

# 河川基金助成事業

## 2018年7月西日本豪雨災害調査団 (四国地区) 報告書

助成番号：2018 - 5112 - 001  
土木学会西日本豪雨災害調査団  
岡山大学大学院環境生命科学研究科  
教授 前野 詩朗

平成 30 年度

# 目次

## 第1章 はじめに

## 第2章 愛媛県における被害状況等

- 2.1 はじめに
- 2.2 ダム操作および下流への影響
- 2.3 肱川における浸水状況調査
- 2.4 河内川、立間川（宇和島市吉田町）の浸水状況調査
- 2.5 芳原川、保場川（岩松川支流、宇和島市津島町）の浸水状況調査
- 2.6 千丈川、五反田川（八幡浜市）の浸水状況調査
- 2.7 魚成川（黒瀬川支流、西予市城川町）の浸水状況調査
- 2.8 広見川（松野町）の浸水状況調査
- 2.9 広見川（鬼北町）の浸水状況調査

## 第3章 愛媛県内における保育所、医療機関、高齢者福祉施設の対応等

- 3.1 肱川周辺での浸水調査と氾濫解析
- 3.2 愛媛県内の保育所の被害と災害対応
- 3.3 愛媛県内の医療機関の災害対応
- 3.4 愛媛県内の高齢者福祉施設の対応
- 3.5 住民の水害情報活用に関する意識調査
- 3.6 広島県の土砂災害
- 3.7 徳島県西部で発生した土砂災害

## 第4章 高知県における被害状況等

- 4.1 高知県における被害の概要
- 4.2 宿毛市における内水氾濫
- 4.3 安芸市における被害の概要

## 第5章 香川県内における被害状況等

- 5.1 香川県内の被害
- 5.2 河川被害
- 5.3 土砂災害
- 5.4 西日本豪雨災害における地区防災計画

# 第1章 はじめに

平成30年7月豪雨は西日本の広範に大きな被害をもたらした。梅雨前線の活発化により7月6日には山口から岡山にかけての中国地方に大きな被害を出し、その後、梅雨前線が南下して7月7日の未明から7月8日の午前中にかけては主に愛媛を中心とした四国地方で土砂崩れや河川氾濫が相次いで発生した。

公益社団法人土木学会水工学委員会水害対策小委員会では、中四国地区において甚大な水害が発生したことから、会長、幹事長と各支部の幹事との協議で調査団の結成を決定し、7月13日に「水工学委員会西日本豪雨災害調査団」の結成を公表した。調査団は中国地区と四国地区の合同調査団となっており、総団長は岡山大学の前野詩朗教授である。各地区の調査団の構成は次ページをご覧ください。

本報告書は、平成31年3月2日（土）に愛媛大学で開催された「水工学委員会西日本豪雨災害調査団（四国地区）報告会」の報告資料（レジュメおよびスライド資料）を編纂したものである。発災以来、四国各地で進められてきた現地調査および解析等の内容がまとめられている。災害調査で最も大事なことは、速やかに現地調査を行い、その記録を後世に残すことである。調査・記録していなかったら、その災害は無かったことになってしまう。そして、将来、再び同じ被害が繰り返されてしまう。本報告書が多くの方の目に触れ、今後の災害への備えのために少しでも役立てられれば幸いである。

平成30年7月豪雨を振り返って、我々が学ぶべき教訓とは何だったろうか。豪雨による土砂災害や浸水被害は、危険な場所や発生のタイミングをある程度予測することができる。ハザードマップで危険箇所を確認し、気象庁や自治体から出される防災情報をもとにして適切なタイミングで安全な場所に避難できるはずだが、豪雨が発生するために人命が失われる事態が繰り返されている。災害外力が高まっていることも一因だが、防災情報を十分に活用できていないことも理由である。避難行動につながる情報の全面見直しをすることが重要だろう。ハリケーンのように、レベル1~5のようなランク付けをすることはどうだろうか。子どもからお年寄りまで、また日本に在住する外国の方にも理解できるユニバーサルな情報とする。レベル4になったら絶対に避難というようなシンプルな尺度が必要だろう。幸い、筆者は地元大学として中央防災会議の作業部会に参加する機会を得たため、このことを提案した結果、それが報告書に盛り込まれ今後実現する運びとなっている。今後、防災情報がより身近なものとして住民の間に浸透することが期待できる。住民が主体的に避難行動をとるようになることで、豪雨による犠牲者が少しでも減ることを願ってやまない。

なお、調査団の活動を通して、災害調査そのものの課題も見つかった。今回の水害では広域にわたったため、効率的に調査を行う必要があった。そのため、同じ場所にいくつもの組織が調査に入るのは避けたかった。実際に災害直後から大学では浸水痕跡調査を始めたが、行政機関も同じような場所を調査しており、そこに大学が入ることの意味を自問していた。むしろ自治体の手が回らない、支流や二級河川に入ることを優先すべきではと感じていた。調査団では情報共有を密にして、出来る限り調査の重複が無いように調整を心掛けた。

また災害調査は公益性が高いはずであるので、共有財産として誰でも生データを使えるよう公開することが望ましい。しかし、調査データの無思慮な公開（責任の所在があいまいなデータ公開）は、データの独り歩きや無断使用を招くことになり、却って混乱を招くこともあり得る。事前にデータ公開のルールを決めておくべきであった。仮に生データの即時公開が無理であるにしても、誰がいつどこに入って、どのような測定方法で、どのようなデータを取得しようとしているのかを、早い段階で共有する必要があると思われる。そうすれば、上述したような重複調査の回避にも役立つであろう。特に、被災者を対象にした避難行動などのアンケート調査は注意が必要である。被災者は複数の機関による同じ様なアンケート調査に何回も答えなければならず、ただでさえ、被災による負担がかかっているところに追い打ちをかけてしまう。今後、災害学術調査のありかた、マナー、データ公開ポリシーなどについて、学問の垣根を超えた議論が必要であると考えられる。

本調査団の活動は、公益財団法人河川財団の「河川基金助成事業」（助成番号：2018-5112-001、事業名：平成

30年7月西日本豪雨災害調査)の支援を受けて行われた。また、調査にあたっては、土木学会水工学委員会水害対策小委員会のご指導や、NPO法人愛媛県建設技術支援センター、愛媛県技術士会等の諸機関や多くの方からご協力並びにご支援をいただいた。心より感謝申し上げます。

水工学委員会西日本豪雨災害調査団(四国地区) 団長 森脇 亮(愛媛大学)

#### 「水工学委員会西日本豪雨災害調査団」構成員一覧

総団長：前野詩朗(岡山大学)

「水工学委員会西日本豪雨災害調査団(中国地区)」

団長：前野詩朗(岡山大学)

幹事：赤松良久(山口大学)

団員：近森秀高(岡山大学)、工藤亮治(岡山大学)、吉田圭介(岡山大学)、赤穂良輔(岡山大学)、河原能久(広島大学)、内田龍彦(広島大学)、北真人(広島大学)、田中健路(広島工業大学)、黒川岳司(呉工業高等専門学校)、二瓶泰雄(東京理科大学)、竹林洋史(京都大学)、森啓年(山口大学)、栗山卓也(日本工営)、清水隆博(日本工営)

「水工学委員会西日本豪雨災害調査団(四国地区)」:

団長：森脇 亮(愛媛大学)

幹事：岡田将治(高知工業高等専門学校)

団員：門田章宏(愛媛大学)、岡村未対(愛媛大学)、藤森祥文(愛媛大学)、森伸一郎(愛媛大学)、原 忠(高知大学)、張 浩(高知大学)、坂本 淳(高知大学)、中野 晋(徳島大学)、武藤裕則(徳島大学)、上月康則(徳島大学)、西山賢一(徳島大学)、蔣 景彩(徳島大学)、田村隆雄(徳島大学)、山中亮一(徳島大学)、湯浅恭史(徳島大学)、金井純子(徳島大学)、向谷光彦(香川高等専門学校)、柳川竜一(香川高等専門学校)、高橋直己(香川高等専門学校)、宇野宏司(神戸市立工業高等専門学校)、徳永雅彦(徳島県)、鈴江和弘(徳島県)、吉岡恵(構営技術コンサルタント)、片岡寛志(第一コンサルタント)、松本洋一(第一コンサルタント)、中根久幸(地研)、安藝浩資(ニタコンサルタント)、紀伊雅敦(香川大学)、石塚正秀(香川大学)、磯打千雅子(香川大学)、野々村敦子(香川大学)

## 第2章 愛媛県内における被害状況等

### 2.1 はじめに

平成30年7月豪雨では、梅雨前線に日本付近に暖かく非常に湿った空気が供給され続けるとともに、局地的には線状降水帯が形成されることで、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。7月5日から7月8日にかけて各地で強い降雨が観測され、四国地方では主に高知県東部で降水量が多かった（図2-1-1）。しかし、四国4県のうちで最も人的被害が大きかったのは愛媛県であり、死者数は計31名（うち4名は災害関連死）に上った。県内では413箇所で土砂災害が発生し、また一級河川の肱川や多くの二級河川等で氾濫が発生した。

愛媛県における期間中の最大1時間降水量は、鬼北町近永で69.5 mm（8日6時41分）、宇和島で59.5 mm（7日07時10分）を観測し、日最大1時間降水量の7月の1位を更新した。また解析雨量では、西予市と宇和島市境界（法華津峠）付近で県内最大（105mm/h）を記録している。この峠の北側が肱川の上流域にあたる。

肱川は愛媛県の西予市および大洲市を流れる一級河川である（図2-1-2）。肱川の上流には野村ダムと鹿野川ダムが存在し、それらは下流における洪水被害を軽減する役割を担っている。しかしながら、平成30年7月豪雨では記録的な豪雨により両ダムが洪水調節容量を使い切る見込みとなり、両ダムで「異常洪水時防災操作」が実施された。このことを踏まえ、住民への情報提供や周知のあり方、ダム操作についての検証を行うことを目的に、四国地方整備局は「野村ダム・鹿野川ダムの操作に関わる情報提供等に関する検証等の場」（以下、「検証の場」という）を設置した。検証の場には、四国地方整備局、大洲市長、西予市長のほか、愛媛大学から鈴木幸一名誉教授、執筆者（森脇）、羽鳥剛史准教授が委員として加わった。検証の場で配布された資料は四国地方整備局河川部のホームページ（<http://www.skr.mlit.go.jp/kasen/kensyounoba/kensyounoba.html>、2019年2月26日閲覧）で公開されているので、詳細についてはそれをご覧ください。

本報告では、筆者ら及び愛媛大学調査団による肱川の浸水状況の調査結果、検証の場での議論の概要、筆者らが行った数値シミュレーションによる検討結果をまとめ、野村ダム・鹿野川ダムの操作、下流への影響、情報提供や今後の避難のあり方について報告する。また、愛媛県内のその他の二級河川における浸水調査の結果についても報告を行う。

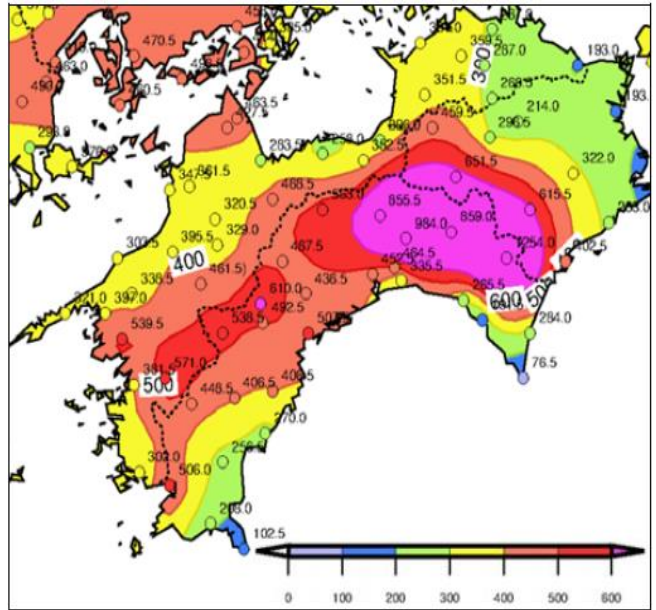


図 2-1-1 アメダス期間降水量の積算値  
(7月5日00時～8日24時)



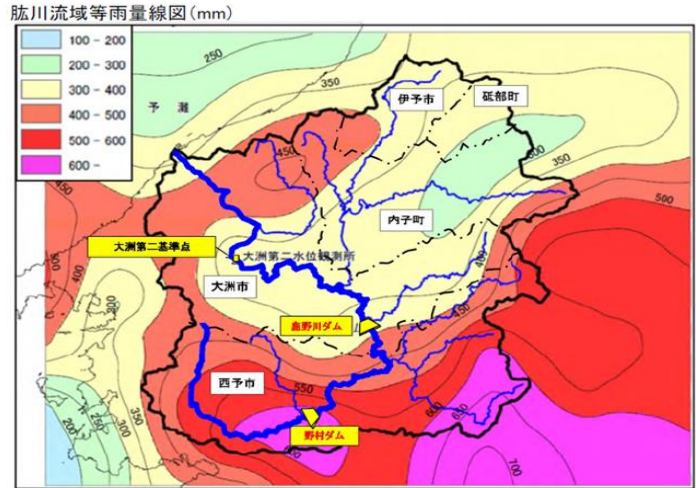
図 2-1-2 肱川と鹿野川ダム・野村ダム  
位置図（四国地方整備局提供）

## 2.2 ダム操作および下流への影響

### 2.2.1 流域の降水量およびダム下流の被災状況

肱川流域では、7月4日22時より降雨が断続的に続き、観測地点によっては600mmを超える降雨を記録した(図2-2-1)。特に、7日3時から7時までの間は各観測地点で時間20mm/h<sup>1</sup>を超える降雨を観測し、7時には野村ダム上流域の流域平均雨量は時間最大となる53mm/h<sup>1</sup>を記録した。この降雨により、肱川の基準点大洲第二水位観測所では、観測史上最高となる8.11mを記録した。野村ダム上流域では計画規模(1/100)が365mm/2日であるところ421mm/2日の降雨量(1/258)を記録し、同様に鹿野川ダム上流域では計画規模(1/100)が360mm/2日のところ380mm/2日の降雨量(1/145)を記録した(図2-2-2, 図2-2-3)。つまり、計画規模を上回る降雨量が両ダムの上流域で記録された。ダムへの流入量も、野村ダムでは1,942m<sup>3</sup>/s、鹿野川ダムでは3,800m<sup>3</sup>/sと既往最大を大きく上回る値(それぞれ、昭和62年梅雨前線豪雨(806m<sup>3</sup>/s)の約2.4倍、平成5年台風13号(2,244m<sup>3</sup>/s)の約1.6倍)を記録した。ダム上流域での降雨の時間パターンは後期集中型であり、連続降雨により土壌が飽和状態であったところに、野村ダム上流域で30~50mm/h程度、鹿野川ダム上流域で20~50mm/h程度の時間降雨量を記録した。

ダムの下流では以下の被害が発生した。大洲市では、浸水家屋2,873棟(床上2,087棟, 床下786棟)、国管理区間の全ての暫定堤防箇所からの越流、東大洲地区においては二線堤を越流し浸水面積約440haの浸水、県管理区間である菅田地区から鹿野川ダム直下の肱川地区にかけては溢水により浸水面積約485haの浸水が発生した。野村ダム下流の西予市野村町では、計画を大幅に上回る洪水により浸水面積約70ha, 床上浸水約570戸, 床下浸水約80戸の被害が発生した。



気象庁、国土交通省、愛媛県の雨量観測所データより作成  
平成30年7月4日~8日

図2-2-1 肱川流域の等雨量線図(7月4日~8日)  
(四国地方整備局提供)

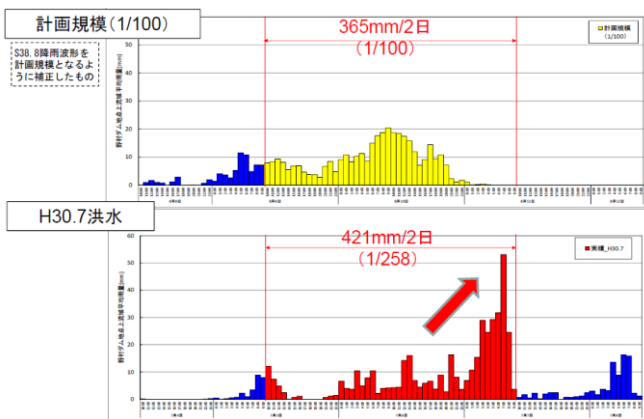


図2-2-2 野村ダムにおけるハイトグラフ  
(上図: 計画規模, 下図: 平成30年7月豪雨)  
(四国地方整備局提供)

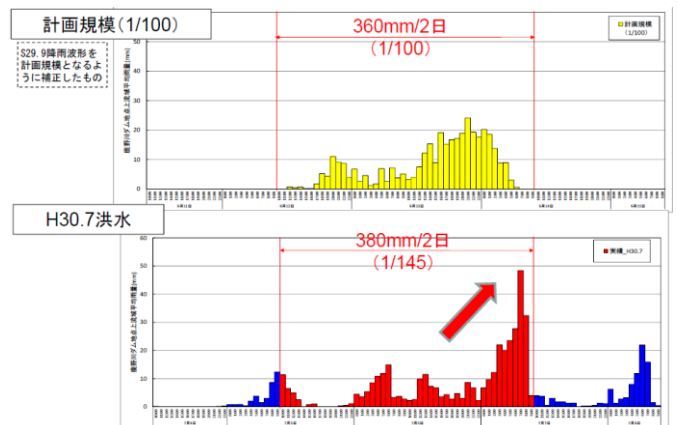


図2-2-3 鹿野川ダムにおけるハイトグラフ  
(上図: 計画規模, 下図: 平成30年7月豪雨)  
(四国地方整備局提供)

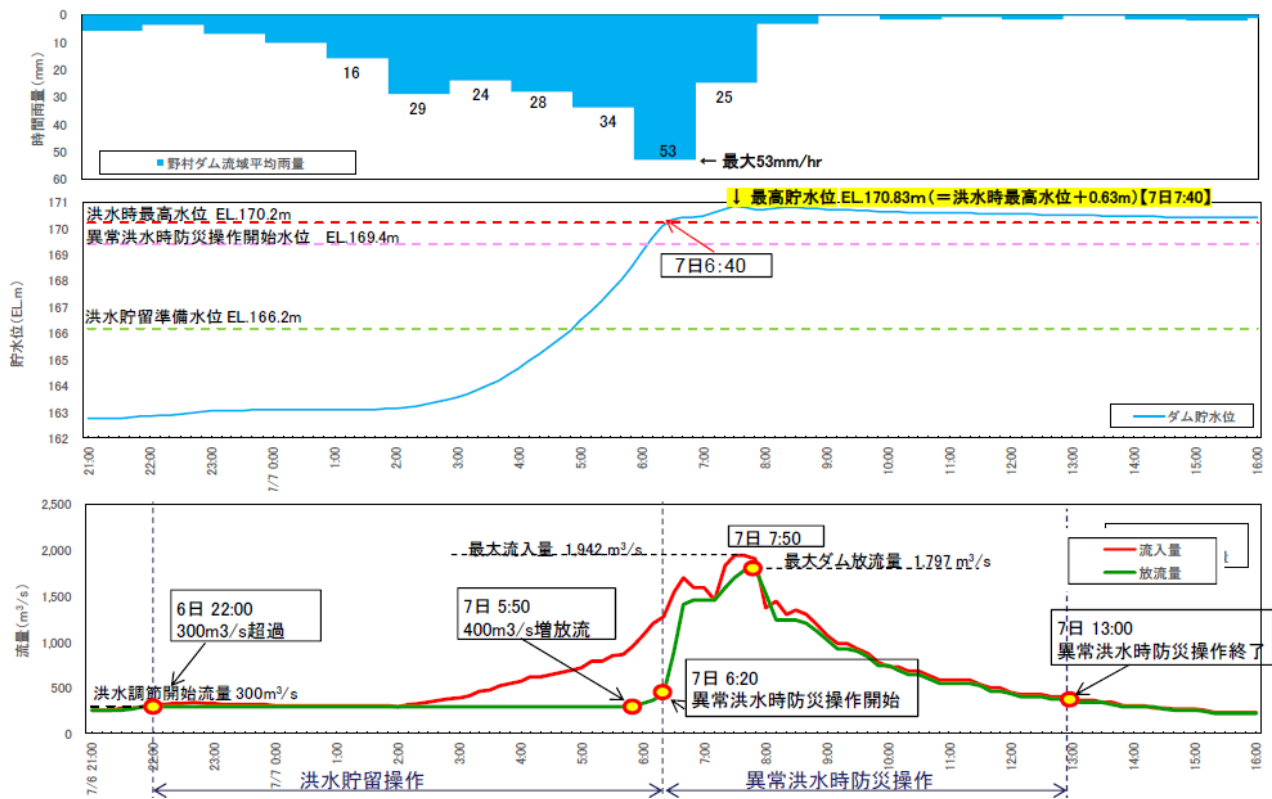


図 2-2-4 野村ダムにおける流域平均雨量（上図），貯水位（中図），流入・放流量（下図）（四国地方整備局提供）

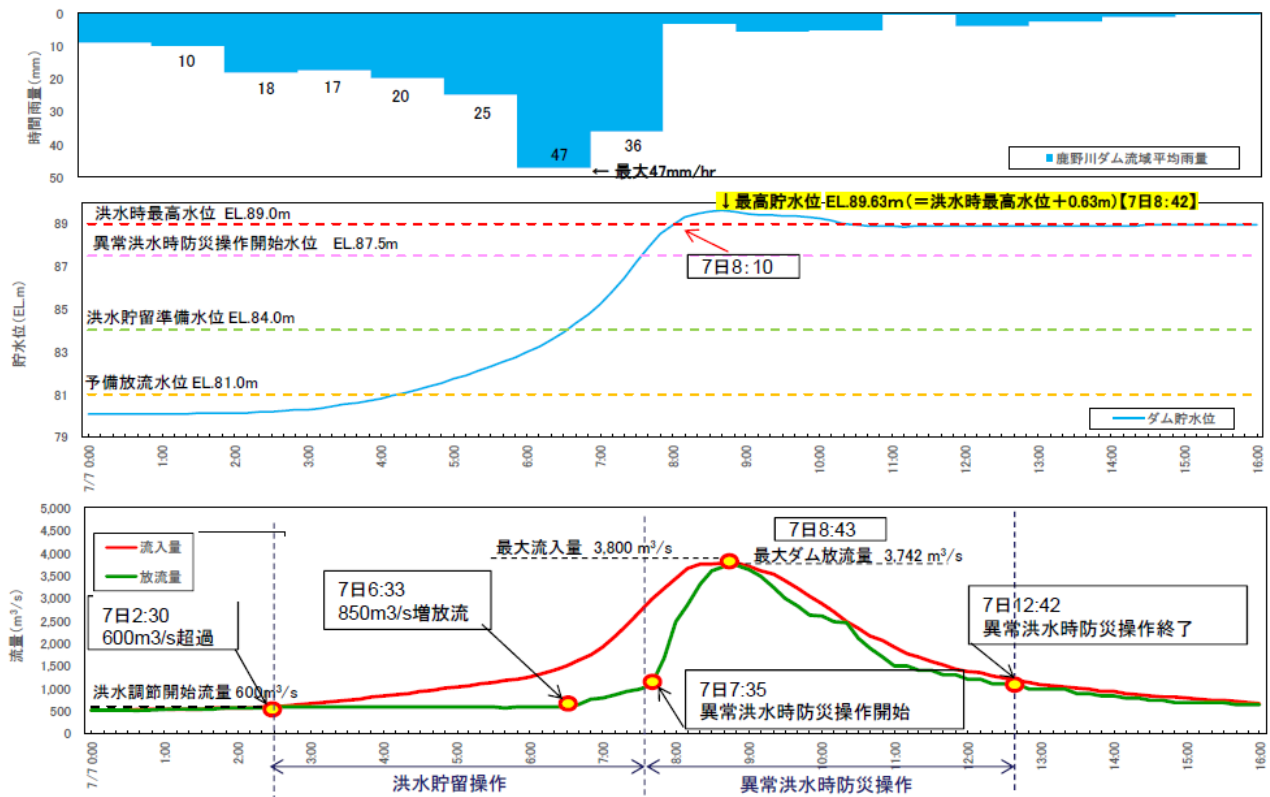


図 2-2-5 鹿野川ダムにおける流域平均雨量（上図），貯水位（中図），流入・放流量（下図）（四国地方整備局提供）

## 2.2.1 ダム操作の概要

### a) 野村ダム

野村ダムの洪水調節容量は350万 $\text{m}^3$ であり、300 $\text{m}^3/\text{s}$ を洪水調節開始流量として、その後流入量が増加し貯水位が標高167.9mに達するとダム流下量（放流量）を400 $\text{m}^3/\text{s}$ まで上げて開度を固定する「一定量後一定開度方式」を採用している。また貯水位が標高169.4mに達し、洪水時最高水位を越える恐れがある場合には、ダムからのダムの放流量を流入量まで徐々に増加させる「異常洪水時防災操作」に移行することとしている。

平成30年7月豪雨では、6日22時00分に防災操作（洪水調節）を開始し、7日6時20分より異常洪水時防災操作を開始した（図2-2-4下図）。その後、7日7時50分に最大ダム流下量（放流量）を記録し、13時00分に異常洪水時防災操作を終了した。野村ダムの流入量は、過去の洪水と比べて降雨量の急激な増加に相まって極めて立ち上がり特徴があった。なお、野村ダムにおいては、洪水調節の開始までに洪水貯留準備操作（事前放流）を実施し、貯水位を洪水貯留準備水位よりも約3.5m下げていた。これにより、洪水調節容量の約1.7倍の容量（約600万 $\text{m}^3$ ）を確保していた。

### b) 鹿野川ダム

鹿野川ダムの洪水調節容量は1,650万 $\text{m}^3$ であり、600 $\text{m}^3/\text{s}$ を洪水調節開始流量として、その後流入量が増加し貯水位が標高84.0mに達するとダム放流量を850 $\text{m}^3/\text{s}$ まで上げて開度を固定する「一定量後一定開度方式」を採用している。また、洪水調節の過程で貯水位が標高87.5mに達し洪水時最高水位を越える恐れがある場合には、ダムからの放流量を流入量まで徐々に増加させる「異常洪水時防災操作」に移行することとしている。

平成30年7月豪雨では、7日4時15分に防災操作（洪水調節）を開始し、7時35分より異常洪水時防災操作を開始した（図2-2-5下図）。その後、7日8時43分に最大ダム流下量（放流量）を記録し、12時42分に異常洪水時防災操作を終了した。鹿野川ダムの流入量も野村ダム同様に、過去の洪水と比べて降雨量の急激な増加に相まって極めて立ち上がり特徴があった。鹿野川ダムでも、事前放流を実施しており、貯水位を洪水貯留準備水位よりも約3.6m下げていた。これにより、当初計画の約1.4倍の洪水を貯留する容量として約2,230万 $\text{m}^3$ を確保していた。

両ダムともに、ダムの操作規則に則り、関係機関への放流情報の通知を実施するとともに、ダムの放流時には警報局（サイレン・スピーカ）、警報車、電光表示板などによる通知・周知を実施した。また、またホットラインによる直接連絡を行い、異常洪水時防災操作の実施による放流量の見込み等を伝達していた。

西予市では、7日2時30分、3時11分に異常洪水時防災操作に関するホットラインを受け、消防団野村方面隊長へ集合の連絡を3時13分に実施した。その後、野村ダムの異常洪水時防災操作の開始見込みを踏まえ、5時から5時30分を目処に野村地区を対象に避難指示（緊急）を発令することを3時30分に災害対策本部で決定し、消防団招集・避難指示（緊急）放送・避難所開設の準備指示を実施した。4時30分に異常洪水時防災操作の開始予定時刻が6時20分になった旨のホットラインを受け、5時の避難所開設準備完了後、5時10分に避難指示（緊急）を発令、消防団による各戸訪問による避難誘導を開始した。なお、野村地区では浸水想定区域図が作成されていないことから、洪水ハザードマップは未作成であった。

大洲市では、7日6時10分に柚木・久米・只越・五郎地区、6時30分に大和・上老松・沖浦・長浜地区、7時に春賀・八多喜・伊州子地区、7時10分に豊中・白滝地区へそれぞれ避難勧告を発令した。その後、大洲河川国道事務所から大洲第二水位観測所の水位予測（6時58分）を受けて、7時30分に大洲市内全域を対象とした避難指示（緊急）を発令した。異常洪水時防災操作開始後は、消防団より異常洪水時防災操作の開始及び過去最高水位となることが住民へ周知されるとともに、市災害情報メールによる避難指示（緊急）の通知、広報車による避難の呼びかけ、エリアメールによる避難指示（緊急）の通知を順次実施した。なお、大洲市菅田地区から肱川地区では想定最大規模の浸水想定区域図が作成されていない。また、想定最大規模の洪水ハザードマップは大洲市全域で未作成であった。



### 2.2.3 情報提供の課題（検証の場でも出された意見）

#### a) 確実な情報伝達

- ・関係機関の情報伝達の中で、情報がどのように受け手側に伝わったかを把握し、情報伝達方法を改善する必要がある。
- ・サイレン、スピーカ等の放流警報が聞こえなかったという意見が多数挙げられた。
- ・自治体による住民への情報伝達手段として、防災無線や防災サイレン、エリアメールが活用されたが、豪雨時には、確実な情報の伝達が十分に行われなかった可能性がある。多様な手法での情報提供を検討していく必要がある。
- ・ダム直下の地域については、水位情報に加え、ダム放流情報を考慮した避難指示（緊急）等の発令基準に見直す必要がある。

#### b) 情報発信の適切なタイミング

- ・災害時の関係者のモードの切り替えが重要であり、そのタイミングをいかに国、県、市で共有できるかが危機管理の一番大事なところである。判断をスムーズにできる仕組みを構築する必要がある。

#### c) 情報提供の内容（平常時）

- ・ダムの流下量（放流量）と想定される浸水範囲が関係機関や住民の間で共有できていなかった可能性があり、ダム放流による下流への影響の共通認識を図る必要がある。
- ・ダムの下流区間について、浸水範囲となる区間が住民に周知されていない。水位周知河川指定による特別警戒水位設定・浸水想定区域図作成と洪水ハザードマップの作成が必要である。
- ・ダムの機能や操作が十分に理解されていない可能性がある。関係機関や住民等に対し、説明会等を通じてダム操作や情報に関する説明を実施する必要がある。
- ・情報の受け手（住民）が情報を活かせていない。情報の受け手の行動が変わることが重要で、住民に避難に係る計画策定の過程で積極的に参加してもらうことや地域の防災訓練をうまく生かしていく必要がある。
- ・将来に向けて今回の洪水の記録の整理や啓発を行う必要がある。

#### d) 情報提供の内容（出水時）

- ・異常洪水時防災操作時のサイレンやスピーカによる周知は、その操作がもたらす事態の切迫感や重大性が十分に伝えられなかった可能性がある。
- ・ダム管理者から各自治体に対しては、リアルタイムで様々なダムに関する情報提供が行われているが、専門的な内容が多く、洪水時にダム管理者から自治体へ派遣されたリエゾン（情報連絡員）がそれらを解説するなどの対応が必要である。

上述の課題を踏まえて、「国・県による市の避難指示（緊急）等の発令や住民避難に結びつく情報提供」、「情報提供の意思決定をシステム的に出来る体制の構築」、「地域でおこりうるリスクを関係機関で共有」、「広報や勉強会等による住民周知や意見交換」の4つの論点に対して各機関のとるべき対応策について議論が行われたが、これについては本調査団報告書の範疇を超えるために割愛する。詳細については、検証の場のとりまとめ（<http://www.skr.mlit.go.jp/kasen/kensyounoba/kensyounoba.html>, 2019年2月26日閲覧）をご覧ください。

### 2.2.4 より効果的なダム操作の方向性（検証の場でも出された意見）

#### a) 洪水貯留準備操作（事前放流）の充実

気象予測に基づく事前放流を出来る限り行い、出水に備えてより多くの容量を確保することが必要である。事前放流を速やかに行えるよう放流能力の増強等を検討する必要がある。ただし、下流河川や貯水池への影響には注意を払う必要がある。なお、利水者の同意を得やすい環境を整えるため、気象予測に基づく貯水位回復の予測精度を向上させる必要がある。

## b) ダム操作規則の変更

鹿野川ダム改造事業によって洪水調節容量が増加すれば、鹿野川ダムでは、より大きな洪水に対する防災操作（洪水調節）が可能となる。これにより、野村ダムの通常の洪水調節段階でダム流下量（放流量）を増加させることも可能となり、より大規模な洪水に対する洪水調節が可能となる。鹿野川ダム改造事業の完成に合わせて、肱川流域全体に有益となるように野村ダム及び鹿野川ダムの操作規則の変更を行う必要がある。

また肱川の河川改修の推進も必要である。ダムの洪水調節開始流量は、下流河道で安全に流すことができる流量で決定されているため、現在のダム洪水調節機能を十分に活用できていない。下流河道の流下能力が向上すると、野村ダムや鹿野川ダムの洪水調節における初期のダム放流量を増加させることが可能となり、両ダムは、より大規模な洪水に対して効果を発揮することができる。

## c) 気象予測を活用したダムの柔軟な操作の操作規則への位置づけ

平成 30 年 7 月豪雨時の野村ダム流域の 2 時時点から 6 時時点での 6 時の雨量予測が実績と大きく乖離していたことから分かるように、現在の気象予測の精度では、短時間のリードタイムであっても時間雨量予測値に実績と大きな乖離があるため、直ちにダムの操作規則へ反映することは困難である。しかし、降雨量・流入量の予測精度向上のための研究開発を進める必要がある。

## d) 安定的な容量の確保

操作の見直しだけで洪水調節容量の不足を解消することはできないため、ダムの高上げや利水容量から洪水調節容量への振替による洪水調節機能の増強も検討する必要がある。

### 2.2.5 野村地区の氾濫シミュレーション

野村ダムの下流約 3 km に位置する西予市野村町は、野村ダムの放流の影響を直接的に受ける地域である。発災当時の浸水氾濫の状況を詳しく分析するために、河川氾濫シミュレーション iRIC (International River Interface Cooperative) を用いてダムからの放流量と浸水範囲や浸水深の検討を行った。iRIC は「一般財団法人 北海道河川財団」が開発した無償の計算ソフトである。ここでは iRIC ソフトウェアのソルバーである Nays2Dflood を用いて洪水氾濫シミュレーションを行った。Nays2Dflood は一般曲線座標で境界適合座標を用いた非定常平面二次元計算による氾濫流解析用ソルバーである。

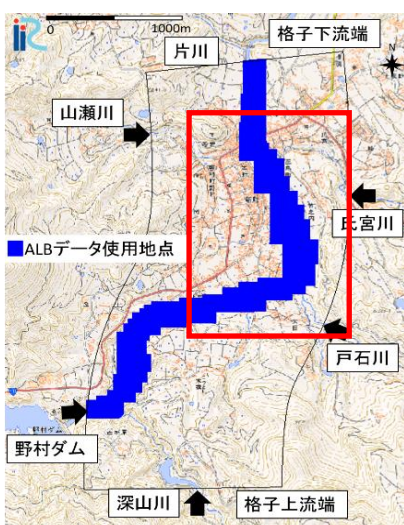


図 2-2-6 計算エリア

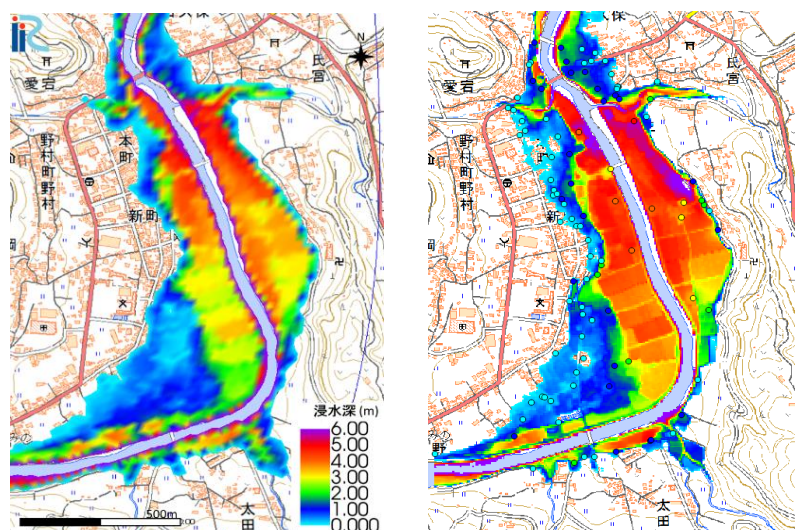


図 2-2-7 計算された最大浸水深 (左図) と愛媛大学災害調査団 (川瀬・石黒・藤森・森脇ら) および愛媛県の浸水痕跡調査から得られた浸水深分布 (右図)

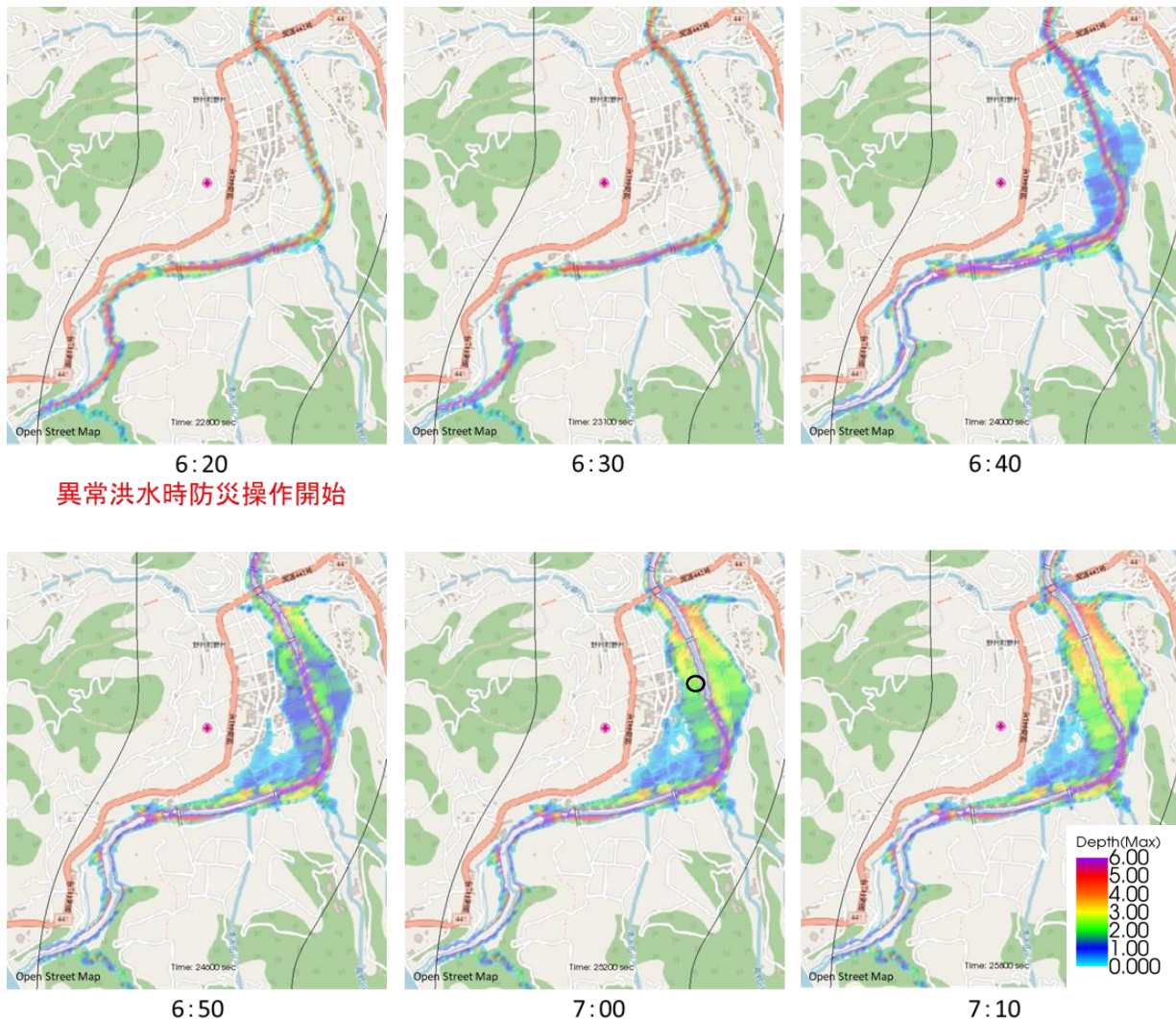


図 2-2-8 浸水深分布の時間変化 (6:20~7:10)

地形データには基盤地図情報数値標高モデル (5 m メッシュ) および ALB データ (大洲河川国道事務所提供) を与え、野村町を囲うように計算エリアを設定した (図 2-2-6)。計算格子の解像度は 5 m, 計算タイムステップは 0.05 秒である。上流の境界条件には野村ダム実績放流量 (四国地方整備局提供) を与え、支流からの流入としてダム放流量の 30% を深山川 (野村ダム直下の右岸側の支流) に与えた。下流の境界条件は自由流出 (等流条件) とした。粗度係数は河道、氾濫原ともに  $0.03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  を与えた。

図 2-2-7 左図は iRIC によって計算された最大浸水深である。次節で報告する浸水痕跡調査の浸水深分布 (右図) と比べて、浸水範囲、浸水深ともによく合致しており、iRIC による河川氾濫シミュレーション結果が妥当なものであることを示している。

次に浸水深分布の時間変化の様子を検討する。図 2-2-8 に示す通り、6 時 20 分に異常洪水時防災操作を開始した後、20 分後の 6 時 40 分頃には肱川周辺の低地部より浸水し始め、いったん氾濫が始まると、河岸段丘の低地部に浸水域が一気に広がる様子が確認され、また浸水深も急激に増加することが確認された。その後、20 分後の 7 時 00 分頃には 2~3m 程度の浸水深に達している。そのため、氾濫に気づいてから避難を開始しても、避難が



[https://news.tbs.co.jp/news\\_sp/rain/genba/20180801\\_g01.html](https://news.tbs.co.jp/news_sp/rain/genba/20180801_g01.html)

図 2-2-9 グループホーム (茶色の建物) の浸水状況 (当日の朝 7 時 4 分に撮影された写真)

間に合わない状況だったと考えられる。7時00分の図中の○印はグループホームである。そのグループホームの事務局長が当日の朝の7時4分に撮った写真が図2-2-9である。右側の茶色い建物がグループホームであり、1階のエントランス屋根に近い高さまで水が達していることから、周辺は2~3mの浸水深であったことがうかがえる。同時間帯のシミュレーション結果(図2-2-8の7:00や7:10)と合致しており、浸水のタイミングや浸水深についてもシミュレーションの再現性が認められた。

なお、このグループホームでは、事務局長が朝5時10分に防災無線で避難の呼びかけを聞き、すぐにホームに連絡を入れて、部屋で寝ている入所者を起こして全員を1階に集めるようスタッフの方に指示をした。5時40分には1階に入所者の方が集まり、順次車で安全な場所に運ばれ始め、全員の避難が完了したのは野村ダムで異常洪水時防災操作が行われる10分前の6時10分であった。このことから、避難の呼びかけを聞いて早めに避難を開始したことにより、間一髪で避難が間に合ったという状況であったことが分かる。

浸水深は8時頃に最大となり、その後水が引いた。また、このシミュレーションから得られる河道縦断方向の水位変化より、野村大橋(国道441号線)付近の狭窄部が川の流れのボトルネックになっていることも推察された。

## 2.2.6 避難シミュレーションによる避難所用時間の検討 ~野村保育所を例として~

2.2.5で述べたグループホームのすぐ近くに野村保育所があり、この施設は肱川に面して位置している(図2-2-10の①)。当時は園児やスタッフはおらず人的被害は発生しなかったが、本項では避難に要する時間について検討するために避難シミュレーションによる評価を行った。避難シミュレーションでは、野村保育所の園児を含む避難者が最短経路を通って避難場所に到達する様子を視覚的に表現する。避難者の最短経路探索にはダイクストラ法を用いる。一般の避難者(5名)の歩行速度は1.0 m/s、園児の歩行速度は0.5 m/sとして計算を行った。また、道路情報として道路ネットワークGISデータを用いた。図2-2-10が、シミュレーション対象領域である。避難先は西予市立野村小学校の出入り口2ヶ所に設定した。図中の赤丸は一般の避難者の初期位置、青丸は野村保育所の園児を表している。避難者が避難を開始してから避難所に到達するまでの経過を図2-2-11に示す。また、表2-2-1に、避難者毎の避難所要時間を示す。この結果より、野村保育所の園児の避難所要時間は852秒(14分強)となり、国道441号線付近の最も遠く離れた地点から避難を開始した避難者(No.6)よりも、避難に要する時間が長い結果となった。実際の避難行動では、避難所が一カ所に集中していることでその付近で混雑が発生することが考えられる。また、このシミュレーションでは、一名のみの園児を対象としたが、実際の避難場面では、多くの園児が列に並んで避難することや、乳幼児も含まれることから、上記の所要時間を越える可能性も十分に考えられる。前項で述べたように、野村地区では川が氾濫すれば河岸段丘の低地部に浸水域が一気に広がり浸水深も急激に増加する。特に川沿いの地区では十分に時間に猶予をもって避難を開始する必要があることが示された。



図2-2-10 避難シミュレーションの対象地域

## 2.2.7 まとめ

本節では野村ダムと鹿野川ダムの操作、下流への影響、情報提供や今後の避難のあり方について報告を行った。ダム直下ではダムからの放流量によって急激な河川水位の変化が生じていたことから、今後は、避難の判断基準にダムの放流量あるいはダム管理者からの放流通知の情報を組み入れていく必要があると考えられる。また、行政、消防団、住民等がそれぞれ、どのタイミングで、何をするかを整理した「タイムライン」の作成も必要であ

ろう。検証の場においても、西予市や大洲市ではダム管理者から発信される放流通知やダムの貯水位等の情報を活用したタイムライン（防災行動計画）の整備を進めることとされている。また、野村ダムや鹿野川ダムだけでなく、全国の他のダムでもダム直下では同様のことが生じる可能性があるため、早急な検討と対応が必要だと考えられる。

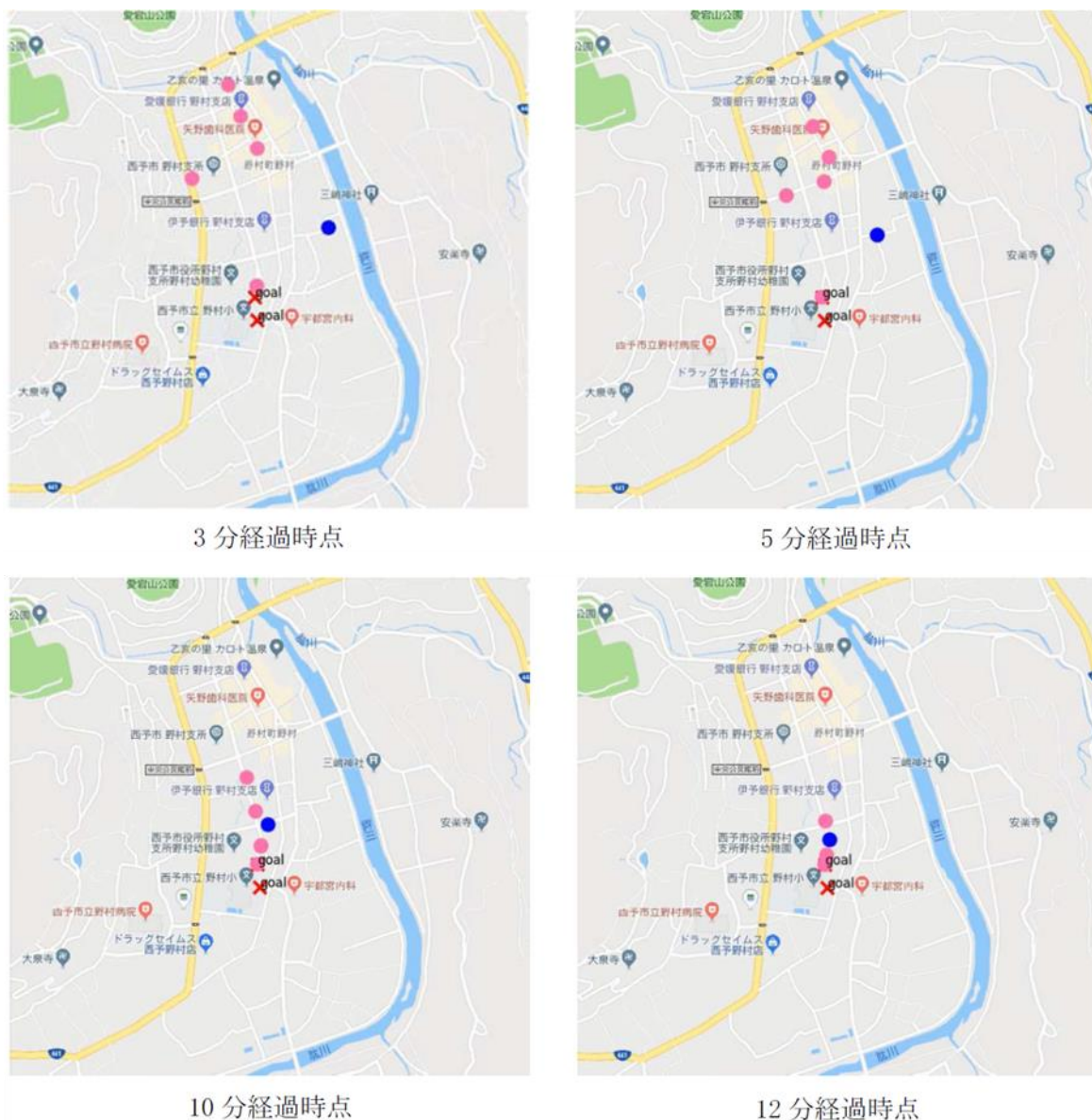


図 2-2-11 避難シミュレーションの結果

避難者番号	避難所要時間（秒）
No.1（園児）	852
No.2	650
No.3	746
No.4	652
No.5	212
No.6	838

## 2.3 肱川における浸水状況調査

肱川では流域に断続的に大雨継続したことや、それへの対応として野村ダムと鹿野ダムの異常洪水時防災操作が行われたため、本流および支流で甚大な浸水被害が発生した。

報告者の川瀬と石黒は、豪雨後に斜面崩壊や橋梁の損壊などで寸断されていた交通アクセスが回復し始めた7月11日以降、肱川流域の浸水被害について現地調査を行った。現地では浸水範囲と浸水高を記録するとともに、住民に発災時の様子について聞き取りをした。

