

# 「2014 年台風 12 号及び 11 号緊急災害調査」

公益社団法人土木学会四国支部 四国地域災害調査委員会  
公益社団法人土木学会 水工学委員会  
合同四国水害調査団

調査団長 中野 晋

## 1. はじめに

2014年8月に相次いで来襲した台風第12号と同第11号では西日本から北日本までの広い範囲で猛烈な大雨となり、全国で6名の死者、約6000棟の浸水被害をもたらした<sup>1)</sup>。中でも高知県と徳島県では8月1日から10日の間に多いところで2000mmを超える降雨量を記録し、各地で河川氾濫や内水被害が頻発した。土木学会水工学委員会と同四国支部では深刻な被害状況を鑑み、合同四国水害調査団（団員28名、研究協力者4名、表1.1）を結成して、この災害に対する緊急調査を開始した。この調査では調査団員に加え、徳島大学環境防災研究センター等の研究スタッフ、多数の大学院生らの協力を得ている。

本調査では台風第12号と台風第11号の降雨状況、河川の水位やダムの放流状況などの水文・水理特性に加え、自治体の避難情報の提供方法と住民の避難実態、災害ボランティアの活動状況、事業所、学校、社会福祉施設の被災と対応について多方面にわたり、総合的に調査を行っている。さらに、この2つの台風直後の8月20日未明に発生した広島市土砂災害にも調査員を派遣し、浸水被害が中心であった四国水害と対比することで、両災害の違いについても考察している。

本報告書では水害発生直後から平成27年3月までに実施した調査内容について、各担当者の報告内容を章別に取りまとめた。

### 参考文献

1)消防庁:台風第12号及び台風第11号に伴う大雨等による被害状況等について(第23報),平成26年8月18日, <http://www.fdma.go.jp/bn/2014/detail/868.html>.

表 1.1 四国水害調査団メンバー

四国水害調査団メンバー(28名)			
氏名	所属	職名	主な担当地区
中野 晋	徳島大学大学院STS研究部	教授	徳島県
武藤 裕則	徳島大学大学院STS研究部	教授	徳島県
田村 隆雄	徳島大学大学院STS研究部	准教授	徳島県
渦岡 良介	徳島大学大学院STS研究部	教授	徳島県
上月 康則	徳島大学大学院STS研究部	教授	徳島県
山中 亮一	徳島大学大学院STS研究部	准教授	徳島県
湯浅 恭史	徳島大学環境防災研究センター	助教	徳島県
村田 明広	徳島大学大学院SAS研究部	教授	徳島県
西山 賢一	徳島大学大学院SAS研究部	准教授	徳島県
三上 卓	徳島大学環境防災研究センター	特任准教授	徳島県
山城 新吾	徳島文理大学人間生活学部	講師	徳島県
長田 健吾	阿南工業高等専門学校	准教授	徳島県
中井 佳絵	法政大学地域創造システム研究所	特任研究員	徳島県・広島市
安藝 浩資	ニタコンサルタント株式会社	取締役	徳島県
原 忠	高知大学教育研究部自然科学系農学部	教授	高知県
岡林 宏二郎	高知工業高等専門学校	教授	高知県
岡田 将治	高知工業高等専門学校	准教授	高知県
張 浩	高知大学教育研究部自然科学系農学部	准教授	高知県
岡村 未対	愛媛大学大学院理工学研究科	教授	広島市
竹田 正彦	愛媛大学防災情報研究センター	教授	広島市
門田 章宏	愛媛大学大学院理工学研究科	准教授	高知県
森脇 亮	愛媛大学大学院理工学研究科	教授	高知県
長谷川 修一	香川大学工学部	教授	香川県・広島市
岩原 廣彦	香川大学危機管理研究センター	教授	香川県・広島市
井面 仁志	香川大学工学部	教授	香川県・広島市
山中 稔	香川大学工学部	准教授	香川県・広島市
野々村 敦子	香川大学工学部	准教授	香川県・広島市
宇野 宏司	神戸市立工業高等専門学校	准教授	淡路島
研究協力者(4名, 職員のみを示す)			
氏名	所属	職名	主な担当地区
井若 和久	徳島大学地域創生センター	学術研究員	徳島県
梅岡 秀博	徳島大学環境防災研究センター	技術職員	徳島県
金井 純子	徳島大学環境防災研究センター	技術補佐員	徳島県
鳥庭 康代	徳島大学環境防災研究センター	技術補佐員	徳島県

## 2. 徳島県内の被害概要と那賀川 中流部での流況解析

### 2.1 大雨の状況と被害概要

徳島地方気象台<sup>1)</sup>の報告によると、8月1日11時から8月10日24時まで徳島県内での総降水量は上勝町福原旭で1510mm、那賀町木頭で1330mmと県南部を中心に猛烈な雨となったほか、徳島市でも992mmの記録的な大雨となっている。徳島県<sup>2),3)</sup>のまとめによると県内の被害は死者1名、軽傷1名の人的被害と全壊1棟、一部損壊13棟、床上浸水689棟、床下浸水1593棟である。

### 2.2 台風第12号による浸水被害の発生状況

台風第12号の経路と降水量分布を図2.1に示す。台風第12号では吉野川上流域である高知県中央部で1000～1300mm、徳島県南部で600～700mmの雨となり、県西部の吉野川や県南部の海部川、穴喰川、福井川、桑野川周辺で浸水被害が発生した<sup>4),6)</sup>。また、美馬市の吉野川河川敷の建設現場で大手建設会社の現場責任者が資材撤去の際に流されて死亡している。阿南市に次いで床上・床下浸水棟数が多かった海陽町穴喰地区での調査結果を図2.2に示す。穴喰川の日比原水位局でははん濫危険水位3.10m (T.P.5.53m)を8月2日13時～19時の6時間にわたって超過し、15時50分にはこれを1.5m上回る4.64m (T.P.7.07m)の水位を記録した。住家の浸水被害が多かったのは穴喰川河口部の海陽町穴喰浦と同久保で、最大で約1mの湛水により、約200棟の床上・床下被害が発生した。穴喰川の水位が高くなり、支流の久保川からの排水ができなくなったため、

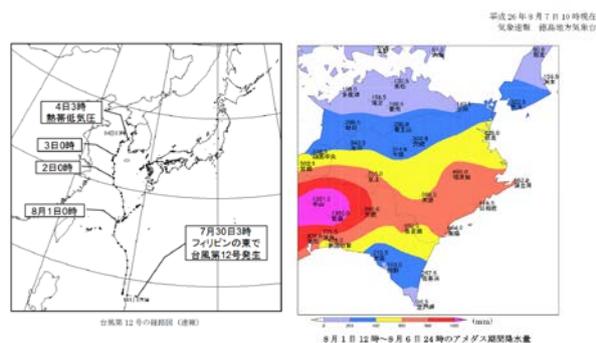


図 2.1 台風第12号の経路と徳島県周辺の降水量分布 (徳島地方気象台)



図 2.2 穴喰川周辺の浸水状況

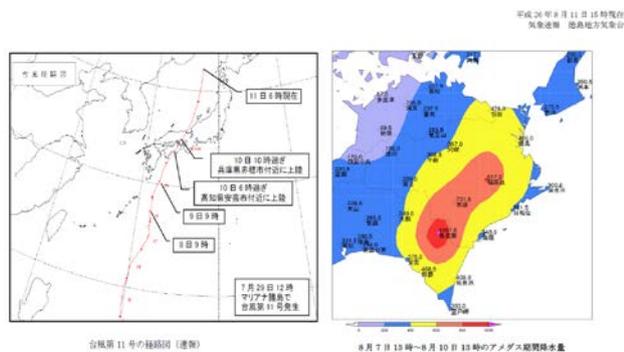


図 2.3 台風第11号の経路と徳島県周辺の降水量分布 (徳島地方気象台)

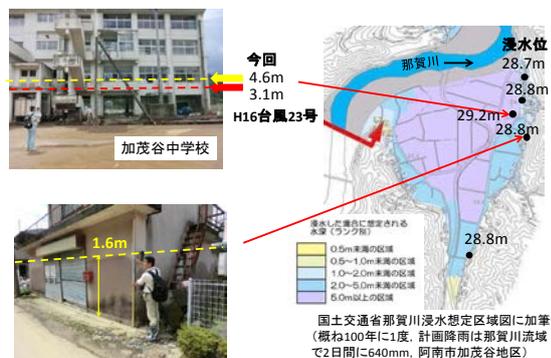


図 2.4 阿南市加茂谷地区の浸水状況

内水被害が広がったとみられる。なお、宍喰での総降水量は 690mm、最大時間雨量は 112mm である。海陽町宍喰浦での浸水位は 2.7～2.8m (T.P.)、海陽町久保での浸水位は 3.7～3.8m (T.P.) であり、いずれも本川の宍喰水位局の最高水位 4.20m (T.P.) を下回る。

### 2.3 台風第 11 号による浸水被害の発生状況

図 2.3 に台風第 11 号の経路と降水量の分布を示す<sup>5)</sup>。台風第 11 号では徳島県南部を流れる那賀川流域では中上流域で 500～1000mm の雨となり、基準地点で河口から 7km に位置する古庄では観測開始以降で最高の 8.00m を記録したほか、河川氾濫と内水被害が頻発した<sup>6)</sup>。

図 2.4 は阿南市加茂谷地区の浸水状況で、市立加茂谷中学校での浸水は地面から 4.6m (T.P.29.2m) と 2 階の教室に達する浸水となった。この中学校は国土交通省が公表している浸水想定区域図では最大浸水深が 5m 以上のエリアに位置しており、想定外の被害とは言えない。一方、平成 16 年台風第 23 号では浸水しなかった山沿いでも最大で 1.8m の浸水被害(浸水位としては 28.7～28.9m に相当)が発生している。約 0.5km 下流に設置されている加茂谷水位局での最高水位は 8 月 10 日 10 時に T.P.26.48m を記録しており、浸水位はこれより 2m 程度高い。加茂谷地区では堤防整備などの河川整備計画が進行中であるが、本川の無堤部分からの浸水と支流の加茂谷川からの氾濫が加わったことが浸水原因であると考えられる。

図 2.5 は那賀町和食地区の浸水状況である。一部で浸水深は 3m を超え、避難の遅れた住民は 8 月 10 日の早朝に 2 階から船で救出される事態も発生した。浸水エリアに近接した和食水位局の記録によると 10 日 10 時に 54.0m の最高水位を記録しているが、筆者の調査でもこれとほぼ一致する 54.1～54.2m の痕跡水位が集落内の多数の地点で確認された。

図 2.6 は和食の上流にあたる川口ダムの放流量と和食水位観測所(和食及び和食下流)の水位変化を示す。和食地区に近接する和食下流観測所では 8 月 10 日の 11 時に 54.0m の最高水位を記録している。これは浸水痕跡位より 0.2m 低い値であり、和食地区の浸水が本川水位の上昇で支流の南川から排水できなくなり、南川などの支川からの溢水が主要因であると推察される。

### 2.4 那賀川中流部での流況解析



図 2.5 那賀町和食地区の浸水状況

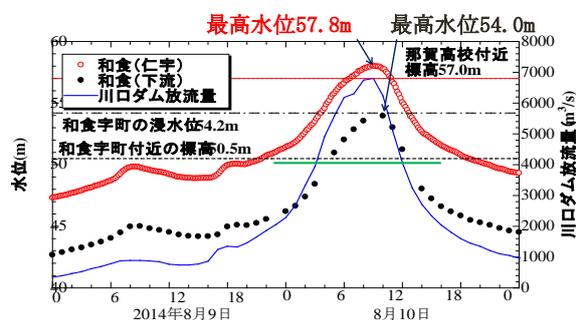


図 2.6 川口ダム放流量と水位変化

和食や加茂谷などの川口ダム下流に位置する中流部では長安ロダムや川口ダムからのダム放流量と河川水位は高い相関があり，阿南市や那賀町でもダムの放流量を参考に避難情報を提供している．また浸水エリアの消防団や住民の多くがテレビや防災無線から流されるダム放流量や水位情報から，浸水危険度の高まりを理解されていたようである．

徳島県と国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所より，提供された河川横断面データをもとに，河口から7kmの古庄から，42kmの川口ダムまでの区間に対して平面2次元流況解析を実施した．

解析コードはオープンソースの河川流れ計算プログラムであるiRIC2.3のNays2HD 1.0を用いた<sup>7)</sup>．このプログラムでは一般曲線座標で境界適合座標を用いた非定常平面2次元流れ解析が行われる．本計算では縦断方向に462断面，横断方向に17断面に分割した計算を行った．上流端では公表されている川口ダム放流量 $Q_0$ ，下流端では古庄水位局で観測された水位データを与えた．また，川口ダムの直下には流域面積 $44.2\text{km}^2$ の赤松川が流入しているほか，複数の支川から流入があり，川口ダムからの放流量だけでは過少となるため，段階的に変化させて計算した．

図2.7に河口から36.9km地点の那賀町相生鮎川，河口から31.2km地点の那賀町和食仁宇，28.6km地点の那賀町和食下流，16.4km地点の阿南市加茂谷の各水位局地点での観測結果と計算結果の比較である．28.6km地点の和食下流より上流側では川口ダムからの放流量 $Q_0$ の1.1倍して与えた結果とよく一致しているが，16.4km地点での加茂谷では最高水位を記録する時間帯では $1.1Q_0$ では過大となっている．現段階では計算に用いる諸条件のチューニングが終わっていないこともあり，確かなことは言えないが，和食の上流側と下流側の特性の違いは加茂谷から和食の間で発生した氾濫による貯留効果が影響したものであると考えられる．

## 2.5 まとめ

徳島では2004年の台風第23号以来の10年ぶりの豪雨災害となった．特に台風第11号

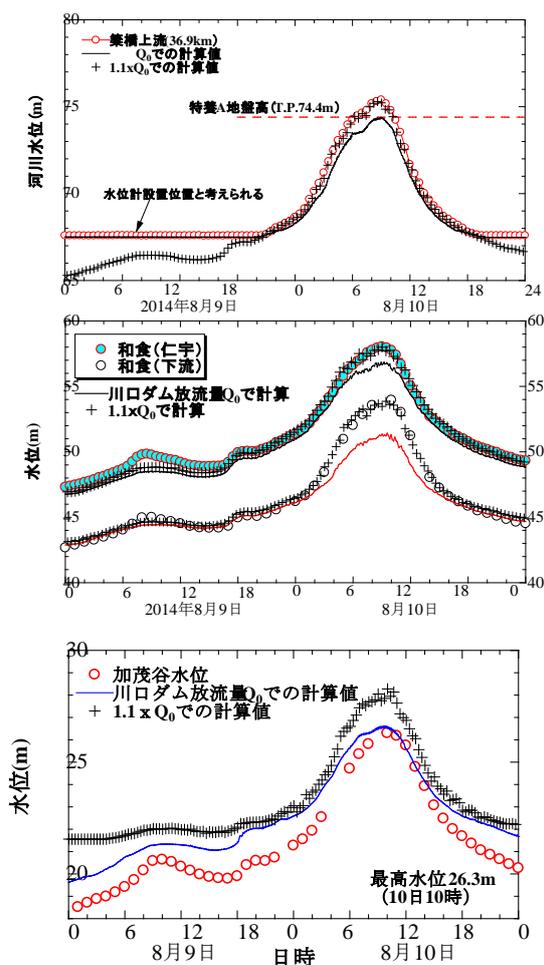


図 2.7 各水位局での水位変化（観測値と計算値の比較）

では深夜から早朝に大雨が降り、避難準備が困難な状況であったが、避難時の遭難などの犠牲が皆無であったことは幸いであった。自治体による防災情報の提供の方法や住民の避難対応行動 について、徳島県では「徳島県豪雨災害時避難行動検討会議」を設けて詳細な検証を行っている。こうした成果を今後の避難情報の提供方法などに活かすことが大きな課題である。

(徳島大学 中野 晋)

#### 参考文献

- 1)徳島地方気象台：平成 26 年 8 月 1 日から 10 日にかけての台風第 11 号及び第 12 号による風水害，徳島県農業気象災害速報，第 1 号，平成 26 年 9 月 17 日，  
[http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster\\_report/agri\\_disaster\\_rep\\_20140917.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster_report/agri_disaster_rep_20140917.pdf).
- 2)徳島県：大雨(平成 26 年 8 月 1 日から)に関する被害の状況等について（第 11 報），2014 年 8 月 7 日，  
<http://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2014080700017/>.
- 3)徳島県：台風 11 号(平成 26 年 8 月 8 日～)に関する被害の状況等について(第 9 報)【訂正有】，2014 年 8 月 13 日，  
<http://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2014081300018/>.
- 4)徳島地方気象台：平成 26 年台風第 12 号による徳島県の大雨について（徳島県の気象速報），平成 26 年 8 月 7 日 10 時現在，  
[http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster\\_report/report20140806.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster_report/report20140806.pdf).
- 5)徳島地方気象台：平成 26 年台風第 11 号による徳島県の大雨と暴風について（徳島県の気象速報），平成 26 年 8 月 11 日 15 時現在，  
[http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster\\_report/report20140811.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster_report/report20140811.pdf).
- 6)国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所：台風 11 号の雨量，河川水位の状況について，2014 年 8 月 29 日，  
[http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/04\\_uryousuijoukyou.pdf](http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/04_uryousuijoukyou.pdf).
- 7)iRIC Project : <http://i-ric.org/ja/>

### 3. 徳島県内における平成 26 年台風 11 号・台風 12 号の降雨・出水特性

#### 3.1 はじめに

平成 26 年 8 月 8 日～10 日に大雨をもたらした台風 11 号によって那賀川水系・那賀川の古庄水位観測所では観測開始以来の最高水位 8.0m が観測され, 和食地区や加茂地区など, 流域の複数の箇所では激甚な浸水被害が発生した<sup>1)</sup>。その約 1 週間前の 8 月 1 日～4 日には台風 12 号によって徳島県南部の海陽町や阿南市で洪水氾濫, 浸水被害が発生している。本稿では大出水をもたらした台風 11 号, 台風 12 号の降雨・出水特性について報告する。

#### 3.2 台風 11 号, 12 号の概要

気象庁が発表した報告書<sup>2),3),4)</sup>によると, 台風 11 号は平成 26 年 7 月 29 日にマリアナ諸島近海で発生し, フィリピンの東海上を北上, 10 日 6 時過ぎに高知県安芸市付近に上陸した。その後も四国地方をゆっくり北北東に進み, 10 日 10 時過ぎに兵庫県赤穂市付近に再上陸, 近畿地方を北北東進して 10 日 14 時前に日本海に抜けるコースを辿った。この台風を取り巻く雨雲や湿った空気が次々と流れ込んだために徳島県では大雨となった。

台風 12 号は 7 月 30 日にフィリピンの東海上で発生し, 7 月 31 日から 8 月 1 日に沖縄付近を北上, 1 日から 3 日にかけて東シナ海から黄海を進み, 4 日 3 時に熱帯低気圧に変わった。徳島県の各地で雷を伴った激しい雨が断続的に降り, 大雨となった。図 3.1 と図 3.2

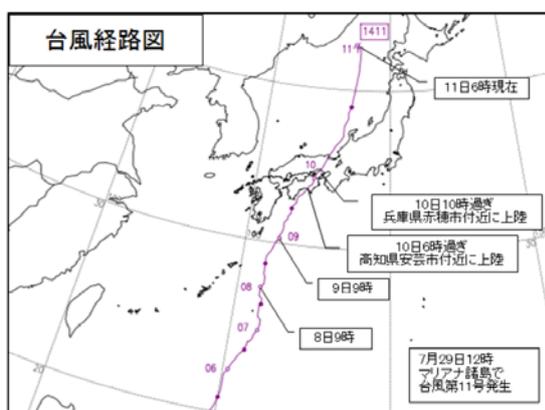


図 3.1 台風 11 号の経路 (速報)<sup>4)</sup>

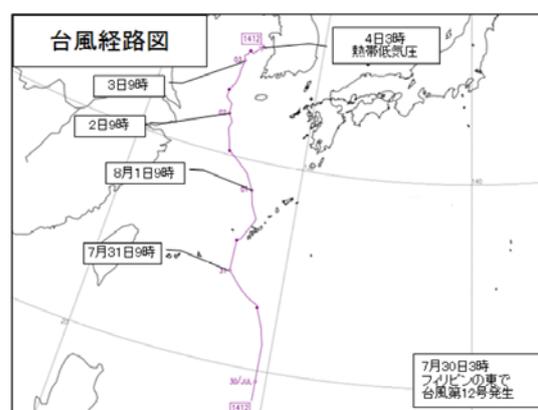


図 3.2 台風 12 号の経路 (速報)<sup>4)</sup>

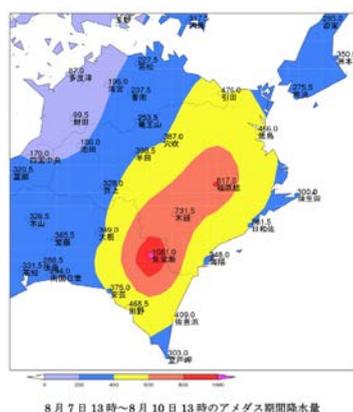


図 3.3 台風 11 号の雨量分布<sup>2)</sup>

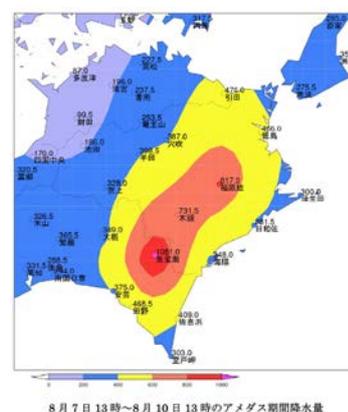


図 3.4 台風 12 号の雨量分布<sup>3)</sup>

に台風経路図，図 3.3 と図 3.4 にアメダス期間降水量を示す。

### 3.3 台風 11 号の降雨・出水特性

台風 11 号によって持たされた大雨によって，那賀川では戦後最大水位，流量が観測され，各所で甚大な浸水被害が発生したが，その背景には以下のような降雨・出水特性があったと考えられる。

#### (1) 台風 12 号による先行降雨

台風 11 号来襲に先立つ約 1 週間前に，台風 12 号によって広い範囲で大雨が観測された。徳島地方気象台の報告<sup>2)</sup>によると，降り始めの 8 月 1 日 12 時から 6 日 24 時までの総雨量は，上勝町福原旭で 693.0mm，海陽町海陽で 664.0mm，那賀町木頭で 598.5mm を観測するなど，県南一帯で大雨となった（図 3.4）。その結果，台風 11 号来襲時に那賀川の水位は十分に低下しておらず，降雨直前の 8 月 8 日午前 0 時における古庄水位観測所の水位は 1.42m と高い状態にあった（台風 12 号直前の 8 月 1 日 12 時の水位は 0.04m）<sup>5)</sup>。このことから流域内に蓄えられた土壌水，地下水も平常よりかなり多く，土壌表層の浸透能は低下した状態にあったと推測される。

#### (2) 流域全体にわたる大雨

台風 11 号通過前後のアメダス期間降水量分布（図 3.3）と国土交通省の雨量計で観測された流域雨量分布図<sup>1)</sup>を図 3.5 に示す，これらを見ると，上流の長安口ダム流域だけでなく，下流にある古庄地点まで満遍なく大雨となったことがわかる。図 3.5 から 8 月 8 日～10 日の総降水量をみると，上流（長安口ダム流域）の日早～長安口間で約 900mm～750mm，中流の笹谷から和食で 750mm～650mm，下流に位置する大原や古庄で 600mm～550mm の雨が観測されている。

#### (3) 積算雨量 300mm を超える下流域の降雨ピーク前雨量

台風 11 号では長安口ダム下流の和食地区や加茂地区などで大きな浸水被害が発生した。図 3.5 を見ると，これらの地区では 8 月 8 日～9 日の雨量が上流域のそれより大きく，8 月 9 日正午頃には積算雨量が 300mm を超えていた（上流域では最大でも 200mm 程度）。大雨のピークと那賀川の最高水位は 8 月 10 日に発生している。このことから，下流域では降雨のピークを迎える前に土壌が飽和しており，8 月 10 日の雨は土壌にほとんど浸透せず，地表面流となって一気に流出してしまう状況にあったと推察される。

#### (4) 後方集中型の降雨波形

図 3.5 から，後方集中型の降雨波形であったことがわかる。降り始めから 8 月 10 日 0 時までの積算雨量は上流から下流まで 300mm を超えていた。この上に 8 月 10 日に各地で時間雨量 30mm 以上，10 時間雨量 200mm 以上の大雨がもたらされた。

#### (5) 下流域の降雨ピーク発生時刻が那賀川の最大水位発生時刻と一致

長安口ダム下流の最高水位は，和食水位観測所で 8 月 10 日 8 時 50 分（水位 12.23m），古庄水位観測所では 10 時 30 分（水位 8.00m）に観測された<sup>1)</sup>。図 3.5 から和食の最大雨量は 10 日 6 時～7 時の 57mm/hr であり，その前後 3 時間で約 120mm の雨が観測されており，降雨ピーク時刻が那賀川のピーク水位時刻とほぼ一致していたことがわかる。

以上のことから，台風 11 号による那賀川の戦後最大水位の発生とそれに伴う甚大な浸水被害が発生した背景として以下の 3 点を挙げるができる。



ける気象レーダ画像<sup>2)</sup>を示すが、これを見ても台風12号の降雨は局所的な大雨に特徴がある。

### 3.5 まとめ

平成26年台風11号による洪水は、先行降雨の雨量、本降雨の空間分布と降雨波形等、複数の要因が重なって発生したと考えられる。一方、台風12号による洪水は1時間に100mmを超える局所的な大雨によって引き起こされたと考えられることができる。

(徳島大学 田村隆雄)

#### 参考文献

- 1) 国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所・徳島県：台風11号の雨量、河川水位の状況等について、2014年8月29日、  
[http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/h260829/04\\_uryousuiijoukyou.pdf](http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/h260829/04_uryousuiijoukyou.pdf) (2015年4月14日確認)。
- 2) 徳島地方気象台：平成26年台風第11号による徳島県の大雨と暴風について、平成26年8月11日、  
[http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster\\_report/report20140811.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster_report/report20140811.pdf), (2015年4月14日確認)。
- 3) 徳島地方気象台：平成26年台風第12号による徳島県の大雨について、平成26年8月7日、  
[http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster\\_report/report20140806.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster_report/report20140806.pdf) (2015年4月14日確認)。
- 4) 徳島地方気象台、平成26年8月1日から10日にかけての台風第11号及び第12号による風水害、  
[http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster\\_report/agri\\_disaster\\_rep\\_20140917.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster_report/agri_disaster_rep_20140917.pdf) (2015年4月14日確認)。
- 5) 国土交通省、水文水質データベース  
<http://www1.river.go.jp/> (2015年4月14日確認)。
- 6) 徳島県県土防災情報管理システム、<http://www1.road.pref.tokushima.jp/>, (2015年4月14日確認)。

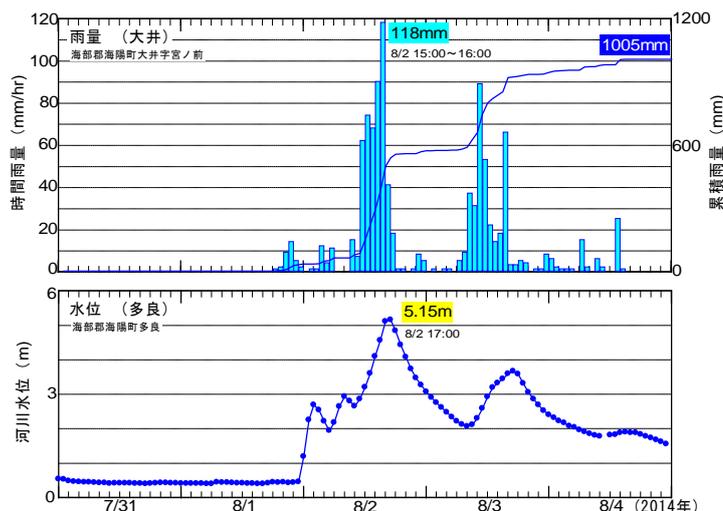


図 3.6 台風12号時の海部川における雨量と河川水位の経時変化

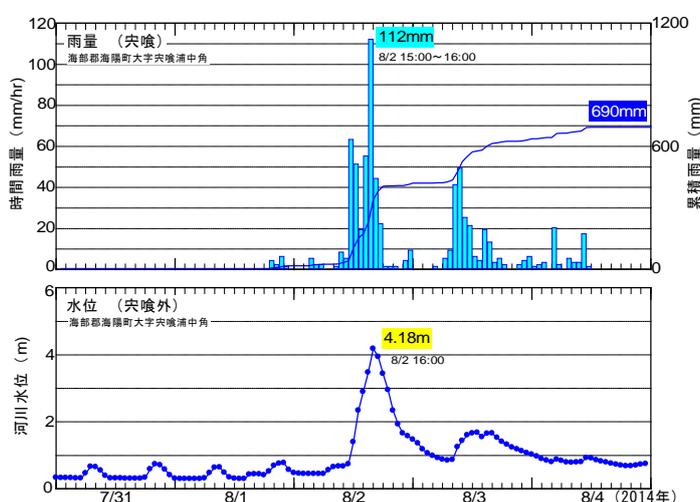


図 3.7 台風12号時の穴喰川における雨量と河川水位の経時変化

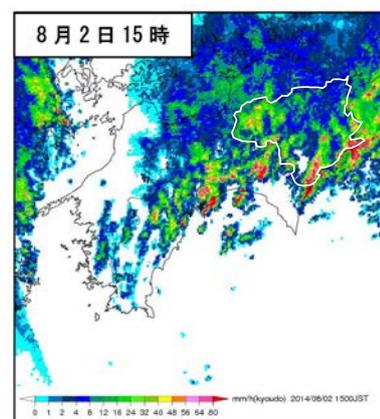


図 3.8 台風12号時の気象レーダ画像<sup>3)</sup>

## 4. 徳島県内の土砂災害調査報告

### 4.1 はじめに

2014年8月に相次いで来襲した台風12号と11号により、徳島県では8月1日から10日の間に、多いところで2,000mmを超える降雨量を記録し、各地で河川氾濫や内水被害が頻発するとともに、土砂災害も散発的に発生した。本稿では徳島県内で発生した土砂災害の発生状況の概要を報告する。

### 4.2 大雨の状況

徳島地方気象台<sup>1)</sup>の報告によると、8月1日11時から8月10日24時までに徳島県内での総降水量は、上勝町福原旭で1,510mm、那賀町木頭で1,330mmと、県南部を中心に猛烈な雨となったほか、徳島市でも992mmの記録的な大雨となっている。8月1日12時～8月6日24時までのAMeDAS期間降水量分布(図-1)によると、那賀川以南ならびに大歩危・祖谷方面で600mmを超えている。

### 4.3 台風第12号による土砂被害の発生状況

図4.1の期間降水量分布図に、主要な土砂災害の発生位置を加筆した。海陽町上若松の海部川右岸では、標高約250mの斜面で崩壊が発生し、土砂は谷口を通過する国道192号線ならびにその側部を流れる海部川河川敷にまで達した(図4.2)。崩壊の比高は約190mである。崩壊の滑落崖はボトルネック型を呈し、遠望する限りでは、崩壊深は土壌および根系よりかなり深く、数m程度と思われる。滑落崖には、数本の樹木が、根系とともにすべり面上に残存している。崩壊の規模が大きめであるにも関わらず、谷口にあたる国道192号線に達した土砂の量は少ない。このことは、滑落崖の下流に当たる溪流沿いに、かなり多量の土砂が残存していることを示す。

阿南市椿泊では、谷部を埋めた県道の盛土が崩壊した(図4.3)。この崩壊により宿泊研修施設が孤立したため、施設に来ていた小学生らが海上保安庁の巡視船で救出された。崩壊した盛土は標高85m付近にあり、谷を埋めた形状をなす。崩壊土砂は比高85mの谷を流下して海岸にまで達した。崩壊した盛土の周囲における自然斜面には、崩壊の発生はほぼ確認できない。このため、豪雨によって盛土内の排水が不良となり、盛土の崩壊発生に至ったものと推定される。付近の県道はこの1本のみであるため、研修施設が孤立する原因となった。

### 4.4 台風11号による土砂災害の発生状況

台風11号の豪雨に伴い、徳島市中心部に近い南佐古一番町では、台風の通過後に、眉山北麓の斜面で落石が発生し、住民の避難が行われた(図4.4)。幸い、落石は斜面途中で停止し、

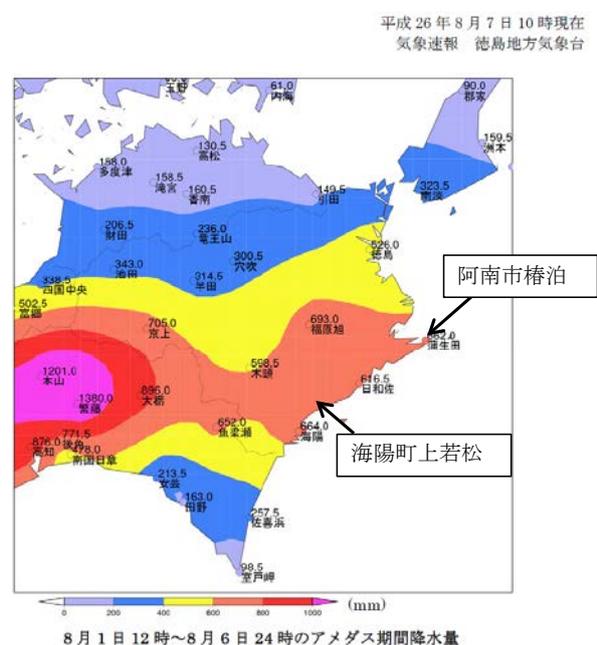


図4.1 台風第12号による徳島県周辺の降水量分布<sup>1)</sup>に、土砂災害の発生箇所を加筆



図 4.2 海陽町上若松の斜面崩壊（滑落崖）



図 4.3 阿南市椿泊の盛土崩壊

住民避難も迅速に行われたため、人的・物的な直接被害は発生しなかった。住民への聞き取りによると、経緯は以下の通りである。台風通過後、雨が上がった後の8月10日20時30分頃から、裏山から異音が聞こえ、21時過ぎからは数分おきに轟音が響き、消防に通報した。駆けつけた消防により立ち入り規制ラインが設定され、付近の住民約50名は、佐古コミュニティセンターに避難して一夜を明かした。翌11日朝、消防が現場斜面に登って状況を観察した結果、斜面に大きな岩塊が引っかかっているが、これ以上落下の心配はないと判断され、立ち入り規制が解除された。



図 4.4 南佐古一番町の斜面

#### 4.5 まとめ

今回の台風災害では、多数の浸水被害が発生したものの、人的犠牲が発生しなかったのは幸いであった。この理由の一つとして、斜面崩壊の発生数が少なく、崩壊土砂に巻き込まれた遭難者の発生がゼロであったことが考え得る。台風11号災害の直後に発生した広島豪雨災害では、多数の土石流が住宅を襲い、70名以上の犠牲者が出たことと対照的である。とはいえ、迂回路のない山間部や、夜間といった悪条件下において、土砂災害からの避難態勢をどう確立するかに関する検討が、徳島県においても必須といえる。

(徳島大学 西山賢一)

#### 参考文献

1) 徳島地方気象台：平成26年8月1日から10日にかけての台風第11号及び第12号による風水害，徳島県農業気象災害速報，第1号，平成26年9月17日，

[http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster\\_report/agri\\_disaster\\_rep\\_20140917.pdf](http://www.jma-net.go.jp/tokushima/disaster_report/agri_disaster_rep_20140917.pdf).

