

用排分離水田地区における支線排水路の水温推定

Water temperature prediction at branch drain of paddy area with independent irrigation and drainage canal settings

○ 新村 麻実*
(SHIMMURA Mami)

谷口 智之**
(TANIGUCHI Tomoyuki)

石井 敦***
(ISHII Atsushi)

1. 背景と目的

水温は水田地域内の農業生産、生物の生息環境に影響を与える重要な因子である。水田地域では河川水を主な水源としているため、水田地域は河川水温の影響を受けると考えられる。しかし、水田地域では8月以降用水よりも低温な排水が河川に還元されるという報告¹⁾があり、水田地域は河川とは異なる水温変化構造を持つことや水田地域からの排水が河川水温に影響を及ぼすことが明らかにされている。これまで、用排兼用水路²⁾や循環灌漑³⁾といった同一地域で反復利用する地域においては水温のモデル化が実施されている一方で、用排分離水路におけるモデル化の例は少ない。そこで、本研究では用排分離水路において支線排水路内の水温予測モデルの構築をおこなった。

2. 方法

(1) 対象地と現地観測

茨城県つくばみらい市に位置する福岡堰土地改良区受益地区を研究対象地とした。福岡堰受益地区内の一支線用水路受益地区を重点観測水田区とし、水田区内の支線排水路末端の水温を推定した。重点観測水田区は8つの農区によって構成され、各農区における小排水路・小用水路はそれぞれ支線排水路に合流している。支線用水路上端の農区からそれぞれBL1、BL2、…、BL8とした。

モデルの入力値と検証値を得るため、1) 水田区近傍の幹線用水路(地区への流入する用水温度)、2) BL2の小排水路末端(水田からの排水温度)、3) 対象地の支線排水路末端(地区全体からの排水温度)に自記水位・水温計を設置した。観測は2013～2017年の灌漑期間(4月25日～8月23日)に実施した。また、各BLにおける小排水路、小用水路から支線排水路への流入量と水温の集中観測を2015年8月5日に実施した。

(2) 適用モデルの概要

近藤による一次河川水温予測モデル⁴⁾を支線排水路の1.6km区間に適用した。適用モデルは水面と気象との熱交換や地中伝導熱が考慮された水面の熱収支式を解き、流下過程における水温変動を推定する。計算に必要な気象条件は対象地近傍のつくば館野気象台の値を使用し、水理条件は観測によって得た。支線排水路では排水流入によって水路幅や水深が変動するため、各BLからの流入地点ごとに集中観測を実施し流下にもなう水路の拡幅や水理条件の変動を再現した。また、小排水路の合流、ならびに、小用水路からの流入(配水管理用水)を再現するため、各BLからの流入排水を支線排水路の排水と混合させた。各BLからの流入水温は、各BL内の小排水路の排水と配水管理用水を任意の割合で混合することで得た。未知である小排水路からの流入排水と配水管理用水の流量割合は10:0、9:1、…、1:9、0:10の11通りに設定し、各条件で支線排水路の水温を推定した。なお、各BLからの流入量と水温はすべて等しいと仮定した。小排水路水温は(1)の観測値を用いた。配水管理用水の水温は、幹線用水路の観測水温を入力値とし、小用水路に近藤のモデル⁴⁾を適用す

*農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization. **九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University. ***筑波大学生命環境系 Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba. キーワード: 水温, 灌漑排水, 管理用水

ることによってBLごとに推定した。計算期間は、データ欠損の多い2016年を除く2013～2017年の4年間の灌漑期とした。

3. モデル適用の結果

2015年の支線排水路における日最高水温の観測値と推定値を図1に示す。灌漑期間全体での観測値の日最高水温の平均は27.8℃であった。一方、推定値は各BLにおける小排水路からの流入割合を10割、6割、3割、0割(全てが配水管理用水)とした場合、それぞれ27.9℃、27.3℃、26.8℃、26.4℃となり、小排水路からの流入割合が大きいほど高温となった。推定値のばらつきは、5月に3℃程度と最も大きく、灌漑後期に向かって小さくなった。出穂期以降、水稻植被によって水田内の水温上昇は逓減する⁵⁾。その結果、小排水路の水温上昇が抑えられ、配水管理用水温との水温差が小さくなることで流入割合による推定値のばらつきが小さくなったと考えられる。

