

パイプライン用水路が持つ水温上昇抑制効果および玄米品質との関係 Effect of suppression of water warming in pipeline canal and the influence on rice quality

○坂田 賢* 友正達美**

SAKATA Satoshi, TOMOSHO Tatsumi

1. はじめに 気候変動の影響と思われる、夏季の高温による玄米品質の低下（高温登熟障害）が問題となっている。その中で、耕作者が取り組める対策の一つが水管理である。本報告では、パイプライン整備により低温で温度変化の少ない用水が確保できることを検証する。具体的には、整備されたパイプラインを流れる用水温を測定し、流下過程の水温変化を開水路と比較した。また、調査地区の玄米の等級検査結果に基づいて、高温登熟障害の発生に強い影響を及ぼす出穂期後 20 日間の気温と玄米品質の関係を用いて、パイプライン整備の有無による比較を行った。

2. 調査概要 福井県九頭竜川下流地区の用水路（パイプライン：8 地点、開水路：5 地点）を対象に、2013 年灌漑期に水温観測（Hobo water temperature Pro V2 により 5 分間隔で計測）を行った。用水路内の水温変化を把握するために、降雨が観測されなかった日が 5 日間以上続いた期間（計 6 回）を抽出した。また、花咲ふくい農業協同組合が実施した、2010 年から 2013 年産米の倉前検査結果を提供頂き、コシヒカリの 1 等米比率を求めた。

3. 結果と考察

3.1 水路形態ごとの河川取水口からの上昇水温 パイプラインおよび開水路を流れる水温の時間変化は、河川取水口（以下、取水口）で取水された用水と同様の変化を示した。そこで、観測点ごと、および、分析期間ごとに「遅れ時間」の平均値を求め、取水口の水温時系列を各観測点の遅れ時間だけずらし、観測点と取水口の水温差を求め、水路延長または直線距離との関係を **Fig.1** に示した。遅れ時間は、観測点の時系列と取水口の時系列の相互相関係数が最も高くなる時間差と定義した。なお、開水路は取水口から観測点までの正確な流路を把握していないため、緯度経度から求めた直線距離を用いた。

調査地区の取水口は、パイプライン、開水路ともに距離に比例して水温が高くなる傾向を示した。ただし、パイプラインでの上昇水温はごくわずかであり、当地区では幹線水路の末端までの延長は約 20km であるが、20km の流下で 0.59℃の水温上昇にとどまる。

3.2 水路形態による水温差の比較 調査地区の開水路では、日射等の影響を受けて日中は水温が上昇する傾向にある。パイプラインを流れる用水は河川水温のみに依存すると考えられ、**Fig.1** のとおり開水路よりも水温が低い。高温登熟障害発生を抑制する観点からは、開水路よりも水温が低下することはパイプライン整備の効果であると位置づけられる。整備効果を評価するために、前節の遅れ時間を考慮して求めた開水路と取水口の水温差から、**Fig.1** で示した水路延長と水温差の近似式を用いて、開水路観測点と取水口との直線距離と等距離におけるパイプラインの上昇水温を差し引いた値を **Fig.2** に示した。前節で既述の通り、開水路は直線距離を用いたため、水路延長で評価した場合には直線距離の場合より

