

アジアの多様な栽培形態に対して頑強な稲作判別法の開発

Development of a robust rice detection method for diverse cultivation styles in Asia

陳尚煜*・RUDIYANTO**・Hung DINH***・Lan T. HA***・○長野宇規*・吉川夏樹****
 Chen SANGYU*, RUDIYANTO**, Hung DINH***, Lan T. HA***,
 ○Takanori NAGANO*, Natsuki YOSHIKAWA***

1. はじめに

アジアは多様な気候と地形に適応するようにさまざまな種類の水稲が栽培されており、耕作回数も日本のような温帯地域の1年1回から熱帯地域での2年7回まで変化に富む。アジアの農地区画は欧米と比べ小さく、雨季の稲作は開始時期も降雨依存型で不規則であるため、リモートセンシングでの検出には特有の課題が多い。一方稲作栽培地の特定は雨季の洪水対策や乾季の渇水対策上重要である。本研究ではアジアの多様な稲作に適用できる判別法の比較を行った。

2. 使用データと分析方法

2.1 研究対象地域

栽培形態の異なる日本とベトナムのデルタ地域を対象に検証を行った。研究対象地域は日本の新潟市と燕市に展開する農地区画(22,887ha, 平均区画面積0.15ha)とベトナム社会主義共和国のRed River下流域に展開するXuan Thuy灌漑区(13,454ha, 平均区画面積0.97ha)とした。新潟の稲作は5月から10月の1期作である一方Xuan Thuyでは稲の2期作が主流である。

2.2 使用データ

欧州宇宙機関(ESA)の合成開口レーダSentinel-1の2021年の観測データを使用した。Sentinel-1はESAがオープンデータとして提供する中解像度(5m×20m)のC-Band SAR画像で回帰日数は12日である。判別精度向上のため、農林水産省提供の農地筆ポリゴンを使用した。ベトナムでは検証データはそれぞれの対象地域に対しGISソフトウェアを用いてランダムに調査点(新潟:284点, Xuan Thuy:150点)を生成し、GoogleEarthとWorld Imagery Waybackの2021年度画像に基づき土地利用を目視判別して作成した。

2.3 分析手法

本研究では3つの異なる判別法を比較した。

(1) 閾値法

稲作は移植期の湛水により地表面が滑らかになるため、SARの後方散乱係数が低下する。後方散乱係数に一定の閾値を設けることで低下を検出する。大雨や水切れによる誤判別を回避するため時系列に前後のデータとの移動平均により平滑化を行った。

*神戸大学農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

**Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia

***Institute of Water Resources Planning, Vietnam

****新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード: リモートセンシング, 水稲, アジア

(2) k-means・DTW 法

教師なし分類 (k-means 法) で時系列をまず類型化し、水稻と目される時系列を標準曲線に定める。Difference Time Warp 法は、対象時系列と標準曲線の時間軸方向のずれに対し、Time Warp を施すことで各時点での後方散乱係数差の最小値を探る。これらの合計値をもとに水稻を判別する。

(3)コンポジット・K-means 法 (Rudiyanto, 2019)

時系列のノイズを低減するために 3 データ毎に最高値を求めるコンポジット化を行った上で、K-means による類型化を行い、水稻を判別した。

(4)精度評価

上記の判別結果に対し検証データを用いて各分類法の Commission Error (C.E)と Omission Error (O.E)を求めた後、総合精度と Kappa 係数を算出した。

3 結果と考察

新潟と Xuan Thuy における判別結果を表 1 に示す。閾値法より DTW 法、コンポジットの方が高い精度が得られた。季節により時系列の最小値に差異が生じているため、閾値法は特に Xuan Thuy で精度が低くなった。DTW 法、コンポジット法双方が Xuan Thuy で実用レベルに近い判別精度を得た。新潟よりも区画面積がより大きいため考えられる。DTW 法とコンポジット法は教師なし分類 (k-means) にデータ分類を依存する点で完全な自動化が困難だが、後方散乱係数の低下の特徴をより頑強に捕捉できる点で、圃画面積が大きく異なる地域の適用には有用であることが判明した。

表 1 研究対象地での水稻判別精度

Table 1 Rice detection accuracy in the studied areas

地域	区画面積 (ha)	判別法	総合精度 (%)	kappa
新潟	0.15	閾値	80.5	0.61
		DTW	85.9	0.71
		コンポジット	82.8	0.53
Xuan Thuy	0.97	閾値	82.0	0.46
		DTW	93.0	0.81
		コンポジット	93.4	0.86

4 おわりに

DTW 法とコンポジット法は、稲作の多様性に起因する時系列のずれに柔軟に対処することができた。時系列の最低値への依存度が高い閾値法と比べ、より頑強な分類法であるといえる。

参考文献 : Rudiyanto et al.(2019): Automated Near-Real-Time Mapping and Monitoring of Rice Extent, Cropping Patterns, and Growth Stages in Southeast Asia Using Sentinel-1 Time Series on a Google Earth Engine Platform. Remote Sens. 2019, 11, 1666.

謝辞 : 本研究は E-Asia JRP (JST)プロジェクト「アジアデルタ地域の持続的な農業を支える機械学習とリモートセンシングを活用した統合水管理プラットフォームの開発」の研究成果である。