

循環灌漑実施地区の幹線排水路内の水温プロファイルの経時変化
The temporal variations in the vertical profile of water temperature in a main drainage canal
at the district with cyclic irrigation system

○濱 武英*, 青木 丈*, 大菅 勝之*, 中村公人*, 川島茂人*

Hama Takehide, Aoki Takeru, Osuga Katsuyuki, Nakamura Kimihito, Kawashima Shigeto

1. はじめに これまで、著者らは循環灌漑を実施する琵琶湖岸の水田地区において、流出する懸濁物質、栄養塩類、有機物の負荷を調査してきた。栄養塩類の年間変動から、非灌漑期には、排水路の底泥が栄養塩類の排出源となる可能性を示した。したがって、栄養塩類の年間流出負荷を削減するためには、それらの幹線排水路内での動態を明らかにする必要がある。ここでは、その動態に影響を与えうる要因の一つとして考えられる幹線排水路内の水温の鉛直プロファイルの年時変動について報告する。

2. 調査概要 調査地は琵琶湖南湖の東岸に位置する約 150ha の水田地区である。土地の 9 割以上は水田として利用される（その約 3 割では転作が実施される）。調査地の灌漑としては、灌漑初め（4 月下旬）から中干し前（6 月下旬）までが循環灌漑、中干し後（7 月上旬）から落水（8 月下旬）までが逆水灌漑（琵琶湖水による灌漑）がそれぞれ実施される。農地からの排水は、地区中央の幹線排水路に集まり、幹線排水路の両端の水門を経て、それぞれ琵琶湖南湖赤野井湾と内湖へ流出する。幹線排水路は長さ約 1.5km、深さ 0.5~2m、幅 3~7m である。幹線排水路の南端の一部は 0.16ha の南部浄化池として整備されている。ただし、南部浄化池の水深は 0.5~1.8m であり、内部の環境は幹線排水路と同じと考えられる。

南部浄化池内に、水面から 25cm 間隔に 5 つの水温計を設置した。上記の観測の計測間隔は 1 分とした。幹線排水路の両端に濁度計を設置し、排水の濁度（SS に変換）を計測した。幹線排水路両端には、流量計と水位計を設置した。また、地区内に雨量計、全天日射計、気温計、風速計を設置した。

3. 結果と考察 Fig.1 に幹線排水路の水温の年変動を示す。3 月から 10 月にかけては、排水路の表層の水温が下層の水温よりも高く、水温成層の形成が確認された。特に、循環灌漑期の幹線排水路内にはポンプ稼働に伴う $0.1\sim0.3\text{ m s}^{-1}$ の水流が生じるにも関わらず、水温成層が見

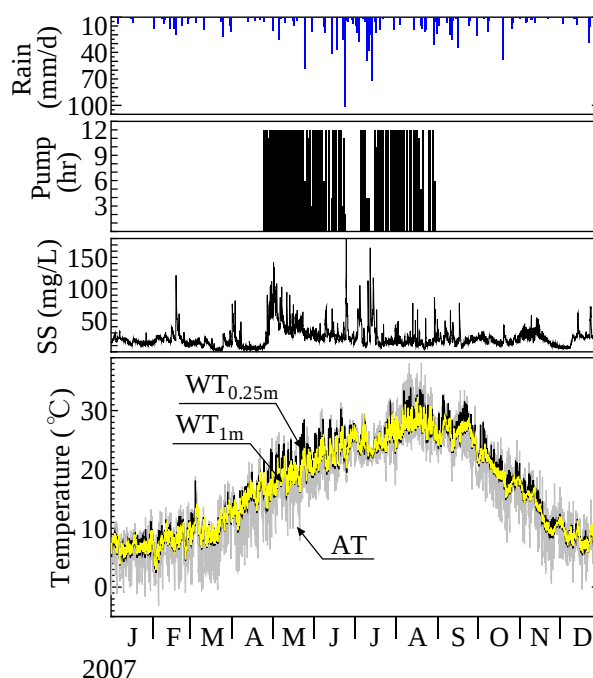


Fig.1 幹線排水路の水温（WT 水温，AT；気温）
降水量，ポンプの稼働時間，SS の経時変化
Water temperature in a main drainage canal

* 京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

キーワード：排水路，水温成層，循環灌漑

られた。これは、排水のSSが高いため、排水がより熱を吸収しやすい状態にあったと考えられる。しかし、上層（水深 0～0.5m）に形成される水温成層は安定したものではなく、1 日以上継続する水温成層は確認されなかった。夜間に解消された。一方、冬季には、大きな水温差は見られなかった。

