

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 盧 珊

近年リモートセンシング分野において、波長分解能が高く、数十以上の観測バンドを持つハイパースペクトル画像を使用した解析が行われつつある。本論文は、日本の農地や湿地において航空機に搭載されたハイパースペクトルセンサにより取得された画像を使用して、農作物や土壌などの農地での土地被覆分類および湿地を対象とした高茎草本の植生密度の分布推定を行ったものであり、5章で構成されている。

序論の1章に続く2章では、神奈川県三浦半島の農地を対象として農作物や土壌タイプなどの土地被覆の分類を行った。航空機ハイパースペクトル画像は空間解像度と波長分解能が高いため、日本の農地のように区画が小さく、多種の農作物が圃場内に交錯して栽培されている地域への応用が期待できる。しかし、従来のマルチバンドデータと比較して、データの次元数が高いため、精度の高い推定を行うためにデータの次元数に応じた教師データの数を揃えることはより難しくなる。そこで特徴抽出方法により、データの次元数を減らし、その後分類を行った。使用した特徴抽出方法は、主成分分析(PCA)と決定境界特徴抽出(DBFE)の2つである。また分類方法は最尤分類法(MLC)と同質対象抽出分類法(ECHO)を用いた。これらの特徴抽出と分類方法を組み合わせた4種類の方法(PCA-MLC、PCA-ECHO、DBFE-MLCとDBFE-ECHO)を適用した結果、DBFE-ECHOによる土地被覆分類が最も精度が高いことを示した。さらに正規化植生指数(NDVI)を使い、画像を植生区域と非植生区域に分けた後、上記の解析を行うことにより、分類の精度が向上し、NDVIとDBFE-ECHOを組み合わせる手法が日本の農地を対象とした土地被覆分類に有効であることを示した。

続く3章では、日本有数の広大な湿地である渡良瀬遊水地において、優占種となる高茎草本の生育密度の推定を行った。渡良瀬遊水地には40種以上の絶滅危惧植物が生育しており、それらの保全のために遊水池内での分布の把握が必要とされているが、対象範囲が広いため、現地調査によって遊水地全域での絶滅危惧種の分布を把握することは難しい。リモートセンシングは広域評価に適しているが、絶滅危惧植物が高茎草本のオギとヨシの下層に生育しているため、直接的にその分布推定に適用することは困難である。しかし、優占種であるオギやヨシの分布は遊水池内の多様な環境条件を反映しているため、それらの分布を把握することは、絶滅危惧植物の分布の指標となる可能性がある。本章で使用したマッチドフィルタリング法(MF)は、ミクセル分解手法の1つであり、抽出の対象とする植物種のエンドメンバーをもとに、画像データにおいてその情報のみを強調し、他の背景の情報を低減させることが可能な手法である。MF法により推定したオギの占有率と現地調査による1m²単位のオギの密度は有意な相関関係が得られ、オギの密度の推定を可能にするとともに、抽出の対象とする植物種の正確なエンドメンバー取得の必要性を示した。

4章では3章にて対象とした高茎草本の分布推定を、エンドメンバーを用いず推定するステッ

プワイズ重回帰分析を行った。推定の対象となる重回帰分析の目的変数は現地調査で得られた 1m^2 単位のオギとヨシの密度、および密度と植物体の高さから推定したバイオマスである。説明変数はハイパースペクトルデータの各バンドの反射率、反射率のバンド間の比 (バンド比)、PCA の成分および DBFE 成分の 4 種類である。現地調査で得られたサンプルの半数ずつを回帰式の導出および検証に使用した。その結果、オギおよびヨシの密度の推定において、ともに DBFE 成分を説明変数とした場合の推定精度が高いことを示した。バイオマスの推定では、オギについてはバンド比を説明変数とした場合、ヨシについては PCA の成分を使用した場合が最も精度が高いことを示した。以上の分析により、渡良瀬遊水池のハイパースペクトル画像から高茎草本のオギとヨシの密度およびバイオマスの推定が可能となり、これら高茎草本の密度の分布図とバイオマスの分布図が作成可能となった。続く 5 章では、本論文の総括がなされている。

以上、本論文では、航空機ハイパースペクトル画像を使用して、日本の農地を対象とした土地被覆の高精度の分類手法を提示し、また湿地における高茎草本のオギとヨシの生育密度およびバイオマスの推定とそれらの分布図の作成を可能にした。これらの成果はハイパースペクトルリモートセンシングの応用に新たな知見を得ており、学術上貢献するところが少なくないと考えられる。よって審査員一同は、本論文が博士 (農学) の学位論文として価値があるものと認めた。