

平成 27 年度 年報



平成 28 年 4 月

筑波大学大学院 生命環境科学研究科

環境科学専攻 持続環境科学専攻

環境防災学講座

平成 27 年度 年報

平成 28 年 4 月

筑波大学大学院 生命環境科学研究科

環境科学専攻 持続環境科学専攻

環境防災学講座

はじめに

筑波大学では、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、また高度な専門制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（博士前期課程）及び持続環境学専攻（博士後期課程）に、平成 22 年度より財団法人（現一般財団法人）砂防フロンティア整備推進機構からの奨学寄附金を受け環境防災学講座を設置するとともに、履修カリキュラムとしての「環境防災学プログラム」を開設しました。

筑波大学は、全国に先駆け 1977 年に、環境問題に関する高度実務者養成を目的とした、我が国最初の大学院修士課程である環境科学研究科を設立し、以来多数の修了生を、産学官界に輩出しています。また、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・教育を行っています。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、主に社会人入学者を想定し、多様な内容及び講師による授業科目を開設しています。

平成 27 年度においては、専門科目として 10 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、(国研)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、民間会社の幹部・研究員等の非常勤講師による、環境防災に係わる幅広い分野にわたる講義を行いました。平成 27 年度は講座設置の 6 年目にあたり、博士前期課程 7 名及び博士後期課程 2 名の教育・研究指導を行いました。このうち平成 28 年 3 月に博士前期課程の 5 名が修了しました。また、環境防災セミナー、砂防学と地形学の連携に関するシンポジウムの開催、環境防災学ワークショップー環境防災の課題と今後を考えるー、海外の大学からの留学生の受入れなど幅広い活動を行いました。こうした環境防災学講座の平成 27 年度の活動を年報としてとりまとめました。

環境防災学講座の運営にあたり、ご支援いただきました関係各位にあらためて深く感謝申し上げますとともに、今後とも、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

平成 28 年 4 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

担当教授 西本 晴男

目次

1. 講座運営	1
1.1 講座の活動	1
1.2 講座の活動	2
1.3 施設	7
2. 平成 27 年度の主要活動.....	8
2.1 平成 27 年度主要活動一覧.....	8
2.2 教育活動	9
2.2.1 環境防災プログラム.....	9
2.2.2 実践実習	34
2.2.3 プログラム修了生	37
2.2.4 その他	38
2.3 研究活動	40
2.3.1 研究発表	40
2.3.2 現地調査	42
2.3.4 国際会議	97
2.4 社会連携活動	101
2.4.1 環境防災セミナー	101
2.4.2 各種委員会等	103
2.5 広報活動	104
2.5.1 ホームページ	104
2.5.2 メディアでの情報発信	106
3. 研究成果.....	114

1. 講座運営

1.1 講座の活動

(1) 設立の背景

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。特にわが国では地球温暖化に伴う短時間降水量の大幅な増加、局所的豪雨の発生の頻繁化とそれに伴う土砂災害や洪水災害の増加が懸念されている。実際、近年、降雨記録が大幅に更新され土砂災害なども増加する傾向にある。環境防災学講座は、このような豪雨、豪雪、さらには火山噴火などに伴う急激な流域環境変化とそれに伴う土砂災害などの環境問題やそれらに対する対策を総合的に扱う領域として、平成 22 年 4 月に筑波大学大学院生命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）に設置された。

この環境防災学講座は、財団法人（現 一般財団法人）砂防フロンティア整備推進機構の寄附金により設置され、環境防災に関わる高度な専門技術者の育成にあたっている。寄附金は、講座の運営の他、教育研究活動に使用する研究棟の整備に使用されている。寄附講座の設置期間は、当初平成 22～26 年度の 5 年間となっていたが、引き続き平成 27 年度より 3 年間延長することとなっている。

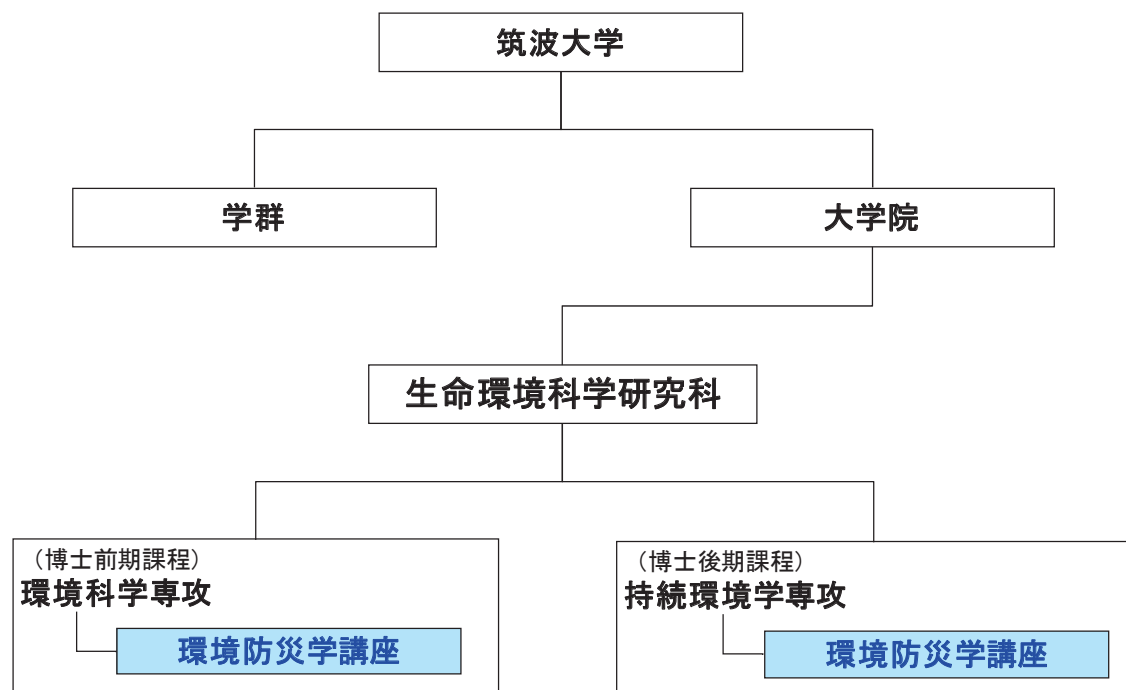
(2) 環境防災プログラム

環境防災プログラムは、環境防災に関わる科学技術に加え、環境防災に関する調査対策技術から政策論、法令論、国際関係まで幅広い範囲にわたる知識・技術力を有し、土砂災害や洪水災害などの自然災害から、自然環境と人間生活との関わりの中で安全・安心を確保するための課題解決能力と独創性を有する高度な専門技術者の育成のための履修カリキュラムであり、環境防災学講座が中心となって運営されている。

平成 22・23 年度は、環境防災関係の授業科目として 11 科目を開講した。平成 24～26 年度は、環境防災関係の授業科目として 10 科目を開講した。平成 27 年度は 10 科目を開講し、必修 1 科目と選択必修 1 科目は常勤教員が担当し、他の 8 科目は非常勤講師が担当した。

(3) 組織

環境防災学講座は、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）に設けられている。平成 27 年度は、専任の教授 1 名、准教授 1 名がその運営に当たっている。寄附講座の運営にかかる事項については、専攻内の教員から構成される「寄附講座環境防災運営委員会」で審議した後に、専攻内で開催される「環境系専攻教員会議」に諮られている。



環境防災学講座組織図

1.2 講座の活動

◇平成 22 年度

平成 22 年 4 月 1 日	寄附講座開設
平成 22 年 4 月 1 日	准教授（石井）着任
平成 22 年 4 月 16 日	教授（西本）着任
平成 22 年 5 月 18 日	環境防災プログラムキックオフ・フォーラム開催
平成 22 年 7 月 13 日	環境防災学講演会開催（砂防会館）
平成 22 年 9 月 29 日	環境防災研究棟建築工事着工、安全祈願祭
平成 23 年 2 月 21 日	インドネシア国ガジヤマダ大学と国際学術交流協定を締結
平成 23 年 3 月 17 日	環境防災研究棟完成

◇平成 23 年度

平成 23 年 7 月 6 日	環境防災研究棟披露式
-----------------	------------

◇平成 24 年度

平成 24 年 4 月 1 日	准教授（水野）着任
平成 25 年 3 月 31 日	石井准教授 退任

◇平成 25 年度

平成 25 年 10 月 1 日	インドネシア UGM3 名短期留学生受入（6 ヶ月）
------------------	----------------------------

◇平成 26 年度

平成 26 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開催

平成 26 年 10 月 1 日 インドネシア UGM1 名（6 ヶ月）1 名（1 年）短期留学生受入

平成 27 年 3 月 11 日 ー環境防災の課題と今後を考えるー環境防災学ワークショップ
開催

平成 27 年 3 月 30 日 水野准教授 退任

◇平成 27 年度

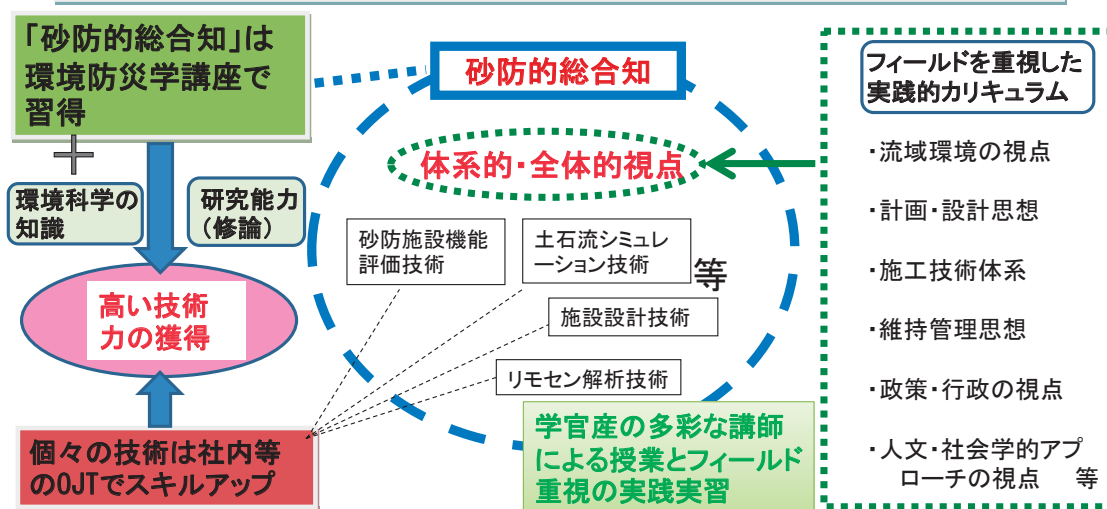
平成 27 年 4 月 1 日 准教授（秋山） 着任

平成 27 年 6 月 22 日～25 日 第 6 回国際土石流災害防止会議の開催を主導

環境防災学講座の理念

ー主として砂防に携わる社会人を対象に
砂防のスペシャリストとしてのキャリアアップを目指すー

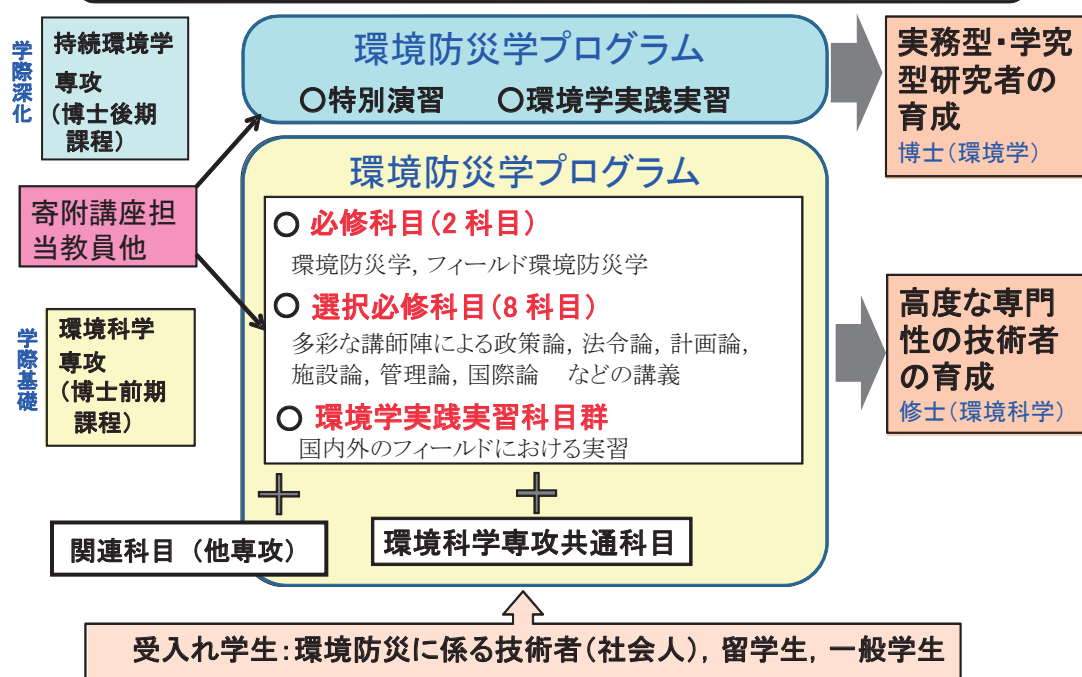
土砂災害をもたらす土砂移動現象とその対策の知識・技術について、体系的に理解するための全体的視点を重視する姿勢（「砂防的総合知」）を学び、実践的な課題解決能力を習得





環境防災学プログラムの概要

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



環境防災プログラムの概要

(1)専任教員等

教 授 西本晴男 (平成 22 年 4 月 16 日～)

准 教 授 秋山一弥 (平成 27 年 4 月 1 日～)

事務補佐員 小笠原初実 (平成 26 年 4 月 1 日～)

事務補佐員 黒澤円香 (平成 27 年 4 月 1 日～)

(土石流会議担当)

(2) 寄附講座環境防災運営委員会

寄附講座環境防災運営委員会の構成と、審議内容は、以下に記載したとおりである。

①構成

委員長 西本晴男 生命環境科学研究科 教授

委 員

辻村真貴 生命環境科学研究科 教授 持続環境学専攻長

宮本邦明 生命環境科学研究科 教授

堀田紀文 生命環境科学研究科 准教授

秋山一弥 生命環境科学研究科 准教授

②開催日

平成 27 年 5 月 18 日（月）14：00～15：00

議題：

1. 寄付講座「環境防災学」事後評価結果について
2. 平成 22 年度～26 年度環境防災学講座活動について
3. 平成 27 年度環境防災学講座事業計画書
4. 平成 27 年度中期実践実習等一覧

平成 28 年 2 月 4 日（木）10：00～11：00

議題：

1. 平成 28 年度授業計画
2. 平成 27 年度環境防災プログラム修了認定
3. 奨学寄付金
4. 平成 27 年度 環境防災学講座活動報告（案）

(3) 環境系専攻教育会議

環境防災学講座の運営に関して審議及び報告を行った主な項目は、以下に記載するとおりである。

- ・平成 27 年 4 月 15 日(水) 14:00～16:00
議題：寄附講座「環境防災学」事後評価結果について
- ・平成 27 年 5 月 20 日(水) 16:00～18:00
議題：平成 26 年度環境防災寄付講座活動報告・平成 27 年度同活動方針について
環境防災プログラムの登録者について
- ・平成 27 年 6 月 17 日(水) 14:00～15:30
議題：研究指導委員会・評価専門委員会の設置と評価
- ・平成 27 年 7 月 15 日(水) 14:00～16:00
議題：国際土石流災害防止会議の開催について
研究指導委員会・評価専門委員会の設置と評価
- ・平成 27 年 11 月 18 日(水) 14:15～15:30
議題：研究指導委員会・評価専門委員会の設置と評価
- ・平成 27 年 12 月 9 日(水) 15:30～17:00
議題：研究指導委員会・評価専門委員会の設置と評価
- ・平成 28 年 1 月 20 日(水) 14:00～15:30
議題：平成 28 年度非常勤講師の任用について
環境科学実践実習Ⅲの報告書
- ・平成 28 年 2 月 10 日(水) 14:00～15:30
議題：平成 27 年度環境防災プログラム修了証授与予定者について

1.3 施設

環境防災学講座の平成 27 年度の教育研究活動には、以下の施設が使用された。

教授室	環境防災研究棟	102 号室
准教授室	環境防災研究棟	101 号室
事務室	環境防災研究棟	103 号室
准教授室	環境防災研究棟	104 号室
院生室	環境防災研究棟	201 号室
講師控室	環境防災研究棟	202 号室
講義室	環境防災研究棟	203 号室
解析室	環境防災研究棟	301 号室
サーバー室	環境防災研究棟	302 号室
共同研究室	環境防災研究棟	303 号室

2. 平成 27 年度の主要活動

2.1 平成 27 年度主要活動一覧

	講義・実習	環境防災セミナー等	その他
4 月	・春学期講義開始(4 科目) ・集中講義(1 科目)4 月 10 日～6 月 12 日		
5 月		・第 1 回環境防災セミナー(5 月 11 日)	・砂防学会研究発表会参加(5 月 20 日～21 日, 西本, 秋山, 照沼, 江藤, 阿部, 神保, 大賀, 劉, Risqi)
6 月		・第 6 回国際土石流災害防止会議(DFHM6), つくば国際会議場(6 月 22 日～27 日)運営	・山形県『砂防ボランティア全国のつどい』『土砂災害防止「全国の集い」参加(6 月 3 日～4 日, 秋山, 劉)
7 月	・集中講義(2 科目) ・実践実習: 神保啓 (株)加藤組: 7 月 27 日～8 月 7 日 ・実践実習: 江藤稚佳子 大日本土木(株): 7 月 27 日～8 月 7 日 ・実践実習: 阿部拓実 鹿島建設(株): 7 月 27 日～8 月 7 日 ・実践実習: 吉田吉高 ダイチ(株): 7 月 27 日～8 月 7 日 ・実践実習: 孫敏 (株)神戸製鋼所: 7 月 27 日～8 月 7 日	・第 2 回環境防災セミナー(7 月 24 日) ・第 3 回環境防災セミナー(7 月 24 日)	・大和川(亀の瀬地すべり)・六甲砂防フィールド調査(7 月 2 日～3 日, 西本, 神保, 江藤, 阿部, 劉, Risqi) ・福井県フィールド調査(7 月 7 日～9 日, 西本, 吉田, 孫)
8 月		・環境防災ワークショップ(8 月 3 日)筑波大学	・北海道砂防フィールド調査(8 月 24 日～27 日, 秋山, 阿部, 吉田, 孫, Risqi)
9 月	・秋学期講義開始(3 科目)		・フランス・イタリア・スイス・オーストリア現地調査(9 月 6 日～20 日, 西本, 吉田)
10 月			・砂防学会シンポジウム参加(10 月 16 日, 西本, 阿部, 江藤, 吉田, 孫)
11 月			・湯沢砂防管内(新潟県・長野県)フィールド調査(11 月 26 日～27 日, 西本, 阿部, 劉, 吉田, 孫)
12 月		・第 4 回環境防災セミナー(12 月 11 日) ・第 5・6 回環境防災セミナー(12 月 18 日)	・神奈川県丹沢地域(足柄上郡山北町)砂防フィールド調査(12 月 10 日, 西本, 阿部, 吉田) ・富士川砂防(早川)フィールド調査(12 月 17 日, 西本, 吉田)

1 月			
2 月			・富士砂防管内フィールド調査（2月16日～17日，西本，阿部，吉田） ・三宅島フィールド調査（2月21日～23日，秋山，阿部，江藤，大賀，劉，吉田，孫） ・三重県いなべ市・愛知県フィールド調査（2月22日～24日，西本） ・広島県フィールド調査（2月28日～3月1日，西本，阿部，江藤，大賀，劉，吉田，孫） ・神奈川県丹沢地域（大又沢）砂防フィールド調査（3月2日，西本，阿部，吉田）
3 月		・MSD ワークショップ（3月7日～9日）	・インドネシア砂防フィールド調査（3月13日～17日，西本，阿部，江藤，吉田）

※平成 23 年度から 5 ヶ年にわたり、学生のフィールド調査の受け入れに協力していただいた日光産業（株）に研究科長から感謝状を贈った。

2.2 教育活動

2.2.1 環境防災プログラム

環境科学専攻、持続環境学専攻では、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・教育がなされている。環境防災プログラムでは、環境防災学講座が中心となって運営し、このような環境系両専攻の基礎の上に独自のカリキュラムを用意している。特に、これらの科目群は寄附講座を主体に構成されており、環境防災に係わる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・実践的な講義が計画され、また、実践的な研究指導を受けることができる。

(1)環境防災プログラムの履修方法

1) 環境科学専攻（博士前期課程）

①プログラムの履修方法

- 専攻共通必修科目 … 計 18 単位
- 環境防災プログラム必修科目 … 8 単位以上
 - ・環境防災学 … 2 単位
 - ・フィールド環境防災学 … 2 単位
 - ・環境科学実践実習科目群（注 1） … 4 単位以上

注 1 環境防災に関連する実習先で実習を行うことが必要

○環境防災プログラム選択必修科目 … 4 単位以上
(9 単位以上履修することが望ましい)

②修了要件

- ・ 30 単位以上履修し、修士論文の審査および最終試験に合格すること。
- ・ 40 単位以上履修することが望まれる。

2) 持続環境学専攻（博士後期課程）

①プログラムの履修方法

○専攻必修科目 … 3 単位

- ・ 持続環境学特別演習Ⅰ
- ・ 持続環境学特別演習Ⅱ
- ・ 持続環境学特別演習Ⅲ

○環境防災プログラム必修科目 … 4 単位

- ・ 環境学実践実習科目群（注2） … 4 単位以上

注2 環境防災に関連する実習先で実習を行うことが必要

- ・ 持続環境学フォーラム

②修了要件

- ・ 履修方法に従い7 単位以上修得し、博士論文の審査および最終試験に合格すること。

(2)開設授業科目

平成 26 年度は、環境防災プログラムとして、必修 2 科目、選択必修 8 科目を開講した。
各授業科目名と担当教員、時間割、シラバスは、以下に記載するとおりである。

	科目番号	授業科目名	単位	開講 学期	曜時限	教室	担当教員
必修	01AD501	環境防災学	2	春	火 3, 4	203	西本 晴男
	01AD502	フィールド環境防災学	2	秋	金 1, 2	203	石井 靖雄 井上 公夫 桜井 亘 國友 優 石田 孝司 水野 秀明
選択必修	01AD517	環境防災計画論Ⅰ	1	春	月 3	203	藤澤 和範 桜井 亘 水野 秀明 内田 太郎 藤村 直樹
	01AD522	環境防災施設論Ⅱ	1	春	月 4	203	牧野 裕至 田村 公平 綿貫 明 安齋 徳夫 荻原 弘
	01AD512	環境防災危機管理論	1	春	金 5	203	秋山 一弥 水野 秀明
	01AD520	地域環境防災基本論	1	秋	金 3	203	森 俊勇 竹田 宜人 北 俊夫
	01AD521	地域環境防災実践論	1	秋	金 4	203	三木 洋一 中村 浩之 内山 均志 藤平 大 原田 照美 坪田 浩昭 掛野 大輔
	01AD518	国際環境防災論	1	春	7 月 23 日 7 月 24 日	203	下田 義文 大井 英臣 石黒 久
	01AD515	環境防災政策論	1	春	4 月 10～ 6 月 12 日	203	酒谷 幸彦 大野 宏之
	01AD516	環境防災高度技術論	1	春	7 月 16 日 7 月 17 日	203	小川 紀一朗 林 正之 伊藤 道夫 星野 和彦

平成27年度環境防災学講座・授業科目の概要/授業内容(案)										2015.12.09		
学期	科目名	年次	概 要	担当教員又は とりまとめ	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政策・政策について、そのバックグラウンドたる自然環境、社会環境の歴史の変遷過程をふまえて講述するとともに、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	マスマーブメント					
					6	2	流域における土砂移動、山地水文					
					6	9	漂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 (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	天然ダム決壊決壊時の氾濫予測	(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、具体的事例を示しながら講述する。	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			
					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	環境防災施設の実態 施工者の取り組み	(緒言 明)	砂防施工管理研究会			
	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も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述する。	内田 太郎	6	1	環境防災施設の実態 砂防の事務所では	(安齊 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)	関東地盤技術事務所			
					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			
					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	水系砂防計画論	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・流水対策調査・計画	(藤村 清樹)	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	6	1	土石流概論	(水野 秀明)	土研				
				6	8	土石流・流水対策設計	(藤村 清樹)	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				
				4	10	砂防行政総論(砂防部長)	酒谷 幸彦	国土省砂防部				
				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・事業評価)						
				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の連携						
				5	29	大規模土砂災害に対する施策・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、気候変動の中長期的動向をふまえて、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(メバヒ火山噴火対策、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	24 am	ネパールの自然・文化と防災(仮題)	石黒 久	丸新志産ネパール支店				
				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、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取組について講述する。	小川 紀一郎	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 紀一郎	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
				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ぬ項目や観点、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(土砂災害危険箇所センサー、大規模土砂移動監視システム、火山気象観測、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体的事例を紹介しながら講述する。	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 寛人)	国土省大規模土砂災害対策推進部				
				12	4	リスクコミュニケーション(2)	(竹田 寛人)	国土省大規模土砂災害対策推進部				
				12	11	防災教育の現状と課題	北 俊夫	国土省大規模土砂災害対策推進部				
				12	18	今後の防災教育の方向性	北 俊夫	国土省大規模土砂災害対策推進部				
地 域 環 境 防 災 実 践 論 (金曜日4時限)	1	毎年全国各地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)	東京大学地質学専攻				
				10	23	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	(中村 浩之)	東京大学地質学専攻				
				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				
				12	4	住民主役の土砂災害警戒避難	藤田 照義	広島県自主防災				
				12	11	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	18	住民との合意形成	(掛野 大輔)	長野県小県市長和町				
				12	25	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				

Spring Semester

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、環境フィードバック実習、Soil and water environmental colloid sci., Environmental Field Appraisal, Introduction to Environmental Disaster Prevention
単/Vac: Ecological Soil Resources

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

環境防災プログラム授業科目の推移

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
環境防災学	2	1	※3. 4
フィールド環境防災学	2	2	※1. 2
環境防災危機管理論	1	1	月4
環境防災計画論	1	1	月5
環境防災施設論	1	1	金5
環境防災特別講義	1	2	水3
環境防災政策論Ⅰ	1	2	集中
環境防災政策論Ⅱ	1	2	水4
環境防災法令論	1	1	水5
国際環境防災論	1	2	集中
環境防災高度技術論	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
環境防災学	2	1	※3. 4
フィールド環境防災学	2	2	※1. 2
環境防災危機管理論	1	2	金3
環境防災計画論	1	1	月3
環境防災施設論	1	1	月4
環境防災特別講義	1	1	木5
環境防災政策論Ⅰ	1	2	金4
環境防災法令論	1	2	金5
環境防災政策論Ⅱ	1	2	集中
国際環境防災論	1	1	集中
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
環境防災学	2	1	※3. 4
フィールド環境防災学	2	2	※1. 2
環境防災危機管理論	1	1	金5
環境防災計画論	1	1	月3
環境防災施設論	1	1	月4
環境防災施設論Ⅱ	1	2	金3
地域環境防災基本論	1	2	金4
環境防災政策論Ⅰ	1	2	集中
国際環境防災論	1	1	集中
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
環境防災学	2	春	※3. 4
フィールド環境防災学	2	秋	※1. 2
環境防災危機管理論	1	春	金5
環境防災計画論	1	春	月4
環境防災施設論Ⅰ	1	開講せず	
環境防災施設論Ⅱ	1	春	月3
地域環境防災基本論	1	秋	金3
地域環境防災実践論	1	秋	金4
環境防災政策論	1	秋	集中
国際環境防災論	1	春	集中
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
環境防災学	2	春	※3. 4
フィールド環境防災学	2	秋	※1. 2
環境防災危機管理論	1	春	金5
環境防災計画論Ⅰ	1	開講せず	
環境防災計画論Ⅱ	1	春	月3
環境防災施設論Ⅰ	1	春	月4
環境防災施設論Ⅱ	1	開講せず	
地域環境防災基本論	1	秋	金3
地域環境防災実践論	1	秋	金4
環境防災政策論	1	春	集中
国際環境防災論	1	春	集中
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
環境防災学	2	春	※3. 4
フィールド環境防災学	2	秋	※1. 2
環境防災危機管理論	1	春	金5
環境防災計画論Ⅰ	1	春	月3
環境防災計画論Ⅱ	1	開講せず	
環境防災施設論Ⅰ	1	開講せず	
環境防災施設論Ⅱ	1	春	月4
地域環境防災基本論	1	秋	金3
地域環境防災実践論	1	秋	金4
環境防災政策論	1	春	集中
国際環境防災論	1	春	集中
環境防災高度技術論	1	春	集中

(3)開設授業科目のシラバス

01AD501 環境防災学

春学期： 火曜日 3， 4 時限 1・2 年次対象（2 単位）

教員： 西本晴男

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

- 第1週 総論
- 第2週 日本の国土・社会と防災対策
- 第3週 近年の環境変化と災害動向
- 第4週 環境変化をふまえた防災対策
- 第5週 山地荒廃と土砂生産作用
- 第6週 マスムーブメント
- 第7週 流域における土砂移動、山地水文
- 第8週 溪流安定化と山腹緑化
- 第9週 森林影響論
- 第10週 気候変動と環境防災

