

MI3 衛星データと機械学習を用いた耕作放棄地分布推定と 圃場・地理的要因による将来分布予測

Abandoned Farmland Mapping Using Satellite Data and Machine Learning and Future Prediction by Field and Geographical Factors

指導教員 町村尚准教授・地球循環共生工学領域

28H17078 山口陽平 (Yohei YAMAGUCHI)

Abstract: Farmland abandonment is increasing rapidly in Japan, and it causes concerns on social, economic and environmental issues. In this study, abandoned farmland distribution in Ishikawa Prefecture, Japan was estimated by inputting satellite data to support vector machine, a machine learning algorithm. The overall accuracy of identification of abandoned farmland was 92%. Farmland abandonment probability was modeled considering field and geographic factors by generalized linear regression model, which suggested that field slope and soil types were major factors promoting abandonment.

Keywords: Landsat-8/OLI, ALOS2/PALSAR2, support vector machine, logistic regression model

1. 背景と目的

我が国の農地面積は 1961 年から減少の一途をたどっており、耕作放棄は農地減少の最大の要因となっている¹⁾。耕作放棄の要因は複合的であり、地域に適合した耕作放棄対策のためには、地域の社会・経済的要因とともに、局所的な圃場・地理的要因を分析する必要がある²⁾。本研究では石川県を対象に衛星データを用いて機械学習による耕作放棄地識別器を構築し、推定した耕作放棄地の分布から圃場・地理的要因による放棄確率モデルを構築、さらに将来の耕作放棄地の分布を予測することを目的とする。

2. 分析方法

2. 1. 衛星データと教師データの収集

耕作放棄地の識別器の構築のために、衛星データと教師データを収集した。Landsat-8 の OLI (Operational Land Imager) と ALOS-2 の PALSAR-2 (Phased Array L-band SAR 2) を使用し、ピクセルの解像度 30m にリサンプルした。2014-2017 年の 4 時期の OLI 画像の 6 バンドの反射輝度と、2015-2016 年の 8-9 月を合成した 1 枚の PALSAR-2 画像の 2 偏波の後方散乱係数の、計 26 のデジタルナンバーを、耕作放棄地の識別器へ入力する特徴量とした。次に教師データとして、対象地域の農地から 1,000 個のランダムサンプリングをし、Google Earth®により耕作放棄地か非耕作放棄地かを目視で判読して Ground Truth を収集した。土地被覆が混在する地点は除外し、ピクセル内が耕作放棄地または非耕作放棄地の地点のみを選定することで 925 地点の教師データを得た。全データの 80%を学習用、20%を汎化性能の評価用に分割した。

2. 2. 耕作放棄地の識別器の構築

衛星データによる耕作放棄地の識別には、二値分類問題を扱うモデルの中で未知のデータに対して汎用性が高いとされている SVM (Support Vector Machine) を使用した。識別器のために行ったパラメータ設定は、カーネル関数にラジアル基底関数を設定したソフトマージン型とし、学習用データを 9:1 で 10×10 の入れ子交差検証により、学習段階での汎化誤差の評価とベストパラメータの選定を行った。

2. 3. 圃場・地理的要因による耕作放棄確率モデルの構築

衛星データによる耕作放棄地の識別結果を基に、圃場・地理的要因を説明変数とする耕作放棄確率モデルを構築した。圃場・地理的要因として、土地利用基盤整備基本調査の圃場ごとの傾斜区分、区画状況、排水、農道、用水、国土調査の土壌、国土数値情報の標高の計 7 要目を説明変数とし、田と畑 (果樹園、牧草地を含む) 別に、一般化線形モデル (リンク関数=logit, 誤差分布=binominal) によって耕作放棄確率をモデル化した。サンプルは衛星データのピクセル (OLI の分解能 = 30 m) を単位とした。

表1 耕作放棄識別器の精度検証結果 (n = 185)

