

中小河川における水災害の特徴と課題

—平成29年7月九州北部豪雨の現地調査を踏まえて—



河川政策グループ
首席研究員
柳澤 修



河川政策グループ
首席研究員
銭谷 秀徳



河川政策グループ
研究員
石川 直樹

1 はじめに

平成29年7月に発生した九州北部豪雨においては、筑後川本川では重大な被害が発生していないものの、支川においては線状降水帯による局地的な大雨と土砂崩れに起因する流木・土砂と浸水による被害が発生した。

地球温暖化に伴う気候変動は疑う余地がないとされており、中小河川等では、気候変動の影響に伴い集中豪雨の発生頻度が高くなると、流下断面が比較的小さいこともあり、水災害の発生が懸念されるところである。

JICEでは自主研究「災害調査」として、平成29年7月12日～14日と10月16日～17日の2度にわたり現地調査を行った(図-1参照)。これらの調査結果や関係機関の資料を基に、中山間地における中小河川等の水災害の特徴と課題について、JICEとしての考察を交えて報告するものである。

なお、被害の特徴については、被災地域の中でも特に被害の集中している朝倉市域を対象として、以下の3地域に大別して報告する。

- ①水資源機構の管理する寺内ダムを有する「佐田川」
- ②洪水による被災が顕著である「桂川」(県管理河川)
- ③土砂・流木による被災が著しい「北川」及び「赤谷川」(いずれも県管理河川)

2 平成29年7月九州北部豪雨の概要

2.1 降雨の特徴について

筑後川右岸流域では、気象庁のアメダス観測によれば、7月5日～7日の連続雨量は朝倉市朝倉で586mm、日田市日田で402.5mmを観測している。また、最大日降水量は朝倉で7月5日に516mm、最大時間降水量は朝倉で129.5mmを記録し、いずれも観測史上1位を更新している。日田市日田における7月5日の最大日降水量336mmについても観測史上1位を更新している。(表-1, 図-2参照)

筑後川流域において、平成29年は朝倉市を中心とした右岸に降雨の中心が位置しているのに対して、平成24年は左岸八女市から日田市を中心とし、矢部川の流域にも豪雨をもたらした。(図-3参照)



黄●：前回調査 青●：今回調査 図面は、筑後川右岸流域河川・砂防復旧技術検討委員会(第1回)(資料2)より

図-1 被災した河川の位置と調査地点

八女市黒木と朝倉市朝倉、日田市椿ヶ鼻の観測所における平成24年と平成29年の雨量の比較を表-1に示す。

表-1 平成24年と平成29年の九州北部豪雨の比較

(単位: mm)	八女市 黒木観測所		朝倉市 朝倉観測所		日田市 日田観測所	
	H24	H29	H24	H29	H24	H29
連続雨量	649.0	169.5	386.5	586.0	462.0	402.5
最大日降水量	415.0	119.0	176.5	516.0	237.0	336.0
最大時間降水量	91.5	45.5	44.5 ※	129.5	49.0 ※	87.5

※印は正時の時間雨量の最大(気象庁アメダス雨量観測所)

朝倉観測所における平成24年と平成29年の雨量を比較すると、連続雨量で1.5倍、最大日降水量と最大時間降水量で約3倍となっており、短時間での降雨の量と強度が斜面崩壊による土砂と流木の流出の一因となっていると考えられる。