3. 参考書

環境防災学 （授業時に配布）
そのほか、必要に応じ資料を配布する

4. 備考

- 1) 成績は出席とレポートの結果で評価する。

01AD502 フィールド環境防災学

秋学期： 金曜日 1， 2 時限 1・2 年次対象（2 単位）

教員：石井靖雄，井上公夫，桜井亘，國友優，石田孝司，水野秀明

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

第 1 週	総論（近年の土砂災害）
第 2 週	災害調査、緊急点検
第 3 週	地すべり調査
第 4 週	地すべり対策
第 5 週	微地形判読
第 6 週	急傾斜地崩壊調査・対策、雪崩調査・対策
第 7 週	天然ダム対策
第 8 週	土砂災害警戒情報・基準雨量
第 9 週	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）
第 10 週	まとめ

3. 参考書

授業中に紹介する。

4. 備考

特になし。

01AD517 環境防災計画論 I

春学期： 月曜日 3 時限 1 年次・2 年次対象（1 単位）

教員：内田太郎，藤澤和範，桜井亘，水野 秀明，藤村直樹

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

- 第1週 総論
- 第2週 砂防計画の基本（砂防の枠組み）
- 第3週 国土保全の砂防
- 第4週 水系砂防調査計画
- 第5週 水系砂防被害推定手法
- 第6週 土石流概論
- 第7週 土石流・流木対策調査、計画
- 第8週 土石流・流木対策設計
- 第9週 砂防事業評価
- 第10週 まとめ

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する。

参考書，参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

01AD522 環境防災施設論Ⅱ

春学期： 月曜日 4 時限 1 年次・2 年次対象（1 単位）

教員： 牧野裕至，田村公平，綿貫明，安齋徳夫，荻原弘

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

第1週 災害の視座から過去を知り、未来を考える（概論）

第2週 危機管理と環境防災施設

第3週 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

第4週 ふるさとをまもる

第5週 住民の認識・評価・意見と環境防災施設

第6週 環境防災施設の実例 施工者の取り組み

第7週 環境防災施設の実例 砂防の事務所では

第8週 環境防災施設の契約・品質等管理・技術開発

第9週 先人に学ぶ 環境防災施設に関する書籍 より

第10週 まとめ

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する。

参考書、参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

01AD512 環境防災危機管理論

春学期： 金曜日 5 時限 1 年次・2 年次対象（1 単位）

教員：秋山一弥，水野秀明

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

- 第1週 大規模土砂災害危機管理に関する総論
- 第2週 大規模土砂災害発生事例
- 第3週 天然ダムの決壊過程・決壊時流量解析技術
- 第4週 天然ダム越流決壊時の氾濫予測
- 第5週 土砂災害緊急情報
- 第6週 土石流氾濫計算
- 第7週 大規模土砂災害発生時の応急対策
- 第8週 深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法
- 第9週 土砂災害発生時の現場マスコミ対応
- 第10週 土砂災害時に対する防災訓練第1週 流域の荒廃と山腹工

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する。

参考書，参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

01AD520 地域環境防災基本論

秋学期： 金曜日 3 時限 1 年次・2 年次対象（1 単位）

教員：森俊勇，竹田宜人，北俊夫

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

- 第1週 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
- 第2週 土砂災害の発生と砂防関係施策の推移
- 第3週 土砂災害に対するマスコミの取り上げ方と課題
- 第4週 大規模土砂災害の発生と危機管理
- 第5週 土砂災害に関する情報
- 第6週 地域防災力の向上に向けて
- 第7週 リスクコミュニケーション（1）
- 第8週 リスクコミュニケーション（2）
- 第9週 防災教育の現状と課題
- 第10週 今後の防災教育の方向性

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する

参考書，参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

01AD521 地域環境防災実践論

秋学期： 金曜日 4 時限 1 年次・2 年次対象（1 単位）

教員：三木洋一，中村浩之，内山均志，藤平大，原田照美，坪田浩昭，掛野大輔

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

- 第1週 総論
- 第2週 基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ
- 第3週 基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ
- 第4週 基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ
- 第5週 土砂災害防止法に基づく土地利用規制等
- 第6週 土砂災害防止法とまちづくり
- 第7週 住民主役の土砂災害警戒避難
- 第8週 土砂災害防止法への取り組み
- 第9週 住民との合意形成
- 第10週 課題研究（土砂災害防止法への取り組み）

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する。

参考書，参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

01AD518 国際環境防災論

春学期： 集中講義 1年次・2年次対象（1単位）

教員：下田義文，石黒久，大井秀臣

1. 授業概要

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ふまえて、国際的視点から防災のあり方について講述する。

2. 授業内容

- 第1回 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
- 第2回 IPCC 第5次報告書に基づく気候変動と防災
- 第3回 防災世界会議（2015.3 仙台）採択 Post2015 アクションプラン
- 第4回 SDGS と防災
- 第5回 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、バワカレン山大崩壊対策、アンボン島天然ダム対策）
- 第6回 ネパールの自然・文化と防災（仮題）

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する。

参考書，参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

01AD516 環境防災高度技術論

春学期：集中講義 1年次・2年次対象（1単位）

教員：小川紀一郎，林正之，伊藤道夫

1. 授業概要

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。環境防災危機管理論を受講していることがのぞましい。

2. 授業内容

- 第1回 立山砂防の世界遺産に向けた取り組み（仮題）
- 第2回 リモートセンシング技術と砂防分野への活用技術（仮題）
- 第3回 航測技術と砂防分野への活用（仮題）
- 第4回 環境防災施設の維持管理技術（仮題）

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する。

参考書，参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

01AD514 環境防災政策論

春学期：集中講義 1 年次・2 年次対象（1 単位）

教員：酒谷幸彦，大野宏之

1. 授業概要

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。

2. 授業内容

- 第 1 回 砂防行政総論（砂防部長）
- 第 2 回 砂防行政の目指すもの
- 第 3 回 事業執行の流れ（中長期計画・予算編成・事業評価）
- 第 4 回 砂防事業（計画と施設配置）の事例
- 第 5 回 土砂災害による被害軽減のための関係省庁との連携
- 第 6 回 大規模土砂災害に対する施策・取り組み
- 第 7 回 自然環境保全に対する施策・取り組み
- 第 8 回 近年の社会状況に対応した施策・取り組み

3. 参考書

必要に応じ資料を配布する。

参考書，参考文献は講義で示す。

4. 備考

成績は、出席状況と課題レポートの結果で評価する。

(4)選択必修科目の講師一覧

01AD517 環境防災計画論 I

教員：内田 太郎ほか

月日		講師	内容	備考
4月	13日	藤澤 和範（（国研）土木研究所土砂管理研究グループ長）	総論	
	20日	藤澤 和範	砂防計画の基本（砂防の枠組み）	
	27日	桜井 亘（国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室長）	国土保全の砂防	
5月	11日	内田 太郎（国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室主任研究官）	水系砂防調査計画	
	18日	内田 太郎	水系砂防被害推定法	
	25日	藤村直樹（（国研）土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム主任研究員	土石流・流木対策調査、計画	
6月	1日	水野 秀明（（国研）土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム上席研究員	土石流概論	
	8日	藤村 直樹	土石流・流木対策設計	
	15日	桜井 亘	砂防事業評価	
	22日	藤澤 和範	まとめ	

01AD522 環境防災施設論Ⅱ

教員： 牧野 裕至ほか

月日	講師	内容	備考
4月	13日	牧野 裕至（（一財）砂防フロンティア整備推進機構総括研究員）	災害の視座から過去を知り、未来を考える（概論）
	20日	牧野 裕至	危機管理と環境防災施設
	27日	牧野 裕至	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
5月	11日	田村 公平（（一財）砂防フロンティア整備推進機構顧問）	ふるさとをまもる
	18日	牧野 裕至	住民の認識・評価・意見と環境防災施設
	25日	綿貫 明（砂防施工管理研究会）	環境防災施設の実際 施工者の取り組み
6月	1日	安齋 徳夫（国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所副所長）	環境防災施設の実際 砂防の事務所では
	8日	萩原 弘（国土交通省関東地方整備局関東技術事務所総括技術情報管理官）	環境防災施設の契約・品質等管理・技術開発
	15日	牧野裕至	先人に学ぶ 環境防災施設に関する書籍 より
	22日	牧野裕至	まとめ

01AD512 環境防災危機管理論

教員：秋山 一弥ほか

月日		講師	内容	備考
4月	10日	秋山 一弥（筑波大学准教授）	大規模土砂災害危機管理に関する総論	
	17日	秋山 一弥	大規模土砂災害発生事例	
	24日	水野 秀明（（国研）土木研究所土砂管理研究グループ 上席研究員）	天然ダムの決壊過程・決壊時流量解析技術	
5月	1日	水野 秀明	天然ダム越流決壊時の氾濫予測	
	15日	秋山 一弥	土砂災害緊急情報	
	22日	水野 秀明	土石流氾濫計算	
	29日	秋山 一弥	大規模土砂災害発生時の応急対策	
6月	5日	秋山 一弥	深層崩壊の発生機構と危険箇所抽出法	
	12日	秋山 一弥	土砂災害発生時の現場マスコミ対応	
	19日	秋山 一弥	土砂災害時に対する防災訓練	

01AD520 地域環境防災基本論

教員： 森 俊勇ほか

月日	講師	内容	備考
10月	2日 森 俊勇 ((一財)砂防フロンティア整備推進機構理事長)	総論①防災の視点から見た中山間地の実態	
	9日 森 俊勇	総論②自然災害への対応	
	16日 森 俊勇	土砂災害の発生と砂防関係施策の推移	
	23日 森 俊勇	土砂災害に対するマスコミの取り上げ方と課題	
	30日 森 俊勇	土砂災害に関する情報	
11月	13日 森 俊勇	地域防災力の向上に向けて	
	20日 竹田 宜人 (独立行政法人製品評価技術基盤機構調査官・横浜国立大学環境情報学府客員准教授)	リスクコミュニケーション (1)	
12月	4日 竹田 宜人	リスクコミュニケーション (2)	
	11日 北俊夫 (国土舘大学体育学部こどもスポーツ教育学科教授)	防災教育の現状と課題・自然災害防止教育の観点からー	環境防災セミナー
	19日 北 俊夫	今後の防災教育の方向性ー自然災害防止教育の教材と実践ー	環境防災セミナー

01AD521 地域環境防災実践論

教員：三木 洋一ほか

月日	講師	内容	備考
10月	2日 三木 洋一(応用地質(株)エンジニアリング本部技師長)	総論	
	9日 三木 洋一	基礎調査における区域設定の考え方Ⅰ	
	16日 中村 浩之(東京農工大学名誉教授)	基礎調査における区域設定の考え方Ⅱ	
	23日 中村 浩之	基礎調査における区域設定の考え方Ⅲ	
	30日 内山 均志((一財)砂防フロンティア整備推進機構研究第一部次長)	土砂災害防止法に基づく土地利用規制等	
11月	13日 藤平 大((国研)土木研究所土砂管理研究グループ総括主任研究員)	土砂災害防止法とまちづくり	
	21日 原田 照美(広島市自主防災連合会顧問)	住民主役の土砂災害警戒避難	環境防災セミナー
12月	5日 坪田 浩昭(長野県建設部砂防課課長補佐兼調査管理係長)	土砂災害防止法への取り組み	
	12日 掛野 大輔(長野県小県郡長和町総務課主査)	住民との合意形成	
	19日 三木 洋一	課題研究(土砂災害防止法への取り組み)	

月日		講師	内容	備考
7 月	23 日	下田義文（八千代エンジニアリング（株）相談役）	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、バワカレン山大崩壊対策、アンボン島天然ダム対策）	
		大井英臣（（一社）国際砂防協会会長）	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	
	24 日	石黒久（丸新志鷹建設㈱ネパール支店顧問）	ネパールの自然・文化と防災（仮題）	環境防災セミナー

01AD514 環境防災政策論

教員：酒谷 幸彦ほか

月日		講師	内容	備考
4月	10日	大野 宏之（国土交通省砂防部長） 酒谷 幸彦（国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課砂防施設評価分析官）	砂防行政総論（大野宏之） 砂防行政の目指すもの	
	17日	酒谷 幸彦	砂防4法令及び関連法令、 執行体制	
	24日	酒谷 幸彦	事業執行の流れ（中長期計画・予算編成・事業評価）	
5月	15日	酒谷 幸彦	砂防事業（計画と施設配置） の事例	
	22日	酒谷 幸彦	土砂災害による被害軽減の ための関係省庁との連携	
	29日	酒谷 幸彦	大規模土砂災害に対する施策・取り組み	
6月	5日	酒谷 幸彦	自然環境保全に対する施策・取り組み	
	12日	酒谷 幸彦	近年の社会状況に対応した 施策・取り組み	

01AD516 環境防災高度技術論

教員：小川 紀一郎ほか

月日		講師	内容	備考
7 月	16 日	小川 紀一郎（アジア航測株式会社代表取締役社長）	航測技術と砂防分野への活用	
		伊藤 道夫（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構第一宇宙技術部門衛星利用運用センター技術領域リーダー）	リモートセンシング術と砂防分野への活用技術	
	17 日	林 正之（富山県土木部長）	立山砂防の世界遺産に向けた取り組み	環境防災セミナー
		星野 和彦（（一財）砂防フロンティア整備推進機構研究第二部長）	環境防災施設の維持管理技術	

(5)履修登録者数一覧

学期	曜時限	科目名	履修登録者数			備考
			M1	M2	計	
春 学期	火3・4	環境防災学	28 (28)	1 (2)	29 (30)	
	月3	環境防災計画論Ⅱ	5 (5)	5 (5)	10 (10)	
	月4	環境防災施設論Ⅰ	6 (6)	5 (5)	11 (11)	
	金5	環境防災危機管理論	9 (9)	0 (0)	9 (9)	
	集中	環境防災政策論	5 (5)	0 (0)	5 (5)	4月10日（金） ～6月12日（金）
	集中	国際環境防災論	3 (3)	2 (2)	5 (5)	7月23日（木）・ 24日（金）
	集中	環境防災高度技術論	4 (4)	0 (0)	4 (4)	7月16日（木）・ 17日（木）
秋 学期	金1・2	フィールド環境防災学	7 (7)	1 (2)	8 (9)	
	金3	地域環境防災基本論	15 (16)	1 (1)	16 (17)	
	金4	地域環境防災実践論	6 (6)	1 (1)	6 (6)	

（注）上段：単位取得者数、下段：履修登録者数

(6) 講座専攻院生

平成 27 年度の環境防災学講座専攻院生は、以下のとおりである。

博士後期課程 2 名

博士前期課程 2 年 5 名

1 年 2 名

課程	氏 名	学 年	備 考
後期	照沼 利浩	H23 入	社会人学生
	秋山 怜子	H24 入	社会人学生
前期	神保 啓	2 年	社会人学生
	江藤 稚佳子	2 年	社会人学生
	阿部 拓海	2 年	社会人学生
	劉 詩雨	2 年	留学生
	大賀 知将	2 年	一般学生
	吉田 喜高	1 年	社会人学生
	孫 敏	1 年	留学生

2.2.2 実践実習

環境科学専攻と持続環境学専攻では、実践能力を養うため、国内と海外でさまざまなインターンシップを行っている。環境防災学プログラムは、環境防災に関わるフィールドでの実践実習がプログラムの履修が必修となっている。平成 27 年度は、以下のとおり、5 名が中期実践実習を履修した。「期間」は現地における実習期間である。

・環境科学実践実習Ⅱ（M2）

氏名	実習先	実習名	期間
神保 啓	㈱加藤組	砂防ソイルセメントを用いたダブルウォール構造砂防堰堤工事に関する実践実習	H27.7.27～8.7
江藤 稚佳子	大日本土木㈱	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对策工に関する実践実習	H27.7.27～8.7
阿部 拓実	鹿島建設㈱	紀伊半島の河道閉塞の抜本対策工事に関する実践実習	H27.7.27～8.7

・環境科学実践実習Ⅲ（M1）

吉田 喜高	ダイチ(株)	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	H27.7.27～8.7
孫 敏	(株)神戸製鋼所	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	H27.7.27～8.7

学生を受け入れ実践実習について指導していただいた株式会社加藤組、大日本土木株式会社、鹿島建設株式会社、株式会社ダイチ、株式会社神戸製鋼所に生命環境科学研究科長から感謝状を贈った。



感謝状

鹿島建設株式会社

取締役副社長 土木管理本部長

茅野 正恭 様

本研究科環境科学専攻の下記実習におきまして、環境防災に係る高度技術習得に参加学生が大きな成果を収めることが出来ました。これは実習担当者の方をはじめ貴社のご理解ご協力の賜物であり、ここに深く感謝申し上げます。

今後とも、実践的な実務能力を臨地教育によって得ることを目的とした実践実習の実施につきましてご理解を賜りますようお願いいたします。

記

実習名 平成27年度伊半島の河道閉塞の抜本対策工事に関する実践実習

学生氏名 阿部 拓実

実習期間 平成27年7月27日～平成27年8月7日

平成27年10月23日

筑波大学大学院 生命環境科学研究科長

江面 浩



感謝状

ダイチ株式会社

代表取締役社長 田中 洋一郎 様

本研究科環境科学専攻の下記実習におきまして、環境防災に係る高度技術習得に参加学生が大きな成果を収めることが出来ました。これは実習担当者の方をはじめ貴社のご理解ご協力の賜物であり、ここに深く感謝申し上げます。

今後とも、実践的な実務能力を臨地教育によって得ることを目的とした実践実習の実施につきましてご理解を賜りますようお願いいたします。

記

実習名 平成27年度立山砂防管内に關わる法面（落石）対策工事の施工に関する実践実習

学生氏名 吉田 嘉高

実習期間 平成27年7月27日～平成27年8月7日

平成27年10月23日

筑波大学大学院 生命環境科学研究科長

江面 浩



感謝状

株式会社神戸製鋼所

常務執行役員 森崎 計人 様

本研究科環境科学専攻の下記実習におきまして、環境防災に係る高度技術習得に参加学生が大きな成果を収めることが出来ました。これは実習担当者の方をはじめ貴社のご理解ご協力の賜物であり、ここに深く感謝申し上げます。

今後とも、実践的な実務能力を臨地教育によって得ることを目的とした実践実習の実施につきましてご理解を賜りますようお願いいたします。

記

実習名 平成27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

学生氏名 孫 敏

実習期間 平成27年7月27日～平成27年8月7日

平成27年10月23日

筑波大学大学院 生命環境科学研究科長

江面 浩



2.2.3 プログラム修了生

平成 28 年度のプログラム修了生は以下の 5 名であり，このうち環境防災学講座に所属していた学生は阿部、江藤、大賀、神保、劉の 5 名である。プログラムの修了生には，学位記のほかプログラム修了証が授与された。

氏名	研究テーマ	指導教員
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	西本 晴男
江藤 稚佳子	有限体積法におけ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	西本 晴男
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	秋山 一弥
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	西本 晴男
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	秋山 一弥

2.2.4 その他

(1) 専攻共通科目

環境防災学講座の秋山准教授が平成 27 年度に行った専攻共通科目の講義は以下のとおりである。

月 日	科目番号	授業科目名	内 容
11 月 17 日～ 12 月 15 日 火曜日 3・4 限	01AD592	Prevention And Mitigation Of Sediment Disaster	土砂災害の概論、土石流災害の特徴、地すべり・がけ崩れ災害の特徴、土砂災害のハード対策（構造物）、大規模土砂災害、土砂災害の対策（行政と法律、避難）、土砂災害のソフト対策（気象・土砂災害警戒情報）、土砂災害のソフト対策（土地利用規制・ハザードマップ）

（２）国土交通省砂防部長による特別講演及び学生との懇談会

平成 27 年 4 月 10 日(金)に、国土交通省砂防部長の大野宏之氏に 17:00 から約 1 時間「土砂災害対策の新たな展開」と題して特別講演をしていただいた。



講演の様子

特別講演の前に砂防部長と環境防災学講座の院生との懇談会を 15:45 から 1 時間行った。学生からは、砂防行政の課題と今後の方向性についての具体的な質問をする等、また砂防部長からは当講座で多くの事を学び今後の砂防技術業務に携わるにあたっての励ましの言葉をいただき、有意義かつ貴重な懇談の場となった。



懇談会の様子

2.3 研究活動

2.3.1 研究発表

平成 27 年度の環境防災学講座の常勤教員及び学生の発表論文等は、著書が 1 編、原著論文 1 編、国際学会 1 編、その他 18 編であった。以下に論文のリストを記載する。

(1) 著書

- 1) 西本晴男：「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 ―すべてを背負う「知の野生化」―，古今書院，287pp.，2015.9

(2) 原著論文

- 1) 牧野裕至，西村直記，萬徳昌昭，石川芳治，西本晴男：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，pp.12-19，2015.11

(3) 国際学会

- 1) Haruo NISHIMOTO，Kazumasa KURAMOTO，Takashi SEKINE AND Masayuki HATA：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, 2015.6

(4) その他（国内学会等）

- 1) 秋山一弥：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，pp.10-14，2016.2
- 2) 西本晴男，内田太郎：「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，pp.58，2015.9
- 3) 秋山一弥，松下拓樹，中村絵美：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.78，2015.9
- 4) 秋山一弥，和泉薫：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.249，2015.9
- 5) 西本晴男：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.3，2015.8
- 6) 秋山一弥，松下拓樹，池田慎二，桂真也，丸山清輝：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，pp.228-229，2015.8
- 7) 西村直記，西本晴男，水野秀明：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
- 8) 照沼利浩, 水野秀明, 西本晴男: 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, pp.246-247, 2015.5
 - 9) 江藤稚佳子, 大賀知将, 水野秀明: 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, pp.234-235, 2015.5
 - 10) 西本晴男, 中根和彦, 梶昭仁: 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, pp.144-145, 2015.5
 - 11) 関根敬, 水野秀明, 江藤稚佳子: 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, pp.94-95, 2015.5
 - 12) Risqi Faris Hidayat: 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, pp.40-41, 2015.5
 - 13) 梶昭仁, 西本晴男, 中根和彦: 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, pp.376-377, 2015.5
 - 14) 大賀知将, 木下篤彦, 西岡恒志, 水野秀明, 桜井亘: 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, pp.356-357, 2015.5
 - 15) 秋山一弥, 桂真也, 松下拓樹, 池田慎二, 丸山清輝: 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, pp.312-313, 2015.5
 - 16) 西本晴男, 鈴木雅一, 小山内信智, 執印康裕, 堀田紀文: 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, pp.166-167, 2015.5
 - 17) 西本晴男, 鈴木雅一, 阿部拓実: 東京都水道水源林内の溪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, pp.162-163, 2015.5
 - 18) 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: 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, pp.128-129, 2015.5

2.3.2 現地調査

(1) 国内

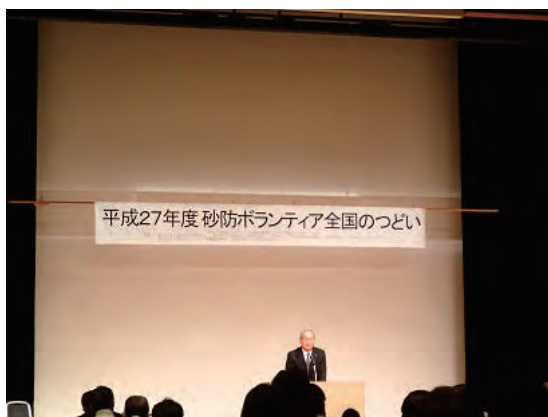
1) 平成 27 年 6 月 3 日～4 日：山形県

6 月 3 日～4 日に、教員 1 名と院生 1 名が砂防ボランティアの活動状況や、土砂災害防止に向けた取り組みを知るため、山形市の山形テルサで行われた『砂防ボランティア全国のつどい』及び『土砂災害防止「全国の集い」』に参加した。

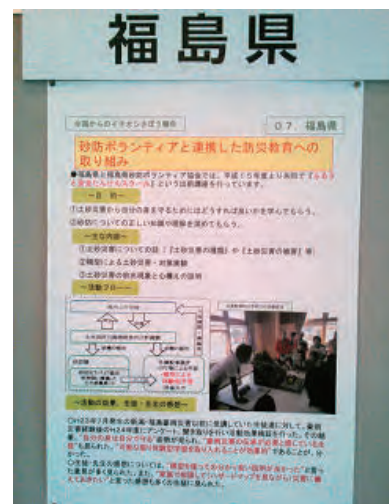
4 日の午前は『砂防ボランティア全国のつどい』に参加し、特定非営利活動法人山口県防災・砂防ボランティア協会と日光砂防ボランティア協会の活動報告に始まり、砂防ボランティア活動等功労者の表彰式（34 名）に続いて、斜面判定士認定証の授与式があり、全国の砂防ボランティアの活動状況と課題について学んだ。砂防ボランティアへの期待が高まっている一方で会員の高齢化等の課題があることを感じた。午後には『土砂災害防止「全国の集い」』に参加した。まず、「土砂災害から命を守るために考えよう」と題したパネルディスカッションがあり、NHK 解説主幹の山崎登氏をコーディネータとして、海堀正博広島大学大学院教授、佐藤誠七山形県白鷹町長、阿部弘之山形県砂防・災害対策課長、安久津俊之気象長山形地方気象台長をパネリスト、大野宏之国土交通省砂防部長をコメンテーターとして迎えて活発な議論が行われた。次に特別講演として、気象予報士の三ヶ尻知子市による「防災に役立つ天気予報活用法」と題した特別講演があり、続いて山形県大蔵村肘折地区自治会、山形県南陽市小滝地区自主防災会としらたか木の駅実行委員会のそれぞれの代表者が、「活かしてほしい私たちの土砂災害体験・取り組み」と題した事例報告があった。なお、特別展示として、会場横の J R 山形駅西広場において、UAV（無人航空機）と災害対策車両などの展示及びデモンストレーションが行われた。

5 日は、『土砂災害防止「全国の集い」』の現地研修会に参加した。コースは肘折方面と蔵王方面の 2 つであり、今回は蔵王方面のコースに参加した。蔵王方面のコースでは山形県砂防・災害対策課のご協力もと、鳴の谷地の地すべり対策事業、蔵王川の火山砂防事業の他、蔵王御釜の現地調査・見学を行った。

【砂防ボランティア全国のつどい】



開会挨拶の様子

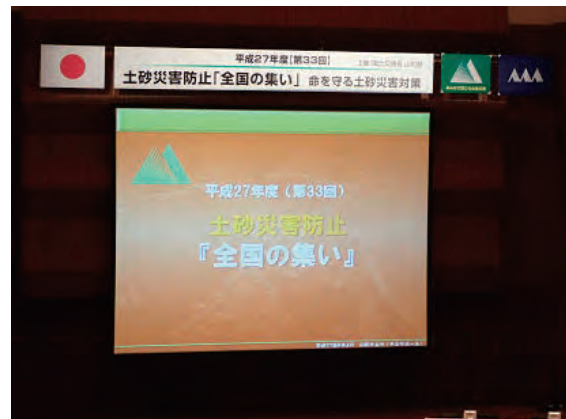


パネル展示

【土砂災害防止「全国の集い」】



会場にて



開始セレモニー



蔵王川火山砂防（下ノ平堰堤）



蔵王川火山砂防（36～40号床固工）



蔵王川火山砂防事業計画図

2) 平成 27 年 7 月 7 日～9 日：福井県

7 月 7 日～9 日に、教員 1 名と院生 2 名が、福井県内における砂防施設調査を行い、計画当時の設計思想や施工上の工夫点を調査するとともに、平成 10 年・16 年などの主要災害後の復旧状況・施工後の状況を確認した。調査にあたっては、日光産業株式会社の川端様にお世話になった。

調査箇所を表－1 および図－1 に示す。

表－1 調査対象一覧表

日程	No.	調査箇所	主な内容
7 日	1	^{いふり} 飯降地区	雪崩対策工
	2	赤谷川	明治期の石積堰堤、アカタン砂防ミュージアム
	3	^{しょうかんぼ} 白狐保川	鋼製透過型堰堤（小礫対応のリング状ネット使用）
	4	岡本川	アーチ型堰堤
8 日	5	神宮川	函渠型流路工
	6	三ッ俣川	ダブルウォール工法による堰堤
	7	高尾川	親水区間を設置した溪流保全工
	8	^{かなだに} 金谷川・ ^{またに} 間谷川	不透過型堰堤、流木止工
	9	糠川	糠川の河川トンネル
	10	^{くらつくり} 蔵作川・ ^{ひえなえ} 稗苗川	ダブルウォール工法、溪流保全工、植生配置護岸
9 日	11	梅浦川	コンクリートスリット堰堤（横栈の状況）
	12	越前海岸	急傾斜地対策

