

ISSN 1346-7328

国総研資料 第 250 号

平成 17 年 6 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management
No.250 June 2005

平成 15 年 7 月九州豪雨災害に関する調査報告会

危機管理技術研究センター砂防研究室

Investigation meeting on sediment related disaster caused by heavy rain
in Kyusyu area on July, 2003

Research Center for Disaster Risk Management
Erosion and Sediment Control Division

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

平成 15 年 7 月九州豪雨災害に関する調査報告会

Investigation meeting on sediment related disaster caused by heavy rain
in Kyusyu area on July, 2003

概 要

2004 年 6 月 4 日（金）に国土技術政策総合研究所、東京大学大学院情報学環・学際情報学府（廣井研究室）、九州地方整備局、独立行政法人土木研究所は「平成 15 年 7 月九州豪雨災害に関する調査報告会」を開催した。

この報告書には、同報告会において国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、東京大学、広島大学、九州大学、日本大学、東洋大学、九州地方整備局の専門家らにより行われた調査報告と総合討論を収録した。

キーワード：土砂災害、九州豪雨

Synopsis

The investigation meeting on “Sediment related disaster caused by heavy rain in Kyusyu area on July, 2003” organized by NILIM and Interfaculty Initiative Information Studies, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo and Kyusyu Regional Development Bureau (KRDB), MLIT and Public Works Research Institute (PWRI) were held on 4th July, 2003.

Here we presents results of field investigation reported by expert of NILIM, PWRI, University of Tokyo, Hiroshima University, Kyusyu University, Nihon University, Toyo University and KRDB.

Also, we show the result of comprehensive discussion at the meeting.

Key Words: sediment related disaster, heavy rain in Kyusyu

目 次

1 概要	1
1.1 開催趣旨	1
1.2 開催日時及び開催場所	1
1.3 開催主体	1
1.4 参加人数	1
1.5 プログラム	2
2 調査報告	3
2.1 平成 15 年 7 月豪雨災害の概要	3
2.2 国土交通省レーダー雨量計データによる豪雨実態把握	10
2.3 水俣市宝川内地区集川および太宰府市原川で発生した土石流の実態	15
2.4 太宰府市原川における流木の発生・流下・堆積の実態	25
2.5 平成 15 年 7 月九州地方豪雨時における水俣市の防災体制の実態	32
2.6 2003 年水俣水害—住民アンケート調査から—	34
2.7 住民意識調査の概要（ヒアリング）	36
3 総合討論（パネルディスカッション）	38
3.1 土砂災害防止のための降雨のとらえかたと表現方法についての私案	39
3.2 2003 年 7 月九州北部に発生した土砂災害の特徴と発生気象条件の予測	44
参考資料	58
① 速記録	58
② 写真	108
③ 関係資料	114

1 概要

1.1 開催趣旨

九州地方に甚大な被害をもたらした平成 15 年 7 月の梅雨前線豪雨の土砂災害について、国土技術政策総合研究所、東京大学、九州地方整備局、土木研究所等では、災害の実態を把握するとともに、今後のより効果的な被害軽減対策を検討するために種々の調査を実施してきた。

そこで、これらの調査結果をもとに、本年の梅雨期を含めた今後の土砂災害対策に反映すべき点を抽出し、土砂災害による被害の軽減に資することを目的とする。

なお、土砂災害について官・学で連携し、各々の得意分野を活かした共同の調査団を結成し、成果をとりまとめるのは今回が初めてである。

1.2 開催日時及び開催場所

日時 平成 16 年 6 月 4 日（金）13:30～17:00
場所 弘済会館（東京都千代田区麹町 5-1）

1.3 開催主体

- 【主催】国土技術政策総合研究所、東京大学大学院情報学環・学際情報学府（廣井研究室）、九州地方整備局、独立行政法人土木研究所
【後援】財団法人砂防・地すべり技術センター

1.4 参加人数

国	38 名
地方公共団体	29 名
大学・財団法人等	36 名
民間コンサルタント	31 名
計	134 名

1.5 プログラム

1. 開会挨拶 13:30～13:40

廣井 脩（東京大学大学院情報学環・学際情報学府教授）

杉浦 信男（国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター長）

2. 調査報告（発表各 10 分、質疑応答全体 20 分） 13:40～15:10

①平成 15 年 7 月九州豪雨災害の概要

判田乾一（国土交通省九州地方整備局 河川部建設専門官）

②国土交通省レーダー雨量計データによる豪雨実態把握

山越隆雄（独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ研究員）

③水俣市宝川内地区集川および太宰府市原川で発生した土石流の実態

水野秀明（国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター主任研究官）

④太宰府市原川における流木の発生・流下・堆積の実態

田中秀基（独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ主任研究員）

⑤平成 15 年 7 月九州地方豪雨時における水俣市の防災体制の実態

野呂智之（国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター主任研究官）

⑥2003 年水俣水害－住民アンケート調査から－

中村 功（東洋大学社会学部 教授）

⑦住民意識調査の概要（ヒアリング）

中森広道（日本大学文理学部 助教授）

休 憩 15:10～15:30

3. 総合討論（パネルディスカッション：90 分） 15:30～17:00

座 長：

小山内信智（国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター 砂防研究室長）

パネラー：

海堀 正博（広島大学総合科学部 助教授）

久保田哲也（九州大学大学院 助教授）

笹原 克夫（独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ 上席研究員）

判田 乾一（国土交通省九州地方整備局河川部 建設専門官）

廣井 脩（東京大学大学院情報学環・学際情報学府 教授）

水野 秀明（国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター 主任研究官）

4. 閉会

2 調査報告

2.1 平成 15 年 7 月豪雨災害の概要

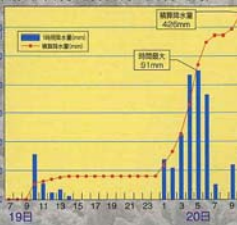
平成15年7月
九州豪雨災害の概要

国土交通省 九州地方整備局
河川部 建設専門官
判田 乾一

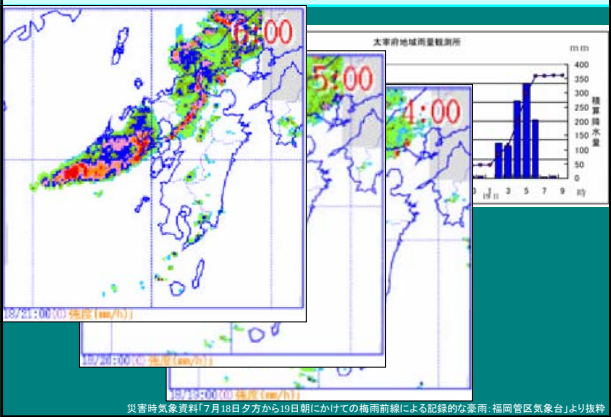
災害時の総降水量分布

7月18日～21日
アメダスデータより

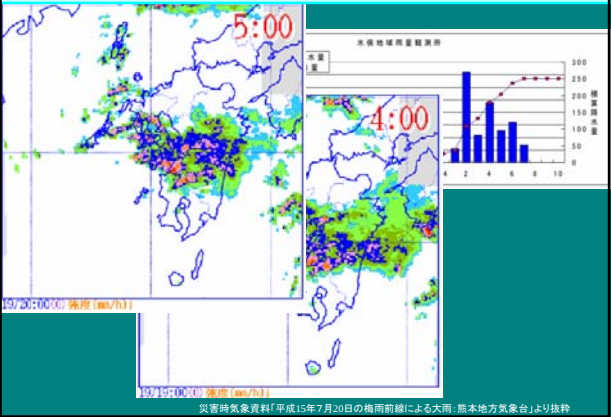
●飯塚特別地域雨量観測所
(平成15年7月18日00時～19日09時)
●太宰府地域雨量観測所
(平成15年7月18日00時～19日09時)
●水俣市深川雨量観測所(熊本県)
(平成15年7月19日06時～20日10時)



7月19日の降雨状況



7月20日の降雨状況

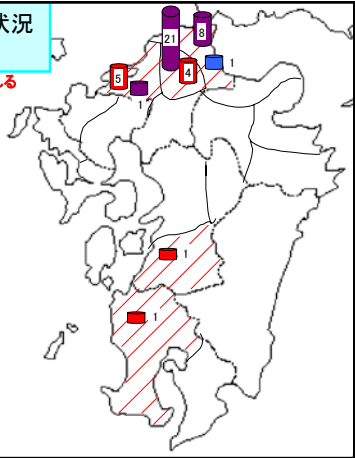


H15.7.19土石災害発生状況

本省砂防部データより

※ 被害が発生しなかったものも含まれる

- 土石流等
- 地すべり
- がけ崩れ

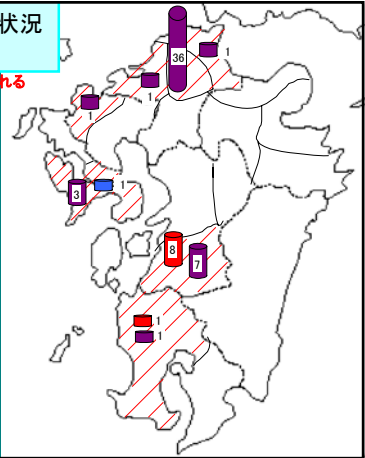


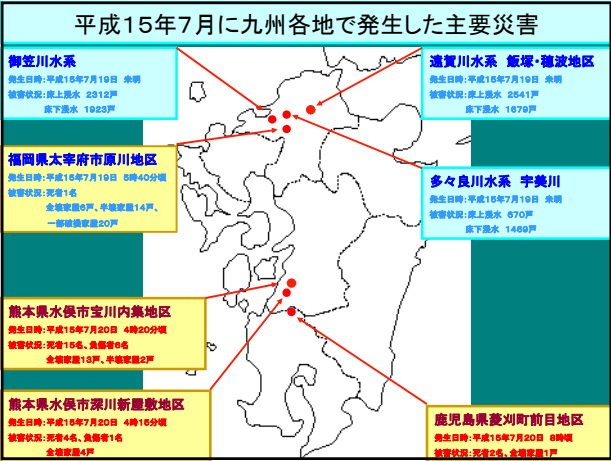
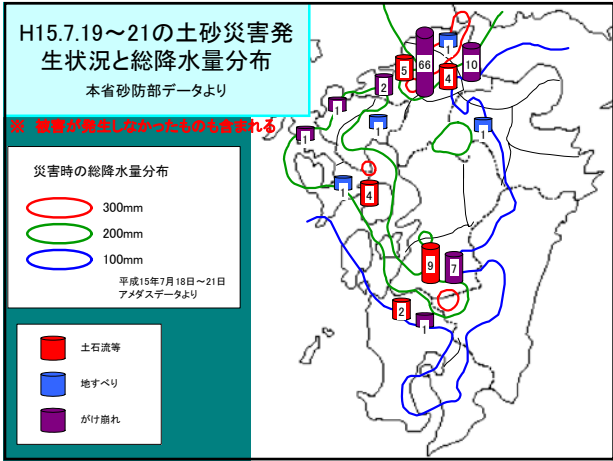
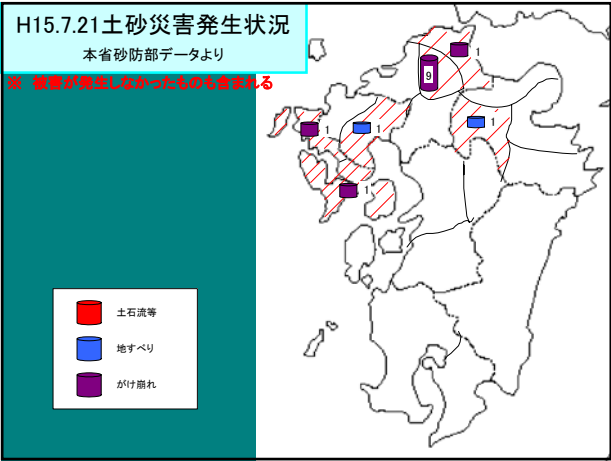
H15.7.20土石災害発生状況

本省砂防部データより

※ 被害が発生しなかったものも含まれる

- 土石流等
- 地すべり
- がけ崩れ





主な災害状況(概数)

都道府県名	人的被害				住家被害					非住家被害	
	死者	負傷者	重傷	軽傷	全壊	半壊	一部破損	床上浸水	床下浸水	公共建物	その他
福岡県	1	6	5		26	52	68	3,305	3,308	7	298
佐賀県				3			8	1	21		2
長崎県	1			1	2		7	3	63		2
熊本県	19	4	3		21	1	1	132	327	16	12
大分県											
宮崎県									8		
鹿児島県	2				1			3	49		1
計	23	10	12		50	53	84	3,444	3,776	23	315

平成15年8月14日 消防庁資料



宇美川の氾濫状況(福岡県宇美町)

多々良川水系 宇美川

発生日時:平成15年7月19日未明

被害状況:床上浸水 670戸

床下浸水 1469戸

決壊した護岸
(宇美町大字宇美)

氾濫状況
(宇美町大字宇美)

福岡県太宰府市原川地区

発生日時 :7月19日5時40分頃

被害状況 :人的被害 死者1名

家屋被害 全壊6戸、半壊14戸、一部破損20戸

連続雨量 :299mm(7/18 8:00-7/19 6:00)

最大時間雨量:82mm/hr(7/19 4:00-5:00)

観測所 :太宰府市三条町(双葉老人ホーム)

土石流氾濫状況

被災家屋

熊本県水俣市宝川内集地区

発生日時 :7月20日4時20分頃

被害状況 :人的被害 死者15名、負傷者6名

家屋被害 全壊13戸、半壊2戸

連続雨量 :314mm(7/19 8:00-7/20 5:00)

最大時間雨量:91mm/hr(7/20 4:00-5:00)

観測所 :水俣市深川観測局

土石流堆積状況

土石流氾濫状況

熊本県水俣市深川新屋敷地区

発生日時 :7月20日4時15分頃

被害状況 :人的被害 死者4名、負傷者1名

家屋被害 全壊4戸

連続雨量 :314mm(7/19 8:00-7/20 5:00)

最大時間雨量:91mm/hr(7/20 4:00-5:00)

観測所 :水俣市深川観測局

土石流氾濫状況

被災状況

鹿児島県菱刈町前目地区

発生日時 :7月20日8時頃

被害状況 :人的被害 死者2名

家屋被害 全壊1戸

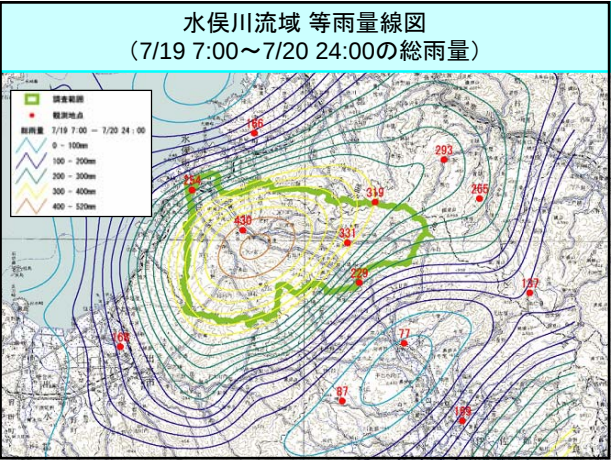
連続雨量 :402mm(7/17 23:00-7/20 8:00)

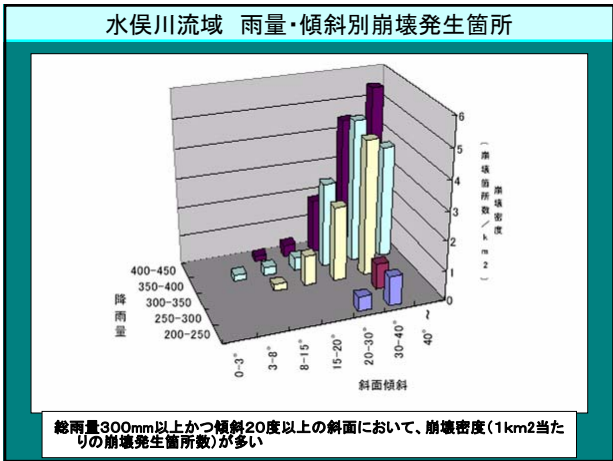
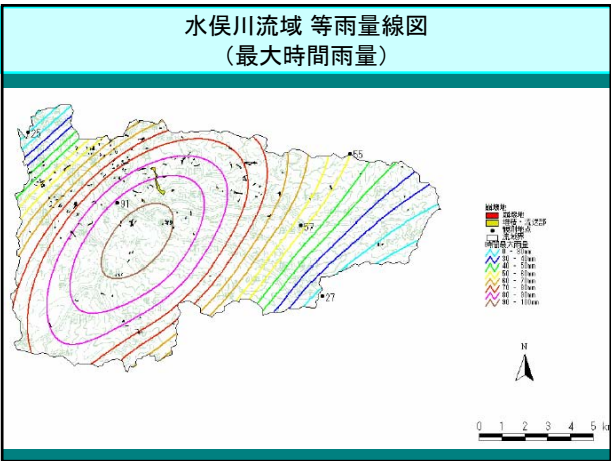
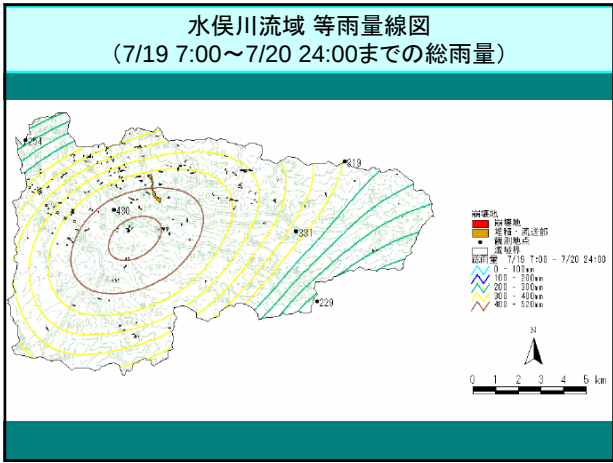
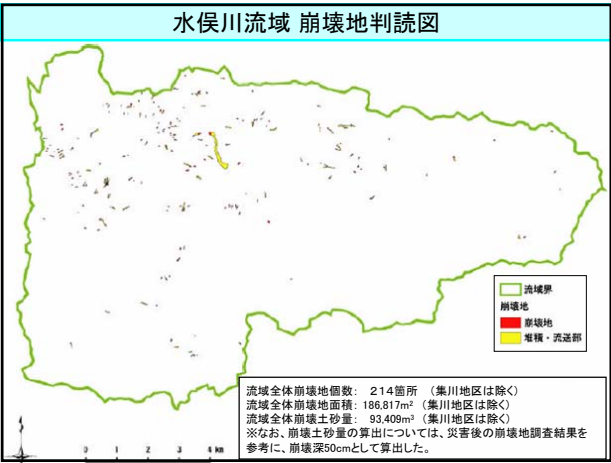
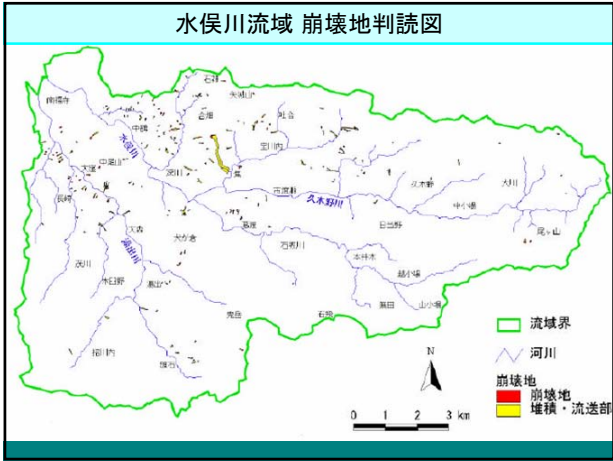
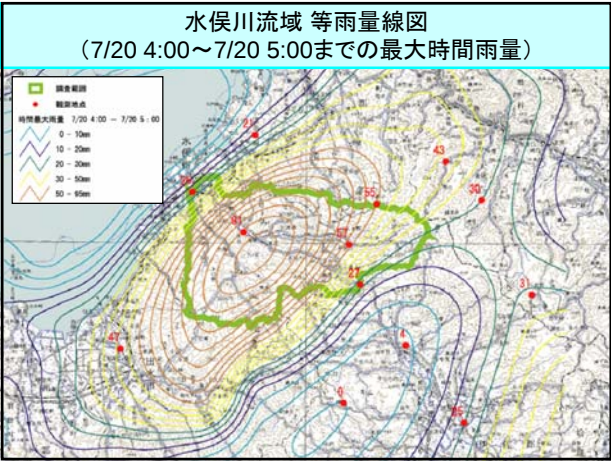
最大時間雨量:80mm/hr(7/20 7:00-8:00)

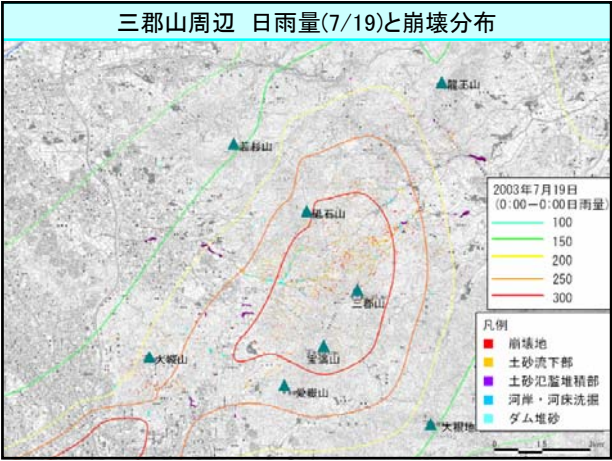
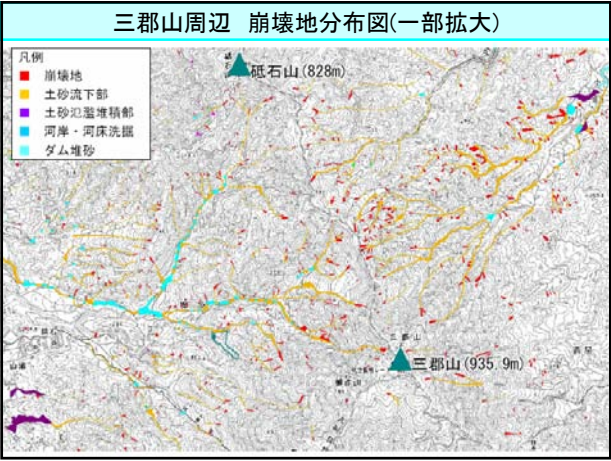
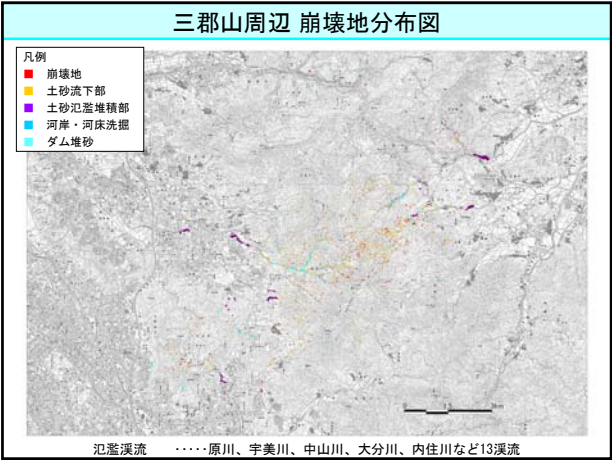
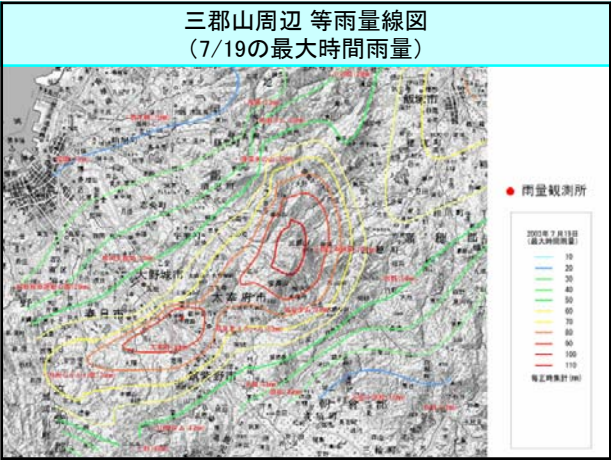
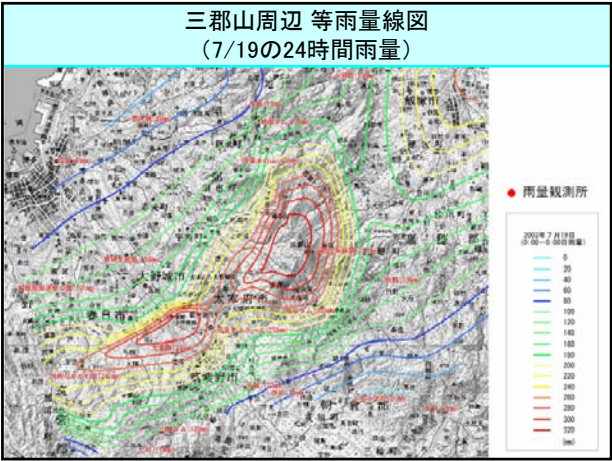
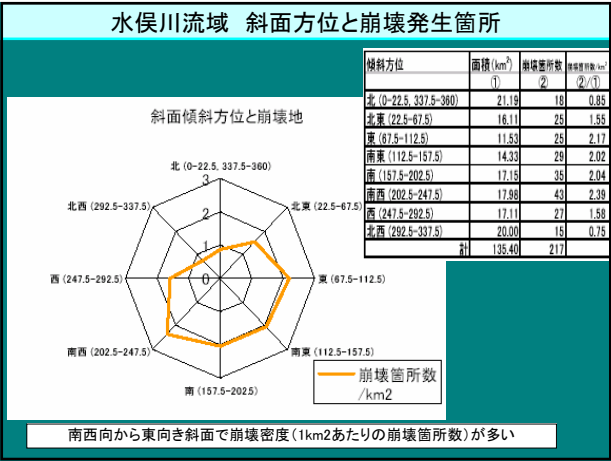
観測所 :菱刈町観測所

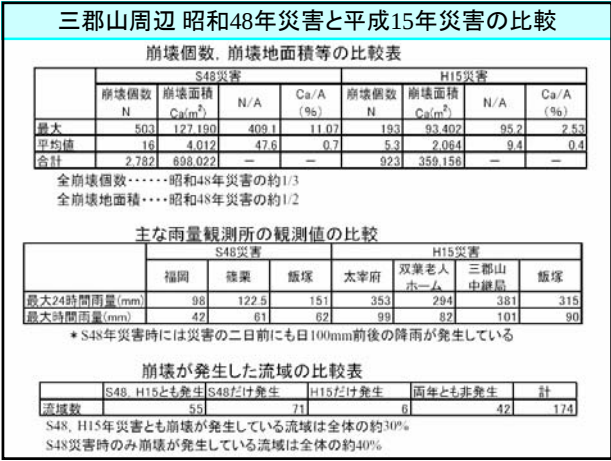
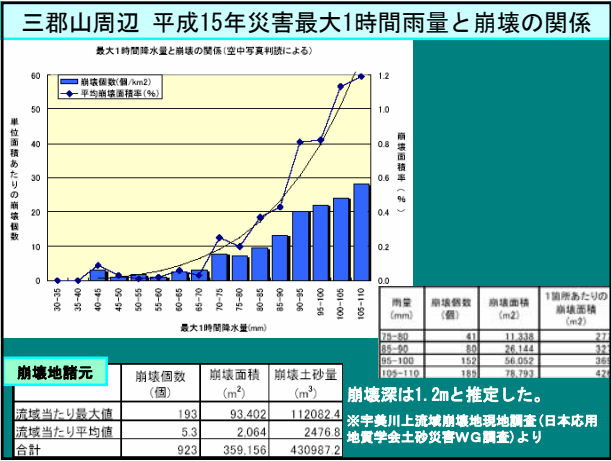
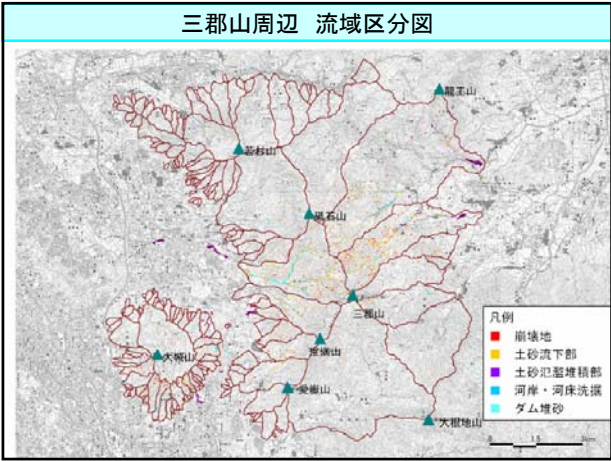
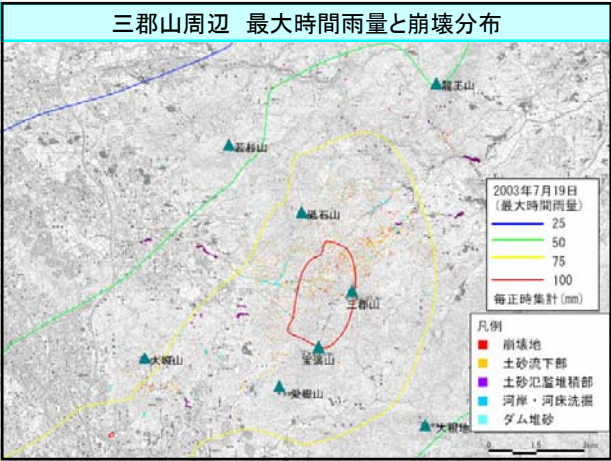
崩壊状況

被災状況









九州地方整備局における対応

○ 7月20日熊本県水俣市土砂災害



現地最前線での
災害対策用機械

捜索活動を照らす
夜間照明車



九州地方整備局における対応

○ 7月20日熊本県水俣市土砂災害



気球空撮装置

衛星小型画像伝送装置
(Ku-SAT)



2.2 国土交通省レーダー雨量計データによる豪雨実態把握

国土交通省レーダ雨量計データ
による豪雨実態把握

山越隆雄((独)土木研究所)

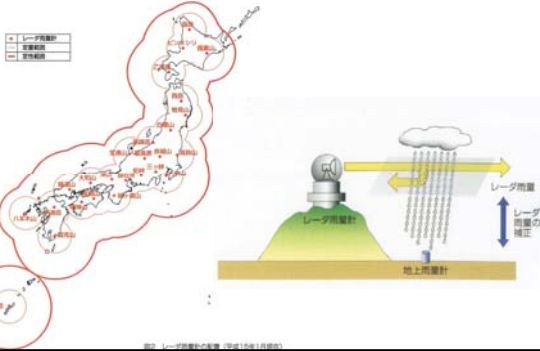
はじめに

平成15年7月の梅雨前線に伴う豪雨時の
国土交通省レーダ雨量計データ

⇒水俣市および太宰府市周辺における
局地性豪雨の実態把握

⇒水俣川流域内の
降雨と崩壊の空間分布比較

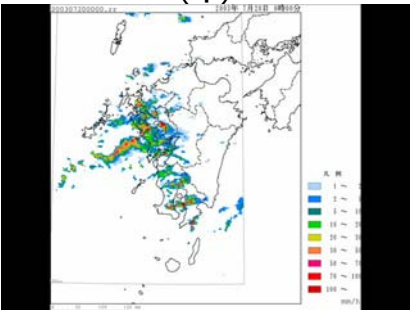
国土交通省レーダ雨量計の概要



国土交通省レーダ雨量計(データ)の概要

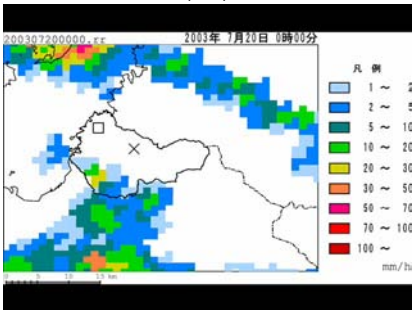
目的	定量観測による 出水予測等
レーダの配置	内陸部の 山頂26箇所
観測範囲	半径120kmの 定量観測
観測時間	5分毎 に更新
雨量強度表示の解像度	1km×1km
地上雨量によるレーダの補正	約7000箇所 のテレメーター観測所の観測雨量をもとに 5分毎に補正
管理者	地方整備局

九州豪雨災害時の降雨状況
(1)

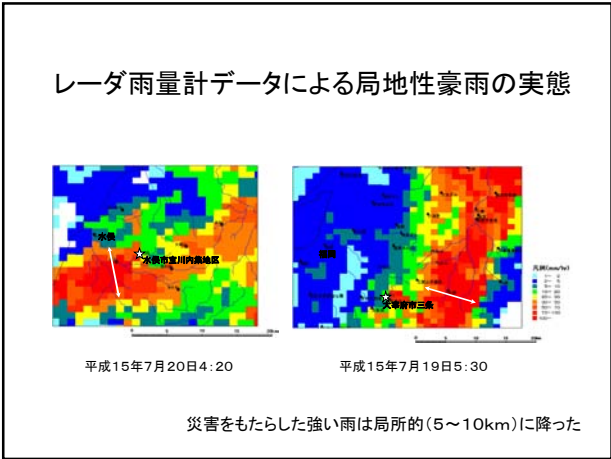
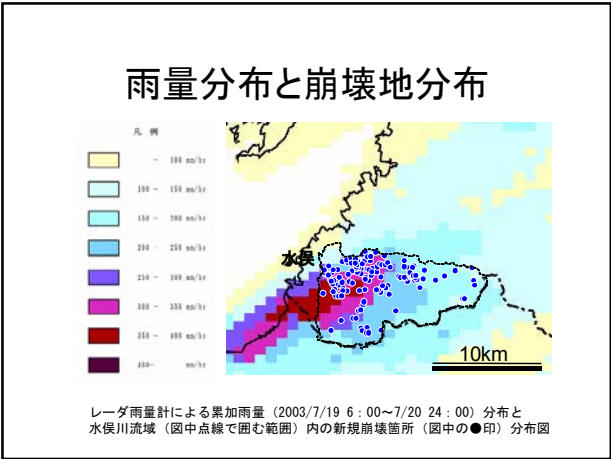


平成15年7月20日0:00～6:00

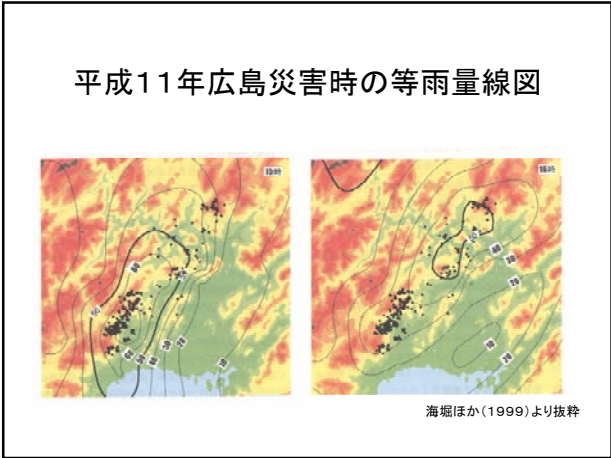
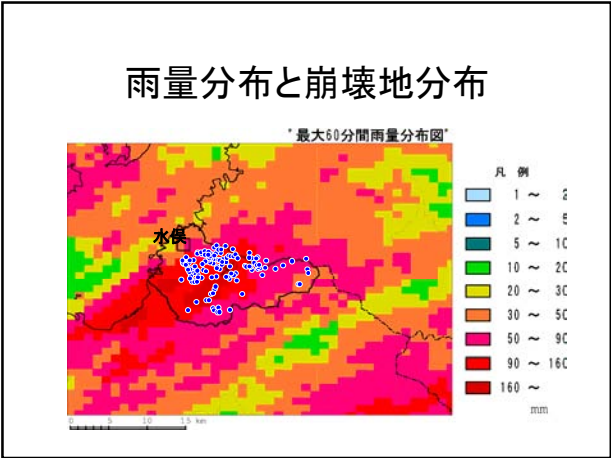
九州豪雨災害時の降雨状況
(2)



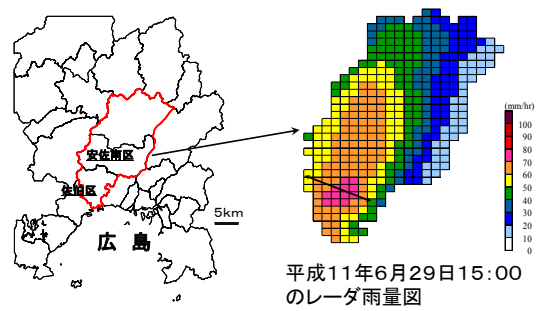
平成15年7月20日0:00～6:00



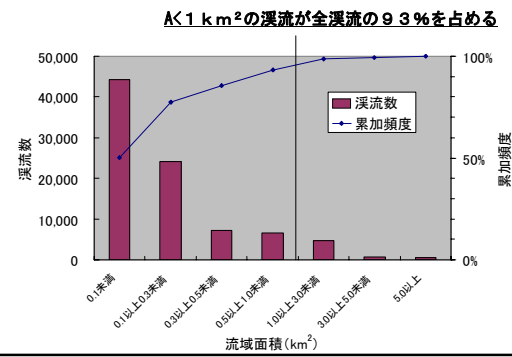
- ### まとめ
- ・ 水俣川流域の**新規崩壊は降雨の集中した箇所**で発生
 - ・ 平成15年7月の九州豪雨災害
⇒ **5~10km程度の強雨域幅**の集中的な降雨の結果発生
⇒ **レーダ雨量計データにより雨量の面的把握が可能**



平成11年広島災害の事例



土石流危険溪流の流域面積



国土交通省レーダ雨量計データによる豪雨実態把握

(独) 土木研究所土砂管理研究グループ

研究員 山越隆雄

1. はじめに

平成 15 年 7 月 18 日から 20 日にかけて梅雨前線に伴う豪雨が発生し、土石流やがけ崩れなどによる土砂災害が 119 件(平成 15 年 8 月 5 日現在、国土交通省砂防部調べ)発生した。特に、熊本県水俣市宝川内集(あつまり)地区では、深層崩壊に起因する大規模な土石流が発生し、15 名の犠牲者を出した。また、福岡県太宰府市でも土石流の発生により、1 名の犠牲者を出した。これらの被害の甚大な地域では、災害発生当日、周辺地域に比して集中的に強い雨が降ったために、大きな被害が生じた可能性がある。

そこで本検討では、土石流災害発生前後の国土交通省レーダ雨量計データを用い、九州豪雨災害時の熊本県水俣市および福岡県太宰府市周辺における局地性豪雨の実態を把握するとともに、レーダ雨量計データによる水俣川流域内の降雨の空間分布と流域内で発生した崩壊の空間分布の比較を行った。以下、その検討結果について報告する。

2. 国土交通省レーダ雨量計データによる局地性豪雨の実態

2. 1 熊本県水俣市と福岡県太宰府市における局地性豪雨の実態

甚大な災害が発生した熊本県水俣市周辺および福岡県太宰府市周辺における災害発生時頃の国土交通省レーダ雨量計データを図 1 に示す。災害発生地近傍に土石流を発生させたと考えられる 70mm/hr 以上の極めて強い雨域が観測されている。この強い雨域の幅は両方とも 5~10km 程度であり、局地的な豪雨であったことが分かる。例えば、熊本県水俣市での集中豪雨の場合(図 1 左図)、防災の拠点である市役所(図中に「水俣」と示した場所)と災害発生現場(例えば図中に「水俣市宝川内集地区」と示した場所)では降雨状況が大きく異なっていたことが分かる。

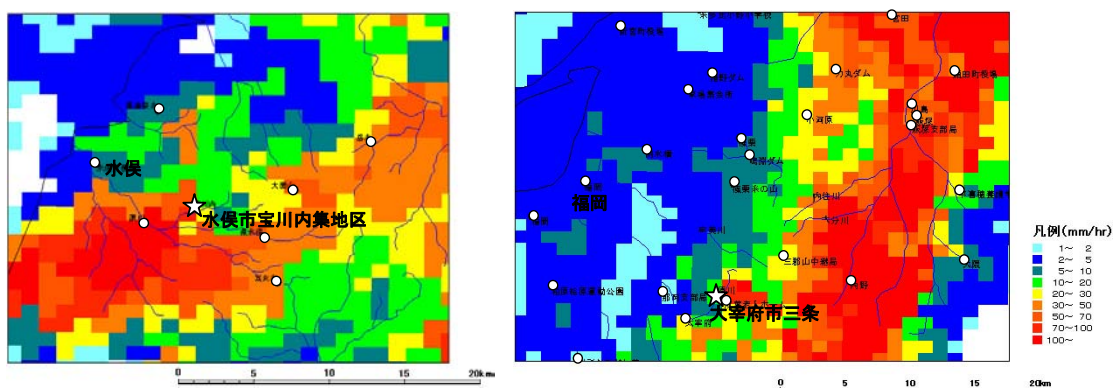


図 1 国土交通省レーダ雨量計データ (○印は雨量観測所を示す)

左：水俣周辺(平成 15 年 7 月 20 日 4:20)、右：太宰府周辺(平成 15 年 7 月 19 日 5:30)

2. 2 レーダ雨量計データによる雨量分布と水俣川流域内の崩壊地分布

水俣川流域では、宝川内集地区で発生した大規模な土石流の他に、斜面崩壊が多数発生した。図2にレーダ雨量計データによる水俣周辺の累加雨量（7月19日6時から7月20日4時までの雨量）の分布と、災害発生後の空中写真から判読した水俣川流域内の新規崩壊箇所

