

# 平成 25 年台風 18 号地盤災害調査報告書 (福井県嶺南地域)

地盤工学会関西支部、福井地質調査業協会、  
NPO 福井地域地盤防災研究所 合同調査団

～産学官共同研究報告書～

平成 26 年 10 月

（公財）福井県建設技術公社

## 発刊にあたって

(公財)福井県建設技術公社は、県および市町の建設技術向上と良質な社会資本整備に寄与することを目的として、各種の事業を実施しています。

当該産学官共同研究支援事業は、産学官が対等の立場で取組む技術研究開発を推進するために、研究経費を補助するとともに、その研究成果を報告書として作成し、関係機関に配布して技術の普及を図るものです。

さて、平成26年8月豪雨では、広島県、京都府に大きな被害が発生したよう、近年、台風や梅雨前線等による大雨、集中豪雨、斜面崩壊等の自然災害が多数発生しています。気象観測技術や予報技術の進歩によって、早い段階で台風等の襲来が予測出来るようになってきていますが、依然として毎年大きな被害が発生しているのが現状です。

当県において、平成25年9月16日に嶺南地方を中心に大雨をもたらした台風18号による地盤災害について、降雨特性や地形・地質、植生、近接する排水構造物の能力や道路等の位置関係等について調査・分析し、災害発生機構を明らかにすることを目的に「平成25年台風18号地盤災害調査」を行いました。

本報告書は、災害発生の原因や傾向を把握して、災害の特徴や教訓を取りまとめたものであり、今後の災害防止・対策にご活用いただき、地盤災害の未然防止に資することができれば幸いです。

最後に、この合同調査にご協力いただいた方々に、深く感謝申し上げます。

平成26年10月

公益財団法人 福井県建設技術公社

理事長 近藤 幸次

## 序

平成 25 年 9 月 15 日から 16 日にかけて、台風 18 号に伴う集中豪雨があり、福井県嶺南地域で大きな被害をもたらした。福井県での被害は死者 1 名、住宅全壊 5 棟、床上浸水 67 棟、床下浸水 312 棟などである。台風 18 号は表-1.1 に示すように、京都府、滋賀県などの近畿地方や全国的にも大きな被害をもたらした。福井県嶺南地域では、人的被害や物的被害はそれほど大きくはなかったものの、多数の土石流や斜面崩壊、道路・河川被害が発生し、生活に多大の影響を与えた。この災害について、地盤工学会関西支部、福井地質調査業協会、NPO 福井地域地盤防災研究所の合同で「平成 25 年台風 18 号地盤災害調査団」を設置して調査を行った。

調査の内容は、被害が顕著であった土石流災害、斜面崩壊災害、道路・河川災害を主な対象とし、災害発生の原因や傾向を把握して、今後の災害対策や教訓に関する提言を行うことを目標とした。

以下に調査団の構成を示す。

荒井 克彦 NPO 福井地域地盤防災研究所  
服部 勇 福井大学名誉教授  
山本 博文 福井大学教育地域科学部地学教室 教授  
小嶋 啓介 福井大学工学部 建築建設工学科 教授  
小林 泰三 福井大学工学部 建築建設工学科 准教授  
澤崎 雅之 福井工業大学工学部産業ビジネス学科 教授  
吉田 雅穂 福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授  
竹内 成和 福井県土木部技幹  
梶村 周平 福井県建設技術研究センター（平成 25 年 9 月～平成 26 年 3 月）  
山木 忠嘉 (公財)福井県建設技術公社（平成 25 年 9 月～平成 26 年 3 月）  
藤田 博行 (公財)福井県建設技術公社（平成 26 年 4 月～）  
田中 謙次 株田中地質コンサルタント  
上北 孝 株田中地質コンサルタント  
森川 和典 株サンワコン地質部  
岡島 尚司 株サンワコン地質部  
中島 正夫 ジビル調査設計株  
杉本 賢一 株帝国コンサルタント  
角田 和明 ホクコンマテリアル株  
田村 英己 京福コンサルタント株  
松田 利男 株サンケン試錐コンサルタント  
梅田 祐一 株デルタコンサルタント  
藤田 貴準 株キミコン設計部

清明 邦央 前田工織(株)福井営業部  
 竜田 尚希 前田工織(株)地盤防災推進部  
 辻 慎一朗 前田工織(株)地盤防災推進部

実際の調査に当たっては、被災地域が広範囲にわたることから、下記のように地域ごとに3つのグループに分けて現地調査や災害原因調査などを実施し、全メンバーで議論してまとめを行った。

グループ	被災箇所	メンバー
敦賀班	敦賀市繩間 土石流、美浜町丹生 土砂崩壊、 美浜町丹生 土石流、美浜町安江 道路欠損、 美浜町松谷 護岸崩壊、しおかぜライン大良 斜面崩壊、国道8号杉津 斜面崩壊	服部、小嶋、小林、山木、藤田（博）、森川、岡島、竜田、辻
三方班	美浜町日向土砂崩れ、レインボーライン 盛土崩落、レインボーライン 切土斜面崩壊、若狭町遊子 がけ崩れ（寺院裏）、若狭町遊子 がけ崩れ（道路脇）、若狭町遊子 地すべり（桟橋箇所）、若狭町海山 土石流、若狭町 佐古 がけ崩れ	山本、澤崎、梶村、中島、田村、梅田、藤田（貴）
小浜班	若狭町海土坂 土石流、小浜市加茂 土石流（浸水）、江古川羽賀区 浸水、太良庄区 浸水、野木川 堤防破壊、小浜市忠野 土石流、小浜市中井（南川）橋梁流出、小浜市深谷 路肩崩落、	吉田、田中、上北、松田、杉本、角田、清明

アンダーライン： グループリーダー

当調査団の活動は、福井県建設技術公社の産学官共同研究支援制度の助成を受けて実施した。調査団の活動に当たっては、福井県土木部砂防防災課・道路保全課、福井県道路公社から測量結果、地盤調査結果、河川水位観測記録など多数の資料提供をいただいた。福井地方気象台からは降雨データなどの資料提供をいただいた。これらの機関の方々の御配慮に深く感謝の意を表します。

平成25年台風18号地盤災害調査団

## 目 次

第1章 災害の概要 .....	1
第2章 敦賀・美浜地区の災害 .....	15
1. 敦賀・美浜地区の被害概要 .....	15
2. 敦賀半島周辺の地形・地質および過去の地盤災害 .....	16
2.1 敦賀・河野海岸の地形と地質 .....	16
2.2 美浜町耳川地区の地形と地質 .....	20
2.3 敦賀市地域の過去の関連地盤災害 .....	21
3. 敦賀半島周辺の被災地の植生と雨量強度 .....	24
3.1 植生 .....	24
3.2 雨量強度 .....	26
4. 地形地質条件による土石流・崩壊の検討 .....	30
4.1 敦賀地区で現地確認した土石流、崩壊 .....	30
4.2 大良斜面崩壊 .....	30
4.3 丹生土石流(1) .....	31
4.4 杉津斜面崩壊 .....	32
4.5 繩間土石流(1) .....	33
4.6 繩間土石流(2) .....	35
4.7 丹生土石流(2) .....	36
5. 地盤の工学的性質による土石流・崩壊の検討 .....	38
5.1 土石流及び斜面崩壊の発生した地点の土質特性 .....	38
5.2 斜面の安定解析に基づく崩壊メカニズムの検討 .....	43
6. 道路、河川構造物の被害 .....	47
6.1 概要 .....	47
6.2 美浜町安江：護岸崩壊 .....	47
6.3 美浜町松屋：護岸の流出と崩壊 .....	50
6.4 護岸構造物適用にあたっての留意点 .....	56
第3章 三方地区の災害 .....	57
1. 三方地区の地形・地質および過去の地盤災害 .....	57
1.1 三方地区の地形と地質 .....	57
1.2 三方地区の過去の関連地盤災害 .....	60
2. 災害発生時の降雨状況 .....	70
2.1 降雨状況 .....	70

2.2 台風18号における実効雨量と土砂災害発生危険基準の関係について	74
3. 三方地区における災害発生状況	76
4. 災害の概要と今後の教訓	113
4.1 斜面崩壊	113
4.2 土石流	116
 第4章 小浜地区的災害	117
1. 北川水系と地盤概要	117
1.1 河川と治水の概要	117
1.2 地形と地質	122
1.3 過去の洪水被害	126
2. 浸水被害	134
2.1 北川の洪水の特徴	134
2.2 野木川（堤防破堤を含む）	138
2.3 江古川	140
2.4 加茂地区	145
3. 構造物被害	149
3.1 概説	149
3.2 国道162号の路肩崩壊	149
3.3 飛川橋の流失	153
4. 土石流災害	158
4.1 若狭町海士坂地区	158
4.2 小浜市加茂地区	164
4.3 小浜市忠野地区	169
4.4 被災履歴と既存対策状況	175
 第5章 まとめ	179
1. 土石流災害の特徴と教訓	179
2. 斜面崩壊災害の特徴と教訓	183
3. 河川・道路の災害の特徴と教訓	187
4. その他	189

# 第1章 災害の概要

## 第1章 災害の概要

福井県嶺南地域の地形を図-1.1に示す。福井県嶺南地域の空中写真を図-1.2に示す。福井県嶺南地域の地質を図-1.3に示す。河川位置図を図-1.4に示す。

台風18号経路図を図-1.5に示す。気象庁によると、台風18号は9月14日9時に強風域の半径が600kmを超える大型の台風となり、台風の接近・通過に伴って、日本海から北日本にのびる前線の影響、台風周辺から流れ込む湿った空気の影響、台風に伴う雨雲の影響から雨域が居座り、長時間に渡る強い降雨をもたらした。9月15日から16日までの総雨量は、近畿地方や東海地方を中心に400mmを超えたほか、多いところでは、9月の月降水量平年値の2倍を超えたところがあった。また、中国地方から北海道にかけての広い範囲で最大風速20m/sを超える暴風が吹いた。台風第18号により記録的な大雨となった滋賀県、京都府、福井県に対し、運用開始後初めて大雨特別警報が発表された。

総降水量の分布を図-1.6に示す。降雨量の時間的推移を図-1.7に示す。気象レーダー画像を図-1.8(a)～(c)に示す。最大風速の分布を図-1.9に示す。

人的・物的被害の状況を表-1.1に示す。

福井県土木部砂防防災課が作成した主な被災個所の分布を図-1.10に示す。当調査団は、図-1.10に示された被災個所を主な対象として、地盤災害に着目した調査を行った。



図-1.1 福井県嶺南地域の地形

(1/200,000 地形図(国土地理院)・「宮津」(1991年12月)・「岐阜」(1995年6月)から合成)

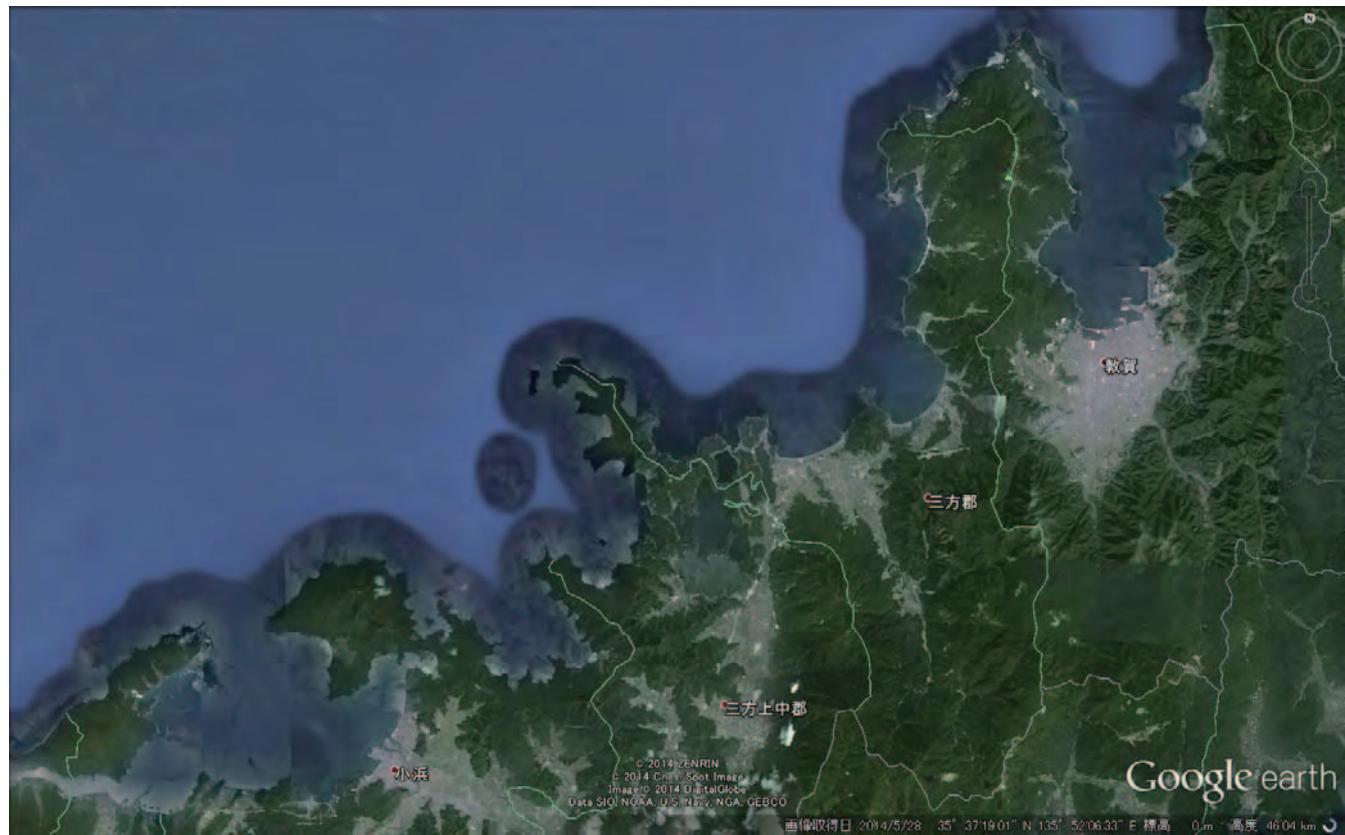


図-1.2 福井県嶺南地域の空中写真 (Google Earth より引用)

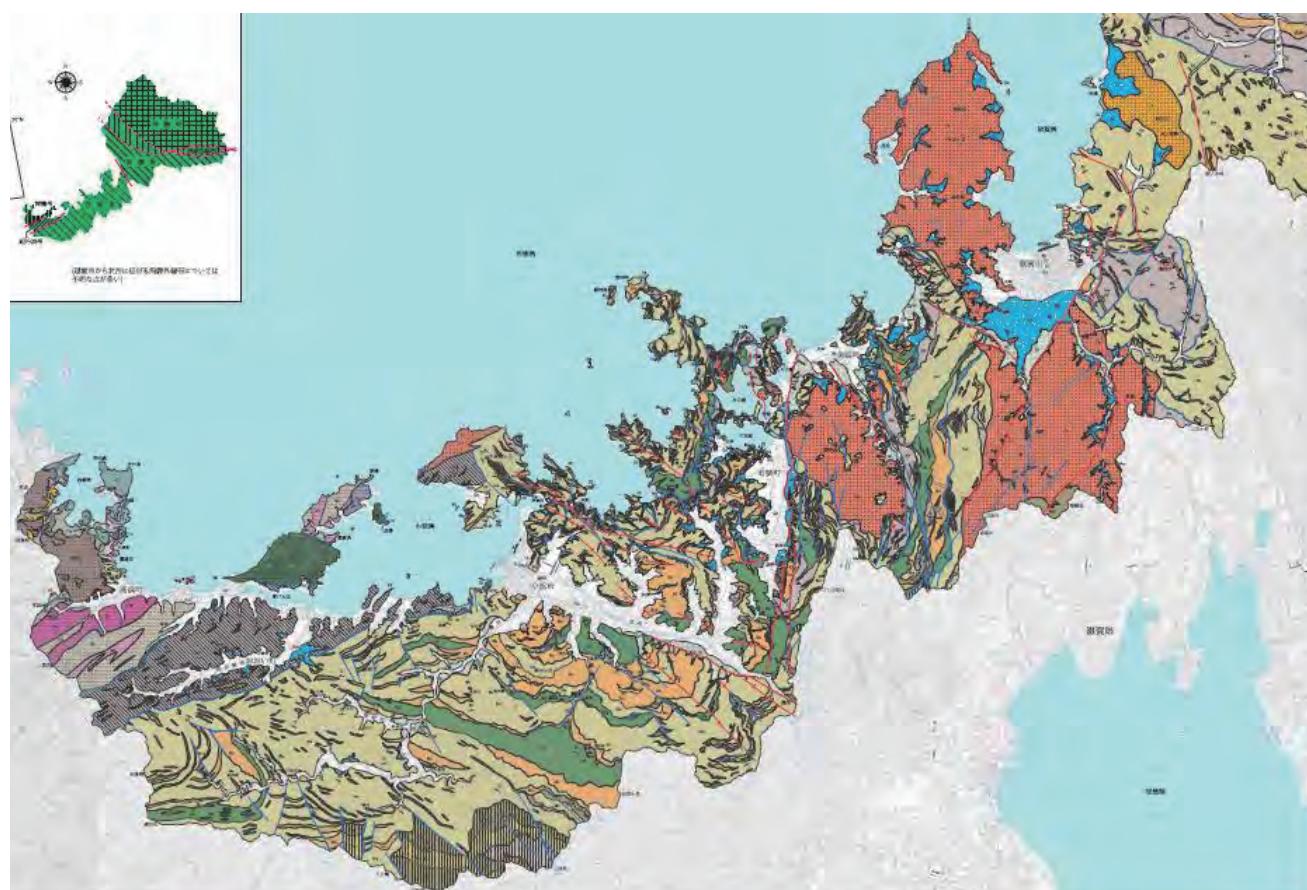


図-1.3(a) 福井県嶺南地域の地質  
(「福井県地質図 2010 年版 (財) 福井県建設技術公社」より一部を抜粋して引用)

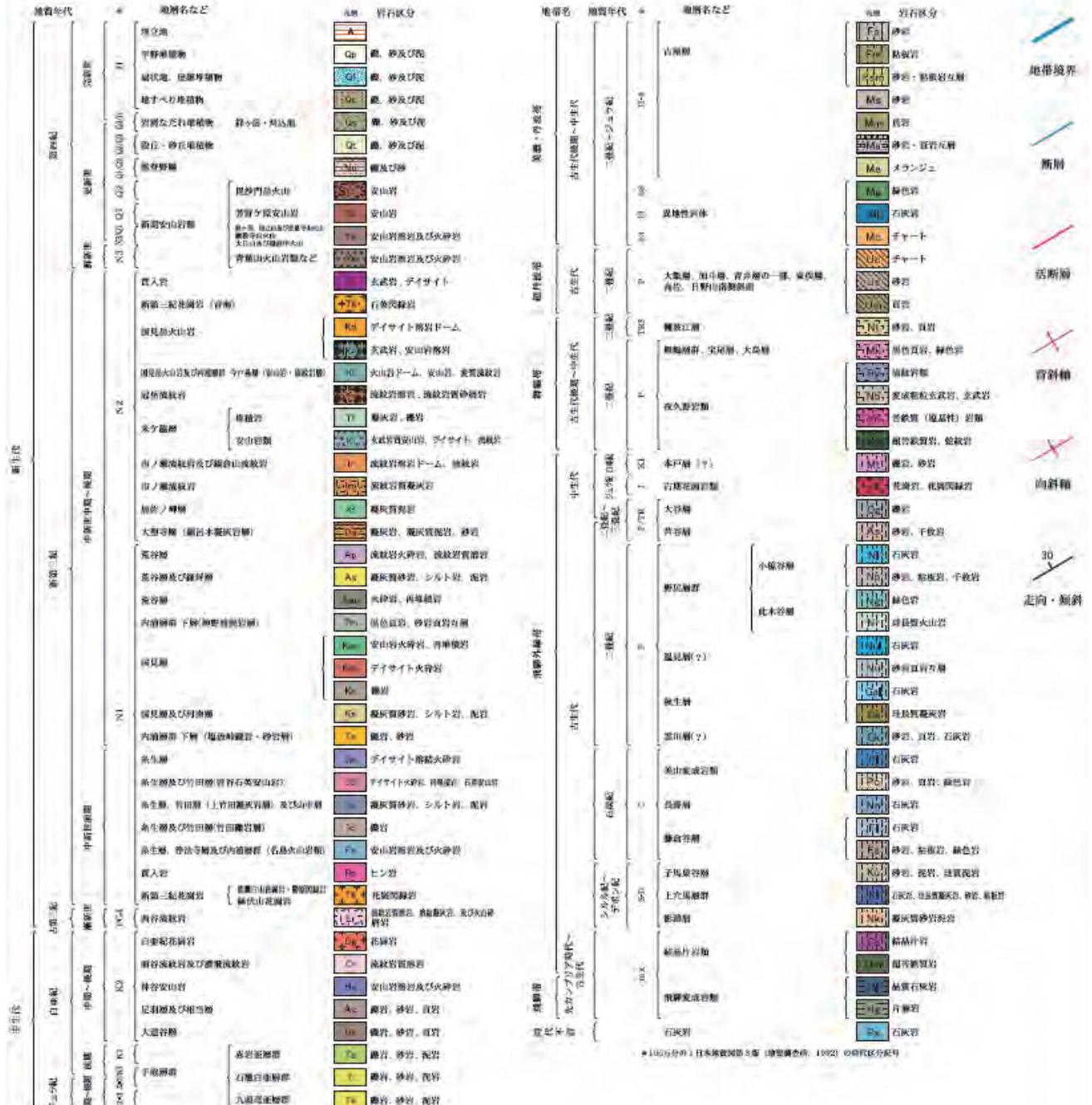
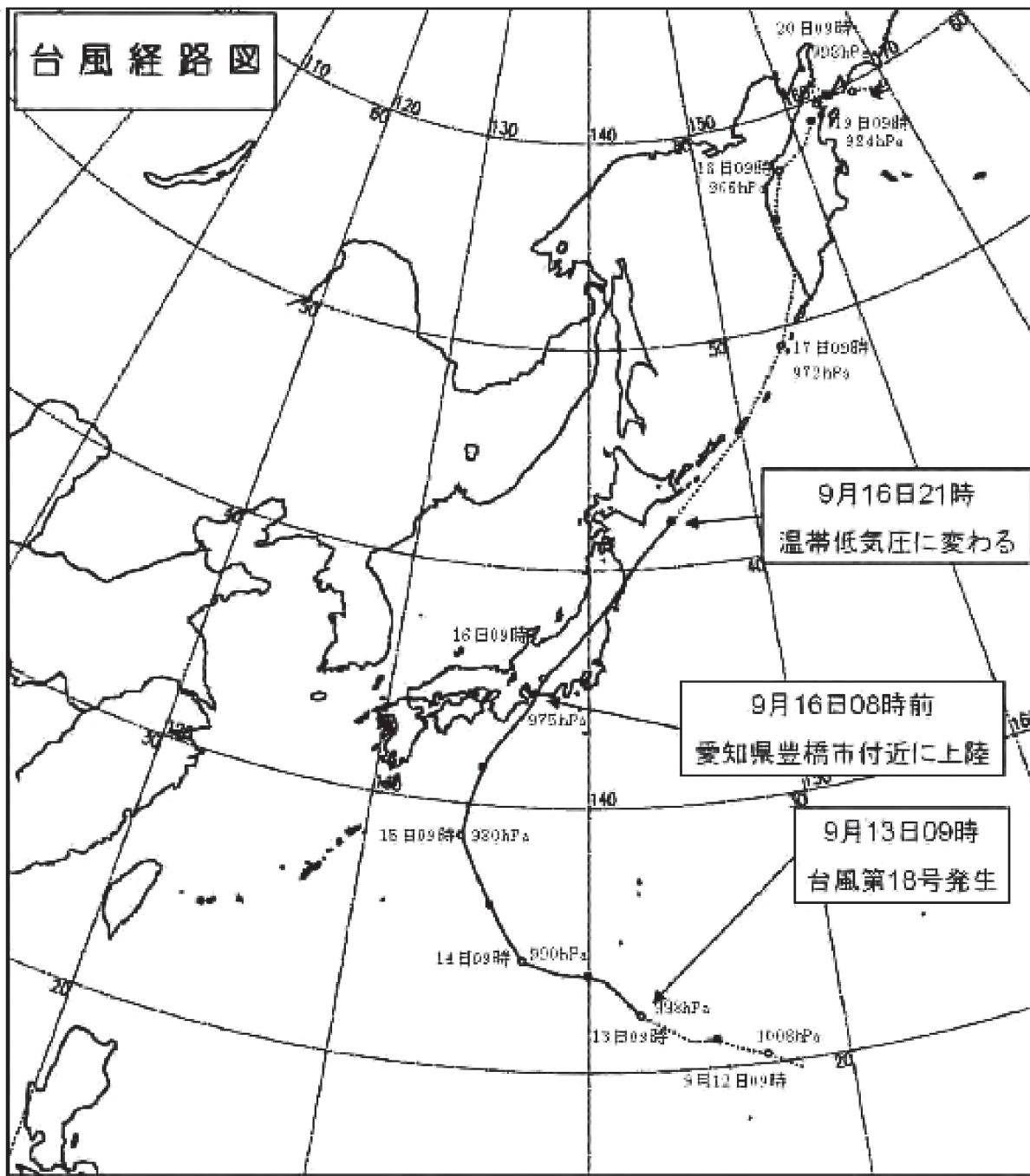


図-1.3(b) 図-1.3(a)の記号説明  
(「福井県地質図 2010年版」(財)福井県建設技術公社より引用)



図-1.4 河川位置図（福井県ホームページより引用）



経路上の○印は傍に記した日の9時、●印は21時の位置を示す。

また、経路の実線は台風、破線は熱帯低気圧または温帯低気圧の期間を示す。

図-1.5 台風18号経路図

（「気象庁：災害時気象速報－平成25年台風第18号による9月15日から17日にかけての大雨、暴風及び突風」より引用）

○ 総降水量分布図(9月15日00時～16日24時)

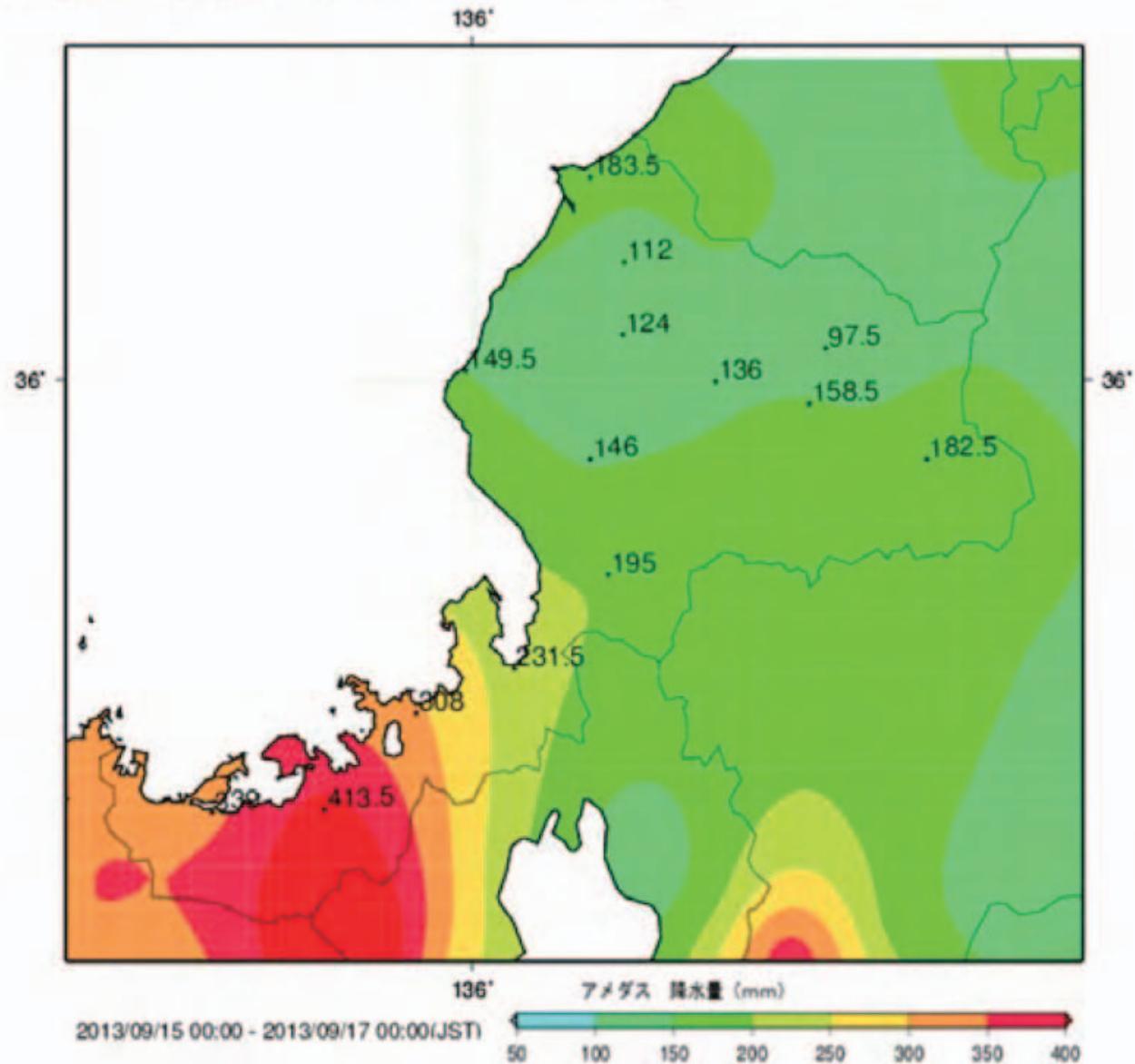


図-1.6 総降水量の分布

(「福井地方気象台：平成25年 台風第18号に関する福井県気象速報」より引用)

○降水量の推移(9月15日00時～16日24時) アメダス降水量の多い4ヶ所

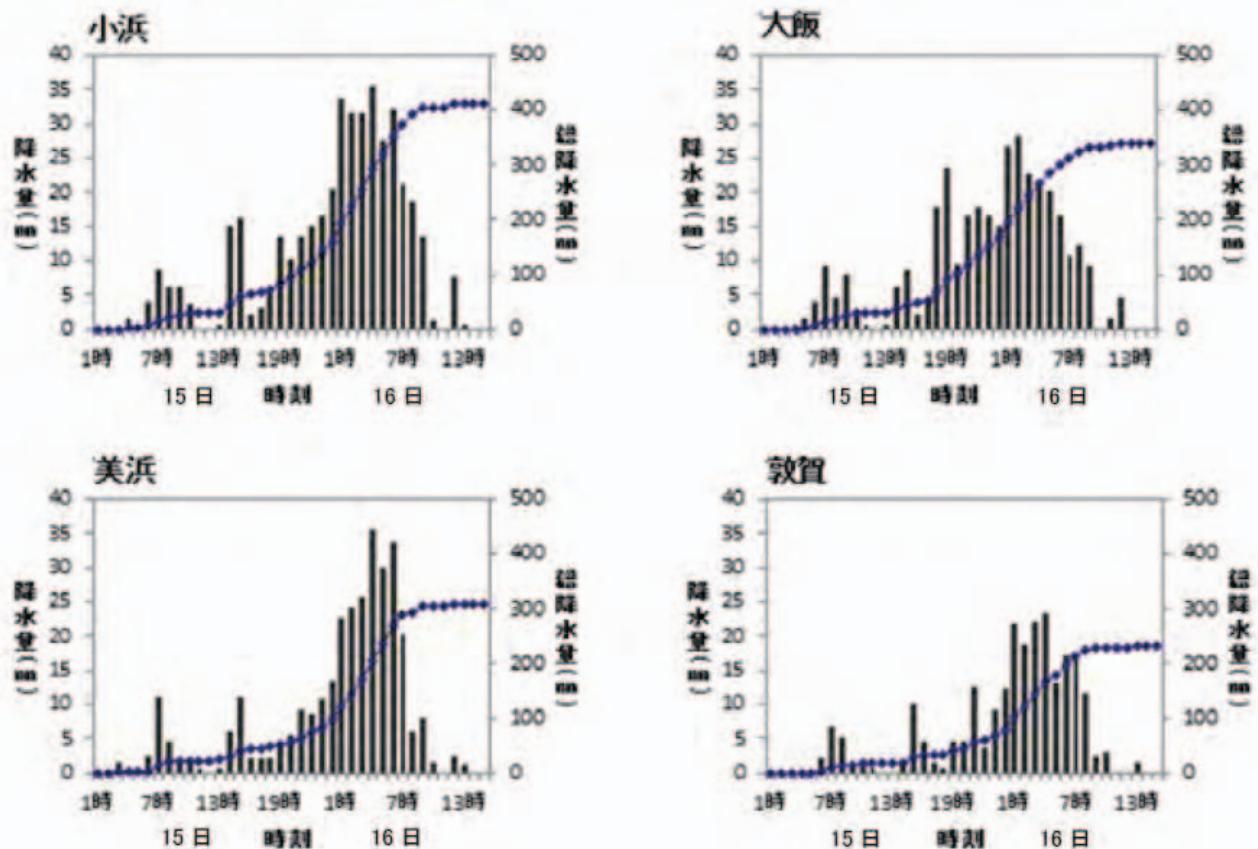


図-1.7 降雨量の推移

(「福井地方気象台：平成25年 台風第18号に関する福井県気象速報」より引用)

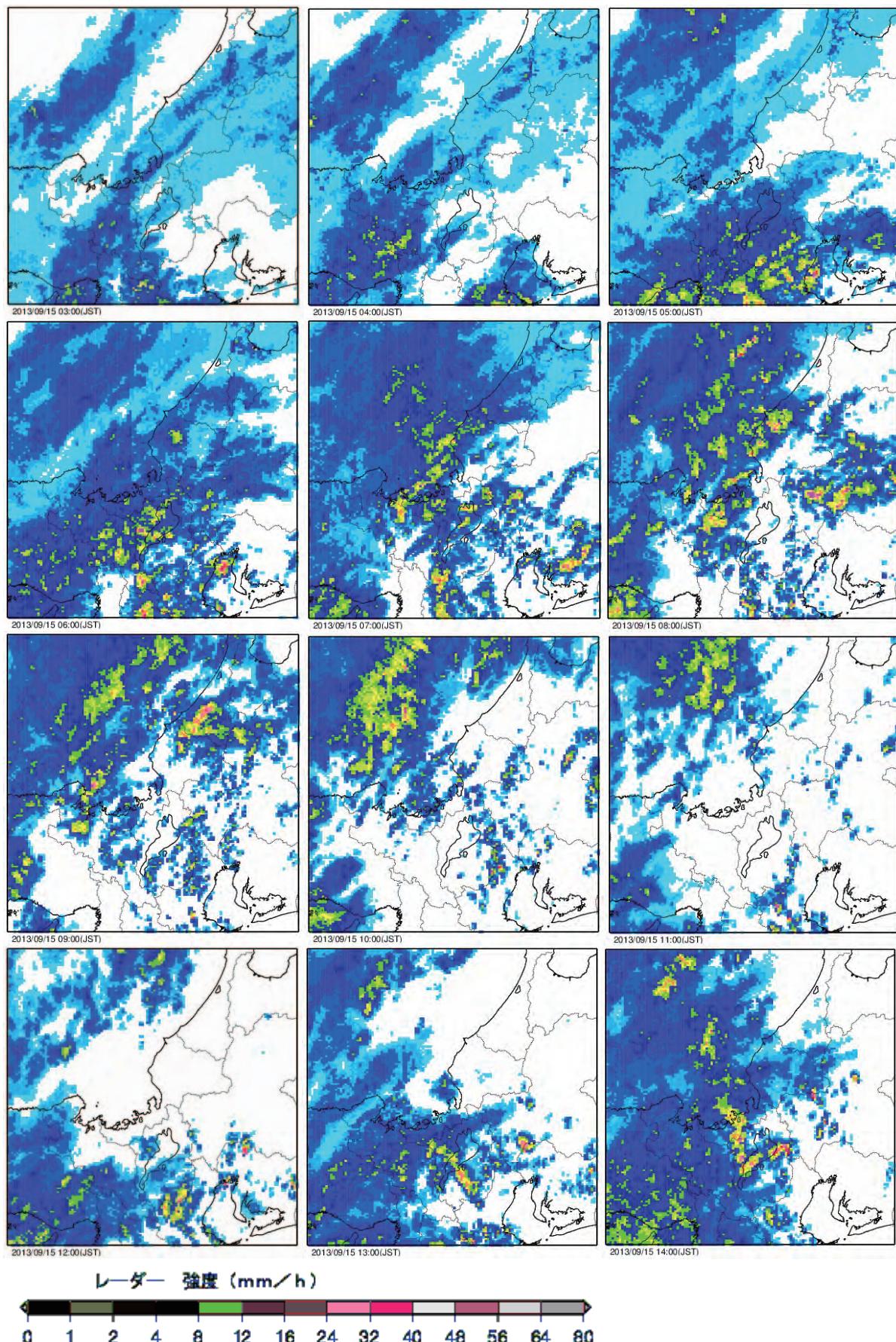


図-1.8(a) 気象レーダー画像（平成 25 年 9 月 15 日 03 時～14 時）  
(福井地方気象台提供)

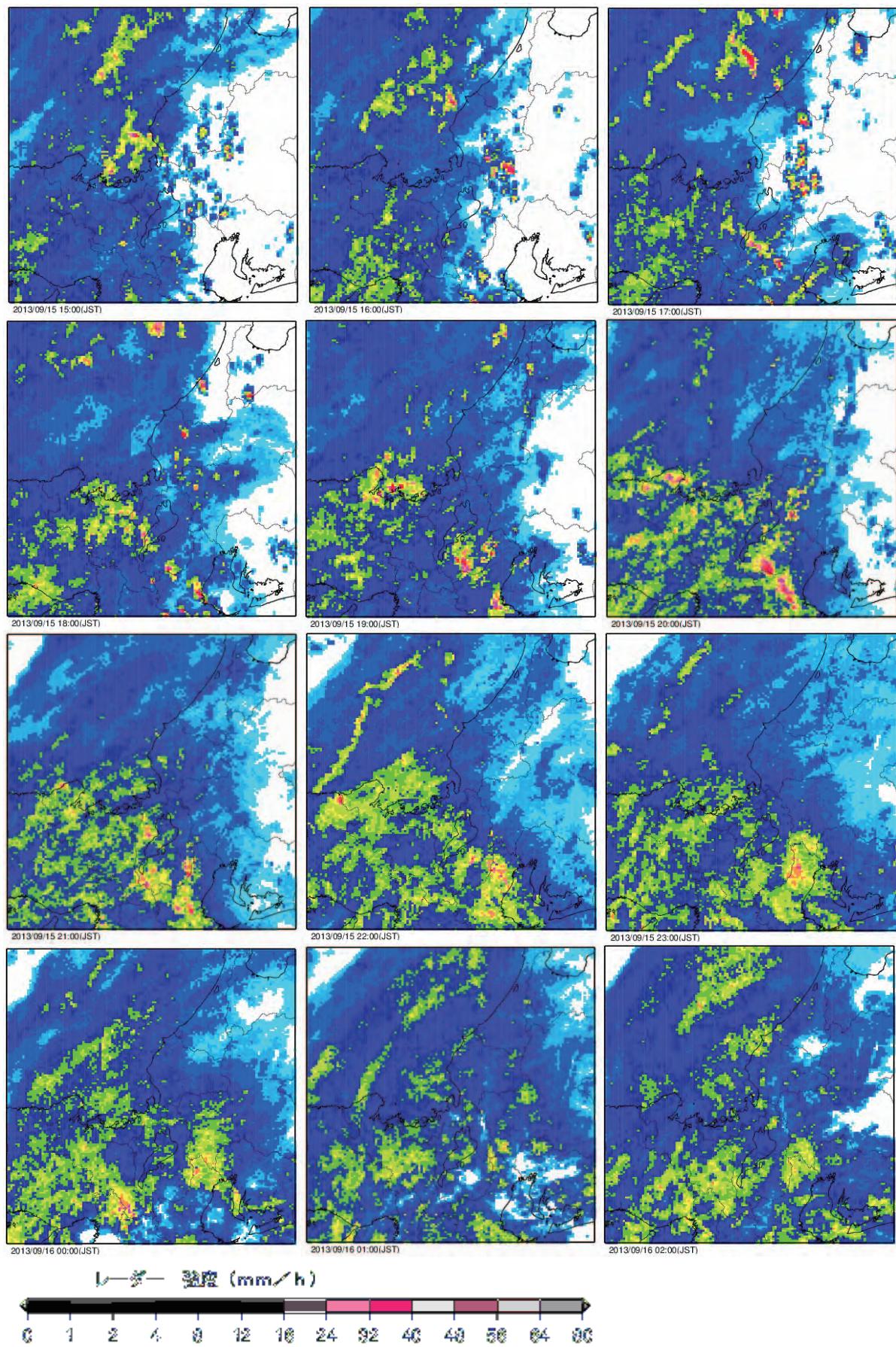


図-1.8(b) 気象レーダー画像（平成25年9月15日15時～9月16日02時）  
(福井地方気象台 提供)

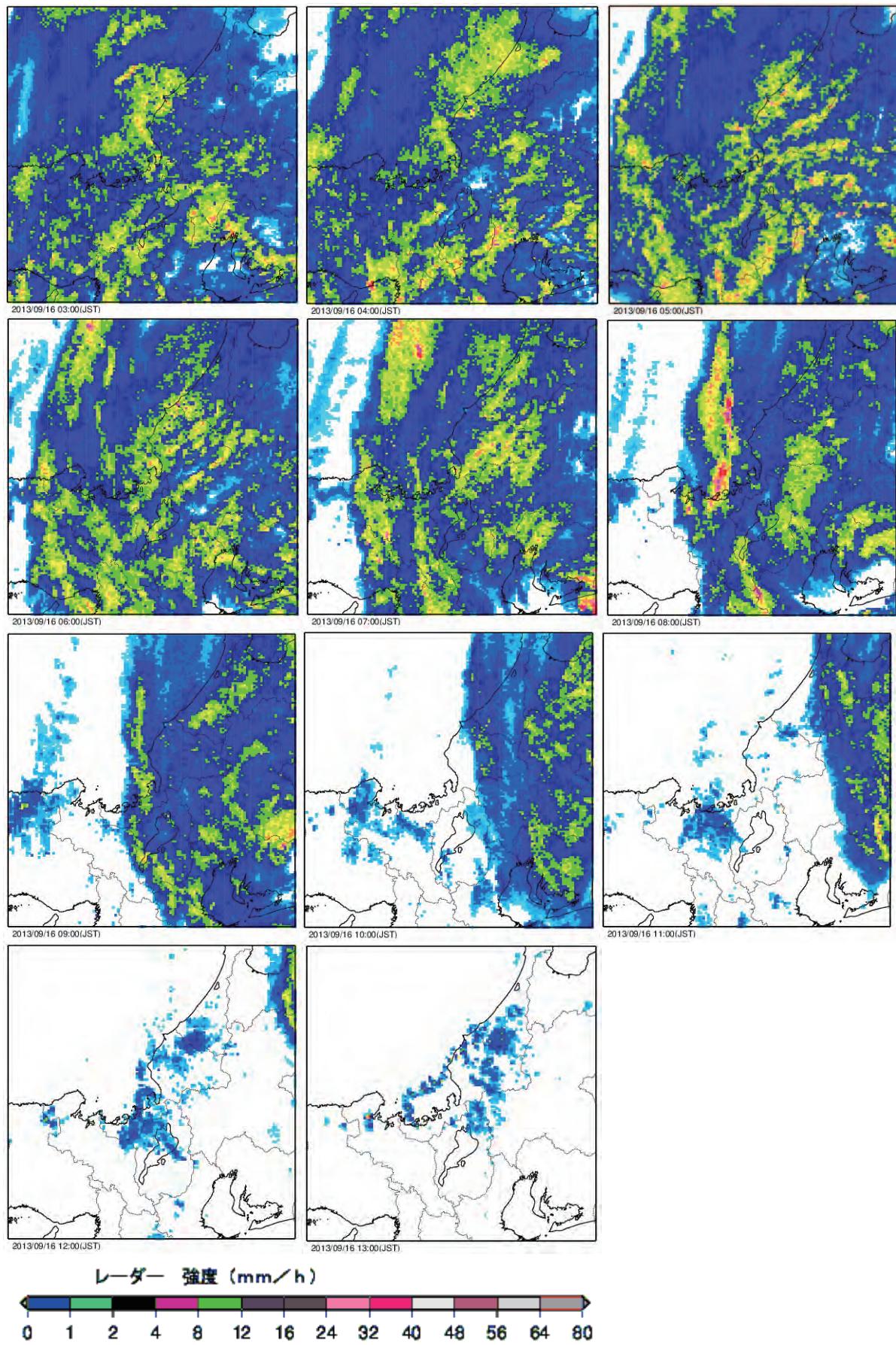
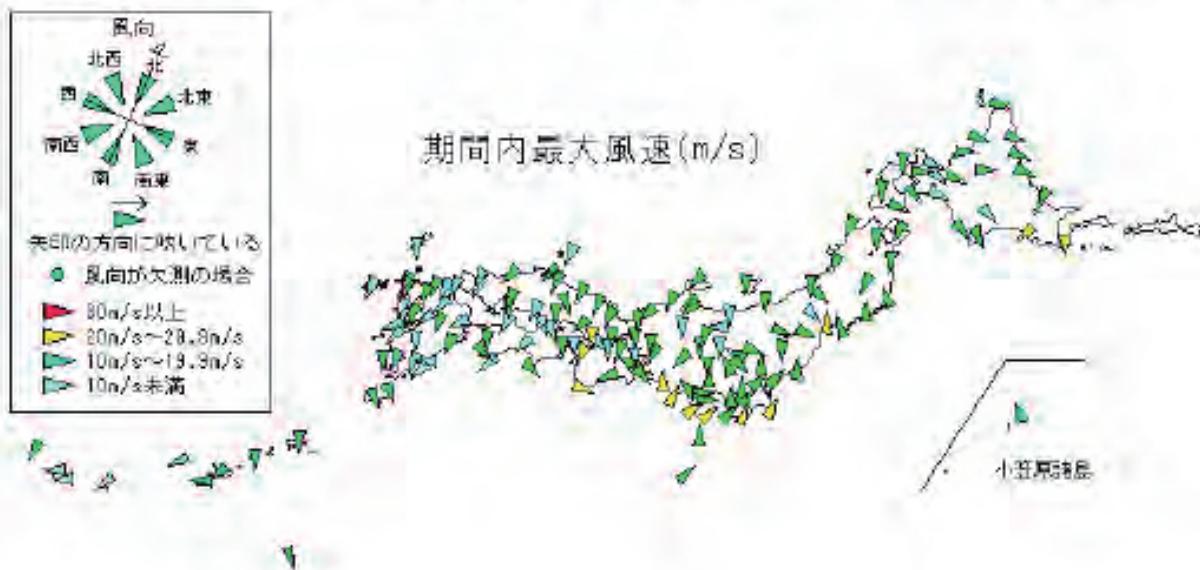


図-1.8(c) 気象レーダー画像（平成25年9月16日03時～13時）  
 (福井地方気象台 提供)

### 最大風速（気象官署のみ、期間：9月15日～17日※ただし17日は北海道のみ）



### 最大瞬間風速（気象官署のみ、期間：9月15日～17日※ただし17日は北海道のみ）

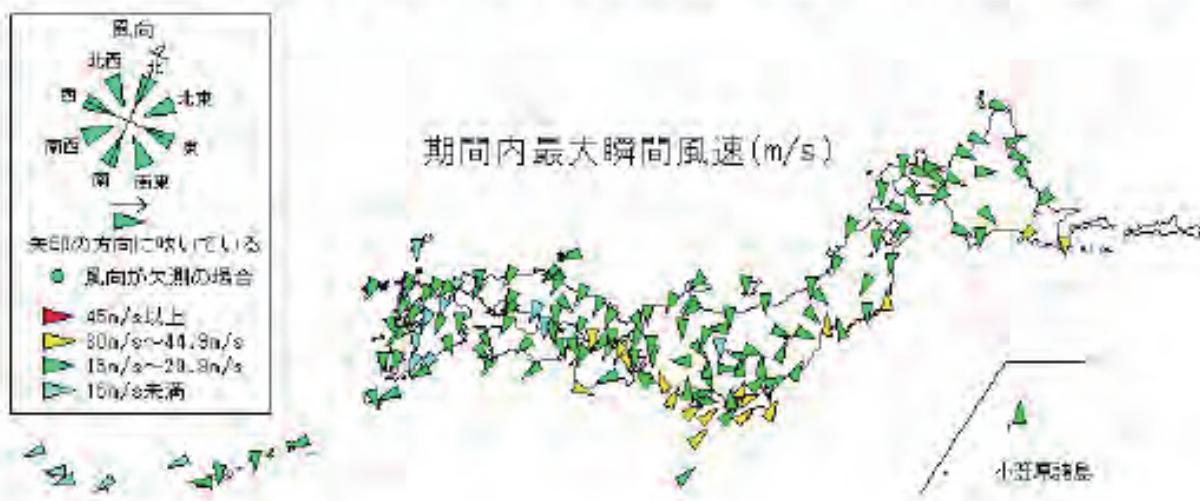


図-1.9 最大風速の分布

（「気象庁：災害時気象速報－平成25年台風第18号による9月15日から17日にかけての大気、暴風及び突風」より引用）

表-1.1 人的・物的被害の状況（消防庁調べ：10月7日12:00現在）  
 （「内閣府：台風第18号の大雨等による被害状況等について（第14報）」より引用）

都道府県名	人 的 被 害				住 家 被 害						非住家被害	
	死者	行 方 不明者	負 傷 者		全壊	半壊	一部 破損	床上 浸水	床下 浸水	合計	公共 建物	その他の
			重傷	軽傷							人	人
	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	棟	棟	棟
北海道							6	79	108	193		
青森県						5	2	304	566	877	2	
岩手県	1	0		5	3	60	4	117	231	415		1
宮城県			1	5			38	5	18	61	6	3
秋田県							6	98	330	434		3
山形県							7			7		1
福島県	1			1			2		5	7		3
茨城県				1			5	12	72	89		
栃木県			1	2		1	5	2	25	33	1	
群馬県				5			122		7	129		1
埼玉県			2	23	26	30	485	10	56	607		
千葉県			3	6			7			7		
東京都			1	2			4		1	5		1
神奈川県			1	16			8	13	100	121		
新潟県				2			2	2	74	78	9	17
富山県							1		4	5		
石川県								1	1	2		
福井県	1				5	1	6	67	312	391		15
山梨県				1		1				1		
長野県				1		1	8	8	163	180		1
岐阜県				2			20		95	115		
静岡県				10						0		5
愛知県			1	15	1		8	1	10	20	3	6
三重県	2		2	7	1	1	141	51	58	252		3
滋賀県	1		1	8	7	86	226	212	738	1,269	4	28
京都府			1	4	2	4	15	1,890	3,489	5,400		9
大阪府				2			10	10	180	200		
兵庫県	1	3	2				5	29	126	160		
奈良県			1				14	19	93	126	2	31
和歌山県				5	3	18	237	77	182	517	5	3
徳島県								4	33	37		17
香川県									1	1		
合 計	6	1	18	125	48	208	1,394	3,011	7,078	11,739	32	148

### ○ 死者の状況

岩手県：北上市において高所で作業中に転落し 63 歳男性が死亡

福島県：南会津町において行方不明となっていた 63 歳男性が発見され死亡確認

三重県：津市において行方不明となっていた 42 歳女性と 10 歳女性が発見され、死亡確認

福井県：美浜町において土砂崩れにより行方不明となっていた 77 歳代女性が発見され、死亡確認

滋賀県：栗東市において土砂崩れにより行方不明となっていた 71 歳女性が発見され、死亡確認

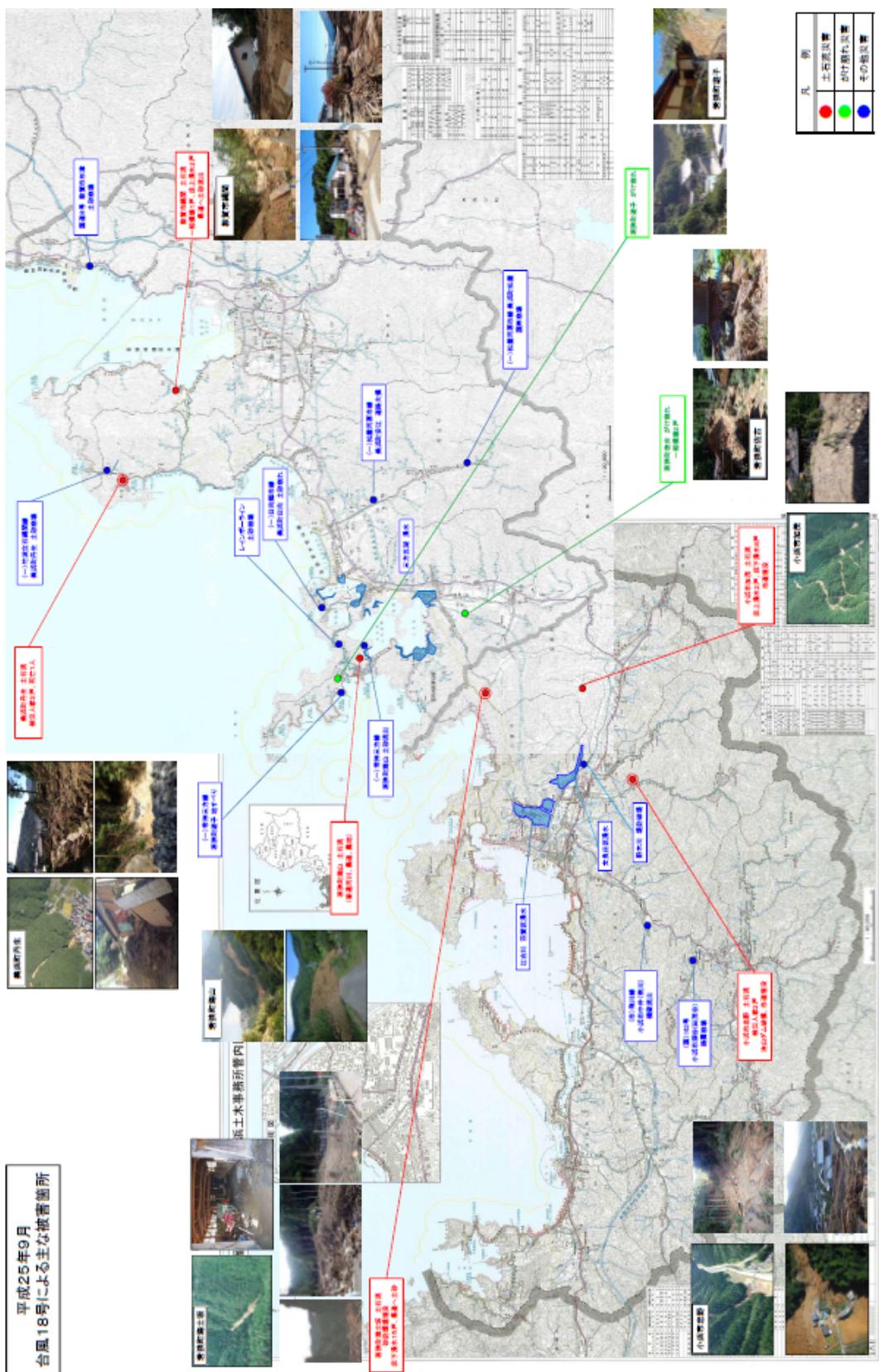


図-1.10 被災箇所の分布（福井県土木部砂防防災課 提供）

## 第2章 敦賀・美浜地区の災害

## 第2章 敦賀・美浜地区の災害

### 1. 敦賀・美浜地区の被害概要

台風18号が愛知県豊橋市付近に上陸する少し前の16日未明から明け方にかけて、嶺南地方は激しい雨となり、5時5分に大雨特別警報が発表された。この時の風向はほぼ北風であり、南北に流れる河川や北向きの斜面で大きな被害が生じた。

笙の川水系は敦賀市で最大の流域面積を持ち、笙の川に木ノ芽川、五位川、黒河川などの支川が流入する。中でも黒河川は支川が発達し、渓谷は浸食が進んでいる。敦賀市ではこれらの本川、支川合流点付近での護岸崩壊、河川沿いの県道路肩崩壊、黒河川流域内での林道の路肩崩壊が多かった。

美浜町においても敦賀市と同様で、美浜町最大の流域面積を持つ耳川水系での被害が多かった。耳川も支川が発達し、合流点付近での護岸崩壊、河川沿いの県道路肩崩壊が多かった。

また敦賀半島では東側の敦賀市、西側の美浜町のいずれでも土石流による家屋損壊が発生し、美浜町丹生では県内で唯一の人命被害が出た。先に述べた水系内での被害と異なり、局所的な地形や地質が影響したものと考えられる。

本章では敦賀・美浜地区全体の地質・地形、過去の災害、植生条件、雨量強度について述べ、さらに敦賀地区の斜面崩壊・土石流、美浜地区の道路・河川構造物の被害状況について述べる。

(山木 忠嘉)

## 2. 敦賀半島周辺の地形・地質および過去の地盤災害

### 2.1 敦賀・河野海岸の地形と地質



図-2.1.1 福井県で用いられている地形に基づく地域区分

地形の特徴に基づく福井県下の大地形区分を図-2.1.1に示す。今回の水害は主に敦賀湾東縁山地から西の地域で発生した浸水や山地崩壊・土石流である。敦賀土石流班が調査した災害地は敦賀湾東縁山地と野坂山地内の5地点である(図-2.1.2)。それらは南越前町大良地区(地点T01)、敦賀市杉津地区(地点T03)、敦賀市縄間地区(地点T04)、敦賀市丹生地区の県道沿い(地点T02)と集落よりの地点(地点T05)である。

敦賀周辺地域の主な活構造の分布は図-2.1.3に示す通りである。敦賀湾東縁山地は、この地域の主要な断層である柳ヶ瀬ー山中断層ー甲楽城断層より西で敦賀平野の北の細長い地域である。この山地はメランジェ(混在岩。図-2.1.2のMe)と呼ばれる地層からなっており、さらに縦横に走る断層により分断され、著しく破碎されている。断層運動により局部的に隆起したり沈降したりしている。そのため、花崗閃緑岩できた鉢伏山以外では、地形の単位が小さく、標高も数100m以下である。岩石の強度が低下しているので、開析は比較的よく進行している。南越前町大谷から北の海岸(いわゆる河野海岸)は甲楽城断層による断層崖であり、陸側が北東に傾動しながら数100m上昇している。そのため、東縁山地を流れる古い河川は北東に向かって流れている。

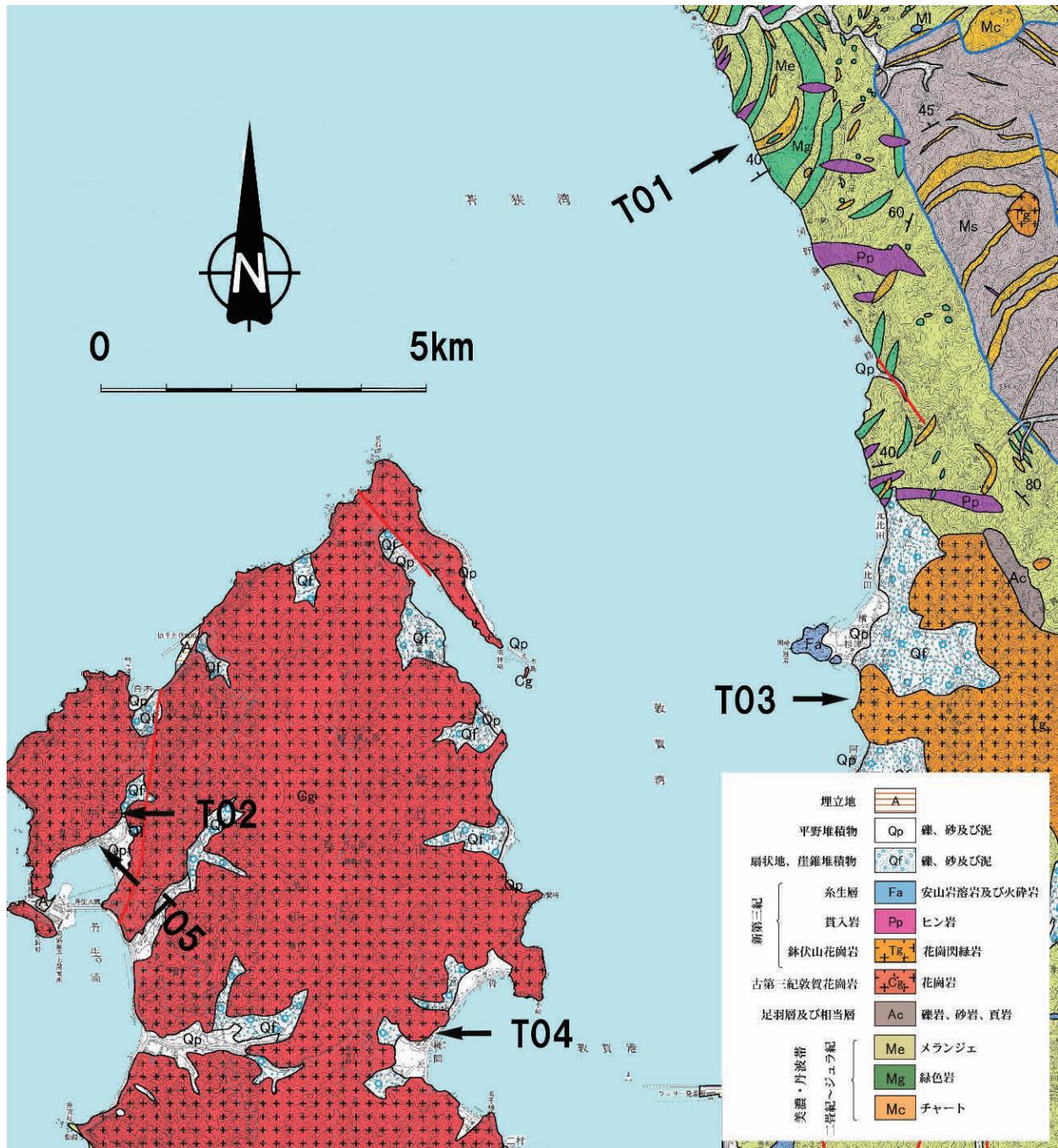


図-2.1.2 敦賀湾周辺地域の地質図

(2010年版福井県地質図から一部改編・切り取り、矢印は災害調査地点)

海岸部では、山地が直接敦賀湾に接し、さらに海食が進行しているので、地すべりや崩落が発生している。南越前町大谷集落から南の海岸は、大きく見れば南北方向の直線的であるが、河野海岸に比べて海岸線の出入りが大きいので、現在は断層地形というより侵食地形とみなされる。また杉津には陸繫砂州(トンボロ)が発達しているので、このことも、少なくとも現在は海岸に沿う断層活動はないことを示している。

三方断層の東で、雲谷山、乗鞍岳、野坂岳、及び敦賀半島の西方ヶ岳の山々からなる野坂山地の中央部に敦賀断層と野坂断層があり、この地域の地形・地質は二分される。野坂山地の半島部、すなわち敦賀半島には花崗岩が広く分布し、半島の最高峰である西方ヶ岳や螺旋ヶ岳も花崗岩ででき

ている。700m級のこれらの山々は侵食が進み、急峻な地形を呈している。しかし、半島の複数箇所に平坦な地形が残されている。何段か存在する平坦な地形の対比はできていない。平坦面や緩斜面では基盤の花崗岩はマサ化が著しく、マサ断面の厚さは数mに達する場合がある。

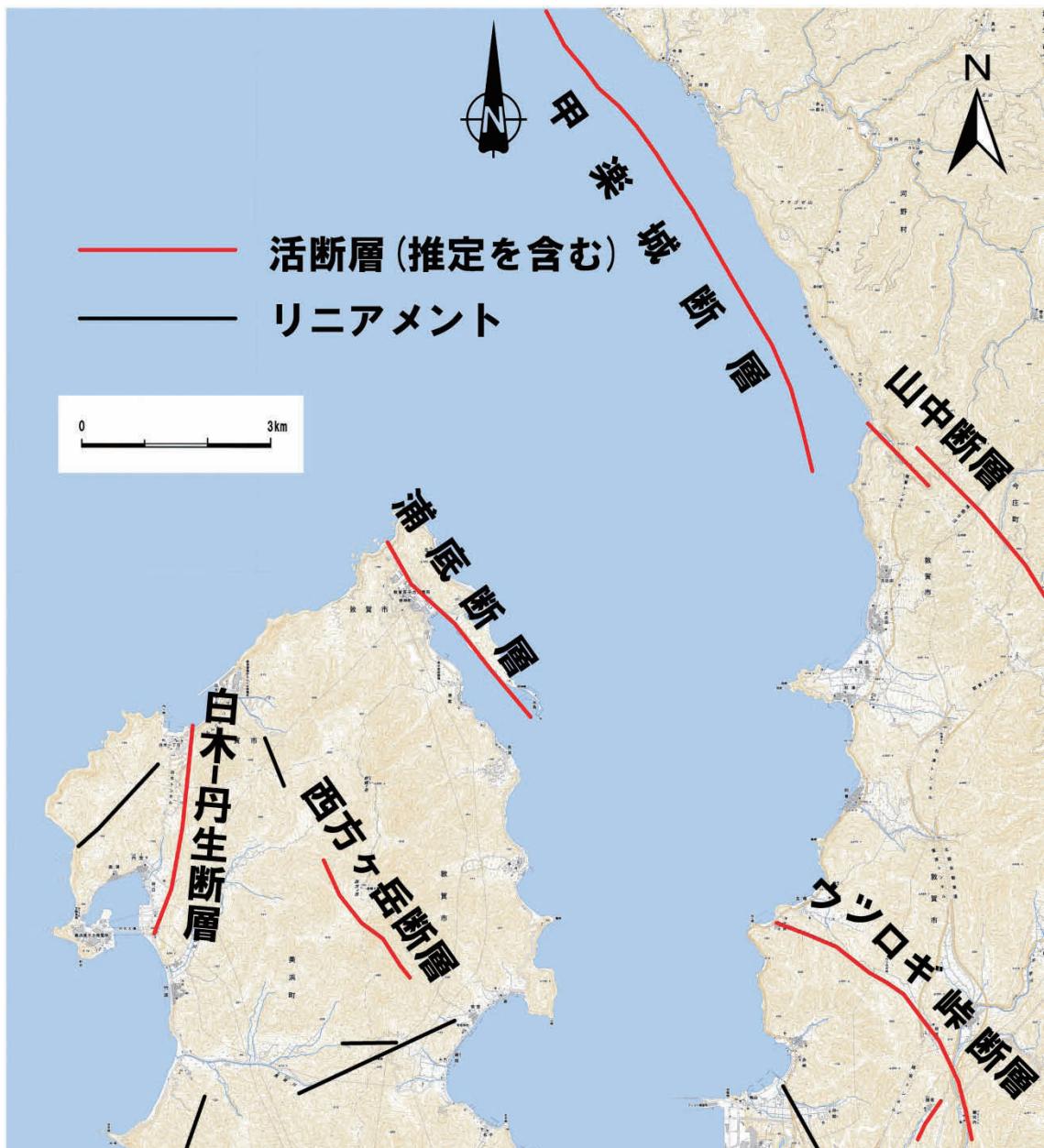


図-2.1.3 敦賀湾周辺地域の主な活構造の分布図

(推定活断層や推定リニアメントを含む。断層名と断層(赤線)・リニアメント(黒線)の位置は「近畿の活断層」(岡田・東郷(2000編))による)

