

時系列MODIS観測データを用いたオーストラリア南部の作物生育状態の経年比較

環境リモートセンシング研究室 永田圭
指導教員 力丸厚, 高橋一義, 坂田健太

1. はじめに

オーストラリアは世界有数の農業大国である。穀物の生産も盛んで、とくに小麦においては生産量の約60%以上を輸出しており、世界の食糧供給の支えとなっている。日本においても、オーストラリアからの輸入は大麦・牛肉は1位、小麦3位と、オーストラリアと日本の関係は深い。

しかし、近年のオーストラリアは2002年、2006～2007年と、干ばつによっては多大な被害を受けており、オーストラリアにおける干ばつは、世界の食料供給事情に対して問題視されている。

広大なオーストラリアの農地において、穀物の生育状態を把握するには、衛星リモートセンシングによる広域的な解析が有効であると考えられる。

本研究の目的は、穀物の生産が盛んなオーストラリア南部に着目し、時系列MODIS観測データから、オーストラリア南部における作物の生育状態の把握と経年比較を行うことを目的とした。図1に本研究のフローチャートを示す。

2. 解析範囲と衛星データ諸元

図2に、オーストラリアの農業地域の分布図を示す(日本貿易振興機構¹⁾から引用)。沿岸部の多雨地帯では、酪農が行われている。小麦・牧羊地帯では、小麦、大麦に羊や肉牛も取り入れた混合農業が行われている。牧畜地帯では年間降水量が少なく穀作できないため、羊と肉牛を飼育している。

本研究ではサウスオーストラリア州のヨーク半島周辺を解析範囲とした(図2の赤枠内)。オーストラリア気象局によると、この地域は小麦・牧畜地帯にあたり、2006年の干ばつ時において雨量が著しく低下した地域と報告されている。

使用衛星データ諸元を表1に示す。使用したデータはEOS/Aqua衛星のMODISセンサの地表面反射率のデータで、赤・近赤外のバンドを使用した。衛星データは、NASAより取得した。観測日時は2006、2007、2008年の62シーンのデータを使用した。

3. 解析方法

取得した各衛星データの植生指標値を算出し、時系列毎に並べ、作物の生育特性の把握を行った。本研究では、植生指標としてNDVIを算出した。その中で、8月下旬、9月上旬の植生に着目し、二時期間の植生の状態の差異を強調する画像を作成し、作物の生育障害地域を抽出を実施した。その結果を、現地統計データ、現地レポート³⁾と比較し、検証を行った。解析の際、雲や海部分に関しては領域を抽出し、解析対象外とした。同様に、2008年における植生指標値の平均が0.2以下の低い地域も解析対象外とした。

4. 解析結果

4.1 農地サンプリング領域による解析結果

農地においてサンプル領域を取り、サンプリング領域における植生指標値の推移を算出した。なお、農地の確認はGoogle Mapで行った。図3にサンプリング領域における2006～2008年の3年の植生指標値推移のグラフを示す。どの年においても、6月から植生指標値が上がり始め、8月下旬～9月上旬にピークに達し、その後下がるという傾向を示した。ただし、植生指標値のピーク時の日時に若干差異が見られ、不作年である2006、2007年は8月下旬、比較適豊作年である2008年は9月上旬に値のピークが訪れる結果となった。

4.2 栽培暦との比較

アメリカ合衆国農務省の資料²⁾を参考に作成した栽培暦を図4に示す。図4の結果を栽培暦の小麦・大麦の項と比較すると、植生指標値の高かった8月～9月に成長期があり植生指標値の下がりはじめた出穂期が9月～10月となっている。また、急激に値の減少した10月下旬～11月上旬は刈取り期となっており、サンプリング領域内で算出した植生指標値の推移と小麦・大麦の栽培暦に関連性が見られる。

このことから、今回の解析領域における農作物は小麦か大

麦の可能性が高い。年によって値のピークがずれた要因としては、干ばつによって作物が枯れてしまった、または、出穂が早まった、状態が悪く、穀物として生産できなくなり、干草にするために刈り取りを行ってしまったことが考えられる。

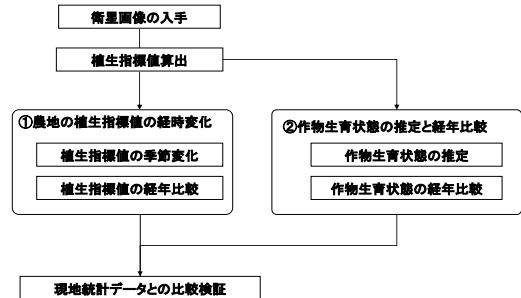


図1 研究フローチャート

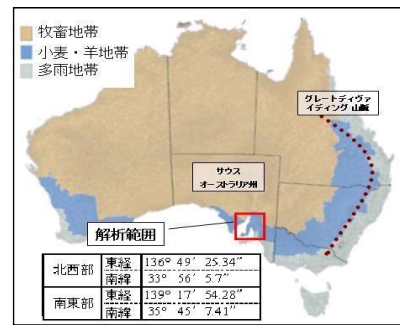


図2 オーストラリアの農業地域

表1 衛星データ諸元

観測衛星	EOS/Aqua	
観測センサ	MODIS	
バンド	1	0.620 ~ 0.670μm (赤バンド)
	2	0.841 ~ 0.876μm (近赤外バンド)
地上分解能	250m	
観測時間	11:30 ~ 15:30	

