

## 2018 年 7 月西日本豪雨災害調査団について

調査総団長 山口大学 清水 則一

平成 30 年 6 月 28 日以降の台風第 7 号や梅雨前線の影響によって、西日本を中心に全国的に広い範囲で発生した豪雨（気象庁「平成 30 年 7 月豪雨」）は、6 月 28 日から 7 月 8 日までの総降水量は四国地方で 1,800mm、東海地方で 1,200mm を超え、7 月の月降水量平年値の 2~4 倍となる地域もありました。この大雨によって、河川の氾濫、浸水害、土砂災害等が発生し、死者・行方不明者は 1 府 13 県で 230 名を超え、家屋、道路、鉄道、公共土木施設、農業・林業施設等にも甚大な被害を及ぼしました。

土木学会中国支部では、7 月 9 日に緊急災害調査対応委員会を立ち上げ、調査団の派遣と調査の基本方針を定めました。基本方針は、この度の災害は複数の県で発生しており、各県で円滑な調査と報告ができるように次のようにしました。

1. 各県域（地域）が中心となり、それぞれが調査団を設立し調査する。
2. 調査の進行状況を支部で共有し、最終的な報告書や報告会は統一して実施する。
3. 情報共有先は支部事務局とする。調査団の行先や状況は事務局に報告する。

緊急災害調査団は岡山県と広島県では、河川グループと土砂グループを、山口県は統一調査団を、さらに、橋梁グループを加え、支部としては 6 調査団（グループ）を立ち上げました。

各調査団（グループ）からは逐次報告を受けその成果を速報として順次支部のホームページに掲載し、12 月 10 日には「2018 年 7 月西日本豪雨災害調査報告会」を開催し、調査結果の報告書を取りまとめました。

調査団の皆様、また、ご協力いただきました関係者各位に深く感謝申し上げます。



写真：災害報告会の様子

## 平成 30 年 7 月豪雨の梅雨前線と中国地方の大雨

広島工業大学 田中 健路

平成 30 年 7 月豪雨において、台風第 7 号が接近する期間前半では山口県北部および西部側を中心に大雨となったが、台風第 7 号が通過した 7 月 5 日以降、梅雨前線が本州上空で停滞し、山口県周南から広島県、岡山県の広範囲にわたり記録的な大雨となった。

近年の記録的大雨は、2014 年広島豪雨や 2017 年九州北豪雨のように、100mm/時を超える猛烈な降雨が、局地的に 2 時間以上持続し、甚大な被害に限られた領域に集中する事例が顕著である。平成 30 年 7 月豪雨では、最大 1 時間雨量 100mm を超えた地点が全国で 4 地点（気象庁アメダスの観測による）を記録した。中国地方においては、最大で 50~60mm/時程度、県管理の雨量観測で 80mm/時程度であり、近年稀に見る程の極端なものではなかった。

1 時間雨量数 mm~20mm 程度の降雨が長時間続いた中に、山口県東部上空から広島・岡山県上空を通過した 7 月 6 日の 17:00~20:00、7 月 7 日 1:00~6:00 の 2 度の非常に激しい雨を伴う降水帯が、中国地方で後述の河川氾濫や土砂災害を多数発生させた最終的な引き金として位置づけられる。いずれの時間帯も、前線が一時的に北上し、山陽側が前線の南側の湿潤域に掛かっている状態から、前線の東進に伴い、前線北西側の乾燥空気側に移り変わる状況下での降雨である。（図 1）

上述のように、地上の梅雨前線付近での降水帯の発達による大雨は、1999 年 6 月 29 日の広島豪雨や 2003 年 7 月 18 日の大雨などの事例があり、豊後水道や九州北西部側からの湿った空気が瀬戸内海西部で合流して線状降水帯が発達しやすい環境場となる。大気構造自体は決して稀有のものではないが、地球温暖化の進行と共に海面水温の上昇、水蒸気輸送量の増加傾向が続くと、今回の規模を上回る豪雨の可能性も視野に入れた対策が必要と思われる。

