

農業主体の流域における排水機場群の運転が持つ河川流況への寄与度の分析

Evaluating the effects of drainage pumping stations operations on river flow in basins dominated by paddy fields

○福重 雄大* 皆川 裕樹* 吉永 育生*

○FUKUSHIGE Yudai · MINAKAWA Hiroki · YOSHINAGA Ikuo

1. 背景と目的

各地で豪雨が頻発し、全国の水災害リスクが増加傾向にある中、流域のあらゆる関係者が協同して水災害への対策を講じる流域治水プロジェクトが近年推進されている。中でも農業分野は、農地の土地利用面積が森林に次いで大きく、多くの水を河川から取水し、河川へ排水しているため、比較的河川との繋がりが強い。農業地域からの排水は、排水機場や樋門等の農業水利施設を通じて河川に放流される場合が多く、それらの水利施設は管理者によって人為的に操作される。排水先河川の上流～下流に水利施設が点在するような農業主体地区では、流域全体で効率的な排水を可能とし、地区の湛水被害を軽減するために、各水利施設の操作が河川流況へ与える影響を把握し、管理者へ提供することが重要となる。

本研究では、まず、流域内の農地面積割合が比較的高く、多くの排水機場が点在している河川流域を対象として、様々な洪水状況下での河川水位を再現可能な一次元不定流モデルを構築する。さらに構築したモデルを用いて、排水機場の運転が河川流況へ及ぼす影響を既往の洪水イベントを基に評価し、排水機場操作が河川流量／水位に及ぼす寄与度を明らかにする。

2. 対象地区の特徴とモデル計算の方法

(1) **対象地区**：本研究は、宮城県の吉田川流域を対象とした (Fig. 1)。吉田川は流域面積約 350 km²、幹線流路延長が約 53 km の一級河川で、流域内の水田面積は約 8,700 ha である。吉田川、竹林川、善川の三川が合流する落合地点より上流側では河川の勾配が約 1/500 である一方、下流側では約 1/3,000 と急激に緩やかになる。直近では平成 27 年、令和元年、そして令和 4 年に洪水被害が生じている洪水常襲地区で、特定都市河川にも指定され流域では流域治水対策が促進されている。下流域には排水機場が 19 機場あり、4 つの土地改良区が管理している。

(2) **計算モデル**：本検討では、横流入を考慮した固定床の一次元不定流モデルを有限差分法で計算した。移流項は不等間隔格子の QUICKEST スキーム、その他の時間微分項は前進差分、そして空間微分項は中心差分でそれぞれ離散化した。支川からの流入量は、別途水文モデルで計算し、これを横流入量としてモデルへ加えた。

(3) **計算条件**：本検討では、2022 年 7 月 15 日から 19 日の洪水イベント（落合地点における比流量 : 2.83 m³/s/km²）を対象とした。

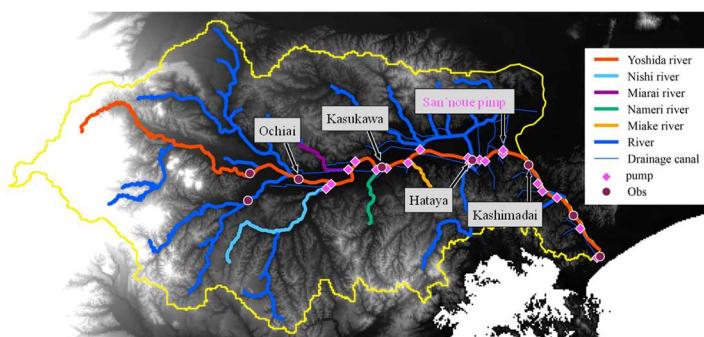


Fig. 1 対象地区

Research Area

* (国研) 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO
キーワード：一次元不定流解析、農業水利施設、洪水