調査地域の地質の年代については以下のとおりである(図-2.1.2)。敦賀湾東縁に分布する混在岩はジュラ紀(1億4600万年前から2億年前)であるが、ペルム紀からトリアス紀(2億年前から3億年前)までの緑色岩(Mg)、チャート(Mc)を含む。杉津西の岡崎の小半島は中新世の安山岩(Fa)からできている。この安山岩は約2000万年前に噴出した。鉢伏山を中心とする花崗閃綠岩(Tg)は鉢伏山花崗閃綠岩あるいは杉津花崗閃綠岩(中江、ほか、2013)とよばれ、2000万年前にこの地域に貫入した。この花崗閃綠岩は岡崎の安山岩に熱変成を与えている。敦賀半島を構成する花崗岩は江若花

巣岩類敦賀岩体(中江ほか、2013)とよばれ、およそ6000万年前に貫入・冷却した。

敦賀湾東縁山地は敦賀湾・伊勢湾線(甲楽城・柳ヶ瀬断層帯)と呼ばれる巨大断層帯内にある。一方、敦賀半島は野坂断層や敦賀断層の北側に位置するが、これらの断層そのものからは数kmから10km離れている。敦賀半島先端部の東側に浦底断層、西側に白木一丹生断層が、そして中央部に西方ヶ岳断層が存在する。これらの断層の活動性については、詳細にはわかっていないし、水害に伴う土石流の発生への影響も不明である。敦賀半島先端部には活断層と認定はされていないリニアメントや古期断層も多数存在する。

#### T01 河野海岸・大良の地形と地質

越前・河野しおかぜラインに接する急崖斜面が崩落した。山地側にはこの付近でもっとも高度が大きいアマゴゼ山(400m)があり、アマゴゼ山頂上から海岸までの距離は700mほどであるので、平均勾配は30°近い。海岸では海食によりさらに急勾配になっており、所によつては70°の斜面勾配を持つ。斜面のところどころには比較的平坦な小地形が存在する。それらの多くは斜面崩落物が一時的に停止している場所であり、広い意味では崖錐である。崩落地点は斜面勾配が70°程あり、崩落の頂部付近の標高100m程の所には斜面崩落物がつくる緩斜面が残存し、水仙畠・梅園として利用されている。

この地域を構成する岩石はペルム紀の緑色岩とジュラ紀の黒色頁岩である。ジュラ紀黒色頁岩中に古期の岩石が散在し、いわゆる混在岩層である。この地点の地質の全体的な構造は北東走向で、北西に数10°傾斜しているが、地質そのものが混在岩であり、黒色頁岩と緑色岩が複雑に積み重なっており、走向も傾斜も安定しない。地層の変形が著しく、特に黒色頁岩は細かく破断を受けしており、鏡肌ができている。さらに全体構造を切断して垂直の断層が発達している。崩落の北西端は垂直断層で切断されていたと思われる。頁岩の鏡肌面が崩落の底面となっているところがある。

#### T03 東浦海岸・杉津の地形と地質

崩落現場は杉津集落のすぐ南の国道8号沿いである。崩落現場の地質は杉津花崗閃緑岩であるが、そのすぐ南側には安山岩が分布し、おそらく花崗閃緑岩が安山岩に貫入していると思われる。杉津花崗閃緑岩は年代が比較的若いので、断層などによる破断の程度が小さい。本岩を構成する鉱物は斜長石、石英、アルカリ長石、黒雲母(変質した部分は緑泥石化)および少量の不透明鉱物からなり、それらのサイズは1~5mm程度である。崩落場所は国道8号沿いであり、花崗閃緑岩が直接海に接し、海食を受けている場所である。崩落場所の花崗閃緑岩はマサ化が著しく、崩落斜面にも堅固な花崗閃緑岩は残されていない。今回の崩落はマサがすべったものである。

#### T02、T04、T05 敦賀半島・繩間・丹生の地形と地質

調査した被災現場は敦賀市繩間の1地点、丹生の2地点であるが、基盤の地質が同じ花崗岩であるので、ここで全体的な地形・地質の特徴についてまとめて記す。

敦賀半島北半分の基盤岩はすべて古第三紀初頭の江若花崗岩類敦賀岩体であり、数値年代として5700~6000万年前の年代が得られている。繩間、丹生の土石流発生現場にもこの花崗岩が分布している。構成鉱物は石英、斜長石、アルカリ長石、それに黒雲母であるが、詳細に観察すれば、構成鉱物の粒度により、粗粒黒雲母花崗岩(主要鉱物の粒径が0.5~2cm)、中粒黒雲母花崗岩(同じく1~2mm)、それに細粒黒雲母花崗岩(同じく0.5~2mm)に区分できるが(中江ほか、2013)、今回の土石

流災害調査においては、一括して花崗岩として扱う。

敦賀花崗岩体の西方ヶ岳や螺旋ヶ岳の頂部には平坦面が発達し、おそらく、この地域でもっとも古期の地形平坦面である。斜面部には彫りの深い渓谷が発達するが、尾根部のところどころに平坦な地形が残されている。海岸以外の内陸部での本岩は風化が著しく、マサの厚いところでは、5mを越える。今回の土石流により移動したものはほとんどがマサであり、巨大な岩塊が長距離移動することはなかった。

図-2.1.3 に示すように敦賀花崗岩体を切る活断層やリニアメント(推定のものも含む)が存在するが、今回の土石流発生現場に直接関係するものは報告されていない。しかし、縄間の土石流発生現場は西方ヶ岳断層の東南端に位置している。さらに縄間近くには東北東-西南西方向のリニアメントが推定されている。また、白木-丹生断層が丹生の土石流発生現場近くを通過している。これらの活断層やリニアメントが土石流発生にどのように関与したかは不明である。なお、現地調査により、丹生の民家裏の土石流の発生地点(標高約 60m)にはほぼ東北東-西南西方向の断層破碎帯(見かけの幅約 5m)が存在していることが判明した。

## 2.2 美浜町耳川地区の地形と地質

この地域は地形的には野坂山地に含まれる。中央に耳川が流れる峡谷が存在するが、その両側は 1000m 近い標高を持つ雲谷山(786m)、野坂山(913m)が存在し、美浜町新庄から奥(南)は急峻な斜面を持つ峡谷となっている。下流に向かって次第に川幅が拡大し、市街地では段丘や沖積低地が発達している。耳川と平行にいくつかの地質断層や活断層が推定され、それにより段丘が切断され、変位をしているところがある。上流部でも、地質図には示されない小規模な扇状地や崖錐が耳川沿いに発達する。

この地域の古期地質は、大まかに言えば、耳川の左岸側が白亜紀花崗岩、右岸側が丹波帶の堆積岩である。耳川に沿って地質断層が存在している。耳川より東側にはいくつかの活断層も存在し、それらは上記の地質断層および耳川にほぼ平行である。すなわち、耳川は断層破碎帯を下刻してできていると思われる。

花崗岩は三方花崗岩あるいは雲谷山花崗岩と呼ばれ、その中の雲母類から 9150 万年～9280 万年の放射年代が得られている。花崗岩中心部は黒雲母花崗岩、周辺部は白雲母花崗岩である。花崗岩の貫入により花崗岩から 1km 以内の丹波帶の地層は著しく熱変成を受けている。

丹波帶の地層は二畳紀からジュラ紀の砂岩、頁岩、両者の互層、緑色岩、チャートなどからなる。また、海底地すべり性堆積物であるメランジェ(混在岩)も頻繁にはさまれる。全体が混在岩相である。地層の変形(破断)が著しいところがあり、多量の砂礫が耳川に供給されている。

耳川左岸には低位段丘堆積物が発達する。この中に含まれる火山灰は 2.6～2.9 万年前の始良 Tn テフラと同定されている。耳川は低位段丘堆積物を削りこみ、薄い沖積層が河床に堆積している。

今回調査した被災地点は、図-2.2.1 の T06、T07、T08 の 3 地点である。

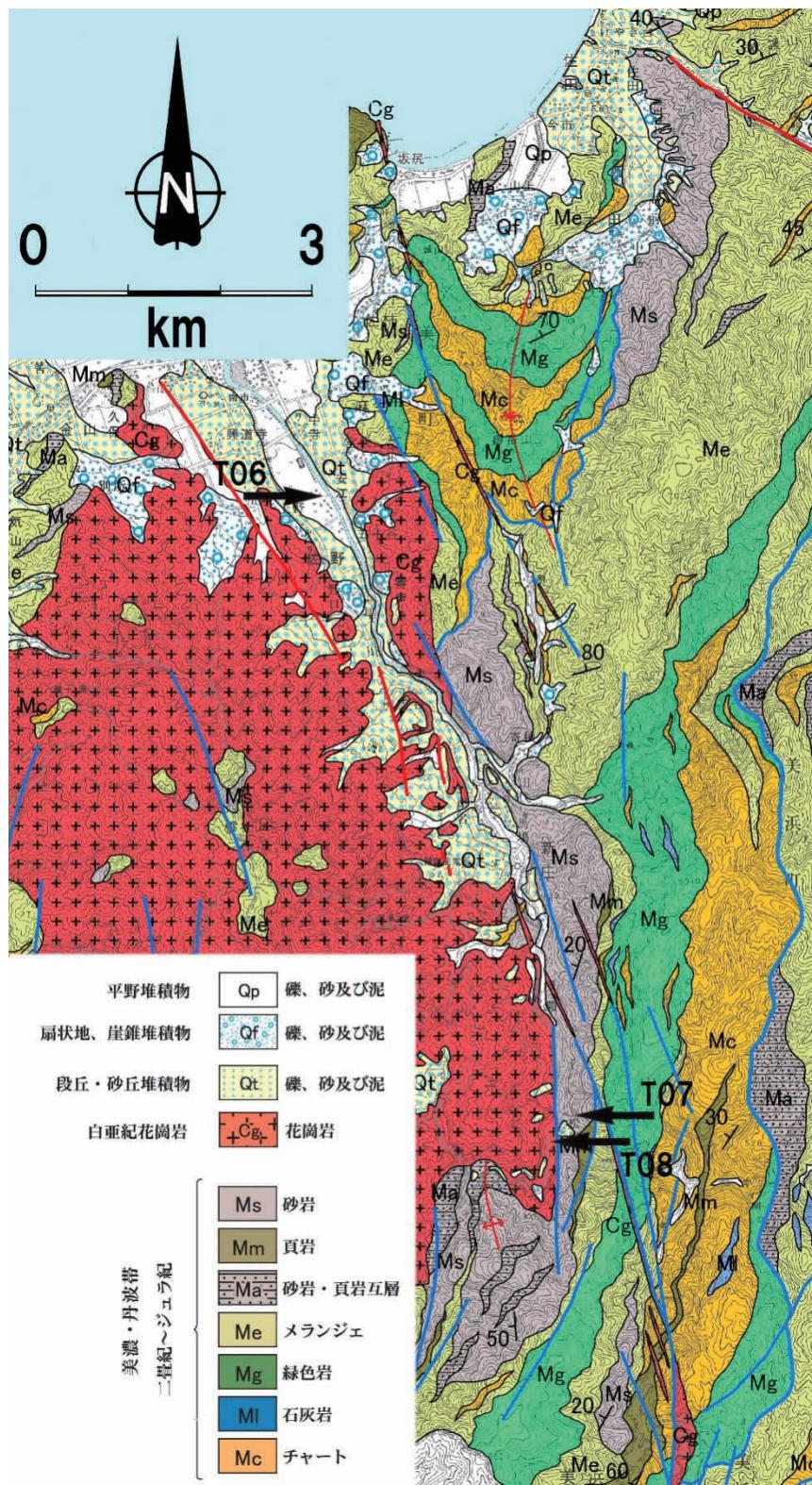


図 2.2.1 美浜町耳川地区の地質図

(2010 年版福井県地質図からを一部改編・切り取り、矢印は災害調査地点)

### 2.3 敦賀市地域の過去の関連地盤災害

敦賀市地域の降雨に伴う地盤灾害(土石流、地すべり、山崩れ)について過去にさかのぼって資料を調査した。服部ほか(1996)および敦賀市防災会議(2006)による敦賀市地域防災計画(資料編)において、調査地域の災害の中で地盤灾害を伴ったものとして記載されたものを取り上げた。

- 1701年8月17日 黒河川や笙の川が決壊し、山崩れがあった。
- 1866年5月15日 斻田で、降雨・洪水による大山崩れがあった。
- 1895年7月30日 大谷で山崩れがあり、死者9名がでた。
- 1921年9月25日 嶺南地方で洪水があり、山崩れが2箇所で発生した。
- 1956年8月4・5日 寒冷前線による豪雨により、笙の川の市鳩原で60mに渡り堤防が決壊し、崖崩れが17箇所で発生した。
- 1961年6月23日～7月1日 梅雨前線豪雨で、五幡・阿曾で崖崩れが起きた。
- 1961年10月27・28日 低気圧通過に伴う水害で、嶺南地方で6箇所の山崩れが発生した。
- 1969年8月22日～24日 台風に伴う水害に関連し、崖崩れが1箇所で発生した。
- 1976年9月8日～13日 台風による水害に伴い、土砂崩れが9箇所で発生した。
- 1989年4月15・16日 低気圧通過に伴い水害が発生し、敦賀市中の老人ホーム「渓山荘」付近で地すべりが発生した。
- 1989年9月5日～7日 停滞前線の活動により追分で国道161号に土砂が流入した。

これらの災害を整理して、敦賀市地域防災計画では東浦地区や西浦地区では崖崩れや渓流沿いの土石流災害の危険性が高いとして注意を呼びかけている(表-2.3.1)。今回の土石流災害もこの計画に盛り込まれた災害タイプの範疇に入っている。

表-2.3.1 敦賀市地域防災計画によって取り上げられた土石流関係災害の地域特性

敦賀市の災害特性(平成18年)

項目	東部海岸地区	西部海岸地区	市街地	南部扇状地	東部山間地区	西部山間地区
土砂災害	・人家に直接影響する急傾斜地は少ないが、国道8号沿いには自然斜面、人工斜面が多く分布し災害時は交通の遮断等が懸念される。 ・立石地区は、狭小な平地に急傾斜地が近接しているため特に注意が必要。	・県道沿いは、自然、人工斜面が多く分布し災害時は交通の遮断等が懸念される。 ・立石地区は、狭小な平地に急傾斜地が近接しているため特に注意が必要。	・急傾斜地崩壊危険箇所が、金ヶ崎町、舞崎町に分布する。 ・昭和50年1月16日舞崎町天筒山の一部において崩壊が発生し、8世帯40人に避難命令が出された。	・切土地などの人工斜面以外は急傾斜地は分布せず、災害発生の可能性は低い。	・断層沿いの斜面は急崖地を呈することが多く、地質が脆弱になっている恐れがあり、地震時、豪雨時に斜面崩壊を起こしやすい。 ・谷底平野では、人家が高所に位置し、背後は急斜面である箇所が多く、斜面崩壊に注意を要する。 ・東部の山間地では、土石採取や北陸自動車道による人工斜面が多数分布する。	
	・元比田から杉津にかけては地すべり危険箇所が連続している。連続した降雨の後などには地すべりの発生に注意を要する。	・明瞭な地すべり地形、クラック地形、滑動履歴のある箇所はみられない。	・地すべりの履歴や地形的に明瞭な危険箇所はみられず、災害発生の可能性は低い。	・野坂、敦賀断層沿いの野坂、坂ノ下付近の山麓に地すべり地形を呈する箇所がみられる。	・吉河では平成元年に地すべり災害が発生している。 ・西谷川、五位川上流、池河内に地すべり地形やクラック地形を呈する箇所が多い。	・黒河川上流に地すべり地形を呈する箇所が多く、注意が必要。
	・元比田～阿曾、五幡、赤崎等に発達する扇状地は危険渓流が集中し崖壁等の不安定土砂が堆積するため、豪雨時には特に注意が必要。	・危険区域が海岸線にまで及び、集落のほとんどで土石流に対する危険性が高い。	・斜面の規模が小さく、土石流危険渓流等、危険性の高い地域はみられない。	・みどりヶ丘町や山、長谷等、開析扇状地面上に位置する集落は、土石流の氾濫区域に重なることから、危険性が高い。	・谷底平野に散在する集落のほとんどが土石流危険区域に含まれておらず、災害発生時に交通、情報の遮断が懸念される。	・山麓に位置している閑、沓見、西原、原等に土石流危険渓流が集中し、危険性が高い。

## 参考文献

- 1) 服部 勇・西村真希・西尾裕子、1996：福井県における自然災害のリスト。日本海地域の自然と環境、3号、91-136。(敦賀市通史、福井県敦賀郡誌、河野村誌、久々子の里の記載を整理したもの。詳細については原著を参照されたい)
- 2) 福井県、2010：福井県地質図及び同説明書(2010年版)。(財)福井県建設技術公社、173p.
- 3) 中江 訓・小松原・琢・高橋裕平・吉川敏之、2013：地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)「今庄及び竹波地域」。地質調査総合センター、110p.

- 4) 岡田篤正・東郷正美(編)、2000：近畿の活断層. 東京大学出版会、395p.
- 5) 敦賀市防災会議、2006：敦賀市地域防災計画(資料編).防災アセスメント関係. 資料 1. アセスメント調査概要. 35 p .

(服部 勇)

### 3. 敦賀半島周辺の被災地の植生と雨量強度

#### 3.1 植生

##### 3.1.1 敦賀半島周辺の植生の概要

図-3.1.1 は福井県のすぐれた自然植生編 1999 年から引用した若狭地域周辺の基本植生分布図上に、敦賀周辺で発生した土砂災害発生地点を示したものである。同書によれば、敦賀半島周辺の植生の概要を次のように記述している。「南北に突き出した敦賀半島は、東側は敦賀湾を経て河野海岸と向き合い、西側は若狭湾を経て常神半島と対峙している。半島の脊梁を南北に伸びている山塊が 西方ヶ岳 (764.1m)、蝶螺ヶ岳(685.5m)である。海岸から標高 100m 付近まではクロマツ林やスダジイ、タブノキが優占する照葉樹林が分布し、標高 500m 付近までは尾根沿いにアカマツ林、山腹斜面にはクリーコナラ林、クリーミズナラ林、そして標高 500m 付近から上には萌芽林状ではあ

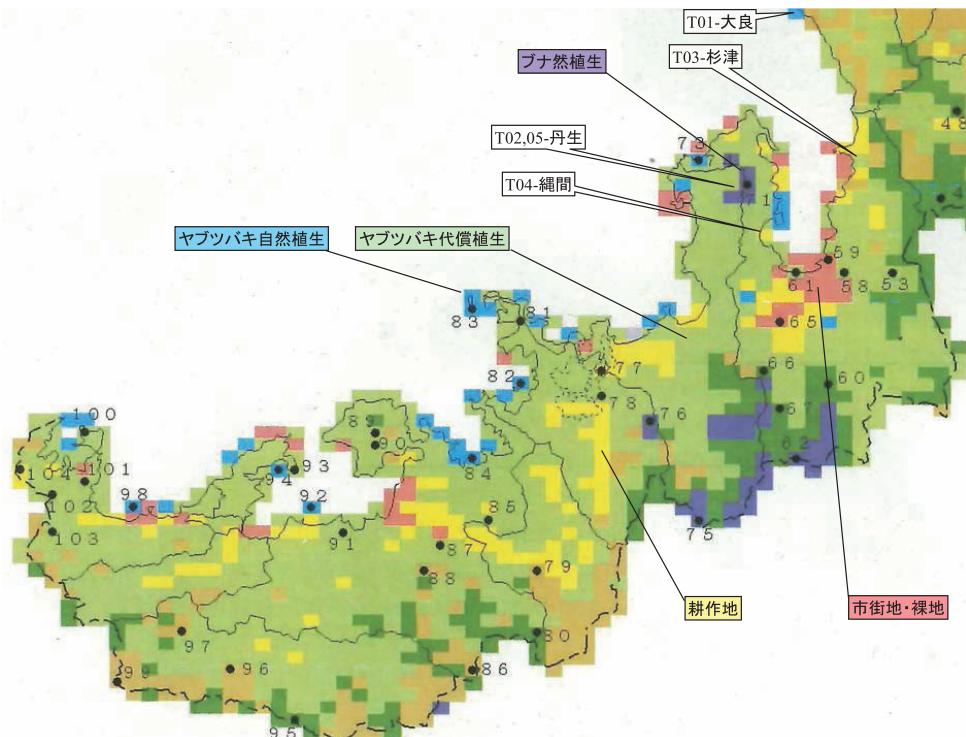


図-3.1.1 若狭周辺の基本植生

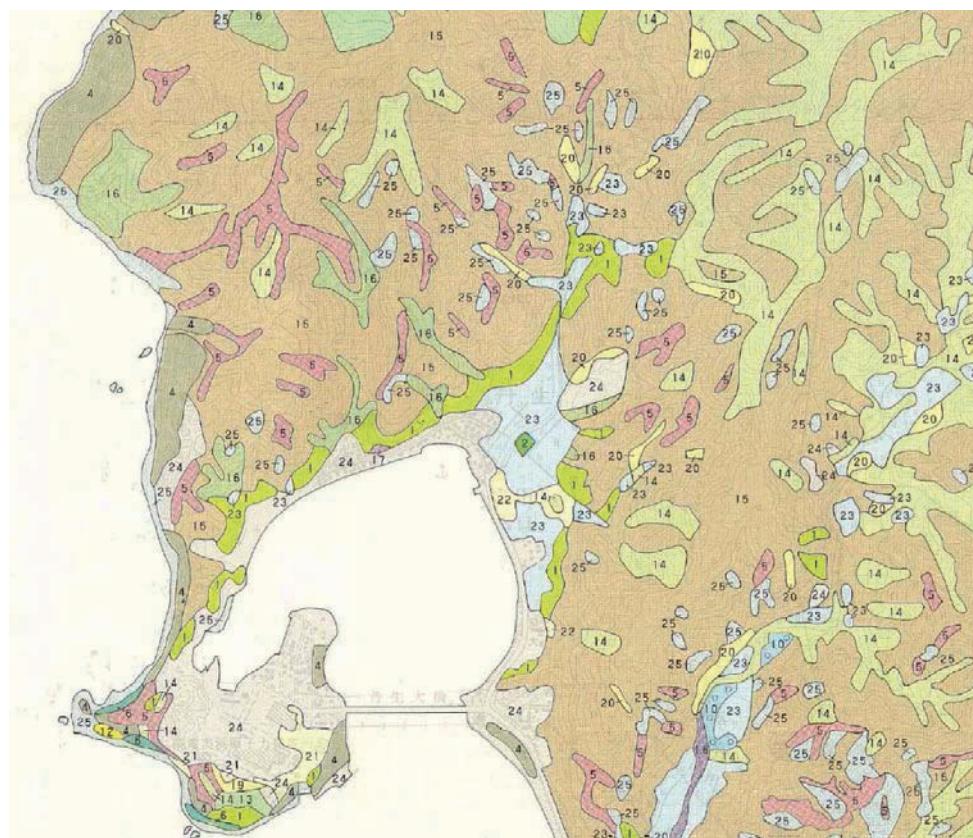


図-3.1.2 丹生地区周辺の植生

るがブナ林が広範囲に分布し、全体として植生が垂直的に推移していくのが比較的明瞭に見られる。」

今回の被災地である敦賀市縄間および美浜町丹生地区において、流動土塊は標高100m程度までに限られており、植生は基本的にクロマツとスダジイが優勢である。詳細は、宮脇らによる「敦賀地区の植生：横浜国立大学研究紀要、Vol.15、1979」より引用する。



### 3.1.2 T02 丹生斜面崩壊地点の植生

#### 斜面崩壊および土石流発生地点

周辺の植生を図-3.1.2に示す。丹生地区周辺は代償植生であるアカマツ・クロマツ(15)が優勢であり、その中に自然植生である常緑広葉樹のヤブコウジ・スダジイ(1)、貧養乾生立地のサイゴクミツバツツジとアカマツの群落(5)などの自然植生が混在している。また、敦賀半島において、表層土が堆積し保水量が豊富な谷部凹状地では、イノデ・タブ群集(2)が成立するといわれているが、土石流発生地点には認められない。上記の植生は、ブナに代表される落葉広葉樹とは異なり、腐葉土層の形成が貧弱であり、雨水の保持能力は小さい。写真-3.1.1は崩壊範囲最上部の土層断面を示すが、まさ土の上の腐葉土層は非常に薄いことが確認できる。一方で2000年度に行われた土石流カルテ報告書には、「山腹の植生は概ね健全であり、大きな変状は認められない。渓床は不鮮明で流水跡はなく、草本に覆われている。表層はややルーズだが崩壊などの変状は見られない。移動の痕跡はなく、比較的安定傾向の溪流であると思われる。」という記述があり、被災履歴の少ない渓流であったことが確認できる。

### 3.1.3 T04 縄間区周辺の植生

斜面崩壊および土石流発生地点周辺の植生を図-3.1.3に示す。丹生地区に比べてミツバツツジ・コナラが特に標高が高くなるほど優勢であるが、被災地点周辺はアカマツ・クロマツの占める割合が多くなっている。海岸に近い集落付近

写真-3.1.1 丹生地区斜面崩壊発生地点最上部の地盤断面

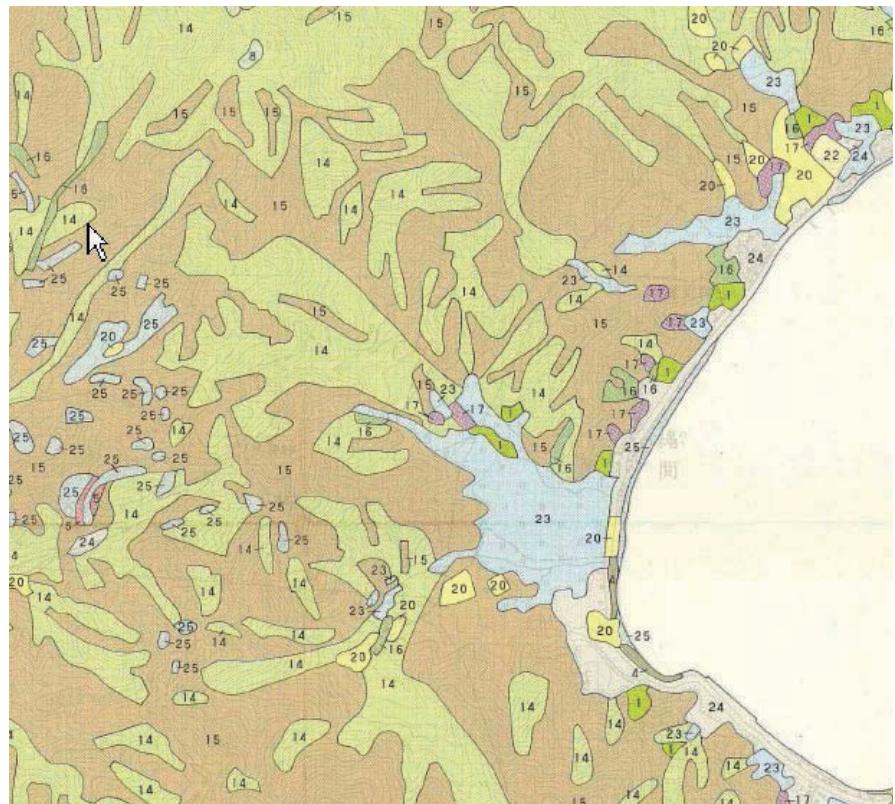


図-3.1.3 縄間地区周辺の植生

には、寺社がまつられていることもあります。スギ・ヒノキおよびモウソウチクなどの植栽が散在している。2000年度に実施された土石流カルテには次の記述がある。「流域の林相は大部分がスギの植林地および広葉樹であり、発達した表層土が分布している。流域には崩壊地が認められない。渓床堆積物は小礫・砂が主体で、中上流部の堆積厚は0.8m未満である。この流域には砂防施設がなく、保全対象は谷部に位置し比高が1~2mと小さく、小規模な土石流でも被害を受けやすい。」

以上の植生と崩壊以前の渓流の状態からは、丹生地区・縄間地区とともに、土石流や崩壊などの痕跡がほとんど認められず比較的安定的な渓流とされていたが、今回の台風による大きな雨量強度による長時間にわたる降雨と、保水能力が比較的小さな表層土壤による雨水の浸透が崩壊の一因となっている可能性が高い。

### 3.2 雨量強度

#### 3.2.1 敦賀半島周辺の雨量強度

平成16年7月18日の福井豪雨で、福井・美山地区で発生した土石流の発生条件と、今回の雨量条件を比較した。図-3.2.1は、平成16年福井豪雨における福井市美山（旧美山町）蔵作地区ならびに福井市一条谷地区の27時間のハイエトグラフである。福井豪雨の際には前日までの降雨が無く、夜半から降り始めた雨が午前6時前後から強度を増し、時間雨量60mmを超える猛烈な雨となり、累積雨量が300mmを超えていていることが確認できる。今回の災害に際し、土石流発生地点の

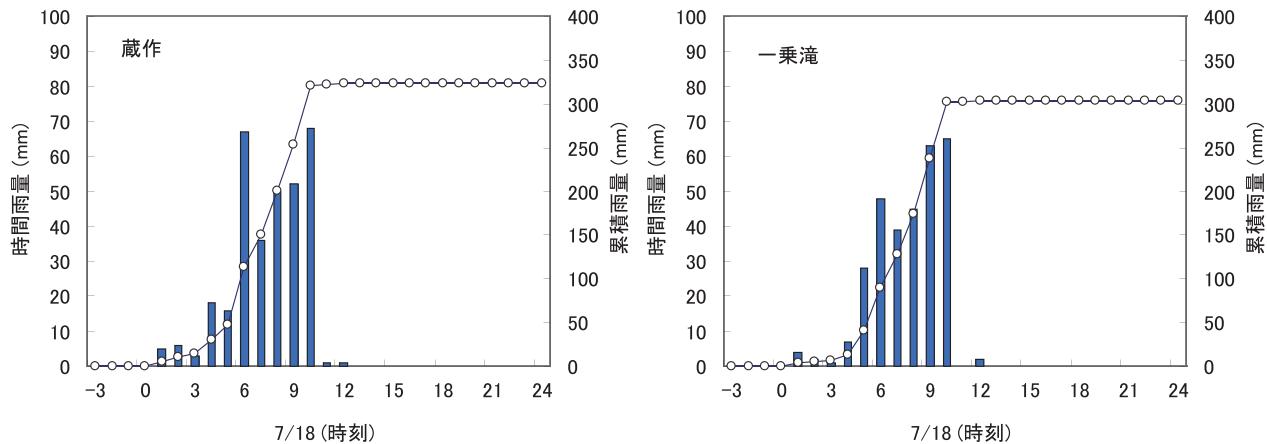


図-3.2.1 平成16年福井豪雨における土石流発生地点ハイエトグラフ

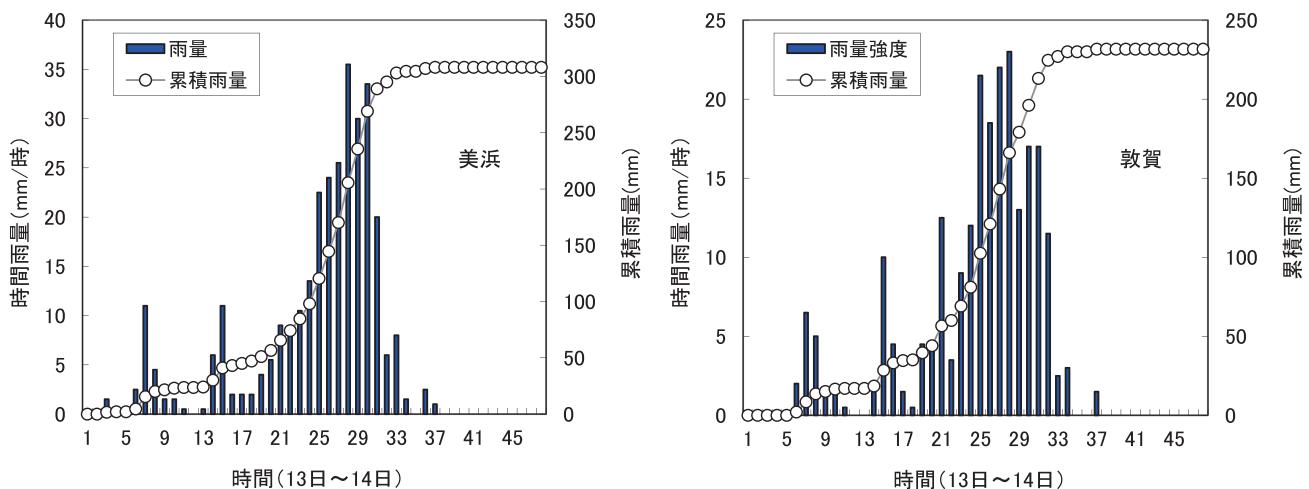


図-3.2.2 丹生および縄間地区に隣接した美浜・敦賀観測点のハイエトグラフ

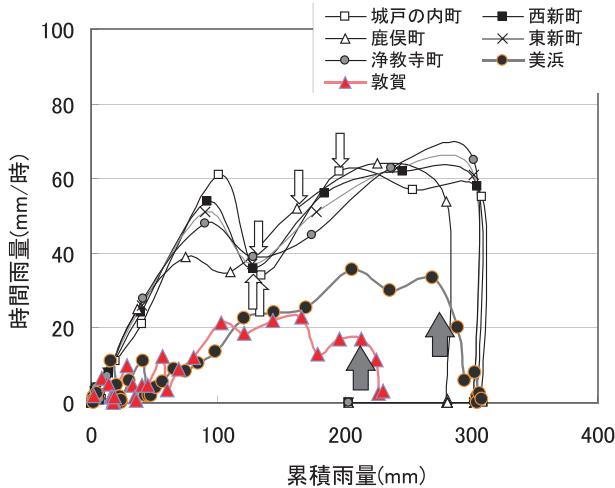


図-3.2.3 平成 16 年福井豪雨と台風 18 号における  
雨量強度-土累積雨量の関係

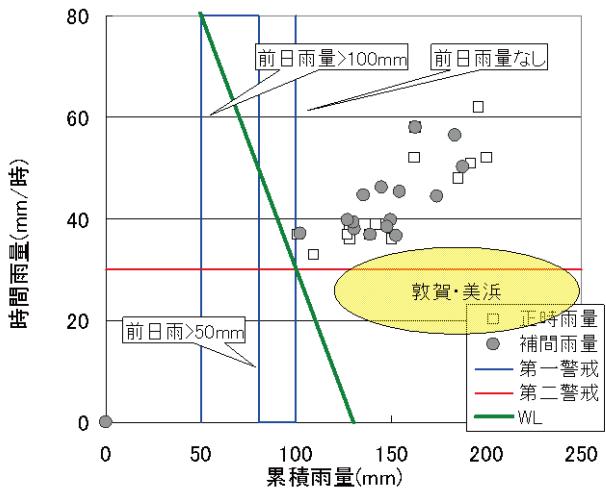


図-3.2.4 平成 16 年福井豪雨と丹生・縄間地区の  
土石流発生条件

ピンポイントの気象条件は入手できなかったので、近接の美浜および敦賀の雨量データを検討する。

図-3.2.2 は 15 日の 0 時から 48 時間の雨量の経時変化である。15 日の午前から 10mm／時を超える雨が降り続き、16 日午前 0 時には累積雨量が 80～100mm に達していたことがわかる。16 日未明から午前中にかけて 20～30mm／時の強い雨が連続的に降り続き、累積雨量は平成 16 年福井豪雨に迫る 230～310mm と非常に大きくなっている。図-3.2.2 と図-3.2.3 の比較から、福井豪雨では 60mm／時という非常に強い雨が 6 時間程度継続し累積雨量が 300mm を超えたのに対し、今回の豪雨では、最大雨量強度は 30mm／時と福井豪雨の半分程度であるが、強い雨が 30 時間にわたって継続し、累積雨量は福井豪雨と同程度に達したことが確認できた。

### 3.2.2 斜面崩壊・土石流発生雨量と避難指示について

図-3.2.3 は、福井豪雨の際に土石流が発生した福井市内の 5 地点と、今回の災害における敦賀および美浜観測点の時間雨量（雨量強度）－累積雨量関係、いわゆるスネーク曲線である。図中の白い矢印は、福井豪雨の際に被災住民の聞き取りから推定した土石流発生時刻に対応している。福井豪雨では累積雨量が 130～200mm かつ時間雨量で 35～60mm 程度の条件で土石流が発生したといえる。今回の土砂災害については発生時刻が明確でないが、午前 8 時前後と仮定した場合の状況を灰色矢印で示す。

図-3.2.4 のプロットは、平成 16 年福井豪雨で土石流が発生した地点について、その土石流発生時刻における累積雨量と雨量強度をまとめて示したものである。なお、図中の○は、アンケートの平均として算出した土石流発生時刻に最も近い正時雨量を、●は発生時刻に相当する雨量を、前後の正時雨量の線形近似で推定した雨量に対応している。この図から、福井豪雨における土石流は、累積雨量が 100mm を超え、かつ 30mm/h 以上の降雨強度があった時に発生していたことが明らかである。これに対し、今回の災害における丹生地区および縄間地区における災害発生条件の推定範囲を図中の楕円で示す。今回の土砂災害は、雨量強度では福井豪雨の 5 割程度であるが累積雨量が大きいことがわかる。

図中の縦横の直線は、消防庁による土石流警戒基準値を示している。この基準によれば、前日までに降雨がなかった場合には、日雨量が 100mm を越えた時が第一警戒態勢（警戒巡回および住民への広報実施）、日雨量が 100mm を越え、かつ時間雨量 30mm 程度の強雨が降り始めた時が第 2

警戒態勢（避難準備の広報および避難指示の実施）をとる事となっている。また、図中の  $r(t)$  と示した直線は、国土交通省指針の土石流発生危険基準線（WL）を、累積雨量 100mm、降雨強度 30mm/hr を通るように設定したものである。福井豪雨の際の土石流は、以上二つのいずれの基準によっても警戒が必要とされる範囲に収まっており、少なくとも降雨条件から見て、土石流の発生は例外的なものでなかったといえる。一方、今回の台風 18 号の雨量条件では、消防庁の基準雨量強度である 30mm を超えない地点でも土砂災害が発生している。

国土技術政策総合研究所による土砂災害警戒情報策定プロジェクト成果報告書では、降雨量による土砂災害発生危険基準を、次のように算定することを提案している。すなわち縦軸を半減期 1.5 時間の実効雨量、横軸を半減期 72 時間の実効雨量とする 2 次元空間において、時間ごとの実効雨量データをプロットしたスネーク曲線を描き、 $y = -ax + b$  で表される土砂災害発生危険基準線によって判定する。なお、実効雨量  $R$  は次式によって計算される。

$$R = \sum 0.5^t \cdot r_t \quad (3.1)$$

ここに、 $T$  は短期降雨指標の半減期であり、1.5 時間と 72 時間をとる。また、 $r_t$  は  $t$  時間前の時間雨量である。同基準では、土砂災害発生基準線は、対象地域を火山地帯と非火山地帯、降雨量および地質に区分し、 $y$  切片と傾きを設定する。図-3.2.5 は敦賀および美浜の実効雨量で表示下スネーク曲線と、敦賀市周辺を標準降雨地域とした場合の土砂災害発生危険基準線  $y = -0.90x + 289$  を示している。同図によれば、美浜の雨量観測データを用いた場合には、土砂災害の危険性が予測できていたが、敦賀のデータでは災害に至らないと判断された可能性がある。図-3.2.4 と図-3.2.5 から、スネーク曲線と警戒基準線では土砂災害発生を見逃した可能性があることがわかった。この要因の一つとして、雨量データが被災地から数 km 離れた美浜と敦賀の観測値であり、被災地の雨量条件と異なっている可能性があげられる。一方で、被災地周辺は、マツや杉などの針葉樹が比較的多く保水性の高い土壤が薄く、長時間にわたる降雨がまさ土主体の地盤に浸透し、地盤を不安定化させた可能性も否定できない。

気象庁は 2013 年に大雨特別警報の適用を開始し、その適用第一号が、今回の台風 18 号に伴う豪雨に対するものである。大雨特別警報を、16 日の午前 5 時 5 分に、京都府、滋賀県および福井県に対して発表された。しかし、大雨特別警報は都道府県単位で発表されることもあり、住民の当事者意識が乏しい面が否めない。一方、福井県および各自治体は土砂災害危険情報の発信や住民への直接指導も行っている。今後、土砂災害発生予測の精度向上と、住民の適切な避難を行うためには、レーダー雨量データなどのピンポイント降雨情報と、地形・地盤・植生条件などを取り入れたきめ細かな警戒基準の設定が必要と考えられる。

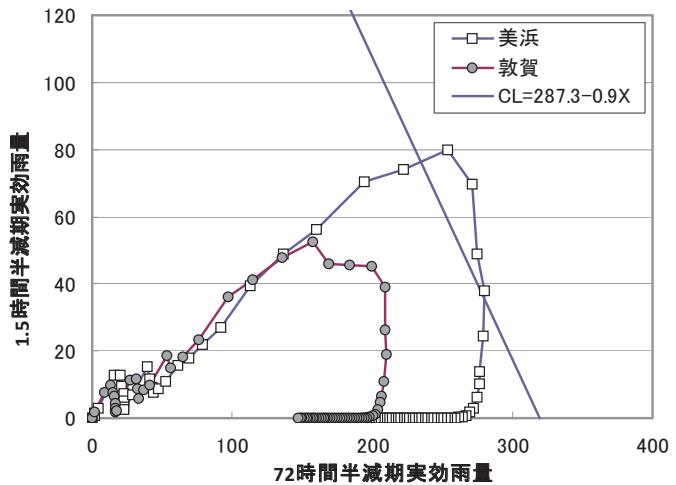


図-3.2.5 実効雨量と土砂災害発生危険基準線

## 参考文献

- 1) 福井県：福井県のすぐれた自然、植生編、1999.
- 2) 宮脇昭、鈴木邦雄、小川吉平、木村雅史：敦賀地区の植生、横浜国立大学研究紀要、Vol.15、1979.
- 3) 国土交通省：土砂災害警戒情報策定プロジェクト成果報告書、国土技術政策総合研究所資料、2010.

(小嶋 啓介)

## 4. 地形地質条件による土石流・崩壊の検討

### 4.1 敦賀地区で現地確認した土石流、崩壊

敦賀地区では複数の崩壊や土石流が発生した。図-2.1.2で示した比較的規模の大きい5箇所を現地確認し、発生原因を考察した。T01、T03は斜面崩壊、T02、T04、T05は土石流である。土石流についても発生源となった素因・誘因を主に検討したため、ここでは斜面崩壊と土石流を特に区別しない。T04の縄間1と縄間2は当該箇所付近に誘因が異なる崩壊が発生していたため便宜的に分けて表記した。

### 4.2 T01 大良斜面崩壊

#### 4.2.1 崩壊の概要

勾配50度程度の自然斜面に吹付工が施工されていた部分が幅20m、長さ25mにわたって崩壊した。崩壊の深さは約2m程度である。崩積土は下部の落石防護柵を破壊して斜面下を通る国道305号にまで到達した。図-4.2.1に周辺の平面図、図-4.2.2に模式断面、図-4.2.3に崩壊箇所の全景を示す。

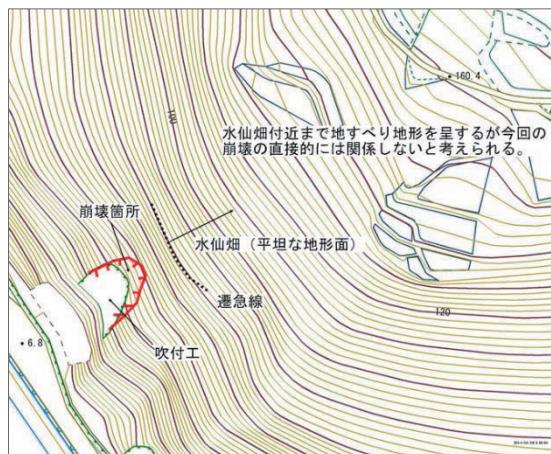


図-4.2.1 崩壊箇所付近の平面図

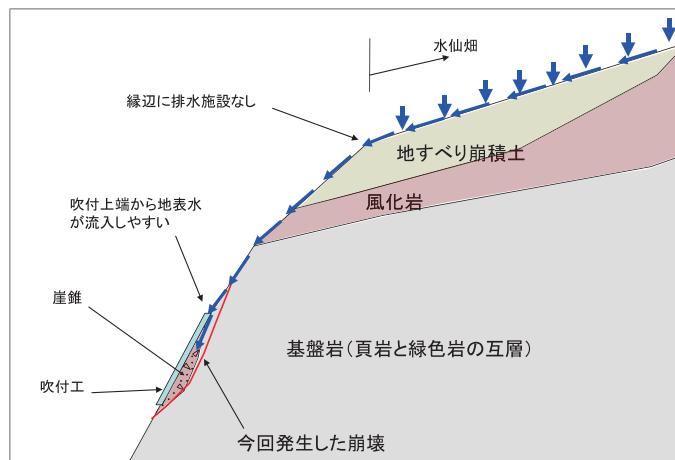


図-4.2.2 壊壊箇所の模式断面

崩壊跡を観察すると斜面を構成する地質は頁岩と緑色岩で両者が交互に繰返している。崩壊跡の下方で崩壊とは無関係の位置に脆弱化した破碎帶も認められる。周辺の植生が草本を主体としていることから表層が不安定で小規模な崩壊（剥離崩壊）を繰り返していた箇所と考えられる。崩壊跡の側壁を見ると微小な地形的凸部に崖錐が堆積していることが分かる（図-4.2.4）。今回崩壊した部分も基盤岩の上部に崖錐性の堆積物が分布していたものと考えられる。



図-4.2.3 崩壊箇所の全景

#### 4.2.2 問題のある地盤構造

崖錐と基盤岩の境界が強度の不連続面、透水性の不連続面を形成しており、崩壊の素因と考えられる。

#### 4.2.3 集水条件

上部に平坦面があり縁辺に排水施設がない。平坦面に降った雨が斜面内に浸透、または平坦面の縁辺から斜面内に流入しやすい条件といえる。

吹付工の上部は斜面中で終わっており、吹付工の上端で吹付工背面への地表水流入を防止する巻込みがなされていなかった（不可能であった）と考えられる。

#### 4.2.4 崩壊発生の素因・誘因

崩壊の素因は①急崖、②崖錐と基盤岩による強度と透水性の不連続面と考えられる。誘因は③上部平坦面などからの地表水、④吹付工上端から吹付工背面への地表水の流入と考えられる。

#### 4.2.5 事象から得られる教訓

上端が斜面の途中で終わっている吹付工の上端部の巻込み処理は不可能なケースが多いと考えられる。上端部から吹付け工背面へ地表水が流入する可能性が高くなることに注意して、設計段階では吹付範囲の見直しや、代替の地表水処理ができるいかを検討する、点検管理段階では吹付工頭部の状態に異常がないか確認するなどの配慮が必要である。

吹付工背面の土砂（特に基盤と土砂部が強度の不連続面、透水性の不連続面を形成しているケース）は崩壊に至りやすい。

平坦な地形面に降った雨はまとまって斜面に流入しやすい。自然な平坦面の縁辺の排水処理を積極的に設けることは難しいと考えられるが、できる限り自然斜面でも平坦面の縁辺に地表水の排水施設を設けることが望ましいと考える。

### 4.3 T02 丹生土石流(1)

#### 4.3.1 崩壊の概要

勾配約35度の自然斜面で幅13m、長さ約15m、深度1.5m程度の表層崩壊である。不明瞭な谷地形の上部0次谷の崩壊で、崩積土はかなりの水を含んで土石流的に移動したようである。斜面下方の落石防護柵を破壊して道路に到達した。**図-4.3.1**に崩壊箇所の遠景、**図-4.3.2**に模式断面、**図-4.3.3**に崩落箇所頭部の状況を示す。地質は花崗岩であり表層付近は風化してマサ状を呈する。表層付近でも風化を免れた部分はコアストーンとして大きな浮石として斜面に残存している。



図-4.2.4 崩壊跡側壁に残存する崖錐



図-4.2.5 水仙畑縁辺（遷急線）付近状況



図-4.3.1 崩壊～移動域全景

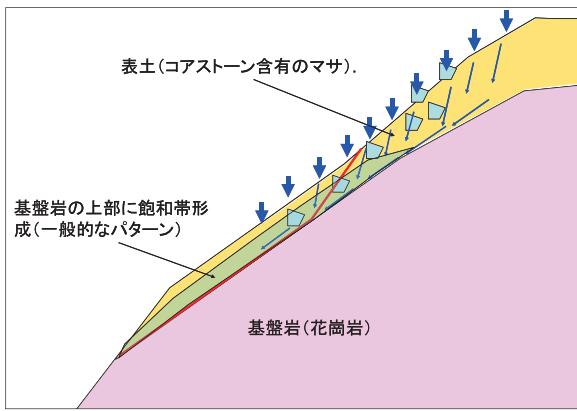


図-4.3.2 崩壊箇所の模式断面



図-4.3.3 崩壊箇所の頭部

#### 4.3.2 問題のある地盤構造

マサ状に風化した表土と基盤岩では性状が著しく異なり、両者の境界が強度および透水性の不連続面となっている。

#### 4.3.3 集水条件

顕著な集水地形ではないが、不明瞭な0次谷を形成していた部分が崩壊したものと考えられる。

#### 4.3.4 崩壊発生の素因・誘因

崩壊の素因は①基盤と表土の境界の強度および透水性の不連続面、誘因は②0次谷による集水と考えられる。現地踏査で確認できる範囲では上述①②以外の特殊な素因、誘因は確認できない。一般的なパターンと考えられる。

#### 4.3.5 事象から得られる教訓

花崗岩地域はそもそも豪雨時に表層崩壊が発生しやすい。このような地域では0次谷の崩壊は必ず発生するものとして取り扱うべきだということを再認識する必要がある。

### 4.4 T03 杉津斜面崩壊

#### 4.4.1 崩壊の概要

勾配50度程度の自然斜面で幅5~10m程度、長さ10m程度、深さ0.5~1m程度の表層崩壊が2箇所発生した。斜面の尻付近ではこれまでにも表層崩壊が発生していて、崩壊跡（滑落崖）斜面が不安定な形状になっていたと考えられる。図-4.4.1に周辺の平面図、図-4.4.2に模式断面図を示した。図-4.4.3に滑落崖上部から下方を見下ろした写真を示す。

地質的には風化した花崗閃緑岩で構成されている。花崗閃緑岩は花崗岩と似たような性状を呈することもあるが、ここではマサ状風化は呈していない。

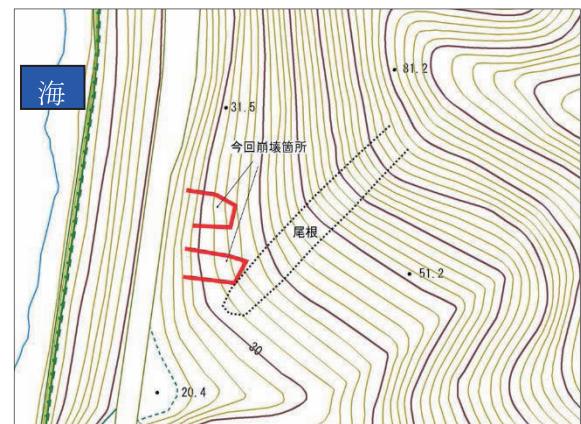


図-4.4.1 崩壊箇所付近の平面図

周辺の植生は広葉樹主体の木本が密集している。

#### 4.4.2 問題のある地盤構造

現地踏査による目視観察では崩壊の素因となるような地盤構造上の問題点は確認できなかった。

#### 4.4.3 集水条件

崩壊箇所の肩は尾根地形の側部遷急線に位置しており、顕著な集水地形ではない(図-4.4.4)。

#### 4.4.4 崩壊発生の素因・誘因

地盤構造として大きな問題点はなく、地質的な崩壊の素因としては①強風化していることだけが該当する。地形的な素因として②強風化岩としては急勾配であること、③斜面尻の表層崩壊が脚部を急勾配化させ、さらに年月の経過とともに不安定化していたことが考えられる。誘因としては降水の浸透が考えられるが顕著な集水地形ではないため降雨浸透だけが誘因ではないと考えられる。海岸沿いの斜面であり風を受けやすいことと、急勾配かつ土砂化した斜面で植生が広葉樹の木本(根が広く浅く成長する)を主体とすることを勘案すると、④風の影響で木が揺れることで表層地盤を緩めたことが誘因と考えられる。

#### 4.4.5 事象から得られる教訓

崩壊跡地や急勾配斜面(地盤の性状に対して)ではなく、風による木本の揺れが誘因となって崩壊を引き起こすケースがある。斜面脚部の侵食は小規模で短期的に問題とならないものでも長期的には崩壊の素因になることを認識する必要がある。

### 4.5 T04 縄間土石流(1)

#### 4.5.1 崩壊の概要

民地の背後にある低い山地部にある沢筋の谷頭付近で表層崩壊が発生し、土石流となって沢を流下し民家に被害を与えた。崩壊発生源には林道がある。地域の地質は花崗岩である。弱風化の花崗岩の上部にマサを起源とする崖錐性堆積物や林道の盛土が分布しており、崖錐や盛土部が崩壊した。図-4.5.1に周辺の平面図、図-4.5.2に模式断面を示す。図-4.5.3は地層中に認められる旧表土である。旧表土より上部の堆積物が崖錐または盛土であることを示している。

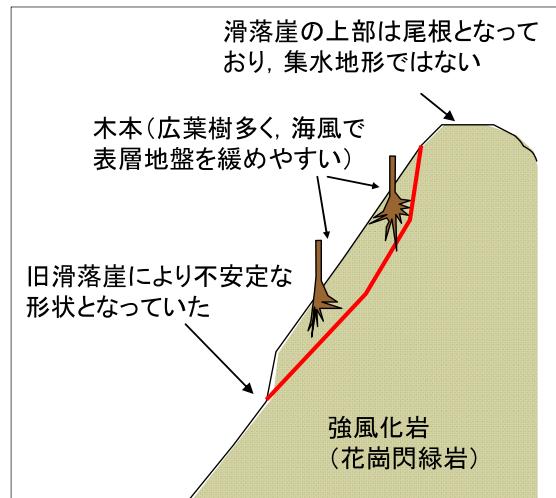


図-4.4.2 崩壊箇所付近の模式断面



図-4.4.3 滑落崖頭部から下方



図-4.4.4 上部の尾根と滑落崖頭部

#### 4.5.2 問題のある地盤構造

弱風化の基盤岩とその上部の崖錐や盛土の境界が強度および透水性の不連続面を呈している。

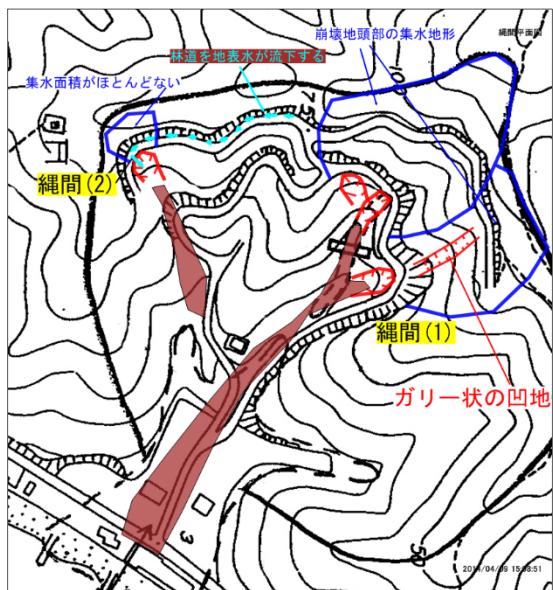


図-4.5.1 縄間(1)、(2)付近の平面図

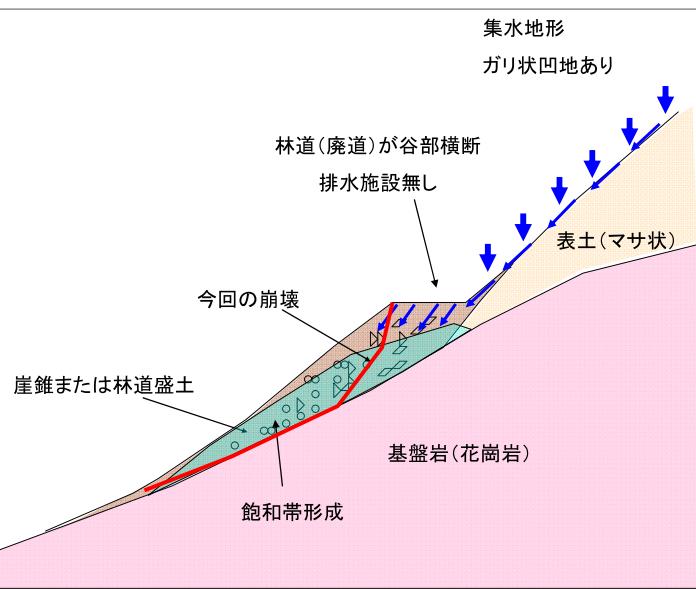


図-4.5.2 縄間(1)崩壊箇所付近の模式断面

#### 4.5.3 集水条件

崩壊箇所の上部は集水地形を呈している。常時流水があるような沢地形ではない。ガリ状の凹地形が認められる(図-4.5.4)ため、降雨時には地表水が集中して流れていることが分かる。ガリ状地形の下部は林道と交差するが、林道には横断排水管はなく、集水した地表水は林道部で盛土や表土内に流入しやすい状況となっている。

#### 4.5.4 崩壊発生の素因・誘因

崩壊の素因は①弱風化の基盤岩と崖錐または盛土の境界による強度および透水性の不連続面、誘因は②ガリ状凹地による集水と③横断排水施設のない林道部から斜面内への地下水流入と考えられる。

#### 4.5.5 事象から得られる教訓

常時流水の無い集水地形を横断する林道では横断排水管が設けられないケースがあるが、豪雨時には地表水が集中して斜面内に降雨水が流入して斜面崩壊の素因になることを考慮する必要がある。

小規模な林道盛土でも谷部を横断する際には基盤と上部の未固結堆積物の間の強度や透水性の不連続面を考慮して段切や水平排水層を設けるな

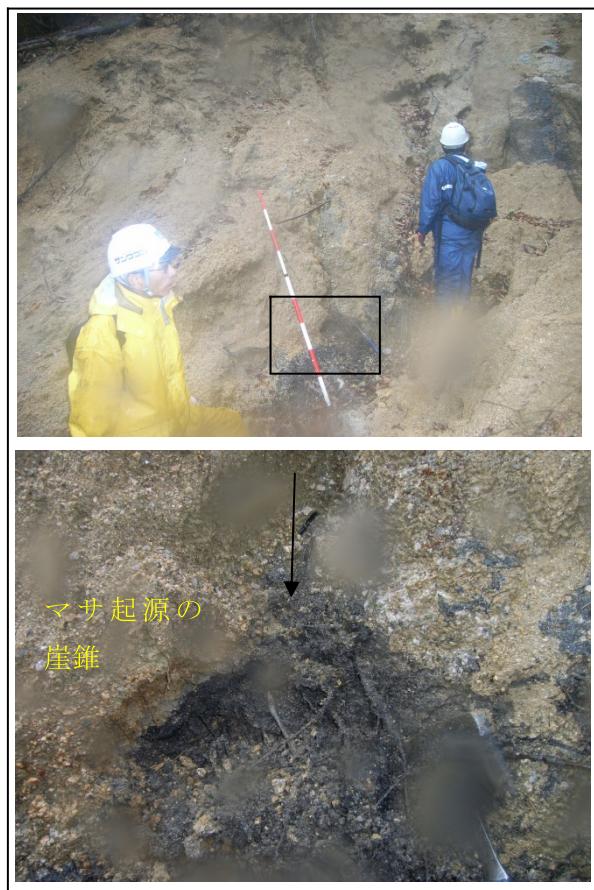


図-4.5.3 崩壊部側壁に見られる旧表土とその上部の崖錐性堆積物

ど適切な処理が必要である。

#### 4.6 T04 縄間土石流(2)

##### 4.6.1 崩壊の概要

縄間土石流（1）に隣接する谷筋の谷頭付近でも表層崩壊が発生した（図4.5.1）。崩壊土砂は土石流的に沢筋を下ったものの谷の途中で留まり下部の民地にまでは到達していない。縄間土石流（1）と同様に崩壊発生源には林道がある。地質的には花崗岩で、弱風化の花崗岩の上部にマサを起源とする崖錐性堆積物（図-4.6.1）や林道の盛土が分布しており、崖錐や盛土部が崩壊した。



図-4.5.4 崩壊部上方斜面に認められるガリー状の凹地（上から見下ろした写真）

##### 4.6.2 問題のある地盤構造

縄間土石流（1）と同じく、弱風化の基盤岩とその上部の崖錐や盛土の境界が強度および透水性の不連続面を呈している。

##### 4.6.3 集水条件

崩壊箇所の上部は形状的には不明瞭な集水地形を呈しているものの、尾根までの距離が短い。ガリー状の凹地も認められない。崩壊箇所の上部斜面が積極的に集水していたとは考えにくい。崩壊箇所は廃道となった片切りの林道が直線的に下って急に曲がるところに位置する。林道の山側のり尻付近に土溝がありで降雨水は土溝を流下する。流下した地表水は林道が曲がる箇所、すなわち崩壊した箇所で行き場をなくし、斜面に流入していたと考えられる。



図-4.6.1 滑落崖に認められる旧表土と崖錐性堆積物

##### 4.6.4 崩壊発生の素因・誘因

崩壊の素因は①弱風化の基盤岩と崖錐または盛土の境界による強度および透水性の不連続面、誘因は②林道を流下した地表水が斜面に流入したことと考えられる。

##### 4.6.5 事象から得られる教訓

林道では地表水の排水施設がない場合が多い。林道上を流れる地表水がある場所で集中的に斜面に流入して崩壊を発生させる可能性がある。少なくとも地表水が集中する箇所には排水枠などを設け、かつ、流末処理を適切に実施する必要がある。

## 4.7 T05 丹生土石流(2)

### 4.7.1 崩壊の概要

民地背後の山地の沢筋の谷頭付近で崩壊が発生した。崩積土は沢筋を流下して民家に到達し、1名の犠牲者が出た。崩壊発生箇所の地質は花崗岩である。開口亀裂の多い基盤岩の上部にマサ化した表土が分布していた。崩壊箇所の尻付近には沢筋を横断する破碎帯が認められる。破碎帯は破碎粘土で構成されている。沢の側壁をなす尾根には鞍部が認められ、不明瞭なリニアメントを形成している。

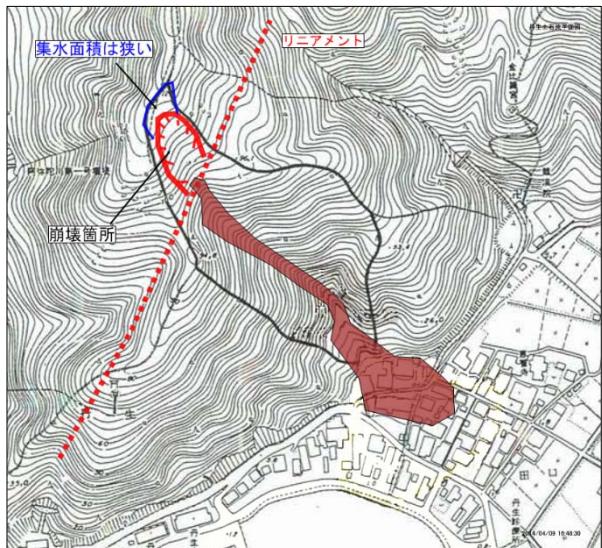


図-4.7.1 崩壊・土石流発生箇所の平面図

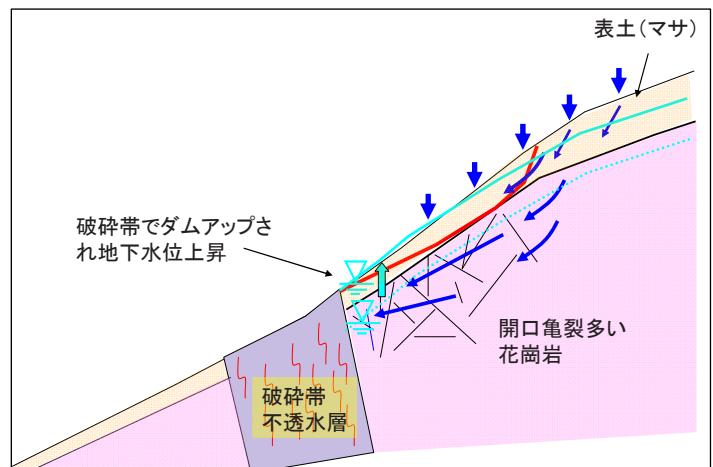


図-4.7.2 崩壊箇所付近の模式断面

### 4.7.2 問題のある地盤構造

基盤岩とマサの境界が強度の不連続面を形成している。表土と基盤岩（亀裂が多い）は比較的透水性が高いと考えられるが、崩壊部の尻にある破碎帯は不透水層であり、遮水層となっていたと考えられる。破碎帯による遮水の影響で崩壊部の地下水位が上昇しやすかったと考えられる。



図-4.7.3 崩壊箇所の全景

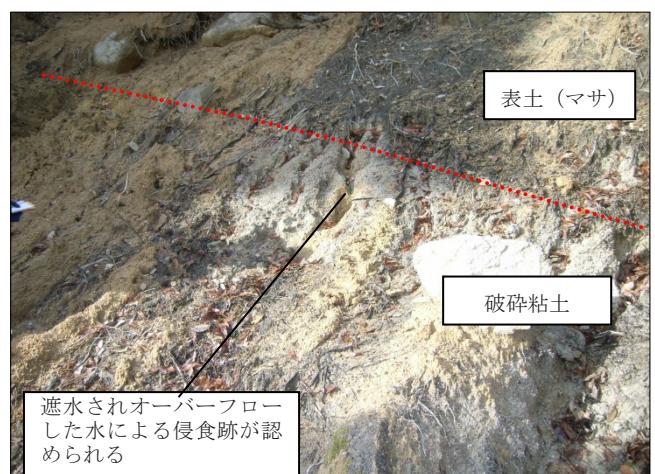


図-4.7.4 破碎粘土

#### 4.7.3 集水条件

崩壊箇所の上部は勾配が若干緩く、斜面内に降水を浸透させやすいと考えられるが、尾根までの距離は短く、顕著な集水地形ではない。上述した破碎帯による遮水構造の影響の方が大きいと考えられる。

#### 4.7.4 崩壊発生の素因・誘因

崩壊の素因は①基盤と表土の境界の強度の不連続面と考えられる。誘因は②表土や亀裂の多い基盤岩に浸透した地下水が斜面下方の透水性の低い破碎帶で行き場を失い滞留し、地下水位が上昇したことと考えられる。

#### 4.7.5 事象から得られる教訓

今回の土石流を事前に予測することは難しい。花崗岩地域の沢筋（0次谷）ではどこでも土石流が発生しうるという認識で、その対策は安全側で考えるしかない。安全側で考えるうえで、沢筋の谷頭付近で沢筋をリニアメントが横断するような箇所では、破碎帯が遮水層となってその上方斜面の地下水位を上昇させるケースがあることを認識する必要がある。リニアメントの存在は他にも地層の脆弱さの問題や、今回とは逆に透水層となって土塊を押出すケースがあることもある。一般論的であるが、谷頭付近のリニアメントに注意する必要があるということが教訓といえる。

(森川 和典、岡島 尚司、山木 忠嘉、藤田 博行)

## 5. 地盤の工学的性質による土石流・崩壊の検討

### 5.1 土石流及び斜面崩壊の発生した地点の土質特性

本調査では、土石流および斜面崩壊の発生した個所の土を採取し、土質特性を調べるとともに、崩壊の発生メカニズムを地盤工学的な観点から考察した。試料採取を行った現場は以下の通りである。

