

機関番号：17102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21880035

研究課題名（和文） 解像度の異なる中分解能衛星データが森林資源把握に与える影響

研究課題名（英文） Effect of different middle resolution satellite image on forestry resource assessment

研究代表者

加治佐 剛 (KAJISA TSUYOSHI)

九州大学・農学研究院・学術研究員

研究者番号：60538247

研究成果の概要（和文）：解像度の異なる中分解能衛星データ（Landsat/TM、ASTER、SPOT/HRG）を用いて林分構造（森林・非森林、林相区分、林分材積）を把握する際、どのように分類および推定精度が変化するかを解析した。求める森林情報が詳細になるほど精度は悪くなり、解像度が高くなるほど精度は良くなった。

研究成果の概要（英文）：The objective of this research is to evaluate how different the different spatial resolution satellite data affect the accuracy of getting the forest stand structure information (forest or non-forest, forest type classification, and stand volume estimation). The finer forest stand structure information is required, the worse accuracy of classification and estimation. The finer spatial resolution of satellite images was used for getting stand structure information, the better accuracy.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	810,000	243,000	1,053,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,910,000	573,000	2,483,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林科学

キーワード：森林、リモートセンシング

1. 研究開始当初の背景

20世紀の後半から、森林原則声明に端を発したモントリオールプロセスなどの国際的フレームワークに対応するように世界各国で森林資源のモニタリングが実施され、また、近年では炭素吸収源として森林の役割が再認識され、森林資源の把握に対する社会要求度は年々高くなっている。特に、中分解能衛星データ（Landsat）を利用した広域の森林資源把握は Global Forest Resources Assessment（FRA）等で採用されており、国際的な枠組みの中でその果たす役割は大きい。しかし、

FAOの指摘にもあるように、今後は Landsat だけでなくその他の衛星データとの連携が必要とされている。

我が国では、1999年度より全国レベルの森林資源を把握するべく森林資源モニタリング調査（現、森林生態系多様性基礎調査事業）が行われている。これはモントリオールプロセスのような対外的な取り決めに対応するための継続的な森林資源調査であるが、森林資源モニタリング調査データ（以下、モニタリングデータ）と Landsat データを組み合わせた研究はほとんどなく、それ以外の衛星デ

ータとの利用に関する研究は全く行われていない。諸外国では、全国レベルのモニタリングデータと衛星データを利用した森林資源把握は実用化されており、我が国の中分解能衛星データによる広域森林資源把握技術は諸外国から遅れをとっている。

一方、我が国における地域レベルの森林資源情報は森林簿が担ってきたが、森林簿の蓄積などの数値が実態と乖離しているとの指摘があり、継続的な森林資源情報の更新が必要とされる。このような状況において、近年モニタリングデータの地域レベルでの利用が提案されており、また、その有効利用が期待されている。

2. 研究の目的

本研究では中分解能衛星画像 (LANDSAT/ETM+, ASTER, SPOT/HRG) を用いて森林・非森林の分類、林相区分、森林材積量の推定を行い、衛星データの違いによる分類精度、林分材積推定精度や分類精度のばらつき度合いを明らかにした。一方で、森林資源の情報を階層的に捉え、各レベルにおいて解像度の異なる中分解能衛星データが森林資源把握にどのように影響を与えるかを明らかにした。

3. 研究の方法

本研究では、地上データとして1999年から2003年のモニタリングデータ (図-1) を用い、追加的に2007年に現地踏査を行って森林タイプを確認した。モニタリング調査は全国4km×4kmのメッシュ交点のうち、森林域にある点で現地調査を行っているため、調査対象となっていない交点を非森林として、森林・非森林の分類を行った。林相区分についてはモニタリングデータを集計して得られた胸高断面積合計 (BA) の優占割合から、スギ、ヒノキ、常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、竹林に区分した。

