

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

環境リモートセンシング研究室 永嶋 希望

1、背景

現在、リモートセンシング技術は土地被覆状況を知る手段として、広い分野で利用されている。例えば、地下資源の探索、地表表面温度のモニタリング、自然災害による被災状況の把握など、その利用価値は多岐にわたる。なかでも、植生を対象とする農業リモートセンシングは代表的な分野である。

農業リモートセンシングとは農地や森林を観測対象とし、その状況や変化を捉えることで、農業や林業に役立てるものである。

この農業リモートセンシングでは高い時間分解能で植生の変化を捉えることが重要な要素となる。しかし、上空の雲の影響によって、時系列的な観測が困難なのが現状である。

雲域による影響を低減するために、雲のない領域を合成し、雲の少ない画像を作成する研究は多くある。しかし、年間を通して雲の少ない領域を抽出し、その範囲で NDVI の変化を捉えるような研究は少ない。

既往研究者の小林（2011）は、雲域頻度画像を利用して、高い時間分解能での NDVI の抽出を試みた。雲域頻度画像とは、MODIS 画像の雲域を 1 年間分（46 シーン）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。

その結果、高い時間分解能で NDVI を抽出することができたが、雨季においてはタイの農地の NDVI を抽出することはできなかった。この要因は、雲域により NDVI が抽出できていないこと、NDVI 抽出領域の設定の際に領域営農パターンの異なる圃場を同一のポリゴン内に含んだことなどが考えられる。

2、目的

既往研究では水田の形にポリゴンを作成し、その中の NDVI 値を抽出した。しかし、この手法だと、低雲頻度領域内というくりだけで NDVI 抽出領域を設定したため、領域内の土地被覆が統一されず、正確な NDVI が抽出できなかったと考えられる。

よって、本研究ではより正確な NDVI を抽出するため、類似した作付け状態の農地領域を特定し、低雲頻度領域と重ねることによって、的確な植生の生育変化の情報を抽出する方法の開発を目的とした。

この研究を進めることによって、食料供給の安定性を

モニタリングすることができる。対象領域をタイとしたのは、世界有数の米輸出国であり、世界の食糧事情に与える影響が大きいと考えたからである。

3、研究実施概要

低雲頻度領域を抽出する方法は、小林による既往研究の手法を利用した。

MODIS データの雲領域を判別する手法としては、MODIS-CLOUD-PRODUCT がある。これは、雲領域を MODIS に搭載される多数のバンドを用いて判別する手法である。

しかし、既往研究者のファリが、分解能 250m の MODIS-CLOUD-PRODUCT を用い、雲域の解析に用いようとしたところ、雲域の誤判別が多かった。また、分解能 1000m の MODIS-CLOUD-PRODUCT は、より精度が高いと考えられるが、地上分解能が低いため、農地の分析に不向きであると考えた。このため本研究では、MODIS-CLOUD-PRODUCT を使用しなかった。

4、使用データ

世界有数の米輸出国である、東南アジアのタイ国を対象領域とした。データは Terra 衛星の MODIS8 日間コンポジット画像を使用した。図 1 に対象範囲、図 2 に使用画像例、表 1 に使用データを示す。

