

リモートセンシング画像のセグメンテーションパラメータの検討

小林 裕之

Investigation of segmentation parameters for remotely sensed images

Hiroyuki KOBAYASHI

オブジェクトベースによる林相区分を行う際の基礎資料とするために、リモートセンシング画像のセグメンテーションパラメータについて検討した。8種類の画像を、2種類のソフトウェア (eCognition, IDRISI) でセグメント化し、富山県民有林森林計画の構成単位である筆界や小班などと面積比較を行った。筆界とほぼ等しい大きさのオブジェクトを生成する際のスケールパラメータは、eCognition, IDRISIでそれぞれ、地上分解能が15mのマルチバンド衛星画像では5, 1, 10mのマルチバンド衛星画像では8~10, 10~15, 1.0mのモノクロ空中写真では110, 60, 0.5mのカラー空中写真では200, 82となった。今後の林相区分では、今回得られた筆界面積相当パラメータでまずセグメンテーションを行い、値を小さくしながら最適値を決めて分類を行うのがよいと考えられた。

1. はじめに

森林管理や森林計画樹立のための林相区分は従来空中写真の目視判読によって行われていたが、地球観測衛星の打ち上げに伴い、デジタルデータの画素単位 (ピクセルベース) の画像分類により行われるようになった。その後衛星データの高分解能化や専用ソフトウェアの登場に伴い、林相区分は、類似度の高い画素の集合 (オブジェクト) を単位とする、オブジェクトベースの画像分類により行われるようになってきた。

オブジェクトの生成は画像のセグメンテーション (領域分割) によって行われるが、その際いくつかのパラメータを設定する必要がある。それらのパラメータのうち、ピクセル間の類似度のしきい値を表し、生成されるオブジェクトの大きさに最も影響を与えるのがスケールパラメータである。

既往研究では、このスケールパラメータを決定する根拠として、分類精度が最大になったときのもの (大西ら2004; 村上ら2010)、林相クラスへの区分に適したオブジェクトサイズになるもの (大西ら2005)、植生判読図と同等になるもの (長澤ら2006)、分割結果を目視で比較して妥当なもの (栗屋ら2007)、領域分割の結果を見ながら調整したもの (小坂ら2007)、目視確認を行いながら決定したもの (齋藤ら2009)、目視判読による林相区画線と同等のものが生成されるように決定したもの (櫻井ら2009)、1

つの林分が3~5個のオブジェクトに分かれるように調整したもの (Hirata *et al.* 2011)、などがある (表-1)。

しかしながら、これらの研究では多くの場合パラメータの決定が解析者の主観に基づいており、客観的、定量的には決められていない。また、森林計画図、森林簿の構成単位 (小班、筆界等) などとのオブジェクトサイズの比較もほとんどなされていない。さらに、この分野の草分け的存在であるDefiniens社 (発売当時) のeCognition以外に、非営利目的のGISソフトウェアであるClark LabsのIDRISIが最近オブジェクトベース分類に対応した。

これらのことを踏まえ、本報告では、eCognitionおよびIDRISIを使用し、分解能や観測波長帯の異なるリモートセンシング画像のセグメンテーションを、スケールパラメータを変化させて行い、小班や筆界、環境省の1/25,000植生図の植生区分ポリゴン等とほぼ等しい大きさのオブジェクトを生成する際のスケールパラメータについて検討した結果について述べる。

なお、スケールパラメータはeCognitionのScale parameterをカタカナ表記した用語であるが、本研究で使用したIDRISIでの同義のパラメータであるSimilarity toleranceも便宜上、スケールパラメータと表記する。

2. 材料と方法

調査対象地区は、富山県西部の1/25,000地形図「飯久保」および富山県東部の「魚津」の範囲であり、使用データは6シーンの衛星画像と2種類のオルソ空中写真である(表-2, 図-1, 2)。衛星画像はオルソ補正済みのものを購入し、空中写真は小林(2004)の方法で簡易オルソ変換した後、接合処理を行った。セグメンテーションはeCognition(v4.06)とIDRISI(Taiga)によって行い、生成されたオブジェクトはTNTmipsに取り込んで利用した。また、富山の森づくり総合情報システムから筆界、小班、竹林、スギ林のポリゴンを切り出し(小林2011)、環境省の1/25,000植生図の植生区分ポリゴンと共に、生成されたオブジェクトとの面積比較に利用した。

