

かけ流し灌漑が玄米品質に与える影響： マルチスペクトルカメラによる評価

Effect of continuous irrigation on rice quality: evaluation by multispectral camera

○藤原洋一¹・谷内駿太郎²・塚口直史¹・長野峻介¹・一恩英二¹

○ Y. Fujihara¹, S. Yachi², T. Tsukaguchi¹, S. Chono¹, and E. Ichion¹

1. はじめに 近年の気候変動にともなう気温上昇により、水稻の高温登熟障害が発生して一等米比率が低下し、農家の収入減少に繋がっている。このため、用水を取り入れつつ田面水を排水するかけ流し灌漑によって、水温および群落温度を冷やして米の品質向上を図ることがある。従来、このかけ流し灌漑は温度環境を改善することによって品質を向上させると考えられてきたが、西田ら（2019、2020）は、温度を介した影響だけでなく、稲や玄米の窒素状態を介した影響によっても、かけ流し灌漑は米の外観品質に影響を与えることを指摘している。そこで、本研究では、かけ流し灌漑時における水田水温を観測するとともに、ドローンに搭載したマルチスペクトルカメラを用いて稲の生育状況（窒素吸収量）のモニタリングを行い、かけ流し灌漑が玄米品質に与える影響について調べた。

2. 研究方法 実験は、2019年および2020年に石川県立大学附属農場で行った。2019年はかけ流し灌漑区のみを設け、2020年はかけ流し灌漑区とかけ流し灌漑なし区（通常の湛水区）を設けた。水口は水田の南西側、水尻は北西側にあり、水口では塩ビ管を通して水を取り入れ、水尻の堰板はかなり低く設置して常時排水を行えるようにしている。栽培品種はコシヒカリで、出穂時期は2019年7月28日、2020年7月31日であり、登熟期である2019年7月30日～8月14日、2020年8月4日～8月20日までかけ流し灌漑をそれぞれ実施した。また、ロガー付き水温計（各圃場9地点）と水位計（各圃場1地点）を設置して、水温および水深を10分間隔で計測した。また、収穫時期に、水温を計測した地点の地上部の坪刈りを行って、米の品質（整粒率など）を調査した。

マルチスペクトルカメラは、Parrot社のSequoia（セコイア）で、現在、最もよく利用されているマルチスペクトルカメラの一つである。緑（Green: 550nm）、赤（Red: 735nm）、レッドエッジ（Red edge: 735nm）、近赤外（NIR: 790nm）の地表面反射率データを得ることができる。UAVにはParrot社のBluegrassを使用した。Bluegrassはセコイアを内蔵したタイプのUAVであり、アプリを使用することでオートパイロットを行うことができる。撮影頻度は約1週間に1回として、撮影は太陽高度の低い午前8時に行った。高度はこれまでの研究から30mとし、オーバーラップ率は80%とした。また、稲の窒素吸収量（栄養状態）を見る植生指数としては、緑と近赤外から計算されるGNDVI（Green Normalized Difference Vegetation Index）を用いた。

3. 結果と考察 実験を行った2019年と2020年の気象条件について整理したところ、2019年の出穂後10日間の平均気温は30.2℃、2020年の出穂後10日間の平均気温は28.6℃であり、いずれも高温登熟障害が起こる可能性があった年といえる。ただし、両年の気象状況を比較すると、2019年の方が2020年より日照時間も長く高温年であった。

¹ 石川県立大学生物資源環境学部 *Ishikawa Pref. University, Faculty of Bioresources and Environmental Sciences*

² 石川県農林水産部 *Ishikawa Pref. Government, Agriculture Forestry and Fisheries Department*

キーワード：かけ流し灌漑、玄米品質、マルチスペクトルカメラ、水温、UAV

かけ流し灌漑期間中における水温の観測結果を Fig.1 および Fig.2 に示す。No.1 が最も水口に近く、No.9 は水口から最も遠い地点である。なお、2019 年はかけ流し区のみでの観測、2020 年はかけ流し区とかけ流しなし区での観測となっている。かけ流し区の結果を見ると、かけ流し灌漑を行うことで水口付近 (No.1) の水温が低くなり、水口から最も遠い地点より最大で 5.0℃ (2019 年)、5.3℃ (2020 年) 低下している。

2019 年における水温と整粒率の関係を Fig.3 (左) に示す。これを見ると同じ水温でも整粒率にバラツキがあり、一般的に想定される "水温が低くなると整粒率が向上する" という関係にはなっていないことが分かる。2020 年の結果 (Fig.3 (右)) を見ると、かけ流し灌漑を行うことによって水温を低下させることはできているが、1 点を除いて見ると水温に関係なく整粒率はほぼ同じであることが分かる。