次に、水温成層をシグモイド関数で表現し、その関数のパラメータについて考察する。シグモイド関数は次式のように与えられる。

$$T=1/(1+\exp[a(z-z_{ip})])$$

ここで、 T と z はそれぞれ水温（水温を上限水温で割った値）と水深であり、 z_{ip} と a はシグモイド関数の形状を決定するパラメータである。Fig.2 に 2007 年の代表的な日時の実測値とシグモイド関数による近似値を示した。シグモイド関数は、水温の鉛直プロファイルを良好に表現しているといえる。ただし、水深 1m 以下から急激に水温が低下した場合は誤差が大きくなった。

パラメータ z_{ip} は変曲点であり、変水層の中央の水深である。つまり、変曲点 z_{ip} は表水層の厚さを意味すると考えられる。Fig.3 に 2007 年の変曲点の年変動を示した。また、図中には 2 次関数による近似曲線も示した。ただし、水温成層が形成されていない場合 ($z_{ip}<0$) を除外している。変曲点 z_{ip} （＝表水層の厚さ）には、下に凸な季節変動が見られた。すなわち、表水層の厚さは、水温成層が形成され始める 3 月から日数を経るにつれて厚くなり、循環灌漑期の終わる 6 月末頃に最も厚くなる。その後、表水層の厚さは、秋にかけて少しずつ薄くなり、やがて解消する。7 月上旬に見られる変曲点の空白は、中干しの時期にあたり、灌漑方法の切り替えによって、冷たい湖水が排水路内に流入し一時的に水温成層の形成が阻害されたためと推察される。

4. おわりに シグモイド関数を用いて水温の鉛直プロファイルモデル化することにより、幹線排水路の水温成層の（時間的・空間的にみて）マクロな特徴を抽出することができたことがわかった。今後は、水柱模型を用いた室内実験により、水温成層が栄養塩類の鉛直方向の動態に与える影響を明らかにする予定である。

謝辞 本調査では、木浜土地改良区、木浜農業組合、滋賀県、守山市の関係諸氏に多大なご協力を頂いた。付記して謝意を表す。

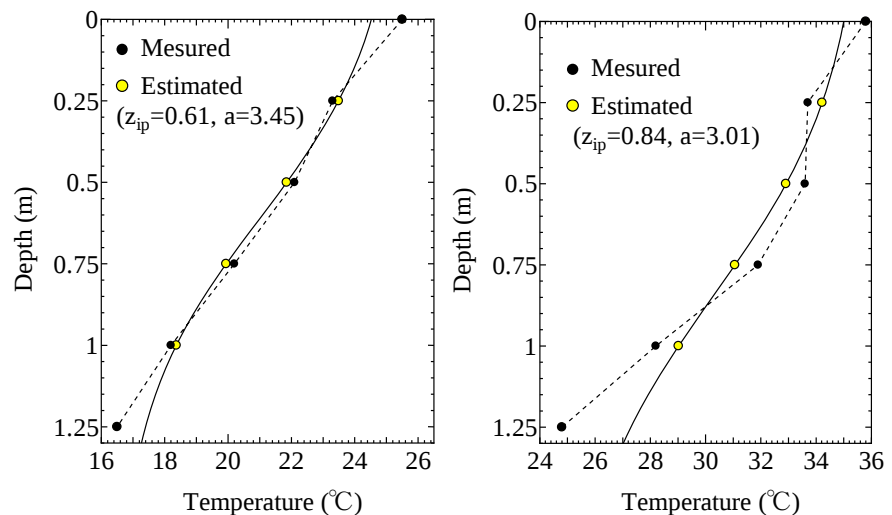


Fig.2 水温の実測値と関数による近似値
(左：2007 年 5 月 14 日 12 時，右：8 月 11 日 14 時)
Measured and estimated values of water temperature

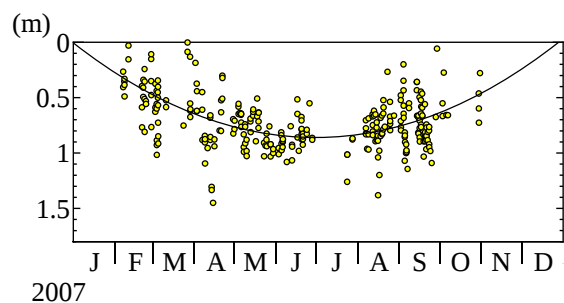


Fig.3 水温成層の変曲点 z_{ip} の年間変動
Temporal variations in z_{ip} of the profile