

## 圃場の水管理が水田の水温・地温に与える影響

## Effect of Water Management on Water and Soil Temperature in Paddy Fields

○\*光安麻里恵 \*\*西田和弘 \*\*吉田修一郎

○MITSUYASU Marie, NISHIDA Kazuhiro and YOSHIDA Shuichiro

1. はじめに 水稻の高温登熟障害対策の一つとして圃場の水管理が考えられている。例えば、登熟期のかげ流し灌漑や飽水管理は高温登熟障害を抑制すると言われている(永畠ら, 2005)。このような水管理は、水田の水温・地温を人為的の制御によって変化させ、水稻生育に適した温度環境の形成を図るものである。しかし、かけ流しのための用水確保が困難な地域では飽水や深水などの水深を変化させる水管理で対応する必要がある。そのため、水管理が水温・地温へ与える影響を明らかにすることは、水稻生育を考える際に重要である。そこで本研究では、圃場の水管理が水田の水温・地温へ与える影響を明らかにすることを目的とした。一般の耕作者が管理する水田の調査から、圃場の水管理による水深変化と水温・地温の関係を把握した。

2. 方法 調査は2012, 2013年に石川県手取川七ヶ用水 4-1, 4-2号支線を利用する水田6枚(上流から水田1~6)(Fig. 1)にて行った。2012年は用水温, 水尻水温, 水深を, 2013年はこれらに加えて水口, 水田中央の水温, 水田中央の地温(深さ5, 10cm)も測定した。測定間隔は水温を30分, 水深と地温を10分とした。また, 各水田の詳細な水管理を管理者の記録と聞き取り調査から把握した。

3. 結果 水管理の例として2012年水田2の測定結果をFig. 2に示す。水深変化から, 生育後期は取水後排水して飽水状態を保つ間断灌漑が行われていたことがわかる。この地区の水田の多くで同様の管理がなされていたことが聞き取り調査からもわかっている。

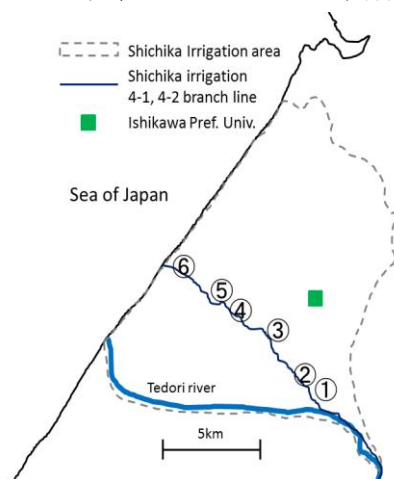


Fig.1 Map of Shichika irrigation area

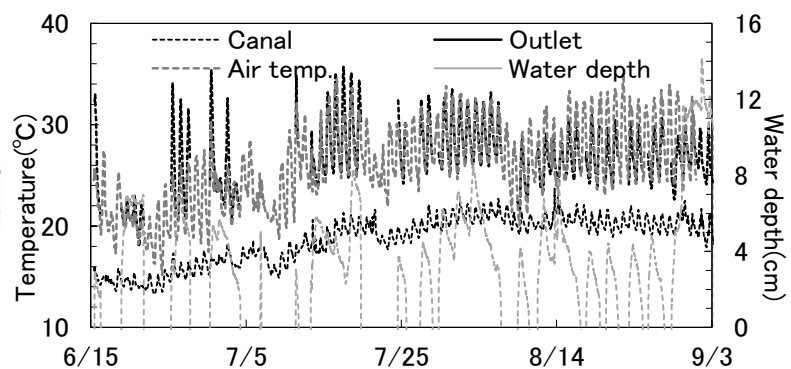


Fig.2 Air temperature, water temperature of the canal and paddy field, water depth in paddy field 2

\*三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc.