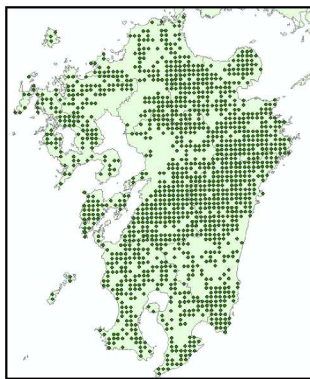


図 1. 森林資源モニタリング調査プロット

使用した衛星データは解像度の異なる Landsat/ETM+ (解像度30m)、ASTER (解像

度15m) およびSPOT-HRG (解像度10m) である。地上データの位置情報をもとに衛星画像の輝度値を抽出し、地上情報と衛星画像の情報を統合した。統合したデータを利用して、各森林タイプの分光反射特性を把握したのち、森林・非森林の分類、林相区分を行い、またサンプルデータによる分類精度のばらつきを評価した。分類にはもっとも一般的な分類手法である最尤法を用い、画像間でのサンプルデータの影響を回避するためにブートストラップ法を適用した。分類精度の評価は判別分析表およびKappa係数を用いた。林分材積の推定には、モニタリング先進国で利用されているk-nearest neighbor法 (k-NN) を用いた。k-NN法は式 (1) (2) よりプロット間の輝度値の類似性で重みづけを行って推定する方法である。精度評価には二乗平均平方根誤差 (RMSE) および相対RMSEを用いた。

$$w_{p(i),p} = \frac{1}{d_{(p_i),p}^2} / \sum_{j=1}^k \frac{1}{d_{(p_j),p}^2} \quad \text{式 (1)}$$

$$\hat{y}_p = \sum_{i=1}^k w_{p(i),p} \times y_{p(i)} \quad \text{式 (2)}$$

4. 研究成果

(1) 各土地被覆の分光反射特性
使用した中分解能衛星画像で、同一地上データをもとに、各土地被覆の分光反射特性を比較したところ、それぞれの波長域では同様の分布傾向を示し (図-2)、解像度の違いは見られなかった。

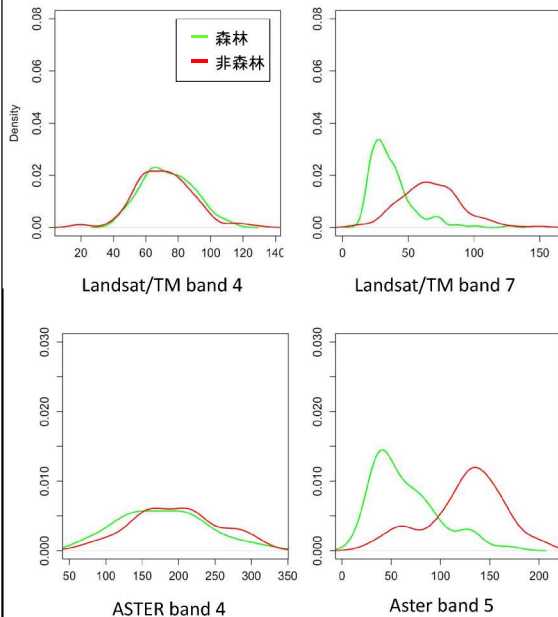


図 2. Landsat/TM と ASTER における各土地被覆の存在分布

(2) 森林・非森林の分類および林相区分3種類の解像度の異なる中分解能衛星画像を用いて森林・非森林の分類および林相区分を行ったところ、森林・非森林の分類ではKappa係数が0.6~0.9となり、林相区分ではKappa係数が0.6~0.85で推移し、SPOT-HRG (解像度10m) がもっとも分類精度が高くなった。森林・非森林の分類では、近赤外域のバンド以外ではKappa係数で0.6程度の精度であったが、近赤外域のバンドではほとんど分類できなかった。