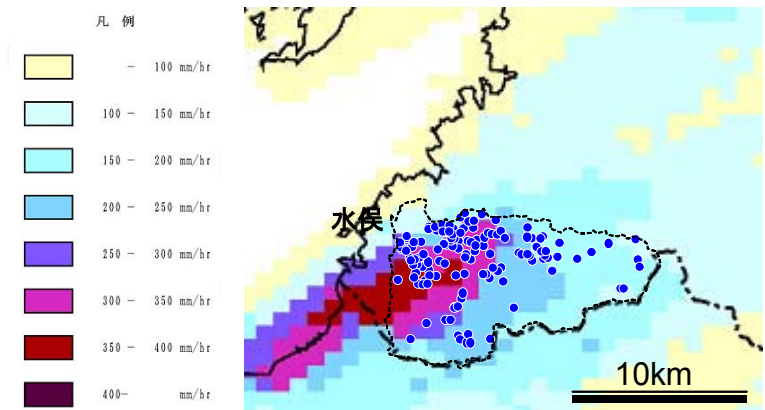


図2 レーダ雨量計による累加雨量（2003/7/19 6：00～7/20 24：00）分布と水俣川流域（図中点線で囲む範囲）内の新規崩壊箇所（図中の●印）分布図

水俣川の上流域では、雨量が多くないエリアでも何箇所か新規崩壊が発生しているものの、総雨量 300～350mm の範囲に崩壊の発生が集中し、ほとんどが 200mm 以上の範囲内に分布している。総雨量 350mm 以上が観測されながら崩壊地が分布していない範囲も流域内の南西部にあるが、この範囲は、熊本・鹿児島県境に位置する矢筈岳北麓の緩斜面にあたり、地形的に斜面崩壊が発生しにくかったものと考えられる。したがって、今回の災害も基本的にはより降雨が集中したエリアにおいて斜面崩壊の発生が集中したと言える。降雨データの面的な把握が重要である。

3. まとめ

国土交通省のレーダ雨量計データによって、今回の水俣市、太宰府市における災害発生時に被災地近傍に大雨をもたらした雨域は局所的（5～10km）であり、防災の拠点である市役所と災害発生箇所の間で降雨状況が大きく異なっていたことが示された。また、レーダ雨量計データが示す累加雨量分布は、水俣川流域の崩壊地の分布と比較的良好一致を示していた。

今後、レーダ雨量計によって面的に把握した結果と地上雨量計データを組み合わせることにより、より詳細・正確な雨量データ把握と警戒避難への活用が望まれる。

2.3 水俣市宝川内地区集川および太宰府市市原で発生した土石流 の実態

次ページ以降に掲載した下記論文については、所定の規定に従い（社）砂防学会による
転載許可を得ています。

『2003 年 7 月の梅雨前線豪雨によって発生した九州地方の土石流災害（速報）』
砂防学会誌 Vol.56 No. 3, p36～43, 2003

水俣市宝川内地区集川及び太宰府市原川で発生した土石流災害の実態

水野秀明

国土交通省
国土技術政策総合研究所
危機管理技術研究センター
砂防研究室

今日の話題

- 水俣市宝川内地区集川で発生した土石流の土砂量と速度
- 太宰府市原川で発生した土石流の土砂量と速度
- まとめ

水俣市宝川内地区集川で発生した土石流の土砂量

土砂収支

①侵食量	②増積量	③流出量	④侵食量	⑤増積量	⑥流出量	⑦侵食量	⑧増積量	⑨流出量
42,700m³	12,200m³	30,500m³	61,600m³	2,500m³	89,600m³	0m³	76,500m³	13,100m³

※①侵食量は崩壊により発生した土砂量のこと。

宝川内川へ流出

水俣市宝川内地区集川で発生した土石流の特徴と流速

流速の推定

土石流が通過した痕跡から流速を推定する。

推定式

$$U = \frac{\Delta h \cdot g \cdot R_c}{\alpha B_s}$$

U: 流速[m/s]
g: 重力加速度 (9.8[m/s²])
R_c: 曲率半径[m]
B_s: 後部の流下幅[m]

断面図

52.5m

右岸 Δh = 4.0[m] 左岸 Δh = 12.0[m]
R_c = 112.0[m]
B_s = 52.5[m]

112.7m

No.3

右岸 Δh = 12.2[m] 左岸 Δh = 112.0[m]
R_c = 58.1[m]
B_s = 52.5[m]

21.1m

No.4

林道 R_c = 58.1[m]

α = 1とした場合

流速の推定値⇒9～15m/s

流れの特徴

1) 2種類の流れ

- 流木の堆積状況
- 流れ①
- 流れ②

2) 泥流部と石礫部

- 林道の破壊状況
- 流れ①⇒泥流部
- 流れ②⇒石礫部

太宰府市原川で発生した土石流の土砂量

土砂収支

①侵食量	②流出量	③侵食量	④増積量	⑤流出量	⑥侵食量	⑦増積量
15,000m³	15,000m³	0m³	3,000m³	12,000m³	0m³	12,000m³

※①侵食量は崩壊等により発生した土砂量のこと。

太宰府市原川で発生した土石流の流速

流速の推定値⇒13～15m/s

α = 1とした場合

断面	曲率半径[m] r _c	川幅[m] b	水位差	
			左岸[m]	右岸[m]
No.1	37.5	20.0	12.3	1.2
No.2	91.3	18.0	4.7	8.2

まとめ

- 水俣市宝川内地区集川で発生した土石流によって89,600m³の土砂が堆積域(住宅地)にまで流出した。
- 水俣市宝川内地区集川で発生した土石流の流速は9～15m/sと推定できた。
- 太宰府市原川で発生した土石流によって12,000m³の土砂が堆積域(住宅地)にまで流出した。
- 太宰府市原川で発生した土石流の流速は13～15m/sと推定できた。

2003 年 7 月の梅雨前線豪雨によって発生した 九州地方の土石流災害（速報）

The debris flow disasters caused by localized rainfall of seasonal rain front
in Kyusyu region in July, 2003 (prompt report)

水 野 秀 明^{*1}
Hideaki MIZUNO

杉 浦 信 男^{*1}
Nobuo SUGIURA

寺 田 秀 樹^{*1}
Hideki TERADA

内 田 太 郎^{*1}
Taro UCHIDA

原 槇 利 幸^{*1}
Toshiyuki HARAMAKI

曾我部 匡敏^{*1}
Masatoshi SOKABE

桜 井 亘^{*2}
Wataru SAKURAI

西 本 晴 男^{*2}
Haruo NISHIMOTO

小山内 信智^{*2}
Nobutomo OSANAI

武 澤 永 純^{*2}
Nagazumi TAKEZAWA

土 井 康 弘^{*2}
Yasuhiro DOI

Abstract

Debris flows occurred in Kyushu region due to localized rainfall which was caused by a seasonal rain front from 18th to 20th July, 2003, causing 20 dead person, 7 injured person and 63 damaged houses. Authors made investigations at Hougawachi-Atsumari district, Minamata city, Kumamoto Pref. and Sanjyou 1-choume, Dazaifu city, Fukuoka Pref., where were damaged by debris flows. In both cases, the debris flows were initiated by landslides. In order to estimate the volume of sediment discharge and velocity, authors surveyed geometry in both site. The volume of sediment discharge plunging into the village of Hougawachi-Atsumari district was estimated from about 98,000 m³ to 107,000 m³, and the velocity of debris flow was estimated from about 2.9 m/s to 23.5 m/s. The volume of debris flow plunging into the village of Sanjyou 1 choume district was estimated about 12,000 m³. And the velocity of debris flow was estimated from about 4.2 m/s to 14.3 m/s.

Key words : seasonal rain front, debris flow, hillside failure

はじめに

平成 15 年 7 月 18 日から 20 日にかけて、活発な梅雨前線の活動により、福岡県から熊本県、鹿児島県に及ぶ九州の広い範囲が豪雨に見舞われた。この豪雨により、7 月 19 日には福岡県太宰府市で、7 月 20 日には熊本県水俣市で死傷者を伴う大規模な土石流災害が相次いで発生した。福岡県太宰府市三条一丁目地区（図-1）で発生した土石流では、死者 1 名、住宅の全半壊 20 戸、また熊本県水俣市宝川内（ほうがわち）集（あつまり）地区（図-2）で発生した土石流は、死者 15 名、家屋の全半壊 15 戸という甚大な被害をもたらした（被害家屋数は国土交通省砂防部調べ）。

国土技術政策総合研究所砂防研究室および独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループは、災害発生後、7 月 21 日から 7 月 25 日にかけて、福岡県太宰府市、熊本

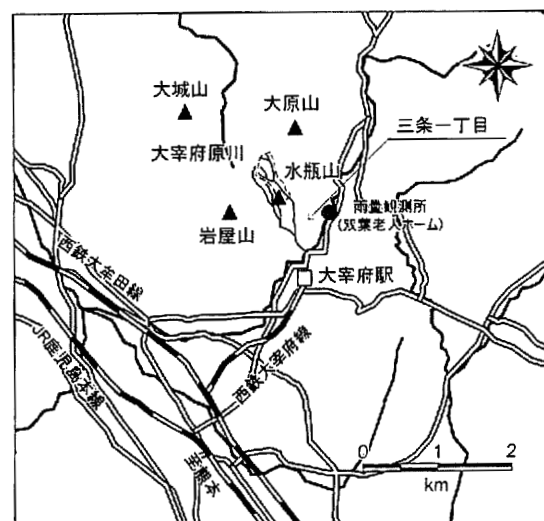


図-1 福岡県太宰府市原川位置図

Fig.1 Location map of Harakawa, Dazaifu city, Fukuoka pref.

*1 国土交通省国土技術政策総合研究所砂防研究室 Erosion and Sediment Control Division, National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure and Transport *2 独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ Public Works Research Institute Erosion and Sediment Control Research Group (w-sakura@pwri.go.jp)

県水俣市で発生した土石流について、緊急調査を行い被害実態の把握と警戒避難体制整備等の緊急対策の指導支援等を行うとともに、土石流の発生・流下・堆積特性を把握し、今後の土石流対策の基礎資料とするため、被災地の現地調査を実施した。以下にその概要を記す。なお、本文中、土石流の規模に関する数値は、地形図の判読や巻き尺、クリノメータを使用した簡易測量により求めた結果であり、今後の精査により数値は変わる可能性がある。

1. 熊本県水俣市宝川内集地区の土石流災害

1.1 流域の概要

土石流は、熊本県水俣市宝川内集地区において水俣川支流の宝川内川に合流する流域面積 1.14 km² の集川（土石流危険渓流）で発生した（図-3）。

集川流域の地質は、表層地質図¹⁾によると、安山岩が広く分布している。現地では、崩壊地末端から溪床部にかけて凝灰角礫岩、砂岩が分布しているのが見られたこ

とから、これらの堆積岩を基岩として、その上部を安山岩が広く覆う地質構造であると推測される。

地形上の特徴としては、1/25,000 地形図の判読によると、源流域は矢城山を山頂（標高 586 m）として、標高 400 m 付近までは起伏が比較的少ない平坦な地形が形成されるが、標高 300 m～400 m 付近は勾配 30° 以上の急斜面となり、所々、急崖を伴う。それより下部は 20°～30° 程度と比較的緩斜面となる（図-3）。これは、上部の安山岩が下部の凝灰角礫岩等を覆うキャップロック構造に由来するためと考えられる。そのため、集川の勾配も、このような地形を反映し、標高 300～400 m 付

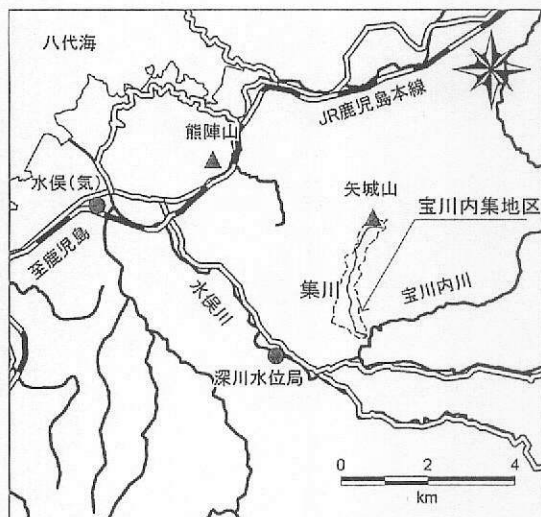


図-2 熊本県水俣市集川位置図

Fig. 2 Location map of Atsumarigawa, Minamata city, Kumamoto pref.

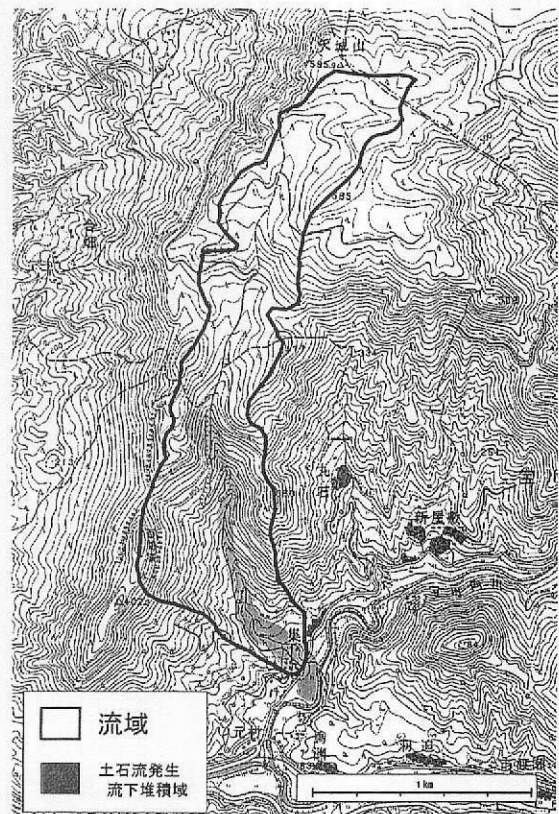


図-3 集川流域の概要（国土地理院数値地図 1/25,000 を使用）

Fig. 3 Topographic map of Atsumarigawa river basin

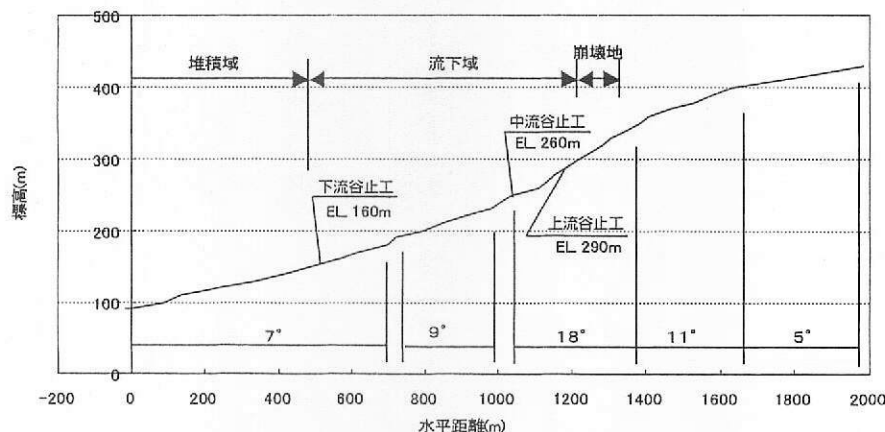


図-4 集川縦断面図

Fig. 4 Longitudinal profile of Atsumarigawa river

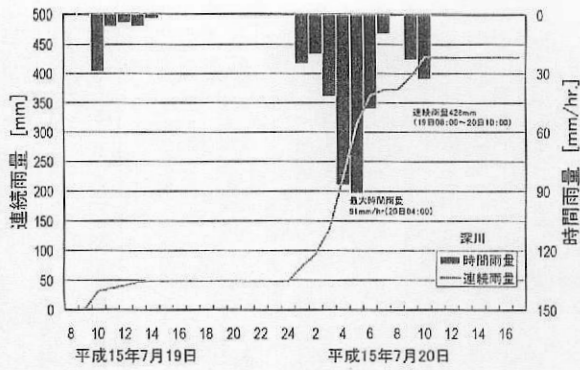


図-5 降雨の状況

Fig. 5 Precipitation at Fukagawa sta., Minamata city, Kumamoto pref. (July 19 8:00-July 20 16:00, 2003)

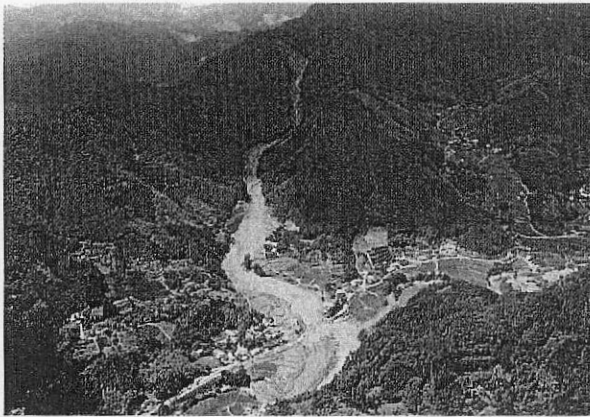


写真-1 土石流発生・流下・堆積域の全景 (2003年7月21日撮影)

Photo 1 Overview of debris flow hazard, 21. July. 2003

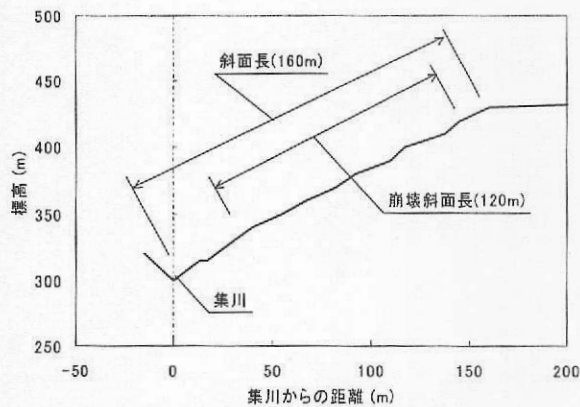


図-6 崩壊地縦断面図

Fig. 6 Longitudinal profile of the collapsed slope

近で大きく変わり、上流部は5°程度と比較的緩勾配であるが、中部は最大20°近い急勾配である(図-4)。また、崩壊地周辺の植生は、樹高15m程度のスギの造林地が大半を占めている。

1.2 降雨の状況

7月19日から20日にかけて、梅雨前線が朝鮮半島から南下し、熊本県には南西から暖かい湿った空気が流れ込み、大気の状態は非常に不安定となっていた。そのた

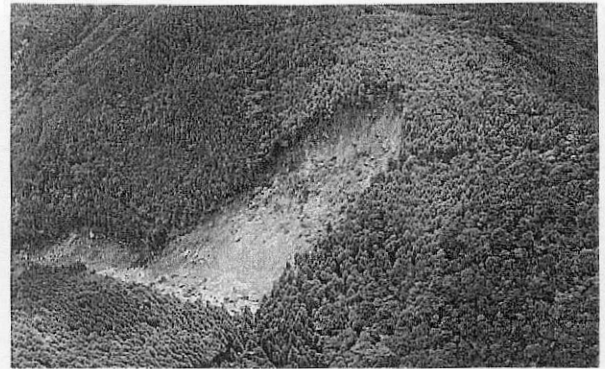


写真-2 崩壊地と尾根部の状況 (2003年7月21日撮影)

Photo 2 Landslide scar, 21. July. 2003



写真-3 崩壊地末端にスラブ状に露出している凝灰角礫岩と思われる基岩 (2003年7月24日撮影)

Photo 3 Exposed tuff-braccia at the lower end of landslide scar, 24. July. 2003

め、土石流が発生した宝川内地区から1km程度と最も近い雨量観測所(深川水位局:熊本県所管)では、土石流が発生した時間帯に当たる4時から5時の1時間には91mm/hの猛烈な豪雨を観測し、19日8時から20日10時までの連続雨量は428mm、また、20日の日雨量は379mmに達した(図-5)。

1.3 土石流の発生・流下・堆積の状況

土石流は、宝川内集地区背後の矢城山(標高586m)から南に延びる尾根の標高410m付近で発生した大規模な山腹崩壊の崩土が土石流化し、約1.5kmを流下し、集地区で氾濫したものである(写真-1)。土石流の発生日時は、新聞報道などから、降雨ピークである平成15年7月20日の午前4時18分~4時35分までの間と推測される。

1.3.1 崩壊地の状況

(1) 地質構造

崩壊地の頂部は、矢城山から延びる尾根の遷急線付近に位置し、滑落崖頂部の尾根は平坦面を形成している(写真-2)。崩壊地末端から溪床にかけて、広い範囲で風化が進んだ凝灰角礫岩が露出しており(写真-3)、崩壊地



写真-4 上流谷止工～中流谷止工間における河床の基岩の露出状況（2003 年 7 月 24 日撮影）

Photo 4 Exposed bedrock at stream bed between upper and middle check dam, 24. July, 2003

中部～上部にかけては風化した安山岩が見られることから、崩壊地一帯は、凝灰角礫岩が基岩を構成し、その上部を風化安山岩が広く覆う地質構造であると考えられる。安山岩は、風化が進み、鉛直方向（約 90° ）の節理が発達している。また、凝灰角礫岩は、風化が進み一部では粘土化しているため、難透水層を形成していると考えられ、現地調査（7 月 24 日）の際にも、上部の崩壊残土と基岩の間には複数の湧水箇所が認められ、合計で 20 ℓ /min 程度の湧水が確認された。しかし、滑落崖には湧水やパイプ孔の存在は確認されなかった。

地形図判読結果から、崩壊地は集川が緩勾配区間から急勾配の溪谷区間への変換点に当たることから（図-4）、崩壊地は安山岩の侵食前線に位置すると考えられる。

(2) 崩壊地の規模

崩壊地の縦横断測量の結果、崩壊地は、溪床から 160 m 程度の斜面のうち、遷急線から 10 m 程度下方を上端、溪床から 30 m 程度上部を下端とし、崩壊斜面長は約 120 m（図-6）、崩壊幅は平均 70 m 程度である。崩壊深は、崩壊地右岸側が深くなっており、左右岸を平均すると 10 m 程度と推測される。

崩壊土砂量は、縦横断測量結果を用いて平均断面法で求めた結果、9.2 万 m^3 ～9.6 万 m^3 程度と推測される。

崩壊残土の堆積深は、崩壊地末端の基岩の分布や、堆積形状から概ね 2～3 m 程度と推測され、平均断面法を用いて残土量を推測すると、2.4 万 m^3 ～2.8 万 m^3 程度と推測される。そのため、崩壊地から下流へは 6.8 万 m^3 程度の土砂が流出したと推測される。



写真-5 偏流と溪岸侵食の状況（2003 年 7 月 24 日撮影）

Photo 5 Superelevated flow and stream bank erosion, 24. July, 2003

(3) 崩壊発生機構の考察

崩壊の発生については、次のように考えられる。崩壊地は、(2)で述べたように安山岩の侵食前線と考えられること、基岩が凝灰角礫岩の流れ盤と考えられること、上部の安山岩の風化が著しいことなどから、元々不安定な地質構造であったと考えられる。また、安山岩にはほぼ鉛直方向に顕著な節理が発達しているため、降雨が浸透しやすい地質構造であったと考えられる。そのため、日雨量 379 mm（7 月 20 日）、最大時間雨量 91 mm/h という豪雨により、大量の降雨が凝灰角礫岩より上部の安山岩を主体とする土塊に供給されて土塊重量が増加し、土塊が一層不安定になったこと、また凝灰角礫岩からなる難透水層上に大量の降雨水が供給されたことから、上部の安山岩が崩壊したと推測される。

また、調査当日には、崩壊地直下の溪床、溪岸には、背水域の痕跡等、天然ダムが形成された形跡は確認できなかった。

1.3.2 流下・堆積域の状況

(1) 流下域の状況

図-7は土石流の流下・堆積域の概況図である。現地調査の結果、上流谷止工から上流約 100 m 程度の区間では、基岩が露出していた。上流谷止工から下流谷止工の上流約 40 m の地点までの区間では、基岩の露出（写真-4）や湾曲部での偏流（写真-5）、溪岸の侵食痕跡が見られた。下流谷止工からその上流約 40 m の地点までは、谷止工の堆砂域と思われる土砂の堆積が見られた。下流谷止工から下流約 60 m の地点までは、基岩が露出していた。また、この区間における溪岸の侵食深は 0.5 m～1 m 程度と推定された。これらのことから、上流谷止工から下流谷止工までの溪床に堆積していた土砂はほぼ全てと、溪岸の侵食された土砂が流出したと推測される。なお、地形図から、上流谷止工（標高 290 m）と下流谷止工（標高 160 m）間の勾配は 12° 程度となる。

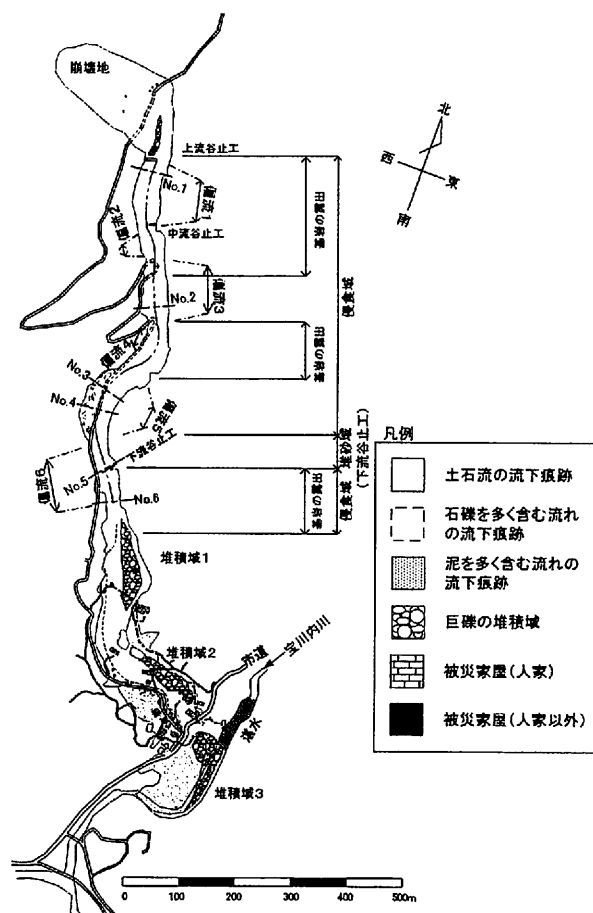


図-7 土石流の流下状況

Fig.7 Traces and deposits of debris flow at Atsumarigawa, Minamata city, Kumamoto pref.

既存資料によると、土石流発生前の溪流幅は15m程度、不安定土砂の厚さは2m程度であった。このことから上流谷止工から上流の溪流の侵食土砂量は約100mの区間があるので0.3万 m^3 程度と推定される。また、空中写真を判読したところ、上流谷止工から下流谷止工までの区間長は流心線沿いに約600mであったので、この区間の侵食土砂量は1.8万 m^3 程度と推定される。さらに、この区間における土石流が流下した範囲は2.7万 m^2 程度であるので、溪岸が侵食された面積は1.8万 m^2 程度となり、溪岸が侵食された深さが0.5m~1m程度とすると、溪岸の侵食土砂量は0.9万~1.8万 m^3 程度と推定される。従って、上流谷止工から下流谷止工までの侵食土砂量は2.7万~3.6万 m^3 程度となり、崩壊地からの流出土砂量と合わせると下流谷止工から下流への流出土砂量は9.8万~10.7万 m^3 程度と推定できる。

図-7には偏流が生じた箇所を計測した横断測線の位置を示した。土石流発生後の偏流の痕跡高さは最深河床位から外湾側で8.1~21.7m、内湾側で4.5~11.6mの範囲であった(図-8)。土石流は湾曲部に流れ込むと、左右岸で水位差を生じる。その水位差の最大値を式(1)で推定することが提案されている²¹⁾。また、式(1)中の α の値は土砂を含まない流れで湾曲の中心方向で遠心力と

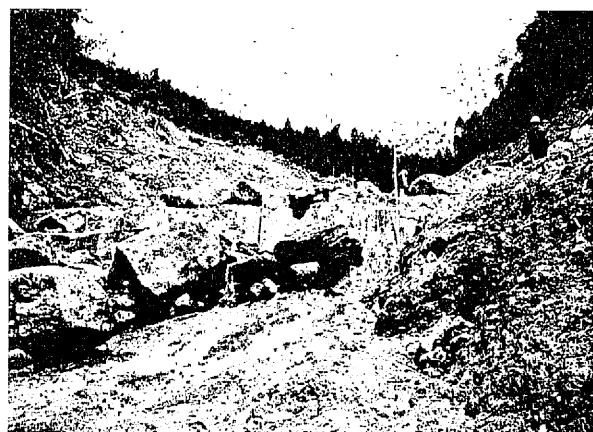


写真-6 コンクリート谷止工(上流谷止)の破損状況(2003年7月24日撮影)

Photo 6 Broken concrete small check dam (Upper dam), 24. July. 2003

水位差が釣り合うとした場合の値である $1^{21)}$ から、土砂を含む流れに対する $10^{21)}$ までの範囲を考える必要がある。表-1には横断測線と空中写真から判読した曲率半径をもとに式(1)により推定した土石流の流速を示した。

$$\Delta h = \alpha \frac{V_z^2 b}{g r_c} \quad \dots \dots \dots (1)^{21)}$$

ここで、 α :係数、 Δh :水位差(m)、 V_z :平均流速(m/s)、 b :流路幅(m)、 g :重力加速度($=9.81 \text{ m/s}^2$)、 r_c :曲率半径(m)である。その結果、土石流の流速は $\alpha=1$ とすると9.1~23.5 m/s、 $\alpha=10$ とすると2.9~7.4 m/sと推定された。これらのうち、No.3とNo.4は同じ偏流区間であるが、両者の流下痕跡が異なった高さと位置にあった。また、No.3では礫の堆積があり林道が破壊されていたが、No.4では礫の堆積は少なく林道は破壊されていなかった(写真-5)。これらのことから、各々別の土石流の痕跡である可能性があり、後述するようにNo.4の痕跡は泥流、No.3は石礫を主体とした流れと推定される。

また、現地調査の結果、コンクリート谷止工はいずれも破損していた。特に、上流谷止工と中流谷止工は、袖部、堤体上部は兩岸共にほぼ流失し、基岩から2m程度の高さまでの堤体が残存していた(写真-6)。

(2) 堆積・氾濫の状況

下流谷止工の下流側60m付近からは土石流の堆積域となる。堆積域全体の流下方向の総延長は約700m、幅は最大で約100m、面積は40,000 m^2 程度であった。堆積域は、泥を主体とした堆積域と石礫を主体とした堆積域(これらの堆積域を形成した流れをそれぞれ「泥流部」、「石礫部」と呼ぶ)の2種類に大別できる(図-7、写真-1)。

泥流部である下流谷止工の約400m下流の右岸側では、外湾側にある比高10m程度の尾根状の高台を流下し、高台上の家屋を破壊した(写真-7)。この泥流部の



写真-7 尾根を乗り越えた泥流部 (2003 年 7 月 24 日撮影)
Photo 7 Mud flow overflowed ridge, 24. July, 2003



写真-8 堆積域 1 の巨礫の堆積状況 (2003 年 7 月 25 日撮影)
Photo 8 Huge rock on the depositional area 1, 25. July, 2003

流下方向の堆積長は約 320 m、堆積面積は約 12,000 m²である。全壊家屋 14 戸のうち 5 戸がこの泥流部の堆積域に位置していた (図-7)。

石礫部では、最大 4~5 m 程度の巨礫が、谷地形に沿って厚く堆積しており、3 箇所に巨礫の堆積域が確認された。ここでは、これらの巨礫堆積域を上流から堆積域 1, 2, 3 とそれぞれ呼ぶことにする。なお、堆積域 3 は調査日 (7 月 24 日) 現在、搜索活動中であったため詳細な調査は実施していない。そこで、ここでは堆積域 1, 2 に関しては現地で行った簡易な測量結果、堆積域 3 に関しては空中写真の判読による計測結果を報告する。

堆積域 1 は、下流谷止工の下流側に直線距離で約 90 m の地点から左岸側に位置する棚田等の平坦面に広がっている。この堆積域の流下方向の堆積長は約 100 m、幅は 30~40 m、堆積域表面の流下方向の勾配は 4~5°であった。また、右側面は、比高約 3 m で急激に河道へ落ち込んでいる。石礫の最大礫径は 5 m 程度であり (写真-8)、長さ 5 m、幅 1.5 m 程度の下流谷止工右岸側の一部と思われるコンクリート塊が見られた (写真-9)。

堆積域 2 は、下流谷止工の下流側に直線距離で約 350

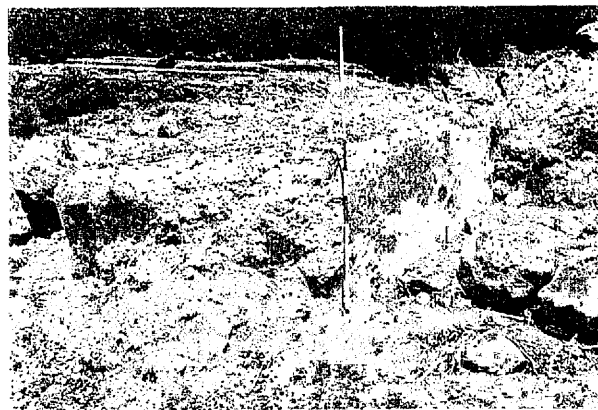


写真-9 堆積域 1 内のコンクリート塊 (2003 年 7 月 25 日撮影)

Photo 9 Concrete block on the depositional area 1, 25. July, 2003

表-1 集川の偏流区間の流下痕跡から推定した流速

Table 1 Debris flow velocities estimated by the flow traces of superelevated flow at Atsumarigawa river, Minamata city, Kumamoto pref.

横断面	曲率半径 [m] r_c	川幅 [m] b	水位差			流速 [m/s]	
			痕跡高さ		Δh [m]	V_z	
			左岸[m]	右岸[m]		$\alpha = 1$	$\alpha = 10$
No. 1	215	46.8	8.5	14.3	5.8	16.2	5.1
No. 2	321	47.3	11.6	16.9	5.3	18.8	5.9
No. 3	112	52.5	8.7	12.7	4.0	9.1	2.9
No. 4	112	58.1	9.5	21.7	12.2	15.2	4.8
No. 5	698	50.5	4.5	8.1	3.6	22.1	7.0
No. 6	698	43.5	13.3	9.8	3.5	23.5	7.4

m の地点から、約 500 m の地点に位置する市道にかけての範囲で、堆積長 150 m、幅 40~50 m の範囲で広がっている。堆積域表面の流下方向の勾配は 5~7°である。石礫の最大礫径は 4~5 m 程度であった。

堆積域 3 は、市道から下流に広がっており、流下方向の堆積延長は約 150 m、幅は約 10~50 m であった。また、宝川内川に流入し、河道閉塞を起こし、本川を上流約 100 m にわたり、湛水させた (図-7、写真-1)。

これらの堆積域の堆積深は、被災前後の航空写真の判読等によると、被災前の二階建てと思われる家屋の二階屋根付近まで堆積していると考えられることから、およそ 5 m と推測した。この推測に基づく、3 つの巨礫堆積域の総堆積土砂量は、50,000~70,000 m³ 程度であると推定できる。また、泥流部の堆積深は、0.3~0.5 m 程度であるため、堆積土砂量は 3,600 m³~6,000 m³ 程度となる。したがって、泥流堆積物を含めると総堆積土砂量は、最大 80,000 m³ 程度と推測される。

(3) 土石流の流下・堆積過程の考察

上述の流下、堆積域の状況から、土石流の流下・氾濫過程は以下のように推察される。

「偏流 5」の No. 3, No. 4 地点で 2 つの異なる流れの流下痕跡が見られたこと、堆積域において泥流部と石礫

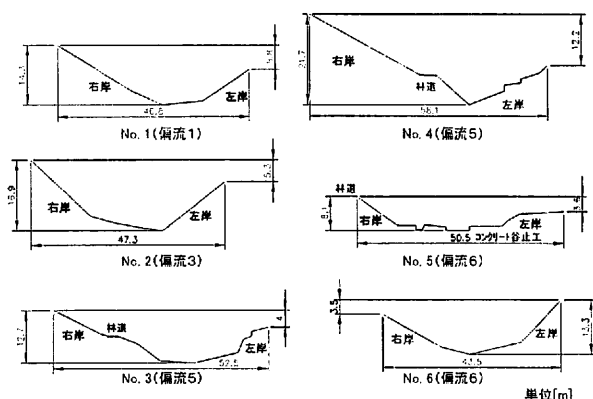


図-8 流下痕跡横断面図

Fig.8 Cross sectional profile of the debris flow channel

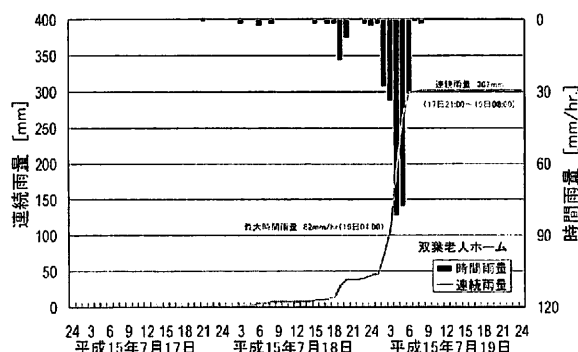


図-9 降雨の状況

Fig.9 Precipitation at Futaba home sta., Dazaifu city, Fukuoka pref. (July 17 0:00-July 19 24:00, 2003)

部の2つの異なる堆積域が見られ、泥流堆積部は石礫堆積部に分断されるように左右岸方向の連続性がないこと(図-7)、堆積域2に居住していた被災者から、住宅に水が入り家財が流されたという電話があった直後に連絡が途絶えた(7月21日 朝日新聞朝刊)ことから、土石流は泥流と石礫という構成物が異なる少なくとも2波程度の段波があり、泥流部が石礫部に先行したことが考えられる。「偏流5」地点の痕跡から推測した流速(表-1)を用いると、泥流部は崩壊地直下の上流谷止工から下流谷止工付近まで約1～2分未満で、石礫部は約2～4分未満で到達したと推測される。その後、堆積域では、泥流部は尾根状の高台まで氾濫したが、石礫部は谷地形に沿って堆積したと考えられる。また、堆積域2では、末端部の谷幅が約20mであり、湾曲部や狭く部となっているため、石礫部の多くがここで堆積したと考えられる。その後、土石流の一部は堆積域2を流下し、道路を超え、堆積域3へ流下し、宝川内本川を閉塞した。

2. 福岡県太宰府市三条一丁目地区の土石流災害

2.1 流域の状況

土石流の被害を受けた三条一丁目地区は御笠川水系御笠川支川太宰府原川の下流に位置する(図-1)。土石流

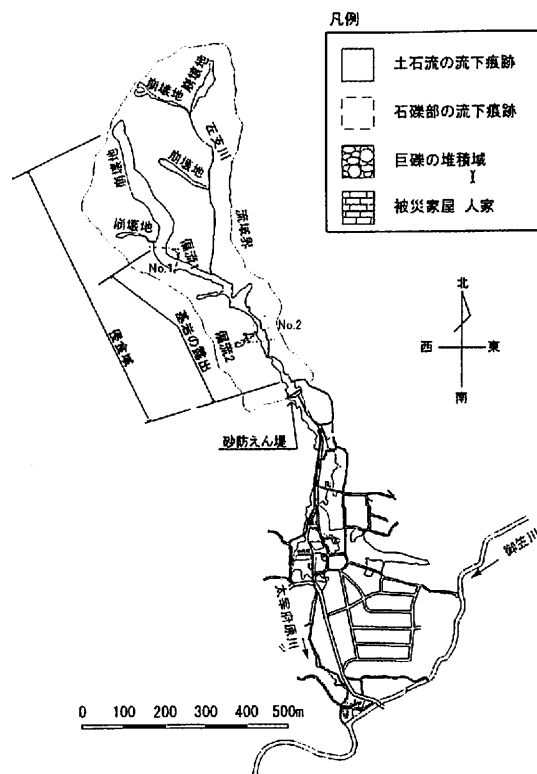


図-10 土石流の流下状況

Fig.10 Traces and Deposits of debris flow at Harakawa, Dazaifu city, Fukuoka pref.



写真-10 崩壊地源頭部(右支川)(2003年7月23日撮影)

Photo 10 Head of landslide scar (Right tributary). 23. July. 2003

が発生した太宰府原川は、流域面積0.13km²の土石流危険渓流である。

2.2 降雨の概要

図-9は、太宰府原川付近(双葉老人ホーム)で観測された時間雨量の時間変化を示したものである。最大時間雨量は82mm/h(7月19日午前3時～午前4時)、連続雨量は302mm(7月18日午前2時～19日午前8時)であった。土石流の発生時刻は、福岡県の聞き取り調査から午前5時から午前6時までの間と推察されるが、現時点では正確な時刻は特定できていない。

表-2 太宰府原川の偏流区間の流下痕跡から推定した流速
Table 2 Debris flow velocities estimated by the flow traces of
superelevated flow at Harakawa river, Dazaifu city,
Fukuoka pref.