* 農研機構 中央農業総合研究センター 北陸研究センター Hokuriku Research Center, NARO/ARC

** 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：高温登熟障害、パイプライン整備、1 等米比率

も水温差は小さくなる。なお、パイプラインの直線距離と水路延長の差は 1%未満から 36%であり、取水口から遠いほど比率が大きい。

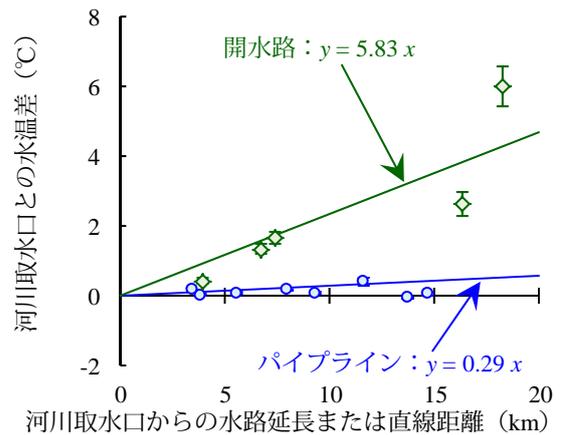
Fig.2 より、取水口から遠い地点ほど、開水路とパイプラインの水温差が大きくなることを示している。また、遠い地点では近似直線からの解離が大きく、各観測点の標準誤差も大きくなる傾向がみられる。原因の一つに、上述した水路延長と直線距離の差が含まれることを考慮する必要があるが、物理的には、開水路では上流部での取水により流量や流速が変化すること、および、水路断面の形状や面積が異なることによって、用水が流下する過程で受容する熱量が変化するためと考えられる。

3.3 パイプライン整備の有無と玄米品質の関係

パイプラインによる夏季の水温低下が品質に及ぼす影響を評価するために、調査地区内でパイプラインが圃場まで供用されている集落(以下、供用集落)と、一部または全部の区間で開水路を通過する用水を取水している集落(以下、未供用集落)の玄米品質を収穫年ごとに集計した。玄米品質は出穂後 20 日間の気温、特に夜間の気温の影響を受けることから、玄米品質の指標の一つである 1 等米比率と最低気温(近傍のアメダスデータを利用)の関係を Fig.3 に示した。未供用集落の 1 等米比率は最低気温との相関が高く、高温の場合には品質が低下している。一方、供用集落の場合、全ての年で未供用集落よりも品質が高くなっていることに加え、気温上昇による品質への影響は認められない。

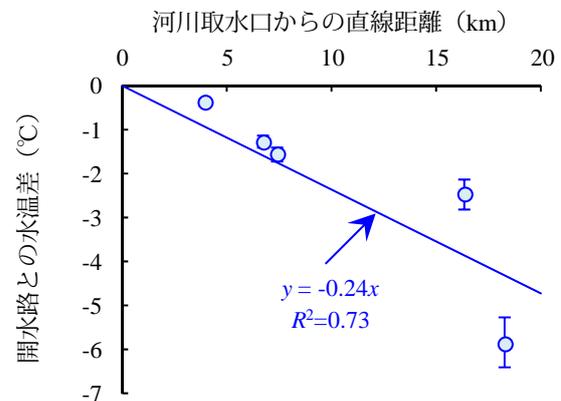
以上より、パイプライン整備によって、整備前に比べて温度の低い用水供給が可能となったこと、および、結果として圃場の温度上昇が緩和されたことによって、玄米品質の向上につながったと考えられる。

謝辞：地元農家、北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所、福井県農林水産部、花咲ふくい農業協同組合などには多大なる協力を頂いた。本報告は、農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」の成果の一部である。



注：パイプラインは河川取水口からの水路延長，開水路は直線距離との関係を示した。また，図中のエラーバーは標準誤差を表す。

Fig.1 河川取水口までの流路と水温差の関係
Relationship between difference of water temperature and distance from the water intake on the river



注：図中のエラーバーは，標準誤差を示す。

Fig.2 開水路水温と開水路と等距離にあるパイプライン水温との差

Relationship between the difference of water temperature in pipeline canal from water temperature in open canal and straight-line distance from the water intake on the river

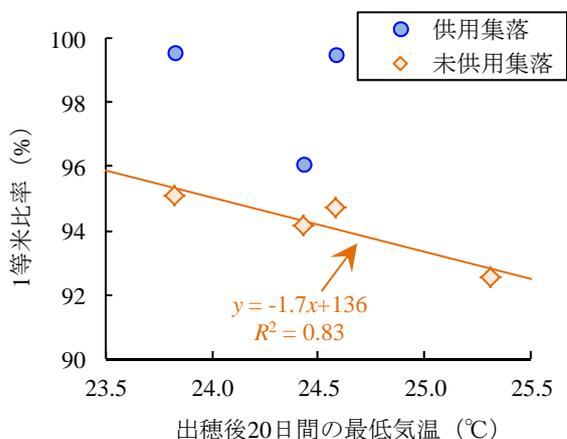


Fig.3 調査地区の夏季最低気温と品質の関係
Relationship between rice quality and averaged daily minimum temperature in 20 days after the heading