寄附講座「環境防災学」活動報告書

期間：平成 22 年度～平成 29 年度

平成３０年３月

筑波大学大学院生命環境科学研究科

環境科学専攻/持続環境学専攻

環境防災学講座

寄附講座「環境防災学」活動報告書

期間：平成 22 年度～平成 29 年度

平成３０年３月

筑波大学大学院生命環境科学研究科

環境科学専攻/持続環境学専攻

環境防災学講座

はじめに

平成 22 年 4 月 1 日、筑波大学大学院生命環境科学研究科の環境科学専攻（博士前期課程）及び持続環境学専攻（博士後期課程）に、土砂災害などの自然災害から被害の防止・軽減を図る業務・研究に従事する高度な専門性を有する技術者・研究者を養成することを目的に、環境防災学講座が設置され、同時に履修カリキュラムとして「環境防災学プログラム」が開設された。環境防災学講座は、一般財団法人（講座設置時は財団法人）砂防フロンティア整備推進機構からの奨学寄附金により設置されたものである。平成 23 年 4 月からは、この奨学寄附金によって建設された環境防災研究棟において、講座の活動を行った。

筑波大学大学院生命環境科学研究科では、複雑な自然環境とその変化のメカニズム、自然との共生のあり方について、フィールドサイエンスの立場から理学・農学・工学・人文科学・社会科学・医学などの個別知を集合し学際的な研究・教育を行っており、環境防災学講座では、このような環境系の専攻科目の基礎の上に、主に社会人大学院生を中心に、多様な内容及び講師による授業科目を開設した。平成 22 年度から平成 29 年度の 8 ヶ年間において、毎年専門科目として 10～11 の授業科目を開設し、講座専任教員のほか、国土交通省、国土技術政策総合研究所、（独）土木研究所、（一財）砂防フロンティア整備推進機構をはじめとし、ＮＰＯ法人、民間会社の技術者・研究員等の外部有識者を非常勤講師として、環境防災に係わる幅広い分野にわたる講義を行ってきた。さらに、フィールドを重視した教育をめざし、これらの専門科目のほかに建設現場等における 2 週間程度の実践実習、日本各地の直轄砂防と都道府県砂防のフィールドでの調査、計画設計、施工、維持管理の実地教育・研究、さらには市町村行政、地域防災リーダーとの意見交換などを教員の指導の下で実施した。

これらのほかに、環境防災セミナーやシンポジウムを開催したほか、海外の大学からの留学生の受入れなど幅広い活動を行ってきた。

8 年間において、環境防災学講座に属し課程を修了した学生は、博士前期課程は、社会人 13 人、一般学生 3 名、留学生 5 名の計 21 名、博士後期課程は 2 名である。

8 ヶ年間の講座活動の総括として平成 29 年 11 月 29 日に、環境防災学講座成果報告会を開催し、学内外の参加者に講座の活動内容の紹介と、平成 30 年度以降の筑波大学における環境防災学への取り組みについて紹介した。

本冊子は、環境防災学講座の平成 22 年度から 29 年度までの 8 年間に亘る以上の活動について、取りまとめたものである。

この 8 年間の環境防災学講座の運営にあたり、山田信博前学長、永田恭介学長、清水和彦前副学長（教育担当）、阿江道良副学長（教育担当）、清水　諭副学長（教育担当）、生命環境科学研究科長として東 輝雄教授、指田勝男教授、江面 浩教授、沼田　治教授、持続環境学専攻長及び環境科学専攻長として内山裕夫教授、宮本邦明教授、増田美砂教授、辻村真貴教授、濱 健夫教授、当講座の准教授を努めていただいた石井靖雄氏、水野秀明氏、秋山一弥氏、寄附元の一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構の亀江幸二理事長、森 俊勇砂防フロンティア研究

所長、田畑茂清顧問、太田憲明事務長、長谷川正晃総務部長をはじめ、多くの皆様にご協力と温かいご支援いただきましたことにつきまして、深く感謝申し上げます。平成 30 年度以降、筑波大学大学院における環境防災学に係る教育・研究が、環境科学専攻・持続環境学専攻及び山岳科学学位プログラム等において益々の充実が図られることを心より祈念いたします。

平成 30 年 3 月

筑波大学大学院　生命環境科学研究科
環境科学専攻・持続環境学専攻
環境防災学講座担当教授　西本　晴男

目　次

Ⅰ．寄附講座「環境防災学」の活動

1. 寄附講座「環境防災学」の概要 1
2. 寄附講座「環境防災学」の活動の基本方針 3
2.1　社会的要請 3
2.2　教育（環境防災プログラム） 3
2.2.1　教育目標 3
2.2.2　教育基本方針 4
2.2.2.1　環境防災プログラム修了証授与方針（サーティフィケートポリシー） 4
2.2.2.2　教育課程編成方針（カリキュラムポリシー） 4
2.2.2.3　プログラム登録方針（レジストレーションポリシー） 5
2.2.3　カリキュラムと到達目標 5
2.3　研究指導 7
2.3.1　研究目標 7
2.3.2　研究基本方針 7
2.3.3　到達目標 7
2.4　社会連携（貢献） 7
2.5　広報 8
3.　平成 22 年度から平成 29 年度までの成果 9
3.1　教育 9
3.1.1　授業科目 9
3.1.2　環境防災プログラム 9
3.1.3　実践実習 9
3.1.4　環境防災学講座の学生数 10
3.1.5　現地調査 10
3.2　研究 17
3.2.1　学位論文研究指導 17
3.2.2　寄附講座「環境防災学」の研究活動 21
3.2.3　国立研究所との共同研究 30
3.2.4　海外の教育機関との交流協定 30
3.2.5　国際学会の開催 31
3.3　社会連携（貢献） 32

3.3.1　環境防災セミナーの開催 32
3.3.2　国土交通省との連携 32
3.3.3　国際拠点とのネットワーク構築 32
3.3.4　(独)国際協力機構研修生受入れ 32
3.3.5　SSH 指定高校の研修受け入れ 32
3.4　広報 37
3.4.1　キックオフフォーラム・研究棟披露式の開催 37
3.4.2　シンポジウムの開催 37
3.4.3　ホームページによる情報発信 37
3.4.4　業界紙・専門紙等を通じた情報発信 37
3.5　教育・研究環境の整備 39
3.6　寄附講座「環境防災学」の運営 42
3.6.1　組織 42
3.6.2　経費 42
4.　総括 44
5.　筑波大学における環境防災学の今後 46

Ⅱ. 平成２２年度～２９年度環境防災学講座活動について

Ⅲ.　資料

１講座全体 77
２.教育 97
３.研究 141
４.社会連携 267
５.広報 287
６.国際展開 301
７.その他 313

Ⅰ．寄附講座「環境防災学」の活動

1. 寄附講座「環境防災学」の概要

21 世紀は「環境の時代」であるとともに「災害の時代」でもある。特にわが国では気候変動の影響による短時間降雨量の増加と局所的豪雨の頻発に伴う土砂災害や洪水災害の増加が懸念されている。また、火山活動や地震による土砂災害も発生している。気候変動や火山活動、地震による土砂災害や洪水災害への対応は持続可能な社会の構築にとって重要な課題である。

気候変動や火山活動は流域環境を大きく変貌させ、長期的な様々な社会的影響（土砂災害や洪水災害などの災害）の源となる。このような流域環境の変化とそれによる社会的影響への対処に関する学問領域として環境防災学を位置づける。

環境防災学は環境科学専攻・持続環境学専攻で対象としている環境問題の基幹をなす学問のひとつである。しかしながら、環境科学専攻・持続環境学専攻は環境防災学についての実践的な教育・研究システムを独自に有していなかった。そこで、豪雨、火山活動、豪雪などによる急激な流域環境の変化、それに伴う土砂災害や洪水災害などの災害、その災害を防止・軽減するための対策を総合的に扱う高度な専門技術者と研究者の育成を目的として、寄附講座「環境防災学講座」は平成 22 年 4 月に筑波大学大学院生命環境科学研究科環境科学専攻（博士前期課程）および持続環境学専攻（博士後期課程）に財団法人砂防フロンティア整備推進機構（平成 24 年度より一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構）の寄附金を受けて平成 22 から 26 年度までの期間を対象に設置された。その後、平成 25 年の伊豆大島の土石流災害、平成 26 年の広島市の土砂災害及び御嶽山の噴火災害などにより、大規模土砂災害の発生時対応や火山噴火災害への機動的な対応などが極めて重要であり、これらの対応を視野に入れた教育・研究とさらに多くの環境防災のリーダー輩出の重要性が改めて認識された。こうした背景から、平成 22 年度から平成 26 年度の 5 ヶ年間実施してきたこれらの活動について、引き続き社会の要請に対応するため、平成 27 年度以降も高度な専門技術者と研究者の育成することを目的に、平成 29 年度まで 3 年間講座が延長された。

・講座名：寄附講座「環境防災学」
・設置期間：平成 22 年度～平成 29 年度
・実施経費：寄附金額　579 百万円（内環境防災研究棟整備費約 270 百万円）

環境防災学は社会に還元されてはじめて価値をもつ。したがって、環境防災学を深化させるためには社会連携活動並びに広報活動は重要である。社会と連携することにより社会的ニーズを把握し環境防災学的な研究テーマを発掘することができる。また、寄附講座「環境防災学」および環境防災プログラムの広報活動は社会連携（貢献）と相俟って講座やプログラムへの関心を引き、加えて市民の環境防災意識の啓発に役立つ。

以上のことから、寄附講座「環境防災学」は、(1)教育、(2)研究、(3)社会連携（貢献）、(4)広報を主要な活動とし、それらの拠点として環境防災研究棟を新たに整備した。

教育活動については、環境系専攻に所属する学生を対象に独自のカリキュラムとして環境防災プログラムを用意した。環境防災プログラムでは、専門家による調査技術、対策技術から政策論、法令論まで幅広い範囲にわたり基礎から応用上の課題と解決手法に至るまで学際的・実践的な科目を開講した。院生は、環境系専攻に所属する学生のうち環境防災に関する経験を有する社会人を主としながら、一般学生と留学生を寄附講座「環境防災学」に受け入れ、環境科学演習（ゼミ）、現地調査等により指導を行った。

研究活動については、学位論文の研究指導にあたって、学位論文の研究課題を設定する際には、流域環境の変化やそれによる社会的影響への対処を行っている現場で調査を行って、より現実的で実践的なものとなるように指導した。また、寄附講座「環境防災学」に属する教員は学生とともに環境系専攻内の教員及び国土交通省や他大学との共同研究を行った。研究課題は環境防災上喫緊の課題となっている警戒避難に係る高度技術に関する研究とした。これらの研究を支えるために、学内の研究者との連携は言うまでもなく、国立研究所との共同研究や海外の教育機関との交流協定を締結した。また、第6回国際土石流災害防止会議の誘致と実行委員会の運営組織の中心的役割を担い会議に成功に導いた。

社会連携（貢献）活動としては、環境防災学に関わる諸問題を解説していただくため専門家や実務家を招聘し、環境防災セミナーを開催した。また、国土交通省、地方公共団体、独立行政法人、社団法人、財団法人、特定非営利活動法人が開催する研修会・委員会等に教員を派遣した。さらに、国外の大学等とシンポジウムや交流を行い海外拠点とのネットワーク構築に努めた。

広報活動としては、主にホームページを作成し、環境防災セミナーの開催や主要な活動の成果を掲載した。また、専門誌や機関誌等に主要な活動成果を掲載した。

2. 寄附講座「環境防災学」の活動の基本方針

2.1　社会的要請

平成 16 年 8 月 17 日に愛媛県新居浜市・西条市で発生した災害、平成 17 年 7 月 8 日に大分県日田市で発生した災害、平成 21 年 7 月 19 日に山口県防府市で発生した災害等に見られるように、崩壊・がけ崩れ・土石流・地すべり・流木・洪水といった自然現象が住宅地等に輻輳し災害を引き起こす事例が発生している。最近では、平成 23 年 9 月 4 日台風 12 号和歌山県那智勝浦町那智川流域や平成 26 年 8 月 20 日広島県広島市安佐南区周辺で発生した事例のように、観測史上最大の 1 時間雨量によって多数の渓流で土石流が発生し、多数の方が犠牲となった事例もある。また、平成 12 年の有珠山や近年の桜島の噴火に見られるように火山活動による土砂災害も発生している。さらに、平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震、平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震での崩壊、がけ崩れ、土石流、地すべりによる土砂災害にみられるように、地震による土砂災害も発生した。加えて、それらの大地震や豪雨によって天然ダムが形成された事例にみられるように、2 次的な土砂災害が発生する可能性が長期間に渡って継続する場合もある。このような様々な自然現象を原因とする複合災害への対処は持続可能な社会の構築にとって重要な課題である。

そのような複合災害に対して近年まで崩壊・がけ崩れ・土石流・地すべり・流木・洪水のそれぞれの自然現象に対して個別の対処がなされてきた。しかし、複合災害への対処は個別の対処を単に重ねただけでは十分でなく、複数の自然現象が輻輳した際の状況を踏まえた対処でなければならない。また発生前に講じる対策（ハード対策・ソフト対策）だけでなく、発生時に被害の拡大を抑えるための対策（危機管理）を含めて対策を講じなければならない。そのため、個別の地区における複合災害の可能性を推し量り、その被害を低減させる対策（ハード対策・ソフト対策）を立案できるとともに、その対処に関わる法律・政策及び施策に精通した人材が必要となる。

そこで、寄附講座「環境防災学」では、環境防災プログラムを通して、崩壊・がけ崩れ・土石流・地すべり・流木・洪水のそれぞれの自然現象、複合災害の発生メカニズム、その被害の防止と低減に向けた対策（ハード対策・ソフト対策）の調査・計画・設計・施工、それへの対処に関わる法律・政策及び施策に関する知識に基づいて、現実に生じている問題とその原因及び解決策を科学的に提示できる人材の育成を図った。

2.2　教育（環境防災プログラム）

2.2.1　教育目標

環境防災プログラムでは、自然現象についての基礎知識、複合災害の基礎知識、複合災害への対処についての専門知識、その対処に関わる法律・政策及び施策についての専門知識の習得を目標とした。

2.2.2　教育基本方針

2.2.2.1　環境防災プログラム修了証授与方針（サーティフィケートポリシー）

寄附講座「環境防災学」運営委員会は開講科目の教員より学生の理解度及び技術の習得度の報告を受け、学生の理解状況と技術の習得状況を把握するとともに達成度を評価する。寄附講座「環境防災学」運営委員会は評価結果を環境系専攻教育会議に報告する。環境系専攻教育会議における審議の結果に基づき、所定の達成度に達したと判断された学生に対して環境防災プログラム修了証を授与した。

環境防災プログラムの修了要件は、複合災害を引き起こす各自然災害の基礎知識の習得を目的とした環境科学専攻専門基礎科目（環境科学概論、環境科学演習、環境科学実習、各1単位で計3単位）、複合災害の基礎知識の習得を目的とした環境科学専攻専門科目（環境防災プログラム）の環境防災学とフィールド環境防災学（各2単位で計4単位）、複合災害への対処についての専門知識とその対処に関わる法律・政策及び施策についての専門知識の習得を目的とした、環境防災学とフィールド環境防災学以外の環境科学専攻専門科目（環境防災プログラム）のうち4科目（各1単位で計4単位）、現実に生じている問題と原因及び解決策を実地で習得することを目的とした環境科学実践実習Ⅲ（4単位）をそれぞれ履修することに加えて、複合災害に対する社会的要請に沿った学位論文の審査及び最終試験に合格すること（環境科学セミナー1S･1F･2S･2Fの各1.5単位、環境科学研究1F･2S･2Fの各3単位で計15単位）を全て満たすことである。複合災害を引き起こす自然災害についての基礎知識を習得するために上記に加えて環境科学専攻専門科目で該当する科目を履修し、合計40単位以上を履修することを推奨した。

2.2.2.2　教育課程編成方針（カリキュラムポリシー）

教育課程は①環境防災学の概念の習得、②崩壊・土石流・地滑り・流木などの土砂移動現象に関わる理論、③ハザードマップなどの土砂移動現象の生じる範囲を推定する数値計算技術、④土砂移動を制御するための砂防設備の計画・設計・施工に関する技術、⑤災害対策基本法や砂防法、土砂災害防止法などの法律・政策・施策といった行政に関わる事項、⑥流域環境の変化を監視する技術、⑦国際的な防災行政の 7 つの視点から、授業科目を体系的に編成した。さらに、①と②の授業科目は複合災害の基礎知識の習得を目的とし、常勤教員により開講した。③、④、⑥は複合災害への対処についての専門知識の習得を目的とし、砂防堰堤などの建設プロジェクトに携わっている技術者や研究者、国土交通省や独立行政法人、一般財団法人、民間会社より非常勤講師を招聘して開講した。⑤と⑦に関する授業科目は複合災害への対処に関わる法律・政策及び施策についての専門知識の習得と目標とし、国土交通省や地方公共団体の職員を⑤の非常勤講師として招聘し、実際に国外でプロジェクトを行っている技術者もしくは過去に携わった経験のある技術者を⑦の非常勤講師として招聘して開講した。環境科学実践実習Ⅲとして、主に土砂災害対策の調査・計画・設計・施工を現場で実際に行っている行政機関又は民間会社に学生を派遣し、現実に生じている問題とその原因及びその解決策を実地で習得させた。なお、上記の授業科目名を示した、**表 2.1**

では、平成 26 年度大学院便覧で使用されている名称を用いた。

2.2.2.3　プログラム登録方針（レジストレーションポリシー）

環境防災プログラムは生命環境科学研究科環境科学専攻又は持続環境学専攻に所属する学生を受け入れた。なお、学生は必ずしも寄附講座「環境防災学」に所属する必要はなく、寄附講座「環境防災学」に環境防災プログラムの登録を申請し、寄附講座運営委員会及び環境系専攻教育会議での審議を経た後、同プログラムに登録されることとした。

2.2.3　カリキュラムと到達目標

表 2.1 は教育課程編成方針に基づいて編成したカリキュラム（授業科目）の一覧とその到達目標及び教員を示したものである。環境科学実践実習Ⅲについては、派遣前に派遣先で生じている問題・原因及び解決策を文献等により調査するとともに現地において活動を行って習得し、収集したデータから問題・原因・解決策との関係を科学的に分析して、報告書として取りまとめを行った。

2.2.4　受け入れ方針（アクセプトポリシー）

寄附講座「環境防災学」は環境防災に関する経験を有する社会人及び一般学生（学生、留学生）を主に前・後期ともに若干数の学生を受け入れることとした。また、「日本国筑波大学とインドネシア国ガジャマダ大学との間の学術交流及び協力に関する研究に基づきガジャマダ大学大学院の学生を特別聴講学生・特別研究学生として受け入れた。

表 2.1　カリキュラム・到達目標

授業科目	到達目標	教員	教育課程編成方針
環境防災学	環境防災学の概念の習得	常勤教員	①
フィールド環境防災学	現場における調査結果を通じた土砂移動現象に関わる理論の習得	常勤教員 非常勤教員	②
環境防災危機管理論	危機管理に必要な法律体系、ハザードマップなどの土砂移動現象の生じる範囲を推定する数値計算技術の習得	常勤教員 非常勤教員	③
環境防災施設論 I	自然環境・生活環境との調和・地球温暖化防止に寄与する環境防災施設の計画設計技術の習得	非常勤教員	④
環境防災施設論 II	災害発生のメカニズムと災害復旧の手だてのみならず災害予防からも社会経済的側面を含めて明らかにし、環境防災施設のプランニング・マネージメントの体系化と指導者の育成をめざす。	非常勤教員	④
環境防災計画論 I	土砂移動を制御するための砂防設備の計画設計に関する技術（技術指針、ガイドライン等）の習得	非常勤教員	④
環境防災計画論 II	土砂移動を制御するための砂防設備の計画設計に関する技術（計画設計手法）の習得	非常勤教員	④
地域環境防災基本論	環境防災に関するソフト対策に関わる事項（過疎化、高齢化、都市化、市町村合併など社会環境変化による課題。防災情報、防災教育、ＮＰＯ活動、地域防災力向上施策）の習得	非常勤教員	⑤
地域環境防災実践論	土砂災害防止法の具体的方策に関わる事項（土砂災害防止法の概要と土砂災害（特別）警戒区域の意義、大雨時の警戒避難、安全な土地利用の考え方）の習得	非常勤教員	⑤
環境防災政策論	環境防災に関する法律・政策・施策といった行政に関わる事項（行政システム、予算制度、施策、災害対応）の習得	非常勤教員	⑤
環境防災高度技術論	流域環境の変化を監視する技術の習得	非常勤教員	⑥
国際環境防災論	国際的な防災行政（開発途上国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方、継続的な人材育成のあり方）の習得	非常勤教員	⑦

2.3　研究指導

2.3.1　研究目標

複合災害への対処においては、複合災害を引き起こす複数の自然現象を推量し、それらの自然現象が輻輳する状況を幾つか想定して、それぞれの状況で有効な対策を講じることが肝要である。そこで、寄附講座「環境防災学」では、複数の自然現象が輻輳する状況を推定する技術と複合災害による被害の防止・低減を図る技術を開発するために必要な基礎研究を行うとともに、それらの技術を現実の社会へ適用するための政策及び施策について研究を行う。

2.3.2　研究基本方針

研究指導は①土砂災害対策を行っている現地（フィールド）の調査、②土砂災害対策を行う上で実際に問題となっている事象から研究課題の設定、③研究課題に関係する既往研究文献のレビュー、④研究課題に対するデータの収集と定量的な分析、⑤学位（修士・博士）論文の執筆の各段階において、各学生の研究課題に応じて適切に行った。さらに、寄附講座「環境防災学」内で定期的に実施するゼミにおける研究課題の発表と討議を通じて、学生のプレゼン・コミュニケーション能力を養った。

2.3.3　到達目標

学位（修士）論文、学位（博士）論文の執筆を通じて、環境防災に関する法律・政策及び施策を効率的に実施するために解決すべき現実の問題を発見する能力、その問題と原因の関係（仮説）を仮定する能力、問題と原因の関係（仮説）を収集したデータに基づいて科学的かつ定量的に分析する能力、分析した結果をもとに効果のある解決策を提示する能力、それらを論文として取りまとめる能力、プレゼン・コミュニケーション能力と国際的適用性の習得を目指した。

2.4　社会連携（貢献）

社会連携（貢献）活動の基本方針は環境防災学に関する知識や最新の研究成果を社会に還元することである。そこで、寄附講座「環境防災学」が環境防災学に関わる諸問題を解説していただくため専門家や実務家を招聘し、環境防災セミナーを開催する。この環境防災セミナーを学生だけでなく一般の方にも公開することで、環境防災学に関する知識や最新の研究成果を社会に還元することを目指した。さらに、国土交通省、地方公共団体、独立行政法人、社団法人、財団法人、特定非営利活動法人が開催する研修会・委員会等に教員を派遣することで、幅広い方々に環境防災学に関する知識や最新の研究成果を社会に還元することを目指した。また、国外の大学等とシンポジウムや交流を行い海外拠点とのネットワークを構築し、環境防災学に関する知識や最新の研究成果を国外にも還元することを目指した。特に、平成 27 年 4 月には、第 6 回世界土石流会議のつくば市へ誘致し、その実施に当たっては実行委員会の中心的立場で会議の運営を行った。

2.5　広報

広報活動の基本方針は寄附講座「環境防災学」の教育活動、研究活動、社会連携（貢献）活動をホームページを通じて広く知らせることと、環境防災に関わる専門誌や機関誌、一般の新聞や政府広報（インターネットテレビ）などの媒体を通じて環境防災学に関する知識を一般の方に広く広報活動を行った。

3. 平成 22 年度から平成 29 年度までの成果

3.1　教育

3.1.1　授業科目

図 3.1 は教育課程編成方針に基づいて編成したカリキュラム（授業科目）の変遷を示したものである。環境防災学の概要を「環境防災学」、調査技術を「フィールド環境防災学」、「環境防災特別講義」（平成 22・23 年度）、「環境防災マネジメント論」（平成 24 年度より「環境防災高度技術論」に改編）、対策技術を「環境防災計画論」（平成 26 年度より「環境防災計画論Ⅰ」、「環境防災計画論Ⅱ」に改編）、「環境防災施設論」（平成 25 年度より「環境防災施設論Ⅰ」、「環境防災施設論Ⅱ」に改編）、「環境防災危機管理論」、「国際環境防災論」、政策を「環境防災政策論Ⅰ」（平成 24 年度に「地域環境防災論Ⅰ」、平成 25 年度より「地域環境防災基本論」に改編）、「環境防災政策論Ⅱ」（平成 25 年度より「環境防災政策論」に改編）、「環境防災施工論」（平成 27 年度より新設）、法令を「環境防災法令論」（平成 24 年度「地域環境防災論Ⅱ」、平成 25 年度より「地域環境防災実践論」に改編）の各科目で開講した。常勤教員が「環境防災学」、「フィールド環境防災学」（平成 24 年度まで）、「環境防災危機管理論」（平成 24 年度より）を担当し、非常勤講師が残りの科目を担当した。このように各年 10～11 科目の講義を開講した。

表 3. 1 は環境防災プログラムで開講した科目を履修登録者数と単位取得者数の推移を示したものである。履修登録者数は計 965 人で平均して 1 科目当たり 12.9 人の学生が履修を登録した。また、単位取得者は計 846 人で平均して 1 科目当たり 11.3 人の学生が単位を取得した。環境防災プログラムに登録した学生以外の学生も履修を行ったことが分かった。環境防災プログラムで開講した個別の科目に興味のある学生が多くいたと推察できる。

3.1.2　環境防災プログラム

表 3.2 は環境防災プログラムの登録者数と修了者数の推移である。登録者数は博士前期課程の計 27 人、博士後期課程の計 3 人であった。修了証を授与された人数は博士前期課程が 22 人（内環境防災学講座所属学生は 20 名）で、博士後期課程が 2 名である。これら修了者に対して、専攻長と講座担当教授連名による「環境防災プログラム修了証」を授与した。

3.1.3　実践実習

表 3.3 は寄附講座「環境防災学」の学生が履修した実践実習の一覧で、実績数及び実習先を示したものである。寄付講座「環境防災学」の教員は学生に対して財団法人や建設会社等を実習先として斡旋するとともに、実習計画の作成指導、実習先での面接、実習報告書の作成指導といった支援を学生に行った。土砂災害対策という社会的要請の高い問題とその解決方法を習得し、現場で通用する実務能力を磨けるようにするため、平成 24 年度からコンサルタント技術者が体験する機会がほとんどない建設現場での実習を積極的に取り入れ、教育の質を向上させるよう努めた。なお、平成 25 年度からは博士前期課程 2 年生のうち社会人学生には 2 度目の実習を履修させた。

3.1.4　環境防災学講座の学生数

表 3.4 は寄附講座「環境防災学」で受け入れた学生数の推移である。なお、特別聴講学生と特別研究学生は表中の目標数に含めない。また、特別聴講学生と特別研究学生は「日本国筑波大学とインドネシア国ガジャマダ大学との間の学術交流及び協力に関する協定」に基づき、「筑波大学グローバル・プログラム（筑波大学の国際化のためのネットワーク形成事業短期留学プログラム）後期」等の財政的な支援を受けて、ガジャマダ大学大学院の学生を特別聴講学生・特別研究学生として受け入れた。

社会人は 13 人の博士前期課程学生と 2 人の博士後期課程学生が課程の修了並びに博士の学位を取得した。また、一般及び留学生は 8 人の博士前期課程学生を受け入れた。平成 25 年度以降、4 人の特別聴講学生と 1 人の特別研究学生をインドネシア国ガジャマダ大学大学院より受け入れた。これらの学生は平成 29 年度までに 21 人が博士前期課程を修了し、2 人の博士後期課程学生は博士（環境学）の学位を取得した。

3.1.5　現地調査

表 3.5 は寄附講座「環境防災学」で受け入れた学生を対象に行った、土砂災害対策を実際に講じている現場への調査の箇所数と場所を示したものである。学生は寄附講座「環境防災学」の教員と共に現場に赴き、環境防災プログラムの開講科目で得た知識と調査先での教員による解説を踏まえ、実際に行われている土砂災害対策の計画・調査・設計を取りまとめて活動レポートを作成した。また、現地調査は学生が学位論文を執筆する上で必要な情報を現地で収集するためにも行った。このように、現地調査は実際の土砂災害対策について学生の知識を更に深化させるだけでなく、活動レポートを作成することで論文の執筆方法を習得・改善させることに繋がったと考えられる。

H 22

	時間割科目	10単位		8科目
	集中講義科目	3単位		3科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	1	火3,4
必修	フィールド環境防災学	2	2	水1,2
選択必修	環境防災危機管理論	1	1	月4
選択必修	環境防災計画論	1	1	月5
選択必修	環境防災施設論	1	1	金5
選択必修	環境防災特別講義	1	2	水3
選択必修	環境防災政策論Ⅰ	1	2	集中
選択必修	環境防災政策論Ⅱ	1	2	水4
選択必修	環境防災法令論	1	1	水5
選択必修	国際環境防災論	1	2	集中
選択必修	環境防災マネジメント論	1	1	金4

H 23

	時間割科目	10単位		8科目
	集中講義科目	3単位		3科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	1	火3,4
必修	フィールド環境防災学	2	2	金1,2
選択必修	環境防災危機管理論	1	2	金3
選択必修	環境防災計画論	1	1	月3
選択必修	環境防災施設論	1	1	月4
選択必修	環境防災特別講義	1	1	木5
選択必修	環境防災政策論Ⅰ	1	2	金4
選択必修	環境防災法令論	1	2	金5
選択必修	環境防災政策論Ⅱ	1	2	集中
選択必修	国際環境防災論	1	1	集中
選択必修	環境防災高度技術論	1	2	集中

H 24

	時間割科目	9単位		7科目
	集中講義科目	3単位		3科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	1	火3,4
必修	フィールド環境防災学	2	2	金1,2
選択必修	環境防災危機管理論	1	1	金5
選択必修	環境防災計画論	1	1	月3
選択必修	環境防災施設論	1	1	月4
選択必修	地域環境防災論Ⅰ	1	2	金3
選択必修	地域環境防災論Ⅱ	1	2	金4
選択必修	環境防災政策論	1	2	集中
選択必修	国際環境防災論	1	1	集中
選択必修	環境防災高度技術論	1	2	集中

H 25

	時間割科目	9単位		7科目
	集中講義科目	3単位		3科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	春	火3,4
必修	フィールド環境防災学	2	秋	金1,2
必修	環境防災危機管理論	1	春	金5
選択必修	環境防災計画論	1	春	月4
選択必修	環境防災施設論Ⅰ	1	開講せず	
選択必修	環境防災施設論Ⅱ	1	春	月3
選択必修	地域環境防災基本論	1	秋	金3
選択必修	地域環境防災実践論	1	秋	金4
選択必修	環境防災政策論	1	秋	集中
選択必修	国際環境防災論	1	春	集中
選択必修	環境防災高度技術論	1	春	集中

H 26

	時間割科目	9単位		7科目
	集中講義科目	3単位		3科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	春	火3,4
必修	フィールド環境防災学	2	秋	金1,2
必修	環境防災危機管理論	1	春	金5
選択必修	環境防災計画論Ⅰ	1	開講せず	
選択必修	環境防災計画論Ⅱ	1	春	月3
選択必修	環境防災施設論Ⅰ	1	春	月4
選択必修	環境防災施設論Ⅱ	1	開講せず	
選択必修	地域環境防災基本論	1	秋	金3
選択必修	地域環境防災実践論	1	秋	金4
選択必修	環境防災政策論	1	春	集中
選択必修	国際環境防災論	1	春	集中
選択必修	環境防災高度技術論	1	春	集中

H 27

	時間割科目	9単位		7科目
	集中講義科目	4単位		4科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	春	火3,
必修	フィールド環境防災学	2	秋	金1、
必修	環境防災危機管理論	1	春	金5
選択必修	環境防災計画論Ⅰ	1	春	月3
選択必修	環境防災計画論Ⅱ	1	開講せず	
選択必修	環境防災施設論Ⅰ	1	開講せず	
選択必修	環境防災施設論Ⅱ	1	春	月4
選択必修	地域環境防災基本論	1	秋	金3
選択必修	地域環境防災実践論	1	秋	金4
選択必修	環境防災政策論	1	春	集中
選択必修	国際環境防災論	1	春	集中
選択必修	環境防災高度技術論	1	春	集中
選択必修	環境防災施工論	1	秋	集中

H 28

	時間割科目	9単位		7科目
	集中講義科目	4単位		4科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	春	火3,4
必修	フィールド環境防災学	2	秋	金1,2
必修	環境防災危機管理論	1	春	金2
選択必修	環境防災計画論Ⅰ	1	開講せず	
選択必修	環境防災計画論Ⅱ	1	春	月3
選択必修	環境防災施設論Ⅰ	1	春	月4
選択必修	環境防災施設論Ⅱ	1	開講せず	
選択必修	地域環境防災基本論	1	秋	金3
選択必修	地域環境防災実践論	1	秋	金4
選択必修	環境防災政策論	1	春	集中
選択必修	国際環境防災論	1	春	集中
選択必修	環境防災高度技術論	1	春	集中
選択必修	環境防災施工論	1	秋	集中

H 29

	時間割科目	5単位		4科目
	集中講義科目	0単位		0科目
	科目名	単位	学期	時限
必修	環境防災学	2	春	火3,4
必修	フィールド環境防災学	2	開講せず	
必修	環境防災危機管理論	1	春	月2
選択必修	環境防災計画論Ⅰ	1	春	月3
選択必修	環境防災計画論Ⅱ	1	開講せず	
選択必修	環境防災施設論Ⅰ	1	開講せず	
選択必修	環境防災施設論Ⅱ	1	春	月4
選択必修	地域環境防災基本論	1	開講せず	
選択必修	地域環境防災実践論	1	開講せず	
選択必修	環境防災政策論	1	開講せず	
選択必修	国際環境防災論	1	開講せず	
選択必修	環境防災高度技術論	1	開講せず	
選択必修	環境防災施工論	1	開講せず	

図 3.1 環境防災学講座開講の授業科目の推移

（注）平成２９年度は、講座の最終年度にあたり、環境防災学講座所属の２年次学生が不在のため、環境防災学プログラムの選択必修科目で１年次に開講しなかった　「環境防災計画論Ⅰ」と「環境防災施設論Ⅱ」、並びに講座専任教員による「環境防災学」と「環境防災危機管理論」の４科目のみを開講した。

表 3.1　開講科目数と履修者数・単位取得者数の推移

年度	開講科目数	単位取得者数	環境科学専攻 入学者数
平成 22 年度	11 科目	96 人 （113 人）	79 人
平成 23 年度	11 科目	182 人 （224 人）	85 人
平成 24 年度	10 科目	108 人 （133 人）	60 人
平成 25 年度	10 科目	116 人 （138 人）	54 人
平成 26 年度	10 科目	99 人 （103 人）	55 人
平成 27 年度	10 科目	104 人 （107 人）	61 人
平成 28 年度	9 科目	88 人 （92 人）	66 人
平成 29 年度	4 科目	53 人 （55 人）	80 人

注)（　）内は履修者数

注)環境科学専攻入学者数は各年度 4 月時点の数値である。

表 3.2　環境防災プログラム登録者及び修了者数

課程	入学年	登録者数	修了証授与数
博士前期課程	平成 22 年度	2 人	2 人
	平成 23 年度	7 人	3 人
	平成 24 年度	7 人	3 人
	平成 25 年度	6 人	5 人
	平成 26 年度	5 人	5 人
	平成 27 年度	4 人	2 人
	平成 28 年度	2 人	2 人
	平成 29 年度	—	—
博士後期課程	平成 22 年度	1 人	—
	平成 23 年度	1 人	1 人
	平成 24 年度	1 人	1 人
	平成 25 年度	—	—
	平成 26 年度	—	—
	平成 27 年度	—	—
	平成 28 年度	—	—
	平成 29 年度	—	—

表 3.3　実践実習の実績数・実習先

年度	実績数	実習先	目的
H22	3 箇所	（財）砂防フロンティア整備推進機構（2 人） （株）神戸製鋼所	調査技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得
H23	5 箇所	（財）砂防フロンティア整備推進機構 （株）神戸製鋼所 （株）北陸ジオテック ダイチ（株） (株)東亜グラウト	調査技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得
H24	3 箇所	ダイチ（株） 鹿島建設(株) （独）土木研究所	ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 調査研究技術の習得
H25	6 箇所	㈱守谷商会 ダイチ㈱ ㈱神戸製鋼所 ㈱野添組 鹿島建設㈱ ㈱北陸ジオテック	ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得
H26	6 箇所	ダイチ㈱ ㈱北陸ジオテック ㈱鹿島建設 大日本土木㈱ ㈱神戸製鋼 国土交通省大規模土砂災害対策技術センター	ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 調査研究技術の習得
H27	5 箇所	ダイチ㈱ ㈱加藤組 ㈱鹿島建設 大日本土木㈱ ㈱神戸製鋼	ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得
H28	3 箇所	㈱北陸ジオテック ㈱北陸ジオテック ㈱鹿島建設	ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得 ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得
H29	1 箇所	㈱鹿島建設	ﾊｰﾄﾞ対策施工技術の習得

表 3.4　環境防災学講座へ入学した学生数の推移

課程		実績							
		社会人	一般	留学生	小計	特別聴講学生	特別研究学生	小計	合計
博士前期課程	H22	1 人	1 人	0 人	2 人	0 人	0 人	0 人	2 人
	H23	1 人	0 人	2 人	3 人	0 人	0 人	0 人	3 人
	H24	2 人	0 人	0 人	2 人	0 人	0 人	0 人	2 人
	H25	3 人	0 人	1 人	4 人	3 人	0 人	3 人	7 人
	H26	3 人	1 人	1 人	5 人	1 人	1 人	2 人	7 人
	H27	1 人	0 人	1 人	2 人	0 人	0 人	0 人	2 人
	H28	2 人	1 人	0 人	3 人	0 人	0 人	0 人	3 人
	H29	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人
	小計	13 人	3 人	5 人	21 人	4 人	1 人	5 人	26 人
博士後期課程	H22	1 人	0 人	0 人	1 人	0 人	0 人	0 人	1 人
	H23	1 人	0 人	0 人	1 人	0 人	0 人	0 人	1 人
	H24	1 人	0 人	0 人	1 人	0 人	0 人	0 人	1 人
	H25	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人
	H26	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人
	H27	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人
	H28	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人
	H29	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人	0 人
	小計	3 人	0 人	0 人	3 人	0 人	0 人	0 人	3 人
合計		16 人	3 人	5 人	24 人	4 人	1 人	5 人	29 人

（注）H29 は講座終了が H30.3 のため入学者なし。

表 3.5　調査箇所数及び調査先

年度	調査箇所数	調査先
H22	4 箇所	筑波山、山口県、広島県、台湾
H23	16 箇所	福井県、新潟県、熊本県、北海道、兵庫県、京都府、三重県、鹿児島県、富士川砂防、松本砂防、湯沢砂防、桜島砂防、樽前山砂防、十勝岳砂防、日光砂防、雲仙砂防
H24	18 箇所	神奈川県、長崎県、徳島県、高知県、福井県、兵庫県、広島県、北海道、三重県、富山県、四国山地砂防、立山砂防、樽前山砂防、十勝岳砂防、富士砂防、天竜川上流砂防、東大北海道演習林、台湾
H25	28 箇所	新潟県、静岡県、兵庫県、山口県、福井県、北海道、長野県、千葉県、鹿児島県、熊本県、長崎県、広島県、和歌山県、東京都、岩手県、六甲砂防、富士川砂防、樽前山砂防、十勝岳砂防、立山砂防、日光砂防、渡良瀬川砂防、桜島砂防、雲仙砂防、亀の瀬地すべり、東大北海道演習林、東大愛知演習林、インドネシア
H26	19 箇所	熊本県、山梨県、福井県、北海道、長野県、広島県、神奈川県、東京都、鹿児島県、沖縄県、岐阜県、高知県、樽前山砂防、十勝岳砂防、広島西部山系砂防、雲仙砂防、桜島砂防、東大北海道演習林、台湾
H27	25 箇所	栃木県、山形県、大阪府、兵庫県、福井県、新潟県、奈良県、長野県、富山県、北海道、三重県、広島県、岩手県、山梨県、神奈川県、静岡県、東京都、富士山砂防、湯沢砂防、十勝岳砂防、樽前砂防、札内川砂防、広島西部山系砂防、東大演習林、インドネシア
H28	20 箇所	富山県、静岡県、岡山県、福井県、岐阜県、新潟県、奈良県、北海道、東京都、長崎県、熊本県、鹿児島県、広島県、天竜川上流砂防富士川砂防、立山砂防、広島西部山系砂防、雲仙砂防、桜島砂防、札内川砂防
H29	14 箇所	宮城県、岩手県、兵庫県、神奈川県、和歌山県、北海道十勝岳砂防、樽前山砂防、湯沢砂防、栃木県、渡良瀬川砂防、日光砂防、三宅島、立山砂防

（注）本表の調査箇所数は、調査先（都道府県、国交省直轄事務所）単位のものであり、各調査先では複数の箇所を調査している場合がある。

3.2　研究

3.2.1　学位論文研究指導

表 3.6 は寄附講座「環境防災学」で受け入れた学生のうち平成 29 年度末時点で修了もしくは修了予定の学生の学位論文とその内容を公表した学会・雑誌を示したものである。平成 29 年度末時点で 21 人が修士（環境科学）学位論文を執筆した。課程を修了したほとんどの学生が修士（環境科学）学位論文で取りまとめた内容を国内での学会で発表し、平成 23 年度砂防学会研究発表会においては寄附講座「環境防災学」の学生（亀澤奈央氏）が若手優秀発表を受賞した。さらに、一部の学生は第 3 回及び第 4 回 International Workshop on Multimodal Sediment Disaster での国際学会において研究成果を発表した。子のように寄附講座「環境防災学」の学生に国際学会等へ積極的に派遣し、プレゼン・コミュニケーション能力と国際的適用性の習得に努めた。

表 3.6　受け入れた学生の修士（環境科学）学位論文とその内容を公表した学会・雑誌

修了年度	氏名	修士（環境科学）学位論文タイトル	公表した学会・雑誌
H23	亀澤奈央	砂防堰堤の形状、材料及び越流水処理工法の変遷の分析	「明治期における砂防研究・技術の展開」（平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集） 「砂防堰堤の越流部構造の変化過程に関する一考察」（平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集） 「20 世紀前半の砂防堰堤の構造について」（平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 A）
	千葉伸一	人的被害を軽減するための土砂災害警戒避難の実態と土砂災害警戒情報の効果分析	「土砂災害警戒避難の実態と土砂災害警戒情報の効果分析」（平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集） 「土砂災害警戒情報を補足する情報について　－和歌山県那智勝浦町を事例に－」（平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集） 「土砂災害警戒避難に関するデータ解析共同研究」（国土技術政策総合研究所資料,第 682 号） 「長野県･新潟県県境付近の地震により発生した土砂災害と初動対応」（平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集）
H24	朱培紅	土砂災害の危機管理の視点からみた災害対策に係わる法体制の中日比較	「平成 23 年発生の土砂災害に係る報道表現に関する考察」（平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集） 「自然災害発生後の応急対策と復旧対策についての中日比較」（第 31 回日本自然災害学会学術講演会）
	黄麗	大規模地震発生後の避難所整備に関する中国と日本の比較	「平成 23 年発生の土砂災害に係る報道表現に関する考察」（平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集） 「中国における大規模土砂災害発生後の避難所整備の実態と課題」（平成 25 年度砂防学会研究発表会概要 A）
H25	田中義成	学校における土砂災害に対する防災教育の実践方法の研究～小学校における取り組み事例～	「目撃情報による土石流の流下氾濫状況の考察」（平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集） 「小学校における土砂災害に関する防災教育上の問題について」（平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B） 「小学校における土砂災害の防災教育実践方法」（平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 B）

	安海高明	土石流導流工による土石流・流木の制御効果に関する研究	“Study on Surge Triggered By Debris Flow Plunging Into River”, The 4th International Workshop On MULTIMODAL SEDIMENT DISASTER 「流下痕跡に基づく土石流水理量の推定」 （平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B） 「連続した湾曲部における流れの再現計算」 （平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A） 「流路内で発生した巨礫の停止過程に関する考察」 （平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A） 「水の急激な流入による湛水池の水位変化の再現計算」 （平成 26 年砂防学会研究発表会概要集 A） “Numerical Analysis of Blockage in A Channel Works by Stony Debris Flows”, The 5th International Workshop On MULTIMODAL SEDIMENT DISASTER
	大村さつき	地域特性を考慮したアンケート式自己学習プログラムによる住民の土砂災害に対する防災意識向上手法	「土砂災害警戒区域指定の説明会における住民の参加状況と地域特性」 （平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B） 「地域特性を考慮したアンケート式自己学習プログラムによる住民の土砂災害に対する防災意識向上手法」（平成 26 年度砂防学会発表会概要集 B）
H26	中根和彦	砂防堰堤の下流法勾配及び石積形状に着目した近代日本砂防技術確立期における欧州アルプス砂防の影響	「近代日本砂防確立期における欧州アルプスと日本の砂防交流史」 (平成 27 年砂防学会研究発表会概要集 A)
	関根敬	崩壊土砂の突入に伴う段波の形成・遡上過程の解明	「連続した湾曲部における流れの再現計算」 （平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A） 「流路内で発生した巨礫の停止過程に関する考察」 （平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A） 「水の急激な流入による湛水池の水位変化の再現計算」 （平成 26 年砂防学会研究発表会概要集 A） “Numerical Analysis of Blockage in A Channel Works by Stony Debris Flows”, The 5th International Workshop On MULTIMODAL SEDIMENT DISASTER 「崩壊土砂の突入に伴う段波の形成・遡上過程の解明」 (平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 A)
	西村直記	降雨や濁水が避難行動に係わる目標物の視認に与える影響	「避難行動に係わる降雨および濁水と見通し距離との関係」(平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 A)
	王禕	中国における土砂災害対策としての群測群防体系の方策	

H27	神保啓	土砂災害特別警戒区域における住宅の移転および構造の規制に関する課題と促進策	
	江藤稚佳子	有限体積法による水の動きの再現に変数の設定方法が及ぼす影響の解明	「流路工合流点における水の流れの再現計算」 （平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 A） 「有限体積法による湾曲部及び合流点における水面形の再現」 （平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B）
	阿部拓実	地名が示唆する土砂災害の種類と危険性に関する研究	「写真比較による多摩川上流部における荒廃状況の変遷」 （平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B）
	大賀知将	渓流水に含まれる電解質の伝播過程の観測と移流・拡散係数の推定	「表層崩壊発生流域での水質特性に関する研究」 （平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 B）
	劉詩雨	日本と中国の教科書における防災学習内容の比較分析	「日本と中国の教科書における砂防に関する学習内容の比較」 （平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B） 「日本と中国の土砂災害に関する防災学習内容の比較」 （第 54 回日本地すべり学会研究発表会講演集）
H28	吉田喜高	丹沢西部流域における土砂流出抑制対策の効果	「丹沢流域における歴史的砂防工事と現況」 （平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B）
	孫敏	自然災害に対する被災地支援手法の日中比較	
H29	塚原直幸	荒廃渓流における出水時の獨度と土砂移動現象との関係	「砂防設備の下流における流砂水文観測について 」 （平成 30 年度砂防学会研究発表会で発表予定）
	後藤（木村）美香	昭和 5（1930）年に発生した北伊豆地震の特性と土砂災害発生機構との関係	「昭和 5 年発生の北伊豆地震による土砂災害」 （平成 30 年度砂防学会研究発表会で発表予定）
	笠原友樹	多視点撮影画像による歴史的砂防施設の三次元モデル構築	「画像解析による石積み堰堤の調査」 （平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集）

3.2.2　寄附講座「環境防災学」の研究活動

環境防災学講座では環境防災プログラムの研究教育の充実のため、近年の巨大化し複合化する災害に対して柔軟で効果的な対策が求められているという、環境防災に関する今日的課題ににについて研究を実施した。

表 3.7 は学術誌や学会等において公表した論文数の推移である。原著論文は計 21 編（うち 14 編が環境防災学講座からの発表)、著書は計 3 編、国際学会発表は計 15 編（うち 9 編が環境防災学講座からの発表)、国内学会発表は計 96 編（うち 82 編が環境防災学講座からの発表）であった。以下、文献の著者の下線は寄附講座「環境防災学」の受入れた学生及び所属する教員を示す。

寄附講座「環境防災学」の教員（水野秀明准教授）が平成 26 年度砂防学会技術賞（論文名「音圧データをハイドロフォンによる掃流砂計測手法の開発」、鈴木拓郎氏、水野秀明氏、小山内信智氏、平澤良輔氏、長谷川祐治氏の 5 氏の共同受賞）を受賞した。

また、亀澤奈央（前期課程 2 年）が、平成 23 年度砂防学会研究発表会において、「明治期における砂防研究と技術の展開」と題して発表を行い、平成 23 年度砂防学会研究発表会若手優秀発表賞を受賞した。

研究成果：

【土砂災害にかかわる警戒情報と警戒避難行動に関する研究】

西本晴男(2010)：火山地域における火山泥流，泥流，土石流の表現方法に関する考察，砂防学会誌、Vol.63、No.2、p.26-37

西本晴男(2011)：土石流のはなし、全国治水砂防協会、246pp

千葉伸一、西本晴男、石井靖雄、岡本敦、冨田陽子、水野正樹（2012)：土砂災害警戒避難の実態と土砂災害警戒情報の効果分析、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.158-159

岡本敦、冨田陽子、松田昌之、高山陶子、秋山怜子、千葉伸一、西本晴男、石井靖雄(2012)砂災害警戒情報を補足する情報について－和歌山県那智勝浦町を事例に－、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.374-375

岡本敦、冨田陽子、秋山怜子、高山陶子、松田昌之、佐口治(2012)：都道府県から提供する土砂災害警戒情報を補足する情報の運用状況関する考察、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.664-665

田中義成、西本晴男、判野充昌(2012)：目撃情報による土石流の流下氾濫状況の考察、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.88-89

黄麗、朱培紅、西本晴男(2012)：平成 23 年発生の土砂災害に係る報道表現に関する考察、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.170-171

岡本敦、冨田陽子、水野正樹、林真一郎、西本晴男、石井靖雄、千葉伸一(2012)：土砂災害警戒避難に関するデータ解析共同研究、国土技術政策総合研究所資料第 682 号、75p

水野秀明、梶昭仁、石塚忠範(2012)：大規模な崩壊による急速な河道断面の減少と水位上昇に関する考察、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、p.590-591

朱培紅、西本晴男(2012)：自然災害発生後の応急対策と復旧対策についての中日比較、第31回日本自然災害学会学術講演会

Shin-ichiro Hayashi,Hideaki Mizuno,Atsushi Okamoto,Masaru Yamashita,Hideto Ochi, Hisashi Hoshino,Satoshi Yamamoto,Masaki Hiruma,Reiji Kondo(2012)：Report of the project on hazard mapping for sediment-related disasters, ESCAP/WMO Typhoon Committee,TC/TD-No.006,32pp.

田中隆文、石尾浩市、今村隆正、逢坂興宏、亀江幸二、 後藤宏二、 鈴木清敬、 西本晴男、尾頭誠、深見幹朗、町田尚久、松浦純生、松本美善(2012)：公募研究会「砂防学における『知の野生化』研究会」中間報告－研究の背景とその分析、今後の研究方向－、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、p.726-727

田中隆文、石尾浩市、今村隆正、逢坂興宏、亀江幸二、 後藤宏二、 鈴木清敬、 西本晴男、尾頭誠、深見幹朗、町田尚久、松浦純生、松本美善(2013)：「硬い科学観」とは一線を画した柔軟な情報発信・受容と土砂災害－「砂防学における『知の野生化』研究会」H24年度中間報告－ 平成25年度砂防学会研究発表会概要集A、p.A-88～A-89

田中隆文、石尾浩市、今村隆正、逢坂興宏、亀江幸二、後藤宏二、鈴木清敬、西本晴男、尾頭誠、深見幹朗、町田尚久、松浦純生、松本美善(2013)：東日本大震災を契機とする災害情報に関する多様な取り組み事例と問題点の検討、砂防学会誌、Vol.65、No.5、p.69-78

水野秀明(2013)土砂の流れ－固体と液体の特徴を合わせ持つ土石流－、日本機会学会誌、Vol.116、No.1136、p.474-477

Hideaki MIZUNO,Takaaki ANKAI(2013):Surge Triggered By Debris Flow Plunging Into River,he 4th International Workshop On MULTIMODAL SEDIMENT DISASTER,p.51-56

Norifumi Hotta,Takahiro Kaneko,Tomoyuki Iwata,Haruo Nishimoto(2013):Influence of fine sediment on the fluidity of debris flows,Journal of Mountain Science,Vol.10, p.233-238

西本晴男、亀沢奈央、尾関信幸(2013)：20世紀前半の砂防堰堤の構造について、平成25年度砂防学会研究発表会概要集A、p.A-24～A-25

大村さつき、西本晴男(2013)：土砂災害警戒区域指定の説明会における住民の参加状況と地域特性、平成25年度砂防学会研究発表会概要集B、p.B-198～B-199

田中義成、西本晴男、三木洋一(2013)：小学校における土砂災害に関する防災教育上の問題について、平成25年度砂防学会研究発表会概要集B、p.B-208～B-209

黄麗、石井靖雄(2013)：中国における大規模土砂災害発生後の避難所整備の実態と課題、平成25年度砂防学会研究発表会概要集A、p.A-170～A-171

水野秀明(2013)：土石流の湛水池への突入による水位変化の推定手法の改良、平成25年度砂防学会研究発表会概要集B、p.B-268～B-269

安海高明、水野秀明(2013)：流下痕跡に基づく土石流水理量の推定、平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p.B-272～B-273

大村さつき、西本晴男(2014)：地域特性を考慮したアンケート式自己学習プログラムによる住民の土砂災害に対する防災意識向上手法、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p.168-169

田中義成、西本晴男、三木洋一(2014)：小学校における土砂災害の防災教育実践方法、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p.166-167

田中隆文、石尾浩市、今隆正、逢坂興宏、亀江幸二、後藤宏二、鈴木清敬、西本晴男、尾頭誠、深見幹朗、町田尚久、松浦純生、松本美善(2014)：公募研究会「砂防学における「知の野生化」研究会」報告－防災の想定外を想定していくためには何が必要か－、平成 26 年砂防学会研究発表会概要集 A、p130-131

大村さつき、三木洋一、北原哲郎、飛田健二、西本晴男、原田照美、杉田精司、奥迫信治(2015)：　住民主導の土砂災害に対するタイムライン検討事例，平成 27 年度砂防学会研究発表会概　要集 B，p.128-129

西本晴男、鈴木雅一、阿部拓実（2015）：東京都水道水源林内の渓流における歴史的施設，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.162-163

西村直記、西本晴男、水野秀明（2015）：避難行動に係わる降雨および濁水と見通し距離との関係，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 A，pp.254-255，2015.5

牧野裕至、西村直記、萬徳昌昭、石川芳治、西本晴男（2015）：三宅島の土砂災害被災地とその周辺における住民の砂防に関する認識・意見と評価，砂防学会誌，Vol.68，No.4，p.12-19

秋山一弥、劉詩雨、西本晴男（2016）：日本と中国の教科書における砂防に関する学習内容の比較，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.506-507

大村さつき，三木洋一、北原哲郎、飛田健二、西本晴男、原田照美、杉田精司、奥迫信治(2016)：住民主導の土砂災害タイムライン検討ツールの提案，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.340-341

大村さつき、三木洋一、北原哲郎、飛田健二、西本晴男、原田照美、杉田精司、奥迫信治(2016)：土砂災害に対するタイムラインを活用した住民の減災に向けた取り組み検討，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 A，p.12-13

秋山一弥、劉詩雨、西本晴男（2016）：日本と中国の土砂災害に関する防災学習内容の比較，第 54 回日本地すべり学会研究発表会講演集，p.294-295

大村さつき、三木洋一、西本晴男、原田照美、杉田精司、奥迫信二（2016）：地域住民が主体となった土砂災害に対するタイムラインの検討，砂防学会誌，Vol.69，No.6，p.61-66

【大規模土砂災害に関する研究】

梶昭仁、石塚忠範、森田耕司、武澤永純、水野秀明、伊藤達平、秋山浩一(2012)：天然ダム

浸食抑止対策工の水路実験、平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p270-271
Takaaki Ankai,Hideaki Mizuno,Takashi Sekine(2014)：NUMERICAL ANALYSIS OF BLOCKAGE IN A CHANNEL WORK BY STONY DEBRIS FLOWS,PROCEEDINGS OF The 5th International Workshop on Multimodal Sediment Disaster,p.49-56
水野秀明、安海高明、関根敬(2014)：連続した湾曲部における流れの再現計算、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A、p.206-207
安海高明、関根敬、水野秀明(2014)：流路内で発生した巨礫の停止課程に関する考察、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A、p.192-193
関根敬、水野秀明、安海高明(2014)：水の急激な流入による湛水池の水位変化の再現計算、平成 26 年砂防学会研究発表会概要集 A、p202-203
大賀知将、木下篤彦、西岡恒志、水野秀明、桜井亘（2015)：表層崩壊発生流域での水質特性に関する研究，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.356-357
関根敬、水野秀明、江藤稚佳子（2015)：崩壊土砂の突入に伴う段波の形成・遡上過程の解明，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 A，p.94-95
阿部拓実、西本晴男、鈴木雅一（2016)：写真比較による多摩川上流部における荒廃状況の変遷，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.448-449
吉田喜高、西本晴男、阿部拓実、鈴木雅一、内山佳美、内山豊（2016)：丹沢流域における歴史的砂防工事と現況，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.442-443
秋山怜子、宮本邦明、西本晴男（2017)：崩壊発生時における土層の地下水深解析法，平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集，p.612-613

【施設の長寿命化に関する研究】

丸山清輝、石井靖雄、ハスバートル、中村明(2010)：地すべり地における地下水排除施設集水管の閉塞の原因と対策に関する調査、平成 22 年度砂防学会研究発表会概要集、p.428-429
亀澤奈央、西本晴男(2011)：明治期における砂防研究と技術の展開、平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集、p.206-207
照沼利浩、田村毅、柘植貢、笠井良彦、筒井胤雄、今井正之、盛田彰宏(2011)：ユビキタス技術を活用した砂防施設管理システムの開発、平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集、p522-523
西本晴男(2011)：砂防堰堤の土砂調節効果について、砂防学会誌、Vol.64、No.4、p.46-51
神野忠広、木下篤彦、尾関信幸、星野和彦、大矢幸司、渡邊尚(2012)：施工後長期を経た砂防施設に対する施設評価のための調査体系、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.64-65
亀澤奈央、西本晴男、尾関信幸（2012)：砂防堰堤の越流部構造の変化過程に関する一考察、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.66-67

藤田重敬、餅田大輔、大矢幸司、星野和彦、尾関信幸、藤原一啓(2012)：白山砂防における階段式堰堤群の特徴とその歴史的・文化的価値について、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、p.304-305

西本晴男(2013)：昭和初期の会誌「砂防」について、砂防学会誌、Vol.65、No.6(305)、p.70-73

Haruo.Nishimoto(2014)：RERATIONSHIP BETWEEN EUROPEAN COUNTRIES AND JAPAN IN THE FIELD OF EROSION CONTROL AT THE BEGINNING OF THE 20thCENTURY,Abstract Proceedings of the 2014 International Debris-Flow Workshop,p.T04-2

西本晴男、鈴 雅一、小山内信智、執印康裕、堀田紀文、三上幸三(2014)：写真で見る荒廃状況の変化－諸戸北郎博士の写真からの考察－、平成26年度砂防学会研究発表会概要集B、p.198-199

島健、西本晴男、北原哲郎、秋山浩一(2014)：オーストリアにおける砂防堰堤の特徴、平成26年度砂防学会研究発表会概要集B、p.268-269

尾関信幸、亀沢奈央（2014)：砂防堰堤におけるコンクリートの施工技術の変遷、平成26度砂防学会研究発表会概要集B、p.404-405

Haruo NISHIMOTO, Kazumasa KURAMOTO, Takashi SEKINE AND Masayuki HATA(2015): Stones-piled up protective structure constructed by owner himself of residence to protect his building against debris flow, whose plane shape looks like ship's bow pointing toward upstream of torrent, Proceedings of the 6th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment (DFHM6), p.113

尾関信幸、西本晴男（2016)：粗石コンクリート構造の砂防施設の内部特性と健全性評価，平成28年度砂防学会研究発表会概要集B，p.230-231

笠原友樹、秋山一弥、吉田喜高（2017)：画像解析による石積み堰堤の調査，平成29年度砂防学会研究発表会概要集，p.788-789

秋山一弥、笠原友樹、吉田喜高（2017)：多視点撮影画像を用いた砂防施設のモデリング，第56回日本地すべり学会研究発表会講演集，p.207-208

【その他】

西本晴男(2010)：「山崩」の方言分布に関する考察、第29回日本自然災害学会学術講演会講演概要集、p.69-70

西本晴男(2011)：土砂移動現象の呼称変遷について、河川レビュー、152号、p.32-49

南哲行、小山内信智、蒲原潤一、大野宏之、亀江幸二、渡正昭、石井靖雄、石塚忠範、岡本敦、越智英人、後藤宏二、武士俊也、田村圭司、筒井智紀、中谷洋明、西本晴男、野呂智之、原義文、水野秀明、山口真司、吉村元吾(2014)：現代砂防学概論、古今書院、

184pp.
Bateer Hasi,Yasuo Ishii,Kiyoteru Maruyama,Akira Nakamura,Yoshifumi Hara(2010): Controls on distribution and scale of earthquake-induced landslides caused by the Iwate-Miyagi Inland earthquake in 2008,Japan,Abstract of EGU general assembly, May 2-7,Vienna.
Baator Has,Yasuo Ishii,Kiyoteru Maruyama,Soki Suzuki,Hideki Terada(2010): Relation between distance from earthquake source fault and scale of landslide triggered by recent two strong earthquakes in the Niigata Prefecture、Japan、INTERPRAEVENT 2010-International Symposium in Pacific Rim,p.412-419
Soki Suzuki,Baator Has,Kiyoteru Maruyama,Yasuo Ishii(2010):Risk evaluation of earthquake-induced landslide based on analysis of erosion condition on landslide marginal part,INTERPRAEVENT 2010-International Symposium in Pacific Rim,p.898-901
野呂智之、石井靖雄、ハスバートル、丸山清輝、中村明(2010):平成16年新潟県中越地震により発生した地すべりの実態調査、土木研究所資料、第4187号、238p
ハスバートル、丸山清輝、中村明、原義文、石井靖雄(2010):内陸地震による地すべりの多発範囲－逆断層型地震の例、第49回日本地すべり学会研究発表会講演集、p.41-42
中村明、丸山清輝、ハスバートル、原義文、石井靖雄(2010):地すべり対策工の地震に対する効果、第49回日本地すべり学会研究発表会講演集、p.130-132
丸山清輝、ハスバートル、丸山清輝、中村明、石井靖雄(2010):地震時地すべり土塊の非排水繰り返しせん断挙動、第49回日本地すべり学会研究発表会講演集、p.248-249
伊藤陽一、富樫香流、石井靖雄(2010):地震計による雪崩と地震動の識別検知手法の検討、平成22年度砂防学会研究発表会概要集、p.424-425
ハスバートル、石井靖雄、丸山清輝、寺田秀樹、鈴木総樹、中村明(2011):最近の逆断層地震により発生した地すべりの分布と規模の特徴、日本地すべり学会誌、Vol.48、No.1、p.23-38
中村明、野呂智之、丸山清輝、ハスバートル、石井靖雄、池田伸俊(2011):既往対策工による地下水位低下状況と地震による地すべり変動の関係、日本地すべり学会誌、Vol.48、No.5、p.272-278
中村明、ハスバートル、丸山清輝、石井靖雄、原義文(2010):岩手・宮城内陸地震による地すべりと地すべり地縁辺部状況の関係、平成22年度砂防学会研究発表会概要集、p.46-47
ハスバートル、石井靖雄、丸山清輝、中村明、原義文(2010):中越地震と岩手・宮城内陸地震による地すべりの分布特徴、 平成22年度砂防学会研究発表会概要集、p.48-49
ハスバートル、中村明、石井靖雄、丸山清輝、原義文(2010):震源断層と地震による地すべり分布の特徴－善光寺地震の例、日本地球惑星科学連合2010年大会予稿集

中村明、ハスバートル、石井靖雄、丸山清輝、原義文(2010)：地すべり地縁辺部の開放状況と地震により発生した地すべりの関連性－中越地震の事例－、日本地球惑星科学連合2010年大会予稿集

Yasuo Ishii,Keiichi Ota,Senro Kuraoka,Ryosuke Tsunaki(2012)： Evaluation of slope stability by finite element method using observed displacement of landslide、Landslides,Vol.9,No.3,p.335-348

池上忠、上野将司、山根誠、早川俊之、岩崎和彦、千葉伸一(2012)：長野県・新潟県県境付近の地震により発生した土砂災害と初動対応、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、p.438-439

鈴木雅一、西本晴男(2014)：砂防の先人達の大学卒業写真－大正期の東京大学諸戸北郎教授関連資料より－、砂防と治水、Vol.47、No.4、p.88-89

西本晴男、鈴木雅一、小山内信智、執印康裕、堀田紀文（2015）：日本の近代砂防と諸戸北郎博士，平成27年度砂防学会研究発表会概要集B，p.166-167

秋山一弥、桂真也、松下拓樹、池田慎二、丸山清輝（2015）：2014/2015冬期における気象・積雪の状況と融雪の地中浸透，平成27年度砂防学会研究発表会概要集B，p.312-313

梶昭仁、西本晴男、中根和彦（2015）：フランス・サボア県における砂防事業の特徴，平成27年度砂防学会研究発表会概要集B，p.376-377

Risqi Faris Hidayat(2015)：A Comprehensive Review of Rainfall-induced Situ Gintung Dam Failure in Indonesia，平成27年度砂防学会研究発表会概要集A，p.40-41

西本晴男、中根和彦、梶昭仁（2015）：近代日本砂防確立期における欧州アルプスと日本の砂防交流史，平成27年度砂防学会研究発表会概要集A，p.144-145

照沼利浩、水野秀明、西本晴男（2015）：災害対応に要する時間の推定モデル，平成27年度砂防学会研究発表会概要集A，p.246-247

秋山一弥、松下拓樹、池田慎二、桂真也、丸山清輝（2015）：2014/2015冬期の気象・積雪と融雪水の地中浸透，第54回日本地すべり学会研究発表会講演集，p.228-229

西本晴男(2015)：筑波大学における社会人を対象とした砂防人材育成の取り組みについて，砂防と治水，第226号，Vol.48，No.3

西本晴男(2015)：「鉄砲水」という用語の成立過程と類似現象，pp.204-218，田中隆文編著，想定外を生まない防災科学 ーすべてを背負う「知の野生化」ー，古今書院，287pp.

秋山一弥、和泉薫（2015）：新潟県上越地域で発生した雪崩災害の統計と特徴，雪氷研究大会（2015・松本）講演要旨集，p.249

秋山一弥、松下拓樹、中村絵美（2015）：マルチコプターを用いた全層雪崩の調査，雪氷研究大会（2015・松本）講演要旨集，p.78

西本晴男、内田太郎(2015)：「第６回国際土石流災害防止会議」報告，砂防学会誌，Vol.68，No.3，p.58

秋山一弥（2016）：雪崩災害に関する技術支援　～関東甲信地方における2014年2月の大

雪災害について～，建設物価，2016・2月号，p.10-14
照沼利浩、水野秀明、西本晴男（2016）：災害対応に関する作業能率の推定モデル，平成28年度砂防学会研究発表会概要集B，p.426-427
西本晴男（2016）：アメリゴ・ホフマンと諸戸北郎，平成28年度砂防学会研究発表会概要集B，p.264-265
秋山一弥（2016）：雪崩災害の事例と対策技術，特集（変貌する斜面災害と対策），基礎工，Vol.44，No.6，p.90-93
照沼利浩、水野秀明、西本晴男（2016）：災害対応に要する時間の推定モデル，砂防学会誌，Vol.69，No.2，p.13-18
秋山一弥、和泉薫（2016）：新潟県中越地域で発生した雪崩災害の統計と特徴，雪氷研究大会（2016・名古屋）講演要旨集，p.278.
秋山一弥、吉田喜高、松田宏、本間信一（2016）：高精度空間情報を用いた表層雪崩の規模推定，雪氷研究大会（2016・名古屋）講演要旨集，p128
西本晴男（2017）：デモンゼー著の「渓流および山腹工事」について，砂防学会誌，Vol.69，No.6，p.103-106
吉田喜高，西本晴男（2017），瀬戸秀治：オーストリア・イタリア東部国境地域における土石流対策，平成29年度砂防学会研究発表会概要集，p.802-803
西本晴男，倉持紀子，森俊勇（2017）：デモンゼー著書「渓流および山腹工事」について，平成29年度砂防学会研究発表会概要集，p.258-259
照沼利浩，水野秀明，西本 晴男（2017）：災害対応に要する時間の推定モデル －複数のパスからなる災害対応への適用－，自然災害科学，Vol.36，No.2，p.167-178
秋山一弥，和泉薫（2017）：新潟県下越地域で発生した雪崩災害の統計と特徴，雪氷研究大会（2017・十日町）講演要旨集，p.216
秋山一弥，塚原直幸（2017）：小型ドローンを用いた全層雪崩の調査，雪氷研究大会（2017・十日町）講演要旨集，p.80
西本晴男（2017）：日本人初の砂防担当教授・諸戸北郎の近代砂防における業績，砂防学会誌，Vol.70，No.3，p.13-24
西本晴男（2017）：近代砂防草創期の砂防教育事情，Vol.70，No.5，p.15-23
西本晴男（2017）：東京帝国大学砂防講座外国人教師，アメリゴ・ホフマンの業績についての一考察，Vol.70，No.5，p.24-33

表 3.7 発表論文

年度	原著論文	著書	国際学会発表	国内学会発表等
H22	2 編 (2 編)		5 編 (3 編)	18 編 (18 編)
H23	3 編 (2 編)	1 編 (1 編)	1 編	4 編 (3 編)
H24	2 編 (1 編)		4 編 (1 編)	15 編 (13 編)
H25	4 編 (3 編)		2 編 (2 編)	10 編 (10 編)
H26		1 編 (1 編)	2 編 (2 編)	10 編 (10 編)
H27	1 編 (0 編)	2 編 (2 編)	1 編 (1 編)	18 編 (14 編)
H28	3 編 (1 編)			14 編 (9 編)
H29	4 編 (3 編)			7 編 (5 編)
計	19 編 (12 編)	5 編 (5 編)	15 編 (9 編)	96 編 (82 編)

注）括弧書きは、寄附講座からの発表数

3.2.3　国立研究所との共同研究

表 3.8 は国土通省国土技術政策総合研究所と筑波大学との間で取り交わした共同研究を示したものである。この共同研究は平成 25 年度まで実施した。その研究結果は前述のとおりである。

3.2.4　海外の教育機関との交流協定

表 3.9 はインドネシア国で環境防災に関する教育・研究を実施しているガジャマダ大学との間に平成 22 年 2 月に締結した協定を示したものである。この協定に基づき、前述のとおりガジャマダ大学大学院学生を特別聴講学生及び特別研究学生として受け入れた。

表 3.8　共同研究の内容

	内容
共同研究の名称	土砂災害防止のための情報提供のあり方及び基本情報共有に関する研究
協定締結機関	国土交通省国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター砂防研究室
協定期間	平成 22 年 1 月 26 日～平成 25 年 3 月 31 日

表 3.9　交流協定の内容

	内容
交流協定の名称	日本国筑波大学とインドネシア国ガジャマダ大学との間の学術交流及び協力に関する協定
協定締結機関	インドネシア国ガジャマダ大学
交流分野	火山・土砂災害ならびに対策を中心とする環境防災学分野
協定締結日	平成 23 年 2 月 21 日

3.2.5　国際学会の開催

平成 27 年 6 月 22 日～25 日に日本国茨城県つくば市にある筑波国際会議場において第 6 回国際土石流災害防止会議（DFHM6）が開催される。この会議を開催するにあたり、西本晴男教授が第 6 回国際土石流災害防止会議実行委員長に就任し、環境防災学として講座在籍者及び修了生の協力を得て全力で会議の運営に取り組み、大きな成果を挙げた。開会式では筑波大学大学院生命環境科学研究科長・江面　浩教授から共催者としての挨拶をいただいた。**表 3.10**　のとおり、海外から 65 名、国内から 100 名の参加を得て、口頭発表 35 件、ポスター発表 55 件の発表があった。

会議修了後には、発表論文の論文審査委員会が設置され、西本晴男教授が編集委員長に就任し、査読済論文が砂防学会英文誌(IJECE(International Journal of Erosion Control Engineering)（ https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ijece ）に ,The 6th DFHM Special Issue of IJECE(International Journal of Erosion Control Engineering の Vol. 9, No. 3, No. 4, 及び Vol. 10, No. 1 に掲載された。

表 3.10　第 6 回交際土石流災害防止会議参加者

【発表種別】

Oral Presenter	35名
Poster Presenter	55名
General Participant	75名
Total	165名

【登録種別】

Regular	128名
Student	29名
Invited	8名
Total	165名

【国別】

Country	Total	Oral	Poster	General
Japan	100名	12名	27名	61名
China	14名	5名	6名	3名
Taiwan	11名	3名	6名	2名
Korea, Republic of	8名		3名	5名
Philippines	1名		1名	
Malaysia	1名		1名	
Georgia	1名		1名	
New Zealand	1名			1名
UK	1名	1名		
France	3名	2名	1名	
Italy	4名	2名	2名	
Spain	1名	1名		
Portugal	1名		1名	
Switzerland	4名	3名	1名	
Austria	4名	2名	2名	
USA	7名	4名	2名	1名
Brazil	3名		1名	2名
国内	100名	12名	27名	61名
国外	65名	23名	28名	14名
Total	165名	35名	55名	75名

3.3　社会連携（貢献）

社会連携活動は、研究成果等の社会的還元を図り、環境防災に関する知識の普及を図るため、また研究の社会的ニーズを把握するために行った。具体的には、環境防災に関わる諸問題についてセミナーを開催するとともに、国土交通省や財団が主催する研修会や技術委員会に対して教員の派遣を行った。また、国立研究所と共同研究協定を締結し、現場での課題解決のための研究を進めている。さらに、海外の教育機関と交流協定を締結し、国内に留まらず幅広い地域への適用を視野に入れた研究の推進と、環境防災に係わる知識・研究成果の普及に努めた。

3.3.1　環境防災セミナーの開催

表 3.11 は環境防災セミナーの開催数と参加者数の推移である。8 年間での開催数は計 46 回で、参加者数は計 972 人であった。環境防災セミナーは学生だけでなく、国、財団法人、他大学、民間会社、一般市民の参加を得た。

3.3.2　国土交通省等との連携

表 3.12 は国土交通省、地方公共団体、財団法人、社団法人が開催した研修や技術委員会に、環境防災学講座の教員を派遣した実績である。件数は 50 件であった。国土交通省国土交通大学校、富山県土木部、鹿児島県市町村社会基盤整備推進協議会、(財)全国建設研修センター、(独)国際協力機構、NPO 法人防災情報研究所、防災を考える会広島、茨城県、富山県斜面防災技術協会、神奈川県自然環境保全センター、(一社) 日本応用地質学会北陸支部に対しては研修講師を派遣した。国土交通省関東地方整備局、中部地方整備局、(財)建設技術研究所、(財)砂防地すべり技術センター、(公社)日本技術士会北陸支部に対しては技術的な課題を検討する委員会の委員を派遣した。このように環境防災に関するコンサルティング機能を果たしていると考えられる。また、(公社)砂防学会には国際部会の部員や平成 24 年 10 月 16 日に発生した伊豆大島での土砂災害に対する伊豆大島土砂災害緊急調査団として教員の参加させており、学会活動に貢献した。

平成 27 年度は茨城県指定事業「県民大学」の環境・健康コース「地形災害を予測する」（全 10 回、1 回 2 時間）に教員を派遣し、環境防災の知識を一般市民（主に茨城県）に啓発した（表 3.13）

3.3.3　国際拠点とのネットワーク構築

表 3.14 は国際ワークショップの開催状況を示したものである。また、この他、台湾の環境防災に関する研究を精力的に進めている成功大学防災研究センターと共同で、台湾で生じた巨大災害の調査などを行った。

3.3.4　(独)国際協力機構研修生受入れ

以下に示す研修生を受け入れた。

氏名：MOHAMEDO RADZI BIN ABUL TALIB 氏　（2012.6.3～2012.11.12）

研修タイトル：”Early Warning System for Sediment Disaster Using Rainfall Index - in case of Cameron Highlands in Malaysia”

表 3.11　環境防災セミナーの開催数と参加者の推移

年度	開催数	参加者数
H22	9 回	194 人
H23	9 回	248 人
H24	4 回	97 人
H25	5 回	66 人
H26	6 回	59 人
H27	6 回	170 人
H28	7 回	138 人
H29	—	—

表 3.12　研修会・技術委員会等への派遣先

	月日	氏名	依頼元	依頼内容
H22	H21.7.1 ～ H22.6.30	石井靖雄	人事院	試験専門委員
	H22.5.18	石井靖雄	（財）全国建設研修センター	平成 22 年度地すべり防止技術研修講師
	H22.6.11	西本晴男	国土交通省関東地方整備局	実践研修「TEC-FORCE 隊員」講師
	H22.7.23 ～ H24.5.31	西本晴男	（社）砂防学会	継続教育実施体制検討委員会
	H22.7.23 ～ H24.5.31	西本晴男	（社）砂防学会	論文賞選考委員会委員
	H22.5.7 ～ H23.3.31	西本晴男	（財）建設技術研究所	砂防水理模型実験検討委員会委員
	H23.1.26	石井靖雄	(財)砂防・地すべり技術センター	姫川流域大規模斜面対策委員
H23	H22.7.23 ～ H24.5.31	西本晴男	（社）砂防学会	継続教育実施体制検討委員会
	H22.7.23 ～ H24.5.31	西本晴男	（社）砂防学会	論文賞選考委員会委員
	H23.5.18	石井靖雄	（財）全国建設研修センター	平成 23 年度地すべり防止技術研修講師
	H23.5.20 ～ H24.3.31	西本晴男	（財）建設技術研究所	砂防水理模型実験検討委員会委員
	H23.2.3 ～	石井靖雄	（社）日本地すべり学会	選挙管理委員会委員長
	H24.3.7	西本晴男	（社）全国治水砂防協会, NPO 法人　防災情報研究所	第 2 回防災カルチャースクール　講師, 演題：「土砂災害とは何か―その意味と対策―」
	H24.3.9	西本晴男	レディオ湘南ＦM83.1	防災ウィーク～第 2 回防災カルチャースクール～

	月日	氏名	依頼元	依頼内容
H24	H22.7.23 ～ H24.5.31	西本晴男	（社）砂防学会	継続教育実施体制検討委員会
	H22.7.23 ～ H24.5.31	西本晴男	（社）砂防学会	論文賞選考委員会委員
	H24.5.15	石井靖雄	（財）全国建設研修センター	平成23年度地すべり防止技術研修講師
	H24.8.6	水野秀明	(独)国際協力機構	平成24年度(課題別研修)「火山学･総合土砂災害対策コース」講師
	H24.6.26 ～ H25.3.31	水野秀明	国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所	利根川水系土砂災害に対する流域監視ワーキンググループ
	H24.8.16 ～ H25.3.31	水野秀明	(財)砂防・地すべり技術センター	平成24年度鶴島土地改良区砂防ソイルセメント工法検討委員会
	H24.7.24～	水野秀明	(社)砂防学会	砂防学会「国際部・部会員」
	H25.1.18	西本晴男	(公社)日本技術士会北陸支部	防災講演会、特別講演
	H25.1.16～	石井靖雄	(公社)日本地すべり学会	選挙管理委員
	H25.2.25	西本晴男	国土交通省天竜川上流河川事務所	伊那谷の地域防災力を考える座談会
H25	H25.1.15 ～ H27.6.30	西本晴男	第6回国際土石流災害防止会議準備委員会	第 6 回国際土石流災害防止会議実行委員
	H25.4.1～	水野秀明	(社)砂防学会	砂防学会「国際部・部会員」
	H26.2.18～	西本晴男	富山県土木部	立山砂防の世界的評価に関する有識者会議委員
H26	H23.8.12～	西本晴男	特定非営利活動法人防災情報研究所	理事
	H25.1.15 ～ H27.6.30	西本晴男	第6回国際土石流災害防止会議準備委員会	第 6 回国際土石流災害防止会議実行委員長
	H25.4.1～	水野秀明	(公社)砂防学会	砂防学会「国際部・部会員」
	H26.2.18～	西本晴男	富山県土木部	立山砂防の世界的評価に関する有識者会議委員
	H26.5.29～	西本晴男	(公社)砂防学会	監事
	H26.4.23	西本晴男	鹿児島県市町村社会基盤整備推進協議会	「土石流災害防止の集い2014」における講演　（土石流に関する表現方法(呼称)の変遷)
	H26.12.23	西本晴男	防災を考える会広島	定例会議において講演（近年の土砂災害の特徴と課題)

月日	氏名	依頼元	依頼内容	
H27	H23.8.12～	西本晴男	特定非営利活動法人防災情報研究所	理事
	H25.1.15 ～ H27.6.30	西本晴男	第６回国際土石流災害防止会議準備委員会	第 6 回国際土石流災害防止会議実行委員長
	H26.2.18～	西本晴男	富山県土木部	立山砂防の世界的評価に関する有識者会議委員
	H26.5.29～	西本晴男	(公社)砂防学会	監事
	H27.4.1～	秋山一弥	(公社)日本地すべり学会	監事
	H27.6.2 ～ 8.4	秋山一弥	茨城県	県民大学講座「地形災害を予測する」の講座で講演（９回）
	H28.2.12	西本晴男	富山県斜面防災技術協会	「立山砂防と欧州砂防事情」と題した講演
H28	H23.8.12～	西本晴男	特定非営利活動法人防災情報研究所	理事
	H26.5.29～	西本晴男	(公社)砂防学会	監事
	H26.7.1～	秋山一弥	(公社)日本地すべり学会	監事
	H27.11～	西本晴男	第６回国際土石流災害防止会議実行委員会	第 6 回国際土石流災害防止会議論文編集委員長
H29	H23.8.12～	西本晴男	特定非営利活動法人防災情報研究所	理事
	H26.5.29～	西本晴男	(公社)砂防学会	監事
	H26.7.1～	秋山一弥	(公社)日本地すべり学会	監事
	H27.11～	西本晴男	第６回国際土石流災害防止会議実行委員会	第 6 回国際土石流災害防止会議論文編集委員長

表 3.13　県民大学講座の日程

県民大学講座　地形災害を予測する

講座日程

① 6/2　地形災害の概論/土砂災害・水害
② 6/9　山地源流域における侵食・崩壊プロセス（八反地先生）
③ 6/16　土石流の発生と対策
④ 6/23　地すべりの発生と対策
⑤ 6/30　がけ崩れの発生と対策
⑥ 7/7　土砂災害・洪水災害の対策（行政と法律）
⑦ 7/14　大規模土砂災害
⑧ 7/21　ソフト対策（1）/気象・土砂災害警戒情報
⑨ 7/28　ソフト対策（2）/ハザードマップ
⑩ 8/4　地形災害から身を守るために

表 3.14　国際ワークショップの開催状況

年度	開催数	開催地
H22	5 回	日本(2)、インドネシア(2)、ネパール(1)
H23	3 回	日本(2)、ルーマニア(1)
H24	4 回	日本(2)、オーストリア(1)、ルーマニア(1)
H25	1 回	台湾(1)
H26	2 回	オーストリア(1)、台湾(1)
H27	3 回	日本(1)、インドネシア(1)、スイス(1)
H28	1 回	クロアチア(1)
H29	3 回	オーストリア(1)、チェコ(1)、フランス(1)

3.3.5　SSH 指定高校の研修受け入れ

文部科学省によるスーパーサイエンスハイスクール（SSH）指定高校の兵庫県立龍野高校のサイエンス校外研修を平成 25 年度、平成 26 年度～平成２９年に受け入れた。プラズマ研究センター、計算科学センター、大学中央図書館などの見学と合わせ、模擬授業・実験を実施するなどにより最先端の研究に触れる機会を提供した。

3.4　広報

寄附講座「環境防災学」の教育・研究内容を内外に広く情報発信することにより環境防災に関する知識の普及を図るとともに入学者のリクルートのため広報活動を行った。具体的には、キックオフフォーラムやセミナーの開催、講座の教育・研究内容、各種研究会やセミナーの開催案内のホームページでの紹介やメールにより内外に情報発信した。

3.4.1　キックオフフォーラム・研究棟披露式の開催

寄附講座「環境防災学」が開設された平成 22 年 5 月には学内外からの参加者を得てキックオフフォーラムを開催したほか、7 月にはコンサルタント会社幹部等の参加を得て環境防災学講演会を開催した。平成 23 年度には、環境防災研究棟披露式とあわせてセミナーを開催するなど、講演会を開催し、講座の目的や活動内容の紹介を行い、参加団体や技術者等の大きな関心を呼んだ。式の様子はいずれも業界紙などに掲載された。

3.4.2　シンポジウムの開催

下記のシンポジウムを開催した。

平成 26 年 4 月 22 日　環境防災研究棟 2 階講義室において「砂防学と地形学の連携に関するシンポジウム」開催

平成 27 年 3 月 11 日　環境防災研究棟 2 階講義室において「環境防災学ワークショップ -環境防災の課題と今後を考える-」開催

平成 29 年 11 月 29 日　環境防災研究棟 2 階講義室において「環境防災学講座成果報告会」開催

3.4.3　ホームページによる情報発信

寄附講座「環境防災学」開設直後にホームページを立ち上げ、環境科学専攻及び持続環境学専攻ホームページにリンクを貼った。ホームページでは、環境防災セミナーの開催案内など、1 月に 1 回を上回るペースで更新を行い情報発信した。平成 25 年 7 月 18 日には、技術者や研究者だけでなく、一般の方が環境防災学講座の教育・研究活動を理解しやすいように、ホームページのレイアウトやコンテンツを改善した。特に、環境防災学講座で行った現地調査のレポートを掲載した「活動レポート」、ゼミの討論をまとめた「ゼミ」、学術誌等に投稿した論文のリストを示す「研究成果」のコンテンツを追加した。

3.4.4　業界紙・専門紙等を通じた情報発信

寄附講座「環境防災学」の教育・研究活動、社会連携は環境防災に関わるトピックを専門誌や砂防関係の機関誌に寄稿したほか、それらの活動者トピックが新聞紙上でも取り上げられた。

①専門誌

平成 22 年 5 月 31 日　建設通信新聞、 5 面、 筑波大に「環境防災プログラム」開設.

平成 22 年 9 月 30 日　建設通信新聞、 5 面、 起工式　筑波大環境防災学研究棟.

平成 23 年 5 月 31 日　建設通信新聞、 6 面、 ２年目を迎えた環境防災プログラム.

平成 23 年 7 月 8 日　建設通信新聞、 5 面、 砂防学の殿堂　環境防災研究棟が竣工.

平成 29 年 9 月 27 日　　建設通信新聞、 11 面、 140 年目の初和訳「渓流および山腹工事」
平成 29 年 12 月 4 日 建設通信新聞、 2 面、 8 年間の砂防研究振り返る「筑波大境防災学講座」が終了

②機関誌等
平成 22 年 6 月 30 日筑波大学環境防災プログラムキックオフ・フォーラム、 砂防と治水、 Vol.43、 No.2、 pp65-67.
平成 22 年 7 月「環境防災プログラム」キックオフフォーラム開催、 Tsukuba Communication、 vol.8、 p.24.
平成 23 年 10 月筑波大学環境防災研究棟披露式、砂防と治水、 Vol.43、 No.2、 pp65-67.
平成 24 年 3 月 15 日　防災講座が開講（第２回防災カルチャースクール、 西本晴男教授、「土砂災害とは何か―その意味と対策―」）、地方行政、 第 10297 号、 p.6.
平成 27 年 8 月　筑波大学における社会人を対象とした砂防人材育成の取り組みについて、砂防と治水、Vol.48、No.3

③ラジオ
平成 24 年 3 月 9 日　レディオ湘南ＦM83.1、 Colorful Palette 2012.03.09 防災ウィーク～第２回防災カルチャースクール～

④一般紙等
平成 25 年 11 月 16 日　朝日新聞朝刊「磯田道史の備える歴史学」に西本晴男教授の研 究成果の引用記載
平成 26 年 8 月 23 日　朝日新聞朝刊 33 面　「土砂災害.日頃の心得は」水野秀明准教授
平成 26 年 11 月 4 日　筑波大学新聞　筑波時評「自分の命は自分で守る」、西本晴男教授
平成 26 年 11 月 25 日　　中公新書「天災から日本史を読みなおす」に西本晴男教授の研究究成果の一部が引用された。
平成 28 年 2 月 13 日　北日本新聞　「土砂災害予防に理解　–斜面防災対策技術講演会」、西本晴男教授

⑤政府広報(インターネットテレビ)
平成 26 年 6 月 12 日　政府インターネットテレビ「徳光・木佐の知りたいニッポン！～増えているぞ！土砂災害　日頃の備えと早めの避難」水野秀明准教授

3.5　教育・研究環境の整備

表 3.15 は環境防災プログラムの主要な活動を実施する拠点施設として、整備した環境防災研究棟の概要を示したものである。**図 3.2** から**図 3.4** は各階の平面図である。平成 25 年度より 3 階の 302 サーバー室と 303 共同研究室は文部科学省「気候変動リスク情報創成プログラム」研究テーマと「気候変動リスク情報の基盤技術開発」を担当する研究グル―プが使用している。また、3 階解析室には砂防に関わる図書を蔵書するスペースを設置し、学生等が利用できるようにした。

表 3.15　環境防災研究棟の概要

位　　置	農林工学系Ｆ棟北側
構　　造	鉄筋コンクリート 3 階建
建築面積	約 400m^2（延床面積：約 1、198m^2）
部 屋 数	10 室　（教授室 1、准教授室 2、事務室 1、院生室 1、講師控室 1、講義室 1、解析室 1、サーバー室 1、共同研究室 1）

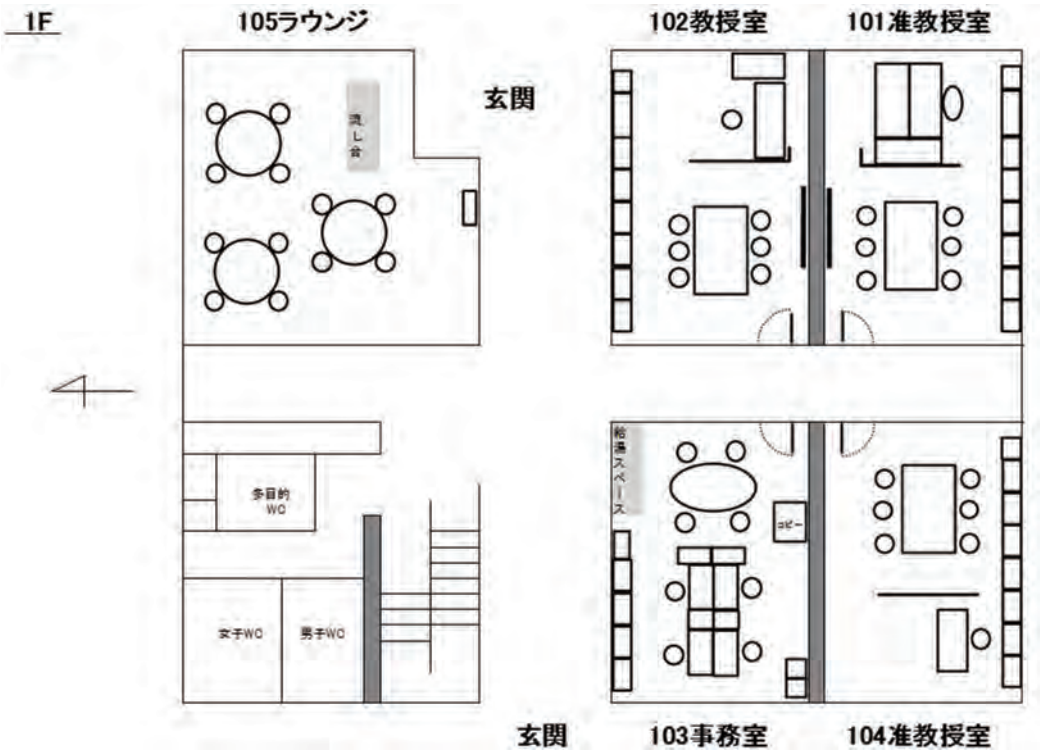


図 3.2　1 階平面図

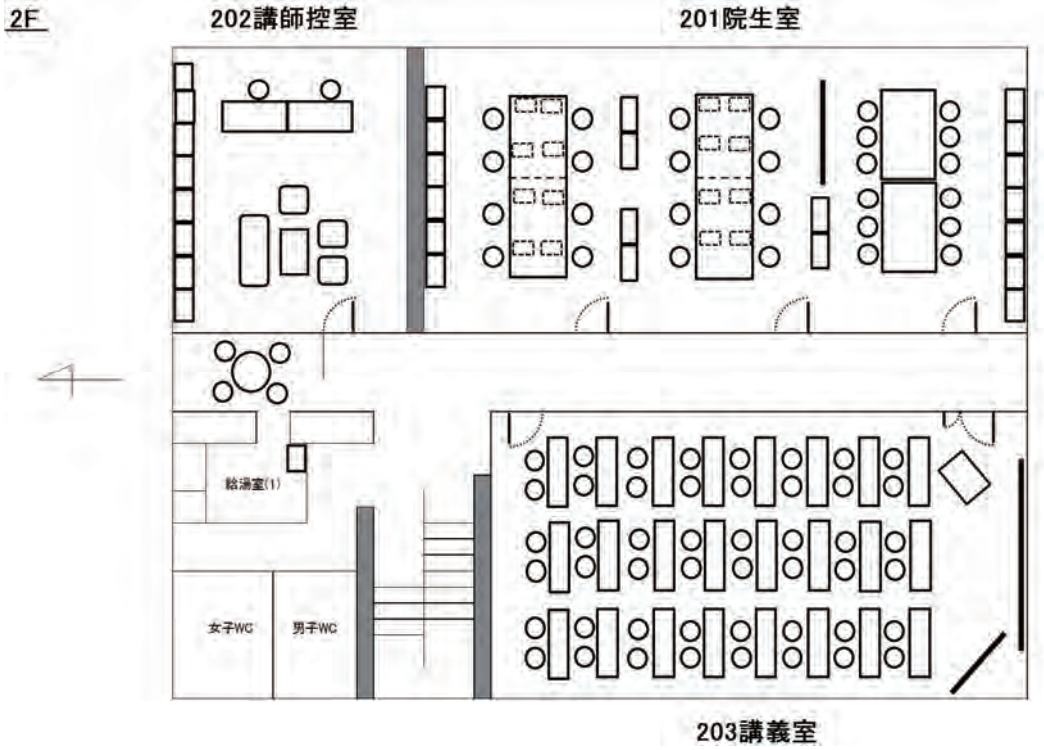


図 3.3　2 階平面図

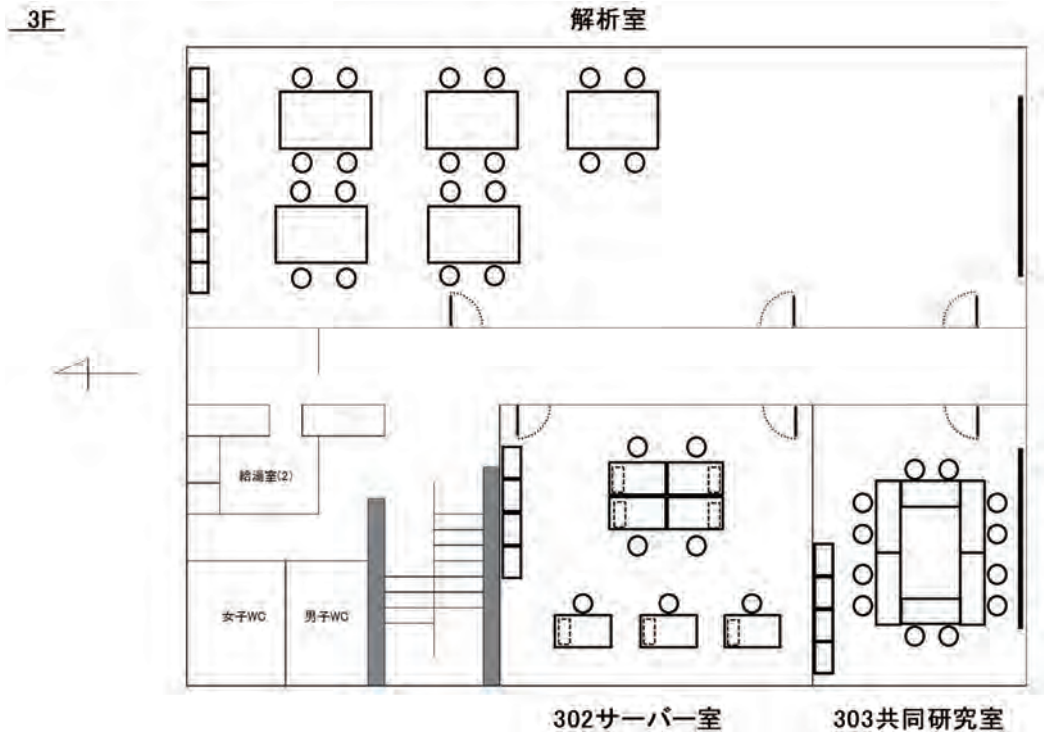


図 3.4　3 階平面図

3.6　寄附講座「環境防災学」の運営

寄附講座「環境防災学」は、環境科学専攻・持続環境学専攻を中心に、全学的な協力・支援体制のもとに運営された。具体的には、カリキュラムの構成や、実践実習の派遣先、内部規定の検討、予算・決算など講座の運営に関する事項については、専攻内に設置された寄附講座運営委員会にて審議された後、専攻教育会議に諮られる体制とした。また、講演会やセミナーの開催にあたっては、副学長（教育担当ほか）、研究科長の出席・支援を得て、全学的な支援のもとで実施された。

3.6.1　組織

表 3.16 は寄附講座「環境防災学」の教員及び事務補佐員の推移を示したものである。寄附講座「環境防災学」は、主として土砂災害現象とその対策手法について、実践力を重視した人材育成を目指した教育・研究を行うべく、平成 22 年度に教授 1 人（環境防災学担当）、准教授 1 人（フィールド環境防災学担当）で開設された。その後、大規模土砂災害の頻発傾向をふまえ、深層崩壊、火砕流、土石流などの大規模土砂災害に対する危機管理に関する高度技術者・研究者の育成が社会的に急務となったことから環境科学専攻、持続環境学専攻では、大規模土砂災害の危機管理方策・技術について研究・教育を担当する教員の配置を要望し平成 24 年度より教授 1 人、准教授 2 人の体制となった。

平成 24 年度末にフィールド環境防災学担当の准教授が自己都合により異動になったが、それまでの 3 年間でフィールド環境防災学に係る研究は一定の成果を得たことから平成 25 年度からは、フィールド環境防災学の教育については非常勤講師により行うこととし、教授 1 人（環境防災学担当）、准教授 1 人（危機管理論担当）の実施体制で主要な活動を行った。

3.6.2　経費

表 3.17 は収支を示したものである。収入は（一財）砂防フロンティア整備推進機構からの寄附金をもとに運用した。当初の予算計画は、平成 22 年度までに 460 百万円の寄附行為を受け、これをもとに支出計画をたて、教員数の増減、学生数の増減当の状況の変化に応じて随時変更をした。支出計画は、常勤教員の人件費、環境防災学講座とプログラムの運営経費、新設する研究棟建設整備費から構成され、このうち研究棟建設整備費については研究棟建設費が約 96%を占めた。

予算の執行に当たっては、常勤教員の人件費、非常勤講師、事務職員の人件費、学生の実践実習経費等の義務的経費以外に関しては、学生の現地調査については在学中の 2 年間に主たる現地を体験できるように計画実施したほか、セミナー・シンポジウムをの効率的に実施するなど適正かつ効果的な運用を図った。

表 3.16　寄附講座「環境防災学」人員

年度	教員	事務
H22	教授(1)、准教授(1)	事務補佐員(1)
H23	教授(1)、准教授(1)	事務補佐員(1)
H24	教授(1)、准教授(2)	事務補佐員(1)
H25	教授(1)、准教授(1)	事務補佐員(1)
H26	教授(1)、准教授(1)	事務補佐員(1)
H27	教授(1)、准教授(1)	事務補佐員(2)
H28	教授(1)、准教授(1)	事務補佐員(2)
H26	教授(1)、准教授(1)	事務補佐員(1)

(　) 内は人数、H27、H28 の事務補佐員の内 1 名は国際土石流会議担当

表 3.17　寄附講座「環境防災学」予算

収入 （単位：百万円）	H22	H23	H26	H27	H28	H29	計	備考
寄付金	460.0	14.0	40.0	40.0	10.0	15.0	579.0	22 年度には、21 年 10 月寄附分を含む

支出 （単位：百万円）	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	計	備考
運営経費	27.3	33.8	45.1	40.2	44.1	42.5	35.8	38.8	307.6	
研究棟建設整備費	259.5	6.9	0.5	3.1	0.8	0.0	0.1	0.5	271.4	
合計	286.8	40.7	45.6	43.3	44.9	42.5	35.9	39.3	579.0	

4. 総括

教育活動については、環境防災プログラムの教育目標及び教育課程編成方針のもと、常勤教員だけでなく国土交通省・独立行政法人・一般財団法人・民間会社より非常勤講師を招聘し、実社会で生じている問題と解決策を現場の視点を含めて幅広い科目を開講した。その数は各年度 10～11 科目で、延べ 52 科目となった。また、実践実習科目群として計 23 箇所の実習先を環境防災学講座に所属する学生へ斡旋した。環境防災プログラム登録者数は平成 29 年度までに 24 名（博士前期課程 22 名、博士後期課程 2 名）の学生に修了証を授与した。寄附講座「環境防災学」が受け入れた学生のほか環境系専攻に所属する学生が環境防災プログラムで開講した科目を履修した。その総数は計 965 人で、そのうち 846 人の学生が単位を取得した。このように環境防災プログラムで開講した科目のそれぞれは環境系専攻に所属する学生にも興味をもたれた。

桜島・立山・富士川をはじめとする国内の砂防事業を実施している現場、インドネシア、台湾等,国内外で土砂災害対策を実施している現場等の計 141 箇所の現場を教員と共に調査した。この調査を通じて、学生は土砂災害対策で生じている実際の問題や原因、解決策等を取りまとめ活動レポートを執筆することによって、教育活動を通じて得られた知識を深化させた。研究活動として、寄附講座「環境防災学」は 21 人の博士前期課程学生（社会人 13 人、一般 3 人、留学生 5 人）、2 人の博士後期課程学生（社会人 2 人）が課程を修了または博士の学位を取得した。このほか、留学生として 4 人の特別聴講学生、1 人の特別研究学生を受け入れた。上記の現地調査は、学位論文に関する課題の設定、研究の進捗、データの収集・整理、論文執筆方法の指導を目的としている。その結果、平成 29 年度末には 21 人の博士前期課程学生が修士（環境科学）学位論文を執筆した。修了した学生のほとんどが自身の研究成果を学会において公表するとともに会場で討論しており、プレゼン・コミュニケーション能力を習得したと言える。特に、インドネシアと台湾への現地調査時にはワークショップで研究成果や直近に日本で発生した土砂災害の概要を発表したほか、一部の学生は第 3 回及び第 4 回 International Workshop on Multimodal Sediment Disaster、2014 International Debris Flow Workshop での国際学会において研究成果を発表しディスカッションを行い、上記能力とあわせて国際的視野の醸成を図った。さらに、博士後期課程学生（社会人 2 人）が平成 28 年度に学位論文を提出し、平成 29 年 3 月に博士の学位を取得した。

また、寄附講座「環境防災学」は第 6 回世界土石流災害防止会議の開催をつくばに誘致し、実行委員会を立ち上げその中心となり、海外からの参加者約 70 名を含む 160 名の参加者が集い学術会議を成功させた。この活動は、学生がプレゼン・コミュニケーション能力と国際的適用性を習得することに繋がった。

社会連携活動については、学外からの参加者を多数得て環境防災セミナーを開催したほか、国土交通省や財団が主催する研修会や技術委員会等に対して教員を派遣するなど、積極

的に取り組んだ。さらに、茨城県主催の平成 27 年度指定事業「県民大学」の環境・健康コース「地形災害について：地形による災害の危険性、予測と対策など」において 10 回の講義を行い、これにより環境防災に関する知識を茨城県民に広く知らせることができた。また、海外の教育機関と交流協定の締結、国際シンポジウムの開催、独立行政法人国際協力機構（JICA）の講義への教員の派遣など、国内に留まらず国外の幅広い地域との連携を進め、国外拠点等とのネットワーク構築を図った。さらに、独立行政法人国際協力機構（JICA）より”Disaster Risk Management Technology on Volcanic Eruption、 Debris Flow and Landslide”コースの研修生（1 人）を受け入れた。

広報活動については、学内外を会場としてフォーラムやシンポジウムを開催したほか、ホームページ等を活用して、環境防災学講座の教育・研究内容を情報発信した。その際、ホームページは、技術者や研究者だけでなく一般の方が環境防災学講座の教育・研究活動を理解しやすいように随時改良した。これらの取り組みにより、国や都道府県、コンサルタント会社、建設会社の認知度も次第に高まり、学生（社会人）の受け入れに貢献したと考えられる。そして、教員が一般紙（朝日新聞等）や政府インターネットテレビを通じて土砂災害をはじめとする災害を解説し、一般の方への環境防災の知識の普及も行った。また、日本国政府とイタリア共和国政府による日伊科学技術協力協定の下で実施されている日伊土砂災害防止技術会議（2014 年 5 月、イタリア共和国ベネチア市）に教員を派遣し、寄附講座「環境防災学」における研究成果を日本国政府職員及びイタリア共和国政府職員（州政府職員を含む）に紹介することで国内・国外の行政組織へ環境防災学講座の活動を知らせた。

前述の社会連携活動と広報活動を通じて、環境防災学の研究成果や知識を社会に還元するだけでなく、国内及び国外の行政組織やコンサルタント等に寄附講座「環境防災学」の主要な活動を周知し認知度を高めることで環境防災に関するコンサルテーション機能を構築のための第一歩を進められたと考える。

教育・研究環境の整備については、予定通り初年度に環境防災研究棟を新築した。環境防災研究棟は 2 年目からは環境防災研究棟で順調に教育活動・研究活動・社会連携活動・広報活動等の拠点としての役割を果たした。

環境防災学講座の運営については、環境科学専攻・持続環境学専攻内に運営委員会を設置し、講座及びプログラムの運営に関する事項を審議する体制を構築した。環境防災学講座、環境防災プログラムの運営、専攻・学内との連携の効率化と透明化を満足する体制のもと、教育・研究活動は、学内との連携を図りつつ、順調に実施することができた。

5. 筑波大学における環境防災学の今後

環境防災学講座の教育・研究活動は順調に推移してきているが、地球規模での気候変動に伴う災害の多発化が懸念され、現実の問題となりつつあるなか、筑波大学においても環境防災学の教育研究が引き続き実施されることが望まれる。

筑波大学大学院においては 3 大学との連携のもと、山岳地域を取り巻く環境問題の解決、山岳生態系の持続的管理などに対応できる知識と技術を備えた人材育成を目指した山岳科学学位プログラムが平成 29 年度からスタートしている。この中で山岳地域の防災が重要な柱として位置づけられており、今後環境防災学の充実が図られる予定である。

この一環として、環境防災学講座運営のための奨学寄附金の寄附元である一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構では、筑波大学が平成 30 年度に環境防災学関係の 2 科目を開講するための支援をしていただくこととなっている。

このような動きは、寄附講座「環境防災学」が行ってきた活動の延長線上にあるものであり、筑波大学院における環境防災に係る教育・研究活動が充実したものとなり、寄附講座運営のために寄附金で建設された「環境防災研究棟」が筑波大学における防災関係の教育・研究の拠点として活用され、環境防災を担う人材育成が鋭意図られること切に願うものである。

Ⅱ. 平成２２年度～２９年度環境防災学講座活動について

平成22年度～29年度
環境防災学講座の活動について

平成30年3月

筑波大学大学院生命環境科学研究科
環境科学専攻/持続環境学専攻

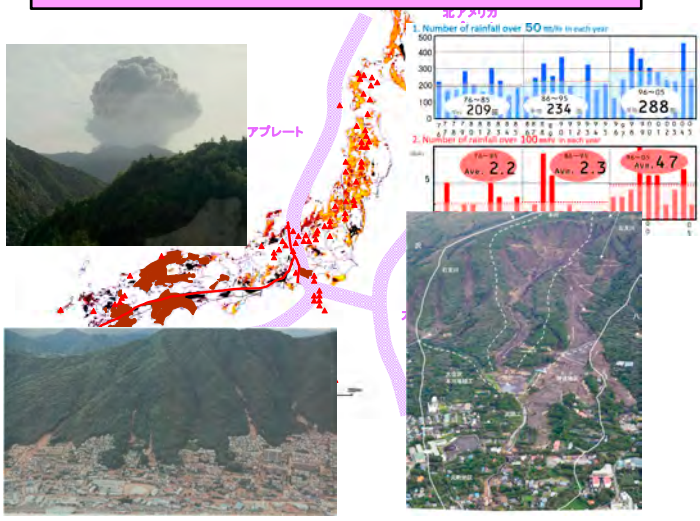
環境防災学講座　教授　西本晴男

筑波大学大学院・環境防災学講座

地震、火山噴火、台風、集中豪雨等による災害が多発し、都市化、過疎化等により自然・社会環境が変化

土石流、がけ崩れ、深層崩壊、火山泥流等への対策・研究を充実させるのため、高度な技術者・研究者育成の重要性高まる

寄附講座・「環境防災学」の設置



寄附者：
一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構

目的等：
- 国内外のフィールドにおける実践的な教育研究活動を通して、**主に社会人を対象**に環境防災に関する高度な専門技術者と研究者を養成するため（社会的要請）に平成22年4月に設置。
- 環境科学専攻・持続環境学専攻において、環境防災プログラムのカリキュラムを実施。
- 寄附金により、教育・研究に資するための「環境防災研究棟」を建設し、平成23年度より供用。

講座設置期間：
当初：平成22年4月から
平成27年3月（5年間）
延長：平成30年3月まで
（通算8年間）

環境防災学講座の運営

環境変化、国際化を見据えた、実践的な教育・研究

気候変動

土砂災害の多様化・激甚化

高齢化、過疎化、財政、生態系　等の課題

大学院
生命環境科学研究科
環境科学専攻/持続環境学専攻

環境防災学講座

学生
(H22-29年度)
【前期課程】
社会人13名
一般　3名
留学生　5名
計　21名

【後期課程】
社会人　2名

教育
フィールド重視の実践的指導

研究
研究指導
論文発表
学会発表

国際展開
・国際会議
第6回世界土石流会議
(H27.6, つくば市)　を共催
・海外現地調査
・留学生受入れ

社会連携
セミナー・フォーラム

広報
HPによる情報発信

体系的・実践的なカリキュラム
・専任教員・産学官の多彩な講師による授業を開講(10～11科目)＋ゼミ
・建設現場での施工方法の実践実習
・全国各地・海外のフィールド調査で実地指導(延べ約150箇所)

→ 環境防災に関する知識・技術を、体系的に考える姿勢(「砂防的総合知」)を育成

実践的な課題解決能力を習得

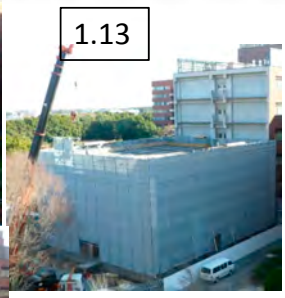
→ 主として、社会人の技術力向上、キャリアアップ

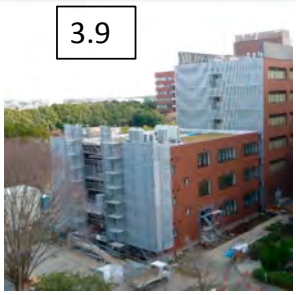
キックオフフォーラム

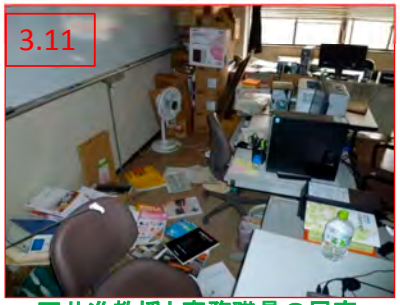
日　時
平成22年5月17日(月)13:15～16:30
会　場
筑波大学 総合研究棟A 110公開講義室
祝　辞
筑波大学　副学長　清水一彦
国土交通省河川局砂防部長　牧野裕至
(財)砂防フロンティア整備推進機構
理事長　森俊勇
基調講演
「新潟県中越地震からの復興と教訓」
長島忠美　衆議院議員
(元山古志村村長)
パネル討論
「環境防災学の明日を探る」
パネリスト
岡本正男(社)全国治水砂防協会理事長
牧野裕至 国土交通省砂防部長
山崎　登 NHK解説副委員長
座長
西本晴男　筑波大学大学院
環境防災学講座 教授

環境防災研究棟（H23．4より供用開始）

<研究棟竣功の直前に東日本大震災>







石井准教授と事務職員の居室

地震発生直後、完成直前の
環境防災研究棟

研究棟披露式（平成23年7月8日）

山田学長挨拶

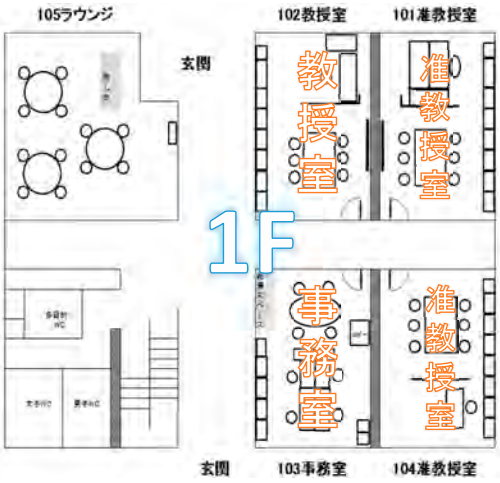
白井生命環境系長、清水副学長、山田学長、森理事長、南砂防部長

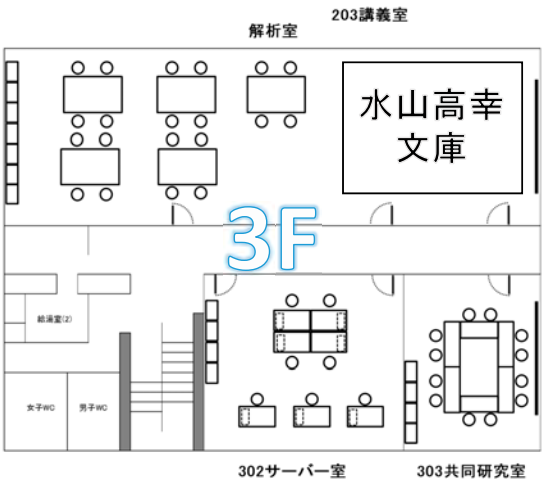
森理事長挨拶

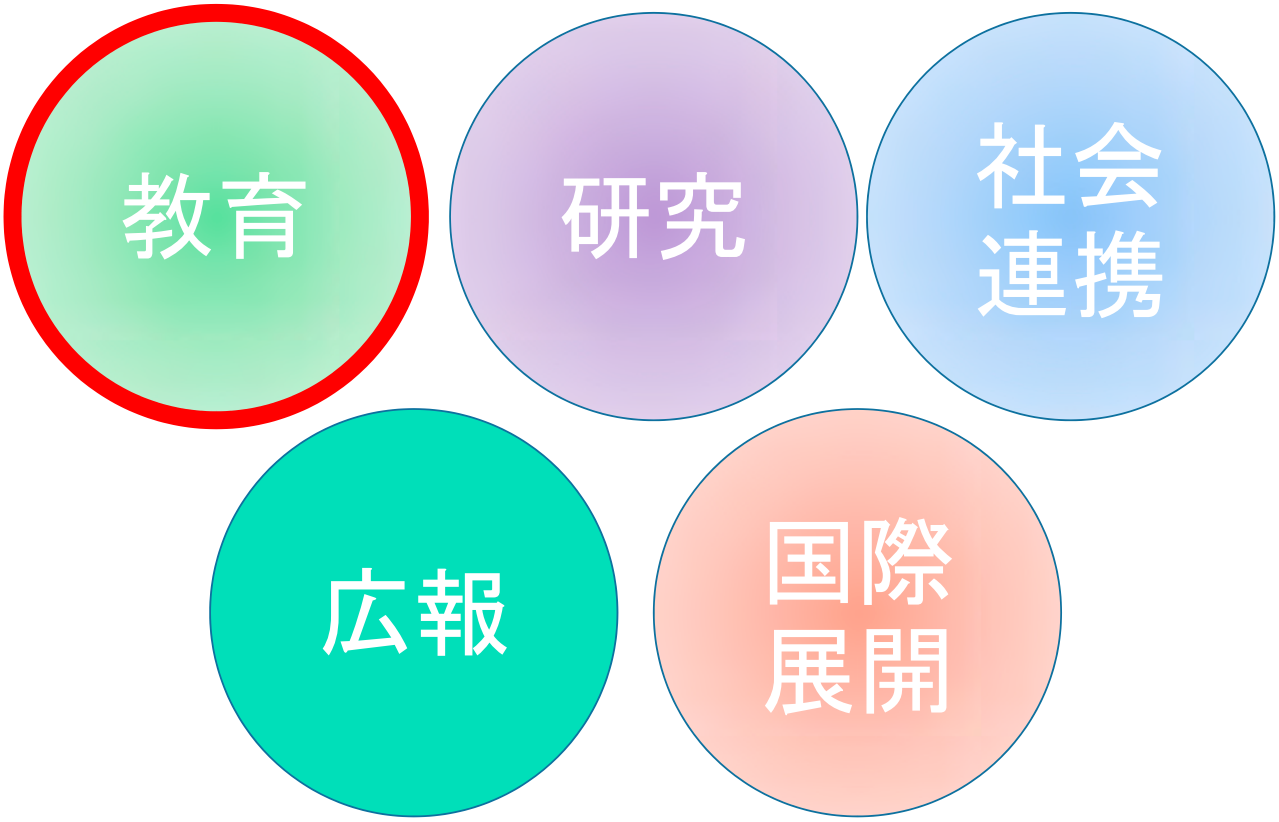
学長揮毫による研究棟看板

環境防災研究棟の概要

位　置	農林工学系Ｆ棟北側
構　造	鉄筋コンクリート3階建
建築面積	約400m²（延床面積：約1、198m²）
部 屋 数	10室　（教授室1、准教授室2、事務室1、院生室1、講師控室1、講義室1、解析室1、サーバー室1、共同研究室1）







修了学生数 （H30年3月修了予定3名を含む）

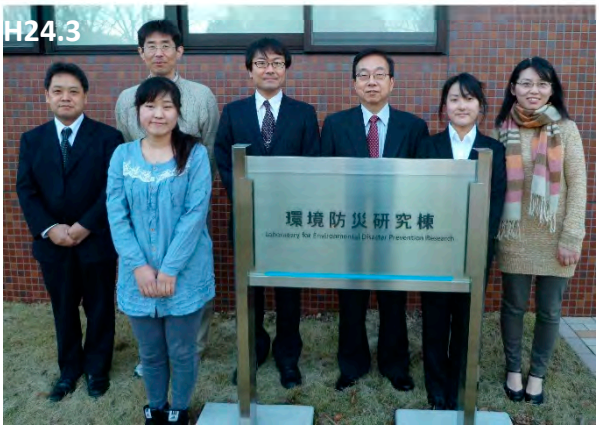
課程		実績							
		社会人	一般	留学生	計	特別聴講学生	特別研究学生	計	合計
博士前期課程	H22年入学	1人	1人	0人	2人	0人	0人	0人	2人
	H23年入学	1人	0人	2人	3人	0人	0人	0人	3人
	H24年入学	2人	0人	0人	2人	0人	0人	0人	2人
	H25年入学	3人	0人	1人	4人	3人	0人	3人	7人
	H26年入学	3人	1人	1人	5人	1人	1人	2人	7人
	H27年入学	1人	0人	1人	2人	0人	0人	0人	2人
	H28年入学	2人	1人	0人	3人	0人	0人	0人	3人
	H29年入学	0人	0人	0人	0人	0人	0人	0人	0人
	小計	13人	3人	5人	21人	4人	1人	5人	26人
博士後期課程		2人	0人	0人	2人	0人	0人	0人	2人
合計		15人	3人	5人	23人	4人	1人	5人	28人

※H29年は、在学期間の関係から、新入生無し。

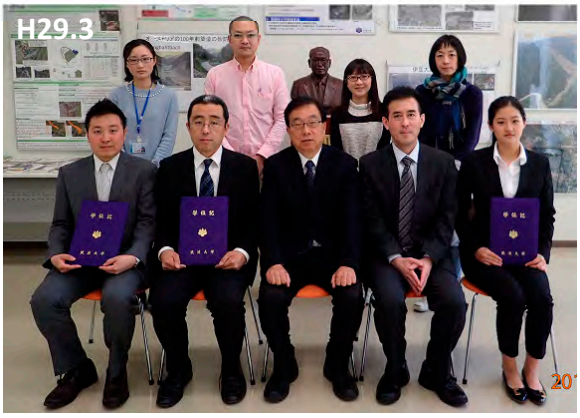
環境防災学講座　修了学生の所属会社名等

年度		H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
博士前期課程	社会人	応用地質	応用地質						
			キタック	キタック	キタック				
				朝日航洋	朝日航洋				
				応用地質	応用地質				
					玉野総合	玉野総合			
					アジア航測	アジア航測			
					東京建設コンサルタント	東京建設コンサルタント			
						キタック	キタック		
						朝日航洋	朝日航洋		
						応用地質	応用地質		
							東京建設コンサルタント	東京建設コンサルタント	
								応用地質	応用地質
								日本海コンサルタント	日本海コンサルタント
	一般学生	東邦大・理卒	東邦大・理卒			宮崎大・砂防卒	宮崎大・砂防卒	東邦大・理卒	東邦大・理卒
	留学生		中国	中国					
			中国	中国			中国	中国	
					中国	中国			
						中国	中国		
後期	社会人		パスコ　【博士(環境学）取得】						
				アジア航測　【博士（環境学）取得】					

講座メンバー



講座メンバー



H29.3
研究棟北側の
ライラックの花

環境防災プログラムのカリキュラム

環境防災学講座教員・非常勤講師

環境科学専攻必修科目
（環境学概論・演習・実習）

修士論文

＋

・環境防災学　・環境防災危機管理論

講座専任教員
・実践実習

講座で10～11科目を開講

・フィールド環境防災学　・環境防災計画論
・環境防災施設論　・環境防災政策論
・環境防災高度技術論　・国際環境防災論
・地域環境防災基本論　・地域環境防災実践論
・環境防災施工論

産学官の多彩な講師

＋

環境科学専攻の専門科目
他専攻・他研究科の専門科目
10単位履修可能

30単位以上必須
（40単位以上を推奨）

実践実習

建設現場等における実習
（2週間程度）

・建設会社
・環境防災構造物・資機材関連会社
・（独）土木研究所
・砂防関係財団法人
等

修士学位記＋プログラム修了証書授与

環境防災学講座の開講科目（平成28年度）と到達目標

授業科目	到達目標
環境防災学※	環境防災学の基本的理論の習得
フィールド環境防災学	実際の現場における土砂移動現象及び対策に関わる技術の習得
環境防災危機管理論※	大規模土砂災害の発生直後の危機管理（緊急調査、情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策）及び防災訓練の考え方の習得
環境防災施設論※ （ⅠとⅡを隔年で開講）	自然環境・生活環境との調和・地球温暖化防止に寄与する環境防災施設の計画設計施工管理技術の習得
環境防災計画論※ （ⅠとⅡを隔年で開講）	土砂移動を制御するための砂防設備の計画設計に関する技術（技術指針・ガイドラインの考え方、計画設計手法等）の習得
地域環境防災基本論	環境防災のソフト対策に関わる事項（過疎化、高齢化、都市化など社会環境変化、防災教育、NPO活動、地域防災力向上施策）の習得
地域環境防災実践論	土砂災害防止法の具体的方策に関わる事項（土砂災害警戒区域等の意義、警戒避難、安全な土地利用の考え方等）の習得
環境防災政策論	環境防災に関する法律・政策・施策などの行政に関わる事項（行政システム、予算制度、施策、災害対応）の習得
環境防災高度技術論	流域環境の変化を監視するためのリモートセンシング・航測による技術の習得
国際環境防災論	国際的な防災行政（開発途上国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方、継続的な人材育成のあり方）の習得
環境防災施工論	建設現場の施工管理、現場条件と施工法、仮施工の留意点、施設設計と建設現場、環境防災と施工法の習得

※平成29年度開講科目（平成29年度は講座終了年度により、講座への新入生なしのため）

多彩な講師陣による「政策」から「施工・管理」の講義

科目名	授業内容	講師	
環境防災学	総論	西本晴男	筑波大学
	日本の国土・社会と防災対策		
	近年の環境変化と災害動向		
	環境変化をふまえた防災対策		
	山地荒廃と土砂生産作用		
	マスムーブメント		
	流域における土砂移動、山地水文		
	渓流安定化と山腹緑化		
	森林影響論		
	気候変動と環境防災		
環境防災危機管理論	危機管理に関する総論	秋山　一弥	筑波大学
	災害対策と危機管理①防災に関する法律		
	災害対策と危機管理②防災に関する組織		
	防災情報と危機管理		
	大規模土砂災害の発生事例		
	大規模土砂災害発生時の応急対策		
	土砂災害緊急情報・緊急調査		
	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法		
	土砂災害発生時の危機管理と広報（マスコミ対応）		
	土砂災害発生時の住民避難と防災訓練		
環境防災施設論Ⅰ	総論：環境防災施設とその役割・文化的位置価値	牧野　裕至	(株)ニュージェック
	石積砂防設備：砂防の歴史と石積み砂防設備	(林　数一)	砂防施工管理研究会
	柔構造①：柔構造物の歴史と役割	(木村　佳嗣)	柔構造物研究会
	柔構造②：柔構造物の設計・施行・演習	(木村　佳嗣)	柔構造物研究会
	透過型構造物①：行政の先端からの透過型構造物	(安齋　徳夫)	[illegible]
	透過型構造物②：透過型構造物歴史と役割	(守山　浩史)	砂防施設・構造物研究会
	透過型構造物③：透過型構造物の設計・施行・演習	(守山　浩史)	砂防施設・構造物研究会
	ポンテラン工法：ポンテラン工法の開発と、設計・施行	(森　雅人)	ポンテラン工法研究会
	山腹工：山腹工の歴史と役割、設計・施工	(綿貫　明)	砂防施工管理研究会
	まとめ：次世代に繋ぐ環境と防災、文化	牧野　裕至	(株)ニュージェック
環境防災計画論Ⅱ	総論、斜面の土砂移動現象	藤沢和範	土木研究所
	山地渓流の土砂動態、総合土砂管理	内田太郎	国総研
	水系砂防被害推定手法	内田太郎	国総研
	砂防施設配置計画	内田太郎	国総研
	砂防施設設計①（砂防堰堤）	藤村直樹	土木研究所
	砂防施設設計②（渓流保全工）	藤村直樹	土木研究所
	土石流・流木対策調査、計画	桜井　亘	国総研
	土石流・流木対策施設設計	木下　篤彦	土木研究所
	鋼製砂防施設設計	木下　篤彦	土木研究所
	大規模土砂災害と復旧・復興	桜井　亘	国総研

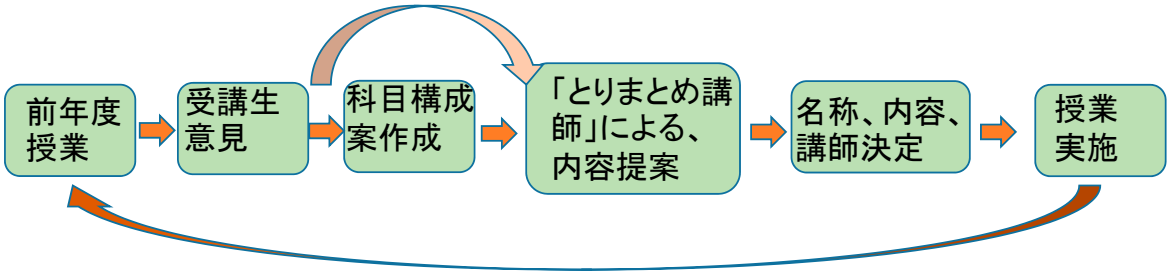
科目名	授業内容	講師	
環境防災政策論（集中講義）	砂防行政の目指すもの	長井　義樹	国交省砂防部
	砂防行政組織（砂防部長）、砂防4法令及び関連法令、執行体制		
	事業執行の流れ（中長期計画・予算編成・事業評価）		
	砂防事業の基本事例（計画と施設配置）		
	土砂災害による被害軽減のための関係省庁との連携		
	大規模土砂災害に対する施策・取り組み		
	自然環境保全に対する施策・取り組み		
	近年の社会状況に対応した施策・取り組み		
国際環境防災論（集中講義）	1. 主要な国際会議の結果と国際協調に基づく防災分野の今後の展開（防災世界会議、国際砂防シンポジウム、持続的開発サミット、COP 21）2. 日本政府の今後の方針（水災害分野における気	(大井　英臣)	国際砂防協会
	砂防国際協力現場における調査・計画・設計・技術指導の事例（ブラジル土砂災害予防・復旧事業、インドネシア・パワカラエン大規模崩壊対策）	下田　義文	八千代エンジニアリング
	ネパールの自然・文化と防災	石黒　久	丸新志商ネパール支店
環境防災高度技術論（集中講義）	立山砂防の世界遺産に向けた取り組み	林　正之	前 富山県土木部長
	リモートセンシング技術と防災分野への活用	(伊藤　道夫)	JAXA
	航測技術と砂防分野への活用	小川　紀一朗	アジア航測
	環境防災施設の維持管理技術	堀野　和彦	砂防フロンティア

各科目で夫々の専門家による講義を実施

科目名	授業内容	講師	
フィールド環境防災学	総論（近年の土砂災害）	石井　靖雄	土木研究所
	災害調査・緊急点検	藤沢　和範	土木研究所
	地すべり調査	石井　靖雄	土木研究所
	地すべり対策	石井　靖雄	土木研究所
	微地形判読	井上　公夫	砂防フロンティア
	急傾斜地崩壊調査・対策、雪崩調査・対策	石田　孝司	土木研究所
	天然ダム対策	桜井　亘	国総研
	土砂災害警戒情報・基準雨量	野呂　智之	国総研
	土石流の計測技術とその活用	水野　秀明	土木研究所
	まとめ	石井　靖雄	土木研究所
地域環境防災基本論	総論①防災の視点から見た中山間地の実態	森　俊勇	砂防フロンティア
	総論②自然災害への対応	森　俊勇	砂防フロンティア
	土砂災害の発生と砂防関係施策の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
	土砂災害に対するマスコミの取り上げ方と課題	森　俊勇	砂防フロンティア
	土砂災害に関する情報	森　俊勇	砂防フロンティア
	地域防災力の向上に向けて	森　俊勇	砂防フロンティア
	リスクコミュニケーション(1)	竹田　宜人	[illegible]
	リスクコミュニケーション(2)	竹田　宜人	[illegible]
	防災教育の現状と課題	北　俊夫	国士舘大教授
	今後の防災教育の方向性	北　俊夫	国士舘大教授

