

高頻度観測衛星データを用いたの被災農地の復興状況把握の検討

環境リモートセンシング研究室 八木公平

指導教員 力丸厚 坂田健太

1. 背景

2011年3月11日、宮城県牡鹿半島の東南東沖130kmの海底を震源として発生した日本における観測史上最大の規模M9.0東日本大震災による大津波が発生し、沿岸に壊滅的な被害をもたらし、冠水や流失、塩害等、農地に大きな被害を与えた。農林水産省によると、3月29日東日本大震災に伴う津波で冠水や流失などの被害を受けた農地が、平洋岸の6県で計2万4千ヘクタールに上ると推計した。1)

また自身も現地にも足を運び、被害の大きさを目にし、どうにかして、この広大な農地を観測できないかと考え、リモートセンシング技術を用いて、広大な農地観測を行えないかと考えたが、現状として、ある特定の場所を観測しようとする、通常の衛星では、気象条件などにより良好な観測データを得ることが難しく、データが不足している。このため短期的な観測データが必要となる。

2. 目的

本研究の目的として、気象条件に左右されないようにするため、高頻度な観測する高頻度観測衛星を用いて、東日本大震災による津波の影響を受けた被災農地における植生を時系列に数値化し、農地復興状況把握地図を作成することにより、被災農地の被災復興状況把握の検討をする。

3. 研究の流れ

本研究の流れを以下のフロー図で示した。

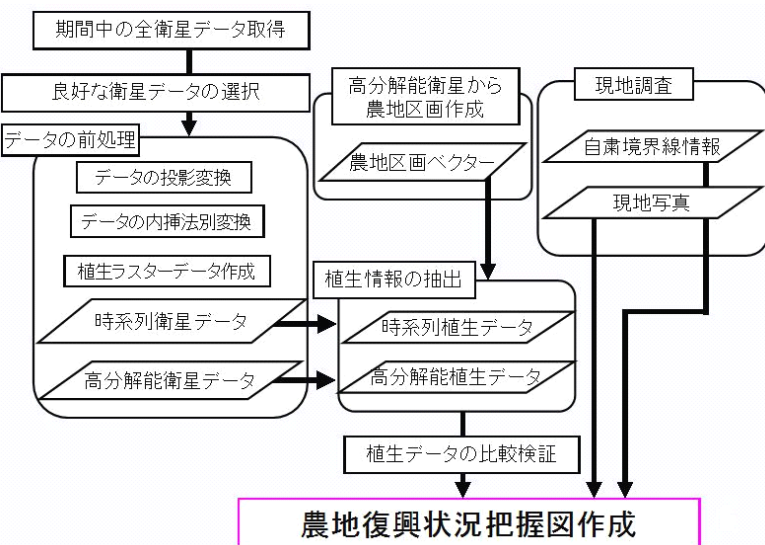


図1 研究フロー

4. 対象地区とデータの前処理

対象地区としては、宮城県石巻市、東松島市を選んだ。理由としては、大きな道を境に被災地(津波被害がある)と非被災地(津波被害が無い)の境目が判りやすく、メディアの報道が多く、知名度が高かったということから決定した。

対象地区の農地観測をするにあたって、高分解能衛星の画像を利用し、農地区画を作成した。

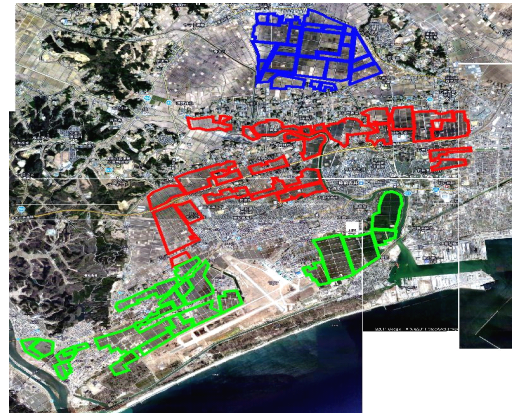


図2 農地区画

また取得したMODISデータの衛星画像は歪みがある為、歪みを補正する必要があるため、取得したMODISの衛星画像の投影変換をし、と共に取得したMODISの衛星画像の1画素は250m×250mと大きく、より細かい値を抽出するためには、1つの画素を細かく分割してやるということが一つの方法であるため、画像の調整した。このとき以下の3つの内挿法で画像の調整をした。