## 5. 台風 1411 号における那賀川周辺住民の避難行動

### 5.1 はじめに

近年、短期間の集中豪雨や台風などの水災害による被害が各地で多発している。平成 26 年台風第 11 号によって、徳島県那賀川流域で甚大な住家被害が生じた。しかし、避難所への水平避難をした人は多くなかった。

水災害から身を守るためには、住民への素早く正確な情報伝達や注意喚起、住民の自主的な避難行動が重要となってくる。しかし、各市町村で住民への情報提供・避難を促すような工夫がされているにも関わらず、直接住民の避難行動には結びついていない。

そこで本研究では、浸水被害の大きかった徳島県阿南市及び那賀町において、平成 26 年台風第 11 号に関して行政及び住民を対象にインタビュー調査を行った。調査を通して、行政の住民への情報提供について把握するとともに、住民がどのような情報をどのような手段で入手し避難行動に移すかという避難の実態について分析することを目的とする。

### 5.2 平成 26 年台風第 11 号の概要

平成 26 年 8 月 10 日に高知県に上陸。基準地点である古庄観測所では 2 日間雨量 754mm の豪雨となり、観測開始以降第 4 位のものとなった<sup>1)</sup>。また、那賀川では河川水位が古庄観測所で 10.24m (T.P.)、和食観測所で 58.04m (T.P.) と共に観測開始最高記録となった<sup>2)</sup>。洪水調節機能を有する長安ロダムでは、最大流入量と最大放流量ともに観測開始以降最高記録となった。県内での住家被害は全壊 5 棟、半壊 148 棟、一部破損 47 棟、床上浸水 336 棟、床下浸水 1,138 棟であった<sup>3)</sup>。那賀川で洪水調節機能を有する長安ロダムでは、台風接近の対応として十分な容量を確保していた。台風 11 号の際に那賀川河川事務所では、警報・巡視確認・関係機関への連絡に加えて職員を阿南市及び那賀町へ派遣するなどの対応がされていた。

### 5.3 行政の対応と住民への情報提供

行政へのインタビュー調査から分かったことを以下に示す。阿南市では、降雨量・那賀川水位・流量をもとに避難勧告等を発令している。台風接近時には防災無線による注意喚起が行われ、土砂災害警戒情報を含み避難情報が発表された時には防災無線・CATV・登録メール（登録者 386 人）によって住民に情報を提供している。場合によっては、消防団・市職員によって声掛けがされている。

那賀町では、河川状況・長安ロダムの放流量をもとに避難勧告等を発令している。主な情報伝達手段は、各戸に配備された防災無線端末による音声告知放送・ケーブル TV・ケーブル TV によるライブ映像（南川の映像）である。

両市町では、那賀川の状況・長安ロダムの放流量が重要視されている。ただ単に住民に情報提供するだけでなく、声掛けによって住民の避難行動を促す様な工夫もされている。

### 5.4 阿南市・那賀町における住民避難の実態

台風第 11 号による浸水被害の大きかった阿南市加茂谷地区加茂町・深瀬町・十八女町・水井町及び那賀町和食・小仁宇大坪・仁宇王子前・阿井大町にて、64 世帯の住民を対象に

インタビュー調査を行った。

調査した 64 世帯のうち、床上浸水があったのは 61%，床下浸水があったのが 14%と調査したほとんどの世帯で浸水被害があった。避難率は、水平避難が 42%，垂直避難が 8%，避難しなかった世帯は 47%であった。

情報入手法として、消防・市町役員・近所の人による「声掛け」、 「TV・ケーブルTV」、 「防災無線」と回答した世帯が多かった。入手する内容は、「勧告等」の情報に次いで「ダムの放流量」と「河川水位」が多く、気象情報と回答した世帯は少なかった。

次にこれらをもとに、各種条件と住民の避難行動との関係进行分析した結果を記す。

図 5.1 は、情報入手方法と避難行動の関係である。消防・職員・近隣住民による「声掛け」から情報を入手した世帯の 7 割以上が水平避難・垂直避難を行っている。一方で、情報入手方法に「防災無線」と回答した世帯ではあまり避難行動がとられていないことが分かる。

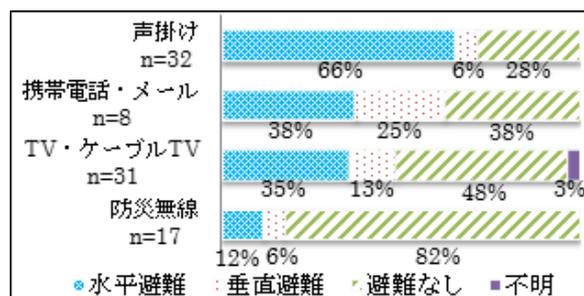


図 5.1 情報入手方法と避難行動 n=56

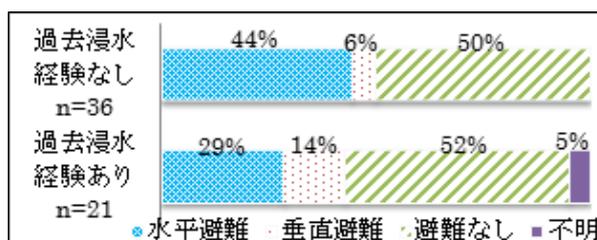


図 5.2 浸水経験と避難行動 n=57

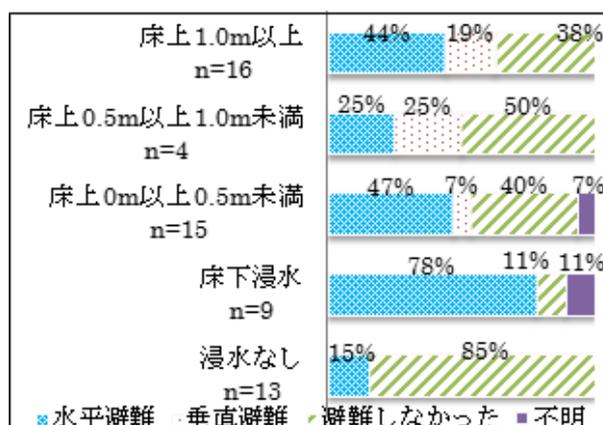


図 5.3 では、住宅の浸水深と避難行動との関係を示している。「床下浸水」のあった世帯で水平避難率が高く、「浸水なし」の世帯での水平避難率は低い。単純に浸水深と避難行動が比例するわけではないことが分かった。

## 5.5 インタビュー調査結果の考察

行政へのインタビュー調査と住民へのインタビュー調査から、行政が情報提供手段として活用している「防災無線」、「ケーブルTV」、「声掛け」は住民が情報を得るツールとして活用されており有効である。また、行政提供情報と住民入手情報内容も「勧告等の避難情報」、「河川状況」、「ダムの放流量」とほぼ一致しており、これも有効であると言える。

住民の避難行動には、「声掛け」が非常に効果的である。防災無線等は情報を得るのみのであるが、「声掛け」は住民に直接危機感を感じさせる効果があるからであると考えられる。

浸水経験のある世帯の水平避難率が低い理由として、過去の経験から洪水を軽視する傾向があるからだと考えられる。その経験から、「垂直避難」という方法があることを理解している世帯も多いと考えられる。住民の中には避難しなかった理由に「気づかなかった」、「行動する時間がなかった」と回答した世帯もあり、避難行動は「する」か「しない」のみでなく「出来る」「出来ない」という状況もあることが分かる。これが浸水深と避難率が比例しない理由だと考えられる。避難するためには早めの対応が必要となることが分かる。

## 5.6 おわりに

阿南市及び那賀町での住民への提供情報手段と内容は適切であることがわかった。住民の避難行動には「声掛け」が重要であることが明らかになった。

今後の課題として、災害時に住民が情報をただ得るだけでなく、「声掛け」のほかに、その情報をもとに自分自身に危険が迫っているという危機意識を持たせ、直接避難行動に結びつくような情報提供の仕方・内容を考察していくことである。

(徳島大学 中野 晋・三上 卓・鳥庭康代)

## 参考文献

- 1) 国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所：台風 11 号の雨量、河川水位の状況等について、  
[http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/04\\_uryousuiijoukyou.pdf](http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/04_uryousuiijoukyou.pdf)
- 2) 徳島県：県土防災情報管理システム、  
<http://www1.road.pref.tokushima.jp/c6/frame.html?pathid=012110020000>
- 3) 総務省消防庁災害対策室：台風第 12 号及び台風第 12 号に伴う大雨等による被害状況等について(第 24 報)、  
<http://www.fdma.go.jp/bn/2014/detail/868.html>

## 6. 那賀川流域住民の災害関連情報入手について

### 6.1 はじめに

2014年台風第11号は、8月10日6時過ぎに高知県安芸市付近に上陸した後、徳島県を縦断した。このため、県下の広い範囲で激しい雨となり、特に那賀川流域では、基準地点古庄の上流域平均2日間雨量が754mmなど、中上流域の多くの場所で600mm～900mmの降水となった<sup>1)</sup>。今回の降水では、先行した台風第12号によって流域の土壌が湿潤状態であったことに加えて、多くの地点で台風が上陸する直前の10日0時前後から6時にかけての時間雨量が連続して40mm超となるなど、河川の流量・水位を増大させる要因が重なったことが指摘されている<sup>2)</sup>。その結果、古庄地点を含む複数の観測所で観測開始以降の最高水位を記録し<sup>1)</sup>、流域の阿南市・那賀町では800棟以上の住家被害が発生したが、幸いにして人的な被害はなかった<sup>3)</sup>。本稿は、人的被害の発生を避け得た那賀川流域住民の被害回避行動の実態を明らかにすることを目的として、災害時の行動に影響を与えると考えられる災害関連情報の入手と事前対策・準備状況とについて、アンケート調査を実施した結果を報告するものである。

### 6.2 調査の概要

アンケート調査は、今回の水害でとりわけ大きな被害を受けた阿南市加茂谷地区、ならびに那賀町和食・阿井・木頭出原地区を対象に実施した。阿南市では加茂谷地区連合総代会を通じて、一方那賀町では町役場を通じて、調査用紙を各戸に配布し、回答記入後に郵便で返送してもらう方法とした。配布数は阿南市770、那賀町497であり、配布時期は阿南市が11月上旬、那賀町が10月下旬である。最終的な回答返送数は、阿南市320（回収率42%）、那賀町211（回収率43%）となっている。質問項目は大きく5つに分かれ、回答者の属性（これまでの水害経験含む）、台風第11号による被災・避難状況、災害関連情報の入手の有無と方法、危機回避判断、事前対策・準備状況に関して、30の質問を設定した。回答者は、阿南市・那賀町共に60才以上が2/3を占め、また男女比は阿南市では男性が6割、那賀町は5割であった。

### 6.3 調査結果と考察

#### (1) 台風第11号による被災・避難状況

水害経験に関して、自宅の被災および避難経験の観点からこれまでの経験の有無と今回の状況を比較したのが図6.1および6.2である。図6.1より、自宅の被災に関しては、これまでに経験ありが1/4程度であったものが、今回阿南市では約1/3、那賀町では実に2/3にまで増加しており、今回の被害の大きさがうかがわれる。これに伴い避難に関しても、これまでに経験ありが2割前後であったものが両市町共にほぼ倍増している（図6.2）。

図6.3は自宅の被災状況の内訳を示したものであるが、阿南市では床上浸水57%、床下浸水34%と浸水害が大半を占めたのに対し、那賀町では半壊・一部損壊が約半数を占め、両市町で被害実態が異なることがわかる。図6.4は避難先を示したものであるが、両市町共に指定避難所と自宅内の高所（2階以上など）がほぼ同数を占め、状況に応じて垂直避難も採られていたことがわかる。

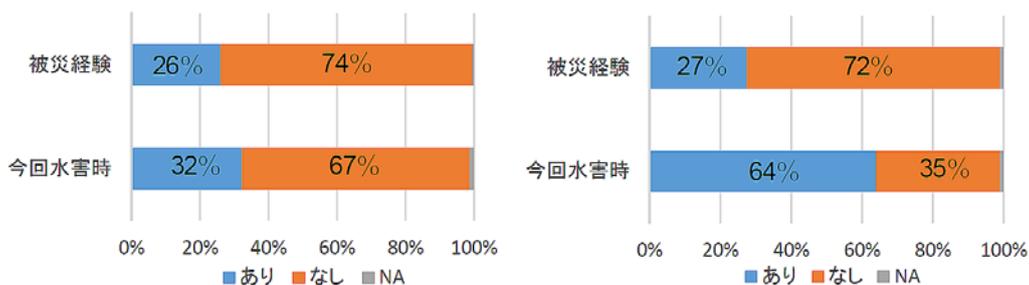


図 6.1 自宅の被災の有無

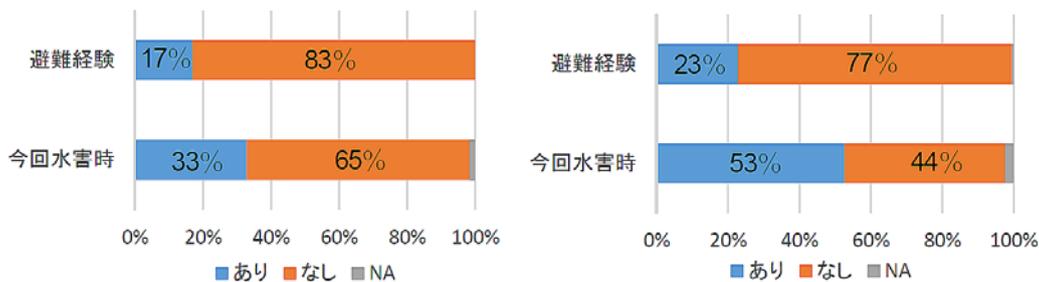


図 6.2 避難行動の有無

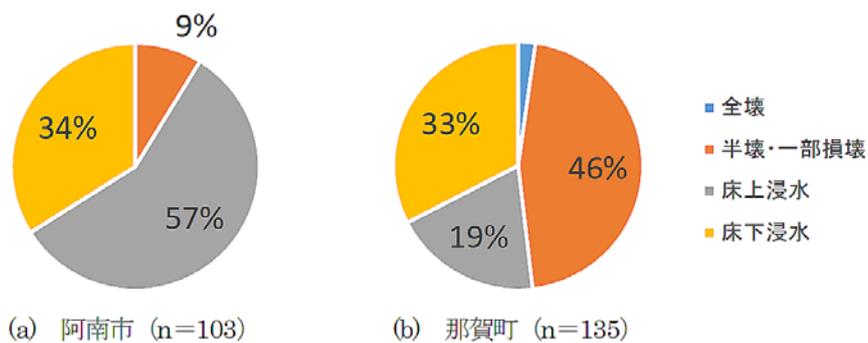


図 6.3 自宅の被災状況の内訳

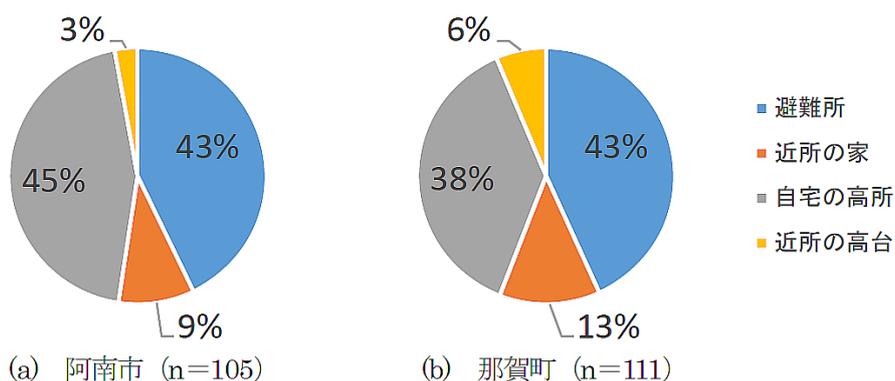


図 6.4 避難先の内訳

(2) 災害関連情報の入手状況

今回のアンケート調査では、災害関連情報として、気象、ダム操作、洪水、避難に関する7種を取り上げ、情報入手の有無およびその手段を尋ねた。

図 6.5 は気象に関する情報（大雨・洪水警報，土砂災害警戒情報）の入手状況を示した

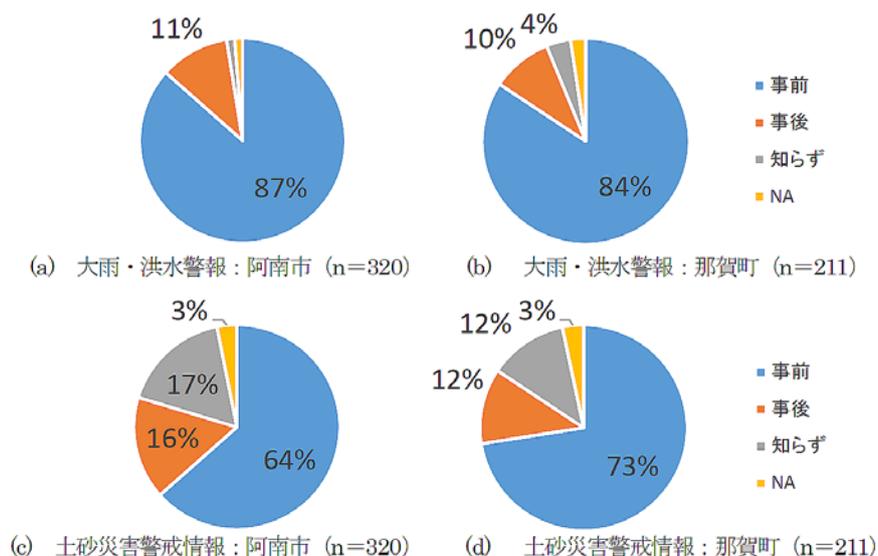


図 6.5 気象に関する情報の入手状況

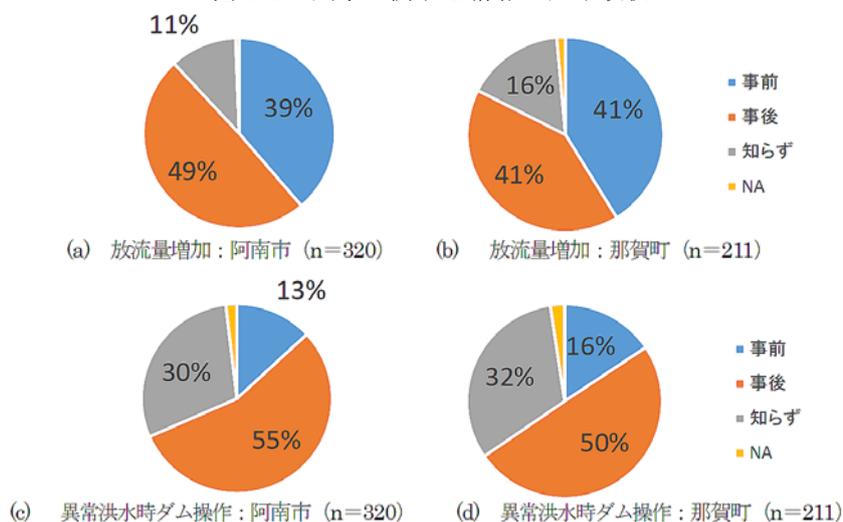


図 6.6 ダム操作に関する情報の入手状況

ものである。図より、阿南市・那賀町のいずれも、大雨・洪水警報については9割近くが発災前に情報入手しているのに対し、土砂災害警戒情報は7割前後に落ちる。土砂災害警戒情報は、その名が示すとおり土砂災害を対象としたものではあるが、近年の顕著な豪雨災害発生前にはほぼ発表されており、水害発生危険性を示す重要な指標と言える。本情報自体の認知の問題もあると考えられ、やや課題の残る結果となった。図 6.6 はダム操作に関する情報（放流量の増加、異常洪水時ダム操作）の入手状況を示したものである。放流量の増加に関しては、発災前に情報入手したのが両市町とも約4割に留まり、発災後に知ったものとはほぼ同数である。一方、異常洪水時ダム操作（ただし書き操作）については、発災前は2割以下であり、発災後に知ったのが半数となっている。注目すべきは「知らなかった」が約3割と今回調査対象とした情報の中で最大となったことである。自由記述欄には「異常洪水時ダム操作自体全く知らなかった」との声も散見された。図 6.7 は那賀川に対する洪水予報（はん濫注意情報等）の入手状況を示したものである。那賀川では、洪水予報は阿南市域にのみ対象区間が設定されているが、図より、市町の別にかかわらず情

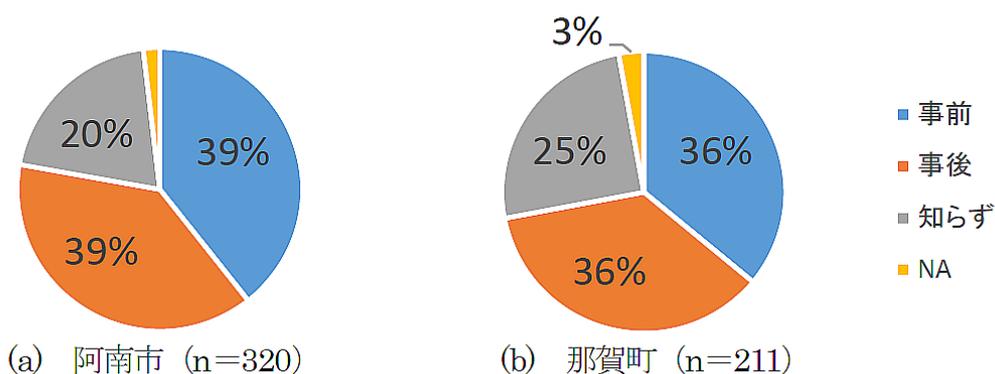


図 6.7 洪水予報の入手状況

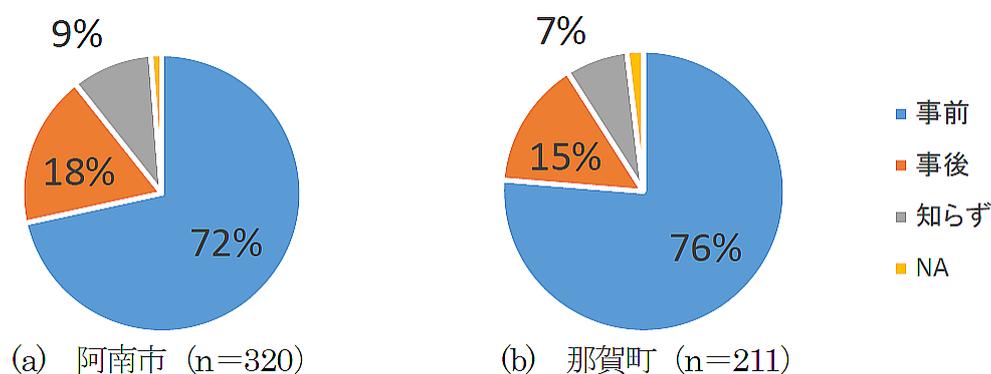


図 6.8 避難勧告・指示の入手状況

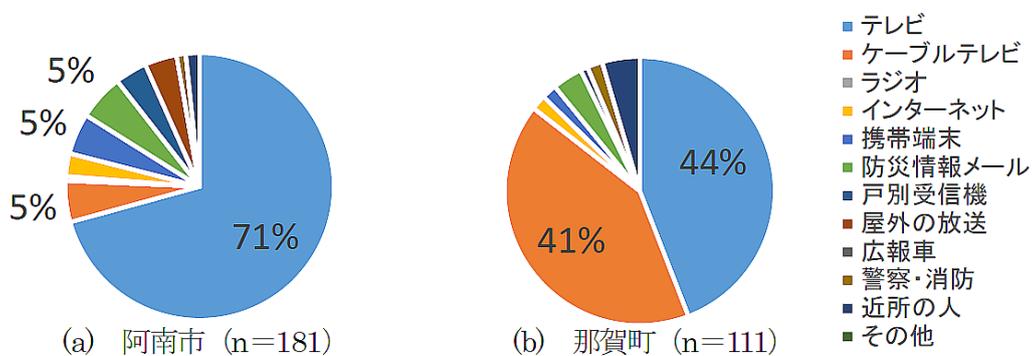


図 6.9 気象に関する情報の入手状況

報入手率は発災前・発災後共に 4 割弱と変わらない。図 6.8 は避難勧告・指示の入手状況を示したものであるが、両市町共に約 3/4 が発災前に入手している。

次に、情報の入手方法について、発災前入手率の比較的高かった気象情報および避難情報について示したものが図 6.9 および 6.10 である。両図より、阿南市と那賀町では情報入手の手段がかなり異なっていたことがわかる。

気象情報については(図 6.9)、テレビの一般放送によるものが比較第一位である点は両市町で共通であるが、阿南市ではその割合が 7 割を占めるのに対し、那賀町では約 4 割に留まっており、ほぼ同数でケーブルテレビがあげられている。両市町の差異は避難情報の入手方法(図 6.10)についてさらに顕著となり、阿南市ではこちらもテレビの一般放送が

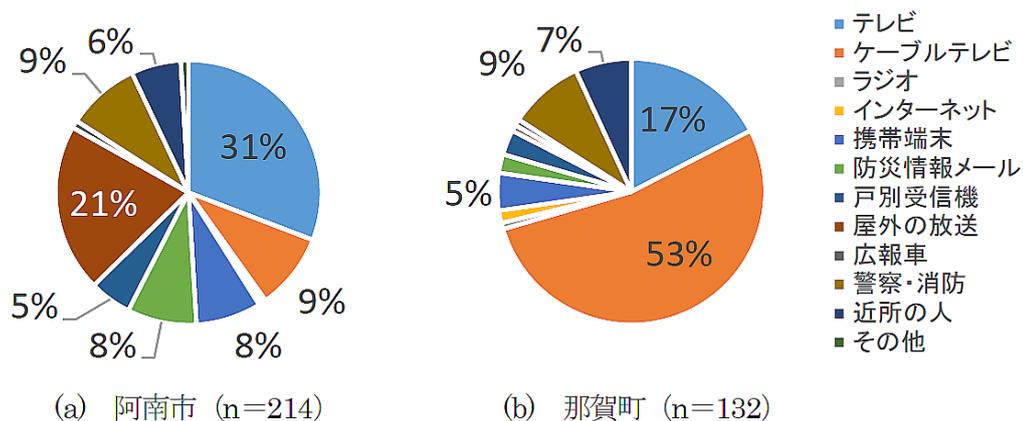


図 6.10 避難に関する情報の入手状況

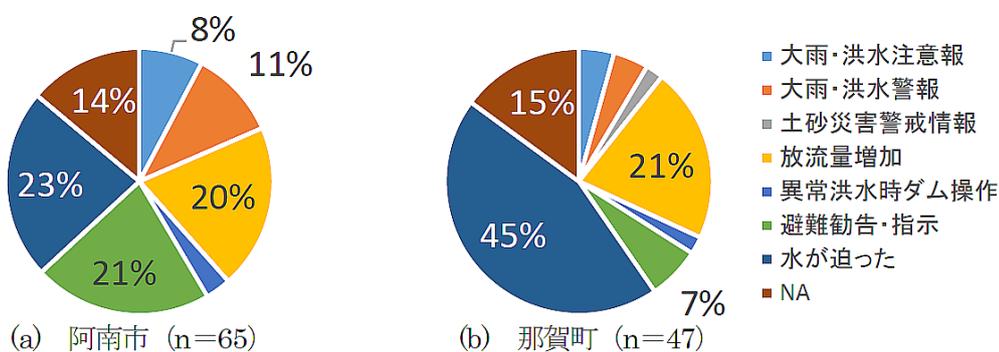


図 6.11 自宅への危険接近の判断状況

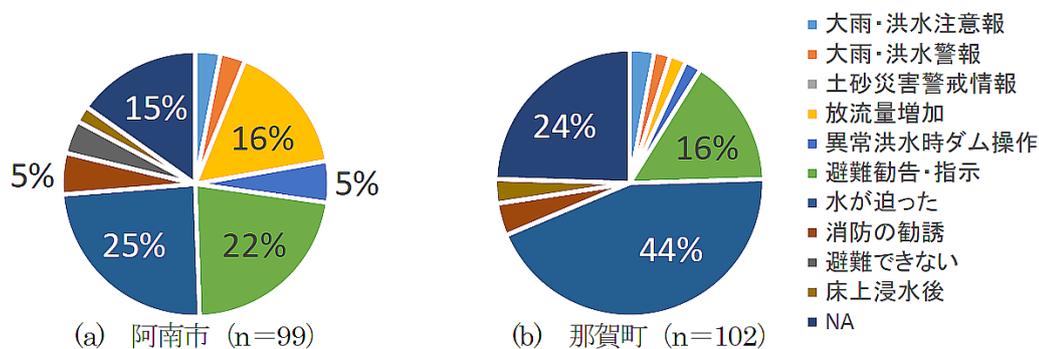


図 6.12 避難行動開始の判断状況

比較第一位ではあるが、その割合は3割前後であり、次いで屋外の放送（防災行政無線）が2割を占める。一方、那賀町ではケーブルテレビが5割強と圧倒的多数を占めている。両市町ではもともと、住民への災害情報連絡システムに対する力点が異なっており、以上の結果はこのことが如実に反映されたものと考えられる。なお、自由記述欄には、「豪雨下での防災行政無線の聞き取り困難（阿南市）」、「避難途上など屋外での情報入手の困難（那賀町）」などの問題点が指摘されている。また、避難に関しては、役所・消防・近隣住民からの声かけが効果的であったとの意見が少なからずあった。この他、ここには示さなかったが、ダム操作情報および洪水予報の入手方法については、避難情報の場合とほぼ同様であった。

### (3) 危機回避の判断状況

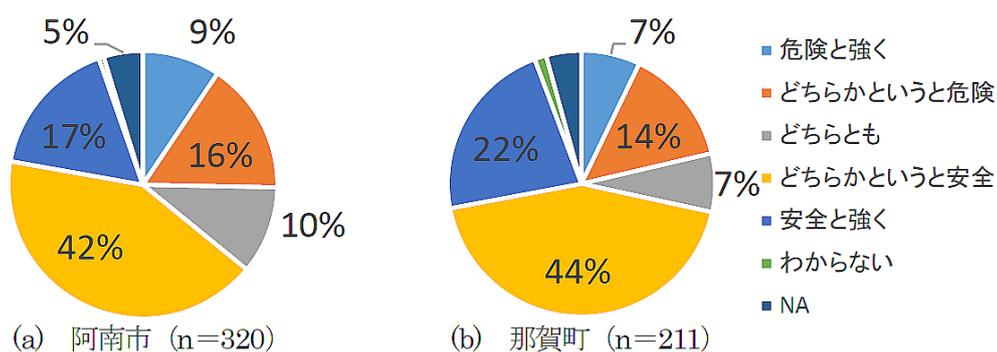


図 6.13 自宅に対する洪水危険度の認識

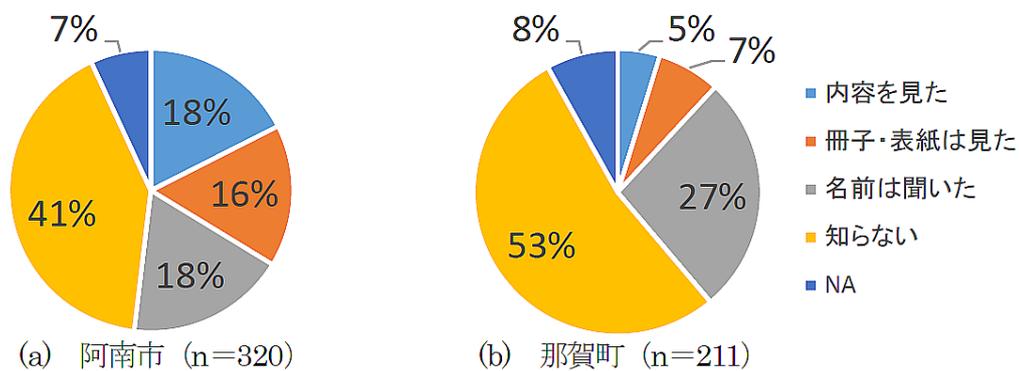


図 6.14 洪水ハザードマップの認知度

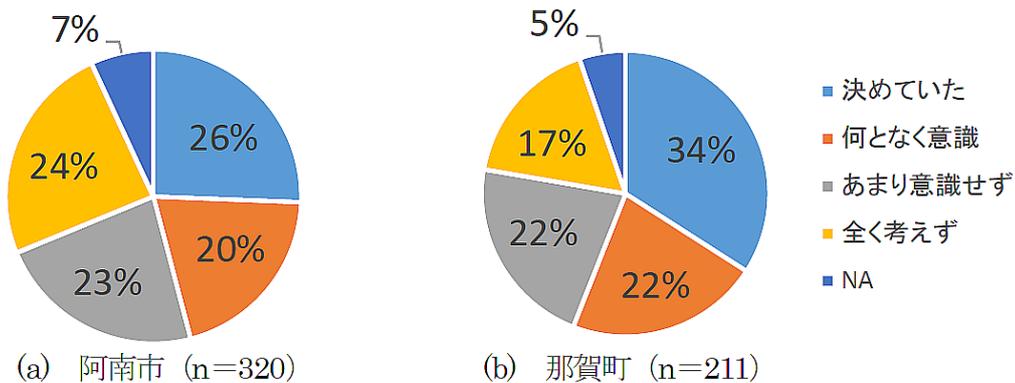


図 6.15 避難場所の確認状況

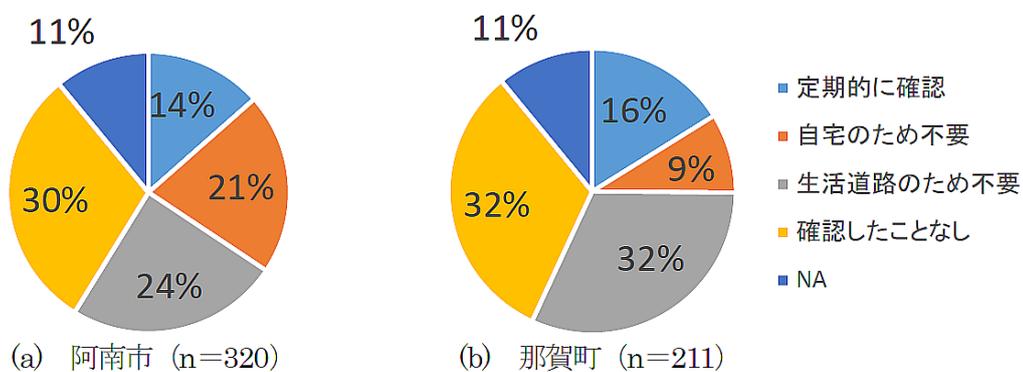


図 6.16 避難経路の確認状況

発災が迫る段階においては、住民が各種災害関連情報を有効に活用することで、危機回避へ向けた適切な準備行動が支援されることが期待される。本調査では、危機回避に関連する事象として自宅への危険接近と避難の開始を取り上げ、それらを認識・行動するにあたって最も強く影響を及ぼした災害関連情報について尋ねた。結果を図 6.11 および 12 に示す。

自宅への危険接近（図 6.11）では、上述の各種情報のいずれかに喚起されて危険を認識した割合が阿南市で 63%，那賀町で 40%となったのに対し、実際に水が迫ってからとの回答が阿南市 23%，那賀町 45%となり、特に那賀町では各種情報の総和を上回った。一方、避難開始（図 6.12）では、情報に喚起された層が阿南市 49%，那賀町 25%であり、水が迫ってからとの割合は図 6.11 に示した結果とほぼ同数である。各種情報の中では、避難勧告・指示とダムからの放流量増加によって行動を起こした割合が多いことがわかるが、全体として各種情報が必ずしも有効には活用されていないと言える。このことは、自由記述欄に記載された「情報が多すぎる」「抽象的で実情がわからない」「どのように行動すべきかわからない」などの意見からも裏付けられる。なお、水が迫ってからの行動が多数となった背景には、今回の豪雨による河川の増水→避難勧告・指示の発表→はん濫がいずれも深夜～未明にかけて進行したことも影響している可能性が、特に上流側に位置する那賀町では指摘される。

#### （4） 通常時の準備・対策状況

通常時の準備・対策としては、災害に対する知識の涵養や避難準備があげられる。本調査では、前者として自宅の危険性認識と洪水ハザードマップの認知度、後者として避難場所・避難経路の確認状況について尋ねた。

自宅の危険性認識（図 6.13）について、危険と認識していたものが「強く」と「どちらか」というとを合わせて 1/4 程度となり、図 6.1 に示したこれまでに被災を経験した割合とほぼ一致する。洪水ハザードマップの認知度（図 6.14）について、実際に内容を見たのは阿南市で 2 割弱、那賀町では 5%に留まり、「知らない」と「名前は聞いた」を合わせた実体を知らないと思われる割合が圧倒的に多い。阿南市では今回の災害 3 ヶ月前の 5 月 9 日にホームページ上で洪水ハザードマップを公開しており<sup>4)</sup>、一方那賀町では災害時点では徳島県の防災・減災マップ<sup>5)</sup>上からしか洪水浸水想定区域の確認ができなかった（2015 年 3 月 27 日から驚敷地区を対象として町のホームページで公開<sup>6)</sup>）。これらのことが、ハザードマップの認知が災害時点までに十分浸透しなかったことに影響したことも考えられる。

避難場所の確認状況（図 6.15）については、「決めていた」と「何となく意識」を合わせた想定層と、「あまり意識せず」と「全く考えず」を合わせた非想定層の割合がほぼ半々となった。避難経路の確認状況（図 6.16）については、「生活道路のため不要」と「確認せず」を合わせた割合が約 6 割となった。夜間や浸水時には見慣れた風景であっても一変することが予測され、そのような事態に立ち至る前に避難することが原則ではあるが、生活道路のため確認は不要との認識には問題が残る。また、「(避難場所が) 自宅のため不要」との回答が 1～2 割程度あるが、図 6.4 に示した今回の避難先における自宅（の高所）の割合を大きく下回っていることから、今回の災害ではやむを得ず自宅内で避難した（自宅外

へ避難する余裕がなかった) ものが一定程度存在することが推測される。

#### 6.4 おわりに

気象警報は9割弱、避難勧告・指示は7~8割が発災前に情報入手しているのに対し、ダム操作に関する情報や洪水予報は発災前入手率は4割程度であった。これら情報の入手方法としては、阿南市ではテレビの一般放送、屋外の放送、近所の人(特に事後入手の場合)と続くのに対し、那賀町ではケーブルテレビ(有線)の地域情報が多数を占めた。一方、個々の情報伝達手段に対する問題点も指摘され、複数の手段を組み合わせることの必要性が示唆された。

次に、危機回避行動のきっかけとしては、水が自宅に迫った時が比較第一位であり、続いて避難勧告・指示、ダム放流量増加が続いた。そこでは各種情報は必ずしも有効に活用されていないことが明らかとなり、住民からは具体的でかつその後の行動を促す内容への工夫が求められている。常日頃の避難経路の確認やハザードマップの内容認知も2割以下にとどまっており、必ずしも多くの住民が日頃から万端の準備を整えていた訳ではない様子がうかがえる。

しかしながら、情報を利用して危機回避を行っている層の中では、ダムからの放流量に基づいて行動を起こしているものが1/3から半数程度認められた。このことは、現在検討中のタイムラインにおいては、ダム操作に関する情報を活用することの重要性を示唆している。また、であればこそ尚のこと、ダム操作情報の発災前入手率の向上や発信内容の改善が、普段からのダムに対する住民理解の向上への努力と相まって、今後強く期待される。

謝辞：今回のアンケート調査にご協力いただきました、阿南市防災対策課、那賀町消防防災課、阿南市加茂谷地区連合総代会、阿南市ならびに那賀町の関係住民の皆さま、および徳島大学河川・水文研究室学生諸氏に謝意を表します。

(徳島大学 武藤 裕則)

#### 参考文献

- 1)国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所：台風11号の雨量，河川水位の状況について，2014年8月29日，[http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/04\\_uryousuiijoukyou.pdf](http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/notice/other/pdf/04_uryousuiijoukyou.pdf).
- 2)国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所：平成26年台風11号における出水と今後の対応（今後の対応を検討する会資料より），  
<http://www.skr.mlit.go.jp/nakagawa/dam/control/pdf/t11syussuitokongonotaiou.pdf>.
- 3)徳島県：台風11号(平成26年8月8日～)に関する被害の状況等について(第11報)【修正有】，2014年8月15日，<http://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2014081500012/>.
- 4)阿南市：阿南市防災マップ(洪水ハザードマップ)，<http://www.city.anan.tokushima.jp/docs/2014050200011/>.
- 5)徳島県危機管理部南海地震防災課：防災・減災マップ，<http://maps.pref.tokushima.jp/bousai/>.
- 6)那賀町：那賀町洪水・土砂ハザードマップ，<http://www.town.tokushima-naka.lg.jp/docs/2015032700024/>.