- ・ T02 丹生（土石流発生現場）：頭部で発生した斜面崩壊面の滑落崖付近 1 個所
- ・ T03 杉津（斜面崩壊発生現場）：崩壊面下端付近 1 個所
- ・ T05 丹生（土石流発生現場）：頭部で発生した斜面崩壊部 2 個所

なお、T05 の丹生土石流発生現場については、頭部で発生した斜面崩壊部において、全体に分布している土質（マサ土）とは別に、想定すべり面の下端付近に粘土化した破碎帶が認められたことから、斜面崩壊の頭部付近の表土（マサ土）と下部の粘土の 2 地点の試料採取を行った。また、試料の採取は、いずれの現場においても、表土の崩落後に現れたすべり面（すべり面下部）の表層部を対象に行った。各試料の写真を写真-5.1.1 に示すとともに、基本的土質特性を表-5.1.1、粒度分布を図-5.1.1 に示す。

表-5.1.1 試料の基本的土質特性

土質特性	T02 丹生 (土石流)	T03 杉津 (斜面崩壊)	T05 丹生 表土 (土石流)	T05 丹生 粘土 (土石流)
自然湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.655	1.725	1.718	1.977
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.654	2.726	2.720	2.845
自然含水比 $w$ (%)	17.3	12.7	15.1	21.0
間隙比 $e$	0.881	0.781	0.822	0.743
飽和度 $S_r$ (%)	52.0	44.1	49.8	80.4
平均粒径(50 %粒径) $D_{50}$ (mm)	0.71	0.80	0.50	0.08
工学的分類 (JGS0051)	礫 (%)	26.5	13.6	18.3
	砂分 (%)	53.3	73.9	57.4
	細粒分 (%)	20.2	12.5	24.3
	分類	細粒分質礫質砂 (SFG)	細粒分礫まじり砂 (S-FG)	礫まじり細粒分質砂 (S-FG)

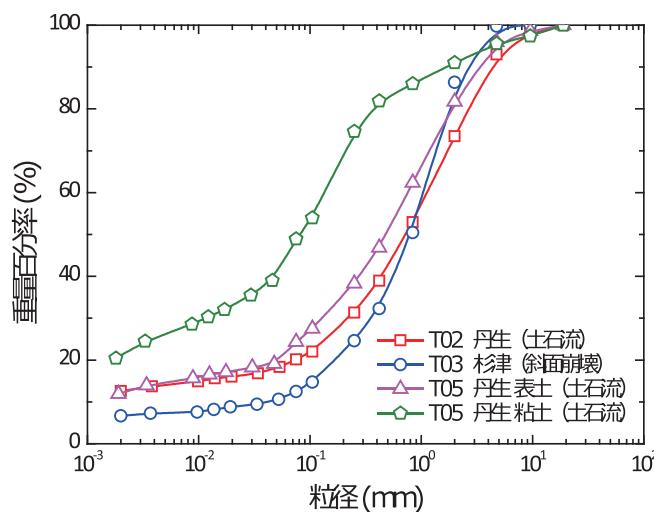
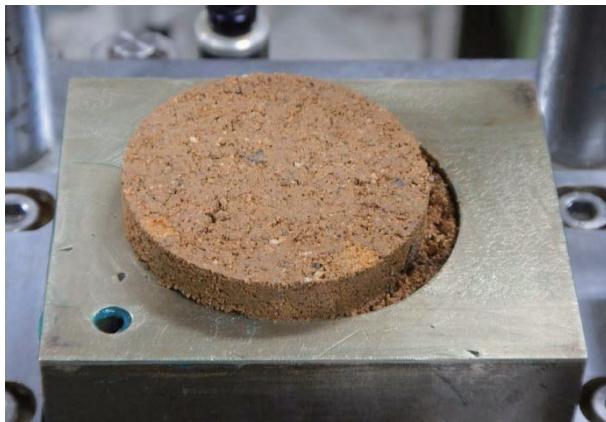


図-5.1.1 試料の粒度分布



(a) T02 丹生(土石流)



(b) T03 杉津(斜面崩壊)



(c) T05 丹生 表土(土石流)



(d) T05 丹生 破碎粘土(土石流)

写真-5. 1. 1 採取した試料

試料の湿潤密度 $\rho$ 、含水比 $w$ 、間隙比 $e$ 、飽和度 $S_r$ は、後述する一面せん断試験に用いた不かく乱の供試体（直径60mm、高さ20mm）を利用して求めたものであり、作成した供試体数（各試料につき4個程度）の平均値である。いずれの試料も細粒分の含有率が50%以下であり、かつ砂分が礫分を上回っているため、粗粒土・砂質土に分類される。よって、T05丹生土石流現場のすべり面下部で採取した試料についても「砂質土」と呼ぶべきであるが、同現場の「表土」と区別するために他章の記述に倣って「粘土」と称することにする。

図-5.1.1から分かるように、T02とT05（表土）は類似した粒度分布をなしている（いずれも丹生地区）。これらは、敦賀半島に広く分布している花崗岩が風化したマサ土であり、両者は同質の細粒分質礫質砂に分類できる。T03（杉津地区）は花崗閃緑岩の風化土であり、丹生地区のマサ土より細粒分が若干少ない細粒分礫まじり砂に分類される。いずれの試料も間隙比は0.8前後、飽和度は50%前後であり、降雨が浸透しやすい土質であることが予想される。これらが飽和化した際の飽和密度 $\rho_{sat}$ を計算したところ、T02、T03、T05（表土）でそれぞれ1.879、1.970、1.944 g/cm<sup>3</sup>となった。このことは、すべり土塊の重量が自然湿潤密度に対して1.13～1.14倍に増大することを意味し、すべりを起こそうとする滑動力（モーメント）を増大させて安全率を低下させる原因のひとつになる（ただし、含水比や飽和度は調査時点（露呈したすべり面表層部）での計測値であり、発生当時のすべり面の条件とは必ずしも一致しない）。

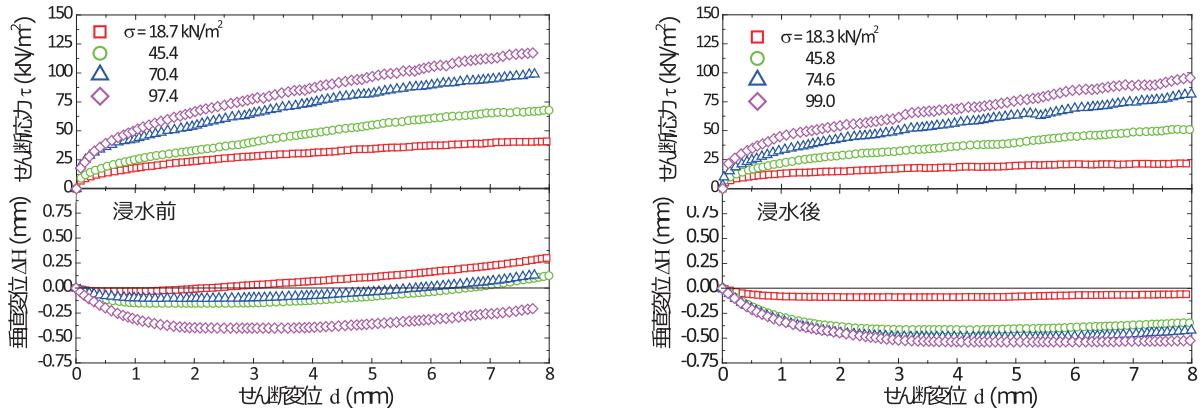
本調査では、シンウォールサンプラーで極力乱さないようにして採取した試料を用いて一面せん断試験を行った。試験には垂直力下面載荷・上箱可動型の装置を用い、せん断速度を0.2 mm/minとする排水条件下で定圧試験（垂直応力：100 kN/m<sup>2</sup>程度以下の4段階載荷）を行った。また、降雨による含水比上昇によって生じる強度変化を調べるために、24時間水浸させた試料についても試験を行った。水浸後の試料の土質特性を表5.1.2に示す。

図-5.1.2にせん断変位 $d$ とせん断応力 $\tau$ および垂直変位 $\Delta H$ の関係を示す。この図から分かるように、T02杉津の試料以外は、ピーク強度を呈さず、せん断の進行に伴ってせん断応力が漸増し続ける傾向にあった。一般に、せん断がある程度進行すると、やがて体積変化がなくなり、せん断応力が一定値に収束することが知られている。試験基準では、直径60mmの供試体には最大粒径0.85mm以下の土が適用範囲とされているが、本試験ではそれを上回る粒径の土粒子が含まれており、このことがせん断応力の増加し続けた原因と考えられる。すなわち、せん断面に存在する大きな土粒子によってせん断帯が過大に発達し、せん断箱の拘束効果が働いて方向に圧縮力が付加されたこと、また、その圧縮を回避するために試料が鉛直方向に膨張した場合、垂直荷重に抗する仕事を要したことがせん断応力の増加に関わっているものと思われる。図-5.1.2の垂直変位 $\Delta H$ の変化を見ても、多くのケースにおいて膨張し続いていることが分かり、せん断力増加挙動を裏付けている。

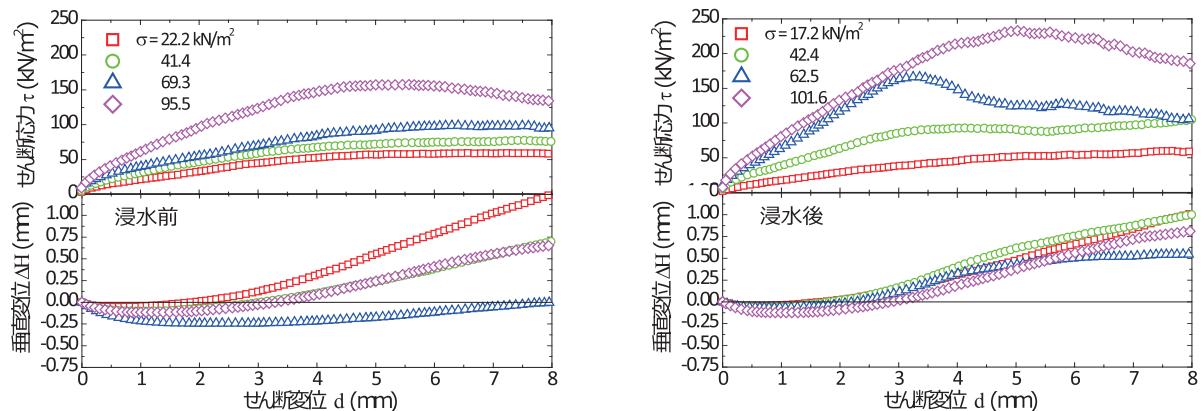
通常、ピーク強度や残留状態時のせん断応力を抽出して強度定数が求められるが、本試験結果ではそのような抽出点の特定が行えないため、恣意的ではあるが、せん断変位量が3mmに至った点（上述し

表-5.1.2 24時間浸水後の基本的土質特性

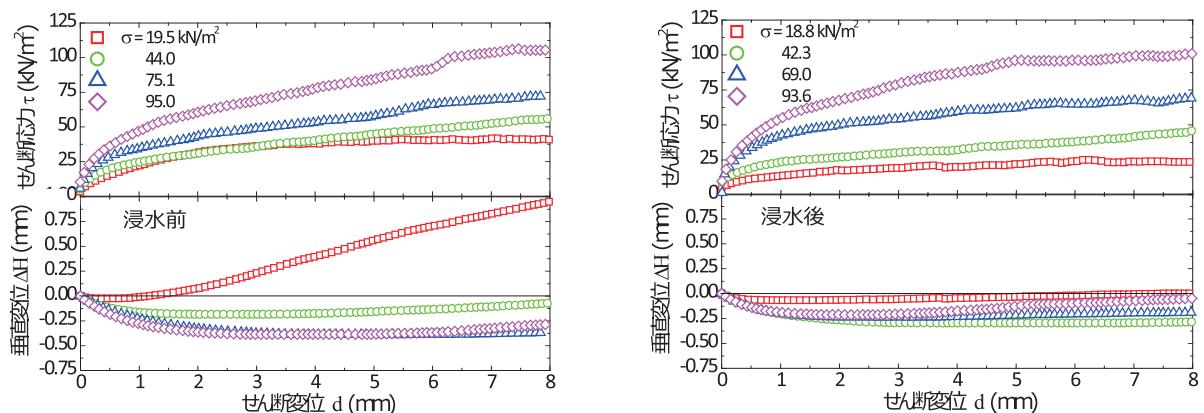
土質特性	T02 丹生 (土石流)	T03 杉津 (斜面崩壊)	T05 丹生 表土 (土石流)	T05 丹生 粘土 (土石流)
湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.787	2.036	1.878	1.867
含水比 $w$ (%)	26.6	23.8	24.2	30.4
間隙比 $e$	0.881	0.659	0.800	0.987
飽和度 $S_r$ (%)	80.2	98.7	82.3	87.5



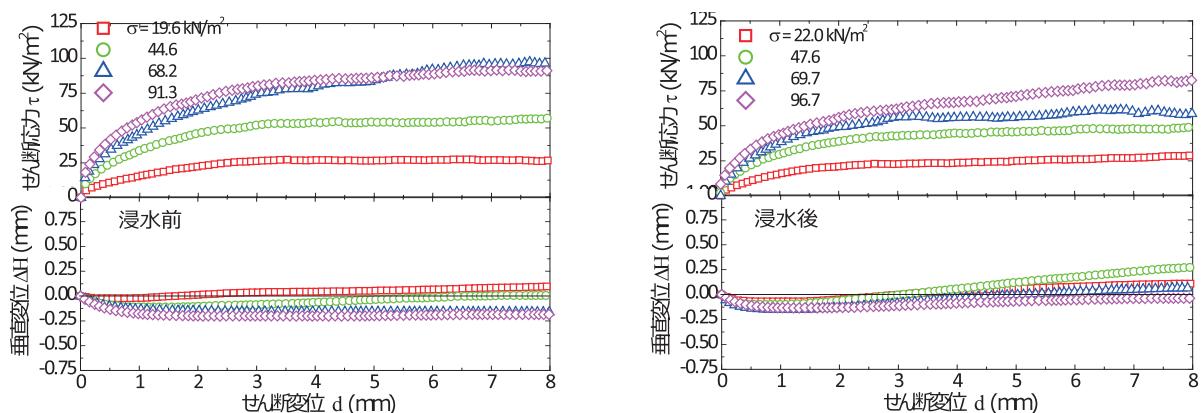
(a) T02 丹生(土石流)



(b) T03 杉津(斜面崩壊)



(c) T05 丹生 表土(土石流)



(d) T05 丹生 破碎粘土(土石流)

図-5.1.2 一面せん断試験結果(浸水前(左)と浸水後(右))

たせん断箱の拘束効果が大きくは現れていないと推測)を持って強度定数を定義することとした。せん断変位量 3 mm 時における垂直応力 $\sigma$ とせん断応力 $\tau$ の関係 (Coulomb の破壊線) を図-5.1.3 に示し、その破壊線から求められた強度定数を表-5.1.3 にまとめた。いずれの試料の完全には飽和しておらず、また、排水条件下でせん断を行ったので、ここに求められた強度定数は排水せん断強度  $c_d$ 、 $\phi_d$  に相当すると考えられる。一般に、飽和度が上昇すると、土はサクションによる土粒子間力が低下し、粘着力が小さくなることが知られている。サクション低下による内部摩擦角への影響は見解が分かれているが、大きくは変化しないとする考え方が主流である。

図-5.1.3 からは、T02 と T05 (破碎粘土) については、浸水によって強度が低下していることが見て取れる一方、T03 と T05 (表土) については、浸水後の方が強度が大きくなっていることが分かる。この原因としては、浸水前と浸水後の試料では初期隙比が異なっていたことが考えられる。例えば、T03 については、浸水前の供試体の平均初期隙比が 0.781 であったのに対して、浸水後のそれは 0.659 で

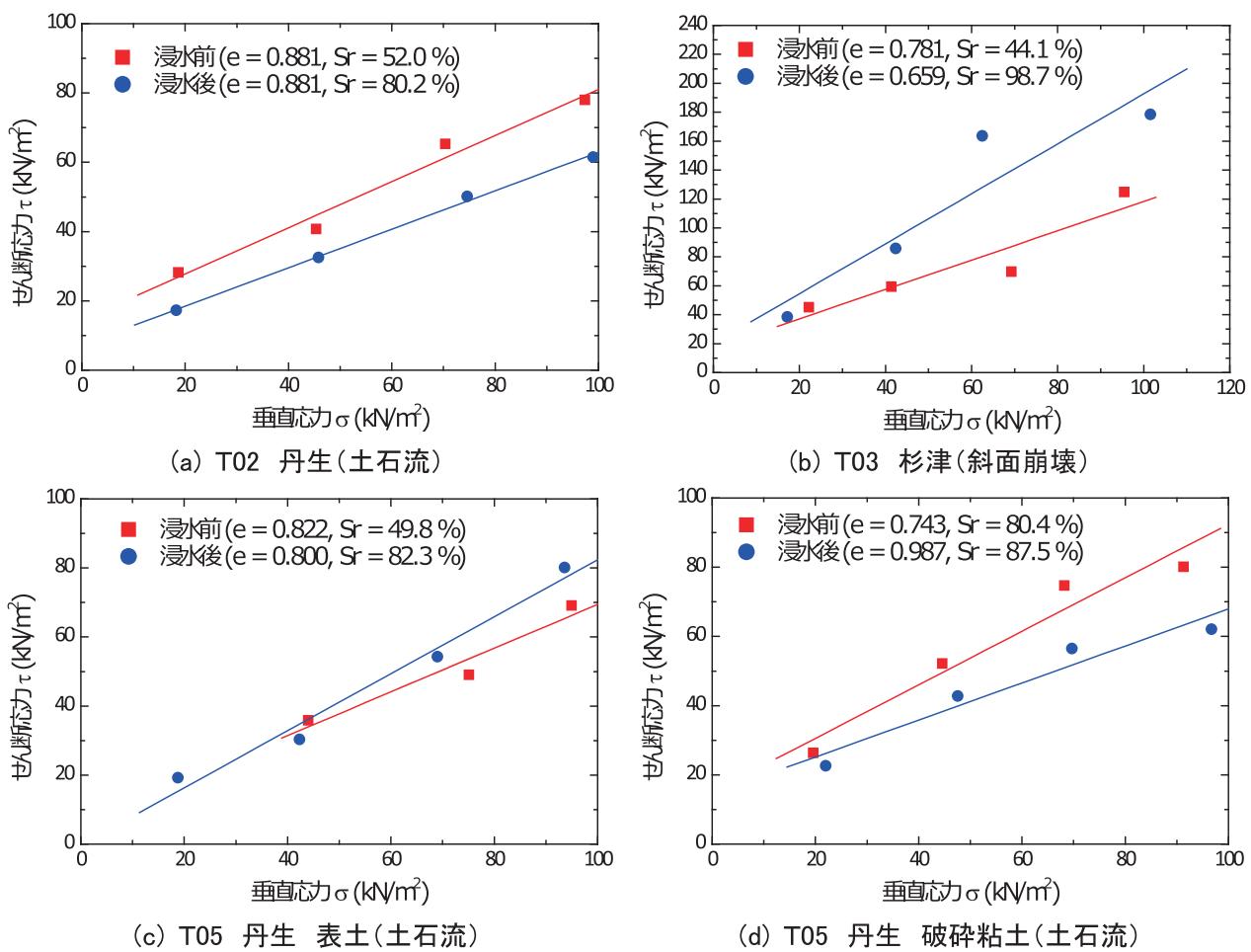


図-5.1.3 Coulomb の破壊線(せん断変位量 3mm 時)

表-5.1.3 浸水前後における強度定数の変化

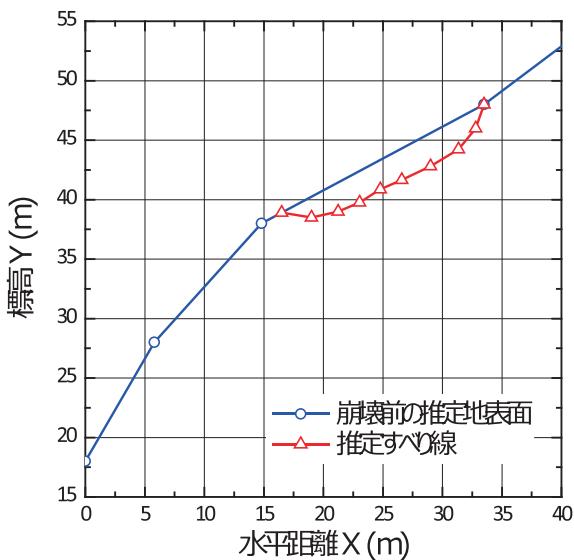
強度定数		T02 丹生 (土石流)	T03 杉津 (斜面崩壊)	T05 丹生 表土 (土石流)	T05 丹生 粘土 (土石流)
粘着力 $c_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	浸水前	14.5	16.9	6.13	15.1
	浸水後	7.35	(20.0)	0	14.5
内部摩擦角 $\phi_d$ (deg)	浸水前	33.6	45.4	32.3	37.7
	浸水後	29.0	(59.9)	39.5	28.1

あり、浸水後の試料の方が密詰め状態であったために強度が増大したものと考えられる。このことは T05 (表土) についても言える。当然のことながら、初期隙比の異なる試料では浸水による強度変化を比較することはできず、データの信頼性は低いと言わざるを得ない。特に T03 杉津の浸水後の試料については内部摩擦角が極めて大きく、試料採取時に均質性が保てていなかつた可能性が大きい。浸水前後で初期隙比が一致している T02 については、定説通りの挙動を示しており、データの信頼性も高いと思われる。この試料については、浸水前に  $14.5 \text{ kN/m}^2$  であった粘着力が半分程度まで低下しており、また内部摩擦角に関しても若干の低下が認められた。言うまでもなく、浸水によって強度定数が低下すると抵抗力が小さくなり、安全率が低下することになる。

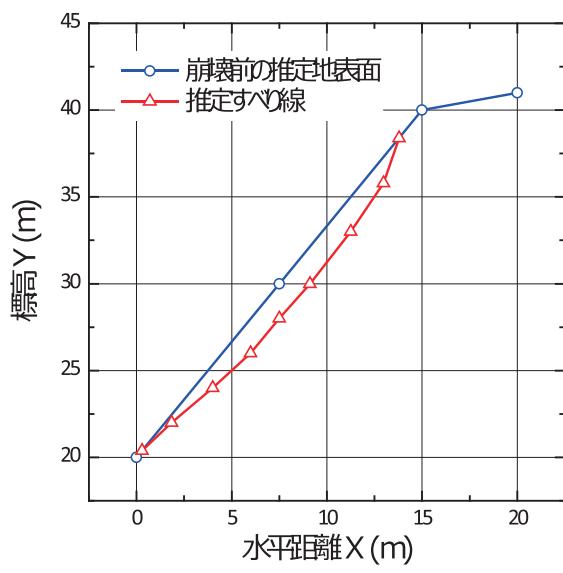
以上に述べたように、本調査で採取した試料には試験基準を上回る粒径の土粒子が含まれていたことや密度のばらつきにより、得られた強度定数の信頼性は必ずしも高いとは言えないが、今回崩壊に至った土質の強度定数は、凡そ次のようにまとめられる。すなわち、敦賀半島に広く分布する花崗岩の風化土（マサ土）(T02 および T05) は、自然含水状態で凡そ  $c = 5 \sim 15 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 30 \sim 35^\circ$  の強度定数を持ち、降雨による浸水によってその粘着力成分が著しく低下する。東浦（杉津）海岸に分布する花崗閃緑岩の風化土 (T03) は、敦賀半島のマサ土よりも強度が高く、自然含水状態で凡そ  $c = 20 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 45^\circ$  程度の強度定数を持つ。丹生地区におけるマサ土の自然斜面の傾斜勾配は、T02 と T03 で  $30 \sim 40^\circ$  であったのに対して、杉津における斜面傾斜度は  $45 \sim 50^\circ$  の急勾配をなしていた。このことは、丹生と杉津における地山の強度特性の差異を裏付けるものであり、また同時に地山の強度定数と斜面勾配にはある程度の相関があることを示唆するものである。

## 5.2 斜面の安定解析に基づく崩壊メカニズムの検討

ここでは、調査を行った斜面について安定解析を行い、地盤工学的な観点から崩壊に至ったメカニズムを検討する。本報では、比較的緩い傾斜をなすマサ土斜面の T02 丹生（土石流）と花崗閃緑岩風化土が堆積し急傾斜勾配をなしていた T03 杉津（斜面崩壊）の二箇所を代表して解析を行うこととする。それぞれの斜面の推定地表面と推定すべり線を図 5.2.1 に示す。なお、T02 丹生現場（図(a)）においては、頭部にすべりが発生し、そのすべり土塊が土石流化して下方へと流れていったものと思われるため、ここでは頭部のすべりを対象に解析を行うこととする。



(a) T02 丹生(土石流)



(b) T03 杉津(斜面崩壊)

図-5.2.1 地表面とすべり線

解析には、非円弧すべりへの適用性を考慮して、ヤンブ法を用いることとした。ヤンブ法では、図-5.2.2に示すように、すべり土塊を $n$ 個に分割し、 $i$ 番目のスライス側面に作用する水平方向の力 $H_i$ が全体として釣り合うという条件( $\sum(H_{i+1}-H_i)=0$ )に基づいて、安全率 $F_s$ が以下のように定式化される。

$$F_s = \frac{\sum \frac{1}{m_{ai} \cos \theta_i} \{c_i b_i + (W_i + \Delta V_i - u_i b_i) \tan \phi_i\}}{\sum (W_i + \Delta V_i) \tan \phi_i} \quad (5.2)$$

ここに、 $m_{ai} : \cos \theta_i + (1/F_s) \sin \theta_i \tan \phi_i$ 、 $\theta_i$ ：スライス底面の傾斜角、 $b_i$ ：スライス幅、 $W_i$ ：スライスの土塊自重、 $\Delta V_i$ ：スライス側面に作用する鉛直方向の力増分( $=V_{i+1}-V_i$ )、 $u_i$ ：スライス底面に作用する水圧である。

式(1)の右辺にも $F_s$ が含まれているため、円弧すべりを対象としたビショップ法などと同様に、繰り返し計算によって $F_s$ を求める。なお、上式では $\Delta V_i$ が未定量であり、これを定めるために各スライス面中心に関するモーメントの釣り合い条件式を導入する必要がある(一般的なヤンブ法)。ただし、本報では、簡単のため、 $\Delta V_i=0$ と仮定して式(1)を簡易化した解析を行った(簡易ヤンブ法と呼ばれる)。一般に、簡易ヤンブ法では、この仮定に対する解の補正を行うために、次式で示される修正係数 $f_0$ を $F_s$ に乗じて安全率が求められる。

$$f_0 = 1 + \xi \left\{ \frac{d}{L} - 1.4 \left( \frac{d}{L} \right)^2 \right\} \quad (5.3)$$

ここに、 $\xi$ は土質によって与えられるパラメータであり、 $c$ 材については $\xi=0.69$ 、 $\phi$ 材については $\xi=0.31$ 、 $c-\phi$ 材については $\xi=0.50$ が与えられることが経験的に知られている。また、 $L$ と $d$ は、図-5.2.2に示す斜面の幾何学に関するパラメータであり、 $L$ は斜面長、 $d$ はすべりが最も深い点における地表面から詰べり面までの距離である。本解析で対象とするT02斜面は $L=19.28$  m、 $d=2.40$  m、T03斜面は $L=22.5$  m、 $d=1.25$  mである。ここで扱う斜面は $d/L$ が小さく、例えば $c-\phi$ 材( $\xi=0.50$ )のときにはT02斜面で $f_0=1.018$ 、T03斜面で $f_0=1.021$ 程度に過ぎなかったため、式(5.3)による補正是行わず、式(5.2)から直接得られる安全率で考察することにする。

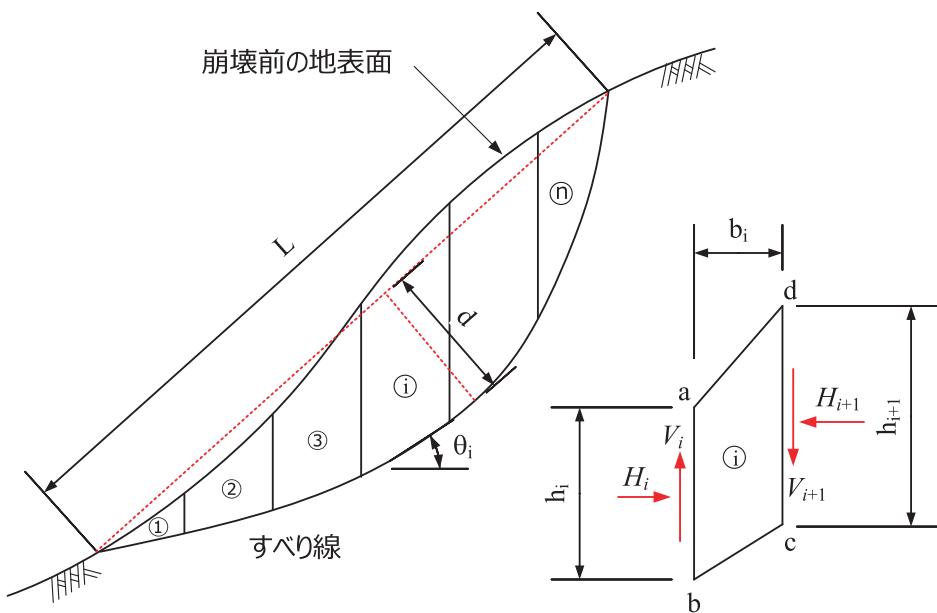


図-5.2.2 すべり土塊の分割

降雨によって斜面が不安定化する原因を式(1)を使って説明すると次のようにになる。

- ① 自重増加による影響：降雨水が土中に浸潤し、土が水を吸って自重が増大する。このことは、式(1)の  $W_i$  が増加することを意味しており、分母（すべりとする力／モーメント）が増大して安全率を低下させる。
- ② 水圧発生による影響：すべり面が飽和化すると、土塊に浮力が作用して有効応力が低下する。このことは、式(1)における  $u_i$  が増加して、摩擦抵抗を発揮させるための押え荷重が低下することを意味している。つまり、式(1)の分子（すべりに抵抗する力／モーメント）が低減して安全率を低下させる。
- ③ 強度定数低下による影響：土の含水率が増加して強度定数が低下する。このことも、式(1)の分子（すべりに抵抗する力／モーメント）を低減させ、安全率の低下につながる。

なお、斜面の地下水流れが発生する場合には、浸透力が作用して滑動力の増加が見込まれるが、本報では、地表面からの鉛直下向き方向への浸潤のみを想定し、この影響は考慮しないこととする。

実際には、雨水の浸潤・浸透が経時的プロセスとして進行し、その飽和化の度合いに応じて斜面の安全率は徐々に低下していくと考えられる。このようなプロセスを計算に組み込むことは可能であるが、本報では、浸潤のプロセスは問わず、上記①と②の影響を考慮する場合には地表面からすべり面までのすべり土塊全域が飽和化していると仮定する。また、③の強度定数の低下についてもそれを考慮する場合には、すべり線全域の強度が低下すると仮定する。ただし、ここでは、土の飽和化によって粘着力のみを低減させることにする。このとき、自然含水状態における粘着力を基準として、「粘着力低下率  $\alpha$ 」と呼ぶパラメータを導入してその低下の度合いを可変的に想定する。ここに、粘着力低下率  $\alpha$  は 0~1 の値をとり、 $\alpha=0$  は飽和化されても粘着力低下が生じないことを意味し、 $\alpha$  が大きくなるほど低下の度合いが増して  $\alpha=1$  で粘着力を完全に失うことを意味する。

図-5.2.3 は、T02 丹生斜面と T03 杉津斜面を対象に、それぞれの斜面の安全率に及ぼす上記①～③の影響を調べたものである。図中のライン A は、粘着力低下の影響（③）のみを考慮した場合の  $F_s$  の変化を示したものである。ライン B は、粘着力の低下に加えて、自重増加の影響（①と③）を考慮したものであり、ライン C は、粘着力低下と水圧発生による影響（②と③）を考慮した場合の  $F_s$  の変化を示している。また、①～③の全ての影響を考慮した場合の結果をライン D で示している。

同図において、 $\alpha=0$ （粘着力の低下なし）の各ラインの  $F_s$  値に着目すると次のようなことが言える。ライン A は、両斜面において  $F_s$  が 2 以上となっているが、これは降雨前の斜面安全率を意味しており、いずれの斜面も安定していることが分かる。また、 $\alpha=0$  のとき、ライン B に較べてライン C の方が  $F_s$

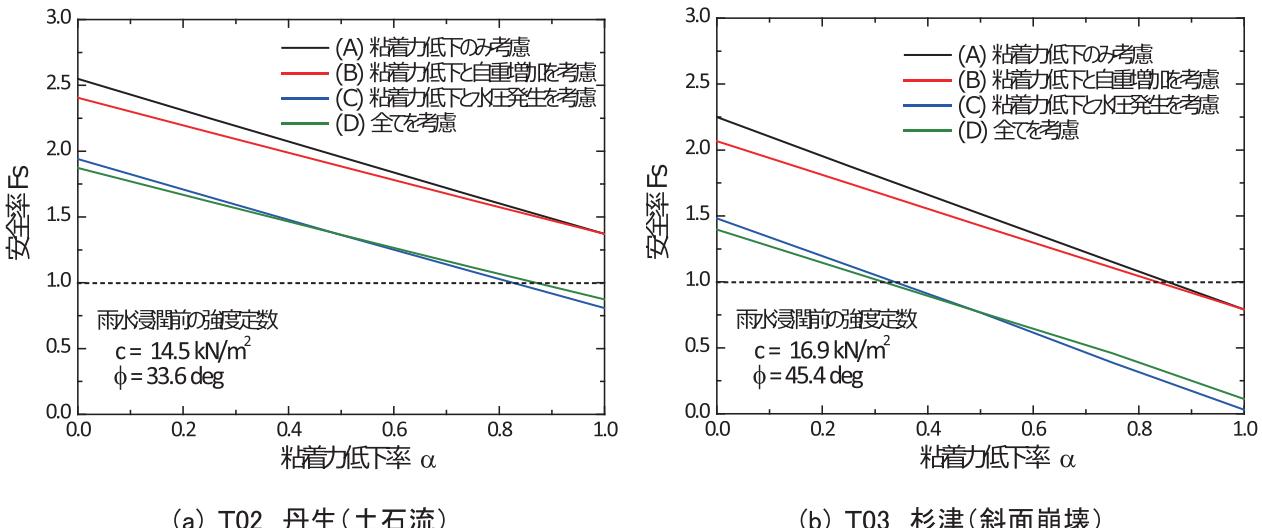
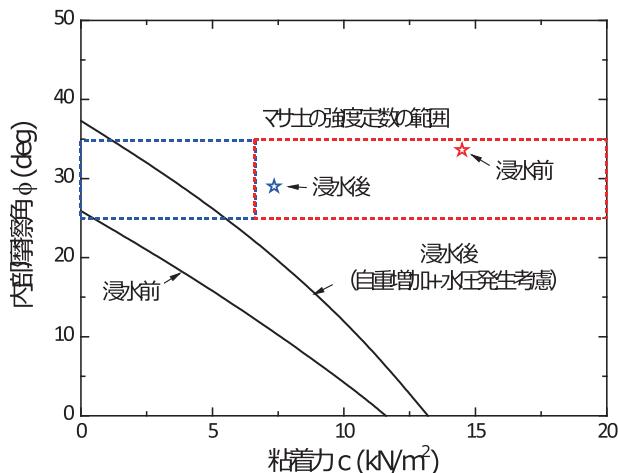
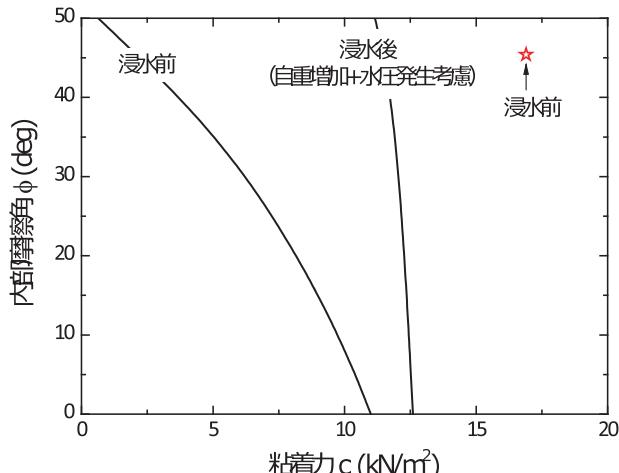


図-5.2.3 安全率に及ぼす飽和化の影響



(a) T02 丹生(土石流)



(b) T03 杉津(斜面崩壊)

図-5.2.4  $F_s$  が 1 となる  $c$ - $\phi$  の組み合わせ

が大きく低減することが分かる。このことは、自重増加よりも水圧発生の影響の方が大きいことを意味している。ライン C と D を比較しても両者の差異は小さく、斜面の不安定化には水圧による影響が支配的であることが分かる。この傾向は、 $\alpha$  が変化しても同じであり、また、T02 と T03 の両斜面についても言える。なお、水圧発生の影響により、 $\alpha$  の大きさに依らず、T02 斜面では 0.5 程度、T03 斜面では 0.75 程度の  $F_s$  低下が生じることが見て取れる。このことより、T03 斜面の方が不安定化に対する水圧発生の影響の度合いが高いことが分かる。また、 $\alpha$  に対する  $F_s$  の変化は比例関係にあることが分かるが（このことは、式(1)の  $c$  に対する線形性からも予想できる）、その勾配は T03 斜面の方が大きい。このことから、粘着力低下についても T03 斜面の方が影響を受けやすいことができる。

なお、図-5.2.3(a)の T02 斜面では、 $F_s$  が 1 を下回るのは、水圧発生の影響を考慮したライン C と D の  $\alpha = 0.8$  程度以上のときに限られる。このことから、この斜面は粘着力の低下（消失）だけでは崩壊は起こらず、粘着力の低減（8 割程度以上の低減）に加えて水圧の発生が崩壊のトリガーになることが分かる。一方、図-5.2.3(b)の T03 斜面では、 $F_s$  が 1 を下回る条件が大幅に増える。水圧が発生する条件（ライン C と D）では粘着力が 4 割程度低下するだけで崩壊に至ることを示している。このことからも、T03 斜面の方が T02 斜面よりも崩壊のリスクが高かったことが伺える。なお、いずれの斜面でも、飽和化による自重増加と水発発生のみでは崩壊には至らず、それに加えて粘着力の低下も条件となる。

図-5.2.4 は、 $F_s$  が 1 となる強度定数の組み合わせを図化したものである。図中に示されているラインより右上に強度定数のプロットがある場合、斜面は安定していることを意味する。この図より、T03 斜面は T02 斜面に較べて安定を保てる強度定数の組み合わせ範囲が狭いことが分かる。また、T03 斜面の浸水後の条件（飽和化による自重増加と水圧発生の影響を考慮）では、内部摩擦角は安定性に殆ど寄与せず、飽和化しても大きな粘着力を保持することが安定の条件となることが分かる。T02 斜面の平均勾配は  $53^\circ$  であり、このような急傾斜の斜面においては、たとえ地山が大きな内部摩擦角を有していてもその摩擦性は安定性に大きく寄与しないこと示唆している。さらに、T03 斜面は、土の飽和化による影響が大きく、たとえ強度定数が変化しなくても不安定化しやすい傾向のあることが分かる。

以上のことから、勾配の緩い斜面においては、粘着力と内部摩擦角による抵抗効果が發揮されやすく、また、自重増加と水圧発生による影響も急傾斜面に較べて現れにくくなると言える。また、いずれの斜面も粘着力の低下と水圧発生による影響が複合的に作用して崩壊を発生させたと考えられるが、比較的勾配の緩い T02 については著しい粘着力低下が大きく影響したものと考えられる。なお、図-5.2.3 や図-5.2.4 から分かるように、いずれの斜面においても降雨前には  $F_s = 2$  以上で安定していたことが分かるが、そのような斜面でも崩壊が発生することは留意すべき点と言える。

(小林泰三)

## 6. 道路、河川構造物の被害

### 6.1 概要

敦賀地区における道路、河川構造物の被害として、福井県三方郡美浜町を流れる耳川で、護岸の崩壊や流出が生じた。ここでは、美浜町安江と美浜町松屋で被災した護岸構造物に対する現地調査の結果から推定される被災の原因と、今後の豪雨災害に対する提言を示す。なお、現地調査は災害発生から約2ヶ月後の平成25年11月29日に行った。

### 6.2 T06 美浜町安江：護岸崩壊

#### 6.2.1 被害の概要

美浜町安江で被災した護岸周辺の地形図を図-6.2.1に、護岸の被災状況を写真-6.2.1に示す。被災箇所は、川幅が局所的に狭小化する箇所であり、流速が相対的に早くなる箇所であった。被災調査における写真的撮影箇所を図-6.2.2に示す。川幅が狭まり、流水の流速が相対的に早くなる水衝部で、護岸基礎部の洗掘、護岸の崩壊、裏込め土の流出が確認された（写真-6.2.1(a)～(d)）。また、堤体が幅約40mにわたってすべり崩壊した跡があり、そのすべり面は道路1車線分にまで到達していた（写真-6.2.1(e)～(f)）。また、その下流側では、護岸が完全に流失し、過去に構築された護岸との境界部が露出していた（写真-6.2.1(g)～(h)）。さらに、下流側にあるポンプ場の下部にあるブロック積み擁壁が損傷し、裏込め土が洗掘されていた（写真-6.2.1(i)～(j)）。



図-6.2.1 地形図(国土地理院 1/25000 地形図)

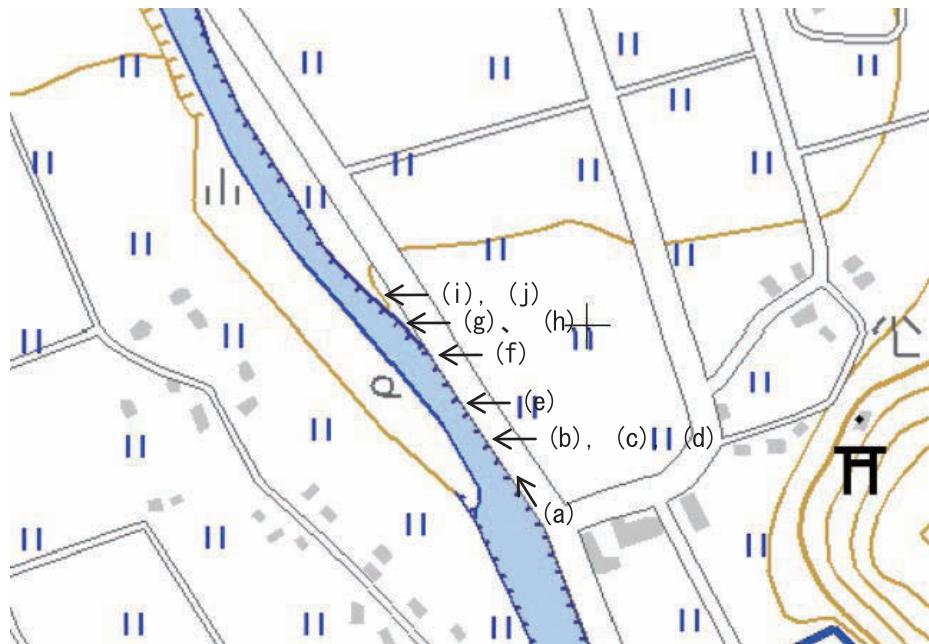


図-6.2.2 写真の撮影位置（国土地理院 1/25000 地形図）



写真-6.2.1 被災状況（その1）



(e) 堤体のすべり崩壊の跡



(f) 堤体のすべり崩壊の跡



(g) 護岸崩壊後の斜面の状況



(h) 過去に構築された護岸との境界部



(i) ポンプ場基礎の洗掘



(j) ポンプ場基礎の洗掘

写真-6.2.1 被災状況（その2）

## 6.2.2 護岸構造物の崩壊のメカニズム

現地調査の結果から推定される護岸構造物の被災のメカニズムを図-6.2.3、図-6.2.4および以下に示す。

- ① 河川の流速の増大により、水衝部の河床が洗掘され、護岸の基礎が沈下し、裏込め土が流出した。
- ② 裏込め土の流出に伴って護岸の背後に流水が浸入し、裏込め土のせん断強度が低下して、堤体の一部が崩壊した。

- ③ 崩壊した護岸は、過去に築造された護岸に腹付けされた護岸であるため、その境界部に流水が浸入して護岸の背面に水圧が作用し、護岸が流出した。
- ④ 護岸が流出したことにより、流水がポンプ場の基礎に衝突して、ブロック積み擁壁が損傷し、裏込め土が流出した。

以上のように、護岸の基礎の洗掘をきっかけとして、流水の作用により護岸構造物が連鎖的に被災したと考えられる。



図-6.2.3 護岸構造物の被災状況

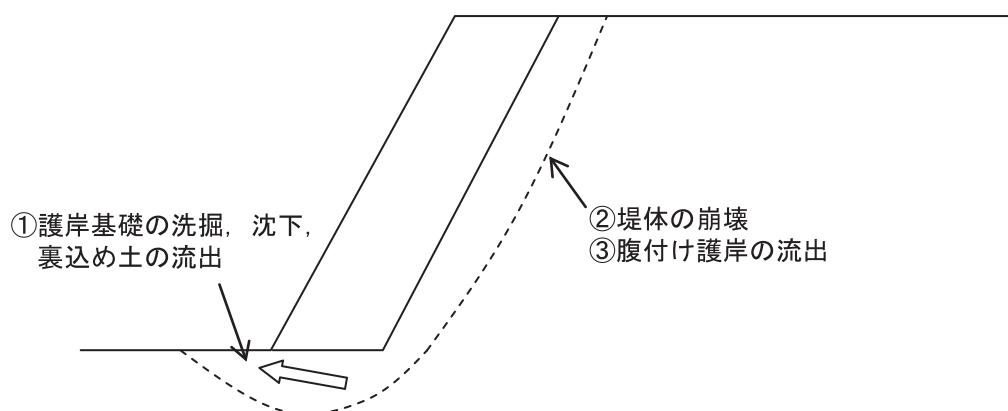
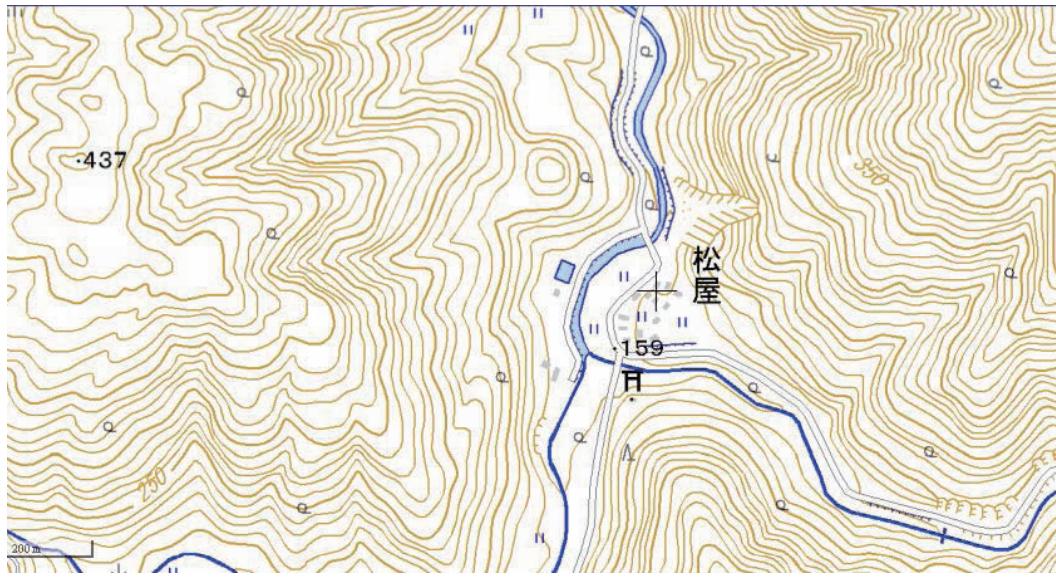


図-6.2.4 護岸構造物の崩壊のメカニズム

### 6.3 T07 美浜町松屋：護岸の流出と崩壊

#### 6.3.1 被害の概要

美浜町松屋で被災した護岸周辺の地形図を図-6.3.1に示す。被災箇所は、耳川が蛇行する右岸側と左岸側で、上流から流れる流水が衝突する箇所の護岸構造物が被災した。特に、右岸側の護岸は完全に流出していた。以下に、それぞれの護岸構造物に対する調査結果を示す。



(a) 全体



(b) 被災箇所

図-6.3.1 地形図（国土地理院 1/25000 地形図）

### 6.3.2 被害の概要（右岸側）

右岸側の被災調査における写真的撮影箇所を図-6.3.2に、護岸の被災状況を写真-6.3.1に示す。被災箇所は、耳川が蛇行する水衝部で、流速が相対的に早くなる箇所であった。護岸は約80mにわたって完全に流失し、裏込め土が浸食されていた（写真-6.3.1(a)～(g)）。裏込め土の浸食は、護岸の高さを超えており、流水は護岸を越流したと推測される。また、護岸の背後にある斜面が一部崩壊しており、数箇所から湧水が流出していた（写真-6.3.1(h)～(i)）。近隣の住民によると、この護岸は、過去30年の間に2回崩壊したことがあるという。



図-6.3.2 写真の撮影位置（国土地理院 1/25000 地形図）



(a) 全景

写真-6.3.1 被災状況（その1）



(b) 崩壊した護岸の接続部(上流側)



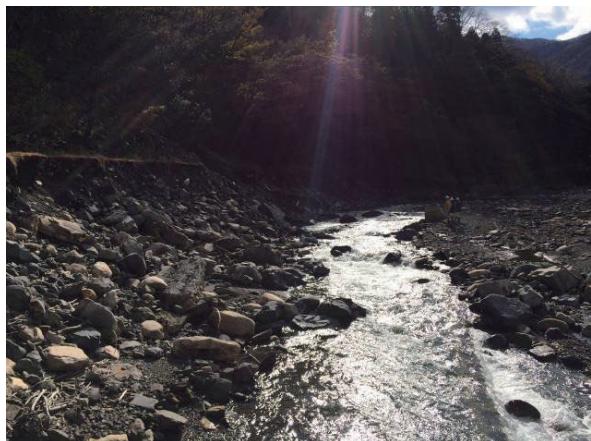
(c) 河床に残った隔壁



(d) 崩壊した護岸の接続部(下流側)



(e) 河床に残った護岸の基礎



(f) 流水による浸食の跡



(g) 流水による浸食の跡

写真-6.3.1 被災状況（その2）



(h) 斜面の崩壊



(i) 湧水の跡

写真-6.3.1 被災状況（その3）

### 6.3.3 護岸構造物の流出のメカニズム（右岸側）

現地調査の結果から推定される護岸構造物の被災のメカニズムを図-6.3.3 および以下に示す。

- ① 流水が護岸を越流して護岸の背面に流水が浸入して、護岸の背面に水圧が作用するとともに、増水した河川の流れによる揚圧力の作用により、護岸が流出した。
- ② 護岸の流出により、裏込め土が浸食された。

③ 裏込め土の浸食の進行に伴って、二次的に護岸背後の斜面が崩壊した。

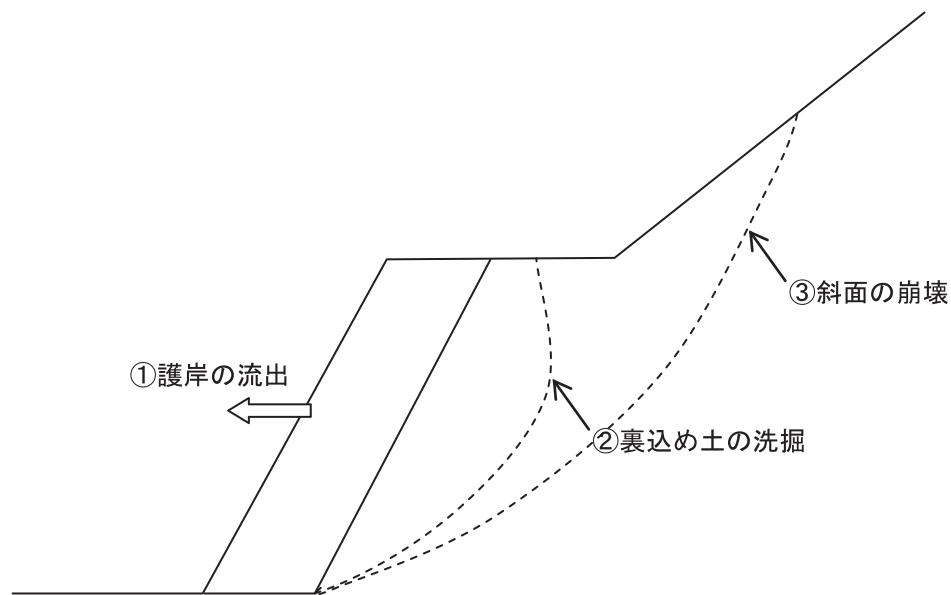


図-6.3.3 護岸構造物の流出のメカニズム

#### 6.3.4 被害の概要（左岸側）

左岸側の被災調査における写真的撮影箇所を図-6.3.4に、護岸の被災状況を写真-6.3.2に示す。橋台の接続部で護岸が崩壊し、流水が護岸を約80cm越流した痕跡があった（写真-6.3.2(a)～(b)）。また、護岸の背面にある谷からの土石流による巨石やがれきが川魚の養殖場に堆積し、崩壊した護岸の方向にも流下した痕跡があった（写真-6.3.2(c)～(e)）。護岸の崩壊とは無関係であるが、渓流の里の建屋の背面にある斜面が崩壊していた（写真-6.3.2(f)）。

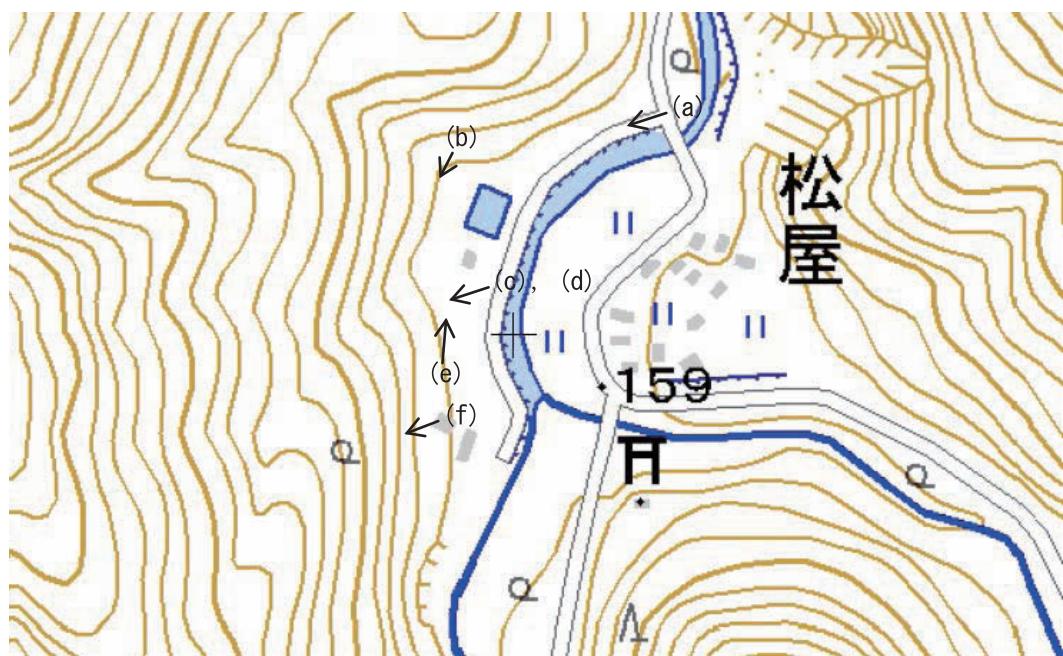


図-6.3.4 写真的撮影位置（国土地理院 1/25000 地形図）



(a) 全景



(b) 越流の痕跡

写真-6.3.2 被災状況（その1）



(c) 土石流の跡



(d) 養殖場に堆積した土砂



(e) 全景



(f) 溪流の里の背面地山の崩壊

写真-6.3.2 被災状況（その2）

### 6.3.5 護岸構造物の崩壊のメカニズム（左岸側）

現地調査の結果から推定される護岸構造物の被災のメカニズムを図-6.3.5 および以下に示す。

- ① 集中豪雨によって、護岸の背面にある谷部で土石流が発生した。
- ② 発土石流が護岸の方向に流下して、護岸を崩壊させた。
- ③ 護岸の崩壊により、増水した流水によって裏込め土が流出した。

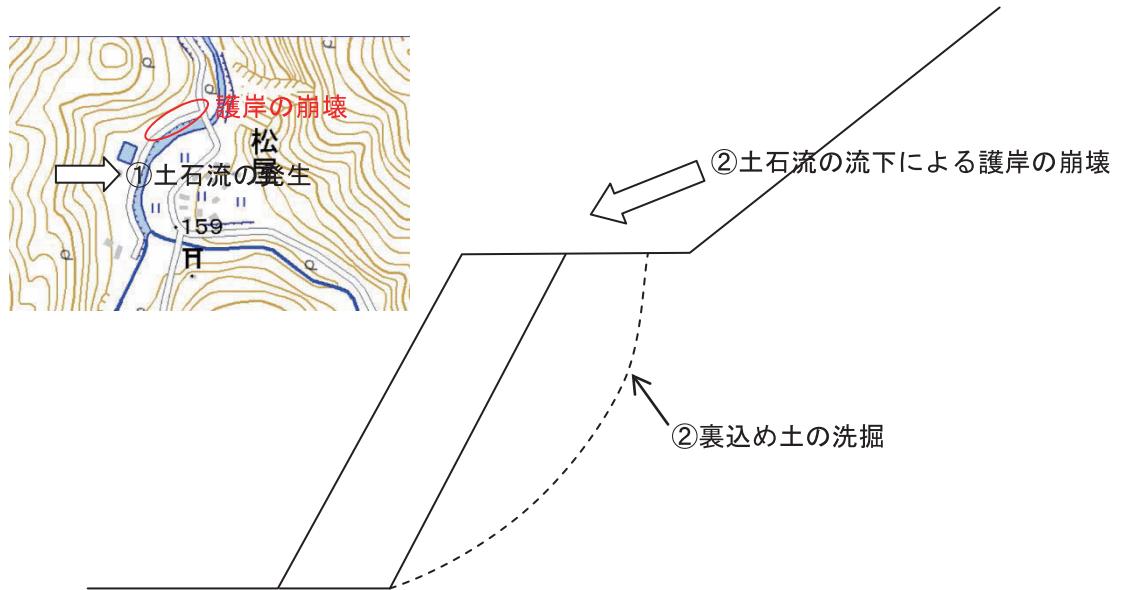


図-6.3.5 護岸構造物の崩壊のメカニズム

#### 6.4 護岸構造物適用にあたっての留意点

福井県三方郡美浜町を流れる耳川では、護岸の基礎の洗掘を原因とする護岸の崩壊や裏込め土の流出が確認された。また、谷地形に位置する護岸では、土石流の越流による護岸の崩壊が確認された。したがって、護岸構造物の適用にあたっては、水衝部では、河床洗掘や河岸洗掘が起こりやすいため、水制で流水の勢いを弱めたり、根固工を置くなど、護岸の洗掘対策を十分に行う必要がある。さらに、背面の谷地形に対する十分な調査と適切な対策を十分に行う必要がある。

(竜田 尚希、辻 慎一朗)

## 第3章 三方地区の災害

## 第3章 三方地区の災害

### 1. 三方地区の地形・地質および過去の地盤災害

#### 1.1 三方地区の地形と地質

##### 1.1.1 地形概略

三方五湖を抱く三方地区は、三方断層・熊川断層に区切られた三遠三角地と呼ばれる沈降地帯となっている。三遠三角地では、三方湖をはじめとする湖が形成されるとともに、海岸線は小さな半島と湾が複雑に入り組んだ典型的なリアス式海岸の様相を呈し、山地高度は周囲より低くなっている。

東側の南北走向の三方断層、および西北西－東南東走向の熊川断層に挟まれた三遠三角地と呼ばれる沈降地帯では、山地高度は周囲より低く、海岸線は細かく入り組んだリアス式海岸の典型となっている。

三遠三角地の東部に位置する三方五湖は、三方湖、水月湖、菅(すが)湖、久々子(くぐし)湖、日向湖からなる湖沼群であり、国際的に重要な湿地としてラムサール条約に基づく湿地に登録されている。三方湖は最大水深 3.7m、面積 3.6km<sup>2</sup> の淡水湖、水月湖は最大水深 33.7m、面積 4.3km<sup>2</sup> の汽水湖、菅湖は最大水深 13.7m、面積 0.9km<sup>2</sup> の汽水湖、久々子湖は最大水深 2.3m、面積 1.4km<sup>2</sup> の汽水湖、日向湖は最大水深 39.4m、面積 0.9km<sup>2</sup> の塩水湖である。

久々子湖は飯切山から北西へ延びる砂州によって海から区切られた海跡湖であるが、他の 4 つの湖は三方断層、日向断層の活動により形成された断層湖と推定されている。三方湖、水月湖、菅湖に流れ込む主要な河川は鰐川(はすかわ)のみであり、鰐川によって運ばれた碎屑粒子により三方湖は埋め立てられ、三方湖の水深はほとんどが 2m 以浅となっている。日向湖に流れ込む河川は存在しない。

1662 年、近畿地方北部を襲った寛文近江・若狭地震の際、三方五湖周辺において大きな地殻変動が記録された。小松原ほか (1999、2000a、2000b) によれば、三方湖、水月湖西岸では 1.5m 程の沈降、久々子湖から菅湖にかけての地域では 3.0～3.6m の隆起となっている。このため、菅湖から久々子湖への流路 (気山川) が排水不能となり、1662～1664 年にかけて新たに浦見川 (浦見運河) の開削が行われた。この開削に伴い、三方湖、水月湖、菅湖の水位が低下するとともに、海水が水月湖にも流れ込むようになった。また日向湖は 1635 年に若狭湾とつなぐ日向川が開削され、これまでの淡水湖から塩水湖へと変わっている。

##### 1.1.2 地質概略

三方地区の基盤岩類としては、広く丹波帶に属する中生層が分布しており、一部ではこれに花崗岩類が貫入している。また三方五湖周辺の低地部には厚い第四系が基盤岩類を覆っている。平成 25 年台風 18 号における三方地区の災害発生箇所を図-1.1.1 に示すが、いずれも中生層の分布地域に位置している。

###### (1) 丹波帶中生層

本地域の丹波帶中生層は、基本的には付加体堆積物であり、泥岩・砂岩中に巨礫状やシート状に緑色岩、チャート、石灰岩が混在している形状を呈している。石灰岩は全てメランジェ中の移動岩塊・礫であり、その年代は含まれる紡錘虫化石から石炭紀中期から二疊紀中期にわたる (磯見・黒田、1958)。一方、泥岩やチャートの年代は含まれる放散虫化石から二疊紀からジュラ紀中期にわ

たっている（木戸、1986：伊藤ほか、1982：藤井、1991：Nakae、2001、2002：中江・吉岡、1998）。このことは、丹波帯中生層の堆積年代はジュラ紀中期であり、付加に伴い石炭紀からジュラ紀中期までの緑色岩、石灰岩、チャート、泥岩、砂岩が混じりあつた地層であることを示している。

緑色岩としたものは変質した玄武岩、ドレライトおよび玄武岩火山碎屑岩であり、塊状でチャートを伴うものは、側方によく連続する。本地域では久々子湖北方の岳山から南南西方向、田鳥付近までよく連続している。これ以外にも幾つかの緑色岩の岩体が認められる。

石灰岩は本地域では緑色岩に伴ってわずかに産出するのみである。一般に共に塊状無層理で、多くは結晶質となっている。白色や灰色のものが多いが、黒色のものもみられる。露頭でのサイズは大きくても100mである。

チャートは暗灰色ないし青灰色、所によっては赤褐色を呈する層状チャートを主体としている。層厚は厚さ3~5cmで、その間に厚さ1cmから2cmの珪質な薄層挟む。チャートには厚層で層状に側方に連続するものとブロック状のものとがあり、本地域全域にわたって点々と分布している。

砂岩は灰色ないし暗灰色であるが、風化により茶褐色になる。日向の海岸に露出する砂岩は成層状態が良いが、この地点以外の砂岩は破断などの変形が著しく、また、頁岩との移り変わりもはつきりしないことが多い。粒度は様々であり、石英粒を多く含む、いわゆるグレイワッケ砂岩である。石英以外には斜長石やチャートの破片を含む。

頁岩は通常暗灰色ないし黒色であり、層理は明瞭である場合もあるが、変形が著しく、層理面に平行な割れ目が発達する場合もある。しばしば砂岩やチャートの小礫を含み、凝灰岩の薄層やラミナが存在する。また各種岩石（緑色岩、チャート、石灰岩、砂岩）を礫状に含むことも多く、メランジェ（混在岩）と呼ばれることがある。

### （2）花崗岩類

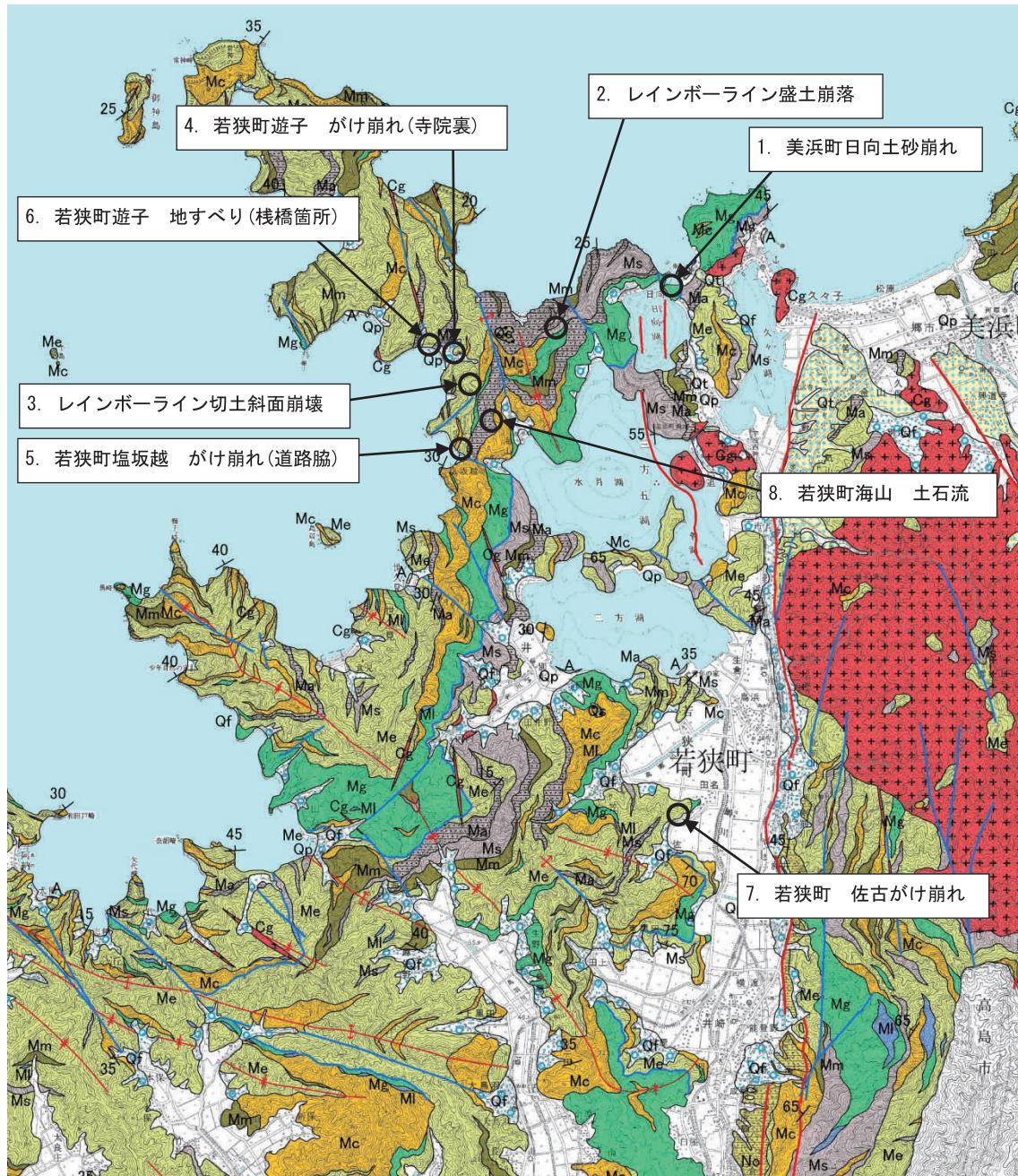
以上の丹波帯中生層に花崗岩類が貫入している。大きな岩体としては、三方五湖の東方、雲谷山を中心とする東西約6km・南北約10kmの範囲に分布する雲谷山花崗岩がある。また久々子湖の北側と南側には小規模な岩体として久々子花崗斑岩が露出する。ほぼ垂直な接触面をもって周囲の丹波帯に貫入している。主に細粒の石基中に石英の斑晶を含む花崗斑岩ならびに石英斑岩からなり、より細粒なアプライト（優白色花崗岩質岩）を伴う。雲谷山花崗岩中の黒雲母から92.8Ma、白雲母から91.5MaというK-Ar年代が得られている（中江ほか、2002）。

