

1. はじめに

水稲の作付状況の把握は、計画的な生産対策や土地資源の有効利用のための政策等に対して重要である。現在、我が国の水稲作付面積は職員又は統計調査員による標本単位区に対する実測調査により行い、巡回・見積りにより実測調査結果を補完して取りまとめている。現在の手法では多くの労力を要し、一度に広範囲の作付面積を算出することは困難である。

衛星画像を使用することにより、広範囲での調査が可能になる。しかし、正確な作付領域を判別するためには妥当な教師データの付与が必要になる。

本研究では2019年4月よりオープンデータとして農林水産省より提供されている農地区画情報(以下、筆ポリゴン)と、衛星画像を利用して、水稲作付領域の判別をする際の教師データの生成方法について検討した。

2. データ

2.1. 筆ポリゴンについて

筆ポリゴンは全国の土地を隙間なく200m四方の区画に区分し、そのうち耕地が存在する約290万区画について、衛星画像等をもとに筆ごとの形状に沿って作成されている。

筆ポリゴンには地目(田または畑)の情報が登録されているため、筆ポリゴンを使用することで、水稲が作付される可能性がある区画を事前に特定できる。

2.2. 衛星画像

水稲が作付された水田の分光特性の経時変化を捉えるため低空間分解能・高頻度な衛星画像として、Aqua-MODIS データを利用する。

また、筆ポリゴンと組み合わせて区画内の分光特性を取得する衛星画像として、無償利用可能なLandsat8OLI データを利用する。

具体的には2010年から2019年の4月1日から10月31日のMYD09GA(MODIS Land Surface Reflectance -V6)と2020年4月4日と2020年8月10日のLandsat8 OLIを使用した。

2.3. 現地調査による解析領域の設定

2020年9月2日に現地調査を実施した。車にGPSと360°カメラを取り付け、長岡市の水田を中心に走行した。GPSと360°カメラの時刻の情報より、場所を特定し、目視にて作付の有無を判断した。現地調査では813区画の情報が得られた。その内、水田(rice)は615区画、その他(other:畑含む)は198区画

であった。現地調査した813区画を解析対象とする。

3. 方法

3.1. 特徴量

水田の分光特性は次のように変化する。田植え前は土の情報が強く表れ、田植え後は水の情報が強く表れ、成長に伴って植生の情報が強く表れる。したがって、植生指数であるNDVI(正規化植生指数)と水指数であるNDWI(正規化水指数)を特徴量として、水稲作付領域を判別する。NDVIとNDWIの式を式(1)(2)に示す。

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

$$NDWI = \frac{RED-SWIR}{RED+SWIR} \quad (2)$$

NIRは近赤外反射率、REDは赤域反射率、SWIRは短波長赤外反射率である。

3.2. 解析領域の絞り込み

利用する衛星画像に雲が存在する場合、地表面を観測できない。また区画面積にくらべ衛星画像の画像分解能が低い場合、1画素が複数の区画に対応する可能性が高くなる。そこで、雲域と小面積区画を事前に解析対象から除外する。本研究では、OLIの1画素に相当する面積が900 m²以下であるポリゴンを除外する。

3.3. 教師データの生成

判別は区画単位で実施する。そこで、Landsat 8 OLI画像データから計算した画素単位のNDVIとNDWIの値から筆ポリゴンを用いて区画単位の値(平均値)へ変換する。分類クラスは現地調査結果よりriceとotherとする。

教師データは、分類クラスそれぞれのNDVIの値にもとづき生成する。Landsat 8 OLI画像の場合、riceとotherそれぞれのNDVIの平均値と標準偏差を算出し、NDVIが平均値±標準偏差に収まる区画を選択する。つぎに選択した区画から、riceとotherそれぞれ15区画をランダムに抽出し、これを教師データとする。これと同様に、MODISから求めたLandsat 8 OLI観測日の水田のNDVIの平均値と標準偏差をLandsat 8 OLIの値と置き換えて、教師データを生成する。

教師データを使用して、絞り込んだ解析領域のデータをSVM(サポートベクターマシーン)により水稲作付判別を実行する。判別は教師データの組み合わせを変更して20回行い、精度を評価する。

