

# 時系列 MODIS データを用いた作付け農地の判別による水稻生育履歴抽出の検討

環境リモートセンシング研究室 影山 芳喜

## 1.背景

現在、人工衛星によって地球観測が可能であり、観測された衛星画像が提供されている。衛星画像は環境問題も含め、さまざまな分野で利用されている。例えば、衛星画像より植生の分布を把握することで、食糧問題や生態系、環境問題の原因を知る手がかりになる。広域に分布する植生の分布を瞬時に観測する方法として地球観測衛星によるリモートセンシングが活用されている。しかし、雲域の影響で植生の観測が困難であり、時系列に植生の変化を把握することは難しい。

この問題を受け既往研究者の小林(2011)は、雲域頻度画像を利用し好天特異領域を抽出し、作付け農地領域における NDVI の時系列変化を捉えた。雲域頻度画像は、MODIS の 8 日間コンポジット画像の雲域を 1 年間(46 シーン)分重ね合わせ、各地点の雲に覆われる頻度を表したものである。

しかし日本国内においては、雲に覆われている日の割合が多く、好天特異領域の抽出が難しい。また 8 日間コンポジット画像では正確な植生の時系列変化を捉えることは難しい。

## 2.目的

本研究は、広範囲を高頻度で観測している MODIS データを用いて日本国内での時系列の水稻生育情報の抽出を目指している。日本国内の場合、水稻生育時期は、雲域障害が多く、既往研究のように晴天の特異域の抽出をはじめに実施する方法では、晴天域が殆ど抽出できないことが、想定される。そこで、晴天域を少しでも多く抽出するために、Aqua、Terra の 2 衛星を組み合わせることによる効果を検討し、また農地着目領域のデータ抽出方法も雲が多い状態を想定して、解決方法の検討を目的とした。

## 3.既往研究との比較

小林らは雲域低減画像を作成し、植生の分布を把握した。各8日間コンポジット画像から植生指標(NDVI)を算出した。雲域頻度が0の範囲内で関東の水田、森林、市街地を対象とした。特に年間を通して、植生の変化が大きい水田に着目し、各地域でのNDVI値の地域差についても考慮して、局所的な範囲でNDVI抽出箇所を選定した。これらの研究から水田地域のNDVI値の変化の特徴として、6月から7月にかけて大きく増加し9月から減少していることがわかる。問題点として8日間のコンポジットデータであるため詳細な変化を捉えることができない。小林

らは雲域低減画像を作成し、植生の分布を把握した。各8日間コンポジット画像から植生指標(NDVI)を算出し、雲域頻度が0の範囲内で作付け農地領域を対象とした。

日本国内の場合、水稻生育時期は、雲域障害が多く、既往研究のように晴天の特異域の抽出をはじめに実施する方法では、晴天域が殆ど抽出できないことが、想定される。本研究はNIR、Rの推移から作付け農地領域を抽出し、一定の範囲内で、1日2シーンのデータを用いて雲に覆われていない面積における平均値を算出した。

## 4.研究方法

図1は本研究の流れを示している。本研究は衛星画像を取得し、作付け農地領域の近赤外(NIR)の反射率、赤域(R)の反射率の変化の特性から作付け農地領域を抽出した。さらに雲域指標画像を組み合わせ、雲域を考慮した作付け農地領域の履歴情報の抽出を試みた。

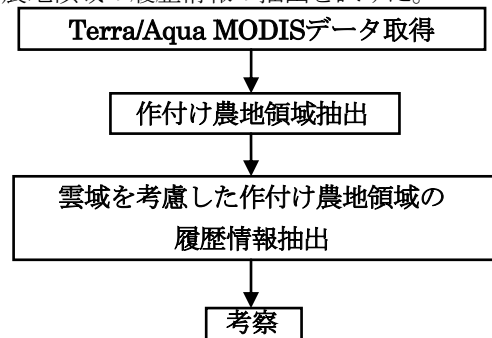


図1 研究フローチャート

## 5.使用データ諸元

本研究では、EOS/Terra 衛星に搭載されている MODIS センサの地表面反射率データ、Band1 と Band2 を使用した。Band1 は可視域である赤の波長域、Band2 は近赤外域である。空間分解能はそれぞれ 250m である。

Terra/Aqua は、地球環境システム(大気、雲、雪氷、水、植生等)のメカニズムの解明を目的として、アメリカ(NASA)によって開発された地球観測衛星である。

