

空撮ハイパースペクトル画像を用いた都市土地被覆のスペクトル特性

10T0236H 原 香実
指導教員：山崎 文雄

1. 研究の背景と目的

都市環境は自然と人工の土地被覆が混ざり合い全体的に複雑であり、この分類は環境や災害のマネジメントや都市計画において重要である。

近年のリモートセンシングにおけるスペクトル分解能の向上により数百というスペクトルバンド（取得波長帯）をもつハイパースペクトル（HS）センサが登場し、土地被覆に関してより多くより詳細なデータの取得が可能となった。農業地や森林と比べ、都市域における土地被覆の分類に関する研究はその複雑さによりいまだ限られている。

本研究では、2013年に催された IEEE Data Fusion Contest のデータセット¹⁾を利用し、対象地域における航空機搭載 HS データ、分光放射計で観測した現地調査のデータ、WorldView-2 (WV2) 衛星で観測したマルチスペクトル (MS) データを比較し HS データの都市域における有用性について検討した。

2. 対象地域と使用データ

使用した HS データは、NCALM (National Center for Airborne Laser Mapping) が 2012 年 6 月 23 日 17:37:10~17:37:90 に米国テキサス州ヒューストン大学のキャンパスとその周辺都市地域 (図-1) を撮影したもので、可視光から近赤外の波長帯 (380~1050nm) を計測できる HS カメラ CASI-1500 を航空機に搭載しデータを取得している。この波長帯で 144 ものスペクトルバンドをもち、解像度は 2.5m で、平均飛行高度は 5,500 フィート (1,676m) である^{2,3)}。

また、比較対象として用いた WV2 の MS 画像は、2010 年 10 月 16 日 17:27:02 に撮影され、425~950nm の波長帯にスペクトルバンドを 8 つもち、解像度は 2.0m である。なお、HS 画像には一部雲の影が写っているため、本研究ではその部分を除いてスペクトル等の比較・検討を行った。



図-1 対象地域と HS, MS データ範囲

3. 分光放射計を用いた現地調査との比較

対象地の各土地被覆の正確なスペクトル特性を確認するため、2013年8月6,7日に現地調査を行った。計測には EIKO MS-720 を用いた⁴⁾。計測日時は、2013年8月6日 15:45~16:45, 7日 10:00~10:40 で、一時曇天であったが概ね晴天だった。図-2 はテキサス・サザン大学キャンパスとその周辺における現地調査のルートであり、図中 a: 芝生 (植生), b: 人工芝, c: コンクリート, d: 土, e: リンクストーン, f: アスファルトの計 6 地点の土地被覆を本研究の対象に選び、これらの放射輝度値を基準となる白板の放射輝度を参考にしながら測定した。

図-3 は HS データと分光放射計より得られた輝度値の比較である。HS データのデジタル値 (DN 値) と比較するため、白板と各土地被覆の放射輝度値の比はとらずに検討を進めたので、太陽高度や雲、大気の影響を受けるものとなっている。現地において航空機や衛星と同時期・同時刻のデータを取得することは難しいが、今回の現地調査では HS データを取得した日時と同様の季節に観測することができた。プラットフォームや大気条件などの違いはあるものの、バンドの高分解能化により航空機からも土地被覆のほぼ正確なスペクトル特性を観測できるとみなせる結果が得られたので、地表面付近での計測の代替として有用であることがわかる。

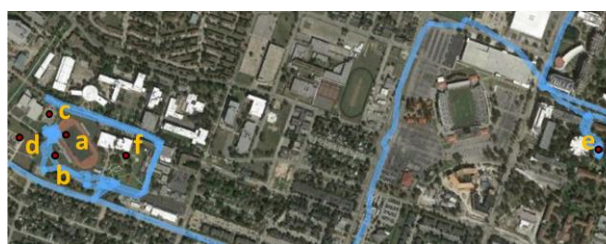


図-2 現地調査ルートと対象土地被覆の位置

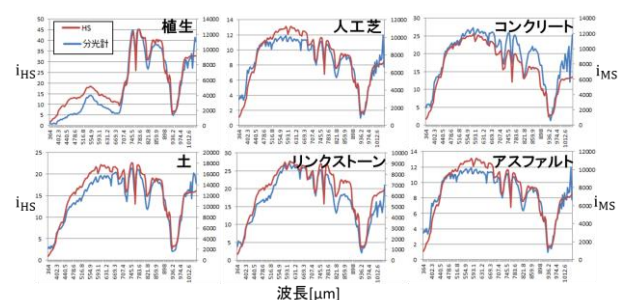


図-3 HS, 分光放射計両データの輝度値 i 比較

4. WorldView-2 より取得した MS データとの比較

次に、144 バンドの HS データを 8 バンドの MS データと比較するため、HS データを各バンド内で平均化させ疑似的な 8 バンドデータとした⁵⁾。両データはともに反射率で比較しており、キャリブレーションの難しい HS データについては画像中の最高輝度値で各スペクトルを除して簡易反射率を求め、MS データについては解析ソフト ENVI で求めた。