eCognitionとIDRISIのセグメンテーションパラメータを表-3に示す。eCognitionによるセグメンテーションは、Color, Shape, Compactness, Smoothnessの4つのパラメータを規定値に固定し、スケールパラメータ(Scale Parameter, 以下「SP」)を、小さい値から大きい値へと順次変化させた。IDRISIでは、Window width, Weight mean, Weight varianceの3つのパラメータを規定値に固定し、スケールパラメータ(Similarity Tolerance, 以下「ST」)の値を同様に小さな値から大きな値へと変化させた。なお、「魚津」のカラー空中写真については、データサイズが大き過ぎてIDRISIで全体をセグメント化することができなかつたので、東西2分割画像をそれぞれセグメント化した後接合した。

表-1 主な既往研究

著者(年号)	使用データ(衛星名, センサ名, 分解能等)	使用ソフトウェア	スケールパラメータ*	スケールパラメータの決定理由
大西ら(2004)	IKONOS パン(1m) + マルチ(4m)	eCognition	SP=100	屋久島南部の林相区分において、天然林の分類精度が最大となったもの
大西ら(2005)	IKONOS(1m) LANDSAT TM(30m)	eCognition 同上	SP=300 SP=4	霧島のモミ・ツガ天然林、アカマツ天然林、スギ・ヒノキ人工林などの林相クラスへの区分に適したオブジェクトサイズになるもの
長澤ら(2006)	ALOS AVNIR-2(10m) LANDSAT ETM(30m) SPOT5 マルチ(10m)	eCognition 同上 同上	SP=8 SP=3 SP=5	神奈川、岡山県において、環境省の植生判読図を参照し、パラメータを試行錯誤的に操作して決定
栗屋ら(2007)	IKONOS パンシャープン(1m)	eCognition	SP=10	SP=10, 20, 50での分割結果を目視で比較し、SP=10を採用
小坂ら(2007)	IKONOS パン(0.6m) + マルチ(2.4m)	eCognition	SP=100	高山市の森林域を分類する際に、領域分割の結果を見ながら調節
齋藤ら(2009)	SPOT マルチ(10m)	ENVI	SL=20 ML=75.4	熊本県において、スギ、ヒノキ、広葉樹、伐採地、草地を分類するために目視確認を行いながら決定
櫻井ら(2009)	IKONOS パン(0.83m) + マルチ(3.6m)	eCognition	SP=150	京都市東部の林相区分にあたり、目視判読による林相区画線と同等の区画線が生成されるように決定
村上ら(2010)	IKONOS パンシャープン(1m)	eCognition	SP=300	霧島地域の林相区分で、SP=100, 200, …1000を比較し、分類精度最大となるSP=300を採用
Hirataら(2011)	QuickBird パン(0.7m) + マルチ(2.8m)	eCognition	SP=80 ~100	茨城県においてスギ林とヒノキ林を区分するため、1つの林分が3~5個のオブジェクトに分かれるように調整

*SP: Scale Parameter, SL: Scale Level, ML: Merge Level

表-2 使用データの一覧

地区名	衛星名など	センサ名など	バンド数	バンド内訳*	分解能	撮影年月日
「飯久保」	ALOS	AVNIR-2	4	B,G,R,IR	10.0m	2007/9/11 2010/8/4
	SPOT-5	HRG-X	4	G,R,IR,SWIR	10.0m	2004/8/2 2007/5/8
	空中写真	モノクロ	1	PAN	1.0m	2003/10/8-
「魚津」	Terra	ASTER	3	G,R,IR	15.0m	2010/8/30
	ALOS	AVNIR-2	4	B,G,R,IR	10.0m	2010/7/18
	空中写真	カラー	3	B,G,R	0.5m	2007/4/27-

