

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21560569

研究課題名（和文）リモートセンシング解析による作物生育障害要因の時空間分布特性の解明

研究課題名（英文）Study of the crop growth obstacle characteristics for time series of space distribution in remote sensing analysis

研究代表者

力丸 厚（RIKIMARU ASUSHI）

長岡技術科学大学・工学部・教授

研究者番号：70334688

研究成果の概要（和文）：国内における稲作に関する障害と、海外での小麦生産に関する障害内容を、衛星画像を用いたリモートセンシング解析による作物生育障害要因の時空間分布特性の解明し、障害発生の早期発見技術を開発し、食料の安全・安定供給のための情報技術の開発を目的として研究を実施した。具体的には、宮城県石巻地区における水田の津波や塩害等による被災後の復興状態の把握およびオーストラリアの小麦作付け地区における干ばつの解析研究を実施した。

研究成果の概要（英文）：The space-time distribution characteristic of the crop growth obstacle factor in the remote sensing analysis using a satellite imagery solved the obstacle about a domestic rice crop, and the contents of an obstacle about wheat production overseas, the early detection technology of obstacle generating was developed, and it inquired for the purpose of development of the information technology for the safety and a stable supply of food. Specifically, grasp of the revival state after suffering a calamity by tsunami, damage from salt water, etc. of a paddy field at Ishinomaki-city in Miyagi-prefecture area and analysis research of the drought in the wheat fixture area in Australia were done.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：環境生態・リモートセンシング

## 1. 研究開始当初の背景

作物の生育障害は、自然環境の影響により、干ばつ、高温障害、冷温障害、塩害、病虫害等多種にわたって発生する。自然環境の作用を受けて、随時発生する作物生育障害の実態に関する情報を早期に把握することが、安定した食料生産を達成するために、求められている。衛星リモートセンシング技術の活用により、国内・海外の生育障害情報の収集が実用化されれば、食糧の安定供給のためのに大

きく寄与することができる。しかしながら、衛星リモートセンシング技術の適用が従来進展していない技術的な原因のひとつに、衛星観測によるデータの時間的な頻度が問題になる。農業情報は、生育に伴い、日々変化する作物の情報を観測する必要があるが、毎日同一箇所を繰り返し観測できる衛星は数少ない。また特定場所を指定して、短期間で複数回観測可能な高分解能衛星もあるが、この場合は、広域を観測することはできない。

また、観測頻度の低い衛星の場合、たまたま着目地区を観測した場合でも、雲域におおわれている場合は、作物の情報を得ることができない。これらの問題点を解決することが、作物生育障害情報の収集で衛星リモートセンシング技術に求められている重要な要件であると考えられる。

## 2. 研究の目的

猛暑による作物の高温障害や干ばつ、塩害等による生育障害発生の状態をリモートセンシングによる観測情報から時空間分布特性を把握する手法の開発を目的とした。具体的には、以下の2つの研究内容を達成することを目的とした。

- (1) 国内の津波被災地の解析として、東日本大震災で被災した宮城県石巻地区において、津波や塩害の影響による水田の生育状態の把握
- (2) 海外における干ばつ状況の解析として、南オーストラリアの小麦作付け地区における大規模な干ばつの影響の空間的な把握

## 3. 研究の方法

国内、海外の両地域での研究ともに、リモートセンシング解析のソースデータとして、EOS-TerraおよびEOS-Aqua衛星に搭載されたMODISによる観測データを主体として用いた。その理由は、各衛星が1日に地球上のすべての場所を昼夜各1日づつ観測しており、観測頻度が大変に高いデータであることが、最大の選択理由である。通常の地球観測衛星の場合は、数日から十数日に1回に観測するのが通例であり、雲域による観測障害もあって、作物の生育段階を追跡するには、十分なデータが得られない場合が多い。短い時間間隔による観測データが、生育障害を的確に把握するには、重要であると考えた。