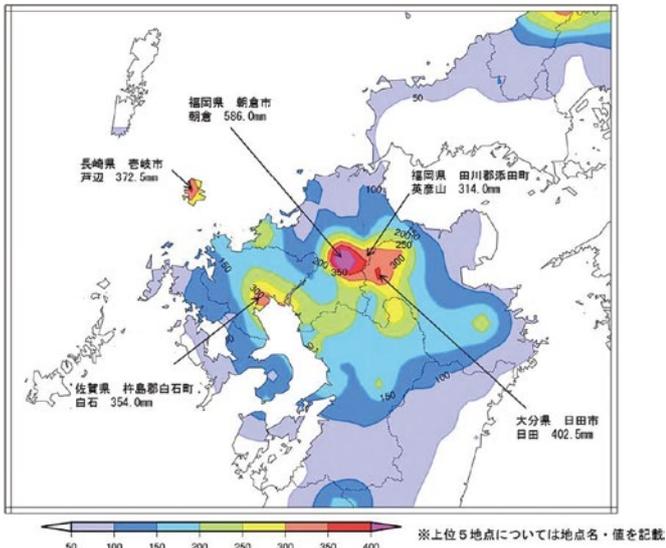


図-2 平成29年7月九州北部豪雨の降雨量分布(気象庁災害気象資料より)

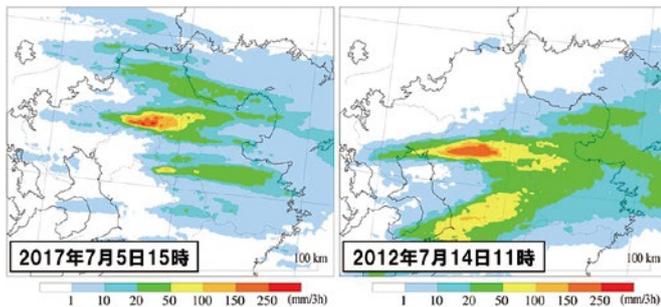


図-3 降雨量分布の平成24年7月九州北部豪雨との比較(気象研究所資料より)

2.2 被害の特徴

平成29年7月九州北部豪雨による人的被害は、死者37名、行方不明者4名の合計41名に上り、特に赤谷川流域では死者・行方不明者22名と全体の半数を占めている。他の死者・行方不明者についても、ほとんどが筑後川右支川の朝倉市の河川流域で発生している。これらの河川流域では、山地の斜面崩壊に

よる土砂や流木の被害が数多く発生しており、土砂・流木・洪水による複合災害が多くの死者・行方不明者を出した原因と考えられる。

朝倉市域を対象として、3地域に区分した被害の特徴について以下に述べる。

(1) 佐田川(寺内ダムが存在する河川)

佐田川には水資源機構が管理する寺内ダムがあり、ダムによる流木の捕捉や放流量の抑制により、被害のなかった河川である。佐田川においては、豪雨の前日まで利水補給を行っており、ダムの空き容量に余裕もあったことから、計画流入量300m³/sに対して、約3倍の888m³/sの流入があったが、計画700万m³の貯留に対して、1,170万m³の貯留を行い、下流への放流量を計画放流量である120m³/sとし、下流佐田川金丸橋地点で約3.8mの水位を低下させ(寺内ダム管理所試算)、氾濫危険水位以下に水位を抑えることが出来た。これにより、佐田川では溢水や堤防決壊による被害が生じることはなかった。

(図-4.5、6参照)

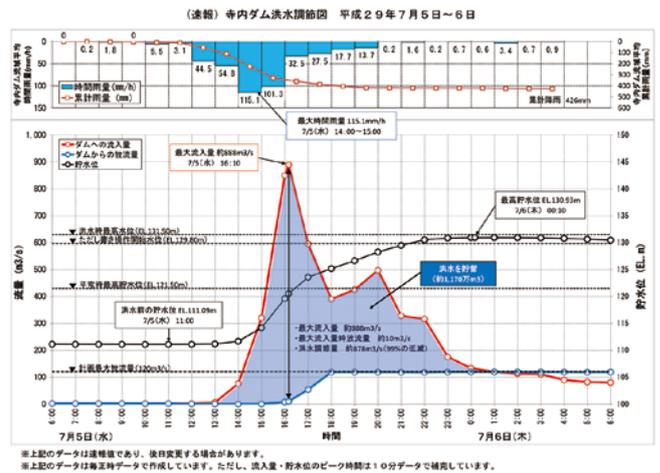


図-4 寺内ダム洪水調節図(水資源機構提供)



図-5 寺内ダム流木貯留写真(水資源機構提供)(約2万m³の流木が流れ込んだ)