科目名	授業内容	講師	
地域環境防災実践論	総論	三木　洋一	応用地質
	基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ	三木　洋一	応用地質
	基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ	（中村　浩之）	東京農工大名誉教授
	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	（中村　浩之）	東京農工大名誉教授
	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	（内山　均志）	砂防フロンティア
	土砂災害防止法とまちづくり	藤平　大	土木研究所
	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災
	住民との合意形成	坪田　浩昭	[illegible]
	土砂災害防止法への取り組み	古川　幸男	[illegible]
	課題研究（土砂災害防止法への取り組み）	三木　洋一	応用地質
環境防災施工論			
	砂防技術・研究の過去・現在・未来（仮題）	水山高久	[illegible]
	森林水文学から見た環境防災（仮題）	鈴木　雅一	東京大学名誉教授

【授業科目・内容の検討・決定の流れ】



多彩な専門分野の非常勤講師

（H22-29の年度毎の延べ人数）

所属先	人数	所属先	人数	所属先	人数
国士館大（教育学）教授	7	広島市自主防災会会長	7	神戸製鋼所	4
群馬大（土木工学）教授	2	国際砂防協会	3	東亜グラウト工業	1
京都大（地震工学）助教	1	JICA	4	日本無線	1
東京農工大　教授	1	山口県砂防ボランティア協会	2	間組	2
横浜国立大学	2	ISM工法研究会	1	丸新志鷹（ネパール支店）	4
東京大学　教授	1	文化財石垣保存協議会	2	応用地質	2
政策研究大学院大学　教授	1	柔構造物工法研究会	14	アジア航測	7
衆議院議員	2	砂防施工管理研究会	7	ニュージェック	2
国土交通省（砂防部長ほか）	23	ボンテラン工法研究会	2	日本工営	2
元環境省自然保護局長	2	砂防鋼製構造物研究会	1	八千代エンジニアリング	7
文化庁	1	砂防フロンティア整備推進機構	33	セコム	5
関東地方整備局	5	砂防・地すべり技術センター	13	アイエステー	2
北陸地方整備局	3	国土技術政策総合研究所	26	砂防エンジニアリング	1
利根川水系砂防事務所	1	土木研究所	36	プレック研究所	1
高知県（砂防課長）	3	JAXA	7		
長野県建設部	7	高速道路総合技術研究所	1		
新潟県土木部	2				
富山県（土木部長）	2				
愛媛県新居浜市	3				
静岡県菊川市	1				
長野県岡谷市	1				
長野県青木村	2				
長野県長和町	2				

学識者　団体　建設会社　コンサルタント会社　行政　研究機関

延べ　275人

講義の様子

国土交通省砂防部長との懇談

H26.4.11

H27.4.10

H28.7.5

建設現場などでの「実践実習」(H22年度～H29年度)

年度	実習先	実習期間	実習内容
22	(財) 砂防フロンティア整備推進機構	9月16日～10月14日	土砂災害(特別)警戒区域設定
	(株)神戸製鋼所	8月16日～8月27日	施設の製造・施工・効果
23	(株)北陸ジオテック	7月25日～8月12日	環境リサイクル
	(株) 神戸製鋼所	8月29日～9月9日	施設の製造・施工・効果
	ダイチ(株)	7月25日～8月12日	法面対策工事
24	ダイチ(株)	7月25日～8月12日	法面対策工事
	鹿島建設(株)	7月9日～7月20日	河道閉塞緊急工事
25	ダイチ(株)	7月16日～8月9日	法面対策工事
	鹿島建設(株)	7月16日～8月9日	河道閉塞抜本対策工事
	(株)野添組	7月22日～8月23日	土石流対策工事
	(株) 神戸製鋼所	7月22日～8月23日	施設の製造・施工・効果
	(株)北陸ジオテック	7月16日～8月9日	環境リサイクル
	(株) 守谷商会	7月16日～8月9日	山腹工事
26	(株)北陸ジオテック	7月22日～8月1日	環境リサイクル
	鹿島建設(株)	7月22日～8月1日	河道閉塞抜本対策工事
	大日本土木(株)	7月28日～8月8日	堰堤工事、法面対策工事
	(株) 神戸製鋼所	7月28日～8月8日	施設の製造・施工・効果
	ダイチ(株)	8月4日～8月8日	山腹工事
	大規模土砂災害対策技術センター	1月21日～1月31日	大規模土砂災害対策
27	(株) 加藤組	7月27日～8月7日	砂防ソイルセメント工事
	(株) 神戸製鋼所	7月27日～8月7日	施設の製造・施工・効果
	大日本土木(株)	7月27日～8月7日	堰堤工事、法面対策工事
	鹿島建設(株)	7月27日～8月7日	河道閉塞抜本対策工事
	ダイチ(株)	7月27日～8月7日	法面対策工事
28	(株) 吉川工務店	7月25日～8月5日	堰堤工事
	(株)北陸ジオテック	7月25日～8月5日	環境リサイクル
	鹿島建設 (株)	7月25日～8月5日	河道閉塞抜本対策工事
29	鹿島建設 (株)	7月24日～8月4日	河道閉塞抜本対策工事

※ 建設会社　資材等関係会社　研究機関等

実践実習状況

出来高測量

コンクリート打設

鋼矢板打設

ソイルセメント含水比試験の
篩い分け作業

リングネット設置

改良土CBR試験

実践力を培う、災害現場・砂防現地の調査

年度	調査箇所数	調査先
H22	4箇所	筑波山、山口県、広島県、台湾
H23	16箇所	福井県、新潟県、熊本県、北海道、兵庫県、京都府、三重県、鹿児島県、富士川砂防、松本砂防、湯沢砂防、桜島砂防、樽前山砂防、十勝岳砂防、日光砂防、雲仙砂防
H24	18箇所	神奈川県、長崎県、徳島県、高知県、福井県、兵庫県、広島県、北海道、三重県、富山県、四国山地砂防、立山砂防、樽前山砂防、十勝岳砂防、富士砂防、天竜川上流砂防、東大北海道演習林、台湾
H25	28箇所	新潟県、静岡県、兵庫県、山口県、福井県、北海道、長野県、千葉県、鹿児島県、熊本県、長崎県、広島県、和歌山県、東京都、岩手県、六甲砂防、富士山砂防、樽前山砂防、十勝岳砂防、立山砂防、日光砂防、渡良瀬川砂防、桜島砂防、雲仙砂防、亀の瀬地すべり、東大北海道演習林、東大愛知演習林、インドネシア
H26	19箇所	熊本県、山梨県、福井県、北海道、長野県、広島県、神奈川県、東京都、鹿児島県、沖縄県、岐阜県、高知県、樽前山砂防、十勝岳砂防、広島西部山系砂防、雲仙砂防、桜島砂防、東大北海道演習林、台湾

実践力を培う、災害現場・砂防現地の調査

年度	調査箇所数	調査先
H27	25箇所	栃木県、山形県、大阪府、兵庫県、福井県、新潟県、奈良県、長野県、富山県、北海道、三重県、広島県、岩手県、山梨県、神奈川県、静岡県、東京都、富士山砂防、湯沢砂防、十勝岳砂防、樽前砂防、札内川砂防、広島西部山系砂防、東大演習林、インドネシア
H28	20箇所	富山県、静岡県、岡山県、福井県、岐阜県、新潟県、奈良県、北海道、東京都、長崎県、熊本県、鹿児島県、広島県、天竜川上流砂防富士川砂防、立山砂防、広島西部山系砂防、雲仙砂防、桜島砂防、札内川砂防
H29	14箇所	岩手県、宮城県、兵庫県、奈良県、愛知県、神奈川県、和歌山県、北海道、東京都、六甲砂防、十勝岳砂防、樽前山砂防、湯沢砂防、渡良瀬川砂防

赤字：国交省事務所
黒字：都道府県
緑字：海外

災害調査

広島市土石流災害

南木曽土石流災害

防府市土石流災害

つくば市竜巻災害
（平成24年5月6日）

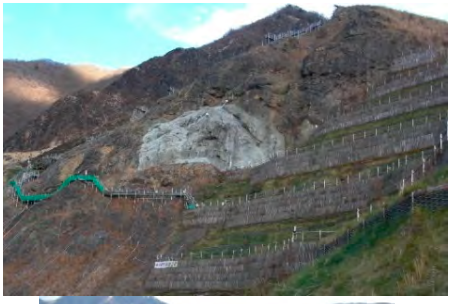
伊豆大島土砂災害

奈半利川深層崩壊（高知県）

東日本大震災・津波災害

施設計画

立山砂防・カルデラ内工事



足尾砂防・松木山腹工

日光砂防・稲荷川

松本砂防・浦川

六甲砂防・グリーンベルト

（財）建設技術研究所・
水理模型実験

施設効果

三重県・小滝川

富士川砂防・春木川

大和川・亀の瀬すべり

鹿児島県・磯脇川

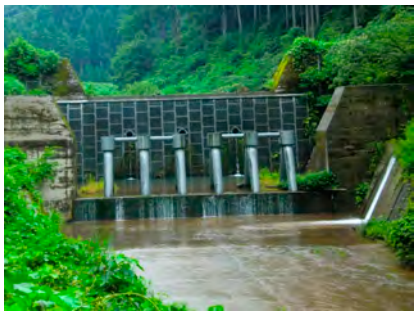
桜島・野尻川

旧山古志村復興状況

広島県・がけ崩れ対策

施設設計

湯沢砂防
（アーチ堰堤、複断面水通し）



福井県（流木対策）

広島西部山系砂防
（砂防ソイルセメント）

札内川砂防（スリット堰堤）

北海道（鋼製堰堤）

山口県（ダブルウォール）

湯沢砂防（ブロック堰堤）

施設施工

天竜川上流
（コンクリート打設）

雲仙砂防（無人化施工）

鹿児島県（施工場所が
狭隘地での施工）

湯沢砂防（魚道）

伊豆大島（山腹工）

広島西部山系
（砂防ソイルセメント）

環境

湯沢砂防（七ッ釜堰堤・景観）

松本砂防（平川・全断面魚道）

北海道（富良野川・鋼材）

広島県（宮島・庭園砂防）

立山砂防（妙寿堰堤・総合
土砂管理）

新潟県（山古志地区・
発生土活用）

火山砂防

雲仙岳

有珠山

十勝岳

樽前山

桜島

三宅島

富士山

歴史的施設・長寿命化・森林環境

堂々川（広島県）

大源太堰堤（湯沢砂防）

東大北海道演習林

簡易流木止工（兵庫県）

海外現地調査・ワークワーショップ

台湾・屏東県

台湾・小林村

インドネシア・メラピ火山

台湾・台北市

インドネシア・メラピ火山

町役場で「町長さん」の生の声を聞く

兵庫県佐用町長と町づくり・地域防災について意見交換（H24.8 ）

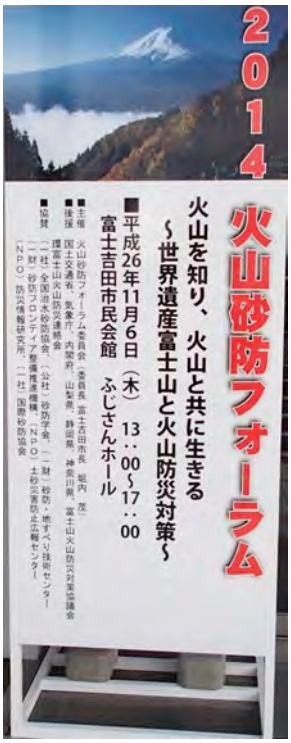
※佐用町は、平成16年に風倒木災害、平成21年に豪雨災害で20名の犠牲者を出した。

学会発表会・講習会・イベントへの参加

砂防学会研究発表会

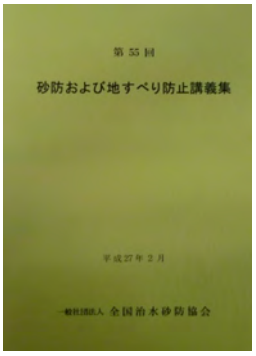
土砂災害防止月間全国大会

砂防ボランティ全国の集い

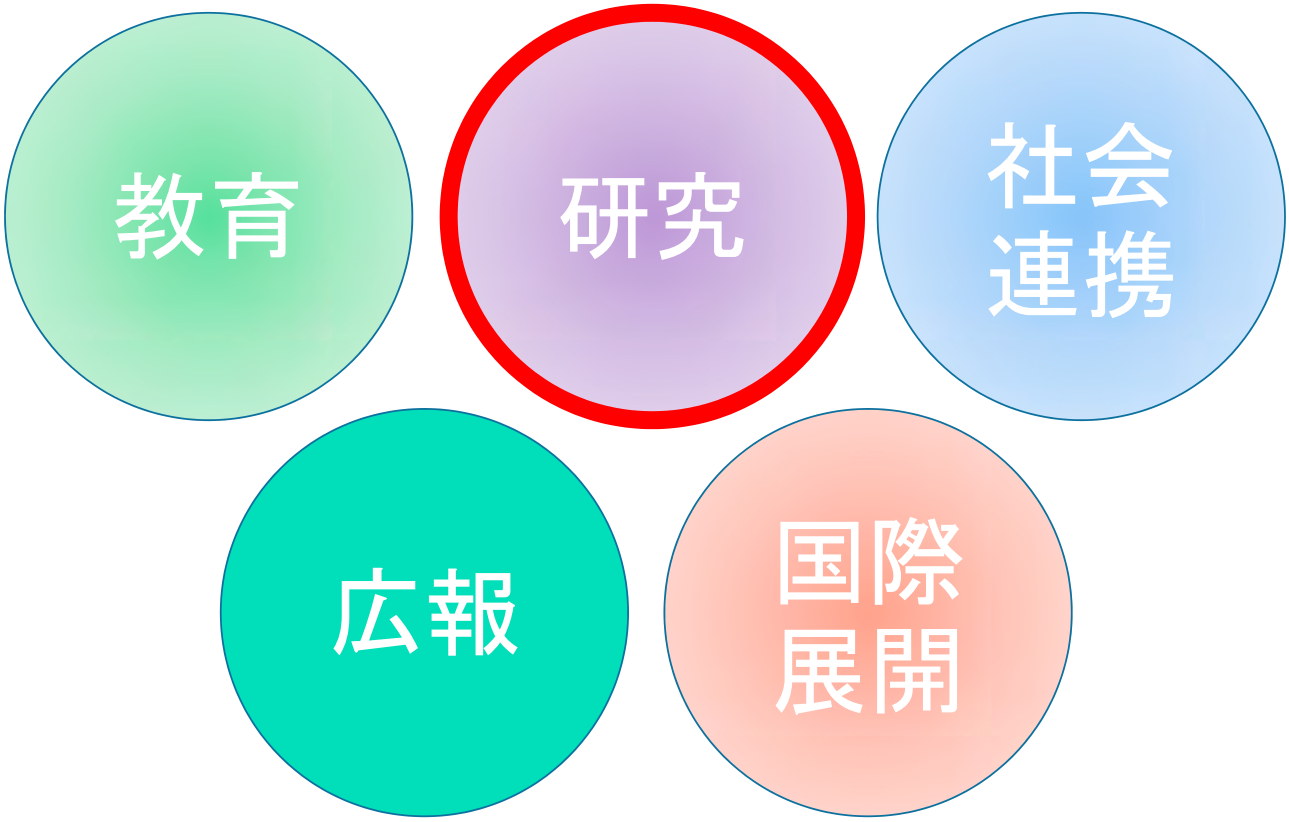


火山砂防フーラム

穂高砂防観測所でのワークショップ



砂防および地すべり防止講習会



修士論文

修了年度	氏名 (赤字：社会人学生)	修士（環境科学）学位論文タイトル
H23	亀澤奈央	砂防堰堤の形状、材料及び越流水処理工法の変遷の分析
	千葉伸一	人的被害を軽減するための土砂災害警戒避難の実態と土砂災害警戒情報の効果分析
H24	朱培紅	土砂災害の危機管理の視点からみた災害対策に係わる法体制の中日比較
	黄麗	大規模地震発生後の避難所整備に関する中国と日本の比較
H25	田中義成	学校における土砂災害に対する防災教育の実践方法の研究～小学校における取り組み事例～
	安海高明	土石流導流工による土石流・流木の制御効果に関する研究
	大村さつき	地域特性を考慮したアンケート式自己学習プログラムによる住民の土砂災害に対する防災意識向上手法
H26	中根和彦	砂防堰堤の下流法勾配及び石積形状に着目した近代日本砂防技術確立期における欧州アルプス砂防の影響
	関根敬	崩壊土砂の突入に伴う段波の形成・遡上過程の解明
	西村直記	降雨や濁水が避難行動に係わる目標物の視認に与える影響
	王禕	中国における土砂災害対策としての群測群防体系の方策

修了生の修士論文

修了年度	氏名 (赤字：社会人学生)	修士（環境科学）学位論文タイトル
H27	神保　啓	土砂災害特別警戒区域における住宅の移転および構造の規制に関する課題と促進策
	江藤　稚佳子	有限体積法による水の動きの再現に変数の設定方法が及ぼす影響の解明
	阿部　拓実	地名が示唆する土砂災害発生の種類と危険性に関する研究
	大賀　知将	渓流水に含まれる電解質の伝播課程の観測と移流・拡散係数の推定
	劉　詩雨	日本と中国の教科書における防災学習内容の比較分析
H28	吉田　喜高	丹沢西部流域における土砂流出抑制対策の効果
	孫　敏	自然災害に対する被災地支援手法の日中比較
H29 (予定)	塚原　直幸	荒廃渓流における出水時の濁度と土砂移動現象との関係
	後藤　美香	昭和5(1930)年に発生した北伊豆地震の特性と土砂災害発生機構との関係
	笠原　友樹	多視点撮影画像による歴史的砂防施設の三次元モデル構築

修士論文作成のための調査

地元住民から聞き取り
（阿部）

防災教育の実践（田中）

アンケート調査（大村）

水理実験
（江藤）

濁水観測（塚原）

住民聞取り調査（朱）

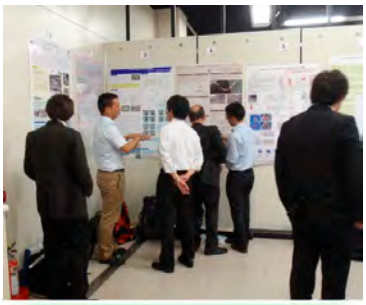
砂防施設調査（吉田）

修士論文・博士論文
(砂防図書館へ寄贈)

研究成果発表・共同研究

年度	原著論文	著書	国際学会発表	国内学会発表等
H22	2編		3編	18編
H23	2編	1編（単著）		3編
H24	1編		1編	13編
H25	3編		2編	10編
H26		1編（共著）	2編	10編
H27		2編（共著）	1編	14編
H28	1編			9編
H29	3編	1編（監訳）		5編
計	12編	5編	9編	82編

	内容
共同研究の名称	土砂災害防止のための情報提供のあり方及び基本情報共有に関する研究
協定締結機関	国土交通省国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター砂防研究室
協定期間	平成22年1月26日～平成25年3月31日



砂防学会研究発表会

諸戸北郎博士の業績

・1912年に日本人
　初の砂防担当教授

・我が国最初の本格的砂防専門書「理水及砂防工学本論」等を著述（1915-1921年）

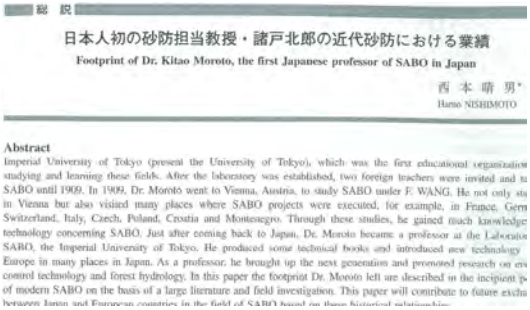
・日本各地・欧州の、当時の写真を多く残している

デモンゼー著書（1878刊）の翻訳版「渓流および山腹工事」（CD版」）

砂防と治山の真髄が語られている名著。

ハードカバー版は筑波大学図書館に寄贈

砂防学会誌，Vol. 70，No. 3，p. 13－24，2017



総　説

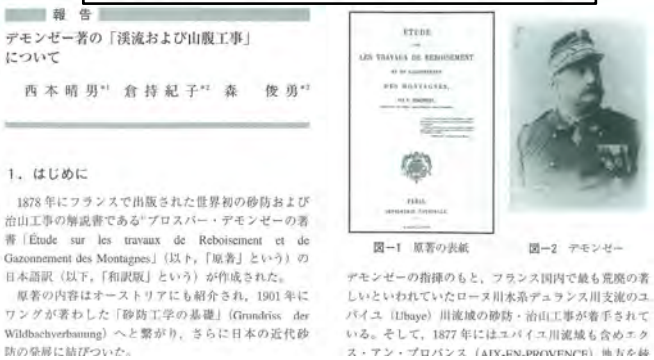
日本人初の砂防担当教授・諸戸北郎の近代砂防における業績

Footprint of Dr. Kitao Moroto, the first Japanese professor of SABO in Japan

西本晴男*
Haruo NISHIMOTO

Abstract

砂防学会誌，Vol. 70，No. 3，p. 13－24，2017



報　告

デモンゼー著の「渓流および山腹工事」について

西本晴男*1　倉持紀子*2　森　俊勇*2

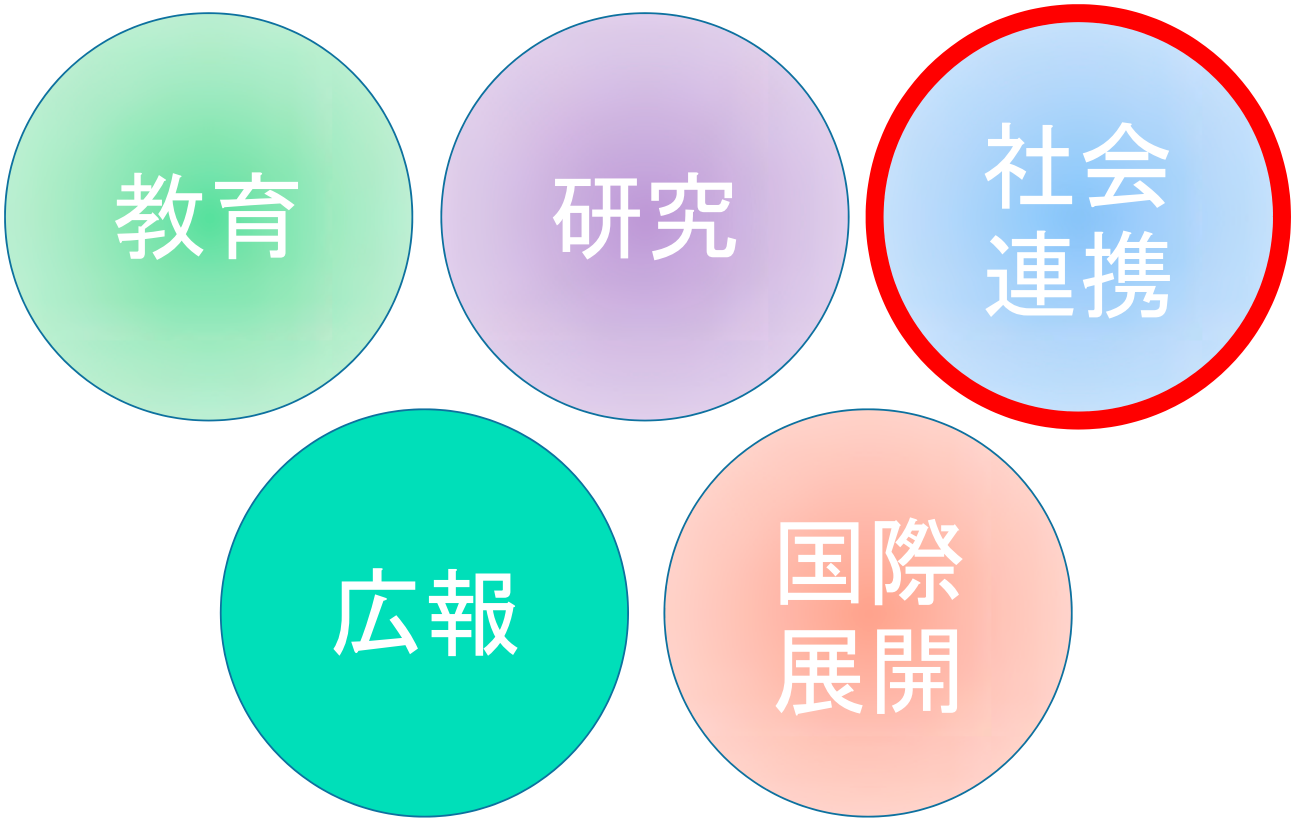
1．はじめに

1878年にフランスで出版された世界初の砂防および治山工事の解説書である"プロスパー・デモンゼーの著書「Étude sur les travaux de Reboisement et de Gazonnement des Montagnes」（以下，「原著」という）の日本語訳（以下，「和訳版」という）が作成された。

原著の内容はオーストリアにも紹介され，1901年にワングが著わした「砂防工学の基礎」（Grundriss der Wildbachverbauung）へと繋がり，さらに日本の近代砂防の発展に結びついた。

図－1　原著の表紙　　図－2　デモンゼー

デモンゼーの指揮のもと，フランス国内で最も荒廃の著しいといわれていたローヌ川水系デュランス川支流のユバイユ（Ubaye）川流域の砂防・治山工事が着手されている。そして，1877年にはユバイユ川流域も含めエクス・アン・プロバンス（AIX-EN-PROVENCE）地方を対



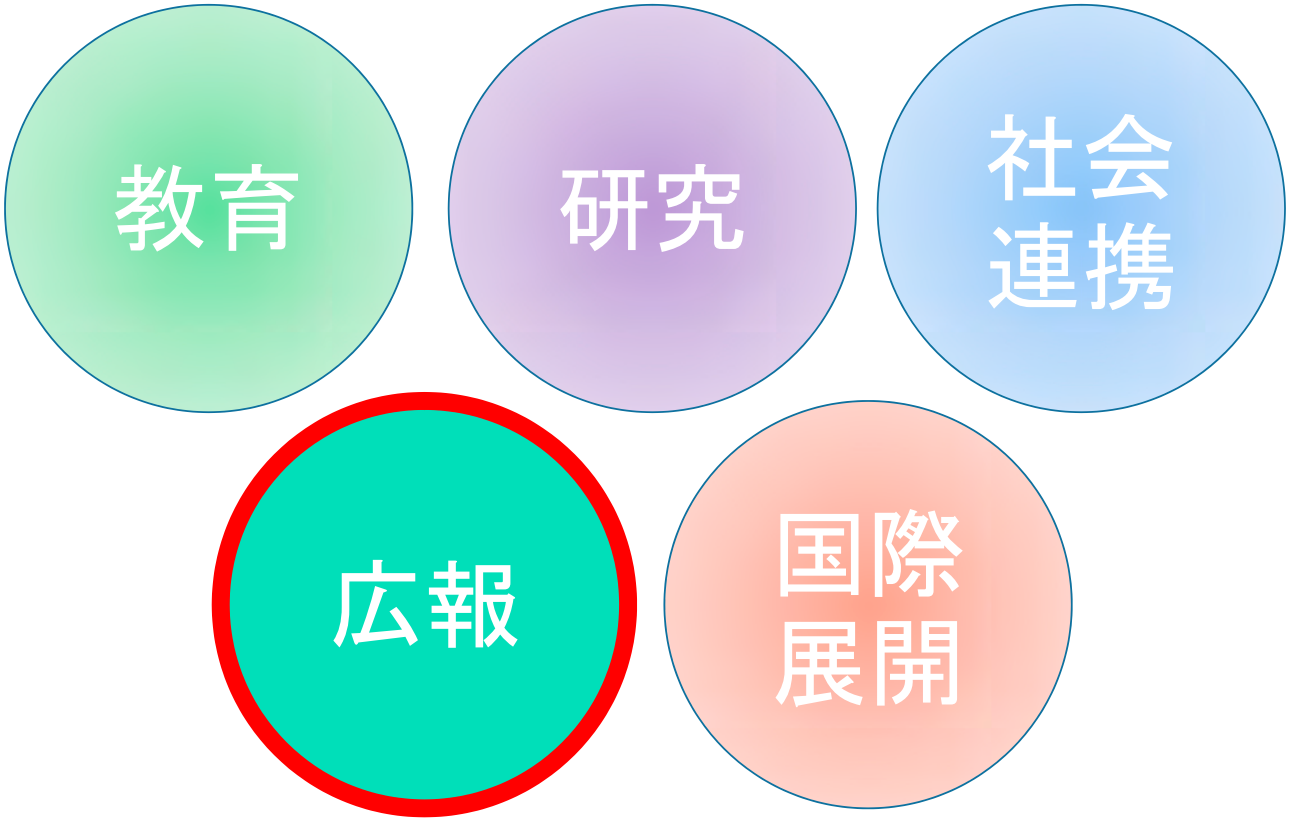
研修会・技術委員会等での活動・講演

年度	派遣数	派遣先
H22	7件	人事院、(財)全国建設研修センター、国土交通省関東地方整備局、(社)砂防学会、(財)建設技術研究所、(財)砂防・地すべり技術センター、(独)国際協力機構
H23	6件	(社)砂防学会、(財)全国建設研修センター、(財)建設技術研究所、(社)日本地すべり学会、(社)全国治水砂防協会、NPO法人防災情報研究所
H24	8件	(社)砂防学会、 (財)全国建設研修センター、 (独)国際協力機構、 国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所、 (財)砂防地すべり技術センター、(公社)日本技術士会北陸支部、(公社)日本地すべり学会、国土交通省中部地方整備局天竜川川上流河川事務所
H25	4件	第6回国際土石流災害防止会議実行委員会、(公社)砂防学会、富山県土木部、国土交通大学校、長野県
H26	8件	第6回国際土石流災害防止会議実行委員会、(公社)砂防学会、富山県土木部、鹿児島県市町村社会基盤整備推進協議会、国土交通省大学校、国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所、(独)国際協力機構、防災を考える会広島
H27	6件	第6回国際土石流災害防止会議実行委員会、(公社)砂防学会、富山県土木部、(公社)日本地すべり学会、富山県斜面防災技術協会、県民大学講座
H28	5件	第6回国際土石流災害防止会議実行委員会、(公社)砂防学会、(公社)日本地すべり学会、神奈川県自然環境保全センター、(一社)日本応用地質学会北陸支部
H29	4件	(公社)砂防学会、(公社)日本地すべり学会、国土交通省砂防部、田倉川と暮らしの会・高倉谷川砂防えん堤の会

伊豆大島土石流災害
砂防学会調査団(2013)

長野県麻績村防災シンポジウム
(2013)

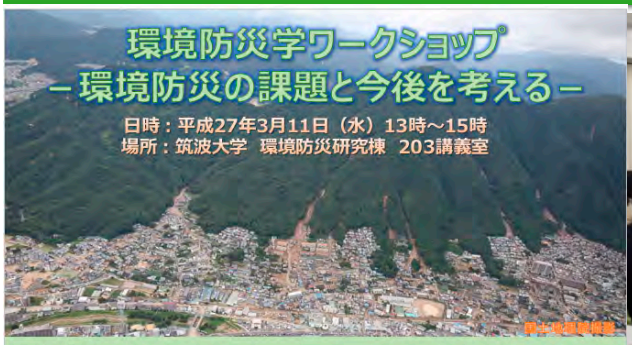
常陸砂防研究会
(砂防ボランティア)



環境防災講演会

日　　時：
　平成22年7月13日（火）14:30～17:00
会　　場：
　砂防会館　別館3F会議室「六甲」
　（東京都千代田区平河町2-7-5）
開会挨拶：
　筑波大学環境科学専攻長、
　　持続環境学専攻長　内山裕夫
特別講演：
　「筑波大学における教育研究と社会連携」
　　筑波大学　副学長　清水　一彦
　「砂防は何を目指しているのか」
　　国土交通省河川局砂防部
　　砂防計画課　課長　　南　哲行
講　　演：
　「砂防分野の技術者育成」
　　（財）砂防フロンティア整備推進機構
　　理事長　森　　俊勇
　「環境防災学について」
　筑波大学大学院
　生命環境科学研究科　教授　　西本　晴男

環境防災ワークショップ



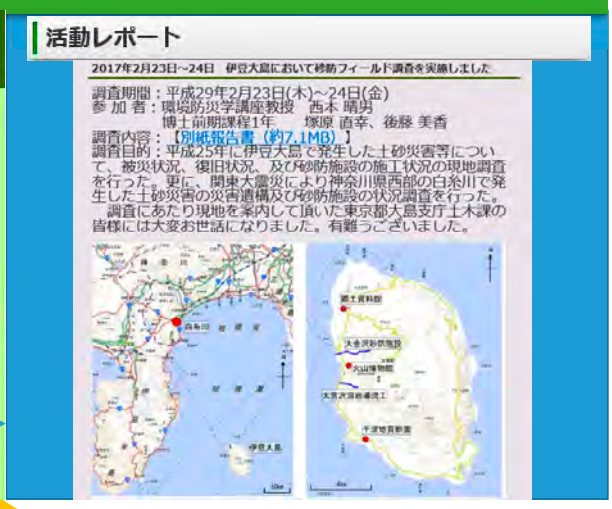
プログラム

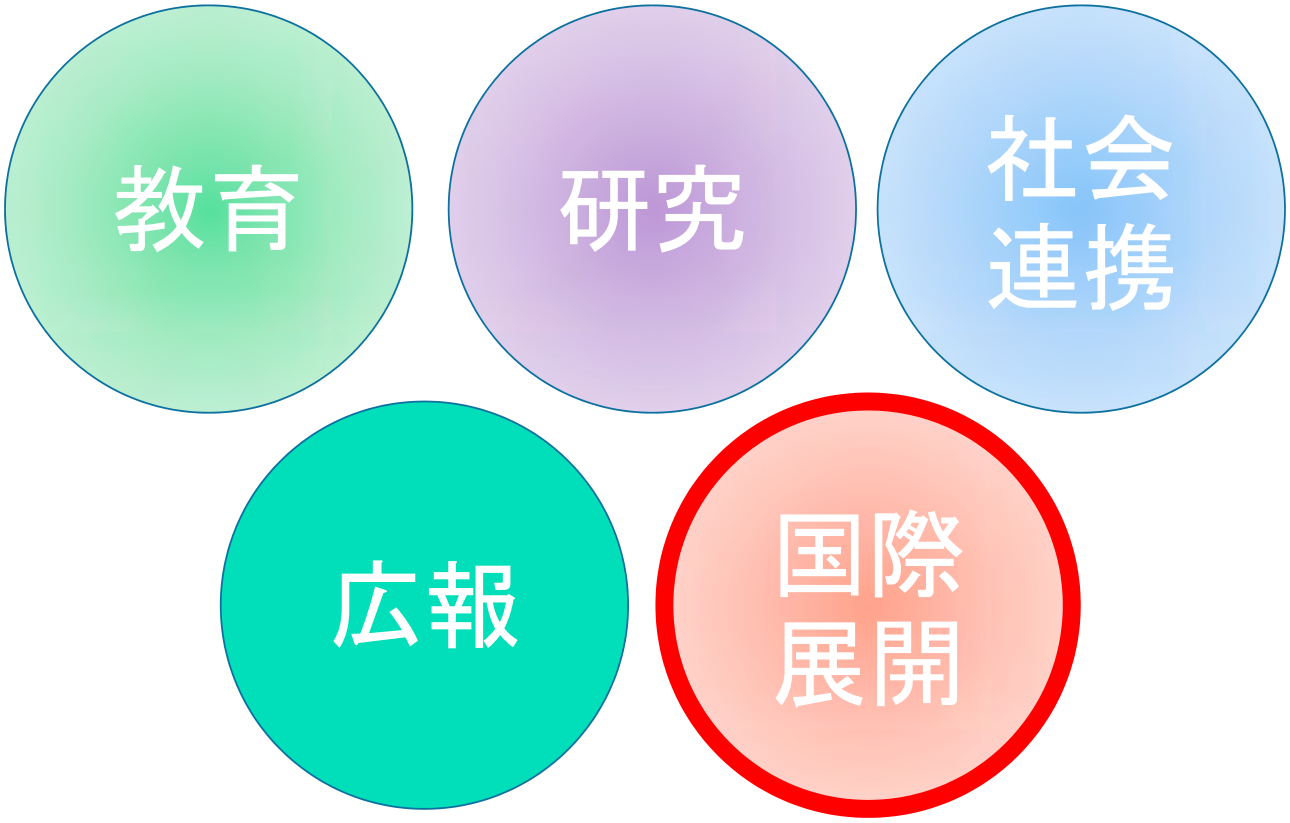
1）開会挨拶　副学長（教育担当）
2）来賓挨拶　（一財）砂防フロテンティア整備推進機構　理事長
3）特別講演　講演者：国土交通省砂防部砂防計画課長　西山幸治　氏
　　演　題：土砂災害の防災・減災を目指して
4）平成22年度～26年度までの講座活動について
　　講演者：環境防災学講座　西本晴男　教授
5）修了生発表　発表者：　田中義成氏（（株）キタック）
　　大村さつき氏（応用地質（株））
　　安海高明氏（朝日航洋（株））
　　関根　敬氏（（株）東京建設コンサルタント）
6）講演　講演者：持続環境学専攻長　辻村真貴　教授
　　演　題：環境防災学の未来展望―中部山岳共同学位
　　プログラムに向けた取り組み（仮題）
7）閉会挨拶　生命環境科学研究科長

【問い合わせ先】筑波大学大学院環境防災学講座　西本、水野、小笠原
☎　029-853-5879,5634,5883

砂防学と地形学の連携に関するシンポジウム

講座ホームページ





交流協定の内容

	内容
交流協定の名称	日本国筑波大学とインドネシア国ガジャマダ大学との間の学術交流及び協力に関する協定
協定締結機関	インドネシア国 ガジャマダ大学
交流分野	火山・土砂災害ならびに対策を中心とする環境防災学分野
協定締結日	平成23年2月21日

協定書調印式
（東　生命環境科学研究科長（右）とTumiran工学部長（左））

AGREEMENT FOR ACADEMIC EXCHANGES AND COOPERATION
BETWEEN
UNIVERSITY OF TSUKUBA, JAPAN
AND
UNIVERSITAS GADJAH MADA, INDONESIA

The Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, and the Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada, Indonesia, hereinafter referred to as "the two parties," fully recognizing that academic exchanges and cooperation between the two parties would be beneficial to all concerned, hereby affirm their intention to encourage such exchanges and cooperation.

As a general declaration of intent, the two parties agree to act as follows:

1. The two parties shall encourage the following activities in the environmental disaster prevention field such as sediment disaster, and related fields:

   (1) Exchange of professors and researchers;
   (2) Exchange of graduate students as stated in Appendix A;
   (3) Collaborative research and joint academic meetings;
   (4) Exchange of information, publications and materials for academic purposes; and
   (5) Other activities as may be mutually agreed by the two parties to this Agreement.

2. The aforementioned activities shall be realized by means of consultation and the exchange of relevant information between appropriate members of the two parties.

3. This Agreement shall become effective immediately upon being signed by the official representatives of the two parties and shall remain valid for a period of five (5) years. This Agreement may be renewed for a further period of five (5) years by mutual agreement prior to the date of expiry.

4. This Agreement may be amended by mutual agreement.

5. This Agreement is made in English in two copies, one for each party.

Date: 21/02/2011 Date: 24 Feb. 2011

Signed by Signed by

Teruo Higashi
Provost
Graduate School of Life and
Environmental Sciences
University of Tsukuba
Japan

Tumiran,
Dean
Faculty of Engineering
Universitas Gadjah Mada
Indonesia

国際会議・ワークショップ

台北市役所でのワークショップ（2013.3）

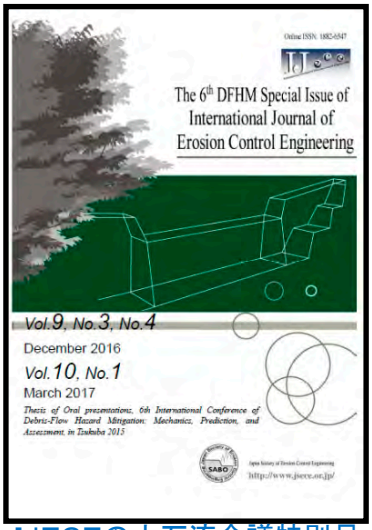
ベルン大学での講演（西本）（2015.9）

ガジャマダ大学でのワークショップ（2016.3）

RTM（仏国森林保全庁）での意見交換（2017.10）

第6回国際土石流災害防止会議に講座が主体的に係る

日程：平成27年6月22日（月）～27日（土）
会場：つくば国際会議場
主催：国際土石流災害防止会議委員会
　　第6回国際土石流災害防止会議
　　実行 委員会（委員長：西本晴男教授）
共催：（公社）砂防学会、筑波大学
後援：国土交通省　他



IJECEの土石流会議特別号

参加者：
　海外　17ケ国　65名
　国内　109名
発表：
　口頭　35、基調講演6
　ポスター61

環境防災学講座で学んだ勉学・研究の成果（修了生）

1）知識

・砂防関係の知識・技術について、歴史や背景をふまえて幅広く、かつ深く学ぶことができたことで、防災施設の検討、計画に関し、 マニュアル一辺倒ではなく多様な視点から分析・考察できるようになった。

・法律や事業の流れを踏まえた仕事の仕方が出来るようになり、法律や事業の趣旨を基に個人で課題解決を考える力が身についた。

・コンサルタント業務を、様々な視点から考えることが出来るようになった。

・社内外の他者が作成した資料を客観的な視点で見られるようになった。

・2回の実践実習で建設現場の経験をし、施工現場において設計成果と現場条件の不一致に対する対応（施工段階での提案・調整）を知ることが出来た。

2）対外的な技術力

・行政から求められる資料の作成にあたって、行政の視点で資料作成し提供できるようになった。

・発注者や業務上で住民と話す際に事例紹介（メリット・デメリット、苦労話のネタ等を含めて）が出来るようになった。

・実際の災害・対策事例についての知識が増えたことにより、条件に応じた事例紹介や、資料の提供、提案が出来るようになった。

・水系砂防事業における地すべり災害の事業計画策定において、砂防事業全体を見据えた技術提案が出来るようになった。

・土砂法の基礎調査で、法施行の背景や経緯等を詳しく学べたことで、自信をもって発注者との打合せ・対応が出来るようになった。

3）人的資産等

・講座で学んだことで、様々な先生方、行政幹部、土研、砂防フロンティア等の砂防関係機関の方と面識が出来、学会などの機会で話をできるようになった。

・苦楽を共にした他社の同級生や先輩、後輩との出会いは大きな財産になった。

環境防災学講座で学んだ勉学・研究の成果（派遣会社）

- 社会人として実務を経験した後、学生として学びの機会を得られたことで、大きく本人を成長させた。
- 専門科目に加えて人文・社会科学系の知見を得たことは、防災の意義について考える機会を与えてもらい、非常に有益なものになった。
- コンサルタントでは、計画や設計が中心で工事に関わる機会は少ないため、災害と対策工事の現場で実践的に学べたことは、警戒避難や工事の課題について気づかされることがあり、貴重な経験になった。
- 講義、現地調査、修論研究等を通して、発注者側の考え方を理解できたことによって、砂防事業全体を見据えた技術提案も出来るようになり、今後の実務に非常に有益な経験になった。
- 法施行の背景や経緯、災害後の対応、ソフト対策、砂防施設の配置計画など、学んだ幅広い知識と考え方をもとに、多角的に顧客との打ち合わせが行えるようになった。
- 修論研究の成果として、工夫したプレゼンテーションが出来るようになった。
- 大学でご指導を受けた先生、講師の方と面識が出来たことで、人脈という成果を得たことは大きな財産である。
- 2年間の学生生活で、技術者としての実務に直結すると期待するものではないが、 体系的な基礎知識と砂防実務に携わる責任者から「業務に対する判断のポイント」を学び、さらに論文作成による専門的な知識、技術の習得を目指したことで、業務遂行にかかる判断能力が高まり、業務を安心して任せることが出来るようになった。
- 現在は、主たる担当技術者として業務に従事しているが、管理技術者として独り立ちすることが見通せるようになってきている。砂防分野の中核として育つことを期待している。

講座のスタッフ

教授

西本晴男
（H22.4-H30.3）

准教授

石井靖雄
（H22.4-H25.3）
【国研土木研究所上席研究員】

水野秀明
（H24.4-H27.3）
【九州大学大学院准教授】

秋山一弥
（H27.4-H30.3）

事務

倉持紀子
（H22.4-H26.9）

小笠原初美
（H26.4-H28.3）

黒澤円香 ※
（H27.4-H29.3）

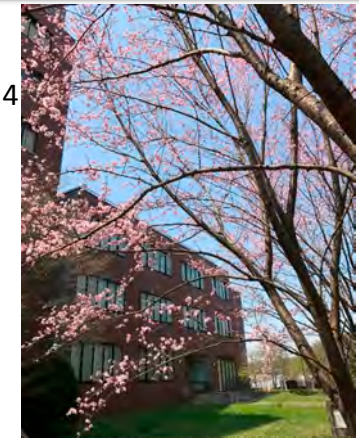
赤尾美佐
（H28.4-H30.3）

※国際土石流会議担当

※所属は平成30年3月現在

環境防災研究棟の四季

春
H29.4



夏
H29.8

秋
H29.11

冬
H30.1

山岳科学学位プログラム

○山岳地域を取り巻く環境問題の解決、山岳生態系の持続的管理などに対応できる知識と技術を備えた人材育成を目指して、筑波大学、信州大学、静岡大学、山梨大学の4大学が連携する大学院（博士前期課程）として、平成29年4月より開設。
○教育の3本柱⇒①山岳環境（生態）の保全　②林業活性化　③中山間地の防災

○山岳域の諸課題に係る、国家・地方公務員、国関係研究機関の研究員となる人材を育成
○国、研究機関等にインターンシップを受け入れてもらい、院生が実践的な専門知識と技術を習得

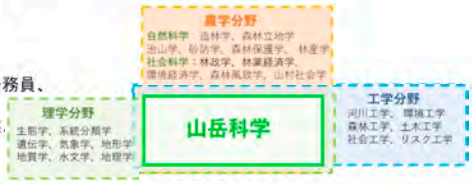
山岳科学の修士プログラム

日本で最初の学位 !!

学位名：修士（農学）、修士（学術）、修士（山岳科学）など
山岳科学は山岳環境の様々な要因による変化と人間の営みとの関係を総合的に探求し、山岳環境と人間生活の持続可能な関係を確立する学問領域。既存の農学、理学、工学分野から成り立っている。山岳環境問題を地球圏・生命圏・人間圏から捉え、実際的かつ臨床的に対処し、問題解決を成し遂げる人材を養成する。

募集学生数：40名（4大学合計）

修了後の進路：
山岳域の諸課題に携わる国家・地方自治体公務員、国立研究開発法人/地方研究機関等研究員、林業、アウトドア・観光関連企業、一般企業、NPO/NGOなど



教育課程：
山岳科学概論、山岳フィールド実習、実践スキル、専門応用科目（遠隔講義システム）

平成30年度以降について

○概要
◇環境科学専攻で専門科目として、環境防災学に関する2科目を開設予定。
/講義は、非常勤講師として国交省砂防部の行政官、国総研・土研の研究者に行っていただく予定。
/平成29年度に開設された「山岳科学学位プログラム」における重要科目に位置付けされる。
◇奨学寄附金で整備した「環境防災研究棟」は、筑波大学における防災関係の教育・研究の拠点として活用予定。

○開設科目の名称・内容・講師

科目名	内容	講師
環境防災計画論（1単位、時間割講義）	豪雨や火山噴火、地震、地球温暖化の影響などによる環境の劇的な変化とそれに伴う土砂災害にかかわる現象とその対策について考究する。	国総研、土研等の研究者
環境防災政策論（1単位、集中講義）	土砂災害対策を中心とする環境防災にかかわる、施策、行政システム、予算制度、災害対応方策等について講述する。	国交省本省の行政官

ま と め

- 業務多忙の中、講義を担当していただいた非常勤講師の先生方、並びに実践実習・現地調査先の会社・機関と担当者の方々のお陰をもちまして講座の運営を行いうことが出来ました。心から御礼を申し上げます。

- 社会人学生諸氏は、所属会社に感謝しつつ、勉学に励みました。

- 修了生は、学んだ知識・自己の資質向上を生かし、立派に業務に従事しており、技術力の向上と社会人としてのキャリアップを実現しています。

- 寄付講座「環境防災学」の運営に、ご指導・ご協力いただいた大学当局と先生方並びに一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構に感謝いたします。

- 講座終了後は、関係機関のご協力のもと、環境防災学関係の2科目が開講され、筑波大学大学院における環境防災の教育が継続される予定です。

Ⅲ. 資　料

1 講座全体 77

2. 教育 97

3. 研究 141

4. 社会連携 267

5. 広報 287

6. 国際展開 301

7. その他 313

1. 講座全体

キックオフフォーラム（平成 22 年 5 月 17 日）

5 月 17 日に、筑波大学総合研究棟Ａ公開講義室 110 において「環境防災学プログラム」キックオフフォーラムを開催した。このフォーラムは、生命環境科学研究科に「環境防災プログラム」が開設されたことをふまえ、環境防災学の課題と本プログラムの意義・使命について検討し、筑波大学としての本プログラム遂行への決意を新たにすることを目的とした。

フォーラムは、元山古志村村長の長島忠美衆議院議員より「新潟県中越地震からの復興と教訓」と題し、基調講演をいただいた。長島先生からは、住民と一緒になって新潟県中越地震による激甚災害からの復興を目指した当時の熱い思いをご講演いただいた。また、パネル討論では､3 名のパネリストの立場から見た環境防災学上の課題について話題提供がなされ、会場からの意見も交えながら、環境防災学の今後に向けて活発な議論が交わされた。キックオフフォーラムは、学内外より101 名の参加を得た。

日　　時：平成22 年5 月17 日（月）13:15～16:30
会　　場：筑波大学 総合研究棟A 110 公開講義室
祝　　辞：筑波大学　副学長　清水一彦
国土交通省河川局砂防部長　牧野裕至
(財)砂防フロンティア整備推進機構　理事長　森俊勇
基調講演：新潟県中越地震からの復興と教訓
長島忠美 元山古志村村長（衆議院議員）　パネル討論：環境防災学の明日を探る
パネリスト　岡本正男 (社)全国治水砂防協会理事長
牧野裕至 国土交通省砂防部長
山崎　登 ＮＨＫ解説副委員長
座長 西本晴男 筑波大学大学院生命環境科学研究科 教授

清水副学長の祝辞

基調講演を行う長島議員

ＮＨＫ山崎解説副委員長らによるパネル討論の様子

平成22 年5 月31 日　建設通信新聞 5 面

(5)　第2部　2010年（平成22年）5月31日（月曜日）　建設通信新聞

筑波大に「環境防災学プログラム」開設

高度な砂防技術者養成へ寄付講座

環境防災系技術者のキャリアアップ図る

(財)砂防フロンティア整備推進機構

(財)砂防フロンティア整備推進機構が公募要綱の作成と審査を進めて来た、砂防に関する寄付講座が今年度からスタートし、筑波大学大学院生命環境科学研究科に新たに開設された。

(財)砂防フロンティア整備推進機構は、砂防関係の公益法人で、「砂防関係の技術者の育成と研究の発展」を目的とする。

砂防関係の技術者は、土砂災害などの自然災害から被害の防止・軽減を図るための、高度な専門性を有する技術者を養成することを目的に、大学院生命環境科学研究科の環境科学専攻（修士課程）及び持続環境学専攻（博士課程）に平成22年度より「環境防災学プログラム」を開設した。「環境防災学プログラム」が今年度より開設されたことを記念し、5月17日、筑波大学総合研究棟Aにおいて「環境防災学プログラム」キックオフ・フォーラムを開催した。

このプログラムは、(財)砂防フロンティア整備推進機構からの奨学寄付金を受け設置された寄附講座で構成されている。

環境防災学プログラムの枠組み

プログラムによる環境防災系技術者のキャリアアップ
－フィールド研究力・実践的解決力・国際性の重点的強化－

学部卒生：持続環境学専攻（博士後期課程）
学部卒生：環境科学専攻（博士前期課程）
寄付講座担当教員他

環境防災学プログラム
◎特別演習　◎環境科学実践実習

環境防災学プログラム
◎必修科目（2科目）
環境防災学，フィールド環境防災学
◎選択必修科目（9科目）
多彩な調査技術による自然観測，法令論，計画論，施設論，管理論，国際論などの講義
◎環境科学実践実習科目群
国内外のフィールドにおける実習

＋
関連科目（他専攻）
＋
環境科学専攻共通科目

実務型・学究型研究者の育成
博士（環境学）

高度な専門性の技術者の育成
修士（環境科学）

受け入れ学生：一般学生，砂防関係コンサルタント等の技術者（社会人），留学生

※お問い合わせは下記宛でお願い致します。
関連砂防プログラムのホームページ　http://www.envr.tsukuba.ac.jp/~diap
西本晴男教授のメールアドレス　nishimoto.haruo.fp@u.tsukuba.ac.jp
石井靖雄助教授のメールアドレス　ishii.yasuo.gw@u.tsukuba.ac.jp

フィールド研究力・実践解決力・国際性も

砂防関係の技術者は、土砂災害などの自然災害から被害の防止・軽減を図るための、高度な専門性を有する技術者を養成することを目的に、大学院生命環境科学研究科の環境科学専攻（修士課程）及び持続環境学専攻（博士後期課程）に2010年度から「環境防災学プログラム」を開設した。

このプログラムは、(財)砂防フロンティア整備推進機構からの奨学寄付金により設置された「環境防災学講座」を中心に、環境防災学プログラム（図－1）を中心に、環境防災学講座は、公募により、国内外の研究者を対象として、本年4月の開講となった。

●講座の名称については、指導・研究・教育の分野は、環境・自然環境・都市・地域・水山麓などの自然災害とのかかわりの中で砂防関係からの防災システムを考慮する砂防技術者養成を目指すとされている。環境防災学は、いろいろな意味で、さらには水山麓などを含めて、環境防災学プログラムとしたことといえる。

公募は「環境の時代」といわれる今日、自然環境の保全の観点から、砂防関係の技術者の育成にあたっては、環境防災学プログラムを開設することが、砂防関係の技術者の育成にあたっては、5年間継続する考えで取り組むことといえる。

●実践的解決力の強化を目指して、砂防関係の技術者の育成にあたっては、砂防関係の技術者の育成にあたっては、砂防関係の技術者の育成にあたっては

平成22 年7 月Tsukuba Communication vo.8 p.24

「環境防災学プログラム」キックオフ・フォーラム開催

「環境防災学プログラム」キックオフ・フォーラムが5月17日、総合研究棟A公開講義室110で開催されました。

このフォーラムは、本年度より生命環境科学研究科に「環境防災プログラム」が開設されたことを踏まえて開催したもので、東照雄生命環境科学研究科長のあいさつとプログラムの紹介の後、清水一彦副学長、国土交通省河川局砂防部の牧野裕至部長、(財)砂防フロンティア整備推進機構の森俊勇理事長から、祝辞を賜りました。

また、元山古志村村長の長島忠美衆議院議員が「新潟県中越地震からの復興と教訓」と題した基調講演。その後のパネル討論では、西本晴男環境防災学プログラム専任教授の進行のもと「環境防災学の明日を探る」をテーマに、NHKの山崎登解説副委員長、国交省砂防部の牧野部長、(社)全国治水砂防協会の岡本正男理事長から、それぞれの立場から見た環境防災学上の課題について話題提供がなされました。

基調講演を行う長島忠美議員

パネル討論会の様子

※長島忠美先生は平成 29 年 8 月 16 日に逝去されました。ここに謹んでご冥福をお祈りいたします。

環境防災学講演会（平成 22 年 7 月 13 日）

7 月13 日、砂防会館（東京都千代田区）において「環境防災学プログラム」環境防災学講演会を開催した。この講演会は、環境防災についての議論を深めるとともに、平成 22 年度から筑波大学大学院に設置した寄附講座「環境防災学」と筑波大学における社会人入学制度等について、学外に広く案内することを目的として開催した。

講演会は、清水一彦筑波大学副学長の「筑波大学における教育研究と社会連携」と題する特別講演、南哲行国土交通省砂防部砂防計画課長による「砂防は何を目指しているのか」と題する特別講演を行って頂いた。その後、財団法人砂防フロンティア整備推進機構の森俊勇理事長に「砂防分野の技術者育成」と題する講演を頂き、西本晴男教授（筑波大学生命環境科学研究科、環境科学専攻・持続環境学専攻）が「環境防災学について」と題する講演を行った。

会場には、建設コンサルタント会社の技術者をはじめ、産官学から 100 人を超える方々が参加した。

日　時：平成22 年7 月13 日（火）14:30～17:00
会　場：砂防会館　　別館３Ｆ会議室「六甲」

開会挨拶：筑波大学環境科学専攻長、持続環境学専攻長 内山裕夫

特別講演：「筑波大学における教育研究と社会連携」

筑波大学　副学長　清水　一彦

「砂防は何を目指しているのか」

国土交通省河川局砂防部砂防計画課　課長　南　哲行

２．講　　演

「砂防分野の技術者育成」

（財）砂防フロンティア整備推進機構　理事長　森　　俊勇

「環境防災学について」

筑波大学大学院生命環境科学研究科　教授　　西本　晴男

特別講演をする清水副学長

南砂防計画課長の特別講演

講演する森理事長

環境防災学研究棟安全祈願祭（平成 22 年 9 月 29 日）

環境防災学研究棟の建築工事着工にあたり、9 月29 日に、施工者の主催により安全祈願祭が行われた。

日　時：平成22 年9 月29 日（水）午前9:00～9:40

場　所：筑波大学構内 環境防災学研究棟建設予定地

（生物・農林学系F 棟北側）

出席者：筑波大学　山田学長、清水副学長、森本副学長、鈴木副学長ほか

（財）砂防フロンティア整備推進機構　理事長（代理 大田総務部長）

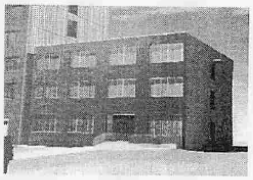
平成22 年9 月30 日　建設通信新聞 5 面

建設通信新聞　2010年（平成22年）9月30日（木曜日）

起工式

高度専門技術者を養成　2月末完成

筑波大・環境防災学研究棟



基本・実施設計＝三上事務所
設計・監理＝筑波大　建築施工＝飛島

筑波大学が計画している環境防災学研究棟新営工事の安全祈願祭が29日、茨城県つくば市の建設地で開かれた。基本設計・実施設計は三上建築事務所、設計・監理は筑波大学が担当。建築を飛島建設、電気設備を富嶋電工、機械設備を関彰エンジニアリングがそれぞれ施工する。2011年2月末の完成を目指す。

神事では、鎌（かま）入れを森本浩一筑波大財務・施設担当理事、鍬（くわ）入れを山田信博筑波大学長、鋤（すき）入れを遠藤博飛島建設東日本建築支社執行役員支社長が行った。また、大田憲明砂防フロンティア整備推進機構総務部長、益子一彦三上建築事務所代表取締役、和田本聡富嶋電工社長、柴博美関彰エンジニアリング取締役営業部長らが玉串を捧げて工事の安全を祈願した。

鋤入れする遠藤支社長

鍬入れする山田学長

鎌入れする森本理事

規模はRC造3階建て延べ1198平方㍍。建設地は、つくば市天王台1―1―1の敷地1612平方㍍。

筑波大は、自然災害から被害の防止・軽減を図るための高度な専門性を持つ技術者を養成することを目的に、10年度から大学院生命環境科学研究科に「環境防災学プログラム」を開設した。同プログラムは、砂防フロンティア整備推進機構の奨学寄附金で設置された「環境防災学講座」を中心に運営されており、今回、その専用施設として研究棟を建設する。

＊　＊

寺戸巧作業所長（飛島建設）の話

「工期が短いため、手戻りがないよう計画的に進める。大学構内で工事を行うことから、学校関係者など第三者災害には十分注意し、無事故・無災害で完成させたい」

平成 23 年 5 月 31 日　建設通信新聞　6 面

建設通信新聞　2011年（平成23年）5月31日（火曜日）　第2部　（6）

筑波大学 大学院 生命環境科学研究科

環境科学専攻（前期）
持続環境学専攻（後期）

2年目を迎えた「環境防災学プログラム」

高度な砂防知識習得に豊富なカリキュラム

筑波大学は2010年度、土砂災害の防止・軽減を図り、高度な専門性を有する技術者を養成することを目的に、大学院生命環境科学研究科の環境科学専攻と持続環境学専攻に「環境防災学プログラム」を開設した。砂防フロンティア整備推進機構からの提携客員教授（砂防コンサルタント）の講義の開発を広くとり入れてきている点と、砂防関係業務に携わっている技術者のほとんどが既存の大学の砂防講座以外の専門分野の出身であるなど独自性を考え、去年（2010年）、砂防フロンティア整備推進機構（財）砂防フロンティア整備推進機構が指定校推薦を行い、砂防環境学専攻（博士課程）を開設、同年4月にプログラムがスタートした。

■新対講座の目的と経緯

講座名称は生活環境、自然環境と農林・地質・水環境などの自然現象とのかかわりの中で土砂災害からの防災を考えることから「環境防災学」とした。対講座の開設期間は5年間とし、可能であればさらに5年間延長する。

■環境防災学プログラム

講義は専任の教授1名、准教授1名が「環境防災学」、「フィールド環境防災学」を担当するとともに、筑波の研究所等を行っているほか、国土交通省、国土技術政策総合研究所、土木研究所、砂防関係公社法人など公共調査あり、2011年度においては8回の開催を予定している。このほか、国土交通省の現場・研究所、砂防関係団体などの国内はもとより、インドネシア、他の諸外国での実習も予定している。「現場智」により、幅広い範囲にわたる高度な講義と研究・技術実習、非常勤講師として講義を行っている。

■環境防災セミナーと新対講

公開講義・環境防災セミナーを新対講座として、「砂防フロンティア整備推進機構」の講師を招聘し、「砂防関係法令」、「砂防関係施設の計画・設計」、「砂防関係施設の維持管理」、「砂防関係施設の施工」、「砂防関係施設の調査・試験」、「砂防関係施設の点検・診断」、「砂防関係施設の補修・補強」、「砂防関係施設の長寿命化」、「砂防関係施設の安全管理」、「砂防関係施設の情報管理」、「砂防関係施設の情報伝達」、「砂防関係施設の情報収集」、「砂防関係施設の情報処理」、「砂防関係施設の情報提供

平成 23 年 7 月 8 日　建設通信新聞　5 面

砂防学の殿堂

筑波大

環境防災研究棟が竣工

看板を掲示する山田学長と森理事長（左）

筑波大学（山田信博学長）大学院に昨春開設された環境防災学講座の拠点「環境防災研究棟」が竣工し、６日、つくば市天王台１－１－１の同棟で披露式が開かれた。

同講座は、砂防フロンティア整備推進機構（森俊勇理事長）の寄付講座で、高度な砂防技術者養成を目指している。研究指導は西本晴男教授、石井靖雄准教授が担当する。

式では山田学長が、森理事長自身の母校（前身の東京教育大学）でもある、同大学への寄付講座開設に対する功績をたたえ、感謝状を贈った。森氏は「砂防学の殿堂として優れた専門家が数多く輩出されることを願っている」と述べた。

規模はＲＣ造３階建て延べ1,198平方㍍。設計は筑波大学施設部と三上建築事務所。施工のうち建築を飛島建設が担当した。

環境防災学研究棟の建築工事着工にあたり、7月6日に、新たに完成した筑波大学環境防災研究棟の披露式を開催しました。また、披露式に引き続き、第2回環境防災セミナーが開催され、元筑波大学教授の天田高白先生より「環境科学と防災」と題するご講演をいただきました。

日　時：平成23年7月6日（水）13:30～
場　所：環境防災研究棟正面玄関前
出席者：筑波大学　山田学長、清水副学長、白岩生命環境科学研究科長
（財）砂防フロンティア整備推進機構　理事長
国土交通省水管理・国土保全局砂防部　南部長ほか85名
次　第　開式の辞　　司会　持続環境学専攻教授　　西本晴男
学長挨拶　　山田信博
来賓祝辞　　砂防フロンティア整備推進機構理事長　森俊勇
感謝状贈呈
テープカット
閉式の辞　　司会　持続環境学専攻教授　　西本晴男

山田信博学長の挨拶

テープカット：右から、南哲行 国土交通省砂防部長、森俊勇 砂防フロンティア整備推進機構理事長、山田信博 学長、清水一彦 副学長、白岩善博 生命環境科学研究科長

山田学長の揮毫による環境防災研究棟の看板

環境防災学成果報告会（平成 29 年 11 月 29 日）

筑波大学大学院環境防災学講座は、土砂災害対策に関する高度な専門技術者と研究者を養成する必要性が高まってきていることをふまえ、一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構からの寄附金により平成 22 年 4 月に設置され、平成 30 年 3 月をもって 8 年間の活動を終了することとなった。8 年間の講座の活動について学内外に報告することを目的として，環境防災学講座成果報告会を平成 29 年 11 月 29 日に環境防災研究棟で行い，当日は約 80 名が出席した。

報告会のプログラムは以下のとおりである。

建設通信新聞記事２面（平成 29 年 12 月 4 日）

8年間の砂防研究振り返る

筑波大環境防災学講座が終了

環境防災研究棟

筑波大学大学院に２０１０年度開設された「環境防災学講座（担当＝西本晴男教授）」が17年度末で終了することになり、11月29日に同講座の拠点となった環境防災研究棟で、８年間の活動を振り返る成果報告会が開催された。同講座終了後も、環境防災計画論・政策論の２科目が山岳科学学位プログラムの重要科目に位置付けられることになる。

同講座は、土石流などへの対策・研究といった砂防に関する高度な専門技術者・研究者養成を目的に、砂防フロンティア整備推進機構の寄付講座として設置された。翌年には研究棟が完成。当初５年間の設置期間が、防災への社会的ニーズを背景に３年延長された。修了学生数は23人。

山岳科学学位プログラムに継承

報告会で冒頭あいさつに立った清水諭同大副学長は「同講座にご尽力いただいた砂防フロンティア整備推進機構、同機構の田畑茂清顧問、森俊勇前理事長に謝意を表したい」と述べた。次いで亀江幸二同機構理事長が来賓あいさつ、西本教授が８年間の活動報告と修了生の紹介を行った。

筑波大学大学院環境防災学講座成果報告会　出席者(1/2)　　2017.11.29

	氏名	区分	現所属	備考
1	清水　諭	筑波大学	副学長(教育担当)	
2	栗原　淳一	国交省	国土交通省水管理・国土保全局砂防部長	
3	松本　宏	筑波大学	大学院　生命環境系長	
4	沼田　治		大学院　生命環境科学研究科長	
5	辻村　真貴		大学院　生命環境科学研究科 持続環境学専攻長	
6	濱　健夫		大学院　生命環境科学研究科 環境科学専攻長	
7	宮本　邦明		大学院　生命環境科学研究科 教授	
8	岡本　敦	国・財団法人等	国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部長	
9	西井　洋史		国立研究開発法人土木研究所 土砂管理研究グループ長	
10	亀江　幸二		一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 理事長	
11	田畑　茂清		一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 顧問	
12	森　俊勇		一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 研究所長	
13	大野　宏之		一般財団法人砂防・地すべり技術センター 専務理事	
14	杉浦　信男		一般社団法人斜面防災対策技術協会 専務理事	
15	藤平　大	非常勤講師	国立研究開発法人土木研究所	
16	水野　正樹		国立研究開発法人土木研究所	
17	安齋　徳夫		国土交通省関東地方整備局	
18	荻原　弘		一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構	
19	冨田　陽子		一般財団法人砂防・地すべり技術センター	
20	林　真一郎		北海道大学大学院農学研究院	
21	三木　洋一		応用地質株式会社	
22	松井　宗廣		朝日航洋株式会社	
23	堀内　成郎		株式会社パスコ	
24	佐藤　文雄		大日本土木株式会社	
25	長屋　勝博		日本無線株式会社	
26	林　数一		砂防施工管理研究会	
27	綿貫　明		砂防施工管理研究会	
28	渡部　文人		株式会社神戸製鋼所	
29	守山　浩史		株式会社神戸製鋼所	
30	原田　照美		広島市自主防災会連合会	
31	高瀬　健二	実践実習先	鹿島建設株式会社	
32	船越　彰		株式会社北陸ジオテック	
33	酒井　啓介		東亜グラウト工業株式会社	
34	川端　武志		日光産業株式会社	
35	大曽根　啓介	社会人学生派遣会社	応用地質株式会社	
36	北原　哲郎		応用地質株式会社	
37	岩崎　恒明		応用地質株式会社	

筑波大学大学院環境防災学講座成果報告会　出席者（2/2）　2017.11.29

38	間宮　清		元応用地質株式会社	
39	熊谷　清		朝日航洋株式会社	
40	木村　義一		朝日航洋株式会社	
41	江口　正紀		元朝日航洋株式会社	
42	石垣　勝之		玉野総合コンサルタント株式会社	
43	田村　尚		株式会社東京建設コンサルタント	
44	高橋　大地		株式会社東京建設コンサルタント	
45	茂木　鉄平		株式会社東京建設コンサルタント	
46	浦　正光		株式会社日本海コンサルタント	
47	北條　善久		株式会社日本海コンサルタント	
48	下村　博之		株式会社パスコ	
49	島村　秀樹		株式会社パスコ	
50	萬徳　昌昭	砂防関係	国土交通省国土技術政策総合研究所	
51	寺田　秀樹		国土防災技術株式会社	
52	花岡　正明		株式会社建設環境研究所	
53	吉川　知弘		大日本コンサルタント株式会社	
54	渡辺　義治		株式会社建設環境研究所	
55	西本　晴男	環境防災学講座 教職員	大学院　生命環境科学研究科 教授	
56	石井　靖雄		国立研究開発法人土木研究所	元准教授
57	秋山　一弥		大学院　生命環境科学研究科 准教授	
58	倉持　紀子			元講座事務職員
59	赤尾　美佐		環境防災学講座事務職員	
60	千葉　伸一	修了生	応用地質株式会社	社会人学生
61	亀澤　奈央			一般学生
62	田中　義成		株式会社キタック	社会人学生
63	朱　培紅		東亜グラウト工業株式会社	留学生
64	黄　麗		応用地質株式会社	留学生
65	安海　高明		朝日航洋株式会社	社会人学生
66	大村　さつき		応用地質株式会社	社会人学生
67	中根　和彦		玉野総合コンサルタント株式会社	社会人学生
68	関根　敬		株式会社東京建設コンサルタント	社会人学生
69	王　祥		（中国在住）	留学生
70	神保　啓		株式会社キタック	社会人学生
71	江藤　椎佳子		朝日航洋株式会社	社会人学生
72	阿部　拓実		応用地質株式会社	社会人学生
73	劉　詩雨		国立研究開発法人土木研究所	留学生
74	吉田　喜高		株式会社東京建設コンサルタント	社会人学生
75	照沼　利浩		株式会社パスコ	後期課程、社会人学生
76	塚原　直幸	在学生	株式会社日本海コンサルタント	社会人学生
77	後藤　美香		応用地質株式会社	社会人学生
78	笠原　友樹			一般学生

寄附講座（環境防災学）の設置と期間延長

平成 21 年 5 月 25 日に、一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構より筑波大学学長宛に「寄附講座設置申請書」により寄附講座の設置の申請がなされた。
これを受け、学内の審議を経て平成 21 年 9 月 24 日付で学長より平成 22 年 4 月 1 日～平成 27 年 3 月 31 日までの寄附講座の設置が承認された。

また、平成 26 年 3 月 24 日に、一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構より筑波大学学長宛に「寄附講座設置期間延長申請書」により寄附講座の設置期間の延長の申請がなされた。
これを受け、学内の審議を経て平成 26 年 7 月 25 日付で学長より平成 27 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日までの寄附講座の期間延長が承認された。

平成２１年９月２４日

生命環境科学研究科長　殿

学　長
山　田　信　博

寄附講座の設置について（通知）

このことについて、下記のとおり寄附講座を設置することを、承認しましたので通知します。

記

講座名の名称　：　「環境防災学講座」

設置期間　：　平成 22 年 4 月 1 日～平成 27 年 3 月 31 日
ただし、上記講座設置に係る準備のため、平成 21 年度から給付金の受入れを認める。

砂防フ発第１５号
平成21年５月25日

国立大学法人筑波大学
学長　山　田　信　博　殿

寄付者　財団法人砂防フロンティア整備推進機構
住　所　東京都千代田区平河町２－
氏　名　理事長　森　俊　彦

寄附講座設置申請書

貴大学大学院に下記の寄附講座を設置したいので、関係書類を添付して申請します。

（１）寄附講座を置く組織の名称
大学院博士課程生命環境科学研究科・環境科学専攻(博士前期課程)及び持続環境学専攻(博士後期課程)に寄附講座を開設する。

（２）寄附講座等の名称
「環境防災学」講座

（３）寄附講座の教育研究領域の概要
我が国は、世界有数の地震多発地帯であると共に、１０８の活火山をかかえ、地質が脆弱であることから、台風・集中豪雨等の気象現象とも相俟って毎年のように多くの土砂災害が頻発しています。これらの土砂災害による人的被害の防止・軽減は、我が国における自然災害対策分野の大きなテーマであります。
しかしながら、土砂災害の発生・非発生には複雑な要因が関係していると共に、警戒・避難施策を推進するためには、発生確率が低く、突発的に生起する土砂災害という現象に対する危険要素を位置の中に醸成していく必要があるなど、多くの学際域の知識の集約が必要不可欠であります。
具体的には、砂防学、水理学、土質工学、地質学、地形学、土木工学、構造力学などの専門的な知識を持った上で、土砂災害の防止・軽減のための課題をしっかりと認識すると共に、その適確な解決策を提案することができる実践的かつ高度な能力を持った技術者が必要です。また、適確な避難行動に結び付けるためには、リスクコミュニケーションも重要です。そのため、砂防に関する国内・外の多くのフィールドにおける実践的な研究活動を通して、土砂災害対策に関する高度な専門技術者を養成します。
一方、土砂災害は、途上国の発展を阻害する要因の一つにもなっており、我が国に対し、多くの国から技術協力や技術指導の要請があります。これらの国々からの留学生を積極的に受け入れ、技術移転を通して途上国の土砂災害対策の推進に寄与していく必要もあります。
また、途上国に限らず、同様の問題を抱える多くの国々との間で共同研究に取組むことに

1

より、諸外国においても多くの国民が被害を受けると共に、長期に亘る避難生活を余儀なくされています。
これらの課題解決のためには、実践的な課題解決能力を身に付けた高度な専門技術者の養成が必要不可欠です。
環境防災学は、自然環境と人間生活との関わりの中で、安全・安心をいかに確保していくことができるかについて学ぶことを目指しています。自然現象が災害に発展するメカニズムは複雑です。危険性の診断、予兆現象の把握、観測・分析、リスクコミュニケーションなど学際域を含む多くの関連分野の知識が必要です。
寄附講座では、新たに環境防災論とフィールド環境防災論等の科目を開設して実践的な講義や研究活動を行うほか、生命環境科学研究科の環境科学専攻、生物資源科学専攻、並びに地球科学専攻、システム情報工学研究科の社会システム工学専攻、リスク工学専攻、並びに構造エネルギー工学専攻、そして人間総合科学研究科の心理専攻と生命システム医学専攻の計８つの専攻が開講している科目を関連科目として選定することにより、土砂災害対策の高度な専門技術者の養成が可能となります。

3

寄附講座申請書

平成２６年　７月２５日

生命環境科学研究科長　　殿

筑波大学長
永　田　恭　介
（公印省略）

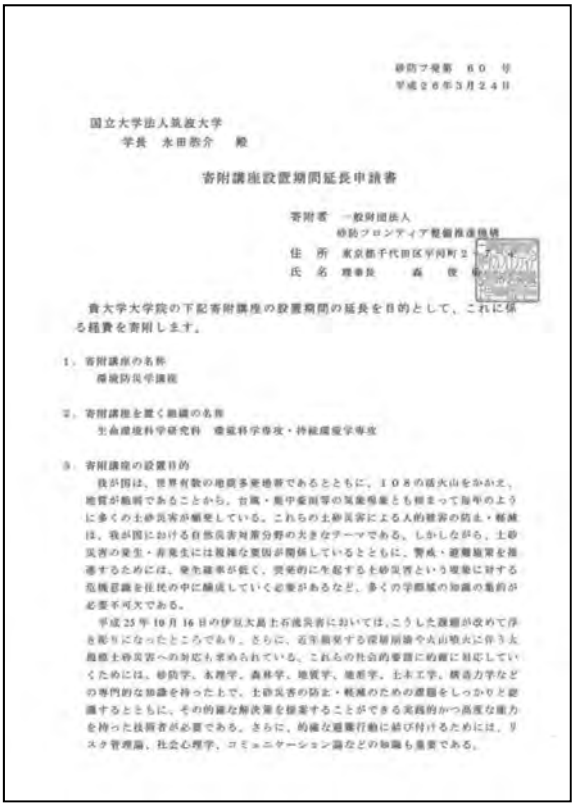
寄附講座の設置について（通知）

このことについて、下記のとおり寄附講座の設置を承認しましたので、通知します。

記

寄附講座名称　：　「環境防災学講座」
設置期間　　：　平成２７年４月１日～平成３０年３月３１日
寄 附 者　　：　一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構

寄付講座の設置について（通知）



砂防フ発第　６０　号
平成２６年３月２４日

国立大学法人筑波大学
学長　永田恭介　殿

寄附講座設置期間延長申請書

寄附者　一般財団法人
砂防フロンティア整備推進機構
住　所　東京都千代田区平河町２
氏　名　理事長　　森　俊　勇

貴大学大学院の下記寄附講座の設置期間の延長を目的として、これに係る経費を寄附します。

1．寄附講座の名称
環境防災学講座

2．寄附講座を置く組織の名称
生命環境科学研究科　環境科学専攻・持続環境学専攻

3．寄附講座の設置目的
我が国は、世界有数の地震多発地帯であるとともに、１０８の活火山をかかえ、地質が脆弱であることから、台風・梅雨前線等の気象現象とも相まって毎年のように多くの土砂災害が頻発している。これらの土砂災害による人的被害の防止・軽減は、我が国における自然災害対策分野の大きなテーマである。しかしながら、土砂災害の発生・非発生には複雑な要因が関係しているとともに、警戒・避難施策を推進するためには、発生確率が低く、突発的に生起する土砂災害という現象に対する危機意識を住民の中に醸成していく必要があるなど、多くの学際域の知識の集約が必要不可欠である。
平成25年10月16日の伊豆大島土石流災害においては、こうした課題が改めて浮き彫りになったところであり、さらに、近年頻発する深層崩壊や火山噴火に伴う大規模土砂災害への対応も求められている。これらの社会的要請に的確に対応していくためには、砂防学、水理学、森林学、地質学、地形学、土木工学、構造力学などの専門的な知識を持った上で、土砂災害の防止・軽減のための課題をしっかりと認識するとともに、その的確な解決策を提案することができる実践的かつ高度な能力を持った技術者が必要である。さらに、的確な避難行動に結び付けるためには、リスク管理論、社会心理学、コミュニケーション論などの知識も重要である。

環境防災学講座では、平成22年度から平成26年度の５箇年間で社会人10名、一般学生２名、留学生４名を養成（見込みも含む）してきているところであるが、社会的要請を踏まえ、引き続き平成27年度より３年間、砂防に関する国内外の多くのフィールドにおける実践的な教育・研究活動を通して、土砂災害対策に関する高度な専門技術者と研究者を養成する。

4．寄附者の概要
名　称　：一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構
設　立　：平成３年10月18日　建設大臣（現国土交通大臣）の認可に基づき設立（平成24年４月１日より財団法人砂防フロンティア整備推進機構から移行）
代表者　：理事長　森　俊　勇
事業内容：土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域等の指定や、指定に伴う警戒避難体制の確立、大規模な土砂災害が発生した場合における危機管理体制のあり方等についての調査・研究

5．寄附予定額
総額　　８１，０００千円
平成26年度　　４０，０００千円
平成27年度～29年度（３年間）　４１，０００千円

6．寄附の時期及び期間
平成26年度　次年度からの運営に要する経費
平成27年度～29年度（３年間）：寄附講座の継続・運営

7．寄附金の使途
人件費、研究費、旅費、その他運営に必要な経費

8．寄附講座を担当する大学教員
（１）教授、准教授
・教員については、寄附講座の設置趣旨に合致する資質を有することを当機構として強く希望いたします。
・教授，准教授　各１名、現教員の継続を希望
（２）非常勤講師
国土交通省（本省等），国土技術政策総合研究所，（独）土木研究所，砂防関係財団・社団法人等の職員・ＯＢの他，民間コンサルタント等の専門家への依頼を予定する。

寄附講座延長申請書

2. 教育

平成 22-29 年度実施学期・曜時限・単位取得者数一覧
平成 22-29 年度授業関連セミナー実施状況一覧
平成 22-29 年度セミナー実施状況一覧
平成 22-29 年度講師一覧
平成 22-29 年度講義内容一覧
平成 22-29 年度現地調査箇所一覧
年度毎授業科目一覧
年度毎時間割
年度毎学年暦
修了生・在学生一覧
博士論文・修士論文一覧
実践実習実績一覧

筑波大学大学院環境防災学講座　平成22-29年度実施学期・曜時限・単位取得者数一覧

科目名	H22年度			H23年度			H24年度			H25年度			H26年度			H27年度			H28年度			H29年度		
	学期	曜時限	単位取得者数	学期	曜時限	単位取得者数	学期	曜時限	単位取得者数	学期	曜時限	単位取得者数	学期	曜時限	単位取得者数	学期	曜時限	単位取得者数	学期	曜時限	単位取得者数	学期	曜時限	単位取得者数
環境防災学 （H22-29年度）	1	火3,4	14	1	火3,4	31	1	火3,4	18	春	火3,4	26	春	火3,4	18	春	火3,4	29	春	火3,4	25	春	火3,4	23
フィールド環境防災学 （H22-28年度）	2	水1,2	11	2	金1,2	7	2	金1,2	12	秋	金1,2	10	秋	金1,2	7	秋	金1,2	8	秋	金1,2	8			
環境防災危機管理論 （H22-29年度）	1	月4	11	1	金3	16	1	金3	17	春	金5	7	春	金5	12	春	金5	9	春	金2	5	春	月2	10
環境防災計画論 （H22-29年度） ※H26・28年度は環境防災計画論Ⅱ H27・29年度は環境防災計画論Ⅰ	1	月5	11	1	月3	38	1	月3	18	春	月4	14	春	月3	10	春	月3	10	春	月3	7	春	月3	8
環境防災施設論 （H22-29年度） ※H25・H27・29年度は環境防災施設論Ⅱ H26・28年度は環境防災施設論Ⅰ	1	金5	14	1	月4	31	1	月4	4	春	月3	11	春	月4	13	春	月4	11	春	月4	8	春	月4	12
地域環境防災基本論 （H22-28年度） ※H22・23年度は環境防災政策論Ⅰ H24年度は地域環境防災論Ⅰ	2	11月26～27日	3	2	金4	13	2	金3	16	秋	金3	11	秋	金3	11	秋	金3	16	秋	金3	6			
地域環境防災実践論 （H22-28年度） ※H22・23年度は環境防災法令論 H24年度は地域環境防災論Ⅱ	2	水5	4	2	金5	11	2	金4	10	秋	金4	13	秋	金4	10	秋	金4	7	秋	金4	6			
環境防災政策論【集中講義】 （H22-28年度） ※H22・23年度は環境防災政策論Ⅱ	2	水4	5	3	1月19～20日	4	2	11月27～28日	4	秋	10月4～12月6日	6	春	4月11～6月6日	6	春	4月10～6月12日	5	春	6月27～8月8日	4			
国際環境防災論【集中講義】 （H22-28年度）	2	11月29～30日	5	2	9月13～14日	10	1	7月5～6日	5	春	7月16～17日	9	春	7月17～18日	7	春	7月23～24日	5	春	7月6日22日	8			
環境防災高度技術論【集中講義】 （H23-28年度）				3	1月10～11日	8	2	1月22～23日	4	春	7月2～4日	9	春	7月7～10日	5	春	7月16～17日	4	春	7月20～21日	7			
環境防災マネジメント論（H22年度のみ）	1	金4	8																					
環境防災特別講義（H22・H23年度のみ）	2	水3	6	1	木5	13																		
環境防災施工論【集中講義】																			秋	12月1～22日	4			
計			92			182			108			116			99			104			88			53

筑波大学大学院環境防災学講座　平成22-29年度授業関連セミナー実施状況一覧

科目名	H22年度				H23年度				H24年度				H25年度				H26年度				H27年度				H28年度				H29年度			
	講演者	参加者数			講演者	参加者数			講演者	参加者数			講演者	参加者数			講演者	参加者数			講演者	参加者数			講演者	参加者数			講演者	参加者数		
		院生	その他	計		院生	その他	計		院生	その他	計		院生	その他	計		院生	その他	計		院生	その他	計		院生	その他	計		院生	その他	計
環境防災危機管理論 （H22-29年度）					長島	9	23	32																								
環境防災施設論 （H22-29年度） ※H25・H27・29年度は環境防災施設論Ⅱ H26・28年度は環境防災施設論Ⅰ					粟田	27	6	33													田村	10	4	14								
地域環境防災基本論 （H22-28年度） ※H22・23年度は環境防災政策論Ⅰ H24年度は地域環境防災論Ⅰ					片田	8	24	32	北	16	10	26	北	13	0	13	北	10	2	12	北	17	2	19	北	5	1	6				
					北	9	13	22		15	7	22		13	0	13		10	2	12		17	4	21		7	1	8				
						9	13	22																								
地域環境防災実践論 （H22-28年度） ※H22・23年度は環境防災法令論 H24年度は地域環境防災論Ⅱ	原田	7	11	18	椎葉	11	9	20	原田	9	13	22	原田	11	0	11	原田	8	2	10	原田	8	0	8	原田	6	4	10				
					原田	9	8	17																								
環境防災政策論【集中講義】 （H22-28年度） ※H22・23年度は環境防災政策論Ⅱ	片田	9	34	43																												
	北	5	12	17																												
	北	5	10	15																												
国際環境防災論【集中講義】 （H22-28年度）									志鷹 石塚 猪狩	8	19	27	石黒	12	5	17	石黒	8	1	9	石黒	8	6	14	石黒	7	1	8				
環境防災高度技術論【集中講義】 （H23-28年度）													小野寺	11	1	12	小野寺	7	0	7	林	6	3	9	林	7	3	10				
環境防災マネジメント論 （H22年度のみ）	杉尾	10	14	24																												
	粟田	8	12	20																												
	西岡	9	12	21																												
環境防災施工論【集中講義】																									水山	5	10	15				
																									鈴木	4	8	12				
																								170				138				

筑波大学大学院環境防災学講座　平成22-29年度セミナー実施状況一覧

年月日	セミナー名	場所	講演者	演題	参加者数			備考
					院生	その他	計	
H22年5月17日	キックオフ・フォーラム	総合研究A棟110 公開講義室	講演者：　長島忠美 パネリスト：岡本正男 牧野裕至 山崎登	基調講演：新潟県中越地震からの復興と教訓 パネル討論：環境防災学の明日を探る			101	
H22年7月13日	環境防災学講演会	砂防会館 別館3F 会議室「六甲」	清水一彦 南　哲行 森　俊勇 西本晴男	筑波大学における教育研究と社会連携 砂防は何を目指しているのか 砂防分野の技術者育成 環境防災学について				
H22年10月27日	中国四川省における 環境保全と防災	理科系C棟103 大講義室	Prof.Xiubin He Prof.Bo Zhu Prof.Xinbao Zhang	"Soil erosion monitoring in the Three-gorge Reservoir region" "Forms and hydrological pathway of nitrogen loss: From sloping land to a small catchment in the Sichuan Basin" "Limitation and advantage of using the 137Cs Technique to study soil erosion in the Karst Area of Southwest China"	11	9	20	
H22年12月20日	Prevention of volcanic disasters in Indonesia	理科系C棟103 大講義室	Dr. Ambar Pertiwiningrum Prof. Djoko Legno	" Institute for Research and Community Service, University of Gadjah Mada " "Dynamics Hazard Estimation during Emergency Response of 2010 Mt. Merapi Eruption"	4	12	16	
H23年7月6日	環境防災セミナー	環境防災研究棟2階 203講義室	天田高白	環境科学と防災	9	29	38	
H23年9月21日	環境防災セミナー	環境防災研究棟2階 203講義室	Dr. Djoko Legono (Prof., Faculty of Engineering, Gadjah Mada University) Dr. Teuku Faisal Fathani (Assocate Prof., Faculty of Engineering,Gadjah Mada University) Dr. Muhammad Sulaiman (Lecturer, Faculty of Engineering, Gadjah Mada University)	Recent Disasters in Indonesia			19	
H24年1月18日	2011年台風12号に伴う 紀伊半島豪雨災害対応報告会	環境防災研究棟2階 203講義室	水野秀明 武士俊也 水野正樹	2011年台風6号・台風12号に伴う豪雨災害 地すべり・土石流等に関する現地調査指導 空中写真・衛星画像を活用した崩壊地調査	3	31	34	
H24年1月19日	環境防災セミナー	環境防災研究棟2階 203講義室	森山裕二	近年の災害形態をふまえた土砂災害対策の中期展望	5	13	18	
H26年4月22日	砂防学と地形学の連携に関するシンポジウム	環境防災研究棟2階 203講義室	水山高久 八反地剛 松本美善 西本晴男	砂防学から見た地形学 地形学から見た砂防学 砂防図書館の砂防学、地形学図書 環境防災学と「水山高幸」文庫について	23	34	57	
H26年1月19日	環境防災セミナー	環境防災研究棟2階 203講義室	陳　振宇	"A Decision Support System for Warning and Evacuation against Multi Sediment Hazards"	6	3	9	
H27年3月11日	環境防災学ワークショップ	環境防災研究棟2階 203講義室	西山幸治 辻村真貴	土砂災害の防災・減災を目指して 環境防災学の未来展望ー中部山岳共同学位プログラムに向けた取り組みー	12	40	52	
H27年5月11日	環境防災セミナー	環境防災研究棟2階 203講義室	田村公平	ふるさとをまもる	10	3	13	

筑波大学大学院環境防災学講座　平成22-29年度講師一覧

	平成22年	平成23年	平成24年	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年
環境防災学（H22-29年度）	西本　晴男(10)	西本　晴男(10)	西本　晴男(10)	西本　晴男(10)	西本　晴男(10)	西本　晴男(10)	西本　晴男(10)	西本　晴男(10)
フィールド環境防災学	石井　靖雄(10)	石井　靖雄(10)	石井　靖雄(10)	石井　靖雄（6）	石井　靖雄（6）	石井　靖雄（4）	石井　靖雄（4）	
（H22-28年度）				小山内　信智（2）	小山内　信智（1）	藤沢　和範（1）	藤沢　和範（1）	
				水野　秀明（1）	井上　公夫（1）	井上　公夫（1）	井上　公夫（1）	
					石塚　忠範（1）	石田　公司（1）	石田　公司（1）	
					秋山　一弥（1）	桜井　亘　（1）	桜井　亘　（1）	
						國友　優　（1）	野呂　智之（1）	
						水野　秀明（1）	水野　秀明（1）	
環境防災危機管理論	坂口　哲夫（2）	坂口　哲夫（2）	水野　秀明（6）	水野　秀明（9）	水野　秀明（9）	秋山　一弥（7）	秋山　一弥（10）	秋山　一弥（10）
（H22-29年度）	井上　公夫（4）	森　　俊勇（1）	井上　公夫（2）	井上　公夫（1）	小山内　信智（1）	水野　秀明（3）		
	内田　太郎（1）	後藤　宏二（1）	森　　俊勇（1）					
	長島　忠美（1）	井上　公夫（1）	坂口　哲夫（1）					
	本臼　茂　（1）	本臼　茂　（1）						
	金沢　真一（1）	前田　昭浩（1）						
		長島　忠美（1）						
環境防災計画論	小山内　信智（3）	小山内　信智（3）	小山内　信智（3）	小山内　信智（2）	小山内　信智（1）	内田　太郎（2）	桜井　亘　（2）	桜井　亘　（2）
（H22-29年度）	冨田　陽子（2）	冨田　陽子（2）	岡本　敦　（1）	内田　太郎（2）	蒲原　潤一（2）	藤沢　和範（3）	藤沢　和範（1）	藤沢　和範（3）
※H26・28年度は環境防災計画論Ⅱ	林　真一郎（1）	水野　秀明（1）	内田　太郎（2）	蒲原　潤一（1）	内田　太郎（3）	桜井　亘　（2）	内田　太郎（3）	内田　太郎（2）
H27・29年度は環境防災計画論Ⅰ	安田　勇次（1）	林　真一郎（1）	水野　正樹（1）	水野　正樹（1）	藤村　直樹（1）	藤村　直樹（2）	藤村　直樹（2）	藤村　直樹（2）
	池田　暁彦（1）	池田　暁彦（1）	林　真一郎（1）	林　真一郎（1）	木下　篤彦（2）	水野　秀明（1）	木下　篤彦（2）	水野　秀明（1）
	菊井　稔宏（1）	安田　勇次（1）	野村　康裕（1）	野村　康裕（2）				
		菊井　稔宏（1）	野呂　智之（1）	秋山　一弥（1）				
環境防災施設論	田畑　茂清（2）	田畑　茂清（8）	田畑　茂清（2）	田畑　茂清（10）	牧野　裕至（2）	牧野　裕至（6）	牧野　裕至（2）	牧野　裕至（7）
（H22-29年度）	松井　宗廣（1）	栗田　純司（1）	大矢　幸司（1）		林　　数一（1）	田村　公平（1）	林　　数一（1）	林　　数一（1）
※H25・H27・29年度は環境防災施設論Ⅱ	濱崎　義弘（1）	渡部　文人（1）	木村　佳嗣（2）		木村　佳嗣（2）	綿貫　明（1）	木村　佳嗣（2）	綿貫　明（1）
H26・28年度は環境防災施設論Ⅰ	守山　浩史（1）		岡田　勝　（1）		守山　浩史（2）	安齊　徳夫（1）	安齊　徳夫（1）	安齊　徳夫（1）
	沼田　克（1）		守山　浩史（1）		萩原　弘　（1）	萩原　弘　（1）	守山　浩史（2）	
	下條　和史（1）		佐伯　拓也（1）		森　　雅人（1）		森　　雅人（1）	
	佐藤　文雄（1）		松井　宗廣（1）		綿貫　明（1）		綿貫　明（1）	
	長屋　勝博（1）		嶋　　大尚（1）					
	矢田　弘（1）							
地域環境防災基本論	栗原　淳一（1）	森　　俊勇（2）	森　　俊勇（5）	森　　俊勇（5）	森　　俊勇（5）	森　　俊勇（6）	森　　俊勇（6）	
（H22-28年度）	佐藤　保之（1）	牧　　剛尓（1）	工藤　順　（1）	三島　和子（2）	三島　和子（2）	竹田　宣人（2）	竹田　宣人（2）	
※H22・23年度は環境防災政策論Ⅰ	南　　哲行（1）	工藤　順　（1）	北　　俊夫（2）	北　　俊夫（2）	北　　俊夫（2）	北　　俊夫（2）	北　　俊夫（2）	
H24年度は地域環境防災論Ⅰ	後藤　宏二（1）	片田　敏孝（1）	三島　和子（2）					
	山口　真司（1）	三島　和子（1）						
		判野　充昌（1）						
		渡部　文人（1）						
		北　　俊夫（2）						
地域環境防災実践論	三木　洋一（4）	三木　洋一（4）	三木　洋一（3）	三木　洋一（3）	三木　洋一（3）	三木　洋一（3）	三木　洋一（3）	
（H22-28年度）	牧野　裕至（1）	稲葉　秀作（1）	中村　浩之（2）	中村　浩之（2）	中村　浩之（2）	中村　浩之（2）	中村　浩之（2）	
※H22・23年度は環境防災法令論	内山　均志（1）	内山　均志（1）	内山　均志（1）	内山　均志（1）	内山　均志（1）	内山　均志（1）	内山　均志（1）	
H24年度は地域環境防災論Ⅱ	嵯峨山　航（1）	長谷川　文伸（1）	藤平　大　（1）	藤平　大　（1）	藤平　大　（1）	藤平　大　（1）	藤平　大　（1）	
	藤本　済　（1）	細川　容宏（1）	原田　照美（1）	原田　照美（1）	原田　照美（1）	原田　照美（1）	原田　照美（1）	
	原田　照美（1）	原田　照美（1）	上原　博信（1）	上原　博信（1）	細川　容宏（1）	坪田　浩昭（1）	坪田　浩昭（1）	
	浅羽　淳　（1）		細川　容宏（1）	細川　容宏（1）	掛野　大輔（1）	掛野　大輔（1）	古川　幸男（1）	
環境防災政策論【集中講義】	森　　俊勇（2）	栗原　淳一（1）	今井　一之（1）	酒谷　幸彦（8）	酒谷　幸彦（8）	酒谷　幸彦（8）	長井　義樹（8）	
（H22-28年度）	山下　勝　（1）	森山　裕二（1）	大野　宏之（1）	［大野　宏之］	［大野　宏之］	［大野　宏之］	［西山　幸治］	
※H22・23年度は環境防災政策論Ⅱ	牧　　剛尓（1）	浦　　真　（1）	浦　　真　（1）					
	工藤　順　（1）	三上　幸三（1）	山口　真司（1）					
	片田　敏孝（1）	山口　真司（1）	西　真左人（1）					
	北　　俊夫（2）		中谷　洋明（1）					
	三島　和子（1）							
	判野　充昌（1）							
国際環境防災論【集中講義】	大井　英臣（1）	下田　義文（1）	下田　義文（1）	下田　義文（1）	下田　義文（1）	下田　義文（1）	下田　義文（1）	
（H22-28年度）	下田　義文（1）	大井　英臣（1）	大井　英臣（1）	大井　英臣（1）	大井　英臣（1）	大井　英臣（1）	大井　英臣（1）	
	井上　美公（1）	井上　美公（1）	志鷹　新樹（1）	石黒　久　（1）	石黒　久　（1）	石黒　久　（1）	石黒　久　（1）	
			石塚　忠範（1）					
			猪狩　哲夫（1）					
環境防災高度技術論【集中講義】		森　　俊勇（1）	水野　秀明	水野　秀明	小川　紀一朗（1）	小川　紀一朗（1）	小川　紀一朗（1）	
（H23-28年度）		滝口　太　（1）	山田　真澄（1）	小野寺　浩　（1）	小野寺　浩（1）	伊藤　道夫（1）	星野　和彦（1）	
		髙橋　陪夫（1）	内藤　一郎（1）	阿久津　亮夫（1）	戸田　謙一（1）	林　　正之（1）	伊藤　道夫（1）	
		小川　紀一朗（1）	小川　紀一朗（1）	小川　紀一朗（1）		星野　和彦（1）	林　　正之（1）	
環境防災マネジメント論	星野　和彦（3）							
（H22年度のみ）	堀内　成郎（2）							
	杉尾　邦江（1）							
	赤土　攻　（1）							
	栗田　純司（1）							
	大矢　幸司（1）							
	西岡　聡　（1）							
環境防災特別講義	近藤　浩一（3）	近藤　浩一（3）						
（H22・H23年度のみ）	原　　義文（1）	原　　義文（1）						
	内田　太郎（2）	内田　太郎（1）						
	井上　公夫（1）	井上　公夫（1）						
	山越　隆雄（1）	山越　隆雄（1）						
	藤澤　和範（1）	野呂　智之（1）						
	野呂　智之（1）	石塚　忠範（1）						
		武士　俊也（1）						

※　　はとりまとめ講師、赤字はセミナー講師

環境防災学講座　平成22年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
22-1	筑波山現地調査	調査	平成22年12月16日	筑波山先手沢	昭和13年に発生した土石流を契機として昭和18年までに建設された砂防堰提状況の現地調査を行う	西本 石井	尾関、千葉、亀澤	
22-2	山口県・広島県 土石流被災地及び砂防施設調査	調査	平成23年1月26日 ～1月28日	山口県・広島県	防府市の土石流災害被災地、宮島の砂防施設及び広島市の土砂災害被災地の現地調査を行う	西本	尾関、千葉、亀澤	
22-3	台湾 土砂流出被災及び砂防施設調査	調査	平成23年1月26日 ～1月29日	台湾	小林村と高雄県内の渓流の土砂生産流出状況について、また透過型砂防堰提における流出土砂捕捉状況の現地調査を行う	西本	尾関、千葉、亀澤	台湾成功大学
22-4	滋賀県砂防施設・ 愛知演習林現地調査	調査	平成23年3月29日 ～3月30日	滋賀県 愛知演習林	オランダ堰堤・鎧堰堤、愛知演習林ホフマン工事	西本	亀澤	

環境防災学講座　平成23年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
23-1	富士川砂防・松本砂防現地調査	調査	平成23年4月27日 ～4月28日	山梨県・長野県	御勅使川、大武川、牛伏川、平川、松川、浦川	西本	亀澤	富士川砂防事務所
23-2	福井県砂防施設等現地調査	調査	平成23年5月12日 ～5月13日	福井県	歴史的砂防施設・災害後の緊急対策・アーチ式砂防堰堤 街づくり一体型流路工・集落雪崩対策について調査を行う	西本	亀澤、千葉	福井土木事務所・福井土木事務所 福井県砂防ボランティア協会川端氏
23-3	新潟県砂防施設等現地調査	調査	平成23年6月28日	新潟県	魚野川流域と旧山古志村の中越地震後の砂防事業について、また地すべり対策や砂防堰堤などの状況調査を行う	西本	亀澤、千葉、尾関、黄	国土交通省北陸地方整備局 湯沢砂防事務所
23-4	新潟県雪崩・地すべり対策調査	調査	平成23年7月26日 ～7月27日	新潟県	万内川砂防、地すべり災害地	西本	亀澤	土木研究所雪崩・地すべり研究センター
23-5	熊本県活火山地域砂防施設調査	調査	平成23年8月4日 ～8月5日	鹿児島県・熊本県	活火山地域の土石流対策・施設維持管理・火山観測監視・ 深層崩壊と土石流及びその対策について調査を行う	西本	亀澤、千葉、尾関	大隅河川国道事務所・鹿児島県北薩 地域振興局・熊本県芦北坂復興局
23-6	北海道砂防施設等現地調査	調査	平成23年8月22日 ～8月25日	北海道	樽前山・有珠山・十勝岳の火山砂防、東大北海道演習林では 森林施業、生態系について調査を行う	西本	亀澤、千葉、尾関、黄	国土交通省北海道開発局建設部 東京大学北海道演習林柴野教授
23-7	兵庫県鋼製砂防構造物現地調査	調査	平成23年9月8日	兵庫県	鉄製砂防堰提の鉄製部材の製造工程について製造工場で調査	西本		（株）神戸製鋼鉄鋼・砂防部
23-8	新潟県砂防施設等現地調査	調査	平成23年10月17日 ～10月18日	新潟県	粗石コンクリート砂防堰提・アーチ式砂防堰堤についてと河道 閉塞対策、竜光遊砂地を調査を行う	西本	亀澤、尾関、田中 照沼、朱	国土交通省北陸地方整備局 湯沢砂防事務所
23-9	栃木県日光砂防堰堤現地調査	調査	平成23年10月28日	栃木県	稲荷川砂防堰堤	西本	亀澤	
23-10	新潟県 大正年間施行床固め工郡構造調査	調査	平成23年11月7日 ～11月8日	新潟県	関川水系支川の万内川の砂防堰堤群のうち特に大正年間施工の 日蔭沢床固め工群の構造について調査を行う	西本	亀澤、田中、朱、黄	新潟県新井砂防事務所 土木研究所雪崩・地すべり研究センター
23-11	京都府雲原砂防施設等現地調査	調査	平成23年11月28日 ～11月29日	京都府	「雲原砂防施設群」について、事業実施にいたった背景、施設 と地域の現況などの調査を行う	西本	亀澤、千葉、田中	京都府中丹西土木事務所、京都府砂防 ボランティア協会中川氏、上田氏
23-12	長崎県 火山噴火防災に関する現地調査	調査	平成24年3月8日 ～3月9日	長崎県	雲仙普賢岳の火山砂防事業の現況について無人化施工によるソ イルセメントを使用した砂防堰堤、導流堤を調査	西本	亀澤、千葉、朱、黄	国土交通省九州地方整備局 雲仙復興事務所
23-13	三重県 林業経営・土石流対策調査	調査	平成24年3月19日 ～3月20日	三重県	速水林業において林業経営の実態、施業方法などについて また西之貝戸川にて、土石流・流木対策砂防施設群を調査	西本	千葉、朱、黄	速水林業会長 速水透氏 （独）土木研究所 水野主任研究員
23-14	山口県防府市災害聞き取り調査	調査	平成24年3月20日 ～3月21日	山口県		西本	田中	

環境防災学講座　平成24年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
24-1	神奈川県 根府川山津波現地調査	調査	平成24年5月1日 ～5月2日	神奈川県小田原市	関東大震災直後に発生した山津浪に関する現地調査 及びヒアリング	西本 水野	田中	ペンション「星ケ山」オーナー内田さん 他、根府川地区の古老の皆さん
24-2	つくば市 竜巻災害現地調査	調査	平成24年5月17日	茨城県つくば市	竜巻災害の状況調査	西本	田中、大村 安海、黄	当初ボランティアとして参加予定が、ボランティア受付一時中止となった為現地調査のみを実施
24-3	平成24年度 砂防学会研究発表会	発表会	平成24年5月23日 ～5月25日	高知県高知市	環境防災講座からの発表 千葉（卒業生）亀澤（卒業生）田中、黄	西本 水野	尾関、照沼、秋山 田中、大村、朱、黄 （卒業生：千葉、亀澤）	発表は院生全員(24日)25日の現地研修会は朱、黄のみ参加。尾関・照沼・秋山は会社の発表として参加
24-4	砂防ボランティア全国の集い 土砂災害防止全国の集い	研修会	平成24年6月6日 ～6月7日	長崎県長崎市、島原市	全国の集いに参加。砂防ボランティア活動状況及び 土砂災害防止に対する最新動向を確認	西本 石井	田中	西本教授は6日の全国の集いのみ参加。石井准教授と田中は7日の現地研修会も参加
24-5	高知県 平鍋深層崩壊等調査	調査	平成24年7月2日 ～7月3日	高知県平鍋、徳島県善徳	平鍋深層崩壊（高知県）、善徳地すべり（徳島県）の現地調査	水野	大村、安海	四国山地砂防事務所
24-6	福井県 砂防施設等調査	調査	平成24年7月30日 ～7月31日	福井県福井市、越前市	岡本川砂防・神宮宮流路工、アカタン砂防、河野トンネル河川、 玉川トンネル事故、飯降山雪崩対策などの現地調査	西本	田中、大村、安海	福井県丹南、福井、奥越土木事務所 福井県砂防ボランティア協会川端氏、山田氏
24-7	富山県及び立山砂防 砂防施設等現地調査	調査	平成24年8月2日 ～8月3日	富山県立山町	常願寺川水系雑穀林、白岩川水系栗ノ谷、立山カルデラ等の 現地調査	水野	尾関、照沼、田中 大村、安海	富山県土木部砂防課 立山砂防事務所
24-8	兵庫県 鋼製砂防構造物現地調査	調査	平成24年8月7日 ～8月8日	兵庫県朝来市、作用町	朝来市、作用町の鋼製砂防施設（流木対策施設）の現地調査	西本 水野	尾関、田中、大村、安海	(株)神戸製鋼所 鉄鋼・砂防部
24-9	中国	会議	平成24年8月11日 ～8月17日	中国　成都	土石流会議	西本	朱、黄	筑波大学堀田准教授
24-10	広島県 砂防施設等現地調査	調査	平成24年8月20日 ～8月21日	広島県福山市、廿日市	堂々川、白糸川、紅葉谷の砂防施設群等の現地調査	石井	大村、安海	広島県土木部砂防課
24-12	北海道 砂防施設等現地調査	調査	平成24年8月27日 ～8月30日	北海道苫小牧市等	樽前山火山砂防、有珠山火山砂防、十勝岳火山砂防 東大北海道演習林等の現地調査	西本 石井	尾関、田中、大村、安海	室蘭開発建設部治水課、苫小牧河川事務所 旭川開発建設部、富良野出張所
24-13	静岡県 富士砂防現地調査	調査	平成24年10月16日 ～10月17日	静岡県富士宮市	大沢崩れ源頭部、大沢扇状地等の現地調査	石井 水野	田中、安海、朱、黄 Radzi(JAICA研修生)	富士砂防事務所
24-14	三重県 豪雨災害現地調査	調査	平成24年10月22日	三重県いなべ市	いなべ市豪雨災害に係わるヒアリングと現地調査	水野	大村、朱 Radzi(JAICA研修生)	いなべ市役所（副所長、総務課）
24-15	広島県 警戒雛体制に関する調査	調査	平成24年10月29日 ～10月30日	広島県 宮島	広島県における警戒避難基準雨量に関する調査、宮島の砂防施設調査	水野	Radzi(JAICA研修生)	
24-16	高知県 平鍋深層崩壊等調査2	調査	平成24年11月29日 ～11月30日	高知県北川村	平鍋深層崩壊及び対策施設調査	水野	大村、安海、学部生1名	国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所
24-17	H24九州北部豪雨現地調査	調査	平成24年12月6日 ～12月10日	熊本県阿蘇市	H24九州北部豪雨の土石流痕跡の調査	宮本 水野	安海	
24-18	神奈川県 根府川山津波現地調査	調査	平成24年12月14日 ～12月15日	神奈川県小田原市	関東大震災直後に発生した山津浪に関する現地調査ほか	西本	大村	砂防フロンティア整備推進機構 井上技師長
24-19	長野県伊那谷地域調査	調査	平成25年2月25日 ～2月26日	長野県伊那谷地域	36災害、H18年豪雨災害被災地の調査及び伊那谷の災害教訓伝承を考える座談会への参加	西本	大村、安海	国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所 長野県
24-20	台湾小林村調査ほか	調査	平成25年3月4日 ～3月8日	台南市、高雄縣 屏東縣、台北市（台湾）	Morakot台風時、深層崩壊による被害を受けた小林村の調査、成功大学との意見交換、台北市での人口斜面対策調査	西本 石井	大村、安海	

環境防災学講座　平成25年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
25-1	霞ヶ浦及び利根川における 治水事業の現状調査	調査	平成25年4月24日	千葉県香取市	利根川における治水事業の現状調査、 霞ヶ浦周辺の護岸等治水対策の調査	水野	安海	
25-2	新潟県 山古志地区現地調査	調査	平成25年５月16日 ～5月17日	新潟県長岡市	土砂災害現場の現地調査	西本	田中	南魚沼地域振興局
25-3	利根川水系連合水防演習	演習	平成25年５月17日 ～5月18日	千葉県香取市	水害に対する危機管理体制の調査	水野	大村、安海	
25-4	平成25年度 砂防学会研究発表会	発表会	平成25年５月29日 ～5月30日	静岡県	環境防災学講座からの発表 大村、安海、田中	西本 水野	大村、安海、王 関根、田中、西村	
25-5	土砂災害防止「全国の集い」 及び研修会	会議 研修会	平成25年6月5日 ～6月7日	島根県 兵庫県	全国の集いに参加。砂防関係者と土砂 災害防止に対する最新動向を確認。	西本	大村、安海	六甲砂防事務所・宝塚土木事務所
25-6	山梨県 砂防堰提の現地調査	調査	平成25年6月20日 ～6月21日	山梨県	芦安砂防堰提、大武川砂防堰堤等の 現地調査	西本	大村、安海	富士川砂防事務所
25-7	山口県 土砂災害発生箇所の現地調査	調査	平成25年6月27日 ～6月28日	山口県周防大島町	土砂災害発生箇所の現地調査及び 文献調査・情報収集	西本	田中	周防大島文化流通センター
25-8	新潟県 防災教育の実践に関する打合せ	研修会	平成25年7月2日 ～7月3日	新潟県長岡市	防災教育の実践に関する打合せ及び 現地調査	西本	田中	長岡市立山古志小学校
25-9	福井県 砂防施設等現地調査	調査	平成25年7月10日 ～7月12日	福井県	一乗谷川砂防・岡本川砂防・地すべり対策 玉川トンネル事故現場などの現地調査	西本	王、関根 田中、西村	福井土木事務所、奥越土木事務所 丹南土木事務所
25-10	新潟県 防災教育の実践に関する打合せ	研修会	平成25年7月18日 ～7月19日	新潟県長岡市	防災教育の実践に関する打合せ及び 現地調査	西本	田中	長岡市立山古志小学校
25-11	環境科学中期実践実習Ⅱ	実習	平成25年7月22日 ～8月2日	新潟県	葛葉山腹工の法面吹付工、ロックボルト工等の 施工方法について体験するとともに、砂防計画上 の意義と効果について調査をする	水野	安海	株式会社守谷商会　綿貫様
25-12	環境科学中期実践実習Ⅱ	実習	平成25年7月22日 ～8月2日	新潟県	地震動・液状化に対応できる環境リサイクルに資す る土質改良工法について、実践的な技術と問題解決 能力を習得する	西本	大村	株式会社北陸ジオテック　船越様
25-13	環境科学中期実践実習Ⅰ	実習	平成25年7月22日 ～8月2日	奈良県	河道閉塞箇所における抜本対策工事の計画及び 設計・施行方法を体験し、手法を習得する	西本	西村	鹿島建設株式会社　江口様
25-14	環境科学中期実践実習Ⅰ	実習	平成25年7月22日 ～8月2日	富山県	常願寺川の砂防施設の工事及びその効果の調査 方法を習得する	西本	中根	ダイチ株式会社　吉川様
25-15	環境科学中期実践実習Ⅰ	実習	平成25年7月29日 ～8月9日	鹿児島県	第1有村川堰堤工事の施行を体験すると共に、桜島に おける砂防ダムの手法・効果について調査をする	水野	関根	株式会社野添組　枦元様・久留様
25-16	環境科学中期実践実習Ⅰ	実習	平成25年7月29日 ～8月9日	兵庫県	砂防施設の防災効果とその製造・施工法についてフィールドで 実地体験すると共に環境防災施設の効果を分析し施設の 性能を理解する	西本	王	株式会社神戸製鋼所　守山様
25-17	北海道砂防フィールド調査	調査	平成25年8月27日 ～8月30日	北海道	火山砂防事業について、樽前山・有珠山地域の火山を 事例に計画、設計、施工、維持管理について調査をする	西本	西村、関根、王	
25-18	立山砂防 砂防施設等現地調査	調査	平成25年9月5日 ～9月6日	富山県立山町	立山砂防事務所管内の白岩砂防堰堤等砂防施設の 設置状況及び建設状況を調査する	西本	西村、関根、王	国土交通省立山砂防事務所

25-19		会議	平成25年9月5日 ～9月12日	インドネシア	International Workshop on Multimodel Sediment Disaster に参加し研究発表を行うと共に、情報収集をする	水野	安海	
25-20	砂防学会シンポジウム 及び那智川現地調査	会議 調査	平成25年10月8日 ～10月10日	和歌山県	シンポジウムに参加し災害対策の情報を共有すると共に台風に より生じた那智川流域の土砂災害状況を調査する	西本	大村、安海、関根	主催：砂防学会
25-21	土木研究所講演会	会議	平成25年11月5日	一橋大学	講演を聴講し新技術に対する知見を深める	水野	大村、安海、関根 王、Harold、Hatta、Isora	主催：独立行政法人土木研究所
25-22	熊本県 八反川及び土井川流域調査	調査	平成25年11月17日 ～11月20日	熊本県阿蘇市	土石流の流下痕跡を調査すると共に現在の地形の調査を行う	水野	安海、関根	
25-23	日光砂防・渡良瀬川河川事務所内 砂防施設現地調査	調査	平成25年11月27日 ～11月28日	栃木県日光市	①大谷川床固群、日向砂防堰提、稲荷川砂防堰堤群等を調査 ②足尾砂防堰提、松木山腹工等の現地調査	西本	大村、安海、王 関根、田中、西村	
25-24	熊本県 八反田川流域内土石流痕跡調査	調査	平成25年12月10日 ～12月11日	熊本県	八反田川砂防堰堤における流下痕跡の計測と、堆積土砂の 採取を行う	水野	安海	
25-25	東日本大震災災害現地調査	調査	平成25年12月25日 ～12月27日	岩手県	地震が引き起こした津波による、防波堤などの構造物の 被災状況の調査を行う	水野	大村、安海、関根	
25-26	東京大学愛知演習林現地調査	調査	平成26年2月6日	静岡県	東京大学演習林試験地において、海外砂防の植生遷移に 関する現地調査を行う	西本	大村	
25-27	鹿児島県 桜島火山及び阿蘇火山現地調査	調査	平成26年2月12日 ～2月15日	鹿児島県・熊本県 長崎県	①	水野	大村、関根 Harold、Hatta、Isora	大隈河川国道事務所桜島砂防出張所
25-28	愛知県 量水堰現地調査	調査	平成26年2月20日 ～2月21日	愛知県瀬戸市	愛知県内の白坂量水堰跡ほか量水堰について現状比較等の 調査を行う	西本	大村	五位塚事務所
25-29	広島県・山口県 砂防堰提現地調査及び研究報告	調査	平成26年2月25日 ～2月27日	広島県・山口県	呉市・廿日市市及び防府市の砂防対策施設や歴史的砂防施設 の整備状況について現地調査を行う	西本	大村、関根	
25-30	大阪府・京都府 砂防施設現地調査	調査	平成26年3月13日 ～3月14日	大阪府・京都府	亀の瀬地すべり跡地及び亀岡砂防施設において、歴史的砂防 施設の現地調査を行う	西本	大村	
25-31	東京都大島 土砂災害跡地現地調査	調査	平成26年3月20日	東京都大島町	台風による豪雨により発生した土砂災害において、土石流 流下痕跡の現地調査を行う	西本 水野	大村、劉	

環境防災学講座　平成26年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
26-1	土砂災害防止「全国の集い」及び現地研修会	会議 調査	平成26年6月4日 ～6月6日	熊本県熊本市	全国の集いに参加。砂防ボランティア活動状況および土砂災害防止に対する最新動向を確認	西本	王、関根、中根、西村	
26-2	広島土石流災害跡地調査及び打ち合わせ	調査	平成26年6月10日 ～6月12日	高知県・広島県	H23に発生した土石流災害跡地の調査および土石流の氾濫計算（数値計算）に関する打ち合わせを行う	水野	関根	中電技術コンサルタント株式会社
26-3	東京都水道局水源林調査	調査	平成26年6月25日	山梨県甲府市	故諸戸北郎博士の写真を元に、水源林の堰堤について渓流状況に比較等を行うために、現地調査を行う	西本	阿部	東京大学 鈴木雅一教授 東京都水道局 柳井様（現地案内説明）
26-4	福井砂防フィールド調査	調査	平成26年7月14日 ～7月16日	福井県	①福井県内の砂防施設調査 ②現地における施工上・計画上の工程調査 ③H16年福井豪雨災害の復旧状況調査	西本	阿部、江藤、大賀 神保、劉	日光産業株式会社 川端様・山田様
26-5	中期実践実習	実習	平成26年8月4日 ～8月8日	富山県	H26有峰地区渓岸対策（水谷）工事の現場にて実習を行い、現場の調査や施工方法の技術を学んだ	西本	関根	
26-6	中期実践実習	実習	平成26年7月22日 ～8月1日	奈良県	河道閉塞箇所における抜本対策工事において、崩壊土砂堰堤の安定を図る為の砂防堰堤施設等の計画と設計・施工方法を習得する	西本	江藤	
26-7	中期実践実習	実習	平成26年7月22日 ～8月1日	新潟県	地震動・液状化に対応出来る環境リサイクルに資する土質改良工法について、環境防災の観点から実践的な技術と解決能力を習得する	西本	神保	
26-8	中期実践実習	実習	平成26年7月28日 ～8月8日	長野県大桑村	木曽川水系越百川砂防に係わる堰堤築造工事並びに袖部法面対策工に関する実習を行い、堰堤の計画・設計・施工方法等を習得する	西本	阿部	
26-9	中期実践実習	実習	平成26年7月28日 ～8月8日	兵庫県神戸市	砂防施設の防災効果とその製造・施工法についてフィールドで実地体験すると共に環境防災施設の効果を分析し、施設の性能を理解する	西本	劉	
26-10	北海道砂防フィールド調査	調査	平成26年8月26日 ～8月29日	北海道	樽前山・有珠山・十勝岳を事例に計画、設計、施工、維持管理について調査する。また東大北海道演習林において森林生態および森林管理の概要について調査する	西本	阿部、江藤、大賀、中根 神保、劉	室蘭開発建設部治水課、旭川発建設部治水課 室蘭建設管理部治水課、旭川建設管理部治水課 東京大学演習林 芝野博文教授
26-11	欧州砂防調査	調査	平成26年9月11日 ～9月24日	ドイツ、イタリア、オーストリア、フランス	欧州諸国における砂防技術・研究の実施状況について調査する。また BOKU大学において砂防研究者と砂防史の研究について打合せを行う	西本	中根	東京建設コンサルタント 梶様
26-12	International Debis-Flow Workshop	会議	平成26年10月1日 ～10月4日	台湾	2014 International Debis-Flow Workshopへ参加し、情報収集を行う	西本	王	
26-13	International Workshop on Multimodal Sediment Disaster	会議	平成26年10月5日 ～10月7日	台湾	第5回Multimodal Sediment Disasterワークショップに参加し討論を行う	水野	江藤、大賀、関根、劉	
26-14	長野県土石流災害跡地調査及び穂高研究集会	会議 調査	平成26年10月13日 ～10月14日	長野県南木曽・御嶽 岐阜県高山市	梨子沢での土石流災害の痕跡及び応急対策の状況を調査する。また京都大学防災研究所主催の研究集会に参加し討論を行う	水野	阿部、江藤、大賀、関根 王、劉、Risqi	
26-15	広島土砂災害状況調査	調査	平成26年11月9日 ～11月10日	広島県広島市	廿日市市にてH17に発生した土砂災害を受けて整備された砂防施設と広島市にてH26に発生した土石流災害箇所の現地調査を行う	西本	阿部	防災考える会ひろしま 原田照美会長 中国新聞社災害取材現地支局 久保田剛支局長
26-16	丹沢諸戸堰堤調査	調査	平成26年11月11日	山梨県山北町	小川谷・中ノ沢、箒杉・ヌタノ沢、湯船沢、明神峠にて現地調査を行う	西本	阿部	神奈川県環境農政局水・緑部 内山様 神奈川県自然環境保全センター 山中様 東京大学 鈴木雅一教授　応用地質 大村さつき様
26-17	東京都水道局水源林調査	調査	平成26年11月13日	山梨県甲府市	東京都水源林（柳沢峠、長尾沢、泉水谷、寺地）をまわり現地調査を行う	西本	阿部	東京都水道局 柳井様、髙橋様（現地案内説明） 応用地質 大村さつき様
26-18	砂防学会講習会「深層崩壊」	会議	平成26年11月17日	東京都千代田区	H26年度砂防学会講習会「深層崩壊」に参加し、情報収集を行う	西本	阿部、江藤、大賀、関根	
26-19	八反川流域内現地調査	調査	平成26年11月27日 ～11月29日	熊本県阿蘇市	H24に発生した土石流以前の八反川流域内の地形を推定するため、評定点の位置を現地で確認	水野	江藤、劉	
26-20	東京都内の内務省直轄施工による砂防堰堤見学会	調査	平成26年12月6日	東京都奥多摩	約90年前（関東大震災後）に設置された奥多摩町栃久保沢の砂防堰堤について調査し、施設の性能や役割について理解する	西本	阿部	主催)(社)全国治水砂防協会、(NPO法人）防災情報研究所 後援)東京都西多摩建設事務所、応用地質 大村さつき様

26-21	深層崩壊及び 土石流流下痕跡等現地調査	調査	平成26年12月21日 ～12月22日	高知県北川村	H23に発生した深層崩壊及び土石流の発生した平鍋ダムにおいて 地形の平面位置など土石流の痕跡を調査する	水野	江藤、劉	
26-22	土石流発生痕跡現地調査	調査	平成27年1月15日 ～1月18日	鹿児島県・熊本県 長崎県	桜島島内、八反田川並びにの土石流流下痕跡調査	水野	江藤、Risqi、Tifani	
26-23	沖縄県赤土対策及び 地下ダム現地調査	調査	平成27年2月11日 ～2月13日	沖縄県	サーン川流域、大小堀川流域、与勝地下ダムにて、沖縄県赤土対策及び地下ダム現地調査を行う	水野	江藤、大賀、関根、 Risqi、Tifani	
26-24	長崎県・熊本県・鹿児島県 砂防フィールド調査	調査	平成27年2月23日 ～2月25日	長崎県・熊本県 鹿児島県	雲仙火山砂防、出水市針原川深層崩壊対策砂防、竜ケ水土石流対策砂防、桜島火山砂防にてフィールド調査を行う	西本	阿部、江藤、大賀 関根、孫	
26-25	国際砂防シンポジウム2015	会議	平成25年3月18日	宮城県仙台市	国際砂防シンポジウム2015in仙台に参加、情報収集を行う	西本 水野	阿部、関根、孫 Risqi、Tifani	
26-26	広島市土砂災害現場現地調査	調査	平成27年3月23日 ～3月24日	広島県広島市	広島市安佐南区で発生した土砂災害現場にて現地調査を行う	西本	阿部	

環境防災学講座　平成27年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
27-1	平成27年度 砂防学会研究発表会	会議	平成27年5月20日 ～5月21日	栃木県宇都宮市	環境防災学講座からの発表（口頭：西本教授、水野元准教授、阿部、リスキ、大村（卒業生）ポスター：秋山准教授、照沼、江藤、大賀 関根（卒業生）、中根（卒業生）、西村（卒業生））	西本 秋山	阿部、江藤、大賀、神保 照沼、劉、リスキ	
27-2	土砂災害防止「全国の集い」 及び現地研修会	会議	平成27年6月4日 ～6月5日	山形県山形市	全国の集いに参加。砂防ボランティア活動状況および土砂災害防止に対する最新動向を確認	秋山	劉	
27-3	第6回国際土石流災害防止会議	会議	平成27年6月22日 ～6月27日	茨城県つくば市	環境防災学講座からの発表（ポスター：西本教授、関根（卒業生））	西本 秋山	阿部、江藤、大賀、神保 吉田、劉、孫、リスキ	
27-4	亀の瀬地すべり事業調査及び 六甲砂防グリーンベルト事業調査	調査	平成27年7月2日 ～7月3日	大阪府柏原市 兵庫県神戸市	近畿地整亀の瀬地すべり事業についての現地調査 六甲砂防グリーンベルト内での取り組みについて現地調査	西本	阿部、江藤、神保 劉、リスキ	
27-5	福井砂防フィールド調査	調査	平成27年7月7日 ～7月9日	福井県	①福井県内の砂防施設調査②現地における施工上・計画上の調査 ③H16年福井豪雨災害の復旧状況調査	西本	吉田、孫	日光産業株式会社　川端様
27-6	環境科学実践実習Ⅱ	実習	平成27年7月27日 ～8月7日	新潟県	飯豊山系における土砂流出防止対策の砂防工事を体験しながら実習を行い、その方法について習得する	西本	神保	株式会社加藤組　大野様
27-7	環境科学実践実習Ⅱ	実習	平成27年7月27日 ～8月7日	奈良県	紀伊半島の河道閉塞箇所における抜本対策工事の計画及び設計・施行方法を体験し、手法を習得する	西本	阿部	鹿島建設株式会社
27-8	環境科学実践実習Ⅱ	実習	平成27年7月27日 ～8月7日	長野県大桑村	木曽川水系越百川砂防に係わる堰堤築造工事並びに袖部法面対策工に関する実習を行い、堰堤の計画・設計・施工方法等を習得する	西本	江藤	大日本土木株式会社　奥村様
27-9	環境科学実践実習Ⅲ	実習	平成27年7月27日 ～8月7日	富山県立山町	立山砂防専用軌道及び工事用道路の落石対策工事を対象に、対策工法や工事の安全対策に関する知識・技術を習得する	西本	吉田	ダイチ株式会社　川田専務取締役
27-10	環境科学実践実習Ⅲ	実習	平成27年7月27日 ～8月7日	兵庫県神戸市	環境防災施設の製造・施工法とその効果についてフィールドで実地体験し、実践的問題解決能力を得る	秋山	孫	築城さん、籠橋さん、佐伯さん
27-11	北海道砂防フィールド調査	調査	平成27年8月24日 ～8月28日	北海道	札内川の砂防事業について調査する。また、火山砂防事業について樽前山・有珠山・十勝岳を事例に計画、設計、施工、維持管理について調査する。	秋山	阿部、吉田、孫、リスキ	室蘭開発建設部治水課、旭川開発建設部治水課 室蘭建設管理部治水課、旭川建設管理部治水課
27-12	欧州砂防調査	調査	平成27年9月6日 ～9月20日	フランス、イタリア スイス、オーストリア	欧州諸国における砂防事業・研究の実施状況の調査 現地砂防技術者・研究者との意見交換	西本	吉田	応用地質株式会社　黄麗（修了生）
27-13	砂防学会シンポジウム	会議	平成27年10月13日 ～10月14日	三重県津市	人口減少時代における土砂災害の減災に向けての基礎的・応用的研究、技術開発の状況について理解を深める	西本	阿部、江藤、吉田、孫	主催：砂防学会
27-14	広島土砂災害状況調査	調査	平成27年11月23日 ～11月24日	広島県広島市	H26に発生した広島市安佐南区内の土石流災害箇所の現地調査を行う	西本	阿部	
27-15	湯沢砂防管内砂防フィールド調査	調査	平成27年11月26日 ～11月27日	新潟県山古志村 長野県栄村	信濃川下流直轄砂防事業の背景や計画論を踏まえた現地施設状況、H16年新潟県中越地震当時の危機管理対応状況、地域復興の状況に関して調査する	西本	阿部、劉、吉田、孫	北陸地整　湯沢砂防事務所
27-16	土砂災害特別警戒区域についての 実態調査聞き取り	調査	平成27年11月30日 ～12月1日	岩手県	岩手県庁砂防災害課にて土砂災害特別警戒区域の実態について聞き取りを行う	西本	神保	
27-17	丹沢調査（金山沢・水ノ木沢）	調査	平成27年12月10日	神奈川県山北町	関東大震災後に丹沢山地（金山沢・水ノ木沢）で行われた治山・砂防工事について、現在の状況を調査し山地・渓流の状況変化についてとりまとめる	西本	阿部、吉田	神奈川県（自然環境保全センター、県西地域県政総合センター）林野局（関東森林管理局東京神奈川森林管理署）
27-18	富士川稲又第三堰堤調査	調査	平成27年12月17日	山梨県早川町	稲又第三堰堤の堆砂状況を把握するため、粒径および洗堀深の計測を実施する	西本	吉田	東京建設コンサルタント（秋山浩一、髙橋大地）
27-19	富士砂防管内砂防フィールド調査	調査	平成28年2月16日 ～2月17日	富士砂防事務所管内 （静岡県富士宮市）	富士山大沢川における砂防事業、由比地区地すべり対策事業に関する現地調査	西本	阿部、吉田	
27-20	三宅島砂防フィールド調査	調査	平成28年2月23日 ～2月25日	三宅島（東京都）	三宅島噴火時の状況や、対策施設、危機管理対策の状況について理解を深める	秋山	阿部、江藤、大賀、吉田 劉、孫	