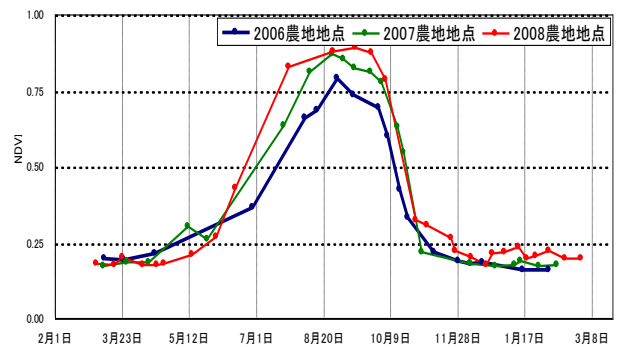


図3 サンプリング領域における植生指標値の推移

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
小麦	刈					播種期	成長期	成長期	出穂期	出穂期	枯熟期	刈取り期
大麦	刈					播種期	成長期	成長期	出穂期	出穂期	枯熟期	刈取り期
じゃがいも(早)	刈						播種期	播種期				刈取り期
じゃがいも(遅)						刈取り期	刈取り期	刈取り期			播種期	
苧麻						播種	成長	成長			刈取	

図4 サウスオーストラリアの栽培暦

4. 3 作物生育状態の推定

4.1において植生指標値の季節変化を比較したところ、植がピーク時に達する日時に差異が見られた。このことから、8月下旬と9月上旬を比較することで作物生育障害の発生地域を抽出できるのではないかと考えた。そこで、二時期間の植生の状態の差異を強調する指標を考案した。これは植生域のIR (近赤外域) が高く、R (赤域) が低いという特徴を利用して、二時期間で植生が変化した地域を強調して抽出する指標である。本研究ではこの式を植生変化指標とした。

ここではaに8月、bに9月の値を入れ、8月の植生が多いほど値が高くなる(1に近づく)ような画像を作成した。また、この指標は植生域に対して適用できる指標のため、植生指標値の一定以下(0.2以下)の地域は除外して実施した。

$$\text{植生変化指標} = \frac{IR_a \times R_b - IR_b \times R_a}{IR_a \times R_b + IR_b \times R_a}$$

IR_a: a時期における近赤外域 R_a: a時期における赤
IR_b: b時期における近赤外域 R_b: b時期における赤

図5、図6に2006、2008年における植生変化指標画像、図7、図8にヒストグラムを示す。

赤色が濃いほど、8月下旬の植生量が多く、青色が濃いほど9月上旬の植生量が多い。つまり、赤いほど生育不良が起きている可能性が高い地域である。2006年はほぼ全域で生育不良が起きている可能性が高く、2008年は対照的な結果で、生育不良の地域は少ないという結果であった。

特に干ばつの被害が大きかった年である2006年における植生変化指標値が0.2よりも高い地域を生育障害を強く起こした地域として、該当部分の抽出を実施した。結果を図9、図10に示す。図中の赤色で示した部分が生育障害を強く起こした地域で、ヨーク半島全域に分布していた。そこでヨーク半島に着目し、ヨーク半島全域と北部、南部での生育障害率を算出した。表2に結果を示す。全域の障害率は2006年が32.4%、2008年が5.2%と、2006年のほうが障害率が多い結果となった。この障害率と現地州政府提供の穀物の収穫量等のデータから、2008年度の単収を基準として、2006年度におけるヨーク半島における推定収穫量を算出した。実際の収穫量と比較した結果、推定誤差は5%という結果を得ることが出来た。

また南北においての集計は、2006年は生育障害率が、南は22.4%で、北部では48.1%と南北に差がみられる結果となった。対して2008年の生育障害率は5%前後と2006年に比べて低く、南北に差はない結果となった。

現地州政府が発表している現地の調査報告³⁾を参照して作成した2006、2008年の8月における現地レポートを表4に示す。2006年は8月の時点で、ヨーク半島の北に比べて南の方が作物が無事であるとの記述がなされていた。本研究で抽出した生育障害率においても北より南が低いという結果であり、現地レポートと合致する結果となった。また、2006年に対して2008年は作物の生育不良に関する記述が少なく、この点においても現地レポートと合致する結果となった。

