

反復利用堰上げゲートの操作を判断するための排水解析モデルの構築 Drainage analysis modeling to operate lifted weirs for reuse of return flow

○岩瀬充季* 中田達** 高木強治*
○Atsuki Iwase* Toru Nakada** Kyoji Takaki*

1. はじめに

大河川の河口部など水資源確保が困難な地区では、農業排水路をゲートで堰上げ、その上流側で再び用水利用を行う、いわゆる反復利用が行われている。ゲートの管理者は、灌漑期間中はゲートを閉鎖し水位を確保するが、大雨の予報が出た際には上流側での湛水被害防止のためにゲートを開放する必要がある。しかし近年の豪雨の激甚化や管理者の後継不足のため、適切な操作タイミングをデータに基づいて明示していく必要がある。そこで本研究は、農業排水路内のゲートの操作を支援する手法の構築を目的とし、可動ゲートを有する排水路の流れを表現する排水解析モデルを構築した。それを用いて、降雨イベントに対するゲート操作を対象にシナリオ分析を行った結果を報告する。

2. 対象地区

関東平野の低平水田地帯に位置する A 土地改良区では、河川から取水した 4 本の幹線用水路によって受益地の大半に配水しているが、一部の地区は農業排水路を取水ゲートで堰上げて反復利用している。幹線排水路 C では、取水堰 B (Fig. 1) によって水位を堰上げ、直上流の分岐水路を通じて右岸地区へ水を送り、反復利用を行っている。取水堰 B は 3 門のゲートからなり灌漑期間中はゲートを閉鎖して越流させている。A 土地改良区は通常 3 日間を 1 サイクルとする間断取水を行っており、地区の総灌漑面積は約 18.67 km²、排水路 C が取水堰 B までに集水する面積は約 3.97 km² である。

3. 排水解析モデル

取水堰 B のゲート操作による排水路の水位変化を調べるために、A 地区における幹線排水路 C とその支線排水路を対象に、圃場流出タンクモデルと 1 次元非定常流解析による排水路モデルを組み合わせた排水解析モデルを構築した (Fig. 2)。圃場流出量は、還元水の流出特性を調べた Botou ら (2001) をもとに、施設管理用水を考慮した並列タンクモデル (Fig. 2) を用いて計算した。単位面積当たりの取水量および雨量を圃場への流入量 (mm/h) とし、Botou らと同様のパラメータを用いて単位面積あたりの流出量 (mm/h) を計算した。圃場から排水路への流出は、排水受益地を 38 の小区域に分割し、



Fig. 1 排水路内の取水堰
Diversion weir in a drainage canal

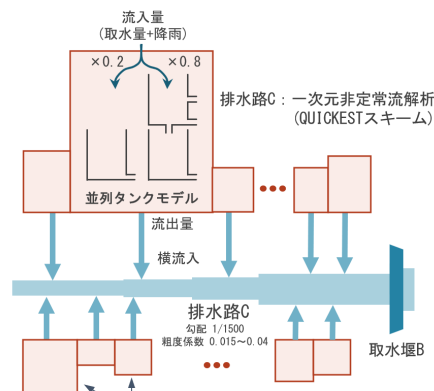


Fig. 2 排水解析モデルの概要図
Schematic diagram of drainage analysis model for District A

*東京大学大学院農学生命科学科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo **農研機構農村工学部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード ゲート操作 反復利用 洪水リスク 渇水リスク

各区域の面積と単位流出量を乗じ、排水路への横流入量 (m^3/s) として与えた。排水路の上流端には 0.7 ha の圃場流出量，下流端には取水堰 B 下流の段落ち下部の水位実測データを与えた。取水堰 B ではゲート閉鎖時は堰高を 1.03 m，開放時は 0.23 m とし，簡単のため流量係数 C を 1.6 としして流量公式を用いて計算した。

