

ため池の低水位管理と田んぼダムの相乗効果

Synergistic effects of low-water level management in agricultural ponds and Tambo Dam

○中村友和*・吉川夏樹**・高野陽平*・田中丸治哉***・宮津進**・長野宇規***

Tomokazu NAKAMURA, Natsuki YOSHIKAWA, Yohei TAKANO, Haruya TANAKAMARU,
Susumu MIYAZU, Takanori NAGANO

1. はじめに

流域治水対策のうち「氾濫をできるだけ防ぐための対策」として、ため池の事前放流による低水位管理や水田の貯水機能を活用した田んぼダムの取組みが注目されている。両者はともに、施設の空き容量を活用するものであるが、流出ピークカットの発現機構や立地条件が異なる。ため池は集水域をもち、効果規模は空き容量と集水面積の比に依存するのに対し、田んぼダムは水田の上空から降下する雨水のみがインプットであり、縮小した排水孔から田面水を流出させながら貯留するため、空き容量が枯渇することは稀である。また、ため池はその受益地である水田の上流に立地するため、流出ピークカットが氾濫域内の水田の浸水を抑制し、結果として、田んぼダムの機能が発揮される領域を広げる役割を果たす。こうした特徴の違いから、両取組みを同一流域で実施すれば、それぞれの取組みを個別に実施する以上の効果、すなわち「相乗効果」がもたらされると考えた。

本研究ではこの相乗効果を定量評価することを目的に、吉川ら¹⁾が開発した内水氾濫解析モデルに、新たに開発した「ため池サブモデル」を実装した。本モデルをため池および水田が多く存在する流域に適用し、流域スケールで、ため池群および田んぼダムそれぞれの河川ピーク流量低減効果を評価するとともに、両者の相乗効果を評価した。

2. モデルの適用構築

2.1 研究対象地

ため池数(約600面)が多く、流域に占める水田面積率が比較的高い流域として兵庫県播磨地方の加古川水系万願寺川流域を選定した。解析は、加古川合流地点から1.6 km上流に位置する万願寺水位観測所地点を起点とした流域14,405 ha、幹川長21.8 kmを対象とした。土

地利用は、水田27%、市街地18%、ため池4%、山地47%である。なお、流域面積に対するため池の集水域面積は27%である(図1)。

2.2 ため池の諸元と流出計算

本研究で対象としたため池は、兵庫県土地改良事業団体連合会が整備した「ため池データベース」に総貯留量、堤高、洪水吐諸元などが整理・掲載されている507面のため池である。ため池の内部形状は田中丸ら²⁾の円錐台近似モデルを援用し、これに必要な総貯水量、最大水深(堤高)、満水面積の諸元はデータベースから取得した。各ため池の集水域も本データベースの付属図面を参考に設定した。

ため池の貯水量の時間変化を計算するため、集水域山林部からため池への流入量はkinematic waveモデルで、流出量はデータベースの洪水吐諸元および形式に基づき、堰の公式を用いて計算した。低水位管理の効果は、ため池の空き容量に依存するため、初期水位の設定を外部ファイルで入力できる仕様とした。

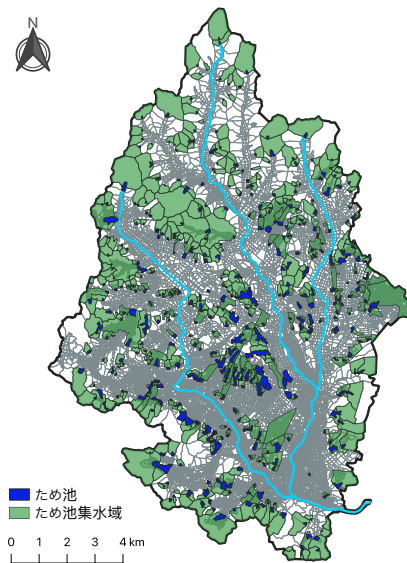


図1 万願寺川流域のため池と集水域の分布

* 新潟大学自然科学研究科 Institute of Science and Technology, Niigata University

** 新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University,

*** 神戸大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kobe University

キーワード：田んぼダム、ため池、流域治水

2.3 モデルの妥当性検証

2011年9月2日-5日の台風12号(兵庫県管理・加西観測所, 総降水量: 300 mm, 時間最大降水量: 61 mm/h) を外力として, 再現計算を行った. ため池の初期水位を変化させ流域内の河川水位観測所で記録されたハイドログラフと一致するよう試行錯誤した結果, 満水位の30%とした場合に全観測所の流量・水位実測値を最も良好に再現した(図2). 対象降雨イベント発生時にため池の低水位管理は未実施であったが, 本流域の気候条件や灌漑期後半の用水需要が高い時期であることを考慮すると, この設定は妥当であると考えた.