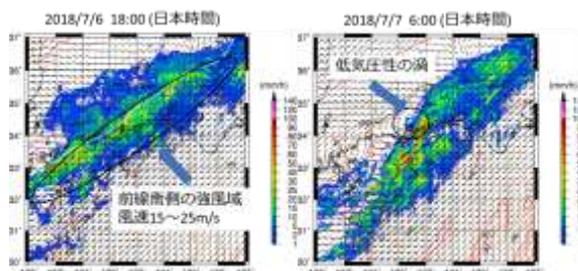


図 1 梅雨前線の近傍で発達した西日本の降雨域と 850hPa 面の風場（土木学会中国支部調査報告書より）

## 広島県における河川災害について

広島大学 河原 能久

2018年7月5日から7日にかけて、広島県の東部から南部にかけて記録的な豪雨に見舞われた。一級河川では、三篠川（太田川支川）で戦後最大流量を記録したり、馬洗川（江の川支川）の水位が高く内水氾濫を発生させたり、芦田川の水位が計画高水位を超えたりした。一方、広島県内の中小河川において様々な被害が同時的に多発した。広島県に依れば、広島県・市町管理の公共土木施設のうち、河川の被災箇所数は3,284箇所、被害額は約570億円と査定されている。特に着目すべき点は、多面的な災害を広範囲で引き起こしたことである。氾濫や護岸の破損が、重要な道路や鉄道の不通、停電の発生、上下水道施設の破損、光ケーブルの破損等、生活基盤に大きな損傷を与え、被災地の住民に深刻な影響を長期間にわたって与えた。

今回の氾濫浸水の原因として次のことが挙げられる。

- ・ 洪水流下能力不足（河道内の土砂堆積、樹木群の繁茂を含む）による越流や破堤による外水氾濫。
- ・ 土石流とともに河川に供給された多量の流木群の集積による越流。
- ・ 河川に供給・堆積した多量の土砂による越流。
- ・ 本川の水位が高く、排水ポンプの能力不足による支川の内水氾濫。
- ・ ダムや樋門の操作による浸水域の拡大。

河川構造物の被害として次のような事象が発生した。

- ・ 越流、浸透による堤防の破壊・欠損
- ・ 河道の湾曲部の外岸側や水衝部、取水堰下流部における護岸の破壊や側岸侵食
- ・ 橋脚周辺の局所洗掘や橋脚や橋桁による流木等の捕捉による落橋や橋脚の被災
- ・ 高水敷の侵食

下図に沼田川の外水氾濫と瀬野川の側岸侵食と国道2号線の被災事例を示している。

今回の河川災害では記録的な大雨に対する中小河川の脆弱性とその地点が顕在化された。今後、災害の発生原因の分析・特定に基づき、短期的対策、中長期的対策を着実に進めるとともに、国・県・市町および住民が役割を分担して防災減災に当たることが必要である。



沼田川船木地区の氾濫（アジア航測）と越流による堤防侵食



瀬野川と国道2号線の被災（中国新聞）

## 広島県における土砂災害の特徴と課題

広島大学 土田 孝

広島県内の土砂災害発生箇所は1,242所であり、死者・行方不明者116名のうち87名が土砂災害による死者であって、災害による全死者・行方不明者の比率は75%に達している。また、2014年の広島土砂災害の75名（災害関連死1名を含む）、1999年の6.29豪雨災害の死者・行方不明者32名を大幅に上回り、近年でもっとも多くの犠牲者を出した災害であった。

今回の災害では、土石流によって様々なインフラにおける被害が同時多発的に発生した。一般道、高速道路、ため池、ダム、鉄道のほか、水道設備も土石流により被災し、長期の断水が発生した。土石流警戒区域内に設置されるインフラにおいて土石流対策の不備が多くみられた。

広島市安芸区矢野の昭和入口交差点付近では信号待ちをしていた道路利用者が土石流に襲われ3名の犠牲者がでた。道路上を土砂・濁流が流れた要因としては、河道が道路と交差するカルバート部での閉塞による溢流および洪水氾濫があった。同様の危険個所の抽出を行い道路利用者の安全確保の方策を早急に検討する必要がある。

