

オブジェクトベースの画像解析による間伐対象林分の樹冠疎密度判定

芝 正己^{1*}・板谷明美²

Detection of canopy density segmentation of thinning forest stand based on image objects for high resolution image

Masami Shiba¹ and Akemi Itaya²

Abstract: Japanese forests have been managed precisely by administrations using forest inventory data. However, the change of the circumstances surrounding plantation forestry is causing degradation in timber value and devastation of forests, especially because of the lack of tending and thinning operations according to management plans. Increase of an unkempt stands, which causes breakdown or destruction of overall forests. A forest administration is to keep the archive record of tending condition in spatial extent, however identification of the tending condition is now implemented by means of direct ground surveying, which is time and cost consuming manner to figure out the objective trees from wide forest area. In this study, the authors proposed the object-oriented segmentation method based on canopy density distribution using high resolution satellite images of IKONOS in term of automatically detecting the target tree for thinning on regional scale of plantations forests.

1 はじめに

森林の経営環境は、労働力や採算性の面から多くの管理上の問題を生起させている。とりわけ、広範囲に渡る間伐不実行林分の存在は、資源林としての施業計画の実行や水土保全林としての維持管理の在り方に多くの問題を投げかけている。そのため、間伐対象林分を的確に把握し効率的に実施計画へ反映させていくことは急務である。このような問題は、海岸林の造成や管理上の問題とされる林分の密度調整や針広樹種間の混交林化等と本質的に類似していると言える。

GIS とリモートセンシングデータは、広域的な森林情報の収集・管理上重要なツールであり、最近では高解像度の衛星画像データの利用も比較的容易となり、地況・林況に関して従来のものに比べてより高い精度の空間情報が得られるようになった。しかし、高解像度である場合、従来の矩形単位(画素、グリッド)の分類では1つの属性の中にスペクトルのばらつきや影などを含むため、分類に誤りを生じる可能性が高い。そのため、同じような植生で構成される林分などをひとつのまとまりとして画像から抽出する場合には、近年、高解像度画像の解析において利用されつつあるオブジェクトベースの画像解析が有効である(板谷ら,2006;Shiba et al.,2006; 臼田ら,2005)。

オブジェクトベースの画像解析とは、画像に記録された林分などの属性を矩形単位ではなく、人間が判読するのと同じように属性ごとに1つのまとまり(オブジェクト)として認識することができる新しい画像解析法の一つである(臼田ら,2005)。

今回は、間伐の実行照査に有効な指標である樹冠疎密度(坪倉ら,1988)によってその実施状況等を把

握することを目的に、高解像度衛星画像を用いたオブジェクトベースの画像解析による人工林の林冠部分の疎密度判定法について検討した。なお、本研究の一部は、森林利用学会誌の研究・技術資料として報告した。

2 材料と方法

2.1 解析対象地

解析対象地は、三重県大台町宮川流域で、標高 200～1000m、地形は急峻である。大部分はスギやヒノキの人工林が占める約 750ha の領域である。2004 年 9 月 29 日台風 21 号による豪雨で土石流災害が発生して大きな被害を受け、対象地の中においても多くの崩壊地が確認できる。

2.2 解析データ

使用した衛星データは 2004 年 11 月 23 日に撮影された IKONOS (Space Imaging 社) のパンクロマティック画像(解像度 1m)と R, G, B 画像(解像度 4m)である。また、間伐候補地の検出のために、2002 年の森林調査簿データを利用した。

2.3 解析手順

使用ソフトは、eCognition (Definiens Imaging 社製 / ドイツ)、ArcView 3.2a (ESRI 社 / 米国)である。解析の流れを図 1 に示す。

まず、IKONOS データに対して eCognition を用いて、segmentation (分割) 処理を行い、画像をオブジェクトに分割した。このとき、設定した各種パラメータを表 1 に示す。これらパラメータの設定は、従前の解析結果を参考に設定した(板谷ら,2006)。今回の解析では、最初に R, G, B 画像を用いて領域を分割し、その後、パンクロマティック画像を用いてさらに分割を行った。このように 2 段階で分割を行うことによって、第 1 段階では色調を、第 2 段階ではテクスチャを効果的に利用した分割が行えると考えた。

次に、IKONOS データに segmentation 処理をすることによって発生したモザイク状の各オブジェクト

¹ 琉球大学農学部教授, Professor, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru, Nishihara, Okinawa, 903-0216 Japan