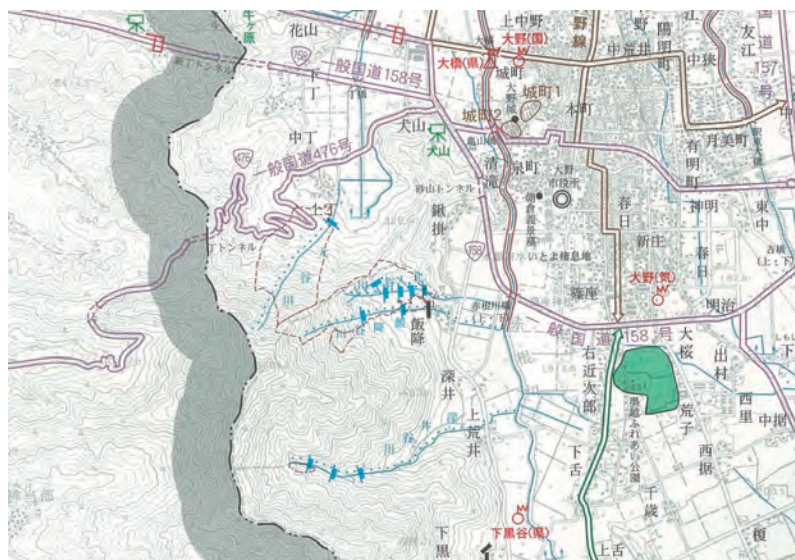


図－1 調査位置図（背景図：電子国土 Web）

・調査内容

（1）飯降（いふり）地区

- ・ 飯降地区での雪崩対策は予防柵工・減勢工・防護擁壁工からなる。
- ・ 防護擁壁工は長大な構造物（L=237m）であり、上下流間を移動するための移動路が複数確保されている。管理用通路・流路箇所のほか、動物が移動するための移動路が設けられている。
- ・ 防護擁壁工のコンクリート表面に行った樹脂吹付工について、現在、一部箇所で剥離を確認することができる。



飯降地区位置図（背景図：奥越土木事務所管内図）



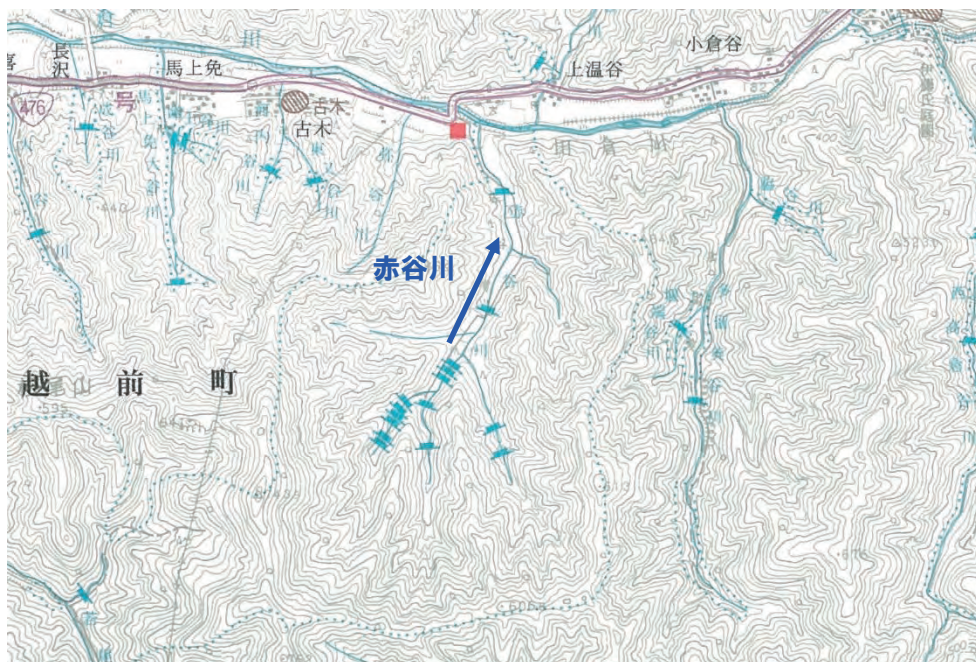
防護擁壁工



樹脂吹付工の剥離状況

(2) 赤谷川

- ・ 赤谷川は地元で「アカタン」と呼ばれており、明治期に堰堤群が築造された。平成 16 年には登録有形文化財に指定されている。
- ・ 管理路の一部に木材チップが敷かれている。地元のボランティアにより定期的に敷設作業が行われているとのことである。
- ・ 堰堤の築造に地元の人々が多数関わったことから、砂防堰堤の伝承のみならず歴史・自然・民族文化を学べる場として「アカタン砂防エコ・ミュージアム」として整備されている。



赤谷川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



移動路における木材チップ敷設状況



松ヶ端堰堤天端右岸より撮影



右岸より八号堰堤を望む



左岸より奥の東堰堤を望む



登録有形文化財指定銘板



ミュージアム館内

(3) 白狐保川(しょうかんぼがわ)砂防堰堤

- ・ 無害土砂を下流に流す機能を保持しつつ比較的小粒径の土石流を捕捉することを目的に、国内では初の事例となる鋼製格子型堰堤とリング状ネットを組み合わせた構造で

整備された。

- ・ φ30cm のリング状ネットを採用し、小粒径の土石流を捕捉することができる。破損リングのみを取り替えることができる構造となっており、維持管理が容易である。
- ・ 堰堤下流側では、ふとんかごを用いた溪流保全工が実施されている。



白狐保川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



下流より堰堤を望む



リング状ネットの設置状況

(4) 岡本川

- ・アーチ型砂防ダムである岡本川砂防堰堤は、昭和 60 年に完成した。
- ・堰堤のアーチは 3 心等半径アーチとなっており、高さの異なる曲率半径で設計されている。

- ・ 堰堤には取水口が 3 段にわたって設けられており、下流側での和紙製造に必要な水として利用されている。



岡本川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



右岸より堰堤を望む



岡本川堰堤湛水部の取水口

（５）神宮川

- ・ 神宮川は平成 10 年の土石流被害を受けて上流側では砂防堰堤 2 基、下流側では函渠型流路工の整備が平成 11 年度より実施された。
- ・ 神宮川函渠の上流側では砂溜工を設け函渠内に土砂・流木が流入しないよう工夫されている。
- ・ 神宮川函渠区間は大瀧神社の参道となっており、函渠とすることで道路幅員の確保を実現できた。一方で、足下に流路が存在していることを住民に伝える目的で、側溝に見えるように設置している。
- ・ 神宮川函渠区間の中央部に、堆砂土砂・流木を搬出するための明かり部分と、管理用

作業車両が作業・転回できるスペースが設けられている。



神宮川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



神宮川砂溜工



神宮川函渠上流端



函渠上の道路



側溝



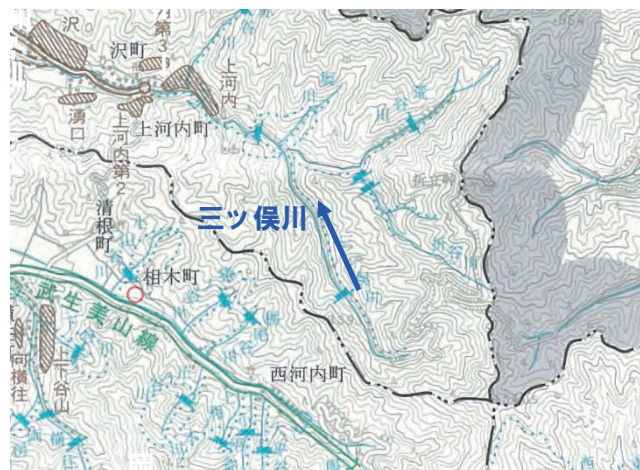
岡本川との合流点



作業車両転回スペース

(6) ミツ俣川

- ・ 上流側では鋼製スリットダム、下流側ではダブルウォール工法による堰堤で整備されている。



ミツ俣川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



上流側堰堤（右岸より望む）



上流側堰堤（下流より望む）



下流側堰堤（右岸上流より望む）



下流側堰堤（下流より望む）

（７）高尾川

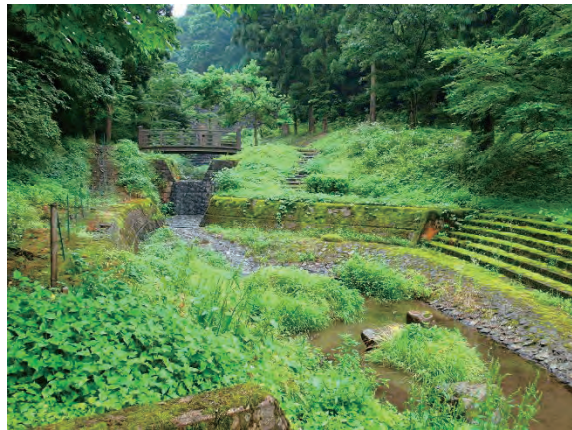
- ・ 高尾川では、溪流保全工が親水区間として整備されている。



高尾川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



高尾川溪流保全工（左岸より下流を望む）



高尾川溪流保全工（右岸より上流を望む）

(8) ^{かなだに}金谷川・^{またに}間谷川

- ・ 間谷川では、本堰堤に不透過型堰堤を用いており、その下流側に流木止工を配置している。



金谷川・間谷川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



金谷川堰堤



間谷川堰堤

(9) 糠川

- ・ 河川事業として、昭和 62 年に完成した事業である。
- ・ トンネル河川（L=414m）の上流から土砂、流木が流入しないよう 3 箇所の沈砂池整備が行われている。
- ・ 旧河川は福井県道 3 号福井大森河野線として整備されている。



糠川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



河川トンネル吐口部



河川トンネル呑口部



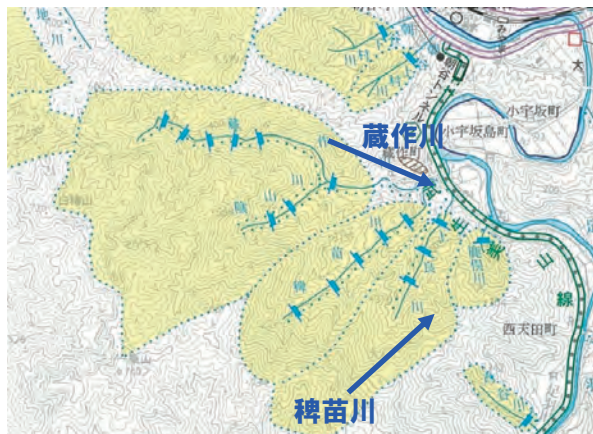
沈砂池・落差工



河川、道路改修記念碑

(10) 蔵作川・稗苗川

- ・ 稗苗川 1 号堰堤はダブルウォール工法により整備されている。
- ・ 1 号堰堤の側壁にはふとんかごが用いられおり、通常のコンクリート堰堤であれば側壁天端部に勾配をつけるところを、ふとんかごの格子にあわせた段差となっている。
- ・ 蔵作川の緩勾配区間では、植生を配置した護岸としている。



稗苗川・蔵作川位置図（背景図：福井土木事務所管内図）



稗苗川 1 号堰堤



稗苗川 1 号堰堤右岸側壁



稗苗川 1 号堰堤天端部の植生状況



稗苗川 1 号堰堤



蔵作川・稗苗川合流点



合流後護岸植生の状況

(11) 梅浦川

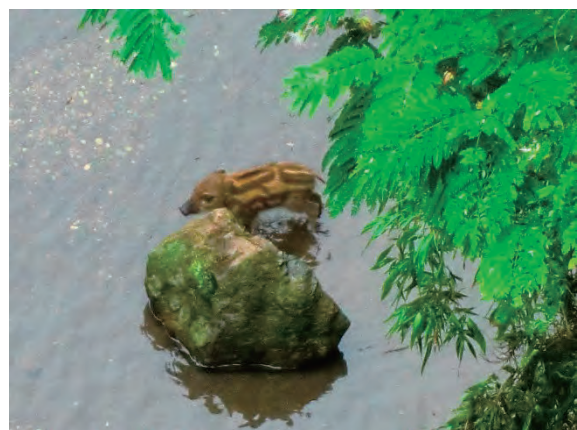
- ・ 上流側堰堤では、コンクリートスリット部に横桟を配置している。
- ・ 下流側堰堤は、水面部の堤冠部に間知石を配置した 50 年以上前に整備された砂防堰堤で採用されていた構造となっている。



梅浦川位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



上流側堰堤の横桟



堰堤付近で確認したウリボウ



間知石の設置状況



H10 当時に被災した箇所 の 現況

(12) 越前海岸

- 越前海岸周辺では急傾斜地となっており、対策工がなされている。



越前海岸周辺位置図（背景図：丹南土木事務所管内図）



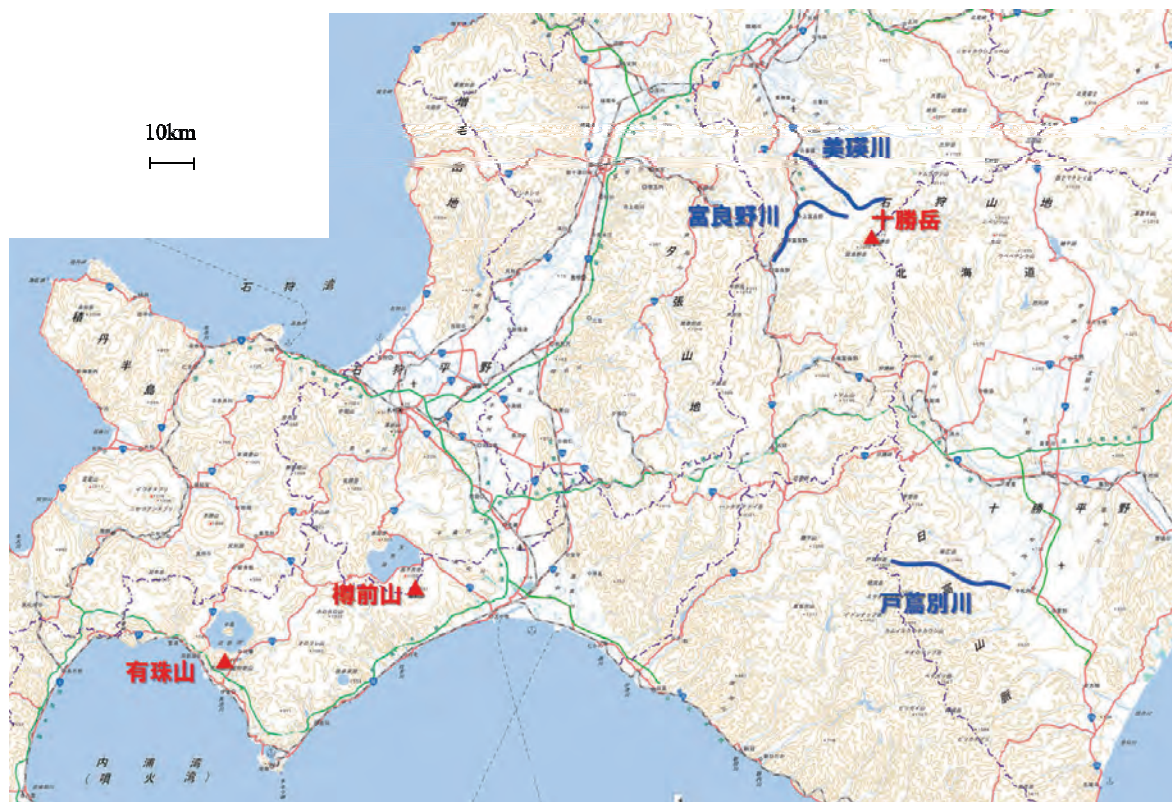
がけ崩れ対策工（法粹工）



背後地を望む

3) 平成 27 年 8 月 24 日～27 日：北海道

8 月 24～27 日に、教員 1 名と院生 3 名、交換留学生 1 名が北海道内で行われている火山砂防事業や札内川流域で行われている直轄砂防事業について、計画、設計、施工、維持管理状況の調査を行いました。調査にあたり、北海道開発局、北海道庁の皆様には大変お世話になった。調査箇所を図－1 に示す。



図－1 調査箇所位置図

1. 札内川流域（戸蔭別川）

札内川流域は帯広市・中札内村・幕別町の 3 市町村に跨り、国内有数の穀倉地帯である十勝平野が広がる。また、札幌市と釧路市を結ぶ国道・鉄道の重要交通網が流域を横断している。昭和 30 年の土砂災害を契機に、昭和 47 年度より十勝川直轄砂防事業に着手している。



図－２ 札内川流域図（帯広開発建設部説明資料より）

（１）戸蔭別川第２号砂防堰堤建設工事

- ・ スリットは５箇所のうち２箇所まで完成しており、未完成の３箇所が現在の河川流路に係る部分である。本来であれば未完成の３箇所から着手したほうが流路付け替えなど容易となるはずであるが、用地買収の問題もあって完成済の２箇所の水通しから着手している。スリット部は流下する水や土砂で摩耗されやすいことから、ラバースチール（ゴム＋鋼板）で保護されている。
- ・ 北海道内では、仮囲や給熱養生を用いた冬季施工が普段から実施されているとのことであった。寒中コンクリートとなるため示方書には 0°C 以上に関する規定があるが、現場ではそれよりも厳しく施工時に 5°C 以上保つようにしているとのことである。
- ・ 札内川上流においては、深成岩（斑瀲岩、花崗岩等）・変成岩（ホルンフェルス等）が分布し、日高造山運動の影響を受け脆弱で土砂が生産されやすい特徴を持つ。
- ・ 施工済区間の末端には止水板を設置しており、今後施工する堤体との隙間から水が流出しないよう配慮されていた。



下流より堤体・スリットを望む



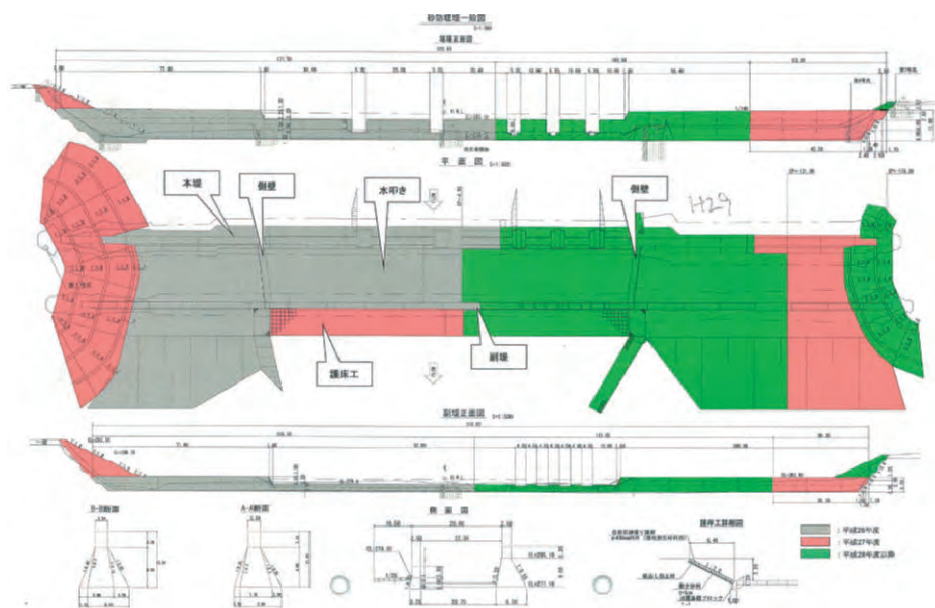
上流よりスリットを望む



施工済箇所の末端（止水板の設置）



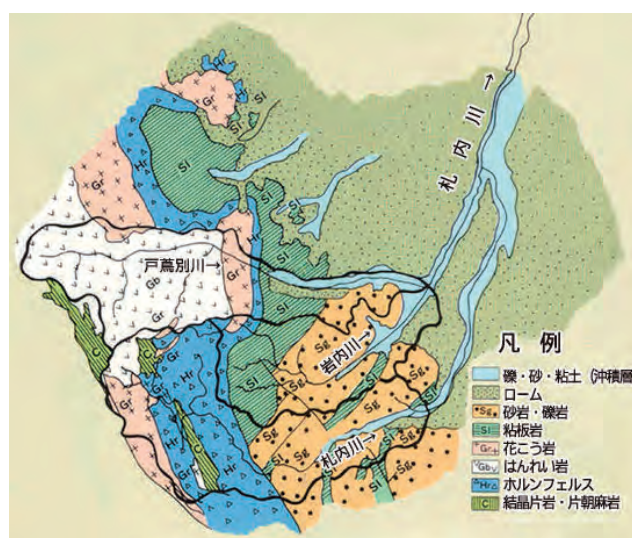
現河道の状況（未施工区間）



図－3 戸蔭別川第2号砂防堰堤建設工事構造図（施工状況）

表－1 堰堤諸元および H27.8 時点完成状況

項目	計画諸元	H27.8 時点
本堤堤長	323.5m	171.3m
副堤堤長	316.0m	155.5m
コンクリート量	21,300m ³	11,080m ³
スリット (H=5.0m)	5 本	2 本
本堤堤高	8.0m	—
副堤堤高	3.0m	—



図－4 札内川流域地質図（国土庁土地利用図）

2. 十勝岳（富良野川・美瑛川）

十勝岳の砂防事業は、昭和 63 年の噴火を踏まえ平成元年に策定された十勝岳周辺火山泥流対策基本計画（案）に基づいて進められている。基本計画（案）で想定する現象は噴火に伴う融雪を誘因とする大正泥流相当の火山泥流であり、計画対象泥流総量を美瑛川 610 万 m³、富良野川 1,330 万 m³と定めており、このうち施設で捕捉できる量としては、美瑛川 210 万 m³（H21 末時点）、富良野川 426 万 m³（H22 末時点）となっている＊。美瑛川は直轄事業として、富良野川は補助事業として行われている。



図ー５ 十勝岳および美瑛川・富良野川位置図※

※十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画に関する検討報告書、2010.3、

十勝岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会

(1) 富良野川 3号砂防堰堤

- ・ 当初は堤長 375m、堤高 15m、貯砂量 690,000m³の堰堤として整備され S59 竣工している。後に嵩上げを実施し、現在は堤長 445m、堤高 18m、貯砂量 1,946,000m³となった。
- ・ 当初は土石流対策を目的とした堰堤であったが、嵩上げは火山泥流対策を目的に行われたものである。当初は本堤、第 1 副堤で構成されていたが、平成 22 年に第 2 副堤、垂直壁が増築されている。
- ・ 暗渠型の透過型堰堤であり、4m×4m の暗渠が 2 基設けられており、計画洪水相当を

流下させることが可能となっている。



堰堤全景

（２）富良野川２号透過型堰堤

- ・ 堤長 917m、堤高 14.5m、効果量 590,000m³の堰堤であり、H7 着工、H13 竣工している。透過型堰堤として H27 現在堤長は国内最大の施設となっている。
- ・ 鋼管直径は 60cm、厚さ 13～25mm となっている。
- ・ 鋼管を流下する石礫から保護するため、平常時の流路に相当する鋼管には間伐材が周囲に巻かれている。



堰堤全景



鋼管の保護

（３）富良野川４号底面スクリーン堰堤

- ・ 日本に 4 基設置されている底面スクリーンダム の 1 つである。他の 3 基は焼岳（長野県）、野尻川（鹿児島県）、大沢川（静岡県）に位置する。スクリーンにより土石流を水と土石に分離させることで、土石流の停止を図る施設である。
- ・ スクリーン部に用いる鋼材は、石詰まり防止のために逆台形の形状になっている。
- ・ 土石流第一波によりスクリーン堆積後、第二波を適切に下流へ流下することができるよう、スクリーン側方に導流工が設置されている。
- ・ 富良野川は強酸性であり、現地においても植生繁茂が乏しく、また鋼材の腐食が進行

しておりコンクリートによる補修がなされていた。



堰堤全景（上流より撮影）



堰堤全景（下流より撮影）



鋼材の状況（逆台形）



堰堤側方の導流工（右岸）

（４）十勝岳火山砂防情報センター

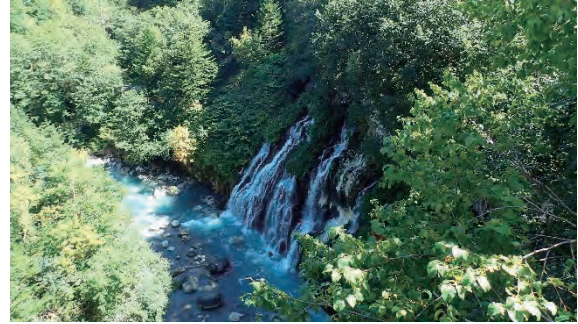
- ・ 十勝岳火山砂防情報センター（VOLGA）は 1988 年の噴火を機に、監視カメラ、各種センサーの集中監視を行う施設として整備されている。VOLGA は白金温泉街の一時避難場所となるほか、展示室を設け噴火史・火山砂防事業を学ぶことができるようになっている。
- ・ VOLGA は高台に位置しており、地域住民・観光客が白金温泉街から速やかに避難できるよう、歩道橋（ブルーリバー橋）やシェルター付きの階段が設置されている。噴火が発生した際には連絡到達後 5 分以内に地域住民・観光客が避難完了できることを想定している。
- ・ 平成 20 年代に監視室の機材更新を行っており、機材のコンパクト化を図ることができた。
- ・ 夜間に泥流センサーが感知した場合には、職員の官用携帯に通知されるとのことであった。センサーの誤感知も多いとのことであった。
- ・ 美瑛川に架かるブルーリバー橋は、コバルトブルーの美瑛川に白ひげの滝が見られる名所ということで、調査当日も多くの観光客が訪れていた。



図－6 白金温泉街周辺空中写真



VOLGA 外観



美瑛川と白ひげの滝

(5) 美瑛川における砂防事業

- ・ 昭和 63 年の噴火を契機に、緊急減災事業としてブロック堰堤が整備された。
- ・ ブロック堰堤の上流が湛水し、この湛水池が「青い池」と呼ばれ観光地となっている。
上流の白金温泉地区で湧出しているアルミニウムを含んだ水が美瑛川の流水と混じることによりコロイドが生成され、太陽光が水中のコロイド粒子と衝突し波長の短い青い光が散乱されることで青く見えると言われている。
- ・ 事業の過程でブロック堰堤の袖部が切り下げられることとなったが、青い池を存続させるべく町から開発局へ要望を行った結果、美瑛川と青い池の間に閉切堤防を設けられることとなり現在でも青い池の水位が確保されている。



ブロック堰堤袖部（青い池外周）



青い池

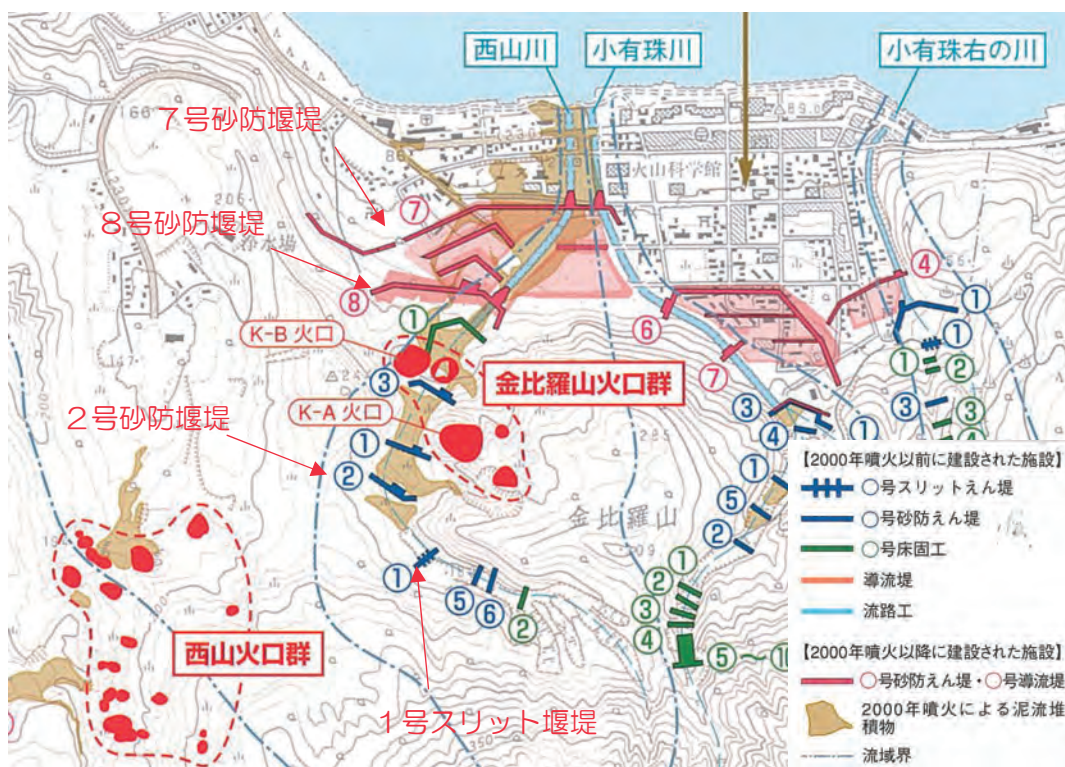


閉切堤防

3. 有珠山（西山川・源太川）

（1）西山川砂防施設と災害遺構

- ・ 西山川では 2000 年噴火で金毘羅山北西斜面の噴火口から発生した火山泥流によって、公営浴場や公共住宅が被災するとともに、橋が流された。被災した構造物は災害遺構として保存されている。
- ・ 西山川には、2000 年噴火の後に火山泥流対策として、堤長 595m と堤長 437m のダブルウォール（二重鋼矢板）堰堤が施工されている。ダブルウォール堰堤は、有珠山周辺が火山噴出物からなる軟弱地盤であることや、噴火時の地殻変動に対してもある程度の追従が可能となることや、現地発生土を有効利用できるという利点を持つ。
- ・ 西山川上流には 1977 年噴火後に土石流対策として施工された鋼製自在枠堰堤とスリット堰堤がある。



図ー7 西山川位置図（有珠山の砂防パンフレットに加筆）



被災した公営浴場



約 150m 上流から流された橋



7 号砂防堰堤



8 号砂防堰堤



2 号砂防堰堤



1 号スリット堰堤

（２）西山火口散策路

- ・ 2000 年噴火により生じた火口付近に全長 1.6km の散策路が整備されており、火山活動による地殻変動による町道や国道の隆起や、噴石により損壊した菓子工場や、幼稚園の遺構を見ることができた。
- ・ 噴火湾側へ下り勾配であった町道および国道は地殻変動により約 70m 隆起したことで、その一部が逆勾配となり、冠水している。
- ・ 幼稚園には、噴石による穴が随所にあり、火口付近の建物内への避難の危険性を物語っていた。緊急時には噴石から観光客の身を守るためのシェルター等が必要となる。