4. 結果と考察

灌漑期間 2022/8/9～8/18 における取水量・雨量データおよび計算した圃場流出量 (Fig. 3a) を入力としてモデルを適用した。取水堰 B の上流側の水深の実測値とモデルの計算値との比較を Fig. 3b に示す。ゲートを上下動させた直後の水深変動は実測値と異なり，ゲートを閉鎖後に水位が回復するまでに実際は 10 時間ほど要したが，モデルでは 3 時間ほどであった。一方で，ゲートの上下動がない期間は概ねモデルが実測値に合致しており，無降雨期の灌漑水の排水はおおむね再現できているといえる。

8/13～14 の降雨イベント (累積雨量 19 mm) に対して，堰の開放がない場合および降雨量が実測データの 2 倍であった場合を想定したシナリオ分析を行った (Fig. 4)。観測期間中のゲート操作は台風による大雨を想定した事前の操作であったが，雨量が予測を下回ったため，堰を開放しない場合でも水深は水路天端に届くことはないと推定される。一方で雨量が 2 倍の際には水路天端を超えた水深となっており，ゲートの開放が必要であることがわかった。

5. まとめと展望

排水路内の取水堰の操作を組み込んだ排水解析モデルは，灌漑時および降雨時ともに現象をおおむね再現できたといえる。取水堰 B では，ゲートの再設置後の水位の回復に時間を要するにも関わらず，日常的な降雨でも操作が必要であり，シビアな管理がなされていることが明らかになった。今後はモデルの改良に加えて，用水需要のピーク時や渇水時を想定したシミュレーションを行い，ゲート再設置のタイミングと水位回復に要する時間の関係性を明らかにしたい。また，降雨予報に対する適切なゲートの操作タイミングの推定方法についても検討を進めたい。

謝辞 本研究は JSPS 科学研究費助成 (22K05896) の補助を受けた。

参考文献 Botou ら，農業土木学会論文集，212，83-89，2001。

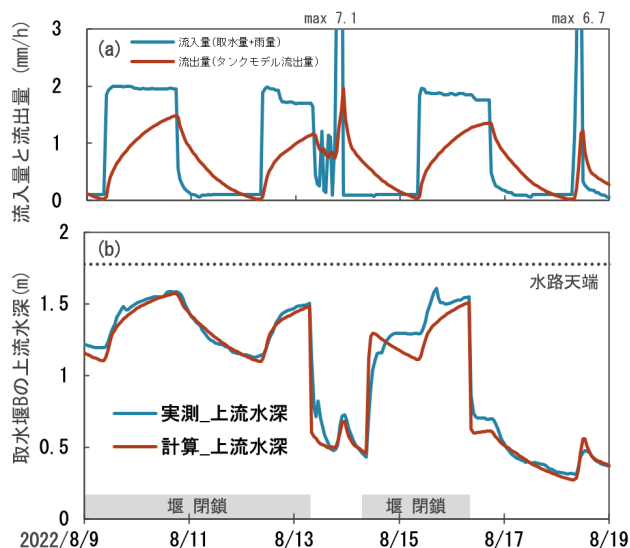


Fig. 3 (a) 圃場の流入量と流出量 Field inflow and outflow (b) 取水堰 B の上流水深の実測値と計算値 Comparison between calculated and observed water depth upstream of weir B 堰の閉鎖期間は 8/13 7:00 以前と 8/14 9:00～8/16 8:00

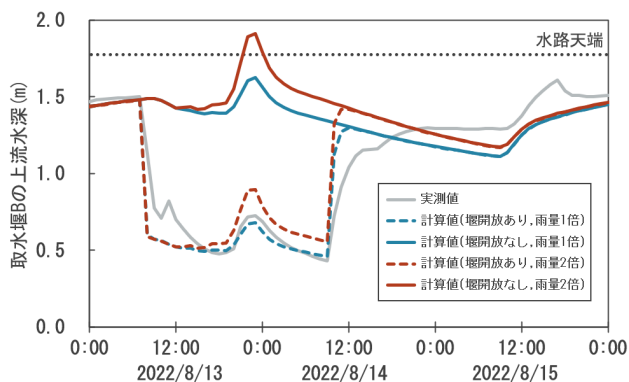


Fig. 4 降雨時の堰操作の有無による水位変動シミュレーション Simulation of water level fluctuations between with and without weir operation during a rainfall event