

ため池の揚水管理の導入が治水・利水安全度に与える影響 Influence of introducing pumping management to reservoir on flood control and water usage safety

○木原昂*・谷口智之**・凌祥之*

KIHARA Noboru・TANIGUCHI Tomoyuki・SHINOBI Yoshiyuki

1. はじめに

農業用ため池は古くから水資源が不足する地域に築造され、西日本を中心に約 15.4 万箇所存在する。近年、農家の減少と高齢化によって管理体制が弱体化しており、今後の維持管理が課題となっている（渡部ら，2021）。谷口ら（2020）は簡易なため池水収支モデルを構築し、ため池の渇水リスクと豪雨リスクを指標化した。全国に同一のため池が存在すると仮定し、複数の全球気候モデル（以下、GCM）データを用いて、地域別の現在と将来の各リスクの傾向と整備方針を示した。

ため池の水量を安定的に確保できれば、渇水リスクはもとより、豪雨リスクも低減できる（低水位管理が可能となる）。そこで本研究では、一度使用した用水（受益水田地域の排水）を太陽光発電で得た電力で揚水することを考えた（図 1）。谷口ら（2020）をもとに、ため池への洪水吐の設置、低水位管理、揚水を組み込んだ水管理を評価できるモデルを構築し、それを全国に適用することで、ため池への揚水管理の導入が治水・利水安全度に及ぼす影響の地域性を評価した。

2. 揚水を組み込んだため池水収支モデル

谷口ら（2020）のモデルは、水田とため池の水収支を日ごとに計算する。

$$\text{水田} : S_f(t) = S_f(t-1) + R(t) - P - ET(t) \quad (2.1)$$

$$\text{ため池} : S_p(t) = S_p(t-1) + R(t) \frac{A_p}{A_f} + Q_{in} - E(t) \quad (S_f(t) \geq 0 \text{ のとき})$$

$$S_p(t) = S_p(t-1) + R(t) \frac{A_p}{A_f} + Q_{in} - E(t) - M - S_f(t-1) \quad (S_f(t) < 0 \text{ のとき}) \quad (2.2)$$

ここで、 t は灌漑開始からの日数（d）、 $S_f(t)$ は水田湛水深（mm）、 $R(t)$ は降水量（mm/d）、 P は水田浸透量（mm/d）である。また、 $S_p(t)$ はため池貯水量（mm）、 A_p はため池の集水面積（ m^2 ）、 A_f は受益水田面積（ m^2 ）、 Q_{in} は河川からの供給水量（mm/d）、 M は管理用水量（mm/d）である。 $ET(t)$ と $E(t)$ は、それぞれ水田蒸発散量（mm/d）とため池の水面蒸発量（mm/d）であり、ペンマン式で推定する。各年の灌漑期間で上記の計算を行い、 $S_p(t)$ がマイナスとなる日数（水不足日数）を渇水リスク、 $S_p(t)$ が限界貯水量を超える日数（堤体越流日数）を豪雨リスクとしてカウントする。

本研究では、上記のモデルに揚水操作を組み込んだ（図 2）。揚水の水源には、前日にため池から受益水田地域に供給した用水のうち、近傍の排水路に還元する水田浸透量と各種管理用水量を使用する。現実のイメージとしては、受益水田地域の排水路を堰き止める、もしくは、親子ため池の子池から揚水することを想定する。

3. モデルの適用結果

全国に同一のため池が存在すると仮定し、農研機構メッシュ農業気象データを用いて、改良モデルを適用した。ため池の諸元値は福岡県 I 市に実存するため池の値を用

*九州大学大学院生物資源環境科学府 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, **九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University
キーワード：ため池，水収支モデル，揚水，リスク評価，GCM

いた。揚水電力は水上太陽光発電で得ることを想定し、パネル面積はため池水面の50%とした(農林水産省, 2021)。本パネル面積の揚水可能量は、最大で水田面積当たり約3 mm/dである。

表1に設定したシナリオを示す。まず、制限貯水量が総貯水量の90%(現状)の場合について検討した。現在の貯水管理に揚水管理を導入すると、現状で渇水リスクが高い地域(瀬戸内、関東平野、北海道北部)ほど利水安全度が向上した。一方、豪雨リスクが高い西日本の太平洋側では治水安全度が低減した。また、洪水吐を設置した場合、揚水しても渇水リスクは変化せず、全国で豪雨リスクが低下した。ただし、洪水吐の設置では積極的に放流することで堤体越流を回避しているため、下流域に対するため池の貯留効果が減少することを意味する。