### （3）第四系

三方地区の主要河川である耳川、鰐川沿いの低地を中心に第四系未～半固結堆積物が分布している。半固結堆積物は「能登野(のとの)層」と呼ばれている丘陵地形形成層（礫、砂、泥）、高位段丘構成層（礫）、海成中位段丘構成層（泥、礫、砂）、および河成中・低位段丘構成層（礫、砂）に区分できる。また未固結の泥、砂、礫は海・湖岸沿いの低地および鰐川などの河川沿いの低地を中心に分布している。

鰐川東岸には、標高150m以下の丘陵がみられ、能登野層と呼ばれる半固結堆積層が分布している。能登野層は崖錐性から扇状地性の礫層からなる下部層（層厚約70m）、湖沼性の灰～暗青色の泥層、砂層および砂礫層の互層からなる中部層（層厚約20m）、及び扇状地礫層からなる上部層（層厚40m+）から構成されており、その年代は更新世前期とされている（三浦ほか、1969：岡田、1984）。

高位段丘堆積物は藤井及び氣山東部に分布しており、三方礫層（三浦ほか、1969）と呼ばれてい



地質凡例

地帯名	地質年代	*	地層名など	岩石区分
美濃・丹波帯	古生代後期～中生代	J1-3	古屋層	Fs 砂岩 Fm 粘板岩 Fsm 砂岩・粘板岩互層
	二疊紀～ジュラ紀	c3 b3	異地性岩体	Ms 砂岩 Mm 貝岩 Ma 砂岩・貝岩互層 Me メランジエ Mg 緑色岩 MI 石灰岩 Mc チャート

図-1.1.1 平成 25 年台風 18 号における三方地区の災害発生箇所

る。藤井では層厚が 25 m 以上あり、西に 5° ほど傾斜している（三浦ほか、1969）。氣山東部では層厚 20 m 以上あり、花崗岩の巨礫のほか、砂岩、頁岩などの亜角礫を含む。

海成中位段丘は久々子湖東岸の美浜町久々子から氣山にかけて広がっている。段丘面の高度 は 10~20 m ほどである。泥層下部からは植物葉片や種子の化石（三浦ほか、1969）が、福井県園芸試験場南部の地表下 1m の粘土層からは鯨の化石（岡田、1984）が、また氣山付近の泥質層からは海棲貝化石（Yasuno、1991）が産出している。

河成段丘は耳川流域に形成されているが、三方断層と熊川断層に囲まれた三遠三角地と呼ばれる沈降地域にはほとんど見られない。耳川左岸の段丘面のうち、美浜町興道寺の段丘堆積層上部には約 3.0 万年前に噴出した姶良 Tn テフラが挟まれている（町田・新井、1976）。

海浜の未固結堆積物は分級の良い砂や円礫から構成されているが、リアス海岸がもっとも典型的に発達している本地域では海岸沿いにわずかに分布しているだけである。泥質な氾濫原・三角州堆積物は鰐川およびその支流沿いの低地を中心に分布している。特に鰐川下流部では数 10 m を超える厚さで泥質・泥炭質堆積物が分布している（竹村ほか、1994）。

## 1.2 三方地区の過去の関連地盤災害

三方地区の降雨に伴う地盤灾害（土石流、地すべり、山崩れ）について過去にさかのぼって資料を調査した。常神半島周辺における過去の斜面崩壊事例を表-1.2.1 に示す。地盤灾害の多くは強風化により土砂化した地盤で発生しており、土砂層に対して切土勾配が急であったことが崩壊の要因になっているものと見受けられる。また、これらのほか表-1.2.2 に示す災害の記録が確認された。

表-1.2.1 常神半島周辺における過去の斜面崩壊事例

(福井県、2007 : 斜面防災マニュアル、(財)福井県建設技術公社、334-347p.から抜粋)

番号	管轄	地係	年度	形態	地層	事前の勾配	原因	応急	調査	対策工
102	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町小川	2004	地すべり	花崗岩	0.8	台風23号	-	-	切土補強土工 法枠工
103	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町神子	2002	地すべり	砂岩泥岩互層	0.7~0.8	地震 切土による応力解放 雪解け水	押え盛土工、大型土のう ブルーシート、交通規制 仮設防護柵	地表面伸縮計 ポーリング、標準貫入試験 孔内水位観測 ハイブリズミ計	頭部排土工 アンカーア 法枠工 横ボーリング工
105	敦賀土木	国道162号 若狭町世久見	2005	地すべり 表層崩壊	-	0.8	強風化 流れ盤 切土による応力解放	押え盛土工、大型土のう 交通規制 早急にモルタル吹付	地表面伸縮計 ポーリング、標準貫入試験 孔内水位観測 ボアホールカメラ	アンカーア 法枠工 押え盛土工 既モルタルと地山 の隙間を充填
106	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町小川	2002	地すべり	砂岩泥岩互層	0.7~0.8	強風化 不安定勾配 雪解け水	押え盛土工、大型土のう ブルーシート、交通規制	地表面伸縮計 ポーリング、標準貫入試験 孔内水位観測 孔内傾斜計	頭部排土工 アンカーア 法枠工 横ボーリング工
108	敦賀土木	林道 若狭町三方	2003	表層崩壊	花崗岩	0.2~0.3	強風化 受け盤 不安定土塊脚部の切土	-	-	切土補強土工
109	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町海山	2004	モルタル吹付けの亀裂拡大	砂岩泥岩(頁岩)	0.6	強風化 切土による応力解放	仮設防護柵	孔内傾斜計	アンカーア 法枠工
110	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町神子	2002頃	地すべり	-	0.7	集中豪雨 雪解け水	大型土のう ブルーシート 交通規制	地表面伸縮計 ポーリング、標準貫入試験 孔内水位観測 ハイブリズミ計、孔内傾斜計	頭部排土工 アンカーア 法枠工 横ボーリング工
111	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町小川	2002頃	地すべり	-	0.7	集中豪雨 雪解け水	大型土のう ブルーシート 交通規制	地表面伸縮計 ポーリング、標準貫入試験 孔内水位観測 ハイブリズミ計、孔内傾斜計	頭部排土工 アンカーア 法枠工 横ボーリング工
112	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町小川	2001	地すべり	泥岩(頁岩)	1.0	強風化	ブルーシート 交通規制 仮橋	地表面伸縮計 標準貫入試験 孔内水位観測 ハイブリズミ計	頭部排土工 アンカーア
113	敦賀土木	国道162号 若狭町世久見	2004	表層崩壊	-	0.7	台風23号	大型土のう ブルーシート	-	頭部排土工 アンカーア 法枠工 ロックボルト工
114	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町小川	2003	落石	花崗岩	0.7	強風化	交通規制 モルタル吹付け 簡易落石防護柵	地表面伸縮計 ポーリング 標準貫入試験	アンカーア 法枠工 ロックボルト工
115	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町常神	2003	表層崩壊	-	0.8	強風化 集中豪雨	大型土のう ブルーシート	-	アンカーア 法枠工 ロックボルト工
116	敦賀土木	一般県道常神三方線 若狭町神子	2005	落石	-	0.6		バリケード設置	-	ロックネット工
117	敦賀土木	若狭町世久見	1993	表層崩壊	泥岩(頁岩)	0.5	強風化	交通規制	ポーリング	法枠工
119	敦賀土木	国道162号 若狭町食見	1990	表層崩壊	砂泥互層	1.0		交通規制	地表地質踏査	切土工

表-1.2.2 (1) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
880	1448	風雨			文安5年、月日不詳、井ノ口谷大洪水。	50
787	1552	風雨			天文21年、日付不詳、若狭洪水。	50
104	1633	風雨			寛永10年、月日不詳、若狭出水、前代未聞という。	50
112	1642	風雨			寛永19年、月日不詳、某月洪水、免相書に西川欠とあるは是歳なり。	10
1074	1660	風雨	1800	万治3年、洪水大荒、小浜飢饉、人1,800余人死亡。		10
780	1687	風雨			貞享4年、湖水の水は堀川より流れて海に注いでいたが大洪水があつて、川尻に寄洲が出来て水が通らなくなり、早瀬の入口今的新川という処に再び川を掘削したが、大波ごとに川口が閉され困難したので三度目に現在の早瀬川を掘割って水を流すことにした。	10
269	1698	風雨			元禄11年、大風雨浦見川くずれる、三方湖ではダムの如くなる。	10
272	1699	風雨			元禄12年、若狭、大風、大雨。	10
1032	1707	風雨			宝永4年(太陽暦9月14日)、北陸大風雨。	50
191	1729	風雨、崖崩れ			享保14年、三方郡洪水、山崩、家流。	10
192	1730	風雨			享保15年(太陽暦9月6日)、若狭大風雨。	50
205	1734	風雨			享保19年、月日不詳、若狭国洪水あり。	50
12	1776	風雨			安永5年、敦賀洪水、70年来の大水。	10
138	1790	風雨			寛政2年、日付不詳、若狭洪水あり。	50
144	1792	風雨、高波			寛政4年(太陽暦10月10日)、26日より28日まで若狭大波にて所々破損有り、大風4回、出水2回あり。	50
150	1792	風雨			寛政4年、日付不詳、若狭洪水。	50
904	1807	風雨			文化4年(太陽暦5月30日)、若狭大雨洪水。	50
908	1807	風雨			文化4年、大洪水、100年以来の大水とい、一本松、古田堤防欠壊し家屋流失。敦賀町川東新町は水深6尺に及び町中船で往来す。児屋川東端の家屋流す。児屋川に石垣を積む粟野の田畠特に災害はなはだし。野坂領米100俵を救助す。	33
909	1807	風雨			文化4年、大洪水、野坂領は米500俵を5ヶ年賦に貸与し、小浜藩は300俵を救助した。	33
894	1816	風雨			文化13年、日付不詳、若狭大風大洪水あり。	50
832	1836	風雨			天保7年、日付不詳、夏、5月より霖雨、洪水、米不作。	50
834	1837	風雨			天保8年(太陽暦10月10日)、若狭大風雨。	50
835	1837	風雨			天保8年(太陽暦7月18日)、若狭国大風雨洪水。	50
836	1837	風雨			天保8年(太陽暦9月12日)、若狭大風雨。	50
837	1837	風雨			天保8年(太陽暦9月3日)、若狭大風雨。	50
101	1848	風雨			嘉永元年、日付不詳、若狭洪水有り。	50
87	1852	風雨			嘉永5年(太陽暦9月23日)、若狭大風雨出水。	50
36	1858	風雨			安政5年(太陽暦10月5日)、若狭大風雨洪水。	50
1096	1885	風雨	1363		明治18年、台風により九頭竜川をはじめ諸河川が決壊し、福井県下は大洪水に見舞われた。被害状況は、流失家屋1,363戸、堤防決壊32,000間、耕地被害548町歩、道路の破損は4万間、橋梁の破損は1,000架にのぼり、水害の被害総額は41万円に達した。復旧費75,000円の内訳は、国庫補助の21,000余円、新たに徴収する地方税16,000余円、さらに越前若狭縦貫の新道開鑿費からの37,000余円であった。不景気と土木費の地方費による負担で、県民の困弊はいっそう深刻化した。県会では、河川道路は政府の所有であるのに、工事費用を地方費で負担するというのは道理に合わないとして、土木費の国庫支弁を建議している。	38
1111	1888	風雨			明治21年、日付不詳、8月と9月に、県下の356ヶ村が水害に見舞われ、復旧に要する地方費は35,000余円に達した。	38
1150	1895	風雨	527	132	明治28年、7月20日土用入以来雨多クシテ殆ント虚日ナク恰モ微雨ヲ持続シタルモノ、如ク…24日ニ至リ強風雨交々起り夜半ヨリ翌25日マテ暴風激雨トナリ…28日午後3時頃ヨリ更ニ暴雨トナリ加フルニ夜ニ入り西南ノ強風ヲ起シ其勢頗ル急激29日前5時ニ至リ河水忽*トシテ増加シ…連日降雨断続シ水量ノ増減定マラス更ニ水平ニ復スルノ模様ナリキニ由リ人心洶々恐怖ニ沈タリシカ猶又8月5日ニ至リ強雨激シク九頭竜川ノ如キハ之力為今回水災中ノ最高位ヲ占ムルニ至。(明治28年7・8月福井県水害景況)このように数日間にわたる出水の被災地域は広大で、河川の水位は8月7日になってようやく減水傾向になるという状態で、「郡1市(遠敷・大飯)2郡(八加ヘス)131町村1,151大字ニ亘り129河川3湖1に及んだ」という。敦賀郡と南条郡でとくに被害が甚大で、両郡の死者・行方不明者は132人、建造物の流失・全壊・埋没は527戸で、それぞれ全体の7割以上を占めている。道路の決壊・破損は今立郡が2,634ヶ所・36,723間、橋梁の流出も今立郡が261ヶ所・2,620間、田の損害は坂井郡が48,328石、畑の損害は足羽郡が81万5,285貫で、それぞれ第1位を占めており、大河川の流域が大きな打撃をうけている。被害総額の1,038万5,681円は、28年度の福井県予算額32万9,000余円の実に31倍強にあたる。	38
1152	1895	風雨		147	明治28年、7月28日~30日には、若狭の一部を除く県内全域にわたり、明治期最大の風水害に見舞われた。死者119人・行方不明28人に上り、南条郡河野村・今庄村、敦賀郡東浦村・松原村での死傷者が目立った。浸水家屋3万900余戸、道路・堤防・橋梁の決壊が甚だしく、田畠の浸水1万6,500余町におよぶという大被害を出した。	39
1170	1895	風雨、崖崩れ	1460	0	明治28年、暴風雨、諸川暴漲、管下遠敷・大飯2郡を除くの外未曾有の被害あり。先ず人畜の損害は191名、内訳死者119名・行方不明28名・負傷44名を出せしが、就中山岳崩壊の為め、南条郡河野村大谷・同郡今庄村大鶴目・敦賀郡東浦村阿曾・杉津横濱・大比田・同郡松原村常宮等に於て惨死したるものの総数の9割以上に達し、猪大野・吉田・今立・福井の都市にも溺死者を出し、畜牛の死傷亦3頭あり。人家その他建物の損亡は3万4900餘の中流失350・全壊230余、埋没110、半壊770余・破損2558、浸水3万900余に及び、堤塘の破壊は決壊1800余ヶ所延長9万3000余間、破損1600余ヶ所・延長3万8000余間、道路は決壊1410ヶ所・延長5万4000余間、破損5700余ヶ所・延長17万1300余間、橋梁は流失1400余ヶ所・長7600余間、破損1400余ヶ所・延長4000余間、用悪水路の決壊破損2600余ヶ所・延長12万5000余間、堰*の決壊破損650余ヶ所、樋闘は同680ヶ所、三国港湾決壊破損を生じ、山岳の崩壊に至りては惨害殊に甚しく、その個所3200ヶ所に近く、就中南条・敦賀2郡その9割を占めたり。田畠の被害は荒地田畠3600余町、不毛田畠850余町、浸水1万6500余町、田畠生毛は田にありて17万2000余石、畑に約250万貫の見積高を算せり。鉄道は刃根・金ヶ崎間に破壊あり、工事区域にありては丹生・今立・南条郡内に築堤橋梁の破壊100余ヶ所に及びたり。	48

表-1.2.2 (2) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
1171	1895	風雨			明治28年、暴風雨、福井・足羽・丹生・南条・敦賀・遠敷諸市郡被害甚に多し。	48
1178	1896	風雨	154	11	明治29年、8月30日朝来陰*時々細雨アリ午後5時ヨリ西南ノ風起り同10時ヨリ漸次強風激雨トナリ、翌31日午前1時ニ至リ風ハ倍々暴烈ニ吹キ荒ニ雨ハ車軸ヲ乱スカ如ク、続キテ4時前後ハ殆ント其激烈ノ極度ニ達シ…殊ニ若狭国遠敷郡大飯郡三方郡ニ在テハ河川ノ水量一時ニ暴漲シ一大水害ヲ波及。(明治29年8月31日9月7日福井県暴風雨水害景況)建造物、田畠、交通施設などの被害は県下全域の1市11郡153町村1,217大字に及んだ(8月31日と9月7日あわせて)。8月31日の水害は大飯、遠敷の両郡に大被害をもたらした。死者・行方不明者は遠敷郡が11人、建造物の流失・全壊・埋没は大飯郡が154戸、道路の決壊・破損は大飯郡が538ヶ所・16,581間、橋梁の流失は遠敷郡が595ヶ所・1,611間余、田の損害は坂井郡が28,696石、畠の損害は大野郡が3,395石・16万302貫で、それぞれ第一位を占めている。被害総額(8月31日と9月7日あわせて)は前年を上回る1,082万3,305円にのぼった。	38
1202	1896	風雨、崖崩れ	1533	128	明治29年、暴風雨、洪水、福井市・今立・足羽・南条・坂井・丹生最も被害多く、吉田・大野・敦賀三郡之に次ぐ。8月31日・9月7日両回被害総計死傷者128名(死亡及行方不明76名)、人家・土蔵・その他建物流失520・全壊1千余・埋没13・浸水5万4500余、堤防破損5300余ヶ所・16万500余間、道路破損1500余ヶ所、6万8700余間、橋梁流失破損3400余ヶ所・1万3600余間、港湾波止場破損12ヶ所、185間、樋闘・堰・堰*3500余ヶ所、用悪水路4000余ヶ所12万6000余間、田被害4万5400余町、内荒地となるものの8600余町、畠被害2万1300余町、内荒地8200余町、農作物の被害は概算419万余円を計上し、山岳の崩壊は4900余ヶ所・635町余に達し、鉄道は福井市以北に被害なかりしも、以南に頗る多く、62ヶ所7哩余を破損したり。	48
1203	1896	風雨			明治29年、暴風雨、若狭三郡就中遠敷郡被害多し。	48
1237	1907	風雨			明治40年、諸川暴溢、三方郡耳川筋被害多し。	48
1242	1910	風雨			明治43年、嶺南出水、耳川筋暴漲す。	48
757	1917	風雨			大正6年、30日～翌10月1日、暴風雨、諸川溢水、嶺南地方被害多く、敦賀町および松原村にて浸水家屋1800余戸。	50
766	1917	風雨			大正6年、暴風雨諸川溢水、嶺南地方被害多し、敦賀町及松原村にて浸水家屋1800余戸に及ベリ。	48
426	1927	風雨			昭和2年、融雪洪水、家屋浸水640戸に達す。	10
427	1927	風雨			昭和2年、融雪洪水、8日夜來の降雨により、笙ノ川、黒河川、木ノ芽川の上流の山々の雪が大量に解け、笙ノ川著しく増水し、なおまた8時35分頃から強雨のため、笙ノ川氾濫す。道上3尺以上に及ぶ個所もあり、家屋浸水床上147、床下463戸、橋梁流失3ヶ所。	50
725	1934	風雨	375	15	昭和9年、室戸台風、21日の午前中、福井県を通過した強い大型の台風、9月19日に沖縄付近を通過した台風は北東に向きを変え、発達しながら20日夜半過ぎ高知県室戸市付近へ上陸、淡路島から敦賀付近、北陸沿岸を通り、本州を縦断して北東海上へ去った。室戸岬では最低気圧911.9mb、最大風速45.0m/sを観測。九州東部から東北南部の広い地域に、暴風や大雨による風水害、高潮による塩害等の被害が発生した。県内での最大風速は、福井市11.7m/s、敦賀市13.4m/sであったが、死者8人、行方不明7人、負傷14人、全壊家屋146戸、半壊家屋229戸、橋梁流失14ヶ所、船舶の流失58隻などの被害を受けた。	39
358	1948	風雨	3		昭和23年、低気圧が東シナ海からゆっくり東進し、九州北部、山陰、北陸、中部地方中央部を経て関東地方南部を通り、低気圧に伴う梅雨前線と相まって各地に大雨を降らせ、大きな被害が発生した。24日、敦賀では測候所開設(明治31年)以来の最大日降水量184.6mm、最大一時間降水量57.9mmを観測した。この大雨により前月28日の福井地震の時の堤防の沈下などもあり、各河川で氾濫し、嶺南では特に農作物の被害が大きかった。被害面積は23,24日の両日で、甘*19町、水稻1384町。各地の被害は敦賀市で家屋流失3、床上浸水132、床下浸水377、小浜市で床下浸水6。	50
360	1949	風雨			昭和24年、28～31日、サイパン島北西海上に発生した台風ヘスターは、29日早朝志摩半島に上陸し、正午過ぎに若狭湾に抜け、31日早朝日本海で消滅した。28から30日の総雨量は、小浜市下田で最も多く210mm、三方町128mm、上中町熊川119mm、高浜町118mm、敦賀92mm、小浜市上竹原88mm。この大雨により家屋の流失、全壊、浸水のほか、田畠の流失、冠水、橋の流失、堤防および道路の損壊等大きな被害が発生した。	50
367	1950	風雨	4990	14	昭和25年、ジェーン台風、9月3日、福井県沿岸を通った台風、硫黄島付近で発生した熱帯性低気圧は、9月1日台風となった。その後、勢力を強めながら3日10時徳島県日和佐付近に上陸、12時神戸市付近に再上陸、13時ころ舞鶴市付近を通り若狭湾に入った。この台風は、典型的な風台風であり、南ないし南東の風が著しかった。最大風速は、福井で30.9m/s、敦賀で30.4m/sを記録し、共に歴代1位(福井1897～1899年、敦賀1898～1899年)となっている。瞬間最大風速は福井で40.7m/sを記録した。<被害>この台風による被害は、死者14人、負傷者556人、住宅の全壊684戸、半壊4,306戸であった。強風による建築物の被害は住宅のみならず工場、倉庫、病院、学校にも及び、非住宅の全壊978棟、半壊1,600棟、公共施設の全壊23棟、半壊185棟、学校施設の全壊26棟、半壊66棟に達した。また水田の冠水や流失2,552ha、漁船の被害も399隻に上った。被害総額は33億2,141万円であったが、最も被害が大きかったのは稲作等の農業関係13億6,900余万円、次いで商工業関係7億2,542万円、土木建築関係4億9,718万円、林業関係3億8,688万円であった。	39
373	1950	風雨			昭和25年、ジェーン台風嶺南の水稻の被害面積5,513町歩、住家213戸外。	10
377	1950	風雨	313	4	昭和25年、硫黄島の南方海上で発生した台風ジェーンは、9月3日朝、室戸岬の東海上を北北東に進んで兵庫県を通り、舞鶴の東を若狭湾に抜けた後、越前岬沖および能登半島沖を北東進した。敦賀での最大風速は南東の風30.4m/s、最大瞬間風速は南東の風38.3m/s。総雨量は65mmに達した。この台風により、嶺南の水稻の被害面積が5513町に及んだほか、死者4人、負傷者23人、住家全壊49、半壊264、非住家全壊189、半壊190、橋梁9、船舶83の大被害が発生した。	50

表-1.2.2(3) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
382	1952	風雨		9	昭和27年、23～24日、20日ルソン島東方に現れた熱帯低気圧は発達しながら北上し、22日9時に石垣島南海上で台風ダイナとなった。台風はその後北東進し、23日22時15分頃志摩半島東部をかすめ、同日23時20分頃浜名湖付近に上陸した。台風はさらに北東進を続け、東海道から関東地方南部を通り、24日未明に鹿島灘へ抜けた。福井県では50～150mmの大雨が降り、敦賀の総降水量は110mmに達した。この大雨により、嶺北では死者9名、傷者2名のほか大きな被害を生じ、若狭地方での被害は水田の冠水442町歩となった。	50
385	1953	風雨		662	昭和28年、13号台風、25日に紀伊半島から伊勢湾を通り、夕方愛知県南部に上陸して、21時ごろ中部山岳地帯を北東進した。台風前面の前線による大雨と台風接近時の暴風雨によって大きな被害が発生した。福井県では台風が伊勢湾中部に達した18時ごろ風雨が最も激しく、敦賀では最大風速18.7m/s(北)を観測した。23～26日の総雨量は福井221mm、敦賀309mmをはじめ県内全般に200～300mmで特に小浜市下田では705mmに達した。この台風による被害は甚大であった。<被害>台風13号は、活発な停滞前線の活動に伴う集中豪雨を本県にもたらした。特に若狭地方は、中名田で日雨量585.4mmという記録的豪雨に襲われ、北川や南川が至る所で決壊し、激甚な被害が発生した。小浜市、遠敷郡、大飯郡合わせて、死者87人、行方不明15人、負傷者291人、家屋の全壊および流出662戸、被災者数41,612に達した。福井市の日野川決壊などにより嶺北地方にも被害は及び、県内全体の死者は101人、行方不明15人、負傷者639人であった。26日午前3時には福井県災害対策本部が設置され、4市7町38村に災害救助法が発令された。県内全域の公共土木施設災害復旧事業費は43億円に及んだ。	39
389	1953	風雨		0	昭和28年、24～26日、17日の朝、カロリン群島のトラック島付近に発生した熱帯低気圧は、発達しながら西北西に進み、18日15時に台風13号となった。台風は更に北西進をつづけ、22日18時以後は北に向きを変えた。25日3時ごろ潮岬の南西約600kmの海上に達し、ここで向きを北東に転じた。その後台風は加速しつつ伊勢湾をおり、25日の夕方愛知県南部に上陸した。福井県では台風が伊勢湾中部に達した18時ごろ風雨が最も激しく、敦賀では最大風速18.7m/s(北西)、最大瞬間風速24.3m/s(北)を観測した。23～26日の間の総雨量は、敦賀309、小浜565、高浜491、下田705、熊川368、三方379、愛発270mmに達した。この暴風雨による被害は各方面に渡り、莫大なものがあった。	50
400	1953	風雨		21	昭和28年、台風13号、午後12時45分頃、紀伊半島の南端潮岬附近に上陸した台風13号は、その後進路を北東に変え、18時頃志摩半島を通り伊勢湾及び知多半島を横断して岡崎附近を通過し、そのまま中部山岳地帯に進んだ。このため若狭地方の各河川は氾濫し、特に小浜地方は家屋の流失、行方不明者の発生等相次ぎ、その被害惨状は目を覆うものがあった。当町においても同日19時30分頃には最大風速27m、降雨量は185mmに達し、旧耳村南市地籍の耳川堤防はえぐり取られ、河畔の民家21戸流失、9戸が大破した。これにより同部落全戸に退避の勧告が発せられた。これがため小浜市を始め三方町・旧耳村・旧山東村に災害救助法が適用された。死者3人、床上浸水233戸、全壊非住家4棟、道路決壊70ヶ所、橋梁流失・破損22ヶ所、堤防破損70ヶ所、田冠水290ha、畠冠水30ha。	34
408	1954	風雨		2	昭和29年、13～14日、8日硫黄島の南方海上にあった台風大2号は13日15時頃薩摩半島に上陸後九州地方を縦断、日本海に出て北進を続けた。この影響を受け嶺南地方は13日夕刻から南寄りの強風が続いた。敦賀では最大風速 南南東22.8m/s(13日)、最大瞬間風速 南南東33.2m/s(14日)を観測した。この強風により次のような被害が発生した。敦賀：電柱倒壊2、板塀倒壊11、小浜：建物全壊1、建物半壊1、非住家被害18、板塀倒壊14、道路損壊2。この他敦賀市内の約半分が停電、電話20数回線が断線した。	50
409	1954	風雨			昭和29年、17～18日、18日9時台風第14号が室戸岬沖で進路を北東に変え伊豆半島南部をかすめ、房総半島の南部を通過三陸沖に出た。この影響を受け、福井県下全般にわたり、17日夜から雨が降り続き、県下の主な河川は18日未明から増水し始め次のような被害が発生した。敦賀：中郷村山泉で黒河川12ヶ所、沓見地籍の三和線川、木崎の黒河川決壊、馬場橋流失、小浜：遠敷川、熊野川など決壊、中井橋、口名田橋、復縄橋、上野橋、上野橋、とび川橋、関尾橋(青郷村)、宮川橋(宮川村)など昨年流失し復旧した橋はほとんど全滅した。床上浸水：小浜9、床下浸水：敦賀37、小浜232、水田流失：敦賀1、小浜3、水田冠水：敦賀50、小浜175、畠冠水：敦賀3、小浜1、道路損壊：小浜1、橋梁流失：敦賀6、小浜6、堤防決壊：敦賀10、小浜5。	50
430	1956	風雨、崖崩れ			昭和31年、4～5日、4日9時、北海道にあった低気圧から、南西にのびていた寒冷前線が徐々に南下し、同日夕刻から5日朝にかけ、北陸地方ではこの前線の移動に伴って局地的に極めて短時間の強雷雨となり、敦賀では1時間降水量57.9mm、総降水量185.0mmを観測した。この強雨により、国鉄北陸線は敦賀一中ノ郷間駅間に土砂崩れ、道床のゆみが発生5日4時30分頃不通となる。同日7時頃敦賀市鳩原で笙ノ川の氾濫により60mにわたり決壊、一時交通不能になった。また笙ノ川が減水し始めた同日の10時頃、敦賀市曾々木の北陸線笙ノ川護岸2ヶ所が決壊した。この他落雷による電灯線、通信線等に若干の被害があった。以下は敦賀における被害。床上浸水5、床下浸水1304、水田流失5町歩、水田冠水2.5町歩、畠冠水3町歩、道路損壊58、橋梁流失15、堤防決壊9、崖崩れ17、土砂崩れ1、非住家倒壊1、鉄軌道被害2、電柱倒壊1、木材流失20石。	50
435	1959	風雨、崖崩れ		7	昭和34年、12～14日、13日頃硫黄島の北方海上をかなりの速度で北上していた台風7号は、その後も加速しながら北上を続け、14日6時過ぎには駿河湾から静岡県に上陸し、諏訪、長野、直江津付近を経て、11時に佐渡の西方海上に抜けた。その後は衰えながら日本海北部に去った。台風襲来以前の12日頃から停滞前線が次第に活発となり、嶺北地方では強い雨になって来たが、嶺南地方では13日9時までの雨量は敦賀で77mmで、その他の地点でも余り多くなかった。13日午後、小浜地方に16時頃から19時頃にかけて200mm以上の降雨があり、かなりの被害が発生した。その後いったん小降りになった雨は、台風の接近と共に14時過ぎて強くなり、14日2時から6時の間に約100mmの降雨があり、所々で被害が出た。この台風と前線に伴う大雨による被害は次のとおり。敦賀土木出張所管内 死者3人、負傷2人、家屋全壊1戸、半壊5戸、浸水床上89戸、床下272戸、堤防決壊12、破損120、橋流失9、道路損壊39、崖崩れ24、田畠流失26町、冠水356町、小浜出張所管内 負傷1人、家屋全壊1、浸水床上32戸、床下874戸、堤防決壊1、破損75、橋流失2、道路損壊59、崖崩れ24、田畠冠水1113町、流失30町。	50

表-1.2.2(4) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
438	1959	風雨,崖崩れ			昭和34年、8~9日、5日頃東シナ海西部をゆっくり北上し、7日鹿児島の西南西海上に接近した台風6号(ヘレン)は、8日早朝大隈半島南部に上陸し、9時に日向灘に抜けた。その後台風はやや加速し、四国の南岸沿いに進んで、9日早朝紀伊半島に上陸した。台風は衰弱しながら東北東に進み、9日9時伊勢湾を通過、15時富士山付近、18時東京湾を経て、21時に銚子沖に去った。敦賀では9日6時51分に最低気圧980.6mbを観測した。この台風のためかなりの降雨量があり、特に若狭地方に多く、総降雨量は小浜129、高浜71、下田205、熊川192、三方195mm(敦賀117mm)に達した。この大雨で北川は増水し、水害が発生した。被害は次の通り。橋破損1(55万円)、崖崩れ4(8万円)、冠水40町歩。	50
441	1959	風雨	2		昭和34年、伊勢湾台風(15号)、18時、潮岬の西方から紀伊半島に上陸した伊勢湾台風は、和歌山・奈良を通過し、名古屋の西方、岐阜県北部、富山市東方を通り27日1時頃直江津附近から日本海上に出た。この間わずか6時間ばかりの間であったが、風速25m/s以上の暴風圏の直径は600~800kmにおよぶ超大型台風であったため、九州を除く全土に多くの災害痕を残し、中でも伊勢湾の異常高潮と相まって名古屋市を中心とする伊勢湾周辺地区的被害は、戦後の災害史上最大のものとなった。本町においてもこの台風による影響は大きく、26日19時30分頃から約3時間に亘り、風速29m、降雨量224mmを記録し、豪雨の弱まった頃から鉄砲水が農地・河川を襲い、農地の流失、堤防の決壊等多くの災害が続出した。重傷者1人、家屋流失・全壊2戸、一部破損3戸、床上浸水61戸、床下浸水394戸、非住家全壊1戸、半壊2戸、一部破損7戸、道路決壊4ヶ所、破損9ヶ所、橋梁破損3ヶ所、河川21ヶ所、堤防破損18ヶ所、田冠水40ha。	34
443	1959	風雨,崖崩れ	326		昭和34年、伊勢湾台風、硫黄島の南南東海上にあった台風15号は異常に発達して、中心気圧は895mbとなり、北西のち北北西に進んで、26日6時には潮岬の南方海上に達した。その後次第に加速しつつ北上し、18時15分頃潮岬の西方に上陸した。北陸・近畿北部・中国・九州北部を暴風圏に包んだ台風は、奈良県中部、揖斐川上流を経、北東に進んで岐阜県白川付近、富山の東を通り、糸魚川と高田の中間から日本海に抜け、更に加速しつつ秋田沖に達した。敦賀地方の被害は大したものではなかったが、小浜地方では、かなりの風水害が発生し、特に26日夕方から風雨が強くなって19時30分頃南川、北川とも警戒水位を突破し、小浜市では21時30分サインを吹き鳴らして避難命令を出した程度であった。被害の概要は次の通り。負傷者29人、住家全壊52、半壊269、流失5、浸水床上573、床下2653戸、堤防決壊53、橋流失18、道路損壊76、崖崩れ14、田畠流失36町、冠水479町、小船沈没15、流失破損14隻。	50
458	1960	風雨	4		昭和35年、29~30日、四国の中南海上を北上した台風16号は、29日午後高知市付近に上陸し、鳥取市西方をとおって日本海に抜け、その後北北東に進んだ。このため当地方では29日9時頃から南よりの風が強く、また風の息が激しく、敦賀で最大瞬間風速南の風30.3m/sを観測し、30日1時過ぎまで強風が続いた。一方雨量は、台風が日本海を出たあと暖気が北上し、大陸からの寒気の南下と相まって、30日6時頃まで強雨が続いた。(29日18時~21時まで25.6mm、21時~24時54.8mm、30日0時~3時53.4mm)。29日9時~30日9時の24時間雨量は182.3mmに達した(敦賀)。その後、雨はいったん小止みになつたが、30日夕方になり、それまで停滞気味であった寒冷前線が当地方を通過し、16時過ぎから18時まで雷を伴う豪雨(15時~18時46mm、16時~17時34.8mm)をもたらした。この大雨により、次のような被害が発生した。敦賀地方、家屋床下浸水若干、堤防決壊2、水田流失10a、冠水80ha、稻の倒伏多し(詳細不明)、嶺南(敦賀を除く)地方、住家半壊4、非住家3、浸水床下36、堤防決壊9、道路損壊23、水田冠水70町、稻の倒伏87町。	50
461	1961	風雨,崖崩れ			昭和36年、23~翌7月1日、24日から月末にかけて日本の南岸に停滞していた梅雨前線が、四国沖の南海上から北上してきた台風第6号の刺激を受けて活発になり7日間にわたり南北に振動しながら近畿・東海・関東の各地方に集中豪雨を降らせ全国的に大きな災害が発生した。“昭和36年梅雨前線豪雨”と命名。嶺南地方では6月23日から7月1日までの総降水量は敦賀301.8mm・小浜264mm・熊川341mm・三方273mmを観測した。これによる嶺南地方の被害は次の通り。遠敷郡上中町河内の町道熊川一河内線・上中町熊川の県道今津一小浜線で崖崩れで通行不能、敦賀市五幡・阿曾の2ヶ所で崖崩れが発生した。	50
463	1961	風雨,崖崩れ	1		昭和36年、27~28日、沖縄付近に発生した低気圧は急速に発達して北東進し、九州南部から1つは四国沖から東南東に去ったが、他の一つは若狭湾に進んだ。このため嶺南地方を中心にして300~500mmの大雨(敦賀207、小浜272、高浜220、下田314、熊川344、三方313)が降り、河川が氾濫して堤防が決壊した。嶺南の被害は次の通り。家屋半壊1、非家屋6、浸水床上14、床下316戸、水田流失埋没86ha、堤防決壊4、山崩れ6、橋流失4、道路損壊5、鉄道被害1。	50
468	1961	風雨			昭和36年、第2室戸台風(18号)、9時過ぎ、室戸岬の西方に上陸した第2室戸台風は、淡路島南西部を通り、13時過ぎ神戸と大阪の間に上陸した。その後北東進をつづけ、京都・敦賀地方を通過し、18時には能登半島東部に達し、日本海上に出た。美浜町に最大接近した15時前後から風雨激しく、瞬間最大風速33.3m、雨量は、平野部で100~200mm、山間部では200~300mmを記録し、この豪雨のため道路の決壊、農地の流失等多くの災害をもつた。床上浸水50戸、床下浸水47戸、非住家半壊8棟、一部破損13棟、道路決壊7ヶ所、橋梁破損1ヶ所、河川14ヶ所、田冠水26ha。	34
469	1961	風雨	452		昭和36年、第2室戸台風、9月16日室戸岬の西方に上陸し、福井県を通った強い大型の台風。経路は1934年(昭和9年)9月の室戸台風とほぼ同じで、大阪府西部、京都府付近、能登半島東方を経て、日本海を北東に進んだ。このため第2室戸台風と命名された。室戸岬では最大風速66.7m/s、最大瞬間風速84.5m/sに達した。福井では、開設以来の最低気圧957.1mbを記録。最大瞬間風速は福井で35.5m/s、敦賀で41.9m/sを観測。被害の状況は風害、高潮害、塩害が顕著だが、県内では、日本海を南下した前線の影響もあり水害が目立つ。負傷72人、全壊家屋95戸、半壊家屋357戸、床上浸水1,540戸、床下浸水4,291戸、水田被害358haのほか、道路、橋梁、鉄道、通信施設などに被害を受けたが、幸いなことに死者・行方不明はなかった。	39

表-1.2.2(5) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
476	1962	風雨			昭和37年、9～10日、9日の朝から10日正午頃にかけて県下各地で100mm前後の大雨が降り、特に若狭地方や山間部では10日未明には1時間10～20mmの強雨が数時間続いた。2日間の総降水量は敦賀106mm、小浜128mm、高浜128mm、下田148mm、熊川112mm、三方80mmを観測した。この大雨で高浜町の汐入川が氾濫して同町三明から宮崎にかけての水田約20haが湖水化した。このため一部町道にも浸水、付近の住宅で床下浸水3戸などの被害が発生した。	50
477	1962	風雨		1	昭和37年、硫黄島の南方海上で発生した台風14号は、北上して紀伊半島南方海上から三重県長島町付近に上陸し、8時頃敦賀東方を、9時半頃福井市西方をとおり、三国町付近から日本海に抜けた。この台風による総雨量は敦賀42、小浜129、下田137mmで小浜地方では次の被害が発生した。行方不明1人、床下浸水6棟、田冠水15ha、畑冠水5ha、堤防損壊8、河川57ヶ所、砂防5ヶ所(上中町)、土砂崩れ4。	50
495	1964	風雨			昭和39年、19日マリアナ群島パガン島に発生した台風20号は、北西に進んで23日9時には南大東島付近に達した。屋久島付近を通過後は北東に転向し、24日17時頃大隈半島に上陸した。その後加速しつつ北東進を続け、25日7時頃丹後半島から若狭湾に抜けた。福井県では25日6時頃から南寄りの風が強まり、8時から11時頃までが、南～南西の風が最も強く、最大瞬間風速は敦賀で32m/sを観測した。この強風で、県下各地にかなりの被害が発生した。嶺南では次の通り、小浜市荒木の加斗海岸200m、敦賀市江良海岸90m、いずれも護岸欠損。	50
497	1964	風雨			昭和39年、24～25日、8日マーカス島付近に発生した台風14号は西進したのち、沖縄付近を旋回、迷走し、22日朝頃から北上し始めた。23日正午近く九州の枕崎付近に上陸の後、北東に進んで24日22時に日本海に抜けた。その後、若狭湾の北方海上を北東に進み、最後は三陸沖に去った。福井県では24日の朝から南寄りの風がやや強く、夕方小雨が降り始めた。風は夜半前後が最も強く、敦賀での最大瞬間風速は南南東22.1m/s。この強風による嶺南地方の被害は次の通り。非住家2戸、稻の倒伏1040ha(小浜市その他)、通信線不通130回線。	50
504	1965	風雨	2		昭和40年、14～15日集中豪雨。この豪雨は雨の強さ量とも長崎県諫早(12.7.25)の集中豪雨に匹敵する稀有のものである。特に山間部ではげしく関電耳川発電所の記録では331mm、平野部で270mmに達した。40.9風水害(14-15日集中豪雨と17-18日台風24号)による被害状況。全壊・流失家屋1戸、半壊家屋1戸、一部破損11戸、床上浸水126戸、床下浸水436戸、非住家全壊10棟、半壊10棟、一部破損2棟、道路決壊54ヶ所、破損71ヶ所、橋梁流失23ヶ所、河川103ヶ所、堤防決壊46ヶ所、破損27ヶ所、田冠水370ha、畑冠水3ha。	34
505	1965	風雨、崖崩れ	87	8	昭和40年、16～18日、8日グアム島南西海上に発生した台風24号は、北上して17日夜愛知県蒲郡市に上陸し、その後新潟を経て東北地方を横断、北海道南東沿いに北東進してオホーツク海に抜けた。当地では台風接近の17日以来雨が降り続き、17日夜は若狭地方を中心にして集中豪雨に見舞われ、三方町では大被害が発生した。美浜、敦賀の南部でも被害が続出し、去る9月10日以来福井県として1ヶ月に3回も風水害を被った。嶺南地方の被害は次の通り。死者7名、行方不明1名、負傷者8名。家屋全壊26、半壊59、流失2、一部損壊29、非住家80戸。家屋浸水床上1803、床下4960戸。橋流失68、堤防決壊152、道路315、山崩れ86ヶ所。田流失145、冠水3773、畑流失482、冠水141ha。鉄道12ヶ所、通信関係119ヶ所。敦賀警察署管内罹災世帯616、人員3095人。なお、16日9時から18日9時までの各地の雨量は次の通り。敦賀296、小浜334、高浜373、下田405、熊川445、三方415mm。(福井191mm)。	50
507	1965	風雨			昭和40年、17～18日台風24号の豪雨により耳川においては警戒水位の1.70mをはるかに越え、洪水水位2.80mに迫る2.50mに達した。その後17日22時頃には減水したものの、この豪雨には耳川各所で堤防の護岸の欠損が甚しいため、17日17時20分災害対策本部を設置し、20時30分には新庄・菅浜・日向・耳川流域の各部落の一部に避難命令の勧告を発令するとともに、罹災者の救助と復旧に万全を期した。	34
543	1967	風雨、崖崩れ			昭和42年、8月末に発生した台風22号は、9月12日朝、紀伊半島の南方約500kmの海上に達した。一方、日本海には秋雨前線が停滞しており、12日昼前から雨が降り始めた。夕方から翌13日朝にかけて、北寄りの風と雨が強く、総雨量は県南部で100～150mmに達した。この風雨による被害は次の通り。遠敷郡上中町脇袋地幅1mの用水路が4m決壊し、水田と国道27号線が冠水して一時不通。敦賀港鞠山海岸で、網いきずに放流していた稚えび約150万匹が高波のため流失。三方町塙坂越の県道が幅3mにわたって土砂崩れ。小浜市田鳥で幅15m、高さ10mにわたって崖崩れ。なお、敦賀の最大瞬間風速は北の風13.9m/s、日降水量は84mm、1時間最大降水量は30mmであった。	50
547	1967	風雨、崖崩れ			昭和42年、水不足の後の大雨、落雷、土砂崩れ。田畠冠水。総雨量=100mm前後。敦賀の1時間雨量47mm(1位)。	9
548	1967	風雨、崖崩れ	365		昭和42年、鳥羽川氾濫。8～9日、崖崩れ5、浸水家屋123。総雨量=100～200mmで若狭地方で多し。熊川3時間雨量115mm。県外の24府県で死、不明365、負傷者462。	9
555	1968	風雨、崖崩れ			昭和43年、3～4日、3日の午後、九州南部及び日本海西部に現れた2つの低気圧は、4日3時にはそれぞれ紀伊半島付近及び丹後半島付近に進み、4日午後には発達して1つの低気圧となつた。これら2つの低気圧(いわゆる二つ玉低気圧)のため、3日夜から5日朝にかけて、敦賀市南部を中心にしてかなりの雨が降った。敦賀市の野坂川上流で堤防が決壊し、住宅3棟が床下浸水。付近の田畠が冠水。美浜町雲谷の県道で土砂崩れ。雨量=福井30、大野31、敦賀116、小浜87、杉箸160mm。	9
560	1969	風雨、崖崩れ			昭和44年、22～24日、8月15日にカロリン群島に発生した台風9号は、ゆっくり北上して、22日には鹿児島県南西海岸に上陸した。その後、四国南部を通り、紀伊半島を経て中部地方を北東進したのち、関東地方から北上して、東北・北海道方面へ去った。このにより、22日の夜ふけてから雨が降り始め、23日の昼頃まで続いた。嶺南の雨量は、敦賀101、美浜106、小浜107、名庄104、杉箸103、熊川156mm。最大瞬間風速は敦賀で北の風22.5m/s。この強風と大雨により、次の被害が発生した。敦賀市床下浸水2棟、崖崩れ1、鉄軌道1ヶ所、水稻の倒伏(主として小浜市、上中町、大飯町、高浜町、名庄庄村)140.7ha。	50

表-1.2.2 (6) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
566	1970	風雨,崖崩れ			昭和45年、14～16日、13日に南シナ海に現れた弱い熱帯低気圧は、急速に北東進して温帯低気圧となり、14日21時には朝鮮半島の南海上に達して停滞気味となつた。この低気圧の北東進に伴い、日本列島の南海上に停滞していた梅雨前線は北上を始めて活発となつた。一方、沿海州の冷たい高気圧が日本海に張り出し、日本付近は本格的な梅雨型の気圧配置となつた。福井県では14日早朝から雨が降り始め、午後からは雨がやや強まり、夜から翌朝にかけて断続的に強い雨が降つた。15日9時までの24時間雨量は70～110mmに達した。15日夕方から夜半にかけて前線がやや南下したので、県北部では雨は一時強まつたが、若狭地方では引き続き雨が強かつた。一方、6月15日15時に瀬戸内海西部に低気圧が発生して、梅雨前線の活動が活発となつたが、若狭地方では16日朝には雨は弱まつた。16日の後半には、梅雨前線が南海上へ後退したので、雨は止んだ。14日9時から17日9時までの各地は雨量は、敦賀210、熊川227、美浜210、小浜217、名田庄256mm。嶺南の主な被害は次の通り。15日高浜町音海、神野の県道で土砂崩れ、一時通行止め。16日7時頃上中町で鳥羽川用水があふれて水田冠水。16日11時頃小浜市、高浜町などで水田冠水250ha。16日国鉄小浜線の三方、上中駅などで道床が浸水し、列車が徐行運転。	50
567	1970	風雨,崖崩れ	2		昭和45年、14～16日、梅雨前線による大雨。梅雨初期の大雨としては記録。建物半壊2、床下浸水134棟、水田冠水829ha。堤防決壊1、崖崩れ18。県内総雨量200～250mm。福井203mm、名田庄256mm。福井の6月中旬の雨量、明治30年から1位。	9
583	1971	風雨,崖崩れ			昭和46年、25～27日。24日には本州南沖に停滞していた梅雨前線は、25日に台湾付近に、西進してきた台風18号の影響で次第に北上し、福井県地方で活発になつた。福井県では25日昼頃から雨が降り始め、同日夜半前後は足羽川上流域を中心にして強く降つた。26日未明に一時弱まつたが、朝から夕方にかけて再び強く降り、夜になって弱くなつたもの、27日午前中はまた強くなつた。25日9時から27日9時までの総雨量は、敦賀138、美浜120、小浜108、名田庄74mm。嶺南の主な被害は次の通り。26日19時頃小浜市(加尾一西小川線)で崖崩れが発生し、道路不通。26日昼頃から、三方郡美浜町丹生の県道で土砂崩れ。27日未明、小浜市田茂谷で南川の増水により、国道162号線の仮橋が沈下。27日敦賀半島の二村海岸で山崩れ(高さ15m、幅50m)が起り、送電線が断線。	50
588	1971	風雨			昭和46年、30～31日、21日南島島に発生した台風23号は、西進しつつ次第に発達し、29日朝九州の南海上に達した。その後北上して、夜半前に鹿児島佐多岬に上陸し、30日朝に日向灘に抜けた後、31日6時頃淡路島付近に達した。台風は九州上陸後急速に衰えたが、大阪府南部、志摩半島、伊豆半島を通り、31日18時頃房総半島を縦断して、21時前に鹿島灘に抜け、東北東進した。福井県では30日朝から雨が降り始め、同日夕方から夜半頃にかけて北東～南東の風が強く、若狭地方で特に雨が強かつた。上中町熊川では、30日20時から31日1時までの5時間に、128.5mmの強雨が降つた。また、台風が遠州灘を通過した31日昼前後には、名田庄で1時間に10～15mmの強雨が7時間ほど続いた。敦賀での最大瞬間風速は北北西21.9m/s、30日5時から9月1日9時までの総雨量は116mmであった。この強風と大雨により、水稻の倒伏、浸水、冠水の他、果樹に被害が発生し、小浜市桂の国道162号線で南側の仮橋が流失した。	50
590	1971	風雨,雪			昭和46年、4～10日。4日から5日にかけて低気圧が三陸沖で発達し、一方大陸には優勢な高気圧があつて、冬型気圧配置が強まつた。このため北西の季節風が強まり、大飯町大島では護岸に被害が発生した。山雪型降雪。防波堤、護岸被害24件。奥越山間部バス運休。最大瞬間風速=福井17.4m/s、敦賀22.6m/s、空港23.2m/s。最大日降雪量=和泉50cm。最大風速=敦賀北北西11.5m/s。	9
605	1972	風雨,崖崩れ			昭和47年、梅雨前線が西日本から関東沿岸に停滞し、また本邦南方洋上の台風7号の影響で、梅雨前線の活動が一層活発となつたため、7月10日から13日にかけて大雨が降り各地に被害が続出した。特に県道白木線は処々に崖くずれがあり、道路は一時不通となつた。また、日向部落では土砂が民家になだれ込んだため、民家5戸に避難命令が出された。梅雨前線停滞の災害と台風20号災害による被害の状況。住家一部破損7戸、床上浸水12戸、床下浸水160戸、非住家一部破損32棟、道路決壊5ヶ所、破損6ヶ所、河川26ヶ所、堤防決壊2ヶ所、破損1ヶ所、田冠水42ha。	34
610	1975	風雨			昭和50年、22日21時に室戸岬付近を通過した台風6号は、23日早朝淡路島を経て北東進し、8時頃小浜市付近を通過といったら若狭湾に出た。9時頃越前岬付近に上陸し、海岸線沿いに福井県を縦断して、能登半島に向かった。福井県では22日の朝から雨が降り始め、23日の8時～10時と、12～14時にかけて強い雨が降つた。22日9時から24日9時までの雨量は次の通り。敦賀191、美浜148、小浜110、川上120mm。この台風により、道路損壊64ヶ所、橋流失3ヶ所、農業1億5700万円、林業7400万円その他の大被害が発生し、国鉄小浜線は15時40分から17時45分まで不通となつた。	50
622	1976	風雨,崖崩れ			昭和51年、8～13日。本州付近に停滞していた前線は、台風17号の北上によって活発となり、福井県では8日から10日にかけて大雨が降つた。その後、台風は13日明け方に日本海に抜け、北部に去つた。雨は13日の夜まで続き、特に13日は11時過ぎから17時過ぎまで強風を伴つた。8日9時から14日9時までの雨量は、敦賀339、美浜233、小浜230、川上301、名田庄235mm。最大瞬間風速は敦賀で南南東27.5m/s。この強風と大雨による被害はおおむね次の通り。非住家倒壊1棟、土砂崩れ9、堤防決壊27ヶ所、水稻冠水25(三方町)、同浸水24、同倒伏198、野菜の冠(浸)水11ha。	50
642	1977	雷,風雨,崖崩れ			昭和52年、雷雨。丹生郡越前町で崖崩れ1。敦賀市で床下浸水3.3～4日。福井市六条で落雷のため配電線が断線し300戸が3時間停電。敦賀2～4日の総降水量79mm。日最大降水量65mm(3日)。1時間降水量の最大55mm。福井発雷18時10分終雷21時10分。	9

表-1.2.2(7) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
650	1979	風雨,崖崩れ	19	3	昭和54年、9月30日～10月1日。大型で並の強さの台風16号が奥越東部県境を時速40～50kmで北東進した。大雨、強風。本県では30日21時頃から県西部で強い雨が降り始め夜半前から全般に暴風雨となり1日2時頃まで続いた。最大風速福井N16.1、敦賀NW14.9、福井空港NNE24.9。最大瞬間風速福井N30.4、敦賀NW28.2、福井空港NNE32.0。1時間の降水量の最大(mm)福井41.0、敦賀32.5、大飯町川上81、越廻50、今庄49、小浜43、美山42。総降水量mm(30日20時～1日9時)越廻124、福井89、大野74、今庄135、敦賀98、美浜89、川上235、小浜134。死者、行方不明者3、家屋全壊5、半壊12、流失2、床上浸水703、道路損壊15、山崖崩れ31、橋流失4、停電2986。以上県警10月1日現在。県土木部関係10月6日現在。河川関係540ヶ所、砂防関係226ヶ所、橋梁関係8ヶ所、海岸関係7ヶ所、道路関係261ヶ所、総計1042ヶ所、101億8千万円。農林水産部関係10月6日現在。農業関係25億9千4百万円、林業関係14億3百万円、水産業関係4千万円、総計40億4千万円。	9
655	1979	風雨,崖崩れ	5		昭和54年、大型で強い台風20号が本州中部を北東進。本県では19日昼頃から夕方頃まで暴風雨となつた。負傷者1、家屋全壊1、半壊4、山崩れ2、交通規制4ヶ所、国鉄列車運休・遅延多数、停電21件5000戸。県公共土木関係被害総額1億4千万円。農林漁業関係被害総額4千4百万円。最大風速m/s=福井NNW13.9、敦賀NW15.1、福井空港NNW23.7。最大瞬間風速m/s=福井NNW30.7、敦賀NW30.7、福井空港NNW32.1。総降水量mm(18日9時～19日24時)=福井55.0、敦賀96.5、越廻48、美山103、大野58、今庄85、美浜113、川上133、小浜128。	9
675	1981	風雨,崖崩れ	15		昭和56年、大雨、梅雨前線の活発な活動により1日夜から3日にかけて雨が強く降った。この期間の雨量は三国226、越廻120、福井167、美山177、勝山230、大野179、タイラ山224、今庄190、敦賀108mm。負傷者2、全壊8、半壊7、非住家12、床上浸水529、床下浸水2682、耕地冠水1533ha、道路通行止31、道路冠水20、道路損壊9、橋梁流失3、堤防決壊3、山崩れ76、崖崩れ26、土砂崩れ10、鉄軌道被害3、非難世帯167、電柱倒壊4、車両流失3。(被害状況7月4日福井県警察本部調べ)	9
679	1982	風雨,崖崩れ			昭和57年、1～2日、台風10号。大型で並みの勢力を保ち2日00時頃愛知県渥美半島西部に上陸、本州中部を縦断し、2日朝能登沖の日本海へ達し同日15時に温帶低気圧となつた。床上浸水27、床下浸水512、耕地冠水762ha、道路損壊95、橋梁流失2、山崖崩れ15。(県警調べ)、各地の降水量(mm)1日0時～2日15時=福井95、美浜258、大野130、小浜253、今庄187、川上337、敦賀214。最大風速(m/s)=福井SW17.3(2日5時20分)、敦賀W15.6(2日3時30分)。	9
683	1982	風雨	1		昭和57年、台風、大型の強い勢力で27日00時すぎ宮崎県都井岬付近に上陸、九州東部と山口県をへて日本海を北上。28日09時にウラジオストクの南西海上で温帶低気圧となつた。26日は県西部から次第に南寄りの風が強まり27日午後をピークに28日もかなり強かった。敦賀市で2階の屋根で作業中の1人1名が強風により転落死した。農業関係で水稻の穗ずれや倒伏及び果樹、野菜等の被害3089万円があった。(県の調べ)最大風速m/s=福井SSE16.0(27日13時30分)、敦賀SSE13.8(27日17時30分)、最大瞬間風速m/s=福井SSE29.4(27日13時30分)、敦賀SSE27.2(27日14時30分)。風速10m/s以上持続期間=福井27日9時50分～21時50分、敦賀27日9時20分～19時20分。	9
689	1983	風雨,崖崩れ			昭和58年、27～28日、東シナ海を北上した大型で強い台風10号は27日9時頃から次第に東へ転向し、28日10時すぎに長崎市付近に上陸、九州を横断し、15時頃四国、宿毛付近で温低となつた。このため秋雨前線が活発となり断続的に強い雨が降つた。住宅一部損壊4、床上3、床下90、道路冠水1、山崖崩れ17、鉄軌道冠水1、国鉄北陸線運休、一時不通。各地の降水量mm27日：28日=三国44:124、越廻40:115、福井44:121、美山51:126、勝山51:128、大野52:134、九頭竜54:151、今庄56:122、敦賀57:114、美浜62:117、川上81:175、小浜73:129。	9
713	1988	風雨,崖崩れ			昭和63年、台風2号の影響で前線活動が活発で大雨が降り、崖崩れがあつた。日降水量福井81.0、敦賀69.5、九頭竜126.0	9
716	1988	風雨,雷			昭和63年、日本の南海上の熱帯低気圧から本州上に湿った暖かい空気が流れ込み、小浜市で24日17時、時間雨量54mmの激しい雨が降る。JR小浜線で列車が遅れる。また、県内全域で雷が発生し、落雷で21,000世帯が停電した。	9
1011	1989	崖崩れ			平成元年、14日午前7時ごろ、有料道路レインボーラインの三方町海山地籍で、道路わきの山肌が幅20m、高さ10mにわたって崩れ、土砂が路面をふさいでいるのを、早朝パトロールのレインボーエンタープライズ社員が見つけた。管理者の県道路公社は三方町側の料金所を開鎖、午後から復旧工事に取り掛かったが、片側復旧に1週間、全面復旧には1ヶ月がかかる見込み。けが人はなかった。現場は三方町側の海山料金所から梅丈岳頂上へ向かって2kmの地点。北向きのモルタル吹き付け斜面が崩れ約700万立法mの土砂が道路へ流れ出た。同公社によると、崩壊は道路から23mの高さの斜面頂上の2.3m奥まった地点から起こっており、12日から13日にかけて降った大雨が山肌や岩の切れ目などから染み込み、水を含んでモルタル面もろとも崩れたとみられる。	44
960	1990	風雨,崖崩れ			平成2年、10月1日マリアナ諸島近海で発生し北西に進み、6日16時には奄美大島の西の海上に達し、大型で強い台風に発達した。この後進路を北東に変えて九州・四国の沿岸を通過、中型で並みの勢力を保持しながら8日10時30分頃和歌山県南部に上陸して東海地方に進んだ。この台風の接近に伴い本州付近に停滞していた秋雨前線の活動が活発になり8日の日降水量は30mmから60mm、多い所で110mmに達した。また、風は8日午後から夜半にかけて10m/sを超える強い風が吹いた。8日、小浜市矢代の国道162号線(小浜市志積～矢代)の2ヶ所で路肩が崩れて一時不通。大飯郡高浜町田ノ浦で崖崩れが発生。JR北陸線で列車6本運休。	9
964	1990	崖崩れ			平成2年、1日午前7時ごろ、三方町神子の県道常神三方線で道路に亀裂が見つかった。2車線幅6mの道路に長さ6m、幅6cmほどの亀裂が数本あり、敦賀土木事務所では1日正午に同線を常神～神子間で全面通行止めにした。亀裂は2日までにさらに大きくなり、同日午前6時ごろ、海側の路肩部分が高さ約20m、長さ10m、幅1.5mにわたり崩壊。山肌も崩れ落ち始め、危険な状態となつた。この通行止めにより常神半島先端の同町常神地区(約40戸)は生活道路を分断された形になり、孤立状態となつた。最初に小さな亀裂が見つかったのは台風19号が過ぎ去った9月25日ごろ。	44

表-1.2.2 (8) 福井県嶺南地域における災害の記録

ID	西暦	災害種	壊家	死者	内容	文献No
970	1990	風雨,崖崩れ			平成2年、台風19号、和歌山県に上陸、13日グアム島付近で発生して北西に進み、17日9時には大型で猛烈な台風に発達した。沖縄の東海上で進路を北東に変え、大型で強い勢力を保ちながら19日20時過ぎに和歌山県南部に上陸した。その後、岐阜市、長野市付近を通過して東日本を縦断、20日11時過ぎに太平洋に抜けた。また、この台風接近に伴い本州付近に停滞していた秋雨前線の活動が活発になり17日から台風の通過まで日々強い雨が降り、風と雨による大きな被害が発生した。建物一部破損3(丸岡町・清水町)、床下6(小浜市・上中町)、道路の損壊7ヶ所、山崖崩れ13ヶ所、水稻の倒伏537ha、耕地の冠水558ha、花・野菜類の被害1,357ha、果樹の被害56ha、ビニールハウスの破損242棟(倒壊19棟)、崖崩れ、冠水等による通行止め21ヶ所、鉄道の被害1ヶ所、JR鉄道の運休12本(小浜線)、漁船の流出・転覆12隻、停電9,500世帯、林地崩壊、木折損22ha、最大風速=N13.5m/s(福井)、N21.1m/s(敦賀)、最大瞬間風速=NNW27.6m/s、N31.6m/s、総降水量=140.5mm、146.0mm。	9
980	1991	風雨	1	1	平成3年、2月15日、九州の南海上に2つの低気圧があつて共に発達しながら北東に進み、山陰沖にも低気圧が発生して日本海沿岸を東北東進した。朝から南寄りの強い風が吹いて春一番になった。三方町役場の観測では11時35分頃に最大瞬間風速37.0m/sを観測した。また、役場職員が三方湖の伊良積付近で、三方湖上を南から北へ移動する竜巻状の水柱を目撃した。死者1、負傷者6。道路の損壊2ヶ所、他に海岸沿いの道路が通行止め。家屋の全壊1棟、一部破損5棟。三方町役場の駐車場で車のフロントガラスなどの破損50台。最大風速=SSE11.6m/s(福井)、SSE19.1m/s(敦賀)。最大瞬間風速=NW26.8m/s、SSE33.4m/s。	9
1002	1994	風雨			平成6年、7日朝鮮半島から日本海南部を経て関東に延びる梅雨前線の活動が活発化して、福井県内を南下した。朝08時頃嶺北を中心で1時間に30mmの強い雨を降らせ、福井では10分間に15.5mmの強雨を記録。同夜21時頃は嶺南で局的に30~40mmの強い雨が降った。7日08~11時にかけて嶺北を中心の短時間大雨で、福井市で12棟が床下浸水(栄町6棟、板垣1棟、大宮3棟、松本1棟、中央1棟)し、11カ所で道路が冠水した。7日19時~8日01時嶺南を中心とした大雨で、敦賀市で15棟が床下浸水(津内1棟、松島9棟、呉竹4棟、本町1棟)し、一部の道路が冠水した。JR北陸本線は徐行運転で特急9本、普通7本が遅れた。越美北線と小浜線でもダイヤが乱れた。	9

No.	文献名
9	気象年表
10	久々子の里
33	敦賀市通史
34	美浜町行政史
38	福井県史通史編5
39	福井県大百科事典
44	福井新聞縮刷版
48	福井県史第三冊第三編
50	福井県嶺南気象災害年表

(山本 博文、梅田 祐一)

## 2. 災害発生時の降雨状況

### 2.1 降雨状況

平成 25 年台風 18 号における三方地区の降雨状況を図-2.1.1 と表 2.1.1 に示す。本台風は時間雨量 20mm/h 以上が 8 時間程度継続し、累積雨量 300mm 以上に達していることが特徴である。

表-2.1.2 と図-2.1.2 に過去 10 年の主だった豪雨の状況を示す。今回と同様な時間雨量を記録した平成 17 年 8 月の豪雨でも累積雨量は 200mm 程度にとどまっており、その時に今回のよう甚大な被害が発生していないことから、斜面災害に対する累積雨量の影響の大きさがうかがえる。

なお、表-2.1.3 に、平成 25 年 9 月における、三方地区近傍に位置する美浜町（福井地方気象台資料）の日雨量データを示すが、災害発生当日以前の約 1 週間の間、降雨が観測されていないことから、今回の斜面崩壊・土石流災害に関しては、先行雨量による影響は無いものと推測される。