高速道路も土石流によって大きな被害を受けた。山陽自動車道志和トンネルでは、東広島入口付近で発生した土石流がトンネル内に流入し、流木と土砂がトンネル内で「天然ダム」を形成し、1m程度の水位を保ったまま広島側出口まで約2,100mを移動する現象が発生した。広島東インターから河内インターの間の4か所で大規模な土石流の流出があり施設は甚大な被害を受けてが、雨量の規制値に基づいて通行を規制していたため人的被害は無かった。

広島呉道路では主要な降雨が終わって約1日経過した7月8日午前8時頃に、盛土部分が大きく崩壊した。崩壊土砂は平行に走っていた国道31号線とJR呉線の上に流出し、呉市と広島市を結ぶ交通施設が同時に途絶する結果となった。JR山陽線も土石流によって線路と路盤が流された。交通施設の土石流対策は大きな課題となった。

土砂災害による犠牲者の多くは、住宅地を襲った土石流によるものである。広島県は2014年の広島災害後に危険渓流の基礎調査における流出土砂量の計算法を改定した。これにより、今回の災害では基礎調査で予測した土砂流出量と発生量の差は縮小した。しかし、大きな被害が発生した箇所では、複数の渓流からの土砂流入、氾濫開始点の予測との差がみられた。基礎調査の精度向上の努力とともにその限界への対処を今後検討する必要があるといえる。警戒避難体制では、避難行動の遅れが改めて課題となった。速やかな避難を実現するための住民への情報提供のあり方など今回の経験を活かした改善が緊急に必要なである。

増水した河川周辺において大規模な地盤陥没が発生し、河川と並行している交通路の途絶が多発した。瀬野川沿いの国道2号線は2か所において陥没が発生し、幹線道路の途絶は被災後の復旧・復興において大きな支障となった。JR山陽本線は沼田川沿いで発生した浸食と陥没によって線路が大規模に陥没・流出し、復旧・運転再開には実に85日を要した。基幹的な交通通信施設を支える地盤について、河川増水時の陥没に対する強靱化方策を検討する必要がある。

## 交通ネットワークの被害について

広島大学 藤原 章正

平成30年7月の西日本豪雨災害は、広い範囲で同時に発生した土砂洪水氾濫により深刻な被害をもたらした相乗型豪雨災害であった。広島都市圏全体で、この土砂洪水氾濫により通行規制がかかった高速道路延長は847km、一般国道の通行止めは50箇所6区間、鉄道損傷は27路線100箇所以上を数え、地域の交通機能が長期にわたって不全を起こした。特に被害の大きかった呉市及びその周辺では、発災後3ヶ月を経過した現在も鉄道一部区間が未開通であり、広島市～呉市間の幹線道路の所要時間は常時90分超で平時の1.5倍～3倍の道路混雑を記録した。啓開から復旧まで作業が進むにつれて、交通サービスの供給サイドと需要サイドの双方でいくつかの社会的課題が浮き彫りになった。

供給サイドの社会的課題として、JRの代行輸送サービスの役割を果たしたバスは輸送容量が小さく、広島・呉・東広島都市圏内で確保できる車両と運転手の数に限界があるため、広島県内に留まらず、中国・関西・九州の交通事業者から総計6,700台の応援車両の提供を受けた。バス運行計画は前日になってやっと確定できる状況であり、ダイヤと所要時間などバスの運行情報の提供は極めて不安定な状態が続いた。一方、需要サイドの社会的課題として、公的機関、学校、工場など多くの通勤・通学者を抱える大規模事業所では、バスへの転換と時差出勤制度の導入により交通渋滞の緩和を試みたものの、供給量の情報が不足したため、例えば始業時刻を何分シフトすれば効果上がるのか、見積もりが立たない状態が続いた。

本調査団で実施した交通インフラの被害状況に関する調査結果は、大きく次の3点に集約できる。

第1に、高規格道路や新幹線などの幹線交通ネットワークのリダンダンシーの高さが目立った。交通ネットワーク全体としてリダンダンシーを高めるためには、道路も鉄道も規格の高い幹線交通ネットワークの整備が重要であることを再認識した。

第2に、緊急物資輸送車両の通行許可、災害時BRTの運行などの特例措置を伴う災害時交通マネジメント体制が迅速で有用な政策判断にとって極めて重要であった。他方、避難関連情報のあり方など、いくつか課題を残した。