図－８ 西山火口散策路位置図（国土地理院電子地図に加筆）



冠水した国道



隆起した町道



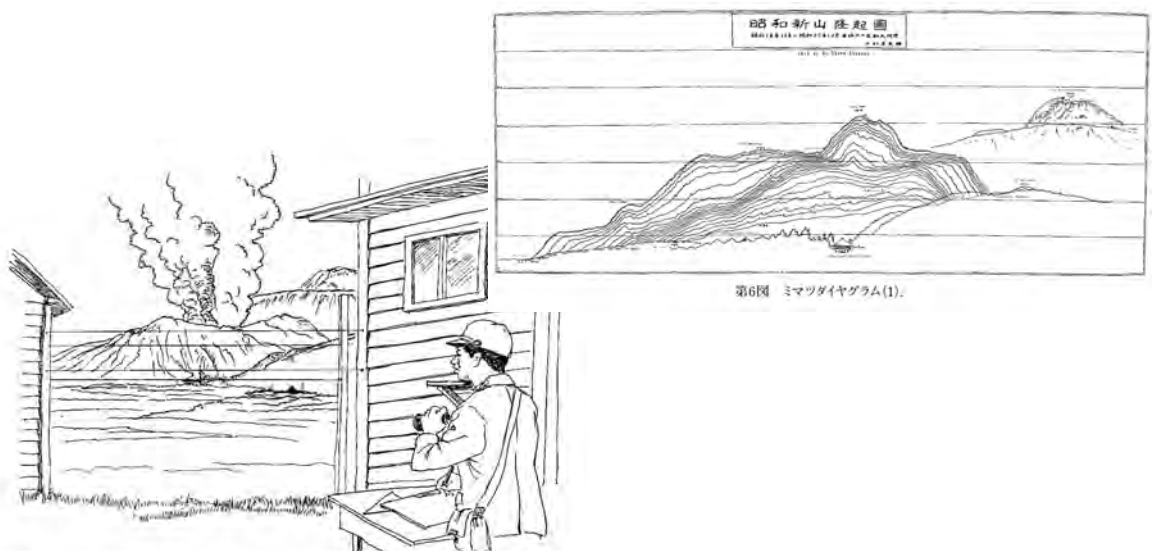
7m 隆起したカルバート



被災した幼稚園

(3) 三松正夫記念館

- ・ 三松正夫は、1943 年～1945 年の有珠山の火山活動（1944 年噴火と称されている）の際に、昭和新山が形成される過程をスケッチおよび定点測量によって、記録しミマツダイヤグラムを作成した。
- ・ 記念館では、1944 噴火の際の資料が多数展示されていた。
- ・ 館内撮影禁止のため、写真なし。
- ・



第2図 創意工夫による簡易定点観測法、視線が一定になるように頭を載せる台を固定、水平にテグス糸を張って基準とした。

図ー9 ミマツダイヤグラムと観測方法（三松 2004※より引用）

※火山誕生を見守り続けた郵便局長 三松正夫記念館、2004. 5、三松三郎、地質ニュース 597 号、p. 52-59

(4) 源太川災害遺構

- ・ 1977 年火山遺構公園として整備されており、1977-78 噴火の際に地殻変動により倒壊した病院跡が保存されている。
- ・ 地殻変動により倒壊した病院では、1 階部分が潰れ、2 階 3 階部分が残っている。
- ・ 災害遺構の上流には 1977-78 年噴火の後に砂防堰堤が整備された。
- ・ この砂防堰堤は、本講座の西本教授が当時北海道庁に出向していた折に、設計、施工を担当した施設である。



図-10 源太川位置図 (有珠山の砂防パンフレットに加筆)



現地の説明板

倒壊した病院

4. 樽前山（錦多峰川・覚生川）

（1）調査位置



図－11 樽前山砂防施設位置図（北海道開発局提供資料に加筆）

（2）錦多峰川（にしたつがわ）2号遊砂地

- 平成13年度に工事に着手し、平成17年度に完成した。高さ14.5m、直径41mの鋼矢板セルを9基設置した透過型堰堤であり、幅5mのスリットが4箇所設置されている。堤長は570m、水通し幅は329mである。
- スリットの幅は大規模噴火を対象としているため、中～小規模噴火により発生した火山泥流に対しては、スリット部分にブロックによる閉塞を行う。



鋼製セル堰堤



遊砂地の全景（現地説明板より）

(3) 覚生川（おぼっぷがわ） 1号堰堤

- ・ 堰堤高さ 14.5m、直径 22～29m のセル 13 基からなる透過型堰堤であり、幅 1.7m のスリットを 1 箇所設けている。堰長は 342m、水通し幅は 181m であり、平成 27 年に完成予定である。
- ・ 袖部の天端には手すりが設けられており、近隣の小中学生を対象とした見学も企画・実行されている。



事業概要の説明を受ける様子



袖部天端から見た堰堤の全景

(4) 覚生川（おぼっぷがわ） 2号堰堤

- ・ 現在施工中の堰堤。堰堤高さ 14.5m、直径 26～31m のセル 8 基からなる透過型堰堤であり、幅 1.7m のスリットを 1 箇所設けている。堰長は 235m、水通し幅は 128m の計画である。
- ・ 鋼矢板セルの施工方法は、円弧状に組み立てた長さ 1m の鋼矢板で壁を構築したのち、その中を現地発生土で充填し、現地発生土に十分な転圧を行ったうえで、次の鋼矢板を組み立てて行う。



右岸側の完成したセルと切土法面



左岸側袖部の切土法面

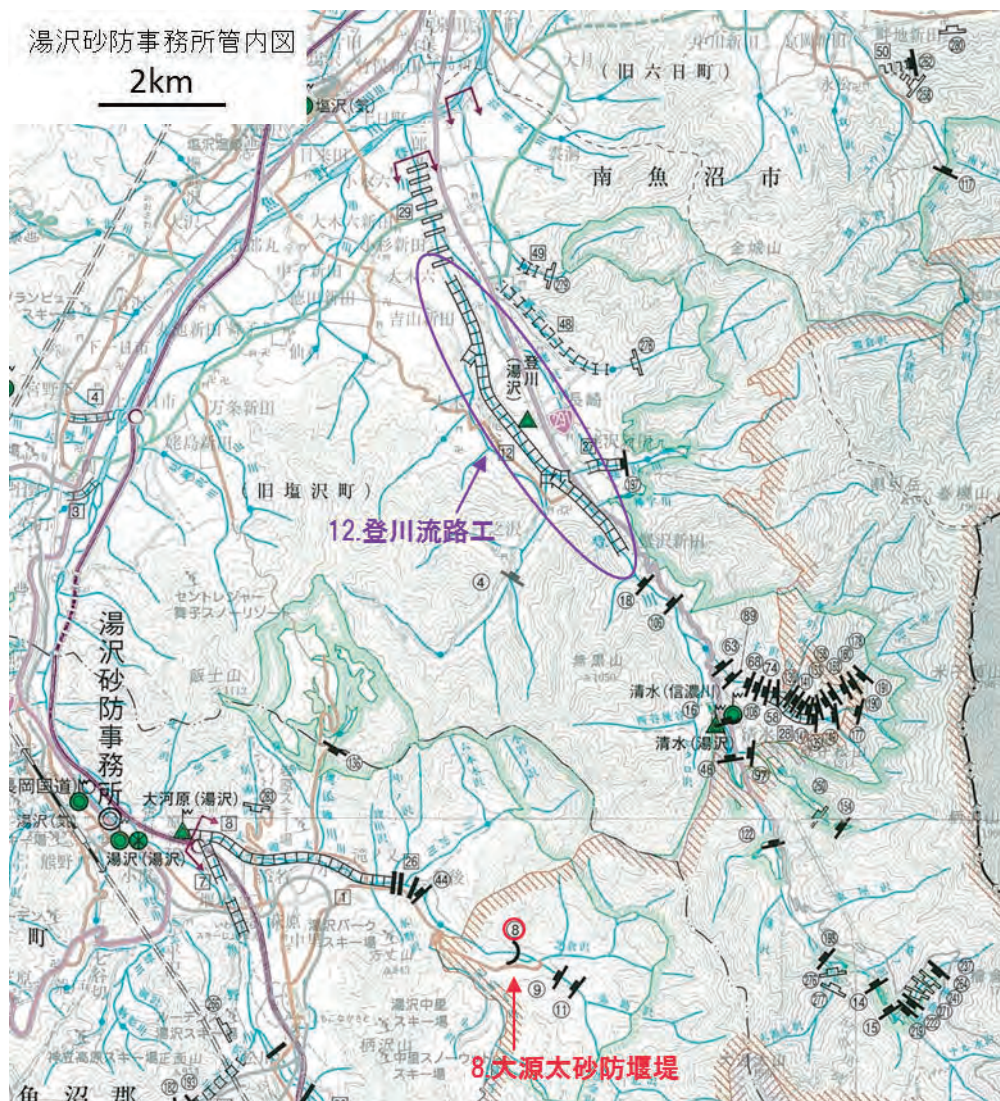
4) 平成 27 年 11 月 26 日～27 日：新潟県・長野県

11 月 26～27 日に、教員 1 名と院生 4 名が昭和 10 年 9 月の豪雨災害を契機として始まった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の調査を実施した。また、平成 16 年の新潟県中越地震で大きな被害を受け、現在も再度災害防止に向けた工事が実施されている旧山古志村を対象として、現地調査とあわせて当時の危機管理対応の状況や地域復興の状況について確認した。調査にあたっては、北陸地方整備局湯沢砂防事務所の皆様にお世話になった。



図－1 流域概要図（湯沢砂防事務所事業概要に追記）

1. 大源太川・登川流域における砂防事業



図－2 大源太川・登川流域調査箇所図

(1) 大源太川第一号砂防堰堤（堰堤番号 8）

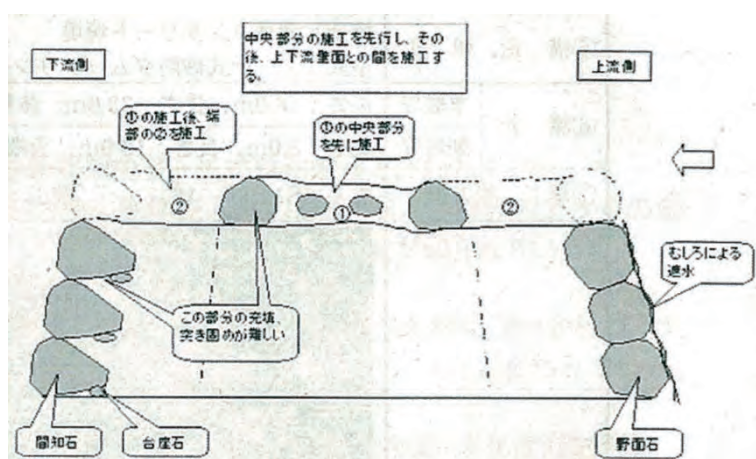
昭和 10 年 9 月の暴風雨により、魚野川の各所で土砂災害が発生し、この災害を契機として昭和 12 年度より直轄砂防事業が開始された。大源太第一号砂防堰堤は、昭和 13 年 5 月着工、昭和 14 年 11 月に竣工した堤長 33m、堤高 18m のアーチ型堰堤であり、現存している施設の中では国内で 2 番目に古いアーチ型堰堤である。平成 15 年には登録有形文化財に登録され、平成 23 年には土木学会土木遺産に登録された。

粗石コンクリートと呼ばれる構造形式であり、堤体の表面・裏面を割石で構成し内部には中詰め石として付近の土石を 30%程度混入しその内部にコンクリートを充填したものである。当時高価であったセメント量を減らすことができるため、当時は一般的に用いられ

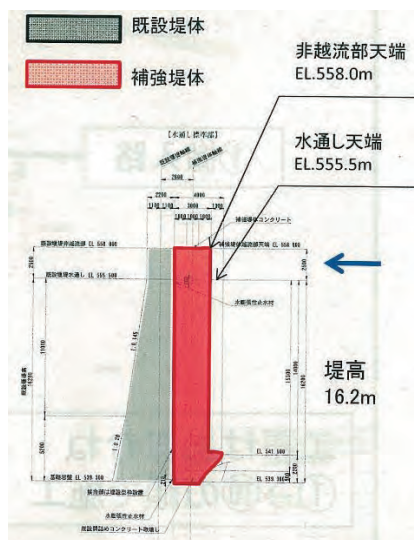
ていた。

昭和 39 年ごろには堤体貫入部の岩盤、堤体表面からの漏水が顕著となるほか一部岩盤の洗掘が生じていたため、堤体補強工事が行われた。この工事により漏水はほとんどなくなったものの、現在は堤体上部において多量の漏水が生じているため対策が必要な状況となっている。また、堤体のボーリング調査を事務所は実施しており、空隙の多い低品質なコンクリートが分布していることが確認されている。

流域には、同等の効果量を一度に確保できる堰堤の適地はなく現在の堰堤を補強する対策となったほか、登録有形文化財・土木遺産に指定されていることから現在の堰堤の上流側に補強堤体を設置することとなった。平成 27 年より工事着手し、平成 32 年完成予定である。

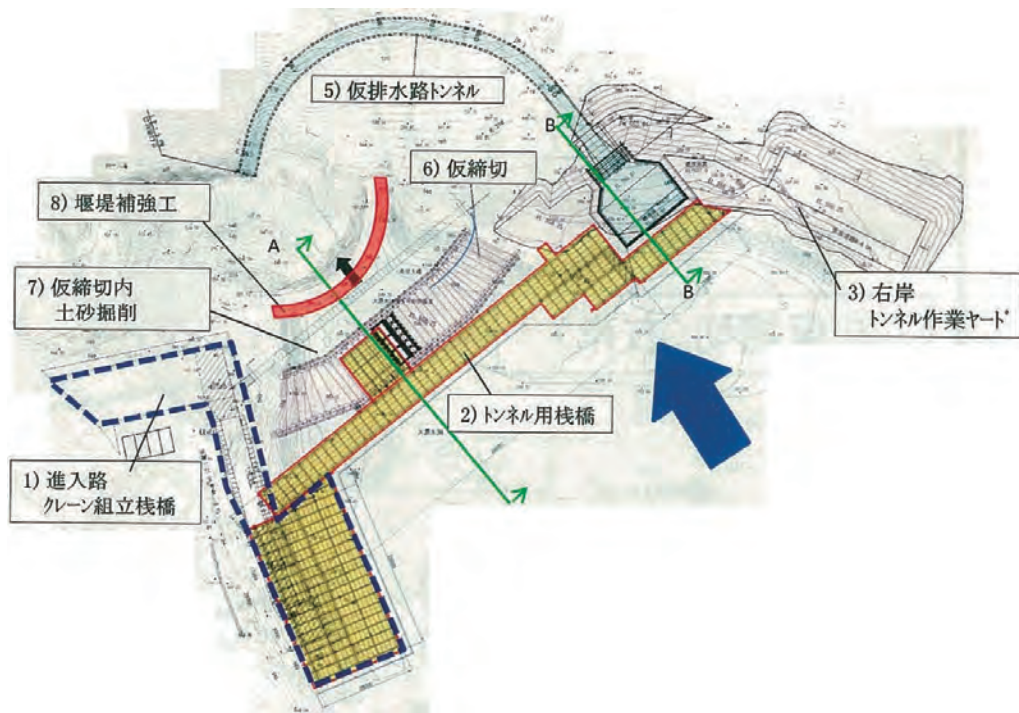


図－3 粗石コンクリート模式図

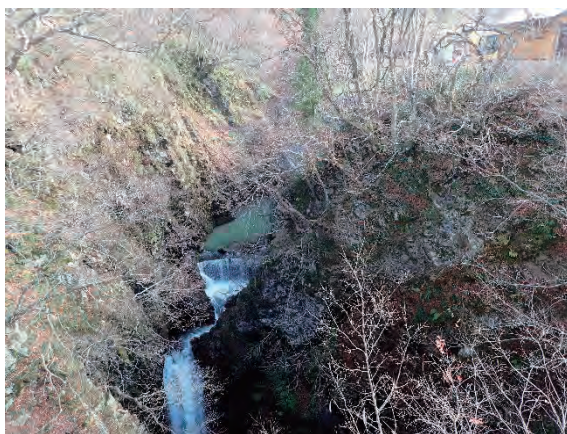


図－4 堤体補強模式図

(いずれも湯沢砂防事務所資料より)



図－５ 補強工事の工程（湯沢砂防事務所資料より）



堰堤全景



副堰堤



搬入路施工の様子



登録有形文化財記念碑

(2) 登川^{のぼりかわ}流路工(床固・溪流保全工番号12)

登川流域では上流からの土砂流出量が大きく、根本的な治水対策が求められていた。昭和 40 年代には安全な土地確保のための登川整備の要望が高まり、昭和 51 年度より事業着手、平成 10 年に完成した流路工である。延長 5.85km に床固 46 基を設置。計画勾配が 1/40 ～1/60 となる施設配置計画である。登川には、ヤマメ・イワナ・カジカなどの溪流魚が生息しており、すべての床固工に魚道が設置されているほか、親水公園が 3 箇所設けられている。この床固工の下流での河床洗掘（深掘れ）が進行しており、床固工の補強を行うとともに、全断面魚道の整備を実施している。



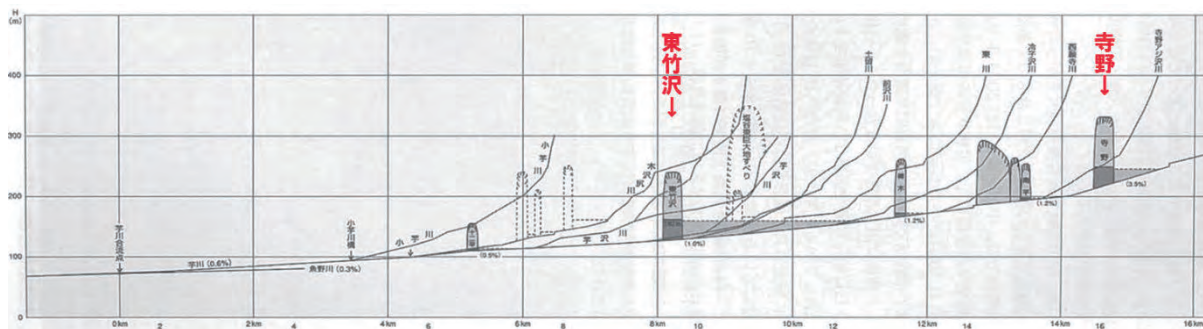
流路工・親水公園



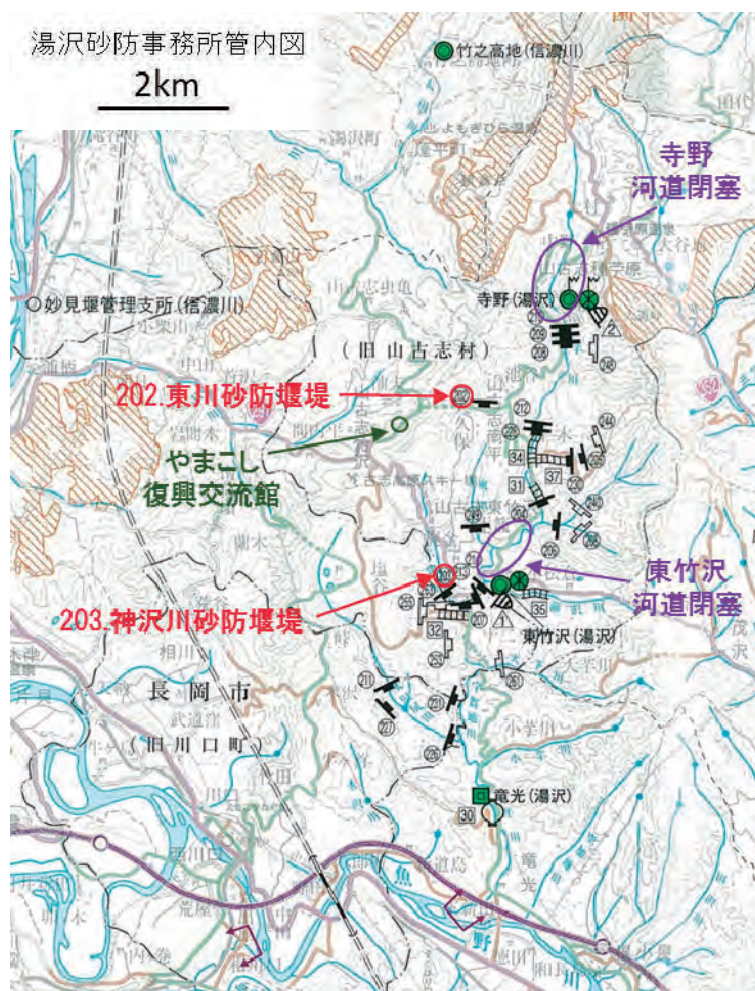
既設床固工の補強工事

3. 芋川流域における砂防事業

平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震では、芋川流域に甚大な被害を及ぼし、河道閉塞が発生した。中でも、東竹沢・寺野地区での河道閉塞では地すべり土砂量が 100 万 m^3 を超える大規模なものであった。閉塞箇所が決壊した際には、下流の竜光地区を中心に甚大な被害が考えられるため、流域の中でも優先度が高い 11 箇所で砂防事業と 1 箇所の地すべり対策事業の 12 箇所の緊急事業が行われた。



図－１ 芋川の河床縦断面図と河道閉塞¹⁾



図－２ 芋川流域調査箇所図

(1) 神沢川砂防堰堤(堰堤番号203)

芋川の支川である神沢川では、河道沿いの斜面崩壊により河道が閉塞した。今後も崩壊土砂が下流へ流出する恐れがあり、土砂を捕捉できる施設として神沢川砂防堰堤が平成 18 年に竣工した。鋼製セル堰堤の中詰土として、東竹沢での崩壊土砂を利用している。



施設全景（下流左岸より撮影）

(2) 東竹沢地区における河道閉塞

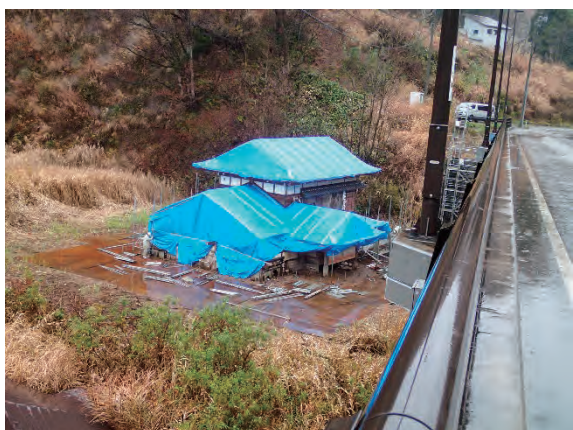
芋川流域の大規模河道閉塞の 1 つである東竹沢の河道閉塞では、上流の木籠集落が水没した。地すべりによる崩壊土砂量は 1,295,540m³、河道閉塞の高さは 31.5m、最大湛水量は 2,560,500m³ に及んだ。発生時の応急活動では、越流防止を目的にポンプ排水・仮設排水路・仮設排水管による排水活動が実施された。平成 19 年には、東竹沢 1 号・2 号砂防堰堤（堰堤番号 213・214）が完成している。



旧東竹沢小学校跡



整備された砂防堰堤 2 基



木籠集落の水没した民家
(保存のための作業中)



集落を記した石碑

(3) 寺野地区における河道閉塞

平成16年新潟県中越地震では、芋川左岸での地すべりに伴う河道閉塞が発生した。地すべりによる崩壊土砂量は $1,040,220\text{m}^3$ 、河道閉塞の高さは 31.1m 、最大湛水量は $387,500\text{m}^3$ に及んだ。東竹沢地区と同様に、応急活動では越流防止を目的にポンプ排水・仮設排水路・仮設排水管による排水活動が実施されたが、下流に東竹沢地区の湛水があることから河道閉塞の水位バランスを考慮しながらの排水活動であった。



寺野地区地すべり状況

(4) ^{あずまがわ}東川砂防堰堤(堰堤番号202)

平成16年新潟県中越地震では、東川の上流部でも崩壊が発生した。不安定な土砂が残っており、東川の上流部での芋川流域の主要な生活道路である県道（23号柏崎高浜堀之内線と24号栃尾山古志線を兼ねる県道）を保全するため、堤高 14.8m 、堤長 56.7m の堰堤が平成18年に竣工した。堰堤位置はもろい砂質となっており、ブロック積とすることで堰堤が地形変化に追従する構造がとられた。現在、堰堤正面から見た場合に上方向に凸となる弧形に変形している。ブロックにはビーハイブが採用され、東川砂防堰堤から 6.5km 離れた広神ダム（平成23年竣工、多目的ダム）建設現場を利用してブロックの製造が行われた。



堰堤全景



堰堤正面（地形変化に追従した様子）

（5）やまこし復興交流館”おらたる”

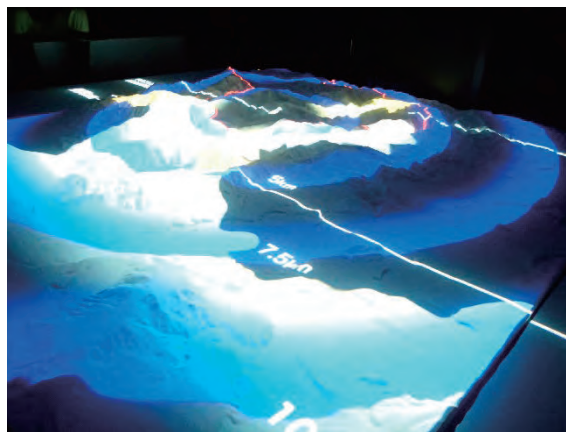
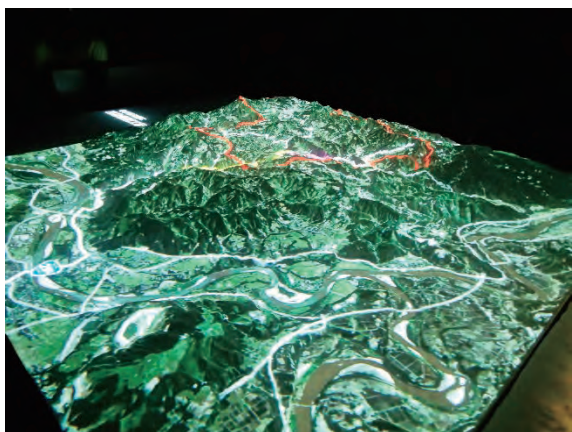
やまこし復興交流館は、中越地震から9年後にあたる平成25年に開設された施設である。被害を受けた時の状況や復旧・復興に向かう様子が展示されている。地形模型シアターでは、プロジェクションマッピングを利用し山古志地域の概況、中越地震の状況など紹介している。



写真展示

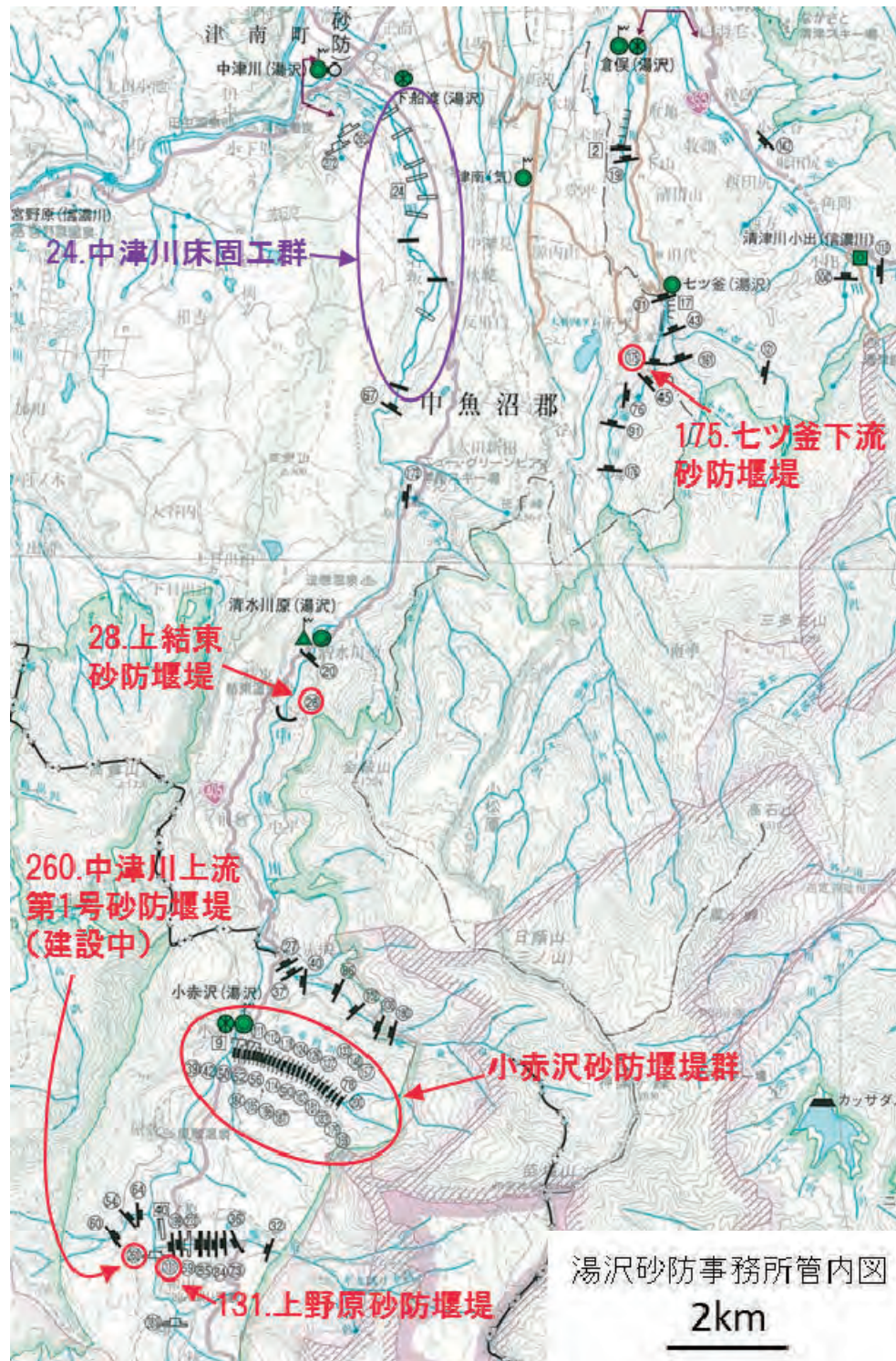


仮設住宅・集会場の再現



地形模型シアター（プロジェクションマッピング）

4. 清津川・中津川流域における砂防事業



図－3 清津川・中津川流域調査箇所図

(1)七ツ釜下流砂防堰堤(堰堤番号175)