## 7. 那賀川既往最大洪水（H26年8月台風11号）による下流河道の流況と土砂移動

### 7.1 はじめに

那賀川（徳島県）では、H26年8月に来襲した台風11号による豪雨により、計画流量を上回る既往最大洪水が発生した。下流域（直轄区間（河口から17.2k））では、無堤地区である加茂、深瀬地区を含む多くの箇所で大規模な浸水被害が発生した。また、多くの箇所でも堤防漏水が発生し、1洪水における漏水の発生箇所数としては過去最多となり、堤防決壊が危惧される非常に危険な状態であったことが分かる。著者は、那賀川河川事務所と協力して、H25年度に簡易水位計を下流域に4箇所設置し、既存の水位観測施設と合わせ水位観測体制の強化に努めてきた。H26年8月洪水においてもこの水位観測体制のもとでデータを取得でき、これをもとに洪水流・土砂移動現象の解明を試みた。本報告では、H26年8月洪水観測データに平面二次元洪水流・河床変動解析を適用し、計画流量を超える出水においてどのような流れが生じたか、またどのような土砂移動が生じたかについて得られた結果を示す。

### 7.2 那賀川下流の洪水中・洪水後の河道状況

図7.1に堤防漏水の発生箇所とその状況を示す。1箇所あたりの漏水量は、過去に発生したものと同規模程度であったが、発生箇所数は計15箇所で一洪水あたり最大となった。また、漏水は那賀川の堤防整備区間内（15.6kより下流）で、河口から上流にかけて縦断的に生じていたことが分かる。堤防の漏水対策は順次行われているが、対策が施された区間の際から新たな漏水が発生するなど、漏水対策の難しさが示された。洪水後に明らかになった河道内の被害状況を、写真7.1～写真7.4に示す。写真7.1は、16.2k付近に掛かる中央橋（沈下橋）の被災状況と内岸の土砂堆積状況を示す。被災した中央橋は、深瀬地区から対岸の小中学校への通学路など住民の生活に欠かせない道路として重要な役割を果たしていた。その橋の中央部分の橋桁が流出するとともに、内岸の取り付け道は土砂堆積により大きく覆われた状況となった。写真7.2は、13.6kの河道屈曲部の上流側における堤防損傷状況を示す。屈曲部上流側は、縦断的に計画高水位を超過し、余裕高に相当する箇所の土砂が侵食被害を受けた。その600m下流には、写真7.3に示す南岸堰が存在する。南岸堰では、洪水の流体力によりブロックが数箇所流出する被害が生じた。

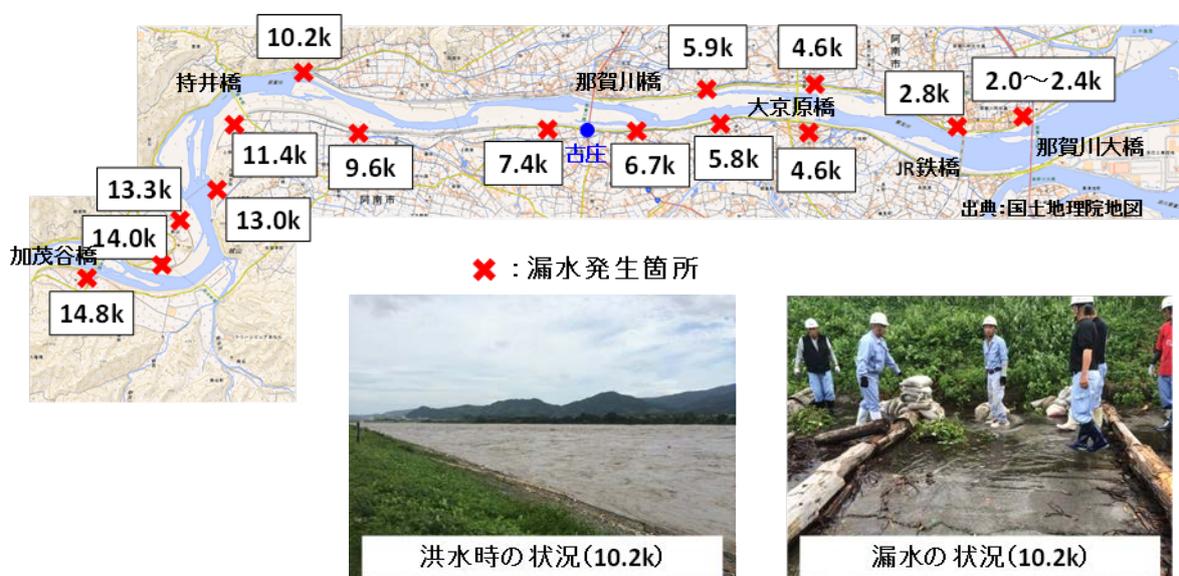


図7.1 那賀川2014年8月洪水による漏水発生状況



写真 7.1 那賀川 16.2k の中央橋損傷と内岸土砂堆積 (右: 国交省提供へり画像)



写真 7.2 縦断的に H.W.L.を上回った那賀川 13.6k 右岸の堤防損傷 (右: 国交省提供へり画像)



写真 7.3 那賀川 13.0k 南岸堰の被災状況 (国交省提供へり画像)



写真 7.4 那賀川 10.2k 北岸堰下流の河岸侵食 (右: 国交省提供へり画像)



H24年1月伐採前の状況



H24年3月伐採後の状況

写真7.5 伐採・伐根による植生管理状況<sup>1)</sup>

洪水前の状況 (H26年7月)



洪水後の状況 (H26年8月)

写真7.6 7k~8k 砂州の洪水前後の状況

写真7.4に、10.2k右岸で生じた河岸侵食の状況を示す。堤防にまで侵食が至るような危機的な事象は見られなかったが、このような河岸侵食が直轄区間内で合計6箇所確認され、本洪水における土砂移動の激しさが現れたと考えられる。写真7.5、写真7.6は、これまで実施してきた河道管理（植生管理）の成果が現れた状況を示したものである。7k~8k右岸には、経年的に植生が繁茂し（写真7.5左参照）、固定化された比高の高い砂州の存在により、流下能力の低下が課題となっていた。砂州上の植生群の除去を目的に数年前から伐採が行われていたが、すぐに植生が回復するため、H24年に伐根を含む植生の大規模な除去事業が実施された<sup>1)</sup>。その後、この状況を維持するために、砂州上の草本を牧草として利用して頂ける近隣住民の方に定期的に草刈を実施頂いた（写真7.6左）。その結果、本洪水中、この区間において懸念されていた計画高水位の超過は見られず、写真7.6右に示すように植生が適度に攪乱され礫河原の回復が確認された。植生繁茂の対策として大きな成果を得た一例であると考えられる。

### 7.3 H26年8月洪水を対象とした洪水流・河床変動解析の結果とその考察

解析対象区間は、図7.2に示す河口から18kまでの区間である。この区間には、既設水位計が6箇所、簡易水位計が4箇所設置され、全10箇所において縦断的な水面形が得られている。洪水流解析は、河道線形を捉えられるように一般座標系平面二次元洪水流解析法を用いた。解析に与えた粗度係数は、水位・流量が再現できる値として植生伐採領域を含む全領域で0.03の一定値を与えた。境界条件として、上流端境界条件に加茂谷観測所の観測値を、下流端境界条件には小松島で観測された潮位を与えた。加茂谷川からの流入も加茂谷観測所の水位を再現できるように調整して与えた。土砂移動解析は、図7.3に示す那賀川下流区間の粒度分布を見ると、礫や砂が主な河床材料であることから、混合粒径の解析に一般に用いられる平野の式<sup>2)</sup>と芦田・道上式<sup>3)</sup>を用いた。解析では

150mm, 60mm, 20mm, 7mm, 2mm, 0.6mm の 6 粒径を用いて図 7.3 の粒度分布を表現し、解析を行った。

図 7.4 に、水位ハイドログラフの実測値と解析値の比較を示す。河道内（十八女～富岡水門）の結果を見ると、17.8k 十八女と 12.6k 左岸の楠根下流樋門が観測値と解析値の差が大きく、十分に再現できなかった。十八女の簡易水位計は、十八女橋の橋脚背後に設置したため、橋脚の影響を受けた水位が観測され、それを解析で再現できなかったことが考えられる。南岸堰下流の河幅が広い箇所設置されている楠根下流樋門は、滞筋から外れた場所にあるため、その流況を十分に再現できなかったと考えられる。その他の河道内水位は、若干開きがある箇所もあるが解析値は観測値を再現できている。図 7.4 下には加茂地区と深瀬地区の内水位計で観測された値と解析水位との比較を示す。これらの再現性は十分とはいえず、深瀬地区への侵入開始時間や、加茂地区のピーク水位には大きなズレが生じた。図 7.5 には、測定された左右岸痕跡水位と解析水面形（洪水流量ピーク時：10 日 10 時）の比較を示す。図には、計画高水位を併せて示す。痕跡水位と計画高水位を比較すると、3k 付近の左岸側と、13.6k より上流側において洪水水位が計画高水位を超過していたことが分かる。交互砂州区間（10.4k より下流）の痕跡水位は、全体的に左岸側が高くなっているが、これは台風接近により南方からの暴風が断続的に吹いたことにより、左岸側に流水が打ち寄せられたことが要因である。解析水位との比較から、交互砂州区間では暴風の影響による左岸側の水位上昇は捉えられないが、痕跡水位を概ね再現できている。上流側の湾曲が続く区間では、ズレが大きくなり、特に 15k から上流では、痕跡水位を下回る箇所が多い結果となった。図 7.6 には、解析により得られた古庄地点の流量ハイドログラフを示す。実測値が確定していないため、古庄観測所のピーク流量の暫定値が  $9500\text{m}^3/\text{s}$  としか分かっていないが、解析結果のピーク流量は  $9560\text{m}^3/\text{s}$  程度となり、暫定値を概ね再現している。

図 7.7, 図 7.8 に、上流側（湾曲区間）と下流側（交互砂州区間）に分けて水深・流速分布の結果を示す。写真 7.1 に示した中央橋付近（16.2k）は、河幅が狭いため流れが集中し、水深が深く流速が速いことが分かり、この影響を受けて橋脚が流出したと考えられる。13.6k の河道屈曲部では、図 7.9 に水位分布を示すように、屈曲部において水位が上昇し、その下流側において速い流速が見られる。南岸堰のブロックの流出は、上流側の水位と下流側の水位の差が大きくなったことによる圧力差と速い流速により発生したと考えられる。図 7.10, 図 7.11 に、解析により得られた河床変動量の結果を示す。H26 年度末に実測値が計測されたが、整理が間に合わなかったため、解析値のみで考察する。中央橋（16.2k）の内岸に、土砂が堆積する状況が解析においても再現された。低水路と比べ比高の高い 8k 右岸の砂州は、図 7.11 に示すように砂州上が洗掘され、河床表層が攪乱されたことで礫河原が出現した様子が解析でも捉えられた。今後、流量や河床高など実測値の整理を



図 7.2 那賀川下流の水位計設置位置

進め、実測値との十分な検証から解析の再現性を高めることで、本洪水における流れと土砂移動の現象解明を図る。そして、河道管理に対し有用な情報を引き出し、効果的な維持管理手法の構築に繋げていく予定である。

#### 7.4 まとめ

本報告では、那賀川で計画流量を超過した H26 年 8 月台風 11 号洪水により、下流河道においてどのような流れと土砂移動事象が生じたかに着目し、これまでに行った調査・検証により明らかになった内容を取りまとめた。解析による検証では、実測値がまだまだ十分に収集できていない段階であるため、十分な再現精度は得られていないものの、縦断的に密に観測された水面形の時間変化の情報から、ある程度の流れ・土砂移動の現象解明を進められたと考えられる。那賀川河川事務所による洪水の検証も続いていることから、今後も事務所と協力して、本洪水の現象解明に努め河道管理策の立案を進めたいと考えている。

#### 謝辞

本報告書を作成するにあたり、調査および解析検証等に対し、那賀川河川事務所の方々にはデータ整理・情報提供など多大なご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

(国立高専機構阿南工業高等専門学校 長田 健吾)

#### 参考文献

- 1) 長田健吾, 濱井宣明, 青木朋也, 藤本雅信, 嘉田 功, 川田健人: 交互砂州河道における効率的な植生管理策に関する研究, 河川技術論文集, 第20巻, 2014
- 2) 平野宗夫: Armoringを伴う河床低下について, 土木学会論文報告集, 第195号, pp.55-65, 1971.
- 3) 芦田和男, 道上正規: 移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, 第206号, pp.59-69, 1972.

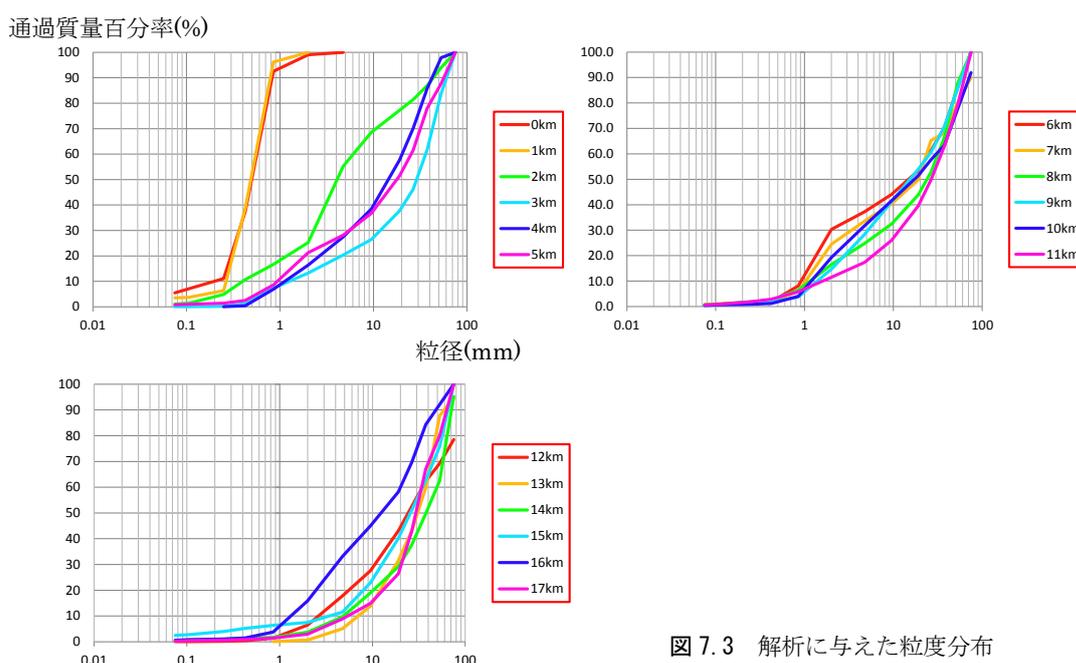


図 7.3 解析に与えた粒度分布

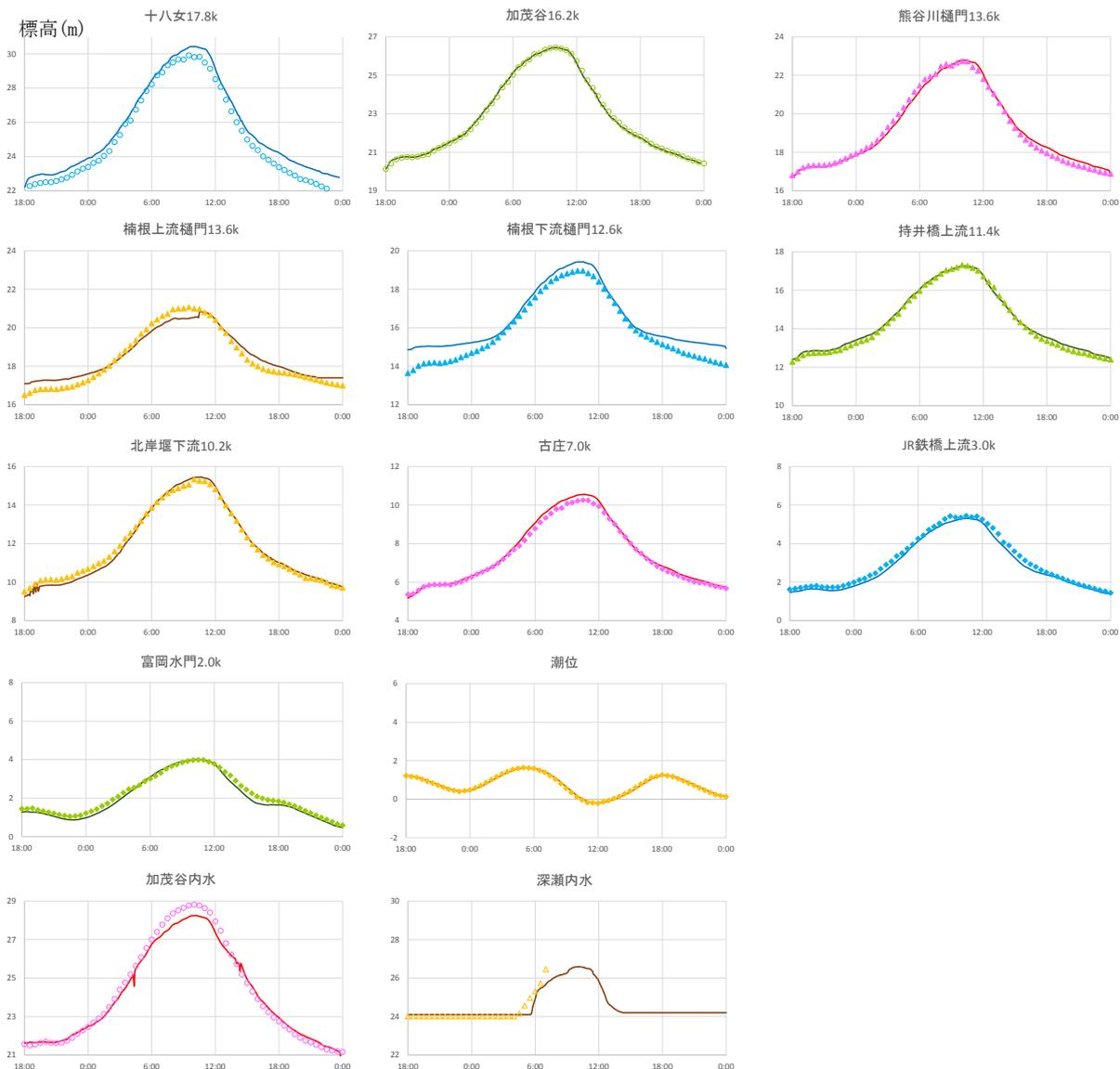


図 7.4 各地点の観測水位と解析水位の比較 (プロット：観測値，実線：解析値)

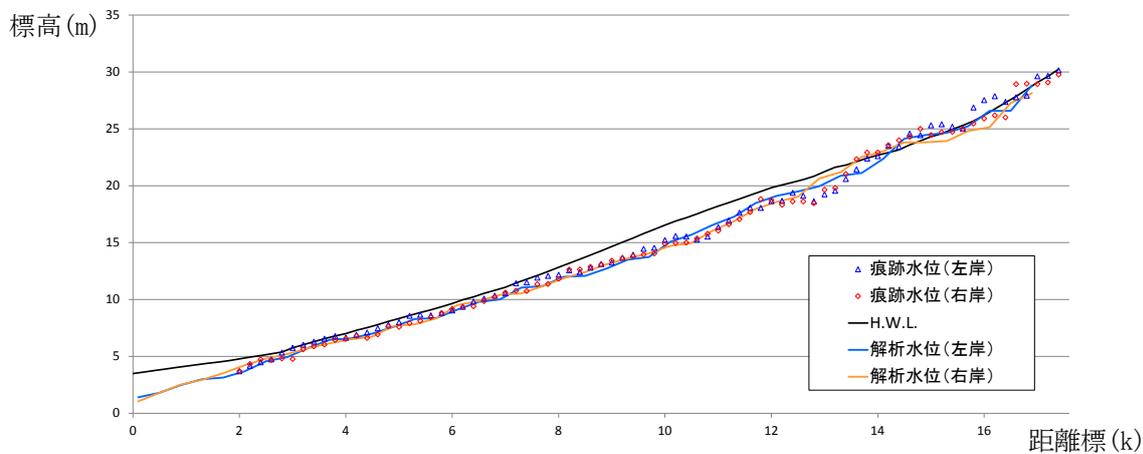


図 7.5 痕跡水位と解析水位の比較

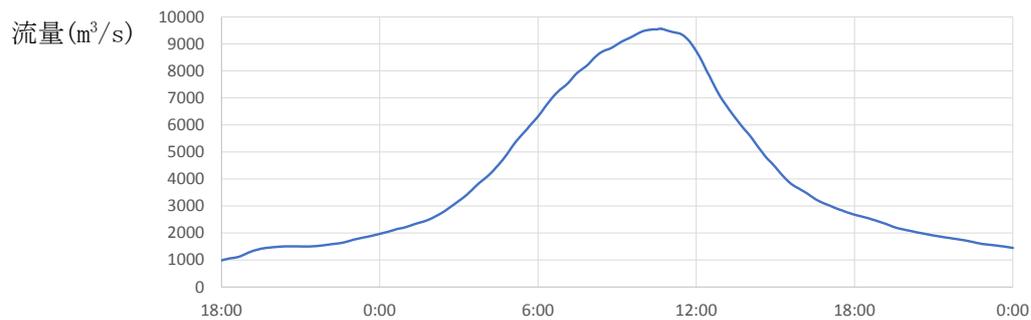


図 7.6 解析より得られた流量ハイドログラフ

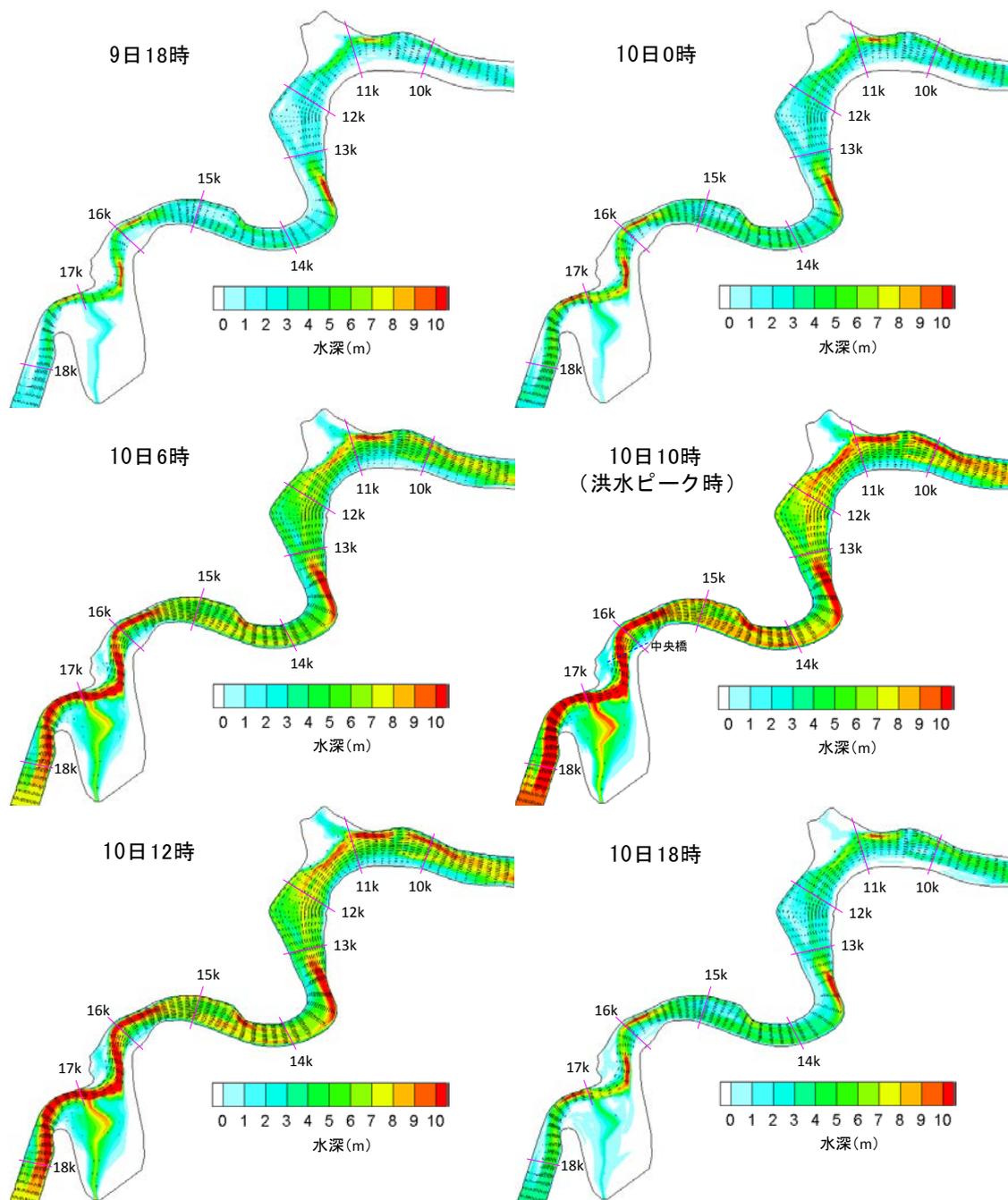


図 7.7 水深・流速分布 (10k~18k 区間)

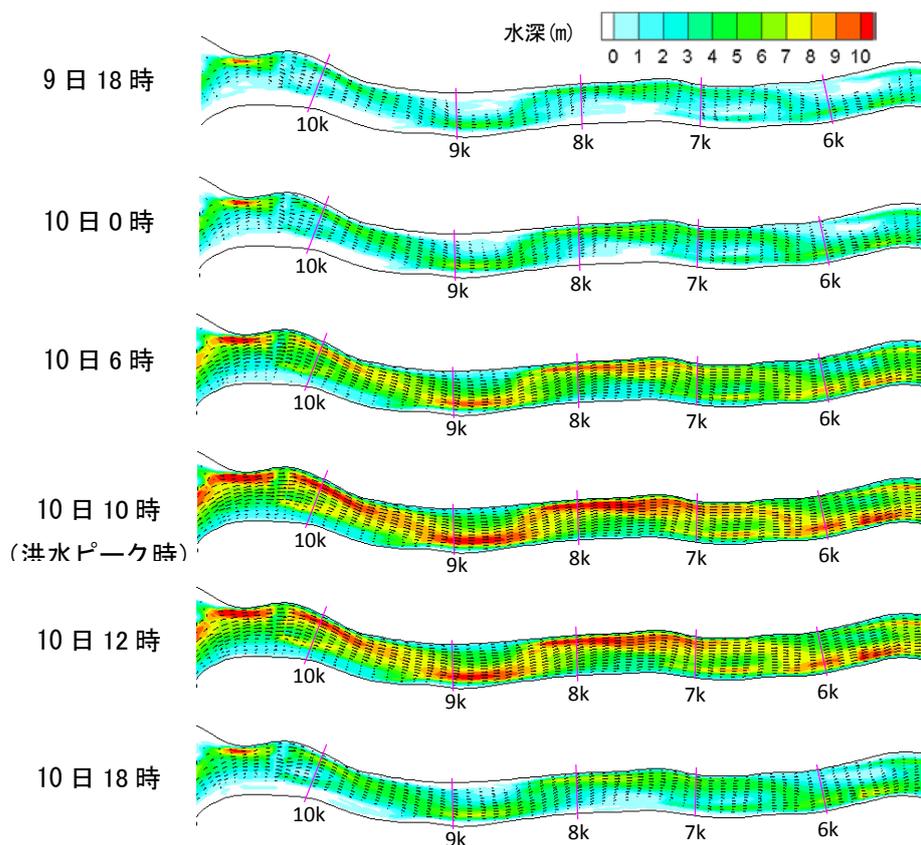


図 7.8 水深・流速分布 (6k~10k 区間)

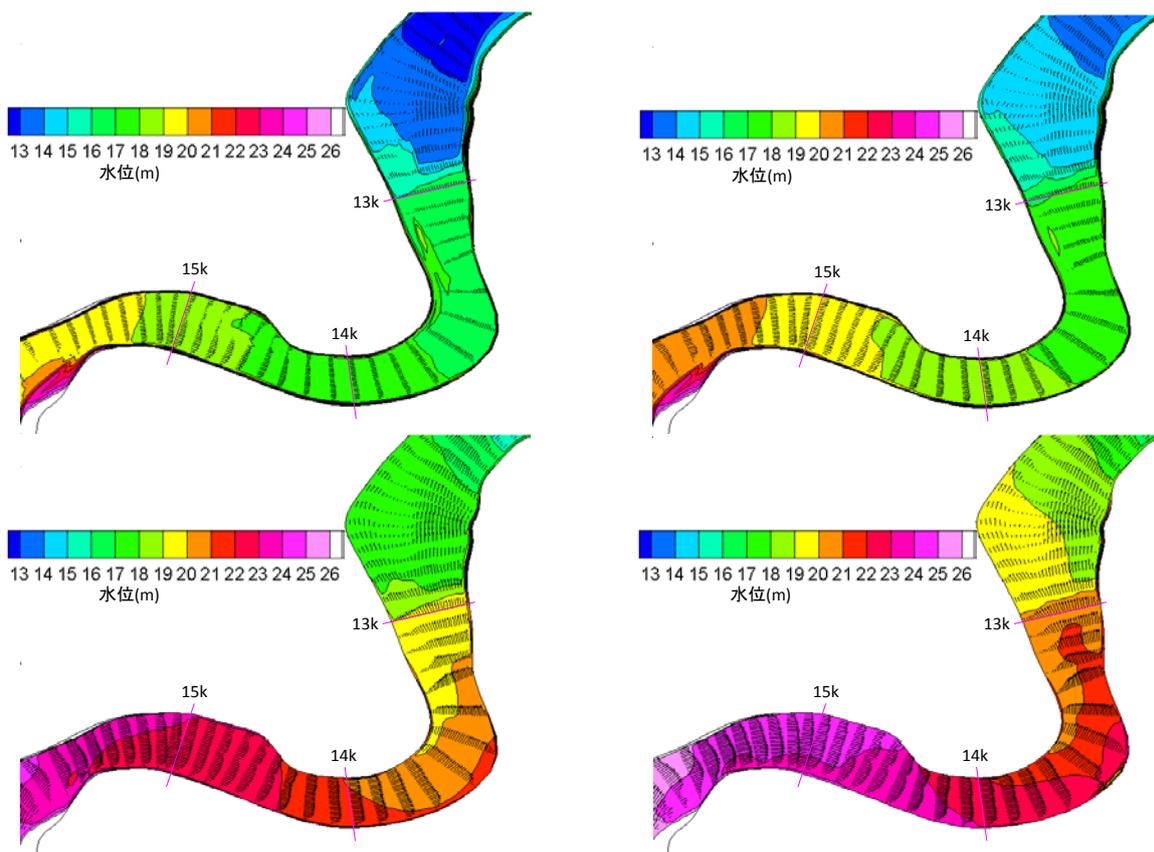


図 7.9 屈曲部の水位・流速分布

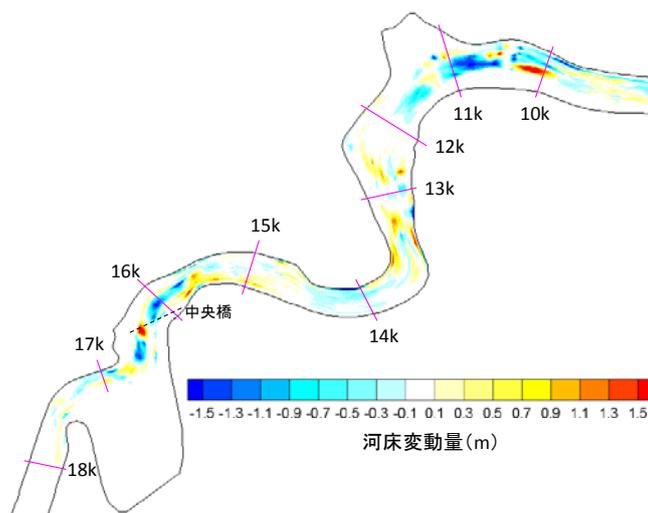


图 7.10 河床変動量 (10k~18k 区間)

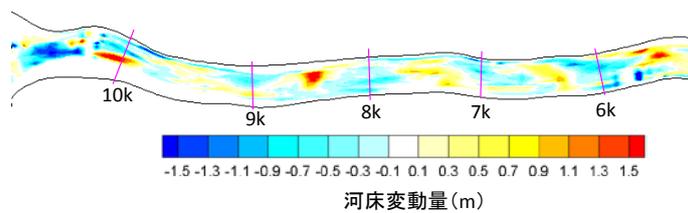


图 7.11 河床変動量 (6k~10k 区間)

## 8. 2014 年台風 11 号, 12 号災害と広島市土砂災害の被災地での災害ボランティアセンターの立ち上げとその運用について

### 8.1 2014 年台風 11 号, 12 号災害での災害ボランティアセンターの取り組み

#### 8.1.1 まえがき

阪神・淡路大震災以降、災害時にボランティアが救援活動に関わることが常態化し、被災した地域自身、あるいは全国から駆けつけ、瓦礫の撤去や土砂の運搬、散乱した室内の清掃、炊き出し、避難所の運営など、様々な活動を通して被災者の支援に関わっている。またそれらのボランティアとその支援が必要な被災者とを結びつけ、調整する機能を備えたのが災害ボランティアセンター（以下、災害 VC と言う）といわれる。災害 VC の運営は、多くは被災した自治体や社会福祉協議会が主体となる場合が多い。

2014 年に発生した台風 11 号, 12 号では徳島県において、床上浸水など多大な被害を被ったため、海陽町、那賀町、阿南市において、県内初となる災害 VC が立ち上げられ、多くのボランティアが支援に駆け付けた。本報告では、これら災害 VC の立ち上げから運営、被災者支援や災害 VC の閉所までの経緯を聞き取り調査し、効果的であったことや今後の課題などについてまとめた。

#### 8.1.2. 調査方法

徳島県では、災害 VC の立ち上げ、運営は各市町村の社会福祉協議会（以下、社協と言う。）が行うこととなっている。調査は、災害 VC を立ち上げた海陽町、那賀町、阿南市の他に、浸水被害があったものの災害 VC を立ち上げなかった小松島市を対象に行った（図 8.1）。それらの各社協の災害 VC 運営担当者を伺い、約 2 時間ずつ、被災時の対応、災害 VC の立ち上げから運営、被災者支援や災害 VC の閉所について聞き取りを行った。ここで、社協について簡単に説明しておく。当協議会は、民間の社会福祉活動を推進することを目的とした営利を目的としない民間組織である。それぞれの都道府県、市区町村の市民のほか、民生委員・児童委員、社会福祉施設・社会福祉法人等の社会福祉関係者、保健・例えば、訪問介護、配食サービスなどの事業に取り組んでいる。

医療・教育など関係機関の参加・協力のもと、「福祉のまちづくり」の実現をめざした様々な活動を行っている。



図 8.1 調査対象市町の位置  
(海陽町、那賀町、阿南市、小松島市)

#### 8.1.3 海陽町、那賀町、阿南市、小松島市での被害と災害 VC 運営の概要

##### (1) 各市町での被害概要

表 8.1 に、2014 年台風 11 号, 12 号での各市町の被害概要を示す。徳島県内全体では、最大 2908 棟の浸水被害が発生し、8 月 3 日～24 日の間に、述べ 2233 人の災害ボランティアの参加があった。

表 8.1 2014 年台風 11 号, 12 号での各市町の被害概要

	人口	世帯数	浸水被害棟数			災害ボランティア受付人数 (延べ数)
			11 号	12 号	合計	
海陽町	10,271	4,759	24	369	399	403
那賀町	9458	4,049	448	0	448	1,297
阿南市	76,236	30,185	462	660	1122	533
小松島市	40,102	17,086	248	238	486	なし
徳島県全体	763,542	308,108	1,595	1,313	2,908	2,233

※浸水被害棟数は、徳島新聞まとめ。災害ボランティア受付数は、本調査まとめ。

## (2) 各市町社協の災害 VC 立ち上げ, 運営, 閉所の概要

表 8.2 に、2014 年台風 11 号, 12 号での各市町社協の災害 VC 立ち上げ, 運営, 閉所の概要を示す。

表 8.2 2014 年台風 11 号, 12 号での各市町社協の災害 VC 立ち上げ, 運営, 閉所の概要

日	時	海陽町	阿南市	那賀町
8/1	22:50	【台風 12 号】 大雨警報発表		
8/2	6:00	保育所より運営について相談 雨は小康状態		
	6:50		局長から役職に連絡, 自宅待機指示	
	9:00		市災害対策本部会議(第 8 回)に出席	
	12:37	洪水警報発令		
	13:30		役員招集, ボランティア派遣準備	
	14:00	突喰地区消防団に出動要請		
	15:00	町全域に避難勧告		
	15:40	課長, 課長補佐に自宅待機要請		
	夜	見回りを開始, 事務所で職員が待機		
8/3	-	VC 立ち上げの方針を決定		
	9:00	課長, 補佐を参集, 職員は自宅待機		
	9:30	9 名が職場に参集		
	12:00	VC 開設を立ち上げ		
8/4	-	ニーズ把握の為, 聞き取り, 電話調査, 学校訪問を始める		
	7:00		ダイヤ-ビス運営と VC 設置判断会議実施	
	8:30		VC 開設の最終判断(県の基準参考)	
	9:00		担当職員・災害対策本部と打ち合わせ	
	12:00		災害 VC 立ち上げ	
8/5	-	スタッフの役割分担決める, ニーズ聞き取り始める, レスキューストックヤードやキョーエイより資材到着		
	8:30		ボランティアの受付を開始(HP, Facebook, チラシ)	
8/6	-	県社協より支援スタッフがくる, ボランティア募集について防災無線で周知, 民生委員にも協力要請	県社協より 3 名の職員が応援に来る	