現地調査では、建物の外壁や窓ガラス、塀やフェンス、樹木などに残された氾濫水の痕跡（泥・枯れ草などのゴミ）の最上部を確認し、ハンドレベルで高さを計測した。枯れ草など軽いものは氾濫水の水面を漂うため、最上部の良い指標となった。高さはその建物や塀の基礎および近くの舗装道路から計測した。以下、浸水高の値はすべて近くの舗装道路を基準とした比高である<sup>1</sup>。また、道路面や傾斜地では、浮遊ゴミが集積して浸水部分と浸水を免れた部分が平面的に確認できる場所もあった。そのような地点は浸水範囲の面的な境界を示す指標と認定し、浸水限界とした。以下に、報告者らが調査した肱川の浸水状況や住民の避難行動について、調査地域ごとに整理する。

### 2.3.1 西予市野村町における浸水状況

西予市野村町市街地は肱川の河成段丘と沖積低地に展開している。国道441号が肱川を渡る野村大橋付近で兩岸の高位段丘や山地が狭まって狭窄部をつくるため、盆地状の地形（野村盆地）となっている。野村盆地には兩岸に標高110～120mの低位段丘Ⅰと、左岸の上流域に標高110～115mの低位段丘Ⅱが発達している。沖積低地の標高は105～110mで現在の肱川川床との比高は約5mある。

図2-3-1に野村地域の現地調査で計測した浸水高を示す。本調査における最大の浸水高は、肱川右岸の三嶋神社410cmである。森（2018）は右岸の給食センターにおいて546cmの浸水高を報告しており、野村地域で浸水の被害の大きなエリアでは浸水が4mを越していたことがわかる<sup>2</sup>。

浸水高の特徴について地形との対応という視点から記述する（図2-3-2）。前述したように、野村市街地は野村盆地に展開しており国道441号が渡る野村大橋のすぐ下流で狭窄部となっている。野村ダムの放流で肱川の水位があがり、特にこの狭窄部で流下が滞って上流側で越流したと推測される<sup>3</sup>。今回の大雨で沖積低地は全面的に浸水した。また、野村盆地の中の上流部では低位段丘Ⅱの一部、下流部では低位段丘ⅡおよびⅠに浸水が及んだ。浸水高の高い地点は全体的な傾向として野村盆地の中でも北半部に認められるが、盆地南部右岸でも171cmの浸水地点がある。しかし、盆地全域が1.5m以上の氾濫水に水没したわけではなく、西予市野村支所や野村小学校の立地する左岸の西部は浸水を免れた。

地形的にみると肱川兩岸の沖積低地は全面的に浸水し、浸水高は1.5mを超えた。沖積低地より約5m高い低位段丘Ⅱでは一部が浸水した。低位段丘Ⅱの最大浸水高は131cmである。また、盆地北半部では高さ3～4mの段丘崖で沖積低地と低位段丘Ⅰが接して発達しているが、浸水は低位段丘Ⅰの縁辺部まで達している。その浸水位は段丘崖近くでは3m近くまで達した。低位段丘ⅠもⅡも段丘面が肱川に向かって傾斜しているため、浸水は全体に及ばず一部にとどまったと考えられる。盆地の中でも低位段丘Ⅱの発達に欠く右岸では、氾濫水は沖積低地全域を水没させて、さらに山地斜面にまで達した。斜面の浸水地点では浸水高は3m近いが、急斜面のため浸水域は沖積低地に近い狭い部分に限られている。

図2-3-3に浸水地域の地形断面図を示す。氾濫水位が一帯でほぼ一定だったと仮定すると、地盤高の低い沖積

<sup>1</sup> 浸水の標高を舗装道路を基準として計算することができるように、建物などの基礎および近くの舗装道路からの高さとして表現している。このため、場所によっては土地の高さが近くの舗装道路より低いために、浸水高が負の値になっている。

<sup>2</sup> 森伸一郎（2018）愛媛大学西日本豪雨災害（愛媛県）調査団先行調査速報会、第1回速報会資料  
<https://www.ehime-u.ac.jp/wp-content/uploads/2018/07/798587579d58363ec38642c59122f094.pdf>  
（最終閲覧日2019年2月3日）

<sup>3</sup> 野村地域で実際にどの箇所から越流が発生したかは確認できていない。

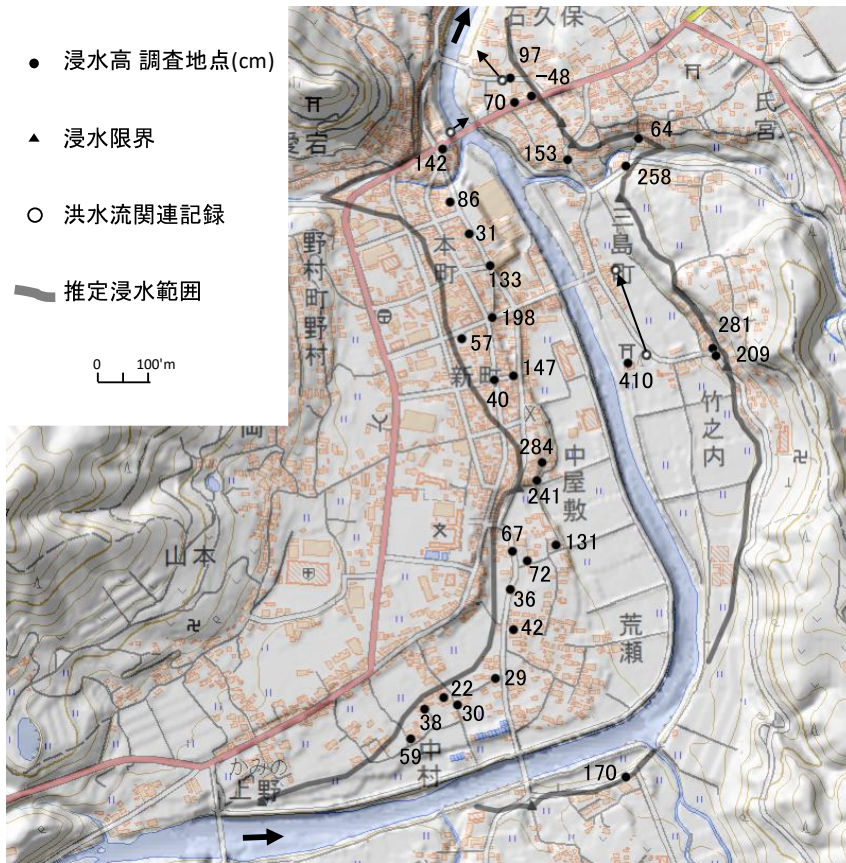


図 2-3-1 西予市野村町の浸水高

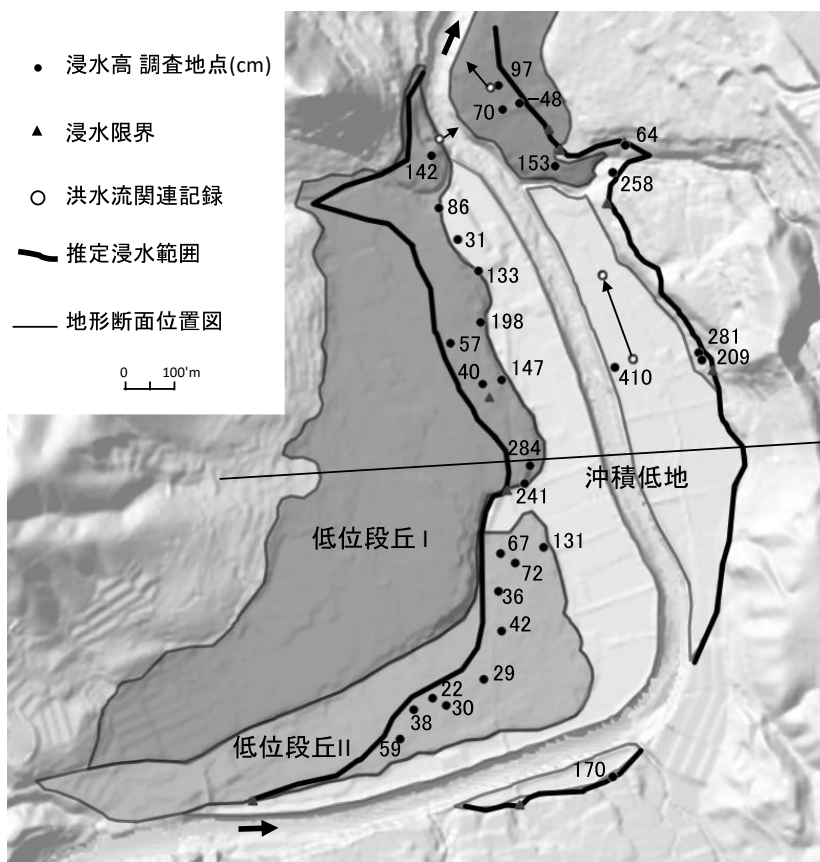


図 2-3-2 西予市野村町の地形と浸水高

地形面区分は川瀬の空中写真判読による

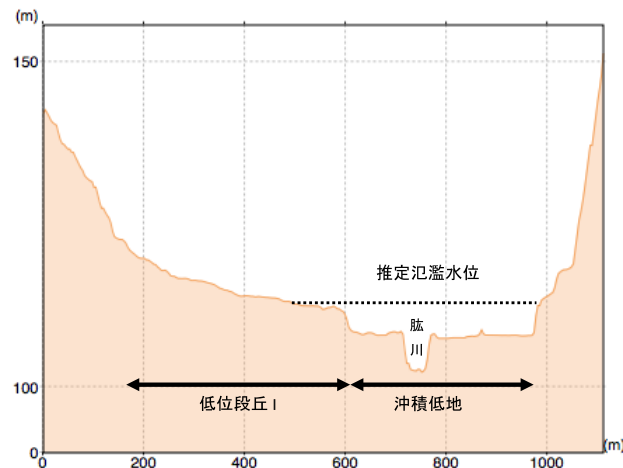


図 2-3-3 野村町の地形断面図

地理院地図より作成。氾濫水位は現地調査からの推定値

低地で浸水高が高くなり、地形傾斜のある低位段丘 I および II では、段丘面のうちでも標高の低い縁辺部・下流部の一部浸水に限定されたことが理解できる。

氾濫水の流向に関連する資料として、フェンスや塀などの倒壊方向や元の位置が特定できる人工物の移動先の位置情報がある。野村大橋の両側では、フェンスやブロック塀が肱川の方向に向かって倒壊しているのが確認できた(図 2-3-1)。また、三嶋神社の社務所(平屋)は氾濫水によって倒壊し、流された屋根は約 150m 下流まで移動した。氾濫水が最大まで達したあと、肱川に戻っていく流れの勢いが強かったことが推測される。

河川の氾濫による土砂の堆積が形成する地形の中でも、沖積低地は地質時代において現在を含む比較的最近に地形形成の進んだ地形である。このため頻度および浸水規模の両面で、潜在的に水害リスクが高い。また、野村盆地は下流の狭窄部で河川水の流下が滞りやすいため、肱川の水位が上昇しやすい。歴史的に見ても本地域は水害常襲地であり、これを解決するために上流のダム建設が住民の悲願であったという<sup>4</sup>。沖積低地に立地して今回も大きな被害を被った三嶋神社の宮司居宅は、かつて神社境内にあったが、昭和 19 年の浸水の被害が大きかったため近くの山麓に転居したという。三嶋神社は天平 5 年(733 年)に現在地に鎮座し、その後、文禄 5 年(1596 年)に宇和川の氾濫で拝殿が崩壊・流出、享保 14 年(1729 年)大水で本殿が流出するなど、実際に何度も大規模な水害で被害を受けている<sup>5</sup>。

野村地域では土砂災害に対応したハザードマップは作成・公開されていた<sup>6</sup>。そこでは、土砂災害危険箇所(土石流・溪流)や土石流警戒区域などの図示のほか、指定緊急避難所と指定避難所が示されている。指定避難所には今回 1 階屋根近くまで浸水した野村保育所や乙亥会館、社会福祉事務所などが指定されていた。これらは公的施設であるとともに、土砂災害の際には山地斜面および山麓から離れているため安全であると判断され、避難所に指定されていたのかと推測される。しかし、河川氾濫の観点では肱川に近く沖積低地という浸水リスクの高い土地に立地している。野村地域については今回のダム操作の検証や今後の操作ルールについての議論が必要であるが、いずれにしろダムの大量放流を念頭においた洪水氾濫ハザードマップの作成・公開が課題である。

<sup>4</sup> 愛媛新聞 2018 年 7 月 31 日「県内豪雨災害 水がめ野村ダム 元町長・池田忠幸氏に聞く<上>昭和前期 度重なる水害、治水の切り札 建設要望」より。

<sup>5</sup> 三嶋神社 HP の記事より。http://www.mishimajinja.org/jinja/index.htm (最終閲覧日 2019 年 2 月 2 日)

<sup>6</sup> 西予市 HP 西予市公開マップ。https://apps01.chklab.com/LG382141/SciyoMap/ (最終閲覧日 2019 年 2 月 2 日)



### 2.3.2 大洲市域における浸水状況

旧大洲市域の大洲盆地（東大洲，徳森）およびその近隣（菅田，新谷）や下流（伊州子，柴，白滝）の浸水状況について整理する。

#### i) 菅田地区（図 2-3-4）

肱川は細かく蛇行しながら大洲盆地に流入する手前で大きく屈曲する。その屈曲の手前、菅田地区では水田として利用されている沖積低地が全面的に水没し、山麓集落まで浸水が及んだ。集落の中でも山麓斜面の住宅の多くは浸水を免れたが、中には 1.5 m 以上の浸水高が記録された地点もあった。また、沖積低地に立地する住居・施設の浸水高はさらに大きく、最大 499 cm まで達している。

#### ii) 東大洲・徳森地区（図 2-3-4）

郊外型の商業施設や住宅が多く立地する東大洲や徳森では、今回の豪雨災害で被害の大きかった地区の一つである。大洲盆地の北側では肱川本流と東から流れてきた矢落川が合流する。この合流地点には東大洲暫定堤防があり、さらに盆地側に二線堤がある。暫定堤防とは 2004（平成 16）年 5 月に策定された肱川河川整備計画<sup>7</sup>において「堤防の高さが完成堤防より低い堤防を指す」と注釈されている。例えば今回の豪雨災害発生時点で東大洲では計画堤防高より 3.6 m 低い堤防高に抑えられ、遊水機能を課せられていた。この低い堤防部分が暫定堤防である。

今回の豪雨災害において東大洲暫定堤防と二線堤を超えた氾濫水は、大洲盆地の東部と矢落川左岸の沖積低地、徳森の谷中の沖積低地に広がった。国土地理院の推定や大洲河川国道事務所の調査などでは、大洲盆地は盆地西部の一部を除いて大半が浸水した。報告者らの調査では、大洲盆地の東縁付近で 315 cm や 353 cm のように 3 m を超える浸水高を確認している。徳森の谷中では 398.5 cm が最大の浸水高で、周辺には他にも浸水高が 3 m を超える地点がある。

氾濫水は地盤高の低い沖積低地を水没させ、さらに傾斜のある山麓斜面に達した。このため、盆地東部や徳森付近では比較的狭い範囲で浸水高に差が認められる。例えば、353 cm 浸水した沖積低地から 120 m ほどしか離れていない場所で 18 cm の浸水痕を確認したが、後者は山麓緩斜面上の地点であった。このように、徳森では沖積低地や山麓の最下部では浸水高が大きいが、斜面を上って標高が高い場所は浸水被害を免れた。

これに対して、大洲盆地の沖積低地では地盤高が低く地表勾配がわずかなため、広範囲に浸水したと考えられる。報告者らの調査では盆地西部に 80～100 cm の浸水痕を確認しているが、この西部および北部に向かってわずかに高くなる地表勾配に対応するように、浸水高は減衰したと推測される。

#### iii) 新谷地区（図 2-3-4）

矢落川は大洲盆地の北部で肱川に合流する河川である。今回の豪雨では矢落川に注ぐ中小河川で内水氾濫が発生した。新谷の市街地には北側の山地から大久保川が注ぎ、矢落川に合流する。住民への聞き取り調査によると、水位の上昇した大久保川から矢落川に排水していたが、矢落川の水位が上昇したため逆流を防ぐよう樋門が閉じられ、大久保川の水があふれ周辺の住居や店舗を浸水させたという。現地調査では大久保川に面した住居や大久保川の樋門近く<sup>8</sup>で 1 m 前後の浸水痕を確認した。「樋門を閉じたら大久保川があふれるのは当然で、樋門には必ず排水機を一緒に設置すべき。要望を出しているが設置してもらえない」という住民の不満が聞かれた。

<sup>7</sup> 国土交通省四国地方整備局・愛媛県（2004）「肱川水系河川整備計画【中下流域圏】」  
<http://www.skr.mlit.go.jp/kasen/seibi/seibipdf/hijikawa.pdf>（最終閲覧日 2019 年 2 月 3 日）

<sup>8</sup> 大久保川の東の谷（惣谷）から南流する小河川が、樋門手前で大久保川に合流する。住民によれば、この小河川の最下流部はもと矢落川の遊水地であり、大雨で頻繁に湛水するという。

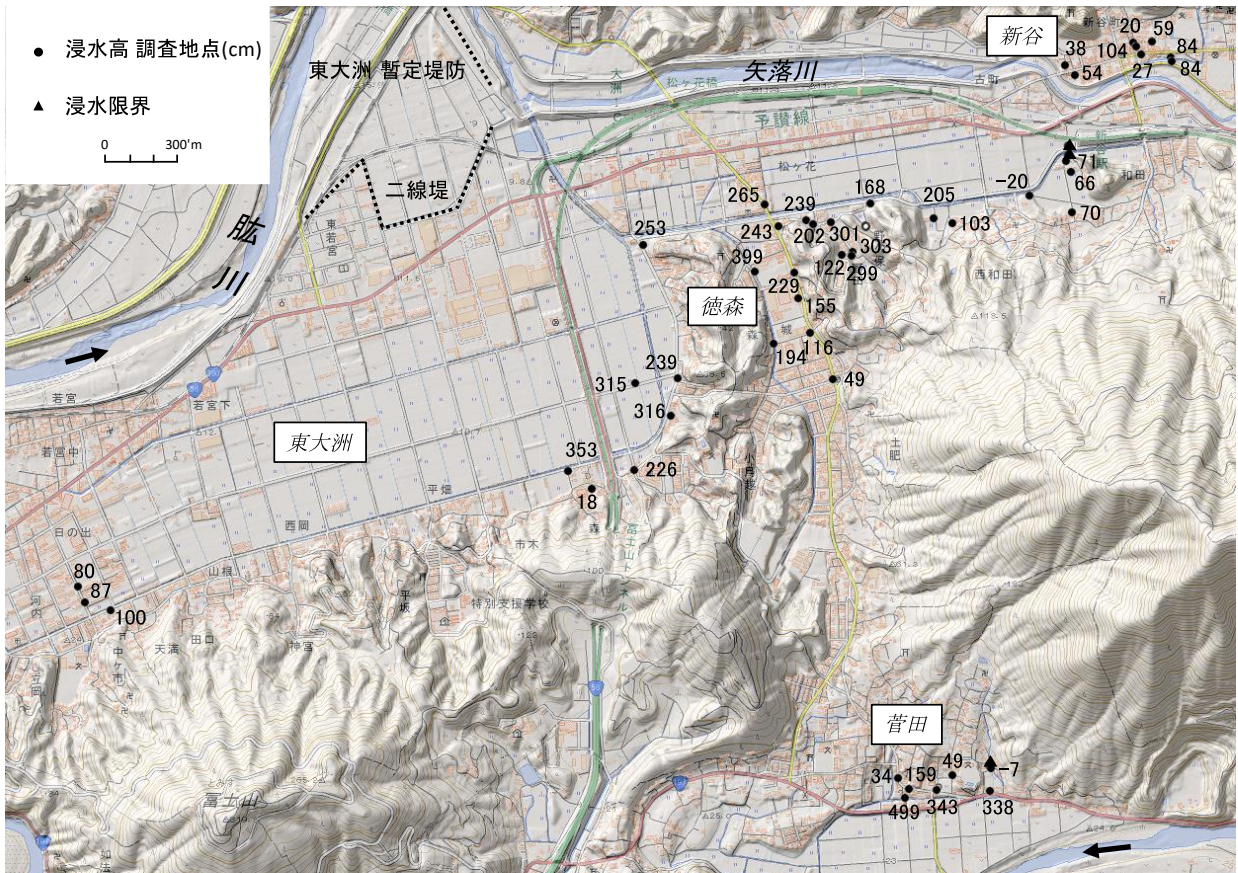


図 2-3-4 大洲地域の浸水高

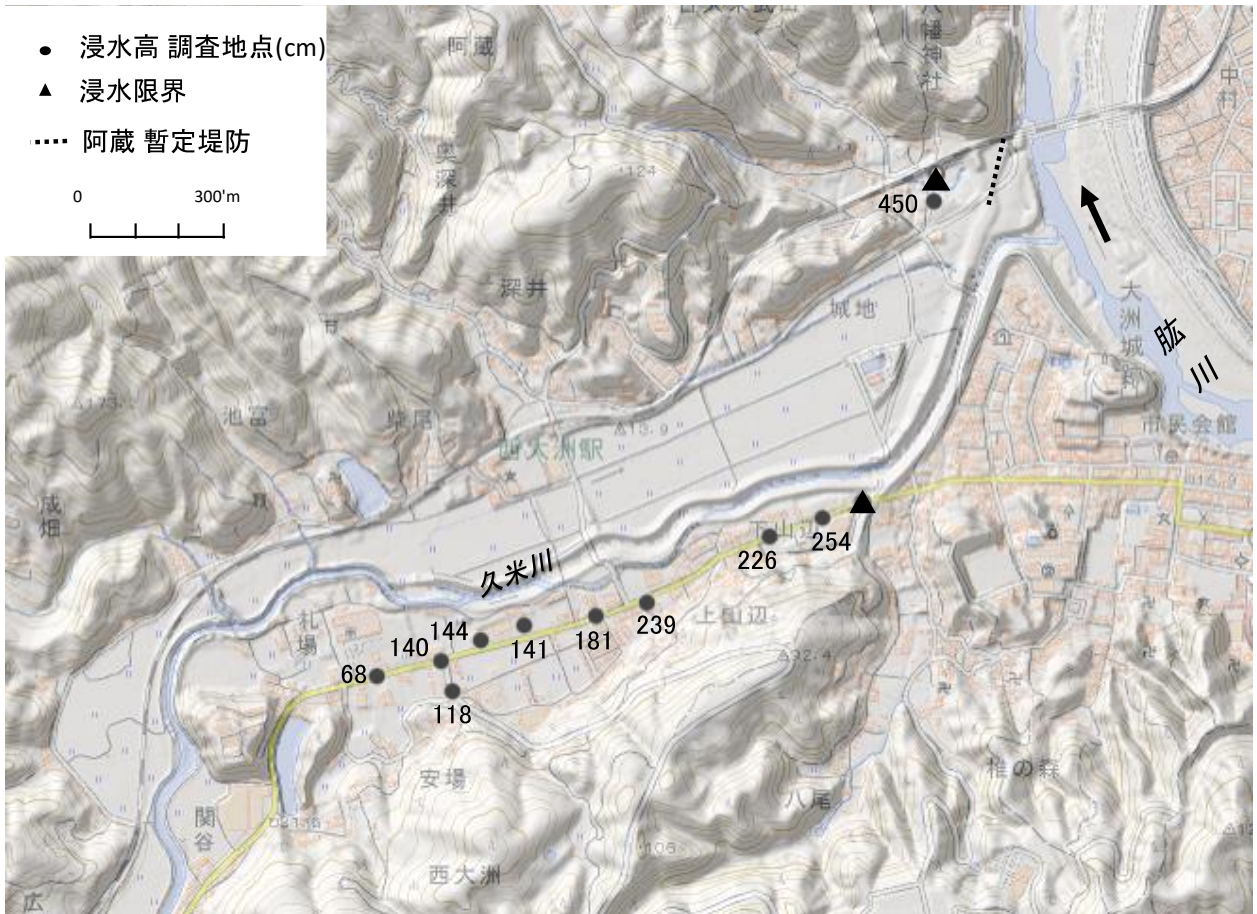


図2-3-5 阿蔵地区の浸水高

iv) 阿蔵地区 (図 2-3-5)

大洲盆地の対岸で肱川に合流する久米川流域(阿蔵地区)でも、浸水被害が発生した。久米川と肱川の合流地点に近い久米川左岸で450mの浸水高が確認された。国土地理院の推定や大洲河川工事事務所の資料では久米川左岸沖積低地が広範囲に浸水したと報告されている。水田が広がる左岸沖積低地に対し、右岸の沖積低地には水田とホームセンターやドラッグストア、事業所や住居が混在している。久米川右岸では肱川本流に近い古くからの市街地は浸水を免れ、古い市街地から堤防で画された郊外市街地が浸水した。

254 cmの浸水高を記録した地点近くの住民によると、これまでも大雨のときには久米川左岸は頻繁に浸水していたという。これは左岸沖積低地と肱川本流の間の暫定堤防から増水した肱川本流の河川水が流入してくるためであり、久米川左岸沖積低地は遊水地として機能していたといえる。今回の豪雨時にも、まず、暫定堤防の方向から久米川の上流方向に氾濫水が流れてきた。そのとき、まだ久米川の河川水は増水しつつも肱川の方へ流下していたという。しかし、その後、久米川の水位がさらに上昇し、それまでとは反対に上流方向に流れが転じて、目撃した住民曰く“ナイアガラの滝のように”久米川の水が堤防を越えて右岸にあふれてきた。堤防の越流がどれくらいの範囲で起こったか不明だが、越流水は右岸沖積低地の上流方向に広がったと推測される。沖積低地の地盤高は上流に向かって緩やかに上っているため、調査地点の傾向としては上流ほど浸水高が小さい。ただし、この久米川右岸の氾濫は郊外市街地と旧市街地を隔てる堤防を乗り越える規模のものではなく、堤防の手前に浸水限界を示す痕跡が認められた<sup>9</sup>。

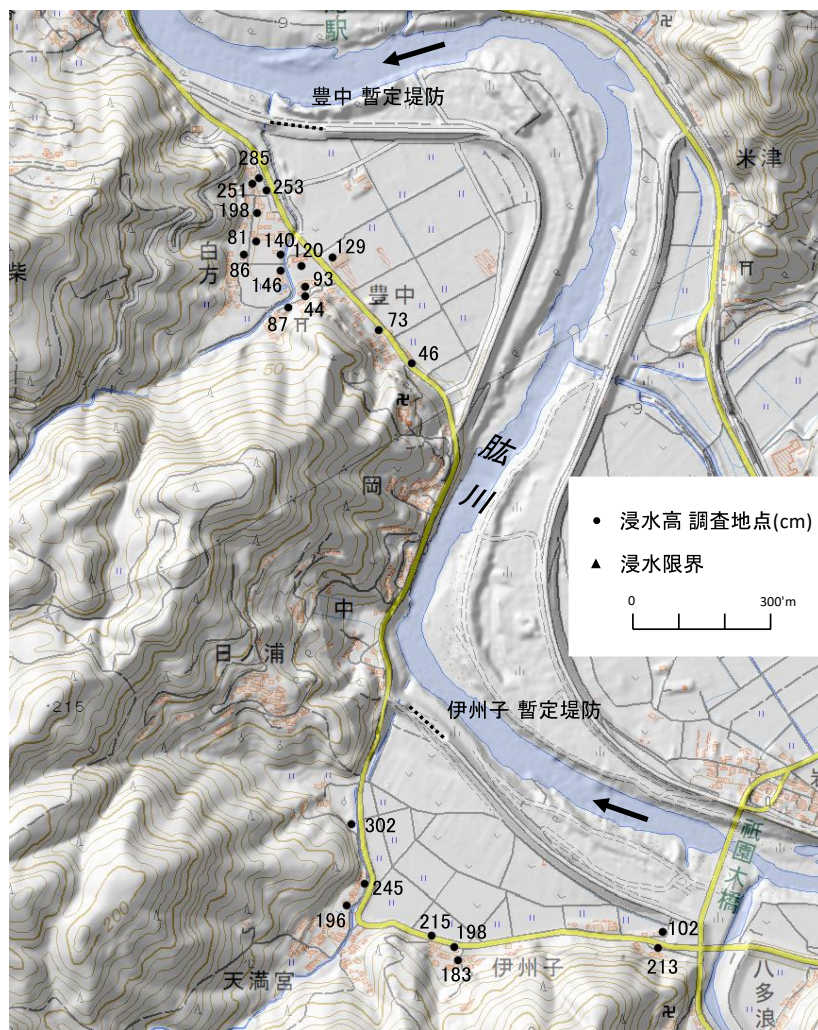


図 2-3-6 伊州子・柴地区の浸水高

<sup>9</sup> 今回の豪雨時、久米川右岸では堤防の嵩上げ工事の最中だった。



図 2-3-7 白滝地区の浸水高

v) 大洲市伊州子地区および柴地区における浸水状況（図 2-3-6）

肱川左岸の伊州子地区では左岸の沖積低地が全面的に浸水した。沖積低地の中でも最上流部で 102 cm，最下流部で 302 cm で下流ほど浸水高が大きい。付近の住宅のほとんどが山麓斜面に立地しているが，沖積低地に近く地盤高が低い住居は 2 m 前後浸水した。住民によると，山裾を流れる伊州子川が肱川に合流する箇所には樋門があるが排水機は無く，そのすぐ上流の暫定堤防は低くなっているため，大雨のときにはいつも低地の水田は浸水しているという。また，20 年ほど前には水田だけでなく県道を越えて集落まで水が迫ったこともあった。住民の中には，自宅の駐車場で自家用車が水没するのを恐れ，大雨の際にはいつも山側の集会所に車を移動させているが，今回はいつも以上に浸水する可能性を考えさらに斜面の上のほうまで移動させた，という人もいた。伊州子川については，河床に土砂が堆積し草が生えて流れが悪くなっている，行政に土砂の除去を要望してもこれまで対処されてこなかった，という住民の指摘があった。

伊州子地区よりさらに下流の柴地区では，沖積低地に広がる水田・畑の全域と山麓斜面の住宅・施設が浸水した。浸水高は集落の北部で最高 285 cm に達している。そのほか，柴体育館（旧柴小学校体育館）は 129 cm，その向かいの小規模特別養護老人ホームひまわり（柴小学校跡地に立地）は 120 cm，ひまわりから除ヶ川を渡った柴公民館で 146 cm の浸水高を記録した。除ヶ川と肱川の合流箇所には樋門があるが排水機はなく，樋門のすぐ横の肱川左岸堤防は暫定堤防として低くなっている。除ヶ川に面した住宅の住民は，除ヶ川は今回増水したが溢れていない，暫定堤防から入った肱川の水で浸水したと証言している。

柴地区の緊急避難所は柴体育館のため，住民はまず体育館に避難した。消防団が各戸に避難を呼びかけたが，寝たきりの家族の避難が難しく，1 階の寝室で昇降式介護ベッドを最高位まで上げ自宅にとどまった住民もいた（被害は床下浸水にとどまった）。また，一旦は柴体育館に避難した住民達も，水田や県道が浸水し始めて危険を感じ，その時点では長靴で歩けるくらいの浸水だったため，県道を歩いて山上の瑞林寺まで移動した。避難したのは消防団の団員以外に住民 20 人ほどで，女性が多かったという。消防団が防災倉庫の備蓄品を運んだほか，瑞林寺には供物の米などがあったため，炊き出しをしながら 7 日夕方まで寺に滞在した。柴体育館の浸水高 129 cm は体育館の床上まで達するものであり，移動自体は適切な判断であった。ただし，浸水が始まってからの移動と

いうタイミングについては危険が伴うものであった。

一方、寝たきりの高齢者が生活する小規模特別養護老人ホームひまわりは、同じ医療法人が経営する介護老人保険施設ひまわりへの避難を試みた。避難先のひまわりは県道を約 1 km 長浜方面に下ったところにあり、山地斜面を切り開いて造成された地盤高が高い土地（標高約 15 m）に立地している。職員は寝たきりの入所者を自動車に乗せ施設を出たが、そのときにはすでに浸水が始まっており、冠水した道路を前に避難を諦め途中で引き返さざるをえなかった。施設は建物内での垂直避難に切り替え、入所者全員を 2 階に移動させた。施設はバリアフリーのため敷地の地盤高と 1 階の床の高さにほとんど違いがない。結局、1 階内部は 1 m 以上浸水し、水が引いた後は別の施設での避難生活が必要となったが、人的被害はなかった。

#### vi) 大洲市白滝地区の浸水状況（図 2-3-7）

肱川右岸の白滝地区では、白滝川と田淵川という 2 本の河川が山地から流下し、肱川に合流している。今回の豪雨では両河川からの内水氾濫と肱川の暫定堤防からの溢水によって、浸水被害が発生した。

まず、白滝川下流の住宅地は白滝川の内水氾濫によって浸水した。白滝川には樋門があるが排水機がないため、肱川の水位の上昇に対応して樋門が閉じられ、増水した白滝川から河川水があふれた<sup>10</sup>。白滝川の氾濫水は地盤高の低いほうへ広がり、149 cm まで達した地点が確認された。氾濫水は白滝川の右岸の山側にも広がったが、住民によると JR 予讃線伊予白滝駅のすぐ東までで浸水は止まった。これに対して、予讃線の線路から肱川側では沖積低地は全面的に浸水している。伊予白滝駅の南側で 30 cm の浸水高が確認できたほか、県道に面した直売所「白滝の里」でも店内まで浸水した。線路より南側の浸水には白滝川の内水氾濫とともに、肱川からの溢流が関係している。

複数の住民の証言から、肱川の溢流水の流れが復元できる。白滝大橋の東端詰から下流に長さ約 100 m の暫定堤防があり、増水した肱川の水がそこから溢れでてきた。氾濫水は沖積低地に広がったが、県道から市道が予讃線を横切る踏切（浸水高 235 cm や 190 cm の調査地点のすぐ南西）からさらに山側に流入し、山裾の地盤高の低い土地に流れていった。予讃線から山側の須合田から加屋にかけての土地は低地が狭く、急斜面が迫っている。山側の氾濫水の広がりには東方向には白滝駅まで達しなかったが<sup>11</sup>、西方向には流れてそのまま田淵川の下流まで達したと推定される。

田淵川は肱川の水位上昇に対応して樋門が閉じられ、内水氾濫を起こした。住民によるとこのような内水氾濫はこれまでもしばしば発生しており、対策として一ヶ月まえに田淵川の護岸の嵩上げが終了したばかりという<sup>12</sup>。田淵川から溢れた水と肱川の暫定堤防から溢れた水が合わさって、田淵川下流部では 1.5 m 近くの高さまで浸水した。浸水家屋の住民のひとり、田淵川の樋門操作をしていた家族から家を離れて避難するよう電話があり、緊急避難所の旧白滝小学校（2018 年 3 月に閉校）に避難しようと考えた。しかし、家族から旧白滝小学校に至る市道は冠水してとても通れる状況ではないと説明され、背後の山麓斜面の親類宅へ避難した。親類宅から見ると、氾濫水が田淵川の沖積低地を満たし、漂流物の動きから氾濫水が大きな渦を描くように流れていたのがわかったという。旧白滝小学校の敷地自体は山麓斜面に造成されているため、沖積低地を伸びる市道から 3~4 m 地盤が高い。しかし、近隣の住民は旧白滝小学校に行くのにその下の市道を日常的に利用している。市道に面した小学校駐車場では 195 cm の高さ浸水高の痕跡が認められ、浸水が最高位に達した状態では市道が通過できる状態ではなかったと推定される。旧白滝小学校には冠水した市道以外にも山地斜面を通る道を通じて到達できる、と述べる住民もいたが、豪雨時の山際では斜面崩壊のリスクが高まることを考えると、豪雨時の緊急避難場所へのルート選択あるいはどこへ避難するかについては、丁寧な検討が必要と考えられる。

<sup>10</sup> 住民によると、白滝川にかかる橋（浸水高 75 cm の調査地点の東）は、豪雨前なら河床を大人が歩いてそのまま橋桁をくぐれた、しかし、豪雨で河床に大量の土砂が堆積し、屈まないといくぐれなくなったという。2018 年 8 月 2 日の調査日時時点で、川床から橋桁下部までの高さは 130 cm であった。

<sup>11</sup> 市道沿いに浸水高 25 cm を確認し、それより東には浸水の痕跡は認められなかった。

<sup>12</sup> 現地を確認したところ、田淵川の両岸は堤防というより護岸が若干高く造られた形状で、新しくコンクリートで高さ 48 cm の塀状の構造物が加えられていた。

### 2.3.3 まとめ

報告者らが現地調査を実施した地域では、基本的に浸水は洪水リスクの高い沖積低地で発生していたが、さらに低位段丘の一部や山麓斜面最下部の土地まで達していた。地形学的には段丘の形成完了を「段丘面の離水」と表現する場合があることから示唆されるように、段丘は通常の河川氾濫は到達しない（氾濫水で運搬された土砂が堆積することはない）。浸水が段丘面まで浸及んだことは、地形学的時間スケールでも今回の降雨量が異常に多かったことを表している。

西予市野村町では野村ダムの治水効果で長く低地の浸水が発生していなかったため、今回のような浸水被害を全く予期していなかったという住民が少なくなかった。一方、大洲市域の肱川沿岸は水害常襲地のため住民の防災意識は比較的高く、大雨の際には上流のダムの放流量や肱川の水位の情報を常に把握して判断している、という住民が複数あった。しかし、「あの土地は頻繁に浸水しているのを知っているが、まさか自分の家までこれほど浸水するとは思っていなかった」という声が多く聞かれ、生活圏における浸水危険箇所の知識があったものの、その認識を超えた災害だったといえる。たとえば、かつての自宅が度々浸水したため、家の建て替えの際に1 m以上土地の嵩上げをしたが、結局今回、床上浸水の被害を被ったという住民もいた。過去の経験を超える災害が発生したときに、どのように避難するか。複数の緊急避難所・避難場所が浸水し、そこへのルートが冠水して通れなかった今回の教訓を踏まえ、事前にいくつかの避難シミュレーションをしておくことや、発災時の臨機応変な対応が必要と考えられる。

今回の水害を受けて、国や県は2004（平成16）年5月に策定された肱川河川整備計画<sup>13</sup>の見直しを決定した。2004（平成16）年の整備計画では策定年度から概ね30年（完成年度は平成45年度）をかけて肱川の河川整備を行う予定であったが、いくつかの事業は前倒しして実施し、暫定堤防の嵩上げ（+0.7 m）を進めている。住民からは肱川本流の治水だけでなく、支流河川の内水氾濫対策の要望も高い。現地調査では、支流河川が肱川に合流する樋門に排水機を設置してほしいという声が複数きかれた。行政は住民の要望を把握しているとのことであったが、肱川流域全体で総合的な治水対策を実施していく中で、要望に応えるのが難しいとのことであった。内水氾濫対策と肱川の越流・破堤の抑止という両方のバランスをとった河川管理は、総合的河川管理の大きな課題であろう。

<sup>13</sup> 国土交通省四国地方整備局・愛媛県（2004）「肱川水系河川整備計画【中下流圏域】」  
<http://www.skr.mlit.go.jp/kasen/seibi/seibipdf/hijikawa.pdf>（最終閲覧日 2019年2月3日）

## 2.4 河内川、立間川（宇和島市吉田町）の浸水状況調査

立間川は吉田町立間北部の山岳地帯から流れ込み、宇和島市吉田町立間南部で本村川を合わせ、吉田町北小路北部で国安川に分流し、吉田町魚棚北部で河内川と国安川を合わせ、吉田港に注ぐ、流域面積26.6 km<sup>2</sup>の二級河川である。吉田町の山地部では多くの斜面崩壊が発生したが、河内川、立間川下流の平地部では浸水被害も広範囲に発生している。本節では7月15日に宇和島市吉田町の河内川と立間川（図2-4-1）の周辺における浸水被害調査の結果を報告するとともに、浸水氾濫解析を行い、現地調査から推測された氾濫過程などについて考察を加える。

### 2.4.1 現地調査

現地調査は7月15日に実施した。調査内容は家屋や道路構造物等に残っていた浸水痕跡高の計測、浸水範囲の調査および聞き取り調査である。図2-4-2に調査で得られた7月7日の浸水過程の概要と、痕跡浸水深を示す。

浸水開始時については、河内川右岸で、「5:00には浸水していた。」、河内川左岸で「6:20に排水溝から水が噴き出していた。」という証言から、浸水開始は右岸のほうが早く、左岸は1時間ほど遅れて浸水し始めていたことがわかる。また、国安川左岸南側の住宅地において「6:30～7:00に北から溢れた水が流れてきた。」「7:00には前の道路が浸水していた。」等の証言が多数あり、6:30頃に河内川・国安川合流部付近で溢れた水が南に流下し、床下浸水が起り始

めたと考えられる。立間川左岸側の山地斜面ではみかん畑の崩壊（写真2-4-1）が確認でき、これは下流側への土砂流入の一因となっていると考えられる。

水位の上昇の過程については、河内川両岸において「山からの水と川から増水した水が一気に来た。」「家の裏手で茶色い水が溢れていた。」等の証言から、猛烈な雨が土石流となって濁水が流れ込むとともに、雨水が山地から直接流下してきたことがわかる。「7:00くらいに突然水位が増した。」「6:30～7:00の30分間で一気に水位が上がった。」等の証言があり、7:00頃、河内川両岸の多くの場所で水位が上昇し、床上浸水が起り始めたと考えられる。また、国安川左岸南側の住宅地において「8:00には床上くらいだった。」「8:00くらいに水は急に上がってきた。」という証言から8:00頃に水位が上昇し、床上浸水が起り始めたと考えられる。

吉田排水機場（ポンプ場）入口では123 cmの浸水痕跡を確認した（写真2-4-2）。ポンプ場は1階が浸水しており、浸水により機能が停止していたことがわかった。ポンプ場の機能を維持するためには、ポンプ場の操作盤や配電盤だけでも高いところに設置したり、水密性を上げたりする対策が必要である。

また、参考資料として住民からご提供いただいた災害時の写真を写真2-4-3～2-4-5に示す。

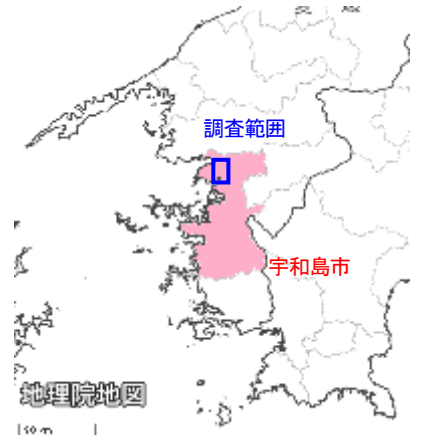


図2-4-1 宇和島市吉田町

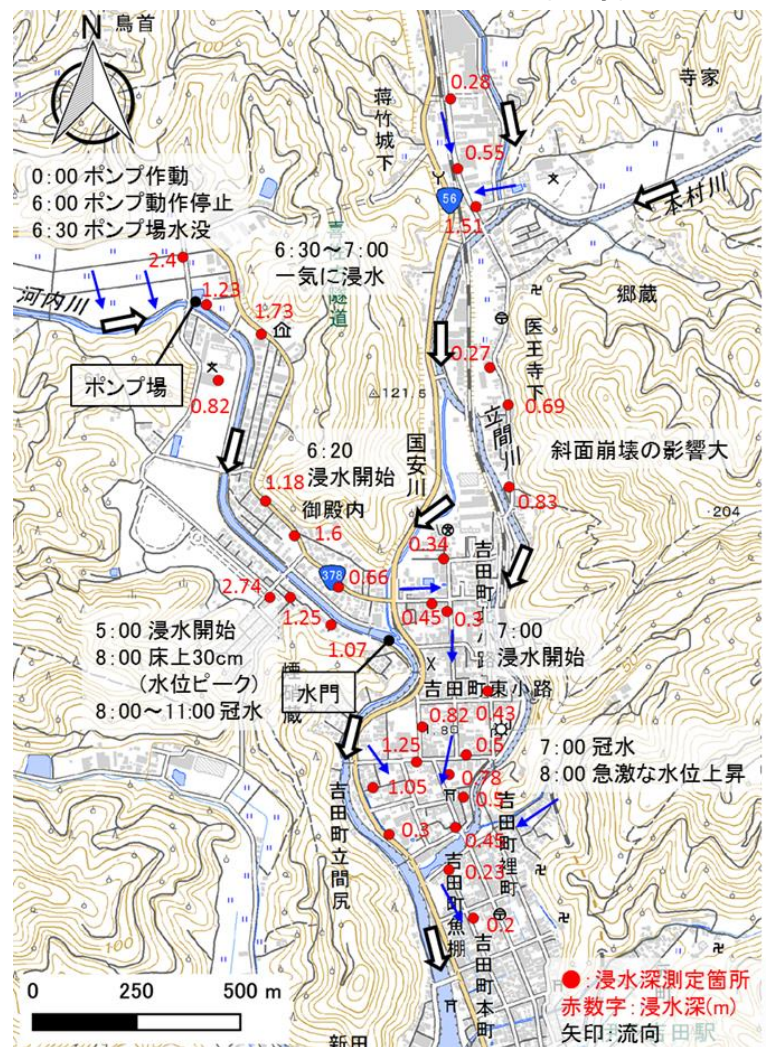


図2-4-2 痕跡調査による浸水過程の概要



写真 2-4-1 みかん畑の崩壊



写真 2-4-2 吉田排水機場



写真 2-4-3 7時29分 (溢水深30cm)  
(宅地内に水が入り始める)



写真 2-4-5 8時13分 (溢水深110cm)  
(床上浸水)

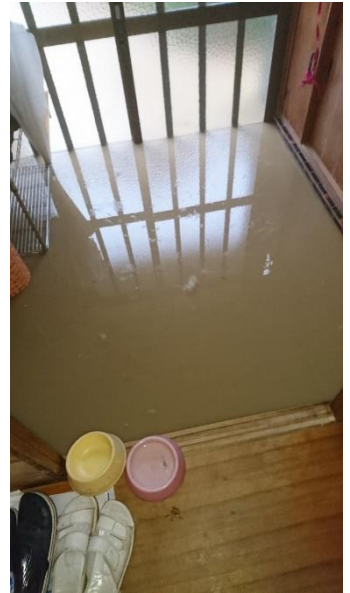


写真 2-4-4 7時48分  
(溢水深70cm)  
(室内・玄関に浸水)

#### 2.4.2 浸水氾濫解析

浸水の現象を把握するため、浸水氾濫解析を行う。解析領域は図2-4-3の白線で囲まれた領域で、河内川、立間川、本村川の3河川が流入している。浸水氾濫解析にはiRIC Nays2D Flood<sup>1)</sup>を使用する。iRIC Nays2D Floodは非定常平面2次元流計算を行うモデルであり、基本的に、解析領域内の地形データと流入河川の流量が入手できれば解析を行うことができる。

しかし、本解析領域内の河川には水位観測所（流量観測所）が存在せず、入力条件とすべき当時の河川流量の実測値を得ることができない。そこで本解析では、RRIモデル<sup>2)</sup>によって、降雨流出解析を行い上述の3河川（河内川、立間川、本村川）の流量を事前に得ることとした。

RRIモデルでは、立間川の河口を下流端とする立間川流域（河内川流域、本村川流域を含む）を対象として降雨流出解析を行った。流域は標高0~100mを平地、標高100m以上を山地として分割した。流域の土地利用は果樹園を含む山地等が約85%、水田等の農地が約5%、宅地等の市街地が約10%となっている。入力降雨は水文・水質データベースから流域周辺4地点（皆田、野村ダム、畑ヶ谷、近永）、気象庁から宇和島の値を用いた。使用した代表的な入力データを表2-4-1に、また、山地と平地において設定したモデルパラメータを表2-4-2

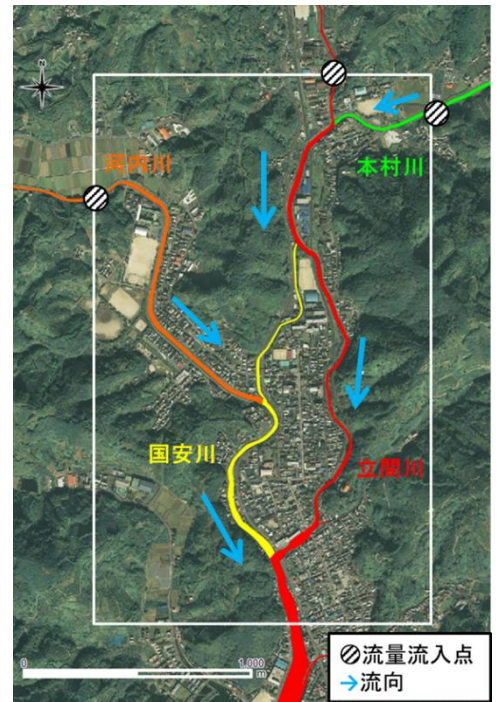


図 2-4-3 浸水氾濫解析の計算領域

表 2-4-1 RRI モデルの主な入力データ

入力データ, パラメータ	データ出典, パラメータ値
標高, 流下方向 集水面積	USGS, HydroSHEDS, 解像度 3sec
降雨	水文水質データベース (4 地点) 気象庁 (1 地点)
土地利用	国土数値情報, 解像度 100 m
河道パラメータ	河道幅に関するパラメータ $C_W=5.0, S_W=0.35$ , 河道深さに関するパラメータ $C_D=0.95, S_D=0.20$



に示す。解析対象期間は2018年7月5日～7月7日で、計算時間間隔は陸域斜面で600秒、河道で60秒である。RRIモデルによる降雨流出解析で計算された河内川、本村川、立間川の流量をそれぞれ図2-4-4から図2-4-6に示す。これらの流量をiRIC Nays2D Floodの流入点から流入させる境界条件とする。

表2-4-2 RRIモデルのパラメータ

	平地	山地
$thresh$	10	
$n(m^{1/3} s)$	0.3	
$n_{river}(m^{1/3} s)$	0.03	
$k_s(m s^{-1})$	$5.569 \times 10^{-7}$	—
$\Phi - \theta_i$	0.464	—
$S_j(m)$	0.2088	—
$k_a(m s^{-1})$	—	$3.0 \times 10^{-7}$
$\beta = k_a k_m^{-1}$	—	4
$d_a(m)$	—	0.11
$d_m(m)$	—	0.1
$d(m)$	—	1

