

中山間地域を対象とした計画規模を越えた降雨による洪水氾濫被害の評価技術開発

椿 涼太¹

¹広島大学大学院助教 工学研究科 (〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1)
E-mail: rtsubaki@hiroshima-u. ac.jp

1. はじめに

東日本大震災での経験・教訓を踏まえ、近い将来に発生が予想される大規模地震への対応策をまとめる中で、頻度が多い小規模な災害から発生頻度は小さいが壊滅的な被害を受けるものまで幅広く想定し、多様かつ重層的な対応策を準備していくことが、地震・津波対策における基幹的な思想の一つとなってきた。施設対応で対象とする規模を上回る災害をも想定しておくことは、地震・津波対策だけでなく他の自然災害への対応策としても重要性かつ有効性であり、洪水対策としてもその社会実装の検討などが進みつつある¹⁾。気候変動による降雨や洪水の強度が変化しているという観点からも、これまでの計画規模を超える降雨災害による被害を評価していくことの重要性が増してきている。

本研究では、降雨災害に対して相対的に脆弱である中山間地域を対象として、計画降雨を大きく越える降雨災害における洪水氾濫被害の評価技術を開発する。その評価技術は、以下の四ステップにより構成されるものである。

(1) 氾濫解析モデルを用いて、分析対象地域で過去に起きた洪水時の流況（洪水氾濫流の水深と流速の分布）を評価する。浸水深などの災害記録と比較してモデル調整と再現性の確保を行う。過去の被災事例での社会基盤や家屋の被害状況と、氾濫解析により評価された洪水流況の関係を整理する。

(2) 同地域で起こりうる最大規模の洪水レベルを、可能最大降雨という概念を利用して算定する。

(3) 可能最大降雨レベルでの洪水が発生した際に同地域で発生するであろう氾濫流況を手順（1）で構築した氾濫解析モデルの流入・流出条件を変えて評価する。

(4) 手順（1）で分析された同地域での洪水流況と社会基盤や家屋への被害状況との関係や、既往の交通盛土への被害発生条件を参考に、手順（2）、（3）で評

価された可能最大降雨レベルにおける洪水流況の評価結果を踏まえて、可能最大降雨レベルの洪水により同地域で起きるであろう社会基盤や家屋への被害を推定する。

本研究では、上記のフレームワークを用いて、近年大きな洪水被害を受けた瀬戸内地域の中山間地域の二カ所を対象として事例分析を行う。二カ所での分析結果を踏まえ、可能最大降雨レベルの洪水氾濫を対象として、現実的な減災の方策について考察する。

2. 起こりうる最大洪水の算定方法

ダムは、河川に設置される人工構造物であり、洪水時にこれが破壊されると、下流に大きな影響が生じる。ダム建設に起因する人為的な洪水を防ぐための、米国でのダム設計において、可能最大洪水（Probable Maximum Flood: PMF）という概念が利用されてきた。ダムの洪水吐は、このPMFに対応できるように設計される。米国ではさらに、川沿いに建設された原子力発電所を対象とした洪水対策の検討においても、PMFの概念が利用されている。本研究では、このPMFの概念を用いて、中国地方山陽側の中山間地域で起こりうる最大洪水規模を見積もることとする。具体的には、近森ら²⁾による岡山県・瀬戸内海地域を対象とした最大比流量の検討結果である

$$Q = 40.18A^{0.803} \exp(-0.012A^{0.496}) \quad (1)$$

を利用する。

3. 厚狭川M地区の氾濫事例の分析

本章では、厚狭川中流域の中山間部のM地区を対象に、1章で示したフレームワークを用いて、可能最大洪水が発生した際の氾濫流況を分析する。その結果を、2010年7月に発生した当該地域での洪水氾濫事例と比較し、同地区において可能最大規模の洪水時に発生する家屋や社