		ボランティアに公民館 2, 3 階(宿泊用), 温泉を開放		
8/8	-	【台風 11 号】 台風 11 号接近のためセンター、デイサービス、保育所休み 朝から大雨警報が発令されている		
8/9	-	ニーズ募集のチラシを新聞折り込み		
8/10	-	町内数か所で停電		職員参集, 協議, VC 設置決定
8/11	-	Docomo から携帯 4 台の提供を受ける		
	8:00			県社協らと会議
	15:30			活動拠点を体育館から公民館へ移動 災害 VC 立ち上げ
8/12	- -	ニーズ受付を 15 日で終了と決定		ボランティア依頼用のチラシを朝刊折り込み配布 レスキューストックヤードから資材が届く
8/13	-	ニーズ受付 15 日までと防災無線で周知		ボランティア受付開始 大塚製菓から協力
8/16	-		VC 閉所	
8/22	-	VC 閉所		
8/24	-			VC 閉所

### (3) 災害 VC 立ち上げの判断について

災害 VC の立ち上げの判断は極めて重要である。その判断は、災害の規模の大小だけでなく、影響の範囲、生活への影響、既存の機関・組織などによる対応状況、災害時に求められる支援の内容などを把握しながら判断される。

今回の台風で、災害 VC を立ち上げた 3 市町社協の経緯は次のようである。海陽町社協では、台風 12 号により町内で床上浸水が発生したことを知り、災害 VC を早くから立ち上げる方針を決め、翌日にはニーズを聞きに行っている。同様に、那賀町社協でも、これまでに経験したことがないような豪雨と被害が発生し、早期に災害 VC の立ち上げを決めていた。また阿南市社協でも、災害 VC 立ち上げに関するマニュアルはなかったが、市内で床上浸水が発生したことを知り、立ち上げの準備を進め、床上浸水家屋が増えたことを知り、災害 VC の立ち上げを決めている。

一方、災害 VC を立ち上げなかった小松島市社協では、次のような経緯があった。当市社協では被害発生直後から、市内で床上浸水があったことを把握しており、被災者宅にボランティアの派遣を勧めている。しかし、被災者から「家族、近所で対応できる」との回答があり、ボランティアの募集は行わないこととなった。また実際に床上浸水をした場所に住んでいた被災者にその当時のことなどを聞くと、90 歳になる一人暮らしの女性であっても、水が出ることを想定して、平時より床に物を置かないようにし、台風時には砂袋を土嚢代わりにして玄関先に置くなどの対策をしており、実際に台風 12 号の時には、自身で畳を 3 枚上げていた。翌日には、近くに住む子どもが手伝いに来てくれたという。また他の地区の 80 歳の女性も、洪水時には近所にある安全な友人宅に身を寄せて台風をやり過ごし、床上浸水した後は自身で畳を上げるなどの処置をした。このように、当地区は浸水の頻度も高く、普段より、自助、互助と

いった意識が強いところであり、この程度の被害では、ボランティアの援助を借りることは考えに無かったようである。ただし、住民も高齢化しており、この被災者も以後、このような被害にあった時には、ボランティアを頼んでみたいと言っていた。

#### (4) ニーズ把握とマッチング

災害 VC では、被災者からニーズを受け付ける、または積極的にニーズを掘り起こしていくこと、それに対するボランティア希望者とのマッチングを行うが、それらを効果的に行うにあたっては、多くの課題が報告されている。今回の台風でも、各社協からニーズの収集の困難さが指摘された。ニーズは災害時に初めて発生するので、訓練だけでは難しく、適切に支援を受けるといった市民の意識も高めておかないといけない。特に、誰からも支援が得られず、困窮しているにも関わらず、「そもそも災害 VC の存在を知らない」、「知っていても頼み方がわからない」、「頼んで良いことなのかわからない」などの理由で、「SOS」の出せない被災者もいた。阿南市では、当初はニーズが数件と少なく、こちらから出向いてのニーズ調査や災害 VC 立ち上げや依頼方法を周知するなどチラシの配布を行った。さらに、ボランティア連絡協議会や地域包括支援センターなどと協力し合い、ニーズの情報把握にあたった。海陽町社協でも、チラシを新聞に折り込み全戸配布しニーズ把握に努めた。また海陽町社協では社協職員自らが、那賀町社協では県・他市町社協からの応援職員や民生委員が中心となって、現地で聞き取りを行いながらニーズ把握に努めた。

#### (5) 災害 VC 閉所について

災害 VC は立ち上げと同様に、閉所時の判断も難しいと言われている。阿南市社協の災害 VC は2週間で閉所している。これはニーズが収束したことをみて、応急的な支援から生活支援へと変化する時期でもあった。ただし、被災者のペースにも配慮し、支援の連絡があると、登録された市内のボランティアに依頼し、社協から協力をお願いした。特に那賀町では、「那賀町応援プロジェクト」を立ち上げ、引き続き被災者支援を続けることを決め、それをチラシにして町内に全戸配布した。

#### (6) 災害 VC 運営訓練などの成果

災害 VC 立ち上げに関する訓練の必要性は広く認められ、その方法に関する研究なども行われている<sup>1)</sup>。今回災害 VC を立ち上げた3市町社協でも、徳島県社協との運営訓練の他に、以下のことが役立ったと聞いた。東日本大震災の被災地支援として、県内の行政や社協の担当者は宮城県に行っていた。3市町社協では石巻市にそれぞれが1週間支援に行き、それが今回のニーズ調査、ボランティアの受け付け方法、ボランティアのマッチングといった運営方法などを学ぶ機会となり、今回の災害に活かせたという。また海陽町社協は台風12号で災害 VC を設置したが、この時に那賀町社協が応援に駆け付けており、このことが、那賀町でのその後の台風11号でセンター運営に役立った。

#### (7) 徳島県社協の役割

徳島県内には、各市町村の他に徳島県社協もある。県社協の基本方針<sup>2)</sup>には、「災害時の福祉広域支援ネットワークの構築」の項があり、ここで、(1)市町村社協、行政、民間の福祉関係者と連携を図りながら、災害時の要援護支援に向けたネットワークの構築、(2)災害ボランティアセンターの設置・運営が迅速かつ円滑に機能できるよう、訓練などを行い、職員の対応力を高

めることとある。今回の災害 VC の運営にあたっては、災害 VC の立ち上げ、ニーズ調査、人員派遣、県外支援団体との連携、閉所など、様々な場面において各社協の支援を行い、その活動は高く評価されていた。

#### (8) 災害ボランティアの長期的影響

一時的ではあるが、災害 VC を立ち上げたことは、被災地の地域づくりに良い影響を与えたとの報告<sup>3)</sup>がある。社協の本来の役割は、市民の生活支援であり、災害時の影響を最小化させて、被災者が元の生活に戻れるように支援、またはさらに質の高い支援が行えるようにしたいと考えている。今回の災害では、災害を受けたことで地域が疲弊したといったことは認められず、むしろ各戸を一軒ずつまわることができ地域のことがよくわかった、また地域の繋がりが深まったという意見や、ボランティアで各機関が協力し合ったことで、以後の関係もより良くなった、またその必要性を強く感じたとの意見も聞かれた。

#### 8.1.4 まとめ

2004 年台風 11 号、12 号では、徳島県内で初めての災害 VC が立ち上げられた。その実施者であった社協関係者に聞き取りしたところ、大きな混乱はなく、被災者支援にあたれたことがわかった。その要因の一つには、平時からの関係者間、市民との連携や他の災害 VC への支援という形で訓練をしていたことや、県社協が各市町社協の VC 運営支援や外部団体との連携を図ったことがあった。また、社協は災害時には、災害 VC の運営の中心となり、広く市民が福祉の対象となる。そのために災害時にボランティアの支援を活かし、困窮度を和らげるためには、平時より、市民が災害 VC や社協への関心と適切な認識を持ち、さらに自身がボランティアに参加することが望ましいと思われた。

### 8.2 広島市土砂災害での災害ボランティアセンターの取り組み

#### 8.2.1 まえがき

2014 年 8 月 20 日の未明にかけて、局地的な短期的大雨によって安佐南区および安佐北区内において多数の土砂災害が発生し、死者 74 名、負傷者 69 名、被災世帯 5,000 世帯にもおよび甚大な被害が発生した。

広島市および被害の大きかった安佐南区および安佐北区の社会福祉協議会（以下、社協と言う）では、8 月 20 日に「広島市災害ボランティア本部」（以下、「災害 V 本部」と言う）を、8 月 22 日には安佐南区および安佐北区にそれぞれ「災害ボランティアセンター」（以下、「災害 VC」と言う）を開設し、県内外からの多くのボランティアが駆け付け、被災世帯の土砂出しや家屋内の清掃活動等を行った。

10 月 1 日からは、大人数で対応する土砂出し等の作業系の要望は一定の見通しがつき、家屋内の清掃や自立生活の再建に向けた個別対応が求められているとの判断のもと、「災害 V 本部」を「広島市復興連携本部」、安佐南区および安佐北区の「災害 VC」を「復興連携センター」へと転換し、被災生活から日常生活に移行するための生活支援と地域の復興に向けた取り組みを中心に行った。

11 月 4 日からは、ボランティアの受付方法を事前登録制とし、平日の活動を中心に、被災者からの要望に応じてボランティア活動調整を行っている。また、地域でのサロン（カフェ）の開催やサロン（カフェ）のお知らせチラシを個別訪問で配布するなど、被災者のニーズに寄り

添った支援を行っている。

本報告では、これら災害 VC の立ち上げから運営、被災者支援の経緯を聞き取り調査し、効果的であったことや今後の課題などについてまとめた。

## 8.2.2 調査方法

調査は、「災害 V 本部」を立ち上げた広島市社協と「災害 VC」を立ち上げた安佐北区社協の災害 VC 運営担当者を伺い、約 1～2 時間、被災時の対応、災害 VC の立ち上げから運営、被災者支援や災害 VC の閉所について聞き取りを行った。

## 8.2.3 広島市での被害と災害 VC 運営の概要

### (1) 広島市での被害概要

表 8.3 に、2014 年 8 月豪雨の被害概要を示す。広島市全体では、死者 74 名、負傷者 69 名の人的被害と損壊棟数 586 棟、浸水棟数 4,164 棟の被害が発生し、2014 年 8 月 23 日から 2015 年 2 月 28 日までの間に、述べ 43,783 人のボランティアの参加があった。

表 8.3 2014 年 8 月豪雨の広島市での被害概要

	人的被害		物的被害		ボランティアニーズ 受付数	ボランティア 活動者数（延べ数）
	死者	負傷者	損壊棟数	浸水棟数		
安佐南区	68	54	373	3,074	1,090	29,481
安佐北区	6	15	201	1,070	701	14,302
その他	0	0	11	20	701	0
合計	74	69	586	4,164	1,791	43,783

※全て広島市社会福祉協議会まとめ。ボランティアニーズ受付数は平成 26 年 1 月 31 日現在、ボランティア活動者数は平成 26 年 2 月 28 日現在。

### (2) 各市町社協の災害 VC 立ち上げ、運営、被災者支援の概要

表 8.4 に、2014 年 8 月豪雨の災害 VC 立ち上げ、運営の概要を示す。

表 8.4 2014 年 8 月豪雨の広島市社協の災害 VC 立ち上げ、運営の概要

日	内容
8 月 20 日	発災、広島市災害ボランティア本部設置
8 月 21 日	県社協職員派遣開始（翌日からは県内市町社協職員派遣開始）
8 月 22 日	安佐南区及び安佐北区災害ボランティアセンター設置 ※運営のための人的支援・物的支援（県・市町・全国ブロック等の社協職員、広島市災害ボランティア活動連絡調整会議構成団体など）
8 月 23 日	ボランティアの受け入れ・派遣開始 ※活動内容は、宅地内や宅地周辺の土砂撤去等 ※当初は、人命救助活動、避難指示、天候不順などによりボランティア活動が制限されたことから、県内のボランティアのみ受け入れ ※災害 VC からの派遣以外にも、町内会や自主防災会など地域住民による助け合い、被災者の親戚や知人、職場の同僚、夏休みを利用した学生など多くの方々が自主的に活動した。 ※8 月 30 日（土）には最も多い 3,265 人がボランティア活動に参加した。
9 月 4 日	県外ボランティア（団体）の受け入れ、派遣開始 ※全ての避難指示解除に伴いボランティア活動地域が拡大、急速に土砂撤去等が進んだ。
10 月 1 日～	広島市復興連携本部、区復興連携センターに移行 ※大人数での土砂撤去の作業は収束、少人数での家屋清掃や生活支援のための訪問活動など、日常生活に移行するための支援へ移行。
11 月 4 日～	ボランティアの受付を事前登録制に変更

	<p>※土砂撤去等の作業ニーズは収束し、ボランティアの受付方法を事前登録制に変更し、平日の活動を中心に活動調整。</p> <p>※地域でのサロン（カフェ）の開催により被災者が気軽に集える場で、困りごとや近況を聞くなどコミュニケーションを取りながら継続してニーズ把握を行っている。</p>
--	---

※広島市社会福祉協議会による 8.20 豪雨災害における取り組みより。

### (3) 災害 VC 立ち上げの判断について

広島市では、災害時に連携して災害ボランティア活動を支援するために、市、市社協、NPO センターなど 22 団体で構成する「広島市災害ボランティア活動連絡調整会議」（以下、「連絡調整会議」と言う）を平成 9 年 12 月に設置している。大規模災害時には会議を開催し、「災害 V 本部」、「災害 VC」の開設を決定し、社協が中心となり、構成団体スタッフやボランティアなどで運営することとなっていた。平成 11 年 6.29 豪雨災害でも広島市・呉市を中心に都市近郊の新興住宅地で土砂災害が発生、死者 31 名、行方不明者 1 名、家屋全壊 154 戸等の被害が発生したが、その時は「災害 VC」の設置は行っておらず、平成 26 年 8 月豪雨災害が初めての「災害 VC」の設置であった。

広島市社協では、8 月 19 日からの記録的な大雨により、広島市の安佐北区と安佐南区において土砂災害が発生したのを受けて、ひろしま NPO センター等と協働して、8 月 20 日に「災害 V 本部」を設置することを決定した。また 8 月 22 日には、被害の大きい安佐南区と安佐北区において、各区社協が「区災害 VC」を設置、翌 23 日から災害ボランティアの受け入れ・派遣を開始した。

安佐北区社協では、8 月 20 日に、社協職員が車で被害現場に状況確認に行ったが、可部地区は被害が大きく入ることもできず、その被害の大きさを見て「災害 VC」の立ち上げを決定した。その後、地元 NPO や県外ボランティア団体の支援のもと、21 日には立ち上げの準備ができていたが、22 日に「災害 V 本部」から「安佐北区災害 VC」立ち上げの許可が降りて立ち上げとなった。

### (4) ボランティアの受入

「連絡調整会議」では、災害 VC 運営のマニュアルを作成し、シミュレーションも行っていった。今回の豪雨災害では、被害の大きかった安佐南区を中心に、連日マスコミやネットで被害状況が発信され、「災害 VC」開設後の最初の土日には、3,000 人以上のボランティアが駆け付けた。「災害 V 本部」には、それらのボランティアを現地に送り込むことが求められたが、二次災害防止のため避難指示が発表されている中で活動区域が限られていること、受入スタッフの体制不足等で、十分な対応ができなかった。

被災現場が、住宅や商店が密集している都市部であったため、ボランティアの駐車場の確保にも困った。ボランティアには、公共交通機関での移動を呼びかけたが、作業道具などの荷物がある中で公共交通機関を利用することは難しいこともあり、近隣の商店に停車するボランティアが殺到したため、社協から近隣の商店に使用願いも行った。また、ボランティアのトイレも多数現場で確保する必要があったが、初めは救援・復旧活動に合っている自衛隊や消防の仮設トイレを利用するなどして対応した。

沢山のボランティアが「災害 VC」で登録を行い、ボランティア活動を行う他にも、発災直後から被災地での災害ボランティアの経験豊富な災害 NPO や NGO の団体が現場に入り、「災害 VC」とは別に活動を行っていた。「災害 VC」では、当初は県外からのボランティアを受け付けていなかったが、それらの団体は入っていた。中には、避難勧告が発表されている地域でも、

これまでの経験から安全の判断ができるとのことで活動を行う団体もあった。それぞれが実際にどのような活動を行っているかわからなかったため、顔が見える活動を行うために、全国社協からのアドバイスで支援連絡会議を設置し、計4回の会議を行った。9月2日に第1回目の会議を開催し、26団体が参加、情報交換を行った。「災害VC」が全てのボランティアを受入れ、外部の災害ボランティア団体をコントロールするのは不可能でもあるため、災害前からお互いに良い関係を築いておくことが重要である。

発災直後は、いろいろな団体が現場に入って来るため、住民もどこの誰が活動しているのかわからず不安な状況にあり、資機材の盗難も発生し、防犯対策も必要であった。そうした中、広島市社協では、「災害VC」で登録したボランティアにはワッペンを取り付け、活動時間を午後3時までとする等の対策に努めた。災害ボランティアの中には、服装や態度のマナーが不適切な者もあり、ボランティアのマナーも課題であった。

ボランティアへの情報の出し方にも課題があった。被災者の必要な物やボランティアの活動内容等についてもいろいろな問い合わせがあり、その対応に時間をとられた。そうした中、広島市復興連携本部ホームページと公式フェイスブックを立ち上げ、情報発信に努めた。

#### (5) ニーズの把握とマッチング

発災直後は、被災者のニーズもわからなかった。地域では、自主防災会や自治会の助け合いが始まっていたが、その現状もわからなかった。それら地域の代表の協力や避難所でのニーズ調査も行った。「災害VC」として、ニーズの調整とマッチングが適切にできたのは、2週間ほど経ってからであった。

被災者も毎日1000人といった規模のボランティアが入って来ると、来てくれることは有難いが、作業に立ち会い、おもてなしも頑張らないといけないと、疲労していく住民もいた。また、「うちよりも酷い所があるので、うちは大丈夫です。」と言っている住民も1ヵ月程してから訪れると、まだ家の中に土砂が残っていることもあった。

安佐北区社協では、24日から避難所などでニーズ調査を開始し、町内会、民生委員、看護師、ケアマネージャー、介護士、外部災害ボランティア団体等の協力を得ながら、述べ1000回以上の訪問を行い、ニーズの把握に努めた。その中で、周囲にSOSを出せない住民がいたが、それらの住民は今回の災害に遭ったから孤立しているのではなく、災害前から周囲とのコミュニケーションが困難な状況にいることに気付いた。

そこで、住民の孤立対策、コミュニケーションの場として、地域の団体や学生・ボランティアと一緒に10月に入ってから被災者を笑顔にするための地域支援活動として「すまいるカフェ」を開催することにした。「すまいるカフェ」では、足湯やハンドマッサージでリラックスして、食事やお茶会、編み物をするなど、地域の方々がほっとでき、気軽に集える場づくりやつながりづくりに取り組んでいる。そうした中、住民の中に「すまいるカフェ」の運営を自主的に行うグループが出て来た。また、自治会長等の協力もあって、各被災地域に「すまいるカフェ」の出張なども行っており、現在では地域コミュニティの復興、更には、地域間の交流にも繋がっている。

その「すまいるカフェ」の周知の一環として、「すまいるペリカン」といった全戸への訪問活動も行っており、そこでは、すまいる通信（被災者の困りことの相談窓口のお知らせやイベント開催を伝えるもの）を地域の方へお届けすると共に、住民の体調や変化、ニーズの把握を行い、継続した生活支援が実施されている。

#### 8.2.4 まとめ

2014年8月豪雨災害では、広島市内で初めての災害VCが立ち上げられた。広島市社協では、災害前に設置していた「連絡調整会議」が役に立った所もあったが、被害とボランティアの規模が余りにも大きかったため、立ち上げ当初は受入スタッフの体制も不足し、十分な対応ができず、課題も残った。安佐北区社協では、社協、自治会長、外部災害ボランティア団体等が運営の中心となって、地域内外の関係者・ボランティアの協力を得ながら、きめ細かな被災者支援が行えていた。その支援活動は、「すまいるペリカン」といった全戸個別訪問や「すまいるカフェ」といった住民有志による自律的なコミュニティ活動へと広がっていた。

謝辞：聞き取り調査にご協力いただいた、小松島市、阿南市、海陽町、那賀町、徳島県の各社会福祉協議会、広島市社会福祉協議会および広島市安佐北区社会福祉協議会の皆様方には、この場をお借りして深く感謝の意を表します。

(徳島大学 上月康則・山中亮一・井若和久、徳島文理大学 山城新吾)

#### 参考文献

- 1) 上原貴夫：災害ボランティア立ち上げ訓練に関する研究，人間関係学研究，第14巻，第1号，pp.45-59，2007
- 2) 社会福祉法人徳島県社会福祉協議会：徳島県社会福祉協議会，第四次活動推進計画，pp.1-10，2014
- 3) 渥美公秀，鈴木勇，菅磨志保，柴田慎士，杉万俊夫：災害ボランティアセンターの機能と課題－宮城県北部地震を事例として－，京都大学防災研究所年報，第47号，pp.1-7，2014

## 9. 台風 12 号・11 号での事業所の対応にみる代替戦略の有用性とそのあり方

### 9.1 はじめに

2011 年 9 月の紀伊半島豪雨をはじめ、2012 年 7 月の九州北部豪雨、2013 年 7 月の山口・島根豪雨など、毎年のように日本各地で台風や前線に伴う豪雨災害が発生している。企業では、南海トラフ地震などの大きな被害があるが発生頻度は低い大規模災害への対応も必要であるが、被害は限定されるものの発生頻度が高い豪雨災害への備えは重要な課題であると言える。

現在、多くの企業で地震対応を念頭に置いた事業継続計画 (BCP) の策定が行われているが、豪雨災害では地震災害とは特徴が異なることから、それらに応じた対策や対応も事前に検討しておく必要がある。

2014 年 8 月の台風 12 号・11 号による徳島県での豪雨災害では、那賀川流域、海部川流域を中心に浸水被害が発生し、多くの事業所で深刻な被害が生じた。本研究では、豪雨災害に対する BCP を検討する上で必要となる浸水被害事例の情報収集を行うとともに、経営資源の観点から考察を行い、事業継続を行うための戦略のうち、代替戦略の有用性とそのあり方について検討を行った。

### 9.2 那賀町内の事業所被害・復旧調査

#### (1) 調査方法

那賀川流域の那賀町和食地区及び那賀町鮎川の事業所を対象にヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査は、2014 年 8 月 22 日、9 月 2 日、9 月 18 日、10 月 20 日、2015 年 3 月 13 日の計 5 回実施した。被災した事業所の被災当時の対応と応急復旧の様子、事業再開までのプロセスや復旧状況調査、それらの課題について調査することを目的として実施した。調査対象は、商工団体、建設業協会、社会福祉施設、酒造会社である。

#### (2) 調査結果

以下に、ヒアリング調査によって各事業所で得られた被災・対応の状況や復旧状況を示す。

##### a) 商工団体 (N 商工会・図 9.1, 図 9.2)

#### 【被災状況】

台風 11 号による和食地区の浸水被害により、W 支所で床上 2.67m の浸水があり、PC、机・椅子・棚等の什器、重要書類が被災した。

#### 【対応状況】

浸水に備えて机の上に PC や重要書類を待避させてあったが、予想を上回る浸水があったため、室内全てのものが浸水被害に遭った。翌日から泥出しなどの後片付けを開始し、徳島県内の商工会から支援があり、比較的スムーズに後片付けが完了した。被災したノートパソコンのハードディスクを水洗いし、乾燥させた後、データを移行することができたが、その後の使用はできなかった。重要書類は水洗いし、写真 9.1 のように乾燥させることで対応している。また、会計記帳業務のうち、クラウド上のソフトウェアを利用していたものは問題なかったが、PC 上のソフトウェアや紙ベースで管理を行っていたものは、復旧が難しくなっている。

この商工団体は 2005 年 3 月に那賀町が町村合併で誕生したことに伴い、旧の町村にあった商工団体も合併してできたものであり、旧の施設がそのまま支所として利用されていた。今回の支所の被災により、本所にて支所の事業を継続することができたため、後片付けを終えた後は、スムーズに事業再開をすることができた。

浸水被害のあった W 支所は、移転を検討した結果、同じ建物の 2 階にて 10 月中旬から事業を再開した。会員企業の中でもイベント企画などの動きがあり、地域全体での復旧を商工会として検討している。



図 9.1 那賀町和食のヒアリング調査対象事業所



写真 9.1 室内で重要書類を乾燥

#### b) 社会福祉施設（介護老人保健施設 C・図 9.1）

##### 【被災状況】

施設は和食地区の高いところにあるため、台風 12 号・11 号での直接的な浸水被害はなかったが、職員の自宅が被災に遭うなどした。

##### 【対応状況】

施設に被害がなかったため、職員等の被害についての情報収集をしていたところ、後述の特別養護老人ホーム S の利用者受け入れを徳島県から依頼され、グループ本部とも協議し、受け入れ準備を開始。移送用の車 3 台を派遣し、10 名の受け入れを行った。

受け入れた当初は、利用者の症状や投薬情報などがほとんどなかったため、医療機関等に情報提供の依頼を行った。ベッドや紙オムツ等の消耗品についてはグループの他施設へ提供要請を行い、輸送してもらった。環境変化による利用者の体調不良や限られた人員での介助作業などが負担となったが、ベッドの搬入や配置換え、他施設からの人員派遣などにより、10 日ほどでサービス環境が安定した。

#### c) 酒造会社（N 酒造・図 9.1）

##### 【被災状況】

台風 11 号による和食地区の浸水により店舗、業務用冷蔵庫、酒造りに使用する大釜と窯が浸水被害を受けた。

##### 【対応状況】

徐々に浸水してきたため、商品を棚に上げるなどの対応を行ったが、業務用冷蔵庫のコンプレッサーが下部にあるタイプだったため浸水により故障した。約 0.6m の浸水により、店舗奥にある作業場の釜が転覆しかかったためワイヤーで吊り上げた。窯にも浸水したが、それ以上の浸水はなく、仕込みタンク等は無事であった。100 年くらい前にあった水害を祖父母から聞かされていたが、それを超える高さの浸水は予想していなかった。店舗の清掃と冷蔵庫の入れ替えにより営業を再開した。酒造りへの影響は冬場に仕込みをしてみないとはっきりとわからない。

## d) 社会福祉施設（特別養護老人ホーム S・図 9.2）

## 【被災状況】

台風 11 号により施設の 1 階が約 1.3m 床上浸水し、建物、エレベーター、ベッド等の什器、電源設備、エアコン、柵などが浸水被害を受けた。

## 【対応状況】

被災当日は 63 名（長期利用 59 名，短期利用 4 名）の利用者があり，宿直勤務の 4 名と大雨の可能性を見越して早めの出勤をしていた職員等 24 名の計 28 名で対応等を行った。施設の上流にある川口ダムの放水量の情報から，浸水被害の発生する前に利用者を上階へ移動させ，垂直避難を実施した。利用者を避難させた後，職員は薬，PC，書類等を上階へ運ぶなどしたが，施設内への浸水があったため，これ以上の作業は断念して避難した。

浸水により早急な事業再開が困難であると判断した施設長は，徳島県，徳島県社会福祉協議会などと連絡を取り合い，他施設への受け入れを依頼した。浸水が引いた後，H 診療所に帰宅及び入院した利用者を除く全員の移送を行い，近隣の施設等に分散し，一時的に他施設でサービスを受けてもらうこととした。

写真 9.2，9.3，9.4 のように施設の被害は大きく，施設の清掃・修繕作業と平行して，他施設へ移動した利用者の様子を見回るなどを行った。現在の場所から施設の移転を検討しているため，資金的な都合もあり，優先順位をつけて設備復旧を行い，修繕，エアコン等の入替などを終え，9 月末から事業を再開した。

事業再開後に，災害時のマニュアル等の見直しは行っていないが，移転についての検討を進めている。



図 9.2 那賀町鮎川のヒアリング調査対象事業所



写真 9.2 浸水により破損したフェンス



写真 9.3 浸水により被害を受けたエアコン室外機



写真 9.4 浸水により被害を受けた内装

e) 建設業協会（N 建設業協会・図 9.3）

【被災状況】

台風 12 号・11 号での協会の施設自体は被災がなかったが、台風 11 号により会員企業の建物、倉庫、重機が浸水被害を受けた。

【対応状況】

那賀町内での浸水被害への応急復旧対応のため、役員間で連絡を取り合い、協会として対応体制を整えていたものの、那賀町からの出動要請がなかった。そこで会員企業が自発的に、建設機械などを活用し、旧の町村ごとで被災した家や事業所の清掃を手伝うなどした。一部の会員企業で組織するフォレストワーク協同組合が所有する写真 9.5 の林業機械（グラップル・深ダンプ）が廃棄物の撤去に非常に効果的であり、迅速な復旧作業に貢献した。



図 9.3 那賀町吉野のヒアリング調査対象事業所



写真 9.5 復旧作業に貢献した林業機械

### 9.3 海陽町内、阿南市内の事業所被害調査

#### (1) 調査方法

海部川流域及び宍喰川流域の海陽町の事業所と阿南市内の事業所を対象にヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査は、2014 年 10 月 2 日、10 月 15 日、10 月 23 日の計 3 回実施した。被災した事業所の被災当時の対応と応急復旧の様子、事業再開までのプロセスや課題について調査することを目的として実施した。調査対象は、農業協同組合、自動車教習所、社会福祉施設、宿泊研修施設である。

#### (2) 調査結果

以下に、ヒアリング調査によって各事業所で得られた被災・対応状況を示す。

a) 農業協同組合（O 農業協同組合・図 9.4）

【被災状況】

台風 12 号による雨で排水路が溢れ、その一部が鶏舎への浸水し、飼育していた鶏約 1 万羽が被害に遭った。別の鶏舎では、鶏舎前にある川に架かる橋が増水により損壊したため、飼料を運ぶことが困難となり、飼料を一時鶏に与えることができなかった。

【対応状況】

地鶏「阿波尾鶏」は 80 日以上飼育することが要件であるが、被災した約 1 万羽は 45 日飼育した状態であった。廃棄処分を行い、出荷予定だったお客様への事情説明をしてご理解いただいた。一部は冷凍保存している鶏肉で対応を行った。今後の対策として、排水路の定期的な清

掃や鶏舎周辺の排水溝の設置を行っている。

損壊した橋については、関連企業の工務部が橋の応急復旧を行い通行可能となり、その鶏舎の鶏（75日飼育）には大きな影響はなかった。

もともと、鳥インフルエンザなどのリスク対策については、「お客様に迷惑をかけない」ためのできる限り対策を行ってきた。「できることは全てやっておく」ことを心掛けており、グループ内部に建設機械やガソリンスタンドを保有し、他者に頼らず、自前で迅速な対応ができる体制を整えている。今回の豪雨災害でも自社内で迅速な対応を行った。

#### b) 自動車教習所（K自動車学校・図9.5）

##### 【被災状況】

山林に囲まれるように立地しており、台風12号による雨が自動車学校の敷地に集まり、写真9.6のように約1mの浸水があり、教習車の一部、高齢者講習用機械、エアコン、コピー機、電気設備が被災した。

##### 【対応状況】

夏休み中であり、敷地内の寮（高い土地に建てられており被害なし）に宿泊し、合宿で教習を受けていた3名については、入学金を負担して他の教習所へ移籍してもらった。教習車は12台が浸水被害に遭い、修理可能なものは修理に出した。教習車は特殊な車両であり、受注生産されるため再調達までに時間がかかるため、他県ではあるが過去の事例を参考に、業界団体を通じて徳島県内の他の自動車教習所で使われていない教習車を借り受けることで対応することとした。他の自動車教習所の教習車を使用することについては、徳島県警察へも相談して特例として認められた。また、高齢者講習用機械については保険により買い替えを行うこととした。

被災後から職員は再開に向けて清掃・修繕作業を行っていたが、電気設備の修理がボトルネックとなって時間がかかり、再開には約1ヶ月を要した。



図9.4 海陽町大井のヒアリング調査対象事業所



図9.5 海陽町中園のヒアリング調査対象事業所



写真9.6 浸水直後のK自動車学校



写真9.7 一部浸水した教習車内部を乾燥

## c) 社会福祉施設（グループホーム P・図 9.6）

## 【被災状況】

台風 12 号による雨で施設前の水路が溢れだし、床上にほんの少し浸水する被害となった。自動車 1 台、電気設備が被災したが、利用者には被害はなかった。

## 【対応状況】

被災当日はグループ施設を合わせて 65 名の利用者がおり、台風に向けて備えて出勤していた職員 22 名で対応した。海陽町から避難勧告が出ていたため、いつでも避難できるように体制を整えていたが、浸水が引いていったため避難はしなかった。その後、利用者家族にも連絡を取り、安心できるよう情報提供を行った。

電気設備の修理については、普段から懇意にしている建設業者の手配で翌日には完了し、迅速に復旧することができた。被害については保険により費用負担を行った。保険会社も迅速に対応してくれたため、非常に感謝している。

## d) 宿泊研修施設（Y 宿泊研修施設・図 9.7）

## 【被災状況】

台風 12 号による土砂災害により、施設に通じる県道が塞がれて通行止めとなった。小型車であれば、別の道路が通行可能であるものの、バス等の大型車が通行できなくなった。施設及びライフラインには被害はなかったが、職員の自家用車が崩落による被害に遭った。

## 【対応状況】

台風の進路や降雨量については随時確認を行っており、天気予報では 2 日昼には降雨が止むとのことであったので、施設の運営を継続していた。予想よりも降雨が長引き、県道での土砂災害（写真 9.8, 9.9）があったが、施設及びライフラインには被害はなく、食料も 5 日分あることから早急な避難などの対応をする必要はなかった。しかし、宿泊研修中の小中学生と職員の合計 106 名が施設内に滞在しており、台風により海洋プログラムが実施できないこと、台風被害の報道等により保護者が心配していることなどを勘案して、現状で最も安全な避難経路である海路を使って避難することとした。海上保安庁の巡視船では大きすぎて、施設がある湾には接岸できないことから、協力関係にある近隣の渡船会社に依頼し、渡船により沖合に停泊する巡視船へのピストン輸送を行い、巡視船で阿南市橋湾への避難を行った。

8 月 13 日から施設の運営を再開したが、依然として土砂災害の影響で大型車両の通行ができなかったため、近隣の漁港から渡船により利用者の受け入れを行った。



図 9.6 海陽町穴喰のヒアリング調査対象事業所



図 9.7 阿南市椿町のヒアリング調査対象事業所



写真 9.8 斜面崩壊により通行止めとなった県道



写真 9.9 施設周辺の道路崩落現場

#### 9.4 経営資源からの考察と代替戦略の有用性

上記のヒアリング結果を踏まえて、経営に必要な4つの資源「ヒト」、「モノ（施設・設備）」、「カネ（資金）」、「情報（通信）」に分けて、豪雨災害時に事業を継続していく上でのボトルネックとなる資源について考察し、その上で事業所が復旧する際に代替戦略を検討しておくことの有用性を示す。

##### (1) ヒト

台風を原因とする豪雨災害では、台風の予想進路などから発災がある程度予想できるため、事前に人員体制の強化を図っておくことが可能である。

那賀町の特別養護老人ホーム S では、通常は利用者 63 名に対して宿直の職員は 4 名であるが、出勤時間帯の豪雨や道路の冠水を見越して、翌日の日中勤務予定の職員についても宿直の依頼を行い、24 名が参集し、合計 28 名の職員が宿直していた。結果として、利用者を垂直避難させることとなったが、余裕を持って対応ができた。通常の宿直 4 名だけで 63 名の利用者を避難させることは大変な作業であり、継続的な介護サービスの提供も難しくなる可能性があった。同様に海陽町のグループホーム P でも台風に備えて、職員が早めの出勤をして体制を整えていた。

特に社会福祉施設や病院、ライフライン事業者のように 24 時間体制で継続してサービスを提供する必要がある事業所や、避難・緊急時に人手が必要となる事業所については事前に人員を参集しておくことが有効である。それでも被災などにより需要が供給を上回り、人的資源が不足する場合には、那賀町の介護老人保健施設 C のように同業他社やグループ企業から人的資源の支援を受けることにより対応することができる。これには、外部からの支援を受けられる体制づくりや訓練などが課題となる。

また、発災後の対応が長期化した場合には、交代での勤務体制などの健康管理や労働環境の管理についても課題となってくる。

##### (2) モノ（施設・設備）

豪雨災害では、浸水により施設・設備自体が被害を受けてしまい、修繕のため一定期間使えなくなることがある。これらへの対応は、迅速に修繕又は再調達すること、代替りのモノを利用すること、もしくはその両方を行うことがある。

那賀町の特別養護老人ホーム S では、施設が被災し、内装、電気設備等の修繕に時間がかかることから、施設が復旧するまで、近隣の他の施設などに利用者を受け入れてもらい、介護サービスの提供を継続した。受け入れた施設と利用者の間には、一時的ではあるが新たな利用契約が結ばれたため、介護報酬等は受け入れた施設に支払われることとなるが、自施設が使えない期間、他施設での代替サービスの提供を行うことにより復旧に注力することができた。現在