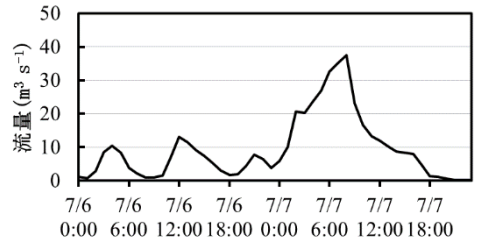


図2-4-4 河内川計算流量

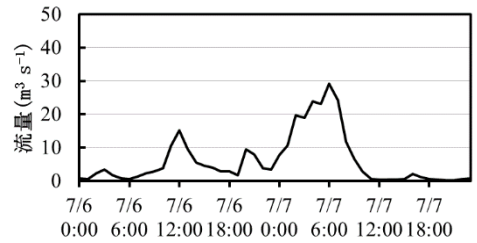


図2-4-5 本村川計算流量

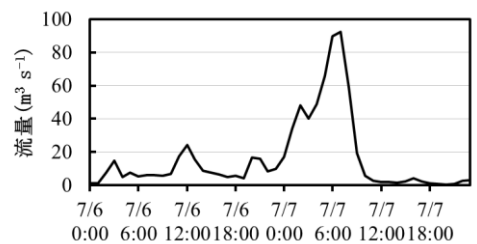


図2-4-6 立間川計算流量

上述の方法で計算された流量を図2-4-3の流入点から流入させNays2D Floodを用いて浸水氾濫解析を行う。計算領域は現地調査の範囲を参考にして吉田町市街地を含む2.3 km×1.5 kmの領域とした。計算格子幅は5 m、地表面のマニングの粗度係数は計算領域全体で0.03 m<sup>1/3</sup> sとした。地形データは基盤地図情報のDEMデータを使用しているが、このDEMデータは河道部分にデータがない状態であった。解析には愛媛県から提供していただいた縦断方向に河口から約200 m間隔で整備されていた河川横断面図を参考にしてDEMデータを修正し、これを用いた。また、山地から直接流入した雨水が浸水深増加の要因と考えられることから、計算領域全体に宇和島市の時間雨量を与えている。境界条件は、上流端境界と側方境界は流入点以外では流入および流出せず、下流端境界には7月6日0:00～7月7日23:00の宇和島港の潮位を与えている。計算期間は7月6日0:00～7月7日23:00である。

図2-4-7に浸水痕跡調査の結果から作成した浸水深の分布を示し、図2-4-8に浸水氾濫解析で計算された最大浸水深の分布を示す。調査による浸水深分布では、河内川左岸の浸水深が1 m～1.5 mだが、解析では0.5 m～1 mとなり、計算結果が浸水深を過小評価している。これは、河内川右岸や、国安川左岸についても同様である。浸水深については過小評価しているものの、浸水範囲については痕跡調査による結果と計算結果が概ね一致していることがわかる。

図2-4-9に解析による浸水深の7月7日0:00から8:00までの2時間毎の時間変化を示す。河内川右岸の浸水発生は解析では4:00となっているが、実際は5:00に浸水が始まったことが聞き取り調査で分かっている。これは、計算結果における、6:00の河内川左岸の浸水、8:00の国安川左

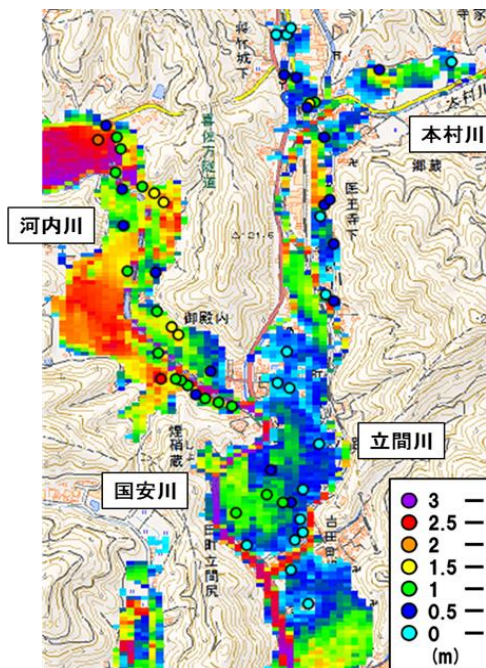


図2-4-7 浸水痕跡調査による浸水深分布

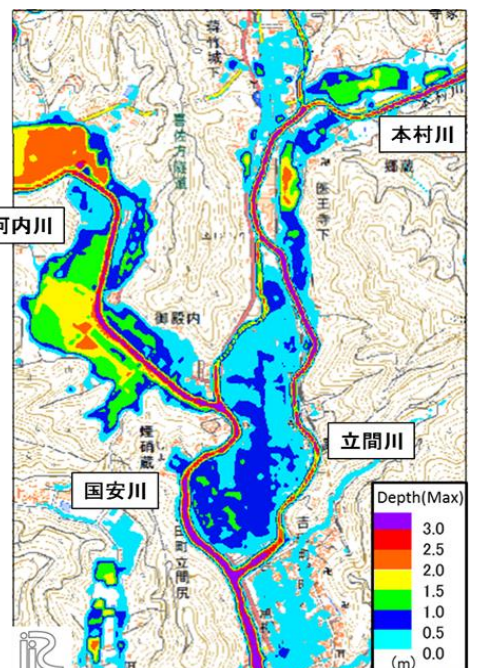


図2-4-8 解析による最大浸水深分布

岸南側住宅地の浸水についても同様であった。全体的に計算では1時間早く浸水が起こっていることになる。また、本村川右岸の立間小学校付近、河内川左岸の遊水池である農地、河内川右岸の御殿内地区、国安川左岸南側住宅地の4箇所は地形的に水がたまりやすく、浸水しやすい場所であることが計算結果からわかる。

### 2.4.3 まとめ

宇和島市吉田町で浸水痕跡調査を行い、浸水氾濫現象を数値解析によって再現した。浸水範囲については概ね再現できたが、浸水深はやや過小評価し、浸水発生時間については約1時間早く評価している結果となった。しかし、水位や流量の観測が行われていない河川において、降雨流出解析(RRIモデル)で流量を推定し、その流量を浸水氾濫解析(iRIC Nays2D Flood)に用いることは、浸水氾濫現象のメカニズムを検証するために有効であるということが確認できた。

今回、吉田町で大きな浸水氾濫が発生したのと同様に、浸水被害が懸念されるような市街地に隣接した二級河川には水位・流量観測所が設置、整備されることが望まれる。また、計画規模を上回る豪雨が今後発生することも想定し、河川整備を行うことも必要である。

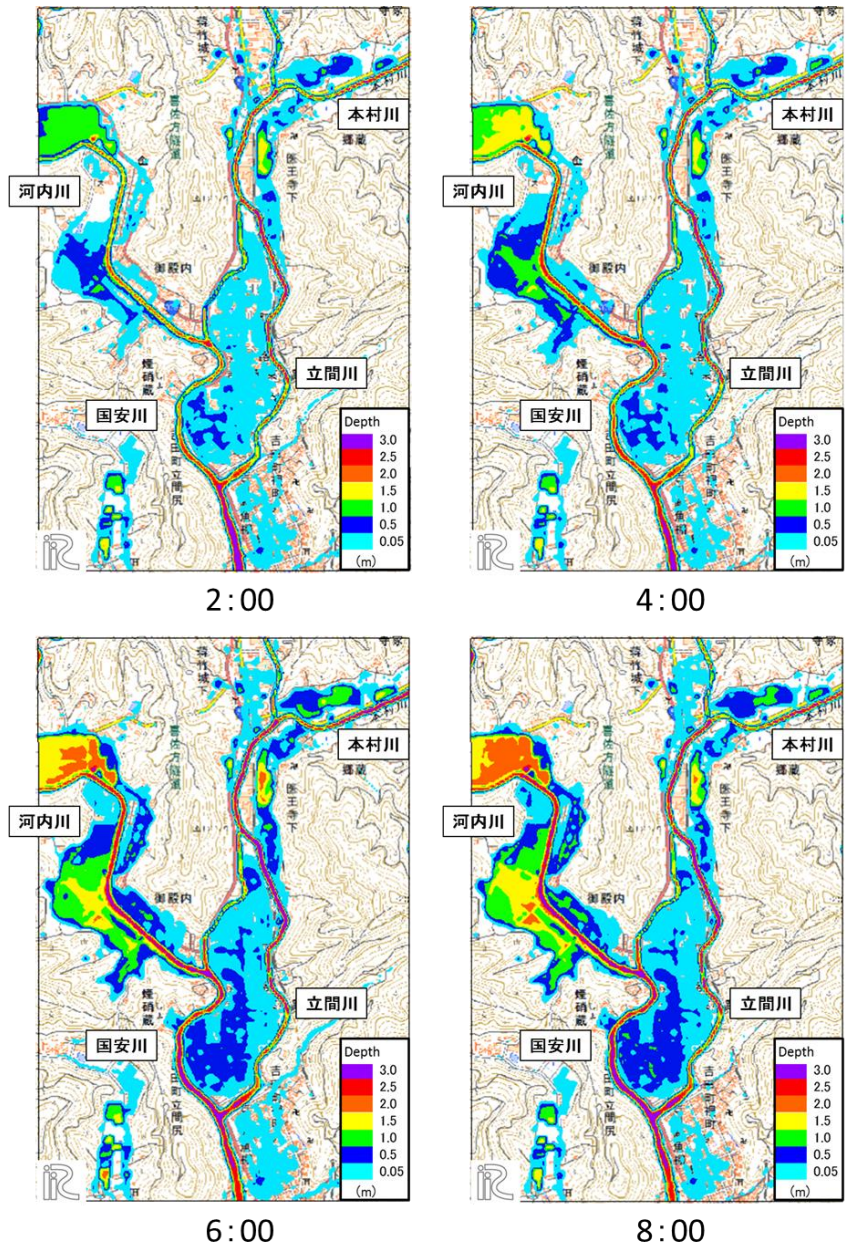


図2-4-9 解析による浸水深の時間変化

## 2.5 芳原川、保場川（岩松川支流、宇和島市津島町）の浸水状況調査

本節では7月16日に宇和島市津島町の岩松川支流である芳原川、保場川の調査結果を示す。図2-5-1に調査範囲の位置図を示す。

### 2.5.1 現地調査

図2-5-2に調査結果を示す。地点①の中央橋下流右岸側で、水面は路面以下-85cmであった。ブルーシートの場所で1m以上洗掘され、ブロックが割れていることが確認できた(写真2-5-1)。地点②、③付近の上屋敷橋上流・下流側では草が大きくなぎ倒された形跡があり、通常よりも大きな流量であったことが推測できる。このとき水位は、保場川右岸では水路まで、左岸は天端高まで上がっていた。地点④の楠橋右岸では、写真2-5-2に示すような、コンクリートブロックのずれが確認でき、その付近にはボイリングらしき跡もあった。

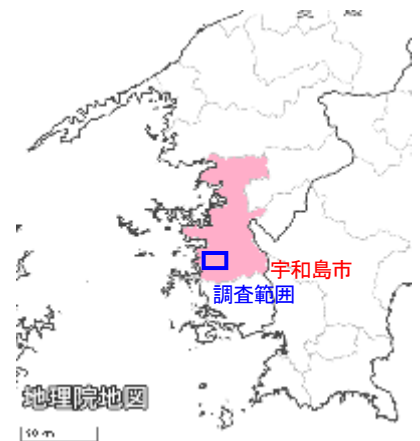


図2-5-1 宇和島市津島町

### 2.5.2 まとめ

調査範囲においては、路面以下で浸水痕跡を確認することができ、路面以上まで浸水するような被害は確認できなかった。一部の河川護岸コンクリートブロックのずれや、その周辺においてボイリングらしき痕跡を確認できた。

## 2.6 千丈川, 五反田川 (八幡浜市) の浸水状況調査

八幡浜市の八幡浜港に河口をもつ千丈川は流域面積47.0km<sup>2</sup>の二級河川である。今回の豪雨で千丈川河口から1.2 km上流の五反田川合流点周辺で浸水被害が発生した。この被害について、7月12, 14日に浸水痕跡調査を行った。7月12日は千丈川右岸側、7月14日は千丈川左岸および五反田川周辺で調査を実施した。図2-6-1に千丈川, 五反田川の位置図を示す。

### 2.6.1 現地調査

図 2-6-2 に調査で得られた痕跡浸水深と推定浸水範囲(赤破線)の結果を示す。

千丈川右岸域において、地点

①のスーパー裏の駐車場で21 cmの浸水深が確認できた(写真2-6-1)。この付近では千丈川左岸から溢水した水はスーパー駐車場を北方向へ抜け、県道



図 2-6-1 八幡浜市位置図

27号を横断するように流れていたことが聞き取りにより確認できた。スーパーの浸水は朝方には引いていた。地点②の県道27号沿いの商店では28 cmの浸水深が確認できた。浸水はそのまま商店を抜け、商店裏の道路に達し、そこでも28 cmの浸水深となっていた(写真2-6-2)。レンガ通りの東部(地点③)付近では、3時頃増水が開始し、5時頃にピークとなった。このときの浸水痕跡を写真4.9に示す。

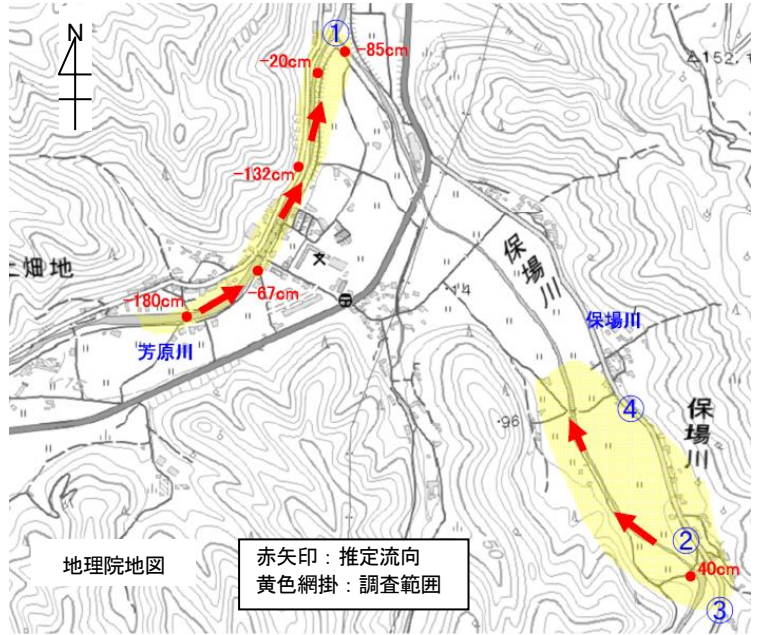


図 2-5-2 芳原川, 保場川調査概要



写真 2-5-1 ①中央橋下流右岸側



写真 2-5-2 ④楠橋右岸コンクリートブロック

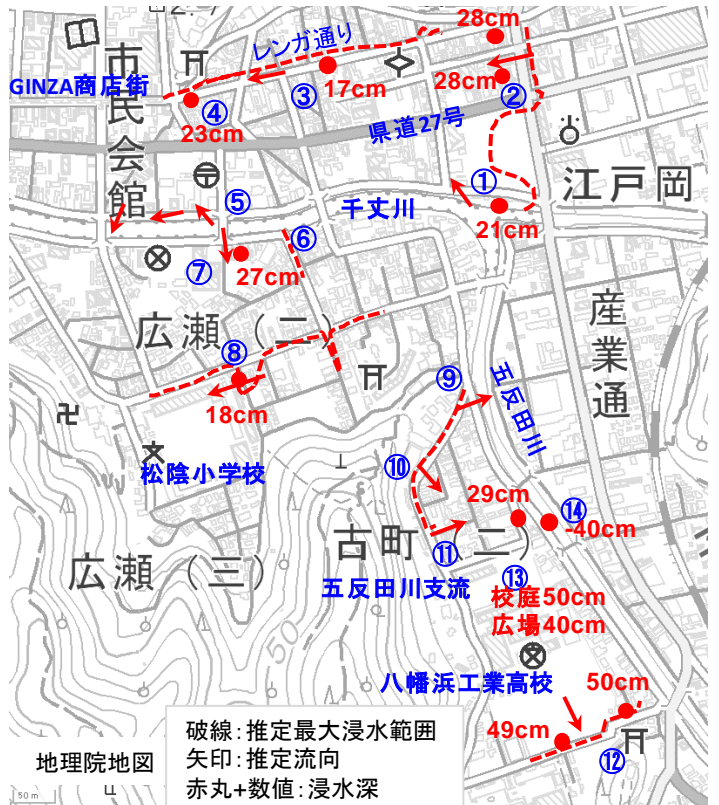


図 2-6-2 痕跡調査の結果

地点③の周辺では6時頃に水が引き始めたことを確認した。地点④のレンガ通り内の商店前では23 cmの浸水深（写真2-6-3）を確認したが、写真2-6-4の奥にみえるGINZA商店街では浸水はなかった。レンガ通りから北に延びる小さな路地にもいくつか浸水痕跡が見られ、浸水範囲を推定することができた。地点⑤の下流では氾濫した水がはまだ橋上流右岸から河道へ戻っていたことが確認された。写真2-6-5は、はまだ橋の橋脚に捕捉されている流木の状況である。この位置では河川幅が約25 mあるが、はまだ橋には橋脚が2本あり、流木が引っかかりやすい状態であると考えられる。

千丈川左岸域において、地点⑥の交差点が水際線であると推測された。写真2-6-6にその交差点を示す。ポールの奥側が浸水範囲である。地点⑦付近のマンションではエントランスが2～3 cm冠水していた。この周辺では午前3時頃に消防団から避難勧告があったようである。また、地点⑧の松陰小学校前まで浸水があり、小学校の外壁で水がせき止められ、その結果小学校前の道路で20～30 cmの冠水があったとの証言を得た。松陰小学校のフェンスにあった浸水痕跡を写真2-6-7に示す。千丈川左岸では浸水があったが、上述のように痕跡が不明瞭な箇所が多く、おおよそではあるが図2-6-2の結果のように推定最大浸水範囲を定めた。

五反田川とその支流でも調査を実施した。五反田川とその支流に挟まれた領域（古町）では、五反田川から河川水が流入するのではなく、その支流からの溢水により浸水被害が発生したことがわかった。地点順に報告する。地点⑨は五反田川とその支流の合流点である。浸水深は小さく、流向は五反田川へ向いていると推測できた。地点⑩の痕跡を写真2-6-8に示す。ガードレール支柱に引っかかっ



写真 2-6-1 ①スーパー裏の駐車場



写真 2-6-2 ②県道 27 号沿いの商店内



写真 2-6-3 ③レンガ通り東側



写真 2-6-4 ④レンガ通りの商店



写真 2-6-5 ⑤はまだ橋の流木



写真 2-6-6 ⑥千丈川左岸下流向き



写真 2-6-7 ⑧小学校東側フェンス



写真 2-6-8 ⑩支流ガードレール支柱



写真 2-6-9 ⑫八幡浜工業高校裏



写真 2-6-10 ⑭路面より下の痕跡

る草から流向は支流から支流右岸方向へ向いていることが推測できる。地点⑪の動物病院前では、この地点から支流の溢水が発生していたとの証言があり、5、6年前にも同じ位置から水が溢れたとの情報も得られた。地点⑫の八幡浜工業高校の裏では、約50 cmの浸水痕跡を確認できた（写真2-6-9）。この付近に溜まった水は道路側溝から五反田川へ排水されたと考えられる。地点⑬は八幡浜工業高校である。高校正門付近で浸水深29 cmの痕跡を確認した。調査当日に校内にいた高校生への聞き取りにより、校庭で約50 cm、校舎前の広場で約40 cmの浸水深があったことが確認できた。地点⑭などから流入した水は八幡浜工業高校を抜けて地点⑫の方向へ流れたと推測できる。また、地点⑭の五反田川左岸道路では道路面より40 cm下に五反田川の水面の痕跡を確認した（写真2-6-10）。このことから上述のように五反田川からの溢水はなかったと考えられる。

### 2.6.2 まとめ

千丈川と五反田川の合流部付近で発生した浸水氾濫について痕跡調査を実施した。五反田川合流点付近では五反田川の水勢により千丈川右岸へ氾濫が引き起こされたと推測できた。千丈川にかかる橋梁では流木による河積減少も千丈川の水位を上昇させた要因の一つであると考えられる。五反田川とその支流に挟まれた古町では、五反田川からの氾濫はなかったが、その支流からの流入が確認できた。この支流では過去にも溢水があったことから、これからも注意が必要であると考えられる。

今後は浸水氾濫解析を行い、この範囲で発生した浸水氾濫のメカニズムを明らかにすることが課題である。

## 2.7 魚成川（黒瀬川支流、西予市城川町）の浸水状況調査

本節では魚成川（鹿野川ダム流入河川のひとつ黒瀬川の支流）の浸水被害調査について西予市城川町での調査結果を報告する。調査は7月22日に魚成川の宇治橋から魚成郵便局・中川原橋付近の範囲で実施した。図2-7-1に調査範囲の位置図を示す。

### 2.7.1 現地調査

図 2-7-2 に西予市城川町における調査で得られた浸水深と推定流向の結果を示す。魚成川右岸の地点①は地盤の低い箇所であるため、この付近から越流が発生していたことがわかった。また、その氾濫水は中川原橋右岸上流側で河川に戻って行ったということも聞き取り調査で明らかになった。このとき、左岸の山地からも表流水が多くあったことが確認できた。地点①付近では浸水深 100 cm を確認した（写真 2-7-1）。中川原橋右岸上流（地点②）では浸水深 87 cm（写真 2-7-2）を、中川原橋左岸上流（地点③）では浸水深 60 cm（写真 2-7-3）をそれぞれ確認した。地点③付近は河川湾曲部の外側にあたるため、水位が上昇し越水が起きていたと推測される。地点④の工

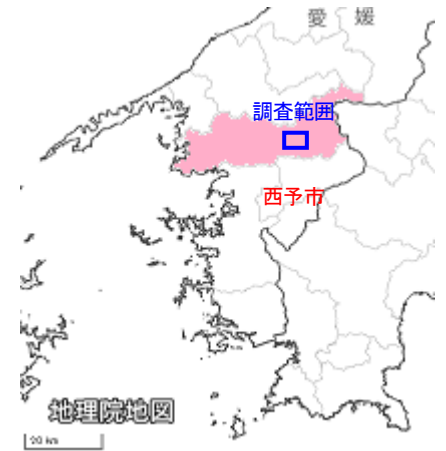


図 2-7-1 西予市城川町位置図

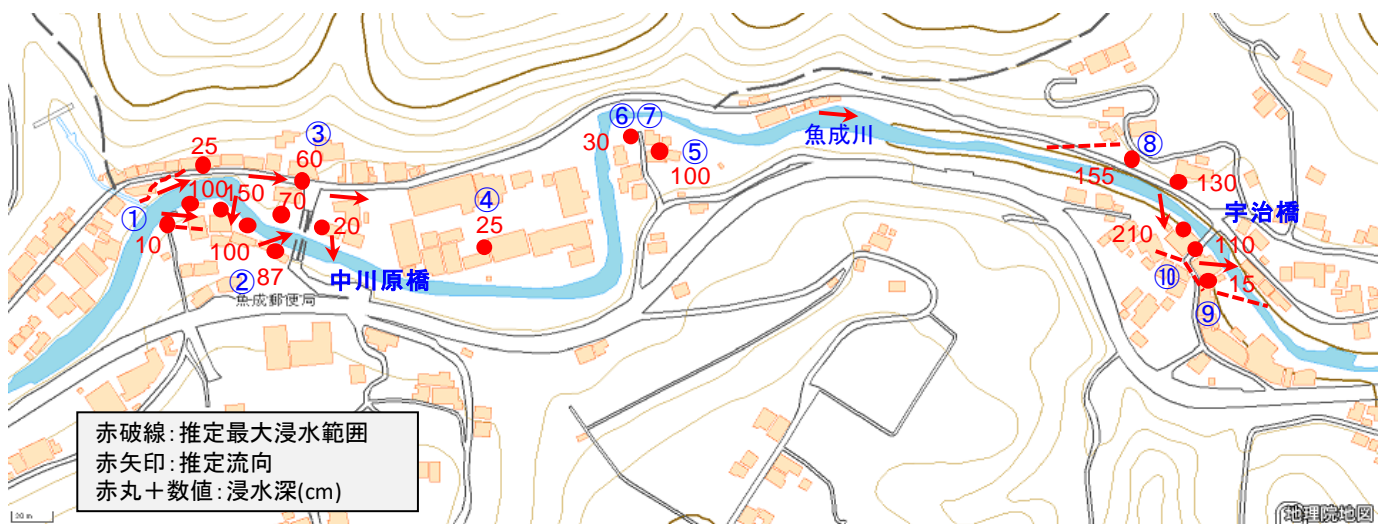


図 2-7-2 西予市城川町の調査結果

場敷地内は地盤高が周囲よりやや下がっており、明確な流向は確認できなかったが、この付近を抜けて魚成川へ排水されたのではないかと考えられる。

中川原橋と宇治橋のほぼ中間にある地点⑤上流で魚成川は左に湾曲している。地点⑤の民家で確認できた浸水痕跡を写真2-7-4に示す。今回の豪雨での浸水深は100 cmであった。調査した倉庫は過去2回の浸水被害に遭っており、倉庫の木製壁にはそのときの痕跡（泥水による板のシミ）も見られた。今回の浸水深は過去の2回よりも大きかった。前述の湾曲部を過ぎる、魚成川は地点⑥、⑦付近で河川幅が減少するとともに、ほぼ90°右向きに屈曲する。屈曲部の外側では弁天橋の流失（写真2-7-5）、護岸の崩壊（写真2-7-6）が確認できた。護岸崩壊は河川屈曲後の水衝部となっていたと推測できる。地点⑧の宇治橋左岸上流では浸水深155 cmを確認した（写真2-7-7）。地点⑨宇治橋右岸下流では浸水深15 cmを確認した。地点⑩宇治橋右岸の様子を写真2-7-8に示す。河岸に設置されていた柵が河道方向へ倒れていることが確認でき、河道へ向けた強い流れが生じていたと推測できる。

### 2.7.2 まとめ

西予市城川町において魚成川による浸水被害の調査を実施した。河川の上流域にあたる魚成川のような範囲では、河川の整備が十分とは言えず、左・右岸の堤防高さ（護岸高さ）の違いによって、浸水の程度が大きく異なることがわかる。また、屈曲部が存在し、流速が大きくなるような上流域の河川では、屈曲部の外側で水位上昇が見られる。このため、等流状態を想定した河川整備では不十分となる場合がある。適宜、不等流計算を用いるなどして整備を行う必要があると考えられる。



写真 2-7-1 ②中川原橋右岸上流



写真 2-7-2 ③中川原橋右岸直上流



写真 2-7-3 中川原橋左岸上流



写真 2-7-4 ⑤弁天橋付近の民家



写真 2-7-5 ⑥流失した弁天橋



写真 2-7-6 ⑦湾曲部外側の護岸崩壊



写真 2-7-7 ⑧宇治橋左岸上流浸水痕



写真 2-7-8 ⑩宇治橋右岸

## 2.8 広見川（松野町）の浸水状況調査

愛媛県内における広見川の浸水被害の調査について報告する。調査範囲は下流から順に、松野町吉野、松野町松丸、松野町延野々、本節では7月14日に実施した松野町（図2-8-1）の浸水痕跡調査を報告する。



図 2-8-1 松野町調査範囲位置図

### 2.8.1 松野町吉野の現地調査

松野町吉野における7月14日の調査結果を図2-8-2に示す。吉野橋下流の左岸側では8時10分に堤防すれすれの状態であったことがヒアリングで確認できた。吉野地区では消防団の呼びかけで8時30分松野東小学校（松野東トンネルを東へ抜けた先）へ避難している。その際、車などは松野東小学校までの坂道に避難した。8時10分頃には小学校の麓の斜面まで水位が上昇し、その後10時30分頃に水が引き始めたことが確認された。このときの流向は上流側から下流側であった。水位は夕方には堤防から2m程度下がったが、翌日にはまた水位が上昇していたことがわかった。また、吉野地区の住民には予土線を超える水位になると必ず避難しなければならないという認識がある。これは後述の松丸地区と同様である。

次に図2-8-2中の地点番号で吉野地区の詳細な浸水痕跡について述べる。地点①は豊盛集会所の浸水痕跡で、浸水深は50cmであることがわかった（写真2-8-1）。地点②では流向が上流を向いていたことが流木による痕跡から確認できた（写真2-8-2）。地点③で山際にある浸水痕跡を見ることができる（写真2-8-3）。地点④の工場では80cmの浸水深を確認することができた（写真2-8-4）。

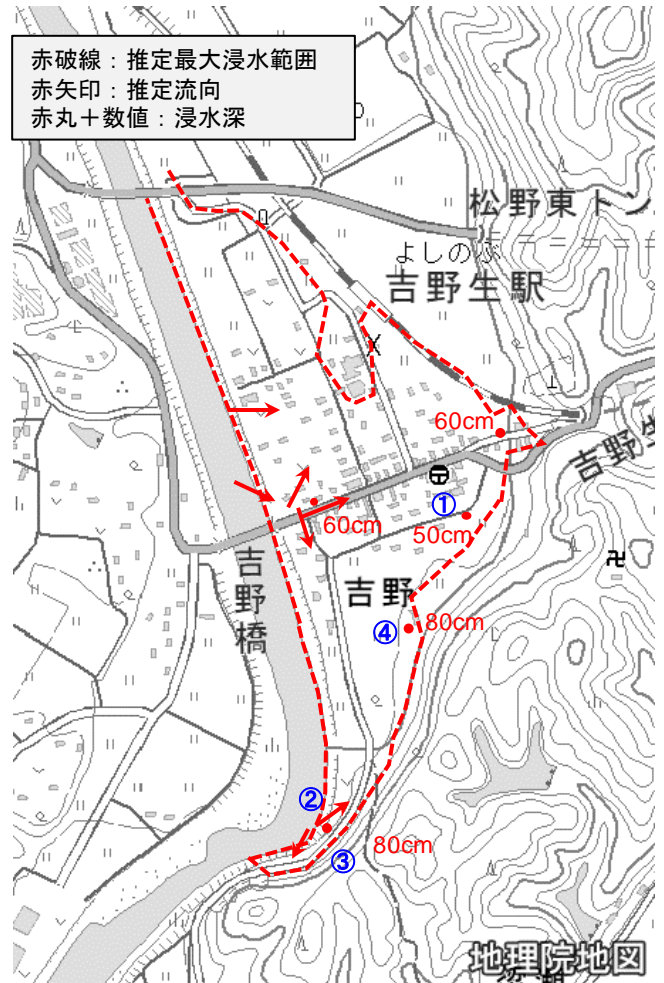


図 2-8-2 松野町吉野地区の調査結果



写真 2-8-1 ①豊盛集会所浸水痕跡



写真 2-8-2 ②流木の痕跡



写真 2-8-3 ③山際の浸水痕跡



写真 2-8-4 ④工場内の浸水痕跡

### 2.8.2 松野町松丸の現地調査

松野町松丸における7月14日の調査結果を図2-8-3に示す。松丸地区の浸水被害は広見川の氾濫ではなく、広見川の水位上昇に伴った支流の堰上げにより水が地区内に流入しことが要因と考えられる。地点①は松丸駅前

の通りから広見川へ下る路地にある民家である。ここでは 190 cm の浸水深を確認した(写真 2-8-5)。地点①を含む鯛川下流の浸水範囲では 7 時頃に水位が上昇し始め、8 時 46 分頃に最大浸水深となったことが聞き取り調査で確認できた。水位の上昇は広見川の水位上昇による堰上げであると考えられる。松野町役場(松野町コミュニティセンター)前の商店(地点②)では 43.5 cm の浸水深が確認できた(写真 2-8-6)。また、この付近の側溝は山からの水で溢れていたことがわかった。写真 2-8-7 に商店前(地点③)の浸水範囲を示す。写真のポールの奥側が浸水範囲であった。堀切川左岸の浸水は、堀切川から堰上げによって水が国道 318 号の下部にあるボックスカルバート(地点④、写真 2-8-8)を通して流入したためであると考えられる。このボックスカルバート内には小さな水路があり、内水を堀切川へ排水する構造となっている。また、ボックスカルバート内は通常、農道として使用している。堀切川下流の範囲では 8 時 57 分頃に最大浸水深となったことがわかった。

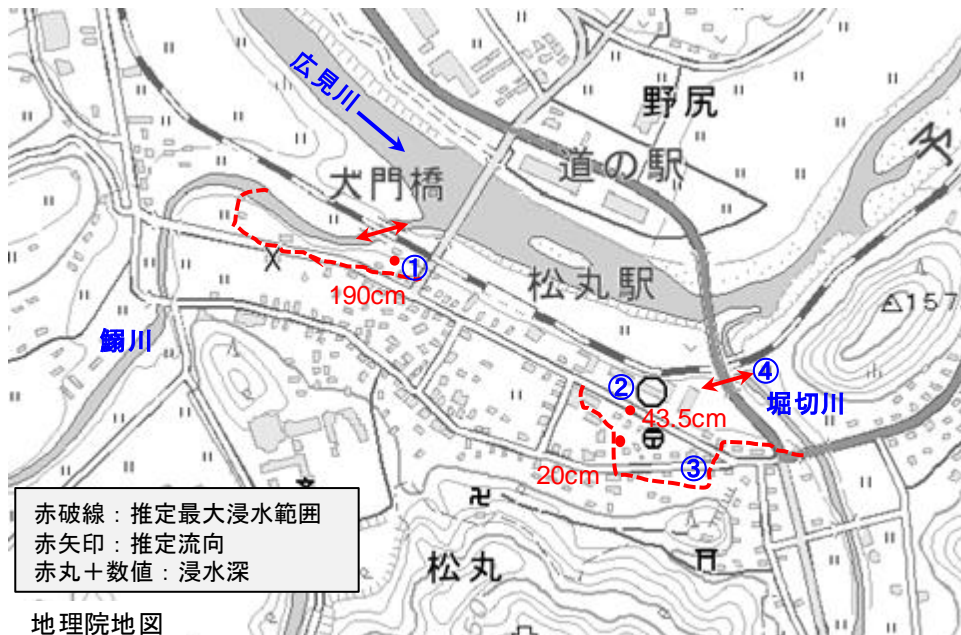


図 2-8-3 松野町吉野地区の調査結果

予土線より南側の松丸地区の住民は上述の吉野地区と同様に「予土線を越える水位となれば街全体が浸水する」ことを経験として知っている。また、松丸地区では災害時の避難場所として松野町役場(松野町コミュニティセンター)が挙げられているが、当時浸水深が大きな範囲(地点②、浸水深 43.5 cm)であったため、避難が困難であったとのコメントもあった。これについて住民は避難所の使い分けが必要との認識を持っていることがわかった。



写真 2-8-5 ①鯛川下流付近の民家



写真 2-8-6 ②松野町役場前の商店



写真 2-8-7 ③水際線(奥が浸水)



写真 2-8-8 ④ボックスカルバート

2.8.3 松野町延野々の現地調査

松野町延野々における 7 月 14 日に実施した調査結果を図 2-8-4 に示す。広見川の湾曲部の内側にある延野々地区では、田畑が広がっており、浸水範囲はおおよそ田畑の範囲と一致している。地点①の状況を写真 2-8-9 に示す。この付近で越流し堤内に流入している痕跡を確認できた。河道内にある砂と同様と思われる砂が付近に堆積していた。地点②の状況を写真 2-8-10 に示す。松野町リサイクルセンター管理事務所のフェンスにおいて、浸水深が徐々に小さくなっていく痕跡が見られた。地点②北側は地盤の高い道路が広見川に接近しており、堤内の水は行き場を失い、広見川へ戻っていったと推測される。地点③の工場裏の用水路から水が溢れ出していること



が確認できた(写真2-8-11)。工場と工場北の道路では浸水は確認されず、浸水は道路下の竹藪までである。地点④仲組では7日8時頃に西から(東向き)の流れがあり、その後北から(南向き)の流れに変化したことが聞き取りで得られた。地点④南側の農園で浸水深20cmを確認した箇所(写真2-8-12)から東にある延野々集会所付近は交差点で地盤が一部高くなっており浸水がなかったと推測できる。仲組から大門橋にかけては道路と推定最大浸水範囲が概ね一致していた。地点⑤の大門橋左岸の交差点から道の駅(虹の森公園まつの)方向へ水が流れているのが確認されている。道の駅では50cmの冠水があった(調査日はスタッフで泥掻きなどの復旧作業中)。また、道の駅から道路を挟んだ向いの側の駐車場は、その中央部が島ようになった。中央部はやや地盤が高いとのことである。道の駅から下流側左岸は①地点まで堤内へ向けた流向は確認できなかった。

#### 2.8.4 まとめ

広見川の水位が高くなったことで、松野町から上流にかけて複数箇所浸水氾濫が発生していたことが確認できた。広見川からの直接的な氾濫や、背水による浸水もみられ場所ごとに要因が異なることがわかる。また、消防団に代表される地域に根付いた防災組織が呼びかけることで住民が避難行動をとっている点は非常に重要である。また、「水が線路を越えると避難する」などのように、地域住民共通の避難の目安が存在していることもハザードマップと同様の防災情報としての効果を持っていることが推察される。

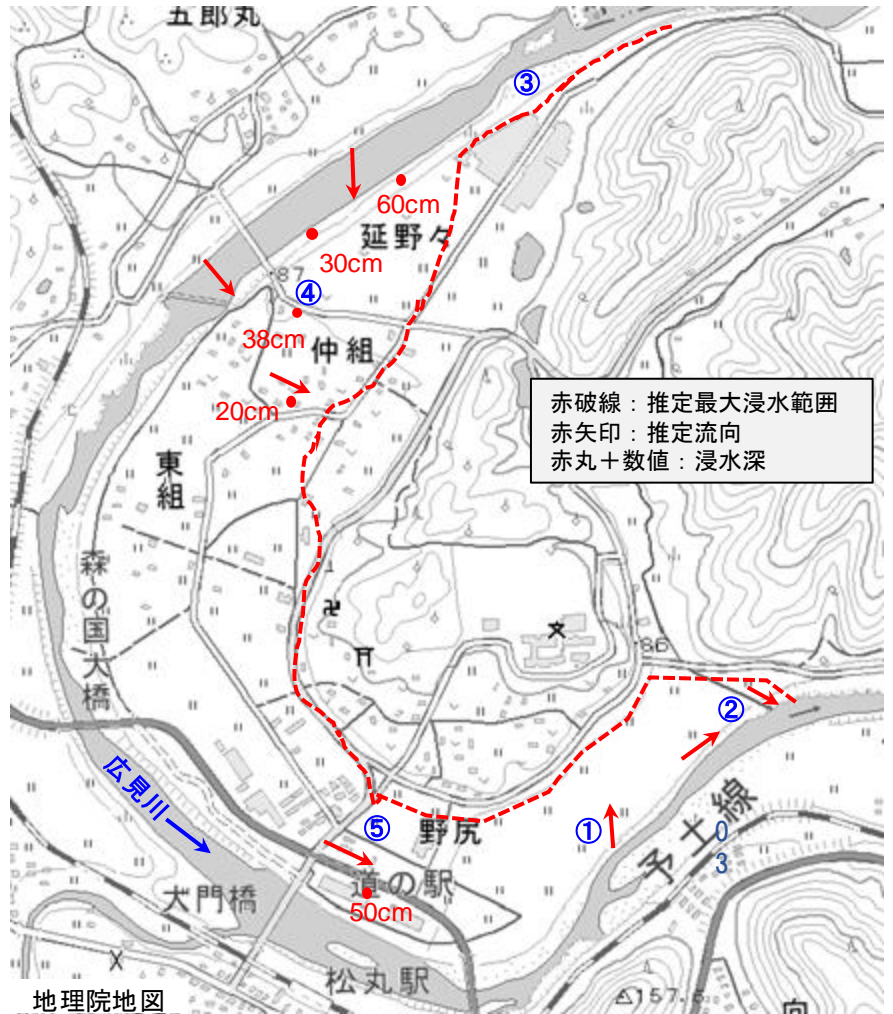


図2-8-4 松野町延野々地区の調査結果



写真2-8-9 ①広見川からの流入



写真2-8-10 ②地点の水深変化痕跡



写真2-8-11 ③流入点付近の水路



写真2-8-12 ④地点の水深変化痕跡

## 2.9 広見川（鬼北町）の浸水状況調査

本節では7月16日に実施した三間川合流部，泉小学校～宮野々橋，泉地区の調査結果について報告する。鬼北町の調査範囲位置図を図2-9-1に示す。三間川合流部，泉小学校～宮野々橋2つの範囲については紙面の都合上，簡略化して報告する。また，鬼北町泉地区については調査報告と併せて浸水氾濫解析による数値実験を行い，浸水状況などについて考察を加える。

### 2.9.1 三間川合流部の現地調査

三間川合流部において7月16日に実施した調査について結果を報告する。三間川の合流点では堤防下から痕跡までの高さは430 cmと確認できた（写真2-9-1）。新興野々橋付近の高鴨神社では，神社へ向かう坂道の上（神社のすぐ手前まで浸水があったことが痕跡から確認できた（写真2-9-2）。

### 2.9.2 泉小学校～宮野々橋の現地調査

泉小学校～宮野々橋の調査結果を報告する。泉小学校の校長先生に，公民館（避難所）がいっぱいになりそうなので小学校を避難所として開けるように7時5分に電話があったため，7時15分～20分に小学校を避難所として開いた。このとき泉小学校の浸水はない。8時24分前後で流量が最大となったことが確認できた。泉小学校前の岩谷遺跡（写真2-9-3）が浸水した。泉小学校校長先生から提供いただいた資料（興芳橋と思われる）を写真2-9-4に示す。路面直下まで水位があったことがわかる。

### 2.9.3 鬼北町泉地区の現地調査

鬼北町泉地区において7月16日に実施した浸水痕跡調査の結果を図2-9-2に示す。地点①の鏡川橋上流左岸側は畑と田んぼの間まで浸水した。鏡川橋上流左岸の写真2-9-5に示す民家の車庫では，壁板が大宿川の主流方向とは逆向き（上流向き）に捲れているこ



図 2-9-1 鬼北町調査範囲位置図

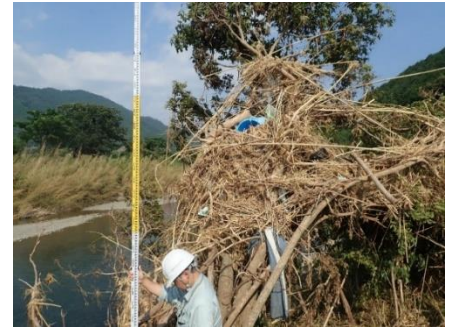


写真 2-9-1 三間川合流部の堤防先端



写真 2-9-2 高鴨神社の坂



写真 2-9-3 岩谷遺跡の浸水



写真 2-9-4 住民提供写真（場所不明）

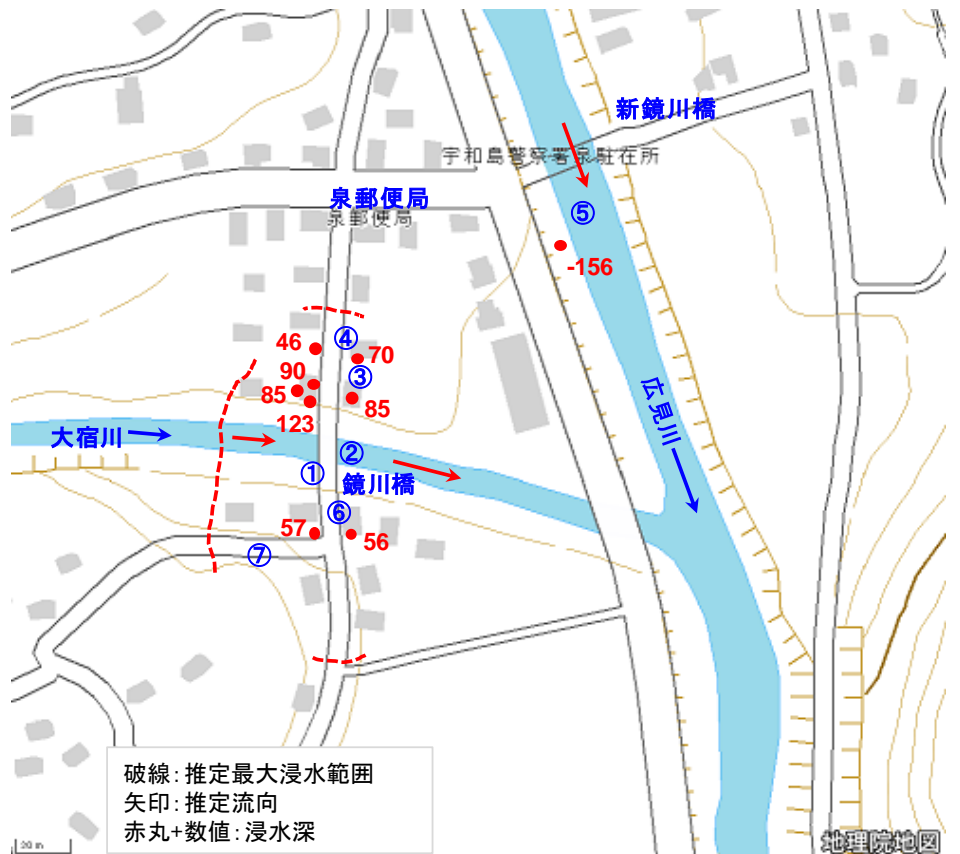


図 2-9-2 鬼北町泉地区の調査結果

とが確認できる。鏡川橋欄干には流木や枝が捕捉されており、この影響で河道閉塞が発生した際に、跳ね返った水が外壁に当たったものと推測できる。また、鏡川橋欄干の上面はコンクリートの剥がれが見られた。地点②の鏡川橋下流左岸側では太陽光パネルの上に枝などが残り、浸水痕跡が確認できる(写真2-9-6)。



写真 2-9-5 ①鏡川橋上流左岸側



写真 2-9-6 ②鏡川橋下流左岸側

地点③の洋品店の浸水深は90 cm(写真2-9-7)と確認できた。住民のコメントによると、洋品店では8時2分に水面の上昇を確認し、8時21分に2階へ避難した。このとき約30分はどんどん水位が上昇しており、その後、8時47分に1階が浸水し、9時28分に水が引いたということであった。浸水域は鮮魚店回り(地点④)まで広がっていた。水の流れについては、鏡川橋からよりも洋品店横の路地からの勢いが大きかったことが確認できた。この地区の避難所は広見川を渡った先にあるコミュニティセンターのため、避難するには危険があることも聞き取りからわかった。流向については、



写真 2-9-7 ③洋品店前痕跡



写真 2-9-8 ④鮮魚店前痕跡

地点④の鮮魚店(浸水深46 cm, 写真2-9-8)や洋品店(地点③)の周辺では、建物の前後から流入していたことが確認できた。また、鮮魚店向かいの民家では床下浸水であった。地点⑤の新鏡川橋において広見川の水位痕跡は道路面から-156 cmにあり(写真2-9-9)、この付近では広見川は溢れなかったと推測できる。地点⑥鏡川橋右岸側の民家では浸水深が56 cmと確認できた(写真2-9-10)。写真2-9-11に地点⑦鏡川橋右岸上流の道路における最大浸水時の水際線を示す。水際線がポール位置にあり、写真の手前が浸水範囲である。参考資料として、鬼北町泉地区の住民よりご提供いただいた当時の写真を写真2-9-12～写真2-9-14に示す。地点③の洋品店前に流木を含んだ濁流が流入している様子がみられる。



写真 2-9-9 ⑤新鏡川橋下流右岸



写真 2-9-10 ⑥鏡川橋右岸側の民家



写真 2-9-11 ⑦鏡川橋右岸上流浸水



写真 2-9-12 提供いただいた写真



写真 2-9-13 提供いただいた写真



写真 2-9-14 提供いただいた写真

地点③の洋品店前に流木を含んだ濁流が流入している様子がみられる。

以上の痕跡調査と聞き取り調査から、泉地区では広見川からの直接の流入はなく、広見川の水位上昇に伴う背水での影響で大宿川の水が越水したと推測できる。これについて次節で浸水氾濫解析を用い、検証を行う。

#### 2.9.4 鬼北町泉地区の浸水氾濫解析

上述 2.4(2)において立間川で行った手法と同様に、鬼北町泉地区を対象に浸水氾濫解析を行う。図2-9-3に解析領域を青枠線で示す。解析領域には広見川とその支流の大宿川、大藤川が流入している。また、図2-9-3内の赤枠線は図2-9-2の調査範囲を示している。浸水氾濫解析にはiRIC Nays2D Flood<sup>1)</sup>を使用する。本解析領域でも3つの流入河川の上流に水位観測所がないため、流量の実測値を得ることができない。よって入力条件とすべき当時の河川流量は、

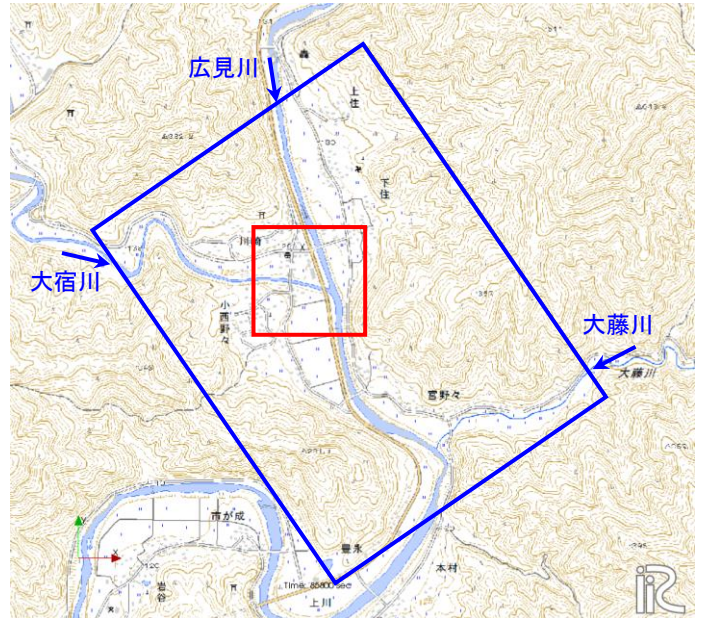


図2-9-3 鬼北町泉地区のiRICの解析領域

表2-9-1 RRIモデルの主な入力データ

RRIモデル<sup>2)</sup>を用いた降雨流出解析によって事前に推定した。

入力データ, パラメータ	データ出典, パラメータ値
標高, 流下方向 集水面積	USGS, HydroSHEDS, 解像度 3sec
降雨	水文・水質データベース, 気象庁から32地点
河道パラメータ	河道幅に関するパラメータ $C_W=5.0, S_W=0.35$ , 河道深さに関するパラメータ $C_D=0.95, S_D=0.20$ 河道メッシュ閾値: 50

