

農地区画単位による作物生育状態把握手法の検討

環境リモートセンシング研究室 大崎裕司
指導教員 力丸厚 入江博樹 坂田健太

1.はじめに

1.1 研究背景

広域にわたる農業地帯で、農地区画毎の作物生育情報は有意な情報となる。衛星データにより農地区画毎の作物生育状態を把握するには、空間分解能が高く観測バンドが多いセンサが望ましい。Landsat7 衛星の ETM+センサは、可視域から近赤外域のバンドを持ち、空間分解能 30mで地上を観測できる。しかし、穀物類の農地の様に季節変化を考慮した解析には、1年を通して多数の画像を入手できるデータを利用する必要があるが、Landsat7 衛星は16日に1度しか同一地点を観測できないため、雲に覆われていないデータの取得が難しく、作物生育状態を継続的にモニタリングするには ETM+センサでは難しい。Landsat7 と同じように空間分解能の高いセンサを積んだ衛星は、基本的に観測周期が長い。一方で、Terra 衛星と Aqua 衛星に搭載された MODIS センサは、同一地点を毎日観測しているため、良好なデータが得られやすい。しかし、MODIS の空間分解能は 250mから 1000mと低く、農地や道路などの反射率が平滑化された粗い画像しか得られないため、農地を詳細に解析できない。

そこで本研究では、良好なデータを取得しやすい MODIS データを利用した農地区画毎に作物生育状態を把握する手法を検討する。

1.2 研究目的

空間分解能の低い MODIS データから農地区画毎に作物生育状態を把握する手法として、農地区画一つ一つを GIS データとして作成した農地区画データを用いた解析手法を検討し、MODIS データからどの程度の広さの農地まで精度良く作物生育状態が把握できるかの検証を行う。

また、MODIS の熱赤外バンドの利用についても検討する。

2.研究内容

2.1 研究のフロー

図1に本研究の流れを示す。

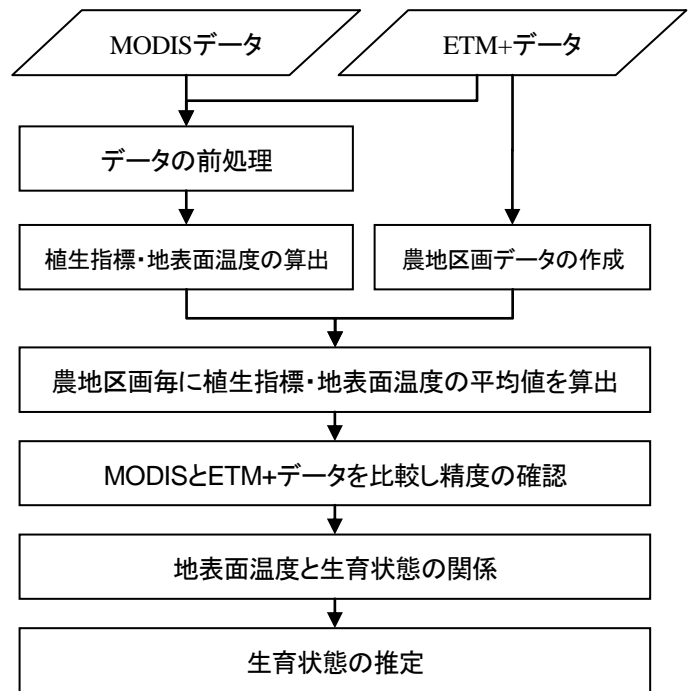


図1 研究の流れ図

2.2 対象地域

本研究では、図2に示すサウスオーストラリア州ヨーク半島の農地を対象に解析を行った。主に大麦、小麦を生産している地域で、2006年と2007年に干ばつによって農作物に被害が出た地域である。



図2 本研究の対象地域

2.3 使用データ

①EOS-Terra/Aqua MODIS データ

MODIS は Terra と Aqua の 2 つの衛星に搭載され、空間分解能 250~1000m で同一地点を 1 日 2 回観測している。36 バンドを持ち、科学調査目的としての情報が優れている。

②Landsat7 ETM+データ

可視域と近赤外~熱赤外域のバンドを持ち、空間分解能 30m (熱赤外バンド 60m) で観測している。回帰日数は 16 日。

③農地区画データ

ETM+データを参照し、図 3 に示すような農地の区画一つ一つのデータを作成した。



図 3 農地区画データ

2.4 解析方法

作物生育状態の把握には、植生指標 (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index) を用いる。図 4 に示すように NDVI は -1~1 の値をとる。

