

## 衛星リモートセンシングによるナイルデルタの水田判別 Paddy Field Detection in the Nile Delta by Using Remote Sensing

○藤平 啓\*・谷口 智之\*\*・奈佐原 顕郎\*\*・佐藤 政良\*\*

○FUJIHIRA Kei・TANIGUCHI Tomoyuki・NASAHARA Kenlo・SATO Masayoshi

### 1. 序論

世界的な水不足が懸念される中、エジプト国ナイルデルタでは節水のため輪灌を實施している。輪灌とは、灌漑区域を分割し順次給水する灌漑方式であり、区域内では通水と止水が繰り返される。農民は、通水期間中に止水期間分の用水も確保するために、できる限りの取水を行う。その結果、夏期では、水田も畑地も日常的に湛水・非湛水を繰り返す。

一方、用水計画を検討する上では、取水量の多い水田の面積を把握することが重要となる。広域で水田の面積を把握するにはリモートセンシングが有用であり、一般的な水田判別手法では湛水面の分光反射特性を利用している。しかし、ナイルデルタのような輪灌地域にこの手法を適用した場合、水田と畑地を誤判別する恐れがある。

本研究では、輪灌を實施しているナイルデルタを対象に、湛水面の分光反射特性に依存しない水田判別手法を考案することを目的とする。

### 2. 水田判別基準の設定

ナイルデルタ中央に位置するKafr El Sheikh県南部を対象地域とした。本地域の主要作物はイネ・トウモロコシ・コットンである。この中でイネだけがもつ特徴は、出穂すると一面黄金色になることと、収穫開始時期がもっとも早いことである（イネ：8月中旬、トウモロコシ：9月上旬、コットン：10月上旬）。そこで出穂による色の違いと、収穫による植生量の減少を水田の判別基準とした。さらに出穂初期から収穫前にかけて、イネの分光反射特性のRed-Edgeポイントがブルーシフトすることから、ブルーシフト現象も判別基準に加えた。

### 3. 解析手法

解析には、イネの収穫開始期である2011年8月22日と収穫中盤期である2011年9月7日に取得された、RapidEye衛星データ（空間分解能 5 m）を使用した。収穫時期は作物の被植率が高いため、地表面の湛水の有無による分光反射特性への影響を排除できる。

各時期のデータセットにおいて次の解析を行った。まず3つの植生指標、NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) とGRVI (Green-Red ratio Vegetation Index), Red-Edge NDVIを算出した。ここでNDVI, GRVI, Red-Edge NDVIはそれぞれ植生量、植生の色彩、ブルーシフト現象との相関が高いといわれており、これらの指標を用いて収穫、出穂、ブルーシフト現象の有無を特徴化した。そして、これら3つの植生指標画像の主成分分析を行い、両時期とも寄与率が95%以上となった第一主成分画像を評価基準画像として採用した。

---

\* 筑波大学生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba

\*\* 筑波大学生命環境系 Faculty of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba

キーワード：ナイルデルタ、リモートセンシング、水田、輪灌

2011年7月1日から2011年8月7日、2011年12月10日から2011年12月29日の期間において現地踏査を実施した。これによってRapidEye衛星データの観測日と近い時期の地上土地利用情報（土地利用項目、位置情報）を得た。この地上土地利用情報は、GISデータ化したのち、無作為抽出した半数を分類アルゴリズム作成のための教師データ、残りの半数を作成した土地被覆分類図の精度検証のための検証データとして使用した。

評価基準画像と教師データを用いて、教師付き分類法による水田判別を行った。

#### 4. 結果及び考察

教師付き分類法によって水田を分類した土地被覆分類図を作成した（Fig. 1）。分類項目は水田・その他植生・裸地・都市&その他の4項目である。また、Table 1は検証データを用いた精度検証の結果である。土地被覆分類図の全体精度は71.4%、 $\kappa$ 係数は0.60となった。ここで $\kappa$ 係数とは一致度の指標の一つであり、0から1の値をとる。統計的に0.6以上であればその分類法の信頼性が高いといわれている。

作成者精度と使用者精度は90.1%、78.9%、その他植生で47.1%、82.0%であった。水田は過大分類（他の土地利用を水田と判別）の傾向があるものの、高い精度で分類できることが示された。一方、その他植生は約4割を水田に誤分類した。また、その誤分類に作物種の偏りは見られなかった。これは、その他植生の教師データ数が水田と比べて少なく、トウモロコシやコットンなどの作物別の教師データ数が少なかったことが原因である。

#### 5. 結論

イネの出穂完了期と収穫期のRapidEye衛星データを用いて、出穂の色彩と収穫による植生量の減少、出穂初期から収穫前にかけてのブルーシフト現象を判別基準とした、水田判別手法を構築した。本手法は、植被率の高い時期のデータを用いるため、水面の有無や土壌特性の違いによる反射率への影響を受けない。よって、ナイルデルタのような輪灌灌漑地域での水田判別に有効である。さらなる水田の分類精度向上には、その他植生の分類精度を向上させて、水田の誤分類を低減させる必要がある。

**謝辞:** 本研究は、JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業、エジプト国「ナイル流域における食糧・燃料の持続的生産プロジェクト」の一環として行われたものである。

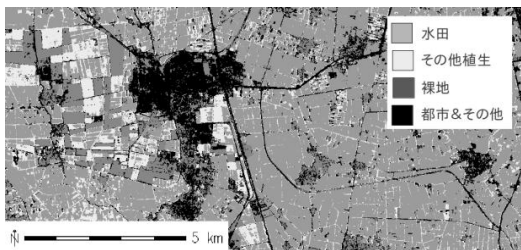


Fig. 1 Kafr El Sheikh 市の土地被覆分類図（2011年夏）The land use classification map in Kafr El Sheikh City, summer of 2011

Table 1 土地被覆分類の精度評価

The error matrix of the land use classification

分類項目	真実（検証データ）				推定総数	使用者精度 [%]
	水田	その他植生	裸地	都市&その他		
推定（土地被覆分類図）						
水田	127	34	0	0	161	78.9
その他植生	7	41	0	2	50	82.0
裸地	3	7	69	21	100	68.0
都市&その他	4	5	27	38	74	51.4
真実総数	141	87	96	61	385	
作成者精度 [%]	90.1	47.1	71.9	62.3		
全体精度 = 71.4% $\kappa$ 係数 = 0.60						