表-2.1.1 平成 25 年 9 月 15 日から 9 月 17 日にかけての雨量データ（平成 25 年台風 18 号）

日時	福井県 世久見観測所		福井県 観音観測所		気象庁美浜観測所	
	時間雨量 (mm)	累積雨量 (mm)	時間雨量 (mm)	累積雨量 (mm)	時間雨量 (mm)	累積雨量 (mm)
2013/9/15 0:00	0	0	0	0	0	0
2013/9/15 1:00	0	0	0	0	0	0
2013/9/15 2:00	0	0	0	0	0	0
2013/9/15 3:00	3	3	0	0	1.5	1.5
2013/9/15 4:00	2	5	0	0	0.5	2
2013/9/15 5:00	1	6	0	0	0	2
2013/9/15 6:00	4	10	3	3	2.5	4.5
2013/9/15 7:00	11	21	10	13	11	15.5
2013/9/15 8:00	6	27	3	16	4.5	20
2013/9/15 9:00	2	29	2	18	1.5	21.5
2013/9/15 10:00	2	31	1	19	1.5	23
2013/9/15 11:00	0	31	1	20	0.5	23.5
2013/9/15 12:00	0	31	0	20	0	23.5
2013/9/15 13:00	2	33	0	20	0.5	24
2013/9/15 14:00	15	48	12	32	6	30
2013/9/15 15:00	12	60	12	44	11	41
2013/9/15 16:00	3	63	2	46	2	43
2013/9/15 17:00	2	65	2	48	2	45
2013/9/15 18:00	4	69	3	51	2	47
2013/9/15 19:00	10	79	5	56	4	51
2013/9/15 20:00	8	87	8	64	5.5	56.5
2013/9/15 21:00	11	98	9	73	9	65.5
2013/9/15 22:00	11	109	11	84	8.5	74
2013/9/15 23:00	10	119	14	98	10.5	84.5
2013/9/16 0:00	16	135	23	121	13.5	98
2013/9/16 1:00	27	162	34	155	22.5	120.5
2013/9/16 2:00	23	185	32	187	24	144.5
2013/9/16 3:00	27	212	39	226	25.5	170
2013/9/16 4:00	34	246	48	274	35.5	205.5
2013/9/16 5:00	33	279	33	307	30	235.5
2013/9/16 6:00	23	302	48	355	33.5	269
2013/9/16 7:00	19	321	38	393	20	289
2013/9/16 8:00	6	327	8	401	6	295
2013/9/16 9:00	6	333	10	411	8	303
2013/9/16 10:00	1	334	3	414	1.5	304.5
2013/9/16 11:00	0	334	0	414	0	304.5
2013/9/16 12:00	0	334	4	418	2.5	307
2013/9/16 13:00	0	334	1	419	1	308
2013/9/16 14:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 15:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 16:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 17:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 18:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 19:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 20:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 21:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 22:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/16 23:00	0	334	0	419	0	308
2013/9/17 0:00	0	334	0	419	0	308

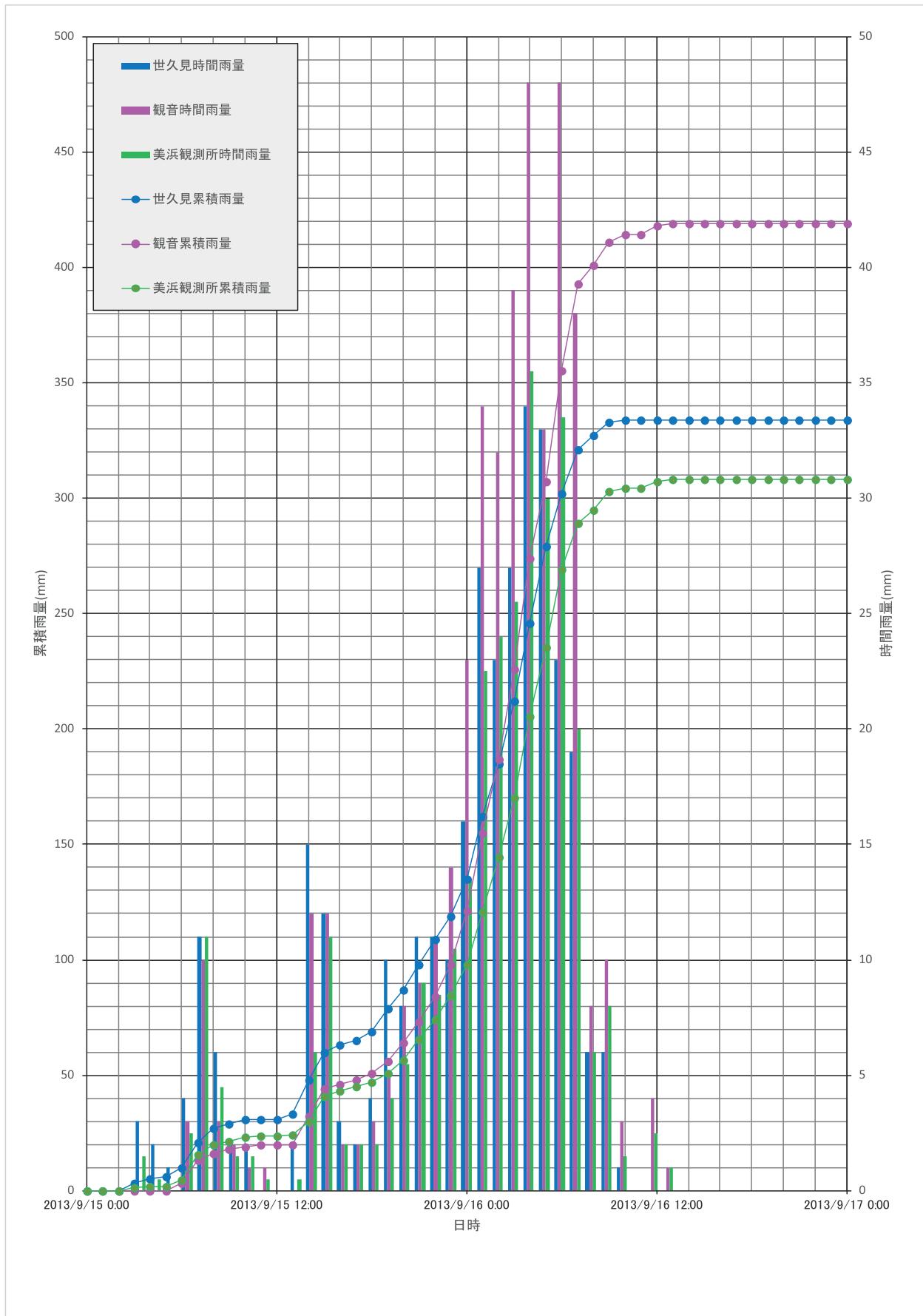


図-2.1.1 平成 25 年台風 18 号の降雨状況

表-2.1.2 気象庁美浜観測所の過去の雨量データ

日時	平成17年8月12～13日		日時	平成23年5月28～30日		日時	平成26年8月8～10日	
	時間雨量 (mm)	累積雨量 (mm)		時間雨量 (mm)	累積雨量 (mm)		時間雨量 (mm)	累積雨量 (mm)
2005/8/12 0:00	0	0	2011/5/28 0:00	0.5	0.5	2014/8/8 0:00	0	0
2005/8/12 1:00	0	0	2011/5/28 1:00	0.5	1	2014/8/8 1:00	0.5	0.5
2005/8/12 2:00	0	0	2011/5/28 2:00	0	1	2014/8/8 2:00	0	0.5
2005/8/12 3:00	0	0	2011/5/28 3:00	0	1	2014/8/8 3:00	0	0.5
2005/8/12 4:00	0	0	2011/5/28 4:00	0	1	2014/8/8 4:00	0	0.5
2005/8/12 5:00	0	0	2011/5/28 5:00	0	1	2014/8/8 5:00	0	0.5
2005/8/12 6:00	0	0	2011/5/28 6:00	0	1	2014/8/8 6:00	0	0.5
2005/8/12 7:00	0	0	2011/5/28 7:00	0	1	2014/8/8 7:00	0	0.5
2005/8/12 8:00	0	0	2011/5/28 8:00	0	1	2014/8/8 8:00	0	0.5
2005/8/12 9:00	0	0	2011/5/28 9:00	0	1	2014/8/8 9:00	0	0.5
2005/8/12 10:00	0	0	2011/5/28 10:00	0	1	2014/8/8 10:00	0	0.5
2005/8/12 11:00	1	1	2011/5/28 11:00	0	1	2014/8/8 11:00	0	0.5
2005/8/12 12:00	0	1	2011/5/28 12:00	0	1	2014/8/8 12:00	0	0.5
2005/8/12 13:00	4	5	2011/5/28 13:00	0	1	2014/8/8 13:00	21.5	22
2005/8/12 14:00	3	8	2011/5/28 14:00	0	1	2014/8/8 14:00	11	33
2005/8/12 15:00	0	8	2011/5/28 15:00	0	1	2014/8/8 15:00	4	37
2005/8/12 16:00	0	8	2011/5/28 16:00	0.5	1.5	2014/8/8 16:00	5	42
2005/8/12 17:00	6	14	2011/5/28 17:00	0	1.5	2014/8/8 17:00	9	51
2005/8/12 18:00	1	15	2011/5/28 18:00	0	1.5	2014/8/8 18:00	2	53
2005/8/12 19:00	0	15	2011/5/28 19:00	1	2.5	2014/8/8 19:00	0.5	53.5
2005/8/12 20:00	0	15	2011/5/28 20:00	1	3.5	2014/8/8 20:00	2	55.5
2005/8/12 21:00	0	15	2011/5/28 21:00	0.5	4	2014/8/8 21:00	4.5	60
2005/8/12 22:00	0	15	2011/5/28 22:00	0.5	4.5	2014/8/8 22:00	3.5	63.5
2005/8/12 23:00	0	15	2011/5/28 23:00	1	5.5	2014/8/8 23:00	4	67.5
2005/8/13 0:00	0	15	2011/5/29 0:00	1	6.5	2014/8/9 0:00	2	69.5
2005/8/13 1:00	0	15	2011/5/29 1:00	1	7.5	2014/8/9 1:00	2.5	72
2005/8/13 2:00	0	15	2011/5/29 2:00	0.5	8	2014/8/9 2:00	1	73
2005/8/13 3:00	2	17	2011/5/29 3:00	1	9	2014/8/9 3:00	2.5	75.5
2005/8/13 4:00	0	17	2011/5/29 4:00	1	10	2014/8/9 4:00	4.5	80
2005/8/13 5:00	33	50	2011/5/29 5:00	1.5	11.5	2014/8/9 5:00	3.5	83.5
2005/8/13 6:00	49	99	2011/5/29 6:00	2	13.5	2014/8/9 6:00	2.5	86
2005/8/13 7:00	44	143	2011/5/29 7:00	4.5	18	2014/8/9 7:00	2	88
2005/8/13 8:00	43	186	2011/5/29 8:00	4	22	2014/8/9 8:00	5	93
2005/8/13 9:00	13	199	2011/5/29 9:00	6	28	2014/8/9 9:00	6.5	99.5
2005/8/13 10:00	0	199	2011/5/29 10:00	7.5	35.5	2014/8/9 10:00	5.5	105
2005/8/13 11:00	0	199	2011/5/29 11:00	7.5	43	2014/8/9 11:00	4.5	109.5
2005/8/13 12:00	0	199	2011/5/29 12:00	7.5	50.5	2014/8/9 12:00	7.5	117
2005/8/13 13:00	0	199	2011/5/29 13:00	8	58.5	2014/8/9 13:00	7	124
2005/8/13 14:00	0	199	2011/5/29 14:00	7.5	66	2014/8/9 14:00	10	134
2005/8/13 15:00	0	199	2011/5/29 15:00	3.5	69.5	2014/8/9 15:00	6.5	140.5
2005/8/13 16:00	0	199	2011/5/29 16:00	11	80.5	2014/8/9 16:00	0.5	141
2005/8/13 17:00	0	199	2011/5/29 17:00	10.5	91	2014/8/9 17:00	0	141
2005/8/13 18:00	0	199	2011/5/29 18:00	10.5	101.5	2014/8/9 18:00	0	141
2005/8/13 19:00	0	199	2011/5/29 19:00	4	105.5	2014/8/9 19:00	0	141
2005/8/13 20:00	0	199	2011/5/29 20:00	3.5	109	2014/8/9 20:00	0	141
2005/8/13 21:00	0	199	2011/5/29 21:00	3	112	2014/8/9 21:00	0	141
2005/8/13 22:00	0	199	2011/5/29 22:00	8	120	2014/8/9 22:00	0	141
2005/8/13 23:00	0	199	2011/5/29 23:00	3.5	123.5	2014/8/9 23:00	0	141
2005/8/14 0:00	0	199	2011/5/30 0:00	6.5	130	2014/8/10 0:00	0	141
			2011/5/30 1:00	14	144	2014/8/10 1:00	0	141
			2011/5/30 2:00	11.5	155.5	2014/8/10 2:00	1	142
			2011/5/30 3:00	13	168.5	2014/8/10 3:00	0	142
			2011/5/30 4:00	4.5	173	2014/8/10 4:00	2	144
			2011/5/30 5:00	10	183	2014/8/10 5:00	14	158
			2011/5/30 6:00	11	194	2014/8/10 6:00	13	171
			2011/5/30 7:00	4	198	2014/8/10 7:00	1	172
			2011/5/30 8:00	3	201	2014/8/10 8:00	2	174
			2011/5/30 9:00	1	202	2014/8/10 9:00	3.5	177.5
			2011/5/30 10:00	0	202	2014/8/10 10:00	8.5	186
			2011/5/30 11:00	0	202	2014/8/10 11:00	22.5	208.5
			2011/5/30 12:00	0	202	2014/8/10 12:00	14.5	223
			2011/5/30 13:00	0	202	2014/8/10 13:00	9.5	232.5
			2011/5/30 14:00	0	202	2014/8/10 14:00	17.5	250
			2011/5/30 15:00	0	202	2014/8/10 15:00	4	254
			2011/5/30 16:00	0	202	2014/8/10 16:00	0	254
			2011/5/30 17:00	0	202	2014/8/10 17:00	0	254
			2011/5/30 18:00	0	202	2014/8/10 18:00	0	254
			2011/5/30 19:00	0	202	2014/8/10 19:00	0	254
			2011/5/30 20:00	0	202	2014/8/10 20:00	0	254
			2011/5/30 21:00	0	202	2014/8/10 21:00	0	254
			2011/5/30 22:00	0	202	2014/8/10 22:00	0	254
			2011/5/30 23:00	0	202	2014/8/10 23:00	0	254
			2011/5/31 0:00	0.5	202.5	2014/8/11 0:00	2	256

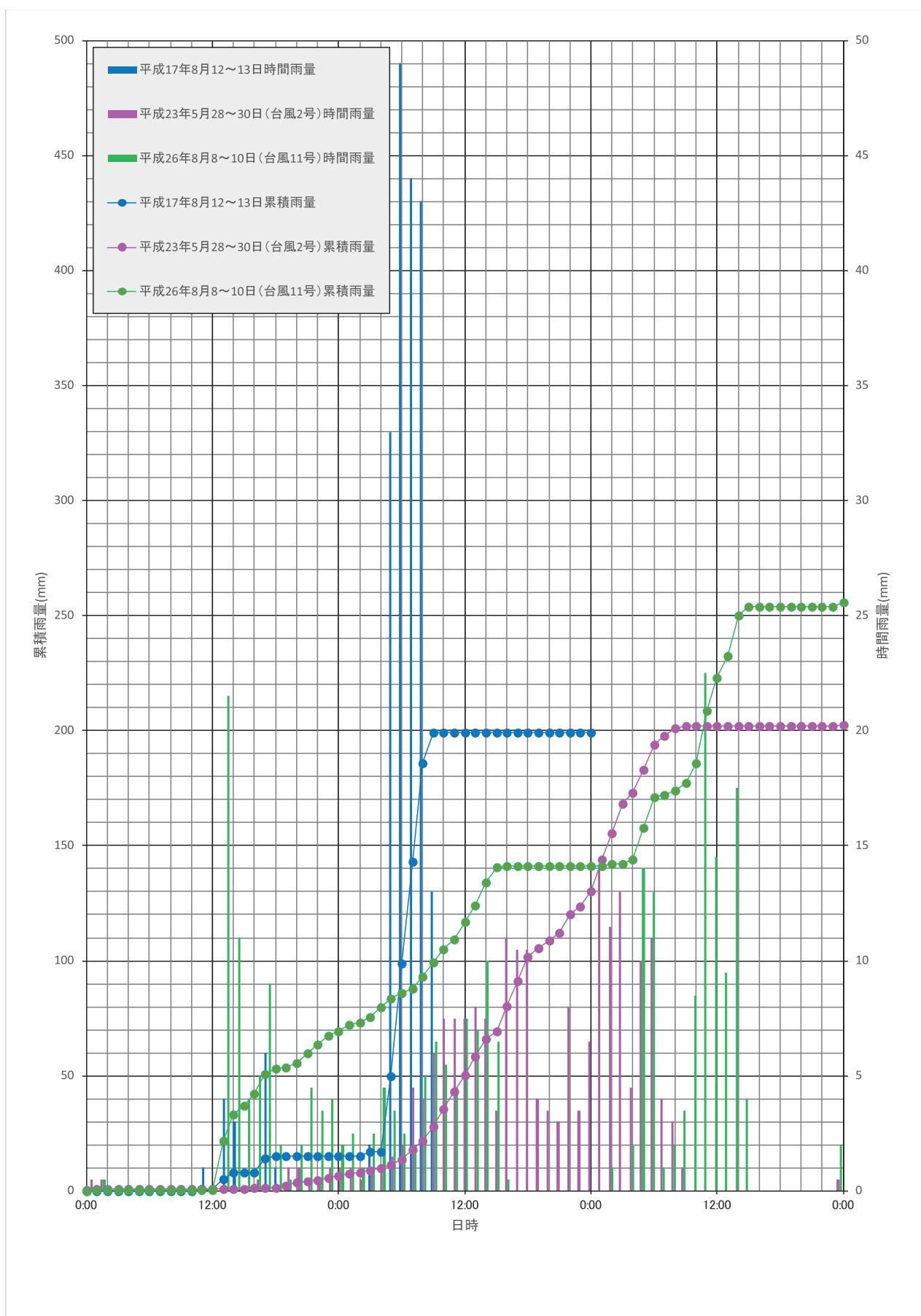


図-2.1.2 気象庁美浜観測所の過去の雨量データ

表-2.1.3 平成 25 年 9 月の日雨量データ（気象庁美浜観測所）

美浜 2013年9月(日ごとの値) 詳細(降水量・気温)

日	降水量(mm)				気温(°C)			
	合計	1時間最大		10分間最大		平均	最高	
		時分	値	時分	値		時分	値
1	23.0	19.0	23:34	11.5	22:48	23.3	25.2	14:33
2	37.5	12.0	09:02	5.0	08:57	23.6	24.9	16:23
3	39.5	26.5	14:26	11.0	14:06	23.2	31.1	12:04
4	98.0	34.0	12:33	11.5	11:47	20.8	27.1	10:09
5	12.5	5.0	17:37	3.5	16:50	21.7	24.7	15:34
6	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	22.3	25.6	13:17
7	11.5	2.0	20:56	2.0	17:28	21.9	23.9	15:54
8	18.5	6.5	06:02	2.0	05:23	22.5	25.1	13:47
9	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	22.0	27.8	13:23
10	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	22.8	27.7	14:43
11	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	25.5	32.0	13:09
12	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	26.0	29.9	13:19
13	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	27.1	33.0	11:54
14	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	28.3	33.3	15:25
15	98.0	13.5	24:00	5.5	06:44	23.0	28.8	00:53
16	210.0	37.0	05:41	9.5	05:30	22.4	24.6	14:48
17	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	20.7	26.1	14:00
18	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	20.7	26.8	13:37
19	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	21.3	27.1	13:04
20	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	23.5	31.5	14:07
21	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	22.7	29.5	13:41
22	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	22.7	27.8	14:31
23	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	23.1	27.8	14:19
24	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	23.3	30.1	10:58
25	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	23.8	28.1	12:41
26	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	20.9	23.5	11:47
27	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	18.3	24.2	14:17
28	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	22.1	27.0	14:00
29	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	23.0	27.4	15:08
30	0.0	0.0	24:00	0.0	24:00	22.5	28.9	13:02

## 2.2 台風 18 号における実効雨量と土砂災害発生危険基準の関係について

平成 25 年 9 月 14 日午前 0 時から 9 月 18 日午前 0 時にかけての、世久見(福井県)・觀音(福井県)・熊川(国交省)の各観測所における時間雨量データをもとに実効雨量を計算し、国土技術総合研究所指針において提案されている土砂災害発生基準との比較を行った。

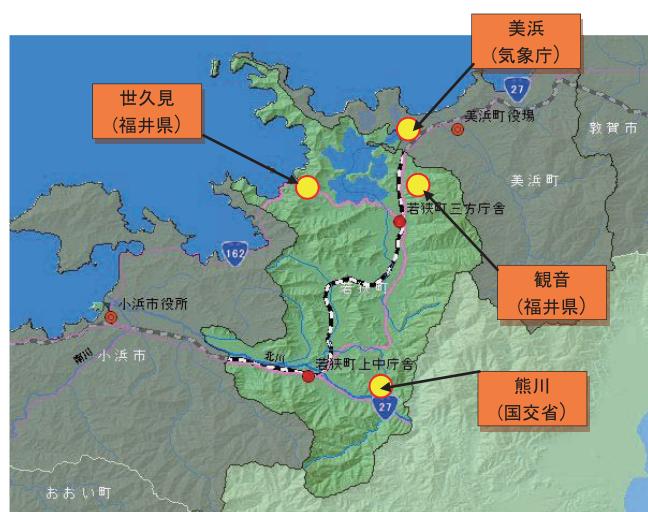


図-2.2.1 各観測所の位置(福井県河川砂防総合情報 HP よりダウンロード)

図-2.2.1に観測所の位置を示す。図-2.2.2で、横軸に72時間半減期実効雨量、縦軸に1.5時間半減期実効雨量のデータをプロットした。同図によると、観音観測所(福井県)および熊川観測所(国交省)では、9月16日の午前2時から3時にかけて危険基準線を超えている。一方、世久見観測所(福井県)では、午前3時から4時にかけて危険基準線を超えている。三方湖を挟んで東西に位置する観音観測所と世久見観測所での1時間のずれは、先行雨量の違いによるものである。すなわち、本台風において若狭町管内のいずれの地域においても大規模な土砂災害が発生する危険性があったと言える。実際に、本報告書でとりあげた災害以外にも各所で多数の土砂災害が報告されている。

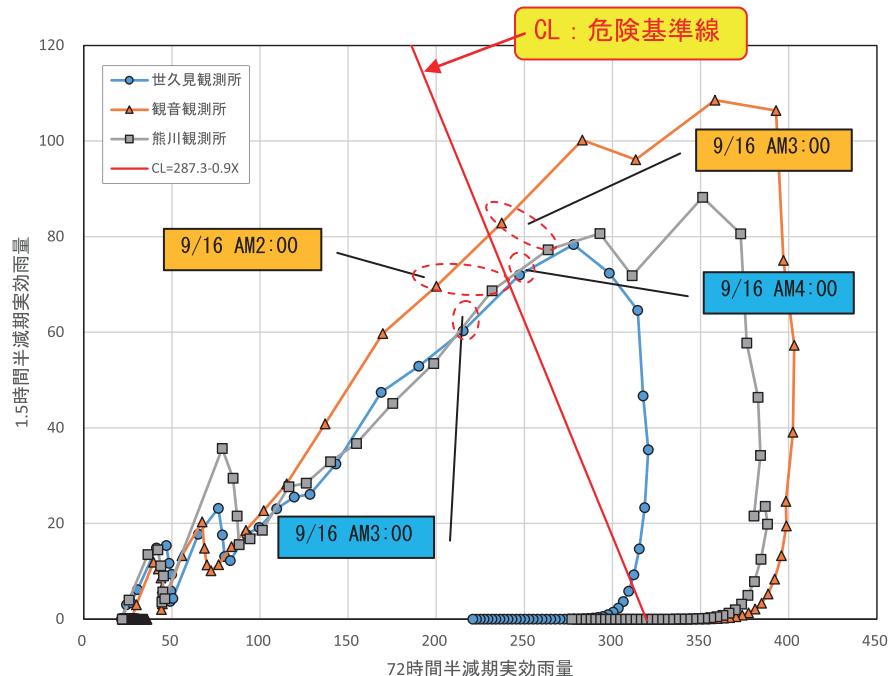


図-2.2.2 各観測所の雨量と土砂災害発生危険基準(国土技術総合研究所指針)の関係

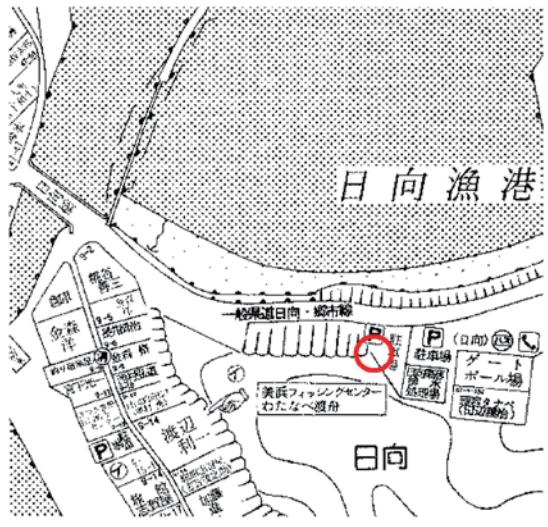
(田村 英己、澤崎 雅之、梅田 祐一)

### 3. 三方地区における災害発生状況

三方地区における災害発生状況を次頁以降に示す。災害調査箇所は表-3.1.1に示す8箇所である。

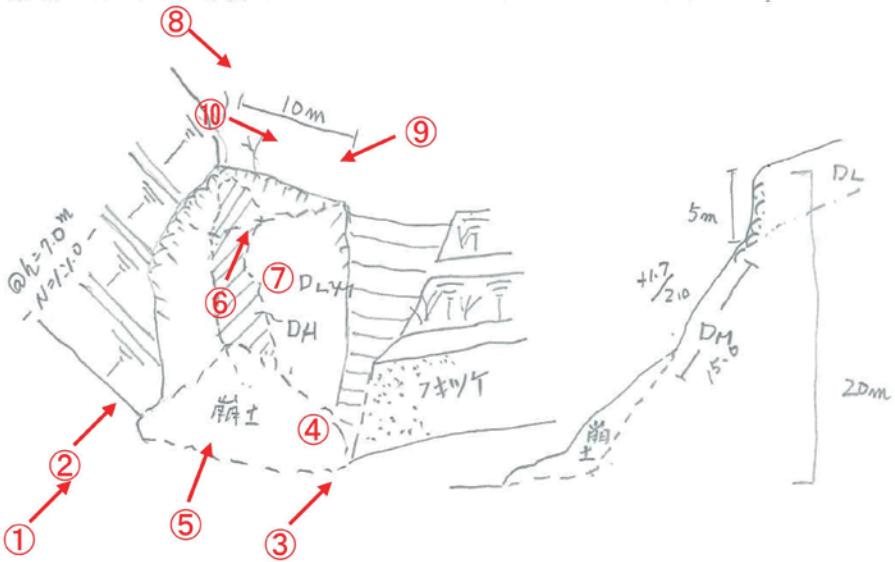
表-3.1.1 (本報告書での) 調査対象箇所

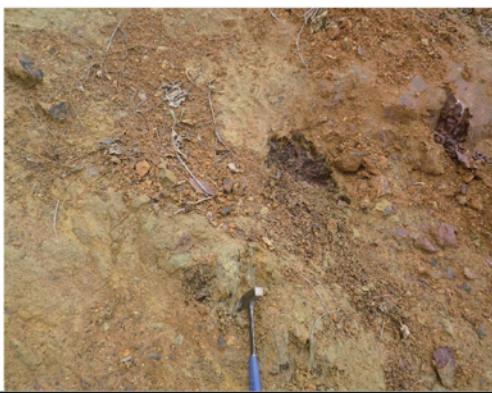
箇所番号	災害区分	調査対象箇所
1	斜面崩壊	美浜町日向土砂崩れ
2		レインボーライン盛土崩落
3		レインボーライン切土斜面崩壊
4		若狭町遊子 がけ崩れ(寺院裏)
5		若狭町塩坂越 がけ崩れ(道路脇)
6		若狭町遊子 地すべり(棧橋箇所)
7		若狭町 佐古がけ崩れ
8	土石流	若狭町海山 土石流

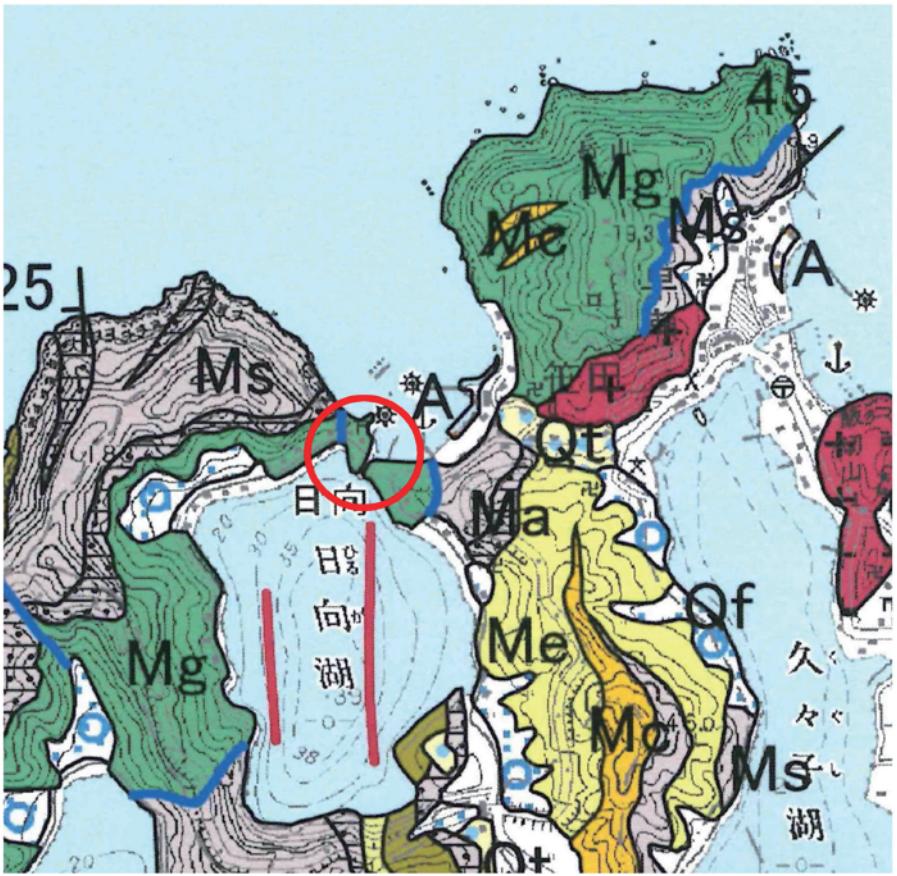
調査対象	美浜町日向土砂崩れ①	
平面・断面・スケッチ等	 	
発生源の水理地形条件	やや集水地形	
地形的問題点	軽微な集水地形	
発生源の植生	切土面は低木、上部斜面は杉	
発生源の地質	種類	Me 凝灰質(地質図ではMg)
	問題点	崩壊部はDL級、基面はDM級程度の状態であり、風化境界面が不連続面を形成している。
発生源の規模	幅	15m
	高さ	20m
	深さ	2m
	崩壊前の勾配	1:1.0
発生原因	素因:強風化地山、風化境界面(DL~DM級)の存在 誘因:集中豪雨	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	—	
移動域の特徴	勾配	—
	谷幅	—
堆積域の特徴	勾配	—
堆積域の地形分類(沖積錐?)	—	
対策施設	有無	切土法面に植生
	破損	—
	効果	—
備考	<p>■教訓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・表層の強風化層が安定勾配(1:1.2)より急勾配であるため崩落したものと判断される。</li> <li>・強風化岩は、風化境界面が不連続面となって崩落しやすいことに留意が必要である。</li> </ul>	

## 三方班災害調査整理シート

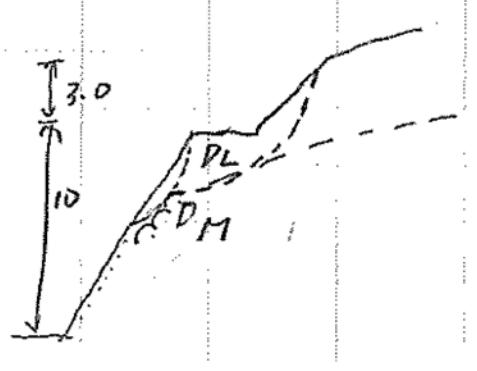
2

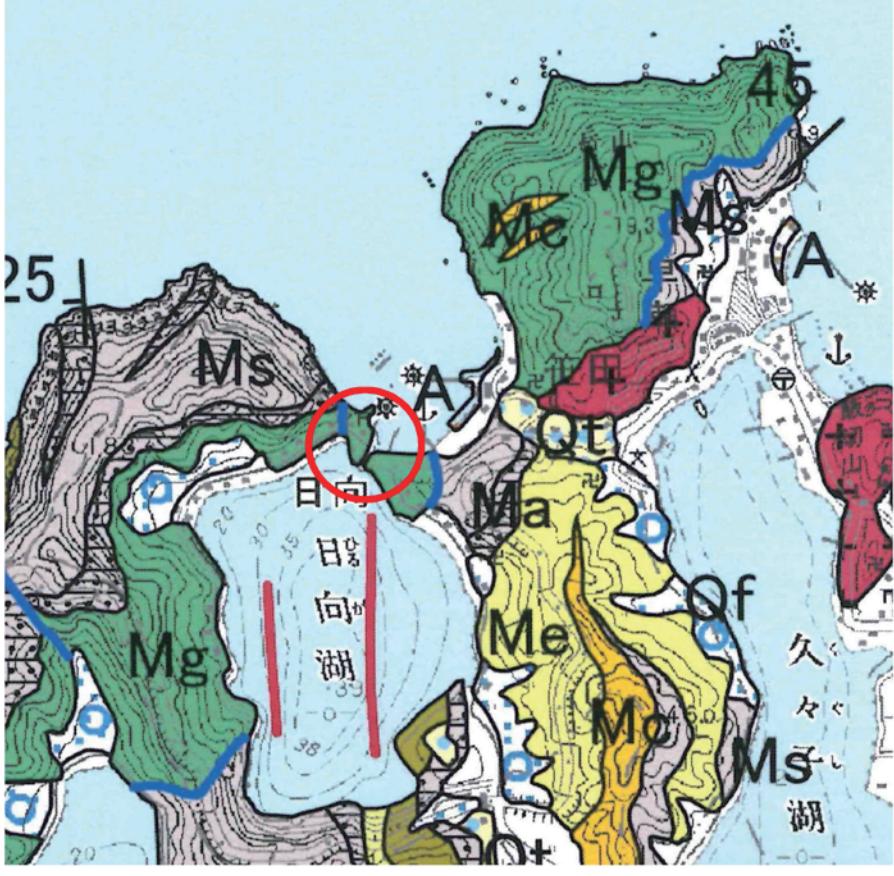
調査対象	美浜町日向土砂崩れ①		
	撮影位置・スケッチ		
			
写真・コメント	①	②	
			
崩壊斜面全景 切土法面の折り返し面で崩壊、下部に崩壊土砂が堆積		写真①の手前側斜面 植生ネット	
③	④		
			
写真①の奥側(道路側)斜面 1段目に吹付		崩壊面状況	

調査対象	美浜町日向土砂崩れ①		
写真・コメント	⑤		⑥
		全景	崩壊箇所の状況。 崩壊深さ2m程度。
	⑦		⑧
			
		崩壊面にはDM級程度のメランジェ(凝灰質)が分布する。	上部斜面の状況。 杉林からなる。 一部で根曲がりあり。
	⑨		⑩
			
		上部斜面は軽微な集水地形を呈する。	小刻みな小段差が認められる。

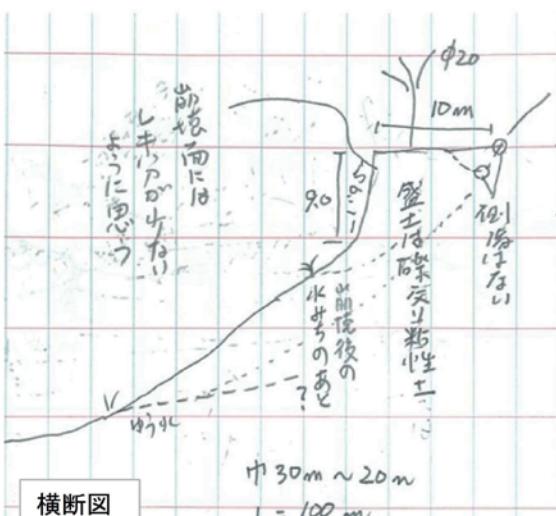
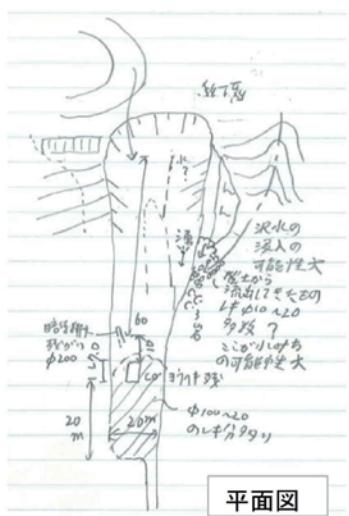
調査対象	美浜町日向土砂崩れ①
その他・ 空中写真等	 

調査対象	美浜町日向土砂崩れ②	
平面・断面・スケッチ等	 	
発生源の水理地形条件	集水地形なし	
地形的問題点	強風化土砂層に対して勾配1:0.8程度	
発生源の植生	モルタル吹付, 上部斜面は草地	
発生源の地質	種類	Me 凝灰質(地質図ではMg)
	問題点	崩壊部はDL級、基面はDM級程度の状態であり、風化境界面が不連続面を形成している。
発生源の規模	幅	15m
	高さ	7m
	深さ	0.5m(表層)
	崩壊前の勾配	1:0.8
発生原因	素因:強風化地山、風化境界面(DL~DM級)の存在 誘因:集中豪雨	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	—	
移動域の特徴	勾配	—
	谷幅	—
堆積域の特徴	勾配	—
堆積域の地形分類(沖積錐?)	—	
対策施設	有無	切土法面に吹付モルタル
	破損	モルタル剥離
	効果	表層の土砂層に対して崩壊防止効果なし
備考	<p>■教訓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・表層の強風化層が安定勾配(1:1.2)より急勾配であるため崩落したものと判断される。</li> <li>・強風化岩は、風化境界面が不連続面となって崩落しやすいため、土砂層が薄い場合でも安易に岩盤の勾配を採用しないことが重要と考えられる。</li> <li>・モルタル吹付は水抜きパイプが少ないため、できるだけ多く配置することが望まれる。</li> </ul>	

調査対象	美浜町日向土砂崩れ②		
撮影位置・スケッチ	 		
写真・コメント	①	②	
崩壊斜面全景 吹付モルタルが剥離して表層が崩れている			
③	④		
崩壊斜面 正面より		崩壊面状況	

調査対象	美浜町日向土砂崩れ②
その他・ 空中写真等	 

三方班災害調査整理シート

調査対象	レインボーライン 路肩土砂崩壊	
平面・断面・スケッチ等	 	
発生源の水理地形条件	オーバーフローした路面排水と谷埋部からの地下水が考えられる。	
地形的問題点	盛土としての施工管理がなされていない点(土捨場として施工されている可能性が高い)	
発生源の植生	法面頂部に植林(高木)あり	
発生源の地質	種類	礫混じり土砂
	問題点	締固め不足 法面勾配(急こう配)
発生源の規模	幅	40m程度
	高さ	100m程度。ただし、土砂は海まで達している。
	深さ	法面頂部で9mの直下がり
	崩壊前の勾配	1:1.2程度
発生原因	オーバーフローした路面排水と谷埋部からの地下水	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	土砂	
移動域の特徴	勾配	1:1.2程度
	谷幅	最下流で20m程度
堆積域の特徴	勾配	1:2.0程度
堆積域の地形分類(沖積錐?)	盛土	
対策施設	有無	有り。斜面左翼部分に重力式擁壁と井桁擁壁
	破損	無し。崩壊斜面中腹に 暗渠排水及び重力式擁壁の残骸が認められたが、今回の崩壊以前に破壊したものと考えられる。
	効果	抑止
備考	<input type="checkbox"/> 適切な盛土施工管理及び工事履歴の保存 <input type="checkbox"/> 適切な路面排水及び盛土排水 <input type="checkbox"/> 捨土である可能性が否定できない箇所に道路計画を行う際には、空中写真等で当初の地形を把握し、計画に反映させる。	

三方班災害調査整理シート

調査対象	レインボーライン 路肩土砂崩壊	
P1		P2 
起点(福井側)から崩壊箇所を望む		崩壊箇所側から起点(福井側)を望む
P3		P4 
崩壊法肩。法肩には土のうが設置されている。 道路上部から流れてきた路面排水がアスカーブを乗り越えて斜面に流れだしたものと考えられる。		斜面左翼部の井桁擁壁
P5		P6 
右翼から崩壊端部を望む		右翼から法肩を望む ブルーシート下端付近に不明瞭ではあるが構造境界線(盛土と地山との境)が確認できる。

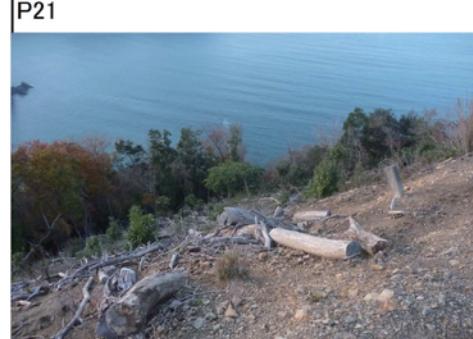
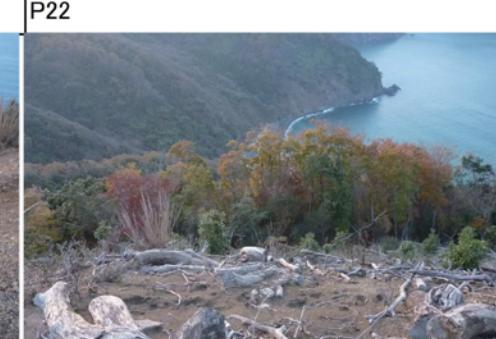
三方班災害調査整理シート

調査対象	レインボーライン 路肩土砂崩壊	
P7		
右翼を望む		右翼を望む
P9		
重力式擁壁 この擁壁の一部と思われるコンクリート片が法面下に確認できた(P17、P18)。		井桁擁壁 擁壁内にモルタルが施工されており、排水機能を期待して設置されたものではないと考えられる。
P11		
崩壊斜面中腹に湧水あり		崩壊斜面中腹に湧水あり

三方班災害調査整理シート

調査対象	レインボーライン 路肩土砂崩壊	
P13		
斜面下部右側沢筋合流部。 露岩(砂岩)を確認でき、その境には灰色の粘土質が確認できた。これが地山であると判断できる。		灰色の粘土質
P15		
排水構造物の残骸		排水構造物残骸箇所から法肩を望む
P17		
崩壊斜面下部に存置された重力式擁壁		天端30cm程度

## 三方班災害調査整理シート

調査対象	レインボーライン 路肩土砂崩壊		
P19		P20	
崩壊下端を望む 土砂は海まで流出したものと思われる。		崩壊下端から法肩を望む。	
P21		P22	
写真・コメント 崩壊箇所近傍の待避所 木片や礫が投げ捨てられている。崩壊箇所 もこのような施工であったことが想像できる。		崩壊箇所近傍の待避所	
P5		P6	

三方班災害調査整理シート

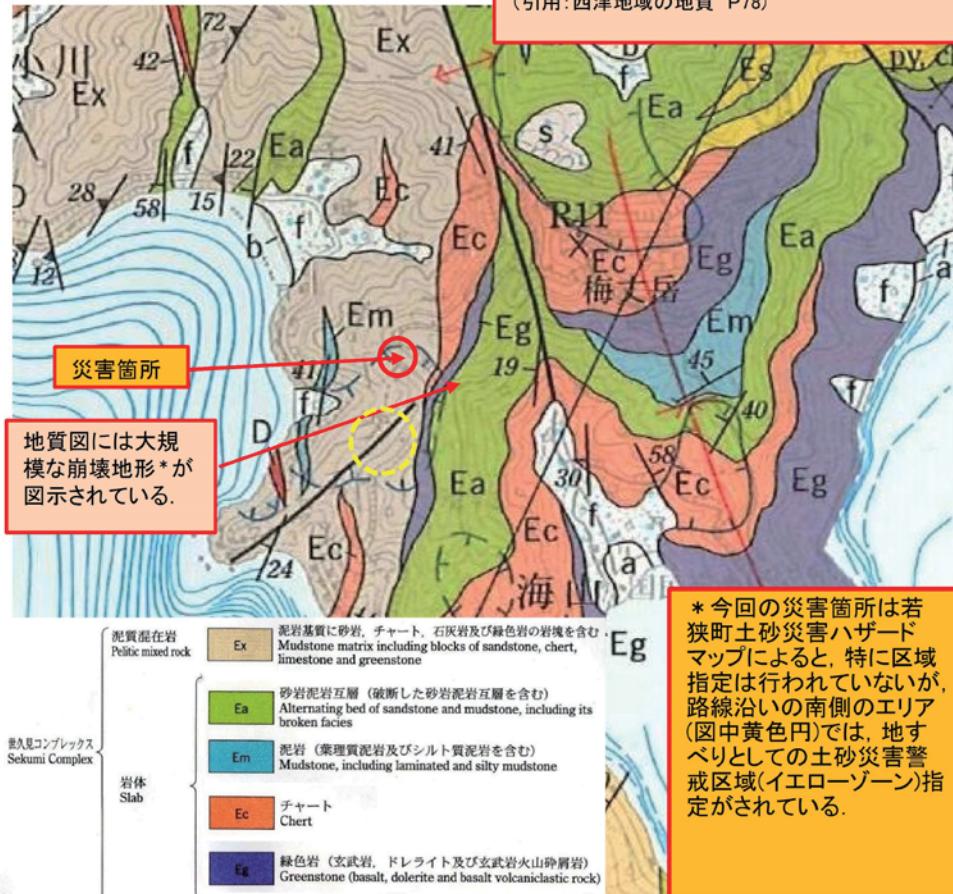
調査対象	レインボーライン 路肩土砂崩壊	
	MCB20047X-C20-5.jpg レインボーライン竣工後	 当該箇所
その他・ 空中写真等	CB63-4X C6A-5 レインボーライン竣工前	 当該箇所

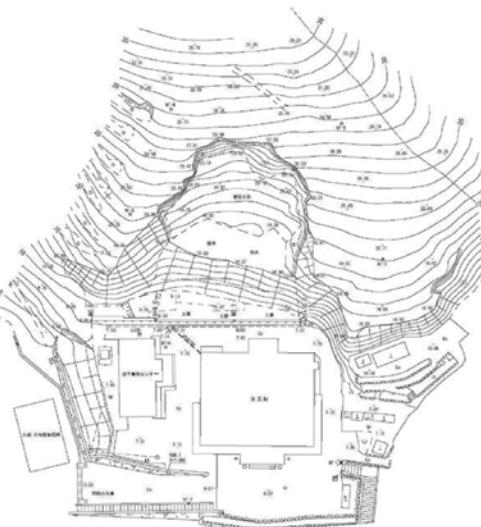
## 三方班災害調査整理シート

担当:田村英己 1

調査対象	レインボーライン切土斜面崩壊(9Kポイント付近)	
平面・断面・スケッチ等	 <b>平面図 (縮尺=non)</b>	 <b>模式断面図</b>
発生源の水理地形条件	顕著な集水地形ではない。	
地形的問題点	周辺の主要な尾根筋である北北東-南南西から北西側へ派生した枝尾根の南西～南側斜面。道路は枝尾根からさらに北北東～南南西に派生した尾根地形をオープンカットにより築造されている。	
発生源の植生	崩壊斜面はモルタル吹付(～北側斜面は厚層基材吹付)面、斜面頭部は雑木林。	
発生源の地質	種類	世久見コンプレックスの混在岩。
	問題点	全体に風化が進む。大半がD級岩盤。
発生源の規模	幅	100m程度(被災区間として)
	高さ	25m
	深さ	3m
	崩壊前の勾配	8分
発生原因	強風化岩の表層崩壊と思われる。斜面頭部の奥行き5～10mの地点に僅かに段差があり(亀裂にはなっていない)、クリープ的な変状は今後も継続する可能性がある。	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	強風化岩起源の褐色化した粘土質の礫混じり土砂と思われる。	
移動域の特徴	勾配	隣接する被災を免れた斜面と同様に一様なモルタル面(一部は厚層基材)で8分勾配
	谷幅	-
堆積域の特徴	勾配	-
堆積域の地形分類(沖積錐?)	-	
対策施設	有無	モルタル吹付(～厚層基材吹付)+落石防護柵+重力式擁壁
	破損	破損
	効果	崩壊の抑止効果はなし。崩壊土砂量が多く、待受け式擁壁の十分な効果も得られなかつたと考えられる。
教訓	強風化岩(D級岩)から成る斜面の切土勾配としては8分は急であったと考えられる。安定勾配での切土や、アンカーアー等の斜面崩壊防止対策の採用は経済性の面などで難しいと考えられるところから、引き続き表層崩壊が継続する可能性を前提として、災害発生時に速やかな応急対策が取れる体制をとることが重要と考える。	

調査対象			
P1		P2	
	被災直後の斜面状況 褐色の強風化岩が崩壊している。樹木は直立したまま根茎も含めて”すべり落ちており”，表層崩壊の形態である。		被災直後の斜面状況 崩壊土砂は粘土質の礫混じり土である。巨礫は見られず、地山全体に風化が進んでいたことがわかる。
P3		P4	
写真・コメント			
P5		P6	
	崩壊土砂撤去後(対策工施工)の斜面頭部の状況、厚さ5m程度で茶褐色の強風化岩が分布する。		崩壊土砂撤去後(対策工施工)の斜面中腹にみられるCL級岩、混在岩中のオリストリスとみられる。周辺は風化している。
	斜面頭部の状況、奥行き5~10mの位置に段差がみられる(亀裂にはなっていない)。クリープ性の変動は継続する可能性がある。		斜面頭部の地山状況、強風化した混在岩、基質は褐色土砂化しているが、弱風化の礫を混入する。

調査対象	
その他・空中写真等	<p>←被災状況空中写真</p>  <p>当該箇所を通過する道路は尾根地形をオープンカットによって築造されている。以下の地質図に示されるように当該地点は大規模な崩壊地形の頭部、侵食域に位置しており、地山は全体に風化、岩質劣化していると考えられる。</p> <p>したがって、崩壊発生の地質的素因としては斜面全体に風化が進んでいたということになる。</p> <p>一方、隣接するモルタル吹付面に崩壊が発生しなかったことは、斜面そのものの風化進行具合の相違や斜面頭部の風化層厚の違いによるものと考えられる。</p> <p>←崩壊箇所対面の状況(写真右隅に9Kの距離標)。切土</p>  <p>* 崩壊地形について 海岸沿いの急斜面では浅い馬蹄形の谷地形が発達し、表層を覆う薄い堆積物を除き移動岩塊はほとんど認められない。急速な岩塊の移動によって形成された可能性が高い。またこれらの侵食地形が発達する場所では不安定な土砂が表層を覆って堆積していることが多く、それらによる表層崩壊が発生しやすい。</p> <p>(引用:西津地域の地質 P78)</p> <p>地図には大規模な崩壊地形*が図示されている。</p>  <p>* 今回の災害箇所は若狭町土砂災害ハザードマップによると、特に区域指定は行われていないが、路線沿いの南側のエリア(図中黄色円)では、地すべりとしての土砂災害警戒区域(イエローゾーン)指定がされている。</p> <p>付近の地質図 (出典:「5万分の1地質図幅 西津」、産業技術総合研究所、地質調査総合センター)</p>

調査対象	若狭町遊子 がけ崩れ(寺院裏)	
平面・断面・スケッチ等	 	
発生源の水理地形条件	集水地形には該当しない。	
地形的問題点	以前より存在していた崩壊地形が拡大したものである。	
発生源の植生	上部斜面は広葉樹主体。崩壊地形内は草地～灌木地程度だったと想定される。	
発生源の地質	種類	砂岩頁岩互層
	問題点	崩壊部はDL級、基面はDM級程度の状態であり、不透水性のDM級層上面が水みちを形成しているようである。
発生源の規模	幅	約20m
	高さ	約20m
	深さ	約5m
	崩壊前の勾配	約35°
発生原因	素因:強風化地山、風化境界面(DL～DM級)の存在 誘因:集中豪雨	
移動土塊の特徴(礫径やマトリクス)	—	
移動域の特徴	勾配	—
	谷幅	—
堆積域の特徴	勾配	—
堆積域の地形分類(沖積錐?)	—	
対策施設	有無	有:重力式擁壁、落石防護柵、植生ネット
	破損	植生ネットが全面的に破損。古い重力式擁壁は残っているが、後で追加している落石防護柵+コンクリート基礎は崩土により破損したものと推察される。調査時には崩土ごと撤去されていた。
	効果	寺院の破損は免れており、待受け施設として一定の役割を果たしたものと判断される。
備考	<p>■教訓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>以前より崩壊地形が存在していたが抜本的な予防対策が行われていなかったため、集中豪雨により崩壊の拡大が発生したものと考えられる。このような場所では崩壊リスクが高いことを、地元住民にも認識してもらうことが重要である。</li> <li>一方、落石防護柵は待受け施設として一定の役割を果たしたものと判断される。当時の施設は土砂崩壊の衝撃力を考慮したものではないと考えられるが、今回のように崩壊規模(高さ)が小さい場合は、ある程度の減災効果を期待できるようである。</li> </ul>	

三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町遊子 がけ崩れ(寺院裏)	
P1		P2 
全景		崩壊箇所を集落センター手前より望む
P3		
正面全景		
P4		P5 
滑落崖全景		崩壊面近景 ・崩壊面にはDM級の強風化岩が分布する。

三方班災害調査整理シート

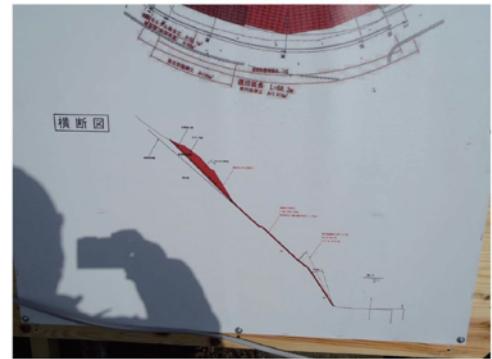
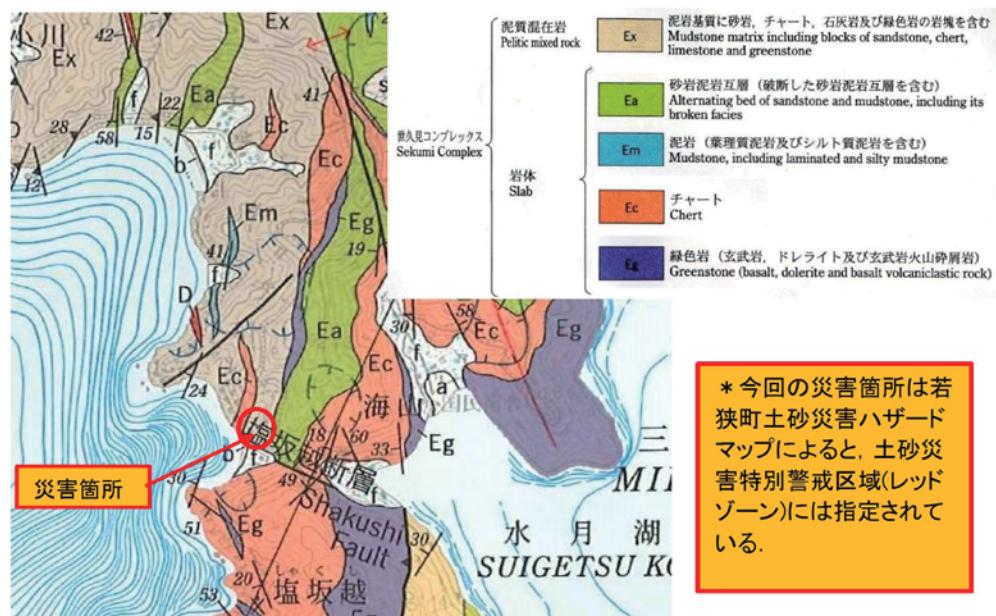
調査対象	若狭町遊子 がけ崩れ(寺院裏)		
	平面図	横断図	
その他・ 空中写真等	スケッチ図		
			2000年度急傾斜地崩壊危険箇所カルテ

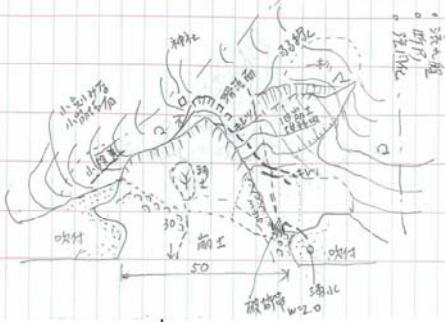
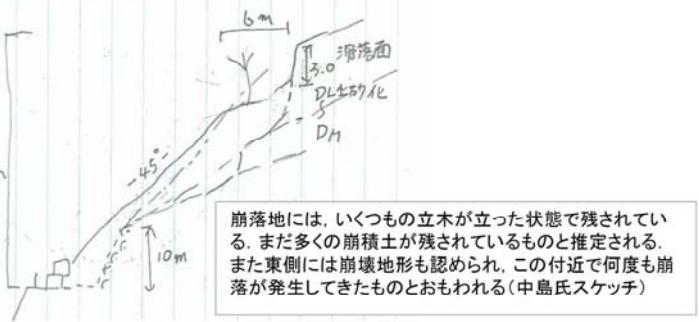
## 三方班災害調査整理シート

担当:田村英己 1

調査対象	若狭町塩坂越がけ崩れ（道路脇 塩坂越トンネル出口）	
平面・断面・スケッチ等	 <p>災害箇所</p> <p>塩坂越</p> <p>海山</p>	<p>斜面頭部の部分的にはオーバーハング ぎみの強風化岩～亀裂の緩んだDH級 岩が崩壊したものとみられる。</p> <p>岩種は混在岩、泥質基質優勢で、層理の発達が顕著である（頁岩）。 層理面は高角度の流れ盤となる。</p> <p>斜面傾斜 45～50度程度 モルタル吹付あり</p> <p>15m 20m 3m</p> <p>DH～CL級 表面に残る岩もハンマー一打撃で容易に割れる軟岩である</p> <p>層理面の傾斜（高角度の流れ盤）</p> <p>強風化岩</p> <p>模式断面図</p>
発生源の水理地形条件	空中写真(CB-63-4X, C7-7)では溝状地形(谷地形)が読み取れる。 崩壊斜面頭部は旧耕作地であったため、周囲と比較して凹地になっている。	
地形的問題点	南西向き斜面(巨視的には北北東の谷筋と北西方向に続く海食崖からなる尾根状地形の一部)	
発生源の植生	現道拡幅に伴う切土面と思われる。工種はモルタル吹付、ラス網は未施工である。	
発生源の地質	種類	世久見コンプレックスの混在岩。現地状況は細かな層理の発達が特徴的な頁岩がみられる。近くに塩坂越断層(塩坂越トンネル)があり、また、チャートの岩体を挟む。
	問題点	北西-南東走向で西傾斜(海側落ち)の層理面であるため、流れ盤構造となっている。 崩壊斜面頭部には、土砂化の進んだ赤褐色のDL級岩が分布する。
発生源の規模	幅	60m (被災範囲として)
	高さ	20m
	深さ	-
	崩壊前の勾配	45° ~ 50°
発生原因	・斜面最上部の強風化岩(一部はオーバーハングぎみに斜面に残存)の崩壊⇒中段の亀裂の緩んだDH級岩の崩壊 ・下段にはCL級岩および未破壊の吹付け面が残っており、上部～中部の不安定土塊が崩壊したものと思われる。	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	崩積土砂は、強風化～風化した混在岩(泥質岩優勢部)。最上部のDL級は粘土質の土砂状、その他は数10cm～1m大の岩塊とみられる。	
移動域の特徴	勾配	崩壊前斜面勾配は50° (8分)程度。
	谷幅	-
堆積域の特徴	勾配	-
堆積域の地形分類(沖積錐?)	-	
対策施設	有無	斜面にはモルタル吹付けが施工されていた。
	破損	土砂、岩塊とともにモルタルも崩落。
	効果	崩壊の抑止にはなっていない。
教訓	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画・調査・設計・施工・維持管理のいずれかの段階で古い空中写真等で災害を引き起こす可能性のある地形(集水地形など)を抽出しておく必要があったと考える。</li> <li>・東側に隣接する法面は崩壊を起こしていない、地山の風化状況が異なった可能性もあるが、被災前の写真をみると法面対策(切土、吹付け)が斜面上部まで施工されており、不安定土塊が施工時点で除去されていたと考えられる。用地上の制約等で大規模な切土は行えないことが多いと考えられるが、不安定土塊が残ることや集水地形といった災害発生要因がある箇所では、そういった情報も適切に維持管理に引き継ぐことが大切である。</li> </ul>	

調査対象			
P1		P2	
全景		斜面頭部の状況。 左側の吹付に残るオーバーハングした土塊(DL級、赤褐色)が崩落したものとみられる。右側には植生が残る。	
P3		P4	
写真・コメント			
P2から東側(トンネル側)の斜面頭部の状況。 DL級岩(強風化岩)が不安定土塊として残る。 その下部はDH～CL級岩(軟岩、岩構造明瞭)が分布する。	P2の下部の状況。 全体に風化、軟岩質の地山である。流れ盤をなす亀裂が緩み、ブロックとして崩落している。 残存する岩の亀裂にも開口、緩みがみられる。		
P5		P6	
斜面にみられるDH～CL級岩の状況。 走向傾斜はN43W, 70S(ハンマー位置)。流れ盤ではあるが、急勾配なため部分的にはトップリング的な崩壊を起こした可能性もある。	被災箇所から100m程度東側の谷筋(砂防堰堤あり)にみられる露岩。 P5と同様に急傾斜の層理が発達するものの、地山の風化はみられない。		

調査対象	
	 <p>斜面中央部に白色粘土化した岩体がみられる。ハンマーが刺さる程に軟質、変質(脱色)している(オリストリス？、岩種は不明)。岩体の走向は斜面に直角であるが、地質図に示されるチャート層ではない(岩体の規模が異なる)。</p>
	 <p>対策工は、頭部排土、吹付法枠+枠内植生のみ(ロックボルトの計画はなし)。また、地質調査は行われていない。</p>
その他・空中写真等	 <p>被災状況空中写真      ・地形地質的に大差ない隣接法面は崩壊を免れている。      &lt;当該箇所で発生した要因&gt;      ①被災斜面頭部には耕作地跡がみられる。      ⇒耕作しやすい地盤(強風化、崖錐堆積物)であった。      ②空中写真で溝状地形が読み取れる。      ⇒集水地形。      ③隣接法面は斜面上部まで切土、吹付けが施工されている。      ⇒隣接法面は不安定土塊が完全に除去されていたのにに対して、当該箇所では斜面上部に不安定土塊が残存していた。      ※当該箇所では斜面頭部に不安定土塊が残り、かつ集水地形を呈していたため、崩壊が発生した(表層崩壊)と考えられる。また、今回の崩壊について流れ盤であることは支配的な要因ではないと考えられる。</p>
	 <p>付近の地質図      (出典:「5万分の1地質図幅 西津」、産業技術総合研究所、地質調査総合センター)</p> <p>* 今回の災害箇所は若狭町土砂災害ハザードマップによると、土砂災害特別警戒区域(レッドゾーン)には指定されている。</p>

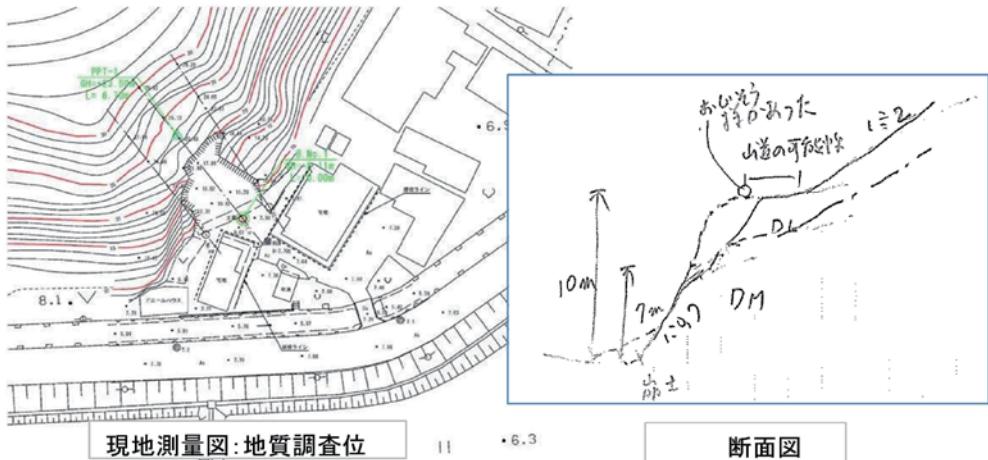
調査対象	若狭町遊子の地すべり(桟橋個所)	
平面・断面・スケッチ等	 	 
発生源の水理地形条件	崩壊斜面頭部の北東には旧崩壊地があり、集水域となっているが、崩壊地は特に集水地とはなっていない。	
地形的問題点	典型的なリアス式海岸の地区であり、山の斜面が直接海へ入り込むような形状をしており、40度ほどの急傾斜地が連続している。道路は標高15m付近にこの斜面を削って造られ、切土斜面はモルタル吹付がなされている。崩壊は切土斜面上部～その上の雑木林の急斜面を中心に発生している。	
発生源の植生	崩壊斜面は主に雑木林、下部はモルタル吹付	
発生源の地質	種類	丹波帯中生層を構成する泥質な混在岩
	問題点	切土斜面の上方急斜面に土砂化、粘土化した強風化砂質泥岩が、所によっては数m以上の厚さで残されていた。深さ20mを超える位置に弱層があり、その上部に厚い強風化砂質泥岩・風化砂質泥岩が存在した。
発生源の規模	幅	約50m(崩土が道路を覆った範囲としては約80m)
	高さ	43m(道路面からの比高)
	深さ	強風化した軟弱な表層部は厚さ5m程。中央部付近では、深さ15～20mに弱面があり、これを境に滑動した。
	崩壊前の勾配	約40度
発生原因	大雨に伴い、弱層に沿って滑動し、これに伴い地すべり体の下部および軟弱な表層部が崩壊した。	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	強風化した砂質泥岩起源の褐色化した礫混じりの土砂	
移動域の特徴	勾配	下部の切土モルタル斜面で7分勾配
	谷幅	
堆積域の特徴	勾配	崩土の多くが道路上に集積し、一部はその下の海岸まで達した。
堆積域の地形分類(沖積雖?)		
対策施設	有無	モルタル吹付(切土部分)
	破損	
	効果	切土部分のモルタル吹付だけでは十分な効果が得られなかつたと考えられる
備考	集中豪雨に伴い、弱面に沿って活動し、地すべり体の下部および軟弱な表層部が崩落したものと考えられる。この地すべり体が以前にも滑動したものかどうかは、空中写真判読では判然としないが、厚い風化砂質泥岩が弱層の上に存在することからすると、その可能性もあると思われる。また切土により、その上部の軟弱層は支えを失うことになるため、切土面の保護だけでなく、その上部の軟弱層を取り除くなどの処置が重要と考えられる。	

## 三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町遊子の地すべり(桟橋個所)	
P1		
モルタル吹付(切土部分)の上端部の様子。モルタルが吹き付けられている部分は表層部の強風化した軟弱地盤が切り取られているが、その上部はそのまま残っている様子が読み取れる。		
P2		P3 
写真・コメント	ところどころに、樹木が立ったままの移動した土塊が残されている。	滑り落ちた土塊は主に切土より上の急斜面が中心と思われる。
P4		
崩壊地の全景。		

### 三方班災害調査整理シート

The figure consists of three vertically aligned maps of a coastal area. The top map is a geological map showing various rock units labeled Mm, Mc, Mg, Qp, Cg, and Ma. It includes contour lines and a scale bar of 30 meters. The middle map is a plan view showing topographic contours, a red shaded area representing a specific zone, and several construction features like a bridge and a road. The bottom map is a standard cross-section diagram showing vertical profiles with labels for different layers and construction details such as 'アンカーベン' (anchored foundation), '地盤改良ボーリング工' (soil improvement drilling work), and '一般道路 実測工' (general road survey work). A scale bar of 30 meters is also present.

