

多様な降雨条件による農業水利施設の運用と洪水緩和効果の評価

Evaluation of Flood Mitigation Effects according to Operation of Agricultural Facilities under Various Rainfall Conditions

○皆川裕樹* 吉田武郎* 相原星哉* 高田亜沙里*

○MINAKAWA Hiroki · YOSHIDA Takeo · AIHARA Seiya · TAKADA Asari

1. はじめに

流域治水の中で、農業分野からは農地や農業水利施設等の有効活用が検討されている。特に農業用ダムや田んぼダムによる貯留機能の強化が注目され、2023年度時点では413基の農業用ダムが事前放流に関する治水協定を締結し、田んぼダム取り組み面積は約87,000haに拡大した。これらの取り組みをさらに促進させるためには、影響する範囲やポテンシャルを評価し、実施者に実感を持ってもらうことも有効である。気候変動によって予測される将来の豪雨の強大化に対し、各施設の取組によって期待される効果を予め整理することは、地域防災を検討するための有益な情報となる。様々な地区や施設で発揮された効果は河川を通じて複合的に表れるため、その効果を評価するためには流域一体での解析が必要となる。ただし、広域を対象とする場合は降雨の時空間分布の影響が大きい他、対象施設の運用方法等も結果に影響する。そこで本研究では、現在および将来想定される多様な降雨条件下において、農業用ダムと田んぼダムの運用方法と発揮される洪水緩和ポテンシャルの関係を評価することを目的とする。

2. 対象地区と研究方法

一級河川最上川の上流部に位置する糠野目観測点の上流域（流域面積約360km²）を対象とした（Fig.1）。本流域は、農業用に整備された水窪ダム（総貯水量約3,100万m³）を有しており、下流部には水田域が広がっている。本流域に洪水用に改良した分布型水循環モデル（相原ら、2023）を適用した後、農業用ダム貯水位と水田域での田んぼダム実施率を任意に設定できるよう改良した。気象データはd4PDF（5km ダウンスケール版）の過去実験（以下 hist）及び、2°C上昇実験（同2K）と4°C上昇実験（同4K）を1kmに空間内挿するとともに1時間単位に変換し、各実験で合計720年（60年×12シナリオ）を準備した。

まず、対象域における流域平均の日雨量を算定し、連続3日間の合計値を指標として各期間で上位720イベントを抽出した。次に、流域の乾湿条件（3通り）と農業用ダム、田んぼダムの運用条件（各3通り）をモデル上で設定し、それらを組み合わせた計27通りの条件で、抽出した降雨イベントに対する解析を実行した。これらの結果を比較して、気候変動の影響及び農業施設の運用で期待される洪水緩和効果を評価した。

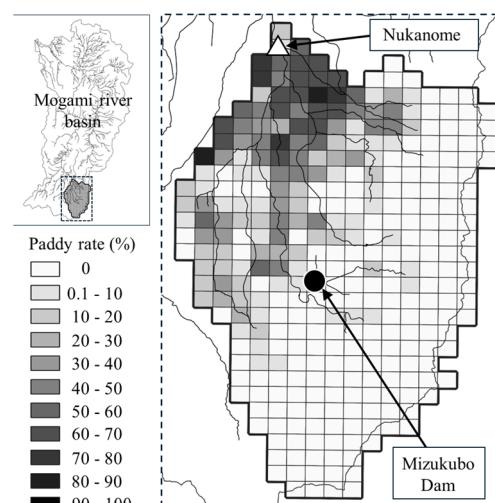


Fig.1 糠野目流域
Outline of the target area

* (国研) 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO
キーワード：流域治水、気候変動、洪水緩和効果

