

地球観測衛星画像と森林 GIS データの整合領域抽出による森林生育モデルの推定

環境リモートセンシング研究室 新妻大輔
指導教官 力丸厚

1 はじめに

現在日本の人工林は森林の約4割を占めている。さらにその人工林の7割は森林の生長に重要である間伐などの施業が早急に必要とされているが、人手・時間・コストなどの問題により十分に実施されていないというのが現状である。この解決法として、近年広範囲を把握でき周期性のある「衛星データ」と、林齢・樹種・面積などの衛星データより詳細な情報を有する「森林 GIS データ」による森林状態の把握が求められている。しかし、GIS データは作成時に人為的な判断が大きく影響してしまい幾何学的な位置精度に問題があり、衛星画像の地上分解能による問題も加わり、両者に対応付けることは容易ではない。

本研究の目的は、衛星データと GIS データを使用する際の双方の幾何学的なズレ等による問題を考慮した上で、両データによるスギ林の生育管理に重要である「間伐」の施業指針に関する情報の抽出である。

2 使用データ

本研究で使用したデータ諸元を表-1 に示す。

表-1 データ諸元

分解能	SPOT-5 HRG-X			空中写真	森林簿
	10m			0.127m	-
観測・作成日時	2003年9月5日、2005年9月1日			2000年	2000年
スペクトル情報	band1	緑	0.5~0.69 μm	band1	青
	band2	赤	0.61~0.68 μm	band2	緑
	band3	近赤外	0.78~0.89 μm	band3	赤
	band4	短波長赤外	1.58~1.75 μm		
	band5	バンクロー	0.49~0.69 μm		

3 研究方法

本研究では、前述した両データ間での問題を考慮するために、まず衛星データと森林 GIS データによる対応付けの為の整合手法の検討を行い、その後整合されたデータのみによる標準的なスギの生育モデルを作成し、このモデルを元に森林状態の把握を行う。ここで森林状態の把握とは具体的にスギ林の間伐期実施優先度を示す。又、衛星画像による森林状態の現況を把握する手法として国際熱帯木材機関 (ITTO : International

Tropical Timber Organization) で利用されている森林樹冠密度 (FCD : Forest Canopy Density) モデルを使用した。この FCD モデルはピクセル内に樹冠の密度がどの程度であるかを表す指標である。

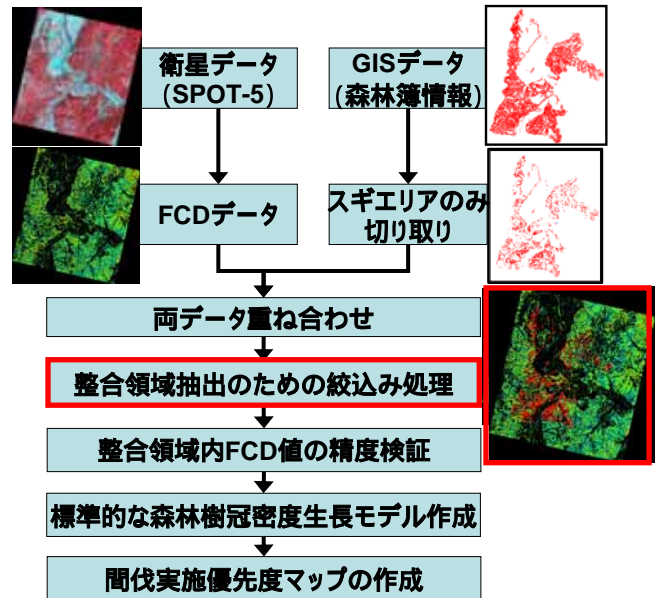


図-1 フローチャート

3-1 衛星データと森林 GIS データの整合

衛星データの情報と、林齢や面積などの情報が入っている GIS データの個々を指す「ポリゴン」を整合させるため、次の から の条件を設定し、正確に両データが照らし合わせられているデータの絞り込みを実施した。