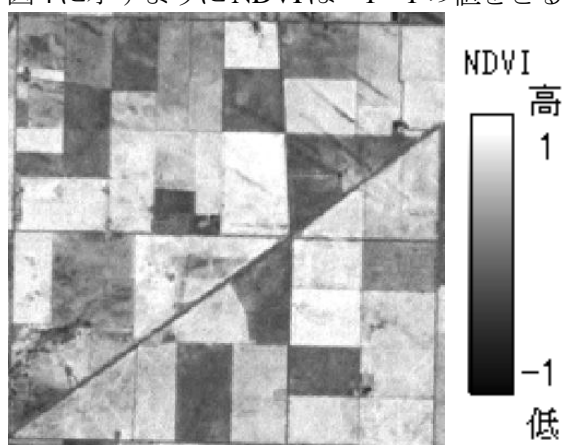


図 4 ETM+による NDVI 画像
観測日: 2006 年 8 月 6 日

作成した NDVI 画像に農地区画データを用いて、図 5、図 6 の様に、農地区画毎に NDVI の平均値を ETM+データと MODIS データでそれぞれ算出する。本研究の解析対象であるオーストラリアのヨーク半島の農地に対し十分な空間分解能を持つ ETM+データ (空間分解能 30m) の結果と、MODIS データ (空間分解能 250m) の結果の相関について検証した。

また、図 7、図 8 の様に、ETM+と MODIS の熱赤外バンドより地表面温度を算出し、NDVI と同様に農地区画毎に地表面温度の平均値を算出し、ETM+ (空間分解能 60m) の温度値に対して MODIS (空間分解能 1000m) の温度値を参照した。

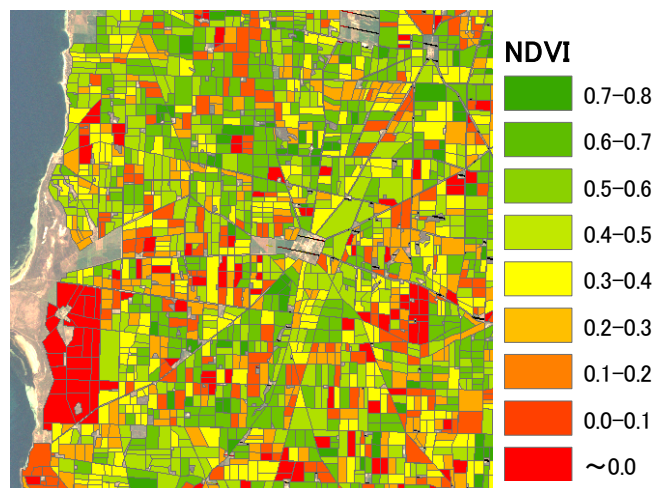


図 5 農地区画毎の NDVI 平均値 (ETM+)

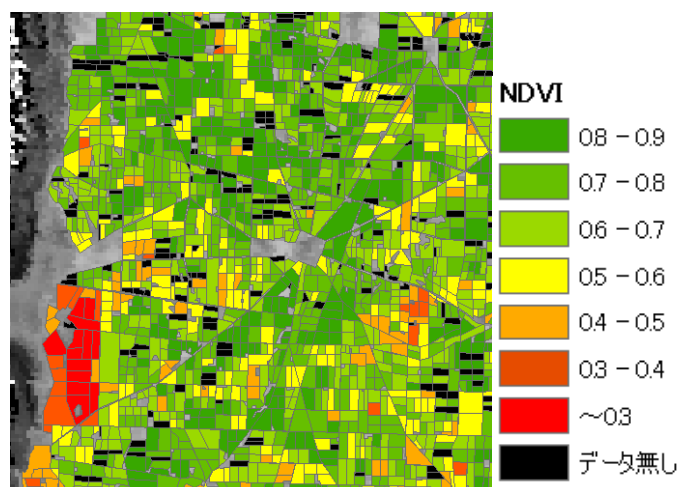


図 6 農地区画毎の NDVI 平均値 (MODIS)

