

佐賀県白石町におけるため池揚水モデルの適用 Application of the Irrigation Pond Pumping Model in Shiroishi Town, Saga Prefecture

○木原 昂*・谷口 智之**・岩田 幸良**

○Noboru KIHARA*, Tomoyuki TANIGUCHI** and Yuki Yoshi IWATA**

1. はじめに ため池の事前放流や低水位管理について受益者の合意を得るためには、安定した用水の確保が必要である。そこで筆者らは、利水を強化する手段として、受益地からの排水を揚水して反復利用するため池揚水モデルを提案した¹⁾。

本研究では、ため池ごとの諸元値の違いが治水と利水に与える影響を比較検討するため、ため池揚水モデルを佐賀県白石町の13個のため池に適用した。

2. ため池揚水モデル ため池揚水モデルでは、灌漑受益地内の平均的な水田湛水深 $S_f(t)$ とため池貯水量 $S_p(t)$ を水収支で計算する(図1)。また、揚水で消費する電力は、ため池の水上太陽光発電で賄うことを想定する。

$$W_s(t) = S_c S(t) \eta_s \quad (1)$$

$$Q_p(t) = W_s(t) \eta_p \rho g h \quad (2)$$

ここで、 $W_s(t)$ は太陽光発電量(MJ/d)、 S_c はシステム容量(kW)、 $S(t)$ は日射量(MJ/m²/d)、 η_s は損失係数、 $Q_p(t)$ は揚水量(m³/d)、 η_p はポンプ効率、 ρ は密度(kg/m³)、 g は重力加速度(m/s²)、 h は全揚程および落差(m)である。

本モデルでは、毎日の気象データを入力し、 $S_f(t)$ が負になった場合には不足水量 $Q_{out}(t)$ をため池貯水量 $S_p(t)$ から削減する。 $S_p(t)$ が負になった日数(以下、水不足日数)と、 $S_p(t)$ がため池の最大貯水量を超えた日数(以下、越流日数)をカウントし、それぞれを利水と治水の安全度の指標とする。

3. 使用データ 佐賀県白石町にある13個のため池(表1)にモデルを適用した。このうち、D~GとJ~Lは連続ため池である。これらはため池群として扱い、貯水量は合計値、その他は揚水を貯留する最下流のため池(GとL)の値を使用した。水田浸透量は20 mm/d、管理揚水量は5 mm/d(放流を行った日に限る)、水田畦畔高は100 mmとした。揚水の水源は、水田から浸透水(末端排水路で一時貯留した排水の反復利用)を想定し、揚水量の上限は浸透量と同じ20 mm/dとした。気象データは、メッシュ農業気象データ1 km 地域気候シナリオの現在気候値(1981~2000年)と将来気候値(2081~2100年, MIROC5のRCP8.5シナリオ)を使用した。解析期間は灌漑期(6月20日~10月13日)である。

対象ため池では、低水位管理が実施されている。本研究では、まず、①治水対策なし(満水位を維持して用水需要に応じて放流する管

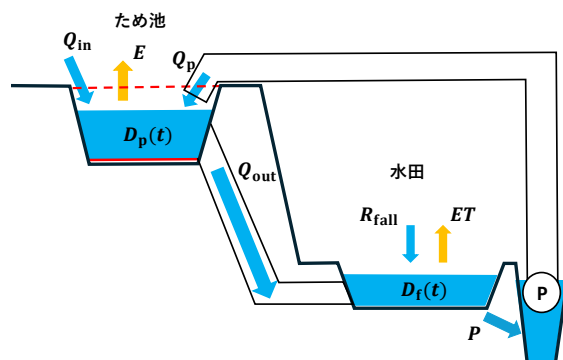


図1 ため池揚水モデルのイメージ
Image of the Irrigation Pond Pumping Model

*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, 気候変動, 揚水

理), ②満水位 70%の低水位管理 (現況) の二つのシナリオを現在気候値で比較し, 低水位管理の効果を確認した. さらに, ③将来気候値における 70%の低水位管理と②を比較し, 将来の治水と利水の安全度の変化を比較した. さらに, 将来に向けた揚水の対策効果を評価するため, ④~⑦では満水位 70%, 50%, 30%, 10%の低水位管理と揚水を併用した場合の治水と利水の安全度の変化を将来気候値で分析した.