*B:可視域青, G:可視域緑, R:可視域赤, IR:近赤外, SWIR:短波長赤外, PAN:パンクロマチック

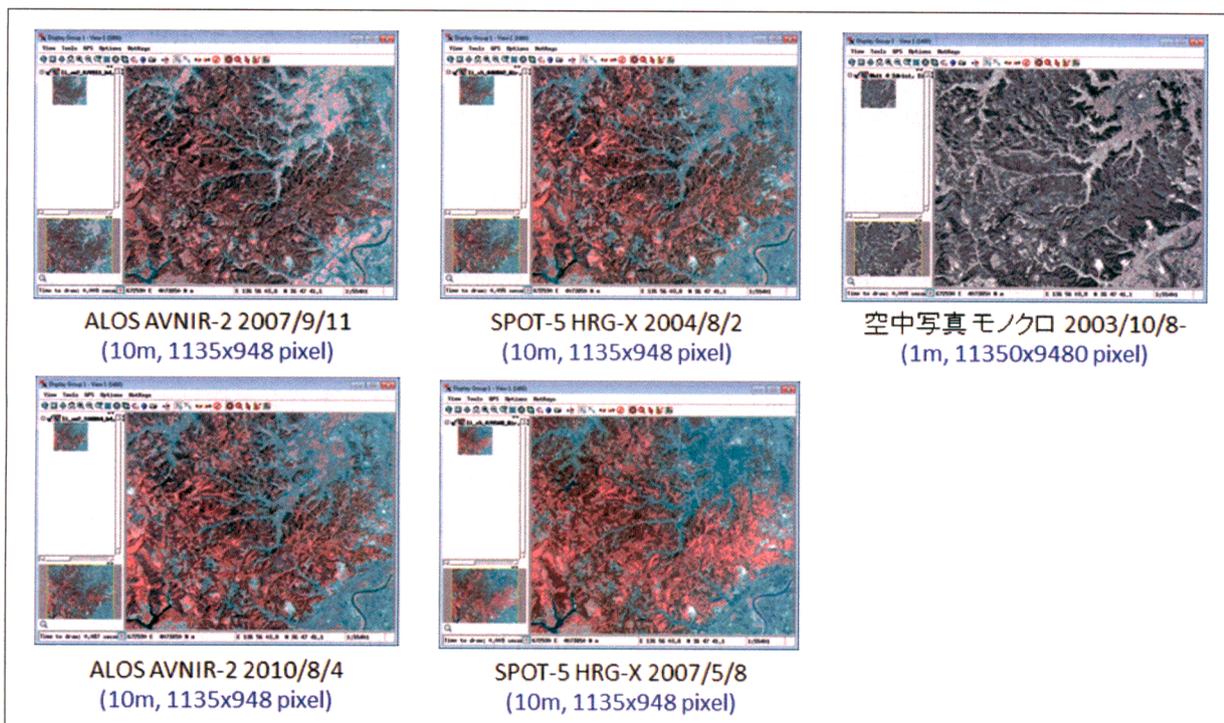


図-1 「飯久保」地区で使用した画像

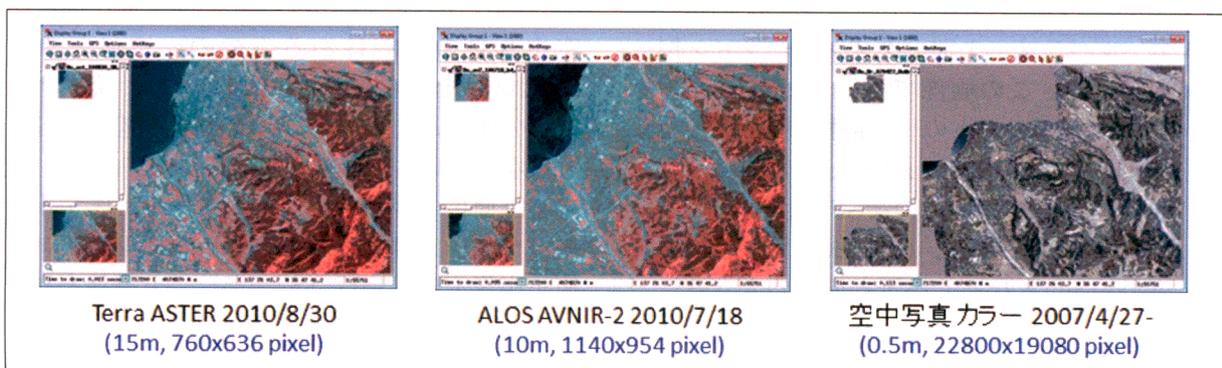


図-2 「魚津」地区で使用した画像

表-3 セグメンテーションパラメータの一覧

eCognition (領域成長法)		IDRISI (Watershed 法)	
大きさ	Scale Parameter (SP) 規定値=10 SP=0 はピクセルベース	大きさ	Similarity Tolerance (ST) 規定値=10 ST=0 でもオブジェクトができる
色/形状	Color/Shape factor 合計=1.0 (規定値=0.9/0.1)	窓サイズ	Window width 規定値=3(x3)
密集/平滑	Compactness/Smoothness 合計=1.0 (規定値=0.5/0.5)	平均/分散	Weight mean/Variance factor 合計=1.0 (規定値=0.5/0.5)

