平成30年7月西日本豪雨災害 土木学会関西支部調査団報告

角 哲也 正会員 京都大学 防災研究所 教授

表1　土木学会関西支部 平成30年7月豪雨災害調査団の構成

	氏名（順不同）	所属	担当
調査団長	角　哲也	京都大学	河川・ダム
幹事	佐山敬洋	京都大学	降雨流出
調査団員	中北英一・山口弘誠	京都大学	気象特性・豪雨解析・温暖化影響
	田中茂信	京都大学	降雨統計解析
	竹門康弘・野原大督	京都大学	河道応答・ダム操作
	中川一・川池健司	京都大学	洪水氾濫
	田中耕司・東 良慶	大阪工業大学	洪水被害
	山上路生・岡本隆明	京都大学	流木災害
	矢守克也・多々納裕一・畑山満則・大西正光・竹之内健介	京都大学	危機認知（ハザードマップ）・避難行動・災害対応・レジリエンス
	宇野宏司	神戸市立工業高等専門学校	

調査団構成

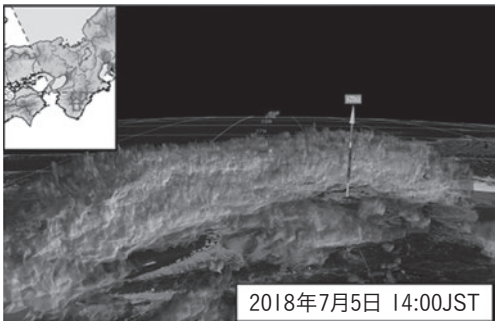
2018年7月5日から7月8日頃にかけて、活発な前線が停滞した西日本やその周辺では記録的な大雨となり（平成30年7月豪雨）、大規模な出水に伴う河川氾濫や浸水が各地で発生した。土木学会関西支部では、筆者を団長として本豪雨災害に関する調査団を結成し、関西地方を中心とした西日本地域における災害の状況とメカニズムに関する調査と分析を実施した。調査団の構成は、表1の通りである。

気象特性・豪雨解析・温暖化影響・降雨統計解析

気候モデル出力とMSMデータ解析の結果、平成30年7月豪雨の大気場と類似した大気場は、将来は増加しないことが示唆された。一方、水蒸気の流入量は現在気候では最大レベルであり、将来はそれ以上の量が日本域に流入し始める。さらに、災害をもたらすきっかけとなった線状の強雨は、過去の局所的梅雨豪雨と比較すると全く極端ではなかった。これら解析から、平成30年7月豪雨の特異性が鮮明になり将来変化の特徴も明らかになった[1,2]（図1）。

一方、記録的豪雨となった淀川水

平成30年7月豪雨



平成29年九州北部豪雨

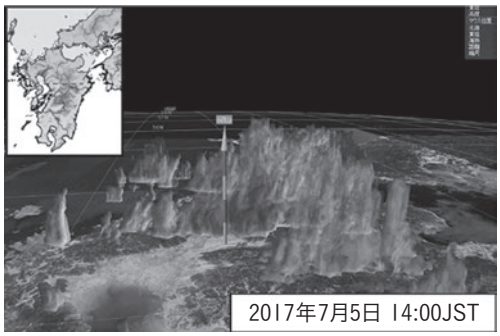


図1　XバンドMPレーダーから作成した、（上）平成30年7月豪雨と（下）平成29年九州北部豪雨のレーダー反射強度。平成29年九州北部豪雨時は雲の背が高いが、平成30年7月豪雨時は高くなかった

SUMI Tetsuya
京都大学防災研究所教授。水工水理学・河川工学。国土交通省社会資本整備審議会河川分科会委員など。最近の著作に「今こそ問う水力発電の価値」（技報堂2019）、「ダムの科学（改訂版）」（ソフトバンククリエイティブ2019）など。