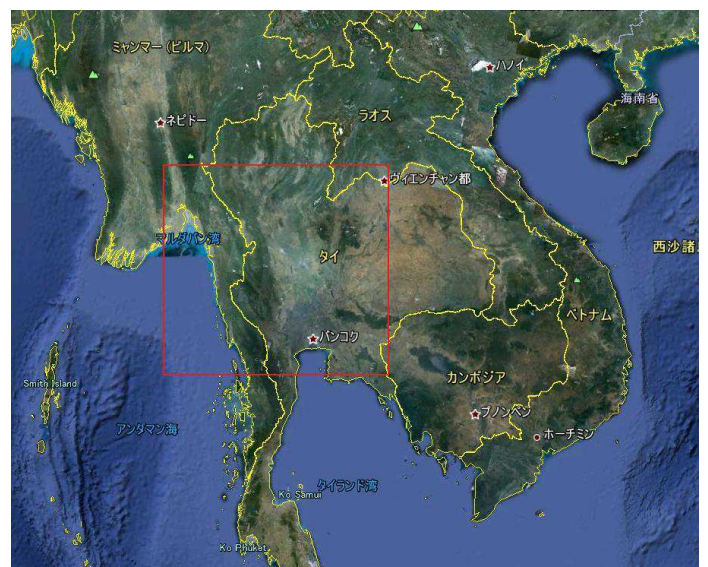


図 1 対象範囲

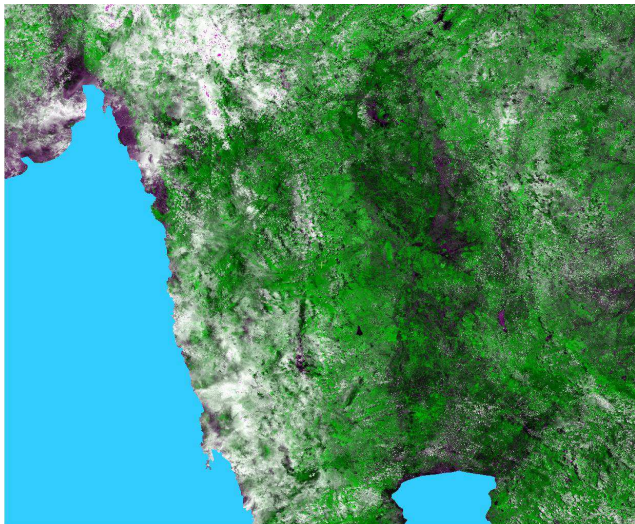


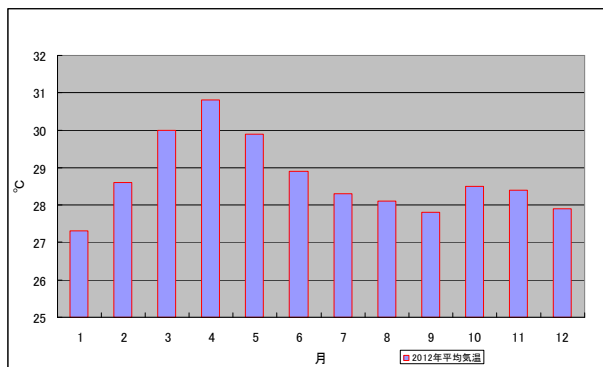
図2 使用画像例 海域マスク
(2011年161日目フォールスカラー合成画像)

表1 使用データ

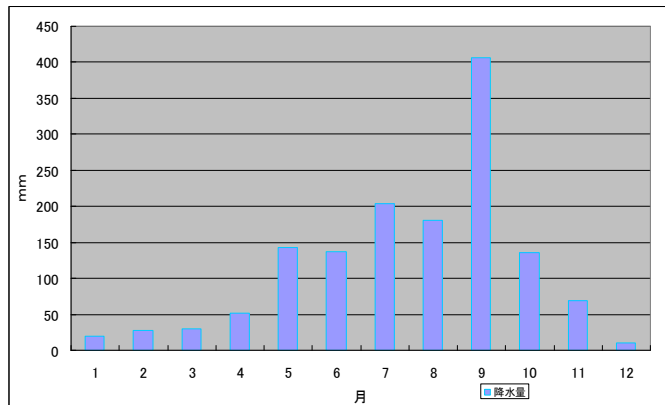
観測衛星	EOS/Terra (時間分解能は1日)
観測センサ	MODIS (観測幅:2330km)
使用画像	8日間コンポジットの反射率画像 (8日間分のデータの雲がないところを合成したもの)
バンド	Band1 (0.620~0.670 μm) 赤の波長域
	Band2 (0.841~0.876 μm) 近赤外の波長域
空間分解能	250m
データ取得期間	2009年1月~12月(46シーン)
	2010年1月~12月(46シーン)
	2011年1月~12月(46シーン)