3. 結果と考察

筆界, 小班, 植生区分ポリゴンの平均面積は, 「飯久保」でそれぞれ0.59, 5.03, 6.61ha, 「魚津」でそれぞれ0.60, 5.39, 8.90haであった(図-3, 4, 表4)。東京農工大農学部林学科(1978)では, 小班は天然地形などにより概ね5haを単位とする, とあるが, 本研究の2地区においてもほぼ同等の面積であった。また, 植生区分については, 最小把握群落単位が1ha(環境省2012)とされているが, 平均面積は両地区とも小班よりも大きくなった。さらに, 富山の森づくり総合情報システムに格納されている竹林ポリゴンの面積は, 「飯久保」, 「魚津」でそれぞれ0.64, 0.79haとなり, 筆界面積と概ね同じ値を示した(表4)。また, スギ林ポリゴンの面積は, 両地区でそれぞれ3.72, 1.33haとなり, 筆界と小班的の間の値となった。

表-4 森林の構成単位別平均面積 (ha)

	「飯久保」	「魚津」
筆界	0.59	0.60
小班	5.03	5.39
植生区分	6.61	8.90
竹林	0.64	0.79
スギ林	3.72	1.33

「飯久保」のモノクロ空中写真(分解能1m)のスケールパラメータ別セグメンテーション例を図-5に示す。この画像では, eCognitionのSP=100でオブジェクトの平均面積が0.49haとなり, SP=110のときに0.57haとなって筆界とほぼ同じ大きさになった。その後SPを150, 200, 300と大きくしていくと, SP=380でオブジェクト面積が5.13haとなって小班と同等の大きさになった。さらに, SP=450で植生区分ポリゴンの大きさ(6.61ha)を上回った。

「魚津」のマルチバンド衛星画像(分解能10m)のスケールパラメータ別セグメンテーション例

を図-6に示す。この画像では, IDRISIのST=10でオブジェクトの平均面積が0.60haとなって筆界とほぼ同じ大きさになった。その後STを15, 20, 25, 30と大きくしていくと, ST=31でオブジェクト面積が5.30haとなって小班と同等の大きさになった。また, ST=40で植生区分ポリゴンの大きさ(8.90ha)を上回った。

今回使用した画像における, 筆界, 小班面積と等しいオブジェクトを生成する際のスケールパラメータ一覧を表-5に示す。

筆界面積と等しいオブジェクトを生成する際のパラメータは, 分解能が15mのマルチバンド衛星画像ではSP=5(ST=1)となった。また, 分解能が10mのマルチバンド衛星画像ではSP=8~10(ST=10~15)となった。長澤ら(2006)では10mマルチバンド衛星画像の分類に, SP=5~8(表-1)を採用しており, 今回の筆界相当パラメータはそれらより若干大きめの値となった。さらに, 分解能が1.0mのモノクロ空中写真ではSP=110(ST=60)となった。また, 分解能が0.5mのカラー空中写真ではSP=200(ST=82)となった。既往研究のうち小坂ら(2007)とHirata *et al.*(2011)で使用した画像はそれぞれ分解能が0.6, 0.7mのカラーマルチバンド画像に相当し, 分類時のパラメータはそれぞれSP=100, 80~100(表-1)を採用しているが, 衛星画像と空中写真の違いはあるものの, 本研究でのSP=200はそれらの約2倍の値となり, 筆界サイズは分類に適したオブジェクトサイズよりも大きくなっている可能性が示唆された。

小班面積と等しいオブジェクトを生成する際のパラメータは, 分解能が15mのマルチバンド衛星画像ではSP=17(ST=25), 分解能が10mのそれではSP=25~35(ST=31~40), 分解能が1.0mのモノクロ空中写真ではSP=380(ST=115), 分解能が0.5mのカラー空中写真ではSP=750(ST=150)となった。

