

水田地域における用水・排水の温度変化 Changes in Irrigation and Drainage Water Temperatures in a Paddy Field

○ 新村 麻実*
(SHIMMURA Mami)

谷口 智之**
(TANIGUCHI Tomoyuki)

高 達 良 典***
(KOTATSU Ryosuke)

1. 背景

水温は水生生物の生育環境や農業生産に影響する重要な因子である。世界の平均気温は今後100年間でさらに2.6~4.8℃上昇すると予測され¹⁾、このような気温の上昇は河川水温にも影響を及ぼす²⁾。流域内の水温は、河川の流下過程で上昇することが知られている³⁾。しかし、日本において河川水の多くは水田灌漑に利用されており、流域内の水温変化を正確に把握するためには、水田への配水と貯留、水田排水の河川への還元などの影響を考慮する必要がある。これまで、著者らは水田を多く含む小貝川流域を対象に水温観測をおこない、8月の連続晴天日において水温は水田地域内で低下すること、そして、その排水が河川に還元することにより、河川の水温上昇が抑制されていることを明らかにした⁴⁾。しかし、水田地域内で発生した水温低下の構造は明らかになっていない。

2. 目的

水田地域内の水動態に着目し、用水路ならびに各排水路レベルの水温と流量を連続観測することにより、水田地域内で発生している水温変化の構造を明らかにする。

3. 方法

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を対象とした。図1に示す用水路、小排水路、支線排水路、幹線排水路の4地点に水位・水温計(Solinst社 Levelogger Edge Model 3001、水温の観測精度は0.1℃)を設置し、10分間隔で連続観測した。

また、気象条件が水温に与える影響を検討するため、地区内に全天日射計(英弘精機、MS-602)を設置し日射量データを得た。気温はつくば市館野気象台のデータを用いた。

観測期間は、2013年4月から10月まで(灌漑期間は4月下旬から8月下旬)とした。

4. 結果

1) 小排水路水温と気温の関係

気温が小排水路水温に与える影響を検討するため、灌漑期間における各日の最低気温と最低水温、最高気温と最高水温の相関関係を検討したところ、決定係数は前者が0.94、後者が0.57であった。小排水路の最低水温は気温に規定されている一方で、最高水温は気温以外の影響を受けていることが確認された。

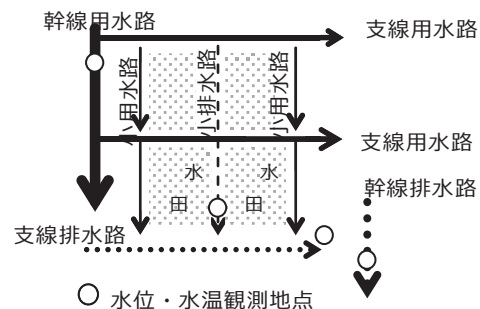


図1 水位・水温観測地点

Observation point of water level and temperature

*筑波大学大学院生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

**筑波大学生命環境系 Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

***埼玉県農林部 Department of Agriculture and Forestry, Saitama Prefecture

キーワード:水温, 日射, 気温, 水田灌漑, 還元

2) 小排水路水温と日射の関係

気温、日射量の条件がほぼ同じであった7月8～11日と8月13～16日の晴天日(日照時間10時間以上)における日射、気温と水温の関係をそれぞれ図2、図3に示す。7月の最高水温は最高気温とほぼ同じであるのに対して、8月の最高水温は常に最高気温を下回った(図3)。この関係は、水田内の水稻葉形の変化に伴う水田湛水の温度変化⁵⁾の様子と酷似している。すなわち、水田に供給された用水は水田内の水稻生育条件によって温度が変化し、その後、湛水は温度変化することなく小排水路に流出していることが示唆された。