第3に、可搬型トラフィックカウンタやAIカメラ、ETC2.0データなどで交通量や交通速度の常時観測の体制づくりをオープンデータ整備が不可欠である。



写真 東広島・呉道路自動車道の被害状況

(中国地方整備局)

## 平成30年西日本豪雨による山口県南東部の地盤被害の状況

山口大学 鈴木 素之  
山口大学 片岡 知

平成30年7月豪雨によって山口県で発生したがけ崩れは173件であり、そのうち最も多く発生したのは岩国市の86件、次いで周南市の26件であった<sup>1)</sup>。土石流等に関しては11件であり、同様に岩国市が最も多く6件、次いで周南市が3件であった<sup>1)</sup>。筆者らが、山口県岩国市周辺で調査した結果を以下に記述する。

山口県南東部の地質はジュラ紀付加体の玖珂層群、傾家変成岩および白亜紀花崗岩類が主に分布する。白亜紀花崗岩は傾家帯花崗岩と広島花崗岩(山陽帯花崗岩)に区分され、傾家帯花崗岩が南に、広島花崗岩が北に分布する。図-1に国土地理院が公開した岩国市の崩壊箇所<sup>2)</sup>とその周辺の地質図<sup>3)</sup>を示す。この地域における全107箇所の崩壊のうち86箇所が花崗岩であり、傾家帯花崗岩と広島花崗岩の両地質帯で崩壊箇所の頻度に差は認められなかった。

玖珂盆地および周辺山地の写真判読の結果、少なくとも729箇所の崩壊が認められ、特に烏帽子岳および周辺地域、玖珂盆地と熊毛盆地間の狭窄部、枳形山および周辺地域で多発していることが分かった<sup>4)</sup>。

現場調査では、岩国市周東町瀬越地区から北畑地区にかけて崩壊がいくつか認められた。崩壊発生源は標高400m程度に位置し<sup>4)</sup>、この崩壊によって土砂の流下方向にある家屋・工場等が被災した。下松市と光市の境界では、JR山陽本線沿いで斜面崩壊があった。その他、熊毛郡田布施町では農道沿いの切土斜面で地すべりが発生した。また、岩国市美和町から美川町にかけて3箇所の比較的大きな地すべりが発生した。

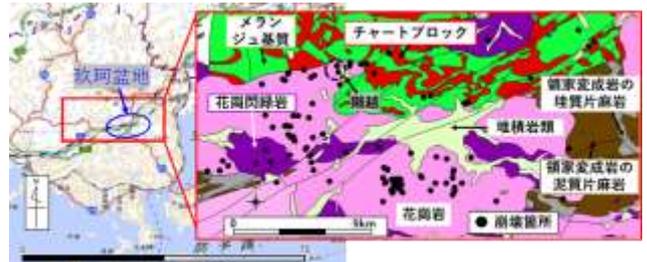


図-1 岩国市における崩壊箇所(図中データは文献2)、3から引用した)

## 参考文献

- 1) 内閣府非常対策本部:平成30年7月豪雨による被害状況等について、平成31年1月9日17時00分時点。
- 2) 国土地理院:国土地理院地図(電子国土Web)、崩壊地等分布図。
- 3) 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2009):20万分の1日本シームレス地質図。
- 4) 鈴木素之,太田岳洋,河内義文,楮原京子,片岡 知,西山健太,西川智樹:平成30年7月豪雨による山口県南東部の地盤被害の状況,第61回地盤工学シンポジウム,2018。

謝辞:ご協力をいただいた関係各位に謝意を申し上げます。

## 平成30年7月豪雨による岡山県の河川災害について

岡山大学 前野 詩朗

平成30年7月5日から8日にかけて西日本に停滞した梅雨前線により、岡山県では、鏡野町恩原で累積降雨497mmを観測するなど、県北で400mm以上、県南で300mm程度の豪雨となった。岡山県下のアメダス地点の48時間雨量で見ると、殆どの箇所が既往最大となり、13箇所が年超過確率1/100の降雨規模を上回った。岡山県には、3つの一級水系があるが、その内、吉井川水系は2004年に完成した苫田ダムの治水効果もあり、大きな被害を受けなかったが、高梁川水系と旭川水系では複数箇所決壊するなどして、死者61名、行方不明3名、全半壊家屋8,130棟、床上床下浸水7,112棟等、甚大な被害となった。