² 三重大学生物資源学部准教授, Associate Professor, Faculty of Bioresources, Mie University, 1577 Kurimamachiya, Tsu, Mie, 514-8507 Japan

*Corresponding author: mshiba@agr.u-ryukyu.ac.jp

について、周囲界・形状・模様等を参考に画像判読し、分類した4つの属性（樹冠が疎、密、裸地、その他）に対しトレーニングデータ（サンプルオブジェクト）を各3オブジェクト選定した（図2）。

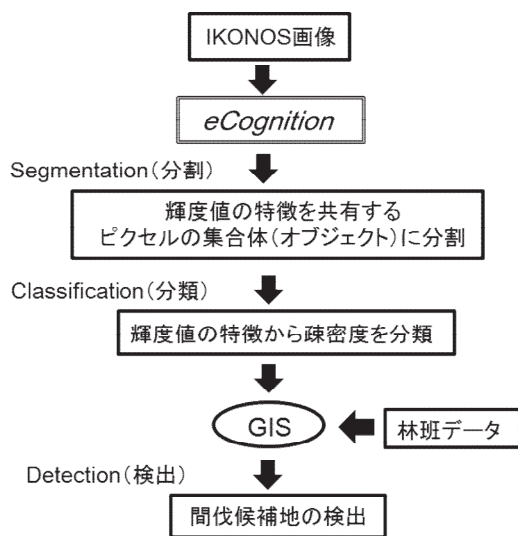


図 1: 解析手順

表 1: Segmentation 処理で使用した各パラメータ値

	Scale parameter	Shape	Color	Smoothness	Compactness
第1段階	300	0.2	0.8	0.5	0.5
第2段階	250	0.2	0.8	0.5	0.5

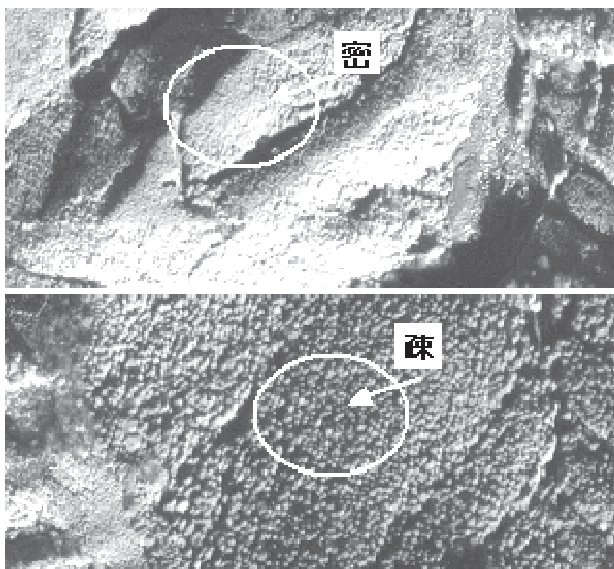


図 2: 疎・密樹冠に対するサンプルオブジェクト

解析対象地は土石流災害による裸地が多く見られ、また山腹が陰となっているところが多くあるため、そのような場所を除外するために疎密だけでなく裸地、その他といった属性も分類対象とした。選定したサンプルオブジェクトの輝度値、各種統計量などを

用いて、それぞれの属性を区分するために有効な特徴量を検討した。今回の解析では、これまでの解析から特徴量はオブジェクト内の輝度値（パンクロマティック、R、G、B）およびパンクロマティックの輝度値から算出したコントラスト、異質性を使用した。コントラストと異質性はテクスチャを表す値で、本研究で対象とする樹冠疎密度はテクスチャによく表れると考えられる（加藤,2004）。本研究では GLCM（同時生起行列）を用いて算出されたテクスチャ値を用いた。これらの特徴量を利用して、segmentation 処理によって発生したオブジェクトに対して eCognition を用いて classification（分類）処理を行った。なお、属性間での分類には最短距離法を用いた。