5、タイの気候

タイ国はインドシナ半島の中央部に位置する、国土面積 51.3 万平方 km の国家である。国土の大部分はサバナ気候だが、熱帯モンスーン気候、熱帯雨林気候、温暖冬季少雨気候も含む。季節は大きく乾季 (5~10 月) と雨季 (11~4 月) に分けられ、乾季はさらに寒期 (11~2 月) と暑期 (3~4 月) に分けられる。図3にバンコクの年間気温と降水量を示す。



月毎平均気温



月毎平均降水量

図3 バンコクの年間気温と降水量 (2012年)

6、研究方法

図4に研究フローチャートを示す。

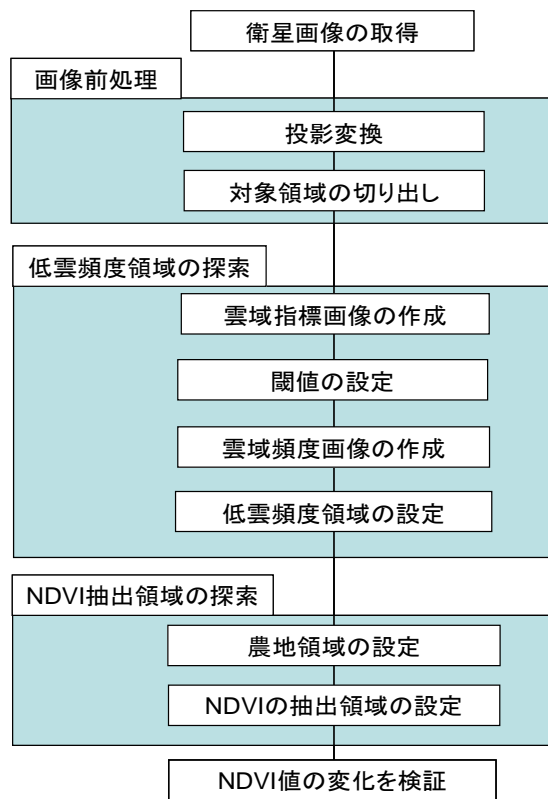


図4 研究フローチャート

7、農地領域の抽出

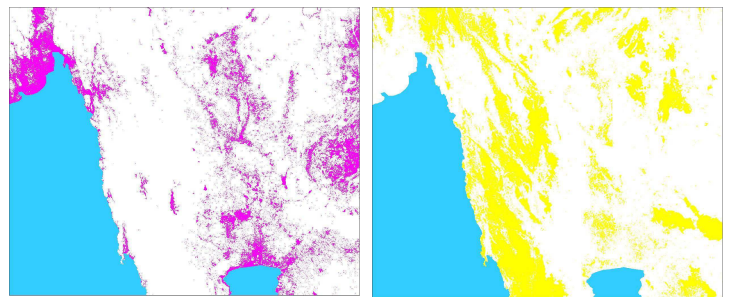
森林が年間を通して高いNDVIを示すのに対し、農地は増減する。よって、時期によってNDVIの変化する領域が農地領域と想定した。

まず1年間で6時期に分け、各時期中のNDVIの最高値を示す画像を作成した。図5にNDVI最高値抽出におけるグループ分けを示す。図5のグラフは既存研究におけるNDVI変化である。

図 6 に NDVI 最高値画像を示す。これらの画像から 2009 年 6 期から 2010 年 1 期、2010 年 6 期から 2011 年 1 期への NDVI の変化が大きいことが判明した。6 期は乾季作の作付け時期で、1 期は乾季作の成長のピークと考えられる。