特に、高梁川と小田川の合流地点(倉敷市真備町)では、7月6日の夜半から7日の早朝にかけて、小田川本川で2箇所、その支川である末政川で3箇所、高馬川で2箇所、真谷川で1箇所の合わせて8箇所もの決壊がドミノ倒しのように発生した。高梁川と小田川の合流により生じた水位上昇が、バックウォーター現象として小田川と3つの支川にまで及び、水位の高い状態が長時間継続し、堤防の越水等が発生したことがこれらの決壊の主要因である。また、旭川水系においては、本川(岡山市北区御津国ヶ原)の左岸及び旭川放水路である百間川の支川砂川(岡山市東区沼)の左岸で決壊したが、百間川への分流堰が概成しており、放水路としての機能を果たしたため、岡山市街地では内水氾濫はあったものの外水氾濫による被害は生じなかった。

今次豪雨災害の主な特徴、課題を以下に示す。

- 1) バックウォーターの影響を受ける支川の多数箇所が決壊が発生し、浸水深が5mを超えた箇所もあった。
- 2) 浸水域とほぼ一致するハザードマップが開示されていたが、十分に活用されておらず、2階の天井に達するほどの浸水が生じ多数の住民が犠牲となった。
- 3) 避難勧告、避難指示が発令されていたにもかかわらず避難しなかった方もいて多数の人命が失われた。また、犠牲者のうち高齢者や要支援者の占める割合が多かった。
- 4) ダムや放水路などのハード対策が進んでいた吉井川、旭川に比べて、高梁川と小田川の合流点では、洪水被害を軽減するために計画されていた合流点の付け替え等のハード整備が済んでいなかった箇所でも甚大な被害が発生しており、ハード対策の重要性が改めて示された。

今後、上記の課題を教訓として、行政・住民・研究者が連携して、ハードとソフトの両面から防災力・減災力を向上させるための効果的な方策を着実に実施し、安全・安心な社会を構築する必要がある。



末政川0.7km付近の両岸決壊箇所

## 平成30年7月豪雨における岡山県の土砂災害について

岡山大学 西村 伸一

岡山の災害は、その被害が小田川とその支流の氾濫域に集中しているのが特色である。土砂災害としての小田川氾濫を考えると、主要原因は越流による破堤である。土構造物の場合、越流が生じた場合、のり面が洗掘され、破堤に至るのは避けようが無く、抜本的な対策としては、破堤を起こさない水理構造に河川改修がなされる必要がある。しかし、破堤現場周辺の堤防の観察によると、越流破堤に至るまでに、のり面のせん断破壊やパイピングが生じていた可能性は十分に考えられ、これが破堤を助長した可能性は高い。例えば、写真1に示すように、越流が生じていない箇所でも、裏のり面が、せん断破壊によって滑落している箇所が多く見られた。せん断破壊やパイピングは、構造上の弱点が原因で生じている可能性が高いため、今後、効率的でかつ高精度の調査法の発展が望まれる。



写真1 高馬川裏のり部分の崩落

瀬戸内の土構造物として、ため池の存在は大きい。岡山県内では、4カ所のため池が破堤した(写真2)。破堤原因は、いずれも越流による堤体の洗掘であると考えられる。破堤したのは、いずれも小規模ため池で、洪水吐の能力不足が原因である。河川堤防と同じく、破堤には至らなかったが、せん断破壊やパイピングを生じたと考えられるため池も観察された。

今回の豪雨では、改修されたため池では損傷が見られなかったことから、現行の改修による堤体の補強は、洪水に対しても有効であるといえる。しかし、中国地方だけでも、ため池は5万個近く存在し、すべての改修は不可能である。ただし、完全な対策ではないものの、シートなどによる簡単な裏のり面の補強で、越流が生じた場合でも堤防の延命を図ることは可能だと考えられる。今後は、完全な改修のみならず、簡便な補強策も検討されるべきであろう。



写真2 ため池破堤の状況