

# 航空写真による林内の空間分布特性を用いた樹種分類

環境リモートセンシング研究室 五十部 豊  
指導教官 力丸 厚  
向井 幸男  
高橋 一義

## 1. 背景と目的

現在、森林保全の為に森林のモニタリングをすることは必要不可欠である。リモートセンシングにより森林のモニタリングを行うことの利点としては主に、広域な範囲での情報の取得ができる点や現地調査が容易でない場所での情報の取得ができる点などが上げられる。また、本研究では航空写真を用いたが、航空写真は空間分解能が高いという利点があり、樹冠の形状等の情報を得るのに適していると言える。しかし、航空写真では画素あたりの大きさが小さくなる為に、1つの画素で樹木全体を捉えることは難しく、画素ごとの分類では良い分類結果を得ることは難しいと考えられる。

そこで本研究では、従来の画素ごとに分類する方法に加え、その結果から更に、周辺の画素を考慮した分類を行い、より正確な樹種の分類手法を開発することを目的とする。また本研究で開発した分類手法の信頼性を検証する為に、現地調査と解析結果との比較も行う。

## 2. 対象領域と使用データ

本研究では、現地調査が容易にできる新潟県聖籠町の海岸沿いの松林を対象領域とし樹種分類を行った。また、使用データは2002年7月18日撮影の航空写真を用いた。この時期は植生が最も成長している時期であり、樹冠の形状や植生の色など樹種の特徴を得るのに適した時期である。よって、樹種分類を行う際に最も良い結果が得られると考えられ

る為に、7月18日のデータを用いた。

## 3. 解析方法

図1のような手順で、空間分布特性を用いた樹種分類を行った。

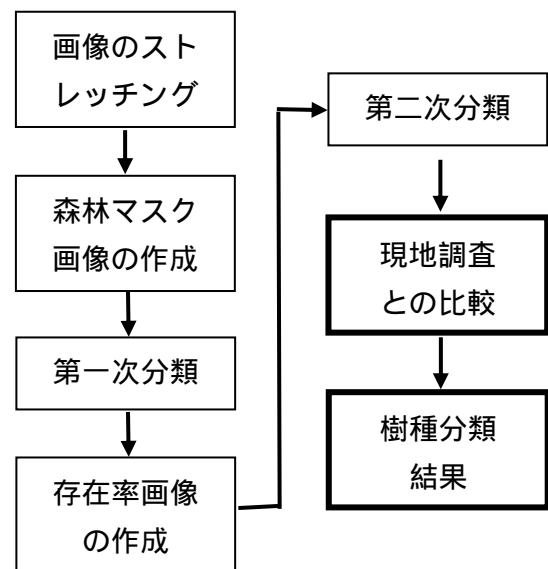


図1 解析手順

### 3.1 第一次分類

まず、航空写真の持つ可視光の反射スペクトルの情報を用いて画素ごとに着目して分類を行った。これを第一次分類と呼ぶ。なお、本研究での分類は教師無し分類のクラスター分析で分類クラスを6として行った。

#### 3.1.1 教師無し分類

教師無し分類とは、DN値をもとに特徴が類似している画素を自動的にグループ化する方法である。教師付き分類と違って、トレーニングデータを必要としない。この方法は無

作為にサンプリングしたデータを、同じ性質をもつと思われるグループに統計量に基づいて機械的に分類してゆく方法で、クラスター分析という統計手法がとられることが多い。教師無し分類は、画像に含まれる情報がよくわからず、解析者があらかじめ分類項目を設定できない場合に使われる。ただしこの方法では、分類項目は設定できないが、いくつかのグループに分類するかは指定できる。

### 3.2 局所領域内の存在率画像の作成

第一次分類の結果を用いて空間分布特性を用いた樹種分類を行うために、次に各クラスごとの局所領域内での存在率画像を作成する。

#### 3.2.1 局所領域の大きさ

本研究では、 $3 \times 3 \cdot 7 \times 7 \cdot 11 \times 11 \cdot 23 \times 23$  の4つの空間フィルタを用いた。本研究での航空写真の空間分解能は0.25mであるので対称領域での大きさは  $3 \times 3 (0.75\text{m} \times 0.75\text{m}) \cdot 7 \times 7 (1.75\text{m} \times 1.75\text{m}) \cdot 11 \times 11 (2.75\text{m} \times 2.75\text{m}) \cdot 23 \times 23 (5.75\text{m} \times 5.75\text{m})$  である。