今回の解析からは、富山県民有林の構成単位である小班や筆界と同じ面積のオブジェクトを生成するためのスケールパラメータが明らかになり、また、最近問題になっている竹林が筆界とほぼ同じ面積を持つことも明らかになった。

今回得られた筆界面積相当のスケールパラメータは、既往研究でのそれらより大きな値となったことから、今後は、まず筆界相当パラメータでセグメンテーションを行い、その後パラメータ値を順次小さくしていきながら、空中写真

等を参照して最適値を決定し、竹林も分類項目に含めたオブジェクトベース画像分類（林相区分）を行っていくのが良いと考えられた。

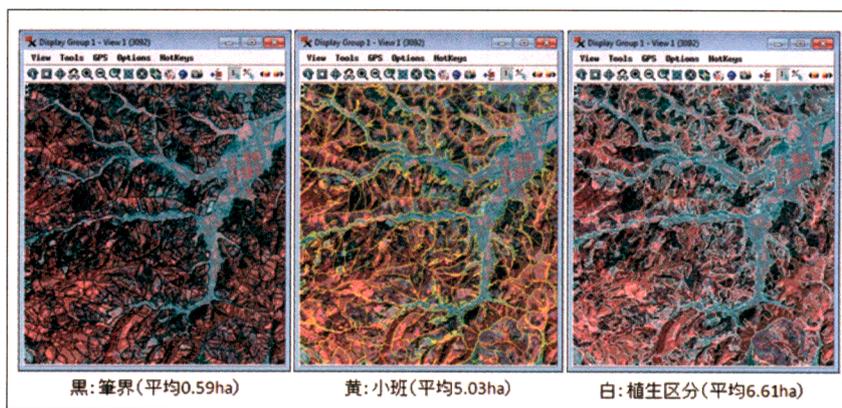


図-3 「飯久保」の筆界,小班,植生区分ポリゴン(背景は2010/8/4撮影のALOS AVNIR-2画像)

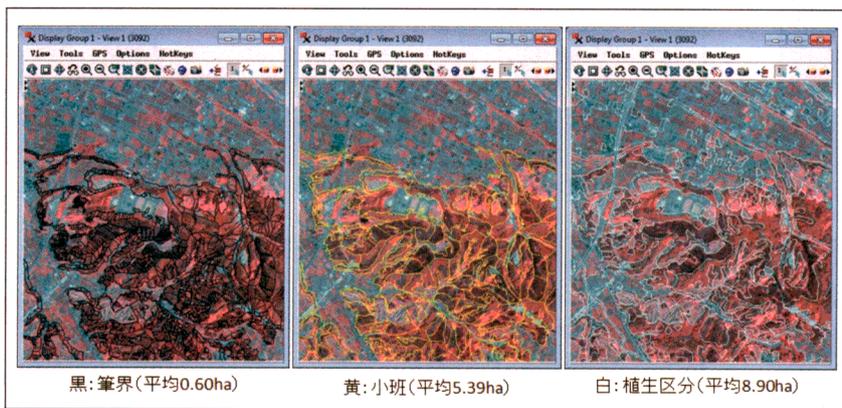


図-4 「魚津」の筆界,小班,植生区分ポリゴン(背景は2010/7/18撮影のALOS AVNIR-2画像)

表-5 筆界,小班面積と等しいオブジェクトを生成する際のスケールパラメータ一覧

地区名	画像名	分解能	筆界面積に相当するオブジェクト生成時のスケールパラメータ		小班面積に相当するオブジェクト生成時のスケールパラメータ	
			eCognition SP	IDRISI ST	eCognition SP	IDRISI ST
魚津	Terra ASTER	15m	5	1	17	25
飯久保	ALOS AVNIR-2 2007年	10m	8	13	25	38
飯久保	ALOS AVNIR-2 2010年	10m	9	13	25	36
飯久保	SPOT-5 HRG-X 2004年	10m	10	13	35	35
飯久保	SPOT-5 HRG-X 2007年	10m	8	15	27	40
魚津	ALOS AVNIR-2 2010年	10m	8	10	25	31
飯久保	モノクロ空中写真	1m	110	60	380	115
魚津	カラー空中写真	0.5m	200	82	750	150