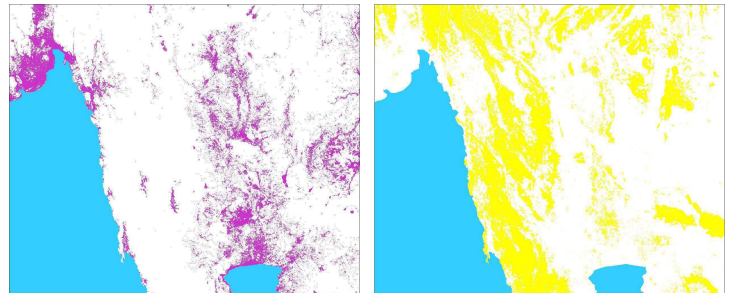
よって、2009 年の 6 期で NDVI が 0.6 以下、2010 年 1 期で 0.8 以上の領域と、2010 年の 6 期で NDVI が 0.6 以下、2011 年 1 期で 0.8 以上の領域をそれぞれ抽出し、足し合わせて、農地領域とした。

次に、農地領域と低雲頻度領域の重複する領域を算出し、これを NDVI 抽出領域とした。図 7 に NDVI0.6 以下の領域と NDVI0.8 以上の領域、図 8 に農地領域、図 9 に NDVI 抽出領域を示す。