	予測		再現率
	放棄地	非放棄地	
実 放棄地	29	9	76%
測 非放棄地	6	141	96%
適合率	83%	94%	O.A.= 92%

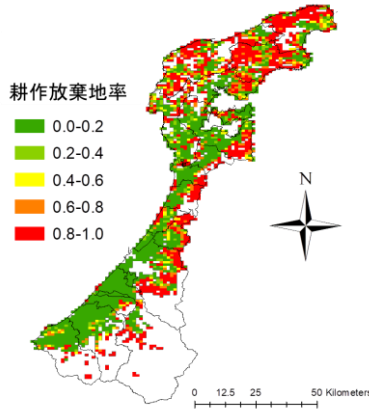


図1 耕作放棄確率モデルによって予測した 2030 年における 3 次メッシュ耕作放棄地率分布 (石川県全土の耕作放棄地率 = 23.2%)

3. 結果および考察

3. 1. 耕作放棄地の識別器の精度

識別器の予測性能の評価結果を表1に示す。適合率の方がやや高かったため、この識別器は耕作放棄地をやや過小評価すると言える。誤識別を起こした地点の多くは農地と非農地の境界に位置したため、誤識別の主な原因は一画素内に複数のカテゴリが混在することで生じるミクセルであると考えられる。

3. 2. 圃場・地理的要因による耕作放棄確率モデル

田の耕作放棄確率の一般化線形モデルの分析結果を表2に示す。係数が0である水準は、各要目の隠れ変数である。耕作放棄確率モデルのAUCは0.87となり判別力が高いモデルであるといえる。水準変数の係数0.5以上を田の耕作放棄確率を高める主要な要因とすると、区画形状の不整形、用水の不備、傾斜の1/20以上、土壌の灰色低地土、褐色森林土、岩石地、赤黄色土、未熟土が耕作放棄を促進する要因であることが示された。また各要目の係数のレンジは傾斜と土壌のレンジが大きいため、要目ごとでは傾斜と土壌が耕作放棄に大きな要因となっていることが示された。標高について、50mの標高差が水準変数の係数0.5に相当し、標高が高いほど耕作放棄確率が高くなった。

3. 3. 耕作放棄確率モデルを用いた耕作放棄地の将来分布予測

石川県の耕作放棄地率の上昇トレンドを延長すると2030年に23.2%に達すると予測されたため、石川県全土に耕作放棄確率が高い順に耕作放棄地を割り当てることで石川県の将来の耕作放棄地分布を推定した。図1に耕作放棄確率モデルにより推定した2030年における3次メッシュ耕作放棄地率分布を示す。今回の将来予測は耕作放棄地率予測値を適用したが、社会経済的要因によっても地域別に耕作放棄地率は大きく異なる。圃場整備シナリオと社会経済的要因による市町村別の耕作放棄地率の将来予測を組み合わせることで、本研究の手法は、より詳細な耕作放棄地分布の将来予測とともに、耕作放棄に関わる地域の意思決定に寄与すると期待される。

参考文献

- 1) 農林水産省：荒廃農地の現状と対策について、<http://www.maff.go.jp/j/nousin/tikei/houkiti/pdf/2804_genjo.pdf> (2019年2月参照)。
- 2) 川島滋和，農林業センサス集落地図データを利用した耕作放棄地の要因分析，東北農業経済研究，2巻，28号，23-29，2010。

表2 圃場・地理的要因による耕作放棄確率のロジスティック回帰分析結果

要目	水準	係数
定数項		-2.19 ***
区画形状	不整形	0.89 ***
	整形	0
用水	パイプライン	-0.56
	不備	0.56 ***
	開水路	0
排水	日排除程度	0.09 ***
	排水不良	-0.05 **
	4時間排除程度	0
傾斜	1/300 未満	-1.00 ***
	1/300~1/100 未満	-1.23 ***
	1/20 以上	0.84 ***
	1/100~1/20 未満	0
農道	不備	0.38 ***
	幅員 3 m 以上 4 m 未満	0.39 ***
	幅員 4 m 以上	0
土壌	灰色低地土	0.87 ***
	褐色森林土	1.62 ***
	岩石地	1.34 ***
	黒ボク土	0.49 ***
	赤黄色土	1.36 ***
	泥炭土	0.70
	未熟土	1.48 ***
グライ土	0	
標高	標高	0.01 ***

p 値 *: < 0.05, **: < 0.01, ***: < 0.001