図-4 はその比較結果を表したもので、HS データを平均化させたデータの方が、実際の地表面近くでのスペクトルにより近いと見せるデータが得られた。

また、これらのデータのように複雑で関連のあるバンドデータに対し主成分分析 (PCA : Principal Components Analysis) を行うことで、関連しないバンドの生成やノイズの除去、そしてデータの次元の削減ができ計算量を減らすことができる。本研究では正方向の PC 回転を行い、線形変換を使用してデータの分散を最大化させた。なお、PCA を行った対象物は IEEE Data Fusion Contest のデータセットに含まれている計 15 種類の土地被覆である。図-5 の HS 画像と MS 画像の PCA 結果を比較すると、各対象物で概形は類似するものの HS データの方が生成バンド間のデータ量の差異が大きく、より厳密に生成されたバンド間の区別ができていると考えられる。

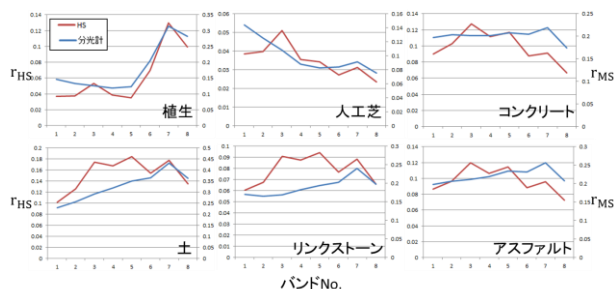
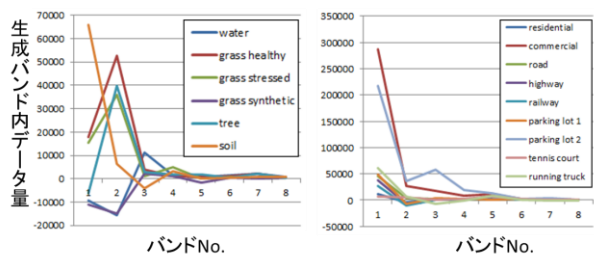
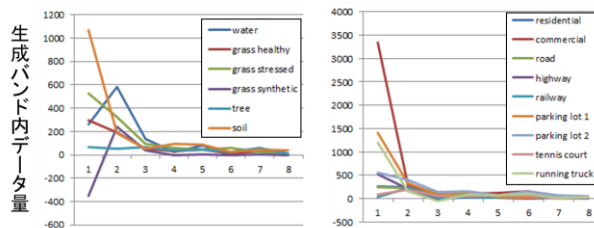


図-4 HS 簡易反射率と MS 反射率の比較



(a) ハイパースペクトルデータ



(b) マルチスペクトルデータ

図-5 HS, MS 両データでの PCA データ量比較

5. まとめと今後の展望

テキサス州ヒューストン上空より航空機搭載 HS センサ CASI-1500 より得られたデータを用いて土地被覆のスペクトル反射特性を調査し、この比較として WorldView-2 衛星より得られた MS データ、現地調査で分光放射計より得られた地表面付近でのデータを使用した。分光計の測定結果との比較では、空撮ではあるが地表面付近での計測とほぼ同様の結果が得られ、地表面付近での計測が困難な際の代替手段として有用であることがわかった。また、衛星搭載の MS センサのデータとの比較では、より多くのバンドから情報を得られることから自然の土地被覆のみならず人工的土地被覆についても HS センサの方が実際の地表面付近でのデータにより近く正確なデータを得られることがわかった。

今後の課題として、使用した 3 つのデータのプラットフォームが全く異なることから、計測をはじめ解析や比較結果が大気の影響を受けやすかったため、大気の窓の透過率の考慮や輝度値と反射率間のより厳密で正確なキャリブレーションを行う方法の検討が必要であると考えられる。

謝辞

本研究に用いたハイパースペクトルデータは、2013 IEEE Geoscience and Remote Sensing Society Data Fusion Contest より提供して頂きました。ここに感謝いたします。

参考文献

- 1) 2013 IEEE GRSS Data Fusion Contest, 2013, Fusion of Hyperspectral and LiDAR Data, <http://www.grss-ieee.org/community/technical-committees/data-fusion/>
- 2) ITRES Research Limited, 2011, CASI-1500 Hyperspectral Imager, <http://www.itres.com/products/imagers/casi1500/>
- 3) ITRES Research Limited, 2006, Operations and Mission Planning for ITRES' CASI 1500h system, ftp://snr-0563.unl.edu/Incoming/For_Rick/CASITraining/CASI_1500h_System_Op_Training.ppt
- 4) EKO Instruments Co., 2013, MS-720 Spectroradiometer, <http://eko-eu.com/products/solar-radiation-and-photonic-sensors/spectroradiometers/ms-720-spectroradiometer>
- 5) DigitalGlobe, Inc., 2010, Radiometric Use of WorldView-2 Imagery: Technical Note, [http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/Radiometric_Use_of_WorldView-2_Imagery%20\(1\).pdf](http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/Radiometric_Use_of_WorldView-2_Imagery%20(1).pdf)