

洪水吐ゲート操作による事前放流の治水効果の向上度の評価 Evaluation of improvement in flood control effects of prior release using spillway gates

○相原星哉*, 吉田武郎*, 皆川裕樹*, 高田亜沙里*

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

1. はじめに

「既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本方針」の策定を受け、治水を本来の目的としない農業用ダムにおいても事前放流等の洪水調節に係る運用が開始された。筆者らは、農業用ダムの約9割（防災専用ダムを除く）を占めるゲートレスダムにおける自然越流式の放流操作において、事前放流実施時に期待される治水効果を評価した。ゲートレスダムでは、洪水流入量が利水放流管の放流能力を超過した時点から事前放流による確保容量が消費されるため、集水面積当たりの確保容量（相当雨量）が40 mm未満と小さいダムでは、250 mm/d以上の降雨におけるピークカット効果は10%未満に留まった（相原ら，2021）。一方、洪水吐ゲートを保有する農業用ダムにおいては、洪水流入初期には貯留を行わず、洪水ピーク付近まで事前放流による確保容量を温存する放流操作を行えば、同量の相当雨量を有するゲートレスダムよりも大きな洪水調節効果を有することが期待される。しかし、洪水吐ゲート操作の効果を加味した事前放流の治水効果については評価されていない。そこで本研究では、洪水吐ゲートを保有する農業用ダムの1つであるSダム（相当雨量41.1 mm）を対象に、洪水吐ゲート操作による事前放流の治水効果の向上度について評価した。

2. 方法

Sダム流域を本研究の対象とした。ダム流入量に対する放流量のピークカット効果について、以下の放流ルールによる洪水吐ゲート操作（以下、ゲート操作あり）と、自然越流式の2種類の放流操作により評価した。ダム放流量は、貯水位およびダム流入量に基づく貯水池の水収支により、10分間隔で計算した。ダム流入量は、ダム流域を1km²のメッシュに分割した分布型水循環モデル（吉田ら，2012）により計算し、ダム初期貯水位には、事前放流により常時満水位から3 m低下させた貯水位を設定した。洪水吐ゲート放流操作は、①ダム流入量が洪水量（100 m³/s）を超過するまでは、流入量と等量の放流を行う、②流入量が洪水量を超過した以降、洪水量を放流しながら貯留を行う、③貯水位が常時満水位に到達したら、流入量と等量の放流を行うものとした。自然越流式の放流操作は、①貯水位が常時満水位に達するまでは利水放流管の最大放流能力（11.82 m³/s）で放流を行い、②貯水位が常時満水位に達した後は流入量と等量の放流を行うものとした。そして、両放流操作についてダム放流量のピークカット率（PCR；%）をそれぞれ計算した。

$$PCR = (Q_{\text{peak,inflow}} - Q_{\text{peak,release}}) / Q_{\text{peak,inflow}} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 $Q_{\text{peak,inflow}}$ はダム流入量、 $Q_{\text{peak,release}}$ はダム放流量のピーク流量（m³/s）である。

ダム流入量の計算に用いる降雨には、レーダーアメダス解析雨量より、降雨継続時間が24時間以内で、降雨ピーク位置の異なる3種の降雨（前方山型、中央山型、後方山型）を抽出し、総雨量150~400 mm/dの範囲で50mm間隔で引き伸ばした降雨とともに、1/10、1/30、1/100確率雨量（表1）まで引き伸ばした降雨を用いた。なお、Sダムにおける事前放流実施の基準降雨量は1/25確率雨量に相当する。

* 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO
キーワード：農業用ダム，事前放流，洪水吐ゲート

3. 結果と考察

1/100 確率雨量・後方山型降雨におけるダム放流量の変化を図 1 に示す。自然越流式の場合には、ピークカット率は 5.9%であったのに対し、ゲート操作ありの場合には、ピークカット率は 55.0%まで上昇した。

