

地形と樹冠形状を考慮した 衛星画像シミュレーションによる 針葉樹と広葉樹の分類手法の開発

学籍番号1120309 氏名 高坂 一弘
高知工科大学工学部社会システム工学科

衛星画像シミュレーション精度を向上させるため、詳細な形状データである1m分解能の航空機レーザー測量の表面形状データを用いた衛星画像シミュレーションと、単純な樹冠形状モデルを用いた衛星画像シミュレーションの結果を比較した。その結果、単純な樹冠形状モデルの方が高精度の結果となった。1m分解能の地表面形状データでは、十分森林の形状を表していないと考えられる。次に樹冠モデル形状モデルを使用し季節による分類結果の違いを検証するために2月、4月、8月の画像を用いて分類画像を作成した。その結果、2月の画像は針葉樹が高い精度となり8月の画像は広葉樹が高い精度になった。今後、地上型LiDARでより詳細な樹冠形状モデルを作成し、高精度衛星画像シミュレーションを目指す。

Key Words : 衛星画像シミュレーション, 航空機レーザーデータ, 樹冠形状モデル, AVNIR2

1. はじめに

近年のグローバルな気候変動を背景に自然環境のモニタリングが求められている。本研究室では自然環境のモニタリングに植生図の使用を考えている。

そこで、本研究室では、陸域観測技術衛星ALOS（日本名だいち）に搭載されている高性能可視近赤放射計2型（AVNIR2）センサーで観測された衛星画像を用いて植生図の作成を行っている。AVNIR2センサーは、観測幅70kmで、地上分解能が約10mあり、可視から近赤外域の4つの波長を観測している。

現在本研究室では、衛星画像シミュレーションを単純な樹冠の形状を用いて行い、その結果より植生分類を行っている（2011, 池澤）。

シミュレーションの精度を上げるためには、単純な樹冠形状でなく、詳細な形状データを用いる必要がある。さらに、衛星画像シミュレーションを用いて衛星画像から植生分類を行う場合、季節による分類結果の違いがないのかを調べておく必要がある。そこで本研究の目的は、まず衛星画像シミュレーションに用いる表面形状について、単純な樹冠形状を用いた場合と航空機レーザー計測のデータを用いた場合とを比較、検討する。次いで、異なる時期に取得された衛星画像を用いて、分類精度を検証し、最も分類に適した衛星画像の取得時期についても検討を行う。

2. 対象地域・使用データ

2.1 対象地域

本研究での対象地域は、香美市が含まれる約5km×5kmの範囲とする。図2.1に今回の対象範囲を示す。

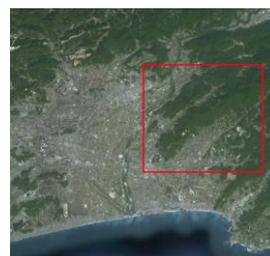


図2.1 対象範囲

2.2 表面形状データモデル

2.2.1 航空機レーザー測量による表面形状データ

航空機レーザーを使用した表面形状の画像を図2.2.1に示す。航空レーザー測量により取得したデータは、1mメッシュのデータであり、建物や樹木などを含む表面の形状を表している。



図2.2.1 表面形状画像

2.2.2 地形データと樹冠形状モデルによる表面形状データ

使用した樹冠の形状は針葉樹は代表的なスギの樹冠を参考に円錐状、広葉樹は代表的なカシの樹冠を参考に半球状のモデルとした。この樹冠形状モデルを地形データ上に配置し、最終的な表面形状データとした。

図2.2.2にその樹冠モデルのイメージ図と図2.2.3に使用した地形データを示す。地形データは国土地理院発行の10mメッシュ標高データを使用した。

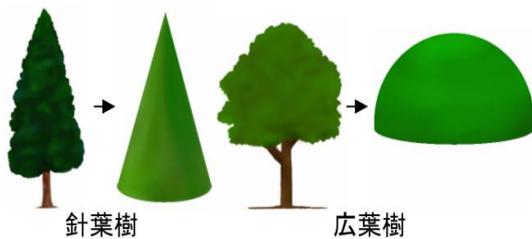


図2.2.2 樹冠モデルのイメージ図

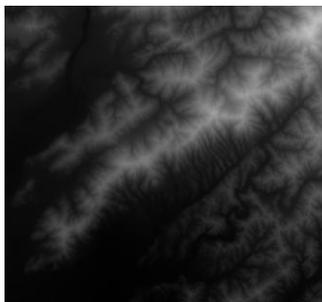


図2.2.3 数値標高データ画像

2.3 衛星画像

本研究で使用した衛星画像は、陸域観測技術衛星ALOS（日本語名だいち）に搭載されている高性能可視近赤放射計2型（AVNIR2）センサーは観測幅70kmで、1pixelあたり、10m×10mの分解能でデータを取得している。また、AVNIR2センサーは、近赤外域を含む4つの観測波長域のデータを取得している。今回の研究では、観測波長域が、近赤外のband4、可視光の赤のband3、可視光の緑のband2、可視光の青のband1のデータを使用した。今回は、2007年2月15日、2009年4月7日、2009年8月23日に取得された画像を使用した。図2.3に8月のAVNIR2の画像を示す。