\*\*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: 水管理, 水田灌漑, 水温, 地温

水尻水温への水路水温の影響を把握するため、Fig. 3で水路と水尻の水温の変化を比較した。この地区は用排兼用水路を利用し、下流ほど水路水温が高く、昼間は約6℃の差があった。しかし、水尻ではその差はなくなり、気温に近くなった。これは、水尻水温が主に気象条件で決まり、灌漑水温の影響がほぼないことを示している。

水深と水温の関係を Fig. 4 に示す。7月17日の夜に水田4の水深が灌漑によって上昇するとともに、他の水田より水温の日較差が約1.4℃小さくなった。7月19日の水田6も同じ傾向を見せた。よって、水深が上昇すると、水温振幅は減少する。

4. 考察 水深と水温の関係を明らかにするため、各水田の出穂日以降の水温上昇時の平均水深と水温の日振幅の関係を調べた(Fig. 5)。ただし、降雨時のデータは除き、かつ、湛水していた時のもののみを示した。気象条件などの要素の影響が大きいため、水深だけでは水温の日振幅を精度よく説明することができなかった。そこで、水温の日振幅(℃)を従属変数、水深(cm)、水蒸気圧(hPa)、日射量(W/m<sup>2</sup>)それぞれの水温上昇時間中の平均値、日最高気温(℃)、出穂からの日数(日)を独立変数として重回帰分析を行った。気象データには、2012年は石川県立大学、2013年は水田5の近くで観測されたものを使用した。重回帰分析の結果、水深の回帰係数は-0.15℃/cm となった(R<sup>2</sup> = 0.47)。この95%信頼区間は、-0.15±0.08℃/cmであった。以上より、1cmの水深上昇で水温の日振幅は-0.15±0.08℃小さくなることがわかった。

次に、水深の地温への影響を検討した。深さz、時間tの地温は田面水温が三角関数で表される場合、熱伝導方程式を解くことで、周期τ、水温の振幅A(0)、平均温度T<sub>a</sub>を用いて

$$T(z, t) = T_a + A(0) \exp\left(-\frac{z}{d}\right) \sin\left(\frac{2\pi}{\tau}t - \frac{z}{d}\right) \quad (1)$$

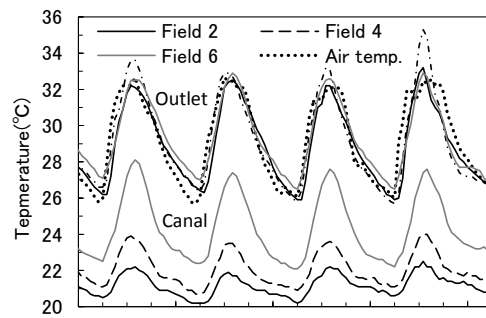


Fig. 3 Water temperature of canal and outlet of paddy fields 2,4,6

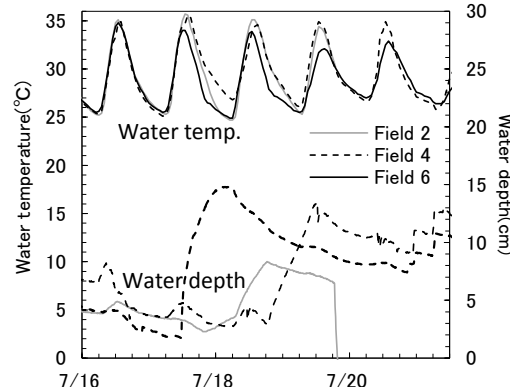


Fig. 4 Water temperature and depth of outlet of paddy fields 2,4,6

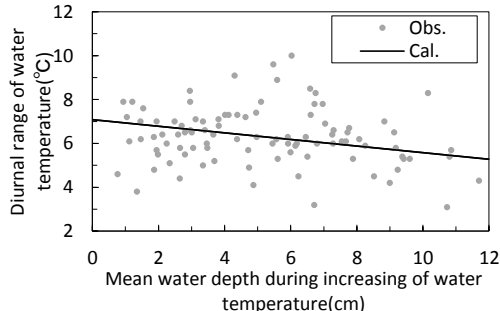


Fig. 5 Relationship of mean water depth and diurnal range of water temperature.

となる。これより、地温振幅は水温の振幅と地表面からの深さによって推定される。 $d$ は制動深さと呼ばれ、熱拡散率 $\kappa$ を用いて $d = \sqrt{\tau\kappa/\pi}$ で表される。(1)式は、水温振幅が $\Delta A(0)$ 変化すると、深さが $z$  cmにおける地温振幅は $\Delta A(0) \exp(-z/d)$ 変化することを示している。例えば、地温の測定結果より算出した $d = 9.43$  cmを用い、水深が1 cm上昇したときの水温の振幅の減少分 $\Delta A(0) = 0.15 \pm 0.08$ ℃を代入すると、深さ10 cmで地温振幅は $0.052 \pm 0.028$ ℃減少する。以上のように、水深変化に伴う水温と地温の日振幅変化の関係を得た。