では、利用者は全て復旧した施設に戻ってきている。

海陽町の K 自動車学校では、教習車が水没し、再調達には時間がかかることから、他の自動車教習所から教習車を借り受けて教習を実施した。徳島県警察に特例として許可を得ての一次的な対応であったが、ボトルネックとなっていた教習車の再調達を他社の資源を利用することにより解決した。

自社のモノ（施設・設備）が被害に遭った場合には、早期の修繕が必要となるが、豪雨災害の場合は近隣の企業なども同様の被害に遭っており、修繕ニーズが殺到するため時間がかかる場合がある。そのためには、修理業者との協力関係の構築や協定の締結を事前に検討しておく必要がある。

また、他社のモノを利用する場合にも、法制度や契約上の問題はないことを事前に確認しておくことはもちろん、利用させてくれる他社や同業団体などとの事前の申し合わせや協定、実行するための協力関係の構築が重要である。

### (3) カネ（資金）

豪雨災害では、施設・設備の損壊による買い替えや修繕による復旧費用及び休業期間の運転資金などが必要となる。休業期間が長引けば、売上がないため収入はないが人件費等の費用がかかるため財務状況悪化の原因となる。復旧費用と休業期間の見込みは、現状の事業を継続していくかの判断基準となるため、那賀町の個人商店などでは今回の水害を機に廃業を検討するところもあった。迅速な復旧や代替対応を行うほかにも資金繰りの対応も重要となる。

施設・設備の損壊については、水害保険の活用により対応することができる。海陽町のグループホーム P や K 自動車学校では、保険により自動車や講習用機械を再調達している。保険会社の現場確認・支払いも迅速に行われており、早期の事業再開に大きく貢献している。休業補償についても、保険により備えることができるが、今回のヒアリング先ではそれを利用したところはなかった。

この他、復旧費用及び休業期間の運転資金については、自己資金での備えや迅速な融資を受けるための金融機関との関係が重要となるが、必要な資金に対し、復旧後の事業展開や将来性、資金計画などを鑑み、中長期的な視点を含めた経営判断を行う必要がある。

### (4) 情報（通信）

豪雨災害では、重要書類、PC やサーバーなどが浸水することにより文書やデータを喪失することがあり、バックアップの体制やそれを利用した事業再開への対応が必要となる。また、道路の通行可否、浸水状況、ダムの放水量などの情報を収集・確認できる体制と手段、安否確認や緊急連絡体制など連絡体制も重要な項目となる。

那賀町の N 商工会では、予想を超えた浸水があり、ノート PC が浸水したが、迅速に水洗いした後に乾燥を行い、データの移行をすることができた。また、記帳業務の一部をクラウド上のソフトウェアを利用したものに切り替えを行っており、これらについてはすぐに業務を継続することができた。しかし、紙ベースで保存していた重要書類などは水洗いし、乾燥させているが、一部では使えなくなったものもある。重要書類の全てではなくても、契約書などの特に重要なものについては、データ化又は複写して浸水によるリスクを回避できる別の場所に保管するなどの対応が必要となる。

那賀町の特別養護老人ホーム S では、地元ケーブルテレビやホームページにより降雨量や台風の予想進路を確認するほかに、施設の上流にある川口ダムの放流量をダム管理事務所に直接電話するなどして随時確認を行っていた。過去の経験から放流量と浸水範囲の因果関係を感覚的に把握しており、8月10日午前2時30分と4時30分にダムの放流情報に応じて、避難行動

の決定と実行をしている。今回は通信の途絶などの被害はなかったものの、そのような状況でも必要となる情報を収集・確認できる体制と手段の確保は引き続き課題となってくる。

#### (5) 代替戦略の有用性

豪雨災害による大きな被害は浸水によるものであり、程度にもよるが一旦事業所が浸水してしまうと、一定期間は事業所が利用できず、その間は事業活動ができなくなってしまう。その際の事業継続戦略としては、現地復旧戦略、代替戦略、事業停止戦略などがあるが、今回の被害のように浸水エリアが限定的である場合には、近隣の同業他社は被災していないケースも考えられ、事業を停止する期間が長引けば、取引先から被災していない同業他社へ取引をスイッチされる可能性がある。

この場合、現地復旧戦略を採用すると迅速に現地復旧を行う必要があるが、電気設備、内装等の工事や必要な設備等の再調達などは外部に依存するところが大きく、ある程度の時間が必要となる。海陽町のO農業協同組合では、グループ企業で建設機械と人員を所有し、迅速に対応できる体制を整えており、今回の被害に対し、外部に依頼することなく内部で迅速な対応を行うことができた。しかし、このように内部で対応できる体制を整えているところは少なく、多くの事業所では他の方法を検討せざるを得ない。

そこで、予め代替戦略を検討しておくことを提言する。代替戦略とは、別の自社拠点や自社以外の施設・設備や方法などを利用して事業を継続し、顧客に商品・サービス等を提供する戦略のことを言う。

那賀町のN商工会では、被災していない本所で業務を継続し、地域事業所の復旧支援に迅速に対応を行った。また、特別養護老人ホームSでは、浸水被害のため早期のサービス再開が困難であったことから、意図的ではないが他施設での代替戦略を採用することとなった。本来であれば事前に検討や申し合わせ・協定などを行い、法制度及び契約上の問題をある程度クリアにしておかなければならず、これは自社以外の施設等を利用する場合には必要な課題であるが、サービスを継続するためには有効な手段である。海陽町のK自動車学校では、同業他社の協力を得て、教習車を借り受け、早期に教習を継続することができた。

このように、豪雨災害による浸水被害では代替戦略を事前に検討しておき、現地復旧戦略での復旧見込み、復旧費用などを考慮し、必要があれば代替戦略を採用することが有用である。そのためのシステム等の体制づくりとデータのバックアップ、同業他社や地域での連携や協力体制の事前検討、代替戦略実施のための定期的な訓練などが特に重要となる。

## 9.5 まとめ

本研究では、2014年8月の台風12号・11号での徳島県での豪雨災害の被災事例から、浸水災害に対する事業継続を検討する上で、重要と思われる課題について4つの経営資源「ヒト」、「モノ（施設・設備）」、「カネ（資金）」、「情報（通信）」について考察し、有効な事業継続戦略として代替戦略の有用性について提言を行った。事前に代替戦略を検討しておくことにより、現地復旧戦略以外の選択肢を持つことができ、より柔軟な対応を行うことが可能となる。また、地域や同業他社との連携や協力体制は災害時だけでなく、平時からの事業展開にも重要な要素となる。

謝辞：被災され、復旧作業にお忙しいところ、ヒアリング調査、資料提供にご協力いただきました関係各位に御礼申し上げます。ありがとうございました。

(徳島大学 湯浅 恭史・中野 晋・金井純子)

## 10. 2014年台風第12号および第11号による高知県内の浸水被害

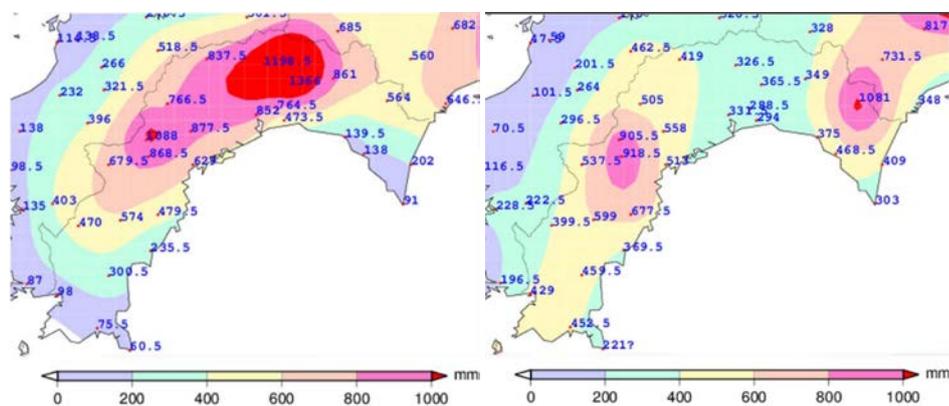
### 10.1 はじめに

2014年7月29日にマリアナ諸島近海で発生した台風11号および翌日の7月30日にフィリピンの東海上で発生した台風12号の影響により、高知県内では8月1日から10日までの間に仁淀川町鳥形山や香美市香北等では総降雨量が2000mmを超えるなど記録的な豪雨となり、県内の各地で浸水被害や土砂崩れ等の被害を受けた。本稿では特に被害が大きかった高知市と四万十町窪川地区の浸水被害についてまとめる。

### 10.2 台風第12号および第11号による高知県内の被害の概要

図10.1に高知気象台<sup>1)</sup>が発表している平成26年台風第12号および第11号によるアメダスの期間降水量を示す。この図より、8月1日から5日に来襲した台風第12号では、主に高知県中央部において、8月7日から10日にかけて降雨をもたらせた台風第11号では高知県東部と西部において、累積降雨量が1000mmを超えている。

また、高知県の資料<sup>2)</sup>によれば、人的被害として重傷者1名、軽傷者6名、住家被害としては全壊4棟、半壊2棟、床上浸水728棟、床下浸水1120棟となっている。16市町村において最大49万人(県内人口の約2/3に相当)に対して避難勧告・避難指示が出された。さらに、山間部においては土砂崩れにより、主要道路が通行不能となり、19市町村の40箇所<sup>3)</sup>で2878人が一時孤立した。河川の被害では、42の流域で浸水被害が発生し、内訳として越水・溢水被害が30河川、内水はん濫が12河川であった。これらの状況から、近年には経験したことのない、高知県内全域にわたる台風災害であったといえる。



(a) 台風12号(8月1日03時～5日24時)

(b) 台風11号(8月7日12時～10日24時)

図10.1 高知県における台風第12号および第11号によるアメダス期間降水量<sup>1)</sup>

### 6.3 高知市市街地の浸水被害状況

図10.2に高知県中央部において被害をもたらせた8月3日朝の降雨状況を示す。土佐市、いの町、日高村等の仁淀川流域や高知市西部および北部の鏡ダム流域において、5時間の累積降雨量が200~400mmとなっていた。高知市街地では、短時間に大雨が降ったにも関わらず、河川の越水や内水被害が起こった箇所は限定的であった。過去の豪雨水害と比較するため、図10.3に高知市における昭和50年(台風5号)および昭和51年(台風17号)<sup>3)</sup>と平成26年(台風12号)の浸水被害状況を示す。昭和50年、51年では高知市内の広い範囲で浸水被害が生じているのに

対し、平成 26 年 8 月では赤枠の範囲となっている。

高知市内の排水施設は、昭和 50 年、51 年の大規模水害を受けた後、時間雨量 77mm の対応で整備されており、高知市全体で雨水に対する処理能力の向上により、浸水被害を大幅に軽減していることがわかる。図 10.3 に示す高知市街地で計測されている降雨強度をみると、今回浸水被害が生じた箇所付近において 77mm/h を超える時間帯が確認されており、排水能力を超える降雨によって一時的に浸水被害が生じたことがわかる。

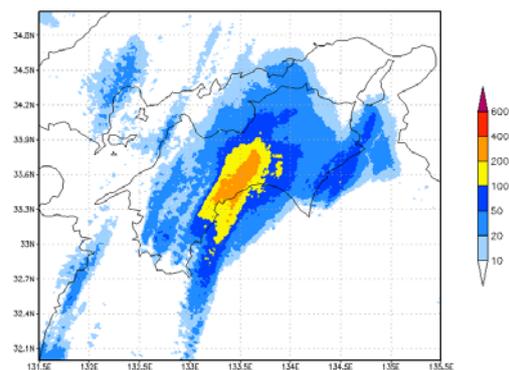


図 10.2 気象庁全国合成レーダーデータより作成した 2014 年 8 月 3 日 4:30～9:30 の累積雨量

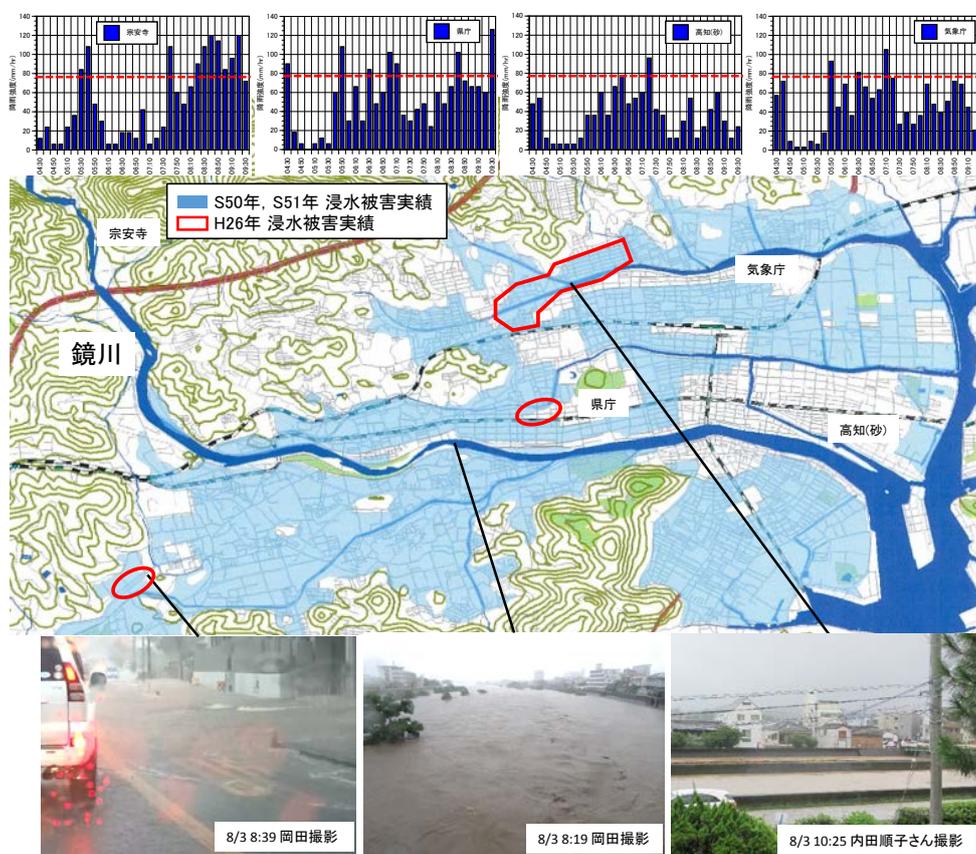


図 10.3 高知市における平成 26 年 8 月 3 日の降雨状況と昭和 50 年、昭和 51 年浸水被害との比較

#### 6.4 鏡ダムおよび鏡川の状況

高知市街地を流れる鏡川では、築屋敷水位観測地点で、8 月 3 日 11:30 にはん濫危険水位を 0.24m 上回り、左岸堤防の堤防高付近まで水位が上昇していた。上流の鏡ダムでは、1967 年の完成以来最大流入量となる  $1422\text{m}^3/\text{s}$  を記録し、初のただし書き操作を実施している。図 10.4 に 8 月 3 日の鏡ダムの操作状況を示す。ダムのサーチャージ水位は EL=77m であり、図 10.2 に示した時間帯の豪雨により、10:20 頃にただし書き操作開始水位(EL=74.75m)になるも、流域

内の降雨量が弱まったため、約 50 分間で操作を終了し、最高水位 EL=75.78m で留めることができた。

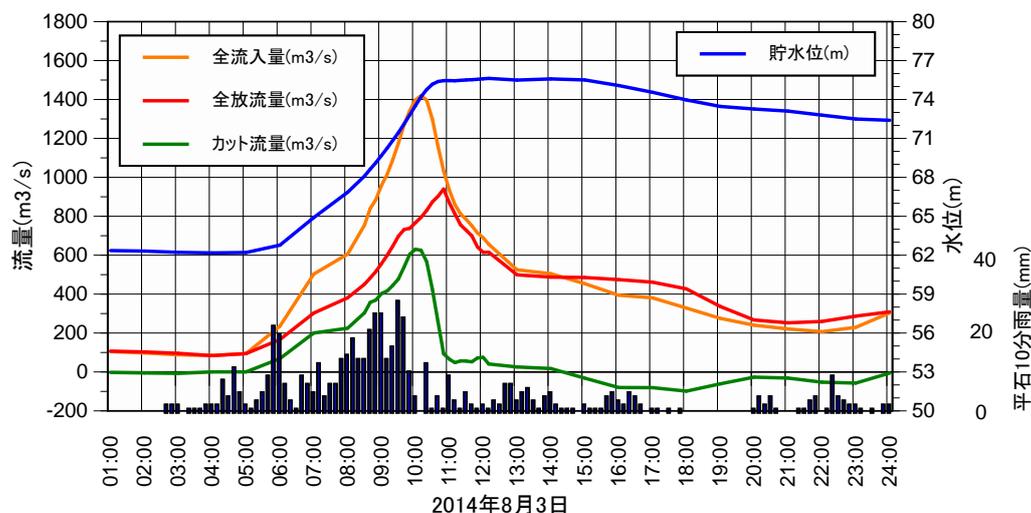


図 10.4 平成 26 年 8 月 3 日における鏡ダムの操作状況

また、当研究室で基準点の宗安寺地点の H-Q 関係式、鏡川の横断面図および高知県から提供いただいた水位観測所のデータに基づいて、二次元流況解析(iRIC ソフトウェア Nays2DH)により鏡川の流量ハイドログラフを推定した結果、図 10.5 に示すようにピーク時の流量は  $1520\text{m}^3/\text{s}$  となった。これは鏡川の計画高水流量  $2200\text{m}^3/\text{s}$  の約 70%に相当するものである。なお、昭和 50 年および 51 年の鏡川ピーク流量は、それぞれ  $1310\text{m}^3/\text{s}$  と  $2000\text{m}^3/\text{s}$ (推定値)とされている。

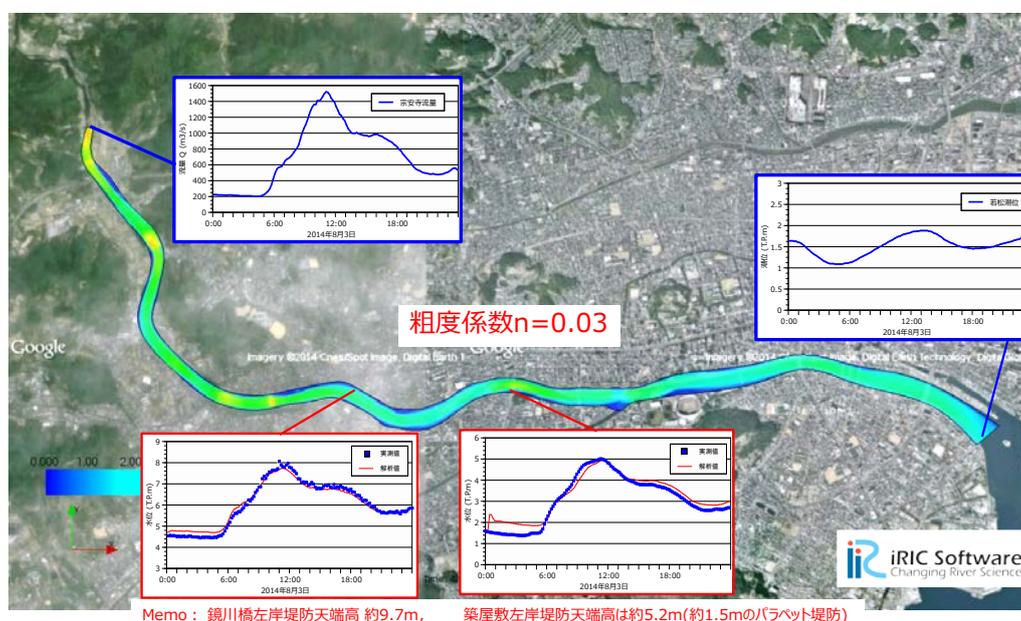


図 10.5 二次元流況解析(iRIC ソフトウェア)により推定した洪水時の宗安寺地点の流量ハイドログラフ、鏡川橋および築屋敷地点の水位ハイドログラフ

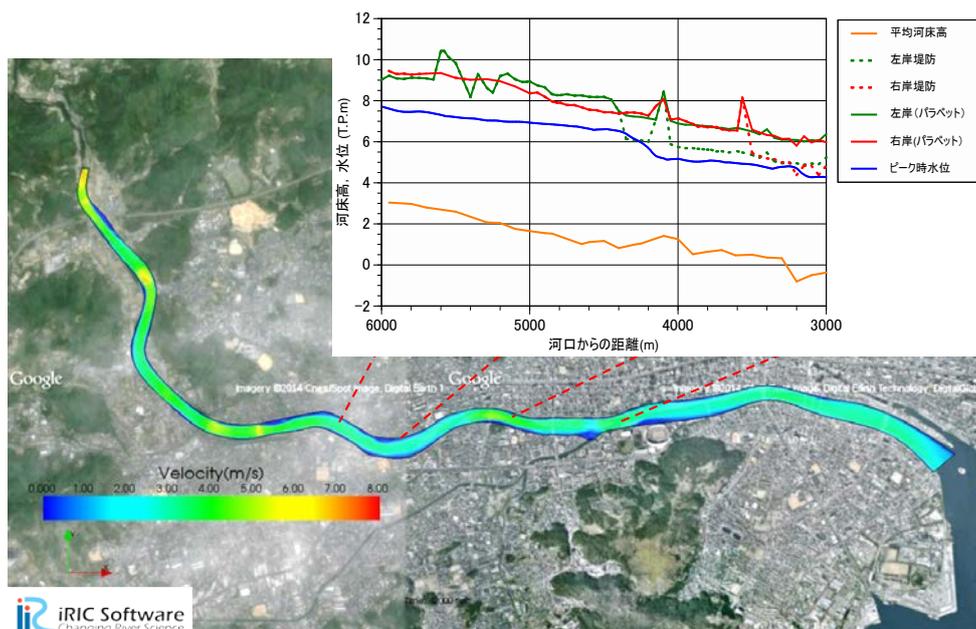


図 10.6 二次元流況解析 (iRIC ソフトウェア) により推定したピーク流量時の縦断水面形と堤防高との関係



図 10.7 4.2km 右岸付近の痕跡水位

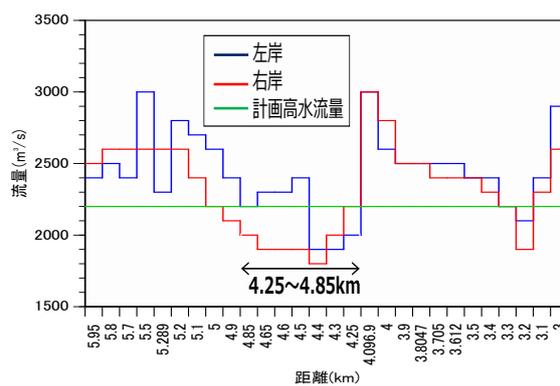


図 10.8 3~6km 区間の現況流下能力評価結果

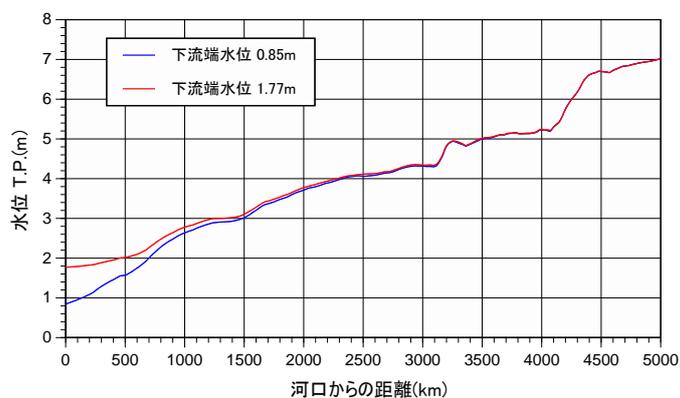


図 10.9 下流端水位の違いが縦断水面形に及ぼす影響

図 10.6 に二次元流況解析で得られたピーク時における河口から 3~6km 区間の縦断水面形と堤防高の関係を示す。3~4.4km 区間にはパラペット堤があり、ピーク時の縦断水位をみると、

3.2km 右岸および 4.2km 左岸付近で堤防の天端高を超え、**図 10.7**に示すようにパラペット堤の天端高まであと 1.5m まで水位が上昇していたものと考えられる。**図 10.8**に示す流下能力評価の結果から、この地点の河道の流下能力は、約  $1800\text{m}^3/\text{s}$  であった。このことからピーク流量があと  $300\text{m}^3/\text{s}$  増加していれば、これらの地点から外水氾濫が生じた可能性もあった。

また、鏡ダムへの流入量のピークと高知湾潮位の満潮時期が重なっていたことから、鏡ダムからの放流をギリギリまで抑えるよう高知県知事からダム管理事務所に要請があったとされている。そこで、鏡川の流下能力評価に用いる高知湾の平均潮位(T.P.0.85m)と今回の出水時の潮位 T.P.1.77m のそれぞれを下流端条件とする場合に、その影響が河口からどの程度まで影響するかについて検討を行った。その結果、**図 10.9**に示すように、約 0.9m の水位差は 1km で 0.14m となり、2km で 0.06m、3km で 0.03m となる。すなわち、結果論ではあるが、流下能力が相対的に低く、氾濫が懸念された 3.2km 地点および 4.25~4.85km 区間においては下流端水位の違いによる水位上昇の影響はほとんどなかったといえる。

しかしながら、今回の出水では鏡川の流下能力が不足する区間が明らかになるとともに、鏡ダムからの放流量が  $1000\text{m}^3/\text{s}$  を超える(支川の吉原川の流量にもよるが)と堤防を越流する可能性があることがわかった。今後の洪水流量増加への対応としては、流下能力不足区間の改修を進め、鏡ダムの水位が低い段階から放流量を増大できるような改築も重要である。

#### 10.5 四万十町窪川地区における浸水被害

つぎに、高知県四万十町窪川地区の浸水被害調査結果について以下に示す。**図 10.10**および**図 10.11**に 8 月 10 日に発生した四万十町窪川地区の浸水被害状況を示す。内水による浸水被害が発生した窪川地区には、四万十川の支川である吉見川が市街地を流れ、この吉見川と四万十川本川が市街地の南西部で合流している。合流部近傍にある高知県大井野水位観測地点において、8 月 10 日の 5:30 にピーク水位 10.79m(T.P.206.14m)を記録し、はん濫危険水位である 9.50m を 1.29m 超えた。家屋の浸水被害は 282 棟(床上 165 棟、床下 117 棟)にのぼり、2004 年 10 月の台風 23 号出水時(200 棟以上が浸水)以来の大規模な浸水被害となった。窪川浄水場が浸水被害を受けたことにより、電源装置が使用できなくなり、地区内約 2500 世帯が復旧するまでの 1 週間の間、飲料水が供給できず給水車等で対応した。



図 10.10 8 月 10 日の四万十川と吉見川合流部の状況



図 10.11 四万十町窪川地区の全景と浸水被害発生範囲



図 10.12 窪川地区における浸水被害調査状況



図 10.13 窪川地区内の浸水深調査結果

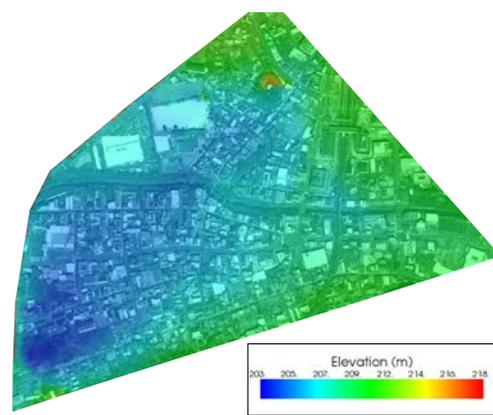


図 10.14 窪川地区内の地盤高分布

図 10.12 に窪川地区における浸水被害状況，図 10.13 に調査結果から得られた地区内の浸水深分布を示す。地区内の広い地点で，20cm 以上冠水し，周辺よりも地盤高が低い場所では約 1.5m の浸水深となっているところもある。図 10.14 に示す地盤高の分布と比較すれば，浸水深

が大きい地点と地盤高が低い地点が一致していることがわかる。したがって、地区内に降った雨が吉見川へ排水ができなかったことから地盤の低い箇所に集まり、浸水被害が生じたと考えられる。

図 10.15 に四万十町役場から提供いただいた 8 月 9-10 日における吉見川の排水施設稼働状況を示す。当時の 3 地点の排水施設の稼働状況と吉見川橋の陸開(図 10.12 の右上の写真)の開閉状況と各地点の水門の敷高および閉鎖時刻を時系列で示したものが図 10.16 である。茂串町ポンプ場の水門が他よりも早く閉鎖するのは、敷高が低いためであり、水門が閉鎖されると地区内に降った雨の流出量と排水容量との大小関係によって、浸水被害の発生の有無が決まる。ここでの条件は、吉見川の水位(観測地点は無いので、合流部の大井野地点の水位を目安として)が 203.5m を超える場合である。大井野地点の水位は 8 月 10 日未明にこの値を超え、かつ窪川に時間 40mm を超える雨が 4 時間以上降っており、特にピーク水位手前で時間 80mm を超える雨が降ったことが浸水被害を大きくした原因と考えられる。

台風 11 号の浸水対策 (8 月 9~10 日)

四万十町危機管理課

窪川地区(茂串町、琴平町) 排水作業開始~終了時間

① 茂串町ポンプ場

(8/9) 23:47 水門閉鎖  
 据付ポンプ(10 インチ×3 基) 稼働開始  
 レンタル分(8 インチ×2 基) 稼働開始  
 (8/10) 00:28 消防ポンプ自動車 1 台(窪川分団) 稼働開始  
 (8/10) 00:40 可搬ポンプ 1 台(川口分団) 稼働開始  
 (8/10) 00:45 可搬ポンプ 1 台(窪川分団) 稼働開始  
 (8/10) 08:14 水門開放  
 (8/10) 08:41 排水ポンプ等全て停止

② 茂串町西原分岐

(8/10) 01:40 水門閉鎖  
 据付ポンプ(10 インチ 2 基) 稼働開始  
 レンタル分(8 インチ×2 基) 稼働開始  
 (8/10) 08:04 水門開放  
 (8/10) 08:30 排水ポンプ等全て停止

③ 琴平町小学校前

(8/10) 01:30 水門閉鎖  
 据付ポンプ(10 インチ 1 基) 稼働開始  
 [(8/10) 01:50 ポンプ前浸水約 5 cm]  
 [(8/10) 06:17 ポンプ前浸水約 1.5m]  
 (8/10) 07:05 水門開放  
 (8/10) 07:21 水門開放による排水良好  
 (8/10) 07:45 据付ポンプ(10 インチ 1 基) 停止

※水門閉鎖とポンプ稼働は同時(消防団確認)

逆流を防ぐため一定の水(位)量で水門閉鎖しポンプ稼働している。

○吉見橋陸開閉鎖時間

(8/10) 03:00 消防団員により両側閉鎖  
 開放時間不明

図 10.15 8 月 9-10 日における吉見川の排水施設稼働状況(四万十町役場資料)

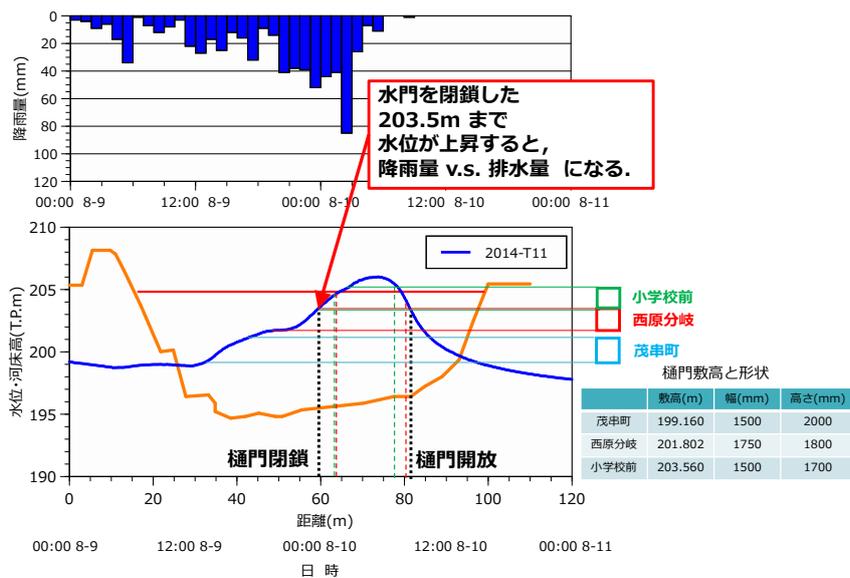


図 10.16 出水時の窪川雨量，大井野水位変化と樋門敷高の関係

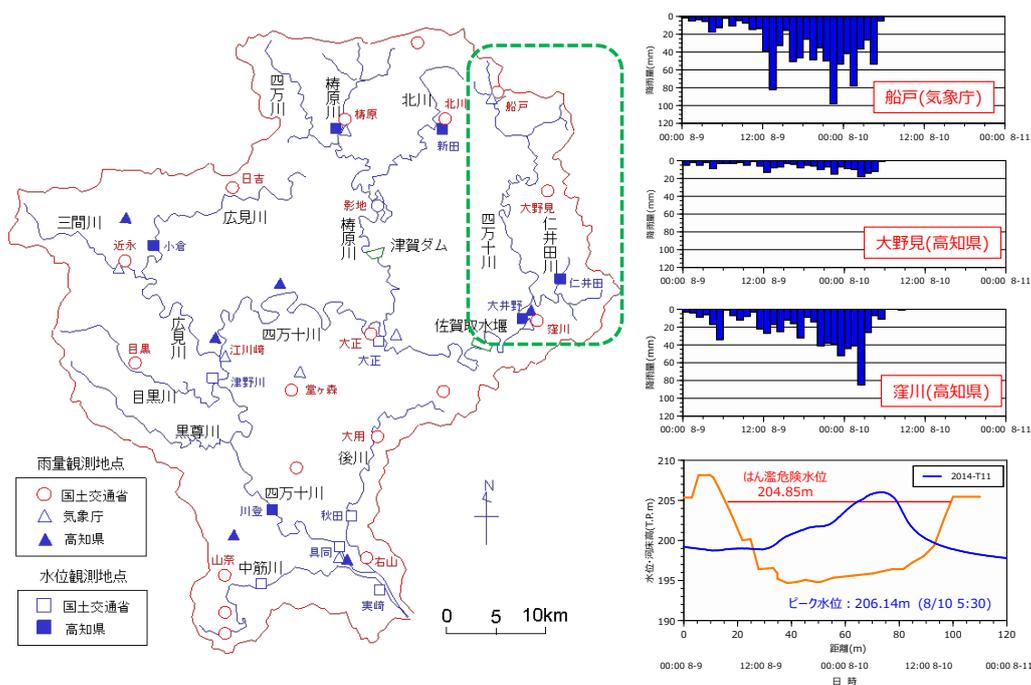


図 10.17 四万十川の流域図と 8 月 10 日前後の船戸，大野見，窪川雨量と大井野水位

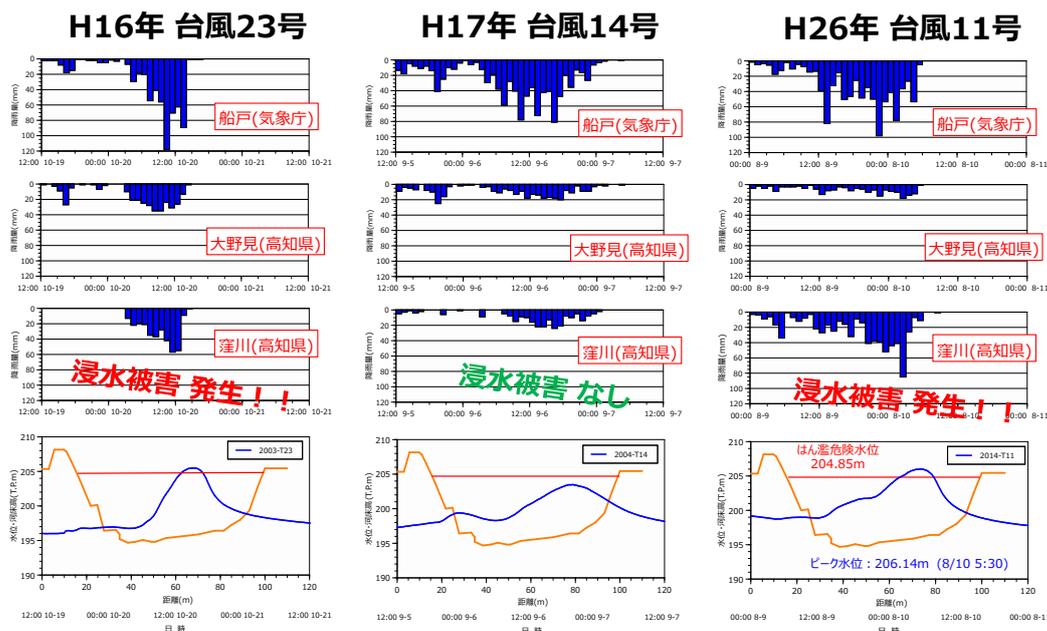


図 10.18 四万十川大井野地点の洪水実績と窪川地区の浸水被害発生との関係

つぎに、水害が起こった原因を降雨の状況から考察する。図 10.17 は四万十川流域図に雨量および水位観測地点の位置をプロットしたものである。大井野地点の上流域では、源流に近い船戸とその下流の大野見の 2 地点で雨量観測が行われており、水位観測は本川では行われていない。また、窪川地点を加えた 3 地点の雨の降り方をみると、明らかに大野見地点は降雨量が他に比べて少ない。図 10.18 は最近 10 年間に四万十川で起こった出水時における船戸、大野見、窪川地点の雨量と大井野地点の水位ハイドログラフである。四万十川の基準地点である具同において、戦後 2 番目の規模の出水となった平成 17 年台風 14 号出水時には大井野地点水位がすべての水門を閉鎖する目安となる 203.5m 程度まで上昇したものの、地区内に浸水被害は起こっていない。平成 16 年台風 23 号出水を加えた 3 つの出水時の降雨形態および大井野水位の状況を比較すると、浸水被害が発生した際には大井野水位が高くなった時間帯に時間 40mm を超える雨が数時間降っていることがわかる。したがって、平成 16 年台風 23 号出水および平成 24 年台風 11 号出水時のデータから、大井野水位の変化と窪川地点の雨量の時間変化を早い段階から注目しておくことで、それ以降に起こり得る浸水の被害状況がある程度想定することができる。その判断材料として、図 10.19 に示す四万十町役場のホームページで閲覧できる吉見川監視カメラ画像や四万十川本川の大井野地点の上流側に水位観測地点を設置できれば、その観測水位が有効な情報となり、住民はこれらの情報をもとに避難等の対応が可能となる。



図 10.19 四万十町役場河川監視カメラの画像(四万十川本川ピーク時)

## 10.6 おわりに

高知市では、昭和 50 年および 51 年の台風水害以降、排水施設が降雨強度 77mm 対応に整備され、浸水被害が大幅に軽減することができた。一方、鏡川においては、計画高水流量の 7 割程度に相当するピーク流量  $1520\text{m}^3/\text{s}$  にも関わらず、高知市中心部の水位観測地点において、堤防天端高(さらにパラペット護岸が 1.5m ある)付近まで水位が上昇し、氾濫する危険性が懸念された。井芹ら<sup>4)</sup>は将来の気候変動による降雨量変化により、鏡川の年最大流量が 3 割程度増加することを指摘しており、今回の出水時のデータから現況の流下能力を再評価するとともに、計画高水流量を超える洪水に対するリスクの評価およびそれらを踏まえた今後の流域を含めた河川の整備の重要性が再認識された。

四万十町窪川地区の水害調査の結果、浸水被害が生じる四万十川本川水位と窪川地区の雨量の条件がある程度特定することができた。これらの結果に基づいた排水施設の充実や自治体からの避難勧告や避難指示を発令する際の判断材料として活用し、住民の早期避難等へつなげることが今後の重要な課題となる。

(高知工業高等専門学校 岡田 将治・岡林 宏二郎 高知大学・原 忠・張 浩・笹原 克夫・佐々 浩司)

## 参考文献

- 1) 高知気象台：「平成 26 年台風第 12 号による大雨について」(高知県の気象速報) 平成 26 年 8 月 12 日 09 時現在および「平成 26 年台風第 11 号による大雨と暴風、高波、高潮について」(高知県の気象速報)，平成 26 年 8 月 12 日 09 時現在
- 2) 高知県第 16 回災害対策本部会議資料(平成 26 年 8 月 26 日)
- 3) 高知県河川課：鏡川水系河川整備基本方針等検討委託業務報告書，平成 22 年 3 月
- 4) 井芹慶彦，鼎信次郎：熱帯低気圧による降雨の将来変化が高知県鏡川流域の年最大流量に与える影響，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.70，No.4，I\_385-I\_390，2014.

