

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500997

研究課題名（和文）

ALOS 画像のオブジェクトベース分類による植生図作成手法の検討

研究課題名（英文）

Study on the Vegetation Mapping by Object Based Classification of ALOS Satellite Images

研究代表者

長澤 良太（NAGASAWA RYOTA）

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号：40314570

研究成果の概要（和文）：本研究は、縮尺 1：25,000 レベルの植生図あるいは土地利用図を作成するために必要かつ十分な地表空間情報について、我が国の地球観測衛星「だいち」に搭載されたセンサーである ALOS AVNIR-2, PRISM, PALSAR を用いたオブジェクト画像解析の成果を検証し、その利用可能性を評価しようとするものである。検証作業は、日本のみならず東南アジア地域においても実施された。研究の結果、相観的な植生区分やアジア地域の農業的土地利用（水田の特徴的な方角地割）などの形状特性を ALOS 衛星の 10m 空間分解能画像を用いたオブジェクト画像分類は的確に捉え、高い分類精度で分類図化できることが明らかにされた。

研究成果の概要（英文）：This study tried to evaluate the possibility of ALOS satellite images by way of the accuracy assessment for the results of object based image classification method. For this purpose, AVNIR-2, PRISM and PALSAR sensor images have been utilized for the classification of vegetation and land use in both Japan and South eastern counties. The results show that vegetation and land use objects can be detected with high accuracy by 10m spatial resolution, and this method can be allied for the thematic mapping of vegetation and agricultural land use in Asian countries.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：ALOS 画像・オブジェクト分類・植生図

1. 研究開始当初の背景

植生・土地利用図の作成に際し、空中写真の正規化や目視判読には未だ多大な時間と

労力を要している。近年、判読が比較的容易な市街地・農地・植林地などを中心として、

衛星画像の利用を前提とした主題図の整備手法を導入することにより整備の効率化および敏速化が期待されている。衛星リモートセンシングの手法では、植物社会学的な植生情報を図化することは不可能であるが、相観的な植生図や土地利用図作成の効率化、客観化には有効であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、縮尺 1 : 25,000 レベルの植生図あるいは土地利用図を作成するために必要かつ十分な地表空間情報について、我が国の地球観測衛星「だいち」に搭載されたセンサーである ALOS AVNIR-2, PRISM, PALSAR の画像解析によって得られる情報の評価、検証を行うことにある。衛星データの画像解析によって、縮尺 1 : 25,000 ~ 1 : 25,000 程度の植生図を作成しようとする試みはこれまでもいくつかの研究がなされてきた（村上ほか：2005, 鎌形ほか：2006）。しかしながら、これまでの研究は高分解能の IKONOS（1 m 空間分解能）を用いるものが主流であり、極めて狭い範囲（数平方 km のオーダー）を対象としたものであった。IKONOS 画像のような超高分解能画像の購入コストを考慮すればやむを得ないのかもしれないが、リモートセンシングの持つ広域性、同時性を活かすためには、やはりある程度まとまりを持った範囲（例えば縮尺 1 : 25,000 地形図の 1 図葉分：約 100 平方 km）での研究・解析が実用化という面から見ても求められるところである。このためには、ALOS AVNIR-2 の 10m という空間分解能はたいへん都合良い解像度であり、将来的に実利用が強く期待されている ALOS 衛星の検証研究は意義あるものと考えている。なお、実際の検証フィールドには、国内のみならず、東・東南アジア地域の数箇所について行う。

3. 研究の方法

ALOS（だいち）衛星の植生・土地利用図化作業に対する利用可能性を評価、検証するために、植物の生産活動が活発となる 5 月から 6 月ごろに撮影された AVNIR-2 の可視・近赤外画像の入手をまず試みる。画像は処理レベル 1B2 の幾何補正済みデータの場合であっても、本研究では GCP（地上基準点）を取得し、精密幾何補正を実施する。同じ地域を異なるセンサを用いて解析し、比較する場合、撮影時期をそろえることが絶対条件である。

