

用排兼用利用される用水路の水温変動に関する研究 (I)

—手取川七ヶ用水における観測結果—

On the Water Temperature Variation in Dual-Purpose Canals (I)

— Observational Results in Tedori-Gawa Shichika Irrigation Area —

○木村匡臣 光安麻里恵 飯田俊彰 西田和弘

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

1. はじめに

用排兼用水路では、上流側の水田で湛水されて昇温した排水を下流側の水田で利用するため、特に夏期には、下流側の水田では上流側より高温の用水を灌漑していると考えられる。水稻の高温障害対策として、深水管理や掛け流し灌漑などの水管理が行われているが、水源水量の制約のある中でその効果を最大化するためには、このような水田—水路系での水温上昇の詳細やメカニズムの把握が重要な意義を持つ。本研究では、用排兼用水路網システムを持つ石川県手取川七ヶ用水において、水路の流量・水温変動の観測を行い、水温変動の特性の把握を試みた。

2. 方法

手取川七ヶ用水 4-1, 4-2 号支線を対象水路とし、Fig.1 に示す地点に自記式の水位水温計を水路底に設置して、2011 年 4 月 10 日より 30 分間隔で水位、水温を測定した。すべての水位水温計を落差工の上流部に設置し、水位水温計設置位置から落差工段落部までの区間で不等流計算を行って水位・流量関係を求め、測定水位を流量へ換算した。また、石川県立大学の試験圃場に設置した気象観測装置より、2011 年 7 月 4 日以降の気温、湿度、気圧、風速の 30 分毎のデータを得た。

3. 結果および考察

2011 年 5 月 1 日～9 月 10 日における対象水路内各地点の日平均水温、①地点の日平均流量、試験圃場の日平均気温を Fig.2 に示す。これより、下流へ行くほど水温が上昇していたこと、流量の少ない日には水温が上昇しやすかったことがわかる。

2011 年 7 月 15 日～7 月 17 日における対象水路内各地点の水温変動の様子を Fig.3 に示

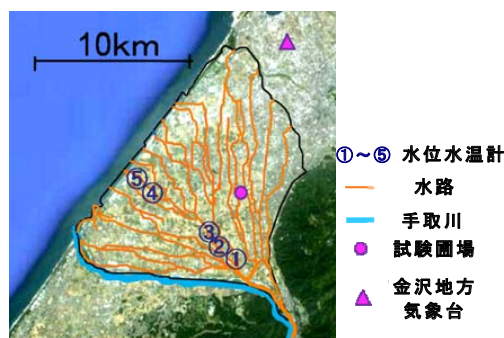


Fig.1 手取川七ヶ用水概要図
Sketch of the irrigation area

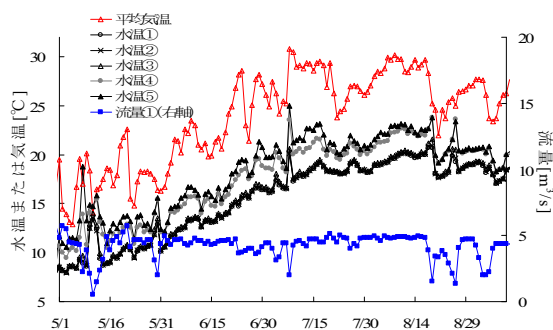


Fig.2 日平均気温、水温、流量
Daily-averaged air and water temperature and discharge

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

す。下流に行くほど、短い距離を流下する間に大きく水温が上昇していたことがわかる。7月16日の早朝に⑤地点の水温が急上昇したが、これは田面水の落水などの水管理によるものと推察される。

水路を流下中の水塊の、ラグランジュ的に見た熱収支は以下の式で表される。

$$R_n - H - LE - G_g = G_w \quad (1)$$

ここで、 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], G_w は水への熱貯留量[W/m²]である。Fig.4 に7月17日における、(1)式中の各項の変動を示す。なお、純放射 R_n は以下の式で求めた。

$$R_n = (1 - \alpha)S + L_d - L_u \quad (2)$$

ここで、 S は短波放射[W/m²], α は水面のアルベド, L_d は下向き長波放射[W/m²], L_u は上向き長波放射[W/m²]である。 S, H, LE, S, L_d の計算は近藤(1994)に倣い、金沢地方気象台における日照時間、試験圃場における気温、湿度、気圧、風速より求めた。 G_g は、水路床下部における鉛直方向の温度分布が線形であると仮定して計算した。Fig.4 より、純放射と水への熱貯留量はほぼ等しく、夜間はほぼゼロに近いことがわかる。

また、水温の日変動からは、上流側3観測点よりも下流側2観測点の方が水温上昇のピーク時刻が早くなる傾向が見られたが、これは河川の水温を対象とした近藤(1995)の報告とは逆のものである。河川と農業用水路では、下流に行くほど水深が深くなるか浅くなるかという点が大きく異なり、水深が浅いほど水温は上昇しやすく、水温変動が水への熱貯留量の変動に敏感に反応するためであると考えられる。

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、手取川七ヶ用水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。記して謝意を表する。

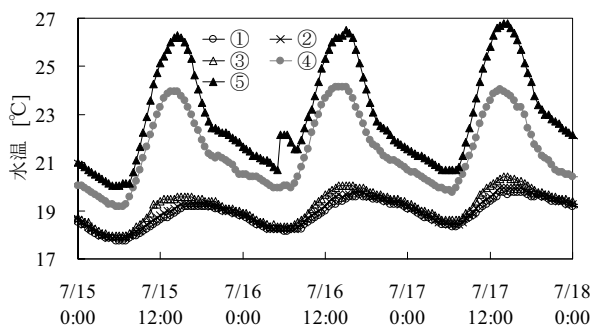


Fig.3 各観測地点の水温変動
Water temperature variation

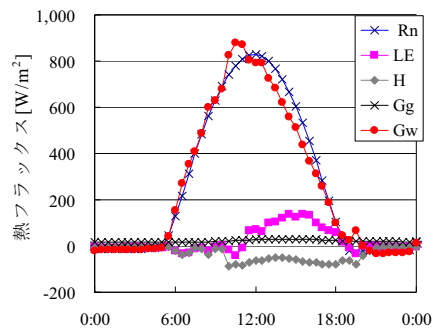


Fig.4 熱フラックス計算値;7月17日
Calculated heat fluxes on June 17th

参考文献

- 近藤純正(1994):水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支—,朝倉書店。
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。