治水面から見た被害の概要と着目点

Overview and Focus Points on Flood Disasters

角 哲也

Tetsuya SUMI

Synopsis

This manuscript reports the summary of flood damages and each focusing points that the flood control research group in the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University. Selected focus points are as follows: 1) the north side of the Chikugo River was a disaster inexperienced area so far, 2) a large amount of driftwood occurred due to forest collapse and river bank erosion in Hita's forestry area, 3) large amount of sediment discharged from the weathered granite area, 4) it is showing the form of complex disaster of flood, sediment and driftwood, 5) in small rivers without dam, floods flowed out as it is in a short period and caused disasters, 6) out of many irrigation ponds, some expanded disaster damages because of pond collapses, whereas, without collapses, some reduced damages downstream by trapping driftwood and sediment, 7) some Sabo dams trapped not only sediment but also some driftwoods 8) In the dam reservoir, Terauchi dam has played an enormous role by controlling three elements of flood, sediment and driftwood, and large flooding possibly occurred downstream without dam. Based on the characteristics of such damage, we reported from the viewpoints of extreme value statistics of rainfall and runoff / flood analysis, integrated analysis of slope failures and floods in heavy rainfall, flow path / bed fluctuation due to sediment discharge and flood damage characteristics, sediment and flooding analysis in the down-stream area, the driftwood trapping effect and the downstream flood risk mitigation effect in the dam.

キーワード:降雨統計解析・降雨流出モデル・降雨性地すべり・洪水氾濫への河床変動影響・ダム貯水池での流木捕捉と洪水被害軽減効果

Keyword: Rainfall statics, Rainfall-runoff model, Rainfall induced landslides, Morphological effects on flood inundation, Trapping of floating debris in reservoirs and its effect on flood risk reduction downstream

1. 洪水被害の概要

今回の洪水の特徴は,従来から洪水の経験が少ない筑後川北側流域に,線状降水帯による短時間

で大量の降水がもたらされたことである、朝倉では,24時間雨量で実に500mm以上の降水強度となっている(Fig.1).この地域における戦後の水害では,筑後川本川の治水計画の基本を塗り替

え、松原・下筌ダム建設計画の契機となった昭和 28 年の西日本大水害(死者約 1,000 人(うち福 岡約 300 人),全壊家屋約 5,000 棟,被災エリア熊本・福岡・大分・佐賀)が有名である. 10 に、記憶に新しいところで、平成 24 年の同じ名 称の九州北部豪雨(死者 30 人,全壊 360 棟、被災エリア熊本・福岡)があり、今回の被害規模(死者 37 人,全壊 300 棟、被災エリア福岡・大分)とほぼ同規模であるが、Fig.1 に示すよい、今回の朝倉市あたりの福岡中部エリアとは雨域が異なっている.

このように,これまであまり洪水被害の発生していなかった地域に極めて強い降雨がもたらされたことから,比較的流域の小さい赤谷川を始めたとした中小河川の氾濫が発生(Fig.2)し,特に,新規崩壊による大量の土砂流出による河床上昇が洪水被害を拡大させた(Photo 1).

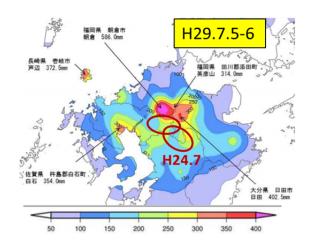


Fig.1 Comparison of rainfall intencity of North Kyushu Heavy Rainfall in 2017 and 2012 (Over 500mm) (Modified after JMA)



Fig. 2 Damaged area (Asakura city • Toho village) (MLIT)



Photo 1 Flooded Akatani River



Photo 2 Collapsed Yamanokami irrigation pond (Naragatani River)
(Upper: Before collapse (Google Earth), Down: After collapse)

また,同地域は,灌漑用のため池が山裾に沿って多数点在し,これらの一部が洪水によって決壊したことによる洪水被害の拡大も見られた(Photo 2).