3. シミュレーションによる相乗効果の評価

現時点で, 対象流域内で田んぼダムの取組みはないが, 今後取組みの導入が検討されているため, シミュレーションでは流域内の全水田で田んぼダムを実施することを想定するシナリオを設定した. ため池低水位管理の効果は, 空き容量に依存するため, 実績雨量と同等の総降水量327 mmの前方山型, 後方山型のモデルハイドログラフを作成した. これを外力とし, ため池と水田の対策を組み合わせた計20ケースのシナリオで, シミュレーションを実行した.

いずれのシナリオにおいても前方山型が後方山型より河川ピーク流量が小さいが, これはピーク前の雨水の初期保留と, ため池の空き容量の減少の影響である(図3). ため池の低水位管理の効果は, 例えば, 後方山型でため池初期水位を満水位の25%とした場合, 満水位管理と比較して, 最下流地点の河川ピーク流量は約12.8%減少した. また, ため池を満水位とし, 田んぼダムを実施すると, 河川ピーク流量は17.6%減少した. これらが各取組み個別のピークカット効果である.

一方, ため池の低水位管理と田んぼダムを実施した場合, それぞれ個別に評価したピーク流量低減量の和と比較してわずかに効果が高まった. ため池の初期水位を満水時の25%を例とすると, 個別効果の和より1.3%大きい結果となった(図4).

4. 総合考察

本流域のようにため池が多く存在する流域において, 低水位管理の取組みは, 河川のピーク流量カットに効果があり, 空き容量を大きくするほど, 大きな効果が得られることが示された.

また, 田んぼダムとの相乗効果は筆者らの当初の予想より小さかった. 相乗効果の規模は(1)

河川流量減少に伴う雨水の流達時間の遅れによるピークの分散(正の効果)と(2) 氾濫域解消に伴う水田域からの流出増加(負の効果), のバランスによって決まる. 氾濫は河道から氾濫原への河川水の逆流を意味するため, ピーク流量を減少させる. 氾濫が解消されれば, 水田域から河道への順流が発生するため, 田んぼダムの流出抑制があったとしても, 河川流量は増加する. すなわち, 対象流域では, 前者が後者の規模を上回ったため, わずかではあるが相乗効果が発揮されたと考える.

何れにせよ, 万願寺川流域で両取組みを実施すれば河川ピーク流量の約1/3を減ずるポテンシャルがあることは, 今後の流域治水における農業農村分野の役割の大きさを示唆するものである.

参考文献

- 1) 吉川夏樹ほか(2011): 低平農業地帯を対象とした内水氾濫解析モデルの開発, 水工学論文集, 55, 2011.
- 2) 田中丸治哉ほか(2015): ため池の水位-貯留量関係のモデル化, 平成27年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集.

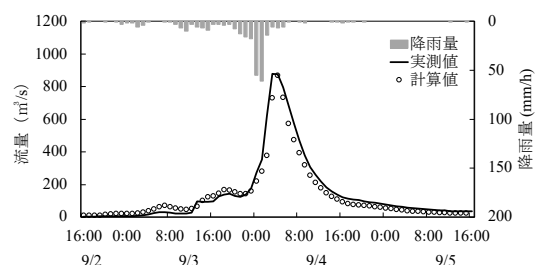


図2 万願寺水位局の実測値と計算値の比較

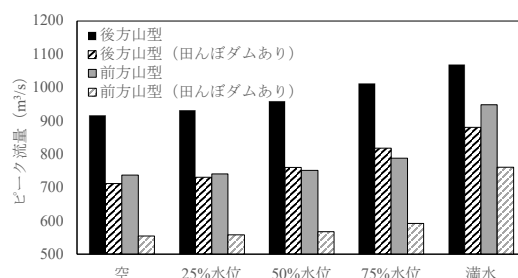


図3 ため池空き容量毎の河川ピーク流量

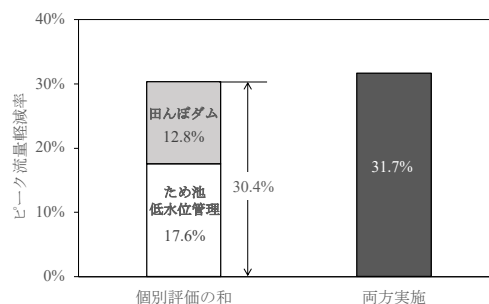


図4 25%初期水位管理のため池と田んぼダムの相乗効果