3. 結果と考察

最下流の糠野目地点を対象として、期間別に全解析結果(解析期間は抽出イベント+3日間)の流量ハイドログラフを並べると、降雨条件によって異なる多様なハイドログラフが得られた (Fig. 2)。長期間を対象としたことで、この地点で設定されている計画高水流量 ($1400.0 \text{ m}^3/\text{s}$) を超えるような極端なパターンも含まれていた。次に、各イベント時のピーク流量を抽出し度数分布を分析すると Fig. 3 が得られた (農業施設未活用の条件)。流域の乾湿条件も結果に影響したが、本研究は洪水時を対象とするため、以降は湿润状態の結果に注目する。図より、現在よりも将来期間で、また 2K よりも気候変動の影響が大きい 4K で同じ累積割合時の値が増加しており、例えばピーク流量の 90 パーセンタイル値は、hist の $1101.9 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し 2K で $1310.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 、4K で $1389.1 \text{ m}^3/\text{s}$ と増加した。さらにこの結果は、農業水利施設の運用によって変動した。hist の 90 パーセンタイル値を例にすると、田んぼダム実施率を全水田の 30% の場合は $16.9 \text{ m}^3/\text{s}$ 、60% の場合は $25.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 減少と算定され、実施率とともに洪水緩和効果も上昇した (Table 1)。同様に、農業ダム貯水位を常時満水位から 6.2m 低下 (治水協定の上限) させると $82.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 減少となった他、両方の施設を同時に活用した場合の複合効果も評価できた。

4. まとめと今後の予定

本手法により、対象地区内の任意地点で洪水緩和効果を視覚化でき、施設運用方法を変えた場合の効果やその影響範囲、期待値等を算定可能となった。次は、検討に用いた多様な降雨条件についてパターンを分類し、降雨パターンと施設運用の効果の関係を評価する。また、洪水緩和効果について確率的な評価を実施し、流域治水や施設整備に有益な情報を整理する予定である。

謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金（基盤(C)21K05841、代表：皆川裕樹）および内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期「スマート防災ネットワークの構築」（研究推進法人：国立研究開発法人防災科学技術研究所）によって実施された。

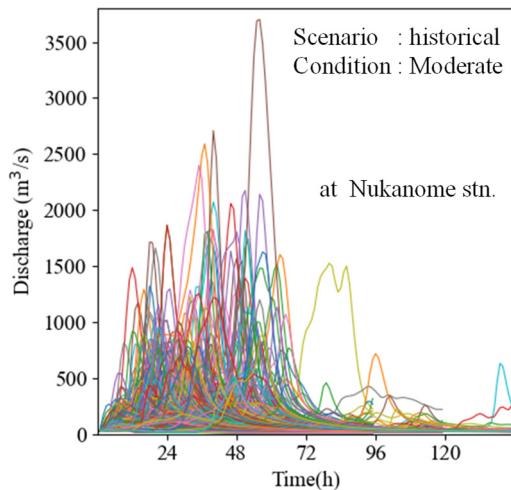


Fig. 2 様々な降雨条件下のハイドログラフ例
Examples of hydrograph under various rainfall patterns

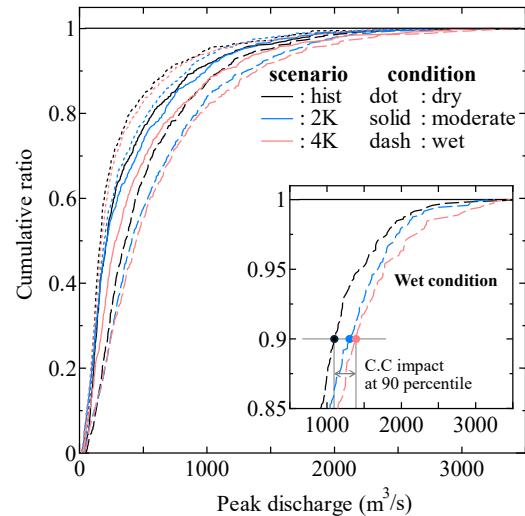


Fig. 3 ピーク流量に対する気候変動の影響
(農業施設活用無しの結果)
Climate change impact on peak flow
(no use of agricultural facilities)

Table 1 農業施設の活用で期待されるピーク流量の 90 パーセンタイル値の減少量
90 percentile reduction in peak flow expected from use of agricultural facilities

Use of the agri. facility	PFD 30%	PFD 60%	Dam -6.2m	PFD 60% & Dam -6.2m	(m^3/s)
hist	16.9	25.2	82.8	125.1	
2K	29.7	56.0	116.7	155.6	
4K	28.9	53.5	103.4	147.9	

*PFD : Paddy Field Dam