生育の状態をモニタリングする基本的なパラメータには、可視光バンドと近赤外バンドにより演算して得られる植生指標値NDVIを用い、その時系列変化を追跡することで、生育障害の判別を試みた。

### (1) 国内の津波被災地の解析

#### ①研究の流れ

東日本大震災で被災した宮城県石巻地区において、津波や塩害の影響による水田の生育状態の把握の研究方法は、図1に示す流れで実施した。

#### ②対象領域

研究対象領域は、東日本大震災で被災した宮城県石巻市の平野部を選択した。当該地域は、海岸部から津波が侵入し、深く湛水した圃場と軽度湛水した圃場および湛水を免

れた圃場がある。図2に解析対象区域の圃場のブロックを入れた画像図を示す。深く湛水したブロックを緑色、軽度湛水したブロックを赤、湛水を免れたブロックを青の区画線で表示している。

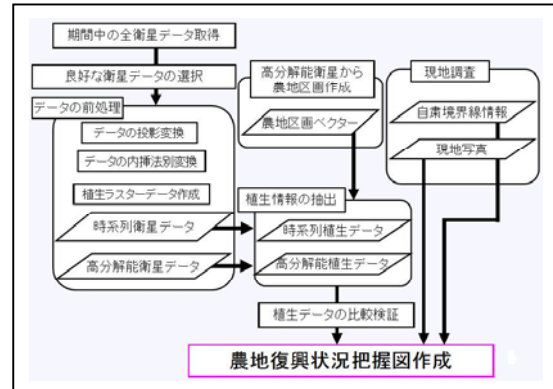


図1. 石巻地区の農地復興状況解析の研究フロー

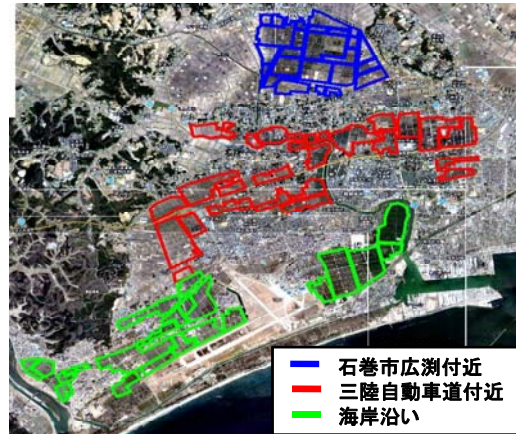


図2. 国内研究対象領域と圃場の区画区分

### ③NDVI 値の農地への取込み

観測された衛星データをラスタ画像状態でそのまま扱うのではなく、多角形の圃場区画単位に衛星画像情報を取り込んで、解析に用いた。図3にデータを取り込む概念を記載した。

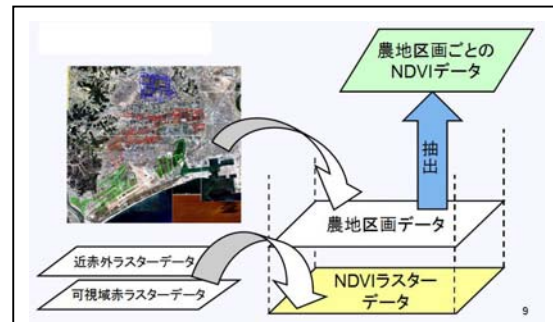


図3. NDVI 値の農地区画への取込み

#### ④使用衛星データ

使用した衛星データは、表1に示すようにMODISデータを2011年の4月から10月まで合計13時期分用いた。また検証用データとしてLANDSAT,ALOS,ASTERの各データをもちいた。

表1. 使用衛星データ

衛星	センサ	観測日 (2011年)	データ数	分解能
LANDSAT-5	TM	6/8	1	30m
ALOS	AVNIR-2	3/14	1	10m
	ASTER	4/13、7/11	2	15m
EOS-Terra	MODIS	4/13、6/8、 7/10、8/28、 9/10、9/24、 10/4、10/12	8	250m
EOS-Aqua	MODIS	7/11、7/12、 7/17、8/10、 8/13	5	