- a. Nearest Neighbor (最近隣内挿法)
- b. Bi-linear (共一次内挿法)
- c. Cubic Convolution (三次畳み込み内挿法)

それぞれの内挿法について、以下に示した。

a. Nearest Neighbor (最近隣内挿法)

Nearest Neighbor (最近隣内挿法)とは、内挿点に最も近い観測点の画素値を求める画素値である。この方法は、位置誤差は最大1/2画素生じるが、元の画素値を壊さないことと処理速度が早いということが利点である。2)

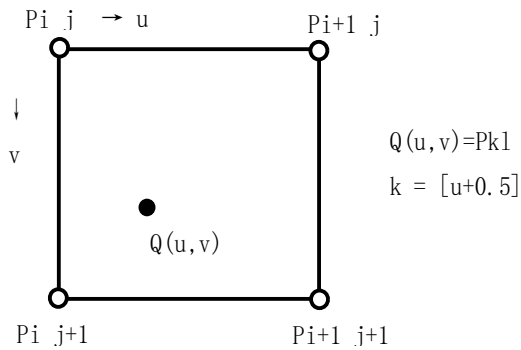
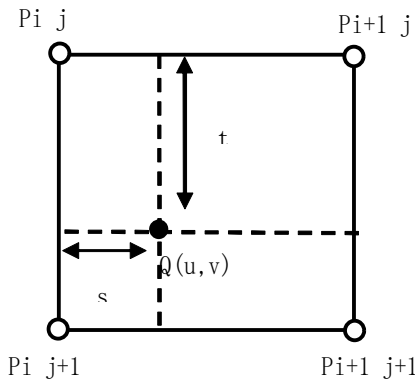


図3 Nearest Neighbor (最近隣内挿法)

b. Bi-linear (共一次内挿法)

Bi-linear (共一次内挿法) とは線形補間法とも呼ばれ、内挿点の周囲4つの観測点の画素値の濃度を用いて、求める画素値を線形式で内挿する方法である。この方法は、オリジナルのデータが壊れる欠点があるが、平均化のためスムージング (画素の輪郭を滑らかにすること) の効果がある。2)

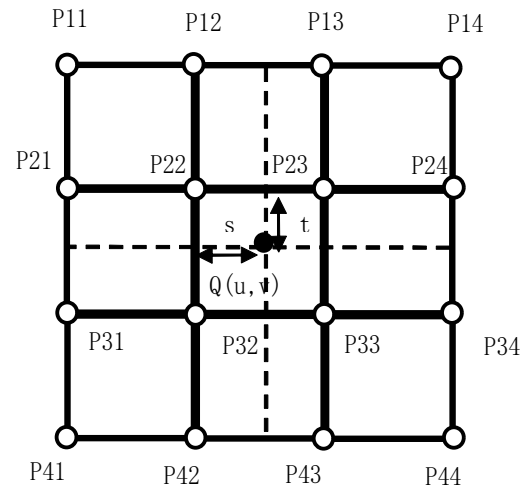


$$Q(u,v) = (1-s)(1-t)P_{i,j} + (1-s)tP_{i,j+1} + s(1-t)P_{i+1,j} + stP_{i+1,j+1}$$

図4 Nearest Neighbor (最近隣内挿法)

c. Cubic Convolution (三次畳み込み内挿法)

Cubic Convolution (三次畳み込み内挿法) は、Bi-linear (共一次内挿法) よりもさらに精度の高い補間であり、内挿したい点の周囲16点の観測点の画素値の濃度を用いて、求める画素値を三次畳み込み関数を用いて内挿する方法である。2)



$$Q(u,v) = [f(1+t)f(t)f(1-t)f(2-t)] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(1+s) \\ f(s) \\ f(1-s) \\ f(2-s) \end{bmatrix}$$

Q(u,v) : 内挿する点の位置(u,v)とそのデータ画像(P)
 P_{ij} : 観測された画像データとその位置
 [] : ガウス記号(整数部分をとる)
 s=u-[u], t=v-[v]

図5 Cubic Convolution (三次畳み込み内挿法)

本研究の投影変換には、MODIS reprojection tool というソフトを使用し変換をした。

5. MODIS データを用いた農地情報の抽出

・ NDVI の算出と抽出

NDVI とは植生指標のことであり、計算式はいくつかあるが、本研究では以下の式を使用した。

$$NDVI = (IR - R) / (IR + R)$$

IR : 近赤外域 R : 可視域赤

作成した農地区画と MODIS の画像データで、波長帯域が赤・近赤外に当たる MODIS データのバンド1, 2であるラスタデータから値を抽出し、NDVI を算出し NDVI ラスタデータを作成した。

