

衛星画像を用いた海岸林の景観診断の試み

－千葉県九十九里クロマツ海岸林を事例として－

[日本海岸林学会賞(日本海岸林学会), 「房総半島クロマツ海岸林の衛星リモートセンシングに関する研究」 平20年11月15日]

日大生産工 ○西川 肇

1 まえがき

海岸林を対象にした衛星リモートセンシングを活用した研究事例が多く見られるようになった。海岸林における活性度や生育状態の調査には可視光～近赤外線波長域で観測された衛星画像が多く利用されている。衛星画像には生育状態の情報が含まれていないが、航空レーザー測量によって得られる高さ精度±15cmの数値地表モデル(DSM)によって、高さの情報を含む高解像度の衛星画像を3次元表示できるようになった。本研究は3次元表示の衛星画像によって海岸林を鳥瞰するとともに、植生指標(NDVI)によって海岸林の活力度、立木密度および樹高競争によって被圧された生育状態などの診断を試みた。本賞は学会誌および研究発表会で年度に発表された個々の論文に対してではなく、著者がこれまで取り組んできた地元房総半島のクロマツ海岸林に関する一連の研究論文に対するものであり、全国大会において限られた研究者が表彰される名誉ある賞である。

2 研究手法

九十九里クロマツ海岸林におけるDSMとNDVI分布を可視化した衛星画像を組み合わせで作成した鳥瞰景画像によって、海岸林を対象にした生育状態の診断を試みた本研究の流れは、以下のとおりである。

(1) 3次元DSM画像の作成

航空レーザー測量で得たランダム地点における地表高から、高分解能衛星画像の画素配列に一致させたグリッド地点における地表高に変換した2次元の数値地表モデルを3次元空間の投影面上に写像し、3次元の数値地表モデルを作成した。

(1) NDVIを可視化した衛星画像の作成

陸域探査衛星(ALOS)搭載のAVNIR-2センサーで観測した可視光赤～近赤外線波長域の衛星データおよびPRISMセンサーで観測したモノクロのパンシャープンデータを用いた画像処理によって、NDVI分布を可視化した高分解能衛星画像を作成した。

(2) 海岸林を鳥瞰した衛星画像の作成

な位置関係などの設定値を与え、地表高・視点・投影面の三者の幾何学的な関係を設定した後、衛星データを3次元空間の投影面に写像して作成した。

(3) 瞰景画像による生育診断

NDVI分布を可視化した高分解能衛星画像の鳥瞰景画像を用いて、九十九里クロマツ海岸林の立木密度および樹高競争によって被圧された生育状態などを診断した。

3 3次元DSM画像の作成

航空レーザー測量は航空機に搭載したレーザスキャナから地上にレーザー光を照射し、地上から反射するレーザー光との時間差より得られる地上までの距離とGPS測量機、慣性計測装置(IMU)から得られる航空機の位置情報から、地上の標高や地形の形状を精密に調べる新しい測量方法である。3次元表示のDSM画像は任意の地表点の3次元座標値を画像平面座標に直立する投影面に投影し、その2次元座標を求めることによって作成される。図1は、3次元空間におけるDSMの投影面を模式的に示した。画像1は、平面直角座標で1m×1mの範囲毎に収まっているデータの最大値を地表面高さとして2次元DSM画像を作成した後、これを3次元空間の投影面上に写像して作成した3次元表示のDSM画像である。

4 NDVIを可視化した衛星画像の作成

植生の活力度など生育状態を反映している正規化植生指標(NDVI)は、次式で数量化される。

$$NDVI = (NIR - VR) / (NIR + VR)$$

ここに、NDVI: 正規化植生指標、NIR: 近赤外線波長域の反射率、VR: 可視光赤波長域の反射率

植生域のNDVI情報を衛星データから抽出・可視化して画像化する操作は画像間演算処理という画像解析法が用いられる。画像2は、ALOS/AVNIR-2が観測したBand-3(可視赤波長域)とBand-4(近赤外波長域)データの画像間演算処理で作成した九十九里海岸林によって、NDVI分布を判読した高解像度衛星画像である。この画像はNDVIの大小を紫～赤のレンボ一色で連続的に変化するシュードカラーで

表示しており、NDVIの分布は最も大きい個所を赤色部に、値が小さくなるに従って紫部に近づくように可視化してあるので、海岸林に生育するクロマツの個体ごとの活力度の差異を色調の変化で識別できる。□□□□□□