## 1 1. 高知県内の土砂災害と中山間地の孤立問題

### 11.1 はじめに

平成 26 年 8 月の台風 12 号・11 号の連続した台風と前線の影響により、8 月 1 日～8 月 10 の 10 日間で、高知県鳥形山の観測所では 2000 mm を越える雨量を記録した。この豪雨により、高知県内では、氾濫による浸水被害、内水被害、土砂災害とそれに伴う孤立など多くの被害が発生した。

本報告では、これらの被害のうち、高知県内の土砂災害と中山間地の孤立問題について報告する。なお、本報告は、平成 26 年 11 月 22 日に高知県で開催された「平成 26 年 8 月豪雨災害から学ぶ」災害調査報告会の成果に基づいて取りまとめたものである。

### 11.2 台風第 11 号と 12 号の概要

7 月 30 日にフィリピンの東海上で発生した台風 12 号は、南西諸島に接近し、沖縄本島の西側を抜け、東シナ海を北上し、8 月 2 日九州付近に最接近し、8 月 3 日には北北東に進路を変え温帯低気圧に変わった。四国地方では台風 12 号の影響で発達した雨雲が断続的に発生したため、強い雨が長時間にわたり降り続き、特に高知県の山間部で 8 月 1～4 日までの総雨量が 1000 mm を越える降雨を記録した（図 11.1）。

7 月 29 日にマリアナ諸島近海で発生した台風 11 号は、フィリピン東海上を発達しながら進み、強い勢力を維持して日本の南海上をゆっくりと北上し、10 日 6 時過ぎに高知県安芸市付近に上陸した。その後、速度を上げながら四国を横断し、瀬戸内海に出て兵庫県赤穂市付近に上陸した後、日本海に抜け温帯低気圧に変わった。この台風の雨雲により、特に高知県や徳島県南部において強い雨が長時間降り続いた（図 11.2）。

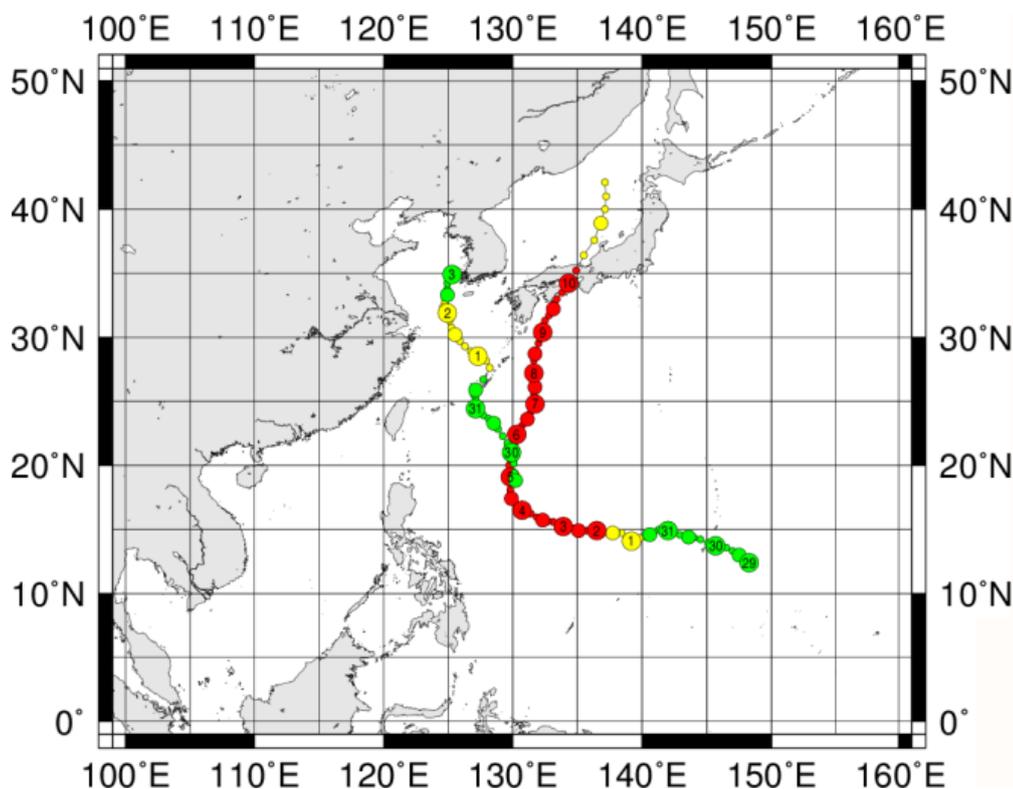


図 11.1 台風 11 号・12 号の進路（デジタル台風 <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>より）

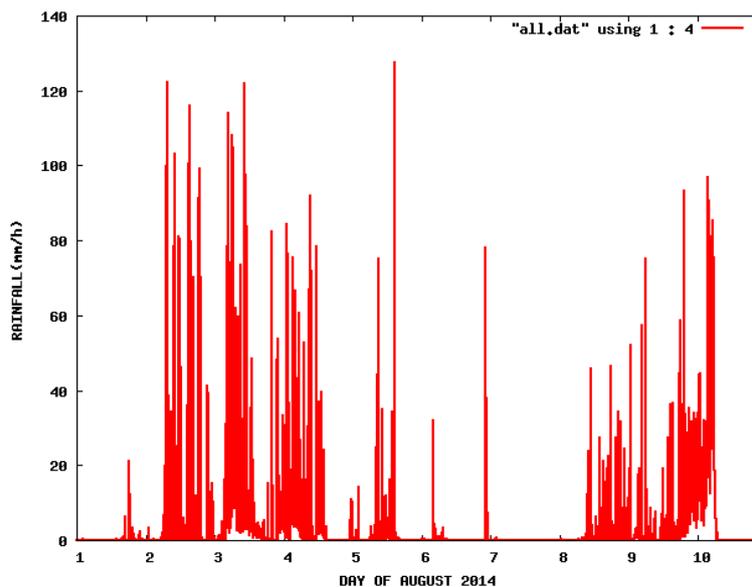


図 11.2 牧野植物園における雨量

### 11.3 強雨をもたらす降水システム

台風接近時には台風特有の降水システムが形成される。それは、主として台風による反時計回りの旋回気流が運び込む暖かく湿った空気が地形上昇させられることにより形成されるシステムである。台風に伴う降水システムを分類すると、図 11.3 に示す 5 種類のシステムがある。スパイラルバンド型、地形性型、斜面ストリーク型、洪水バンド型、マルチセル型である。

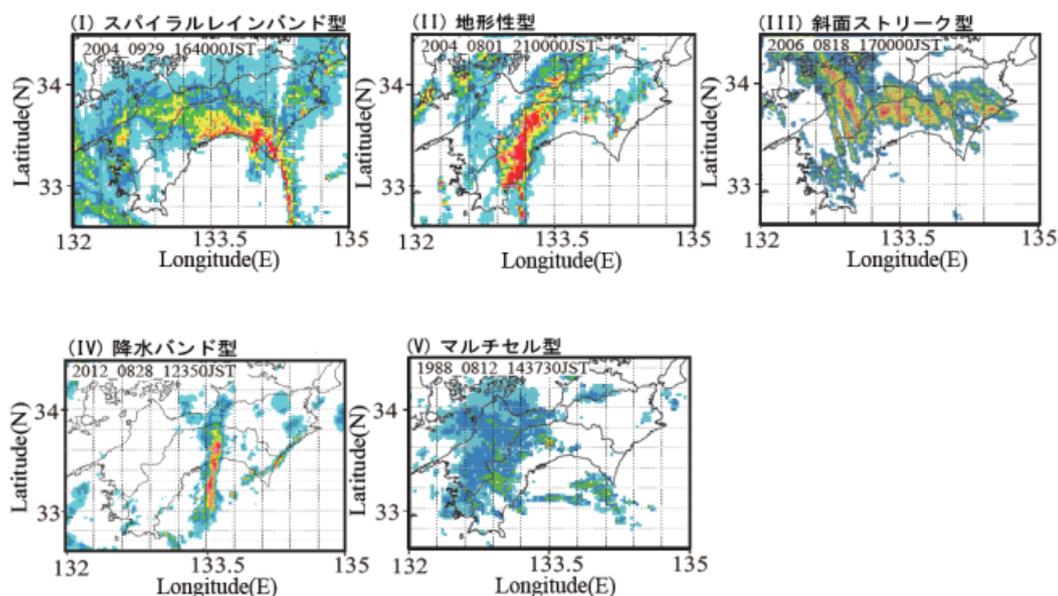


図 11.3 台風に伴う降水システムの分類

図 11.4 は、1986 年～2012 年の 27 年間における高知県内のアメダス観測点で 1 日の雨量が 200mm 以上の長時間雨量を 2 日以上継続した時の台風経路を示す。緑枠のエリア内を通過した台風のうち、80%以上が長時間大雨をもたらした。

台風 12 号の場合，8 月 2，3 日の経路はこのエリアからはずれて西側を通っている．台風 11 号は 8～10 日にエリア内を通過している．

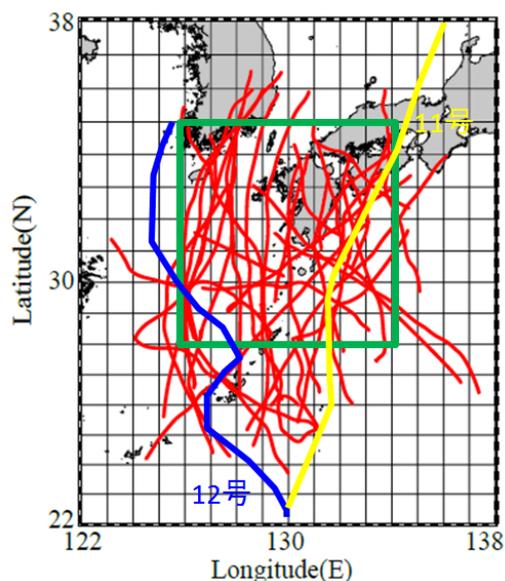


図 11.4 長時間大雨を継続させる台風経路

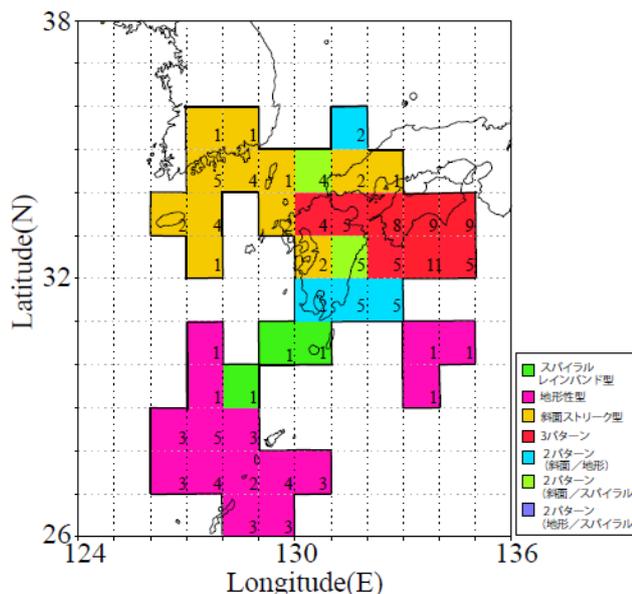


図 11.5 台風位置と降水システムとの関係

図 11.5 に 3 つの降水パターンが見られる台風通過位置を示す．スパイラルレインバンド型は台風が九州の南の海上に位置する場合，地形性型は台風が奄美大島の西海上に位置する場合，斜面ストリーク型は台風が朝鮮半島南部から九州・四国地方に位置する場合に見られる．従って，高知県周辺ではどの降水パターンもみられる．台風 12 号による降水は太平洋の南から台風とともに輸送されてきた大量の水蒸気が高知県に流入し，形成された地形性降水や持続しやすい降水システムが継続して形成されたことによる．主に高知県西部から中央部にかけて降水が集中した．台風 11 号による降水は，台風による南東風により輸送された水蒸気が地形による強制上昇で長時間降水が持続したもの．高知県東部と西部の四国山地南東斜面から尾根筋にかけて降水が集中したと言える．

#### 11.4 高知県内の土砂災害について

今回の平成 26 年 8 月豪雨災害により，地すべり山腹崩壊が発生した箇所を，図 11.6 にまとめる．

これらに対する，「平成 26 年 8 月 26 日高知県定例記者会見 台風第 12 号及び 11 号災害の復旧に向けた対応と今後のさらなる対策について」をまとめたものを図 11.7 に示す．

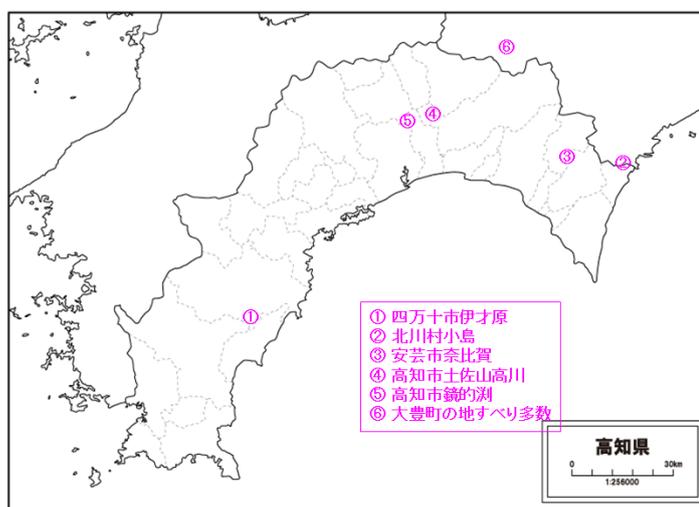


図 11.6 地すべり山腹崩壊の発生箇所

	被害の状況	○対応状況と●今後の対応
道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>○県管理道路の被災箇所 92箇所 (国道5路線20箇所, 県道35路線72箇所)</li> <li>○現時点の通行止め箇所数 25箇所 &lt;規模の大きな被災箇所&gt;</li> <li>①国道439号 四万十市伊才原地区 (山手崩壊のおそれ) L=約100m</li> <li>②国道493号 北川村小島地区 (山手崩壊・路側崩壊) L=約200m</li> <li>③奈比賀川北線 安芸市奈比賀地区 (山手崩壊) L=80m</li> <li>④高知本山線 高知市土佐山高川地区 (山手崩壊) L=60m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【応急復旧】早期の通行止めの解除</li> <li>○応急復旧対応済み 67箇所(一部、2t車以上の通行止有)</li> <li>○復旧作業中 25箇所</li> <li>(1)&lt;規模の大きな被災箇所&gt;の対応 <ul style="list-style-type: none"> <li>・仮橋設置(10月末:①②, 12月末:③)</li> <li>・工法検討中(未定:④)</li> </ul> </li> <li>(2)応急復旧作業中箇所の完了見込み <ul style="list-style-type: none"> <li>・9月末:7箇所, 10月末:5箇所, 11月末:2箇所</li> </ul> </li> <li>(3)応急復旧が困難で、近傍に迂回路があるため、本復旧で対応 7箇所</li> <li>●&lt;規模の大きな被災箇所&gt;の対応方針 <ul style="list-style-type: none"> <li>・災害査定の後、2年以内の本復旧を目指す</li> </ul> </li> <li>●その他の被災箇所の対応方針 <ul style="list-style-type: none"> <li>・災害査定の後、平成27年度中の本復旧を目指す</li> </ul> </li> </ul>
地すべり	<ul style="list-style-type: none"> <li>○避難指示の継続している箇所(3箇所) <ul style="list-style-type: none"> <li>・大豊町大平、高知市鏡的淵</li> <li>・大豊町怒田・八畝</li> </ul> </li> <li>○道路、JR、人家等に影響の恐れがある箇所 <ul style="list-style-type: none"> <li>・大豊町東寺内ほか13箇所</li> </ul> </li> <li>○影響の軽微な箇所 <ul style="list-style-type: none"> <li>・大豊町穴内ほか4箇所</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○伸縮計により観測を継続中 <ul style="list-style-type: none"> <li>ボーリング調査を実施中(約1ヶ月)</li> <li>怒田・八畝で排水ボーリングを実施中(約2ヶ月)</li> </ul> </li> <li>●ボーリング調査結果を基に対策工法を決定 <ul style="list-style-type: none"> <li>応急工事(排水ボーリング等)を実施(約6ヶ月)</li> <li>本工事の実施(約2年)</li> </ul> </li> <li>○伸縮計又は観測杭で観測中 <ul style="list-style-type: none"> <li>ボーリング調査:着手2箇所、準備中6箇所</li> </ul> </li> <li>●ボーリング調査結果を基に対策工法を決定 <ul style="list-style-type: none"> <li>対策工事(アンカー工事等)を早期実施</li> </ul> </li> <li>○必要に応じ、伸縮計又は観測杭で観測 <ul style="list-style-type: none"> <li>●観測結果を分析し、対応を検討</li> </ul> </li> </ul>

図 11.7 復旧に向けた対応と今後のさらなる対策

### (1) 高知市鏡的淵地区

高知市鏡的淵地区の地すべり災害を図 11.8 に示す。



図 11.8 高知市鏡的淵地区の地すべり災害 (平成 26 年 8 月 7 日撮影)

地すべりの崩土が流下し、鏡的淵川を半分程度閉塞したため、対岸の住宅団地は避難生活を余儀なくされた。また、斜面上部の地すべり土塊が残存しているため、現在も避難指示が継続中

である。

## (2) 大豊町大平地区

大豊町豊永近辺における8月1～10日の降雨状況を図11.9に示す。台風12号による1～5日までの降雨量の方が、11号による降雨量より多かった。8月6～8日の間には降雨停止期間があった。地すべりの活動は台風12号の降雨より後に発見されている例が多いことなどがわかった。

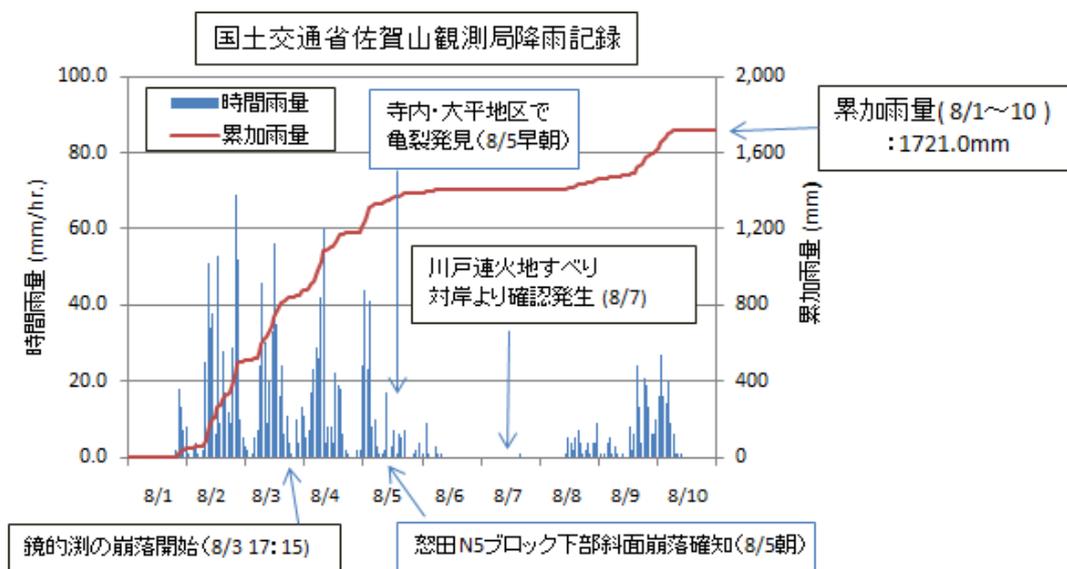


図 11.9 大豊町豊永近辺の降雨状況

図 11.10 に大豊町大平地区の地すべりブロック図を示す。また、伸縮計①、②、③付近の写真を図 11.11、11.12、11.13 にそれぞれ示す。

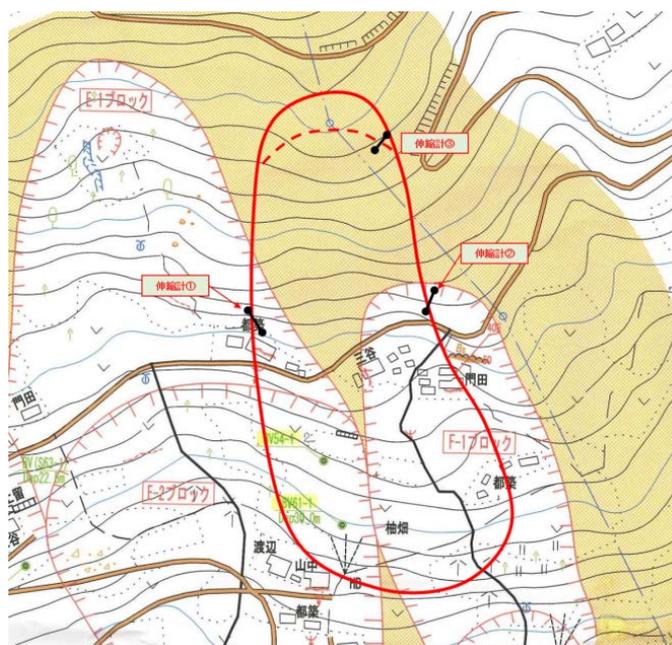


図 11.10 大豊町大平地区の地すべりブロック



図 11.11 伸縮計①の下方の家



図 11.12 伸縮計②の下方の亀裂



図 11.13 伸縮計③周辺の様子

地すべりの運動は降雨中、ないしは降雨終了後に開始する。運動開始までの降雨量が多いと、地すべり活動は降雨後も長い期間継続する。上記の運動特性は、地すべり発生後の住民の避難の解除を難しくする。

周囲には多くの地すべりブロックがある。上記のような過去の地すべりの痕跡（段差、亀裂など）があると、そこは将来も再度地すべりとして移動する可能性があると考えた方がよい。

### 11.5 奈半利川流域の被害状況

高知県の2級河川である奈半利川流域における豪雨は、台風11号による地形性型の集中豪雨である。図11.14に奈半利川周辺の主な崩壊箇所を示す。



図 11.14 奈半利川周辺の主な崩壊箇所



図 11.15 小島地区の斜面崩壊

図 11.15 に小島地区の斜面崩壊を示す。崩壊が 2 箇所が発生し、幅 50 メートルと幅 200 メートルの大規模な崩壊であった。斜面崩壊は国道 493 号を寸断させた。本格的な復旧には数年間かかる場合も想定される。河岸浸食を起因とした斜面崩壊の可能性がある。

図 11.16 に、H23 年 7 月に発生した平鍋地区土石流災害の写真を示す。土石流は国道 493 号を寸断させ、平鍋ダム貯水池へ流下することで発生した段波が、ダム上流側の吊橋を上流側に回転させ、平鍋ダム本体を越流した。図 11.17 に、土石流対策砂防堰堤の写真を示す。砂防堰堤整備前は、崩壊地末端から溪流出口まで、全体にわたって急こう配（12～20°）であり、土石流は一気に流下する環境であったものが、砂防堰堤等の整備で被害軽減効果を発揮したことがわかる。



図 11.16 平鍋地区の土石流



図 11.17 平鍋地区の土石流対策用砂防堰堤



図 11.18 平鍋地区の上流斜面崩壊による道路閉塞

図 11.18 に、平鍋地区の上流斜面崩壊の様子を示す。比較的深い斜面崩壊で滑落崖に岩盤が露頭し、崩壊土砂が道路を閉塞した。これにより、平鍋地区の 10 世帯 27 名が孤立した。その後、仮設防護柵設置により 9/11 より昼間通行規制解除された。

## 11.6 北川村の斜面崩壊と孤立への備え

中山間地域が土砂災害等により孤立した場合、主要道やライフラインの遮断、天然ダムによる土石流発生などの二次災害が重点課題である。

台風 12 号、11 号の影響により高知県の多数の地区で孤立集落が発生した。図 11.19 に北川

村の孤立集落の戸数と被災状況を示す。孤立化により以下の問題が発生した。

- ①50 世帯，114 名が孤立化
- ②全戸が停電し，有線電話も使用不可
- ③停電により長期間断水
- ④食料・飲料水・日用品はヘリにて輸送



図 11.19 北川村の孤立集落の戸数と被災状況

図 11.20 に，安芸市別役地区の停電解消に要した日数を示す。停電復旧に約 3 日間必要としている。

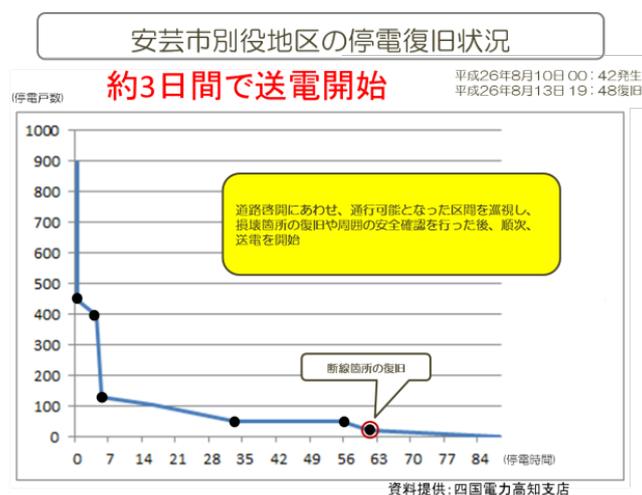


図 11.20 安芸市別役地区の停電復旧状況

北川村の飲料水の被災状況について、高知県安芸土木事務所提供資料を整理したものを図 11.21 に示す。また、平鍋地区における水源地の被災状況を図 11.22 に示す。

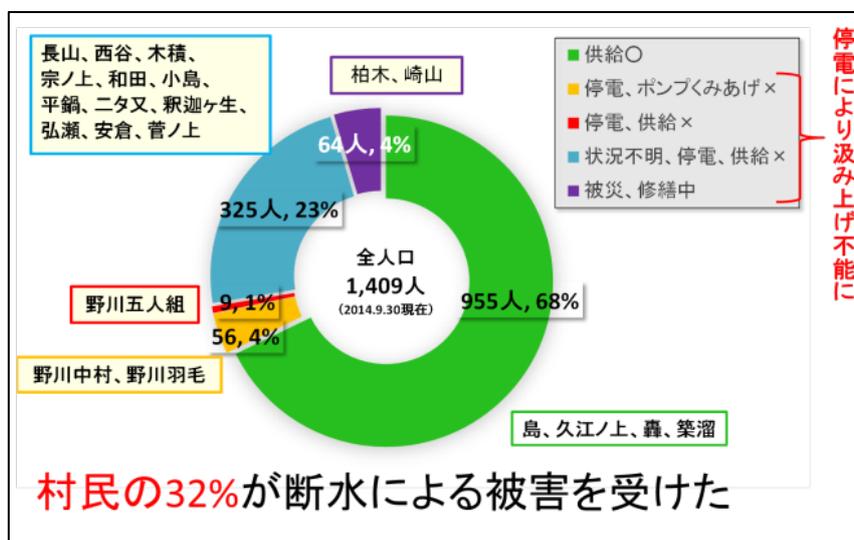


図 11.21 北川村の飲料水の被災状況



図 11.22 平鍋地区における水源地の被災状況



水道管などの地中埋設物は致命的な損傷を受けやすく、復旧に時間を要する

図 11.23 ライフラインの復旧に要する日数



図 11.24 長期の孤立化を見据えた施設整備

図 11.23 に、新潟県中越地震時に、日本 LP ガス協会がまとめたライフラインの復旧に要する日数を示す。水道管などの地中埋設物は致命的な損傷を受けやすく、復旧に時間を要することがわかる。

図 11.24 に長期の孤立化を見据えた施設整備と備蓄品の分散配備についてまとめたものである。ヘリポートの整備、防災倉庫の整備・充実および防災井戸の整備と登録などが必要である。また、孤立化に対応して、役所以外にも孤立化に対応した中継施設整備が必要となる。

また、孤立化の恐れのある地域に住む住民に対して、防災教育を継続的に実施してゆくことはもちろん、自力で最低日数を生き抜く備えをさせておくことも必要である。

謝辞：報告書の準備にあたって、高知大学佐々浩司教授および笹原克夫教授から貴重な研究資料を頂いた。ここに記して謝意を表する

(高知工業高等専門学校 岡林 宏二郎・岡田 将治，高知大学 原 忠・張 浩)

#### 参考文献

- 1)国土交通省四国地方整備局河川部：平成26年台風12号・11号による四国地域の水害・土砂災害，平成26年11月
- 2)高知新聞：国道崩落平鍋 27 人孤立，高知新聞朝刊 24 面，2014 年 8 月 11 日。
- 3) 朝日新聞：災害発生後 3 ヶ月後に南北の寸断が解消された，朝日新聞朝刊，2014 年 11 月 11 日
- 4)土木研究所災害報告：高知県北川村で発生した土砂災害調査結果，2011 年 8 月

## 12. 2014年8月の台風における保育所の災害対応と業務継続

### 12.1 はじめに

2014年8月に来襲した台風12号と同11号により、広い範囲で猛烈な大雨となった。高知県と徳島県では8月1日から10日の間に多いところで2000mmを超える降雨量を記録し、各地で河川氾濫や内水被害が頻発し、その結果、複数の保育所で床上浸水等の被害が発生し、早期復旧に向けた対応が行われた。養護と教育を一体的に実現することを責務とする保育所では、気象警報が発表される状況でも休園処置をとられることはほとんどない。そのため、家庭や学校以上に災害時の安全管理は重要であり、子どもの安全を守るための避難確保計画づくりと訓練、被災後にできるだけ速やかに保育再開を果たすための事前準備が必要である。豪雨による浸水や断水により、保育業務に支障が出た高知県内の保育所を対象に被災対応に関するインタビュー調査を実施し、各保育所での豪雨災害時の課題について整理した。



図 12.1 高知市の調査対象保育所

### 12.2 台風12号における高知市内の保育所の災害対応

高知市旭地区にあるA保育園（私立）では、8月3日午前中に江の口川が氾濫し、最大0.3mの床上浸水被害（浸水位 T.P.6.30m）を受けた。翌日4日は清掃のため休園し、5日から保育を再開した。（3日間は弁当給食を実施）。鏡川に隣接する朝倉地区にあるB保育園（私立）では約0.1m床上浸水し（浸水位 T.P.11.45m）、4日は休園、5日から通常保育（給食あり）を再開した。鏡川の支流に隣接するC保育園（私立）（浸水位 TP.4.90m）は、4日の台風被害を確認。保育環境が整わず一週間の休園。調理室の機械類が浸水で破損し、調理ができなくなったことが早期の保育再開が困難となったが、翌週の月曜日から通常保育を再開した。

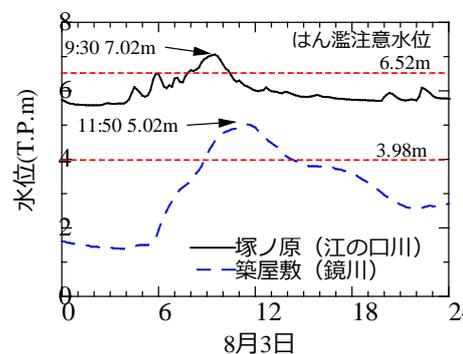


図 12.2 周辺河川の水位変化

### 12.3 台風11号における四万十町内の保育所の災害対応

高知県では8月10日に接近した台風11号に伴う豪雨により7日から10日までの記録的な大雨で1000mmを超えるなど記録的な大雨となり、四万十町では、窪川観測地点（新開町）で降り始めからの雨量が677.5mm、四万十川大井野水位局で最高水位が10日5時半にはん濫危険水位を1.29m超える10.79m（0点高 T.P.193.5m）（図12.3）となるなど、記録的な大雨と水位の上昇となった。四万十川と支流の吉見川が氾濫し、四万十町市街地の茂串町と本町等で199棟が床上・床下被害を受けた。また、町営の浄水場が約1.5m浸水し、1週間断水した。

養育者に勤労があり、養護が必要な場合は休園措置にならない。9日は台風が接近していたが、保育所では土曜保育として0歳からの乳幼児を受け入れていた。調査対象保育所は図12.4

に示すDとEの保育所であるが、幸いにも浸水は免れている。

四万十町では9日午前0時37分大雨警報、4時56分には暴風雨警報、13時12分に土砂災害警戒情報が発表されているが、保育は継続された。

10日は、日曜日の早朝に台風が接近したが、D保育所(写真12.1)では、保育所近隣に住む職員が保育所の状況を確認。園舎に被害はなかったが、浄水場の被災で断水した。E保育所では、所長の自宅が保育所から遠く、情報は電話で聞いて、正職員を参集した。また、両保育所では、翌日保育に向けて、多くの水の確保が必要であった。E保育所長は台風の被災状況と翌日の保育について、乳幼児の健康状況の把握を保護者に伝え、全入所戸数57件を訪問した。職員の自宅が浸水地区にあり、自宅と同時に清掃と保育業務をする者もいた。復旧までは、自所の職員で配置など分担、応急保育を行った。11日は生活用水として水が届いたが、十分な乳幼児の衛生的な環境が確保できなかった。8月の被災だったこともあり、お弁当などの衛生には特に配慮した。12日は、飲料用の水が届き、今回の断水で使用しやすい給水タンクを設置する事で幼児でも自分で給水できるようにした。早朝に水を入れて、夕方は残水を排水して、翌日に新たな水が補充できるようにした。翌日早朝に新たに給水、幼児もお水を大切に使うなど子どもの行動にも現れた。また、お弁当を持参しての応急保育となり、被災家庭では調理事態が十分できないこともあり、早期の給食再開が課題となった。13日より断水中でも調理可能な簡単な献立で給食を再開した。

#### 12.4 保育所の事業継続計画対策に向けて

保育所では発達に応じて保健的環境や安全の確保が必要で、自然災害に対しても安全管理と体制が必要である。子ども達の中には自宅が浸水して、恐怖を感じた幼児もおり、臨床心理士によるメンタルヘルスケアが必要な場合もある。また、早期に業務を再開させるためには、管轄課や近隣の保育所間で協議をして、災害時に組織として対応ができるように、事前に復旧戦略を整理しておくなどいざという時に的確な判断と迅速な行動がとれるようにしておくことが大切である。

(徳島大学 中野 晋・三上 卓・武藤裕則・鳥庭康代)