図-6 寺内ダム下流の状況（被害なし）

(2) 桂川（土砂・流木の少ない洪水による被災河川）（上流支川荷原川も同様）

桂川は、上流端においては、土砂と流木が見られるが、下流部の被災箇所においては、洪水流による越水破堤や河岸侵食が主な被害となっている。河道容量を超える出水と洪水流の蛇行により、河岸が大きく削られ、学校の基礎杭が洗われている（図-7 参照）。下流では、橋梁が基礎を洗われ、迂回流により河岸が削られている。また、さらにその下流では、越水により堤防が決壊している。（図-8 参照）

桂川の上流の堆積土砂の土質は古生代変成岩の風化物と考えられ、赤谷川の堆積物である花崗岩の風化した「マサ土※」と比較すると粒径が大きく（図-9、図-10 参照）、勾配の緩くなっている上流部で止まっており、斜面崩壊も少ないようである。このため、土砂や流木の流出が上流で収まり、下流では、通常の洪水流による被災となったものと推定される。



図-7 比良松中学校被災状況

※ マサ土（真砂土）は花崗岩が風化してできた砂であり、その成因から花崗岩で構成された山地の表層に堆積している。水はけが良く校庭の敷土に利用されるが、強い降雨により表層崩壊を起こし、また洪水に流されやすい性質があるとされている。赤谷川周辺の地質は中生代の花崗岩といわれている。



図-8 比良松中学校下流の破堤箇所



図-9 上流部の土砂堆積状況



図-10 粒径の写真

（左：桂川の上流の堆積物、右：赤谷川の氾濫した土砂（マサ土））

(3) 北川・赤谷川（多量の土砂及び流木を含んだ洪水による被災河川）

今回の線状降水帯の降雨の中心地域は、佐田川上流部から赤谷川かけての範囲で総雨量が最も多く、この雨で時間雨量100mm前後の雨が数時間継続し、これによる所謂「マサ土※」（図-10 参照）である斜面が崩壊し、土砂と流木が河川に流れ込み、下流へ流下し被害をもたらしたと考えられる。

1回目の調査では、赤谷川に架かる国道の頼母橋付近の土砂や流木の堆積状況の調査を行ったが（図-11 参照）、2回目の調査では、赤谷川で権限代行による緊急復旧を行う筑後川河川事務所のご厚意により、赤谷川の下流部から氾濫河道を経て、右支川となる乙石川の中流まで上ることが出来た。赤谷川の下流部はマサ土の堆積により、洪水前の河道が閉塞し、流木と混合し、洪水前の流路を大きく変化させていた。河道は氾濫して農地側を流れ、農地に土砂が堆積し、農地のほとんどは氾濫河道となっている。（図-12 参照）



図-11 赤谷川国道土付近被災状況（土砂撤去済み）



図-12 赤谷川の河道氾濫状況（国土地理院航空写真）

また、赤谷川上流部の右支川乙石川においては、斜面の崩壊により、谷底地形となっていた河道は全て埋まり、堆積した砂礫により河道周辺の道路や農地も全て埋め尽くされ、河岸の人家が被災を受けている。被災家屋より一段高い場所の民家はかろうじて被災を免れているものの、道路は寸断されて一時的に孤立していたと思われる。現地の調査時点では、準備工としての仮設道路が施工され、交通手段が確保されていた。また、乙石川と赤谷川の合流点付近にある松末小学校は1階部分が大きく被害を受けて現在も使用できない状況であった。（図-13 参照）



図-13 乙石川の松末小学校付近流路土囊積み

(4) その他

普通河川である奈良ヶ谷川では、溜池が被災を受けて土砂が堆積すると共に、洪水吐きが被災を受けて、洪水や土砂が下流へ流れている。溜池の規模に相応した洪水や流木・土砂であれば一定の効果は発揮されるが、被災を受けて壊れた場合は、溜められていた洪水や流木・土砂は一気に下流へ流れることとなる。（図-14 参照）