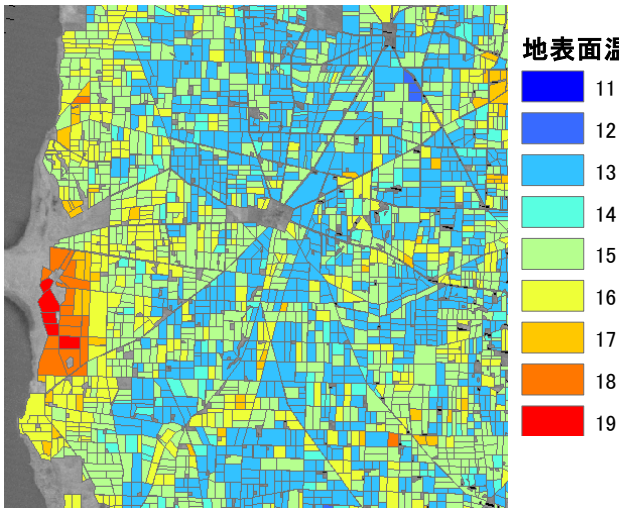


図7 農地区画毎の地表面温度平均値 (ETM+)

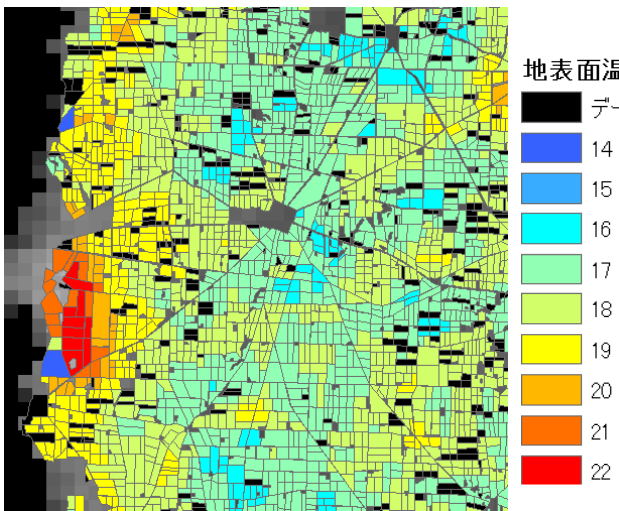


図8 農地区画毎の地表面温度平均値 (MODIS)

3.解析結果

農地区画面積と解析精度の関係

MODIS データによって、どの程度の大きさの農地まで、作物生育状態を ETM+と同様に求めることができるか、農地区画面積に閾値を与えて散布図により検証した。面積の閾値を 0.25 k m²以上、0.5 k m²以上、0.75 k m²以上、1 k m²以上と比較したところ、農地区画面積が 1 k m²以上では、図 9 に示すように相関が高くばらつきが少なかった。

また、農地区画毎に算出した地表面温度では ETM+に対して MODIS が、農地区画面積が 2k m²以上の農地で、図 10 に示すように相関係数 R=0.7857, RMS=0.5955[°C]であった。