地上データのサンプリングの取り方による分類精度のばらつきを評価したところ、使用するサンプルデータによって精度がKappa係数で0.2程度ばらつくことが示された(図-3)。また、今回の解析では使用する衛星データの観測範囲が衛星によって異なるため、地上データのサンプル数が観測範囲に応じて変化する。このサンプル数の変化によって分類精度のばらつき具合は変化し、サンプル数が多くなるほど分類精度のばらつきは大きくなった。一方で、サンプル数が少ない場合には、図-3のAsterの結果に見られるように分類精度に局所的な偏りが生じることが明らかとなった。分類を行う際には、単一のデータセットで分類および精度評価を行うのではなく、反復試行を伴った分類を行い、精度のばらつきを評価する必要性が明らかとなった。

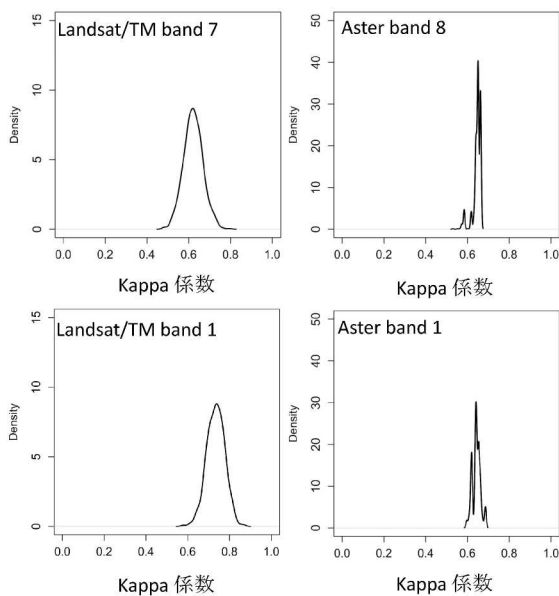


図 3. Landsat/TM と ASTER における分類精度のばらつき

(3) 林分材積の推定

林分材積の推定では、RMSEが150~180m³/ha、相対RMSEが60~80%となった。実測値と推定値の関係は、林分材積が小さいプロットで過大推定に、材積の大きいところで過小評価になった(図-4)。また、実測値と推定誤差には線形関係が確認でき(図-5)、この関係式に基づいて補正が可能であることが示された。

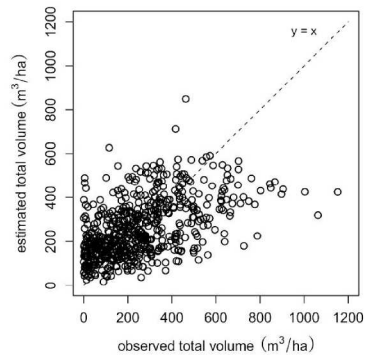


図 4. 実測林分材積と k-NN 法による推定林分材積の関係

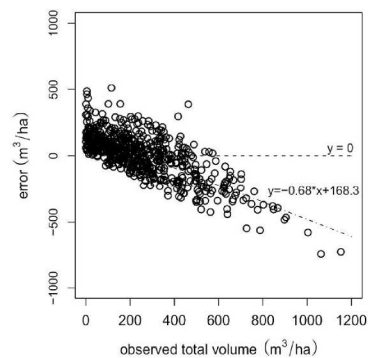


図 5. 実測林分材積と推定誤差の関係

以上の結果から、求める森林情報が森林・非森林の分類から林相区分、林分材積と詳細な情報になるほど分類および推定精度は悪くなり、解像度が高くなるほど精度は良くなった。また、今回の解析で衛星画像解析が地上データのサンプリングの仕方によって分類や林分構造推定の精度がばらつくが明らかになった。そのため、実際に利用する場合には、観測範囲の制限に地上サンプルの不足や、使用画像の観測時期等に注意する必要があることが示された。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

- ① 加治佐剛・溝上展也・北原文章・吉田茂二郎「森林資源モニタリング調査データと中分解能衛星データによる森林分布の把握ー福岡県を対象にー」第65回日本森林学会九州支部研究発表会 (2009年10月17日九州大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加治佐 剛 (KAJISATSUYOSHI)

所属 九州大学・農学研究院・学術研究員

研究者番号：60538247