次に、分割・分類した結果に対して 2002 年の森林調査簿の林齢と樹種のデータを GIS 上で重ね合わせ、間伐候補地の抽出を行った。

3 結果及び考察

3.1 分類のための特徴量

疎密度を分類するための特徴量について、属性ごとに算定された統計量をボックスプロット図として示したのが図3～8である。

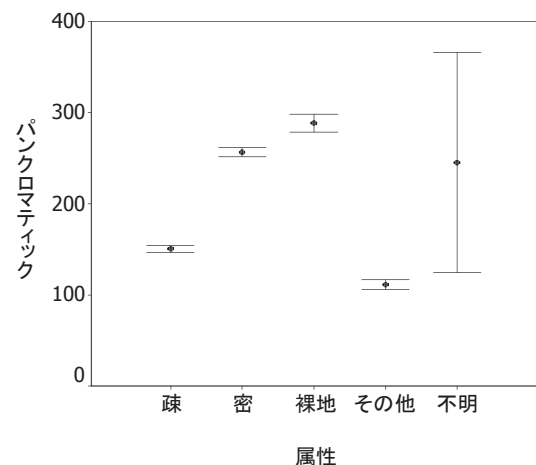


図 3: 分類されたオブジェクトの属性ごとのパンクロマティック輝度値の比較（平均値と95%信頼区間）

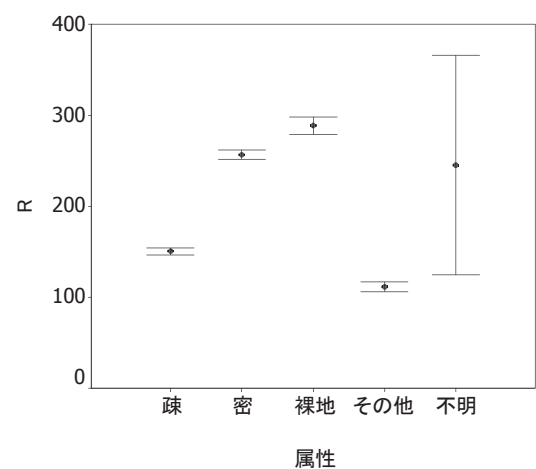


図 4: 分類されたオブジェクトの属性ごとの R 値の比較（平均値と95%信頼区間）

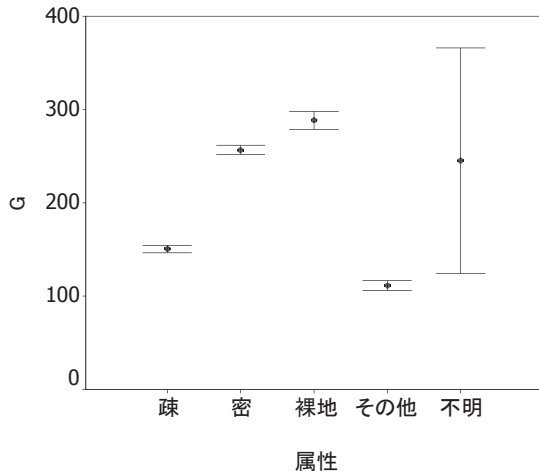


図 5: 分類されたオブジェクトの属性ごとの G 値の比較(平均値と 95%信頼区間)

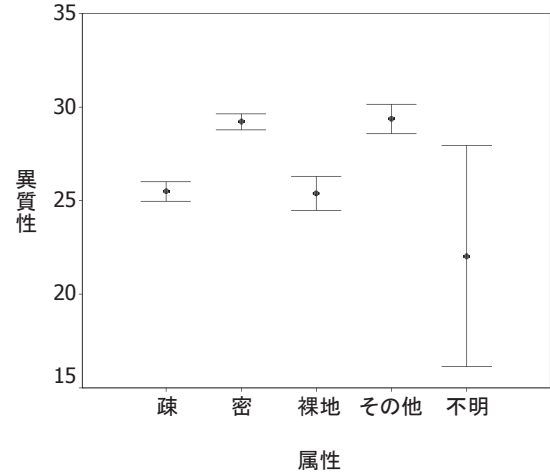


図 8: 分類されたオブジェクトの属性ごとの異質性値の比較 (平均値と 95%信頼区間)

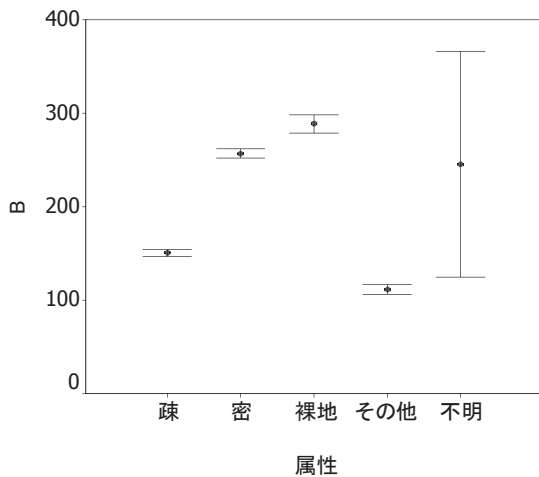


図 6: 分類されたオブジェクトの属性ごとの B 値の比較 (平均値と 95%信頼区間)