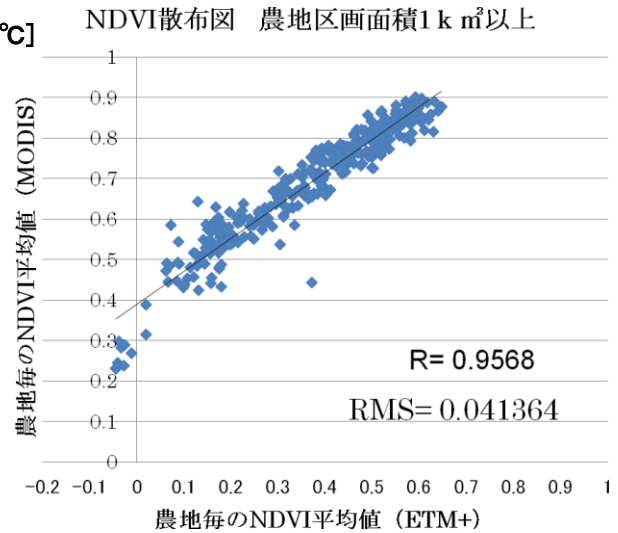


図9 NDVI 平均値散布図

観測日：2006年8月6日

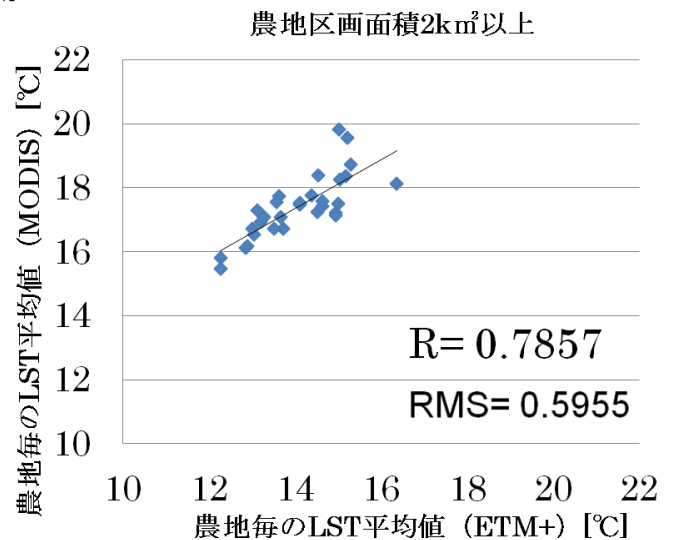


図10 地表面温度平均値散布図

観測日：2006年8月6日

4.作物生育状態の把握

7 か所の農地区画で、NDVI の推移を追跡することによって作物生育状態を把握可能性について検証した。気象観測点に近く、作物生育状態とともに、地表面温度についても解析を行うため、2k m²以上の農地区画で検証を行った。図 7 に、Moonta 地区気象観測点付近の農地の NDVI 推移の例を示す。NDVI の推移を現地のレポートと比べて作物生育状態を検証した。表 1 に、サウスオーストラリア州政府が発表したヨーク半島の農地レポートをまとめた。

干ばつの起きた2006年と2007年は特に8月に雨が降らなかったため、現地の8月のレポートをでは作物が枯れ始めていると記録されており、NDVIの推移を見ると豊作年の2008年に対して、2006年と2007年は8月の時点でNDVIのピークが低く、さらに急激に低下しているのが確認できた。このことから、現地のレポートや降水量に対応し、精度良く農地区画の作物生育状態をNDVIの推移から把握することができた。

また、干ばつ年と豊作年でMODISのTerraとAqua観測時間の差(Terra: 10時30分頃 Aqua: 13時30分頃)を利用し地表面温度の立ち上がりを算出したところ、降水量や気温に対応する結果が得られた。

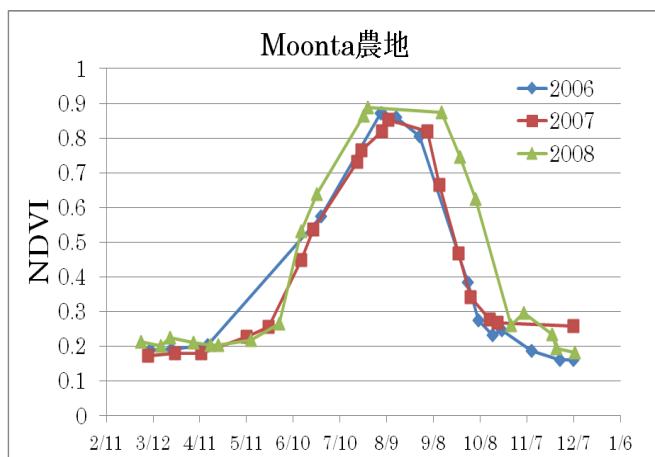


図7 NDVIの推移 Moonta 農地

表1 現地のレポート (Crop and Pasture Report)

	2006年	2007年	2008年
6月	作物に異常なし	作物に異常なし	作物に異常なし
7月	成長に遅れ 雨量不足	成長に遅れ 雨量不足	作物成長良
8月	大麦がしおれる 小麦が水分 ストレス	大麦の一部枯れ 小麦が水分 ストレス	作物状態良
9月	地区全体の 大麦枯れ 小麦の半分枯れ	水分ストレス	作物状態良

5.まとめ

農地区画データを用いた解析手法によって、空間分解能の低いMODISデータから、農地区画単位で精度良く作物生育状態を把握することができた。しかし、精度の良い結果を得るには農地区画の面積がある程度広い必要があり、可視近赤外バンドでは1k m²以上、熱赤外バンドでは2k m²以上で精度が保障される。

また、農地の地表面温度の立ち上がりを見ることで、農地の乾燥状態を把握できる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 岐阜大学 秋山研 HP ,
DN から放射輝度(Radiance)を求める方法
Landsat-7 ETM+,
http://www.geocities.jp/kensuke_kawamura/Others/LandsatCalibration/
- 2) AmeliaBrown, australian crop report december 2007, no.144, 19-20
- 3) 日本貿易振興機構, オーストラリアの農業と農業政策, 2007 , australian crop report
- 4) Government of South Australia,
Crop & Pasture Report 6-7p Yorke Peninsula 2006-2008
- 5) NASA : MODIS WEB
<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>
- 6) USGS : MODIS Products Table
https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table
- 7) オーストラリア気象局 <http://www.bom.gov.au/>
- 8) サウスオーストラリア州農業
<http://www.atlas.sa.gov.au/go/home>