林相が大きく変化している領域の除外

局所領域で FCD 値が変動する領域は、林相が変化している可能性がある領域と考え除外した。具体的には、3×3 ピクセルの局所領域における FCD 値の最大値と最小値を算出し、両者の差分値が閾値を超える画素領域を除外した。今回、閾値として林相が大きく変化しているとみなせる 30(%) を設定した。図-2 は局所領域での変動幅を算出する際の模式図である。図-3 はこの処理によって得られる効果の一例を現したものである。図-3 では点線のポリゴンが本来あるべき位置であり、実線の

ポリゴンは問題によりズレが起きてしまっているポリゴンである。今回使用したポリゴンは本来ならばスギ領域のみと重なっていなければならないはずであるが、ズレにより他樹種のエリアにまで侵入してしまい、正確な情報の照らし合わせができていないということになっている。そこでスギと他樹種の境界部分の局所領域を、値の出方を利用してピクセルを除外することによって、ズレてしまっている実線のポリゴンでもスギのみを対象とすることができる、というような処理となっている。

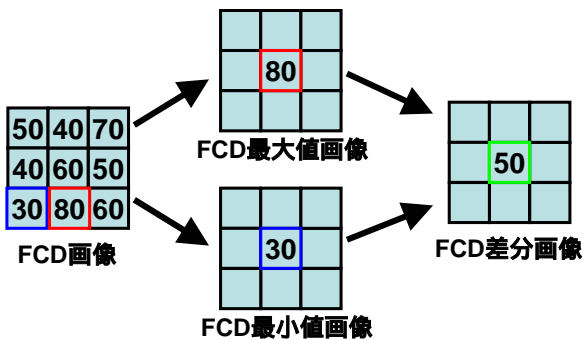


図 - 2 狭小領域における変動の算出

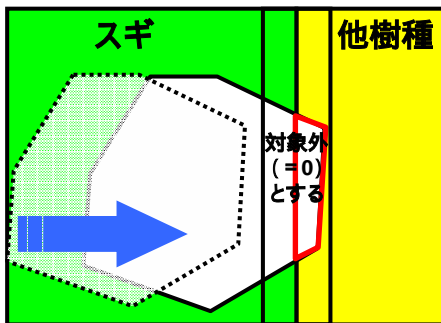


図 - 3 の処理により得られる効果の一例

面積が小さいポリゴンの除外

ポリゴンの面積が小さい場合、衛星データと森林GISデータの幾何学的なズレの影響を受けやすい。そこで、SPOT-5 HRG-X画像の 3×3 ピクセルの画素面積に相当する 900㎡以下のポリゴンを除外した。

図-4 では、面積があまりに小さく、衛星データの約 1 ピクセル分 (約 10m) ズレが生じただけでも全く違う値となってしまうという一例

を示している。

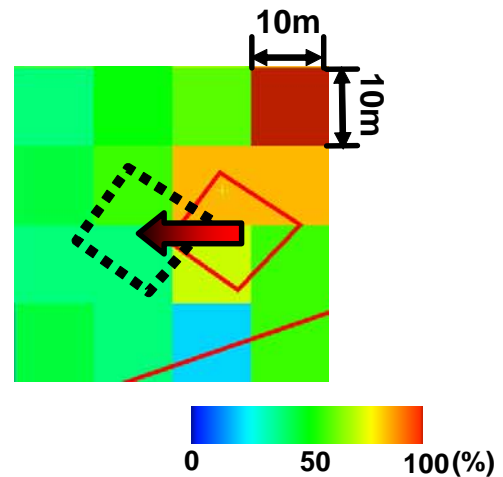


図 - 4 ポリゴン面積によるズレの影響

有効ピクセルの占有率が低いポリゴンの除外

の処理で除外されたピクセルと FCD 変換時に非森林と判断されたピクセルを「対象外ピクセル」とし、対象外ピクセル以外の有効ピクセルの画素面積がポリゴン面積にくらべ小さい場合、GIS データと照らし合わせる際の衛星データの代表性が低くなる。今回、ポリゴン面積に対して有効ピクセルの画素面積が 50%未満のポリゴンを除外した。