Aqua には、JAXA が開発した改良型マイクロ波放射計(AMSR-E)の他に、大気赤外サウンダ(AIRS)、高性能マイクロ波サウンダ(AMSU)、雲、地球放射エネルギー観測装置(CERES)、マイクロ波水蒸気サウンダ(HSB)、中分解能撮像分光放射計(MODIS)の 5 種類のセンサ、Terra には MODIS, ASTER, CERES, MISR, MOPITT が搭載されている。

本研究では、地球観測衛星に搭載されている MODIS センサの地表面反射率データ、Band1 と Band2 を使用した。表1に使用データ諸元を示す。

表 1 使用データ諸元

観測衛星	
衛星名	Aqua Terra
観測センサ	MODIS
バンド	BAND1(0.620~0.670μ m) BAND2(0.841~0.876μ m)
分解能	250m
観測時間	11:30~13:30 08:30~10:30
観測日	2013年5月1日~2013年10月31日(1日ごと)
シーン数	184 184

## 6.対象領域

本研究の手法を用いて新潟県及び、関東平野とその周辺を対象領域に選定した。図2に対象領域を示す。

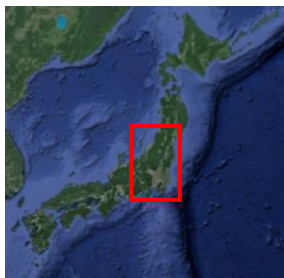


図2 対象領域

## 7.作付け農地領域抽出画像の作成

作付け農地領域の近赤外(NIR)及び赤域(R)の値には変化の特徴がある。4月下旬から5月中旬にかけて田植えを行い7月中旬には成長期を迎えるため近赤外と赤域の差分(NIR-R)値が増加していく。8月下旬より刈り取りの時期が始まり9月末には(NIR-R)値は減少する。本研究では作付け農地領域を抽出するため3つの条件を設定し、検討した。表2に各設定条件、図3に水稻の分光計測図を用いた条件の設定方法を示す。

表 2 設定条件

時期	Band	条件1(反射率)	条件2(反射率)	条件3(反射率)
5月中旬	NIR	18%以下	20%以下	22%以下
7月中旬	NIR-R	25%以上	25%以上	25%以上
9月末	NIR-R	18%以下	20%以下	22%以下

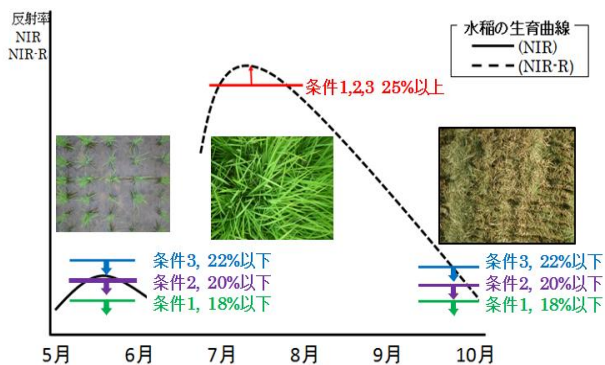


図 3 作付け農地領域の設定方法

Google Map を用いて地表面の画像と比較すると条件2が農地区画における作付け農地領域を抽出しているため条件2を農地抽出条件式とした。図4に各条件の結果、に図5に地表面衛星画像との比較を示す。

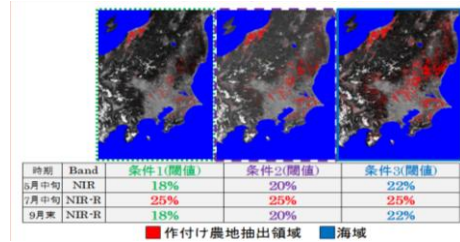


図 4 各条件の結果

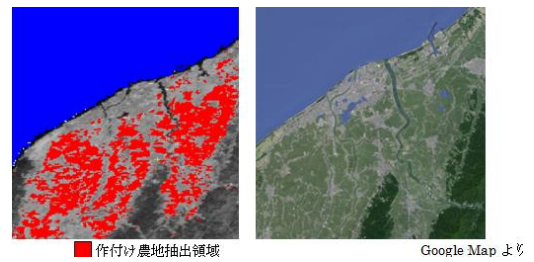


図 5 地表面衛星画像との比較

## 8.雲域判別画像の作成

雲域指標画像を作成した。雲域指標は赤バンドの反射率(R)と近赤外バンドの反射率(NIR)から算出し、高い値を強調することで雲の判別を容易にする指標である。式1に雲域指標算出の式を示す。

$$CI = \sqrt{R \times NIR} \quad \dots \text{式 1}$$

CI : 雲域指標 (Cloud Index)