27-21	広島県内砂防フィールド調査	調査	平成28年2月28日 ～3月1日	広島県広島市、廿日市市 福山市	宮島における庭園砂防、広島市内におけるH11年・26年災害時・復旧事業、堂々川（福山市）における石積み堰堤を調査する	西本	阿部、江藤、劉、吉田	
27-22	丹沢調査（大又沢）	調査	平成28年3月2日	神奈川県山北町	関東大震災後に丹沢山地（大又沢）で行われた治山・砂防工事について、現在の状況を調査し山地・渓流の状況変化についてとりまとめる	西本	阿部、吉田	神奈川県（自然環境保全センター、県西地域県政総合センター）林野局（関東森林管理局東京神奈川森林管理署）
27-23	インドネシア砂防調査	調査	平成28年3月13日 ～3月17日	ジョグジャカルタ、 ガジャマダ大学	メラピ火山の活動状況及び土砂移動現象について調査するとともに、両国の研究・技術の成果について意見交換を行う	西本	阿部、江藤、吉田	

環境防災学講座　平成28年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
28-1	平成28年度 砂防学会研究発表会	会議	平成28年5月17日 ～5月19日	富山県富山市		西本 秋山	吉田、孫	
28-2		調査	平成28年5月20日	静岡県	湯船沢・柳島沢の現地調査を行う	西本	吉田	静岡県庁交通基盤部河川砂防局砂防課
28-3	土砂災害防止「全国の集い」 及び現地研修会	会議	平成28年6月20日 ～6月21日	岡山県岡山市	全国の集いに参加。砂防ボランティア活動状況および土砂災害防止に対する最新動向を確認	西本	吉田、孫	
28-4	福井砂防フィールド調査	調査	平成28年7月12日 ～7月15日	福井県	①福井県内の砂防施設調査②現地における施工上・計画上の調査 ③H10、H16年福井豪雨災害の復旧状況調査	西本	塚原、後藤、笠原、梅井	日光産業株式会社　川端様
28-5	環境科学実践実習Ⅱ	実習	平成28年7月25日 ～8月5日	岐阜県	木曽川水系入ヶ洞で築造している不透過型のコンクリート主堰堤と部分透過型の副堰堤の計画と設計・施工方法等について実地体験し、その方法について習得する	西本	吉田	株式会社吉川工務店
28-6	環境科学実践実習Ⅱ	実習	平成28年7月25日 ～8月5日	新潟県	ハイダム形式の透過型砂防堰堤の計画と設計・施工方法、並びに袖部法面の地すべり対策工に関して調査・計画・堰堤の修正設計と施工方法についての実習を行い、その方法について習得する	秋山	孫	株式会社北陸ジオテック
28-7	環境科学実践実習Ⅲ	実習	平成28年7月25日 ～8月5日	奈良県	紀伊半島の河道閉塞箇所における抜本対策工事の計画及び設計・施行方法を体験し、手法を習得する	西本	塚原	鹿島建設株式会社
28-8	北海道砂防フィールド調査	調査	平成28年8月29日 ～9月1日	北海道	①戸芦別川砂防・十勝岳砂防施設調査②上富良野町開拓記念館にて情報収集③台風での大雨による災害現場での現地調査	西本	塚原、後藤、笠原、梅井	北海道開発局建設部河川計画課
28-9	立山砂防フィールド調査	調査	平成28年9月5日 ～9月6日	富山県立山町	立山砂防事務所管内砂防施設の設置状況及び建設状況の調査を行う	西本 秋山	吉田、孫、塚原、笠原 梅井	国土交通省立山砂防事務所
28-10	欧州砂防調査	調査	平成28年9月11日 ～9月25日	オーストリア、イタリア クロアチア、チェコ モンテネグロ	①欧州諸国の土石流観測及び砂防施設の計画・設計・施工・維持管理に関する調査②現地砂防技術者・研究者との意見交換	西本	吉田	応用地質株式会社　瀬戸様
28-11	富士砂防管内砂防フィールド調査	調査	平成28年11月28日 ～11月30日	富士砂防事務所管内 （静岡県富士宮市）	富士川砂防事務所管内、天竜川上流河川事務所管内にて現地調査	西本	塚原、後藤、笠原	富士川砂防事務所、長野県諏訪建設事務所、岡谷市建設水道部土木課、天竜川上流河川事務所
28-12	伊豆大島土砂災害現地調査	調査	平成29年2月22日 ～2月24日	東京都大島町	H25に発生した台風による土砂災害状況及び関東大震災で発生した小田原市根府川の土砂災害状況について調査を行う	西本	塚原、後藤	東京都大島支庁土木課
28-13	長崎県・熊本県・鹿児島県 砂防フィールド調査	調査	平成29年2月27日 ～3月2日	長崎県・熊本県 鹿児島県	雲仙火山砂防、出水市針原川深層崩壊対策砂防、竜ケ水土石流対策砂防、桜島火山砂防にてフィールド調査を行う	西本	吉田、塚原、後藤	
28-14	広島土砂災害状況調査	調査	平成29年3月16日 ～3月18日	広島県広島市	①H11、H26の災害における直轄及び実施されている災害関連緊急砂防事業の調査②福山市内の歴史的砂防施設の調査	西本	塚原、後藤	中国地方整備局、太田川河川事務所、広島県土木建築部 広島大学大知助教授

環境防災学講座　平成29年度現地調査実習　実施一覧表

No.	出張名	属性	年月日	行き先	目的	教員	院生	備考：随行者(現地案内説明等)など
29-1	東日本大震災被災地状況調査	調査	平成29年4月3日 ～4月6日	宮城県・岩手県	東日本大震災による津波被災地の復興状況調査を行う	西本	塚原・後藤	
29-2	逆川・六甲砂防現地調査	調査	平成29年4月20日 ～4月21日	兵庫県宝塚市・神戸市	①逆瀬川にて昭和初期施工の歴史的砂防施設の調査②六甲山の土砂災害現場調査	西本	塚原・後藤	六甲砂防事務所
29-3	平成29年度 砂防学会研究発表会	会議	平成29年5月24日 ～5月25日	奈良県奈良市		西本	後藤・笠原	
29-4	土砂災害防止「全国の集い」 及び現地研修会	会議	平成29年5月31日 ～6月2日	愛知県豊田市	全国の集いに参加。砂防ボランティア活動状況および土砂災害防止に対する最新動向を確認	西本	塚原・後藤	
29-5	箱根土砂災害対策施設状況調査	調査	平成29年6月14日 ～6月15日	神奈川県足柄下郡箱根町	関東大震災時の土砂災害対策施設の状況調査を行う	西本	後藤	
29-6	研究活動打合せ及び現地調査	調査	平成29年6月22日 ～6月23日	和歌山県	大規模土砂災害対策技術センター職員と研究活動に関する打合せ及び現地調査を行う	西本	塚原	大規模土砂災害対策技術センター
29-7	環境科学実践実習Ⅱ	実習	平成29年7月24日 ～8月4日	奈良県	紀伊半島の河道閉塞箇所における抜本対策工事の計画及び設計・施行方法を体験し、手法を習得する	西本	後藤	鹿島建設株式会社
29-8	北海道砂防フィールド調査	調査	平成29年8月28日 ～8月30日	北海道	①樽前山砂防・十勝岳砂防施設調査②富良野川4号底面スクリーンダム・富良野川2号透過ダム施設調査	西本	塚原、後藤、笠原	北海道開発局建設部河川計画課
29-9	湯沢砂防管内砂防フィールド調査	調査	平成29年11月16日 ～11月17日	新潟県越後湯沢町	湯沢砂防事務所管内で実施された砂防事業の調査を行う	西本	塚原、後藤、笠原	北陸地整　湯沢砂防事務所
29-10	日光砂防・渡良瀬川河川事務所内 砂防施設現地調査	調査	平成30年2月20日 ～2月21日	栃木県日光市	①大谷川床固群、川俣・川治・五十里・湯西川ダム施設調査 ②足尾銅山跡地及び足尾堰提等砂防対策箇所調査	秋山	後藤、笠原	
29-11	三宅島砂防フィールド調査	調査	平成30年3月7日 ～3月8日	三宅島（東京都）	三宅島噴火時の状況や、対策施設、危機管理対策の状況について理解を深める	秋山	後藤、笠原	

平成22年度環境防災学講座・選択必修科目の概要/授業内容(案)　**本ペーパーは検討中のものであり、今後変更の可能性がありますので、取扱には注意願います**

学期	科目名	年次	概　要	とりまとめ講師	月	日	授業内容	講師	
1学期	環境防災危機管理論（月曜日4時限）	1.2	集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる天然ダム形成などの大規模土砂災害への対応についての講義。まず大規模土砂災害発生のトリガーイベント(地震等)発生直後の調査を述べ、次に天然ダム発生後の初期対応として緊急調査と情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策、防災訓練の考え方について述べるとともに、天然ダム形成に危険度を事前に把握するための微地形判読方法についても講述する。	井上　公夫 坂口　哲夫	4	12	天然ダムとは	井上　公夫	砂防フロンティア
					4	19	天然ダムの調査	井上　公夫	砂防フロンティア
					4	26	天然ダム形成時の機関連携	坂口　哲夫	砂防フロンティア
					5	10	天然ダムの危険度判定	(内田　太郎)	土研
					5	17	大規模土砂災害時(天然ダム形成時)の機関連携	長島　忠美	国会議員
					5	24	地形判読方法(1)	井上　公夫	砂防フロンティア
					5	31	天然ダム防災訓練	坂口　哲夫	砂防フロンティア
					6	7	天然ダムの応急対策計画	(本臼　茂)	北陸地整河工課長
					6	14	天然ダムの応急対策工法	(金沢　真一)	間組土木事業本部副本部長
					6	21	地形判読方法(2)	井上　公夫	砂防フロンティア
					6	28	試験		
	環境防災計画論（月曜日5時限）	1.2	地球温暖化による気候変動にともなう降雨量の増加、強度の増大が予測されるなど、自然環境の変化が防災上懸念されている。環境防災を効率的かつ効果的に実施するため、最新の各種調査計画設計基準やガイドラインの考え方について講述し、今後の調査計画設計について講究する。	小山内 信智 冨田　陽子	4	12	総論	小山内　信智	国総研
					4	19	総合的な土砂管理	小山内　信智	国総研
					4	26	地域づくりと砂防(地域計画、里山、GB)	冨田　陽子	国総研
					5	10	急傾斜地崩壊対策	冨田　陽子	国総研
					5	17	フォーラム		
					5	24	流砂系	小山内　信智	国総研
					5	31	砂防GIS	(林　真一郎)	国総研
					6	7	氾濫シミュレーション	(安田　勇次)	砂防・地すべりセンター
					6	14	事業便益	(池田　暁彦)	砂防・地すべりセンター
					6	21	避難基準雨量	(菊井　稔宏)	砂防・地すべりセンター
					6	28	試験		
	環境防災マネジメント論（金曜日4時限）	1.2		星野　和彦 堀内　成都	4	9	総論	星野　和彦	砂防フロンティア
					4	16	砂防施設管理	星野　和彦	砂防フロンティア
					4	23	景観と砂防	杉尾　邦江	プレック研究所
					5	7	自然再生技術	(赤土　攻)	アジア航測
					5	14	石積み工法	粟田　純司	文化財石垣保存技術協議会
					5	21	自然環境と砂防	(大矢　幸司)	砂防フロンティア
					5	28	近代砂防遺産の評価と保存	西岡　聡	文化庁文化財部
					6	4	砂防フィールドミュージアム	星野　和彦	砂防フロンティア
					6	11	砂防指定地・設備管理のための情報管理	堀内　成都	砂防フロンティア
					6	18	砂防管理・監視のための最新技術	堀内　成都	砂防フロンティア
					6	25	試験		
	環境防災施設論（金曜日5時限）	1.2	環境防災施設についての基本的な講義。防災対策においては自然環境、人間の生活環境との調和を重視するとともに、地球温暖化防止に寄与する技術開発とこれを活用した環境防災施設の整備が求められている。まず、既存樹林を活用した防災樹林帯や自然石を用いた石積施設の社会的価値と工法について述べ、次に非コンクリート化施設、鋼製構造物など環境にやさしい新技術について、技術開発の現状とその機能特性、品質管理法、施工法、維持管理法について具体的事例を紹介しながら講述する。	田畑　茂清 松井　宗廣	4	9	総論	田畑　茂清	砂防フロンティア
					4	16	基本施設の計画技術	(濱崎　義弘)	神戸製鋼
					4	23	基本施設の設計技術	(守山　浩史)	神戸製鋼
					5	7	基本施設の施工技術	(沼田　克)	神戸製鋼
					5	14	新開発工法の紹介と設計法	(下條　和史)	東亜グラウト
					5	21	現地材料利用の非コンクリート化施設	(佐藤　文雄)	大日本土木
					5	28	無人化施工技術による安全対策	松井　宗廣	砂防・地すべりセンター
					6	4	情報通信技術による対応策	(長屋　勝博)	日本無線
					6	11	技術開発の仕組みと利用	(矢田　弘)	北陸技術事務所
					6	18	総合討論	田畑　茂清	砂防フロンティア
					6	27	試験		
2学期	環境防災特別講義（水曜日3時限）	1.2	環境防災が対象とする自然災害についての基本的講義。国土交通省関係の研究者による講義。日本は、梅雨期や台風来襲時の集中豪雨、火山噴火、地震により、毎年甚大な土砂災害を被ってきている。そこで、土石流、斜面崩壊、火山噴火災害、地すべり、雪崩などの現象のメカニズムについて述べ、被害軽減のための最適対応策について、近年の対応事例における課題をふまえて講述する。	近藤　浩一 原　義文	9	1	土砂災害総論	近藤　浩一	砂防・地すべりセンター
					9	8	土石流の実態	原　義文	土研
					9	15	斜面崩壊・土石流災害の予測1	(田村　圭司)	土研
					10	4	斜面崩壊・土石流災害の予測2	(内田　太郎)	土研
					10	6	地震と土砂災害	(井上　公夫)	砂防フロンティア
					10	13	火山砂防緊急減災対策	近藤　浩一	砂防・地すべりセンター
					10	20	火山噴火に伴う土砂災害と調査	(山越　隆雄)	土研
					10	27	地すべり災害の緊急被害軽減措置	(藤澤　和範)	高速道路総合技術研究所
					11	10	地すべり災害	近藤　浩一	砂防・地すべりセンター
					11	17	雪崩災害	(野呂　智之)	土研
					11	24	レポート		
	環境防災政策論Ⅱ（水曜日4時限）	1.2	地方自治体の首長や幹部職員及びその経験者、並びに学識経験者による講義。都市化、過疎化、市町村合併、少子高齢化、土地利用など社会環境の変化により地域が抱える環境防災の課題を踏まえて、地方自治体の環境防災への取り組みの現状と今後の方向について述べると共に、防災情報、防災教育、住民啓発、NPO活動など地域防災力を高めるために欠くことのできない施策の考え方について具体的事例を紹介しながら講述する。	森　俊勇 山下　勝	9	1	防災の視点からみた中山間地の実態	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	8	土砂災害の発生と砂防関係施策(ソフト)の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	15	地域防災における課題	(牧　剛尓)	(前)竹田市長
					10	4	土砂災害に関する情報とその活用	(工藤　順)	新居浜市市民部長
					10	6	住民啓発(土砂災害を軽減するために)	片田　敏孝	群馬大教授
					10	13	防災教育(総論)	北　俊夫	国士舘大教授
					10	20	リスクコミュニケーション	(三島　和子)	セコムIS研究所
					10	27	砂防ボランティアの組織と活動	山下　勝	国総研
					11	10	砂防ボランティアの活動(事例)	(判野　充昌)	山口県砂防ボランティア協会
					11	17	防災教育(各論)	北　俊夫	国士舘大教授
					11	24	レポート		
	環境防災法令論（水曜日5時限）	1.2	毎年全国で頻発する土砂災害から住民の生命を守るため、土砂災害防止法に基づき「土砂災害(特別)警戒区域」の指定が各都道府県で進められている。講義では、まず土砂災害防止法の概要及び区域設定の考え方について述べ、次に大雨時の警戒避難に係わる情報・体制、災害に強いまちづくり、住民主役の防災、土地利用規制などのあり方について事例を紹介しながら講述する。	三木　洋一	9	1	総論	三木　洋一	砂防フロンティア
					9	8	土砂災害防止法の概要	(牧野　裕至)	国交省砂防部長
					9	15	基礎調査における区域設定の考え方	三木　洋一	砂防フロンティア
					10	4	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	(内山　均志)	砂防フロンティア
					10	6	豪雨時の土砂災害に関する情報	(嵯峨山　航)	新潟県土木部砂防課
					10	13	住民との合意形成	(藤本　済)	長野県建設部砂防課
					10	20	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災連合会会長
					10	27	土砂災害防止法とまちづくり	(浅羽　淳)	菊川市建設経済部建設課
					11	10	住民説明会による合意形成	三木洋一	砂防フロンティア
					11	17	警戒避難体制の強化	三木洋一	砂防フロンティア
					11	24	レポート		
	環境防災政策論Ⅰ（集中講義）	1.2	国土交通省の行政官による講義。日本は自然・社会条件から、年間約1000件の土砂災害が発生しており、環境防災が重要な課題である。まず、環境防災の関係法令、行政組織と予算について述べ、次に環境防災の主要施策、省庁連携、施設計画、事業効果などについて、環境防災行政を担っている立場から講述する。	栗原　淳一 浦　真	11	27	砂防思想の変遷	南　哲行	国交省砂防計画課長
					11	27	砂防関係法令 砂防行政組織と予算	栗原　淳一	国土交通省砂防部
					11	26	砂防事業 地すべり対策事業、急傾斜地崩壊対策事業 災害対策関連事業制度	浦　真	国土交通省砂防部
					11	26	直轄砂防関係事業 関係省庁との連携(気象、林野、環境、厚労等)	(佐藤　保之)	国土交通省砂防部
					11	27	砂防基本計画と事業評価 砂防事業による地域活性化(経済効果)	(山口　真司)	国土交通省砂防部
	国際環境防災論（集中講義）	1.2	環境防災分野の海外技術協力経験者による講義。開発途上国の発展のためには災害に強い国づくりが基本であり、各々の国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方、継続的な人材育成のあり方、住民参加によるコミュニティー防災力の向上のあり方などについて講述する。また、共同研究や技術協力で関わりの深い地域との研究・協力の概要についても講述する。	大井　英臣	11	29	1.世界の自然災害と防災(災害の発生状況、国際的な取り組みの歴史的展開、課題と展望) 2.事例(主要な災害事例と教訓、途上国におけるコミュニティ災害の実際)	大井　英臣	JICA
					11	30	1.インドネシア・住める火山泥流対策 2.ベネズエラ土石流対策	(下田　義文)	八千代エンジニヤリング
					11	30	1.フィリピン火山防災 2.インドネシアにおける津波対策 3.パキスタン地震防災 4.ケニアコミュニティ防災　等	(井上　美公)	日本工営

注:赤字はセミナー形式で実施。（)書きは辞令無しの講師

学期	科目名	年次	概　要	とりまとめ講師	月	日	授業内容	講師	
1学期	環境防災計画論（月曜日3時限）	1.2	地球温暖化による気候変動にともなう降雨量の増加、強度の増大が予測されるなど、自然環境の変化が防災上懸念されている。環境防災を効率的かつ効果的に実施するため、最新の各種調査計画設計基準やガイドラインの考え方について講述し、今後の調査計画設計について講究する。	小山内 信智	4	11	総論	小山内　信智	国総研
					4	18	土砂災害リスクの評価と対応の基本	冨田　陽子	国総研
					4	25	水系砂防の意義と土砂移動の実態	水野　秀明	土研
					5	9	総合的な土砂管理（流砂系）	小山内　信智	国総研
					5	16	砂防GIS・リモートセンシングの活用	林　真一郎	国総研
					5	23	地域づくりと砂防	冨田　陽子	国総研
					5	30	急傾斜地崩壊対策の概要	冨田　陽子	国総研
					6	6	砂防の事業便益算定手法	池田　暁彦	砂防地すべりセンター
					6	13	土石流・土砂流の氾濫範囲の推定（シミュレーション）	安田　勇次	砂防地すべりセンター
					6	20	土砂災害警戒情報	菊井　稔宏	砂防地すべりセンター
					6	27	（予備日）		
	環境防災施設論（月曜日4時限）	1.2	環境防災施設についての基本的な講義。防災対策においては自然環境、人間の生活環境との調和を重視するとともに、地球温暖化防止に寄与する技術開発とこれを活用した環境防災施設の整備が求められている。まず、既存樹林を活用した防災樹林帯や自然石を用いた石積施設の社会的価値と工法について述べ、次に非コンクリート化施設、鋼製構造物など環境にやさしい新技術について、技術開発の現状とその機能特性、品質管理法、施工法、維持管理法について具体的事例を紹介しながら講述する。	田畑　茂清	4	11	総論	田畑　茂清	砂防フロンティア
					4	18	緑と木	田畑　茂清	砂防フロンティア
					4	25	文化的価値	田畑（大矢）	砂防フロンティア
					5	9	石積	粟田　純司	文化財石垣保存技術協議会
					5	16	非コンクリート（Ⅰ，鋼製構造物）	田畑（神戸製鋼）	砂防フロンティア
					5	23	非コンクリート（Ⅱ，リングネット）	田畑（TMS柔構）	砂防フロンティア
					5	30	非コンクリート（Ⅲ，土）	田畑（INSEM）	砂防フロンティア
					6	6	無人化施工	渡部　文人	砂防フロンティア
					6	13	非コンクリート（Ⅳ，無廃棄化）	田畑（MLT/ボンテラン）	砂防フロンティア
					6	20	総合討論	田畑　茂清	砂防フロンティア
					6	27	（予備日）		
	環境防災特別講義（木曜日5時限）	1.2	環境防災が対象とする自然災害についての基本的講義。国土交通省関係の研究者による講義。日本は、梅雨期や台風来襲時の集中豪雨、火山噴火、地震により、毎年甚大な土砂災害を被ってきている。そこで、土石流、斜面崩壊、火山噴火災害、地すべり、雪崩などの現象のメカニズムについて述べ、被害軽減のための最適対応策について、近年の対応事例における課題をふまえて講述する。	近藤　浩一	4	14	総論	近藤　浩一	砂防地すべりセンター
					4	21	土石流の実態	原　義文	土研
					4	28	斜面崩壊・土石流災害の予測	内田　太郎	国総研
					5	12	土石流・流木対策	石塚　忠範	土研
					5	26	火山噴火に伴う土砂災害と調査	山越　隆雄	土木研究所
					6	2⑤	火山噴火災害対策	近藤　浩一	砂防地すべりセンター
					6	2⑥	地震と土砂災害	井上　公夫	砂防フロンティア
					6	9	地すべり災害	近藤　浩一	砂防地すべりセンター
					6	16	地すべり調査と対策	武士　俊也	土研
					6	23	雪崩災害と対策	野呂　智之	土研
	国際環境防災論（集中講義）	1.2	環境防災分野の海外技術協力経験者による講義。開発途上国の発展のためには災害に強い国づくりが基本であり、各々の国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方、継続的な人材育成のあり方、住民参加によるコミュニティー防災力の向上のあり方などについて講述する。また、共同研究や技術協力で関わりの深い地域との研究・協力の概要についても講述する。	下田　義文			世界の自然災害と防災分野における国際的取り組み	大井　英臣	JICA
							日本の防災の歴史的展開と国際協力		
							地域的な防災の取り組み（アジア、中米、カリブ、南米）		
							世界の防災の課題と展望		
							ベネズエラにおける土石流対策	下田　義文	八千代エンジニアリング
							インドネシアにおける火山泥流対策		
							フィリピンにおける火山防災	井上　美公	日本工営
							パキスタンにおける地震防災		
							インドネシアにおける津波防災		
							ケニアにおけるコミュニティ防災		
2学期	環境防災危機管理論（金曜日3時限）	1.2	集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる天然ダム形成などの大規模土砂災害への対応についての講義。まず大規模土砂災害発生のトリガーイベント（地震等）発生直後の調査を述べ、次に天然ダム発生後の初期対応として緊急調査と情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策、防災訓練の考え方について述べるとともに、天然ダム形成に危険度を事前に把握するための微地形判読方法についても講述する。	坂口　哲夫	9	2	総論	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	9	天然ダム形成時対応の基本的考え方	山下　勝	国総研
					9	16	大規模土砂災害（天然ダム）に関する調査	井上　公夫	砂防フロンティア
					9	30	天然ダムの緊急調査及び土砂災害緊急情報	内田　太郎	国総研
					10	7	大規模土砂災害時（天然ダム形成時）の機関連携	坂口　哲夫	砂防フロンティア
					10	14	地形図の判読手法	井上　公夫	砂防フロンティア
					10	21	新潟県中越地震時の警戒避難対応（山古志村の事例）	長嶋　忠美	国会議員
					10	28	天然ダムの応急対策（中越地震の事例）	本臼　茂	北陸地整河工課長
					11	4	土砂法改正に伴う緊急調査と対策		
					11	11	天然ダムを想定した防災訓練	坂口　哲夫	砂防フロンティア
					11	18	（予備日）		
	環境防災政策論Ⅰ（金曜日4時限）	1.2	地方自治体の首長や幹部職員及びその経験者、並びに学識経験者による講義。都市化、過疎化、市町村合併、少子高齢化、土地利用など社会環境の変化により地域が抱える環境防災の課題を踏まえて、地方自治体の環境防災への取り組みの現状と今後の方向について述べると共に、防災情報、防災教育、住民啓発、NPO活動など地域防災力を高めるために欠くことのできない施策の考え方について具体的事例を紹介しながら講述する。	森　俊勇	9	2	総論	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	9	土砂災害の発生と砂防関係施策（ソフト）の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	16	地域防災における課題	牧　剛尓	（前）竹田市長
					9	30	土砂災害に関する情報とその活用	工藤　順	新居浜市市民部長
					10	7	住民啓発（土砂災害を軽減するために）	片田　敏孝	群馬大教授
					10	14	リスクコミュニケーション	三島　和子	セコムIS研究所
					10	21	砂防ボランティアの組織と活動	渡部　文人	砂防フロンティア
					10	28	砂防ボランティアの活動事例	判野　充昌	山口県砂防ボランティア協会
					11	4	（予備日）		
					11	11	防災教育の現状と課題	北　俊夫	国土舘大教授
					11	18	防災教育の今後の方向性（教材と実践）	北　俊夫	国土舘大教授
	環境防災法令論（金曜日5時限）	1.2	毎年全国で頻発する土砂災害から住民の生命を守るため、土砂災害防止法に基づき「土砂災害（特別）警戒区域」の指定が各都道府県で進められている。講義では、まず土砂災害防止法の概要及び区域設定の考え方について述べ、次に大雨時の警戒避難に係わる情報・体制、災害に強いまちづくり、住民主役の防災、土地利用規制などのあり方について事例を紹介しながら講述する。	三木　洋一	9	2	総論	三木　洋一	砂防フロンティア
					9	9	土砂災害防止法の概要		
					9	16	基礎調査における区域設定の考え方	三木　洋一	砂防フロンティア
					9	30	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	内山　均志	砂防フロンティア
					10	7	豪雨時の土砂災害に関する情報	新潟県	新潟県
					10	14	住民との合意形成	長野県	長野県
					10	21	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災連合会会長
					10	28	土砂災害防止法とまちづくり	○○市	○○市
					11	4	住民説明会による合意形成	三木洋一	砂防フロンティア
					11	11	警戒避難体制の強化	三木洋一	砂防フロンティア
					11	18	（予備日）		
	環境防災政策論Ⅱ（集中講義）	1.2	国土交通省の行政官による講義。日本は自然・社会条件から、年間約1000件の土砂災害が発生しており、環境防災が重要な課題である。まず、環境防災の関係法令、行政組織と予算について述べ、次に環境防災の主要施策、省庁連携、施設計画、事業効果などについて、環境防災行政を担っている立場から講述する。	粟原　淳一			砂防思想の変遷	南　哲行	国土交通省砂防部
							砂防関係法令	粟原純一	国土交通省砂防部
							砂防行政組織と予算		
							砂防事業	佐藤保之	国土交通省砂防部
							地すべり対策事業、急傾斜地崩壊対策事業		
							直轄砂防関係事業	後藤宏二	利根所長
							関係省庁との連携（気象、林野、環境、厚労等）		
							砂防施設配置の考え方	山口　真司	国土交通省砂防部
							砂防事業の効果（地域活性化）と事業評価		
							警戒避難に関する実態（深層崩壊調査を含む）		
	環境防災高度技術論（集中講義）	1.2	地震や火山噴火により大規模な土砂災害の発生が急迫している場合、広範囲に多大な被害が及ぶ恐れがあり、また状況が時々刻々と変化していくことが想定される。この重大かつ急迫している危険を回避するためには、特に高度な専門知識と技術が必要となる。講義では、こうした危険が急迫している場合における、大規模な土石流・地すべりによる被害が想定される区域や時期を明らかにするために必要な緊急調査・解析に関する高度な技術について講述する。環境防災危機管理論を受講していることがのぞましい。	未定			総論		
							レーザープロファイラ-による地形計測		
							GPS計測		
							天然ダム決壊危険度判定		
							天然ダム決壊時の洪水流量予測		
							土石流氾濫解析		
							土石流検知・監視		
							火山噴火による降灰量調査		
							火山噴火リアルタイプハザードマップ作成		
							流砂量計測		

注：赤字はセミナー形式で実施。青字は特別講師。

学期	科目名	年次	概　要	担当教員又はとりまとめ講師	月	日	授業内容	講師	
1学期	環境防災学（火曜日3・4時限）	1.2	豪雨，地震，火山噴火などに伴う土砂災害、洪水災害などの特徴と防災対策・政策について、そのバックグラウンドたる自然環境、社会環境の歴史的変遷過程をふまえつつ講述するとともに、気候変動、人口減少社会など将来動向をにらんだ今後の防災対策のあり方について述べ、環境防災学としての視点と課題，解決法などについて考える。	西本　晴男	4	17	総論	西本　晴男	筑波大学
					4	24	日本の国土・社会と防災対策		
					5	8	近年の環境変化と災害動向		
					5	15	環境変化をふまえた防災対策		
					5	22	山地荒廃と土砂生産作用		
					5	29	マスムーブメント		
					6	5	流域における土砂移動、山地水文		
					6	12	渓流工事と山腹工		
					6	19	森林影響論		
					6	26	気候変動と環境防災		
	環境防災危機管理論（金曜日5時限）	1.2	集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる天然ダム形成などの大規模土砂災害への対応についての講義。まず大規模土砂災害発生のトリガーイベント（地震等）発生直後の調査を述べ、次に天然ダム発生後の初期対応として緊急調査と情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策、防災訓練の考え方について述べるとともに、天然ダム形成に危険度を事前に把握するための微地形判読方法についても講述する。	水野　秀明	4	13	大規模土砂災害危機管理に関する総論	水野秀明	筑波大学
					4	20	大規模土砂災害（天然ダム）発生事例・調査方法	（井上公夫）	砂防フロンティア
					4	27	緊急調査・土砂災害緊急情報に関する手法・解析法	水野秀明	筑波大学
					5	11	地形図を用いた大規模土砂災害地形の判読手法	（井上公夫）	砂防フロンティア
					5	18	天然ダム越流決壊時の氾濫予測	水野秀明	筑波大学
					5	25	天然ダムの決壊過程・決壊時流量解析技術	（森　俊勇）	砂防フロンティア
					6	1	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法	水野秀明	筑波大学
					6	8	H23年台風12号における天然ダム対応	水野秀明	筑波大学
					6	15	H23年台風12号大規模土砂災害時における住民避難対応	水野秀明	筑波大学
					6	22	大規模土砂災害を想定した機関連携・防災訓練	（坂口哲夫）	砂防フロンティア
	環境防災計画論（月曜日3時限）	1.2	地球温暖化による気候変動にともなう降雨量の増加、強度の増大が予測されるなど、自然環境の変化が防災上懸念されている。環境防災を効率的かつ効果的に実施するため、最新の各種調査計画設計基準やガイドラインの考え方について講述し、今後の調査計画設計について講究する。	小山内 信智、岡本　敦	4	16	総論（環境リスクの中の人間社会、公共事業としての砂防）	小山内　信智	土研
					4	23	砂防事業評価	岡本　敦	国総研
					5	7	水系砂防計画①（砂防計画の新たな枠組み、被害推定計算）	内田　太郎	国総研
					5	14	水系砂防計画②（流砂系管理、土砂移動の把握手法等）	内田　太郎	国総研
					5	21	砂防におけるリモートセンシング技術の活用	水野　正樹	国総研
					5	28	砂防データ・ベースとその活用	（林　真一郎）	国総研
					6	4	地域づくりと砂防、環境と調和した砂防	小山内　信智	国総研
					6	11	がけ崩れ対策とリスク評価	（野村康裕）	国総研
					6	18	雪崩災害と調査・対策計画	野呂　智之	土研
					6	25	土砂災害警戒情報と基準雨量	小山内　信智	土研
	環境防災施設論（月曜日4時限）	1.2	環境防災施設についての基本的な講義。防災対策においては自然環境、人間の生活環境との調和を重視するとともに、地球温暖化防止に寄与する技術開発とこれを活用した環境防災施設の整備が求められている。講義では、自然石を用いた石積施設、非コンクリート化施設、鋼製構造物など環境にやさしい新技術について、技術開発の現状とその機能特性、品質管理法、施工法、維持管理法について具体的事例を紹介しながら講述する。	田畑　茂清	4	16	総論	田畑　茂清	砂防フロンティア
					4	23	石積	大矢　幸司	砂防フロンティア
					5	7	柔構造①	（木村　佳嗣）	柔構造研
					5	14	柔構造②	（木村　佳嗣）	柔構造研
					5	21	透過型構造①	（岡田　勝）	鋼構造物研
					5	28	透過型構造②	（守山　浩史）	鋼構造物研
					6	4	透過型構造③	（佐伯　拓也）	鋼構造物研
					6	11	ソイルセメント	（松井　宗廣）	
					6	18	施設配置	（嶋　　大尚）	STC
					6	25	まとめ	田畑　茂清	砂防フロンティア
	国際環境防災論（集中講義）	1.2	環境防災分野の海外技術協力経験者による講義。開発途上国の発展のためには災害に強い国づくりが基本であり、各々の国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方、継続的な人材育成のあり方、住民参加によるコミュニティー防災力の向上のあり方などについて講述する。また、共同研究や技術協力で関わりの深い地域との研究・協力の概要についても講述する。	下田　義文	1学期集中（7月5日、6日）		世界の自然災害の発生状況	（大井　英臣）	JICA
							防災分野における国際協調		
							防災分野における日本の国際協力		
							日本が受けた援助		
							砂防国際協力現場における計画設計施工事例（メラピ、スメル、クルー等）	下田　義文	八千代エンジニアリング
							【ネパールへの技術協力を考える】		
							地方・中小企業の海外展開	志鷹　新樹	丸新志鷹（株）
							環境防災に関する国際協力の実践	石塚　忠範	土研
							ネパールにおける斜面防災の実施例	猪狩　哲夫	（株）間組
2学期	フィールド環境防災学（金曜日1・2時限）	1.2	豪雨，地震，火山噴火などに伴う環境災害に対し、総合的な対策を検討するために必要な観点、基本的な調査・解析のための技術から、計画策定、実施に至るまでの諸プロセスで検討しなければならない項目や観点、評価技術などについて具体的なフィールドを例にあげつつ講述し、総合力としての環境防災技術について考察する。	石井　靖雄	9	7	フィールドで開発されてきた調査・対策技術－序論－	石井　靖雄	筑波大学
					9	14	流域の荒廃と自然の復元		
					9	21	大規模崩壊と調査、対策(1)		
					9	28	大規模崩壊と調査、対策(2)		
					10	4	土石流災害と調査・対策(1)		
					10	12	土石流災害と調査・対策(2)		
					10	19	火山噴火災害と調査・対策		
					10	26	地すべり災害と調査・対策(1)		
					11	2	地すべり災害と調査・対策(2)		
					11	9	大規模災害と調査・対策－緊急対策と恒久対策－		
	地域環境防災論Ⅰ（金曜日3時限）	1.2	地方自治体の首長や幹部職員及びその経験者、並びに学識経験者による講義。都市化、過疎化、市町村合併、少子高齢化、土地利用など社会環境の変化により地域が抱える環境防災の課題を踏まえて、地方自治体の環境防災への取り組みの現状と今後の方向について述べると共に、防災情報、防災教育、住民啓発、NPO活動など地域防災力を高めるために欠くことのできない施策の考え方について具体的事例を紹介しながら講述する。	森　俊勇	9	7	総論	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	14	土砂災害の発生と砂防関係施策（ソフト）の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	21	マスコミの取り上げ方と課題	森　俊勇	砂防フロンティア
					9	28	土砂災害に関する情報とその活用	工藤　順	新居浜市市民部長
					10	4	防災教育の現状と課題	北　俊夫	国土舘大教授
					10	12	防災教育の今後の方向性	北　俊夫	国土舘大教授
					10	19	リスクコミュニケーション(1)	三島　和子	セコムIS研究所
					11	2③	地域防災力の向上に向けて	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	2⑤	リスクコミュニケーション(2)	三島　和子	セコムIS研究所
					11	9	どうすれば土砂災害による人身災害をなくすことができるか？	森　俊勇	砂防フロンティア
	地域環境防災論Ⅱ（金曜日4時限）	1.2	毎年全国で頻発する土砂災害から住民の生命を守るため、土砂災害防止法に基づき「土砂災害（特別）警戒区域」の指定が各都道府県で進められている。講義では、まず土砂災害防止法の概要及び区域設定の考え方について述べ、次に大雨時の警戒避難に係わる情報・体制、災害に強いまちづくり、住民主役の防災、土地利用規制などのあり方について事例を紹介しながら講述する。	三木　洋一	9	7	総論	三木　洋一	砂防フロンティア
					9	14	基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ	三木　洋一	砂防フロンティア
					9	21	基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ	（中村　浩之）	砂防フロンティア
					9	28	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	（中村　浩之）	砂防フロンティア
					10	4	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	（内山　均志）	砂防フロンティア
					10	12	土砂災害防止法とまちづくり	藤平　大	高知県
					10	26④	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災
					10	26⑤	土砂災害防止法への取り組み	（上原　博信）	長野県青木村
					11	2	住民との合意形成	（細川　容宏）	長野県砂防課
					11	9	課題研究（土砂災害防止法への取り組み）	三木　洋一	砂防フロンティア
	環境防災政策論（集中講義）	1.2	国土交通省の行政官による講義。日本は自然・社会条件から、年間約1000件の土砂災害が発生しており、環境防災が重要な課題である。まず、環境防災の関係法令、行政組織と予算について述べ、次に環境防災の主要施策、省庁連携、施設計画、事業効果などについて、環境防災行政を担っている立場から講述する。	今井　一之	2学期集中		砂防思想の変遷	大野　宏之	国交省砂防部
							砂防関係法令	今井　一之	国交省砂防部
							砂防行政組織と予算		
							砂防事業	浦　真	国交省砂防部
							地すべり対策事業、急傾斜地崩壊対策事業		
							直轄砂防関係事業の取りみ	西　真佐人	利根水系砂防
							関係省庁との連携（気象、林野、環境、厚労等）	中谷　洋明	国交省砂防部
							砂防施設配置の考え方	山口　真司	国交省砂防部
							砂防事業の効果（地域活性化）と事業評価		
							警戒避難と危機管理		
	環境防災高度技術論（集中講義）	1.2	地震や火山噴火により大規模な土砂災害の発生が急迫している場合、広範囲に多大な被害が及ぶ恐れがあり、また状況が時々刻々と変化していくことが想定される。この重大かつ急迫している危険を回避するためには、特に高度な専門知識と技術が必要となる。講義では、こうした危険が急迫している場合における、大規模な土石流・地すべりによる被害が想定される区域や時期を明らかにするために必要な緊急調査・解析に関する高度な技術について講述する。環境防災危機管理論を受講していることがのぞましい。	水野　秀明	2学期集中		大規模土砂災害と地震計活用技術（仮題）	山田　真澄	京都大学防災研助教
							リモートセンシング技術と砂防分野への活用技術（仮題）	内藤一郎	JAXA
							航測技術と砂防分野への活用（仮題）	小川　紀一朗	アジア航測

注：①赤字はセミナー形式で実施。（　）書きは特別講師　②青色塗りつぶしは「未定」または調整中　③「危機管理論」は准教授担当授業科目であるが、授業の一部を括弧書きの外部講師におこなってもらう。

［　　］は、シラバスへの掲載項目。

学期	科目名	年次	概　要	担当教員又はとりまとめ講師	月	日	授業内容	講師	
春学期	環境防災学（火曜日3・4時限）	1.2	豪雨，地震，火山噴火などに伴う土砂災害、洪水災害などの特徴と防災対策・政策について、そのバックグラウンドたる自然環境、社会環境の歴史的変遷過程をふまえつつ講述するとともに、気候変動、人口減少社会など将来動向をにらんだ今後の防災対策のあり方について述べ、環境防災学としての視点と課題，解決法などについて考える。	西本　晴男	4	16	総論	西本　晴男	筑波大学
					4	23	日本の国土・社会と防災対策		
					4	30	近年の環境変化と災害動向		
					5	14	環境変化をふまえた防災対策		
					5	21	山地荒廃と土砂生産作用		
					5	28	マスムーブメント		
					6	4	流域における土砂移動、山地水文		
					6	11	渓流工事と山腹工		
					6	18	森林影響論		
					6	25	気候変動と環境防災		
	環境防災危機管理論（金曜日5時限）	1.2	集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる天然ダム形成などの大規模土砂災害への対応についての講義。大規模土砂災害の発生直後からの危機管理（緊急調査、情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策）に加えて、平常時における防災訓練の考え方について述べるとともに、天然ダム形成に危険度を事前に把握するための微地形判読方法についても講述する。	水野　秀明	4	12	大規模土砂災害危機管理に関する総論	水野　秀明	筑波大学
					4	19	大規模土砂災害（天然ダム）発生事例・調査方法（井上）		
					4	26	緊急調査・土砂災害緊急情報に関する手法・解析法		
					5	10	天然ダムの決壊過程・決壊時流量解析技術		
					5	17	天然ダム越流決壊時の氾濫予測		
					5	24	土石流氾濫計算の演習		
					5	31	天然ダム形成時における応急対策		
					6	7	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法		
					6	14	土砂災害時における住民避難		
					6	21	大規模土砂災害を想定した機関連携・防災訓練		
	環境防災施設論Ⅱ（月曜日3時限）	1.2	自然災害であっても原因は自然の営みによるものだけでなく人間活動の結果として 引き起こされる場合が多い。災害発生のメカニズムと災害復旧の手だてのみならず災害予防からも 社会経済的側面を含めて明らかにし、環境防災施設のプランニング・マネージメントの体系化と指導者の育成をめざす。	田畑　茂清	4	15	災害の視座から適会を知り、未来を考える（概論）	田畑　茂清	砂防フロンティア研究所長
					4	22	危機管理の要諦は想像力（ハードウェアとソフトウェア）		
					5	7	ふるさとをまもる（防災を学ぶ）		
					5	13	今こそ 海外に目を向ける（貧しさからの脱却に手をさしのべる）		
					5	20	私の歩いた道（環境防災施設の歴史）		
					5	27	環境を配慮するとは（環境配慮契約法）		
					6	3	事例の抽出と選定（1）		
					6	10	事例の抽出と選定（2）		
					6	17	事例の抽出と選定（3）		
					6	24	まとめ		
	環境防災計画論（月曜日4時限）	1.2	地球温暖化による気候変動にともなう降雨量の増加、強度の増大が予測されるなど、自然環境の変化が防災上懸念されている。環境防災を効率的かつ効果的に実施するため、最新の各種調査計画設計基準やガイドラインの考え方について講述し、今後の調査計画設計について講究する。	小山内 信智、岡本　敦	4	15	総論□	小山内　信智	土研
					4	22	水系砂防計画①	内田　太郎	国総研
					5	7	水系砂防計画②	内田　太郎	国総研
					5	13	砂防事業評価	蒲原　潤一	国総研
					5	20	砂防におけるリモートセンシング技術の活用	水野　正樹	国総研
					5	27	砂防調査	（林　真一郎）	国総研
					6	3	がけ崩れ災害とリスク評価	（野村　康裕）	国総研
					6	10	雪崩災害と調査・対策計画	（野村　康裕）	国総研
					6	17	土砂災害警戒情報と基準雨量	秋山　一弥	土研
					6	24	地域づくりと砂防、環境と調和した砂防、まとめ	小山内　信智	土研
	国際環境防災論（集中講義）	1.2	環境防災分野の海外技術協力経験者による講義.開発途上国の発展のためには災害に強い国づくりが基本であり,各々の国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方,継続的な人材育成のあり方,住民参加によるコミュニティー防災力向上のあり方について講述する.また,ネパールの自然社会と防災について地域との民間交流を交えて講述する.	下田　義文	春学期集中（7月16、17日）		世界の自然災害の発生状況	（大井　英臣）	JICA□
							防災分野における国際協調		
							防災分野における日本の国際協力		
							日本が受けた援助		
							砂防国際協力現場における計画設計施工事例（メラピ、スメル、クルー等）	下田　義文	八千代エンジニアリング
							ネパールの自然・文化と防災（仮題）	石黒　久	丸新志鷹ネパール支店
	環境防災高度技術論（集中講義）	1.2	地震や火山噴火により大規模な土砂災害の発生が予測される場合あるは発生した場合に、状況が時々刻々と変化していく中で急迫している危険を回避するために必要となる情報を、航測、リモセン技術などによって被害が想定される区域・時期などを明らかにするための緊急調査・解析技術について講述する.また、世界的な歴史的砂防施設の維持管理と世界遺産登録に向けた技術論的思想について講述する。	水野　秀明	春学期集中（7月2，3，4日）		世界遺産に向けた取り組み（仮題）	小野寺　浩	プレック顧問（元環境省自然保護局長）
							リモートセンシング技術と砂防分野への活用技術（仮題）	（阿久津　亮夫）	JAXA
							航測技術と砂防分野への活用（仮題）	小川　紀一朗	アジア航測
秋学期	フィールド環境防災学（金曜日1・2時限）	1.2	豪雨，地震，火山噴火などに伴う環境災害に対し、総合的な対策を検討するために必要な観点、基本的な調査・解析のための技術から、計画策定、実施に至るまでの諸プロセスで検討しなければならない項目や観点、評価技術などについて具体的なフィールドを例にあげつつ講述し、総合力としての環境防災技術について考察する。	石井　靖雄	10	4	フィールドで開発されてきた調査・対策技術－序論－	石井　靖雄	土研
					10	11	最近の大規模土砂災害と対応（1）	小山内　信智	土研
					10	25	最近の大規模土砂災害と対応（2）	小山内　信智	土研
					11	1	流域の荒廃と自然の復元－田上山山腹工を事例として－	石井　靖雄	土研
					11	8	大規模崩壊と調査、対策－日本三大崩れを事例として－	石井　靖雄	土研
					11	15	大規模崩壊と土石流対策－富士山大沢崩れを事例として	石井　靖雄	土研
					11	22	土石流災害と調査・対策	水野　秀明	筑波大学
					12	6	地すべり災害と調査	石井　靖雄	土研
					12	13	地すべり災害と調査対策	石井　靖雄	土研
	地域環境防災基本論（金曜日3時限）	1.2	地方自治体の首長や幹部職員及びその経験者、並びに学識経験者による講義。都市化、過疎化、市町村合併、少子高齢化、土地利用など社会環境の変化により地域が抱える環境防災の課題を踏まえて、地方自治体の環境防災への取り組みの現状と今後の方向について述べると共に、防災情報、防災教育、住民啓発、NPO活動など地域防災力を高めるために欠くことのできない施策の考え方について具体的事例を紹介しながら講述する。	森　俊勇	10	4	総論	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	11	土砂災害の発生と砂防関係施策（ソフト）の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	25	土砂災害に対するマスコミの取り上げ方と課題	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	1	土砂災害に関する情報	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	8	地域防災力の向上に向けて	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	15	リスクコミュニケーション（Ⅰ）	三島　和子	セコムIS研究所
					11	22	リスクコミュニケーション（Ⅱ）	三島　和子	セコムIS研究所
					12	6	防災教育の現状と課題	北　俊夫	国士舘大教授
					12	13	今後の防災教育の方向性	北　俊夫	国士舘大教授
	地域環境防災実践論（金曜日4時限）	1.2	毎年全国で頻発する土砂災害から住民の生命を守るため、土砂災害防止法に基づき「土砂災害（特別）警戒区域」の指定が各都道府県で進められている。講義では、まず土砂災害防止法の概要及び区域設定の考え方について述べ、次に大雨時の警戒避難に係わる情報・体制、災害に強いまちづくり、住民主役の防災、土地利用規制などのあり方について事例を紹介しながら講述する。	三木　洋一	10	4	総論	三木　洋一	砂防フロンティア
					10	11	基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ	三木　洋一	砂防フロンティア
					10	25・4限	基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ	（中村　浩之）	砂防フロンティア
					10	25・5限	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	（中村　浩之）	砂防フロンティア
					11	1	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	（内山　均志）	砂防フロンティア
					11	8	土砂災害防止法とまちづくり	藤平　大	高知県
					11	15	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災
					11	22	土砂災害防止法への取り組み	（上原　博信）	長野県青木村
					12	6	住民との合意形成	（細川　容宏）	長野県砂防課
					12	13	課題研究（土砂災害防止法への取り組み）	三木　洋一	砂防フロンティア
	環境防災政策論（集中講義）	1.2	国土交通省の行政官による講義。日本は自然・社会条件から、年間約1000件の土砂災害が発生しており、環境防災が重要な課題である。まず、環境防災の関係法令、行政組織と予算について述べ、次に環境防災の主要施策、省庁連携、施設計画、事業効果などについて、環境防災行政を担っている立場から講述する。	酒谷　幸彦	10	4	砂防行政総論（大野宏之）	酒谷　幸彦	国交省砂防部
					10	11	砂防行政の変遷（技術論、規則、政策目的の変遷）		
					10	25	砂防関係4法令、執行体制		
					11	1	砂防関連予算、事業の概要		
					11	8	砂防計画と施設配置		
					11	22	土砂災害による被害軽減のための関係省庁との連携事例（気象庁、内閣府）		
					11	29	大規模土砂災害に対する危機管理		
					12	6	事業実施上の課題、事業評価		

注：①赤字はセミナー形式で実施。（ ）書きは特別講師　②青色塗りつぶしは「未定」または調整中　③「危機管理論」は準教授担当授業科目であるが、授業の一部を括弧書きの外部講師におこなってもらう。

□は、シラバスへの掲載項目。

平成26年度環境防災学講座・授業科目の概要/授業内容(案)　※今後、内容に変更の可能性があります。　2014.10.28

学期	科目名	年次	概　要	担当教員又はとりまとめ講師	月	日	授業内容		
春学期	環境防災学（火曜日3・4時限）	1	豪雨，地震，火山噴火などに伴う土砂災害、洪水災害などの特徴と防災対策・政策について、そのバックグラウンドたる自然環境、社会環境の歴史的変遷過程をふまえつつ講述するとともに、気候変動、人口減少社会など将来動向をにらんだ今後の防災対策のあり方について述べ、環境防災学としての視点と課題，解決法などについて考える。	西本　晴男	4	15	総論	西本　晴男	筑波大学
					4	22	日本の国土・社会と防災対策		
					5	9	近年の環境変化と災害動向		
					5	13	環境変化をふまえた防災対策		
					5	20	山地荒廃と土砂生産作用		
					5	27	マスムーブメント		
					6	3	流域における土砂移動、山地水文		
					6	10	渓流工事と山腹工		
					6	17	森林影響論		
					6	24	気候変動と環境防災		
	環境防災危機管理論（金曜日5時限）	1	集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる天然ダム形成などの大規模土砂災害への対応についての講義。大規模土砂災害の発生直後からの危機管理(緊急調査、情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策)に加えて、平常時における防災訓練の考え方について述べるとともに、天然ダム形成に危険度を事前に把握するための微地形判読方法についても講述する。	水野　秀明	4	11	大規模土砂災害危機管理に関する総論	水野　秀明	筑波大学
					4	18	大規模土砂災害(天然ダム)発生事例・調査方法		
					4	25	緊急調査・土砂災害緊急情報に関する手法・解析法		
					5	2	天然ダムの決壊過程・決壊時流量解析技術		
					5	16	天然ダム越流決壊時の氾濫予測		
					5	23	土石流氾濫計算の演習		
					5	30	天然ダム形成時における応急対策		
					6	6	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法		
					6	13	土砂災害発生時の現場マスコミ対応(小山内)		
					6	20	土砂災害時における住民避難		
	環境防災施設論Ⅰ（月曜日4時限）	1.2	環境防災施設についての基本的な講義。防災対策においては自然環境、人間の生活環境との調和を重視するとともに、地球温暖化防止に寄与する技術開発とこれを活用した環境防災施設の整備が求められている。講義では、自然石を用いた石積施設、非コンクリート化施設、鋼製構造物など環境にやさしい新技術について、技術開発の現状とその機能特性、品質管理法、施工法、維持管理法について具体的事例を紹介しながら講述する	牧野　裕至	4	14	総論：環境防災施設とその役割・文化的位置価値	牧野　裕至	砂防フロンティア
					4	21	石積砂防設備：砂防の歴史と石積み砂防設備	(林　数一)	砂防施工管理研究会
					4	28	柔構造物①：柔構造物の歴史と役割	(木村　佳嗣)	柔構造物研究会
					5	12	柔構造物②：柔構造物の設計・施行・演習	(木村　佳嗣)	柔構造物研究会
					5	19	透過型構造物①：透過型構造物の歴史と役割	(守山　浩史)	鋼製構造物研究会
					5	26	透過型構造物②：透過型構造物の設計・施行・演習	(守山　浩史)	鋼製構造物研究会
					6	2	透過型構造物③：行政の先端からの透過型構造物	(萩原　弘)	関東地方整備局企画部
					6	9	ボンテランエ法：ボンテランエ法の開発と設計・施行	(森　雅人)	ボンテランエ法研究会
					6	16	山腹工：山腹工の歴史と役割、設計・施工	(綿貫　明)	砂防施工管理研究会
					6	23	まとめ：次世代に繋ぐ環境と防災、文化	牧野　裕至	砂防フロンティア
	環境防災計画論Ⅱ（月曜日3時限）	1.2	国土技術政策総合研究所と土木研究所の研究官による講義。環境防災対策を効率的かつ効果的に実施するため、砂防施設計画、砂防施設設計、土石流・流木対策施設の計画・設計などの実際について具体的な事例を踏まえつつ講述する	小山内 信智、蒲原　潤一	4	14	総論、総合的な土砂管理	小山内　信智	土研
					4	21	水系砂防被害推定手法	内田　太郎	国総研
					5	28	砂防施設配置計画	内田　太郎	国総研
					5	12	砂防施設設計①　(砂防堰堤)	(藤村　直樹)	土研
					5	19	砂防施設設計②　(渓流保全工)	(藤村　直樹)	土研
					5	26	砂防事業評価	蒲原　潤一	国総研
					6	2	土石流・流木対策調査、計画	内田　太郎	国総研
					6	9	土石流・流木対策施設設計	木下　篤彦	土研
					6	16	鋼製砂防施設設計	木下　篤彦	土研
					6	23	災害復旧・復興・地域づくり	蒲原　潤一	国総研
	国際環境防災論（集中講義）	1	環境防災分野の海外技術協力経験者による講義.開発途上国の発展のためには災害に強い国づくりが基本であり,各々の国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方,継続的な人材育成のあり方などについて、気候変動等の中長期的動向ををふまえつつ、国際的視点から防災のあり方について講述する.	下田　義文	7	17	世界の自然災害の発生状況 防災分野における国際協調 3.11の教訓及び気候変動を考慮したPost-2015の課題 日本が受けた援助	(大井　英臣)	国際砂防協会
					7	17	砂防国際協力現場における計画・設計・施工・技術指導の事例(メラピ火山噴火対策、パワカレン山大崩壊対策、アンボン島天然ダム対策)	下田　義文	八千代エンジニアリング
					7	18	ネパールの自然・文化と防災(仮題)	石黒　久	丸新志鷹ネパール支店
	環境防災高度技術論（集中講義）	1	地震や火山噴火により大規模な土砂災害の発生が予測される場合あるは発生した場合に、状況が時々刻々と変化していく中で急迫している危険を回避するために必要となる情報を、航測、リモセン技術などによって被害が想定される区域・時期などを明らかにするための緊急調査・解析技術について講述する.また、世界的な歴史的砂防施設の維持管理と世界遺産登録に向けた技術論的思想について講述する。	小川　紀一朗	7	7	世界遺産に向けた取り組み(仮題)	小野寺　浩	ブレック顧問(元環境省自然保護局長)
					7	10	リモートセンシング技術と砂防分野への活用技術(仮題)	(戸田　謙一)	JAXA
					7	10	航測技術と砂防分野への活用(仮題)	小川　紀一朗	アジア航測
秋学期	フィールド環境防災学（金曜日1・2時限）	1	豪雨，地震，火山噴火などに伴う環境災害に対し、総合的な対策を検討するために必要な観点、基本的な調査・解析のための技術から、計画策定、実施に至るまでの諸プロセスで検討しなければならない項目や観点、評価技術などについて具体的なフィールドを例にあげつつ講述し、総合力としての環境防災技術について考察する。	石井　靖雄	10	3	流域の荒廃と山腹工	石井　靖雄	土研
					10	10	大規模土砂災害時の現場対応	小山内　信智	土研
					10	24	大規模崩壊地域の砂防	石井　靖雄	土研
					10	31	微地形判読	井上　公夫	砂防フロンティア
					11	7	大規模崩壊地域と土石流対策	石井　靖雄	土研
					11	14	地すべりの調査	石井　靖雄	土研
					11	21	現場の計測技術(土石流等検知センサー、大規模土砂移動検知システム、火山灰堆積厚、天然ダム水位、など)	石塚　忠範	土研
					12	5	急傾斜地崩壊調査・対策、雪崩調査・対策	秋山　一弥	土研
					12	12	地すべり対策の計画	石井　靖雄	土研
					12	19	地すべりの緊急対応、解説	石井　靖雄	土研
	地域環境防災基本論（金曜日3時限）	1	地方自治体の首長や幹部職員及びその経験者、並びに学識経験者による講義。都市化、過疎化、市町村合併、少子高齢化、土地利用など社会環境の変化により地域が抱える環境防災の課題を踏まえて、地方自治体の環境防災への取り組みの現状と今後の方向について述べると共に、防災情報、防災教育、住民啓発、NPO活動など地域防災力を高めるために欠くことのできない施策の考え方について具体的事例を紹介しながら講述する。	森　俊勇	10	3	総論①防災の視点から見た中山間地の実態 ②自然災害への対応	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	10	土砂災害の発生と砂防関係施策の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	24	土砂災害に対するマスコミの取り上げ方と課題	森　俊勇	砂防フロンティア
					~~10~~	~~31~~	~~土砂災害に関する情報~~	~~森　俊勇~~	~~砂防フロンティア~~
					11	7	土砂災害に関する情報	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	14	リスクコミュニケーション(1)	三島　和子	セコムIS研究所
					11	21	リスクコミュニケーション(2)	三島　和子	セコムIS研究所
					12	5	防災教育の現状と課題	北　俊夫	国士舘大教授
					12	12	今後の防災教育の方向性	北　俊夫	国士舘大教授
					12	19	地域防災力の向上に向けて	森　俊勇	砂防フロンティア
	地域環境防災実践論（金曜日4時限）	1	毎年全国で頻発する土砂災害から住民の生命を守るため、土砂災害防止法に基づき「土砂災害(特別)警戒区域」の指定が各都道府県で進められている。講義では、まず土砂災害防止法の概要及び区域設定の考え方について述べ、次に大雨時の警戒避難に係わる情報・体制、災害に強いまちづくり、住民主役の防災、土地利用規制などのあり方について事例を紹介しながら講述する。	三木　洋一	10	3	総論	三木　洋一	応用地質
					10	10	基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ	三木　洋一	応用地質
					10	24	基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ	(中村　浩之)	東京農工大名誉教授
					10	31	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	(中村　浩之)	東京農工大名誉教授
					11	7	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	(内山　均志)	砂防フロンティア
					11	14	土砂災害防止法とまちづくり	藤平　大	高知県
					11	21	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災
					12	5	土砂災害防止法への取り組み	(細川　容宏)	長野県砂防課
					12	12	住民との合意形成	(掛野　大輔)	長野県内市町村総務課
					12	19	課題研究(土砂災害防止法への取り組み)	三木　洋一	応用地質
	環境防災政策論（集中講義）	1	国土交通省の行政官による講義。日本は自然・社会条件から、年間約1000件の土砂災害が発生しており、環境防災が重要な課題である。まず、環境防災の関係法令、行政組織と予算について述べ、次に環境防災の主要施策、省庁連携、施設計画、事業効果などについて、環境防災行政を担っている立場から講述する。	酒谷　幸彦	4	11	砂防行政総論(大野宏之) 砂防行政の目指すもの	酒谷　幸彦	国交省砂防部
					4	18	砂防思想の変遷(技術論、規則、政策目的の変遷)		
					4	25	砂防関係4法令、執行体制		
					5	2	砂防関連予算、事業の概要		
					5	16	砂防計画と施設配置		
					5	23	土砂災害による被害軽減のための関係省庁との連携事例(気象庁、内閣府)		
					5	30	大規模土砂災害に対する危機管理		
					6	6	事業実施上の課題、事業評価		

注：①赤字はセミナー形式で実施。（ ）書きは辞令無しの講師　②「危機管理論」は准教授担当授業科目であるが、授業の一部を括弧書きの外部講師に実施してもらう。
◎シラバスへの掲載項目：学期、科目名、年次、概要、とりまとめ講師名(「担当教員」として記載)、授業内容

学期	科目名	年次	概　要	担当教員又はとりまとめ講師	月	日	授業内容		
春学期	環境防災学（火曜日3・4時限）	1	豪雨，地震，火山噴火などに伴う土砂災害、洪水災害などの特徴と防災対策・政策について、そのバックグラウンドたる自然環境、社会環境の歴史的変遷過程をふまえつつ講述するとともに、気候変動、人口減少社会など将来動向をにらんだ今後の防災対策のあり方について述べ、環境防災学としての視点と課題，解決法などについて考える。	西本　晴男	4	14	総論	西本　晴男	筑波大学
					4	21	日本の国土・社会と防災対策		
					4	28	近年の環境変化と災害動向		
					5	12	環境変化をふまえた防災対策		
					5	19	山地荒廃と土砂生産作用		
					5	26	マスムーブメント		
					6	2	流域における土砂移動、山地水文		
					6	9	渓流安定化と山腹緑化		
					6	16	森林影響論		
					6	23	気候変動と環境防災		
	環境防災危機管理論（金曜日2時限）	1	集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる天然ダムの形成などの大規模土砂災害への対応についての講義。大規模土砂災害の発生直後からの危機管理（緊急調査、情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策）に加えて、平常時における防災訓練の考え方について講述する。	秋山　一弥	4	10	大規模土砂災害危機管理に関する総論	秋山　一弥	筑波大学
					4	17	大規模土砂災害発生事例	秋山　一弥	筑波大学
					4	24	天然ダムの決壊過程・決壊時流量解析技術	（水野　秀明）	土研
					5	1	天然ダム越流決壊時の氾濫予測	（水野　秀明）	土研
					5	15	土砂災害緊急情報	秋山　一弥	筑波大学
					5	22	土石流氾濫計算	（水野　秀明）	土研
					5	29	大規模土砂災害発生時の応急対策	秋山　一弥	筑波大学
					6	5	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法	秋山　一弥	筑波大学
					6	12	土砂災害発生時の現場マスコミ対応	秋山　一弥	筑波大学
					6	19	土砂災害時に対する防災訓練	秋山　一弥	筑波大学
	環境防災施設論Ⅱ（月曜日4時限）	1.2	自然災害であっても原因は自然の営みによるものだけでなく人間活動の結果として 引き起こされる場合が多い。災害発生のメカニズムと災害復旧の手だてのみならず災害予防からも 社会経済的側面を含めて明らかにし、環境防災施設のプランニング・マネージメントの体系化と指導者の育成をめざす講義。これら環境防災施設を設置するにあたり必要となる、基本的理念、歴史、法律、入札・契約、現場での施工、出来型・品質管理等について、具体の事例を示しながら	牧野　裕至	4	13	災害の視座から過去を知り、未来を考える（概論）	牧野　裕至	砂防フロンティア
					4	20	危機管理と環境防災施設	牧野　裕至	砂防フロンティア
					4	27	ハード対策とソフト対策　防災における環境防災施設の役割	牧野　裕至	砂防フロンティア
					5	11	ふるさとをまもる	田村　公平	砂防フロンティア顧問
					5	18	住民の認識・評価・意見と環境防災施設	牧野　裕至	砂防フロンティア
					5	25	環境防災施設の実際　施工者の取り組み	（綿貫　明）	砂防施工管理研究会
					6	1	環境防災施設の実際　砂防の事務所では	（安齋　徳夫）	利根川水系砂防事務所
					6	8	環境防災施設の契約・品質等管理・技術開発	（萩原　弘）	関東地整技術事務所
					6	15	先人に学ぶ　環境防災施設に関する書籍　より	牧野　裕至	砂防フロンティア
					6	22	まとめ	牧野　裕至	砂防フロンティア
	環境防災計画論Ⅰ（月曜日3時限）	1.2	地球温暖化による気候変動にともなう降雨量の増加、強度の増大が予測されるなど、自然環境の変化が防災上懸念されている。環境防災を効率的かつ効果的に実施するため、最新の各種調査計画設計基準やガイドラインの考え方について講述し、今後の調査計画設計について講究する。	内田　太郎	4	13	総論	（藤沢　和範）	土研
					4	20	砂防計画の基本（砂防の枠組み）	（藤沢　和範）	土研
					4	27	国土保全の砂防	（桜井　亘）	国総研
					5	11	水系砂防調査計画	内田　太郎	国総研
					5	18	水系砂防被害推定手法	内田　太郎	国総研
					5	25	土石流・流木対策調査、計画	（藤村　直樹）	土研
					6	1	土石流概論	（水野　秀明）	土研
					6	8	土石流・流木対策設計	（藤村　直樹）	土研
					6	15	砂防事業評価	（桜井　亘）	国総研
					6	22	まとめ	（藤沢　和範）	土研
	環境防災政策論（集中講義）	1	国土交通省の行政官による講義。日本は自然・社会条件から、年間約1000件の土砂災害が発生しており、環境防災が重要な課題である。まず、環境防災の関係法令、行政組織と予算について述べ、次に環境防災の主要施策、省庁連携、施設計画、事業効果などについて、環境防災行政を担っている立場から講述する。	酒谷　幸彦	4	10	砂防行政総論（砂防部長）	酒谷　幸彦	国交省砂防部
					4	17	砂防4法令及び関連法令、執行体制		
					4	24	事業執行の流れ（中長期計画・予算編成・事業		
					5	15	砂防事業（計画と施設配置）の事例		
					5	22	土砂災害による被害軽減のための関係省庁と		
					5	29	大規模土砂災害に対する施策・取り組み		
					6	5	自然環境保全に対する施策・取り組み		
					6	12	近年の社会状況に対応した施策・取り組み		
	国際環境防災論（集中講義）	1	環境防災分野の海外技術協力経験者による講義.開発途上国の発展のためには災害に強い国づくりが基本であり,各々の国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方,継続的な人材育成のあり方などについて、気候変動等の中長期的動向ををふまえつつ、国際的視点から防災のあり方について講述する。	下田　義文	7	23 pm	世界の自然災害の発生状況と防災分野における国際協調 IPCC 第5次報告書に基づく気候変動と防災 防災世界会議（2015.3仙台）採択Post2015アクションプラン SDGSと防災	（大井　英臣）	国際砂防協会
					7	23 am	砂防国際協力現場における計画・設計・施工・技術指導の事例（メラピ火山噴火対策、パワカレン山大崩壊対策、アンポン島天然ダム対策）	下田　義文	八千代エンジニアリング
					7	24 am	ネパールの自然・文化と防災（仮題）	石黒　久	丸新志鷹ネパール支店
	環境防災高度技術論（集中講義）	1	地震や火山噴火により大規模な土砂災害の発生が予測される場合あるいは発生した場合に、状況が時々刻々と変化していく中で急迫している危険を回避するために必要となる情報を、航測、リモセン技術などによって被害が想定される区域・時期などを明らかにするための緊急調査・解析技術について講述する.また、世界的な歴史的砂防施設の維持管理と世界遺産登録に向けた技術論的思想について講述する。	小川　紀一朗	7	17 am	立山砂防の世界遺産に向けた取り組み	林　正之	富山県土木部長
					7	16 pm	リモートセンシング技術と防災分野への活用	（伊藤　道夫）	JAXA
					7	16 am	航測技術と砂防分野への活用（仮題）	小川　紀一朗	アジア航測
					7	17 pm	環境防災施設の維持管理技術（仮題）	星野　和彦	砂防フロンティア
秋学期	フィールド環境防災学（金曜日1・2時限）	1	豪雨，地震，火山噴火などに伴う環境災害に対し、総合的な対策を検討するために必要な観点、基本的な調査・解析のための技術から、計画策定、実施に至るまでの諸プロセスで検討しなければならない項目や観点、評価技術などについて具体的なフィールドを例にあげつつ講述し、総合力としての環境防災技術について考察する。	石井　靖雄	10	2	総論（近年の土砂災害）	石井　靖雄	土研
					10	9	災害調査・緊急点検	藤沢　和範	土研
					10	16	地すべり調査	石井　靖雄	土研
					10	23	地すべり対策	石井　靖雄	土研
					10	30	微地形判読	井上　公夫	砂防フロンティア
					11	13	急傾斜地崩壊調査・対策、雪崩調査・対策	石田　孝司	土研
					11	20	天然ダム対策	桜井　亘	国総研
					12	4	土砂災害警戒情報・基準雨量	國友　優	国総研
					12	11	現場の計測技術（土石流等検知センサー、大規模土砂移動検知システム、火山反堆積厚、天然ダム水位、など）	水野　秀明	土研
					12	18	まとめ	石井　靖雄	土研
	地域環境防災基本論（金曜日3時限）	1	地方自治体の首長や幹部職員及びその経験者、並びに学識経験者による講義。都市化、過疎化、市町村合併、少子高齢化、土地利用など社会環境の変化により地域が抱える環境防災の課題を踏まえて、地方自治体の環境防災への取り組みの現状と今後の方向について述べると共に、防災情報、防災教育、住民啓発、NPO活動など地域防災力を高めるために欠くことのできない施策の考え方について具	森　俊勇	10	2	総論①防災の視点から見た中山間地の実態	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	9	総論②自然災害への対応	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	16	土砂災害の発生と砂防関係施策の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	23	土砂災害に対するマスコミの取り上げ方と課題	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	30	土砂災害に関する情報	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	13	地域防災力の向上に向けて	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	20	リスクコミュニケーション（1）	（竹田　宜人）	横浜国立大学・製品評価技術基盤機構
					12	4	リスクコミュニケーション（2）	（竹田　宜人）	横浜国立大学・製品評価技術基盤機構
					12	11	防災教育の現状と課題	北　俊夫	国士舘大教授
					12	18	今後の防災教育の方向性	北　俊夫	国士舘大教授
	地域環境防災実践論（金曜日4時限）	1	毎年全国で頻発する土砂災害から住民の生命を守るため、土砂災害防止法に基づき「土砂災害（特別）警戒区域」の指定が各都道府県で進められている。講義では、まず土砂災害防止法の概要及び区域設定の考え方について述べ、次に大雨時の警戒避難に係わる情報・体制、災害に強いまちづくり、住民主役の防災、土地利用規制などのあり方について事例を紹介しながら講述する。	三木　洋一	10	2	総論	三木　洋一	応用地質
					10	9	基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ	三木　洋一	応用地質
					10	16	基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ	（中村　浩之）	東京農工大名誉教授
					10	23	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	（中村　浩之）	東京農工大名誉教授
					10	30	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	（内山　均志）	砂防フロンティア
					11	13	土砂災害防止法とまちづくり	藤平　大	土研
					11	20	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災
					12	4	土砂災害防止法への取り組み	（坪田　浩昭）	長野県建設部砂防課
					12	11	住民との合意形成	（掛野　大輔）	長野県小県都長和町
					12	18	課題研究（土砂災害防止法への取り組み）	三木　洋一	応用地質

注：①赤字はセミナー形式で実施。（　）書きは辞令無しの講師　②「危機管理論」は准教授担当授業科目であるが、授業の一部を括弧書きの外部講師に実施してもらう。
◎シラバスへの掲載項目：学期、科目名、年次、概要、とりまとめ講師名（「担当教員」として記載）、授業内容

学期	科目名	年次	概　要	担当教員又はとりまとめ講師	月	日	授業内容		
春学期	環境防災学（火曜日3・4時限）	1	豪雨，地震，火山噴火などに伴う土砂災害、洪水災害などの特徴と防災対策・政策について、そのバックグラウンドたる自然環境、社会環境の歴史的変遷過程をふまえつつ講述するとともに、気候変動、人口減少社会など将来動向をにらんだ今後の防災対策のあり方について述べ、環境防災学としての視点と課題，解決法などについて考える。	西本　晴男	4	12	総論	西本　晴男	筑波大学
					4	19	日本の国土・社会と防災対策		
					4	26	近年の環境変化と災害動向		
					5	2	環境変化をふまえた防災対策		
					5	10	山地荒廃と土砂生産作用		
					5	17	マスムーブメント		
					5	24	流域における土砂移動、山地水文		
					5	31	渓流安定化と山腹緑化		
					6	7	森林影響論		
					6	14	気候変動と環境防災		
	環境防災危機管理論（金曜日2時限）	1	自然災害の災害対策と危機管理、集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる大規模土砂災害への対応についての講義。大規模土砂災害の発生直後からの危機管理（緊急調査、情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策）に加えて、平常時における防災訓練の考え方について講述する。	秋山　一弥	4	15	危機管理に関する総論	秋山　一弥	筑波大学
					4	22	災害対策と危機管理①防災に関する法律		
					5	6	災害対策と危機管理②防災に関する組織		
					5	13	防災情報と危機管理		
					5	20	大規模土砂災害の発生事例		
					5	27	大規模土砂災害発生時の応急対策		
					6	3	土砂災害緊急情報・緊急調査		
					6	10	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法		
					6	17	土砂災害発生時の危機管理と広報（マスコミ対応）		
					6	24	土砂災害発生時の住民避難と防災訓練		
	環境防災施設論Ⅰ（月曜日4時限）	1.2	環境防災施設についての基本的な講義。防災対策においては自然環境、人間の生活環境との調和を重視するとともに、地球温暖化防止に寄与する技術開発とこれを活用した環境防災施設の整備が求められている。講義では、自然石を用いた石積施設、非コンクリート化施設、鋼製構造物など環境にやさしい新技術について、技術開発の現状とその機能特性、品質管理法、施工法、維持管理法について具体的事例を紹介しながら講述する	牧野　裕至	4	11	総論：環境防災施設とその役割・文化的位置価値	牧野　裕至	ニュージェック
					4	18	石積砂防設備：砂防の歴史と石積み砂防設備	（林　数一）	砂防施工管理研究会
					4	25	柔構造①：柔構造物の歴史と役割	（木村　佳嗣）	柔構造物研究会
					5	9	柔構造②：柔構造物の設計・施行・演習	（木村　佳嗣）	柔構造物研究会
					5	16	透過型構造物①：行政の先端からの透過型構造物	（安齋　徳夫）	関東地方整備局利根水系砂防事務所副所長
					5	23	透過型構造物②：透過型構造物歴史と役割	（守山　浩史）	砂防鋼製構造物研究会
					5	30	透過型構造物③：透過型構造物の設計・施行・演習	（守山　浩史）	砂防鋼製構造物研究会
					6	6	ポンテラン工法：ポンテラン工法の開発と、設計・施行	（森　雅人）	ポンテラン工法研究会
					6	13	山腹工：山腹工の歴史と役割、設計・施工	（綿貫　明）	砂防施工管理研究会
					6	20	まとめ：次世代に繋ぐ環境と防災、文化	牧野　裕至	ニュージェック
	環境防災計画論Ⅱ（月曜日3時限）	1.2	国土技術政策総合研究所と土木研究所の研究官による講義。環境防災対策を効率的かつ効果的に実施するため、砂防施設計画、砂防施設設計、土石流・流木対策施設の計画・設計などの実際について具体的な事例を踏まえつつ講述する	桜井　亘	4	11	総論、斜面の土砂移動現象	藤沢和範	土研
					4	18	山地渓流の土砂動態、総合土砂管理	内田太郎	国総研
					4	25	水系砂防被害推定手法	内田太郎	国総研
					5	9	砂防施設配置計画	内田太郎	国総研
					5	16	砂防施設設計①（砂防堰堤）	藤村直樹	土研
					5	23	砂防施設設計②（渓流保全工）	藤村直樹	土研
					5	30	土石流・流木対策調査、計画	桜井　亘	国総研
					6	6	土石流・流木対策施設設計	木下　篤彦	土研
					6	13	鋼製砂防施設設計	木下　篤彦	土研
					6	20	大規模土砂災害と復旧・復興	桜井　亘	国総研
	環境防災政策論（集中講義）	1	国土交通省の行政官による講義。日本は自然・社会条件から、年間約1000件の土砂災害が発生しており、環境防災が重要な課題である。まず、環境防災の関係法令、行政組織と予算について述べ、次に環境防災の主要施策、省庁連携、施設計画、事業効果などについて、環境防災行政を担っている立場から講述する。	長井　義樹	調整中		砂防行政総論（砂防部長）砂防行政の目指すもの	長井　義樹	国交省砂防部
							砂防4法令及び関連法令、執行体制		
							事業執行の流れ（中長期計画・予算編成・事業評価）		
							砂防事業の基本事例（計画と施設配置）		
							土砂災害による被害軽減のための関係省庁との連携		
							大規模土砂災害に対する施策・取り組み		
							自然環境保全に対する施策・取り組み		
							近年の社会状況に対応した施策・取り組み		
	国際環境防災論（集中講義）	1	環境防災分野の海外技術協力経験者による講義.開発途上国の発展のためには災害に強い国づくりが基本であり,各々の国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方,継続的な人材育成のあり方などについて、気候変動等の中長期的動向ををふまえつつ、国際的視点から防災のあり方について講述する。	下田　義文	7	6	1．主要な国際会議の結果と国際協調に基づく防災分野の今後の展開（防災世界会議、国際砂防シンポジウム、持続的開発サミット、COP 21）2．日本政府の今後の方針（水災害分野における気候変動適応策のあり方、第4次社会資本整備重点計画）	（大井　英臣）	国際砂防協会
					7	6	砂防国際協力現場における調査・計画・設計・技術指導の事例（ブラジル土砂災害予防・復旧事業、インドネシア・パワカラエン大規模崩	下田　義文	八千代エンジニアリング
					7	22	ネパールの自然・文化と防災	石黒　久	丸新志鷹ネパール支店
	環境防災高度技術論（集中講義）	1	地震や火山噴火により大規模な土砂災害の発生が予測される場合あるいは発生した場合に、状況が時々刻々と変化していく中で急迫している危険を回避するために必要となる情報を、航測、リモセン技術などによって被害が想定される区域・時期などを明らかにするための緊急調査・解析技術について講述する.また、世界的な歴史的砂防施設の維持管理と世界遺産登録に向けた技術論的思想について講述する。	小川　紀一朗	7	21	立山砂防の世界遺産に向けた取り組み	林　正之	富山県土木部長
					7	20	リモートセンシング技術と防災分野への活用	（伊藤　道夫）	JAXA
					7	20	航測技術と砂防分野への活用	小川　紀一朗	アジア航測
					7	21	環境防災施設の維持管理技術	星野　和彦	砂防フロンティア
秋学期	フィールド環境防災学（金曜日1・2時限）	1	豪雨，地震，火山噴火などに伴う環境災害に対し、総合的な対策を検討するために必要な観点、基本的な調査・解析のための技術から、計画策定、実施に至るまでの諸プロセスで検討しなければならない項目や観点、評価技術などについて具体的なフィールドを例にあげつつ講述し、総合力としての環境防災技術について考察する。	石井　靖雄	10	7	総論（近年の土砂災害）	石井　靖雄	土研
					10	14	災害調査・緊急点検	藤沢　和範	土研
					10	21	地すべり調査	石井　靖雄	土研
					10	28	地すべり対策	石井　靖雄	土研
					11	2	微地形判読	井上　公夫	砂防フロンティア
					11	11	急傾斜地崩壊調査・対策、雪崩調査・対策	石田　孝司	土研
					11	18	天然ダム対策	桜井　亘	国総研
					11	25	土砂災害警戒情報・基準雨量	國友　優	国総研
					12	2	土石流の計測技術とその活用	水野　秀明	土研
					12	9	まとめ	石井　靖雄	土研
	地域環境防災基本論（金曜日3時限）	1	地方自治体の首長や幹部職員及びその経験者、並びに学識経験者による講義。都市化、過疎化、市町村合併、少子高齢化、土地利用など社会環境の変化により地域が抱える環境防災の課題を踏まえて、地方自治体の環境防災への取り組みの現状と今後の方向について述べると共に、防災情報、防災教育、住民啓発、NPO活動など地域防災力を高めるために欠くことのできない施策の考え方について具体的	森　俊勇	10	7	総論①防災の視点から見た中山間地の実態	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	14	総論②自然災害への対応	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	21	土砂災害の発生と砂防関係施策の推移	森　俊勇	砂防フロンティア
					10	28	土砂災害に対するマスコミの取り上げ方と課題	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	2	土砂災害に関する情報	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	11	地域防災力の向上に向けて	森　俊勇	砂防フロンティア
					11	18	リスクコミュニケーション（1）	（竹田　宜人）	横浜国立大学・製品評価技術基盤機構
					11	25	リスクコミュニケーション（2）	（竹田　宜人）	横浜国立大学・製品評価技術基盤機構
					12	2	防災教育の現状と課題	北　俊夫	国士舘大教授
					12	9	今後の防災教育の方向性	北　俊夫	国士舘大教授
	地域環境防災実践論（金曜日4時限）	1	毎年全国で頻発する土砂災害から住民の生命を守るため、土砂災害防止法に基づき「土砂災害（特別）警戒区域」の指定が各都道府県で進められている。講義では、まず土砂災害防止法の概要及び区域設定の考え方について述べ、次に大雨時の警戒避難に係わる情報・体制、災害に強いまちづくり、住民主役の防災、土地利用規制などのあり方について事例を紹介しながら講述する。	三木　洋一	10	7	総論	三木　洋一	応用地質
					10	14	基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ	三木　洋一	応用地質
					10	21	基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ	（中村　浩之）	東京農工大名誉教授
					10	28	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	（中村　浩之）	東京農工大名誉教授
					11	2	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	（内山　均志）	砂防フロンティア
					11	11	土砂災害防止法とまちづくり	藤平　大	土研
					11	18	住民主役の土砂災害警戒避難	原田　照美	広島市自主防災
					11	25	住民との合意形成		長野県建設部砂防課
					12	2	土砂災害防止法への取り組み		長野県内市町村
					12	9	課題研究（土砂災害防止法への取り組み）	三木　洋一	応用地質
	環境防災施工論（集中講義）	1	環境防災施設の建設フィールドにおいて効率的かつ安全に高品質の施設を建設するうえでの施工上の課題とその解決策について講述する。 具体的には、建設現場の施工管理、現場条件と施工法、仮設工の留意点、施設設計と建設現場、環境防災と施工法等について述べる。	西本　晴男	12	1	総論・建設工事施工管理全般	西本晴男	筑波大学
						15	森林水文学から見た国土管理（仮題）	鈴木　雅一	東京大学名誉教授
						8	砂防の技術・研究はどこまで進んだか（仮題）	水山高久	京都大学名誉教授

注：①赤字はセミナー形式で実施。（ ）書きは辞令無しの講師　授業の一部を括弧書きの外部講師に実施してもらう。
◎シラバスへの掲載項目：学期、科目名、年次、概要、とりまとめ講師名（「担当教員」として記載）、授業内容

平成29年度環境防災学講座・授業科目の概要/授業内容（案）　※本表は、検討中の部分もあり今後変更する場合もある。　2017.03.24

学期	科目名	年次	概　要	担当教員又はとりまとめ講師	月	日	授業内容	講師	所属
春学期	環境防災学（火曜日3・4時限）	1	豪雨，地震，火山噴火などに伴う土砂災害、洪水災害などの特徴と防災対策・政策について、そのバックグラウンドたる自然環境、社会環境の歴史的変遷過程をふまえつつ講述するとともに、気候変動、人口減少社会など将来動向をにらんだ今後の防災対策のあり方について述べ、環境防災学としての視点と課題，解決法などについて考える。	西本　晴男	4	11	総論	西本　晴男	筑波大学
					4	18	日本の国土・社会と防災対策		
					4	25	近年の環境変化と災害動向		
					5	2	環境変化をふまえた防災対策		
					5	9	山地荒廃と土砂生産作用		
					5	16	マスムーブメント		
					5	23	流域における土砂移動、山地水文		
					5	30	渓流安定化と山腹緑化		
					6	6	森林影響論		
					6	13	気候変動と環境防災		
	環境防災危機管理論（月曜日2時限）	1	自然災害の災害対策と危機管理、集中豪雨や地震による山腹崩壊、地すべりによる大規模土砂災害への対応についての講義。大規模土砂災害の発生直後からの危機管理（緊急調査、情報、機関連携、警戒避難体制、応急対策）に加えて、平常時における防災訓練の考え方について講述する。	秋山　一弥	4	17	危機管理に関する総論	秋山　一弥	筑波大学
					4	24	災害対策と危機管理①防災に関する法律		
					5	8	災害対策と危機管理②防災に関する組織		
					5	15	防災情報と危機管理		
					5	22	大規模土砂災害の発生事例		
					5	29	大規模土砂災害発生時の応急対策		
					6	5	土砂災害緊急情報・緊急調査		
					6	12	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法		
					6	19	土砂災害発生時の危機管理と広報（マスコミ対応）		
					6	26	土砂災害発生時の住民避難と防災訓練		
	環境防災施設論Ⅱ（月曜日4時限）	1.2	自然災害であっても原因は自然の営みによるものだけでなく人間活動の結果として 引き起こされる場合が多い。災害発生のメカニズムと災害復旧の手だてのみならず災害予防からも 社会経済的側面を含めて明らかにし、環境防災施設のプランニング・マネージメントの体系化と指導者の育成をめざす講義。これら環境防災施設を設置するにあたり必要となる、基本的理念、歴史、法律、入札・契約、現場での施工、出来型・品質管理等について、具体の事例を示しながら講述する。	牧野　裕至	4	17	災害の視座から過去を知り、未来を考える（概論）	牧野　裕至	(株)ニュージェック
					4	24	ハード対策とソフト対策　防災における環境防災施設の役割	牧野　裕至	(株)ニュージェック
					5	8	環境防災施設の実際　石積み堰堤	（林　　数一）	砂防施工管理研究会
					5	15	住民と旅行者から見た環境防災設備	牧野　裕至	(株)ニュージェック
					5	22	環境防災施設の管理と長寿命化	牧野　裕至	(株)ニュージェック
					5	29	環境防災施設の実際　受注者の取り組み	（綿貫　明）	砂防施工管理研究会
					6	5	環境防災施設の実際　発注者の取り組み	（安齋　徳夫）	関東地方整備局企画部工事品質調整官
					6	12	環境防災施設の今後	牧野　裕至	(株)ニュージェック
					6	19	先人に学ぶ　環境防災施設に関する書籍　より	牧野　裕至	(株)ニュージェック
					6	26	まとめ	牧野　裕至	(株)ニュージェック
	環境防災計画論Ⅰ（月曜日3時限）	1.2	地球温暖化による気候変動にともなう降雨量の増加、強度の増大が予測されるなど、自然環境の変化が防災上懸念されている。環境防災を効率的かつ効果的に実施するため、最新の各種調査計画設計基準やガイドラインの考え方について講述し、今後の調査計画設計について講究する。	桜井　亘	4	17	総論	西井洋史	土研
					4	24	砂防計画の基本（砂防の枠組み）	西井洋史	土研
					5	8	国土保全の砂防	桜井　亘	国総研
					5	15	水系砂防調査計画	内田　太郎	国総研
					5	22	水系砂防被害推定手法	内田　太郎	国総研
					5	29	土石流・流木対策調査、計画	藤村　直樹	土研
					6	5	土石流概論	石井靖雄	土研
					6	12	土石流・流木対策設計	藤村　直樹	土研
					6	19	大規模土砂災害の復旧・復興	桜井　亘	国総研
					6	26	まとめ	西井洋史	土研
秋学期	専攻必修講義（水曜日3・4時限）	2	Mitigation and Prevention of Sediment Disaster	秋山　一弥	10			堀田准教授、秋山准教授各5回	
					10				
					10				
					10				
					11				
					11				
					11				
					11				
					12				
					12				

注：①赤字はセミナー形式で実施。（　）書きは辞令無しの講師
◎シラバスへの掲載項目：学期、科目名、年次、概要、とりまとめ講師名（「担当教員」として記載）、授業内容

生命環境科学研究科 環境科学専攻　平成22年度時間割

学期	曜	1時限 (8:40−9:55)	2時限 (10:10−11:25)	3時限 (12:15−13:30)	4時限 (13:45−15:00)	5時限 (15:15−16:30)	6時限 (16:45−18:00)
1学期	月	循環環境学概論		土壌物性論		環境微生物学	
				文化生態原論		陸域生態学	
					環境防災危機管理論	環境防災計画論	
	火	環境統計分析実習		大気環境論		気候システム論	
		水域生態学		住環境計画論		流域総合管理論	
				環境防災学			
	水	環境共生学概論		環境科学実習（英）			
	木	環境微生物遺伝学		環境生体応答論	土壌環境科学	環境リモートセンシング	
		自然地域計画論		保全生態学		生物相互作用論	
	金	環境倫理学概論		水環境論		環境生態生化学	環境物質輸送論
				予防環境医学		景観計画論	
					環境防災マネジメント論	環境防災施設論	

1学期　集中

学期	曜	1時限 (8:40−9:55)	2時限 (10:10−11:25)	3時限 (12:15−13:30)	4時限 (13:45−15:00)	5時限 (15:15−16:30)	6時限 (16:45−18:00)
2学期	月				水総合学		
		応用環境倫理学			植生景観論		
	火		環境モデリング論Ⅰ	環境細胞生理学	水文地形論	環境分析化学	
		環境デザイン論		環境計画史		生物多様性論	
	水	生態土壌資源論			生態リモートセンシング論	環境ストレス概論	
		フィールド環境防災学		環境防災特別講義	環境防災政策論Ⅱ	環境防災法令論	
	木	環境政策評価論		環境モデリング論	土壌環境科学	水資源論	
		環境毒性学		環境化学物質リスク論	環境人類遺伝学	生物相互作用論	
	金			環境空間情報工学		環境生態生化学	
		都市環境原論		地域環境保健学		地域大気汚染学	

2学期　集中　循環環境学実習，環境共生学実習，フィールド生態学実習，環境政策論，環境法論，環境防災政策論Ⅰ,国際環境防災論

学期	曜	1時限 (8:40−9:55)	2時限 (10:10−11:25)	3時限 (12:15−13:30)	4時限 (13:45−15:00)	5時限 (15:15−16:30)	6時限 (16:45−18:00)
3学期	月			環境政策学概論		比較生活質論	
	火					生物資源工学	
	水	生物資源リサイクル論					
	木	森林保全計画論			水環境学序論		
	金	大気陸面過程論			植物環境生理学		
		立地計画論					

3学期集中　環境政策論，環境リスク論

専攻必修科目
環境防災プログラム必修科目
環境防災プログラム選択必修科目

生命環境科学研究科 環境科学専攻　平成23年度時間割

学期	曜	1時限（8:40-9:55）	2時限（10:10-11:25）	3時限（12:15-13:30）	4時限（13:45-15:00）	5時限（15:15-16:30）	6時限（16:45-18:00）
1学期	月	循環環境学概論　C103　奈佐原 他（英）		土壌物性論　C502　足立泰久		環境微生物学　C502　内山裕夫　（英）	
				文化生態原論　B107　孫 暁剛　（英）		陸域生態学　B501　廣田 充	
				環境防災計画論 防災棟（小山内・冨田・水野）	環境防災施設論 防災棟（田畑）		
	火	環境統計分析実習　C103　奈佐原顕郎		大気環境論　C502　林 陽生・日下博幸		気候システム論　B501　植田宏昭　田中 博	
		水域生態学　B107　濱 健夫		景観計画論　C103　村上暁信		流域総合管理論　B107　宮本邦明	
				環境防災学　防災棟　西本晴男			
	水	環境共生学概論　C103　新開 他　（英）		環　境　科　学　実　習　（英）			
	木	環境微生物遺伝学　B501　野村暢彦		環境生体応答論　C502　石井(哲)・蕨	土壌環境科学 B501 小林勝一郎	環境リモートセンシングA503奈佐原（英）	
		自然地域計画論　C103　伊藤太一		保全生態学　B107　渡辺 守		生物相互作用論　C502 山路恵子	
						環境防災特別講義 防災棟(近藤　他)	
	金	環境倫理学概論　C103　松井 他　（英）		水環境論　A407-1　田瀬則雄・辻村真貴		環境生態生化学 B502島田・松本	環境物質輸送論C502杉田倫明
				予防環境医学　B107　熊谷嘉人　（英）		住環境計画論　B107　小場瀬令二	

1学期　集中　国際環境防災論(下田)

学期	曜	1時限（8:40-9:55）	2時限（10:10-11:25）	3時限（12:15-13:30）	4時限（13:45-15:00）	5時限（15:15-16:30）	6時限（16:45-18:00）
2学期	月	応用環境倫理学 A407-1渡辺和男・松井健一　（英）			水総合学　B501　福島武彦・辻村真貴 他　（英）		
					植生景観論　B107　中村 徹・上條隆志		
	火		環境モデリング論ⅠB107 福島	環境細胞生理学 B501 沼田・白岩	水文地形論　B107 恩田裕一	環境分析化学　B502 末木（英）	
		環境デザイン論　A407-1　渡辺 俊		環境計画史　A407-1　藤川昌樹		生物多様性論C502渡辺(信)・濱（英）	
	水				生態リモートセンシング論　B107松下	環境ストレス概論　B502 松崎・森田	
						国際保健概論　C502　若杉なおみ　（英）	
	木	環境政策評価論　B107　氷鉋揚四郎　（英）		環境モデリング論ⅡB107　浅沼	土壌環境科学 B501 小林勝一郎	水資源論　B502 佐藤政良	
		環境毒性学　B501　新開泰弘		環境化学物質リスク論 B501梶山・野本	環境人類遺伝学 B502 土屋・大橋（英）	生物相互作用論 C502 山路恵子	
	金	都市環境原論　B107　大村謙二郎・藤井さやか		環境空間情報工学B502吉野邦彦（英）		環境生態生化学 B502島田・松本	
		フィールド環境防災学　防災棟　石井靖雄		地域環境保健学　B501　高野裕久・野原恵子・小池英子		地域大気汚染学　B501　大原利眞・菅田誠治・永島達也	
		廃棄物管理入門　B501　ヤバール・ヘルムート（英）		環境防災危機管理論 防災棟(坂口・森・山下)	環境防災政策論Ⅰ　防災棟(森)	環境防災法令論 防災棟(三木)	

2学期　集中　循環環境学実習（植田），環境共生学実習（渡辺（守）・伊藤），フィールド生態学実習（渡辺(守)），生態土壌資源論(田村)，環境政策論（環境省），環境法論（　），環境防災政策論Ⅱ（栗原・浦），環境防災高度技術論，国際法概論，環境ガバナンス，環境ディプロマティックリーダー特講Ⅲ

学期	曜	1時限（8:40-9:55）	2時限（10:10-11:25）	3時限（12:15-13:30）	4時限（13:45-15:00）	5時限（15:15-16:30）	6時限（16:45-18:00）
3学期	月			環境政策学概論　B501　遠藤崇浩（英）			
	火	廃棄物管理システム論 B501　ヤバール・ヘルムート（英）		サスティナビリティ学概論 B501木村（英）		生物資源工学　B501 土居修一	
	水	生物資源リサイクル論B501張 振亜・杉浦則夫（英）					
	木	森林保全計画論　B501　増田美砂　（英）			水環境学序論　B501　辻村真貴　（英）		
		立地計画論　A407-1　大澤義明					
	金	大気陸面過程論　B501　上野健一			植物環境生理学 B501 佐藤忍		

3学期　集中　環境政策論（環境省），環境リスク論(東海)，家電廃棄物管理論(三島)，環境ディプロマティックリーダー特講Ⅲ，Ⅳ

防災棟＝環境防災学棟203

生命環境科学研究科 環境科学専攻　平成24年度時間割

学期	曜	1時限（8:40-9:55）	2時限（10:10-11:25）	3時限（12:15-13:30）	4時限（13:45-15:00）	5時限（15:15-16:30）	6時限（16:45-18:00）
1学期	月	循環環境学概論　C103　野村 他（英）		土壌物性論　C502　足立泰久		環境微生物学　C502　内山裕夫　（英）	
				文化生態原論　B107　孫 暁剛　（英）		陸域生態学　B501　廣田 充	
				環境防災計画論 防災棟（小山内 他）	環境防災施設論 防災棟（田畑 他）		
	火	環境統計分析実習　C103　奈佐原顕郎		大気環境論　C502　上野健一・日下博幸		気候システム論　B501　植田宏昭　田中 博	
		水域生態学　B107　濱 健夫		景観計画論　C103　村上暁信		流域総合管理論　B107　宮本邦明	
				環境防災学　防災棟　西本晴男			
	水	環境共生学概論　C103　新開 他　（英）		環　境　科　学　実　習　（英）			
	木	環境微生物遺伝学　B501　野村暢彦		保全生態学　B107　渡辺 守		環境リモートセンシングB501奈佐原（英）	
						生物相互作用論　C502 山路恵子	
	金	環境倫理学概論　C103　松井 他　（英）		水環境論　A407-1　辻村真貴		環境生態生化学 B502島田・松本	環境物質輸送論C502杉田倫明
				予防環境医学　B107　熊谷嘉人・新開泰弘　（英）		環境防災危機管理論 防災棟（水野秀明）	

1学期　集中　国際環境防災論(下田), 生態土壌資源論(田村)

2学期	月	応用環境倫理学 A407-1渡辺和男・松井健一（英）			水総合学　B501　福島武彦・辻村真貴 他　（英）		
					植生景観論　B107　中村 徹・上條隆志・川田清和		
	火		環境モデリング論ⅠB107 福島	環境細胞生理学 B501 沼田・白岩	水文地形論　B107 恩田裕一	環境分析化学　B502 末木（英）	
		環境デザイン論　A407-1　渡辺 俊		環境計画史　A407-1　藤川昌樹			
	水				生態リモートセンシング論　B107松下	環境ストレス概論　B502 松崎・森田	
						国際保健概論　C502　若杉なおみ　（英）	
	木	環境政策評価論　B107　氷鉋揚四郎　（英）	環境モデリング論ⅡB107　浅沼			生物相互作用論 C502 山路恵子	
		環境毒性学　B501　新開泰弘	環境化学物質リスク論 B501梶山・野本				
		自然地域計画論　C103　堀田紀文・増田美砂					
	金	フィールド環境防災学　防災棟　石井靖雄	環境空間情報工学B502吉野邦彦（英）			環境生態生化学 B502島田・松本	
		廃棄物管理入門　B501　ﾔﾊﾞｰﾙ・ﾍﾙﾑｰﾄ（英）	地域環境保健学　B501　野原恵子・小池英子			地域大気汚染学　B501　大原利眞・菅田誠治・永島達也	
			地域環境防災論Ⅰ　防災棟(森 他)		地域環境防災論Ⅱ　防災棟(三木)		

2学期　集中　循環環境学実習（植田）, 環境共生学実習（渡辺（守））, フィールド生態学実習（渡辺(守)）, 生態土壌資源論(田村), 環境政策論（環境省）, 環境法論（　）,土壌環境科学,大気陸面過程論
環境防災政策論, 環境防災高度技術論, 国際法概論, 環境ガバナンス, 環境ディプロマティックリーダー特講Ⅰ・Ⅱ

3学期	月			環境政策学概論　B501　甲斐田直子（英）			
	火	廃棄物管理システム論 B501　ﾔﾊﾞｰﾙ・ﾍﾙﾑｰﾄ（英）		サスティナビリティ学概論 B501木村（英）			
	水	生物資源リサイクル論B501張 振亜・杉浦則夫（英）					
	木	森林保全計画論　B501　増田美砂・川田清和　（英）			水環境学序論　B501　辻村真貴　（英）		
		立地計画論　A407-1　大澤義明					
	金				植物環境生理学 B501 佐藤忍		

3学期　集中　環境政策論（環境省）, 環境リスク論(東海), 家電廃棄物管理論(三島), 環境ディプロマティックリーダー特講Ⅱ

防災棟＝環境防災学棟203

2013年度環境科学専攻時間割

は、環境防災学I講座開講科目　　選択必修　　Compulsory

Spring Semester　　2013.4.3

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Terrestrial Ecology C502			Terrestrial Ecology C502			Cultural Ecology B107			Cultural Ecology B107			環境微生物遺伝学 B107			環境微生物遺伝学 B107		
				水環境モデリング 研究室			土壌物性論 生物農林 B201			土壌物性論 生物農林 B201								
							環境防災施設論Ⅱ 防災203			環境防災計画論 防災203								
							地球環境統計解析											
Tue	水域生態学 B107			水域生態学 B107			景観計画論 B107						Climate System Ⅰ 総合A217A			Climate System Ⅱ		
	環境計画史 3F1136			環境計画史 3F1136			大気環境論 C502			大気環境論 C502			流域総合管理論 B107			流域総合管理論 B107		
							環境防災学 防災203			環境防災学 防災203			都市空間のﾌｨｰﾙﾄﾞﾜｰｸ演習 3F1102			都市空間のﾌｨｰﾙﾄﾞﾜｰｸ演習 3F1102		
Wed	環境科学概論 C103			環境科学演習 C103			環境科学実習 C103			環境科学実習 C103			環境科学実習 C103					
Thu	Simulation of Environmental Policy C502			Simulation of Environmental Policy C502			保全生態学 B107			保全生態学 B107			リモートセンシング B107					
				環境化学物質リスク論 B107			環境情報科学 3C201			環境情報科学 3C201			生物相互作用論 C502			生物相互作用論 C502		
							Environmental Material Risks C502											
Fri	Introduction to Waste Management C502			Introduction to Waste Management C502			Environmental Health Perspective C502			Environmental Health Perspective C502			環境防災危機管理論 防災203			（環境物質輸送論）		
	住環境計画論 B107			住環境計画論 B107			水環境論 B107			水環境論 B107								

集中(Intensive)：環境政策論、**環境防災高度技術論**、**国際環境防災論**，　　Sum.Vac.：Ecological Soil Resources, Special Lecture on Environmental Diplomatic LeaderIII

Fall Semester

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) B107			Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) B107			Landscape Planning C502			Spatial Information Engineering in Environmental Sciences C502			Integrated Water Science & Technology C502			Integrated Water Science & Technology C502		
							植生景観論 B107			植生景観論 B107			生態リモートセンシング論 B107					
Tue	Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Solid Waste Management System Planning C502			Solid Waste Management System Planning C502			Environmental Microbiology C502			Environmental Microbiology C502		
Wed	Introduction to Environmental Sciences C103			Exercises in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103					
							環境ストレス概論 医修士											
Thu	Policy and Planning for Forest Conservation C502			Policy and Planning for Forest Conservation C502			Introduction to Water Environment C502			Introduction to Water Environment C502			Environmental Analysis Chemistry C502			植物環境生理学 C502		
													環境生態生化学 B107			環境生態生化学 B107		
Fri	都市・地域解析学 3C201			都市・地域解析学 3C201			地域環境防災基本論 防災203			地域環境防災実践論 防災203			Introduction to International Health C502			Introduction to International Health C502		
	フィールド環境防災学 防災203			フィールド環境防災学 防災203			Introduction to Environmental Policy C502			Introduction to Environmental Policy C502								
	Environmental Policy Appraisal C502			Environmental Policy Appraisal C502			地域環境保健学 B107			地域環境保健学 B107			地域大気汚染学 B107			地域大気汚染学 B107		

集中(Intensive)：　流域環環境フィールド実習、環境共生学実習、フィールド生態学実習、環境法論、**環境防災政策論**、環境科学特講I
Electrical and Electric Waste Management，Environmental Risk，Introduction to International Law，Introduction to Sustainability Studies，Introduction to Environmental Governance，
Special Lecture on Environmental Diplomatic LeaderIII, Special Lecture on Environmental Diplomatic LeaderIV

2014年度環境科学専攻時間割

選択必修　　Compulsory

Spring Semester

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Terrestrial Ecology C502			Terrestrial Ecology C502									環境微生物遺伝学 B107			環境微生物遺伝学 B107		
				水環境モデリング 総合研究棟A211			環境防災計画論Ⅱ 防災203			環境防災施設論Ⅰ 防災203								
										保全生態学 C502			保全生態学 C502					
Tue	水域生態学 B107			水域生態学 B107			景観計画論 B107						Climate System Ⅰ 総合A217A			Climate System Ⅱ 総合A217A		
	都市形成史 3C201			都市形成史 3C201			大気環境論 C502			大気環境論 C502			流域総合管理論 B107			流域総合管理論 B107		
							環境防災学 防災203			環境防災学 防災203			住環境計画論 C502			住環境計画論 C502		
Wed	環境科学概論 C103			環境科学演習 C103			環境科学実習 C103			環境科学実習 C103			環境科学実習 C103					
Thu	Simulation of Environmental Policy C502			Simulation of Environmental Policy C502			フィールド生態学 C502			フィールド生態学 C502			リモートセンシング B107					
				環境化学物質リスク論 B107			空間情報科学 3C201			空間情報科学 3C201			生物相互作用論 C502			生物相互作用論 C502		
Fri	Introduction to Waste Management C502			Introduction to Waste Management C502			Environmental Health Perspective C502			Environmental Health Perspective C502			環境防災危機管理論 防災203			環境物質輸送論 C502		
							水環境論 B107											

集中(Intensive): 環境政策論、環境防災高度技術論、国際環境防災論、環境防災政策論、環境フィールド実習、Soil and water environmental colloid sci.、Environmental Fild Appraisal、Introduction to Environmental Disaster Prevention

Sum.Vac.: Ecological Soil Resources

Fall Semester

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) C502			Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) C502			Landscape Planning C502			Spatial Information Engineering in Environmental Sciences C502			Integrated Water Science & Technology C502			Integrated Water Science & Technology C502		
													生態リモートセンシング論 C103					
Tue	Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Solid Waste Management System Planning C502			Solid Waste Management System Planning C502			Environmental Microbiology C502			Environmental Microbiology C502		
	Vegetation Science C103			Vegetation Science C103			Prevention and Mitigation of Sediment Disaster C103			Prevention and Mitigation of Sediment Disaster C103								
	植生学 C103			植生学 C103														
Wed	Introduction to Environmental Sciences C103			Exercises in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103					
							環境ストレス概論 医修士											
Thu	Policy and Planning for Forest Conservation C502			Policy and Planning for Forest Conservation C502			Introduction to Water Environment C502			Introduction to Water Environment C502			Environmental Analysis Chemistry C502			植物環境生理学 C502		
													環境生態生化学 C103			環境生態生化学 C103		
Fri	都市・地域解析学 3C201			都市・地域解析学 3C201			地域環境防災基本論 防災203			地域環境防災実践論 防災203								
	フィールド環境防災学 防災203			フィールド環境防災学 防災203														
	Introduction to Environmental Policy C103			環境政策概論 C103														
	Environmental Policy Appraisal C502			Environmental Policy Appraisal C502			地域環境保健学 C502			地域環境保健学 C502			地域大気汚染学 C502			地域大気汚染学 C502		

集中(Intensive): Environmental Low、環境防災政策論,環境科学特講Ⅱ、環境フィールド実習.、Environmental Fild Appraisal

2015年度環境科学専攻時間割

選択必修　Compulsory

Spring Semester

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon				Terrestrial Ecology C502			生態系生態学 C502						環境微生物遺伝学 B107			環境微生物遺伝学 B107		
	環境政策概論 B501			水環境モデリング **総合A211**			環境防災計画論Ⅰ **防災203**			環境防災施設論Ⅱ **防災203**								
							地球環境統計解析			保全生態学 C502			保全生態学 C502					
Tue	水域生態学 B107			水域生態学 B107			景観計画論 B107						Climate System Ⅰ **総合A217A**			Climate System Ⅱ **総合A217A**		
	都市形成史 **3C201**			都市形成史 **3C201**			大気環境論 C502			大気環境論 C502			流域総合管理論 B107			流域総合管理論 B107		
							環境防災学 **防災203**			環境防災学 **防災203**			住環境計画論 C502			住環境計画論 C502		
Wed	環境科学概論 C103			環境科学演習 C103			環境科学実習 C103			環境科学実習 C103			環境科学実習 C103					
Thu	Simulation of Environmental Policy C502			Simulation of Environmental Policy C502			空間情報科学 **3C201**			空間情報科学 **3C201**			リモートセンシング B107					
				環境化学物質リスク論 B107									生物相互作用論 C502			生物相互作用論 C502		
Fri	Introduction to Waste Management C502			Introduction to Waste Management C502			Environmental Health Perspective C502			Environmental Health Perspective C502						環境物質輸送論		
				環境防災危機管理論 **防災203**			水環境論 B107											

集中(Intensive): 環境政策論、環境防災高度技術論、国際環境防災論、環境防災政策論、環境フィールド実習、Soil and water environmental colloid sci.、Environmental Fild Appraisal、Introduction to Environmental Disaster Prevention

Sum.Vac.: Ecological Soil Resources

Fall Semester

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) C502			Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) C502						Spatial Information Engineering in Environmental Sciences C502			Integrated Water Science & Technology C502			Integrated Water Science & Technology C502		
	植物環境生理学 **総合A211**												生態リモートセンシング論 C103					
Tue	Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Solid Waste Management System Planning C502			Solid Waste Management System Planning C502			Environmental Microbiology C502			Environmental Microbiology C502		
	Vegetation Science B501			Vegetation Science B501			Prevention and Mitigation of Sediment Disaster B501			Prevention and Mitigation of Sediment Disaster B501								
	植生学 B501			植生学 B501														
Wed	Introduction to Environmental Sciences C103			Exercises in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103					
							環境ストレス概論 **医修士**											
Thu	Policy and Planning for Forest Conservation C502			Policy and Planning for Forest Conservation C502			Introduction to Water Environment C502			Introduction to Water Environment C502			Environmental Analysis Chemistry C502					
													環境生態生化学 B501			環境生態生化学 B501		
Fri	都市・地域解析学 **3C201**			都市・地域解析学 **3C201**			地域環境防災基本論 **防災203**			地域環境防災実践論 **防災203**								
	フィールド環境防災学 **防災203**			フィールド環境防災学 **防災203**			Introduction to Environmental Policy B501											
	Environmental Policy Appraisal C502			Environmental Policy Appraisal C502			地域環境保健学 C502			地域環境保健学 C502			地域大気汚染学 C502			地域大気汚染学 C502		

集中(Intensive): Environmental Low、環境防災施工論,環境科学特講Ⅱ、環境フィールド実習.、Environmental Fild Appraisal

2016年度環境科学専攻時間割

選択必修　Compulsory

Spring Semester

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Terrestrial Ecology C502			Terrestrial Ecology C502			生態系生態学 C502						環境微生物遺伝学 B107			環境微生物遺伝学 B107		
	環境政策概論 B107			水環境モデリング 総合研究棟A211			環境防災計画論 II 防災203			環境防災施設論 I 防災203								
							地球環境統計解析			保全生態学 C502			保全生態学 C502					
Tue	水域生態学 B107			水域生態学 B107			大気環境論 C502			大気環境論 C502			Climate SystemI 総合A217			Climate SystemII 総合A217A		
	都市形成史 3E404			都市形成史 3E404			環境防災学 防災203			環境防災学 防災203			流域総合管理論 B107			流域総合管理論 B107		
													住環境計画論 B107			住環境計画論 B107		
Wed	環境科学概論 B107			環境科学演習 B107			環境科学実習 B107			環境科学実習 B107			環境科学実習 B107					
Thu	Simulation of Environmental Policy C502			Simulation of Environmental Policy C502			空間情報科学 3E404			空間情報科学 3E404			Remote Sensing B107					
	原子力災害環境影響評価論I B501			環境化学物質リスク論 B107									生物相互作用論 C502			生物相互作用論 C502		
Fri	Introduction to Waste Management C502			Introduction to Waste Management C502			Environmental Health Perspective C502			Environmental Health Perspective C502								
				環境防災危機管理論 防災203			水環境論 B107											

集中(Intensive)：　環境政策論、環境防災高度技術論、国際環境防災論、食薬資源環境学特論、環境防災政策論、環境フィールド実習、Soil and Water Environmental Colloid Sci.、Environmental Fild Appraisal、Introduction to Environmental Disaster Prevention、原子力災害環境影響評価論II、原子力災害環境影響評価論III、環境放射能動態解析論I、原子力災害特別セミナー、環境放射能リスク評価インターンシップI、環境放射能リスク評価インターンシップII、環境放射能リスク評価インターンシップIII、原子力災害海外特別実習

Sum.Vac.：　Ecological Soil Resources

Fall Semester

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) A504			Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) A504			Landscape Planning C502			Spatial Information Engineering in Environmental Sciences C502			Integrated Water Science & Technology C502			Integrated Water Science & Technology C502		
	植物環境生理学 総合A211												生態リモートセンシング論 B107					
Tue	Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Solid Waste Management Systems Planning C502			Solid Waste Management Systems Planning C502			Environmental Microbiology C502			Environmental Microbiology C502		
	Vegetation Science B107	植生学 B107		Vegetation Science B107	植生学 B107		Prevention and Mitigation of Sediment Disaster 防災203			Prevention and Mitigation of Sediment Disaster 防災203								
Wed	Introduction to Environmental Sciences C103			Exercises in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Sciences C103					
							環境ストレス概論 医科学棟204											
Thu	Policy and Planning for Forest Conservation C502			Policy and Planning for Forest Conservation C502			Introduction to Water Environment C502			Introduction to Water Environment C502			Environmental Analytical Chemistry C502					
											環境放射能動態解析論II B502			環境放射能動態解析論II B502				
													環境生態生化学 B501			環境生態生化学 B501		
Fri	都市・地域解析学 3E404			都市・地域解析学 3E404			地域環境防災基本論 防災203			地域環境防災実践論 防災203			Air Pollution B107			Air Pollution B107		
	フィールド環境防災学 防災203			フィールド環境防災学 防災203			Introduction to Environmental Policy B501											
	Environmental Policy Appraisal C502			Environmental Policy Appraisal C502			地域環境保健学 C502			地域環境保健学 C502								

集中(Intensive)：　Environmental Low、環境防災施工論,環境科学特講I、環境フィールド実習.、Environmental Fild Appraisal、原子力災害特別セミナー、環境放射能リスク評価インターンシップI、環境放射能リスク評価インターンシップII、環境放射能リスク評価インターンシップIII、原子力災害海外特別実習

2017年度環境科学専攻時間割

必修　Compulsory

春学期 (Spring Semester)

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Terrestrial Ecology C502			Terrestrial Ecology C502			生態系生態学 C502			環境防災施設論II 防災203			環境微生物遺伝学 B107			環境微生物遺伝学 B107		
	環境政策概論 B501			環境防災危機管理論 防災203			環境防災計画論 I 防災203			保全生態学 C502			保全生態学 C502					
							地球環境統計解析 総合A217A											
Tue	水域生態学 B501			水域生態学 B501			大気環境論 C502			大気環境論 C502			流域総合管理論 B501			Climate SystemII 総合A217A		
	都市形成史 3C201			都市形成史 3C201			環境防災学 防災203			環境防災学 防災203			住環境計画論 B107			住環境計画論 B107		
																流域総合管理論 B501		
Wed	環境科学概論 B107			環境科学演習 B107			環境科学実習 B107			環境科学実習 B107			環境科学実習 B107					
Thu	Simulation of Environmental Policy C502			Simulation of Environmental Policy C502			空間情報科学 3E404			空間情報科学 3E404			Remote Sensing B107					
	Soil and Water Environmental Colloid Science 生農B201			Soil and Water Environmental Colloid Science 生農B201			Climate System Study I 総合A217						生物相互作用論 C502			生物相互作用論 C502		
	原子力災害環境影響評価論I B501			環境化学物質リスク論 B107														
Fri	Introduction to Waste Management C103			Introduction to Waste Management C103			水環境論 B107											

集中(Intensive)：　環境政策論、食薬資源環境学特論、環境フィールド実習、Environmental Filed Appraisal
原子力災害環境影響評価論II、原子力災害環境影響評価論III、環境放射能動態解析論I、原子力災害特別セミナー、環境放射能リスク評価インターンシップI、
環境放射能リスク評価インターンシップII、環境放射能リスク評価インターンシップIII、原子力災害海外特別実習

夏季休業中 (Sum.Vac.) : Ecological Soil Resources

秋学期 (Fall Semester)

Period	1			2			3			4			5			6		
Module	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Mon	Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) B107			Applied Environmental Ethics (Introduction to English Presentation and Debate) B107			Landscape Planning C502			Spatial Information Engineering in Environmental Sciences C502			生態リモートセンシング論 B107					
	植物環境生理学 総合A211																	
Tue	Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Utilization and Recycling of Bio-resources C502			Solid Waste Management Systems Planning B107			Solid Waste Management Systems Planning B107			Environmental Microbiology C502			Environmental Microbiology C502		
	Vegetation Science B107	植生学 B107		Vegetation Science B107	植生学 B107		Prevention and Mitigation of Sediment Disaster 防災203			Prevention and Mitigation of Sediment Disaster 防災203								
Wed	Introduction to Environmental Sciences C103			Exercises in Environmental Sciences C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Scienses C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Scienses C103			Field and Laboratory Practices in Environmental Scienses C103					
							環境ストレス概論 病棟E6階講義室2 (英語)											
Thu	Policy and Planning for Forest Conservation C502			Policy and Planning for Forest Conservation C502			Introduction to Water Environment C502			Introduction to Water Environment C502			Environmental Analytical Chemistry C502					
											環境放射能動態解析論II B502			環境放射能動態解析論II B502				
													環境生態生化学 B501			環境生態生化学 B501		
Fri	都市・地域解析学 3E404			都市・地域解析学 3E404			Environmental Health Perspective 病棟E6階講義室2			Environmental Health Perspective 病棟E6階講義室2			地域環境保健学 C502			地域環境保健学 C502		
							Introduction to Environmental Policy B501											

集中(Intensive)：　Environmental Law、環境フィールド実習.、Environmental Field Appraisal、原子力災害特別セミナー、環境放射能リスク評価インターンシップI、環境放射能リスク評価インターンシップII、
環境放射能リスク評価インターンシップIII、原子力災害海外特別実習

平成25年度 学年暦

事　　項	学　　群	大　学　院 【　】は 東京キャンパス
春学期（４月１日～９月３０日）		
学年開始	４月　１日（月）	４月　１日（月）
春季休業	４月　１日（月）～　４月　７日（日）	４月　１日（月）～　４月　７日（日） 【　４月　１日（月）～　４月　８日（月）】
入学式	４月　８日（月）	４月　８日（月） 【　４月　６日（土）】
新入生履修ガイダンス	４月　９日（火）	
新入生オリエンテーション	４月１０日（水）～　４月１１日（木）	４月　８日（月）～　４月　９日（火） 【　４月　６日（土）】
春学期授業開始	４月１２日（金）	４月１０日（水） 【　４月　９日（火）】
春季スポーツ・デー	５月１８日（土）～　５月１９日（日）	５月１８日（土）～　５月１９日（日）
春ＡＢモジュール期末試験	６月２６日（水）～　７月　２日（火）	６月２６日（水）～　７月　２日（火）
春ＡＢＣモジュール期末試験	８月　１日（木）～　８月　７日（水）	８月　１日（木）～　８月　７日（水） 【　７月２３日（火）～　７月２５日（木） ８月　２日（金）～　８月　３日（土）】
春学期授業終了	８月　７日（水）	８月　７日（水） 【　７月２７日（土）】
期末試験予備日	８月　８日（木）～　８月　９日（金）	８月　８日（木）～　８月　９日（金）
夏季休業	８月１０日（土）～　９月３０日（月）	８月１０日（土）～　９月３０日（月） 【　８月１１日（日）～　９月３０日（月）】
秋学期（１０月１日～３月３１日）		
秋学期入学式	９月下旬（予定）	９月下旬（予定）
秋学期授業開始	１０月　１日（火）	１０月　１日（火）
★1　開学記念日	１０月　１日（火）	１０月　１日（火）
筑波ｷｬﾝﾊﾟｽ電気設備点検（全学停電）	１０月２６日（土）～１０月２７日（日）	１０月２６日（土）～１０月２７日（日）
★2　学園祭	１１月　２日（土）～１１月　４日（月）	１１月　２日（土）～１１月　４日（月）
秋季スポーツ・デー	１１月１６日（土）～１１月１７日（日）	１１月１６日（土）～１１月１７日（日）
秋ＡＢモジュール期末試験	１２月１６日（月）～１２月２０日（金）	１２月１６日（月）～１２月２０日（金）
冬季休業	１２月２７日（金）～　１月　５日（日）	１２月２７日（金）～　１月　５日（日） 【１２月２７日（金）～　１月　６日（月）】
秋ＡＢＣモジュール期末試験	２月　３日（月）～　２月　７日（金）	２月　３日（月）～　２月　７日（金） 【　１月２１日（火）～　１月２３日（木） １月３１日（金）、　２月　８日（土）】
期末試験予備日	２月１０日（月）、　２月１２日（水）	２月１０日（月）、　２月１２日（水）
秋学期授業終了	２月　７日（金）	２月　７日（金） 【　２月　１日（土）】
春季休業	２月１３日（木）～　３月３１日（月）	２月１３日（木）～　３月３１日（月） 【　２月　９日（日）～　３月３１日（月）】
卒業式	３月２５日（火）	
大学院学位記授与式		３月２５日（火） 【　３月２９日（土）】
学年終了	３月３１日（月）	３月３１日（月） 【　３月３１日（月）】

（備　考）

★1　１０月１日（火）の開学記念日は、休講とせずに授業を実施する。

★2　学園祭の実施に伴い、１１月５日（火）の授業は、後片付けのため、臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

3　定期健康診断の日程については、別に定め、実施時間に当たる学群・学類の当該年次及び研究科の授業は、臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

4　５月７日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。７月２４日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。
１０月１７日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。１１月６日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。
１２月２５日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。１月１６日は振替え授業日とし、金曜日の授業を実施する。
１月２１日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

5　学群の入学者選抜の実施に伴う臨時休業は、準備及び後片付けに要する時間を含め、別に定める。（東京キャンパスを除く）

6　医学類に係る卒業日は平成２６年３月７日とし、卒業式は上記日程に従い実施する。

7　平成２４年度以前に８月又は１２月に入学した者で標準修業年限で卒業・修了する者に係る卒業日・修了日は、それぞれ７月２５日、１１月３０日とする。

（各モジュールの授業実施期間）

	期間		期間
春A	４月１２日～５月２１日 ＊大学院については４月１０日開始	秋A	１０月１日～１１月７日
春B	５月２２日～６月２５日	秋B	１１月８日～１２月１３日
春C	６月２６日～８月７日	秋C	１２月１４日～２月７日

平成26年度 学年暦

事　　項	学　　群	大　学　院 【　】は 東京キャンパス
春学期（４月１日～９月３０日）		
学年開始	４月　１日（火）	４月　１日（火）
春季休業	４月　１日（火）～　４月　６日（日）	４月　１日（火）～　４月　６日（日） 【　４月　１日（火）～　４月　７日（月）】
入学式	４月　７日（月）	４月　７日（月） 【　４月　５日（土）】
新入生履修ガイダンス	４月　８日（火）	
新入生オリエンテーション	４月　９日（水）～　４月１０日（木）	４月　７日（月）～　４月　８日（火） 【　４月　５日（土）】
春学期授業開始	４月１１日（金）	４月９日（水） 【　４月　８日（火）】
春季スポーツ・デー	５月１７日（土）～　５月１８日（日）	５月１７日（土）～　５月１８日（日）
春ＡＢモジュール期末試験	６月２５日（水）～　７月　１日（火）	６月２５日（水）～　７月　１日（火）
春ＡＢＣモジュール期末試験	７月３１日（木）～　８月　６日（水）	７月３１日（木）～　８月　６日（水） 【　７月２３日（水）～　７月２５日（金） ８月　２日（土）、　８月　５日（火）】
春学期授業終了	８月　６日（水）	８月　６日（水） 【　７月２９日（火）】
期末試験予備日	８月　７日（木）～　８月　８日（金）	８月　７日（木）～　８月　８日（金）
夏季休業	８月　９日（土）～　９月３０日（火）	８月　９日（土）～　９月３０日（火） 【　８月１０日（日）～　９月３０日（火）】
秋学期（１０月１日～３月３１日）		
秋学期入学式	９月下旬（予定）	９月下旬（予定）
秋学期授業開始	１０月　１日（水）	１０月　１日（水）
★1　開学記念日	１０月　１日（水）	１０月　１日（水）
筑波ｷｬﾝﾊﾟｽ電気設備点検（全学停電）	１０月下旬（予定）	１０月下旬（予定）
★2　学園祭	１１月　１日（土）～１１月　３日（月）	１１月　１日（土）～１１月　３日（月）
秋季スポーツ・デー	１１月１５日（土）～１１月１６日（日）	１１月１５日（土）～１１月１６日（日）
秋ＡＢモジュール期末試験	１２月２２日（月）～１２月２６日（金） （ただし12月23日の休日に当たる期末試験は12月16日に繰り上げて行う）	１２月２２日（月）～１２月２６日（金） （ただし12月23日の休日に当たる期末試験は12月16日に繰り上げて行う）
冬季休業	１２月２７日（土）～　１月　４日（日）	１２月２７日（土）～　１月　４日（日） 【１２月２７日（土）～　１月　５日（月）】
秋ＡＢＣモジュール期末試験	２月　６日（金）～　２月１２日（木） （ただし2月11日の休日に当たる期末試験は2月4日に繰り上げて行う）	２月　６日（金）～　２月１２日（木） （ただし2月11日の休日に当たる期末試験は2月4日に繰り上げて行う） 【　１月２１日（水）～　１月２３日（金） ２月　３日（火）、　２月　７日（土）】
期末試験予備日	２月１３日（金）、　２月１６日（月）	２月１３日（金）、　２月１６日（月）
秋学期授業終了	２月１２日（木）	２月１２日（木） 【　１月３１日（土）】
春季休業	２月１７日（火）～　３月３１日（火）	２月１７日（火）～　３月３１日（火） 【　２月　８日（日）～　３月３１日（火）】
卒業式	３月２５日（水）	
大学院学位記授与式		３月２５日（水） 【　３月２８日（土）】
学年終了	３月３１日（火）	３月３１日（火） 【　３月３１日（火）】

（備　考）

★1　１０月１日（水）の開学記念日は、休講とせずに授業を実施する。

★2　学園祭の実施に伴い、１１月４日（火）の授業は、後片付けのため、臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

3　定期健康診断の日程については、別に定め、実施時間に当たる学群・学類の当該年次及び研究科の授業は、臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

4　授業日数確保のため、下記のとおり曜日を振替えて授業を実施する。（東京キャンパスを除く）
５月９日は振替え授業日とし、火曜日の授業を実施する。７月２３日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。
１０月１７日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。１１月５日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。
１１月６日は振替え授業日とし、火曜日の授業を実施する。１月１５日は振替え授業日とし、金曜日の授業を実施する。
１月２０日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

5　学群の入学者選抜の実施に伴う臨時休業は、準備及び後片付けに要する時間を含め、別に定める。（東京キャンパスを除く）

6　医学類に係る卒業日は平成２７年３月６日とし、卒業式は上記日程に従い実施する。

7　平成２４年度以前に８月又は１２月に入学した者で標準修業年限で卒業・修了する者に係る卒業日・修了日は、それぞれ７月２５日、１１月３０日とする。

※　学期（学期の区分）は、春学期と秋学期の2学期とし、５週単位の６つ（春Ａ，春Ｂ，春Ｃ，秋Ａ，秋Ｂ，秋Ｃ）のモジュールで構成する。

平成27年度 学年暦

事　　項	学　　群	大　　学　　院 【　】は　東京キャンパス
春学期（４月１日～９月３０日）		
学年開始	４月　１日（水）	４月　１日（水）
春季休業	４月　１日（水）～　４月　５日（日）	４月　１日（水）～　４月　５日（日） 【　４月　１日（水）～　４月　６日（月）】
入学式	４月　６日（月）	４月　６日（月） 【　４月　４日（土）】
新入生履修ガイダンス	４月　７日（火）	
新入生オリエンテーション	４月　８日（水）～　４月　９日（木）	４月　６日（月）～　４月　７日（火） 【　４月　４日（土）】
春学期授業開始	４月１０日（金）	４月　８日（水） 【　４月　７日（火）】
春季スポーツ・デー	５月１６日（土）～　５月１７日（日）	５月１６日（土）～　５月１７日（日）
春ＡＢモジュール期末試験	６月２５日（木）～　７月　１日（水）	６月２５日（木）～　７月　１日（水）
春ＡＢＣモジュール期末試験	７月３１日（金）～　８月　６日（木）	７月３１日（金）～　８月　６日（木） 【　７月２３日（木）～　７月２５日（土） ７月２８日（火）、　８月　５日（水）】
春学期授業終了	８月　６日（木）	８月　６日（木） 【　７月２９日（水）】
期末試験予備日	８月　７日（金）	８月　７日（金） 【　７月３０日（木）～　８月　１日（土）】
夏季休業	８月　８日（土）～　９月３０日（水）	８月　８日（土）～　９月３０日（水） 【　８月　６日（木）～　９月３０日（水）】
秋学期（１０月１日～３月３１日）		
秋学期入学式	９月下旬（予定）	９月下旬（予定）
秋学期授業開始	１０月　１日（木）	１０月　１日（木）
★1　開学記念日	１０月　１日（木）	１０月　１日（木）
筑波ｷｬﾝﾊﾟｽ電気設備点検（全学停電）	１０月下旬（予定）	１０月下旬（予定）
★2　学園祭	１１月　６日（金）～１１月　８日（日）	１１月　６日（金）～１１月　８日（日）
秋季スポーツ・デー	１１月１４日（土）～１１月１５日（日）	１１月１４日（土）～１１月１５日（日）
秋ＡＢモジュール期末試験	１２月２２日（火）～１２月２８日（月） （ただし12月23日の休日に当たる期末試験は12月16日に繰り上げて行う）	１２月２２日（火）～１２月２８日（月） （ただし12月23日の休日に当たる期末試験は12月16日に繰り上げて行う）
冬季休業	１２月２９日（火）～　１月　６日（水）	１２月２９日（火）～　１月　６日（水） 【１２月２７日（日）～　１月　４日（月）】
秋ＡＢＣモジュール期末試験	２月１０日（水）～　２月１６日（火） （ただし2月11日の休日に当たる期末試験は2月4日に繰り上げて行う）	２月１０日（水）～　２月１６日（火） （ただし2月11日の休日に当たる期末試験は2月4日に繰り上げて行う） 【　１月２１日（木）～　１月２２日（金） １月３０日（土）～　２月　３日（水）】
期末試験予備日	２月１７日（水）	２月１７日（水） 【　１月２８日（木）～　１月２９日（金）、２月　６日（土）】
秋学期授業終了	２月１６日（火）	２月１６日（火） 【　１月２７日（水）】
春季休業	２月１８日（木）～　３月３１日（木）	２月１８日（木）～　３月３１日（木） 【　２月　７日（日）～　３月３１日（木）】
卒業式	３月２５日（金）	
大学院学位記授与式		３月２５日（金） 【　３月２６日（土）】
学年終了	３月３１日（木）	３月３１日（木） 【　３月３１日（木）】

