

**中解像度衛星画像を用いた毎筆作付判別**  
**Plot-by-plot classification of agricultural land use by**  
**mid-resolution satellite imageries**

○長野宇規\* 浅野 剛\* 小寺昭彦\* 藤原洋一\*\* 吉川夏樹\*\*\*  
 ○NAGANO Takanori\* ASANO Takashi\* KOTERA Akihiko\*  
 FUJIHARA Yoichi\*\* YOSHIKAWA Natsuki\*\*\*

## 1. はじめに

日本の農用地は農家の高齢化や米価の低迷で近年急速に様相が変わりつつある。耕作放棄地は平成 27 年現在で 42 万 ha と日本の農用地面積 (450 万 ha) の 10%に及ぶ勢いで、今後さらなる拡大が見込まれる。集落営農の増加や気候変動の影響等で作付けの時期や品種も長期的には変化が見込まれる。営農戦略・水資源管理・災害対策など様々な観点で広域的な農地動態の把握が重要となってくる。衛星画像を用いた土地利用判別は既存の研究により技術可能性は示されている (例えば福本ら, 2012)。しかし通常用いられる高解像度光学衛星画像は、購入費用が膨大となること、被雲の影響が出ることから広域の解析には適さない。そこで本研究はオープンアクセスの中解像度衛星画像 (合成開口レーダ (SAR)・光学) と水土里ネットが配信する農用地耕区データの併用により低コストの判別法を追求した。

## 2. 研究対象地・使用データ・分析方法

### 2.1 研究対象地

兵庫県篠山市 (以下篠山) と新潟県上越市吉川土地改良区 (以下吉川) の耕区群で 2016 年度にドローンを併用しながら目視で土地利用調査を行った。耕区数は篠山が 658, 吉川が 474 で、平均面積は篠山が 20.1a, 吉川が 27.4a であった。主な土地利用 (作物) はいずれの地域においても水稻, 大豆, 耕作放棄であった。

### 2.2 使用データ

本研究では C バンド SAR の Sentinel-1 と光学センサの Sentinel-2, ASTER を使用した。空間解像度はそれぞれ 5×20m, 10m, 15m である。SAR はマイクロ波を使用した能動型センサであり、光学センサのように雲の影響を受けないのが特徴である。観測されるのは、発信したマイクロ波の強度と地表面で散乱してセンサに返ってくるマイクロ波強度の比である後方散乱係数である。光学センサ画像は正規化植生指数 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) を算出して使用した。対象地域の圃場形状は水土里ネットが配信する耕区データを用いた。

### 2.3 分析方法

3 月から 10 月までの期間 Sentinel-1 は 24 日間隔でデータを取得した。また光学センサ画像は同期間中被雲のないもののみを収集した。衛星画像は前処理 (幾何補正, スペックルノイズ除去) の後、各圃場の耕区ベクターファイルにオーバーレイされ、各耕区特有のピクセルの値のみを平均

表 1 篠山における水稻と大豆の判別条件式

条件式	
水 稻	3月17日-5月4日の後方散乱係数 $\geq 5.5$ (式1)
	3月17日-5月28日の後方散乱係数 $\geq 5.5$ (式2)
	5月4日-7月15日の後方散乱係数 $\leq -9$ (式3)
	5月4日の後方散乱係数 $\leq -17$ (式4)
	5月28日の後方散乱係数 $\leq -17$ (式5)
	10月17日のNDVI $\leq 0.35$ (式6)
大 豆	6月18日のNDVI $\leq 0.37$ (式7)

\*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

\*\*石川県立大学環境科学科 Graduate School of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University

\*\*\*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, SAR, 水土里ネット

表2 篠山における農用地判別結果

土地利用	判別結果			
	水稻	大豆	休耕地 (耕作放棄地)	オMISSIONエラー
水稻	468	24	13	7.3%
大豆	11	121	3	10.4%
休耕地 (耕作放棄地)	2	4	12	33.3%
COMMISSIONエラー	2.7%	18.8%	57.1%	