2009 年 6 期

2010 年 1 期



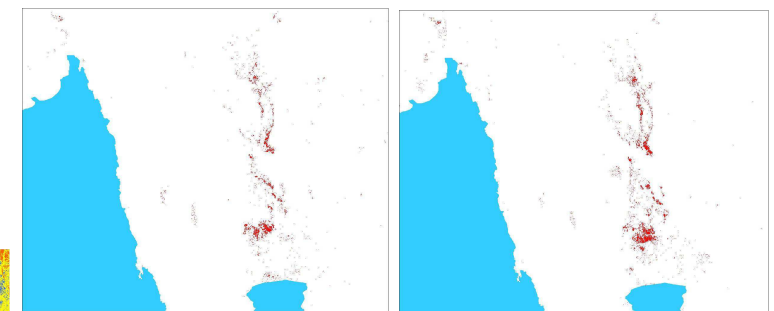
2010 年 6 期

2011 年 1 期

■ NDVI0.6 以下

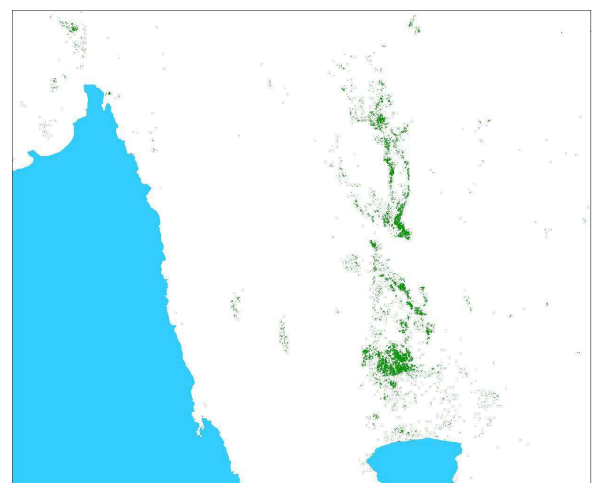
■ NDVI0.8 以上

図 7 NDVI0.6 以下の領域と NDVI0.8 以上の領域



■ 2009~2010 年の農地領域

■ 2010~2011 年の農地領域



■ 農地領域

図 8 農地領域

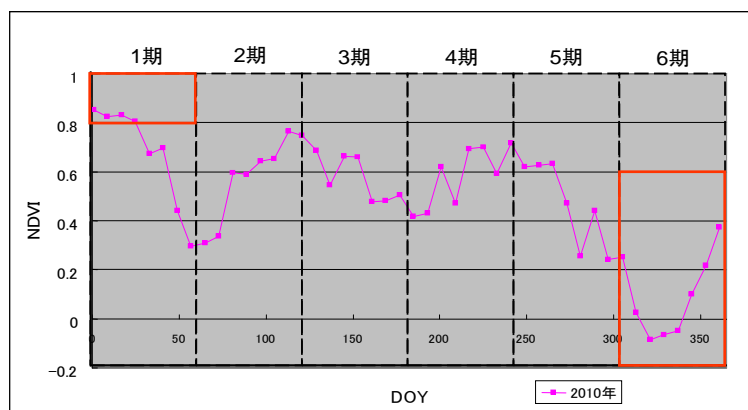
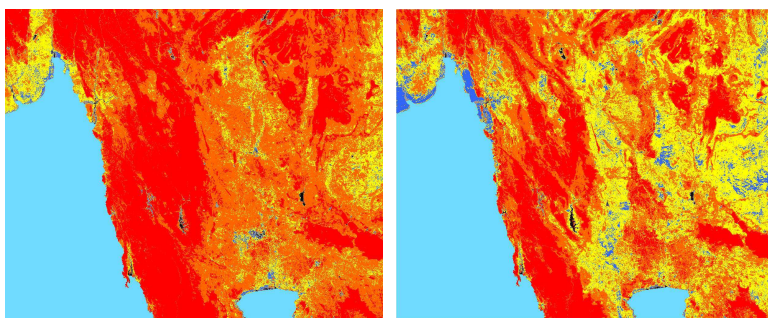
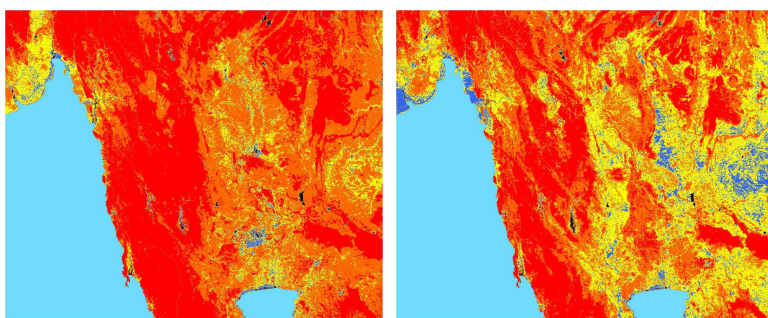