会基盤への被害を予想する。

図-1に氾濫解析モデルにより評価された氾濫流況の計算結果を示す。

まず、図-1の左列に示す浸水深の分布を分析する。同図の上段は2010年7月の出水規模である $Q=921\text{m}^3/\text{s}$ の計算結果、下段は式(1)により評価された可能最大洪水流量である $Q=2202\text{m}^3/\text{s}$ での計算結果である。流量の増加により全体的に水深が大きくなり、下段の $Q=2202\text{m}^3/\text{s}$ という条件では、河道沿いの平野部はほぼすべて水深が2mを超えている。氾濫域で一部水深が浅くなっている部分は、道路や鉄道の盛土部である。洪水氾濫による道路盛土の破壊基準についてはこれまで整理された情報がないため、首藤³⁾で整理された津波による道路盛土の被害発生条件を援用することとする。首藤³⁾による道路盛土の被害発生条件図では盛土高が0.8m程度を越えると、越流水深が2m以上では全面破壊が起きると分類されている。津波氾濫は河川氾濫に比べ、越流の継続時間が短いため、洪水氾濫における道路盛土の被害発生基準は首藤³⁾による越流水深よりも低くなる可能性が高く、可能最大洪水において本計算区間の氾濫原にある道路盛土も甚大な被害をうけるものと予想される。

洪水による落橋についても、本計算ではモデル上考慮されないが、過去の被害事例などを踏まえると、設置年数が古い鉄道や道路橋は、比較的橋脚が多く橋桁高さも低く、可能最大洪水時には、基礎の洗掘や流体力による転倒によりその多くが流失・破壊されると考えられる。図-1の下段に示す $Q=2202\text{m}^3/\text{s}$ の想定では、比較的新しい国道については橋梁との取り付け部の深水深は1m以下であり、橋桁がぎりぎり水没する程度の水位になることから、橋脚の流失がなければ橋桁は残存する可能性がある。上段に示す $Q=921\text{m}^3/\text{s}$ の2010年7月の事例では領域中央部の鉄道盛土の破壊が生じた。可能最大洪水が発生した場合での鉄道網への被害を検討すると、橋梁については橋桁高さが低く完全に水没し、盛土部分について過去の事例では越流水深が0.6m程度で全面破壊が生じていることから、分析区間の鉄道は橋梁・盛土とも全面的に破壊されるものと想定される。