一方で,この地域は度重なる渇水に見舞われてきた歴史から水資源の確保も重要であり,(独)水資源機構の管理する寺内ダム(昭和 53 年完成)が,今回の降雨域に所在していた.今年の 5,6月は平年の半分以下の少雨のために利水容量を使って下流に水を補給し,洪水直前には約半分 450万 m³の貯水量であった(Fig.3).今回の洪水では,既往最大となる約 880m³/s の流入量がダム

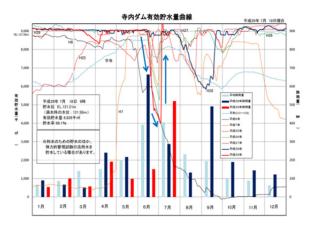


Fig.3 Reservoir storage change of Terauchi Dam (Modified after JWA)

ダム諸量時刻変化図 | 観測所記号 | 観測所名 | 水系名 | 河川名 | 1368090600030 | 寺内ダム | 筑後川 | 佐田川 | 抽出期間 | 2017年7月5日~2017年7月7日 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fig.4 Flood control operation of Terauchi Dam (After MLIT)

Water Information System By MLIT 2002

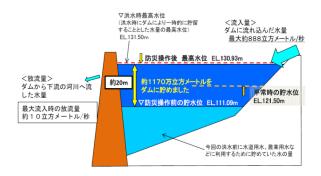


Fig.5 Schematic diagram of flood control of Terauchi dam (JWA)

に流入し,利水容量の約半分とその上の洪水調節 容量を合わせて約 1,150 万 m^3 の貯水量を用いて,流入した洪水のほぼ全量をカットした(Figs.4,5).

この容量は,ダムの流域面積 51km² 全体に対して 225mm もの降水量分を貯留したことになり,



Photo 3 Bridge clogged by woody debris (Kurokawa River upstream of Terauchi Dam)



Photo 4 Woody debris trapped in Terauchi Dam reservoir

その結果,近隣の河川で甚大な氾濫被害が発生する中,寺内ダム下流の佐田川流域では被害がほとんど発生していないのは特筆すべき特徴である.

水資源環境研究センターでは,平成 26 年度の拠点研究課題で,「流域一貫の総合流木管理に向けて」と題する流木研究の課題に取り組んでおり,その際に,これまでの既往の大規模出水時にダム湖で捕捉された流木量と流域面積の関係を分析している.

Fig.6 に,今回の寺内ダムの結果を含めて示すが,寺内ダムの流木流入量はこれまでの実績を考慮しても国内最大クラスであったことが伺える.

Vg(流木量(m³))

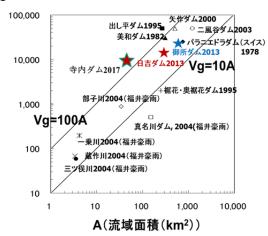


Fig.6 Relashionship of catchment area and volume of woody debris⁸⁾

次に問題となるのは,このような流木がどこから生産されてきたかである.国土交通省九州地方整備局による流木発生量の速報値は,10 河川の合計で 210,000 m³ であり,その内訳は山林が63%,渓畔林が28%,河畔林が6%であった.しかしながら,下流で被害をもたらす可能性の高い長尺の流木は比較的ダム湖に近い上流の河道の河岸侵食によって流出してきている可能性が高いことが現地調査から確認された(Photos 5,6).

平成 16 年の福井豪雨時に福井県によって実施された流木発生源調査によれば,その約半数が Fig.7 に示すような河岸横侵食により発生したことが報告されている.今回の流木流入に関しても,割合は低いものの,リスクのより高い流木発生源である可能性が高い.

さらに,このような河岸沿いに植えられた木は 長尺になるまで育つためには,少なくても 30年 程度の間の大規模洪水を受けていないことがポイ ントであり,今回のこの地域の過去の災害履歴が 少なく、低頻度の洪水生起であったことと符合す る.洪水頻度が低い流域(河道)ほど,植林後の 成長が見込まれ(低木段階で流木化しない),洪 水時に流木ポテンシャル(特に長い流木)が高ま ることが考えられる一方で,河川・ダム管理者お よび林業関係者・地域住民の危機意識が醸成され にくいことが課題である.従って,今後はこのよ うなリスクに対して、より強く意識する必要があ る.その具体的なアクションとして,ダムの有無 にかかわらず、山地河道における河岸から一定幅 (超過洪水時に侵食リスクがある範囲)の立木に 対する管理義務とリスク軽減(優先伐採)の制度 化が望まれる(Fig.8).