次に、稲の窒素吸収量 (栄養状態) を見る植生指数として GNDVI を用いて、整粒率との関係を調べた。2019 年の結果 (Fig.4 (左)) を見ると、植生指数の値が高いほど整粒率も高くなっていることが分かる。一方、2019 年ほどには高温ではなかった 2020 年 (Fig.4 (右)) では、植生指数の値にほとんど関係なく整粒率はほぼ同じであった。

4. まとめ かけ流しにより水温は低下したが、水温を下げれば品質が向上するといった関係は確認できなかった。また、さほど高温ではなかった年では植生指数と品質との間に一定の関係はなかったが、高温年では植生指数が高くなれば品質も向上した。このことから、水温が品質に与える影響は小さく、稲の栄養状態が品質に与える影響の方が大きいことが分かった。

引用文献 1) 西田ら、農業農村工学会論文集、309、pp.I_219-I_226、2019。2) 西田ら、水土の知、88 (10)、pp.809-812、2020。

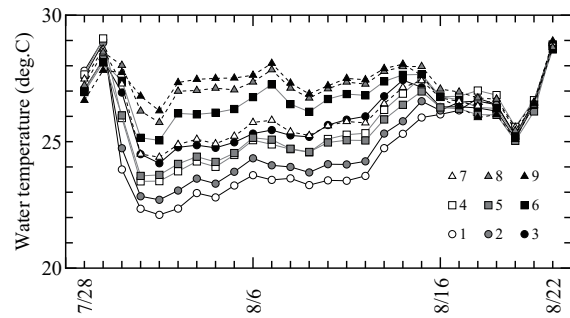
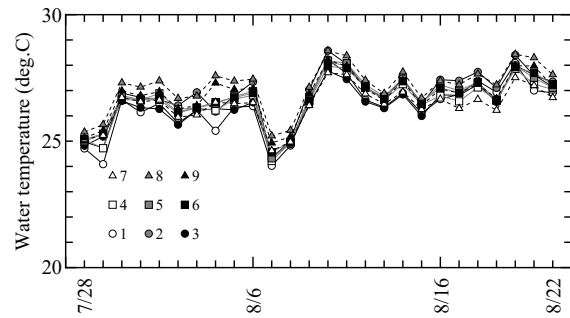


Fig.1 Water temperature (2019)



(a) without continuous irrigation

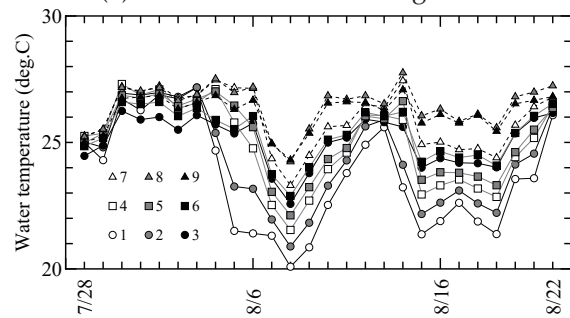


Fig.2 Water temperature (2020)

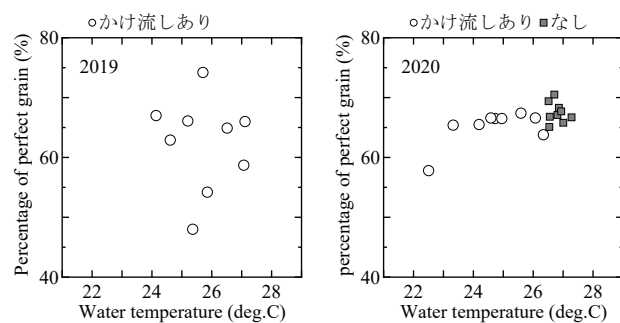


Fig.3 Relation between water temp. and rice quality

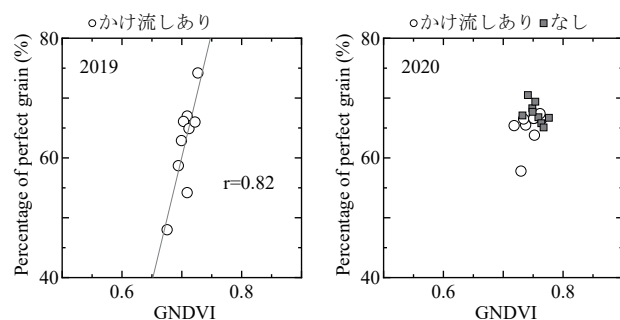


Fig.4 Relation between GNDVI and rice quality