調査対象	若狭町 佐古がけ崩れ(1/6)	
平面・断面・スケッチ等	 <p>現地測量図: 地質調査位</p> <p>断面図</p>	
発生源の水理地形条件	集水地形ではない	
地形的問題点	尾根状地形であるが、近隣に表層崩壊跡が確認される。	
発生源の植生	切土斜面であるが、切土肩付近には倒木したφ1m程度のしひの木があった。隣接する斜面は杉・竹林が混在する。	
発生源の地質	種類	緑色岩(Mg)
	問題点	凝灰岩の一種であり風化の早い岩に分類される。崩壊面頭部付近での簡易動的コーン貫入試験PPT-1では深度4.0m風化岩部にN値3程度の脆弱部が確認されている。
発生源の規模	幅	10m(被災範囲として)
	高さ	10m
	深さ	3~4m
	崩壊前の勾配	N=0.7(55°)
発生原因	素因: 崩壊部は切土斜面上位部で自然斜面に連続する強風化層(DL級)4.0mの存在 誘因: 集中豪雨・切土斜面肩付近にあったしひの木φ1m程度の倒木	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	礫混じり粘土(礫径50mm程度)	
移動域の特徴	勾配	—
	谷幅	—
堆積域の特徴	勾配	—
堆積域の地形分類(沖積錐?)	—	
対策施設	有無	—
	破損	—
	効果	—
備考	崩壊は、DL～DM級岩盤で崩壊深さは3m程度である。旧切土？斜面勾配がN=1:0.7であったとする やや急勾配の切土であったと言わざるを得ない。崩壊斜面上部では小規模な古崩壊が生じており現地測量図でも小刻みな等高線の乱れが見られ、上位斜面への崩壊の後退が懸念される。また、調査ボーリングでは宅地面より3~4m以深でN値7の脆弱部が確認されていることから深部での岩盤すべりの有無においてその連続性を確認する必要がある。	

三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町 佐古がけ崩れ(2/6)	
P1		P2 
	遠景	全景: 斜面中腹付近に風化岩DM級クラスの露頭
P3		P4 
写真・コメント	崩壊面側面から: 中腹より下位は崩壊幅は小さい ようにうかがえる。	崩壊頭部付近
P5		P6 
	崩壊頭部付近より上位斜面: 山道のようにもうか がえる。	崩壊斜面の向かって右側斜面: 急傾斜地崩壊 危険区域指定?申請中のこと

三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町 佐古がけ崩れ(3/6)		
	P7 	P8 	
崩壊斜面近景:褐色した風化岩		崩壊斜面近景:褐色した風化岩	
P9			
写真・コメント	P10 	崩壊斜面近景:褐色した風化岩(DM)	
	P11 	P12 	崩壊斜面近景:褐色した風化岩(DM)
山道のようにもうかがえる。		亀裂?	

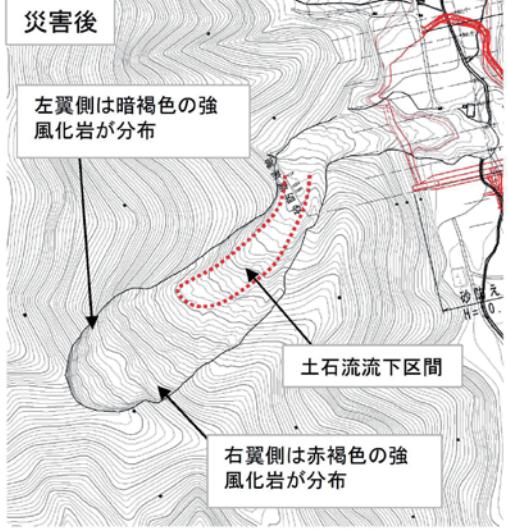
三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町 佐古がけ崩れ(4/6)
その他・ 空中写真等	  <p>今井氏提供写真</p>  <p>今井氏提供写真</p>

三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町 佐古がけ崩れ(5/6)
その他・空中写真等	 <p>福井県砂防基盤図</p>  <p>付近の地質図：福井県地質図2010年版</p>

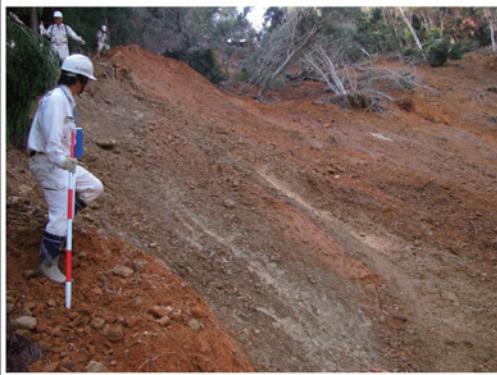
### 三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町海山 土石流	
平面・断面・スケッチ等	 <p>災害箇所</p>	 <p>災害後</p> <p>左翼側は暗褐色の強風化岩が分布</p> <p>右翼側は赤褐色の強風化岩が分布</p> <p>土石流流下区間</p>
発生源の水理地形条件	集水地形(0次谷)に相当する。湧水あり。	
地形的問題点	崩壊前の地形図・空中写真より、不安定土塊の存在を暗示する単丘状地形がみられる。	
発生源の植生	広葉樹主体	
発生源の地質	種類	砂岩頁岩互層
	問題点	強風化を受け赤褐色の粘土状を呈する。
発生源の規模	幅	約100m
	高さ	約100m
	深さ	想定15~20m
	崩壊前の勾配	約35°
発生原因	素因:強風化地山、集水地形、不安定地形の存在 誘因:集中豪雨	
移動土塊の特徴(礫径やマトリックス)	礫径300mm程度以下、50mm程度以下の小礫が卓越 マトリックスは砂質土(細粒分も多い)	
移動域の特徴	勾配	15~20°
	谷幅	災害前:推定15m程度 災害後:浸食幅40~50m
堆積域の特徴	勾配	5° 以下
堆積域の地形分類(沖積錐?)	不明瞭な沖積錐	
対策施設	有無	無
	破損	—
	効果	—
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・滑落崖の状況より、右翼側で特徴的な赤褐色の強風化岩が卓越している。</li> <li>・移動域の右翼側壁には赤褐色の堆積物が残存している。</li> <li>・赤褐色の堆積物は後続の土石流により浸食されている様子である。</li> <li>・堆積域では暗褐色の堆積物が多く見られるため、土石流の発生は以下の順序で発生したものと推察される。</li> </ul> <p>①右翼側不安定地形部で崩壊が発生      ②移動域に崩壊土砂(赤褐色の堆積物)が堆積      ③崩壊が尾根付近まで拡大、土石流化      ④末端の緩斜面(5° 以下)まで崩壊土砂が流动</p> <p>■教訓</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・土砂災害警戒区域(土石流)等の判断・評価時には、不安定地形等の存在も考慮することが求められる。</li> <li>・民家までの間に延長の長い堆積域(5° 以下)が広がっているため、人命に影響する被災リスクは小さいことを考慮してもよいと思われる。</li> </ul>	

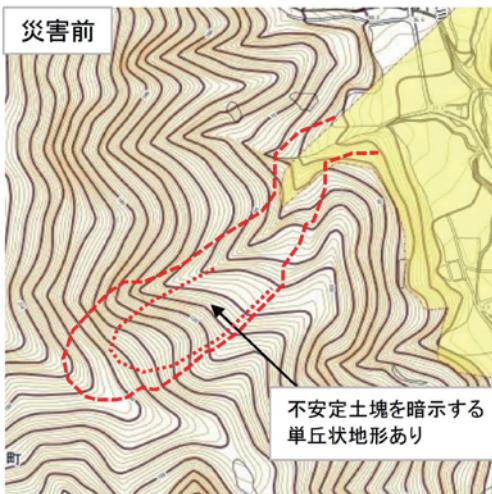
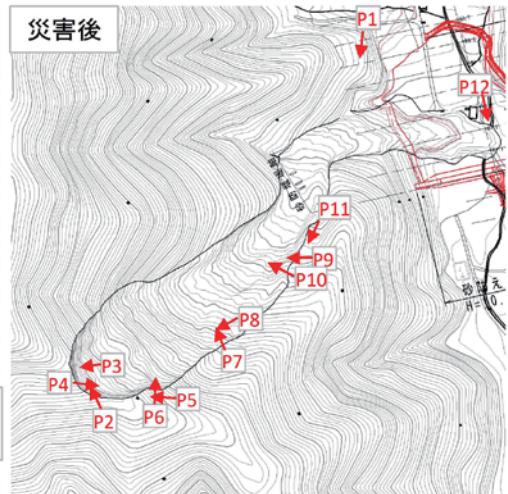
三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町海山 土石流	
	P1 	P2 
写真・コメント	全景 左翼側滑落崖の状況 ・落差約10mを有する。 ・尾根地形を越えた位置より滑落している。 ・暗褐色の強風化岩が分布している。	
	P3 	P4 
	左翼側滑落崖近景 ・明瞭な擦痕が見られる。	右翼側滑落崖の状況 ・赤褐色の特徴的な強風化岩が露出する。
	P5 	P6 
	右翼側端部の滑落崖 ・落ち残りの土塊が存在する。	右翼側頭部より下方を望む ・赤褐色の堆積物が分布する。

三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町海山 土石流	
P7		
右翼側湧水状況 ・中腹部に湧水箇所が見られる。		湧水箇所近景 ・白色の粘土が分布する。 ・粘土層によりダムアップされた地下水とみられる。
P9		P10
写真・コメント		
		左翼側下流域の状況 ・落差約10mの侵食崖が分布する。
P11		P12
右翼側下流域の状況 ・赤褐色の堆積物が堆積し、後続の土石流により浸食されている様子である。		末端部の状況 ・谷出口に大量の流出土砂が堆積する。 ・堆積域は5°以下の緩斜面であり、土石流は谷出口で停止している。

三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町海山 土石流	
	 <p>災害前</p> <p>不安定土塊を暗示する 単丘状地形あり</p>	 <p>災害後</p>
その他・ 空中写真等	 <p>災害前</p>	 <p>災害後</p>

三方班災害調査整理シート

調査対象	若狭町海山 土石流
その他・ 空中写真等	<p>土砂災害警戒区域</p> <p>災害発生箇所は土砂災害警戒区域(土石流)に指定されていないが、保全対象人家が近接していないためと考えられる。</p>

(山本 博文、澤崎 雅之、梶村 周平、中島 正夫、田村 英己、梅田 祐一、藤田 貴準)

## 4. 災害の概要と今後の教訓

### 4.1 斜面崩壊

#### 4.1.1 災害の概要

本調査団で、三方班として調査した被災箇所における斜面崩壊の形態は、表層崩壊(表-3.1.1における箇所番号1、3、4、5、7)・地すべり(表-3.1.1における箇所番号6)・盛土斜面崩壊(表-3.1.1における箇所番号2)の3種類に分類できる。

なお、表層崩壊や地すべりの定義については様々あるがここでは「新版地学辞典」(平凡社刊)より引用し、現象面に着目して以下のような区分とする。

表層崩壊：山地斜面を覆っている表層物質(風化層や未固結堆積物)が急激に崩壊して落下する現象

地すべり：斜面構成物質が地下のすべり面を境界として滑動する現象(狭義)

#### (1) 表層崩壊(表-3.1.1における箇所番号1、3、4、5、7)

崩壊の規模は幅20~100m、高さ10~25m、深さ0.5~5m程度である。崩壊前の斜面勾配は道路改良などによる切土と考えられる斜面では1:0.8~1:1.0、宅地背面の急傾斜地では1:0.7(佐古：箇所番号7)、1:1.4(遊子寺院裏：箇所番号4)程度である。このうち、遊子寺院裏では、今回の崩壊箇所が古い崩壊跡であったため、やや緩めの勾配になっている。崩壊した土砂は、大半が粘土質で褐色の礫混じり土砂(部分的には軟岩質の岩塊も含む)とみられ、強風化～風化岩が崩壊したものと考えられる。また、本調査団の現地調査時において崩壊斜面からの湧水は確認されていない。

#### (2) 地すべり(表-3.1.1における箇所番号6)

県道常神三方線沿いの遊子地区から小川地区へ至る道路沿い斜面の崩壊である。崩壊の規模は幅50m、高さ43m、深さ15m程度であり、崩壊前の斜面勾配は約40°程度である。崩土が道路を覆った範囲は幅約80mに達し、この災害によって県道常神三方線は通行不能となり、海側に仮設桟橋が設置された。移動土塊は、強風化した砂質泥岩起源の褐色化した礫混じり土砂であり、強風化岩が崩落している点では上記の表層崩壊と同じである。また、残存する隣接のモルタル吹付面からは湧水が確認されている。

#### (3) 盛土斜面崩壊(表-3.1.1における箇所番号2)

梅丈岳山頂に続くレインボーラインの盛土斜面での崩壊である。崩壊の規模は幅40m、高さ100m、深さ9m程度である。盛土そのものは礫混じり粘性土から成り、その崩壊・崩落した土砂は礫混じりの粘土質な土砂とみられる。また、崩落した土砂は土石流のように谷筋の急斜面を流下し、海岸まで達しているようである。

### 4.1.2 地形地質上の問題点(素因)

#### (1) 地質上の問題点

地形・地質の項にまとめたように、今回対象とした災害発生箇所の地質は堆積岩から成り、中古生層丹波帯のメランジェ(混在岩)や砂岩泥岩互層を基盤とする箇所が大半である。各事例での崩壊土砂(移動土塊)は、強風化岩起源のいずれも褐色で粘土質な礫混じり土砂からなることから、各斜面において厚い強風化層の存在が斜面崩壊の地質的な素因になっている。

箇所番号7(佐古)では、丹波帯の付加コンプレックスのうち緑色岩の分布エリアとなっているが、この岩も風化の早い岩とされ、当該箇所においても緑色岩起源の強風化層の存在が地質的な素因と

いえる。

なお、三方地区においてもその東部(雲谷山)や美浜町との町境付近には花崗岩が分布しているが、本台風では、三方地区においては風化花崗岩(マサ土)が原因となった大規模な災害は報告されていないようである。国道 27 号沿いから雲谷山山腹をみるといくつもの崩壊跡がみられるが、その崩壊(土石流)は山裾までは達しておらず災害として認知されなかつたといえる。

## (2) 地形上の問題点

斜面崩壊における地形的な素因としては、ア)集水地形、イ)急峻な地形(斜面勾配が急であること)があげられる。イ)については今回の斜面崩壊で特徴的であった点として、厚く分布する強風化層に対して(各設計基準で提案されているような安定勾配と比較して)、切土勾配が急であったことが地形的な素因の一つと考えられる。

また、斜面頭部にオーバーハング気味に強風化岩が残っているような場合も地形的な問題点があるといえる。これは箇所番号 6 (遊子地すべり) においても当てはまり、切土斜面の上の急斜面に土砂化、粘土化した強風化砂質頁岩がところによっては数 m の厚さで残されていたことが地形地質の面からの崩壊の素因として考えられる。

盛土斜面崩壊事例(箇所番号 2)では当該地が谷埋め盛土でもあり、谷部からの地下水流入が崩壊の誘因(後述)になっていることから、谷地形(これも集水地形である)であったことも崩壊の地形的な素因である。

## (3) 盛土斜面崩壊(箇所番号 2)について

残存する盛土や、崩落した土砂をみると褐色の粘土質な礫混じり土砂からなる。これは、周辺の基盤地質であるメランジェの強風化層起源の土砂とみられ、レインボーライン道路築造時の周辺の切土によって発生した土砂を盛土したものとみられる。

3. の個別調査整理シートにも示したが、崩壊箇所近傍の盛土斜面において木片や礫が散在するような状況であり、この盛土自体も築造年代が古いことから、正規の盛土としての施工管理が成されていない可能性が高い。また、崩壊箇所にみられた井桁擁壁には擁壁内にモルタルが施工されており排水機能を期待して設置されたものではないなど、谷埋め盛土の安定に重要な地下水排水機能を維持することを考慮した対策が十分でなかつた可能性も考えられる。このような点も、崩壊発生の素因といえよう。

### 4.1.3 災害発生のメカニズム（誘因）

#### (1) 表層崩壊

今回対象とする全ての災害箇所について言えることではあるが、災害発生時の降雨状況の項で検討したように、24 時間の累積雨量で 300~400mm を越えるような集中豪雨が誘因となって崩壊が発生したと考えられる。

#### (2) 地すべり

ボーリングコア写真をみると当該斜面には砂岩泥岩細互層が分布している。層理面の傾斜角はコア写真を見る限りでは低角度である(流れ盤か受け盤かは不明)。崩壊斜面中～下部にかけてのボーリングコアは、深度 10m 前後まで褐色強風化した酸化帯を形成しており、それ以深の原岩色を残す弱風化岩との色調の変化は明瞭である。また、色調の変化にほぼ対応するように N 値も変化しており、上部の強風化帯(酸化帯)の N 値は低下している。

これらは災害発生後に行われた地質調査結果から判明した事項であるが、ボーリングに続いて行

われた地すべり動態観測によると、降雨や降雨による地下水昇昇に敏感に反応して特定の深度がすべり面となって変動している(地すべり)。しかしながら、災害発生前と発生後の地形比較(移動土砂量の比較)から、今回の山腹斜面の崩壊・崩土の発生そのものが、全てこの地すべりによるものとは考えにくい。切土部分の上に連なる急傾斜地に(ボーリングで確認したような褐色の)厚い強風化した軟弱層が残されていたため、集中豪雨による地すべりの滑動に伴って、この頭部土塊が「表層崩壊」的に滑動・崩落した可能性が考えられる。その意味で、「地すべり」はこの崩壊に関しては地質的素因とも言える。さらに「地すべり」そのものを生じさせた地形・地質的素因としては、砂岩泥岩互層が分布、海食崖で急斜面⇒クリープ変動の発生⇒亀裂の増加・開口の進行⇒地下水流入による風化進行⇒クリープ変動の進行、といった流れが考えられる。

### (3) 盛土(斜面崩壊)

崩壊箇所の道路線形は、下り勾配の急カーブになっており、集中豪雨により生じた(舗装面を流下する)大量の表流水がそのままアスカーブを越流して斜面に流れ出し、盛土表面から浸入したと考えられる。これに加え、谷部からの表流水や地下水が浸透して盛土内に飽和帯を形成し、崩壊に至ったと考えられる。

## 4.1.4 事象から得られる教訓

三方地区で発生した斜面崩壊より、以下のような教訓が考えられる。

### (1) 強風化岩の表層崩壊について

- ① 表層の強風化層が安定勾配(1:1.2)より急勾配の場所で崩落が多発している。強風化岩は風化境界面が不連続面となって崩落しやすいため、土砂層が薄い場合でも安易に岩盤の勾配を採用しないことが重要である。また、切土勾配が安定勾配より急な箇所では、災害発生時に速やかな応急対策がとれる体制をとることが重要と考えられる。
- ② モルタル吹付の水抜きパイプが少ない箇所で崩壊が発生しているケースがあり、水抜きパイプをできるだけ多く配置することが望まれる。
- ③ 集水地形で崩壊が発生している場合が多く、古い空中写真などで災害を引き起こす可能性のある地形を抽出しておくことが望ましい。
- ④ 不安定土塊が施工時点で除去されていたと思われる場所は崩壊を免れているため、不安定土塊はできるだけ除去しておくとともに、不安定土塊が残ることや集水地形といった災害発生要因がある箇所では、そういった情報も適切に維持管理に引き継ぐことが大切である。
- ⑤ 表層崩壊の規模が小さくても、深部に弱層がある場合は岩盤すべりの可能性に注意して、その連続性を確認しておく必要がある。

### (2) 待受け対策について

- ① 崩壊跡地で抜本的な予防対策を行わずに待受け防護柵を設置している場所では、崩壊リスクがあることを地元住民にも認識してもらうことが重要である。
- ② 落石防護柵は待受け施設として、斜面崩壊対策としても一定の役割を果たしたものと判断される。

### (3) 盛土について

- ① 路面排水処理や谷埋め盛土部の地下水排水対策が重要である。
- ② 正規の盛土ではなく土捨て場として施工された箇所に道路が計画された可能性がある。過去の土捨て場などの人口的な地形の上に道路が新設される場合も少なくないので、道路計画時には古

い空中写真の判読などによる確認が望まれる。

## 4.2 土石流

### 4.2.1 災害の概要

三方地区で発生した土石流は、三方五湖の一つである水月湖に流れ込む流域で発生した(表-3.1.1における箇所番号8)。発生源は、幅約100m、高さ約100m、深さ約15~20mの大規模崩壊からなり、崩壊の冠頭は尾根に達している。土石流の流下区間は200m程度であり、旧地形図より谷幅は15m程度以下であったと想定されるが、災害発生後は幅40~50mの範囲が広く侵食され、渓床堆積土砂だけでなく両岸の風化地山を削り取っている。土石流堆積物は谷出口前後の約200m(100m+100m)間に堆積している。谷出口から民家までの間に延長の長い堆積域(5°以下)が広がっているため、人命に影響する被害は生じていない。

### 4.2.2 地形・地質上の問題点(素因)

崩壊箇所は0次谷の集水地形に相当する。また、崩壊頭部の滑落崖の状況より、深層まで強風化的進んだ地山であることがわかる。この他、崩壊前の地形図・空中写真で、地すべりの存在を暗示する単丘状地形が見られることから、周囲の沢に比べて崩壊の発生しやすい地形・地質条件にあつたと考えられる。

### 4.2.3 災害発生のメカニズム(誘因)

平成25年台風18号の集中豪雨が誘因となって崩壊が発生し、土石流化したと考えられる。滑落崖の状況より、右翼側で特徴的な赤褐色の強風化岩が卓越している。また、移動域の右翼側壁には赤褐色の堆積物が残存し、後続の土石流により侵食されている様子である。一方、堆積域では左翼側滑落崖で見られるものに似た暗褐色の堆積物が広く認められるため、土石流の発生は以下のよう順序で発生したものと推察される。

- ① 右翼側不安定地形部で崩壊が発生
- ② 移動域に崩壊土砂(赤褐色の堆積物)が堆積
- ③ ②による表流水のせきとめ効果により、尾根付近の地下水位が上昇
- ④ ③により、崩壊が尾根付近まで拡大し、崩壊土砂が土石流化
- ⑤ 末端の緩斜面(5°以下)まで崩壊土砂が流動

### 4.2.4 事象から得られる教訓

三方地区で発生した土石流より、以下のような教訓が得られる。

- ① 土砂災害警戒区域(土石流)などの判断・評価時には、地すべり地形や不安定土塊などの存在も考慮することが求められる。
- ② 民家までの間に延長の長い堆積域(5°以下)が広がっている場合は、人命に影響するような被災リスクは小さい。なお、今回の土石流発生箇所は土砂災害警戒区域(土石流)に指定されていなかったが、保全対象人家が近接していないためと考えられ、上記のような被災リスクの小ささが考慮されていたと判断される。

(山本 博文、澤崎 雅之、梶村 周平、中島 正夫、田村 英己、梅田 祐一、藤田 貴準)

## 第4章 小浜地区的災害

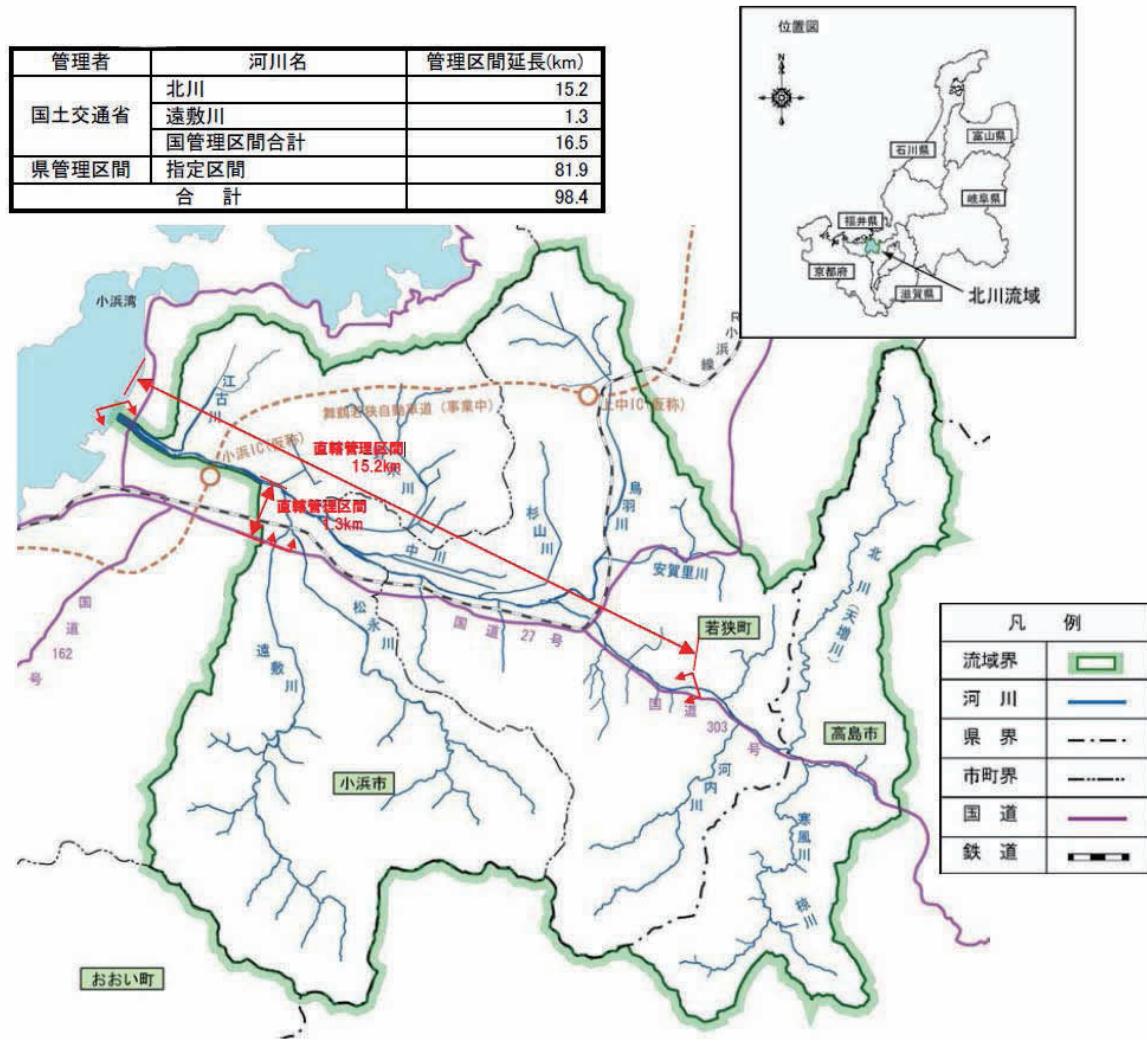
## 第4章 小浜地区の災害

### 1. 北川水系と地盤概要

#### 1.1 河川と治水の概要

##### 1.1.1 河川管理の現状<sup>1)</sup>

北川は、幹川流路延長が 30.3km の一級河川であり、本川の河口より 15.2km 区間と、左支川遠敷川の合流点より 1.3km 区間の合計 16.5km を国が管理している。それ以外の区間については、福井県と滋賀県が管理している。



##### 1.1.2 流域と河川の概要<sup>2)3)</sup>

北川は、福井県と滋賀県の県境をなす野坂山地の三十三間山（標高 842m）付近に源を発し、三重嶽、武奈ヶ岳にさえぎられた滋賀県高島市の山間部を天増川として南流し、県境付近で左支川の寒風川を合わせて北川となる。その後、福井県に入って流路を北西に転じ、河内川、鳥羽川、杉山川などを合わせ、さらに小浜市に入って右支川の野木川と左支川の遠敷川を合わせて若狭湾に注ぐ、幹川流路延長 30.3km、流域面積は 210.2km<sup>2</sup> の一級河川である。

福井県内を流れる支川の法定河川延長は、江古川 4.6km、遠敷川 7.8km（国管理区間を含めた全延長は 9.1km）、松永川 6.6km、野木川 5.1km、中川 3.1km、杉山川 3.5km、鳥羽川 9.2km、安賀里川

5.2km、河内川 6.4km となっている。また、河床勾配は、源流から山地と低平地の境界となる瓜生大井根頭首工までの上流部と、瓜生大井根頭首工から感潮域となる丸山橋付近までの中流部、感潮域の丸山橋付近から河口までの下流部に分かれ、上流部は約 1/30、中流部では約 1/120～1/390 の急勾配となっている。下流部では約 1/790 と比較的緩やかとなっている。

北川流域は、若狭地方の中核都市である小浜市、京への物資輸送の中継地として栄えた若狭町、そして琵琶湖に面し畿内と若狭・北陸地方を結ぶ陸上・湖上交通の要所として栄えた高島市の 2 市 1 町からなり、大陸と京都や畿内の中間に位置しているため、古くから文化・経済面で重要な役割を果たしてきた。流域の土地利用は、山林などが約 83%、水田や畑地などの農地が約 13%、宅地などその他が約 4% となっている。

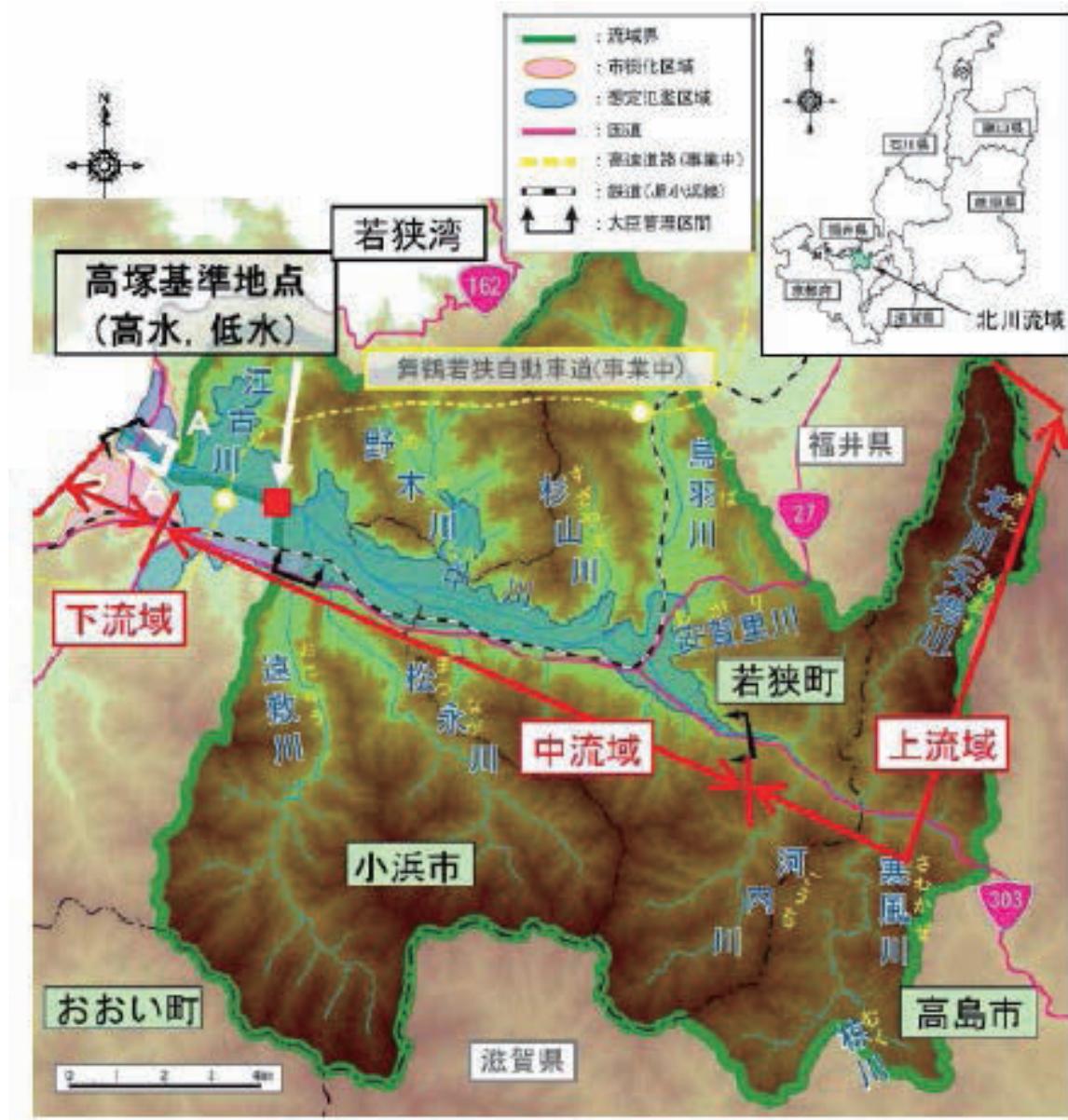


図-1.1.2 北川流域図<sup>2)</sup>

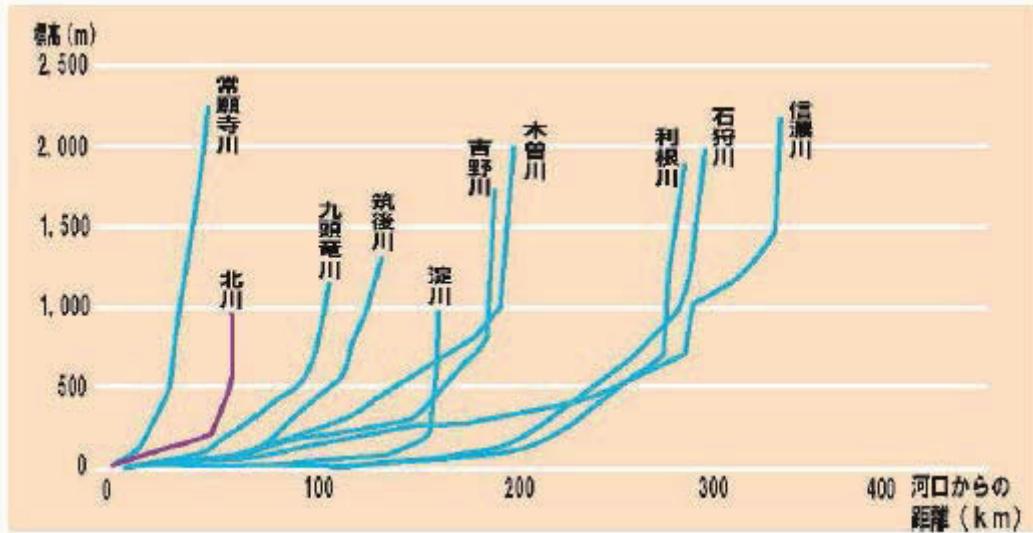


図-1.1.3 主要河川の河床勾配模式図<sup>2)</sup>

### 1.1.3 河川改修の経緯<sup>2)</sup>

北川における本格的な治水事業としては、大正15年から始まった内務省による直轄改修事業における北川、南川の分離付け替え、江古川の付け替えと堤防拡築、鳥羽川の捷水トンネル、遠敷川などの堤防拡築などが挙げられる。また、北川に多く残る霞堤については、氾濫被害を軽減させる機能を有しながら、現在まで残されてきている。北川ではその後も、昭和28年の災害を契機として、本川においては昭和29年から34年まで、支川遠敷川においては昭和28年から32年まで災害復旧助成事業により、河道拡幅、築堤、護岸工事が行われた。それ以外の支川については、昭和28年および昭和40年の水害などを契機に、小規模河川改修事業、河川局部改良事業などにより、平成にかけて河道改修が実施され、昭和44年から58年にかけては、多田川の分離付け替えが実施された。また、昭和40年、昭和47年、昭和56年の台風などによる水害を契機に、北川水系において洪水調節施設を建設する計画が検討され始め、昭和62年に河内川ダムが建設事業採択された。

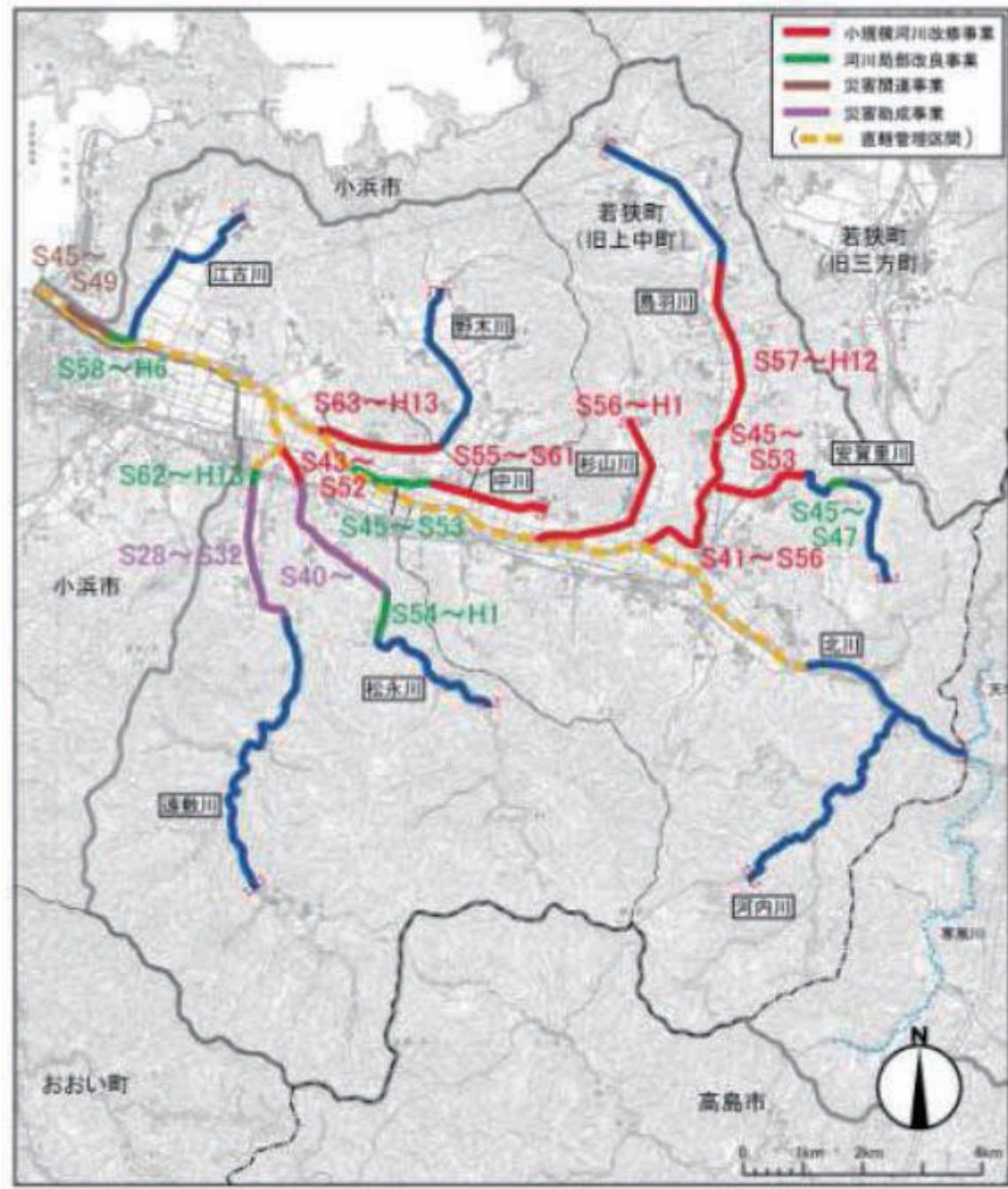


図-1.1.4 北川水系（福井県管理区間）における河川改修の経緯<sup>2)</sup>

#### 1.1.4 国管理堤防の整備状況<sup>3)</sup>

現在の北川および遠敷川は、概ね堤防は整備されているが、堤防としての必要な断面を有していない堤防（暫定堤防）が存在している。また、整備された堤防は、嵩上げや補修が繰り返された複雑な構造であること、古い時代の施工では盛土材料として水を通しやすい河床の土砂が用いられていたことや旧河道上に造られたものも多いことなどから堤防からの漏水が発生しやすい構造の可能性が高い。急勾配である北川では洪水時に低水路からの側方侵食、洗掘や堤防のり面、のり尻付近の侵食が発生し、堤防の安全性の低下が懸念される箇所も存在する。このため、計画高水位に達しない洪水であっても、浸透や侵食により決壊する恐れがある。

表-1.1.1 堤防整備率（平成 23 年 3 月）<sup>3)</sup>

河川名	完成堤防	暫定堤防	山付き	計
北川	22.1	10.1	0.2	32.4
	68.2%	31.2%	0.6%	100.0%

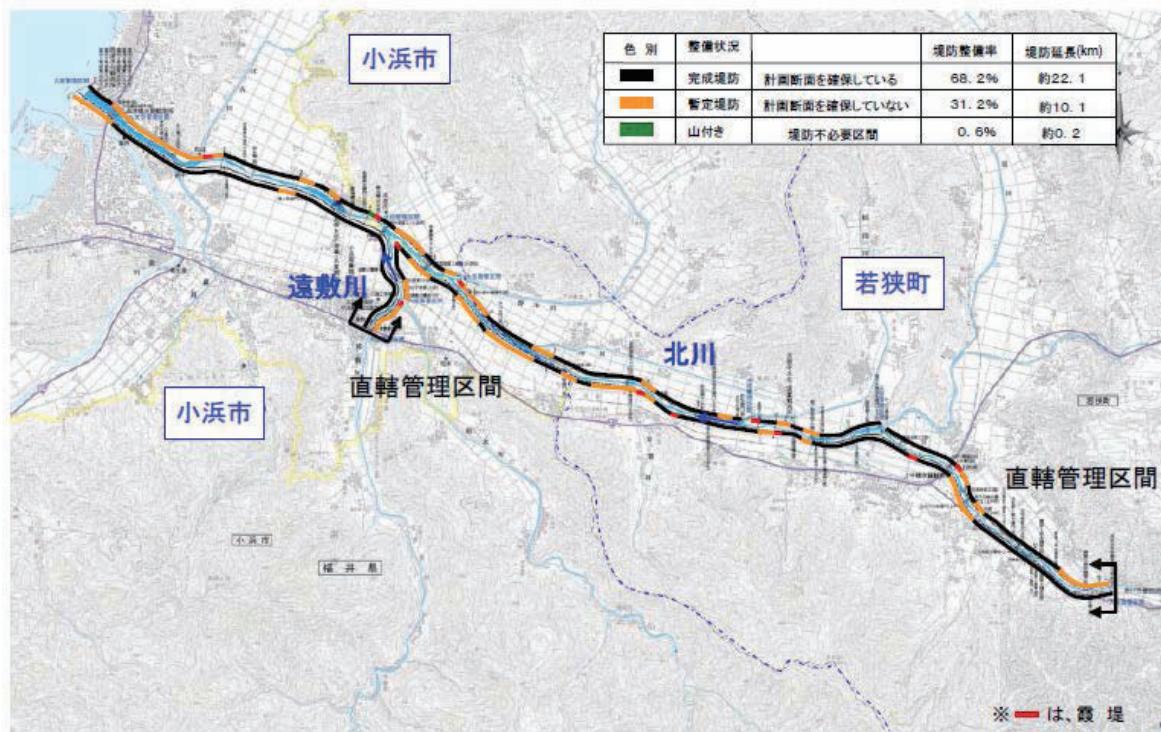


図-1.1.5 北川水系堤防整備状況<sup>3)</sup>

### 1.1.5 県管理河川の整備計画<sup>2)</sup>

福井県によれば、江古川については平成 16 年 10 月に発生した家屋の浸水被害など、野木川については平成 25 年 9 月に発生した家屋の浸水被害に対応するため、計画的な整備が必要とされている。その他の河川については、洪水により想定される家屋の被害や、これまでの改修事業などによる整備状況、過去 30 年間での家屋の浸水被害やその後の対応状況などを鑑みると、いずれの河川においても、近年では家屋の浸水被害がなく、河川改修の一定の整備効果が現れているため、計画的に整備を行う優先度は低いと判断されている。そのため、整備計画期間内（30 年）で計画的に整備を行う河川は、北川、江古川および野木川とされている。

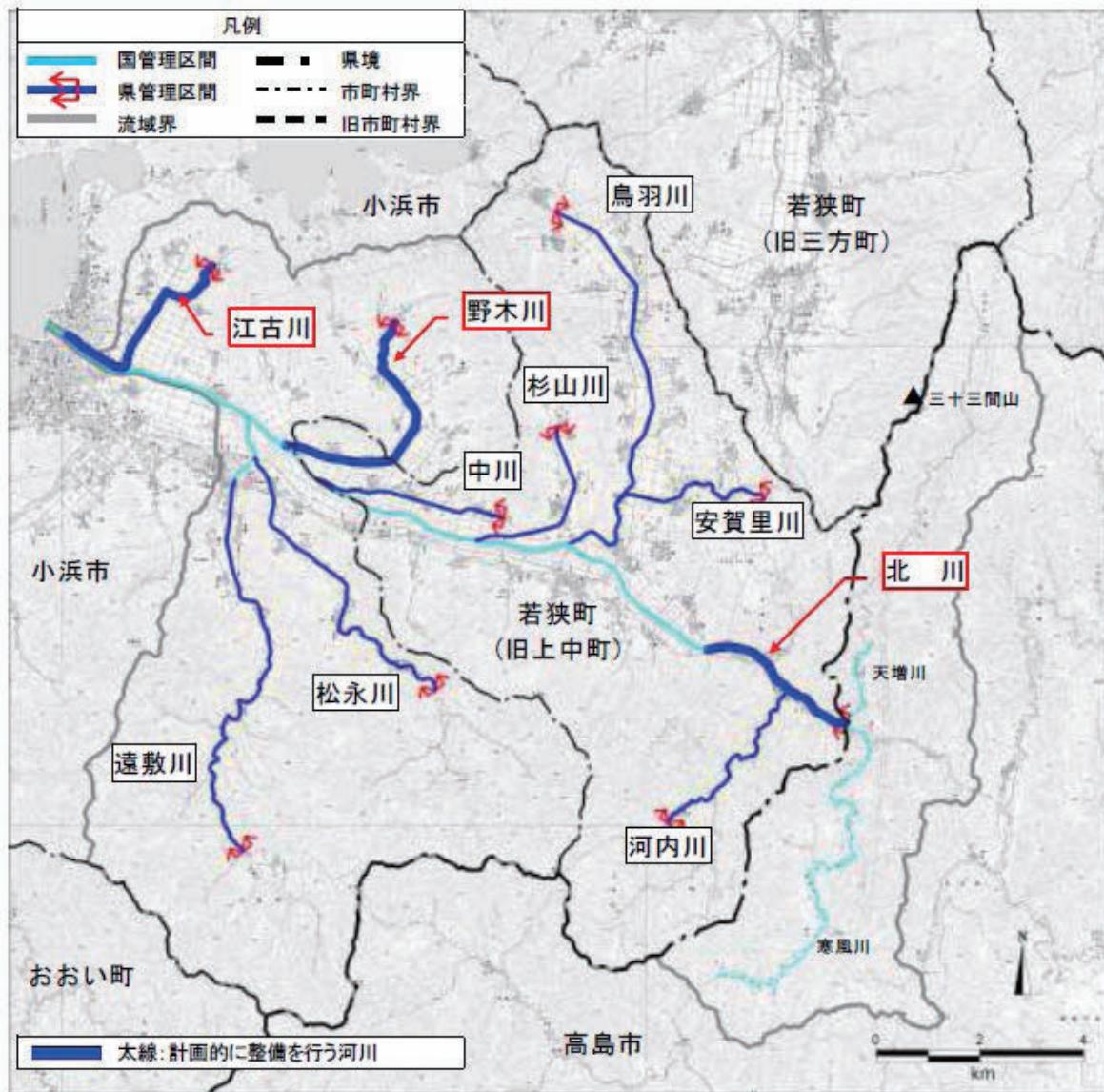


図-1.1.6 河川整備計画の対象区間<sup>2)</sup>

## 参考文献

- 1) 国土交通省：北川水系の河川整備基本方針、平成 26 年 6 月。  
[http://www.mlit.go.jp/river/basic\\_info/jigyo\\_keikaku/gaiyou/seibi/kita\\_index.html](http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/kita_index.html)
- 2) 福井県：北川水系河川整備計画（県管理区間）変更、29p.、平成 26 年 6 月。  
[http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kasen/kasenseibi\\_d/fil/018.pdf](http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kasen/kasenseibi_d/fil/018.pdf)
- 3) 近畿地方整備局：北川水系河川整備計画（国管理区間）、73p.、平成 24 年 10 月。  
[http://www.kkr.mlit.go.jp/fukui/kita/index\\_pdf/keikaku.pdf](http://www.kkr.mlit.go.jp/fukui/kita/index_pdf/keikaku.pdf)

## 1.2 地形と地質

### 1.2.1 当地域の地形概要

福井県嶺南地方のほぼ中央部に位置する小浜市およびその周辺域は、三遠三角地と呼ばれる構造的な凹地である（図-1.2.1 小浜周辺の地形分類図を参照）。



図-1.2.1 小浜市周辺域の地形分類図

「地域地質研究報告(5万分の1地質図幅) ; 西津地域の地質・解説書(2002.4, 3p)」より引用

三遠三角地は、南縁は小浜市南方を流れる北川沿いに西北西方向へ延びる熊川断層、東縁が三方五湖の東側を南北方向に伸びる三方断層という、ともに確実度I～II（日本の活断層より）と評価される活断層で囲まれた地域のことである。この地域の縁辺には、東側（敦賀側）に標高800m以上の山々が連なる野坂山地が、南側（京都側）には標高700～800m前後に定高性を持つ丹波高地がそれぞれ広がっているが、三角地の内部には標高400m以下の低山地（三遠山地と称する）が分布するのみである。外縁と内部の各山地が示す約400mの標高差や、三方断層の活動形態などから、三遠三角地は継続的な沈降現象によって形成されたと想定されている。

当地域の水系としては、東端の三方断層沿いに伸びる早瀬川水系（主要河川は、鮎川）と、南端の熊川断層に沿って流れる北川水系が代表的であり、三角地内や縁辺部の山地を開析して下る沢や小河川は、これら何れかの支流として合流しているものが多い。当地域における水系の発達形態として、後述する地質構造的な弱面に規制されたとみられる、直線上の谷が格子状に発達する傾向にあり、その多くは平均河床勾配が10°以上の急勾配をなす。

## 1.2.2 当地域の地質概要

当地域の地質平面図を図-1.2.2に示すとともに、図中に今回調査を行った被災地を併記する。

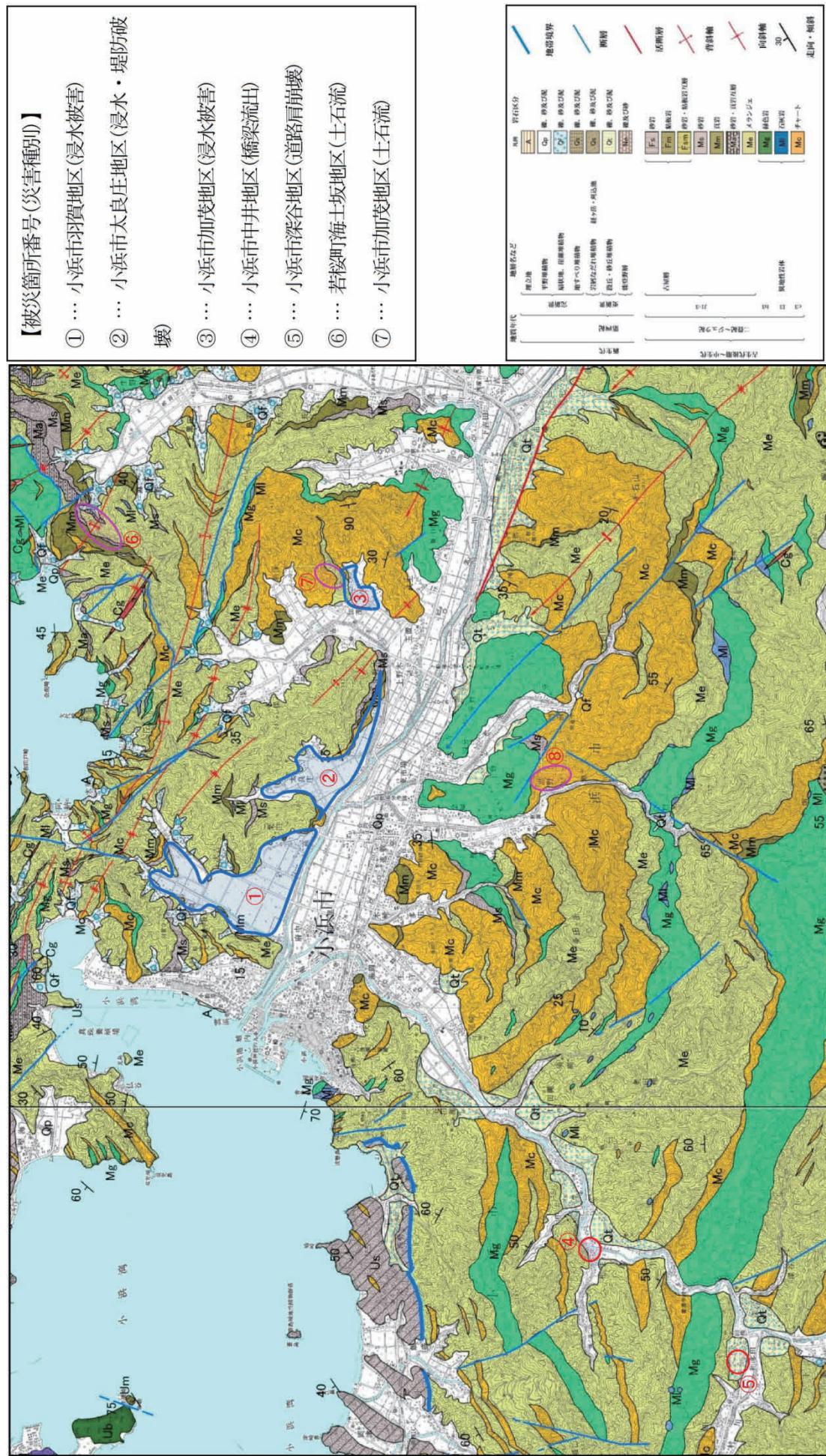


図-1.2.2 小浜市周辺域の地質平面図(縮尺: S=1/100,000)  
 ([福井県地質図(2010年版); 2010.3, 福井県] より一部抜粋・加筆)

今回の調査区域を構成する地質を大別すると、大きく次のように区分される。

- (1) 基盤岩層 … 南方の丹南高地や三遠山地などを構成する、主として海洋性の堆積岩類
- (2) 扇状地性・氾濫源堆積物 … 北川・南川流域の他、三遠三角地内の低地を構成する未固結土砂層（図-2 中のQ<sub>p</sub>, Q<sub>f</sub>層）
- (3) 海浜堆積物 … 小浜湾東岸や北川の河口周辺などに分布する、砂分主体の未固結土砂層（図-1.1.8 中のQ<sub>f</sub>, Q<sub>t</sub>層他）

当区域では、これらその他に山地／低地間の境界付近に崖錐性の堆積層や、北川の南岸や南川沿岸に河成段丘層などの分布が確認されるが、これらは何れも小規模あるいは局所的な分布に留まるため、今回の豪雨災害に対する関与は薄いとみられる。

当該区域の基盤は、美濃-丹波帯と呼ばれる、遠洋性の碎屑物を起源とした堆積岩類で構成されている。この地質帶は西南日本内帶で広く帶状に分布しており、最大分布幅は100km近くにおよぶ。その東方延長は、群馬県の足尾山地や新潟県の北東部まで追跡され、西方に向かつては、分布幅を狭めながら山口県付近にまで続く大規模な地質帶である。1970年以降に生じた造山帶の地質形成過程に関する解釈の世界的な大変化によって、それまでは主として古生代の連続的な堆積岩層と解釈されていたものが、その殆どが中生代に形成された、限りなく不連続な海洋底の堆積物からなっていることが明らかとなってきた。

当地域に分布するのはこの内の、丹波帯と称される中生代ジュラ紀の地層群であり、当時の島弧縁辺に潜り込んだ海洋底プレート表層部の付加体と目されている。構造的な関係では北側ほど上位であるが、層序学的には南側（下盤側）ほど形成年代が若くなる、付加体固有の特性を持つ。

その内部は、陸源性の砂質・泥質な堆積岩類や、玄武岩他の緑色岩類、チャートや石灰岩といった海洋性の岩石類が不規則に混在した、付加体メランジェからなっている。地域全体に広範囲に渡る変形作用を被り、数多くの褶曲構造や無数の断層が発達しており、層序学的な順序の乱れが著しい。このため、周辺地域の代表的な地質文献（5万分の1地質図幅「西津」・「熊川」他、地質調査総合センター発行）などではコンプレックスと呼ばれる、異なる時代・異なる環境で形成された地層・岩石の集合体を一つの単元として分別し、これらの分布域や構造的な関係などから地質的な解釈を行おうとする傾向にある。しかし、このコンプレックスによる区分では地域や調査者毎でその分類や命名基準などが異なり、類似のコンプレックスに異なる名称が与えられている場合もある他、隣接する美浜・敦賀より以東の美濃地域などでは、ユニットと呼ばれる別の単元名で区分されるといった状態で、広域的な統一は図られていないのが現状である。

以上の通り、当該区域に分布する基盤岩層は著しい変形作用を被って不規則な岩相分布を成すとともに、これに伴って無数の不連続面（断層、亀裂他）を伴っているため、区域全体に基盤岩類の分離傾向が高く、集中豪雨などに対する耐性が低い。特に、内陸部の緑色岩類や泥質混在岩類が主として分布する区域などでは、マスムーブメントと呼ばれる基盤岩の塊状な滑落や崩壊などを伺わせる浸食地形が多く発達している他、若狭湾沿岸の急斜面域や断層などの近傍では、小規模な斜面崩壊の発生を示唆する痕跡が数多く確認される。

内陸部の、砂岩やチャートなどが主として分布しているエリアなどでは規模の大きい浸食地形の分布が比較的少ないものの、代わって幅の狭いガリー状の浸食地形が多く発達している。この地形は、極度に劣化した基盤の表層部分が局所的に崩壊した痕跡であるが、この種の崩壊では個々の規模が比較的小さいものの、突発的な集中豪雨時などには広範囲で数多くの斜面災害が生じ易いという傾向にあると推定される。

三遠三角地内を流れる江古川や野木川、鳥羽川などの小規模河川、これらを集めて流れる北川の流域などでは、やや幅の広い氾濫原堆積物からなる低地が広がっている。本層の発達は、当区域の西方を小浜市街へ向けて流れる南川の流域では比較的少なく、丹南高地から小浜低地に流れ込む境界付近で若干広い分布がみられる程度である。本層は、南方の丹南高地や北方の三遠山地などを開析して供給される碎屑物からなる土層であり、各河川の流れが低地部に至るまでの中～上流域や、山裾などの所では基本的に礫勝ちの砂礫系地盤が主体を占め、河川中流～下流域では泥勝ちの軟弱な土層が主体を占めるようになる。北川下流の小浜低地では、比較的粗粒な土粒子分が多い傾向にあるが、これは本低地の発達域がやや狭く、周辺に広がる山地部から供給される碎屑物が比較的多いためと推定される。

北川河口付近の小浜市街部や、その西方の海岸縁辺などには、海岸部の堆積作用によって形成された海浜堆積物の分布がみられる。海岸際の海浜部では淘汰の良い砂分主体の土層であるが、海岸から内陸部へ入った区域などでは周辺の山地より供給される碎屑物が増え、円磨度は低く、淘汰も良くない土層が主体を占めるようになる。これらは形成年代が極めて若く、固結作用は殆ど受けていないことで、地盤強度の面では非常に低い、極めて軟弱な未固結土砂層となっている。

### 1.3 過去の洪水被害

北川は流域面積が小さく、流路延長も短いうえに勾配が急であるため、大雨が降ると急激に増水する。しかし、大雨がやむとすぐに水位も減少するという特徴がある。このようなことから、北川の洪水は、ほとんどが梅雨前線や8月、9月に来襲する台風がもたらす豪雨に起因している。北川流域における大雨・暴風雨・洪水の記録は、古文書にも多く記されており、〔莊園領主東寺への正和元年(1312)の太良庄百姓申状によれば「太良庄は大河(北川)・東河(松永川)・遠敷河落合三大河水の間、毎年として損亡の条顯然〕」とあるなど、いろいろな書物に若狭の水害が記載されており、しばしば水害を受け、近年はおろか、古来より多くの水害をうけていたことが窺い知ることができる。戦後の北川水系の主要洪水被害の記録については、次頁以降に示すとおりであり、要因の多くは台風によってもたらされている。また、北川には現在も霞堤が現存(11箇所)しており、平常時にあっては堤内地側の排水を容易にするほか、洪水時には上流で堤内地に氾濫した水を、河川に戻す役割や開口部から水が逆流して堤内地に湛水し、下流に流れる流量を減少させるなどの効果を發揮している。霞堤の背後地はそのほとんどが農地として利用されているが、近年江古川においては背後地が開発され、農地が宅地化されたため家屋浸水被害が往々にして発生している。



図-1.3.1 霞提の位置



図-1.3.2 霞提①(江古川流域)背後地の状況(農地から宅地への移り変わり)

※いずれも「北川水系河川整備計画(案) 平成22年3月 近畿地方整備局」より抜粋

表-1.3.1 主要既往洪水

(北川水系河川整備計画(案)(国管理区間)平成22年3月 近畿地方整備局より抜粋)

発生年月日	降雨原因	流量 (m³/s)	雨量 (mm)	被害状況
S 28.9.24	台風13号	不明 (1,450)※1	254※2	小浜市・上中町で堤防損壊193箇所、死者・行方不明53人、重・軽傷者167人、家屋全壊207戸、流失・半壊・損傷等約1,745戸、浸水家屋約4,080戸
S 34.8.12	台風7号	不明 (907)※1	97※3	小浜市・上中町で全壊流失家屋6戸、半壊家屋10戸、床上浸水家屋91戸、床下浸水家屋975戸
S 34.9.25	伊勢湾台風	不明 (1,104)※1	123※3	小浜市・上中町で全壊流失家屋15戸、半壊家屋113戸、床上浸水家屋144戸、床下浸水家屋959戸
S 40.9.16	台風24号	不明 (1,229)※1	142※3	小浜市・上中町で死者6人、重軽傷者3人、農地浸水2,584ha、宅地浸水1,319ha、全壊流失6棟、床上浸水家屋290棟、床下浸水家屋1,272棟
S 47.9.16	台風20号	不明 (1,049)※1	170※3	農地浸水200ha、宅地浸水2.5ha、床上浸水家屋4棟、床下浸水家屋45棟
S 57.8.1	台風10号	817	143※3	農地浸水574.6ha、宅地浸水10.2ha、床上浸水家屋1棟、床下浸水家屋91棟、被災世帯数85世帯
H 2.9.19	台風19号	864	132※3	農地浸水49.5ha、宅地浸水0.26ha、床下浸水21世帯
H 10.9.21	台風7号	884	138※3	小浜市等の宅地その他が0.23ha浸水、4世帯が床下浸水。上中町では床上浸水家屋2棟、床下浸水家屋48棟、一部損壊21棟
H 11.8.14	集中豪雨	673	113※3	上中町で床上浸水家屋2棟、床下浸水家屋38棟
H 16.10.20	台風23号	919	148※3	床下浸水18棟、宅地浸水0.1ha、農地浸水1.3ha

出典：福井県土木史、福井県の気象、水害統計、小浜市聞取

※1：流出計算による推定流量

※2：高塚上流域平均日雨量

※3：高塚上流域平均5時間雨量



昭和28年9月台風13号  
小浜市西津地区の惨状



昭和28年9月台風13号  
小浜市上竹原地区の惨状



昭和28年9月台風13号  
流出した丸山橋



昭和28年9月台風13号  
小浜市雲浜地区の惨状



昭和40年9月台風24号  
旧上中町での浸水の状況



昭和47年9月台風20号  
北川中流部の浸水状況



昭和47年9月台風20号  
北川中流部の浸水状況



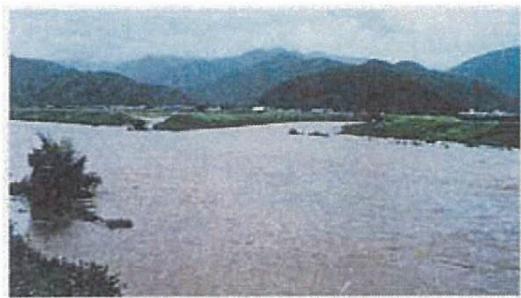
昭和57年8月台風10号  
小浜市水取地区(右岸0.6k付近)の浸水状況

### 写真-1.3.1 過去の洪水被害(その1)

(北川水系河川整備計画(案)(国管理区間) 平成22年3月 近畿地方整備局より抜粋)



昭和57年8月台風10号  
江古川流域(小浜市)の浸水状況



平成2年9月台風19号  
遠敷川合流点の状況(小浜市)



平成2年9月台風19号  
北川4.0km付近右岸の霞堤からの  
逆流による浸水状況(小浜市)



平成16年10月台風23号  
小浜市太良庄地区の浸水状況

#### 写真-1.3.2 過去の洪水被害(その2)

(北川水系河川整備計画(案)(国管理区間) 平成22年3月 近畿地方整備局より抜粋)

表-1.3.2 小浜市および若狭町における戦後の主な被災状況

(北川水系河川整備計画(県管理区間)変更 平成26年6月 福井県)より抜粋

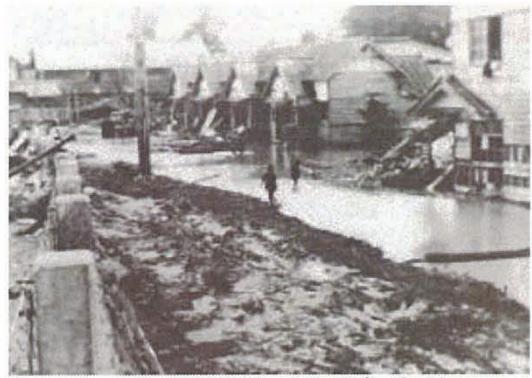
年月 (出水要因)	人的被害(人)			建物被害(戸)					備考
	死者	行方不明	計	全壊 流失	半壊	床上	床下	計	
S28.9 (台風13号)	53	—	53	207	1,745	4,080	—	6,032	流失は半壊に含む
S34.8 (台風7号)	0	—	0	6	10	91	975	1,082	
S34.9 (伊勢湾台風)	0	—	0	15	113	144	959	1,231	
S40.9 (台風23,24号)	6	0	6	6	—	290	1,272	1,568	
S47.9 (台風20号)	0	0	0	0	0	4	45	49	
S56.8 (台風15号)	0	0	0	0	0	0	0	0	公共土木施設のみ
S57.8 (台風10号)	0	0	0	0	0	1	91	92	
SS58.9 (台風10号)	0	0	0	0	0	0	0	0	農地被害のみ
S63.6~7 (梅雨前線)	0	0	0	0	0	0	14	14	
H2.9 (台風19号)	0	0	0	0	0	0	21	21	
H10.9 (台風7号)	0	0	0	0	0	2	39	41	一部損壊48戸
H11.8 (豪雨)	0	0	0	0	0	2	38	40	
H16.10 (台風23号)	0	0	0	0	0	1	18	19	
H23.5 (台風2号)	0	0	0	0	0	1	17	18	
H25.9 (台風18号)	0	0	0	0	0	40	62	102	

