

小貝川流域水田ダムの動的堰高制御と 貯留機能-冷却機能相乗化

SATテクノロジー・ショーケース2026

■ はじめに

モンスーン稲作地帯では、短時間強雨の頻発と夏季高温化が併存し、流域治水と暑熱適応の統合設計が求められる。水田は本来、貯留機能と蒸散による冷却機能を併せ持つが、従来は洪水貯留効果（RET）と冷却ポテンシャル（CP）のトレードオフが指摘されてきた。本研究は小貝川流域を対象に、季節スケールと出水イベントスケールを統合したデータ駆動型の堰高制御を導入し、両者の関係を複数年にわたる持続的シナジーへ転換することを目的とする。2011-2020年を対象に、7月最低水深 ≈ 125 mmと堰頂高 ≤ 0.30 mを安全側の制約条件として設定し、年間の冷却効果を積算実蒸発散量（ Σ AET）で評価した。結論として、高水位の固定維持ではなく、適切なタイミング制御が要である。

■ 活動内容

モデルとデータ：土壌水分・水量収支モデルに可変高モジュールを実装。気象強制力はERA5毎時データ、基準蒸発散量（ ET_0 ）はFAO-56で算定。つくば（台地）と下妻（沖積低地）の代表圃場で2011-2020年の通年再現を実施。

比較戦略：

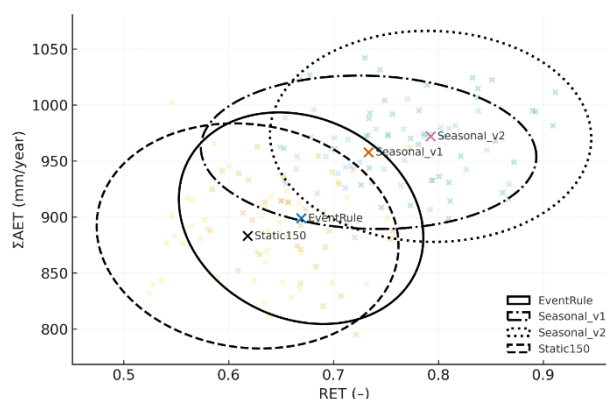
1. Static150（定水位）
2. EventRule（出水時対応）
3. Seasonal_v1（静的季節表）
4. Seasonal_v2（データ同調+三トリガー：降雨前予備放流／ピーク時保持／段階的再湛水）。

Seasonal_v2は先行降雨や土壌水分に基づき、操作の時期と量を自動決定する。

成果：

- ・ RET- Σ AETの右上シフト：Seasonal_v2は年次のRET- Σ AET平面で分布全体が一貫して右上に移動し、貯留効果を維持しつつ年間冷却効果を向上。
- ・ イベント検証：2015年の顕著出水でピーク流量低減と到達時刻遅延を確認。出水後約10日間、 Σ AETが増加し、「出水期の保水-事後の増冷」が時間差で機能。
- ・ 操作原理：7月最低水位 ≈ 125 mmは越流抑制とAET確保の閾値として、堰頂 ≤ 0.30 mは安全上の上限として有効。水位の絶対引上げより時相制御が効果決定因である。
- ・ ロバスト性：台地・沖積の両環境で同様の効果が再現され、年々変動に対しても優位性が持続。

図年次性能（RET- Σ AET）：Seasonal_v2による右上シフト（2011-2020）。



図キャプション：各運用戦略におけるRET（横軸）と Σ AET（縦軸，mm/yr）の散布図。外接楕円は分布の外形等値線、×印は中心傾向。Seasonal_v2（点線）はStatic150（実線）／EventRule（点鎖線）／Seasonal_v1（長破線）に比べ、分布全体が明確に右上へ移動し、滞蓄安全性を損なわずRETと年間冷却効果の同時向上を示す。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

1. 特許等(検討段階) 季節・イベント統合型堰高制御法：三トリガー+7月フロアを組み合わせ、安全制約下で多目的最適化を行う運用則。
2. 既設圃場向け可変堰キット：堰頂 ≤ 0.30 m、段階的再湛水プロトコルに適合する後付け改修。
3. 運用KPI設計：越流頻度 $\times \Sigma$ AETの同時監視ダッシュボード。

注：上記は検討中の技術スコープであり、出願・権利化を主張するものではない。

実証対象：小貝川流域(台地・沖積低地)。

代表発表者 王 英夫(おう えいふ)

所 属 筑波大学

問合せ先 〒300-2642

茨城県つくば市高野 553-1 101

TEL:0804177208 FAX:029-853-2109

■キーワード：(1)水田ダム
(2)データ駆動型堰高制御
(3)貯留・冷却シナジー

■共同研究者：大樂 浩司 筑波大学
Ermiyas Sisay Brhane
筑波大学