分類の教師データには、オルソ空中写真判読などの目視判読で作成された植生・土地利用データを用いる。分類クラスの設定は、判読図の凡例を既往の植生図や土地利用図で設定されているクラス数（通常 15 クラス）とした。

画像分類の方法は、オブジェクト分類の方法を採用する。人間の目視判読ではある対象物を認識する過程で形状や周囲との関係を無意識のうちに考慮して、総合的に判断して地物や被覆物を抽出している。オブジェクト分類では、均質性を持つある程度まとまったピクセルの集合体をオブジェクトとして認識するので、人間の感覚に近い分類が実行できる。さらに、人間では無意識のうちに認識する対象物も、オブジェクト分類ではオブジェクト自身の形状特性、オブジェクト単位での輝度値などの定性的、定量的な指標を用いることになるので、再現性のある分類を行うことができる。これまで、オブジェクトベースの画像分類は、QuickBird や IKONOS などの高分解能衛星画像で有効であるが、今回は AVNIR-2 の空間分解能画像によるオブジェクト抽出がある程度広域の植生や土地利用のマッピングに有効であるかを検証する。本研究のオブジェクト分類には eCognition Professional ver. 4.0 (Definience 社製) を

使用した。

4. 研究成果

(1) 異なる空間分解能画像によるオブジェクトベース分類結果の精度検証 - 実験的考察結果

最尤法は、各クラスに対してピクセルベースでの尤度を求め、尤度最大のクラスに各ピクセルを分類する方法で、教師つき分類 (supervised classification) の最も代表的な分類手法である。分類のためにはトレーニング (教師) データを収集する必要があるが、今回の実験的画像分類作業では、既往の植生図あるいは土地利用図を教師としてトレーニングサンプルを抽出した。トレーニングサンプルは AVNIR-2, ETM の双方でほぼ同じような地点から約 200 点を抽出した。

オブジェクト分類は、画像の分類に先立ち隣接するピクセルの統合 (セグメント化) を行い、画像分類のためにユニットを決定する。この統合に際して隣接間でのピクセルの均質性を判断するさまざまなパラメータが用いられるが、その主たるものとしてスケールパラメータがある。オブジェクト分類自体が比較的新しい手法でもあり、このパラメータ値の決定については未だ定説はない。本研究では、AVNIR-2 画像, ETM 画像のオブジェクトが教師データである目視判読による植生・土地利用の特徴を最も的確に表現できるようにするまでパラメータを試行錯誤的に操作し、最終的に AVNIR-2 で 8, ETM で 3 の値を得た (表 1)。

表 1 オブジェクト抽出の際のパラメータ値

パラメータ	Landsat ETM	ALOS AVNIR-2
scale parameter	3	8
shape factor	0.5	0.5
compactness	0.5	0.5
smoothness	0.5	0.5

その結果、AVNIR-2, ETM とともにオブジェクト数は約 11 万個となり、ほぼ同じような大

きさのオブジェクトが生成された (表 2)。

表 2 オブジェクト抽出結果

センサ	総数	平均面積 (ha)	平均周囲長 (m)
Landsat ETM	110,578	0.750	463
ALOS AVNIR-2	112,338	0.501	309

表 3 ETM最尤法精度検証結果

分類結果	プロデューサ 精度	ユーザ 精度	κ
落葉広葉樹	41.82%	74.19%	0.671
スギ・ヒノキ植林	61.11%	52.38%	0.488
マツ	20.00%	25.00%	0.235
草地	35.29%	40.00%	0.357
人工草地	50.00%	62.50%	0.610
畑地	44.44%	27.59%	0.221
水田	50.00%	66.67%	0.650
市街地	85.47%	81.30%	0.653
合計			