Photo 5 River bank erosion upstream of Terauchi Dam (Planted trees were discharged from the eroded bank)



Photo 6 Kurokawa river upstream of Terauchi Dam (ca.20m long trees have been eroded by flood water)

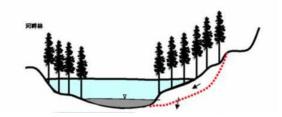


Fig.7 Source of woody debris in Asuwa River during Fukui Heavy Rainfall in 2004. (River bank erosion, 55%)

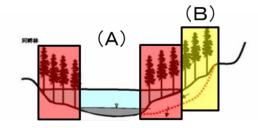


Fig.8 Recommendation for tree cutting along high risk river bank areas: (A) High risk during flooding, (B) Secondary risk by bank erosion

2. 研究チーム構成と着眼点

ここでは,治水グループの各研究メンバーの取組みについて概要を示す.詳細は,京都大学防災研究所 2017 年九州北部豪雨災害調査報告書(2018)の各レポートを参照いただきたい.

担当者	研究テーマ	着目場所 (河川など)	想定されるアウトプット (30~50年先の防災・減災 に向けた提言)	検討概要
田中茂信・ 佐山敬洋	降水量空間分 布,頻度解 析,山地中小 河川の洪水流 出	今回豪雨に関連した水資源開発施設,筑後川に流入する中小河川(特に赤谷川,白木谷川)	「将来の計画外力推定」計画を大幅に超える降雨外力での流出推定,気候変動による将来の極値降雨の推定とそれによる流出の推定	赤谷川や白木谷川を含む 190.4 km² の領域を対象に , 分布型水文モデル (RRI)を用いて降雨流出量を推定し , 中下流部における水・土砂氾濫解析の境界条件を推定
藤田正治	複合土砂災害 シミュレータ を用いたマル チハザードの 再現	赤谷川流域	マルチハザードシミュレーション技術を利活用した新たな豪雨時の警戒避難情報作成ツールを開発し,とくに崩壊,土石流による河床変動が影響する洪水氾濫に対する将来のソフト対策に向けて,一つの方向性を提言	赤谷川流域の地形データに対して崩壊,河道における土砂の堆積と侵食,氾濫の危険性をSiMHiS(豪雨時のマルチハザード情報シミュレータ)により解析.その後,斜面の土壌や河床材料の試料を採取して,シミュレータに含まれるパラメータの修正を行い,再度,シミュレーションを実施
竹林洋史	山地部から平 野部への土砂 流出と氾濫堆 積	赤谷川の土砂流 出 , JR 久大本線の 落橋 , 比良松中学 校周辺の河岸浸食	数値シミュレーションにも とづいた,土石流渓流の土 砂流出特性の把握.出水中 の河床・流路変動を考慮し た洪水水位の予測	斜面崩壊の数を変化させた赤谷 川・杷木星丸地区で発生した土石 流の数値シミュレーションを実施・また、現地調査によって、R.久 大本線の落橋、比良松中学校周辺 の河岸浸食について検討
角 哲也・ Sameh Kantoush・ 竹門康弘・ 野原大督・ 小林草平	ダム操作および洪水調節効果(流木捕捉効果)、ためか地被災外果(変効果(なめ)を被が、またがである。 が近れたが、またができます。 が近れたが、できまずでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これ	佐田川(寺内ダム) 奈良ヶ谷川(山の神ため池,鎌塚ため池) 妙見川(上流砂防 ダム+ため池で大 量流木捕捉)	ダムによる多面的な洪水調節効果の把握手法の確立 ため池の洪水リスク評価および管理方法に対する提言 洪水管理上リスクとなる流 木を流出させない管理手法 (河岸立木の優先伐採な ど)の提言	佐田川(寺内ダム), 奈良ヶ谷川 (山の神ため池), 妙見川(上流 砂防ダム+ため池で大量流木捕 捉), 赤谷川, 夜明ダムの現地調 査を行い,得られた知見を整理. 特に流木に着目し,寺内ダムで捕 捉された流木量を画像解析から推 定する手法を検討.また,寺内ダムの効果について,ダムの洪水調 節の有無,流木流下の有無につい て,佐田川の氾濫リスクの観点か ら検討
川池健司	洪水氾濫シミ ュレーション	桂川,荷原川,新 立川,妙見川の氾 濫	氾濫シミュレーションによる桂川水系の洪水氾濫プロセスの理解. 土砂流出による洪水外力激甚化のリスク評価	痕跡浸水深の現地調査を実施.桂川流域において,土砂を考慮しない場合と考慮した場合の再現計算を実施し,調査結果と比較