図-14 奈良ヶ谷川 溜池被災及び堰堤崩壊

2.3 復旧工事の状況

(1) 佐田川と寺内ダム

佐田川については、ダムによる流木の貯留と洪水調節により河川に被害は無く、寺内ダム貯水池内の流木については処理が終わり、ほぼ通常の状態に戻っている。また、ダム湖の高台部分で朝倉市が公園として占用している箇所については、市の流木の処理場として利用され、根の仮置き、木材のチップ化が進められている。（図-15 参照）



図-15 朝倉市内より持ち込まれた流木

(2) 桂川（河道容量を超える洪水による被災箇所）

桂川については、応急処置として1トン土嚢が積み、河岸の保護等が行われているが、本復旧については、今後実施されるものと思われる。（図-16 参照）



図-16 学校基礎部土嚢積み

(3) 北川・赤谷川 (多量の土砂及び流木を含んだ洪水による被災箇所)

北川については、河道内の土砂は除去されているが、河道沿いには土砂が残されたままであり (図-17 参照)、今後の復興計画等を考慮しながら今後の取り扱いが決められていくものと考えられる。被災家屋は、土砂や流木により家屋の壁が壊され、洪水時の破壊力の大きさが想像される。(図-18 参照)



図-17 北川の土砂の堆積状況



図-18 被災家屋の状況

赤谷川においては、筑後川河川事務所による権限代行で、緊急的な河道の確保に向けた土砂や流木の撤去等が実施されていた (なお、砂防工事についても、流域に残存する土砂、流木による二次災害の防止を図るため、新たに国直轄で砂防堰堤等の整備が進められている)。

下流部においては、流木の除去はほぼ終了していた。しかし、大量の土砂は、河道内だけでなく、堤内地の農地や宅地にも厚く堆積しており、流路の一部はそのような堤内地を流下している状況であった。元河道の土砂の撤去も進められていたが、流路を元に戻すことを現時点では地元は希望しないとのことで、この氾濫後の流路から家屋を防護するため、土嚢による土堤兼仮設道路が整備されていた。また、流下断面については、現状では本格的に掘削しても降雨があれば上流からの土砂流入により再び閉塞する懸念があることから、時間 10mm 程度の降雨を流下させる流路の確保を当面の目標とし、上流から

の土砂流入も考慮しつつ掘削を進めているとのことであった。(図-19、図-20 参照)



図-19 当面の流路確保状況



図-20 氾濫後河道と元河道

中流部においては土砂止め工 (いわゆる遊砂地) や掘削土砂を利用した土嚢積みによる仮の輪中堤 (図-21 参照) を施工している。これは、下流部の土砂撤去の効果を維持することや土砂の処分場を考慮しての暫定的な措置とのことである。遊砂地の敷地等は現在地元の方の協力により無償で借地している状況である。流木については、おおむね撤去済みであった。



図-21 仮設の輪中堤と土砂止め箇所

上流部については、赤谷川の右支川乙石川について、赤谷川との合流点で、避難所となっている松末小学校の被災状況を確認すると共に、乙石川沿いに点在する被災家屋の状況を確認した。谷底地形が埋没し、今後の河道計画をどのようにするのか

検討中とのことであった。準備工として、工事中道路と併せて生活道路を確保するための工事に着手しており、流木はおおむね撤去済みであった。(図-22 参照)



図-22 準備工としての工事中道路の状況

2.4 水防警報・避難情報の伝達状況

筑後川河川事務所では、大分県日田市の花月川、筑後川本川の荒瀬水位観測所、片の瀬水位観測所で氾濫水位を超えた出水となり、水防警報を発令している。一方、福岡県朝倉市の佐田川は、上流の寺内ダムによる効果で避難判断水位までの出水となった。筑後川河川事務所は7月5日11時4分に注意体制に入り、15時30分に警戒体制、17時40分に非常体制となっている。