5 鳥瞰景画像の作成

鳥瞰景画像は任意の点の3次元座標値を画像平面座標に直立する投影面に投影し、その2次元座標を求めることによって作成される。図-1は、3次元空間における衛星画像の投影面を模式的に示した。本研究における鳥瞰景画像は、衛星データの3次元空間上での位置、地表面高さを眺める視点と位置および投影面の配置を与え、地表面高さ・視点・投影面の三者の幾何学的な関係を設定した後、衛星データを3次元空間の投影面上に写像して作成した。画像3は、航空レーザー測量で得たDSMとALOSデータのパンシャープン処理で得たNDVI画像を用い、視点を海岸林の上空100mに設定し、地表高は2倍に強調して作成した九十九里海岸の鳥瞰景画像である。ALOS/AVNIR-2センサは地表を直下視しているので、本画像に可視化されている各個体が示すレインボーカラーの色調はキャノピー部におけるNDVIの大きさに対応している。また枯死木・裸地・道路・海面などの個所は光合成活動が無いので、濃灰色に発色している。

6 鳥瞰景画像による海岸林の診断

診断結果は、以下のとおりである。

- ・実際の森林を樹高・樹冠の広がり・活力度に着目して視覚的にモデル化した画像を得た。
- ・十九里海岸林では活力の高い密生した低木林が海辺近くに分布し、その後背地では樹高は高いが樹冠が小さく、活力が低く、樹冠密度も低い林分があることが判読できる。
- ・海岸に沿う2本の道路際のクロマツが、多く枯死状態であることが判読できる。
- ・樹高の高い個体によって入射光を遮断された樹高の低い個体の活力度が低くなる被圧の影響が判読できる。
- ・NDVIとDSMを組合せた衛星画像は、各個体の活力度と、樹高、樹冠面積、樹冠密度など森林の構造との関係解析に応用できそうである。

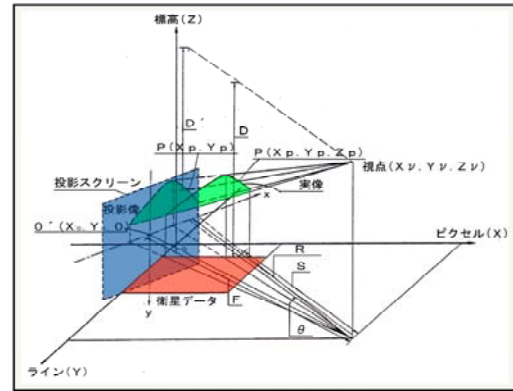
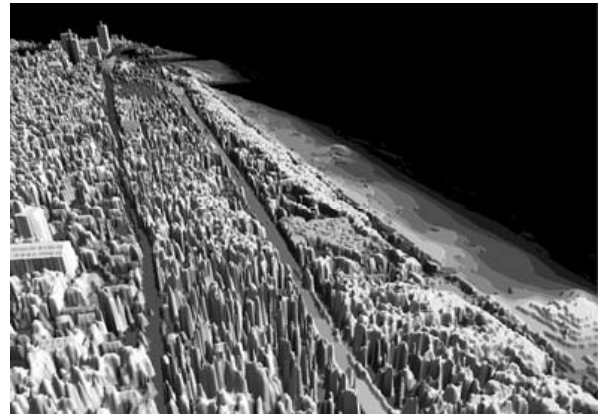
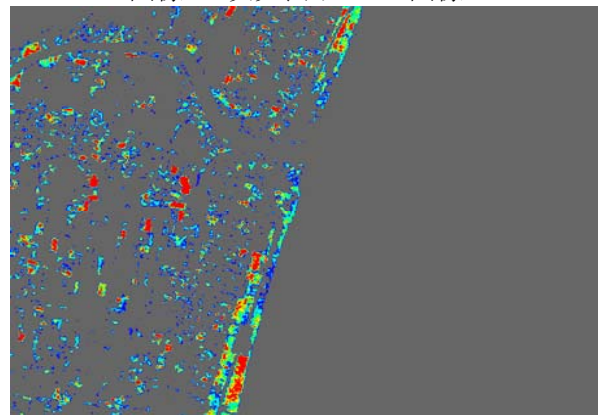


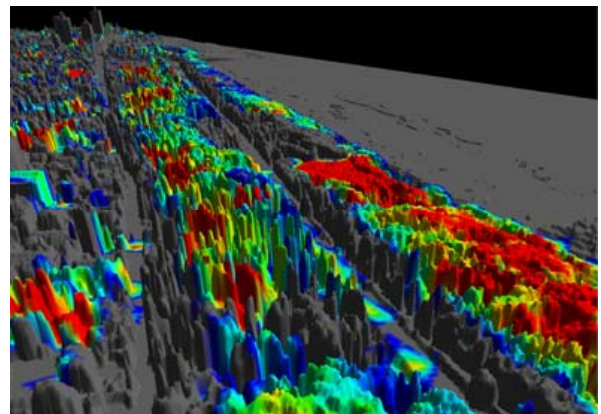
図1 3次元空間における衛星画像の投影面



画像1 3次元表示のDSM画像



画像2 衛星探査で得たNDVI分布画像



画像-3 九十九里海岸の鳥瞰景画像