RRIモデルでは、広見川の新興野々橋付近を下流端とした流域を設定した。流域は山地が大部分を占めているため、土地利用の設定は水平方向の浸透流が卓越

する山地とした。その他のパラメータは近隣の野村ダム流域で推定された値を使用した。入力降雨は流域内及び流域周辺の雨量観測所を水文水質データベースと気象庁から抽出し、32地点の雨量を用いた。使用した代表的な入力データを表2-9-1に示す。解析期間は2018年7月5日～7月7日で、計算時間間隔は陸域斜面で600秒、河道で60秒である。RRIモデルによる降雨流出解析で計算された7月7日の広見川、大宿川、大藤川の計算流量をそれぞれ図2-9-4から図2-9-6に示す。広見川のハイドログラフには数値実験で用いる0.7倍した広見川計算流量も示している。これらの流量をiRIC Nays2D Floodの流入点からの流量の境界条件とする。

RRIモデルで計算された流量を図2-9-3の流入点からそれぞれ流入させNays2D Floodを用いて浸水氾濫解析を行う。解析では浸水状況の違いをみるためにcase0からcase2の数値実験を行った。各数値実験条件を表2-9-2に示す。case0は再現計算であり、このとき鏡川橋が流木により閉塞していることを考慮して、鏡川橋位置の河床高を橋の路面高さまで上げ、河道閉塞を模擬した。case1は河道閉塞がない場合であり、地形データ (DEM) をそのまま使用した。case0, case1では広見川計算流量はRRIモデルによって計算された流量を入力した。また、case2はcase0 (再現計算) の状態から、広見川計算流量を0.7倍した流量を入力した。全てのcaseで広見川計算流量以外は同じである。計算領域の境界条件は、上流端では流入点以外流入なし、側方も流入点以

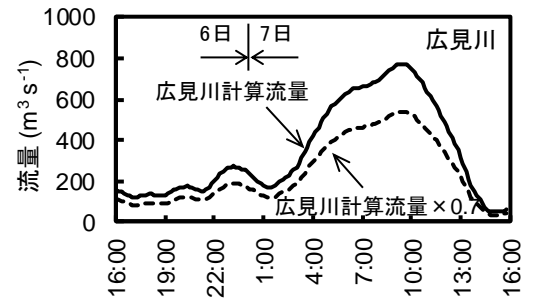


図2-9-4 広見川計算流量

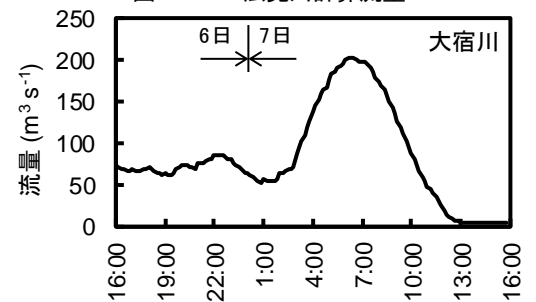


図2-9-5 大宿川計算流量

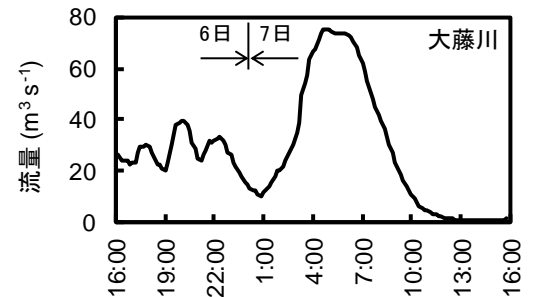


図2-9-6 大藤川計算流量

外流入なし、また、下流端では自由流出とした。格子サイズは5 m×5 m、計算タイムステップは0.05 s、地表面の粗度係数は計算領域全体で0.03 m<sup>-1/3</sup> s、初期水面形水深0 mとし、雨量は入力していない。解析期間は7月6日16時から7日16時である。

図2-9-7にcase0の最大浸水深分布を示す。図は痕跡調査を実施した範囲に着目して示している。case0の結果と痕跡調査の結果(図2-9-2)を比較すると、鏡川橋付近において解析結果が20 cm程度過小評価している。浸水範囲については、地点④の鮮魚店付近や、鏡川橋右岸の水際線が現地調査と概ね一致している。過小評価については、RRIモデルで計算した流量が実際よりも小さく計算されている可能性、また、Nays2D Floodの入力で降雨を考慮していないことも原因であると考えられるため、今後の検討が必要である。

case1(河道閉塞なし)の最大浸水深分布を図2-9-8に示す。鏡川橋下流では浸水範囲に大きな違いは見られない。閉塞が発生しなかったとしても、広見川の水位が高い状態にあると、大宿川の水が流下しづらく、堰上げ背水によって浸水が発生していることがわかる。また、流木による鏡川橋の閉塞がない場合は、case0に比べて鏡川橋の左岸上流と、右岸上流において浸水範囲が減少していることがわかる。泉地区において、鏡川橋の河道閉塞が浸水範囲を増加させた要因のひとつであるといえる。

case0(再現計算)の状態から広見川計算流量が30%小さくしたcase2の最大浸水深分布を図2-9-9に示す。大宿川合流後の広見川右岸において大きく浸水範囲が減少していることがわかる。合流点付近での最大浸水位を比較するとcase2がcase0に比べて80 cm程度小さかった。鏡川橋左右岸の浸水範囲に大きな変化は見られず、大宿川の流量は変更していないので、この範囲の浸水は鏡川橋

表 2-9-2 数値実験の計算条件

	広見川計算流量	鏡川橋閉塞
case0 (再現計算)	100 %	あり
case1	100 %	なし
case2	70 %	あり

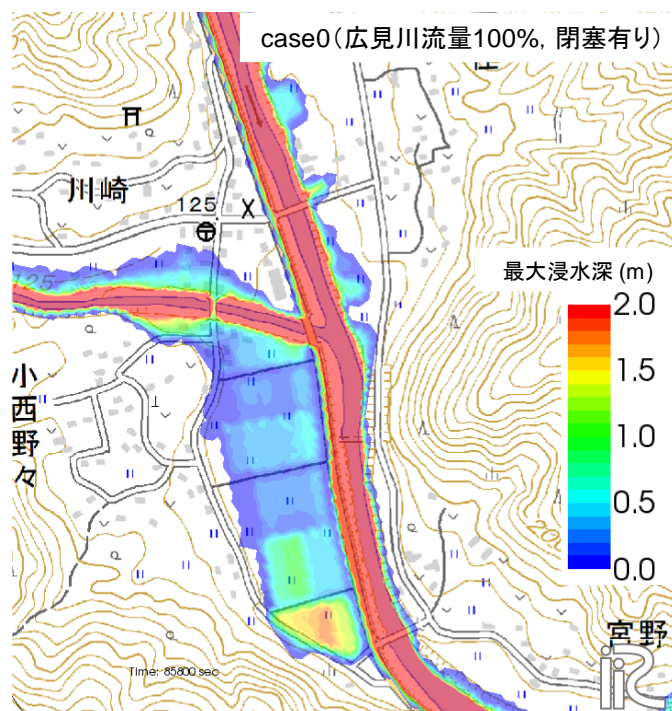


図 2-9-7 case0 の最大浸水深分布

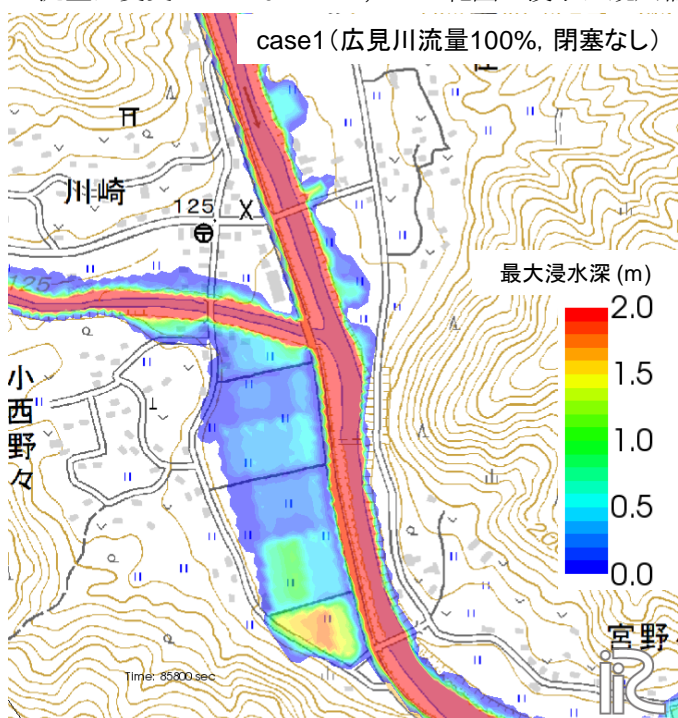


図 2-9-8 case1 の最大浸水深分布

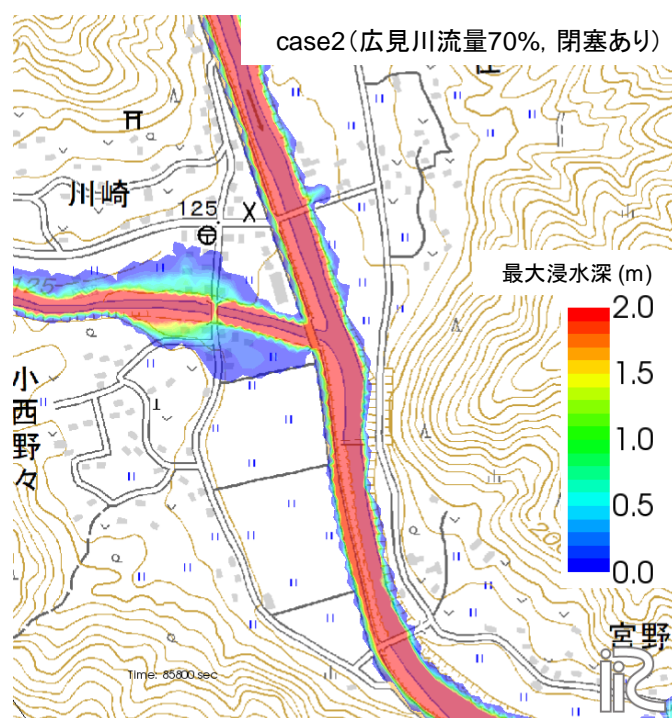


図 2-9-9 case2 の最大浸水深分布

の河道閉塞によるところが大きいと考えられる。一方、大宿川合流後の広見川右岸では広見川の水位の影響を大きく受けていることがわかる。広見川の水位が高い場合には、大宿川の右岸から溢れた水が広見川に排水されず、浸水範囲を大きくしていると考えられる。

#### 2.9.5 まとめ

鬼北町泉地区の浸水痕跡調査を中心に報告した。この地区の浸水は広見川からの直接的な氾濫がない場合でも、堰上げ背水により浸水が発生し、また、流木による河道閉塞が浸水範囲を更に大きくしていることが数値解析により確認できた。近年局所的な豪雨が増加しており、ある流域のみに降雨が集中したときは、そこを流れる河川の水位は上昇するが、隣接する流域の河川では水位の上昇がみられない事も想定できる。このような状態になった際には、一方の河川から他方の河川へ堰上げ背水が起こる可能性があるため、背水などの現象についてもハザードマップ等に情報を掲載しておく必要があるかもしれない。

#### 謝辞

本調査はNPO 法人愛媛県建設技術支援センター、愛媛県技術士会の協力を得て実施された。ここに記して謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) iRIC ソフトウェア : <https://i-ric.org/ja> (2018年12月16日閲覧)。
- 2) 佐山敬洋, 岩見洋一 : 降雨流出氾濫(RRI)モデルの開発と応用, 土木技術資料, 第56巻(6), pp.18-21, 2014.

(愛媛大学 森脇亮, 藤森祥文, 川瀬久美子, 石黒聡士, 高知工業高等専門学校 岡田将治)

# 第3章 愛媛県内における保育所，医療機関，高齢者福祉施設の 対応等

## 3.1 肱川周辺での浸水調査と氾濫解析

### 3.1.1 はじめに

平成30年7月豪雨では愛媛県南予地方を中心として各地で河川氾濫災害，土砂災害が発生した。徳島大学でも河川工学，地域防災学，地盤工学等の分野の研究者を中心として，浸水痕跡の確認と浸水位標高調査を行った。次いで，社会福祉施設，病院など災害時の避難に支援が必要となる要支援施設の災害対応についてインタビュー調査を実施した。さらに，インタビュー調査から得られた各施設の避難行動等を検証することを目的として，対象施設周辺の洪水氾濫解析を実施した。

本稿では肱川周辺で実施した浸水調査の概要と肱川の氾濫により浸水被害を受けた大洲市，西予市野村町を対象とした氾濫解析の概要を示す。

### 3.1.2 浸水調査

徳島大学では河口から5kmの大洲市白滝から約40kmの鹿野川ダムまでと西予市野村町三島橋周辺の浸水痕跡について，2018年7月16日，8月5・6日，10月11・12日に痕跡確認とVRS-GPSとTSを用いた標高測量を行った。なお，8月5・6日は愛媛大学・藤森氏と共同で行ったものである。写真-1は肱川中学校，三善小学校での痕跡調査の状況である。

### 3.1.3 氾濫解析

氾濫解析は野村ダム～野村町中心地区，鹿野川ダム～菅田地区，大洲大橋～五郎，五郎～白滝の4区間について実施した。各区間の上流断面でダム放流量（野村ダム，鹿野川ダム）または水位局（大洲，五郎）での水位観測結果を基に算出した流量の時間変化を与えて計算した。

また，主要な支流である矢落川，小田川についても新谷，坊屋敷での流量を与えた。なお，水位から流量への換算は国土交通省河川水文水質データベースの既往洪水データから水位・流量換算式を求め，これを内外挿することで行った。

図3-1-1には解析で用いた上流断面での流量変化を示すが，本洪水は既往洪水を超過するため，一部で過大・過小評価となる可能性があることに注意が必要である。計算には故岡部健士教授が開発したXOKABEをエンジンとするソフトウェア「AFREL」（ニタコンサルタント株）を用いた。計算格子は計算区間により，若干異なり，10mメッシュまたは15mメッシュである。地形データは国土地理院の5mDEMデータから，計算格子内の最小値で代表させた。

### 3.1.4 調査結果

計算による最大浸水深分布と浸水痕跡調査結果の比較を西予市野村町付近（図3-1-2），鹿野川ダム下流の大洲市肱川町周辺（図3-1-3），大洲市大川地区（図3-1-4），大洲市中央及び西大洲周辺（図3-1-5），東大洲市周辺



写真 3-1-1 肱川中学校での調査状況

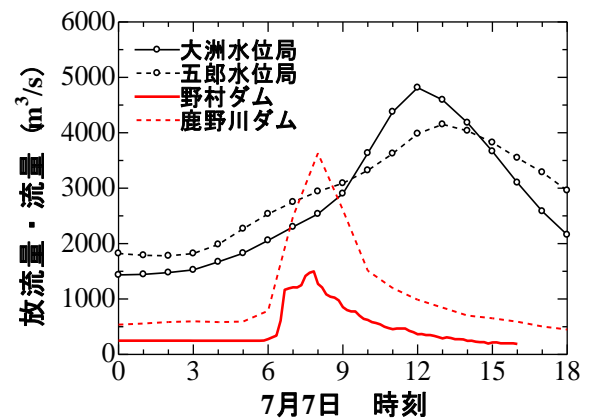


図 3-1-1 上流断面での流量の時間変化

(図3-1-6), 五郎より下流地区(図3-1-7)に示す. 図中には浸水調査で得た浸水深(m単位)を数字で示すが, 概ね一致していることが確認できる.

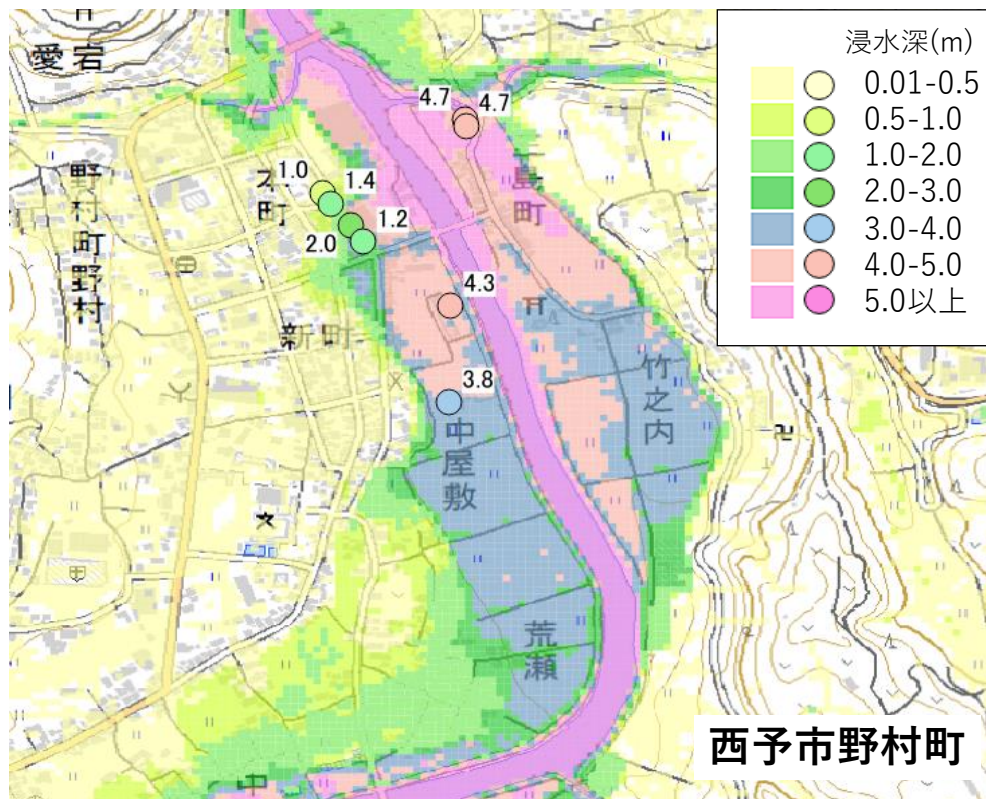


図3-1-2 西予市野村町付近での最大浸水深分布

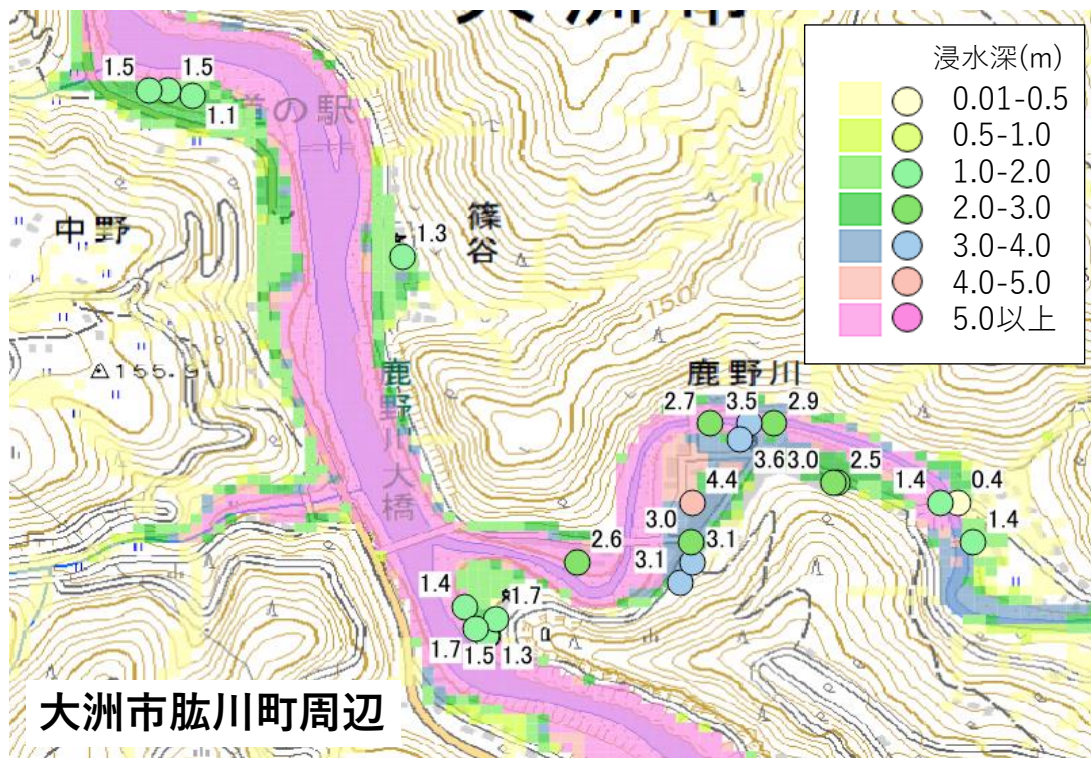


図3-1-3 大洲市肱川町周辺の最大浸水深分布



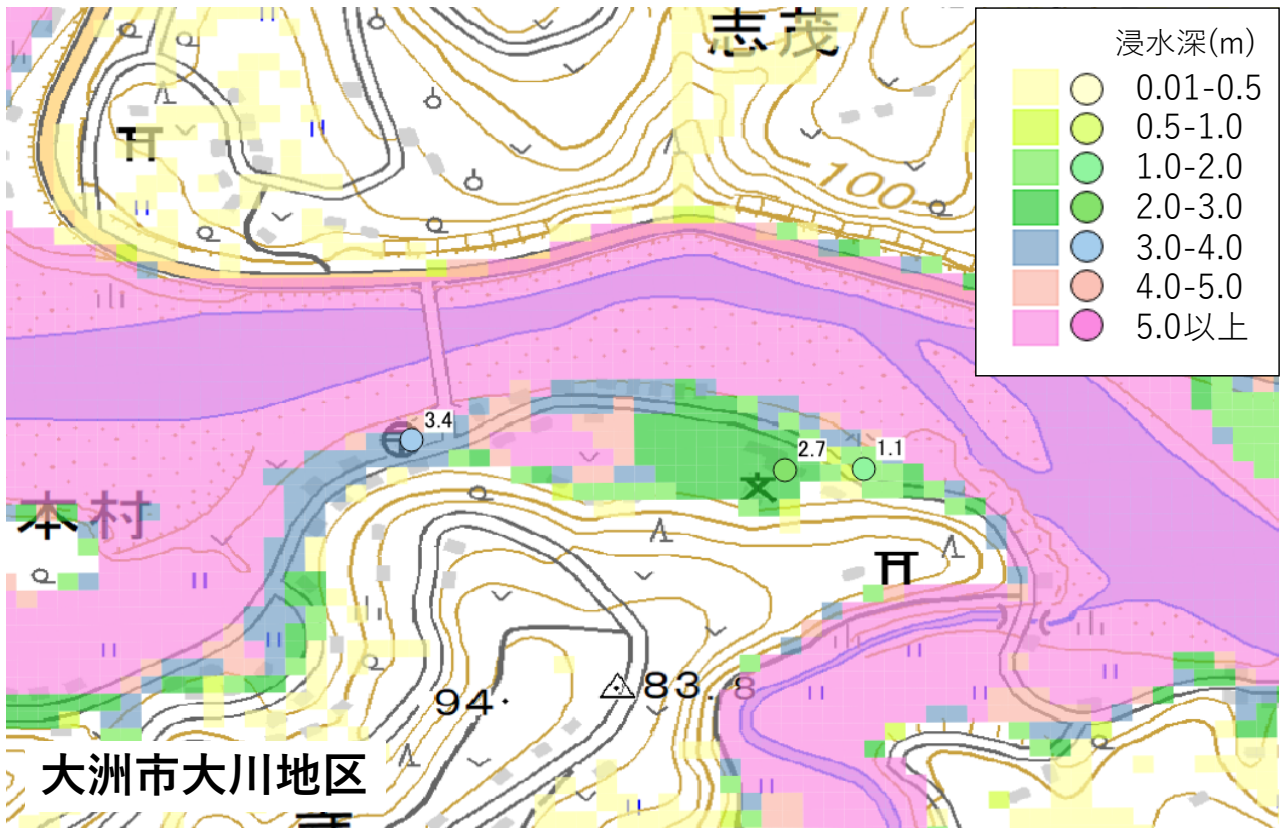


図 3-1-4 大洲市大川地区での最大浸水深分布

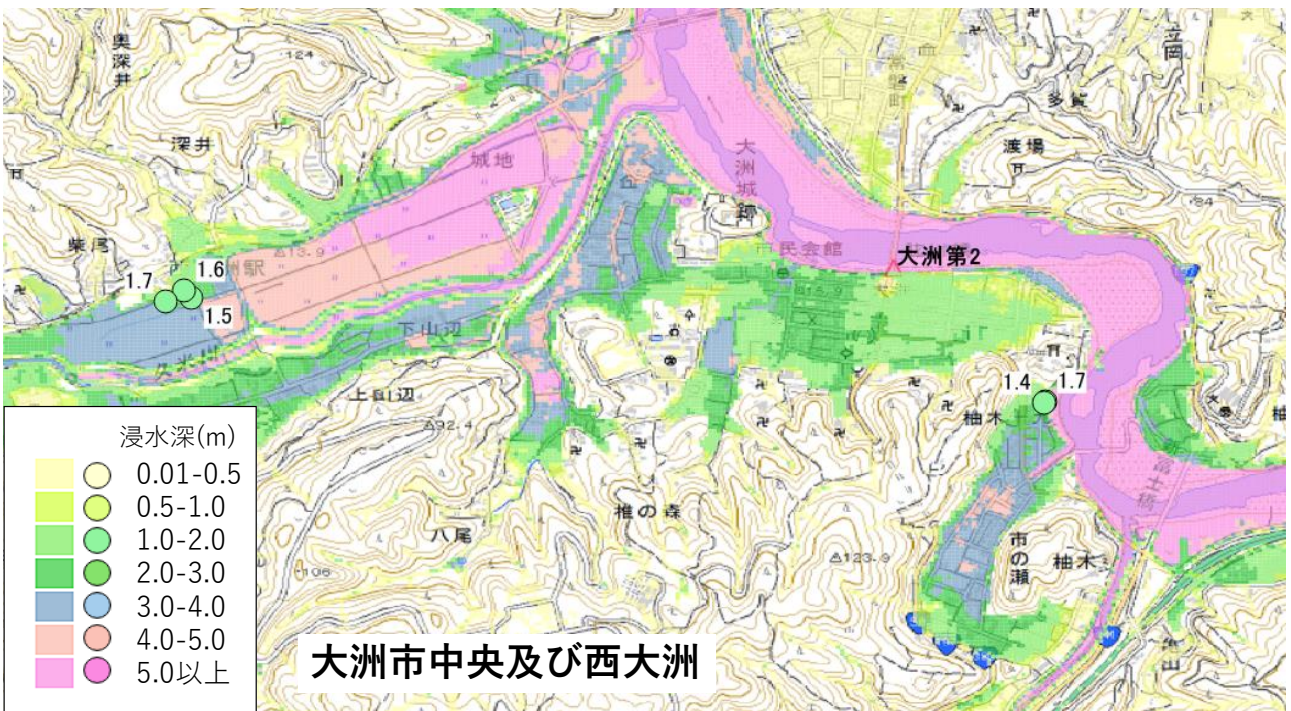


図 3-1-5 大洲市中央及び西大洲付近の最大浸水深分布

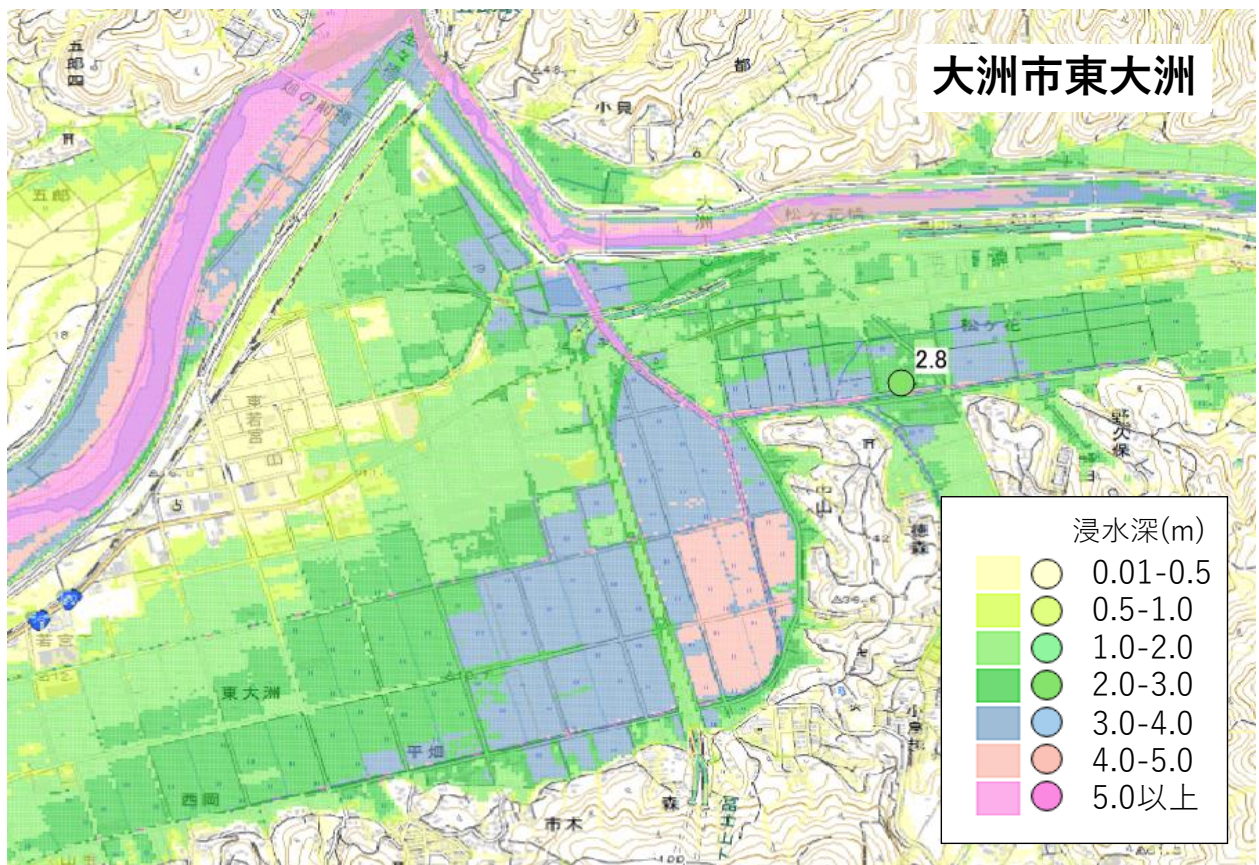


図 3-1-6 大洲市東大洲付近での最大浸水深分布

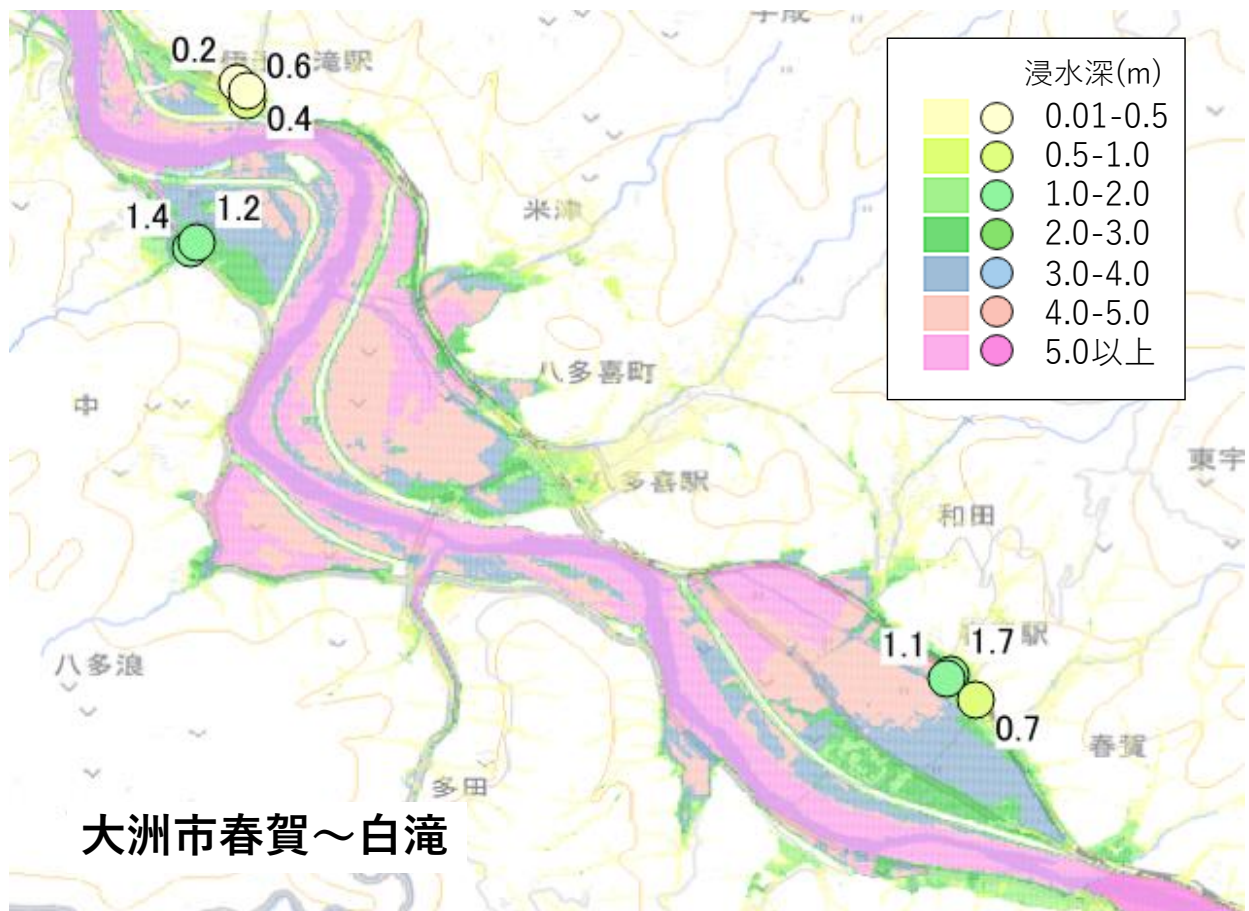


図 3-1-7 肱川下流部（春賀～白滝）の最大浸水深分布

### 3.1.5 おわりに

洪水氾濫解析を実施し、概ね浸水調査結果を説明できるような結果が得られているが、浸水開始に関する住民の証言と一致しないケースもあり、境界条件等について検討の余地が残されている。

また、保育所等の応急対応を検討するため、保育所のヒアリング調査を実施した宇和島市吉田町や宇和島市大浦についても解析を行っており、保育所等の危機対応の検証を引き続き実施していく予定である。

(徳島大学 中野 晋・上月康則・武藤裕則・金井純子，徳島県 徳永雅彦・鈴江和好)

### 3.2 愛媛県内の保育所の被害と災害対応

#### 3.2.1 はじめに

2015年常総水害、2017年九州北部豪雨など毎年のように深刻な豪雨災害が発生している。2018年も気象庁により平成30年7月豪雨と命名された豪雨災害が発生し、広島県、岡山県、愛媛県など西日本を中心に死者224名、行方不明者8名（消防庁<sup>1)</sup>、2018年11月6日現在の人的被害が生じた。なお、本報告ではこの豪雨災害をメディア等で広く呼称される「西日本豪雨」と呼ぶこととする。この災害では行政から災害情報や避難情報が住民に適切に伝達されたのか、避難情報を聞いた住民がどのように避難したか、浸水危険性のある地区に住んでいることを事前にどの程度理解できていたかなど、住民の危機意識と避難行動が改めてクローズアップされている。また、深刻な浸水被害と土砂災害により、学校、保育所、高齢者施設などが被災し、施設の復旧工事に時間がかかるため、2018年11月の時点でも他の施設を利用して教育、保育、介護等の業務を行っている所も多い。

第1著者<sup>2)~7)</sup>は高齢者福祉施設、保育所、病院、学校など、いわゆる要配慮者利用施設での災害危機管理について継続的に調査研究を行っている。こうした施設では災害発生時の施設利用者の安全確保と災害後の早期復旧が大きな課題となっている。そのため、第1著者を中心としてこれまでに2011年紀伊半島豪雨、2012年九州北部豪雨、2013年京都滋賀豪雨、同山口島根豪雨、2014年台風12号・11号、2015年常総水害、2017年九州北部豪雨などについて施設の被害実態や災害対応について聞き取り調査を行ってきた。西日本豪雨についても災害から3カ月が経過し、被災施設でも一定の落ち着きを取り戻した時期から保育所や高齢者福祉施設を対象に聞き取り調査を始めた。本報では肱川氾濫による浸水被害を受けた大洲市及び西予市、土砂災害と中小河川の氾濫による被害を受けた宇和島市の保育所を対象にした聞き取り調査の結果について述べる。

#### 3.2.2 西日本豪雨による愛媛県内の降水と被害の概要

2018年7月5日から8日は西日本一帯に梅雨前線が停滞し、これに南海上から湿った空気が連続的に流入し、局所的な線状降水帯が西日本各地で形成された結果、中部地方から九州地方までの広い範囲で記録的な大雨とな

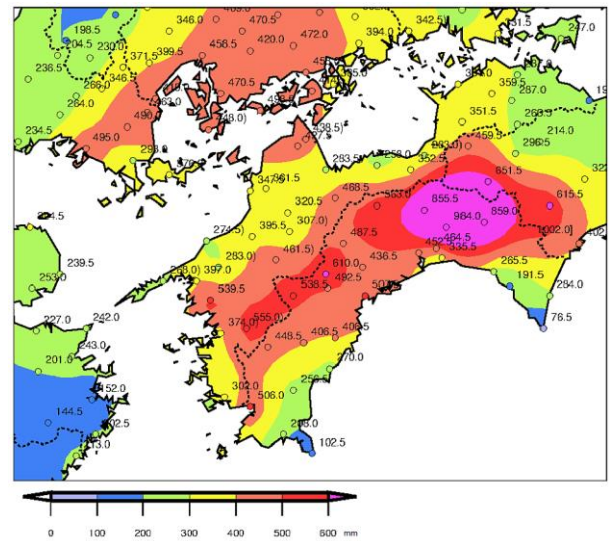


図3-2-1 7月5日～8日までの降水量分布 (松山地方气象台<sup>8)</sup>)

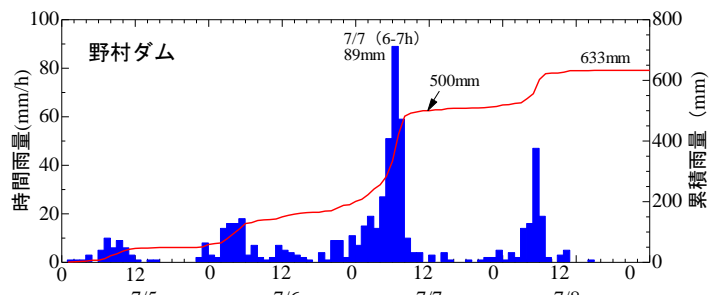


図3-2-2 肱川上流・野村ダムの降水量変化

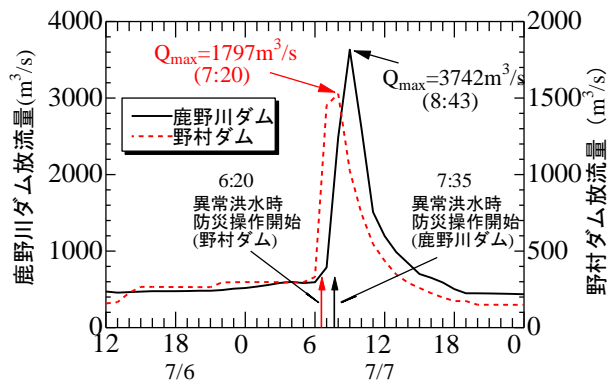


図3-2-3 鹿野川ダム・野村ダムの放流量変化

った。図 3-2-1 は松山地方気象台 8)がまとめた 7 月 5 日～8 日の 4 日間の降水量分布である。この期間に最も多くの降水量を記録したのは高知県東部から徳島県西部の山間部では 4 日間で 1000mm 近くの雨が降っている。また、四国の中では比較的雨の少ない愛媛県南予地方でも場所によっては 600 mm 前後の大雨となり、多数の箇所河川氾濫や土砂災害が発生した。図 3-2-2 は肱川上流の野村ダムで観測された降水量の状況で、大洲市等での浸水被害や土砂災害が発生した 7 月 7 日早朝には 1 時間 89mm の激しい雨が降ったことがわかる。

こうした異常降水により、図 3-2-3 に示す通り肱川の野村ダム、鹿野川ダムは 7 月 7 日の早朝に相次いで異常洪水時防災操作を行う必要に迫られ、防災操作直後から、肱川流域で洪水氾濫が発生した。この氾濫により、大洲市内で 3 名、西予市野村町で 5 名が犠牲になっている。一方、宇和島市では北部の吉田町を中心に約 350 カ所で斜面崩壊や土石流などの土砂災害が発生し、合わせて 11 名が犠牲になっている。

### 3.2.3 調査方法

#### a) インタビュー調査

2018 年 10 月 11 日に大洲市の保育所を対象に、2018 年 10 月 12 日、2019 年 2 月 22 日に西予市の保育所を対象に、2018 年 11 月 8・9 日に宇和島市の保育所を対象にインタビュー調査を行った。大洲市では市民福祉部子育て支援課職員、三善保育所長、肱南保育所長、西予市では生活福祉部子育て支援課職員及び野村保育所長、宇和島市では保健福祉部福祉課職員、吉田愛児園長、喜佐方保育園長（現在はたちばな保育園長）、大浦保育園主任、玉津保育園長より、①事前の防災対策や被災経験、②被災状況、③災害発生時の緊急対応、④保育再開の状況、⑤今後の課題などについてお聞きした。

#### b) 現地確認

保育所の被害状況と被災後に応急保育を行った施設の状況の把握はインタビュー調査当日に市の担当者にご案内いただいた際に行ったほか、2018 年 7 月 16 日、8 月 5・6 日にも肱川流域の浸水調査を行った際に視察している。

### 3.2.4 調査結果

#### a) 大洲市内の保育所について

調査対象の保育所の位置を図 3-2-4 に示す。また、大洲市で発表された気象・洪水警報、避難情報と保育所の対応について表-1 にまとめた。

表-1 の通り、災害の発生した 7 月 7 日 7 時 10 分の時点で避難勧告が大成保育所、菅田保育所、肱南保育所、三善保育所、白滝保育所の地区で避難勧告が出され、さらに 7 時 30 分には市内全域に避難指示が出された。前日中に全保育所で翌日は可能な範囲で自宅保育のお願いがされた上で、7 月 7 日は全所で園児の登園と重要書類等の退避作業のために、職員が早朝から登園した。

#### 1) 大成保育所（園児 15 名、被災当時、地盤高 36.5m）

鹿野川ダムから約 8km 下流左岸沿いに位置する大成（おおなる）保育所は浸水危険性が高いと認識されており、被害の発生した 7 日は早めの対応が必要と考えて、所長は 6 時過ぎに登園した。事前に登園予定児童がないことを確認していたため、事務機器や重要書類を机の上などに退避する作業を行った後、7 時 50 分過ぎに退所し、下流の菅田保育所に自家用車で避難した。菅田保育所への到着は 8 時 15 分頃と証言している。菅田保育所への移動では午前 9 時頃流出したされる大成橋を通過している。なお、当初の避難先は保育所の向かい側にある大成公民館であったが、すでに保育所から 100m ほど上流の集落が浸水しているという消防関係者の話を聞き、避難先を変更している。



図 3-2-4 大洲市内の調査対象保育所等の位置図

国土地理院淡色地図，平成 30 年 7 月豪雨浸水推定段彩図(空中写真判読版)肱川(愛媛県大洲市など<sup>9)</sup>)に加筆して作成，図中の矢印は被災した保育所の応急保育先を示す。

浸水被害は園舎の周囲で路面から 1.0m に達し，園舎内は床上 0.4m であった。

図 3-2-5 によると直上流の大川水位局では 8 時に T.P.33.8m の水位を記録した後，欠測している。水位局が損傷または流出したとみられ，8 時以降に浸水が発生したものと推察される。

深刻な浸水被害を受けたことに加えて，元々地区の人口減少のため，昨年度から統合化の検討が始まっていたことなどから現在地での再建は行わず，7 月 9 日から菅田保育所での合同保育の形で保育が再開された。

## 2) 肱南保育所 (園児 51 名，被災当時，地盤高 19.1m)

この保育所は大洲市役所にも近い市街地に位置している。7 日は所長他，出勤予定の職員 5 名が 6 時 30 分頃に出勤し，電話にて登園予定の児童 30 名ほどの保護者に電話連絡をしている。連絡内容は「安全のため，できるだけ自宅保育をお願いしたいこと，保育が必要な場合は避難予定先の大洲保育所で保育をすること」2 点である。その結果，登園児童がないことが確認されたので，7

表 3-2-1 気象・洪水警報，避難情報の発表と保育所の主な対応 (大洲市)

日	時刻	気象・洪水警報／避難情報	保育所等の対応
6	4:49	大雨(土砂災害)警報	
	6:20	土砂災害警戒情報	
		市災害対策本部設置	
	8:30	避難勧告(大成保育所・菅田保育所地区)	
	9:05	避難準備情報(肱南保育所地区)	
			7日の開所方法(自宅保育の依頼)を保護者に連絡
7	5:40	避難準備情報(三善保育所地区)	
	6:10	避難勧告(肱南保育所地区)	
	6:30頃		保育所職員登園
	~7:00		家庭への連絡，職員への出動見合わせの連絡，重要書類等の持ち出し準備等
	7:00	避難勧告(三善保育所地区)	
	7:10	避難勧告(白滝保育所地区)	
	7:00~		肱南保育所→大洲保育所へ避難 三善保育所→春賀連絡所へ避難
	7:30	避難指示(市内全域)	
	7:35	鹿野川ダム異常洪水時防災操作開始	
	~8:15		大成保育所→菅田保育所へ20分程度かけて避難
	8:43	最大放流量3742m <sup>3</sup> /s	
	12:42	異常洪水時防災操作終了	
	21:47	洪水警報解除	
8	6:32	洪水警報	
	14:50	洪水警報解除	
			9日からの保育方法を決めて連絡
9			全保育所で再開。被災保育所は合同保育などで対応

時過ぎには職員全員、大洲保育所に避難している。肱南保育所は床上1.4mで写真3-2-1（大洲市提供）のように屋根近くまで水没するような被害を受けた。写真では園舎の左側を肱川が流れており、氾濫水が勢いよく流入している様子が分かる。この保育所から0.5kmほど下流の大洲第2水局では12時頃に水位がピークとなっており、この頃に浸水したものと考えられる。



写真3-2-1 肱南保育所の浸水状況（大洲市提供）

この保育所も現位置での再建は安全性の面などからも難しく、公立保育所の統合や認定こども園の設置計画なども併せて検討されている。7月9日から休所することなく、3歳未満児（15名）は大洲保育所、3～5歳児（36名）は大洲児童館の施設を借りて再開した。その後、3歳未満児も9月からは大洲児童館に移って保育が継続されている。しかし、児童館は乳幼児対象の施設ではないため、洗面所やトイレが使用しにくいことや調理ができないため、大洲保育所で調理した食事を配送する必要があることなどの問題が生じている。

### 3) 三善保育所（園児24名、被災当時、地盤高11.2m）

この保育所は地区全体が浸水した春賀地区に位置しており、浸水深は床上0.5mである。7日は6時30分に所長を含む3名が登園している。その時点で国道から春賀地区に向かう道路が冠水し始めたので、土曜日勤務予定の職員には危険だから出勤しないように連絡している。登園予定の園児の保護者に手分けして電話連絡した後に、職員は隣接する三善公民館・連絡所に避難している。昼過ぎには水位が上昇し、下流側にある三善小学校側から浸水が始まったため、同所に避難していた高齢者等を誘導して、山側にある変電所に緊急避難した後、水位が下がるのを待って、夕方には連絡所に帰り、翌日まで避難を続けた。保育再開は2kmほど下流にある栗津保育所（園児30名）の保育室4室の内2室を借りて7月9日から始めている。

### 4) 白滝保育所（園児23名、被災当時、地盤高8.1m）

調査した中では最も下流に位置する保育所である。この保育所では調理室が0.2mの床上浸水被害を受けたが、保育室は浸水しなかったため、清掃、消毒作業を行う間、近隣の2つの保育所で保育を行った後、自保育所で再開している。

大洲市では15の公立保育所があるが、上述した4つの保育所で床上浸水以上の被害を受けた。さらに問題となったのが洪水に伴う水道施設等の損傷による断水で、当初は大洲保育所など3つの保育所以外が断水している。そのため、7月9日は多くの保育所で給食ができないため、弁当持参を条件に保育を行っている。衛生環境を維持するためには水は不可欠であり、市では栗津保育所などに給水タンクを設置して生活用水が不足しないような対策を講じた。

### b) 西予市の保育所について

図3-2-3に示す通り、野村ダムでは7日6時20分に異常洪水時防災操作を開始し、7時50分には洪水貯留操作開始流量300m<sup>3</sup>/sの約6倍、計画最大放流量1000m<sup>3</sup>/sの約1.8倍に達する1797m<sup>3</sup>/sを放流した。その結果、野村ダム下流にある西予市野村町では4mを超えるような浸水被害が発生した。野村ダム下流約2.5kmで

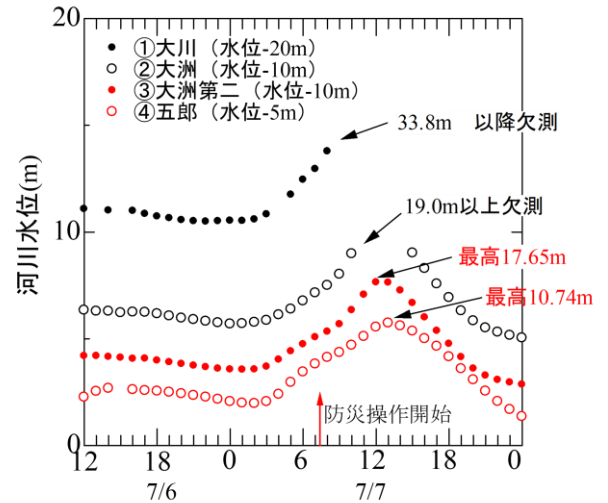


図3-2-5 肱川の主要な地点の水位変化

肱川の左岸に位置する野村保育所では床上 4.3m の浸水（写真 3-2-2）となり、壊滅的な被害を受けた。

この他、西予市南部から宇和島市北部の山あいでは多数の土砂災害が発生した。中でも宇和町明間の私立明間保育園は近くで起こった大規模斜面崩壊により、今後の斜面崩壊の危険性が継続するとして、避難指示地区に指定されたことから現位置での保育再開ができない状態で、近くの集会所を借りて応急保育が続いている。