（備　考）

★1　１０月１日（木）の開学記念日は、休講とせずに授業を実施する。

★2　学園祭の実施に伴い、１１月６日（金）及び１１月９日（月）の授業は臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

3　定期健康診断の日程については、別に定め、実施時間に当たる学群・学類の当該年次及び研究科の授業は、臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

4　授業日数確保のため、下記のとおり曜日を振替えて授業を実施する。（東京キャンパスを除く）

５月８日は振替え授業日とし、水曜日の授業を実施する。７月２３日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

１０月１５日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。１月１９日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

5　学群の入学者選抜の実施に伴う臨時休業は、準備及び後片付けに要する時間を含め、別に定める。（東京キャンパスを除く）

6　医学類に係る卒業日は平成２８年３月１０日とし、卒業式は上記日程に従い実施する。

7　平成２４年度以前に８月又は１２月に入学した者で標準修業年限で卒業・修了する者に係る卒業日・修了日は、それぞれ７月２５日、１１月３０日とする。

※　学期(学期の区分）は、春学期と秋学期の2学期とし、５週単位の６つ(春Ａ，春Ｂ，春Ｃ，秋Ａ，秋Ｂ，秋Ｃ)のモジュールで構成する。

平成28年度 学年暦

事　　項	学　　群	大　　学　　院 【　】は　東京キャンパス
春学期（４月１日～９月３０日）		
学年開始	４月　１日（金）	４月　１日（金）
春季休業	４月　１日（金）～　４月　６日（水）	４月　１日（金）～　４月　６日（水） 【　４月　１日（金）～　４月１１日（月）】
入学式	４月　７日（木）	４月　７日（木） 【　４月　９日（土）】
新入生履修ガイダンス	４月　８日（金）	
大学院新入生全学ガイダンス		４月　７日（木）
新入生オリエンテーション	４月１１日（月）～　４月１２日（火）	４月　７日（木）～　４月　８日（金） 【　４月　９日（土）】
春学期授業開始	４月１３日（水）	４月１１日（月） 【　４月１２日（火）】
春季スポーツ・デー	５月１４日（土）～　５月１５日（日）	５月１４日（土）～　５月１５日（日）
春ＡＢモジュール期末試験	６月２８日（火）～　７月　４日（月）	６月２８日（火）～　７月　４日（月）
春ＡＢＣモジュール期末試験	８月　３日（水）～　８月　９日（火）	８月　３日（水）～　８月　９日（火） 【　７月３０日（土）～　８月　５日（金）】
春学期授業終了	８月　９日（火）	８月　９日（火） 【　７月２９日（金）】
期末試験予備日	８月１０日（水）	８月１０日（水） 【　８月　６日（土）～　８月１０日（水）】
夏季休業	８月１１日（木）～　９月３０日（金）	８月１１日（木）～　９月３０日（金） 【　８月１１日（木）～　９月３０日（金）】
卒業式	９月２３日（金）	
大学院学位記授与式		９月２３日（金）
秋学期（１０月１日～３月３１日）		
秋学期入学式	９月下旬（予定）	９月下旬（予定）
★1　開学記念日	１０月　１日（土）	１０月　１日（土）
秋学期授業開始	１０月　３日（月）	１０月　３日（月） 【１０月　１日（土）】
筑波ｷｬﾝﾊﾟｽ電気設備点検（全学停電）	１０月下旬（予定）	１０月下旬（予定）
★2　学園祭	１１月　４日（金）～１１月　６日（日）	１１月　４日（金）～１１月　６日（日）
秋季スポーツ・デー	１１月１２日（土）～１１月１３日（日）	１１月１２日（土）～１１月１３日（日）
秋ＡＢモジュール期末試験	１２月１６日（金）、 １２月２２日（木）～１２月２８日（水）	１２月１６日（金）、 １２月２２日（木）～１２月２８日（水）
冬季休業	１２月２９日（木）～　１月　９日（月）	１２月２９日（木）～　１月　９日（月） 【１２月２５日（日）～　１月　５日（木）】
秋ＡＢＣモジュール期末試験	２月　９日（木）～　２月１５日（水）	２月　９日（木）～　２月１５日（水） 【　１月２８日（土）、　１月３１日（火）、 ２月　３日（金）、　２月　８日（水）、 ２月　９日（木）】
秋学期授業終了	２月１５日（水）	２月１５日（水） 【　２月　２日（木）】
期末試験予備日	２月１６日（木）	２月１６日（木） 【　２月　４日（土）、２月　７日（火）、２月１０日（金）】
春季休業	２月１７日（金）～　３月３１日（金）	２月１７日（金）～　３月３１日（金） 【　２月１１日（土）～　３月３１日（金）】
卒業式	３月２４日（金）	
大学院学位記授与式		３月２４日（金） 【　３月２５日（土）】
学年終了	３月３１日（金）	３月３１日（金） 【　３月３１日（金）】

（備　考）

★1　１０月１日（土）の開学記念日は、東京キャンパスのみ授業を実施する。

★2　学園祭の実施に伴い、１１月４日（金）及び１１月７日（月）の授業は臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

3　定期健康診断の日程については、別に定め、実施時間に当たる学群・学類の当該年次及び研究科の授業は、臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

4　授業日数確保のため、下記のとおり曜日を振替えて授業を実施する。（東京キャンパスを除く）

５月２日は振替え授業日とし、火曜日の授業を実施する。７月１９日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

１１月２日は振替え授業日とし、金曜日の授業を実施する。１１月８日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

１１月２８日は振替え授業日とし、水曜日の授業を実施する。１月１１日は振替え授業日とし、金曜日の授業を実施する。

１月１７日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

5　学群の入学者選抜の実施に伴う臨時休業は、準備及び後片付けに要する時間を含め、別に定める。（東京キャンパスを除く）

6　医学類に係る卒業日は平成２９年３月１０日とし、卒業式は上記日程に従い実施する。

7　平成２４年度以前に８月又は１２月に入学した者で標準修業年限で卒業・修了する者に係る卒業日・修了日は、それぞれ７月２５日、１１月３０日とする。

※　学期(学期の区分）は、春学期と秋学期の2学期とし、５週単位の６つ(春Ａ，春Ｂ，春Ｃ，秋Ａ，秋Ｂ，秋Ｃ)のモジュールで構成する。

平成29年度 学年暦(案)

事　　項	学　　群	大　　学　　院 【　】は 東京キャンパス
春学期（４月１日～９月３０日）		
学年開始	４月　１日（土）	４月　１日（土）
春季休業	４月　１日（土）～　４月　６日（木）	４月　１日（土）～　４月　６日（木） 【　４月　１日（土）～　４月１０日（月）】
入学式	４月　７日（金）	４月　７日（金） 【　４月　８日（土）】
新入生オリエンテーション	４月　７日（金）～　４月１２日（水）	４月１０日（月） 【　４月　８日（土）】
春学期授業開始	４月１３日（木）	４月１１日（火） 【　４月１１日（火）】
春季スポーツ・デー	５月１３日（土）～　５月１４日（日）（予定）	５月１３日（土）～　５月１４日（日）（予定）
春ＡＢモジュール期末試験	６月２７日（火）～　７月　３日（月）	６月２７日（火）～　７月　３日（月）
春ＡＢＣモジュール期末試験	８月　２日（水）～　８月　８日（火）	８月　２日（水）～　８月　８日（火） 【　７月２５日（火）、 ８月　２日（水）～　８月　５日（土）】
春学期授業終了	８月　８日（火）	８月　８日（火） 【　７月２９日（土）】
期末試験予備日	８月　９日（水）	８月　９日（水） 【　８月　１日（火）、 ８月　９日（水）～　８月１０日（木）】
夏季休業	８月１０日（木）～　９月３０日（土）	８月１０日（木）～　９月３０日（土） 【　８月１１日（金）～　９月３０日（土）】
卒業式	９月２５日（月）	
大学院学位記授与式		９月２５日（月）
秋学期（１０月１日～３月３１日）		
秋学期入学式	９月２９日（金）	９月２９日（金）
開学記念日	１０月　１日（日）	１０月　１日（日）
秋学期授業開始	１０月　２日（月）	１０月　２日（月） 【１０月　３日（火）】
筑波ｷｬﾝﾊﾟｽ電気設備点検（全学停電）	１０月下旬（予定）	１０月下旬（予定）
★1　学園祭	１１月　３日（金）～１１月　５日（日）	１１月　３日（金）～１１月　５日（日）
秋季スポーツ・デー	１１月１１日（土）～１１月１２日（日）（予定）	１１月１１日（土）～１１月１２日（日）（予定）
秋ＡＢモジュール期末試験	１２月２０日（水）～１２月２６日（火）	１２月２０日（水）～１２月２６日（火）
冬季休業	１２月２７日（水）～　１月　８日（月）	１２月２７日（水）～　１月　８日（月） 【１２月２３日（土）～　１月　５日（金）】
秋ＡＢＣモジュール期末試験	２月　５日（月）、　２月　９日（金）、 ２月１３日（火）～　２月１５日（木）	２月　５日（月）、　２月　９日（金）、 ２月１３日（火）～　２月１５日（木） 【　１月３０日（火）～　１月３１日（水）、 ２月　８日（木）～　２月１０日（土）】
秋学期授業終了	２月１５日（木）	２月１５日（木） 【　２月　３日（土）】
期末試験予備日	２月１６日（金）	２月１６日（金） 【　２月　６日（火）～　２月　７日（水）、 ２月１３日（火）
春季休業	２月１７日（土）～　３月３１日（土）	２月１７日（土）～　３月３１日（土） 【　２月１４日（水）～　３月３１日（土）】
卒業式	３月２３日（金）	
大学院学位記授与式		３月２３日（金） 【　３月２４日（土）】
学年終了	３月３１日（土）	３月３１日（土） 【　３月３１日（土）】

（備　考）

★1　学園祭の実施に伴い、１１月６日（月）の授業は臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

2　定期健康診断の日程については、別に定め、実施時間に当たる学群・学類の当該年次及び研究科の授業は、臨時休講とする。（東京キャンパスを除く）

3　授業日数確保のため、下記のとおり曜日を振替えて授業を実施する。（東京キャンパスを除く）
５月１日は振替え授業日とし、水曜日の授業を実施する。７月１８日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。
１０月１０日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。１１月１日は振替え授業日とし、金曜日の授業を実施する。
１１月２４日は振替え授業日とし、木曜日の授業を実施する。１１月２７日は振替え授業日とし、水曜日の授業を実施する。
１月９日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。１月１１日は振替え授業日とし、金曜日の授業を実施する。
１月１７日は振替え授業日とし、月曜日の授業を実施する。

4　学群の入学者選抜の実施に伴う臨時休業は、準備及び後片付けに要する時間を含め、別に定める。（東京キャンパスを除く）

5　医学類に係る卒業日は平成３０年３月９日とし、卒業式は上記日程に従い実施する。

6　平成２４年度以前に８月又は１２月に入学した者で標準修業年限で卒業・修了する者に係る卒業日・修了日は、それぞれ７月２５日、１１月３０日とする。

※　学期(学期の区分）は、春学期と秋学期の2学期とし、５週単位の６つ(春Ａ，春Ｂ，春Ｃ，秋Ａ，秋Ｂ，秋Ｃ)のモジュールで構成する。

筑波大学大学院 環境防災学講座 修了生・在学生一覧

H23.3-30.3 修士学位取得者: 社会人13名、一般学生3名、留学生5名　合計:21名

修了年月		氏名	現所属	備考
H24.3	前期課程（社会人）	千葉伸一	応用地質（株） 技術部　地質・土質グループ	
	前期課程（一般学生）	亀澤奈央		
H25.3	前期課程（留学生）	朱　培紅	東亜グラウト工業（株） 防災グループ技術開発室　技術管理部	
	前期課程（留学生）	黄　麗	応用地質（株）砂防・防災事業部	
H26.3	前期課程（社会人）	田中　義成	（株）キタック 技術第一部 第二グループ地質システム課	
	前期課程（社会人）	安海　高明	朝日航洋（株）　防災コンサルタント部	
	前期課程（社会人）	大村　さつき	応用地質（株） 砂防・防災事業部	
H27.3	前期課程（社会人）	中根　和彦	玉野総合コンサルタント（株）（現在SSFに出向中） （一財）砂防フロンティア整備推進機構　研究第二部	
	前期課程（社会人）	関根　敬	（株）東京建設コンサルタント 東京本社　河川計画本部　総合河川部	
	前期課程（社会人）	西村　直記	アジア航測（株） 防災地質部 SABO課	
	前期課程（留学生）	王　禕	（帰国）	
H28.3	前期課程（社会人）	神保　啓	（株）キタック 技術第一部 第一グループ地質システム課	
	前期課程（社会人）	江藤　稚佳子	朝日航洋（株）　防災コンサルタント部	
	前期課程（社会人）	阿部　拓実	応用地質（株）砂防・防災事業部	
	前期課程（一般学生）	大賀　知将	中電技術コンサルタント（株）	
	前期課程（留学生）	劉　詩雨	土研（非常勤）	
H29.3	前期課程（社会人）	吉田　喜高	（株）東京建設コンサルタント 東北支社　河川計画部	
	前期課程（留学生）	孫　敏	アクセンチュア（中国法人）	
H30.3	前期課程（社会人）	塚原　直幸	（株）日本海コンサルタント	
	前期課程（社会人）	後藤　美香	応用地質（株）	
	前期課程（一般学生）	笠原　友樹		

H23.3-30.3 博士学位取得者

修了年月		氏名	所属会社	備考
H29.3	前期課程（社会人）	秋山　怜子	アジア航測（株） 防災地質部 SABO課	
	前期課程（社会人）	照沼　利浩	（株）パスコ中央事業部　技術センター コンサルタント技術部　システム技術課	

筑波大学大学院　環境防災学講座 博士論文・修士論文一覧

H23.3-30.3 修士学位取得者: 社会人13名、一般学生3名、留学生5名　合計:21名

修了年月		氏名	修論タイトル	現所属
H24.3	前期課程（社会人）	千葉伸一	人的被害を軽減するための土砂災害警戒避難の実態と土砂災害警戒情報の効果分析	応用地質（株）
	前期課程（一般学生）	亀澤奈央	砂防堰堤の形状、材料及び越流水処理工法の変遷の分析	
H25.3	前期課程（留学生）	朱　培紅	土砂災害の危機管理の視点から見た災害対策に関わる法体制の中日比較	東亜グラウト工業（株）
	前期課程（留学生）	黄　麗	大規模地震発生後の避難所整備に関する中国と日本の比較	応用地質（株）
H26.3	前期課程（社会人）	田中　義成	学校における土砂災害に対する防災教育の実践方法の研究～小学校における取り組み事例～	（株）キタック
	前期課程（社会人）	安海　高明	土石流導流工による土石流・流木の制御効果に関する研究	朝日航洋（株）
	前期課程（社会人）	大村　さつき	地域特性を考慮したアンケート式自己学習プログラムによる住民の土砂災害に対する防災意識向上手法	応用地質（株）
H27.3	前期課程（社会人）	中根　和彦	砂防堰堤の下流法勾配及び石積形状に着目した近代日本砂防技術確立期における欧州アルプス砂防の影響	玉野総合コンサルタント（株）
	前期課程（社会人）	関根　敬	崩壊土砂の突入に伴う段波の形成・遡上過程の解解明	（株）東京建設コンサルタント
	前期課程（社会人）	西村　直記	降雨や濁水が避難行動に係わる目標物の視認に与える影響	アジア航測（株）
	前期課程（留学生）	王　禕	中国における土砂災害対策としての群測群防体敬系の方策	（帰国）
H28.3	前期課程（社会人）	神保　啓	土砂災害特別警戒区域における住宅の移転および構造の規制に関する課題と促進策	（株）キタック
	前期課程（社会人）	江藤　稚佳子	有限体積法による水の動きの再現に変数の設定方法が及ぼす影響の解明	朝日航洋（株）
	前期課程（社会人）	阿部　拓実	地名が示唆する土砂災害発生の種類と危険性に関する研究	応用地質（株）
	前期課程（一般学生）	大賀　知将	渓流水に含まれる電解質の伝播課程の観測と移流・拡散係数の推定	中電コンサルタント（株）
	前期課程（留学生）	劉　詩雨	日本と中国の教科書における防災学習内容の比較分析	土研（非常勤）
H29.3	前期課程（社会人）	吉田　喜高	丹沢西部流域における土砂流出抑制対策の効果	（株）東京建設コンサルタント
	前期課程（留学生）	孫　敏	自然災害に対する被災地支援手法の日中比較	アクセンチュア（中国法人）
H30.3	前期課程（社会人）	塚原　直幸	荒廃渓流における出水時の濁度と土砂移動現象との関係	（株）日本海コンサルタント
	前期課程（社会人）	後藤　美香	昭和5（1930）年に発生した北伊豆地震の特性と土砂災害発生機構との関係	応用地質（株）
	前期課程（一般学生）	笠原　友樹	多視点撮影画像による歴史的砂防施設の三次元モデル構築	

H23.3-30.3 博士学位取得者

修了年月		氏名	修論タイトル	所属会社
H29.3	前期課程（社会人）	秋山　怜子	地下水流出の到達時間と土層の粘着力に着目した崩壊発生解析法	アジア航測（株）
	前期課程（社会人）	照沼　利浩	災害対応に要する時間の推定モデルとその適用性	（株）パスコ

環境防災学講座院生　実践実習実績

年度	学生氏名	学年	世話教員	実習先	実習期間	実習名
22	千葉　伸一	前期1年	西本晴男	(一財)砂防フロンティア整備推進機構	9月16日～10月14日	平成22年度土砂災害(特別)警戒区域設定のための照査に関する実践実習
	亀澤　奈央	前期1年	西本晴男	(株)神戸製鋼所	8月16日～8月27日	平成22年度環境防災施設の製造・施工と施設効果評価に関する実践実習
	尾関　信幸	後期1年	西本晴男	(一財)砂防フロンティア整備推進機構	8月9日～8月31日	平成22年度連石積粗石コンクリート構造砂防施設の破損・劣化調査に関する実践実習
23	田中　義成	前期1年	西本晴男	(株)北陸ジオテック	7月25日～8月12日	平成23年度環境リサイクルに関する実践実習
	黄　麗	前期1年	西本晴男	(株)神戸製鋼所	8月29日～9月9日	平成23年度環境砂防施設の製造・施工と施設効果評価に関する実践実習
	朱　培紅	前期1年	石井　靖雄	ダイチ(株)	7月25日～8月12日	平成23年度常願寺川の砂防施設の工事及びその効果調査に関する実践実習
	照沼　利浩	後期1年	西本晴男	(一財)砂防フロンティア整備推進機構	8月1日～8月31日	直轄砂防事務所における砂防関連情報の管理・活用に関する実践実習
24	大村　さつき	前期1年	西本晴男	ダイチ(株)	7月9日～7月20日	平成24年度常願寺川の砂防施設の工事及びその効果調査に関する実践実習
	安海　高明	前期1年	水野　秀明	鹿島建設(株)	7月9日～7月20日	平成24年度紀伊半島の河道閉塞の緊急工事に関する実践実習
	秋山　怜子	後期1年	西本晴男	(独)土木研究所	7月23日～8月24日	平成24年度改正土砂災害防止法に係る緊急調査に関する実践実習
25	中根　和彦	前期1年	西本晴男	ダイチ(株)	7月16日～8月9日	常願寺川の砂防施設の工事及びその効果調査に関する実践実習
	西村　直記	前期1年	西本晴男	鹿島建設(株)	7月16日～8月9日	紀伊半島の河道閉塞の抜本対策工事に関する実践実習
	関根　敬	前期1年	水野　秀明	(株)野添組	7月22日～8月23日	桜島砂防事業における土石流対策工事及びその効果調査に関する実践実習
	王　禕	前期1年	西本晴男	(株)神戸製鋼所	7月22日～8月23日	環境防災施設の製造・施工と施設効果評価に関する実践実習
	大村　さつき	前期2年	西本晴男	(株)北陸ジオテック	7月16日～8月9日	環境リサイクルに関する実践実習
	安海　高明	前期2年	水野　秀明	(株)守谷商会	7月16日～8月9日	葛葉山腹工の工法及びその効果調査に関する実践実習
26	神保　啓	前期1年	西本晴男	(株)北陸ジオテック	7月22日～8月1日	環境リサイクルに関する実践実習
	江藤　稚佳子	前期1年	西本晴男	鹿島建設(株)	7月22日～8月1日	平成26年度紀伊半島の河道閉塞の抜本対策工事に関する実践実習
	阿部　拓実	前期1年	西本晴男	大日本土木(株)	7月28日～8月8日	木曽川水系越百川砂防に係わる堰堤築造工事並びに袖部法面対策工に関する実践実習
	劉　詩雨	前期1年	西本晴男	(株)神戸製鋼所	7月28日～8月8日	平成26年度環境防災施設の製造・施工法と施設効果評価に関する実践実習
	関根　敬	前期2年	水野　秀明	ダイチ(株)	8月4日～8月8日	山腹工に関する実践実習
27	神保　啓	前期2年	西本晴男	(株)加藤組	7月27日～8月7日	砂防ソイルセメントを用いたダブルダブルウォール構造砂防堰堤工事に関する実践実習
	江藤　稚佳子	前期2年	西本晴男	大日本土木(株)	7月27日～8月7日	木曽川水系越百川砂防に係わる堰堤築造工事ならびに袖部法面対策工に関する実践実習
	阿部　拓実	前期2年	西本晴男	鹿島建設(株)	7月27日～8月7日	紀伊半島の河道閉塞の抜本対策工事に関する実践実習
	吉田　喜高	前期1年	西本晴男	ダイチ(株)	7月27日～8月7日	立山砂防管内に関わる法面(落石)対策工事の施工に関する実践実習
	孫　敏	前期1年	西本晴男	(株)神戸製鋼所	7月27日～8月7日	環境防災施設の製造・施工法と施設効果評価に関する実践実習
28	吉田　喜高	前期2年	西本晴男	(株)吉川工務店	7月25日～8月5日	木曽川水系入ヶ洞砂防堰堤工事の施工に関する実践実習
	孫　敏	前期2年	西本晴男	(株)北陸ジオテック	7月25日～8月5日	環境リサイクルに関する実践実習
	塚原直幸	前期1年	西本晴男	鹿島建設(株)	7月25日～8月5日	紀伊半島の河道閉塞の抜本対策工事に関する実践実習
29	後藤美香	前期2年	西本晴男	鹿島建設(株)	7月24日～	紀伊半島の河道閉塞の抜本対策工事に関する実践実習

3．研究

ここでは、教員又は院生が原則として環境防災学講座設置期間中にファーストオーサーとして発表した原著論文、及び環境防災学講座に在学した院生が在学中に研究した内容を在学中または課程修了後に学会の研究発表会で発表した概要を掲載した。

掲載論文一覧

【原著論文】

・西本晴男(2010)：火山地域における火山泥流，泥流，土石流の表現方法に関する考察，砂防学会誌、Vol.63、No.2、p.26-37

・西本晴男(2011)：砂防堰堤の土砂調節効果について、砂防学会誌、Vol.64、No.4、p.46-51

・Yasuo Ishii,Keiichi Ota,Senro Kuraoka,Ryosuke Tsunaki(2012)： Evaluation of slope stability by finite element method using observed displacement of landslide、Landslides,Vol.9,No.3,p.335-348

・水野秀明(2013)土砂の流れ－固体と液体の特徴を合わせ持つ土石流－、日本機会学会誌、Vol.116、No.1136、p.474-477

・西本晴男 (2017)：日本人初の砂防担当教授・諸戸北郎の近代砂防における業績，砂防学会誌，Vol.70，No.3，p.13-24

・西本晴男 (2017)：近代砂防草創期の砂防教育事情，Vol.70，No.5，p.15-23

・西本晴男 (2017)：東京帝国大学砂防講座外国人教師，アメリゴ・ホフマンの業績についての一考察，Vol.70，No.5，p.24-33

・照沼利浩，水野秀明，西本 晴男 (2017)：災害対応に要する時間の推定モデル －複数のパスからなる災害対応への適用－，自然災害科学，Vol.36，No.2，p.167-178

【研究発表会】

・亀澤奈央、西本晴男(2011)：明治期における砂防研究と技術の展開、平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集、p.206-207

・亀澤奈央、西本晴男、尾関信幸 (2012)：砂防堰堤の越流部構造の変化過程に関する一考察、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.66-67

・黄麗、西本晴男、朱培紅(2012)：平成 23 年発生の土砂災害に係る報道表現に関する考察、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p.170-171

・朱培紅、西本晴男(2012)：自然災害発生後の応急対策と復旧対策についての中日比較、第 31 回日本自然災害学会学術講演会

・田中義成、西本晴男、三木洋一(2013)：小学校における土砂災害に関する防災教育上の問題について、平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p.B-208～B-209

・黄麗、石井靖雄(2013)：中国における大規模土砂災害発生後の避難所整備の実態と課題、平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 A、p.A-170～A-171

・安海高明、水野秀明(2013)：流下痕跡に基づく土石流水理量の推定、平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p.B-272～B-273

・大村さつき、西本晴男(2014)：地域特性を考慮したアンケート式自己学習プログラムによる住民の土砂災害に対する防災意識向上手法、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p.168-169

・田中義成、西本晴男、三木洋一(2014)：小学校における土砂災害の防災教育実践方法、平成

26 年度砂防学会研究発表会概要集 B、p.166-167
・水野秀明、安海高明、関根敬(2014)：連続した湾曲部における流れの再現計算、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A、p.206-207
・安海高明、関根敬、水野秀明(2014)：流路内で発生した巨礫の停止課程に関する考察、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A、p.192-193
・関根敬、水野秀明、安海高明(2014)：水の急激な流入による湛水池の水位変化の再現計算、平成 26 年砂防学会研究発表会概要集 A、p202-203
・尾関信幸、亀沢奈央（2014)：砂防堰堤におけるコンクリートの施工技術の変遷、平成 26 度砂防学会研究発表会概要集 B、p.404-405
・西村直記、西本晴男、水野秀明（2015)：避難行動に係わる降雨および濁水と見通し距離との関係，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 A，pp.254-255，2015.5
・大賀知将、木下篤彦、西岡恒志、水野秀明、桜井亘（2015)：表層崩壊発生流域での水質特性に関する研究，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.356-357
・関根敬、水野秀明、江藤稚佳子（2015)：崩壊土砂の突入に伴う段波の形成・遡上過程の解明，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 A，p.94-95
・秋山一弥、劉詩雨、西本晴男（2016)：日本と中国の教科書における砂防に関する学習内容の比較，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.506-507
・阿部拓実、西本晴男、鈴木雅一（2016)：写真比較による多摩川上流部における荒廃状況の変遷，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.448-449
・吉田喜高、西本晴男、阿部拓実、鈴木雅一、内山佳美、内山豊（2016)：丹沢流域における歴史的砂防工事と現況，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.442-443
・尾関信幸、西本晴男（2016)：粗石コンクリート構造の砂防施設の内部特性と健全性評価，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p.230-231
・照沼利浩、水野秀明、西本晴男（2016)：災害対応に要する時間の推定モデル，砂防学会誌，Vol.69，No.2，p.13-18
・秋山怜子、宮本邦明、西本晴男（2017)：崩壊発生時における土層の地下水深解析法，平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集，p.612-613
・笠原友樹、秋山一弥、吉田喜高（2017)：画像解析による石積み堰堤の調査，平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集，p.788-789

砂防学会誌，Vol. 63，No. 2，p. 26－37，2010

総　説

火山地域における火山泥流，泥流，土石流の表現方法に関する考察

Discussion on the method of expressing flow of volcanic materials in volcanic areas

西　本　晴　男*
Haruo NISHIMOTO

Abstract

Volcanic disasters take diverse forms and volcanic eruptions are difficult to predict. In order to utilize information to prevent volcanic disasters it is undoubtedly important for inhabitants, local authorities and disaster professionals to have a good understanding of each other. To advance this mutual understanding, volcanic phenomena should be described in a unified manner. The terms "volcanic mudflow","mudflow"and"debris flow "all refer to phenomena in which a flow with densely mixed pyroclastic materials and water runs down on a mountainside. However, these three terms are still controversial in their meanings. In this paper the author abstracts descriptions on"volcanic mudflow","mudflow" and "debris flow" from historical literature of volcanology, Sabo engineering, and related fields in order to clarify the history of usage of these terms. Their appropriate usages are discussed from the viewpoint of social demands for volcanic disaster prevention while considering the present efforts actually being made in Japan. As a result, it is proposed that the phenomenon directly caused by volcanic eruptions should be called "volcanic mudflow" and that the phenomenon caused by rainfall after eruptions should be called "debris flow" or"mudflow", when these terms are used in the field of volcanic disaster prevention. However, the way of defining volcanic eruptions or volcanic activities with tangible expressions still needs further discussion. The phenomena triggered by the direct extrusion of muddy materials from a crater should also be discussed so that they can be categorized depending on the type of volcanic mudflow involved.

Key words：volcanic disaster prevention, volcanic mudflow, mudflow, debris flow

1．はじめに

日本は世界有数の火山国であり，過去から多くの火山災害を受けてきた（例えば，気象庁編，2004）。火山災害は，多数の犠牲者が出る，起こりうる現象が多種多様である，流下物の速度が速い，現象の規模が大きく影響範囲が広い，災害が長期化するといった特徴があり，一度発生すると地域社会へ大きな影響を与える（例えば，松林，1991 a）。

このため国土交通省では，火山地域の土砂災害対策を推進するため，昭和63年より火山砂防事業（以下「火山砂防」という）を制度化し，火山砂防計画を策定し，ハード・ソフトの総合的な対策を実施してきている。平成12年暮れから富士山で低周波地震が多発したことを契機に，国，都道県，市町村が連携して全国の主要火山における火山防災マップを作成してきている。気象庁は気象業務法改正に伴い，平成19年12月より火山噴火予報・警報を発表するとともに，地元関係機関の防災対応がよりきめ細かに実施できるよう，火山噴火警戒レベルの導入を順次図っている。内閣府では，火山防災対策の強化を図るため学識経験者等からなる火山情報等に対応した火山防災対策検討会（2008）による検討をふまえ，平成20年3月に「噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針」を策定した。

火山地域で発生する火山噴火等によって生ずる土砂移動現象は，火山砕屑物の噴出，溶岩流，火砕流，火山体崩壊，岩屑なだれ，火山泥流，泥流，土石流など多種におよぶ（例えば，宇井編，1997）。

これらの現象による災害から，住民の生命と地域生活の安全・安心を確保するために，国・都道県・市町村および関係機関が連携を密に適切な防災対応をとる必要がある。この防災対応は，科学的根拠に基づいたものであることが重要であり，砂防学と火山学との連携が必要不可欠である。

砂防学では，火山噴火時における火山噴出物の移動および降雨時等における火山噴出物の二次移動の挙動と災害防止・軽減対策を研究課題として取り組んできている。一方，火山学では，地球物理学，地質学，地形学アプローチによる火山噴火メカニズム，噴火形態，火山体の構造，火山噴出物の特性などが研究課題である。さらに，近年は社会心理学，防災情報学などの専門家が参加した火山防災に関する総合的な検討も行われている。

三松（2000）は，火山活動が始まると「火山情報」が次々発表されるが，その内容を官学民およびマスメディアが共通理解できないのが現状であると述べている。宇井（2000）は，1984年に御岳山で起きた土砂移動現

※　正会員　筑波大学大学院生命環境科学研究科持続環境学専攻，前砂防フロンティア整備推進機構　Member, University of Tsukuba, Former Sabo Frontier Foundation　(nishimoto.haruo.fp@u.tsukuba.ac.jp)

象の各分野での表現方法の違いにふれ，同じ事象に対して用語や発生プロセスの解釈が不統一であっては，いざ噴火という時に一般の市民に混乱と不信感を与える恐れがあると述べている。

火山防災において，行政，関係機関，住民が必要とする特に重要な情報は，「いつ」「どのような現象」が発生し，「どの範囲に影響が出るのか」である。この情報が生かされるためには，行政，専門家と住民の間で，日頃から共通認識と信頼関係の構築が重要である。

この共通認識を培うためには，火山災害に関わる現象の用語表現について科学的知見をふまえながら統一的な扱いがなされるべきであると考える。下鶴ら（2003）は，一般の人が理解しやすい火山の防災用語について取りまとめている。また，小山（2005）は，防災対応に必要な用語は，たとえ学術的な正確さを多少犠牲にしても，防災上の正しい意味が市民の意識に浸透する用語であることが望ましいと述べている。

火山地域で発生する災害現象を表す用語のうち，「火山泥流」「泥流」「土石流」については専門家間において用語の持つ意味が議論になる場合がある。「火山泥流」「泥流」「土石流」と表現される現象（以下，これらの現象を総称して，「火山泥流等」という）は，火山砕屑物と水が高濃度に混合し，斜面や渓流を流下する現象であるが，学術的・社会的立場によって，その表現方法やニュアンスは様々である。さらに「泥流」については，「一次泥流」「二次泥流」などの表現も認められる（例えば，宇井編，1997）。

これらのうち火山泥流は，火山噴火と同時に発生することから火山噴火予知と密接に関連し，降雨によって発生する土石流と比べるとその規模が大きく広範囲に影響を及ぼす現象（例えば，矢澤ら，1992；水山ら，1988）であり，防災面からは「火山泥流」と「土石流」は明確に分けて使用する必要があると考える。

本論は，火山地域において発生する様々な災害現象のうち，「火山泥流等」を表現する「火山泥流」「泥流」および「土石流」という用語について，今後の火山防災における，国民に分かりやすい統一的な用語表現の検討に資するための考察を行ったものである。

具体的手法としては，過去の噴火災害時の文献や新聞報道記事等，火山学と砂防学の専門書，火山砂防事業および火山防災などにおける「火山泥流等」に関する記述を総覧し，用語としての「火山泥流」「泥流」および「土石流」の使用の変遷を明らかにした。次に，現在の火山防災における取り組みをふまえ，社会に求められる防災用語としての「火山泥流」「泥流」および「土石流」の取り扱いについて考察した。

本論では，現象の表現方法の議論に主眼をおいているため，それぞれの現象についての土砂水理学的な意義や物理的な整合性についてはこれまでの研究のレビューにとどめている。したがって，引用文献の表現をできるだけ忠実に引用しているため，同一現象であっても表現方法が異なることがある。

なお，各現象の呼称を用語として特に意識する場合には，「火山泥流」「泥流」「土石流」と表現と表記した。

2．明治時代以降の主な火山噴火における「火山泥流等」の表現方法の経過

明治時代以降の主な火山噴火において，「火山泥流等」の現象を表現するために，どのような用語がどのような意味で使用されてきたを時系列にみてみる。

明治時代において，「火山泥流等」について専門家によって最初に記述されたのは，1888年磐梯山の噴火である。

この噴火を最初に学術誌に記載したSekiyaら（1890）は，岩屑なだれが二次的に転化して発生した流下現象を「泥流（mudflow）」と記述した。この噴火を詳細に記述した大森（1918 a）は，「此ノ破裂ニ就キテ最モ著ルシキ出来事ハ山崩レノ為ニ大泥流ヲ現出セルコト即土石ガ山下諸方ヘ流レ出シテ恰モ土石ノ洪水ヲ生ジタル一事ナリ」と記述している。丸田（1968）は，荒牧（1957）が，高温の火山噴出物であるガスとマグマの破片の混合物である火山砕屑物の流れを「火砕流」と呼び，火山体の崩壊や二次的な砕屑流などの常温の砕屑流から区別したことを引用しながら，火山体の崩壊，二次的な砕屑流などを「泥流」と呼ぶこととし，磐梯山北麓に流下し檜原川を埋めた多量の砕屑物を「裏磐梯泥流」と称している。最近の研究によると，この「泥流」は噴火直後に発生した山体崩壊によって崩れ落ちた大量の土砂が流れ下る「岩屑なだれ」であり（例えば，下鶴ら，2003），「火山泥流等」ではない。横山ら（1906）は，自然地理学的視点から「火山爆発すれば渓谷は熔岩，泥流，火山灰等を以て充たされることがある」と記述しているが，この「泥流」は文脈からして一次的現象を意味していると考えられる。

1910年7月19日から有珠山の山麓で有感地震が多発し，次第に群発化した。25日には有珠山北麓の金比羅山付近で多数の爆裂火口が生じ，火口から水に飽和した火山灰の「泥流」が複数回流下した（横山編，1973）。この「泥流」を最初に記載した大森（1911）は，「三月二十三日ニ至リ震動，鳴響ト共ニ焼石土砂を噴孔ヨリ押シ出シ，大泥流ヲ奔下セシメテ（中略）虻田ノ村落地方全般ヲ湯盡シタリ」と記述している。さらに大森（1918 b）は，「南麓ノ噴口ヨリハ泥土ヲ噴出シテ巨大ナル泥流ヲ成シタリ。地盤ハ五度前後内外ノ緩傾斜ヲナスニ過ギザルモ，泥流ガ地面ヲ奔走スル勢イハ実ニ凄マジキモノニシテ幾筋ト無ク白キ蒸汽ヲ立テ」と記述し，「泥流」を使用している。

1915年には，焼岳が噴火し，火口から吹き出した熱水が泥流となり梓川をせき止め，大正池が形成された。この噴火を詳細に記述した大森（1918 c）は，「今回ノ

噴火ガ山腹ヨリ発セル結果，土石ヲ押シテ一種ノ泥流ヲ生ジ中堀下堀爾澤ニ沿フテ約十五町ヲ奔下シテ梓川ニ入リテ水面上約十五ノ突堤ヲ築キ一時流水を堰キ止メ忽チ決潰シテ灰土ヲ濃厚ニ混ゼル赤黒キ洪水トナリ下流沿岸ニ氾濫セリ」と記述している。この「泥流」は噴火直後に発生している。

1926年には，十勝岳が大爆発を起こし，中央火口丘の一部が崩壊，残雪を急速融解し，融雪泥流を発生させた（例えば，下鶴ら，2003）。この泥流は，「大正泥流」と呼ばれている。

多田ら（1927）が，噴火直後に行った現地調査の結果の概要は次のとおりである。爆発にともなってhot volcanic avalancheが流下し，その過程で積雪を融かして第一次泥流を形成した。第一次泥流は下流1，500 mの間に堆積し，深さ3 m以上の積雪から生じた水が泥流の物理的性質に変化をきたし，第二次泥流となり富良野平地まで流下氾濫した。この「第一次泥流」および「第二次泥流」と称するのは，泥流堆積物の分布から便宜上区別したものであり，別々の泥流を指すのではなく，単に火口近く堆積している部分を第一次泥流といい，多量の水と共に流れ去った部分を第二次泥流と呼ぶに過ぎない。

ここで多田ら（1927）は，関東大震災の際に根府川で発生した様な山崩れによる泥流形態もあることから，この十勝岳の噴火で発生した「泥流」を「火山泥流（volcanic mud flow）」という名称で呼ぶことは不当ではないと述べている。

この「火山泥流」という用語について，橘（1973）は，「泥流は火山の爆発のみによって生ずるとは限らない様である。泥流と火山泥流はどちらの方もよくもちいられている」と記述している。

また，渡邊（1928）は，応用地質学の立場から山崩現象の分類をするにあたり，山崩の原因の一つとして火山爆発をあげ，その結果として「火山泥流」が出ることを述べている。渡邊がここで「火山泥流」という用語を用いたのは，多田ら（1927）を受けてのものであると考えられる。

村野（1965）は，この大正泥流を「土石流」と称しており水理模型実験を行っている。「土石流」と称した根拠は明確ではないがおそらくレオロジー的視点からであると思われる。

1962年6月17日に発生した焼岳噴火では，山腹火口から「泥流」が噴出した（Murai，1962；小坂ら，1966）。この「泥流」についてMurai（1962）は日本語要約文で「19日午後，中尾峠の割れ目の末端より泥流が流れだし，梓川の川岸まで達した」と記述している。この「泥流」は噴火中に発生したものである。小坂ら（1966）は，この「泥流」の発生機構に関連して「火山地下にその存在を予想される泥漿溜（mud reservoir）より供給されたものを含んでいた」と記述している。一方，6月21日には激しい降雨により降下火砕物の再移動現象が観察された（Murai，1962；小坂ら，1966）。この火砕物の再移動現象について，Murai（1962）は「mudflow caused by these rainfalls」と，また小坂ら（1966）は「二次泥流」と表現している。

1974年には2月から鳥海山で，7月に新潟焼山で水蒸気爆発が発生した。鳥海山では，宇井ら（1975）は，新たな火口が形成され，山腹の雪が融かされて噴出した細粒火山灰を，山体斜面沿いに押し流す「泥流」が発生したと述べている。新潟焼山では，茅原ら（1975）は，「爆発による流出火山灰が泥流として流下し，早川中流域で土石流に転じた。火打山川および焼山川ともに少量の雨でも二次土石流が容易に発生するようになった」と記述している。ここでいう「泥流」と「土石流」は1926年十勝岳噴火の「第一次泥流」と「第二次泥流」に，そして1974年鳥海山の「泥流」に相当すると考えられる。

1977年8月，有珠山が噴火し火山灰が山腹に堆積したため，降雨を起因とする土石の集合運搬が認められた。1978年10月24日に発生した泥流は，市街地に流れ込み3名が犠牲となった。有珠山1977－82年噴火災害では，これらを主として「泥流」と記述されている（例えば，門村ら，1981；池谷，1979）。

1988年12月噴火には十勝岳が小規模噴火した。新谷ら（1991）は，この噴火において，Katsuiら（1990）が指摘している小規模な火砕流と火砕サージにより，積雪表面が融解し小規模な「泥流」が発生した痕跡を確認しており，特に積雪地帯の火山地域の火山泥流対策の必要性を指摘している。

有珠山は2000年3月に噴火し，金毘羅山麓火口群から「熱泥水」が発生し洞爺湖温泉市街地に流下した（杉浦ら，2000）。廣瀬ら（2000）はこの現象を「泥流（熱泥流）」と称し，また水垣ら（2001）は「火口噴出型泥流」と称し，「噴石丘崩壊型泥流」も発生したとしている。この「泥流」は1910年噴火と同様のものと考えられる（水垣ら，2001）。

2000年には三宅島も噴火し，山腹に大量に火山灰が堆積し雨水が浸透しなくなったため，大雨のたびに「泥流」が発生した（相場，2003）。また中田ら（2001）は，陥没口底（カルデラ）内の火口から「熱泥流」が発生したとしている。

表－1に，以上の噴火のうち主なものについて，火山分野の文献における「火山泥流等」の現象を表現するための使用用語と，発生現象が火山噴火に伴う一次的な現象か，噴火後の降雨による二次的な現象かについて，新聞報道記事において使用された用語もあわせて整理した。

これによると，火山分野の文献においては，現象が一次的なものか，二次的なものかにかかわらず，ほとんどが「泥流」と表現している。また，両方の現象が発生した場合，「一次泥流」「二次泥流」と使用している場合がある。

3．火山分野と砂防分野（砂防学・火山砂防）における「火山泥流等」の取り扱い

3.1　火山分野

火山学における「火山泥流等」に関する用語について，文献における使用経過について考察した。

山崎（1895）は，セレベス島とミンダナオ島の間に位置するサンギー島のアウ火山の1982年噴火について，「高温度に沸騰せる泥流を噴口より山腹に走れる裂罅に沿て噴出せり，其溢流の為め近傍の住民を斃氏又は火傷せしめ，其遂に非命の死を致せしもの無慮一千五百三十二人」と記述しており，「泥流」を使用している。この「泥流」と称している現象は，文脈から火山噴火によって直接発生した一次的な「火山泥流等」である。

加藤（1909）は，北海道駒ケ岳の火口形成に関し，「馬蹄形火口の生成は有史以前，その当時火口より溢流したる泥流の一部は南及東南に走りて折戸川の流域を埋め」と記述するとともに，明治38年噴火について，「押出の澤より泥土を流し出したりも，積りし火山灰が大雨の為めに流し出された」と記述している。前者の「泥流」はおそらく火山噴火に伴う岩屑なだれや泥流で，後者の流れは二次的に発生した「火山泥流等」であると思われるが「泥流」という用語は使用していない。

小林（1929）は，「泥流　Mud　Flow」とは，「火山噴出の際に砂礫・灰等が噴出口の周辺に堆積し，同時に多くは降雨を伴ふを以て，是等は幾多の水分を包含し，山腹の斜面に沿ひて流下するものである。泥流は火山砂・礫や灰分等の混合により成る場合が多いが，時にはほとんど火山灰と水の混合から成つて眞に泥の流るると同じ」と記述しており，「同時に多くは降雨を伴ふを以て」という記述から一次的な現象として捉えていると思われる。

山口（1931）は，火山噴出物としての「泥流」として，噴出堆積物が降雨によって発生するもの，火山活動により地下水や湖水が流出することにより発生するもの，火山噴火による氷雪の融解により発生するものがあることを述べている。

久野（1953）は，「泥流（mud　flow）は噴出物の一部または崩壊した山体の一部が裾野に流下してくるもので，多くの場合水と混じて流下する。この水は噴火に伴って起こる降雨によるもの，地下水によるもの，もしくは山体に積もっていた雪が噴出物で熱せられて融解することによるもの等がある」と記述している。

大塚ら（1976）は，「水をふくんだ泥物質が重力の作用で斜面を流下する現象を泥流と呼ぶが，火山地域に発生するものを特に火山泥流という」と定義している。

この「火山泥流」の「おもな発生機構」として6項目あり，「ⅰ火口から泥物質が直接噴出して流下するもの。ⅱ火口湖の底で噴火が起こり，泥水を噴出するもの。ⅲ

表―1　近代以降の主な火山噴火時の火山分野文献と新聞報道記事における「火山泥流等」に係る使用言語
Table 1　Terms used for expressing flow of volcanic materials in literature and articles on major modern volcanic eruptions

災害発生年	火山名	文献 使用用語	文献 引用文献	現象発生形態	新聞報道記事 使用用語	新聞名
1888	磐梯山	泥流（mud flow）	Sekiya ら（1890）	一次的（岩屑なだれによる融雪が泥流に転化）	山の北一面崩壊し村落を埋め	東京朝日新聞
1910	有珠山	泥流	大森（1911，1918）	一次的（火口より泥土が噴出し泥流化）	泥流，砂と泥水を噴出	東京朝日新聞
1915	焼岳	泥流	大森（1918）	一次的（山腹から押し出した土石が泥流化）	泥土，転石を押し出し	信濃毎日新聞
1926	十勝岳	第一次泥流 第二次泥流 火山泥流※	多田ら（1927）	一次的（火口丘崩壊による岩屑なだれが積雪を融かし泥流化） 一次的（第一次泥流が転化）	岩まじりの水，熱湯の奔流，泥つなみ	東京朝日新聞
1962	焼岳	泥流 二次泥流	Murai（1962） 小坂ら（1966）	一次的（噴火時に山腹から押し出した土石が泥流化） 二次的（降雨による降下火砕物の再移動）	泥流	信濃毎日新聞
1970以降	桜島	土石流	－	二次的	鉄砲水→土石流	（多数）
1974	鳥海山	泥流	宇井ら（1975）	一次的（火山噴出物が積雪を融かし泥流化）	泥流	山形新聞
1974	新潟焼山	泥流，土石流 二次土石流	茅原ら（1975）	一次的（火山灰が泥流になり土石流に転化） 二次的（少量の降雨で二次土石流が発生）	土石流，泥流	新潟日報
1977	有珠山	泥流	門村ら（1981）	二次的（降雨時に火山噴出物が土石流化）	泥流，土石流，土砂流	北海道新聞
1991	雲仙岳	土石流	（多数）	二次的（降雨時に火山噴出物が土石流化）	土石流	（多数）
2000	有珠山	泥流（熱泥流）	廣瀬（2000）	一次的（火口から噴出ないし溢流）	泥流，熱泥流	北海道新聞
2000	三宅島	泥流	相場（2003）	二次的（大雨で泥流発生）	泥流	朝日新聞

※多田ら（1927）は，火山地域以外において山崩れによる泥流形態もあることを意識して「火山泥流」を使用している

火口湖が決壊して生ずるもの。iv雪氷地帯で噴火が起こり，雪や氷が急速に融解されて生ずるもの。v火砕流が河川・湖沼地帯になだれこんで二次的に生ずるもの。viいったん山腹に堆積した火山噴出物が多量の降雨，地震などで流出するもの」と記述している。

また，1888年磐梯山爆発の岩屑なだれ，1792年雲仙岳活動，歴史時代以前の韮崎泥流などを例としてあげ，これらは必ずしも多量の水が媒体となっていないことから「これまで火山泥流とされてきたものの中には，必ずしも多量の水が媒体となっていない場合がある。これらも不適当であるが慣習として火山泥流とよばれている」と記述している。

このように，1970年代頃までは，山体崩壊などに伴って発生する岩屑流も含めて「火山泥流」「泥流」と呼んでいた。例えば，「韮崎泥流」においては，酷似した岩相を呈することがある火砕流堆積物や岩屑なだれ堆積物を「泥流堆積物」と記載されている(例えば，鈴木，1966)。このことは火山地形学において，「泥流丘（流れ山）」という用語が存在することからもわかる（例えば，安田，1951；丸田，1968；式，1969；宇井，1986)。その後，火山堆積物の研究が進み，1970年代頃から岩屑流は「泥流」とは別の現象として扱われるようになっている。

宇井（2000）は，火山体の崩壊による堆積物について，火山分野では1970年代までは火山泥流の中に含めていたが，その後水の存在が火山体崩壊発生の必要条件ではないことが明らかとなり，ドライアバランシュ，岩屑流，岩なだれなどが使用されるようになったと述べている。

横山ら（1979）は，「火山泥流（volcanic mudflow or lahar)」は火砕流と同様に流速が速く極めて破壊的であること，細粒火山灰が地表に厚く堆積すると地面の浸透性が悪くなり降雨に際して流水量が増加し「2次的な火山泥流」が発生しやすくなると述べている。

早川（1991）は，現代の火山地質学では，水の中に火砕物が懸濁した流れのうち，土石が占める割合が多いものから順に土石流，泥流，洪水とすることもあるが，これらの総称としてラハールが用いられる傾向が強い，そしてラハールが発生するのは噴火のときだけに限らず，ふだん表面水の見られない桜島では大雨でラハールが発生していると述べている。

宇井ら（1997）は，「火山の研究者は，火山砕屑物が水により流されて山麓に運ばれる現象を，発生原因や運ばれる火山砕屑物の粒径にかかわらず火山泥流（ラハール）という。一方砂防の分野では，礫以上のサイズの岩塊が卓越しつつ水とともに流される現象を一般に土石流と呼び，火山活動に関連したラハールもこのなかに含めている」と記述している。すなわち，火山分野では火山砕屑物と水の流れをすべて「火山泥流（ラハール)」，砂防分野では「土石流」は火山活動起因のラハールを包含した呼称であると述べている。さらに，「火山泥流は火山活動により直接引き起こされる一次泥流と，火山活動には関係なく発生する二次泥流がある」と記述している。

『火山の事典＜第二版＞』（下鶴ら，2008）において，「第4章火山の噴火現象，4.6火砕物の流れ」で，「火砕流」「サージ」「ラハール」「土石なだれ」をあげており，「ラハール」の解説として，「砕屑物が占める割合が大きいものから順に，土石流（debris flow)，泥流（mud flow)，洪水（flood）などと区別して呼ばれていることもあるが，インドネシア語のラハール（lahar）を総称として用いると便利である」と記述している。この解説の中で，「ラハール」あるいは「泥流」の事例として，1985年ネバドデルルイス火山災害について記述しているが，「火山泥流」という用語は使用していない。

以上から，明治時代には，「泥流」は火山噴火に伴う一次的現象のみを表現する用語であった可能性がある。1930年頃からは二次的現象も含む用語になり，1927年に初めて使用された「火山泥流」とほぼ同義語として，1970年代頃までは「岩屑なだれ」も含んだ用語として使用されていたが，それ以降は，「火山泥流等」を表現する用語として使用してきている。発生のタイミングについて区別する場合は，冒頭に「一次」あるいは「二次」を付けて使用している。また，二次的に発生する「泥流」で表現される現象は火山地域以外で発生すること，および「泥流」と「土石流」との違いについて，用語使用上の区別をすることが煩雑になることから，インドネシア語の「ラハール」を使用する場合が多くなってきている。

「ラハール」の使用については，海外でも同様の傾向見られるようである。例えば，Kelvin S. Rodolfo（2000）は，火山地域においては噴火に伴って発生する「primary lahar」と噴火以外の原因で発生する「secondary lahar」があり，「lahar」は非火山地域でも発生する現象であると述べている。

3.2 砂防分野（砂防学・火山砂防）

日本の土砂災害対策の研究史において，古くから火山地域は土砂生産が激しいという特性を有していることに着目されていた。諸戸（1916）は，火山地域とくに活火山では火山噴出物が侵食を受けやすく，砂礫の生産が著しいことを述べている。また，赤木（1939）は，火山地帯では火山灰の流出により土石流が発生しやすいことを述べている。

また，「泥流」という用語に関しては，山崩の分類に関する研究で，脇水（1912)，渡邊（1928)，中村（1930）が使用している。さらに砂防専門書では，諸戸（1938）が「土石流」の同義語として使用している。

松林ら（1991 b）は，砂防における火山地域の土砂災害対策を総覧した最初の著書である『火山と砂防』において，「火山泥流」は「火山の噴火そのものが誘因となって発生する泥流と火山噴出物の堆積物が降雨などの他の誘因で発生する泥流に分けることができる」と記述している。この記述で特徴的なのは，降雨が誘因となるものも「火山泥流」としていることと，「土石流」という

用語を使用していないことである。前者については，「火山泥流」を火山地域で発生する「泥流」と「土石流」の総称ととらえていると考えられる。後者については同書の他の部分で「泥流」と「土石流」を混在して使用していることから，用語としての「泥流」と「土石流」について特に意識せずに使用していると考えられる。

1990年11月から始まった雲仙普賢岳の噴火では，噴火に伴って発生した「火山泥流等」はなく，1991年以降山体周辺に堆積した火山灰と火砕流堆積物が降雨により再移動した「土石流」が発生している（例えば，池谷，1999）。

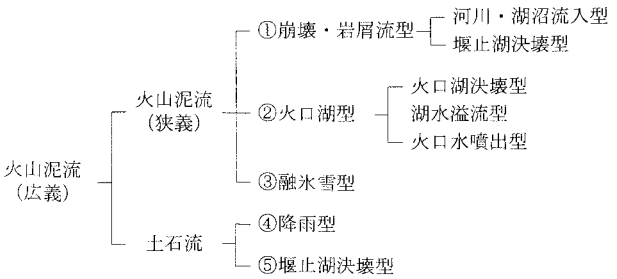
この時期と前後して発表された文献等を概観してみる。

新谷ら（1991）は，北海道における代表的な火山災害として，「火山泥流（降雨型）」「火山泥流（融氷雪型）」および「火砕流」をあげている。

水山（1993）は，「砂防学の専門家の用いることばは火山学の専門家のそれと同じ場合もあり，違っている時もあります」と記述し，「一次火山泥流」として崩壊型，火口湖型，融雪型を，「二次火山泥流」として土石流，堰止湖型火山泥流に分類している。

水山ら（1991）は，「火山泥流」について「活火山域では特に土石流の発生頻度が高いが，これを土石流（debris flow）と呼ばずに他分野から泥流（mud flow）と呼ばれることが多い。これは活火山域の土石流流動材料が細粒成分（火山灰）比率が高いことから，“土石”より“泥”のほうがイメージ的に合う，というためでもある。ここで扱う「火山泥流」は，火山地域，特に活火山地域に生ずる泥流（土石流）と広義に解すればよいが，その起因が直接火山活動によるものをさしている」と記述している。また，鈴木（1992）は，火山泥流を広義と狭義のものに分け，その定義と発生タイプとして図－1を示している。

1992年4月に建設省砂防部は，「火山砂防計画作成指針（案）」において，噴火活動に起因した高温の噴出物により積雪が融解したり，火口湖の水が噴出するなどで発生する「火山泥流」と，降雨に起因して発生する「土石流」との区別を明確に定義した。以降，全国の火山砂防事業の実施における計画の検討はこの定義に基づき進められ，火山地域で発生する「火山泥流等」のうち，砂防分野では降雨に起因するものを「土石流」，噴火に直接起因するものを「火山泥流」と表現することがほぼ定着してきている。



図－1　火山泥流の定義と発生タイプ（鈴木，1992）
Fig.1　Classification of volcanic mudflows (After Suzuki, 1992)

国土交通省河川砂防技術基準（2005）では，「火山砂防計画で対象とする土砂移動現象は，火山砂防地域において，降雨等により発生する土石流等及び火山活動に起因して発生する火山泥流とし，必要に応じ溶岩流等も対象とする」としている。したがって，火山砂防で扱う「火山泥流等」は，「土石流」または「火山泥流」と表現される現象であり，単に「泥流」と表現される現象については言及していない。これは，火山砂防では「泥流」は「土石流」に包含される現象として整理しているためである。ただし，2000年三宅島噴火後の二次的な土砂移動現象について「泥流」を使用している例もある。

「火山泥流等」という現象に関する使用言語の変遷については，各研究分野で様々な見解があると思われるが，2.と3.1，3.2の考察に基づいてあえてまとめると図－2のようになる。なお，図中の黒文字は火山学関係の文献，赤文字は砂防学関係の文献によるものである。

3.3　火山防災マップにおける土砂移動現象

全国の火山地域にある市町村においては，国土庁が策定した指針（1992）や建設省が策定した指針（1992）に基づき，火山防災マップの作成が進められている。国土庁指針は，本論でいう「火山泥流等」については「泥流・土石流」として図示することとしている。

また，火山砂防事業によるハード，ソフト対策を効果的に実施するための建設省指針においては，「火山泥流等」に関しては，「土石流」と「火山泥流」を対象としてマップを作成することとしている。ここでいう「土石流」は降雨によって発生する二次的な土砂移動現象であり，「火山泥流」は火山活動に起因して発生する一次的な土砂移動現象である。表－2に，各火山において作成済みの火山防災マップにおいて図面に示されている「火山泥流等」を整理した。

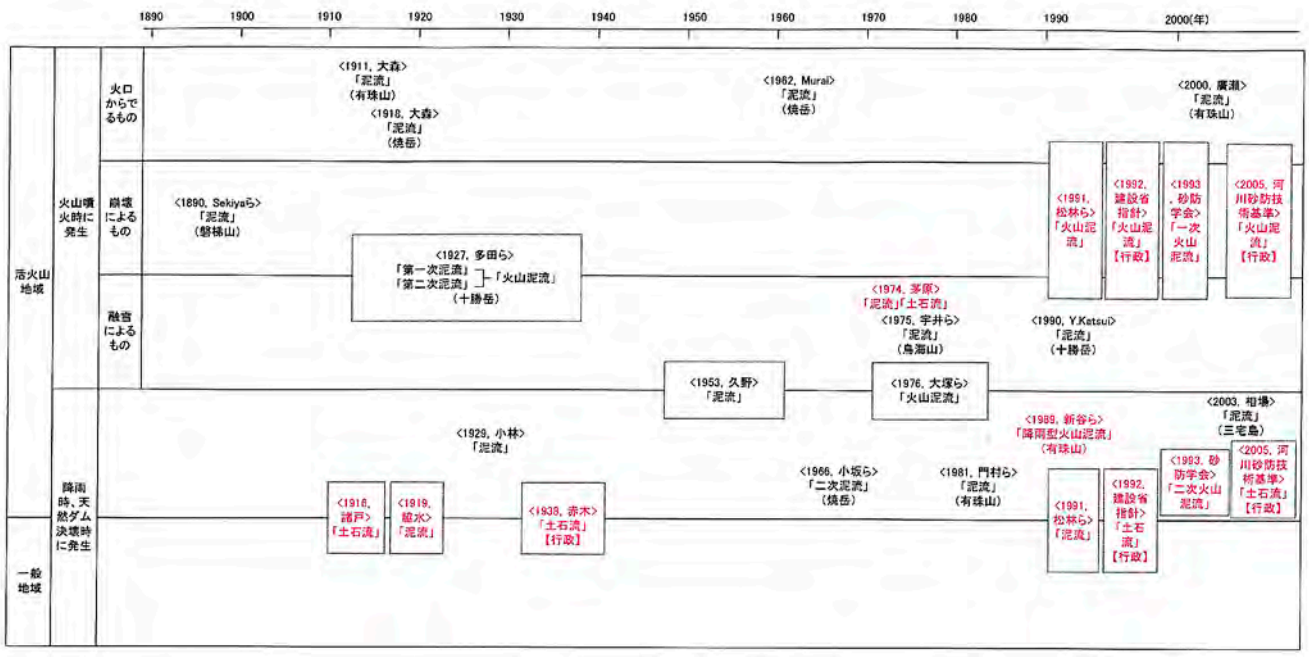
表－2によると，降雨によって発生する現象（以下，「二次的現象」という）については，大部分が「土石流」を使用しているが，一部の火山で「泥流」あるいは「土石流・泥流」を使用している。また，火山噴火によって直接的に発生する現象（以下，「一次的現象」という）については，積雪地域の火山において「融雪型火山泥流」などを使用している。他に，「泥流（火口湖決壊）」「熱泥流」などがみられる。

4．一般社会における「火山泥流等」の取り扱い

4.1　新聞報道記事

主な火山噴火における「火山泥流等」について，新聞報道記事でどのような記述がなされているかは表－1に示したとおりである。

これによると，一次的現象については「泥流」を使用し，二次的現象については「土石流」と「泥流」が混在している。ただし，「土石流」という用語が新聞報道記



図－2　「火山泥流等」現象に関する用語使用の変遷
Fig. 2　Transition of terms used for expressing flow of volcanic materials

事に使用されているかどうかについては，この用語が一般に認知されてきた1975年頃からである（西本，2006）ことを考慮する必要がある。

4.2　国語辞典

国語辞典により，ある言葉が見出し語となっているか否かによってその発行年における言葉の一般への浸透度を，あるいは意味の記述内容によって言葉の持つ意味の浸透度を知ることができる（西本，2008 a）。主な国語辞典における，「火山泥流」「泥流」および「土石流」についての記述を表－3に示した。

表－3から，昭和時代初期までに「火山泥流」と「泥流」は言葉として既に認知されている。意味としては，「火山泥流」は一次的現象，「泥流」は活火山における一次的現象と一般地域も含めた二次的現象としている。

1955年以降については，「泥流」の意味はそれ以前と変化していないが，「火山泥流」については「火山爆発」という記述部分がなくなり，火山噴出物が斜面等を流下する現象としており，一次的現象であるか二次的現象であるかについては区別していない。

最近の辞書においては，「泥流」と「土石流」は火山学，砂防学，火山砂防行政における定義とほぼ同様であるが，「火山泥流」については，本論でいうところの一次的現象と二次的現象の両方の意味をもたせていると思われる。このことは，冒頭に述べたように，国語辞典の内容が，言葉についてのその時代の一般国民の理解度を反映しているものとするならば，「火山泥流」については，学術あるいは行政の定義とは異なっているといえる事例である。

表－2　火山防災マップに図示されている「火山泥流等」
Table 2　List of the terms used for expressing flow of volcanic materials in volcanic disaster-prevention maps

火山名	作成年	一次的現象	二次的現象
十勝岳（上富良野町）	平成18年	融雪型（火山）泥流	――――
十勝岳（美瑛町）	平成14年	泥流	二次泥流（降雨によるもの）
北海道駒ヶ岳	平成14年	火山泥流	土石流
雌阿寒岳	平成12年	融雪型火山泥流	土石流
樽前山	平成6年	――――	泥流・土石流
アトサヌプリ	平成13年	――――	泥流
恵山	平成13年	火山泥流	土石流
蔵王山	平成14年	融雪型火山泥流	降灰後の土石流
磐梯山	平成13年	融雪による火山泥流	降灰後の土石流
吾妻山	平成13年	融雪による火山泥流	――――
岩手山	平成10年	火山泥流（融雪型のもの）	土石流
有珠山	平成14年	融雪型火山泥流	降雨型泥流（土石流）
秋田駒ヶ岳	平成14年	火山泥流（融雪による）	土石流
秋田駒ヶ岳	平成15年	火山泥流（融雪型）	土石流
烏海山	平成18年	融雪による火山泥流	降雨後の土石流
安達太良山	平成14年	融雪による火山泥流	土石流
岩木山	平成13年	火山泥流（融雪による）	土石流
那須岳	平成14年	火砕流流下に伴う融雪型火山泥流	――――
草津白根山	平成7年	泥流（火口湖決壊）	土石流
浅間山	平成15年	融雪型火山泥流	降雨時の土石流
新潟焼山	平成15年	融雪型火山泥流	土石流
焼岳	平成14年	融雪による火山泥流	土石流
伊豆大島	平成6年	――――	――――
三宅島	平成17年	――――	泥流
箱根山	平成16年	熱泥流	二次泥流（土石流）
富士山	平成18年	融雪型火山泥流	土石流
御岳山	平成14年	融雪に伴う火山泥流	土石流
由布岳・鶴見岳・伽藍岳	平成18年	泥流	土石流
くじゅう山系	平成16年	――――	土石流
雲仙普賢岳	平成6年	――――	土石流
阿蘇山	平成7年	（噴石・火砕サージ・降灰）	――――
霧島山	平成8年	――――	土石流・泥流
桜島	平成18年	――――	――――

表－3　主な国語辞典における「火山泥流等」に関わる用語の記述
Table 3　List of terminological definitions for flow of volcanic materials in major Japanese dictionaries

辞書名		火山泥流	泥流	土石流
大辞典	1912年	（見出し語として無し）	地文学ノ語。火山カラ噴出スル泥濁リノ水流	（見出し語として無し）
大辞典	1935年	火山爆発の際に押出された泥流。火山灰・火山砂等が火口湖水や地下水・降雨等と混ぜるもの。麓の村落に大損害を興へることがある。この泥流の堆積せるものを火山泥流土といふ。	火山の爆発または山崩れの際に山腹を流下する泥土の流れをいふ。	（見出し語として無し）
広辞苑	初版（1955年）	（見出し語として無し）	火山爆発または，山崩れの際，山腹を流下する泥土の奔流。	（見出し語として無し）
広辞苑	第6版（2008年）	（見出し語として無し）	火山爆発または山崩れの際，山腹を流れ下る泥土の奔流。多くの場合水がまじる。	泥・岩屑が地表水や地下水を多量に含み泥水状に流動するもの。山崩れによって直接生じた土石流を山津波といい，大きな災害をもたらすことがある。
日本国語大辞典	初版（1972～1976年）	火山砕屑（さいせつ）物が，雨水，地下水，火口湖水などと混じり合って，火山の斜面を下る流れとなったもの。	火山爆発や山崩れの際などに流れ下る，多量の泥土や泥まじりの奔流。	（見出し語として無し）
日本国語大辞典	第2版（2000～2002年）	火山砕屑（さいせつ）物が，雨水，地下水，火口湖水などと混じり合って，火山の斜面を下る流れとなったもの。	火山爆発や山崩れの際などに流れ下る，多量の泥土や泥まじりの奔流。	地表水あるいは地下水が，粘土や岩石片とまじりあって泥水状になり，山の斜面や渓流などに一気に流れ下るもの。多く長雨や豪雨によって生じる。特に，山崩れによるものを山津波という。
大辞林	初版（1988年）	多量の水を含んだ泥土または火砕物の流れ。また，それらが斜面を流れ下る現象。	土や石が雨水などと一体となって，渓流や斜面を一気に流れ下る現象。	大小の火砕物が大量の水と混じって山腹を高速で流下する現象。大災害をもたらすことがある。
大辞林	第3版（2006年）	大小の火砕物が大量の水と混じって山腹を高速で流下する現象。大惨害をもたらすことがある。	多量の水を含んだ泥土または火砕物の流れ。また，それらが斜面を流れる下る現象。	土や石が雨水などと一体となって，渓流や斜面を一気に流れ下る現象。

5．「火山泥流等」の特性

「火山泥流等」すなわち，「火山泥流」「泥流」「土石流」と呼ばれる現象について，いくつかの視点でその特性を整理してみる。これらの現象の定義には，研究者や専門家間で様々な議論があり，また本論の趣旨が一般の人にも分かりやすい用語使用のあり方であって，現象について科学的に厳密な定義を議論するものではないことから，これらの用語の定義については，下鶴ら（2003）の『火山に強くなる本』（火山防災用語研究会編）によることとする。すなわち，「土石流は，雨などが引き金となって，土石と水が怒涛のように流れ下る現象」「泥流は，細かい土砂を多く含んだ泥のような流れで，土石流に比べて，水の量が多く，流動性の高い流れ」，そして「火山泥流は，火山の噴火時に，山肌に積もっていた雪を高温の火砕流が融かして発生する場合や，熱水の噴出や火口湖の決壊で発生する場合の泥流」とする。

地域性でみると，活火山地域であるかどうかによらず発生するのが「泥流」と「土石流」であり，「火山泥流」は活火山地域でしか発生しない現象である。

発生原因でみると，火山噴火に伴って発生するのが「火山泥流」であり，降雨や地震，春先の融雪水など火山噴火以外の誘因によって発生するのが「泥流」と「土石流」である。

次に，流動性，規模などの物理的特性でみてみる。この視点からは，3つの現象は全ていわゆる「土石流」すなわち，土砂と水の混合物が重力の作用を受けて，一種の連続流体であるかのように流動する現象であるといえる（高橋，2004）。また，いわゆる「土石流」の発生に必要な水の起源について議論する場合は，降雨，火山噴火に伴う雪氷の急激な融解などをあげられる（水山，2003）。さらに，流動の力学的特性から「石礫型土石流」「乱流（泥流）型土石流」および「粘性土石流」に分けることができる（高橋，2004）。3つの現象がこのどれに相当するかはケースバイケースであるが，特に「火山泥流」は乱流としての性質を持っているようである（水山ら，1988）。流動性については，「火山泥流」は「土石流」に比べて高いことから流下速度が速く流下距離も長

表−4 火山における「火山泥流等」の特徴
Table 4 Features of flow of volcanic materials in volcanoes

	火山泥流	泥流	土石流
地域性	火山	火山，非火山	火山，非火山
主な発生原因	火山噴火	降雨	降雨
通称※1	泥流	泥流	土石流 泥流
災害規模※2	大〜小	小	小
流下距離※2	長	短	短
避難等のタイミングの判断指標	噴火の規模	降雨量	降雨量

※1 表−1の新聞記事の使用用語を反映した
※2 3つの現象を相対的にみたもの

くなる（矢澤ら，1992）。『火山の事典＜第2版＞』（下鶴ら，2008）において高橋は，「火山泥流」は火砕物質，山体構成物質，ガリー底面堆積物と混じり合って流下するものであり，火砕流堆積物や降下火砕物質の堆積物が降雨によって浸食されて発生する「土石流」「泥流」と，流動機構に違いはないと述べている。規模は，セント・ヘレンズ，ネバド・デル・ルイス，十勝岳の事例を参考にすると，「火山泥流」は「土石流」に比べて総流出量，ピーク流量ともに1〜3オーダー大きな値をとる（水山ら，1988；高橋ら，1987）。

防災面から考えると，「火山泥流」は火山の噴火と同時に発生することから，天気予報・実況観測による参考情報が得られる降雨によって発生する「泥流」「土石流」と比べて，現象発生が予想された場合の避難（避難準備）の開始のタイミングの取り方が難しいと考えられる。

以上をまとめると，表−4のようになる。

6．考察

6.1 火山防災の視点からの用語使用

火山地域における「火山泥流等」の表現方法を考える上で，地域性，防災の視点（住民避難の切迫性，トリガー），情報の分かりやすさが重要である。

1）地域性

①活火山地域でのみ発生する現象：火山泥流
⇒火山活動（噴火）によって直接発生する現象は活火山地域でしか発生しない

②活火山地域でなくとも発生する現象：土石流，泥流
⇒桜島の大正噴火では，対岸の大隅半島（活火山ではない）で降灰後の降雨により土石流が多発した（西本，2008 b）

2）防災の視点

①トリガー
・土石流は，火山活動活発期間（降灰後），火山活動静穏期間であっても，「雨」によって発生する
・火山泥流（火山砂防でいう）は，火山活動活発期間のみ，「火山活動」によって発生する

②切迫性
・土石流は降雨観測により，早めの避難が対応可能である
・火山泥流は，火山噴火予知により対応するためより早めの避難対応が必要である

③住民が欲しい情報
・いつ発生
・どのような現象が発生
・現象の規模（自分のいる所が被害を受ける可能性のある場所か）

④防災対応
・予測可能性の違いをふまえると，トリガーが「降雨」によるものと，「火山活動そのもの」によるものに分けて防災行動を考えることが現実的である

3）情報の分かりやすさ（現象の呼称）
・住民が欲しい情報を確実に伝達し，住民と関係機関が的確な防災対応をとるためは，住民にとっての分かりやすい，現象を表現する用語を統一的に用いることが重要である

6.2 分かりやすい火山防災用語

火山防災に資するため，一般国民に分かりやすい現象を表現する用語を考えることに主眼をおいて，ここで過去の研究成果や文献等のレビューを行いつつ考察してきた。これらをふまえここでは，防災用語としての今後の「火山泥流等」についての用語使用のあり方について考察する。

1）火山噴火に伴って発生する，融雪型火山泥流は影響範囲が広いことから，対策計画が大規模になる。一方，火山噴火により堆積した降灰堆積物がその後の降雨によって発生する「泥流」や「土石流」は，少ない降雨量で発生し発生頻度が大きいが，1回の発生規模が大きくなるとは必ずしも言い難い。

2）「火山泥流」は，活火山地域でしか起こり得ない現象であり，「泥流」や「土石流」は活火山地域であるかにかかわらず降雨によって発生する現象であることを共通認識として持つことが必要である。

3）火山防災行政において火山防災マップが定着しつつあり，各火山のマップのなかではほとんどの火山で「土石流」か「泥流」のどちらかを使用している。「泥流」と「土石流」の違いを明確に説明することは難しいことから，行政においては「土石流」と「泥流」の両方を同一火山で使用することは避けることが望ましいと考える。同一の火山で「泥流」と「土石流」を使い分けた場合は，それによって防災対応をそれぞれ別のものとして考えなければ用語を使い分ける意味がないし，地元市町村や住民に混乱が生じないように配慮する必要がある。

4）国土交通省火山砂防技術基準（2008））では，「火山泥流」を火山活動によって発生するものとしているが，火山活動の定義を明確にする必要がある。専門家の多くは，火山活動を火山の表面活動と地下活動を合わせた総称として用いているようであるが，噴火なら「噴火による」，火山性地震なら「地下のマグマの移動による」などと明確にすることも必要であると考える。例えば，1977年有珠山噴火では，噴火活動が収まった後の地殻変動に伴って土石流が発生している。これを「火山泥流」と呼ぶかについては議論が分かれるところであろう。継続する地殻変動により，外輪山の山腹が北側へせり出し斜面の勾配が安息角を超える程度まで急になった。このため，小規模な山腹崩壊が発生していたが，1981年4月の融雪で中規模な崩壊が発生し，崩壊土砂が土石流となって流下した（高貝ら，1981）。

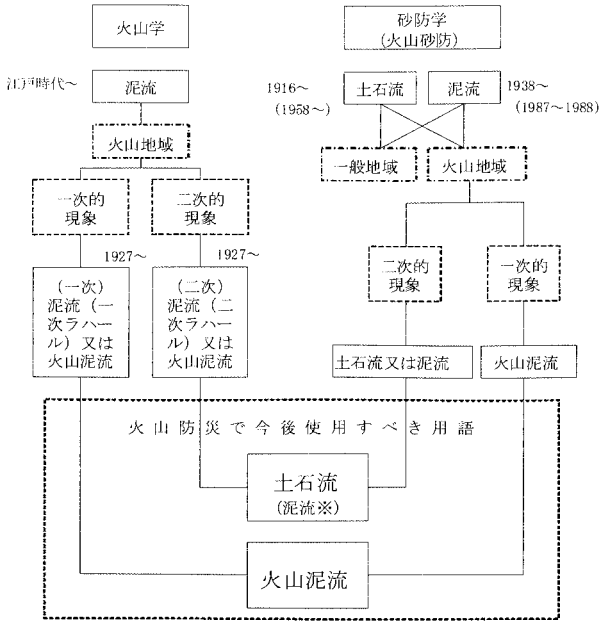
火山噴火が終息しても火山体およびその周辺に影響を及ぼす，地震や地形変化などの火山活動が継続する場合がある。この有珠山の土石流発生の事例は，降雨と融雪が直接の原因となった土砂移動現象であるが，火山活動による地盤変動によって山腹斜面勾配が急になってきたことが大きく影響しており，降雨や融雪による水の供給がなくともいずれ崩壊した可能性を否定できないことから，これを一次的現象とするか二次的現象とするか，「火山泥流」と「土石流」を使い分ける上で，留意すべきものといえる。

5）火山地域の土砂移動現象をどのように表現するかについて，一般の人に分かりやすいという観点（西本，2009）からは，研究分野はともかくとしても行政においては，できるだけ時間的意味を持つ修飾語を伴う用語の使用は避けることが望ましいと考える。「一次泥流」や「二次泥流」は，その時間的な関係が分かりづらい。

6）「火山泥流」には，図－1に示す「火山泥流（狭義）」のようにいくつかの形態があるが，これ以外にも，山腹の噴火口から泥物質が直接噴出して流下するもの（1910年有珠山，1962年焼岳，2000年有珠山），水垣（2001）のいう噴石丘崩壊型（2000年有珠山）などがあり，過去の事例を検証しタイプと特性をより明確にする必要があると考える。

7）以上と表－4をふまえ，「火山泥流等」に関する用語については，噴火に起因して発生するものを「火山泥流」，降雨に起因して発生するものを「土石流」または「泥流」と称することが妥当であると考える。また防災対応上の混乱をさけるため，「一次泥流」や「二次泥流」は防災計画などの文書や防災マップ等の火山防災資料には基本的に使用しないことが妥当であると考える。

この考え方をまとめたのが図－3である。図中の数字はそれぞれの用語が使用され始めた年次であり，括弧内の数字は火山砂防行政における使用年次である。



※当該火山の地域性を考慮して使用。ただし，「土石流」か「泥流」のどちらかのみを使用することが望ましい

図－3 火山における「火山泥流」，「土石流」等の表現方法の考え方

Fig.3 An idea of methods of expressing volcanic mud flow and debris flow in volcanic areas

7．まとめ

火山防災，すなわち地域防災計画，住民啓発，緊急時の住民噴火等のために用いる用語としての「火山泥流等」，すなわち「火山泥流」「泥流」「土石流」について，その表現方法確立のための基礎資料とすべく，文献調査により表現方法の時代的変化をふまえつつ考察をおこなった。その結果，以下の点が明らかとなった。

1）火山分野では，1970年代までは，岩屑流などの水を含まない現象も含めて火山地域で発生した火砕物の流れや堆積物を「泥流」「泥流堆積物」と呼んでいた。

2）「火山泥流」という用語は，1927年の論文で，火山地域で発生する「泥流」を，非火山地域の山崩れに伴って発生する泥流と区別するために，火山学者が使用したのが最初と考えられる。

3）砂防分野では，本論で対象としている「火山泥流等」について，1916年以降主に「土石流」を使用してきたが，1992年より火山噴火に伴って発生する現象については「火山泥流」を使用している。

4）火山分野では，「火山泥流」と「泥流」を「火山泥流等」の呼称として区別せず使用してきたが，近年は一次的な発生か二次的な発生かに関わらず「火山泥流」や「ラハール」を使用し，必要に応じこれらの用語の前に「一次」あるいは「二次」を付けて表現している。

5）作成されている火山防災マップでは，修飾語の有無など微妙な表現の違いはあるが，概括的には，火山噴火によって直接発生する現象を「火山泥流」とし，降雨によって発生する現象を「土石流」としているものが多いが，一部に用語の混乱がみられる。火山泥流にも多様なタイプがあることから，各火山では「融雪による」などの修飾語を付加して使用することが望ましいと考える。

6）防災用語としてみた場合，噴火後の降雨に起因するものを「土石流」または「泥流」，噴火が直接の原因となり発生するものを「火山泥流」と呼ぶことが妥当と考える。

7）一次的現象と二次的現象を区分するためには，「火山活動」と「火山噴火」の違いを，できるだけ具体的現象名を使用して明確にする工夫が必要であると考える。

8）「火山泥流」のタイプと特性について，過去の事例に基づきより明確にする必要があると考える。

謝　辞

本論を書くにあたり，東京大学荒牧重雄名誉教授，東京大学藤井敏嗣教授，北海道大学宇井忠英名誉教授には，火山分野の用語について貴重な助言をいただいた。また，東京大学鈴木雅一教授，京都大学水山高久教授には全体を通じて貴重な助言をいただいた。ここに深く感謝申し上げます。

引用文献

相場淳司（2003）：三宅島火山噴火災害と泥流対策，土木学会誌，Vol. 88，No. 2，p. 50－53
赤木正雄（1939）：渓流及砂防工學，アルス，p. 39
荒牧重雄（1957）：Pyroclastic Flow の分類，火山，第2集，第1巻，p. 47－57
新谷融，清水収，西山康弘（1991）：十勝岳火山山麓における火山泥流と土砂害の発生履歴に関する研究，北海道大学農学部演習林報告，Vol. 47，No. 1，p. 191－232
茅原一也，小松正幸，荒牧重雄（1975）：焼山火山1974年活動の様式，昭和49年度文部省科学研究費自然災害特別研究2，新潟県焼山火山の1974年活動に関する緊急調査（研究代表者，茅原一也），p. 6－14
早川由紀夫（1991）：火山で発生する流れとその堆積物－火砕流・サージ，ラハール・岩なだれ，火山，Vol. 36，No 3，p. 357－370
廣瀬亘，田近淳（2000）：2000年有珠火山の噴火とその被害，応用地質，Vol. 41，No. 3，p. 150－154
池谷浩（1979）：有珠山周辺に発生した泥流災害について，新砂防，Vol. 31，No. 3，p. 31－33
池谷浩（1999）：土石流災害，岩波書店，p. 175
門村浩，今川俊明（1981）：有珠山の泥流，地理，Vol. 53－6，古今書院，p. 60－70
加藤武夫（1909）：，北海道駒ヶ嶽火山（一），地質学雑誌，日本地質学会，Vol. 16，No. 191，p. 299－327
火山情報に対応した火山防災対策検討会（2008）：噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針，内閣府，70 pp.
Kelvin S. Rodolfo (2000) : The Hazard from Lahars and Joekulhlaups, Encyclopedia of Volcanoes, ACADEMICS PRESS, p. 973－974
建設省砂防部（1992）：火山砂防計画作成指針（案），38 pp.
国土交通省河川局監修（2005）：国土交通省河川砂防技術基準・同解説　計画編，山海堂，280 pp.
建設省砂防部（1992）：火山災害予想区域図作成指針，36 pp.
気象庁編（2004）；日本活火山総覧（第3版），635 pp.
国土庁（1992）：火山噴火災害危険区域予測図作成指針，154 pp.
小林房太郎（1929）：火山，南光社，p. 79－80
小山真人（2005）：火山に関する知識・情報の伝達と普及－減災の視点でみた現状と課題－，火山，Vol. 50，特別号，p. 289－318
久野久（1953）：火山及び火山学，岩波書店，　p. 32
丸田英明（1968）：裏磐梯泥流に関する若干の考察，地理学評論，Vol. 41，No. 7，p. 465－469
松林正義編（1991 a）：火山と砂防，鹿島出版会，p. 92－94，
松林正義編（1991 b）：火山と砂防，鹿島出版会，p. 85
松村明（1988）：大辞林，三省堂
三松三朗（2000）：有珠山における日頃の火山防災対策，砂防学会誌，Vol. 53，No. 1，p. 80－86
水垣滋，三島啓雄，菊池俊一，新谷融（2001）：有珠山2000年噴火による流域荒廃と泥流，砂防学会誌，Vol. 54，No. 3，p. 47－53
水山高久，石川芳治，福本晃久（1988）：火山噴火に伴う泥流災害の予測と対策に関する研究，土木研究所資料第2601号，p. 3－4
水山高久，平野宗夫，岩本賢，水原邦夫，奥村武信，三輪弐，小橋澄治，高橋保，諏訪浩，新谷融，北澤秋司（1991）：砂防学講座第4巻，渓流の土砂移動現象，砂防学会監修，山海堂，p. 237－258
水山高久（1993）：火砕流・土石流の実態と対策，砂防学会編，鹿島出版会，p. 67－74
水山高久（2003）：ジオテクノート12 土石流，地盤工学会土石流編集委員会，p. 2
諸戸北郎（1916）：理水及砂防工学本論，三浦書店，p. 109
諸戸北郎（1938）：諸戸砂防工学，成美堂書店，p. 29
Murai, I. (1962) : A brief note on the eruption of the Yake－dake volcano of June 17, 1962, Bull. Earthq. Res. Inst. 40, p. 805－814
村野義郎（1965）：十勝岳の土石流について，新砂防，Vol. 18，No. 3，p. 14－23
中村慶三郎（1930）：山崩れの調査，地質学雑誌，日本地質学会，Vol. 37，No. 443，p. 411－427
中田節也，長井雅史，安田敦，嶋野岳人，下司信夫，大野希一，秋政貴子，金子隆之，藤井敏嗣（2001）：三宅島2000年噴火の経緯－山頂陥没口と噴出物の特徴－，地学雑誌，東京地学協会，Vol. 110，No. 2，p. 168－180
日本大辞典刊行会（1976）：日本国語大辞典初版，小学館
日本国語大辞典第二版編集委員会（2002）：日本国語大辞典第二版，小学館
西本晴男（2006）：土石流に関する表現方法の変遷についての一考察，砂防学会誌，Vol. 59，No. 1，p. 39－48
西本晴男（2008 a）：「土石流」のはなし，社団法人全国治水砂防協会，p. 83－84
西本晴男（2008 b）：「土石流」のはなし，社団法人全国治水砂防協会，p. 27－29
西本晴男（2009）：わかりやすい砂防，砂防学会誌，Vol. 61，No. 5，p. 1－3
大森房吉（1911）：有珠山噴火概報，地学雑誌，東京地学協会，Vol. 23，No. 1，p. 1－20
大森房吉（1918 a）：震災豫防調査會報告86，p. 135－138

大森房吉（1918 b）：震災豫防調査會報告 87，p. 74－75
大森房吉（1918 c）：震災豫防調査會報告 86，p. 127—128
大塚道男，勝井義雄，横山泉監修（(1976)：地震と火山，地学団体研究会，東海大学出版会，p. 98－101
小坂丈予，小沢竹二郎（1966）：1962 年焼岳活動の噴出物とその噴火様式について，火山，Vol. 11，No. 1，p. 17－29
Sekiya, S. and Y.Kikuchi (1890) : The eruption of Bandai－san, Tokyo Imp. Univ. Coll. Sci. Jour. 3, p. 91－171
式正英（1969）：火山泥流の地形，地理，Vol. 14，No. 3，古今書院，p. 6
下中弥三郎（1935）：大辭典第 9 巻，平凡社
下鶴大輔監修，火山防災用語研究会編（2003）：火山に強くなる本，山と渓谷社，197 pp.
下鶴大輔，荒牧重雄，井田喜明，中田節也編集（2008）：火山の事典＜第 2 版＞，朝倉書店，575 pp.
新村出（1955）：広辞苑初版，岩波書店
新村出（2008）：広辞苑六版，岩波書店
杉浦信男，仲野公章，小林幹男，葛西勝栄，安養寺信夫（2000）：有珠山噴火と土砂流出（速報），砂防学会誌，Vol. 53，No. 1，p. 47－51
鈴木　宏（1992）：砂防学講座，第 6 巻－2，土砂災害対策－扇状地対策・土石流対策等（2），砂防学会監修，山海堂，p. 69－71
鈴木雄介（1966）：いわゆる韮崎泥流について（予報），地理学評論，Vol. 39，No. 6，p. 19－20
橋行一（1973）：東八幡平，柏台東部の丘陵地の火山泥流，岩手大学教育学部研究年報，33－3，p. 118－126
多田文男，津屋弘逵（1927）：十勝岳の爆発，震研彙報，2，p. 49－84
高貝倶幹，中筋章人，西本晴男，沼田寛（1982）：昭和 56 年 4 月有珠山壮瞥温泉川 3 の沢で発生した土石流について，新砂防，Vol. 34，No. 3，p. 40－44
高橋保，江頭進治（1987）：南米コロンビア国ネバド・デル・ルイス火山の 1985 年噴火と災害に関する調査研究，文部省科学研究費（No. 60020050）自然災害特別研究突発災害研究成果 No.B－60－7（研究代表者，勝井義雄），p. 61－95.
高橋保（2004）：土石流の機構と対策，近未来社，p. 12－44
宇井忠英，柴橋敬一（1975）：鳥海山 1974 年の火山活動，火山，Vol. 20，No. 2，p. 51－64
宇井忠英（1986）：岩屑流堆積物と火山泥流堆積物の類似点と相違点，日本地質学会学術大会講演要旨，p. 405
宇井忠英編（1997）：火山噴火と災害，　東京大学出版会，p. 31－40
宇井忠英（2000）：火山と砂防，砂防学会誌，Vol. 52，No. 5，p. 1－3
脇水鐵五郎（1912）：山地崩壊ノ種類及ヒ原因，大日本山林会報，第 356 号，p. 21－28
渡邊貫（1928）：山崩の分類，地質学雑誌，日本地質学会，Vol. 35，No. 421，p. 547－556
Katsui, Y., S. Kawachi, Y. Kondo, Y. Ikeda, M. Nakagawa, Y. Gotoh, H. Yamagishi, T. Yamazaki and M. Sumita (1990) : The 1988－1989 explosive eruption of Tokachi－dake, central Hokkaido, Its sequence and Mode, Bull. Volcanol. Soc, Japan, Vol. 35, No. 2, p. 111－129
山田武太郎（1912）：大辭典，嵩山堂
山口鎌次（1931）：火山噴出物概説，岩波講座・鉱物学及び岩石学，岩波書店，p. 15－19
山崎直方（1895）：アウ火山の泥流に就いて，地質学雑誌，日本地質学会，Vol. 2，No. 16，p. 140－143
安田初雄（1951）：東北日本の火山性泥流とその開発，地理学評論，Vol. 24，No. 9，p. 297－302
矢澤昭夫，森俊勇（1992）：砂防学講座，第 6 巻－2，土砂災害対策－扇状地対策・土石流対策等（2），砂防学会監修，山海堂，p. 17－18
横山泉（編）（1973）：北海道における火山に関する研究報告書第 3 編，有珠山－火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策－，北海道防災会議，254 pp.
横山泉，荒牧重雄，中村一明編（1979）：岩波講座地球科学 7・火山，岩波書店，p. 89
横山又二郎，石川成章（1906）：地文鑛物講話，早稲田大学出版部，p. 114－115

(Received 28 May 2009 ; Accepted 2 April 2010)

砂防学会誌，Vol. 64，No. 4，p. 46－51，2011

総　説

砂防堰堤の土砂調節効果について

Discussion on the transition of idea about sediment control effect functioned by check dam

西　本　晴　男*
Haruo NISHIMOTO

Abstract

Check dam is the most effective structural measure to protect inhabitants, properties, communities from sediment related disasters in river around mountainous and hilly areas. Check dam has a variety of functions. Among those, sediment control function is one of the most important functions of check dam. By this function, runoff sediment from upstream during large flood is saved temporarily, and this sediment is transported to downstream by medium or small floods which occur during several years or over decade after that large flood. Through this function runoff sediment is smoothed in the standpoint of time and damages by flood or sediment are reduced. The idea of this function was proposed about 70 years ago and was discussed based on qualitative recognition at first, but it had become to be discussed as a function of individual check dam quantitatively. Furthermore, the concept of this idea was gradually generalized after establishment of sediment control master plan. The process of discussions of sediment control function of check dam showed above is clarified in this paper by the review of previous papers and documents. This paper is useful for future study on sediment control effect functioned by check dam in mountain stream basins.

Key words：check dam, sediment control function, qualitative discussion, quantitative discussion

1．はじめに

砂防堰堤は，「砂防工法の代表的なもの。流出土砂の貯留や調節，渓岸や河床の不安定土砂の2次移動の抑制などを目的として設置されるダムをいう」（改訂砂防用語集，2004）であり，この砂防堰堤のうち土砂調節堰堤は「洪水時の流出土砂を一時的に貯留し，中小の洪水時に貯留した土砂を下流へ流送し，流出土砂の時間的平滑化機能を有するえん堤」である（改訂砂防用語集，2004）。砂防堰堤が有する流出土砂の調節作用あるいは機能の能力は「土砂調節量」として砂防計画の中に取り入れられている。今から約40年前に，砂防施設の定量的効果をふまえた砂防計画が全国の直轄砂防水（山）系において策定された。この計画における計画洪水時の土砂処理方法は，山腹工や砂防堰堤の縦横侵食防止機能等による土砂生産の抑制と砂防堰堤の貯砂・調節機能による流出土砂の抑制または調節からなっている。

これまで，砂防施設の効果を充分理解できていない人たちから，砂防堰堤は満砂した時点でその後は何の効果も持たない構造物ではないのかと問われた場合に，砂防堰堤には調節機能や山脚固定機能等があり半永久的に土砂生産抑制あるいは流出土砂抑制・調節効果があることを説明してきた。このうち調節機能についての説明内容は，一般的に「砂防堰堤のうち不透過型のものは，平時は元河床勾配の1/2程度の堆砂勾配で土砂が堆積していたところへ，大洪水時に上流からの土砂流出により急勾配になって土砂を堆積させ，この堆積土砂がその後の中小洪水で侵食され下流へ流下することにより元の1/2程度の堆砂勾配になって，さらに次の大洪水時の流出土砂を堆積させる」というものであり，さらに縦断図に平常時と洪水時の堆砂勾配線を入れてその2本の線の間が調節機能を発揮する部分であるという説明が主に行われてきた。

このように，砂防堰堤に土砂調節の機能，能力または作用（以下，本論において「土砂調節機能」という）があるという考え方は，ここ約70年間は砂防関係者の間では周知のこととして取り扱われてきた。特にここ約40年間は砂防堰堤の定量的な土砂調節機能は，全ての砂防堰堤で一定に発揮できるという考え方が当然視されてきた。

一方で水山（2009）は，砂防堰堤の機能について「土砂生産源の侵食基準面を維持し，縦侵食を防止して山腹の侵食，崩壊を抑える砂防堰堤と，下流部で土砂流出を貯砂して河床上昇を防ぐ砂防堰堤とにはっきりと使い分ければ良かったのだが，砂防堰堤があれば土砂生産抑制にも土砂流出抑制にも効果があるとされた」と述べている。砂防堰堤は設置場所の条件により発揮される効果の程度は一律ではなく，例えば荒廃渓流の最上流部附近の急勾配地点に設置される砂防堰堤は山脚固定と侵食防止効果に比べて土砂調節効果は小さいと考えるのが妥当である。

土砂災害防止計画あるいは流出土砂管理計画の視点からは，砂防施設による流出土砂の抑制または調節効果，

*正会員　筑波大学大学院生命環境科学研究科　Member, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba（nishimoto.haruo.fp@u.tsukuba.ac.jp）

この中でも特に砂防堰堤の土砂調節機能が流域の中で果たす効果をどのように定量的に評価するかは極めて重要な課題である。

砂防堰堤の有する土砂調節機能がどのように発揮されるかについて，種々の条件下で河床変動計算が可能になった現在，より合理的な砂防計画を目指すための研究が必要であると考える。

本論は，こうした視点をふまえ今後の研究に資するため，不透過型砂防堰堤の土砂調節機能に係るこれまでの議論を，既存の研究論文や砂防専門書および行政文書等の文献をふまえ経年的に俯瞰したものである。ここでいう行政文書とは建設省および国土交通省が作成あるいは策定した文書と技術指針等である。

2．砂防堰堤の土砂調節機能における「調節」という用語の使用過程

「土砂調節」という表現が最初になされたのは，柿の論文（1938）と内務省土木局の行政文書（1938）である。前者は「堆砂堰堤が豪雨に際して営むこの土砂調節作用は災害防止上誠に貴重な機能」と表現し，後者は「危害を除くためには渓流下流部に土砂調節用の大堰堤を設くる」と表現している。

その後，砂防堰堤が土砂調節機能を有することについて，「調節」をキーワードとして使用しているのは次のとおりである。研究論文においては，柿(1938)，柿(1940)，柿（1941），柿（1947），木村（1947），木村（1951），鷲尾（1951），谷（1952），谷（1955），木村（1957），矢野ら（1958），谷（1961），柿（1975）等である。現場で透過型砂防堰堤が採用されるようになってきた1980年代以降は，不透過型砂防堰堤についての土砂調節に関する研究はほとんどなされていない。なお，砂防学会は1989年から3年間にわたり砂防ダムの土砂調節機能について研究を行っている（砂防学会，1992）。

砂防専門書においては，赤木（1939），柿（1941），蒲（1947），伊吹（1955），伏谷（1957），遠藤（1958），矢野ら(1960)，矢野(1961)，鳥山(1967)，矢野ら(1968)，野口ら(1969)，伏谷(1970)，池谷(1974)，武居ら(1980)，柿(1983)，矢野ら(1983)，山口(1985)，塚本編(1991)，東監修（1991），砂防学会（1993 a），砂防学会（1993 b），武居編（1993），池谷ら（2001）等である。

行政文書においては，内務省土木局(1938)，赤木(1949)，建設省砂防課（1957），日本河川協会（1958），建設省砂防部（1970），建設省河川局監修（1977），建設省河川局監修（1986），国土交通省河川局監修（2005）である。

3．砂防堰堤による土砂調節機能の考え方の変遷

砂防堰堤による土砂調節機能についての考え方は，1938年以降において徐々に深まり，定性的議論から定量的議論へと変わってきた。この変化の過程は，行政における新たな展開などにより年次的に幾つかのステージに分けることができる。

3.1　1938（昭和13）年以前

昭和13年以前は土砂調節機能を砂防堰堤の機能として論じているものは無い。議論の中心をなしていたのは，荒廃渓流で階段状に砂防堰堤を築造する場合における，堰堤基礎部を縦断的に安定させるための砂防堰堤の堆砂勾配についてのものであった。したがって，砂防堰堤の機能についての議論は，縦横侵食の防止，山脚の固定，流下土砂石礫の貯留にとどまっている。

ただし，赤木（1935）は，「堰堤を築き，又は水路の上端に特に拡大し之に横工事を設けて此区間に土砂の一部分を一時堆積せしめ，中水の土砂を含まざる出水により漸次其土砂を流出せしむ」と述べ，「調節」という表現はしていないが，内容的には大洪水時の流出土砂を一時的に堆積させてその後の出水で流下させるという土砂調節機能についてふれている。

3.2　1938（昭和13）年～1950（昭和25）年

1938（昭和13）年の柿の論文と同年に赤木正雄が作成した内務省土木局の行政文書以降，ほとんどの研究論文，砂防専門書そして行政文書は，砂防堰堤には一時的に土砂石礫を貯留するという調節機能（作用，能力）があることを述べている。しかしながら，そのほとんどは具体的な解説はなく，かつ定性的表現にとどまっている。

これらのなかで，赤木（1939）は砂防堰堤が果たす機能をその設置場所によって分けており，「渓床の侵食を防ぐ堰堤は低堰堤，土砂の堆積を目的とする堰堤は高堰堤により，この高堰堤は流出土砂の調節機能が大きい」と述べている。すなわち砂防堰堤にはその設置場所によって発揮する機能に違いがあり，その機能に基づき堰堤の規模を検討すべきことを示唆している。柿（1941）は，「貯砂堰堤の機能は堆砂の完了と同時にその全部を失ふものでは決して無く，其後に於てもある程度流送砂礫の調節作用を営むものである。即ち特に砂礫の多い大洪水又は山津波等の際に急勾配に堆積するが，次いで起る砂礫の少ない中又は小洪水時この砂礫を徐々に流下し，粗大なものが残留して河床を固定し，安定勾配を呈するに到る」と述べ，土砂調節機能がどのように発揮されるかを具体的に説明している。

また木村（1947）は，「堰堤には土砂調節の機能がある（中略）堰堤の調節能力は貯砂量の何割かということは判っていない」と述べ，定量的な議論の必要性を提起している。この後，木村（1951）の「砂防計画樹立に対する構想」へとつながっていく。

3.3　1951（昭和26）年～1968（昭和43）年

1951（昭和26）年に，いわゆる木村構想と呼ばれる「砂防計画樹立に対する構想」（木村，1951）が発表された。これは砂防計画全体における定量的評価の提案を行ったものであるが，そのなかで「砂防堰堤には相当の土砂調節能力がある。堰堤が洪水時に多量の土砂を留置し，その後の流水で徐々に水筋を作りながら平均勾配になる

よう土砂を流しているものを見ることがある。この洪水時に貯留して，中水以下で流れ出るものは，下流に害がないものであって，この量が調節量である」と述べ，土砂調節機能について「調節量」という用語を使用して初めて定量的表現をした。

これが契機となって，砂防堰堤の土砂調節機能の定量的評価についての議論が盛んになり，渓流の上流部，下流部といった場に関わらず全ての砂防堰堤には土砂調節機能があるとの認識が固定化してきた。

鷲尾（1951），谷（1952），谷（1955），伊吹（1955），伏谷（1957），遠藤（1958），矢野ら（1960），鳥山（1967），谷（1961）らが砂防堰堤の堆砂勾配の変化と調節機能との関係を議論している。これらの中で，伊吹（1955）は砂防堰堤の調節機能の説明のため，渓流の縦断図に砂防堰堤の堆砂域の範囲，すなわち土砂調節機能の範囲を初めて図示した（図－1）。その後，遠藤（1958），鳥山（1967）が同様の図（図－2および図－3）を提示し説明している。鳥山（1967）は，高堰堤の場合と数個の低堰堤の場合の縦断図および平面図を示している。

これらの図は，個々の砂防堰堤の機能を説明するために示されたものであるが，結果的には流域あるいは渓流全体として見た砂防計画において，洪水時に全ての砂防堰堤が同様の土砂調節機能を発揮するという考え方への契機になったと思われる。

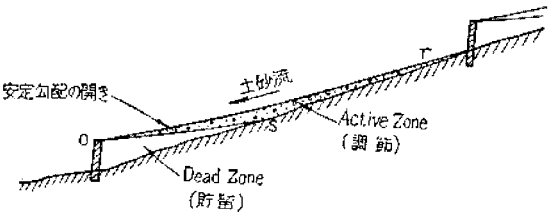
調節量の定量的な議論を具体的に行っているのは，谷（1955），伊吹（1955），木村（1957），谷（1961），鳥山（1967）等である。

谷（1955）は，平面的な調節面積が調節能力を左右するため「初期調節」と「持続的調節」に分けて考える必要があり，砂防計画の中では「持続的調節量」を用いるべきであるとしている。すなわち，「満砂を完了したその後の土石流により洪水勾配をなして土砂を調節することを『初期調節』，その後貯砂地の中央部のみが調節能力を回復し，持続的に調節を行うことを『持続的調節』とし，持続的調節量は大体放水路上巾に調節距離を乗じた程度と思われ，調節面積が調節能力を大きく左右し，砂防全体計画の中で間接工事の基本をなすものは持続的調節量である」と述べている。

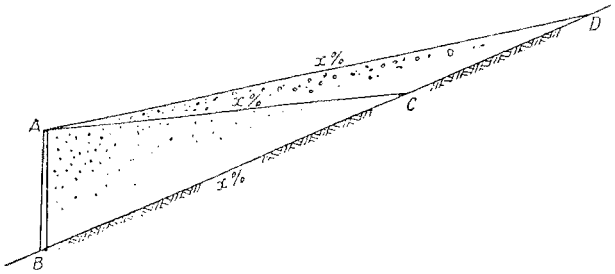
伊吹（1955）は，調節量は堆砂面積に比例し堆砂量とは無関係であるとし，「高い堰堤を作ることは，堆砂面積を広くする一つの手段であるが，決して唯一絶対の手段ではあり得ない。低い堰堤でも地形を巧みに利用して一定の堆砂面積を作るようにしてやれば，調節作用は立派に働く」と述べている。鳥山（1967）もこの伊吹の見解を引用し同意見であると述べている。

木村（1957）は，「調節量は最初の洪水では貯砂量の約3割から5割，多い時には10割もあるが，第2回目からは水筋だけとなることから1割から2割まで」と述べている。また，建設省砂防課（1957）は，実測に基づけば調節量は貯砂量の10%～100%の範囲で変化するとしている。これについては谷（1961）も同様のことを述べている。

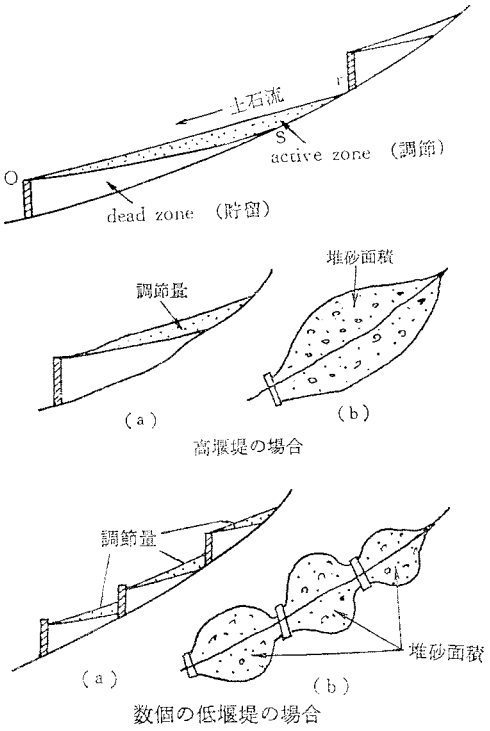
行政では，1957（昭和32）年に建設省砂防課より「砂防基本計画の樹立について」が河川砂防技術基準の予告として発表され，翌1958（昭和33）年には建設省河川砂防技術基準が制定され，これらの中で砂防計画において「計画調節量」が位置づけられた。これを受けて，全国の直轄砂防水系で砂防堰堤の土砂調節機能を組み入れた砂防計画が作成された（例えば，関東地方建設局砂防計画検討会，1963 a，1963 b，1963 c，1963 d）。しかしながら用語の定義が不明確なこと，流出土砂量や許容土砂量，計画基準点の取り方，さらに質的，時間的視点な



図－1 伊吹（1955）における土砂調節機能説明図



図－2 遠藤（1958）における土砂調節機能説明図



図－3 鳥山（1967）における土砂調節機能説明図

どに課題が多いとの認識のもと，本省，土木研究所も参加した「建設省関東地方建設局砂防計画検討会」による検討が1962（昭和37）年から1968（昭和43）年にかけて行われている。この検討会では砂防堰堤の土砂調節機能について議論はほとんどなされていない（関東地方建設局砂防計画検討会，1989）。

砂防専門書についてみると，赤木（1939），柿（1941），蒲（1947）は渓流工事に用いる施設である砂防堰堤の土砂調節機能に言及しているが，砂防堰堤の目的そのものとしては取り上げていない。砂防堰堤の目的として土砂調節機能について明記したのは伊吹（1955）が最初である。これ以降は概ね砂防堰堤の目的の一つとして土砂調節を明記している。ただし，これらは単一の砂防堰堤についての議論であり，流域や渓流全体の視点で砂防堰堤の土砂調節機能について論じたものではない。

3.4　1969（昭和44）年以降

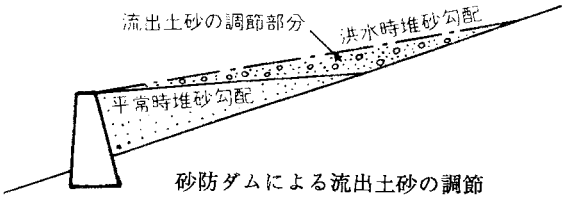
1969（昭和44）年に，建設省砂防課長より地方建設局に対して「砂防基本計画」の策定に関する通達がなされた。通達に添付された「重要荒廃河川砂防計画要領」では，砂防堰堤の調節量として貯砂量の10分の1を見込むこととしている。

これにより，砂防計画では計画降雨時については全ての砂防堰堤に土砂調節効果を定量的に見込むこととなり，この考え方は現在も変わっていない。

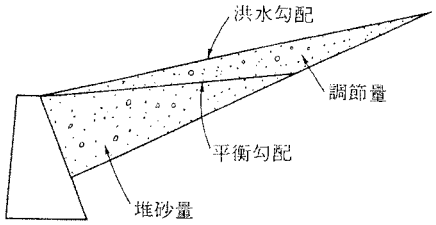
これ以降の砂防専門書における砂防堰堤の土砂調節機能に関する記述については，例えば武居編（1993）は，砂防ダムを目的により分類し説明した部分で，「流出土砂抑制・調節ダム：通常，河川改修区域の直上流，あるいは保全対象の直上流に施工され，上流からの流出土砂を一次的に貯留し，その後無害に流下させる目的のダムである。堆砂面の勾配は平衡勾配（equilibrium gradient）と洪水勾配（flood gradient）の間を流量によって変化しながら形成しているが，この両者の間で変化する堆砂量を『調節量（regulation capacity）』という，すなわち洪水時には堆砂勾配（deposition gradient）は急となり，次期以下の小出水で，次第に緩い勾配に変化していく，このダムはこの調節量に期待しており，可能な限り，この量を大きくするように計画すべきである」と述べている。このように徐々に詳述されてきているが記述内容に基本的な変化はない。そして多くのものは，図－4および図－5のような図を示して説明している。

研究では，柿（1975）以降は不透過型の砂防堰堤の調節量の議論はほとんどなされていない。わずかに本格的に試みたのは，柿（1983）と砂防学会（1992）である。

柿（1983）は，「砂防計画論」という砂防計画に特化した日本では唯一の著書の中で，「一つでも多くの荒廃渓流の土砂害を軽減緩和する必要があるという日本の現状をふまえると，木村構想による完成方式より，常時堰堤の有効貯砂量を保持するために大暗渠を設けるか水通し部にスリットを設け，これら暗渠またはスリットを設ける防災方式が望ましい」と述べている。なお柿（1975）は，砂防堰堤の調節率（計画貯砂量に対する計画調節量の割合）を10～20%程度とし，荒廃渓流の土砂調節堰堤を一応全部完成して永久に生産土砂を調節しようとする木村構想の考え方を完成方式と呼び，30～100年ぐらいの確率周期で襲来する異常豪雨により流出する多量の土砂をさしあたりそのとき1回限りで即ち調節率100%で調節すればよいとする自らの考え方を防災方式と呼んでいる。



図－4　東監修（1991）における土砂調節機能説明図



調節量の説明
洪水勾配と平衡勾配の間の堆砂量を調節量という．

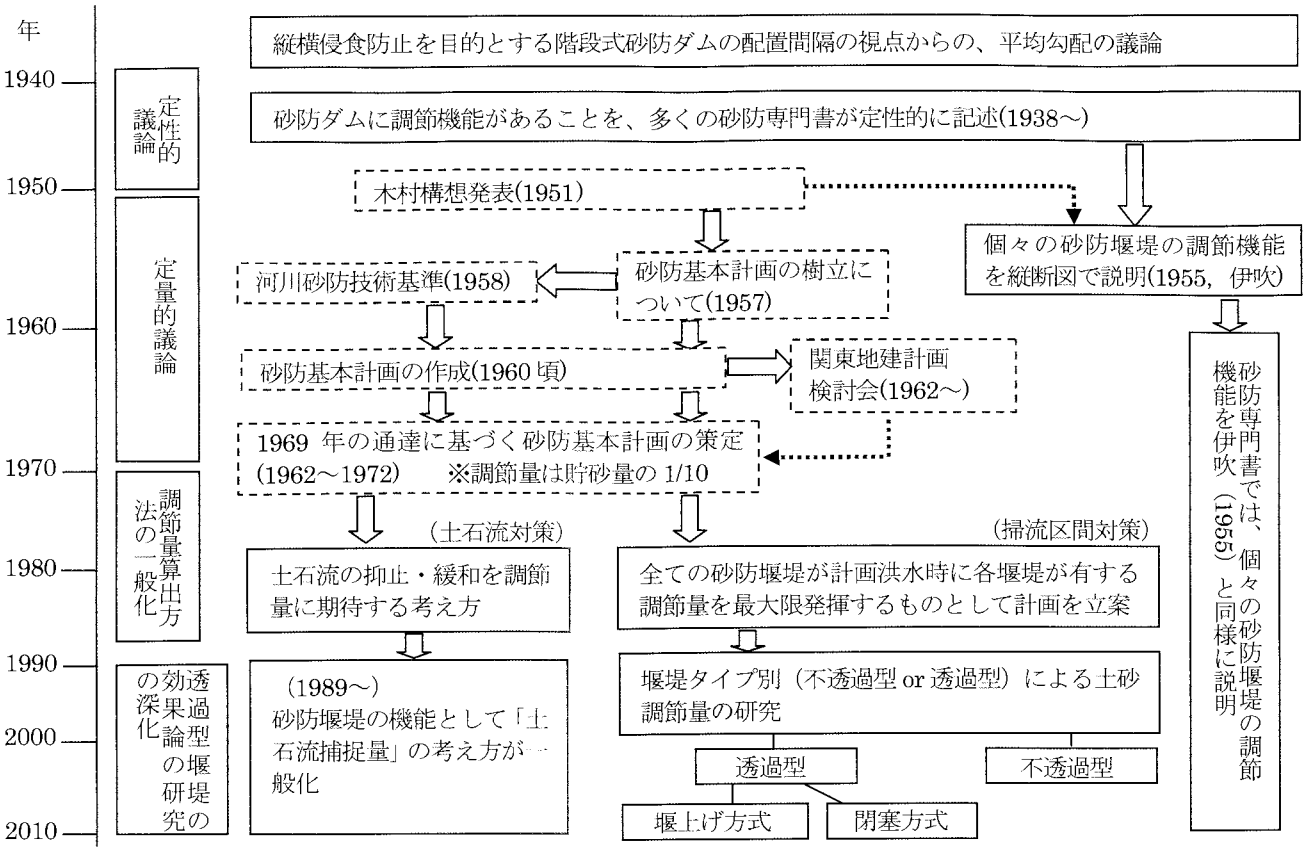
図－5　武居（1993）における土砂調節機能説明図

砂防学会は，1989（平成元）年から3年間，「砂防施設の土砂流出に与える機能の解明に関する研究」の中で砂防堰堤の土砂調節機能について研究している。これは，全国の渓流の中から土砂移動に関する既往資料が整っている流域を選び，土砂生産の特性，河床材料および流路・河床形態などに関する調査・観測を実施し，その流域の土砂移動と場の特性に基づいて砂防堰堤の設置による河床勾配の変化や河床堆積物の粒度分布の変化について考察したものである。結論的には，限られた資料の中で定量的議論は困難であり，その成果も定性的事例研究にならざるを得なかったことと，調査・観測による流量・流砂量の資料収集の重要性を指摘している（砂防学会，1992）。

以上の経緯をまとめると図－6のとおりである。

4．砂防堰堤の土砂調節機能についての近年の説明状況

国土交通省の事務所や都道府県で作成している砂防事業の概要説明資料や啓発資料では，砂防堰堤の土砂調節機能について図を用いて説明している事例が数多くある。これらの説明内容のほとんどは，大洪水時に急勾配に土砂を堆積させ流出土砂を調節し，その後の中小洪水で徐々に堆積土砂が堰堤下流へ流出し，元の安定勾配に戻ることにより堰堤の調節機能が回復されるというもので



図―6　砂防堰堤の土砂調節機能についての議論の変遷

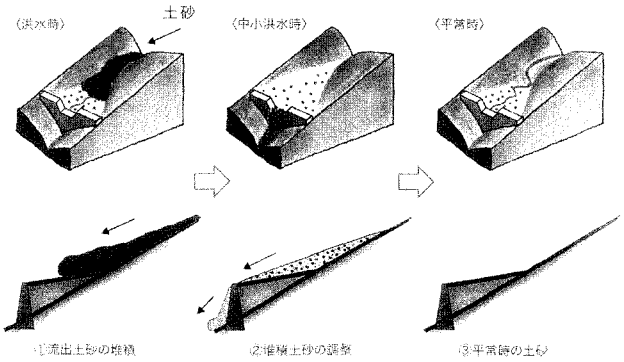
ある（図－7，図－8）。

最近は，縦断図のみならず鳥瞰図などによりビジュアルな図が示されてきていることは，理解がしやすくなってきているという点では評価できる。

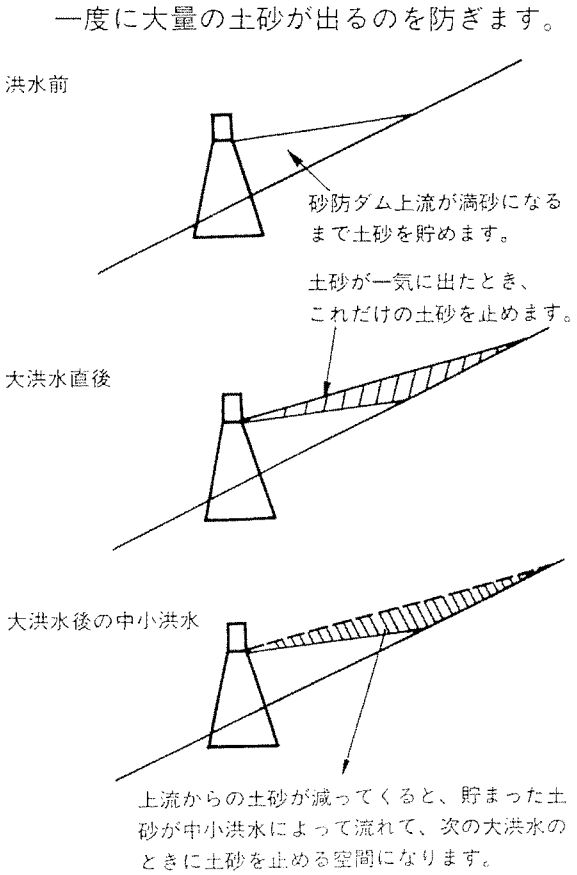
これらの図は掃流区間の砂防堰堤の機能を説明する場合に適用できるものであり，土石流区間の場合に，砂防堰堤の目的をふまえないで調節機能の説明をすると，調節量のみにより土石流を捕捉できるとの誤解が生じかねないことに留意する必要がある。

5．おわりに

砂防堰堤の土砂調節機能は，実際の現象の定性的な認識に始まり，次に個々の砂防堰堤の効果として定量的に



図―7　砂防堰堤の土砂調節機能の一般向け説明図の事例（1）



図―8　砂防堰堤の土砂調節機能の一般向け説明図の事例（2）

論じられるようになり，さらに砂防計画を策定するにあたり土砂調節機能を定量的に流域や渓流全体についての計画論に取り入れられたことにより概念図化されてきたと考えられる。

一方流域全体として考えた場合には，実際に発生した計画相当の洪水時において，全ての砂防堰堤の調節土砂量の合計値が個々の砂防堰堤の計画調節土砂量の総和以下である場合には計画が危険側のものとなる可能性もある。さらに砂防堰堤の構造と設置されている場の諸条件によって異なるが，大洪水時に急勾配に堆積した土砂がその後の中小洪水時に全ての砂防堰堤で理想的に下流へ流され，計画調節量が回復されるとは限らない。

1989（平成元）年以降には土石流を砂防堰堤の堆砂量で捕捉する（国土交通省河川局監修，2005）という考え方が取り入れられた。さらに現在は，流出水量と流砂量の時間的変化の結果として河床が変動する事が明らかになり，河床変動計算という手法が一般化してきている。

掃流区間における砂防堰堤の土砂流出調節機能について，時間，場所，質の視点を含めた議論を深めるため，現場で調査・観測などによって評価してきたものを検証していくことが必要であると考えている。

引用文献

赤木正雄（1935）：水利と土木，河川協会，Vol. 8，No. 10，p. 18－28

赤木正雄（1939）：渓流及砂防工学，アルス，p. 205－206

赤木正雄（1949）：砂防工事と治水，(社)全国治水砂防協会，p. 13

遠藤隆一（1958）：砂防工学，共立出版，p. 87－98

伏谷伊一（1957）：砂防工学新論，地球出版，p. 86－87

伏谷伊一（1970）：渓流工学，地球出版，p. 89

東　三郎監修（1991）：砂防学概論，鹿島出版会，p. 227－229

伊吹正紀（1955）：砂防特論，森北出版，p. 61－67

池谷　浩（1974）：砂防入門，山海堂，p. 69－72

池谷　浩・吉松弘行・南　哲行・寺田秀樹・大野宏之（2001）：現場技術者のための，砂防・地すべり防止・がけ崩れ・雪崩防止工事ポケットブック，山海堂，p. 86

蒲　孚（1947）：砂防工学，産業図書，p. 122

柿　徳市（1938）：水利と土木，河川協会，Vol. 11，No. 11，p. 57－71

柿　徳市（1940）：水利と土木，河川協会，Vol. 13，No. 7，p. 52－60

柿　徳市（1941）：水利と土木，河川協会，Vol. 14，No. 7，p. 7－14

柿　徳市（1947）：新砂防，No. 2，p. 21－22

柿　徳市（1941）：治水砂防工学，土木技術社，p. 79，p. 94－95

柿　徳市（1975）：新砂防，Vol. 28，No. 2，p. 1－5

柿　徳市（1983）：砂防計画論，（社）全国治水砂防協会，214 pp.

関東地方建設局河川計画課（1989）：砂防計画検討会の概要，82 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1964）：第1回委員会報告－作業方針の決定について－，52 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1964）：第3回幹事会報告－木村構想に対する検討（その1）－，52 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1964）：第4回幹事会報告－木村構想に対する検討（その2）－，61 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1966）：砂防基本計画の検討－村野試案－，24 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1963 a）：利根川水系砂防計画説明書，14 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1963 b）：富士川水系砂防計画説明書，16 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1963 c）：鬼怒川水系砂防計画説明書，38 pp.

関東地方建設局砂防計画検討会（1963 d）：渡良瀬川水系砂防計画説明書，34 pp.

鳥山武雄（1967）：新砂防工学，理工図書，p. 148－149

建設省砂防課（1957）：砂防基本計画の樹立について，河川，昭和32年8月号，p. 2－10

建設省砂防部（1970）：砂防便覧（昭和45年版），建設省河川局砂防部，p. 306

建設省河川局監修（1977）：建設省河川砂防技術基準（案）計画編，山海堂，p. 52，p. 165－167

建設省河川局監修（1986）：改訂新版　建設省河川砂防技術基準（案）計画編，山海堂，p. 52，p. 172

木村弘太郎（1947）：新砂防，No. 2，p. 20

木村弘太郎（1951）：河川，昭和26年5月号，p. 10－15

木村弘太郎（1957）：土木技術資料，11－5，p. 213－225

国土交通省河川局監修（2005）：国土交通省河川砂防技術基準・同解説・計画編，山海堂，p. 50，p. 180，p. 183

水山高久（2009）：砂防；山腹工から土石流対策，土砂のコントロールそして危機管理，水利科学，No. 310，p. 1－4

内務省土木局（1938）：砂防工事，内務省，p. 14

日本河川協会（1958）：建設省河川砂防技術基準，p. 233，p. 317

野口陽一・村野義郎・日置象一郎・岡崎寿彦・武居有恒・河田五郎・遠藤隆一・末　勝海・村井延雄（1969）：砂防工学，朝倉書店，p. 109

砂防学会（1992）：砂防施設の土砂流出に与える機能の解明に関する研究（最終報告），p. 1－67

砂防学会（1993 a）砂防学講座第5巻－1，土砂災害対策，－水系砂防（1）－，p. 77－79

砂防学会（1993 b）砂防学講座第5巻－2，土砂災害対策，－水系砂防（2）－，p. 28－34

砂防学会（2004）：改訂砂防用語集，p. 109，p. 233

武居有恒・小橋澄治・中山政一・今村遼平・池谷　浩・平野昌繁・古谷尊彦・奥西一夫（1980）：地すべり・崩壊・土石流，鹿島出版会，p. 94－97

武居有恒編（1993）：砂防工学，文永堂出版，p. 39－40

谷　勲（1952）：新砂防，No. 7，p. 25－29

谷　勲（1955）：新砂防，No. 17，p. 21－24

谷　勲（1961）：水利科学，河川協会，No. 19，p. 93－106

立山砂防事務所（1994）：富山の暮らしと立山砂防－常願寺川の上流をたずねて，p. 15

塚本良則・小橋澄治編（1991）：新砂防工学，朝倉書店，p. 115－116

鷲尾蟄龍（1951）：新砂防，No. 6，p. 1－59

山口伊佐夫（1985）：砂防工学，地球社，p. 96

矢野勝正・大同敦之（1958）：新砂防，No. 31，p. 1－6

矢野義男・谷口敏雄・谷　勲（1960）：砂防施工法，山海堂，p. 12－13

矢野義男（1961）：砂防工学要論，山海堂，p. 62

矢野義男・谷　勲・釣谷義範・渡　正亮（1968）：現場技術者のための砂防・地すべり防止工事ポケットブック，山海堂，p. 48

矢野義男・渡　正亮・瀬尾克美・池谷　浩（1983）：現場技術者のための，砂防・地すべり防止・急傾斜地崩壊防止工事ポケットブック，山海堂，p. 53－54

湯沢砂防事務所（2008）：湯沢砂防事業概要－ふるさとを創造する砂防－，p. 7

(Received 15 April 2011 ; Accepted 28 September 2011)

Landslides (2012) 9:335–348
DOI 10.1007/s10346-011-0303-7
Received: 22 July 2010
Accepted: 3 October 2011
Published online: 21 October 2011
© Springer-Verlag 2011

Yasuo Ishii · Keiichi Ota · Senro Kuraoka · Ryosuke Tsunaki

Evaluation of slope stability by finite element method using observed displacement of landslide

Abstract To monitor land deformation in detail, we ran a large-scale field test in which an artificial landslide was induced by the application of a load to a natural slope. The measured landslide displacement was reproduced numerically through the use of finite element model analysis with a two-dimensional elasto-viscoplastic model. The analysis suggested that the strength of the sliding surface decreased as the landslide mass moved. We propose a simple method for estimating safety factors. The method involves back-calculation of shear strength parameters through reproduction of observed landslide displacements and calculating the ratio of driving force to resisting force acting on the sliding surface as modeled by joint elements. This ratio, the "stability index", shows the same trend as safety factors calculated by a two-dimensional limit equilibrium method and a shear strength reduction method that use back-calculated shear strength parameters estimated from the limit equilibrium state. The results indicate that the stability index may be applicable to the assessment of slope stability.

Keywords Landslide · Safety factor · Finite element method · Field test

Introduction

Stability analyses and the prevention of landslides on natural slopes in Japan are, in many cases, performed for landslide masses that are found to be unstable owing to weak pre-existing sliding surfaces that are formed during past landslide movements. The stability of such landslide masses is conventionally evaluated in terms of safety factors by limit equilibrium methods (see Duncan 1996). However, one of the major difficulties in estimating the safety factor of landslides is due to the uncertainties of the shear strength parameters of natural slopes, which often consist of complex weathered materials.

In Japan, therefore, safety factors of landslides on natural slopes are usually not deterministically predicted from shear strength parameters of the sliding surface as determined by laboratory or in situ tests. It is the general practice, in many cases, to back-calculate the shear strength parameters of the sliding surface with a safety factor, often assumed to be certain value (e.g., 1.0), based on observation of deformations or movements of landslides. The amount of prevention works needed, such as piling and drainage, are then estimated by calculating the additional resistance force that is needed to increase the safety factor to an acceptable level (NILIM and PWRI 2009).

While the above method is empirically proven to be effective in planning prevention works, the basis for assuming the safety factor is not quantitatively clear. The major interest of our study was to examine a potential method to estimate the strength parameters, and therefore the safety factor, on the basis of the relation between measured displacements and strength parameters of the sliding surface. If the landslide mass is moving along the sliding surface, the measured displacement rates are likely to be higher for weaker sliding surfaces. Therefore, the shear strength parameters and the safety factor may be estimated if a relationship between the displacement rates and the strength parameters can be found.

To study the mechanisms of landslides in more detail and to perform a preliminary study to examine the relationships among the measured displacements, the strength of the sliding surface, and the safety factor, we conducted a large-scale field experiment in which we induced a landslide by soil embankment on top of the natural slope from September to December 2000. The size of the landslide was relatively small—60 m long and 50 m wide—permitting detailed subsurface exploration, including exploratory trenches and a shaft which were excavated in 2001, to reveal the overall geological structure and characteristics of the sliding surface.

The displacement of the landslide mass was monitored by ground extensometers and sensors installed in boreholes. The details of the subsurface exploration and the monitored behaviors are discussed in our previous papers (Ishii et al. 2001, 2005). Here, we focus on the numerical simulation of the measured displacements, taking into account a sliding failure along a pre-existing sliding surface revealed by the exploration shaft and trenches.

Finite element analysis (FEA) was used to estimate the shear strength of the sliding surface that can reproduce the actual displacement of the landslide mass. We used a two-dimensional (2D) finite element model (FEM)—an elasto-viscoplastic constitutive model—to simulate a landslide exhibiting a creep type of steady deformation up to the acceleration mode of deformation. In particular, a joint element model (Goodman et al. 1968) with elasto-viscoplastic constitutive model was developed in this study to simulate the sliding behavior of a landslide mass along the sliding surface. This interface model was developed, since many landslides on natural slopes in Japan form along pre-existing sliding surfaces, which are usually the weakest layer. In addition, we examined methods to estimate safety factors through simulation of the displacement.

The shear strength reduction method (SSRM) is commonly used in obtaining safety factors by FEM (Zienkiewicz et al. 1975; Matsui and San 1992; Ugai and Leshchinsky 1995; Dawson et al. 1999; Griffiths and Lane 1999; Cheng et al. 2007; Tsuchiya et al. 2009). Through iterative computation, the strengths are gradually reduced until a state of non-convergence is reached. An elasto-viscoplastic simulation could require a significant amount of computation to find the state of non-convergence, since it is difficult to find the limiting strengths that differentiate the displacement rates that reach zero from those that do not reach zero. Hence, a stability index equivalent to the safety factor by the enhanced limit strength method (Fredlund and Scoular 1999) was computed as the ratio of the summed shear force to the summed resisting forces acting on each joint element. Although this ratio is not the same as a safety factor calculated by dividing the given strengths by the strengths at limit equilibrium, the calculation is

simple and less time-consuming than the SSRM. We evaluated the applicability of the proposed stability index by comparison with safety factors calculated by the Fellenius method, Morgenstern and Price's (1965) method, and the SSRM using elasto-plastic FEA.

Field loading test

We conducted the field loading test on a sloping ridge formed in layers of mudstone and tuff of the Neogene period in 2000. The slope had a width of about 50 m and a length of about 60 m. The monitoring system consisted of ground extensometers (S-1, S-2), a borehole inclinometer (BV-1), a borehole extensometer (BV-7), and groundwater level gauges (W-1, adjacent to BV-1) (Fig. 1). Pipe strain gauges (W-1, BV-9) and a multipoint borehole extensometer (BV-5) were installed to investigate the depth of the sliding surface (Ishii et al. 2001, 2005).