4. 結果と考察

4.1. 水稲作付領域の判別

4月と8月の解析領域内には雲領域が無いので、面積が900 m²以下のポリゴンを除外した結果総ポリゴン数は531区画となった。この内、riceが462区画、otherが69区画であった。教師データを抽出する際に用いた平均値と標準偏差を表1に示す。Landsat8 OLIとMODISで大きな差は無かった。SVMにより水稲作付判別を実施した結果、Landsatから生成した教師データの場合、正誤率の平均は75%となった。MODISから生成した教師データの場合、正誤率の平均は73%となった。

4.2. 誤判別区画について

rice_errorに注目してみると、誤判別区画の面積の平均値は、Landsatから生成した教師データ、MODISから生成した教師データの結果で、それぞれ2816 m² (正誤率83%)、2098 m² (正誤率86%)であった。その時の正誤表を表2、表3示す。誤判別区画を地図上で確認した。図1にLandsatから生成した教師データを使用した判別の誤判別区画の一例を示す。ピンク色は調査領域 (no-error)を示す。その内、riceと判別されるべきところがotherと判別され

た区画(rice_error)をオレンジ色、otherと判別されるべきところがriceと判別された区画(other_error)を緑色で示す。どちらの場合も誤判別区画は形が歪であったり狭小である区画が多かった。また周辺とは異なる利用形態である場合も誤判別していた。

5. まとめ

今回、2パターンの判別を行ったが、どちらの正誤率も70%を超え、精度に大きな差異は無かった。

しかし、狭小の区画が誤判別されていた。要因として、区画の中に農地以外の情報が含まれていたためだと考えられる。そのため、ミクセル分析を用いることで精度が向上すると考えられる。

判別にはポリゴン内の画素値の平均値を用いたが、周辺の画素値の最大値と最小値が大きい場合は予め除外することで精度は向上すると考えられる。

さらに指標を増やし、他の時期の組み合わせでの分類を検討する。

参考文献

- 1) 農林水産大臣官房統計部, 農地の区画情報(筆ポリゴン)について <https://www.maff.go.jp/j/tokei/porigon/attach/pdf/index-22.pdf> (accessed 15 Oct.2020)
- 2) 社団法人日本測量協会, 図解リモートセンシング pp198,pp230

表1 教師データ生成に使用したNDVIの平均値と標準偏差

a)rice:Landsat 8 OLI			b)other: Landsat 8 OLI			c)rice: MODIS		
	μ	σ		μ	σ		μ	σ
4月	0.344	0.06	4月	0.329	0.16	4月	0.290	0.07
8月	0.755	0.07	8月	0.563	0.21	8月	0.750	0.13

表2 Landsat 8 OLI を用いた判別結果

現地調査結果				
		other	rice	total
判別結果	other	59	80	139
	rice	10	382	392
	total	69	462	531

表3 MODIS を用いた判別結果

現地調査結果				
		other	rice	total
判別結果	other	26	33	59
	rice	43	429	472
	total	69	462	531

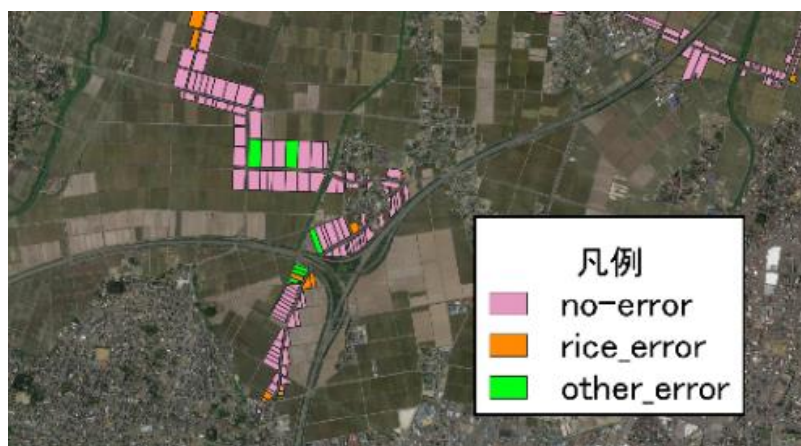


図1 誤判別区画の一例