横断面	曲率半径 [m] r_c	川幅 [m] b	水位差			流速 [m/s] V_z	
			痕跡高さ		Δh [m]	$\alpha = 1$	$\alpha = 10$
			左岸[m]	右岸[m]			
No. 1	37.5	20.0	12.3	1.2	11.1	14.3	4.5
No. 2	91.3	18.0	4.7	8.2	3.5	13.2	4.2



写真-11 砂防えん堤の土砂・流木捕捉状況（2003年7月22日撮影）

Photo 11 Trapped sediments and woods at Sabo dam, 22. July, 2003

2.3 土石流の発生・流下・堆積の状況

図-10は土石流の発生域（崩壊地を含む）から堆積域までの流下状況と被災家屋の分布を示したものである。崩壊は、右支川、左支川の源頭部付近5箇所で開催した。現地調査の結果、右支川の崩壊（写真-10）で発生した土砂は左支川との合流点から下流へ流出していたが、左支川の崩壊で発生した土砂は右支川との合流点まで到達しておらず、合流点から上流域に堆積していた。

土石流は溪流内を偏流しながら流下した。偏流区間の流下痕跡を2箇所計測すると、それぞれ水位差が11.1mと3.5mであり（表-2）、(1)式を用いて流速を求めると、4.2~14.3m/s程度と推定できる。

その後、土石流は谷の出口に設置されていた砂防えん堤（高さ11m）によって一部捕捉されたものの（写真-11）、下流の流路（平均幅2.0m程度、高さ1.4m程度）から溢流し、住宅地に流れ込んだ。この土石流は谷の出口付近と太宰府原川と御笠川との合流点付近の2箇所に堆積していた。その堆積土砂量は全体で1.2万 m^3 程度と推定される。

谷の出口付近の堆砂域には最大で直径2m程度の巨礫や流木が堆積し、人家が全壊した。また、合流点付近



写真-12 谷出口付近の家屋の被災状況と巨礫の堆積状況（2003年7月22日撮影）

Photo 12 Damaged houses and deposited huge rock at the exit of hollow, 22. July, 2003

の堆砂域にも直径1m程度の巨礫と流木が堆積し、人家が全壊した（写真-12）。

谷の出口付近の砂防えん堤は右岸側の袖部の一部を破損したものの、土砂や流木の一部を捕捉した（写真-11）。捕捉した土砂量は既存資料から0.3万 m^3 程度と推定され、土砂や流木の捕捉効果を発揮したと言える。

3. おわりに

以上、災害後の発生域、流下域、堆積域の調査の概要を報告し、その結果に基づいて、土石流の発生から流下・堆積の特性について考察を行った。しかし、災害後の限られた時間内の調査であったため、土石流の発生機構、人家等を含む構造物の破壊機構を解明するために十分な資料を得ることができなかった。今後、土石流の諸量を明らかにするための測量、堆積域における堆積構造等について、さらに詳査し、土石流の発生から流下、堆積に至るまでの過程や、人家等を含む構造物の破壊機構を明らかにするとともに、警戒避難体制等に関する調査を行い、今後の土石流対策に反映させていきたい。

謝 辞

最後に現地調査等にご協力を頂いた国土交通省九州地方整備局河川部および川辺川ダム砂防事務所、熊本県、福岡県のみなさんに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 経済企画庁総合開発局、土地分類図（熊本県）、1973
- 2) 水山高久、上原信司（1981）：湾曲水路における土石流の挙動、土木技術資料、23-5、p.15-20
- 3) 諏訪浩（1997）：1996年12月6日蒲原沢土石流の復元、月刊地球、Vol.19、No.10、p.612-618
- 4) Knapp R. T（1951）：Design of channel curves for supercritical flow, Trans., ASCE, vol.116, p.296-325

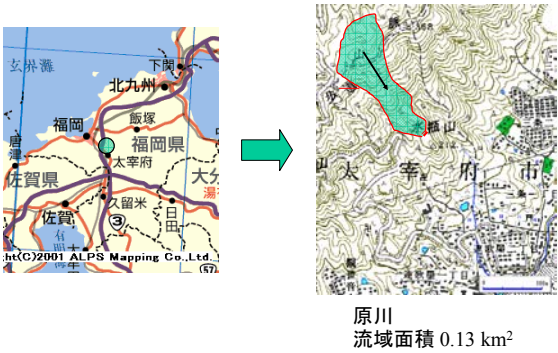
（原稿受理 2003年8月29日）

2.4 太宰府市市原川における流木の発生・流下・堆積の実態

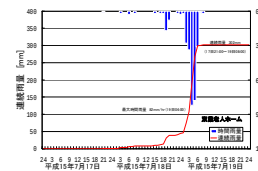
太宰府市原川における流木の発生・流下・堆積の実態

独立行政法人 土木研究所
土砂管理研究グループ
田中 秀基

福岡県太宰府市原川流域位置図



流木による被害状況



連続雨量: 302mm
7月17日 21:00 – 19 8:00
最大時間雨量: 82mm/hr
7月19日 4:00

調査のポイント

流木対策指針(案)の検証

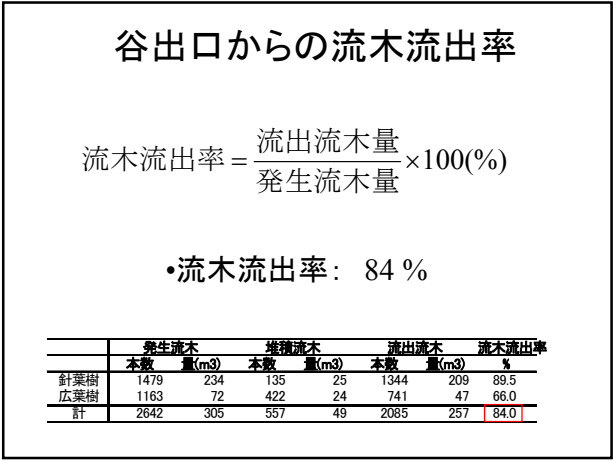
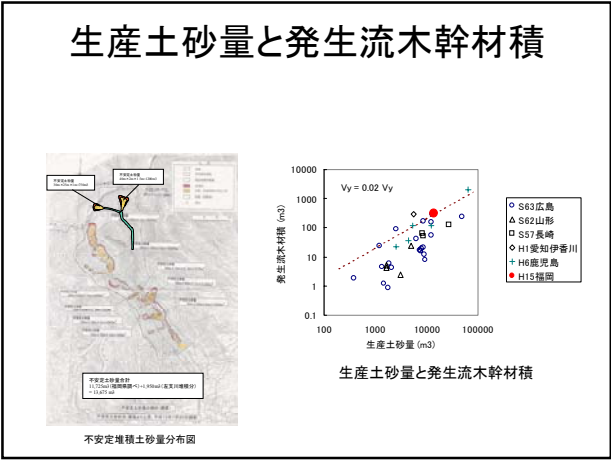
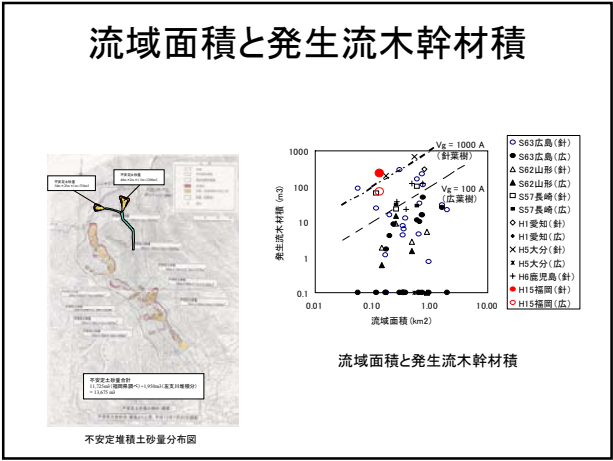
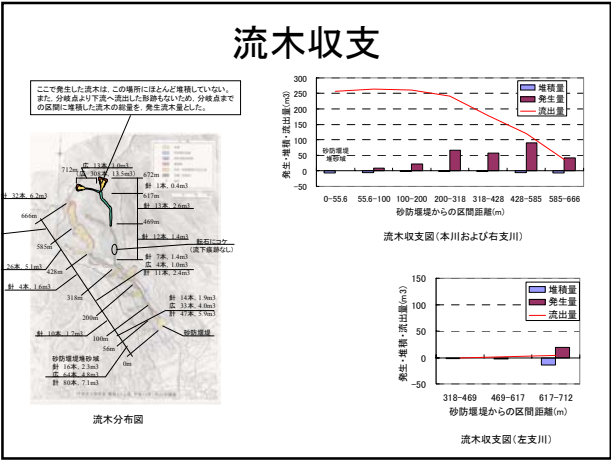
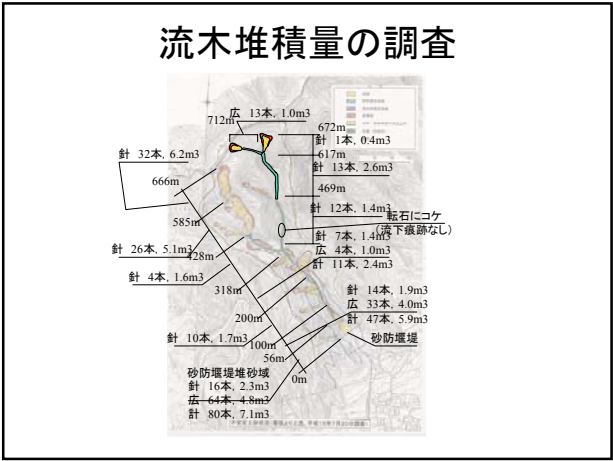
- 過去の流木災害との比較, 発生流木量と流域面積・生産土砂量の関係, etc
- 谷出口からの流木流出率
- 砂防ダムによる捕捉効果

流木収支

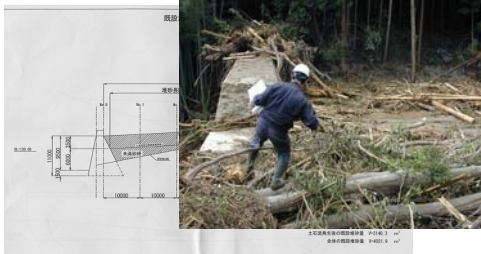
- 発生量: 崩壊面積に, 立木密度を乗じて求める。
- 堆積量: 渓流を歩いて調査する。 {
・流下途中
・砂防ダム
- 流出量: $\text{発生量} - \text{堆積量}$

発生量の推定





砂防堰堤による土砂と流木の捕捉



砂防ダムに堆積した流木容積率：3%（対策指針では2%）

$$\text{流木容積率} = \frac{\text{堆積した流木量}}{\text{堆積した土砂量}}$$

まとめ

- 過去の流木災害との比較：
流域面積に対する発生流木量が、過去の事例と比較し多かった。
- 谷出口からの流木流出率：
84%であった。指針（案）では「施設がない場合、80～90%」。
- 不透過型砂防ダムによる流木捕捉：
砂防堰堤に堆積した流木容積率は、3%であった。ただし、発生前は未満砂。（指針（案）では、2%）

太宰府市原川における流木の発生・流下・堆積の実態

(独)土木研究所 土砂管理研究グループ

主任研究員 田中秀基

1. 目的

流木を伴う土石流における流木流出状況に関わる、諸データを蓄積することを目的とする。

2. 調査内容

(1) 調査日時：平成 15 年 7 月 22 日 9:00～18:00, 7 月 23 日 9:00～16:00

(2) 調査対象地：福岡県太宰府市三条

(3) 調査方法

土砂災害現場における土砂・流木の発生・流下・堆積場を踏査することによった。

(4) 調査の背景

平成 15 年 7 月、九州北側に停滞する梅雨前線に南から湿った空気が流れ込み、局地的な豪雨が発生した。7 月 17 日夜間から 7 月 19 日 12:00 までの総雨量は 362mm に達し、3:00～4:00 までの 1 時間雨量は 81.5mm という記録的な集中豪雨となった。この降雨により、流木を伴う土石流が発生し、人的被害死者 1 名、家屋被害全壊 6 戸、半壊 14 戸、一部損壊 20 戸の災害となった。



写真-1 下流域の流木による被害状況

3. 流域の概要

土砂・流木の発生は、御笠水系御笠川太宰府原川（流域面積：0.13 km²）の砂防堰堤から上流約 600m の斜面が集中豪雨により崩壊し、土石流となったものであった。溪流の主流部は砂防堰堤から 670m であり、320m 付近から左支川が分岐している。

また流木も土石流の発生源での立木の滑落・流下、さらに土石流の流下に伴う溪岸・溪床侵食による立木の流出により、大量に発生した。流出した流木は下流に流出し、家屋・田畑に甚大な被害を及ぼした。

4. 調査結果

4.1 砂防堰堤による流木の捕捉

砂防堰堤は住宅の上流側に構築されており、土石流発生当時、約 2,200m³ の空き容量があったが、今回の土石流により満砂状態となり、また土石流はダム袖の一部を破壊して、土砂・流木はダムを越流し、下流域に流出した。ダムによる流木捕捉量は約 7m³、本数にして 80 本であった。土石流発生時、ダムは未満砂状態であっ



写真-2 砂防堰堤に捕捉された流木

たことを考えると、堆積した土砂にも埋没しているものと思われる。ダム右岸側の袖には、直径 30cm のスギが折れた状態で捕捉されていた。

4.2 発生流木量

コドラート調査、および流域の崩壊面積を算出することにより、発生流木量の推定を行った。コドラート調査は、崩壊前、同様の植生状態であったと思われる健全な斜面に 10 × 10m の調査プロットをとり、この範囲内に存在する立木の本数・胸高直径・高さの全数を調査した。調査は2カ所で行った。1カ所は、崩壊した斜面（写真-3）付近で、針葉樹（スギ）が主体となっている範囲（写真-4）で、もう1カ所は、左支川分岐点下流の左岸側で、広葉樹が主体となっている範囲である。針葉樹・広葉樹それぞれ推定した崩壊面積に、調査した 100m² あたりの流木幹材積を乗じることにより、発生量を計算した。その結果、発生流木量は、針葉樹 234m³、広葉樹 72m³ で、合計 305m³ であった。



写真-3 本川崩壊源頭部



写真-4 コドラート調査状況
（上流崩壊地そば）

4.3 流木流出率

砂防堰堤より上流を踏査し、渓流内に堆積する流木量の調査を実施した。本川を7区間、左支川を4区間に分割し、それぞれの区間で、流木堆積本数と長さ・直径を測定した。図-1に流域平面図、図-2に縦断図を示す。調査の結果、渓流内に堆積する流木量は 477 本、42m³（注：左支川源頭部の推定量 308 本、13.5m³ を含む）であった。砂防ダムに堆積した量と合わせると、49m³、557 本である。流出流木量は、調査に入った時点ですでに一部流木が撤去されていたため、発生量から渓流内と砂防ダム堆積量を差し引くことにより、流

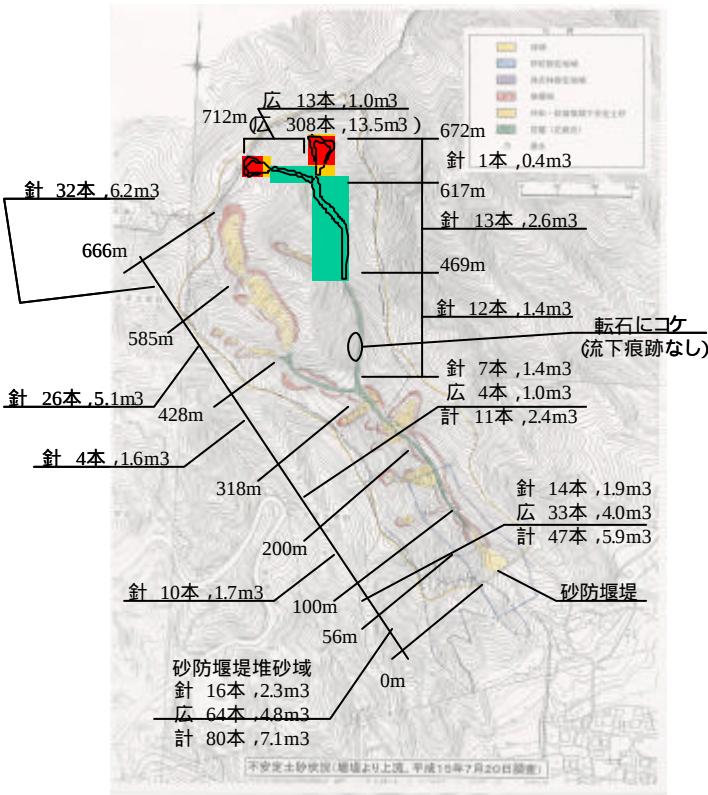


図-1 太宰府原川平面図と流木分布

出流木量とした。その結果，流出流木量は 256m³であり，砂防ダムを基準とした流木流出率は，84%と計算できる。発生量・堆積量・流出率のまとめたものを，表 - 1 に，本川及び左支川の流木収支図を図-3，4 に示す。

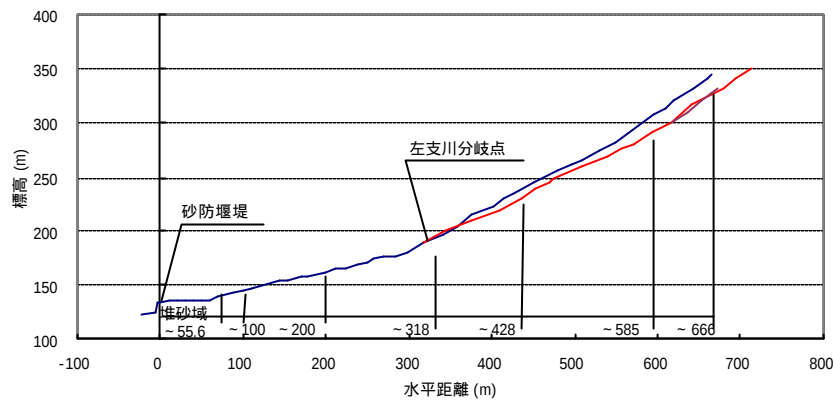


図-2 太宰府原川縦断面図

表 - 1 流木のまとめ

		幹材積 (m3)	合計量 (m3)
発生量	(樹種：針葉樹)	234	305
	(樹種：広葉樹)	72	
堆積量	砂防堰堤堆砂地内	7	49
	渓流内	42	
流出量	305 - 49		256
流出率	256/305 * 100		84 %

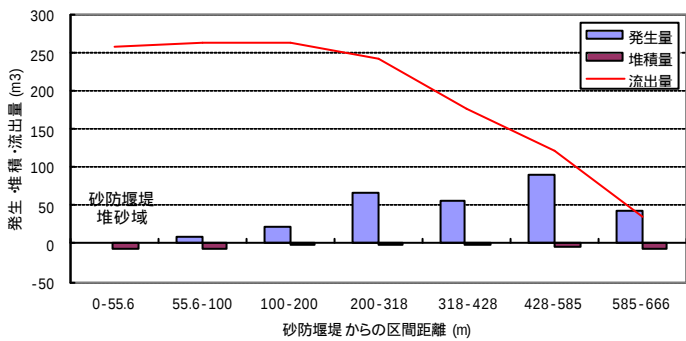


図-3 本川流木収支図

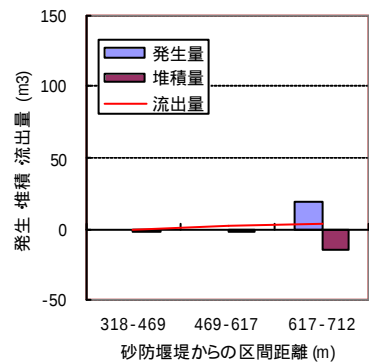


図-4 左支川流木収支図

4.4 砂防ダムによる流木捕捉率

砂防ダムによる流木捕捉率は，砂防ダムによる捕捉量(7m³)を砂防ダム堆砂地内流入量(発生量から渓流内堆積量を引いたもの： (305-42) = 263m³)で除することにより計算できる。流出量をもとに計算した結果は，3% (7/(305-42) = 0.027) であった。

砂防ダム堆砂地に捕捉された流木は，広葉樹が約 80%を占めていた。また砂防ダム下流

に堆積した流木は、ほとんど針葉樹であった。また流出した針葉樹には、間伐材と思われる、人為的に切断された流木も含まれていた。

4.5 過去の発生流木との比較

流木対策指針（案）（2000）に示された、流域面積と発生流木幹材積、生産土砂量と発生流木幹材積の図に、今回のデータをプロットしたのが、図-5, 6 である。生産土砂量は、福岡県の調査資料より、13,675 m³とした。図-5 によると、流域面積に対し、特に広葉樹の発生量が多い。コドラート調査時、特に密集した場所を測定したことが原因による誤差も考えられる。

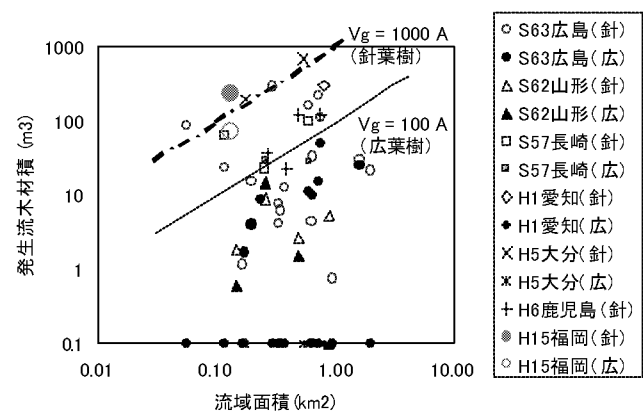


図-5 流域面積と発生流木幹材積

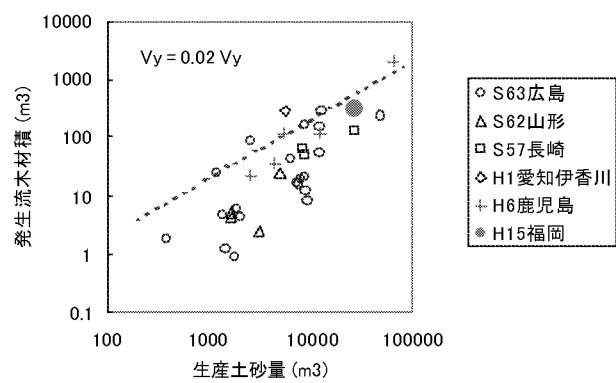


図-6 生産土砂量と発生流木幹材積

参考文献

建設省砂防部砂防課（2000）： 流木対策指針（案），計画編，p. 9

2.5 平成 15 年 7 月九州地方豪雨時における水俣市の防災体制の 実態

平成15年7月九州地方豪雨時
における水俣市の防災体制の
実態

国土交通省 国土技術政策総合研究所
危機管理技術研究センター 砂防研究室
野呂智之

実態調査

【調査内容】

平成15年7月20日災害発生時における
水俣市の初動対応

【手法】

市役所職員に対するヒアリング

災害発生時における市職員の
動員計画

- 第1号配備体制（情報収集体制）
- ↓
- 第2号配備体制（注意体制）
- ↓
- 第3号配備体制（警戒体制）
- ↓
- 第4号配備体制（全職員出動体制）

第1号配備体制

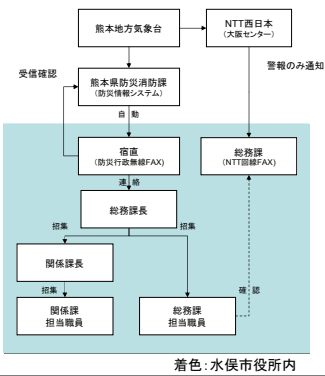
災害発生のおそれがある注意報又は警報が発表された場合、災害処理に関係する部課（局）長は、所属職員を必要に応じ応急措置推進のため配置

気象情報の接受・通報、部外諸機関との連絡、市民からの通報受領、現地調査（計 12名）

（総務班） 4名
総務課

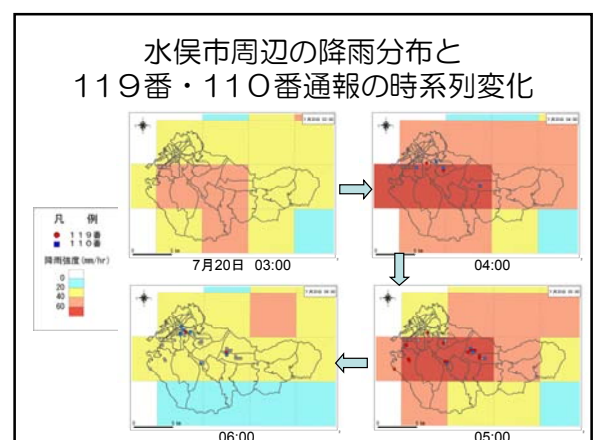
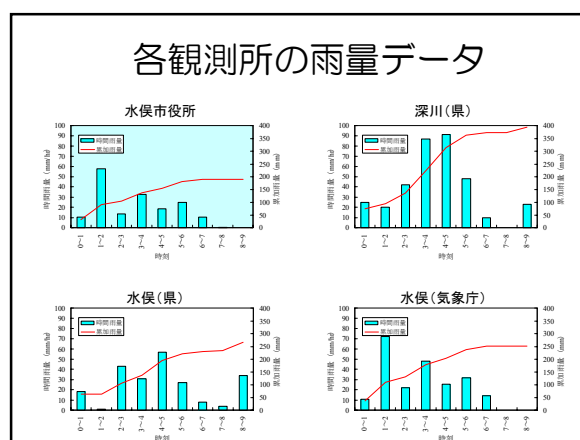
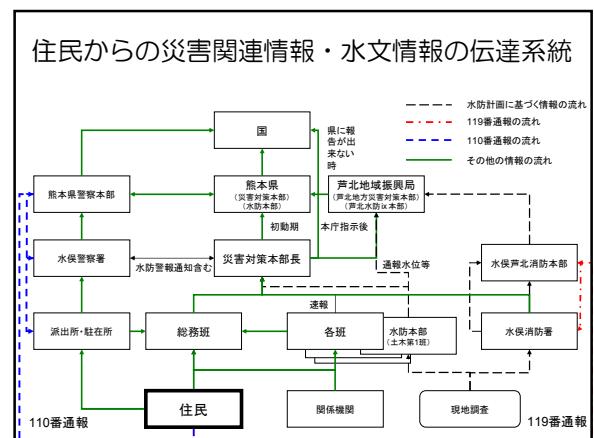
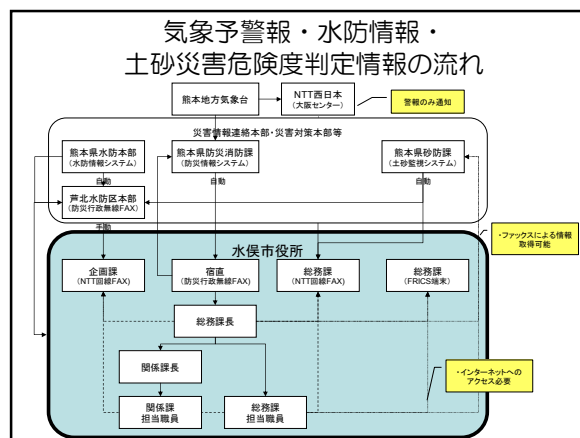
（調査対策班） 8名
土木課、都市政策課、下水道課、農林水産課、
水俣芦北広域行政事務組合消防本部

気象予警報伝達・職員の召集体制



水俣市 総務班・調査対策班の参集実績
(2003/7/20)

時間帯	第1号配備体制職員		その他職員	幹部職員	備考
	総務班	調査対策班			
1:30 ~ 2:00			2		2時までに出動した2名は水道局職員(災害法遵行による当番職員の出勤)
2:00 ~ 2:30					
2:30 ~ 3:00	2				
3:00 ~ 3:30					
3:30 ~ 4:00	1	4	2		
4:00 ~ 4:30	1	1	1		
4:30 ~ 5:00			15	3	幹部職員3名の内訳:市長、総務企画部長、産業建設部長
計	4	5	20	3	



災害後に見直された体制

- 初動体制確立の迅速化
宿直対応の見直し、要員の増員、
各班の役割分担や体制の設置基準の明確化
- 注意報発令にともなう警戒体制の確立
第1号配備体制（警報発令）の前に事前出動（注意報発令）
- 情報収集・提供の効率化、適切化
関係機関との連絡窓口を設置

終

2.6 2003 年水俣水害 ―住民アンケート調査から―



災害経過の概要

- 水俣市で2つの土石流
集地区15人 新屋敷地区4人 死亡
- 時間経過

1. 降雨再開 (3時台豪雨)	0時50分頃～
2. 気象台大雨洪水警報発令	1時55分
3. 土砂災害危険度判定情報(警戒)FAX受信	3時14分
4. 土石流発生	4時15分(新屋敷) 4時20分(集)
5. 水俣市避難勧告発令	5時20分

調査概要

調査対象地域 宝川内 集地区 (被災地域)
宝川内 丸石・新屋敷・本屋敷地区 (非被災地域)

対象者 20歳以上の男女

抽出方法 悉皆調査 (エリアサンプリング)

調査期間 平成15年12月13日～26日

調査方法 訪問面接法および留置法
(調査票は、集地区用と丸石・新屋敷・本屋敷地区用の2種類を作成し、また、世帯に関する調査票と個人が回答する調査票を用意した。そして、各世帯に対して、世帯に関する調査票を1票、個人が回答する調査票を家族の人数分配布し

有効回答数・回収率 集地区 76.5% (62票)
丸石・新屋敷・本屋敷地区 67.6% (94票)

住民は避難しなかった(できなかった)

避難時刻(集)	避難した	避難できなかった	NA
0:00以前	28	10	2
2:40	10	10	0
2:50	10	10	0
4:00	10	10	0
4:05	10	10	0
4:10	10	10	0
4:15	10	10	0
無回答	10	10	0
合計	62	62	0

避難時刻(集)	避難した	避難できなかった	NA
0:00以前	21	10	0
2:40	10	10	0
2:50	10	10	0
4:00	10	10	0
4:05	10	10	0
4:10	10	10	0
4:15	10	10	0
無回答	10	10	0
合計	67	67	0

避難しない理由

理由	割合 (%)
自宅でも危険はないと思ったから	30.3
避難のため、外に出るのは危険と思ったから	45.5
雨降りなどから家屋や家財を守るために、自宅に留まる必要があった	3.0
その他(具体的)	6.1
NA	15.2

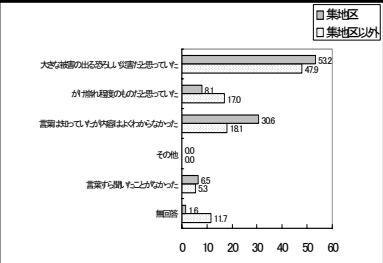
土石流危険渓流であることを知っていたのは半数

土石流危険渓流であることを知っていたか (集地区 N=62)

「危険渓流」を示す看板 (丸石地区)

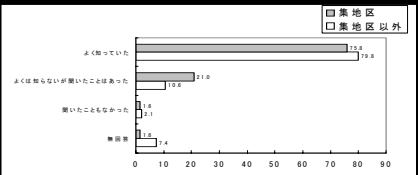
怖さを知っていたのは住民の半数

土石流の意味に関する認識

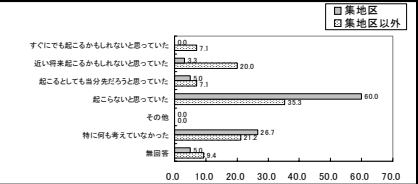


他人の心理

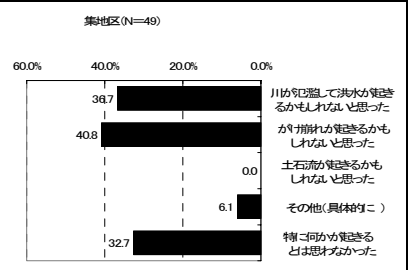
1997年出水
災害認知度



自集落における
土石流への危
惧



土石流は起きないだろう(今回災害時)



対策(住民編)

- 防災教育、防災訓練などを行い、土砂災害(土石流)の知識を周知
「洪水と土石流はセット」である
- 「他人の心理」と思わせない対策
- 避難勧告の場合には、避難場所も指定する
- 情報手段の確保
落雷対策のラジオ 防災無線戸別受信機

新たな土砂災害警戒情報の活用

- 土砂災害危険度判定情報と避難の連動
広島市の例 土砂災害警戒区域において、危険度判定情報を避難がリンク。水俣災害同日に実際に避難勧告が発表され、住民が避難した。
- 土砂災害警戒情報と市町村防災無線の自動接続放送で避難の呼びかけ
- 自治体職員にもわかりやすい情報提供
情報過多の問題
(「より早く、より細かく」という方向性の盲点)

2.7 住民意識調査の概要（ヒアリング）

「平成15年7月九州豪雨災害に関する調査報告会」

水俣市宝川内集地区
住民意識調査の概要
(ヒアリング)

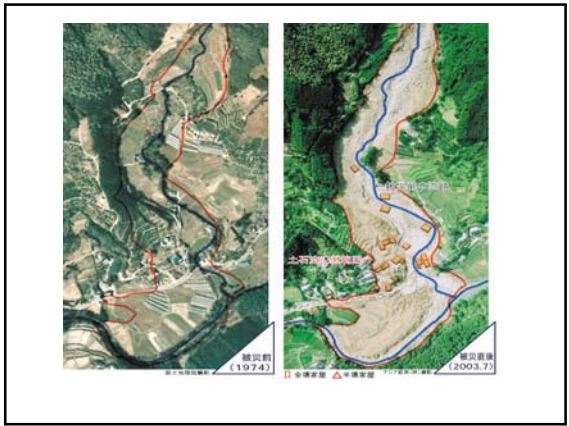
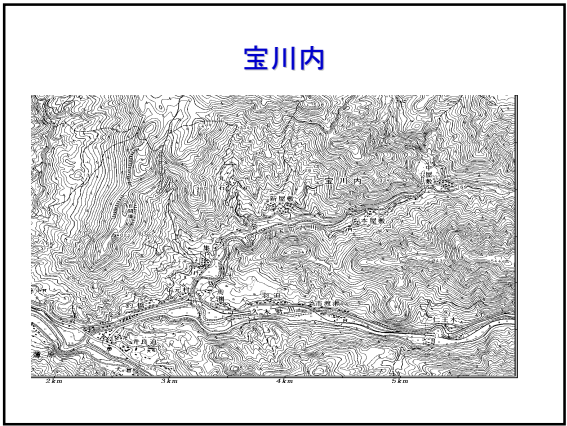
廣井	脩 (東京大学)
関谷	直也 (東京大学)
宇田川	真之 (建設技術研究所)
○中森	広道 (日本大学)
中村	功 (東洋大学)

調査の方法と目的

- 被災地域の状況や被災家族の事情に詳しい方に、被災した世帯のそれぞれ状況についてヒアリングを行う。

↓

- 人々がどのような対応行動を行ったかを推察する。



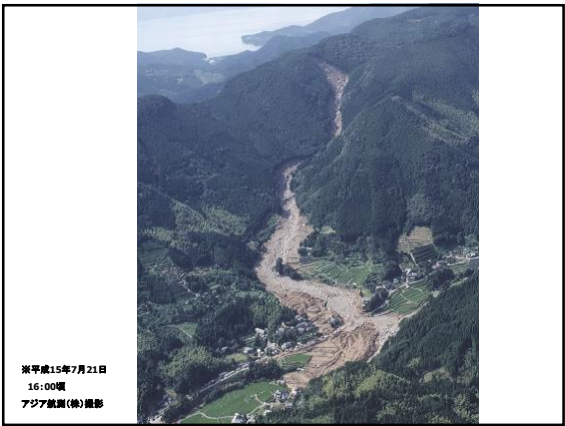
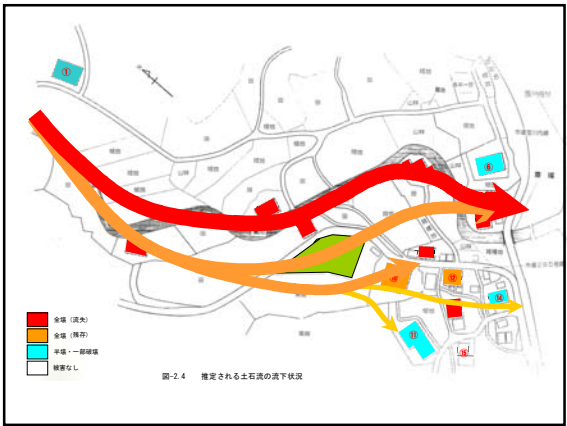
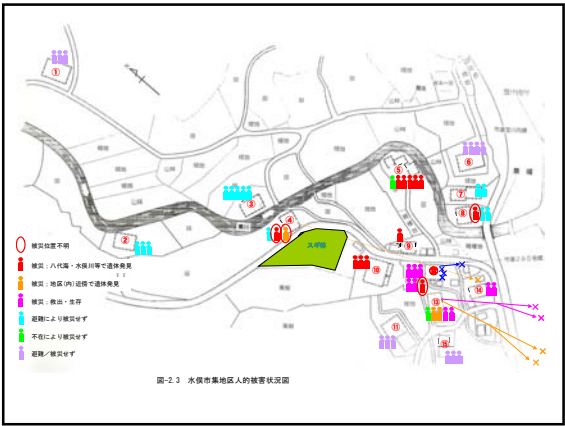
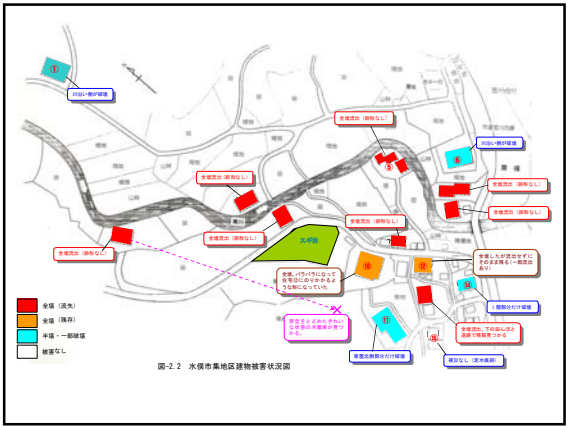
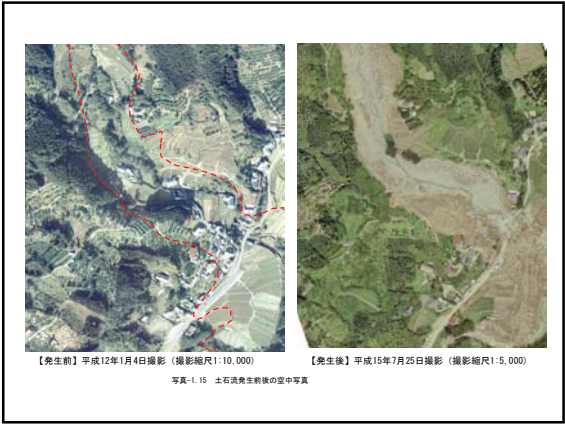
人的被害のポイント

- (1) 消防団の呼びかけにより被災を免れた人がいること
- (2) 孤立した家にいる人々を助けようとしていた消防団員が、人々とともに土石流の被害を受けたこと
- (3) 結果的に土石流が流入しなかったために被害を免れた人がいること

対策案

- 土石流危険渓流の認識だけでなく「土石流」自体の恐ろしさの認識させる
- 速やかな意思決定のための情報伝達と徹底
- 早い時期に「地域外」への避難を行うことを目的にした避難計画・避難場所などの策定と徹底
- 地域や住民自体の判断により、自治体等からの避難勧告等を待たずに対応すること

3 総合討論（パネルディスカッション）



3.1 土砂災害防止のための降雨のとらえかたと表現方法に ついての私案

土砂災害防止のための降雨のとらえかたと表現方法についての私案

広島大学総合科学部 海堀正博

我が国では土砂災害の多くが雨と関係している。そのため降雨状況を把握することによって土砂災害につながる崩壊や土石流の発生を予測し、警戒や避難につなげることが望まれる。

- 雨の降り方
 - 量とタイミング
 - 過去の災害について分析
 - これからの雨による災害に備える

斜面を構成している土の強度を土質力学的に考えたとき、雨量が多くなって土が飽和する状態の時が最も危険な状態(ただし、飽和過程においても強度はしだいに低下している)

- 崩れるための素因があるかどうか
 - 地質的に崩れる可能性のある場所
 - 風化して強度の低下しやすい土壌層を形成した場所
 - 風化して破壊しやすい節理面や割れを形成した場所
 - 集水構造のある場所(地下の水みちとの関係)
 - 地形的に崩れる可能性のある場所
 - 傾斜が 30° 前後以上の場所
 - 集水構造のある場所(地表面形状との関係)
 - 崩れるための土壌層の存在
 - 地表植生・根系との関係
 - 土壌層が薄いと飽和して崩れやすいが土砂量は多くならない
 - 土壌層が厚いと地下水面を形成するのに時間がかかることから飽和しにくい、崩れたときには土砂量は多くなる

- 雨の降り方
 - 局地的集中豪雨の場合、数 km より小さい範囲でも全く異なる
 - 実際の土砂移動現象との関連を厳密に見ようとするなら、土砂移動のあった場の降雨について検討することが必要
 - 現実には困難、推測の域を出ない
 - レーダーの利用
 - 必ずしも地上にもたらされる雨量とは一致しない
 - メッシュデータとして整理する場合、必ずしもメッシュの細かさと精度が直結するわけではない
 - 面的表現容易だが、あくまでも傾向を示すものとして認識すべきではないか

→ 雨の量と経過時間

→ 土の透水係数と短時間降雨強度や雨水の集まり方

→ 雨量のすべてが地盤中に取り込まれるかどうか

→ 降り始めは、表層土壌層の浸透能 > 降雨強度

→ 降雨のすべてが取り込まれるはず

→ 豪雨の場合は浸透できなくなり水が移動しつつもたまる状態になる

→ 雨水の集まり方を支配する要因は

→ 微地形、傾斜、土壌層の状況、節理や割れ目や風化層などの地質構造、植生、人為的なもの等

→ 降雨量以上の水が取り込まれる可能性

→ 経過時間により過去の雨の影響が減少していく要因は

→ 斜面の任意点ごとに雨水の集まり方が異なるので過去の雨の影響の仕方も異なる

→ 厳密に扱うとなると、微地形も考慮した小流域の考え方が必要

→ 一方で、警戒避難に使うためのおおよその危険度を知る目的であれば、一律として考えることもあってもいい

→ 現時点より前から斜面の土の強度は低下した状態にあるかもしれない

→ たとえば、地震の強い振れにより強度が低下した斜面

→ あるいは、強風により立木からの攪乱を表層土が受けている斜面

→ あるいは、過去の豪雨により崩壊寸前にある(あった)斜面

→ 飽和に至る前の強度低下過程において崩壊を起こしてしまう可能性も

→ しかし、強度低下の程度や継続時間は今のところ知ることが難しい

→ 落石や崩壊、がけ崩れなどはちょっとしたきっかけで起きてしまうことがある

→ すべてを土砂災害発生危険基準に含めることはいい考え方とは思えない

以上のことから、降雨を何に利用するかで精度を変えることがあってもいいと思われる。

すなわち、自然科学の発展に寄与する立場あるいは住民への避難指示等に使う防災行政の立場からは、物理現象としての降雨のとらえ方や表現方法において、より厳密に、より精度の高いものを追究する姿勢は常に必要である。

しかし同時に、住民がみずからの防災意識を高める目的であれば、むしろ直感的にも危険の迫りくる状況がとらえやすい表現方法、ある程度の精度であっても状況が想像しやすい降雨のとらえ方が望ましいこともあろう。

2003年の福岡県、熊本県、大分県などでの災害を考察するにあたり、雨量観測値をインターネットで入手した。どの県も観測点密度は現状ですでに5~6kmに1点存在することがわかった。あとはいかにリアルタイムに近い状態でこのデータが利活用できるかにかかっているといえる。