平成 7 年 4 月下旬、雪解け水により七ツ釜の最上流部にある一番滝の右岸が高さ 30m、幅 100m にわたり崩壊した。すべての釜が土砂により埋没し、下流への土石流災害が懸念されたため、七ツ釜下流砂防堰堤が平成 8 年着工、平成 9 年竣工された。堤高 14.5m、堤長 31.3m の重力式不透過型堰堤である。

全国でも稀にみる自然景観であり、昭和 12 年には名勝天然記念物「七ツ釜」として指定されており、堰堤整備にあたっては擬岩ブロックを使用して堰堤と周辺の景観が馴染むよう配慮されている。



一番滝（崩壊前）²⁾



一番滝（右岸崩壊後）²⁾



下流より堰堤を望む



右岸崩壊によりできた平地

(2)上結東砂防堰堤(堰堤番号28)

中津川は中流部に苗場山などの火山を抱えた荒廃河川であり、不安定土砂が流域に存在する。中流部に比較的大きな堰堤を設置することで、上流域からの土砂流出を抑制する。上結東砂防堰堤は、昭和 31 年着工、昭和 36 年竣工の堤高 33m、堤長 101m のアーチ式砂防堰堤である。水通しが 3 段となっているのが特徴である。



左岸より堰堤を望む



左岸水通しの一部破損状況

(3) 中津川上流第1号砂防堰堤(堰堤番号260)

中津川流域内には崩壊地が多数存在し、不安定土砂が河床に堆積しており、過去にも昭和 56 年 8 月台風 15 号、平成 25 年 9 月台風 18 号により被害が発生した。下流沿川地域の保全を目的に砂防堰堤 2 基および溪流保全工の整備を行っており、このうちのひとつが第 1 号堰堤である。

計画のコンクリート打設量が 3 万 m^3 であり、平成 24 年～平成 26 年の 3 年間で 1.3 万 m^3 の打設が完了している。



堰堤施工の状況

(4) 上野原砂防堰堤(堰堤番号131)

栃川流域は苗場山の火山噴出物で覆われており、急峻な地形であることから中津川に土砂を多く流出している。このため、栃川下流に上野原砂防堰堤を整備し、平成 6 年に竣工した。重力式コンクリートスリットである。



堰堤全景

(5)小赤沢堰堤群

中津川の右支川である小赤沢川は流域面積 8.2km²、平均河床勾配 1/7 の土石流危険溪流である。大正 3 年には小赤沢集落で死者 10 名が出る土石流災害が発生している。昭和 38 年より堰堤の整備を集中的に実施し、現在では 27 基の堰堤が整備されている。最下流部の小赤沢第 1 号砂防堰堤（堰堤番号 39）が昭和 39 年に竣工し、多くの堰堤が昭和 40 年代に整備されたものである。



堰堤群の状況

(6)中津川床固工群(床固・溪流保全工番号24)

流路延長 5.7km の区間に床固 10 基、帯工 4 基などを設置する計画であり、平成 12 年着工した工事である。現在は、第 1 期工事である床固工 3 基が完成している。

平成 25 年の出水により河床が低下しており、右岸の粗朶が露出している。



建設中の床固工



右岸河床低下の状況

引用

- 1) 水山高久監修、森俊勇、坂口哲夫、井上公夫編著（2011）：日本の天然ダムと対応策、古今書院、2011
- 2) 国土交通省湯沢砂防工事事務所（2000）：湯沢砂防管内とその周辺の土砂災害

5) 平成 27 年 12 月 10 日／平成 28 年 3 月 2 日：神奈川県

12 月 10 日と 3 月 2 日の 2 回にわたり，神奈川県および林野庁関東森林管理局東京神奈川森林管理署の案内のもと，教員 1 名と院生 2 名が神奈川県丹沢地域の世附川流域の現地調査を行った。

12 月調査では金山沢・水ノ木沢を，3 月調査では大又沢の調査を実施した。

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昭和初期に重点的に実施されており，これらの堰堤では諸戸北郎博士らが撮影した所蔵写真が残っていることから，堰堤の現況について確認した。現地調査では，竣工後 80 年以上経過した現在にあっても立派に効果を発揮していること，下流部法勾配，袖部形状などを確認した。また，諸戸博士が「砂防」（砂防協会発刊）に記している現地調査時の水ノ木休泊所が現存していることを確認した。



金山沢 7 号堰堤での下流法勾配計測



水ノ木沢 2 号堰堤



法行沢（大又沢支溪）2 号堰堤袖部形状確認



水ノ木（世附）休泊所

6) 平成 28 年 2 月 16 日・17 日：富士砂防事務所管内（静岡県）

2 月 16 日・17 日に教員 1 名と院生 2 名が富士砂防事務所管内の現地調査を行った。

富士山の南西麓に位置する大沢崩れでは活発に崩壊が進んでいるとともに、山麓地域では古くから雪代（ゆきしろ）と呼ばれるスラッシュ雪崩や土石流による被害が発生している。昭和 44 年より富士山直轄砂防事業が実施されている地区において、扇状地対策の状況、岩樋観測所における監視体制、流出した土砂の周囲での利用状況などに関して調査を行った。

また、国道 1 号、東名高速道路、東海道本線といった重要な交通網が集中しており、大規模な地すべり地形が確認されている静岡市清水区の由比地区における地すべり対策工事状況の調査を行った。



大沢川第 5 上流床固（H21 竣工）



岩樋観測所



由比地区の重要交通網



由比地区・大久保排水トンネル（H25 竣工）

7) 平成 28 年 2 月 22 日～24 日：三宅島

2 月 22 日～24 日に教員 1 名と院生 6 名が三宅島での噴火時の対応状況や、噴火後に整備された堰堤の設計・施工上の工夫について現地調査を行った。

三宅島では昭和 58 年の噴火により溶岩流などが発生し、平成 12 年の噴火では降灰に起因する泥流・土石流が発生し、また火山ガス（SO₂）の放出が続いているため、5 年間にわたって全島避難が実施された。噴火後の概ね 5 ヶ年で 51 基の堰堤が整備された。全島避難中に施工されたことから SO₂ から作業員を守るための排ガス装置付きの宿泊施設（クリーンハウス）を設けた上で整備を行ったほか、砂防施設は SO₂ による腐食対策が実施されていた。



昭和 58 年噴火でできた日鼻新山



昭和 58 年噴火時の溶岩で埋没した小中学校



平成 12 年噴火で生成された雄山南麓
ガリ侵食と防止工



平成 12 年噴火後に施工された
厚木沢堰堤（坪田地区）

8) 平成 28 年 2 月 28 日～3 月 1 日：広島県

2 月 28 日～3 月 1 日に教員 1 名と院生 4 名が広島県内の現地調査を行った。

広島市においては平成 11 年に死者・行方不明者 32 名，平成 26 年に死者 74 名となる甚大な土石流等災害が発生した。これらの災害は「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（土砂災害防止法）」の制定・改正の契機となった。これらの災害発生箇所における再度災害防止に向けた工事の状況や災害後に進められたソフト対策の状況について調査を行った。平成 11 年災害の後においては，堰堤工のほか，谷出口からの沈砂地の整備も実施された。平成 26 年災害を踏まえた対策では，砂防ソイルセメントによる施工が行われていた。

あわせて，宮島の白糸川では景観との調和を保った施工がなされていた。また，福山市内における歴史的砂留工について，設計思想や施工上の工夫などについて調査を行った。砂留群の中でも最大の規模である 6 番砂留は，天保 6 年（1835）年に施工した記録があり，その後明治 15 年（1882）年に嵩上げ石積みが実施され，昭和 52 年には堆砂敷を利用して庭園風の石組としており，現在でもその機能を発揮している。



安川左支川堰堤・沈砂地



砂防ソイルセメントを用いた堰堤施工



白糸川 2 号堰堤（宮島）



堂々川 6 番砂留

(2) 海外

1) 平成 27 年 9 月 6 日～20 日：フランス・イタリア・スイス・オーストリア

9 月 6 日～20 日に、教員 1 名と院生 1 名、修了生 1 名と共同で欧州 4 か国における調査を行った。日本の近代砂防に大きな影響を与えたヨーロッパの砂防の歴史と現在の状況を把握するため、平成 24 年度より過去 3 回にわたり欧州調査を実施している。

今回はこれらに引き続く一連の調査として、フランスでのグルノーブル近郊溪流とオート・サボア県の砂防施設調査、イタリアではトスカナ州とエミリア・ロマーナ州の砂防施設調査並びにアメリゴ・ホーフマン（東京帝国大学砂防教室外国人教師）と諸戸博士の交友事情調査、スイスではルツェルン及びブリエンツ両市近郊の荒廃溪流の砂防施設調査、オーストリアではニーデル・オーストタイヒ州砂防施設調査並びに BOKU 大学教授協力のもと諸戸博士関連調査を実施した。

フランスではロイズ溪谷でフランス国内でも最も古い堰堤を調査し、オート・サボアのグレアッツ溪でフランス砂防の三大偉人の一人であるベルナール氏指導の堰堤を見ることが出来たこと、イタリアではアメリゴ・ホーフマンの孫 2 人に面会しホーフマンと日本との関係、ホーフマン自身の生涯、諸戸博士との交友等について多くの情報を得ることが出来たこと、スイスでは典型的なスイス砂防工事を行っているランバッハ溪を上流から下流まで調査でき、ベルン大学で日本の砂防事情を紹介する機会を持てたこと、またオーストリアでは BOKU 大学のヒューブル教授から明治時代から大正時代にかけての日本人留学者の情報の他にワングやホーフマンの情報を得ることが出来たことは特筆できる。



フランス・Griaz 左支溪（写真左：1895 年当時（irstea 提供）／写真右：2015 年）



フランス・高速道路の上を渡る流路



イタリア・フィレンツェ農林大学にて



イタリア・Corsalone 溪の底部が抜けた堰堤



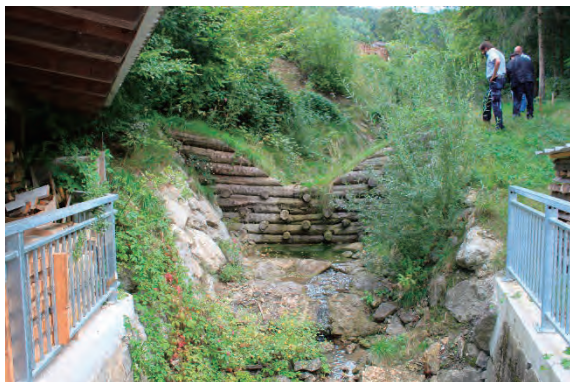
スイス・Steinibach のアーチ堰堤



スイス・Glyssibach の流路工



スイス・Glyssibach の透過型堰堤



オーストリア・Reisbachriengraben (左：下流の木製堰堤／右：上流の透過型堰堤)

2) 平成 28 年 3 月 14 日～16 日：インドネシア

3 月 14 日～16 日に教員 1 名と院生 3 名でインドネシア国における調査を行った。

筑波大学大学院生命環境科学研究科とインドネシア国のガジャ・マダ大学（Universitas Gadjah Mada : UGM）工学部との間で国際学術交流協定が締結されており，本調査にあたっては UGM 教授の Djoko Legono 博士のグループに現地の案内をしていただいた。

ジャワ島中部のメラピ火山はインドネシアで最も活発な火山であり，その火山活動状況や土砂移動状況について現地調査を行うとともに，最終日には UGM でミニセミナーを実施し，UGM と当講座の研究・技術の成果について意見交換を実施したほか，以下の演題にて日本の土砂災害対策に関する紹介を行った。

ミニセミナーの発表演題（当講座関係分）

西本 晴男：SABO Works (Torrent Control Works) in Japan

阿部 拓実：Debris flow disaster in 2014 in Nagiso town of Nagano prefecture

江藤稚佳子：Volcanic Eruption of Mt. Ontake in 2014 and Emergency Countermeasures against Sediment Disaster

吉田 喜高：Outline of Tateyama Sabo works in Toyama prefecture



Batu Alien よりメラピ火山を望む



GED1 Check Dam



UGM でのミニセミナー



ミニセミナー終了後の集合写真

2.3.4 国際会議

第6回国際土石流災害防止会議

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(6th International Conference of Debris-Flow Hazard Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment)」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（ニュージーランド・カンタベリー大学教授）の開会挨拶に続き、江面 浩（筑波大学大学院生命環境科学研究科長）、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取り、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

ンで十分な議論を行うことができ、参加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) に掲載する予定となっている。

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

2.4 社会連携活動

2.4.1 環境防災セミナー

環境防災セミナーは、環境防災に関わる諸問題について理解を深めるため、専門家・実務家を招聘して開催した。平成 26 年度の環境防災セミナーは、環境科学専攻の院生をはじめ、他専攻・他研究科の院生、学類生、教職員、一般市民を聴講対象として行った。

第 1 回

日 時：平成 27 年 5 月 11 日（月）13:45～15:00

会 場：環境防災研究棟 203 講義室

講演名：「ふるさとをまもる」

講 師：田村 公平氏（元 参議院議員）

参加者：14 名

第 2 回

日 時：平成 27 年 7 月 17 日（金）9：00～12：00

会 場：環境防災研究棟 203 講義室

講演名：立山砂防の世界遺産に向けた取り組み

講 師：林 正之 氏 （富山県土木部長）

参加者：9 名

第 3 回

日 時：平成 27 年 7 月 24 日（金）9：00～12：00

会 場：環境防災研究棟 203 講義室

講演名：ネパールの自然・文化と防災

講 師：石黒 久 氏 （丸新志鷹建設株式会社ネパール支店顧問・元大成建設
国際支店）

参加者：14 名

第 4 回

日 時：平成 27 年 12 月 11 日（金）13：45～15：00

会 場：環境防災研究棟 203 講義室

講演名：防災教育の課題と方策 ―防災教育の現状と課題―

講 師：北 俊夫 氏 （国士舘大学 体育学部 こどもスポーツ教育学科 教授）

第 5 回

日 時：平成 27 年 12 月 18 日（金）12:15～13:30

会 場：環境防災研究棟 203 講義室

講演名：防災教育の課題と方策 ―今後の防災教育の方向性―

講 師：北 俊夫 氏（国土舘大学 体育学部 こどもスポーツ教育学科 教授）

参加者：21 名

第 6 回

日 時：平成 27 年 12 月 18 日（金）15:15～16:30

会 場：環境防災研究棟 203 講義室

講演名：住民主役の土砂災害警戒避難

講 師：原田 照美 氏（広島市自主防災会連合会 顧問）

参加者：8 名

2.4.2 各種委員会等

平成 27 年度は、環境防災学講座の常勤教職員が委嘱を受け 7 件の講演・委員会等に出席した。

月日	氏名	依頼元	依頼内容
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

2.5 広報活動

2.5.1 ホームページ

環境防災学講座のホームページでは、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ており、活動レポートなどの更新を行った。

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 Prevention 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

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

»2016.02.16 研究成果を更新しました

»2016.01.18 平成27年度の活動レポートを更新しました。

»2016.01.08 平成27年度の活動レポートを更新しました。

»2015.11.25 12月11日(金)に第4回、12月18日(金)に第5回、第6回の環境防災セミナーを開催します

»2015.07.22 平成27年度の活動レポートを更新しました。

» 更新履歴一覧


筑波大学
University of Tsukuba

 生命環境科学研究科
Graduate School of Life and Environmental Sciences

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) 持続環境学専攻(博士後期課程)

環境防災学講座事務局 TEL 029-853-5883

Copyright © 2013 University of Tsukuba. All Rights Reserved.

更新履歴

- 2016.02.16 研究成果を更新しました。
- 2016.01.18 平成 27 年度の活動レポートを更新しました。
- 2016.01.08 平成 27 年度の活動レポートを更新しました。
- 2015.11.25 12 月 11 日（金）に第 4 回、12 月 18 日（金）に 第 5 回、第 6 回の環境防災セミナーを開催します。
- 2015.07.22 平成 27 年度の活動レポートを更新しました。
- 2015.05.31 平成 27 年度の活動レポートを更新しました。
- 2015.04.22 平成 27 年度の活動レポートを更新しました。
- 2015.04.22 5 月 11 日(月)に平成 27 年度第 1 回環境防災セミナーを開催します。。
- 2015.04.22 研究室を更新しました。

2.5.2 メディアでの情報発信

1) 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

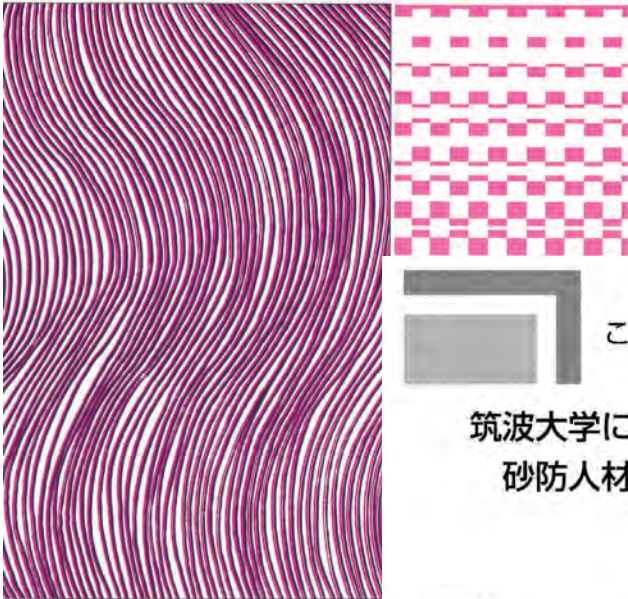
Vol.48.No.3

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

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、多くの学際域的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発生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提出し、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

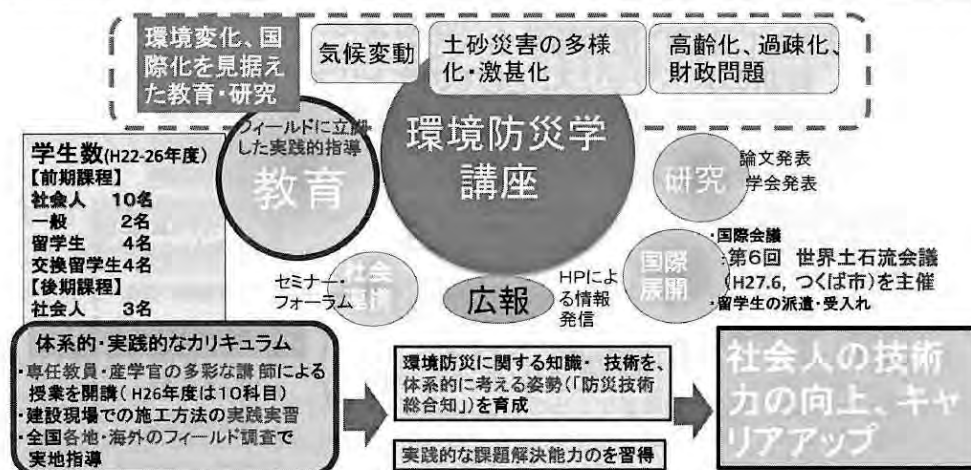
環境防災学講座の設置期間は、当初平成22～25年度の5年間としていましたが、この間の実績を踏まえ、講座を継続する必要があるとの判断から、平成29年度まで3年間延長することが決定され、引き続き土砂災害対策に関する高度な専門技術者を養成すべく運営をしています。

講座運営に当たっては、教育を最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域性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

*Hacuo Nishimoto 筑波大学大学院生命環境科学研究科環境科学専攻・持続環境学専攻環境防災学講座准教授

筑波大学大学院環境防災学講座概要



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。

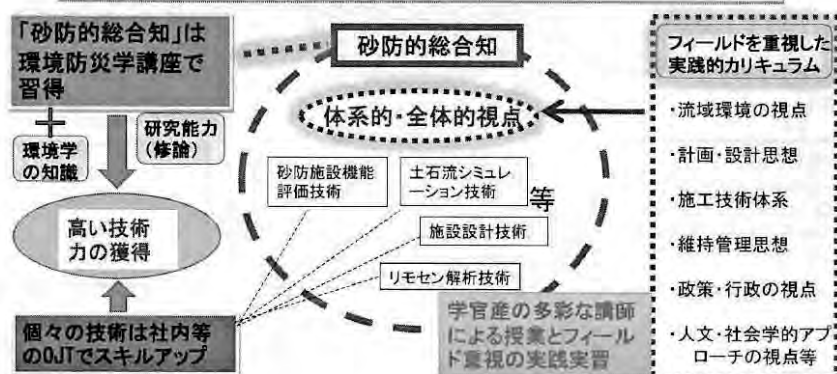
そこで、環境防災学講座では、土砂災害をもたらす土砂移動現象とその対策の知識・技術について、体系的に理解するための全体的視点を重視する姿勢（「砂防的総合知」）を学ぶことを目指しています。このために、必修科目として環境防災学とフィールド環境防災学をはじめとし、主に土砂災害について体系的に扱う12科目を開講すること

環境防災学講座の理念

—主として砂防に携わる社会人を対象に

砂防のスペシャリストとしてのキャリアアップを目指す

— 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」）を学び、実践的な課題解決能力を習得



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ます。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践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できるようになった。
- ・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、苦勞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年間の経過しました。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

2) 斜面防災対策技術協会富山支部講演会（平成 28 年 2 月 12 日）

平成 28 年 2 月 12 日（金）に富山県斜面防災技術協会主催の講演会で、西本晴男教授が「立山砂防と欧州砂防事情」と題して講演を行い、北日本新聞に講演の様子が掲載された。

2016 第30回 斜面防災対策技術講演会

安全に絶対はない

time schedule

13:00	受付			西本晴男氏
13:30	開会 開会挨拶	(一社) 斜面防災対策技術協会富山支部長 村尾 于尹		大野宏之氏
13:35	特別講演	「ヨーロッパの砂防事情と立山砂防の思い出」 筑波大学大学院 生命環境科学研究科 環境防災学講座教授 西本 晴男氏		竹内 章氏
14:35	体験報告	「わたしたちのくらしを守る立山砂防」 立山町立釜ヶ淵小学校6年生		橋本龍三氏
14:55	基調講演	「土砂災害と砂防」 (一財) 砂防・地すべり技術センター 審議役 (前) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部長 大野 宏之氏		村井明子氏
15:55	休憩			
16:10	技術報告	「広島土砂災害調査」 富山大学大学院理工学研究部教授 竹内 章氏 ㈱アーキジオ 調査設計部技師 橋本 龍三氏		
17:10	技術報告	「北欧3か国を訪ねて」 立山砂防女性サロンの会 村井 明子氏		
17:30	閉会挨拶	NPO法人富山県砂防ボランティア協会会長 吉田 攻		



同時開催



写真展

広島県土砂災害など全国の災害

立山カルデラ砂防勉強会など








かけがえのないものを守るために、私たちは前進します


(一社) 斜面防災対策技術協会富山支部
 〒930-0094 富山市安住町3-14 富山県建設会館1F
 TEL: 076-442-3775 FAX: 076-431-4076

一般社団法人斜面防災対策技術協会 富山支部は
 富山の斜面災害(地すべり・がけ崩れ・雪崩)から
 暮らしを守るために様々な活動に取り組んでいます

<http://www.syamen-toyama.jp/>

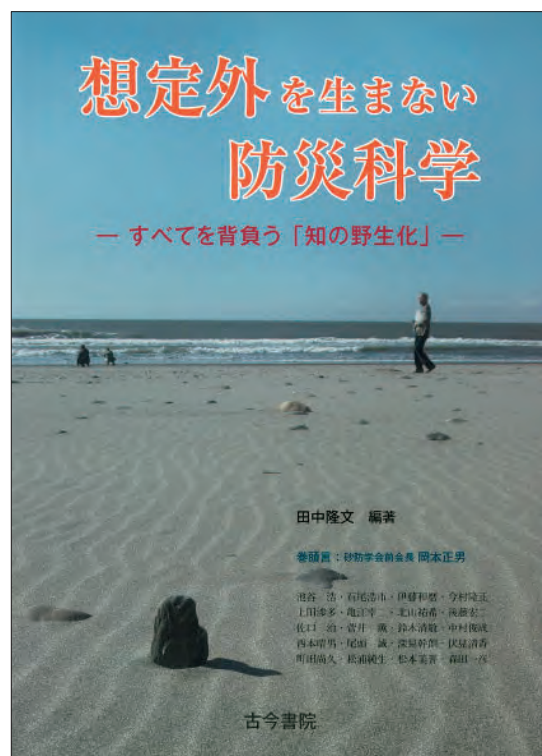


北日本新聞（2016年2月13日）の記事

3. 研究成果

(1) 著 書.....	115
(2) 原 著 論 文.....	117
(3) 国 際 会 議.....	118
(4) 国 内 学 会.....	120

(1) 著書



目次	
巻頭言：防災の主流化と日本の役割 砂防学会総会基	岡本正男 i
はじめに	vi
プロローグ：『想定外』はどこから生まれるのか	i
第Ⅰ部 情報が氾濫する現代、災害情報はどうかあるべきか	11
1 東日本大震災時の災害情報の発信と顕在化した問題点	12
2 情報の信頼性をどう判断するのか	24
3 琵琶湖の洪水リスクに気づくための情報提供の試行	39
4 地域住民のニーズを反映した土砂災害警戒情報システムの検討事例	50
5 求められる防災専門家の発信	58
6【解説】情報が氾濫する現代、災害情報はどうかあるべきか	65
第Ⅱ部 「答えはひとつ」からの転換	69
1 「市民の知」のあり方－博物館での位置づけ／意味づけを導く視点－	70
2 携帯情報端末を用いたインタラクティブシステムの実証実験	78

x	
3 土砂災害における危機管理と防災情報	池谷 浩 84
4 山地をどう捉え、山地とどう接するか	
4A 土砂災害防止法の現場経験（報告）	石尾浩市 95
4B 土砂災害の地域性とその認識	田中隆文 99
4C 協働的で持続可能な谷戸山管理	深見幹朗 108
5 土地勘をスケープゴートにはしていない	中村俊成 117
6 「地域」の多義性・多面性・多層性と防災	北山祐希 122
7【解説】「答えはひとつ」からの転換	130
第Ⅲ部 情報は精緻化せずに活かしたい	135
1 想定外を生まないために必要なこと	田中隆文 136
2 災害は環境変化の一つー適切な情報発信にむけてー	町田尚久 147
3 土砂災害対応における「知の野生化」と三つの「識」	亀江幸二 161
4 図書は情報にアイデンティティを与え、命を吹き込む	
4A 災害情報のコンセプト・コンテンツ・コンテクスト・コネクト・コントリビュート	田中隆文 171
4B 砂防図書館の取り組み	松本美善 179
5 すべてを測るー技術革新は知の新たな土壌を作るー	
5A バックカメラとライトフィールド	田中隆文 186
5B 航空レーザ測量技術からのヒント	鈴木清敏 192
6【解説】情報は精緻化せずに活かしたい	198

目次 xi	
第Ⅳ部 「すべてを背負う知」からみえてきた災害の実態	203
1 「鉄砲水」という用語の成立過程と類似現象	西本晴男 204
2 立山黒部川と常盤寺川	今村隆正 219
3 古文書資料の重ね合わせによる406年間の災害発生・土砂動態の解析	田中隆文 230
4 昭和13年阪神大水害の惨状を今に伝える記録	後藤宏二 238
5 積雪地帯に伝わる地方固有の「知」を科学し、地域防災の「技」に役立てる	松浦純生 247
6 知の野生化を助けるマイニング	
6A 降雨イベントの非類似度で土石流発生日を特定する	伊藤和磨 256
6B 砂防研究の傾向をテキストマイニングでみる	上田洋多 263
7【解説】「すべてを背負う知」からみえてきた災害の実態	269
エピローグ：日常のボトムアップを防災に繋げる	273
索引	279
著者紹介	283
初出一覧	287