4. 結果と考察 各ため池におけるシナリオごとの指標値の変化を比較したところ, 3 パターンに分けられた. 図 2 は各パターンの代表的なため池 (C, I, M) の水不足日数と越流日数のプロットである. なお, プロットはシナリオ①~⑦を直線でつないでいる.

C (類似の施設なし) はシナリオによらず, 水不足日数が常に小さくなった. 当該ため池は, 受益面積に対して集水面積が大きく (雨水流入量が多く), 貯水量も大きいため, 揚水による利水強化より低水管理による治水強化の効果が強く表れた. I (A が類似) は③~④で水不足日数が 36 日減少し, 越流日数は 2 日増大した. また, さらに低水位管理を強化すると, 越流日数が減少する一方で, 水不足日数も大幅に増加した. このタイプのため池は水不足が常態化しており, 揚水が特に利水対策として機能することを示唆している. M (B, D~G, H, J~L が類似) では満水位 30%の低水位管理 (⑤) によって, 現在 (②) と同程度の治水安全度で水不足日数を 13 日減らせると推定された. 一方, 満水位 10~20%の低水位管理 (⑥~⑦) にすれば, 現在と同程度の利水安全度で, 越流日数を 7 日程度減らせると推定された. このパターンのため池は治水と利水の対策効果がトレードオフの関係にあるため, 目的に応じて管理方法を選択する必要がある.

〈謝辞〉本研究は科研費 24K09128, JPMJSP2136, 2024 年度土地改良建設協会国営事業地区等フィールド調査支援事業の支援を受けました. 〈引用文献〉1) 木原ら: 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, 2023

表 1 白石町のため池諸元値
Specifications of the Irrigation ponds
in Shiroishi Town

施設名	貯水量 (千 m^3)	有効貯水量 (千 m^3)	満水面積 (ha)	堤高 (m)	集水面積 (ha)	受益面積 (ha)
A	401.60	361.40	5.60	16.50	105.00	466.00
B	51.00	45.90	0.98	13.60	36.00	50.00
C	1808.90	1540.00	58.60	5.10	1254.00	167.00
D	192.00	183.00	2.30	21.60	124.00	665.00
E	40.00	36.00	1.10	10.00	156.00	665.00
F	250.00	225.00	4.10	10.70	182.00	665.00
G	380.00	324.00	6.20	8.70	210.00	665.00
H	52.30	47.10	1.20	8.70	42.00	101.30
I	42.00	38.00	0.70	10.40	11.00	37.00
J	16.00	14.40	0.60	7.20	57.00	58.00
K	70.00	63.00	1.70	9.60	91.00	58.00
L	40.00	36.00	1.40	6.35	130.00	58.00
M	25.40	22.90	0.57	7.00	60.00	12.40

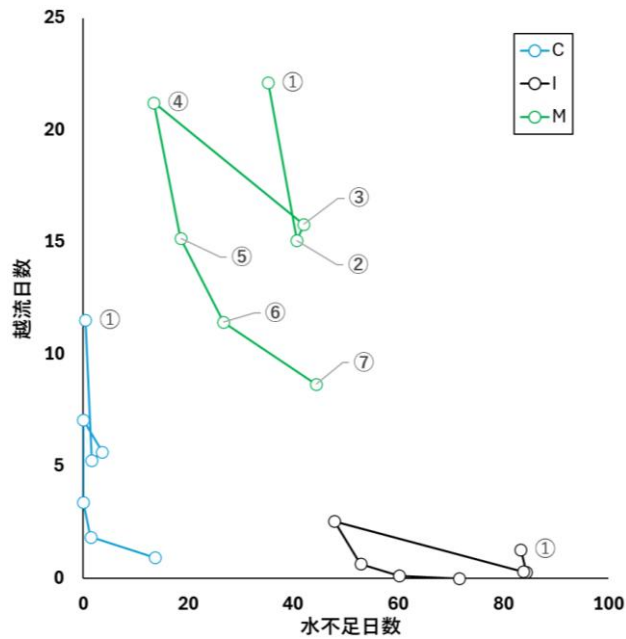


図 2 ため池のシナリオ別指標値
Scenario-Based Indicators Values for Each Pond