以上は降雨のとらえかたについてのみ簡単に記したもののだが、土砂の到達範囲や速度等についても同様であると考えている。

水俣市宝川内地区集川土石流災害 における土砂動態特性の検討

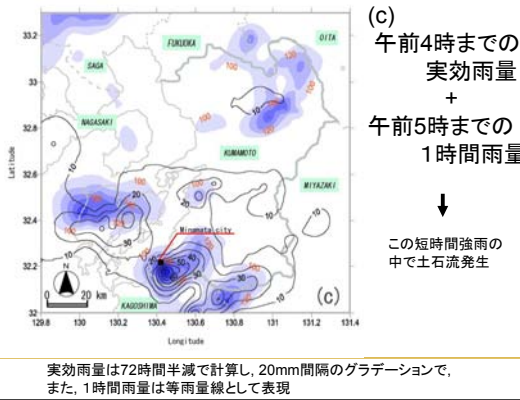
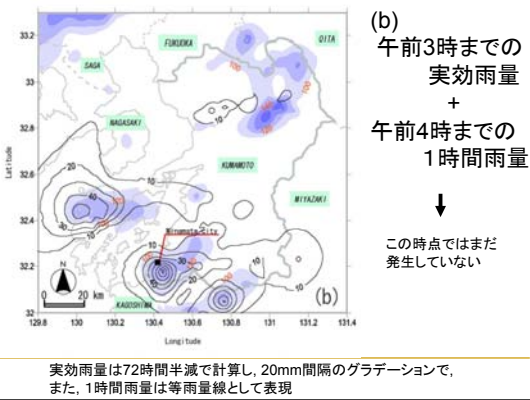
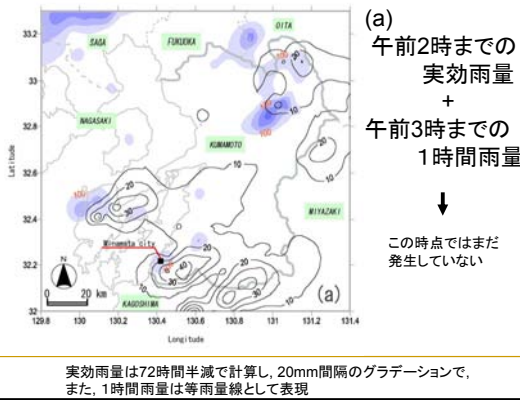
海堀正博(広島大学総合科学部)
古澤英生(宮崎県西臼杵支庁林務課)
西村 賢(日本総合研究所)
大村 寛(九州大学大学院)

研究の内容

- 土石流発生につながった降雨状況の把握
- 土石流の流下痕跡調査からの流速推定
- 源頭部崩壊地からの流出土砂量把握
- 流路の侵食堆積からの土砂量把握
- エネルギー線と等価摩擦係数の考え方を使った土石流流速の推定

誘因としての降雨について

- 6月30日～7月20日の観測降雨を収集
アメダスから九州内の152観測点
熊本県管轄145観測点
国土交通省管轄の九州内211観測点
- 先行降雨(72時間半減実効雨量)と
それに加わる短時間強雨(1時間雨量)として
地図上に整理



源頭部崩壊地および流路各位置における侵食堆積土砂量の把握

- 発生前後について9本(源頭部崩壊地)および21本(流路)の横断測線

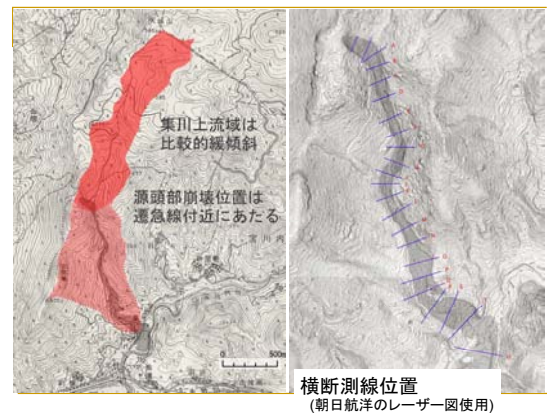
発生前は国土地理院1/2.5万地形図使用

発生後は航空レーザー測量による

1mコンター図(アジア航測(株)製) および
2mコンター図(朝日航洋(株)製) を使用



- 推定約31,000m³の崩壊土砂が集川に流出しその後、侵食と堆積



現地での流下痕跡状況の把握

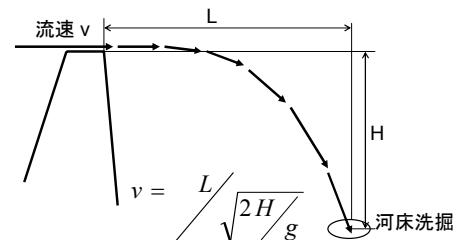
- 曲流部の兩岸の流下痕跡標高差(9地点)
- 堰堤越流後の河床洗掘(3地点)
- 道路のスロープへのせり上がり(2地点)
- 流路側岸スロープでの(1~3地点)



流速の推定

堰堤越流後の河床洗掘

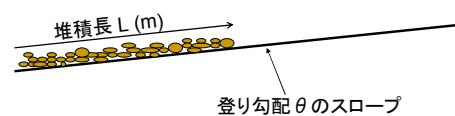
最も単純に、流速 v (m/s) でジャンプしたと考えると、堰堤と洗掘の位置関係から流速が推定できる。



道路のスロープへのせり上がり

- 初速 v_0 (m/s) で勾配 θ のスロープを斜距離 L (m) だけのぼって停止。動摩擦係数として等価摩擦係数 $\tan \alpha$ を採用すると、

$$v_0 = \sqrt{2g(\sin \theta + \cos \theta \cdot \tan \alpha) \cdot L}$$





エネルギー線と地表との標高差から 推定される流速

途中に等価摩擦相当分以上のエネルギー損失がなければ、

$$v = \sqrt{2g \Delta H} \quad \rightarrow \text{しかし、この算出値でも大きすぎる?}$$

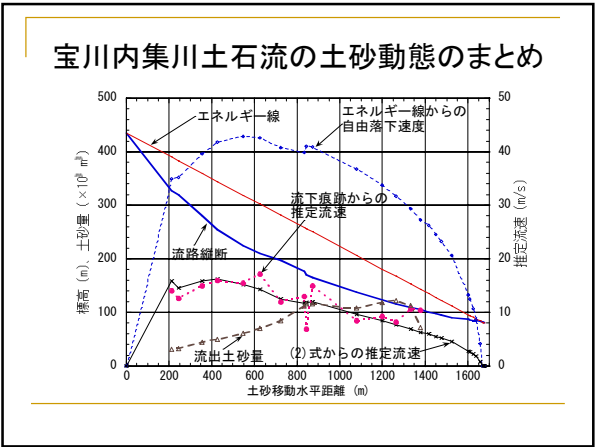
そこで何らかの他の減衰も仮定して、鉛直下向きの速度を、移動開始点からある地点を勾配 β で見おろした方向の速度成分とし、

$$v_1 = \sqrt{2g \Delta H} \cdot \sin \beta \quad \cdots (1)$$

さらに、ある地点の流路勾配 θ の方向成分として、

$$v_2 = \sqrt{2g \Delta H} \cdot \sin \beta \cdot \cos(\beta - \theta) \quad \cdots (2)$$

などで減衰させると、 v_2 の算出値は現地調査での推測値と近くなるようだ(次図)。ただし、現時点ではまだ合わせただけである。



まとめ

- 72時間半減の実効雨量による先行降雨が200mm程度以上のところに、80mm/h程度以上の短時間強雨が加わるパターンの降雨が土石流の発生につながった。
- 源頭部崩壊地から約31,000m³、下流での流出土砂量は少なめでも約12万m³に。
- 流速変化の傾向は土砂量の増減との関係も含めた運動エネルギーの変化傾向と関連づけられると考えられるが、流速や土砂収支における精度の問題があり、今回のデータだけではわからなかった。

3.2 2003 年 7 月九州北部に発生した土砂災害の特徴と 発生気象条件の予測

2003 年 7 月九州北部に発生した土砂災害の特徴と発生気象条件の予測

九州大学大学院 農学研究院 ○久保田 哲也、プレム・プラサド・パウエル、
小川 滋、大村 寛、小川浩一郎、松本祐樹

1. はじめに

2003 年 7 月は、福岡県太宰府市や熊本県水俣市を中心に九州において降雨に伴う土砂災害が相次いだ。7 月 1 日には大分県日田市で集水地形の農地斜面における流動性崩壊が発生（死者 1 名）し、その後も、19 日の福岡県大宰府市災害（死者 1 名、被災家屋 40 戸）、20 日の熊本県水俣市宝川内災害（死者 15 名、負傷者 6 名、被災家屋 15 戸）など大きな土砂災害が相次いだ。また、今回の災害の特徴は崩壊が流動化した等価摩擦係数の小さな現象による被害の甚大化であった。また、11 月 27～28 日には大分県南東部鶴見町で豪雨（最大約 90mm/hr）により四万十層群（砂岩・頁岩）斜面からの土砂流出災害（被災家屋 12 戸）が発生した。これらに共通な気象条件として西方・南方からの下層ジェット収束などの特徴が見られたが、九州北部で発生した土砂災害については、水俣災害など九州南部のものと比べて、着目する高層気象データが異なるので、ここでは九州北部に視点を置いた分析結果を報告する。

2. 分析に用いる手法・気象条件

2.1 手法と気象要因

ここ数年、各省庁・各自治体の雨量計データの統一的運用、並びに、ウインド・プロファイラー、GPS 水蒸気量観測など高密度な地上・高層観測と対流雲過程を織り込んだ数値予測、10 分間隔 1km 格子短時間降雨予報等、観測の効率化及び最新予報技術の活用が急速に進められている。しかし、降雨観測所の設置状況やレーダーの特性などから山地における観測・予報精度が直ちに画期的に上がることは困難と思われる。また、高度な観測精度と降水数値予報が達成されても、山地土砂災害に関するインターネットを通じた不特定多数への自主判断情報の提供には、半日～1 日前における簡便な広域予測は有意義と考える。従って、停滞前線に関連する土砂災害の総観規模・メソスケール気象条件に着目したニューラルネットワーク (NNW) あるいは重判別解析による 12～24 時間簡便予測（気象要因がほぼ同じである中国地方の既往研究手法：久保田 2002）を、今回の九州北部での災害にも適用し、その予測の適否を検討すると同時に災害の特徴を捉える試みを行った。



写真 1 日田の崩壊

上記の手法は、的中率 $Rh=0.938$ 、Critical Success Index スレットスコア $Ts=0.800$ で、鹿児島対象の研究（久保田ら 2002）よりやや精度が良い。気象要因としては、梅雨前線の九州上での停滞の有無とメソ低気圧の東シナ海～九州上空への接近の有無（前線スコア）、九州北部から中国地方への下層・中層水蒸気供給条件等を代表する高層気象データ（福岡、米子の 850hpa、700hpa 高度の湿数と風速；大野 2001、二宮 2001）を使用する。ちなみに、気象庁短時間降水予報の Ts は 0.3～0.6（気象学会 1998）程度、降雪短時間予測研究では 0.6～0.8 程度（Maeda et. al. 2001）となっている。

2.2 災害時の気象条件

大分県日田災害の場合、7月1日の九州北部には梅雨前線が停滞しその前線上を東シナ海方面からメソ低気圧が東進して来る状況で、上空700hpa高度や850hpa高度にも西方からの強い風により水蒸気が供給されて、強めの降水が継続する状態であった(図1に類似)。日田市周辺では、前日も20mm/hを越す強い雨が観測されており、崩壊当日も10mm/h程度の雨が見られた。7月19~20日の大宰府や水俣の災害時には、九州北部に寒冷前線が停滞しており、大陸方面からの水蒸気を含んだ西寄り下層ジェットと遠方の台風7号から多量

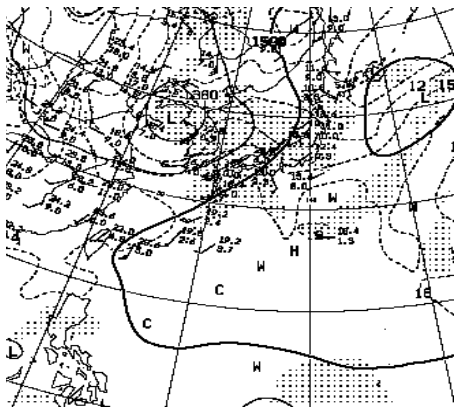


図1 大宰府災害時の高層天気図

の水蒸気を供給された太平洋高気圧縁辺流が西方東シナ海上で収束していた。約5千~1万m上空にまだ寒気が残る状況で、700~850hpa高度に暖かい水蒸気に富んだ空気が供給され、強い降水が継続する状態であった(図1)。線状に組織化されたバック形成型積乱雲群が次々と発生し大雨となったものと考えられる。11月の大分県鶴見町の災害時には、前線を伴う低気圧が九州北部をゆっくりと移動し、日本上空高層の高気圧および南方の台風21号(915hpa)に伴う総観場の風の影響もあり、上空700~850hpa高度において湿数0.0~0.1の非常に湿った南方からの気流が低気圧暖域に向けて流入し、大分県上空で収束、大気が不安定となった結果、豪雨をもたらしたと思われる。

表1 気象条件予測結果			
実際 予測	災害有	災害無	計
災害有	3	0	3
災害無	2	5	7
計	5	5	10

3. 結果と結論

九州北部に土砂災害の無かった2002年6~7月の降水日7件と、7月の日田・太宰府及び11月の大分県鶴見町各災害時のデータから先述の手法で予測・判定すると、表1のようになる。この時、Rh=0.800、Ts=0.600となる。(災害無を対象とした場合、Rh=0.714、Ts=0.714である。)ただし、災害無の事例を災害有りと誤判断した2件のうちの1件では熊本県水俣市で40mm/hの豪雨が降っている。この予測は、主として中国地方のデータで構成された予測モデルを災害発生気象条件がほぼ同じの九州北部に転用したものであるため、九州の教師データを蓄積すれば、誤判定事例にも対応できる。さらに、2003年の発生事例に関してはすべての的中しており、Rh、Tsも高く、この予測モデルのままだでも十分に有効と思われる。また、2003年7月20日の水俣市災害についても、著者らの九州南部予測モデル(久保田ら2002)に半日前の鹿児島における気象データを用いて発生予測が的中した。すなわち、上述の地形・地質の場所において、上記のような気象条件がそろえば土砂災害の危険性が高く、災害発生可能性の有無はここで述べた手法により半日前程度に広域の予測が可能と言える。

引用文献：1) 久保田哲也 (2002)：総観規模～メソスケール気象条件を用いた土砂災害の広域的予測、砂防学会誌、55(1)。2) 久保田哲也ら (2002)：インターネット警戒避難情報を対象とした土砂災害発生メソスケール気象条件予測 — 南九州と中国地方、平成14年砂防学会研究発表会概要集。3) 大野久雄 (2001)：雷雨とメソ気象 東京堂出版。4) 二宮 洸三 (2001)：豪雨と降水システム 東京堂出版。5) 気象学会 (1998)：気象科学辞典、東京書籍。6) Maeda, N. et.al. (2001)：Prediction of precipitation by a neural network method, Journal of Natural Disaster, 23-1.

2003 年 7 月九州土砂災害の発生気象条件の予測

1. はじめに

2003 年は、九州において降雨に伴う土砂災害が相次いだ。

九州北部で発生した土砂災害については、水俣災害など九州南部のものと比べて、着目する高層気象データが異なるので、ここでは九州北部に着目した分析結果を報告する。

① 7 月 1 日：大分県日田市で集水地形の農地斜面における流動性崩壊が発生（死者 1 名）

② 7 月 19 日～20 日：福岡県大宰府市災害、熊本県水俣市、鹿児島県菱刈町災害

④ 11 月 27～28 日：大分県南東部鶴見町で豪雨（最大約 90mm/hr）、四万十層群（砂岩・頁岩）斜面からの土砂流出災害（被災家屋 12 戸）が発生。

これらの災害の特徴は崩壊が流動化した等価摩擦係数の小さな現象による被害の甚大化であった。



写真 1 日田の崩壊

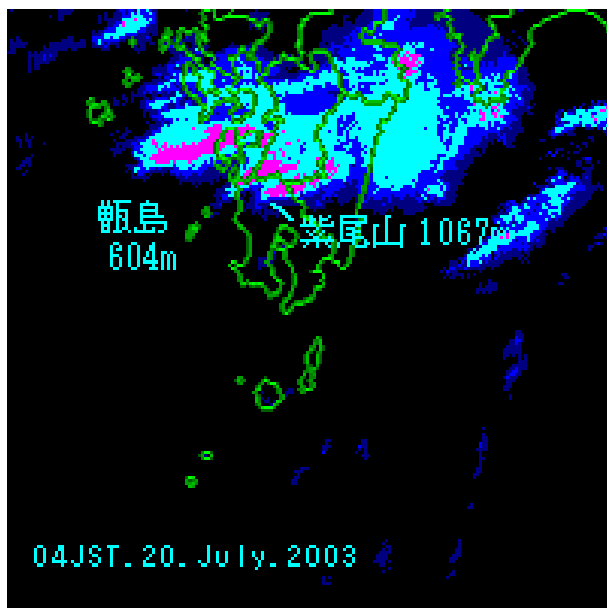


図 1 黒島と紫尾山風下の線状対流雲組織化

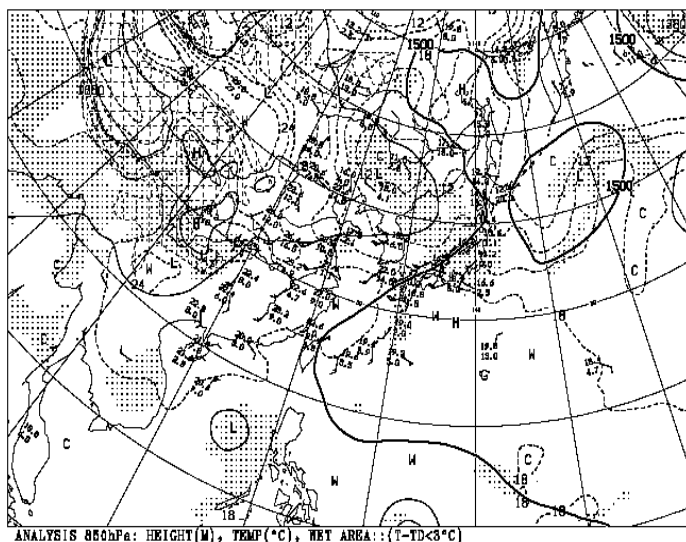
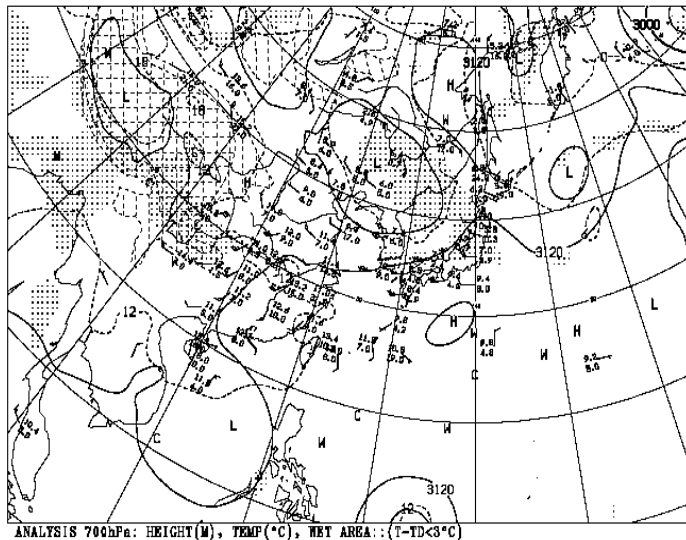
共通な気象条件として西方・南方からの水蒸気の供給・収束などの特徴が見られた。

⑤ 水俣災害には地形性降雨の影響が見られる。有名な^{こしきじま}黒島下流の線状対流雲組織化が影響していると見られる（左図）。

2. 分析に用いる手法・条件

2.1 手法と気象要因

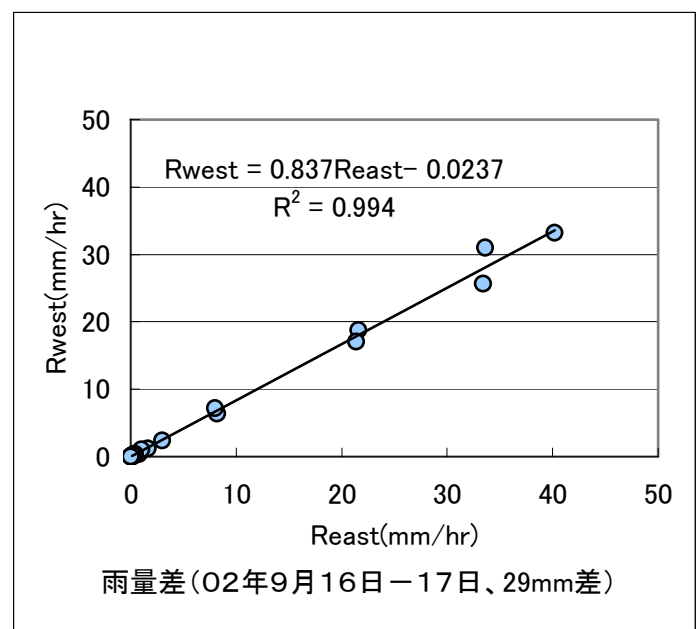
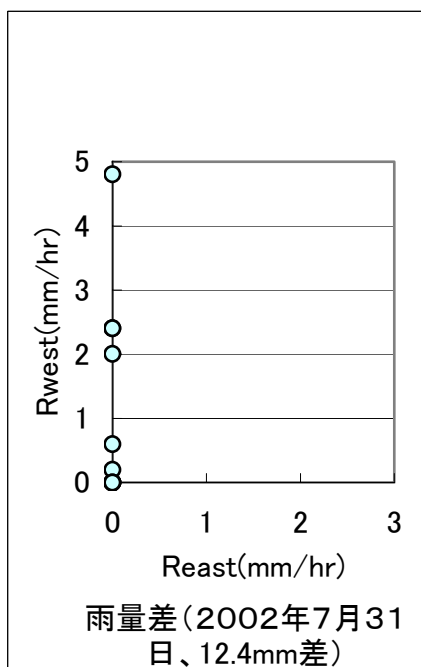
ここ数年、各省庁・各自治体の雨量計データの統一的運用、並びに、ウインド・プロファイラー、GPS 水蒸気量観測など高密度な地上・高層観測と対流雲過程を織り込んだ数値予測、10 分間隔 1km 格子短時間降雨予報等、観測の効率化及び最新予報技術の活用が急速に進められている。しかし、降雨観測所の設置状況やレーダーの特性などから山地における観測・予報精度が直ちに画期的に上がることは困難と思われる。数百m離れると、30mm も異なる例もある。(例えば、下図、福岡演習林・御手洗水流域(200m 離れている峰))



AUPQ78 191200UTC JUL 2003

Japan Meteorological Agency

また、高度な観測精度と降水数値予報が達成されても、山地土砂災害に関するインターネットを通じた不特定多数への自主判断情報の提供には、半日



～1 日前における簡便な広域予測は有意義と考える。

停滞前線に関連する土砂災害の総観規模・メソスケール気象条件に着目したニューラルネットワーク (NNW) あるいは重判別解析による 12～24 時間簡便予測 (久保田 2002) を、今回の九州北部での災害にも適用し、その予測の適否を検討する。

上記の手法は、中国地方対象に的中率 $Rh=0.938$ 、Critical Success Index スレットスコア $Ts=0.800$ で、鹿児島対象の研究 (久保田ら 2002) よりやや精度が良い。

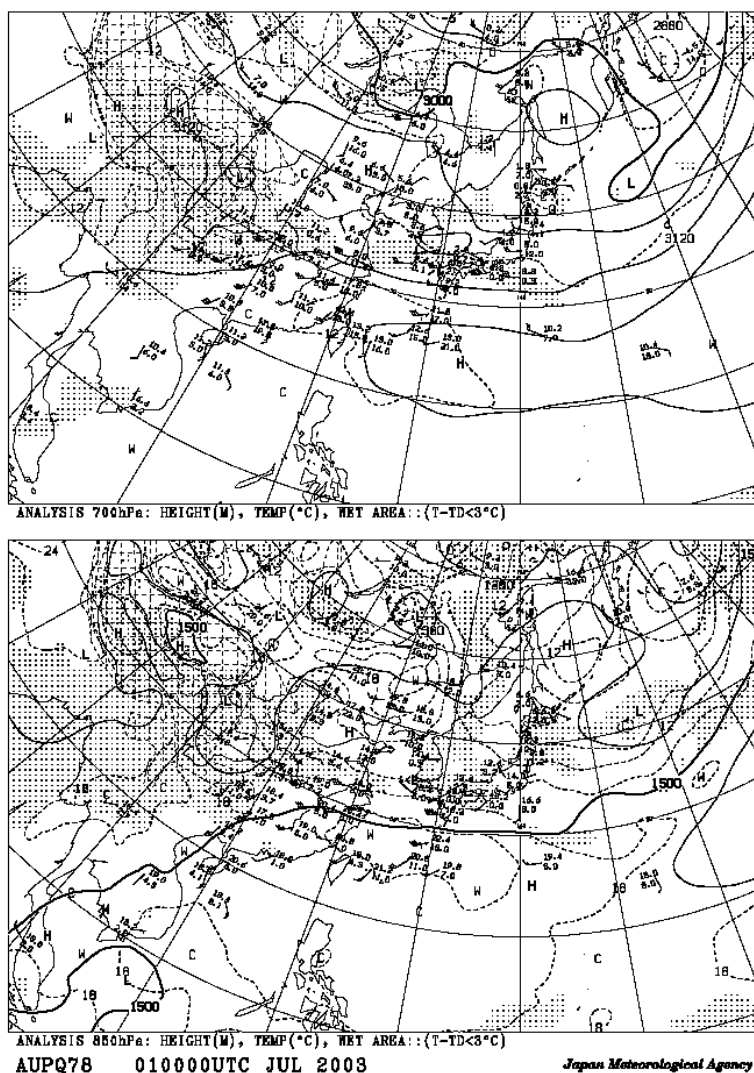
ちなみに、気象庁短時間降水予報の Ts は $0.3\sim0.6$ (気象学会 1998) 程度、降雪短時間予測研究では $0.6\sim0.8$ 程度 (Maeda et. al. 2001) となっている。イタリアのエミリア・ロマーニャ州の崩壊警報では、 $Ts=0.173$ 程度 (Pignone, S et. al. 2004)。

気象要因：

①梅雨前線の九州上での停滞の有無と②メソ低気圧の東シナ海～九州上空への接近の有無 (前線スコア)、③九州北部から中国地方への下層・中層水蒸気供給条件等を代表する高層気象データ (福岡、米子の 850hpa、700hpa 高度の湿数と風速)。

2.2 災害時の気象条件

1) 大分県日田災害の場合、7 月 1 日の九州北部には梅雨前線が停滞しその前線上を東シナ海方面からメソ低気圧が東進して来る状況で、上空 700hpa 高度や 850hpa 高度にも西方からの強い風により水蒸気が供給されて、

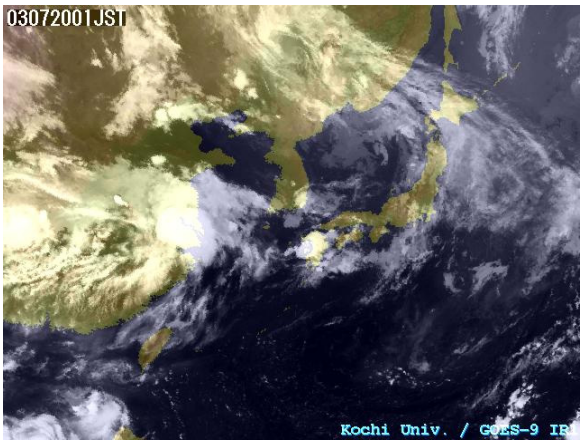
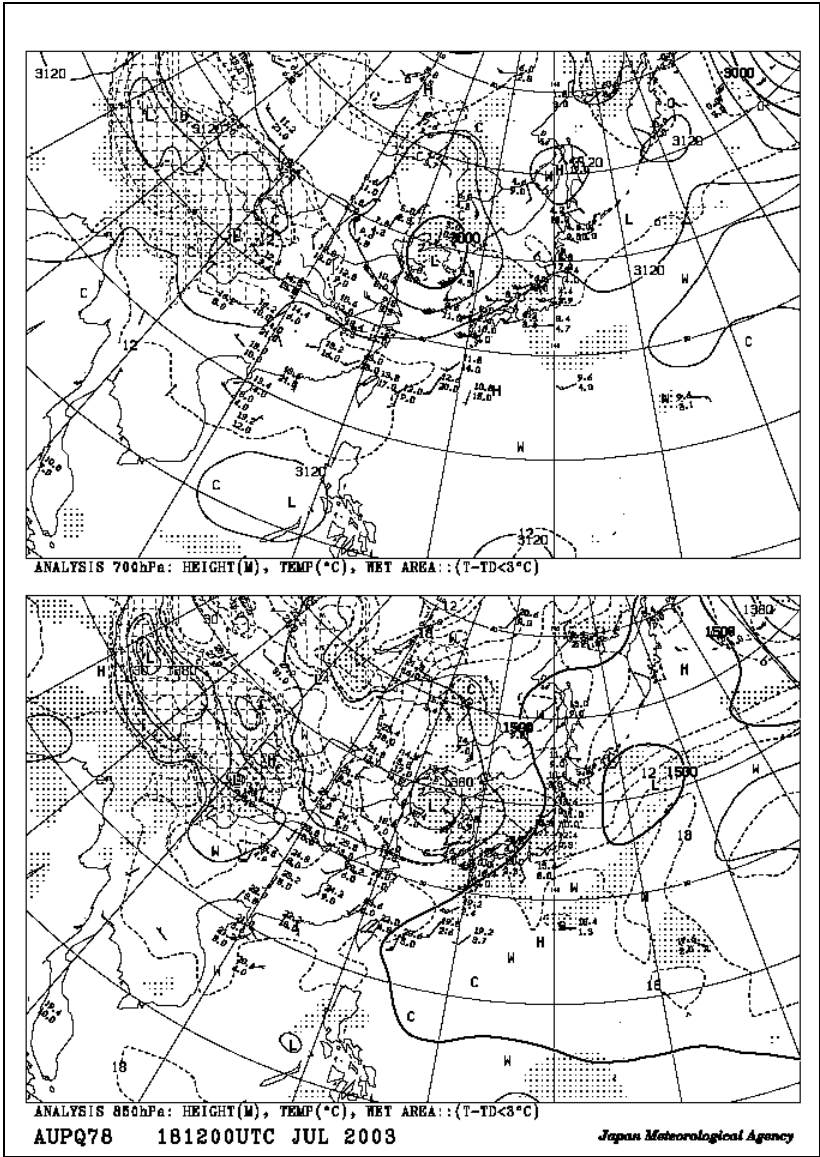
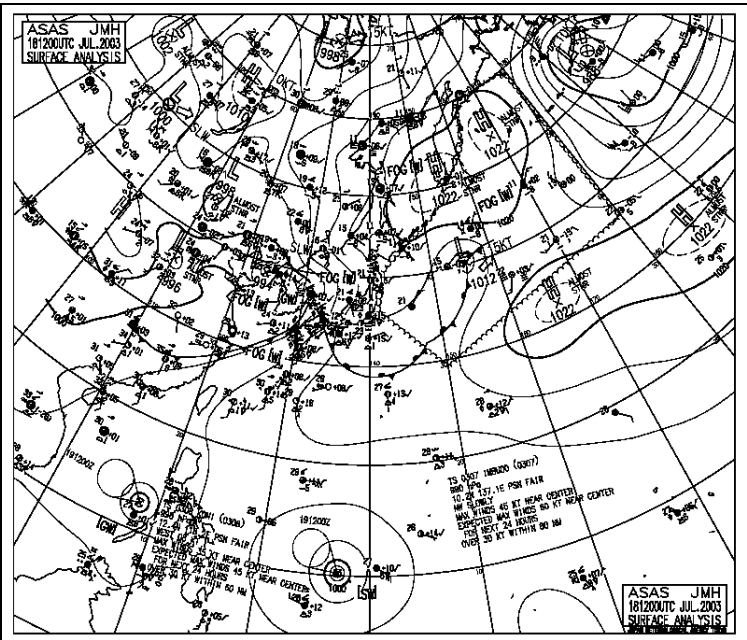


日田災害時の高層天気図

強めの降水が継続する状態であった。日田市周辺では、前日も 20mm/h を越す強い雨が観測されており、崩壊当日も 10mm/h 程度の雨。

2) 7 月 19~20 日の大宰府や水俣の災害時：、九州北部に寒冷前線が停滞しており、大陸方面からの水蒸気を含んだ西寄りの風と、遠方の台風 7 号から多量の水蒸気を供給された太平洋高気圧縁辺流が西方東シナ海上で収束していた。

約 5 千~1 万 m 上空にまだ寒



気 の 残 る 状 況 で、700 ~ 850hpa 高度に暖かい水蒸気に富んだ空気が供給され (図 1)、強い降水が継続する状態であった。線状に組織化されたバック形成型積乱雲群が次々と発生し大雨となったものと考えられる。

3) 11 月の大分県鶴見町の災害： 前線を伴う低気圧が九州北部をゆっくりと移動し、

大宰府災害時直前の地上・高層天気図など

日本上空高層の高気圧および南方の台風 21 号 (915hpa) に伴う総観場の風の影響もあり、上空 700～850hpa 高度において湿数 0.0～0.1 の非常に湿った南方からの気流が低気圧暖域に向けて流入し、大分県上空で収束、大気が不安定となった結果、豪雨をもたらしたものと思われる。

Debris flows at Tsurumi, Oita (28 November '03)

11 月 27～28 日には大分県南東部鶴見町で豪雨（最大約 90mm/hr）、四万十層群（砂岩・頁岩）斜面からの土砂流出災害（被災家屋 12 戸）



写真2 11月の大分県鶴見町の災害

3. 結果と結論

九州北部に土砂災害の無かった 2002 年 6～7 月の降水日 7 件と、7 月の日田・太宰府及び 11 月の大分県鶴見町各災害時のデータから先述の手法で予測・判定。

結果： 表 1

この時、 $R_h=0.800$ 、 $T_s=0.600$ 、
空振り率 0.400、見逃し率 0.00
となる。

(災害無を対象とした場合、 $R_h=0.714$ 、 $T_s=0.714$ 空振り率 0.00 である。)

表 1 気象条件予測結果				
実際 予測	災害有	災害無	計	
災害有	3	0	3	
災害無	2	5	7	
計	5	5	10	

ただし、災害無の事例を災害有りと誤判断した 2 件のうちの 1 件では熊本県水俣市で 40mm/h の豪雨が降っている。この予測は、主として中国地方のデータで構成された予測モデルを災害発生気象条件がほぼ同じの九州北部に転用したものである。九州の教師データを蓄積すれば、誤判定事例にも対応できる。さらに、2003 年の発生事例に関してはすべての中しており、 R_h 、 T_s も高く、この予測モデルのままでも十分に有効と思われる。また、2003 年 7 月 20 日の水俣市災害についても、著者らの九州南部予測モデル（久保田ら 2002）に半日前の鹿児島における気象データを用いて発生予測が的中した。

上述の地形・地質の場所において、上記のような気象条件がそろえば土砂災害の危険性が高く、災害発生可能性の有無はここで述べた手法により半日前程度に広域の予測が可能と言える。

補 足

土石流のナウ・キャスト手法

短時間降雨予報を含め雨量の予測が当てにならないとした時、降雨パターンによる発生の判断が重要と思われる。下記に一例を示す。＜川原、（2002 年）、森山（2002, 2004 年）などによる＞。

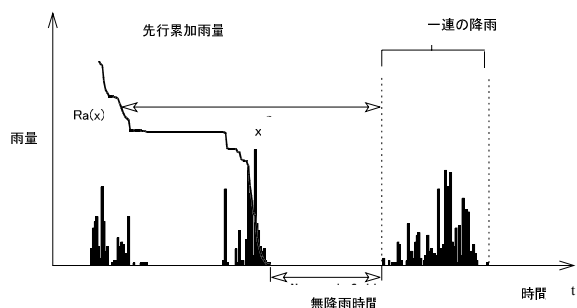


図 補-1 先行雨量の説明図

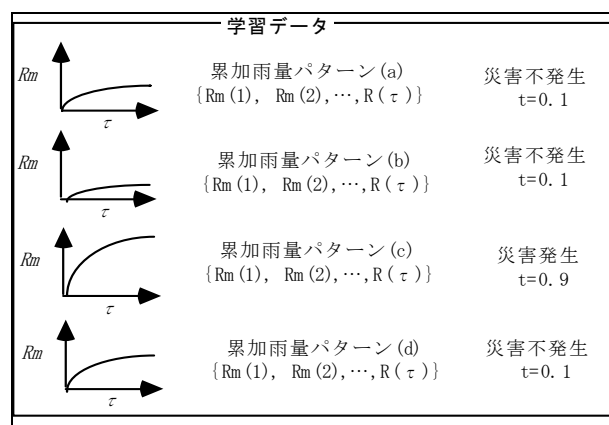


図 補-2 ニューラルネットワーク学習説明

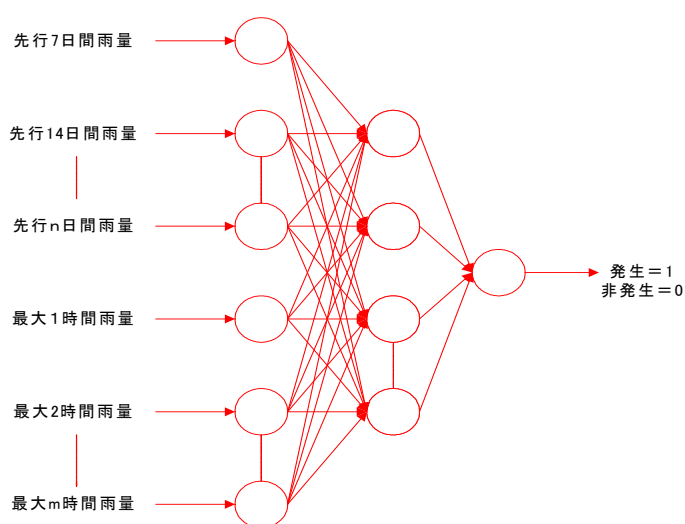


図 補-3 ニューラルネットワーク概念図

1) 雲仙普賢岳での結果

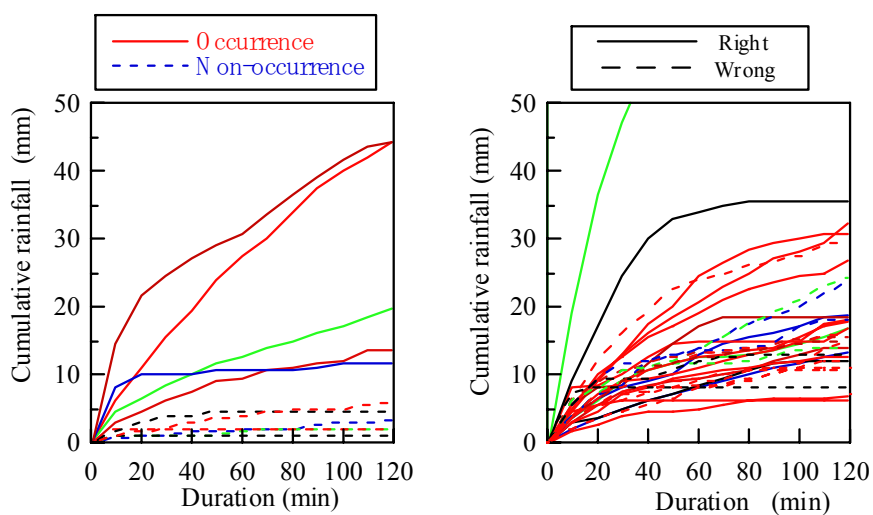


図 補-4 雲仙普賢岳での結果

土石流が発生した初期のデータである 1991 年 5 月のデータ（発生降雨パターン数 5 例、不発生降雨パターン数 6 例）を学習データとして用い、1991 年のそれ以降のデータ（発生降雨パターン数 17 例、不発生降雨パターン数 80 例）を予測させた。また 1992 年のデータ（発生降雨パターン数 19 例、不発生降雨パターン数 88 例）を予測させた（川原 2002）。

表 補-1 雲仙普賢岳での学習および予測結果

	発生事例		不発生事例		スレットスコア (%)
	的中数	見逃し数	的中数	空振り数	
学習結果(1991 年 5 月)	5	0	6	0	100
予測結果(91 年 6 月以降)	17	0	66	14	54. 8
予測結果（1992 年）	19	0	78	10	65. 5

2）広島での学習および予測結果

学習データは 1990 年から 1995 年の 132 件の降雨パターンとし、予測データは 1996 年から 1999 年までの 70 件の降雨パターンとした。各降雨パターンの災害発生／不発生の分類は、広島県統計年鑑の風水害の記録により人的被害記録された事例を発生時降雨パターンとした（川原 2002）。

表 補-2 広島での学習および予測結果

	発生事例		不発生事例		スレットスコア (%)
	的中数	見逃し数	的中数	空振り数	
学習結果	6	0	116	10	38
予測結果	1	0	50	19	5

引用文献

- 1) 久保田哲也 (2002) : 総観規模～メソスケール気象条件を用いた土砂災害の広域的予測、砂防学会誌、55(1)。
- 2) 久保田哲也ら (2002) : インターネット警戒避難情報を対象とした土砂災害発生メソスケール気象条件予測 — 南九州と中国地方、平成 14 年砂防学会研究発表会概要集。
- 3) 大野久雄 (2001) : 雷雨とメソ気象 東京堂出版。
- 4) 二宮洸三 (2001) : 豪雨と降水システム 東京堂出版。
- 5) 気象学会 (1998) : 気象科学辞典、東京書籍。
- 6) Maeda, N. et. al. (2001) : Prediction of precipitation by a neural network method, Journal of Natural Disaster, 23-1.
- 7) Pignone, S et. al. (2004) : Landslide prediction tools adopted by the hydro-meteorological survey of Emilia Romagna, Geophysical Research Abstract Vol. 6, EGU04-A-02824, EGU.

補足分

- 1) 川原恵一郎 (2002) : **土砂災害基準雨量、平成 12 年度～平成 14 年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(1)）土砂災害警戒避難システムのソフト化に関する研究** 研究成果報告書、108－114。
- 2) 森山聡之 (2002) : **警戒雨量の考え方、平成 12 年度～平成 14 年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(1)）土砂災害警戒避難システムのソフト化に関する研究** 研究成果報告書、25－30。
- 3) 森山聡之 (2004) : 防災情報システム(4)、NDIC News No. 30、九州大学西部地区自然災害資料センター、44-48、2004 年 3 月。

THE CHARACTERISTIC OF LANDSLIDE DISASTERS IN KYUSHU DISTRICT, JAPAN, INDUCED BY HEAVY DOWNPOURS IN JULY 2003

Tetsuya KUBOTA, Kyushu University (kubot@agr.kyushu-u.ac.jp)

1. Introduction

In July 2003, over 50 people suffered from some tragic landslide disasters induced by the heavy rainfall in Kyushu district, Japan.