出典：福井県土木史、福井県の気象、水害統計、小浜市・若狭町からの聞き取り

昭和 28 年 9 月 台風 13 号による洪水災害状況



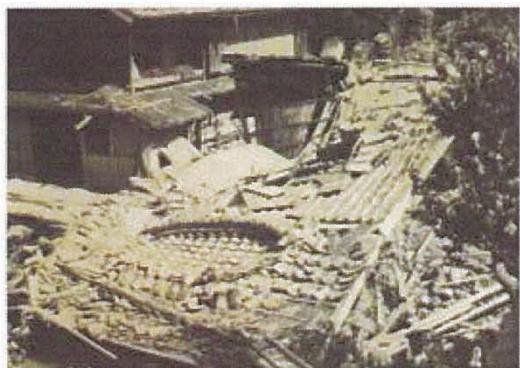
橋の流失状況（小浜市）



浸水後の惨状（小浜市雲浜）

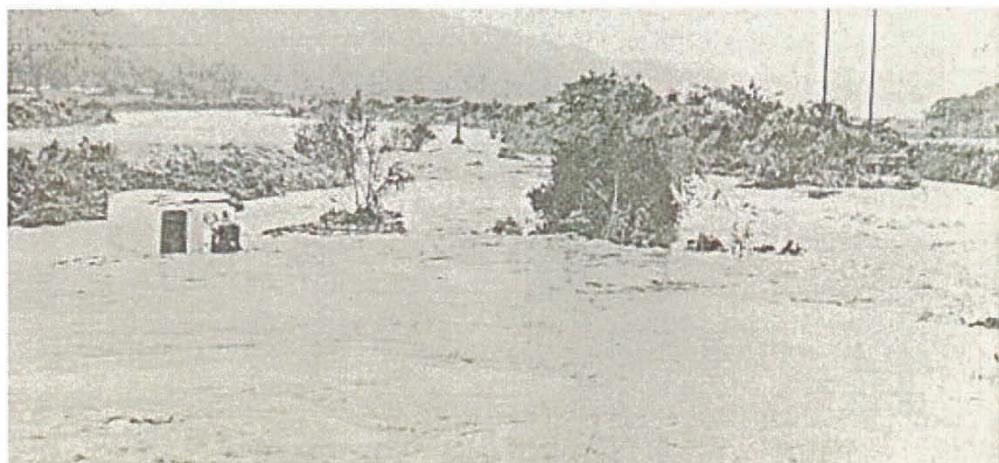


土石流発生状況（若狭町（旧上中町）河内）



倒壊した家屋（若狭町（旧上中町）河内）

昭和 40 年 9 月 台風 24 号による洪水災害状況



浸水被害状況（若狭町（旧上中町）下吉田）

写真-1.3.3 過去の被災状況

(北川水系河川整備計画(県管理区間)変更 平成 26 年 6 月 福井県) より抜粋

昭和 47 年 9 月 台風 20 号による洪水災害状況



浸水被害状況（若狭町（旧上中町）上野木）



浸水被害状況（若狭町（旧上中町）上野木）

平成 16 年 10 月 台風 23 号による洪水災害状況



浸水被害状況（小浜市太良庄）



浸水被害状況（小浜市羽賀）

平成 25 年 9 月 台風 18 号による洪水災害状況



浸水被害状況（若狭町（旧上中町）下野木）



浸水被害状況  
(小浜市太良庄、若狭町（旧上中町）下野木)

#### 写真-1.3.4 過去の被災状況

(北川水系河川整備計画(県管理区間)変更 平成 26 年 6 月 福井県)より抜粋

(吉田 雅穂、上北 孝、杉本 賢一)

## 2. 浸水被害

### 2.1 北川の洪水の特徴

北川流域における大雨、暴風雨、洪水の記録は、荘園領主東寺への正和元年（1312）の大良庄百姓申状によれば、「大良庄は大河（北川）・東河（松永川）・遠敷河落合三大河水の間、毎年として損亡の条顯然」とあり、しばしば水害を受けていたことを窺い知ることができる。年月を明記した災害になると、日本気象資料に応永12月2月13日（1405年3月13日）に、「若狭国大風吹いて遠敷二宮桜門吹倒了」とあり、遠敷郡史には、「天文9（1540）年8月に出水あり」と記されていて、中世の文書に初見できる。この他にも、様々な書物に若狭の水害が記載されている。北川の洪水は、ほとんどが7月から8月にかけての梅雨前線や、8月、9月に来襲する台風がもたらす豪雨に起因している。

北川の河床勾配は、源流から山地と低平地の境界となる瓜生大井頭首工までの上流部と、瓜生大井頭首工から干潮域となる丸山橋付近までの中流部、感潮域の丸山橋付近から河口までの下流部に分かれ、上流部は約1/30、中流部では約1/120～1/390の急勾配となっている。下流部では約1/790と比較的緩やかとなっている。中流部には現在も霞堤が1箇所残存しており、北側の増水時にはこの霞堤が機能し本川から出水または内水の排水不良により、堤内地の浸水被害が発生している状況である。北川には井堰や頭首工が多く設置してあり、これらの全ては固定堰であり、流下阻害をもたらしている。

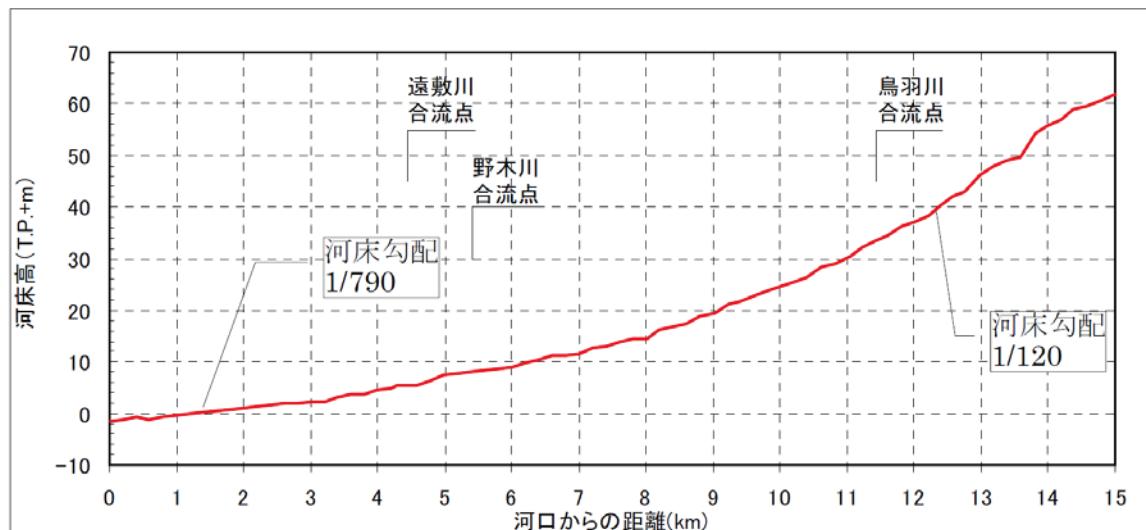


図-2.1.1 北川縦断図

（河川整備基本方針北川系流域及び河川の概要、国土交通省より引用）



図-2.1.2 北川の霞堤

(河川整備基本方針北川系流域及び河川の概要, 国土交通省より引用)

主要洪水履歴として、昭和 28 年台風 13 号により本川および支川で氾濫し、死者 53 名、全壊、流失を含む建物被害が約 1,950 棟という甚大な被害を受けるなど、過去から浸水被害を繰り返している。最近では平成 16 年の台風 23 号により、今回と同地区の江古川流域において浸水被害が発生している。

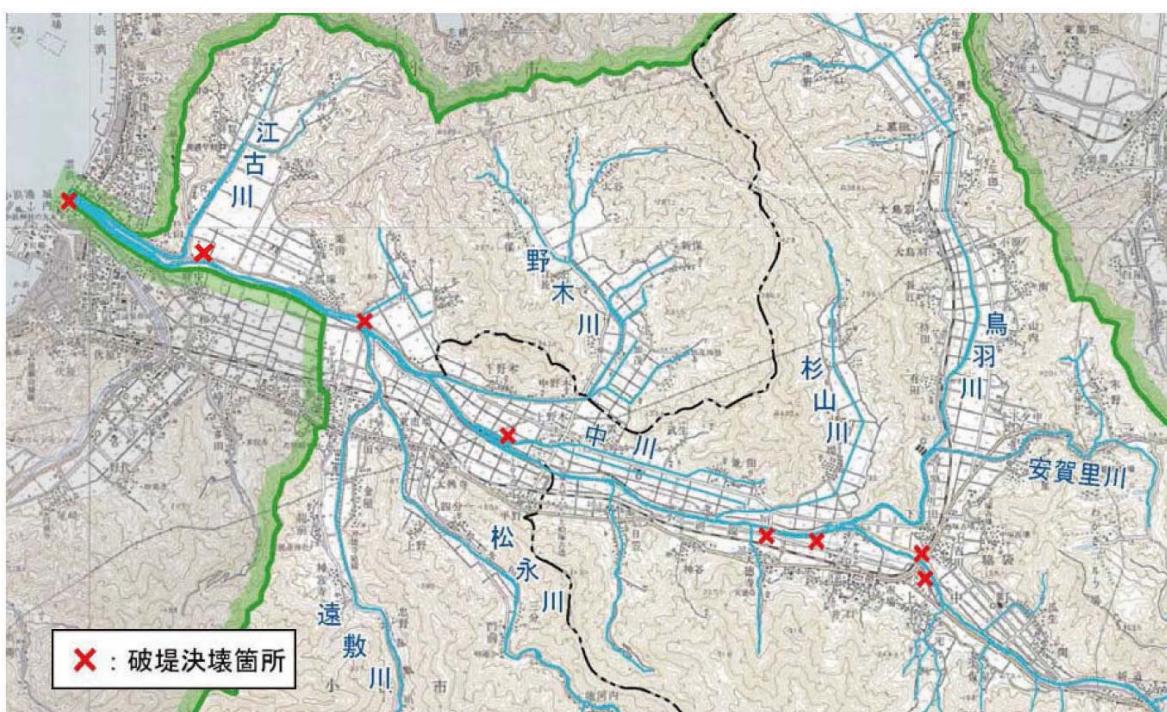


図-2.1.3 北川筋の破堤決壊場所（昭和 28 年台風 13 号, 9 月）

(河川整備基本方針北川系流域及び河川の概要, 国土交通省より引用)

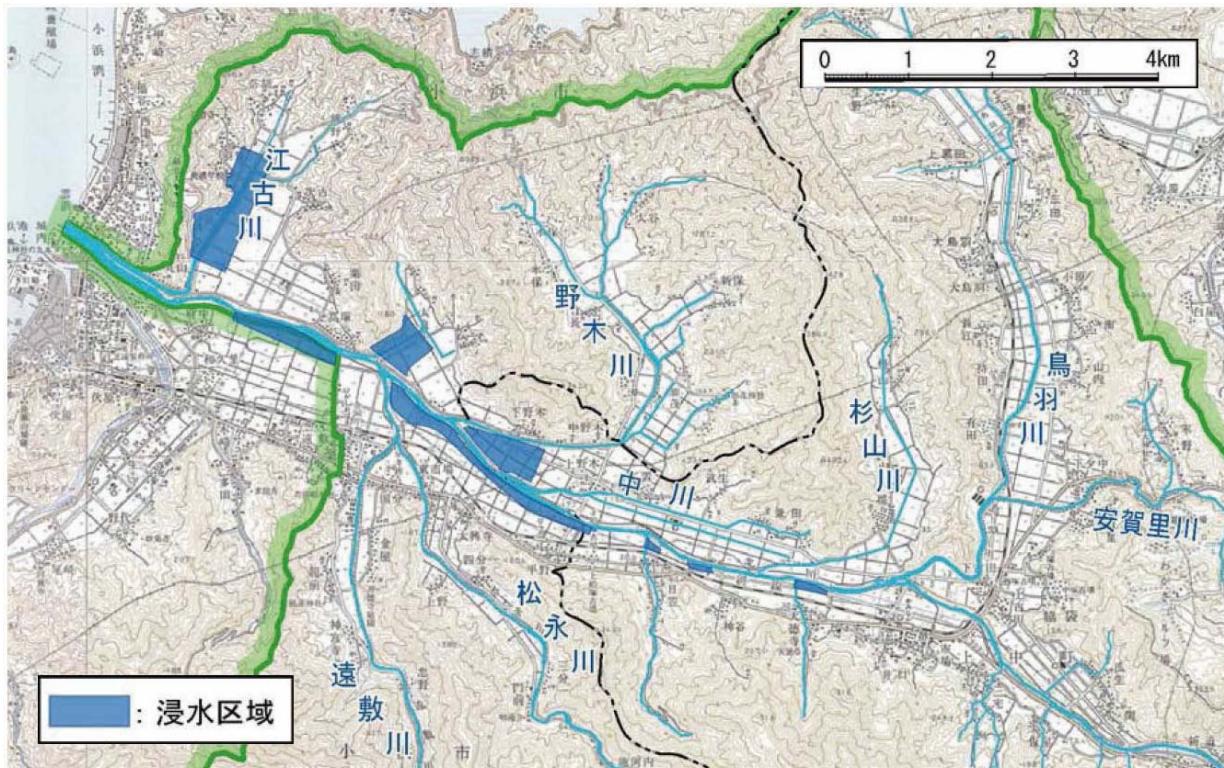


図-2.1.4 淹水被害（平成2年台風19号、9月）

(河川整備基本方針北川系流域及び河川の概要、国土交通省より引用)

平成 16 年 10 月 台風 23 号による洪水災害状況



浸水被害状況（小浜市太良庄）



浸水被害状況（小浜市羽賀）

写真-2.1.1 平成 16 年台風 23 号による洪水災害状況

（北川水系河川整備計画、福井県より引用）



上／江古川などで 16 日夜間まで冠水  
状態が続いた（写真は江古川） 右上  
／決壊した野木川の堤防（若狭町下野  
木） 右下／渦流に流された南川の飛川  
橋（下中井）



写真-2.1.2 平成 25 年台風 18 号による洪水災害状況

（北川水系河川整備計画、福井県より引用）



写真-2.1.3 広報おばま 2013年11月号より引用

今回まとめた資料は、浸水の被害に限定した記録であり、被害後やや落ち着きを取り戻した2ヶ月以上経過した後に現地の調査を実施したため、状況把握は地域住民へのヒアリングを中心くなっている。

## 2.2 野木川（堤防破堤を含む）

今回の台風18号で破堤した河川である。全長5.1kmの野木川は、北川合流地点より上流0.5km右岸で堤防が決壊した。北川の水位上昇に伴い野木川水位が上がり16日3時頃に決壊したものと思われる。ところが、大良庄地区では決壊の前から浸水被害が発生していたようで、住民へのヒアリングしたところ、同日1時頃に下野木集落上流に位置する揚水機場付近より越流の情報が入ったようである。越流から破堤までの間、北側斜面からの出水も重なり床上浸水被害が多数発生した。納屋では刈り取ったばかりの米を2階に移動するなど対策していたところ、3時頃の破堤で一気に水位が低下したことである。



写真-2.2.1 (左上) ゴム製取水堰の上流に越流痕あり。(右上) 揚水機場下流の民家が床上浸水。  
(左下) 同家屋の被害状況。(右下) 同家屋の納屋。



写真-2.2.2 工場内の浸水被害痕

洪水ハザードマップ（小浜市）の浸水予測によれば、この付近は比較的危険度が低い想定であったが、実際は下野木集落の中で最も大被害となった箇所の一つである。堰による流下阻害の他、直下流の右岸側を中心に堆積土が分布し断面縮小したことも要因として考えられる。また、集落内では、近年道路整備に伴って路面高が高くなつたことで、山からの出水が道路からこぼれ落ちて浸水

被害を受けたとのヒアリング結果もあった。破堤後の浸水は下流側が甚大となり、破堤下流側の「嶺南アスコン」他の敷地内においては、2mを越える浸水となった。

野木川で今回生じた破堤状況やその原因などに関しては、福井県では福井県建設技術協会の“平成26年6月6日の技術発表会”において、以下のような考察がなされている。

#### 破堤原因(1)

- ・破堤箇所付近の堤防天端のガードレールにゴミがかかっている
- ・破堤箇所付近の堤防天端のアスファルトがはがれている

破提前に越流が起こっていたと判定される

#### 破堤原因(2)

- ・北川の背水が野木川に流入
- ・北川合流点と野木川の洪水ピークのズレが少なかった
- ・左岸側より右岸側が低かった
- ・右岸側の中でも破堤箇所がやや低かった

以上のことから、越水による破堤と判定された

なお、被災地の横断図を以下に示す。



図-2.2.1 野木川の破堤原因に関する検討事例

## 2.3 江古川

江古川は、北川合流点から1.2km地点より上流の区域については、昔から農地として利用されるとともに、現存する霞堤としての機能を有し、江戸時代には北川右岸堤の3ヶ所に越流堤を築造し

て非常洪水の時には一部を江古川に放流するなど、北川の治水対策の役割を担ってきた。河道については、北川合流点から 1.2km 地点までは、左岸は北川堤防、右岸については計画高水位まで特殊堤による整備が行われているが、それより上流の区間においては堤内地盤高も低く、十分な流下能力を有していない。また、これまで農地として利用されてきたこれらの地区において、近年、宅地化の進行がみられ、平成 16 年の台風 23 号、平成 23 年にも、家屋が浸水するなどの被害が発生している。江古川は河口に近く、かつ河床勾配が約 1/2,300 と緩いことから、北川の水位が大きく影響する。河川整備では、一定の整備効果を早期に得るため、下流域の流下能力を考慮して、概ね 10 年に 1 回程度発生する洪水に対応することを県は目標としている。

今回の被害をまとめてみると、過去の被害状況と類似しており、羽賀地区西側に浸水深さが 2m を越える箇所もある。被害が大きかったこの付近の住宅にヒアリングしたところ、16 日 5 時半頃に床上浸水し、翌日朝にようやく床下浸水にまで低下した様子で、排水機能が低かったことを表している。この住宅は普段の大雨でも浸水被害を受けているようである。周辺の山地と北川に囲まれた地形であるため浸水被害を受けやすいようである。当地区的北側では山からの出水がたびたび発生し、今回の台風被害でも山腹崩壊や土石流の発生による被害も発生している。



写真-2.3.1 （左上）床上浸水被害が大きかった住宅、（右上）最大浸水の一つとなった倉庫、（左下）土石流による侵食被害、（右下）土砂流出により水田埋設

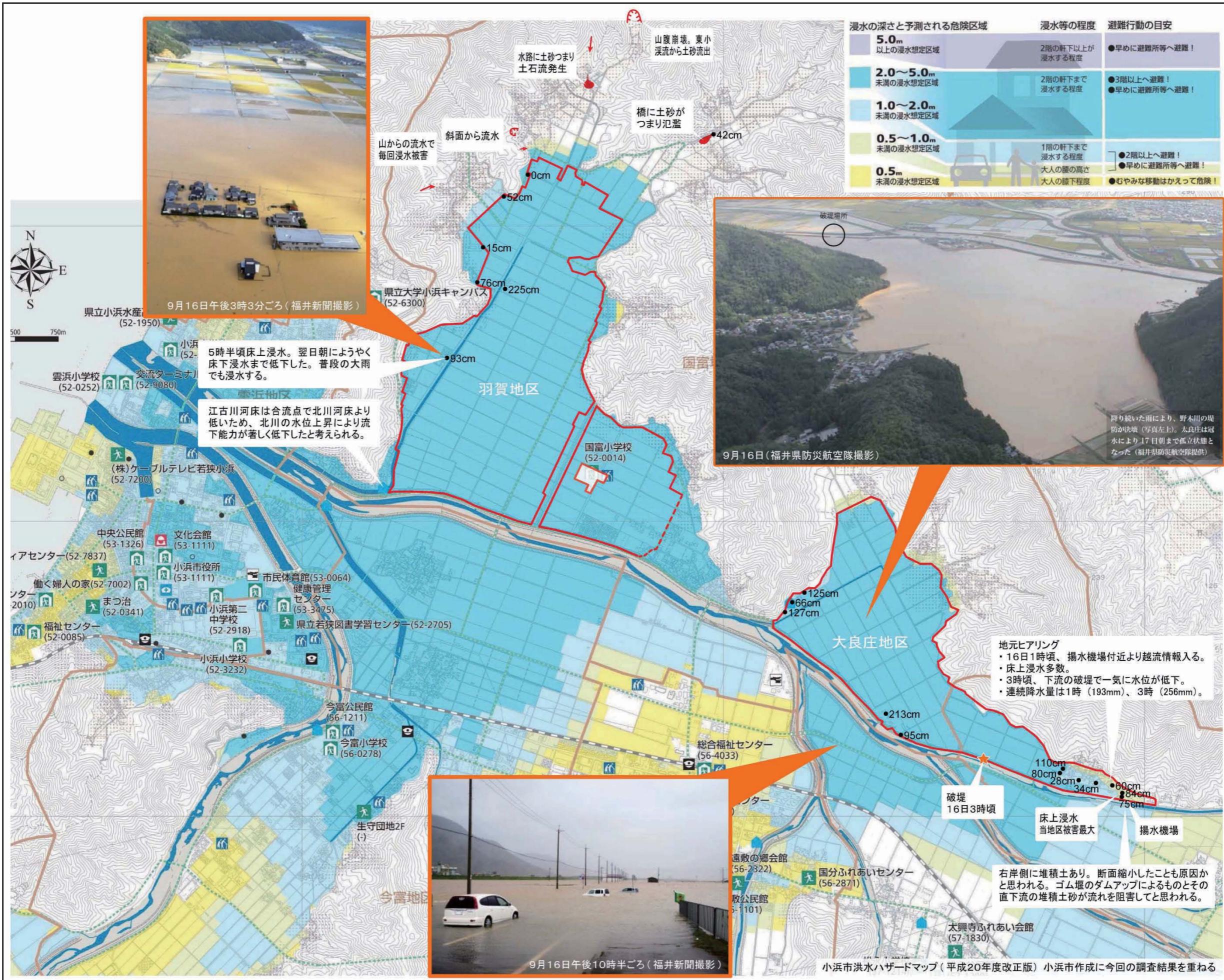


図-2.3.1 羽賀・太良庄地区の浸水マップ

## 2.4 加茂地区

当地区は土砂災害想定区域に該当している。加茂神社境内には災害復旧記念碑があり、「災害日時：昭和 54 年 10 月 1 日零時 45 分、災害源：台風 16 号、被害建物：本殿中波大鳥居倒壊不動殿全壊、崩壊施設：本殿石垣半壊、倒伏立木：大桧大杉大樟 20 余本」と記されている。



写真-2.4.1 被害復旧記念碑（加茂神社）

この地区の浸水は上流山腹からの土砂流出に端を発している。土石流や流木が集落内を流れる小北川を堰き止めたことによる越流したようである。また、小北川が集落内で蛇行していることが被害を大きくしている原因の一つで、越流水が直流した経路上にある住宅に大きな被害が集中していることがこの結果と思われる。



写真-2.4.2 浸水被害

（田中 謙次）

# 加茂地区 小北川 被害状況図

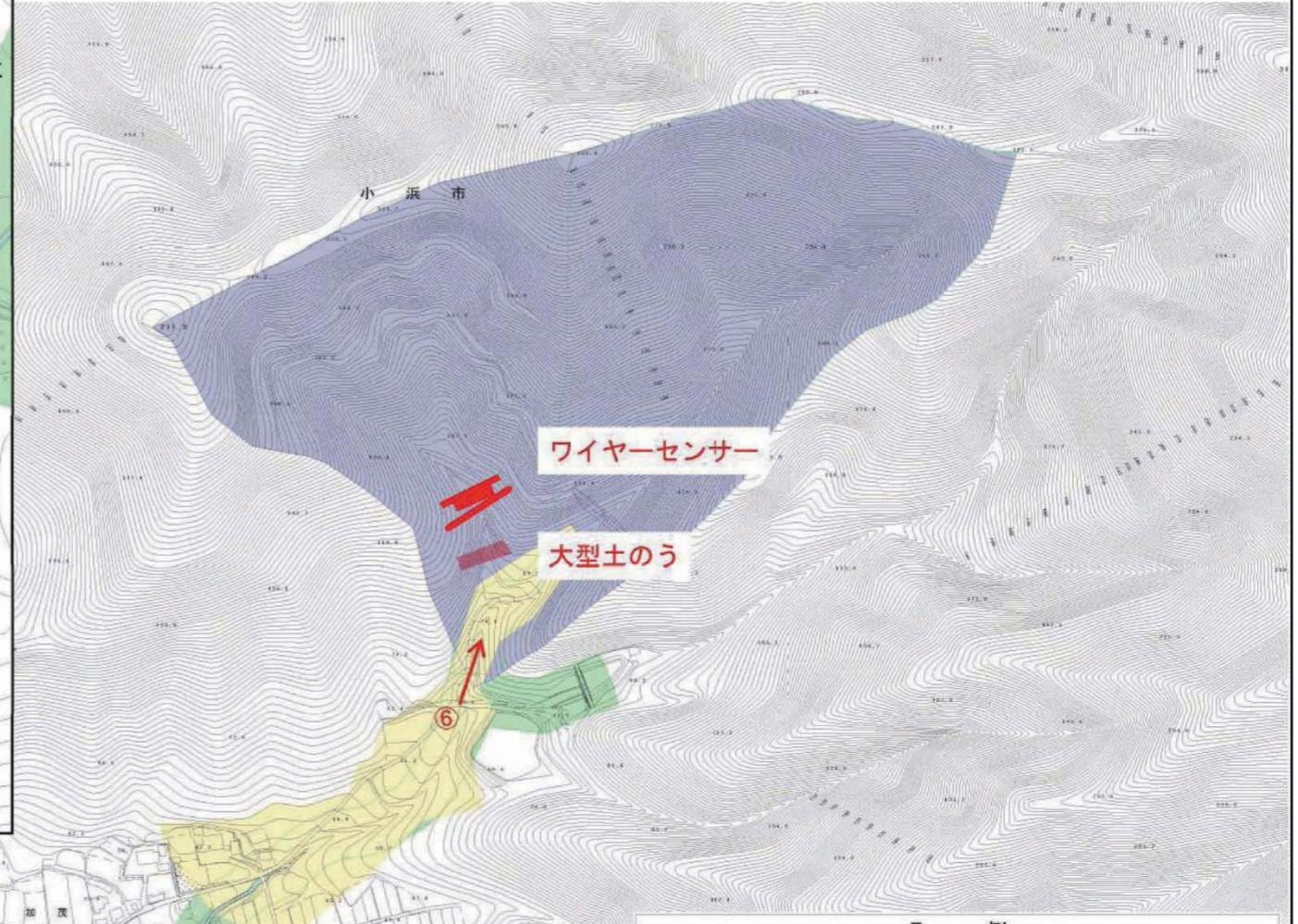
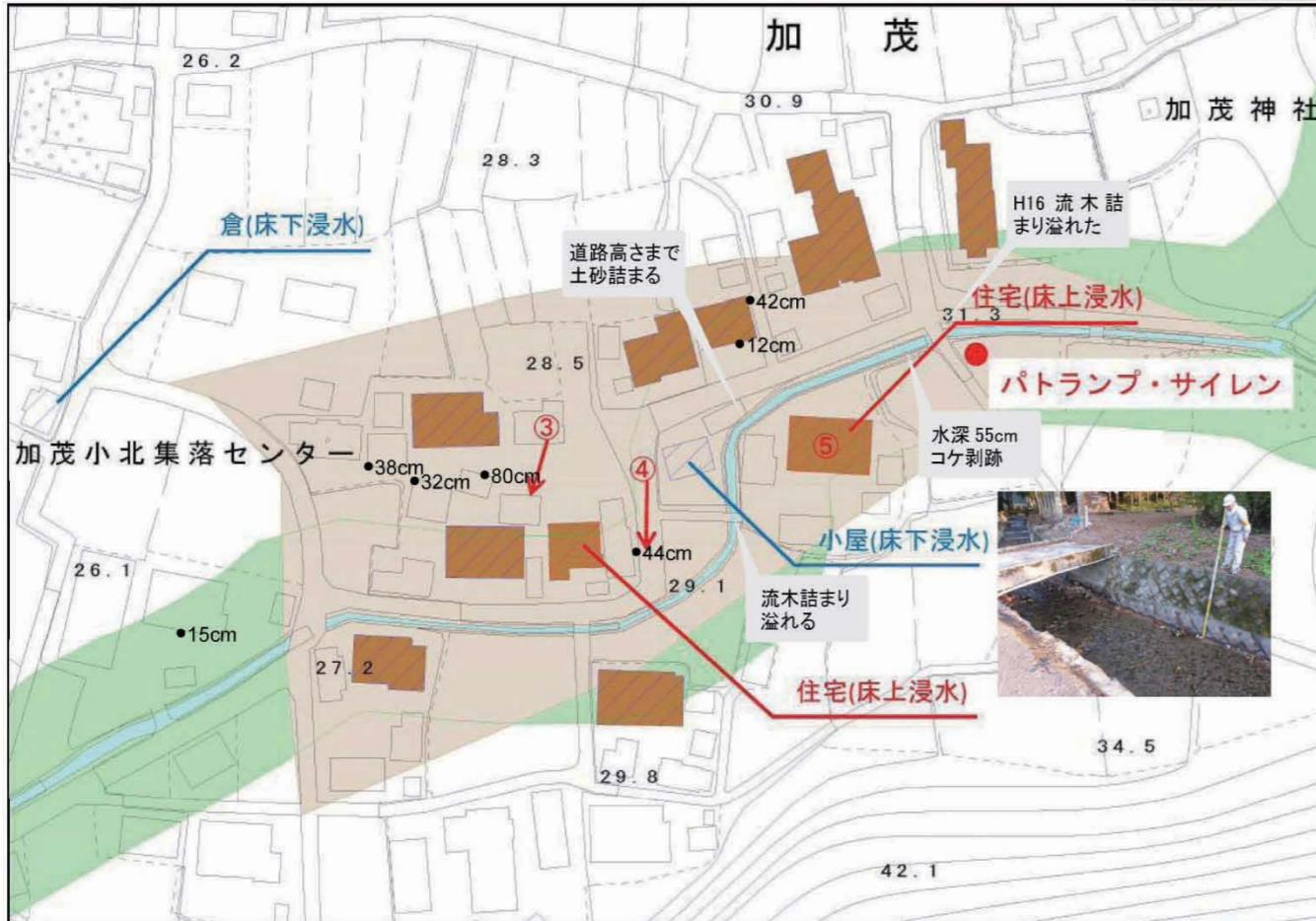


図-2.4.1 小浜市加茂地区的浸水マップ

### 3. 構造物被害

#### 3.1 概説

小浜市における大規模な土木構造物被害としては、南川に併走する国道 162 号の路肩崩壊「小浜市深谷（田茂谷）」、南川に架かる市道飛川線の飛川橋<sup>ひがわばし</sup>の橋梁流出「小浜市中井」の 2 件が挙げられる。ここでは、その被害概要と要因について述べる。

#### 3.2 国道 162 号の路肩崩壊

##### 3.2.1 道路と地質の概要

国道 162 号は京都府京都市を起点に福井県敦賀市までの総延長 172.7km で、その内福井県が管理する箇所はおおい町の堀越トンネルから敦賀市までの延長 105.1km である。台風 18 号による被災箇所はおおい町の山間部の境から 2.5km ほど小浜市よりに入った所で、国道の谷側は一級河川南川が平行して流れおり片方の山側は急峻で長大な斜面の形態をなし狭隘な場所である。なお、被災箇所の山側法面は以前に大規模な崩落が発生したと思われ、その対策施設として写真-3.2.1 に示すようにロックボルト工を併用した長大な吹き付け法枠工と、法留め工として重力式擁壁が施工されていた。

地質概要は南川に沿って更新統～完新統の砂礫層が分布しており、周辺の山地は大半が粘板岩より形成され、緑色岩、チャート、輝緑凝灰岩が地質断層に沿って点在している（福井県地質分布資料）。



写真-3.2.1 山側法面の既存対策工

### 3.2.2 被害の概要

写真-3.2.2 は被災箇所の谷側法面を道路方向かつ下流側に眺めたものであり、写真-3.2.3 は同法面を道路斜下方向かつ右岸側から眺めたものである。被害規模は長さ約 30.00m、崩壊幅は道路幅員 8.00m のうち最大約 3.50m、高さは道路面から河床まで約 24.40m、崩壊前の現況法勾配は約 1 割 2 分程度 (D. H.、図-3.2.3 に図示) であった。現場付近の地質は図-3.2.1 に示すように地表面から 7.0m まではシルト混じりの砂礫層で、それ以深は一部に風化岩を挟み砂岩層が分布している（災害復旧地質調査資料）。また、被害箇所の植生は、被災地前後の現況より部分的に雑草などの植物が繁殖しているがほとんど裸地であったようである。



写真-3.2.2 被災箇所の谷側法面（道路方向）・（道路直下方向）



写真-3.2.3 被災箇所の谷側法面（道路斜下方向）

## ボーリング柱状図

図-3.2.1 ボーリング柱状図《災害復旧地質調査資料》

### 3.2.3 被害要因に関する考察

図-3.2.2に示すように、被災箇所における南川は蛇行流路の形態となっており、上流から大きく右に蛇行し現場付近で左側に蛇行している。直下流には道路側から地山が大きく突き出たように形状になっているため、被災箇所の谷側法面の最下部では流態が急激に変化し乱流を起こしやすい状態であったと考えられる。また、南川の河床部付近は崖錐が堆積した状態になっており、流水が天然河岸を浸食したことで法面の崩壊が進み国道の路側が崩落したと推察される。

なお、表-3.2.1に示すように被災当時下流の飛川橋<sup>ひがわばし</sup>に設置されていた福井県管理の水位計記録では、9月17日午前7時の水位(7.03m)までのデータが記録され、午前8時以降は測定不能となっていた。これにより、被災箇所においても、降り始め前の水位(9月15日午前)より(D.H、図-3.2.3に示す)まで上昇していたと考えられる。

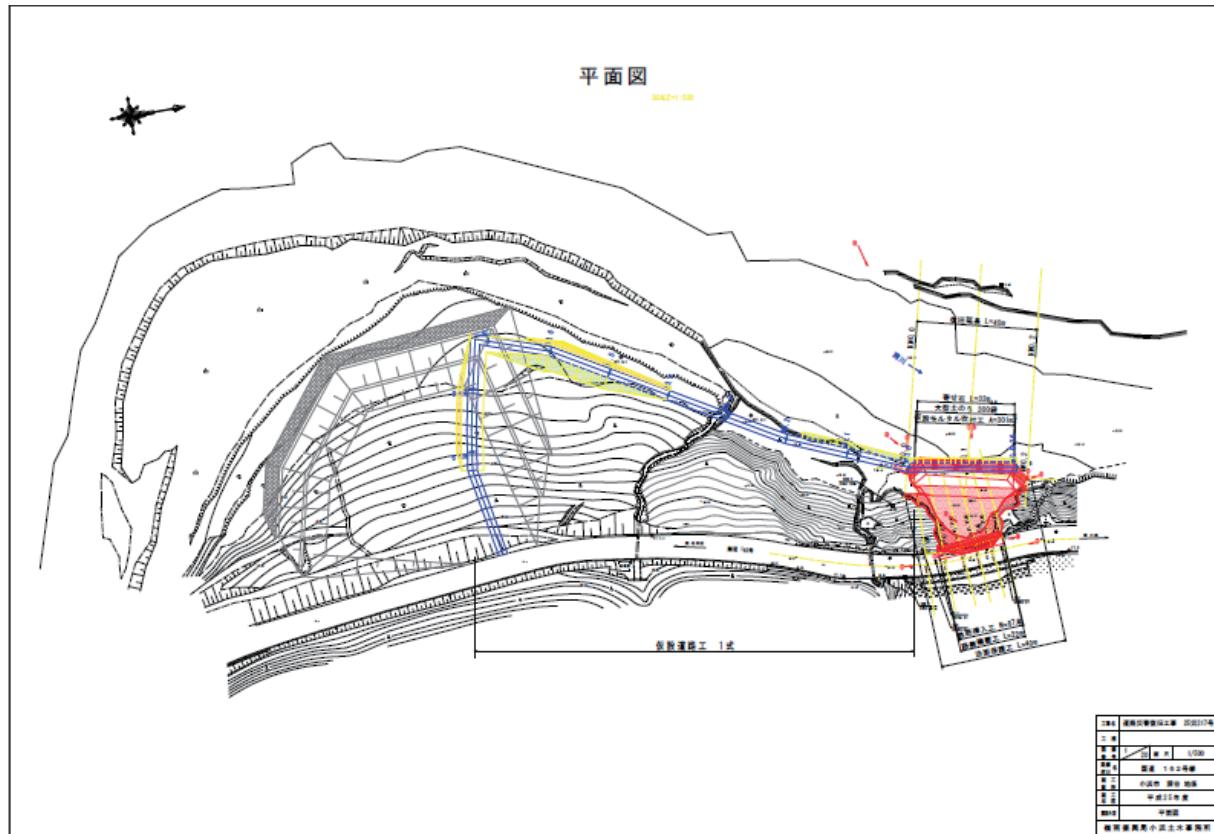


図-3.2.2 復旧計画平面図《道路災害復旧資料》

表-3.2.1 水位観測データ

水位日報

2013年9月17日

2/3

観測所 時刻	南川 中井 小浜市中井	南川 和久理 小浜市和久理	南川 和多田 小浜市和多田	南川 遠敷 小浜市遠敷	南川 四分一 小浜市三分一	南川 小倉 おおい町小倉
1	2.38	1.89	2.53	2.20	1.07	2.23
2	4.84	1.82	2.49	2.16	1.05	2.21
3	5.04	1.75	2.45	2.09	1.03	2.17
4	4.86	1.69	2.43	2.01	1.02	2.14
5	6.53	1.64	2.39	2.03	0.99	2.12
6	6.86	1.59	2.36	2.09	0.98	2.09
7	7.03	1.55	2.33	2.07	0.96	2.08
8	以降欠測	1.49	2.31	2.07	0.96	2.05
9	"	1.45	2.30	2.04	0.95	2.03
10	"	1.42	2.28	2.04	0.95	2.02
11	"	1.39	2.26	2.05	0.94	2.00
12	"	1.35	2.25	2.07	0.93	1.98
13	"	1.31	2.22	2.02	0.93	1.96

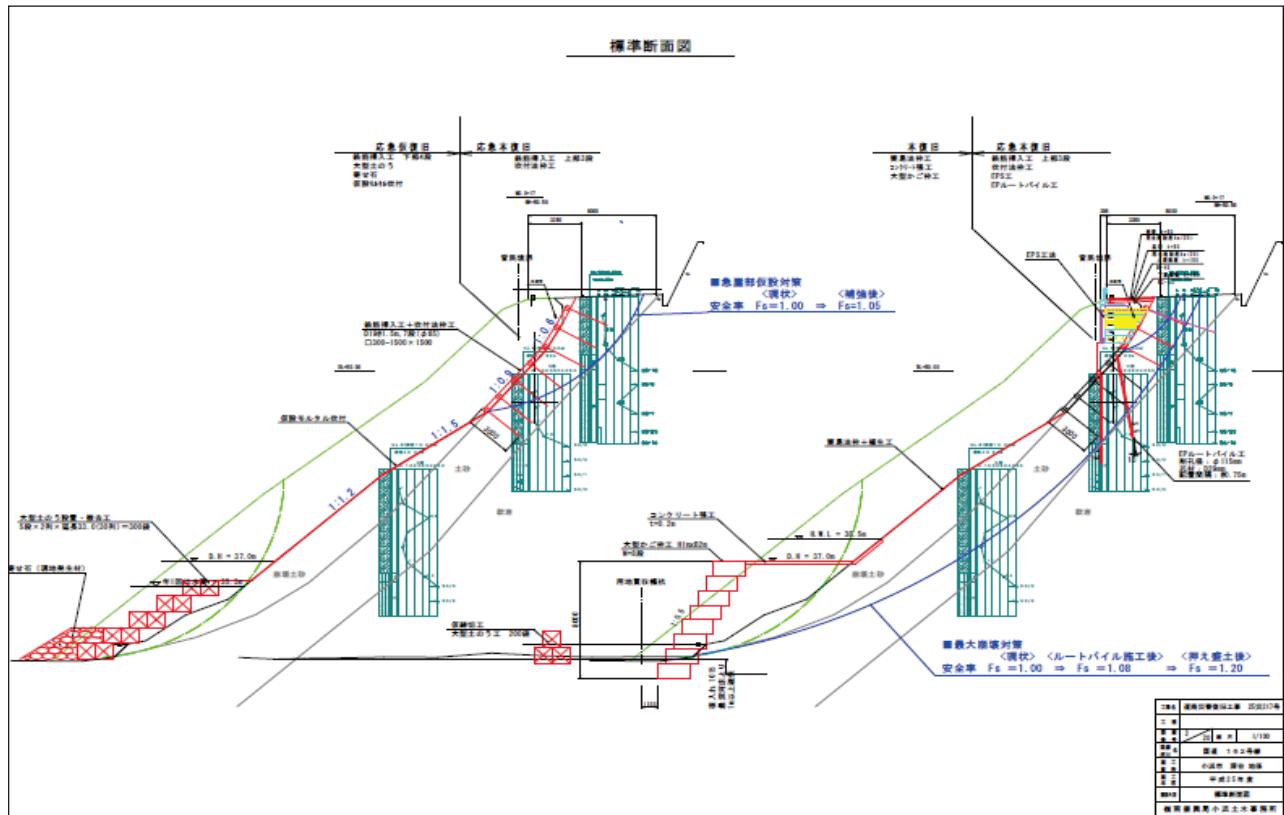


図-3.2.3 復旧計画標準横断図《道路災害復旧資料》

### 3.2.4 復旧工事の概要

工法は鉄筋挿入工 ( $\phi 19\text{mm} \times 3.0\text{m}$ ) 併用の現場打ち吹付け法枠工 ( $300 \times 300 - 1500 \times 1500$ ) であり、一部 EP ルートパイアル工を併用している。下部工は多段積み(8段)籠枠工 ( $H=1.00\text{m}$ )、路側工は EPS 工法とプレキャスト防護柵基礎工である。

## 3.3 飛川橋の流失

### 3.3.1 河川と地質の概要

南川は、京都府・滋賀県との境の若丹山地にある頭巾山に源を発し、大飯郡おおい町を東流し、北東に方向を変えてから小浜市を流れ、途中、支川である田村川の他、多くの渓流や小河川を併せ、日本海に面した小浜湾に注ぐ2級河川である。国土交通省管理の河口から  $5.8\text{km}$  は有提部区間で、河床勾配が  $1/770 \sim 1/470$  程度と水系の中では比較的緩勾配となっている。県管理区間の  $5.8\text{km}$  から  $32.0\text{km}$  区間は、河床勾配が  $1/390 \sim 1/70$  と急勾配となっており、河口より  $18.0\text{km}$  から上流部は掘り込み河道と有提部が混在した形状となっている。また、河川敷や中洲が発達し、その間を蛇行しながら水が流れしており、連続した瀬や淵が随所に見られる。

南川では、古くは明治29年と同32年の2度にわたり台風による洪水被害が発生し、浸水などにより小浜市やおおい町（旧遠敷郡名田庄村）地域の交通機関が絶たれ、同地域では一時孤立状態になる程の被害となり、その復旧には膨大な事業費と5年の歳月を要した（南川水系河川整備基本方針福井県資料）。

地質は、南川とその支川に沿って更新統～完新統の砂礫層が分布しており、周辺の山地は大半が粘板岩より形成され、珪岩質岩石、輝緑凝灰岩が地質断層に沿って点在している。

### 3.3.2 被害の概要

写真-3.3.1～3.3.4に飛川橋（橋長 68.40m、幅員 4.00m）の被害を示す。同橋は3径間単純桁橋で鋼桁2本、PC桁1本、RC橋脚2基で構成されていたが、このうち、鋼桁1本と橋脚1基が下流側に流出し、PC桁1本も倒壊した。現場付近の地質は、図-3.3.1のように現河床より深さ9.0mから12.0mまではシルト混じりの砂礫層でありそれより以深は珪質頁岩でチャートや砂岩を含む混在岩となっている。また、被害箇所の植生は、右岸は杉などの植林があり左岸は雑草地となっていた。



写真-3.3.1 被災箇所（左岸より右岸を望む）



写真-3.3.2 被災箇所（下流より上流を望む）

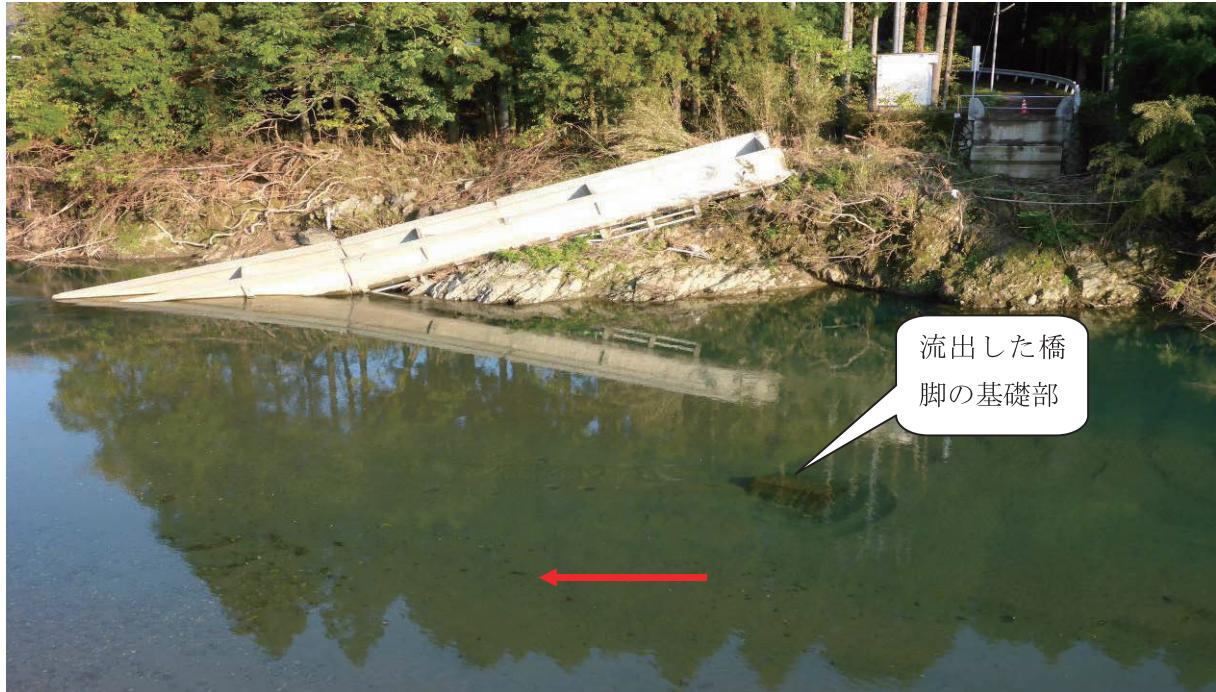


写真-3.3.3 橋脚基礎の流出（左岸より右岸を望む）



写真-3.3.4 被災箇所（右岸より左岸を望む）

### 3.3.3 被害要因に関する考察

被災箇所周辺の河道現況は、平面的に上流から左側に緩やかに蛇行する流路の形態をなしている。縦断的には $1/100$ 程度の勾配で、横断的には左岸は背後に住宅地があり、護岸が構築してあり、急流河川の特性として湾曲部の水裏は経年の洪水や流水による堆積した土砂で河積の $1/3$ ほどが埋塞していた。

また、逆に右岸側は水表の水衝部で岩盤の天然河岸で形成され、岩盤は左岸方向に向かって約30度の傾斜で潜り込んでおり、河床は大きく洗刷されていた。河床の地質はシルト混じりの礫質土層が厚く堆積しており、洪水の際には侵食を受けやすくなっていたと考えられる。

橋梁の被災の要因としては台風18号の大雨の出水により、水衝部であり、かつ経年的に洗掘されていた右岸側の河床がさらに大きく掘れ込み、右岸側の橋脚基礎の周辺が洗刷され河床低下によって橋脚本体が倒壊し流出したことが考えられる。

一方、表-3.3.1に示す飛川橋に設置されていた福井県管理の水位計記録によると、9月17日午前7時の水位(7.03m)までのデータが記録され午前8時以降は測定不能となっていた。この時の水位は降り始め前の水位(9月15日午前)より約6.00mも高くなっている、流水は桁下付近まで到達していたと考えられる。したがって、写真-3.3.1～3.3.4に示すように、橋脚1基の転倒・流出と、それに架かる橋桁2本の流出は、上記の河床洗掘により発生したものと推測できる(市道橋飛川橋災害復旧計画資料福井県砂防防災課資料)。

表-3.3.1 水位観測データ

水位日報

2013年9月17日

2/3

観測所 時刻	南川 中井	南川 和久理	南川 和多田	南川 遠敷	南川 四分一	南川 小倉
1	2.38	1.89	2.53	2.20	1.07	2.23
2	4.84	1.82	2.49	2.16	1.05	2.21
3	5.04	1.75	2.45	2.09	1.03	2.17
4	4.86	1.69	2.43	2.01	1.02	2.14
5	6.53	1.64	2.39	2.03	0.99	2.12
6	6.86	1.59	2.36	2.09	0.98	2.09
7	7.03	1.55	2.33	2.07	0.96	2.08
8	以降欠測	1.49	2.31	2.07	0.96	2.05
9	"	1.45	2.30	2.04	0.95	2.03
10	"	1.42	2.28	2.04	0.95	2.02
11	"	1.39	2.26	2.05	0.94	2.00
12	"	1.35	2.25	2.07	0.93	1.98
13	"	1.31	2.22	2.02	0.93	1.96

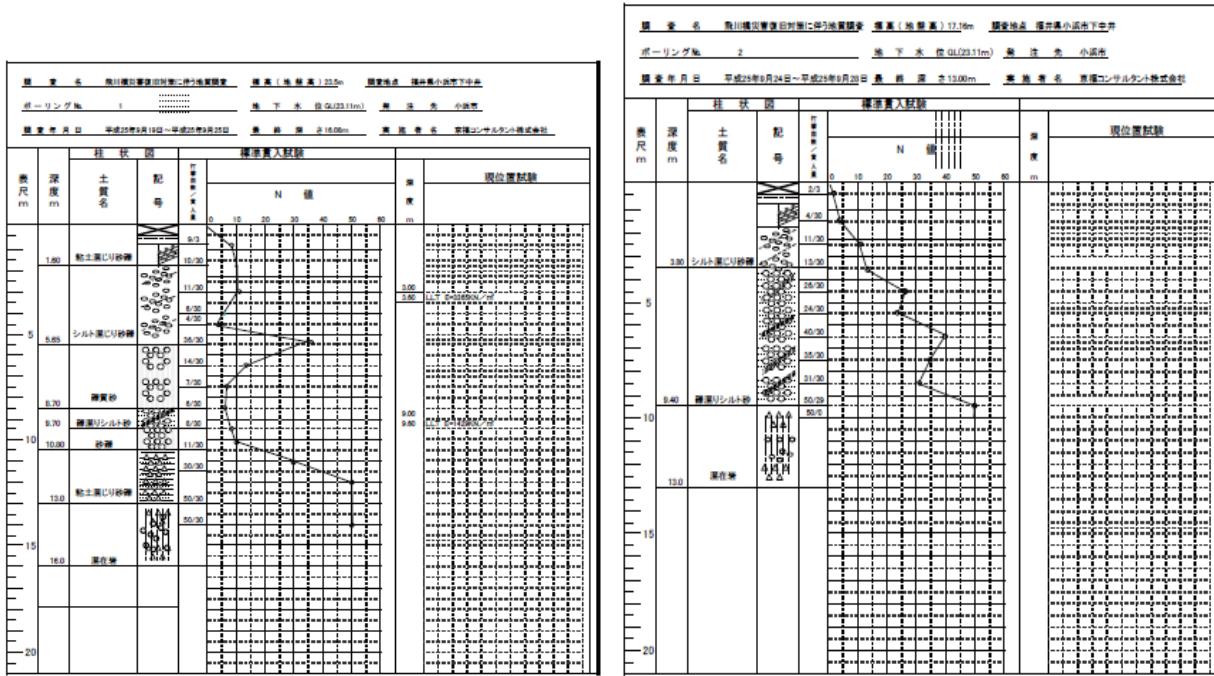


図-3.3.1 ボーリング柱状図

### 3.3.4 復旧工事の概要

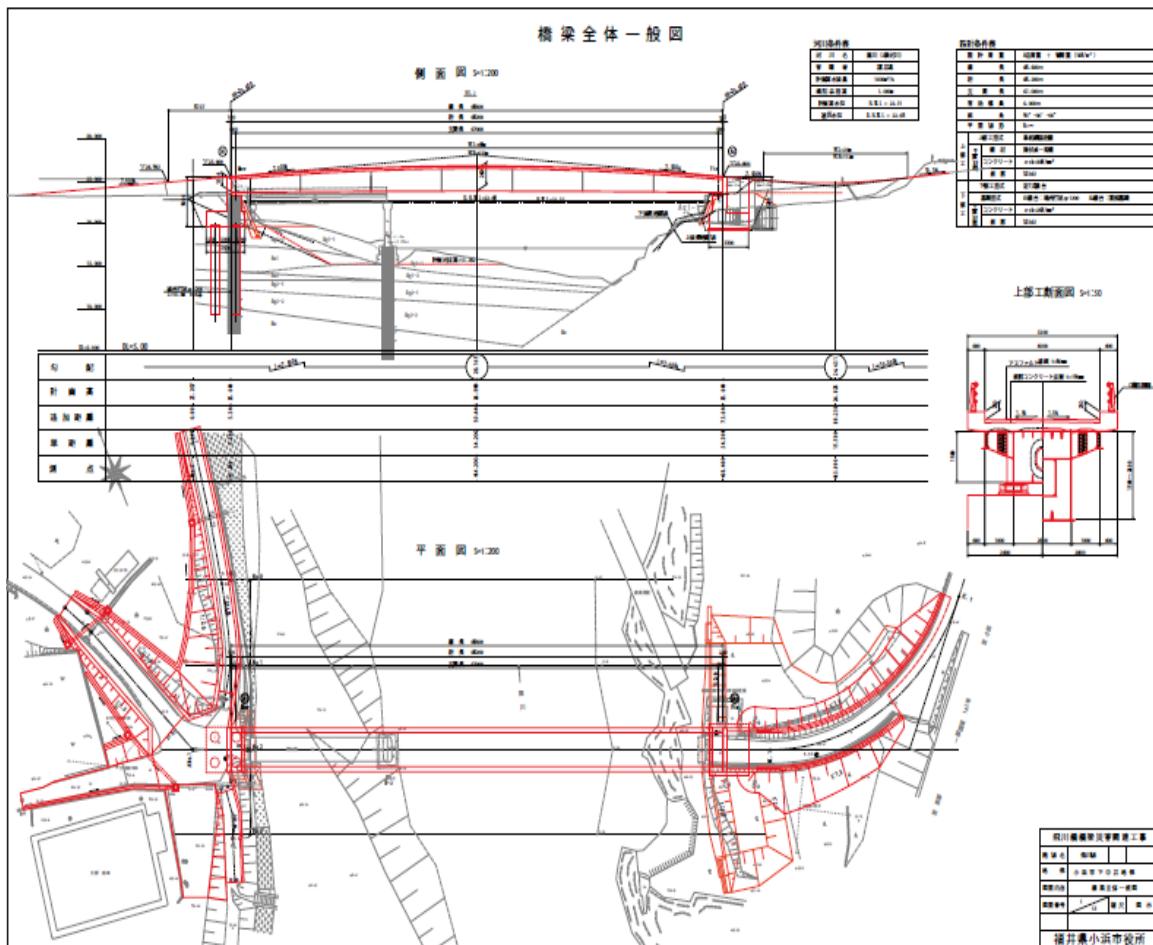


図-3.3.2 復旧計画図

上部工形式は単純箱桁橋、下部工は逆T式橋台(右岸:直接基礎・左岸:場所打ち杭  $\phi 1200 \times 10.5m$ )である。  
(松田 利男)

## 4. 土石流災害

### 4.1 若狭町海土坂地区

#### 4.1.1 地質的背景

図-4.1.1 に、当該区域周辺の地質図(S=1/50,000)を示す。

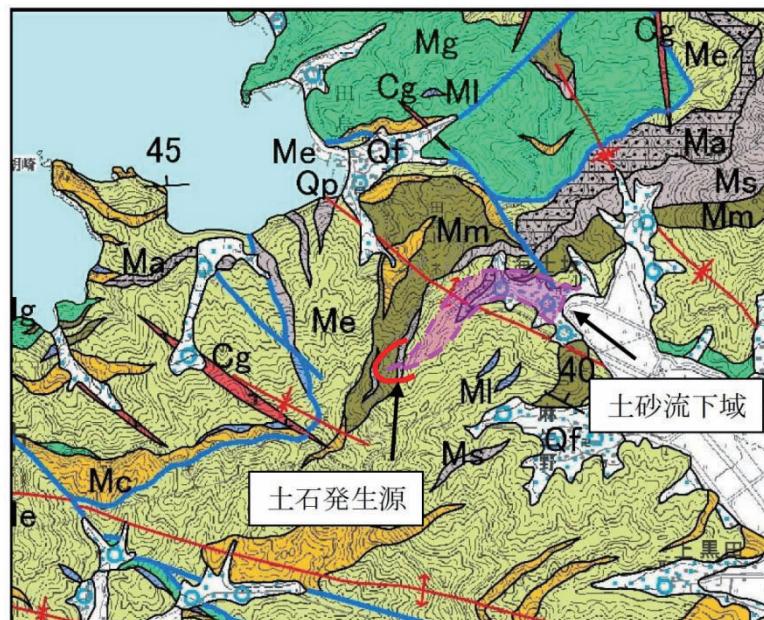


図-4.1.1 若狭町海土坂地区周辺の地質平面図(縮尺 ; S=1/50,000)

(「福井県地質図(2010年版) ; 2010.3, 福井県」より一部抜粋・加筆)

図-4.1.1 から、当箇所で発生した土石流は、丹波帶の中でも比較的広範囲に分布する泥岩主体の岩層(Mm)にその源を発して、泥質分に富む付加体メランジェ(Me)の内部を流下したとみられる。土石流の発生源となった崩壊域は、新鮮で暗灰色～黒色を呈する緻密な頁岩を基盤とした斜面とみられるが、地質図では発生源の近傍に薄い砂岩(Ms)のレンズ状岩体が複数描かれており、均質な頁岩層で構成される斜面とは考えられない。丹波帶内の頁岩層(Mm層)は層理面に平行な剥離面の発達する場合も多く、全体的に著しい変形を被っている所が多い。小規模なブロック状の岩体として、砂岩他の異種岩体を不規則に内包しており、本質的には非常に亀裂質な基盤といえる。当地の場合は、土石流の流下経路沿いに分布する基盤部分においても褶曲、その他の広範にわたる変形作用を受けているとみられ、こうしたことも当地基盤の亀裂性を高めていた可能性が考えられる。この種の岩盤では、今回のように短期間で多量の降雨を被った場合、無数に発達している亀裂部分などをつたって奥深くまで雨水などが浸透され易いため、大規模な岩盤崩壊を生じさせる事例が多い。今回の場合、地質図中に記された小規模岩体の分布形状などからみても、頂部の崩壊地周辺はいわゆる流れ盤構造となっていた可能性が高く、このことも広範囲に渡る斜面崩壊が生じる大きな要因になったと推定できる。



図-4.1.2 当該区域の被災前状況(国土地理院 1975 年撮影 ; ccb-75-24-c40a-14 より一部抜粋)

図-4.1.2 に当区域被災前の空中写真を示す。被災前の斜面状況をみると、今回土石流が生じた渓流の左岸側斜面で何箇所かの過去の崩壊を示唆する痕跡や、表層崩壊をうかがわせる不安定地形(不明瞭な馬蹄形地形など)が確認される。今回の土砂発生源となった部分でも、極めて微少な不安定地形が確認されたものの、その発達は非常に不明瞭であり、この状態から今回生じたような広範に渡る斜面崩壊を事前に予期することは困難と思われる。しかし、今回の災害を受けて改めて被災前の地形を再確認してみると、今回崩壊が生じた斜面北側の沢縁辺などでも同様の不安定気味な微地形を抽出することができ、当該渓流では将来にも、類似の土石流を生じる恐れの高いことに注意する必要がある。

#### 4.1.2 被災状況（概要）

土石流下流域内の調査結果の概要を図-4.1.3～4.1.4 にまとめて示す。平成 24 年 12 月 6 日に、若狭町海土坂(アマサカ)地区の田鳥トンネルから崩壊発生源までを調査した。田鳥トンネル入口付近から崩壊山頂までの距離は約 1.2 km 程度、また標高差は 370m 程度である。発生源付近への行路は途中まで広域基幹林道若狭幹線を利用したが、当林道も一部崩落している状態であった。田鳥トンネル入口付近で、土砂流出したと想定される幅は 15～20m 程度であったが、山頂部の発生源付近では、幅 60m にわたる斜面崩壊が確認された。また崩壊沿線には膨大な崩壊土砂が残存していた。その他、家屋への影響については、調査日には既に土砂が撤去されていた。家屋や納屋などには土砂が流入した跡が残っているが、生活に支障の無い状態まで回復しているようであった。

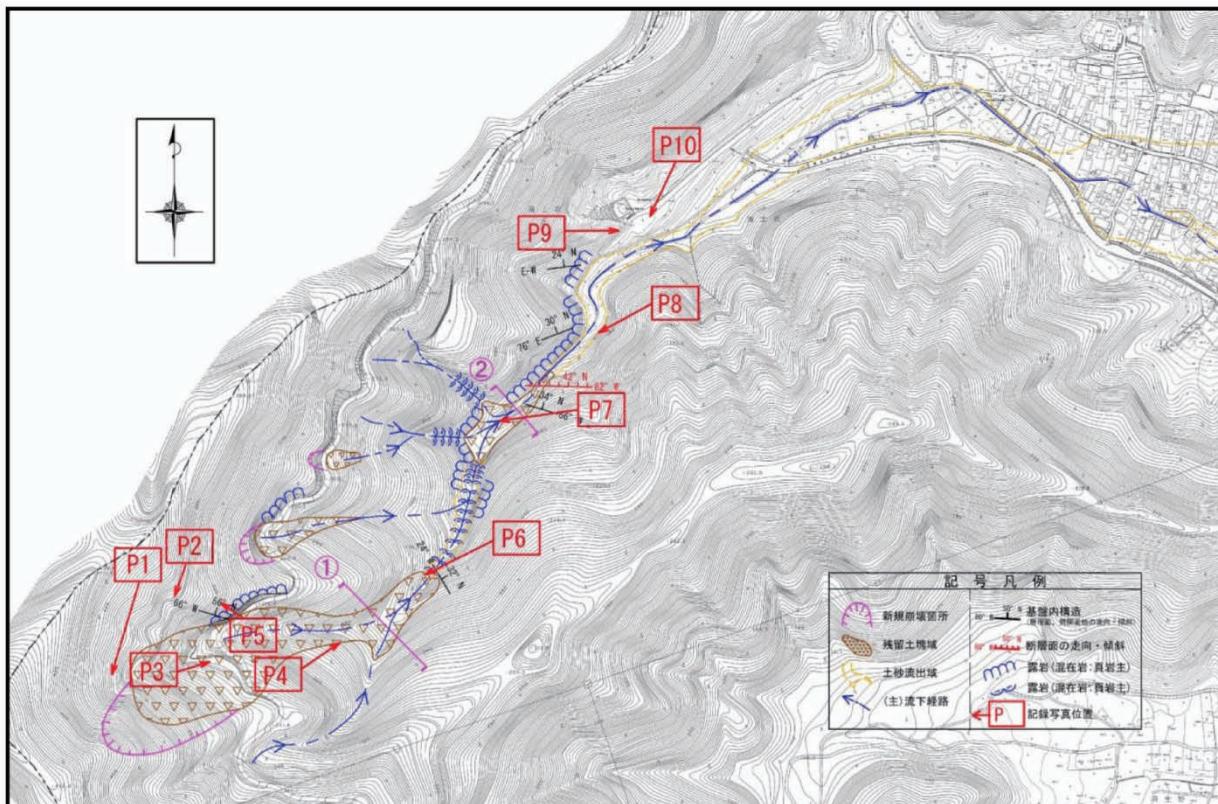


図-4.1.3 今回の土石流域概要図 (S=1:10,000)

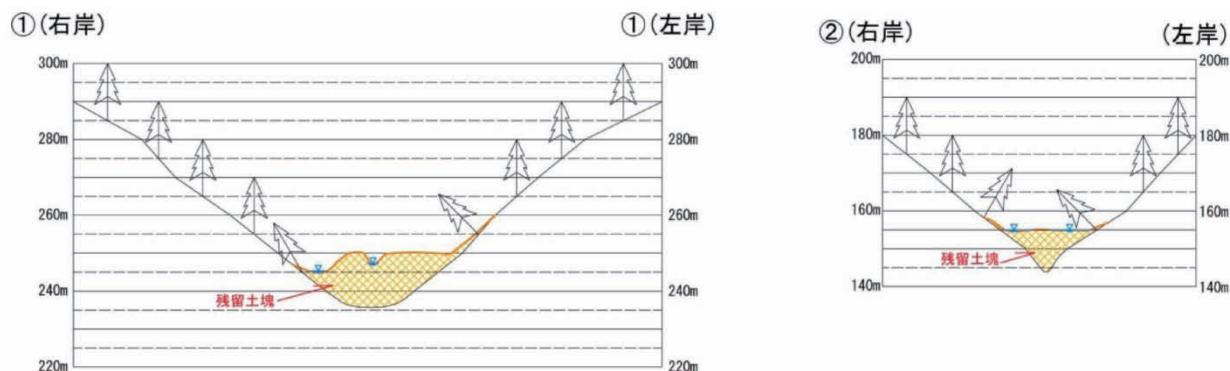


図-4.1.4 溪流内の模式断面図(残留土塊状況 ; ①・②断面部)

#### 4.1.3 土石流の流下域内の状況

##### a) 発生源となった山頂付近

山頂付近では、幅約 60mにわたって崩壊していた。崩壊形状はすり鉢状で、林道若狭幹線も同様に幅約 60m程度が崩壊しており、被災前の林道の線形なども推測し難い状況であった。



写真-4.1.1 被災状況 (P1 箇所)

(P2 箇所)

b) 山頂付近

山頂より沢部にかけては大量の土砂が堆積しており、土砂の含水比も高く非常に緩んだ状態であった。沢地形であり、両側の崩壊した斜面の状況からも同程度の土砂が流出したと推定される。また、左岸と右岸 (P3、P4) の崩壊した斜面の高低差は約 10m程度であり、土砂流が蛇行しながら流下したと推測される。



写真-4.1.2 被災状況 (P3 箇所)

(P4 箇所)

c) 崩壊した林道

林道若狭幹線は幅約 60mにわたって崩落していた。**写真-4.1.3 (P5)**左の写真は崩壊箇所から左岸側、右の写真は右岸より崩壊地を示す。既存の道路高と沢部までの高低差は 25m程度である。当時の林道の線形は推測し難く、写真右は倒壊した大型フトン籠の崩壊跡もみられたが、道路斜面上のどの位置から崩壊したのかは定かでない。



写真-4.1.3 被災状況 (P5 箇所)

d) 崩壊土砂の堆積

堆積土砂は非常に緩んだ状態であり踏査も困難であった。両側の樹木の状況から推測すると現位置の最も低い位置より左岸側で高さ 2 m程度、右岸側で高さ約 7 ~ 20m程度まで土石流が発生したと推定される。当地点では多少の流水が確認できた。



写真-4.1.4 被災状況 (P6 箇所)

e) 露出した岩盤(概ね泥質岩と緑色岩類、流路方向へ流れ目の亀裂発達)