次に NDVI ラスタデータと農地区画のデータを重ね合わせ、農地区画ごとの NDVI データを抽出した。下図をイメージ図として示す。

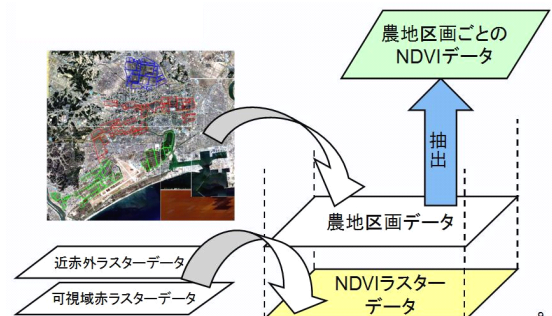


図6 NDVI データ抽出イメージ図

6. NDVI 時系列変化

抽出した NDVI を被災地と非被災地に別けて、グラフ化した。ここでは、津波の被害を受けた場所を「被災地」、そうでない場所を「非被災地」をしている。また基準の NDVI 時系列変化として、関東の良好な農地の NDVI 時系列変化を参考として共に示した。

- 被災地の NDVI 時系列変化

図7 被災地「矢本」地区の NDVI 時系列変化

被災地である「矢本」地区は NDVI 値が疎らであり、不安定のように見えることがわかり、下図が現地調査での写真となる。農地は湛水状態となっており、使われていないことがわかる。



図8 被災地「矢本」地区の現地写真 (2011/10/14)

- 非被災地の NDVI 時系列変化

まず、「広淵」地区に関しては観測点が多いため、NDVI 値の平均を取り、グラフ化している。

となり、植生があることがグラフからわかり、また現地写真と照合すると、すでに刈取りされており、作付けがしてあった様子である。



図10 非被災地「広淵」地区の現地写真 (2011/10/14)

7. 抽出データの検証

検証方法として、MODIS よりも分解能の高い「LANDSAT-TM」「Terra-ASTER」用いて、MODIS との相関、平均2乗誤差を内挿法別でそれぞれ算出し、以下の表に示した。

表1 ASTER、TMそれぞれの相関と平均2乗誤差

LANDSAT-TM	相関	平均2乗誤差	Terra-ASTER	相関	平均2乗誤差
Nearest Neighbor	0.644	0.095	Nearest Neighbor	0.971	0.121
Bi_linear	0.612	0.092	Bi_linear	0.965	0.124
Cubic	0.611	0.094	Cubic	0.964	0.125

この結果から、3つの内挿法では「Nearest Neighbor」が良いと判断した。

8. 農地復興状況把握図作成

以上の結果から、表2のように評価基準を設けてやり、図5を作成した。またこのときの MODIS データは2011年8月10日のデータを基準とし、それに沿って、帯域別で NDVI 時系列変化を作成した。