IV-1 「鉄砲水」という用語の成立過程と類似現象

西本 晴男

「鉄砲水」という用語は、学術的なものではないが、国語辞典にも記載されている一般用語である。山地のみならず都市部における河川の短時間強雨による突発的な出水や、下水道管での急激な増水などによる災害発生時に、発生地域や発生形態にかかわらず、報道でもかなり頻繁に使用されており、一般への認知度は大きいと考えられる。たとえば、2008（平成20）年7月に神戸市の都賀川で発生した急激な増水による災害は、5名が死亡するなど社会的な注目を集め、この災害においては、「鉄砲水」という用語を用いた報道もなされた。

鉄砲水とは、山地・丘陵地の河川などに突発的に発生する急激な水位上昇を伴った出水・増水のことであり（松田ら、2009）、これまでの知見では鉄砲水の発生は、局地的な豪雨や天然ダムの決壊などに起因する（水山、1997）と考えられている。しかし、科学的には未解明な点もあり、また現象の意味の一般への認知度は低いと考えられる。

近年、気候変動の影響から短時間の局所的な豪雨の発生頻度が高くなっており、豪雨に起因する鉄砲水による災害の増加が懸念される。鉄砲水は、土石流などと同様に、突発性が大きく大きな衝撃力を有する現象であり、啓発に取り組んでいく必要がある。

一方、近年豪雨時に発生する土砂災害について、大雨が予想されている時に天気予報やニュースで警戒が呼びかけられている。この土砂災害のうち土石流は土石と水が渾然一体となって谷を流れ下りその大きな破壊力により人家・人命に甚大な被害をもたらす現象である。過去を振り返ると、土石流を表す昔からの用語である山津波と鉄砲水が、土石流という用語と同じ意味で用いられていた時期がある。

ここでは、この「鉄砲水」という用語の成立過程についてのべ、さらに「鉄砲

佐口 浩 きぐち おさむ 第一部4章執筆

平成4年3月三重大学農学部林生物資源学部生物資源学科卒業、同年4月アジア航測株式会社入社。砂防分野においてソフト対策に従事しながら現在に至る。技術士（建設部門／河川、砂防および海岸・海洋）。



菅井 薫 すかい かおる 第二部1章執筆

川崎市市民ミュージアム 教育普及担当。専門は博物館研究。博物館を博物館たらしめている思想や歴史を基軸に、特にローカルな（地域に密着した）博物館における活動のあり方に興味を持っている。著書：『博物館活動における「市民の知」のあり方―「関わり」と「価値」の再構築―』（2011年12月、学文社）。



鈴木 清敬 すずき きよたか 第三部5B章執筆

株式会社バスコ。防災技術部 河川砂防課 主任技師。名古屋大学大学院生命農学研究科 博士課程前期修了後、現職。技術士（建設部門／河川、砂防及び海岸・海洋）。現在は、土砂災害防止法に基づく基礎調査業務等、砂防に関する調査・計画関連業務に携わる。



中村 俊成 なかむら としなり 第四部5章執筆

阪松医科大学事務職員。名古屋大学農学部生物環境科学科卒業。小学校で受けた東海地震の授業により地震・津波に対して強い関心を抱くようになった。その後、防災訓練に対する真意が増し、積極的に働くようになった。



西本 晴男 にしもと はるお 第四部1章執筆

筑波大学大学院生命環境科学研究科 教授。専門は砂防学・環境防災史。建設省、国土交通省で砂防、河川等の業務に従事。平成22年4月より現職。現在の研究対象は、土砂災害関係の用語変遷史と日欧砂防交流史。著書：『土石流』のはなし（2011年7月、社團法人 全国治水砂防協会）



第四章－1

執筆者紹介

報 文

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Recognition, opinion and evaluation of sabo by the residents around debris flow
disaster stricken area in Miyake Island牧 野 裕 至^{*1}

Hiroshi MAKINO

石 川 芳 治^{*3}

Yoshiharu ISHIKAWA

西 村 直 記^{*1}

Naoki NISHIMURA

西 本 晴 男^{*4}

Haruo NISHIMOTO

萬 徳 昌 昭^{*2}

Masaaki MANTOKU

Abstract

The main volcano on Miyake Island, one of the Izu Islands, erupted in 2000, and all islanders evacuated because of the subsequent debris flows and volcanic gas. Various actions had been taken including the construction of sabo dams to cope with debris flows. Under these circumstances, a questionnaire survey was conducted twice, in 2012 and 2014, to find out what the residents around its disaster stricken area think about the sabo, or sediment control, and how they rate it. During the two surveys, a debris flow disaster occurred on Izu Oshima Island in October 2013. In analyzing its result, the relation between recognition and opinions are currently used. However, the survey shows it is efficient to add evaluation to them in analyzing. It is considered useful for future sabo projects if the authorities can take actions based on having a good understanding of the residents' recognition, opinion and evaluation of sabo.

Key words : Miyake Island, sabo, recognition, opinion and evaluation

1. はじめに

伊豆諸島の一つ三宅島は、2000年6月の雄山の噴火とそれに続く土石流災害等のため、同年9月全島避難となった。その後、砂防設備等の整備による土石流対策の進捗と、火山活動の沈静化とにより、2005年に避難指示が解除され、島民は逐次帰還した。

三宅島の人口推移は、噴火前の2000年1月の3,845人（住民基本台帳による、以下同じ）が、避難指示解除直後の2005年末では2,439人、2012年8月では2,754人、2014年4月では2,686人となっている。

三宅島の砂防関係事業は東京都により親意実施され、60基の砂防堰堤¹⁾が2014年までに設置されるとともに、23の溪流で荒廃林地の復旧²⁾が2009年までに実施された。これらは主に島内五地区の上流域に設置されており、各地区内から雄山と砂防堰堤等を望むことができる（図-1）。

土砂災害警戒情報は2008年から東京都と気象庁とにより運用³⁾されているが、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（以下「土砂災害防止法」という）による土砂災害警戒区域及び土砂災害

特別警戒区域（以下「土砂災害警戒区域等」という）の指定は、2014年4月現在未指定⁴⁾となっている。

本稿は三宅島の土砂災害の被災地及びその周辺の住民を対象とするアンケートから、砂防に関する認識・意見と評価との関係を明らかにすることにより、砂防に関わ

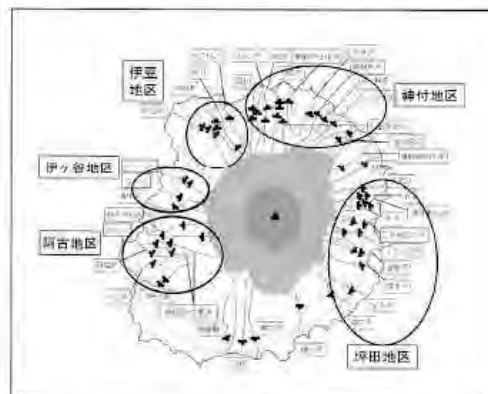


図-1 三宅島の五地区と砂防堰堤の設置状況

Fig.1 Five areas of Miyake Island and status of installation of sabo dams

*1 正会員 (一財)砂防フロンティア整備推進機構 Member, (General foundation) Sabo frontier foundation. (h-makino@sff.or.jp)

*2 正会員 (一財)砂防地すべり技術センター Member, (General foundation) Sabo Technical Center

*3 正会員 東京農工大学大学院農学研究院 Member, Institute of agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

*4 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 Science, University of Tsukuba

(3) 国際会議 (第6回国際土石流災害防止会議)

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

Haruo NISHIMOTO¹, Kazumasa KURAMOTO², Takashi SEKINE¹ and Masayuki HATA²

¹ Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba (1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan)

E-mail: nishimoto.haruo.fg@u.tsukuba.ac.jp

² Chuden Engineering Consultants, co.

When the severe typhoon Muroto hit western Japan, in September 1945, Ono community of Futsukaichi City in Hiroshima Pref. suffered from tremendous damages caused by debris flows triggered off by mountainside collapses and approx.150 persons were killed. Although large debris flow attacked a district of Ono community and many houses were destroyed nearby, one house evaded shocks of debris flow by stones-piled up protective structure. This structure had been constructed by owner himself of residence about sixty years before that time, because this district had been attacked by debris flow in 1886. After then the owner had chosen to live there rather than to move to other safe place. The structure surrounds the residence and its plane shape looks like ship's bow and points toward upstream of nearby torrent. The length of the structure is about 30m and the height is averagely 2m above surrounding ground. The width of top is between 1m to 2m. The surface is made of piled up stones whose diameter are 30cm-80cm, and soil is filled inside of piled up stones. Along upstream side of this structure big stones, whose diameter are about 1m-2m, are placed. These big stones had been transported by debris flow in 1886. In Japan, in order to protect residential areas and public facilities central government or local governments construct structures against debris flow such as check dams in public works, but the ratio of installation of check dams and so on is rather low. Then above-mentioned structure is not only very rare in Japan but also very interesting in the view point of countermeasure against debris flow. This paper is discussion on the historical and functional outline of this structure.

Key words: debris flow, stones-piled up structure, plane shape looks like ship's bow

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



Haruo Nishimoto¹, Kazumasa Kuramoto², Takashi Sekine³ and Masayuki Hata²
¹ Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba
² Chuden Engineering Consultants, co.

1. Introduction

When the severe typhoon Muroto hit western Japan in September 1945, the Ohno community of Futsukaichi City in Hiroshima Prefecture suffered tremendous damage from debris flows triggered by the collapse of the mountainside, and approximately 150 persons were killed. Although large debris flows struck the district in the Ohno community, and many nearby houses were destroyed, one house evaded the shock of the debris flow because of a protective structure made of stacked stones. This structure had been constructed by the owner of the residence sixty years before after this district had been struck by a debris flow in 1886. Subsequent to that incident, the owner chose to live there rather than move to another safe place. The structure surrounds the residence, and its shape looks like a ship's bow and points upstream into the path of the expected torrent. The length of the structure is about 30 m and the height averages 2 m above the surrounding ground. The width of the top is between 1 m to 2 m. The surface is made of stacked stones whose diameters are 30 to 80 cm with soil filled in between the stacked stones. Along the upstream side of this structure, large stones are set in place with diameters of about 1 to 2 m. These large stones had been transported by the debris flow in 1886. In Japan, in order to protect residential areas and public facilities, the central or local governments construct structures to deflect debris flows, such as check dams as public works. But the percentage of installed check dams is rather low. The above-mentioned structure is very interesting from the viewpoint of a countermeasure against a debris flow; however, this type is very rare in Japan. In this paper, we introduce a functional outline of this historical structure.



Fig.1 Location

2. Field Investigations

<Shape measurement of ship-shaped stonemasonry> In order to verify the effect of the ship-shaped stone masonry using debris flood calculation, measurement of the shape of the ship-shaped stone masonry was carried out.



Fig.2 Measurement point



Photo 1 Top of ship-shaped stone masonry Photo 2 Ship-shaped stone masonry viewed from the side

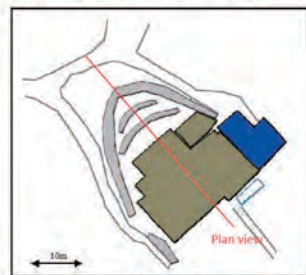


Fig.3 Plan view

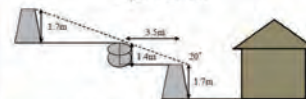


Fig.4 Longitudinal sectional view

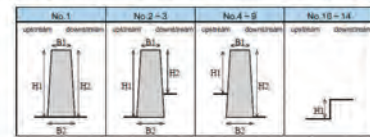


Fig.5 Legend of stone masonry shape

Table 1 Measurement result

No.	EL(m)	H1(m)	H2(m)	B1(m)	B2(m)	Note
1	20.1	1.6	1.6	1.0	1.3	Stone masonry
2	20.2	2.6	0.7	1.6	2.1	Stone masonry
3	20.4	2.6	0.7	1.6	2.2	Stone masonry
4	20.4	1.4	1.7	1.7	2.0	Stone masonry
5	20.0	1.4	1.7	1.7	2.0	Stone masonry
6	20.5	0.9	1.2	1.8	2.0	Stone masonry
7	20.5	0.5	1.2	1.8	2.0	Stone masonry
8	20.8	0.5	1.2	1.0	1.2	Stone masonry
9	20.9	0.5	1.2	0.8	1.0	Stone masonry
10	20.6	0.8	—	—	—	Small step
11	20.5	1.0	—	—	—	Small step
12	20.0	0.4	—	—	—	Small step
13	20.6	0.4	—	—	—	Small step
14	20.0	0.5	—	—	—	Small step

*1: The height does not include the embedded depth.

*2: All grades of stone masonry are estimated as 1.0.2.

3. Debris Flood Calculation

In order to verify the effect of the ship-shaped stone masonry, a debris flood calculation was carried out.

<Basic equation of flood calculation>

For the debris flood calculation, the two-dimensional shallow water flow equation as shown below was used.

$$\frac{\partial(h+u)}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(hu+cu_x)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2+cu_x^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

Momentum conservation law (x-direction):

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(hu^2 + \frac{1}{2} \rho h^3 + \frac{\partial(hu)}{\partial x} \right) = -g h \frac{\partial h}{\partial x} - g \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \sqrt{u^2 + v^2} \quad (3)$$

Momentum conservation law (y-direction):

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(hv^2 + \frac{1}{2} \rho h^3 + \frac{\partial(hv)}{\partial y} \right) = -g h \frac{\partial h}{\partial y} - g \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} \sqrt{u^2 + v^2} \quad (4)$$

Where, t : time, x, y : orthogonal coordinate axes of the horizontal plane, h : average fluid velocity over water depth, u, v : fluid bed density, c : volume density of deposited debris, g : gravitational acceleration, Z_0 : river-bed height, and n : Manning's roughness coefficient.

<Calculation result>

The debris flood calculation was carried out, and the effect of the ship-shaped stone masonry was verified. As a result of the calculation, the water depth of debris flow is shown in Fig. 7. From the figures, it can be seen that the debris flow runs down downstream along the ship-shaped stone masonry and the debris inflow to the house is prevented. Additionally, at 5–6 minutes later, although the debris flow runs around the house from the downstream side, the stone masonry also prevents this debris flow entering into the house.

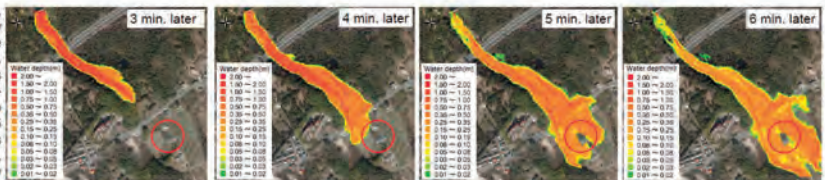


Fig.7 Result of debris flood calculation (Water depth)

4. Conclusion

This study introduced debris flow protective structures built by the residents and considered the effect. As for the effect, as a result of the debris flow-down simulation carried out under a certain condition, it was shown that the protective work of the ship-shaped stone masonry structure can prevent the debris flow entering into the premises of the house. Assuming that the protective work of the ship-shaped stone masonry structure has sufficient strength against debris flow from this result, it can be thought it is an effective structure for debris flow. We believe it is a structure with historical value as a reference case for protecting houses located within an estimated area of the damage from a debris flow.

発表ポスター

A Comprehensive Review of Rainfall-induced Situ Gintung Dam Failure in Indonesia

Risqi Faris Hidayat

Exchange Research Student at Environmental Disaster Prevention (EDIP) Laboratory,
Graduate School of Life and Environmental Science, University of Tsukuba, Japan

Introduction

Situ Gintung was an artificial lake with earth dam structure located at Cireundeu, South Tangerang, near Jakarta. The earth fill embankment was built at the tributary area of Pesanggerahan River by Dutch colonial authorities in 1932-1933 with the height of 10 meters and the length of 180 meters. By the time, the cultivated land turned into high density residential areas. Since then, the main purpose of this reservoir has been utilized for flood control, water conservation, domestic water supply, and recreational areas.

Harsoyo (2010) analyze the spatial condition in Situ Gintung areas. The southern area of this reservoir has the highest elevation (49.8-52.9 meters) and get lower to the northern area. The catchment area of Situ Gintung is around 112.5 ha. Distributed land use of the Situ Gintung catchment area consists of residential houses (45.6%), moor (16.0%), plantation (17.8%), water body (16.9%), grass (3.4%), and building (0.2%). Inundated areas of the Situ Gintung are 22.79 ha with a storage capacity for the water level at the spillway crest of +98.00 m is $0.862 \times 10^6 \text{ m}^3$, whereas at the embankment crest, at +100 m, the storage is $1.38 \times 10^6 \text{ m}^3$.

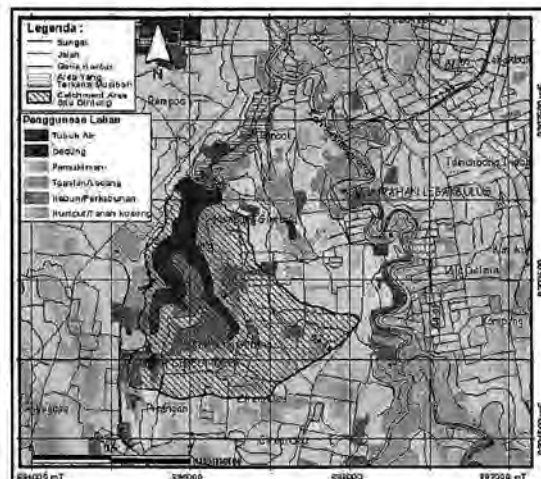


Figure 1 Land use map of Situ Gintung areas (Harsoyo, 2010)

Friday morning at 04.00 AM on March 27, 2009, Situ Gintung dam failed and flooded the surrounding areas. More than a hundred people were died including a number of people were missing due to this catastrophic disaster. Moreover, a number of people were injured and more than 260 resident houses were damaged. The night before, Situ Gintung Dam was suffered by high intensity rainfall causing volume of water in the dam was increased.

BMKG (Agency of Meteorology and Geophysics) observatory station at Pondok Bentung, Tangerang reported some observation data of daily point rainfall (mm) recorded at March 26 and 27, 2009 from 6 stations—Pondok Betung, Ciputat (Balai II), Lebak Bulus, Krukut Hulu, Pasar Minggu, Pakubuwono. The result showed that rainfall depth recorded from 07:00 at March 26, 2009 until 07:00 at March 27, 2009 has the highest depth as 111.3 mm at Ciputat (Balai II) station. In addition, Ciputat (Balai II) observatory station recorded the rainfall which occurred at 16:00 until 19:00 has the maximum intensity as 70 mm/hours. This rainfall was categorized as relatively heavy rainfall.

Analysis of Situ Gintung Dam Failure

Tulla et al. (2013) listed several causes for dam failures or malfunction— design errors, construction deficiencies, operation and maintenance errors, hydrological deficiency (e.g., overtopping, seepage, and piping), insufficient level of safety against slope instability, insufficient resistance of earthquake forces, structural deficiency, surface erosion, insufficient foundation resistance against translation or rotation, and subsidence or settlement.

Sujono (2012) analyzed the hydrological aspects of this failure by using HEC-HMS version 3.5. The result showed that the Situ Gintung dam should be safe in March 26, 2009 flood as the result of rainfall intensity occurrence. The maximum water depth on the spillway crest was only 63 cm (+98.63 m) while the dam crest level was +100 m. This means that there is no overtopping through the embankment. Furthermore, reservoir routing based on a 100 year flood return period yielded maximum water storage elevation at +98.95 m which means that the dam should be stand still up to a 100 year design flood.

The spillway structure at Situ Gintung dam is an Ogyee type where the width of crest is 11.0 meters and the height is around 10 meters. The chute spillway width is around 2.0 meters indicates that this spillway is very narrow. In fact, the condition was poorly maintained and the stilling basin was not clear enough. This indicate that there was no spill activities for a long time. Dam breach also has been analyzed by using HEC-HMS. The peak discharge resulted was 427 m³/s implies that there was a big outflow discharge beyond channel capacity. The spills process predictably began at around 17:00 and continuously occurred up to 3:00. The breach and erosion process was probably occurred as long as the time for more than 10 hours. As the result, a big pond emerged and created instability of the spillway structure.

Fathani (2012) analyzed the instability process and failure mechanism of Situ Gintung. According to the analysis, this failure was caused by left embankment structural instability and breaching mechanism. The instability occurred due to cutting slope and additional external load reaching the embankment crest as the residential house built over the dam body, which will reduce the safety factor of the embankment. Breaching mechanism occurred as the hydraulic gradient increases, accompanied with seepage and piping. This mechanism will significantly reduce the soil shear strength in the saturated condition. Actually, the earth fill material and the existing embankment foundation have a good stability against erosion as long as there is no defect in the embankment structure.

Conclusion

Incident of Situ Gintung reflects important relation between human activities and nature responses. Some rules should be developed to recognize the hazardous zones in the surrounding areas of essential building. In the other side, research on breaching mechanism is also necessary focusing on the correlation between water discharge rise and the velocity of erosion in the spillway part of the dam by the time. As the result, some techniques should be developed to overcome the erosion on the spillway part. In addition, some instrument to detect the erosion and crack condition in spillway dam are also needed.

References

- Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Pondok Betung Tangerang. (2009). *Evaluasi Hujan Bulan Maret 2009 dan Prakiraan Hujan Bulan Mei 2009*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Fathani, T. F. (2012). Study of Instability Process and Failure Mechanism of Situ Gintung Earth Dam. *Proc. IPL Symposium* (pp. 65-71). Kyoto: International Consortium of Landslide.
- Harsoyo, B. (2010). Analisis Faktor Penyebab Jebolnya Tanggul Situ Gintung. *Jurnal Air Indonesia Vol.6 No. 1*, 43-51.
- Legono, D., Fathani, T. F., Rahardjo, A. P., Prabowo, I., & Fujita, M. (2010). Modelling of Most Adaptive Early Warning System Against Dam Failure Applying Geo-hyrotechnical Approach. *9th International Conference on Hydroinformatics* (pp. 1856-1853). Tianjin: Chemical Industry Press.
- Sujono, J. (2012). Survey Report: Hydrological Analysis of the Situ Gintung Dam Failure. *Journal of Disaster Research Vol. 7, No. 5*, 590-594.
- Tulla, F. S., & Poulos, S. J. (2013). Lessons Learned from Troubleshooting Dams. *Geo-Congress* (pp. 2296-2326). ASCE.

Keyword: Dam Failure, Rainfall, Land Use, Slope Instability, Spillway

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よ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つけることによって段波が生じる。河川の地形条件や水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値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値モデルは現時点で確立しているとはいえない。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、数値計算は溪流や溪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(BERNUDEZ 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次元浅水方程式である。この2次元浅水方程式を平面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。

$$\iint_S \frac{\partial \vec{q}}{\partial t} dS + \int_C \vec{A} \vec{n} dC = \iint_S \vec{S} dS \dots (1)$$

ここで、 $\vec{q}$ は変数ベクトル、 $\vec{A}$ 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、以下になる。

$$\vec{q} = \begin{bmatrix} h \\ Uh \\ Vh \\ Ch \end{bmatrix}, \vec{A} = \begin{bmatrix} Uh & Vh \\ U^2h + \frac{1}{2}gh^2 & UVh \\ UVh & V^2h + \frac{1}{2}gh^2 \\ CUh & CVh \end{bmatrix}, \vec{S} = \begin{bmatrix} -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} + \tau_{bx} \\ -gh \frac{\partial z_b}{\partial y} + \tau_{by} \\ iC_s \end{bmatrix} \dots (2)$$

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_s 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、計算要素内で過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。

$$\nabla \bar{h} = \frac{1}{gV} \int_C \left(\frac{1}{2} gh^2 \right) \vec{n} dC \dots (3)$$

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、辺をウェットベッド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 $1,700\text{m}^3/\text{s}$ 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 $170,000\text{m}^3$ 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秒ビッチで谷出口から平鍋吊橋の区間において水位縦断面図を整理した。

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

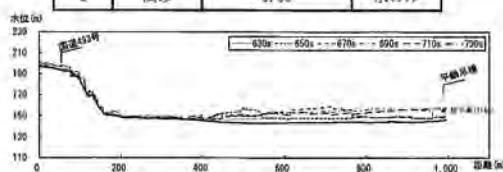


図-1 水位縦断面図(Case1)

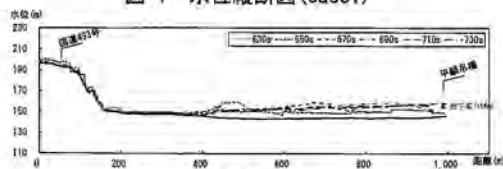


図-2 水位縦断面図(Case2)

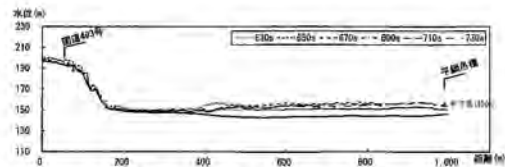


図-3 水位縦断面図(Case3)

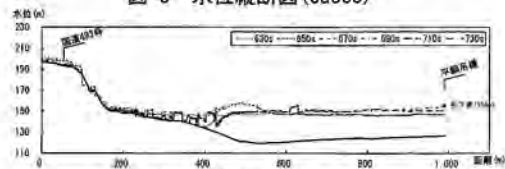


図-4 水位縦断面図(Case4)

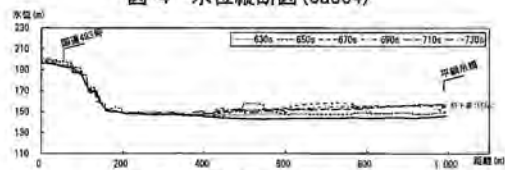


図-5 水位縦断面図(Case5)

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

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

筑波大学大学院生命環境科学研究科：西本 晴男 ○中根 和彦*

株式会社東京建設コンサルタント：梶 昭仁

(*1：現 一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構)

1. はじめに

日本では1683年、河村瑞賢による淀川治水対策として砂防工事の端緒が開かれ、その後福山藩では堂々川砂留など溪流工も行われた。明治時代になると、デ・レイケ(J. de Rijke)などによるオランダの治水技術が導入されるとともに、巨石積み空石砂防堰堤が建設されるようになった。1915～1921年(大正4～10年)、諸戸北郎が著した「理水及砂防工学」によりオーストリアの砂防技術を導入し、その後の土木技術の向上、コンクリートの普及と相まって、1958年(昭和33年)にはほぼ砂防設計技術が確立した。

一方、欧州アルプスでは、16世紀から砂防堰堤建設の記録があり、古くから砂防専門書が書かれていた。欧州アルプス砂防の技術が、江戸時代にもたらされた可能性については、明らかになっていない。また、オランダには山岳地帯はないため、デ・レイケの砂防技術は我が国固有の技術の活用とも考えられている。このように欧州アルプス諸国と日本の砂防の交流については、不明な点が多い。

本稿では、江戸時代後半から太平洋戦争直後までの近代日本砂防技術が確立した時期における日本砂防と欧州アルプス砂防の交流の歴史について述べる。

2. 欧州アルプス周辺国の砂防の歴史

2.1 1600年～1800年代半ばにおけるチロル地方の砂防

現オーストリアのチロル(Tyrol)州と現イタリアのトレンティーノ＝アルト・アディジェ自治州(Trentino Alto Adige)とを合わせた地域は「チロル地方」と呼ばれている。現イタリア領のトレントにあるポンテ・アルト(Ponte Alto)砂防堰堤は、1611年に建設した石積構造が現存している。この砂防堰堤以外にもチロル地方では1600年代に砂防堰堤が建設されている。1826年に南チロル州砂防局長のデュール(J. Duile)¹⁾が著した「Über Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern」(アルプス諸国の溪流砂防)は、砂防技術の図版を示した最も古いものと考えられる。デュールは1841年にスイスで砂防堰堤建設の指導も行っており²⁾、チロル地方は1800年代半ばまで欧州アルプス砂防の最先端地であったと考えられる。

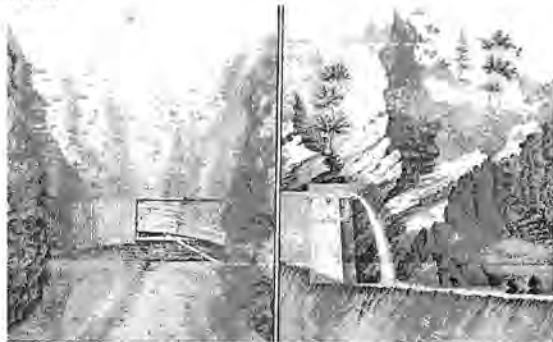


図1 デュール(1826)に示されている砂防堰堤の図版

2.2 1800年代後半におけるフランス砂防

1860年にフランスで「砂防植林に関する法律」が制定されると、ユバイ(Ubaye)川やイゼール(Isère)川で砂防工事が盛んに行われた。1867年にブルトン(P. Breton)が著した専門書は、明治初期に日本に來日し治水事業に挑んだオランダ人技師エッセル(Escher)がオランダ語に訳している³⁾。1878年(明治11年)にデモンゼー(P. Demontzey)が著した専門書はフランスの砂防技術を体系化したものであり、その一部は日本の牛伏川砂防工事の参考にされ、またオーストリアのゼッケンドルフ(A. R. Seckendorff)によりドイツ語に訳されている。オーストリアは1882年(明治15年)の災害を受けフランスの砂防工事を視察するとともに、フランスの法体系を参考にして1884年(明治17年)に砂防法を制定し、砂防工事が盛んに行われるようになった。これらのことから、1860年から1900年頃までの間は、フランス砂防が欧州アルプス砂防の最先端であったと考えられる。