朝倉市においては、13時14分に大雨・洪水警報が発表され、14時10分に土砂災害警戒情報が発表され、同時刻に朝倉市災害警戒本部を設置している。14時15分には避難準備情報を発令し、同26分には市内全域に避難勧告を発令している。その後は順次、避難指示を発令している。

3 今後の課題と考察

(1) 発生源対策（土砂と流木）

流木については、筑後川右岸支川10河川（朝倉市域）において約21万m³の発生があったと推定されている。これらの流木の一部は支川で橋梁に集積し、また一部は筑後川本川にも流れ込み、有明海では漁業従事者と河川管理者が共同で撤去作業が実施された。さらに、河道に残された流木については、現在除去が進んでいるが、山腹の崩壊地にはまだ多くの流木と土砂がそのまま残されている。今後も降雨により新たな流出が生じる懸念が非常に高い。

これらの流木は斜面崩壊と共に発生したものであり、上流で流木の流出を止めるためには、今後の砂防事業や治山事業による発生源対策が望まれる。

(2) 上流部に堆積する土砂対策

赤谷川上流の右支川乙石川には大量の土砂が谷底の地形を平坦化した状態で残されている。流木と土砂が流出した他の河川でも同様の状況で、全体的に流木の除去は進んでいるものの、土砂の対策は進んでいない。

堆積している土砂はマサ土であり、降雨により下流に移動しやすいため、下流で進められている河道掘削の効果を打ち消してしまう懸念がある。このため、下流の河道掘削の効果を維持するためには、①堆積土砂が下流へ移動しない措置を講じる、或いは、②堆積している土砂を全て掘削して除去する必要がある。

①案については、基本的に現状の堆積土砂面をベースとした新たな宅地や農地を考えていく必要があるため、地域の方々の合意形成が重要である。また、溜まった土砂の移動を抑制する設備や新たな河道整備も必要となる。移動抑制策や合意形成に時間を要する場合には、土砂の流出が進み、土地利用や下流河道の整備に影響を与えることが懸念される。

②案については、大量の土砂の掘削と処分が必要となる。特に土砂の処分先の確保が重要である。また、再度災害防止の観点からは、堆積している土砂を適宜残して、河道の縦断勾配を緩やかにすることや、山裾を固定して地山崩壊防止に活用することなども考えられる。

いずれにしても、できる限り早期に対策を決定し、下流への影響を少なくする必要がある。

(3) 中下流部の土砂対策とまちづくり

中下流部の河道内に堆積している土砂については、赤谷川では権限代行により、他の河川では福岡県により緊急的な除去が進められている。ただし、降雨により上流部に堆積している土砂の流入が発生することから、精力的に掘削できないジレンマをかかえていることは前述の通りである。掘削した土砂については、地元地権者のご協力を得て所有地内に仮置きをさせていただいているとのことであるが、最終処分方法については決まっていない。また、現在堤内民地に堆積した土砂の撤去について誰がどのように行うのかも決まっていない。

除去しないという選択もあり得るのかもしれない。除去しない場合、そこに居住・耕作をしていた方々の生活再建をどのようにしてゆくのかが課題となる。さらに、土砂が撤去されたとしても、河川整備等によりリスクが軽減されないと、同じ場所で安心して生活再建を図れるのか懸念される。

このほか、現在は堤内地を流れている流路の取り扱いの問題もある。これらを考えると、掘削した土砂の処分（あるいは活用）方法や新しい河道整備と復興のまちづくりを総合的に検討して行くことが望ましいと考える。

(4) 今後の河川整備

通常、大きな災害が生じた場合には、再度災害防止の観点から対策が検討されることとなる。しかし、今回の九州北部豪雨災害では、繰り返しとなるが、大量の土砂・流木を含んだ洪

