

用排兼用利用される用水路の水温変動に関する研究(Ⅱ)
 —手取川七ヶ用水におけるシミュレーションモデルの適用—
 On the Water Temperature Variation in Dual-Purpose Canals (Ⅱ)
 – Application of Simulation Model in Tedori-Gawa Shichika Irrigation Area –

○光安麻里恵 木村匡臣 飯田俊彰 西田和弘

○MITSUYASU Marie, KIMURA Masaomi, IIDA Toshiaki and NISHIDA Kazuhiro

1. はじめに

近年、全国的に水稻の高温登熟障害が顕著である。その対策の一つに、夏季の高温時の掛け流し灌漑などの水管理の工夫が挙げられるが、そのためには十分な量の低水温の灌漑用水の確保が条件となる。特に用排兼用水路では水田からの排水が水路水温を上昇させる可能性が指摘されており、水量と水温の変動の解析が重要である。本研究では、用排兼用水路を利用している手取川七ヶ用水地区を対象とし、水路の水量・水温シミュレーションモデルを作成し、今後の用水計画に有用な情報を抽出することを目的とする。

2. 方法

2011年4月10日から、手取川七ヶ用水4-1, 4-2号支線の Fig.1 で示した地点に水位水温計を設置し、30分間隔で連続観測を行った。この結果と石川県立大学の試験圃場および金沢地方気象台の気温・湿度・風速・日射の気象データを基に、水路の水と大気や水路底とのエネルギー交換を考慮して、水温変動が大きかった観測地点④・⑤間の水温変化を計算した。佐渡(1983)、近藤(1995)の河川水温モデルを参考にし、以下の熱収支方程式を用い、風上差分によって数値解を得た。

$$\frac{\partial T_w}{\partial t} + \frac{Q}{A} \frac{\partial T_w}{\partial x} = \frac{R_n - H - LE - G_g}{\rho_w c_w D} \quad (1)$$

ここで、 T_w は水温[K]、 Q は流量[m³/s]、 A は流積[m²]、 R_n は純放射[W/m²]、 H は顕熱フラックス[W/m²]、 LE は潜熱フラックス[W/m²]、 G_g は地中熱伝導フラックス[W/m²]、 ρ_w は水

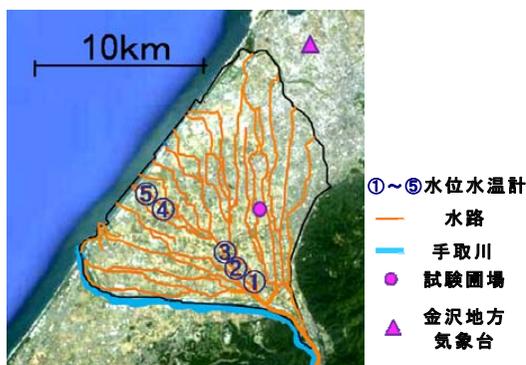


Fig.1 手取川七ヶ用水概要図
Sketch of the irrigation area

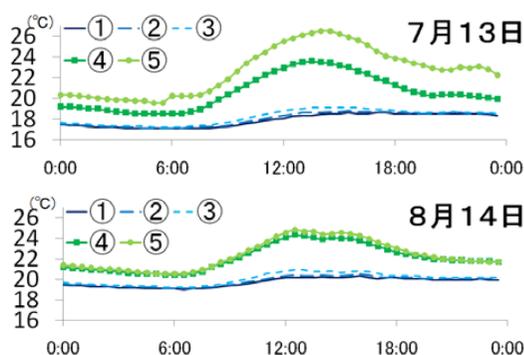


Fig.2 水温観測結果; 7月13日, 8月14日
Water temperature variation on Jun. 13th and Aug. 14th

東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo キーワード：灌漑水温，用排兼用水路，手取川七ヶ用水，水田灌漑

の密度 $[\text{kg}/\text{m}^3]$, c_w は水の比熱 $[\text{J}/(\text{K} \cdot \text{kg})]$, D は水理学的水深 $[\text{m}]$ である。

Case1 では、水田からの排水がないものとし、水が水路を流下する間の気象条件のみを考慮して⑤の水温を計算した。境界条件は④の水量、水温、⑤の流量である。④と⑤での流量の差から当該区間で取水される量を算定し、それを各空間格子点での取水量として均等配分して差し引いた。

Case2 では、⑤の観測水温を与件として用い、④⑤間で流入する水田からの排水量を推定した。石川県立大学試験圃場での水田内水温の観測で得られた結果から、水田からの排水の水温は2時間前の気温と同じであると仮定した。境界条件は、④の水量、水温、⑤の水量、水温である。⑤の直前の地点までは Case1 と同じ計算を行い、⑤で、観測した水温と一致するように水田からの排水と水路を流下してきた水が同量だけ置換するようにした。

3. 結果と考察

7月と8月における気温変化が類似している日の、水路の水温変化の実測値を Fig.2 に示す。両日ともに下流に行くに従い水温が上昇し、7月の方が下流での水温上昇が著しかった。これは、農家の水管理の違いが原因であると考えられる。Fig.3 は Case1 の結果を示している。⑤での観測値と計算値には、特に7月の夜から早朝にかけて顕著な差が見られたが、8月になるとその差はあまり見られなくなった。計算値が観測値より低いのは、水田で温められた排水を考慮していないためと考えられる。とりわけ、観測値と計算値の差が大きい時間帯に人為的水管理が関わっていると予想される。Case2 の結果を Fig.4 に示す。Case1 で観測値と計算値の差が大きかった7月14, 16日の朝に排水量が多かった様子がうかがえる。朝に水田から排水したか、夜間に掛け流し灌漑を行ったことなどが原因として考えられ、これは農家への聞き取り調査の結果とも合致した。

謝辞

本研究は、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム「地球環境変動下における農業生産最適化支援システムの構築（代表：二宮正士）」の一部として行われた。研究遂行に当たり、手取川七ヶ用土地改良区および石川県立大学に、多大なるご配慮を頂いた。記して謝意を表す。

参考文献

- 佐渡公明（1983）：河川水の熱収支に関する基礎的研究，土木学会論文報告集，330，69-79。
 近藤純正（1995）：河川水温の日変化（1）計算モデル—異常昇温と魚の大量死事件—，水文・水資源学会誌，8(2)，184-196。

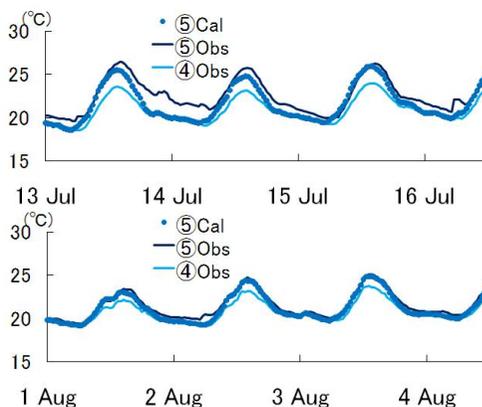


Fig.3 水温計算値と観測値との比較
 Calculated and observed water temperature

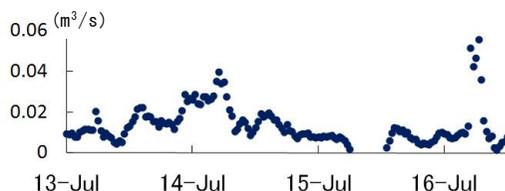


Fig.4 水田からの排水量の推定値
 Estimated discharge from paddy fields