#### 3.2.2 存在率画像作成の計算方法

例えば、クラス1の存在率を抽出する場合、局所領域内のクラス1の画素をカウントし、クラス1の画素数を局所領域内の総画素数で割り存在率を導く。そして、それを局所領域の中心に反映させるとい手法で局所領域内の存在率画像を作成していく。この方法を画像上で1ピクセルずつずらしていき同じ作業を繰り返すことで画像全体の存在率画像を作成していく。なおこの作業はクラス2からクラス6についても同様に行う。

なお、第一次分類で分類クラスを6としたので、4つの局所領域で6枚ずつ計24枚の存在率画像を作成した。

### 3.3 第二次分類

3.2で作成した画像を用いて、再度分類を行った。これを本研究では、第二次分類と呼ぶ。第二次分類は第一次分類のような画素ごとの分類ではなく、周辺の画素を統合して空間情報を考慮した分類である。

#### 3.3.1 解析用画像データの決定方法

第二次分類の解析用画像データとしては、第一次分類のクラス1から3には  $3 \times 3$  や  $7 \times 7$  の狭い領域の存在率画像を用いた。このクラス1から3の部分は元画像の影の部分であるが、例えば影の部分に5m四方ぐらいの領域のフィルタをかけるとフィルタ領域外の樹木の影の情報も読み込んでしまい分類に誤差が生じてしまうと考えたために、狭い領域のフィルタを使用した。また、第一次分類のクラス4から6には  $11 \times 11$  や  $23 \times 23$  の広い領域の存在率画像を用いた。このクラス4から6の部分は元画像の明るい部分である。ここで明るい部分とは樹木のトップの部分を示す。この部分では影の要因が少ないと考えられるので樹木単体ではなく樹木群落の情報を得るために広い領域のフィルタを用いた。

解析用画像データの組み合わせとしては、 $3 \times 3$  と  $11 \times 11$  フィルタを組み合わせで分類した結果と  $7 \times 7$  と  $23 \times 23$  フィルタを組み合わせで分類した結果を示す。

#### 3.3.2 分類結果

図2と図3に分類結果を示す。図2は解析用画像データとして  $3 \times 3$  と  $11 \times 11$  フィルタを用いた結果で、図3は解析用画像データとして  $7 \times 7$  と  $23 \times 23$  フィルタを用いた結果である。図2の分類結果はまばらに細かく分類された結果となったが、フィルタの大きさを大きくすると図3のようにはっきりと分類される結果となった。

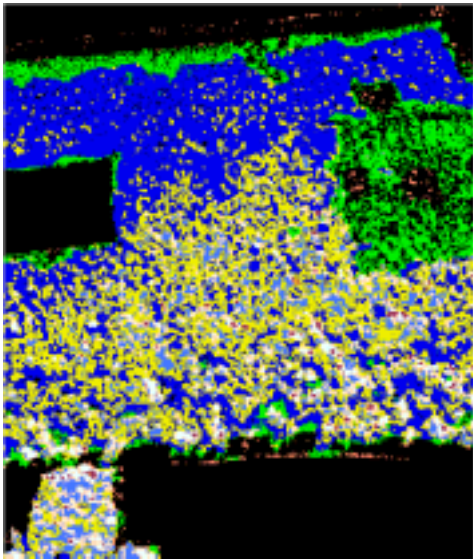


図2 解析用画像データ  
( $3 \times 3$  と  $11 \times 11$  フィルタ)

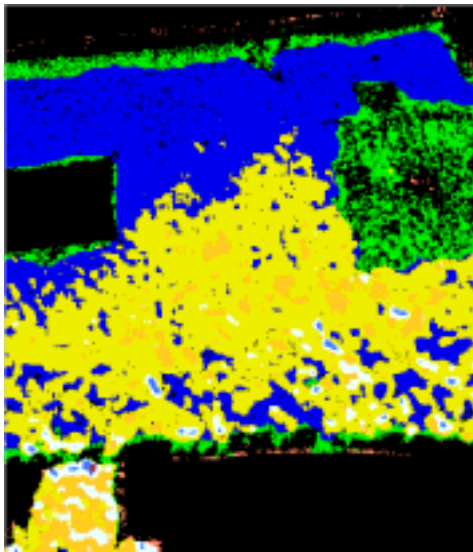


図3 解析用画像データ  
( $7 \times 7$  と  $23 \times 23$  フィルタ)