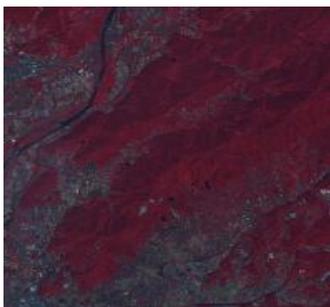


図2.3 AVNIR2画像

2.4 反射特性

本研究では、樹木の葉の反射特性を使用することで、森林の地表面の反射特性と代表させた。樹木の葉の反射特性は、本研究室で計測している樹木の葉のスペクトルデータを使用した。

3. シミュレーション画像の作成手法

本研究では、AVNIR2 センサーによって観測された衛星画像をシミュレーションする。図3.1のように、AVNIR2 センサーは地表面に反射した太陽光を観測している。そのため、本研究での衛星画像シミュレーションは、太陽光が森林においてどのように反射するのかを陰影と影をシミュレーションすることで行う。

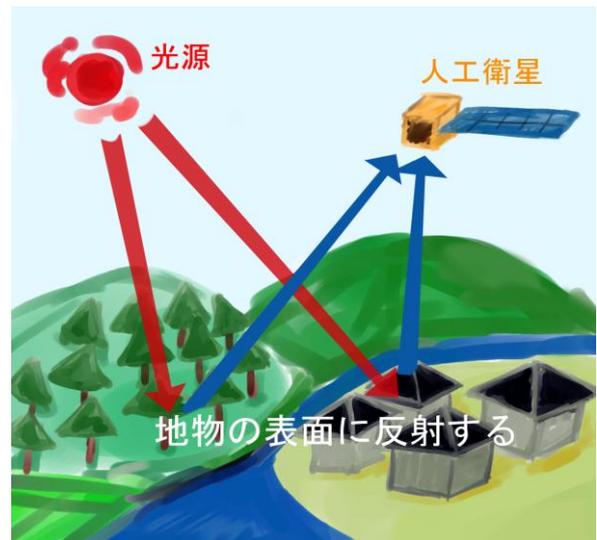


図3.1 シミュレーション概念図

3.1 シミュレーション画像作成の流れ

シミュレーション画像作成の流れを図3.1.1に示す。

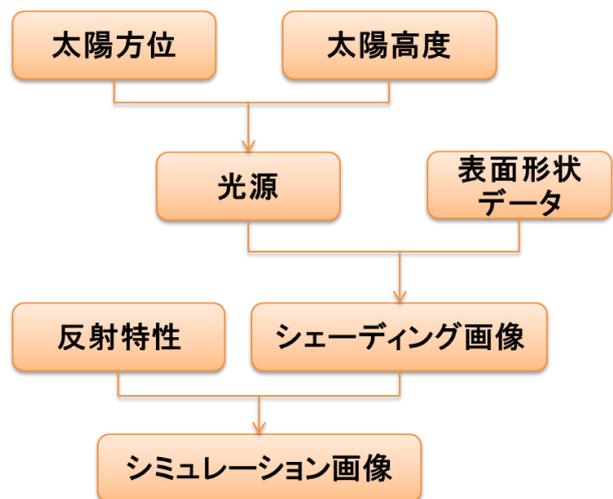


図3.1.1 シミュレーション画像作成のフローチャート

シミュレーション画像を作成するためにはまず、

衛星画像取得時における太陽の位置情報より、太陽方位と太陽高度を求める。次に表面形状データに太陽光が当たったときの陰影を表すシェーディング画像を作成する。さらに、反射特性をシェーディング画像に掛け合わせれば、シミュレーション画像となる。

シミュレーション画像は1m×1mのメッシュで行う。これを実際の人工衛星と比較するためには、シミュレーションを行った衛星画像の分解能に合わせる必要がある。今回は、AVNIR2センサーの衛星画像が対象なので、AVNIR2センサーの10m×10mの分解能に合わせてシミュレーション画像を平均化させた。図3.1.2に航空機レーザーデータからシェーディング画像を作成し、衛星画像の分解能に平均化したシミュレーション画像を示す。図3.1.3には樹冠形状モデルと地形データからシェーディング画像を作成し、衛星画像の分解能に平均化したシミュレーション画像を示す。