目視であるが崖は高さ約 20m、流出幅約 30m程度である。崩壊前の崖の状況は定かでないが、山頂付近では見られなかった流水が当箇所ではかなりの流量となっている。



写真-4.1.5 被災状況 (P7 箇所)

f) 破碎したコンクリートの残骸

破碎したコンクリートの残骸が確認された。大きさは約 2m 角で、どの位置の構造物が破碎したかは定かでない。



写真-4.1.6 被災状況 (P8 箇所)

g) 堤内立木

既存の堰堤 2ヶ所が残っていたが、堰堤内には、幹の途中で切断された数本の立木がある。切断高さは、2ヶ所の堰堤の上面とほぼ同じ高さである。



写真-4.1.7 被災状況 (P9 箇所)

(P10 箇所)

## 4.2 小浜市加茂地区

### 4.2.1 地質的背景

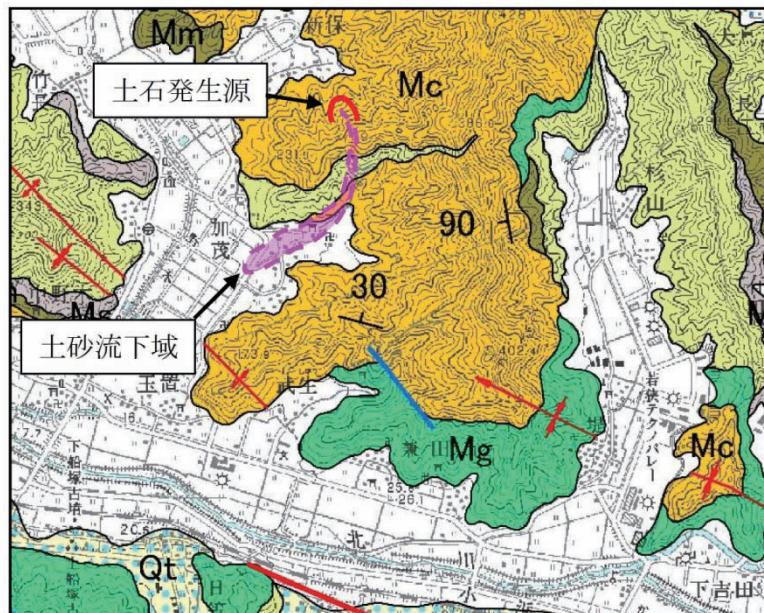


図-4.2.1 小浜市加茂地区周辺の地質平面図(縮尺; S=1/50,000)

(「福井県地質図(2010年版); 2010.3, 福井県」より一部抜粋・加筆)

図-4.2.1に当該区域周辺の地質図(S=1/50,000)を示す。図-4.2.1でみると、当地区の基盤は海士坂地区と同じように、丹波帯構成層のうち主としてチャート質な岩層(Mc層)と、不均質で雑多な印象を強く受ける泥質岩を基質としたメランジェ(MI層)となっている。土石流の発生源である斜面頂部の崩壊箇所は、主としてチャートの分布するエリアに当たるとみられるが、実際はその南方で描かれているメランジェ分布域、もしくは両者の境界付近である可能性も考えられる。丹波帯におけるチャート層の産状としては、層厚数cm程度で比較的良好く成層する場合や、小規模なブロック状の岩体として分布する場合が代表的であるが、当地区のように三遠三角地の内部やその近傍に分布する区域などでは、全体的に風化や緩みが進んで浅部は脆弱化している所が多く、集中的な降雨や強い地震などの外力に対する耐性はそれ程高くない。この南側に分布するメランジェ域(MI層)は、先述の海士坂地区同様に亀裂などの不連続面に富む雑多な岩相を呈し、基質の泥質部は総じて脆い傾向にある為、これらの基盤表層も降雨に対する耐性は低かったとみられる。

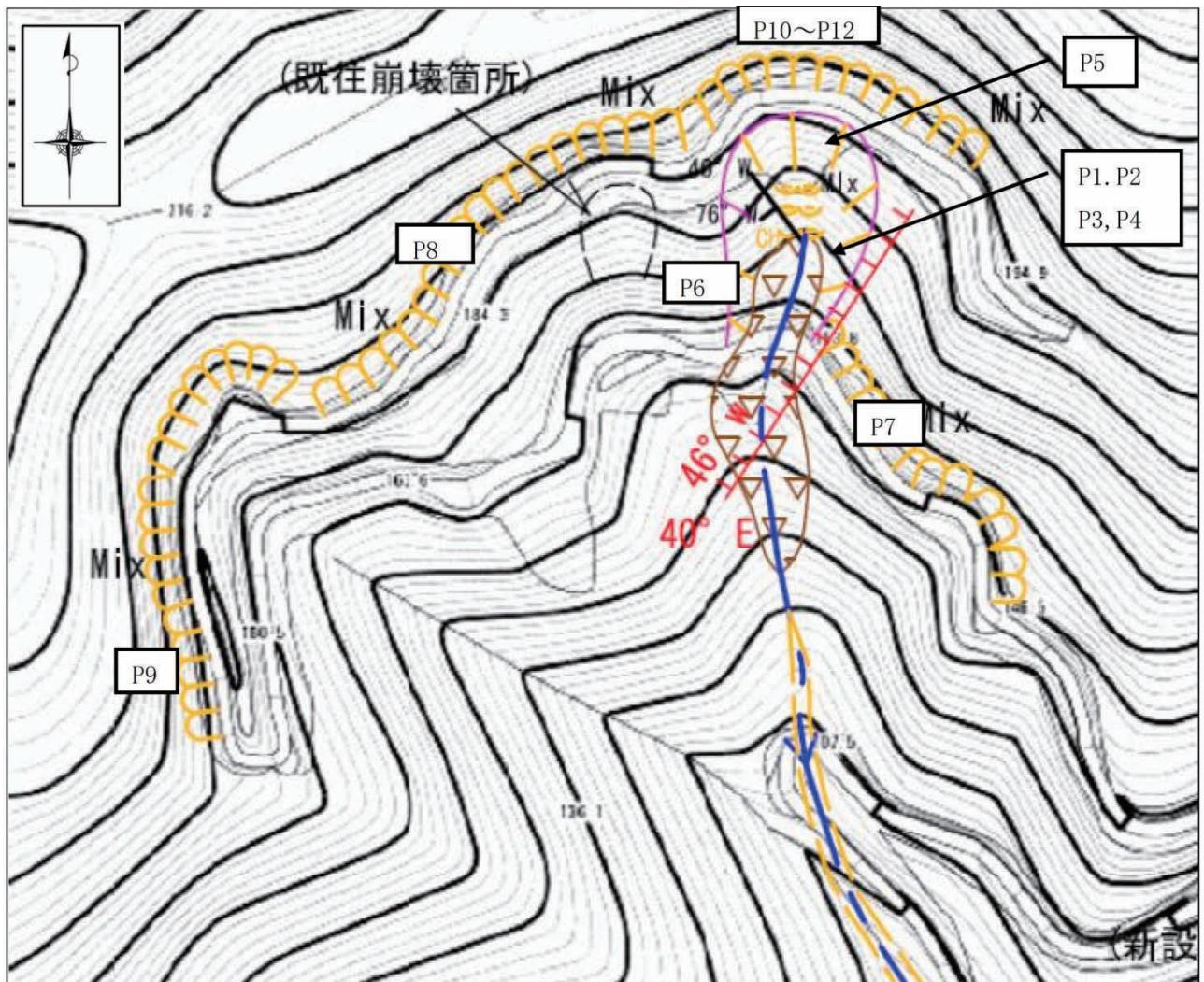
図-4.2.2に当区域被災前の空中写真を示す。図-4.2.2から、当地では2005年時点での土砂発生源を横切る林道が構築されており、この林道下方には成因不明な荒廃状況が確認された。写真中に記した、植生が殆ど確認されない荒廃状況が生じていた要因(過去の斜面崩壊跡または林道建設時の構築物?)については、当資料を実態視できなかつたため不明である。



図-4.2.2 当該区域の被災前状況(国土地理院 2005 年撮影 ; KK2005-3X-C4-6 より一部抜粋)

#### 4.2.2 被災状況の概要

平成 25 年 11 月 6 日に、小浜市加茂地区の集落から崩壊発生源までを調査した。集落から崩壊発生源までの距離は約 250m 程度で、高低差約 150m である。発生源付近への進入路には、林道高森線を利用した。途中には土嚢や砂防堰堤による防災対策が行われていた。調査日には、加茂地区の住宅被の形跡は見当たらなかった。図-4.2.3 に、渓流源頭部周辺の被災状況をまとめて示す。



記号凡例	
	新規崩壊箇所
	残留土塊域
	土砂流出域 (主)流下経路
	基盤内構造 80°W 50°N (層理面、劈開面他の走向・傾斜)
	断層面の走向・傾斜 80°W 50°N
	露岩箇所 (混在岩)
	露岩 (混在岩+チャート)
	記録写真位置 ←P1

図-4.2.3 今回の土石流域概要図 ( $S=1:2,500$ )

#### 4.2.3 土石流の流下域内の状況

##### a) 発生源付近

崩壊発生源の幅は、約 15m であった。崩壊土砂の中には大きな土塊や岩ではなく、ほとんどが土粒化した砂礫や砂が大部分であった。部分的に、土砂崩壊による流木が見られた。林道より下部付近に関しては崩壊土および林道盛土の一部分が流出していた。



写真-4. 2. 1 被災状況 (P1 箇所)

(P2 箇所)



写真-4. 2. 2 被災状況 (P3 箇所)

(P4 箇所)



写真-4. 2. 3 被災状況 (P5 箇所)

崩壊後の斜面には岩盤が露出していた。岩盤面の上部にある土砂部が削ぎ落とされ、下方へ流出していた。

b) 林道の崩壊状況

林道のカーブ部分が崩壊していた。崩壊した道路幅は約 10m であった。崩壊した道路の一部は林道の盛土であり、排水機能も無かったため崩壊しやすかったと考えられる。今回の被災地 20m ほど西側にも土石流があったと思われる痕跡があった。



写真-4.2.4 被災状況 (P6 箇所) (P7 箇所)

c) 発生源上部の道路の状況

崩壊した林道の上部は幅 4m 程度で、山側には風化岩が露出していた。写真-4.2.5 P8 箇所のように法面からも木々が生えており、雨による風化を促進させていたと推測できる。道路には松の木が生えており、車両の交通が少なかったことがうかがえる。また、舗装や排水溝がなく集中豪雨時に十分に排水できず、道路のわだちから林道肩部の亀裂（写真-4.2.6 P10 箇所）などから斜面内に雨水が浸透したことで、地盤の緩みが進んで崩壊に至ったと推測できる。



写真-4.2.5 被災状況 (P8 箇所) (P9 箇所)



写真-4.2.6 被災状況 (P10 箇所の亀裂と陥没)

d) 山頂からの状況



写真-4.2.6 被災状況 (P11 箇所)

源頭部の崩壊地頂部より下方を望むと、大きな土塊や構造物は確認できない。下方の林道までは急勾配をなす崩壊斜面であり、林道付近で緩やかな勾配となり、未崩落の残留土砂が堆積している。

#### 4.3 小浜市忠野地区

##### 4.3.1 地質的背景

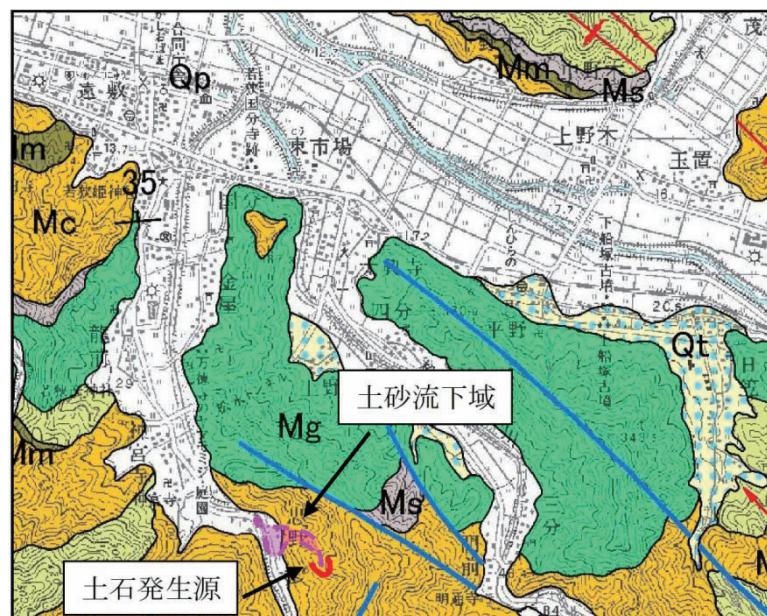


図-4.3.1 小浜市忠野地区周辺の地質平面図 (縮尺 ; S=1/50,000)

(「福井県地質図(2010年版)」; 2010.3, 福井県」より一部抜粋・加筆)

図-4.3.1に当該区域周辺の地質図(S=1/50,000)を示す。この地区の周辺では、4.1と4.2で述べ

た2地区と違って、基盤は丹波帯構成層のうち、火山性起源の緑色岩類(Mg層)が卓越すると報告されている。源頭部の崩壊斜面は、チャート他の珪質分が多い岩相部(Mc層)からなっていると想定されるが、基本的にメランジ内部の岩相は不規則で変化に富むため、実際は岩体内部に取り込まれている緑色岩類の分布域に当たっている可能性は考えられる。緑色岩類は、新鮮な状態では細粒・緻密な組織を有する硬質な岩盤であるが、長期的な視野では水による化学変化の生じ易い鉱物を多く含み、風化すると脆弱な岩盤となる場合が多い。さらに、当地区の場合は近接して多方向に断層が分布しており、これに伴って多くの劣化帯が存在していた可能性も考えられる。この岩体の周辺が比較的雨水などに対する耐性の高い珪質岩盤(チャート他)であった場合は、風化に伴う岩盤劣化が緑色岩体の分布域で選択的に進行し、基盤内部の硬・軟領域に大きな相違が生じる場合も多く、この状況下では緑色岩類の部分のみ深層まで土砂化が及ぶこととなる。周辺に分布するチャートなどは風雨に対する耐性の高い岩盤ながら、加茂地区の項でも記したとおり、当域では全般に浅部の劣化が進んでいる傾向にあるため、表層部分の安定性は高くないと推定される。したがって、当区域における土石流の発生には、両岩盤の風化耐性に対する違いや特性の相違、これらから生じる風化帯の不陸などが何らかの形で関わっている可能性が考えられる。

図-4.3.2に、当区域被災前の空中写真を示す。この図をみると、今回土石流が生じた斜面の周辺域では、同系統とみられる数多くの崩壊跡が確認された。

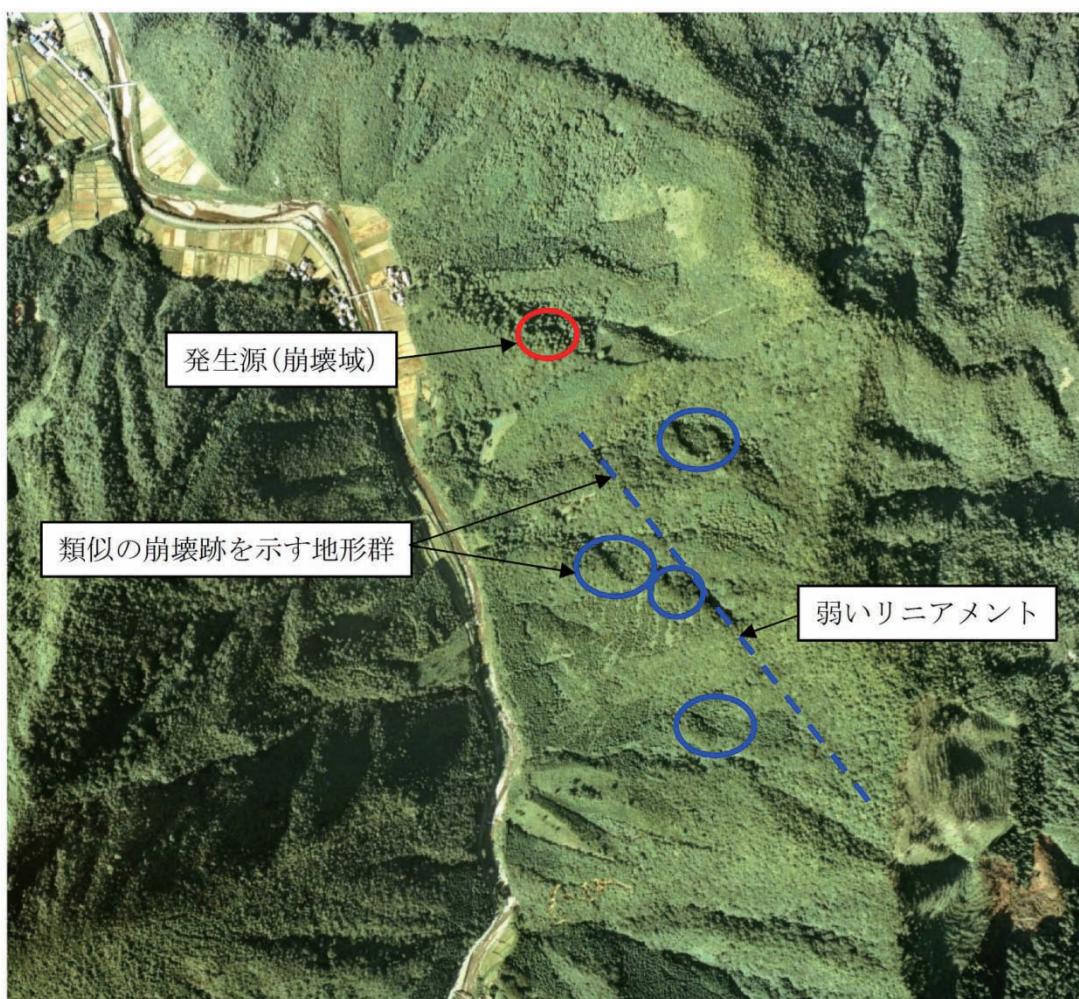


図-4.3.2 当該区域の被災前状況(国土地理院 2005年撮影 ; KK2005-3X-C4-6 より一部抜粋)

当地の場合、今回土石流が生じた溪流頂部の源頭部においても表層崩壊の痕跡を伺わせる地形がいくつか確認される他、今回の土砂発生源付近に伸びる弱いリニアメントも認識され、これまでにも類似の斜面災害が何度か生じていた可能性は高いと推定される。しかし、今回と異なり、末端部に家屋などの保全物件がなかったことで、災害履歴として残されてこなかった可能性も考えられる。今回の崩壊地付近に伸びるリニアメントは、現地調査時に確認された珪質な硬質岩相と、風化の進んだ緑色岩類主体の岩相を分かつ境界部分が表現されている可能性があり、周辺斜面で確認される同種の崩壊痕もこれに沿って分布している傾向が窺える。

#### 4.3.2 被災状況の概要

当区域の被災状況を把握するため、調査団全体で行った平成25年10月21日の合同視察に引き続いて、平成25年11月21日に地表踏査を実施した。今回の被災流域における現地調査の結果概要を図-4.3.3に示す。

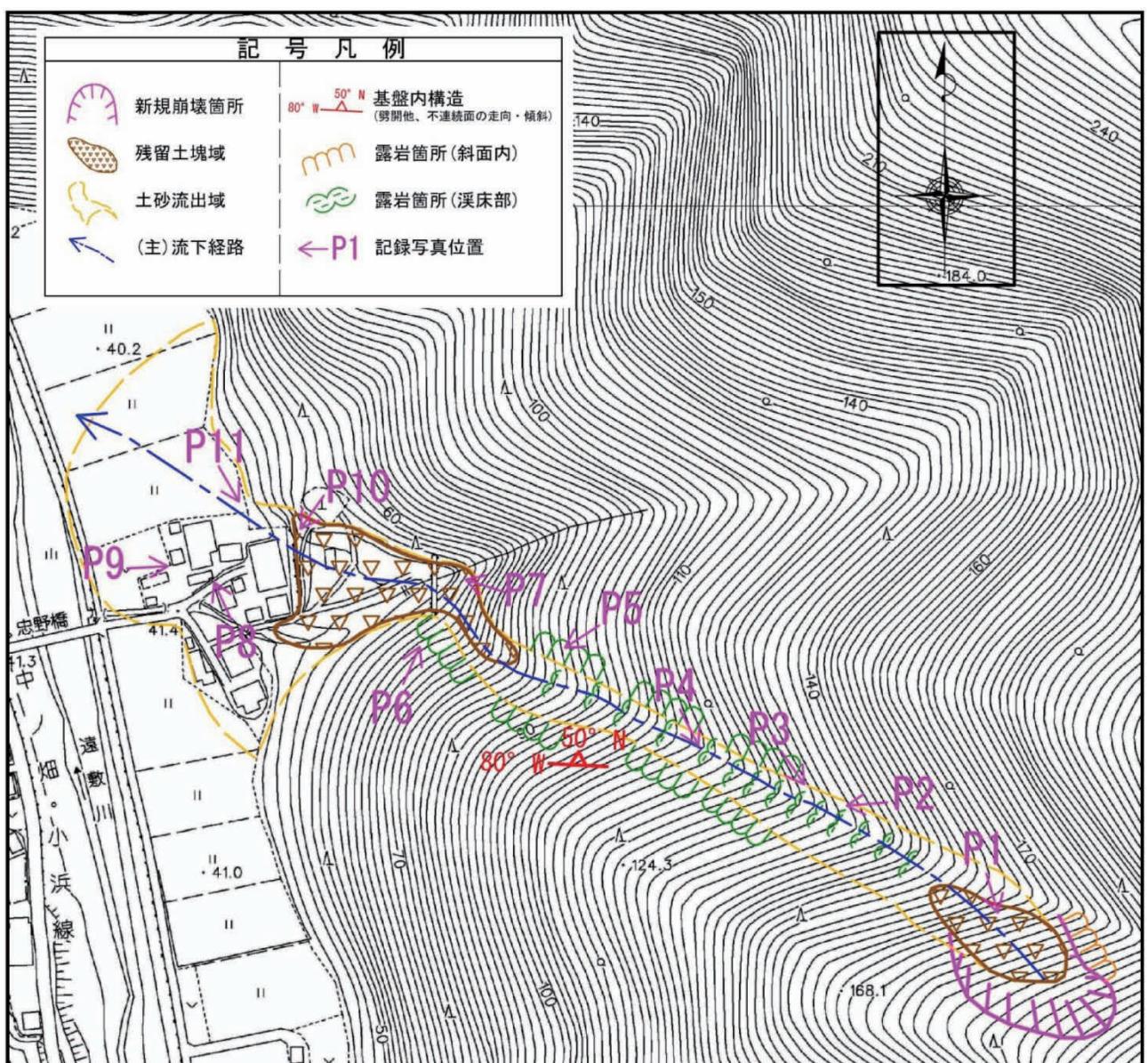


図-4.3.3 今回の土石流域概要図 (S=1:2500)

今回の土石流は、土石流カルテに記載される3本の渓流のうち、北西-南東方向に伸びる沢中腹(標高 170~210m 付近)の斜面を源としたものであり、末端の土砂到達域は同カルテで想定された遠敷川で留まった(対岸の集落域には未到達)。しかし、土石などは想定範囲からさらに北側の斜面裾にまで及び、想定より 1.5~2 倍の範囲に渡って広がることとなった。当調査団の現地踏査時点では末端の遠敷川縁辺や地区北方の土石はほぼ排出または集積・整理が進んだ状態にあった。

#### 4.3.3 土石流の流下域内の状況

##### a) 発生源の斜面状態

今回の土石流発生源は、深層まで風化による劣化の及んだ強風化岩盤からなる斜面であり、崩壊範囲は東西・南北両方向で約 50m 四方に渡り、層厚 10~15m 前後と目される土砂化した強風化帯が主要な供給源となっていた(写真-4.3.1 参照)。当地では、北西-南東方向に伸びる沢の右岸斜面に生じた崩壊地形が明瞭に確認できるが、この崩壊域東端ではチャート他の珪質な岩盤からなる硬質岩盤が露出しており、劣化の目立つ崩壊域西側とでは、地山状態の明瞭な相違が確認された。劣化の目立つ西側斜面部は、主として亀裂の発達した緑色岩類が主体を占めており、東側に分布する珪質岩盤と風化に対する耐性や、この結果生じた風化帯層厚の大きな相違が、今回の崩壊を引き起こす主因になっていたと推定される。



写真-4.3.1 (P1 箇所 溪流源頭部の斜面崩壊状況)

##### b) 溪流内の状態と土砂残留状況

土石流の総延長は、上端の斜面崩壊域～下方の既設谷止め工(治山堰堤)までの間で約 250m、流末集落域との高低差は約 150m、平均的な渓流勾配は 30° 前後とみられる。当渓流の場合、頂部の源頭部～末端の居住域付近まで渓床勾配には大きな変化がなく、かなり急峻な渓流を多量の土砂や流木などが短時間で流れ下った可能性が高いと推定される。



写真-4.3.2 (P2 箇所 上流→下方を望む) (P3 箇所 下方→上流側を望む)

その流域内では、写真-4.3.2～4.3.3 で見られるように、河床や河道の両岸に  $C_L$  級～ $C_M$  級程度と目される硬質な緑色岩類が露出しており、表層部分の強風化帶(D 級相当の土砂状部)はその大半が、土石流の流下に伴って削ぎ落とされたような状況にあった。



写真-4.3.3 (P4 箇所 中流部の露岩状況) (P5 箇所 右岸側の露岩状況)

この流路内に露出する緑岩類には、東西性の走向で  $50^\circ$  前後北側に傾く劈開他の不連続面が多く発達していた。今回の流下経路では、主として渓流左岸側の斜面部で大きく抉られた痕跡が目立つ傾向が認められた。この要因は基盤内で発達しているこの亀裂傾向が大きく影響したと考えられる。流れ目に当たる左岸側の斜面部で崩れ易く、多くの土砂類を供給した可能性が指摘される。しかし、これらの露岩状況からも明らかのように、流域内に留まる残留土砂量は比較的小規模に留まっている。流路内で何段か認められた緩勾配区間では、層厚 1～2m 内外の残留土塊が何箇所か確認されたが、その分布範囲は極めて小さく、多量の土塊が渓流内に留まった状況はない。

### c) 既設谷止め工周辺の状況

当該渓流の出口付近には、治山目的で谷止め工(堰堤)が設置されていたが、今回の土石流で全壊状態となった（写真-4.3.4）。



写真-4.3.4 (P6 箇所 堤堰左岸袖部の破損状況) (P7 箇所 既設堰堤右岸袖部の破損状況)

左・右両岸の堰堤袖部は、基準に従って比較的硬質な基盤岩に定着させていたとみられるが、今回の土砂流出に伴って、堰堤中央の水通し付近が最も甚大な被害を被っている。翼部が長かったと見られる右岸側の堤は、ほぼ全てがその基礎部分から掘り起こされた形で倒壊しており、土石流発生時の衝撃力の大きさが想像される。

今回の場合、際立った特徴として、既往堰堤の主要な対策対象とされた東側より流下する渓流側では、特に目立った土砂流下が確認されなかつたこと、そして今回の土石流で流下した流木類が堰堤際で多数積み重なり、東方から流下する谷の出口を遮断した可能性が挙げられる。これらの状況から類推すると、今回の土砂供給源は流域全体ではなく、北東側の渓流上部にほぼ限定されており、この沢を流下した流木や土石が堰堤右岸側を急速に埋積したこと、土石流の衝撃が既設堰堤へ集中的に作用した可能性がある。既往の土石流カルテで示されているように、当該流域の治山対策は東側から下る渓流を主な対象としていたとみられるが、今回はその想定に反して、北東側からほぼ直線的に斜入した多量の土石で既設堰堤が破壊したと推定される。

#### d) 流末部の状況（家屋などの被災状況）

当流域の末端部には最低3軒程の家屋が確認されたが（その他、複数の農地小屋などが立地していたとみられる）、その全ては今回の土石流による著しい被害を被っている。



写真-4.3.5 (P8 箇所 流末の家屋被災状況) (P9 箇所 家屋内への土砂流入状況)



写真-4.3.6 (P10 箇所 流末の家屋被災状況) (P11 箇所 流末の家屋被災状況)

既設の堰堤際に建立していた写真-4.3.5～4.3.6 の家屋は、原形を留めない程の損壊状況であり、土石流の破壊力の大きさが知られる。当地区では、土石流による人的被害は確認されていないが、上記の被災状況からみると、人命に影響があったとしても不思議ではないと言える。

#### 4.4 被災履歴と既存対策状況

##### 4.4.1 海土坂地区

ここでは、福井県土木部より提供された「土石流危険渓流カルテ」に基づき、各地区・渓流における過去の被災履歴や既往の対策施設、被災前の渓流状態などについてまとめておく。

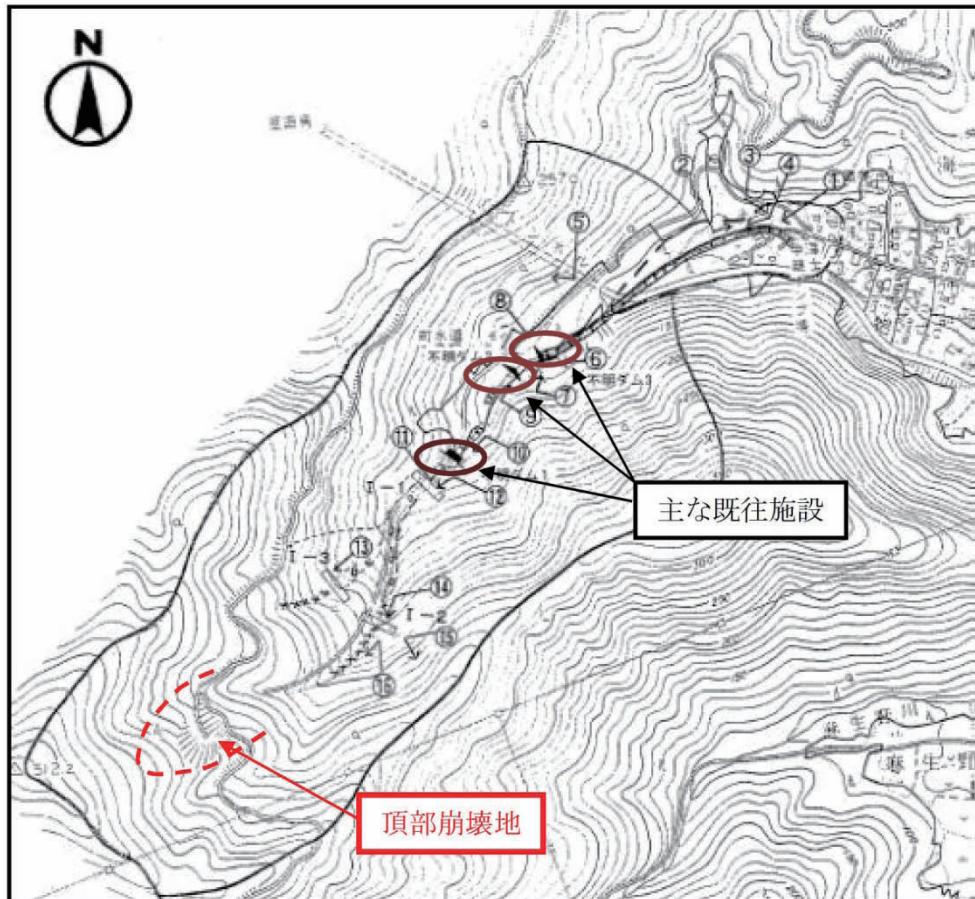


図-4.4.1 海土坂地区の既往対策状況(土石流カルテより抜粋)

土石流カルテによると、当溪流では土石流発生の危険性は認識されていたようであるが、明確な被災履歴は残されていない。流域に分布する人家戸数から、土石流危険渓流Ⅰに区分されていた。渓流内には、既往施設として3基の砂防堰堤が敷設されていたが、具体的な種別（砂防・治山堰堤）は不明となっている。渓流内の状況や施設状態の記載内容からは、近年の明確な土砂の流下を示す痕跡は認められていなかった。流域内の既往施設は全て満砂状態であったが、渓流内の礫には苔が繁茂し、平成10年9月の豪雨時においても土砂流失の痕跡は残されていないと記載されている。流域内に留まる残留土砂量が全体的に少なく、源頭域では基盤岩の露出が数多く確認されていたことで、渓流自体の安定性は比較的高いと評価されていたようである。

今回の場合、カルテに記された源頭部よりさらに上方の斜面が広範囲に崩壊し、想定以上の土砂流下が発生したことで、中流～下流の緩勾配区間では土石が止まり切らなかつたと推定される。

#### 4.4.2 加茂地区

土石流カルテによると、当該流域では東～西方向へ流れる渓流を主流部とし、これに北東側より合流する複数の支線渓流と併せて、一群の危険渓流域と判断されている。

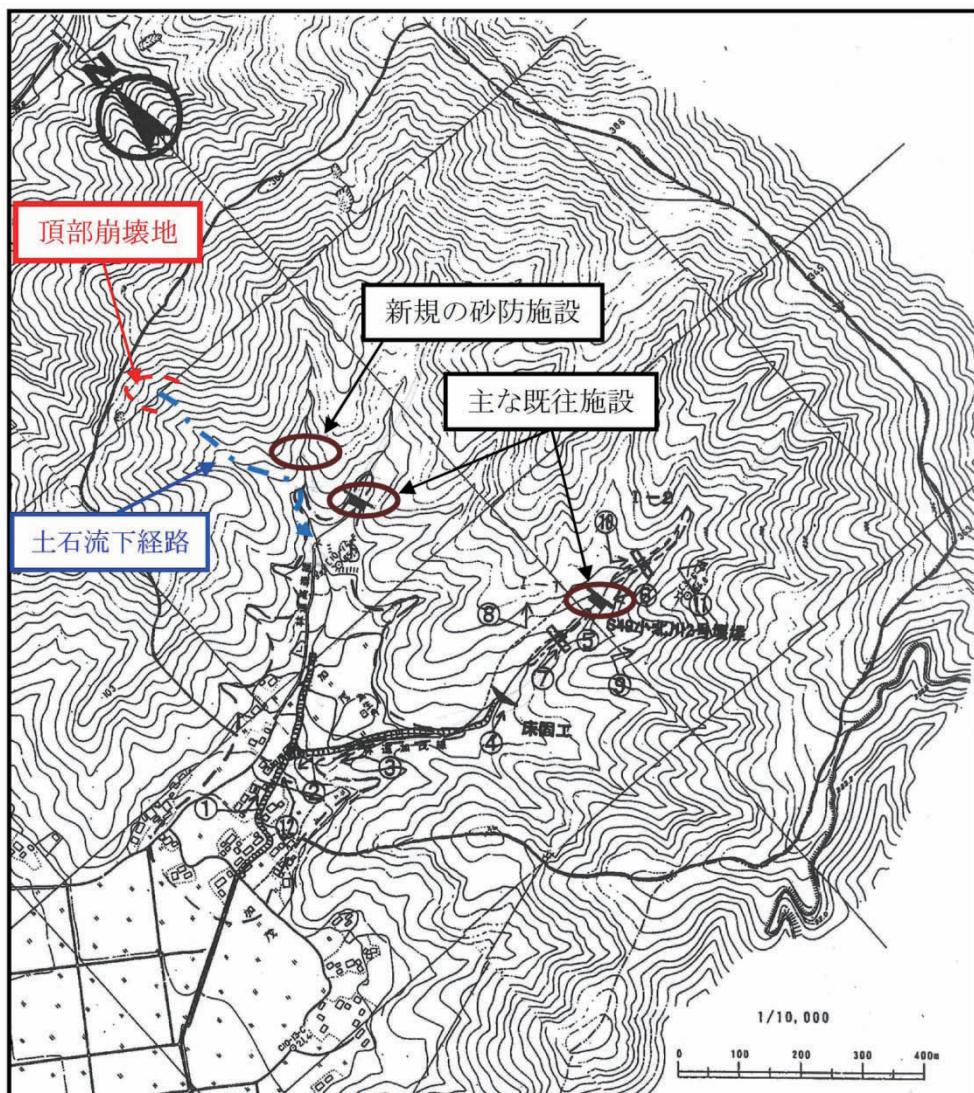


図-4.4.2 加茂地区の既往対策状況(土石流カルテより抜粋)

当該流域は、流末に立地する多数の人家戸数により土石流渓流Ⅰに区分されており、東側や北東側から下る主な渓流を対象に複数の砂防施設が整備、または整備中だったようである。カルテでは、当区域の流域内に既往の対策施設として砂防堰堤2基の存在が記述されているが、今回の現地調査ではさらに1基の非常に新しい砂防堰堤が確認されており、流域内の砂防対策が逐次進められていたと判断できる。カルテの記述では、当流域での明確な被災・崩壊履歴や、これらをうかがわせるような痕跡は記載されておらず、中～下流域の渓床勾配が比較的緩いことも相まって、小規模な土石流が生じた場合も途中で停止する可能性が大きいとされている。今回の頂部崩壊地の脇では過去の土砂崩壊発生をうかがわせる、非常に旧い崩壊地形が確認されたことを踏まえると、当流域内では小規模な表層崩壊が多数生じていた可能性がある。

#### 4.4.3 忠野地区

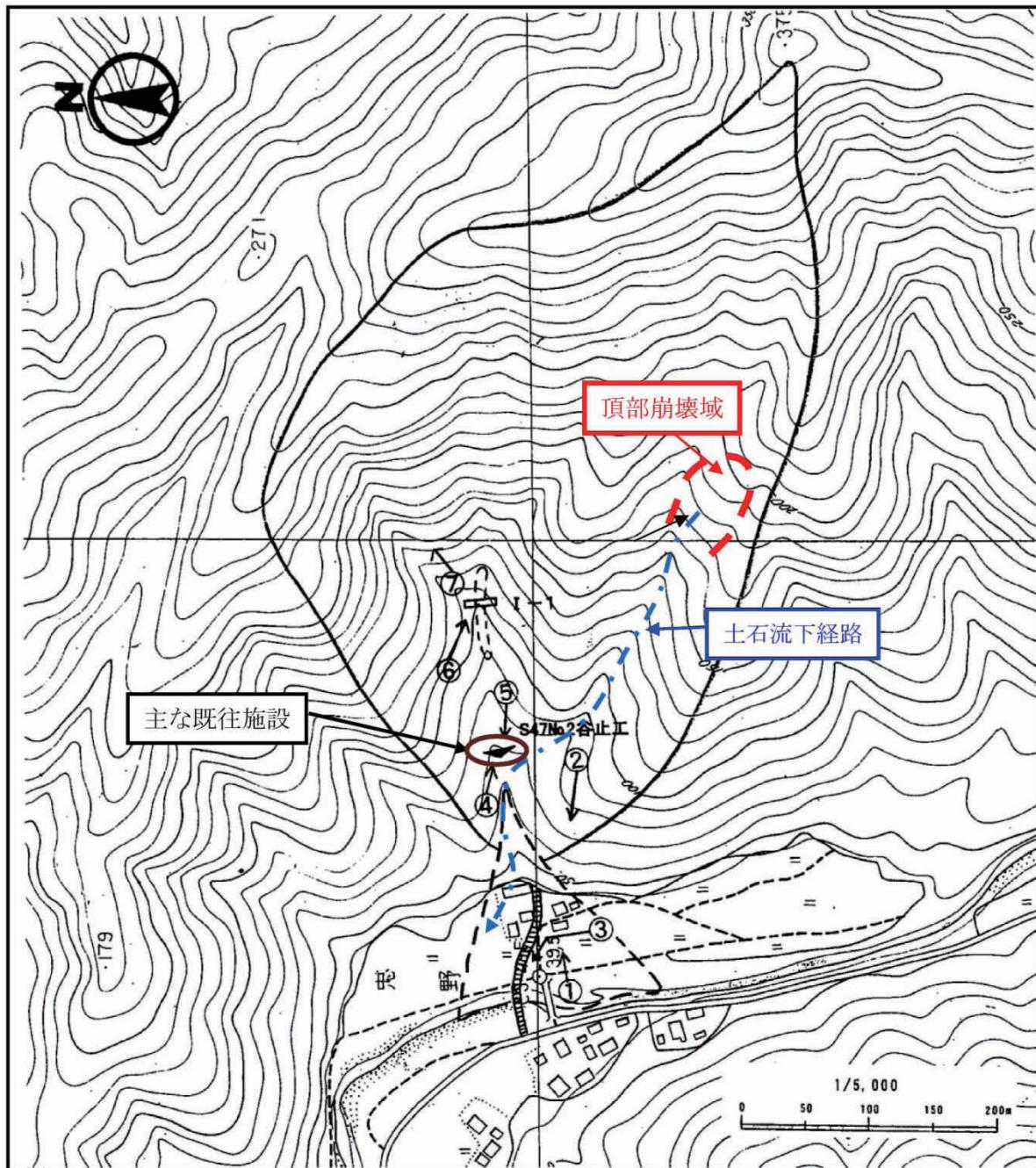


図-4.4.3 忠野地区の既往対策状況(土石流カルテより抜粋)

当区域では流域内の主要渓流として3本が抽出されるが、当域の土石流カルテによれば、東一西方向へ下る渓流が主流部として抽出されている。地形図から読み取れる渓流長などからみると、今回の災害が生じた東南東一西北西の方向へ伸びる流路が主流ともみられるが、カルテで観察されている流路の方が渓床勾配が急であり、東一西性の渓流が抽出されたのは、この理由による可能性もある。カルテでは、当流域の渓床勾配が中～下流域で比較的緩く、小規模な土石流は途中で停止する可能性大と記されているが、今回の土石流の流下経路でも流末堰堤付近までの平均勾配は30°程度があるので、土石流が途中で停止する可能性は小さい。

カルテの記述内容では、過去の明確な被災・崩壊履歴とともに記載されておらず、渓流内の土石などに不安定化の兆候や最近の移動の痕跡なども確認されておらず、流域内は比較安定と評価されていたようである。しかし、流域末端には小規模ながら扇状地形が確認されるとともに、3戸の人家があることから、渓流区分は土石流危険渓流IIに分類されたようである。

流域内の既往対策としては、図-4.4.3に記した治山堰堤が1基設置されていた。図-4.4.3中の設置位置は、東一西流路側からの土砂を補足する位置として記述されているが、実際には今回の土石流が生じた流路側からの土砂も補足し得るように、もう少し下流の谷出口部分に設置されていたようである。既往施設の種別は治山堰堤で、カルテ作成段階では未満砂容量が大きく、中規模の土砂であれば補足可能と判断されている。今回生じた土石流の状況からすると、既往の治山堰堤には今回のような規模の土石流を防護する能力はなかったことになる。

(清明 邦央、角田 和明、上北 孝)

## 第5章　まとめ

## 第5章 まとめ

### 1. 土石流災害の特徴と教訓

第2章～第4章で述べた、各地区での土石流災害の比較を表-5. 1に示す。表-5. 1に基づいて、今回の土石流災害の特徴を整理すると以下のようになる。

#### 1) 発生源地形

発生源地形は一部の地区を除いて0次谷または凹地形であり、0次谷で土石流が発生しやすいとする、従来から知られている傾向と一致する。0次谷は雨水の集水・排出システムであり、0次谷流域内では土壤の集中・堆積現象が活発に起こり、崩落発生点・土石流形成場でもある。なお、一部の地区では、0次谷形状の林道盛土が崩壊して発生源となっている。

#### 2) 地質

敦賀半島の花崗岩以外では、砂岩頁岩互層、緑色岩の地質区域で土石流が発生しており、地質的な偏りは必ずしも見られない。

#### 3) 発生源の谷・沢の特性

沢部に崖錐性堆積物、林道盛土（特にカーブ部分）、不安定土塊を暗示する単丘状地形が存在するなど、水に弱い地層をもつ地区が多い。

#### 4) 谷・沢の勾配

土石流の発生域は谷の勾配が約15度以上で、谷の勾配が約10度以下になると流動性が低下して減速し、勾配が約2～3度のところで停止するとされている。今回被災したどの地区でも、発生区間は上記の勾配15°をはるかに超えた急勾配である。

#### 5) 土石流発生のメカニズム

①0次谷地形の頭部が崩壊したケースが多い。

②ほとんどの地区で、沢頭部の崩壊土砂が沢を流下している。流水量が少ないため、流下区間での崩壊は少ない。

③沢部の林道盛土で、道路横断方向の排水施設がないため盛土部から地下水が流入して崩壊した可能性がある。

林道の曲線部で、林道の表流水が林道斜面表面を流れて崩壊した可能性がある。曲線部の外側斜面に流れる可能性と、内側に滯水する可能性がある。

林道に舗装や排水溝がなく、道路のわだち・亀裂から表流水が浸透した可能性がある。

④沢頭部の崩壊部分の尻にある破碎帶が、表層から浸透した地下水の遮水層となって地下水位が上昇し、崩壊したと推定されるケースがある。

⑤沢内部の不安定土塊が崩壊→移動域に崩壊土砂が堆積→崩壊が尾根付近まで拡大→土石流が発生したと推定されるケースがある。

#### 6) 土石流の種類

ほとんどの地区で、沢頭部の崩壊土砂が沢を流下していることから、今回の災害は「砂礫型土石流」に分類される。細粒物質の含有率が高い泥流型土石流や、土石流と洪水流の中間に位置する「土砂流」とは異なる。

#### 7) 扇状地

扇状地（沖積錐）は、軽微な形状を含めてほとんどの被災地区で見られるが、全体的に不明瞭であり、過去に土石流が頻発していたわけではないと推定される。

#### 8) 土砂災害警戒区域、土石流危険渓流

ほとんど全ての被災地区が土砂災害警戒区域や土石流危険渓流に指定されており、行政の手続きが進んでいる。指定のない箇所（海山）は、沢出口付近に人家がなかったためと推定される。

### 教訓と提言

①林道の表流水が集中的に斜面内に流入したり、法面を流れて崩壊と土石流を発生させたケースが複数見られる。林道の排水施設・排水計画に十分な注意が必要である。また、維持補修・管理にも注意が必要である。

②谷頭付近のリニアメント、沢部の破碎帯、沢部の不安定土塊などが、土石流発生の素因の一つとなったケースが見られる。困難な課題ではあるが、土砂災害特別警戒区域などの判断の際に、これらの要因も考慮に入れる必要がある。過去の崩壊の痕跡にも注意が必要である。

③忠野地区は土砂災害警戒区域に指定されていたことで、住民意識が高く早期の避難で人的被害を発生させなかつた事例に見られるように、警戒区域の指定は重要である。警戒区域の指定を住民に周知させる工夫も重要である。

④近年の降雨状況の変化に伴う土砂災害の増加を考慮して、土石流の恐れのある沢出口や、斜面崩壊の恐れがある斜面下には人家などを置かない対処が必要である。

⑤災害のデータベース化が必要である。

⑥降雨状況の記録が災害発生の水準を満たしていない地区でも災害の発生が見られることから、局所的に危険な降雨が発生した可能性があり、空間的にきめ細かい降雨予測と警報発令が必要である。

表-5.1 土石流災害の比較

	発生源は0次谷 か?	地質	発生源の谷の特性 (形状、堆積状況、 植生、他)	谷・沢の勾配	土石流発生メカニズム (頭部崩壊、中段 部崩壊、他)	砂礫型土石流、泥 流型土石流、土砂 流	扇状地の有無	土砂災害警戒区域、 土石流危険溪流の指 定	その他の特徴・教 訓
縄間(1)	発生源上部がガ リ状凹地形、下部 は1次谷（林道盛 土が沢に沿って 横断）	花崗岩	マサを起源とする 崖錐性堆積物や林 道の盛土が分布	発生区間:40° 流下区間:20° 堆積区間:5°	ガリ状凹地による集 水、横断排水施設の ない林道部盛土から 地下水流入	砂礫型土石流 あり。 土石流カルテに 記載あり	あり。 土石流カルテに 記載あり	土砂災害警戒区域お よび土砂災害特別警 戒区域に指定	谷部を横断する林 道盛土には排水施 設が必要
縄間(2)	不明瞭な集水地 形、尾根までの距 離が短い	花崗岩	マサを起源とする 崖錐性堆積物や林 道の盛土が分布	発生区間:40° 流下区間:20° 堆積区間:5°～ 10°	林道が直線的に下つ て急に曲がる位置で 崩壊	砂礫型土石流 あり（ただし、今 回は扇状地到達 前に停止）	あり（ただし、今 回は扇状地到達 前に停止）	土砂災害警戒区域お よび土砂災害特別警 戒区域に指定	林道の表流水が集 中的に斜面に流入 して崩壊を発生さ せる可能性
丹生(1)	不明瞭な0次谷	花崗岩	大きな浮石	発生区間:35° 流下区間:25°～30° 堆積区間:10°	不明瞭な0次谷を形 成していた部分が頭 部崩壊	砂礫型土石流 軽微なもの、あり なし	砂礫型土石流 あり。	土砂災害警戒区域お よび土砂災害特別警 戒区域に指定	斜面崩壊ともみな せる
丹生(2)	0字谷 頭著な集水地形 ではない	花崗岩	開口亀裂の多い基 盤岩上部にマサ化 した表土が分布	発生区間:35°～40° 流下区間:25° 堆積区間:5°以下	崩壊部の尻にある破 碎帶が遮水層となり 地下水位が上升	砂礫型土石流 あり。 土石流カルテに 記載あり	砂礫型土石流 あり。	土砂災害警戒区域お よび土砂災害特別警 戒区域に指定	沢の側壁をなす尾 根に鞍部、不明瞭 なりニアメント 谷頭付近のリニア メントに注意
若狭町海山	0次谷	砂岩頁岩互層	崩壊前の地形図・ ①不安定地形部で崩 壊	発生区間:25	砂礫型土石流 軽微なものあり	砂礫型土石流 軽微なものあり	なし	土砂災害警戒区域	

	湧水あり	風化を受け赤褐色の粘土状	空中写真より、不安定土塊の存在を暗示する単丘状地形、広葉樹主体	～35°、流下区間：15～20°、堆積区間：5～10°	表発生、②移動域に崩壊土砂堆積、③崩壊が尾根付近まで拡大、土石流	過去平面(土石流カーレ)で今回発生源下に既往崩壊の痕跡あり。潜在的な不安定斜面であった可能性。	過去出口に人家なし等の判断時に不安定地形の存在も考慮する
若狭町海土坂	0次谷	泥質岩(頁岩・粘板岩)主体、緑色岩類他を混じえる、混在岩(流路方向に流れ盤)	崩壊域は尾根先端部で不明瞭な馬蹄形、過去の表層崩壊多発、植生は頂部が広葉樹林、下方・側部で針葉樹林の混在	発生源下方：約35°、流下・堆積区間：10°～15°	源頭部で深さ5m程度の表層崩壊が発生、側部や下方の既往崩積土を巻き込み流下。基盤強風化部が削がれて土砂加算の可能性。	細長い形状の沖積錐土石流カルテでは谷底平野	土砂災害警戒区域および土砂災害特別警戒区域に指定
小浜市加茂	0次谷	強風化珪質岩(チャート他)主体。流出土砂内に岩塊少なく、砂礫主体。	頂部は林道(幅4m程)の腹付け盛土。付近に過去の崩壊痕。植生は広葉樹林。	発生源下方：35°前後、流下・堆積区間：10°前後	林道に舗装や排水溝なく、表流水が林道谷部の腹付け盛土内に浸透の可能性	細長い形状の沖積錐土石流カルテでは谷底平野	土石流危険溪流Ⅰに分類
小浜市忠野	0次谷	緑色岩類主体、珪質岩(チャート他)を混じえる混在岩	深層風化した強風化岩盤、周辺は杉木(植林地)	渓床勾配(平均)30°前後<堆積区間共にほぼ同等>	風化した基盤土砂部(風化土砂層)を削ぎ落として流下土量が増大。渓床勾配が急で末端部まで減速なく流出。	あり。土石流カカルテに記載あり	土砂災害警戒区域に指定

## 2. 斜面崩壊災害の特徴と教訓

第2章～第4章で述べた、各地区での斜面災害の比較を表-5.2に示す。表-5.2に基づいて、今回の斜面災害の特徴を整理すると以下のようになる。

### 1) 人工構造物

- ①被災した斜面のほとんどは切土または自然斜面である。
- ②モルタル吹付け、落石防護柵、重力式擁壁（盛土斜面）が施工されていたが、効果は不十分であった。落石防護柵は、小規模な表層崩壊土砂の流出抑制に一定程度の効果を果たした。

### 2) 崩壊部の地盤構成

- ①被災斜面の地質は緑色岩・頁岩、花崗閃緑岩、混在岩、砂質泥岩と多様であり、地質による偏りは認められない。
- ②崖錐や強風化した表層が崩落したケースがほとんどである。

### 3) 問題のある地盤構造

- ①崖錐や強風化した表層と基盤岩の境界が強度と透水性の不連続面を形成している。
- ②強風化土砂層に対する切土勾配が急すぎるケースがある。
- ③盛土として十分な締固めがなされていないケースがある。

### 4) 集水条件

- ①自然斜面で排水施設がないため斜面内に地表水が流入しやすいケースがある。
- ②切土斜面、盛土斜面でも排水施設が十分でないケースがある。

## 教訓と提言

### 1) 荷重

- ①基本的には、崖錐や強風化した表層が素因となり、急勾配切土や排水処理の不備などが人為的な誘因となって崩壊したケースが多い。
- ②降雨表流水の浸透だけでなく、今回の災害では、台風の風による木本の揺れも重なって斜面崩壊の誘因となったと推定される。

### 2) 対策工

- ①上端が斜面途中で終わっているモルタル吹付けの上端部の排水処理（直接的な排水処理ができない場合も何らかの代替処理）に注意する。
- ②平坦地縁片の排水処理など、自然斜面での排水処理が重要である。
- ③道路面での十分な表流水の排水処理と地下水の排水処理が必要である。
- ④モルタル吹付けで水抜きパイプを十分に入れる。
- ⑤落石防護柵は待受け施設として一定の役割を果たした。

### 3) 維持管理

- ①吹付工背面の土砂化に注意する。
- ②表層の強風化層が安定勾配（1:1.2）より急勾配である斜面（既存の不適格斜面）の対処が

必要である。

③斜面脚部の小規模な侵食に注意する。

④下部が岩盤で上部が土砂層の斜面の安全性に注意する。

⑤盛土締固めの施工管理及び工事履歴を保存する必要がある。

⑥過去の空中写真を用いて、災害を起こす可能性のある地形を抽出する方法が考えられる。

⑦斜面上の不安定土塊の残存や集水地形などの災害発生要因が残る箇所では、その情報も維持管理に引き継ぐ必要がある。

#### 4) ソフト対応の重要さ

①崩壊リスクの高さを地元住民にも認識してもらう。

②災害発生時に速やかな応急対策を取れる体制を構築する

③道路沿いで斜面崩壊が起きると避難できない可能性を考慮した避難計画、緊急輸送路の確保が必要である。

④土砂災害警戒区域や急傾斜地の指定は、住民の防災意識を向上させ、移転の促進や早期の避難のために有効である。

表-5.2 斜面崩壊の比較

地点名	人工構造物	崩壊部の地盤構成 (上位から)	問題のある地盤構造	集水条件	備考	教訓キーワード
河野村	大良斜面崩壊 モルタル吹付け	崖錐と基盤岩(多亜裂・緑色岩、頁岩)	上部には平坦面(段丘)があり、斜縁辺に排水施設がないため、斜面内に地表水が流入しやすい	不安定で表土の侵食が緩く自然斜面上にモルタル吹付けが施工されていた	上端が斜面途中で終わっている吹付け上端部の排水処理(巻込処理) 吹付け背面の土砂部と基盤の不連続面 平坦地盤片の排水処理	
敦賀市	杉津斜面崩壊	強風化岩(花崗閃綠岩)	顕著な集水地形ではない。 崩壊部冒頭の側面部遷急斜	地下水の浸透、風による木本の搖れ	斜面脚部の小規模な侵食 風による木本の搖れ	
美浜町	日向砂崩れ	メランジエ、凝灰質。 崩壊部はDL級、基面はDM級程度の状態、風化境界が不連続面を形成	災害箇所①：軽微な集水地形あり 災害箇所②：特に集水地形ではない	素因：強風化地山、風化境界面 誘因：集中豪雨	表層の強風化層が安定勾配(1:1.2)より急であるため崩落 強風化岩は、風化境界が不連続面となつて崩落しやすいため、土砂層が薄い場合でも安易に岩盤の勾配を採用しない、災害箇所②：モルタル吹付けは水抜きパイプが少ない、	
美浜町	レイボーライン盛土崩壊	法面頂部に植林(高木) 斜面左翼に重力式擁壁と井桁擁壁、崩壊斜面中腹に暗渠排水	災害箇所①：強風化土砂層に對して勾配1:0.8程度 災害箇所②：特に集水地形ではない	災害箇所①：軽微な集水地形あり 災害箇所②：特に集水地形ではない	適切な盛土施工管理及び工事履歴の保存 適切な路盤面排水及び盛土排水 捨土である可能性が否定できない箇所に道路計画を行う際には、空中写真等で当初の地形を把握し、計画に反映させる	
美浜町	レイボーライン切土斜面崩壊	強風化～風化混在岩 上部からDL～DM～DH～CL級、基面はDH～CL級	斜面全体が強風化したD級岩盤 尾根筋のオープソナカット	盛土法面が急勾配 盛土法面が急勾配	適切な盛土施工管理及び工事履歴の保存 適切な路盤面排水及び盛土排水 捨土である可能性が否定できない箇所に道路計画を行う際には、空中写真等で当初の地形を把握し、計画に反映させる	

若狭町	遊子がけ崩れ寺院裏	メランジエ 崩壊部は DL 級、基面は DM 級	不透水性の DM 級層上面が水みちを形成しているようである	特に集水地形ではない	素因：強風化地山、風化境界面（DL～DM 級）の存在 誘因：集中豪雨	崩壊地形が存在していたが抜本的な予防対策がなく、集中豪雨により崩壊が拡大。崩壊リスクが高いことを、地元住民にも認識してもらいたい。既設の落石防護柵は受け施設として一定程度の役割を果たした。崩壊規模が小さい場合は、ある程度の減災効果を期待できる
若狭町	遊子地すべり棲橋個所	崩壊斜面は雜木林、下部はモルタル吹付け	丹波帯帯中生層を構成する泥質な混在岩、土砂化切土斜面上部に土砂化した強風化砂質泥岩で残存数 m 以上 の厚さで残存	切土上部に厚い風化岩が残存していた。崩壊の中心部では 10m を超える強風化砂質泥岩・風化砂質泥岩があり、以前より地すべりを起こして、いた可能性もあるが、崩壊前の空中写真からは判然としない	崩壊斜面頭部の北東に旧崩壊地があり、集水域となっている、崩壊地は集水域ではない	ボーリングとパイプひずみ計測の結果、所によつては 20m を超える斜面の深い位置に弱層があり、降雨により表層が生じたその影響で地すべり体の下部や強風化した表層部が道路へと崩落した
若狭町	塩坂越が崩れ塩坂トネル出口	モルタル吹付け (ラス網なし)	地質図では混在岩現地に層理の発達した頁岩崩壊部は崖錐堆積物と DL 級岩(赤褐色)、基面は DH～CL 級	流れ盤海食崖沿いの尾根地形の一部上部にオーバーハングぎみの DL 級岩が残存	空中写真で大局的な構造地形（強風化層、崖錐堆積物の分布）崩壊地点頭部は旧耕作地で凹地形	斜面頭部の不安定土塊(崖錐堆積物、DL 級岩)→集水地形→集中豪雨により頭部の不安定土塊が崩落(表層崩壊)→モルタル吹付けも崩落→斜面中部の DH 級岩は残存、斜面下部モルタル吹付けは残存
若狭町	佐古民家裏が崩れ	なし	崩壊部は DL 級、基面は DM 級	急勾配切土（10.7）斜面での DL 級層（厚さ 4m）の存在	特に集水地形ではない	素因：強風化地山、風化境界面（DL～DM 級）の存在 誘因：集中豪雨、切土斜面付近にあったひしの木（φ 1 m 程度）のゆれ DL～DM 級岩盤での適切な切土勾配

### 3. 河川・道路の災害の特徴と教訓

#### 1) 河川護岸の破壊

- ①流速増大区間で水衝部の河床が洗掘され、護岸の基礎が沈下して護岸の裏込め土が流出したケースがある。
- ②河川水が護岸を越流して護岸の背面に浸入し、護岸の背面に水圧が作用するとともに、増水した河川の揚圧力により護岸が流出したケースがある。
- ③護岸背面の谷部で土石流が発生し、護岸の位置まで流下して護岸が崩壊したケースがある。

#### 教訓

- ①水衝部では河床洗掘や河岸洗掘が起こりやすいため、根固工を置くなどの護岸洗掘対策を十分に行う。
- ②護岸背面の谷地形に対する十分な調査と適切な対策を行う。

#### 2) 河岸(道路)の崩壊

- ①蛇行流路で河床部は崖錐が堆積した状態で、河川に地山が突き出た箇所での乱流により河床洗掘と天然河岸の浸食が生じて河岸法面の崩壊が起きた。

#### 教訓

- ①河川と山岳道路が並行して天然河岸を形成している箇所では、河川と道路の高低差が大きいと護岸などの保全対策が困難である。河岸での地質・地盤調査を行って個別に対処する必要がある。
- ②同様な河岸形状箇所では、防災情報システムなどと連動させたソフト的な交通安全対策も必要である。

#### 3) 橋梁の流失

- ①河積の1/3程が埋塞するほどのシルト混じり礫質土が堆積し、洪水時に侵食を受けやすい河床であった。
- ②水衝部で経年に洗掘されていた河床が洪水でさらに洗掘され、橋脚基礎周辺が洗屈されて橋脚が倒壊し流出したと推定される。
- ③水位上昇により流水圧が橋脚や橋桁に作用した可能性もある。

#### 教訓

- ①河床変動が激しい箇所における橋脚基礎の点検・維持管理が必要である。
- ②橋脚の基礎形式にも注意が必要である。

#### 4) 浸水

##### A) 野木川（破堤）

- ①下流の堰による流下阻害、堆積土による河積の減少により河川水位の上昇が起きた。
- ②北川の背水が野木川に流入したこと、北川合流点と野木川の洪水ピークのズレが少なかったことも野木川の水位の上昇をもたらした。
- ③①、②による河川水位の上昇と、左岸側より右岸側が低かったこと、右岸側の中でも破堤箇所がやや低かったことから、破堤箇所付近で越水が生じて破堤したと推定される。

##### 教訓

- ①流下能力を妨げる構造物の除去を検討する。

##### B) 江古川

- ①河口近で河床勾配が緩いため本川（北川）の水位が大きく影響したこと、堆積土による河積の減少、周辺山地と北川に囲まれた浸水被害を受けやすい地形が浸水被害を大きくした。一部を除いてハザードマップとほぼ一致する浸水区域となっている。

##### 教訓

- ①排水機場など、抜本的な排水方法を検討する。
- ②導流堤、霞堤などの河川計画を検討する。
- ③広い意味での河川の維持管理を行う。

##### C) 加茂地区

- ①上流からの土石流や流木が小河川の曲線部を閉塞して河川水が越流した。
- ②小河川が集落内で蛇行していることが浸水被害を大きくした。

##### 教訓

- ①集落内で困難な課題であるが、流路変更、河川断面拡幅などの対策が必要である。
- ②砂防指定などの法的措置も検討する。

#### 4. その他

地盤工学会は2007年に地盤災害全般に対する提言を行っている。地盤災害全体に共通する提言と、今回の災害に関連する提言の項目のみを抜粋して以下に示す。詳細については、<https://www.jiban.or.jp/file/file/teigen.pdf> を参照されたい。

---

#### 地震と豪雨・洪水による地盤災害を防ぐために

—地盤工学からの提言— 2007年

地盤工学会

##### 1. 全体に共通の提言

提言 1.1 (地盤災害の重要性の認識)

提言 1.2 (既存の社会基盤施設、住宅・建物および自然斜面・地盤の地盤災害に対する耐災診断と耐災補強)

提言 1.3 (地盤災害を受けた土構造物の本格復旧における強化復旧)

提言 1.4 (地震と豪雨・洪水による地盤災害に対する総合的対策)

提言 1.5 (異なった管理機関の間の地盤災害対策の調整と整合)

提言 1.6 (地盤災害対策のための地盤工学の発展)

提言 1.7 (防災的な措置とともに減災的な地盤災害対策の実施)

提言 1.8 (地盤防災・減災のための異なる学問・技術分野の協働)

提言 1.9 (地盤災害を防ぐための社会的な広報・教育活動)

##### 2. 治水利水施設

2.1 「治水利水施設」共通の提言 技術者・研究者\*

提言 2.1-1 (治水制御性能に関する弱部の正確な同定) 行政・技術者・研究者

提言 2.1-2 (新たな技術開発) 行政・技術者・研究者

提言 2.1-3 (連鎖被災の可能性の評価と予防保全) 行政・技術者・研究者

##### 2.2 各施設の提言

##### 2.3 河川堤防

提言 2.2.3-1 (耐震性能の評価) 行政・技術者・研究者

提言 2.2.3-2 (洪水制御性能の評価) 行政・技術者・研究者

提言 2.2.3-3 (付帯構造物との接合部を含めた弱部発見法の高度化) 技術者・研究者

提言 2.2.3-4 (地震と豪雨の総合評価と対策工法) 行政・技術者・研究者

提言 2.2.3-5 (災害リスクに基づく堤防管理体制) 行政

### 3. 切土・盛土および自然斜面

#### 3.1 全般

##### 3.1.1 基本理念

提言 3.1-1 (人の命を守る防災・減災)

##### 3.1.2 全般的な提言

提言 3.1.2-1 (崩壊危険度判定手法の高度化と効果的な対策工) 行政, 技術者, 研究者, 学会

提言 3.1.2-2 (適切な維持管理) 行政

提言 3.1.2-3 (耐震, 耐豪雨対策) 行政, 技術者, 研究者, 学会

提言 3.1.2-4 (リアルタイム防災システム) 社会, 行政, 技術者, 研究者, 学会

提言 3.1.2-5 (斜面地盤データベース) 行政

#### 3.2 対象別提言

##### 3.2.1 道路

提言 3.2.1-1 (通行規制等の緩和・解消) 施設管理者

提言 3.2.1-2 (情報の整理・管理) 施設管理者

提言 3.2.1-3 (ハザードマップの整備と減災) 施設管理者

提言 3.2.1-4 (緊急輸送路の確保・早期復旧) 施設管理者

提言 3.2.1-5 (対策工の開発) 施設管理者, 技術者, 研究者, 学会

提言 3.2.1-6 (耐災設計法の合理化) 施設管理者, 技術者, 研究者, 学会

提言 3.2.1-7 (専門的知識の提供, 支援) 技術者, 研究者, 学会

提言 3.2.1-8 (社会への貢献) 技術者, 研究者, 学会

##### 3.2.3 砂防

提言 3.2.3-1 (地盤内調査手法の開発と普及) 行政, 技術者, 研究者, 学会

提言 3.2.3-2 (土砂災害警戒情報の高度化と活用) 行政, 技術者, 学会

提言 3.2.3-3 (効果的な災害対策) 行政, 技術者, 研究者, 学会

提言 3.2.3-4 (地震時の自然斜面等の崩壊危険度評価の高度化) 技術者, 研究者, 学会

提言 3.2.3-5 (地球温暖化の影響予測と対策手法の検討) 行政, 技術者, 研究者, 学会

#### 4. その他社会基盤施設等

##### 4.2 施設別提言

###### 4.2.4 洗掘の影響を受ける河川内構造物

###### 提言4.2.4-1（総合的な対策） 技術者、学会

橋脚の洗掘問題と河川の護岸構造物の側方侵食・洗掘問題の解決のためには、

1)橋脚の洗掘・護岸構造物の側方侵食・洗掘の予測とそれらの効果的な対策工法の開発、

2)洪水時の橋脚などの安定性評価の改善、

3)リアルタイムの洪水時橋梁防災システムと列車や自動車の運転規制システムの構築が必要である。