制限貯水量を総貯水量の60%(低水位管理)とした場合、空き容量を確保することでため池の雨水貯留効果が高まり、豪雨リスクが高い地域で治水安全度が向上した。一方で、灌漑に使用できる水量も減るため、多くの地域で渇水リスクが高まった。これに揚水管理を導入することで、中国と東北では渇水と豪雨の両リスクを低く抑えられた(図3)。

引用文献 1) 渡部ら(2021):ため池管理の状況と課題-愛媛県西条市丹原町を対象とした調査報告-, 水文・水資源学会誌, 34(2), pp.127-135. 2) 谷口ら(2020):簡易なため池水収支モデルによる渇水・豪雨リスクの地域性評価, 水土の知, 88(9), pp.11-14. 3) 農林水産省(2021):農業用ため池における水上設置型太陽光発電設備の設置に関する手引き.

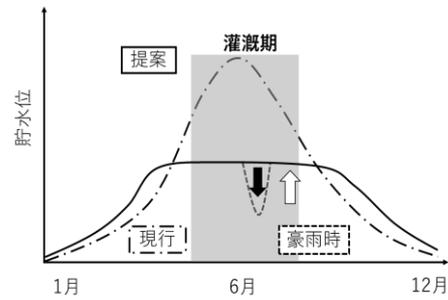


図1 揚水管理を導入したときのため池の貯水管理のイメージ

Pond water management visualization with pumped-storage integration

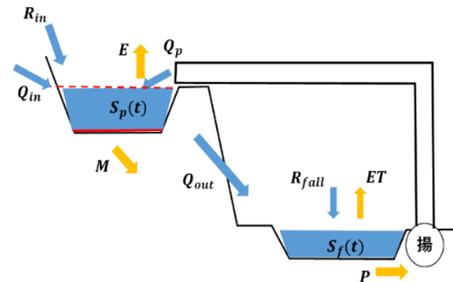


図2 揚水管理を組み込んだため池水収支モデル

Pumped-storage integrated pond water balance model

表1 本研究で設定したシナリオ Scenario set in this study

	初期貯水量 (%)	制限貯水量 (%)	放流可能量 (mm/d)
対策なし	90	90	35
揚水	90	90	35
洪水吐	90	90	70
低水位管理	60	60	35
低水位管理+揚水	60	60	35

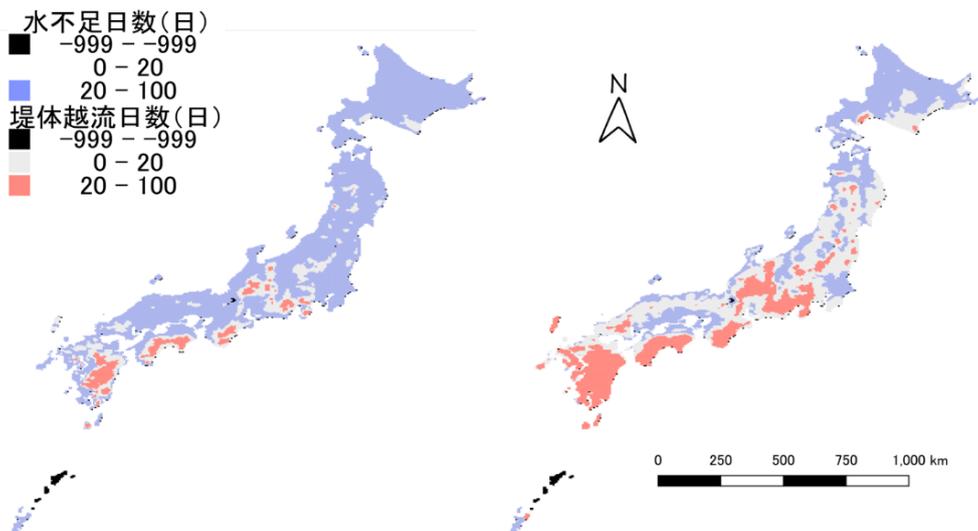


図3 低水位管理における渇水・豪雨リスク (左; 揚水なし, 右: 揚水あり)
Risk of droughts and heavy rains in low water level management (Left: Without pumped-storage, Right: With pumped-storage)