* κ = クラス別 Kappa 係数
総合精度 = 62.99%
総合 Kappa 係数 = 0.493

表 4 ETMオブジェクト分類精度検証結果

分類結果	プロデューサ 精度	ユーザ 精度	κ *
落葉広葉樹	54.17%	65.00%	0.569
スギ・ヒノキ植林	46.15%	54.55%	0.521
マツ	---	---	0.000
草地	50.00%	35.29%	0.321
人工草地	40.00%	42.86%	0.393
畑地	35.29%	25.00%	0.196
水田	57.14%	33.33%	0.315
市街地	76.98%	88.43%	0.746
合計			

* κ = クラス別 Kappa 係数
総合精度 = 63.53%
総合 Kappa 係数 = 0.476

表 5 AVNIR-2最尤法精度検証結果

分類結果	プロデューサ 精度	ユーザ 精度	κ
落葉広葉樹	49.06%	78.79%	0.732
スギ・ヒノキ植林	43.75%	63.64%	0.612
マツ	20.00%	20.00%	0.184
草地	38.89%	38.89%	0.342
人工草地	33.33%	75.00%	0.741
畑地	27.27%	18.18%	0.104
水田	50.00%	13.64%	0.116
市街地	76.23%	87.74%	0.764
合計			

* κ = クラス別 Kappa 係数
総合精度 = 58.27%
総合 Kappa 係数 = 0.444

表 6 AVNIR-2オブジェクト分類精度検証結果

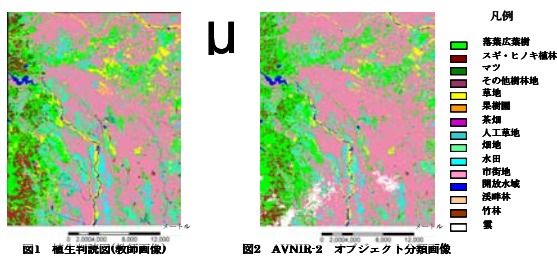
分類結果	プロデューサ 精度	ユーザ 精度	κ *
落葉広葉樹	72.34%	65.38%	0.575
スギ・ヒノキ植林	55.56%	55.56%	0.522
マツ	33.33%	50.00%	0.494
草地	43.75%	70.00%	0.680
人工草地	75.00%	75.00%	0.738
畑地	50.00%	50.00%	0.462
水田	50.00%	50.00%	0.480
市街地	84.00%	86.07%	0.726
合計			

* κ = クラス別 Kappa 係数
総合精度 = 72.05%
総合 Kappa 係数 = 0.606

こうしたオブジェクトに対して、最尤法同様にトレーニングサンプルを抽出し、最短距離法で画像分類を行った。両者の分類画像を比較すると、AVNIR-2 がより植生判読図に近い分類結果になっているのがわかる。その様相は、分類結果を縮尺 1:25,000~1:50,000 程度まで拡大してみると一目瞭然で、林地内での異なる林相の植生パッチや市街地に囲

まれた小規模な緑地の形状など人間の判読によるレベルとほぼ同様に区分されている。AVNIR-2 と ETM を用いた最尤法分類，オブジェクト指向分類それぞれの精度検証結果を表 3, 4, 5, 6 に示す。

すべての分類クラスを統括した総合分類精度は，最尤法分類の場合 AVNIR-2 が 58.27% で ETM が 62.99%，オブジェクト指向分類では AVNIR-2 が 79.30% で ETM が 71.09% であった。また，総合 Kappa 係数は最尤法分類の場合 AVNIR-2 が 0.444 で ETM が 0.493，オブジェクト指向分類では AVNIR-2 が 0.722 で ETM が 0.572 となり，AVNIR-2 をオブジェクト指向で分類した結果で最も大きな値を示した。Kappa 係数の解釈は経験的に 0.4 以下では一致度が低く，0.41~0.80 の間であれば中程度の一致，0.80 を超える値では極めて良好な一致として評価できる。したがって，本検証作業による成果としては，AVNIR-2 を用いてオブジェクト指向分類を実施した分類画像 (Kappa 係数 : 0.722) は，教師データとして用いた目視判読図にかなり近いものと評価できる (図 1, 2)。