図 5 NDVI 最高値抽出におけるグループ分け



2009 年 6 期

2010 年 1 期



2010 年 6 期

2011 年 1 期

NDVI 値 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

図 6 NDVI 最高値画像

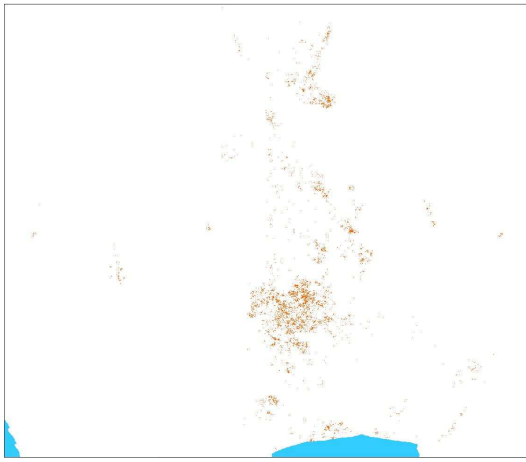


図9 ■ NDVI 抽出領域

8、NDVI の平均値の抽出

NDVI 抽出領域内の平均値を算出し、日数に沿ってプロットしたグラフを作成した。図10に2009、2010、2011年のNDVI平均値の変化を示す。

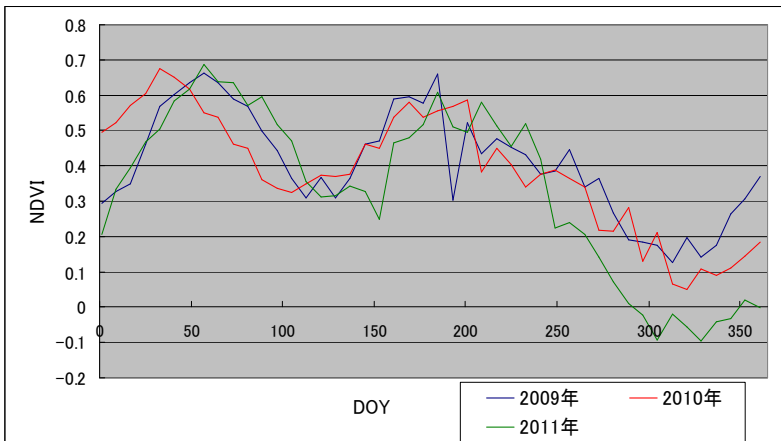


図10 2009、2010、2011年のNDVIの変化

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
雨季作					作付					収穫		
乾季作	作付			収穫								作付

図11 クロップカレンダー

9、NDVI 抽出結果の検証

1年間のNDVIの変化をみると2009、2010、2011年のグラフは全て、2つの山があることがわかる。図11に示したクロップカレンダーとの比較で、50日目付近の山が乾季作の作物のNDVIの変化、180日目付近の山が雨季作の作物のNDVIの変化と判断してよい。

2009年の193日目に急にNDVIが下降しているが、これは193日目の画像が特に雲域が多く、作物のNDVIを抽出できなかったためだと考えられる。

2009、2010年が300日目付近でNDVIが0近くまで下がるのは、刈り取りの終わった水田が、冠水状態であると予想した。2011年では-0.1まで下がっているが、この年は大規模な洪水が起きた年であるため、2009、

2010年よりも広い範囲が冠水状態となったことが原因と考えられる。

今回のNDVI抽出領域の位置を調べたところ、タイ中央部のスパンブリー県に含まれる場所が多いことがわかった。図12にスパンブリー県位置、図13にNDVI抽出領域の分布を示す。

全国の灌漑率が約20%であることを考えると、スパンブリー県の灌漑普及率約80%はかなり高く、二期作が盛んに行われていることがわかる。収穫量から見ても、全国平均が2518 kg/ha (2010年時) なのに対し、スパンブリー県が4406kg/ha (2010年時) と2倍近い収穫量を誇っている。

したがって、NDVI抽出領域内の農地は二期作の普及率が高いと考えた。この点から見ても図10のNDVIの変化が、二期作のクロップカレンダーと一致したのは妥当といえる。



図12 スパンブリー県位置

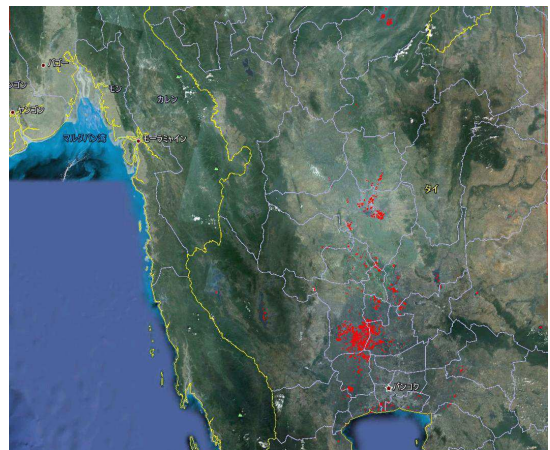


図13 NDVI 抽出領域の分布

10、まとめ

乾季作におけるNDVI最高値の変化を抽出することで、農地領域を特定することができた。

農地領域を低雲頻度領域と組み合わせたことで、乾季作、雨季作ともに、作物の植生指標の抽出手法を改善することができた。

参考文献

- 1) 小林正樹、力丸厚、坂田健太、MODISデータを用いた植生の時系列変化把握に関する検討