The test involved initial excavation near the toe of the slope, loading and unloading by deposition and removal of a soil embankment on top of the slope (Figs. 1, 2, 3 and 4), and continuous monitoring of displacement. A water pit was also excavated in the upper area before the embankment work (Fig. 4) in an attempt to induce landslide movements by increasing the pore water pressure applied on the sliding surface; but it was not used, since it was obvious that the water could not reach the sliding surface on account of the low soil permeability.

The embankment was formed in increments of 0.5 or 1.0 m in height by an unmanned backhoe to ensure the safety of the workers. The surface of the embankment at each stage was kept horizontal. Decisions to load or unload the embankment were based on the rates of displacement identified by the ground extensometers. The surface elevation of the embankment was

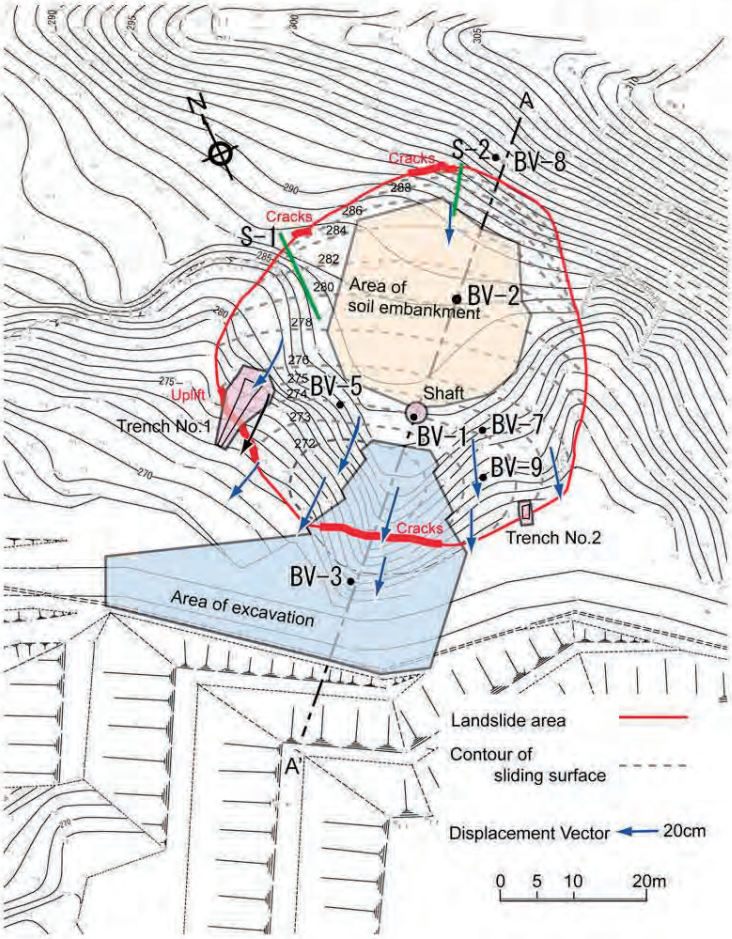


Fig. 1 Topographic map of field loading test site. The area delineated in *red* identifies the landslide body, which shows surface deformation by cracks and uplift on the margin (*thick red lines*). *Green lines*, ground extensometers. *Black circles*, other monitoring equipment. *Shaded orange area*, soil embankment. *Shaded blue area*, excavated area before deposition of soil on top. *Shaded violet area*, exploration shaft and two trenches. *Blue arrows*, displacement vector from 24 October to 11 December 2000

Fig. 2 View of field loading test site, 17 Nov 2000. The soil embankment reached 4.6 m deep

surveyed accurately by theodolite. The initial elevation of the ground crest was 287.0 m. The embankment work was temporarily halted at +2.0 m (for 3 days) and +3.5 m (for 1 day) to examine the response of the displacement rates (Fig. 3b). After three stages of embankment works, the final elevation of the embankment was +4.6 m.

While the soil was embanked on the slope, the ground extensometers recorded cumulative displacement. The displacement decelerated when the deposition of soil was suspended, suggesting that the displacements were due mostly to compressive settlement, and that sliding failure had not yet occurred (Fig. 3a): If the sliding failure had occurred, it is unlikely that the displacement would show clear deceleration.

When the elevation of the embanked soil reached +4.6 m, the rate of displacement monitored by the ground extensometers increased first at a constant rate and later accelerated. The increase in displacement while the elevation of the embankment remained constant indicates the onset of sliding failure, and the state is equivalent to that of "limit equilibrium". Thus, we assessed the state of limit equilibrium on the basis of changes in displacement rate. We use "limit equilibrium" to describe the state equivalent to the onset of failure that occurred when the elevation of the embankment reached +4.6 m. Displacement values monitored at S-1 and S-2 were generally similar (Fig. 3a). However, after the cumulative displacement at S-1 exceeded 50 mm, the values of S-1 were larger than those of S-2, indicating the displacements at S-1 showed a larger response to the loading. Therefore, the changes in displacement are represented by those at S-1 (Fig. 5).

After the slope reached the limit equilibrium at +4.6 m, the embanked soil was removed in layers 0.5 m thick. The displacement rates monitored at S-1 decreased continuously during the removal of the soil (Fig. 5). The rate of displacement decreased sharply when the elevation fell below +2.5 m: from 30 mm/day on 23 November 2000 to 2.68 mm/day on 26 November 2000. The rate gradually reduced to 0.0 mm/day when the elevation of the embankment reached +2.0 m. Although there was no distinct change in the rate of displacement, which can be related to the transition from the state of sliding failure to stability, these trends imply that the slope became stable when the elevation of the embankment was between +2.0 and +2.5 m. The elevation that initiated sliding failure (+4.6 m) was greater than the elevation that halted the sliding movement (+2.0 m). The fact that the displacement rate did not diminish to a marginal level until the elevation was reduced to about +2.0 m implies that the shear strength of the sliding surface was reduced.

The borehole extensometer at BV-7 showed contractive deformation until the embankment reached the maximum height of +4.6 m (Fig. 6a). Then it started to show extension

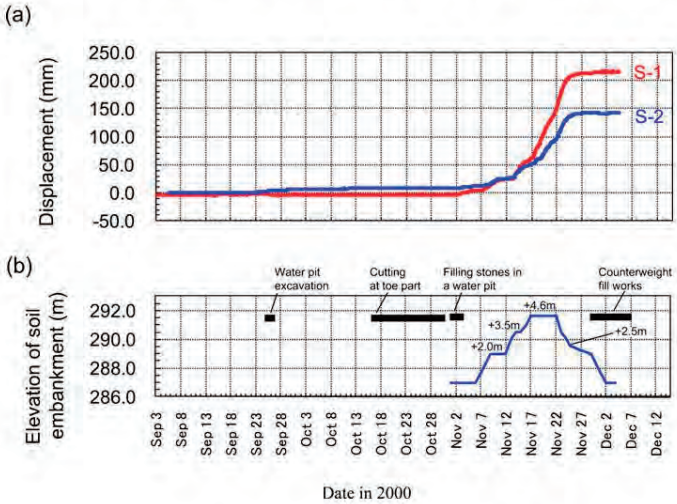


Fig. 3 Observed displacement of ground extensometers caused by soil embankment. **a** Observed displacement at S-1 and S-2 between September and December. **b** Changes in embankment height. *Blue line*, elevation of soil embankment, which is indicated by elevation above sea level. *Black bars*, periods of other works on the test slope

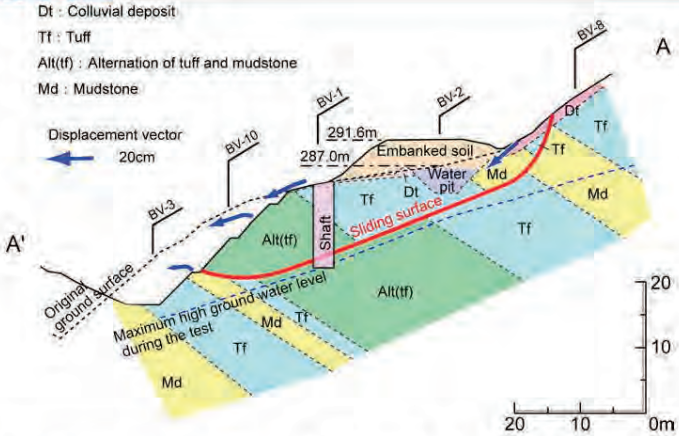


Fig. 4 Section of field loading test site. *Dt (pink)*, colluvial deposit. *Tf (sky blue)*, tuff. *Alt(tf) (green)*, alternation of tuff and mudstone. *Md (yellow)*, mudstone. *Red line*, sliding surface. *Blue area*, water pit. *Orange area*, embankment. *Shaded violet area*, exploration shaft. *Blue arrows*, displacement vector from 24 October to 11 December 2000

of wire. The contractive deformation indicates compressive settlement due to the surcharge, whereas the extension of wire suggests initiation of the sliding failure, which became the dominant component of the deformation.

The distributions of vertical strains at W-1 and BV-9 clearly indicate the sliding behavior of the mass along the sliding surface (Fig. 7). The depth of the sliding surface was around 11 m at W-1 and 2 m at BV-9. These results suggest that most of the displacement was due to the sliding failure when the elevation of the embankment reached +4.6 m.

The slope consisted of alternate layers of tuff and mudstone dipping in opposite gradient to the angle of the

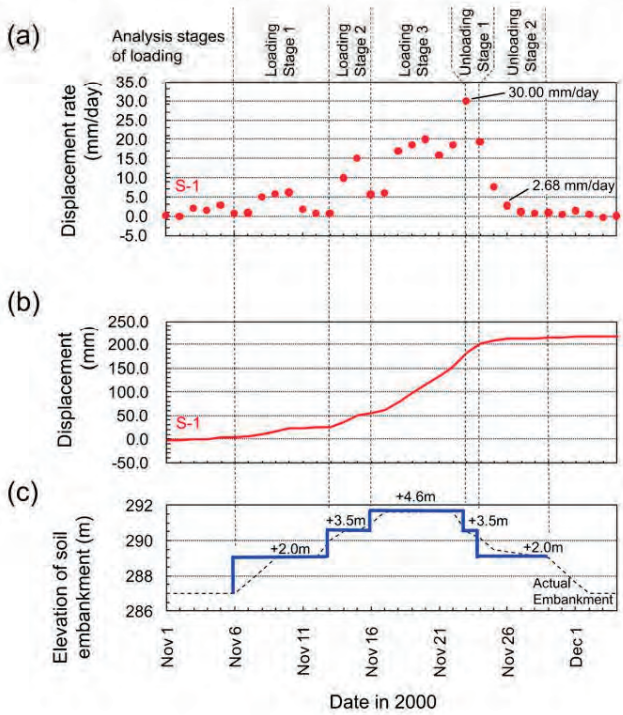


Fig. 5 Displacement rate at S-1 and stages of loading used in FEM. **a** Daily displacement rate at S-1. **b** Displacement at S-1. **c** Changes of embankment height. *Black broken line*, actual elevation of soil embankment; *blue line*, elevations used in FEM. Embankment height is indicated by elevation above sea level

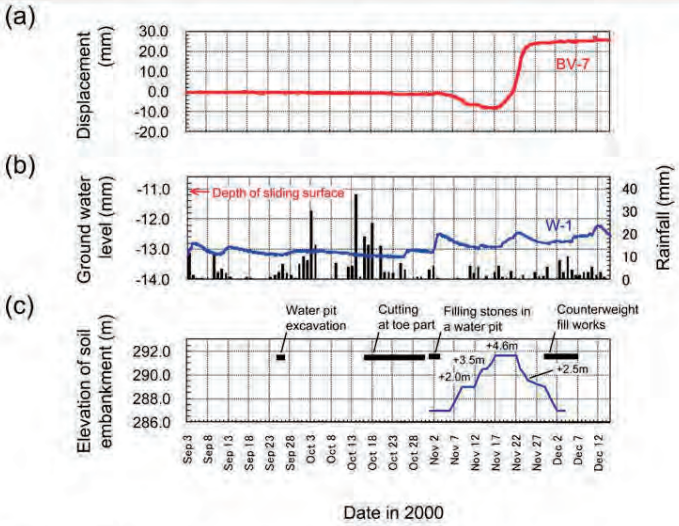


Fig. 6 Observed vertical displacement and groundwater level. **a** Vertical displacement at BV-7. **b** Ground water level at W-1. **c** Changes in embankment height. *Blue line*, elevation of soil embankment. *Black bars*, periods of other works on the test slope. Embankment height is indicated by elevation above sea level

sliding surface (Fig. 4). Surveys inside the later-dug exploration shaft and trenches in 2001 showed the formation of the sliding surface, and that inside the shaft was formed mostly between a gray tuff clay layer 10–20 cm thick and an overlying brown clay layer 10–20 cm thick (Fig. 8). Clear scars were visible on the sliding surface. A Riedel shear structure was also observed in the gray tuff clay that spread beneath the sliding surface. These clues suggest that the sliding surface had been formed during past movements.

Almost no ground water was observed above the sliding surface during the excavation of the shaft, indicating that ground water had little effect on the sliding failure during the loading.

Numerical simulation

Measured displacements for the simulation

A preliminary FEA with the elasto-viscoplastic model of the sliding surface examined the correlation of the shear strengths with the measured displacement rate indicative of the sliding failure. This preliminary analysis used a 2D model. The 2D finite element mesh was generated along a cross-section parallel to the direction of the slide over the largest cross-sectional area of the landslide (Fig. 4).

The displacements measured by the ground extensometers S-1 and S-2 were the only data that could be compared with the FEA, since the results from the sensors installed in the boreholes

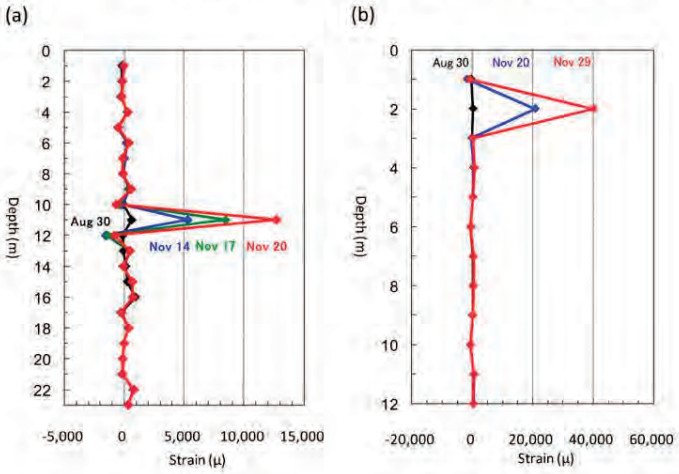


Fig. 7 Strain measurements recorded by pipe strain gauges at W-1 and BV-9. **a** Strain at W-1 on indicated dates. **b** Strain at BV-9 on indicated dates

Fig. 8 Sliding surface inside the exploration shaft

did not directly show sliding displacements. After the field test, we retrieved the guide pipe of the inclinometer (BV-1) from inside the exploratory shaft in 2001. The bend in the pipe suggested that the landslide mass slid ~20 cm along the sliding surface (Fig. 9).

First, we compared the simulated displacements with the displacement at S-1, which indicated mostly sliding behavior rather than compressive settlement. However, S-1 was not located on the cross-section of the 2D FEM model. Therefore, we used the displacement of the node near the intersection of the borehole (BV-1) and the sliding surface, because the displacement of the bent guide pipe was close to that recorded at S-1.

We also compared displacement at S-2 with the simulated displacement. One end of the wire at S 2 was attached to a dowel fixed to the stable ground, and the other end was attached to a dowel fixed at near the edge of the moving landslide. The measured displacement of S-2, therefore, indicated the displacement between the two dowels. We calculated the relative displacements of the two nodes of the elements near S-2 and compared the values with the measured displacements.

Loading and unloading

The loading and unloading processes of the FEA were configured to simulate the major trends of the displacement rates at S-1 (Fig. 5). In view of the trends of the displacement rates and loading conditions shown in Fig. 5, we divided the loading and unloading procedures into five stages. In loading stage 1 (6–13 Nov 2000), the displacement showed an initial small acceleration and then stopped. In loading stage 2 (13–16 Nov 2000), the displacement rate accelerated to 9.84 and then to 15.00 mm/day and then decelerated to 5.58 mm/day. In loading stage 3 (16–23 Nov 2000), the displacement increased markedly to 30.00 mm/day. In unloading stage 1 (23–24 Nov 2000), the displacement started decelerating. In unloading stage 2 (24–29 Nov 2000), the displacement further decelerated to near zero.

We matched the FEA to these five stages (Table 1). It was simplified by assuming that the embankment was raised and lowered to the three elevations shown in Fig. 5c with the solid blue line. Because the displacement rate continuously decreased during the removal of soil, we focused on reproducing the accelerating displacement. In practice, soil was gradually embanked, but in the analysis, the load was assumed to have acted suddenly at the start of each loading stage (1–3).

The shear strength parameters were varied so as to reproduce the observed displacement values (to the nearest 10 mm). Although the values of shear strength parameters might be non-uniform, the average value at the sliding surface was used in the FEA. We assumed that the landslide moved uniformly along the sliding surface.

Numerical simulation

Numerical model

We simulated the measured displacements of the landslide to see whether the model could estimate the shear strength of the sliding surface. Although the measured displacement was a result of the complex combination of compression, expansion, and sliding of the landslide mass, our main interest was to simulate the displacement induced by sliding along the sliding surface, which our measurements and observations suggested was the dominant component of the displacement. First, the geological strata in the exploration shaft clearly revealed a pre-existing sliding surface (Fig. 8). Second, the distribution of strains measured by pipe strain gauges W-1 and BV-9 show discontinuous movement across the sliding surface (Fig. 7). Hence, the sliding surface was modeled as the only zone that can undergo shear failure, and the landslide mass, embanked soil, and bedrock below the sliding surface were modeled as an elastic material.

The sliding surface was modeled with joint elements (Goodman et al. 1968) with an elasto-viscoplastic constitutive equation. The model was based on the models of Owen and

Fig. 9 Bent inclinometer guide pipe retrieved from inside the exploration shaft

Table 1 Target displacement in each loading stage for FEM

Loading/unloading stage	Period, no. days	Cumulative displacement, mm	Target value to reproduce, mm	Remark
Loading stage 1	6–13 Nov; 7	24.98	20	Rate became almost zero
Loading stage 2	13–16 Nov; 3	55.40	60	Rate became 5.58 mm/day
Loading stage 3	16–23 Nov; 7	181.42	180	Rate accelerated to >15.00 mm/day
Unloading stage 1	23–24 Nov; 1	200.70	200	Rate decelerated
Unloading stage 2	24–29 Nov; 5	213.66	210	Rate became almost zero

Hinton (1980) and Sekiguchi et al. (1990). The constitutive model is expressed as follows:

$$\{\dot{u}_{vp}\} = \gamma\langle\Phi(x)\rangle\frac{\partial Q}{\partial\sigma} \quad (1)$$

Where $\dot{u}_{vp}$ is the rate of viscoplastic relative displacement between two nodal points facing each other across the sliding surface, γ is the fluidity parameter, σ is stress, Q is the plastic potential, and $\Phi(x)$ is a positive, monotonically increasing function for $x>0$. The notation <> indicates:

$$\langle\Phi(x)\rangle = \Phi(x)(\text{for } x > 0) \text{ and } \langle\Phi(x)\rangle = 0\ (\text{for } x < 0). \quad (2)$$

In this analysis, viscoplastic relative displacement is induced when shear failure occurs according to the Mohr–Coulomb criterion. Hence, x must be >0 when the shear stresses exceed the shear strength. In this model, x was set as:

$$x = \frac{F}{F_0} \quad (3)$$

Where F is the Mohr–Coulomb yield function and F_0 is expressed as a function of strength parameters so that x becomes non-dimensional. The function $\Phi(x)$ followed one of the common formulae expressed by Owen and Hinton (1980):

$$\Phi(x) = \frac{F}{F_0}(x > 0) \quad (4)$$

Q and F are defined as:

$$Q = \sqrt{\tau_{rs}^2 + \tau_{st}^2} \quad (5)$$

$$F = \sqrt{\tau_{rs}^2 + \tau_{st}^2} + \sigma_n \cdot \tan\phi - c \quad (6)$$

In this preliminary study, F_0 is expressed as

$$F_0 = c \cdot \tan\phi, \quad (7)$$

which is a slightly modified version of the original formula shown as $F_0 = c \cdot \cos\phi$ by Owen and Hinton (1980), since $\tan\phi$ indicates the coefficient of friction; τ_{rs} and τ_{st} are shear stresses at the joint element surfaces, σ_n is the vertical stress acting on the joint element surface (negative compression), c is cohesion, and ϕ is the internal friction angle.

The model consists of 686 elements and 1,444 nodal points (Fig. 10).

Physical property values of the simulation

The FEM was kept simple, consisting of landslide mass, sliding surface, bedrock, and embankment (Fig. 10). Although a water pit is indicated in Fig. 10, the properties were kept same as those of the landslide mass in order to simplify the model. The strata within the landslide mass and the bedrock were not modeled in detail for two reasons. First, we emphasized modeling the sliding behavior along the sliding surface, rather than analyzing the compressive or contractive deformation of the landslide mass induced by the embankment load. Second, in using an elasto-viscoplastic interface model for the first time to examine the correlations between the strengths and displacement rates associated with the sliding, we thought it rational not to assess the properties and behaviors of internal strata, which are difficult to characterize quantitatively owing to limitations in our investigation methods.

The unit weight of the landslide mass was determined from undisturbed samples. The unit weight of the embankment was obtained from the dimensions and weight of the transported soil (Table 2). The modulus of deformation of the landslide mass and that of the bedrock were based on the results of a pressure meter test in a borehole. Values of the modulus of deformation (Table 2), obtained from the pressure meter tests, are shown separately for the layers classified as CL and those classified as D (Japanese Geotechnical Society 2004). The values of CL class fell within the range of about 10,000 to 120,000 kN/m^2 and those of D class within the range of about 10,000 to 40,000 kN/m^2 (Fig. 11). The landslide mass consisted of alternating layers of tuff and mudstone. Because it consisted mainly of tuff in the exploration shaft, the modulus of deformation was set at 11,600 kN/m^2, which was the mean value of the tuff classified as D. The modulus of deformation of the bedrock was set at 65,000 kN/m^2, which is roughly the intermediate value for rock mass classified as CL.

The Poisson ratio of the landslide mass was set to 0.4 (Table 2), which is in the lower range of the values given for a clay (Hunt 1984), since the landslide mass was relatively soft, as suggested by N-values ranging between 1 and 20. The Poisson ratio of the embanked soil and bedrock were also set to 0.4.

The normal and shear spring constants of the joint element were set at 5,000 kN/m^3, which is within the lower range of the

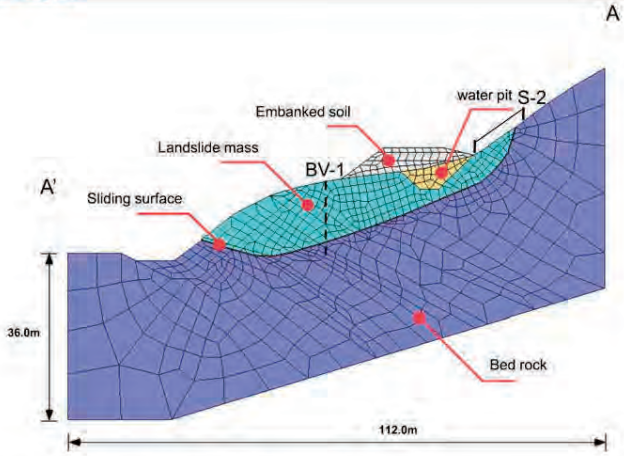


Fig. 10 Finite element model of landslide mass. Landslide mass, bedrock, and embanked soil were modeled as solid elements and assumed elastic body; sliding surface was modeled with joint elements and assumed elasto-viscoplastic body. The properties of a water pit were kept same as those of the landslide mass

shear stiffness values for rock joints with clay filling given by Barton et al. (1985). Although no shear tests of the sliding surface were performed to estimate the spring constants, the effects of spring constants on displacement due to shear failure are small compared with the effects of shear strength parameters (Ishii et al. 2006).

Additionally, a fluidity parameter (γ) is required for the elasto-viscoplastic joint model. The fluidity parameter, as defined in the previous section, affects the initial displacement rates of the joint elements that have just yielded. As can be seen in Eq. 1, this parameter does not affect the displacement unless the joint element yields. No specific methods have been developed to determine γ of the joint element. In this study, γ was determined through the simulation of the first loading stage. As no significant continuous sliding failure occurred during the first stage of loading, the simulated displacement rates were more affected by γ. Hence, we selected the value of γ such that the initial displacement rate of the first stage of loading was reasonably close to the measured rate. The value was determined to be 0.025 day^{-1}, which is the value used in the simulation presented by Ishii et al. (2006). The measured displacement rates in the second and third loading stages were reproduced by varying the strengths, while γ was fixed at 0.025 day^{-1}. The displacement rates of the second and third stages of loading are largely due to sliding failure, which is controlled by the strength parameters rather than γ.

Results of numerical simulation

Simulation

First, the initial stress state was generated by the application of gravity. Second, the initial excavation near the toe of the slope was simulated. Third, loading and unloading were simulated in five stages. The model focused on simulating the displacement associated with the sliding behavior of the landslide mass during the five stages. Up to the initial excavation of the slope, the shear strength of the sliding surface was set high to prevent sliding, since no significant deformation of the landslide was observed until the application of the embankment load.

We used trial and error to find the cohesion values and the internal friction angles that best reproduced the measured displacement. A sensitivity analysis of loading stage 1 was performed with various combinations of cohesion values from 9.0 to 30.0 kN/m^2 and internal friction angles from 10.0° to 20.0°. These ranges were selected with reference to the shear strengths obtained from laboratory tests of samples containing clays of the sliding surfaces (Table 3).

The cohesion corresponding to the fully softened shear strength cohesion varied between 6.8 and 14.0 kN/m^2, and the internal friction angle varied between 11.9° and 25.2° (Table 3). The cohesion corresponding to the residual strength varied between 2.7 and 23.4 kN/m^2, and the internal friction angle varied between 1.9° and 13.2°. Following the sensitivity analysis

Table 2 Analytical parameters used in FEM analysis

	Type of element	Constitutive law	Unit weight, kN/m^3	Modulus of deformation, kN/m^2	Poisson ratio
Embanked soil	Solid	Elastic body	16.3	11,600	0.4
Landslide mass	Solid	Elastic body	17.7	11,600	0.4
Sliding surface	Joint	Elasto-viscoplastic body	17.7	–	–
Bedrock	Solid	Elastic body	20.0	65,000	0.4

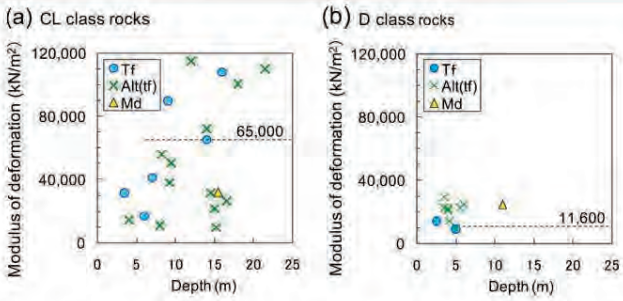


Fig. 11 Modulus of deformation obtained by pressure meter test in borehole. *Tf (sky blue circle)*, tuff. *Alt(tf) (green cross)*, alteration of tuff and mudstone. *Md (yellow triangle)*, mudstone. Classes CL and D rocks classified according to Japanese Geotechnical Society (2004). *Dashed lines* indicate the mean value of tuff classified as D in (a) and the intermediate value for rock mass in (b)

of loading stages 1–3, we fixed the internal friction angle at 14.0° and the estimated cohesion to be within the range of 5.0 to 9.1 kN/m². Although the strengths obtained from the laboratory tests show scatter, these values of cohesion and internal friction angle fall within the range between the fully softened shear strength and the residual shear strength, and are consistent with the results of the soil test.

During loading stage 1, the cumulative displacement become close to the measured value (S-1), 20 mm, when cohesion was 9.1 kN/m² and the internal friction angle was 14.0° (Fig. 12). The displacement rate was reduced to almost zero in about 5 days. During loading stage 2, the cumulative displacement became about 60 mm under the same conditions as in loading stage 1. Thus, the shear strength parameters determined in loading stage 1 were adequate.

During loading stage 3, the increase in displacement could not be reproduced when the same shear strength parameters were used. Thus, the cohesion determined in loading stages 1 and 2 was gradually reduced after the application of the soil embankment during loading stage 3 on the assumption that softening reduced the strength. The simulated displacement indicated acceleration during loading stage 3 when cohesion was reduced from 9.1 to 5.0 kN/m² at a rate of 0.68 kN/m²/day (Fig. 13). In this simulation, the cohesion was reduced as a function of time, since the constitutive equation did not have the capability to simulate softening behavior as a function of strain or displacement. The model needs to be modified to incorporate softening behavior in the future. The cumulative displacement was about 200 mm, reasonably close to the measured displacement at S-1. The measured and simulated displacements at S-2 also show reasonable agreement (Fig. 13). Hence, the FEM model based on the elasto-viscoplastic constitutive model for the joint elements was appropriate for simulating the movements of the slope, including acceleration.

Table 3 Results of shear tests of clays from the sliding surface

Sampling point	Color of sample	Test	Sample condition	Shear strength parameter		
				Strength	Cohesion, kN/m²	Internal friction angle, °
Cut slope on toe	Gray	Ring shear	Disturbed	Fully softened	14.0	21.4
				Residual	5.0	8.9
Shaft	Brown and gray	Direct shear	Undisturbed	Peak	51.8	9.3
				Residual	12.8	10.1
	Gray	Ring shear	Disturbed	Fully softened	9.0	24.3
				Residual	2.7	9.9
	Gray	Direct shear	Disturbed	Fully softened	10.2	25.2
				Residual	5.5	8.9
	Gray	Ring shear	Disturbed	Fully softened	12.8	22.1
				Residual	7.5	13.2
Trench no.1	Brown and gray	Direct shear	Undisturbed	Peak	44.7	17.0
				Residual	23.4	9.6
	Gray	Ring shear	Disturbed	Fully softened	9.7	21.0
				Residual	3.7	9.4
Trench no.2	Brown and gray	Ring shear	Disturbed	Fully softened	6.8	11.9
				Residual	5.5	1.9

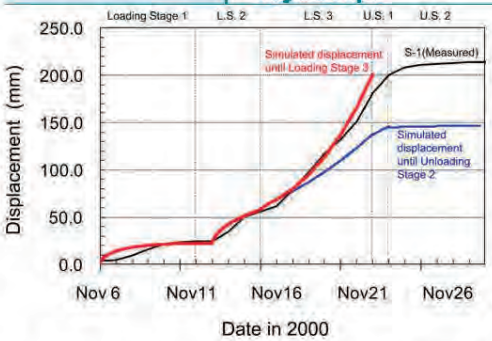


Fig. 12 Simulated and measured ground displacements. *Red line*, cohesion reduced from 9.1 to 5.0 kN/m^2 during loading stage 3. *Blue line*, cohesion reduced from 9.1 to 7.0 kN/m^2 during loading stage 3. *Black line*, measured displacement at S-1

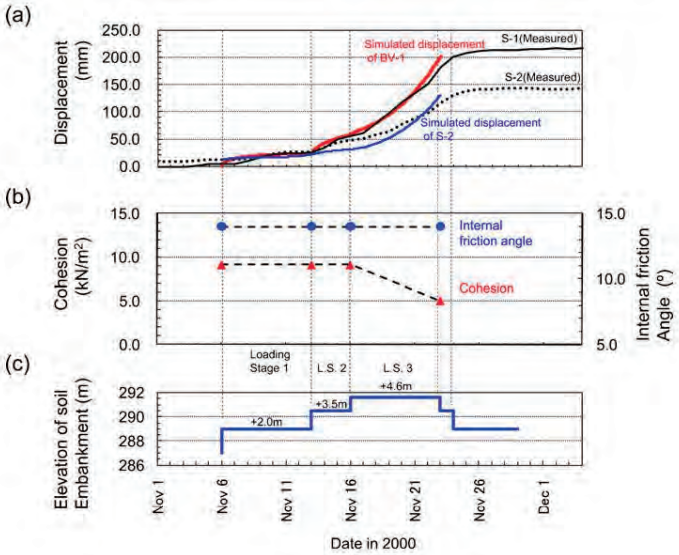
The internal friction angle was also reduced to show the effects on displacement while the cohesion remained constant. The change in the displacement was larger when the internal friction angle was changed by 0.1° than when the cohesion was changed by 0.1 kN/m^2. The results imply that the internal friction angle needs to be adjusted with a precision of ~0.01°. However, estimating the internal friction angle with such precision is not practical, so we made no further attempt to simulate the displacement by adjusting the angle. Therefore, it has a possibility of another suitable combination beside the back-calculated value.

Analyses of unloading stages 1 and 2 using the reduced cohesion to simulate the accelerating trend of displacement of S-1 observed in loading stage 3 showed that the simulated displacement kept increasing even after the unloading, whereas the measured displacement stopped increasing 5 days after unloading stage 1. Thus, the amount of reduction in strength during the simulation of loading stage 3 may have been too large. We reduced the rate of decrease in cohesion during loading stage 3 to reproduce the trend of displacement observed during unloading. When the cohesion was reduced from 9.1 to 7.0 kN/m^2, the displacement stopped increasing after unloading (blue line in Fig. 12). However, the simulated displacement up to loading stage 3 is small compared with the measured displacement. Furthermore, the measured displacement gradually decelerated, whereas the simulated displacement stopped suddenly with a terminal value smaller than the measured value.

Although it might have been possible to adjust the strength in more detail to obtain better agreement between the simulated and measured displacements throughout the five loading stages, no further attempt was made, as the FEM cannot incorporate all the factors affecting the movement of the landslide. First, FEA uses a 2D model, whereas the actual landslide mass and the sliding surface have 3D geometries. Second, the modeled sliding surface was assumed to have uniform strength properties, whereas the actual sliding surface is expected to be non-uniform. Third, the landslide mass was modeled as a uniform elastic material, whereas the actual landslide mass is likely non-uniform and must have undergone plastic deformation, even though the measured displacements are mostly attributable to the sliding behavior.

These results show that it may be possible to estimate the strength of the sliding surface through simulations of the measured displacement. As the strength of the sliding surface needs to be reduced to reproduce the acceleration mode, the sliding surface may have softened.

Fig. 13 Analysis result and shear strength parameters. **a** Measured and simulated displacements at S-1 and S-2. **b** Back-calculated shear strength parameters of the sliding surface. **c** Changes in embankment height during the analysis stages. Embankment height is indicated by elevation above sea level



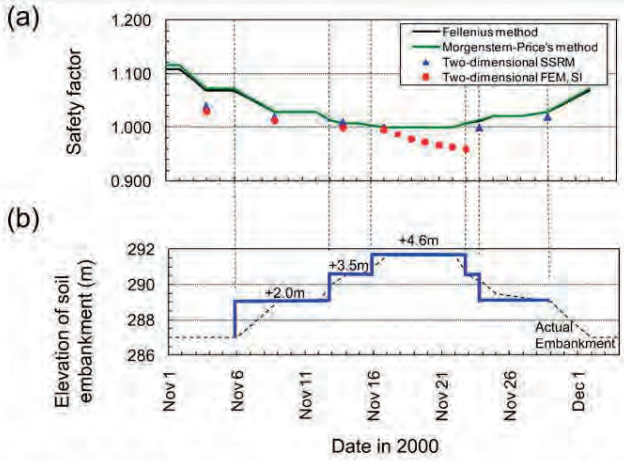


Fig. 14 Comparison of safety factors obtained by different methods. a Calculated safety factors. b Changes in embankment height during the analysis stages. Embankment height is indicated by elevation above sea level

Safety factors based on simulation of monitored displacement data

Objectives and scope of study

This section concerns methods for calculating safety factors from the strengths estimated by the simulation. Safety factors may be calculated by limit equilibrium methods, using the strengths obtained by numerical simulations. However, the strengths that are back-calculated by one method are not necessarily applicable in expressing the state of stability determined by other methods, e.g., the strength back-calculated by Morgenstern and Price's method may give a safety factor of <1.0, whereas the same strengths may yield a safety factor of >1.0 if computed by FEM. This discrepancy is due to the differences in the assumptions made in deriving the governing equations or the constitutive equations and to differences in the parameters that are used in those equations. Therefore, we used FEM to obtain the safety factors in order to avoid such differences.

It is important to be aware of the assumptions and theoretical background that lead to these differences. However, assessing the reasons for differences in safety factors resulting from different methods is beyond the scope of this paper. It is also likely that the differences in the safety factors resulting from conventional methods are less significant than the margin of error of safety factors due to uncertainties associated with the inhomogeneity, geometries, depths, and thicknesses of the sliding surfaces.

We compared the safety factors obtained from the FEA with those obtained by other methods so as to appraise the simplified method for obtaining the safety factor from the

Table 4 Safety factors calculated by different methods

Loading stage	Date	Analysis method	Fellenius method	Morgenstern–Price's method	SSRM	*SI*
		Cohesion (kN/m^2)	10.0	10.0	10.0	5.0–9.1
		Internal friction angle (°)	14.89	14.23	13.64	14.0
	Nov. 4		1.068	1.072	1.040	1.029
1	Nov. 9	Embankment height +2.0 m	1.028	1.029	1.020	1.012
	Nov. 13	+3.0 m	1.013	1.014	–	–
2	Nov. 14	+3.5 m	1.008	1.008	1.010	0.999
	Nov. 16	+4.0 m	1.003	1.003	–	–
3	Nov. 17	+4.6 m	1.000	1.000	1.000	0.996
	Nov. 18	+4.6 m	1.000	1.000	–	0.987
	Nov. 19	+4.6 m	1.000	1.000	–	0.979
	Nov. 20	+4.6 m	1.000	1.000	–	0.972
	Nov. 21	+4.6 m	1.000	1.000	–	0.967
	Nov. 22	+4.6 m	1.000	1.000	–	0.963
	Nov. 23	+4.6 m	1.000	1.000	–	0.960

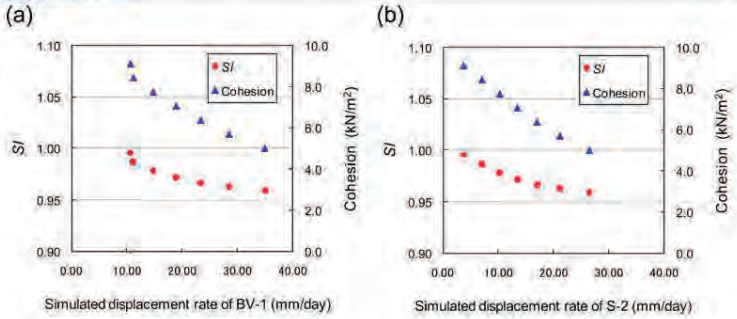


Fig. 15 Correlations of simulated displacement rates with strengths of sliding surface and *SI* at loading stage 3 at a BV-1 and b S-2

stresses of joint elements. However, detailed studies were not performed for the reasons stated above.

The proposed method

As mentioned in the "Introduction," the SSRM is commonly used in obtaining safety factors with FEM. Elasto-plastic models use iterative computations performed with SSRM. The resulting safety factor is the same as the safety factor defined as the ratio of the given shear strengths to the shear strengths at limit equilibrium. Elasto-viscoplastic simulations, however, can need significant amounts of iterative computations to find the state of non-convergence, since it is difficult to find the limiting strengths that differentiate the displacement rates that reach zero from those that do not reach zero.

A less time-consuming method to obtain the safety factors may be to calculate the ratio of the summed shear forces to the summed resisting forces acting on each joint element. This "enhanced limit strength method" was introduced for use with elastic or elasto-plastic FEA, i.e., the ratio of the resisting force to the driving force is calculated from the stresses computed by FEA (Fredlund and Scoular 1999).

Here, we refer to the safety factors obtained from the enhanced limit strength method as the "stability index". We use this term in order to differentiate the safety factor obtained by SSRM from that obtained by the enhanced limit strength method. For 2D FEA, the stability index, *SI*, is calculated as:

$$SI = \frac{\sum(\sigma \cdot \tan\phi + c) \cdot \Delta l}{\sum \tau \cdot \Delta l} \tag{8}$$

Where σ is the normal stress acting on the joint element of the sliding surface, ϕ is the internal friction angle of the sliding surface, c is the cohesion of the sliding surface, τ is the shearing stress acting on the joint element of the sliding surface, and Δl is the length of the joint element. *SI* is obtained by scalar summation of the shear forces and does not take into account the directions of the shear forces.

Comparison of SI with safety factors obtained by other methods

To examine whether *SI* is adequate at expressing the state of stability, we compared *SI* of the simulated loading state with safety factors calculated by the Fellenius method, Morgenstern and Price's method, and SSRM using elasto-plastic FEA.

While it was possible to compare the safety factors using the same shear strengths obtained from the simulation, our interest was to compare the *SI* with the safety factors obtained by conventional procedures used in designing prevention works in Japan, where shear strengths are back-calculated from an assumed safety factor. So we back-calculated the shear strengths for the three methods using the same safety factor, 1.0,

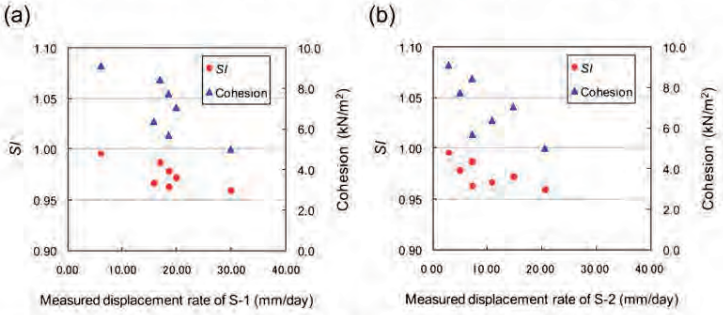


Fig. 16 Correlations of measured displacement rates with strengths of sliding surface and *SI* at loading stage 3 at a S-1 and b S-2

corresponding to the onset of distinct sliding failure. *SI*, on the other hand, is based on the shear strengths obtained from the simulations. Consequently, the shear strengths back-calculated from the same reference safety factor were different for each method.

The common reference safety factor for the three methods was chosen to be 1.0, which corresponds to the onset of distinct sliding failure when the embankment reached +4.6 m during loading stage 3. The internal friction angles were back-calculated, while the cohesion was assumed to be 10.0 kN/m^2, which is close to the average value obtained by laboratory tests (Table 3). The back-calculated internal friction angles were 14.89° for the Fellenius method, 14.23° for Morgenstern and Price's method, and 13.64° for SSRM.

The safety factors and *SI*, in particular, decreased as loading progressed (Fig. 14, Table 4). The differences among methods were small at loading stage 3, clearly because the state of stability is assumed to be near the limit equilibrium in all methods.

The SSRM safety factor and *SI* were close until the beginning of loading stage 3 and then diverged towards the end of loading stage 3. The divergence is due to the fact that *SI* is calculated from the stresses obtained from the simulations and the cohesion is gradually reduced to reproduce the accelerating trends of the observed displacements.

The differences between the values obtained from FEA and the two limit equilibrium methods tended to be large before the beginning of each loading stage and then diminished: The difference was approximately 0.04 before loading started (Fig. 14, Table 4). The differences may be attributable to the differences in the distribution of the shear and normal forces computed by the different methods.

SI was close to the safety factors obtained by SSRM from loading stage 1 up to the beginning of loading stage 3. This result implies that it may be possible to assess the stability of a slope in terms of *SI*, without assuming safety factors, through simulations of displacements if the sliding surface is known. However, the applicability of *SI* may depend on the shape and gradient of the sliding surface, since it does not account for the difference in the direction of the shear forces acting on the sliding surface. Further studies are required to assess the applicability of *SI* for landslides having sliding surfaces with different geometries.

Trends of SI with respect to the displacement rate

The values of *SI* during loading stage 3 ranged between 1.00 and 0.96, corresponding to simulated displacement rates at BV-1 and S-2 ranging between approximately 3 and 35 mm/day (Fig. 15). The trends at the two points showed no notable differences. Although the values of *SI* against the measured displacements are more scattered, the correlations are similar to those of the simulated displacement rates (Fig. 16). These results suggest that *SI* obtained by simulation may provide a quantitative basis for estimating safety factors from monitored displacements. However, these findings are limited to the landslide studied in this research. Further studies are required to validate and refine the models in order to estimate safety factors of active landslides with pre-existing sliding surfaces.

Conclusions

This paper describes the applicability of a 2D elasto-viscoplastic finite element model of joint elements for simulating the movement of a landslide. A simple method for estimating a safety factor, *SI*, was tested by finite element analysis without the assumption of a safety factor. The following conclusions are drawn:

1. The elasto-viscoplastic constitutive model of joint elements can simulate the movements of the slope, including acceleration.
2. It may be possible to estimate the strength parameters of the sliding surface through simulations of measured displacement.
3. The accelerating behavior of displacement may be due to softening of the sliding surface.
4. *SI* showed the same trend as the safety factors calculated by Fellenius methods, Morgenstern and Price's method, and SSRM using elasto-plastic FEA, but without assumptions about safety factors in a specific state. *SI* may be applicable to the assessment of slope stability if the sliding surface is known.

The proposed method for assessing the stability of a slope by *SI* is a preliminary attempt, and its reliability is limited. Hence, further studies are required to assess the applicability of *SI* for landslides having sliding surfaces with different geometries.

References

Barton N, Bandis S, Bakhtar K (1985) Strength deformation and conductivity coupling of rock joints. Int J Rock Mech Min Sci Geomech Abstr 22(3):121–140

Cheng YM, Lansivaara T, Wei WB (2007) Two-dimensional slope stability analysis by limit equilibrium and strength reduction methods. Comput Geotechnics 34(3):137–150

Dawson EM, Roth WH, Drescher A (1999) Slope stability analysis by strength reduction. Geotechnique 49(6):835–840

Duncan JM (1996) Soil slope stability analysis. In: Turner AK, Schuster RL (eds) Landslides investigation and mitigation. Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, pp 337–371

Fredlund DG, Scoular REG (1999) Using limit equilibrium concepts in finite element slope stability analysis. In: Yagi N, Yamagami T, Jiang JC (eds) Slope stability engineering. A. A Balkema, Rotterdam, pp 31–47

Goodman RE, Taylor RL, Brekke TL (1968) A model for the mechanics of jointed rock. J Soil Mech Found Div 94(SM3):637–659

Griffiths DV, Lane PA (1999) Slope stability analysis by finite elements. Geotechnique 49 (3):387–403

Hunt RE (1984) Geotechnical engineering investigation handbook. McGraw-Hill, New York, p 206

Ishii Y, Fujisawa K, Nakashima Y, Kuraoka S (2006) Finite element analysis of restraint piles and landslide triggered by groundwater. JLS 43(2):51–59 (in Japanese)

Ishii Y, Tsunaki R, Asano H, Sugimoto H (2001) Characteristics of landslide movement during filling observed through field loading test. Civil Eng J 43(11):32–37 (in Japanese)

Ishii Y, Tsunaki R, Sugimoto H, Asano H, Osanai N (2005) Effect of analysis method for safety factor of landslide obtained through field loading test. JLS 41(6):595–606 (in Japanese)

Japanese Geotechnical Society (2004) Method for engineering classification of rock mass (JGS: 3811–2004). Japan Geotech Soc, Tokyo, pp 39–41

Morgenstern NR, Price VE (1965) The analysis of the stability of general sliding surfaces. Geotechnique 15(1):79–93

NILIM (National Institute for Land Infrastructure Management) and PWRI (Public Works Research Institute) (2009) Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism technical criteria for river works: practical guide for planning. Technical note of NILIM No. 519 and PWRI No. 4132, p 196

Owen J, Hinton E (1980) Finite elements plasticity; theory & practice. Pineridge, Swansea, pp 272–318
Sekiguchi K, Rowe RK, Lo KY (1990) Time step s election for 6 noded non-linear joint element in elasto-viscoplasticity analyses. Comput Geotech 10(1):33–58
Tsuchiya S, Sasahara K, Shuin S, Ozono S (2009) The large-scale landslide on the flank of caldera in South Sulawesi, Indonesia. Landslides 6(1):83–88
Ugai K, Leshchinsky D (1995) Three-dimensional limit equilibrium and finite element analysis: a comparison of results. Soils Foundations 35(4):1–7
Matsui T, San KC (1992) Finite element slope stability analysis by shear strength reduction technique. Soils Foundations 32(1):59–70
Zienkiewicz OC, Humpheerson C, Lewis RW (1975) Associated and non-associated visco-plasticity and plasticity in soil mechanics. Geotechnique 25(4):671–689

Y. Ishii (✉)
University of Tsukuba (Former Public Works Research Institute),
1-1-1, Tennohdai, Tsukuba, Ibaraki Prefecture 305-8572, Japan
e-mail: ishii.yasuo.gw@u.tsukuba.ac.jp

K. Ota · S. Kuraoka
Nippon Koei Co., Ltd.,
2304, Inarihara, Tsukuba, Ibaraki Prefecture 300-1259, Japan

R. Tsunaki
Sabo Technical Center,
4-8-21, Kudan-minami, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0074, Japan

The Japan Society of Mechanical Engineers

解 説

土砂の流れ
—固体と液体の特徴を合わせ持つ土石流—

Sediment Movement and Transportation
— Debris Flow with Characteristics of Both Solid and Liquid —

執筆者プロフィール

水野 秀明
Hideaki MIZUNO

◎1995年京都大学大学院農学研究科林学専攻修士課程修了，同年建設省九州地方建設局大隅工事事務所，1997年土木研究所研究員，2002年国土交通省国土技術政策総合研究所主任研究官，2011年土木研究所主任研究員，2012年筑波大学生命環境系准教授，現在に至る．博士（農学）
◎研究・専門テーマは，土砂災害に対する危機管理，土石流氾濫計算，構造物の設計
◎筑波大学生命環境系准教授 大学院生命環境研究科持続環境学専攻環境防災学講座）
（〒305-8572 つくば市天王台 1-1-1／
E-mail：mizuno.hideaki.ft@u.tsukuba.ac.jp）

1. はじめに

土砂の流れは複雑である．たとえば，**図1**は2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震により発生した崩壊[1]の事例である．この事例では地震に伴う振動によって山腹が崩壊し，その土砂が重力の作用を受けて迫川に流れ込んだものである．一方，**図2**は2011年7月19日に台風6号に伴う豪雨によって発生した崩壊[2]の事例である．この事例では豪雨に伴って生じた地下水によって，山腹斜面の力のつり合いが崩れて，大規模な崩壊となった．その崩壊した土砂は流れ下る間に地下水や渓流を流れる水と十分に混合し，土石流へと変化した．また，**図3**は宮崎県宮崎市内を流れる別府田野川での流れを撮影したもので，流水の中に直径10cm程度の石が流されている様子である．また，流水は茶色になっており，粒径の小さい砂・シルト・粘土を含む．このように，土砂は重力の作用だけで流れる場合もあれば，重力の作用に加えて地下や渓流を流れる水の作用を受けて流れる場合もある．とくに，後者の場合，土砂の流れは山という固体から土石流という液体へと変化するため，非常に複雑な流れとなる．また，土石流はそれに含まれる材料によっては固体としての特徴を強く示すこともある．そのため，土砂が流れるメカニズムはある程度明らかになってきているものの，まだ完全には明らかになっておらず，研究が進められている．ここでは土石流に着目して話を進める．

図1 地震に伴って生じた崩壊による土砂の流れ
（2008年6月17日撮影）

土石流による災害は毎年のように発生しており，砂防堰堤の建設やハザードマップの配布，土砂災害緊急情報[3]の発令などの対策が講じられている．砂防堰堤を設計する際には，土石流が砂防堰堤に及ぼす力を推定し，その力が作用しても砂防堰堤が転げたり，滑ったり，沈んだり，壊れたりしないように，その形を決めなければならない．また，ハザードマップの作成や土砂災害緊急情報の発令に際しては，土石流がどの範囲まで流れるのかを推定しなければならない．つまり，対策を講じるためには，土石流の深さや速さといった水理量の時空間的な変化を推定しなければならず，最近では数値計算が大きな役割を担うようになってきた．

そこで，崩壊から土石流へと変化して流れ下った事例を紹介するとともに，土石流の流れを推定するための数値計算について紹介する．

2. 崩壊から土石流へと変化する土砂の流れ

ここで紹介する事例は，鹿児島県南大隅町を流れる船石川で2010年7月4日から8日にかけて発生した土石流で

NII-Electronic Library Service

砂防学会誌，Vol. 70，No. 3，p. 13－24，2017

総　説

日本人初の砂防担当教授・諸戸北郎の近代砂防における業績

Footprint of Dr. Kitao Moroto, the first Japanese professor of SABO in Japan

西　本　晴　男*
Haruo NISHIMOTO

Abstract
Imperial University of Tokyo (present the University of Tokyo), which was the first educational organization for studying and learning these fields. After the laboratory was established, two foreign teachers were invited and taught SABO until 1909. In 1909, Dr. Moroto went to Vienna, Austria, to study SABO under F. WANG. He not only studied in Vienna but also visited many places where SABO projects were executed, for example, in France, Germany, Switzerland, Italy, Czech, Poland, Croatia and Montenegro. Through these studies, he gained much knowledge and technology concerning SABO. Just after coming back to Japan, Dr. Moroto became a professor at the Laboratory of SABO, the Imperial University of Tokyo. He produced some technical books and introduced new technology from Europe in many places in Japan. As a professor, he brought up the next generation and promoted research on erosion control technology and forest hydrology. In this paper the footprint Dr. Moroto left are described in the incipient period of modern SABO on the basis of a large literature and field investigation. This paper will contribute to future exchanges between Japan and European countries in the field of SABO based on these historical relationships.
Key words：Laboratory of forest hydrology and erosion control engineering, footprint of Dr. Kitao Moroto, the first Japanese professor of SABO, SABO technology in Europe

1．はじめに

1900（明治33）年に東京帝国大学農科大学に林学第四講座として森林理水および砂防工学を専門とする講座が設置された。この講座（以下，「東大砂防講座」という）の設置当初は，2人の外国人教師が招かれて砂防の教育を行ったが，1912（明治45）年に日本人初の砂防を教える教授として諸戸北郎（1873－1951）が就任した。

諸戸北郎（以下，「諸戸」という）は，三重県桑名町（現在の桑名市）の出身で，農科大学林学科を1898（明治31）年に卒業し，1899（明治32）年8月に農科大学助教授となった。1900（明治33）年に森林理水および砂防工学を専門とする講座が設置された後も助教授として，1901（明治34）年1月～1903（明治36）年6月に滞在したカール・ヘーフェル（Karl Hefele）と1904（明治37）年5月～1909（明治42）年6月に滞在したアメリゴ・ホフマン（Amerigo Hofmann）の2人の外国人教師（宮内庁宮内公文書館所蔵，1937）とともに砂防の教育に当たった。諸戸は，欧州留学から帰国直後の1912（明治45）年に東大砂防講座の担当教授となり，1934（昭和9）年3月に農学部長を最後に退官している。

この経過のなかで，諸戸は1899（明治32）年から長きにわたり，日本の近代砂防に多くの業績を残したが，これまで諸戸の業績を詳しく論じたものはない。

著者は今般，内外の史料調査並びに現地調査により，諸戸の業績について新たな知見を得ることができたと考えている。本論では，これら知見をふまえて諸戸の日本近代砂防における業績について，欧州留学の内容，教授就任後の学務・教育などをふまえながら述べる。

なお，写真の出典として記している「諸戸北郎博士アルバム」は，東京大学森林理水および砂防工学教室が所蔵している，諸戸が残した写真アルバムを指す。

2．業績

2.1　著書

諸戸は，1898（明治31）年～1951（昭和26）年に，数多くの著書・論文を執筆している。

著書については，1901（明治34）年～1949（昭和24）年に執筆しており，測量および砂防工学に関する内容が多く，当時の教科書として利用されていたものも多い。砂防関係として「理水及砂防工学」5編，「諸戸砂防工学」など，測量関係として「諸戸測量学」，「測量家必携」などがあり，その他「大日本有用樹木効用編」などをあわせて表－1に示す18編がある。

これらの中で，1915（大正4）年～1921（大正10）年にかけて出版された5編からなる「理水及砂防工学」は，砂防に関する事項を体系的まとめた著書としては日本で最初のものである。本書は緒言（前書き）で，“根本的

＊正会員　筑波大学大学院生命環境科学研究科　Member, University of Tsukuba（nishimoto.haruo.fp@u.tsukuba.ac.jp）

治水工事ハ理水及砂防工事ニ依ラサル可ラズ（中略）先ヅ理水及砂防工事設計ノ基本トナルベキ水量ニ関スル量水編ヲ印刷ニ附シ次ニ砂防工事ノ理論，実例等順ヲ追フテ印刷ニ附セントス”（諸戸，1915 a）と述べているように，対策工を実施するうえで，計画設計の基本である流量観測からはじめ，以降工事までの解説に至る順で著すことにより，ヨーロッパアルプスの本格的な砂防技術をもとに日本の砂防の体系化を図ったものである。砂防工事においても，流量を算出し水路断面を決定することや，流域と渓流の特性を把握し計画設計を行う必要があるという新たな視点を取り入れたといえる。また，国内外の多くの事例を用いて説明をしているところも斬新である。

諸戸は，「理水及砂防工学」5編を著したのち，関東大震災復旧対策，学生指導，技術講習会，各地での技術指導などの経験をふまえて，1938（昭和13）年に「諸戸砂砂防工学」を著している。本書の構成は，「山地砂防本論」(「理水及砂防工学」5編の「本編」に相当する内容，以下同様)，「量水」(「量水編」に相当)，「積工の安定，水圧及土圧」と「工作物」(「工事編」に相当)，「設計」(「設計編」に相当) および「海岸砂防」(「海岸砂防編」に相当）の6編構成となっている。各編の章・節はほぼ「理水及砂防工学」を踏襲している。本書は，「理水及砂防工学」5編に比して，図面を多く使用しかつ詳細になっていること，写真を使用していること，コンクリートの普及により堰堤工の種類に関する記述が多くなっていること，神奈川県における関東大震災（大正12年）と北伊豆地震（昭和5年）で多発した山腹崩壊地と荒廃渓流の復旧対策について詳述していることなどが特筆できる。全体としては，施工技術，材料の進歩を反映させて，またひらがな表記で分かりやすいものになっている。

2.2　論文

諸戸は，1898（明治31）年～1951（昭和26）年にかけて，大日本山林会と砂防協會の機関誌に，数多くの論文や報文を書いている。また，砂防全般について総記したものとして，1915（大正4）年に農商務省山林局より刊行された欧州留学の復命書がある。

大日本山林会は，林業の改良，進歩を図ることを目的に1882（明治15）年1月に創立され，その活動の一環として翌2月から毎月会誌（以下「大日本山林会誌」という）を刊行している。会誌の名称は，「大日本山林會報告」(第1号～132号)，「大日本山林會報」(第133号～546号)，「山林」(第547号～1255号）と変更され現在に至っている。これらの中の論文や記事の総覧図書として，「大日本山林會報告・大日本山林會報・山林　分類総目録」が1990（平成2）年に刊行されている。大日本山林会誌における諸戸による論文の掲載時期は，諸戸が大学を卒業した1898（明治31）年以降で，明治時代のものが大部分である（大日本山林会，1990)。これは，大正時代に砂防学会（現在の砂防学会とは別組織）ができたことと，1928（昭和3）年に「砂防」が発刊され，論文投稿先を主に「砂防」に絞ったためではないかと考えられる。大日本山林会誌に掲載された諸戸の論文は，1898（明治31）年～1910（明治43）年にかけて樹木，森林植物，造林，林産等に係る論文が多く，明治43年以降は砂防に係る論文が多い。また，欧州留学時に行ったオーストリアをはじめとする欧州諸国の視察内容を記した旅行記を書いている。これらは，当時のこれらの国々の砂防等の状況がわかる貴重な資料である。

表―1　諸戸の著書一覧
Table 1　Books written by Dr. Moroto

書　名	出版社	出版年
線路運搬法	諸戸北郎	1901
大日本有用樹木効用篇	三浦書店	1903
簡易測量学（第1巻，第2巻）	三浦書店	1905
簡易測量学（第3巻，第4巻）	三浦書店	1906
測量家必携	三浦書店	1906
簡易測量学（第5巻）三角測量の実例	三浦書店	1907
測量教科書	三浦書店	1907
経緯距表	三浦書店	1908
木材の性質	三浦書店	1909
理水及砂防工學　量水編	三浦書房	1915
理水及砂防工學　本論	三浦書店	1916
理水及砂防工學　工事編	三浦書店	1917
理水及砂防工學　設計及實例編	三浦書店	1919
理水及砂防工學　海岸砂防編	三浦書店	1921
諸戸測量學	成美堂	1931
諸戸砂防工學	成美堂書店	1938
諸戸測量学	成美堂	1941
實用砂防工學	諸戸北郎	1949

「砂防」は，諸戸が理事長を務めた「砂防協會」が，1928（昭和3）年～1944（昭和19）年まで毎年ほぼ6回発刊している。全93巻で総ページ数が約7,000に及び，1948（昭和23）年に創刊された砂防学会誌（新砂防）の前身的ともいえる，砂防・治山に関する定期刊行物である（西本，2013 a；西本，2013 b)。日置（1981）は，諸戸がその第1号（昭和3年3月）に，“会誌の発刊に当たっては徒に空論に走らず成るべく工事の実施上に参考になるべきものを掲載し，砂防工事，道路，測量，地質，土壌などの講義を連載して直接砂防工事に従事する人々の技術の向上を図る”と述べ，また休刊号となった第93号（昭和19年1月）に，“山林畑出身の人のみでなく土木畑出身の人もあるから本会は日本林学会に統合することもできない。最後に大東亜戦争完遂まで休刊することになるのは誠に遺憾である”と述べていることを引用し，

戦前における砂防・治山関係の学術・技術情報を知る上で貴重な文献資料であったことを評価するとともに，資金面から休刊になることへの諸戸の無念さを紹介している。

「砂防」における諸戸の論文は，現場視察旅行記，欧米旅行記，学生見学旅行記，論説・随想などに大別される。その内容は，現場における計画・設計・施工に関する所見を述べたものが数多くあるほか，砂防・治山工事の必要性について関係者のみならず広く一般に向けて主張しているものもある（西本，2013 a；西本，2013 b）。「現場視察旅行記」および「学生見学旅行」においては，内務省，農商務省，府県から依頼のあったもの含めて，諸戸が現地に赴いた時のものであり，現地で指導した内容，技術的な見解が詳細に記述されている。これらは，諸戸が残した諸戸北郎博士アルバムなどの写真と関連させれば，当時の砂防技術を知る上で極めて貴重な史料といえる。

なお，諸戸は「砂防」の中の自身の論文の著者名として，本名の「諸戸北郎」とペンネームの「度山」とを使い分けしている。

2.3　堰堤構造論

明治時代までの日本の砂防堰堤の構造で特徴的なのは，下流の法勾配が1割程度より緩やかなことである。一方，ヨーロッパにおいては1870年代には2分の急勾配が一般化していた（Demontzey，1878）。

1905（明治38）年に施工されたホフマン工事おいては，諸戸（1938 a）が“練積堰堤の水裏法（著者注：下流法のこと）は二分にすべきであるが，土堰堤に張石したことから五分勾配にした”と述べていることから，この工事を指導したホフマンと諸戸はヨーロッパと同様にしようとしたが，当時の日本の施工技術から止むを得ず5分で試行したと考えられる。教授就任以降の諸戸は，「理水及砂防工学」工事編で堰堤の下流法勾配を2分にすることを推奨しており（諸戸，1917 a），この考え方を実践すべく現場で技術指導をしている（例えば，度山，1930）。

写真－1　東京都水道水源林の大正5年施工堰堤（諸戸北郎博士アルバムより）

Photo 1　Check dam constructed in 1916 in Tokyo metropolitan water conservation forest (From Moroto's photos album)

諸戸は留学から帰国後，当時の東京市と東京府から多摩川上流部の水道水源林の砂防調査を委嘱され，荒廃した水源林を復旧するための砂防計画を策定するとともに，治山堰堤の工事と量水堰堤による森林水文試験を指導した（西本ら，2016）。治山堰堤工事においては，諸戸の指導をふまえ，堰堤の下流法勾配は2分となっている（写真－1）。これに関して諸戸は，“大正四年に萩原山へはじめて墺國式の石堰提を築設したが，当時の石屋は墺國式の堰堤を造ることを知らぬので，此形状に造らすには随分苦心をした。尤も其当時は全く砂防技術者はハンノキで高さ六尺から七尺位の編柵を造っていた時代の事だから無理もないが，此の墺國式の堰堤を初めて造るのに，山梨県下の石屋を使ったが，法を二分にした事が問題になった。夫れはこんな急な法面を持った堰提を造った事がなかった為で，当時に於ては水裏法は，一割及至二割のもので，私の言う二分法を二割法の間違いでないかと言われ，之には私も困りました”（諸戸，1937）と述べ，現場での施工上の苦労話を紹介し，大正時代初期の段階では下流法勾配を1割程度の緩勾配にすることが，まだ一般的であったことを示唆している。

その後諸戸は，“大正に入って漸く沸墺の砂防工事に倣って渓間工事をも施行するに至り，その工法も次第に改良されてきた。渓間工事では堰堤の水裏法の如き従来一割乃至二割の緩勾配のものが二分乃至五分の急勾配になり流量を計算して放水路の大きさを定め，又渓底の縦断図を測定して渓底の勾配を天然勾配になす如く堰堤を設計するに至った。堰堤の裏法を急にすることは大正四，五年までわが国多数の技術者に反対せられたものであったが今日に於いては到る所に此の種の構造を見るに至り砂防界の為大いに慶賀すべきことである。”（諸戸，1931）と述べ，昭和時代初期には下流法勾配は2分勾配が妥当である考え方が浸透してきていたことを示唆している。さらに，諸戸がその著書，理水及砂防工学の量水編，工事編，設計及実例編において，堰堤構造の決定方法（諸戸1917 b），流量計算の方法（諸戸，1917 c；諸戸，1915 a），縦断計画の考え方（諸戸1918）を日本に紹介したことにより，渓流工事の計画・設計について定量的な考え方が現場に浸透してきていたことについても示唆している。ただし，堰堤の下流法勾配については，昭和20年頃までは3分，4分勾配のものも施工されており，砂防事業において2分に統一されるのは1958（昭和33）年の「河川砂防技術基準（案）」まで待つことになる（武居ら，2009）。

2.4　森林理水

諸戸は，理水及砂防工学の量水編において，砂防工事の設計においては森林からの流水量を把握することが基本であることを強調している（諸戸，1915 b）。諸戸は，後述するように愛知県演習林（現在の「東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所」，以下「愛知演習林」という）の量水観測に深く係っている。

なお，森林流域試験地における量水観測と研究の経過については，愛知演習林における量水観測より以前に行われていたものも含め，野口（1996）や鈴木（2000）などが詳しい。ここではこれらで述べられていない，諸戸が実施した水文研究の試験と観測について述べる。

諸戸は愛知演習林において，雨水の地下浸透試験を大きな植木鉢を用いて実施している（写真－2）。諸戸（1938 b）は，“東京帝大の愛知県演習林で試験をしたのでありますが，大きな植木鉢を作って之に自然の状態を成べく損ぜぬように，針葉潤葉樹15種を植えて，樹木の成長に因る重さの増加と，雨の降った後に水の吸収蒸発に因る重さの変化を知る為に，毎日一回づつ植木鉢を天秤で計ったのであります。一日の浸透量を測定し，一方試験地の降水量を普通雨量計で測定して，浸透割合を定めた。上述の装置で得た5ヶ年間の結果（大鉢20個に就て）を纒めた。”と述べている。測定結果として，全ての植木鉢の浸透量は雨量の約2割5分であったこと，浸透を始めるまでに要する雨量は大きい方から針葉樹，常緑潤葉樹，落葉潤葉樹の順であったこと，年雨量に対する浸透水量の割合は大きい方から常緑潤葉樹，落葉潤葉樹，針葉樹の順であったという結果を得たと述べている。この浸透試験は1929（昭和4）年から始められており，この浸透試験に関する記載が度山（1943）にあることから，少なくとも1943（昭和18）年7月までは実施されていた。

諸戸は，東京都水源林において堰堤築造の指導に加えて，雨量強度と樹冠遮断率の関係について観測を行っている。諸戸（1939）では“東京市水道水源地の多摩川の上流落合でやった試験に依りますと1.2ミリ位の小さな雨であると，其の7割5分が樹冠上へ止まり，下へ落ちるのが2割5分であります。それが10ミリも降ると下へ落ちる方が5割4分になって，樹冠上へ止まる方が4割6分になる。さようですから，初めの少ない時には大部分が樹冠上へ止まりますが，多くなると下へ落ちる方が多くなると云うことが確かに言えます。”と述べ，諸戸が観測したものか，林業試験場のデータを諸戸が解析したものか明確でないが，雨量強度と樹冠遮断率との関係などを論じている。

写真－2 穴の宮試験地の浸透試験装置（東京大学生態水文学研究所所蔵）

Photo 2 Equipment measuring infiltration at Ananomiya experimental site (Owned by the University of Tokyo)

諸戸は，1931（昭和6）年の訪欧時に，オーストリア2箇所とスイス1箇所の水位計検定所を訪れている。度山（1932 a）では，“7月22日，農林省に行き，水工事部技師の案内でプラーターの水速計検定場に行く，この所は私が20年前に行きし所である。”，次に度山（1932 b）では，“8月31日，農林省水工事試験所に行きエーレンベルゲ技師に会い愛知演習林の量水試験の写真を与える。”，さらに度山（1933）では，“昭和6年9月13日，スペルベルグラーベンの量水所で水位計及び雨量計を見る。リードバードの量水所へ行き，係数の試験中である土木技師ウイス氏と話をする。”と述べている。愛知演習林で4流域の流出量データが1930（昭和5）年から採れるようになった（例えば，野口，1984）ことから，その翌年のこの訪欧において，オーストリアとスイスにおける量水観測の状況との比較するため訪れたものと思われる。

2.5 技術指導

諸戸は，内務省，農林省や県の委嘱を受けて，関東大震災（例えば，諸戸，1923；諸戸，1925），常願寺川（立山砂防事務所，1997），北伊豆地震（例えば，度山，1931；諸戸，1938 c），鬼怒川（度山，1935 a；度山，1940），足尾山地（度山，1940），東京都水源林（例えば，度山，1935 b；度山，1936）などに係る数多くの事案について，現地調査を行い計画検討に携わるなど，全国の砂防・治山工事の実施を支えるシンクタンク的な役割を果たしている。例えば，諸戸は，1923（大正12）年の関東大震災で山地の崩壊による被害が甚大であった，神奈川県丹沢地域周辺における，内務省および帝室林野局が実施した砂防・治山工事の指導を行っている。

写真－3は，静岡県小山町の酒匂川上流の支渓にある，1926（大正15）年に帝室林野局が施工した堰堤の当時と現在との比較写真である。この渓流をはじめとして，丹沢周辺の堰堤と崩壊地の写真が諸戸北郎博士アルバムに多く残されていること，また，「砂防」に視察旅行記があること（度山，1930；度山，1932 c；度山，1934 a）から，諸戸博士が関東大震災後の砂防・治山による災害対策で技術指導を行っていたことがわかる。こうした現場での指導を通じて，欧州の砂防技術をふまえた新たな砂防技術の導入が行われたと考えられる。

また，大正9（1920）年からは，農商務省等が主催する荒廃林地復旧技術講習会で講師を務め，講義と愛知演習林等での実習を通じて技術者の育成に尽力している（例えば，度山，1934 b）。

諸戸の指導を受け後に京都大学砂防担当の初代教授になった村上恵二は，“科目は理水及砂防工学という名前で，荒廃山地に対する植栽工事の話も聞いていたのでありますが，講義の主体は荒廃渓流の改善に関する事柄でありまして，水理学であるとか砂防ダムの構造に関する

写真－3　峯坂沢第2号堰堤
（左：諸戸北郎博士アルバムより，右：2016年）
Photo 3　Minesakazawa No. 2 check dam
(left : From Moroto's photos album, right : 2016)

ような工学的な内容のものでありました。仏国並びに墺国の砂防工法を紹介されて，従来のわが国の砂防工法に新しい息を吹き込まれた次第です。砂防の学問の方面では，理水及び砂防工学（著者注：「理水及砂防工学」5編を指す）を発表されて，欧州特に墺国の渓流砂防がわが国に紹介されて以来，この書物が一つの基準となって相当広く読まれたようであります。”（村上，1955）と述べている。諸戸が欧州の砂防技術を日本に紹介し，大学においてその内容を講義し研究者や技術者の育成と，現場での技術指導を通じて新たな技術の導入に力を注いだことを示唆している。

ところで，諸戸が行った上記の現地調査・指導時における写真が数多く残っている。博士自身が整理していた写真アルバムが東京大学森林理水および砂防研究室に，東京都水源林における砂防工事に係る写真が東京都水道歴史館に，愛知演習林における量水試験等および愛知県内と岐阜県内の砂防工事に係る写真が愛知演習林に保存されている。これらは当時の日本の山地の状況や土砂災害の対策工の状況を知るための貴重な史料であるといえる（西本ら，2015）。

3．欧州留学

3.1　欧州留学の経緯

明治時代の初期に来日し日本の砂防に大きな足跡を残した，デ・レーケ（Johannis de Rijke）がもたらした山腹工事，渓流工事に関する知見は，彼の帰国前の時期にあたる1900年頃には，荒廃地復旧の在来工法と既に一体化し展開されるようになっていた。このような時期に東大砂防講座が設立され，近代技術の導入と砂防工学の体系化が求められるようになった（山口，1981；武居，1981）。したがって，明治初期から中期に活躍したデ・レーケの功績は大きいが，1900年頃の段階ではデ・レーケの役割は小さくなり，オーストリアの技術の導入が必要になってきていたといる。

こうした状況下で，東大砂防講座が設置され外国人教師が招聘されるとともに，諸戸をはじめとする人物が当時の世界最先端の砂防技術を学ぶため，“維納高等地産学校”（諸戸，1915 a）（正式名 Universität für Bodenkultur。以下，「BOKU」という）に留学し，ワング（Ferdinand Wang）の指導を受けた。これらの中で，諸戸の留学前に砂防の専門家として留学した人物は，BOKU所蔵の外国人留学者・訪問者資料および手塚ほか（1992）によると，河合鉄太郎（1900－1901，オーストリアおよびドイツ），渡辺音吉（1901－1902，オーストリアおよびドイツ），持田軍十郎（1903－1905，オーストリアおよびスイス）である。なお氏名のあとの括弧内は，留学時期と留学先の国を示す。河合と渡辺はドイツ留学中にBOKUで講義を受講したようであり，この時にBOKUの砂防担当教授のワングと互いの国の砂防に関する情報交換をしたものと推察される。Wang（1903）に日本の砂防の情報を河合と渡辺から得たとして紹介されていることは既に知られている。一方で，河合と渡辺が欧州砂防を紹介した資料は見当たらない。持田は「砂防工法」を1917（大正6）年に著しているが，諸戸の「理水及び砂防工学」量水編，本論より遅く，工事編と同年である。また本著は約100ページの簡潔な解説書であり，欧州の砂防技術は環境条件が異なる日本にはそのまま適用できないとの考え方のもとに，利用可能な学理のみを一部引用して説明するという立場をとっている（武居有恒，1981；持田軍十郎，1917）。また，赤木の留学は諸戸に比べて10年以上後である。以上から，諸戸以前にBOKU訪問者もいて，日本の情報が提供されていた部分もあるが，ホフマンの来日と諸戸の留学によって，欧州の近代砂防技術が体系的に日本に紹介されたといえる。

諸戸の欧州留学は，1909（明治42）年1月～1912（明治45）年6月で，当時最先端の砂防技術を学んだ（諸戸，1931）。留学の内容は，諸戸が1914（大正3）年に農商務大臣に提出した「欧羅巴諸国ニ於ケル野渓留工事調査復命書」（諸戸，1915 b，以下，「留学報告書」という）に詳しい。これによると，1909（明治42）年1月27日に東京を出発し，海路で3月16日イタリアのジェノバを経由し，3月18日オーストリアのウイーンに到着した。3年2カ月間欧州に滞在した後，1912（明治45）年5月20日にウイーンを出発し，シベリア鉄道を使って陸路で6月3日に帰国している。アメリゴ・ホフマンが1912（明治45）年6月に任期を終えて帰国していることから，諸戸の留学出発のタイミングはホフマンが日本を発つ約5カ月前ということになる。

諸戸は出発に際し，農商務省より欧州諸国における砂防工事および木材の水運について調査の嘱託を受けている（諸戸，1915 b）。諸戸は当初，欧州各国に行き，砂防工事に関する制度，工事の方法等を調査研究する方針であったが，渡欧後，専門家の意見を聞いてこれを変更し，主にオーストリアに滞在することとしている。これは諸戸（1915 b）によると，オーストリアの砂防工事即ち野渓留工事は，もともとフランスのものを模範としていたが，当時既にこれらに関する技術制度および学術上

の研究はフランスを上回っており，また毎年多額の予算で広く工事を実施しその成績も良好であることから，留学の研究および調査はまずはオーストリアで実施し，ドイツ，フランスおよびスイスでは主に工事を視察した方が適当と判断したことによる。このため，諸戸はオーストリアでの調査が終わった後に，フランス，スイスおよびドイツを視察している。

一方，諸戸の渡欧許可は，1908（明治41）年10月26日の諸戸から文部大臣へ申請した「私費留学願」を受け，文部大臣から請議申出がなされ，同年11月6日に，“東京帝国大学農科大学助教授　諸戸北郎森林理水及砂防工学研究ノ為メ私費ヲ以テ二ヶ年間墺佛両国ヘ留学ノ件閣議決定相成然ルベシ”（国立公文書館アジア歴史センター所蔵，1908）という内容の閣議決定がなされている。これから，公式な目的は森林理水および砂防工学の研究であり，行先はオーストリアとフランスであったが，農商務省から受けた嘱託の内容は目的，訪問先ともに，より広い範囲であったことがわかる。

なお，当初は私費での留学であったが，途中から公費留学となっている（宮内庁宮内公文書館所蔵，1937）。

3.2　欧州留学中の勉学

諸戸は，オーストリア滞在中に，“維納高等地産学校に行き，当該校教授の指導を受け，又オーストリア農務省に行って，山林技術野渓留工事部長ワング氏，その他技師の親切な指導を受けその制度を調査し，又ワング部長に随行してオーストリア各州を回って野渓留工事を視察した”（諸戸，1915 b）と述べているように，当時の慣例で大学教授と行政責任者との併任であったワングから，砂防の理論と実務についての指導を受け，担当技師からも実務について学んだことがわかる。

このようにして勉学あるいは見聞した，オーストリア，ドイツ，フランス，スイスにおける砂防工事の実施体制，砂防技術者の教育方法，砂防工事の方法などと木材の水運について，留学報告書に記している。

なお，諸戸の留学時のオーストリアは，図－1に示す領土を有するオーストリア帝国の時代である。諸戸が彼の書いた論文，報告等でいうオーストリアとは，現在のオーストリアをはじめとし，当時領土に含まれていた現在のイタリア北部，スロベニア，クロアチア，ボスニア・ヘルツェゴビナ，チェコ，スロバキア，ポーランド，ウクライナおよびモンテネグロにまたがる地域である。諸戸は，この内容について大日本山林会誌に数回にわたって報告するとともに，多くの写真をアルバムに残している。

3.3　欧州各地の視察

諸戸が留学中に得た知見については，留学報告書に詳しい。その内容は諸戸が行った現地視察もふまえてのものとなっているが，諸戸自身の著書や論文を含めて現地視察の内容を一覧できるものはない。ここでは，諸戸が大日本山林会誌に発表した「旅行記」にある記述をもとに，その現地視察の内容について俯瞰する。ただし，これらは視察のすべてを網羅しているものではない。

図－1　1913年のオーストリア帝国
（オーストリア砂防事業100年記念誌（1984）に加筆）
Fig. 1　Territory of the Austrian Empire in around 1910
(From Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft, 1984)

1）1910年5月16日～25日（諸戸，1910 a）

諸戸は，“ウイーン高等地産学校第4学年級学生”の修学旅行に同行し，現在のイタリア北東端およびクロアチア北西端にあたる，イストラ（Istra）半島からトリエステ（Trieste），ゲルツ（Görz）に至る海岸地方を視察している。この地域は，現在のイタリア東北部のアドリア海沿岸地域で，カルスト地形の土地である。家事や暖房の燃料のために樹木を伐採したことにより，“石灰岩の瘠地で大部分は非常なる禿山で岩骨を露出，放牧の為殆どが原野”である土地を一行は訪れ，“官民合同の禿瘠地植栽会の黒松植栽地を視察。35年以前に植栽した所で成積頗る良好”と述べており，森林修復の行為は既に始められており（写真－4），その効果が出ていた。2016（平成28）年9月に著者がトリエステ近郊の現地を訪れた際に案内を依頼した当地の森林監督官の話によると，その後森林は相当に復元したが，第二次世界大戦時に暖房用の薪にするために濫伐され再びため壊滅的状況になり，その後再度復旧が図られ現在に至っている。

森林荒廃と復元のこの経過は，原因は別として，日本が江戸期から辿った状況（例えば，太田，2012）と似ており興味深い。

2）1910年8月9日～9月9日（諸戸，1910 b；諸戸，1911 a；諸戸，1911 b）

諸戸は，8月9日～9月9日の1カ月間，夏期休暇を利用し，オーストリアとスイスにおける“野渓留工事及理水工事を実地に就いて研究せんと欲し”（諸戸，1910 c）て視察を行っている。

ザルツブルク（Salzburg）州では，バート・イシュル（Bad Ischl）市周辺のラングバード渓（Langbahtbach），シュヴァルツェン渓（Schwarzenbach），ギン渓（Ginbach），

写真－4 トリエステ近郊の禿癖地植栽会による植栽
（諸戸北郎博士アルバムより，1900年頃）
Photo 4 Reforestation at Karst near Trieste in around 1900
(From Moroto's photos album)

写真－5 シュミッテン渓の砂防堰堤と山腹工
（諸戸北郎博士アルバムより，1900年頃）
Photo 5 Sabo works in Schmitenbach torrent in around 1900
(From Moroto's photos album)

リンド渓（Rindbach）などを，そして（ツェル・アム・ゼー湖（Zell am See）周辺のシュミッテン渓（Schmitenbach）（写真－5）を訪れ，堰堤工事や山腹植栽工事を視察している。さらに，ハライン（Hallein）町で木材管流と製紙工場を視察している。

チロル（Tirol）州では，エッツ谷（Ötztal）のエーデル渓（Ederbach），ブルーデンツ（Bludenz）市周辺のシェーサートベル渓（Schesatobel）を訪れて野渓留工事を視察している。

オーストリアの，下墺州のピッテン谷（Pttental）にあるエドリッツ（Edlitz）村では，前年1909年6月に日本からオーストリアへ戻り当地で避暑中のアメリゴ・ホフマンに会っている。諸戸（1910 b）で，“前東京帝國大学農科大学教師墺国人アメリゴ，ホフマン君に会う。この地方の野渓留工事を視察し同君の説明を聴き大いに得るところあり”と述べているように，ワングや担当技師以外にも，旧知のホフマンに実地で指導を仰いでいる。

スイスでは，農務省山林局長に面談し概要説明を受け，ブリエンツ（Brienz）市近くにありスイスの代表的荒廃渓流であるのラム渓（Lammbach）をはじめ，ルツェルン（Luzern）市近くのムオタ谷（Muotathal），スプライト渓（Spreitbach）などで野渓留工事視察し，ムオト（Muot）山の雪崩留工事を視察している。

諸戸はこの視察において，日本と同様に急峻な地形を有するオーストリアとスイスの渓流工事と山腹工事について知識を深めたと考えられる。

3）1911年5月1日～5月23日（諸戸，1912 a）

諸戸は，5月1日～5月23日に，現在のクロアチアのダルマチア（Dalmatia）地方とモンテネグロの“野渓留工事”を視察している。当時のこの地域一帯は，石灰岩質の禿山であった。

クロアチアのリエカ（Rijeka）港からラーブ（Rab）島（諸戸はイタリア語で“アルベ Albe 島”と記述。以下同様）に渡り，ワング“墺国野渓留工局長”に面会し，島内の野渓留工事施行予定地を視察している。その後，ザダル（Zadar）市（“ザラ Zara 市”），スクラディーナ（Skradina）市（“スカルドナ Scardona 市”），スプリット（Split）市（“スパラト Spalato 市”）などの周辺にある，石堰堤，敷石溝工などの野渓留工事を視察しながら東南下している。

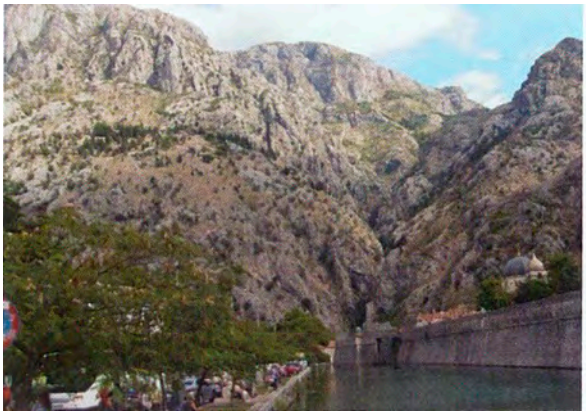
これらの地域は，数百年以前には森林に覆われていたがベニス隆盛時代に船材を伐出した結果，現在禿山となっている旨を記している。

スプリット市でワング局長と別れ，モンテネグロに入り，コトル（Kotor）市（“カタロ Càttaro 市”）におけるアメリゴ・ホフマンの設計による野渓留工事を視察している。この工事について諸戸は，“同氏の吾国への赴任前四箇年此の地に在りて此設計築設に従事せられたもので結果は良好である”と評価している。一方で，“モンテネグロ Montenegro 山に行き野渓留工事視察。此の地はモンテネグロ王国に属し損害を被るのは墺国なり，そこで墺国政府はモンテネグロ王国の許可を得て此処で此工事を施工，しかしモンテネグロ王国民は此の如き危険の土地であるにも拘わらず羊及山羊の放牧をなし益々土地を荒廃せしむ。”と述べており，山地の荒廃の原因として粗放的な放牧が大きなウエートを占めていたことがわかる。モンテネグロの沿岸地域には，写真－6に見られるように現在も斜面中腹に樹木が貧弱な山肌が多く見られる。

諸戸はこの視察において，濫伐や粗放的放牧などによる森林破壊の実態とその対応としての砂防工事について知識を深めたと考えられる。

4）1911年6月5日～6月11日（諸戸，1912 b）

諸戸は，6月5日～6月11日に，“維納高等地産学校林学科第4学年級生のメーレン州及シュレジエン州への修学旅行”に同行している。両州ともにオーストリア帝国の一部で，メーレン（Mähren）州は現在のチェコの東部モラヴァ（Morava）に，シュレジエン（Schlesien）州は現在のポーランド南西部シラスク（Śląsk）にあた



写真−6 モンテネグロ・コトル市のスクルダ川流域の山地状況（2016年）
Photo 6 Mountain slope situation of Sukurda basin in Kotor, Montenegro (2016)

る。この視察には，当時BOKUの実習主任であったレオ・ハウスカ（Leo Hauska）も同行している。ハウスカはホフマンの後任教授で，諸戸が留学中に交友が深かった人物であり（度山，1932 a），日本では砂防堰堤の堤冠厚を決める「ハウスカの式」で知られている（矢野ほか，1968）。視察の内容は，砂防工事のほか，人工造林地，木材加工場，林道工事，森林鉄道などである。

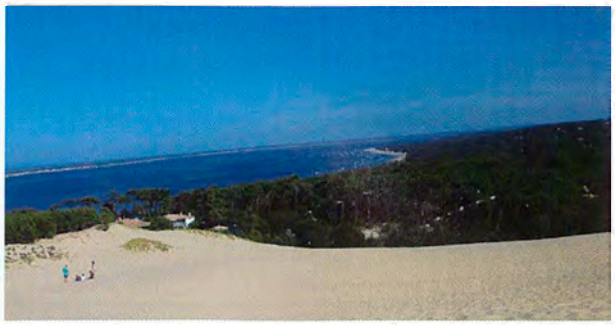
諸戸はこの視察において，チェコやポーランドの丘陵地帯における砂防工事ならびに森林施業と防災との関係について見聞を広めたと考えられる。

5）1912年4月30日（諸戸，1914；度山，1933）

オーストリアでの勉学を終えた諸戸は，フランスを訪れボルドーに近く大西洋に面するジロンド（Gironde）県アルカーション（Arcachon）附近の海岸砂防工事を，地元営林署長の案内で視察している。当地は，“ジロンド河口よりアゾール河口に至る六十一里餘の間ビスケー湾に沿って砂丘線あり。ジロンド州に於ける荒蕪地は州の半分を占め其面積1,410,000町歩あり。ジロンド州に於ける飛砂は数世紀前に於ては天然林の存在に依り固定せられ居りしが其後海岸に存在する森林を亂伐せし為め其伐採後生ぜる材木が土壌を結合し風が之れを動かすを得ざるに至る迄の間は風が内方に砂を吹き飛ばしたり”（諸戸，1914）という状況で，一面の荒廃地であった。

1784年に飛砂を固定するための海岸砂防事業を始めた結果，その約125年後に諸戸が現地を視察した時には，“此地は曩に佛国に於て最も貧弱なる地方なりしが現今は大森林を以て蔽はれ砂丘及沼地は僅少となり木材，テレピン油，樹脂及之れに依る工業到る處に勃興せし”（度山，1933）という状況になった。現在は，古くから存在するピラ（Pilat）砂丘およびその背後地から南北に広大な松林が広がっている（写真−7）。

この海岸線の海岸砂防工事の具体的な工法については，諸戸博士はその著書「諸戸砂防工学」で詳しく述べている（諸戸，1938 d）。諸戸はこの視察において，海岸砂防について知識を深め，理水及砂防工学の海岸編に反映させたと考えられる。



写真−7 飛砂防止のために整備された松林（2014年）
Photo 7 Pine forest grown by works against blown sand (2014)

4．教授就任以降の学務・教育

4.1 諸戸が教授時代の東大砂防講座の陣容

諸戸は，1912（明治45）年6月に約3年半の欧州留学から帰国後，同月19日付けで東京帝国大学農科大学林学第4講座の担当教授となった。ここに，日本人自らが森林理水と砂防工学について教育，研究，技術指導を行う体制づくりが緒に就いたといえる。

諸戸は東大砂防講座担当の教授として，退官するまで講座の体制づくりを行うとともに，教育，研究および技術指導を行った。ここでは，この間に東大砂防講座を内から支えた人物を，「東京帝国大学一覧」（東京帝国大学，1912−1942）より概観する。ただし，途中記録が欠落している場合があり，一つの職の期間を示せていない部分がある。

西垣晋作が，1911（明治44）年から2年間，実科講師として「森林理水及砂防工学計画及実習補助」担当になっている。伊藤武夫が，1914（大正3）年から，実科講師として「森林理水及砂防工学計画及実習，森林測量学実習」担当になり，1919（大正8）年からは講師として同科目を担当，その後1921（大正10）年より2年間フランスへ留学している。伊藤は，1939（昭和14）年〜1942（昭和17）年に東大砂防講座の教授を務めている。石井来太郎が，1923（大正12）年より，講師として「森林理水及砂防工学実習」を担当し，藤井祐人が，1926（大正15）年より，講師として「測量学，同実習」を担当している。櫻井荘三が，1931（昭和6）年より，講師として「森林理水及砂防工学実習」を担当している。櫻井は，1934（昭和9）年に諸戸の停年退官の後を承け，東大砂防講座担任の助教授となり将来を嘱望されていたが，1939（昭和14）年の海外出張中に病になり不帰の人となった（島田錦蔵，1934）。荻原貞夫が，1933（昭和8）年より，実科授業担当として「物理学及気象学」を担当している。荻原は，1938（昭和23）年に東大砂防講座の教授になっている。

以上の人物は助手として諸戸教授を支えていた時期も

ある。他に助手の職にいた人物として，青沼正人（諸戸，1942），後に東京教育大学農学部林学科理水防砂学教授になった藤井眞一（荻原，1944）らがいた。

このように，諸戸の下に講師と複数の助手という陣容で，学生の教育と研究活動が行われた。

4.2 教育

諸戸は，大学では座学はもとより，愛知県，滋賀県等の現場で実習を行い，その指導のもと近代砂防をリードしていく多くの人材が輩出している。

学界では東京大学での砂防教育・研究を受け継いだ伊藤武夫，荻原貞夫，京都大学の砂防工学講座を創立した村上恵二などの研究者を，官界では赤木正雄をはじめ，数多くの研究者と技術者を育てた。その後，他大学にも砂防講座が生れ，新制大学になってさらに講座が増え，砂防の研究者，技術者が，“先輩のあとに続いてぞくぞく誕生するようになった”（日置，1981）。

早尾（1965）によると，明治時代の内務省の砂防の技術者は工学部出身の池田圓男，前川貫一らであったが，諸戸が教授に就任して以降は赤木正雄（林・大正3年卒），蒲孚（林・明治44年卒，土木・大正3年卒）など徐々に林学科出身者が土木局技師になるようになってきた。

写真－8は大正3年度の林学科卒業生一同の写真である。最前列左から3人目が諸戸で，5人目に河合鈺太郎，右から3人目に本多静六ら林学科の教授が写っている。前から2列目の左から4人目は卒業生の赤木正雄である。

学生の砂防と測量の実習については，愛知演習林ができるまでは，各所に出かけ実施していたようである。1894年に創設された東京大学千葉演習林においてはは，「1900（明治33）年3月に千葉演習林で，本科2年，実科2年の道路，測量」の記録があり（根岸ら，2007），測量の実習が行われていた。

愛知県（1916）は，“東京帝国大学農科大学林学科においては，砂防工実地演習に適する土地を本県下に設定する計画なりしが，大正元年，同学講師，西垣晋作氏の林学科2年生を指導し，東春日井郡水野村大字中水野字南山の県有砂防地において，一週間にわたり砂防工の演習を実施せり，面積狭小なるをもって，翌大正2年11月に至り，諸戸主任教授の実地調査をまち，愛知郡長久手村内の砂防県有地約700町歩を演習地と確定し，大学の設計にもとづき大正4年度より砂防工事を実施することとなれり。而して学生は毎年12月中旬より翌年1月中旬にわたり，諸戸教授の実地指導により砂防工および測量の演習を施行するに至れり”と述べている。これから，1912（大正元）年～1914（大正3）年には，愛知県の水野村（現在の愛知県瀬戸市）で，1915（大正4）年より長久手村（現在の愛知県長久手市）で実習が行われていたことがわかる。また，度山（1939）は，“甲賀郡北杣村牛飼字小野谷の県営荒廃林地復旧工事を視察。この工事は大正5年冬に余の指導で東大農学部林学実科1，2年生61名が測量及砂防設計の実習をした所で大正7年に野路区が県費の補助を受けて実施した工事”と述べており，滋賀県北杣村（現在の滋賀県甲賀市の一部）でも実習が行われていた。諸戸が砂防を担当するようになって以降は，毎年実習場所を調整しながら愛知県，滋賀県などで，実習が行われていた。

これに関して，佐藤（1996）は，“愛知県愛知郡長久手村が，砂防工事を多工種にわたって施工をしていたため，見学と研究の場として定期的に利用していたこと，県が巨額な費用を投入して治山治水に対応をしていたこと，さらに東京大学農学部林学科で諸戸北郎教授の教えを受けた者が愛知県庁に多数勤務していたことから，諸戸先生の砂防実習の研修には好都合な条件がそろっていた。”と述べている。愛知県では1901（明治34）年から砂防工事を開始し翌年から大正年間にかけて全国一の補助砂防事業費をもって砂防工事が実施されていたこと（打荻，1981）と，1915（大正4）年頃には諸戸が教授になって3年が経過しており，東大砂防講座設置以降に諸戸の指導を受けた多くの技術者が愛知県に在職し，実習への協力を得られる状況にあったと考えられる。

4.3 演習林

1922（大正11）年に，東大砂防講座の学生実習および森林理水および砂防・治山の研究を目的として，愛知県の城東村（現犬山市）と水野村，赤津村，瀬戸村，品野村（すべて現瀬戸市）にある荒廃した山地を帝室林野局から購入し，愛知演習林が設置された。これには諸戸が関係していた可能性がある（愛知県，1916）。その後，当地では砂防・緑化工事が進められ，今日では愛知演習林のほぼ全域が森林で覆われ，これらの森林および施設は森林に関わる様々な研究教育の場として活用されている（東京大学演習林出版局，2010）。

愛知演習林内においては，森林水文の研究のため，1923（大正12）年に穴の宮量水堰堤，1928（昭和3）年に東山量水堰堤，1929（昭和4）年に白坂量水堰堤と数成量

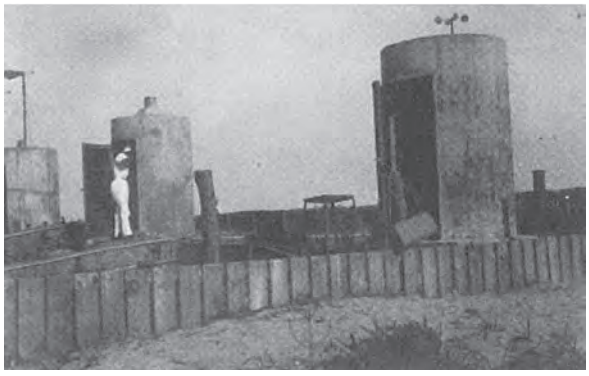
写真－8 東京帝国大学林学科大正3年度卒業生（諸戸北郎博士アルバムより）

Photo 8 Alumni of forestry department, Tokyo Imperial University in 1914 (From Moroto's photos album)

水堰堤が設置された（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所，2013）。数成量水堰堤以外は現在に至るまで量水観測が継続実施されている。これらの量水堰堤の設置にあたっては場所の選定，設計・施工などに諸戸が深く係っている（諸戸，1938 e；野口，1996；櫻井，1937）。

1928（昭和 3）年には，浜名湖の開口部の西側の遠州灘を臨む位置に，静岡県新居町から土地の寄付を受け，海岸砂防の研究を目的とする新居試験地が設置された。現在は，新居町の海岸林の内の約 27 ha が，愛知演習林の 74 林班（新居試験地）である。東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所（2016）によると，1925（大正 14）年に新居町長から東京帝国大学総長宛に試験地設置についての請願書が提出され，これを受けて 1928（昭和 3）年に新居試験地が設置され，強風による飛砂を防ぐための海岸砂防林の造成が開始され，1929（昭和 4）年からは気象観測も開始された（写真－9，10）。なお，1966（昭和 41）年にはこれらは中止されている。諸戸は，新居試験地において砂防植栽の試験工事並びに気象観測のための施設の設置と観測について指導するとともに学生の実習指導を行った。

写真－9 防風垣と砂防植栽
（東京大学生態水文学研究所所蔵）
Photo 9 Hedge and planting along seashore
(Owned by the University of Tokyo)



写真－10 風向・風速観測の気象観測場
（東京大学生態水文学研究所所蔵）
Photo 10 Meteorological observatory of wind vane And anemometer (Owned by the University of Tokyo)

5．まとめ

本論は，近代砂防における諸戸の業績について総覧したものである。諸戸は欧州留学で得た知見を，著書「理水及砂防工学」5 編にまとめるなどにより，日本の近代砂防を体系化するとともに欧州の砂防技術を紹介した。大学において砂防の高等教育の基礎を固め，後進の育成を図るとともに，砂防・治山工事現場において理論に裏付けされた新たな技術の導入と技術指導を行った。さらに，愛知演習林などで量水堰堤の設置と試験を開始するなど，森林水文学の必要性と研究の重要性を世に示した。

このように，諸戸は日本人初の砂防担当教授として，日本の近代砂防の礎を固めるとともにその発展に多くの業績を残した。

諸戸の近代砂防における業績について，新たに分かったと考えられる主なものを以下に示す。

1）諸戸が欧州留学で見聞したオーストリアの砂防工事の地理的範囲は，現在のオーストリア，イタリア北部，スロベニア，クロアチア，ボスニア・ヘルツェゴビナ，チェコ，スロバキア，ポーランド，ウクライナ，モンテネグロに跨る地域であり，後の赤木正雄の留学時のオーストリアの領土より広い範囲である。
2）諸戸より以前に，BOKU に留学をした日本人の砂防専門家が少なくとも 3 人いるが，欧州の砂防工事を体系化した形で，初めて日本に紹介したのは諸戸である。
3）諸戸は，渓流工事における，堰堤下流法勾配を 2 分にすべきであること，流量の計算法，縦断計画の立て方，放水路断面の決め方などの定量的考え方を，初めて日本に導入した。
4）諸戸は，愛知演習林などでの量水観測以外に，雨水の浸透試験や樹冠遮断率の観測を試みた。
5）諸戸は，海岸砂防のための風向・風速などの気象観測を行った。
6）諸戸は，砂防・治山工事の調査と技術指導を数多く行っており，府県などの砂防コンサルタント的な役割も担っていた。
7）諸戸は，現地視察時の写真と見聞録を数多く残しており，これらを分析することで当時の砂防と治山工事の技術などを明らかに出来る可能性がある。

謝　辞

本研究にあたっては，鈴木雅一東京大学名誉教授ほかの「諸戸北郎博士砂防業績研究会」の諸氏をはじめとし，東京大学生態水文学研究所，BOKU のヒューブル（Hübl）教授，諸戸北郎博士の御子孫，一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構ほか多くの方のご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表するものである。

引用文献

愛知県（1916）：愛知県林業報告，第13号，愛知県

Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft (1984) : 100 JAHRE WILDBACHVERBAUUNG IN ÖSTERREICH, 1984, p. 25

Demontzey P. (1878) : Étude sur les travaux de Reboisement et de Gazonnement des Montagnes, Paris Imprimerie Nationale, 422 pp.

大日本山林会（1990）：大日本山林會報告・大日本山林會報・山林　分類総目録，社団法人大日本山林会，867 pp.

度山（1930）：昭和五年五月相州丹沢御料林視察旅行日記，砂防，No. 12，砂防協会，p. 34

度山（1931）：昭和五年冬の豆相震災地視察旅行日記，砂防，No. 16，砂防協會，p. 32-35

度山（1932 a）：昭和六年欧米旅行記（第二回），砂防，No. 23，砂防協會，p. 39-56

度山（1932 b）：昭和六年欧米旅行記（第五回），砂防，No. 26，砂防協會，p. 35-44

度山（1932 c）：昭和七年初夏の丹澤及箱根御料地砂防工事調査旅行日記，砂防，No. 25，砂防協會，p. 32-35

度山（1933）：昭和6年欧米旅行記，砂防，No. 27，砂防協會，p. 26-37

度山（1934 a）：丹沢御料地視察日記，砂防，No. 37，砂防協會，p. 39-41

度山（1934 b）：第十五回農林省主催荒廃林地復舊技術講習會，砂防，No. 38，砂防協會，p. 23-25

度山（1935 a）：懐古録，砂防，No. 41，砂防協會，p. 37-50

度山（1935 b）：東京市水道水源林視察旅行記，砂防，No. 39，砂防協會，p. 29-36

度山（1936）：昭和十一年秋の多摩川水源地旅行日記，砂防，No. 49，砂防協會，p. 32-35

度山（1939）：昭和十四年春の兵庫，滋賀両県下砂防工事視察旅行日記，砂防，No. 67，砂防協會，p. 31-38

度山（1940）：昭和十四年秋の東京営林局管内砂防工事視察旅行日記，砂防，No. 69，砂防協會，p. 25-33

度山（1943）：帝国治山治水協會主催第七回荒廃林地復舊技術講習會実習旅行記，砂防，No. 91，砂防協會，p. 35

日置象一郎（1981）：砂防事業100年によせて，砂防学会誌（新砂防），Vol. 34，No. 1，p. 1-2

早尾丑麿（1965）：林政50年－林業技術者の歩んだ道，日本林材新聞社，p. 151-156

国立公文書館アジア歴史センター所蔵（1908）：諸戸北郎の留学に係る閣議決定決裁文書

宮内庁宮内公文書館所蔵（1937）：明治大正年間雇外国人教師人名録　下，p. 155-156，p. 161-163

持田軍十郎（1917）：砂防工法，益友社，98 pp.

諸戸北郎（1910 a）：南墺旅行所感，大日本山林會報，No. 333，大日本山林會，p. 11-29

諸戸北郎（1910 b）：明治四十三年夏期修學旅行所感，大日本山林會報，No. 337，大日本山林會，p. 25-38

諸戸北郎（1911 a）：明治四十三年夏期修學旅行所感（承前），大日本山林會報，No. 339，大日本山林會，p. 15-27

諸戸北郎（1911 b）：明治四十三年夏期修學旅行所感（承前），大日本山林會報，No. 340，大日本山林會，p. 17-27

諸戸北郎（1912 a）：墺国ダルマチア州（Dalmatien）及ボスニア，ヘルチエゴビナ州（Bosnien und Herzegowina）旅行日記及所感，大日本山林會報，No. 350，大日本山林會，p. 19-26

諸戸北郎（1912 b）：明治四十四年六月墺國メーレン州及シユレシェン州修學旅行日記及び所感，大日本山林會報，No. 351，大日本山林會，p. 19-26

諸戸北郎（1914）：佛国ジロンド州に於ける海岸砂防工事の効果に就て，大日本山林會報，No. 468，1914，大日本山林會，p. 16-22

諸戸北郎（1915 a）：理水及砂防工学量水編，三浦書店，256 pp.

諸戸北郎（1915 b）：欧羅巴諸国ニ於ケル野渓留工事調査復命書，農商務省山林局，279 pp.

諸戸北郎（1917 a）：理水及砂防工学工事編，三浦書店，p. 147-149

諸戸北郎（1917 b）：理水及砂防工学工事編，三浦書店，p. 30-52

諸戸北郎（1917 c）：理水及砂防工学工事編，三浦書店，p. 161

諸戸北郎（1918）：理水及砂防工学設計及実例編，三浦書店，p. 20-31

諸戸北郎（1923）：神奈川縣震災地視察旅行所感，大日本山林會報，No. 493，大日本山林會，p. 36-48

諸戸北郎（1925）：地震ト山地ノ崩壊トニ就イテ，震災予防調査会報告　第百号（乙），震災予防調査会，p. 79

諸戸北郎（1931）：砂防工事の回顧，山林，No. 582，大日本山林会，p. 38-41

諸戸北郎（1937）：多摩川流域森林治水に関する座談会記録，砂防，No. 52，砂防協會，p. 2-4

諸戸北郎（1938 a）：諸戸砂防工学，成美堂書店，p. 326-328

諸戸北郎（1938 b）：諸戸砂防工学，成美堂書店，p. 96-97

諸戸北郎（1938 c）：諸戸砂防工学，成美堂書店，p. 305-311

諸戸北郎（1938 d）：諸戸砂防工学，成美堂書店，p. 462-463

諸戸北郎（1938 e）：諸戸砂防工学，成美堂書店，p. 75-76

諸戸北郎（1939）：東京帝国大学名誉林学博士諸戸北郎講演・森林と治水，財団法人啓明會第八十八回講演集，財団法人啓明會事務所，p. 20-21

諸戸北郎（1942）：帝国治山治水協會主催第二回荒廃林地復舊技術講習會旅行記，砂防，No. 81，砂防協會，p. 47-53

村上恵二（1955）：わが国における砂防の推移，新砂防，16，p. 1-7

根岸賢一郎，丹下　健，鈴木　誠，山本博一（2007）：千葉演習林沿革史資料（6）－松野先生記念碑と林学教育事始めの人々－，演習林第46号，東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林，p. 88

西本晴男（2013 a）：昭和初期の会誌「砂防」について，砂防学会誌，Vol. 65，No. 6，p. 70-73

西本晴男（2013 b）：「砂防」発刊の経緯と内容，「砂防」復刻版発刊について，砂防学会，p. 3-6

西本晴男・鈴木雅一・小山内信智・執印康弘・堀田紀文（2015）：日本の近代砂防と諸戸北郎博士，平成27年度砂防学会研究発表会概要集 B, P. 166-167

西本晴男・鈴木雅一・阿部拓実（2016）：写真比較による多摩川上流部における荒廃状況の変遷，平成28年度砂防学会研究発表会概要集 A, p. 448-449

野口陽一（1984）：歴史としての森林影響研究（Ⅲ），水利科学，No. 159，p. 44

野口陽一（1996）：演習林百周年にあたり愛知演習林の思い出と森林流域試験のことなど，東京大学演習林100周年記念（3），演習林第34号，p. 41-56

荻原貞夫（1944）：「砂防」編輯の思ひ出，砂防，o. 93，砂防協會，p. 5-7

太田孟彦（2012）：森林飽和，NHK出版，254 pp.

櫻井荘三（1937）：愛知県演習林に於ける流出量測定結果に就いて（豫報），東大演習林報告，No. 25，p. 37-61

佐藤修（1996）：秩父演習林・愛知演習林の思い出，東京大学演習林100周年記念資料（3），演習林第34号，東京大学演習林，p. 33-36

島田錦蔵（1934）：櫻井荘三君の逝去を悼みて，砂防，No. 64，p. 1-3

砂防学会誌，Vol. 70，No. 5，p. 15－23，2018

総　説

近代砂防草創期の砂防教育事情

Condition of the education on SABO in the incipient period of modern SABO

西　本　晴　男*
Haruo NISHIMOTO

Abstract

In 1900, the Laboratory of Forest Hydrology and Erosion Control Engineering (SABO) was founded in the Imperial University of Tokyo (present the University of Tokyo), which was the first educational organization for studying and learning this field. I have considered the educational system of SABO in about 15 years since around 1900, the process of discussion for founding the Laboratory of SABO, the process of choosing suitable foreign teachers and the educational conditions before Dr. Kitao MOROTO who was the first Japanese professor at the Laboratory of SABO. In Japan, we did not have an educational system for SABO before 1900, however, some experts in forestry science qualitatively commented that the functions of the forest were to protect sediment runoff and preserve water resources. Because at the end of the 19 th century, many sediment disasters occurred, SABO law was enacted in 1897, and the educational system of SABO was established in the Forest Science Department, the Imperial University of Tokyo, through promotional activities of Prof. Shitaro Kawai and persons involved. As the first foreign instructor for teaching SABO, Karl Hefele was chosen and came to Tokyo in 1901. He did not have much knowledge about SABO, then he returned to Germany only two years later. After then Amerigo Hofmann became a teacher at the Laboratory of SABO and stayed in Tokyo for about five years. He left great achievements of not only "Hofmann works" in Seto City but also many documents including those published in Austria and in Italy after coming back to Europe. Dr. Kitao Moroto supported Hofmann's performances in Japan as an associate professor. In this paper the condition of the education on SABO is described in the incipient period of modern SABO on the basis of the literature and field investigations. This paper will contribute to the future exchange between Japan and European countries in the field of SABO based on these historical relationships.

Key words：laboratory of forest hydrology and erosion control engineering, education on SABO, foreign teacher, Karl Hefele, Amerigo Hofmann, Kitaro Moroto

1．はじめに

日本で最初の，森林理水および砂防工学を専門とする講座（以下，「砂防講座」という）が，1900（明治33）年に東京帝国大学農科大学の林学第四講座として設置された。この講座設置前から大正時代にかけての砂防教育事情については，武居（1991）や太田（2010）などに述べられている。

他の大学等の砂防教育事情について見ると，1911（明治44）年に東北帝国大学，1925（大正14）年に京都帝国大学，1937（昭和12）年に九州帝国大学に砂防講座が設置されている。ただし，東北帝国大学では砂防の指導者が置かれたのは昭和20年以降である。また，1903（明治36）～1924（大正13）年にかけて，盛岡，鹿児島，三重，宇都宮，宮崎，岐阜の高等農林学校が設立され，また東京帝国大学農科大学に林学実科が設置され，大学4校，専門学校7校で砂防の講義が実施されるようになった。こうして，教育研究は質・量ともに充実し，技術の向上と事業の発展に寄与する多数の人材が輩出されるようになった（例えば，武居，1981）。

こうした経過の中で，日本最初の砂防講座設置前後の砂防教育の実態，講座新設に向けての議論過程，外国人教師の人選，その後の1912（明治45）年に諸戸北郎が砂防講座担当教授になるまでの砂防教育の事情について詳しく論じたものはこれまでない。

明治20年代後半に水害が多発したことから，1897（明治30）年に砂防法が制定され，これに続くかたちで砂防講座が設置されたことをふまえると，初めて砂防講座が設置された経緯とその後の講座体制を確立させる過程を俯瞰することは，近年土砂災害が頻発する状況から，将来にわたる砂防教育体制の充実を考える上で意義あるものと考える。

本論では，史料調査ならびに現地調査により得た新たな知見をふまえ，1900年前後から明治時代末にかけての，大学における砂防教育事情について取りまとめた。

なお，本論でいう「オーストリア」とはオーストリア－ハンガリー二重帝国時代（1867－1918）のオーストリア帝国を指す。写真の出典として記している「諸戸北郎

＊　正会員　筑波大学大学院生命環境科学研究科　Member,University of Tsukuba（nishimoto.haruo.fp@u.tsukuba.ac.jp）

博士アルバム」は，諸戸が残し，東京大学森林理水及び砂防工学教室が所蔵している写真アルバムを指す。また，引用文献における「度山」とは諸戸のペンネームである。

2．日本初の砂防講座ができるまで

2.1 砂防講座設置以前の砂防教育

日本では砂防講座は農学部の林学専攻の学科に置かれている。日本の林業試験研究は，1877（明治10）年に松野 磯が中心となり内務省樹木試験場が開設されて始まり，その後農商務省に移管された後，1982（明治15）年には，東京山林学校が開校されている（福島，2010；小林，2010）。明治時代前期は林学の草創期であり，砂防は研究分野・技術として確立されていない時期である。松野はドイツに留学し，日本人として初めて近代林学を学び，1875（明治8）年に帰国後，近代的林業を行うためには，技術者の養成と学問研究が不可欠であると考え，林学教育体制の確立に力を注いだ。

東京山林学校は1886（明治19）年に東京農林学校となり，1890（明治23）年に東京帝国大学農科大学となる。東京山林学校と東京農林学校では，松野と同様にドイツ留学帰りの中村弥六と志賀泰山の合わせて3人の日本人教授に，外国人教師オイスタッハ・グスマン（Eustach Grasmann），ハインリヒ・マイエル（Heinlich Mayer）が加わり，林学教育が行われた。この当時の教育内容を見ると，1890（明治23）年の林学科の科目に，森林土木学，森林利用学，地質及土壌学などはあるが(根岸ら，2007)，砂防に関係する科目はない。

松野は，1889（明治22）年8月に発生した熊野川・紀ノ川の大水害について論じた「暴流論」という題目の論文を書いている。この中で松野は，当時は用語として成立していなかった「土石流」（西本，2011）を，“ドイツにおいてウ井ルドバハ（暴流の義）と唱えるもの”と記し，植生が少ない山岳地帯に降った雨により，土石流が発生・流下し被害を惹起する過程を述べている。この「ウ井ルドバハ」はドイツ語の「Wildbach」をカタカナ表記したものである。松野（1891）では，フランスのアルプス地方では“暴流”の発生を防止するため，上流域での森林伐採と放牧を制限していることを述べている。さらに，松野が木曽地方の山林を調査中にデレーケ（Johannis De Rijke）と偶然出会った際に聞いた，ライン川上流のオーストリアとスイスの森林保護政策と下流域への影響についてのデレーケの談義を紹介している。また，1891（明治24）年10月の濃尾大地震のあと，現地調査を行い「震原意見」を総理大臣宛に提出したことを述べている。松野がこの論文を書いた背景として，松野自身は砂防の専門家ではないが，林学の専門家として山林には国土保全という重要な機能があることを認識していたことによると考えられる。

当時の海外に目を向けると，19世紀の後半以降フランスの山岳地帯で盛んに砂防工事が行われ，1878年には，プロスパー・デモンゼー（Prosper Demontzey）が砂防工事指導書を著した。この中で，渓流理論としての渓床の安定勾配などが既に論じられていた（デモンゼー，2017；Demontzey, 1878）。その内容はいち早くオーストリアに取り入れられ，オーストリアでもアルトフア・ゼッケンドルフ（Arthur Zeckendolf），フェルディナント・ワング（Ferdinand Wang）などの砂防工事，砂防工学の指導者が現れた（野口，1980）。

日本では，1892（明治25）年以降の数年間において，ドイツ留学をした本多静六と川瀬善太郎が帰国後，林学教育に加わった。彼らが行った講義の内容は不明であるが，本多静六の「国家と森林の関係・林政学・前編」」(明治27年)，同「増訂林政學」（明治36年）や川瀬善太郎の「林政要論」（明治36年）では森林に土砂扞止機能や土砂流出防止機能があることを述べている。ただし，その機構や対策工などの技術的な記述はなく，森林機能の定性的な一般論にとどまっている（本多，1894，1903；川瀬，1903）。これらから，砂防講座が設置される1900（明治33）年頃までは，学問としての砂防の教育はなされていなかったと考えられる（西本ら，2015）。

2.2 砂防講座の設置経緯

1900（明治33）年4月に，東京帝国大学（以下，原則として「東京大学」という）に砂防講座が開設された背景については，野口(1980)，武居(1981)，太田(2010)などに詳しい。

太田（2010）は，本来実学であるこのような学問領域が，最高学府たる大学における林学の一講座として取り上げられるようになった背景として，1896（明治29）年の河川法の制定に続く翌1897（明治30）年の森林法と砂防法の成立があるとしている。江戸時代以来の土砂留め技術が，デレーケなどの指導によるヨーロッパ由来の河川改修工法と融合してでき上った明治時代中期の砂防技術は，内務省の現場技術者の努力に負うところが大きい。そして，砂防法が前年の関東地方の水害によって必要性を増し緊急に上程成立したものであり，森林法もその成立過程で水害を意識したものであったことが，林学の第四講座として砂防講座が認められた要因であるとしている。

また，鈴木（2000）は砂防の講座が林学科の中に設置された理由について次のように述べている。1900年当時の「荒れ地」の面積が1985年のそれに比して著しく大きく，荒廃した山地の復旧と山地の保全に対する強いニーズが存在していた。そこで，森林管理の専門家養成のために，教育組織，教育体系を形成する過程において，先行して設置された3講座（森林経理学，造林学，林政学）に加えて山地保全を担当する講座が設置された。

さらに，武居（1991）と太田（2010）は，砂防講座の専門領域として「森林理水」と「砂防」が並列的に掲げられたのは，当時の「森林法」の中で重要な部分を占めている「保安林制度」に関し，その意義を学問的に明確

にして森林行政の基礎を固めようとした意図があったと考えることができるとしている。

次に，東京大学の砂防講座設置に大学内で深く関与したのは，当時森林利用学を担当していた河合鉄太郎と考えられる。河合は1899（明治32）年～1903（明治36）年に，ドイツとオーストリアに留学しており（東京帝国大学，1899；東京帝国大学，1902），1901（明治34）年にウィーン農科大学（正式名 Universität für Bodenkultur。以下，「BOKU」という）で学んでいる。同大学でワングの講義を聴講し，砂防に関心を持っていた可能性がある。諸戸（1931）は，“明治32年に，河合先生がオーストリアのウィーン市にある高等地産学校にならって，砂防工学を我国の山林学校の課程に入れることの必要性を主張された”と述べている。このことからも，河合の貢献が大きかったことがわかる。

3．明治時代の東京帝国大学砂防講座

3.1　初代教師の選考

1900（明治33）年に東京大学に砂防講座が開設されたものの，当初は砂防を講義できる日本人がいなかったため，外国人を御雇教師として招聘している。

この時期の事情について，伊藤（1942）は次のように述べている。“本講座の内容たる森林理水及砂防工学の講義は，最初はドイツ人のカール・ヘーフェル（Karl Hefele），次いでオーストリア人のアメリゴ・ホフマン（Amerigo Hofmann）が担当した。ヘーフェルは造林学及び森林経済学に造詣深い人に過ぎなかったが，ホフマンは砂防工学の専門家で豊富なる経験を有し，我国砂防界の為に大いに貢献するところがあった。愛知県瀬戸市に現存し，ホフマン工事の名称が付けられているのは彼の所説の現れであって，我国砂防技術上の好参考資料となっている。次の授業担当者教授である河合鉄太郎は，愛知県より砂防工事設計の嘱託を受け，同県下の砂防工事に貢献するところがあった”。このように伊藤は幾分控え目な表現で，ヘーフェルが砂防に関する十分な知識を有していなかったことを示唆している。ヘーフェルの後に来日したホフマンは砂防が専門であり，ホフマン工事をはじめとする大きな業績を残した。なお，ホフマンが帰国した後，諸戸が担当教授になるまでの間は，河合が講座の授業を担当した（右田，1917）。

砂防が専門でないと推察されるヘーフェルが，砂防講座の最初の教師として選ばれたのは，なぜであろうか。ヘーフェルが1901（明治34）年1月に着任していることから，その人選が行われたのは砂防講座ができる1900（明治33）年あるいはその前年までさかのぼると考えられる。この当時の林学科教授は，川瀬善太郎と本多静六であり，助教授として河合鉄太郎，右田半四郎，諸戸北郎，講師として志賀泰山がいた（表－1）。このうちドイツ留学経験者は本多，川瀬，志賀である。工学的側面もあるという意味で砂防に近い森林利用学が専門で，かつ

表－1　1900年頃の東京大学林学科教授等と海外留学
Table 1　Professors of forestry science department who studied abroad in around 1900

氏名	生年	専門分野	帰国後所属先	教授等の期間	留学期間	留学先
志賀泰山	1854	林学全般	農商務省技師試補	教授 1890～1893 講師 1893～1900	1885～1888.11	ドイツ
村田重治	1861	（官吏）	農商務省山林局林政課長		1900.3～1901.5	ドイツ オーストリア
川瀬善太郎	1862	林政学	東京大学教授	教授 1895～1924	1892～1895	ドイツ
河合鉄太郎	1865	森林利用学	東京大学教授	助教授 1894～ 教授 1903～	1899～1903	ドイツ オーストリア
本多静六	1866	造林学	東京大学助教授	助教授 1892～1900 教授 1900～1927	1890.3～1892.5	ドイツ
右田半四郎	1869	林政学	東京大学教授	助教授 1895～1907	1903～1906	ドイツ オーストリア
諸戸北郎	1873	理水及び砂防工学	東京大学教授	助教授 1899～1912 教授 1912～1934	1910.3～1912.6	ドイツ オーストリア 他

（注）幕末明治海外渡航者総覧（手塚　晃・国立教育会館編集，1992）ほかより作成

砂防講座設置に熱心であった河合は1899（明治32）年に留学に出発しており，人選が本格化した時点で留学中であった可能性がある。諸戸は1899（明治32）年8月に助教授になったばかりで，かつ留学経験もまだなかったことから，発言力は小さかった可能性がある。

以上から，初代教授の選考に係わった可能性のある人物として，当時の教授，助教授，講師であった川瀬，本多，河合，右田，諸戸および志賀を挙げることができるが，最終的に判断したのは川瀬，本多の両教授と砂防講座設置に係わりの深かった河合の3人の可能性が考えられる。この3人は，大学教員でかつヘーフェル着任時にドイツへ留学経験があるか，あるいは留学中であった。後述するように，他にオーストリアの砂防経験豊富な行政官が教師の候補として応募をしていたこと，一方でヘーフェルは砂防が専門でなかったことをふまえると，人材の専門性より博士の学位を有するという学術的側面を重視すべきであるとの考え方から，林学教育の先進国ドイツから招聘することになったと推測される。

このあたりの経緯について太田（2010）は，ヘーフェルは本多静六と親交があったので，松野磵，中村弥六，グスマン，マイエル，志賀泰山，本多静六，川瀬善太郎と続く，ミュンヘン大学森林植物学ハルティッヒ教授を軸とするルートによる招聘であったと推測されると述べている。この人選の時期より以前には，当時の砂防先進国であるオーストリアへ留学した者がほとんどいなかっ

た（手塚晃・国立教育会館編集，1992）ことから，当時としては，林学先進国のドイツから招聘することに決定されたと推測される。なお，栗原（1957）では，明治32年にドイツを訪問しマイエルに会っている農商務省の村田重治が，行政官としてこの人事に関係している可能性があるとの見方をしている。

諸戸は，留学中にオーストリア国内を視察した際の報文で，“シュレジエン州野渓留監督署ハーニッシュ（Hanisch）氏と同宿する。同氏より，おおよそ10年前に東京帝国大学農科大学林学科に野渓留講座が新設されるにあたって，外人教師を傭聘している際の応募者の一人であったが，ヘーフェル氏に確定し，ハーニッシュ氏は不幸にしてその選考に洩れたことは実に残念であったとの懐旧談を聞いた”（諸戸，1912）と記している。このことから，砂防講座の初代御雇教師として，“ハーニッシュ（Hanisch）”という名前の候補者がいたことがわかる。

筆者は，2014（平成26）年9月，オーストリアの農林省にマリア・パテック（Maria Patek）砂防部長を訪ね，諸戸の報文の中にある，“ハーニッシュ（Hanisch）”についての情報提供を依頼した。後日，オーストリアのケルンテン（Kärnten）砂防事務所のオイゲン・レンガー（Eugen Länger）氏から，ハーニッシュについての情報がメールで送られてきた。これには，“ベルトールド・ハーニッシュ（Berthold Hanisch）氏は，1865年生まれである。1892年に砂防事務所に奉職した。1907年に現在のチェコ共和国オパヴァ（Opava）にあるシレジア（Silesia）事務所の所長となる。第一次世界大戦後，シレジアがチェコスロバキアとポーランドに分割されたため，ハーニッシュ氏はオーストリアに帰国し，グラッツ（Graz）市にあるシュタイエルマルク（Steiermark）砂防事務所の所長となる。1922年に退官した”（原文は英語，著者訳）と記されていた。なお，この文中に出てくる“シレジア（Silesia）”とは，（諸戸，1912）にあるドイツ語カタカナ表記の“シュレジエン州”（Schlesien）の英語名で，現在のチェコ北東部からポーランド南西部にかけての地域を指す，第一次世界大戦以前の地域名称である。

ハーニッシュは1865年生まれであるので，砂防講座ができた1900年時点で35歳である。年齢的に見ても，1863年生まれ，37歳のヘーフェルと近い。2人の違いはヘーフェルがドイツ人で，1893年より大学勤務をしており博士の学位を有していたが砂防が専門ではなかったことに対して，ハーニッシュはオーストリア人で砂防事務所勤務の官吏であり砂防が専門であったことである。

また，ハーニッシュは1900年時点でオーストリアの砂防技術者となってから8年が経過していたことになる。ヘーフェルの後に，砂防講座の教師となったアメリゴ・ホフマンが着任時点で，年齢が29歳でオーストリアの砂防技術者としてのキャリアが6年半であったことと比べても，ハーニッシュは初代教師として十分に有資格者であったといえる。

3.2 カール・ヘーフェル

宮内庁所蔵（1937 a）では，砂防講座の最初の教師であるカール・ヘーフェルは，“明治34年1月から明治36年9月まで2年8ヶ月間の期限を以て雇入れ”，そして“明治36年6月雇満期前解任帰国”と記されている。当初の期限の3ヶ月前に離日しているが，この理由は不明である。

ヘーフェルは，1896年にドイツのミュンヘン大学の講師となり，森林保護学，特に砂防工学の講述を担当し又測樹学の講述を担当していたが，ミュンヘン大学時代における彼の専門が砂防工学であるかどうか定かではない。明治34年1月に東京帝国大学に招聘され，林学通論および砂防工学の講座を担当しながら，時事問題として森林経済について詳論を行うとともに，日本各地の森林視察を行って，林業に関する適切なる意見を発表したとされている。そして約3年間の活動の“意見の読述”として7項目が示されているが，その最後に「森林及理水」が記されている（宮内庁所蔵，1937 a）。

この中にある，“意見の読述”の原文を発掘していないので詳細は不明である。最後の「森林及理水」の「理水」のみが，砂防に関するものであることから，彼が砂防の専門家であったかどうか，また砂防講座担当として業績を残したかどうかは不明である。

ヘーフェルの日本における業績に関して詳しく述べているのは，筆者が入手できた資料では，宮内庁所蔵（1937 a）と諸戸（1912）のみである。諸戸（1912）は，ヘーフェルの講義と彼を日本に招聘したことに関して極めて痛烈な批評をしている。すなわち，“全く工学的知識のないヘーフェル氏の誤魔化し的な海防工の講義のために，3年間が無駄になったことは，我国の林学にとって実に残念なことである。（中略）今や日本の林業界には野渓留工事の知識を有する人が多数必要であるが，その数は少なく土木学を修めた者が野渓留工事に携わるようになった現状を考えると，10年前のこの外国人教師の

写真－1 東京大学林学科設置当初の教員と学生
（諸戸北郎博士アルバムより）
前列左から2人目が諸戸，4人目がヘーフェル

Photo 1 Members of forestry department, Tokyo Imperial University during 1901 and 1903
(From Moroto's photos album)

選考は日本の林学の盛衰に大きく関係する問題である。10年前の当時は深くこのことを考える者が無かったために，10年後の現在は大変不都合な結果となってしまった。人物の選考は特に慎重に行なわなければならない"と記している。ヘーフェルの行った砂防の講義が稚拙であったことと，新設の東大砂防講座の外国人教師人選のまずさを指摘し，さらにこの人選が日本の砂防学の発展を遅らせたことを嘆いている。諸戸自身がヘーフェルの講義を聴いていたであろうことから考えると，最初の外国人教師の人選の議論に参画できなかったことへの歯がゆさを感じていたのではないかと推察される。

写真－1は，ヘーフェルが日本滞在中（1901年1月～1903年6月）の東京大学林学科における写真である。前列左から2人目から順に，諸戸，川瀬，ヘーフェル，前列右から3人目に本多，5人目に志賀が写っている。

大学の教員名が記載されている，東京帝国大学一覧において，「林学第四講座担任」という形で砂防講座担当教員が示されるのは，諸戸が教授になった直後の1913（大正2）年印刷のものからである。それ以前は，ヘーフェールは「教授及教師」のところに，「林学　カール・ヘーフェル」と記されており（東京帝国大学，1902）。ホフマンについても同様である。また，諸戸は「助教授」のところに「林学　諸戸北郎」と記されており，担当講座は明記されていない。（例えば，東京帝国大学，1911）。

ヘーフェルと諸戸の関係を述べたものは他に見出していないので，写真－1における2人の位置関係から，諸戸が砂防担当の助教授としてヘーフェルを補佐していたことが推測できる。なお，右の柱には「林学科」と書かれた看板が掛かっている。

3.3　アメリゴ・ホフマン

3.3.1　アメリゴ・ホフマンの経歴

ヘーフェルが，1903（明治36）年6月に帰国後，1904（明治37）年5月に，オーストリアからアメリゴ・ホフマンが砂防講座担当の教師として招聘された。

宮内庁所蔵（1937 b）によると，ホフマンは1875年にトリエスト市（現在のイタリア東北部に位置）に生まれた。ウィーン農科大学で当時の教授であるワングの指導を受け，1897年に22歳で卒業後，オーストリア政府の森林官となり，砂防工事現場で経験を積んだ。その後，恩師のワングに日本で砂防を教えることを勧められ，1904（明治37）年5月に来日し，1909（明治42）年6月までの約5年間，砂防講座の講義と実習を担当し，学生を指導するとともに，創設間もない砂防講座の充実に努めた。研究においては，日本各地を巡るなど調査・資料収集を行い，その研究成果を各種雑誌に掲載して公表するとともに，特別講義として学生に講授し，森林理水及砂防工学分野の発展に貢献した（宮内庁所蔵，1937 b）。

これまで，ホフマンの日本における業績について，東大砂防講座の2人目の外国人教師を務めたことと，愛知県瀬戸市に現存する，ホフマン工事を指導したことのみが語られてきた（例えば，武居，1991）。また，オーストリア帰国後については，1910年オーストリア農業省渓流対策局に所属したのち，1718年ウィーン農科大学渓流対策学（砂防工学）の教授になり，1920年に彼の祖国イタリアの森林局に転任し，1927年イタリア国有林長官になっている。その後，1934～1935年にボローニャ大学で教鞭をとった。これまで日本では，これらの経歴については述べられているが，その具体的内容については述べられていない（例えば，太田，2010）。

筆者はここ数年において，アメリゴ・ホフマンについて，彼の欧州での業績や日本での活動などについて多くの情報を収集することができた。具体的には，ホフマンの著書，出身大学による功績文書，オーストリアとイタリアで出された書籍，家族による回想録，子孫が所有している写真，諸戸によるホフマン関係の著述などである。

本項では，これらを基に，日本における業績の概要を述べることとし，その詳細と欧州における業績については，別の機会に紹介したいと考えている。

3.3.2　ホフマンの日本における業績

ホフマンは，ホフマン工事をはじめとする砂防工事の指導を行ったほか，日本国内はもとより朝鮮，台湾へ調査に赴いている。その土地や人，森林植生，地質など幅広く研究し，多くの著作論文を残している（宮内庁所蔵，1937 b）。これらの成果物が日本国内では発掘されていないが，帰国後はオーストリアとイタリアにおいて日本の砂防工事を紹介している（例えば，Hofmann A., 1913）。

宮内庁所蔵（1937 b）は，ホフマンが日本滞在中の調査研究活動とその報告等について，"ホフマンは，常に講学の余暇を利用して研究のための視察をした。即ち彼は約6年間の在任中に，延べ320日をかけて視察旅行を行い，日本各地を踏破しただけでなく，遠く朝鮮，台湾にまで行った。この視察の結果をふまえて，以下の有用な著作論文を著述するという顕著な業績を残した。

1　日本に於ける旅行見聞記
2　日本森林樹種を欧米に移植する問題について
3　韓国における森林産物について
4　日本の河川及礫流
5　砂礫流下の点より為したる日本河川の分類
6　蓄水溝について
7　日本山腹修繕工事について
8　日本森林の材木
9　日本に於ける森林所有及施業状態
10　日本に於ける森林利用及木材商業
11　日本に於ける林政及森林法律について　"

と記されている。視察旅行をふまえて，11項目の論文を著作したことがわかる。

この中で，砂防に関するものは，「4 日本の河川及礫流」「5 砂礫流下の点より為したる日本河川の分類」「6 蓄水溝につき」および「7 日本山腹修繕工事につき」であり，自らの専門分野について多くの業績を残すととも

に，日本および周辺国の森林と林業についても多くの論述をしている。

ホフマンは，日本国内は北海道から中国・四国地方にかけて，また朝鮮半島と台湾まで足を延ばしているが，現地調査を行ったことを確認できるものは国内にほとんどない。筆者が見出したものとしては，ホフマン工事関係を除けば，諸戸が度山（1940）において，“昭和14年度新潟県土木課で築設の練積堰堤を見る。夕刻高崎着。明治37年7月に余は墺国人ホフマン君と共に，東大学生を指導して木曾に行く途中高崎に一泊したことがある”と述べているものだけである。これから，学生の指導のために，ホフマンが長野県へ調査出張を行っていることがわかる。

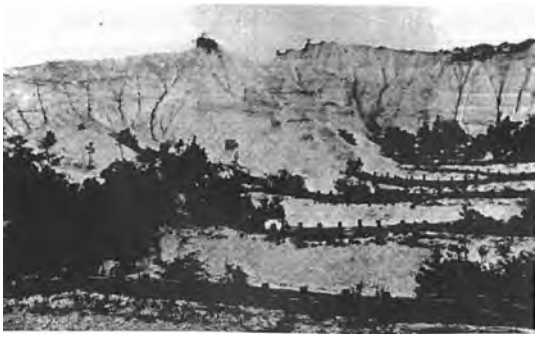
一方で，ホフマンはこれらの調査をもとに，1913年（帰国4年後）にドイツ語で，「Aus den Waldungen Des Fernen Ostens」（極東の森林から）を著述しており，この著書にある写真から前述の各地へ赴いたことを明らかにできる。ホフマンはこの著書で，日本各地はもとより，朝鮮半島と台湾も含めて森林と林業を紹介するとともに，愛知県瀬戸地方や滋賀県の砂防工事を紹介している（Hofmann，1913）。

次に，筆者が確認した日本における唯一のホフマンの講演記録についてふれる。1907（明治40）年の大日本山林会の記念大会で，ホフマンは東大教師として「日本の砂防工に付いて」と題する講演を行っている。ホフマンはおそらくドイツ語で講演を行ったようで，講演者名の横に川島明八通訳と書かれている。なお，川島明八は東京大学林学実科の授業担任の職にあった人物である（東京帝国大学，1907）。この講演録の中に次の記述がある。“日本のような山岳の多い所では，種々の原因は結びあって砂流の発生を容易にして，かつそれによる災害を多数発生している。即ち山間の渓谷より流れ出る場所の砂流は集約的な産業が行われている土地に氾濫してこれを流出させている。砂流はこれを放置すれば，年々その破壊力を増す事はこれによる損害の増加によって知ることが出来る。砂流に対して砂防工事を実施することは目下の重要な事業である”（ホフマン，1907）。日本では山地からの土砂の流出が著しく，これによる災害が多発していることから，砂防工事が重要な事業であることを強調している。文章中で「砂流」という用語が使われている。おそらくドイツ語での講演であるため，ホフマンが実際にどういう単語を使用したかは，原文が入手できないため不明である。当時は「土石流」という日本語がなかった（西本，2011）ことから，文脈からすると，川島は土石流の意味で使用したものと考えられる。

3.3.3 ホフマン工事

ホフマン工事については，多くの文献でその詳細が述べられているが，諸戸（1938）や愛知県農水産部（2005）などに詳しい。

ホフマン工事は，明治37年にホフマンの指導の下に東大林学科学生の川添孝蔵が卒業論文として設計し，愛知県瀬戸市字印所地内に愛知県内務部第2課土木係（当時）が明治38年度に施工したものである（例えば，諸戸，1938）。ホフマン工事は，渓床の縦断勾配緩和のため，堰堤工と柳編柵工が設計され，堰堤の堆砂による自然勾配によって渓床勾配を安定させる考え方がとられている（写真－2）。一方で，谷が安定すれば山から崩れてくる土砂は安息角で安定し自然に植生が入ることを期待し，山腹工事は実施されなかった。渓床の安定を図るため，土堰堤5基と柳編柵谷止工45箇所を配置し，谷の縦断勾配を緩和し山腹斜面の安定を図ることで，植生が自生することを期待している。この工法の従来の工法と異なる点は，①堰堤の下流法を急にしたこと（基本は二分にすべきであるが，土堰堤に張石したので5分にした），②水抜を設けたこと，③柳編柵谷止工を使用したこと，④山腹工事をしなかったことである（諸戸，1938）。



写真－2 1906（明治39）年施工当時のホフマン工事（愛知県農林水産部，2005より）
柳編柵工が施工されている様子がわかる
Photo 2 Hofmann works in Seto, Aichi pref.
(From Aichi pref.)

