

水稻の高温障害抑制のための掛流し灌漑が 水田の窒素環境と稲の窒素吸収に与える影響

Effect of continuous irrigation with running water on nitrogen environment and nitrogen uptake during rice ripening period in a paddy field

○西田和弘* 柴田里子* 塚口直史** 吉田修一郎* 塩沢 昌*

○Kazuhiro Nishida, Satoko Shibata, Tadashi Tsukaguchi, Shuiciro Yoshida, Sho Shiozawa

1. はじめに

夏季の高気温による水稻の高温登熟障害の発生（白未熟粒の増加）が問題となっており、この対策として掛流し灌漑が考えられている。掛流し灌漑は、低温の用水の灌漑と田面水の排水を同時に行うことで、水温・稲体を冷し、米の品質向上を図る方法である。

これまでに、筆者らは、実際の水田や試験水田を用いた掛流し灌漑試験により、掛流し灌漑による水温・稲体の冷却効果¹⁾、灌漑条件と水温低下の関係²⁾などを検討してきた。一方、これらの試験において、大幅な水温低下をさせたにも関わらず、水温と米の品質の関係は不明瞭であった。むしろ、水温低下によって米の品質が悪化するケースも見られた。この原因として、掛流し灌漑による窒素の流出入や温度低下が、水田の窒素環境を変化させ、それに伴う水稻の窒素吸収の変化が米の品質に影響を与えた可能性を考えた。

そこで本研究では、実際の水田を用いた掛流し灌漑試験により、掛流し灌漑が、水田の窒素環境（田面水の窒素濃度、土壌中の窒素量）、および、水稻の窒素吸収に与える影響を調べた。

2. 方法

掛流し灌漑試験は、2017年に石川県白山市の農家水田（2枚）で行った。1枚で掛流し流し灌漑を、もう一枚では通常の水管理を行った。掛流し灌漑は夜間に実施し、出穂期（7/31）から約20日間行った。出穂後20日間の平均気温は26.3℃、夜間の灌漑水温は

19～23℃程度であり、灌漑によって水田内が冷却される条件であった。また、灌漑水の全窒素（TN）濃度は約0.3mgN/Lであった。

掛流し灌漑試験中に、水田内の複数地点で複数回田面水を採取し、各種窒素濃度（TN（全窒素）、NO₃-N、NH₄-N、DON（溶存有機体窒素≡TN濃度-溶存無機態N濃度））を測定した。また、出穂前日と24日後に、作土（0～10cm）を、低温地点（出穂後20日間の平均水温24.7℃）と高温地点（同26.2℃）で採取し（Fig.1,2）、土壌中の窒素量（溶存態（水抽出）、吸着態（KCL抽出））変化を測定した。なお、出穂24日後の採取土壌は、出穂前日に筒を埋設することで、以後の稲の窒素吸収が生じないようにした。灌漑試験後には、各水田内の複数地点で稲をサンプリングし、玄米タンパク質濃度・白未熟粒割合を測定した。また、水温、地温、水位、気象項目を連続測定した。掛流し灌漑水田の測定地点の概要はFig.1に示す通りである。

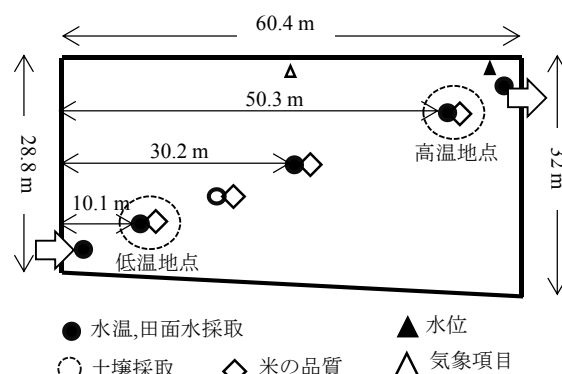


Fig.1 Schematic representation of the experimental paddy fields

* 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agric. and Life Sciences, The Univ. of Tokyo

** 石川県立大学 Ishikawa Prefectural University

キーワード：掛流し灌漑、水田の窒素環境、稲の窒素吸収

3. 結果と考察

掛流し灌漑中の田面水のTN濃度は水口から離れるほど低濃度であり、また、灌漑終了後にはさらに濃度低下が見られた (Fig3). この濃度低下は、田面水から土壌中への窒素の移動を示している. そのため、掛流し灌漑は、灌漑水に含まれる窒素を土壌に供給する働きを持つと考えられる. また、水口に近いほど濃度勾配が急であることから、水口ほど窒素供給量が多いと考えられる. ただし、窒素濃度分布を形態別に見ると、濃度低下の大部分は $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の低下によるものであった (図略). $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の低下は、稲の吸収だけではなく、脱窒によっても生じるため、田面水から土壌に移動した窒素が必ずしも稲に吸収されるとは限らない.