表3 吉川における農用地判別結果

土地利用	判別結果			
	水稻	大豆	休耕地 (耕作放棄地)	オMISSIONエラー
水稻	636	21	5	3.9%
大豆	6	67	0	8.2%
休耕地 (耕作放棄地)	2	5	5	58.3%
COMMISSIONエラー	1.2%	28.0%	50.0%	

した。後方散乱値に関しては時系列変化と各時期のデータの度数分布を作成し、作付ごとに比較することで条件式を設定した。分類には逐次抽出法を用いた。より特徴が分かりやすい作付から順に判別する方法であり、本研究では水稻、大豆、耕作放棄地の順で判別を行った。判別結果の評価には、COMMISSIONエラー、オMISSIONエラー、観測事象と照合事象間の偶然の一致に依存しない一致率を表す指標である Kappa 係数、正答率を表す総合精度を用いた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 各土地利用の特徴

篠山の観測結果から求められた水稻と大豆の判別条件式を表1に示す。水田は5月～6月頃湛水のため湛水前と比較して後方散乱係数が低下する(式(1), 式(2))。式(6)は10月の刈取り後に水稻のNDVIが低下する特徴を示す。水稻の判別は式(1)から式(6)のいずれかの条件を満たす場合とした。一方大豆と耕作放棄地は後方散乱係数の変化が類似しており有意な差が確認されなかった。そこで大豆が植え付け前に裸地状態のためNDVIが小さくなることを特徴とした(式(7))。式(6)と式(7)は光学センサによる観測に依拠するため、被雲時には判別が不能となる。表1の条件式の総合精度は篠山において91.3%、Kappa係数は0.78となった(表2)。篠山で決定した条件を吉川に適用した判別結果を表3に示す。吉川では被雲により式(6)の条件は適用できなかった。総合精度94.8%、Kappa係数0.77を得た。耕作放棄地の判別精度は低かったのは特徴の弱さに加えサンプル数が少なかったことが原因である。

#### 3.2 抽出精度の面積への依存性

篠山における各土地利用の耕区面積と抽出精度の関係を図1に示す。抽出精度とは1からCOMMISSIONエラーを引いた値のことである。水稻は16.1a以上の耕区であれば98.0%の抽出精度を持った。大豆は26.3a以上で完全な一致を示したが、面積が小さくなるとともに抽出精度が低下した。耕作放棄地については面積に関係なく抽出精度が低い結果となった。吉川においても類似した結果を得た。

### 4. 結論

SARと水土里情報システムの耕区データを併用することでオープンデータの中解像度衛星画像でも水稻に関しては比較的高い判別結果を得ることができた。被雲の影響のない時系列観測が特徴抽出の安定性に寄与していた。一方大豆と耕作放棄地についてはSARのみでは特徴差が捕捉できず、観測機会が安定しない光学衛星画像に依拠することが低い判別結果の原因である。サンプル数を増やすとともに、後方散乱係数やNDVI以外で特徴を捕捉する必要がある。

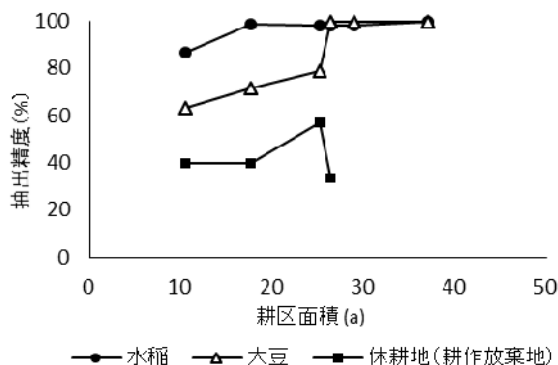


図1 抽出精度の面積への依存性 (篠山)

謝辞: 本研究は科研費番号16K07942の助成を受けて遂行した。水土里ネットより耕区情報を提供いただいた。

参考文献: 福本昌人・吉迫 宏 (2012) 高解像度衛星データを用いた水田の土地被覆の判別手法. 農業農村工学会論文集, 80(5), 383-390.