ここでは、聞き取り調査を行った野村保育所（園児数 125 名、地盤高 107.9m）の対応について述べる。

7 日 2 時半以降に野村ダム管理者から西予市に向けて、メールやホットラインを通じて、異常洪水時防災操作の開始について連絡が行われた。4 時半の時点で 6 時 20 分から異常洪水時防災操作を開始するとの連絡を受けて、5 時 10 分に西予市は野村町地区に避難指示を発令している。そうした中、野村保育所長は自宅を 4 時 30 分頃に出て、西予市宇和町にある本庁舎の災害対策本部に登庁、肱川氾濫の危険性の説明と 6 時までに退所する旨の説明を受けた上で、5 時 20～30 分頃に登園した。登園前に野村町に住む職員に連絡をして、緊急持ち出し書類等の準備を指示した。6 時までに土曜日出勤予定の 8 名が参集し、前もって決めていた担当別に関係機関や保護者に休所見込みや避難先について電話連絡している。電話連絡を続けている最中の 6 時過ぎに通りかかった消防士から避難するよう指示を受け、豪雨の中、各自の自家用車で重要書類を載せて避難した。8 名全員が保育所を出たのは 8 時 20 分頃であったが、全員が出発した直後にも出勤予定でなかった保育士 1 名が登所し、安否確認のための緊急連絡カードを取りに来ている。この保育士が退所したのは凡そ 6 時 30 分前と推定される。野村町を対象とした浸水解析によると保育所で浸水が始まったのは 6 時 45 分前後と考えられる。

職員は肱川から 100m ほどの野村支所に避難したが、そこでもひざ下まで浸水していたため、より高い野村公民館に避難し、そこで、避難所運営業務に従事している。

保育所の近くの荒瀬水位局では防災操作によるダ



図 3-2-6 西予市野村保育所等の位置図  
(国土地理院撮影の正射画像に加筆)



写真 3-2-2 野村保育所の浸水状況

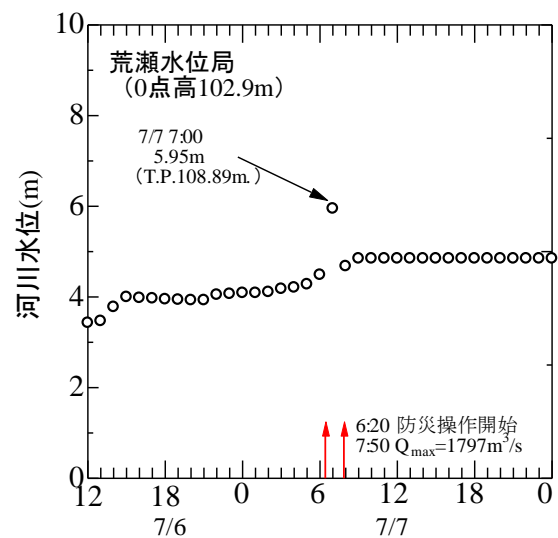


図 3-2-7 肱川の水位変化 (荒瀬水位局)



ム放流が始まって 40 分後の 7 時の時点で T.P.108.89m（水位記録は 5.95m）を記録し、最大放流量を記録した 7 時 50 分以降もさらに上昇したものと考えられる、8 時以降はこれより水位が低くなっており、何らかの計器異常が生じたものと推察される。

保育所は最高で 4.3m まで浸水し、ほぼ全壊状態となったため、1 週間休園した後、7 月 17 日より、保育所から 300m 程度離れた野村児童館を借りて、再開を果たしている。

再開までの経緯は次の通りである。被災翌日の 8 日に 1 週間の休園を決定し、防災無線や電話を使って、保護者に連絡した。9 日から再開場所の検討を始め、3 月 31 日に閉園していた保育園を候補としたが、川の傍であることなども考慮して、最終的に野村児童館を使うことを決定している。しかし、児童館では調理ができないことや野村地区が長期に亘って断水したことなどから、当初は隣の城川町にある認定こども園しろかわ保育所で調理したものを調理員が運搬することなどで対応している。

その後、高台にある野村運動公園に応急仮設保育所が建設され、2018 年 12 月 25 日に仮設保育所でようやくこれまでと同様の保育を行うことが可能となった。

西予市では野村小学校近くに 2020 年夏を目途に新しい保育所を建設することが決定されている。

### c) 宇和島市の保育所について

図 3-2-8 に聞き取り調査対象の施設の位置を示す。背景図は国土地理院<sup>10)</sup>が災害直後の

7 月 11 日に撮影した空中写真から作成した正射画像で、最も土砂災害の被害が大きかった宇和島市吉田町を中心に示している。斜面の至る所で白っぽくなっている部分が土砂災害発生箇所を表している。

図 3-2-9 に対象地区周辺で観測された降水量の時間変化で 7 月 5 日～8 日の間に宇和島では 381.5mm、宇和では 539.5 mm の降水量となっており、四国の中では温暖で比較的降水量の少ない南予で多量の雨が降ったために稀に見る大きな災害となった。また、降水のピークは 7 日 6 時～7 時の間となっている。

図 3-2-10 は国土地理院<sup>11)</sup>が正射画像より分析した土砂災害の発生状況をライン図としてまとめたものに、保育園の位置を重ねたものである。この図より、特に玉津保育園周辺では極めて多数の地点で土砂災害が発生していることが確認できる。

表 3-2-2 に宇和島市の気象・洪水警報、避難情報の発表状況と保育所の主な対応についてまとめているが、宇和島市では 7 日 7 時に土砂災害の危険性の高い地区を対象に避難勧告が発令されている。保育所では早くから



図 3-2-8 宇和島市の保育所等の位置図  
(国土地理院撮影の正射画像に加筆)

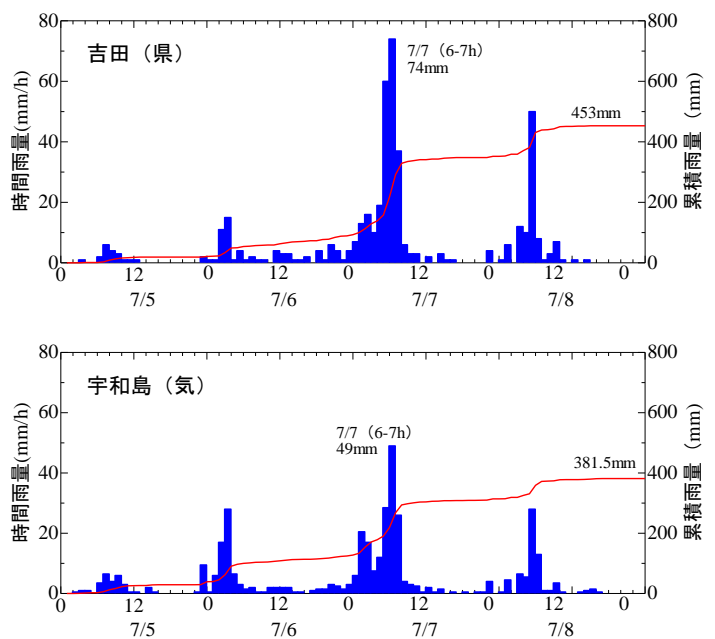


図 3-2-9 宇和島市周辺の降水量

登園してくる園児に対応するため、早出の職員が早朝から出勤しようとするが、この時間帯の大雨と土砂災害の発生により、困難な状況に直面している。以下では各施設の災害対応について述べる。

### 1) 吉田愛児園（被災時 83 名）

この園は吉田町中心部の吉田支所のそばに立地しており、近くで立間川と河内川が合流する。河内川が溢れて、この周辺が7時過ぎから浸水したという住民の証言がある。

園長と職員1名の2名が吉田支所の駐車場に車を止め、消防団の誘導で冠水した道路を徒歩で7時半に登園した。その際、膝上くらいまで道路が冠水していたそうである。浸水のピークは9時半頃とのことで、保育室は浸水を免れたが、調理室が約0.2m浸水し、冷凍庫が故障している。訪問した11月8日の時点でも各所で明瞭な浸水痕跡が残されており、その痕跡からは路面冠水は1.2m程度であった。

園児の受け入れは無理であると判断して、登園直後に休園を決定し、福祉課と保護者会長に休園にすることを連絡した。なお、各保護者には保護者会長より、連絡網で伝えられたほか、登園予定であった保護者には保育主任に、同様の連絡をさせている。また、園長はたちばな保育園長を兼務しており、当初はたちばな保育園の被害状況を確認するため、そちらに移動する予定であったが、不可能であったため、同保育園の保護者会長に状況を確認した上で、休園を決定し、同園保護者会長から連絡網で休園連絡をお願いした。また、出勤途中で道路冠水のため、立ち往生した職員については引き帰らせている。

園長らは14時頃から水が引き始めたので、断水するまでの2時間程度、テラスなどを水で洗い流す作業を行っている。吉田地区は土砂災害でその日は周辺との通行が途絶したと車が水没して移動手段を失ったことという理由で、その日は避難所となった吉田支所に移動し、翌日、帰宅している。

吉田地区はほぼ全域で断水となったが、保育室が浸水しなかったため、この園は休むことなく、9日から保育を再開している。しかし、18名の職員のうち3名が被災し、勤務できなかつたため、15名で保育と園庭などの清掃・消毒作業を分担して実施した。

調理室が浸水し、使えなくなったため、使えるようになるまでは番城美徳認定こども園の調理室を利用し、そこで調理したものを配送することで対応した。水道は8月4日に生活用水の通水が開始、8月10日に飲用水が

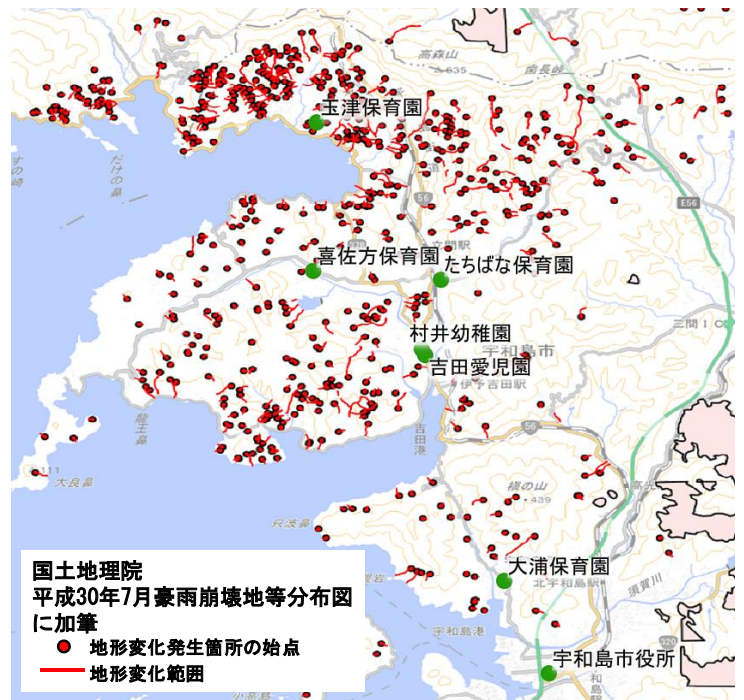


図 3-2-10 土砂災害発生状況（国土地理院）

表 3-2-2 気象・洪水警報、避難情報の発表と保育所の主な対応(宇和島市)

宇和島市			
日	時刻	気象・洪水警報／避難情報	保育所等の対応
5	9:14	大雨(土砂災害)警報	
6	4:25	土砂災害警戒情報	
	4:49	市災害対策本部設置 洪水警報	
7	6:00頃		喜佐方保育園は降雨と冠水の状況から休園を決定し、連絡網で連絡
	7:00	避難勧告(市内全域の土砂災害警戒区域等)	玉津保育園は保育園周辺で土砂災害が発生している旨の連絡があり、自宅待機を連絡網で連絡
	7:30		吉田愛児園では冠水する中、職員2名登園。登園後に休園を決めて連絡網で連絡
	15:49	洪水警報解除	
8	5:50	大雨特別警報(土砂災害)	
	6:10	洪水警報	
	14:50	大雨特別警報(土砂災害)解除	
	14:50	洪水警報解除	
9~12			できるところから12日までに再開

使用できるようになったが、それまでは市が用意した給水タンクなどを活用して、衛生面の対応を行った。自園での調理再開は8月20日でそれ以降、通常保育ができるようになっている。

#### 2) 喜佐方保育園（被災時20名）

園長が保育園のある喜佐方地区に居住しているので、7日6時に降雨と河川水位の状況から休園を決定して、保護者会副会長に休園の連絡を依頼した。この保育園でも保護者会の代表者に連絡をすることで、連絡網を通して、情報伝達を図ることになっている。消防団が保育園に隣接した喜佐方公民館で活動していたため、園長は消防団員に連絡をして、保育園の状況の確認を依頼し、近づくことができないとの情報を得て、登園はしていない。

当保育園は隣を流れる河内川の氾濫により、**写真3-2-3**に示すように床上0.7mの浸水被害を受けた。ここでの再開は困難と判断して、翌8日中に、たちばな保育園との合同保育として再開することを決定し、保護者に連絡し、7月9日からは通常保育として再開している。しかし、たちばな保育園でも断水被害があったため、断水が続く間（8月4日生活用水利用可、8月10日飲用水利用可）は備蓄品と軽食による自園給食を行った。

合同保育を行ったたちばな保育園は災害前には園児の減少で休園が検討されていたが、この災害を経て、9月1日には喜佐方保育園を廃止し、たちばな保育園に統合することになった。

#### 3) 大浦保育園（被災時66名）

この園では保育室が床上0.15m、調理室が床上0.5mの浸水被害を受けた。この園の地盤高は近くを流れる広見川の護岸高より、低くなっており、広見川からの氾濫で一気に浸水したものと思われる。この地区は大雨のたびに浸水被害が生じていたため、浸水対策として2015年に大浦雨水排水ポンプ場が設置されたが、今回の豪雨ではポンプ排水が追い付かず、ポンプ場も浸水し、排水ポンプが停止している。

7日7時10分に早朝出勤の職員2名が出勤したが、道路冠水のため、園に近づけず、浸水域の手前で停車して徒歩で登園した。職員から浸水状況を電話で連絡してもらった園長が休園を決定して、福祉課に連絡した上で、職員で手分けをして、保護者に休園の連絡をした。浸水被害を受けて、すぐには自園で再開できないと判断し、午前の内に福祉課が中心となって代替場所の検討が行われ、市役所の地下会議室を利用することが決定された。また、市役所会議室では調理等の対応ができないため、吉田愛児園と同様、給食は番城美徳認定こども園で調理して、配送することで対応すること（7月9～21日）を決定し、翌8日には保育の再開方法を保護者に連絡している。

7日10時半くらいから水が引き始めたので、11時過ぎには職員を参集させて、保育に最低限必要な物品を市役所に運んでいる。このように素早い対応で7月9日から、市役所地下会議室で最低限の設備を整えて、保育業務が再開された。なお、市役所は断水がなかったため、トイレが普段どおり使えるなど、衛生面では問題が少なかったが、子どもにとって慣れない場所であるため、トイレには職員1名が付き添うなどの対応が必要であった。

業者による清掃・消毒作業などを経て、7月23日から自園で保育が再開された。

#### 4) 玉津保育園（被災時33名）

玉津保育園は**図3-2-10**からも明らかなように、保育園の周辺で深刻な土砂災害が発生し、長期間に亘って、通行制限がなされた地区に位置する。7日は早朝出勤の職員から裏山が崩れそうなので避難するため、出勤できないと連絡があったほか、園長が出勤直前にも土砂災害の発生で園に行く道路が通行できなくなっているとの連絡を受けて、自宅待機とすることを決定した。その旨を保護者会長に連絡をして、連絡網で連絡を依頼している。保育園周辺の被害状況については、園に近づけないためにほとんどわからなかった。8日に登園し、被害状況と園児の安否確認を行った後、再開方法について検討したが、地区の危険性が高いため、9～11日は休園とし、12日から再開することで連絡をしている。

園の被害は土砂の園庭への堆積だけで、室内の浸水などはなかった。園周辺は車が通れない状況が続いていたため、徒歩で登園できる園児だけが来る状況であったが、12日には33名中8名が登園した。保育業務と土砂

撤去の業務を職員で分担したが、宇和島市内方面からの通行が斜面崩壊等で制限されているため、職員は西予市を経由する迂回路を使って、1時間以上かけて通勤した。

土砂撤去の際には消防団とみかん栽培の振興のために結成されている中山間集落協定会員が建設機械を持ち込んで手伝ってくれた他、みかん栽培で使用する5000程度の給水タンクを設置してくれるなど、清掃活動や保育運営に地域の方の多大な協力があつた。

玉津地区も断水のため、衛生面、給食面で問題が生じた。給食面では岩松保育園で調理した食事の配送を中心にして、備蓄品や軽食で7月12日～18日の間は対応した。7月18日から飲用水として水道が使えるようになったため、7月21日より自園調理をすることが可能となった。

### 3.2.5 まとめ

本調査は西日本豪雨で被災した愛媛県内の保育所・保育園の被災と災害対応、特に水害発生時の安全管理と保育の早期再開に対する取り組みについて聞き取り調査により、調べたものである。調査は現在も継続しており、十分な内容とはなっていないが、この時点で理解できた重要な事柄を要約して、本調査のまとめとする。

#### a) 災害時の休所・休園について

就労者の支援施設である保育所は休所または休園することは想定されていない。大洲市では前日にこれまでの雨の状況と気象予報を参考にして、自宅保育のお願いがされていたが、当日早朝に職員が出勤して登園の有無を確認した後、浸水が始まる前に避難している。西予市野村保育所でも早朝出勤した所長が園児の登園が無いのを確認して、緊急避難を行った。宇和島市では職員が園周辺の被害状況を調べた上で、園が危険であることを確認して、休園を決定し、連絡している。

いずれのケースも職員の安全確保の点から見ると職員が少なからず危険にさらされた点は看過できない課題である。こうした経験を踏まえ、大洲市では休所のルール化について検討が始まっている。本調査の対象にはなっていないが、同じように西日本豪雨で被害を受けた倉敷市では避難準備情報や避難勧告が出された場合には休所、休園にすることとして、公立、私立の区別なく、9月1日に保護者宛に通知している。

#### b) 保育業務の再開について

大洲市と宇和島市では周辺道路が通行止めになった玉津保育園を除き、休むことなく、7月9日から保育を再開した。一方、西予市の野村保育所では野村地区全体が大きな被害を受けたこともあり、1週間の休所の後、再開した。被害の程度を考えると調査対象の3市はいずれも早期再開を果たしている。特に宇和島市では土砂災害のために、浄水場が被災し、広範囲に断水が発生した上に、道路が各所で通行止めとなっている状況下でも休むこと保育再開を果たしたことは被災した保護者が生活再建を行う上でも役に立っており、評価すべき対応と言える。また、保育再開において、地域の住民の協力なども大きな力となっており、保育業務の継続には日頃から地域と保育所が連携していることが大切であることが理解された。

### 謝辞

本調査は7月の水害から3カ月が経過した10月以降に実施した。ヒアリングを開始した時期は地域の復旧・復興が緒についたばかりで、施設の再建方法も決定していない保育所も少なくなかった。そうした時期に大洲市市民福祉部子育て支援課様、大洲市の三善保育所と肱南保育所の各所長様、西予市生活福祉部子育て支援課様と野村保育所長様、宇和島市保健福祉部福祉課様、吉田愛児園、大浦保育園、玉津保育園、喜佐方保育園の各所長または保育主任の皆様には貴重なお時間を頂くとともに、これまでの経緯をまとめた資料もご提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 消防庁、平成30年7月豪雨及び台風第12号による被害状況及び消防機関等の対応状況（第58報）、

平成 30 年 11 月 6 日, <http://www.fdma.go.jp/bn/2018/detail/1052.html>

- 2) 中野晋, 宇野宏司, 照本清峰, 高西春二: 豪雨災害時の学校の防災管理, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.69, No.2, I\_147-I\_152, 2013.
- 3) 中野晋, 鳥庭康代, 武藤裕則, 宇野宏司, 金井純子: 豪雨災害を対象とした保育所の業務継続のあり方, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.70, No.2, I\_45-I\_52, 2014.
- 4) 中野晋, 鳥庭康代, 三上卓, 武藤裕則: 2014 年台風 12 号・11 号による学校・保育所での浸水被害と復旧対応, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.71, No.2, I\_139-I\_146, 2015.
- 5) 鳥庭康代, 中野晋, 金井純子, 泉谷依那: 2015 年関東・東北豪雨による常総市内での学校・保育所等の浸水被害と再開までの取り組み, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.72, No.2, I\_47-52, 2016.
- 6) 高橋真里, 中野晋, 金井純子, 山城慎吾, 藤澤一仁: 2017 年九州北部豪雨における保育所の危機管理と保育継続の問題, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.74, No.2, 2019, (印刷中)
- 7) 中野晋, 金井純子, 高橋真理, 藤澤一仁, 山城新吾: 前線性集中豪雨発生時における学校の安全管理の課題～2017 年九州北部豪雨の事例分析～, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.74, No.2, 2019, (印刷中)
- 8) 松山地方気象台: 平成 30 年 7 月 5 日から 8 日にかけての梅雨前線による大雨について (愛媛県の気象速報), 平成 30 年 7 月 9 日 17 時現在
- 9) 国土地理院: 平成 30 年 7 月豪雨 浸水推定段彩図 (空中写真判読版) 肱川 (愛媛県大洲市など), URL:[https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu\\_hijikawa\\_dansaizu/{z}/{x}/{y}.png](https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu_hijikawa_dansaizu/{z}/{x}/{y}.png)
- 10) 国土地理院: 平成 30 年 7 月豪雨 正射画像 宇和島地区 (宇和島市など) (2018 年 7 月 11 日撮影), URL:[https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu\\_uwajima\\_0711do/{z}/{x}/{y}.png](https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu_uwajima_0711do/{z}/{x}/{y}.png)
- 11) 国土地理院: 平成 30 年 7 月豪雨 崩壊地等分布図 (ライン) URL:[https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu\\_hokaichiline\\_1/{z}/{x}/{y}.png](https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu_hokaichiline_1/{z}/{x}/{y}.png)

(徳島大学 中野 晋, 中内正和, 妹尾淳史, 香川大学 高橋真理)

### 3.3 医療機関の災害対応

#### 3.3.1 ヒアリング調査対象

愛媛県<sup>1)</sup>の調べによると、平成30年7月豪雨によって、愛媛県内の44の医療機関で浸水による被害があり、肱川の河川氾濫があった大洲市では31もの医療機関で浸水被害が発生した。本調査では、浸水被害がありながらも早期に診療再開をした大洲市のA病院についてヒアリング調査を実施した。

また、浸水被害があり入院患者を他の病院に転院させる病院避難を実施し、診療再開に時間を要した岡山県倉敷市真備町のB病院にもヒアリング調査を実施した。

表 3-3-1 愛媛県内の医療機関の浸水被害<sup>1)</sup>

市町名	病院	医科診療所	歯科診療所	計
宇和島市	0	2	1	3
大洲市	2	18	11	31
西予市	0	1	3	4
八幡浜市	0	2	0	2
今治市	1	0	0	1
松野町	0	2	0	2
鬼北町	1	0	0	1
合計	4	25	15	44

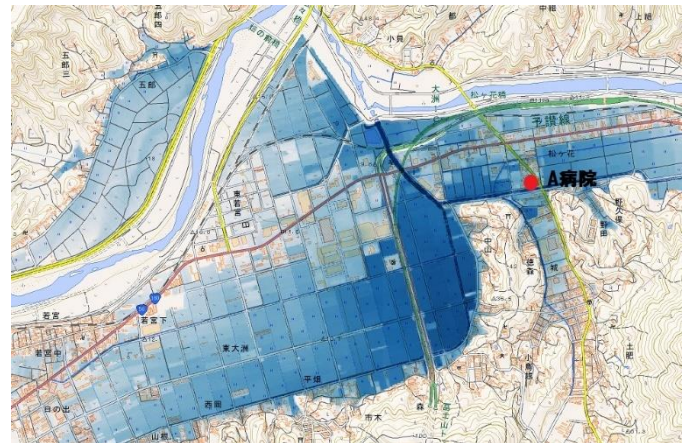


図 3-3-1 調査対象 A 病院（国土地理院地図に加筆）<sup>2)</sup>

表 3-3-2 ヒアリング調査対象の病院

災害の名称	発生日	河川	場所	施設名	浸水深	ヒアリング調査
西日本豪雨災害	2018年7月7日	肱川	愛媛県大洲市	A病院	2.8m	2019年1月22日
	2018年7月7日	小田川	岡山県倉敷市	B病院	3.3m	2018年10月18日

#### 3.3.2 大洲市 A 病院の災害対応

大洲市の A 病院では、これまで 2 回の浸水被害の経験があり、平成 28 年 12 月に施設の増改築を行った際に「水害に強い病院を作る」ことをテーマとし、1 階部分は浸水被害があることを想定した上で、1 階には診療機能を置かず会計や待合室、売店などを設置した。2 階には外来診療機能、3 階以上に入院診療機能を設置し、仮に浸水した場合でもスムーズに診療機能を再開させるための施設整備を行っていた。また、水害想定のマニュアルを作成はしていなかったものの、浸水被害を想定した訓練を行い、水害時の対応については職員の間で共通認識を有していた。浸水開始前の 7 月 6 日から診療再開した 7 月 10 日までの災害対応について表 3-3-3 に示す。

A 病院では、浸水の可能性が感じられた 7 月 6 日 17 時に災害対策本部を設置し、防水パネル等の防水対策を開始した。次第に近隣道路や駐車場が冠水し始め、7 日 6 時には床上浸水となった。9 時には変電所の不具合により停電したが、自家発電に切り替えて対応を行った。自家発電は燃料切れにより 2 時間程度しか持たず、電気と水道が停止することとなった。13 時すぎには院内に浸水してきたため、1 階に保管していた備蓄品や薬品、売店の食料などを 2 階に上げるなどの対応を行った。15 時 50 分ごろには浸水深がピークとなり、その後は水位が低下していった。8 日 5 時から水がひいたのを確認して片付け作業を開始。早期の診療再開を目指して施設設備の復旧を行い、10 日には外来診療を再開した。なお、浸水してからの入院患者・職員の水・食料は、備蓄品及び自衛隊からの配給で対応した。

表 3-3-3 A 病院の災害対応

日時		緊急対応	避難情報等
7月6日	17:00	災害対策本部を設置、防水対策開始	
7月7日	3:30	駐車場が冠水	
	6:00	床上浸水し始める	
	7:30		避難指示（市内全域）
	9:00	停電のため、自家発電開始	
	11:00	燃料切れのため自家発電停止 給水ポンプ停止のため断水	
	13:10	防水措置を越えた浸水により食品等 を2階へ移動	
	15:50	浸水深のピークに到達	
7月8日	5:00	片付け作業の開始	
	7:00	電力会社が現場確認のため来院	
	11:00	2階以上の電気が復電	
7月9日	9:00		避難指示（市内全域）解除
	18:00	1階の一部で復電	
7月10日	7:30	仮復旧し、診療開始	
	11:30	給水ポンプが復旧	

### 3.3.3 倉敷市真備町B病院の災害対応

岡山県倉敷市真備町のB病院では、平成26年3月に現在の場所へ新築移転したが、これまで浸水被害の経験はなく、水害想定のマニュアルを作成などのソフト面や施設等のハード面の事前対策を実施していなかった。浸水開始前の7月6日から7月8日に病院避難するまでの緊急対応について表3-3-4に示す。

B病院では、夜間の人的資源が限られた中で近隣アルミ工場の爆発事故による負傷者への対応や避難指示による地域住民の受け入れをした後に浸水によって停電、断水、固定電話不通となり病院機能を失い孤立した状況となった。このような中で自衛隊等による周辺地域の救出者も受け入れ、最大335名が避難した状態となった。浸水による病院機能の回復の見込みが立たないことから、入院患者を院外へ転院させる、いわゆる病院避難をせざるを得なかった。

表3-3-4 B病院の緊急対応

日時		緊急対応等	避難情報等
7月6日	22:00		避難勧告（真備地区）
7月7日	0:00	近隣アルミ工場爆発により負傷者対応	
	1:30		避難指示（真備地区・小田川北側）
	2:00	避難住民への対応	
	5:00	当日の診療等の休止を決定	
	8:00	病院への浸水開始	
	9:00	停電、断水、固定電話の不通	
	午前	倉敷市、岡山県、DMAT調整本部との協議を開始 患者リスト等の作成	
	12:00	浸水深のピークに到達	
	午後 夜間	自衛隊等による周辺救出者の受け入れ 335名が病院に避難した状態に	
7月8日	深夜 早朝	入院患者、施設利用者、透析患者の受け入れ先の調整 避難住民への対応	
	午前	自衛隊、DMAT等による救出活動開始	
	21:00	救出活動終了	

### 3.3.4. 考察

A病院では過去に浸水被害の経験があり、1階が浸水しても病院機能を継続することが可能とするための事前

対策を行っていたことから、浸水による病院機能の停止を最小限に留め、復電後は速やかな診療再開が可能となった。一方、B病院では浸水リスクが想定されておらず、浸水対策はほとんどされていなかった。これは想定されるリスクに対して、適切な事前対策を実施することにより早期の再開が可能となることを示している。

浸水被害時には配電設備が被災してしまうと、復旧が長期間となる可能性があり、診療再開の大きなボトルネックとなるが、A病院では1階と2階の配電設備を分けており、1階が浸水した後でも、給電再開により2階以上での電気使用が可能となった。B病院では、配電設備が浸水により使用不可となり、再調達に長期間を要し、診療再開の大きなボトルネックとなった。配電設備への対策は、非常用発電機を含めた電気設備の上階への設置や防水対策は浸水被害に対して有効な手段であるといえ、診療再開の重要なポイントとなった。

また、A病院では貯水槽には大きな被害がなかったが、給水ポンプ・制御盤が浸水により故障した。代替品が早急に届き、設置工事も早期に実施できたことから入院患者や診療再開への影響は限定的であったが、医療機関の事業継続を考える上では水の確保についても対策が必要となる。自施設の設備対策や設備代替品の確保だけではなく、自治体や外部支援者からの給水車による受援対応も含めて、早期に復旧または継続的に水を確保できるための検討が必要となる。

A病院では調理場が3階にあったため浸水被害はなく、病院への浸水やライフラインの停止期間が比較的短かったことから、入院患者や職員の水・食料については備蓄品等での対応が可能となった。調理場の上階への設置や備蓄品の確保、調理場が長期間利用できない場合の対応についても検討しておく必要がある。

A病院では浸水被害への対策は重点的に行っていたが、大規模地震などの浸水被害以外の自然災害リスクへの対応は実施していなかった。これはB病院でも同様であった。このような対応も地域医療を守る医療機関として求められることから、早期に診療再開を目指したBCPの策定と地域内の医療機関で連携した病院避難時の受け入れ体制の検討や共助、受援体制の構築が今後必要となる。

## 参考文献

- 1) 愛媛県：平成30年7月豪雨に伴う被害状況について
- 2) 国土地理院：平成30年7月豪雨 浸水推定段彩図（空中写真判読版） 肱川（愛媛県大洲市など），  
[URL:https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu\\_hijikawa\\_dansaizu/{z}/{x}/{y}.png](https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/201807H3007gouu_hijikawa_dansaizu/{z}/{x}/{y}.png)

（徳島大学 湯浅 恭史）



### 3.4 高齢者福祉施設の対応

#### 3.4.1 目的

西日本豪雨災害では、中四国を中心に高齢者関係施設 276 施設で雨漏りや床上浸水等の被害があり、このうち愛媛県内の被害施設数は 38 施設であった（厚生労働省）。

本調査では、高齢者施設における避難行動の課題を明らかにするため、愛媛県の小田川周辺の 1 施設と愛媛県の肱川周辺の 3 施設を対象に、2018 年 7 月から 14 月にかけて現地調査およびヒアリング調査を実施した。

#### 3.4.2 調査結果

##### a) 岡山県倉敷市 特別養護老人ホーム A（入所者 29 名，浸水深 5.0m）

##### ①避難行動

特別養護老人ホーム A は、築 4 年の鉄筋コンクリート造の平屋である。水害の避難訓練、避難確保計画、事業継続計画は無かった。【2018 年 7 月 5 日（木）】真備町のハザードマップで、施設が浸水深 5.0m 以上の区域にあること知っていた施設長は、いつもと違う雨の降り方に危機感を感じていた。系列施設に連絡し「避難勧告が出たら避難したい，受け入れてくれないか」と打診していた。【2018 年 7 月 6 日（金）】入所者 29 名と短期入所者 7 名の計 36 名がいた。施設では、気象情報，河川の水位情報，ライブカメラ等で情報収集を続ける中，夜勤体制に変わる 17 時前に，退勤者らに「万が一の場合は緊急参集して欲しい」と伝えた。22 時に真備地区全域に「避難勧告」が発令され，避難することを決定した。22 時 15 分頃，緊急連絡網により帰宅していた職員，系列施設の応援要員を招集し，22 時 45 分頃，入所者 36 名を約 2 km 離れた系列施設へ避難を開始した。搬送には車両 7 台を使い 0 時に無事避難完了した。【2018 年 7 月 7 日（土）】0 時に避難を完了した後，職員と施設長は備品の防水対策のために施設へ戻ったところ，0 時 30 分頃から浸水が始まり，25 名が屋上へ避難し取り残される結果となった。懐中電灯，水，菓子，傘，紙おむつなどを持ち出し，屋上の屋根の下で雨を凌いだ。4 時頃さらに水位が上昇し停電した。6 時頃に救助ヘリに発見されるものすぐには救出されず，逆に，逃げ遅れた近隣住民が屋上へボートで次々と運ばれて来て，最後には 60 名になった。19 時頃から救助ヘリやボートによる救出が始まり，20 時頃に系列施設へ避難を完了した。

##### ②改善策

今後は、「避難準備・高齢者等避難開始」で介護度の高い一部の入所者をまず避難させる計画施設が使えない想定で，どこへ避難するのか，何時間かかるか，訓練で確かめておくことが重要である。

表 3-4-1 気象警報，避難情報等の発表状況と特別養護老人ホーム A の避難行動

日	時間	気象警報／避難情報	特別養護老人ホームAの避難行動	浸水状況
7月5日	18:30	大雨警報(倉敷市)		
	19:40	洪水警報(倉敷市)		
7月6日	16:00		退勤者らに注意喚起	
	21:40	小田川避難判断水位(矢掛)		
	21:50	小田川氾濫警戒情報(矢掛)		
	22:00	避難勧告	避難行動開始を決定	
	22:10	小田川氾濫危険水位(矢掛)		
	22:15		緊急連絡網で職員・応援要員招集	
	22:00	大雨特別警報(倉敷市)		
	22:45		入所者36名を約2km離れた系列施設へ移送開始	
	23:45			
0:00		避難完了		
7月7日			備品の防水対策のため一部職員が施設に戻る	
	0:30	小田川氾濫発生情報(箭田付近)	屋上へ避難、孤立	建物内浸水開始
	1:30	避難指示(真備地区・小田川北側)		
	4:00		停電	水位上昇
	6:00		救助ヘリに発見される	浸水ピーク(5m)
	14:00		逃げ遅れた近隣住民が屋上へボートで次々と運ばれる	
	19:00		救助ヘリやボートで救出	
	20:00		系列施設へ避難完了	

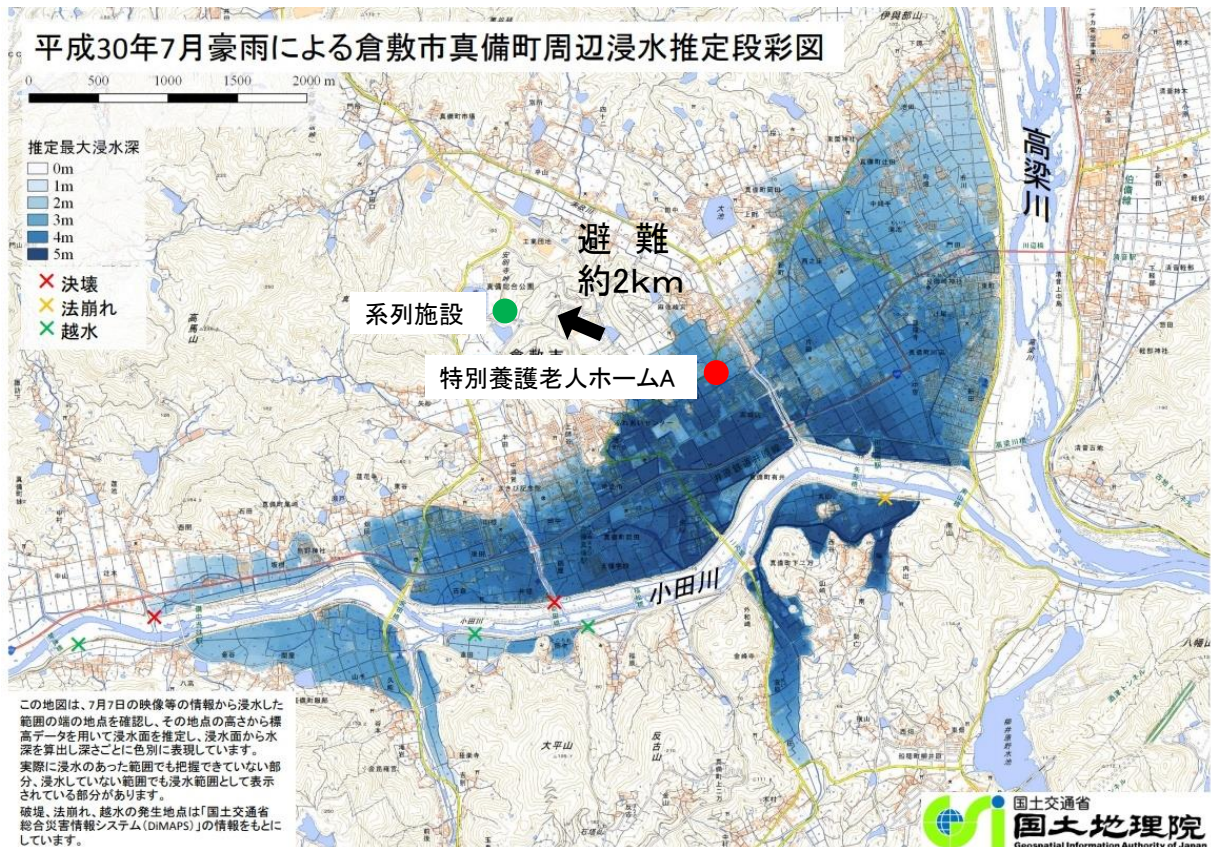


図 3-4-1 特別養護老人ホーム A と系列施設の位置図

(国土地理院：平成 30 年 7 月豪雨による倉敷市真備町周辺浸水推定段彩図に加筆して作成)



7月7日 1:21



7月7日 5:01



清掃作業



受け入れ先の系列施設

写真 3-4-1 特別養護老人ホーム A の被災状況 (写真：特別養護老人ホーム A より提供)

b) 愛媛県大洲市 特別養護老人ホーム B (入所者 16 名, 浸水深 1.3m)

①避難行動

特別養護老人ホーム B は、築 3 年の 2 階建てで、入所者の平均介護度は 4.5 である。大洲市が平成 25 年に作成したハザードマップ (H25.3 大洲市作成：肱川流域で 2 日間の総雨量 340 mm) によると、肱川の堤防が決壊した場合、当該施設周辺は 0m 以上 0.5m 未満の浸水が予測されていた。また、地域に古くから残る記録誌から、昭和 18 年 (75 年前) に 2m4cm, 昭和 20 年に 1.5m 浸水の記録があった。水害想定避難確保計画は策定していなかったが、避難訓練は実施していた。

【2018 年 7 月 6 日 (金)】 17 時頃、送迎車両 3 台を系列施設へ移動、18 時にサーバー及び備蓄食料の一部を 2 階へ移動した。【2018 年 7 月 7 日 (土)】施設では、鹿野川ダム放流量、除川の水位を目視、水位観測所 (大川、大洲第二) 等で情報収集をしていた。6 時半に職員の自家用車 6 台を高い台へ移動し、7 時に施設出入口に土嚢を積んだ。8 時に入所者 16 名を 2 階へ避難させた。8 時 50 分に市対策本部に確認した結果、3700 トン放流しているとの情報を得た。9 時に系列施設へ避難を試みるが避難路が冠水し断念した。その後、パソコン、書類、備品を 2 階へ避難させた。13 時半、浸水は約 1.2m に達した。14 時半、備蓄品を使って夕食を準備し 17 時に夕食を提供した。20 時に簡易発電機を搬入した。【2018 年 7 月 8 日 (日)】 6 時に朝食を準備し 8 時に朝食を提供した。9 時、系列施設へ避難を開始した。【2018 年 7 月 9 日 (月) 以降】 10 日に県老施協へ入所者受け入れを依頼し 11 日に家族の了承を得た。12 日以降、9 施設 1 病院へ 25 名が分散避難した。

②改善策

施設防災計画を災害毎に分かりやすく表記し、災害毎に防災担当者を配置した。2 階へ備蓄食料を保管、出勤経路の確認を行った他、職員はラインに全員登録し情報共有体制を強化した。

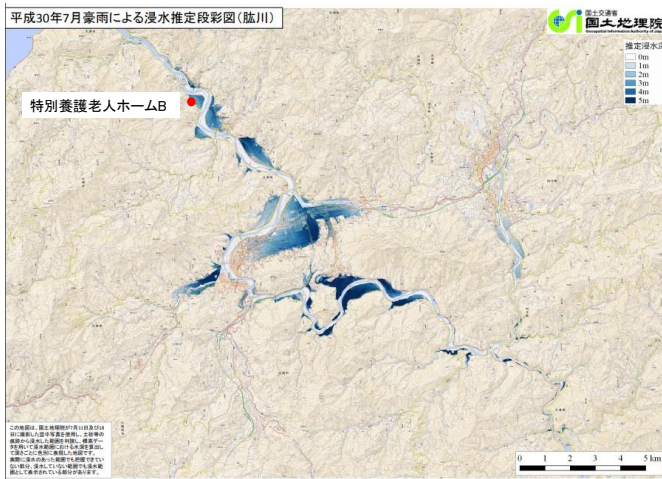


図 3-4-2 特別養護老人ホーム B の位置図  
(国土地理院：平成 30 年 7 月豪雨  
大洲市浸水推定段彩図に加筆して作成)

写真 3-4-2 一階ベランダからの様子 (13 : 35)  
(写真：特別養護老人ホーム B 提供)

表 3-4-2 気象警報，避難情報等の発表状況と特別養護老人ホーム B の避難行動

日	時間	気象警報／避難情報 ダム放流量	特別養護老人ホームBの災害対応	浸水状況
7月6日	4:49	大雨警報		
	6:20	土砂災害警戒情報		
	17:00		送迎車両3台を系列施設へ移動	
	18:00		サーバー及び備蓄食料の一部を2階へ	
7月7日	2:32	洪水警報		
	5:50	避難準備・高齢者避難開始		
	6:20	野村ダム毎秒1,797トン		
	6:30		職員の自家用車6台を高台へ	
	7:00		施設出入口土嚢積み	
	7:10	避難勧告		
	7:30	避難指示		
	7:35	鹿野川ダム毎秒3,742トン		
	8:00		入所者16名をEVで2階へ避難	
	8:50		市対策本部に連絡、毎秒3,700トン放流を知る	
	9:00		系列施設へ避難を試みるが避難路冠水し断念	
	10:00		その後、PC、書類、備品を2階へ避難	
	12:30			約20cm(施設外回りの水位)
	12:45			約40cm(施設外回りの水位)
	13:20		停電	約1m(施設内流入)
	13:30			約1.2m(ピーク時の水位)
	14:30		夕食準備(備蓄食料)	
16:45			約80cm	
17:00		夕食(入所者36名、職員等16名)		
19:00			建物内浸水解消	
20:00		簡易発電機搬入		
7月8日	6:00		朝食準備(備蓄食料)	
	8:00		朝食	
	9:00		系列施設へ避難	
7月9日			系列施設も断水・電話不通、系列施設のデイサービス継続のため避難を断念	
7月10日			県老施協へ入所者受け入れ依頼	
7月11日			入所者家族の了承を得る	
7月12日			5名受け入れ施設へ移動	
7月13日			19名受け入れ施設へ移動	
7月14日			1名受け入れ施設へ移動	
7月9日～8月4日：復旧工事、7月17日～8月5日：サービス段階的に再開				

c) 愛媛県大洲市 介護老人保健施設 C (入所者 60 名, 浸水深 2.4m)

①避難行動

介護老人保健施設 C は、築 27 年の 6 階建てである。入所者数は 60 名で、居室は 3 階～6 階にある。大洲市が平成 25 年に作成したハザードマップ (H25.3 大洲市作成: 肱川流域で 2 日間の総雨量 340 mm) によると、肱川の堤防が決壊した場合、当該施設周辺は 3.0m 以上 4.0m 未満の浸水が予測されていた。過去にも、平成 3 年、平成 7 年、平成 16 年に浸水被害を受け、玄関の防水板や下水逆流防止弁の設置、隣の系列施設の 5 階に備蓄品を保管するなど水害対策を講じていた。水害想定のマニュアルは有り、緊急出勤基準 (雨量 3 時間 160 mm, 大川水位観測所 3.5m, 鹿野川ダム毎秒 600 トン) など、行動の目安が定められていた。避難訓練は、入所者の居室が 3 階以上であるため、避難誘導訓練は実施していなかったが、防水板設置訓練は実施していた。職員の水害に対する危機意識は高い。

【2018 年 7 月 5 日 (木)】

夜から事務長が泊まり込みで待機した。情報収集は、鹿野川ダムの放流量、水位観測所 (大川, 大洲第二), 消防団員などから情報収集を行っていた。

【2018 年 7 月 6 日 (金)】

昼に災害対策本部を立ち上げた。夕方にデイサービス利用者 80 名の送迎を完了し、5 時に約 40 台の福祉車両を高台の公園に移動させた。【2018 年 7 月 7 日 (土)】4 時に福祉車両をさらに高台へ移動させた。この時点で、施設前の駐車場は 20～30cm 冠水していたが、建物内への浸水はまだなかった。8 時に建物内に浸水が始まり、9 時に床上 25 cm になった。10 時 49 分に消防団員から二線堤防を水が越流したとの情報を得た。16 時に約 2m39 cm (一階天井) に達した。停電、断水し、固定電話は不通となったが携帯電話は通じた。【2018 年 7 月 8 日 (日)】6 時に浸水が解消された。1 階部分が使用不能な中、大洲市から緊急入所 6 名の要請があり止む無く受け入れた。その後、7 月末までの間、緊急入所 21 名、在宅利用者 200 名、ショートステイ 40 名を受け入れた。

②改善策

特別養護老人、介護老人保健施設、グループホーム、障害者支援施設など、災害時の相互支援の連携の幅を広げたい。



図 3-4-3 介護老人保健施設 C の位置図  
(国土地理院: 平成 30 年 7 月豪雨  
大洲市浸水推定段彩図に加筆して作成)



写真 3-4-3 現地踏査の様子

表 3-4-3 気象警報、避難情報等の発表状況と介護老人保健施設 C の避難行動

日	時間	気象警報／避難情報 ダム放流量	介護老人保健施設ホームCの災害対応	浸水状況
7月6日	4:49	大雨警報	前日より事務長泊まりこみ	
	6:20	土砂災害警戒情報		
	昼頃		災害対策本部設置	
	夕方		デイサービス送迎完了(80名)、車両40台を高い台へ移動	
7月7日	2:32	洪水警報		
	4:00		車両再移動	駐車場冠水
	5:50	避難準備・高齢者避難開始		
	6:20	野村ダム毎秒1,797トン		
	6:30			
	7:00			
	7:10	避難勧告		
	7:30	避難指示		
	7:35	鹿野川ダム毎秒3,742トン		
	8:00			建物内浸水開始
	9:00			床上25cm
	10:49		消防団員から越流開始の情報を得る	
	16:00			約2m39cm
	7月8日	6:00		
			市からの要請で緊急入所6名受け入れ	

7月10日水道復旧、7月11日電気復旧、7月末まで在宅利用者を多数受け入れた

d) 愛媛県西予市野村町 グループホーム D (入所者 18 名, 浸水深 3.7m)

①避難行動

グループホーム D は、築 2 年の木造 2 階建てで、入所者は 18 名で、1 階に 9 名、2 階に 9 名の居室がある。被災当日は当直職員 2 名がいた。昭和 50 年代にダムが完成してから地域の水害に対する危機意識は低かったが、当該施設の事務長は水害に対する危機意識が高く、毎日、アメダスを確認するなど気象情報に関心を持ち、また、月に 1 回、緊急連絡網の確認や 2 階の入所者を 1 階に避難誘導する訓練を実施していた。

【2018 年 7 月 7 日 (土)】5 時 10 分、事務長は自宅の防災無線で避難指示を聞き、すぐに施設の当直職員へ電話し、入所者全員を 1 階に集めるよう指示した。5 時 30 分に事務長や緊急参集した職員数名が施設に到着し、近くの系列病院に移送することに決定。5 時 40 分に最初の一便が出発し、6 台の車両を使って、6 時 10 分に移送が完了した。事務長と職員は朝食を運び出すため施設へ戻ったが 6 時 30 分に水位が上昇し危険を感じて避難した。水位は、3m77cm (2 階床上 60 cm) に達した。10 時 30 分に浸水は解消した。入所者は、7 月 8 日～14 日にかけて松山市などの 5 か所の施設へ分散して避難生活を送ることになった。8 月 15 日 (2 階 9 名)、9 月 29 日 (1 階 9 名) に事業を再開した。

②改善策：「いかに早く、落ち着いて行動するか」が重要である。



7 月 7 日 7:10 頃



被災状況

写真 3-4-4 グループホーム D の被災状況 (写真：グループホーム D 提供)

表 3-4-4 気象警報、避難情報等の発表状況とグループホーム D の避難行動

日	時間	気象警報／避難情報 ダム放流量	グループホーム竹の園の災害対応	浸水状況
7月5日	9:14	大雨警報	就寝中の2階入所者を1階へ誘導	
7月6日				
7月7日	2:32	洪水警報		
	5:10	避難指示	就寝中の2階入所者を1階へ誘導	
	5:30		施設長・職員緊急参集、系列病院の車両到着	
	5:40		系列病院へ移送開始	
	6:10		避難完了	
	6:20	野村ダム毎秒1,797トン	事務長と職員は食事を運び出すため施設へ戻る	
	6:30		水位が急上昇、危険を感じ避難	浸水開始
	7:35	鹿野川ダム毎秒3,742トン		3.77m
	10:30			浸水解消
7月8日			一部の入所者を他施設へ移動	
7月14日			入所者全員を他施設へ分散避難	

### 3.4.3 まとめ

表 3-4-5 は、特別養護老人ホーム A、特別養護老人ホーム B、介護老人保健施設 C、グループホーム D の状況を比較したものである。それぞれの施設の立地条件や施設環境は異なるが、水害想定のマニュアルの有無、水害想定での避難訓練の有無、河川の水位情報の確認の有無、避難行動開始の目安の有無、実際に避難したタイミング、入所者の避難先、避難時の状況について整理した。