水による水害であったため、今後の河川整備については、次のような課題に対応して検討される必要がある。

i) 砂防事業等の発生源対策との連携

多くの山腹が崩壊したため山地からの土砂・流木の流出や上流部に流出し堆積している土砂の流出ポテンシャルが依然高い状況にあり、発生源対策である砂防事業との連携が必要である。

ii) 上流部に堆積している土砂への対応

依然上流部の河道等に堆積している土砂について、除去するのか、流出抑止あるいは河道を流下させるのか、当該上流部及び中下流部の河道計画を検討する上で、対応方針を明確化、具体化する必要がある。なお、除去については堤内地に堆積している土砂の処分も係わるので、適宜まちづくりとも調整しつつ処分地を含めた検討を進めることが重要である。

iii) 河道計画

発生源対策や上流部対策を行うに当たっても相当の時間、費用を要する。また、対策工で全てを抑えきれぬものでもない。中下流部の河道に流出してくる場合の対策として、遊砂地や貯木等の施設が必要である。

河道計画としては、元河道をベースに再度災害防止の観点から、新たな河道を検討していくこととなると考えられる。河道で対応する洪水流量については、今回の出水を踏まえ、どの程度の降雨あるいは流量を対象としていくのか検討されることとなるが、発生源や上流部からの土砂、流木の流出リスク（対策工の効果発現までのリスク、施設の能力を超えるリスク）は依然存在する。このリスクをいかに適切に河道計画に考慮していくのか検討が必要である。

また、赤谷川においては、現在、堤内地を流れている流路を生かした計画とする考えもあり、朝倉市の復興計画やまちづくりと調整しつつ河道計画を検討する必要がある。

(5) ソフト対策

朝倉市では平成23年度より4カ年計画で地元住民の意見を取り入れた危険箇所の記載された自主防災マップを作成している。砂防の警戒区域・洪水の浸水区域・地震発生時の避難箇所を含む、災害の種類毎に避難所が設定されているものとなっている。しかし、今回の九州北部豪雨では、朝倉市において、死者・行方不明者併せて35名（全体で41名）の方が亡くなっている。今後さらなるソフト対策による減災を目指すため、各個人が自主的に避難できるような「マイ・タイムライン」の作成が望まれるのではないだろうか。また、避難までの時間が短いことが想定され、高齢者が確実に避難できる具体的な方策を検討することが望まれる。さらに、ハード対策が完成するまでは、今回の出水時に問題となった橋梁の箇所、土砂の堆積で地形条件が変化したところ、山地崩壊地近傍等については特に警戒が必要である。

4 おわりに

朝倉市においては、既に復興計画基本方針策定が策定されており、平成29年度末を目標に復興計画を策定し、全市域にわたって復旧期、再生期、発展期の3段階でおおむね10年間、平成38年を目標に段階的に着実に取り組むこととされている。この復興計画が着実に進み、河川整備やまちづくりが全国のモデルケースとなるよう期待しています。

業務多忙の中、赤谷川の現場を案内して頂いた筑後川河川事務所、被災や復旧の状況を説明頂いた福岡県河川課、朝倉市防災交通課、(独)水資源機構寺内ダム管理所の皆様にご挨拶するとともに、今後の早期の復興を祈念します。

参考文献

- ・平成29年7月九州北部豪雨に関する情報（国土地理院）
- ・災害時気象資料（平成29年7月7日 福岡管区気象台）
- ・災害時気象速報平成24年7月九州北部豪雨（平成24年7月31日 福岡管区気象台）
- ・筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会（第1回、第2回（九州地方整備局・福岡県））
- ・朝倉市防災パンフレット（平成24年3月発行 朝倉市役所）
- ・平成29年7月九州北部豪雨に伴う流木発生量（速報値）について（平成29年7月28日 九州地方整備局）
- ・平成29年7月九州北部豪雨による土砂災害の概要〈速報版〉Vol.6（国土交通省水管理・国土保全局 砂防部）
- ・平成29年7月九州北部豪雨の概要 速報版（平成29年7月25日 九州地方整備局 筑後川河川事務所）
- ・梅雨前線に伴う平成29年7月5日出水について（第3報）（平成29年7月19日12時 九州地方整備局）
- ・中小河川等における水防災意識社会の再構築のあり方について 答申（平成29年1月 社会資本整備審議会）