3) 各排水路レベルでの水温変化

出穂期以前の7月晴天日(7月8～11日)における小排水路、支線排水路の平均日最高水温は34.5℃、33.5℃、一方、出穂期以後の8月晴天日(8月14～17日)における平均日最高水温は28.6℃、31.1℃だった。すなわち、小排水路・支線排水路間の流下過程において、排水温度は出穂期前では低下するが、出穂期後には上昇していた。

また、支線排水路の日最高水温と日最高気温との関係は、決定係数0.79であり、前述の小排水路の日最高水温よりも日最高気温との相関が高い傾向にあった。このことから、水田内の水稻植被による排水への影響は、排水路の流下にとまなう大気との熱交換によって次第に小さくなることが示唆された。

4) 水田地域における水温変化構造

7月と8月における用水温度と各排水観測地点の水温差を比較した。7月の用水の日最高水温はいずれの排水観測地点の水温よりも2.0℃以上低く、日最低水温は2.0℃以上高かった。8月の用水の日最高水温は、小排水路水温よりも1.6℃高く、支線排水路水温よりも0.9℃低かった。一方、日最低水温は7月と同様にいずれの排水観測地点よりも高温であった。

小排水路の水温と用水温度には明らかな水温差があり、前述の排水路流下過程における水温変化には、大気との熱交換に加えて、配水管理用水としての用水の流入も強く影響している可能性が高い。

また、出穂期以前までは夜間のみ、出穂期以降は一日を通して、水田は用水よりも低温の排水を還元しているといえる。ただし、日中における水田内での水温変化の影響は、排水路の流下過程における熱交換や配水管理用水の流入によって徐々に逡減していると考えられる。一方、夜間では、水田内での熱交換により水温は低下し、その効果は排水路流下後も継続することから、水田地域全体では水温は低下するといえる。

以上のように、水田地域の用水と排水の関係は、時期や時間帯によって構造が変化することが明らかになった。

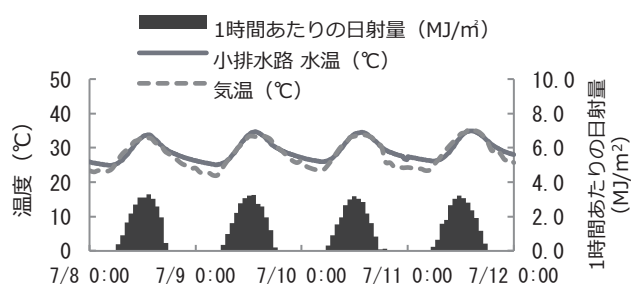


図2 水温と日射・気温の変化(7月8～11日)

Variations of water temperature, solar radiation and air temperature during 8-11 July

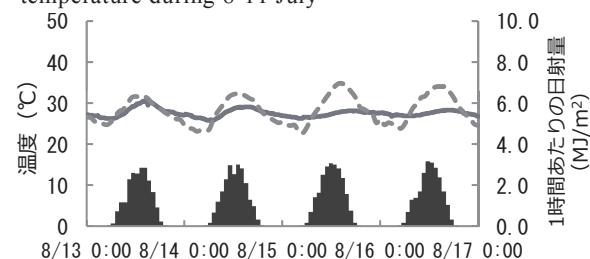


図3 水温と日射・気温の変化(8月13～16日)

Variations of water temperature, solar radiation and air temperature during 13-17 August

引用文献

- 1) Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC(2013): Working group I contribution to the IPCC fifth assessment report *Climate change 2013: The physical science basis*, pp.5-8
- 2) 環境省 水・大気環境局 水環境課(2013): 気候変動による水質等への影響解明調査報告, pp.32-45
- 3) 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), pp.184-196
- 4) 新村麻実, 谷口智之(2013): 水田地域を多く含む流域における農業用水の温度変化, 農業農村工学会誌, **81**(4), pp.27-30
- 5) 内島善兵衛(1962): 植物群落内の微気候に関する研究(1) 植被層内の乱流拡散係数について, 農業気象, **18**(1), pp.1-9