#### (2) 海外における干ばつ状況の解析

##### ①研究の流れ

南オーストラリアの小麦作付け地区における大規模な干ばつの影響の空間的な把握の研究方法は、図4に示す流れで実施した。

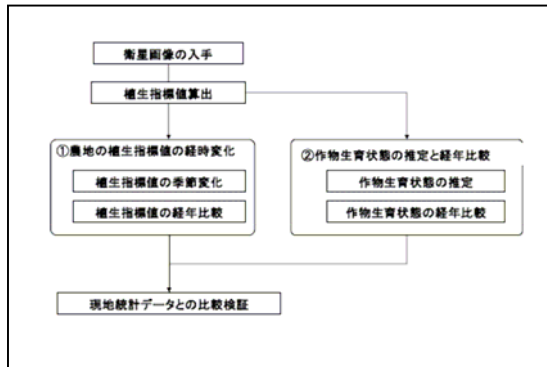


図4. 南オーストラリアでの作物生育障害の研究フロー

##### ②解析方法

取得した各衛星データの植生指標値 NDVI 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。

##### ③解析対象地域

研究対象地区は、図5に示す南オーストラリア州のヨーク半島付近を選定した。選定理由は、2006年、2007年に大きな干ばつを受け、2008年は豊作となり、干ばつによる生育障害を解析するための典型的な地

区と考えられたためである。

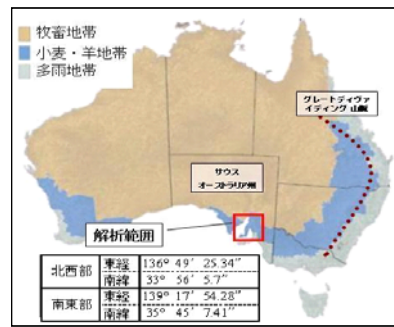


図5 研究対象領域

#### ④衛星観測データ

使用した衛星データは、国内解析と同様にEOS/Aqua衛星のMODISセンサの地表面反射率のデータを用いた。地上分解能は250で、赤と近赤外のバンド1,2を使用した。観測日時は2006、2007、2008年の62シーンのデータを使用した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 国内の津波被災地の解析

##### ①植生指標値 NDVI の時系列変化

解析結果として各農地区画の NDVI 値の時系列変化を図6に示した。全く津波の影響の無い関東地区での同時期の NDVI 値を参考のために背景にプロットしている。

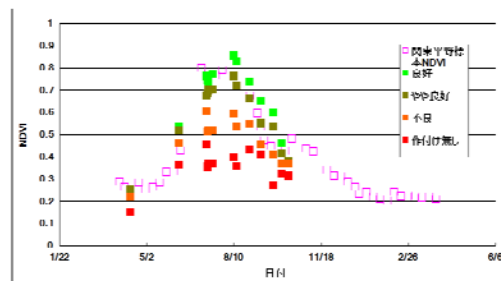


図6 圃場の植生指標値 NDVI の時系列変化



図7 被災後の農地復興状況把握図



②被災後の農地復興状況の分布

稲作の生育状態を 8 月 10 日時点の NDVI 値で区分した図 6 の成果データをもとに、各評価区分の空間的な分布を図面に表現したものが、図 7 である。

空色の線より浜側は、灌漑・排水設備の故障により、作付けの自粛を JA が呼びかけた領域である。自粛線付近で作付け状態が、入り組んでいることが把握できる。

また、内陸部では、完全に良好な状態で営農されている地区も確認できる。

③国内研究のまとめ

従来、国内農地においては MODIS データでは地上分解能が 250m と低いため、作物の監視には実用不可能と見られていたが、農地区画のブロック化と区画ごとに衛星データを取り込む手法の開発により、農地復興状況を段階別に把握することが可能となった。この点が本研究の成果である。