3. 九州北部豪雨の特徴(まとめ)

以下に,九州北部豪雨における治水面での特徴をまとめる.

- 1) (降水特性)全ての降雨継続時間で既往最大 (特に朝倉で大)であり,近年の洪水未経験地で の大災害であった(S28,H24 九州北部豪雨とも 相違).
- 2) (降雨流出現象のメカニズム)赤谷川西側の 筑後川支川は,花崗岩の比較的薄い土層と早い流 出に対して,大肥川流域以東は地質が異なり,流 出特性も相違している.
- 3) (氾濫特性)河道内の土砂堆積により氾濫が助長され,氾濫域が拡大した。
- 4)(ダムの効果)寺内ダムは,洪水+流木を大きく調節し,下流の氾濫被害を大幅に軽減した.

5)(大量の流木発生)洪水頻度が低い流域(河道)ほど植林後の成長が見込まれ(低木段階で流木化しない),洪水時の流木ポテンシャル(特に長い流木)が増大している.

(緊急提言)河岸から一定幅(大規模洪水時に侵 食リスクがある範囲)の立木に対する管理義務と リスク軽減(優先伐採)の制度化が必要

6) (流域規模のハザードシミュレータ) 九州北部 豪雨中の崩壊発生のタイミング,崩壊土の河道で の堆積,土砂流出による河床変動の時間変化など を解析し,ハザードレベルの時間的な変化を示し た

7)(橋梁災害)高水敷や砂州上に建設された古い橋脚には根入れが浅いものがあり,みお筋の変化や河床低下による倒壊の注意が必要である.

参考文献

- 気象庁: 平成 29 年 7 月九州北部豪雨について, http://www.jma.go.jp/jma/press/1707/19a/20170719_ sankou.pdf (2018.2.28)
- 京都大学防災研究所:平成 26 年度京都大学防災研究 所水資源セミナー報告, http://www.dpri.kyotou.ac.jp/news/2174/
- 京都大学防災研究所 (2018): 2017 年九州北部豪雨災 害調査報告書, http://www.dpri.kyotou.ac.jp/web_j/publication/other/20180330_k

yusyu.pdf (2018.7.30)

- 国土交通省:水文水質データベース
- 角 哲也,谷崎保(2007)2004年福井豪雨における 九頭竜川上流ダム群の洪水調節効果,大ダム,198, pp.114-124.
- 角 哲也,田中茂信,本間基寛(2014)京都・滋賀に おける 2013 年台風 18 号の豪雨の特徴と桂川流 域被害調査,京都大学防災研究所年報第 57 号 A, pp.1-16.
- 角 哲也(2015):治水・利水・環境の観点からの流域一貫の総合土砂・流木管理,土木学会第 51 回水工学に関する夏期研修会テキスト.
- (独)水資源機構筑後川局・国土交通省九州 地方整備局筑後川ダム統合管理事務所 (2017):平成29年7月5日・6日の記録的 豪雨における寺内ダムの防災操作の効果について。
- (独)水資源機構筑後川局(2017):平成29年7 月九州北部豪雨における寺内ダムの流木処理につ いて.
- (独)水資源機構寺内ダム管理所:有効貯水量曲線, https://www.water.go.jp/chikugo/terauchi/ jigyo/kyokusen.html

(論文受理日:2018年6月13日)