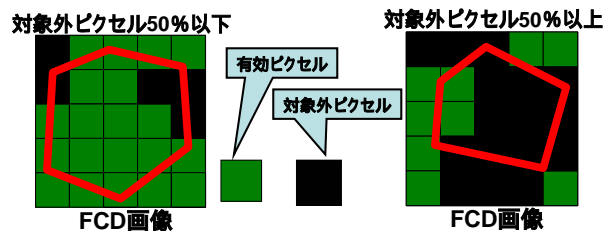


図 - 5 有効ピクセル占有率の一例

FCD 値の標準偏差が大きいポリゴンを除外

ポリゴン内は同樹種・同林齢なので、FCD 値はほぼ一緒になるという前提のもと、ポリゴン内 FCD 値の偏差が大きいポリゴンはスギ以外の樹種の影響が混入していると考え除外した。の処理後、ポリゴン内有効ピクセルの FCD 値からその標準偏差を算出し、閾値を超えるポリゴンを除外し

た、図-6に閾値と累積ヒストグラムによるポリゴン数を示す。

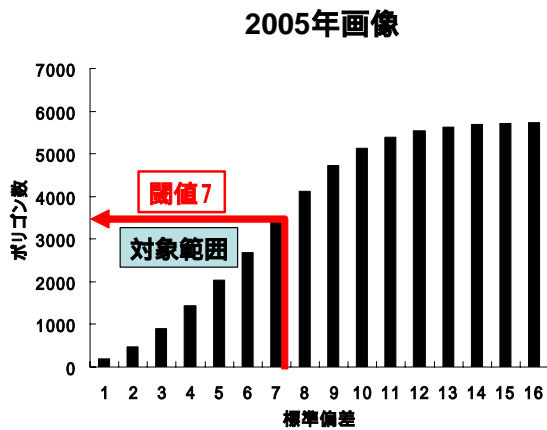


図-6 標準偏差によるポリゴン数の累積ヒストグラム

4 空中写真による整合処理ポリゴンの比較検証

整合処理の精度検証として衛星データと位置精度が高い空中写真を用いた比較検証の1例を図-7に示す。赤いポリゴンは整合処理により対象外となったポリゴンで、青いポリゴンは整合処理を施しても残った正確に照らし合わせが行われている可能性が高いポリゴンである。対象外となったポリゴンは森林以外の道路や裸地などを含まれ、除外の対象となっている。一方、青いポリゴン内にはスギが均一に配置され、その他の影響も無く整合処理によってポリゴンと衛星データとの位置ズレや地上分解能の問題、幾何学的な精度上の問題などを取り除くことができるという可能性を示唆している。



図-7 空中写真と森林GISポリゴン

5 空中写真による整合領域内 FCD 値の検証

空中写真は衛星データに比べバンド数が少ない為得られる情報も少ない。しかし樹冠や樹種を視覚的に見分けられる高解像度という利点を生かして空中写真による樹冠密度を手動方法・半自動化手法という2手法を用いて算出し、FCD値と比較することで正確性を検証した。その結果、衛星データより算出されたFCD値と空中写真から視覚的に算出した樹冠密度の同エリアでの関係は0.7734という相関を示し、FCD値は森林状態を詳細に表せるということが示唆された。