ホフマン工事に関して，川添（1931）は，“明治37年に，河合博士の唱道の下に，ホフマンの砂防工事の方法を愛知県の瀬戸で初めてやってみようじゃないかというので，愛知県知事の依頼により，試験的に2箇所行うことになった。その測量の任に当たったのが，私と台湾総督府にいた山崎嘉夫で，卒業計画という名目のもとに，施設の配置のための測量をした。約一ヶ月間山にいて，ホフマン，諸戸両先生の実地指導を受けた。大学に帰ってからまた両先生の指導を受けた。その結果にもとづき，愛知県が施行をしました”と記している。ホフマン工事は，当時の砂防講座の世話をしていたと推測される林学科の河合鈰太郎教授の主導のもと，ホフマンが諸戸と協力しつつ学生を熱心に実施指導していたことがわかる。

ホフマン工事について，武居（1981）では，“この工法は必ずしも成功したとはいえないが，オーストリアの野渓留工事の手法を初めてわが国に適用した実例として興味深い”と，愛知県農水産部（2005）では，“工事跡地は施工後から現在にいたるまで，治山・砂防関係の研究者，技術者，学生など多くの人々が訪れ，実習，研修，研究の場として利用されている”と記しているように，

現在でも高く評価されている。

一方で，砂防協會（1929）には，"本工事は墺国及佛国において行われている方法である。ある程度まで土砂の崩壊を自然に放置しておき，崩壊土砂を一定の勾配で保持するために土堰堤と編柵工事を実施する。本箇所は初めは土堰堤を設置したが，その後破壊したため張石をして修繕した。当時は技術も幼稚で柳の編柵工は施工方法が悪かったので，明治42年にこれを鉄線蛇籠に改築した。また斜面の背面で山腹工事が施行されたことから，土砂の崩落が遅くなった。堰堤の数が多過ぎる様に見えるのは，既設の土堰堤を修繕したためであり，やむを得ないものである"との記述が見られる。土堰堤ならびに柳編柵工の施工が不十分なものであったことなど指摘している。この文章は，砂防協會の機関誌「砂防」の第4号にある「雑報」として書かれているもので，その筆者は記されていない。

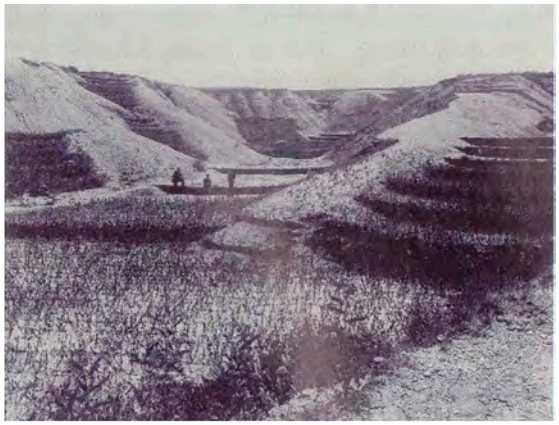
このあたりの事情については，鈴木（2000）は，砂防講座の米村新之助の卒業論文「愛知県砂防工」の中にほぼ同じ表現があるが，その表現が米村自身のオリジナルなものかは不明であると述べている。米村（1933）は，砂防協會（1929）の4年後の文章であることから，米村が「砂防」にある雑報の文章を引用したとものと思われる。米村（1933）はさらに"本工事をホフマン工事と称するのは，諸戸博士談によるとホフマン氏も迷惑するところで同氏は大学卒業後まもなく来朝したくらいの人で，同氏が携わってきた現場は，堰堤施設のみで柳柵など用いる場所ではなかったという"と記している。「砂防」は，諸戸が砂防協會の理事長をしていたことと，米村の学生時代の教授が諸戸であったことから，「砂防」の第4号の文章は諸戸博士自身が書いたものであり，米村の論文中にある諸戸博士談も事実に基づくものであると考えるのが自然である。

当時，フランスやオーストリアでは，19世紀末には堰堤にコンクリートを使用した練石積工法を取り入れており，下流法勾配は2分程度になっていた（例えば，Wang, 1903 a）。一方，日本では1916（大正5）年に芦安堰堤で初めてコンクリートが使用され，堰堤の下流法勾配が急になったのはこれ以降である（西本ら，2013）。大正時代初期までの日本で施工されていた砂防堰堤の下流法勾配は1割あるいはさらに緩くなっていた（中根，2015）。愛知県瀬戸市のホフマン工事の場所から約3 km南にある萩御殿地区には，当時日本で多く施工されていたタイプで，1900（明治33）年施工の石堰堤が現存している（写真－3）。この堰堤の下流法勾配は1割5分である。諸戸（1938）では，ホフマン工事の特徴の一つとして，"堰堤の下流法を急にしたこと（基本は二分にすべきであるが，土堰堤に張石したので5分にした）"と述べているが，このことは当時の日本の施工技術のレベルをふまえて，ホフマンはホフマン工事における堰堤の下流法を可能な範囲で出来るだけ急な5分の勾配にした考えるべきであろう。

また，ホフマンは，ウィーンでの大学時代および卒業

写真－3　萩御殿の石積堰堤（2016年2月24日著者撮影）
土（粘土）を突き固めた堤体の上下流と天端を巻くように割石を張っている。水通部の形状は中央を低くした弧状である

Photo 3　Old masonry check dam at Hagi-goten in Seto, Aichi pref. (Feb. 24, 2016, taken by author)



写真－4　チェコ西部（オーストリア帝国時代のベーメン（Bähmen）州）のラコヴニーク（Rakovnik）渓における柳編柵工工事施工後2年目の状況（諸戸北郎博士アルバムより）

Photo 4　Hedge dams woven from willow branches at Rokovnik torrent, Czech (From Moroto's photos album)

写真－5　ホフマン工事の1931年当時の状況
（ホフマンの孫のElsa Niesnner氏提供）
山腹の上部は裸地であるが手前には樹木が見える。手前左に諸戸が写っている

Photo 5　Situation of Hofmann Works site in 1931 (Owned by Ms. Elsa Niesnner, grand daughter of A. Hofmann)

以降に，ゼッケンドルフの著書（Zeckendolf, 1884）や，ワングの著書（Wang, 1903 b）に記述されているヤナギの木の枝を使用した柳編柵工の計画，施工方法を学んでいたと思われる。ホフマン工事で柳編柵谷止工を施工しているが，Wang（1903 b）と諸戸（1915）によれば，この工法はオーストリアでも実施されている（写真－4）。

ところで，諸戸博士は1931（昭和6）年6月8日からの欧州出張時に，ホフマン工事の当時の状況を写したと思われる写真をホフマンに手渡している。写真－5は，著者が，ホフマンの孫であるエルサ・ニースナー（Elsa Niesnner）氏から提供されたプリント写真である。この写真の裏面には，“30 Mai 1931, Prof. Kitao Moroto”と記したメモがある。諸戸には，1931（昭和6）年5月29日に大学から愛知県下への出張命令が出ている。写真左手前に諸戸が写っており，撮影日が5月30日であることから，諸戸が訪欧直前にホフマン工事を訪れた際に，写したものと思われる。諸戸は，ホフマンに植生の回復が進んでいる現況を説明したと推察できる。

このことから，米村（1933）にある，ホフマン工事についての諸戸の批評である“本工事をホフマン工事と称するのは，ホフマン氏も迷惑するところで”のくだりは，日本とオーストリアとの技術格差がある中で，ホフマンが可能な範囲でオーストリアの砂防技術を日本に応用しようと試みた，というホフマンの心情を代弁したものと考えることもできる。ホフマンは，諸戸から受け取った写真を見て，帰国後の時の経過の中でホフマン工事施工地の緑が回復してきている状況を知り，彼なりの評価をしていたものと推察できる。

3.4 外国人教師と諸戸北郎

諸戸は，1898（明治31）年に東京大学林学科を卒業し，1年間大学院で学んだ後，1899（明治32）年8月に助教授となり，1912（明治45）年6月に教授になっている。この間の1909（明治42）年1月～1912（明治45）年6月にオーストリアに留学している。なお，砂防講座ができたのは1900（明治33）年3月29日であるから，諸戸は助教授になった時は砂防担当ではなかった。その後，東京帝大に砂防講座ができてから教授になるまでは，理水・砂防・測量・利用・林道の科目を担当している（根岸ら，2007）。

ヘーフェルの日本滞在は1901（明治34）年1月～1903（明治36）年6月であり，ホフマンのそれは1904（明治37）年5月～1909（明治42）年6月であることから，諸戸は2人の外国人教師のもとで，助教授として砂防講座の教育に携わっていた。

この間，ヘーフェルと諸戸との関係がわかる資料は，ヘーフェルの講義を批評した諸戸（1912）のみであり，その内容からヘーフェルの講義を手伝いながら聴いていたと推察できる。

ホフマンと諸戸との関係については，3.3.2で述べた度山（1940）の記述と，3.3.3で述べた川添（1931）の記述から，学生の調査指導や実習指導で行動を共にしていたことがわかる。また，川添（1931）は，“ホフマンが農科大学の雇い教師となって日本に参りまして，我々が初めてホフマンの講義を聴いた訳です。当時諸戸さんは大学の助教授をして居られて，ホフマンのアシスタントといいますか，側に居られて，我々が講義を聴いて居ると我々と一緒に席を並べてホフマンのヴィルドバッハフウエルバウウング（Wildbachverbauung）と云いますか，砂防工事の講義を聴いていた訳です”と記している。ホフマンが砂防講座に在職中は，諸戸はホフマンの講義の手伝いをするとともに，自らもホフマンの講義を聴いていたことがわかる。

1905（明治38）年に愛知県知事がはげ山の調査を河合に委託している（愛知県農水産部，2005）。このことは，砂防を教えていたホフマンが御雇教師であるため，森林利用学担当教授である河合が砂防講座の面倒をみていたためと推察される。こうした環境下で，諸戸は助教授としてホフマンと共に現地を調査し，「ホフマン工事」などの実習で学生を指導していたことがわかる。

4．まとめ

明治30年に砂防法が制定される頃までは，論文等で森林の土砂扞止機能などについて一般論を述べた林学専門家はいたが，砂防教育は体系だって行われていなかった。明治33年に東京帝国大学で砂防教育が始まり，明治40年代初頭には日本人初の砂防担当教授が誕生した。本論は，この頃までの砂防教育黎明期の事情を取りまとめたものである。

本論では，まず砂防講座の設置前後の関係事情を述べた後，砂防講座設置について，時代背景や林学教育との関係，設置に関与した人物，ならびに外国人教師を招聘した経緯を述べた。次に2人の外国人教師の日本での業績を対照しつつ，特にホフマンについては，これまでホフマン工事を指導したことのみが取り上げられてきたが，他の業績についても述べた。さらに，2人の外国人教師が日本滞在中，林学科の助教授をしていた諸戸の当時の砂防教育における立場を述べた。

これらについて，本論で新たに示したと考える主なものを以下に記す。

1）東京大学に砂防講座が設置される前には，砂防の教育は行われていなかったが，論文，著書で森林管理と土砂流出の関係を定性的に論じた林学の専門家がいた。
2）砂防講座の設置にあたっては河合鈰太郎が大きく係わっていたと考えられる。
3）砂防講座設置後の最初の外国人教師の選考にあたり，ヘーフェルの他にオーストリア人の候補者がいた。選考に係わった可能性のある主たる人物は，川瀬善太郎，本多静六，河合鈰太郎であると考えられる。
4）諸戸は，ヘーフェルとホフマンが砂防講座担当の教

師として日本滞在中に，講義などで2人を補佐しながら，助教授として砂防講座の教育に携わった。

5）ヘーフェルは，砂防の専門家でなかった可能性があり，砂防講座担当として業績を残したかにについては不明である。

6）ホフマンは，助教授であった諸戸北郎のサポートを受けながら，学生指導に熱心に取り組み講座体制の充実を図るとともに，日本各地を視察し砂防と林学に関する研究を行った。

7）ホフマンは，ホフマン工事に指導にあたり，日本の技術レベルを考慮しながら，当時最先端のオーストリアの工法の導入を目指したと考えられる。

謝　辞

本研究にあたっては，鈴木雅一東京大学名誉教授ほかの「諸戸北郎博士砂防業績研究会」の諸氏をはじめとし，東京大学生態水文学研究所，ウィーン農科大学ヒューブル（Hübl）教授，諸戸北郎のご子孫，アメリゴ・ホフマンのご子孫，一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構ほか多くの皆様のご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表するものである。

引用文献

愛知県農水産部（2005）：はげ山復旧の一世紀，ホフマン工事と萩御殿（増補・改訂），p. 29-153

BOKU : Shudierende Japan.Universität für Bodenkultur, Wien

Demontzey, P. (1878) : Étude sur les travaux de Reboisement et de Gazonnement des Montagnes, ATLAS. PL. X, XI, p.6－11

度山（1940）：昭和十五年初夏の東京農生砂防工事見学旅行記，砂防，No. 72，p. 35-52

福島康記（2010）：わが国林学草創期にける林政学について，農林水産叢書 No. 64 草創期における林学の成立と展開，財団法人農林水産奨励会，p. 69-76

ホフマン（1907）：大日本山林会の記念大会でのホフマンの講演（川島明八通訳），大日本山林會報，No. 290，p. 105-111

Hofmann, A. (1913) : Aus den Waldungen Des Fernen Ostens, Wilhelm Frick, K. u. k. Hofbuchhändler, 225 pp.

本多静六（1894）：国家と森林の関係林政學前編，本多氏蔵版，p. 90-99

本多静六（1903）：増訂　林政學，博文館，p. 94-102

伊藤武夫（1942）：学術大観　醫学部　傳染病研究所　農学部，東京帝国大学，p. 708-710

川瀬善太郎（1903）：林政要論，有斐閣書房・成美堂，p. 174-180

川添孝蔵（1931）：墺国式砂防工事，林業回顧座談会（第三回），明治林業逸史・続編，大日本山林会，p. 176-177

小林富士雄（2010）：松野磵と松野クララ－林学・幼児園教育事始め－，大空社，p. 72-99

宮内庁所蔵（1937 a）：明治大正年間雇外国人教師人名録（下），文明協会，p. 154-157

宮内庁所蔵（1937 b）：明治大正年間雇外国人教師人名録（下），文明協会，p. 161－164

栗原東洋（1957）：諸戸北郎の進んだ道，水利科学，No. 1 (1)，p. 85

松野磵（1891）：暴流論，大日本山林會報告，No. 102，大日本山林會，p. 27-36

石田半四郎（1917）：中央に於ける明治期の林業教育機関の沿革，明治林業逸史，大日本山林會，p. 257

諸戸北郎（1912）：明治四十四年六月墺國メーレン州及シュレシェン州修學旅行日記及び所感，大日本山林會報，No. 351，大日本山林會，p. 19-26

諸戸北郎（1915）：欧羅巴諸国ニ於ケル野渓留工事調査復命書，農商務省山林局，p. 90-104

諸戸北郎（1931）：砂防工事の回顧，大日本山林會誌，No. 582，大日本山林會誌，p. 38-41

諸戸北郎（1938）：諸戸砂防工学，成美堂書店，p. 326-328

中根和彦（2015）：砂防堰堤の下流法勾配及び石積形状に着目した近代日本砂防技術確立期にける欧州アルプス砂防の影響，筑波大学大学院・修士学位論文，p. 92-95

根岸賢一郎・丹下健・鈴木誠・山本博一（2007）：千葉演習林沿革史資料(6)－松野先生記念碑と林学教育事始めの人々－，演習林第46号，東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林，p. 81

西本晴男・尾関信幸・亀澤奈央（2013）：20世紀前半の砂防堰堤の構造について，平成25年度砂防学会研究発表会概要集 A，p. 24-25

西本晴男・鈴木雅一・小山内信智・執印康弘・堀田紀文（2015）：日本の近代砂防と諸戸北郎博士，平成27年度砂防学会研究発表会概要集 B，砂防学会，p. 166-167

西本晴男（2011）：「土石流」のはなし，社団法人全国砂防協会，246 pp.

野口陽一（1980）：治山技術の見直しと展望，山林，No. 1159，大日本山林会，p. 9-12

太田猛彦（2010）：治山・砂防学の成立と展開，農林水産叢書 No. 64 草創期における林学の成立と展開，財団法人農林水産奨励会，p. 103-111

プロスパー・デモンゼー（2017）＊：渓流および山腹工事，一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構，p. 6-9

砂防協會（1929）：雑報，「ホーフマン工事」の由来，砂防，砂防協會，No. 4，p. 53-54

鈴木雅一（2000）：森林理水及び砂防工学研究室100周年にあたって－講座創設前後の状況－，森林理水及び砂防工学研究室100周年，東京大学大学院農学生命研究科森林科学専攻森林理水及び砂防工学研究室，p. 1-7

武居有恒（1981）：学問・研究の変遷，日本砂防史（第7章），社団法人全国治水砂防協会，p. 507-526

武居有恒（1991）：大学における研究，砂防学講座（第1巻－1）砂防総論（1），山海堂，p. 126-128

手塚晃・国立教育会館編集（1992）：幕末明治海外渡航者総覧　第1巻，柏書房，506 pp.

手塚晃・国立教育会館編集（1992）：幕末明治海外渡航者総覧　第2巻，柏書房，508 pp.

東京帝国大学（1899）：東京帝国大学一覧・明治32－33年，p. 271

東京帝国大学（1902）：東京帝国大学一覧・明治35－36年，p. 292

東京帝国大学（1907）：東京帝国大学一覧・明治40－41年，p. 311

Wang, F. (1903 a) : Grundriss der Wildbachverbauung, Verlag von S. Hirzel, p. 309-315

Wang, F. (1903 b) : Grundriss der Wildbachverbauung, Verlag von S. Hirzel, p. 107-125

米村新之助（1933）：愛知県砂防工，東京帝国大学卒業論文

Zeckendolf, A. (1884) : Aufforstung und Berasung der Gebiergsgründe, p. 84-87

(Received 3 April 2017 ; Accepted 29 November 2017)

＊プロスパー・デモンゼー（2017）は，Demontzey, P.（1878）の翻訳本である。

砂防学会誌，Vol. 70，No. 5，p. 24－33，2018

総　説

東京帝国大学砂防講座外国人教師，アメリゴ・ホフマンの業績についての一考察

A consideration on footprint of Amerigo HOFMANN, foreign professor of SABO laboratory, the Imperial University of Tokyo

西　本　晴　男*
Haruo NISHIMOTO

Abstract

In 1900 the Laboratory of Forest Hydrology and Erosion Control Engineering (SABO) was founded in the Imperial University of Tokyo (present the University of Tokyo), which was the first educational organization for studying and learning this field. As the first foreign teacher for teaching SABO, Karl Hefele was chosen and came to Tokyo in 1901. He did not have much knowledge about SABO, then he returned to Germany only 2 years later. After then Amerigo Hofmann became the teacher holding the Laboratory of SABO and stayed in Tokyo about 5 years. He left many footprints which are not only "Hofmann works" in Seto city, Aichi prefecture, but also many papers and books published in Austria and in Italy before or after coming back to Europe. "Hofmann works" is very famous as the performance of Amerigo Hofmann in Japan, however this is only one result which is distinctly known as his performance in Japan. And the detailed career of Amerigo Hofmann is not known in Japan. In this paper the footprints of Amerigo Hofmann are described in the incipient period of modern SABO on the basis of literature and field investigation. This paper is to contribute to the future exchange between Japan and European countries in the field of SABO based on these historical relationships.

Key words：Amerigo Hofmann, Foreign teacher of SABO, footprint

1．はじめに

1900（明治33）年に東京帝国大学農科大学に林学第四講座として森林理水および砂防工学を専門とする講座（以下，「東大砂防講座」という）が設置された。

東大砂防講座の設置当初は，外国人教師として，カール・ヘーフェル（Karl Hefele）とアメリゴ・ホフマン（Amerigo Hofmann）が招かれた。カール・ヘーフェルは最初の教師としてその名前が知られているのみで，アメリゴ・ホフマン（以下，「ホフマン」という）については，東大砂防講座の外国人教師として学生を指導し，愛知県瀬戸市に現存する，いわゆるホフマン工事を指導した人物として紹介されてきた。

日本ではホフマンの業績については，前述以外に，オーストリア帰国後に，農林省の渓流対策担当の部署に所属したのち，ウィーン農科大学（正式名 Universität für Bodenkultur。以下，「BOKU」という）の砂防工学担当教授を併任し，その後彼の祖国イタリアの公務員に転身し，国有林管理部局の高官を経て，ボローニャ大学で教育活動に従事したことのみが述べられてきており，その他の業績はこれまでほとんど明らかにされていない（例えば，武居，1981；太田，2010）。こうしたなかで西本（2018）は，ホフマンの日本における業績の一部について述べているが，彼の業績全般をカバーしたものではない。

本論においては，筆者がここ数年において，文献および資料収集，現地調査，関係者からの聞き取りなどにより，ホフマンの日本と欧州での活動などについて得た新たな知見をふまえて，日本と欧州におけるホフマンのより詳細な業績について述べる。本論の題目として「一考察」を加えた理由は，日本国内にある資料が少ないことと，オーストリア，イタリアなどの海外の資料収集には限界があることから，これまでに収集できた資料を根拠として業績をたどらざるを得ないからである。

なお，引用文献の著者として，Hofmann A. はアメリゴ・ホフマンで，Hofmann A. A は，アメリゴ・ホフマンと同姓同名（ミドルネーム以外で）の孫である Amerigo Alessandro Hofmann 氏である。

2．ホフマンの経歴

1947年に，Dr. AMERIGO HOFMANN. Ein Gedenkblatt（アメリゴ・ホフマン博士記念冊子）というタイトルで

*　正会員　筑波大学大学院生命環境科学研究科　Member. University of Tsukuba (nishimoto.haruo.fp@u.tsukuba.ac.jp)

25ページからなる，ホフマンの経歴を綴った冊子が出されている。この冊子はBOKUが所蔵しており，2015年に著者がBOKUを訪れた際に，砂防工学担当のヒューブル（Hübl）教授を通じて入手することができた。本節ではこの冊子（以下，「BOKU（1947）」という）の内容を軸にして関連資料の情報もふまえて述べる。

ホフマン（1875－1945）は，オーストリアーハンガリー二重帝国時代（1867－1918）のトリエステ市（現在のイタリアの東北端の都市）に生まれ，地元の中学校卒業後，BOKUで学んだ。1897年にオーストリア政府の森林官となり，ケルンテン（Kärnten）州（現オーストリア東南部），カルニア（Carnia）地方（現イタリア東北部），カルニオラ（Carniola）地方（現スロヴェニア西部）を管轄するフィラッハ（Villach）の砂防工事事務所で工事の設計ならびに監督に従事した。1900年には，クロアチアのアドリア海沿岸地域のザダール（Zadar）市にある砂防工事事務所勤務となった。

その後，東京帝国大学が砂防工学を講義する教師をオーストリア国内から公募していたことから，ホフマンはBOKUのフェルディナント・ワング（Ferdinand Wang，以下「ワング」という）教授の助言を得て，日本へ行くことを決意しこれに応募した（Hofmann A. A., 2015 a）。日本に招聘されたホフマンは，1904（明治37）年5月に来日し，東大砂防講座を担当する雇教師となった。1909（明治42）年6月までの約5年間，学生を指導しながら，東大砂防講座の充実に努めた。また，日本国内はもとより朝鮮半島などへ調査に出かけ，砂防をはじめ森林・林業全般について調査研究し，日本の森林理水及砂防工学分野の発展に貢献した（東京帝国大学，1907）。

ホフマンの東京帝国大学での雇用期間については，宮内庁宮内公文書館所蔵（1937）には，まず“墺国人　アメリゴ，ホーフマン　明治37年5月7日より同39年9月23日迄2年4ヶ月17日間雇入　農科大学林学教師”と記されている。また，当時の文部省の資料によると，ホフマンの「雇期」は「自明治37年5月7日，至同39年9月23日」となっている（文部大臣官房秘書課，1905）。宮内庁宮内公文書館所蔵（1937）には，さらに“明治39年9月24日より同40年9月23日迄1ヶ年間雇継続，明治40年9月24日より同42年9月23日迄2ヶ年間雇継続，同年6月満期前解雇帰国”と続いている。これらのことから，当初は1906（明治39）年9月までの2年4ヶ月間であったが，2度の期間延長がなされ，2度目の延長期限の約3ヶ月前に帰国していることから，結果として約5年間の日本滞在であった。これは，当初契約の残り1年になる時期に，日本政府と大学から教員の任期を3年間延長し，日本から朝鮮，台湾にいたる森林管理に関する相談役も引き受けてほしいとの要請を受け入れたためである（Hofmann，2015 b）。その後，さらなる期間延長の要請があったようであるが，最初の契約にあった，東大砂防講座の組織強化と自分の後を引き継ぐ研究者の養成という任務を果たしたとの認識から，この要請を断っている（Hofmann，2015 c）。なお，文部大臣官房秘書課（1905）によると，ホフマンの「待遇」は，他の多くの雇外国人教師と同様に「奏任」（明治憲法下における官吏任命形式の一つで，内閣総理大臣の奏薦に基づき勅裁を経て任命すること）であった。

オーストリアに帰国後，1910年から農務省渓流保全局勤務となった。1917年に，渓流保全局副局長を兼務しながらワング教授の後を継いでBOKUの砂防工学担当教授となり，この職を1920年まで務めた。この間，1914年6月～1918年11月に第一次世界大戦があった。このため，ホフマンの仕事と家族にとって，この戦争の最後の2年間とオーストリア帝国崩壊直後の2年間は極めて困難な時期であった。即ち，敗戦によりオーストリアは帝国時代の領土が縮小し（終戦後はベルサイユ体制下で領土が確定），ウィーンは閉塞感が満ちていた。こうしたなか，ホフマンは農務省においては森林と渓流管理の機構改革を目指した。このため兼任していたBOKUの教授としての職務との両立に支障をきたし，さらに機構改革は法律家の抵抗にあい頓挫した。一方で，敗戦後において5人の子供たちの健康問題など養育の困難さが加わった。こうしたなか，1920年にイタリア政府からの国家公務員へのオファーを受け入れ，ウィーンでの役職を1年間休職することとし，イタリアに移った（Hofmann，2015 d；Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft，1984）。

その後，イタリア北東部のゴリツィア（Gorizia）の事務所で国有林の再整備事業の仕事をしながら，イタリア国家公務員としての仕事に移ることを最終的に決断し，イタリア市民権を得た。1927年から1933年にかけて国有林庁の長官（Direttore generale dell' Azienda di Stato per le Foreste Demaniali）を歴任し，1928年には同年設立されたイタリア国家森林警備軍（Console della Milizia nationale forestale）の顧問を兼任した。その後，1934～1935年にボローニャ大学で渓流管理の講義を行い，1936年からギリシアのロードス島で森林監督官を務めた後，第二次世界大戦中はタルビジオで過ごし，1945年1月当地でその生涯を終えた（BOKU，1947）。

3．来日前の業績

ホフマンは，1897年～1900年に，オーストリア帝国のフィラッハ（Villach）の砂防工事事務所に勤務していた。ホフマンが携わった砂防工事の地域は，フィラッハの西方に開けたガイルの谷（Gail Tal）と，タルビジオ（Tarvisio，現在のイタリア北東部のフリウリーヴェネツィア・ジュリア（Friuli-Venezia Giulia）州ウディネ（Udine）県のさらに北東端の森林地帯の町）があるカナルの谷（イタリア語でVal Canale，ドイツ語でCanal tal）である（BOKU，1947）。このタルビジオ周辺一帯は，イタリア有数の豊かな森林地帯である。ホフマンは，2013年に

国家森林警備隊（Corpo Forestale dello Statto)が作成した記念誌である「Foresta di Tarvisio Patrimonio cultulare e natural 1007－2013 Dieci secoli di storia di uomini e boschi」（タルビジオの森林－文化と自然の遺産としての1007－2013年の10世紀に亘る人間と森の歴史－）の中で，この地域の森林管理に特に貢献があった二人の人物として，長男のアルベルト（Albert Hofmann）とともにその功績が讃えられている（写真－1)。ホフマンは，カナルの谷にある多くの渓流で砂防工事に携わっており（Corpo Forestale dello Statto, 2013)，フリウリ－ヴェネツィア・ジュリア州の砂防主任であるボナーニ（Andrea Bonanni）氏によれば，写真－2のルサーリ（Lussari）渓の砂防堰堤の工事もその一つである。

1900年には，ザダール（Zadar）市にあった砂防工事事務所勤務となった。森林監督官兼砂防工事指揮官としてダルマチア（Dalnacija）地方とモンテネグロのコトル（Kotor）の砂防工事を担当した。クロアチアからモンテネグロにかけてのアドリア海沿岸地域はカルスト地域で，年間降水量が少ないことから植生は灌木が多く，19世紀末頃には家畜の粗放的な放牧により，源流部の土壌侵食により下流への土砂流出が著しかった（諸戸，1912)。

ホフマンは，モンテネグロのコトル湾に流入するシュクルダ（Škurda）渓とズヴィロニャック（Zvironjak）渓において砂防工事の指導を行っている（諸戸，1912；Martinović, 2015)。写真－3は，Martinović（2015）に紹介されているズヴィロニャック渓にける砂防工事である。写真の下に書かれた説明文の末尾に「(Foto : A. Hofman)」と記されている。ホフマンが，自身が携わった工事を撮影したものと推察できる。なお，同書には同様の写真が数枚あり，これらのどの写真にも苗字のスペルの最後の“n”一文字が欠落している。

写真－1　アメリゴ・ホフマン
（Corpo Forestale dello Statto, 2013より）
Photo 1　Amerigo Hofmann
（From Corpo Forestale dello Statto, 2013）

写真－2　ルサーリ渓の砂防堰堤（2016年9月14日著者撮影）
Photo 2　Check dam at Lussari torrent conducted by A. Hofmann (Sep. 14, 2016, taken by author)

4．日本における業績

4.1　概要

ホフマンの日本における足跡については，西本(2018)で概要を述べている。ホフマンの足跡として日本国内で確認できるものはほとんどないが，愛知県瀬戸市におけるホフマン工事が良く知られており(例えば，西本，2018)，これは彼が携わった現地の施設として日本に残されていることが確認できる唯一のものである。また，ホフマン

写真－3　ズヴィロニャック渓の砂防堰堤
（Martinovic, 2015より）
Photo 3　Check dams at Zvironjak torrent
（From Martinovic, 2015）

が日本において行った講演の講演録が大日本山林会誌に掲載されている（ホフマン，1907）。これはホフマンが日本滞在中に日本国内で論じたものとしては，著者が確認することができた唯一の資料である（西本，2018）。

ホフマンは日本滞在中に，東大砂防講座の担当教師として森林理水および砂防工学について講義し，また砂防工事の指導を行うとともに，各地の森林の管理について指導をした。そして，朝鮮と台湾を含めて広く調査旅行を行い，各地の土地や人の特徴，森林植生，地質など幅広く研究し，これらの調査結果をもとに，多くの論文を発表し著書も著している。（例えば，宮内庁宮内公文書館所蔵，1937；BOKU，1947）

当初，ホフマンの教師職は，森林理水および砂防工学に精通し講義を担当できる日本人が輩出するまでの数年間との契約であったが，この目的を達するまでの1909年まで延長された。ホフマンがこの期間に残した功績に対して，ヨーロッパ出身の教師として初めて，天皇陛下から日本の勲章である「瑞宝章」を授けられた（宮内庁宮内公文書館所蔵，1937；BOKU，1947）。

なお，ホフマンは後述する「極東の森林から」（Hofmann A., 1913）において，“渓流整備に関する講座は，私の退職の後，日本の諸戸教授の手に引き継がれたが，教授はオーストリアとスイス，フランスの渓流整備を詳しく研究しており，この講座の開設によって，砂防に関してきわめて重要かつ困難な問題に対する技術的解決策が提供されるものと思う”（著者訳）と述べ，当時助教授であった諸戸北郎博士（以下，「諸戸」という）が自分の後継者としての資質を有する人材に育ったことを示唆している。

写真－4は，ウィーン大学日本学研究所（Institut für Japanologie, Univesität Wien）が，1976（昭和51）年に出している「Japan forschung in Österreich（オーストリアにおける日本研究）」にある写真で，ホフマンが日本滞在中の1904（明治37）年～1909（明治42年）の間で，東京帝国大学の林学教室（当時）の建物を背景に撮影されたものと思われる。この写真には，“教授と学生に囲まれた日本滞在中のアメリゴ・ホフマン。アメリゴ・ホフマンのご子息の所有であり，ここに特別に掲載の許可をいただいた。”（著者訳）という解説文が付されている。第2列左から3人目がアメリゴ・ホフマンであり，当時助教授であった諸戸北郎は第3列左から3人目である。1列目，4列目が学生で，2列目にホフマンととも

表－1　ホフマン著作の論文

Table 1　List of papers and books written by A. Hofmann

	論文名	言　語	論文名和訳	掲載誌	出版年
1	日本の砂防工に付いて*	日本語		大日本山林會報	1907年
2	Das Berftandesmaterial der Waldungen Japns	独語	日本の森林の構成成分	Österreichische Direteliahresschrift für Forstmelen（オーストリア林業季刊誌）	1907年
3	Forstbenutzung und Holzhandel in Japan	独語	日本における森林利用と木材交易	Oe. V. f. F（森林学のためのオーストリア四旬報）	1908年
4	Forstpolitik und Forstgesetzgebung in Japan	独語	日本における森林政策と森林法規	Oe. V. f. F（森林学のためのオーストリア四旬報）	1908年
5	Über Elchunarten Japanisch	独語	日本の鹿の種類について	W. a. F. u. J. Z（ウィーン一般森林・狩猟新聞）	1910年
6	Das Vorfeld (Sturzbett) bei Gastwerken der Wildbachverbauung	独語	渓流工事の前庭保護工	S. Z. F（森林学のための雑誌）	1910年
7	Die Japanische schwarzkiefer	独語	日本の黒マツ（Pinus Thensbergii）	Oe. V. f. F（森林学のためのオーストリア四旬報）	1911年
8	Die Holzvorrats der Insel Sachalin	独語	サハリーン島における木材の在庫	Oe. V. f .F（森林学のためのオーストリア四旬報）	1911年
9	Die forstliche Erschliederßung der Insel Formosa	独語	台湾島における森林開発	C. f. g. F（総合森林経済学のための中央雑誌）	1911年
10	Visioni forestali del Giappone	伊語	日本の森の姿	イタリア森林誌	1942年

＊大日本山林会の記念大会でのホフマン講演録（川島明八通訳）

写真－4　教授と学生に囲まれた日本滞在中のホフマンの写真（Institut für Japanologie，1976 より）

Photo 4　Amerigo Hofmann and members of forestry department, Tokyo Imperial University（From Institut für Japanologie, 1976）

に当時の教授（河合鈰太郎，川瀬善太郎，本多静六）らが写っていることから，この当時のホフマンと諸戸との上下関係を明らかにできる資料といえる。

4.2　論文

ホフマンは，日本滞在中に視察旅行を行うなどにより得た知見をもとに多くの論文を書いている。表－1は，著者が独自に入手したものと，BOKU（1947）の末尾にある「アメリゴ・ホフマン博士の文献業績リスト」をもとに，当時の日本に関する論文をリストアップしたものである。

発表年から見ると，ホフマンの日本滞在中（1904－1909）のものは1.～4.であり，オーストリア帰国後以降のものは5.～10.である。後者のなかの1910年のものは当時の通信事情を考慮すると日本滞在中に投稿している可能性がある。

1.については，4.1で述べたホフマンの講演録である。2.は，著者が2015年にBOKUを訪問した際に入手した，1907年にオーストリア帝国林業協会が発刊した「Österreichische Dierteliahresschrift für Forstmelen」（オーストリア林業季刊誌）にある「Das Beftandesmaterial der Waldungen Japans」（日本の森林の構成成分）である。これは，ホフマンが日本全国の森林を調査した結果をもとに日本の森林と林業について論述している。その内容は，本州，四国，九州における，緯度と標高の差による気候のみによって条件付けられた植生帯ごとの自然林の構成と，人間の関与によって変化した自然林の様相と人工林分の性質について述べている。南方の島嶼部，北海道，千島列島，樺太南部を除いた理由は，当時のこれら地域は営林事業の要請が小さかったためとしている。本書は樹木の分布特性，木材需要と営林活動ににについて述べており，植物地理学と林業社会学的な文献といえる。

3.～9.は，BOKU（1947）の文献業績リストの掲載論文であり，論文自体を入手していないので内容は不詳であるが，論文名からは砂防以外の森林学全般についても調査研究を行っていたことがわかる。

表－2　ホフマンが所有していた地形図一覧

Table 2　List of maps owned by A. Hofmann

図名	同左日本語	県名
KAMAISHI	釜石	岩手県
ISHINOMAKI	石巻	宮城県
AKITA	秋田	秋田県
HONJO	本荘	
NOSHIRO	能代	
OGASHIMA	男鹿	
SHIRAKAWA	白河	福島県
AIZU	会津	
MAEBASHI	前橋	群馬県
KADZUSA	上総	千葉県
KADZUSA	上総	
YAHIKO	弥彦	新潟県
TOYAMA	富山	富山県
UEDA	上田	長野県
IDZU	伊豆	静岡県
IDZU	伊豆	
SHIZUOKA	静岡	
FUJI	富士	
NAGOYA	名古屋	愛知県
TOYOHASHI	豊橋	
TOYOOKA	豊岡	兵庫県
WAKAYAMA	和歌山	和歌山県
OKAYAMA	岡山	岡山県
SUKUMO	宿毛	高知県
SUSAKI	須崎	
KOCHI	高知	

表－1の10.は，ホフマンの孫（長男Alberto氏の長男）で，同姓同名のAmerigo Alessandro Hofmann氏から2015年に提供を受けた論文である。ホフマンが，日本における森林と林学に関する状況を書いたもので，「極東の森林から」の引用も多く，植物地理学的な内容となっている。掲載されている写真の中で記載のある場所は，日光，京都，福岡，名古屋，四国，台湾，北海道および樺太（サハリン）である。

4.3　著書

ホフマンは帰国後，オーストリアとイタリアにおいてそれぞれ著書を著している。

オーストリアにおいては，帰国4年後の1913年に，日本滞在中の調査研究をもとに，225ページからなる「Aus den Waldungen Des Fernen Ostens」（極東の森林から）をドイツ語で著している（Hofmann，1913）。この情報については，Amerigo Alessandro Hofmann氏から2015年に得たものであり，現在復刻版が出版されている。本書は副題が「日本，台湾，朝鮮およびその他の東アジア地域における森林に関する視察旅行と研究」となっている。この中の「その他の東アジア地域」は，樺太

のことである。この副題を見てわかるように，日本の森林状況と林業について，日本滞在中の調査研究の成果を集大成したものである。当時の日本の領域における森林事情，林業を中心とする森林と国民文化との関係，地勢や民俗的視点からの国民の森林に対する思いなど紹介している。砂防工事としては，愛知県瀬戸，滋賀県草津，栃木県日光などを紹介している。写真－5には“石張工がされた堰堤（瀬戸，愛知県）”，写真－6には“筋芝と植栽による山腹の安定工事（草津，琵琶湖地域）”，写真－7には“日光市の大谷川に合流する荒廃渓流稲荷川”という意味のドイツ語の写真説明が書かれている。

写真－5　愛知県瀬戸の堰堤
(Hofmann，1936 より)
Photo 5　Check dam at Seto, Aichi pref. Japan
(From Hofmann，1936)

写真－6　滋賀県草津の山腹工
(Hofmann，1936 より)
Photo 6　Hillside works at Kusatsu, Shiga pref., Japan
(From Hofmann，1936)

写真－7　大谷川に合流する稲荷川の荒廃状況（Hofmann，1936 より）
Photo 7　Confluence of Daiya river and Inari torrent, Tochigi pref., Japan（From Hofmann，1936）

ホフマンは，1936 年にイタリアにおいて，「La Sistimazione Indaulico-Forestale Bacini Montani」（山地流域の砂防と治山）をイタリア語で著している（Hofmann，1936）。本書は，渓流保全対策を中心に書かれた 257 ページからなる解説書で，日本の砂防工事の紹介と愛知県瀬戸市における砂防工事の写真を掲載している。本書の内容の詳細については，5.2 で述べる。

4.4　各地の視察

ここでは，ホフマンの調査視察旅行の範囲について見てみる。

明治期の傭外国人教師の在日中の教育研究活動について記されている宮内庁宮内公文書館所蔵（1937）によれば，ホフマンは大学で学生の指導を行いながら現場で砂防工事の指導を行ったほか，日本各地と朝鮮，台湾に調査旅行を行い，森林植生，地質，民俗など幅広く研究し，彼の専門の砂防をはじめとし，日本および周辺国の森林と林業についても多くの著作論文を書いている。この背景には，2. で述べたように日本側の要請があり，各地へ数多くの調査旅行を行ったことによって多くの知見と資料を得たことにある（Hofmann，2015 e）。しかしながら，これらの成果物はこれまで日本国内では発掘されておらず，またホフマンが調査視察で実際に訪れた場所もこれまで明らかになっていない。

ホフマンの各地への視察について，宮内庁宮内公文書館所蔵（1937）は，“彼は常に講学の餘暇を利用して身を研究視察に委ねたり即ち彼は約 6 年間の在任中 320 日の日子を挙げて悉く之を其の全旅程に費し彼は之に由りて幾と我全土を踏破したる”，と述べており，調査旅行を行った回数は相当のものになると推察できる。

この記述の証左となるものとして，ホフマンが日本滞在中に調査のために使用したもので，オーストリアに帰国した際に持ち帰った地形図がある（図－1）。著者はこれらの地形図を，2015 年のイタリア訪問時に，ホフマンの孫のエルサ・ニースナー（Elsa Niesnner）氏（ホフマンの長女の長女）から提供を受けた。これらの地形図は縮尺が 1/200,000 で全部で 24 枚ある（表－2）。

文字は全てアルファベットで，地形図によっては作成年が書かれているものとそうでないものがある。

地図の中にはホフマンの直筆と思われるメモが書かれているものもあり，熱心に調査を行った様子がうかがえる。また，地図の片隅に「ブグリン」というカタカナ文字の印が押してあるものもあるが，誰の印かは不明である。

Hofmann（1913）には，ホフマンが訪れた場所の写真が多くあり，これらの写真の現地名称から，ホフマンが訪れた視察調査地を知ることができる。この視察場所と 4.2 で述べた論文「日本の森の姿」およびホフマンが所有していた地形図の名称を一覧にしたのが表－3 である。これから，ホフマンは北海道から四国までの範囲と，朝

図－1　ホフマンが調査旅行に用いた地形図（Elsa Niessner 氏提供）

Fig. 1　Map which Hofmann belonged in field trips (Provided by Elsa Niessner)

鮮，台湾，樺太へ調査視察に行ったことを明らかにできる。

5．欧州へ帰国後の業績

5.1　オーストリア

BOKU（1947）と Hofmann（2015）をふまえて，オーストリアにおけるホフマンの業績を述べる。

1909（明治 42）年にオーストリアへ戻ったホフマンは，帝国農務省の渓流保全局に配属され，精力的に仕事を続けて，1910 年には BOKU から博士論文「森林収益計算の手法について」により農学博士号を授与された。

当時の農務省の渓流保全局長はワング教授であり，その後押しでホフマンは渓流保全学の助手を兼任し，複数科目の講義も担当した。

ホフマンは大学と農務省での勤務のかたわら，工学専門誌などへ複数の論文を公表している。そして，日本滞在中に折を見ては日本から寄稿し，オーストリアとドイツで出版された論文や，日本での視察旅行で書き留めた旅行メモを再整理し，遥かなる東方の森林ににについて述べた「極東の森林から」を出版した。ホフマンはその「まえがき」で，この本は遠い国の自然科学的な側面についてヨーロッパの森林官たちへの情報提供をし，私的には 20 世紀初めに日出ずる国の森林の発見に向けて旅立った一人の開拓者の証として役に立つことを願うものであることを記している。

本書において，日本の砂防事情のみならず，森林事情から文化的側面に至るまで欧州に紹介した意義は大きいものがある。

5.2　イタリア

ホフマンはイタリアに移った後，公務員として砂防と森林管理に業績を残すとともに，彼の砂防に関する実務と研究の集大成ともいえる著書を著した。

行政としては，1920 年にイタリア政府の要請を受けて，北東部の国有林の再整備事業を指揮し，イタリアで最も豊かな森林地帯といわれているタルビジオの森林計画（1924 年－1938 年）を作成した。1926 年には，ローマで開催された国際学会で「恒久林と異齢林の整備」と題する発表を行い，当時のイタリア森林・林業学に大きな反響を与えた。その後 1928 年～1932 年の間，国有林庁の長官を務め，1937 年からはロードス島の森林事業の再構築に携わるなど多くの業績を残している（Corpo Forestale dello Statto, 2013）。

ホフマンは，1936 年に「La Sistimazione Indaulico-

表－3　ホフマンの主な視察場所

Table 3　Main places where A. Hofmann visitted

県名	「極東の森林から」及び「日本の森の姿」より	ホフマン所有地形図
北海道	北海道，＜北海道＞	
青森県	青森	
岩手県		釜石
宮城県	松島	石巻
秋田県	秋田	秋田，本荘 能代，男鹿
福島県	おせがはら	会津，白河
栃木県	日光，大谷川 中禅寺湖，＜日光＞	
群馬県		前橋
千葉県	館山，房総，安房 katsusa 半島	上総
東京都	東京	
神奈川県	芦ノ湖，箱根	
新潟県	越後	弥彦
富山県		富山
山梨県	甲府近郊	
長野県	御嶽山，木曽 木曽川，浅間山	上田
静岡県	富士山	伊豆，静岡，富士
愛知県	瀬戸，熱田，＜名古屋＞	名古屋，豊橋
滋賀県	草津（琵琶湖地域）	
京都府	＜京都＞	
兵庫県	神戸	
奈良県	奈良，吉野	
和歌山県		和歌山
岡山県		岡山
四国	＜四国＞	
高知県		宿毛，須崎，高知
朝鮮	朝鮮	
台湾	台湾，＜台湾＞	
樺太	樺太（サハリン），＜樺太＞	

※〈　〉書きは，「日本の森の姿」より

写真－8　山地流域の砂防と森林整備
Photo 8　SABO in mountainous basin.

Forestale Bacini Montani」（山地流域の砂防と森林整備）を著した（写真－8）。これは，ホフマンの40年間にわたる経験をふまえつつ，東京帝国大学とBOKUで授業を行った時に使用した参考文献やメモを再整理し，ここ10年間のイタリアでの出版物や海外出版物を研究したうえで，書き下したものである。ホフマンは，師であったワングにより築かれた考え方から根本的に逸脱しないよう意識しながら，イタリア独自の状況や，山岳流域の整備に関わる様々な観点に最大限の考慮を払いつつ執筆した（Hofmann，1936）。

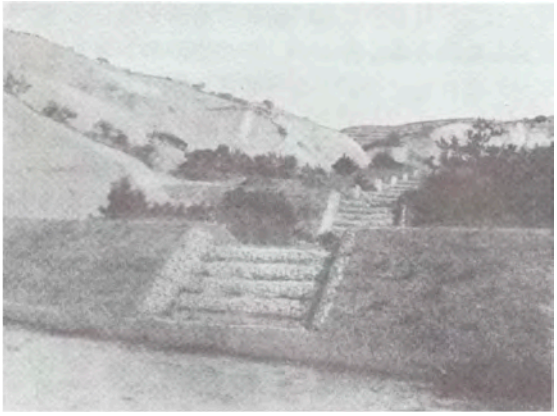
ホフマンは「まえがき」で，“複雑な山の問題について最善の技術的解決法を学びたい方々にとって，拙著が不要なものであるとは私は考えていない。山岳関連の技術者たち，とりわけ森林警備軍の構成員たちが，何かしらの利益，何かしらのヒント，何かしらのイニシアチブをこの本から引き出せたならば，私の仕事は高値で報われるであろう。”（著者訳）と述べていることから，彼にとっての自信作であったと思われる。

この書は，フィレンツェ大学（Università degli Studi di Firenze）農学部のフェデリコ・プレティ（Federico Preti）教授よると，イタリア砂防のバイブルと呼ばれており，現在でもイタリアにおける砂防の教科書として使用されているとのことである。

本書の中では，日本における砂防工事の実例として，写真－9と写真－10を示しながら説明がなされている。

本書の目次は，次のとおりである。この第12章までは，日本における昭和40年代に出版された砂防の教科書の構成とほぼ同様である（例えば，野口ら，1969）。

第1章　山岳流域の整備の役割～発展史



写真－9　愛知県瀬戸地方の蛇籠を使用した階段状の砂防堰堤（Hofmann，1936より）
Photo 9　Check dams using gabions in Seto, Aichi pref., Japan (From Hofmann，1936)

写真－10　愛知県瀬戸地方の練石積砂防堰堤（Hofmann，1936より）
Photo 10　Masonry check dams in Seto, Aichi pref., Japan (From Hofmann，1936)

第2章　渓流の特徴と定義
第3章　山岳流域の降水と流量～水文学と流量測定の要約
第4章　渓流の中での物質移動
第5章　土砂移動現象の種類
第6章　渓流の働きに対する植物被覆の影響
第7章　渓流対策の基本
第8章　地すべり・崩壊・雪崩対策
第9章　渓流の浸食防止対策
第10章　砂防堰堤
第11章　堆積地域の整備
第12章　荒廃地の再植林
第13章　水文地質学上からの森林管理
第14章　山岳流域の農村経済
第15章　山岳流域の維持管理

6．日本での生活と家族

明治期の交通が発達していない時代に，遠く東方の国

に赴任して，日本の砂防の発展に業績を残したホフマンに敬意を抱かざるを得ない。そこで，ホフマンの家族と日本での居住地について得た知見を述べる。

ホフマンの来日は，1904（明治37）年5月7日，29歳の時である。この年の2月には日露戦争勃発している。同年秋には，妻と娘二人が来日し，日本滞在中に長男のアルベルト（Alberto）と三女が誕生している。そして一家は，長男が2歳の時に帰国している。諸戸は1931（昭和6年）に洋行した時に，イタリアのタルビジオでアルベルトに会った際のことを，“アルベルト君は1907（明治40）年生まれになる”（度山，1932）と記しており，フィレンツェ大学の学生で24歳になったアルベルトを見て時の経過を改めて感じている。なお，当時の事情として，外国人教師はほとんど帰国し，明治30年頃に来日した外国人教師は珍しい存在であったようである（宮内庁宮内公文書館所蔵，1937）。

ホフマンは，来日直後に住んでいた場所から，家族の来日にあわせて当時の京橋区（現在の中央区の一部）に引っ越している（Hofmann，2015）。当時の文部省の資料（文部大臣官房秘書課，1905）によるとホフマンの「居所」は「東京市京橋区築地41番地」となっている。この地は今のどこに当たるかについて分析を試みた。

1907（明治40）年の地図を見ると，築地には一丁目，二丁目，三丁目，四丁目があり，このうち二丁目のみに41番地がある。一方，官公署・外国公館・商館・商人・宣教師などの氏名，住所および勤務先を掲載した1908（明治41）年の「The Japan Directory」（ジャパン，ガゼット新聞社，1908）には，「PROF. A. HOFMAN, MRS. HOFMAN, 41－c, Tsukiji」と記されている。この資料には，ホフマン夫妻以外にも住所を「Tsukiji」と記された外国人の名前が多く記載されている。

図－2　明治40年の京橋区明石町と築地二丁目付近（明治40年1月調査・東京市京橋区全図（東京郵便局編，1907）に加筆）

Fig. 2　Map of Akashi district and Tsukiji district in 1907

図－3　明治27年当時の築地居留地鳥瞰図（立教大学立教学院史資料センター蔵）

Fig. 3　Map of Akashi district and Tsukiji district in 1907 (Owned by Rikkyo Archives)

1868（明治元）年に明治新政府は，外交官や外国商人の根拠地として築地に隣接する明石町に築地居留地を設定した。この居留地は1899（明治32）年に廃止されたが，居留地廃止後も関東大震災までは外国人が住み洋風の面影のある一画であった（築地居留地研究会，2000）。明治40年の地図には，明石町の中にも41番の地番が記されている場所がある（図－2）。

以上から，「The Japan Directory」にある「Tsukiji」とは，「明石町」を指していたと考えられる。したがって，ホフマンの居住地は明石町41の区画にあったと推察できる。なお，この土地には現在は聖路加病院が建っている。

図－3は1094（明治27）年に描かれた築地居留地の鳥瞰図（立教大学立教学院史資料センター蔵）である。建物は，教会とミッションスクールと宣教師館が多い。下方右側の橋は居留地の入口である新栄橋（しんさかえばし）であり，左上遠方には筑波山が見える。（築地居留地研究会，2000）。ホフマン一家は，新栄橋を渡り右方向に向かってすぐの区画に住んでいたものと推察できる。

これまでに著者は，ホフマン自身の写真を日本におい

写真－11　旅行先でのホフマンと二人の娘（Elsa Niessner 氏提供）

Photo 11　A. Hofmann and his two daughters in their vacation (Provided by Elsa Niessner)

て見出していない。本論では，海外の文献より引用した写真－1と写真－4を前掲した。写真－11は，エルサ・ニースナー氏から提供を受けたもので，ホフマンが日本滞在中に家族旅行をした時のスナップ写真である。中央のホフマンが二人の娘とともに写っている。

7．まとめ

本論は，アメリゴ・ホフマンの業績についてこれまで日本で紹介されていない新たに得た知見を中心に述べたものである。ホフマンは，明治期の後半に日本に家族とともに赴任し，日本の砂防の教育体制の確立に尽力するとともに，日本およびその周辺各地の森林に関する調査視察を行い，その成果を欧州に紹介した。また，オーストリアとイタリアにおいて，砂防と森林管理の分野で多くの業績を残した。

ホフマンのこれらの業績について，新たにわかったと考えられる主なものを以下に示す。

1）日本の砂防の教育体制を確立するため来日し，諸戸を自身の後継者として育てた。
2）愛知県，滋賀県，長野県，栃木県をはじめ各地で砂防工事の指導をしており，著書でこれらの地域の砂防工事を紹介している。
3）日本各地，朝鮮，台湾，樺太まで広範囲に調査視察を行い，森林管理の指導をするとともに，これらの地域の森林事情，林業，地域文化を論文や著書で欧州に紹介した。
4）来日前には，現在のオーストリア東南部，イタリア北東部およびモンテネグロにおいて砂防工事の指導を行った。
5）ワングの後継者としてBOKUの教授となり，学生指導を行うとともに，オーストリアの森林管理計画の立案に携わった。
6）教育，現場での技術指導，現地調査により得た知見の集大成の一つとして，イタリアで砂防学の専門書を著した。これはイタリアにおいて，長きにわたり学生の教科書，技術者の参考書として活用されている。
7）日本での教師職の期間は，当初は1904（明治37）年からの2年4ヶ月であったが，2度の期間延長を経て通算5年1ヶ月であった。

謝　辞

本研究にあたっては，鈴木雅一東京大学名誉教授ほかの「諸戸北郎博士砂防業績研究会」の諸氏をはじめとし，ウィーン農科大学のHübl教授，ホフマンの御子孫であるAmerigo Alessandro Hofmann氏ならびにElsa Niessner氏，東京大学生態水文学研究所，一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構ほか多くの皆様のご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表するものである。

引用文献

BOKU (1947):Dr. AMERIGO HOFMANN. Ein Gedenkblatt. 25pp.
Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft (1984) : 100 JAHRE WILDBACHVERBAUUNG IN ÖSTERREICH. 1984. p. 35-36
Corpo Forestale dello Statto (2013) : Foresta di Tarvisio Patrimonio cultulare e natural 1007-2013 Dieci secoli di storia di uomini e boschi. 278 pp.
Das Beftandesmaterial der Waldungen Japans (1907) : Österreichische Dierteliahresschrift für Forstmelen,
度山（1932）：昭和六年欧米旅行記（第三回），砂防，No. 24，砂防協會，p. 24-32
ホフマン（1907）：日本の砂防工について，大日本山林会の記念大会でのホフマンの講演（川島明八通訳），大日本山林會報，No. 290，p. 105-111
Hofmann, A. (1913) : Aus den Waldungen Des Fernen Ostens Forstliche Reisen und Studien in Japan, Formosa, Korea und den angrenzenden Gebieten Ostasiens, Wilhelm Prick, k. u. k. Hofbuchhandler, 225 pp.
Hofmann, A. (1936) : La Sistimazione Indaulico-Forestale Bacini Montani, La Nuana Agricoltura D' Italia, Unione Tipografico-Editrce Torinese, 257 pp.
Hofmann, A. A. (2015 a) : I Forestali Oggi Non Capscono, Lombardi Editori, p. 268
Hofmann, A. A. (2015 b) : I Forestali Oggi Non Capscono, Lombardi Editori, p. 270
Hofmann, A. A. (2015 c) : I Forestali Oggi Non Capscono, Lombardi Editori, p. 274-277
Hofmann, A. A. (2015 d) : I Forestali Oggi Non Capscono, Lombardi Editori, p. 279-303
Hofmann, A. A. (2015 e) : I Forestali Oggi Non Capscono, Lombardi Editori, p. 276
ジャパン，ガゼット新聞社（1908）：The Japan Directory, Forty-first annual issue, The Japan Gazette Co.
Institut für Japanologie, Univesität Wien (1976) : Japan forschung in Österreich, p. 67
宮内庁宮内公文書館所蔵（1937）：明治大正年間雇外国人教師人名録（下），文明協会，p. 161-163
Martiović, M. V. (2015) : EROZIJA ZEMLJIŠTA I BUJICE U CRNOGORSKOM PRIMORJU,CRNOGORSKA AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI, 119, 177 pp.
文部大臣官房秘書課（1905）：雇外国人表（明治38年5月末日調）
諸戸北郎（1912）：墺国ダルマチア州（Dalmatien）及ボスニア，ヘルチエゴビナ州（Bosnien und Herzegowina）旅行日記及所感，大日本山林會報，No. 350，大日本山林會，p. 19-26
西本晴男（2018）：近代砂防草創期の砂防教育事情，砂防学会誌，Vol.70，No. 5，p. 15-23
野口陽一・武居有恒・村野義郎・河田五郎・日置象一郎・遠藤隆一・岡崎寿彦・末勝海・村井延雄（1969）：砂防工学，朝倉書店，191 pp.
太田猛彦（2010）：治山・砂防学の成立と展開，農林水産叢書No. 64 草創期における林学の成立と展開，財団法人農林水産奨励会，p. 103-111
立教大学立教学院史資料センター蔵：築地居留地鳥瞰図
武居有恒（1981）：学問・研究の変遷，日本砂防史，社団法人全国治水砂防協会，p. 512
東京帝国大学（1907）：東京帝国大学一覧・明治40-41年，p. 311
東京帝国大学（1911）：東京帝国大学一覧・明治44-45年，p. 313
東京郵便局編（1907）：明治40年1月調査・東京市京橋区全図
築地居留地研究会（2000）：築地居留地，亜紀書房，120 pp.

(Received 24 July 2017 ; Accepted 29 November 2017)

自然災害科学 *J. JSNDS 36-2 167-178 (2017)*

災害対応に要する時間の推定モデル－複数のパスからなる災害対応への適用－

照沼　利浩[1]・水野　秀明[2]・西本　晴男[1]

Numerical model for estimating period of disaster response

Toshihiro TERUNUMA[1], Hideaki MIZUNO[2] and Haruo NISHIMOTO[1]

Abstract

In the event of a disaster that might cause severe and extensive damage, such as natural damming due to large-scale mass wasting or out-of-channel flooding of a river due to a breach in a bank, disaster prevention organizations need to take emergency response actions as promptly as possible by making effective use of limited personnel. In order to complete planned activities within a short period of time, it is good practice to estimate the time required for accomplishing a network of emergency response-related activities as a factor to take into account when making decisions as to details such as efficient staffing and whether or not to request for assistance. In this study, a simple formula was developed for estimating the time needed to accomplish a multipath network of emergency response activities by deriving a mathematical model based on the Kolmogorov forward equations and approximating Gaussian integrals to find analytical solutions. The simple formula thus derived was applied to disaster response training associated with an emergency study to be conducted in the event of natural dam (landslide dam) formation to estimate two parameters of the mathematical model, namely, the work done ratio, μ_k, and the rework ratio, λ_k.

キーワード：災害対応，作業ネットワーク，確率過程，処理率，手戻り率

Key words: emergency response actions, multipath network of emergency response activities, stochastic process, work done ratio, rework ratio

[1] 筑波大学大学院生命環境科学研究科
Graduated School of Life Environmental Sciences, University of Tsukuba.

[2] 国立研究開発法人土木研究所（現 九州大学大学院農学研究院）
Public Works Research Institute

本論文に対する討議は平成30年2月末日まで受け付けた。

1．はじめに

大規模な土砂崩壊の発生に伴う天然ダムの形成や河川堤防の決壊に伴う氾濫等，被害が甚大かつ広範囲に及ぶ恐れがある災害発生時には，防災組織は参集できた限られた人員で可能な限り迅速に災害対応にあたる必要がある。災害対応とは，人命を守るために災害発生直後に実施する対応であり，人命救助，避難などが挙げられる。災害対策を説明する基本的な概念として，災害マネジメントサイクルと呼ばれる考え方がある（林ら，2008）。これは応急対応（Response），復旧・復興（Recovery），被害軽減（Mitigation），事前準備（Preparedness）の４段階を一連の流れとして定義したものであり，応急対応と復旧・復興の段階はより短時間で実施することが求められている。本研究では，応急対応の段階を災害対応として呼ぶことにする。災害対応は被害調査や施設点検，避難救助支援，避難場所開設など複数の作業がネットワーク状に結びついて遂行されるものであり，より短時間で作業を完了させることが求められる。特に，同時多発的に災害が発生した場合の被害調査は，防災計画に基づいた作業を発生した災害の数だけ繰り返して実施することになり，時間を要することになる。作業を短時間で完了させるためには，防災訓練等を実施して個人の能力を向上させる方法が考えられるが，組織全体として考えた場合には，防災組織を構成する人員の効率的な配置が有効である。効率的な人員配置のためには，その判断材料として，作業にかかる時間を推定する必要がある。ただし，災害対応の作業に要する時間を推定するためには，次の二つの特徴を考慮しなければならない。

一つ目は，作業ネットワークの各作業にかかる作業時間は，ある程度の変動を伴って分布するという点である。工程管理の代表的な手法であるPERT/CPMでは，工程全体にかかる時間を求めるために，通常は各作業に対して平均値等の確定値を割り当てる方法が用いられる（例えば，Archibald and Yilloret, 1967, 毛利ら，1983，岡田・豊田，1996，小山・翠川，2006）。さらに，作業の不確実性やリスクを考慮する場合，作業時間を幅広く見積もって正規分布やポアソン分布などの確率密度関数で近似することになり，工場生産やソフトウェア開発などの様々な場面で用いられている（例えば，吉川・春名，1970，Clark, 1961, Bajis, 1985, 高岩・松井，1994，黒川，2003，愛須ら，2012）。一方，災害対応の場合，災害発生時の緊迫した慌ただしい状況の中では，ある作業を平常時に実施する場合と条件が異なるため，作業を失敗して手戻りすることも多く存在し，作業を処理する率（「処理率」という），処理した結果に含まれる計算等の誤りによる手戻りの率（「手戻り率」という），何もせずに推移する率が時間的に積み重なって作業時間に分布が現れることになる。従って，災害対応に要する時間を推定するためには，正確な成果を得られるまでに要した時間からそれらの率を推定する必要があるが，その方法はいまだ開発されていない。

二つ目は，災害対応の作業ネットワークは災害の発生情報が防災組織に届いた時点で開始されるが，その情報は工場のように一定間隔で防災組織に届くのではなく，災害の発生状況が判明した順に同時または断続的に届くことになり，その到着時間間隔は非定常であることが挙げられる。先に挙げた既往の研究成果はいずれも定常な方法，つまり作業の開始時刻から経過時間を変数に持たないため時間的に変化しないことが前提となっている。非定常状態のモデルを基本とした待ち行列理論でも作業時間を求めることができるが（紀ら，2010），時間を求める際には極限推移確率を求めるため定常状態となり，時間分布をもった非定常の現象の作業時間を求める方法には適用できない。さらに，時間的に変動する非定常の現象は数理モデルによって表すことができ，またその解は数値計算を用いて求めることが一般的であるが，計算が複雑になる上に計算時間も長く，災害時でも簡単かつ迅速に求められる手法はいまだ開発されていない状況である。

本研究では，作業時間が幅広く分布し，かつ災害の発生情報の到着時間間隔が非定常であるという特徴を踏まえた上で，災害対応に要する時間を簡単かつ迅速に推定できる数理モデルの簡易式を

開発する。前報（照沼ら，2016）では単一のパスで構成される作業を対象としたが，本研究ではより実際の災害対応に適合させるために，ネットワークを構成する作業を対象とする。また，開発した数理モデルの簡易式を国土交通省が実施する緊急調査の作業に適用し，計測された作業時間と比較することで，その適用性を検証する。なお，災害対応に要する時間を簡単かつ迅速に推定できる数理モデルの簡易式のことを，本研究では推定モデルと呼ぶ。

2．災害対応に要する時間の推定モデル

2.1　仕事と作業の定義

図1に仕事と作業の関係を示した模式図を示す。本研究では，災害時に防災組織が実施する対応を「作業」，ネットワーク状にむすびついた作業を「仕事」，すべての仕事をまとめて「災害対応」と呼ぶことにした。災害の発生情報が防災組織に届くと，その発生箇所と同数の仕事が防災組織に与えられし，それぞれの仕事において作業を順番に処理する。作業が分岐した場合は，分岐した作業を同時並行で進める。

2.2　基礎方程式

2.2.1　確率過程の定式化

図2に作業パスと作業ネットワークの考え方を示す。ネットワークを形成した作業において，ある作業間の一連の流れを作業パスとし，複数の作業パスによって構成されるネットワークを作業ネットワークと定義する。作業ネットワークは2.1で定義した「仕事」と同義となる。例えば図2の作業Aから作業Bに至るまでの作業ネットワークを考えた場合，2つの作業パス（作業パス①・②）が存在する。防災組織に2種類の作業パスを有する作業ネットワークが4個与えられた災害対応の場合，同一種類の作業パスが4個ずつ生成されることになる。

図3に作業パスの仕事数によって構成される空間の模式図を示す。本研究で開発する推定モデルは，災害が複数箇所で発生して同一の作業ネットワークを複数回実施する必要がある場面を想定し，ある任意の時間で残っている仕事数の確率密度関数が推移することで，災害対応が完了する確率を求めるものである。作業パスで対応すべき仕事数（個）を m_k 軸（$k=1,2,\cdots$）に設定する。従って，作業パスが n 種類存在すると，m_k 軸が n 本存在する $\vec{m}$ ベクトル空間を形成する。作業パス

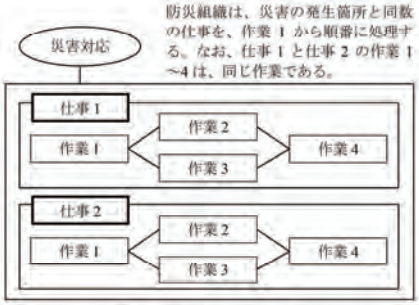


図1　仕事と作業の関係

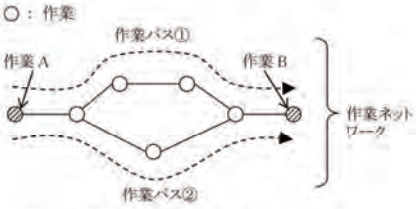


図2　作業パスと作業ネットワークの考え方

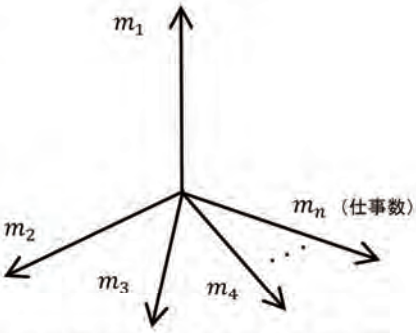


図3　仕事数によって構成される空間の模式図

間の仕事数は互いに独立であるとした。

時刻 T において $\vec{m}$ ベクトル空間内の任意の点 $\bar{L}=(m_1,m_2,\cdots,m_k,\cdots m_n)$ の組み合わせとなる確率密度関数を $P(T,\bar{L})$ とする。

$$\bar{L}\equiv(m_1,m_2,\cdots,m_k,\cdots m_n) \tag{1}$$

$P(T,\bar{L})$ は各作業パスに残っている仕事数が時刻 T で $\bar{L}$ となる確率密度関数を意味する。災害が発生すると，$\vec{m}$ ベクトル空間内の初期位置 $\bar{L}'$（発生した天然ダム分の仕事数）に確率密度関数 $P(0,\bar{L})$ の値が，P_0 とデルタ関数 $\delta(\bar{L}-\bar{L}')$ の積として与えられる。P_0 は初期の確率の値を意味し，1となる。前報（照沼ら，2016）では，m_k 軸において単位時間当たりに仕事数が $\vec{L}$ から $\vec{L}_d$ に減少する確率を処理率 μ_k，単位時間当たりに仕事数が $\vec{L}$ から $\vec{L}_u$ に増加する確率を手戻り率 λ_k とした。各作業パスの仕事数の推移に出生死滅過程（尾崎，1996）を適用し，コルモゴロフの前進方程式（成田，2016，大住，2002）をたてた上で，連続型の確率変数に近似した移流拡散方程式を基礎方程式とした。なお，出生死滅過程において，各作業パスの仕事数の増減の絶対値を合計した値が2以上となる確率は非常に小さいものとして無視した。基礎方程式は，前報（照沼ら，2016）では時刻 T と1個の確率変数を対象としたため，一次元移流拡散方程式となった。本研究では時刻 T と n 個の確率変数を対象としたため，式（2）の多次元移流拡散方程式となる。

$$\frac{\partial P}{\partial T}=\sum_{k=1}^{n}\left\{(\lambda_k+\mu_k)\frac{(\Delta m_k)^2}{2}\cdot\frac{\partial^2 P}{\partial m_k{}^2}-(\lambda_k+\mu_k)\Delta m_k\frac{\partial P}{\partial m_k}\right\} \tag{2}$$

なお，処理率 μ_k と手戻り率 λ_k は仕事数 m_k と独立であると仮定した。さらに，

$$a_k\equiv(\lambda_k-\mu_k)\Delta m_k \tag{3}$$

$$b_k\equiv(\lambda_k-\mu_k)\frac{(\Delta m_k)^2}{2} \tag{4}$$

とおけば，式（2）は以下の式に変形できる。

$$\frac{\partial P}{\partial T}+\sum_{k=1}^{n}\left(a_k\cdot\frac{\partial P}{\partial m_k}\right)=\sum_{k=1}^{n}\left(b_k\cdot\frac{\partial^2 P}{\partial m_k{}^2}\right) \tag{5}$$

式（5）は，$\vec{m}$ ベクトル空間内において，時刻 T で各作業パスに残っている仕事数が $\bar{L}$ である確率密度関数 P が，a_k の速度で移流するとともに，b_k の速度で拡散することを意味し，a_k を移流係数，b_k を拡散係数と呼ぶ。なお，a_k は作業の処理速度であると考えることができ，一定時間内にできる作業の割合を意味する「能率」ということができる。

なお，以降解析するにあたり，パラメータ μ_k，λ_k は，時刻 T と独立である（時刻によらず一定である）と仮定する。ただし，能率は作業者の疲労や環境要因など様々な作業要因によって変化することが報告されている。作業者の疲労による影響として，作業負荷となる長時間作業や高難度作業は疲労が蓄積し，能率を低下させることが分かっている（大島，1979）。実際，連続不眠作業実験では13～17時間を経過するまでは一定の能率を保持しているが，それ以降になると急激に低下する結果が見られている（例えば，栗盛ら，1994，Lamond and Dawson, 1999）。なお，能率が低下するまでの時間は，作業の継続時間とともに，生物時計から発せられる覚醒シグナルによる概日リズムが関係していると考えられており，疲労の度合いを定量的に把握するためのモデルも提案されている（Dann, et al., 1984）。

環境要因としては温度や照度の影響が挙げられる。温度に関しては，作業成績が最大となる温度を22℃とし，21-22℃に至るまでは作業効率が向上し，23-24℃を超える環境では作業効率が低下するモデルが提案されている（Seppanen, et al., 2006）。その一方で，室内の温熱環境要素が作業効率に与える影響については，未だに決定的な知見が得られていないとの報告もある（Lorsh and Abdou, 1994, Heath and Mendell, 2002）。また，照度については，光の質と量を変えた9種類に及ぶ照明システムを用いて言語能力や事務作業の効率に与える影響を評価したが，統一した見解は得ら

れなかったとの報告（Veitch and Newsham, 1997）がある一方，作業場の照明をアップライトとダウンライトで比較し，VDT 作業の作業成績に影響を及ぼしていることが分かっている（Hedge, et al., 1995）。

実際の災害対応においては数日間継続して作業しなければならないこともあり，その場合はこれらの作業要因もパラメータ μ_k, λ_k に影響を及ぼすものと考えられる。本研究では μ_k, λ_k は，時刻 T と独立としたが，将来的には各作業要因と μ_k, λ_k との関係を明らかにし，本モデルの適用範囲を明確にする必要があると考えている。

2.2.2 多次元移流拡散方程式の解

式（5）の解を求めるために

$$\xi_k \equiv \frac{m_k - a_k T}{\sqrt{b_k}} \tag{6}$$

$$\tau \equiv T \tag{7}$$

とおくと，ξ_k 軸が n 本存在する $\vec{\xi}$ ベクトル空間を形成する。時刻 τ において $\vec{\xi}$ ベクトル空間内の任意の点 $\overline{R}=(\xi_1,\xi_2,\cdots,\xi_k,\cdots\xi_n)$ の組み合わせとなる確率密度関数を $p(\tau,\overline{R})$ とする。

$$\overline{R} \equiv (\xi_1,\xi_2,\cdots\xi_k,\cdots\xi_n) \tag{8}$$

$$\begin{aligned} P(T,\overline{L}) &\equiv p(\tau,\overline{R}) \\ &= p(\tau(T,m_1,m_2,\cdots), \\ &\quad \xi_1(T,m_1,m_2,\cdots), \\ &\quad \xi_2(T,m_1,m_2,\cdots),\cdots) \end{aligned} \tag{9}$$

式（5）にコール・ホップ変換（座標変換）を施すと，新たな変数 $\xi\tau$ 平面上で，原点を初期値とした多次元の拡散方程式に変換できる。

$$\frac{\partial p}{\partial \tau} = \sum_{k=1}^{n}\left(\frac{\partial^2 p}{\partial \xi_k{}^2}\right) \tag{10}$$

式（10）の主要解は，$G(\xi_1,\xi^1{}_1,\xi_2,\xi^1{}_2,\cdots,\xi_k,\xi^1{}_k\cdots;\tau,\tau^1)$ グリーン関数（松浦ら，2000）を用いて，以下のように求めることができる。

$$G = \prod_k \left\{ \frac{1}{2\sqrt{\pi(\tau-\tau^1)}} \cdot e^{\frac{-(\xi_k-\xi^1{}_k)^2}{4(\tau-\tau^1)}} \right\} \tag{11}$$

$\xi^1{}_1, \xi^1{}_2 \cdots \xi^1{}_k, \tau^1$：初期値

従って，$\tau^1=0$ とすると，式（11）の拡散方程式の主要解は，以下の通りに表される。

$$G = \prod_{k=1}^{n} \left\{ \frac{1}{2\sqrt{\pi\tau}} \cdot e^{\frac{-(\xi_k-\xi^1{}_k)^2}{4\tau}} \right\} \tag{12}$$

主要解 G は，時刻 τ において $\vec{\xi}$ ベクトル空間内の仕事数が $\overline{R}$ である確率密度関数を意味する。

2.3 災害対応に要する時間の推定モデル

災害対応が完了するという意味は，仕事数 $\overline{L}$ が 0 となることを意味する。従って，m_k 軸上の開始点 m'_k（災害の発生件数）から，災害対応完了位置 $\overline{L_0}=(0,0,\cdots,0,\cdots,0))$ に向かって確率密度が移流拡散した際の，災害対応完了位置を通過した確率密度関数 $P\{U_k(-\infty<X(\vec{L})\leq 0)\}$ の積分値が，時刻 T において災害対応が完了する確率 $P_{compl}(T)$ を意味する。

$\vec{m}$ ベクトル空間内での積分区間は

$$-\infty < \overline{L} \leq 0 \tag{13}$$

となるが，新たな $\vec{\xi}$ ベクトル空間では，

$$-\infty < \overline{R} \leq \left(-\frac{a_1 T}{\sqrt{b_1}}, -\frac{a_2 T}{\sqrt{b_2}}, \cdots, -\frac{a_k T}{\sqrt{b_k}}, \cdots -\frac{a_n T}{\sqrt{b_n}}\right) \tag{14}$$

となる。従って，$\vec{\xi}$ ベクトル空間における災害対応に要する時間の確率 $P_{compl.}(\tau)$ は，

$$P_{compl.}(\tau) = \prod_{k=1}^{n} \left[\int_{-\infty}^{-\frac{a_k T}{\sqrt{b_k}}} \left\{ \frac{1}{2\sqrt{\pi\tau}} \cdot e^{\frac{-(\xi_k-\xi^1_k)^2}{4\tau}} \right\} d\xi_k \right] \tag{15}$$

となる。

式（15）を元の $\vec{m}$ ベクトル空間に戻すと，式（16）の通りとなる。

$$P_{compl.}(T)=\prod_{k=1}^{n}\left[\frac{1}{2\sqrt{\pi T b_k}}\cdot\int_{-\infty}^{0}e^{\frac{-(m_k-a_kT-m'_k)^2}{4\tau}}dm_k\right] \quad (16)$$

式（16）は開始点 m'_k から確率密度関数が係数 a_k および b_k で移流拡散し，災害対応完了位置 $\overline{l_0}$ を通過した確率密度の面積が $P_{compl.}(T)$ となる。

図4は式（16）の解のイメージである。係数 a_k は $a_k\equiv(\lambda_k-\mu_k)\Delta m_k$ であるので，$\lambda_k<\mu_k$（処理率が手戻り率よりも大きい）であれば $a_k<0$ となり，m_k の負の方向に移動する。また，$\lambda_k>\mu_k$ であれば $a_k>0$ となり，m_k の正の方向に移動する。仕事が進むという意味は，確率密度関数 P が m_k 軸の負の方向に流れることであるので，$\lambda_k<\mu_k$ でなければならない。

ところで，ガウス積分を数%の誤差で近似できる Williams-山内の式（山内，1972）を応用すると，以下の近似式が成り立つ。

$$\Phi(x)=\frac{1}{2\sqrt{\pi}}\int_{-x}^{x}e^{-ct^2}dt\approx\sqrt{\frac{1}{2a}\left(1-e^{-\frac{4cx^2}{\pi}}\right)} \quad (17)$$

ここで，c は任意の定数である。式（17）はガウス積分を二次元に拡張した上で，一辺が $2x$ の正方形となる積分領域を円に近似することで導いたものである。なお，近似した際の発生する誤差については，今後の研究で検証する予定である。式（17）を用いて，式（16）を式（18）のように近似した。式（18）を用いると，時刻 T において災害対応が完了する確率 $P_{compl.}(T)$ の近似解を簡単かつ迅速に求めることができ，本式を災害対応に要する時間の推定モデルとした。

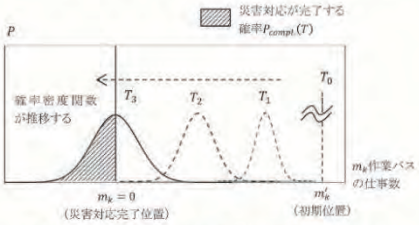


図4　m_k 作業パスの災害対応が完了する確率

$$P_{compl.}(T)\approx\begin{cases}\displaystyle\prod_{k=1}^{n}\left[\frac{1}{2}\left\{1-\sqrt{1-e^{-\frac{(a_kT+m'_k)^2}{\pi T b_k}}}\right\}\right] & (-(a_kT+m'_k)<0)\\ \displaystyle\prod_{k=1}^{n}\left[\frac{1}{2}\left\{1+\sqrt{1-e^{-\frac{(a_kT+m'_k)^2}{\pi T b_k}}}\right\}\right] & (0\leq-(a_kT+m'_k))\end{cases} \quad (18)$$

3．災害対応に要する時間の推定モデルの適用性

3.1　適用対象

式（18）の推定モデルを利用すると，作業ネットワークを構成する災害対応に要する時間の確率分布を求めることができる。その際，推定モデルのパラメータである処理率と手戻り率を，作業ネットワークを構成する個々の作業パス単位で求める必要がある。そこで，作業パスにおける災害対応に要する時間の計測結果から，作業パスの処理率と手戻り率を推定した。適用対象としたのは，土砂災害防止法に基づいて実施する天然ダム（河道閉塞）対応の緊急調査である。天然ダムを対象とした緊急調査とは，豪雨や地震に伴って天然ダムが形成された際に，土砂災害が想定される土地の区域と時期の情報を推定し，その情報を関係機関に通知するものである（水野ら，2011）。緊急調査は，緊急調査着手の判断，初動期の調査，継続監視期の調査，緊急調査終了の判断の4つの段階から構成される。本研究では，このうち初動期の調査を対象とした。

図5に初動期の調査の作業ネットワークを示す。初動期の調査は，土砂災害緊急情報第1号を作成する段階である。地上およびヘリコプターからの天然ダムの現地調査結果をもとに，机上解析によって天然ダムによる湛水区域，天然ダムの決壊時期，天然ダムによる氾濫範囲を推定する。複数の天然ダムが形成された場合は，この作業ネッ

トワークを天然ダムの数だけ繰り返す。

緊急調査の作業にかかる時間の計測データとして利用したのは，国土交通省の直轄事務所で実施したロールプレイング型防災訓練での行動記録（作業内容と時刻の記録）であり，訓練参加者もしくは記録担当者が，各作業の実施時刻を随時記録している。なお，現地作業は未実施のため，現地で入手できる情報が全て揃ったことを前提とした机上解析を対象とした時間である。本研究では作業パスとして図5で示す「作業4：天然ダムによる湛水区域の推定」（m_1作業パス：S_1～G_1）および「作業5：天然ダムの決壊時期の推定」（m_2作業パス：S_2～G_2）を定め，m_1作業パスとm_2作業パスとで構成される作業ネットワークを推定モデルの適用対象とした。作業6の天然ダムによる氾濫範囲を推定する作業も防災訓練の対象となっていたが，作業開始まで未到達もしくは作業を開始しても時間内に作業が未完了の状況で，計測時間の十分なサンプル数を確保できなかったため，今回は推定モデルの適用対象外とした。

表1にm_1作業パスとm_2作業パスの作業開始時刻，終了時刻，計測場所を示す。収集できたのは4事務所で実施した計9回のロールプレイング型防災訓練の結果である。なお，9回ともm_1作業パスとm_2作業パスをほぼ同時に行っているが，それぞれの訓練に参加した人物は別人であった。また，各訓練のm_1作業パスとm_2作業パスでは，箇所数は1箇所（仕事が1つで$m'_k=1$となる），天然ダムの高さは40～50 m程度で，作業を行った人員は1名であった

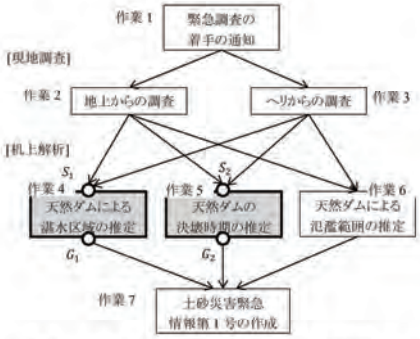


図5　緊急調査における初動期の調査の作業ネットワーク

表2は表1の作業時刻より求めた作業時間である。m_1作業パスとm_2作業パスに要した時間は，終了時刻から開始時刻を引いた時間を割り当てた。作業ネットワークに要した時間は，m_1作業パスとm_2作業パスに要した時間のうち，長い方の時間を採用した。なお，今回の防災訓練では，机上解析の作業者が全て1名であり，2つの作業パスを交互に実施したため，上記の方法で算出したm_1作業パスとm_2作業パスに要した時間には，重複時間が含まれることになる。ただし，作業者が1名の場合には重複時間を含めた時間を計測すべきであるため，この点は問題とならない。仮にm_1作業パスとm_2作業パスのみに要した正味時間を抽出した場合，推定モデルによって推定できるのは，2つの作業パスを2名で同時に実施した場

表1　防災訓練における作業時刻の計測結果

No.	m_1作業パス		m_2作業パス		計測場所
	開始時刻	終了時刻	開始時刻	終了時刻	
1	9：50	11：20	9：50	11：20	会議室
2	13：30	14：30	13：30	14：30	会議室
3	11：00	12：20	11：00	12：20	会議室
4	10：10	11：50	10：10	10：59	多目的ホール
5	10：15	11：25	10：15	11：25	多目的ホール
6	10：50	11：40	10：50	12：00	体育館
7	10：50	12：50	10：50	12：50	多目的ホール
8	11：00	12：10	11：00	12：10	体育館
9	10：35	11：20	10：35	11：40	体育館

表2　防災訓練における作業時間の計測結果

No.	計測時間（秒）		
	m_1作業パス	m_2作業パス	作業ネットワーク
1	5,400	5,400	5,400
2	3,600	3,600	3,600
3	4,800	4,800	4,800
4	6,000	2,940	6,000
5	4,200	4,200	4,200
6	3,000	4,200	4,200
7	7,200	7,200	7,200
8	4,200	4,200	4,200
9	2,700	3,700	3,700

合に要する時間となる。従って，m_1作業パスとm_2作業パスを別々の作業者が並列で進めた場合の時間を推定した場合には，各作業パスの正味時間を抽出するべきであるが，今回は1名であるため，重複時間を含めた時間とした。

3.2　処理率と手戻り率の推定

3.2.1　移流係数と拡散係数の推定

作業ネットワークに対して推定モデルを適用するためには，はじめに作業パスであるm_1作業パスとm_2作業パスに関する推定モデルを構築する必要がある。作業パスの場合，一次元の移流拡散方程式により災害対応が完了する確率の時間変化を求めることになり，その分布は移流係数a_kと拡散係数b_kによって変化する。a_kとb_kの組み合わせは無数に存在するが，実測値の確率分布に最も近い計算値を示すa_kとb_kが，最適な値の組み合わせであると考えることができる。そこで，a_kとb_kを1×10^{-8}の刻みで変化させて，式(18)による確率分布の計算値を算出した。さらに，その計算値と**表2**で示した防災訓練の結果から求めた確率分布の実測値との残差二乗和を算出し，その値が最小となる場合のa_kとb_kを，m_1作業パスおよびm_2作業パスに関するa_kとb_kとして求めた。残差二乗和の計算式を以下に示す。

$$RSS=\sum_{i=1}^{n}(P_i(T)-P_{compl.}(T))^2 \tag{19}$$

ここで，RSSは残差二乗和，$P_i(T)$は計測時間Tで仕事が完了する確率の実測値，nは実測値数の9となる。なお，計測時間Tは，**表2**で示したm_1作業パスとm_2作業パスそれぞれの時間を利用した。

表3は式(19)により求めたa_k, b_k, RSSの値である。**表2**の値をもとにすると，m_1作業パスの推定モデルは式(20)，m_2作業パスの推定モデルは式(21)のように表すことができる。なお，前述のとおり，a_kは能率と考えることができるため，m_1作業パスの能率は−0.00024610，m_2作業パスの能率は−0.00024870となる。

表3　m_1作業パスおよびm_2作業パスの移流係数と拡散係数

作業パス名	移流係数a_k	拡散係数b_k	RSS
m_1作業パス	−0.00024610	0.00000734	0.0052
m_2作業パス	−0.00024870	0.00000203	0.0206

$$P_{compl.m_1}(T)\approx\begin{cases}\dfrac{1}{2}\left\{1-\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024610\cdot T)^2}{0.00000734\cdot\pi T}}}\right\} & (0.00024610\cdot T-1<0)\\[2ex] \dfrac{1}{2}\left\{1+\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024610\cdot T)^2}{0.00000734\cdot\pi T}}}\right\} & (0\le 0.00024610\cdot T-1)\end{cases} \tag{20}$$

$$P_{compl.m_2}(T)\approx\begin{cases}\dfrac{1}{2}\left\{1-\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024870\cdot T)^2}{0.00000203\cdot\pi T}}}\right\} & (0.00024870\cdot T-1<0)\\[2ex] \dfrac{1}{2}\left\{1+\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024870\cdot T)^2}{0.00000203\cdot\pi T}}}\right\} & (0\le 0.00024870\cdot T-1)\end{cases} \tag{21}$$

図6，**図7**に災害対応を完了させるのに要する時間の計算値と実測値の比較を示す。図中の実測値は，**表1**で示したある計測時間以下の標本の数を母集団の数で割った値である。m_1作業パスでは約8,288秒(138分)，m_2作業パスでは約5,872秒(97分)で作業がほぼ完了，つまり災害対応が完了する確率が0.99となった。また，実測値と計算値を比較すると，m_1作業パス，m_2作業パスともに，実測値がほぼ計算値のグラフ上に位置した一方で，災害対応に要する時間が4,800〜5,400秒付近で実測値と計算値が乖離する結果となった。これは，実測値の母集団の数が9件と少ないことが原因である可能性がある。

3.2.2　処理率と手戻り率の推定

構築した推定モデルをもとに，m_1作業パスとm_2作業パスの処理率μ_kと手戻り率λ_kを求める。式(3)と式(4)より，μ_kとλ_kは次式のように表すことができる。

$$\begin{cases} \lambda_k = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{a}{\Delta m_k} + \dfrac{2b}{(\Delta m_k)^2}\right) \\ \mu_k = \dfrac{1}{2}\left(-\dfrac{a}{\Delta m_k} + \dfrac{2b}{(\Delta m_k)^2}\right) \end{cases} \tag{22}$$

また，作業が進むためには，処理率 μ_k が手戻り率 λ_k よりも大きい必要があるとともに，μ_k と λ_k を足した値は0以上1以下であるため，以下の関係式が成り立つ。

$$\begin{cases} 0 \le \lambda_k \le \mu_k \le 1 \\ \lambda_k + \mu_k \le 1 \end{cases} \tag{23}$$

式 (22) と (23) から，Δm_k の取りうる範囲は，以下のように整理することができる。

$$Max\left(\frac{-a_k + \sqrt{a_k^2 + 16b_k}}{4}, \sqrt{2b_k}\right) \le \Delta m_k \le \frac{2b_k}{(-a_k)} \tag{24}$$

なお，式（2）を求めるにあたり，ΔT と Δm_k は微小な値とした。式（2）の精度を高めるためには，その誤差を小さくしなければならない。そこで，Δm_k は取りうる範囲のうち最も小さいとし，次式とした。

$$\Delta m_k = Max\left(\frac{-a_k + \sqrt{a_k^2 + 16b_k}}{4}, \sqrt{2b_k}\right) \tag{25}$$

ここで，3.2.1で求めた移流係数 a_k と拡散係数 b_k を式 (25) に代入し，m_1 作業パスと m_2 作業パスのそれぞれ Δm_k でを算出した上で，式 (22) より処理率 μ_k と手戻り率 λ_k を求めた。その結果，m_1 作業パスでは $\Delta m_k = 0.0038$ の条件で $\mu_1 = 0.5321$, $\lambda_1 = 0.4679$ であり，m_2 作業パスでは $\Delta m_2 = 0.0020$ の条件で $\mu_2 = 0.5617$, $\lambda_2 = 0.4383$ であった。

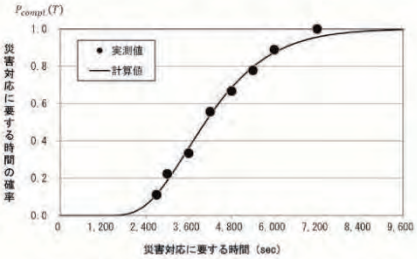


図6　災害対応に要する時間の実測値と計算値の比較（m_1 作業パス）

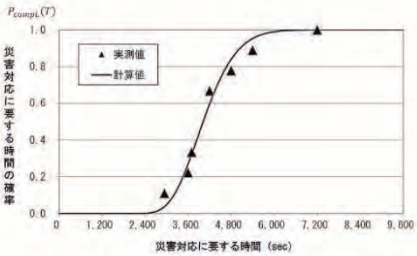


図7　災害対応に要する時間の実測値と計算値の比較（m_2 作業パス）

3.3　作業ネットワークへの適用

3.2.1で求めた作業パスの推定モデルを利用して，作業ネットワークの災害対応に要する時間を求めた。作業ネットワークの推定モデルは，式(18)に示したとおり，作業ネットワークを構成する作業パスの推定モデル同士をかけ合わせればよい。従って，m_1 作業パスおよび m_2 作業パスで構成される作業ネットワークの推定モデルは，以下の4つの式で表すことができる。

$$P_{compl.}(T) \approx \left[\frac{1}{2}\left\{1 + \sqrt{1 - e^{-\frac{(1-0.00024610 \cdot T)^2}{0.00000734 \cdot \pi T}}}\right\}\right] \cdot \left[\frac{1}{2}\left\{1 + \sqrt{1 - e^{-\frac{(1-0.00024870 \cdot T)^2}{0.00000203 \cdot \pi T}}}\right\}\right]$$
$$(0 \le 1 - 0.00024610 \cdot T, 0 \le 1 - 0.00024870 \cdot T) \tag{26}$$

$$P_{compl.}(T) \approx \left[\frac{1}{2}\left\{1 + \sqrt{1 - e^{-\frac{(1-0.00024610 \cdot T)^2}{0.00000734 \cdot \pi T}}}\right\}\right] \cdot \left[\frac{1}{2}\left\{1 - \sqrt{1 - e^{-\frac{(1-0.00024870 \cdot T)^2}{0.00000203 \cdot \pi T}}}\right\}\right]$$
$$(0 \le 1 - 0.00024610 \cdot T, 0.00024870 \cdot T - 1 < 0) \tag{27}$$

$$P_{compl.}(T) \approx \left[\frac{1}{2}\left\{1-\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024610\cdot T)^2}{0.00000734\cdot\pi T}}}\right\}\right] \cdot \left[\frac{1}{2}\left\{1+\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024870\cdot T)^2}{0.00000203\cdot\pi T}}}\right\}\right]$$

$$(0.00024610\cdot T-1<0, 0\leq 1-0.00024870\cdot T) \quad (28)$$

$$P_{compl.}(T) \approx \left[\frac{1}{2}\left\{1-\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024610\cdot T)^2}{0.00000734\cdot\pi T}}}\right\}\right] \cdot \left[\frac{1}{2}\left\{1-\sqrt{1-e^{-\frac{(1-0.00024870\cdot T)^2}{0.00000203\cdot\pi T}}}\right\}\right]$$

$$(0.00024610\cdot T-1<0, 0.00024870\cdot T-1<0) \quad (29)$$

図８は作業ネットワークについて災害対応に要する時間の確率の実測値および計算値の比較を示したものである。実測値と計算値を比較したところ，災害対応に要する時間の確率が0.2～0.6の時間において，実測値と計算値が若干乖離し，それ以外の確率の時間はほぼ一致した結果となった。実測値と計算値が最も乖離したのは4,200秒であり，実測値の確率が0.56であるのに対して，計算値は0.32であり，0.24の差が見られた。実測値と計算値の残差二乗和は0.0345であるものの，計算値は実測値をおおむね再現できたと考えられる。

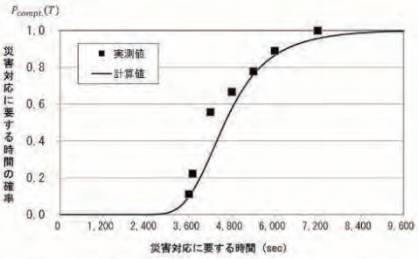


図８　災害対応に要する時間の実測値と計算値の比較（作業ネットワーク）

４．結論

本研究では，災害対応に関して，複数の作業パスから構成される作業ネットワークを完了させるのに要する時間を求めるために，コルモゴロフの前進方程式に基づく数理モデルを導いた上で，ガウス積分を近似することで近似解を求める推定モデルを開発した。また，推定モデルを天然ダム形成時の緊急調査で実施する机上解析に関する作業に適用し，推定モデルのパラメータである処理率 μ_k と手戻り率 λ_k を推定したところ，「m_1：天然ダムによる湛水区域の推定」に関わる作業パスでは $\Delta m_1=0.0038$ の条件で $\mu_1=0.5321$，$\lambda_1=0.4679$ であり，「m_2：天然ダムの決壊時期の推定」に関わる作業パスでは $\Delta m_2=0.0020$ の条件で $\mu_2=0.5617$，$\lambda_2=0.4383$ であることが分かった。さらに，m_1 作業パスと m_2 作業パスからなる作業ネットワークに適用した結果，災害対応が完了する確率が0.2～0.6と比較的低い確率の時間において，実測値と計算値が若干乖離していたが，全体的な計算値の傾向は実測値と同じであった。このことは，２つの作業パスによって構成される作業ネットワークに要する時間を推定する際に，本研究で求めた推定モデルを適用できることを示唆する。

本研究で開発した推定モデルを利用し，災害対応に関する様々な作業の μ_k と λ_k の値を明らかにすれば，作業ネットワークを形成した災害対応に要する時間を推定することが可能となる。ここで言う災害対応とは災害発生直後に実施する対応であり，災害マネジメントサイクルにおける４つの段階のうち，応急対策（Response）に該当する。災害対応に要する時間が推定できると，それ以降に実施する作業の開始時刻の目安を把握できる効果がある。本研究では天然ダム形成時の緊急調査を対象としたが，その作業に要する時間を推定できると，それ以降に実施する作業として，関係自治体への説明，住民への情報提供，天然ダムの継続調査等の開始時刻を推定することが可能となるため，それらの段階に割り当てる人員を手配しやすくなり，防災組織の災害対応全体として効率的な人員配置を検討することができる。効率的な人員配置が実現できると，災害対応をより短時間で

実施することが可能となり，ひいては人命や資産に対する被害を最小限に抑えることにつながると考えられる。

今後の課題として，μ_k と λ_k の値は，モデルでは定数として扱っているため，定常状態で作業が進むことが前提となる。実際の災害対応は長期間継続することがあるため，どの程度の時間まで定常として扱えるか解明する必要がある。また，本研究では災害対応で実施する作業の中でも，比較的安定した条件で作業できる机上解析を対象としたため，処理率と手戻り率という２つの定数で表されるモデルを適用することができた。しかし，机上解析以外の災害対応は，処理率や手戻り率以外にも考えるべき外的条件がある。例えば，現地調査の場合には災害発生場所や交通状況，昼夜の区別などの要素を考慮しなければ，作業にかかる時間を推定することは困難である。本研究では，災害対応の作業にかかる時間を推定するために，考慮すべき条件が少ない机上解析を対象として，基礎的なモデルを開発した。今後，外的条件と作業時間との関係を明らかにすることで，机上解析以外の作業にも拡張することができると考える。

引用文献

愛須英之・大槻知史・竹葉豊幸 (2012)：運行のネットワークモデル化と計画策定支援，オペレーションズ・リサーチ，57 (8)，p.414-419.

Archibald, R.D. and Yilloria, R.L. (1967): Network-based management systems (PERT/CPM), New York: John Wiley & Sons Inc.

Bajis, D. (1985): Approximating the distribution functions in stochastic networks, Computers & Operations Research, 12(3), p.251-264.

Clark, C.E. (1961): The Greatest of a Finite Set of Random Variables, Operation Research, 9(2), p.145-162.

Dann, S., Beersma, G.M. and Borbely, A.A. (1984): Timing of human sleep: recovery process gated by a circadian pacemaker, American Physiological Society, 246, p.161-178.

林　春男・牧　紀男・田村圭子・井ノ口宗成 (2008)：組織の危機管理入門－リスクにどう立ち向かえばいいのか (京大人気講義シリーズ)，丸善，168p.

Heath, G.A., Mendell, M.J. (2002): Do Indoor Environments in Schools Influence Student Performance?, A Review of the Literature, Proceedings of Indoor Air 2002, p.802-807.

Hedge, A., Sims, W.R., Becker, F.D. (1995): Identifying Controlling Features of Engineering Design Iteration, Massachusetts Institute of Technology Sloan School of Management Working Paper, 3348, p.1-34.

栗森静江・岡　龍雄・柿崎敏雄 (1994)：精神作業による負担と疲労の評価　2.11時間の非規制計算作業負荷実験，労働医学，3，p.9-15.

黒川泰亨 (2003)：林業における就労配分のシステム化に関する研究：確率的 PERT による林業労働の管理と計画，森林計画学会誌，37 (1)，p.1-12.

Lamond, N. and Dawson, D. (1999): Quantifying the performance impairment associated with fatigue, Journal of Sleep Research, 8, p.255-262.

Lorsh, H.G., Abdou, O.A. (1994): The impact of the indoor environment on occupant productivity – Part 2, Effects of temperature, ASHRAE Transactions, 100(2), p.243-247.

松浦武信・吉田正廣・小泉義春 (2000)：物理・工学のためのグリーン関数入門，東海大学出版会，p.129-130.

水野秀明・石塚忠範・小山内信智 (2011)：「土砂災害防止法の改正」に基づく緊急調査の手引き，土木技術資料，53 (12)，p.60-61.

毛利正光・西村　昂・本多義明 (1983)：土木計画学－理論と実際－，株式会社国民科学社，p.158-166.

成田清正 (2016)：確率解析への誘い，共立出版，p.255-261.

岡田成幸・豊田信博 (1996)：地震時における行政組織の防災活動需要時系列モデル構築の試み，学術講演梗概集，B-2，構造 II，振動，原子力プラント，p.91-92.

大島正光 (1979)：疲労の研究，同文書院，p.2-4.

大住　晃 (2002)：確率システム入門，朝倉書店，p.71-80.

小山真紀・翠川三郎 (2006)：市町村における地震時の意思決定支援に向けた災害応急対応モデル化の試み，自然災害科学，25-1，p.51-70.

尾崎俊治 (1996)：確率モデル入門，株式会社朝倉書店，p.104-114.

Seppänen, O., Fisk, W.J. and Lei, Q.H. (2006): Room

Temperature and Productivity in Office Work, Proceedings of Healthy Buildings 2006, 1, p.243-247.

高　岩・松井正之 (1994)：一般化コンベヤ生産ステーションの作業時間分布，日本経営工学会誌，44 (6)，p.526-534.

照沼利浩・水野秀明・西本晴男 (2016)：災害対応に要する時間の推定モデル，砂防学会誌，69 (2)，p.13-18.

Veitch, J.A. and Newsham, G.R. (1997): Lighting quality and energy-efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction and comfort, IESNA conf. Seattle.

山内次郎 (1972)：統計数値表 JSA-1972，財団法人日本規格協会，参考 p.6.

紀　水嶋・柳川佳也・宮崎茂次 (2010)：待ち行列理論を用いた病院の外来患者待ち時間短縮の一提案，日本経営工学会論文誌，60 (6)，p.298-305.

吉川和広・春名　攻 (1970)：施工計画システムへの確率 PERT の導入に関する研究，土木学会論文報告集，179，p.81-95.

(投稿受理：平成28年8月2日
訂正稿受理：平成29年3月28日)

要　旨

大規模な土砂崩壊の発生に伴う天然ダムの形成や河川堤防の決壊に伴う氾濫等，被害が甚大かつ広範囲に及ぶ恐れがある災害発生時には，防災組織は限られた人員で可能な限り迅速に災害対応にあたる必要がある。より短時間に作業を完了させるためには，効率的な人員配置や応援要請の有無等を検討する際の判断材料として，災害対応の作業ネットワークにかかる時間を推定することが有効である。本研究では，複数の作業パスから構成される災害対応の作業ネットワークを完了させるのに要する時間を求めるために，コルモゴルフの前進方程式に基づく数理モデルを導いた上で，ガウス積分を近似することで解析解を求める簡易式を開発した。また，簡易式を天然ダム形成時の緊急調査に関する災害対応の防災訓練に適用し，数理モデルのパラメータである処理率 μ_w と手戻り率 λ_w を推定した。

04-17

明治期における砂防研究・技術の展開

筑波大学大学院生命環境科学研究科　西本晴男，○亀澤奈央

1．はじめに

明治期の砂防研究・技術については、これまで土木工学および砂防工学的見地からの整理がなされているが、林学的見地も含めた総合的な考察はなされていない。本稿は、近代砂防研究及び技術の黎明期におけるその経過について総合的に考察した。

2．明治中期までの経過

2．1　お雇い外国人の指導による砂防工事

明治 6（1873）年に来日したデ・レーケ（Johannis.de.Rijke）はまず淀川の砂防工事の必要性に着目し木津川支流不動川で砂防工事を行ったが日本の伝統的工法である土砂留め工事と砂留め工事を組み合わせたものである。これは同じお雇い外国人のエッシャーの発案であったといわれている。デ・レーケは 29 年間日本に滞在し、草津川のオランダ堰堤、天神川の鎧堰堤など多くの足跡を残したが、その多くは河川の低水工事のためのものであり、急流河川においては十分な効果をあげなかった。

2．2　山林管理体制と砂防

戦国時代から江戸時代初期に亘り森林が乱伐されたため、自然災害が多発したことを契機に、幕藩体制下では厳しい森林管理と木材消費抑制策がとられた。これに加えて江戸時代中期（元禄頃）から植林技術中心の育成林業が発展し、全体として比較的安定した山林管理システムが確立された。このシステムは幕末に入り幕藩体制の終焉とともに間もなく崩壊した。新政府は新たな山林管理の方策をたてられず、乱伐、山火事などによる山林・林野の荒廃は急速に進んだ。江戸時代における砂防事業としては、広島県の堂々川砂留が現存しているが、その構造は空石積み持たれ構造である。

明治時代になり、山林行政の所管は当初民部省、明治 4 年大蔵省、明治 7 年 1 月内務省地理寮木石課、同年 8 月と同山林課、明治 10（1877）年内務省地理局山林課、明治 12（1879）年 5 月内務省山林局、明治 14（1881）年 4 月農商務省山林局となった。この間、明治 8（1875）年の大久保建議書「本省事業ノ目的ヲ定ムルノ議」では、ドイツ、フランスなど西欧諸国では山林法制を整備し保護統制を行っており、山林保存が重要と述べ、これを受けて起草された地理局山林課の「山林ヲ保護スルハ国家経済ノ要旨タルノ議」では、山林の有する水源涵養・土砂流出防止・気候緩和など国土保全上の効用の重要性を強調している。

2．3　教育・研究

明治時代前期は林学の創世期であり、砂防は研究分野・技術として確立されていない時期である。こうした中、海外留学経験のある松野磯ら数人の日本人が林学教育に当たった。松野磯は明治 6（1873）年から 8（1875）年にかけて、ドイツのエーベルスワルデ森林アカデミーで学び日本人として初めて近代林学を学んだ。帰国後、近代的山林事業を行うためには技術者の養成と学問研究が不可欠であると考え林学教育体制の確立に力を注ぎ、明治 11（1878）年山林局樹木試験場（林業試験場の前身）、明治 15（1882）年東京山林学校（東京大学林学科の前身）の設立に貢献した。東京山林学校は明治 19（1886）年東京農林学校となり、明治 23 年に東京帝国大学農科大学になる。　東京山林学校では、ドイツ留学帰りの中村弥六と志賀泰山とともに 3 人の日本人教授を中心に林学教育を行った。講義科目の名称をみる限りでは、砂防に関係する講義がなされたか不明である。

松野は明治 22（1889）年 8 月の熊野川・紀ノ川の大水害を機に「暴流論」という論文を書いている。このなかで、植生が少ない山岳地帯に降った雨により土石流が発生・流下し被害を惹起する過程を、土石流を表わすドイツ語の“Wildbach“をカタカナ表記した「ウ井ルドバハ」という用語を使用して論理展開をしている。「ウ井ルドバハ」は暴流の義と記している。またフランスのアルプス地方では暴流発生を防止するため上流域での森林伐採と放牧を制限していること、さらに木曽地方の山林を調査中にデ・レーケと偶然出会った際に、ライン川上流のオーストリアとスイスの森林保護政策と下流域への影響についてのデ・レーケの談義を紹介している。また、明治 24 年 10 月の濃尾大地震のあと、現地調査を行い「震原意見」を総理大臣宛に提出している。こうした論文を書いた背景として、松野は砂防の専門家ではないが林学の専門家として山林には国土保全という重要な機能があることを認識していたことによると思われる。

3．明治中期以降の経過

3．1　ヨーロッパ林学を学んだ研究者

東京山林学校の3期生でドイツ留学した本多静六、河合鈰太郎、川瀬善太郎らが帰国後林学教育に加わった。本多は造林学、川瀬は林政学が専門であるが、両名はその著書（本多：1894，1903、川瀬：1903）で森林の土砂流出防止機能と土石流の特徴について記述している。河合は専門が森林利用学であるが、農科大学で砂防関係の講義を行っている、また愛知県より砂防工事設計の嘱託を受け同県下の砂防工事を指導している。

この時期、フランスのナンシー林業大学に留学した研究者がいたが詳細は明確でない。

3．2　日本の砂防教育の先駆者

明治30（1897）年に砂防法が制定され、明治33（1900）年には農科大学に林学第4講座「森林理水及び砂防工学」が開設された。オランダ河川技術由来の砂防工法は日本の急流河川には適応できないことから、オーストリアから　カール・ペーフェル、アメリゴ・ホフマンを招聘し本講座を担当させた（1904−1909）。ホフマンは東京における『日本の砂防工に付いて』という題目で行った講演（1907）で、「砂流」という用語を使用しつつ山地からの土砂流出対策として砂防工事の実施が不可欠であると述べ、また愛知県では現在ホフマン工事と呼ばれている砂防施設設計を指導している。日本人としては諸戸北郎が明治42（1909）年から45（1912）年にヨーロッパに留学し、近代砂防工法を学び帰国後第4講座の担当教授となるとともに、日本最初の本格的な砂防専門書として大正4（1915）年から8年にかけて理水及び砂防工学5巻を著述し斯学並びに技術に多大の貢献をした。

地質学が専門の脇水鉄五郎は明治45（1912）年の論文で、山地崩壊の分類の考え方、崩壊と土石流発生との関係などについて災害状況の考察を含めて研究している。

3．3　日本の近代砂防に影響を与えたフランス、オーストリアの研究者・技術者

19世紀中頃から20世紀初頭のヨーロッパの状況は、フランスのスレル（1842）、コスタ（1874）、オルッセー（1870頃）らが山岳渓流の特性に関する書を出しており、その後砂防研究技術全般について記述した砂防専門書としてフランスのデモンツエイ（1878）とティエリー（1891）、オーストリアのゼッケンドルフ（1884）、ワング（1901）が刊行され砂防体系が集大成し、フランスやオーストリアなどで砂防事業が盛んに行われようとしていた時期である。

4．おわりに

明治時代前半は、オランダ人の指導のもと江戸時代からの在来技術と融合を図りながら砂防施設が造られていた。一方でドイツ林学に学んだ研究者が、論文等で山地荒廃の原因について所見や土石流災害の特徴について講述している。

明治時後半になると、オーストリア砂防の影響を受けた林学の新たな研究分野として砂防学が独立するとともに、地質学者の中に崩壊や地すべりについて論じる研究者が現れ、技術的にはオーストリア砂防技術の導入が図られるようになった。今後、砂防法の成立過程、行政動向、研究者・技術者の留学事情などの詳細について調査し、日本における山地保護思想、研究・教育事情並びに現場技術の観点から、江戸時代の山林保護思想・技術、オランダ人指導の技術及びドイツ林学からオーストリア砂防導入への進展過程について解明していきたいと考えている。

参考文献

上林好之（1992）：日本の川を蘇らせた技師デ・レーケ，㈱草思社

アントンチルーセ（1878）：山林問答抄譯，山林叢書第六巻，内務省地理局

小林富士雄（2010）：松野礒と松野クララ−林学・幼児園教育事始め−，大空社

松野礒（1890）：暴流論，大日本山林会報告102号，大日本山林会

脇水鉄五郎（1912）：山地崩壊の種類及び原因，大日本山林会報告356，357号，大日本山林会

農林水産奨励会（2010）：草創期における林学の成立と展開，農林水産叢書No.64

東京帝国大学（1942）：東京帝国大学学術大観

武居有恒（1975）：砂防事業の展開、水利科学，Vol.18，No.61

鈴木雅一（2000）：森林理水及び砂防工学研究室100周年にあたって，東京大学森林理水及び砂防工学研究室

R1-27

砂防堰堤の越流部構造の変化過程に関する一考察

筑波大学大学院生命環境科学研究科 （現 （株)ダイヤコンサルタント） ○亀澤奈央
筑波大学大学院生命環境科学研究科 西本晴男、尾関信幸

1．はじめに

地域の土砂災害防止と発展に重要な役割を担ってきた砂防堰堤は，古く江戸時代から造られており，海外の技術者による技術の導入や築造材料の変遷などの社会的背景を踏まえ，その構造は変化してきた。本研究では、砂防堰堤が登場した江戸時代から近代までの砂防事業を取り巻く状況の変化をふまえつつ、砂防堰堤の構造(形状、材料等)の変遷過程を分析し、今後の砂防堰堤構造の方向性について考察を行った。

2．社会的状況の変遷

わが国の砂防が法制化されたのは 1666 年の山川掟の令に始まる。江戸時代に社会が安定するにしたがい、急激に人口が増加し，森林の開墾が森林や燃料の採取がすすみ，土砂災害が増加し砂防の重要性が高まってきた。

江戸時代までの砂防工事は，国土が備える資源，すなわち国土から生み出される生産物の保護を目的としており，主な対象は水源地・農地といった生産に係る場所であった。

明治期には国が発展するうえで国土保全の重要性が高まり，ヨーロッパの技術を取り入れた砂防工事や、砂防法の制定，土砂災害による被害の大きい地域では，国による直轄工事が行われるようになるなど、砂防施設の整備を重視した砂防が行われるようになった。

昭和後期には，砂防の目的に人命・財産の保全が含まれるようになり、従来のハード対策に加えて，新たにソフト対策が重要視されるようになってきた。

3．砂防堰堤構造の変遷

3．1 砂防堰堤材料の変遷

江戸時代から明治期にかけては，石や土といった材料が主に使われていた。明治期にはこれらに加えて，竹蛇籠も堤体材料として用いられていた。大正期には，1916 年に日本初のコンクリート製砂防堰堤が造られ，以降，戦後にかけては粗石コンクリートが主な堤体材料として使われるようになった。戦後は施工技術の向上やセメント価格の低下に伴い，粗石コンクリートから純コンクリート製の砂防堰堤が造られるようになった。昭和後期から平成にかけては鋼製材料を使用した砂防施設が登場し，1974 年にはL型鋼を用いた鋼製自在枠砂防堰堤やワイヤーネットを用いた砂防堰堤が開発された。1976 年には鋼管を用いた鋼製透過型砂防堰堤，1983 年には鋼矢板を用いたダブルウォール堰堤などが登場し，現在では鋼製部材を用いた砂防堰堤が多く造られている。

3．2 砂防堰堤形状の変遷

江戸時代から明治の初期に関しては空石積みの砂防堰堤や練石積みの砂防堰堤が多く造られていた。明治の中期あたりからは前面が階段状の石積みの砂防堰堤が造られた。また明治後期からはオーストリアの砂防技術が流入し現在のような堰堤が作られるようになった一方で、たとえば福井県のアカタン砂防堰堤群(明治 30 年代)や鬼谷砂防堰堤(1897 年)などのように日本独自の技術で造られたと考えられる砂防堰堤も存在し，日本独自の技術と海外の技術とがそれぞれ共存していた時代であると考えられる。大正時代には，堤体材料にコンクリートが登場し，芦安堰堤（1916 年）が造られた。それに伴い，現在のコンクリート砂防堰堤とほぼ同様な形状が採用されるようになり、昭和 33 年の河川砂防技術基準の制定以降形状が定型化してきた。また、重力式不透過型砂防堰堤から透過型の砂防堰堤が広く普及し，従来の「止める砂防」だけでなく「流す砂防」という考え方が登場した。

4．越流水処理工法に関わる変遷

常時流水や土石の流下にさらされる砂防堰堤にとっては，施設の長寿命化や施設破損による災害を防止するためにも越流水処理が重要である。越流水処理工法については下流法勾配，水通し部正面形状，天端幅，天端保護工，副堰堤，水叩き工を検討する必要がある。

4．1　下流法

堰堤の下流法勾配は明治時代に造られていた空石積み構造の頃は1～2割勾配であったが，その後徐々に急になり，コンクリートの堰堤では当初から2～3分が望ましいとされるようになった。摩耗対策のみ考えるならば下流法の勾配を直にすることが最も効果的であるが，反面，堰堤の断面積が大きくなってしまい，コンクリートを多く必要とし不経済になる。こういったことから，2分勾配というのは堰堤の耐久性と費用対効果を考えたときに優れた勾配であると考えられる。

下流法勾配は1920年以降に施工された砂防堰堤では，勾配2分のものが現われてきたが、これは1917年に諸戸によって著された理水及砂防工学(工事編) に「下流法勾配2分を原則とする」と記述されたことによるものではないかと考えられる。その後コンクリートが砂防工事に使用されるようになって以降，河川砂防技術基準ができた直後までの砂防堰堤の下流法勾配は2分～4分の堰堤が多く造られていた。堤高と下流法勾配との関係としては、堤高が高いものほど下流法勾配が急な堰堤が多く作られ、堤高の低い堰堤においては下流法が2分よりも緩勾配のものが多く造られていた。しかし、河川砂防技術基準制定以降は2分勾配が一般化してきた。

4．2　水通し天端幅

砂防堰堤の天端幅は1920年頃は2～4mのものが造られていたが，1930年代以降では，2～3m内外に落ち着いた。また，堤高と天端幅の間には特に関係性は見られなかった。こうしたことから，1920年代には天端幅3m以上の堰堤も造られたが，1930年代には2～3m程度の天端幅があれば，堰堤の機能には影響がないとされたと考えられる。

4．3　水通し正面形状

明治期の砂防堰堤の正面形状は袖がなく直線形状のものや曲線形状のものなど堰堤によって様々であるが，経年的な変化は不明である。また昭和に入ると，これまでの曲線的な形状から直線的な形状のものが多く造られるようになり，袖の勾配がつけられるようになっていった。袖の勾配に関しても，当初は2割勾配程度と緩やかだったのが，次第に急勾配になっていき，現在では河川砂防技術基準によって砂防堰堤の袖勾配は5分とされている。

袖勾配が徐々に急になった理由としては，越流水や土石の影響を強く受ける袖部の摩耗を防ぎ耐久性を向上すること，堆砂時期内の土砂の堆積状況によって変化する偏流による砂防堰堤下流部の洗掘の防止のためなどの理由が考えられる。

また，水通し部の正面形状は，なだらかな曲線状のタイプから機能性重視の堰形式をとるようになったが，近年は自然景観との調和といった側面から曲線部を有する構造がとられるようになってきている。

5．おわりに

砂防堰堤は、時代背景や材料などの要因によって構造を変化させていき、現在の技術に定型化なされた。しかし、河川砂防技術基準制定当時と比べ，現在は砂防を取り巻く状況が大きく変化してきている。したがって、今後は画一的な設計を行うのではなく，それぞれの渓流の荒廃状況や土砂流出状況，地域特性に合わせた砂防堰堤の設計を行うことが重要であると考える。

参考文献

土木学会（1973）：明治以前日本土木史，岩波書店
遠藤隆一（1958）：砂防工学，共立出版株式会社
池谷浩 他（2001）：砂防・地すべり・がけ崩れ・雪崩防止工事ポケットブック
伊藤武夫（1928）：砂防工学，白楊社
砂防フロンティア整備推進機構（2005）：歴史的砂防施設の工法とその変遷に係わる技術資料
砂防鋼構造物研究会(2001)：「鋼製砂防構造物」ガイドブック
浦孚（1937）：砂防工学，工業図書株式会社
全国治水砂防協会（1981）：日本砂防史
諸戸北郎（1919）：理水及砂防工学(工事編)
建設省（1958）：河川砂防技術基準

R3-13

平成２３年発生の土砂災害に係る報道表現に関する考察

筑波大学大学院環境防災学講座
○黄　麗，西本　晴男，朱　培紅

1. はじめに

土砂災害から国民の生命を守るため、砂防施設の整備とあわせて土砂災害のおそれのある区域について土砂災害（特別）警戒区域の指定、警戒避難体制の整備などのソフト対策が実施されている。また、大雨による土砂災害発生の危険性が高まったときには、市町村長が避難勧告などを発令する際の判断や住民の自主避難の参考としてもらうため、土砂災害警戒情報が 2008 年 3 月から全都道府県において発表されている。これらは「土砂災害」という用語を使っているが、災害発生時には新聞報道などでは「土石流」、「土砂崩れ」などの様々な用語が使用されている。

そこで平成 23 年 9 月の台風 12 号災害における新聞記事の報道表現を分析した。調査した新聞は朝日新聞と産経新聞である。用語については「土石流」、「鉄砲水」、「土砂災害」、「土砂崩れ」、「山崩れ」、「がけ崩れ」、「深層崩壊」、「地すべ（滑）り」、「天然ダム」、「土砂ダム」及び「土砂崩れダム」である。

2. 台風 12 号災害の概要

台風 12 号は四国地方に上陸し、その後ゆっくりとほぼ真北へ進み、岡山県・鳥取県を縦断して日本海へ抜けた。この台風は大型で動きが遅かったため長時間にわたり、西日本から北日本にかけての広い範囲で大雨となった。特に紀伊半島では総降水量は 1,000mm を超え、一部の地域では解析雨量で 2,000mm を超えるなど記録的な大雨となった。

この大雨の影響で、各地で土砂災害、浸水、河川の氾濫などが発生し、奈良・和歌山両県を中心に死者・行方不明者が合計で 93 人になった。また多くの大規模崩壊が発生し、移動土塊により川が堰き止められ天然ダムが形成された。

3. 新聞記事における土砂災害に関する表現

3.1 属性及び時系列的考察

新聞記事において、土砂災害に係る現象をどういう立場の人（属性）がどのように表現をしているか、また災害発生直後の 4 日から 10 日の間に表現方法がどのように変化したかを考察した。なお属性については、発言者の属性が明記されている記事については、その属性を「住民」、「行政」等とし、それ以外については「記者」とした。

表－1 に、9 月 4 日から 9 月 10 日までの新聞記事に載せられた土砂災害に関する用語とその属性の関係を示した。数字は二つの新聞のデータの合計値である。一般の人（記者、住民）は「土石流」と「土砂崩れ」を多く使用している。一般の人の土石流に対する知識が深まってきていることから「土石流」が一般用語化していることが分かる。また、専門家（行政、大学）は「土石流」、「深層崩壊」、「地すべり」等の専門用語を使用している。一方、一般の人は「土砂崩れ」という用語を多く使用している。このことから土砂災害に関する用語の使い方には一般の人と専門家との間で垣根があることが分かる。

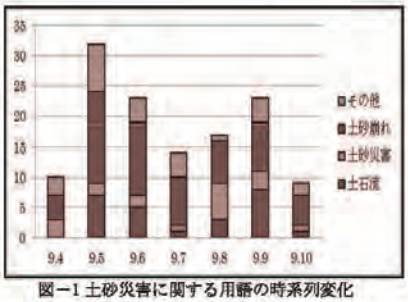
表－1 土砂災害に関する用語と属性の関係

用語	記者	住民	行政	大学	計
土石流	18	3	4	0	25
鉄砲水	6	1	2	0	9
土砂災害	9	0	9	0	18
土砂崩れ	53	1	4	1	59
山崩れ	2	0	0	0	2
がけ崩れ	5	1	1	0	7
深層崩壊	0	0	2	3	5
地すべ(滑	0	0	1	2	3
計	93	6	23	6	128