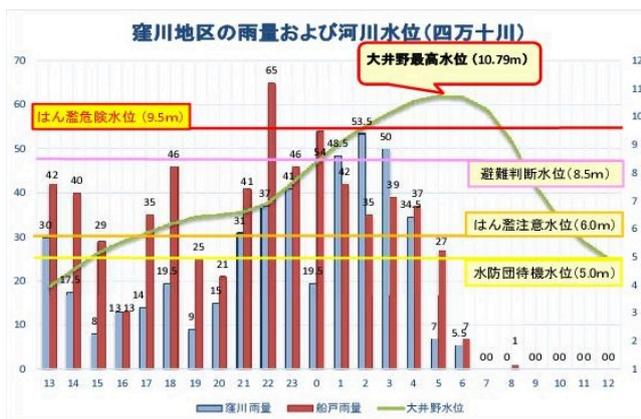


図 12.3 四万十町窪川周辺の雨量と河川水位



図 12.4 四万十町の調査対象保育所



写真 12.1 大井野水位局とD保育所

### 13. 淡路島における平成 26 年風水害の被害調査

#### 13.1 はじめに

平成 26 年は、2 月の関東甲信越地方での大雪被害を皮切りに、南木曾町や広島市内での土砂災害、御嶽山や阿蘇山での火山噴火、四国地方や丹波・福知山での水害など、わが国が災害大国であることを否が応でも認識させられる 1 年であった。本稿では、兵庫県淡路島における平成 26 年の風水害の概要と、著者らによる台風 1411 号の被害調査結果について報告する。

#### 13.2 淡路島における平成 26 年風水害の概要

平成 26 年に日本列島に接近・上陸した台風のうち、淡路島に直接被害を与えたのは、8 月上旬に接近した台風 1411 号と、10 月中旬の台風 1419 号の 2 つである。幸いなことに表-1 に示すとおり、いずれの台風とも島内における人的な被害はゼロであった。

一方、物的な被害としては、表-2、表-3 に示すとおり、1411 号、1419 号ともに、浸水被害が目立つ結果となっている。特に、台風 1419 号では、兵庫県内の被害のほとんどが淡路島に集中していたことが伺える。この台風では、累加雨量（最大は淡路市志筑で 371mm）、時間雨量（最大は洲本市洲本 93mm/h）ともに兵庫県内の上位 5 地点の全てが淡路島島内の観測点であったことから、この地域に集中していたことが伺える。一方、台風 1411 号の際は神戸市や川西市、猪名川町等の本州側での被害も多く、台風 1419 号よりも被害範囲が広がったことが特徴として挙げられる。

表 13.1 風水害による人的被害<sup>1),2)</sup>

項目	1411号		1419号	
	重傷	軽傷	重傷	軽傷
兵庫県全域	0	2	1	14
淡路島	0	0	0	0
	淡路市	0	0	0
	洲本市	0	0	0
南あわじ市	0	0	0	0

表 13.2 風水害による物的被害（台風 11 号）<sup>1)</sup>

項目	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	
兵庫県全域	2	1	139	33	354	
淡路島	1	1	121	6	95	
	淡路市	1	0	4	3	14
	洲本市	0	1	33	3	66
	南あわじ市	0	0	84	0	15

表 13.3 風水害による物的被害（台風 19 号）<sup>2)</sup>

項目	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	
兵庫県全域	1	1	13	40	305	
淡路島	1	1	13	40	301	
	淡路市	0	1	2	4	12
	洲本市	1	0	7	35	287
	南あわじ市	0	0	4	1	2

表 13.4 被害状況（台風 11 号）<sup>1)</sup>

<ul style="list-style-type: none"> <li>・神戸淡路鳴門自動車道の洲本IC～鳴門ICで一時通行止め</li> <li>・洲本灘賀集線（南あわじ市灘城方）で一時全面通行止め</li> </ul> <p>【停電】約3,100世帯（神戸市、尼崎市、西宮市、洲本市、川西市、三田市、南あわじ市、淡路市、篠山市の一部）</p> <p>【道路被害】 崩土（福良江井岩屋線・洲本灘賀集線）</p> <p>【公共土木施設】 河川護岸崩壊：育波川（淡路市）・倭文川（南あわじ市）、防波堤滑動：津名港（淡路市）</p> <p>【農業施設】 農地畦畔崩壊、ため池決壊・法面崩壊、水路土砂埋没、農道法面崩壊等（3市）、揚水機水没（淡路市）、頭首工ゴム堰破損（洲本市）、林地山腹崩壊（洲本市）、林道法面崩壊（洲本市、南あわじ市）、パイプハウス全壊・半壊・ビニール破損等（淡路市、洲本市）、畜産施設屋根損壊（南あわじ市）</p> <p>【漁業施設】 連絡船乗降通路破損（南あわじ市）、荷さばき所・漁具倉庫破損（淡路市）、漁港内泊地への漂流ごみ漂着（洲本市・淡路市）</p> <p>【その他】 淡路ファームパークイングランドの丘の官舎屋根の一部損傷（南あわじ市）、淡路家畜保健衛生所 駐車場内排水会所への土砂流入（南あわじ市）</p>
--

表 13.5 被害状況（台風 19 号）<sup>2)</sup>

<ul style="list-style-type: none"> <li>・神戸淡路鳴門自動車道の洲本IC～鳴門ICで一時通行止め</li> <li>・国道28号：洲本市炬口～厚浜 約2.9km 通行止〔土砂崩壊〕</li> </ul> <p>【停電】約2,770軒（洲本市、淡路市、伊丹市、加古川市、新温泉町、養父市）</p> <p>【道路被害】土砂流出・冠水・崩土・陥没</p> <p>【農業施設】 農地・畦畔崩壊等1,161箇所、法面崩壊等103箇所、水路護岸崩壊等152箇所、農道法面崩壊等154箇所（3市ほか）、林地山腹被害（豊岡市、養父市、淡路市）</p> <p>【漁業施設】漂流ゴミ漂着 5箇所（淡路市、香美町、新温泉町）</p> <p>【その他】 あわじ花さじき 畑地表土の流失 5箇所（淡路市）</p>
--

南あわじ市阿万東町での土砂崩れ（台風 11 号）



増水した千草川（洲本市上物部付近、台風 11 号）



猛烈な雨で冠水した洲本市街（台風 19 号）

表 13.6 避難準備情報に発表状況<sup>1),2)</sup>

項目	1411号		1419号		
	世帯数	人数	世帯数	人数	
兵庫県全域	0	0	69,824	172,023	
淡路島	0	0	40,010	93,137	
	淡路市	0	0	19,927	46,524
	洲本市	0	0	20,083	46,613
南あわじ市	0	0	0	0	

表 13.7 避難勧告の発表状況<sup>1),2)</sup>

項目	1411号		1419号		
	世帯数	人数	世帯数	人数	
兵庫県全域	13,488	32,742	6,075	15,165	
淡路島	5,631	13,421	3,919	9,424	
	淡路市	150	375	392	878
	洲本市	5,481	13,046	3,527	8,546
	南あわじ市	0	0	0	0

表 13.4、表 13.5、写真 13.1 にこれらの台風における被害状況を示す。いずれも停電、道路被害、公共土木施設、農業施設、漁業施設の被害が見られた。今回の台風被害の特徴としては、規模は小さいが島内の広い範囲で被災していたことである。特に台風 1419 号では、台風 1411 号からの復旧が完全に終わらない状況下で、被害が拡大した可能性がある。

表 13.6 に避難準備情報、表 13.7 に避難勧告の発表状況を示す。避難準備情報に関しては、台風 1411 号では島内 3 市いずれも発表がなかったのに対し、台風

1419 号では淡路市、洲本市で市内全域を対象とした発表が出された。一方、避難勧告に関しては、台風 1411 号では淡路市入野地区、洲本市都志地区、台風 1419 号では淡路市一宮地区群家



図 13.1 復旧工事中のため池の被災  
(淡路市佐野地区)

川流域，洲本市都志地区等が対象となった。県の発表資料によれば，台風 1419 号における実際の避難者はピーク時で淡路市 58 世帯 87 人，洲本市 59 世帯 87 人，南あわじ市 2 世帯 2 人であった。これらの数値には，住民の自主的な避難も含まれている。なお，台風 1411 号時の避難者数は不明である。

### 13.3 台風 1411 号の被害調査

台風 1411 号通過後の，2014 年 8 月 11 日に淡路市，洲本市において台風 1411 号の被害調査を行った。

以下に各地の被災状況を報告する。

#### 【淡路市佐野地区】

当該地区では農業用ため池「山ノ神池」(貯水量約 6300m<sup>3</sup>) 法面のコンクリートブロック裏から土砂が流出する被害が見られた(図 13.1)。この農業用ため池では昨年 12 月に突如として土手が決

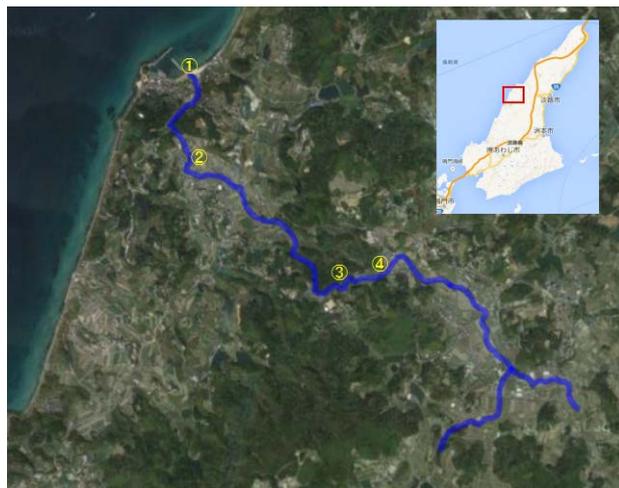


図 13.2 山田川流域(淡路市)

地点① (河口)

地点② (草香地区)



地点② (草香地区)



地点③ (甲地区)



地点④ (高山地区)



写真 13.2 淡路市山田川流域 (地点は図 13.2 参照)



図 13.3 調査地点（洲本市）



写真 13.3 洲本市塩屋・炬口地区（図 13.3 地点 A・B）

（左：避難所となった洲本第一小学校，右：洲本川左岸支川（溢水なし））

壊したため、市でその復旧にあっていたところであった。

【淡路市・山田川流域】

淡路市山田川流域（図 13.2）では、下流から上流にかけての至るところで河川氾濫が見られた

（写真 13.2）。台風 1411 号で最も被害を受けた地域といえる。特に草香地区では山田川からの溢水が県道を挟んだ民家（床下浸水，浸水深 25cm）や倉庫（床上浸水）に流れこんでいた。この溢水が川に戻る際の流れによって道路脇の斜面がえぐられたところも多く見られた。この流域では、たびたび水が溢れるため、民家のある道路脇には止水板を立てるための石が等間隔に設置されている。

草香地区の上流にある甲地区では河川が短い区間で大きく蛇行しており、この付近で河川構造物が激しく損傷していた。

千草川との合流点



路地裏の狭水路



急激な流路変化



浸水の痕跡



写真 13.4 浸水した上物部地区

（図-3 地点 C）



図 13.4 被災要因（洲本市上物部地区）

中流域の高山地区にある山田駐在所は、増水によって一時孤立した。当時、巡査は地域住民の安否確認に出かけており、家族が取り残されたが無事であった。対岸の商店は上流側の蛇行流路で増幅して溢れてきた水や土砂によって浸水し、多くの商品が廃棄処分となった。

#### 【洲本市塩屋・炬口・上物部地区】

洲本川左岸に位置する塩屋地区（図 13.3 地点 A）には県の洲本総合庁舎や保健所等の重要施設が立地している。一方、炬口地区（図 13.3 地点 B）は平成 25 年 4 月の淡路島地震で多くの被害を出したところでいまなお空家が目立つ地域である。台風 1411 号では洲本市内の各地で浸水被害が見られたが、両地区での浸水被害は確認できなかった。洲本第一小学校（写真 13.3 左）の用務員の方の話では、塩屋地区ではそれほどでもなかったが、炬口地区ではあと 30 分ほど降雨が続いていたら、支川（写真 13.3 右）から水が溢れて道路が冠水していたのではないかという状況であった。当時、小学校は避難所になっていたが、管理職と用務員の方で対応されたとのことである。

一方、対岸の上物部地区（図 13.3 地点 C，写真 13.4）では、千草川に合流する路地裏からの狭水路から水が溢れ、周囲一帯が浸水した。被災の要因は、路地裏の狭水路の断面が S 字型に急激に変化しており、そもそも通水能が低いところへ、千草川の増水で、さらに水が吐けなくなったことによる（図 13.4）。溢水は道路を川のように伝って拡がった。同地区では今回に限らず、台風接近の度に同じような形態で被災している。狭水路の改修が喫緊の課題であるが、旧来の土地であるがゆえに、そうした整備が遅々として進んでいない状況である。

#### 13.4 まとめ

平成 26 年に淡路島に被害をもたらした風水害は、全て台風によるものであった。幸いなことに人的な被害はほとんどなかったが、物的被害については中・小規模なものが島内の至るところで多数発生していた。次の災害に備えて細やかなメンテナンス対応が求められる状況である。なお、淡路市山田川流域での調査では、これまでも度々水害に見舞われてきており、「浸かること」を前提とした暮らしの工夫を垣間見ることも出来た。地域の防災力の向上のためには、今後こうした事例を整理し情報を共有していくことも必要である。

（神戸市立工業高等専門学校 宇野宏司，徳島大学大学院 森康茂，徳島大学 中野 晋）

#### 参考文献

- 1)兵庫県：台風第 11 号による被害等について（8/20 18:00 現在），8p.
- 2)兵庫県：台風第 19 号による被害等について（10/22 15:00 現在），9p.
- 3)神戸新聞 NEXT：<http://www.kobe-np.co.jp/>

## 1 4. 持続可能な学校防災教育の課題と組織的連携のあり方

### 14.1 はじめに

2014年は災害多発年となった。特に8月は、台風12号・11号による四国の水害、広島市大規模土砂災害、という甚大な災害が相次いで発生した。その深刻な被害に対し実施された災害調査の報告などでは、防災教育の必要性が指摘されることが目立った。筆者は、8月に被災した徳島県と広島市における、発災前の「学校防災活動の変遷」と「学校防災教育を取り巻く組織体制」について調査をした。本稿では、学校防災活動の変遷から学校防災教育の課題を整理し、徳島県と広島市の学校防災教育を取り巻く組織体制を比較することにより、持続可能な学校防災教育のあり方について示したい。

### 14.2 学校防災活動の変遷

#### (1) 学校防災活動とは

学校防災活動は、防災教育・防災管理・組織的活動の3要素がある。徳島県学校防災管理マニュアル<sup>1</sup>によると、学校防災教育は児童生徒等の防災対応能力の向上をめざすもの、学校防災管理は児童生徒等の安全確保に向けた体制の充実をめざすもの、組織的活動は学校防災教育と学校防災管理を推進する体制を整備することという。本項では、この3要素中の防災教育と防災管理について、徳島県と広島市の学校防災活動の変遷を整理する。

#### (2) 徳島県と広島市の過去の災害

基本的に災害時の県と市町村の役割は異なるが、広島市は政令市であり、ある程度の権限が県から移譲されている。徳島県の面積は、約4000平方kmと約900kmの広島市の4倍以上であるが、人口は約120万人の広島市の方が約40万人多い。広い平地が少なく、沿岸部に都市が形成され、山や河川が多い点は、類似している。南海トラフ地震で想定される津波高や到達時間には大きな違いがあるが、いずれも起きやすい自然災害は、河川氾濫や浸水・土砂災害・高潮などである。2014年以前に両地域で甚大災害が起きたのは、徳島県は台風23号による風水害で24人が死亡した2004年、広島市は31人が死亡し土砂災害防止法制定のきっかけとなった6.29豪雨災害が発生した1999年であった。それ以降の自然災害についてまとめた表12.1と表12.2からも、起きやすい自然災害が似ていることが分かる。

#### (3) ヒアリング調査の方法

台風12, 11号台風による水害が発生した徳島県教育委員会に2015年1月、広島市北部大規模土砂災害が発生した広島市教育委員会に2014年10月、インタビュー調査を実施した。

#### (4) ヒアリング調査の結果

##### 1) 徳島県の学校防災活動

徳島県教育委員会では、1995年阪神淡路大震災後の、1997年に学校防災管理体制確立に向け学校防災管理マニュアルを、学校防災教育充実のため防災教育指導資料を作成した。以

表 12.1 2004 年以降の徳島県の自然災害情報

西暦	和暦	月日	災害名	土砂	地震	津波	水害	高潮	火災	竜巻
2004	平成16年	6月19日～21日	台風6号風水害				○			
2004	平成16年	7月31日～8月2日	台風10号風水害	○			○			
2004	平成16年	8月10日	豪雨災害	○						
2004	平成16年	8月17日～19日	台風15号風水害							
2004	平成16年	8月30日～31日	台風16号風水害				○	○		
2004	平成16年	9月5日～日	台風18号風水害	○				○		
2004	平成16年	9月29日	台風21号風水害	○			○			
2004	平成16年	10月19日～20日	台風23号風水害	○			○	○		
2005	平成17年	9月6日	台風14号				○			
2006	平成18年	4月11日	低気圧と前線による大雨							
2007	平成19年	7月14日～15日	台風4号風水害				○			
2007	平成19年	8月29日	徳島市国府町で竜巻(F1)							○
2009	平成21年	8月10日	豪雨災害				○			
2010	平成22年	2月27日	チリ中部沿岸地震			○				
2011	平成23年	3月11日	東北地方太平洋沖地震			○				
2014	平成26年	8月1日～3日	台風12号豪雨災害							
2014	平成26年	8月10日	台風11号豪雨災害				○			

(四国災害アーカイブス <http://www.shikoku-saigai.com> を基に筆者作成)

表 12.2 1999 年以降の広島県の自然災害情報

西暦	和暦	月日	災害名	土砂	地震	津波	水害	高潮	火災
1999	平成11	6月29日	6.29広島土砂災害	○			○		
2000	平成12	10月6日	鳥取県西部地震		○				
2001	平成13	3月24日	広島県安芸灘地震	○	○	○			
2004	平成16	8月30～31日	台風16号	○			○	○	
2004	平成16	9月7日	台風18号	○			○	○	
2010	平成22	2月28日	チリ中部沿岸の地震			○			
2010	平成22	7月11～16日	7月豪雨災害	○			○		

(広島県防災web: <http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/www/contents/1318849291144/index.html>)

降，全県立学校から学校防災管理マニュアルに沿った学校防災計画の提出を求めている。2006年に，学校防災管理マニュアル改訂版が作成された。この改訂が，2004年の台風23号水害を受けてのものかは，当時と担当者が変わっていてヒアリング調査では明らかにならなかった。学校防災教育と学校防災管理が大きく転換したのは，2011年東日本大震災を受けてのことという。同年12月には，具体的にどう対応すれば学校が災害から児童生徒の命を守れるのかという視点で，学校防災管理マニュアルが全面改訂された<sup>1)</sup>。全面改定版は，実態に沿った，実効性のあるものとするを旨として作成されたとのことである。企業のBCP(事業継続計画)に習った学校版BCP作成も，県立学校に要請し年々提出が増えている。学校防災教育では，教育方法は各学校に任せているものの，中・高校生などが学校防災ボランティアとして活動しうる知識と技能を習得し，今後の地域防災の人材として活躍してもらおう事業として，防災クラブが創設された。初年度の指定校は5校で，毎年5校ずつ指定校を増やしている。学校が防災教育を年間計画に組み込む際の支援として作成していた防災教育指導資料を，2013年に徳島県総合教育センターHPのウェブ上に掲載し，現場の先生方が使いやすいよう工夫した。避難訓練においても，緊急地震速報と連動した訓練が出来るシステムが，県内の学校へ導入されつつあり，より実践的な訓練が行われている。

表 12.3 徳島県での学校防災教育と学校防災管理

表3. 徳島県 学校防災教育と学校防災管理				
西暦	和暦	災害名	学校防災教育	学校防災管理
1995	平成7	阪神淡路大震災		
1997	平成9		防災教育指導資料作成	学校防災管理マニュアル作成
2004	平成16	台風23号風水害		
2006	平成18		防災教育指導資料改訂版作成	学校防災管理マニュアル改訂版作成
2011	平成23	東日本大震災	・年4回の避難訓練(うち1回は緊急地震速報に対応した訓練) ・防災クラブ設置。指定校5校。	学校防災管理マニュアル全面改訂版作成 ・具体的にどう対応すればよいか ・実態に沿った、実行性あるマニュアル
2012	平成24		・年4回の避難訓練(うち1回は緊急地震速報に対応した訓練) ・防災クラブ指定校10校	・学校版BCPを県立のみ50校が提出
2013	平成25		・年4回の避難訓練(うち1回は緊急地震速報に対応した訓練) ・防災クラブ指定校15校 ・防災教育指導資料サイト開設(徳島県総合教育センターHPに掲載)	・学校版BCPの提出が13市町を含めた230校が提出
2014	平成26	台風12.11号台風による水害	・年4回の避難訓練(うち1回は緊急地震速報に対応した訓練) ・防災クラブ指定校20校 ・防災教育指導資料提供(徳島県総合教育センターHPに掲載)	・学校版BCPの提出が11市町を含めた129校が提出

表 12.4 広島市での学校防災教育と学校防災管理

表4. 広島市 学校防災教育と学校防災管理				
西暦	和暦	災害名	学校防災教育	学校防災管理
1995	平成7	阪神淡路大震災		
1999	平成11	6.26豪雨災害		
2005	平成17		・年4回の避難訓練のうち1回は、防犯訓練となる	・広島小1 女児殺害事件を受け、防犯対策を強化
2007	平成19			学校防災マニュアル改訂
2008	平成20			・危機管理マニュアル策定校240校(100%)
2009	平成21			・危機管理マニュアル策定校240校(100%)
2010	平成22			・危機管理マニュアル策定校241校(100%)
2011	平成23	東日本大震災		・危機管理マニュアル策定校242校(100%)
2012	平成24		・各教科や特別活動等の授業中に防災に関する学習内容を取り入れたり、災害時を想定した実践的な避難訓練を計画的に行ったりするなど防災教育の充実を図る(広島市HP(ウ)災害時の安全確保より)	・危機管理マニュアル見直し ・危機管理マニュアル策定校242校(100%)
2013	平成25		・想定した避難訓練を行うなかで課題等検証、想定した避難訓練を行うなかで課題等検証、マニュアルの見直しを検討する。(広島市HP(ウ)災害時の安全確保より)	・危機管理マニュアル策定校237校(100%) ・子どもの安全に係る研修会開催 ・特別警報に対応した統一マニュアル作成
2014	平成26	広島市北部大規模土砂災害	・様々な状況における、より具体的な場面を想定した避難訓練を行う中で課題などを検証し、マニュアルの見直しを検討する(広島市HP(ウ)災害時の安全確保より)	

## 2) 広島市の学校防災活動

広島市でも、阪神大震災後に学校防災マニュアルを導入した。その後、2005年の広島小1 女児殺害事件を受け防犯対策を強化、学校防災マニュアルを改訂している。防災だけで

なく防犯も含めた危機管理マニュアルを全市立学校が策定しており、年4回の避難訓練も、うち一回は防犯訓練が義務付けられるようになった。学校防災教育については、東日本大震災後より実践的かつ課題検証型への転換が図られているものの避難訓練が中心であり、知識や技能といった防災教育については、各学校に任せていたという事である。

#### (5) 徳島県と広島市の学校防災活動の変遷にみる課題

徳島県も広島市も、1995年阪神淡路大震災を受けて、管轄する全学校が学校防災管理マニュアルを策定するようになった。2011年東日本大震災後に管理マニュアルの見直しを行っている点も、同じである。これらは、文部科学省の通達に沿ったものと考えられる。表1.と表2.によれば、甚大な被害のなかったものも含めると数年に一度、徳島も広島も自然災害に見舞われているが、その都度はマニュアルの見直しを行っていなかった。異なる点は、広島市が2005年広島小1女児殺害事件後に、防犯も含めた危機管理マニュアルへと改訂していること、徳島県が2011年以降、文科省の指導要領を鑑みながら、独自の防災教育と防災管理を導入したことである。

学校防災活動としての防災教育や防災管理は、文部科学省からの通達や指導に沿った範囲内で行われ、被災地に焦点を当てた災害調査などで指摘されるような避難行動等を検証した点が反映されやすいとはいえ、大災害に限らず社会的影響力がより強い問題に左右されやすいと言えよう。つまり、地域特性に応じた防災教育や防災管理を、教育委員会だけで実施するには制約があり、この課題を克服するには、学校防災活動のもう一つの要素である組織的活動の充実が、キーポイントなのではないかと考えられる。事項では、組織的活動の視点から、徳島県と広島市の組織体制と組織間連携を比較する。

### 14.3 学校防災教育を取り巻く組織体制

#### (1) ヒアリング調査の方法

学校防災教育を取り巻く組織として、教育委員会・小中学校・役所の危機管理対応をする部署・防災センター・大学などの研究機関に注目する。徳島県では2015年1月に、徳島県教育委員会・松茂町立長原小学校・徳島県立防災センターで、広島市では、2014年10月に広島市教育委員会・広島市立三入小学校、2015年3月に広島市立戸山中学校・広島市総合防災センターで、インタビュー調査を行った。教育委員会と危機管理対応をする部署・大学などの研究機関との連携については、教育委員会から聞き取りした内容を基にする。

#### (2) ヒアリング調査の結果

##### 1) 徳島県の組織体制（図12.1）

徳島県教育委員会では、前述の防災クラブ創設もその一つであるが、文部科学省の委託事業である「防災教育支援事業」に取り組むなど、防災教育をより導入しやすい仕掛けをしている。防災教育支援事業とは、大学等の防災関係機関と連携し、南海地震に備える実践的な「地域づくり」を進めるために、学校と地域の橋渡しをするものである。教員を支援する取組として、防災に関する情報の定期配信や研修、防災教育についての相談窓口設置、県職員による学校出前講座が実施されている。これらの事業を担っているのが、徳島県立防災センターである。徳島県危機管理課の所管であるが、学校の先生方が気軽に問い

合わせ出来るよう、人事交流として、県教職員がセンターに出向している。その他センターは、パートナーとして福祉法人・自主防災組織・防災士・県内外の大学関係者等とのネットワーク構築を推進しているという。前述の防災教育支援事業では、県は、活動を更に広げる取組として、優れた学校防災教育や学校防災活動を表彰する県知事表彰を創設したり、防災教育推進大会を開催したりしている。海沿いに位置し津波リスクが高い松茂町立長原小学校の校長先生は、県知事表彰を受けた事がある小松島市坂野小学校から赴任したばかりだった。長原小学校は、地域住民と津波タワーへの避難訓練だけでなく、各教科で防災学習をするなど、防災教育を喫緊の課題として取り組んでいる。

役所内連携の核となっているのが徳島大学であり、危機管理課や教育委員会に対し、専門的なアドバイスを行うとともに、両部署の情報共有にも一役買っている。大学が、県内の学校における防災教育や避難訓練などに立会い、専門的立場から課題などを指摘し改善を促し、企業のBCPにあるPDCAサイクルを実践し、12.2(4)で触れた学校版BCP作成に貢献している。

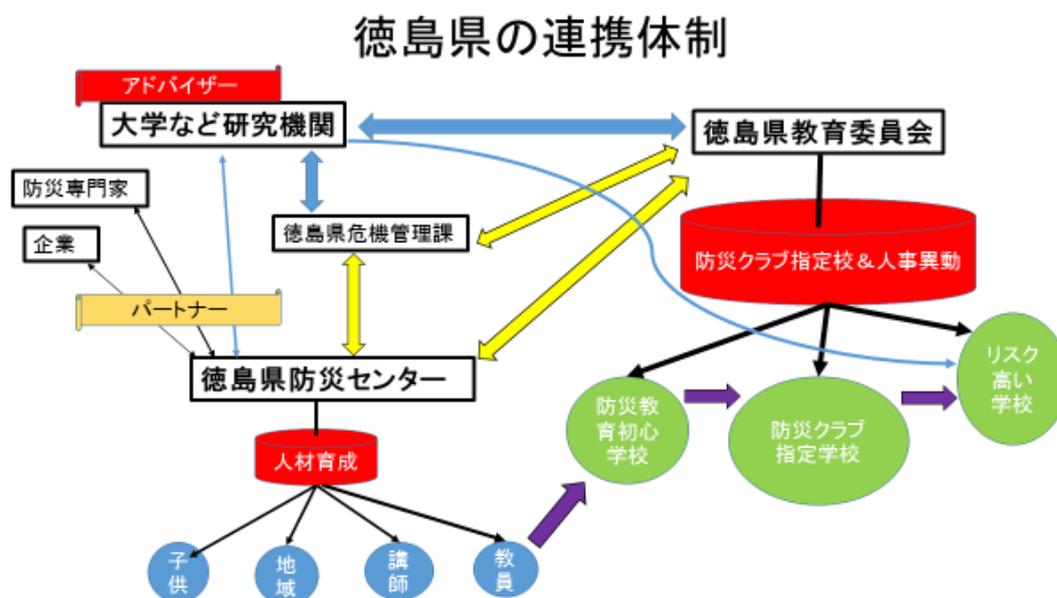


図 12.1 徳島県の連携体制

## 2) 広島市の組織体制 (図 12.2)

広島市の学校防災教育は避難訓練が主体であり、知識や技能などの学習は各学校に任されている。広島市立三入小学校は、地域住民の働きかけにより、防災マップを作成する防災教育を導入しようとしていた矢先に被災した。2014年土砂災害前から、積極的に知識・技能や地域と連携した防災教育を実施していたのが、広島市立戸山中学校である。校門を出ると目前に川が走り、背後には山がそびえる場所に位置する。1999年6.29豪雨災害で被害にあった学校であるが、防災教育が始まったのは、現校長先生が赴任した翌年の2013年からという。校長先生は、学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開をバイブルとし、その他の防災学習に当たっては、ネット検索などで自らリサーチしていた。1999年に被災した地域で自主防災組織などと連携して防災訓練をしている学校を、

当時の報道で見たことがあったのだが、ヒアリングによると 2014 年時点で広島市教育委員会は把握していないようであった。自主防災組織は、基本的に広島市危機管理課や広島市消防局と連携しているが、広島市教育委員会は、その連携について情報共有をしていなかった。

広島市総合防災センターは、広島市から一般財団法人都市整備公社へ委託されているが、広島市消防局から出向者を派遣するなど、消防局と連携し運営している。気象・防災メールや一般のリスクや備えなど防災全般業務は広島市消防局防災課、出前防災教育は地域の消防署、センターは訪問型の研修施設として、役割が分担されていた。センターにおける主な研修の柱は、1. 市民研修、2. 事業所研修、3. 防災に関する資格取得講習(法定講習)である。市民研修では、自主防災会や町内会など広島市民を対象とした自主防災研修と、広島市全域の園児や小学生、子供会などを対象とした子ども研修を実施している。講師は、広島市消防局員 OB が殆どで、センターへ広島市の一般職員や教職員などの出向はないという。年に一回、広島地方気象台や国土交通省中国地方整備局と連携して、広島市内の親子 100 人を対象としたイベントを 3 年前から開催しているが、大学などの研究機関や防災専門家・防災関連企業との連携はしていないとのことであった。

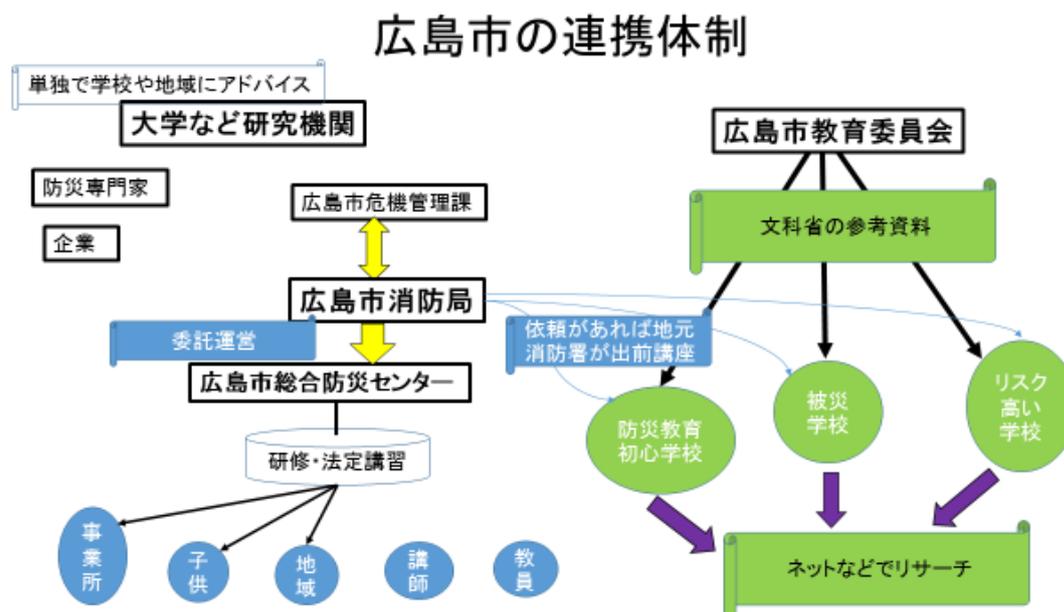


図 12.2 広島市の連携体制

### (3) 徳島県と広島市の比較

徳島県では、徳島大学が、危機管理課・教育委員会・防災センター・学校と連携しており、情報が一つに集まりやすい点が指摘できる。また、危機管理課・県教職員を含む教育委員会・防災センターが人事異動による交流などを通じ、情報が共有しやすい環境を作っているといえる。さらに、熱心に防災教育に取り組んだ学校を表彰することにより、教員をやる気にさせて防災教育が指導できる人材として育成し、よりリスクの高い学校で更に活躍してもらうシステムが構築されている。徳島県は、持続可能型防災組織であるといえる。

一方、広島市での聞き取り調査では、連携している大学などの研究機関が挙げられなかった。広島市消防局・危機管理課・防災センターは連携しているが、教育委員会との情報共有は進んでいるとは言えない。広島市教育委員会から、防災教育に関して積極的な指導はなく、防災教育への取り組みは、校長先生や地域住民の熱意にかかっている。また、熱心に取り組む学校があっても、その事実は別として、内容などについて教育委員会から他の学校へ情報提供されていなかった。1999年6.29災害後に一時的に学校防災活動が盛り上がったものの、2014年まで継続されていたとは言えない。広島市は、一過性型防災組織といえる。

#### 14.4 持続可能な防災教育にむけて

持続型防災組織の徳島県では、情報収集・情報共有・人事交流・人材育成を継続的に実施できる体制を構築していた。まさに2011年に全面改訂された防災マニュアルに記載されていた、学校防災教育と学校防災管理を推進する体制といえるのではないだろうか。この組織的活動基盤が、学校防災管理が形骸的でなく、学校防災教育がより実践的になるという、好循環を生んでいると考える。

自然災害は地域特性があり、どこでも同じような学校防災管理・学校防災教育を導入するわけにはいかない。しかしながら、地域の防災に関する情報収集、その情報の共有、情報共有を拓げるための人事交流と人材育成は、どの地域でも可能である。よって、防災教育を持続的にするためには、持続可能型防災組織体制を形成するべきである。

#### 謝辞

この報告書におけるヒアリング調査では次の方々にお世話になりました。徳島県教育委員会体育学校安全課防災・安全教育担当の蔭岡様・福田様、徳島県立防災センターの稲井先生、長原小学校の門田校長・藤島教頭先生、広島市教育委員会学校教育課健康教育課の三浦様、三入小学校の西岡校長先生、戸山中学校の村田校長先生、広島市総合防災センターの折出様。ここに深謝の意を表します。

(法政大学 中井 佳絵)

#### 参考文献

- 1) 徳島県学校防災管理マニュアル(暫定版),  
<http://www.pref.tokushima.jp/docs/2011122600021/files/gakkoubousai1.pdf>
-

## 15. 2014年広島豪雨災害の土石流被害調査と斜面維持管理についての考察

### 15.1 はじめに

2014年8月19日夜から20日未明にかけての豪雨は、広島市北部に集中するとともに広範囲にわたって大規模な土砂災害をもたらした。そのため被災地の調査環境を知るため8月27日に予察を行い、8月30~31日に土石流堆積物の状態および家屋被害の規模と範囲を確認する調査を行った。調査方法は、現地踏査を基本として、土石流堆積物の粒度試験、小型ヘリコプターでの観察（荒谷建設コンサルタント提供 UAV 画像使用）、および地形図の解析が主である。本報告は、8月27日、30~31日の広島市安佐南区の八木三丁目および八木四丁目での土石流被害調査結果<sup>1)</sup>に加え、10月23日のため池被害調査結果を踏まえた今後の斜面維持管理についての考えを述べるものである。

### 15.2 調査地周辺の地形・地質

土石流の調査地は、**図 15.1**の枠内にある小丘の南東斜面にあたる広島市安佐南区八木三丁目および八木四丁目である。この小丘は北東-南西方向に5.5kmの長さがあり、2kmの幅を持った楕円様の形をしている。土石流を伴った甚大な被害は小丘の南東斜面で生じた。小丘の標高は、その北で534.3m、最も高い中間地点の阿武山で585.6m、南の鳥越峠で306m、権現山で396.8mと、北東から南東にかけて脊梁の標高が低くなっている。脊梁を挟んで両斜面は急峻な地形となっている。調査地を含む小丘の地質は、おもに広島花崗岩とジュラ紀の付加体の堆積物からなる（**図 15.1**）。付加体の堆積物には結晶片岩、チャートなどの外来礫を含んでいる。付加体の岩石は広島花崗岩による接触変成作用により硬質となっている<sup>2)</sup>。



図 15.1 調査地周辺の地質（産業総合研究所「日本のシームレス地質図」に加筆）

### 15.3 土石流災害の状況

土砂災害に見舞われた8月20日の降雨量は、最大で1時間あたり101.0mm、24時間あたり257.0mmを記録した。1時間降雨量は今までの広島での記録62.0mm(2008/8/14)を大きく上回っている。

予察箇所は、前出の**図 15.1**枠中にあたり、北から可部東六丁目、八木四丁目、および八木三丁目の3箇所であった。それぞれの予察地では、土石流堆積物の性質は異なっている。