系日吉ダム上流域における降雨極値の時系列変化と頻度について解析した結果、本豪雨災害での36～48時間あるいは2日および3日降水量がこれまでの記録を大きく更新したこと、2日降水量は再現期間が160～170年であることが明らかとなった。また、西日本一帯の本豪雨での記録更新状況については、48時間および72時間降水量について106地点で記録を更新しており（図2）、それぞれの地域で経験したことのない豪雨となり洪水災害・土砂災害を多くの場所で引き起こした。一部には災害前の豪雨履歴が周囲に比べて小さい地域が被災している例も見られ、外力設定にあたり広域的な観点からの頻度解析が必要であることが示された[3]。

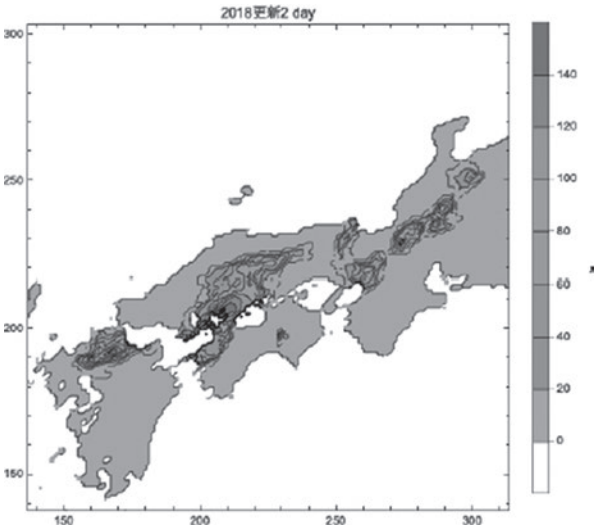


図2　平成30年7月豪雨による2日降水量の記録更新状況（1977年以降のAMeDAS降水量データを用いて作成）

降雨流出・河道応答・ダム操作・洪水氾濫・流木災害

本豪雨時の河川流量を広域一体的に推定するための分布型モデルを構築し、ピーク流出高等の空間分布を可視化するとともに、集水面積に応じて河道区分を小・中・大河川に分けて、府県ごとに流出高の時間変化を分析した。その結果、例えば京都府では、7月5日午後から7日午前にかけて流量の高い状態が続いていたことが分かった。一方、岡山県や広島県では、7月7日未明から午前中にかけて流量が急増していた。同地域では、小、中、大河川が同じタイミングで増加しており、その平均流出高は約8㎜／hにまで達した[4]（図3）。

