

円山川の超過洪水時におけるリスク軽減のための氾濫誘導に関する研究 Study on Inundation Induction for Risk Reduction against Excessive Flood in Maruyama River

○大西左海・角 哲也・竹門康弘・Sameh Kantoush

○Sakai ONISHI, Tetsuya SUMI, Yasuhiro TAKEMON, Sameh KANTOUSH

This study examines a new countermeasure, 'Inundation induction', to increasing external flood forces. It's a flood mitigation measure to effectively use available low risk areas as floodplains under considering topography and property distribution in a watershed. Areas and flood retention volumes are determined by uniformly lowering existing levee elevations. After choosing appropriate inundation areas, their amount of flood damages and risk reduction effects downstream are both calculated by changing the height of overflow levee. The results indicate that suitable design of inundation induction could reduce total flood damages to the entire watershed. (92 words)

1. はじめに

気候変動により洪水外力が増大する懸念を受けて、国土交通省は流域治水の考え方を打ち出した。流域治水は、超過洪水に対して、洪水を適切な場所に配分し、流域全体で洪水対策を行うという考え方である。その中で、氾濫を用いた治水施設である霞堤や遊水地が注目を集めている。

さらに、計画的氾濫という考え方も生まれている。これは、氾濫が不可避である大洪水を無計画に氾濫させず、氾濫原における人口・資産の縦断分布を考慮して氾濫させることである¹⁾。石川らは、主に上流域の谷底平野に点在する閉鎖性氾濫原等を用いて、計画的氾濫によるピークカット効果を検証している²⁾。

しかし、計画的氾濫が流域内でどれほどの被害軽減に寄与するかは計算されていない。また、その実現に関しても、土地利用者との合意形成や浸水に際しての補償等多くの問題が生じると考えられる。

そこで本研究では、地形・資産分布を考慮して適切な地域に氾濫を導くことで超過洪水に対して流域全体の被害を減少させることを「氾濫誘導」と定義し、その定量化を行うことを目的とする。具体的には、1) 氾濫誘導の手法の提示を行い、2) 流域全体の浸水被害額を算出して氾濫誘導の効果を定量化し、その実現性を検討する。

2. 手法

先の目的を達成するために、本研究では日立パワーソリューションズ(株)が提供するソフトウェア DioVISTA/flood を用いて解析を行った。

表-1 解析条件

境界条件	上流端	流量ハイドログラフ(府市場,弘原)
	下流端	津居山港潮位(0.7142m)
地形データ	国土地理院50mDEM	
河道データ	平成31年横断測量データ(200mピッチ)	
メッシュサイズ	25m	
マニング粗度	円山川	0.032
	出石川	0.03
対象流量	平成21年台風9号洪水の2倍引き伸ばし	
計算時間	48時間	
計算タイムステップ	5分	

対象流域は、兵庫県円山川流域豊岡である。本流域は軟弱地盤により築堤が難しく、氾濫誘導による超過洪水対策の検討が有効と考えられる。解析条件は表1の通りである。

本研究では、氾濫誘導による治水効果の検証に重点を置くため、外水のみを考慮する。平成21年台風9号の計画基準点(立野)水位でモデルの妥当性を検証し、相関係数：0.99, NSE：0.94 が得られている。

氾濫誘導先の選定手法は以下のとおりである。

- 1) 流域の堤防高を現況より一律に1m, 2m, 3m と下げる。
- 2) 流量条件を変えていき、堤防条件ごとの氾濫箇所・浸水面積・浸水深を確認する。
- 3) 浸水深を治水地形分類図、建物分布、農地分布と重ね合わせて、氾濫誘導先を決定する。

以上の手法で決定した氾濫誘導先を図1に示す。図1(右)は、氾濫誘導先の治水地形分類図に、建物と農地の分布を重ね合わせたものである。この地域は、山地と堤防で囲まれた閉鎖性氾濫原