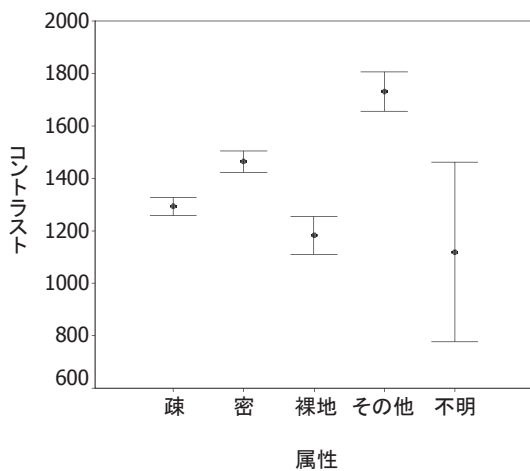


図 7: 分類されたオブジェクトの属性ごとのコントラスト値の比較 (平均値と 95%信頼区間)

これらの図より,疎密の両オブジェクト属性に対して統計的に有意であり,分類の閾値を与える特徴量として有効であるのが,オブジェクト内の輝度値 (パンクロマティック, R, G, B) とパンクロマティックの輝度値から算出したコントラストであることが理解される。

一方, 図 8 に示したパンクロマティックから算出した異質性値は, 疎密の両属性間には有意な差が認められるものの,それ以外の属性との差は明確でなく誤分類の可能性が示唆された.以上の結果から, 林冠の疎密の程度がテクスチャよりも輝度値の差として現れることが類推された。

3.2 分割・分類の結果および間伐候補地の抽出

解析対象地の全域を属性オブジェクトごとにモザイク図として示したのが図 9 で, 疎密度の違いとして分割された部分領域を拡大したものが図 10 である. 両図より,分割・分類の結果と前述したトレーニングデータのサンプルオブジェクトの特徴や疎密度の判読結果の整合性が理解される。

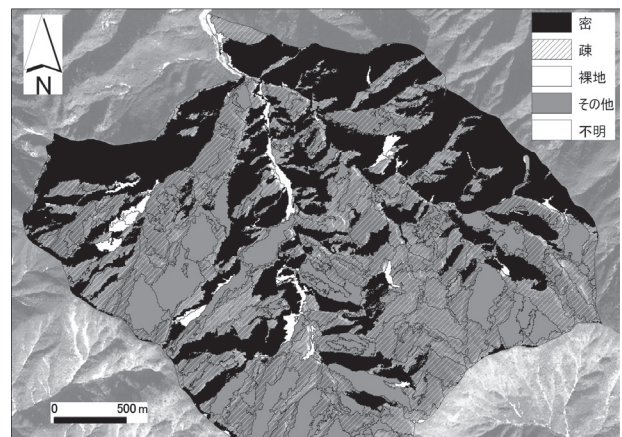


図 9: 疎密の分割・分類結果 (全域)

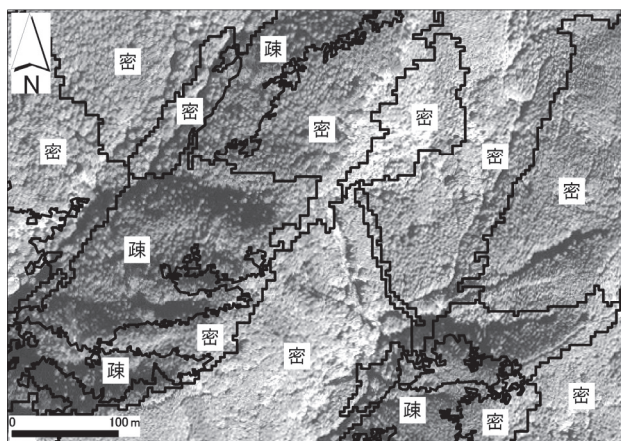


図 10: 疎密の分割・分類結果 (部分領域)

一方、抽出された属性オブジェクトの中には、地形や陰影等の影響により誤分類されたものもあり、解析結果の精度を向上させるためには、画像データのスクリーニング前処理や現地調査による検証・精査作業が不可欠であると言える。

次に、この分割・分類結果に 2002 年の森林調査簿データを GIS 上で重ね合わせ間伐候補地の抽出を行った結果を図 11 (全域) と図 12 (拡大した部分領域) に示す。

