

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：82111

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2020

課題番号：19K23696

研究課題名（和文）水温を指標とした水田地域における複数の流出経路からの還元水量の推定

研究課題名（英文）Estimating amount of return flow from multiple routes in paddy area using water temperature as index

研究代表者

新村 麻実（Shimmura, Mami）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農村工学研究部門・研究員

研究者番号：20827133

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では、水温を指標とした水田地域における複数の流出経路からの還元水量の推定を目的として現地観測を実施した。その結果、水田内の観測では畦畔の地温の日較差は水田への取水後、逡減する傾向が見られ、畦畔からの浸透水は水田湛水温の涵養の影響を受けて変動することが示唆された。また、小排水路における観測では水田の作付状況の違いによる水田からの排水の有無は農区規模の小排水路において水温形成に影響を及ぼしていることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、還元水量の推定には適用条件として連続干天期間が望ましいことや、水田の作付状況の違いによる水田からの排水の有無が小排水路の水温変化に影響を与えていることから作付状況を考慮する必要があることが示された。今後継続して観測を実施し、還元水量を推定するモデルを確立することにより、水位・水温観測のみで既存の流量観測よりも簡易かつ広域に流出経路ごとの還元水量の把握が可能となる。

研究成果の概要（英文）：In this study, field observation was conducted for the purpose of estimating amount of return flow from multiple routes in paddy area using water temperature as index.

As a result, observation in the paddy fields shows that the daily range of soil temperature on the levee between paddy fields and farm drain tends to gradually decrease after water intake to paddy field. This result suggests that the percolation water temperature from the levee of paddy fields may fluctuate under the influence of the water intake to paddy field.

In farm drains, water temperature observations revealed that the presence or absence of drainage from paddy fields caused by differences in planting condition of paddy fields affects water temperature change in farm drain.

研究分野：農業農村工学

キーワード：灌漑排水 水田地域 水温 還元水

1. 研究開始当初の背景

水田灌漑では、水田内で蒸発散に利用された一部の用水を除き、排水路を通じて河川に還元され、下流の用水として再利用(反復利用)される。日本では、反復利用を繰り返すことで農業用水をまかなってきた。還元水に関する先行研究^{1,2)}が農業水利分野において報告されているが、これらは水田地域から流出する還元水の総量を考慮しており、流出経路や経路ごとの還元水量は検討されていない。

経路ごとの観測事例では、還元水量は農家の水管理や気象条件によって変動するという先行研究^{3,4)}がある。このため、ほ場や営農形態の変化、気候変動に伴う還元水量の変動が、下流の用水の供給に影響を及ぼす可能性がある。しかし、水田地域における還元水の全ての流出経路を把握した事例はなく、還元水の総量に対する流出経路ごとの寄与率は明らかではない。

2. 研究の目的

水温を指標に各流出経路の還元水量を広域に推定する手法の確立を目指し、浸透水温の変化要因の解明と推定精度の向上、複数の小規模な受益地区での還元水量の推定と精度の検証により適用可能性を検討し、広域に還元水量を推定するための適用条件を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 浸透水の流出水温の変化要因の解明

茨城県つくばみらい市、筑西市の水田地域から測量と観測により小排水路底面よりも地下水位が十分に低い 2 地区を研究対象地として選定した。対象地区では水田の取水口・排水口付近ならびに排水口周辺の地下水の水位・水温を観測した。また、小排水路に接する畦畔において深度別(平均田面から-20cm、-40cm、-60cm、-80cm)に温度計・土壌水分計を複数箇所設置し、浸透水の動態と水温を観測した(図1)。浸透水と水田内の地表・地中の観測結果との分析により、水稻の生育状況や水管理が浸透水の流出水温に与える影響について分析を行った。

(2) 水田地区内の還元水量の検証値の取得と水温変化の特徴の分析

水温予測に必要な入力値を得るため、支線用水路受益地区内(数十ha)を対象に支線用水路、小用水路、小排水路、支線排水路での水位・水温観測を灌漑期におこなった(図2)。また、精度検証のため、①の観測実施水田において量水堰による定点観測、モデル適用区間内の水田において集中観測を実施した。得られた観測結果を元に、モデル適用の前段階として各対象区における用水路・排水路の水温変化の特徴について分析を行った。