NIR : 近赤外域の反射率

R : 赤域の反射率

既往研究者により、雲域判別閾値を20%とした閾値設定から、雲域を0、それ以外の領域を1とする2値化画像を作成した。2値化画像から各年の雲域頻度画像を作成した。

図6に雲域判別結果の例を示す。

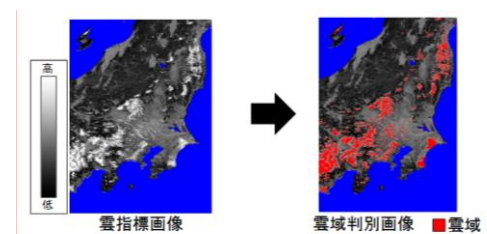


図 6 雲域判別画像の例

## 9.雲域を考慮した作付け農地領域の抽出

作成した作付け農地判別画像と雲域判別画像を用いて雲域を考慮した作付け農地の判別画像を作成した。抽出範囲を定め、範囲内の作付け農地において雲域判別領域を差し引いた面積のNDVI値及びNIR-R値の平均を抽出した。図7に雲域を考慮した作付け農地領域の抽出の模式図を示す。

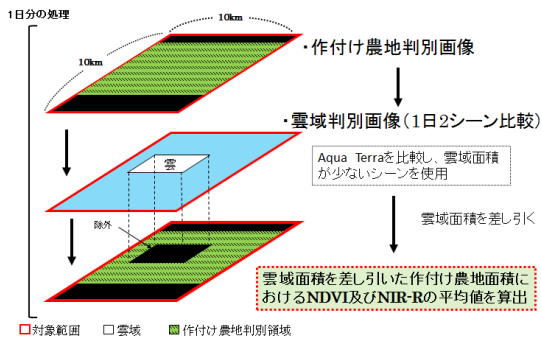


図7 雲域を考慮した作付け農地領域の抽出の模式図

### 10.NDVI 及び NIR-R 抽出領域の選定

作付け農地領域において新潟県で6点、関東で4点の領域を抽出した。領域は10km×10kmの範囲とした。各選定領域を図8に示す。

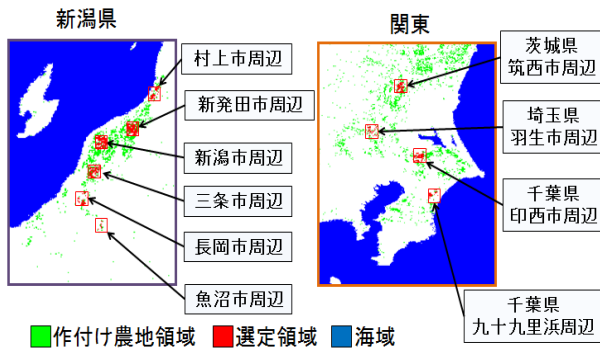


図8 選定領域

### 11.NDVI,NIR-R 時系列変化の抽出

抽出領域から NDVI 値及び NIR-R 値を算出した。図9に各地点の NDVI 時系列変化、図10に NIR-R 時系列変化を示す。

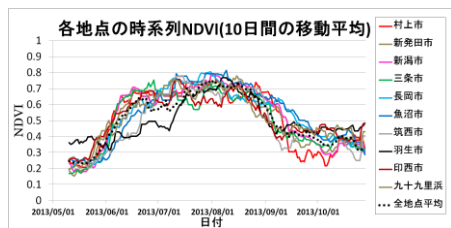


図9 NDVI 時系列変化

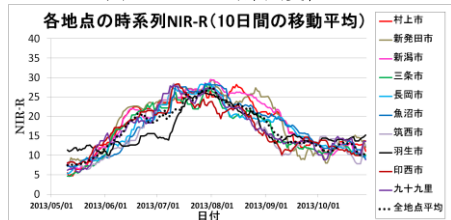


図10 NIR-R 時系列変化

各地域の NDVI 値、NIR-R 値の変化を比べると新潟県においては長岡市、魚沼市が比較的遅く、緩やかに増加していることがわかる。関東地域においては羽生市が増加の時期が遅いことがわかる。