One of them is a debris flow from shallow landslides on granite slopes on July 19 in Dazaifu (Fukuoka prefecture), following large scale Minamata's debris flow that was also from a deep landslide on the andesite-tuffbreccia slope in Minamata (Kumamoto prefecture) on July 20, the days in row (Photo.1~6).

They have distinctive characteristics in terms of

- (1) their source (directly running down from landslides),
- (2) their small equivalent friction coefficient "Mf" (values between 0.170 and 0.250) which caused many casualties at downstream area,
- (3) they brought a lot of organic debris (drift woods) that caused the heavy impact to the houses and buildings downstream,



Photo.2 The debris flow in Dazaifu

- (4) the peculiar meteorological condition of frontogenesis with vapor convergence on the stationary front and around a typhoon in far south that drive the heavy precipitation (above 90mm/hr, total 400mm/3days) at the end of the rainy season (Fig.1).



Photo.3 The source of the debris flows in Dazaifu

2. Geology (North to south)

- 1) Granite ---- Debris flows and slope failures in Dazaifu area, Fukuoka (19 July 2003).

- 2) Quaternary Volcanic material (Scoria) ---- The slope failure in Hita area, Oita (1 July '03).
- 3) Mesozoic Shale, Sandstone ---- debris flows at Tsurumi, Oita (28 November '03)
- 4) Andesite, Tuffbreccia, ---- Debris flows at Minamata, Kumamoto (20 July '03).

3. Topology and other features (in typical cases)

3.1 Hita, Oita

- 1) Scale: width 56m, length 30m, maximum depth 7.0m, volume approximately 7000m³.
- 2) Slope gradient: approximately 10° at the slope failure, and 4.5° at running section of the debris.
- 3) Travel distance "L" and equivalent friction angle "Mf:

Here, Mf is defined as $Mf = H/L$ (H: relative height between the toe of debris flow deposition and the top of source area i.e. the top of failure or torrent) $L \geq 100m$,



Photo.4 The debris flow occurred in Hogawachi, Minamata, Kumamoto



Photo.5 The debris flow that struck the Hogawachi community



Photo.6 The landslide that supplied the debris flow

$Mf=0.170$ or 0.175 (smaller than expected Mf judged from its body mass).

- 4) Mechanism: Movement of the unstable embankment soil (permeability $k = 5.8 \times 10^2 \text{cm/s}$) over the scoria (low $k = 3.1 \times 10^4 \text{cm/s}$), and concentration of ground water.

3.2 Dazaifu

- 1) Scale: the source failure has width of 36m. length 90m, maximum depth 1.5m.
- 2) Slope gradient: approximately 32~34° at the slope failure, and 26° at running section on the torrent.
- 3) "L" and "Mf": $L \geq 1.0\text{km}$, $Mf=0.217 \sim 0.357$ for 8 debris flows.(Comparable with typical values for debris flows such as Hiroshima disaster '99 ; $0.150 \sim 0.350$).

4) Mechanism: mass movements from collapses on the unstable granite sand slopes ($k=2 \times 10^2 \sim 6 \times 10^3 \text{cm/s}$) with high pore water pressure.

3.3 Minamata

1) Scale: the source failure has width of 80~100m. length 200m, maximum depth 10m, volume approximately $9 \sim 10 \times 10^4 \text{m}^3$.

2) Slope gradient: approximately 30° at the slope failure, and 20° at running.

3) "L" and "Mf": $L=1.6\text{km}$, $Mf=0.240 \sim 0.250$.

4) Mechanism: mass movements from collapses on the unstable slopes by concentration of grand water.

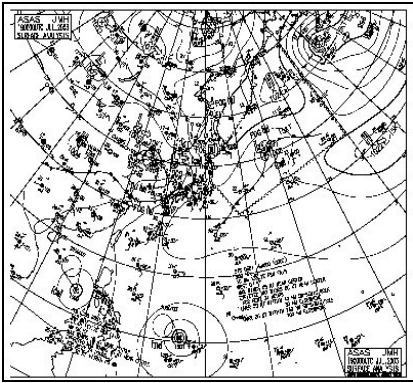


Fig.1 The meteorological condition

4. Return period (Tr) of the debris flows

With the assumption of self-organized criticality (SOC), return period "Tr" may follow the power law;

$$Tr = \xi \boxtimes Mf^{-\eta} \quad (\xi \doteq 6.70 \times 10^{-3}, \eta \doteq 5.94).$$

Since $1/Mf$ has a obvious correlation with landslide mass, Tr has a relation with the mass. Hence, it may form SOC (Bak et.al. 1988). The formula was obtained with the data of Dazaifu($Tr=30$), Hiroshima($Tr=54$) and others. Compare with Colorado's case (Coe et.al. 2002), Dazaifu has almost 20 times smaller Tr that means higher susceptibility of debris flows.

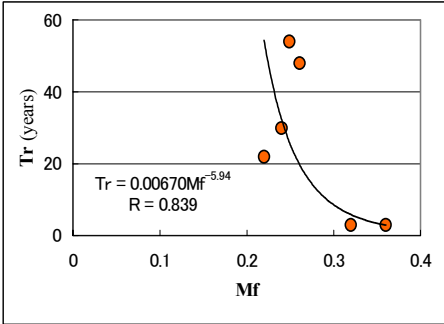


Fig.2 Relation of Mf and Tr

References: 1) Bak, P. et.al. (1988): Self-organized criticality, Phys. Rev. A38, 364-374.

2) Coe, J. A. et.al.(2002): Debris Flows along the Interstate 70 Corridor, USGS Open-File Report 02-398. 4 -7.

参考資料

- ① 速記録
- ② 写真
- ③ 関係資料

「平成15年7月九州豪雨災害に関する調査報告会」速記録

司会：独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ上席研究員 笹原克夫

1. 開会挨拶

【笹原】 それでは、これから平成15年7月九州豪雨災害に関する調査報告会を開催したいと思います。

まず初めに、開会あいさつを東京大学大学院情報学環・学際情報学府教授の廣井脩先生と、国土交通省国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター長 杉浦信男様よりいただきたいと思います。

廣井先生、よろしくお願いします。

【廣井】 ご紹介いただきました東京大学の廣井でございます。本日は、お忙しいところお集まりいただきまして、まことにありがとうございます。

私どもの研究所といいましょうか、情報学環・学際情報学府と申しますのは、つい先だって、今年の3月までは社会情報研究所という組織だったんですけれども、国立大学法人化が4月になされまして、それを期に大学院の情報学環と一緒にになりまして、社会情報研究所は発展的解消ということで、こういう肩書になっております。

社会情報研究所時代から私どもの研究室では、もう30年ほどになりますか、地震、あるいは噴火、津波、風水害、災害が起こりますと、災害が起こったときの情報の収集とか伝達の実態、あるいは、災害情報の収集と伝達はどうあるべきかというような問題、それから、災害が起こったときの住民の方々の避難行動といった、要するに防災のソフトの研究を続けてまいりました。そういう私どもの経験から言いますと、実は、風水害の情報伝達と避難の研究は、津波とか火山噴火の避難に比べて大変難しいという印象を持っております。

実態としては、昭和57年の長崎水害とか、あるいは1993年の鹿児島水害とか、幾つか調査を続けてまいりました。昨年の7月に水俣で大変大きな災害が起こりました。前々から私どものソフトの研究と、それから、例えば国総研さん、あるいは土研さん、あるいは河川局本体、そういうハードの立場の方々と共同して総合的な研究体制というものではできないだろうかということを考えておりました。たまたま砂防・地すべり技術センターのいろいろなご協力もありまして、水俣水害に関しては共同研究というのが初めてできたということで、私ども大変喜んでおります。今後も土砂災害は各地で起こる可能性大でありますし、また、これを防ぐというのなかなか難しい問題でありますので、ソフトとハードと共同して、何とかできるだけ被害を少なくするような研究活動を続けていきたいというふうに思っています。

その意味で、今日は共同研究の第一弾の発表ということで、水俣水害の全貌を研究できたとは決して思っておりませんが、重要な一端はこれからの発表の中にいろいろ出てくると思います。会場の皆さん方からも貴重なご意見、ご質問をいただいて、実りある発表会にしたいというふうに思っております。今日一日おつき合いをどうかよろしくお願いいたします。

簡単ですけれども、あいさついたします。

【杉浦】 国総研の杉浦でございます。

今回、九州の災害におきまして廣井先生の東大のグループと国土交通省の砂防関係の機関がご一緒に調査をさせていただきまして、今回、その報告ということで、国土交通省の砂防関係のほうの話をさせていただければと思います。

今お話にもありましたが、6月というのは、本格的な梅雨入りを前に、土砂災害防止月間というふうに定められています。昭和57年の299名の死者を出しました長崎災害を期に、住民の方々に土砂災害を防止するための知識というものをできるだけわかっていただこうということで、月間というものをつくりました。2日には、松山市で土砂災害防止月間を推進する全国の集いというのを開きました。その中では、水俣市の消防団の方が土砂災害防止功労者の団体の部で表彰を受けておられます。

昨年の土砂災害というのは、42の都道府県で897件起きたというふうに報告されています。その中でも、7月、8月に65%ぐらい土砂災害が発生しています。7月19日には、ご案内のように福岡県太宰府市で、20日には水俣市で大規模な土石流災害が発生いたしました。死者23名という多数の犠牲者が出た背景には、土砂災害の危険な箇所というものが住民の方々になかなか知られていなかったのではないかと、気象や土砂災害の情報の提供が十分ではなかったのではないかとというような指摘もございます。

そんなことで、国土交通省では緊急のプロジェクトというのを始めました。3つありまして、1つは土砂災害の危険箇所認知プロジェクトというのがあります。土砂災害防止法が施行されまして、広島に続きまして静岡県が5月28日に土砂災害警戒区域というものを公示しています。そのための土砂災害の警戒区域を調査するための基礎調査というものをどんどん推進していこうという一つのプロジェクトがございます。そして、危険な箇所の図面とか、そういうものを市町村の広報誌でどんどん掲載していただいて、住民の方にわかっていただこうというプロジェクトがあります。次が情報伝達のプロジェクト、それから土砂災害の警戒避難の訓練をしていただくような避難のプロジェクト。この中には、第一線で働かれます消防団の方々、市町村の方々への土砂災害に対する知識研鑽をしていただこうというような内容も入っております。

本格的な梅雨入りを前に、昨年の九州災害を振り返りまして、土砂災害から人命を守るためにどうしたらいいのか、行政は、地域は、そして住民個人個人は何ができるのか、それを皆さんと考えていきたいというふうに思って、このような場を設定いたしました。お話がありましたように、昨年の災害直後、東京大学などの大学関係者の方々と九州地方整備局、独立行政法人土木研究所、それから、私ども国総研が共同で調査をさせていただきました。その調査の報告をさせていただきながら、今回は、広島大学の海堀先生、それから、九州大学の久保田先生にご参加いただきまして、パネルディスカッションで課題を深く掘り下げていただこうと思っております。

土砂災害が発生するおそれのある箇所というのが、今、全国で約53万箇所あると言われております。今年も、6月2日の時点でございますが、既に133件土砂災害が発生しているという報告がございます。この報告会が土砂災害の被害を軽減するための一助となればというふうに思っているところでございます。

最後に、この調査に当たりましてご協力いただきました福岡県並びに太宰府市役所の皆様、熊本県、それから水俣市役所の皆様に大変お世話になりました、ありがとうございます。また、この発表会の運営には財団法人砂防・地すべり技術センターの皆さんにも大変力強くご支援をいただいております。この席を借りましてお礼を申し上げます。

どうもありがとうございました。

2. 調査報告

【笹原】 それでは、プログラムに従いまして、2番、調査報告に移ってまいりたいと思いますが、その前に幾つか留意事項をお話しさせていただきます。お願いがございます。

まず、調査報告につきまして、①の判田さんから④の田中さんまで、10分毎に行います。その後、①から④までの質疑応答をまとめて10分間行いたいと思います。次に、⑤の野呂さんから⑦の中森さんまでの調査報告をいただきまして、その後、⑤から⑦に関する質疑応答を、またこれも10分間行いたいと思いますので、よろしくお願いします。

それと、本日、参加者の方が非常に多数でございまして、席のほうをできるだけ詰めて座っていただけるようお願い申し上げます。

それと最後にマスコミの方へ取材についてでございますが、まず2番の調査報告についての取材につきましては、①から⑦までの調査報告が終わった後、休憩の時間が20分ございますが、この時間に、発表者の方がひな壇に並んでおられますので、そちらのほうで取材をお願いしたいと思います。それと、個別の発表者への取材ではなく、例えば今後どうしたらいいとか、総合的な件に関する取材に関しましては、できましたら3番の総合討論、パネルディスカッションの終了後に私どもの代表者、具体的には国総研の小山内室長のほうで閉会后に取材対応させていただきたいと思いますので、できればそういう形でよろしくお願いいたします。

それでは、調査報告のほうを始めたいと思います。発表は各10分ということで、時間厳守を発表者の方はよろしくお願いします。

まず、①平成15年7月九州豪雨災害の概要ということで、国土交通省九州地方整備局河川部建設専門官、判田さんからよろしくお願いします。

【判田】 九州地方整備局河川部で建設専門官をしております判田と申します。今日は、昨年の九州の災害の概要を説明させていただきます。

まず初めに、昨年の7月18日から21日までのアメダスデータをもとにした総降雨分布を説明させていただきます。アメダスデータによりますと、このように総雨量が分布しておりますが、特に、昨年の7月の豪雨で被害が多く出た太宰府市、飯塚市、この周辺で多かったことが分かります。その他、水俣市周辺でも多いことが分かります。各観測所の雨量を見てみますと、飯塚では約330ミリ、太宰府では360ミリを超えるような雨が降っております。水俣市につきましても、累加雨量でいきますと430ミリ程度の雨が降っております。

続きまして、7月19日については、福岡県北部で主に災害が発生しましたが、太宰府周辺では、このような雨量分布になっていて、1時間に100ミリ程度のような激しい雨

が降っていることがわかります。このときのレーダーアメダスデータでは、長崎から福岡北部にかけて雨が強いことがわかると思います。これが4時の段階、5時の段階、6時の段階ではこのようになっているということがわかると思います。

続きまして、水俣市等で土砂災害が発生した7月20日の状況ですが、こちらは水俣市中心部にある観測所の雨量データでは1時間雨量が50ミリ程度となっていますが、土石流災害が発生した宝川内付近の深川という場所の雨量データではもっと激しい雨が降っております。このときの雨雲の分布を見てみますと、4時の段階でこの辺が激しいことがわかります。続きまして5時の段階でもかなり雨雲が集中していることがわかります。

続いてこちらが7月19日の土砂災害発生状況をまとめたものです。この発生状況は一部斜面崩壊・山腹崩壊的なものを含んでおりますが、土石流等と地すべり、がけ崩れで分類しており、表示の都合上、気象台の予報管区ごとに大まかな位置で示しております。また、人家等に被害のあったもの無いもの両方含まれており、本省砂防部に災害報告があったものをカウントしております。

7月19日の状況としては、特に九州北部、福岡県で多いことがわかります。続いて水俣の宝川内で土石流が発生した7月20日の状況としては、水俣周辺で多いことと、福岡県でがけ崩れが多かったことが分かります。ちなみに、次の日の7月21日ですが、雨の影響が原因と思われますが、九州北部でがけ崩れなどが発生しております。

それでは、これらの合計を見てみますと、当然といえば当然ですが、雨が多かった所で土砂災害が多く発生したことが分かると思います。

続きまして、19日からの主要な災害について振り返ってみると、19日については、青いものが河川災害ですが、博多駅周辺も浸水した御笠川水系の浸水被害、遠賀川水系飯塚・穂波地区の浸水被害、多々良川水系宇美川の氾濫がありました。また黄色いものが土砂災害ですが、太宰府市原川地区の土石流災害が7月19日の主要な災害です。

こちらが7月20日に発生した主要な災害ですが、熊本県水俣市の集地区、新屋敷地区、鹿児島県菱刈町の前目地区があります。

続きまして消防庁の資料で主な災害状況について説明させていただきますが、人的被害が多く発生しており、死者23名のうち、長崎県での鉄砲水による災害以外はすべて土砂災害、土石流が原因によるものです。

各個別の災害については配付資料にまとめておりますので、そちらをご覧くださいれば分かりますが、災害による死者数をまとめると、福岡県太宰府市原川地区で死者1名、熊本県水俣市の集地区では死者15名、負傷者6名、同じく新屋敷地区では、死者4名、負傷者1名、鹿児島県菱刈町の前目地区では2名の方が亡くなっております。

ここで、特に災害が激しかった熊本県水俣川流域と福岡県三郡山周辺の災害を振り返ってみます。

まず水俣川流域についてですが、こちらは水俣川流域の等雨量線図です。水俣川流域は緑の部分ですが、ほぼ真ん中で雨が多かったことがわかります。こちらが最大時間雨量ですが、総雨量とそれほど雨の激しかった位置に変化はありません。こちらが崩壊地を判読した結果ですが、流域の北西部で崩壊が多く発生していることが分かります。

こちらは等雨量線図と崩壊地判読図を重ねたものです。雨量の中心はこちらですけれども、雨量の多い地域の北側で崩壊地が多いことがわかります。判読結果、崩壊地は214

箇所ありますが、現地調査結果から崩壊深を50cmとして崩壊土砂量を算出すると、約9万3千立方メートルの土砂が発生したと推定されます。

崩壊地と雨量・傾斜別の崩壊発生箇所を比較してみると、ほぼ300ミリ以上の雨量の所で傾斜が20度以上のところで崩壊地が多いことがわかります。また、斜面の方向を見てみると、南向きの斜面で崩壊地が多く発生していることが分かります。

続きまして、三郡山周辺の状況を説明させていただきます。

こちらが7月19日の24時間雨量です。雨は三郡山周辺と太宰府市中心部周辺に多く降ったことが分かります。こちらが最大時間雨量ですが、24時間雨量とほぼ同じ分布です。こちらが三郡山周辺の崩壊分布図です。分かりにくいので拡大したものがこちらですが、三郡山周辺で広範囲に崩壊が発生していることがわかります。24時間雨量、最大時間雨量と崩壊分布を重ねてみますと、やはり雨量が多かったところで崩壊が多いということがわかります。

こちらは、三郡山周辺を流域分割した図です。判読結果、崩壊地は923箇所ありますが、最大時間雨量と平均崩壊面積率、崩壊個数を比較すると、当然最大時間雨量が多くなればなるほど崩壊個数が多くなっています。また、平均崩壊面積率もかなり多くなっていることがわかります。

ここで、最大時間雨量別の1箇所あたりの崩壊面積の平均を算出してみると、最大時間雨量75から80ミリでは、約277平方メートルになります。これに対して、105から110ミリでは、1箇所あたりの平均が426平方メートルとなっており、75から80ミリの倍にはなりません。1.5倍ほどの面積になります。つまり、最大時間雨量が多くなると1箇所あたりの崩壊面積が大きくなる傾向があったことが分かります。

また皆さんご存じのとおり、昭和48年にも三郡山周辺では同様な災害が発生しておりますが、今回の災害との比較をしたのがこちらの図です。48年は崩壊地2,782箇所に対して、今回は923箇所と昭和48年災害の方が多かったことがわかります。また、崩壊面積も昭和48年災害の方が多かったことがわかります。

雨量についても調べてみましたが、実はあまりデータが無かったのですが、当時のデータでいきますと、福岡では24時間雨量で98ミリ、飯塚では151ミリで、2日前にも100ミリ程度の雨が降っていることが分かります。昭和48年災害の雨量データの観測方法を考えると単純比較はできませんが、崩壊に関しては48年のほうがひどかったようです。

先ほどの三郡山系周辺の流域分割図を見て頂きましたが、昭和48年災害と今回の災害で崩壊が発生した流域の状況を比較しました。その結果、全体で174流域ありますが、昭和48年、平成15年ともに崩壊の発生している流域が55箇所、昭和48年だけ崩壊が発生した流域が71流域、平成15年だけ崩壊が発生した流域が6流域、両方とも崩壊が発生していない流域が42流域となっております。この結果から考えると、おそらく昭和48年にはかなり広範囲に崩壊が発生していて、今回の強い雨で前回崩壊が発生した弱い流域で再度崩壊が発生したのではないかと考えられます。

最後に、九州地方整備局における災害対応について若干説明させていただきます。

今回の災害では、19日の御笠川の氾濫の際には、ポンプ車を博多駅に派遣しております。また、水俣についても、災害対策用機械を派遣させていただいております。

整備局としては、災害が発生した際にとにかく連絡をいただければできる限りのご協力をさせて頂きたいと考えております。また、このような災害対策用機械を配置していることをこの場をかりて紹介させてもらいました。

以上で説明を終わらせていただきます。

【笹原】 ありがとうございました。

続きまして、②国土交通省レーダー雨量計による豪雨実態把握ということで、独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ研究員の山越さん、よろしくお願いします。

【山越】 土木研究所の山越です。よろしくお願いいたします。

この発表では、昨年7月の豪雨時の国土交通省レーダー雨量計データというのをを用いまして、災害のあった水俣市周辺等における局地性豪雨の実態についてお示しするとともに、水俣川流域内についての降雨と崩壊の空間分布の比較というのを行ったので、その結果についてご報告いたします。

国土交通省レーダーの概要につきましてお話しします。平成15年1月時点の話ですが、全国26箇所にこのようなレーダーがございます。レーダーというのは、みずから電磁波を発射して、反射してきたレーダー波の強度等から降雨強度を求めるというものです。その他の特徴としましては、半径120キロの定量化が可能である。観測時間は5分毎にデータが更新されます。降雨強度の表示の解像度としましては、1キロ×1キロという極めて細かい表示ができる。あと、地上雨量によるレーダーデータの補正というのは、全国7,000箇所のテレメーター観測所で5分毎にキャリブレーションをとって補正しているというものです。

7月20日の午前4時台に水俣で大きな土石流が起きました。20日の午前0時から6時までの間の九州地方全域の降雨の状況というのを30秒間でお見せいたします。ここが水俣市です。ほぼ南西海上で発生した積乱雲が次々と水俣市に向かって流れてきているというのがわかるかと思います。ちなみに、こちらにも一筋積乱雲が発生して流れてくる筋が見えるんですが、このあたりには菱刈町があって、こちらでもやはり災害が起きているといった状態がよくわかるかと思います。

続きまして、水俣市の周辺を拡大した、今と全く同じ時間帯の国土交通省レーダー雨量データをお見せいたします。×点をつけておりますのが極めて大きな土石流が発生した宝川内地区の位置です。四角の位置が水俣市役所の概略の位置となります。同じように0時から6時を30秒程度でお見せいたします。現在、2時ぐらいです。このあたりではかなり強い雨が継続的に降っているんですが、このあたりになると、市役所というのは強い雨域の流れから少し離れた地点にあるというのがよくわかるかと思います。ですから、防災情報等の拠点である水俣市役所周辺と実際に被害の発生した地点では、大きく降雨状態というのは異なっていたということがわかるかと思います。

こちらは、先ほどの判田専門官からの発表にもありましたが、水俣川流域での土砂災害、崩壊地の発生の分布と雨量の分布の比較をしたいと思います。これは先ほどお見せした国土交通省レーダー雨量データから、各メッシュにおける前日6時から当日の夜12時までの累加雨量の分布を示しております。こういったところに強い雨の集中したエリアがある

と。それに先ほどお示ししたとおりの水俣川流域内の崩壊地の分布図を重ねると、総雨量で大体300ミリというところに極めて崩壊が集中している。大体200ミリ以上のところに大体崩壊地というのはあるのだなというのがよくわかります。先ほどの地上雨量に基づく累加雨量の等雨量線図よりやや降雨の集中している範囲というのを絞り込めて表せているというのがわかるかと思います。

こちらは、ほぼ災害が発生した時刻ごろの水俣市周辺のレーダー雨量による豪雨の状況です。このように、強い雨のエリアというのが帯状に広がっております。これは前の日に太宰府周辺で災害が発生したころの降雨の実態ですが、やはり帯状に強い雨のエリアというのが分布しております。どちらも強い雨が分布している幅というのは5キロないし10キロという非常に限られた範囲であったということがわかります。

以上ですが、この辺は先ほどの発表と同じです。新規崩壊は降雨の集中したところで発生しておりました。今回、国土交通省レーダー雨量データを使ったところ、見たところこのように強雨のある雨域の幅というのは5キロから10キロと極めて限られていた。そういった雨に対しては、レーダー雨量計データによって面的に把握するということが重要なのではないかというふうに考えております。

短いですが、以上で発表を終わります。

【笹原】 ありがとうございました。

続きまして、③水俣市宝川内地区集川および太宰府市原川で発生した土石流の実態という題目で、国土交通省国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター主任研究官の水野さんよりご発表いただきます。

【水野】 国土技術政策総合研究所砂防研究室の水野です。

今日は、水俣市宝川内地区集川及び太宰府市原川で発生した土石流災害の実態について紹介させていただきます。

今日の内容ですけれども、大きく分けると3つありまして、水俣市の宝川内地区集川で発生した土石流の土砂量、土砂移動量というものと、その土石流の速度、流速と呼ばれていきますけれども、それについて推定した結果を紹介させていただきます。また、同じく太宰府市原川で発生した土石流の土砂量、移動量と流速について説明させていただきます。

この写真は宝川内地区の集川で発生した土石流の航空写真です。土砂量を推定する際に、大まかに分けて、土石流の発生域と流下域、堆積域といったものに分類します。現地調査から、侵食の状況とか土砂の堆積の状況から区別するんですけれども、まず、こちらのほうに、皆さんもご承知のとおり、最大の崩壊深が15メートルぐらいで、平均でも10メートルぐらいという大規模な深層崩壊がここで発生しております。これが土石流の発生域と言えると思います。

次に、崩壊地の脚部から最下流に谷止工がございますけれども、この区間がおおむね土石流の流下域であったと。最下流の谷止工から宝川内川に至るところまでが土石流の堆積域であるということに分類できます。

次に、それぞれの土砂量について見てみますと、ここでは侵食量と書いておりますけれども、これはここで発生した崩壊の土砂量を示しております。測定の結果ですけれども、

おおむね4万2,700立方メートルということがわかっております。そのうち発生域内に残留した土砂量というものが1万2,200立方メートルと推定されております。その結果、差し引き3万500立方メートルというものが土石流の流下域に流れ込んだということがわかっております。

次に、土石流の流下域ですけれども、これも土石流の発生前の溪床の状況と発生後の溪床の状況を比較しますと、侵食量は6万1,600立方メートル、逆に、若干堆積した土砂量もありまして、それが2,500立方メートルありました。それで、先ほどの③と総合してみますと、下流端にあります谷止工から下流に流出した土砂量は、8万9,600立方メートルというふうな値が推定されております。そのうち土石流の堆積域に堆積した土砂量というものが7万6,500立方メートル、差し引きしますと1万3,100立方メートルという土砂量が宝川内川のほうに流れ込んで流出していったということが推定されております。

次に、土石流の特徴と流速の推定結果なんですけれども、これは先ほどお示ししました航空写真の全体です。特に、ここに偏流区間がございまして、ここを拡大しますと、このような写真になります。これをさらに、黄色いものが流木ですけれども、流木の堆積状況を見てみますと、おおむね2種類の流れがあったということが推定できます。それはなぜかといいますと、ここにこのような堆積した形状が見られると、あと、ここにもこういうふうに堆積した跡が見られるから。1つ目の流れというのは今説明したとおりこちらのほうの流れ、2つ目のほうの流れは上流のほうのこの流れということが推定できます。

また、林道の破壊状況ですが、この写真の赤い細い線が林道でして、実線のところは災害後も残っていた箇所、破線の部分は災害後流出して破壊された箇所ですけれども、上流側のほうは完全に破壊されて流出しておったと、下流側のほうについては残存しておったということが現地調査でわかっておりますので、先ほど説明しておりました1つ目の流れというのは、林道を侵食して破壊するほどのエネルギーはなく、かつ、このあたりに巨礫といったものがあまり堆積していなかったことから、泥流型土石流に近いものが流れていったということが推定できます。先ほど説明させていただきました2つ目の流れというのは、林道が完全に破壊されている箇所を通っておりますことと、あと、この斜面のあたりに巨礫がかなり多く堆積していたことから考えますと、いわゆる石礫型の土石流というものが通過したということが推定できます。

次に、流速の推定というものをいたしました。推定方法ですけれども、若干難しい式が載っておりますが、これは土石流の流れの表面の勾配、圧力差と、あと遠心力のつり合いから出てくる式でございまして、この式を用いて流速を推定しました。今、No. 3ということで横断図が出てきましたが、流れ1のほうについて横断図をとりますと、このような形になります。こちら側が右岸、こちら側が左岸です。図で言いますと、こちら側が右岸になりまして、こちら側が左岸になります。兩岸の比高差、横断図というのは、土石流が通過したと思われる泥が残るわけですけれども、その区間を計測したわけなんです、兩岸の標高差をとりますと4メートルということがわかっております。あと、図上でこの湾曲の曲率半径というものを計測しましたところ、112メートルということがわかっております。兩岸の水平の幅が52.5メートルということが計測されております。

No. 4、これは流れ1のほうです。先ほどの、流れ2のほうだったんですけれども、今

度は流れ1のほうの通過したところの横断面図をとりますと、このようになっております。兩岸の比高差が12.2メートルで、曲率半径が112メートル、表面の幅が58.1メートルございました。この結果をこの推定式に代入しますと、今回、水俣で発生した土石流の流速というものは大体9m～15m/秒といったあたりになるということが推定されました。

時間もありませんので、手短に言います。次に、太宰府の原川で発生した土石流について見てみます。

これも災害後の調査で測量した結果ですけれども、緑色の線で囲ったところが土石流の発生域になっているところでして、ここでの土砂量はおおむね1万5,000立方メートル程度出てきたと。黄色いところが流下域で、ここに砂防堰堤があったわけですが、ここで3,000立方メートル堆積したということがわかっています。ここから下流側におおむね1万2,000立方メートルの土砂が流出して堆積したということがわかっております。

先ほど水俣川で計測した結果と同じような方法を用いまして、太宰府原川でも流速を推定しました。推定した箇所については、今日お手元に配られております概要書のほうに詳細に記しておりますので、そちらのほうを参考していただければ幸いなのですが、このあたりとこのあたりについて横断をとりまして、その水位差を計測しまして、先ほど示した式に代入しましたところ、流速というものは大体13～15m/秒といったような値になるのではないかと推定できました。

まとめでございますけれども、宝川内地区集川で発生した土石流については、住宅地があったところですが、氾濫域に8万9,600立方メートルの土砂が堆積したということがわかりました。その土石流の流速というのは、9m～15m/秒程度ということがわかりました。太宰府市の原川のほうにつきましては、1万2,000立方メートル程度の土砂が住宅地のほうに流れ込んだと。その土石流の流速というのは13～15m/秒であったということが推定できました。

以上で、簡単ですけれども、報告させていただきます。ありがとうございました。

【笹原】 ありがとうございました。

続きまして、④太宰府市原川における流木の発生・流下・堆積の実態という題目で、独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ主任研究員の田中さんよりご報告いただきます。

【田中】 土木研究所主任研究員をやっております田中と申します。

先ほど、水野さんから太宰府市原川の土石流の発生ということでご紹介いただいたところですが、私のほうからは、土石流と一体となって流れ下った流木につきまして、その挙動を現地調査から調べましたので、そのご報告をさせていただきたいと思います。

この辺は先ほど来説明がありましたので、時間の関係もございしますので、飛ばさせていただきます。

この辺が流木による被害状況、それから、雨量の関係を示しております。

今回調査いたしましたところは、過去の流木災害との比較ということで、過去いろいろと調べられた中でデータ化された過去の流木の災害と比較してどうだったかと。今回は特

に、発生した流木の量、それから、生産された土砂量との関係、また、谷出口からどれだけ流木が流出していたか、砂防堰堤による捕捉効果としてどういうものがあつたかということで、ご紹介させていただきたいと思います。

まず、流木がどれだけ発生したかということにつきまして求めております。崩壊面積は現地調査、測量等ではかられたもの、それに周辺で健全な森林がまだ残っているところをサンプルとして2箇所設けまして、そのサンプルに立っていた流木の量をはかっております。それをサンプルとして、崩壊した面積の比を掛けて、全体の流木量を推定しているという手法を用いております。それから、堆積量につきましては、地道に溪流を歩いて調査しております。最後に、流出量でございますが、こちらにつきましては、発生した流木の量から現地調査によって調べた堆積の量を除して計算しております。

先ほど申しました1つ目、発生した流木の量の推定でございますが、2箇所サンプルとして設定した箇所がございます。上流のほうのこちら、中流域のこちらということで、コードラート調査と呼んでおりますが、2箇所サンプル調査を行っております。こちらがそのサンプル調査の上流側のほうの風景写真でございます。こちらのほうにつきましては、針葉樹が主体の斜面でございました。もう1つは、時間の関係で省いておりますが、下流のほうにつきましては、広葉樹が主体のサンプル箇所ということで、それぞれ1箇所ずつサンプル箇所をとっております。

次が、現地調査によって計測していった流木の堆積量の調査でございます。幾つか流路を区分いたしまして、その中で流木が何本あつたか、その長さや直径から、流木の立積として何立方メートルあつたかということで推定してございます。こういう細かい積み上げの数字がございまして、結果として、河道には447本、立積に直しまして42立方メートルという調査結果となっております。それから、河道プラス砂防堰堤まで含めると、557本で49立方メートルと、土砂のほうと比べましてスケール的には若干小さいものでございますが、こういう結果となっております。

それから、これが発生したと推定される流木の量、それから、下のほうに、ちょっと小さくて見づらくて恐縮ですが、堆積していた量を表したもので、これはこちらのほうの本川のほうのグラフでございまして、グラフの右側が上流のほうになります。上流部分で発生している量が多くて、若干堆積しておると。下流にいきますと、堆積している量のほうがだんだんと増えてくるというような状況になってございました。ちなみに、こちらのほうのグラフにつきましては、4箇所調査したこちらのグラフを示しております。

先ほど冒頭に紹介いたしましたが、過去のその他の流木災害との比較でございますが、こちらにつきましては、まず、流域面積と発生した流木の立積を比較したものです。針葉樹と広葉樹、2つのラインが引かれておりますが、それぞれ過去の例から言って平均的に、針葉樹は流域面積に対してこれぐらいの流積が出たというものを経験的なものからプロットしたものでございます。こちらは同じく広葉樹でございます。今回の調査につきましては赤丸2つでございますが、上のほうが針葉樹でございます。針葉樹のほうは過去との比較では若干大き目と、広葉樹については針葉樹に比べまして比較的大き目だったと。ですから流域面積に対しましては、今回流木は過去の実績よりも多目に出ているということがわかりました。

それから、次ですが、先ほど土石流の量が紹介されておりましたが、発生した土砂量と

同じく流木の流積を比べたものでございます。こちらでいきますと、過去の平均した線と大体同じところ、いいところに来ておりまして、発生した土砂の量と比較すると、過去の実績と大体同じぐらいということが推定されました。ですので、今回言えることとしまして、流域面積に対してはたくさん発生した流木量があったということと、あと、土砂量に対しては大体過去と同じぐらいということは、流域面積に対して発生した土砂量がこの場合は結構多かったのではないかとということが推定の上では成り立ちます。

ちなみに、総括でございますが、発生した流木の量、それから堆積した流木の量から推定しますと、大体84%程度が下流に流れて出てしまっていて、残りの16%は河道ですとか砂防堰堤に堆積したというような状況でございました。

あと、こちらでは砂防堰堤で止まった流木の量ということで、こちらは砂防堰堤に堆積した土砂量に対して堆積した流木量というものを計算しましたが、大体3%程度、それから、流れ出た全体の流木、発生した流木の量の中で砂防堰堤で止まった割合も大体3%、両方3%程度だったんですが、今まで統計的にとったデータでも大体2%ということで、おおむね実績と近い値が今回も得られたというような結果でございます。

まとめとしまして、過去の流木災害との比較におきましては、流域面積に対する発生流木量につきましては、比較して多かったと。それから、谷出口の流木の流出率は84%、それから、不透過型の砂防堰堤による流木の捕捉率は3%程度で、こちらにつきましては過去のものとは大体近い数字となっております。

以上でございます。ありがとうございました。

【笹原】 ありがとうございました。

ここで10分間、今までの①の判田さんから今の④田中さんのご発表に対する質疑応答を10分間、時間が限られてございますが行いたいと思います。質疑等がございます方は、挙手の上、所属、お名前をいただいて、ご質問ください。

【天野】 アジア航測の天野と申します。

山越様のご発表についてお伺いしたいんですが、河川局のレーダーの雨量という形でご発表されたと思うんですが、その前の判田さんの時点でレーダーアメダス解析雨量のほうも使われていて、近年、豪雨災害等を鑑みて防災気象情報といったものの重要性があると。防災情報提供センターですか、そういったもので統合化されて利用されていると思うんですが、気象庁のレーダーの観測と河川局のレーダーの観測の一本化というか、情報の共有化というか、そういったものは何か技術的な問題があってなかなか遅れているということなんでしょうか。

【山越】 お答えいたします。

防災情報提供センターというホームページにあらわれている、先ほど私がお見せしたようなレーダー雨量図に出されているデータというのは、気象庁のデータと国土交通省のデータの両方を統合したものとして昨年の6月から提供されているというふうに理解しております。

【天野】 キャリブレーションが7,000ということだったので、恐らく地上局については気象庁のものも河川局のものも一緒に解析されていると思うんですが、レーダーデータそのもののレベルでつき合わせをされていないような気がしていたんですが、誤解かもしれませんが、いずれにしろ最初の2枚目ぐらいに表示されたように細かい情報が得られているということなので、そういったいい情報を広く提供していただきたいと思っています。よろしくどうぞ。

【山越】 ありがとうございます。

【笹原】 ありがとうございます。

ほかにございますでしょうか。時間が10分ということで、限られた時間ではございますが、とってございますので、積極的にご発言をお願いします。どうぞ。

【安養寺】 砂防センターの安養寺でございます。判田さんにお伺いしたいんですけれども、昭和48年災害と15年災害の比較をしていただいたんですが、細かいところまでやっていらっしゃるかわからないんですけれども、小流域の同じところで崩れているという話があったんですが、同じ場所が崩れているのか、それとも違う場所が崩れているのか、その辺は調べられてはいませんか。

【判田】 私のほうからお答えさせていただきます。

今、データがないため詳細を申し上げることはできませんが、別の場所、以前崩れたと場所の近くの斜面、同じ所等々いろいろあるようです。

【安養寺】 48年は雨が少なかったのに崩壊の数が多かったという、別の要因もあるかと思うんですけれども、もう少しその辺の細かいデータがございましたら、後でまた教えて下さい。ありがとうございました。

【笹原】 ありがとうございます。

その他ございますでしょうか。まだ時間も5分ほどございますが。どうぞ。

【田村】 内閣府の防災担当の田村と申しますけれども、1点だけ、調査方法で、土石流の発生時刻というのはどうやって調べられたか教えていただきたいんですけれども。調べていなかったかもしれませんが、もし調べてあれば、どういうルートで確認できるものか教えてほしいんですが。

【判田】 質問に対してお答えになっているかわかりませんが、私の方では、基本的には、都道府県等から災害報告があった際に、例えば、何時ぐらいに発生したという時間を聞いています。また、水俣については委員会等を含めてかなり検討されているようですが、地元の方から何時ぐらいに発生したという情報を聞き取り調査等で直接確認している場合もあります。

【笹原】 ほかに、今の土石流の発生時刻に関して、水野さん、何かございますか。

【水野】 太宰府と水俣につきましても、例えば、110番とか、それから、連絡があった時刻等、ヒアリングから突き合わせて見て推定しているというのが実態です。

【笹原】 ありがとうございました。

あと1問か2問、ご質問をお受けしたいと思うんですが、ございますでしょうか。どうぞ、深見さん。

【深見】 私、土木研究所水理水文チームの深見なんですが、先ほどレーダー雨量計に関する質問がありましたので、ちょっと補足させていただきますと、現在、先ほどお話がございましたように、防災情報提供データセンターから気象庁レーダーと国交省道路局河川局レーダーの統合されたプロダクトが既に公開されております。一応それは暫定的なものとして今はとらえられておりまして、基本的には、陸地上につきましては国交省レーダーのほうをベースにしながら、適宜弱い雨等を気象庁のレーダーで補足することによって統合している、海上は気象庁レーダーを基本とすると、そういう形で暫定的な統合化をしております。

今度さらに、気象庁レーダーの強み、国交省レーダーの強みを生かしながら、さらに精度を向上するために河川局と気象庁の間で検討を進めていく段階にございまして、一言で言えば、気象庁レーダーの場合は、レーダーアメダス解析というのは実際に降った実績の雨で、事後に合わせております。それに対して、国交省のほうはリアルタイムにデータを表示しているという違いがございます。それから、気象庁レーダーのほうは、どちらかというと気象予報に活用するというのが最優先でございまして、例えば、レーダーで非常に強い雨が出たときに、降水短時間情報ですか、そういったものをあまり頻発させないようというような配慮もあって、そういった配慮をされるようなものであるというふうに伺っております。それに対して国交省のレーダーのほうは、あくまで雨の定量性を最重要視して配慮したレーダー上としての設定というのを行っております。一応、ご参考までに。

【笹原】 ありがとうございました。

今のレーダー雨量計について、今回、気象庁の方もかなりいらっしゃってまして、時間もございませんので簡単に、気象庁の方からも補足があればお願いしたいのですが、よろしいですか。

【西本】 もう1点だけ補足させていただきますと、国土交通省のレーダー雨量計のデータは、NHKの天気予報で、日本のどこかで雨が降っていると、しきい値が何ミリかというのははっきり覚えていないんですが、あるメッシュである量を超えますと、天気予報に出ております。左上に国土交通省と文字が書かれております。このデータが国土交通省の先ほどのレーダー雨量計のデータでございますので、これから雨が降りますので、NHKの天気予報を見ていただきますと、ご覧いただけるかと思います。