灌漑期間全体での推定値の二乗平均誤差は、小排水路からの流入を10割、0割とした場合にそれぞれ0.96℃、1.41℃であった。また、小排水路の割合が7割のとき、二乗平均誤差は最小(0.82℃)になった。支線排水路には小排水路からの排水と配水管理用水が流入しており、本モデルの推定結果は実態と一致している。また、月別にみると、観測値と推定値がもっともよく一致する小排水路からの流入割合は、5月から順に7割、7割、10割、9割であった。そこで、これらの流入割合と支線排水路末端の観測流量から配水管理用水量を推定した。各月の配水管理用水量の推定値は5月から9.2、13.1、0.0、3.7mm/dであり、期別に変化した。既往研究⁶⁾によると、本地区の配水管理用水は5-6月では10-20mm/d、7-8月では0-5mm/dであり、推定結果と似た傾向を示した。

4. まとめ

用排分離水田地区において、小排水路からの排水と小用水路からの配水管理用水の流入を考慮した、支線排水路の水温推定モデルを構築した。その結果、両者の流入割合によって推定結果は大きく変化するため、その割合の検討が推定精度に強く影響することが確認された。また、観測値と推定値の最小二乗誤差を指標として最も推定精度が高い流入割合を検討したところ、その値は月によって異なっており、また、その結果は既往研究の観測値と同様の傾向を示した。このことから、支線排水路の観測水温をもとに、連続的な把握が困難である小排水路からの排水と配水管理用水の流入割合を逆推定できる可能性が示唆された。

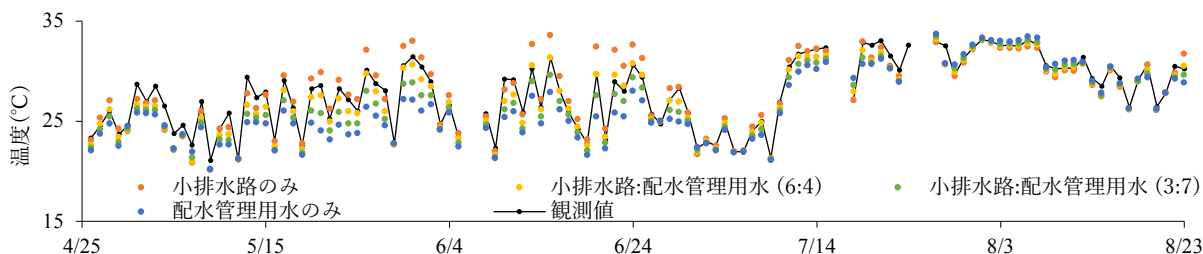


図1 支線排水路における観測値と推定値の日最高水温(2015年4月25日～8月23日)
Fig.1 Daily maximum values of observed and estimated water temperatures at the branch drain.

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP16J00747 の助成を受けておこなわれた。引用文献 1) 新村麻実, 谷口智之. 農業農村工学会誌, **81**(4), 293-296, 2013. 2) 木村匡臣, 飯田俊彰, 光安麻里恵, 久保成隆. 農業農村工学会誌, **81**(4), 289-292, 2013. 3) Sugiyama S, Hama T, Osuga K, Iwasaki D. Journal of Water and Environment Technology, **11**(3), 197-207, 2013. 4) 近藤純正. 水文・水資源学会誌, **8**(2), 184-196, 1995. 5) 市村一男. 農業気象, **20**(4), 155-159, 1965. 6) 谷口智之, 佐藤政良. 農業土木学会誌, **246**, 825-831, 2006.