

衛星ハイパースペクトル・SAR 解析による土地被覆抽出と その応用に関する調査研究

(一財)リモート・センシング技術センター 小泉 英祐

1. 調査研究の目的と背景

本調査研究では、これまでほとんど行われてこなかった、ハイパースペクトルセンサと SAR センサの解析結果を複合することを検討する。

ハイパースペクトル・SAR 複合解析により、ハイパースペクトルセンサにより得られた多区分分類結果を、面的広がりを持つ SAR 画像に応用することで、より広い範囲においてより精度の高い分布結果を得られる可能性がある。また、表層物質の物性的特徴を反映するハイパースペクトルセンサデータと、表層の構造的状態を反映する SAR データの特徴を生かした、より精度の高い土地被覆の分類を行える可能性がある。これらの手法検討は、まず非植生地域の土地被覆分類抽出を対象とし、その結果を防災分野の地滑り地域の抽出および地滑り危険地域の抽出へ応用することを検討する。同時に手法を確立することで、将来の他応用分野への発展の礎とすることを目的とする。

2. 手法

本調査研究では、現地調査および衛星データ解析を実施した。

2.1. 現地調査

現地調査は、衛星データ解析の現地情報取得と、地滑り地域自動抽出システムの高度化検討の為に、土地被覆の各波長帯の特徴を把握することを目的として、広大な非植生地域を持ち、且つ土砂の多彩な種類を持つ米国ハワイ州ハワイ島マウナケア山にて実施した。

現地調査にあたり、事前に Hyperion データを用いて簡易解析を行い、現地調査ポイントを設定した。現地調査時には、ハンディ GPS、GPS 付きデジタルカメラ、携帯型分光放射計を利用し、現地の状況把握と調査ポイントにおけるスペクトル測定を実施した。現地調査は 2 日間実施し、合計 23 カ所 25 対象のスペクトルを測定した (図 1)。



図1 現地調査実施ポイント（左）2012年6月12日実施（右）2012年6月13日実施

2.2. 衛星データ解析

(1) ハイパースペクトルデータ解析

本調査研究では、ハイパースペクトルデータとして米国 EO-1 衛星搭載 Hyperion センサデータを使用した。データはマウナケア山頂及び山頂東部の2パスのデータを取得（米国地質調査所より無償ダウンロード）し、解析を行った。現地調査の為の簡易解析では、異なるパス間の分類結果が合致しなかったが、大気補正、マスク処理等を行う事により、複数パス、異なる観測日データ間においても、分類結果の整合性がとれることが確認できた。これは、分類による地滑り等の変化抽出が可能である事を意味している。また主成分分析も実施した。

(2) Lバンド SAR データ解析

本調査研究では、Lバンド SAR データとして我が国の ALOS 衛星搭載 PALSAR センサデータを使用した。データは先ずオルソ補正を実施後、後方散乱係数画像の作成に加え、各画像統計量（平均、コントラスト、分散、エネルギー、エントロピー、テクスチャ）の算出を行い画像化した。

(3) 複合解析

Hyperion、PALSAR 双方の解析結果を用い、複合解析を行った。解析は、Hyperion データによる分類クラス範囲に対し、PALSAR 後方散乱画像の統計量を取ることで各クラスの閾値を決定し、分類を行った。また Hyperion 解析による分類結果、主成分分析結果と PALSAR 解析による画像統計量データを複合し、分類を行った。

PALSAR 後方散乱係数画像分類結果では土砂被覆のみの地域への応用は難しいことが分かった。一方 PALSAR 画像統計情報データと Hyperion 主成分の複合解析では、

Hyperion のみの分類結果と似てはいるが、更に表面組織の状況も反映した結果が得られた。図2において Hyperion データのみによる分類結果画像（左図）と、Hyperion・PALSAR 複合解析結果（右図）を比較すると、全体的には同様の分類結果が得られているが、特に画像中に幾つか含まれるコーン（火口跡）近辺では、差異がみられる。この結果では、物性による分類である Hyperion データのみの分類結果に対し、複合解析結果では PALSAR の特徴を生かして物性プラス表面状態（構造、粗度等）を反映した分類結果が得られている。この手法を用いて、物質の変化に加え表層構造の変化も同時に抽出できると、地滑り等の表層変化の抽出には非常に有用であると考えられる。またこの手法は画像単体による変化抽出だけではなく、自動抽出システムへ応用できる可能性も高い。