図-1の右列に示す単位幅運動量の分布を比較する。コ

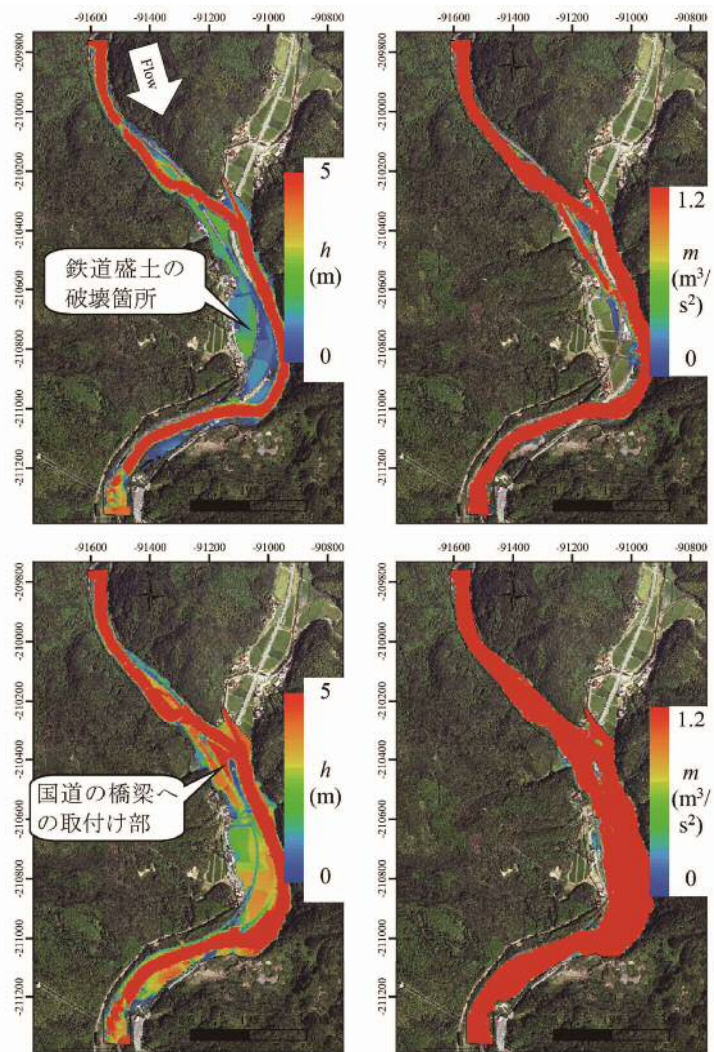


図-1 厚狭川 M 地区の浸水深 (左列) , 単位幅運動量 (右列) . 上段は $Q=921\text{m}^3/\text{s}$ (2010年7月のイベントの再現計算) , 下段は可能最大洪水流量($Q=2202\text{m}^3/\text{s}$) での結果を示す。

ンターの最大値の赤色を $1.2\text{m}^3/\text{s}^2$ として示している。単位幅運動量が $0.5\text{m}^3/\text{s}^2$ 程度から避難時の歩行速度が落ち、 $1.2\text{m}^3/\text{s}^2$ を超えると歩行が困難となるといわれている。上段に示す $Q=921\text{m}^3/\text{s}$ では、氾濫原の中で洪水流が集中する一部を除くと、中程度の単位幅運動量であり、注意すれば歩行や避難は可能な条件に該当する。流量の大きな下段では氾濫域は全体的に運動量が大きく、歩行できないと考えられる。したがって、可能最大洪水の発生中に浸水域において地上での避難や救助はできないものと考えられる。

4. おわりに

中山間地域を対象に計画降雨を大きく越える降雨時どのような災害が発生しうるかを検討した。既往の可能

最大降雨の検討結果をベースに、厚狭川と佐用川流域の中山間地域を対象として、可能最大降雨レベルでの洪水が発生した際に、どのような洪水流況が発生し、どのような被害が生じうるのかを、既往の被災事例と比較しながら検討した。その結果、川沿いの氾濫原に配置された家屋等への大きな被害の可能性、道路・鉄道網への壊滅的被害の発生が予想された。一方で、被害を受けにくい場所に配置された集落も少なくないことが確認され、その判別にはハザードマップに示された浸水想定区域が参考になることがわかった。家屋が残っても、交通網が遮断されることによる二次避難や救援活動の困難さが予想されるため、可能最大洪水での二次避難や救援活動において、地上の交通網を利用しない輸送方法の利用や、交通網の遮断を前提とした防災拠点の機能確保が必要である。またポイントを絞った交通網の洪水耐性の強化も検討すべきである。

謝辞：本報告をまとめるに当たり、広島大学工学部河原能久教授、塚井誠人准教授から有益な助言を受けました。現地調査において広島大学工学部水工学研究室学生諸氏の協力を得ました。以上、ここに記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 太田敏之, 唐澤仁士, 岡安徹也, 佐古俊介: 河川分野における国土強靱化の取り組み, JICE REPORT, No.51, pp.44-51, 2014.
- 2) 近森秀高, 永井明博, 久枝誉洋: レーダー・アメダス解析雨量を利用した DAD 解析, 農業農村工学会全国大会講演要旨集, pp.224-225, 2010.
- 3) 首藤伸夫: 津波による海岸堤防・護岸の被災—昭和 8 年三陸大津波から昭和 35 年チリ津波まで—, 津波工学研究報告, 第 16 号, pp.1-38, 1999.