2.3 1900年から第一次世界大戦までのオーストリア砂防

1867年にオーストリア・ハンガリー帝国が樹立し、砂防が盛んであったチロル地方はオーストリアの領土となった。1901年(明治34年)及び1903年(明治36年)にワング(F. Wang)が著した専門書は、砂防工学の体系、構造物・植生による溪流荒廃対策、構造物の設計などについて説明され、砂防欧州のみならず日本にも影響を与えた。1904～1909年(明治37～42年)にはオーストリアからホフマン(A. Hofmann)を東京帝国大学農科大学に招いており、日本もオーストリア砂防の技術を認めていたことがわかる。諸戸北郎は1909～1912年(明治42～45年)に欧州に留学をし、オーストリアの砂防工事は、技術制度、学術上の研究はフランスを凌駕していると記して

欧州アルプスと日本の砂防の交流史を表1に示す。

明治初期にオランダ人技師のエッセルやデ・レイケは、ブルトンの専門書などフランス砂防について学びながら、不動川等の日本の荒廃地に砂防工事を実施した。滋賀県にあるオランダ堰堤及び鍬塚堰堤は、デ・レイケの指導のもと、ドイツに留学した田辺義三郎が設計した砂防堰堤である。両堰堤は下流法ながら階段形状をしているが、日本で同形状の砂防堰堤は福山藩の砂留や

1900年代に入ると、河合鈿太郎、持田軍十郎、池田圓男、諸戸北郎、赤木正雄、村上恵二など欧州アルプス周辺国に砂防技術者が留学するようになった。東京帝国大学農科大学助教授であつた河合がワングに提供した日本の溪流工事及び山腹工事の資料は、ワングの専門書に掲載された。諸戸は帰国後東京帝国大学農科大学の教授になるとともに、オーストリアの砂防技術を「理水及砂防工学」に著すなど砂防技術の啓蒙に努めた。

欧州アルプス周辺国の砂防の歴史と照らし合わせると、福山藩の砂留が欧州アルプス砂防の影響を受けておらず、オランダ人技師がフランスの砂防を学びながら日本で砂防工事を行ったと考えられた。また、数多くの日本の砂防技術者が欧州アルプス周辺国に留学し、その技術を日本の砂防技術発展に活かしたことを示した。欧州アルプス砂防が、日本の砂防堰堤の構造・形状に与えた影響について、今後も研究を深めていきたい。

4) 社团法人 全国治水砂防協会(1981) 日本砂防史、社团法人 全国治水砂防協会、pp. 790-796

年代	欧州アルプス	日本
1537	ツェルン地方 ポンテアル砂防堰堤建造 (木堰堤)	デューールの聖門書院前に築かれて おり、欧州との関係はない
1550	ポンテアル砂防堰堤で石セメント使用	1700年一 塩山砂溜による砂害鎮 広島県豊後川砂溜 ・6番砂害(階段形状)
1820	境(チルル地方) デュール初めての砂防 専門書	津久井から越後まで学術書等への影響はな く、砂防との関係は認められない
1860	仏「砂防植林に関する法律」制定 仏の砂防が底流化	古くは日本の砂防技術の継承が みられる
1864	仏 プルトンが専門書を著	
1873	蘭・ドレイク、エッセルが日本へ	1875年(M8) 政府による砂防試験築工 木津川(木)不動川 デレイク設計 ・現存する堰堤(階段形状) ・本谷堰堤(段段形状)
1878	第2次世界大戦時に欧州砂防資料を寄贈 (寄贈資料の詳細は不明)	1878年(M11) ドレイク指導の堰堤 ・岐阜県 盤谷堰堤(1878(M11)堰) 2段形状 ・長野県 大崖堰堤(1880(M13)堰) ・群馬県 八幡川堰堤(1885(M18)堰) ・岐阜県 羽後谷寄寄堰堤(1888(M21) 2段形状 ・徳島県 大谷川堰堤(1888(M22)) 3段形状
1880	仏 中央工芸大学等より古市公成機関 長 中央工芸大学等より野村孝雄機関 長 ハノバ大学より田辺義三機関長	1892~1898年(M15~22) デレイク指導 田辺義三郎設計 ・オランダ堰堤(1898(M22)) 階段形状 ・紐堤堰(1898(M22)) 階段形状
1903	境地に留学した河合祐太郎帰国 (ワング・ドイツの資料を提供)	1904~1909年(M37~42) 境 木フマンが東 京帝國大学農科大学で砂防の調査
1904	境 ワングが専門書を著	欧州アルプス砂防を調査
1904	境 木フマン来日	
1911	境地に留学した持田重十郎帰国	1912年(T1) 神戸北町が東京帝國大学農 科大学の砂防専攻の初代教授になる
1912	境 池田瑞雄に留学した難戸北郎帰国	1915年(T4) ~ 難戸北郎著「治水及砂防工学」
1914	~1918 第一次世界大戦	1916年(T5) 日本最初の組石コンクリート 堰堤(芦安堰堤)
1925	境に留学した赤木正雄帰国 境瑞雄に留学した村上重二郎帰国	1925年(T14) 村上重二郎が京都帝國大学農 学部林工学科の教授になる 1938年(S13) 赤木正雄が内務省土木局初 代砂防課長になる
1941	~1945 第二次世界大戦	1916年(T5)~1917年(T6) 池田勇男指導による砂防工事 ・長野県 木沢川階段工(1年伐川本流水路)
		赤木正雄等の指導した堰堤の構造 ・白根堰堤(1939年(S14))堤高日本一 ・本宮堰堤(1937年(S12))貯砂量日本一 ・寄寄堰堤(1944年(S19)) 組石コンクリートアーチ構造

流路工合流点における水の流れの再現計算

筑波大学大学院生命環境科学研究科 ○江藤雅佳子・大賀知将
筑波大学生命環境系（現（国研）土木研究所） 水野秀明

1 はじめに

洪水や土砂の流れが輻輳して氾濫する状態から安全に避難するためには、住民は適切な避難経路を選択しなければならない。住民は、基本的に道路を通して安全な場所へと避難する。そのため、適切な避難経路の選択には、洪水や土砂の氾濫範囲を大まかに示すだけでなく、避難に用いられる道路上の洪水や土砂の氾濫も示すべきである。そのためには、道路沿いや橋梁のある土石流導流工や流路の水と土砂の流れを予測しなければならない。

近年では、土砂災害防止法に基づく土砂災害緊急情報にみられるように、氾濫する土地の区域を2次元浅水方程式に基づいた数値計算を用いて短期間で予測するようになった。従来、土砂災害の分野で採用されてきた数値計算の方法は、主に2次元浅水方程式に基づき、その離散化の方法によって大きく2つに分けられる。1つは、計算の対象領域を構造メッシュで分割し、2次元浅水方程式を差分法に基づいて離散化する方法（例えば、松本ら、2012）。もう1つは、計算の対象領域を一般座標構造メッシュもしくは非構造メッシュで分割し、2次元浅水方程式を有限体積法に基づいて離散化する方法（例えば、Ankai et al., 2004）である。これらの多くのモデルは、変数を構造メッシュの区間あるいは非構造メッシュの計算要素内で平均化した値、もしくは、曲面で補間した値（例えば、肖ら、2012）が用いられている。しかし、これらの方法で変数を推定すると、流れが流路の護岸の斜面上を流れている場合、計算上、水面が護岸より高くなる。したがって、土石流導流工や流路における水や土砂の流れを計算するためには、これらの点を改良する必要がある。

本研究では、土石流導流工や流路における水と土砂の流れを高精度で予測できる手法の開発を目的として、計算要素内の水深を変化させる数値モデルを検討し、水路実験と計算結果を比較することで、その数値モデルを検証する。なお、土石流導流工や流路の局所的な地形を考慮できるように構造メッシュを用い、2次元浅水方程式を有限体積法により離散化した。

2 数値モデルの概要

基本方程式は、底面摩擦力和マニング型の抵抗則を組み込んだ2次元浅水方程式である（Ankai et al., 2004）。Ankai et al. (2004) では、セルアベレージ法を採用していたため、変数は計算要素内で一定であった。本研究では、①速度ベクトルが計算要素内で均一であること、②計算領域内の堆砂の表面が平面であること、③計算要素内の静水圧の勾配が計算要素の境界に作用する静水圧と釣りあうことの3点を仮定する。これらの仮定より、計算要素内の水深は線形で分布することとなり、式(1)により計算できる。

$$\iint_S \nabla \left(\frac{1}{2} g h^2 \right) dS = \int_C \left(\frac{1}{2} g h^2 \right) \vec{n} dC \quad \cdots (1)$$

ここで、 S : 計算要素の領域、 C : 計算要素を囲む閉曲線、 g : 重力加速度、 h : 計算要素内の水深、 h_c : 閉曲線 C 上の水深、 $\vec{n}$: 閉曲線 C 上の微小線分 dC に対して垂直で計算要素の外を向いたベクトルである。

基礎方程式は、Ankai et al. (2004)と同様に有限体積法を用いて離散化した。閉曲線 C を通過する質量と運動量のフラックスおよび式(1)の右辺は、閉曲線 C のいくつかの点においてリーマン問題を解き、その結果を用いてシンプソンの台形公式により近似して求めた。リーマン問題の解法は、Ankai et al. (2004)と同様とした。

3 水路実験の概要

水路実験は、水路模型上にサイフォンを用いて水を供給し、水路断面における水位を計測した。水路模型は、Ankai et al. (2004)で構築された地形標高と流路形状のTINを基に水路湾曲部と合流部の90m×50mの範囲について縮尺1/100で作成した（図-1）。模型の水路底幅は、合流部のA-A'断面で7.0cm、B-B'断面で4.0cm、C-C'断面で2.0cmである。水位の計測は、流路(a)からφ20mmのサイフォンで3.0L、流路(b)からφ13mmのサイフォンで2.0L水を供給し、A-A'断面とB-B'断面で3点ずつ、C-C'断面で2点の合計8点において0.1秒間隔で記録した。図-2は、水路実験でそれぞれの流路から供給した流量のハイドログラフである。

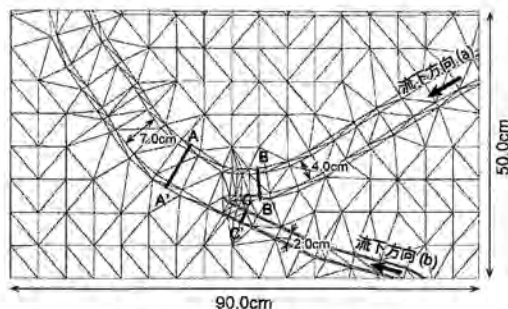


図-1 水路模型と水位計測の断面位置

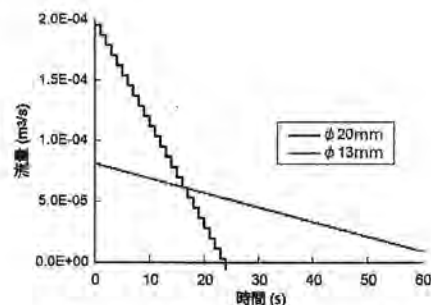


図-2 供給流量のハイドログラフ

4 再現計算と考察

数値計算を用いた水路実験の再現計算では、実験結果より算出した水深と速度、粗度係数を境界条件として設定した。ここで、水路の粗度係数は、水深が最大となる 0.0～5.0 秒の最小値である 0.004 を採用した。

図-3 は、水の供給開始から 10 秒後の数値計算と水路実験の結果を比較したものである。断面 A-A' および断面 B-B' では、計算値と実測値がおおむね一致しており、水路右岸側と中央の計測点で差が 1.0mm 以下となったが、左岸側の計測点で実測値に比べて計算値が低くなる傾向を示した。断面 C-C' では、水位の差が 4.0mm 程度となり、実測値に比べて計算値が低くなる傾向を示した。これは、数値計算における境界条件が各時刻の水深と速度を境界上で均一に与えているのに対して、水路実験の水面が水路床と平行ではなかったためと考えられる。また、断面 C-C' における差は、粗度係数を流路(a)の実験結果のみで算出している影響が考えられる。

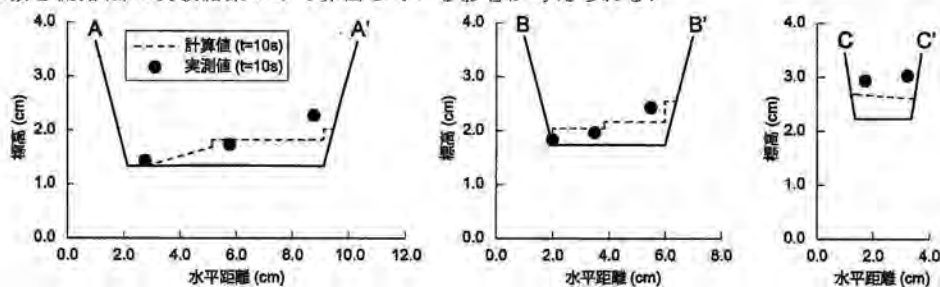


図-3 数値計算と水路実験の結果の比較

5 まとめ

本研究では、水深が計算要素内を線形で分布し、その勾配が計算要素の境界に作用する静水圧の総和に等しいと仮定して数値モデルを開発した。その数値モデルを組み込んだ有限体積法による数値計算を用いて水路実験を再現したところ、計算結果と実験結果は、おおむね一致した。特に、流路内の流下断面や湾曲部や合流点における流れを再現できることが分かった。

今後は、数値計算の境界条件の設定における水路断面方向の水位変化や粗度係数の決定方法を考慮し、再現計算の精度向上のための改良を行っていきたいと考えている。

引用文献

- Ankai T., Mizuno H., Sekine T. (2014): Numerical analysis of blockage in a channel work by stony debris flow, The 5th International Workshop on Multimodal Sediment Disaster, p.49-56
- 松本直樹・和田孝志・中谷加奈・里深好文・水山高久 (2012): 粒径変化を考慮した土石流氾濫予測手法に関する研究, 砂防学会誌, Vol.65, No.3, p.3-11
- 肖 鋒, 井伊仁志, 小野寺直幸 (2009): 3.3 マルチモーメント制約有限体積法 (MCV 法), 計算流体力学-CIP マルチモーメント法による手法-, コロナ社, p.100-111

災害対応に要する時間の推定モデル

筑波大学大学院生命環境科学研究科 ○照沼利浩
筑波大学大学院生命環境科学研究科（現：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

防災組織の災害対応は、地域住民の安全を確保するために、可能な限り短時間で遂行されなければならない。災害対応に要する時間を効率的に短縮させるためには、災害対応におけるクリティカルパスを見つけることが効果的であり、そのためには各作業の作業時間を求め、ネットワーク状の作業経路に要する時間を推定する必要がある。

各作業の作業時間について留意すべきなのは、作業時間は一定ではなく、時間分布が存在するとともに、様々な条件、特に災害規模と作業要因によって変化する点である。また、作業経路上の時間を計算する方法としては、各作業がネットワーク状に結ばれていることから、待ち時間等を考慮するために、作業経路上の時間変化、つまり作業進捗を把握する必要がある。作業進捗を把握しつつ時間を求める方法としては、工程管理手法の1つであるPERTが挙げられる。ここで、1つの災害対応で実施すべき作業のまとまりを「仕事」と定義すると、PERTでは1つの仕事に関する時間のみ計算可能である。しかし、実際には災害の規模が大きくなるにつれて、防災組織に順次災害の発生情報が届き、複数の仕事を同時に遂行しなければならない場合もあり、1つの仕事のみに対応したPERTの考え方には、限界がある。

そこで本研究では、作業時間と作業要因との関係を明らかにした上で、複数の災害が発生した場合でも、作業進捗を把握しつつ、作業経路上の時間、つまりは災害対応に要する時間を推定できる数理モデルを構築することとした。

2. 基礎方程式

2.1 モデルの基本理論

本研究では、作業進捗を表すための指標として、“各作業を実施している確率”を用いることとした。なぜなら、作業には時間分布があるため、任意の時刻において様々な作業を実施している可能性があり、その可能性は作業の時間分布に応じた確率によって表されることが考えられるためである。

時間とともに変化する確率現象のことを確率過程と呼ぶが、本研究では、基本となる確率過程の理論として、マルコフ過程と出生死滅過程を採用した。

マルコフ過程とは、確率の時間軸方向の変化方法を規定する理論であり、次の時刻の確率は現在の時刻に

おける確率のみに依存し、過去の確率には依存しないとするものである。出生死滅過程とは、確率の状態軸方向の変化方法を規定する理論であり、ある状態（仕事数）にいる確率は、死滅率（処理率）と出生率（手戻り率）によって決まるものである。

2.2 確率過程の定式化

確率過程を定式化するにあたり、「1つの作業からなる仕事」が防災組織に複数与えられた場合について、時刻 t で i 番目の仕事を実施している確率 $P_{i,t}$ （処理すべき仕事 i が残っている確率）が、 Δt だけ時間が進んだ際の確率 $P_{i,t+\Delta t}$ に推移する過程を考える。まず、 $P_{i,t+\Delta t}$ は、マルコフ過程によって時刻 t での確率のみに依存することになる。また、出生死滅過程によって $i+1$ 番目の仕事からの処理率 $\mu_{i+1,t}$ と、 $i-1$ 番目の仕事からの手戻り率 $\lambda_{i-1,t}$ によって決まると言える。

ここで、コルモゴロフの前進方程式を用いると、時刻 t から時刻 $t+\Delta t$ へ進んだ際の確率の変化量は、入力分の確率と出力分の確率との差分に等しい。従って、以下の式が成り立つことになる。

$$\frac{P_{i,t+\Delta t} - P_{i,t}}{\Delta t} = \lambda_{i-1,t} P_{i-1,t} + \mu_{i+1,t} P_{i+1,t} - (\lambda_{i,t} + \mu_{i,t}) P_{i,t}$$

本式は、テイラー展開による近似を用いると、以下に示す一次元移流拡散方程式に変形できる。

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \Delta x \frac{\partial \{(\lambda - \mu)P\}}{\partial x} = \frac{(\Delta x)^2}{2} \frac{\partial^2 \{(\lambda + \mu)P\}}{\partial x^2}$$

つまり、マルコフ過程および出生死滅過程を前提とすると、仕事を実施している確率の変化は、確率の移流・拡散現象によって表すことができるのである。

3. 基礎方程式の適用

3.1 基礎方程式の適用方法

基礎方程式を「ある1つの作業」から構成される仕事に適用するためには、確率の動きを規定している μ （処理率）と λ （手戻り率）を明らかにする必要があり、それらは基礎方程式中に移流速度 $\Delta x(\lambda - \mu)$ と拡散係数 $\frac{(\Delta x)^2}{2}(\lambda + \mu)$ として含まれている。また、基礎方程式に

よる計算値は、より実測値に近い方が、対象とする作業の時間分布を正確に表していると言える。そこで本研究では、作業にかかっている時間の実測値を計測した上で、その実測値の分布に最も近い（誤差が最少となる）計算値を算出する移流速度と拡散係数を最小二乗法で求め、 μ と λ を明らかにすることとした。

3.2 作業時間の実測値

災害対応の実測値の取得対象は、土砂災害防止法に基づいて国土交通省が実施する緊急調査とした。ただし、実災害での緊急調査の事例は少ないため、今回は、国土交通省の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「作業A：天然ダムによる想定湛水区域」および「作業B：天然ダムの想定決壊時期」を推定する作業を対象とした。

行動記録を調査した結果、作業Aの平均作業時間は48.9分、作業Bは37.1分であった。また、累積作業時間分布を図1に示す(プロット値)。累積作業時間とは、ある時間内に作業が完了する確率(頻度)を累積したものであり、作業Aは100分、作業Bは60分あれば、作業が100%完了する(確率が1.0)ことが分かる。

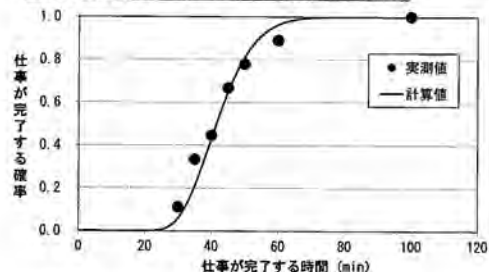
3.2 作業時間の計算値

3.2で求めた累積作業時間分布の実測値に最も合致する計算値を最小二乗法で求めた結果、基礎方程式の移流速度および拡散係数の値、および実測値との残差二乗和は、下表のとおりに計算することができた。

表1 最小二乗法で求めた移流速度・拡散係数

作業	移流速度	拡散係数	残差二乗和
作業A	-0.00040152	0.00000451	0.0253
作業B	-0.00046957	0.00000230	0.1609

作業A：天然ダム想定湛水区域を推定する作業



作業B：天然ダム想定湛水区域を推定する作業

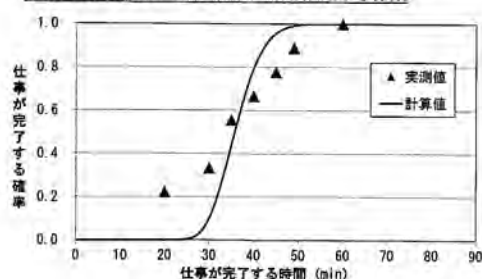


図1 累積作業時間分布

表1で示した値を用いて、累積作業時間分布の計算値を求めた結果を図1に示す。計算で求めた確率は、20～30分から上昇し、作業Aは70分、作業Bは50分程度で、ほぼ1.0(作業がほぼ完了している)となるS字状の曲線で表されることが分かる。ただし、作業Aは、おおむね実測値と一致した傾向が見られるが、作業Bは残差二乗和が大きいこともあり、作業Aよりは実測値とのずれが目立つ結果となった。

ここで、移流速度と拡散係数に含まれる Δx は、1つの値に決まるわけではなく、一定の幅を持った値となる。そこで、 Δx の取り得る値の範囲と、それに対応する μ と λ を求めると、以下のとおりとなる。

【作業A】 Δx : 0.0030 ≤ Δx ≤ 0.0225
$\lambda \cdot \mu$: 0.0000 ≤ λ ≤ 0.4332 0.0178 ≤ μ ≤ 0.5668
【作業B】 Δx : 0.0021 ≤ Δx ≤ 0.0098
$\lambda \cdot \mu$: 0.0000 ≤ λ ≤ 0.3905 0.0480 ≤ μ ≤ 0.6095

この一定の幅を持った値が、作業A・Bに関して「仕事を実施している確率」を規定している μ と λ となる。

4. 考察

作業A・Bについて、基礎方程式の計算値から作成した累積作業時間分布は、実測値と類似した傾向を示すことが分かった。これは、本モデルの基本理論としたマルコフ過程と出生死滅過程が、各作業を実施している確率を求めるのに利用できることを示していると言える。従って、災害対応を構成する様々な作業について、 μ と λ を求めれば、本モデルを利用して、災害対応にかかる時間を推定できると考えられる。

作業Bについて、実測値と計算値で誤差が大きい原因については、実測値のサンプル数が9件と少ないこと、防災訓練を対象としたため、目的とする作業の作業時間のみを計測していない可能性があることが挙げられる。今後、より正確な実測値を取得するために、目的とする作業のみを対象とした作業実験を実施する必要があると考える。

5. 結論

本研究で作成した基礎方程式の $\mu \cdot \lambda$ が分かれば、災害対応の作業にかかる時間を推定できることが分かった。今後は、作業ごとに $\mu \cdot \lambda$ と作業要因との関係を明らかにするとともに、複数の作業に対応した二次元移流拡散モデルへ拡張させる予定である。

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。

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 ふりいを用いて、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)。

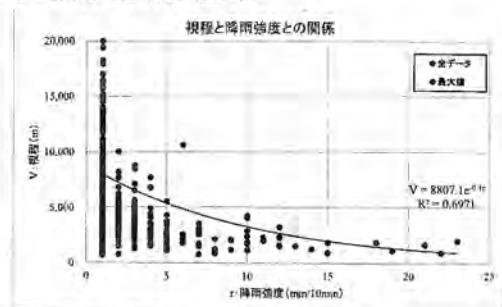


図2 視程と降雨強度との関係

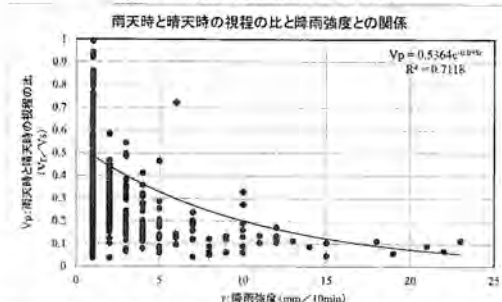


図3 雨天時と晴天時の視程の比と降雨強度との関係

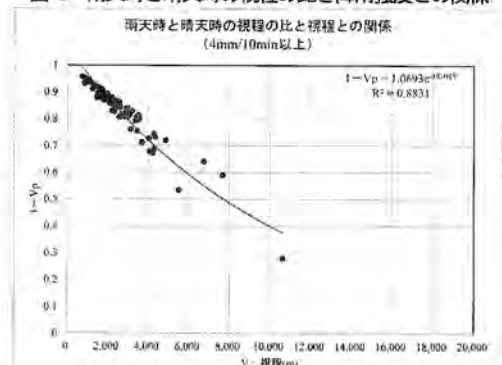


図4 雨天時と晴天時の視程の比と視程との関係 (4mm/10min以上)

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)。

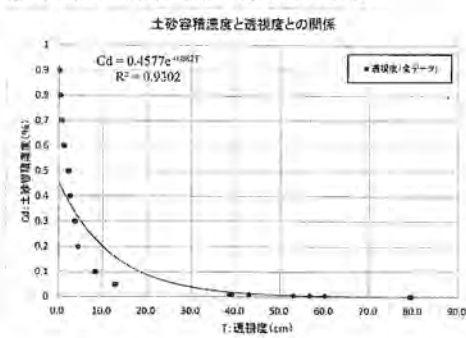


図5 土砂容積濃度と透視度との関係

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られる。

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

住民主導の土砂災害に対するタイムライン検討事例

応用地質（株）○大村さつき、三木洋一、北原哲郎、飛田健二
 筑波大学大学院 環境防災学講座 西本晴男
 防災を考える会ひろしま 原田照美、杉田精司、奥迫信治

1.はじめに

広島県広島市は、土砂災害防止法制定のきっかけとなる大規模な土砂災害が平成 11 年に発生し、昨年平成 26 年にも再度大規模な土砂災害が発生した地域である。本市では、平成 11 年の土砂災害を受けて、住民主導の避難訓練や地域ごとのハザードマップ作成等、土砂災害に対する警戒避難の取り組みが実施されていることが知られている。しかし、平成 26 年の土砂災害では、自主避難により人的被害が無かった地区がある一方、多くの人的被害があった地区があり、土砂災害に対する警戒避難の取り組みに地域差があることが明確となった。

本研究では、広島市の 2 つの町内会において、住民の避難行動に基づいた土砂災害に対するタイムラインの作成について検討をおこなった。タイムラインとは、災害が発生することを前提として、自治体や住民などが災害発生前から発生後まで、いつ、誰が、何をするかを時間軸に沿って具体的に記述した防災計画のことである。作成・検討の過程およびその中で見えてきた警戒避難体制整備上の課題について報告する。

2.タイムライン作成上の課題

国は「土砂災害対策の強化に向けて」の提言で、「警戒避難体制の強化」として、住民・関係機関の参加による「土砂災害に対するタイムラインの作成」を推進することを挙げている。しかし、これまでの警戒避難体制整備の取り組みの中では、住民が避難に必要とする時間は一律で提示されており、住民が実際に避難のために必要とする時間について詳細を把握した上での検討・警戒避難体制の整備は行われていない。また、地区ごとに人員の構成や土砂災害に対する取組み状況、避難所までの距離等の差異があり、それぞれの地区の特性を反映させたタイムラインの作成が必要となる。

3.作成方法

平成 11 年の土砂災害以降自主防災会の取り組みを進めてきた河内地区、平成 26 年に土砂災害を受けた八木ヶ丘団地地区の 2 地区において、それぞれの地区の特性を反映させたタイムラインの作成をおこなった。表 1 に自治会・町内会の概要を、図 1 にタイムライン作成のフローを示す。

タイムライン作成にあたり、災害発生前後の気象庁・県・市・各地区の住民の動きについて、大雨注意報発令後から発災するまでの状況を新聞・各種報告書からとりまとめた資料を提示しながら、地区の代表者にヒアリングを実施した。

ヒアリングでは、地区の人員構成、情報を伝えるシステムやツール、連絡網の有無、避難先の有無等を確認した。また、地区の代表者には、避難行動に必要な時間について検討用シートを用い、「判断は 1 人でいますか」「連絡するのを手伝ってくれる人はいますか」といった具体的な項目により、実際の避難行動のイメージをしてもらいながら必要な時間を積み上げてもらい、「避難の判断」「指示の連絡」「避難」に必要な時間の検討を実施してもらった。その後、何時間前から避難を開始したいか、どんな連絡手段を使用したいかといった警戒避難に関する要望をヒアリングした。

次に、ヒアリングの情報からタイムライン案を作成した。2 時間前から避難を開始する場合は土砂災害警戒情報を、3 時間前から避難を開始するという場合は、広島県が提供している土砂災害危険度情報を使用する方法を提案する形で作成した。この段階で作成したタイムライン案は、その後の打ち合わせにより、より具体的な避難行動計画の検討を行なうことを目的として議論の余地を残した形で作成した。