【笹原】 すみません、お名前を……。

【西本】 土木研究所の西本でございます。

【笹原】 ありがとうございます。

そうしましたら、時間の関係もございますので、①から④までの質疑をここで一旦打ち切りまして、後の調査報告のご発表のほうにまいりたいと思います。

続きまして、プログラムの⑤平成15年7月九州地方豪雨時における水俣市の防災体制の実態ということで、国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター主任研究官の野呂さんよりご発表いただきます。

【野呂】 国土技術政策総合研究所の野呂と申します。

平成15年7月九州地方豪雨時における水俣市の防災体制の実態ということで、ご報告させていただきます。

今回、調査内容といたしまして、7月20日の災害発生時前後における水俣市の初動対応ということで、どこから、どのような情報が入ってきたか、職員がどのように集まってきたかというようなことを調査いたしました。手法といたしましては、私どものほうで現地に赴きまして、市役所職員に対するヒアリングとあわせて地域防災計画書などの既存の資料の収集を行っております。

水俣市の地域防災計画書によりますと、災害の発生またはそのおそれがある場合に、市長を本部長とする災害対策本部を設置するということになっております。その災害対策本部には、役割に応じて全部で11の対策部を設置することになっております。全体調整は総務課が中心になった総務対策部というところが行いますが、総勢約330名余りの職員で対応することになっております。

その際の動員計画ですけれども、第1号から第4号まで、一番災害初期に配備される第1号というものが一番初めの体制なんですけれども、設置されることになっております。

第1号配備体制の内容ですけれども、配備の基準といたしましては、災害発生のおそれがある注意報、それから警報が発表された場合に、災害処理に関する部課長が所属職員を召集して配置することになっております。作業の内容といたしましては、気象情報の接受・通報、つまり、受け取って、また関係するところに流す作業、それから部外諸機関との連絡ということで、関係する外部の機関との連絡調整、それから、市民からの通報の受領と、所管する道路ですとか下水道ですとかの施設の被災状況を行うような現地調査を行います。作業する人員ですけれども、総務課が中心となる総務班が4名ということで、対策の全体調整を行うとともに、必要があればさらに増員を行うような、全体調整の役割を行うところ、それから、土木課や都市政策課、下水道課などといった実際に施設を所管しているようなところを通称としまして調査対策班と呼んでおりますが、合わせて12名の陣容で第1号配備体制というものを敷いております。

これは、気象警報の伝達、それから職員の召集体制ということでまとめておりますが、気象台が発表した気象予報を市が入手するまでのルートを整理してございます。大きく分

けまして、気象台から発表された情報が県の防災消防課を通じて市役所に入ってくるルート、それから、NTT西日本を経由して入ってくるルートの2本がございます。水俣市には、通常、平日の日中であれば総務課のところに情報が入ってまいりますが、夜間、それから休日の場合は、総務課とあわせて宿直室のほうにも連絡が入るようになってございます。そこで入手した情報をもとにして、総務課長が総務課の職員と先ほど紹介したような関係する各課のほうに職員の召集をかけることになってございます。

これは7月20日当日の職員の参集実態ですけれども、1時55分に水俣市が含まれる芦北地方に大雨洪水警報が発表されまして、夜間ですから宿直室に連絡が入りました。宿直室から各職員に連絡が行きまして、このように30分ごとに区切ってございますが、災害が発生したのは4時20分ごろですから、そのころまでに大体これぐらいの人数が集まっております。最終的に第1号配備体制12名のうち、4名と5名の9名が集まっております。残りの3名につきましては、当日、所用で市外に出ていた。あるいは自分の家が被災してしまっただけで参集できなかったというような事情があったということです。

先ほどの図と似ているんですけれども、先ほど気象情報の流れを説明いたしましたが、同様に、水防情報と土砂災害危険度判定情報の流れも整理してございます。こちらが水防情報でございますけれども、県の水防本部、これは県の河川課のほうに設置されますが、ここから芦北水防区本部、これは県の出先機関である芦北の地方振興局にあります。ここを経由して市役所のほうに入ってきます。同様に、土砂災害危険度判定情報につきましては、県の砂防課に設置してありますシステムから、芦北の地方振興局と同時に市役所のほうに入ってくるようになってございます。

一方で、今度、住民からの被害情報の入手ルートなんですけれども、一番下が住民ですけれども、大きく分けて、赤で示した119番を経由して入ってくる情報と、それから、ちょっと端っこのほうが切れていますけれども、ブルーで示した110番を経由して入ってくる情報、それから、市役所に直接入ってくる、主に3つの情報ルートがございます。水俣市自身が災害後に自分たちの今回の行動について検証を行っておりますが、その中で、119番で寄せられた情報と110番で寄せられた情報というものが十分に市役所の中で共有できていなかったという反省を述べております。

これは市内各観測所の雨量データでございますけれども、着色してある部分が水俣市役所に設置された雨量計でした。先ほどから何度も報告がされておりますけれども、市役所の付近と、これは県が設置した深川の観測所、水俣の観測所、それから気象庁の観測所、場所でかなり雨の降り方の差が見てとれると思います。災害が発生した午前4時ごろというのは、このように雨が市役所周辺では比較的少ない状態で、そのころ市役所に参集してきた職員の方々の感想としては、それほど雨はたくさん降っていないような感触を受けた。市役所に集まってきたら災害報告の連絡が入ってくるので、どうもこれは山間部のほうで何かが起きているという感触を受けたというふうに述べられておりました。

これは、レーダーアメダスの解析データと、それから、119番・110番通報の時系列変化ということなんですけれども、水色、黄色、オレンジ、赤がレーダーアメダスのデータです。それぞれしきい値を大まかに分けていますので、先ほどご紹介があった図と若干見た目が違うんですけれども、水色から赤に至るほど雨がたくさん降っていると理解していただきたいと思います。ちょっと後ろのほうは見えないかもしれませんが、119

番通報で場所が特定されたところは赤丸でプロットしています。ここに 있습니다。それから、同様に110番通報で場所が特定されたものは青い四角、この辺に幾つかあります。これを夜中の3時、4時、5時、6時と順を追って整理したものでございますけれども、通報の場所が特定できたところと雨のたくさん降っている地域というものがほぼ重なっているということがこれでわかります。これによりまして、レーダーアメダスによる面的な雨の降り方の範囲と現地から入ってくる被害情報をあわせると、このように、ある程度の精度ではありますけれども、地域的な集中豪雨に対してもある程度対処することができるのではないかとということがこれで大体予想できます。

最後、まとめになりますけれども、災害後に市役所のほうで初動体制の見直しをされております。

初めに、初動体制確立の迅速化ということで、今回、夜間発生したということもありまして、職員の参集が非常に厳しかったという反省をされておまして、宿直対応の見直しということで、宿直者から各職員に連絡するための時間をなるべく短くしようという取り組みをされております。

それから、要員の増員ということで、一番初めに集まる第1号配備体制の人員に対して、従来、12名で対応していたのを3名増員して15名で対応するということを考えております。

それから、各班の役割分担、体制の設置基準ということで、第2号、第3号に格上げする際の具体的な基準を明確化したということです。

それから、注意報発令に伴う警戒体制の確立ということで、第1号配備体制で職員が新しい基準では15名出てくるわけですがけれども、その前に、注意報が出た段階で、この職員のうちの一部が事前に出勤して、その後の被害の拡大に備えるというような対応、それから、情報収集・提供の効率化、適切化ということで、関係機関との横の連絡が不十分だったという反省から、これも今後きちんと考えていきたいということでした。このほかに、災害の記憶がまだ薄れる前に、市役所の職員、それから住民も含めて防災意識の啓発を図っていききたい、維持していききたいというような取り組みも行うということでした。

このように、最後、まとめといたしまして、今回の災害を教訓といたしまして、水俣市では警戒避難体制の充実化を図っていくという姿勢を打ち出しております。

最後になりましたけれども、今回のヒアリングに長時間の時間をとっていただきました水俣市の方々に感謝いたしまして、終わりとさせていただきます。ありがとうございました。

【笹原】　続きまして、⑥住民意識調査の概要ということで、アンケートでございますが、東洋大学社会学部教授の中村先生、よろしくお願いします。

【中村】　中村でございます。

私たちは、東京大学の廣井先生の研究グループの一環としてアンケート調査を行いました。水俣市の土石流災害で大きな被害があった地区についてです。

さて、今までも既にいろいろな方がお話しになっていると思いますが、水俣市での災害の概要を簡単にお話ししておきます。

水俣市では、細かくいきますと、2つの土石流が発生しました。大きいのが集地区を襲ったもので、15名の方が亡くなっております。それから、もう1つは、小さいのがその奥の新屋敷地区というので発生しまして、4名の方が亡くなっております。

時間経過をまとめておきますと、大体この地区で雨が降り出したのは深夜の0時50分ごろというふうに言われております。一番この地域で降ったのは、つい前の発表にもありましたが、3時台、4時台に一番雨が降ったわけです。

2番目として、気象台から大雨洪水警報が出たのが1時間後の1時55分です。

そして、その後大雨になるわけですが、3番目の段階ですが、国交省の方の調査で明らかになったのを聞いたところなんですが、土砂災害危険度判定情報というのが国交省系の情報としてありまして、それが市の土木課に入ったのが3時14分ということです。この情報というのは、警戒というレベルの情報だそうです。警戒というのと避難というのと危険というのがあるそうですが、その中では一番レベルの低いものらしいです。

そして、4番目として、実際の災害が起きるわけですが、集地区では4時20分ごろ、新屋敷地区では4時15分ごろというふうに考えられます。これは我々、アンケート調査をやりまして、住民の方にいつ襲われましたかというのを聞いておりますので、大体このあたりが一番多いかなということで、このあたりだというふうに思っております。

それから、5番目ですが、水俣市で避難勧告を発令したのが、ちょうど災害から1時間後の5時20分ということです。これは、水俣川の増水に伴う洪水を警戒して全市に出されています。ですから、大体のところ、4段階、5段階ありますが、1時間ごとに災害が進展していつているのかなという感じです。

我々の調査ですが、宝川内川の流域、集地区とそれ以外の地区で行っております。集地区は62名です。今回は集地区の情報を中心にお話しします。このときに、基本的には、そこにいる人全員に聞くという悉皆調査の形式をとっております。

住民の方々に、その日に、災害のときに避難したのかどうかという話を聞きました。災害前に避難したのかどうかと聞いているんですが、自宅から避難していたという人は集地区では26%、約4分の1、集地区以外の流域の方は21%ということです。避難した人はいるけれども、そんなに多くないということです。1階から2階への避難という人が大体10%程度、どこにも避難していないという人が大体6割程度いたわけです。避難した時刻を聞いてみますと、0時以前が3人、2時台が3人、3時台は全然いないで、4時台、直前には4人の方が避難しているという状況です。

では、何で避難しなかったのかと聞きましたら、大きく2つあると思います。1つ、一番多いのは、避難のために外に出るのが危険だと思ったからというのが多かったです。もう1つは、自宅にいても危険はないと思ったからという人がいます。大体大きく言ってこの2つなんですが、避難時刻を見てみますと、ぽっかりと3時台が1人もいません。恐らくこの時間帯は大雨で、外に逃げようと思っても逃げられなかったということが、このあたりに1人もいないということなんだと思います。ですから、安全だと思ってしなかった人と、しょうかなとも思ったんだけど、大雨で間に合わない、できないということの2つに分かれると思います。

さて、逃げなかったという中に、安全だと思ったというか、危険ではなかったと思った人がいたわけなんですけど、しかし、そういう場所で土石流が発生したんですが、集川とい

う流域はかねてより土石流危険渓流に指定されておりました。その情報について知っていた人というのは約半分、46.8%、半分は知らないという状況であります。

ここに写真がありますが、これはお隣の地区の宝川内川流域の丸石川、丸石地区というところなんです、ここに土石流危険渓流の看板が立っております。数字はここではお見せしませんが、この看板を通じて知っていた人が一番多く、ほとんどだったんですけども、このようなタイプですね。隣に防火水槽がありますが、こちらのほうは立派です。何か地味な感じで立っているんですが、かなりさびた感じで、情報としても、丸石川流域というのがあって、ここに熊本県と水俣市と書いてあるぐらいで、ここは危険だよとか、逃げたほうがいいよというような情報はこの看板にはないわけです。

一方で、土石流というものの怖さを知っていたかどうかを聞いたんですが、災害前に本当に怖い災害だと知っていたという人は約半分です。53.2%です。がけ崩れ程度だと思っていた人は約10%、言葉は知っていたが内容はよくわからなかった人が30%、言葉すら聞いたことがない人が6.5%という具合で、半数の人が土石流の怖さをよく知らないという状況であります。

半数は知っているんだから、まあまあのところと言えるのかもしれませんが、問題は次の点です。この地域の隣町である鹿児島県の出水市で1997年、つい最近ですね、5年ぐらい前に大規模な土石流で20名以上の方が亡くなっています。非常に大騒ぎしたはずなんです、それを知っているかどうか、本当に目と鼻の先で起きた事件ですので、これで危険度がわかって逃げてもよかったんですが、そのあたりです。よく知っていたという人は75.8%、よく知らないが聞いたことがあったというのが20%ですから、知っていたか、知らなかったかという点では、ほとんどの人が知っていたと言えます。

ただ、そういった災害が自分の集落でも発生すると思いましたかというふうに聞いたところ、すぐに起こるかもしれないと思ったという人は0%、近い将来が3%、当分先に起こる5%、起こらないと思っていたという人が60%、何も考えていなかった人が26.7%というわけで、目と鼻の先で起きた大土石流なんです、地質も何も同じようなものですよね。10キロぐらいしか離れていないところです。しかし、自分のところは起こらないだろうとなぜか思っているんです。これが他人の心理だと思います。災害の心理学の分野では、正常化の偏見という言葉がありまして、自分のところに危険が迫っていても、まさか自分のところには及ばないだろうとついつい思ってしまう心理、これが今回如実にあらわれているのかなというふうに思います。

そして、その結果として、雨が降りになって、土石流が起きる前の段階で聞いているんですが、どんな災害が起きると思ったかと聞きました。そのところ、洪水が起きるかもしれないと思った人が36%、がけ崩れが起きるかもしれないと思った人は40%だったんですが、土石流が起きるかもしれないと思った人は0%、全くいないわけです。つまり、ここは土石流の危険渓流だと知っていた人が半分いて、それは恐ろしいという人も半分いたわけです。出水の災害についてはほとんどの人が知っているけれども、まさか自分のところでは、こんなに大雨が降っても土石流にはならないだろうというふうに考えちゃうんです。

なぜというのは、もちろん今までここでは土石流災害が起きていないわけです。このところで起きていなので今回も大丈夫だろうと思ってしまうというのが、多くの土石流に

襲われたところの住民が発する言葉だと思います。我々は、針原川、出水のときにも調査をしています、今まで起きたことはないし、まさかこんな災害になるとはというふうに住民の方は話していました。

そこで、どういう対策があるのかということです。月並みなことが多いんですけども、まず、土石流の知識、つまり恐ろしい災害なんだよということをいろいろな方法で周知すると。さっきの看板なんかも恐ろしさが全然あらわれていないような気がしますので、そのあたりもアピールしたほうがいいかもしれません。それから、そのときに、洪水に目を奪われていることが、土石流が発生した場合多いんです。今回もこの後で発表があると思いますが、住民の頭には、どうも洪水というのはあったけれども、土石流はないということです。ですから、洪水と土石流はセットだよというようなことを言うのも重要かもしれません。

それから、もっと重要だと私が思うのは、他人事と思わせない対策であります。今回の場合、ある程度知識がある人が半分いたにもかかわらず、一人も自分のところで起きるとはまさか思っていないわけです。そのあたり、自分のところだけは大丈夫だよというようなことがないように、いろいろな対策をとる必要がある。例えば、ここにある防災訓練なども重要なインセンティブというか、こういうことを教える一つの方法になると思います。実際に避難しなきゃいけないのは自分たちだということですから。

それから、避難の場合には、避難場所も指定する必要があるだろうということです。今回の場合、避難した人も十分に安全なところに避難しているわけではなかったわけですから、安全な避難場所も指定する必要がある。

それから、情報手段の確保ですが、大雨で今回の場合も雷なんかがあったそうで、雷を恐れてテレビを消してしまうというようなこともあったようです。そういう場合は携帯ラジオなんかだといいかないと。それよりももっといいのは、防災無線の戸別受信機などがあればよかったんですが、この地域には屋外型のハンザマストしかなかったんです。

それから、新たな土砂災害の警戒情報を活用するというのも重要だと思います。今回出された土砂災害危険度判定情報が避難と連動していないという問題点があります。聞くとところによると、場所によっては避難と連動している場所などがあるようです。

それから、今進んでいます土砂災害警戒情報というのがあります。これは国土交通省系のデータと気象庁のデータをあわせて両組織が一遍に出すものでありまして、これから雨が降る量も予想して出されるものです。これはかなり重要な情報になると思いますが、その時に、市町村の防災無線と自動的に結んで避難を呼びかけるというようなシステムもあってもいいのではないかと思います。実際に津波警報などの場合では、北海道の沿岸支庁では、このように津波警報が出ますと、市町村の防災無線が自動的に避難を呼びかけるというシステムが既にあるところがあります。

それから、3番目ですが、これは前の野呂さんのあたりと関係する情報なんですが、自治体の職員の問題なんですが、ちょっと私も聞いたんですが、今回、判定情報も含めていろいろな情報が市に押し寄せまして、そういうのがうまく処理できない状態だったようです。情報過多という問題がここではあるのではないかというふうに思います。

つまり、最近の情報の手段の進歩、方向からして、災害情報をより早く、そしてより細かくという方向でどんどん、どんどん進歩しています。これ自身は大変いいことだと思います。

ます。しかし、その活用の仕方というのに問題があるのではないかと思います。それをそのまま自治体に投げかけても、マンパワーの面も含めて十分に消化し切れないことがあり得るのではないかと。となれば、重要な情報を確実に届ける、そういうような問題も今後出てくるのではないかと思います。

私の聞いた市の職員は、昔のほうがよかったですよと言うんです。電話時代は、必ず電話で話して、ああ、わかりましたと確認できて、頭にも入ったと言うんです。今は、ファクスだとかインターネットとかでじゃんじゃん情報が来て、未消化でほんとうに困っちゃいますというような話を職員がしていたのが印象的でした。

以上、このあたりは私の範疇ではないんですけども、今回のアンケート調査をもとにお話をいたしました。以上です。

【笹原】 ありがとうございました。

続きまして、最後ですが、⑦住民意識調査の概要、ヒアリング編ということで、日本大学文理学部助教授の中森先生よりご報告いただきます。

【中森】 日本大学の中森でございます。

今、中村先生から発表がありましたけれども、東京大学の廣井脩先生の研究室で住民へのアンケートとヒアリングを両方セットで行いまして、この災害の実態を明らかにしようという試みを行いました。私のほうはヒアリングのほうを中心にお話しさせていただきたいと思います。

被災地域の状況につきまして、本当であれば1世帯1世帯お話を聞くことが正確なんですけれども、例えば、ご家族の中で亡くなった方がいるような世帯では、なかなかお話を聞くということは難しいことがございます。そこで、これは都市部ではなかなか難しいんですが、こういった集落、村落におきまして、隣近所のつき合いが多いところで、いろいろな事情を知っている方にお話を伺いまして、そのとき具体的に人々はどのような対応をしたかということを知って、その状態を明らかにしていくという調査をしております。今から11年前の平成5年の北海道南西沖地震の奥尻島でありますとか、また、先ほど話がありました1997年、平成9年の出水市の土石流災害のときにも同じようなことを行っております。

これが宝川内の地区ですけれども、今回調査を行いましたのは集地区でございます。集地区の被害に遭いました15世帯でヒアリングを行いました。こちらが30年前の被災前の地図、こちらのほうが被災後の地図ですけれども、青いところが河川です。集川です。そして、赤いところが今回土石流の被害を受けたところであります。ここの被災されたお宅の状況について、それぞれ伺ったということでございます。

実はあまり工夫をしておりませんで、この地図だけで説明することになりますけれども、これが集地区の15世帯の配置図でございます。ここに集川がありますけれども、1番から15番、ここが全壊もしくは半壊した世帯でございます。それぞれのご家庭の状況について伺いました。

結論から申し上げまして、亡くなった方が出た世帯といたしますのは、4番、5番、9番、10番、それから13番ということになります。ただ、自宅で亡くなられたか、また、そ

れ以外のところで亡くなられた方がいるかということはケースが違いますけれども、この15世帯につきまして、それぞれどういう状況であったかを簡単にご説明したいと思います。

まず、1番ですけれども、ここは3人家族ですけれども、全員が助かりました。ここは半壊だったわけですが、川から離れているということもありまして、避難しておりませんでした。ですから、たまたま助かったということでございます。

それから、2番、ここは全員助かっておりますけれども、ここは川沿いであつたということもありまして、4時に土石流がこのあたりを襲う前に遠くへ避難しておりまして、無事であつたと。建物は全壊しましたが、助かったということでございます。

それから、3番、ここも全員、やはり川沿いということで、先ほども話がありましたけれども、土石流というよりは川の氾濫を警戒いたしまして避難いたしました。ここで一つ問題といたしますか、注目されるところは、本当は3番の方は、親戚が13番ですので、ふだんであればこちらへ避難するはずだったんです。ところが、川が増水しているために13番のお宅へ行けなかった。そこで、比較的高いところにあります6番のお宅に避難して助かったということです。結果的に申し上げまして、6番のお宅も半壊したんですけれども、何とか残りました。しかし、このあたりは被害を受けておりましたので、もし13番のお宅に避難していれば、3番のご家族の方も被害を受けていたということになります。

それから、4番の方なんですけれども、ここは亡くなった方がいらっしゃいます。ここは、実は、一部の人は、この家に当時おりませんで助かったという方がいるんですけれども、ここの中でも息子さんに消防団の方がおりまして、ちょうど5番の家が取り残されてしまうんですけれども、5番の家の方を助けようとして、このあたりで土石流に流されて亡くなってしまうと、そういう形で死者が出てしまいました。それから、5番、ここですけれども、ここは実は6人家族でしたが、お一人の方が助かりました。これは、入院中であつたために、この家にいなかったわけです。この5番の世帯では、皆さん2階に寝ておりました。そして、避難をしておりませんでしたけれども、気がついたときには、もう逃げられない状況であつた。そこで、この4番の家にもありましたけれども、消防団の方が助けようとしていたんですが、消防団の方も含めて一緒に流されてしまいまして、ここにいた方は全員亡くなってしまうというわけでございます。

それから、6番の方、ここはたくさんの方が避難されたところでありまして、比較的高台にありまして、皆さんがこの地域では安全であると思っていたところでありました。しかしながら、ここにも土石流がやってまいりまして、1人の方が重体になっております。実は、この6番の世帯は助かったんですけれども、このあたりにタンクがありまして、そのタンクがあつたために、この土石流が直接ぶつからなかったということがありまして、ここが半壊で済んだということもあるんですけれども、ここも決して安全であつたわけではありませんが、たまたまそういうことがあつて半壊で済んだというわけです。

それから7番ですね。こちらですけれども、この7番の方はこの6番の家に避難をして助かったというわけです。これも結果的に助かったというわけですね。

8番のご家族ですが、ここは家族の中に消防団の方がいらっしゃいましたので、高台にあります6番の家に避難をいたしました。ただ、消防団の方はこの5番の家を救出しようとしておりましたので、亡くなってしまいました。

それから9番、10番の方、この9番の方はお1人暮らしだったわけですね。10番の方は3人暮らしだったんですけれども、ここはちょっと詳しいことはわからないんですが、どうも避難をしないまま亡くなってしまったのだらうと。つまり、このあたりも比較的高いところですので、あまり避難をするという意識がない地域ですので、そのまま流されてしまったのではないかとということでございます。

それから11番のお宅ですね。ここですけれども、ここはちょうどこのお話を伺いました被災者の代表の方のお宅でございまして、ここは半壊でした。おうちにいらっしゃったんですけれども、たまたま寝ているお部屋などに被害がなかったものですから、何とか避難できたわけなんですけれども、こちらものほうにも、もちろん被害があったというわけでございます。

12番、ここも全壊しております。ここにも消防団の方がいらっしゃいまして、やはり助けようとして亡くなった方もいるわけなんですけれども、ここでは気がついたときに、つまり避難しようとしたときにちょうど土石流がやってまいりまして、結局流されてしまうと。亡くなった方、それから運よく助かった方と。どちらにいたしましても土石流に流された方がいるというわけでございます。

それから13番、ここですね。こちらの家庭ですけれども、こちらも亡くなった方が2人、それから、けがをされた方が2人おります。こちらも自宅でやはり被害を受けたわけです。このうち1名の方は消防団の方だったんですが、もちろん危機意識があったわけなんですけれども、新屋敷のほうに機材を取りに行きまして、戻ろうとしたんですけれども、もうこのあたりが大変だということで戻れなくなりまして助かって、この残っていた方が亡くなってしまったということになります。

それから14番の方、15番の方、ここも被害を受けましたけれども、こちらのほうは助かったというわけでございます。

人的被害のポイントを3つ挙げてみますと、ここはまず消防団の方がたくさんいらっしゃいました。不幸なことに消防団の方々が亡くなってしまったということがあったんですけれども、この消防団の方が呼びかけたことによりまして被災を免れた方、避難をした方、特に川沿いの方ですね、そういった方が多いということがあります。

二番目、これは5番の世帯ですけれども、孤立した家にいる人を助けようとした消防団員が、その人々とともに亡くなってしまったということ。

三番は、比較的高いところがありまして、そこへ避難をしている人もいたわけなんですけれども、結果的には土石流の被害が少なかったので免れたという人がいます。しかし、場合によってはやはり被害を受けたかもしれないということでございます。

対策案、これは中村先生の発表と重複する部分もございましてざっとお話しいたしますけれども、まずは土石流危険渓流という認識だけではなくて、土石流自体の恐ろしさというものも認識させなければならないということです。

それから、速やかな意思決定、つまり、避難もしなければならぬとか、そういうことについての情報を徹底させていかなければならない。先ほどの消防団の呼びかけが有効だったという話がありましたけれども、そういう形の呼びかけもやはり有効であったということを考えますと、これも徹底したほうが良いということでございます。

それから、早い時期に地域外に避難する。つまり、高台というよりはもうそこを離れて

しまうということで、そういうことを目的にした避難計画や避難場所の設定、作成、それから、それを徹底するということが必要だと思います。

それから、自治体から出されます、例えば避難勧告とか避難指示とか、そういったものを待たずに、何か異常があれば速やかに避難をするということ、こういうことも徹底する必要があります。

それから、ここにはありませんが、先ほどの発表にもありましたけれども、ここは雷が多いところでございまして、雨が降って雷が鳴りますとテレビを見ない。つまりはテレビはこれまで故障した例が何件かあったそうです。ということで、その地域に応じたメディアの活用。テレビがあればいい、ラジオがあればいいというわけではなくて、その地域でやはりそのメディアをどう活用するかということもありますので、その点も考慮しながら、どういう情報伝達メディアを使ったらいいかということもあわせて考えていかなければならないと思います。

簡単ですが、発表のほうを終わらせていただきます。ありがとうございました。

【笹原】 ありがとうございました。これで7名の方の調査報告を終わりましたが、⑤の野呂さんから⑦の中森先生までのご発表に関する質疑応答を、これから10分間行っていきたいと思います。特に土砂災害は関する避難の住民及び自治体の話ということで興味がおりかと思いますが、どなたかご質問ございますでしょうか。では、橋爪さん。

【橋爪】 NHKの橋爪といいます。中村先生、中森先生、どちらでも構わないんですが、今回の調査で確か土石流の前兆現象を聞いたかどうか、見たかどうかという質問もあったかと思うんですが、それについての内容と、あと、その結果を受けてのご提言があればぜひお願いしたいのですが。

【中村】 アンケート調査で前兆現象についても尋ねております。一番多かったのは、ゴースという地鳴りのような音を聞いたという人は42%、川に石が流れていく音を聞いた30.6%、川の水が異常に濁っているのを見た14.3%、川の水が急激に減っていくのを見た10%となっております。その状況が何時ごろ起きたのか、何時ごろ見聞きしたのかということも尋ねております。このグラフでいきますと、災害が起きる直前にそういった音を聞いたりした人が多かったということです。

そういったことから、前兆現象についての知識があれば、ある程度、避難にも役に立ったのかなという一面と、それから、もう一つ、その音などについては、特に本体の音だった可能性もありますので、時間帯としては、本体だともうちょっと間に合わないかなという点の2点がありまして、防災上、前兆現象を知ってもらって早く避難できたかどうかとなりますと、何とも言えないのが今回の状況です。一般的には、しかし、まあ、前兆をよく知っていただくことは大事だと思います。

【笹原】 ほかにございますでしょうか。どうぞ、巖倉さん。

【巖倉】 北海道開発局の巖倉と申します。

一番最後の中森先生のご発表にも、早い時期に地域外への避難を行うことが有効であるということをおっしゃっていただきましたが、例えば、その前の中村先生の発表では、1時55分に大雨洪水警報が発令されて、3時14分にはFAXで経過の受信がされていると。もう3時台、4時台には大雨で避難をしようと思ったけれどもあきらめた方がいらっしやったということは、ちょっとこの大雨洪水警報の発令時点で、地域外への避難をしなければならないという判断が何かの形でつけばよかったのではないかということが言えるかなと見ました。

それで、気象庁さんでも降雨予測というのをやっているかと思うんですが、この2時くらい、あるいは1時ぐらいの時点で水俣地区にどれぐらいの、今後3時とか4時に雨量があると予想が果たしてされていて、それが当たったのかと。これぐらいの時間に果たしてほんとうに、では、地域外というのはどこが降雨が3時、4時ごろ少なくなると避難場所を特定できるような情報が現実的に今の技術レベルで可能かというのをちょっとお伺いしたくて、どなたかおわかりになる方、教えていただけないでしょうか。

【笹原】 そうしましたら、2つ大きく分けて内容があるかと思いますが、1つが中森先生に対するご質問、もう1つが気象庁さんに対するご質問。では、中森先生のほうからお願いできますか。

【中森】 十分なお答えになるかどうかわかりませんし、また、ちょっと私がわからない部分もあるんですけども、地域外と申し上げましたのは、結局このあたりの認識としたしまして、少し高いところへ逃げるという意識があって高台に逃げているという結果を見ます。しかしながら、その高台にも土石流が来ているということは、その地域からある程度離れると。遠くではなくてもいいんですけども、土石流が発生した場合、ここなら大丈夫であろうというところをある程度作成して、それによって避難をする自覚が必要ではないか。つまり、これまでのように高いところへ逃げればいいよというものではなくて、そういうことを踏み込んだ計画を立てて、それを実施する必要があると考えております。

ただ、それを事前にどう察知するかということにつきましては、ちょっと私のほうではわかりかねますので、ちょっと別な方でわかる方がいらっしやいましたら、お願いしたいと思います。

【笹原】 今の中森先生のフォロー、中村先生、そうしたら気象庁さんのほうにお聞きしてよろしいですか、今のお答え。ちょっと時間もございませんので、そうしましたら気象庁さんの方、お答えをお願いします。

【長沢】 気象庁の長沢といいます。

降雨予測のことですが、気象庁では降水短時間予報という、非常に細かいメッシュで6時間先まで1時間ごとの降水量を予測するというのをやっておりますが、こうした非常に激しい雨については、なかなか予測の精度が十分とはまいませんで、場所とタイミングを的確に予想することがなかなかできない状況です。もちろん、非常に激しい雨が降るということは定性的には、あるいは大まかにはわかるわけですし、それをふだん警報

などに利用しておるわけですがけれども、間違いなくこの場所に、例えば宝川内地区に降るとか、そういうふうに非常に細かい場所を特定して予測するということまではなかなかいかないというのが現状でございます。

【笹原】 巖倉さん、よろしいですか。

【巖倉】 そうしますと、例えば、事前に現実的に避難ができるのかな。できる方法が本当にあるのだろうかというのがちょっとわからないんですが、私自身もいろいろ勉強したいと思いますので、どうもありがとうございました。

【笹原】 そうしましたら、もう1問、ご質問をお受けしたいと思います。では、奥の方。

【中村】 災害情報学会事務局の中村です。

野呂さんに伺いたいのですが、野呂さんというのかな、水俣市が今回の災害で反省をして、かなり体制を組んでおられますよね。業務体制を組んでいます。ただ、その反省が水俣市だけで終わって、全国の自治体にどういった形でそれが共有されるかということが私は非常に気になっています。ですから、それが何か共有できるような方法というのはないんでしょうかね。水俣市で終わっては、また次の災害が起きると思うんですね。その辺、どなたか答えられたら答えていただければと思いますが。

【笹原】 非常に重要なことなんですが、かなり大きな話でして、国土交通省ですとなかなか対応し切れないところがございますが、内閣府の方、申しわけないんですが、いらっしやいましたら、おられるんですが、お願いできますか。

【田村】 すみません、内閣府という立場でお答えしようとする、実は答えられないんですけれども。といいますのは、正直言うと風水害に限らず、地震災害とかも含めて、いろいろな災害の教訓を整理して、それをPRしていくという話は、これは内閣府の中でそういう中央防災会議の中にある専門調査会というのをつくりまして、そういう中で過去の災害の教訓を整理していくと。それをわかりやすくPRしていくということは施策として進めておるんですけれども、事、この土石流災害に関するPRというものを、今、具体的にこうやって普及していこうという施策は、今、正直予定されておりません。ただし、個人的に言わせていただければ、当然こういう発災での状況を共有するという仕事だけではなくて、その予防段階のために教訓を事後にまた共有化していくという方法は取り組みはする必要があるとは思っておりますが、その具体的な見通し、特にこの土石流災害に関する具体的な見通し、これは政府全体としてこんなことを進めていくという方向は今はないと。むしろ、土砂災害防止という観点で、国交省さんのほうと一緒に具体的な手法等を相談させていただいて、具体的な動きとしては国交省さんが砂防部局を通じて進められるという方法のほうが現実的かなという気もしております。

【笹原】 どなたか補足ございますでしょうか。ないようでしたら、時間の関係もござ
いますので、一旦ここで休憩に入りたいと思います。13分ほど時間も押しておりますの
で、当初20分の休憩だったのですが、15分間の休憩ということでお願いします。15
分間の間、発表者の方、前に座っておられますので、マスコミの方の取材、ないしはマス
コミ以外の方でもご質問等あれば、発表者の方によろしくお願いします。

（ 休 憩 ）

司会：国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 砂防研究室長 小山内信智
3. 総合討論（パネルディスカッション）

【小山内】 それでは、後半、総合討論のほうに移らせていただきたいと思います。私、総合討論の進行を仰せつかっております、国総研危機管理技術研究センター砂防研究室長の小山内でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

前半の調査報告で各調査項目毎にご報告いただきまして、かなりの実態把握、それから、そこから得られた教訓に対して、今後災害を減らすためにどうしていったらいいのかといったご示唆は、もうかなり前半のご報告の中で発表いただいたとは思いますが、総合討論におきましては、それら全体をとりまとめた形で今回の九州災害の概要を踏まえ、そして今後、防災、減災につながるような手だてをどのように考えていったらいいのかといったことをまとめることを目標にディスカッションを進めていきたいと考えております。

また、今回、一連の降雨ということで、九州災害、主に太宰府、水俣の災害を取り上げております。現象については個々、別個のものでございますけれども、特に今回、焦点を当てておりますのが、情報の伝達といったところかと思っておりますので、そういう意味では、これはどちらの災害についても共通の話だということで、議論を集約するという意味で、主に水俣災害のほうを念頭に置きつつ議論を進めていきたいと思っておりますので、ご了解をお願いしたいと思います。

それでは、はじめにパネラーのご紹介をしたいと思います。私のお隣から、東京大学大学院情報学環の廣井先生でございます。

【廣井】 廣井でございます。先ほどの発表にもありましたけれども、土砂災害は情報の面からも避難の面からも、大変難しい側面を含んでおりますので、今日はどういう点が難しいのか、どうすればいいのか。私、日頃考えていますことをいろいろお話をしていきたいなと思っています。よろしくお願いいたします。

【小山内】 続きまして、独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループの笹原上席研究員でございます。

【笹原】 笹原でございます。先ほどは前半の司会をやらせていただきました。私からは、このパネルの中で廣井先生のお話とは若干異なるところ、土石流の発生予測についての若干技術的なコメント等を主にさせていただこうと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

【小山内】 続きまして、九州大学大学院の久保田先生でございます。

【久保田】 久保田でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

【小山内】 続きまして、広島大学総合科学部の海堀先生でございます。

【海堀】 海堀でございます。どうぞよろしくお願いします。先ほど聞いておりまして、非常に難しい問題がやっぱりあるな。防災というのは生かしてあげたい、助けてあげたいという気持ちと、それから生きたい、助かりたいという気持ちが合わさらないといけません。必ずしも九州災害に当てはまることではないんですが、都市部の、特に高齢者がたくさんいらっしゃる場合には、なかなか難しい面があると思っております。どうぞよろしくお願いします。

【小山内】 続きまして、国土交通省九州地方整備局河川部の判田専門官でございます。

【判田】 判田と申します。よろしくお願いします。

【小山内】 それから、国総研危機管理技術研究センターの水野主任研究官でございます。

【水野】 水野です。よろしくお願いいたします。

【小山内】 それでは、早速ですけれども、後半の進め方といたしましては、主に水俣の災害を中心と申し上げましたけれども、まず、前半の調査報告から考えますと、現象としては太宰府のほうは比較的表層崩壊的なものが中心であったということ、それから水俣のほうはかなり深い、いわゆる深層崩壊に起因するような土石流であったということが特徴としてあったというようなことかと思っております。また、それぞれの発表者からの報告の中で、特に議論のポイントとすべき点といたしましては、降雨の局地性があったのではないかという点、それから気象庁の方からもございましたけれども、予測の困難性といったこと、それから実際に災害情報はかなりの量で水俣市役所等へ配信されてはいたけれども、それがうまく生かされなかったという意味で情報伝達の困難性、それらを含めたことかもしれませんけれども、その情報が一体どういう場所で意味を持っているのかということをも面的に、今、防災担当者は把握しなければいけないというような指摘もございました。そういったところが今回、被害が結果的に大きくしてしまったという背景にあるのではないかと思います。その辺、現象面で前半のご発表を補足するという意味で、まず初めに久保田先生のほうから、特に気象面について昨年の災害の状況を振り返っていただきたいと思っております。よろしくお願いします。

【久保田】 そういう手順になっておりまして、私は決して気象の専門家ではございませんけれども、一応、気象予報士のお仲間ということで、気象庁の方がおられますので、まず細かい話ですが、訂正からお話しさせていただかないといけないということになっております。お手元の資料のページのパネラーのP 6と書いてあるところの「はじめに」のところの上から7行目の真ん中あたりに「下層ジェット収束」なんて書いてありますが、はっきり言ってこれは誤りです。専門家の方に言わせますと、あの時に下層ジェットなんかなかったというお話が出ておりますが、それに準じるものというようなことで、要する

に水蒸気が収束したんだよというようなニュアンスぐらいと思っていただいたら結構だと思います。

そんなところから始まるので、ちょっと何か話が発散してしまいそうですが、結局、その資料にも書いてございますけれども、予測がさっき難しいのではないかというお話があったのですが、警報とか注意報とか出されておられるのでおわかりのとおり、ある程度の予測は当然できるわけですね。次のページに実は書かれておりまして、結局、表1に気象条件予測結果と書いてございますね。これはただで配信されておりますインターネットの放送データの資料を使って、半日から1日後どんなことが起きるかというのを、実際に災害が起きるかどうかを予測した結果なんですけれども、結果としてそれぐらいは当たるよという話がそこに出ておるわけです。確かに難しいけれども、何も手段がないわけではないという話をさせていただいております。

この話は、実は気象庁でも1度お話しさせていただいたことがあります。そのときの専門の皆さんの反応はというと、確かに今は数値予測が全盛の時代だからこういうことをやってもというような反応はあるのかもしれませんが、そういうやり方もあるのかというような感じの反応でございました。細かい議論は技術的なお話ですので今日はしませんけれども、とりあえずそこに書いてあるとおり、的中率がかなりあるという。例えば70%あるとか書いてありますけれども、そんなに当たるのという話なんですけど、当たる場合もある。当たらない場合でも6割ぐらいは当たるという。だから、それは参考になる。では、地域はどれぐらいかというと、要するに数市町村単位から県単位ぐらいですね。そうすると、そういうものについてはかなり使えるんじゃないかと。半日から1日後の広い範囲ですから、どの斜面が危ないというのは当たらないかもしれませんが、心の準備をするということではそれが使えるのではないかと思います。

何かいろいろここにはごちゃごちゃ資料を載せてありますけれども、ちょっと時間ありませんので、要点の話をさせてくださいと思います。パワーポイントがいっぱいあるのですが、時間がないので申しわけございません、飛ばさせていただきます。

1つは、ここに書いてございますように、地形性降雨の影響が非常にあった。これは気象庁の方はもうよくご存じの話で、ここに甕島というところがありますね。それから、ここに柴尾山でよかったのか、ちょっと名前を忘れましたが、それぞれ孤立峰と島があって、その下に、一番最初にも報告がございましたけれども、扇状の積乱雲ができる。これはこの地域では典型的な気象でございまして、どういう気象パターンになったらこういうことが起こるかというのはある程度わかっていますので、先ほどの資料でお見せしたものと合わせていただくと、ある気象配置になるとこういうのが起こるから、この風下の地域については非常に危ない。針原川なんかもそうだったのですが、そういうことは予測できるということです。それについて、いつ、どこで土石流が起きるかはわからないけれども、この扇状になっている風下の地域については、どういう気象パターンになっているから半日後は危ないよとか、それぐらいのことは言えるということです。先ほど6割か7割は的中率がありますよと言ったのはそういう話です。

それから、これは雨量を予測しようと思っても、実測しても全然東側斜面と西側斜面ではなくて、200メートルぐらい離れた雨量計で測っても全然値が違う。二、三十ミリ違ってしまうという例で、それは予測しようというのは、もともとちょっと、どこの沢で