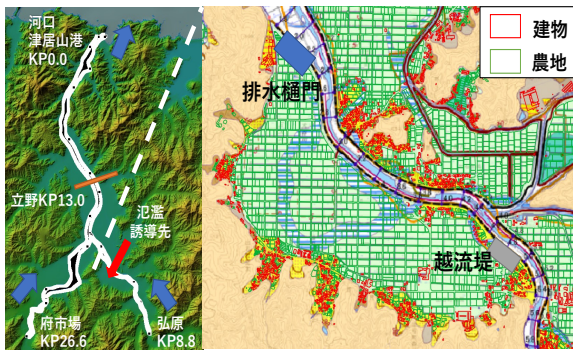


図-1 計算範囲（左）と氾濫誘導先（右）

であり、家屋も多くが山際の自然堤防上に位置しているため、氾濫誘導を行っても家屋への被害は少ないと考えられる。図のように、この地域の上流側には幅 200m の越流堤を、下流側には幅 10m、高さ 2m の排水樋門を設けた。当該地において越流堤以外の堤防は壁立て条件とし、流量条件に対して越流堤高さを変化させ、計画基準点である立野地点における流量ハイドログラフと、流域全体の被害額をそれぞれ算出した。本報告では、超過洪水の流量条件として、平成 21 年台風 9 号洪水の波形を 2 倍に引き伸ばしたものをを用いる。計算式は、氾濫モデルには 2 次元浅水方程式を、河川モデルには 1 次元浅水方程式を用いた。被害額の換算手法は、治水経済調査マニュアルによった。

3. 結果

図 2 に越流堤高さを変化させた場合の立野地点のピーク付近流量ハイドログラフの変化を、図 3 に浸水被害額の変化を示す。図 2 より、現況堤防高から 1m 下げた場合はピークカットにはほぼ寄与しないが、2m、3m の場合、それぞれ約 130m³/s、約 280m³/s のピークカットが行われる結果となった。

また、図 3 を見ると、現状の堤防高さよりも切り欠きを入れた方が、流域全体の浸水被害額を低下させることができている、特に 2m の切り欠きにおいて最小となる結果となった。

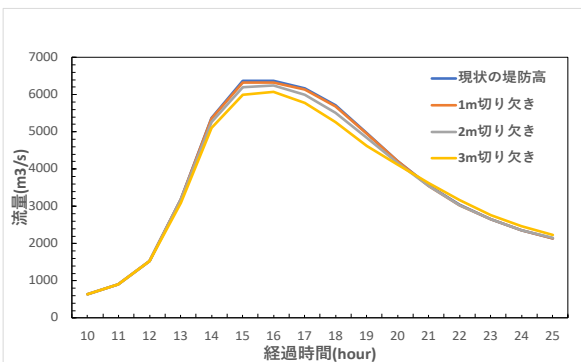


図-2 越流堤高さごとの立野地点の流量ハイドログラフの相違

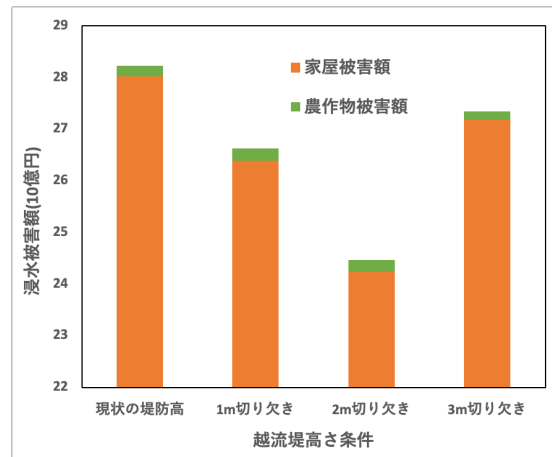


図-3 越流堤高さごとの浸水被害額の相違

4. 考察

次に、補償の問題を考える。今回のケースでは、例えば、1m の切り欠きを入れることで、流域全体の浸水被害額を約 1.6 億円軽減できていることになる。このように超過洪水の確率規模ごとに氾濫誘導先の寄与度を定量的に評価することで、補償金の議論が容易になると考える。

遊水地化による補償は、現状では用地買収方式か地役権方式の二つであり、いずれも現在の土地利用者にとって制限の大きいものとなっている。本研究の手法によって氾濫誘導先を選択し、その地域を、流域治水関連法で新たに規定された「貯留機能保全区域」とすることで、現状の土地利用を継続できる。さらに、氾濫誘導がされるごとにその寄与度に応じて補償をするシステムを構築できれば、流域治水の合意形成も容易になると考える。

5. 結論

本研究では、超過洪水対策の氾濫誘導におけるフローを示し、被害額を用いた定量的な評価によりその実現性を検討した。その結果、氾濫誘導を規定する越流堤高さの低下量（ここでは 2m）により、洪水ピークカットおよび流域全体の被害額を減少させることが示された。氾濫誘導によって地形の持つ治水ポテンシャルを評価することが、気候変動を受けて、流域治水の実現に向けた検討に資すると考える。

参考文献

- 1) 石川忠晴：今後の超過洪水対策における計画的氾濫について，水文・水資源学会誌，Vol. 33, No. 6, pp. 263-270, 2020.
- 2) 石川忠晴，名本伸介：築堤に伴い谷底平野に発生する閉鎖性氾濫原での治水対策に関する提案と試算，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol. 78, No. 2, pp. 223-228, 2022.