5. まとめ

時系列のMODISの赤・近赤バンドの反射係数データを用いて、時系列の植生指標の推移を算出した。8月と9月の傾向から、植生変化指標の分析により、サウスオーストラリア州における生育障害の発生地域分布を推定したが、その内容は現地州政府の調査報告と合致するものであった。

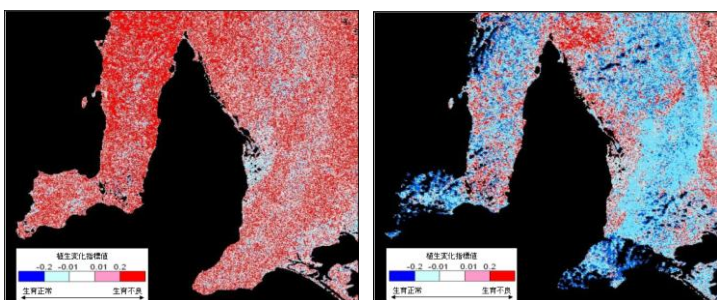


図5 2006年における植生変化指標画像

図6 2008年における植生変化指標画像

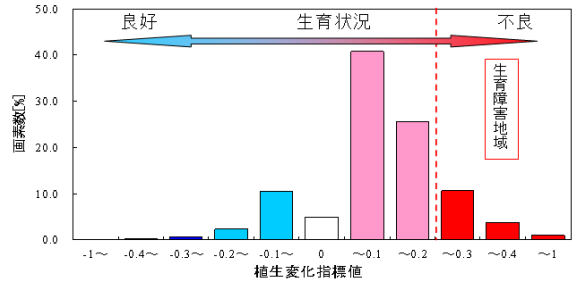


図7 2006年における植生変化指標画像のヒストグラム

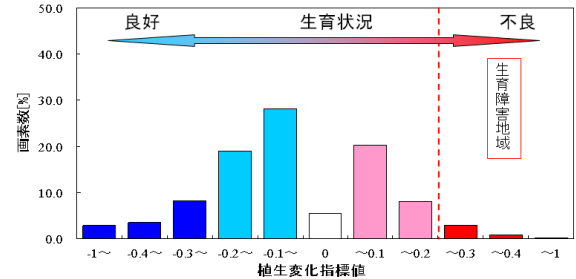


図8 2008年における植生変化指標画像のヒストグラム

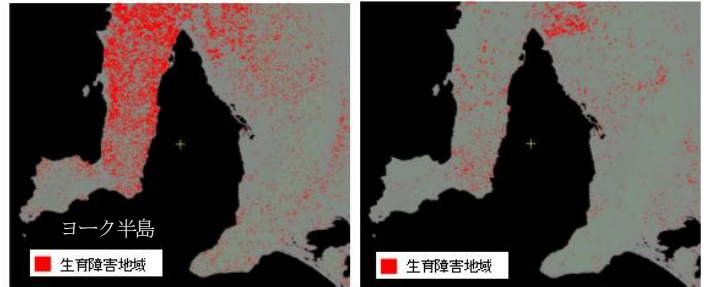


図9 2006年生育障害地域

図10 2008年生育障害地域

表2 ヨーク半島における生育障害率

	生育障害率[%]		障害率の算出方法 0.2より高い植生変化指標値 全植生変化指標画像値
	2006	2008	
全域	32.4	5.2	
北部	48.1	6.5	

表3 衛星データ諸元

	2006	2008	推定収穫量 ₀₆ の算出方法 単収 ₀₈ × 作付面積 ₀₆ × (1-生育障害率 ₀₆)
作付面積[ha]	363,700	393,100	
単収[t/ha]	1.31	2.03	
収穫量[t]	474,900	795,500	
推定収穫量[t]	498,325		
推定誤差[%]	4.93		

表4 2006年、2008年のヨーク半島における現地レポート

2006年	
8月	北部の大部分で大麦は明らかにしおれる。 北部で小麦は出穂した。また水分ストレスを示した。 南部の穀物は、土壌の質が悪い地域はしおれ始めているが、無事。
2008年	
8月	早い小麦は出穂している。 ほとんどの作物の生産はかなり良い状態である。

参考文献

- 1) JETRO, 2007, 平成18年コンサルタント調査オーストラリアの農業と農業政策, pp3-18
- 2) 2005, Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture, http://www.fas.usda.gov/remote/aus_sas/crop_information/calendars/clndr_jul.htm#Australia (accessed 20 Aug. 2009)
- 3) Government of South Australia PIASA, 2005-2009, Crop & Pasture Report 4 february 2005-4 February 2009, pp4-15.