特別養護老人ホーム A は、水害想定のマニュアルはなく、避難訓練も実施していなかった。しかし、水害が発生する前日から、河川の水位情報を確認し、避難行動開始の目安を決めていた。実際、そのタイミングで行動を開始し、系列施設の応援を得て、浸水前に入所者を移送することができた。特別養護老人ホーム B は、水害想定のマニュアルはあり、避難訓練も実施していた。また、水害が発生する前日から、河川の水位情報やダムの放流量も確認していたものの、避難行動開始の目安は決めていなかった。その結果、系列施設へ移送するタイミングが遅れ、切迫した状況の中で 2 階へ避難することになった。介護老人保健施設 C は、水害想定のマニュアルはあり、玄関の水防板設置など一部の訓練を実施していた。マニュアルでは、大川水位観測所の水位などを基準に職員参集の目安を決めていた。水害が発生する前日から、河川の水位情報やダムの放流量を確認し、実際、そのタイミングで災害対策本部を設置した。グループホーム D は、水害想定のマニュアルはなかったが、入所者を誘導など一部の訓練を実施していた。また、水害が発生する前日から、河川の水位情報やダムの放流量も確認していたものの、避難行動開始の目安は決めていなかった。その結果、切迫した状況の中で系列病院へ避難することになった。

表 3-4-5 各施設の避難比較

施設名	特別養護老人ホームA	特別養護老人ホームB	介護老人保健施設C	グループホームD
水害想定のマニュアル	無し	有り	有り	無し
水害想定での避難訓練	無し	有り	一部有り	一部有り
水位情報	確認	確認	確認	確認
避難行動開始の目安	有り	無し	有り	無し
実際に避難したタイミング	避難勧告の後	避難指示の後	—	避難指示の後
入所者の避難先	系列施設	自施設の2階	—	系列病院
避難誘導	迅速	切迫	—	非常に切迫

謝辞：本調査にご協力頂いた施設関係の皆様にご心より感謝申し上げます。

#### 参考文献

- ・厚生労働省：平成30年7月豪雨による被害状況等について（第49報）平成30年9月5日17時00分時点）。
- ・岡山地方気象台：平成30年7月3日から8日にかけての台風第7号と梅雨前線による大雨について（岡山県の気象速報），平成30年7月10日14時現在。 <https://www.jma-net.go.jp/okayama/topix/20180710.pdf>
- ・松山地方気象台：平成30年7月5日から8日にかけての梅雨前線による大雨について（愛媛県の気象速報），平成30年7月9日17時現在。

（徳島大学 金井 純子・中野 晋）



### 3.5 住民の水害情報活用に関する意識調査

#### 3.5.1 調査の概要

平成30年7月豪雨では、事前に配布されていたハザードマップの浸水深予測が十分に活用されていなかったり、発災前後に気象や河川水位、避難に関する多くの情報が発信される中でそれらが必ずしも効果的に活用されていなかったりなど、これまでも水害のたびに指摘されてきた情報の周知と活用に関する課題があらためて浮き彫りとなった。本節では、徳島市民を対象に実施した水害に関連する各種情報の認知と活用に関するアンケート調査結果について紹介する。徳島市民を対象とすることによって、しばらく大規模水害を経験していない住民が持つ水害情報に対する認知度や水害に対する危機意識の一般的傾向を探ることが本調査の目的である。

調査対象は、徳島市の2012年NTT電話帳より抽出した。この際、対象者の地域による偏りが生じないように、電話番号を局番から5つの地区に分類した後、無作為に抽出した。調査用紙は、抽出された対象者に対し平成31年1月16日に直接郵送し、2月10日を回答期限として返信依頼した。発送数1,847に対し、3月11日時点での有効回答数（少なくとも1つ以上の設問に回答のあったもの）は711、回収率は39%である。なお、回答者の69%が男性、87%が60歳以上であった。

#### 3.5.2 各種水害関連情報の認知について

調査では、「大雨洪水特別警報」、「土砂災害警戒情報」、「洪水予報河川」、「水位周知河川」および「異常洪水時防災操作」についての知識を問うた。

「大雨洪水特別警報」については、平成25年8月からの運用開始を「知っている」としたのが54%、「聞いたことがある」としたのが33%と合わせて9割近くが少なくとも用語については認知しており（図3-5-1）、平成30年7月豪雨時に発表されたことも87%が知っていた（図3-5-2）。しかしながら、その発表基準を「数十年に一度」程度の降水が予想されるときと正しく理解しているのは54%に留まり、20%は「わからない」とした（図3-5-3）。さらに、特別警報運用開始後の警報の意義について、67%が「警報による危険性は変わらない」と正しく理解していたが、「警報による危険性は低くなった」「わからない」がそれぞれ約1割であった（図3-5-4）。

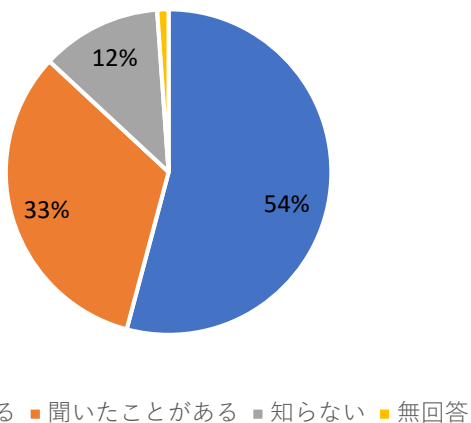


図 3-5-1 大雨洪水特別警報の認知度

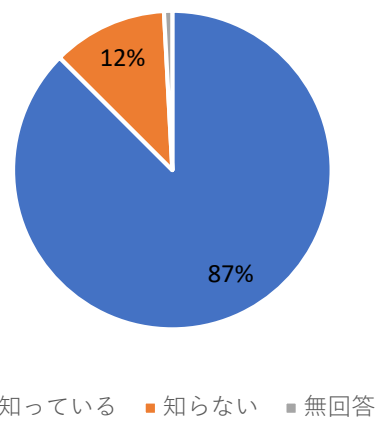
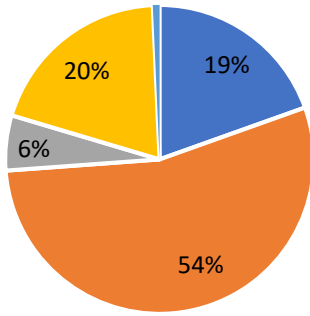


図 3-5-2 平成 30 年 7 月豪雨時の大雨特別警報発表の認知度

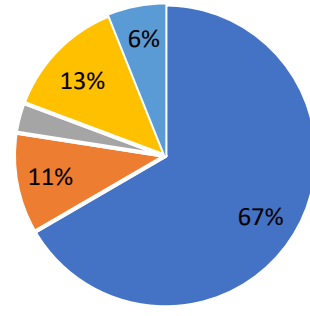
次に「土砂災害警戒情報」について、「知っている」「聞いたことがある」がそれぞれ54%、31%と「大雨洪水特別警報」とほぼ同様であり（図3-5-5）、その内容を「命に危険を及ぼす土砂災害が発生してもおかしくない」ことを「知っている」のが55%、「聞いたことがある」のが30%と比較的理解度が高かった（図3-5-6）。

これに対し、「洪水予報河川」、「水位周知河川」を「知っている」としたのはそれぞれ10%、5%であり、「聞いたことがある」を合わせてもそれぞれ44%、30%であった（図3-5-7および3-5-8）。しかしながら、洪水予報



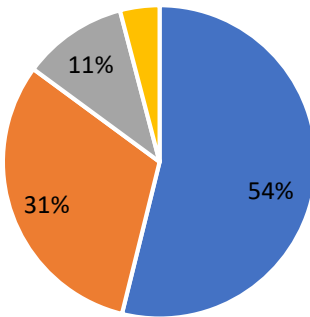
■ 数年に一度 ■ 数十年に一度 ■ 数百年に一度  
■ わからない ■ 無回答

図 3-5-3 大雨洪水特別警報発表基準の理解度



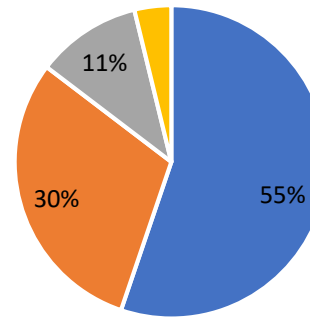
■ 以前と変わらない ■ 以前より低くなった  
■ 気象情報あてにしない ■ わからない  
■ 無回答

図 3-5-4 大雨特別警報発表運用後の警報の意義の理解度



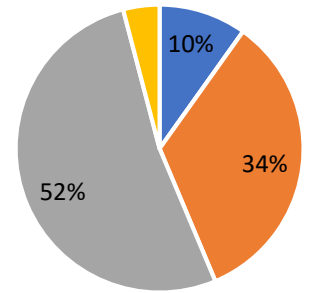
■ 知っている ■ 聞いたことがある ■ 知らない ■ 無回答

図 3-5-5 土砂災害警戒情報の認知度



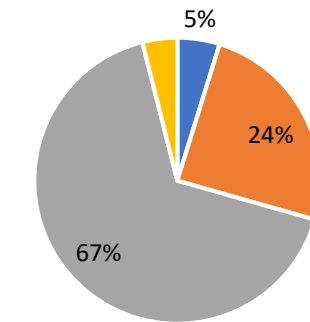
■ 知っている ■ 聞いたことがある ■ 知らない ■ 無回答

図 3-5-6 土砂災害警戒情報の内容理解度



■ 内容を理解している ■ 言葉を聞いたことがある  
■ 知らない ■ 無回答

図 3-5-7 洪水予報河川の認知度

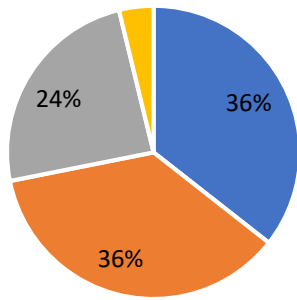


■ 内容を理解している ■ 言葉を聞いたことがある  
■ 知らない ■ 無回答

図 3-5-8 水位周知河川の認知度

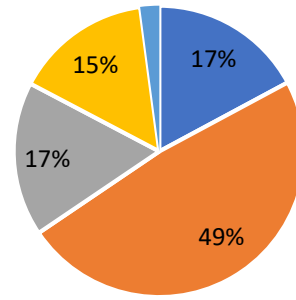
河川において「氾濫危険水位」等の各種水位が設定されていること（「知っている」36%：図3-5-9）や、水位周知河川において「特別警戒水位」に達したときに推奨される行動（「速やかに避難を行う」を選択48%：図3-5-10）は比較的良く認知されており、橋脚や護岸等への水位表示や、マスコミ等による対応行動の呼びかけの効果がかがえる。

これらの気象や河川に関する情報の入手方法としては、両者とも「テレビの一般放送」が約7割と圧倒的に多く、次いで「スマートフォンなどの携帯端末」「テレビのデータ放送（dボタン）」がそれぞれ1割弱となった（図3-



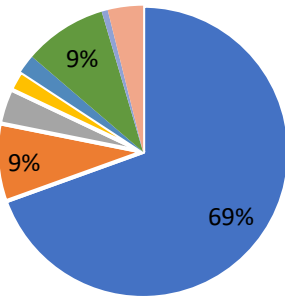
■ 知っている ■ 聞いたことがある  
■ 知らない ■ 無回答

図 3-5-9 洪水予報河川における各種水位設定の認知度



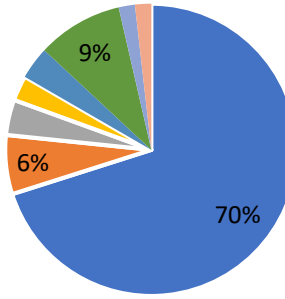
■ 準備が整い次第開始 ■ 速やかに避難 ■ 避難を完了  
■ わからない ■ 無回答

図 3-5-10 特別警戒水位（水位周知河川）の意義理解度



■ テレビ（一般） ■ テレビ（データ） ■ ラジオ  
■ ケーブルテレビ ■ インターネット ■ 携帯端末  
■ その他 ■ 無回答

図 3-5-11 気象に関する情報の入手方法



■ テレビ（一般） ■ テレビ（データ） ■ ラジオ  
■ ケーブルテレビ ■ インターネット ■ 携帯端末  
■ その他 ■ 無回答

図 3-5-12 河川に関する情報の入手方法

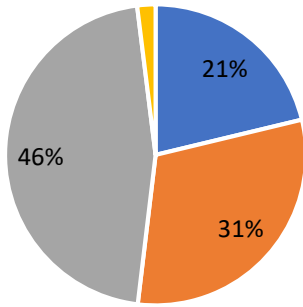
5-11および3-5-12) . 予想に反して携帯端末が少なかったが、これは先に記した回答者の年齢構成が影響した可能性が考えられる。

最後に、平成30年7月豪雨でも各地で注目された「異常洪水時防災操作」であるが、用語を認知（「知っている」＋「聞いたことがある」）しているのは52%に対し（図3-5-13）, その内容を正しく理解（「（放）流量をダムのないときの状態に近づけている」）しているのはわずか4%であり、語感から連想されやすいと思われる「異常な洪水に対して防災のための特別な操作を行っている」としたのが半数以上であった。また、ダムに対する典型的な誤解である「異常な放流を行って下流を増水させている」が16%あり、今後表現の変更に加えて、ダムの操作に関するより一層の解説が必要と思われる（図3-5-14）。

### 3.5.3 情報の危機管理への活用について

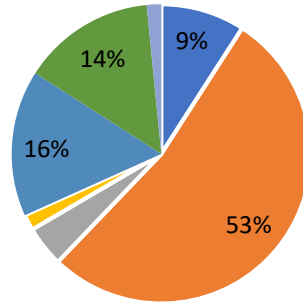
今回取り上げた水害に関する各種情報を、避難等の危機管理にどのように活用しているかを問うた。

「自宅または自身への危険接近」と「避難判断」に対して最も参考にする情報は、どちらも「気象情報」が最多であり、次いで「河川の水位情報」「避難情報」で、これら3つで8割弱を占めた（図 3-5-15 および 3-5-16）. なお、「危険接近」では「気象情報」に回答がやや偏っているのに対し、「避難判断」では回答がこれら3つにある程度ばらけていた。一方で、「実際に水があふれているのを見て」からも少数（共に4%）ながら存在した。また、危険性や避難のことを「考えたことがない」も1割程度いたが、ここには自宅が実際に安全な場所に位置する層と、文字どおり危険性に対する認識が薄い層が混在しているものと思われる。



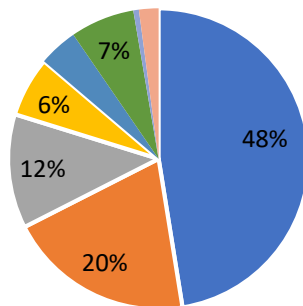
■ 知っている ■ 聞いたことがある ■ 知らない ■ 無回答

図 3-5-13 異常洪水時防災操作の認知度



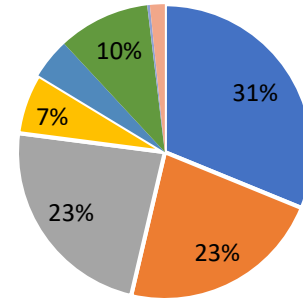
■ 引き続き安全 ■ 防災の特別な操作 ■ ダムがない状態に  
■ どうしようもない ■ 異常な放流で増水 ■ わからない  
■ 無回答

図 3-5-14 異常洪水時防災操作の内容理解度



■ 気象情報 ■ 河川水位情報 ■ 避難情報  
■ 氾濫発生 ■ 水を見た時 ■ 考えず  
■ その他 ■ 無回答

図 3-5-15 自宅または自身への危険接近評価に参考とする情報



■ 気象情報 ■ 河川水位情報 ■ 避難情報  
■ 氾濫発生 ■ 水を見た時 ■ 考えず  
■ その他 ■ 無回答

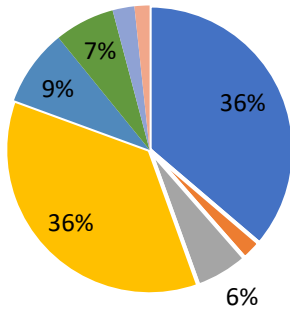
図 3-5-16 避難行動開始に参考とする情報

次に、避難を決断するにあたって最も信頼できる情報源については、「マスコミ」と「警察や消防」が共に 36%と同程度であった（図 3-5-17）。これまでの水害経験者を対象とした調査においても、各戸を回って避難を呼びかけたことが決め手となったことがたびたび指摘されているが、今回の調査では「自治会・町内会」や「近所の人」の呼びかけはいずれも 1 割以下と低かった。また、「役所」からの連絡もこれらとほぼ同程度であった。

「洪水ハザードマップ」の認知度・活用度については、「普段から活用」と「避難訓練などで内容を見た」を合わせた活用者と捉えられる層が 33%、「冊子や表紙は見た」と「名前を聞いたことがある」を合わせた認知者と捉えられる層が 54%、「知らない」（被認知者）が 10%となり、認知はかなり進んでいるものの、活用には至っていない現状が知れた（図 3-5-18）。また、避難経路の日頃の確認については、「定期的に確認している」は 17%に留まり、避難先が自宅または避難路が生活道路のため「確認する必要がない」が 52%、「したことがない」が 27%となった（図 3-5-19）。「確認する必要がない」との認識には、避難先を自宅とした判断の妥当性や、普段とは異なる災害時の状況想像力など、様々な問題が内在されていることが指摘される。

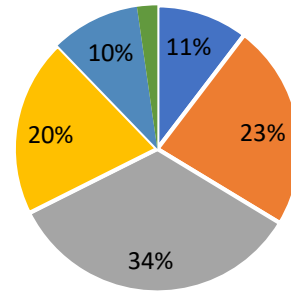
### 3.5.4 おわりに

今回の調査結果より、情報の種別によっては十分認知されていなかったり、あるいは内容が正しく理解されていないものがあつた。情報の種類が多く、またその内容も複雑多岐にわたることがこのような結果を招き、ひいては発災時に適切な行動を取る妨げとなっている可能性も否定できない。



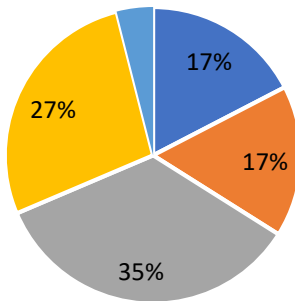
- マスコミ
- インターネット
- 警察や消防
- 自治会・町内会
- その他
- 役所の連絡
- 近所の人
- 無回答

図 3-5-17 避難判断にあたり重視する情報



- 普段から活用
- 内容は見た
- 冊子や表紙は見た
- 名前を聞いた
- 知らない
- 無回答

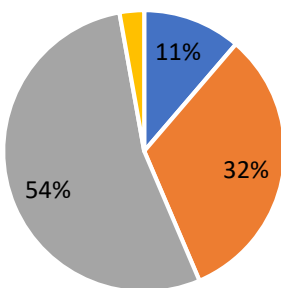
図 3-5-18 洪水ハザードマップの認知度



- 定期的確認
- 避難先は自宅内
- 避難路は生活道路
- 確認したことなし
- 無回答

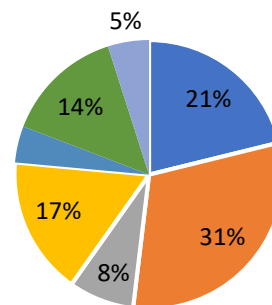
図 3-5-19 避難経路の確認状況

中央防災会議では、このような現状に対し、各種情報を警戒レベルごとに5段階に区分し、それぞれのレベルにおいて求められる行動を具体的に示す改善策を検討している。このことについても問を設けたところ、「知っている」のはわずか11%、「聞いたことがある」を合わせても半数以下にとどまり（図 3-5-20）、その内容の受け止め方も肯定的なものが約半数に対して否定的なものが約3割であった（図 3-5-21）。巷間指摘されるように、近年水害の態様が変化してきており、過去の経験が必ずしも役に立たない中では、伝える情報の整理と取るべき行動ガイドラインの設定は方向性としては正しいと思われる。今回の調査結果からは、水害に関する情報とその



- 知っている
- 聞いたことがある
- 知らない
- 無回答

図 3-5-20 中央防災会議の改善策の認知度



- わかりやすく良い
- 現状と変化しない
- もっと整理して
- 元々あてにせず
- 少なくとも改善
- わからない
- 無回答

図 3-5-21 中央防災会議の改善策に対する評価

持つ意味の理解が未だ十分進んでいないことが浮き彫りとなった。災害が接近、または被災した段階では、さまざまな情報が発信されたとしても、それらに対する事前の知識なく急遽適切な対応が取れるとは考え難い。この点からも、自身の居住地については言うに及ばず、他所の水害経験の共有とも合わせて、平時から情報内容の周知徹底を図る必要がある。

(徳島大学 武藤 裕則, 研究協力者: 徳島大学 中野晋, 梅岡秀博, 福田郁子)

### 3.6 広島県の土砂災害

“数十年に一度の大雨”となった平成30年7月豪雨によって、広島県では大規模な土石流や土砂崩れが広範囲にわたって同時多発的に発生した。発生した土石流は、溪流出口付近に立地する住宅地を襲い、多くの死者を含む甚大な被害をもたらした。図3-6-1は国土交通省により発表された広島県の土砂災害発生状況（2018年7月30日時点）を示したものである<sup>1)</sup>。この図より土砂災害発生箇所は主に広島県南部の安芸郡、広島市、呉市、東広島市と三原市に集中していることがわかる。広島県の発表資料(図3-6-2)によれば、土砂災害による人的被害が計87名になっている<sup>2)</sup>。

筆者らは広島県で発生した土砂災害のうち、人的被害が大きかった広島県安芸郡、広島市、呉市及び東広島市の土砂災害を中心に現地調査を行った。また、福山市の勝負迫池の被害については現地調査や断面測量などを実施した。ここでは各地域の代表的な土石流の現地調査結果について報告する。



図3-6-1 広島県の土砂災害発生状況 (H30. 7. 30時点)<sup>1)</sup>

#### 3.6.1 広島県安芸郡と広島市の土砂災害

##### a) 安芸郡熊野町川角5丁目の被害

熊野町川角5丁目では7月6日(金)午後8時20分頃に土石流が発生し、流れ込んだ土砂が住宅団地の山側の複数の家屋などを直撃し、12名の死者を出した。

標高449.0mの三石山西側の斜面で二つの土石流は発生した(図3-6-3)。図3-6-4に土石流I(北側の土石流)の様子を示す。筆者らが調査時に撮影した写真では大きな岩などが確認されなかったが、森脇が災害直後に行った調査報告<sup>4)</sup>によると、土石流I(北側の土石流)では溪流の出口付近に堆積した土砂の中に巨礫等が見られ、流下区間の緩勾配河床には大きな岩や数メートルを超える巨石が多数分布した。また住宅地を直撃した土砂とともに3メートルを超える巨石も流入し、被害の拡大につながった可能性がある<sup>4)</sup>と報告された。

図3-6-5に土石流II(南側の土石流)の様子を示す。土石流の流下区間に露岩が見られており、大きな岩塊が堆積していることも確認された。

# 土砂災害の発生状況

H30.9.7時点 最終報

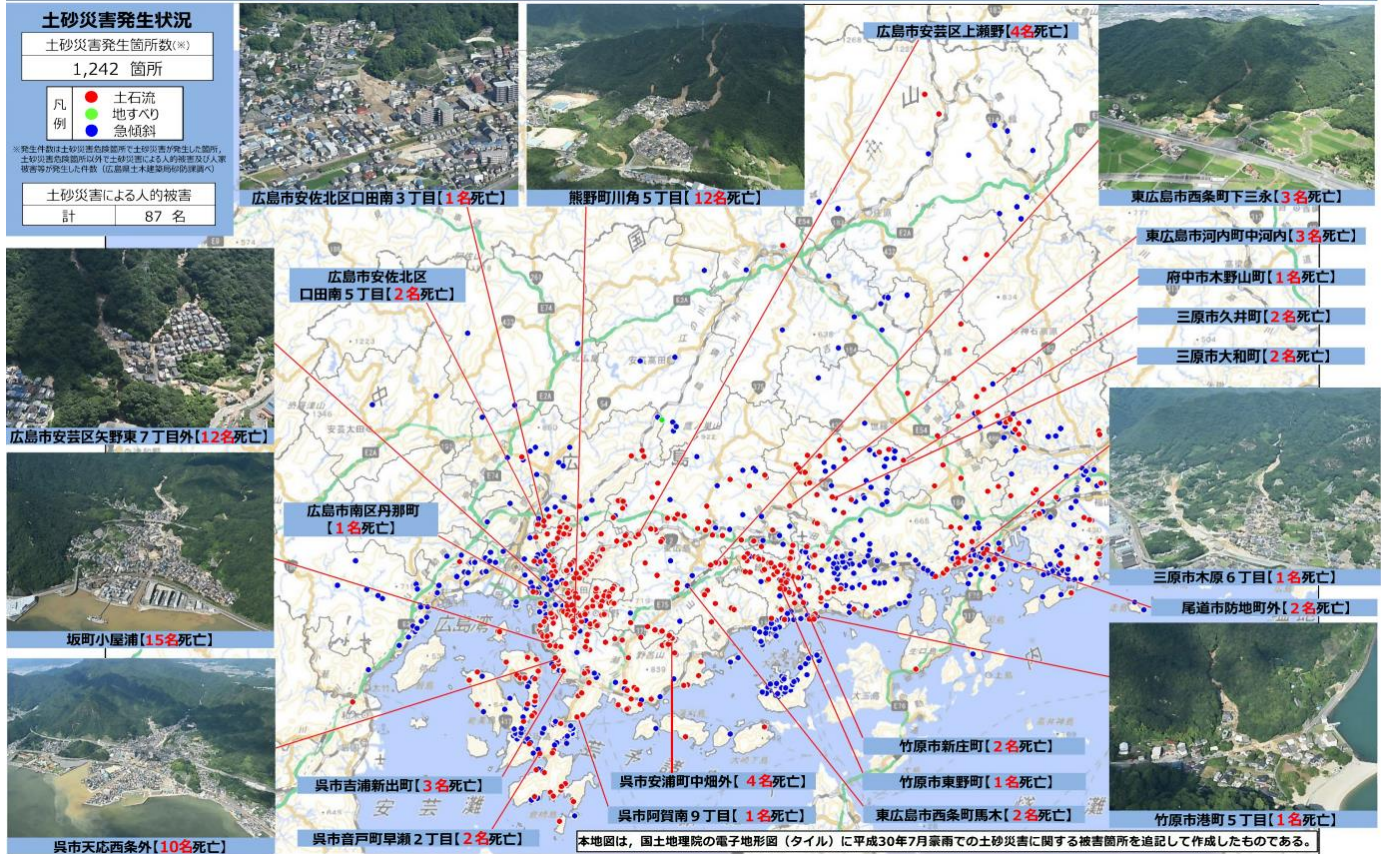


図3-6-2 広島県発表の土砂災害発生状況 (H30. 9. 7時点 最終版)<sup>2)</sup>

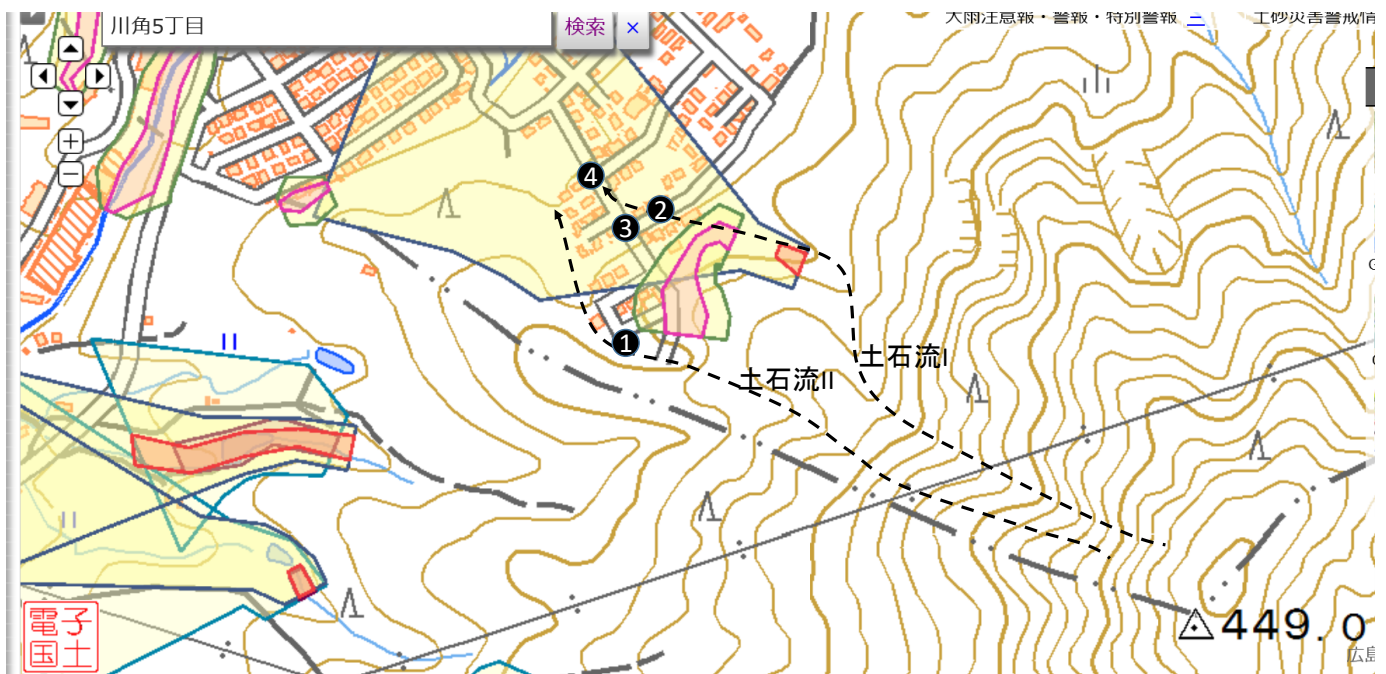


図3-6-3 熊野町川角の土石流と写真撮影場所 (広島県防災Web<sup>3)</sup> より加筆)

図3-6-6に住宅団地被害の様子を示す。12名の死者を出した大原ハイツや大きな被害を受けた山側の住宅等はすでに撤去されていた。図3-6-3からわかるように、被災した住宅はほとんど指定された土砂災害(土石流)警戒区域内にあったが、土石流に関しては想定外の南側溪流からも大量の土砂や岩等が流入した。そのため、住宅団地の一部は二つの土石流の挟み撃ちにされ、住宅地内の道路も流入土砂で遮断された。





(a) 上流向け(2019/1/11, 図3-6-3 ②で撮影)



(b) 下流向け(2018/7/20撮影)<sup>4)</sup>

図3-6-4 土石流I(北側の土石流)の様子



(a) 上流向け



(b) 下流向け

図3-6-5 土石流II(南側の土石流)の様子(図-3.6.3 ①で撮影)



(a) 図3-6-3 ③で撮影



(b) 図3-6-3 ④で撮影

図3-6-6 住宅団地被害の様子

## b) 安芸郡坂町小屋浦の被害

小屋浦地区では、今回の豪雨で天地川の河口から約1300m上流の砂防ダムが崩壊し、土石流による大量の土砂が天地川に流入し、河道から溢れた土砂や岩塊等が川沿いの集落を直撃した（図3-6-7）。支流域も含め、地区全体で15人が死亡、1人が行方不明になった<sup>5)</sup>。筆者らは天地川の河口部から土石流渓流出口付近（通行できるところ）まで現地調査を実施した。

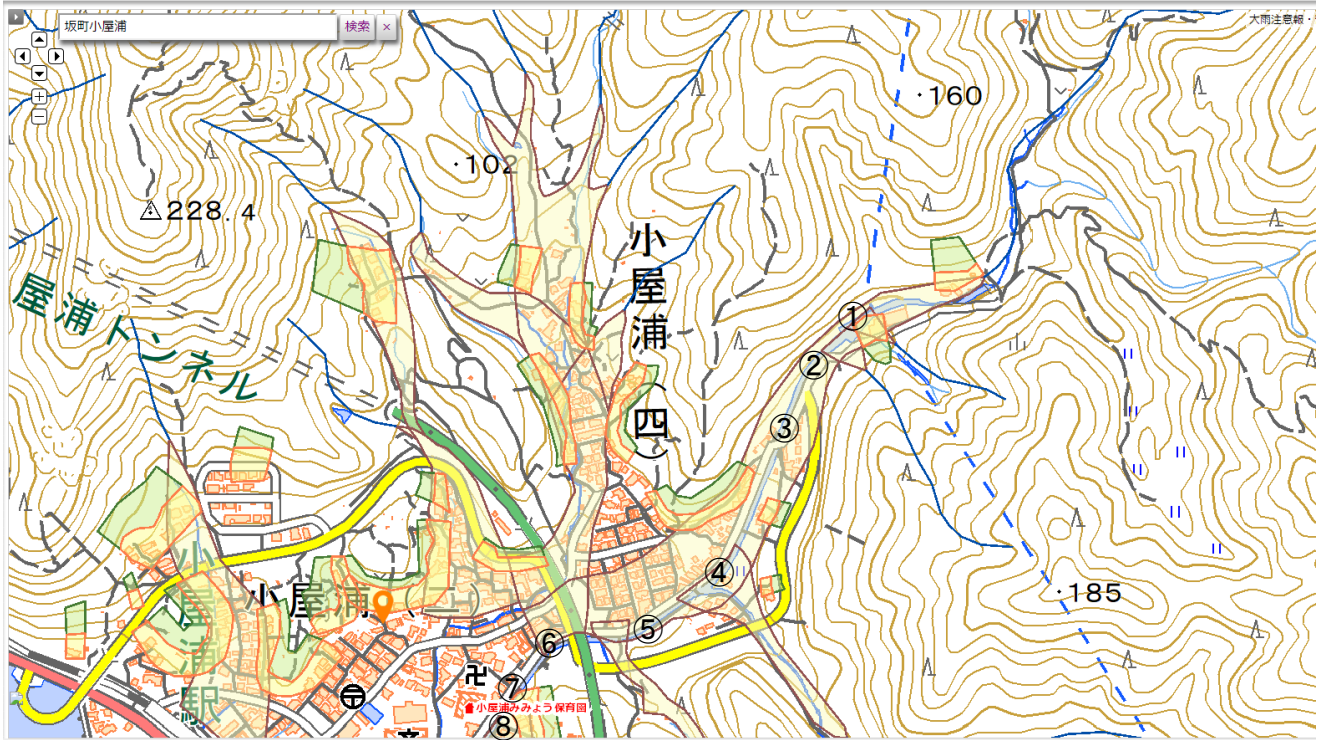


図3-6-7 坂町小屋浦の土石流と写真撮影場所（広島県防災Web<sup>3)</sup>より加筆）

図3-6-8と図3-6-9に土石流渓流出口下流付近の天地川の様子を示す。川が浅く、堤防が流され川幅が大きくなった可能性がある。河道に残った土砂はそれほど大量ではなかった。土石流による土砂がこの区間にあまり停止・堆積せず、中下流へ流れ込んだかもしれない。

図3-6-10と図3-6-11に天地川中上流の状況を示す。川幅が狭くなり、土砂が河道を閉塞し、溢れた土砂が川沿いの住宅を襲い、大きな被害をもたらした。川沿いに堆積した土砂の中には、2-3mを超える巨石も多数見られた。土砂と水の猛烈な流れで川兩岸の堤防が破壊されたり、川の湾曲部の付近に大量の土砂が乗り上げる場所もあった。

図3-6-12に天地川中流の様子を示す。川幅が数メートルしかなく、土砂が河道からたくさん流出した可能性がある。川の左岸側がひどく浸食され、右岸堤防道路のガードレールが完全に破壊され、新たに取り付けられていた。この付近では右岸にしか住宅がないが、川沿い住宅の一階の部分は大きな被害を受けた。小屋浦地区では明治40（1907）年7月にも大雨による土石流が発生し、死没者44名等の甚大な被害が出たことがあった<sup>5)</sup>。その数年後の明治43年と44年、2基の石碑が建立され、当時の被災状況が詳しく漢文で記されている。当初河口付近に建てられた石碑は、2004年に川沿いの公園に移設され（図3-6-12(c)）、今に至っている<sup>5)</sup>。

図3-6-13と図3-6-14に天地川中下流の様子を示す。狭い河道から土砂が大量に流出し、川沿いの住宅を多数破壊し、死者も出た。住宅の外壁に残った痕跡を測ったところ、浸水は図3-6-13では約1.6m、図3-6-14では約2.0mあった。図3-6-15に天地川下流の様子を示す。この区間には土砂が到達し、右岸堤防道路のガードレールが倒されたものの、川沿いの住宅の被害はあまり見られなかった。近くの小屋浦みみょう保育園の敷地にも土砂が流入したが、人的な被害はなかった。



(a) 上流向け



(b) 下流向け

図3-6-8 土石流渓流出口下流付近における天地川の状況(図3-6-7 ①で撮影)



(a) 上流向け



(b) 下流向け

図3-6-9 天地川上流に流入した土砂等の堆積状況(図3-6-7 ②で撮影)



(a) 上流向け



(b) 下流向け

図3-6-10 天地川中上流の洗掘と河道から溢れた土砂の堆積状況(図3-6-7 ③で撮影)



(a) 上流向け



(b) 右岸向け

図3-6-11 天地川から乗り上げた土砂(左岸)と住宅被害の様子(右岸) (図3-6-7 ④で撮影)



(a) 上流向け(左岸の浸食)



(b) 上流向け(右岸の被害)



(c) 明治40(1907年)年7月の土石流被害を伝える石碑と碑文の説明

図3-6-12 天地川中流左岸の浸食, 右岸住宅の被害と石碑(図3-6-7 ⑤で撮影)



(a) 上流向け(右岸の住宅被害)



(b) 右岸の浸水深(1.6m)

図3-6-13 天地川中下流沿いの住宅被害と浸水深 (図3-6-7 ⑥で撮影)



(a) 下流向け(左岸の住宅被害)



(b) 左岸の浸水深(約2.0m)

図3-6-14 天地川中下流沿いの住宅被害と浸水深 (図3-6-7 ⑦で撮影)



(a) 上流向け



(b) 下流向け

図3-6-15 天地川下流の様子 (図3-6-7 ⑧で撮影)

c) 広島市安佐北区口田南3丁目の被害

安佐北区口田南3丁目では、二つの土石流が発生し<sup>6)</sup>、図3-6-16の①で合流した。図3-6-17と図3-6-18に合流地点より下流の溪流の様子を示す。溪流は深く削られているから、河床に堆積した土砂は殆ど流されたと思われる。図3-6-19と図3-6-20に溪流出口下流の住宅地の被害の状況を示す。流出した土砂は指定された警戒区域の末端部に到達し、被害住宅の壁に残された痕跡から浸水深が約0.7mと推定される。



図3-6-16 広島市安佐北区口田南3丁目の土石流と写真撮影場所（広島県防災Web<sup>3)</sup>より加筆）



図3-6-17 溪流の様子(①で撮影, 下流を望む)



図3-6-18 溪流の様子(②で撮影, 上流を望む)



図3-6-19 住宅地被害の様子(溪流出口③で撮影)

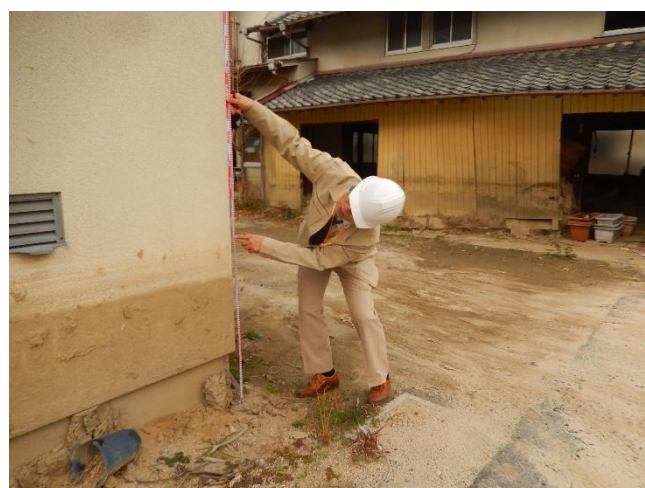


図3-6-20 浸水深約70cm(④で撮影)

### 3.6.2 呉市の土砂災害

#### a) 天応西条一丁目の被害と天応中学校に流入した土石流

県道66号沿いに流れる大屋大川の支流や上流の溪流で複数の土石流が発生し、大量の土砂、岩塊が流木とともに大屋大川に流れ込んだ。そのため、天応西条地区では大屋大川が閉塞し、大屋大川沿いの県道や近くのや市道等には川から流出した土砂が厚さ1m以上に堆積した<sup>7)</sup>。

図3-6-21に天応西条一丁目の住宅被害と天応中学校に流入した土石流の様子を示す。大屋大川から流出した土砂や流木等が川沿い左岸の多数の住宅を直撃し、大きな被害を与えた。被害を受けた住宅地に大量の土砂が堆積しており、浸水深は約1.8mに達した。

天応中学校の校庭に土石流が流入したが、幸いに校舎には被害が及ばなかった。流入した土砂や岩塊がそれぞれ校庭に集められており、土石流に大きな岩塊が沢山含まれていたと思われる。

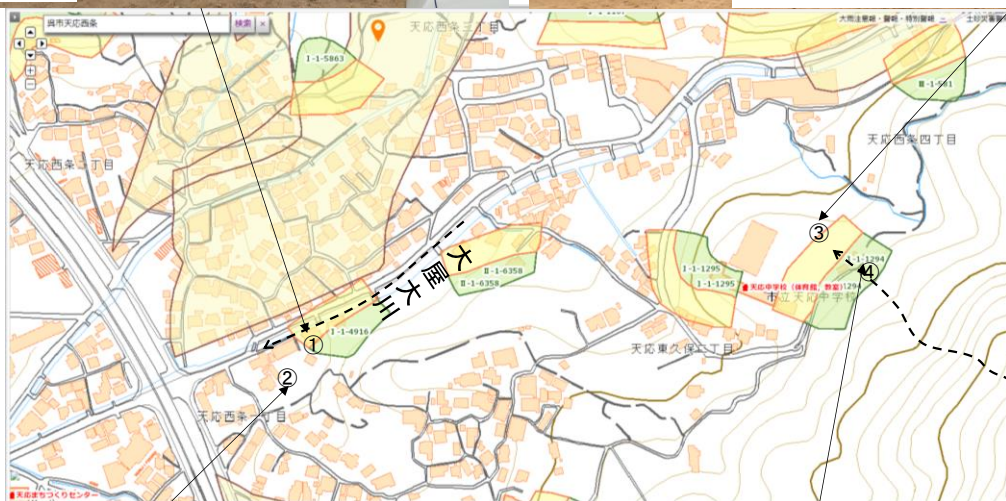


図3-6-21 呉市天応西条一丁目の被害と天応中学校に流入した土石流 (広島県防災Web<sup>3)</sup> より加筆)

## b) 安浦町中畑市原地区の被害

中畑市原地区では二つの土石流がともに指定された危険土石流渓流で発生し(図3-6-22), 土砂が渓流出口付近の住宅を襲い, 4名の死者が出た. 流出土砂はほぼ土石流危険区域内に留まっているが, 東側土石流の土砂や流木は川の下流へ流出した. 土石流に含まれる岩塊や岩は相対的に少ないようであった.



