

輪番灌漑水田圃場の短波長赤外反射特性 A Short-Wave-InfraRed Reflectance of Paddy Fields Irrigated Rotationally

堀川直紀

HORIKAWA Naoki

1. はじめに

水田灌漑地区において水不足が生じた場合に公平な配水もしくは節水を目的として輪番灌漑が採用されることがある。輪番灌漑は水不足が極めて厳しい場合は圃場ごとに行われることもあるが、一般には灌漑地区を分割した灌漑ブロックごとに行われることが多い。灌漑ブロックごとに輪番灌漑が行われたときの各圃場への配水状況を把握することは適正な水管理において重要である。圃場の水状態を広域に把握する方法としてリモートセンシングがあり、福本¹⁾は短波長赤外の複数バンドを用いて代かき時の湛水の進展を計測できることを示した。本研究では、光学センサによる稲の生育時における圃場の水状態の把握を目的として、輪番灌漑が実施されている水田圃場における短波長赤外の反射特性を検討した。

2. 方法

節水を目的とした輪番灌漑が実施されているミャンマーのイエジン灌漑地区を検討対象地区とした。この灌漑地区は欧州宇宙機関の地球観測光学衛星である Sentinel-2 の軌道の重複部分にあたり、10 日に 4 回の頻度で衛星画像が撮影される。Sentinel-2 の短波長赤外センサのうち Band12 の中心波長の 2190nm における水の吸収係数は 10cm^{-1} 以上である。このため、2~3mm の水膜であっても透過した 99% の光を反射の過程で吸収するのでこの波長の反射率は湛水面積の情報を持つと考えられる。検討対象期間は降水の少ない乾季とし 2019 年乾期水稲作において輪番灌漑により 1 週間のうち月曜朝から木曜朝まで配水された第 3 支線水路地区 (42.1ha) の Band12 の圃場重心の大気上端反射率 (以降、反射率と呼ぶ) と輪番灌漑による配水状態を比較した。

3. 結果の概要

(1) 湛水と反射率

2019 年 1 月の代かき時に、圃場の湛水非湛水状況を現地踏査で調査した。延べ 157 筆の湛水圃場と延べ 253 筆の非湛水圃場の反射率の相対累積度数分布を Fig.1 に示す。湛水圃場の反射率の平均は 0.037 であり、95% の圃場の値が 0.08 以下である。一方非湛水圃場は反射率の平均は 0.222 であり、95% の圃場の値が 0.18 以上であった。検討対象地区では単バンドの反射率で湛水非湛水の判別は可能と考えられる。

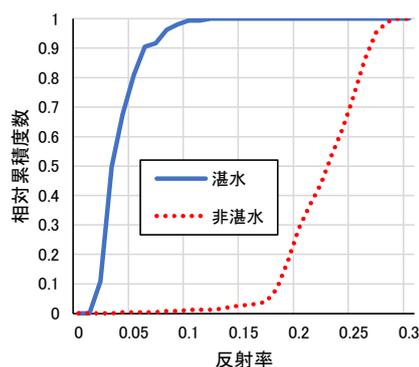


Fig. 1 湛水状況による反射率の相対累積度数
Existence of standing water and cumulative frequency distribution of reflection

(2) 反射率の時系列変化

2019年の乾季灌漑の開始14日前から133日後までの50回の衛星画像における反射率の地区平均値をFig.2に示す。地区平均反射率は灌漑開始前に0.2以上であるが、代かき湛水により灌漑開始約10日後には0.05を下回る。潤田直播(Wet Seeding)における播種落水のため反射率は上昇し0.1を超えるが、再湛水により灌漑開始約30日後に再び0.05を下回る。その後は稲の生育による葉面反射により次第に増加するが反射率は播種落水時の0.1を超えていない。このことから生育期でもある期間までは反射率が湛水による吸収の情報を持っていると考えられる。

(3) 輪番灌漑期における曜日毎反射率

再湛水以降で輪番灌漑実施中の26回の衛星画像について地区平均反射率をさらに曜日ごとに平均してFig.3に示す。変動幅は約0.015と小さいが、曜日平均は配水開始曜日である月曜に最大、配水終了前日の水曜に最小となり、その後非配水期間に再び増加するという周期性を示す。この周期性は湛水深の増減に対し不陸により各圃場の湛水面積が変化し、地区湛水面積が水曜に最大、月曜に最小となることを示唆している。

各圃場において反射率が最小となる曜日をFig.4に示す。ほとんどの圃場は地区平均と同じく水曜に反射率が最小となる。一部には配水停止日の木曜や配水停止期間の金曜から日曜に最小となる圃場があり、それらは支線用水路から遠い位置に集中している。第3支線用水路地区は圃場整備されているが水路は実質的に用排兼用として使用されており、支線用水路に近い圃場から順番に配水されている。配水停止期間の金曜から日曜に反射率が最小となる圃場は、地区内上流圃場の排水を受けて時間遅れで用水の供給が到達している可能性が考えられる。

4. おわりに

生育期の灌漑圃場で短波長赤外の反射率が輪番灌漑に対応した周期性を持つことが確認された。圃場水状態の定性的把握は短波長赤外反射率により可能と考えられ、水掛かりが不利な圃場の抽出、輪番灌漑時の到達特性の把握、AWD等の間断湛水圃場範囲の特定、などへの応用が期待される。

引用文献

1) 福本昌人(2019) : Sentinel-2 衛星データを用いた水田の取水開始時期の把握, システム農学, 35(2), 15-23

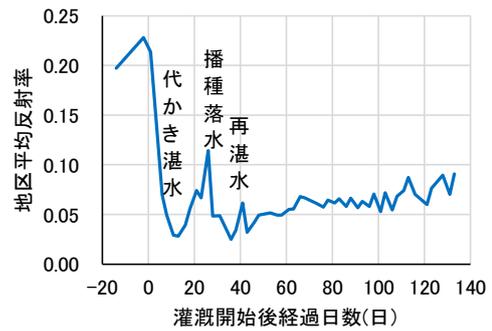


Fig.2 平均反射率の時系列変化
Irrigation block average of chronological

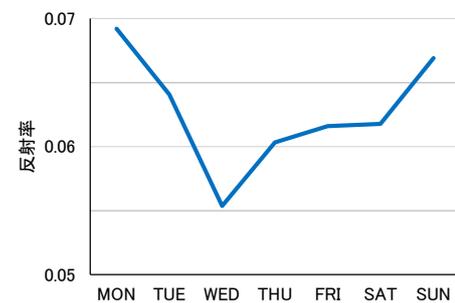


Fig.3 曜日ごと平均反射率
Averaged reflection rates for the day of week



Fig.4 反射率が最小となる曜日の空間分布
Distribution of the minimum reflection day