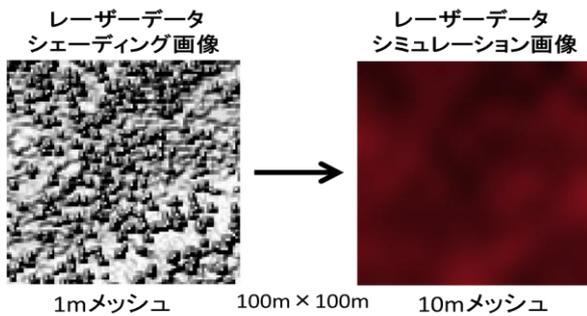


図3.1.2 航空機レーザーデータによるシェーディング画像とシミュレーション画像

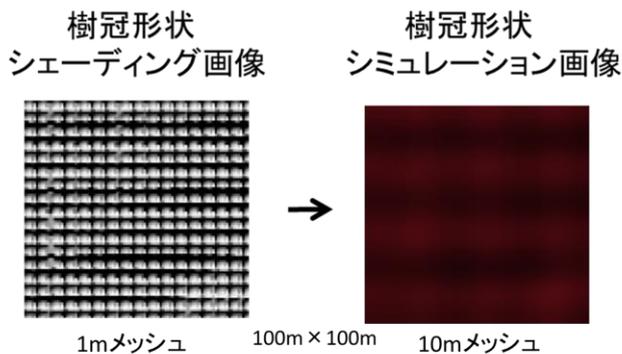


図3.1.3 樹冠形状モデルによるシェーディング画像とシミュレーション画像

4. シミュレーション結果

シミュレーション結果を検証するために、衛星画像から典型的な針葉樹、広葉樹、草地とみられるポイントをそれぞれ9点、9点、10点選び、そのポイントの衛星画像の値と、シミュレーションの値とを比較した。図4.1と図4.2は、8月のBand4を対象に航空機レーザーデータと樹冠形状モデルからのそれぞれのシミュレーション結果と、AVNIR2センサーの値を散布図に表したものである。各band毎での相関係数を表4.1

と表4.2に示す。この表より、レーザーデータによるシミュレーションの結果よりも、樹冠形状モデルによるシミュレーション結果の方が高い相関が得られた。また2月の画像が最も相関が高い結果が得られた。

なお、実際の衛星画像の値と、シミュレーションで算出された値は、同じ規格で表されていない。そこで、シミュレーションの値と、実際の衛星画像の値との関係性を導き、シミュレーションの値を実際の衛星画像の値の規格に変換する必要がある。そこで帰帰直線を求めて、得られた係数を用いて、シミュレーションの値を衛星画像の値へと変換した。

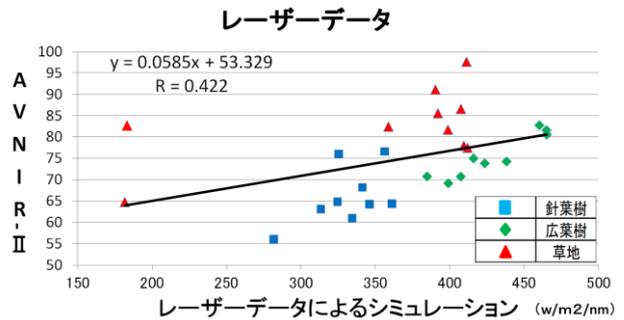


図4.1 レーザーシミュレーションと衛星画像の散布図

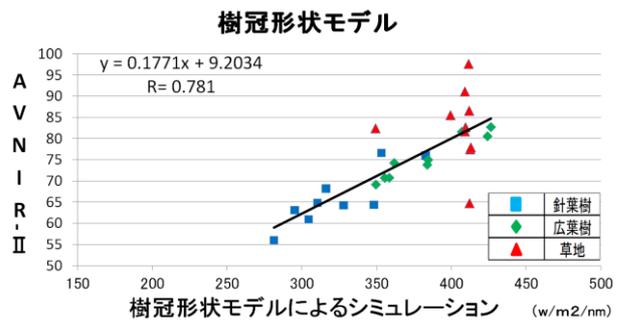


図4.2 樹冠モデルシミュレーションと衛星画像の散布図

表4.1 レーザーデータを用いたシミュレーション結果とAVNIR2との相関係数

	band1	band2	band3	band4
AVNIR2 2月	0.4590	0.6391	0.5743	0.6856
AVNIR2 4月	0.5937	0.5954	0.6966	0.0224
AVNIR2 8月	0.6374	0.2124	0.4193	0.4225

表4.2 樹冠形状モデルを用いたシミュレーション結果とAVNIR2との相関係数

	band1	band2	band3	band4
AVNIR2 2月	0.7930	0.8858	0.8258	0.8267
AVNIR2 4月	0.8580	0.8624	0.8828	0.4523
AVNIR2 8月	0.5635	0.5570	0.0624	0.7816