### 12.新潟県と関東の比較

新潟県6地点と関東4地点の平均値を比較した。新潟県と関東の NDVI 値の比較を図11に示す。

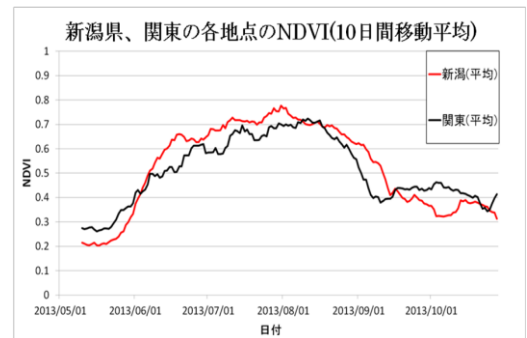


図11 新潟県と関東の NDVI 比較

増加の時期はほぼ同じであったが新潟県が減少の時期が遅いことが分かる。

### 13.栽培暦との比較検証

栽培暦を用いて図12に関東平野周辺の水田の栽培暦との比較、図13に新潟県の水田の栽培暦との比較を示す。

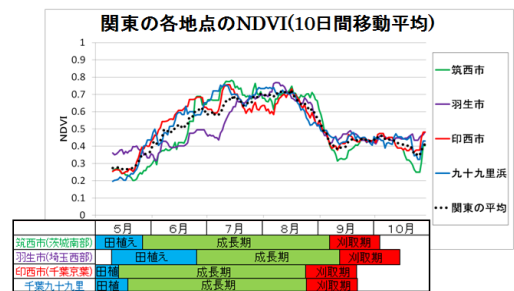


図12 栽培暦と比較(関東)

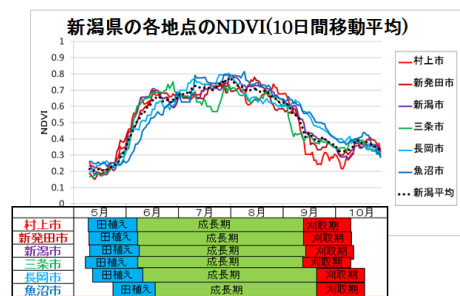


図13 栽培暦と比較(新潟)

埼玉西部の栽培暦をみると5月上旬から6月下旬にかけて田植えが行われて、9月中旬から刈り取りが始まっている。成長期である7月から NDVI 値が増加していき9月中旬から減少していくと考えられる。羽生市は7月から徐々に NDVI の値が増加して行き、8月に NDVI 値が最大となり、9月から減少している。新潟県の各地点、印西市、九十九里、筑西市においても稲作栽培暦の植生の推移とほぼ同じであった。

このことから今回の2013年関東及び新潟県の各作付け農地領域における植生の時系列変化は栽培暦の植生の推移と比べるとほぼ同じであるといえる。

## 14.まとめ

人工衛星 Aqua と Terra の同日観測の両画像から雲域の影響がない画像を比較し選択することで雲域障害を低減し、抽出データの欠落を改善した。2013年5月1日から8月31日において雲域の影響を排除して水稲作付け農地領域を抽出し、時系列な生育状態変化を各局所地域ごとに把握することができた。栽培暦と衛星解析による生育状態変化を比較検証した結果、作付け農地の植生量の推移は各地点でほぼ対応した。

- 1) 小林正樹、MODIS データを用いた植生の時系列変化把握に関する検討、長岡技術科学大学大学院修士論文、2011
- 2) 永嶋希望、MODIS 画像の低雲頻度領域抽出による作物の植生指標の時系列変化把握、長岡技術科学大学大学院修士論文、2012
- 3) MUHAMMAD AKMAL BIN ISMAIL、MODIS、観測画像における長期間連続した好天特異領域抽出に関する検討、長岡技術科学大学課題研究、2013
- 4) 環境技術研究所  
<http://www.niaes.affrc.go.jp/>
- 5) JA 全農にいがた

[www.nt.zennoh.or.jp/contents/seisan/saibai/index.html](http://www.nt.zennoh.or.jp/contents/seisan/saibai/index.html)