表 1 自治会・町内会の概要

地区名	河内地区	八木ヶ丘団地地区
経典した土砂災害	平成 11 年 8 月 29 日 死者 22 名	平成 26 年 8 月 20 日 死者 74 名
地区の規模	複数の自治会・町内会（東西に広い）	1 町内会のみ
世帯数	約 850 世帯	約 70 世帯
タイムライン作成時の防災に関する地区の取組み状況	地域情報発信システム 災害相互応援協定 ハザードマップ改定版の作成	災害発生後に サイレンと雨量計を設置
タイムラインへの要望	災害の発生が予想される 2 時間前から行動を開始したい。 参考雨量をわかりやすく入りたい。 雨量は地域差が大きいことを示したい。	原因に不安定な土砂が堆積しているため、災害の発生が予想される 3 時間前から行動を開始したい。 サイレンと戸別通知を併用したい。 複数の断所発生を併用したい。
タイムラインへの要望反映	土砂災害警戒情報を使用。 平成 11 年の災害時の雨量（急切ダム、広島）をグラフで表示。	土砂災害危険度情報を使用。 サイレンと連絡網の両方で連絡をする形にし、各戸配付用の簡易現象の資料を提供。

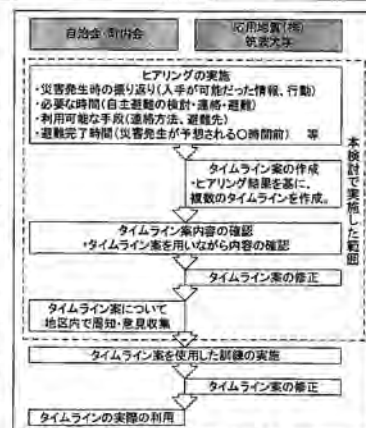


図 1 タイムライン作成フロー

その後、作成したタイムライン案を用いて地区の代表者と打合せを再度実施し、作成したタイムライン案通り行動した場合の課題の確認をふまえて改善をするとともに、市の支援が必要な事項について要望を取りまとめた。

4. 結果と考察

上記の手法により、各地区の特性を反映させたタイムライン案を作成することができた。(図2)

河内地区においては、既に地区の防災マニュアルがあり、情報伝達のためのメールシステムも作成されているなど、警戒避難体制整備が進んでいたが、タイムラインを作成することで、マニュアルが時系列に一覧でまとまり、地区の一般住民にとって理解しやすいものとなった。また、マニュアル作成時には検討できていなかった避難所開設のタイミングや住民が避難に要する時間など、現状の警戒避難体制上の課題を洗い出すことが可能となった。

八木ヶ丘団地地区においては、現在集落の上流側の溪床に不安定土砂が堆積している危険な状況であるものの、地区の警戒避難体制は構築されていない状況であった。タイムラインを作成する過程の中で、地区の警戒避難体制の在り方を検討し、地区の警戒避難体制の基礎となるものを作成することができた。



図2 作成したタイムライン案の例(八木ヶ丘団地地区)

5. まとめ

タイムライン案を作成することで、これまで警戒避難体制の構築がされていない地区においても、効率的な避難行動計画の作成が可能となり、住民主導のタイムライン作成の有効性が確認された。また、タイムライン案を作成する過程の中で、従来から進められてきた地域の警戒避難体制における課題(避難所の開設タイミングや手順等)や、住民から市への要望(避難所の鍵の扱い等)について明確なものとなった。今後は、実際の訓練による課題の抽出と改善策の検討、活動の継続、これまで被災経験が無い他地域への周知・水平展開を図ることが必要である。また、活動の一環として、児童・学生といった若い世代のタイムライン作成の活動への参加を促すことにより、活動の継続やこれまで使用が難しかった新しいツール(スマートフォンのアプリ等)をタイムラインに加えることも検討していくべきであると考えられる。

参考文献

- ・原田照美(2013):筑波大学大学院 地域環境防災論・講義テキスト「住民主役の土砂災害警戒避難」
- ・土砂災害対策の強化に向けた検討会(2014):土砂災害対策の強化に向けて提言
- ・広島市(2015/4/1):土砂災害への対応(<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/genre/1315965515103/index.html>)

東京都水道水源林内の溪流における歴史的施設

筑波大学大学院生命環境科学研究科 西本 晴男
 元東京大学大学院農学生命科学研究科 鈴木 雅一
 ○筑波大学大学院生命環境科学研究科 阿部 拓実

1 はじめに

多摩川上流に位置する東京都水道水源林では、東京市より囑託を受けた東京帝国大学教授林学博士諸戸北郎の指導の下、明治 45 年より本格的に砂防工事が進められた¹⁾。諸戸博士は、砂防協会の機関誌「砂防」の中で現地を訪れた際の調査について詳細に記述しており、また多くの写真を残している。これらの写真は東京大学森林理水及び砂防工学研究室が所蔵している（以下、諸戸アルバム）。また、東京都水道歴史館所蔵の写真および東京都水道局による出版物には、明治末～昭和初期に施工された堰堤の写真や、当時の山地の荒廃状況が分かる貴重な写真が残されている。

本研究では、東京都水道水源林内における山梨県塩山市一之瀬高橋地区の落合集落とハビロ沢において、大正～昭和初期に撮影された山地の状況と溪流の状況とを比較し、考察を行った。なお、諸戸北郎博士は機関誌「砂防」の中で、東京都水道水源林内で行われた溪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 東京都水道水源林の概要

東京都水道水源林（以下、水源林）は、多摩川上流に位置し、東京都西部の奥多摩町から山梨県東部の小菅村、丹波山村、甲州市にかけてひろがり、面積は約 22,000ha に及ぶ。

この周辺地域は江戸時代には徳川幕府により手厚く保護されていたが、明治政府になると森林行政がおろそかになり、荒廃が進んだ。飲料水の安定供給が困難になることを憂いた東京府は、譲り受けた御料林と民有地を保安林に編入し、明治 34 年より水源林経営に着手した。その後水源林の経営は東京市に引き継がれ、東京都経済局所管などの変遷を経て現在に至る²⁾。

3 明治末期～大正初期の水源林における荒廃状況

水源林では、明治期に盗伐、開墾、焼畑などによって山地の荒廃が進んでいた。明治 43 年測量の地形図（国土地理院）には、落合集落周辺において「荒地」の記号（) が広範囲に示されている（図 2 の網掛け部）。東京市は明治 40 年および明治 43 年の度重なる豪雨により水源林内で崩壊が多発したことを契機として植林と相まって山腹工事と溪流工事を進めていた。その後、明治 45 年に諸戸博士に水源林の砂防工事の調査を囑託し、より本格的に砂防工事が進められた³⁾。

4 落合集落周辺の山地状況の変化

落合集落およびその周辺山地を撮影した 3 時期の写真を図 3 に示す。落合集落周辺の山地の状況は大正 2 年の写真⁴⁾では、ほとんどがはげ山となっている。その後砂防工事が着手され、昭和 2 年の写真（東京都水道歴史館提供）においては、山地は樹木で覆われている。現在はより木々が成長し、緑が繁茂している。

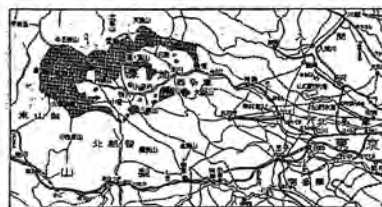


図 1 東京都水源林位置図
(東京市役所, 1938)

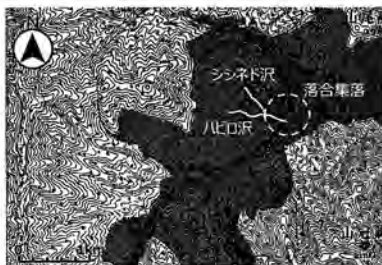


図 2 落合集落付近の地形図
この地図は、国土地理院発行の 5 万分の 1 地形図
(丹羽, 明治 43 年測量) を利用した



大正 2 年 (1913 年) 撮影



昭和 2 年 (1927 年) 撮影



平成 26 年 (2014 年) 撮影

図 3 落合集落付近の山地状況の変化

5 ハビロ沢における山地状況の変化

ハビロ沢は落合集落の西側に位置し、流域面積 1.6km²、流路延長 1.7km の沢である(図2)。図4にハビロ沢における堰堤および周辺の山地を撮影した4時期の写真を示す。大正2年、大正9年、昭和2年および昭和10年の写真(いずれも東京都水道歴史館提供)をみると、山腹工(植林)および空石積堰堤の施工後に、溪流及び山地が安定し植生が回復してきていることがわかる。

大正5年の写真は、砂防工事施工直後であり、はげ山の状態だったが、大正9年の写真では、植林した樹木が成長し、昭和2年の写真では山地は樹木に覆われている。現在は、山腹の植生は遠方の景色を見通すことが出来なくなるほど、繁茂している。

6 ハビロ沢支沢シシネ沢の堰堤

シシネ沢では、大正5年に施工さ

れた堰堤(図5)が、施工後約100年が経過した現在も破損することなく機能していることが確認できた。図5の大正5年の写真(諸戸アルバム)は、堰堤を左岸側および下流から撮影した写真である。当堰堤は、堤高2.6m、堤長11.0mのアーチ型の布積石堰堤であり水叩きや副堰堤が設けられている。また、下流法勾配は直に近い急勾配がとられており、当時の技術力の高さが伺える。大正5年の下流から見た写真をみると山腹に植林が施されていることがわかる。諸戸博士は堰堤による山脚固定と山腹工を組み合わせ、流域の保全を図ったことが伺える。



大正5年(1916年)撮影



大正9年(1920年)撮影



昭和2年(1927年)撮影



平成26年(2014年)撮影

図4 ハビロ沢における山地状況の変化



大正5年(1916年)撮影



大正5年(1916年)撮影



平成26年(2014年)撮影

図5 シシネ沢のアーチ型堰堤

7 おわりに

明治33年に東京府に委嘱され、多摩川水源地の調査を行った東京帝国大学教授本多静六林学博士は、その荒廃状況から、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という旨の答申をしている⁵⁾。荒廃した水源林の回復は、東京都の水源確保のためには急務の事柄であった。この状況の中、諸戸北郎博士指導の下に施行された砂防工事は、水源林の回復に大きく寄与し、東京都の水道の安全供給の礎となっている。

本稿で示した堰堤は、大正初期に築造されたものであり、関東大震災(大正12年)や、カスリン台風(昭和22年)などの災害に耐え、築造後100年を経過した今なお破損することなく十分に機能を発揮している。

<参考文献>

- 1) 砂防協会：砂防，第8号，1929
- 2) 東京都水道局：水源林80年のあゆみ，p.43-50，1982
- 3) 東京都水道局：水源林80年のあゆみ，p.77-78，1982
- 4) 東京都水道局：水源林80年のあゆみ，口絵写真，1982
- 5) 東京都水道局：水源林80年のあゆみ，p.85，1982
- 6) 東京市役所：水道水源林の経営，35pp，1938

日本の近代砂防と諸戸北郎博士

筑波大学大学院生命環境科学研究科
元東京大学大学院農学生命科学研究科
北海道大学大学院農学研究科
宇都宮大学農学部森林科学科
筑波大学大学院生命環境科学研究科

○西本晴男
鈴木雅一
小山内信智
執印康裕
堀田紀文

1. はじめに

日本における砂防学の最初の教授である諸戸北郎博士(1873-1951)は、明治31年帝国大学農科大学林学科を卒業、明治32年東京帝国大学農科大学助教授、明治42年1月から明治45年6月にオーストリアに留学、帰国後ただちに同教授となり昭和9年3月同大学を退官している。博士は大正4(1915)年に理水及砂防工学量水編、翌年に同本論を著したのに続き、同海岸砂防編、同工事編、同設計及実例編を著し、砂防技術の体系化をしたことをはじめとして、砂防に関する教育研究及技術について近代砂防を確立した傑出した人物である。

本稿では、明治時代中期から大正時代に至る日本近代砂防の軌跡について、諸戸博士の経歴と業績について周辺事情も踏まえつつ考察したものである。ただし、本稿ではこの時代における行政上の経過については、必要最小限に留めている。

2. 東京大学に砂防講座が出来るまでの砂防教育研究

日本において砂防についての研究教育体制は、明治33(1900)年に東京帝国大学に「森林理水及び砂防工学講座」が出来たのが最初である。それ以前については、体系だった砂防教育研究はなされていなかったが、「土木工学砂防工編」(中村猪市、明治35年)などの砂防にかかわる専門書が出されている。これらは従来の日本の砂防技術について書かれたものであり、近代日本砂防が範としたオーストリア砂防技術については触れられていない。研究論文では大日本山林会誌に砂防工事の事例紹介が数編みられる程度である¹⁾。

砂防の教育は林学教育の一環として行われてきたが、明治20年農科大学にドイツからグスマンが招かれたことがその嚆矢であり、続いてマイエル、グラスマンが招かれ、明治28年になって川瀬善太郎(林政学)、本多静六(造林学)、河合鍾太郎(森林利用学)、志賀泰山(森林経理学)らの日本人教官の布陣となった。彼らが行った講義内容については不明であるが、本多静六の「国家と森林の関係・林政学・前編」(明治27年)や川瀬善太郎の「林政要論」(明治36年)では森林に土砂かん止機能や土砂流出機能があることを述べているがその機構や対策工などの技術的な記述は見当たらないことから、明治20年代までは、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。

その後、東京帝国大学に砂防講座が出来る契機になったのは、明治20年代に災害が多発したことに加え、明治32年に河合鍾太郎が「ウーンの高等地産学校の学課に倣い砂防工学を日本の山林学校の過程に入れることが必要」と主張したことも影響していると考えられる。

3. 明治30年—明治45年の東京大学砂防教育

東京帝国大学砂防講座の初代教官は、明治34(1901)年1月に

ドイツからお雇い教師として招かれたカール・ヘーフェル(Karl Hefele)である。ヘーフェルは1863年ドイツで唯一砂防を実施しているバイエルン王国の生まれでミュンヘン大学で森林保護学、測樹学の講義を担当後、東京帝大で教鞭をとった²⁾。

砂防講座を担当する外国人教師を誰にするかについては当時の林学科教授陣の間で論議がなされたことが想像されるが、諸戸博士によればオーストリア人のハーニッシュ(Hanisch)が候補に挙がっていたようである。彼は1865年生まれであるからヘーフェルより2歳若いことになる。1892年に溪流管理事務所へ奉職後、チェコ共和国のシレスィア事務所所長となり、第一次世界大戦後オーストリアに帰国し、ステイエルマルク溪流管理事務所の所長となっている。諸戸博士は「ハーニッシュ氏我國に來り理水野溪留講座を担当せられしは我國の野溪留工事に非常の進歩を見たるなるべし然るに全く工学的知識のなきヘーフェル氏の誤魔化しの海防工講義にて三年間を失い時機を失いたるは我國林学の為め実に残念の事なり」と述懐している。



前列左から二人目が諸戸博士、四人目がHefele、右端に林学科の看板が見える。

図-1 1901-1903年頃の林学科教員等(諸戸博士作成アルバムより)

ヘーフェルは明治36(1903)年に帰国し、明治37(1904)年には、オーストリアからウイーン農科大学出身で砂防の専門家であるアメリゴ・ホフマン(Amerigo Hofmann)が招かれ明治42(1909)年帰国している。

諸戸博士は、明治31年(1896)年に大学卒業後大学院に進み、「我國深山ノ利用法並ニ治水事業ト森林ノ関係ニ付テ」を修士論文研究として行っている。明治32(1899)年には、助教授になり欧州留学に出発する明治42(1909)年までの間に、理水、砂防、測量、利用、林道の授業と道路、測量の学外実習を担当している³⁾。この時代の諸戸博士の論文は、樹木学、造林学、森林利用学、木材物理学などのものが多く⁴⁾、河合鍾太郎に師事していた。諸戸博士は助教授時代には砂防に係らず関係分野の研究も行っていたと考えられる。

また、森林利用学が専門の河合は明治32(1899)年から明治35(1902)年にドイツ留学をしている。ワング(Ferdinand Wang)が著した「Grundris der Wildbachverbauung」の中の日本の砂防の紹介はDr. Shitaro KawaiとDr. Otokichi Watababe(渡邊音吉、

農科大学明治32年林学科卒)の情報による旨が記載されており⁹⁾、河合はオーストリア砂防の先進性を認識していたと考えられる。また、村田重治(明治29年林学科卒、農商務省)が明治32年にオーストリア、ドイツ、フランスに出張している。

ここで、農科大学砂防講座の二人の外国人教師の人選について考察してみる。カール・ヘーフェルの人選については、砂防に関わりのあった河合鮎太郎は海外留学中のため、また諸戸博士は助教授になったばかりであったために両者は深く関係しておらず、ドイツ留学経験のある川瀬善太郎と本多静六らが村田重治の意見を聞きながら行ったのではないかと推測される。また、アメリゴ・ホフマンの人選については、当時日本にいて意見を言える立場にあった河合と諸戸博士の考えが反映されたものと考えられる。

4. 諸戸北郎博士の欧州留学

諸戸博士は、明治42年1月から明治45年6月に、「砂防工学研究のため奥、仏に留学」²⁾している。最初は私費留学を申し出て許可され、出発後に公費留学を認められている。諸戸博士と同時期の留学候補者として森林化学の三村鐘三郎助教授(明治28年林学科卒)がいた。二人とも河合の森林利用学講座に属していたようであり、もし三村助教授が留学していれば、砂防工学の講座担任の日本人教授誕生は遅れた可能性がある⁹⁾。この時の林学科の教授陣は川瀬善太郎、本多静六、河合鮎太郎、右田半四郎であり彼らの判断により諸戸博士の留学が決定されたようである。

諸戸博士は、留学先のオーストリアのウィーン農科大学では、フング教授に師事し、のちに同大学4代目教授となる Hauska(砂防堰堤の堤冠厚算出式で有名)と家族ぐるみの交流があったようである。留学先で研究していた内容の詳細は不明だが、オーストリア・ハンガリー二重帝国の範囲はもとよりその周辺の国々、スイス、フランス、ドイツ、イタリアなどを訪問し、砂防工事、量水観測施設、海岸砂防、林道工事関係の視察を行い、これらの結果は「欧羅巴諸国ニ於ケル野溪留工事調査復命書」(農商務省山林局、1915)としてまとめており、また関係する多くの写真も残している。

5. 帰国から大正時代における諸戸北郎博士

諸戸博士は明治45(1912)年6月に帰国し、直ちに東京帝国大学農科大学砂防担当の教授に任命された。大学では座学はもとより滋賀県等の現場で実習を行い、博士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。また帰朝と同時に内務省嘱託となり、土木局河川課主任であった池田圓男(工科大学明治30年土木学科卒)と砂防の推進に尽力した。以前は工学的砂防であったが、諸戸博士が嘱託になってからは林学からも土木局技師となる者が出てきている。

諸戸博士は、大正4(1915)年から大正10(1921)年にかけて5編からなる理水及砂防工学を著している。この一連の著書は日本における最初の本格的砂防専門書であり諸戸博士最大の功績といえる。最初に出た量水編の緒言(前書き)で「根本的治水工事ハ理水及砂防工事ニ依ラザル可ラズ(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」⁸⁾と記し、対策工の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出版し、砂防の体系化を行った。

諸戸博士は、帰朝後東京市と東京府から水源林等の砂防調査を委

嘱され、多摩川上流部の水源林の荒廃を復旧するための砂防計画を策定するとともに、砂防堰堤の工事と量水堰堤による山地森林水文試験を指導した。大正11(1922)年設置された東京帝国大学愛知演習林においては諸戸博士が量水試験地の整備を指導をしている。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の講師を務め、東京帝国大学愛知演習林等での実習を指導し技術者の育成に貢献した。また、内務省や県の委嘱を受けて、常願寺川、鬼怒川、関東大震災後の神奈川県下の災害調査、足尾山地など多くの砂防調査を行い計画づくりを指導し、現在の建設コンサルタント的な役割を果たしている。

諸戸博士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及び砂防研究室に、東京都水源林に関する写真が東京都水道歴史館に、愛知演習林に関わる写真が東京大学生態水文学研究所(旧愛知演習林)に保存されている。これらは当時の日本の山地の状況や対策工の状況を知るための貴重な史料である。



図-2 1930年頃の愛知演習林内の宮量水堰堤(左)と静岡県小山町湯船澤堰堤(右) (諸戸博士作成アルバムより)

6. おわりに

本稿では、その著書や現場における指導等をとおして、日本砂防界に理論的技術論を初めて導入した諸戸博士の功績について、大正時代までの経過をについて述べた。博士は昭和時代になっても約20年間にわたって日本の砂防治山の第一人者として後進の指導と現場技術指導を行った。まさに日本近代砂防の祖であるといえる。

本研究にあたっては、東京大学生態水文学研究所、東京都水道局、東京都水道歴史館、ウィーン農科大学 Huebl 教授、オーストリア農林環境水資源管理省 Patek 砂防部長に協力をいただいた。

＜参考文献＞

- 1) 社団法人大日本山林会：大日本山林会報告・大日本山林会報・山林分類総目録、p.185-193、1990
- 2) 諸戸北郎：砂防工事の回顧、山林582号、p.38-41、1931
- 3) 東京帝国大学：備外国人教師・講師履歴書第一冊中巻、東京大学総合図書館所蔵、p.218-220、発行年不明
- 4) 諸戸北郎：明治四十四年六月奥国メーレン州及シュレシエン州修學旅行日記及び所感、大日本山林会報351号、p.19-26、1912
- 5) 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林：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(46)、p.84-88、2007
- 6) F. Wang：Grundris der Wildbachverbauung、p.474、1901
- 7) 三浦伊八郎：林学科講座の変遷、大正・昭和林業逸史上巻、日刊林業新聞社、p.6-7、1971
- 8) 諸戸北郎：理水及砂防工学 量水編、三浦書店、p.1-2、1915

フランス・サボア県における砂防事業の特徴

株式会社東京建設コンサルタント ○梶 昭仁
筑波大学大学院生命環境科学研究科 西本晴男、中根和彦

1. はじめに

オーストリアやフランスなど欧州諸国の砂防は、日本の近代砂防に大きな影響を与えた。長野県牛伏川の階段工は、1910年代に欧州を視察した内務省の池田圓男技師が、フランスのサニエル(Sanieres)溪を手本として設計したことで有名である。欧州諸国における砂防のうち、オーストリアにおける砂防の取組に関する報告は、例えば、島ら(2014)、渡邊ら(2014)があるが、フランスにおける近年の砂防の取組の報告は、主にサニエル溪での現地調査(例えば、嶋(2006))の他は、山越(2006)の報告に限られ、あまり多くない。筆者らは、欧州諸国における砂防の歴史と日本の関係および現在の状況、取組等を把握するため、フランスを含む欧州諸国での現地調査を実施した。本報告ではその一部であるフランス・サボア(Savoie)県での調査結果を報告する。

2. サボア県の概要

サボア県はフランスの南東部に位置し、フランスの砂防事業を担う RTM (Restauration des Terrains en Montagne、山地修復庁)の本部があるグルノーブル市に隣接する。県内にはアルプス山脈が位置し、地形の大半が山地で、主な河川としてイゼール川(Isère)とその支川であるアルク川(l'Arc)が流れる。南側は牛伏川階段工の手本となったサニエル溪があるオートザルプ(Hautes Alpes)県に接する。



図1 調査位置図

3. モレール(Morel)溪

モレール溪はイゼール川の左支溪で、Bellecombe(直訳:美しい渓谷)集落を流れる流域面積約34km²、標高約2,600mに源を発する流路延長約10kmの溪流である。溪流左岸に、大規模な崩壊地が存在するため、崩壊地脚部の侵食を防止する目的で、崩壊地上流に呑口部を設けた延長約1kmの隧道が1902年～1906年に施工されている。隧道の吐出部は滝の様相を呈しており、吐出部下流には1905年～1912年に施工された床固工群により、溪床の固定、溪床勾配の緩和および流路の整正が図られている。工事時の写真と比較すると、施工後100年以上が経過し、溪流の安定化が図られ、構造物も周辺環境になじんだ景観を呈している(写真1)。現在は溪流の両側が遊歩道となっており、多数の説明版が設置され、環境学習、防災学習の場としての整備がされている。

なお、「砂防」第55号(1937年)で東京帝国大学の砂防工学講座教授の伊藤武夫博士が、この溪流における砂防工事の内容を記述しており、さらに、「砂防工事参考写真説明書」(1935年頃)で初代京都大学砂防教室教授の村上恵二博士がモレール溪に隣接するセシュロン(Sécheron)溪の災害と復旧の内容を記述し、当地における砂防事業を日本で紹介している。

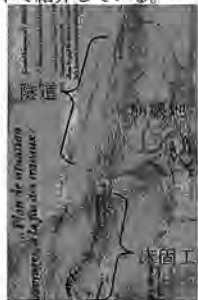


図2 計画平面図



写真1 Morel 溪(左:工事完成間近1909年,右:現在2014年)



4. サン・ジュリアン(Saint-Julien)溪

サン・ジュリアン溪はアルク川の右支溪で、Saint-Julien-Montdenis集落を流れる流域面積約20km²、標高約2,800mに源を発する流路延長約8kmの溪流であり、モレール溪と同様、伊藤博士が、当地における砂防事業を日本で紹介している。1892年の災害を契機に行われた砂防事業は、上流の大規模荒廃地対策としての隧道に加え、谷出口より下流では床固工群と石張り護岸によって直線化されたことが当時の写真よりわかる(写真2)。今回の調査では年代の古い対策工以外に、高さ約5mのコンクリートスリット堰堤(2003年施工)が確認できた。周辺の巨石の大きさに対して、スリット幅が広く思われたが、堰堤上流にはスリット幅と同程度の大きさの巨石が存在していた。また、中流部にある堰堤上には、ワイヤーロープで円柱状のコンクリートブロックを吊り下げたハネルセンサ型式の土石流検知センサーとテレメーターが設置され、土石流の発生が検知、送信されるようになっている(写真3)。



写真2 Saint-Julien 溪

(左:工事前 1898 年⁶⁾, 中央:工事後 1903 年⁶⁾, 右:現在 2014 年)

写真3 土石流検知センサー

5. マニバル (Manival) 溪

マニバル溪はイゼール川の右支溪で、St. Ismeir 村を流れる流域面積 3.6km²、標高約 1,700m に源を発する流路延長約 3km の溪流である。地質はジュラ紀の石灰岩及び泥岩で、最上流部は崩壊が著しく、崩壊抑制を目的に、オーストリア松による植林が継続して実施されている。この地における砂防事業の歴史は古く、RTM の 150 年史 (1860 年～2010 年)⁷⁾ において、その事業経緯がとりまとめられている。溪流の上流部では 1865 年の大水害を契機に、19 世紀後半に建造された 60 基の石積み堰堤が存在し、以降に建造された堰堤を含めると現在では 100 基以上が存在している。堰堤群は構成する材料や積み方が部分的に異なるものが見られ、修復しながらその機能を果たしていると考えられる。堰堤水通し部と袖部の形状は明確に分かれていない。巨石を組み込んだ構造の堰堤もみられる (写真 4)。

上流部では古くからの石積み堰堤が存在する一方で、下流部では現代的なコンクリート製の堰堤が見られる。様々な水通し形状 (水通し袖勾配) の堰堤が存在し、画一的でない工夫が見られる。さらに、中流部には透過型堆積工が建造されており、その水通しはオーストリアでも多く見られる下流側に張出しをつけた型式で、屈曲部のある断面形状となっている (写真 5)。また、溪流内にはこの地域で最初の土石流観測所が設置されており、音響センサーやテレビカメラ、超音波流速計による計測が実施されている。さらに、調査用タグを埋め込んだ礫や LiDAR (航空レーザー測量) を用いて河床変動状況が調査されている。

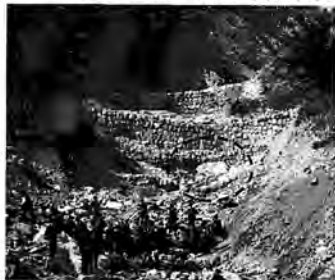


写真4 Manival 溪 (上流の石積み堰堤, 左: 1921 年撮影⁷⁾, 右: 現在 2014 年)



写真5 コンクリート製
透過型堆積工

6. おわりに

フランス・サボア県における砂防事業について現地調査を行った。当地では古くから砂防事業が実施されており、その内容は欧州を視察した日本人技師を通じて日本にも紹介され、日本の近代砂防の発展に寄与していたことが考えられる。また、歴史的な施設だけでなく、新たな施設を組み合わせる砂防対策を行っている現状を確認できた。

マニバル溪の調査にあたっては、リヨン大学の Oldrich Navratil 氏、IRSTEA の Frédéric Liébault 氏、Alain Rocking 氏に資料提供・現地調査で大変お世話になった。

参考文献

- 1) 島 健、西本晴男、北原哲郎、秋山浩一: 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、2) 渡邊 尚、亀江幸二、丸井英明、片嶋啓介: オーストリアにおける砂防の取組に関する一報告、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集、3) 嶋大尚: 第 1 回海外砂防セミナー及び現地視察に参加して、SABO、Vol. 88、p. 24-27、2006、4) 山越隆雄: フランスにおける土砂災害と対策の現状、砂防学会誌、Vol. 59、No. 2、p. 59-63、2006、5) 山越隆雄: フランスにおける RTM (山地修復) 事業の歴史、砂防と治水、39 巻、3 号、p. 97-101、2006、6) J. Messines du Sourbier, Les calamités publiques en Savoie au cours de l'année 1938(suite), 1939、7) 150 ans de lutte contre les risques naturels : http://www.irma-grenoble.com/05documentation/03phototheque_diaporamaRTM.php



筑波大学大学院 生命環境科学研究科 持続環境学専攻、環境科学専攻
環境防災学講座

【住 所】〒305-8572

茨城県つくば市天王台 1-1-1 環境防災研究棟

【電 話】 029-853-5883

【ホームページ】<http://edip-tsukuba.org/>