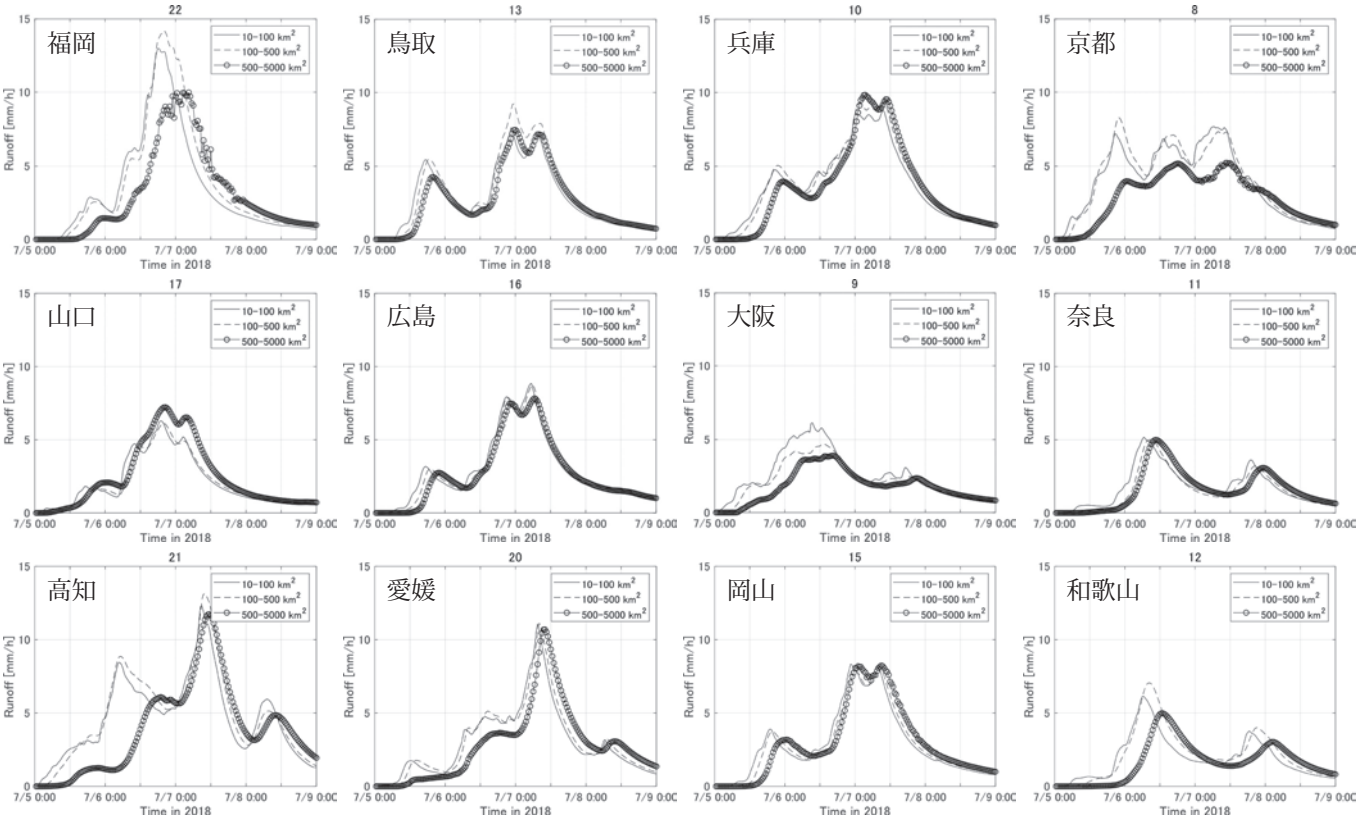


図3　府県別・集水面積別の平均流出高時系列

また、国土交通省所管の558基のダムのうち約4割にあたる213基のダムで防災操作（洪水調節）が実施され、[5]下流河川の浸水被害の防止・軽減に大きく貢献したダムもあった。一方で、このうち8基のダムでは、長期間の大雨により洪水調節容量を使い切ることが見込まれたことから、異常洪水時防災操作が実施された（**写真1**）。このため、出水の最中に洪水調節機能が失われることとなり、ダムが持つ洪水調節機能が決して無限でないことが改めて浮き彫りになった。[6]

写真1　異常洪水時防災操作中の日吉ダム（提供:（独）水資源機構）

一方で、淀川水系桂川のように、近年の水害を契機とした河道改修によって氾濫を大きく抑えた事例も見られた。[7]

樋門の閉鎖による氾濫が相次いだ由良川の支川についても現地調査を行った。住宅地では浸水痕跡が最大で2・7mに達する箇所が見られ（**図4**）、氾濫形態としては支川周辺の標高の低い箇所に浸水位がほぼ水平に湛水（たんすい）したと予想される。由良川の水位が上昇し、支川下流端の水位を上回ったタイミングで樋門を閉鎖した解析を行ったところ、行き場を失った支川の洪水が周囲に氾濫したメカニズムが確認され、各地点の浸水深を精度良く再現することができた。この場合、樋門閉鎖直後の支川下流端の水位は由良川水位を大きく上回っており、水深の高い状態が長時間継続する結果になったことから、樋門を閉鎖するタイミングを遅らせれば、最大浸水深を軽減できる可能性も示唆された。[8]