図－1 は時系列に土砂災害に関する用語の使い方がどのように変化したかを示したものである。災

害直後は「土砂崩れ」の数が多く、その後は日とともに分化し、具体的な現象についての用語である「土石流」、「深層崩壊」、「がけ崩れ」、「地すべり」など（図では「その他」で示している）の数が増えると想定していたが、結果的には用語の分化の傾向はみられない。

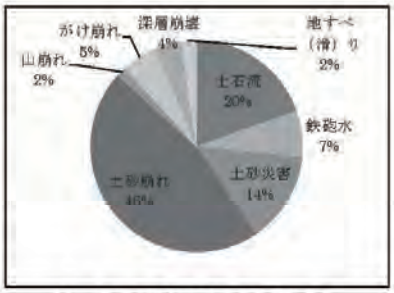
「土砂崩れ」という用語は様々な現象が含まれている漠然とした用語である。「深層崩壊」、「地すべり」、「がけ崩れ」などの具体的な現象について、一般の人、マスコミ等の理解を深める努力が必要である。



図－1 土砂災害に関する用語の時系列変化

3.2 情報発信における表現方法

図－2は表－1の土砂災害に関する用語の比率を円グラフで示したものである。使用されている割合が大きい順に並べると「土砂崩れ」、「土石流」、「土砂災害」、「鉄砲水」、「がけ崩れ」、「深層崩壊」、「地すべり」、「山崩れ」となる。大雨警報や土砂災害警戒情報では「土砂災害の危険度が高まっています」、「土砂災害に注意してください」などという表現で注意喚起をしている。一方で、図－2に示すように災害後の新聞記事に掲載される用語は、「土砂災害」という用語の使用比率は14%と低い。このことは「土石流」、「土砂崩れ」などのより具体的な現象を表す用語の方が一般の人にはイメージしやすいためであると考えられる。「土砂災害」のみでは災害を惹起する現象の具体的なイメージが一般の人には伝えられないことが予想される。そのため、「土砂災害に注意してください」だけでなく、「土石流、地すべり、がけ崩れに注意してください」などの様により具体的な用語を付け加えて分かりやすく表現することが効果的であると考える。マスコミは土砂災害についてきちんと理解し、できるだけわかりやすい表現を目指す姿勢が理想である。



図－2 土砂災害に関する用語の比率

3.3 河道閉塞（天然ダム）について

平成23年の台風12号で紀伊半島で天然ダムが17カ所できた。これらの天然ダムの形成について主要新聞の報道表現では読売新聞と産経新聞は「土砂崩れダム」であり、朝日新聞、日本経済新聞及び毎日新聞は「土砂ダム」、NHKは「せき止め湖」を用いている。一方で行政（砂防担当部局）は「河道閉塞」と表現している。河道閉塞は平成16年の中越地震災害以降、注目されるようになったが、現在もこのように複数の表現方法がとられている。河道閉塞は決壊すると甚大な被害をもたらす場合が多いことから、その対策は危機管理上で重要な課題であることを勘案すると、今後用語の統一化が図られることが行政、住民、マスコミの垣根を払拭できることとなり、より効果的な防災に資することができると考える。

4. まとめ

土砂災害の軽減を効果的に行うためには、研究者、行政と住民の連携が必要であり、災害発生の前に住民に危険の周知を行うなどの警戒避難は非常に重要である。警戒情報を出す行政の意図が用語上の理由で受け入れる側の住民へ充分に伝わっていないケースもあるのではないかと考えられる。一般住民、マスコミに土砂災害に関する用語を適確に認識してもらうことにより土砂災害に関する知識を高める事が重要であると考える。

<参考文献>

1) 西本晴男：土砂移動現象の呼称変遷について，季刊河川レビュー，No. 152, pp. 32-49, 2011
2) 広瀬弘忠：巨大災害の世紀を生き抜く，集英社新書，pp. 187, 2011

自然災害発生後の応急対策と復旧対策についての中日比較

筑波大学大学院生命環境科学研究科　○朱培紅
筑波大学大学院生命環境科学研究科　西本晴男

１．はじめに

近年、地球規模の気候変動による暴風雨、土砂災害、洪水などの自然災害は大規模・多発化になる傾向がみられる。また、日本国内では岩手・宮城内陸地震、新潟県中越地震、東日本大震災、海外ではスマトラ島沖地震、ハイチ地震、中国四川大地震、イタリア中部地震などの地震災害も相次いで発生しており、多くの人命と財産を奪っている。これらの自然災害は予想以上の被害をもたらし、個人、地域が対応できるところではなく、国レベルの対応、場合によっては国際的な援助が求められている。

一方、防災白書（平成 24 年版）によると、20 世紀を通じ、全体的には、地震や風水害による大規模災害が、アジア地域で多発している。

人命や財産の損失をできる限り軽減するためには、自然災害発生後の応急対策と復旧対策を迅速かつ効率的に行うことが重要である。そこで、国の法体制の整備と防災法制度に基づく各段階での各組織の役割分担や責任の明確化が求められる。

本論では、特に中国における災害対策の改善・推進していく上で、災害対策に係わる法体制についての中日比較を行ったものである。

１．中国における自然災害への対応

1.1 自然災害に係わる法体制の整備

1990 年代から、中国は各種自然災害の法体制の整備を始めた。表－1 は中国における自然災害に係わる法律および条例をまとめたものである。この表で示したように、中国では、自然災害に係わる法律のうち、地震、洪水などの個別の災害に対する防御と対処を主とする個別の法律が定められているが、日本の災害対策基本法、災害救助法等の災害対策の基本を定めた法律はない。突発事件対応法は自然災害のみを対象とする法律ではないものの、自然災害を含む突発事件の対応を定めた基本法とされている。

表－1 自然災害に係わる中国の法律および条例

公布年	法律および条例
2007.8	突発事件対応法
2005.6	軍隊救援・災害救助参加条例
2003.11	地質災害防治条例
2002.3	人工影響天気管理条例
2001.8	防砂治砂法
2000.1	森林法実施条例
1999.10	気象法
1997.8	洪水防止法
1997.12	防震減災法
1995.2	破壊性地震応急条例
1994.10	自然保護区条例
1991.7	水防条例
1991.3	貯水ダム安全管理条例
1989.11	森林病虫害防治条例
1988.1	森林防火条例
1984.9	森林法
1983.12	海洋石油勘探開発環境保護管理条例

1.2 自然災害救助応急対策計画

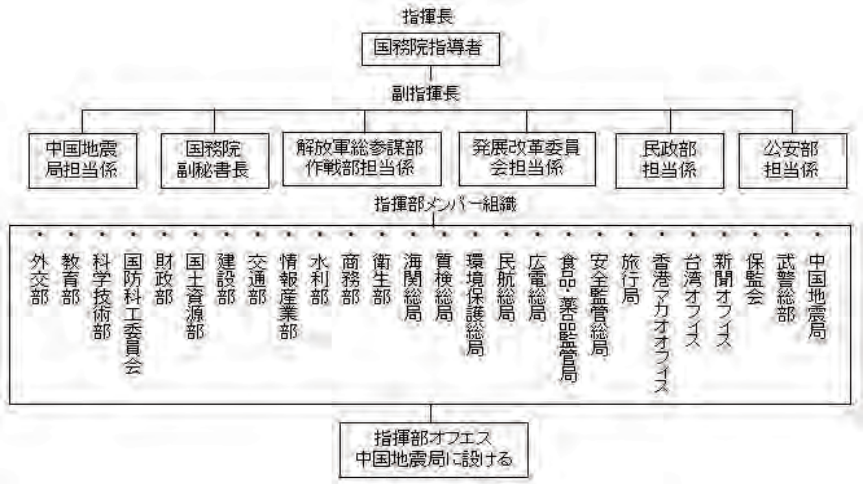
中国は2003年のSARSを契機に、危機管理の重要性が認識され、一案三制[1]の整備を進めることが重要な課題となって、2005年に本格的な整備が開始された。自然災害についての国の応急対策計画には国家自然災害救助応急対策計画が総合的な応急対策として存在しており、その他にも国家洪水・干害防止応急対策計画、国家地震応急対策計画、国家突発地質災害応急対策計画、国家気象災害応急対策計画などのような自然災害の種類に応じた応急対策計画がある。これらに対応して地方の応急対策計画も策定されている。国家自然災害救助応急対策計画は、自然災害救助の組織・指揮体系、早期警報・予報、災害情報の伝達、救助資金・物資等の準備、1級～4級の各等級の対応を中央政府が発動させる条件及び各対応体制、被災者生活支援、復興再建等についての体制、運用を定めている。

1.3 大規模地震の発生を事例とする災害対策組織体制

自然災害発生後の災害対策は発生した地区の人民政府が対応するのが原則であるが、地方人民政府の対応能力を超えるような災害が起きた場合には、中央政府が対応することになる。例えば大規模な地震が発生したと

[1]一案とは応急予案（応急対策計画）、三制とは危機管理の体制、機制（応急管理方法と措置）及び法制をいう。

きには、図－１で示した組織体系が形成され、地方人民政府が国務院まで被害状況を報告した後、それぞれのメンバー組織は指揮長と副指揮長の指示に基づいて、救援、救助、治安維持、交通整理、防疫等の活動を行い、応急対策が落ち着く段階で二次災害防止の取り組み、被災者の生活・生産支援（資金及び災害救援物質の配布等）、道路や施設の復旧が始まる。



図－1 大規模地震対応の災害組織体系

２．日本における法体制整備による自然災害への対応

日本は 1946 年の南海地震を契機として災害救助法が制定され、伊勢湾台風災害を契機として 1961 年に災害対策基本法が定められた。一方、中央防災会議も設置され、防災基本計画が作成された。それ以降も大規模な自然災害や事故の経験を契機として防災体制を充実強化させた。現在では、災害対策基本法及び各種の関係法律によって、災害対策が推進されている。

日本の災害対策は、内閣府総理大臣が指揮官を務め、中央防災会議または関係閣僚協議や関係省庁連絡会議で応急対策計画や災害対策を制定し、国交省、気象庁、防衛庁及び消防庁の各担当部門が具体的な措置を実施するフローになっている。地方政府の方もまた同じような体系が構築されており、災害規模に応じて地方か中央の災害対策が実施される。

災害基本法が制定されており、気象庁による地震と津波の 24 時間監測と災害発生後の速報、IT 技術による通信網の整備、避難所の指定、またはハザードマップの設定や防災訓練の実行から現れる国民の災害予防危機意識と防災教育の実施は特に自然災害による人命財産の被害の軽減を実現させる優れたところだと言われている。

３．日本の経験から中国の今後の災害対策の改善・推進への提示

中国は自然災害に係わる法律の制定が少ないばかりではなく、現存する法律も個別災害対応の法律であり、大規模災害あるいは「災害連鎖」[2]が発生する場合は対応できなくなる。そのためには災害対策基本法と災害救助法のような基本法の制定が必要不可欠である。

四川大地震が発生後に情報を中央に上げて指示を仰ぐことが重要視されたために、地方政府による救援などの応急対策が遅れた。これは中国の災害対策体制の権力は中央に集中していたことも一因であると言われている。したがって、権力を地方に分割し、日本のように、地方政府の災害対策力の向上と各部署同士での連携・協力が強く求められている。（劉学彬，2010）

また自然災害救助応急対策計画は細かく制定されている一方、実行性が低いため、日本が災害発生を教訓に新たな法律や計画を作るように、常に自然災害救助応急対策計画を見直しなければならない。

参考文献

1)宮尾恵美，中国における大規模自然災害への対応，外国の立法，p214-238，2012.3
2)内閣府 HP，日本の災害対策，http://www.bousai.go.jp/1info/pdf/saigaipanf.pdf
3)楊東，日本の災害対策体制及び我が国への参考について
4)劉学彬，我が国の応急管理の方策指揮体系について――汶川大地震の応急対策と救援を事例として

[2] 「災害連鎖」とは自然災害または気象変動の発生による二次災害が生じることをいい、中国の防災専門家が使用している言葉である。

R5-23

小学校における土砂災害に関する防災教育上の課題について

筑波大学大学院環境防災学講座　○田中 義成、西本 晴男
一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構　三木 洋一

1．はじめに

平成23年5月に一部改正された土砂災害防止法の付帯決議で防災教育における防災知識の普及への取り組みが求められている。これを受け国土交通省は、今後の土砂災害対策の重点項目として学校教育の現場における防災教育の推進を支援していくこととしており、文部科学省においても平成23年度から始まった新学習指導要領によって、「生きる力」を育むために防災教育を一層推進することとし、教科書において自然災害に関する記載が増えている。

土砂災害に対する防災教育については、これまで砂防の分野でも多くの実践事例が報告されてきている。また、平成25年度より新たな防災教育の取り組み[1]を始めた地域も出てきている。

本研究は、小学校における土砂災害に関する効果的な防災教育の実践方法をとりまとめることを目的とし、教育の現場における実態についての聞き取り調査、防災教育実践事例をもとに、教育現場における現状の課題について考察した。

2．小学校のカリキュラムと防災教育

小学校のカリキュラムにおける土砂災害と関係する単元を整理した（表1）。

表1　土砂災害に関係する小学校のカリキュラム（例）

教科等	学年	土砂災害に関係する単元(内容)
国語	全学年	・自然や環境に関する教材本等を調べる
生活	1、2年	・まちたんけん ・聞いて聞かせてまちのすてき
社会	3、4年	・わたしのまち、みんなのまち ・くらしを守る
	5年	・わたしたちの国土 ・わたしたちの生活と環境 （自然災害を防ぐ）
	6年	・わたしたちの生活と政治 （災害から人々を守る）
理科	4年	・水のすがたとゆくえ
	5年	・流れる水のはたらき
	6年	・大地のつくりと変化 ・人と環境
道徳	全学年	・自然環境や防災への関心を高めるとともに災害に対応できる心情や態度の育成
総合的な学習の時間	全学年	・課題発見、解決能力、論理的思考力、コミュニケーション能力等の向上 （地域探検、環境学習等）
特別活動	全学年	・避難訓練等
その他（地域との連携）	全学年	・地域の防災活動への参加
		・学校だより等による防災教育の啓発

この中から防災教育として実践しやすい単元を以下に示す。

・社会5年：わたしたちの生活と環境
・理科5年：流れる水のはたらき
・理科6年：大地のつくりと変化

これらは、土砂災害に直結した内容を含む単元であり、特に社会5年の「わたしたちの生活と環境」については、新学習指導要領によって「自然災害を防ぐ」という内容が平成24年度の教科書より本格的に加わったため、土砂災害に関する防災教育の実践として有効な単元であると考える。

また、総合的な学習の時間については、小学校ごとに年間の指導計画が立案されるものであるため、小学校への働きかけによって継続的、単発的いずれにも防災教育を実践する機会を設けられる科目と考える。

3．聞き取り調査

小学校の教員を対象に、防災教育に関する学校の体制、土砂災害に関する指導経験、外部機関との関わり等について聞き取り調査を行った。以下に代表的な意見等を列記する（聞き取り調査は平成24年度に実施したもの）。

（1）小学校の防災に関する体制について

・各学校で「学校防災計画」に類するものは存在するが、土砂災害への対応を盛り込んだものは見たことがない。
・学校で教員が担当する防災は、防災訓練を計画・実施することが主体であり、防災訓練は年に2～3回で多くの学校が地震、火事、不審者を対象としている。
・一人の教員が多くの担当を併任して多忙を極め、防災についての取り組みは事務的に処理されることが多い。防災への取り組み方針を新たに検討するためには校長等からの指示が必要である。

（2）土砂災害に関する指導計画について

・土砂災害に対する教員の知識は一般の方と同等であり、新学習指導要領に基づく「自然災害を防ぐ」部分の指導計画はまだ準備していない（聞き取りは8月、上記単元は3学期実施予定で教科書は配布されていない段階）。
・指導経験のない自然災害といった内容のものについて、事前に時間を割いて準備することは現実的に厳しい。
・土砂災害に関する副読本の多くは内容が難しいため、授業に直接使用せず、教員の参考として用いている。

（3）外部機関との関わりについて

・外部の機関にゲストティーチャーとして授業を支援してもらうことは非常に効果的であり、教員にとっても学ぶことが多い。
・外部の機関に防災教育を支援してもらう場合、児童と教員の事前準備（学習）や時間的な制約を考慮すると、比較的に自由に指導計画を設定できる「総合的な学習の時間」での実践がやりやすい。

4．防災教育の実践事例

（1）Ａ小学校で実践

・対象学年：６年　２クラス（計 49 名）
・実践科目：総合的な学習の時間（２日間、５時限分）
・実践時期：平成 24 年 12 月
・実践方法：２クラスまとめて実施。教員、県土木事務所職員、筑波大学が共同で授業を実施。
・実践内容：

日	時限	内容
1日目（火曜日）	1	土砂災害の概要、ビデオ
	2	地域のなりたち（地形地質的特徴）
2日目（金曜日）	1	土砂災害の発生条件
		（雨量計測実験、傾斜度計測実験）
	2	土砂災害の前ぶれ
		ハザードマップ作成
	3	土砂災害に対する取り組み
		まとめ（これだけは知っておこう）

・特長

１日目と２日目の間を中２日あけ、児童が１日目の内容を復習し、教える側も児童の興味や質問を２日目に反映する準備の時間を設定した。具体的には、１日目に児童から質問のあった雨量の目安、どんな斜面が危ないか、危ない範囲はどこまでか等について、簡易雨量計やテープを使って体育館で実験する体験型の授業を２日目に実施した（写真１）。

授業の時限毎に教員による児童の興味や疑問点を確認した。

２月に総合的な学習の時間の成果として、６年から全校児童と父兄の参加する発表会が実施された。

写真１　体育館で実施した斜面の傾斜度体験
（テープにより斜面傾斜を再現）

（2）Ｂ小学校の実践を見学

・対象学年：５年　３クラス（計 86 名）
・実践科目：総合的な学習の時間（１日間、２時限分）
・実践時期：平成 25 年１月
・実践方法：３クラスに分かれ、ゲストティーチャー主導による授業
・実践内容：

日	時限	内容
1日目（午後）	1	土砂災害の概要
		ハザードマップの作成
	2	ハザードマップの班毎の発表
		防災クイズ、土砂災害ビデオ
		まとめ

・特長

１時限目を父兄参観と重ね、親子一緒にハザードマップを作成した（写真２）。

当日の防災教育を実践するにあたり、社会の「自然災害を防ぐ」を前倒しで実施した。

写真２　父兄参観によるハザードマップ作成

5．土砂災害に関する防災教育の課題

聞き取り調査結果、防災教育実践結果を踏まえ、土砂災害に関する防災教育の課題を以下にまとめる。

・土砂災害を対象とした防災訓練は山間部の小学校でも行われていない。
・小学校における防災教育は、児童のみでなく家族、地域への防災意識の向上に役立つ反面、土砂災害危険箇所や影響範囲等は、学校サイドから発信することが難しい理由が存在する場合がある。
・外部機関が実施する防災教育では、教え方が不慣れであるため、教員との共同作業が必要であり、事前に教員と役割について打合せを行うことが重要である。
・外部機関が授業に参画するには、年度当初の授業計画を検討する段階から調整する必要があるため、年度末を挟んでの継続的な協議が難しい場合がある。
・防災教育が継続的に同レベルで実施されることは、教員の異動とともに途絶えることが多い。
・防災教育を外部の機関に依頼する際、学校サイドから費用を捻出することが困難であり、公的な機関による防災教育に依頼ことが多い。

6．おわりに

小学校で実施する防災教育の知識は家族に伝わり易く、継続的に実施することで地域全体の防災力の向上に結び付くものと考える。

今後、研究として防災教育の実践を重ね、課題の解決・改善方法を検討し、教員の意見を取り入れた授業の実施方法、分かり易い教材、継続させるための方法について研究していきたい。

【参考文献】

1)財団法人新潟県中越大震災復興基金（協力：新潟県教育委員会，新潟県防災局）：新潟県防災教育プログラム，土砂災害編，学習指導の手引き【試行版】：平成 25 年２月

Pa-43

中国における大規模災害発生後の避難所整備の実態と課題

筑波大学 大学院 持続環境学専攻 環境防災学講座
○黄 麗，石井 靖雄

1. はじめに

中国は環太平洋地震帯とユーラシア地震帯に位置しており、1900 年以降地震の発生により死者 55 万人を記録している（劉紅星ら，2009）。中国では、2008 年四川汶川大地震をきっかけに、地震などを含めた自然災害への防災対策が強化されてきている。大規模地震発生後には多くの被災者が発生し、被災者が避難生活を送る避難所の確保が重要となる。そこで、中国の避難所整備に関する課題を明らかにするため、中国と日本の大規模地震発生後の避難の実態を調査し比較した。

2. 調査方法

大規模地震発生後の避難所は、地震発生後 2～3 カ月までの間は公園、広場、学校、公共施設など様々である。一方、その後は主に仮設住宅で生活を送っている事例が多く、避難期間とともに避難所が変わる。そこで、2～3 カ月を目安として、避難期間を短期避難と長期避難に区分し調査した。本調査では、マグニチュード 6.8 以上で被災者が多数発生した中国の唐山大地震（1976 年）と汶川大地震（2008 年）、日本の兵庫県南部地震（1995 年）と新潟県中越地震（2004 年）を取り上げ、文献と新聞記事を収集し調査したほか、中国四川省の北川県と映秀鎮でヒヤリング調査を行った。調査結果は、各事例間で比較し短期避難と長期避難の課題を考察した。

3. 調査結果

3.1 短期避難

短期避難状況を調査した結果、避難所には中国と日本で差異が認められた。中国の短期避難所は、表—1 に示すように、主に公園、広場、空地となっていた。一方、日本では公園、広場、空地に加えて、学校施設、体育館、コミュニティセンターなどの公共施設が多くを占めた。

また、学校施設は日本では重要な避難所となっているが、汶川大地震では地震より倒壊し、多くの教師や生徒の生命が奪われ、短期避難所として活用できる状態にはなかった。

さらに、中国の事例では、政府のビルや警察局などの公共施設が大きな被害を受け、行政・管理機能がほぼ麻痺したため、被災者の統一的な支援が難しく、政府の公助機能を十分に果たせなかったと考えられる。

表—1 短期避難所の避難場所の中日比較

	中国の大規模地震		日本の大規模地震	
避難場所	唐山大地震	四川汶川大地震	兵庫県南部地震	新潟県中越地震
学校施設	—	—	○	○
体育館	—	△	○	○
コミュニティセンター	—	—	○	○
公園、広場、空地	○	○	○	○
その他	知人宅、空地、道路脇、橋の下等		知人宅、自動車等	

注）○：多い，△:少ない，—:無し

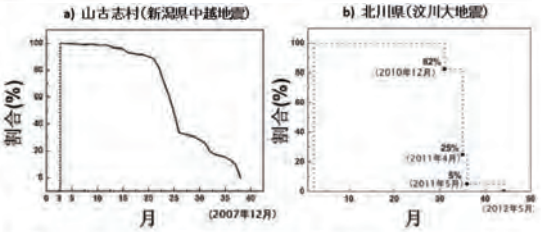
以上のように、中国では避難所の事前整備は十分ではないこと、また避難所として活用が望まれる建築物の耐震性に問題があり、政府の公助機能にも支障をきたらしたことが課題として挙げられる。

3.2 長期避難

長期避難状況を調査した結果、1976 年に発生した唐山大地震では、簡易房と呼ばれる杭、リノリウム、煉瓦、石で作った簡易な建築物が避難所となっていた。汶川大地震では、仮設住宅が主な避難所となっていた。日本でも仮設住宅が主な避難所となっていたが、中国の仮設住宅には整備されていないトイレ、浴室、エアコンなども整備され、住民の長く続く長期避難生活をより快適に過ごすための措置が講じられていた。

また、中国と日本において壊滅的な被害を受けた地域として、汶川大地震時の北川県と新潟県中越地震時の山古志村を取りあげ、仮設住宅への入居者数の経時的な変化を調査した（図－1）。図—1によると、両者ともに避難期間はほぼ同じであったが、入居者数の減少のしかたに違いが認められた。山古志村の仮設住宅の入居者数は徐々に減少したが、北川県の仮設住宅の入居者数は数回にわたって急激に減少した。その原因は、住宅再建の手法が両国で異なることにあった。山古志村の場合は主に国や県から再建支援金や住宅復興資金などの支援を受け、住民自らが住宅を再建していた。一方、北川県では政府が新しい街を作り、再建された住宅を低価格で被災者に販売し、新しい街に被災者を集団移転させていた。

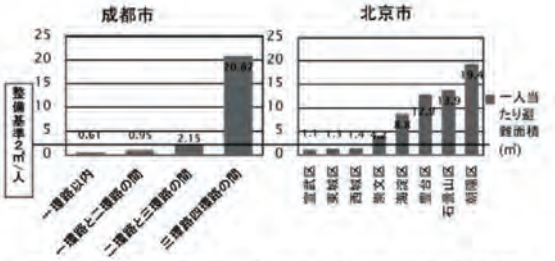
図—1より、避難期間は両者ともほぼ同じであったが、地震による被害の規模を考えると、中国の復興のスピードは速かったと考えられる。しかし、北川県では仮設住宅の入居者数が一定期間経過しないと減少していない。そのため、一部の住民に対してより早く長期避難を解消させることが課題として考えられる。



図—1　仮設住宅の入居者数の当初入居者数に対する割合の変化

3.3　中国の避難所の整備状況

中国の避難所は、日本のように「防災基本計画」、「都道府県地域防災計画」、「市町村地域防災計画」というシステムの中で指定されているのではなく、国の避難所計画「都市防災避難所設計規範」のもとで整備が進められている。現在のところ、指定された避難所はその数が少なく、「都市防災避難所設計規範」の必要施設数に達していない。また、避難所として指定されているのは、公園、広場などのオープンスペースに限られている。図—2には成都市と北京市の一人当たりのオープンスペースの面積を中心部から外部に向かって区分し算出した結果を示した。図—2によると、全てのオープンスペースを避難所として利用したとしても、両都市とともに一人あたりの避難面積は中心部ほど少なく、避難所計画に定められた基準値2㎡/人以下となっている。今後、建築物を含め、さらに避難所を整備していく必要がある。



図—2　成都市と北京市の一人当たりのオープンスペースの面積
（中心部から外部に向かって区分し算出）

4. まとめ

中国と日本の大規模地震発生後の避難の実態を調査した結果、短期避難については、避難所を事前に指定し、避難所として使用する建築物の耐震性を確保する必要があること、また、特に政府関係機関の建築物の耐震性の向上により、政府の公助機能の確保・向上が重要であることが示唆された。長期避難については、汶川大地震と日本の事例ではともに仮設住宅が用いられていたが、中国では住居環境の向上や避難期間を短くするための対策の検討も必要と思われる。また、避難所の整備に関しては、オープンスペースだけではなく建築物も避難所として整備していく必要があると考えられる。

引用文献

劉紅星，張倩：中国各主要地震区域における地震状況の分類と分析；中国技術論文在線，2009

Pb-04

流下痕跡に基づく土石流水理量の推定

筑波大学大学院生命環境科学研究科　○安海高明
筑波大学生命環境系　水野秀明

1. はじめに

土石流対策施設の設計にあたっては、設計外力の算出のために必要な土石流の水理量を算出する。この推定方法には実際の土石流の水理量を精度よく再現できることが求められる。既往研究をみると、水山・上原（1984）による焼岳上々堀沢、桜島野尻川、木曽川支川滑川で発生した土石流を観測してとりまとめた事例や、水野ら（2003）による水俣市集川、太宰府市太宰府原川の流速の推定事例等があるが、こうした水理量の蓄積はいまだ十分とはいえず、今後も蓄積が必要であると考える。本稿では、平成24年7月九州北部豪雨で発生した土石流を事例として、流下痕跡より土石流の流速の推定をおこなった。

2. 対象とした土石流の調査

2.1　土石流発生時の水文状況

対象とする渓流として阿蘇市一の宮町に位置する土井川（流域面積0.3km$_2$）をとりあげる（図.1）。土石流発生時の降雨についてみると、本渓流に近接する雨量観測所である阿蘇乙姫観測所で、最大1時間雨量は2012年7月12日に108.0mm、最大24時間雨量は、12日9時から12日14時まで5時間にわたって 507.5mm を観測した。1979から2011年の降雨データより一般化極値分布（GEV分布）で計算したところ、100年超過確率の最大1時間雨量は107.1mm、最大24時間雨量は510.5mmとなり、今回の降雨は最大1時間雨量で106年確率、最大24時間雨量で95年確率となった。なお、今回の降雨期間中の連続雨量は816.5mmであった。

図.1　位置図

2.2　流下痕跡

土井川における土石流の流下、堆積域の状況を示す（図.2）。崩壊は標高710m付近に位置する右支渓の上流で発生しその崩土が下流へ移動し土石流へと発達した。土石流は手野地区の住宅地に流れ込んで被害をもたらした。現地調査をおこなった2012年12月時点では、堆積域に1.5m程度の礫が多く、最大で3.0m程度の礫も確認された。図.2中の断面1と断面2の2カ所の湾曲部で流下痕跡を測定した。

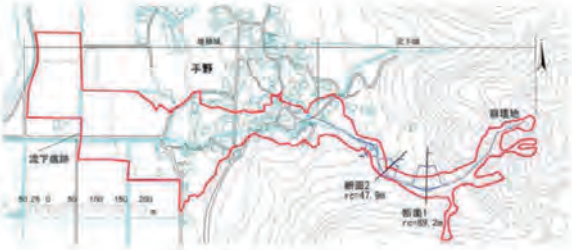


図.2　流下堆積の状況

写真.1　断面1を下流より撮影

写真.2　断面2を下流より撮影

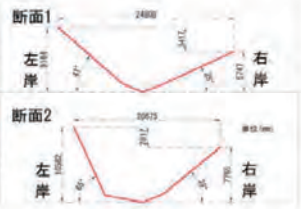


図.3 横断形状

写真.1，写真.2は、断面1と断面2の現地状況である。縦断勾配は10°程度であった。横断形状は図.3に示すとおりである。側岸勾配は、外湾側で急で、内湾側で緩やかであった。流木が両岸に堆積しており、最高水位の痕跡は推定しにくかったため、流木の表面の高さを最高水位とした（写真中の▽）。その結果、左右岸での流下痕跡の最高水位の差（水位差）は断面1で3.4m、断面2で2.8mであった。流下幅は断面1で24.8m、断面2で20.6mであった。

3. 考察

本報告では、土石流の流速は偏流の水位差から推定する方法と、等流状態と想定してマニング型の式の流速式から推定する方法により算出した。式(1)は偏流の水位差から流速を推定する式である。表.1は現地で計測した水位差（Δh）と流下幅（b）、地形図上から計測した曲率半径（r_C）を示したものである。

$$\Delta h = \alpha \frac{u^2 b}{g \cdot r_c} \quad \cdots 式(1)$$

表.1 偏流高より推定した流速

	流下幅(m)	水位差(m)	曲率半径(m)	流速(m/s)	
	b	⊿h	rc	α =3	α =1
断面1	24.8	3.4	89.2	6.3	11.0
断面2	20.6	2.8	47.9	4.6	8.0

ここで、Uは速度、gは重力加速度、αは係数である。係数の値は既往文献によれば1～10程度の値（水山・上原、1981、水野、2004）であるが、断面1、2ともに外湾側の側岸の勾配が41度と65度と直角でないことを考慮して、1から3とした。その結果、流速は断面1で6.3m/sから11.0m/s、断面2で4.6m/sから8.0m/sとなった。

式(2)はマニング型の流速式である。

$$U = \frac{1}{n} R^{2/3} (\sin\theta)^{1/2} \quad \cdots 式(2)$$

ここで、n は粗度係数、Rは径深、θは渓床勾配である。粗度係数は既往文献（水山・上原、1984）と同様に0.1から0.2程度とする。径深は流下断面積を流下幅で割った値とし、流下断面積は左右岸の流下痕跡の最高水位の地点を直線で結んで計測した。表.2は計算に用いた変数の値を示したものである。その結果、流速は断面1で5.3 m/sから10.6m/s、断面2で6.9 m/sから13.7m/sとなった。

表.2 マニング式より推定した流速

	径深(m)	断面積(m²)	流下幅(m)	渓床勾配(°)	流速(m/s)	
	R	A	b	θ	n=0.2	n=0.1
断面1	4.0	100	24.8	10	5.3	10.6
断面2	6.0	123	20.6	10	6.9	13.7

2つの方法で推定した流速の重複する範囲を求めると、断面1で、6.3 m/sから10.6 m/s、断面2で、6.9 m/sから8.0 m/sの範囲となった。断面1と断面2の距離は100m程度と近接することから、2つの断面での推定値の重複範囲をとれば、土石流の流速は6.9 m/sから8.0 m/sと推定することができた。過去の土石流の事例では、水山・上原(1984)による観測結果を読み取ると、焼岳上々堀沢で0.7 m/sから3.9m/s，桜島野尻川で2.4 m/sから8.1 m/s、木曽川支川滑川で4.5 m/sから12.0 m/sであった。水野ら（2003）による推定結果によれば、水俣市集川で2.9 m/sから23.5m/s、太宰府市太宰府原川で4.2 m/sから14.3 m/sであった。これらの事例において土石流の規模がきわめて大きい水俣市集川が流速の最大値が突出していたが、本稿で推定した土井川の流速は、他の事例とほぼ同じ範囲内にあることがわかった。

4. おわりに

水理量の推定事例を蓄積するため、平成24年7月九州北部豪雨における土石流流下痕跡から、偏流高の推定式と、マニング式により流速の推定をおこなった結果、土井川で発生した土石流の流速は6.9 m/sから8.0 m/sと推定した。今回湾曲部における左右岸の水位を把握する際、内湾側に堆積した流木の扱いが問題となった。今後は、水路実験や計測事例を蓄積して水位差の測定方法について検討をおこなってゆきたい。

引用文献

水野秀明ら（2003）：2003年7月の梅雨前線豪雨によって発生した九州地方の土石流災害(速報)，砂防学会誌，Vol.56，No.3，pp.36-43

水野秀明（2004）：S字型湾曲部の流下痕跡から土石流の流速を推定する方法に関する実験的研究，砂防学会誌，Vol.57，No.4，pp.56-59

水山高久・上原信司（1981）：湾曲水路における土石流の挙動，土木技術資料，23巻5号，pp.243-248

水山高久・上原信司（1984）：土石流の水深と流速の観測結果の検討，砂防学会誌，Vol.37，No.4，pp.23-26

R4-25

地域特性を考慮したアンケート式自己学習プログラムによる住民の土砂災害に対する防災意識向上手法

筑波大学大学院生命環境科学研究科　環境防災学講座
○大村さつき（現：応用地質(株)）,西本晴男

1.はじめに

土砂災害は毎年全国で発生し、人命・財産に多大の被害が生じている。また、多くの住民が土砂災害の危険と隣り合わせて生活している。こうした現状に対し、国や都道府県による砂防施設の施工や，都道府県による土砂災害警戒区域等の指定、市町村によるハザードマップの作成・配布等により、住民の人命・財産を守るための取り組みがおこなわれている。しかしながらそれらの取り組みへの住民の参加人数は、対象となる世帯数と比すると少なく、住民一人一人の意識向上・避難行動に結びつきにくい現状がある。

そこで本研究では、住民個人を対象に実施することが可能な、土砂災害に対する住民の防災意識の向上を図るためのアンケート式自己学習プログラムによる手法の開発を行い、その効果検証を実施した。

2.研究方法

本研究で使用したプログラムは、交通の分野で利用されており、大規模かつ個別的なコミュニケーション手法である、TFP(Travel Feedback Program)の手法を参考にした、アンケート・ちらし・掲示用カードの 3 点で構成している。住民がアンケートに回答する際に、ちらしを見ながら答える、情報の入手方法と避難場所を掲示用カードに記入し部屋に貼る、市町村から配布済みのハザードマップを見ながら自宅を探す等の内容を実践することにより、災害や防災についての自己学習が可能で、住民の防災意識の向上が図られ、行動が改善されることを目標としたものである。プログラムの内容はプログラム作成前に自治会・町内会事前協議を行い、実施する地域特性に合わせた内容とし、プログラムの配布・回収方法についても検討した。

プログラム実施の約 6 ヵ月後に，プログラムによる住民の意識・行動の変化を確認することが可能な効果調査アンケートを行い、プログラムの効果を検証した。図１に研究のフローを示す。

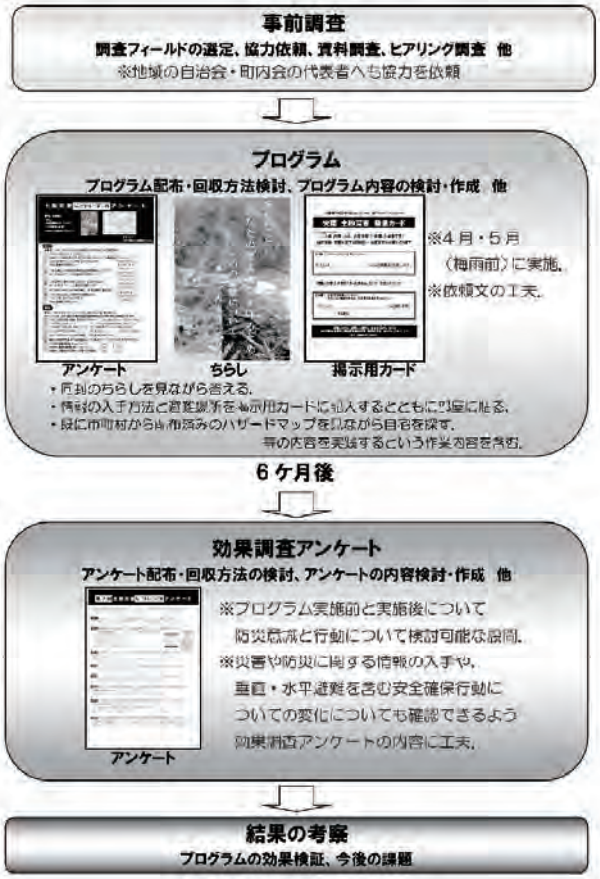


図１　研究のフロー

3.結果と考察

土砂災害警戒区域等が指定され、ハザードマップの作成・配布がされている、東京都あきる野市・広島県広島市・長野県伊那市の３地域においてプログラムを実施した。プログラムにはそれぞれの地域の土砂災害の現状や防災活動に関連した内容を盛り込み、地域特性に応じたプログラム内容・実施方法とした。

プログラム実施時と効果調査アンケート時の結果を比較したところ、住民の土砂災害への現状や特徴への理解、避難の重要性に認識が向上したことの確認、降雨時等における自主的な情報収集や避難行動を起こす等の行動の改善の確認をおこなうことができ、住民の防災意識の向上が示された。

また、地域に応じた内容とすることで、地域防災力向上にも寄与できることが示され、住民の土砂災害に対する行動改善や地域防災力向上において、本研究で改良したアンケート式自己学習プログラムが有効であることが明らかとなった。あきる野市では防災活動の中で行われている機関誌に本プログラムの資料が掲載されて研究フィールド以外の地区で配布され、広島市では町内会でアンケート結果を利用した防災活動への今後の取り組みについての話し合いが行われるといった、地域防災力向上のための活動にも寄与することができた。また、プログラムおよび効果調査アンケートを自治会・町内会を通して配布回収したことにより、郵送回収に比べ、取り組み参加者を増加させることが出来た。

表１　配付・回収方法と回収率

県		東京都	長野県	広島県			
市		あきる野市	伊那市	広島市			
町内会		戸倉	長谷地区	古野	魚切	下河内 一般	下河内 集合住宅
プログラム	配布方法	町内会	イベント配布	町内会			
	配布数（世帯）	270	92	40	65	248	120
	回収方法	町内会	郵送	町内会			郵送
	回収数（世帯）	233	17	33	56	218	9
	回収率（%）	86.3	17.4	82.5	86.2	87.9	7.5
効果調査	配布方法	町内会	実施無し	町内会			
	配布数（世帯）	270		33	62	260	120
	回収方法	町内会		町内会	郵送		
	回収数（世帯）	231		26	25	104	
	回収率（%）	85.6		78.8	40.3	27.8	

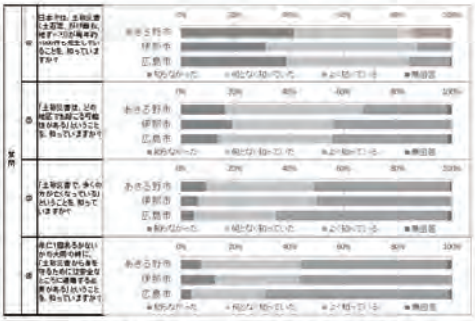


図２プログラム実施時防災意識（各市）

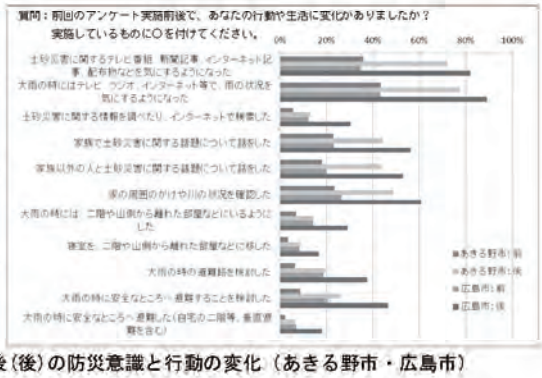


図３　プログラム実施時（前）と６ヶ月後（後）の防災意識と行動の変化（あきる野市・広島市）

参考文献：

谷口綾子,藤井聡,柳田穣,小山内信智,小嶋伸一,清水武志,西本晴男,伊藤英之(2009)：土砂災害の避難行動誘発のための説得的コミュニケーション・プログラムの開発と効果検証,砂防学会研究発表会概要集,38-39.

小学校における土砂災害の防災教育実践方法

筑波大学大学院生命環境科学研究科環境防災学講座　○田中 義成[※1]，西本 晴男
一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構　三木 洋一[※2]
（※1 現(一財) 砂防フロンティア整備推進機構，※2 現応用地質株式会社）

1. はじめに

平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震では，避難行動がそのまま生死に大きな影響を与え，学校の教育現場における防災教育の必要性が再認識された災害であったと言える．

文部科学省においては，「生きる力」を育むという理念に基づいて平成23年4月から適用された新しい『学習指導要領』をはじめ，平成24年3月の『学校防災マニュアル（地震・津波災害）作成の手引き』，平成25年3月の『学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開』等によって，防災教育に係わる方針が示されており，自然災害に対する防災教育の研究や実践等の取り組みが行われている．

土砂災害に対する防災教育についても，国土交通省において平成21年3月の『小中学校における土砂災害防止教育に関する懇談会』，平成23年7月の『今後の土砂災害対策の方向性』等により提言がなされたところである．

本研究は，小学校における防災教育の実践結果をふまえ課題を分析し，今後の防災教育を実践するための内容や方法について考察したものである．

2. 土砂災害に関する防災教育の実践

2.1 実践小学校の概要

防災教育の実践は，新潟県長岡市の小学校で行った．この小学校は，平成16年10月の中越地震によって多くの土砂災害が発生し，全村民が避難した地域の小学校である．なお，授業は2学年をまとめて複式学級の形式で行われており，平成25年度の5・6年生は中越地震発生当時1～3歳で，地震時に避難したことは覚えているが，地震の記憶はほとんどないということである．

2.2 防災教育の現状

当該小学校における防災教育の実態について聞き取り調査を行った結果は次のとおりである．

- 学校安全計画に土砂災害に関する記載はない．
- 平成20年度，22年度に総合的な学習の時間の「中越地震を振り返り，伝えていこう」という授業の中で，地震によって発生した土砂災害の被害と復興（対策）を学び，周りに伝える学習を行っている．これ以降，土砂災害を扱った授業は行われていない．
- 年3回の防災訓練（避難訓練）で，土砂災害を想定した訓練は行われていない．
- 新潟県から防災教育プログラム[1)]は届いているが，使用方法についての指導はなく，どのように使うかは各小学校で任せられている．当該小学校では，このプログラムの使用について未検討である．
- 国土交通省の直轄事務所から，土砂災害に関する副読本が提供されているが，授業に直接使用するにいたっていない．教員の参考資料とされている．
- 長岡市で採用されている社会科 5 年生の教科書における「自然災害の防止」の部分は，見開き2ページの文章量であり，年度末に行われる予定となっている．

2.3 防災教育の実践の概要

授業は，5・6年生の11名を対象とし，総合的な学習の時間における「中越大震災を忘れないために～防災に生かそう！中越大震災～」という年度指導計画の最初の導入部で行った．

今回の防災教育の目標として，中越地震による土砂災害の被害状況を理解し，自分は常日頃どうしたら良いのか疑問や関心をもつとともに，もっと調べたいという次回のテーマを見つけることとした．

授業の方法は，本研究の筆者が土砂災害の専門家によるゲストティーチャーとして行い，表1に示す内容を実践した．

表1　防災教育の授業内容

日	時限	内容
1日目	1	地域の特徴と中越地震による災害
		土砂災害の概要，映像
	2	ハザードマップ作成
2日目	1	土砂災害発生箇所の現地見学
	2	ハザードマップによる復習
		復興に向けた取り組み

図1 ハザードマップ作成の様子

図2 現地見学の様子（砂防堰堤）

2.4 防災教育の実践による課題

授業は，児童の知識レベルや理解度に合わせて展開していくことが理想であるが，本研究の授業では，教室・現場での授業ともに，児童の発言や活動が滞りがちであった．これは，少人数のクラスということに加え，授業を行う者が，児童への問いかけ方やクラスの雰囲気を把握することに不慣れであったことが原因と考えられる．これに対しては，実験等の体験型の授業内容を多く準備し，児童に対する問いかけについては，クラスの担任教員とチームティーチングで進めることが必要である．

また，時間配分に余裕がなく，最後は講師からの説明に終始する授業形態となった．防災教育として授業を行う場合，ゲストティーチャーが児童の様子を確認しながら授業を予定通りに展開することは難しいため，目標をどこまでとするか明確にし，授業内容を少なめに設定しておくことが必要である．

3. 学習指導案の作成

3.1 学習指導案の事例

学習指導案とは，学校の教育現場において研究的な授業を行うとき等に，授業のねらい，展開方法，内容等のシナリオをあらかじめ示した資料である．特に決まった様式はないものの，「授業の流れと予想される児童の意識」，「講師のはたらきかけ」，「児童に対する評価方法」の３つの項目で作成されることが多い．当該小学校における実践においては，学習指導案を作成して事前に教員と打合せを行ったため，授業内容の確認と教員からの要望等の意思疎通がスムーズに進んだ．

今後，土砂災害に関する防災教育を実践する場合，学習指導案を作成することが望ましく，以下に示す内容を前提とした場合の学習指導案の事例を表２に示す．

- 目標：土砂災害の怖さと避難行動について理解する．
- 時間：１日２時限分を想定
- 方法：５年生以上，総合的な学習の時間，土砂災害の専門家がゲストティーチャーとして行う．
- 内容：土砂災害の種類，土砂災害の発生誘因，ハザードマップの作成，土砂災害に対する取り組み

3.2 学習指導案の作成上の留意点

・主な学習の流れと予想される児童の意識

授業の流れに対し，児童がどのように考えて活動するかを予想して整理する．児童の意識が途切れることのないよう前後の内容と関連した流れとなるよう留意する．

・講師のはたらきかけ

講師の指導，支援内容，問いかけ内容及び活動体制を整理する．問いかけ内容は学習意欲を引き出すための具体的な言葉で示す．児童の反応や安全面への配慮等の留意点についても記入する．

・評価基準

児童に対する評価方法，着目点について，教員と相談して作成する．表３の学習指導案例では記載していない．

表３ 土砂災害に関する防災教育の学習指導案例

時間(分)	主な学習の流れと予想される児童の意識	講師のはたらきかけ	備考(メモ，教材，その他特記)
30	**○○地域はどんな特徴があるか考えて**		
	『良いところはどんなことがありますか。』		
	・赤田牛山の美色がきれい ・自然がいっぱいある ・川の水がきれい ・お米がおいしい	・以前に学習したこと ・児童の発言のほかに，講師が調べたことも書き出す ・土砂災害に関連する事項を取りあげる（山，川など）	・板書
	『今日は土砂災害について学び，みんなが挙げてくれた○○地域の良いところがどうやって守られているか，どのようにしていけばよいか一緒に考えていきたいと思います。』		
20	**土砂災害の種類について学ぶ**		
	・知ってる，テレビで見たことある ・近くで見たことある ・怖い	・土砂災害の種類 ・土砂災害の映像	・パワーポイント ・映像
15	**土砂災害が発生すると言について学ぶ**		
	『土砂災害が発生するときは，どんなときが考えられますか。』		
	・雨，台風，ゲリラ豪雨 ・地震の後 ◎大雨で土砂災害が発生しやすい	・今日は特に雨について考える	
	『雨はどうやって測るか知っていますか。』		
	・降雨量，100mmとか ・分からない ・簡易雨量計で使って実際に測ってみる ◎危険な雨量を実感で知る	・雨量の説明 ・危険な雨量の目安 ・簡易雨量計の作り方と雨の測り方の説明	・パワーポイント ・簡易雨量計の実演
10	――休憩――		
30	**ハザードマップを作成する**		
	『ハザードマップをみんなで作ってみましょう。』		
	・自分の家に印をつける ・小学校に印をつける ・避難所に印をつける ・自分が良くいくところに印をつける ・土砂災害発生箇所に印をつける ・土砂災害危険箇所に印をつける ◎自宅や学校と避難所や土砂災害危険箇所の位置関係を知る	・現場動 ・市町村が指定する避難所を提示を近付近に避難所がない児童は公民館や集会所などを提示 ・過去の土砂災害発生箇所を提示 ・土砂災害危険箇所等を提示	・地域のオルソ画像による大判サイズの図面 ・何色かのペン
	『大雨が降っているときにみんなはどうする？』		
	・どこに逃げるか，どの道で逃げるか考える ◎身を守ることにより，あらためて避難について認識する	・考える時間を作る ・発言してもらう ・机中にのこらどうする ・悩んでいる児童に対しては講師がフォローする	
10	**土砂災害に対する取り組みを知る**		
	『土砂災害が発生しないような取り組みを知ってるかな。』		
	・見たことある ・土砂災害を防ぐ大がな施設だ ◎自分や地域が守る取り組みを知る	・砂防ダム，土石流，地滑りそれぞれの対策施設を，地域にある写真等によって紹介 ・ハザードマップ上でも示す ・○○地域の良い特徴を守っていることに結び付ける	・パワーポイント
5	**まとめ**		
	・今日学んだことを振り返る ・質問や疑問に感じたことを発表する ・自分やみんなでできる取り組みは何だろう ・今後聞いてみたいことを挙げる ・感想を書く	・学んだことを簡単に整理する ・担任の先生からの問いかけ ・みんなでできる地域への貢献を考えさせる ・今後の学習の展開の説明	質問・感想ペーパー

4. 今後の課題

本研究では，総合的な学習の時間で防災教育を実践したが，これを継続実施できる方策について検討する必要がある．また，社会科の「自然災害の防止」，理科の「流水の働き」等の授業における防災教育について，教科書の使い方，教員が行うための教材作成や授業支援方法についても検討したいと考えている．

謝辞

防災教育を実践させていただいた小学校の先生方ならびに児童の皆様には非常に多くのご協力をいただきました．ここに厚くお礼申し上げます．

参考文献

1) 財団法人新潟県中越大震災復興基金（協力：新潟県教育委員会，新潟県防災局）：新潟県防災教育プログラム，土砂災害編，学習指導の手引き【試行版】；平成 25 年２月

P1-47

連続した湾曲部における流れの再現計算

○筑波大学生命環境系　水野秀明
筑波大学大学院生命環境科学研究科　安海高明
筑波大学大学院生命環境科学研究科　関根敬

1．はじめに

崩壊や地すべりがダム貯水池や河川に急激に流れ込むと、その土塊が水を押しのけることによって段波が生じる。河川の地形的な条件やその時点における水理量の条件によっては、その段波は下流だけでなく上流側にも伝播し、被害を発生させる。例えば、平成 23 年 7 月に高知県東部を流れる奈半利川での事例やイタリア共和国北部のバイヨントダムでの事例が有名である。従って、土砂災害による被害を軽減するために、避難路と避難場所を検討するうえで、このような段波の発生も考慮すべきといえる。

崩壊や地すべりの発生に伴う段波の遡上を予め推定する手段として数値計算は非常に有効である。本研究で対象としている現象は主に山地流域で発生するため、数値計算は急峻な地形や、ウェットベッド問題とドライベッド問題の混在といった条件下でも良好な精度を有するべきである。さらに、数値計算は渓流や渓谷のように流路の湾曲や合流点といった箇所において生じる、局所的な衝撃波を考慮したものでなければならない。

このような観点から、著者らは有限体積法を基本とし、局所的に保存則を満たし、さらに局所的な衝撃波や希薄波を考慮した手法でフラックスを計算する方法を検討している（例えば MIZUNO And ANKAI, 2013）。本研究で対象としている現象では、貯水池内で水が静止している状態も考慮しなければならないが、セルアベレージ法のように計算要素内で変数を平均化する手法を適用した場合には考慮できない。そのため、数値計算は所謂 C プロパティ（ALFREDO BERMUDEZ and M'ELENA VAZQUEZ, 1994）を満たすような方法（例えば、R. Akoh, S. Ii, and F. Xiao, 2007）で行わなければならない。しかしながら、C プロパティを考慮した数値計算では、著者らの調べた範囲内では Roe 近似を用いたもの（ALFREDO BERMUDEZ and M'ELENA VAZQUEZ, 1994）や 2 次元の特性曲線（岩佐ら、1981）による近似を用いた手法（R. Akoh, S. Ii, and F. Xiao, 2007）によってフラックスを算出する場合が多く、局所的な生じる衝撃波や希薄波を十分に考慮してフラックスを算出しているわけではない。

このような背景から、著者らは C プロパティを保持できるように、著者らがこれまでに開発してきた手法（MIZUNO And ANKAI, 2013）を改良している。しかしながら、いわゆる C プロパティの保持に重点をおいて、湾曲部での流れの再現精度が低下すると良くない。そこで、本研究では C プロパティを保持できるように改良した数値計算の手法を湾曲部に適用し、その計算精度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2．数値計算の概要

基礎方程式は 2 次元浅水流方程式である。この 2 次元浅水流方程式を平面 XY 上で曲線 C で囲まれた計算要素 S 内で積分すると、式（1）となる。

$$\iint_S \frac{\partial \vec{q}}{\partial t} dS + \int_C \mathbf{A}\vec{n} dC = \iint_S \vec{S} dS \cdots (1)$$

ここで、$\vec{q}$は変数ベクトル、**A**は X, Y 方向フラックスのテンソル、$\vec{n}$は曲線 C に対して垂直な方向の単位ベクトル、$\vec{S}$は湧き出し項で、それぞれ以下のようになる。

$$\vec{q} = \begin{bmatrix} h \\ Uh \\ Vh \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} Uh & Vh \\ U^2 + 0.5gh & UVh \\ UVh & V^2 + 0.5gh \end{bmatrix}, \vec{S} = \begin{bmatrix} 0 \\ -gh\dfrac{\partial z_b}{\partial x} + \tau_{bx} \\ -gh\dfrac{\partial z_b}{\partial y} + \tau_{by} \end{bmatrix} \cdots (2)$$

ここで、hは水深、U, Vは速度の X,Y 方向成分、gは重力加速度(9.81m/s^2)、z_bは水路床の標高、τ_{bx}, τ_{by}は底面摩擦力の X,Y 方向成分で本研究ではマニング型の式を適用した。本研究では第一段階として式(1)の右辺を零ベクトルとして変数$\vec{q}$を更新し、第二段階として更新した$\vec{q}$を用いて式(1)の右辺を計算し、式(1)の左辺第一項を前進差分によって変数$\vec{q}$を更新する。式(1)の左辺第二項の詳細な計算方法は H. MIZUNO and T. ANKAI(2013)を参照していただきたい。

水野（2013）は計算要素内のフルード数に応じて水面勾配を設定したが、本研究では計算要素内で渦度が生じないと仮定して、速度ベクトルが零ベクトルの場合に水面勾配を水平、そうでない場合には水面勾配を堆砂面の勾配と同じとした。また、本研究では計算要素を三角形としたが、その各辺上において水深が変化する。そこで、辺をウェットベット状態である区間とドライベッドである区間に分けて、それぞれの区間の始点、終点及びその中間点においてフラックスを算出し、それらの値からシンプソンの公式により辺を通過するフラックスの総量を近似した。

3．再現計算と考察

本研究では、水野ら（2004）で報告された水路実験のうち Case1 を対象として再現計算を行った。図－1は計算に用いた計算要素を示したものである。流路は中心角が 90 度、曲率半径が 1m の湾曲部を二つ有する。水路幅は 25cm で、勾配は湾曲区間の上流で 18 度、その下流で 9 度である。両岸は 45 度の勾配である。チューブポンプを

用いて水路上流端から 8.31 リットル毎秒の割合で水を供給した。水路床には砂を貼り付けてある。湾曲部では所定の位置（5断面）でポイントゲージにより水位を計測した。その他、水路の詳細な形状と詳細な実験方法は水野ら（2006）を参照していただきたい。なお、水野ら（2004）の計測結果から水路の粗度係数を推定すると、0.036 程度であった。そこで、この数値を計算に用いた。

図－2から4は粗度係数 0.005 の断面1，2，4での水位の計測結果及び数値計算の結果である。図中の実線は第2章で示した方法で計算した結果で、点線は計算要素内の変数をセルアベレージ法で算出した場合の計算結果である。この結果によれば、改良と従来の場合共に、計算結果は両岸において概ね一致したものの、流路の中心付近では計測結果よりも高くなった。この原因の一つに2次元浅水流方程式では鉛直方向の加速度が無視できるほど小さいと仮定している一方で、実際の現象では無視できるほど小さくなかったためと推測できる。この点については今後の検討課題としたい。しかしながら、C プロパティの保持を考慮した計算結果も概ね実験結果を再現できていたことから、今回提案した方法は湾曲部における精度を大きく低下させないことが分かった。

4．おわりに

本研究で提示した手法を湾曲部に適用し計算精度に及ぼす影響を見たところ、本研究で提示した手法による計算結果は実験結果を概ね再現できていたことから、計算精度を大きく低下させないことが分かった。また、湾曲部での鉛直方向の加速度による影響が計算精度に影響を及ぼしたことが推測された。今後はこの点の改良方法を検討すると共に、本研究で提示した手法を実際に発生した崩壊とそれに伴う貯水池での段波の形成事例に適用して、計算精度を明らかにしていきたい。

引用文献

R. Akoh, S. Ii, and F. Xiao (2007): A CIP/multi-moment finite volume method for shallow water equations with source terms, Int. J. Numer. Fluids, 56, p.2245-2270

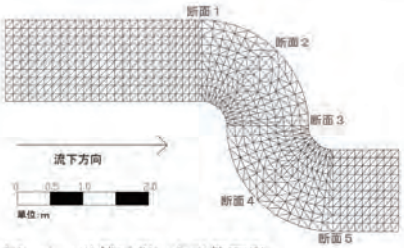
A. BERMUDEZ and M. VAZQUEZ (1994): UPWIND METHODS FOR HYPERBOLIC CONSERVATION LAWS WITH SOURCE TERMS, Computers Fluids Vol. 23. No. 8, p. 1049-1071

岩佐義朗、井上和也、古田英信（1981）：特性曲線法による二次元平面流れの数値解析法に関する2，3の検討、京都大学防災研究所年報第 24 号 B2, p.387-396

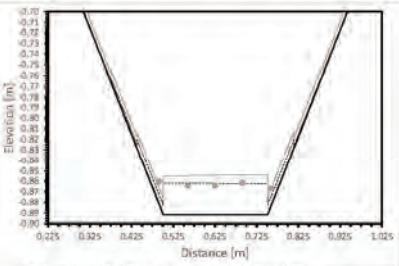
H. MIZUNO and T. ANKAI(2013): Study on Surge Triggered By Debris Flow Plunging Into River, The 4th International Workshop On MULTIMODAL SEDIMENT DISASTER, p.51-56

水野秀明（2004）：S 字型湾曲部の流下痕跡から土石流の流速を推定する方法に関する実験的研究、茶房学会誌 Vol.57, No.4, p.56-59

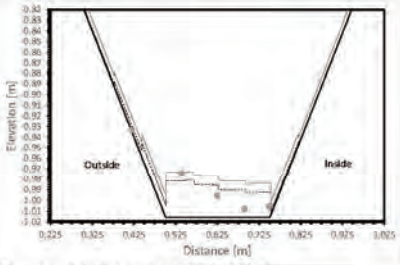
水野秀明（2013）：土石流の突入による水位変化の推定手法の改良，平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B, p.268-269



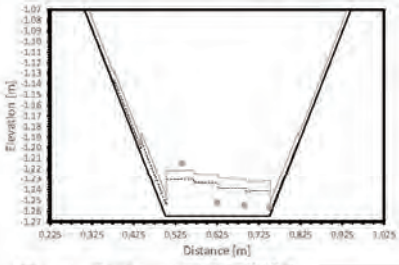
図－1　計算に用いた計算要素



図－2　断面1における計算結果



図－3　断面2における計算結果



図－4　断面4における計算結果

P1-40

流路内で発生した巨礫の停止過程に関する考察

筑波大学大学院生命環境科学研究科　○安海高明　関根敬
筑波大学生命環境系　水野秀明

1. はじめに

土石流・流木対策は，土石流・流木捕捉工や土石流導流工などのハード対策と，土地利用規制や警戒避難といったソフト対策を組み合わせて講じられる．土石流導流工は，一般的に谷出口より下流に配置され住宅地を通過することが多いため，土砂や流木が溢れた場合，住民の避難行動を広い範囲で阻害することになる．実際に平成24年7月12日に熊本県阿蘇市一の宮町に位置する八反田川で発生した土石流では流路内に複数の巨礫が停止したため，後続流が氾濫し土砂や流木混じりの流れが流路から溢れた．そこで本稿では数値計算によって八反田川の土石流の水理量（流速・水深）を推定し，土砂や流木混じりの流れの氾濫を生じさせた流路内での巨礫の停止過程を考察する．

2. 八反田川の水理量の推定

2.1 流下痕跡

八反田川（流域面積 1.00km2）の流下域の状況を示す（図-1）．流路は砂防堰堤から国道57号横断部である八反田川橋までの区間は三面張の流路が整備されている．八反田川橋より下流の区間は側壁がブロック積で河床が一部護床ブロックで覆われている．崩壊は砂防堰堤の上流域や副堰堤の右岸斜面で発生し礫や流木が流出した．砂防堰堤から八反田川橋までの区間では流路から殆ど氾濫することなく流下したが，八反田川橋より下流100mの地点で流路内に複数の巨礫が停止したために（写真-1），この地点より下流の両岸の土地で礫や流木が氾濫した痕跡が確認された（図-1）．流路内に停止した巨礫は現地での計測により代表粒径を1.63mと推定した．また，八反田川橋より下流60mから240mまでの流路内においては0.10mから0.20mの粒径の礫が堆積していた．

写真-1 流路内の巨礫の停止状況

2.2 数値計算

八反田川の水理量を推定するために，二次元浅水流方程式の数値計算モデル（水野，2011）を用いた．三角形要素は，現地での簡易的な計測と国土地理院の数値標高モデルから作成した．数値計算では，採取した礫の密度と流路の勾配から粒径0.15mから0.20mの礫が掃流状集合運搬の形態で八反田川砂防堰堤から流下したと想定した．供給する礫混じりの流れの水深は砂防堰堤の礫の衝突痕から1.70mとした，流速は礫が堆積した地点の勾配から平衡状態の流速の式（高橋，2004）より推定し，粒径が0.15mで22.29m/sとし0.20mで16.72m/sとした．粗度係数は近接する土井川流域の流下痕跡から推定した0.035とした．供給時間については土砂の供給量の総和を計画規模の年超過確率の降雨量によって運搬できる土砂量に達するまで供給した．その結果，数値計算では実際の氾濫範囲より上流側で氾濫する結果となった（図-1）．原因は盛土などの三角形要素に反映しきれなかった局所的な地形の影響が考えられる．

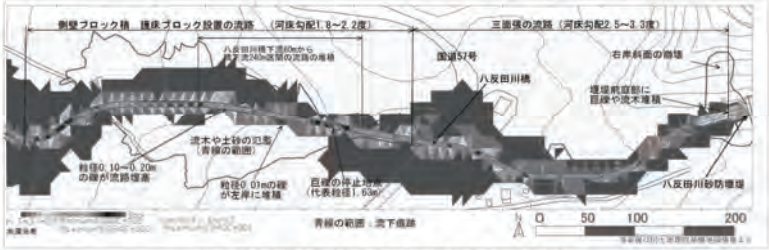


図-1 流下痕跡と数値計算結果（水深・流速　粒径0.20m）

3. 考察

八反田川橋より下流100m付近の流路内に巨礫が停止する条件を考察する．式（1）は流れの中の巨礫を球と仮定

した運動方程式である．右辺第三項の符号は流れの断面平均流速が巨礫の速度よりも遅い場合には(-)とする．

$$\frac{\pi d^3}{6}\sigma\cdot\frac{dV_S}{dt}=\frac{\pi d^3}{6}\sigma g\cdot\sin\theta-\mu_f\frac{\pi d^3}{6}(\sigma-\rho_m)g\cdot\cos\theta+\frac{\rho_m}{2}C_D\frac{\pi d^2}{4}(V_S-U)^2\cdot\cdot\cdot\text{式 (1)}$$

ここで d:巨礫の直径[m]，Vs:巨礫の速度[m/s]，U:流れの断面平均流速[m/s]，μ_f:動摩擦係数で 0.425（芦田・高橋・水山，1978），C_D:抗力係数で 0.5（芦田・高橋・水山，1978），σ：試験結果から推定した巨礫の密度 2400[kg/m³]，ρm:流れの密度[kg/m³]，θ：河道勾配[度]とする．式（1）の加速度項を前進差分で離散化すると式（2）となる．時刻 t+Δt における Vs の値は，時刻 t における Vs と U の値を式に代入することで推定する．

$$\left(\frac{dV_S}{dt}\right)_t=\frac{V_S^{t+\Delta t}-V_S^{t}}{\Delta t}=g\cdot\sin\theta-\mu_f\left(1-\frac{\rho_m}{\sigma}\right)g\cdot\cos\theta+\frac{3}{4d}\cdot\frac{\rho_m}{\sigma}(V_S-U)^2\cdot\cdot\cdot\text{式 (2)}$$

まず，巨礫が砂防堰堤から初速度 0m/s で運動を開始したと仮定し，八反田川橋下流 60m 地点に到達するまでの速度を推定する．次に，得られた速度を初速度として，八反田川下流 60m 地点から八反田川下流 240m 地点までの速度を推定する．なお砂防堰堤から八反田川橋下流 60m 地点までの平均流速は，別途計算した流路のみの計算結果を用いた．断面平均流速は三角形要素の流量ベクトルの総和を水深の総和で除したベクトルの長さとした．平均水深は，対象とする三角形要素の水深の総和を平均したものとした．平均水深が巨礫の代表粒径(1.63m)を下回る場合には，水面上にある巨礫の体積分の浮力と，投影面積分の抗力を減じて，巨礫の移動速度を計算した．図-2（左）は，八反田川砂防堰堤から，八反田川下流 60m 地点までの巨礫の移動速度の変化と移動距離である．砂防堰堤から流下する流れが代表粒径 0.15m，0.20m の場合，双方ともに巨礫は加速度運動となり，その後等速運動となった．図-2（右）は，八反田川橋下流 60m を原点として下流側 240m までの区間の巨礫の移動速度の変化と移動距離である．代表粒径 0.15m，0.20m の場合，双方ともに断面平均流速が低下するとともに平均水深が浅くなり，巨礫は減速し 2.5 秒後に停止した．以上のことから八反田川砂防堰堤から八反田川橋下流 60m の区間においては，流れの断面平均流速が巨礫を動かすのに十分な速度であったため巨礫は加速度運動の後，等速運動となった．一方，八反田川橋下流 60m 地点から 240m の区間では，氾濫が生じたことで，平均水深が浅くなり断面平均流速が低下した．その結果，巨礫に作用する浮力と抗力が低下したため，減速し停止したことがわかった．

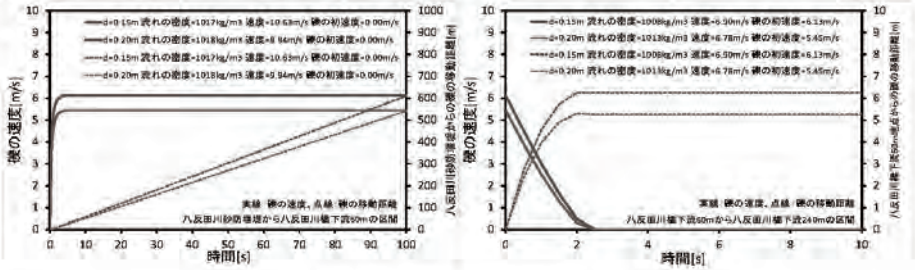


図-2 巨礫の移動速度と距離の時間変化

4. おわりに

八反田川橋下流 100m 地点で巨礫が停止したのは，氾濫が生じたために平均水深と断面平均流速が低下し，作用する浮力と抗力が低下したためであることがわかった．巨礫の移動速度の推定に用いた水理量は数値計算により導いているが，局所的な地形を反映しきれなかったため氾濫範囲の再現性が低い．今後，検討をおこなってゆきたい．

引用文献

芦田和男・高橋保・水山高久(1978)；山地河川の掃流砂量に関する研究，砂防学会誌(新砂防)，Vol.30，No.4，p.9-17

水野秀明・小山内信智 (2011)：非構造メッシュを用いた合流点及び湾曲部の流れに関する数値解析．砂防学会誌(新砂防)，Vol.64，No.4，p.33-38

高橋保(2004)：土石流の機構と対策，近未来社，432pp

P1-45

水の急激な流入による湛水池の水位変化の再現計算

○筑波大学大学院生命環境科学研究科　関根敬
筑波大学生命環境系　水野秀明
筑波大学大学院生命環境科学研究科　安海高明

1．はじめに

崩壊や地すべりがダム貯水池や河川に急激に流れ込むと、その土塊が水を押しのけることによって段波が生じる。河川の地形的な条件やその時点における水理量の条件によっては、その段波は下流だけでなく上流側にも伝播し、被害を発生させる。例えば、平成 23 年 7 月に高知県東部を流れる奈半利川での事例やイタリア共和国北部のバイヨントダムでの事例が有名である。従って、土砂災害による被害を軽減するために、避難路と避難場所を検討するうえで、このような段波の発生も考慮すべきといえる。

崩壊や地すべりの発生に伴う段波の遡上を予め推定する手段として数値計算は非常に有効である。本研究で対象としている現象は主に山地流域で発生するため、数値計算は急峻な地形や、ウェットベッド問題とドライベッド問題の混在といった条件下でも良好な精度を有するべきである。さらに、数値計算は渓流や渓谷のように流路の湾曲や合流点といった箇所において生じる、局所的な衝撃波を考慮したものでなければならない。

このような観点から、著者らは有限体積法を基本とし、局所的に保存則を満たし、さらに局所的な衝撃波や希薄波を考慮した手法でフラックスを計算する方法を検討している（例えば MIZUNO And ANKAI, 2013）。本研究で対象としている現象では、湛水池内で水が静止している状態も考慮しなければならないが、セルアベレージ法のように計算要素内で変数を平均化する手法を適用した場合には考慮できない。そのため、数値計算は所謂 C プロパティ（ALFREDO BERMUDEZ and M'ELENA VAZQUEZ, 1994）を満たすような方法（例えば、R. Akoh, S. Ii, and F. Xiao, 2007）で行わなければならない。しかしながら、C プロパティを考慮した数値計算では、著者らの調べた範囲内では Roe 近似を用いたもの（ALFREDO BERMUDEZ and M'ELENA VAZQUEZ, 1994）や 2 次元の特性曲線（岩佐ら、1981）による近似を用いた手法（R. Akoh, S. Ii, and F. Xiao, 2007）によってフラックスを算出する場合が多く、局所的な生じる衝撃波や希薄波を十分に考慮してフラックスを算出しているわけではない。

そこで、本研究では、C プロパティを保持できるように、著者らがこれまでに開発してきた手法（MIZUNO And ANKAI, 2013）を改良し、余り複雑ではない地形条件の下での適用性を明らかにする。なお、本研究は既往の水路実験を再現することによって、適用性を検討した。

2．数値計算の概要

基礎方程式は 2 次元浅水流方程式である。この 2 次元浅水流方程式を平面 XY 上で曲線 C で囲まれた計算要素 S 内で積分すると、式（1）となる。

$$\iint_S \frac{\partial \vec{q}}{\partial t} dS + \int_C \mathbf{A}\vec{n} dC = \iint_S \vec{S} dS \cdots (1)$$

ここで、$\vec{q}$は変数ベクトル、$\mathbf{A}$は X, Y 方向フラックスのテンソル、$\vec{n}$は曲線 C に対して垂直な方向の単位ベクトル、$\vec{S}$は湧き出し項で、それぞれ以下のようになる。

$$\vec{q} = \begin{bmatrix} h \\ Uh \\ Vh \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} Uh & Vh \\ U^2 + 0.5gh & UVh \\ UVh & V^2 + 0.5gh \end{bmatrix}, \vec{S} = \begin{bmatrix} 0 \\ -gh\dfrac{\partial z_b}{\partial x} + \tau_{bx} \\ -gh\dfrac{\partial z_b}{\partial y} + \tau_{by} \end{bmatrix} \cdots (2)$$

ここで、hは水深、U, Vは速度の X,Y 方向成分、gは重力加速度(9.81m/s²)、z_bは水路床の標高、τ_{bx}, τ_{by}は底面摩擦力の X,Y 方向成分で本研究ではマニング型の式を適用した。本研究では第一段階として式(1)の右辺を零ベクトルとして変数$\vec{q}$を更新し、第二段階として更新した$\vec{q}$を用いて式(1)の右辺を計算し、式(1)の左辺第一項を前進差分によって変数$\vec{q}$を更新する。式(1)の左辺第二項の詳細な計算方法は H. MIZUNO and T. ANKAI(2013)を参照していただきたい。

水野（2013）は計算要素内のフルード数に応じて水面勾配を設定したが、本研究では計算要素内で渦度が生じないと仮定して、速度ベクトルが零ベクトルの場合に水面勾配を水平、そうでない場合には水面勾配を堆砂面の勾配と同じとした。また、本研究では計算要素を三角形としたが、その各辺上において水深が変化する。そこで、辺をウェットベット状態である区間とドライベッドである区間に分けて、それぞれの区間の始点、終点及びその中間点においてフラックスを算出し、それらの値からシンプソンの公式により辺を通過するフラックスの総量を近似した。

3．再現計算と考察

本研究では、水野ら（2006）で報告された水路実験のうち Case5 を対象として再現計算を行った。図－1 は実験に用いた水路の形状と計算に用いた計算要素を示したものである。水路の上流端には貯水槽、下流端には湛水池を模した水槽を設置した。貯水槽と水路の接合部にはスルースゲートを設けた。水路は 16.7 度傾けて設置した。Case5 では、貯水槽に深さ 0.25m、湛水池を模した水槽に最大で深さ 0.56m で水をためておき、それらの水面が変動しな

くなってから、素早くスルースゲートを持ち上げて、湛水池に模した水槽内の指針の変化を計測した。その他、水路の詳細な形状と詳細な実験方法は水野ら（2006）を参照していただきたい。

水野ら（2006）の計測結果から水路の粗度係数を推定すると、0.01 程度であった。そこで、計算に際して、粗度係数は 0.01 の場合と、比較のため 0 の場合の 2 種類実施した。

図－2は粗度係数 0.01 の場合における、水路の中心線上での水位の時間変化を示したものである。図－3は粗度係数 0 の場合における、水路の中心線上での水位の時間変化を示したものである。上流の貯水槽から流れ出た水は粗度係数 0.01 の場合で 1.4 秒後、粗度係数 0 の場合で 1.3 秒後に湛水池を模した水槽に到達した。この時刻を 0 秒として、湛水池を模した水槽において計測した水深の変動量の時間変化を示したものが図－4、5である。

図－2，3より、湛水池を模した水槽における水面は上流から水が流れ込む直前まで水平を保った。これにより、本研究で提案した手法は C プロパティを保持できることが分かった。また、図－4，5より水深の計算結果は粗度係数 0 の場合で実験結果と概ね一致したが、粗度係数 0.01 の場合で計測地より低くなった。これは粗度係数の推定値の精度の問題もあると考えられるため、その原因を今後検討していきたいと考えている。

4．おわりに

本研究で提示した手法は湛水池に流れが突入することで生じる水深の変化を概ね再現できたことから、余り複雑ではない地形条件の下では、ウェット・ベッド問題とドライベッド問題の混在といった条件でも良好な精度を有することが分かった。今後、本研究で提示した手法が湾曲等の複雑な地形を考慮した場合での適用性を明らかにしていきたい。

引用文献

R. Akoh, S. Ii, and F. Xiao (2007): A CIP/multi-moment finite volume method for shallow water equations with source terms, Int. J. Numer. Fluids, 56, p.2245-2270

A. BERMUDEZ and M. VAZQUEZ (1994): UPWIND METHODS FOR HYPERBOLIC CONSERVATION LAWS WITH SOURCE TERMS, Computers Fluids Vol. 23. No. 8, p. 1049-1071

岩佐義朗、井上和也、吉田英信（1981）：特性曲線法による二次元平面流れの数値解析法に関する 2，3 の検討、京都大学防災研究所年報第 24 号 B2, p.387-396

H. MIZUNO and T. ANKAI(2013): Study on Surge Triggered By Debris Flow Plunging Into River, The 4th International Workshop On MULTIMODAL SEDIMENT DISASTER, p.51-56

水野秀明、小山内信智、沖中健起（2006）：天然ダムの湛水池への段波の突入による水位変化に関する影響に関する研究、国総研資料第 333 号、60pp.

水野秀明（2013）：土石流の突入による水位変化の推定手法の改良、平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B, p.268-269

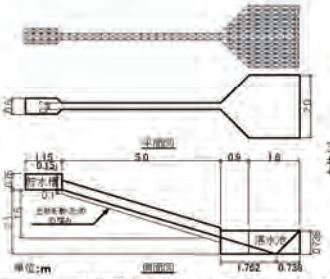


図-1　実験装置(水野ら、2006)と計算要素

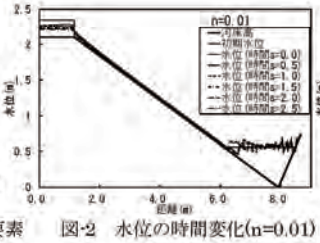


図-2　水位の時間変化(n=0.01)

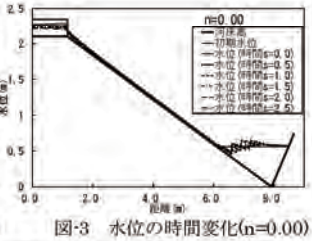


図-3　水位の時間変化(n=0.00)

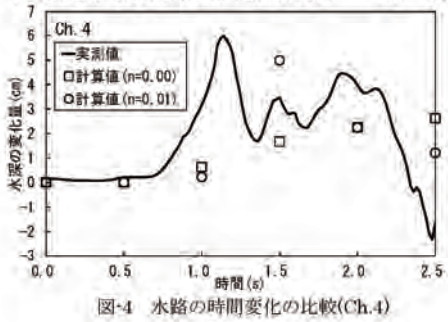


図-4　水路の時間変化の比較(Ch.4)

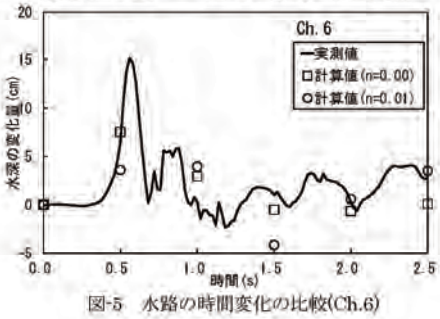


図-5　水路の時間変化の比較(Ch.6)

P2-66

砂防堰堤におけるコンクリートの施工技術の変遷

（株）ダイヤコンサルタント　尾関信幸　○亀澤奈央

１．はじめに

砂防堰堤は昭和51年の鋼製透過型堰堤が登場する以前は、コンクリート重力式不透過型堰堤が主流であった。砂防堰堤におけるコンクリートの本格的な使用は大正５年の芦安堰堤（山梨県）とされる。芦安堰堤は多量の粗石を配置する粗石コンクリート構造であり、同構造の堰堤はそれ以前の空石積堰堤に代わって急速に普及し、昭和20年代頃まではほとんどの砂防堰堤が粗石コンクリート構造となった。しかし、技術の進展、施工機械の発達・普及とともに粗石を用いない純コンクリートの使用が多くなり、昭和38年を最後に粗石コンクリートは用いられなくなった。その後もコンクリートの製造、施工技術の変化によって堤体コンクリートの材料、品質が変化している。

近年、砂防堰堤の長寿命化に対するニーズの高まりとともに、砂防堰堤の堤体材料の老朽化状況の評価が重要になってきている。老朽化は、施工後の外力による損傷が影響することもあるが、施工時のコンクリートの品質も大きく影響している。

本研究では、長寿命化対策を行ううえでの基礎資料として、砂防堰堤の施工技術の変遷を整理し、現在のコンクリートの品質に影響する内部構造との関連について検討した。

２．研究手法

砂防堰堤の各時期の施工方法は、それぞれの時期に刊行されている。本研究では、大正期から昭和50年代までに刊行された砂防関係の技術書や工事記録、技術基準類等に記された資料をもとに、時代ごとの施工技術の変遷をまとめた。堰堤調査を実施した文献、および本研究の現地状況調査から、各時期に施工された施設について、施工時期と老朽化状況の関連性を考察する。文献の刊行時期と記載から、施工方法の変遷を表１にまとめた。

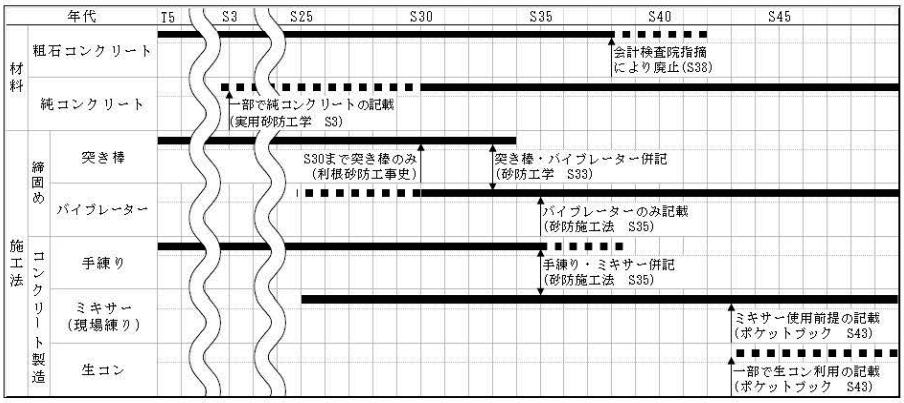
３．施工方法の変遷概要

3.1 コンクリートの製造方法

砂防堰堤にコンクリートが用いられ始めた大正期は全て人力施工で行われ、運搬手段の制約等もありコンクリートは昭和に入ってからも長らく現場で製造されていた。手作業の時代のコンクリートは、鉄板を敷いてそこにセメント、砂、骨材、水をスコップで練り混ぜ、製造していた。昭和20年代からミキサーが普及しはじめた。昭和33年には河川砂防技術基準（建設省, 1958）が制定され、同基準の記述でミキサー利用が必須となった。その他の施工方法についても同基準によって規定され、以後は品質のばらつきが少なくなったものと考えられる。

昭和24年に民間の生コン製造が始まるが、山間部が主体の砂防工事では運搬環境等も影響して、現場練りが長らく行われていた。昭和43年の「現場技術者のための砂防・地すべり防止工事ポケットブック」（矢野義男, 1968）では一部で生コンが使用されている旨の記載があるが、現場練り

表１　各時期刊行技術書に基づく砂防堰堤施工方法の変遷



のための記載が多く、この頃も生コンは普及していなかったものとみられる。昭和50年代には、生コンが普及する。

3.2 コンクリートの打設

大正期のコンクリート打設は突き棒を用いて突き固めを行っていた。突き棒は直径約10cmの棒で、作業員がそれを突き下ろしてコンクリート内の空隙をなくしていた。昭和20年代まではほぼ突き棒を用いていたが、昭和33年の河川砂防技術基準では、砂防工事におけるコンクリートの打設方法としてバイブレータと突き棒の使用が併記され、昭和30年代でバイブレータの普及がはじまったことがわかる。同年発行の「砂防工学」（伊藤武夫, 1958）にはバイブレータのみの記載しかなく、ほぼこの時期にはバイブレータが普及していたものとみられる。

4．コンクリート種別の内部構造の変遷

4.1 粗石コンクリート

大正5年に施工着手された芦安堰堤は粗石コンクリート構造であった。砂防堰堤では粗石コンクリート構造は昭和20年代までは主流であった。

粗石コンクリートの施工は、30～40cm程度の打設層ごとに粗石を配置し、コンクリートを突き固めるものであり、バイブレータ登場以前は突き棒を用いた突き固めを行っていた。多くの技術書では、コンクリートは中埋石の周囲を含めて密に充填するとされている。しかし、実際には粗石の周囲（特に下部）や打設層下部では突き固めが十分にできず、空隙や多孔質の状態が残ることも多く（尾関ほか, 2010）、しばしば打設層下部で連続的な空隙卓越部が生じ、層状の弱部を形成している。また、粗石の下部にもコンクリートが十分に充填されず、空隙となっているところが多い。昭和20年代以前に施工した施設では、堤体断面において多孔質部分のセメントペーストが流出してオコシ状、砂礫状となった脆弱部がしばしばみられる。

昭和30年代になると粗石の周囲等では空隙が残存しがちであるが、比較的密に充填されるものが多くなり、これはバイブレータの普及時期と重なっている。ただし、昭和38年の会計検査院の指摘は、孔内に注入した水がすぐに抜けたことによるものであり、現在のコンクリートに比べると多孔質の施設も多かったものと考えられる。この指摘によって以後、粗石コンクリートの使用は廃止となり、純コンクリート主流の時期となる。

粗石コンクリートは、手作業主体の時期には、表面の石積作業との施工サイクルも合い、効率的な施工であった。しかし、昭和20年代後半からミキサーやケーブルクレーンなどの機械化が進み、昭和30年代にはかなり普及が進んでいた。機械化により1回あたりの打設能力が増加し、人力作業が必要な粗石の配置や粗石周辺の突き固め作業が非効率なため、純コンクリートに移行しつつある時期でもあった。会計検査院の指摘はそのような時期に発生したものであり、これを契機として、砂防工事での廃止の方針が出された。

3.2 純コンクリート

純コンクリートによる砂防堰堤は、昭和3年の「實用砂防工学」（鈴木恭介, 1928）で「適当の石材が得られる場合又は特殊の形状を有する堰堤」に用いると記され、文中には具体名の記載はないが、昭和初期には河床に粗石が採取できない箇所で純コンクリートの砂防堰堤が採用されていたようである。

昭和20年代前半まで、純コンクリートの採用は限定的であった。しかし、施工機械の普及とともに純コンクリートの採用が増えるようになり、昭和30年代にはかなりの一般的になっていった。

昭和33年には河川砂防技術基準が制定され、工事方法についても同基準によって規定され施工者の判断等による品質のばらつきが少なくなったものと考えられる。

しかし、30年代の施設はジャンカや収縮に伴う亀裂がしばしばみられ、養生等の管理技術が十分ではなかったことがうかがえる。このような劣化状況は、同時期やそれ以前の粗石コンクリート堰堤にも発生していたものと考えられるが、昭和30年代の施設は型枠仕上げが多くなり、点検等で特に異常として確認されることが多い。

5．おわりに

本研究では、時代ごとの施工方法の変遷を整理し、施工方法の変化に対応する堤体内部構造について考察した。今後、施設の老朽化対策や維持管理に活かすためには、コンクリート強度との関係など堤体安定性照査に結びつく情報との関連を示すことが求められる。

〈参考文献〉

伊藤武夫(1958)；砂防工学, 白楊社, pp263.

矢野義男(1968)；現場技術者のための砂防・地すべり防止工事ポケットブック, 山海堂, pp 324.

河川砂防技術基準(1958)：建設省

尾関信幸・森俊勇・星野和彦(2010)：練石積砂防堰堤（粗石コンクリート構造）の特性と重点的な管理・補修施設の選定の考え方, 平成22年度砂防学会研究発表会概要集, p206-207.

鈴木恭介(1928)；實用砂防工学, 丸善, pp203.

P1-081

避難行動に係わる降雨および濁水と見通し距離との関係

筑波大学大学院生命環境科学研究科　○西村直記
筑波大学大学院生命環境科学研究科　西本晴男
筑波大学大学院生命環境科学研究科（現（国研）土木研究所）　水野秀明

1. はじめに

平成21年9月に発生した台風9号にともなう豪雨時に，兵庫県佐用町で避難を行った住民が増水した河川に流され亡くなった．被災した住民が避難した時刻は一連の降雨中で最も降雨が激しい時間帯であり，道路は河川から氾濫した濁水により冠水状態であった．このような状況から，豪雨により視界が悪く，加えて濁水のために道路と河川の区別がつき難くなっていたことが被災の原因であったと考えられる．

住民が安全に避難するためには，避難経路の目印となる目標物（ガードレール，標識等），増水した河川や水路等の存在に速やかに気づくことが重要である．一方で，降雨時には降雨強度が大きくなるほど目標物から発せられた光が人の目に届くまでの間に雨滴により遮られ，通常より視界は悪くなり，さらに道路及びその周辺に濁水が存在すれば水中の土粒子により地面からの光が遮られ足元の障害物に一層気づきにくくなると考えられる．

既往研究では，雨滴により光が減衰することを理論的に説明されている[1]ものの，実際の降雨と視程との関係や，水の濁りと水面下の見通し距離との関係について定量的な評価はされていない．また，それらを住民の避難行動へ活用する観点からなされた研究はされていない．

したがって，降雨時に住民が避難を行う際に，安全に避難するために必要な見通し距離はどの程度か，また道路等が冠水した場合に地面等の目標物が確認できるのはどの程度の濁りなのか，その指標を明確にする必要があると考える．

本研究では，このための基礎的研究として，視程と降雨強度及び，水の濁りに影響する土砂容積濃度と水面下の見通し距離との定量的な関係を明らかにすることを目的として行ったものである．

2. 調査手法

2.1. 視程と降雨強度の計測

視程と降雨の計測は筑波大学構内に設置した視程計及び雨量計を用いた．視程の計測は前方散乱型視程計（PWD20）により5分間隔でデータ計測を行った．雨量は1転倒1mmの転倒マス型雨量計を用いて，10分間ごとに計測した．図1に視程計及び雨量計の設置状況を示す．

図1　視程計及び雨量計の設置状況

2.2. 透視度の計測

透視度の計測は，目視により透視度を計測する透視度計と，照射した光線の減衰から電子的に透視度を計測（透過光測定方式）するデジタルクリンメジャー（DCM-200）を用いて行った．なお，目視による透視度の計測は，最大50cmまでの計測を行うことができる透視度計を用いた．デジタルクリンメジャーの計測可能範囲は2～200cmであることから，50cmを超える透視度が計測される状況において用いた．

土砂容積濃度を設定するための試料には8号珪砂を用いた．使用した8号珪砂の粒径は0.2～0.05mmであるが，濁りの原因となる土砂はシルト以下の粒径であると考えられることから，0.075mmふるいを用いて，試料を0.075mm以下に統一した．

3. 調査結果

3.1. 視程と降雨強度の計測結果の整理及び解析

視程と降雨強度には指数関数的な関係があり，降雨強度が増加するとともに視程が減少することが示された（図3）．この時，観測期間中の最大10分間雨量23mmを観測した際には，晴天時の同時刻の視程と比較して1割程度まで減少した（図3）．また，雨天時と晴天時の視程の比と視程との関係を整理したところ，降雨強度が小さくなるほど関係に大きなバラつきが見られた．そこで，降雨強度ごとの雨滴の直径と雨滴の個数との関係を示すMarshall-Palmer分布[2]に基づき，降雨強度が同じ場合に雨滴の直径の変化にともなう雨滴の個数の変動が小さくなる10分雨量4mm以上のイベントについて雨天時と晴天時の視程の比と視程との関係

を再整理した．その結果，両者には指数関数的な関係があることが示唆された（図 4）．

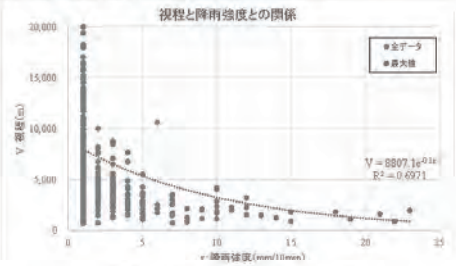


図 2　視程と降雨強度との関係

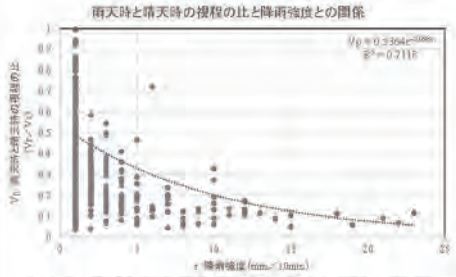


図 3　雨天時と晴天時の視程の比と降雨強度との関係

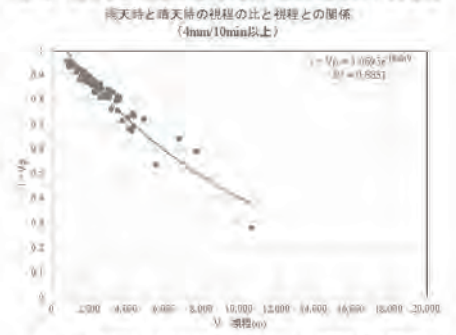


図 4　雨天時と晴天時の視程の比と視程との関係
（4mm/10min 以上）

3.2.　透視度試験の結果

土砂容積濃度が 0.01%のときの透視度は平均 40.2cm，土砂容積濃度 0.1%のときの透視度は平均 8.4cm，土砂容積濃度 0.9%のときの透視度は平均 0.1cm であった．土砂容積濃度 1.0%では透視度計による透視度の計測はできなかった．

また，デジタルクリンメジャーによる透視度計測は，目視による計測の上限値である 50cm 以上となった土砂容積濃度 0.005%から用いた．土砂容積濃度 0.005%のときの計測値は平均 56.6cm，土砂容積濃度 0.001%のときの透視度は平均 79.4cm となった．

これらを整理した結果，透視度と土砂容積濃度には指数関数的な関係があることが示された（図 5）．

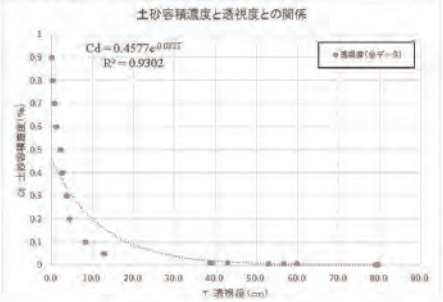


図 5　土砂容積濃度と透視度との関係

4.　今後の課題

本研究を通じて視程と降雨との関係は，雨滴の大きさや周辺環境によって変化することが推察された．加えて，機器による観測と人間の見え方には差があることも予想される．今後は，機器の計測とあわせて実際の見え方を確認し，そのズレを把握するとともに，温度や湿度等の周辺の環境要素の同時観測，雨滴の大きさの計測等を行うことで，本研究結果の精度を高めていく必要がある．また，多雨地域と非多雨地域での雨の降り方の違いに着目し，複数のフィールドで観測を行う必要もある．

土砂容積濃度と透視度との関係については，本研究では 0.075mm 以下の粒径の珪砂を試料として採用したが，水面下の目標物の視認の可否は，濁りを発生させている土砂の粒径に影響されることが推察される．土砂の粒径は雨の降り方以上に土地によって特徴が様々であることから，災害が実際に発生した現地の土砂を採取し，実験を行うことで，土砂の性質による違いを把握する必要がある．また，降雨時に発生する濁水は流速を有していることから，静止した状態と流速が発生している状態での目標物の視認の違いについても確認することが必要であると考える．

5.　おわりに

本研究により視程と降雨強度には指数関数的な関係にあり，降雨強度が増加するとともに視程が減少し，雨天時と晴天時の視程の比と降雨強度との関係にも指数関数的な関係があることが示された．土砂容積濃度と透視度との関係については，土砂容積濃度が高くなるほどに透視度は指数関数的に減少することが示された．

上記課題の追加検討を行い，降雨や濁水が見通し距離に与える影響をより明確にすることで，住民避難において適切な指標となるよう研究を進める必要がある．

参考文献

1）野本真一（1976）視程の変動．天気，Vol.23，No.5，pp.1-19
2）J.S.Marshall，W.McK.Palmer（1948）The Distribution Of Raindrops With Size

P2-057

表層崩壊発生流域での水質特性に関する研究

○筑波大学生命環境科学研究科　大賀知将
（国研）土木研究所　木下篤彦
和歌山県　西岡恒志
筑波大学生命環境系（現（国研）土木研究所　水野秀明
国土交通省紀伊山地砂防事務所（現　国土交通省国土技術政策総合研究所砂防研究室）　桜井亘

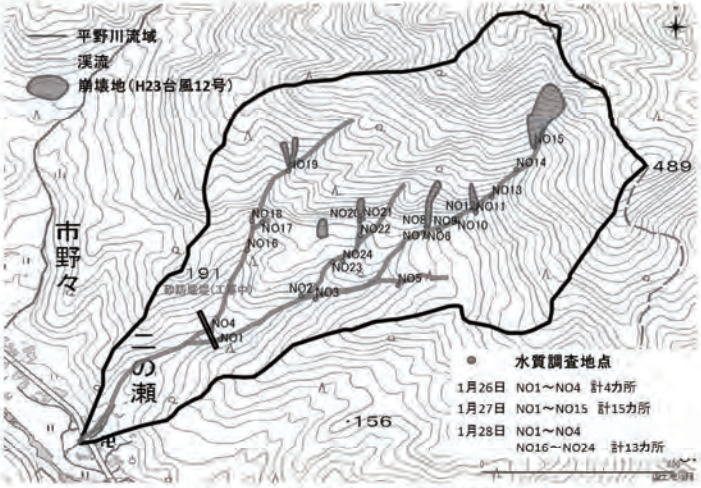
1.　はじめに

深層崩壊跡地近辺からの河川の電気伝導度（EC）およびシリカ濃度（SiO_2濃度）が高くなることが知られており、このことを利用した深層崩壊箇所を検知する手法が研究されている（地頭園ら，2006）。今回、表層崩壊跡地でも表層の土壌が失われて基岩が露出している為、EC や SiO_2濃度が高くなると想定される。そこで本研究では平成 23 年台風 12 号により多数の表層崩壊及び土石流が発生し、甚大な被害を受けた和歌山県の那智川支川平野川流域を対象として、EC と SiO_2濃度を計測した。その調査結果を報告する。

2.　平野川流域及び計測の概要

図－1は平野川流域を示したものである。平野川流域は流域面積 0.40 km²（紀伊山地砂防事務所，2014）で、大きく左側と右側の小流域に分けられる。平成 23 年台風 12 号においては、7 箇所において崩壊が発生した（紀伊山地砂防事務所，2014）。

EC と SiO_2濃度の計測地点は 1 つの崩壊地に対して崩壊が生じた斜面から支川に流れ込む澪筋内の 1 地点、その澪筋と支川の合流点を挟んだ上流側と下流側の 2 地点の計 3 地点を基本とした。左支川流域で 19 地点、右支川流域で 5 地点の計 24 地点で計測した。EC は東亜ディーケーケー製水質計を用いて計測した。SiO_2濃度は計測地点で採取した水を持ち帰り、室内で計測した。



図－1　平野川流域水質調査地点
（背景は地理院地図(電子国土 web）標準地図 2 万 5 千分の 1 より作成、崩壊地は近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所(2014):同時多発的土石流発生のメカニズムとリスク評価手法の検討委託を参考に記入）

3.　結果と考察

表－1は EC と SiO_2濃度の測定結果である。計測地点名に続く数字は若いほど下流であることを示す。表－1に示したように、平成 27 年 1 月 27 日以降の計測結果は同月 26 日の計測結果よりも低くなった。この理由は、同月 26 日夕方から 27 日早朝までに生じた降雨により、崩壊地でない斜面から表面流が澪筋に流れ込んだためと考えられる。表－1より右支川と左支川で EC と SiO_2濃度の計測値を比較すると、全体的に左支川の EC と SiO_2濃度の計測値が高かった。このことは、左支川に EC と SiO_2濃度を増加させる要因があると考えることができる。

左支川に着目すると下流から上流に行くに従い EC と SiO_2濃度の計測値が上昇し、EC は NO6 を境に、SiO_2濃度は NO7 を境に減少した。表層崩壊跡地（NO8）での EC の計測値は 7.72mS/m、SiO_2濃度の計測値は 15mg/L であり、NO10 での値と比べてともに高い値を示した。このことから NO6 および NO7 での EC と SiO_2濃度の測定結果は崩壊跡地からの流入により増加したと推定できる。また NO7 から NO3 に行くにつ

れてECの低下が見られた。これはECとSiO_2濃度の低い左支渓流（NO5:EC 4.90mS/m・SiO_2濃度 12mg/L）が流入していることが影響していると考えられる。NO3からNO1において3回の調査で一貫してECの増加を確認できた。いずれの調査でも高い値を示した右支渓流（NO2）が流入していることが影響していると考えられるが、一方でSiO_2濃度については、いずれの調査でもNO2は高い値を示していながら下流では必ずしも上昇しなかった。今後この原因を解明していく必要がある。

次に左支川の右支渓流のECとSiO_2濃度の変化について考察する。この渓流は上流部でECとSiO_2濃度の高い湧水(NO20：EC 7.06mS/m・SiO_2濃度 20mg/L,NO21: EC 7.74mS/m・SiO_2濃度 19mg/L)が湧き出しており、下流にいくに従い、ECとSiO_2濃度が低くなった。このことから湧水がECとSiO_2濃度を増加させたことを示していると考えられる。NO20,NO21は崖際にあり、その上部には表層崩壊が確認されているが今回は表流水を確認できず今調査では測定できなかった。これらの関係を検討するためには上部の調査も併せて行う必要があり、今後の課題である。

表－1　ECとSiO_2濃度の測定結果

NO	調査地点	1月26日 EC (mS/m)	1月27日 EC (mS/m)	1月28日 EC (mS/m)	1月26日 SiO_2 (mg/L)	1月27日 SiO_2 (mg/L)	1月28日 SiO_2 (mg/L)
NO1	平野川左支川1	6.50	5.40	5.70	12	12	13
NO2	平野川左支川(右支渓流1－1)	6.75	5.90	6.32	17	14	16
NO3	平野川左支川2	5.65	5.30	5.61	12	13	12
NO4	平野川右支川1	5.37	4.86	5.02		14	15
NO5	平野川左支川(左支渓流1－1)		4.90			12	
NO6	平野川左支川4		6.06			12	
NO7	平野川左支川3		5.69			13	
NO8	平野川左支川(右岸崩壊1)		7.72			15	
NO9	平野川左支川5(湧水)		5.28			13	
NO10	平野川左支川6		4.44			12	
NO11	平野川左支川(右岸崩壊2)		4.73			13	
NO12	平野川左支川7		4.20			11	
NO13	平野川左支川(右岸崩壊3)		5.95			15	
NO14	平野川左支川8		4.15			12	
NO15	平野川左支川9		3.65			11	
NO16	平野川右支川2			5.56			17
NO17	平野川右支川(左支渓流1－1)			4.72			16
NO18	平野川右支川3			5.15			21
NO19	平野川右支川4			3.82			15
NO20	平野川右支川(右岸支渓流1－6)			7.06			20
NO21	平野川右支川(右岸支渓流1－5)			7.74			19
NO22	平野川右支川(右岸支渓流1－4)			7.61			20
NO23	平野川右支川(右岸支渓流1－3)			5.24			14
NO24	平野川右支川(右岸支渓流1－2)			6.85			18

4.　まとめ

今回の平野川の各支川のEC・SiO_2濃度の調査において、表層崩壊跡地からの渓流水は崩壊跡地から離れた地点に比べてECでは約3mS/m、SiO_2濃度では約3mg/L高い値を示した。深層崩壊跡地で上流に比べて下流のECが約5mS/m高かった（地頭薗ら，2004）という既往研究の値に比べると小さな値ではあるが、表層崩壊においてもECが高くなることが確認された。今回の調査は小範囲かつ短期間であったため、検討するにはサンプル数が不十分であると考える。よって、より広範囲かつ長期間に渡って調査し、水文特性等を考慮した上での比較検討が今後の課題であると考える。

引用文献

地頭薗隆・下川悦郎・迫正敏・寺本行芳（2004）：鹿児島県出水市針原川流域の水文地形的特性と深層崩壊，砂防学会誌，Vol.56，No.5，15-26.

地頭薗隆・下川悦郎・寺本行芳（2006）：深層崩壊発生場予測法の提案　鹿児島県出水市矢筈岳山体を例にして,砂防学会誌，Vol.59，No.2，5-12.

近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所（2014）：同時多発的土石流発生のメカニズムとリスク評価手法の検討委託

近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所（2014）：那智川流域土砂動態観測システム設計業務（H26.3）

P1-001

崩壊土砂の突入に伴う段波の形成・遡上過程の解明

○筑波大学大学院生命環境科学研究科(現　(株)東京建設コンサルタント)　関根敬
筑波大学生命環境系(現　(独)土木研究所)　水野秀明
筑波大学大学院生命環境科学研究科　江藤稚佳子

1．はじめに

近年では、斜面崩壊がダム湖や洪水時の河川に突入することに伴って発生した段波により被害が発生した。例えば、平成23年7月の高知県東部を流れる奈半利川の吊橋が被災した事例や平成23年9月に十津川の長殿発電所が被災した事例がある。そのため、段波に対して安全な避難路と避難場所を示し、一般に周知する必要がある。斜面崩壊による土砂が河川に急激に流れ込むと、その土塊が水を押しのけることによって段波が生じる。河川の地形条件や水理量の条件によっては、その段波は下流だけでなく上流側にも伝播し、被害を発生させる恐れがある。

崩壊や地すべりの発生に伴う段波の遡上を予め推定し、安全な避難路と避難場所を検討する手段の一つとして数値計算は非常に有効である。数値計算を行うためには現象をモデル化した数理モデルが必要である。段波が上流に伝播する現象については、河川を遡上する津波の現象に対する水理モデルの研究がなされた(安田、2008)。しかし、土石流の突入に伴う段波の形成と遡上のメカニズムが十分に明らかになっていないため、土石流の突入に伴う段波の現象に対する数理モデルは現時点で確立しているとはいいがたい。本研究で対象としている現象は主に山地流域で発生するため、数値計算は急峻な地形やウェットベッド問題とドライベッド問題の混在といった条件下でも良好な精度を有するべきである。さらに、数値計算は渓流や渓谷のように流路の湾曲や合流点といった箇所において生じる局所的な衝撃波を考慮したものでなければならない。また、湛水池内の流れのように穏やかな流れまで適用できることが求められるが、そのような数値計算の手法は十分には確立されていない。関根(2014)は有限体積法を基本とし、局所的に保存則を満たし、局所的な衝撃波や希薄波を考慮した手法でフラックスを計算する方法を用いてあまり複雑でない地形条件下でCプロパティ(BERMUDEZ and VAZQUEZ、1994)を満足する計算を行った。

そこで、本研究では著者らがこれまでに開発してきた手法(関根、2014)を改良し、平成23年7月に平鍋地区で発生した段波の事例に着目して、数値計算を用いて段波の形成・遡上過程のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

2．2次元浅水流方程式を用いた数値計算プログラムの開発

基礎方程式は2次元浅水流方程式である。この2次元浅水流方程式を平面XY上で曲線Cで囲まれた計算要素S内で積分すると、式(1)となる。

$$\iint_S \frac{\partial \vec{q}}{\partial t} dS + \int_C \mathbf{A}\vec{n} dC = \iint_S \vec{S} dS \cdots (1)$$

ここで、$\vec{q}$は変数ベクトル、$\mathbf{A}$はX、Y方向フラックスのテンソル、$\vec{n}$は曲線Cに対して垂直な方向の単位ベクトル、$\vec{S}$は湧き出し項で、以下のようになる。

$$\vec{q} = \begin{bmatrix} h \\ Uh \\ Vh \\ Ch \end{bmatrix},\ \mathbf{A} = \begin{bmatrix} Uh & Vh \\ U^2h + \frac{1}{2}gh^2 & UVh \\ UVh & V^2h + \frac{1}{2}gh^2 \\ CUh & CVh \end{bmatrix},\ \vec{S} = \begin{bmatrix} i \\ -gh\frac{\partial z_b}{\partial x} + \tau_{bx} \\ -gh\frac{\partial z_b}{\partial y} + \tau_{by} \\ iC_* \end{bmatrix} \cdots (2)$$

ここで、hは水深、U、Vは速度のX、Y方向成分、Cは土砂容積濃度、gは重力加速度(9．81m/s²)、z_bは水路床の標高、iは侵食・堆積速度(m/s)、C_*は、河床の堆積層における土砂容積濃度、τ_{bx}、τ_{by}は底面摩擦力のX、Y方向成分で本研究ではマニング型の式を適用した。侵食・堆積速度は高橋(2004)の式を適用した。局所的に発生する衝撃波等を考慮するため、移流項と湧き出し項を分けて計算するフラクショナルタイムステップ法(Toro、2001)を用いた。

関根(2014)はCプロパティを満たすために、計算要素内で渦度が生じないと仮定して、速度ベクトルが零ベクトルの場合に水面勾配を水平、そうでない場合には水面勾配を堆砂面の勾配と同じとした。しかし、本研究では、計算要素の水深の平面の勾配を静水圧の総和ベクトルと一致するような条件(式(3))を加えた。

$$\nabla \bar{h} = \frac{1}{gV}\int_C \left(\frac{1}{2}gh^2\right)\vec{n}\, dC \cdots (3)$$

ここで、$\nabla\bar{h}$は水深の勾配である。また、本研究では計算要素を三角形としたが、その各辺上において水深が変化する。そこで、辺をウェットベット状態である区間とドライベッドである区間に分けて、それぞれの区間の始点、終点及びその中間点においてフラックスを算出し、それらの値からシンプソンの公式により辺を通過するフラックスの総量を近似した。

3．湛水池に突入する土石流の再現計算

地形モデルは、平鍋ダムが満砂状態の場合と土砂による堆砂が無い場合の2種類を想定した。満砂状態の地形モデルは、水野ら(2012)の地形モデルを使用した。堆砂が無い場合の地形モデルは、国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルの3次元座標データを基本とし、水域については平鍋ダムの直下流の

河床高から貯水池の直上流の河床高を一定勾配として河床高を作成し、それらの 3 次元座標データ節点に対してデローニ三角形分割を行い、三角形要素を作成したものである。

作成した地形モデルに対し、数値計算を行った。境界条件は水野ら(2012)と同様とし、平鍋ダム地点の境界要素は透過壁とし、奈半利川の最上流部の三角形要素から 1,700m³/s の割合で水を供給し、計算開始時刻から 10 分後に崩壊地内に位置する三角形要素から 170,000m³ の土砂と水を 1 秒間で供給した。その際、土砂の代表粒径は 1m とし、崩壊体積の 60%を土砂、40%を水とした。ただし、地形モデルの各三角形要素の粗度係数は 0.02 とし、固定床とした。

土石流により発生した段波の形成及び遡上メカニズムについて明らかにするため、表-1 に示す計算ケースで計算を行った。いずれのケースにおいても崩壊土砂は約 30 秒後に奈半利川に突入した。突入直前から 20 秒ピッチで谷出口から平鍋吊橋の区間において水位縦断図を整理した。

土石流突入前の合流点付近のフルード数は Case1 の場合、3.3 で、流れは射流状態であった。平鍋吊橋の水位は、計算開始 710 秒後に最大値 157.4m となった。Case2、Case3 の場合、それぞれ 0.8、0.7 であり、流れは常流状態であった。図-1～3 より、いずれのケースにおいても発生した水位上昇は上流側へ伝播した。Case3 の場合、平鍋吊橋の水位は、計算開始 730 秒後に最大値 156.6m となった。Case4 の場合、平鍋吊橋の水位は、計算開始 690 秒後に最大値 153.8m となり(図-4 参照)、その差は 2.6m であった。Case5 の場合、平鍋吊橋の水位は、計算開始 710 秒後に最大値 157.1m となり(図-5 参照)、Case1 との差は 0.3m であった。

表-1 計算ケース

Case	堆砂状態	河道内の粗度係数	崩壊土砂
1	満砂	0.00	土砂と水
2	満砂	0.01	土砂と水
3	満砂	0.02	土砂と水
4	堆砂なし	0.02	土砂と水
5	満砂	0.00	水のみ

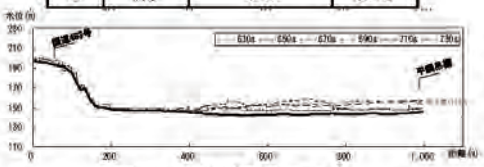


図-1 水位縦断図(Case1)

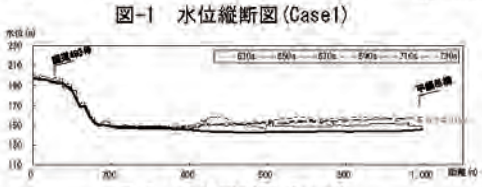


図-2 水位縦断図(Case2)

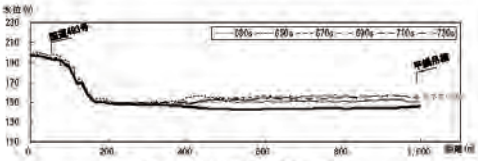


図-3 水位縦断図(Case3)

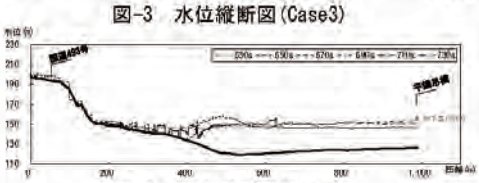


図-4 水位縦断図(Case4)

図-5 水位縦断図(Case5)

4. おわりに

崩壊土砂の突入時において奈半利川での流れが常流状態だけでなく射流状態であっても段波が形成し、遡上することがわかった。射流状態であった場合、合流点において土石流が堆砂することにより、段波はより高い水位を示し、より上流にまで遡上することがわかった。奈半利川が常流状態の場合において平鍋ダムが満砂した場合の地形と堆砂の無い地形の計算結果から、奈半利川の流れの水深が浅いほど、段波の水位が高くなることがわかった。今後、新しく開発した数値計算手法がどの程度湾曲部の水の流れを再現できるか検証する必要がある。また、土石流等の土砂移動現象が湛水池に流れ込んだ際の侵食・堆積過程を明らかにする必要がある。

引用文献

BERMUDEZ,A. and M.VAZQUEZ (1994) : UPWIND METHODS FOR HYPERBOLIC CONSERVATION LAWS WITH SOURCE TERMS, Computers Fluids Vol.23, No.8, p.1049-1071

水野秀明・梶昭仁・石塚忠範(2012)：大規模な崩壊による急速な河道断面の減少と水位上昇に関する考察，平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集，p.590-591

関根敬・水野秀明・安海高明(2014)：水の急激な流入による湛水池の水位変化の再現計算，平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A，p.202-203

高橋保(2004)：土石流の機構と対策，近未来社，432pp

Toro,E.F.(2001) : Shock-Capturing Methods for Free-Surface Shallow Flows, WILEY, 309 pp.

安田浩保(2008)：不等流を遡上する波状性段波に関する水理実験とその数値計算，寒地土木研究所月報，No.658, p.29 -37

P2-116

日本と中国の教科書における砂防に関する学習内容の比較

筑波大学大学院生命環境科学研究科
○秋山一弥・劉詩雨・西本晴男

1. はじめに

日本と中国では防災に対する意識向上のため防災教育が行われており，各国で関連する調査研究が進められているが，両国の比較研究はみあたらない．そこで小学校から高校で用いられている教科書の自然災害や防災に関する記述（以下，防災学習内容）について，量的・質的に比較を行うとともに，砂防に関する用語を抽出した．なお，本発表は筑波大学大学院生命環境科学研究科環境科学専攻に提出した平成 27 年度修士論文「日本と中国の教科書における防災学習内容の比較分析（劉詩雨）」を基にしたものである．

2. 調査の方法

日本と中国の小学校から高校までを対象として，教育体制に関して義務教育（小・中学校）と高校の教育体系および教科書制度[1]の整理を行い，学校教育課程の基準である学習指導要領（日本）[2]と課程標準（中国）[3]に基づいて，防災教育に関する教科（社会科や理科など）や科目（教科の細目，例えば地理や地学など）を選定した．次に，2015（平成 27）年現在で採択率が高い[4] [5]東京書籍の教科書(日本)と人民教育出版社の教科書(中国)を対象として，2015（平成 27）年現在で使用している教科書に記述されている防災学習内容の量的・質的な調査を行った．各科目の授業時間等については，日本は各教科書の学習計画で示されている標準的な授業時間，中国は聞き取り情報を参考とした．

表1　小・中・高校の防災教育に関する教科と防災学習内容が含まれる教科書（日本：東京書籍，中国：人民教育出版）

小学校		社会科	理科	備考
日本	4年	***新しい社会3・4(下)***	新しい理科4	必修科目
	5年	***新しい社会5(上・下)***	***新しい理科5***	
	6年	***新しい社会6(上・下)***	***新しい理科6***	
中国	4年	品德与社会(四年級)(上・下)	科学(四年級)(上・下)	必修科目
	5年	品德与社会(五年級)(上・下)	科学(五年級)(上・下)	
	6年	***品德与社会(六年級)(上・下)***	科学(六年級)(上・下)	

中学校		社会科	理科	保健体育	備考
日本	1年	***新しい社会*** (***地理***・歴史・公民・地図)	新しい科学1	***新しい保健体育***	いずれも必修科目(社会科は第1～2学年，地理・地図・歴史第2～3学年，歴史・公民のタイプが多い)
	2年		新しい科学2		
	3年		***新しい科学3***		
中国	1年	地理(七年級)(上・下) 歴史(七年級)(上・下) 思想政治(七年級)(上・下)	物理，化学，生物	体育与健康	必修科目
	2年	***地理(八年級)(上・下)*** 歴史(八年級)(上・下) 思想政治(八年級)(上・下)	物理，化学，生物		
	3年	歴史(九年級)(上・下) 思想政治(九年級)(上・下)	物理，化学，生物		

高校		社会科	理科	備考
日本	1年	地理歴史(世界史(A，B)，日本史(A，B)，***地理(A，B)***)	***科学と人間生活*** 物理，化学，生物，***地学*** 物理基礎，化学基礎，生物基礎，***地学基礎***	・地理歴史は世界史A，B から1科目，日本史A，B，地理A，B から1科目を選択．公民は現代社会，倫理，政治・経済の3科目のいずれかを選択． ・理科は科学と人間生活を含む2科目または物理・化学・生物・地学の基礎を付した科目を3科目選択．
	2年			
	3年	公民(現代社会，倫理，政治・経済)		
中国	1年	***地理***(必修1～3)，(選修1～4，***選修5 自然灾害与防治***，6，7)	物理，化学，生物 (必修，選修)	・それぞれの科目で必修と選択必修(選修)があり，必修は全ての学生が履修．二年生から文系と理系に分かれ，選修から大学入試の要項に応じ教育を選択．地理の選修は文系の学生のみ履修．
	2年			
	3年	歴史(必修，選修) 思想政治(必修，選修)		

※斜字・太字が防災学習内容を含む教科書

3 結果

3.1 日本と中国の教育制度と防災学習内容を含む教科・科目

日本と中国の教育制度は小学校 6 年，中学校 3 年，高校 3 年の 6-3-3 制が基本であるが，中国では 5-4-3 制の地域もある．授業の単位時間（1 授業時数）については，日本の小学校は 45 分，中学校と高校は 50 分，中国の小学校は 40 分，中学校と高校は 45 分となっている．

学校の防災教育に関する教科を表 1 に，防災学習内容を含む教科・科目の教科書名を斜字で示す．防災教育に関係するのは日本では小学校から高校まで社会科の地理分野と理科の地学分野であり，中学校は保健体育（保健）も関係し 3 教科が該当する．中国では小学校から高校まで社会科の 1 教科だけが該当するが，これは社会科の地理分野には理科の地学分野の内容が含まれるためである．

3.2 防災学習内容の量的比較

前述の教科書に記載されている防災学習内容に該当する教科書のページ数と授業時数について，小・中・高校別に一括して表 2 に示す．日本の小学校の 4 年と 6 年の社会科（新しい社会）では，地域や学校の実態に応じて取り上げる選択教材が設けられていて防災学習内容が選択の 1 つとなっているが，これらを履修しなかった場合でも該当のページ数と授業時数は日本の方が多く，中学校も同様である．高校では日本は社会科（地理 A），理科（科学と人間生活，地学，地学基礎）の 2 教科 4 科目，中国は社会科（地理）の 1 教科 1 科目であるが，中国では地理の選択必修で自然災害と防災に関する 1 冊（85 ページ）の教科書（図 1）があることから，該当のページ数と授業時数は中国の方が多い．ただし，日本と中国の高校では前記の科目は必修ではなく選択科目であるため，科目選択のパターンによっては高校で防災に関して履修する機会が全くない場合もある．

3.3 防災学習内容の質的比較と砂防に関する項目

前述の教科書に記載されている防災学習内容を対象として，災害の種類や防災のソフト・ハード対策に関連する項目，実際に発生した災害名などの用語を抽出した．自然災害の種類は両国とも自国で発生する様々な自然災害を対象としているが，中国では津波は記載がなく生物による被害（虫・鼠害など）も含まれる．ソフト対策は両国ともに避難や防災情報が記載されているが，防災組織や計画・法律については日本では小学校，中国では高校での学習が中心であり，中国ではハード対策の記述がほとんどない．実際に発生した災害は日本では主に国内で発生した事例が対象であるが，中国は海外で発生した事例も多く紹介している．

前述の教科書に記載されている土砂災害や火山災害，雪崩等の砂防に関する用語について，小・中・高校別に一括して表３に示す．日本の小学校では社会科の５年で火山噴火や土砂災害の現象のほか，砂防ダムや土砂災害の前兆，土砂災害に対する避難に関する内容があり，理科では５年で砂防ダム，６年で火山関係が扱われている．中学校では社会科の地理で火山噴火，土砂災害や雪崩，理科では火山，保健体育（保健）では地震による二次災害の被害として土砂崩れの記載がある．中国の小学校では社会科の６年で現象として火山噴火や土砂災害（2008年の四川大地震時の土砂災害を含む），中学校では社会科の２年で土砂災害と土石流に対する避難方法の記載がある．高校では選択必修である地理（自然災害と防治）の教科書（図１）は 2007 年版であり，四川大地震の内容が含まれておらずやや古い状態である．

両国ともに砂防関連の災害の種類は火山噴火と土砂災害を扱っているが，日本では火山噴火関連の様々な現象を説明していて，ソフト対策は火山情報や防災マップ，前兆現象を扱っている．実際に発生した災害は日本では国内で発生した事例を対象に火山噴火や地震で発生する土砂災害を取り上げているが，中国では降雨よりも地震との関連で土砂災害の記載が多く，実際に発生した災害は海外の事例も多く取り上げているという違いがある．

表２　防災学習内容に該当する教科書のページ数と授業の時数

	ページ数		授業時数		備　考
	日本	中国	日本	中国	
小学校（4～6年）	52(23)	11	34(18)	6	()は4，6年の社会で選択学習である防災関係の内容を履修しなかった場合
中学校	14	7	11	2	全て必修
高校	46(0)	85(0)	28(0)	32(0)	()は該当科目(地理や地学)を履修しなかった場合

図１　地理選択必修５自然災害と防治（人民教育出版）

表３　防災学習内容を含む教科書の砂防に関する用語

国	砂防関連の災害の種類	砂防関連の用語等		砂防関連の災害名
		ハード	ソフト	
日本	火山噴火（火砕流，溶岩流，火山灰，火山噴出物，山体崩壊，泥流，土石流） 土砂災害（山崩れ，土砂崩れ，土石流，泥流，地すべり（斜面）崩壊，がけ崩れ，深層崩壊，天然(土砂)ダム，河道閉塞，落石） 雪崩	砂防ダム 砂防施設（桜島）	避難（土砂災害・土石流に対する避難，土砂災害の前兆現象） 防災情報（噴火予報・警報，火山防災マップ） 防災用語・その他（噴火予知）	浅間山噴火(1783) 有珠山噴火(1977) 雲仙普賢岳噴火(1991) 三宅島噴火(1983，2000) 新潟県中越地震(2004) 宮崎県日之影町土砂災害(2005) 岩手・宮城内陸地震(2008) 山口県防府市土砂災害(2009) 新燃岳噴火(2011年)
中国	火山噴火 土砂災害（土石流，地すべり，崩壊，天然ダム）	砂防ダム その他（山体を固定する工事，排水工，緑化工）	避難（土石流に対する避難方法）	地すべり(イギリス，1915) 四川利子土石流(1981) 四川重慶地すべり・土石流(1981) ネバドデルルイス火山泥流(コロンビア，1985) サルノ土石流(イタリア，1998) 四川大地震(2008) 甘粛省土石流(2010) 地すべり(台湾，2010)

4．まとめ

日本では平成 20～21 年の学習指導要領改訂以降に教科書の防災学習内容が大幅に増加しているが，該当する小学校の選択教材や高校の選択科目を履修しなかった場合は防災に関して学習する機会がない．授業時間の制約や受験の関係などの条件があるが，防災教育の充実には必修化などの方策が必要と考えられる．

参考文献:

1) 国立教育政策研究所（2010）：理数教科書に関する国際比較調査結果報告，第３期科学技術基本計画のフォローアップ「理数教育部分」に係る調査研究，平成２０年度科学技術振興調整費調査研究報告書，327p.
2) 文部科学省：学習指導要領（ポイント，本文，解説等）（平成 20 年３月・平成 21 年３月），http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1356249.htm
3) 惟存教育 课程标准，http://www.being.org.cn/ncs/
4) 日本文教出版，2015 年度教科書採択表，http://www.nihonkyouzai.jp/11089.html
5) 道客巴巴网站(DOC88)，2013 年全国中小学生教材版本统计表，http://www.doc88.com/p-1008778537859.htm

P2-087

写真比較による多摩川上流部における荒廃状況の変遷

筑波大学大学院生命環境科学研究科　西本　晴男
東京大学名誉教授　鈴木　雅一
○筑波大学大学院生命環境科学研究科（現　応用地質株式会社）　阿部　拓実

1 はじめに

明治期の多摩川上流域は，盗伐，開墾，焼畑などによって山地の荒廃が進んでいた．このため，東京府（当時）は給水の安定化のために 1901 年から水道水源林の経営に着手した．1907 年 8 月の豪雨により水源林に被害が発生したことから，東京府は荒廃した水源林を復旧するために，1912 年に東京帝国大学教授諸戸北郎林学博士に水源林の砂防工事の調査を嘱託した [1]．

諸戸北郎博士のアルバム（東京大学森林理水及び砂防工学教室所蔵）および東京都水道歴史館所蔵の写真には，明治末～昭和初期の山地の荒廃状況を写した貴重な写真が残されている．本研究では，これらの地上写真に加えて，国土地理院の航空写真と旧版地形図の地図記号から，東京都水源林内の山梨県旧丹波山村（現塩山市）落合集落周辺の山地の荒廃状況の変遷について分析を行った．航空写真については鈴木（2002）で用いられている簡易オルソ化の手法によって時期の異なる写真の同一地域を対比した．

なお，諸戸北郎博士は砂防協會の機関誌「砂防」の中で，東京都水道水源林内で行われた渓流に係わる工事について「砂防工事」と記していることから，本稿でも「砂防工事」と記した．

2 対象地域の概要

1）対象地域

対象とした地域は，東京都水道水源林の最上流部にあたり，東端が山梨県旧丹波山村（現塩山市）落合集落，西端が倉掛尾根に位置する約 21km^2 の山地である（図 1）．

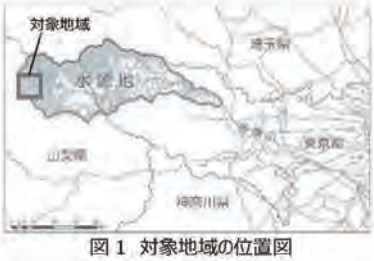


図 1　対象地域の位置図

2）落合集落周辺の荒廃状況

1900 年に荒廃調査を行った本多静六林学博士は，"水源地の森林状態は甚だ危機にひんしており，その経営を怠れば，東京市の飲料水および農業用水の不足，土砂の流出，洪水のはんらん等による国土保全に由々しき大事となることが明白である" [3]と述べており，著しく荒廃していたことが伺える．

東京都水道水源林における土砂災害としては，1907 年および 1910 年の豪雨災害，1923 年関東大震災，1947 年カスリン台風，1948 年アイオン台風，1987 年台風 10 号によるものがある [4]．この他にも戦時中は砂防工事がほとんど行われなかったことに加え森林の乱伐により，荒廃は著しいものであった [4]．

3 地上写真による明治末期～大正初期の山地状況

図 2 は，地上から落合集落周辺の山地状況を撮影した 3 時期の写真であり，現在の東京都水道局水源管理事務所の落合出張所付近から，柳沢川の上流を展望している．1913 年撮影の写真（東京都水道歴史館提供）では，写真左奥の尾根にわずかに木が生えているものの柳沢川の両岸の山腹には木がほとんどなく，はげ山となっている．1915 年より砂防工事が着手され，堰堤，筋工，植栽工の工事が進められた．1927 年撮影の写真（東京都水道歴史館提供）では，山地は樹木で覆われており，砂防工事の効果が現れていることがわかる．2014 年撮影の写真では木々が成長し，緑が繁茂している．

1913 年撮影　　1927 年撮影　　2014 年撮影

図 2　落合集落周辺の山地状況の変化

4 地形図と航空写真による 1910 年から 2000 年の山地状況の比較

1910 年から 1997 年測量の 4 時期の地形図と 1947 年から 2000 年撮影の 5 時期の航空写真を対比した（図 3）.