### 3.3.3 考察

図2と図3の分類結果には違いが見られた。図2はまばらな分類結果になったが、これは、例えば $3 \times 3$  ( $0.75\text{m} \times 0.75\text{m}$ )のような狭いフィルタでは樹木の中心にフィルタがかかったとしても樹木全体を捉えることが難しいため、結果的に第一次分類のような画素ごとの分

類と変わらない分類になってしまったからだと考えられる。

図3では図2と違いはっきりとした分類結果となった。これは、広いフィルタでは1つのフィルタで樹木の群落の情報を得ることができるので良い分類結果が得られたと考えられる。またこのことから、図3で用いた $23 \times 23$  フィルタは対称領域での樹木の間隔に的確な大きさのフィルタであったと言える。

このようにフィルタの組み合わせをいろいろと変えていくことで分類精度に変化が見られることから、目的に応じてフィルタの大きさを変えていくことが良い分類精度を得ることにつながると考えられる。

## 4. 現地調査の結果との比較

現地調査は2003年2月5日に行った。使用データは7月に撮影されており、調査日時と撮影日時が夏と冬で逆であったために現地調査では植生が少なかった。しかし、そのために樹種の違いはよくわかった。

ここでは、現地調査の結果と分類結果との比較を行い分類精度の検証を行う。なお、分類結果としては解析用画像データに $7 \times 7$ と $23 \times 23$  フィルタを使用した結果を用いた。

図4に現地調査での結果、図5に対称領域での樹木の分布、図6に分類結果を示し比較と考察を行う。なお、丸は撮影地点、矢印は撮影方向を示す。

### 4.1 結果の比較

図4の現地調査での写真は、右側の植生のない樹木がニセアカシヤであり、左側の植生のある樹木がクロマツである。その結果を図5と図6に照らし合わせると図6の分類結果はおおよそ樹種分類ができている結果となったことが分かった。しかし、図4ではニセアカシヤとクロマツの樹種の違いがあるが、図

6ではその部分に樹種の境界がでておらず、1色で分類されている結果となった。このように現地の樹木の分布状況とまったく同じ結果とはならず誤差の生じた部分も見られた。このことについて以下に考察を行う。

#### 4.2 考察

現地調査との比較により本研究で行った分類手法での分類精度はあるていどの信頼性があることが分かったが、樹種の境界が明確には表われなかった。これは、存在率画像を作成する際に画像全体の存在率画像を作成したために、森林マスク以外の画素値が0の部分も含まれ、この部分の情報の影響により、森林マスクの境界部分の分類結果に誤差が生じ、正確な分類結果を得ることができなかったと考えられる。今後このことを改善するためには、存在率画像を作成する際に、森林マスク以外の情報は読み込まないというプログラムを組み、そのプログラムを用いて再度この分類手法で樹種分類を行うと分類精度は今回よりも上がると考えられる。

また、他の要因としては、同じ樹種の部分でも樹冠の大きさや成長率の違い、樹木の間隔の違いなどの影響により明確な樹種の境界が得られなかったことも考えられる。

#### 5. 結論

最後に結論として、フィルタの大きさや組み合わせを変えて分類することにより、分類結果に違いが見られる。また、影の要因を受ける部分には小型のフィルタ、木の群落の部分には大型のフィルタを用いることで良い分類結果が得られる。ということが言える。よってこのことから、今後本研究の手法を確立させていくためには、分類の目的や範囲に応じた空間情報を選択することが重要だと言える。そして、このことが高い分類精度を得ることにつながると考えられる。



図4 現地調査の結果



図5 対称領域での樹木の分布

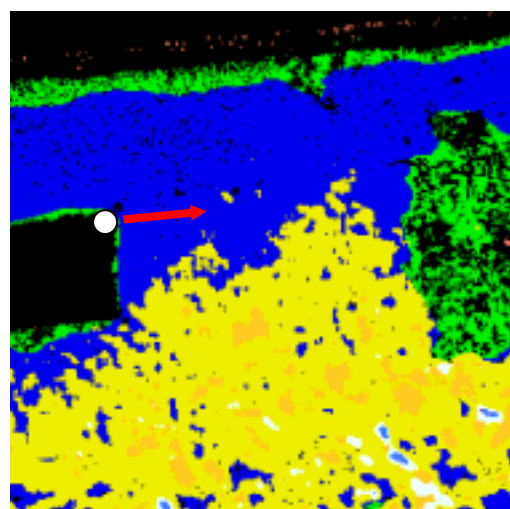


図6 分類結果