可部東六丁目では細~粗粒のマサ土の堆積物が田面を覆い、マサ土は流木とともに移動していた。流木によって、家屋の窓が貫通されている箇所も見られた。また、八木四丁目では治山の堰堤が設けられていたが溪流の堆積物で一杯となり、新たに発生した土石流は、堰堤下の道路を伝って下流へ移動し、巨礫を一部残し、他の土砂はほとんどが下方へ流されている。堰堤下方の檜林の一部は、土石流の流路から外れたため倒されていない。八木三丁目では、比較的新鮮な花崗岩が分布しており、花崗岩が露出する高標高にある溪流には土石流堆積物はほとんど残っていない。集水域の谷口から下方に広がって土石流堆積物が見られる。**図 15.2**で、土石流発生箇所を斜め上空から俯瞰する。

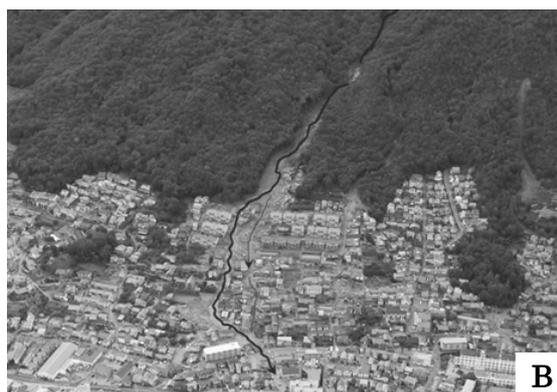
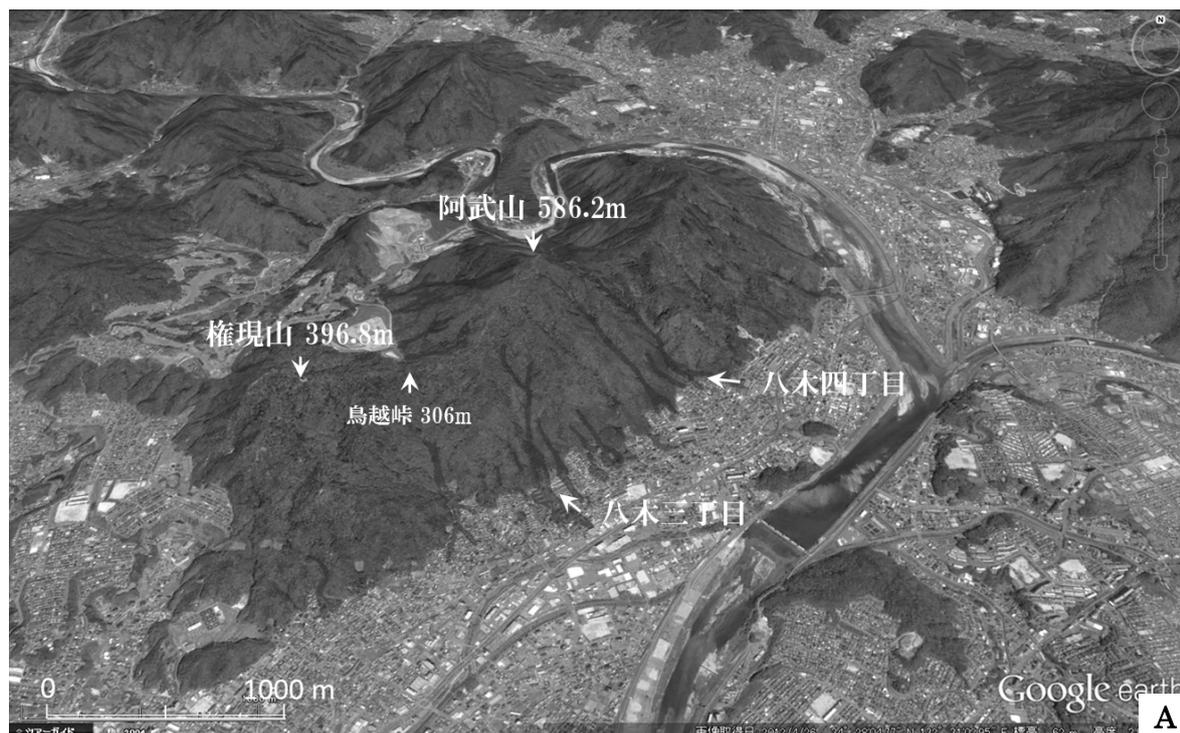


図 15.2 安佐南区の丘陵に見られる土石流跡

(A: 阿武山を最高峰とする小丘の全景と土石流跡—筋状の暗部, B: 八木三丁目・県営緑丘住宅上の溪流, C: 八木四丁目・八木ヶ丘団地上の溪流, 土石流の流下経路は国土地理院撮影航空写真に加筆)

### (1) 安佐南区八木三丁目

八木三丁目の土砂災害では、死者 74 名のうち、この地区の住民は 41 名にのぼっている。八木三丁目に被害をもたらした土石流（図 15.3 参照）は、県営緑丘住宅上、光廣神社上および阿武の里団地の上の 3 つの溪流から発生した<sup>3)</sup>が、本報告では、特に大きな被害をもたらした県営住宅およびその上の溪流を調査した<sup>4), 5)</sup>。県営住宅の上の溪流を登ると、土石流の流下・浸食により露出した溪流の土層断面が見られ、花崗岩上に巨礫を含む土石流堆積物が厚く堆積していた。溪流のさらに上流では花崗岩の露頭が見られた。この花崗岩には節理が発達し、節理から風化が進みブロック化した岩塊として分離しやすい状態であった。八木三丁目は花崗岩分布域であり、谷が開ける手前に土石流堆積物の一部が残っている。

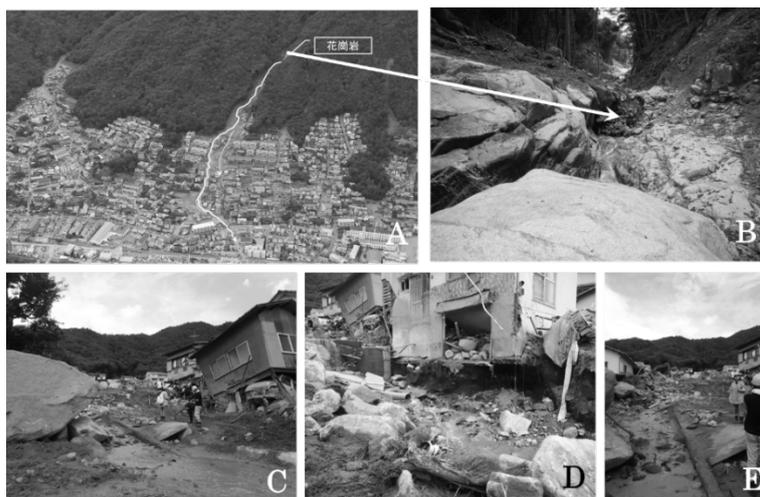


図 15.3 安佐南区八木三丁目の土石流被害 (A: 八木三丁目付近, B: 沢上流の花崗岩が露出する溪床, C: 八木三丁目下方の被災家屋, D: 近接した被災家屋, E: 集落入口から上流を望む)

### (2) 安佐南区八木四丁目

八木四丁目の八木ヶ丘団地上の溪流は、団地の直上に治山堰堤（谷止工）が設けられており、この付近は崖錐堆積物が多く堆積し、堆積域の傾斜勾配は約 15 度であった（図 15.4）。この溪流で発生した土石流は、治山堰堤の袖部と本体の上部を破壊し、大量の土砂が巨礫とともに流下し、下流域の多くの住家屋に被害を与えた（死者 9 名、負傷者 4 名）。

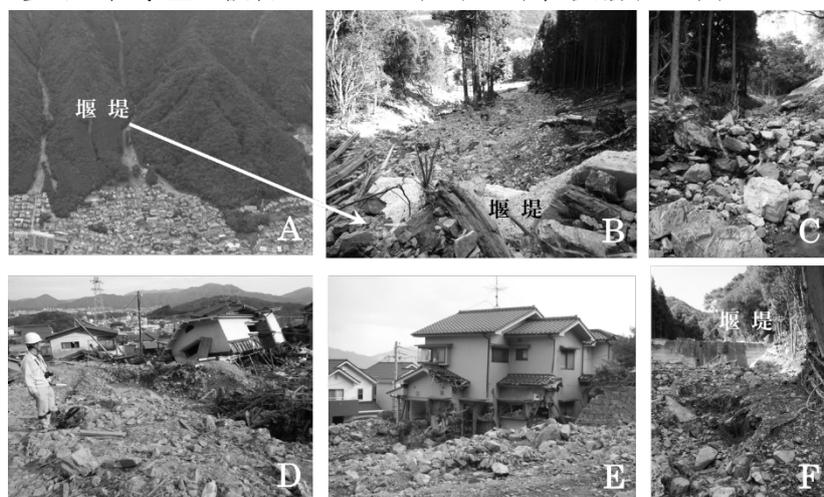
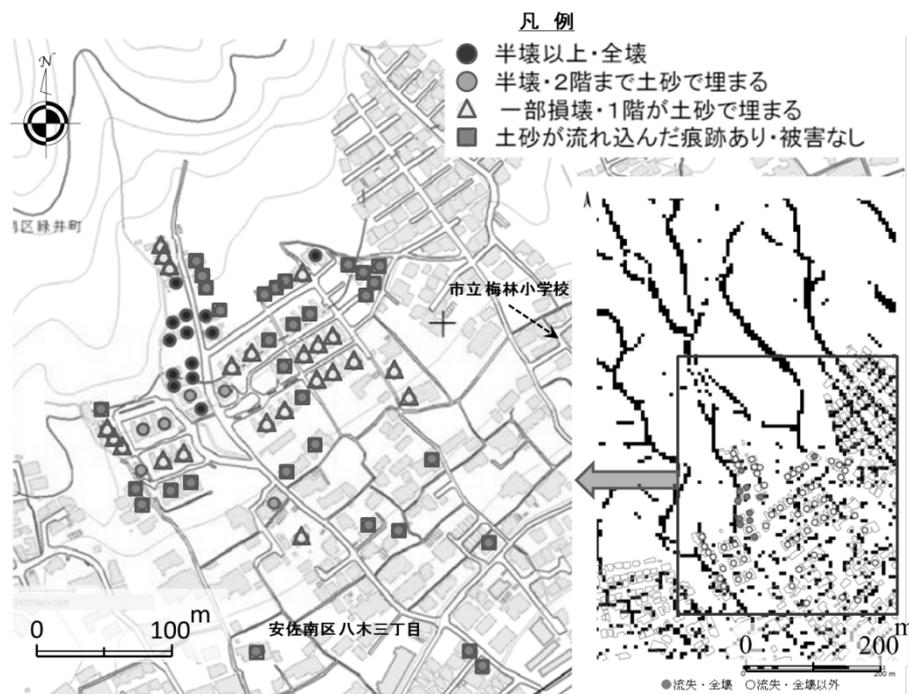


図 15.4 安佐南区八木四丁目の土石流被害 (A: 八木四丁目土石流跡全景, B: 治山堰堤から下流を望む, C: 堰堤下に残った檜, D: 下流の家屋を破壊した土石流堆積物, E: 土石流堆積物と半壊家屋, F: 下流から上流の治山堰堤を望む)

### (3) 土石流堆積物の広がり

調査地のうち、甚大な被害を及ぼした安佐南区八木三丁目の家屋被災状況を見ると、沢口から広がる土石流によって、県営団地を含めて図 15.5 のとおりの被災が確認できた。これによると、沢の出口であるにもかかわらず、必ずしも大破せずに残っている箇所（3 戸）があり、これはやや高まりとなった微地形に起因している。さらに沢口より道を隔てて東側では、家屋に土砂が流れ込んだ痕跡はあるが被害はなく（4 戸）、その下方斜面にある家屋がかえって一部損壊をしたり、1 階の部分が土砂で埋まったりしている。旧扇状地地形に影響されたものと考え図 15.5



土石流による八木三丁目家屋被災分布図（地理院地理院データに加筆：野々村原図<sup>4</sup>改）

る。

#### 15.4 土石流堆積物の性質

##### (1) 安佐南区八木三丁目の土石流堆積物

図 15.6 は、八木三丁目上の溪流の中流域での採取試料の堆積状況を示している。溪流の上下流方向に約 30m に渡り堆積した土石流堆積物 3 試料（上流から、①Y3-1 試料，②Y3-2 試料，③Y3-3 試料）と，露頭した花崗岩の縁に載った堆積物を 1 試料（④Y3-4 試料），攪乱状態で採取した。

土石流堆積物は巨礫を含んでいるが，今回の土質試験は，土石流の基質部分を採取し，移動体の上下流で粒度分布がどのようになるかを知る目的で行った。八木三丁目の沢では，およそ標高 90m より高位になると，土石流堆積物は溪流内にほとんど見られない（図 15.6 左の写真）。

約 30m の長さで流路の上下流方向に堆積した Y3-1 試料，Y3-2 試料，Y3-3 試料の粒度分布に大きな違いは見られず，最大粒径が 37.5mm もしくは 26.5mm であり，平均粒径は 0.5mm 程度，土質分類名は 3 試料ともに細粒分質礫質砂（SFG）であった。一方，Y3-4 試料は，他の 3 試料と比べて若干粒径が大きい，ほぼ同様の粒度分布を示している。このことから，同様な流速環境にあったと推察できる。

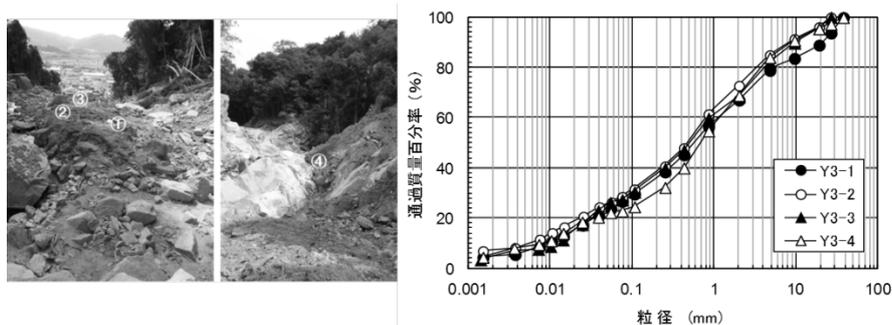


図 15.6 八木三丁目の沢：土質試料採取箇所（左）および粒径加積曲線（右）

## (2) 安佐南区八木四丁目の土石流堆積物

八木四丁目の沢の上流の支流が分岐する箇所の右岸側で、土石流堆積物が少なくとも2層観察できた。これらは、今回発生した土石流より古い、過去の土石流堆積物である。表層から Y4-2 試料層、Y4-1 試料層の基質部分の攪乱試料を採取し、粒度試験を行った。八木四丁目上の溪流左岸から採取した基質の粒度加積曲線を示す(図 15.7)。下位に堆積する Y4-1 試料と、上位の Y4-2 試料を比較すると、下位の Y4-1 試料の方が最大粒径および平均粒径ともに粒径が大きい。土質分類は Y4-1 試料が細粒分質砂質礫 (GFS), Y4-2 試料が砂礫質細粒土 (FSG) である。このことから、2回生じた土石流は流速が異なる環境下で堆積したと考える。

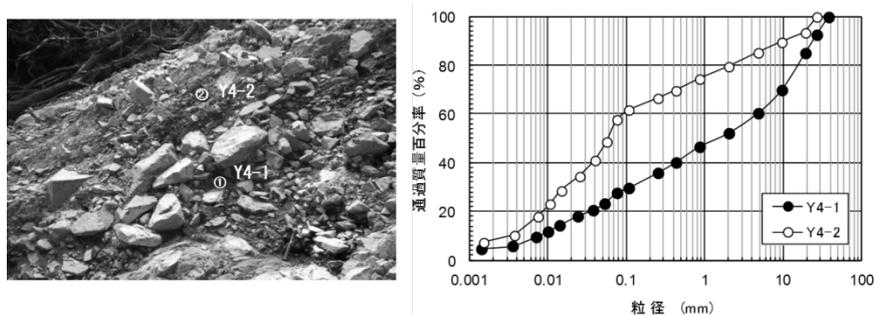


図 15.7 八木四丁目の沢：土質試料採取箇所（左）および粒度加積曲線（右）

Y4-1 試料と Y4-2 試料の粒度を比較すると、粒度加積曲線から明らかに Y4-2 試料で均等係数 ( $U_c = D_{60}/D_{10}$ ) が大きく、透水特性を示す  $D_{20}$  の粒径は小さい。このことは Y4-2 試料層で透水性が低く、豪雨時に下位 Y4-1 試料層中の水頭が大きくなった場合、被圧した水が上位の表層にあたる Y4-2 試料層を押しつぶす力が働き、Y4-2 試料層は部分的に破壊しパイピングなどを生じる可能性がある。

## (3) 土石流堆積物の侵食と堆積について

本節で扱う土石流堆積物は、八木三丁目の試料である。この試料について、どのような流速で溪流に堆積していた土砂が流れ、土質試料採取地点である中洲状に広がった堆積物が溜まったかを Hjulström のダイヤグラム<sup>6)</sup>で推定する。このダイヤグラム(図 15.8)は、砂径粒子を中心とする堆積物の侵食・運搬・堆積と平均粒径の関係を示したものであるため、マサ土の水に影響される挙動を推察するに有効なものである。ただし、扱った土石流堆積物は基質部分であり、溪床を流れる水の流量が豊富である

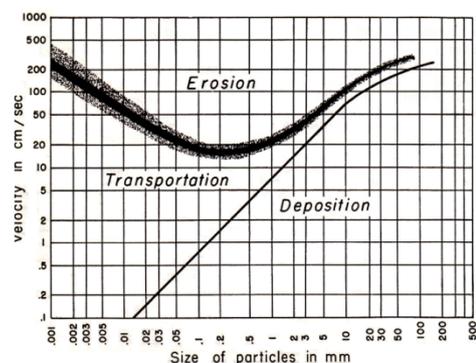


図 15.8 堆積物の侵食・運搬・堆積と平均粒径の関係<sup>6)</sup>

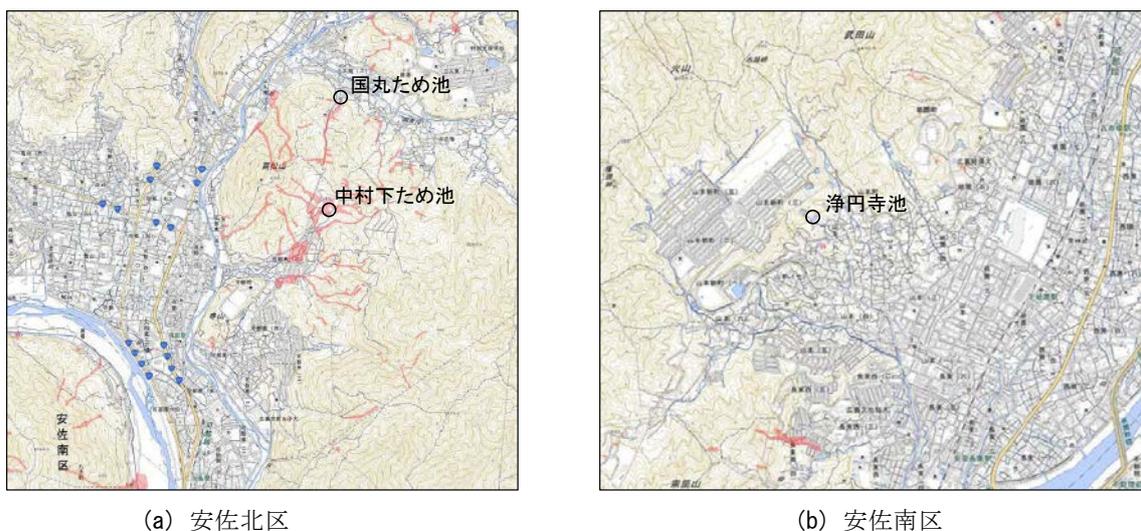
ことが必要である。土石流堆積物の粒度分布は 0.0015~40mm 程度で、図-8 の縦軸によると、溪床にあるすべての堆積物が侵食される流速はおよそ 400cm/s 以上の流速となり、40mm 粒径の堆積物から堆積しはじめるのが 150cm/s 以下の流速となる。これを時速に換算すると、八木三丁目の土石流堆積物は、大まかに見積もって流速 15 km 以上の水流で溪床の堆積物が流れ、流速 6 km 以下になったときに堆積物が溜まりはじめたと推定できる。一方、TV 報道では時速 40km 以上であった可能性が示唆された(「専門家が土石流調査 速さ 40 キロ達したか」、「高さ約 3 メートル達した場所も」のテロップ：NHK 総合 TV 2014 年 8 月 24 日 19:00 からの放映)

## 15.5 ため池の被害調査

広島市北部での8月20日未明からの豪雨は、各地で斜面崩壊や土石流を発生させ、流下した土砂により、いくつかのため池が被害を受けた。

図15.9(a), (b)に、安佐北区の中村下ため池と国丸ため池、安佐南区の浄円寺池の3箇所の調査位置を示す。中村下池と国丸ため池は土石流により被災し、浄円寺池は豪雨浸透により堤体の一部が破損した。他の農地・農業用施設の被害例としては、八木用水の土砂埋設（安佐南区八木地区）、農地への土石流の流入（安佐北区三入東地区）、根の谷川の堰の破堤（安佐北区可部東地区）がある<sup>8)</sup>。

表15.1に、ため池台帳による調査対象3つのため池の諸元を示す。築造年代は明治もしくは昭和初期であり、いずれも小規模なため池である。



(a) 安佐北区

(b) 安佐南区

図15.9 調査した被災ため池の位置図

(国土地理院土石流判読図<sup>7)</sup>に加筆)

表15.1 ため池台帳による調査対象ため池の諸元

ため池	中村下池	国丸ため池	浄円寺池
築造年代	明治	昭和(1~19年)	明治
形式	アースダム(均一型)	アースダム(傾斜コア型)	その他
天端幅	2.00 m	3.00 m	5.20 m
堤体積	268 m <sup>3</sup>	400 m <sup>3</sup>	1,689m <sup>3</sup>
堤高	2.60 m	4.15 m	4.75 m
堤頂長	33.00 m	19.00 m	62.40 m
斜面勾配	上流 1.40, 下流 1.70	上流 1.18, 下流 1.15	上流 0.50, 下流 1.60
総貯水量	210 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	1,465 m <sup>3</sup>
有効貯水量	210 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	1,465 m <sup>3</sup>
流域面積	0.01 km <sup>2</sup>	0.219 km <sup>2</sup>	0.06 km <sup>2</sup>
灌漑受益地	2.0 ha	0.8 ha	3.0 ha
洪水吐形式	水路流入式	越流堰式	水路流入式
洪水吐能力	0.51 m <sup>3</sup> /s	8.56 m <sup>3</sup> /s	4.63 m <sup>3</sup> /s
洪水吐断面	幅 900×高 550 mm	幅 3100×高さ 1800 mm	記載なし

### (1) 中村下池

広島市安佐北区可部東地区にある中村下池では、多量の流木を含む土石流が貯水池に直撃し堤体を越流した。堤体の一部が決壊したものの、堤体の大部分は浸食・決壊せずに残っていた。

図15.10(a), (b)には、中村下池の被災状況を示す。(a)図は貯水池への土石流による巨礫を含む土砂や流木の堆積状況を示す。土砂・流木が堤体天端まで堆積している状況から、下流へ



(a) 土砂および流木の堆積

(b) 堤体決壊部を上流側より望む

図 15.10 中村下池の被災状況

の土石流被害の拡大を軽減したと考える。(b)図は堤体決壊部の状況を示す。ため池の左岸側で幅 10 数 m にわたり堤体が決壊した。

図 15.11 は、中村下池上流の山腹斜面の崩壊・土石流の発生から堤体決壊までのながれを示す。溪流上流にある山腹斜面の崩落とその後の土石流の発生により (a) 図、溪流に堆積した土砂・巨礫や樹木が土石流とともに中村下池に流下した (b), (c) 図。流入時の衝撃と越流により中村下池の堤体の一部が決壊した (d), (e) 図。中村下池裏のり部に設けられている腰石垣 (石積み) により、一時的に越流による浸食の進行を遅らせた効果があったものとする。



(a) 上流の斜面が崩落・土石流の発生



(b) 土石流が岩塊や樹木を巻き込みながら流下



(c) ため池への土砂の流入。土砂をくい止める



(d) 流入土砂による衝撃と越流により決壊



(e) 堤体決壊および越流による流出



(f) 堤体決壊および越流による流出

図 15.11 中村下池上流の山腹斜面の崩壊・土石流の発生から堤体決壊までのながれ

中村下池を乗り越えた土石流の他にも、下流域で支沢の土石流が合流し、中村下池の下流にある農地・住宅地に多大な被害を与えた（(f)図）。

図 15.12 に、中村下池の決壊断面の下部中央部より採取した土質試料の粒径加積曲線を示す。最大粒径  $D_{max}=19\text{mm}$ 、平均粒径  $D_{50}=0.43\text{mm}$ 、細粒分含有率  $F_c=23.8\%$ 、均等係数  $U_c=124$  であり、礫混じり細粒分質砂 (SF-G) に分類される。

また、20%粒径  $D_{20}=0.022\text{mm}$  を用いてクレーガーの式により求めた透水係数は  $5.04 \times 10^{-7}\text{m/s}$  であり、ため池堤体の遮水性材料としては、刃金土の基準である  $1 \times 10^{-7}\text{m/s}$  以下は満足しないものの、極端に不適な材料とは言えない。比較的良質な材料を用いて堤体が築造されていたが、土石流の流入という大きな衝撃力に抵抗できなかったものとする。

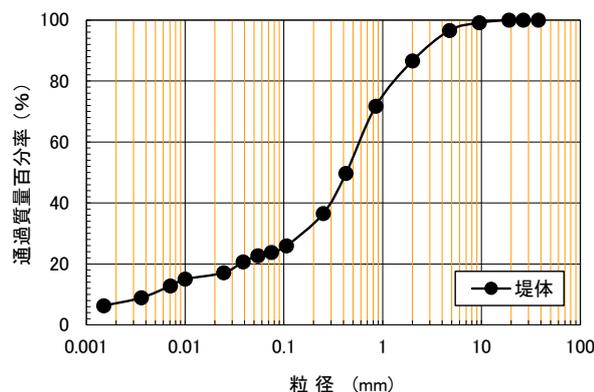


図 15.12 中村下池堤体部より採取試料の粒度分布

## (2) 国丸ため池

国丸ため池は、土石流の直撃を受けたものの堤体の越流や決壊はなく、堤体に大きな損傷が見られなかったため池である。

図 15.13(a)～(d)に国丸ため池の被災状況を示す。豪雨および土石流による水流が堤体を越流しなかったために、(a)図の裏のり部には水流が越流した痕跡は見当たらず、堤体左岸側の洪水吐からの水流や、近傍の山腹斜面からの土石流（貯水池には流入していない）により、排水路の一部が破損したりアスファルト舗装が剥離する被害が見られる。(b)図からは、濁流が車道を流下し突き当たりの家屋の1階部が被害を受けている。(c)図には貯水池の状況を示す。濁流が洪水吐を通過して流下していることから、国丸ため池の洪水吐けおよび、堤体の余裕高（堤頂と設計洪水水位との標高差）が大きかったことが、堤体を越流しなかった要因と考える。(d)図には堤体より上流側の土砂の堆積状況を示す。溪流の勾配が比較的緩やかであることと、上流部の農地により水勢が低減されたことで、巨石や流木の国丸ため池への流入が防がれたものとする。

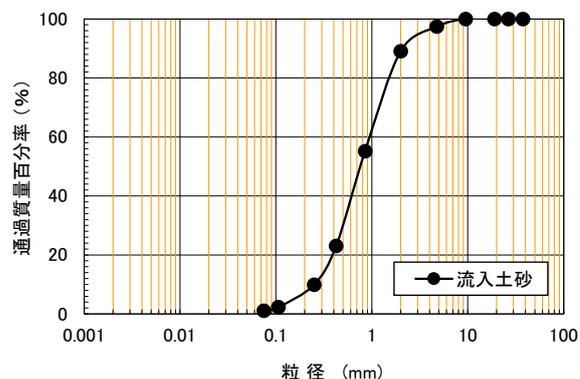


図 15.14 国丸ため池の堆積土砂の粒度分布

図 15.14 に、国丸ため池貯水池に堆積した土砂の粒径加積曲線を示す。最大粒径  $9.5\text{mm}$ 、平均粒径  $0.77\text{mm}$ 、細粒分含有率  $1.1\%$ 、均等係数  $3.73$  であり、分級された礫混じり砂 (SP-G) に分類されることから、水流による分級作用により砂分が卓越した偏った粒径となっていることが分かる。

## (3) 浄円寺池

図 15.15 に、浄円寺池の被災状況を示す。(a)図に裏のり部を示す。堤体斜面および腰ブロックに変状は無く、土砂の流出痕も見られなかった。下流域の被害は生じていなく、浄円寺池への周辺からの土石流の流入もなかった。(b)図に示すように上流斜面の波返しコンクリートの背面の堤体土砂が陥没し、上流斜面のり肩部のフェンスが倒れていた。(c)図のように陥没箇所



図 15.13 国丸ため池の被災状況

大きさは、長さ約 20m、幅約 1m であった。陥没箇所状況を (d) 図に示すが、陥没箇所の深さは最大で約 0.5m 程度であり、陥没部の土質は目視観察では礫混じりシルト質砂（まさ土）であった。

この浄円寺池の被害の要因については今後の詳細な検討が必要である。現地状況から推察す



図 15.15 浄円寺池の被災状況

ると、ブロック背面の土砂が経年的に吸い出され空洞化が進んでいたところに、今回の豪雨により一気に雨水が浸透し大量の土砂を流出させた結果、空洞が広がりブロックが破壊したと考える。

## 15.6 斜面維持管理の仕方

土木構造物の維持管理が問題点として取り上げられたころ、道路構造物の維持・補修・更新に対するニーズは確実に増加するため、リスク工学理論に基づき、その投資対効果を考慮した戦略的な意思決定法の確立は、土木構造物のアセットマネジメントにおけるコア技術となることが期待された<sup>9),10)</sup>。あれから10余年を経たが、その考えは今でも変わらない<sup>11),12)</sup>。斜面においても、安心した安全な暮らしを継続するためには、高齢化、技術者不足の社会的背景の中で確実な維持管理の仕方を考える必要が生じる。ここでは、土砂災害が生じた広島市安佐南区の例をとり、斜面災害の「対策と計測」ならびに「斜面の維持管理」の仕方について考えの一端を示す。

### (1) 対策と計測

土石流から身を守るためには、土石流が広がる地域に住まないことであるが、現況ではそうはいかず、今後の土石流から逃れる対策が必要である。安佐南区八木三丁目では、土石流による災害後に溪流には応急対策工としてリングネットが施工されている(図15.16)。このような柔構造物は、巨礫が流下するエネルギーを吸収して止めるため優れた対策工といえる。このような柔構造物と計測機器・データ通信とを組み合わせた警戒システムを構築することで、土石流の発生からの避難が迅速、かつ余裕をもって行動できると考える。ただし、土石流が移動する場合、地すべりの移動と異なり、物質移動の速さ、ある箇所へのエネルギーの集中、個別物質の空間的な広がりが生じるため、監視箇所、計測箇所、そして監視・伝達システムを十分に練る必要がある。



図 15.16 八木三丁目の溪流に設けられた応急対策工（リングネット工）

### (2) 斜面の維持管理

斜面の維持管理の対象は、大きな範囲からみると、地域、集水域、個別斜面の三つに区分できる。本調査域では、阿武山を最高峰とする小丘では個別の沢によって土石流の規模も異なり、各集水域別に管理することが、データを比較的扱いやすいと考える。そのために、まず1/25,000地形図を使用し集水域を66区分した(図15.17)。一つの集水域をPrimary-Secondaryの関係で域内区分を行い、域内の水系の分岐点(node)で集水域管理を行う方法<sup>13)</sup>もある。本調査域では1次水系のみで一つの集水域を形成する箇所が37個と多く、集水域数合計の半数以上を占めている。そのため各集水域内で、下位階層への集水域細区分を行わず、域内の溪流の傾斜区分などで管理範囲を分ける方法も考えられる。

現段階での集水域区分は、斜面の維持管理の取り掛かりの段階であるが、今後は、1/1,000 などの大縮尺の地形図でこの小丘の解析を試みる。その後、現地にて各集水域について溪床の勾配、基岩を被覆している堆積物の厚さおよび性状を調べる必要がある。なお、管理者（行政あるいは居住者のコミュニティ）は、集水域毎（溪流毎）の台帳を作成し、継続して管理を行うことが望ましい。

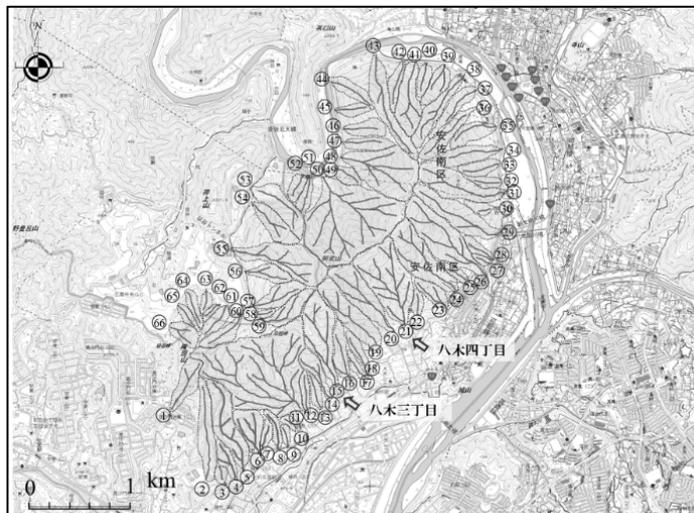


図 15.17 斜面の維持管理に用いる集水域区分平面図（八木三丁目は⑮，八木四丁目は⑳にあたる）

## 15.7 まとめ

本報告では、広島市内の被災現場を現地調査した結果、および今後の当該地区の斜面の維持管理の方策について言及した。今後の豪雨災害に備え、避難場所・避難経路の周知、避難訓練の実施を十分に行うのは防災の基本である。それに加え、どの斜面が土砂災害を生じやすいか、今までの災害履歴とともに管理し、各集水域内の安全を継続点検することが求められる。そのための方策について、今後も引き続き調査・解析し考察していく予定である。

## 謝 辞

広島市での土石流の現地調査では、愛媛大学社会連携推進機構社会連支援部の方々、竹田正彦教授（愛媛大学防災情報研究センター）、森伸一郎准教授（愛媛大学大学院理工学研究科）、原 忠教授（高知大学教育研究部）、須賀幸一博士（(株)芙蓉コンサルタント）、兼藤英明氏（(株)荒谷建設コンサルタント）、山下祐一博士（一山コンサルタント）にたいへんお世話になりました。また、ため池の現地調査においては、山岸雄一企画課長（農林水産省中国四国農政局中国土地改良調査管理事務所）に案内を頂くと共に、西山伸一教授（岡山大学環境理工学研究科）には現地での活発な議論を頂きました。ここに、深く感謝の意を表します。

（香川大学 山中 稔・野々村敦子 愛媛大学 廣田清治・矢田部龍一）

## 参考文献

- 1) 廣田清治・矢田部龍一・山中 稔・野々村敦子 (2014) : 2014年8月20日広島豪雨災害と斜面維持管理の仕方ー広島市安佐南区の事例, 平成26年自然災害フォーラム論文集, 土木学会四国支部・京都大学防災研究所自然災害研究協議会四国地区部会, pp.77-84.
- 2) 産業総合研究所地質調査総合センター (2014) : 平成26年8月に発生した土石流および斜面崩壊の発生地に関する地質情報. <http://www.gsj.jp/hazards/landslide/20140820-hiroshima.html>

- 3) 土木学会・土木学会中国支部・地盤工学会 (2014): 平成 26 年度広島豪雨災害合同緊急調査団報告書.
- 4) 野々村敦子・原 忠 (2014): 広島豪雨災害による家屋被害と地形との関係分析. 地盤工学会四国支部平成 26 年度技術研究発表会, pp.69-70.
- 5) 山中 稔・廣田清治 (2014): 広島市安佐南区の土石流堆積物の土質特性. 地盤工学会四国支部平成 26 年度技術研究発表会, pp.71-72.
- 6) Dunbar, C.O. and Rodgers, J. (1957): Principles of STRATIGRAPHY. 356p. John Wiley & Sons, Inc.
- 7) 国土地理院 (2014): 平成 26 年 8 月豪雨 8 月 28・30・31 日撮影垂直写真による写真判読図  
<http://www.gsi.go.jp/common/000095316.pdf>
- 8) 堀 俊和・中里裕臣・正田大輔 (2014): 災害対策支援要請に基づく広島市内土砂・ため池災害現地調査報告, 5p.  
[www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/m/54/1-1.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/m/54/1-1.pdf)
- 9) 大津宏康・大西有三・水谷 守・伊藤正純 (2001): 地震に伴う災害リスク評価に基づく斜面補強の戦略的立案方法に関する一提案. 土木学会論文集 No.697/VI-51, pp.123-134.
- 10) 大津宏康 (2003): 斜面災害に対するリスクの評価方法研究の現状. 日本地すべり学会関西支部シンポジウム「斜面災害リスクの定量的評価」, pp.1-21.
- 11) 沢田和秀 (2014): 社会基盤に関する維持管理技術者育成の取組み. 地盤工学会, Vol.62, No.7, pp.24-27.
- 12) 廣田清治・森脇 亮・吉井稔雄・竹田正彦・矢田部龍一 (2014): 愛媛大学における社会基盤メンテナンスエキスパート(ME)養成講座の取組み. 地盤工学会四国支部平成 26 年度技術研究発表会, pp.83-84.
- 13) Hirota, K., Pantha, B.R., Bhandary, N.P., Yatabe, R. (2007): Preliminary Report on Topographic Analysis for Slope Stability in Nepal, Proc. Prospects of Fast-track Road Building in Nepal, Proc. Of a One-day intl. Seminar, pp.45-51.