4. 研究成果

(1) 浸透水の流出水温の変化要因の解明

予備試験を実施した2019年の茨城県つくばみらい市の研究対象地区内の観測実施水田における水尻周辺の水温ならびに畦畔の深度別(平均田面から-20、-40、-60、-80cm)の地温の8月9日から14日の観測結果を図3に示す。気象条件は12日を除き、日照時間5h以上、日合計降水量は0mmであった。水尻の水温、畦畔の地温は水田内へ用水が取水されなかった8月9日については温度の日較差は最大で10℃程度となったのに対し、連続して取水が実施された8月10日以降については日較差は9日に比べ数℃程度逡減する傾向が確認された。8月10日の取水の開始後に平均田面から-60cmの地点の体積含水率の上昇ならびに、圃場の地下水位が平均田面に対し正の値を示していた。つまり、取水の影響により、8月10日以降地表と地中の

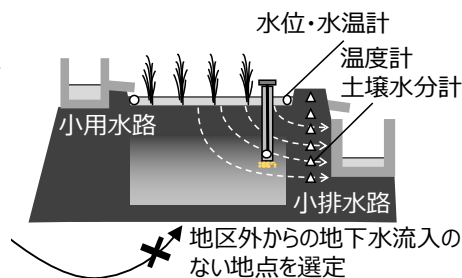


図1 水田の地表・地中における観測の概要

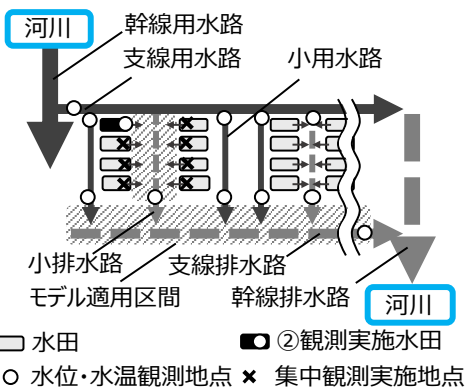


図2 支線用水路受益地区内の水位・水温観測の概要

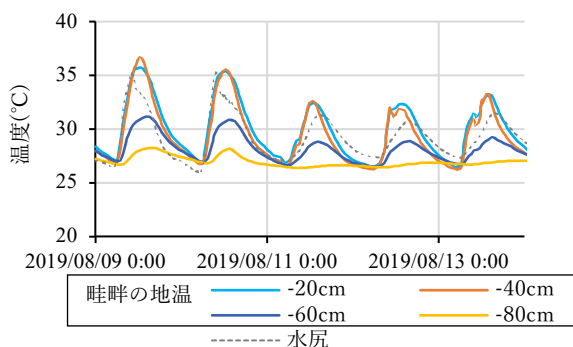


図3 水田水尻周辺の水温ならびに畦畔の深度別の地温の変化(2019年8月9日~8月13日)

水分が連続した状態にあり、畦畔へと水田湛水が浸透していたため畦畔の地温の日較差が逡減したと考えられる。

一方、2020年に実施された観測では7月は降雨や曇天日(日照時間の合計が5h未満)が続き、気象条件の影響により畦畔の地温の日較差が小さい期間が連続して確認された。また、8月は取水がほとんど見られず落水管理が行われていた。曇天日や降雨日が連続する場合は水田湛水の浸透による温度変化を判別しにくいいため、水温をトレーサーとした還元水量の推定には適用条件として連続干天期間に取水が行われることが望ましいことが示唆された。

(2) 水田地区内の還元水量の検証値の取得と水温変化の特徴の分析

つくばみらい市では6農区を観測実施地区とし、用水路(支線用水路、小用水路)と排水路(小排水路、支線排水路)において水位・水温観測を行なった。その結果、先行研究と同様に6箇所の小排水路では灌漑期間を通じて最高水温の上昇の鈍化が確認でき、水稻の作付が主な本地区ではいずれの排水路においても水田からの低温な排水の影響を受けて水温が変化していることが確認できた(図4)。