一方で、流木災害については、兵庫県宍粟市の高野川・公文川流域の流木被災を現地調査した。高野川・公文川流域では斜面崩壊が発生し、大量の流木が河川に流出した。橋梁部で河道閉塞（へいそく）することで迂回（うかい）氾濫流が発生し、周辺の河岸を浸食するなど被害が拡大していた。[9]そのほか、斜面崩壊後の地形、流木の発生源、流木の本数そして宍粟市における流木災害の被害区域を調査している（**図5**）。

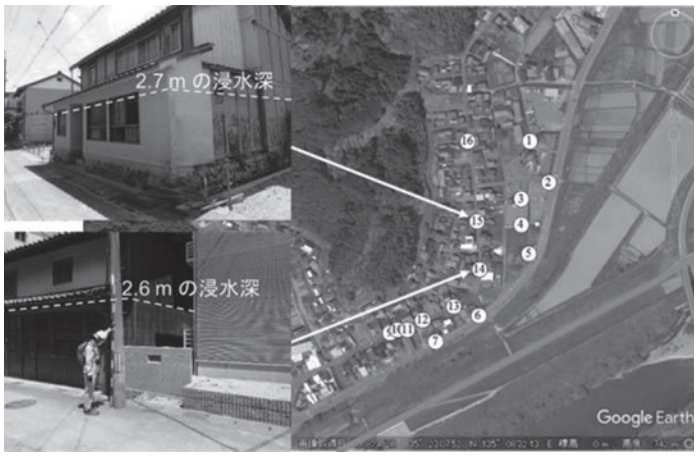


図4　蓼原川樋門等の閉鎖により浸水した福知山市蓼原地区・河守地区の住宅地

洪水被害・危機認知・避難行動・災害対応・インフラレジリエンス

福知山市市街地周辺の浸水状況と避難状況を福知山市役所の協力を得て、調査を行った。2013年、2014年の浸水被害に比べて、浸水面積は縮小し、かつ浸水は深くはなかった。一方で、市街地周辺の避難の特徴として、ソフト対策事業により避難指示後に避難者が増えていった。福知山駅近くの避難所（市民交流プラザふくちやま）への避難者数を調査したところ、2013年、2014年の水害時には本支川が氾濫してから避難が開始されていたのに対して、2018年では避難指示後に避難者が増加しており、事業の効果が発現したものと考えられる。個別施策（例えば、ハザードマップ、ライブカメラなど）が有効であったかについては今後調査を実施していく予定である。

産業への影響評価や地域の被害抑止事例などについては、アンケートや事例収集などの調査を行った。広

島・岡山・愛媛県内約１２００事業者へのアンケート調査の結果、事業所への被害として、損害の44％が復旧費用（予定含む）、売上減少が33％であり、売上の回復に要した日数は、事業所ごとにばらつきが大きかった。また被害抑止事例からは、地域内のさまざまな要因が行動につながっていたことが確認され、それらを集約するＷＥＢシステムを構築した。