(2) ALOS AVNIR-2 PRISM パンシャープン画像を適用した事例 - インドネシア・ジャワ島における事例調査結果

インドネシアのブカシ・カラワン県，スラカルタ県，ジョクジャカルタ特別区の水田が広く展開する農業地域で事例研究を行った。カラワン県，スラカルタ県の均質な水田地帯では，Landsat 画像の ISODATA 法と ALOS 画像

のオブジェクト分類の結果に大差はなく、1 : 25,000 の地形図に描かれた土地利用分布ともよく対応した。スラカルタ周辺においては、盆地底の水田では ISODATA 法の結果も良好ではあったが、山麓棚田型の水田では微小領域・誤分類が増加し、水田の抽出はほとんどできなかった。そこでは、小規模な圃場(一筆)単位で複雑に作付けパターンが異なっており、30m解像度では圃場の季節変化を捉えることができないと結論される。これに対し、盆地底におけるオブジェクト分類では AVNIR-2 画像とパンシャープン画像ともに均質な水田の区画形状に即したオブジェクトを生成できたため、空間解像度(2.5m と 10m)に影響されることなく水田の抽出が可能であった。一方、山麓棚田型(スラカルタ周辺)では、水田圃場規模も小さく複雑に入り組んでいるため AVNIR-2 画像ではその形状を捉えることができず、オブジェクト分類の特徴を活かすことができなかった。一方、パンシャープン画像のセグメンテーションではスケールパラメータを 60 に設定することで、当該地の棚田の水田形状もほぼ捉えることができた。しかしながら、メラピ火山の山麓傾斜面では畑と水田(棚田)が混在し、両者の圃場形状にはほとんど違いがみられないため、水田のみの抽出が困難であった。そこで、オブジェクト分類のパラメータに DEM を加えることで両者の誤分類を減少させることができた。

(3) ALOS PALSAR (合成開口レーダ) 画像を適用した事例 - インドネシア・ジャワ島における事例調査結果

インドネシアのチアンジュール県の内陸盆地において、多期作の水田(棚田を含む)が展開する農業的土地利用分類に ALOS PALSAR (合成開口レーダ) 画像の適用を試み

た。

結果は総合分類精度 72.28%、総合 Kappa 係数 0.53 の精度で分類することができた。水田についてみると、Kappa 係数 0.72~0.91 の精度で分類された (表 7)。水