土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$, DON 量は、高温・低温両地点共に約 20 日で増え、増加量は低温地点のほうが少なかった (Fig.4). これは、掛流し灌漑による地温低下によって窒素の無機化・分解が抑制されたためだと考えられる. 一方、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は、ほとんど検出されなかった.

出穂後 20 日間の平均水温と玄米タンパク質濃度の関係 (Fig.5) をみると、玄米タンパク質濃度は、水温が低い地点ほど低濃度であった. このことは、本試験水田では、灌漑水による窒素供給量の増加よりも、温度低下に伴う無機化・分解の抑制の影響の方が大きいことを示している.

以上より、掛流し灌漑により、灌漑水中の窒素の土壌への供給、および、地温低下に伴う土壌窒素の無機化抑制が生じることがわかった. また、灌漑水の窒素濃度が低く、水温も低い水田では、温度低下に伴う無機化抑制のため稲の窒素量が減少し、平均水温が低い地点ほど玄米タンパク質濃度は低くなると考えられた. この結果より、掛流し灌漑による米の品質への影響を明らかにするには、温度環境への影響だけでなく、窒素環境への影響も検討する必要があると考える.

引用文献：

- 1) 西田ら (2016) 農業農村工学会論文集, 303, 1_391-1_401,
- 2) 西田ら (2014) 農業農村工学会論文集, 294, 25-33

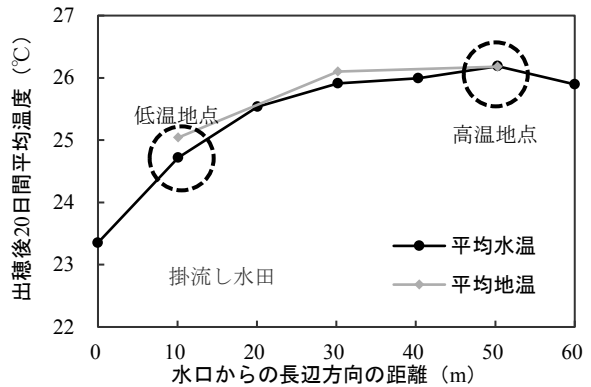


Fig.2 Average water and soil temperature distribution during 20 days after heading date

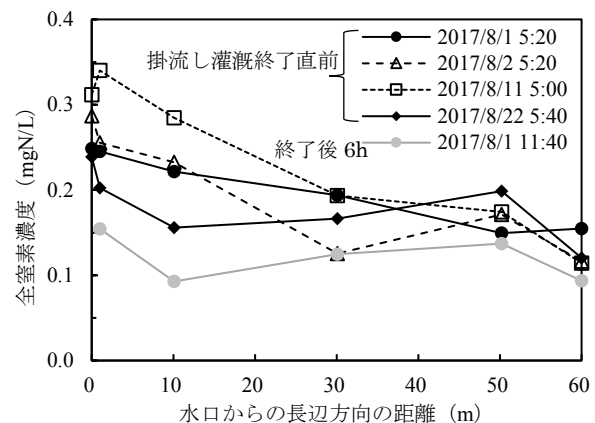


Fig.3 Changes in distribution of Total Nitrogen concentration in paddy water.

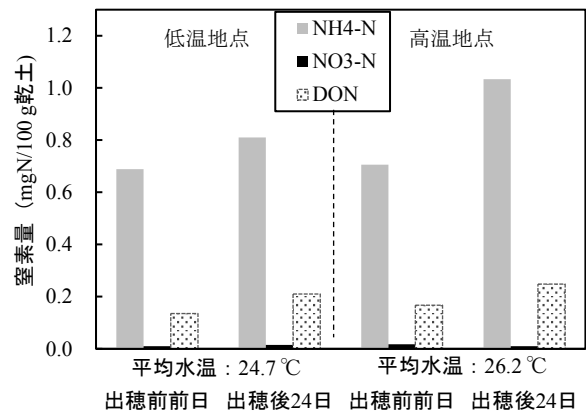


Fig.4 Nitrogen content in surface soil (0-10 cm).

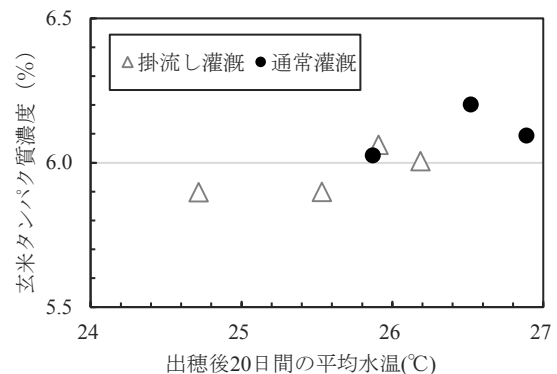


Fig.5 Relationship between average water temperature during 20 days after heading date and grain protein content.