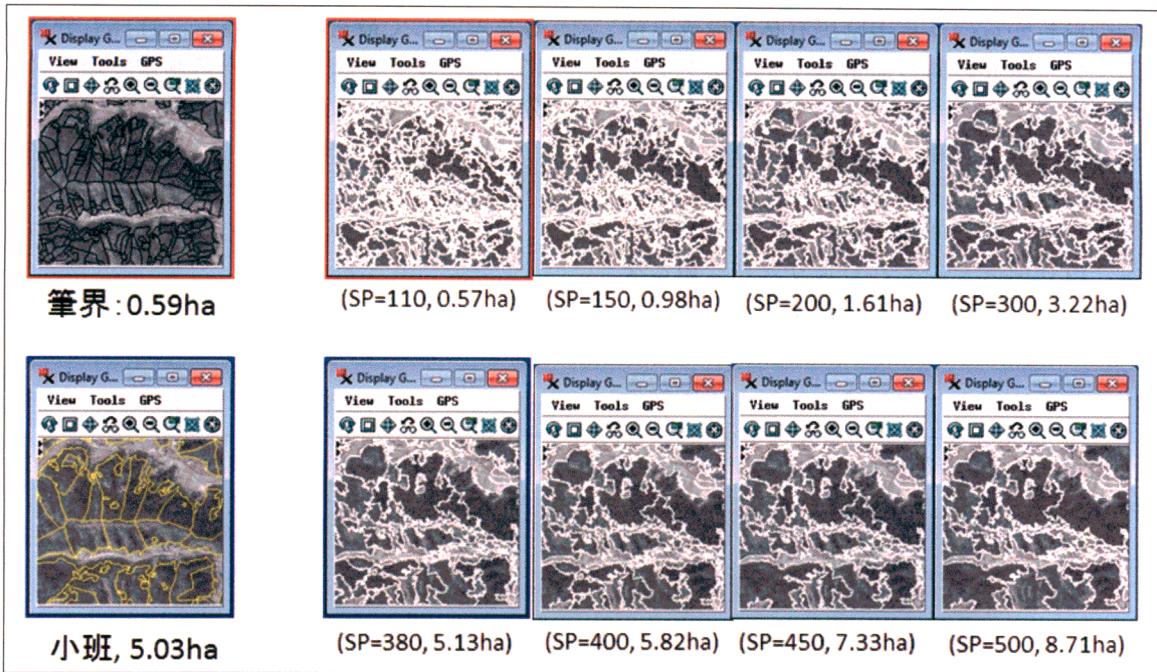


図-5 「飯久保」の筆界,小班とパラメータ別オブジェクトの比較(モノクロ空中写真画像)