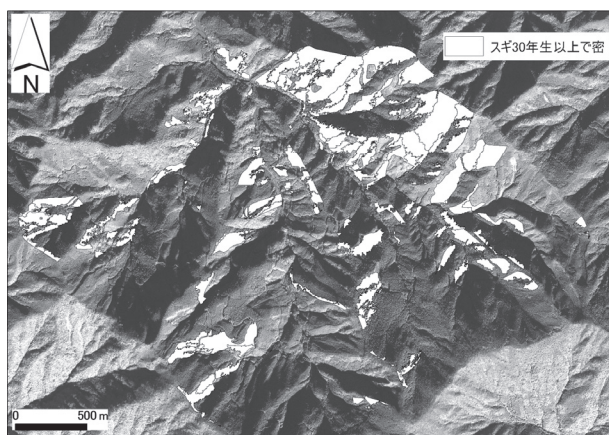


図 11: 間伐候補地の抽出結果 (全域)

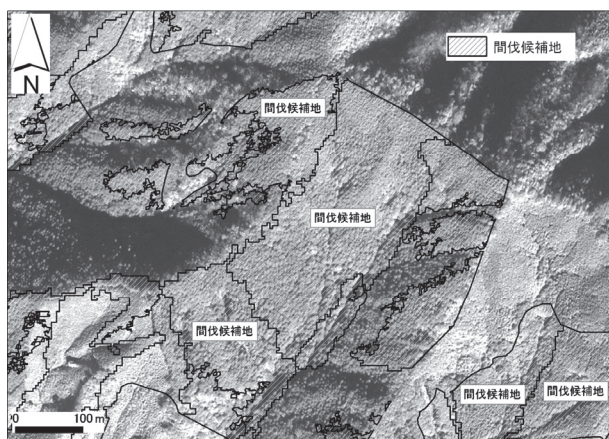


図 12: 間伐候補地の検出結果 (部分領域)

両図において、要間伐林分として抽出した部分は、オブジェクトベースの画像解析によって「密」と分類されたオブジェクト属性領域で、スギの人工林かつその林齢が 30 年生以上である境界域である。このような空間情報は、要間伐対象林分の抽出や作業実行の優先度の判定、施業区域の林内路網配置計画等の基礎資料として役立つものと考えられる。

4 結論

本研究では、高解像度衛星画像 (IKONOS) を用いたオブジェクトベースの画像解析による樹冠疎密度の判定を試みた。分割された領域は、林冠の状態をよく反映したまとまりとなっており、分類結果も疎密の差を良く反映するものとなった。疎密の属性分類では、オブジェクト内の輝度値の平均値、テクスチャを表すコントラストといった特徴値において顕著な差が認められた。これらの結果から、本解析法が樹冠疎密度を効率的に把握するために有効であることが明らかとなった。

そのため、本法は海岸林の造成・管理計画にも応用できる可能性が示唆された。すなわち、林分の密度管理計画、広葉樹の侵入に伴う混交林化の定量評価、林分動態に関する時系列的なモニタリング調査等である。

引用文献

- [1] 板谷明美・芝正己 (2006) : eCognition を導入した森林管理・作業空間領域の細部構造の自動判別－解析法の枠組みと応用性－, 森林利用学会誌 20 (4), pp. 299～303.
- [2] 加藤正人 (2004) : 森林リモートセンシング－基礎から応用まで－, 日本林業調査会, pp. 273.
- [3] Masami Shiba and Akemi Itaya (2006): Using an object-based imagery processing scheme to increase the accuracy of delineating Operational Site Units (OSUs) in timber harvest areas from IKONOS image and DEM data integration, Proceeding of COFE 28th Annual Meeting- Soil, Water and Timber Management: Forest Engineering Solutions in Response for Forest Regulation, Fortuna, CA, USA, pp. 375-381.
- [4] 坪倉和明・魚住侑司 (1988) : 空中写真を利用した間伐調査 (I)－間伐率と樹冠疎密度との関係－, 日本林学会大会論文集, 99, pp. 99-100.
- [5] 白田裕一郎・田口仁・渡部展也・福井弘道・李雲慶 (2005) : オブジェクト指向型土地被覆分類のための領域成長法による画像分割の最適化, 写真測量とリモートセンシング, 44 (1), pp. 36-43.

[受付 平成 23 年 3 月 16 日, 受理 平成 23 年 7 月 9 日]