表 7 判別した土地被覆と判読結果の関係と精度評価結果

区画	分類結果	GeoEye-1を用いた画像判読結果					精度評価結果				
		水田	雑 草/未利用地	森林	都市	永久水田	ジオデータ 精度	ユーザ精度	K _a	総合精度	総合Kappa係数
1	水田	203	1	4	2		84.63%	97.03%	0.83		
	雑/未利用地	11	0	0	0		0.00%	0.00%	0		
	森林	7	0	28	2		77.78%	75.68%	0.72	総合精度 = 85.47%	
	都市	31	0	4	18		80.00%	81.81%	0.49	総合Kappa係数 = 0.60	
2	水田	148	2	8	1	0	87.13%	92.25%	0.81		
	雑/未利用地	15	0	7	3	0	0.00%	0.00%	-0.02		
	森林	23	2	58	3	2	66.67%	68.31%	0.84	総合精度 = 66.08%	
	都市	32	2	13	23	0	74.07%	32.86%	0.26	総合Kappa係数 = 0.46	
3	水田	100	1	5	3	3	52.63%	88.50%	0.76		
	雑/未利用地	36	1	2	3	1	12.50%	2.27%	0		
	森林	33	4	25	6	8	65.79%	32.89%	0.25	総合精度 = 60.50%	
	都市	17	1	5	68	3	81.82%	72.34%	0.64	総合Kappa係数 = 0.47	
4	水田	187	1	4	2		83.48%	94.39%	0.8		
	雑/未利用地	9	0	2	0		0.00%	0.00%	-0.03		
	森林	16	5	65	5		86.67%	71.43%	0.63	総合精度 = 81.08%	
	都市	32	3	4	27		79.41%	58.70%	0.64	総合Kappa係数 = 0.67	
5	水田	148	0	2	1		78.31%	95.01%	0.81		
	雑/未利用地	2	0	1	3		0	0	0		
	森林	37	0	13	8		81.25%	82.03%	0.16	総合精度 = 75.83%	
	都市	2	0	0	21		61.76%	91.30%	0.2	総合Kappa係数 = 0.49	
6	水田	75	2	4	2		65.79%	91.46%	0.73		
	雑/未利用地	13	1	2	0		14.29%	6.25%	0.02		
	森林	17	4	20	5		66.67%	47.62%	0.36	総合精度 = 66.07%	
	都市	9	0	4	27		88.24%	53.57%	0.48	総合Kappa係数 = 0.44	
7	水田	58	2	3	1		44.62%	90.63%	0.72		
	雑/未利用地	34	0	0	2		0.00%	0.00%	-0.03		
	森林	29	3	29	4		87.88%	44.62%	0.33	総合精度 = 55.10%	
	都市	9	0	1	21		75.00%	67.74%	0.62	総合Kappa係数 = 0.36	
総合	水田	945	10	31	11	3	72.67%	94.31%	0.83		
	雑/未利用地	95	1	11	11	1	2.78%	0.84%	-0.01		
	森林	158	18	240	30	10	76.19%	82.52%	0.43	総合精度 = 72.28%	
	都市	92	6	31	190	3	76.82%	69.21%	0.51	総合Kappa係数 = 0.53	
永久水田	5	1	2	4	24	57.14%	66.67%	0.66			

田の立地、形状ごとに検討してみると、圃場規模が比較的大きく均質な水田において Kappa 係数が 0.81 以上の精度で抽出できた。一方、圃場規模の小さい水田においては Kappa 係数が 0.76 より低い値となった。

抽出した水田圃場において、湛水域の面積占有率を時系列に集計することによって水稲作付けパターンを解析した。その結果、盆地底に展開する均質な水田地帯は広く 2 期作で、乾季が始まる 6 月頃までに 2 期作目の引水が行われていた。一方、棚田水田では局所的な水条件に応じた独特の作付けパターンを示し、盆地底の広域かつ均質な水田とは異なった作付けが行われていることがわかった。この結果は、現地調査に基づき作成した作付けカレンダーと概ね一致していた。結論として、ALOS の高分解能光学センサ画像に加えて PALSAR の時系

列画像を統合的に用いることによって、雲の影響を受け易い熱帯地域においても、水田を時空間的に優れた精度で抽出できることが実証できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 篠崎蓉子・長澤良太、ALOS全センサを用いた熱帯地域の水田分布図の作成手法の検討, システム農学, 28 巻, 2012, 印刷中
- ② 吉田美幸・長澤良太, 時系列ALOS画像を用いたタイのキャッサバ栽培地の解析, システム農学, 査読有, 26 巻, 2010, 9-15
- ③ 松林健一・日置佳之・長澤良太, 地理情報データを用いた現存植生推定図の作成とその精度評価, 景観生態学, 査読有, 13 巻, 2009, 87-104

[学会発表] (計 2 件)

- ① 吉田美幸・長澤良太・篠崎蓉子, 多時期・多センサ画像・多分類手法を用いたジャワ島における水田抽出手法, システム農学会, 2010. 11. 7, 西宮
- ② 長澤良太・吉田美幸・篠崎蓉子, MODIS, ALOS画像を用いたインドネシア, ジャワ島における水田の時空間的分布の把握, システム農学会, 2009. 11. 12, 筑波

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長澤 良太 (NAGASAWA RYOTA)
鳥取大学・農学部・教授
研究者番号: 40314570