筑西市では、4農区を観測実施地区とし、上記と同様の水位・水温観測を行なった。筑西市の観測実施地区内では水稻・麦作が実施されている。そこで、小排水路の集水農区の全域で水稻作、麦作を実施している小排水路をそれぞれA小排水路、B小排水路とし、作付状況による水温変化の違いを分析した。その結果、つくばみらい市の観測地区と同様に、A、B小排水路共に灌漑後期にかけて最高水温の上昇が鈍化する傾向が確認された(図5)。

また、水稻作を実施しているA小排水路では7月以降は末端の方が低温になるのに対し、水田からの排水が合流しない麦作を実施しているB小排水路では7月以降も末端の方が上流地点よりも高温であり、異なる傾向を示した(図6)。このように、水田からの排水の有無は農区規模の小排水路において水温形成に影響を及ぼしていることが示された。

2020年の観測により、モデルの入力値・検証値の取得、作付状況の異なる対象区における水温変化の傾向を把握することが出来た。これらを踏まえて今後継続して観測を実施することで、検証に必要な観測値を収集し、還元水量を推定するモデルを適用することで、還元水量の推定が可能な条件等を明らかにすることが出来る。また、本手法を確立することにより、水位・水温観測のみで既存の流量観測よりも簡易かつ広域に流出経路ごとの還元水量の把握が可能となる。

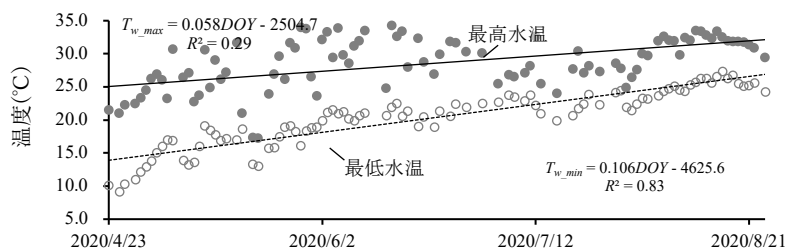


図4 茨城県つくばみらい市における小排水路末端の日最高水温・日最低水温(2020年4月24日～8月31日)

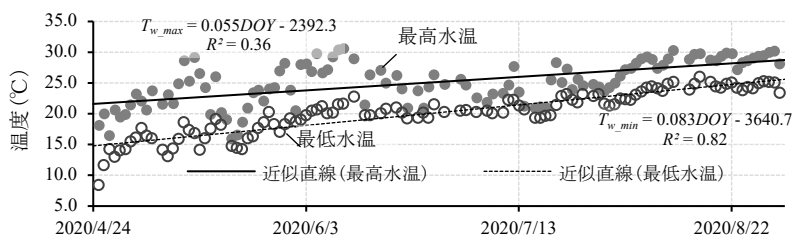


図5 茨城県筑西市 B排水路末端における日最高水温・日最低水温 (2020年4月24日～8月31日)

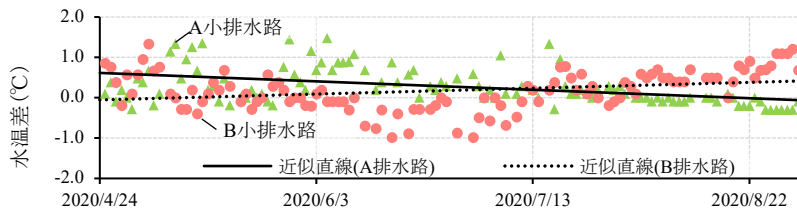


図6 茨城県筑西市のA、B小排水路における末端と上流地点の日最高水温の差(2020年4月24日～8月31日)

参考文献: 1) 岡本雅美, 水利科学, **91**, pp 54-65, 1973. 2) 谷口智之ら, 水文・水資源学会誌, **22**(2), pp 126-140, 2009. 3) 渡辺 紹裕ら, 農業土木学会論文集, **124**, pp 11-18, 1986. 4) 梅田安治ら, 農業土木学会誌, **56**(7), pp 659-664, 1988.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 新村麻実
2. 発表標題 水田の作付状況が排水路の水温変化に与える影響
3. 学会等名 日本農業気象学会2021年全国大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------