図 2 には、総雨量とダム放流量ピークカット率の関係を示す。図中の線は 3 種の降雨波形により計算された放流量ピークカット率の平均値を、網掛け部の上限と下限は、それらの最大値と最小値を示す。自然越流式の場合には、ピークカット率は、降雨量の増加とともに低下した。ゲート操作ありの場合には、総雨量 200 mm/d までは貯水位が常時満水位に達しなかったため、ピークカット率はピーク流量の増加に従って、降雨量とほぼ線形に増加した。3 降雨波形によるピークカット率の平均値は、総雨量 200~300 mm/d の範囲において、自然越流式の 2.2~4.6 倍に向上した。総雨量 250 mm/d 以上では、事前放流による確保容量が消費されたため、ピークカット率は降雨量の増加とともに減少した。

1/100 確率雨量までは、ピーク流量は最大でも 161 m³/s と洪水量をわずかに上回るのみであったため、ピークカット率は自然越流式よりも小さかった。その場合、洪水量放流中にはほとんど貯留が行われず、貯水位は最大で常時満水位を 2.9 m 下回った。しかし、流入量が洪水量を下回った時点から利水放流管の最大放流能力で放流しながら貯留を行えば、貯水位は常時満水位まで回復した。このことから、洪水量を超過する流入のみを貯留する洪水吐ゲート操作により、利水容量の不足を生じずに、事前放流による治水効果を向上できると考えられる。

4. おわりに

洪水量を超過する流入のみを貯留する洪水吐ゲート操作により、事前放流による治水効果が向上することが明らかになった。今後、全国計 10 基の農業用ダムにおいて、同様の洪水吐ゲート操作ルールによる計算を行い、治水効果の向上度について典型的に評価する。なお、実際の操作への適用可能性については、降雨予測の不確実性のもと、常時満水位到達まで放流を遅らせることや、常時満水位超過後に放流量が急激に増加することの安全性について、別途検討する必要がある。

引用文献 相原ら (2021): ダムの諸元および下流河川の特性に基づく農業用ダムの事前放流の治水効果の定量評価, 水文・水資源学会研究発表会要旨集, 34, 50-51. 吉田ら (2012): 広域水田灌漑地区の用水配分・管理モデルの実装による流域水循環のモデル化, 農業農村工学会論文集, 277, 9-19.

表 1 S ダム流域の確率雨量

確率年	総雨量 (mm/d)
1/10	161.5
1/30	191.6
1/100	227.7

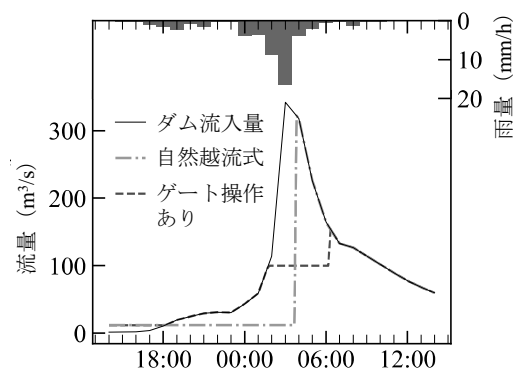


図 1 1/100 確率雨量・後方山型降雨におけるダム放流量ハイドログラフ

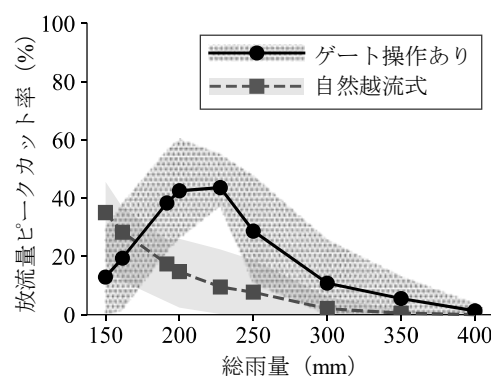


図 2 総雨量とダム放流量ピークカット率の関係