

ため池群の事前放流による流域規模での洪水軽減効果の汎用的な簡易評価手法 A Simple and Generalized Evaluation Method for the Flood Mitigation Effects of Pre-release of Water from Multiple Agricultural Ponds at the Basin Scale

○高野陽平^{*,**}・吉川夏樹^{***}・中村友和^{**}・所正真^{*}・田中丸治哉^{****}

Yohei TAKANO, Natsuki YOSHIKAWA, Tomokazu NAKAMURA, Shoma TOKORO,
Haruya TANAKAMARU

1. はじめに

流域治水の取組みとして、ため池の事前放流による雨水貯留対策が推進され、流域スケールでの取組みの定量評価が試みられている。筆者らはこれまでに、河川流域におけるため池群の洪水軽減効果を簡易に評価する手法¹⁾を提案した。本手法は、ため池群および降雨の諸元のみから求めたため池洪水調節量（以下、洪水調節量）を説明変数とした一次式により河川ピーク流量低減率（以下、ピーク低減率）を推定するものである。兵庫県加古川水系の万願寺川流域を対象に構築した本手法の一般性を検証するため、他流域へ適用した結果、降雨シナリオごとに一次式の傾きが異なる結果となった。

本研究では、ため池群の事前放流の取組みがもたらすピーク低減率を評価するより一般性の高い簡易評価手法を開発した。

2. 簡易評価手法の改良

従来手法では、①「降雨ピーク時に空き容量が残存するため池集水面積の総和」に、②「降雨ピーク時刻から流量ピーク時刻までのため池集水域への累積有効雨量」を乗じて洪水調節量を求めた。しかし、この算定方法には、以下の3点の課題がある。第一に、②に河川流量ピークに寄与する降雨ピーク時刻以前の有効雨量が考慮されていない。第二に、洪水到達時間内に満水となるため池が存在する場合、②は全量が洪水調節量として寄与するとは限らない。第三に、流域面積や土地利用等が異なる複数の流域を統一的に評価する場合は、説明変数

に洪水調節量を直接使用できない。以上の3課題にそれぞれ対策を講じたが、ここでは第三の課題に対する改良について示す。

ピーク低減率は式(1)に示す通り、すべてのため池が満水であるシナリオのピーク流量に対する空き容量を設けたシナリオのピーク流量低減量の比率である。

$$PC = \frac{Q_F - Q_V}{Q_F} \times 100 \quad (1)$$

ここに、 PC : ピーク低減率(%), Q_F : ため池空き容量0%(満水状態)の河川ピーク流量(m^3/s), Q_V : 空き容量シナリオごとの河川ピーク流量(m^3/s)である。分子のピーク流量低減量($Q_F - Q_V$)は、洪水調節量に応じて決まると考えた。一方で、分母のピーク流量(Q_F)は流域面積のほか、土地利用地目別の流出特性や洪水到達時間内の降雨強度の影響を受ける。複数流域を対象とする場合、仮に流域面積が等しく、洪水調節量が同じ場合でも、土地利用構成や降雨強度が異なる場合は、ピーク低減率を洪水調節量のみで推定することはできない。そこで、洪水調節量を流域面積と洪水到達時間内の累積流域平均有効雨量で除して、有効雨量に対する洪水調節量の比率とした(式(2))。ここでは、この比率を洪水調節率と定義した。

$$FCR = \frac{\sum_{i=1}^p WS_i \times R_{EFi}}{A \times R_{ave}} \times 100 \quad (2)$$

ここに、 FCR : 洪水調節率(%), WS : 各ため池の集水面積(km^2), R_{EF} : 河川の洪水到

*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**株式会社ナルサワコンサルタント Narusawa Consultant Co., Ltd.

***新潟大学自然科学系(農学部) Institute of Science and Technology, Niigata University

****神戸大学名誉教授 Professor Emeritus, Kobe University

キーワード: ため池群, 洪水軽減効果, 簡易評価手法

達時間内にため池空き容量へ貯水した雨量 (mm), A : 河川流域面積 (km^2), R_{ave} : 洪水到達時間内の累積流域平均有効雨量 (mm), i : ため池番号, p : 対象ため池数である. R_{ave} は, 保留量曲線で作成した各地目別の有効雨量と各土地利用地目別面積を基に面積按分によって求めた. 洪水調節量を洪水調節率に変更することで, 土地利用地目別の直接流出成分や洪水到達時間内の降雨強度が考慮されると考えた.