(2) 海外における干ばつ状況の解析

①植生指標値 NDVI の時系列変化と栽培暦

図 8 に、2006 年、2007 年および 2008 年の対象地区内の同一地区の植生指標値 NDVI の推移を時系列に表示したグラフを掲載した。2006 年、2007 年は干ばつ年 2008 年は豊作年である。8 月中旬における各年次のピークの高さ山の形に、差異が確認できる。特に 2006 年は、干ばつの影響が大きかった 8 月中旬から急激に、NDVI 値が低下している。

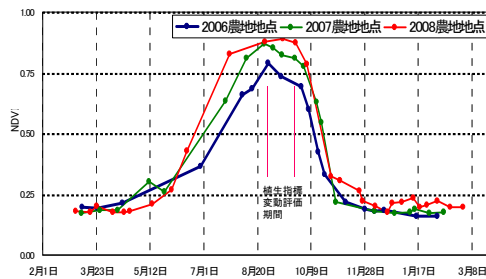


図 8 サンプル領域における植生指標値の推移

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
小麦				播種期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期
大麦				播種期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期	成長期
じゃがいも(早)												
じゃがいも(遅)												
亜麻												

図 9 サウスオーストラリアの栽培暦

図 9 にサウスオーストラリアの栽培暦を掲載した。8 月中旬は小麦、大麦の生長期の最中であり、2006 年は干ばつのためこの時期に生育に障害が発生したことが、推測された。

②植生指標値の変化の分布

2006 年および 2008 年の各 8 月から 9 月にかけて、図 8 に示す植生指標値変動評価期間 n n に関して、どの程度植生指標値が低下するかを、各年の干ばつの被害程度を評価するために画像解析により算出し、その結果を図 10 に示した。

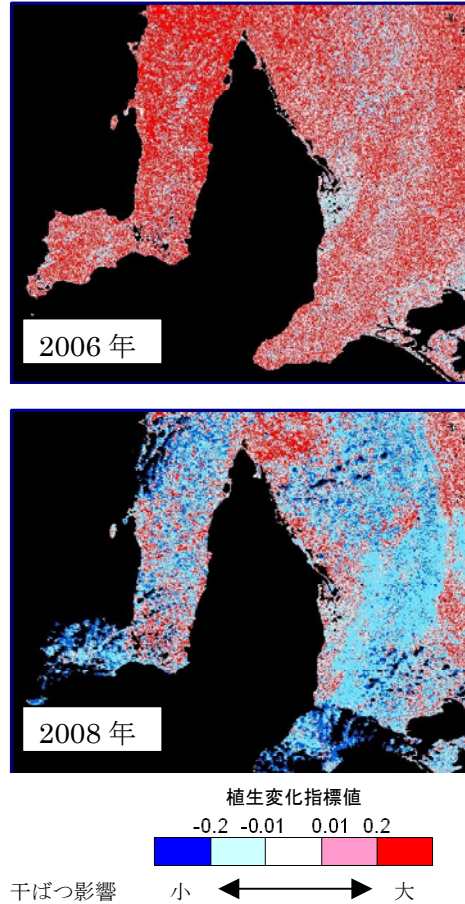


図 10 干ばつ影響分布評価図 2006, 2008 年

③まとめ

本解析結果は、南オーストラリア州政府の報告資料とも合致するものであった。MODIS 観測データによる時系列の植生指標値の解析の実施により干ばつ被害の発生分布情報を抽出する可能性が確認された。

謝辞

卒業研究を通じて、本研究に積極的に参加協力してくれた研究室の学生であった永田圭氏、八木公平氏に深謝いたします。

5. 主な発表論文等

現時点では未発表

6. 研究組織

(1) 研究代表者

力丸 厚 (RIKIMARU ATSUSHI)

長岡技術科学大学・工学部・教授

研究者番号：70334688