というのも当てようというのは無理があるので、地域的にはどうしても市町村、県単位ぐらいになってしまうのです。

そういう方法があるよということと、もう一つはちょっと図が小さいですが、こういう方法があります。横軸が時間で、縦軸が先行した雨量、雨が降り始める何日前にどれだけ雨がいったかという影響も含めた、これが累積雨量なんですけれどもその累積雨量のパターンによって土石流が起きる、起きないが各溪流毎、あるいは地域ごとに違うわけですね。こちらのほうの点線は起きないほう、実線は起きるほうということで、これはニューラルネットワークとかパターン認識で判別はわりとできるんです。実際の雨がどういうふうに降っていくかというのを、先ほど使ったレーダー雨量とかでその地域ごとに追っていったら、こういうパターンになったらもう危ない感じで逃げなさいと。だから、発生するのがどれぐらいの雨になったという、その基準雨量を超えたから逃げる、逃げないではなくて、こういうパターンになっているから逃げたほうがいいですよという、そういう方法もあります。この方法の的中率はここに書いてありますが、66とか78とか、火山についてはこれぐらい高い的中率があります。それから、ご専門の方はわかると思いますが、スレトスコアについても非常に高い値が出ています。これは外国ではこの値が10%とか20%とか非常に低い値のものもあるんですが、結構高い値になっている。それから、広島災害なども対象にしますと、かなり落ちてはきますが、的中率としてはそれなりの値が出ているということになります。ちょっとこれ、数字がおかしいのがありますけれども、広島災害についてはいろいろ理由があって、予測は悪いんですけども、補足としてそういうことがあって、全然予測が不可能ということではないというのは気象庁の方が言われたとおりなんです。それをうまくこのような手法と組み合わせてやると、将来もう少しレーダー雨量を使うだけで、短時間降雨予報を使わなくても実況だけで何とか判断ができるのではないかなと私は思っております。以上です。

【小山内】 ありがとうございます。現状ではかなり短時間降雨予測というのは難しいということでしたが、全く手だてがないというわけでもなくて、今後どうこの技術を使えるようにしていくかということなのかと思います。

次に広島大学の海堀先生が、水俣の災害後、現地の調査に入られておりますので、前半の調査報告以外に特にお気づきになった点等を含めて、今回の土石流の機構等についてご紹介いただきたいかと思います。

【海堀】 今、現地での土砂移動の状況の調査の件でという座長のお話だったんですけども、私もその前の段階として、その土砂移動現象をもたらした原因となった雨の情報というのはやっぱり一番に知りたかったです。私は広島におります。5年前の6月29日に広島ではやっぱり土石流でたくさんの方が亡くなった。そのときにすぐに手に入る雨量のデータというのはやはりアメダスしかありませんでした。県内に当時32点、今もそうですが、アメダスのご存じのように17キロ四方に1点。そのデータでは全く発生に影響を与えた雨量というのはとらえられなかったということで、その反省があって今現在広島県では大体5.3キロ四方に1点の観測網が、例えば1時の時点の雨だったら、6分遅れ、7分遅れくらいで全部見るような状況になっております。雨量観測点の管轄

が違っても同じフォーマットで全部出ておりますので、エクセルですぐにそれを使って絵をかくことができると、そういう非常に現在はいいい状態になっています。これはちょっと広島宣伝で申しわけありません。

同じような気持ちで去年の災害、熊本の災害、あるいは太宰府もありましたが、今は熊本に限定しますと、水俣の災害のデータを集めようとしたら、ちょっと時間がかかりました。フォーマットの違い等があったからです。でも、結果的には5キロから6キロ四方に1点のデータはちゃんと利用ができる状態でありました。補足しておきますが、福岡県内も同じ密度でありました。利用できる状況でありました。インターネットで取れるという意味です。それから、大分県の鶴見町で昨年末に土石流災害が起きましたが、その雨の情報も集めようと思ったら、やっぱり5キロから6キロ四方に1点の密度で集めることができました。

私にわからないのは、それがほぼリアルタイムに近い状態でほんとうに利用できる状態かどうかということです。少なくとも私が集めるときには苦労しました。インターネットで公開されているけれども、いろいろなフォーマットで出ている。これを利用しようと思おうとかなり苦労しました、ということをもっと申し上げたいと思います。

それがもしちゃんと利用できる状態であったとすれば、現時点で今までに降った雨の影響というのがどのくらいであるか。これは例えば気象庁さんが土壌雨量指数という形で提唱されているものと同じような形で把握することは比較的容易にできます。いろいろな方法でどんなやり方でもできるんだ、確かにそのとおりでと思います。しかし、現実にもそういうのを公表して利用しているかというと、そんなことはない。いつも後からの解析では使われているように見えますが、しかし、現実にもそれをそれこそリアルタイムに近い防災の観点で使っているかというと、そうっていない。それが非常に疑問であります。

私は難しいことをやっているわけではなくて、単純に地上で観測された雨量をずっと単純に時間減衰の成分を加えて、そして積算している。つまり実効雨量、私の場合は7.2時間半減の実効雨量で描いています。そうしまして、その現時点までの雨の影響に、その次の短時間の強雨を重ねてみたらどうなるのか。例えば、去年の土石流災害の水俣のところも、やはりその2つのファクターがぴったり重なったところで発生している。これは後からわかることですね。太宰府もそうでした。それから、大分県鶴見町もそうでした。もちろん、5年前の広島災害のときもそうでした。つまり、現時点で以前の雨の影響をある程度もし住民の人がほんとうに把握できるなら、時間減衰を加えていますけれども、非常に単純に積算しているだけです。これはわかりやすい。直感的です。今、過去の雨の影響が何ミリに相当する。あと、どれぐらいの短時間雨量がきたら危険だということさえ与えておけば、住民自らが危険だ、ということを予想することができるわけです。そうすると先ほどレーダーの紹介がありましたけれども、ああいう強い雨雲が来ている状況を知ると、その2つが合わさるとほんとうに危険というものを感覚で理解できるような状態になるだろう。そういうふう思うので、ほんとうにそういう意味で実際に示す段階にいかないといけないと思います。レーダーだけではやっぱり具合が悪いと思うのは、レーダーは今強い状態というのはわかるけれども、今までにどのぐらいの影響を受けているかということについての表現ができてないと思うんですね。だから、うまくその2つの写真を重ねなければいけないと思います。

私、資料を配布しています。非常に小さなカラー縮小になっていて、見にくい面があって申しわけないんですが、非常に単純な図です。昔、観測点ごとに長期の成分として実行雨量を横軸にとって、縦軸に短期の雨量の成分として1時間雨量をとったり、最近では1.5時間半減の雨量をとったり、ああいう整理を私の場合はそれを各観測点のデータを面的に広げただけのことです。そうすることで非常に見た目にもわかりやすく、感覚的にもとらえやすい。こういうのが例えば、普段は全く必要ないけれども、異常な現象が予想されるようなときには、テレビの端っこにでもいつも図の表示が出ている、そういうような状態になって、例えば濃い部分がどう広がってきているか、ローカル放送でそういうのが出たら、どれだけ役に立つだろうという気持ちであります。すみません、全然座長さんが言われたことと違うことを言ってしまいました。

もう一つは、現地に行きまして非常に大きな現象だという印象を持ちながら歩いてまいりました。現地に行く前にアジア航測さんがホームページに航空レーザー測量の絵を紹介してくれました。あれを一生懸命見て大体予想、当たりをつけて行くことができました。どこでどういう氾濫が起きているというのを見て、一体どれぐらいのスピードで来たから侵食力が卓越したのだろうかとか、あるいは丘を乗り越えたのだろうかとか。やっぱり皆さんと同じような気持ちで調査にまいりまして、どれだけの流速が推定されるかということにある程度焦点を絞りながら調査をしました。現地で得られたそういう痕跡から推定される流速というものをいかに事前に、例えば、もし土石流が流れたとしたら、どれぐらいの流速が予想されるかということは何とか前もって推測する方法はないかということで、これは決して物理的に、あるいは科学的に正しい考え方に基づいたわけではないのですが、お配りしている資料の中の単純な式で2式とかいうのを適当につくりまして、それと合わせましたら、つまり流路となり得るところの縦断プロファイル、それと、あとエネルギー線等の考え方をうまく使ったら、およそプラス・マイナス、予想値の2分の1から予想値の2倍ぐらいの範囲で実際の流下痕跡に示されている流速値に至れるなというようなところまで行っています。ただし、これはまだ、この水俣のデータと広島のいろいろな災害での状況から見ただけで、まだそれ以外の検証を十分できているところまではいっていません。そうすることで土石流が流れてきたときにはどれぐらいの破壊力を持っているかとかいう観点を盛り込んで、この先の被害予想図づくり等に使えるのではないかなと思っています。

駆け足で2つのことを申し上げました。

【小山内】 今回の土石流の流速については何人かの方が試算されていて、いずれも毎秒10メートルくらいから15メートルくらい範囲だということを申されているんですけども、海堀先生の手法ですと、事前に流動性がどうなのかというような性質は考慮する必要はないんでしょうか。

【海堀】 性質は本当はもちろん必要です。例えば非常に粘性が高くてトロっとしか流れないようなものも含めてやっちゃっているんで、むしろ土石流のようにさらさらではないですけども、比較的流れやすいような状態になったものとして一緒にたにやっている。だから、例えばこれを地すべりのようなものに当てはめると全く具合悪い。

それから、例えば流下痕跡ですけれども、さっきのときには曲率半径、曲流部におけるアウトコーナー側の偏流等でやっておられる。私ももちろんそれもやりました。あと林道を削って流れ下りました場所、削った場所がちょうど流下方向から考えたときに土石流が林道を上っていくようなところがありました。そこには土石流の土砂の一部がある程度まで上って、そこで力尽きてたまっています。例えばそういうもので初速がどのくらいだったとかも推定できる。あるいは、堰堤をぶち壊して飛び越えています。密度の非常に大きな大量の土石流のような流れが一定の場所にダーッと落ちると、当然そこが洗掘されて穴ができますね。そして、そこに水がたまっている。例えばその堰堤の位置とその河床にできている洗掘跡の位置等で大体どれぐらいの流速で堰堤を飛び越えていたかという、そういうようなものも入れました。私も結果としては先ほど発表されたものとそんなに大きな違いはありません。現地で推測されたものだ、例えば一番下流側の堰堤を越えたところの流速だったら秒速13メートルくらいという数字が出てきていますし、林道を切って林道の上にならずと上っているもので見ると、大体15～16メートルという数字が出てきています。だからそういう意味では、今までの発表のデータはとんでもない値ではない、誰がやっても同じようなデータになりそうだと考えております。

【小山内】 ありがとうございます。今回の流速については毎秒10～15メートル程度ということで、いろいろなタイプの土石流があるんですけれども、比較的流速としては速いほうのタイプだったんだということが各研究者の方から報告されているということになるかと思います。

次に流速以外にも今回はかなり崩壊の規模が大きかったというあたりが特徴かなと思うんですけれども、災害直後、現地のほうに入られた土木研究所の笹原さん。当時、笹原さんは本省砂防部の専門官ということで、行政の立場として現地を見られているという部分と、それから、もともと研究者として崩壊の機構解明に携わっておられたので、そういった目でも見ておられると思いますので、その辺、あわせて今回の災害をどう、まず最初にご覧になったのかということをご紹介いただけますでしょうか。

【笹原】 土木研究所の笹原でございます。司会の小山内室長のほうからご説明がございましたように、当時、私、国土交通省河川局砂防部の企画専門官をやっております、事業及び災害担当だったわけです。それで当時の砂防部の動きをまず簡単にお話しさせていただきますと、7月20日の早朝午前4時半、水俣の災害が起きたと。当然、私ども災害担当ですので、当日本省に参集したということでございます。参集する中で当時上司から、おまえがまず初動で現地へ行けということで指示を受けまして、昼過ぎの飛行機で熊本入り。当日は熊本県庁の砂防課と打ち合わせをして、翌日の朝に陸路で水俣のこの現場、集川に入りました。水俣の集川と、あと、もう一つ、先ほどご紹介ございましたが、新屋敷でも災害が起きておりましたので、その2箇所を回って陸路及びヘリコプターで空から観察いたしました。

そのときにまず感じたのが、こんな場所でこんな山崩れ、崩壊が起きるというのは、なかなか予測が困難だなということを感じました。例えば、これが集川の土石流の斜めの空撮の写真なんです、実はこの集川というものは、これが集川の本川を上っていきまして、

こうではなくて、実はこういうふうには川が上流へ行きます。この辺から上はキャップブロック構造と申しまして、地質的に四紀の火山岩が覆いかぶさっているような地形でして、かなり広い流域面積をこんな感じで持っているような流域なんです。ですから、この崩壊場所というのが、上の高原状の流域から川がここで滝のように落ちていると。そのすぐ脇の部分で崩壊が起きたということでございます。ですから、この位置で崩壊が起こるということを予測ないしは推定するのは非常に難しそうだなというのがまず私の第一印象でございました。

もう一つ、今度はこの崩壊の土砂が土石流となって流れ下りまして、この宝川内の集落を襲ったわけですが、先ほど中森先生のほうから、この集落の家屋の配置図のお話がありました、そのお話の中にもございますように、特にこの部分ですね。高台になっているんですよ。この部分が標高差が10メートル程度でしょうか。今度は斜めではなくて垂直写真ですが、これ、災害発生前の垂直写真、こちらが災害発生後の垂直写真でございます。災害発生前で見ますと、このこんもりと森が繁っておりますが、このあたりがくだんの高台、そこのところが今回土石流が乗り上がって被災したということで、この10メートルの比高差、何が通常の土石流かというのがありますが、通常の規模の土石流であれば、そういう乗り上げはなかったのかもしれませんが、とにかく今回の土石流でこの高台が被災したと。土石流がそういう高台まで乗り上がったということも1つ印象的でございました。そういう意味で先ほどは土石流のもととなる崩壊、山崩れの発生位置の予測が難しかったらというお話をさせていただきましたが、今度は土石流が流れ下ってきまして、氾濫する区域、範囲の推定の中で、こういう高台にまで駆け上る土石流を予測するというのは非常に難しかったらということですが、私、当時、何も資料がない中で現地へ行っただけですが、痛感した点でございました。以上です。

【小山内】 土石流危険渓流ということでは、もともと認知されていた渓流なわけですが、今回の現象については、現地調査された方の判断としては、異口同音に被害範囲の想定はこんな高いところまで上るというのは事前に予測することは困難だったのではないかなというように、そういったご意見でございます。そうすると、もちろんハード対策というものが最も確実な方法としてあるわけですが、それだけでは多分すべての問題が解決するわけではないということで、ソフト対策、要するに情報をいかに与えて避難行動をするかということが重要な災害だったということになろうかと思います。そこで今回必ずしも情報伝達が理想的にはいってなかったというご指摘もございます。その辺、災害後の自治体の動きがどうであったのかというあたりを、九州の整備局ということで若干距離があるんですけども、判田専門官の目からどのように映ったのか、あるいは、その後、どのような改善を行ったのかというような情報をご紹介いただければと思います。

【判田】 九州地方整備局の判田と申します。整備局でどのような対応をしたのかについて説明させていただきます。

水俣災害の発生した日は、補助事業を担当している地域河川課から何かすごいことになっているようだと言われ、あわてて職場に出勤しましたが、すぐには情報が入らなかったという状態でした。

その後、いろいろ情報が入ってきてかなりの状況のようでしたので、整備局としては急遽配置している「はるかぜ号」で現地を確認しようということになりました。当初は午後一にもすぐ飛ぶ予定でしたが、気象条件が良くなかったこともあり結局夕方になってから現地の状況を空から確認して情報収集をしました。

やはり災害が起こったときはすぐに情報が入ってこないことを痛感しました。

ここからは災害発生後の対応についてですが、水俣市では平成15年10月時点で水俣市総務企画部が「今回の災害の検証と当面の対応」をまとめてられています。

熊本県におかれましては、土石流災害を受けた集地区について「水俣市土石流災害検討委員会報告書」「水俣市土石流災害復旧計画検討会報告書」というものを取りまとめています。5月31日にこれらの報告書を熊本県知事に報告しておりますが、この中で今後どのようにすべきかとめられています。この中には砂防課だけで対応することのみならず、消防防災部局等県全体の対応が必要な部分もありますので、まだ本格的に対応するには少し時間がかかるものもありますが、昨年度の段階では、熊本地方気象台では水俣周辺の芦北地域の洪水警報等の基準を暫定的に下げるなどの対応もされています。また現在、土石流、がけ崩れの警戒避難基準雨量の見直しに取りかかっているところで、おそらく今年度中にはその結果が活用されることになると思います。

その他熊本県の場合、例年にない取り組みとして、芦北地域振興局管内で土砂災害危険箇所のある集落に土砂災害防止月間のチラシなどを重点的に配布して、住民の方に意識を持って頂くことを実施する予定と聞いております。また、毎年マスコミ等を使って広報を行っていますが、熊本県の「県からの便り」等で今年は重点的に自宅付近に土砂災害危険箇所はありませんかというようなことを尋ねるような形で広報活動をするを予定していると聞いております。

福岡県におかれましては、土石流、がけ崩れの警戒避難基準雨量を昨年から検討しており、つい先日の5月31日に警戒避難基準を決定して、運用することになっております。これに連動して、福岡県の場合は土砂災害危険箇所についてもホームページにアップしておりますので、土砂災害危険箇所について住民の方が見られるようになっています。また、警戒避難基準雨量を使いましてインターネット上で、まずは災害がひどかった市町村で警戒避難基準雨量の試験運用を開始する予定であり、「土砂災害を考える会」というような集会を今年実施する予定であると聞いています。

主な対応は以上です。

【小山内】 熊本県さんにしても、福岡県さんにしても、防災活動のための情報も含めて、ルートがこれまで何系統かあったものを、極力それらをつなげて情報の共有化をしたり、あるいは合同で活動に取り組むというような方向で動いていこうということかと思います。その辺、現場のほうでも実際かなり混乱があったとヒアリングの結果では報告があったのですが、先ほど現象面での報告をしてもらいました国総研の水野主研のほうから、そういった大規模な災害が起こった中で、防災のための最も住民に近い立場での市役所の動きがどうであったのかというあたりをご報告いただきたいと思います。

【水野】 今回、水俣で発生した土石流災害、同時多発的な土砂災害なんですけれども、

この災害を受けて2つほど課題というか教訓があったのではないかと考えられます。1つは先ほど言いましたけれども、今回は宝川内、あるいは新屋敷で2つの大きな大土砂災害が発生し、また、別のところでは落石とか道がふさがるとか、そういった小さな崩壊等による土砂災害等も発生していると。同時期に多発した土砂災害に対して、市役所の情報の処理能力が追いつかなかったということが1つあるのではないかと考えています。

これは何かといいますと、先ほど砂防研究室の野呂主任研究官のほうからも報告がありましたけれども、まず住民、あるいは警察、消防関係のほうから総務班のほうに情報が行くわけなんですけれども、ここに大量の情報が集中し過ぎて、結果的に総務班の方々はその情報の処理に追われるばかりだったというようなことが考えられます。人間というのは1人で処理できる情報というのはやはり限られていると思いますので、今回のように2つの大きな大災害があつて、かつ、そのほかにも落石といったような小さな崩壊等が発生したときには、今回4名でしたけれども、そういった人数だけではちょっと情報処理能力が足りなかったというのが1つ課題だったと思います。この点につきましては、野呂主任研究官のほうからもありましたけれども、初動体制の確立の迅速化ということで、要員が増員されたということで、素早い体制の見直しが行われたということで非常によかったのではないかと思います。

もう一つなんですけれども、こういった災害が発生したときに、今回は4号配備体制ということで、全職員、出動できる方に限られていますけれども、登庁されていると。その方々の中で、今回どこでどのような災害があつて、今、体制としてどういうレベルにあるのか、各人が防災計画上、何をすべきなのかといったような情報の共有が必要ではないかと思います。例えば、先日行われました砂防地すべり防止講義集などで見てみますと、登庁したけれども、まず状況がわからないといったことや、何で呼ばれたかわからないといったようなことも報告されているようなので、そういう意味でいうと、まず市役所に登庁した人には、今、何が、どこで、どういうことが起こっているのかといったことが素早くわかるような情報の共有化ができるようなシステムを今後開発していく必要があるのではないかと、整理していく必要があるのではないかなということを思いました。

以上です。

【小山内】 こういった同時多発的な、あるいは土砂災害だけではなく、むしろ洪水による目の前の現象に手を取られてしまってなかなか適切な対応ができない。適切な対応ができないというか、物理的にそういうことが困難だったというのが実態なのではないかと思うんですけれども、これまでにそういった災害というのは当然数多くあつたけれども、多くの災害、あるいはそのときの行政、あるいは住民の方々の行動をご覧になってきている廣井先生からごらんになって、今回の災害というのは、そういったものと比較してみたら、どういう災害だったのかというようなことをコメントいただけますでしょうか。

【廣井】 それでは、前半ですので、先ほど問題提起がありました予測の問題とか、あるいは情報伝達の問題というのに焦点を当ててお話をしていきたいと思います。今回のケースは昭和57年の長崎水害とか、あるいは鹿児島水害、それから直近の針原川の水害と同様に大きな被害があつたわけですが、これは土砂災害が起こって被害が発生した

ケースですね。逆に土砂崩壊があったんだけども被害がなかったというようなケースも調べる必要があると思うんですが、そういうケースについては後でお話することになると思いますが、そういうのをトータルに見ますと、どうも行政の情報が、こと土砂災害に関しては今まで役に立ったことがあるのかというような気がします。基本的に防災情報は、例えば気象庁さん、あるいは砂防部さんでもいいんですけども、国の機関が危険を予測する。そして、それを自治体に伝える。自治体はその情報に反応して地域の住民に避難勧告や避難指示を出す。住民が避難をする。こういうのが理想的なパターンなわけですね。津波とか火山噴火の場合には、結構こういうケースはうまくいっているケースはあるわけなんです。なぜかといいますと、これはかなり広範囲に、例えば津波警報ですと量的予報になりましたので都道府県単位で出せるわけですが、広範囲に出す。広範囲の基準地域の人が等しく避難をするわけです。それから、火山噴火の場合には、緊急火山情報が出ると、三宅とか有珠では避難をいたしましたけれども、これもかなり広範囲に避難勧告、指示が出せる。それを住民が許容するわけです。

ところが、土砂災害の場合はどうかというと、例えば水俣市の場合、土砂災害危険地域は100以上あると聞いています。現在の段階では、どうもぎりぎり市町村単位の危険度の予測しかできない。今モデル地区で実験中の土砂災害警戒情報、これは市町村単位で出しますので、そういう市町村単位でしか出せない。そうすると危険地域は100以上あるようなところに、どこに災害が起こるか事前にわからない。予測できないわけですから、すべてに出さなければいけない。これから市町村合併ということがありますが、ますます単一市町村における危険地域は増えてくる。そうしますと、当然空振りが起こる。それから、先ほどの発表でもありましたが、大雨が降り始めたら、もう避難できないとなると、早期避難をさせなければならないということになります。これは実は自治体の長の決断では相当に難しいのではなかろうかと思います。ですから、現状では住民が危険をキャッチして避難をするというのが助かったケースの圧倒的多数なわけです。しかし、それでは将来的にはいけないだろうと。もっと予測の分解能をしっかりとさせながら、行政の情報を避難に生かすという方向に向けなければいけないだろうと長期的には思います。

先ほどの話のように雨量レーダーの話がありました。これは現況ですね。それから過去の雨量の情報をプラスして、市町村内の中でも特に危険な地域をある程度特定はできる状況にあります。ただ、しかし現状ではインターネットのどこを探せばいいかわからないというような話がありました。私が申し上げたいのは、こういうきめの細かい情報がある程度は出せるようになってきたという段階では、例えば自治体に対する情報をプル型情報とプッシュ型情報に分けて、絶対必要な情報、つまり、例えば今回の水俣で言えば、水俣市役所周辺では降ってなかったのに、集地区では大雨が降ってきたと、レーダー雨量計はその情報をつかんでいたということなので、こういう情報はプッシュ型で強制的に市町村に知らせる。もっと詳しい情報は市町村で欲しい情報はプルで引き出すような仕組みですね。つまり、プッシュとプルというのを使い分けて、この情報過多の状況の中で防災情報をうまく活用できないか。そんな方向を考えるのがいいのかなと思いますが、私の印象では、当面は津波警報とか火山情報のような形で行政情報を避難に生かすというよりは、むしろ住民の側の情報を積極的に活用する。

そうすると行政の役割は一体何だということになるわけですが、やっぱり啓発ですよ。

先ほども中村さんの話がありましたけれども、土砂災害の土石流危険渓流ということは知らされて看板1枚、それも素っ気ない形で知らされているわけですが、そうではなくて、土石流というのは大変怖いと。そういう怖い現象がお宅の住んでいる近くの渓流でも起こるんだよということを事前の啓発、これはやっぱり行政の非常に大事な仕事だろうと。その辺がもう少し行政に力を入れてほしいなというのが私の実感であります。

【小山内】 ありがとうございます。いろいろな角度から今回の災害を検証して、問題点、課題を抽出していただいたわけですが、特に今回の災害、水俣の災害ということについて言いますと、現象としては深層崩壊起因の土石流であったということ。また、それを引き起こした気象的な条件としては、局所的、ゲリラ的な豪雨であったというのが1つの問題点だったんだろうと思われます。その際にハードだけでは対応できない部分をソフトで補わなければいけないのですが、土砂災害予警報システムというのが実際にあるわけですが、水俣市にもそういった情報がFAXで入っていましたが、実際のところ、今回の降雨で見ますと、かなり時間的余裕がないというのが大きな問題だったと思われます。また、土石流の流速の報告からもわかりますように、発生してから逃げられるのかということになりますと、流速が10～15メートル/毎秒ということであると、実際のところ余裕の時間というのは1分ないしせいぜい2分という、そのくらいのオーダーですので、これはもうほとんど現実的ではないということです。そういう意味で今、廣井先生からお話もありましたように、いかに情報を誰でもが得ることができるか。それにはプッシュ型、とにかく押しつけてでもというような情報もありますでしょうし、あるいは、自らが引き出すようなタイプといった、そういう情報もあるのだと思いますが、そういったものをいかに与えられるようにしていくのかというのが今後の課題だろうと思われるわけです。

ここでの議論は、ソフト対策の部分で特に今後の改善を図るための手法を検討していきたいと思うのですが、その前にハード的な部分で本当に対応が難しかったのかという点を、もう少し別の角度からコメントをいただければと思うんですが。規模的に大きいということで、そういったものに対して対応が実際にどうなのかというあたりを土研の笹原さんから少しコメントいただけないでしょうか。

【笹原】 今回の崩壊及び土石流の規模が非常に大きかったということでコメントを求められております。まず、そちらのほうからお話ししますと、私やっぱり砂防事業者の側の研究者ですから、そういう立場でものを考えますが、土石流の規模が大きくても、極端に言うと大きな砂防施設をつくれば、止めることはできると思われれます。地形条件等でそういう大きな砂防堰堤等をつくれない場合も多々ございますので、そういう場合は技術的にハード、砂防堰堤等で土石流を止めることはできませんよというお話になるのですが、それよりもやっぱり費用対効果の面で、つまり、そんな大きな砂防堰堤をこんなところにつくったら、ちょっと費用対効果的にもたないんじゃないのというような議論の中で、その土石流の規模に対応する砂防設備等がつくれないというようなことも、砂防行政をやっている方の側の判断としてあるかと思うんですね。

そういう場合にどうするか、先ほど述べました。どうしてもやっぱり砂防堰堤をつくれ

ない場合も含めまして、そういう場合にどうするかということだと思うんですが、つまり、砂防設備で想定している規模より土石流の規模が大きかった場合、今回なんかそうだと思うんですが、どうするかということですが、大したことは言えないんですが、やっぱりそういう場合、当然ではございますが、そういう砂防設備と、先ほど来話題になっております避難というソフトとの組み合わせというものが必要になるだろうと、当たり前でございますが。

砂防設備、砂防堰堤等があるところというのは、できれば砂防堰堤の効果というものも考えた上でソフトといいますか、避難の時期等を考える必要があるんです。そういう場合にちょっとこれ概念的な話で具体的でなくて申しわけないんですが、どこまでを砂防堰堤等のハードで対処して、どこからソフトとの組み合わせということを考えるかという基準というものが全国均一の基準というのはいくらもつくれないと思いますが、そういう考え方の整理というものが行政のほうに必要なものではないかと考えます。

【廣井】 そのとおりだと思うんですけども、深層崩壊が起こる可能性がある、あるいは起こり得る危険渓流と、それから深層崩壊は起こらないであろうというような危険渓流とを地盤調査をすれば区別がつくんですか。もし区別がつくとすれば、深層崩壊の起こる可能性がある危険地域の危険渓流は、ハードな体制とソフトな体制を組み合わせるとか、あるいはハードな設備を優先的にやるとかいうことは可能ですか。先ほど話した、少なくともこの渓流の場合は予測できなかったと、だけでも調査をすれば予測をできるような現象なのか。つまり、危険渓流といっても、規模がAクラスの危険渓流なのか、Bクラスの危険渓流なのかというランク分けができるのかどうか、その辺をお伺いしたい。

【笹原】 実は廣井先生のご質問がなくても、その話をしようと思っておったんですが、特に今回、深層崩壊という非常に規模の大きな崩壊が土石流化したということで、その深層崩壊の予測ができるのかと。もう少し簡単に言うと、深層崩壊が起きる場所というものが特定し得るのかどうかという問題がございますね。例えば、先ほど予測の話があったのですが、気象と降雨の予測から土石流の発生を当てましょうという議論だったと思うんですが、極端に言うと。もう一つはやっぱり、あるエリアの中でもどの斜面が崩れるのという、その予測の問題もございます。特に今回、深層崩壊の場所がわかりますかという廣井先生の非常に私にとってきつい質問なんですけど、ここで詰まってしまうんですが、例えば地盤調査、かなりお金をかけてやることができれば、それで、かなり深いところまでの地質構造がわかれば、例えば、ここの部分はかなり深いところで深層崩壊が発生する可能性はありますよということと言えるかもしれません。

ただ、国土交通省の行っている土石流危険渓流等の調査の中では、そういう高度なお金のかかる調査までやっておりますので、実は私ども、そういう高度な調査までしたような経験を持ってございませんので、頭の中ではそういう難しい調査をすれば深層崩壊が起こる場所がわかるかもしれないとお話しできるんですが、実際の事例を持ってはおりませんので、かもしれないで終わってしまうところはございます。

【小山内】 少し補足させていただきますけれども、針原川での災害など、過去にも深

層崩壊起因の土石流というのは当然現象としてはあったわけです。予測するというのはピンポイントでは当然ほとんど難しいことではあるんですが、ある程度の判断はできないかということで、その後、幾つかの過去の同様の規模の崩壊事例等を整理して、地質的なもの、歴史的な地形形成の過程を判読すること、あるいは、もう一つ、現在、研究レベルではございますけれども、水文流出特性、今回崩れたような溪流の上流部のようなかなり小さい流域での水文流出特性等をはかることで、ダイレクトにデータが得られるということではないんですけれども、降雨に対してそれが地下にどの程度滞留して地下水として深いところへの影響を与えるかといったことが判断できるのではないかなという調査研究は現在行っているところでございます。ただ、明確なデータを十分とっているわけではございませんので、今後積極的にそういった流出特性等を計測することで実用化ができるのかどうかといった判断をしたいというようなことは考えております。

【久保田】　ちょっと私、意見があるんですけれども、結局、個別の斜面を追求すると非常に難しいと思うんですよね。なぜ私が今意見を言い出したかというと、九州にいる大学の先生だけじゃなくて、九州にいる人たちの立場からすると、太宰府のほうはもう今日は議論しないという案配になっているのですが、太宰府とこちらの四万十層群とか安山岩とかでつくられているこの斜面と地質が明らかに違うんですよ。でも、降雨のインパクトというのは、そんなに違うのかといたら似たようなものなのですよ。気象の専門家や水文の専門家からすれば取り方がちょっと違うとおっしゃるんだろうけれども、気象要因的に見ると同じような扇状のバック形成型といいますか、非常に積乱雲ができる、扇状にできて、ある地域に固まってたくさん雨が降るといふ。似たような気象で、しかも雨の降り方のパターンにもかかわらず、片方は浅層崩壊が起きると。海堀先生がよくご存じでしょうけれども、花崗岩の地域で深層崩壊が起ることあるけれども、まず地すべりも起こらないし、はっきり言って起こらないとは断言できないんですけども、そういう地域を九州だったら九州の中の人に聞いてみれば、四万十層群と花崗岩地帯では明らかに起こるものが違いますよね。そしたら、先ほど笹原さんが言われていたような区別ができると思うんですね。

そんなことは、もう何十年も前にやられているはずなのに、今、何でここでそれが議論されているのか私さっぱりわからないんですけれども。だから、ぶり返して、また元に戻して、またやって、またやって、またやってと警戒避難もそうですけれども、同じことを繰り返していても仕方がないと思うんですよ、私は。だから、例えば九州のことだったら九州に詳しい方がいっぱいおられるわけですから、そういう人たちに、地方整備局の方でもいいですから意見を聞いて、例えば鹿児島の下川先生だってものすごくご存じですし、こういうところは危ないですよってできるはずですよ。私は各個の斜面ではできないと思いますが、地域ごとにはできると思うんです。

【笹原】　ちょっと久保田先生のご意見に反論になりますが、ある程度、地域的にどういう地域であればこういう地質、地形特性だから、こういうような崩壊が起こる傾向があるでしょうということまではわかると思います。私もそれは同感です。ですから、例えばエリアとしてトータルでどれだけの崩壊の土砂量とか出るんですかという議論であれば、

久保田先生がおっしゃったような方法、非常に有効かと思っています。

ただ、特に私ども土木研究所及び国総研というのが国土交通省砂防部の事業をサポートしているという意味で言いますと、例えば砂防堰堤をどの溪流でつくるんですかとか、あと、警戒避難でいうと、先ほど廣井先生から難しいという話がございましたが、いつ崩れるんですかというところまで、私どもそこまで踏み込んで研究せざるを得ないというところがございます、そういう要請もあるので、まずは個々の斜面をはかりましょうというところまで1回議論してみないといけないねという方向になっているというのも事実でございます。そこはご理解いただきたいと思います。

【小山内】 少し私の説明が舌足らずだったかもしれないんですけども、水文特性というのは降雨のほうからアプローチするのではなくて、一度降ったものが溪流に出てくるまでの流出の遅れといったあたりに着目することで、その流域の特性というのがある程度判断できるんだろうという、そういうことでございますので、背景としては、今、笹原さんがご紹介したようなことかと思います。

すみませんが時間のほうも大分押しておりますので、先へ。

海堀先生から、ハード対策のもう一つの考え方として、崩れたものをとめるという待ち受け的な対策のほかに、砂防事業としては源頭部対策というようなことも考え得るんですが、現地のほうをごらんになって、その辺についてのご意見は何かございますでしょうか。

【海堀】 ちょっと難しい質問ですね。水俣、宝川内の源頭部、上のほうは滑落崖に近いところというのは10メートル超えている深さを持っています。例えば植生の問題かなと思うのですが、もし豊かな植生があったとして、源頭部のあの大きな規模の崩壊を防ぎ得たかという、おそらくやっぱり植生の根の効果をはるかに超えたような規模だったわけですから、それを引き起こした雨量の集中というか、そういう影響のほうを上回っていたということで、いわゆる山腹工事として表層のせいぜい2メートルくらいを固定させようというような対策であの規模のものを防ぎ得たとは思えないと言わざるを得ません。逆に、崩壊の脚部のところは岩盤が地表近くまで張り出してきていますので、おそらく表土が1メートルあったかどうか、まだ根が残っておりますね、そういうことも考えると、2メートルはなかった。植生が豊かであっても、この岩盤面を境にして崩れてしまうわけで、植生が何であれそれだけでは防ぎ得たとは思えません。

ただ、全然話が違うところですけども、昨年11月の末だったんですけども、大分の鶴見町というところで集中的に合計600ミリを超える雨が降った。1時間雨量が90ミリ近いのが2時間連続で降ったりして、非常に植生が豊かなところでしたが土石流が起きました。そういうところも調査しました。そのくらいの雨までは耐えられるなどということは実際にはなかったんですけども、大規模なものまでは至っていません。しかし、斜面全体が非常に緩んだ状態のところまではいきかけていましたから、おそらく雨が降ったときに崩壊などが起き始める量を引き上げるような、そういう効果を少しはやっぱり期待はできるのだろうなと思います。だから、それも地域による、岩質の違いにもよると思うのですが、そういうあるところを超えてしまうとまとめて大規模に起きる可能性があるわけですから、そういうことを考えると、やっぱり植生だけに頼るのは非常に問題

があると思います。ちょっと座長さんから言われたことと違っているかもしれませんが、土木的な工法と植生とを併用しながらやって、そして小さな規模の雨で起きるところのレベルを引き上げるという対策は必要だけれども、やはり大規模な雨のときには起きるかもしれないという気持ちでいろいろな対策を立てていく必要はあるなと私は思っております。大規模崩壊の位置は、やっぱりピンポイントで予測するのは現時点では無理じゃないかと思います。後で起きたところを調査すると、起きる素因というのを見つけることはできます。私さっき雨のときも言いましたけれども、重なっているとかいう言い方しました。長期の成分、短期の成分と重なっているという言い方をしましたが、それは起きたあとに見た場合の話であるって、あくまでもそうなるって必ず起きているかと言うと、起きてないところだっていっぱい出てくるわけで、なかなかそういう予測というのは、いつも空振りという問題がセットでできます。同じように言いますと、大規模崩壊の特性を持った地域であることは、確かに先月、砂防学会がありましたときにも、先ほど名前があがっておりました下川先生が発表されていました。この周辺では大規模な崩壊が過去にずっと起きている。同じ地層、同じ地形構造、そういうことを考えたら、地域単位では予測はできるかもしれませんが、けれども、雨がもたらされたときに、あの場所で起きると言うことが言えたかどうかという点で見た場合には非常に難しい。ただ、起きた後で見ると遷急線、上のほうが緩やかで、そしてその付近を境に急になるところ、崩壊の発生している場所というのは、ほとんどそういうところが多いですね。地形が発達していく過程で土砂移動というのは起きると言うことをまるで示しているかのように、そういう場所が崩れていきます。でも、そういう可能性のある場所はものすごくたくさんあるわけです。そのどこが起きるかというのはなかなか容易ではありません。笹原さんがお金をかけて次に起きるとわかって場所を調査したときに、本当にそういう構造かどうかを調べられるかという、例えばそういう言い方をされたのだったら、お金をかけて調査したらわかるかもしれない。でも、その危険性のある場所はあまりにも無数にあり過ぎて、どれだけ調査したら果たしてそれがピンポイントで言えるのだろうか、というふうに思ってしまうぐらいです。

【笹原】 すみません、今の海堀先生の問題提起、私に対して向けられておりましたのでちょっと補足しますが、そうですね、先ほど廣井先生のご質問に対して、お答えした話なんですが、要は、例えばこういう斜面でも力づくで物理探査なり、ある斜面について調査すれば、地盤構造、地質構造等がわかって、そういうところは深層崩壊が起こる可能性があるということがわかるかもしれないというお話をさせていただいたつもりでございます。

ただし、今、海堀先生がおっしゃったように、その斜面が本当に崩れるのか。より正確に言えば、例えば力づくで調査した斜面がどれだけの雨が降ったら崩れるかというところまでわかろうとするのは、これはかなり困難だろうと考えております。ですから、例えば実際に行政で対応する、つまり研究としてであれば、今、私がお話ししたような力づくのことができると思うんですが、行政で対応するとなると久保田先生なり、あと海堀先生がおっしゃったような、その地域での深層崩壊の発生の危険度というところまでではないかなというのは私も同感でございます。

【小山内】 現実的な取り組みがどういうことかということなんだと思いますが、行政としては以前からソフトとハードのバランスをとろうということは当然言われてきておるわけですが、特に最近、その辺の取り組みの状況がどうなのかということを判田専門官から簡潔にご紹介いただけますでしょうか。

【判田】 九州の状況を申し上げますと、施設の整備状況につきましては、決して全国平均より高いレベルにはないというのが正直なところです。予算の配分状況等についても、各県の担当者の方にいろいろ頑張ってもらっているのですが、やはり財政状況はどこも厳しい中、どんどん対策を行っていきけるような状況にないというのが今の九州の現状です。

そんな中、土砂災害防止法が制定され、ソフト対策が重要であるという認識のもと、さまざまな取り組みがされています。土砂新法の区域の指定については、基礎調査を今頑張ってもらっているところですが、まだちょっとこれからかなという状況です。九州全域では指定が必要な箇所が約10万箇所あります。各県担当者の方にはがんばってもらっていますが、すぐに指定ができるというところまでは至っていない状況です。

そこで昨年度からと思いますが、最初のあいさつでもありましたが、土砂災害対策3つの緊急プロジェクトを全国で実施しており、九州でも当然行っておりますが、これらの危険箇所周知、情報伝達、警戒避難プロジェクトの3つについて現在鋭意取り組んでいるという状況です。

以上です。

【小山内】 ありがとうございます。それで、実際にどのような情報を提供できるのかというのが今後の課題なわけですが、気象情報であるとか、あるいは、これまでの積算雨量といったようなデータをダイレクトに住民の方に提供できれば、かなり前進かなという気もするんですが。久保田先生、先ほどある程度の危険度の予測はできるのではないかとご紹介いただいた手法なんですけど、一般の人が使うにはかなり難しいのではないかと私は聞いていたのですが、訓練された行政の人なら何とか大丈夫かなという気もするんですが、その辺、ダイレクトに住民の方に情報を与えるという点についてはどうお考えなんでしょうか。

【久保田】 住民の方々、お1人お1人が、子供さんもおられるでしょうし、お年寄りまで含めてできるかという、それは無理だと思いますね。それは当然の話でございます。だから、そうじゃなくて、例えばお話が出ている中で防災リーダーとか、いつか砂防学会でしたか、そういうお話も出ていましたけれども、そういう人たちを養成する、もしくは、養成しないまでも、各住民の集落と言ったらいいんですか、ある地域地域にそういうのがお得意な方が何人かはおられるはずなんです。私が知っている現場でも、例えば消防団の中にもそういう方がおられるし、それから、町役場の方にもそういう方がおられるから、そういう方が住民の方に教えて歩くというようなことが必要だという前提でお話しさせていただきますけれども、それさえしていただければ、私がP6と書いてある、パネラーの6ページの意味なんだろうけれども、そのお手元の資料にお示しした方法とか、あとは英文になっていて申しわけないんですが、その6と7を見ていただければ。詳しいことは

書いておりません。中身はソフトウェアですのでニューラルネットワークを使っている場合もあるし、重判別解析を使っている場合もあるので、中は住民の人とか防災リーダーに当たる人が知らなくてもいいわけでございまして、それをアプレットにして、今お見せしようと思ったらお見せできるんですけれども、だけでも時間の関係でそれ自体は省きますが、インターネットからアクセスしていただいて、無料で配信されている高層気象データを拾っていただいて、そこにインプットするというだけで半日前、1日前で、例えば、先ほど言ったような大きな災害が起きる可能性があるかどうか。