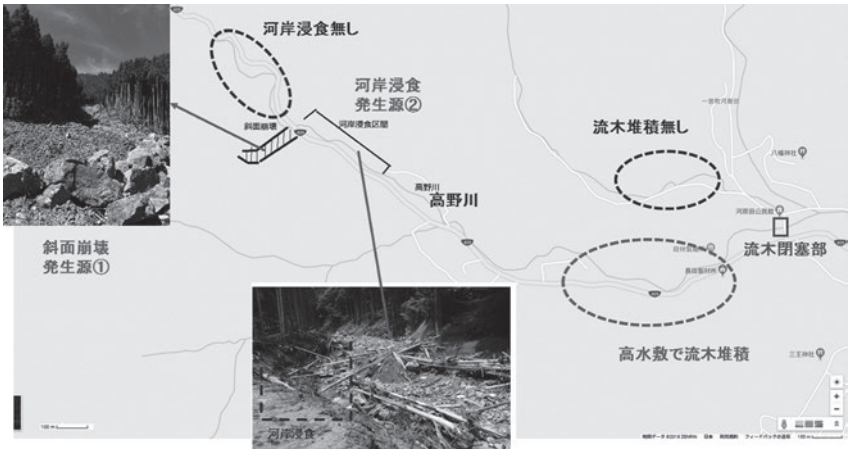


図5　宍粟市の高野川流域の斜面崩壊および河岸浸食の現地調査区域

ダム洪水調節操作の課題と対策の方向性

本豪雨災害では、ダムが持つ洪水調節機能が決して無限でないことが改めて浮き彫りになった。大規模洪水時にもダムによる洪水調節効果が十分に得られるようにするためには、ダム流域面積に見合うだけの洪水調節容量が確保されることが重要である。こうした課題は、２０１９年の台風19号による豪雨の際に異常洪水時防災操作に至ったダムにも当てはまり、今後状況を改善すべきであると考えられる。[6]

また、下流の河道整備状況により、中小洪水を対象とした暫定的な洪水調節方式が採用されていたダムに課題が生じている。こうしたダムでは、ダム容量が有限であることに鑑み、どの規模の洪水を洪水調節の主対象にすべきか、流域全体での議論を再度行うことが重要である。一方、ダム機能向上のためのハード対策も重要であり、特にかさ上げや放流設備改良などのダム再生（再開発）、それに伴う治水・利水間の貯水容量の再編などが有効である。

また、実時間での降雨・流出予測を活用した事前放流操作の強化などによって機動的にダムの治水を増大させるようなソフト対策も有効である。筆者らは、内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）」のプロジェクトで、10日以上前から複数の降雨パターンを予測し、降雨量が非常に大きくなるパターンや、あまり雨が降らないパターンを確率的に求めることにより、ダムが満水になる確率や、事前放流後の水位の回復確率を計算しながら、ダム操作の高度化を図る技術開発を進めている。

本豪雨災害では、ダムの状態に関する情報がダム管理者から提供されても、事態の深刻性が自治体や住民に十分に伝わらない、避難行動に結びつかないケースが見られた。各ダムで情報伝達方法の現状を点検し、改善を早急に進める必要があると考えられる。ダム直下流の河道区間に浸水想定（ハザードマップ）が設定されていない場合もあり、早期の整備が求められる。ダムの現有治水能力を上回る洪水時に起こり得る状況を事前に想定した上で、防災訓練のような形で自治体・住民と感覚を共有しておくことが重要である。

参考文献

（1）中北英一・小坂田ゆかり・山口弘誠：平成30年7月豪雨の特性と地球温暖化、京都大学防災研究所年報、Ｖｏｌ．62Ａ、１～５頁、２０１９年

（2）小坂田ゆかり・中北英一：平成30年7月豪雨の特徴および地球温暖化による影響評価、土木学会論文集、Ｂ１、Ｖｏｌ．75、Ｎｏ．1、２０１９年

（3）田中茂信：降雨極値統計解析、２０１８年平成30年7月豪雨災害調査報告書、京都大学防災研究所、73～77頁、２０１９年

（4）佐山敬洋：西日本全体を対象とした降雨流出解析、２０１８年平成30年7月豪雨災害調査報告書、京都大学防災研究所、22～26頁、２０１９年

（5）異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会：異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能と情報の充実に向けて（提言）、https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chousetsu_kentoukai/index.html（２０１９年6月22日確認）、２０１８年

（6）角哲也、野原大督：平成30年7月豪雨でのダム治水操作と今後の課題、ダム工学、29（1）、28～33頁、２０１９年

（7）角哲也・竹門康弘・野原大督：ダムの洪水調節操作と今後の課題、２０１８年平成30年7月豪雨災害調査報告書、京都大学防災研究所、78～83頁、２０１９年

（8）川池健司・Herman Musumari・中川一：由良川支川における氾濫災害の現地調査と再現計算、２０１８年平成30年7月豪雨災害調査報告書、京都大学防災研究所、84～89頁、２０１９年

（9）岡本隆明・山上路生・角哲也・佐山敬洋：２０１８年7月西日本豪雨における宍粟市の流木被害調査報告、自然災害科学、Ｖｏｌ．38、Ｎｏ．3、掲載決定、２０１９年