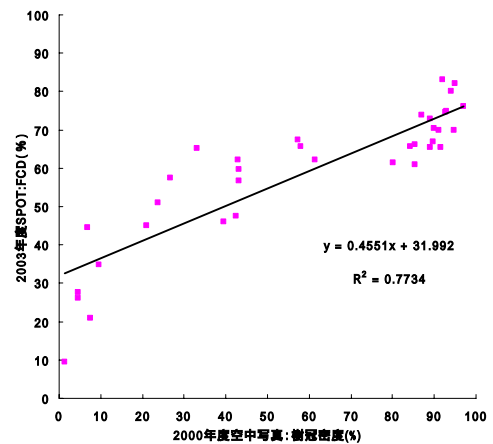


図-8 FCD値と空中写真の樹冠密度との相関

6 整合処理ポリゴンによる森林生育モデルの推定

図-9にそれぞれ整合処理無しの初期状態のものと整合処理済みの結果、又その結果から得られたFCD標準生育曲線を合わせて示す。

図-9の整合処理無しに比べ整合処理済みのポリゴンは全体的にバラツキが小さくなっている。特に樹冠密度の低い部分のバラツキが小さくなっていることが分かる。これは森林樹冠密度算出の際、植生に反応するNDVIを使用しているため、ズレ等によって誤差要因の混入の影響があるポリゴンにバラツキが出ていたと考えられる。この標準的な生育であると仮定して算出されたFCD標準生育曲線を元に、一般に間伐期と言われている20年以降に注目し、 μ のFCD標準生育曲線よりFCD値が高いエリアを間伐必要エリアとして間伐優

先度マップを作成した。この間伐優先度マップの一例を図-10 に示す。図-10 では間伐優先度が低いポリゴンから高いポリゴンまで図-9 のカラーチャートに合わせた配色となっている。図-10 の空中写真を見ると、A のポリゴンでは明らかに林齢が低く樹冠密度も低いことが分かり、優先度マップも低い状況を表せている。反対にCでは空中写真からは鬱閉していることが分かり優先度マップでも間伐が早急に必要とする高い状況を示している。このように衛星データを使用し整合処理によるFCD標準生育曲線によって算出された間伐優先度マップにより、広範囲で間伐が必要なエリアの抽出ができることが示唆された。

今後は整合処理の精度を高めるため、樹種分類を初期工程で行うこと、また森林の生長に重要である地位というものを考慮に入れ森林状態の把握を行うことが必要である。

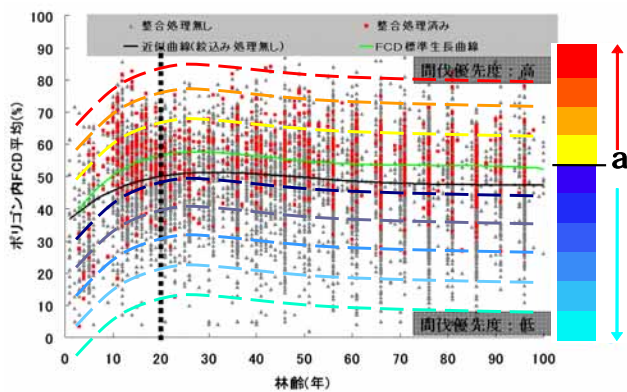


図 - 9 林齢 - FCD による生長曲線モデル

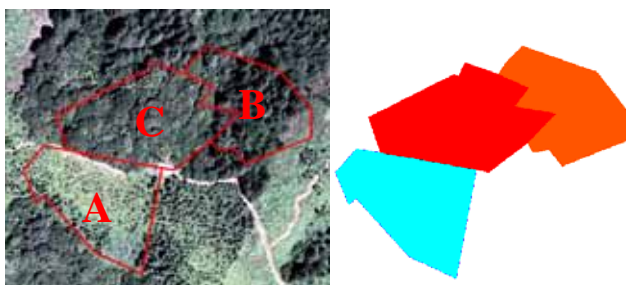


図-10 空中写真による間伐優先度マップの検証

7 今後の課題

本研究における衛星データと森林GISデータの整合処理によって、両データの適合部の抽出が可能であることが示唆され、またエラー値の無い適合部の情報で森林の生育モデルを算出することにより、間伐に対する優先度を図ることが可能であると示唆された。