私がここで言っている手法は、中にどれだけ大きな雨が降るとか降らないとか、そんなことは予測はしてないんですよ。基本的に私が予測しているのは気象予報ではありませんので、つまり、短時間降雨予報でも何でもありません。結局、土砂災害が発生するかしないかを気象条件から予測しようと、その理屈はあるんです。理屈はあって、興味がある方は私の過去の論文を読んでいただければわかるのですが、自己組織化とかいろいろ理屈づけはしてありますけれども、そういったことで、いきなり雨を挟まないで飛ぶ理屈はあるのですが、それで現実やってみたら、割と当たるということはわかっておりまして、特に中国地方ではそこそこの成績がありましたものですから、その延長で多分、水蒸気は西から供給されますので、いけるだろうということで北部九州にも適用したら、かなりいい精度で当たるということがその2ページに書いてあるわけです。だから、問題は別に気象予報士でなくても、あるいは気象の専門家でなくても、ちょっとそれに興味のある方だったら、ただで手に入る情報でいくらでもできる。

ただし、さっきちょっとお話が出ていましたけれども、インターネットというのは、いつもパソコンをオンにしてあるわけでもないし、電源を入れてあるわけでもないし、それから、豪雨時にアクセスが集中して見られないということもあり得ますから、私が言っているのは半日、1日前の話ですから、それは誰でもデータをただで見れて、ただでできると。残念ながら、私、これ、大学の特許との関係がありまして、今公開はしていませんけれども、私のホームページに途中経過で違う手法は公開してありました。今、大学を途中で変えましたので削除してありますけれども、それに意見をいただいたのには、わからないという意見はありました、確かに。でも、ちょっと興味のある方は使えますよと言ってくれた人もいます。だから、それは先ほど啓発とおっしゃっていましたが、その問題とかかわっていて、個別のところは予測できて、ハードとソフトで全部完璧に対応されるまでには将来、随分時間がかかると思いますので、今、笹原さんのお話ではありませんが、技術開発に時間がかかる。いつになるかわからないという現状では、それだけでも住民の方にこのホームページを使えば半日後ぐらいにあなたのところはこういうわけこういう積乱雲がやってくる道筋に当たるようなところだから気をつけてくださいよという、それぐらいのことは言えるのではないかな。それについては、だから、難しいとおっしゃるけれども、いわゆる、そういう説明会をすればわかるような範囲のことであるということです。

【小山内】 ありがとうございます。海堀先生は被災地で住民の方の意見などをよく耳にされることがあるかと思いますけれども、そういった情報を本当に浸透させるためには何が重要かということを一言でコメントいただけますでしょうか。

【海堀】　しょうもないことを言うてすみません。家族のつながりとか、地域のつながり、年上の者から年下の者へ、経験ある者から経験のない者へ、この関係が昔のように復活するかどうか。決して行政と住民の関係だけでいけるとはいけません。親子の関係であったり、そういう関係がうまくいっているところは、おそらく災害なんかで死んでたまるかとか、生きたいとか、そういう気持ちがベースにあって、例えば異常なときに、災害に巻き込まれたくないから防災情報に目を向けようとか、そういうのにつながると思うんですね。だから、そういう意味ではこれは決して防災という分野に特化した問題ではなくて、後々ずっと生き続けたいとか、あるいは、そういう社会づくりがベースにあること。

先ほど廣井先生が、啓発で危険、恐ろしい土石流がこの川で起きるんだよということを伝えなあかんで言われた。そのとおりですけれども、土石流が起きる川というのは平静は景観に富んで美しいところが結構たくさんあります。飯ごう炊さんとかしたいような川がたくさんあるわけで、むしろ、そういうことを通じて土石流が起きて運ばれた石なんかを利用してとか。そういうことがもし伝えることができれば、自然の恵みを享受しながら、いざというときには前兆となるような危険な兆候をつかんで生き延びるチャンスを得るという、そういう一番防災の基本になる部分が実践できるのではないかなと思います。そういう時に初めていろいろな形で行政から出てくるような防災情報とか役に立つんじゃないかと思うんですね。私はまずそのベースがつかれるかどうかだと思っております。

【小山内】　ありがとうございます。行政からの情報をいかに住民の方に繋ぐか。また、住民の方が受け入れることができるには何が必要かということが究極的には問題なのかと思いますけれども、行政と住民を繋ぐという意味で非常に大きな役割を担っているのがマスコミではないかと思っています。実際、災害のときにもマスコミの機動力と取材力というのは大変すごいものだといつも思い知らされるんですけども、実は今日、NHKの気象災害センターの松本さんに会場に来ていただいておりますが、そういう力を持ったマスコミという立場から、どんな取り組みという失礼ですけども、力が与えられるのかなというのをもしコメントいただけたらと思うんですが。

それと、もう一つ、実は松本さんをお願いしてあったんですけども、土砂災害の前兆音というのを合成するという取り組みをされているということで、これは非常に画期的なことだと思うんですが、その災害についての情報を伝承するという話がありましたけれども、実際のところ、そういうものを本当に聞いた人というのはごく限られた人で、しかも、それを多くの人に伝えるというのはこれまでは無理だったんですが、その部分を打破することができるようなものをつくられたということで、その辺もご紹介いただければと思うんですが、よろしくお願いします。

【松本】　NHKの気象災害センターの松本といいます。お世話になります。

今、室長からご案内いただきましたように、気象庁はじめ、防災官庁が発表する防災情報をいかに早く住民の方に伝達するかという、そういう役割を担っていると。情報をただ右から左に流すのではなくて、やはり非常に多くの情報が提供される中で、我々がそれある程度判断して、そして必要なもの、重要なものをきちっと伝えるという、かなりこう

いう情報が多くなっている時代だけに、そういう踏み込んだ取り組み、姿勢というのが求められているというのを昨今感じます。

去年の水俣の土石流災害についても、これまでいろいろご指摘あったような情報伝達、あるいは情報発信側、気象庁はじめ、いろいろ問題点があったわけですが、私もその各防災官庁、気象庁、それから地元の市町村の取り組みでどういう情報が発表されて、それをNHKがどう伝えたかということを、今の立場はそういうのを検証する立場にありますので、つぶさに検証しました。去年の水俣の災害というのは、土砂災害は事前にその兆候なり、その発生を予測して警戒避難をしてもらうというのが非常に難しい災害であると思うんですが、その中でもまさに典型的な極めて難しいケースだったと。すなわち、あらゆる今の官庁や防災機関がベストの対応をしていますが、事前に住民の方たちを避難させることができたのかどうかという大きな疑問符が並んでいます。ただ、それだけに検証を反省する点は非常に多々あると思っています。

そのうち、NHKの取り組みを見ていく中で、これはちょっと自画自賛みたいな話になりますが、地元の熊本放送局は検証してみるとなかなかよくやっています。突然水俣については注意報を経ずに気象警報が出ると、県の北部には注意報が出ていたんですけども、水俣については全くノーマークで1時55分に突然に出ると。さかのぼると、夕方の段階で一連の福岡で始まった大雨はもう終わりだと皆さん考えて、気象台もそう認識していたと。ですから、あの晩、地元の方たちはもう大丈夫だと思って寝ていたら、突然午前1時頃にすごい雨で起こされるという、そういう状況だったわけですね。そこでそういう状況が変化して警報が出て、それを伝えて、以前は皆さん、NHKの放送は、夜遅くなると日の丸と君が代が流れて放送が終わっていたんですが、最近はそれをずっと終夜で続けるようにしています。それはなぜかという、こういう緊急事態にすぐ放送を立ち上げて、そういう防災情報とか緊急のニュースをお伝えすることができるようにということで始めている取り組みなんですね。さらに今後それを強化して、近く24時間ニュースを出し続ける専門チャンネルを設けようという方向も検討されているんです。去年の水俣のようなケースでは、警報が出た段階で熊本、福岡の記者や担当者が上がって、それで随時雨量の情報とかレーダーの情報、それから、いろいろな防災関連の情報を得られる範囲で流し続けたという状況です。

それで、そのときに1つ教訓というか指摘されたところで、やはりその段階、そういう非常に雨が強まって災害の危険性が高まってきた、去年の場合は極めてそれが短時間であったわけなんですけれども、どういう防災情報を提供していけるかということを検討した中で、そこで事前によくある防災メモみたいなものをもっと具体的にわかりやすく、そして、その状況に応じたものを事前に用意して伝えることができないかということで、今回、我々で6本ぐらいのいろいろな前兆現象とか、あるいはたくさんの情報がありますよね、記録的短時間雨量とか、土壌雨量指数とか。それから洪水警報だって指定河川の洪水警報もあれば気象庁の洪水警報もあって非常にたくさんわかりにくい中で、今この状況で何を注意したらいいんですか、どれを気をつけてくださいという、そういうインフォメーションになる、判断材料になるような事前のパッケージをつくったわけなんです。

その中の1本で土砂災害、今まさに水俣のような雨が降ってきたときに何に注意したらいいのかと。前兆というのは現れるケースと現れないケースがありますけれども、もしそ

ういものが現れたときには、取るものをとりあえずすぐ避難をして下さいというような、少しそういう示唆にならないかという思いで、前兆現象を幾つか紹介する中で、いわゆる前兆音というものを再現する試みをしました。その手続は若干乱暴かなというところはあるんですけども、また、取り組む以前は被災者、証言者の記憶をもとに再現することで、信頼性という点ではどうかという疑念も自身あったんですけども、結論として、そういう音を聞かれた方というのは非常に鮮明に記憶していらっしゃる。そして、以下のような手続で再現を進めたんですけども、ピンポイントでここだという判断をするポイントがあったわけなんです。

どういう災害についてやったかという、去年の水俣も考えたんですけども、水俣は我々もヒアリングをして、狭義の意味での前兆音、前兆現象というのはなかなかなかったのかなと。いわゆる前兆音を聞いたとおっしゃる方もいるんですけども。それでちょっと起きました。非常に古いのですが、昭和57年に奈良県の西吉野村というところで地すべり災害がありまして、これはかなり大規模な地すべりなんですけれども、ただ、事前にこれは前兆現象の見本市のような災害で、いろいろあって避難がうまく行われて1人の犠牲者も出さなかった。この災害では地すべりの発生する8時間も前に、かなり明瞭な形で前兆音というのが聞かれていて、当時聞かれた方は消防団の方が4、5人聞かれているんですが、今お元気でいらっしゃるのはお2人。その2人の記憶をもとに再現した。

手続としては、事前にNHKのそういう音響の専門家、音響デザイナーがおるんですけども、何千種類、何万種類という音響ライブラリーを持っていて、過去のいろいろな専門家の方とか、小山内さんとか皆さんの調査報告書の中で、前兆音に関する調査があるんですけども、そういうものをずっと洗い出して、その中で典型的な32種類の音をつくってもらって、それを被災者の方に聞いてもらって絞り込む。その上でスタジオに来てもらって、その音響デザインと音響ミックスのプロフェッショナルが直接ヒアリングをしながら再現する。その際には小山内室長にも同席いただいてご助言をいただいたり、あるいはご指導をいただいた。

1つ目が、その西吉野村の地すべりで、2つ目に出水の土石流ですね。これは土石流ですけども、かなりこれも明快な形で前兆と言っていいものが聞かれていて、災害の発生する1時間前で、雨も上がって非常に静かな状態で、川の上流に近い人たちがおそらく土石流の発生する前に起きた斜面崩壊の音を聞かれたのではないかなと思うんですけども。その30秒程度の音だったというものを再現しました。

もう一つは、平成11年の広島の高雨災害のときに、佐伯区上小深川というところで、ここでは4回ぐらいにわたって土石流が発生しているんですが、土石流の1回目の発生する30分ぐらい前からそういう音が聞かれた。これはおそらく広義のもですね。あまり狭義の前兆音ではないと思うんですが、でも、降雨現象が非常に激しくなって土砂崩壊が起こるような状況になれば、河川ではこういう音がするという、そういう事例になると思うんです。

聞いていただきます。まず1つ目は、広島の土石流の際に30分ぐらい前から聞かれたという音です。これは表で聞かれている方で、おそらく室長のご意見でもそうなんですけれども、大きな石が川を流れているという、それが主なものではないかと思われます。こういう似たような現象は、去年の水俣でも聞かれています。ちなみに、水俣ではこれを聞

いた方は消防に110番までして、こんな状況で大変なことになっているということを事前に連絡をしています。しかし、残念ながら、その情報は避難にまでは生かされませんでした。

2つ目をお願いします。これも同じ広島なんですけれども、これは室内で聞いたという方の証言をもとに再現したものです。この方は非常に雷の音に似ているとこだわっていて、ですから、ベースが雷なので、ちょっと遠雷のような印象がありますが、過去の調査報告書ではいわゆる遠雷のような音がしたという証言も多いので、これも1つの参考になるケースかなと考えています。以上が広島で、およそ発災30分ぐらい前からこういう音がしていたという例です。

3番目をお願いしますか。これは奈良県西吉野村の地すべり。これが西吉野村ですね。これが何と発災の8時間ぐらい前に、その覚えている方たちの記憶では、2、3分間、山全体が鳴るような音だったと。

これは22年も前のものなんですけれども、32種類のサンプルをつくって、私、CDをかついで吉野まで行ったんですけれども、聞いていただく中で2人の方が同時に声を上げて「これだ」というようにおっしゃるポイントがあったんですね。しかも、今の音の初めの部分だということがあるところがあって、なるほど、そういう被災の記憶というか、こういう異常音というのは、それだけをもし初めて聞く方でも異様な印象を受ける、そういうインパクトのあるものなのだろうなということを感じました。ちなみに、この音を聞いたときも、もう大雨は上がっていて、川は増水して、川の音は激しかったものの、比較的周囲の音がよく聞こえる状況だったということです。

これと通ずるところがあります。最後が鹿児島県出水の平成9年のものです。これが土石流の発生する1時間前、午後11時45分ごろなんですけれども、これも雨が上がって静かな状態で、皆さん、一旦警戒をしていた方も家に戻って行って、中で数家族が聞いているという。この音を聞いて、皆さんもう一度川に戻って、それで川の様子を見て大丈夫かと言ったんですけれども、川の水が引いているから大丈夫だろうと。それで家に戻って、その後災害が起きたという状況です。

ちなみに、興味深かったのは、今の音をやはり地元の方にまず初めにサンプルを聞いてもらったときに、やはり吉野の方と同じことをおっしゃり、初めの音というのは吉野の方たちが指摘した音と同じで、その最初のところという全く同じことを指摘された。それに基づいてつくったのですが、室長によると、今の30秒ほどの音の最初の部分というのは、地すべりが起きて発生した音であろうと。後半はゴロゴロ、ガラガラという音があるんですが、後半はやっぱり斜面が崩壊したり、あるいは、落ちた大きな石や岩などが転がるような音がしていると。室長によると、崩落現場のフィールド調査に基づいた崩壊のプロセスと一致するというご助言をいただいております。

こういうものをどういうふうに使うかということ、そういう雨が降ってきたときに、一連の防災のビデオと同時に、一緒に繰り返しお伝えすると。当然、その取材の結果、いろいろ状況が変わってきますから、そういう状況を補足しながら、深夜であっても各局でこういう情報を伝えて、早めの避難などに少しでも役立てば。そのときテレビが見られるかどうか、ラジオが聞こえるかどうかという問題もありますけれども、そういう形で何か役立つことができないかと考えている次第です。

長くなりましたが、以上です。

【小山内】 貴重なコメントと、それから画期的な取り組み、大変ありがとうございました。

時間も随分押してしまったのですが、さまざまな意見、これからの取り組みについての方角性というのがある程度示されたのかと思いますけれども、廣井先生、最後に土砂災害から命を守るためにどうしなければいけないのかといったことを、よろしくお願いします。

【廣井】 今日の議論ですけれども、雨量はこの地域は危険であるというような情報にはなと思うんですが、個々の溪流が危険であるとは言えない。先ほど中村さんの発表にもありましたが、私たちは正常化の偏見、ノーマルシーバイアスを持っていますので、自分のすぐ近くの溪流が土石流を引き起こすとは考えないということで、雨量情報はある意味で、もう少し時代が変われば、時代が進めば別ですが、現状では大枠の危険度しか示し得ないと思います。そうすると、今の松本さん話のような個々の溪流については前兆現象というのが大変重要になると思います。

実は、1997年のときに、私どもも大変その前兆現象に興味を持ちました。八幡平の土砂災害がありました。このときには地域の土建会社の社長さんですが、前兆現象に気がつきまして鹿角市役所に連絡をして、市から避難勧告を出して、温泉の泊まり客等が助かったというケースがありました。その2カ月後に針原川の災害が起こりました。今の話のように、やっぱりゴロゴロという音が聞こえた。それから河川の水の量が減った、河川の水が濁ったというような異常な現象がありました。しかし、これは生かせなくてたくさんの方が犠牲になってしまったということで、個々の溪流に関しては前兆現象が非常に役に立つのではないかと、文科系の立場からはそう思いました。

実は、この鹿児島県の針原川水害のときに、鹿児島県が針原川災害の調査委員会というのをつくりました。私もちょっと遠いということもあって最後の委員会に出席をしたのですが、そのときには前兆現象らしきものについては一言も触れておりませんでした。やっぱり私は防災という観点からすると、研究者の先生方からすれば確からしさに欠ける、ひょっとしたら地震の予知の時の地震雲のような話かもしれない、けどもそういう現象が起こって助かったケースもあるわけです。ですから、やっぱりそういう情報は生かしたほうがいいだろうということで、前兆現象とは言わずに前兆らしき現象ということで書き込んでもらいました。

実は、一番先に申し上げましたけれども、土砂災害に対して命が助かったというケースで、行政の情報が生きたケースはあんまりないと。逆に住民がそういう個々の溪流の異常現象をキャッチして、地域のリーダーが逃げようということでリーダーシップをとって避難をさせる、あるいは消防団がこれは大変だということで消防団員が避難をされるということで助かったケースは幾つかあります。もっとあるんじゃないかということで、今、各方面をお願いして集めている最中です。つまり、現状ではこういう科学性という点では問題があるかもしれない。しかし、経験則として前兆らしき現象の後に土石流災害や地すべりが発生したという事実があるとしたら、やっぱりこれは理屈を超えて生かさなければいけないということで、防災という観点から大変それが重要であると思います。

ただ、問題は、これはこの間の議論をしたときにもいろいろと話をしたんですけれども、笹原さんに伺ったところでは、前兆らしき現象が全く起こらないで土砂災害が発生したケースのほうが圧倒的に多いだろうということなので、前兆ばかりに頼るわけにはいかないということで、雨量等の分解能の高度化というのはこれからも続けていかなければいけないわけですが、しかし、前兆的なものへの依存というか、活用というのは大事なことだと思っています。

もう一ついいでしょうか。もう一つ、とっても大事なことなんです、今回の中森さんの発表の中にもありましたけれども、せっかく避難したのに避難した場所で怪我をしたとか、そういうケースがあるわけです。典型的なのは鹿児島水害のときの金峰町でした。雷のような音の猛烈な豪雨に遭って、住民の方々が安全と思われる民家に集中的に避難をしたら、そこが被害を受けて多数の人間が亡くなってしまった。86水害のときの花倉病院もそうかもしれません。つまり、安全な避難場所というのをいかにして確保するかということは大変問題です。これは、しかし、住民ではわからないのではないだろうかと思います。やっぱりプロがプロの目を見て、深層崩壊だとちょっと問題なのですが、通常の土石流ならばここなら大丈夫だというような、つまり安全な避難所の指定というのも、これも専門家がやっていただきたい。もう一つは前兆現象の広報とか、あるいは、地域リーダーの育成というのも大変重要だと。最先端科学の成果を生かすのも大事ですが、ローテクというような部分の情報を活用するということも大事だと思っています。

【小山内】 ありがとうございます。もう廣井先生にすべてまとめていただきましたので、私のほうであえて最後にまとめる必要はなくなったのかと思いますけれども、結局、こういったソフト対策を含めた命を守るための活動というのは、行政にしろ、住民にしろ、危険であるということの認識からすべて始まるということだと思いました。国土交通省のほうでも、そういったことで緊急プロジェクトということも行っておるようなんですけれども、それらをより効果的、効率的に進められるような技術的な開発といったことも今後我々も頑張っていきたいと思っています。

以上、本日座長の不手際で予定した時間を大幅にオーバーしてしまい、大変申しわけございませんでしたけれども、これで総合討論のほうを終了させていただきたいと思います。本日のパネラーの皆様方、それから議論に参加していただいた会場の方に拍手をもって終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

それでは、本日予定しております平成15年7月九州豪雨災害に関する調査報告会、これにて終了させていただきます。どうも大変お疲れさまでした。

【会場の状況】



【開会】



廣井教授（東京大学）



杉浦センター長（国土技術政策総合研究所）



笹原上席研究員（土木研究所）

【調査報告】



判田専門官（九州地方整備局）



山越研究員（土木研究所）



水野主任研究員（国土技術政策総合研究所）



田中主任研究員（土木研究所）



天野氏（アジア航測）



安養寺氏（砂防・地すべり技術センター）



田村氏（内閣府）



深見氏（土木研究所）

西本氏（土木研究所）



野呂主任研究官（国土技術政策総合研究所）



中村教授（東洋大学）



中森助教授（日本大学）



橋爪氏（NHK）



巖倉氏（北海道開発局）



長沢氏（気象庁）



中村氏（災害情報学会）



田村氏（内閣府）

【総合討論（パネルディスカッション）】



小山内室長（国土技術政策総合研究所）



久保田助教授（九州大学）



海堀助教授（広島大学）





松本氏（NHK）





熊本県水俣市宝川内集地区

平成15年7月19・20日

梅雨前線豪雨により九州各地で発生した土砂災害

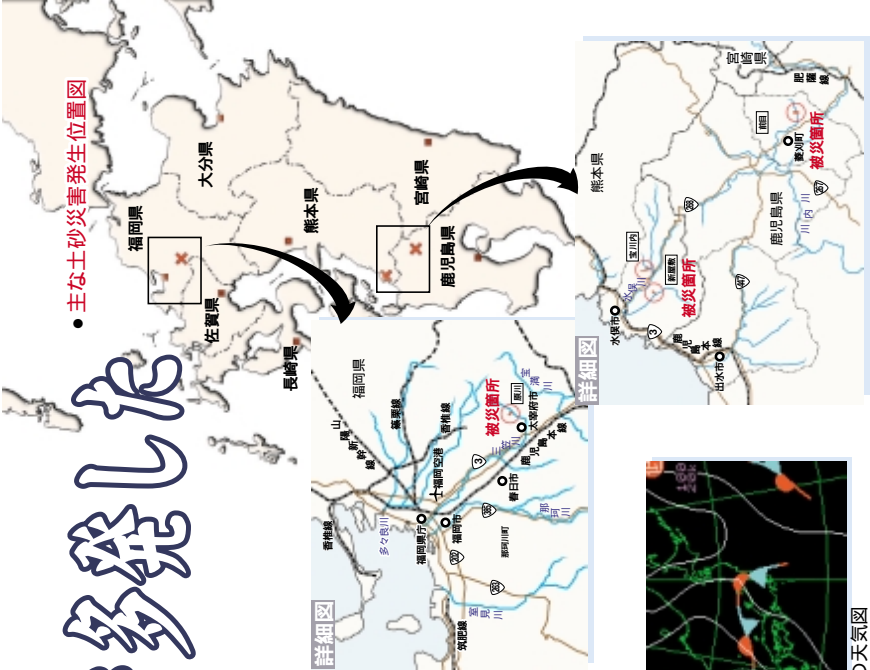
速報



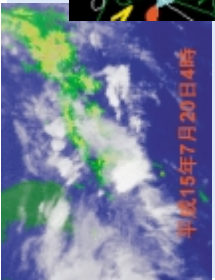
国土交通省 河川局 砂防部

九州各地で多発した土砂災害

●主な土砂災害発生位置図



梅雨前線の活動は7月に入り活発となり九州北部に停滞した。その活動は、九州各地に大雨をもたらし、19日に太宰府市(福岡)で、20日に水俣市(熊本)と菱刈町(鹿児島)で土砂災害が発生した。この災害で222名が亡くなり、80戸の家屋が全半壊・一部損壊するなどの被害を受けた。



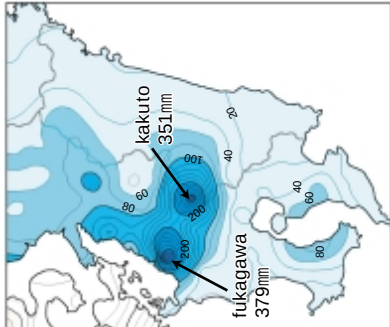
平成15年7月20日4時

災害発生時の気象衛星画像

停滞していた梅雨前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、梅雨前線の活動が活発になった。

災害発生時の天気図

資料:日本気象協会 (JWA)



●24時間降水量分布(7月9日16時~20日15時)

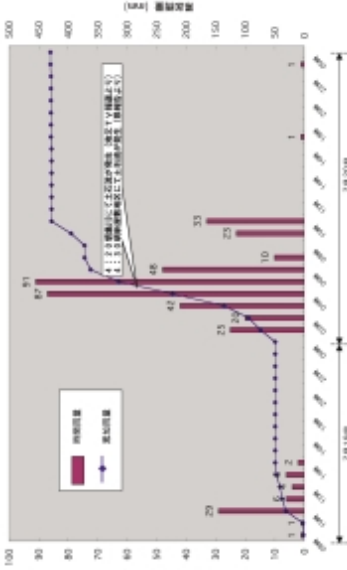
19日の夜半から520日の明け方にかけて、局所的に非常に激しい雨が降った。

資料: <http://www.disaster-net/disafter/20030720/> に掲載された情報に着色

熊本県水俣市宝川内集地区

ほつがわちあつまり

発生日時▶平成15年7月20日4時20分頃
観測所▶水俣市深川観測所
連続雨量▶314mm(7/19 8:00 ~ 7/20 5:00)
最大時間雨量▶91mm/h(7/20 4:00 ~ 5:00)
被害状況▶人的被害/死者15名、負傷者6名
家屋被害/全壊14戸、半壊1戸
連続雨量=災害発生時までの累加雨量



●災害発生時の時間雨量と累加雨量(熊本県水俣市深川観測所)

福岡県太宰府市原川地区

はらかわ

発生日時▶平成15年7月19日5時40分頃
観測所▶太宰府市三条町(双葉老人ホーム)
連続雨量▶299mm(7/18 8:00 ~ 7/19 6:00)
最大時間雨量▶82mm/h(7/19 4:00 ~ 5:00)
被害状況▶人的被害/死者1名
家屋被害/全壊6戸、半壊14戸、一部損壊20戸
連続雨量=災害発生時までの累加雨量



熊本県水俣市深川新屋敷地区

ふかがわちんやしき

発生日時▶平成15年7月20日4時30分頃
観測所▶水俣市深川観測所
連続雨量▶314mm(7/19 8:00 ~ 7/20 5:00)
最大時間雨量▶91mm/h(7/20 4:00 ~ 5:00)
被害状況▶人的被害/死者4名、負傷者1名
家屋被害/全壊1戸
連続雨量=災害発生時までの累加雨量



鹿児島県伊佐郡菱刈町前目地区

まえめ

発生日時▶平成15年7月20日8時頃
観測所▶菱刈町観測所
連続雨量▶402mm(7/17 23:00 ~ 7/20 8:00)
最大時間雨量▶80mm/h(7/20 7:00 ~ 8:00)
被害状況▶人的被害/死者2名
家屋被害/全壊1戸
連続雨量=災害発生時までの累加雨量



土砂移動の痕跡（熊本県水俣市宝川内集地区）

ほろがわあつまり



● 集川と宝川内川の合流部に堆積した土砂



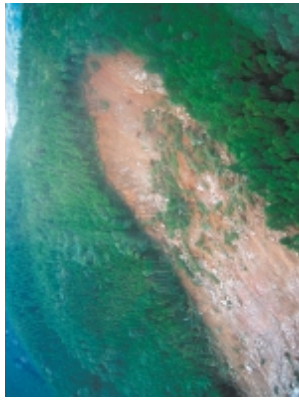
● 土石流は段丘面上にのりあがり流下した



● 谷底一面に分布する土石流堆積物



● 土石流の流下跡



● 源頭部の崩壊



● 土石流に巻き込まれた農耕車



● 土石流危険渓流の標識



● 土石流とともに流下した大量の流木



● 舌状に堆積した土石流堆積物



● 土石流により運搬された巨石

ほうがわちあつまり
熊本県水俣市宝川内集地区（被災前後の比較写真）



土砂災害等の被害状況(7月28日現在)

発生災害	都道府県名	発生件数	人的被害		家屋損壊数		
			死者	負傷者	全壊	半壊	一部損壊
土石流	福岡県	5	1		6	14	22
	熊本県	3	19	7	15	1	5
	鹿児島県	2					
がけ崩れ	福岡県	39		1	1	7	13
	佐賀県	1					
	長崎県	5			2		1
	熊本県	1					1
	鹿児島県	1	2		1		
計		57	22	8	25	22	42

土砂災害への対応



衛星通信車や照明車を投入しての搜索活動



懸命の搜索が続く



政府調査団鴻池防災担当大臣の現地調査

経緯

月 日	土砂災害への対応	関連省庁等
7月20日～	内閣府情報対策室設置	政府
	梅雨前線豪雨災害対策関係省庁連絡会議を開催	政府
	衛星通信車を現地へ派遣	国土交通省
	現地画像を官邸及び関係機関へ配信	国土交通省
	行方不明者搜索支援等のため照明車等を現地へ派遣	国土交通省
	災害対策用ヘリコプター「はるかぜ号」による現地調査を実施	国土交通省
	砂防関係職員(砂防部1名、国総研2名)が現地調査を実施	国土交通省
	熊本県知事が陸上自衛隊第8師団に派遣を要請	熊本県
	熊本県知事が被災現場を視察	熊本県
7月21日～	河川局防災課総括災害査定官他1名が現地を緊急調査	国土交通省
7月22日～	政府調査団(団長鴻池防災担当大臣他33名)が現地調査を実施	政府・国土交通省他
7月24日～	砂防関係職員(国総研4名、独法土研3名)が現地調査を実施	政府・国土交通省他

7月に発生した主な土砂災害



平成16年5月21日
国土交通省
河川局砂防部保全課

「平成15年7月九州豪雨災害に関する調査報告会」 開催について

昨年7月の九州地方における梅雨前線豪雨では、死者22名を数える災害が発生しました。この土砂災害について、国土技術政策総合研究所、東京大学、九州地方整備局、土木研究所が共同で災害の実態把握および調査を実施して参りました。

この度、その調査結果や今後の土砂災害に反映させる点についてとりまとめ、別紙のとおり、報告会を開催することと致しましたので、お知らせします。

なお、土砂災害について官・学で連携し、それぞれの得意分野を生かした共同の調査団を構成し、成果を取りまとめたのは今回が初めてです。

本年度の本格的な梅雨期の前に、災害を今後の教訓とするためにも多くの方々の御参加を期待するものです。

日時：6月4日(金)13:30～17:00
場所：弘済会館 住所：東京都千代田区霞ヶ関5-1
電話：03-5276-0333

人数：150名（無料）
報道機関の傍聴、カメラ撮りは可能です

問い合わせ先

・河川局 砂防部 保全課 企画専門官 加藤
代表 03-5253-8111 (内36222)
直通 03-5253-8470

別紙：報告会の概要

1. 調査結果としてとりまとめた下記の事項等について報告します。

- ・熊本県水俣市宝川内地区において、土石流が泥流と石礫という構成物が異なる少なくとも2波程度の段波の発生があり、泥流が石礫に先行していたと推定される。
- ・福岡県太宰府市原川における土砂災害では、流木流出が多く、流木により甚大な被害が発生した。
- ・被災地周辺の降雨状況について、その刻々の変化を国土交通省レーダー雨量計データがよく示していた。今後、レーダー雨量計の面的把握と地上雨量計データの組み合わせにより、より詳細・正確な雨量データ把握と警戒避難への活用が望まれる。
- ・熊本県水俣市での集中豪雨は、強い雨が短時間に極めて狭い範囲に降ったことや、市役所（防災の拠点）と災害発生現場では降雨状況が大きく異なったことから、今後の降雨等防災情報の収集と警戒避難情報の提供方法について検討が必要である。
- ・地域住民の土砂災害に対する意識調査結果の概要として、今回の災害発生地区は長期間にわたって土石流発生が無かったため、土石流災害に対する認識が十分でなかったことなどが明らかとなり、危険地域の住民に対する土砂災害防止に関する知識の普及や避難の重要性の周知がより重要である。

2. 総合討論（パネルディスカッション）として、

- ・調査報告から浮かび上がる、今回の土砂災害の実態
- ・土砂災害に関連する情報の収集・周知手法など、今後の土砂災害対策に反映すべき事項
- ・行政、住民が普段より土砂災害について留意すべき事項等について専門家が討論を行います。

「平成 15 年 7 月九州豪雨災害に関する調査報告会」開催のご案内

九州地方に甚大な被害をもたらした昨年 7 月の梅雨前線豪雨の土砂災害について、国土技術政策総合研究所、東京大学、九州地方整備局、土木研究所等では、災害の実態を把握するとともに、今後のより効果的な被害軽減対策を検討するために種々の調査を実施してきました。

そこで、これらの調査成果をもとに、本年の梅雨期を含めた今後の土砂災害対策に反映すべき点を抽出し、土砂災害による被害の軽減に資することを目的として、報告会を開催しますので、奮ってご参加下さい。

日 時：平成 16 年 6 月 4 日（金）
13:30～17:00

場 所：弘済会館
東京都千代田区麹町5-1

参加定員：150名

参加費：無料

申込方法：別紙申込書により、国土技術政策総合研究所宛に申し込み下さい。



プ ロ グ ラ ム

1. 開会挨拶

廣 井 脩 東京大学大学院情報学環・学際情報学府 教授
杉 浦 信 男 国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター長

2. 調査報告

平成 15 年 7 月九州豪雨災害の概要
(判田乾一 国土交通省九州地方整備局 河川部建設専門官)
国土交通省レーダー雨量計による豪雨実態把握
(山越隆雄 独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ研究員)
太宰府市原川における流木の発生・流下・堆積の実態
(田中秀基 独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ主任研究員)
大宰府市原川および水俣市宝川内地区集川で発生した土石流の実態
(水野秀明 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター主任研究官)
平成15年7月九州地方豪雨時における市町村の防災体制の実態
(野呂智之 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター主任研究官)
住民意識調査の概要(ヒアリング)
(中森広道 日本大学文理学部 助教授)
住民意識調査の概要(アンケート)
(中村 功 東洋大学社会学部教授)

3. 総合討論(パネルディスカッション)

座 長：小山内 信 智 (国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター砂防研究室長)
パネラー：海 堀 正 博 (広島大学 総合科学部助教授)
久保田 哲 也 (九州大学大学院 助教授)
笹 原 克 夫 (独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ上席研究員)
廣 井 脩 (東京大学大学院情報学環・学際情報学府 教授)
判 田 乾 一 (国土交通省九州地方整備局 河川部建設専門官)
水 野 秀 明 (国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター主任研究官)
(五十音順)

4. 閉会

主 催：国土政策技術総合研究所、東京大学大学院情報学環・学際情報学府(廣井研究室)、
国土交通省九州地方整備局、独立行政法人土木研究所
後 援：(財)砂防・地すべり技術センター

【参考資料】

後日、NHK総合テレビ『あすを読む』（山崎登解説委員、平成 16 年 6 月 8 日 23:45 放送）が、本報告会に関連して災害時の情報伝達について触れていた。砂防研究室にて当日の放送内容を記録したのでその内容を紹介する。

昨日、北陸と東北地方まで梅雨入りし、日本列島は今年も雨の季節に入った。
去年の 7 月梅雨末期の豪雨が九州地方を襲い、熊本県水俣市などで土砂災害が相次いで発生し、合わせて 22 人が亡くなった。
この災害の教訓を生かそうと、先週金曜日国土交通省の土砂災害の研究所と災害情報を研究している東京大学の廣井脩教授のグループが一年がかりの調査について発表する報告会を開いた。その中に洪水や土砂災害などの水害を防ぐための情報はどうあるべきかを考えさせられる内容が含まれていた。
今晚は水害情報の問題を考えたい。

はじめに大きな土砂災害となった水俣市宝川内地区の災害が投げかけた課題を整理したいと思う。

（水俣市深川地区の雨量計データを示し）一つ目は対応が難しい時間帯に起きた災害であったことである。この地区に降っていた雨は、前日の昼過ぎに一旦収まった。ところがその 10 時間後の深夜 1 時過ぎになってにわか雨雲が発達し、明け方までの 6 時間程の間、激しい雨が降り続いた。災害が起きた場所に最も近い所に設置された雨量計のデータを見ると、最も激しかった午前 5 時までの 1 時間には 91 ミリという滝のような豪雨となり、ほぼ同じ頃に土石流が発生した。大きな岩を巻き込んだ土石流は時速 40～50km の速さで沢を流れ下り、15 戸の住宅が全壊し 15 人が死亡した。深夜の大雨・明け方の土石流発生と対応が最も難しい時間帯に起きた災害であった。

二つ目は、土砂災害の場合危険が迫っている地域をある程度広く指摘することはできても、実際にどこの斜面で崩壊が起きるかを特定することは難しいということ。昨年も気象台や熊本県は水俣市一帯で土砂災害の危険性が高まっているとして警戒を呼びかけたが、水俣市には土砂災害危険箇所が 109 箇所あり、現在の予報技術ではそのうちどこで起きるかを特定することはできない。

したがって、土砂災害の場合災害の危険性や切迫性が高まっていることを伝えて、早めの避難に結びつけることが被害を防ぐ唯一の対策であること。水害情報が重要だという理由がここにある。

しかし、現地の取材や報告会の発表を聞いていると現在の水害情報にはいくつかの大きな問題があることが分かる。

一つは、コンピューターやインターネット等様々な機械と人が絡んで作り上げている現在の情報システム全体の整備に関わる問題である。

気象庁や地元の気象台が出す大雨警報、今後の雨量の予測などの気象情報は、地元の気象台から熊本県を通して水俣市等の市町村にFAXで伝えられている。最近の情報は、文字だけでなくレーダーの画像等も使ってカラーで作られている。(カラー画像を示し)これは去年土砂災害が発生する一時間半ほど前に気象台が発表した情報である。水俣市の名前を明記し、カラーで警戒を呼びかけている。ところが実際に水俣市に届いた時には、白黒に変わっていた。機器の整備が進んでいないため、県までカラーで届いた情報が市町村に伝えられる段階で白黒に変わり、災害の切迫感が伝わりにくくなっていた。カラーで見ると水俣市周辺に強い雨雲が懸かっていることが分かるが、白黒では読みとることはできない。情報を送った側の危機感は伝わらなかったと言える。

二つ目は、情報伝達に back-up の体制が十分とられていないこと。どんなに精密な機械も故障することがあるし、人には間違いやミスがつきもの。まして水害情報を伝達するのは災害が差し迫って混乱した状況である。昨年も、熊本県から県の出先機関を経由して水俣市に伝えられる手順になっていた河川の水位の情報は、出先機関から水俣市に送るのが忘れられていた。一方、水俣市も県からFAXされた土砂災害への注意を喚起する情報を見逃していた。さらに県も情報を送りっぱなしにし、電話での確認をしなかった。

こうした水害情報のやりとりに関わる同じ様なミスは昨年の福岡水害や北海道の台風災害でも起きたが、考えてみれば、災害が起きた際に現場に近ければ近いほど混乱が大きいのは当然である。機械の故障はもちろん、担当者が情報伝達を忘れたり見逃した場合の back-up 体制や確認しあう体制が十分にとられていなかったことを反省すべき。

今後水害情報をどうしていけばよいか。3つの観点から提言したい。

一つ目は、情報に見合った機器の整備を進める必要がある。全国で気象庁が発表するカラーの情報を各市町村にカラーで送れる体制をとっている都道府県は 13 しかない。他は白黒である。財政状況が厳しい中、災害関係の予算化は難しいといわれるが、カラーで送られた情報はカラーで受けられるように最低限の機器整備をする必要がある。また、情報を送る側は最後に情報を受ける側の事情を考慮した情報を作るべきである。

二つ目は、情報を送る側の課題。情報を整理するとともに、その情報がきちんと防災対応に活かされたかどうかまで確認する必要がある。最近の観測技術や解析技術の進歩で出そうと思えばかなり細かい情報を出すことができるようになった。例えば気象庁は全国で独自に設置しているおよそ 1300 箇所のアメダスの他に、国

土交通省や自治体が持っている観測ポイントもあわせておよそ 5200 箇所のデータを使って情報を発表しようとしている。こうした情報の細分化は河川や砂防部局でも進められている。きめ細かい情報を出すことは悪いことではないが、この取り組みは情報の大量化という新たな問題を生んだ。混乱した現場の自治体に大量の情報が送られてくる。水害情報を送る側は、もっと情報を整理し、情報に応じて送り先を限定するなどして伝えるべき。また情報を送った後、自治体がそれを防災に活かしたかどうかまで確認する必要がある。

報告会でも、東洋大学の中村功教授が水俣市の担当者の話を紹介していた。「インターネットやコンピューターが普及する前の方が水害情報がよくわかった。一つ一つ電話で確認しあう中で分からないことを聞くことができ、納得することができた」という。

三つ目、最後は自治体の責任である。災害から住民の命を守るのは自治体の重要な仕事である。インターネットなどを利用すれば雨量やレーダーなど様々な情報をほぼリアルタイムで見ることができる時代である。送られてくる情報を待つだけでなく、そうした情報を収集するなどして対策に活かす情報対応能力を高める必要がある。住民や地元の消防などから寄せられる現場の情報を参考にしながら早めの避難を決断する必要がある。昨年も住民から雨の降り方や周辺の異常について情報が寄せられてきたが、水俣市が避難勧告を出したのは災害が発生した後のことだった。災害後、水俣市は緊急時の体制を見直したが、全国の自治体でも緊急時体制を点検し直して欲しい。

地震などに比べると水害は事態が進行している中でも対策を取ることができる災害である。国も災害情報の委員会などを作って内容や伝達方法等について検討しているが、命を守る水害情報はどうあるべきか、国・都道府県・自治体とそれぞれの段階で検討を急いで欲しい。

.....

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 250

June 2005

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

.....

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL029-864-2675