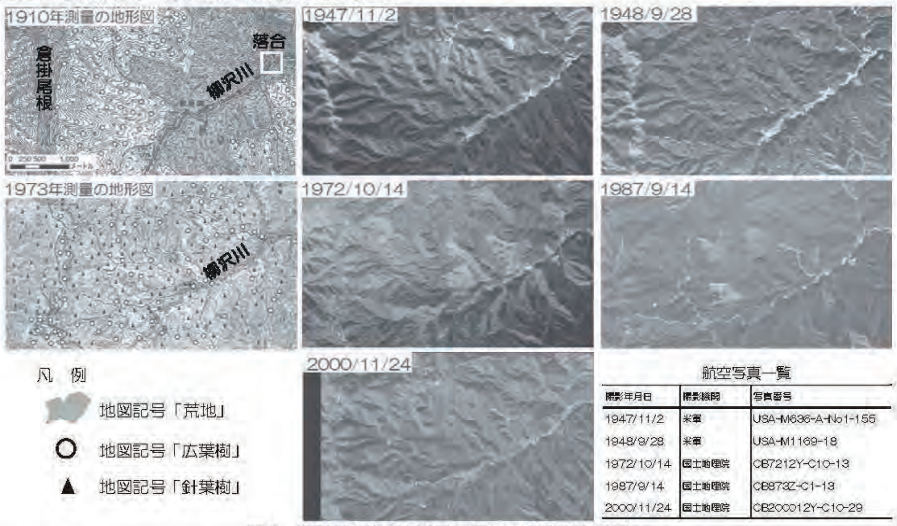
1) 1910 年測量の地形図では，柳沢川の両岸と倉掛尾根に沿って荒地の記号が広範囲に示されており，図 2 で示した 1913 年の地上写真と山地の荒廃状況がほぼ一致している．植生記号はほとんどが広葉樹である．

2) 1947 年および 1948 年の航空写真では倉掛尾根には裸地が広がっている．一方で柳沢川両岸の山腹は植生で覆われており，広範囲にわたる裸地の存在は写真からは判読できない．1947 年および 1948 年の航空写真はそれぞれカスリン台風（9 月 16 日）とアイオン台風（9 月 16 日）の被災後に撮影されたものであり，それぞれの写真には崩壊地がみられる．

3) 水源林では 1956 年より経済性の乏しい広葉樹林を経済性に優れた針葉樹林に切り替える拡大造林が進められていた [5]．1972 年の航空写真では広範囲に植栽が行われていることがわかる（写真中の色の明るい範囲）．1973 年測量の地形図では 1910 年の地形図と比べ，広葉樹が減少し，針葉樹が増加している．

4) 1987 年の航空写真では，1972 年の写真と比べ崩壊地が増加しており，特に人工林内に多い．この崩壊地は，1982 年の台風 10 号による大雨（連続雨量 600mm，アメダス大菩薩観測所）により発生したものと考えられる．

5) 2000 年の航空写真では人工林の生育が進み，崩壊地はほとんど確認できないため，1982 年の大雨により発生した崩壊地の植生は回復している．1997 年測量の地形図に記された広葉樹と針葉樹を示す記号の割合は 1973 年測量の地形図と比べ大きな変化は認められない．



航空写真一覧

撮影年月日	撮影機関	写真番号
1947/11/2	米軍	USA-M636-A-No1-155
1948/9/28	米軍	USA-M1169-18
1972/10/14	国土地理院	CB7212Y-C10-13
1987/9/14	国土地理院	CB873Z-C1-13
2000/11/24	国土地理院	CB200012Y-C10-29

図 3　地形図および航空写真による山地状況の変化

国土地理院発行の 5 万分 1 地形図「丹羽」（1910 年）および 2 万 5 千分 1 地形図「柳沢峠」（1973 年，1997 年）を使用した．

5 まとめ

以上をもとに，落合集落周辺の山地の荒廃状況の変遷について考察した．

1) 1913 年当時は植生がほとんどないはげ山の様相を呈していた．1907 年および 1910 年の豪雨災害で崩壊地が多発した [4]が，1913 年撮影の地上写真および 1910 年の地形図からは崩壊地は判読できないことから，燃料として用いるための伐採，開墾などによる乱伐によるものと考えられる．

2) 1915 年より砂防工事が着手され，堰堤，筋工，植栽工の工事が進められ，流域の保全が図られた．1947 年のカスリン台風，1948 年のアイオン台風，1982 年の台風 10 号といった大雨によって崩壊が発生しているが，大規模な崩壊はなく，被災後の 1972 年および 2000 年の航空写真ではいずれの崩壊地も植生が回復している．砂防工事の効果が発揮され，渓流が安定化したことで土砂流出が軽減され，水源林機能の維持が図られていると考えられる．

参考文献

1) 砂防協會：砂防，第 8 号，p.41，1929

2) 鈴木雅一：航空写真による最近 57 年間の丹沢山地北部の崩壊地と森林の変遷，砂防学会誌，Vol. l54, No. 5, p.12-19, 2002

3) 東京都水道局：水源林 80 年のあゆみ，p.85，1982

4) 東京都水道局：水道水源林 100 年史，p.138-139，2001

5) 東京都水道局：水源林 80 年のあゆみ，p.75-76，1982

P2-084

丹沢流域における歴史的砂防工事と現況

筑波大学大学院生命環境科学研究科　西本 晴男
○吉田 喜高
阿部 拓実（現：応用地質㈱）
東京大学名誉教授　鈴木 雅一
神奈川県自然環境保全センター　内山 佳美
神奈川県県西地域県政総合センター　内山 豊

1．はじめに

神奈川県丹沢地域においては，関東大震災で多数の崩壊地が生じ流域が荒廃したことから，土砂災害を防止・軽減するための砂防工事と治山工事が重点的に実施された．東京大学森林理水及び砂防研究室には昭和初期の丹沢地域の堰堤等を撮した諸戸北郎博士（東京帝国大学森林理水及び砂防工学教室教授）の写真や当時の学生であった鹿庭清美氏の実習報告書[1]が残されているほか，砂防協會の会誌「砂防」において諸戸博士が複数回にわたり丹沢地域を訪れた際の旅行記が発表されており，工事にあたり諸戸博士が指導・助言した可能性がある[2)3)4)]．

本稿では，丹沢地域西部に位置する酒匂川水系世附川左支渓である水ノ木沢及び大又沢の流域（図-1）において当時施工された堰堤の効果とその周辺状況の変化について，既往資料と現地調査を踏まえて考察を行った．

図-1　水ノ木沢，大又沢流域位置図

2．関東大震災と丹沢地区の土砂災害

大正 12 年の関東大震災においては，丹沢地域一帯に崩壊地が生じ，「震災復舊砂防工事」（帝室林野局五十年史において使用している名称）が実施された．世附事業区では，昭和 2 年～昭和 10 年の間に，山腹工 292.5ha，堰堤 33 基が施工された[5]．

諸戸写真においては堰堤上流の林相が貧弱であることと，関東大震災により多くの崩壊地が発生していることを確認できる（写真-1）．現在は良好な林相と安定した渓流状況にあり，その後の砂防事業，治山事業による施設整備と相俟って効果を発現している．

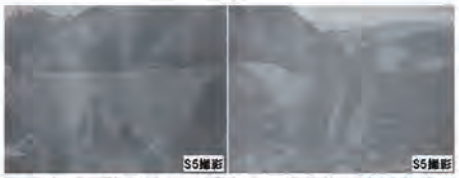


写真-1　諸戸博士の写真にみる山腹の崩壊状況
（左：水ノ木沢 2 号堰堤，右：水ノ木沢 3 号堰堤）

3．現地調査及び考察

平成 27 年 12 月には水ノ木沢流域を，平成 28 年 3 月には大又沢流域を対象に現地調査を実施した．調査結果と考察について以下に述べる．

① 現地では 17 施設（表-1，図-2）を確認した．これらは昭和 2 年～同 8 年に竣工したものであり，このうち 10 施設については諸戸博士及び鹿庭氏の写真が残されている．

② 大部分の堰堤では損傷がほとんどなく，ほぼ施工時の状況を保っているが，金山沢 3 号堰堤と内務省栗ノ木平堰堤は水通し部の一部石材が欠落している．

③ 堰堤の下流法勾配はすべて 2 分であった．大正 5 年に諸戸博士がその著書「理水及砂防工学工事編」で下流法勾配を 2 分にすることを推奨したが[6]，しばらくの間は従前の 1 割より緩勾配のままであった．諸戸博士が昭和 6 年の論文で 2 分勾配のものが多くなったことを述べており[7]，今回調査した堰堤は，急勾配になるさきがけ的なものであったと考えられる．

④ 袖部の左右岸いずれかの積石表面には竣工年，堰堤名が刻字されている．（写真-2）

⑤ 金山沢 6 号堰堤及び金山沢 7 号堰堤の 2 基は空石積で，他の堰堤は練石積である．

⑥ 袖部の立ち上がり勾配については，14 基の堰堤が 1 割勾配であるが，昭和 7・8 年に竣工した 4 基は 2 割勾配となっている．このほか，内務省笹小屋堰堤では曲線状の袖部立ち上がりとなっている．

表-1　水ノ木沢，大又沢流域の堰堤一覧

No.	位置	堰堤	竣工	写真の存在	堤高[m]	天端幅[m]	構造	袖部立上り勾配
1	A	金山沢1号	S2.6	—	—	—	練石積	1割
2	B	金山沢2号	S2.6	—	—	—	練石積	1割
3	C	金山沢3号	S2.7	諸戸S7撮影	—	1.6	練石積	1割
4	D	金山沢4号	S2.7	諸戸S5,S7撮影	4	2.0	練石積	1割
5	E	金山沢6号	S2.7	諸戸S5撮影	4	1.9	空石積	1割
6	F	金山沢7号	S2.9	—	4	2.0	空石積	1割
—	—	水ノ木沢1号	S2	諸戸S5撮影	4	—	練石積	1割
7	G	水ノ木沢2号	S2.10	諸戸S5撮影	5	1.5	練石積	1割
8	H	水ノ木沢3号	S2.10	諸戸S5撮影	6	2.2	練石積	1割
9	I	水ノ木沢	S8.9	—	—	—	練石積	2割
10	J	法行沢1号	S7.9	鹿庭S7撮影	—	2.0	練石積	2割
11	K	法行沢2号	S7.10	鹿庭S7撮影	—	2.0	練石積	2割
12	L	白石沢1号	S5.9	諸戸S7撮影	—	1.6	練石積	1割
13	M	白石沢2号	S5.9	諸戸S7撮影	—	1.6	練石積	1割
14	N	白水沢1号	S5.10	諸戸S7撮影	5	1.7	練石積	1割
15	O	大又澤	S8.8	—	—	2.0	練石積	2割
16	P	笹小屋_内務省	S4.8	関東地建S39撮影[8]	13	2.5	練石積	曲面
17	Q	栗ノ木平_内務省	S5.8	関東地建S39撮影[8]	11.3	1.9	練石積	1割

注1　堤高は諸戸博士の写真の説明内容や関東地建資料[8]に基づき明らかなものを記した．
注2　天端幅は現地調査で計測可能であったものについて結果を記した．
注3　水ノ木沢1号堰堤は航空写真や林道上から確認できず，埋没している可能性がある．

図-2　調査実施堰堤位置図

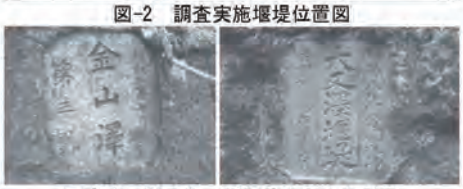


写真-2　竣工年，堰堤名を記した刻字

⑦ いずれの堰堤においても水抜き暗渠は複数設けられている．

⑧ 金山沢・水ノ木沢の昭和 2 年竣工の堰堤には長径 1m 超の石材が利用されている．一方，水ノ木沢堰堤，法行沢 1・2 号，白石沢 1・2 号，笹小屋，栗ノ木平堰堤には長径 50cm 程度の石が利用されている．

⑨ 現況と諸戸写真を比較すると，渓流の安定化により周辺の樹木・植生が繁茂していることがわかる．（写真-3）

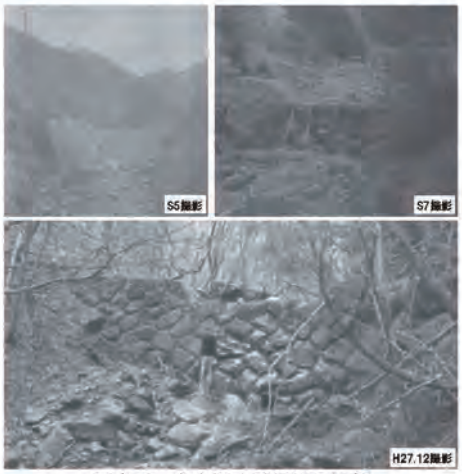


写真-3　金山沢 4 号堰堤の比較

4．おわりに

本稿では丹沢地域における堰堤の効果とその周辺状況の変化について述べた．これらの堰堤は竣工から 80 年以上経過してもなお機能（渓床勾配の緩和，山脚固定等）を維持しており，当該流域における土砂災害防止に効果を発揮している．

なお，現地調査の実施にあたっては，関東森林管理局東京神奈川森林管理署にお世話になった．

参考文献

1) 鹿庭清美（1932）：丹沢世傅御料林世附事業区砂防工事實行ニ就テ，pp.102
2) 度山（1930）：昭和五年五月相州丹澤御料林視察旅行日記，砂防 12 号（砂防協會），p.28-36
3) 度山（1932）：昭和七年初夏の丹澤及箱根御料地砂防工事調査旅行日記，砂防 25 号（砂防協會），p.32-35
4) 度山（1934）：丹澤御料地視察日記，砂防 37 号（砂防協會），p.39-41
5) 帝室林野局（1939）：帝室林野局五十年史，帝室林野局，p.795,p.806
6) 諸戸北郎（1917）：理水及砂防工学工事編，三浦書店，p.147
7) 諸戸北郎（1931）：砂防工事の回顧，山林 582 号，大日本山林会，p.41
8) 建設省関東地方建設局（1965）：管内砂防事業概要（構造物編）早川・花水川・酒匂川流域　酒匂川筋，pp.32-84
9) 建設省関東地方建設局京浜工事事務所（1968）：酒匂川水系直轄砂防事業誌，pp.162

R5-28

粗石コンクリート構造の砂防施設の内部特性と健全性評価

株式会社ニュージェック　○尾関信幸
筑波大学　西本晴男

1. はじめに

近年，砂防施設においても長寿命化対策が推進されている。特に施工年次の古い施設は、施工当時の技術を反映して，強度の低い施設もあり，重大な損傷や機能の喪失が危惧されている。

砂防関係施設点検要領（案）（国土交通省, 2014）は定期、巡視点検は目視点検を基本とする、としており、点検内容も目視で把握できる変状確認を中心に記されている。通常の施設点検も目視を中心に行われている。補修、改築等の対策が決まっている施設は、非破壊試験やボーリング調査が実施されることもあり、また、施設の健全性調査のために非破壊試験が実施されることもあるが、いずれも限定的である。

一方、概ね昭和 30 年以前に施工された施設は粗石コンクリートが多用されている。しかし施設点検や健全性調査・評価においては、一般的なコンクリートに対する手法が準用されている。

粗石コンクリート構造の施設は、施工時の技術や材料制約の関係で内部材料が脆弱なものがあり、しばしば損傷、被災を受けている。このようなことから粗石コンクリート構造の施設は内部調査が求められ、粗石コンクリートの特性を踏まえた評価が必要と考える。

本研究では、粗石コンクリート構造の砂防施設の内部構造の特性を明らかにしたうえで、砂防施設の健全度評価の方法について論じる.

2. 施工後長期を経た砂防施設の特徴

図-1 は各時期に記された技術書や工事誌等に記載の施工技術をまとめた砂防施設の施工技術変遷図である。

図-2 は、技術が十分に発展する以前に施工された粗石コンクリートの内部構造の模式図である。

粗石コンクリートは本来、粗石の周囲に十分なコンクリートが充填、密着して造る（例えば、田村, 1935）とされている。表面石材を 1 段積み上げるごとに 1 層打設するので、厚さ 30～60 cm 程度の打設層が積み重なって構成される。健全なコンクリートであれば、打設層境界は堅硬なコンクリートが密着、一体化しているが、しばしばコンクリートの不足や手作業によって充填が不十分なケース、特に打設層下部や粗石周囲で空隙、あるいは多孔質・脆弱となっているケースがみられる。特に打設層下部の多孔質・脆弱なコンクリートは水平方向に連続する傾向がある。粗石を多量に用いられた施設では、粗石間が密着し、粗石下部の空隙が連続することもある。このような施設はバイブレータ普及前の昭和 20 年代に施工された施設でしばしばみられる。

図-1　砂防施設の施工技術変遷図
尾関・亀沢(2014)からデータを増やして加筆修正

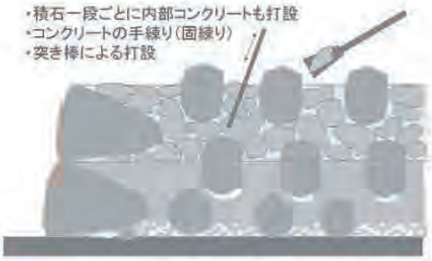


図-2　粗石コンクリートの施工状況と内部構造模式図

3. 特徴を踏まえた健全性評価の視点

粗石コンクリート構造の施設の損傷の多くは越流水による堤体コンクリートの剥離状の欠落である。剥離は多孔質脆弱部の層構造や打設境界の面的弱部、弱面で生じており、調査においては水平方向面的に分布する弱部、弱面の確認がポイントとなる。また、粗石周辺の空隙についても確認したい。

3.1 外観目視調査

石積や型枠コンクリートで覆われているため、外観目視調査では内部は把握しづらい。しかし、損傷等で内部が露出する場合には、損傷としての記載のみでなく、内部構造の情報取得のための観察が望まれる。観察事項は、多孔質・脆弱部の有無、打設層の密着状況、

粗石間の近接状況や空隙状況等で、後述のボーリング調査より状況把握が容易、正確である。

3.2 非破壊検査

打設層に相当する30～60 cm 程度の水平方向の構造把握に対応した分解能が必要となる。

非破壊検査ではしばしば弾性波探査が用いられるが、層構造の効果を考慮して、測線のとり方を工夫する必要がある。尾関ほか (2015)は斜め透過と水平透過の測線の比較による評価を提案している。尾関らは水平透過が緻密・堅甲部のみを、斜め透過が多孔質・脆弱部を通過するとして、両者の差が大きいと層構造が顕著であることを示した。比較にあたっては、斜めと水平透過の速度差を斜め方向の鉛直距離で徐して正規化すると同一尺度で評価できる。

3.3 ボーリング調査

多孔質・脆弱部のコンクリート等ではしばしば掘削時に破砕角礫化などにより観察が困難なことも少なくない。このため、ボアホールカメラによる画像確認を併用することが望ましい。

ボーリングのコア観察は一般に地質調査の専門技術者が従事して、岩盤観察の着眼点で観察される。しかし、粗石コンクリートは、健全性に影響する打設層下部の多孔質・脆弱部、粗石周囲の空隙の確認が重要と考える。図-3 に粗石コンクリートのボアホールカメラ画像を示す。観察においては、打設層境界を認定し、打設層上部下部の締固め状況（緻密・堅硬、多孔質・脆弱）、打設面の密着状況、粗石周囲の空隙、亀裂の有無について確認する。さらに、多孔質部や空隙を中心に水の通過痕跡を、亀裂については亀裂の形態などを確認することが必要と考える。

ボーリング調査時には、しばしば一軸圧縮試験等の室内試験が実施されるが、供試体として得られる部分は掘削時に破砕されない程度の強度を有する部分である。多孔質・脆弱部は通常、計測することはできない。本来ならば、多孔質脆弱部や堅硬な粗石を含む堤体マスとしての評価がなされるべきであるが、容易な試験手法が見当たらないのが現状である。なお、筆者らの経験では、柱状に採取された多孔質コンクリートの強度試験で、3.24 N/mm² の計測例がある（尾関ほか, 2010）。

4. おわりに

砂防施設では粗石コンクリートは、純コンクリートが普及される昭和 30 年代以前まで堤体材料として一般的に採用されており、現在も多数の施設が現役砂防施設として機能している。

現在のコンクリートの基準（例えば、圧縮強度：18 N/mm²）で評価すると、多くの施設が NG となることが想定される。

通常の堤高 15 m 未満の重力式砂防堰堤の場合、安定計算における最大圧縮応力は 0.6 N/mm² 程度以下であり、内部応力に対する抵抗材としては要求性能を満たすものも少なくない。ただし、上記してきた施設構造を踏まえると、表面保護材の欠損や土石流流体力等を受けた場合のせん断などが弱点となる。

これらの弱点は表面保護材の補強や緩衝材設置など予防的対策を行うことで克服でき、延命化できるケースも少なくないと考えられる。

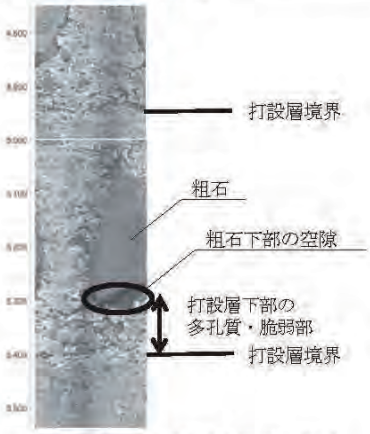


図-3 ボアホール画像からの観察ポイント

引用文献

国土交通省砂防部保全課（2014）：砂防関係施設点検要領(案). 138pp.

尾関信幸・亀澤奈央（2014）：砂防堰堤におけるコンクリートの施工技術の変遷. 平成26年度砂防学会研究発表会概要集, B-404～B-405

尾関信幸・亀澤奈央・永野堅司・稲垣晴紀（2015）：弾性波探査における砂防堰堤の健全性評価手法の新たな提案. 平成27年度砂防学会研究発表会概要集, A-228～A-229

尾関信幸 森俊勇 星野和彦（2010）：練石積砂防堰堤（粗石コンクリート構造）の特性と重点的な管理・補修施設の選定の考え方. 平成22年度砂防学会研究発表会概要集, p306～207

田村義男（1935）：實踐砂防講義. p193

P2-076

災害対応に関する作業能率の推定モデル

筑波大学大学院生命環境科学研究科　○照沼利浩
国立研究開発法人 土木研究所　水野秀明
筑波大学大学院生命環境科学研究科　西本晴男

1. はじめに

深層崩壊の発生に伴う天然ダムの形成時等、被害が甚大かつ広範囲に及ぶ恐れがある災害発生時には、防災組織は可能な限り迅速に災害対応に当たる必要がある。災害対応を短時間かつ正確に実施するために、防災組織では定期的に訓練を実施しているが、その効果が漠然としているのが課題となっており、作業の進捗状況（作業にかかった時間）をもとに、訓練の効果を定量的に評価する手法の開発が求められている[1]。

しかし、災害対応に関する作業には次のような特徴がある。一つ目として、作業ネットワークの各作業にかかる作業時間は確定的な一つの値ではなく、幅広く分布する。二つ目として、災害の発生情報が同時または断続的に防災組織に届き、その到着時間間隔は非定常である。このような特徴を考慮して定量的に評価した研究事例はこれまで存在しない。そこで、本研究では、前述の特徴を考慮した、災害対応における作業能率を推定する数理モデルを開発するとともに、国土交通省が実施する緊急調査の中の「土砂災害緊急情報の作成」を対象として作業能率の値を明らかにすることを目的とする。さらに、開発した数理モデルを実際の訓練で得られたデータに適用して、数理モデルの精度を検証する。

2. 作業能率を推定するモデル

2.1 モデルの基本理論

本研究で提案する数理モデルは、コルモゴロフの前進方程式に基づいた確率過程の簡易式により，作業が完了する時間を求めることで作業能率を推定するものである。既報[2]では一つのパスで行う作業の進捗を推定する数理モデルを示したが、例えば河道閉塞に関する土砂災害緊急情報の作成のように、実際には幾つかの異なる作業を行う場合が多いため、複数のパスで構成される作業ネットワークに対応した数理モデルが必要となる。

そこで、本研究では、作業ネットワークにおける各パスは互いに独立な作業 要素によって構成されていると考え、それらの作業要素に対して直交空間であるx_i軸（i=1,2,…）を設定する。 また、 各パスはx_i 軸の合成で構 成されていると考えること ができ、その方向をm_i軸（i=1,2,…,n）とする。m_i 軸上の数値は、i 番目のパス上で対応している災害の数とする。ここで、時刻Tにおいて、i番目のパス上で“ある状態”（対応している災害数）となる確率Pが、マルコフ過程およびパラメータμ_mおよびλ_mによって変化する確率過程を仮定した。なお，パラメータμ_mを災害対応に関わる作業を処理する割合「処理率」、λ_mを処理した結果が何らかの誤りを含んでいた場合の手戻りの割合「手戻り率」とした。

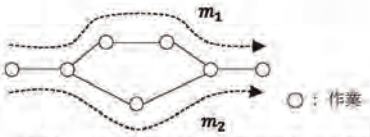


図１　作業ネットワークにおけるパスの考え方

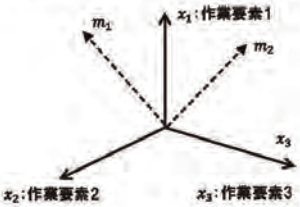


図２　x_i 軸とm_i 軸の模式図

2.2 確率過程の定式化

2.1 で示した仮定に基づき確率の変化量を定式化すると、コルモゴロフの前進方程式が得られ、さらに差分法を用いればn次元のマスター方程式に近似することができる。なお、μ_m とλ_mは時刻Tに独立と仮定する。

$$\frac{\partial P}{\partial T}=\sum_k\left[\left(\lambda_{mk}+\mu_{mk}\right)\frac{(\Delta m_k)^2}{2}\cdot\frac{\partial^2 P}{\partial {m_k}^2}-\left(\lambda_{mk}-\mu_{mk}\right)\Delta m_k\cdot\frac{\partial P}{\partial m_k}\right]\cdots\cdots(1)$$

kは1,2,…,nである。ここで、

$$a_{mk}\equiv\left(\lambda_{mk}-\mu_{mk}\right)\Delta m_k\cdots\cdots(2)$$

$$b_{mk}\equiv\left(\lambda_{mk}+\mu_{mk}\right)\frac{(\Delta m_k)^2}{2}\cdots\cdots(3)$$

とおけば、式(1)は以下のように変形できる。

$$\frac{\partial P}{\partial T}=\sum_k\left[b_{mk}\cdot\frac{\partial^2 P}{\partial {m_k}^2}-a_{mk}\cdot\frac{\partial P}{\partial m_k}\right]\cdots\cdots(4)$$

式(4)は、作業を実施している確率が、b_{mk} の速度で拡散するとともに、$-a_{mk}$ の速度で移流することを意味する。作業能率は作業の処理速度と考えることができるため、パラメータ$-a_{mk}$（移流項の係数）の値を、作業能率と定義した。

マスター方程式は、m_l軸上の初期地点m_{k0}（災害数）から、作業終了地点（m=0）に向かって確率密度が拡散する動きを示し、作業終了地点を通過した確率密度の積分値が、時刻Tにおいて作業が完了する確率$P_{Compl.}(T)$を意味する。$P_{Compl.}(T)$はWilliams-山内の式[3]を用いれば、その時間変化を以下の式で求めることが可能である。

$$P_{Compl.}(T) = \prod_k \left[\begin{cases} \frac{1}{2}\left\{1-\sqrt{1-e^{-\frac{(a_k t+m_{k0})^2}{\pi t b_k}}}\right\} & (-(a_k t+m_{k0})<0) \\ \frac{1}{2}\left\{1+\sqrt{1-e^{-\frac{(a_k t+m_{k0})^2}{\pi t b_k}}}\right\} & (0 \le -(a_k t+m_{k0})) \end{cases} \right] \cdots (5)$$

3. 作業能率の推定

作業能率の推定対象は国土交通省が実施する緊急調査の中の「土砂災害緊急情報の作成」とした。ただし、実災害での緊急調査の事例は少ないため、直轄事務所で実施しているロールプレイング型防災訓練での行動記録を利用した。収集事例は 9 事例であり、緊急調査の「m_1：天然ダムによる湛水区域の推定」および「m_2：天然ダムの決壊時期の推定」作業を対象とした。

各作業についてモデルによって求めた作業時間の確率分布の計算値と、訓練データから算出した確率分布の実測値との残差二乗和が最少となるパラメータ$a_{m1}, a_{m2}, b_{m1}, b_{m2}$を求めた。表１は求めたパラメータの値である。

図３は訓練で計測した値と表１に示した数値を式(5)に代入して求めた曲線を示したものである。訓練では「m_1：天然ダムによる湛水区域の推定」作業および「m_2：天然ダムの決壊時期の推定」作業のそれぞれの開始時刻と終了時刻を記録した。作業ネットワークの開始時刻は 2 つの開始時刻のうち早い時刻とし、作業ネットワークの終了時刻は 2 つの終了時刻のうち遅い時刻とした。作業を完了させるのに要する時間は作業ネットワークの終了時刻から開始時刻を差し引いた時間とした。作業を開始させるのに要する時間は図に示したように滑らかな曲線状に並んでいるわけではなく、2,500 秒から 3,700 秒の間で段が生じていた。式(5)で求めた曲線は計測した値と比べて 0 秒から 2,500 秒までの区間で低く、3,700 秒より長い区間で高くなった。

4. 考察

既報[1]で報告したように２つの作業ネットワークを別々に求めた際にはよい精度で再現できたが、多次元の数理モデル（式(5)）の曲線は計測値とずれることが分かった。収集した資料からは 2 つの作業が必ずしも同時に始まったわけではなく、また、作業の担当者が 2 つの作業以外の作業を行った可能性もある。そのため、2 つの作業を完了させるのに要した時間を同じ品質で計算できなかった可能性がある。本報告を執筆している時点では、計測した値と式(5)の間の乖離の原因を解明できていないが、今後、前述のような視点で計測値を再度精査したいと考えている。

表１　作業m_1・m_2のパラメータ

作業	a	b	残差二乗和
m_1	-0.00041010	0.00000823	0.0253
m_2	-0.00048700	0.00001100	0.1609

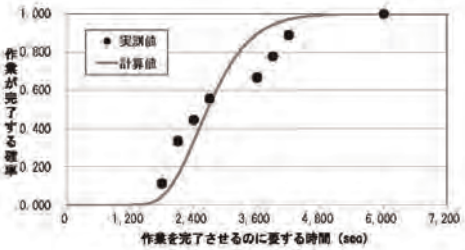


図３　作業時間の確率分布（二次元）

5. 結論

本研究では、災害対応に関する作業の進捗状況をもとに、その作業能率を評価する数理モデルを開発した。また、国土交通省が実施する「土砂災害緊急情報の作成」に関する訓練をもとに、作業能率の値（数理モデルのパラメータの値）を以下の通りに算定した。

[作業m_1] 作業能率：-0.00041010

処理率$\lambda = 0.5505$、手戻り率$\mu = 0.4495$

[作業m_2] 作業能率：-0.00048700

処理率$\lambda = 0.5519$、手戻り率$\mu = 0.4481$

複数パス（2 パス）での数理モデルの適用性を検証した結果、実測値とのかい離が見られる結果となった。その原因については、今後解明する予定である。

6. 謝辞

防災訓練の行動記録に関するデータは、国土交通省の地方整備局からご提供いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 永吉修平、杉本宏之、國友優、水野秀明(2015): 大規模火山噴火に対応した実践的な緊急減災対策砂防に関する研究.
2) 照沼利浩、水野秀明、西本晴男(2015)：災害対応に要する時間の推定モデル, 平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集, p.A246-A247.
3) 山内次郎(1972): 統計数値表 JSA-1972. 財団法人日本規格協会, 参考 p.6.

Pb-05

崩壊発生時における土層の地下水深解析法

アジア航測株式会社　○秋山怜子
筑波大学大大学院　宮本邦明　西本晴男

1. はじめに

力学条件に基づく崩壊発生予測手法は，発生・非発生の空間分布や発生時刻の再現性から評価されることが一般的である。しかし，各手法の基本とするモデルの再現性について，崩壊時の降雨と場の相互関係から評価された例は少ない。本研究では，崩壊発生予測の基礎となる簡素なモデルをもとに，地下水流出の到達時間と土層の粘着力から崩壊発生条件を示し，実際の崩壊事例へ適用して，崩壊時の地下水深を推定する方法を示した。

2. 解析方法

本研究で考える無限長斜面は図-1 のとおりである。

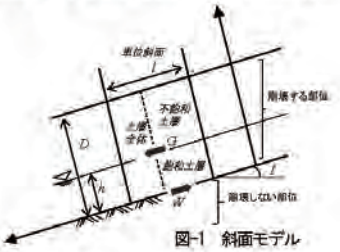


図-1　斜面モデル

Wを基岩面上の表層土層の摩擦抵抗力，Gを重力による表層土層の応力とするとき，斜面上の崩壊発生条件は式(1)であり，今泉ら(2009)を参考に無次元量で示すと式(3)～式(5)のとおりとなる。F_s=1.0 のとき，場の条件の無次元パラメータ F_{cc}と地下水深パラメータ F_wの関係は式(6)のとおりとなる。式(4)より F_wは $0 \leq h/D \leq 1.0$ より得られる範囲に限定され，崩壊地における無次元量 F_{cc}の存在範囲も，F_wと崩壊地の無次元斜面勾配 $\tan I/\tan\phi$から決定する(図-2)。

$$F_s = \frac{W}{G} = \frac{c + (\bar{\rho} g D - \rho g h)\cos I \tan\phi}{D \bar{\rho} g \sin I} < 1.0 \quad \cdots\cdots 式(1)$$

$$\bar{\rho} = \left\{ G_s(1-\lambda) + \lambda S_r + (1-S_r)\lambda \frac{h}{D} \right\} \rho \quad \cdots\cdots 式(2)$$

$$F_s \frac{\tan I}{\tan\phi} = 1 - F_w + F_c \quad \cdots\cdots 式(3)$$

$$F_w = \frac{\rho}{\bar{\rho}} \frac{h}{D} \quad \cdots\cdots 式(4)$$

$$F_c = F_{cc} \frac{\tan I}{\tan\phi} = \frac{1}{\bar{\rho}} \frac{c}{D g \sin I} \frac{\tan I}{\tan\phi} \quad \cdots\cdots 式(5)$$

$$F_{cc} = 1 - \frac{1 - F_w}{\frac{\tan I}{\tan\phi}} \quad \cdots\cdots 式(6)$$

ここに，cは土の粘着力，$\bar{\rho}$は土層全体の平均密度，ρは水密度，gは重力加速度，Dは土層厚，Iは斜面勾配，ϕは土の内部摩擦角，hは地下水深，G_sは土粒子の比重，

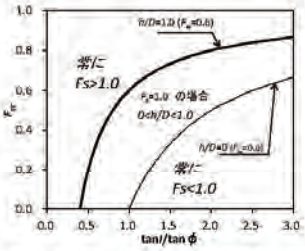


図-2　$\tan I/\tan\phi$による F_{cc}の崩壊発生領域

λは間隙率，S_rは飽和度である。

すなわち，場の条件を一定としたとき，崩壊地における F_{cc}は h/D=0 及び h/D=1.0 が境界条件となる。そこで，h/D=1.0 における F_{cc}を F_{cc0}と定義する。式(6)より求める F_{cc0}に対して，場の条件に h/D=1.0 を仮定して式(5)により求める F_{cc0}を比較することにより，崩壊発生時の h/Dを推定する。図-2 に示す h/D=1.0 における F_{cc}(=F_{cc0})に対して，場の条件による F_{cc0}が右下にある場合，その崩壊発生時の地下水深 h/Dは 1.0 未満であると推定できる。

一方，流速にダルシー則による平均流速を当てはめた Kinematic Wave により斜面の地下水流出を考える場合，地下水深は式(7)~(9)となる。その際，h/D=1.0 については，式(10)より間隙率を推定することができる。すなわち，崩壊発生時の降雨から推定された λ_Tが実際の間隙率 λと同等である場合，崩壊発生時の地下水深は h/D=1.0 と推定され，$\lambda_T < \lambda$であれば h/D<1.0 と推定できる。

$$\lambda \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial v h}{\partial x} = \frac{\int_0^t r_t}{t} = r_s \quad \cdots\cdots 式(7)$$

$$h = \frac{r_s t}{\lambda} \quad \cdots\cdots 式(8)$$

ただし，$t \geq \frac{x}{v} = \frac{x}{K_s \sin I} = T$ のとき，

$$h = \frac{r_s T}{\lambda} \quad \cdots\cdots 式(9)$$

$$\lambda_T = \frac{1}{D} \int_0^T r_s \, dt \quad \cdots\cdots 式(10)$$

ここに，xは斜面上の尾根からの距離，r_tは単位時間内降雨量，tは降雨の継続時間，Ksは飽和透水係数である。F_s=1.0，h/D=1.0 のとき，式(8)と式(1)を連立させて整理すると，式(11)となり，崩壊発生条件を左辺に示す降雨の条件と右辺に示す場の条件の一致で示すことができ，この両辺は崩壊可能性のある最小の土層厚 D_cに一致する。

$$\frac{r_s t}{\lambda} = \frac{1}{\left(\frac{\tan I}{\tan\phi} - 1\right)\bar{\rho} + \rho} \frac{c}{g \sin I} \frac{\tan I}{\tan\phi} \quad \cdots\cdots 式(11)$$

3. 事例への適用

表-1 に示す3事例について，災害報告等の既往文献から得た崩壊発生時の場の条件と，降雨データを用いて崩壊発生時の h/D を推定した。

最初に，式(7)～(9)をもとに土石流発生条件を求めた平野ら(1986)に従って，到達時間 T を推定した。最寄りの地上AMeDASの過去37年間の雨量データから連続雨量100mm以上の降雨イベントを抽出し，最大N時間雨量を整理した(図-3)。崩壊発生時刻までの継続時間，過去の発生降雨の下限値，非発生降雨の上限値等を比較して到達時間を推定した。得られた到達時間内雨量から式(10)により，崩壊発生時の h/D を推定した(表-1)。その結果，防府については $h/D<1.0$，伊豆大島については $h/D≒1.0$，山口北部については，$0<h/D≦1.0$ と推定された。

次に，式(5)，式(6)より求めた F_{c0} から崩壊発生時の h/D を推定した。防府及び山口北部については，既往検討により得られている崩壊発生時の土層厚(=崩壊深)D，斜面勾配 I の関係を使用した。伊豆大島については，土層厚は複数の文献より0.7～1.0mとし，斜面勾配は石川ら(2014)による崩壊地判読と火山基本図のDEMデータから求めた斜面勾配分布を重ね，崩壊地の分布範囲より崩壊地の勾配分布を推定した。

防府，山口北部については，図-4に示す土層厚 D と斜面勾配 I の関係について，I に対して $F_c=1.0$，$h/D=1.0$ となる D_c と，$F_c=1.0$，$h/D=0$ となる D_{max} から，崩壊地と適合が良い c を逆推定した。ただし，c と ϕ は連動して変化するため，ϕ は固定して c を変化させて検討した。この時，崩壊発生領域外となる $D<D_c$ となる崩壊地については，空間分布を確認の上，判読時のエラーを確認して除外した。一方，伊豆大島については，崩壊地の勾配分布と，D_c と式(11)から得られる崩壊地勾配の範囲が一致する c を推定した。推定した c，ϕ から得た F_{c0} を，式(6)による F_{c0} と比較した(図-5)。その結果，防府については $h/D<1.0$，山口北部，伊豆大島については $h/D≦1.0$ と推定した。この結果は，降雨量から推定した h/D とほぼ一致しており，両者の一致から崩壊発生時の h/D として妥当であると考える(表-1)。

4. おわりに

これまで，崩壊発生時の地下水条件の推定には，飽和透水係数 Ks や土の粘着力 c が必要であったのに対して，本研究では単純な力学モデルに基づき，崩壊後のデータと雨量データから崩壊発生時の h/D の推定可能性があることを示した。ただし，本解析法では同一崩壊地における崩壊深と崩壊前の斜面勾配の関係が重要であり，今後これらの適切な取得方法の検討が望まれる。

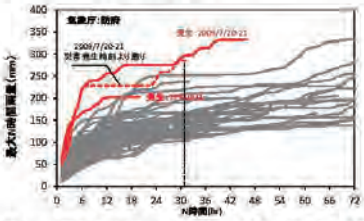


図-3　平野ら(1986)による到達時間の推定(防府の例)

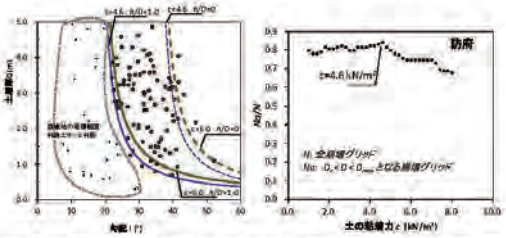


図-4　土層厚 D と斜面勾配 I による土の粘着力 c の推定(防府の例)
(左：D-I の関係，右：適合の良い c の推定)

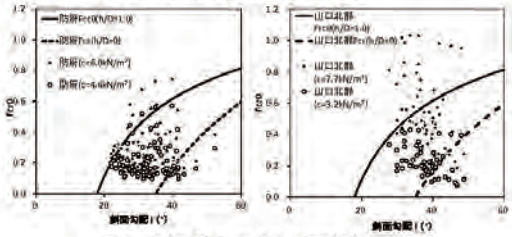


図-5　無次元量 F_{c0} による h/D の推定
(左：防府，右：山口北部)

表-1　崩壊地及び雨量による崩壊発生時の土層厚に対する地下水深比(h/D)の比較

No	対象事例	雨量による推定						崩壊地による推定						
		D [m]	R^{*1} [mm]	t [hr]	λ_1	λ	h/D	ϕ [°]	c [kN/m²]	I [°]	e	D [m]	F_{c0}	h/D
1	防府*2	1.0～4.4	285	31	0.06～0.29	0.47	$h/D<1.0$	35	6.0 4.6	32～42	0.889	1.0～4.4	0.12～0.74 0.09～0.57	$h/D<1.0$
2	山口北部*3	0.6～1.5	290	9	0.19～0.48	0.47	$h/D≦1.0$	35	7.7 3.2	42～59	0.869	0.6～1.5	0.19～1.03 0.08～0.43	$h/D≦1.0$
3	伊豆大島*4	0.7～1.0	578	18	0.57～0.83	0.6	$h/D≒1.0$	30	5.2	30～47	1.439	0.7～1.0	0.44～0.91	$h/D≦1.0$

*1　Rは到達時間T以内の総降雨量を示す。
*2　秋山ら(2015)、*3　秋山ら(2017)、*4　福山ら(2014)、高原ら(2014)による。伊豆大島のF_{c0}は崩壊地勾配に対応する範囲とした。

引用文献：秋山ら(2015)：砂防学会誌, Vol.67, No.4, p.3-12, 秋山ら(2017)：砂防学会誌, Vol.69, No.5, p.11-18, 福山ら(2015)：平成26年度砂防学会研究発表会要旨集B, p.100-101, 平野ら(1986)：第30回水理講演会論文集, p.181-186, 今泉ら(2009)：砂防学会誌, Vol.65, no.5, p.3-10, 高原ら(2015)：平成26年度砂防学会研究発表会要旨集B, p.98-99, 石川ら(2014)：砂防学会誌, vol.66, No.5, p.61-72

Pb-93

画像解析による石積み堰堤の調査

筑波大学大学院生命環境科学研究科
○笠原友樹・秋山一弥・吉田喜高

1. はじめに

昭和 13（1938）年の 6 月 28 日から 7 月 5 日かけて茨城県では梅雨前線によって記録的な豪雨となり，筑波山の千寺（せんじゅ）川※では 7 月 3 日に土石流※※が発生し，寺社や家屋が全壊し 3 名が犠牲となる被害が発生した[1]．千寺川では翌年の昭和 14 年から昭和 18 年にかけて全体で 24 基の砂防堰堤群が整備され，現在でも筑波山神社やその周辺の家屋を守っている．

このような歴史的施設の管理では石積みの状況を現況のままで記録することが必要と考えられるが[2]，竣工から約 80 年が経過していて周辺には植生が繁茂し倒木や土砂に覆われるなど，施設の全体を確認することが困難な堰堤もみられ，沢沿いから歩いてアクセスする必要があるなどの理由から簡易な機材を用いた調査方法が望まれる．本研究では，千寺川の下流域に位置する二基の石積み堰堤（図 1）を対象とし，簡易な測量と画像を用いた三次元のモデリングを試みた．

図 1　調査位置図（背景図は地理院地図を利用）

2. 調査方法

最近では，被写体表面の複数枚の画像を用いて三次元モデルを生成する SfM（Structure from Motion）を用いた調査が多くなっている．撮影は上空から UAV（ドローン）を用いて行うことが多いが，調査地は隣接して筑波山神社をはじめ各種の施設があることや，堰堤の周辺は林になっていて上空からの調査は困難（空中写真では堰堤の存在は確認できない）である．このため，本研究ではカメラやビデオで地上から撮影・録画した画像だけを用いて三次元のモデル構築を試みた．以下に使用した機材を示す（写真 1）．

写真 1　使用機材

(1) 画像関係

デジタルカメラ（オリンパス TG-4），ビデオカメラ（JVC GZ-E765），自撮用一脚（1350mm）

(2) 測量関係

レーザー距離計（Leica Disto D510），GPS（Garmin eTrex 30xJ），傾斜計，方位計，スタッフ，巻尺，三脚，基準点・計測点の標識

現地調査は図 1 に示す①の下流側堰堤と②の上流側堰堤を対象として，平成 29 年の 2 月 10 日（①の全体と②の下流面）と 3 月 10 日（②の全体）に行った．地上から撮影・録画が可能な高さは自撮り棒を使用しても最大で高さ 3.5m 程度のため，撮影の高さを 3～4 段階変化させるとともに，堰堤の

写真 2　堰堤の撮影状況

水通しや袖の上面を含めてオーバーラップしながら全体の記録を行った（写真2）．画像解析にはAgisoft PhotoScan Pro.を用いたが，現在のところ解析パラメータを検討している段階である．

3．結果

3.1　下流側堰堤

①の下流側堰堤の全景写真を写真3に，デジタルカメラで撮影した写真から作成した三次元画像を図2に示す．この堰堤は植生など遮る障害物が少なく撮影は比較的容易で，堰堤から距離を取って撮影したものの，撮影枚数は約1000枚と多くなった．作成した三次元画像（図2）と全景（写真3）を比較した結果，高いレベルで三次元画像を作成することができたと考えられる．

写真3　①下流側堰堤の全景
（堰堤から約28m下流で撮影）

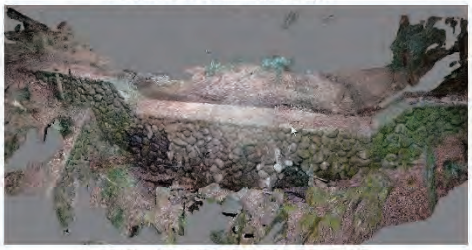


図2　①下流側堰堤の三次元画像

3.2　上流側堰堤

②の上流側堰堤の全景写真を写真4に，デジタルカメラで撮影した写真から作成した三次元画像を図3に示す．写真4は堰堤から下流へ15mの地点で撮影しているが，堰堤は一部しか確認できず，直下まで到達しないと全体は見えない状態であった．堰堤近傍にも植生が多く，撮影は堰堤に対して近距離で行ったため，堰堤の下流面だけで撮影枚数は約1000枚と多くなったが，図3のとおり可視化することができた．

4．今後の予定と課題

今後は地理空間上の座標を与えて三次元のモデリングを行う予定である．現在までの課題として，木々が生い茂った場所でも十分なレベルで解析が可能であると考えられるが，堰堤の近傍から撮影を行っているため撮影枚数が多くなる傾向がある．特に②の上流側堰堤では，全体を撮影した場合は3時間半もかかり撮影枚数が約3000枚と非常に多くなったため，今後は撮影時間や枚数を減らして効率化を図る必要がある．

写真4　②上流側堰堤の全景
（堰堤から約15m下流で撮影）

図3　②上流側堰堤の三次元画像

参考文献

1) 中央気象臺（1938）：中央気象臺彙報 第14册 昭和十三 年六月二十八日より七月五日に至る豪雨報告，pp.158－164．（注：中央気象臺（1938）では，※は鷲石澤，※※は山津浪と記載されている）

2) 濱浦泰成・高畠裕介・小野貴稔・広田孝喜・加藤卓也（2016）：砂防施設群の歴史的・文化的価値に関する調査事例　―写真モデリングとレーザデータの活用―，平成28年度砂防学会研究発表会概要集 B，B-470－471．

４. 社会連携

砂防学と地形学の連携に関するシンポジウム（平成 26 年 4 月 22 日）

平成 26 年 4 月 22 日に環境防災研究棟 2 階講義室において、土砂災害を防止、軽減するために必須となる地形に関する知見を深めることを目的として「砂防学と地形学の連携に関するシンポジウム」を開催した。

シンポジウムでは、京都大学の水山高久教授から「砂防学から見た地形学」と題して、砂防学における地形学の知見の必要性と有効性について解説があった。

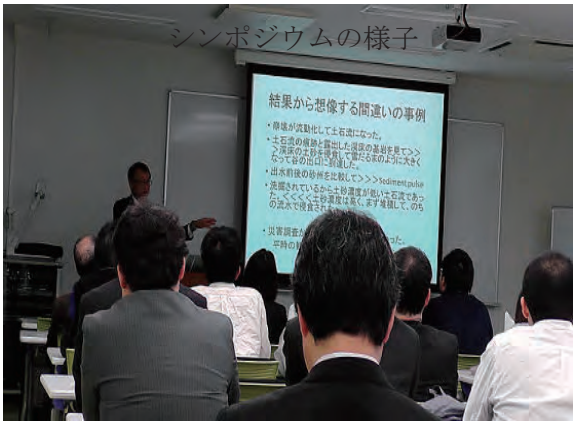
筑波大学の八反地剛講師からは「地形学から見た砂防学」と題して地形学における土砂移動現象に係わる研究の現況と土砂災害対策への活用の可能性について解説があった。

砂防図書館の松本美善司書からは「砂防図書館の砂防学、地形学図書」と題して砂防に係わる多くの文献を所蔵している砂防図書館の内容の紹介と文献の活用方法についての解説があった。

環境防災学講座の西本教授は平成 26 年 4 月に環境防災研究棟内に設置した、環境防災学と「水山高幸」文庫について解説と紹介を行った。

学内外から約 60 名の参加者があり、近年多発する深層崩壊に係わる両学問分野の協力のあり方などの多くの質問が出されるなど、活発な意見交換が行われ有意義なシンポジウムとなった。

シンポジウムポスター



シンポジウムの様子

環境防災学ワークショップ（平成 27 年 3 月 11 日）

平成 27 年年 3 月 11 日に環境防災学ワークショップを開催し、学内外より約 60 名の関係者が参加した。ワークショップでは、阿江副学長の開会の挨拶、（一財）砂防フロンティア整備推進機構 森俊勇理事長代理の大田憲明部長の来賓挨拶につづき、国土交通省砂防部砂防計画課の西山幸治課長より、「土砂災害の防災・減災を目指して」と題して 1 時間半の特別講演を頂いた。その後、当講座の西本晴男教授より、平成 22 年度～26 年度の講座活動について、教育・研究・社会連携・広報・国際展開の視点から報告を行った。

次に、講座の修了生を代表して社会人学生 4 名（（株）キタックの田中義成氏、応用地質（株）の大村さつき氏、朝日航洋（株）の安海高明氏、（株）東京建設コンサルタント関根敬氏）より、学んだ成果と実業務への展開について発表を行った。続いて持続環境学専攻長の辻村真貴教授より、環境防災学の未来展望として、山岳科学共同学位プログラム（平成 29 年度開設予定）に向けて、当講座の貢献が期待されることが述べられた。最後に、生命環境科学研究科長の江面浩教授より閉会の挨拶がありワークショップを終了した

1）開会挨拶　阿江通良 副学長（教育担当）

2）来賓挨拶　大田憲明　(一財)砂防フロンティア整備推進機構 事務長（森 俊勇理事長代理）

3）特別講演

・講演者：国土交通省砂防部砂防計画課長　西山幸治　氏

・演題　：土砂災害の防災・減災を目指して

4）平成 22 年度～26 年度までの講座活動について

環境防災学講座　西本晴男　教授

5）修了生発表

・発表者：田中義成氏（（株）キタック）

大村さつき氏（応用地質（株））

安海高明氏（朝日航洋（株））

関根　敬氏（（株）東京建設コンサルタント）

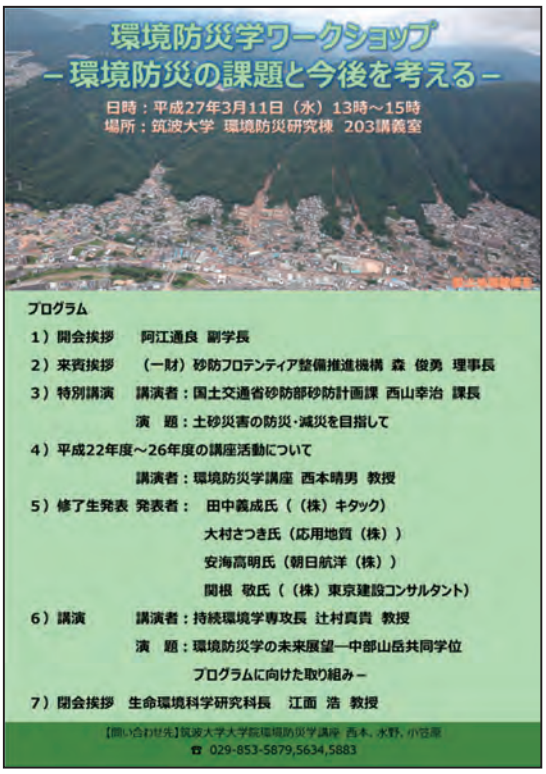
6）講演

・講演者：環境科学/持続環境学専攻長　辻村真貴　教授

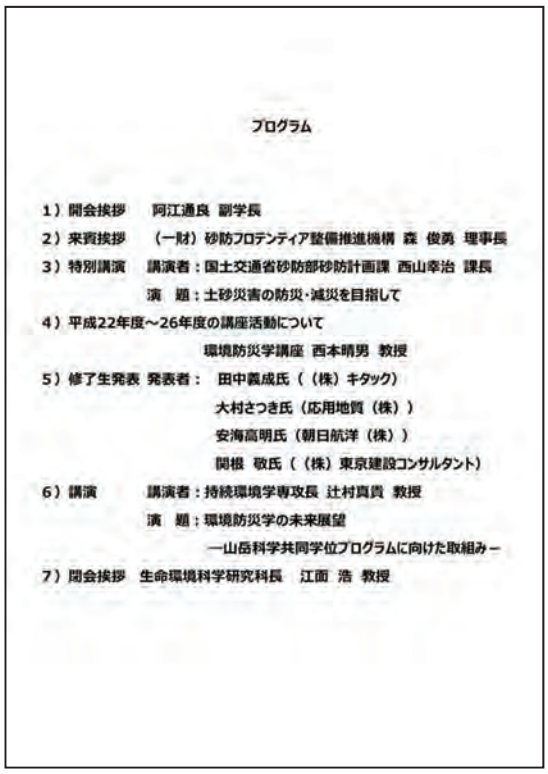
・演題　：環境防災学の未来展望―中部山岳共同学位プログラムに向けた取り組み―

6）閉会挨拶　江面　浩　生命環境科学研究科長

ワークショップ参加者



シンポジウムポスター



プログラム

1）開会挨拶　阿江通良 副学長
2）来賓挨拶　（一財）砂防フロテンティア整備推進機構 森 俊勇 理事長
3）特別講演　講演者：国土交通省砂防部砂防計画課 西山幸治 課長
演　題：土砂災害の防災・減災を目指して
4）平成22年度～26年度の講座活動について
環境防災学講座 西本晴男 教授
5）修了生発表 発表者：田中義成氏（（株）キタック）
大村さつき氏（応用地質（株））
安海高明氏（朝日航洋（株））
関根 敬氏（（株）東京建設コンサルタント）
6）講演　講演者：持続環境学専攻長 辻村真貴 教授
演　題：環境防災学の未来展望
―山岳科学共同学位プログラムに向けた取組み―
7）閉会挨拶　生命環境科学研究科長　江面 浩 教授

プログラム

平成 24 年 3 月 9 日　レディオ湘南ＦＭ83.1

Colorful Palette 2012.03.09　防災ウィーク～第2回防災カルチャースクール～　| palette - Windows Internet Explorer

http://www.radioshonan.co.jp/palette/?p=5834

ファイル(F)　編集(E)　表示(V)　お気に入り(A)　ツール(T)　ヘルプ(H)　EPSON Web-To-Page　印刷　変換　選択　ATOK

お気に入り　Colorful Palette 2012.03.09　防災ウィーク～第2回防…

会社概要

♥palette♥ ～湘南ライフをあなた色に～

Every mon.-fri. 13:00-16:00 On the air from スポーピア

RadioShonan FM83.1MHz

― Dairy NOTES fri. 2012.3.9　Book LABO

いとゆかし fri. 2012.3.9　歌手 日野美歌さん ―

Colorful Palette 2012.03.09　防災ウィーク～第2回防災カルチャー スクール～

投稿日：2012年3月9日　作成者：palette

今週は、東日本大震災からもまもなく1年。
震災から学んだ教訓を生かすためにも、震災関連活動のゲストをお迎えしてお送りします。
第2回防災カルチャースクール「土砂災害とは何か～その実体と対策～」と題し講演が行われました。講師としてお話くださいました**筑波大学大学院教授　西本晴男先生**にインタビューでお話を伺いました。

今週私は水曜日に都内で行われた防災カルチャーセンターに参加してきました。

今回の震災で津波の恐ろしさがクローズアップされていますが、レディオ湘南リスナーの方からも、自分の住んでいる地域では土砂災害の警戒な地域だとのお声もありました。神奈川県の土砂災害危険箇所マップをみると鎌倉市駅周辺の平野部は地盤が固く危険箇所はないですが、山側や川沿いなど地域に寄り危険箇所もあります。私たちが住んでいる地域のそれぞれのもつ地形や地盤を知ることが大事であると思います。

防災カルチャースクールの主宰の1つであるNPO法人　防災情報研究所の事務局長　高橋　さんからNPO法人防災情報研究所の発足について、また今後のカルチャースクールのご案内も頂きました。

西本先生から関東大震災の震源が相模湾であり、東京の火災の被害が大きく影にかげれているが、神奈川県は土砂災害で大きな被害があったこと、根府川の被害における海から津波と山津波・・・つまり土砂災害の両方が押し寄せたお話は、神奈川の災害を実感するお話でした。

鎌倉市の平野部は地盤が固く危険箇所はないですが、山側や川沿いなど地域により危険箇所もあります。神奈川県の土砂災害危険箇所マップもぜひご確認ください。

私たちが学ぶ大切さと今後の対策としての子供たちへの防災教育への必要性もお話から実感いたしました。

第3回の防災カルチャースクールは、4月24日火曜日　午後3時から5時　東京都永田町の砂防会館で行われます。

平成 24 年 3 月 15 日　地方行政，第 10297 号，p.6

トピックス

国土交通省
「縦割り」批判で延期

国土交通省関東地方整備局が6日に予定していた「首都圏の港湾における地震・津波対策の基本方針」の公表が、前日になって突然延期になった。5日の衆院予算委員会分科会で、国交省と内閣府が別々に津波シミュレーションを行っていることに対し、「なぜ政府として津波想定を一元化しないのか」と、批判が出たためだ。

基本方針は、大規模地震が発生した際に港湾地区が受ける津波被害をシミュレーションした上で、港湾施設の整備方針を示すもの。港湾局職員は「内閣府の数字が政府として一番オーソライズされたものだが、少しでも早く港湾の整備計画を作りたいという意識があり、（整備局の数字は）内閣府の数字が出るまでの、あくまで『暫定値』という整理だった」と説明する。

しかし、内閣府によるシミュレーションの公表は3月下旬に予定されており、整備局の公表からわずか1～2週間で、内閣府から別の数字が出ることになる。分科会での批判に対し、前田武志国交相は「内閣府と情報共有ができていないことは反省したい」と答弁。港湾局も「結果的に時期が近接してしまった。内閣府と事前の調整なしに公表すれば、国民に混乱を与えるとの指摘は受け止めないといけない」（同職員）として、内閣府に合わせて3月下旬に公表することを決定した。

とは言え、首都直下型地震の発生が予想される中、公表延期による整備の遅れを懸念する向きも。「『縦割り』という批判は真摯（しんし）に受け止めつつ、整備に遅れが出ないよう万全を尽くします」（同）と厳しい表情を浮かべていた。

防災講座が開講

国交省のOBらが昨年8月に立ち上げたNPO法人「防災情報研究所」（代表・奥野信宏中京大教授）の活動が本格化してきた。現役時代に培った防災ノウハウを社会に生かすのが目的で、今年に入ってからは、災害とその対策を市民に知ってもらおうと「防災カルチャースクール」を始めた。

2回目となった3月の講座は、西本晴男筑波大教授が土砂災害とその対策について、砂防会館（東京都千代田区）で講演。震度6弱以上の地震が発生した場合、土砂災害の可能性が特に高まることや、土石流や土砂ダムといった災害用語の使われ方と、その歴史について紹介した。

講座には約30人が参加したが、防災関係者だけでなく、一般市民の参加者も多かったという。同省OBは「東日本大震災が起きたことから、防災への関心が高まっているのではないか」とし、今後はカルチャースクールのPRに一層力を入れる方針だ。いずれは「地方でも出張講座をやりたい」（同）と意気込んでいる。

研究所ではこのほか、災害資料や語り部のデータベース作りも始めた。全国の図書館や資料館にどのような災害記録が残されているか調査しているほか、災害経験者で語り部として活動している人がどこにいるかをまとめ、自治体などから依頼があったときに近くに住む語り部を派遣できるよう体制づくりを進めている。

防災カルチャースクールの様子

（公）日本技術士会北陸本部 平成24年度「防災講演会」で西本晴男教授が特別講演

(公)日本技術士会北陸本部では、平成23年8月に社会貢献活動の一環として、「防災委員会」を設置いたしました。防災委員会の活動は、平常時の「防災教育」を主眼としており、その初めての活動成果として「北陸地方の災害と防災・減災その1」という防災教育テキストを作成しました。

この冊子は、まず、技術士会としてどのような防災教育活動を展開するべきか考えるために、北陸地方の自然災害と防災・減災の全体像を把握する目的で、資料収集整理して作成したもので、A4版270ページに及ぶものです。この冊子は、北陸本部のホームページで公開し、広く利用していただくことにしています。

次のステップとして、毎年、「防災講演会」を企画して技術者や一般市民に防災教育を行う計画としています。今回の防災講演会は、初めて企画するもので、作成した冊子を利用して、防災委員が防災・減災の現状を3テーマに分けて発表を行おうと考えております。しかし、民間企業の技術士が資料取集整理して取りまとめた内容には限界があり、防災・減災の現状を考える上で不足している点が多々あると痛感しております。このため、行政・大学の専門家の先生方に、それぞれのご専門の立場から特別講演をお願いして、充実した「防災講演会」を行いたいと考えております。

なお、支障なければ、ご講演で使われたパワーポイントをご提供いただき、防災に関わる技術者や一般市民に広く利用していただくことを念頭に、日本技術士会北陸本部のホームページに公開することを考えております。また、防災教育テキストを作成するための資料としても使わせていただきたいと考えております。

第1回 防災講演会

・テーマ：北陸地方の自然災害と防災・減災を考える
・場　所：新潟市中央区新光町10－2技術士センタービルⅠ　8階　会議室
・日　時：平成25年1月18日　　13：00～17：05

［プログラム］

第一部　防災セミナー

13：00～13：05	開会あいさつ	北陸本部本部長	大谷　政敬
13：05～13：35	北陸地方の自然・社会特性と自然災害について	防災委員会	平野　吉彦
13：35～14：05	北陸地方の地震災害「防災・減災の現状」	防災委員会	一願　稔
14：05～14：35	北陸地方の洪水災害「防災・減災の現状」	防災委員会	今度　充之

14：35　～　14：45（休憩）

第二部　特別講演

14：45～15：45　仮題　北陸地方の防災・減災に対する北陸地方整備局の取り組み
北陸地方整備局総括防災調整官　市村　幸晴

15：45～17：00　仮題　環境防災学の視点から見た防災対策・防災政策と今後のあり方
筑波大学大学院環境防災講座教授　西本　晴男

17：00～17：05　閉会の辞　北陸本部副本部長　神也　孝則

平成 25 年 2 月 26 日　長野日報　11 面　「三六災害資料データ化」

三六災害資料データ化

天上　来月末までにウェブで公開

三六災害アーカイブスの内容について意見交換した座談会

国土交通省天竜川上流河川事務所は、1961年に伊那谷を襲った三六災害の記録をデータ化し、3月末までにウエブサイト上で公開する「三六災害アーカイブス」の準備を進めている。情報を提供することで災害の教訓を後世に伝え、地域の防災力向上につなげる目的。25日には同事務所でアーカイブス制作上の課題点を話す座談会があり、出席者からの意見を聞いた。

同事務所を含む官民の関係者でつくる三六災害50年実行委員会は、一昨年からさまざまな防災啓発事業を通して多くの資料を収集。現在そのうち約200項目を整理し、まとめている。今回のデータ化では災害発生地点を地図上に示しながら、災害の特徴や現場写真、災害後に書かれた体験文と聞き取り調査の体験談などを盛り込んだ。

この日の座談会には、50年実行委員長の北澤秋司信大名誉教授、土砂災害に詳しい西本晴男筑波大教授、県砂防ボランティア協会の北澤正孝南信支部長、「濁流の子・伊那谷災害の記録」を編さんした碓田栄一さんが出席。同事務所の蒲原潤一所長がデータ化の留意点を聞いた。

西本教授は体験談の表現について「原文は直さず、生々しい言葉遣いの方が見る人に危険を喚起できる」と指摘し、北澤教授も「原文の方言には味わいがある」と同調。碓田さんは引用する作文などの著者名に「個人情報なので十分配慮すべき」と注意し、データ化について北澤支部長は「大災害を風化させず教訓として地域づくりに役立てることは有意義」と述べた。（佐々木孝彦）

広域社団法人砂防学会 伊豆大島土砂災害緊急調査団による現地調査に西本晴男教授が参加（平成 25 年 11 月 2 日）

①調　査　日：　平成 25 年 11 月 2 日（土）
②調査メンバー：　調査団長：石川芳治（東京農工大）教授
西本晴男・堀田紀文（筑波大学）教授，他 17 名
③概　　要：　2013 年台風 26 号により、伊豆大島では 24 時間雨量が 800 ㎜を超える豪雨に見舞われ、10 月 16 日の未明に大島町元町を流れる大金沢では大規模な土石流が発生し、多数の人家が破壊され、死者・行方不明者は 40 名を超えた。大金沢は三原山の西武の山麓を流下する渓流であり、上流部の斜面では、多量の降雨により、火山灰からなる表土層が崩壊して土石流となり下流の集落を襲った。また、土石流とともに多量の流木が流下し、これが下流での被害を拡大させた。今回の伊豆大島における土砂災害は最近で最近でもまれにみる大規模な土砂災害であり、また、活火山の火山灰堆積層の表層崩壊による土石流という特徴を有している。
公益社団法人砂防学会は今回の大島における土砂移動現象の発生・流下・氾濫堆積実態を解明するとともに、災害の発生実態、防災施設の効果等を明らかにすることを目的として「伊豆大島土砂災害緊急調査団」を組織して調査を行った。

調査実施後の記者会見（左から 2 人目が西本教授）

朝日新聞の平成 25 年 11 月 16 日朝刊の記事「磯田道史の備える歴史学」に、当講座の西本晴男教授の研究成果が引用された内容が掲載された。

磯田道史の備える歴史学

江戸時代の土砂災害

伊豆大島を襲った台風26号の土砂崩れの映像に衝撃をうけた。全国に「土砂災害警戒区域」は20万カ所を超え、都道府県が選んだ「土砂災害危険箇所」は52万5307カ所あるというから他人ごとではない。この連載で、古文書から大地震や大津波への警鐘をならしてきたが、「いまそこにある危機」としての土砂災害の歴史をみておくのは喫緊の課題だと痛切に感じた。

静岡県に住む人が「先生、静岡も富士山の火山灰だらけです。雨が降ったら地盤がゆるみます。江戸時代の土砂災害の古文書も調べてください」という。富士の火山灰といえば、2日付本欄で、総泉寺は板橋区小豆沢にあったと書いたが、この寺は関東大震災までは浅草にあったとのこと。念のためお伝えしておく。

江戸時代の土砂災害の古文書を探すことにしたが、どうしたものかと考え込んだ。「土砂災害」という言葉は江戸時代にはない。古文書を検索するにはキーワードが必要である。歴史的に、土砂災害が、どのような言葉で表現されてきたかを、まず押さえておかねばならない。

安政地震後、ゆるんだ地盤

筑波大学の西本晴男教授の「土砂移動現象及び土石流の呼称に関する変遷の研究」によれば、「山崩」という表現は、古代からあったという。土石流のほか、地震、火山噴火による災害にもこの用語を使った。江戸時代になると、土石流現象を表すのに「山崩」のほかに「山津波」「山潮」という言葉が生まれた。「地すべり」「泥流」は比較的新しい言葉で、大正・昭和初期にならねば、国語辞典に登場しない。

「土石流」は1916年、東京帝大の砂防工学教授・諸戸北郎が翻訳造語した可能性が高いが、「鉄砲水」などとともに、使用が一般化したのは、昭和になってのことらしい。

歴史時代の土砂災害の最も一般的な呼び方である「山崩」をキーワードに、静岡県の歴史文化情報センターの所蔵史料をパソコンで検索してみると、幕末の悲惨な土砂災害の古文書が、すぐにみつかった。

1857（安政4）年7月「庵原郡西倉沢村山崩れ被害届」がその一つである。西倉沢村（現在の静岡市清水区由比西倉沢）は薩埵山の崖下を東海道が海ぞいに細々と通るあたりだ。この村に「一日より強い雨が降り続き、八日夜五つ（20時半）頃、字中沢奥で山崩れが起きた。落ちてきた流水がせき止められていたが、それが耐えられなくなり、震動の如く鳴り響き、一時に泥水が押し出し、（東海道の）往来筋が、山坂同様になった。その時、百姓茂七の家居をはじめ四軒が皆潰（全壊）、五軒は半潰（半壊）となり、即死人が二人出た」。

村人は被害に立ち尽くした。村が「土下に埋まり、屋根ばかりが見えるので、（村人の）それぞれが掘りだし調べたところ、茂七の家の娘せう（15歳）と、同家に泊まっていた親類・東倉沢村勘四郎娘しげ（17歳）の二人が逃げ出す間もなかったとみえ、即死していた。外に男二人も土中にいたが、彼らは無事でさしたることもなかった」。

2遺体を収容した後、村人は役所にこう報告している。「安政地震で山の地盤が緩んでいたのが強雨で落ちたのだろう。薩埵山には危うい場所もあったが、村の裏山はこれまで山崩れなどもなく、油断していた。寝間着のまま飛び出し、家具一品も持ち出さず、そのまま家居は泥中とあいなった」

富山県が進めている立山砂防の世界文化遺産登録に向けた取組みの一環として、立山砂防のもつ顕著な普遍的価値について、技術的側面から意見を聞く場として設置した有識者懇談会に西本晴男教授が参画した。

立山砂防の世界的評価に関する技術調査報告書

平成２６年３月

富山県

謝　辞

調査、本レポートの作成にあたり、東京大学先端科学技術研究センター 西村幸夫教授、日本大学 五十畑弘教授、国士舘大学 岡田保良教授、砂防学会 岡本正男学会長、新潟大学災害・復興科学研究所 丸井英明教授、国土交通省立山砂防事務所 他関係者の方々には、多くの助言、提言をいただきました。また、筑波大学大学院 西本晴男教授には、フランスおよびヴェネズエラの資料提供を頂きました。心より感謝いたします。

有識者会議の設置・開催

世界遺産、文化遺産、土木遺産、砂防等に関わる有機者からなる「立山砂防の世界的評価に関する有識者会議」を2回開催しました。委員等の構成、開催経緯については次のとおりです。

立山砂防の世界的評価に関する有識者会議(五十音順、敬称略)

委　員

五十畑　弘	日本大学教授
岡田　保良	国士舘大学教授
岡本　正男	公益社団法人砂防学会会長
西村　幸夫	東京大学先端科学技術研究センター所長
西本　晴男	筑波大学大学院教授
丸井　英明	新潟大学災害・復興科学研究所長

有識者会議の開催経緯

開催(通算)	開　催　日	議　事　等
1	2013年(平成25年) 7月30日	○立山砂防の世界的評価検討の経緯について ○立山砂防の世界的評価に関するこれまでの検討結果について
2	2014年(平成26年) 2月18日	○世界遺産登録に向けた取り組みについて(情報提供) ○立山砂防の世界的評価に関する技術的な調査結果について ○海外有識者の寄稿文について(報告)

建設新聞の平成 26 年 4 月 24 日の記事「土砂災害防止の集い 2014」に、当講座の西本晴男教授が「土石流に関する表現方法（呼称）の変遷」について講演を行った内容が掲載された。

平成26年4月24日　建設新聞

梅雨期前に課題学ぶ

土砂災害防止の集い2014

県市町村社会基盤整備推進協議会と県主催でCPD・CPDS登録講習

関係者300人が参加した集い＝鹿児島市の県市町村自治会館で

の「土砂災害防止の集い2014」が23日、鹿児島市の県市町村自治会館で開かれた。行政や建設業関係者など約300人が参加して、梅雨期を前に過去の土砂災害を振り返り、その実態や対応状況、対策の現状と課題を学んだ。

冒頭、同協議会を代表して本田修一志布志市長が「近年の災害対応状況や対策時の現状と課題を学んでいただき、住民と自治体が連携して今後の備えを考える機会としてほしい。今年も犠牲者がゼロとなることを祈念している」と挨拶。

基調講演では、鹿児島大学の岩松暁名誉教授が「桜島大正噴火の随伴災害」と題して講話。1914年の桜島大噴火を例に「もし同規模の火山灰が鹿児島市内方面に降ったら甲突川水系全体が灰で覆われる。ガソリンは公的機関に最優先に供給され、車機を持つ建設業者には後回しになり、コンピューターもダウンして機能しなくなる」と話した。

続いて、筑波大学の西本晴男教授が「土石流に関する表現方法（呼称）の変遷」について基調講演。古くから「山津波」「山潮」と呼ばれていた山崩れが「土石流」という表現に変わっていった変遷を分かりやすく解説した。

また、「災害を振り返って（我がまちの防災対策）」をテーマに、龍郷町の徳田康光町長と徳之島町の香山泰久副町長が当時の対応や経験談、その後の対応策などについて、それぞれ発表を行った。

平成 26 年 6 月 12 日、政府インターネットテレビ「徳光・木佐の知りたいニッポン！～増えているぞ！土砂災害　日頃の備えと早めの避難」に、当講座の水野秀明准教授が解説者として出演した。

（引用元：http://nettv.gov-online.go.jp/prg/prg9911.html?nt=1）

北日本新聞の平成 28 年 2 月 12 日の記事に、富山県斜面防災技術協会主催の講演会で、当講座の西本晴男教授が「立山砂防と欧州砂防事情」と題して特別講演を行い、北日本新聞に講演の様子が掲載された

北日本新聞（2016 年 2 月 13 日）の記事

北日本新聞 2016.2.13

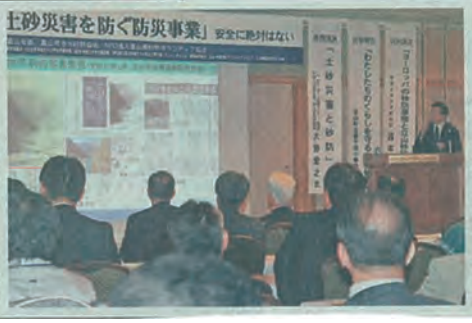
土砂災害予防に理解

斜面防災対策技術講演会

斜面防災対策技術講演会が12日、富山市桜橋通りのホテルグランテラス富山で開かれ、来場した約370人が土砂災害予防や立山砂防に理解を深めた。

斜面防災対策技術協会富山支部（村尾于尹支部長）などが開催。西本晴男筑波大大学院教授が「ヨーロッパの砂防事情と立山砂防の思い出」と題して特別講演し、立山砂防工事事務所調査課長時代の経験や欧州各地の砂防えん堤の特徴を説明した。

立山町釜ケ渕小学校6年生15人が、立山カルデラについて学んだ成果を発表した。砂防・地すべり技術センター（東京）の大野宏之審議役が講演。富山大大学院の竹内章教授、地質調査・地盤工事を行うアーキジオ（高岡市）の橋本龍三調査設計部技師、立山砂防女性サロンの会の村井明子さんがそれぞれ報告した。北日本新聞社後援。



立山や欧州の砂防えん堤について説明した特別講演＝ホテルグランテラス富山

（一社）日本応用地質学会北陸支部「平成 28 年度研究発表会」において西本晴男教授が特別講演を行った。

各 位

平成 28 年 2 月吉日
一般社団法人 日本応用地質学会北陸支部
支部長　大塚　悟

(一社) 日本応用地質学会北陸支部「平成 28 年度研究発表会」のご案内

会員各位にはご健勝のこととお慶び申し上げます。

日本応用地質学会北陸支部では、下記要領にて「研究発表会」を開催することになりました。つきましては、多数のご参加をお願いいたします。会員以外の参加も歓迎いたしますので、周囲の方々にご案内していただければ幸いです。申し込みは下記の事務局あて「ＦＡＸ」でお願いいたします。

日　　時：　平成 29 年 2 月 14 日（火）　13：30～17：45
場　　所：　技術士センタービル 1 8 階　　新潟市中央区新光町 10 番地 2
会　　費：　研究発表論文集印刷代として　会員 1,000 円　　非会員 1,500 円　　学生　無料
意見交換会：　18：00～19：30　会費 3,500 円　　学生　無料（当日受付でお支払いください）
問い合わせ：　（一社）日本応用地質学会北陸支部事務局　　TEL 025-281-1114　FAX: 025-281-0004
㈱キタック　技術第一部　平野 吉彦・高橋　晴美

[プログラム]

●13：30　　開会あいさつ

●13：35 ～16：30　研究発表　　8 題　　（発表 15 分程度・質疑 5 分程度　合計 20 分）

・発表 1　新潟県東山丘陵における河川水中の溶存・懸濁物質の流出量　　13：35～13：55（20 分）
新潟大学理学部地質科学科　大川　修平、新潟大学災害・復興科学研究所　渡部　直喜

・発表 2　新潟県中越地震に基づく地震時危険斜面の抽出手法とその適用　　13：55～14：15（20 分）
新潟大学理学部地質科学科　佐藤　優海子、新潟大学災害・復興科学研究所　渡部　直喜

・発表 3　新潟県栃窪大規模地すべりの構造と変動時期　　14：15～14：35（20 分）
新潟大学理学部地質科学科大橋　健治、新潟大学災害・復興科学研究所　渡部　直喜

・発表 4　亀裂解析から推定する深層崩壊の変形構造　　14：35～14：55（20 分）
㈱キタック　江川　千洋

・発表 5　開発中の融雪量計について（その特徴と課題）　　14：55～15：15（20 分）
㈱興和　堀松　崇

〈休憩　15：15～15：30（15 分）〉

・発表 6　柏崎平野の地震後地盤沈下挙動の分析　　15：30～15：50（20 分）
㈱キタック　西　達也、長岡技術科学大学　大塚　悟

・発表 7　南魚沼市の地盤沈下について　　15：50～16：10（20 分）
㈱興和　坂東　和郎、長岡技術科学大学　大塚　悟

・発表 8　もう一つの防災教育のすゝめ　ー地形学、地質学の視点からー　　16：10～16：30（20 分）
㈱村尾技建　鴨井　幸彦

〈休憩　16：30～16：45（15 分）〉

●16：45～17：45　特別講演

「火山地域における火山泥流などの呼称のあり方」
筑波大学　生命環境系 持続環境学　西本 晴男 教授

●17：45　　閉会あいさつ
●18：00～19：30　意見交換会

砂防遺産シンポジウム 2017　<アカタン・高倉砂防会場>

砂防文化をつないでいこう！

2017.10.21(土)22(日)

会場：アカタン砂防エコミュージアム

住所：福井県南条郡南越前町古木59-52　リトリートたくら

古くは江戸期につくられた砂留をはじめとする歴史的砂防施設は全国に点在し、今も機能を果たし続けています。そして、先人たちが体験した土砂災害の記憶、自然と調和した珍しく美しい造形の砂防えん堤など、地域の砂防遺産として親しまれ保存・活用されています。地域固有の砂防文化を交流し合い、未来につないでいく目的で、昨年福山市で開催された「全国砂留シンポジウム」を引継ぎ開催することになりました。ご興味のある方の多数ご参加をお持ちしております。

21日（土）砂防ハイクと交流会

13:40　開会
14:00　**★SABOオンサイト交流** みんなで現地を観る。高倉砂防⇨アカタン砂防
16:45　**★SABO講座**「欧州の砂防遺産紀行」講師 西本晴男教授（筑波大学大学院）
18:00　**★SABOナイト** 住民と砂防仲間の交流会

22日（日）砂防文化をつないでいこう！

8：30　ファシリテーター 田中謙次（ECRI）
★歴史的砂防施設の背景
話題提供 蒲原潤一（SFF）
9：00　**★活動団体の発表・つなぐフリートーク**
〈活動エリア〉万内川砂防・堂々川砂留・別所砂留・牛伏川砂防・薬師沢砂防・立山カルデラ砂防・奥飛騨の砂防・佐分利川砂防・高倉砂防・アカタン砂防・他
11:40　**★全日程ふりかえり**
12:00　閉会

事前参加申し込み

▼締切り　10月6日　EmailまたはFaxでお申込下さい。

▼申込先　砂防遺産シンポジウム2017実行委員会
事務局(ECRI内)　ECRI@geology.co.jp
Tel(0778)25-6051　Fax(0778)21-3327

▼参加費　登録費1,000円　SABOナイト会費4,000円
宿泊費4,000円（朝食付）コテージ

主催｜田倉川と暮らしの会・高倉谷川砂防えん堤の会
後援｜南越前町・福井県・福井県砂防ボランテア協会・日野川流域交流会・リトリートたくら・NPO法人土砂災害防止広報センター（SPC）
協力｜一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構（SFF）
一般社団法人環境文化研究所（ECRI）

砂防ボランティア基金の助成を受けています。

5. 広報

ホームページ

環境防災学講座のホームページは、5 月 12 日に環境科学専攻及び持続環境学専攻のホームページのもとに開設された。

平成 25 年 7 月 18 日よりホームページをリニューアル

平成 30 年 2 月 13 日時のホームページ

筑波大学大学院　生命環境科学研究科　環境科学専攻・持続環境学専攻

環境防災学講座

EDIP（Environment DIsaster Prevevtion Program）

- ホーム
- 概要
- カリキュラム
- 活動レポート
- 研究室
- ゼミ
- 研究成果
- アクセス
- リンク

6th DFHM

筑波大学 University of Tsukuba

環境防災学講座は、土砂災害対策に関する高度専門技術者を育成するため、学際的・実践的な教育・研究活動を行っています。また、調査・対策技術、政策・法令論、現地での実践実習など幅広い科目からなるカリキュラムを用意しています。

新着情報

- »2017.12.14 環境防災学講座成果報告会を11月29日（水）に実施しました。
- »2017.10.23 環境防災学講座成果報告会を11月29日（水）に開催します（参加受付は11/2に終了しました）。
- »2017.10.04 研究室・研究成果を更新しました
- »2017.08.08 研究室・研究成果を更新しました。
- »2017.04.28 活動レポートを更新しました。

» 更新履歴一覧

平成 23 年 7 月 6 筑波大学のホームページ。
環境防災研究棟披露式開催の様子が掲載された。

筑波大学 | 最新情報 | 筑波大学環境防災研究棟披露式を開催 – Windows Internet Explorer

http://www.tsukuba.ac.jp/topics/20110707120924.html

筑波大学
University of Tsukuba

大学案内 | 学群・大学院・学内組織 | 入試情報 | 教育・学生生活 | 研究・産学連携 | 社会貢献・生涯学習 | 国際交流・留学

筑波大学

HOME > お知らせ・情報 > 最新情報 > 筑波大学環境防災研究棟披露式を開催

筑波大学環境防災研究棟披露式を開催

(2011.07.06)

7月6日に，新たに完成した筑波大学環境防災研究棟の披露式を開催しました。

環境防災研究棟は，昨年4月に財団法人砂防フロンティア整備推進機構からの寄附行為により設置した「環境防災学講座」の教育・研究に活用するため，昨年8月より建築工事に着手されていたものです。

披露式では，山田信博筑波大学長の挨拶，森俊勇砂防フロンティア整備推進機構理事長からの来賓祝辞につづき，山田学長より森理事長に対して感謝状が贈呈されました。その後，山田学長，清水一彦副学長，白岩善博生命環境科学研究科長，森理事長，南哲行国土交通省水管理・国土保全局砂防部長によりテープカットが行われました。

披露式は，学内外から85名の参加者を得て開催されました。また，披露式に引き続き，第2回環境防災セミナーが開催され，元筑波大学教授の天田高白先生より「環境科学と防災」と題するご講演をいただきました。

今後，この環境防災研究棟を活用し，環境防災学の学術的発展と，環境防災の中核としてフィールドの第一線で活躍する専門技術者・研究者の輩出が期待されます。

山田信博学長の挨拶
拡大画像

テープカット：右から，南哲行 国土交通省砂防部長，森俊勇 砂防フロンティア整備推進機構理事長，山田信博 学長，清水一彦 副学長，白岩善博 生命環境科学研究科長
拡大画像

山田学長の揮毫による環境防災研究棟の看板
拡大画像

HOMEに戻る　このページのトップへ戻る

サイトマップ | 来訪者専用 | このサイトについて

Copyright (c) 2012, University of Tsukuba All Rights Reserved.

ページが表示されました　インターネット　80%

メディアでの情報発信

平成 26 年 11 月 4 日付の筑波大学新聞「筑波時評」に当講座の西本教授の記事が掲載された。

筑波時評

自分の命は自分で守る

明治から昭和初期の物理学者である寺田寅彦は、1934年の彼の書で「日本は気象学的にも地球物理学的にも極めて特殊な環境の支配を受けているために、その結果として特殊な天変地異に絶えず脅かされなければならない運命のもとにおかれていることを一日も忘れてはならない」と述べている。すなわち、日本は急峻な地形、もろい地質、多雨である上に地震が多く活火山が110もあるため、防災は国家を挙げて取り組まなければならない宿命に日本人は置かれているといえる。

昨年10月16日の伊豆大島土石流災害（死者・行方不明者39人）、今年8月20日の広島市土石流災害（死者74名）、9月27日の御嶽山火山噴火災害（死者57名、行方不明者6名）と大災害が続き、台風が来襲するたびに各地で浸水被害が発生している。

近年の時間雨量50ミリメートル以上の非常に激しい雨の出現頻度が増加しており今後台風の大型化も危惧されている。防災の視点からみれば無秩序な宅地開発も災害を誘発するポテンシャルを高めている。気象、洪水、土石流などに関する研究・技術開発が進み情報通信技術の進歩と相まって、気象状況に応じて多くの情報、注意報、警報が出され、危険が迫った場合には市町村からは避難勧告・指示が出される場合がある。活火山については2007年から火山警報・予報が、さらに一部の活火山では噴火警戒レベルが併せて運用されている。

こうした現状の背景に在る二つの重要なポイントを私たちは認識しておかなければならない。一つは、現在ある観測ネットワークの観測データに基づいて、現在の科学レベルで解析されコンテンツが作成されて警報等の情報発信が行われているという点である。要は発生の恐れのある現象あるいは今後の雨量などの予測は限りある観測データと現段階の科学・技術レベルの範囲で行われているという事である。第二に、情報の受け手である市町村や住民が情報を受け取る努力をしているかどうか、換言すると情報待ち・指示待ちになっていないかと言う点である。自分の住んでいる場所の災害発生の危険性はどうなのか、大雨などの情報入手手段は何か、危険が迫った時はどう行動するかなど、命を守る方法を日ごろからシミュレーションしておくことが大切である。

また、災害時に被害が大きく報じられる一方で、防災施設が整備されていた場所では例えば土石流が砂防堰堤で捕捉され被害を免れた事例が数多くあることを知るべきである。防災施設が万全でないことは東日本大震災で我々は目の当たりにしたが、日本の経済発展は防災施設の整備という国土基盤の強化の上で成り立っているのである。防災インフラの整備を促進しつつ、行政からは適確な情報発信を行い、国民は自分の命は自分で守るという意識を高める努力をしなければ防災・減災は実現しない。

西本 晴男（にしもと はるお） 教授（森[redacted]）

生環系・教授。東京大学農学部卒業後、建設省（現国土交通省）入省。国土交通省河川局砂防部砂防計画課火山・土石流対策官などを経て、2010年から現職。

砂防と治水（2015.8）の砂防技術者の育成に関する特集に関して、当講座の西本教授の「筑波大学における社会人を対象とした砂防人材育成の取り組みについて」と題した寄稿が掲載された。

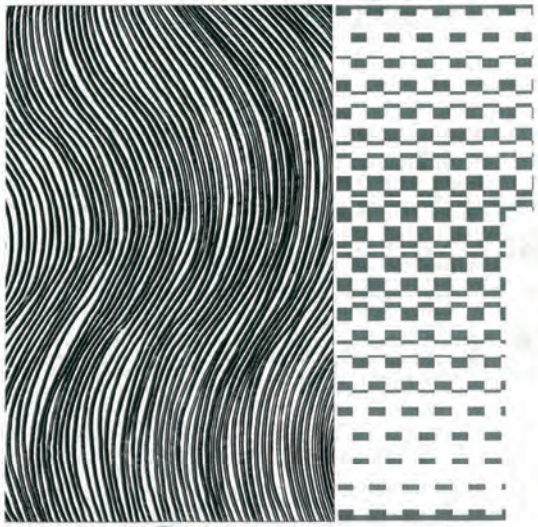
ISSN 0288-2124

Vol.48.No.3 砂防と治水 2015.8

226

特集：これからの砂防技術者をどう育てるか

一般社団法人 全国治水砂防協会



特集 これからの砂防技術者をどう育てるか

筑波大学における社会人を対象とした砂防人材育成の取り組みについて

● 西 本 晴 男* ●

1．はじめに

我が国は，世界有数の地震多発地帯であると共に，110の活火山をかかえ，地質が脆弱であることから，台風・集中豪雨等の気象現象とも相俟って毎年のように多くの土砂災害が頻発しています。これらの土砂災害による人的被害の防止・軽減は，我が国における自然災害対策分野の大きなテーマです。

一方，土砂災害の発生形態と発生・非発生条件には複雑な要因が関係していることから，土砂災害を防止・軽減するための，砂防堰堤などの土砂災害対策施設の計画設計と警戒避難施策の推進には，多くの学際域の知識の集約が必要不可欠であります。

具体的には，砂防学，地質学，地形学，水理学，土質工学，土木工学，構造力学，生態学，樹木学などの専門的な知識を持った上で，確率が低く突発的に生起する土砂災害という現象に対する危機意識を住民の中に醸成していく必要があるなど，リスクコミュニケーションも重要です。

こうした背景から，土砂災害の防止・軽減のための課題をしっかりと認識すると共に，その的確な解決策を提案することができる実践的かつ高度な能力を有する技術者の養成が急務となっています。一般財団法人（講座設置時は「財団法人」）砂防フロンティア整備推進機構は，建設コンサルタント会社等の社会人を主たる対象に，砂防に関する国内・外の多くのフィールドにおける実践的な教育研究活動を通して，土砂災害対策に関する高度な専門技術者と研究者を養成することを目的に，奨学寄付金を筑波大学に拠出し，平成22年4月1日に，同大学大学院生命環境科学研究科環境科学専攻（博士前期課程）・持続環境学専攻（博士後期課程）に寄附講座「環境防災学」（以下，「環境防災学講座」という）が設置されました。

ここでは，環境防災学講座の教育活動を中心にその概要を紹介いたします。

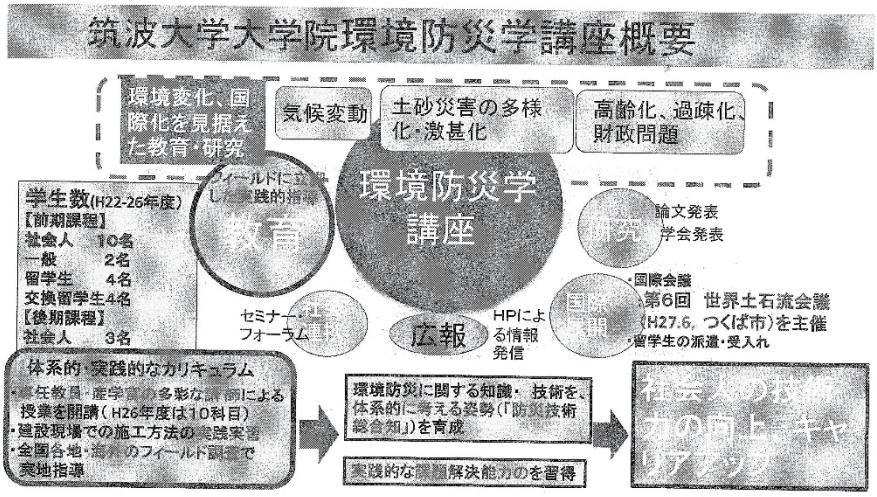
2．環境防災学講座の概要

環境防災学講座の設置期間は，当初平成22～26年度の5年間としていましたが，この間の実績を踏まえ，講座を継続する必要性があるとの判断から，平成29年度まで3年間延長することが決定され，引き続き土砂災害対策に関する高度な専門技術者を養成すべく運営をしています。

講座運営に当たっては，教育を重点としながら研究，国際展開，社会連携とこれらに係る広報を柱として活動を行っています。

講座が開設された平成22年度には，奨学寄附金

*Haruo Nishimoto 筑波大学大学院生命環境科学研究科環境科学専攻・持続環境学専攻環防災学講座教授



環境防災研究棟（平成23年３月竣工）

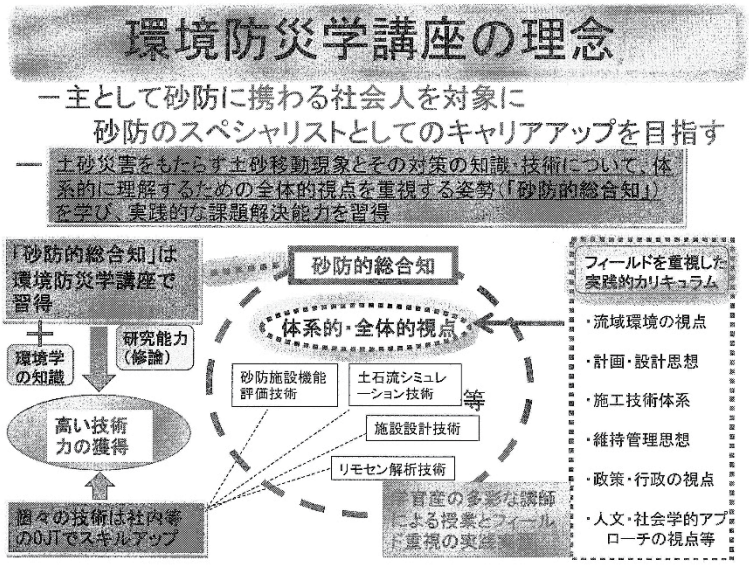
により環境防災研究棟が新たに建設され，平成23年４月から講座の教育研究活動の拠点となっています。

平成22年度から平成26年度の５年間で社会人７名，一般学生１名，留学生３名の修士（環境科学）を輩出しており，現在博士前期課程（修士課程）で７名，博士後期課程で２名が学んでいます。

３．人材育成の基本方針

環境防災学は，自然環境と人間生活との関わりの中で，土砂災害などの自然災害から安全・安心をいかに確保していくことができるかについて学ぶことを目指しています。自然現象が災害に発展するメカニズムは複雑であり，危険性の診断，予兆現象の把握，観測・分析，リスクコミュニケーションなど学際域を含む多くの関連分野の知識が必要です。

そこで，環境防災学講座では，土砂災害をもたらす土砂移動現象とその対策の知識・技術について，体系的に理解するための全体的視点を重視する姿勢（「砂防的総合知」）を学ぶことを目指しています。このために，必修科目として環境防災学とフィールド環境防災学をはじめとし，主に土砂災害について体系的に扱う12科目を開講すること



により，土砂災害対策に係る知識を体系的に習得するとともに多角的・総合的に対象を見ることの出来る人材育成に力点を置いています。また，主に建設現場での実習を行う「実践実習」を必修科目として実施しており，現場に即して課題とその解決策を考えることにより座学で学んだ知識をより深めています。さらに，大学ならではの強みとして，環境科学専攻の環境に係る科目に加えて，生命環境科学研究科内の他専攻の授業科目や他の研究科，例えば社会システム工学専攻，リスク工学専攻，総合科学研究科の心理学専攻，生命システム医学専攻などの専攻が開講している科目を関連科目として受講することにより，環境科学をはじめ人文系に至る幅広い知識を学ぶことができます。

以上により，土砂災害対策の高度な専門技術者の養成が可能となっています。

4．教育研究体制

環境防災学講座は教授１名と准教授１名で運営しています。

博士前期課程のカリキュラムは，授業科目（座学），現場で実践的な技術を体験する実践実習，砂防等の現場での演習，そして研究能力向上とプレゼンテーション力向上を図る修士論文作成により構成されています。これらの一定以上の単位取得者には「環境防災プログラム修了書」を授与しています。このプログラムにより，砂防に関する国内外の多くのフィールドにおける実践的な教育・研究活動もふまえながら，土砂災害対策に関する高度な専門技術者と研究者を養成しています。

授業科目は，環境科学専攻の共通科目（必修）のほか環境防災学講座が開講する科目として，専任教員による必修科目である環境防災学，フィールド環境防災学，幅広い分野の学識者である非常勤講師による選択必修科目を開講しています。国土交通省の本省・地方整備局の幹部職員，国土技術政策総合研究所及び国立研究開発法人土木研究所の研究者，都道府県・市町村の幹部職員，砂防関係公益法人及び民間会社幹部（建設コンサルタント，リスク管理コンサルタント，建設関係会社等）の幹部，地域防災リーダー，砂防ボランティア，他大学（教育学，地震学等）などの多彩な専門家（平成22年度から26年度までの５年間で延べ212名）に非常勤講師として講義を行っていただきました。市町村の幹部職員の先生からは，各自

治体における防災体制の現状と課題，街づくりと防災との係りなどについて地域の実情と具体的事例を紹介しながら講じていただいており，地域の安全と活性化という側面からフィールドにおける課題とその対応策の実際についてふれることができ，学生は大変勉強になったと感想を述べています。

実践実習は，概ね２週間の期間，砂防構造物の建設現場で実習を行うもので，工程管理，品質管理，安全管理，出来高管理，現場環境管理などに携わることで，普段携わっている計画設計業務ではできない作業を行い，様々な気づきを体験することによりフィールドに立脚した技術力を養成するものです。社会人学生については，博士前期課程の２年間で２回の実習を義務づけています。実習後は50ページ程度の報告書を専任教員の指導のもと作成させるとともに，専攻内での報告会でプレゼンテーションすることで実習成果のさらなる肉付けを行っています。

現場演習は，学生が専任教員とともに全国各地の砂防事業の実施フィールドを訪れ，現場の国土交通省砂防事務所，都道府県の職員の方から説明をしていただき，質疑応答，意見交換後に専任教員がコメントをすることにより，事業実施，調査観測等の実際について実践的な知識を習得しています。台湾，インドネシアにも現地調査，研究発表で訪問し国際性の醸成を図っています。

修士論文は，各学生が専任教員と相談しながら研究テーマを決め，現地調査，観測，社会実験，文献調査等をふまえて学術的に分析考察し，講座のゼミで複数回の発表と議論を経て研究成果を取りまとめています。このプロセスで研究方法を知ることにより，実務業務における調査検討の能力と成果説明に資するプレゼンテーション能力を高めています。

平成27年６月22日から25日につくば市で開催さ

環境防災学講座開講の授業科目とその到達目標

授業科目	到　達　目　標
環境防災学	環境防災学の概念，総合的視点の習得
フィールド環境防災学	現場における調査結果を通じた土砂移動現象及び対策に関わる理論の習得
環境防災危機管理論	危機管理に必要な法律体系，ハザードマップなどの土砂移動現象の生じる範囲を推定する数値計算技術の習得
環境防災施設論Ⅰ	自然環境・生活環境との調和・地球温暖化防止に寄与する環境防災施設の計画設計技術の習得
環境防災施設論Ⅱ	災害発生のメカニズムと災害復旧の手だてのみならず災害予防からも社会経済的側面を含めて明らかにし，環境防災施設のプランニング・マネージメントの体系化と指導者の育成
環境防災計画論Ⅰ	土砂移動を制御するための砂防設備の計画設計に関する技術（技術指針，ガイドライン等）の習得
環境防災計画論Ⅱ	土砂移動を制御するための砂防設備の計画設計に関する技術（計画設計手法）の習得
地域環境防災基本論	環境防災に関するソフト対策に関わる事項（過疎化，高齢化，都市化，市町村合併など社会環境変化による課題。防災情報，防災教育，NPO 活動，地域防災力向上施策）の習得
地域環境防災実践論	土砂災害防止法の具体的方策に関わる事項（土砂災害防止法の概要と土砂災害（特別）警戒区域の意義，大雨時の警戒避難，安全な土地利用の考え方）の習得
環境防災政策論	環境防災に関する法律・政策・施策といった行政に関わる事項（行政システム，予算制度，施策，災害対応）の習得
環境防災高度技術論	流域環境の変化を監視する技術（航測技術，リモセン技術）や歴史的砂防施設管理手法などの習得
国際環境防災論	国際的な防災行政（開発途上国の社会情勢にあった防災技術移転のあり方，継続的な人材育成のあり方）の習得

れた第六回国際土石流災害防止会議は，環境防災学講座が実行委員会の中心的な役割を果たし，講座の学生と終了生は事務局メンバーとして汗をかくことで国際会議としての研究発表の場を体験してもらいました。

5．取り組みの成果

環境防災学講座において博士前期課程を修了した学生には，修士（環境科学）の学位と環境防災プログラム修了書が授与されます。これは，修了者は修士としての学力を得たこととともに，土砂災害を中心とした自然災害とその対策を内容とする環境防災に係る高度な技術力を習得したことの証左となるものです。

平成22年度から平成26年度の社会人修了学生および彼らの所属会社の所感について紹介させていただきます。

1）総合的視点

・砂防関係の知識・技術について，歴史や背景をふまえて幅広く，かつ深く学ぶことができた。
・法律や政策の流れについて学ぶことができ，事業の社会的意義と位置づけを考えながら建設コンサルタントの技術者として仕事が出来るようになった。
・砂防や防災に関する知識・情報が豊富になり，客観的・多角的な視点で資料作成を出来るようになった。
・砂防施設配置の計画・設計業務実施を，マニュアル一辺倒から計算方法の考え方の十分な理解にたって行える自信がついた。
・建設コンサルタントの仕事では，建設現場の経験を積む機会がほとんどないなかで，実践実習において建設施工現場を体験することが出来たことで，構造物の設計を行う上で現場条件を十分調査することの必要性を痛感した。

2）対外的な技術力

・行政の視点で資料を作成し提供できるようになった。
・実際の災害・対策事例についての知識が増えたことにより，発注者や業務上で住民説明を行う際に，状況に応じた事例紹介（メリット・デメリット，苦労話のネタ等を含めて）や，資料の提供，提案が出来るようになった。
・土砂災害防止法施行の背景や経緯等を詳しく学べたことで，土砂法の基礎調査において自信をもって発注者との打ち合わせ対応ができるようになった。

3）人的資産等

・講座における講義や研究を通じて，行政幹部，国関係研究機関，地方自治体，公益法人等の様々な先生方と面識が出来たことにより，仕事，学会などの機会で一技術者として気軽に話をできるようになった。
・講義や現地調査でお世話になった方がおられる事務所などでコミュニケーションがとりやすくなった。
・苦楽を共にした他社の同級生や先輩，後輩との出会いは大きな財産になっている。

4）派遣会社として

・社会人として実務を経験した後，学生として研究に従事したことが，大きく本人を成長させた。
・専門科目に加えて人文・社会科学系の知見を得たことは，防災の意義について考える機会を与えてもらい，非常に有益なものになった。
・発注者側の考え方を理解できたことによって，砂防事業全体を見据えた技術提案も出来るようになり，今後の会社の業績にも貢献するものと思われる。
・研究を進める段階で発注者からのヒアリングを，学生という立場で行え非常に有益な経験になった。
・建設コンサルタントでは，計画や設計は実施しても工事に関わる機会は少ないため，数多くの災害と対策工事の現場で学ぶことができたことは，警戒避難や工事の課題について気づかされることがあり，貴重な経験をすることができた。
・法施行の背景や経緯，災害後の対応，ソフト対策，砂防施設の配置計画など幅広い知識と考え方を学んだことにより，多角的に顧客との打ち

合わせが行えるようになった。

・大学でご指導を受けた多くの先生方から，様々な機会に助言もいただけるような人脈を得たという成果を持ち帰ったことは大きな財産である。

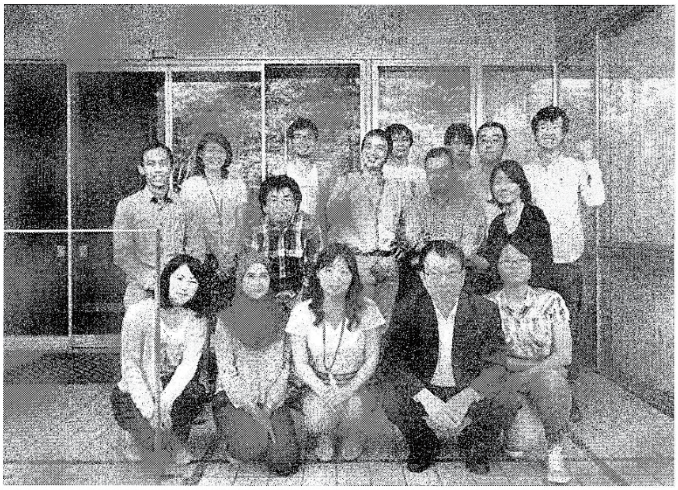
・２年間の学生生活で，①現場主義に基づく体系的な基礎知識，②砂防実務に携わる責任者から「業務に対する判断のポイント」などの講義および現場での解説，③修士論文作成による専門的な知識，プレゼンテーション能力の習得などに裏打ちされ業務遂行にかかる判断能力が高まり，業務を安心して任せることが出来るようになった。

・現在は，主たる担当技術者として業務に従事しているが，管理技術者として独り立ちすることが見通せるようになってきている。砂防分野の中核として育つことを期待している。

8．おわりに

環境防災学講座がスタートして５年間が経過しました。社会人の修了学生は各所属の建設コンサルタントにおいて，学んだ知識・自己の資質向上を社会に還元しつつあり，講座の目標である社会人のキャリアップに貢献できていると考えています。業務多忙の中，講義していただいた非常勤講師の先生方と実践実習や現場演習でお世話になった会社・機関と担当していただいた方に感謝を申し上げます。

環境防災学講座の設置は，平成29年度までとなっていますが，特に土砂災害対策に携わる人材の育成に引き続き努力していきますので，関係の皆様のご支援をお願いいたします。



平成26年度環境防災学講座の学生と教職員

6. 国際展開

大学間交流協定

インドネシア国ガジャマダ大学

1) 協定締結日

平成23 年2 月21 日

2) 署名者

本　　学：筑波大学大学院生命環境科学研究科長　　東　照雄

相手機関：Dean,Faculty of Engineering, University of Gadjah Mada Ir.Tumiran

3) 対応組織

本　　学：大学院生命環境科学研究科 持続環境学専攻

生命共存科学専攻

国際地縁技術開発科学専攻

相手機関：Faculty of Engineering, University of Gadjah Mada

4) 交流分野

火山・土砂災害ならびに対策を中心とする環境防災学分野

5) 目的

土砂災害、火山噴火災害ならびに防災を中心とする教育及び研究交流

6) 体制

責任者：大学院生命環境科学研究科　研究科長　　東　照雄

連絡調整責任者：筑波大学大学院生命環境科学研究科持続環境学専攻

教授 西本晴男

上記以外の対応組織の長及び関係教員：

生命環境科学研究科持続環境学専攻長専攻長	内山裕夫　教　授
生命環境科学研究科生命共存科学専攻長	福島武彦　教　授
生命環境科学研究科国際地縁技術開発科学専攻長	茂野隆一　教　授
生命環境科学研究科持続環境学専攻	宮本邦明　教　授
生命環境科学研究科生命共存科学専攻	恩田裕一　教　授
生命環境科学研究科持続環境学専攻	奈佐原顕郎　准教授
生命環境科学研究科持続環境学専攻	石井靖雄　准教授

（参考）本協定に基づく院生の受け入れ実績については、Ⅰ.3.1.4 を参照されたい。

協定書調印式（東　生命環境科学研究科長（右）とTumiran　工学部長（左）

第 6 回国際土石流災害防止会議に環境防災学講座が主体的に関わった

「第 6 回国際土石流災害防止会議」報告

(6th International Conference of Debris-Flow Hazard Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment)

1. 会議の概要

平成 27 年 6 月 22 日（月）から 6 月 25 日（木）に茨城県つくば市のつくば国際会議場（エポカルつくば）において，「第 6 回国際土石流災害防止会議」が開催され，南北アメリカ，ヨーロッパ，オセアニア，アジアなど 17 ヶ国から 65 名，日本国内から 109 名の合計で 174 名の土石流災害防止に携わる研究者と技術者が参加した。6 月 26（木）と 27 日（金）には，日光方面と富士山，箱根方面への視察旅行が行われ，それぞれ 16 名，43 名が参加した。

本会議は，土石流に関する適切かつ持続的なリスク軽減のための研究の推進に資すること並びに土石流に係る研究者や技術者間の国際レベルにおける交流と協力を推し進めることを目的とするもので，これまで 1997 年にサンフランシスコ（USA），2000 年に台北（台湾），2003 年にダボス（スイス），2007 年に成都（中国），2011 年にパドバ（イタリア）で開催されている。

２．開催主体等

会議の主催・共催および後援は以下のとおりである。

【主催】

・第 6 回国際土石流災害防止会議実行委員会（The organizing committee of the 6th International Conference on Debris Flow Hazards Mitigation: LOC）

・国際土石流災害防止会議委員会（International Organizing Committees: IOC）

【共催】

・（公社）砂防学会

・筑波大学

【後援】

・国土交通省

・（公社）　土木学会，日本地形学連合

・（一社）国際砂防協会，（一社）全国治水砂防協会，（一財）砂防・地すべり技術センター，（一財）砂防フロンティア整備推進機構，（一財）防災研究協会

・International Association of Hydrological，Sciences　International Union of Forest Research Organizations，International Erosion Control Association

３．会議の内容

会議は表１のスケジュールで実施した。開会式ではLOC委員長の西本晴男（筑波大学大学院教授）とIOC代表のDr.Timothy Davies（ニュージランド・カンタベリー大学教授）の開会挨拶に続き，江面 浩（筑波大学生命環境研究科長），石川芳治（砂防学会会長），大野宏之（国土交通省砂防部長）の３名から祝辞をいただいた。

続いて，基調講演として以下の６名の研究者から発表が行われた。

Dr. Yoshifumi Satofuka（立命館大学理工学研究科，日本）

Dr. Richard M. Iverson （United States Geological Survey，米国）

Dr. Jon Major （United States Geological Survey，米国）

Dr. Dieter Rickenmann（Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL，スイス

Dr. Peng Cui（Institute of Mountain Hazards & Environment, Chinese Academy of Sciences，中国）

Dr. Chjeng-Lun Shieh（National Chen Kung University，台湾）

表１　会議スケジュール

	午　前	午　後
22日(月) 8:30-17:20	受付 開会式, 基調講演	基調講演 口頭発表 Welcome Party
23日(火) 9:00-17:50	口頭発表	ポスター発表コアタイム，口頭発表
24日(水) 9:00-17:50	口頭発表	ポスター発表コアタイム，口頭発表
25日(木) 9:00-12:50	口頭発表，閉会式	
26日(金)	現地見学会	
27日(土)	現地見学会	

４．論文発表

今回の会議では，論文発表の方法について従来と異なる進行方法をとり，基調講演6件をはじめとし，土石流の発生・流下・堆積メカニズム，土石流数値シミュレーション，土石流モニタリング・警戒システム，土石流危険度評価，土石流対策などの7つのTopicsについて口頭発表 29，ポスター発表 61 の計 90 件の発表が行われた．口頭発表ではWebsiteでDraft Paper を事前公開するとともに，発表は1件あたり30分の時間を確保し，ポスター発表では2日間にわたって各90分のコアタイム設けたことにより，それ

ぞれのセッションで十分な議論を行うことができ、参加者者には好評であった。

なお，口頭発表論文については編集委員会により会議後査読を行い，Japan Society of Erosion Control Engineering の International Journal of Erosion Control Engineering (IJECE) に掲載する予定である。

５．現地見学会

〈一日コース〉

6 月 26 日（金）：日光砂防管内（稲荷川砂防事業，東照宮，華厳滝等）

〈二日コース〉

6 月 26 日（金）～27 日（土）：富士砂防管内，箱根火山砂防（西湖，白糸の滝，大沢扇状地砂防事業，箱根火山，須沢砂防事業，彫刻の森美術館等）

会議風景

会場（つくば国際会議場）

開会式

江面研究科長挨拶

参加者集合写真

口頭発表

ポスター発表

エクスカーション（1 日コース）日光市稲荷川

エクスカーション（2 日コース）箱根町須佐波

「第６回国際土石流災害防止会議」の開催について

▶ 第６回国際土石流災害防止会議実行委員会 ◀

１．はじめに

「第６回国際土石流災害防止会議（6th International Conference of Debris-Flow Hazard Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment）」を下記のように開催いたします。会議の詳細については，会議ホームページ（http://www.dfhm6.jp）をご覧ください。

２．概要

日本は山地が７割を占め急峻な地形を有しており，世界の山岳地域と同様に，土石流災害に関する共通の課題を抱えています。こうした認識は国際的には研究者の間で比較的最近になって醸成されてきました。平成３年の雲仙普賢岳災害のような大規模な土石流のみならず，平成26年の広島市土砂災害のように各渓流それぞれの規模は大きくないものの，人命や財産あるいは環境に甚大な被害をもたらす土石流が頻発していることから，発生原因やメカニズムと可能な対策についての研究調査が世界的に喫緊の課題となっています。

こうした背景のもと土石流に係る研究者や技術者間の国際レベルにおける交流と協力を推し進めることを目的に，第１回会議がサンフランシスコ（米国）で1997年に開催され，引き続いて2000年に台北（台湾），2003年にダボス（スイス），2007年に成都（中国），2011年にパドバ（イタリア）で開催されてきました。

このような流れのなかで，平成27年６月につくば市において第６回会議を開催することとなり，土石流に関する適切かつ持続的なリスク軽減のための研究の推進に資することを目的に，世界各国から土石流に係る研究者や技術者が集い研究発表と討論を行います。

３．開催主体

▽主催：第６回国際土石流災害防止会議実行委員会，国際土石流災害防止会議委員会

▽共催：（公社）砂防学会，筑波大学

▽後援：国土交通省（予定），（公社）土木学会，日本地形学連合，（一社）国際砂防協会，（一社）全国治水砂防協会，（一財）砂防・地すべり技術センター，（一財）砂防フロンティア整備推進機構，（一財）防災研究協会，International Association of Hydrological Sciences, International Union of Forest Research Organizations, International Erosion Control Association

４．日程

平成27年６月22日（月）～27日（土）

５．会場

つくば国際会議場（エポカルつくば）
大会議室101，102
〒305-0032　茨城県つくば市竹園2-20-3
TEL：029-861-0001
URL：http://www.epochal.or.jp

６．使用言語

英語

7．プログラム

	午前	午後
22日（月） 8:30-17:20	受付 開会式 基調講演	基調講演 口頭発表
23日（火） 9:00-17:50	口頭発表	ポスター発表コアタイム， 口頭発表
24日（水） 9:00-17:50	口頭発表	ポスター発表コアタイム， 口頭発表
25日（木） 9:00-16:00	口頭発表	口頭発表 閉会式
26日（金）	現地見学会	
27日（土）	現地見学会	

(1) 基調講演

米国，スイス，台湾，中国，日本の土石流に関する研究経験豊富な６名の研究者による講演を予定しています。

(2) 口頭発表

土石流の発生・流下・堆積メカニズム，土石流数値シミュレーション，土石流モニタリング・警戒システム，土石流危険度評価，土石流対策などのテーマについて，32件の発表を予定しています。

(3) ポスター発表

口頭発表と同様のテーマについて，約100件の発表を予定しています。

(4) 意見交換会

・平成27年６月22日（月）18:00-20:00
・つくば国際会議場（エポカルつくば） 多目的ホール

(5) 現地見学会

〈一日コース〉
６月26日（金） 日光砂防管内

〈二日コース〉
６月26日（金）～27日（土）
富士砂防管内，箱根火山砂防 等

※各コースの詳細行程につきましては，会議ホームページ（http://www.dfhm6.jp）をご覧ください。

8．参加申し込み

◇申し込み方法

会議参加，意見交換会，現地見学会についてそれぞれ，第６回国際土石流災害防止会議（DFHM6）のホームページ（http://dfhm6.jp/）の Regitration から申し込みをしてください。

◇申し込み締め切り日

平成27年４月22日（水）

◇申し込みの取り消しについて

申し込み後の取り消しにつきましては，６月７日（日）までに，メールにて会議事務局（sec@dfhm6.jp）まで連絡してください。取消料として5,000円を申し受けます。これ以降の取り消しにつきましては返金いたしません。

9．参加費

◇参加費

		一般	学生
会議参加費		35,000円	15,000円
意見交換会 ６月22日(月)		5,000円	
現地見学会	〈一日コース〉 26日(金)	8,000円	
	〈二日コース〉 26日(金)－27日(土)	25,000円	

◇支払方法

お申し込み後，参加確認書とお支払い方法を記載した請求書を送付させていただきます。

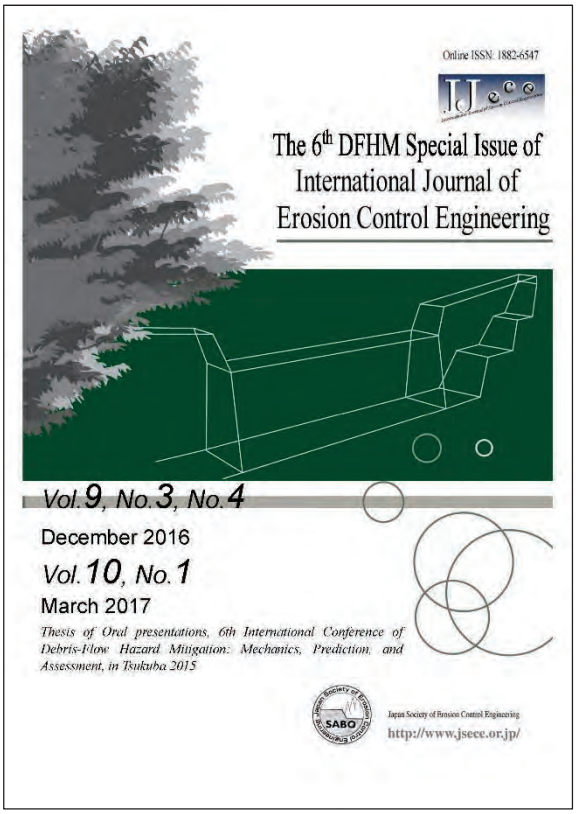
10．問い合わせ先

第６回国際土石流災害防止会議実行委員会事務局（筑波大学大学院生命環境科学研究科環境防災学講座内），西本，秋山，黒澤 tel:029-853-5883, 5879

11．その他

本会議は，一般社団法人つくば観光コンベンション協会の協力を得て開催いたします。

砂防学会誌英語版に口頭発表論文を特集号として掲載、
この編集作業を環境防災学講座が中心となって行った。



7．その他

新聞記事

建設通信新聞記事 11 面（平成 29 年 9 月 27 日）

140年目の初和訳

『渓流および山腹工事』
プロスパー・デモンゼー著

訳者と1時間

倉持 紀子（くらもち のりこ）さん

砂防の真髄が描かれた書とされながら、和訳版がなかったフランスのプロスパー・デモンゼー著『渓流および山腹工事（1878年）』。筑波大学フランス文学科の卒業生で、同大大学院環境防災学講座（砂防）に勤務していた倉持紀子さんに、同講座の西本晴男教授が翻訳を依頼。訳者と監訳の二人三脚で、2014年秋から取り組んできた。出版を迎え「貴重な機会をいただきとても感謝しています。砂防に関しては素人ですが、翻訳という形で少しでも役に立てれば光栄です」と話す。

原著は、復刻版が出ていることが示すように、今も評価が高い。

砂防学の柳瀬・武居有恒京都大学名誉教授は、「日本砂防史」のなかで、デモンゼー著を「アルプス諸国の砂防に大きな影響を与えた」と評した。とくにオーストリアではこの時期、大規模な土砂災害が発生。その復旧にあたってフランスにその範を求めた。原著をドイツ語訳したゼッケンドルフ、日本に影響を与えた『砂防工学の基礎』の著者ワングがよく知られている。

日本においても、東京帝大が砂防講座の担当教授としてアメリゴ・ホフマンを招へいしたことから、オーストリアの砂防を源流とするが、本（もと）をただせばフランスに行き着く。デモンゼーの著書は、世界で初めて砂防・治山技術を集大成した解説書だった。のちに同講座初の日本人教授となる諸口北郎は、欧州留学中、ワングの教えを直接受けた。

著書：プロスパー・デモンゼー
監訳：西本晴男
和訳：倉持紀子
発行：（一財）砂防フロンティア整備推進機構

西本教授が訳書の出版を思い立ったのは、長野県の牛伏川本流水路が〝フランス式階段工〟と呼ばれるようになった由来にある。

その階段工は大正期、長野県によって造られたが、設計を指導した内務省の池田亘男技師が参考にしたのが、ゼッケンドルフの著書にあったフランスのユバイユ川サニエル渓階段工の図だった。さらにその原図がデモンゼーの原著にあった。

倉持さんはフランス留学経験があって、これまで英語の技術翻訳の経験や、環境防災学講座の事務を通じて砂防の大枠の理解はあったものの、「当初、1カ月で10ページしか進まなかった」という。それでも徐々にテンポが上がり、「2年はかかる」（西本氏）と目された翻訳を1年半で終えた。

単語の意味、用語の解明にはインターネットが役立った。辞書に載っていない単語、辞書に載っていても文章だけでは理解しにくい用語などを、ネットの画像で確認。石積みの種類、植林方法、機具の特定やモノの仕組みの理解を助けた。ユバイユ川流域の砂防現場に足を運んだ西本氏の経験も適訳に生きた。

原著では巻末にあった図版集の図を、それぞれ本文中の該当個所に配置したことなど、読みやすさを追求した数々の工夫によって、原著を超える便に供したと言って過言でない。

＊和訳書はCD版。砂防フロンティア整備推進機構（http://www.sff.or.jp/）から申し込む。2,000円（税・送料込み）。

2017年09月27日　011面　01版　No.01

アルプスに発祥した砂防の名著

「原著は、編柵工を〝生きている堰堤〟と呼ぶなど表現が豊かであることや、植林においては子どもにも作業を与え賃金を細かく規定するなど、当時の作業者の労働状況が詳しく説明されている。また、フォコン渓における土石流発生時の目撃者の証言の部分は、刻一刻と迫る土石流から証言者が間一髪で逃れて避難する場面が生き生きと描写され、まるで物語を読むようでした」（倉持さん）

水山高幸文庫

1）概要

筑波大学の前身である東京文理大学卒で自然地理学、地形学の権威である京都教育大学名誉教授の水山高幸先生の多くの蔵書の中から、京都大学砂防教室教授　水山高久先生（高幸氏のご子息）のご好意で寄贈していただいた土砂災害を中心として環境防災学に関する約2，000冊の書籍を閲覧できる図書室を「水山高幸文庫」として環境防災研究棟3階解析室の一部に平成26年4月に開設した。

本文庫は、環境防災学講座で本学生のみならず学内の多くの学生、研究者の教育研究に資することを目的としたものである。

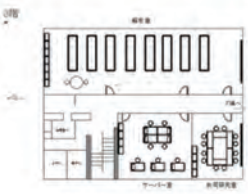
《水山高幸先生追悼文（「地形」に掲載された訃報）》

日本地形学連合・名誉会員の水山高幸先生が、2013年11月17日に長年住まわれていたご自宅近くの病院で逝去されました。行年90歳。先生は、東京文理科大学（筑波大学の前身）を卒業された後、京都教育大学（赴任当時は京都師範学校）に勤務され、昭和62年3月に定年退官されました。先生は、変動地形の研究をはじめ、野外実験・観測にもとづいた河川プロセス・斜面プロセスについての定量的研究をなされました。近畿地方で専任の自然地理学担当者が少なかった時代、先生は地形学を専門とする人材の育成に努められ、その影響を受けた研究者は少なくありません。

日本地形学連合との関係では、その設立段階でのご活動をはじめ、初期の段階では第三代会長（1983-1985年）として連合の基盤強化に多大の尽力をなされました。日本地形学連合は、水山先生への敬意と感謝の念を込めてここに哀悼の意を表します。

2）場所

筑波大学環境防災研究棟3F



3）室内

4）利用方法

① 受付：環境防災学講座事務室
② 利用時間：原則として、10時～15時
③ 閲覧：学外者には原則として貸出はしない

6）分類法

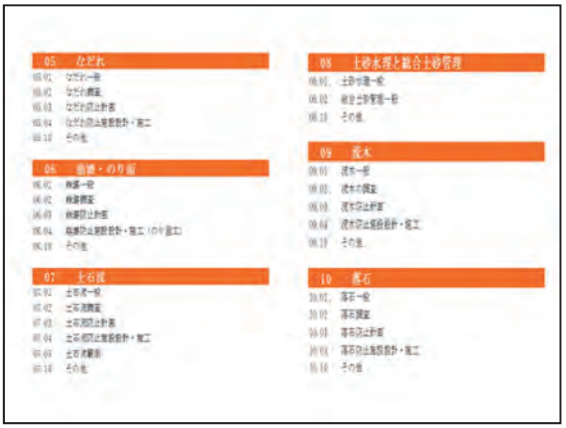
00 砂防
00.00 辞典・用語集・ハンドブック
00.01 砂防一般
00.02 砂防史
00.03 砂防行政・法規
00.04 砂防工学
00.05 砂防調査（写真判読・リモートセンシング・観測システム）
00.06 砂防計画
00.07 砂防施設設計・施工（堰堤工・流路工・山腹工等）
00.08 水理模型実験
00.10 その他

01 造山
01.00 辞典・用語集・ハンドブック
01.01 造山一般
01.02 造山史
01.03 造山行政・法規
01.04 造山工学
01.05 造山調査
01.06 造山計画
01.07 造山計画
01.08 森林防災
01.10 その他

02 侵食
02.01 侵食一般
02.10 その他

03 地すべり
03.00 辞典・用語集・ハンドブック
03.01 地すべり一般
03.02 地すべり調査
03.03 地すべり防止計画
03.04 地すべり防止施設設計・施工
03.10 その他

04 急傾斜地崩壊
04.00 辞典・用語集・ハンドブック
04.01 急傾斜地崩壊一般
04.02 急傾斜地調査
04.03 急傾斜地崩壊防止計画
04.04 急傾斜地崩壊防止施設設計・施工
04.10 その他



05 なだれ
05.01 なだれ一般
05.02 なだれ調査
05.03 なだれ防止計画
05.04 なだれ防止施設設計・施工
05.10 その他

06 崩壊・のり面
06.01 崩壊一般
06.02 崩壊調査
06.03 崩壊防止計画
06.04 崩壊防止施設設計・施工（のり面工）
06.10 その他

07 土石流
07.01 土石流一般
07.02 土石流調査
07.03 土石流防止計画
07.04 土石流防止施設設計・施工
07.05 土石流観測
07.10 その他

08 土砂水理と総合土砂管理
08.01 土砂水理一般
08.02 総合土砂管理一般
08.10 その他

09 流木
09.01 流木一般
09.02 流木の調査
09.03 流木防止計画
09.04 流木防止施設設計・施工
09.10 その他

10 落石
10.01 落石一般
10.02 落石調査
10.03 落石防止計画
10.04 落石防止施設設計・施工
10.10 その他

11 砂防環境
11.01 砂防環境一般
11.02 文化財（歴史的砂防施設）
11.03 景観
11.04 緑化
11.05 砂防環境調査
11.06 砂防環境計画
11.07 砂防環境施設設計・施工
11.08 グリーンベルト
11.10 その他

12 自然・地理
12.00 辞典・用語集・ハンドブック・年鑑
12.01 気象
12.02 地形
12.03 地質（土質・岩石）
12.04 生物（生態学）
12.05 植物
12.06 地学・地理学・地図学一般
12.07 地図・地理
12.10 その他

13 地震
13.00 辞典・用語集・ハンドブック
13.01 地震一般
13.02 地震災害の実態
13.10 その他

14 火山
14.00 辞典・用語集・ハンドブック
14.01 火山一般
14.02 火山災害の実態
14.10 その他

15 警戒避難・災害情報
15.00 辞典・用語集・ハンドブック
15.01 警戒避難一般
15.02 危機管理一般
15.03 ハザードマップ
15.04 写真情報一般
15.10 その他

16 災害・防災
16.00 辞典・用語集・ハンドブック
16.01 災害・防災一般
16.02 災害史
16.03 災害被害・対策
16.04 災害復旧対策
16.05 工事中災害・手抜対策
16.10 その他

17 土木
17.00 辞典・用語集・ハンドブック・年鑑・講演集
17.01 土木一般
17.02 土木史・事業史
17.03 土木行政・法規
17.04 土木工学
17.05 土木調査
17.06 土木計画・設計・施工法
17.07 応用力学
17.08 土質力学・土質工学・地盤工学
17.09 測量（写真判読・リモートセンシング・観測システム GIS）
17.10 材料
17.11 橋梁
17.12 鉄道
17.13 道路
17.14 港湾
17.15 都市計画・国土計画・地域計画
17.16 海岸関連施設
17.10 その他

18 河川
18.00 辞典・用語集・ハンドブック・年鑑・講演集
18.01 河川一般
18.02 河川史・治水史・治水・利水史
18.03 河川行政・法規
18.04 河川工学
18.05 水理学（流体力学・水力学・水理模型実験）
18.06 水文学
18.07 河川調査
18.08 河川計画
18.09 河川施設の設計・施工
18.10 河川環境・景観
18.20 その他

19 ダム
19.00 辞典・用語集・ハンドブック・年鑑
19.01 ダム一般
19.02 ダム調査
19.03 ダム計画
19.04 ダム設計・施工
19.10 その他

20 海岸
20.01 海岸一般
20.10 その他

21 農林業・森林
21.00 辞典・用語集・ハンドブック・年鑑
21.01 林業・森林一般
21.02 森林史・林業史
21.03 林業法規・行政
21.04 林業
21.05 森林・林業事業
21.06 農業・農学
21.10 その他（山村社会学）

22 その他
22.00 総説（図書館、百科事典、一般論文集、雑誌、叢書）
22.01 哲学（哲学、心理学、論理学、倫理）
22.02 歴史（歴史、伝記、地理）
22.03 社会科学（政治、法律、経済、統計、社会、教育、商業経営、国防）
22.04 自然科学（数学、物理、化学）
22.05 技術（工学、工業、建設学）・環境工学
22.06 産業（農林水産業、商業、運輸、通信）
22.07 芸術（美術、音楽、演劇、スポーツ、娯楽、体育）
22.08 言語
22.09 文学
22.10 絵画書
22.10 大型本

蔵書記号 （ラベル項目）

年号表（西暦）

22	:	1940 ～ 1969
23	:	1970 ～ 2019
W	:	1929 ～ 1929
G	:	1940 ～ 1929
H	:	1940 ～ 1940
J	:	1930 ～ 1969
K	:	1940 ～ 1969
L	:	1970 ～ 1979
M	:	1940 ～ 1969
N	:	1940 ～ 1969
P	:	2000 ～ 2009
R	:	2010 ～ 2019
S	:	2020 ～ 2029
T	:	2030 ～ 2039

※年号表説明　a：1950～1959　b：1960～1969　A：1970～1979　B：1980～1989
C：1990～1999