図3-6-22 呉市安浦町市原の被害 (広島県防災Web<sup>3)</sup> より加筆)



### 3.6.3 東広島市の土砂災害

#### a) 東広島市黒瀬町黒瀬学園台付近の被害

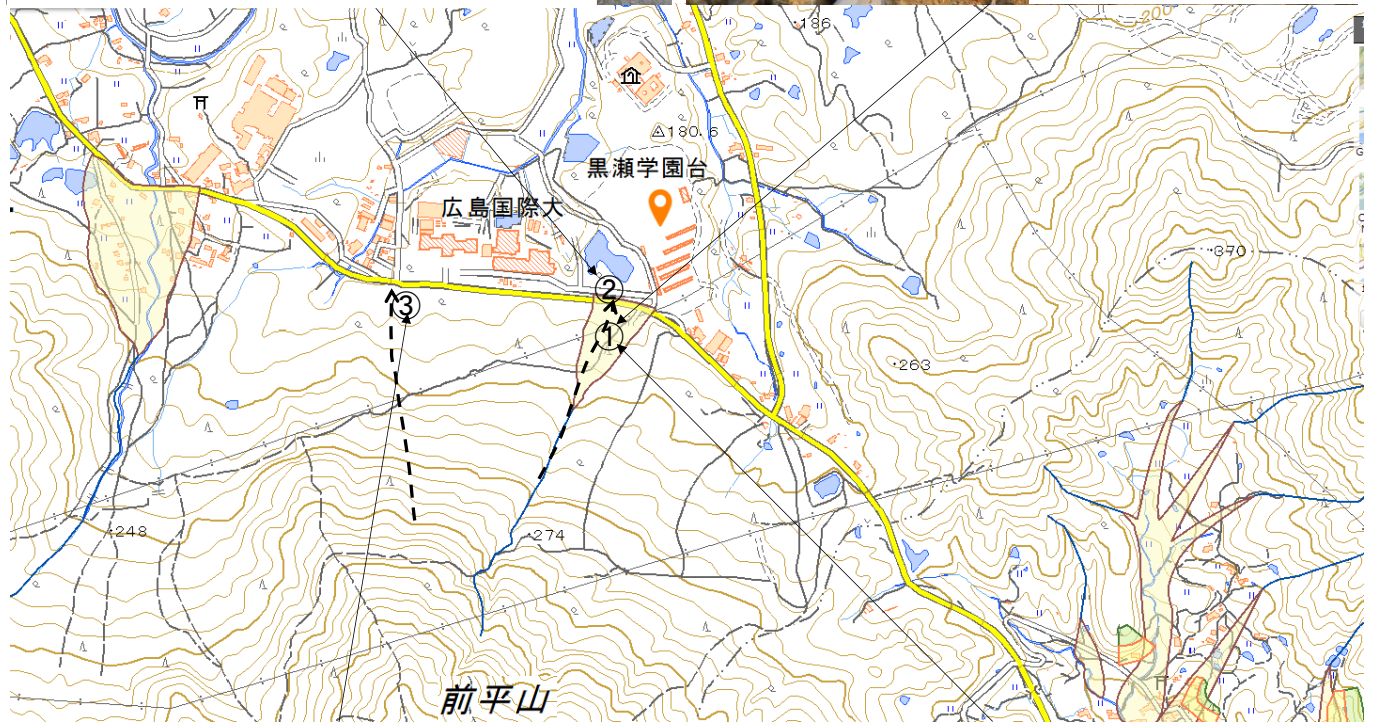
黒瀬町黒瀬学園台南側にある前平山の北側斜面において、二つの土石流が勾配の緩い溪流で発生した(図3-6-23)<sup>8)</sup>。東側の土石流は指定の土石流危険溪流で発生しているが、西側の土石流は想定外の溪流から土砂が流出した。東側土石流の土砂が想定警戒区域を超えて、広島国際大学キャンパス内の池に到達した。溪流の中流付近には数メートルを超える巨大なコンクリート塊や大きな岩が多数残されていた。



広島国際大キャンパスの池に到達した土砂



東側土石流下流を望む



西側土石流上流を望む



東側土石流上流を望む

図3-6-23 東広島市黒瀬学園台の被害 (広島県防災Web<sup>3)</sup> より加筆)

## b) 河内町中河内の被害

河内町中河内では、土石流が指定警戒・特別警戒区域の溪流で発生した(図3-6-24)。溪流出口の上流に砂防堰堤が一基建設されているが、発生した大量の土砂は堰堤を超えて流出し、住宅地を直撃した。住宅数棟が流され、3名が生き埋めになった。

図3-6-24からわかるように、狭い溪流から大量の土砂が一気に流れてきたため、出口より下流の住宅地に広く拡散した可能性がある。流出土砂は土石流警戒区域に留まっていた。



図3-6-24 東広島市河内町中河内の被害 (広島県防災Web<sup>3)</sup> より加筆)

### 3.6.4 まとめ

広島県で発生した土砂災害について、人的被害が大きかった代表的な土石流災害の現地調査結果を報告した。

- 1) 強い降雨が広範囲にわたって長時間に続いていたため、土石流が同時多発的に発生し、大量の土砂が流出した。
- 2) 坂町小屋浦と呉市天応西条などの被災地では、上流の砂防ダムの崩壊や複数の土石流により発生した大量の土砂が河道を閉塞させ、洪水氾濫を助長し、川沿いの住宅被害を拡大させた。
- 3) 熊野町5丁目、呉市安浦町市原、東広島市黒瀬町黒瀬学園台などでは、ごく近くの溪流で二つの土石流が発生し、大量の土砂が下流の住宅地等を襲った。また、土砂に含まれていた大きな岩や巨礫が被害の拡大につながった可能性が高い。
- 4) 広島市安佐北区口田南3丁目では、二つの土石流が合流し、溪流中下流河床に堆積した土砂も流された。このように発生した大量の土砂が狭い溪流出口より一気に拡散し、住宅地の被害を大きくした。
- 5) 東広島市河内町中河内の被災現場では、狭い溪流で発生した土石流は砂防堰堤を超えて一気に流下したため、流出土砂が出口下流付近の住宅地に広く拡散し、大きな人的被害や住宅災害をもたらした。

参考文献：

- 1) 国土交通省：平成30年7月豪雨による土砂災害概要(2018年7月31日時点)， [http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h30dosha/H30\\_07gouu\\_gaiyou1807311800.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h30dosha/H30_07gouu_gaiyou1807311800.pdf)
- 2) 広島県：平成30年7月豪雨による土砂災害の発生状況(平成30年9月7日時点)， <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/100/hasseijoukyou.html>
- 3) 広島県：広島県防災Web(広島県の防災，災害時の情報ポータルサイト)  
<http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/?l=25-0&ll=34.583469999999999%2C132.91534329101563&z=9>
- 4) 森脇武夫：平成30年7月豪雨による地盤災害緊急調査報告 広島地域 ～熊野町川角5丁目～，土木学会・地盤工学会・砂防学会合同緊急調査団報告資料
- 5) 朝日新聞DIGITAL記事：水害，石碑の訴え届かず 明治に44人死亡の小屋浦地区， <https://www.asahi.com/articles/photo/AS20180804000795.html>，2018年8月5日
- 6) 土田孝，橋本涼太：広島市安佐北区口田南(広島県)土砂災害調査報告(H30.7.16)，土木学会中国支部HP  
<http://committees.jsce.or.jp/chugoku/node/112>
- 7) 加納誠二：呉市の豪雨災害調査報告，土木学会・地盤工学会・砂防学会合同緊急調査団報告資料
- 8) 森脇武夫：広島県の過去の土砂災害との比較，土木学会・地盤工学会 2018年7月西日本豪雨災害合同調査報告会資料，2018年12月。

(徳島大学 蔣 景彩，中野 晋)

### 3.7 徳島県西部で発生した土砂災害

#### 3.7.1 徳島県における豪雨の特徴

平成30年7月豪雨により、徳島県内も、西部と南部を中心として豪雨となった。徳島地方気象台（2018）によれば、平成30年6月28日20時～7月8日24時までの期間降水量が、徳島県南部の那賀町木頭付近で1,200mmを超える豪雨となっている。一方、県西部の三好市でも、800～1,200mm程度の豪雨となっている（図3-7-1）。期間降水量は、那賀町木頭で1,365mm、三好市京上で1,045mmとなったほか、期間最大1時間降水量は、那賀町木頭で83.5mm（7月3日14時29分）である。

○アメダス期間降水量(6月28日20時～7月8日24時)

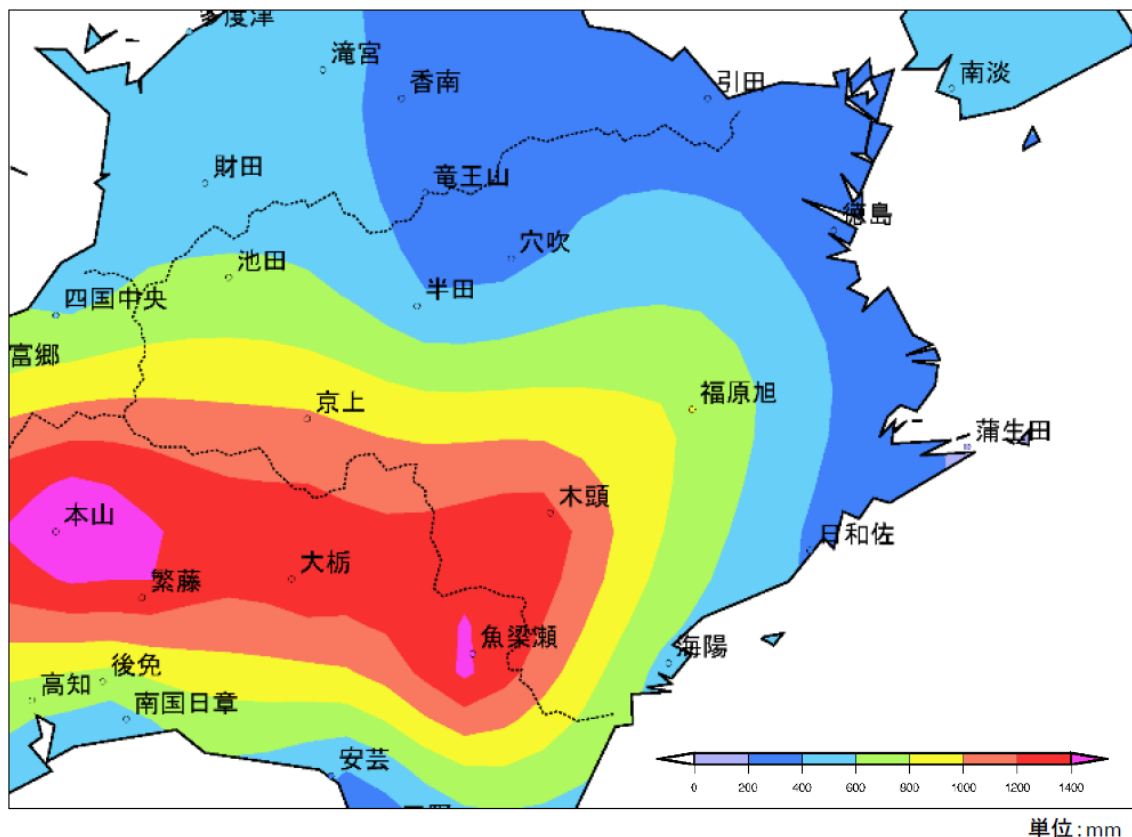


図3-7-1 平成30年6月28日20時～7月8日24時までの期間降水量（徳島地方気象台，2018）

この間、大雨洪水警報が県内全域に発表されるとともに、記録的短時間大雨情報が、7月3日17時28分（海陽町付近）と、17時39分（那賀町付近、海陽町付近）の2回発表された。一方、西日本の各地に発表された大雨特別警報は、徳島県には発表されなかった。特に、徳島県南部の那賀町周辺は、2004年、2014年などに、いずれも総雨量1,500～2,000mmに達する豪雨を経験しており、今回の平成30年7月豪雨による期間降水量約1,200mmは、それらに比べると突出した値とはいえない。むしろ、期間降水量が800～1,200mmとなった徳島県西部（三好市周辺）のほうが、過去20年ほどの間、今回と同規模の豪雨を体験していないとみられる。そこで、平成30年6月28日20時～7月8日24時までの期間降水量と、平年の7月の降水量とを比較すると、那賀町付近では平年の250～300%程度に対し、三好市では361%に達しており、徳島県内では突出して高い。このことから、三好市周辺としては、今回の豪雨は記録的な豪雨であったといえる（気象庁，2018）。

期間降水量と平年値(7月)との比較図(6月28日0時~7月8日24時)

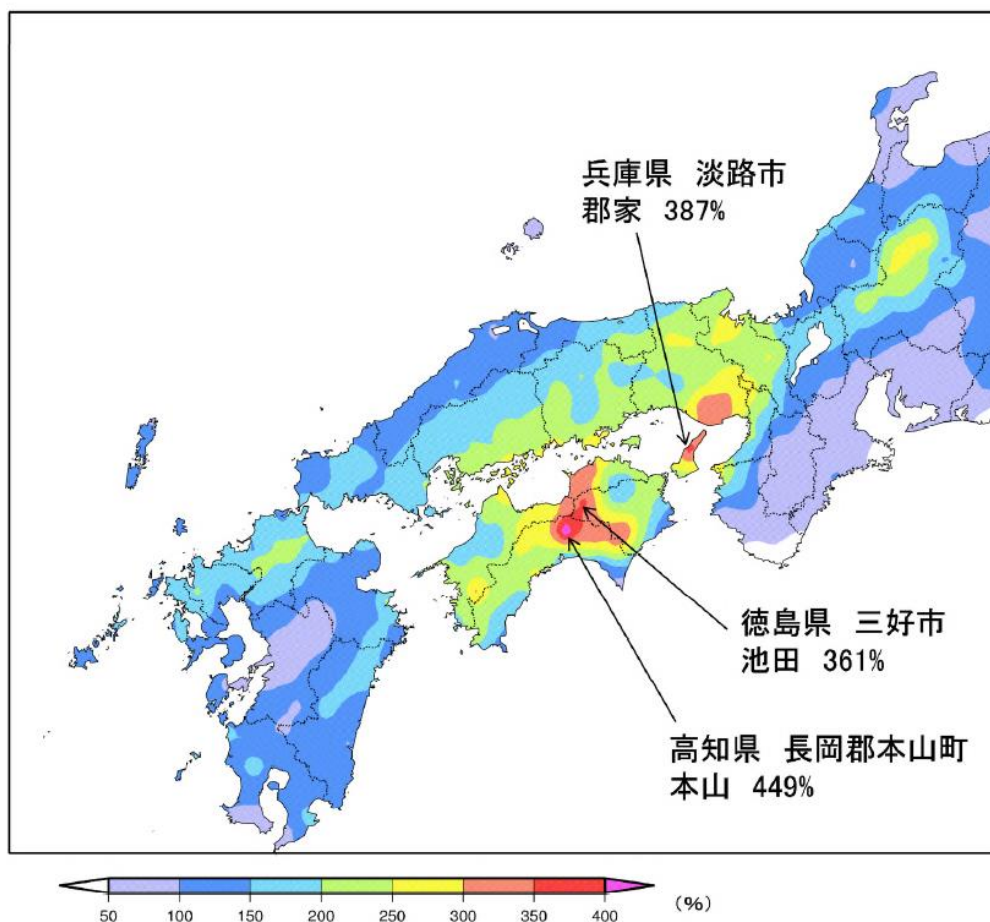


図 3-7-2 期間降水量と平年値(7月)との比較図(気象庁, 2018)

### 3.7.2 徳島県三好市で発生した土砂災害の特徴

平成30年7月豪雨により、徳島県内では、主に三好市で複数の土砂災害が発生し、道路の寸断、家屋の被害、集落の孤立といった種々の被害が発生した。特に土砂災害の被害が集中して発生したのは三好市山城町周辺であり、吉野川左岸の支流・白川谷川に沿った斜面で複数の斜面崩壊が発生した。

山城町白川谷川流域は、吉野川の左岸に位置し、西は愛媛県との県境をなす塩塚嶺(1,043m)、高知県との県境をなす三傍示山(1,158m)・野鹿池山(1,294m)などの急峻な山稜と、それを刻む溪谷斜面からなる。主要な稜線の伸びは東西であり、吉野川の支流はそれと調和的な東西方向の流路を持つものが多いが、吉野川本流はそれらとは不調和に、稜線の伸長方向を横断して北流する横谷(先行谷)をなす。また、当地域の山地斜面には、非常に多くの地すべり地形が分布している(防災科学技術研究所, 2007)。

白川谷川流域は、高圧型変成岩類である三波川変成岩が広く分布している(産業技術総合研究所, 2018)。当地域の三波川変成岩は、「大歩危-中七番ユニット」として区分されており、主に砂質片岩・泥質片岩・苦鉄質片岩が分布する。片理面の走向は東西性であるが、それと同方向の向斜・背斜が確認されており、同一層準が繰り返し出現するものとみられる。

以下に、現地調査した主要な崩壊地の地形・地質的特徴を簡単に述べる(位置は図3-7-3)。

#### a) 三好市山城町中野: 白川谷川の河道を狭めた規模の大きな崩壊

吉野川と白川谷川の合流点から約1.4km上流の白川谷川右岸で発生した崩壊である(写真3-7-1)。やや不明瞭ながら、白川谷川の河床に向かってせり出したような地形をなし、地すべりもしくは岩盤クリープといった斜面変動によって形成された斜面とみなされる。崩壊対岸を通る県道から崩壊斜面に向かって左側には、数年前に

岩盤崩壊を起こした痕跡が残っており、今回はその右隣ならびに斜面上方へ拡大したかたちで、より規模の大きな崩壊が発生した。河床から滑落崖までの比高は、県道から観察できる範囲で約 80m に達する。今回発生した崩壊地内には、特に向かって右端の斜面内に、かなりの数の倒木が残存している。滑落した土砂は、白川谷川の河道を半分以下にまで狭めたものの、幸い、崩壊土砂による河道閉塞や対岸斜面への乗り上がりは発生しなかった。この崩壊地では、数年の時間差を置いて 2 つの崩壊が連続して発生したことから、以前から長期的に斜面のクリープ的な変動が継続してきており、今回の記録的な豪雨によって一気にすべりを発生させたことが伺える。



図 3-7-3 三好市山城町における主要な斜面崩壊の分布（地理院地図に加筆）

b) 山城町光兼：集落内の道路を寸断した小崩壊

山城町光兼地区のなかを通る市道を崩壊させた、比較的小規模な崩壊である（写真 3-7-2）。光兼地区は、集落を含む山地斜面の広域が地すべり地形を呈するが、現状では特に地すべり対策工は施工されていないようである。小崩壊は、集落内を通る道路沿いの 2 箇所が発生しており、いずれも市道が崩壊によって半分強が失われ、集落内の車による移動を寸断した。崩壊そのものは小規模であり、道路の斜面下方側（おそらく切り盛り境界より盛土側）が崩落したものである。この崩壊は、いずれも道路山側（切土側）には明瞭な変状が認められない。また、集落の石垣・宅地・柵田などには、地すべり変動を疑わせるようなクラックや変状は確認されなかった。ただし、崩壊が小規模とはいえ、崩壊によって唯一の市道が寸断されると、集落内の車での移動が不可能となり、集落での生活継続に甚大な影響をもたらす。このため、光兼地区では、被災集落の長期避難（三好市の公営住宅への避難）が行われた。

c) 山城町仏子：集落内の道路を寸断したやや深い崩壊

山城町仏子地区の集落内を通る市道が数カ所で崩壊土砂によって寸断された。山城町仏子地区も、光兼地区と同様に、集落を含む山地斜面の広域が地すべり地形を呈するが、現状では特に地すべり対策工は施工されていないようである。崩壊は集落内を通る県道より上方の自然斜面（谷地形）で発生し、崩壊土砂が県道を破壊してさらに下方の仏子谷川まで流下した（写真 3-7-3）。県道からの遠望では、滑落崖付近の林内には山側に傾動した樹木が残存するとともに、径 1m を超える巨岩が斜面に残っている。また、2018 年 12 月現在、滑落崖付近ではボーリング掘削が行われていた。以上のことから、この崩壊は、崩壊幅は比較的狭いものの、滑落崖付近には落ち残った不安定土塊がやや厚く分布するため、この不安定土砂の厚さと物性把握に基づく斜面对策工が必要となる。



写真 3-7-1 三好市山城町中野：白川谷川の河道を狭めた規模の大きな崩壊（2018年7月13日撮影）



写真 3-7-2 山城町光兼：集落内の道路を寸断した小崩壊（2018年7月13日撮影）



写真 3-7-3 山城町仏子：集落内の道路を寸断したやや深い崩壊（2018年12月12日撮影）

## 参考文献

- 1) 徳島地方気象台：平成 30 年 6 月 28 日から 7 月 8 日にかけての台風第 7 号及び前線等による大雨について（徳島県の気象速報），47p. ,2018.
- 2) 気象庁：平成 30 年 7 月豪雨（前線及び台風第 7 号による大雨等）．災害をもたらした気象事例，53p. ,2018.
- 3) 防災科学技術研究所：地すべり地形分布図 第 31 集「高知・窪川」．2007.
- 4) 産業技術総合研究所地質調査総合センター：20 万分の 1 地質図幅「高知」（第 2 版），2018.

（徳島大学 西山 賢一）



# 第4章 高知県における被害状況

## 4.1 高知県における被害の概要

平成30年7月5日から8日にかけて、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。降りはじめの6月28日18時から7月8日24時までの総降水量は、高知県馬路村魚梁瀬で全国一の1845.0mmを観測したほか、宿毛市、本山町、香美市と須崎市で日降水量、宿毛市、本山町、香美市、南国市、須崎市と四万十町で日最大1時間降水量の7月の1位を更新し、高知県では初めてとなる大雨特別警報を気象庁が発表された（高知地方气象台、2018）。この大雨の影響で、高知県西部宿毛市と大月町を中心とした内水氾濫・土砂災害、東部安芸市安芸川沿いの道路崩落・外水氾濫、そして、中部高知自動車道立川橋（高知県大豊町）付近の大規模斜面崩壊をはじめ、県内各地で甚大な被害が発生した。人的被害として、香南市では1人、大月町では2人が犠牲になった。また、50集落で1003世帯の1748人が孤立され、6市町村で2118戸が断水した。7月8日には、20市町村で685人が避難所で一日を過ごした。8月22日現在、住宅全壊12棟、半壊61棟、一部損害25棟、床上浸水120棟、床下浸水370棟等の被害が報告されている。本章では、西部宿毛市の内水氾濫と東部安芸川の洪水災害を中心に、高知県での豪雨災害実態を現地調査により解明するとともに、災害の発生要因を分析する。

## 4.2 宿毛市における内水氾濫

### 4.2.1 宿毛市における被災の概要

宿毛市においては7月4日夜から断続的に雨が降り、7日未明から朝にかけて篠山周辺を中心に一時激しい雨が降った。その後、雨は一旦小康状態となったが、7日夜遅くなって再び雨が強まり、8日明け方には猛烈な雨となり（図4-2-1）、これまで経験したことのない記録的な大雨となった。最大10分間雨量は22.5mm、1時間雨量は108.0mm、3時間雨量は263.0mm、24時間雨量は389.5mmであり、いずれも最大記録を更新した。大雨により河川の流量が増加し、松田川では最高水位が氾濫危険水位を超えた。宿毛市の統計によると、今回の災害による人的な被害は軽傷1名、孤立集落は4集落である。また、住宅は全壊2棟、半壊6棟、床上浸水67棟、床下浸水427棟である。経済的損失では、道路、河川、砂防、急傾斜地関係等公共土木施設被害額は約33億円、農地農道、農作物、林道、治山施設等農林業関係損失額は約7億円、養殖等漁業関係被害額は約2億円である（宿毛市水道課、2019）。

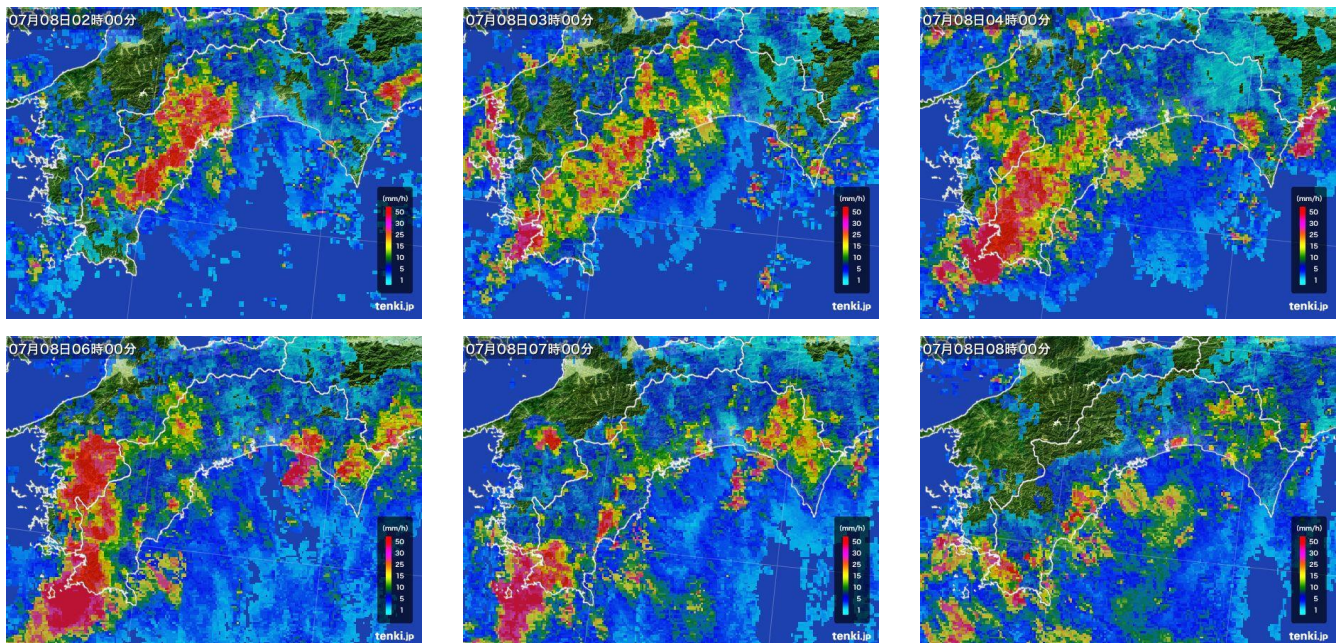


図4-2-1 宿毛市周辺における降雨状況（H30年7月7日-8日、日本気象協会より）

#### 4.2.2 宿毛市における被災の実態

今回の豪雨において、松田川本川にある高知県管理の坂本ダムでは洪水調節は7月7日3:00-15:00と7月8日4:00-11:20の2回を実施した。その結果、下流平井水位観測所の最高水位が氾濫危険水位を超えたものの、松田川からの洪水氾濫が生じなかった。一方、松田川本川・支川において、橋梁の流失や護岸の損害等が数多く確認された(写真4-2-1)。また、大雨で排水が追いつかず、内水氾濫が広範囲に及んだ。松田川左岸にある和田地区浸水の様子と右岸に広がる市街地の内水氾濫の範囲を写真4-2-2に示す。



写真 4-2-1 松田川支川である篠川流域における典型的な被害（左：横断橋の流出，右：護岸の損傷）



写真 4-2-2 宿毛市の氾濫状況（左：和田地区浸水の様子，右：市街地における浸水範囲，宿毛市提供）

##### a) 和田地区

和田地区は、宿毛市中心部から約1Km離れ、松田川と支川稗田川の合流点に位置し、氾濫災害が頻発した地域である。松田川本川坂本ダムの竣工や地区内排水設備の整備により、近年大きな災害が発生しなかったが、今回の大雨で、外と繋ぐ道路や田んぼが冠水し、約20世帯が孤立状態となった。現地の排水システムを調べた結果、雨水は整備された排水路に集まり、水門やフラップゲートを用いて近くの稗田川に排出していることが分かった(写真4-2-3)。また、稗田川に排出された水はすぐ下流の松田川に流入し、海に排出している。今回、稗田川と松田川の水位が高かったため、ゲートによる排水が不可能となり、浸水被害が生じた。



写真 4-2-3 和田地区の排水路（左）、水門（中）とフラップゲート（右）

## b) 与市明川上流

与市明川は国道 56 号線与市明トンネル付近を源とし、延長 4.2 km、流域面積 5.86km<sup>2</sup>、宿毛湾に注ぐ二級河川である。川の上流では、住宅は密集し川幅は狭く、川を渡る横断道路として利用される橋梁が多数点在している。今回の大雨で、川が広範囲で氾濫し、濁流が一気に住宅地へ流れ込んだ。写真 4-2-4 は川沿いの民家浸水前後の様子である。また、現地調査の結果から、橋梁周辺の流木に伴う河道閉塞と河床での大量な土砂堆積による流下能力の低下が推測される。



写真 4-2-4 与市明川上流における氾濫（左：浸水時，中：平常時，右：浸水痕跡）

## c) 錦・貝塚地区

与市明川中流部に位置する錦地区と貝塚地区にも広範囲な浸水災害が生じた。当地区の排水路においては、上流は土石流危険渓流や急傾斜地崩壊危険区域からの水を取り込み、下流はフラップゲートまたは、自然流下方式で与市明川へ排水するという仕組みになっている（写真 4-2-5）。今回、放流先である与市明川の水位が高かったため、内水が溜まり、田んぼ、民家、道路等数多くの浸水被害が発生した（写真 4-2-6）。



写真 4-2-5 与市明川への排水状況



写真 4-2-6 県道 7 号線沿いの氾濫状況（左：浸水時，中：平常時）

#### d) 宿毛市市街地

宿毛市では、中心部に降った雨は排水路や下水道を通じて排水機場に送り、ポンプを用いて松田川に排水している。時間雨量 52mm（10 年確立）を基準として下水道整備を既に完了したものの、今回計画規模を大きく超えた時間雨量 108mm の強降雨により浸水被害が発生した。市役所や住宅街を含め、市中心部まで広範囲な浸水が生じた。写真 4-2-7 では市役所前と本町商店街の浸水前後の様子を示す。



写真 4-2-7 宿毛市役所前と本町商店街の様子

#### 4.2.3 被災の要因分析

現地調査と住民・行政への聞き取りに基づき、宿毛市で発生した内水氾濫を排水システムの仕組みによって、4 種類に分類される（図 4-2-2）。

与市明川上流域の氾濫は河川の流下能力不足によるものであり、河川改修による流下能力の向上や、流下能力の低下を防ぐための流木・土砂対策が求められる。錦地区と貝塚地区の一部では放流先である与市明川の背水の影響を受け、自然流下方式では排水不能となった。和田地区も、放流先である稗田川の水位が高く、水門の正常機能が発揮できなかった。外水河川の流況を踏まえた内水対策が求められる。市中心部では、既存施設の限界を超えた外力による被災が生じ、ハードとソフトの融合した対策が考えられる。

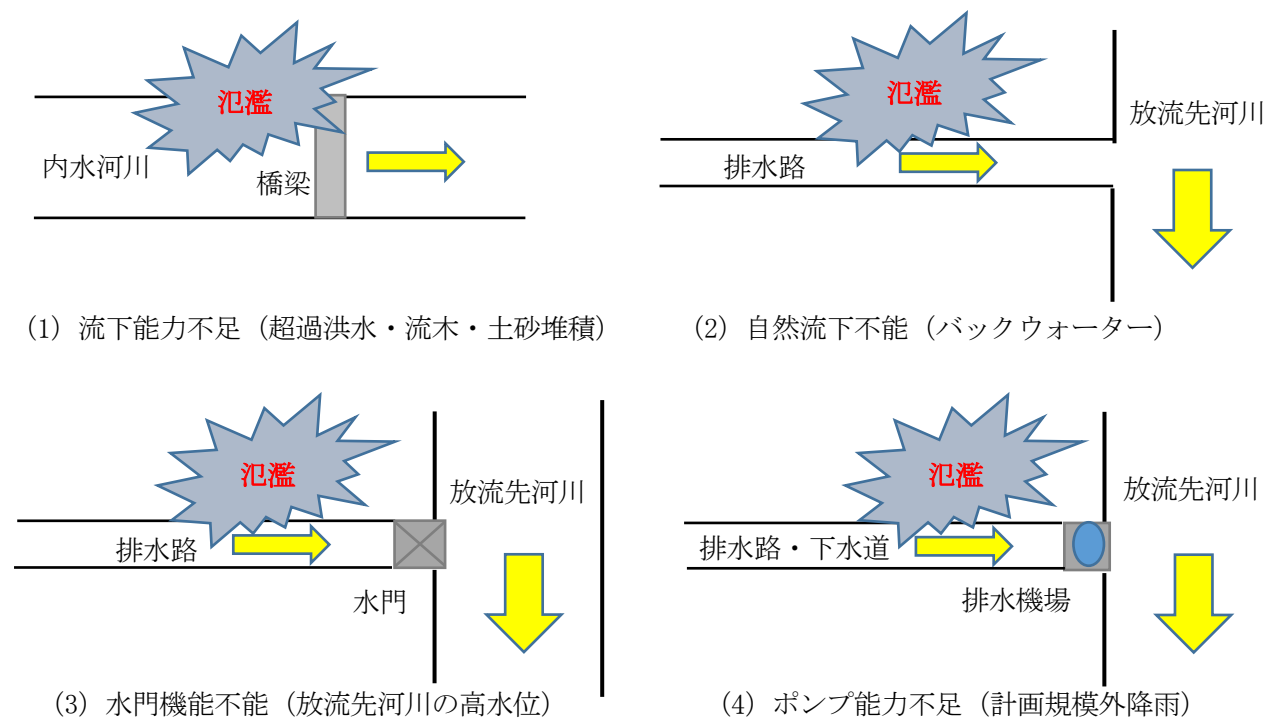


図 4-2-2 宿毛市における内水氾濫のメカニズム

#### 4.2.4 宿毛市調査結果のまとめ

宿毛市においては、様々な内水氾濫現象が確認され、豪雨に伴う内水氾濫の発生機構が排水システムの仕組みにより大きく異なることが明らかになった。既存排水施設の内水排除能力の評価や内水・外水一体型雨水管理・豪雨災害対策、そして、それらを支える新しい技術の開発が必要であることが示唆された。

#### 謝辞：

本研究を遂行するにあたり、高知県土木部河川課，安芸土木事務所，高知県危機管理部，宿毛市水道課等関係機関にご支援ご協力を頂きました。また，京都大学川池健司准教授，(株)第一コンサルタンツ片岡寛志氏が現地調査の一部に同行し，貴重なご意見を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献：

- 1) 高知地方気象台：平成30年6月28日から7月9日かけての台風第7号と梅雨前線による大雨について，気象速報（平成30年7月10日17時現在），2018。
- 2) 宿毛市水道課：西日本豪雨での浸水被害を受けて，高知から発信する下水道の未来第2回シンポジウム：災害に立ち向かう高知家の下水道，平成31年1月29日，高知，2019。

### 4.3 安芸市における浸水被害

#### 4.3.1 安芸川流域の概要と降雨状況

平成30年7月豪雨では、6月28日から7月8日までの11日間の総降雨量(気象庁)の全国上位10地点のうち、6地点が高知県内であり、最も多かった馬路村魚梁瀬では1852.5mmを記録した。図4-3-1に安芸川の流域図と高知県の雨量計で観測された7月2日から7日の降雨量を示す。安芸川は高知県東部の安芸市を流れる二級河川で、幹川流路延長27.8km、流域面積143.49km<sup>2</sup>、年間平均降水量は上流域で約2800mm、下流域は高知県で最も降雨の少ない地域であるものの約2000mmである。計画高水流量は基準地点(河口から7.2km)の栃の木において1100m<sup>3</sup>/sである。

豪雨時の降雨量は、下流域では井ノ口で262mm、入河内で420mmであったのに対し、中流から上流域では押谷で952mm、古井で1322mmであった。特に、古井においては、7月6日の夜から7日の明け方にかけて1時間に100mmを超える雨を記録している。

安芸市の発表資料によれば、今回の浸水面積は26.7ヘクタール、全壊流出6棟、半壊床上浸水69棟、床下浸水30棟であった。安芸川の過去の洪水被害では、今回よりも規模が大きかったものは昭和46年、47年まで遡り、それ以降は支川で溢水や内水被害(平成6年、平成16年、平成20年等)があったものの、本川での被害は約50年振りであった。

図4-3-2に栃の木(水位観測地点の名称は栃の木である)地点における横断面形状と7月5日から6日の水位ハイドログラフを示す。横断面形状から、右岸に比べて左岸堤防が低いため、はん濫危険水位を超えると左岸側へ溢れることがわかる。

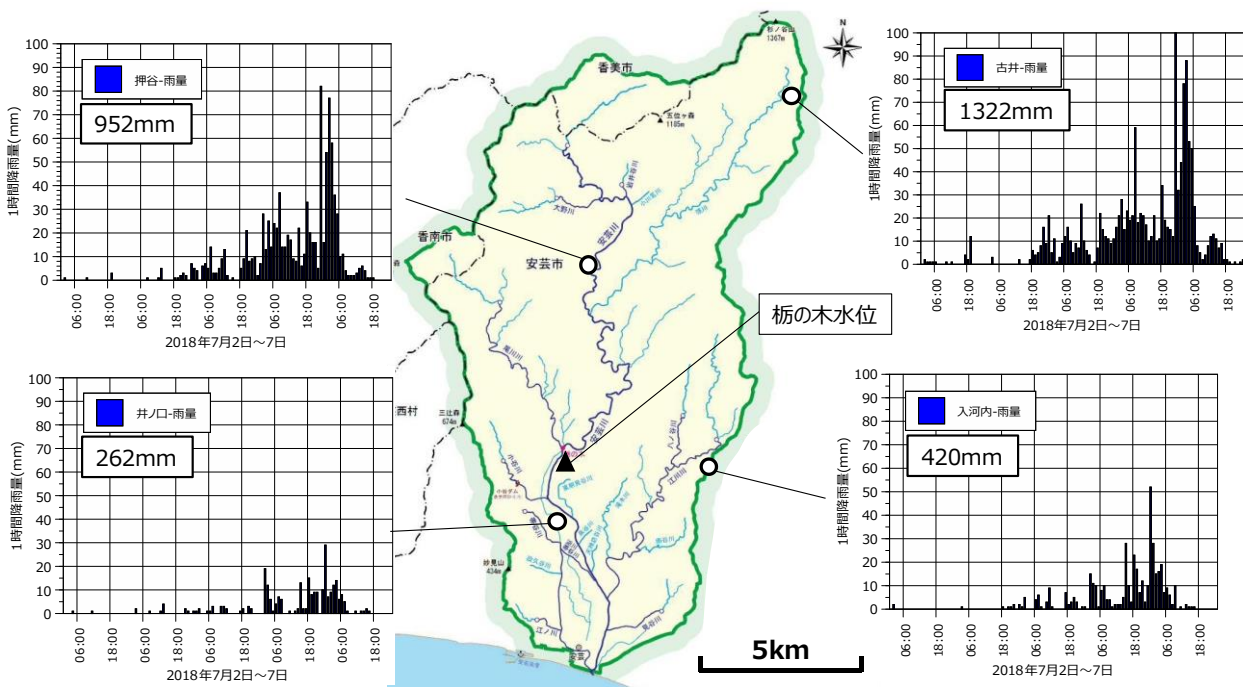


図4-3-1 安芸川流域と2018年7月2日~7日の降雨量

### 4.3.2 安芸市栃ノ木地区における浸水被害

安芸川の栃ノ木東地地区においては、7月6日未明に約10棟が浸水し、住民21名が一時孤立した。

UAVを用いた写真測量(SfM)により、栃ノ木地区内の地盤高(正確には家屋や樹木の高さを含む表面高)を計測し、特に浸水深の大きかった地区内の家屋6戸に対して痕跡水位調査および豪雨時の状況や住民の行動等の聞き取り調査を行った。図4-3-3に栃ノ木東地地区の平面図と浸水位調査地点を示す。対象とした範囲はおよそ250m×250mである。図4-3-4に栃ノ木東地地区内の表面高(DSM)を示す。地区内の地盤高と安芸川との比高差は大きくなく、図4-3-2に示したように左岸側の堤防が低いため、水位の上昇とともに地盤の低い箇所から溢水はん濫が生じる地形特性であることがわかる。表4-3-1に地区内の6地点において実施した痕跡水位調査結果と安芸川の栃ノ木のピーク水位との関係を示す。6地点の痕跡水位の平均値は39.13mで栃ノ木のピーク水位(39.08m)と同程度であった。すなわち、この地区でははん濫危険水位を超えた7月6日0時頃から浸水が始まり、安芸川栃ノ木の水位がピーク(39.95m)に達した4時には、図4-3-5に示すように家屋がある区域でも浸水深が2mを超えていた地点があったことがわかる。

地区住民から当時の状況を聞いたところ、夜間に水位が上がって孤立したため、2階あるいは屋根の上に避難していたとのことであった。安芸川水位が7月6日未明から朝方にかけて急激に上昇したことが、安全な地区外へ逃げ遅れの原因となっており、安芸川の水位と地区内の浸水状況の関係を事前に理解し、雨量や水位情報を定期的に入手することにより、早めの避難行動につながっていたものと考えられる。

写真測量により得られた地区内の地盤高と栃ノ木地点の水位から二次元流況解析により出水時の流量ハイドログラフを概算した結果、ピーク流量は約1300m<sup>3</sup>/sであり、計画高水流量の1100m<sup>3</sup>/sを大きく超える規模の出水であったことがわかった。

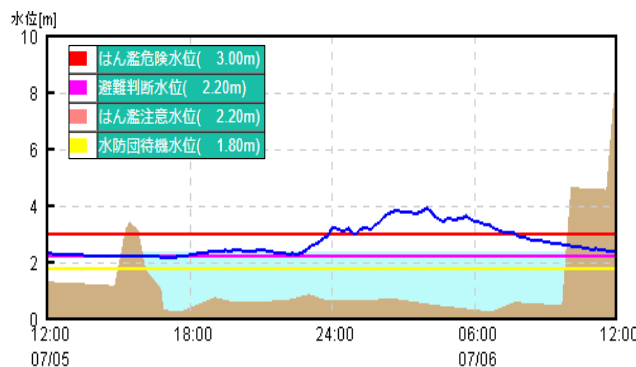


図4-3-2 栃ノ木地点における横断形状と水位ハイドログラフ (引用：高知県水防情報システム)

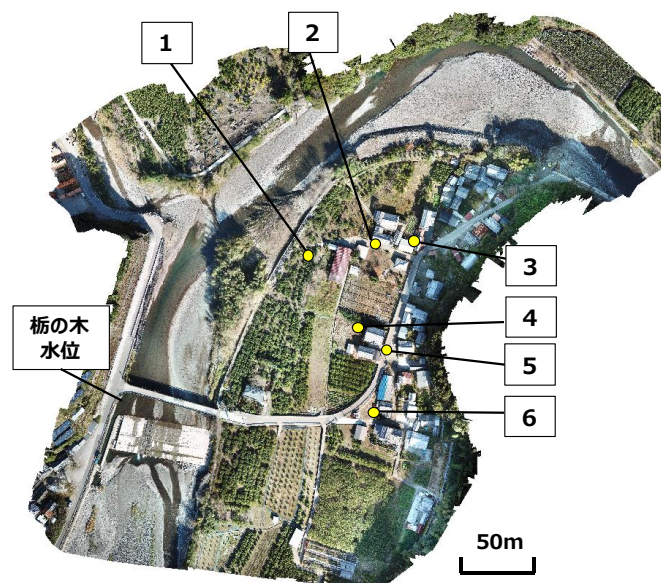


図4-3-3 安芸市栃ノ木地区の平面図と浸水位調査地点

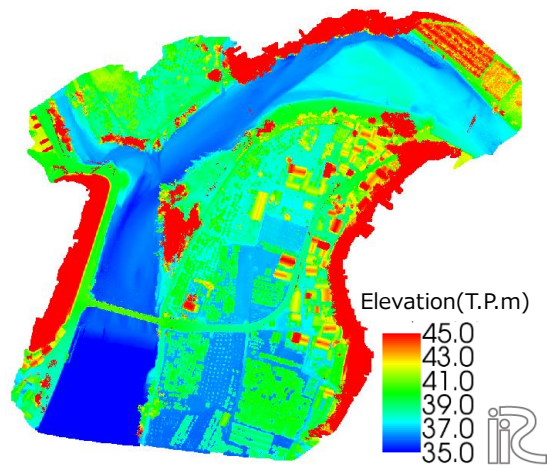


図 4-3-4 UAV 写真測量により得られた表面高 (DSM)

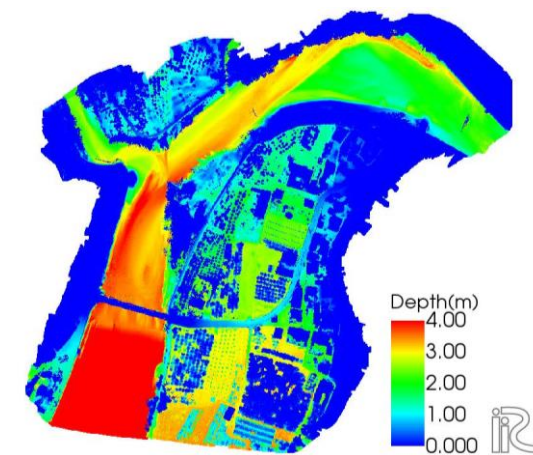


図 4-3-5 安芸川柵の木のピーク水位時において想定された浸水深カウンター

表 4-3-1 浸水位の計測結果と柵ノ木ピーク水位

観測地点	地盤高(T.P.m)	浸水深(m)	浸水位(T.P.m)
1	37.40	2.0	39.40
2	37.86	1.42	39.28
3	37.63	1.51	39.13
4	36.77	2.3	39.07
5	38.74	0.56	39.30
6	37.19	1.42	38.61
柵の木水位(m)	35.13	3.95	39.08

#### 4.3.3 安芸市僧津地区における浸水被害

7月6日午前3時頃、柵ノ木地区から下流約3kmにある僧津地区の県道安芸物部線において道路の一部が崩落しているのをパトロール中の市職員が発見した。堤防決壊の恐れがあったため、午前4時20分以降、近隣の土居地区や僧津地区の約1900名に避難指示が出され、さらに午前7時20分には下流地区の約1600名に避難指示が出された。発見時は1車線道路が半分崩落しており、正午頃には全長80メートルにわたって道路が崩落・流出した。早期の発見と土のう積みによる対策により、堤防決壊は免れたものの、発見・対応が少し遅れていれば市街地へのはん濫の危険があった。



#### 4.3.4 高知県水防情報システムへのアクセス状況

高知県では、平成10年から水防情報システム(雨量、河川水位、ダム情報等)の運用を開始し、高知県が管理する観測地点だけでなく、国土交通省や気象庁のデータも一元化して情報提供を行っている。平成26年度8月に発生した豪雨災害以降、アクセスログを保存している。

高知県河川課から7月豪雨時のアクセスログデータを提供いただき、図-6に示すような識別情報を元に、安芸市の地域防災計画において豪雨時の防災情報発令の基準となっている安芸川の柵の木水位へのアクセスログのみを抽出し、水位の時間変化と合わせて整理した。

なお、この地点は高知県管轄のため、水位情報はこのシステムからのみ閲覧できるため、豪雨時の実質のアクセス数を把握することができる。

図4-3-7に平成30年7月出水時における柵の木地点の水位ハイドログラフとアクセス数の時間変化を示す。水位の上昇とともに、1時間あたりのアクセス数も増加する傾向を示しており、特に急増したのは7月6日0時にはん濫危険水位を超過した時間帯であり、1時間に600アクセスを超えている。水位はさらに上昇し、4時にピーク水位の39.08mを迎え、15時に避難判断水位を下回るまで一定のアクセス数があった。ただし、安芸市の人口約18000人から考えるとアクセス数は少なく、これらの情報が一般市民に対して十分認識されていないことがわかる。

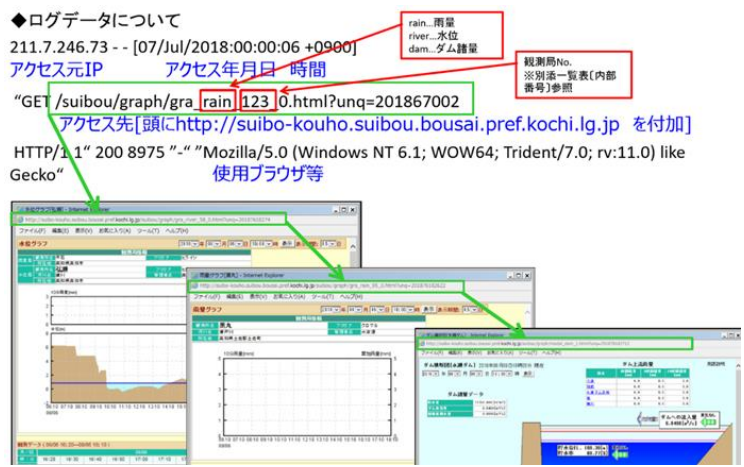


図 4-3-6 高知県水防情報システムのアクセスログデータの内容と識別方法

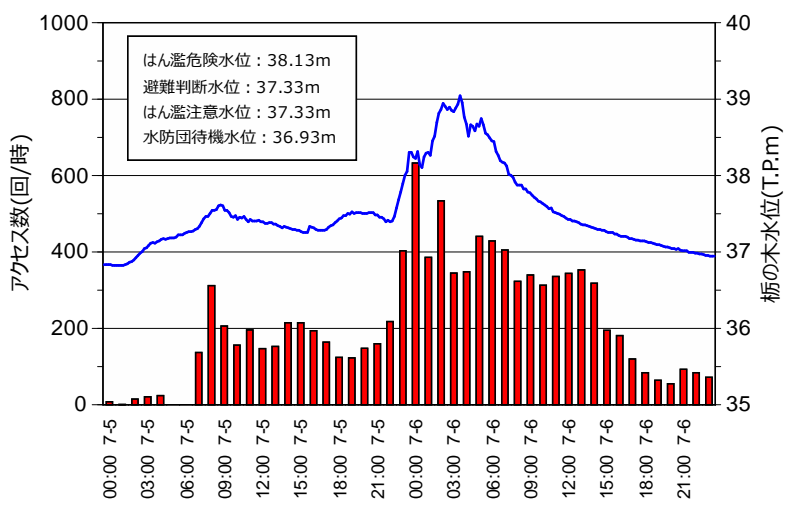


図 4-3-7 安芸川柵の木水位と高知県水防情報システムへのアクセス数の時間変化

#### 4.3.5 安芸市民への豪雨時の防災情報理解と活用に関するアンケート調査

安芸市危機管理課を訪問し、避難勧告・避難指示の発令条件や7月豪雨時の発令・解除時刻、住民に対する対応、被害状況等についてヒアリング調査を行った。安芸市の地域防災計画では、安芸川桁の木地点の水位が避難情報の発令基準として定められている。

今回の豪雨時では、エリアメールによる避難指示等の避難情報を配信する際に、1回あたりの字数が200文字に制限されていたため、発令対象地区名の羅列のみとなり、住民の避難のトリガーとなり得る浸水発生等の理由を詳細に記載することができなかったことが課題として挙げられた。この件に関しては、高知県内の他の自治体の防災担当者からも同様の意見が聞かれた。

また、安芸市ではエリアメール以外にも市独自で防災行政無線の放送内容を登録者にメールで配信する「安芸市防災情報メールサービス」を運用していたものの、7月豪雨前の登録者数は200名未満であり、有効な活用が行われていなかった。

これらの課題も含め、一般市民が豪雨時に自治体等から発令される防災情報をどの程度理解しているか、また7月豪雨時にどの程度活用され、避難行動に繋がったのかを把握するために安芸川の近隣住民へのアンケート調査を実施することとした。この調査では、安芸市役所危機管理課にも協力いただき、A4用紙両面印刷で計15問の質問項目を作成した。

一般に、地域住民へのアンケート調査を自主防災組織等を通じて実施する場合、回答者の年齢層が50~70歳代が中心となる。しかし、気象情報や防災に関する情報の多くはパソコンやスマートフォンで閲覧でき、自治体等からも配信されることから、これらを日常的に使用する20歳から40歳代の年齢層をターゲットとした。

そのため、アンケート回収率を高くするための工夫として、安芸市教育委員会を通じて安芸市の小・中学校の保護者に920部配布し、704部(回収率約77%)を回収することができた。兄弟・姉妹のいる家庭を考慮すると80%を超える保護者から回答を得られたことになる。

図4-3-8にアンケート回答者の年齢層の割合を示す。当初の予定通り、ターゲットとしていた20歳から40歳代が多く、全体の94%を占めた。図4-3-9に示す豪雨時の気象・防災情報の入手方法に関する質問への回答割合では、テレビが38%で最も多く、続いてパソコンの23%、携帯電話の22%であり、家族や知人から聞いたという回答も12%あった。

図4-3-10および図4-3-11にそれぞれ安芸市からの避難情報に対する行動、避難しなかった理由を示す。より安全な場所へ避難をしたと回答した割合は25%であり、環境防災総合政策研究機構 環境・防災研究所が愛媛県、岡山県および広島県で実施したアンケート調査結果<sup>3)</sup>の23.4%と同程度の避難率であった。「避難しなかった」と答えた住民の理由については、「浸水はしないと思ったから(20%)」や「避難が必要なほどの災害ではないと思ったから(17%)」と回答している。

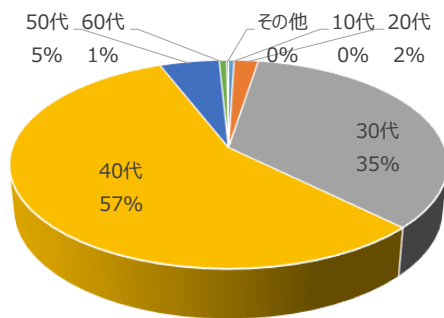


図 4-3-8 アンケート回答者の年齢層

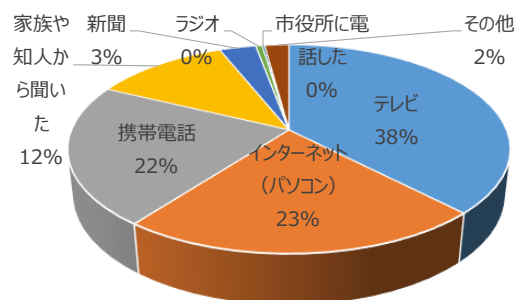


図 4-3-9 豪雨時の気象・防災情報の入手方法

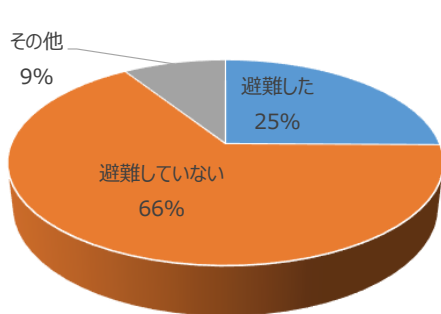


図 4-3-10 安芸市からの避難情報に対する行動

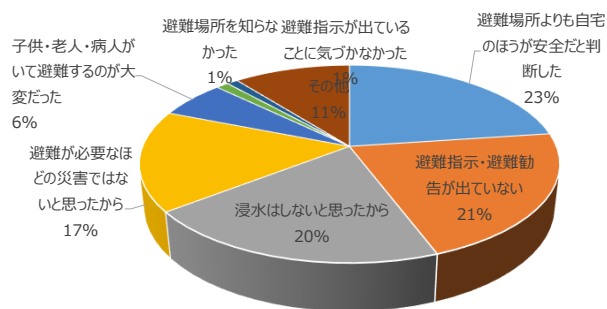


図 4-3-11 避難しなかった理由

表 4-3-2 に防災情報に関する質問項目(問 6 から問 15)を、図 4-3-12 にその回答結果を示す。

問 6 では、自治体からの具体的な情報が入手できていれば避難したという回答が 59%あったものの、問 8 および問 9 において、結果的に住んでいる近くで浸水被害が起きていないために、避難した方が良かったとは感じていないようである。いずれも過去に浸水被害の経験がなく、地域住民の災害に対する危機意識が希薄になっていることが避難勧告等の情報が発令されても(問 7 の 8 割近くの住民が避難に関する情報の意味を理解していても)避難行動に繋がっていないと推察される。これに関しては、豪雨水害の直前に開催された高知県安芸土木事務所の豪雨に強い地域づくり推進会議においてソフト対策の課題として挙げられている。

問 10 に関しては、パソコンやスマートフォンをよく利用する年齢層であっても自ら情報を入手している住民は半数程度であった。さらに、問 11 の高知県防災情報システムの認知度は 20%以下と低い。しかし、これらの情報を活用できている住民は水害リスクの把握に有益と感じていることから、住民の高知県水防情報システムの認知度を上げるとともに、活用方法に関する周知を行うことが重要である。

高知県ではこれまで 101 箇所の水位計が設置されており、平成 30 年度末までに危機管理型水位計が新たに 125 箇所増設される。国土交通省川の防災情報から入手できるこれらの情報を、平成 31 年度中に高知県水防情報システムでも閲覧可能になる予定である。

表 4-3-2 防災情報に関する質問項目

問 6	もし、河川の氾濫箇所や決壊状況等のより具体的な情報が入手できていれば、避難していましたか？	問 11	地域の雨量、雨量状況図、河川の水位等の情報がリアルタイムに入手できる「高知県水防情報システム」をご存知ですか？
問 7	あなたは避難に関する情報（避難準備・高齢者等避難開始、避難勧告、避難指示(緊急)の 3 種類）を知っていますか？ また、緊急度の高い順番を理解していますか？	問 12	その情報は役に立ちましたか
問 8	今回の豪雨において、お住いの付近で河川の氾濫や浸水の被害がありましたか？	問 13	避難情報等メールで入手できる登録型のメール配信サービス「安芸市防災情報メールサービス(安芸市の HP から登録できます。)」をご存知ですか？
問 9	今回の豪雨を受けて避難したほうがよかったですと感じましたか？	問 14	今回の水害を経験して、「安芸市防災情報メールサービス」に登録しようと思いませんか？
問 10	豪雨の際に自治体から送られるエリアメールなどの配信情報以外に自らパソコンやスマートフォンなどを用いて河川や雨量の情報を入手しましたか？	問 15	今回の水害を経験して、災害時の情報の種類と内容、その活用方法について詳しく知りたいとおもいませんか？