3. 改良手法の適用

加古川水系の流域面積, 土地利用構成, ため池数等が異なる万願寺川, 東条川および千鳥川流域を対象に洪水調節率とピーク低減率の関係式を導出した. ため池群の事前放流によるピーク低減率の算定には氾濫解析モデル¹⁾を適用した. 対象流域内で長期間の雨量観測が実施されている北条観測所(国土交通省)の雨量データを基に, 降雨継続時間 24 時間の 10 年確率雨量 (187 mm), 50 年確率雨量 (249 mm), 100 年確率雨量 (274 mm) を求め, シャーマン型降雨強度式で前方山型降雨波形および後方山型降雨波形のモデルハイトグラフを作成し外力として与えた. 有効雨量化には一般保留量曲線を適用した. シミュレーション開始時のため池の空き容量率は, 0% (満水), 10%, 30%, 50%, 100% (貯水なし) の 5 シナリオとし, すべてのため池で一律同じ空き容量率で管理することを想定した.

4. 結果と考察

図 2 に万願寺川, 東条川, 千鳥川流域での洪水調節率とピーク低減率の関係を示す. 各流域ですべての計算結果が同じ線形の関係となることから, 降雨規模および降雨波形に依存しない関係であることが示された. また, 3 流域の結果は同じ一次式上にプロットされており, 複数流域を統一的に評価できることが明らかとなった. 3 流域での洪水調節率とピーク低減率の関係から導かれた原点を通る一次式の傾きは 1.15 で, R^2 は 0.93 である.

本式の妥当性を検証するため, 3 流域内を新たに 24 支川流域に分割して, それぞれに改良後の手法を適用した結果を図 3 に示す. 24 支川流域の結果は, 一次式上とその

周辺にプロットされており, 概ねすべての結果が一次式によるピーク低減率の推定値 $\pm 10\%$ 以内であることが確認された.

5. おわりに

本研究では, 降雨規模や降雨波形, さらに流域特性に依存せず, ピーク低減率を評価できる一般性の高い手法を確立した. 本手法の適用に必要なデータは, ため池の諸元と河川流域面積, 土地利用面積割合および降雨諸元である. 表計算ソフトと GIS があれば作業可能であり, 煩雑な数値シミュレーションを行うことなく簡易に任意地点のピーク低減率を推定できる.

参考文献

- 1) 高野ら (2024): 流域スケールにおけるため池群がもつ洪水軽減効果の簡易評価手法の開発, 土木学会論文集, 80 (16), 23-16185.

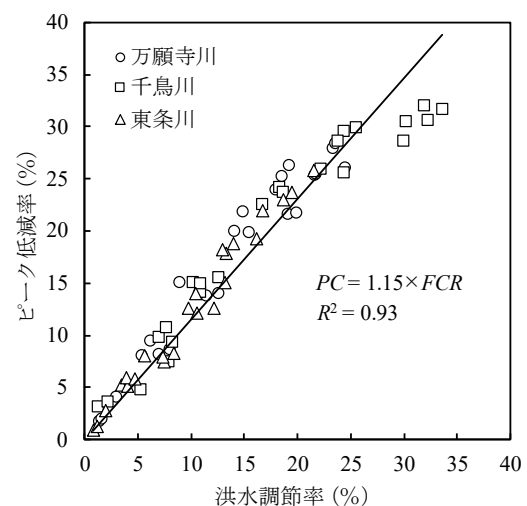


図 2 3 流域の洪水調節率とピーク低減率の関係

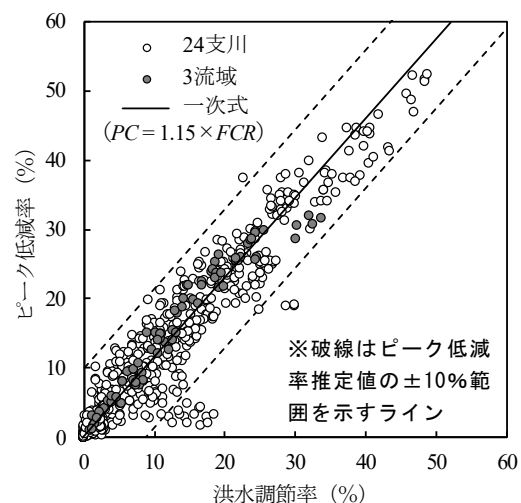


図 3 24 支川流域への改良手法の適用結果