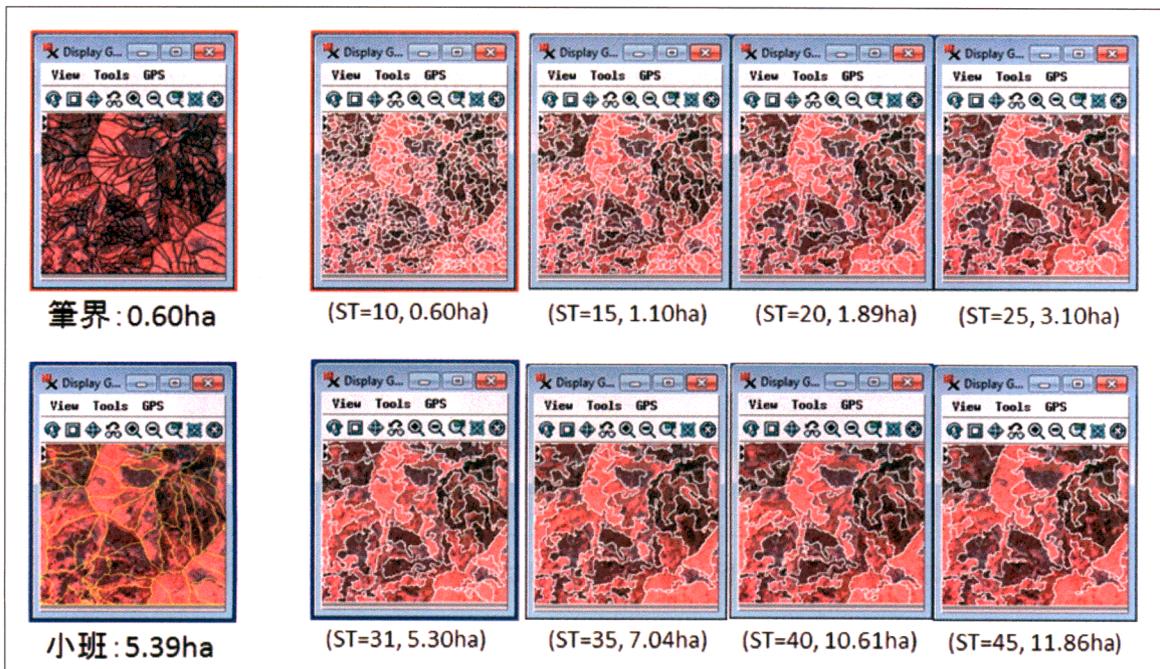


図-6 「魚津」の筆界,小班とパラメータ別オブジェクトの比較(ALOS AVNIR-2画像)

引用文献

粟屋善雄・古屋直行・高橋與明 (2007) IKONOSデータとeCognitionを用いた樹種分類－秋田県米内沢での事例－. 関東森林研究 (58) : 51-54
 Hirata Y, Furuya N, Sakai A, Takahashi T, Awaya Y, Sakai T (2011) Segmentation

and classification with discriminant analysis of QuickBird multispectral and panchromatic data to distinguish *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* patches. J.For.Plann. 16 : 273-284
 環境省 (2012) 植生調査の概要. 植生調査情報提供サイト

<http://www.vegetation.jp/chosa/index.html>

小林裕之 (2004) 単写真と市販DEMを用いた簡易デジタルオルソフォトの効率的な作成方法の検討. 日林誌86: 283-286

小林裕之 (2011) 効率的な森林管理のためのカシミール3D用データ集の作成. 富山森林研研報(3): 14-22

小坂尚子・秋山侃・蔡斌・児島利治 (2007) 高分解能衛星画像のテクスチャ特徴量とスペクトル特徴量を用いたオブジェクト指向型林分タイプ分類. 写真測量とリモートセンシング46(2): 27-36

村上拓彦・大西紀子・加治佐剛・溝上展也・吉田茂二郎 (2010) 林相区分を目的としたオブジェクトベース画像解析における最適なセグメンテーションの検討. 写真測量とリモートセンシング49: 159-165

長澤良太・喜多晃平・伊藤史彦・日野彰彦・浅井樹・中島尚子 (2006) 植生図作成におけるALOS AVNIR-2, SPOT5の利用可能性. (ALOS先導の利用研究成果報告書, 衛星リモートセンシング推進委員会)

<http://www.restec.or.jp/contents/wp-content/themes/dataapp2012/eeoc/alos/fy18/envi/2.pdf>

大西紀子・村上拓彦・吉田茂二郎 (2004) IKONOSデータを用いた屋久島南部の林相区分-objectベースとpixelベースの分類比較-. 九州森林研究(57): 200-202

大西紀子・村上拓彦・溝上展也・吉田茂二郎 (2005) オブジェクトベース画像分類による林相区分-高分解能衛星データと中分解能衛星データの比較-. 九州森林研究(58): 131-134

齋藤英樹・鹿又秀聡・山田茂樹 (2009) オブジェクトベース分類を用いたスギ・ヒノキ林の分類. 九州森林研究(62): 7-10

櫻井聖悟・伊藤達夫・田中和博 (2009) 高分解能衛星データを用いたオブジェクトベース林相区分における地形情報の利用. 日林誌91: 1-8

東京農工大学農学部林学科 (1978) 新版林業実務必携. 朝倉書店

Summary

In order to use as basic information for object based forest type classification, segmentation parameters for remotely sensed images were investigated. Eight types of images were segmented into objects with two software, eCognition and IDRISI, and object areas were compared with fude, shohan and so on, which are private forest's planning units in the Toyama-prefecture. Scale parameters to produce objects same as fude area of eCognition, IDRISI were 5, 1 for 15m resolution multiband satellite image, 8-10, 10-15 for 10m resolution multiband satellite images, 110, 60 for 1.0m resolution panchromatic aero photograph and 200, 82 for 0.5m resolution color aero photograph, respectively. It was suggested that, doing segmentation with smaller parameter value than the value for fude area is better for forest type classification.