表2 NDVI 帯域評価基準

NDVI帯域	評価	判別色
1.0~0.8	良好	緑
0.8~0.7	やや良好	黄緑
0.7~0.5	不良	オレンジ
0.5~0.0	作付け無し	赤

図9 非被災地「広淵」地区の平均 NDVI 時系列変化

「広淵」の NDVI 時系列変化は基準の NDVI とほぼ同じ形

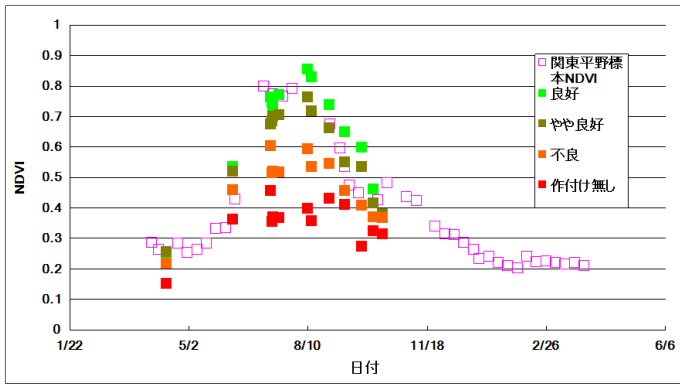


図11 帯域別NDVI時系列変化

図11を参考に地図上の農地区画と照合し、農地復興状況把握図を作成した。

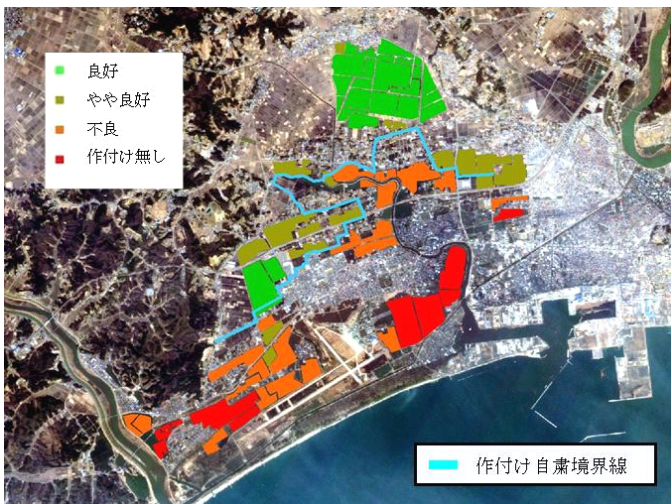


図12 農地復興状況把握図

この図から評価の「作付け無し」から「良好」と色が変化するにつれて、内陸部へと向かっていることがわかる。また「作付け自肅境界線」あたりの曖昧な場所も色の判別が出来ており、それらしい把握図が作成できた。

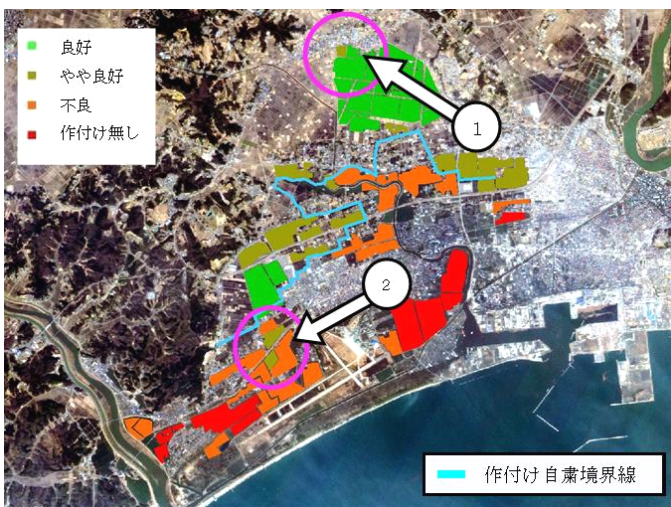


図13 農地復興状況把握図

がしかし細かく見ると、①では評価が「良好」である中に、「やや良好」の区画が見られる。この原因の理由の1つとして、農地の切り出しの際に

うまく農地を捉え切れていなかったか、あるいは、農地ではない別の場所を切り出してしまったことが1つの原因だと考える。また②の場合では、現地写真との比較により、付近に雑草が生えていたことから、その雑草の植生による誤差だと考えられる。



図14 ②付近の現地写真(2011/10/14)

9. まとめ

結果より、内挿法別では、Nearest Neighbor（最近隣内挿法）が3つの中では一番良いことが示唆されたが、他の観測衛星では、他の内挿法の相性がよい可能性も有り、Nearest Neighborが一番良いとは一概に言えない。

農地復興状況把握図の結果から、正常な場所、異常な場所はしっかりと判別できており、また曖昧な場所も現地写真との照合により判別が出来ており、被災農地の植生の把握が高頻度観測衛星データ(MODIS)によって植生状況の推定の可能性が示唆された。がしかし細部では、所々農地がその場所とそぐわない所が見られる。この原因の1つとして、農地区画作成の際にうまく農地を捉え切れていなかったか、または、そうではない場所を切り出してしまった可能性がある。もう1つの原因としては、MODISによる観測データからのNDVIの抽出時に、画素の大きさと切り出した農地の大きさの相性が悪かったのではないかと考えた。

参考文献

- 1) 農林水産省 東日本大震災について～東北地方太平洋沖地震の被害と対応～
- 2) 図解リモートセンシング 日本リモートセンシング研究会 日本測量協会
「9.5 幾何補正のための再配列・内挿手法」P178、P179