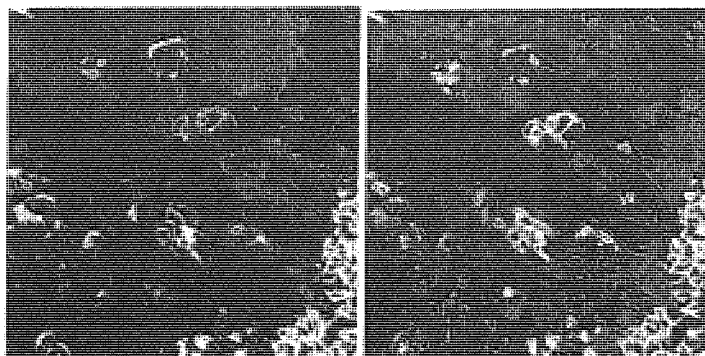


図2 (左) Hyperion データのみによる分類結果画像 (右) PALSAR 画像統計量データと Hyperion 主成分分析結果（第1～第3主成分）を用いた分類結果画像

3. 地滑り地域自動抽出システムへのフィードバック

弊財団が構築してきた、現行の地滑り地域自動抽出システムの課題は、参照とする画像において地表のスペクトル情報が反映されていないことである。このため本調査研究の現地調査で得られた、斜面に位置する地表土壌のスペクトル情報を利用し、本システム高度化の検討を行った（図3）。その結果土砂被覆によって反射スペクトルに特徴的な変化が見られる。この変化とは、（現行のシステムの入力データである）光学マルチバンドデータ（ALOS/AVNIR-2）の、Band2 と Band3 との境界で曲率が変化し、さらに、Band3 と Band4 との間で再度曲率が変化していることである。このため、Band3 のスペクトルを利用すれば良いとも考えられるが、黄色または Red Edge があるとなお良いと考えられる。今回の調査研究で土のスペクトル情報が収集できたため、その情報そのものを利用した手法の検討も可能となった。今後は、参照画像の更新、収集したスペクトル情報の利用、処理高速化の3点を検討項目として、システムの高度化と高精度化を目指す。

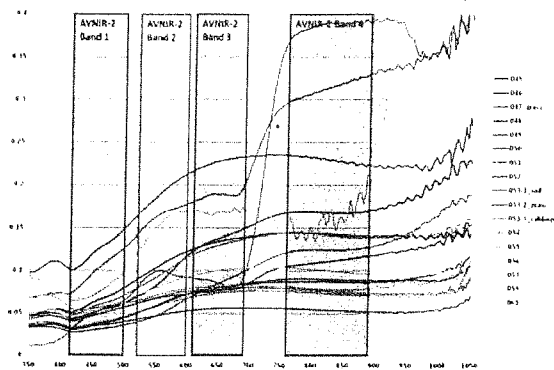


図3 ビジターセンター付近調査(6月13日)による標準化スペクトル(結果)。図中の帯はそれぞれALOS/AVNIR2センサの、各バンドの波長域を表す。

4. まとめ

本調査研究において、ハイパースペクトルセンサ、LバンドSARセンサそれぞれの解析手法において、特に地滑り等における変化抽出に有効となる解析方法を特定することができた。特にハイパースペクトルセンサによる物性分類の結果は、現地調査において確認した物質の分布と一致しており、その精度の高さが証明された。更にこれら性質の異なるセンサを組み合わせる複合解析においては、物性と表層構造双方を含む分類手法を求める事ができた。これらの手法は今後の地滑り地域抽出に非常に有効であると考えられる。

現地調査では、分類結果に対する現地情報(トゥルースデータ)を取得でき、その精度を確認できた事に加え、各地点のスペクトル特性を測定することで、地滑り自動抽出システム高度化への情報を収集することができた。今後参照画像の更新、今回行った解析画像の応用方法、データの選別を行うことで、より精度の高い自動種抽出システムへの発展が見込まれる。また、今回得られたスペクトルデータはスペクトルライブラリとしての活用も期待でき、スペクトル情報のより高度な活用も検討している。本調査研究は基礎研究及び基礎データ収集ということから、対象となる広いフィールドを持つ海外をテストサイトとして選定したが、今後は本調査研究により得られた知見と手法を国内サイトに応用することを検討している。今後国内を対象に更に調査研究を進め、国内の地滑り地域の抽出や、抽出地域と地滑り地形分布図の比較等を行っていきたい。

今回このような将来の日本の衛星データの実利用に向けた新しい技術手法の調査研究の機会を提供して頂いた、一般財団法人新技術振興渡辺記念会に、感謝申し上げます。