5. 針葉樹と広葉樹の分類

針葉樹と広葉樹のシミュレーションした値と実際の衛星画像の値をband毎に比べて、分類を行った。シミュレーションの値と衛星画像の値を比較し、針葉樹か広葉樹のどちらにより近いかで分類を行う。図5.1に分類手法のイメージ図を示す。ここで衛星画像

の画素値が針葉樹と広葉樹の両方のシミュレーション結果と似ている場合は、閾値に従って分類不能とした。つまり衛星画像の画素値が、シミュレーション結果の間にある場合、針葉樹、広葉樹のシミュレーション結果の差の1/4以上画素値が離れている場合は分類不能とした。この図の数直線上において、衛星画像の値をプロットし、針葉樹か広葉樹か未分類かを判定させた。

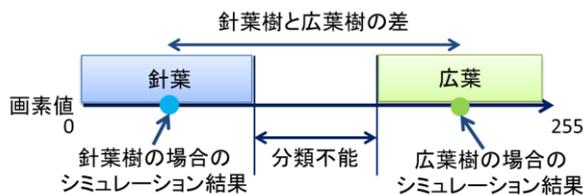


図5.1 分類手法のイメージ図

分類する前の衛星画像を図5.2に示し、図5.3に2月の分類結果を示す。

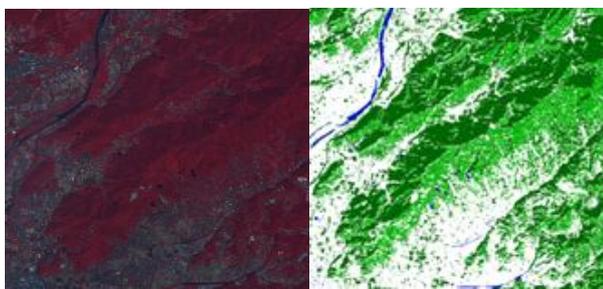


図5.2 分類前

図5.3 分類結果 (2月)

●	針葉樹
●	広葉樹
○	未分類

6. 検証

分類結果の検証を行った。検証方法はアメリカの商業用衛星GeoEye-1の画像から目視で針葉樹と広葉樹に分類してポリゴン化し、分類結果とを比較し、クロス集計により正解率を算出した。検証エリアとして烏ヶ森を検証エリアにした(図6.1)。図6.2に分類結果、図6.3に検証データを示す。クロス集計による正解率は表6.1、表6.2、表6.3に示した。



図6.1 GeoEye画像

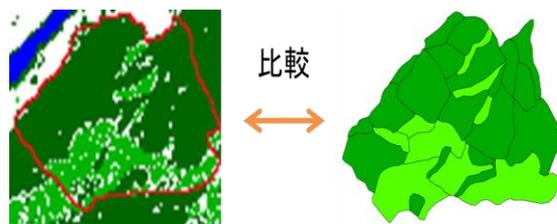


図6.2 分類結果

図6.3 検証データ

表6.1 検証結果2月 (%)

		分類結果		
検証データ	烏ヶ森2月	針葉	広葉	未分類
	針葉	89.8	4.3	5.9
	広葉	20.1	61.7	18.2

表6.2 検証結果4月 (%)

		分類結果		
検証データ	烏ヶ森4月	針葉	広葉	未分類
	針葉	65.5	4.0	30.5
	広葉	8.7	52.0	39.3

表6.3 検証結果8月 (%)

		分類結果		
検証データ	烏ヶ森8月	針葉	広葉	未分類
	針葉	57.9	14.3	27.8
	広葉	4.8	85.3	9.9

検証の結果、2月の分類結果が最も正解率が高く、特に針葉樹が89.8%と高い結果となり未分類も少ない。広葉樹は61.7%と針葉樹より低い結果となり、未分類も20%近い結果となった。8月では広葉樹が85.3%と正解率が高い結果となった。

7. 考察

今回の研究では、航空機レーザーデータと樹冠形状モデルによるシミュレーション画像を作成し比較した。その結果、樹冠形状モデルの方が相関係数が高い結果となった。今回の航空機レーザーデータは分解能が1mだったが、それでは十分に樹冠の形状を表すことができなかったと思われる。今後はより詳細な表面形状データが必要である。

衛星画像シミュレーションによる分類結果は、2月の画像では針葉樹の正解率が高く、8月の画像では広葉樹の正解率が高い結果となった。これは、太陽の高度による樹木が完全にシミュレートできていないことが原因と考えられる。やはり詳細な表面形状データが必要であると言える。

今後地上型LiDARにより、詳細な樹冠形状モデルを作成し、高精度衛星画像シミュレーションを目指す。

参考文献

- 1) 高木方隆, 国土を計る技術の基礎
- 2) 池澤勇太 森林における樹冠モデルを用いた衛星画像シミュレーションとその活用, 高知工科大学 高木研究室, 2011年度