問 13 の安芸市が独自に取り組んでいる防災情報メールサービスの認知度は 20%以下で、ほとんどの住民が知らなかった。しかし、問 14、問 15 の問いに対してはほとんどが「はい」と答えていることから、住民は高知県や安芸市が提供している情報を知っていないだけであり、実際にその情報を見て活用したいと考えていることを確認することができた。安芸市防災情報メールサービスへの登録者数は水害前には 200 名以下であったのが、豪雨後に実施した今回のアンケート調査や安芸市の広報により住民への周知が進み、登録者数は徐々に増加し、現在は 500 名以上になっている。この水害を契機として地域住民の水害に対する意識が高まっている状況にあることから、当研究室では安芸市と連携した防災情報の正しい理解と活用に関する防災ワークショップの開催を予定している。また、安芸市をモデルケースとして他の市町村でも同様な取り組みを進めている。

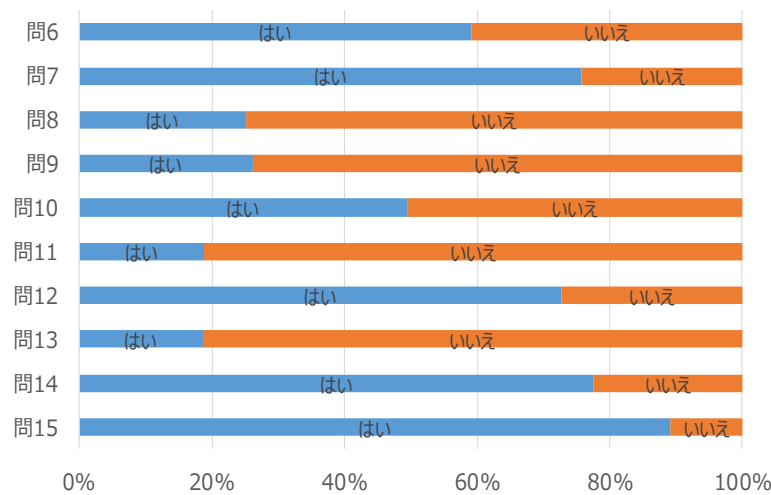


図4-3-12 質問 6～15に対する回答結果

4.3.6 安芸川調査結果のまとめ

平成 30 年 7 月豪雨による高知県安芸川の被害について、現地調査および住民に対して防災情報の理解と活用に関するアンケート調査を実施した。本調査で得られた成果を以下にまとめる。

- 1) 安芸市柝ノ木東地地区内の痕跡水位と安芸川柝の木水位を比較した結果、安芸川のピーク水位と地区内の痕跡水位が一致したことから、溢水による浸水被害であることを示した。さらに、UAVによる写真測量により同地区内の地盤高を面的に把握し、柝の木水位から地区内の浸水状況を把握できるようにした。
- 2) 7月豪雨時における安芸川柝の木水位へのアクセス数の時間変化は、水位変化および避難勧告・指示が発令／解除されたタイミングで増加／減少する傾向が確認できた。しかし、ピーク時のアクセス数でも1時間当たり600アクセス程度であり、今後さらに活用されるよう住民への周知が必要である
- 3) 豪雨時における自治体から住民へのエリアメール等による避難情報の伝達方法について、一度に最大200字の文字数制限があり、対象地区が多い場合に避難のトリガーとなるはん濫等の情報を詳細に記載することができないことが課題として挙げられた。
- 4) 安芸市教育委員会と連携し、市内小中学校の保護者(30-40歳代を中心)にアンケート調査を行い、704通の回答(回答率76.5%)を得た。その結果、PCやスマートフォンにより自ら流域の雨量や河川水位を入手して活用している方の割合は全体の20%未満であり、高知県水防情報システムや安芸市防災情報メールサービス等の有用な情報が提供されているにも関わらず、住民の情報に対する理解やそれらの活用が十分でないことが明らかとなった。しかし、この水害を契機として活用方法を理解したいとする住民のニーズが高まっており、国土交通省水防防災意識社会再構築ビジョンで掲げる「住民目線のソフト対策」とするために、住民への周知が急務である。

謝辞：高知県河川課には水防情報システムのログデータを提供いただいた。また、安芸市危機管理課には市民へのアンケート調査に際してご協力いただいた。記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 内閣府：防災情報のページ，平成30年7月豪雨による被害状況について
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局：水防災意識社会再構築ビジョン [www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/](http://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/)
- 3) 環境防災総合政策研究機構 環境・防災研究所：平成30年7月西日本豪雨災害アンケート調査結果速報(概要)，2018年9月12日
- 4) 高知県安芸土木事務所：豪雨に強い地域づくり推進会議，地域の取り組み方針，平成30年5月。

(高知工業高等専門学校 岡田将治)

# 第5章 香川県内における被害の概要

## 5.1 香川県内の被害

平成30年7月の西日本豪雨では、広範囲にわたり大雨が降り、岡山県、広島県、愛媛県などでは河川の氾濫、土砂災害等によって甚大な被害が生じた。この豪雨では、近隣の岡山県や愛媛県において報道が広くなされたが、香川県内においても中西讃地域や島嶼部において河川護岸の被災や土砂災害が発生した。本研究では、今後の香川県における豪雨災害対策に対する基礎資料とするため、平成30年7月西日本豪雨における香川県の降雨特性と河川・土砂の被害状況を整理した。県と市が管理する公共土木施設において、河川、海岸、砂防、急傾斜、道路、公園を含めて、被害額は18億9130万円であり、件数は156件であった<sup>1)</sup>。

香川県では、香川大学と香川高等専門学校との共同調査により、香川県内の被害調査を、河川被害および斜面崩壊に着目して実施した。さらに、西日本豪雨災害と地区防災計画についての調査結果も報告する。

### 5.1.1 被害の概要

#### a) 雨量の空間分布

図5.1.1より、香川県では中西讃域において雨量が多く、東讃域では雨量が少ない傾向であることが分かる。また、雨量の多い等雨量線は南西から北東にかけて伸びており、海を越えて島嶼部においても大雨が観測された。雨量の多い地域では、3日間雨量が350mmを超えており、年平均雨量が1100-1200mm程度の香川県においては、非常に大量の雨が降ったといえる。

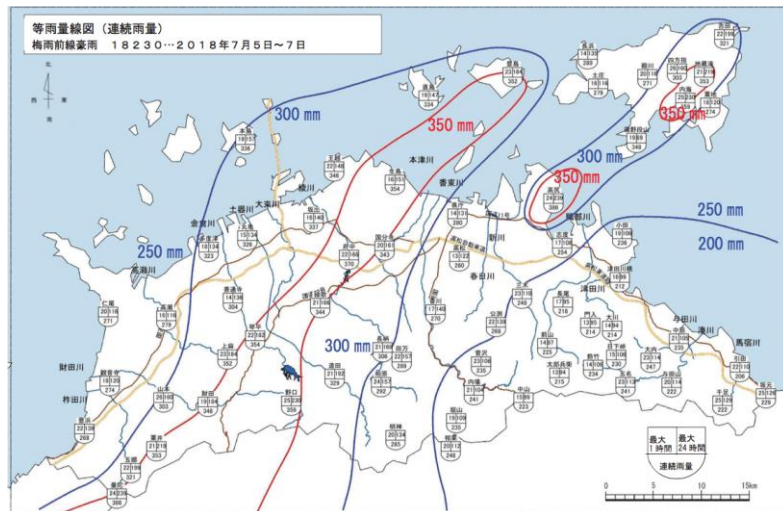


図 5.1.1 香川県における3日間積算降雨量の空間分布  
(2018年7月5-7日) (提供：香川県河川砂防課)

香川県内の3日間の累計雨量の多い地点は、曼陀（観音寺市大野原町有木）で388mm、府中（坂出市府中町）で370mm、祓川橋（まんのう町羽間）で366mmであった<sup>1)</sup>。

#### b) 雨量の時間変化

図5.1.2に示した雨量の時間変化をみると、一時間あたりの雨量は琴平地点において22mmが最大であり、極端な時間集中豪雨が発生したわけではないことがわかる。香川県内の最大時間雨量は柞野（まんのう町造田）で28mm（6日22-23時）、公渕（高松市東植田町城池）で26mm（5日1-2時）、山本（三豊市山本町財田西）で26mm（5日2-3時）であった<sup>1)</sup>。

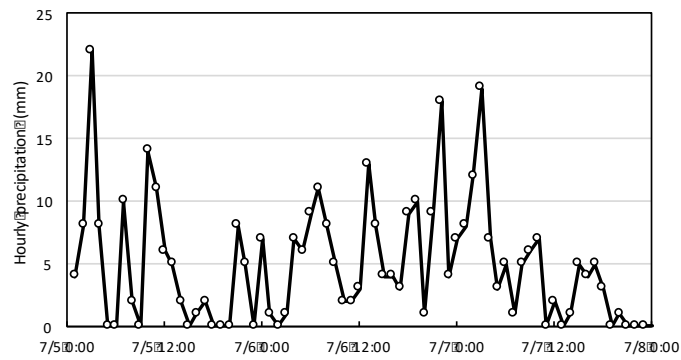


図 5.1.2 琴平における1時間雨量

また、7月5-7日の72時間の内、降雨がなかった時間は計16時間であり、そのうち、ほとんどは、無降雨連続時間が1時間と短く、断続的に雨が降り続いていたことが分かる。この1時間雨量の時間変化の特徴は、図5.1.3に示した積算雨量の時間変化からもみてとれる。

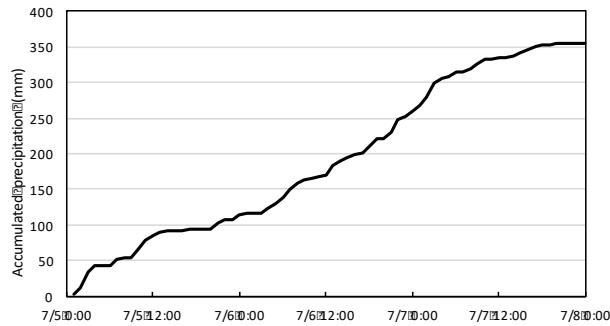


図 5.1.3 琴平における積算雨量

### c) 予警報

大雨注意報は7月5日1:20に、まんのう町、観音寺市、三豊市に発令された<sup>1)</sup>。そして、大雨警報に変わった時刻が、同日9:40であった。

洪水注意報は、大雨注意報が発令された約2時間後の7月5日3:46に、高松市、丸亀市、まんのう町、琴平町、観音寺市、三豊市に発令された<sup>1)</sup>。その後、約1日経過後の7月6日8:23に多くの市町村で洪水警報が発令された。なお、洪水警報が解除された日時は7月7日16:58であった。

(香川大学 石塚正秀, 長谷川修一, 野々村敦子, 紀伊雅敦, 藤澤一仁)

## 5.2 河川被害

### 5.2.1 水位変化の特徴

#### a) 水位の時間変化

今回、雨量の多かった西讃地域を流れる財田川の長瀬橋地点では、雨量の増加とともに水位が上昇し、その後、水位が高い状態が長く続き、7月7日3時に最高水位241cmを記録した(図5.2.4)。この水位は避難判断水位220cmを超えて、氾濫危険水位250cmに迫る水位であり、非常に危険な状況であった(表5.2.1)。同様に、中讃域を流れる大東川では、計画高水位を超える水位が記録され、危険な状況であった。同様に、その他の多くの河川において、氾濫注意水位を超えたが、香川県全体において河川堤防の決壊や氾濫は生じなかった。

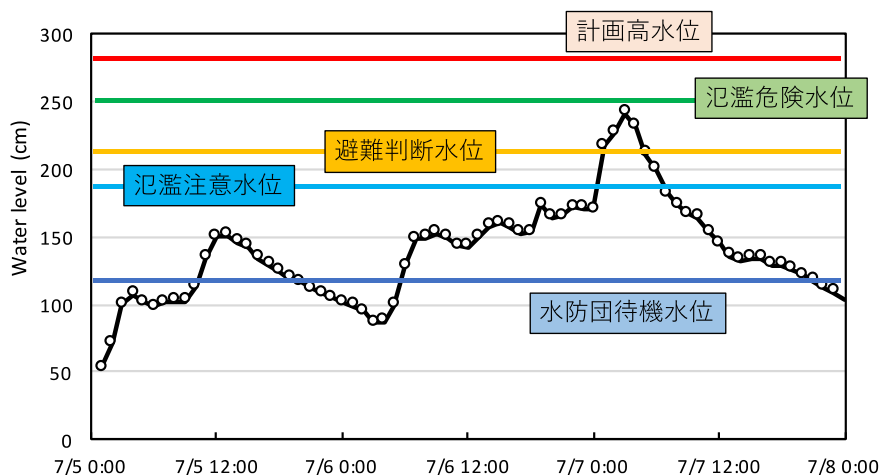


図 5.2.3 財田川における河川水位の時間変化 (長瀬橋)

表 5.2.1 財田川における河川水位の基準値 (長瀬橋)

	水位 (cm)
計画高水位	280
氾濫危険水位	250
避難判断水位	220
氾濫注意水位	190
水防団待機水位	120

#### b) 氾濫注意水位の状況

先に述べたように、香川県では中讃域、西讃域において雨量が多かったことから、河川における水位上昇もこれらの地域において多く観測された。河川の氾濫注意水位を超過した継続時間を表5.2.2に示す<sup>2)</sup>。長尾地域の1水系1河川1観測所、高松地域の2水系2河川3観測所、中讃域の7水系7河川10観測所、西讃域の3水系3河川4観測所において氾濫注意水位を超過した。広域的には、7日1~5時頃に多くの河川で水位上昇がみられたことがわかる。また、個別の河川でみると、与田川、本津川、青海川、大東川、桜川、弘田川については、一時的であるが、5日の時点で水位上昇しており、比較的弱い雨量でも水位が上昇していることから、今後注意が必要である。



表 5.2.2 香川県における河川の氾濫注意水位超過継続時間<sup>2)</sup>

エリア	水系	河川	観測所	5日																								6日																								7日																											
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
長尾	石田川	石田川	風呂橋	●																																																																											
				高松	詰田川	榑坊川	榑上橋	●																																																																							
						本津川	本津川	国分寺	●																																																																						
中讃	青海川	朝神川	沖	●																																																																											
		綾川	綾川	蓮宮	●																																																																										
		大束川	大束川	上車橋	●																																																																										
		土器川	土器川	中流	●																																																																										
		金倉川	金倉川	幸橋	●																																																																										
		金倉川	金倉川	五条	●																																																																										
		金倉川	金倉川	高敷橋	●																																																																										
		板川	板川	豊津橋	●																																																																										
		弘田川	弘田川	山鹿	●																																																																										
		弘田川	弘田川	甲山	●																																																																										
		西讃	高瀬川	高瀬川	佐段橋	●																																																																									
				財田川	財田川	稲穂橋	●																																																																								
財田川	財田川			長梁橋	●																																																																										
柞田川	柞田川			井関	●																																																																										

c) 公共土木施設の被害

香川県では、県と市が管理する公共土木施設の内、河川に関して、県管理では、44箇所が被災し、被害額は約3億2260万円、市町では、2箇所、1600万円であった<sup>1)</sup>。

5.2.2 河川調査

a) 土器川

土器川（祓川橋地点）では、7月4日から水位が上昇し、その後、6日9時と7日4時に3.17 mの最大水位を2回記録した。これは、水防団待機水位2.7 mを超えているが、氾濫注意水位3.7 mよりも低く、水位は危機的状況ではなかった。しかし、図5.2.4に示すように、橋梁下部の護床工ブロックに整地していた土砂が豪雨により流失しており、その他の場所でも、河道内の形状が大きく変化した箇所もみられた。なお、図5.2.5に示す近年の祓川橋地点の水位変動から、土器川における7月豪雨時の洪水は、年に数回発生する規模のものであったと推測される。今回の調査にて、頻繁に発生する規模の洪水流による図-5.2.4のような構造物周辺河床への影響がみられたため、構造物周辺の局所洗掘については大規模洪水時のみでなく、中小規模の洪水時にも着目したモニタリングおよび対策が必要であると考えられる。



図 5. 2. 4 土器川における橋梁周辺の河床変化

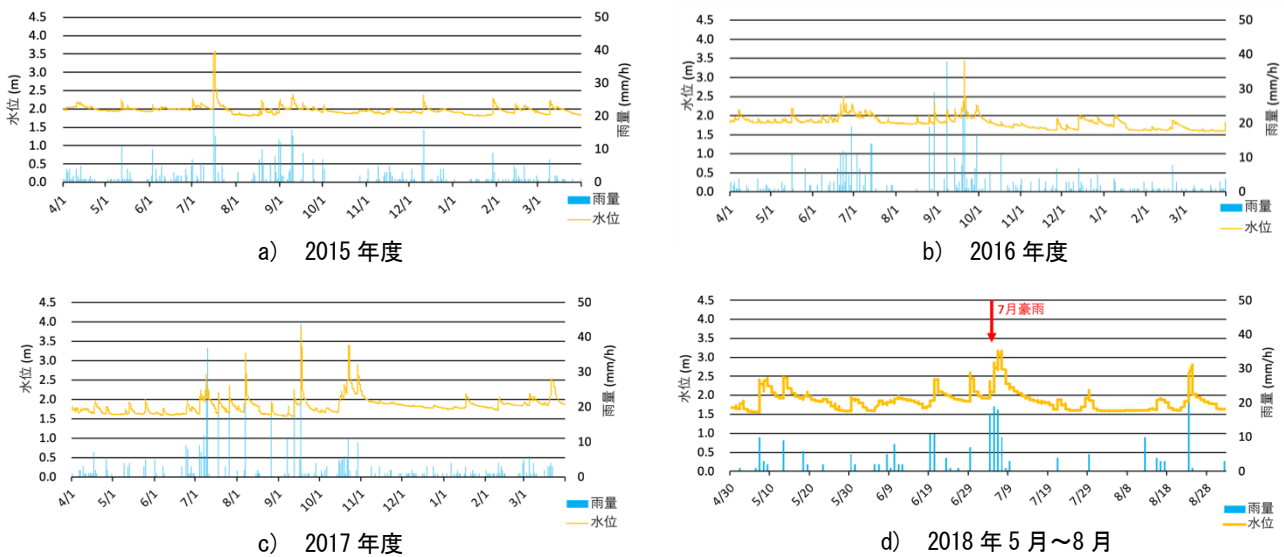


図 5. 2. 5 土器川における近年の水位変動  
(水位：祓川橋観測所，雨量：美合観測所)

b) 金倉川

金倉川では、上流から下流に三ヶ所ある水位観測地点（高藪橋，五条，幸橋）において，7月7日3・4時頃に最高水位を記録し，いずれも氾濫注意水位を超過したが，避難判断水位までは到達しなかった．しかし，図 5. 2. 6 に示すように，堤防が約 100 m 程度浸食する被害が生じるなど，金倉川では県内最多の 9 箇所において被災しており，必ずしも水位上昇だけでは災害の危険度を判断できないことが明らかとなった．



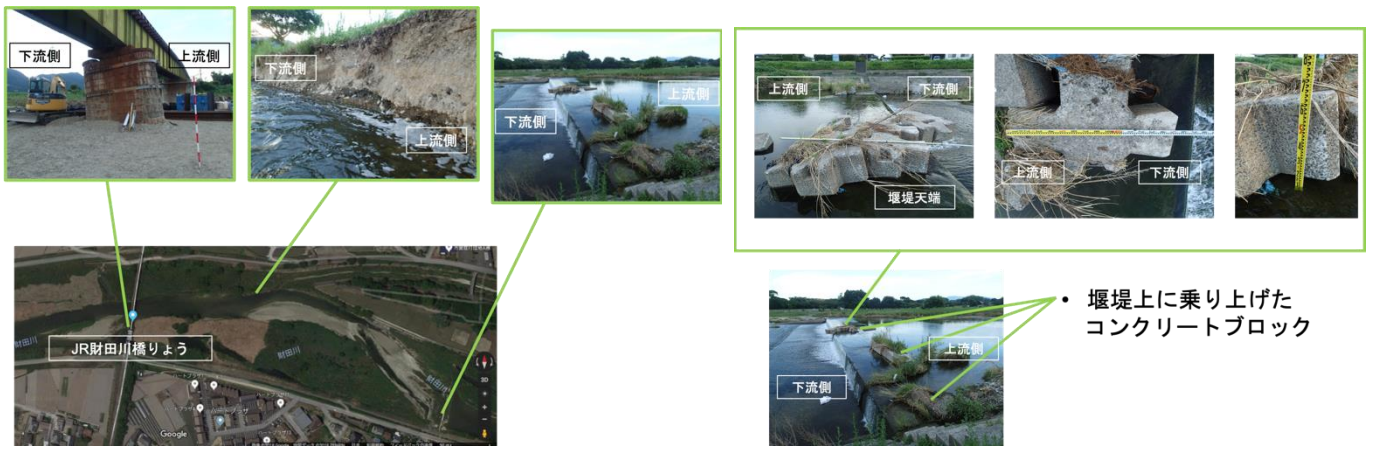
図 5. 2. 6 金倉川における河岸浸食 (2018年8月9日)

### c) 財田川

財田川では、図 5.2.7 に示すように JR 予讃線が通る橋梁の橋脚が 1 箇所、潜掘により傾き、線路が変形したため、運休が約 1 ヶ月間続いた。7 月豪雨後（2018 年 7 月 22 日）の調査で確認した現地の様子を、図 5.2.8 に示す。上流側堰堤（左岸側）や低水路河岸（右岸側）のように、蛇行する流路のアウトコース側に位置する箇所にて構造物の破損や浸食がみられた。被災した橋脚は低水路右岸浸食箇所で偏向された流れが通過する場所に位置しており、洪水流の影響を受けやすい状況にあったと推測される。3P 橋脚も同様の環境であるため、今後のモニタリングと洗掘対策が必要である。



図 5.2.7 財田川橋梁の被災状況(提供：JR 四国)



a) JR 財田川橋りょう周辺の様子

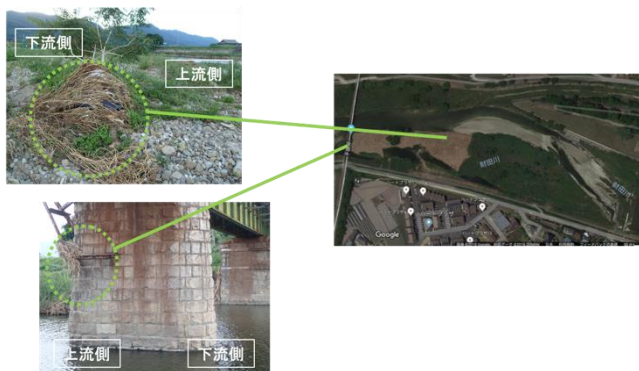
b) 上流側堰堤の様子



c) 低水路右岸の浸食



d) 損傷した4P 橋脚



e) 洪水痕跡

図 5.2.8 7月豪雨直後の財田川橋りょうの様子

(2018/7/22\*)

\* 図中航空写真については、7月豪雨より前の写真を使用している。

#### 5.2.4 住家被害

床上浸水が1件、床下浸水が計9件であり、河川の施設被害と比較すると、住家被害の件数は比較的少なかった。この理由は、降雨強度が極端に強くなかったためと考えられる。

#### 5.2.5 まとめ

平成30年7月西日本豪雨の香川県における雨量の特徴として、時間集中型の豪雨は比較的弱かったが、3日間にわたる長雨であった。また、雨量の空間分布は中西讃地域と島嶼部が多かった。河川については、計画高水位、氾濫危険水位を超えた河川もあったが、超過継続時間は短く、堤防の決壊、氾濫は生じなかった。しかし、長雨により水位の高い状態が長く続いたため、河川施設の被害箇所は44箇所と多かった。

このように、降雨の特性をふまえながら、河川施設の必要な管理を行う必要がある。とくに、水位上昇だけでは災害の危険度を判断できないことから、河道内の形状変化を監視・モニタリングすることが重要である。中小河川は1級河川と比較して、整備が十分でない場合もあることから、今後も、香川県や国と連携し、災害発生前に速やかな対応ができるよう、連携を強化する予定である。

(香川大学 石塚正秀, 藤澤一仁, 香川高等専門学校 高橋直己, 柳川竜一)

## 5.3 土砂災害

### 5.3.1 土砂災害調査概要

前述のように7月豪雨の影響で、道路、河川、砂防施設、その他、香川県内の公共土木施設では多数の被害が報告されているが、その中で、道路の被害に着目すると、被災箇所は97カ所（県管理:47カ所、市町管理:50カ所）で、県管理の50カ所のうち、三カ所では、長期間、通行止めとなった。

本研究では、高松王越坂出線（県道16号線）の斜面崩壊箇所の特徴を分析するとともに、地すべり箇所において、現地調査と衛星データを用いた解析により、斜面変状の範囲と変状量を推定した結果について報告する。

### 5.3.2 研究対象地域

県道高松王越坂出線（県道16号線）では、王越町から坂出方面、王越町から高松方面で通行止めとなった（図5.3.1）。王越町から坂出方面（青線）では斜面崩壊によって道路が寸断された。王越町から高松方面（赤線）では、約50mの区間に亘って道路に沿う円弧状の亀裂がみられた。対象地域の地質は、花崗岩の上に安山岩のキャップロックがある構造をしている（図5.3.2）。図5.3.3は王越町から坂出方面の地形を示す。

### 5.3.3 斜面崩壊

乃生岬の県道高松王越坂出線（県道16号線）に沿った斜面で斜面崩壊が9カ所発生していることを確認した。豪雨時には、谷部で地下水の水圧が上昇し、崩壊が発生すると考えられるが、乃生岬では明瞭な谷地形が見られない箇所や凸型斜面で斜面崩壊が発生していた。地点1は、明瞭な谷が見られない箇所でも崩壊が発生していた。

斜面は安山岩の崩積土からなる。このことから、キャップロックの安山岩の崩壊による崩積土で谷が埋められ、豪雨時には集水しやすく、崩壊が発生したのではないかと考えられる。地点2では凸型斜面で崩壊が発生していた（図5.3.4(b)）。この地点も地点1と同様に基盤岩は花崗岩であるが、斜面は安山岩の崩積土からなる。谷地形が明瞭であれば、集水しやすい箇所として豪雨時の警戒箇所として事前に注意することもできるが、谷が崩積土で埋められている場合、豪雨時の崩壊危険性は地形からは判断できない。豪雨の頻度が高まっていることから、このような斜面災害が今後、他の地域でも発生する可能性がある。崩壊箇所は地形から判断することが難しいが、地形と地質の関係を考慮して危険性があることを認識することが出来れば、崩落土砂によって通行止めになった場合の迂回路について、事前に考えておくなどの対策を講じることが出来るようになる。

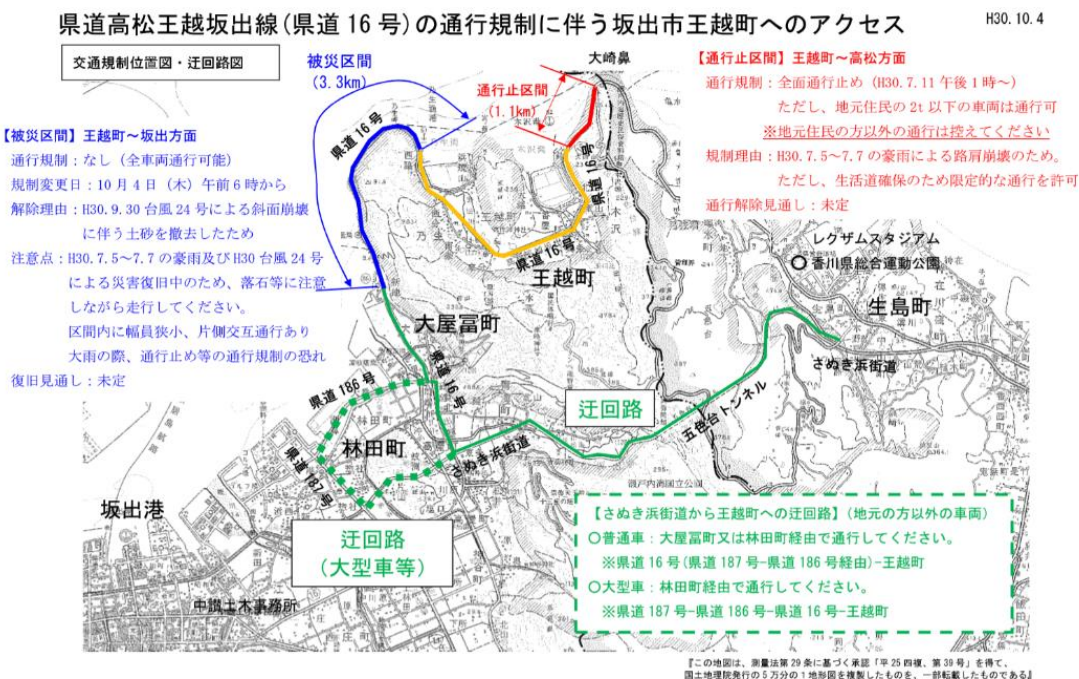


図5.3.1 県道高松王越坂出線（県道16号）の通行規制情報<sup>3)</sup>



図 5.3.5 県道高松王越坂出線の王越町から高松方面における現地調査結果

#### 5.3.4 地すべり性道路沈下

王越町から高松方面への道路上では、亀裂が多数発生し、5 cm程度の沈下が確認された（図 5.3.6）。道路上で見られる亀裂は局所的であるか、それとも広い範囲に及んでいるか検討するために、豪雨前後の合成開口レーダ（SAR）データを用いて、干渉 SAR 解析を行った。解析には、衛星進行方向はアセンディングで右側観測ペアの 2017 年 3 月 18 日と 2018 年 7 月 7 日の ALOS-2/ PALSAR-2 データを用いた。当該データは、空間分解能 3 m の高分解モードデータである。解析に用いたデータのグランドスペーシングは解析に使用する GSI 10 m メッシュの解像度と同様の 10 m としてマルチルック処理を施した。干渉画像生成には小沢拓博士の開発したソフトウェア RINC を使用した。

干渉 SAR 解析で推定した坂出王越線地盤変動結果を図-7 に示す。衛星から遠ざかる方向に変動していることが考えられる。道路上で 4 cm の地盤低下、道路より下部の斜面で 7 cm 程度の沈下が推定された。その変状は道路上だけではなく、道路下方の斜面にまで及んでおり、道路上の斜面でも変状箇所が見られた。道路上の斜面では、豪雨後に設置した伸縮計で圧縮する方向に変状していることが確認され、豪雨後の台風 21 号後に擁壁に亀裂が見られた。よって、SAR 解析で変状が見られたところは、その後も動いていると推察された。

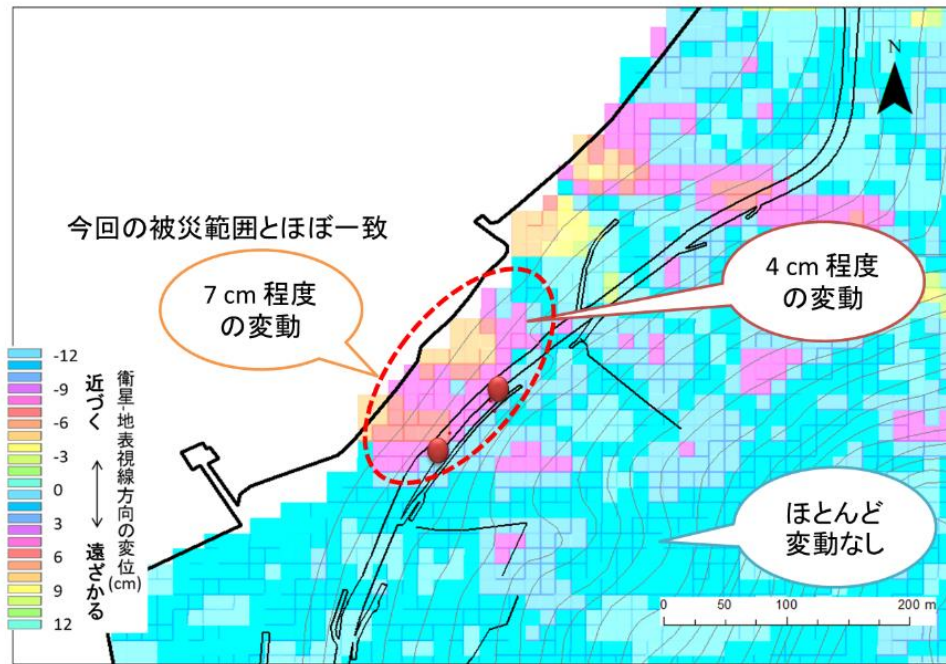


図 5.3.6 県道高松王越坂出線（坂出-王越町方面）における干渉 SAR 解析で推定した斜面変状量

#### 5.3.5. 土砂災害まとめ

平成 30 年 7 月豪雨では、王越町から坂出方面、王越町から高松方面で斜面崩壊および地すべり性の変状により道路が通行止めになった。斜面崩壊箇所は、谷を埋める崩積土で発生していると考えられることが明らかとなった。これは、危険性を地形からあらかじめ判断することが出来ないため、地すべり性の斜面変動によって亀裂が発生し、通行止めになった道路において干渉 SAR 解析を行い、変動範囲と変動量を推定した。今後は干渉 SAR 解析結果を、復旧工事を考える上で活用できるよう、実践的な利用方に向けて検討する。

(香川大学 野々村敦子, 長谷川修一, 藤澤一仁)



## 5.4 西日本豪雨災害における地区防災計画

本項では、西日本豪雨災害と地区防災計画について報告する。

報告では、地区防災計画に取り組んでいた地域が平成30年7月豪雨災害においてどのような対応を行ったのかについて述べるとともに、今後の課題について述べる。

### 5.4.1 地区防災計画の概況

東日本大震災を経て、広域で甚大な被害が発生した場合の公助の限界が明らかとなり、あらためて共助の重要性が問われ、平成25年の災害対策基本法改正において共助に関する規定が多く盛り込まれた。特に地域コミュニティの住民および事業者によるボトムアップ型の自発的な防災活動に関する計画である「地区防災計画制度」が新たに創設され、平成26年4月から施行されている<sup>7)</sup>。

ここで注目すべきは、住民参加によるボトムアップ型の仕組みを採用し、災害対策法制の分野で初めて計画提案の仕組みを採用されていることであり、住民や事業者は市町村防災会議に対して地区の特性に応じて地区防災計画（Community Disaster Management Plan：CDMP）を定めることを提案できることである<sup>8)</sup>。制度の特徴の一つに、活動の継続性が重視される点と、地区の多様性に応じた一般に「計画」と呼ばれる形式化された成果を求める点がある。

同制度では、地区居住者等（地域の居住者、事業者など）が作成する地区防災計画と市町村役場が作成する地域防災計画が連携することにより共助の取り組みを加速させることを目的としている。

制度の特徴は、以下の通りである。

- ①計画提案制度が採用される等ボトムアップ型の計画
- ②地域に詳しい地区居住者等が作成する「地区の特性に応じた計画」
- ③計画に基づく活動の実践、定期的な評価や見直し、活動の継続等を重視した「継続的に地域防災力を向上させる計画」

地区防災計画は、連携を前提とした制度であり、取り組み主体や計画内容の多様性や作成した計画に対する取り組みの継続性が重視される（図5.4.1参照）。

目的は、地区を構成する活動主体との連携活動であり、計画書作成ではない。連携のきっかけとして活動を文書化し、共有することにより、活動プロセスそのものを多様な主体で協働し、策定した計画を維持・運営・改善していくことが重要となる。

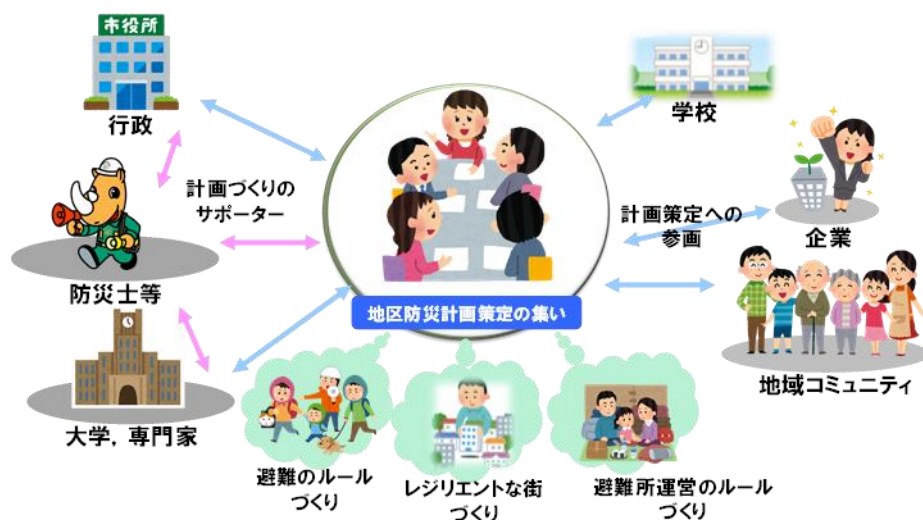


図5.4.1 多様性と継続性が重視される地区防災計画制度

内閣府では、同制度の普及啓発を目的に平成26年度よりモデル事業を実施している。

本報告では、平成27年度モデル地区に選定された愛媛県松山市五明地区における地区防災計画の取組みについて概観し、平成30年7月豪雨における対応について調査結果を述べる。

#### 5.4.2 松山市五明地区の事例

当該地区は、市中心部から車で30分程要する中山間地に位置し、人口500名ほどが居住する。地区内の主要道は迂回路がない場合が多く、特に山際の奥まった場所では高齢者の独居宅もあるなど、ひとたび道路が寸断されると孤立化が懸念される立地である。

平成27年7月の台風11号では、急激な時間雨量の増加に対して、気象情報発表や市役所からの避難勧告等が相次ぎ、地区内の防災士が対応に追われた経験を有している。当時、地区の中心に位置する公民館に夕方15時頃避難所が開設され、19時過ぎに避難者を受け入れた。その後雨量の増加に伴い、深夜3時にはより安全な地区外の小・中学校へ避難所が変更となったことにより、当該地区から高齢者を含む避難者が移動することとなった。このような対応の最中も雨量は激しさを増し、時間雨量20mmに達する状況での避難者の移動となったことは、二次被害発生危険性を有していた。現に、地区内には約30か所の土砂崩れが発生していた。

図5.4.2には当時発表された気象情報と行政の対応、五明地区の対応および被害と雨量の関係について時系列にまとめた。

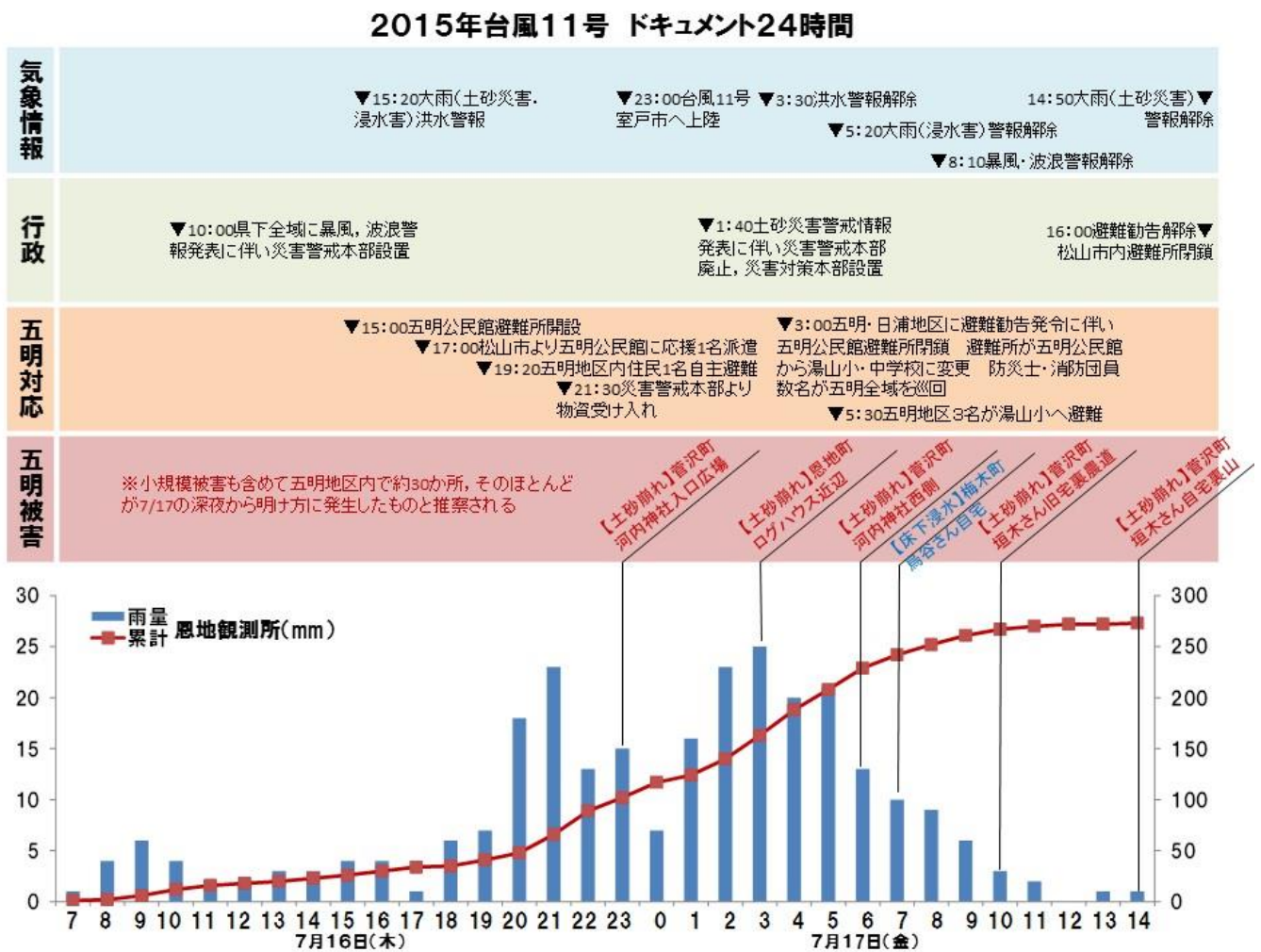


図5.4.2 2015年台風11号における五明地区の対応

当時の対応行動による教訓をもとに、地区内の防災士や関係者が集い、避難のルールづくりを検討する場を設けた。地区防災計画策定の担い手となった防災士らは、此度の台風被害以前から防災活動に熱心で、子ども達による防災ポスターづくりや訓練の開催など、様々な地域活動を実践してきた。今般の計画策定にあたっては、地区内の防災士有資格者はもちろんのこと、町会、学校、公民館、研修施設、郵便局等の地域組織が公民館を拠点として集い、議論と現地調査を重ねながら自主的な避難のルール作りを検討した。

検討にあたっては、当該地に立地する愛媛大学の二神研究室が開発した土砂災害時の避難行動シミュレーター<sup>9)</sup>により、科学的知見に基づいた避難時間の検証を行った。

結果、急激に雨量が増加した場合に備えて緊急避難場所を地区内の主だった集落ごとに設定、台風11号の教訓と気象情報をふまえた地区独自の避難の目安となる時間雨量・累積雨量の検討、情報伝達ルート of 検討、無線の利用等を定めた。

以降、当該地域では、月1回定例会を開催し防災講習会を実施、年1回避難所運営訓練、倒壊家屋の救出訓練を実施して取り組みを継続していた。

平成30年7月豪雨における対応について以下に述べる。当時、7月6日19時の時点で防災士が五明公民館に集合していた。これは警報が出た時点で自主的に避難所を開設するかどうかを防災士が集まって判断することによる。従前より、避難所を開設する場合は民生委員にその旨連絡をしていたことから、今回も民生委員を通じて地域に連絡が入り、住民が公民館に集まってきていた。また、警報発表の前には避難所開設の可能性についても民生委員に連絡を入れており、避難行動に困難が伴うよう支援者への対応について早い段階から対応に着手できていた。結果、事前の避難が促され五明公民館には16世帯21人の自主的避難者が身を寄せた（図5.4.3参照）。

2015年の台風11号の際には4人の避難者のみであったが、継続的な取り組みが功を奏し、地域内では道路寸断やがけ崩れが発生したが大きな被害には至らなかった。図5.4.4には当時の対応について時系列にまとめた。



図5.4.3 平成30年7月豪雨における五明地区の被害と避難所状況

## 平成30年7月豪雨 ドキュメント

気象情報	▼3:20洪水警報発表、大雨・雷注意報継続	▼16:05強風・波浪注意報発表、大雨(土砂災害・浸水害)・洪水警報・雷注意報継続	▼15:49大雨(土砂災害)、洪水警報・雷注意報継続/大雨(浸水害)解除
	▼6:20土砂災害警戒情報発表 ▼5:46大雨(土砂災害)警報発表、洪水警報・雷注意報継続 ▼6:52大雨(土砂災害・浸水害)警報発表、洪水警報・雷注意報継続	▼02:32大雨(土砂災害・浸水害)、洪水警報・雷注意報継続/強風・波浪注意報解除	
行政	▼3:20松山市災害警戒本部設置(危機管理課対応)	▼11:00第3回 本部会議	
	▼7:00避難所開設(荏原公民館・坂本公民館) ▼6:20体制強化(応急対策班:都市整備部・下水道部・産業経済部)	▼18:30松山市災害対策本部設置(第1配置) ▼00:30第1回 本部会議 ▼2:35第2回 本部会議	7/8 09:00第4回 本部会議 09:00被害調査開始
五明対応	19:00連合会長・防災士 避難所に集合▼ 消防団の車両にて校区内の避難誘導をマイクで放送、共同で土のう積みや土砂撤去実施 21:25避難準備・高齢者等避難開始発令 避難者対応・地区パトロール・土砂災害の対応▼	▼20:00避難所開設 五名公民館16世帯21人 城山会館2世帯3人 恩地町4世帯5名避難	7/8 10:00 避難者全員帰宅
五明被害			

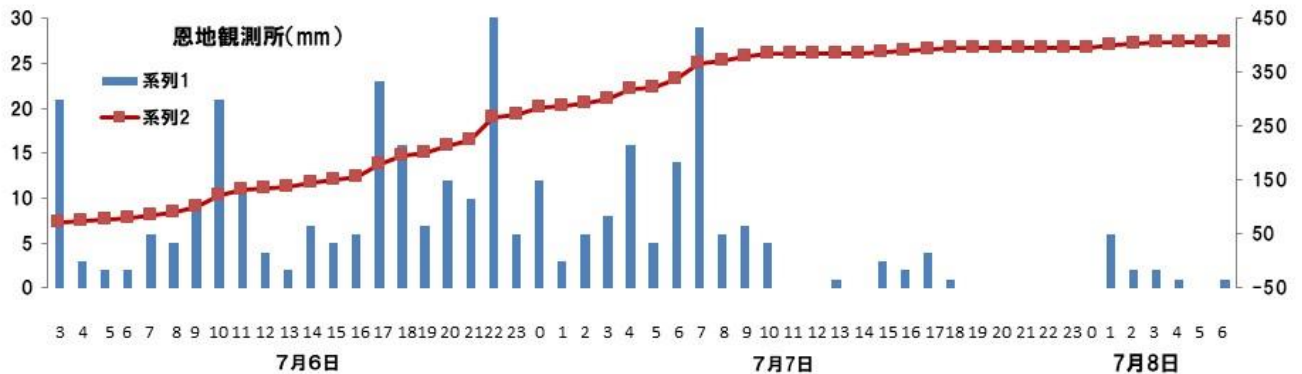


図5.4.4 平成30年7月豪雨における五明地区の対応

### 5.4.3 今後の課題

地区防災計画制度は、平成26年の施行からおおよそ5年が経過しようとしており、内閣府の調査結果によれば全国で3,000を越すコミュニティで取組みが進んでいる<sup>10)</sup>。

地区防災計画制度の趣旨は、取り組みの結果として得られる規範や資源に重きをおくのではなく、取り組む過程と得られる成果の維持継続に注力することが要諦である。また、本制度には、行政やサポーターの協力が欠かせないが、その役割は①情報の提供（計画策定に必要な情報の提供サポート）、②場の設定（地域住民が考える場のきっかけづくりをサポート）、③ツールの提供（計画に必要な例えば地図等の提供）であり、本事例では行政や大学、防災士がまさにその役割を担っており、地区防災計画制度の有り様を表す好事例であるといえよう。

本報告では、地区防災計画の効能として松山市五明地区の事例を述べたが、今後においては他の取り組み地域における災害時の対応状況について調査し、地域の自主的な取り組み促進に向けた要因について明らかにしていきたいと考えている。

### 参考文献：

- 1) 香川県危機管理総局危機管理課：平成30年7月5日からの梅雨前線による大雨について、[https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2\\_1/dir2\\_1\\_1/wfbqj4180705095257.shtml](https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2_1/dir2_1_1/wfbqj4180705095257.shtml) (2019.2.28 閲覧)
- 2) 香川県河川砂防課，出水状況調書，3p，2018。

- 3) 香川県 [https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2\\_2/dir2\\_2\\_7/wlmuOp181005140902.shtml](https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2_2/dir2_2_7/wlmuOp181005140902.shtml)
- 4) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 地質図 Navi <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>
- 5) 香川県危機管理総局危機管理課：平成 30 年 7 月 5 日からの梅雨前線による大雨について，  
[https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2\\_1/dir2\\_1\\_1/wfbqj4180705095257.shtml](https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2_1/dir2_1_1/wfbqj4180705095257.shtml) (2019.2.28 閲覧)
- 6) 香川県河川砂防課，出水状況調書，3p，2018.
- 7) 守茂昭・西澤雅道・筒井智士・金思顛，“東日本大震災を受けた地区防災計画制度の創設に関する考察～災害対策基本法改正及び内閣府の「共助による支援活動調査」を踏まえて～，”地域安全学会梗概集No.34,pp35-pp40, 2014.5.
- 8) 井上禎男・西澤雅道・筒井智士，“東日本大震災後の「共助」をめぐる法制度設計の意義-改正災害対策基本法と地区防災計画制度を中心として-，”福岡大学方角論叢第59巻第1号抜刷, 2014.6.
- 9) 愛媛大学二神透研究室：<http://www.cee.ehime-u.ac.jp/~keikaku/futagamiken.html> (2019.3.15閲覧)
- 10) 内閣府防災担当：地区防災計画フォーラム2019資料

(香川大学 磯打千雅子)