境界条件として、上流側は落合地点を、下流側は野蒜地点の観測値を設定した。各機場地点では、ポンプの最大吐出量を一定値で横流入量として与えた。

3. 結果と考察

構築モデルによる再現計算を見ると Fig. 2), 観測値と比べて計算結果の水位の遞減速度がやや速かったが、ピーク水位の大きさとその位置は概ね再現されていた。

本モデルを用いて、全ての排水機場が洪水期間中に連続運転した場合の計算を実施し、上流端から約 16.5 km の山王江排水機場地点を対象に再現計算と比較を行った (Fig. 3)。両者の差を見ると、ピーク時と比べて低水位部で排水機場の影響が大きい。これは、河川流量に対する排出量の割合が影響していると考えられる。最大ピークが生じた時点 (7/16 8:00) に着目すると、最大で約 23 cm の水位差が生じていた。この水位差について、時刻を固定して縦断方向でみると (Fig. 4)，最大ピーク時刻の前 (7/16 0:00) と最大ピーク時刻の両方で、上流端から 15,000-20,000 m の区間で差が大きく現れた。これには、その地点までの排水量の総和に加えて、河道の地形条件(断面形状や勾配)等の影響も考えられるため、寄与度の評価にはこれらの要因も考慮する必要がある。この結果を踏まえ、排水機場群の連携操作と内外水位の関係について検討を進める。

4. まとめと今後の予定

農業主体の流域を持つ河川において、排水機場群の運転が洪水時の河川水位へ与える影響を検討した。今後は、複数パターンの洪水を設定したモデル計算を通じて寄与度の分析を進めるとともに、内水と外水の関係性を精査することで、適切な施設操作の提案や管理者の意思決定を補助する情報発信技術の開発を目指す。

謝辞：本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期「スマート防災ネットワークの構築」JPJ012289（研究推進法人：国立研究開発法人防災科学技術研究所）によって実施された。ここに記して深謝の意を示す。

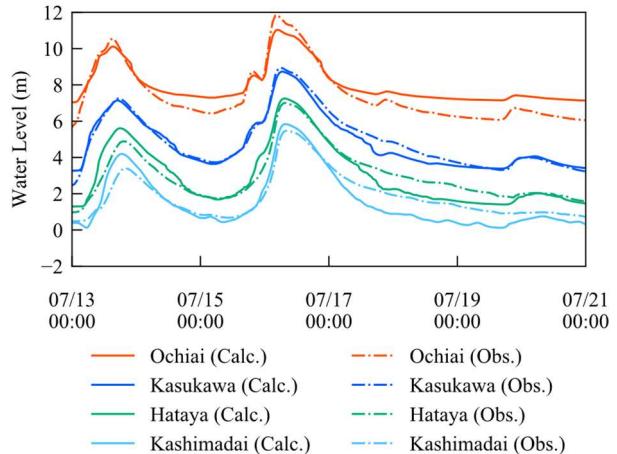


Fig. 2 2022 年 7 月洪水イベントにおける
観測水位ハイドログラフと計算結果の比較

Difference between calculated and observed water-depth hydrographs

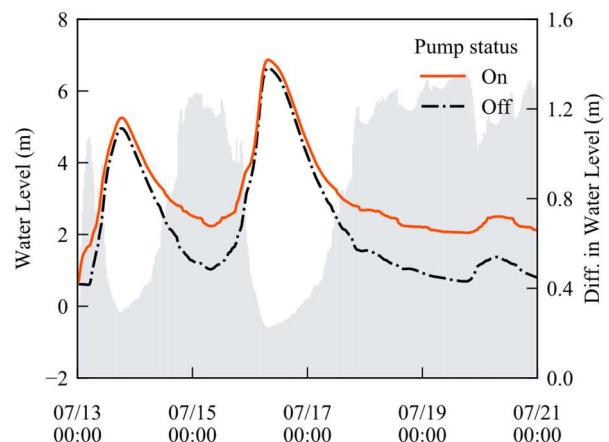


Fig. 3 排水機場の運転によって
山王江排水機場地点に生じる水位差

Difference in water-level due to operation of drainage pumping stations

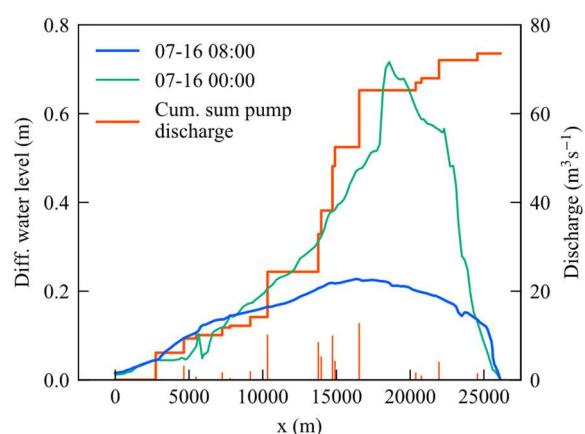


Fig. 4 排水機場の運転で生じた水位差の縦断図

Water-level difference profile due to operation of drainage pumping stations