

ニホンザル生息適地の抽出を目的とした堅果類マッピング

金谷翔太¹・望月翔太¹・村上拓彦^{1*}

(平成23年7月6日受付)

要約

現在ニホンザルによる農作物被害が全国で多発している。そこで、サル個体群を奥山へと押し上げることで、人とサルの棲み分けを目指す追い上げという被害対策が注目されている。しかし追い上げを行う際、サルの人里への再侵入を防ぐために、追い上げ先は押し上げた個体群が定着できるような好適な環境でなければならない。本研究では、高分解能衛星データを用いることでサル生息域周辺山中から広域的に生息適地を把握できないかと考え、餌資源の観点から堅果類のマッピングを行った。なお堅果類を出来るだけ詳細に抽出するために、マッピングは植生部分を大まかに分類した後に、特定のクラスに下位クラスを設け、さらに詳細な分類を行うという形式をとった。結果、高分解能衛星データから、Kappa係数0.649の精度で堅果類を抽出する事ができた。しかし、堅果類クラスには堅果類以外の広葉樹（その他の広葉樹）が誤分類として多く含まれたことや、調査エリアに比べ現地調査点の割合が少ないため精度検証で用いたテストサンプルに偏りが生じた可能性が高い。分類の精度向上のためには、調査エリア全体から高精度のトレーニングサンプル、テストサンプルを取得する必要がある。

新大農研報, 64(1):52-58, 2011

キーワード：リモートセンシング、堅果類マッピング、ニホンザル、被害対策、IKONOS

野生鳥獣による農作物被害が全国で多発しており、その被害額は毎年200億円前後に上る。このうち、ニホンザル (*Macaca fuscata*, 以下サル) による被害は約16億円になる(農林水産省, 2009)。被害発生の原因として、戦後の針葉樹の面積造林や、サルの狩猟禁止、人間の生活様式の変化による薪炭林の放棄(渡邊, 2000)、高齢化や過疎化による耕作放棄地の増加や撃退能力の低下(三戸, 1995)などが挙げられる。これらの要素が重なり、人里や農地に侵入する機会が増えた結果、サルの生息域は奥山から人里近くへ移動し、農地やその付近の食物に依存する個体群が現れるようになったと考えられている(室山, 2003)。さらに、農地を採餌場所として利用すると、栄養状態が好転するため、出産率の増加や新生児死亡率の低下が起こる(農林水産省, 2006)。このような個体群パラメータの変化は個体数の増加や集団の分裂につながり、それまでサルが生息していなかった地域にまで分布が拡大する原因となる。分布拡大の最先端では激しい農作物被害が発生するため、それがさらなる個体数増加と分布拡大の要因となる(室山, 2006)。

被害対策は主に、有害捕獲、ネットや電気柵による物理的防除法、警報や犬などで警戒心をあおる防除法の3つがある。その中でも有害捕獲は一般的な防除法であり、年間約1万頭が捕獲されているが、効果をあげている地域もある一方で、被害が慢性化、拡大している地域も存在するため、全国的にみると被害面積は横ばいの傾向にある(農林水産省, 2006)。さらに、有害捕獲は被害を軽減する方法としてはあまり効果が無く、計画性のない有害捕獲は地域個体群絶滅を引き起こす可能性があることが指摘されている(室山, 2006)。それ以外にも、加害群を根絶させると、その群れと拮抗関係にあった隣接群がそこへ進出してきて新しく被害を出す場合がある。また、群れの社会構造に中心的な役割を果たしている個体が捕獲されると群れは分裂し、少数個体からなる複数の群れが加害をはじめ防除はより困難となる場合がある。農林業被害を起こす群れは、取り除くよりも行動を監視、制御し、後背地の群れが害獣化しない

よう防波堤の役割をさせるという考え方も必要である(大井, 2002)。

そのため近年では、有害捕獲に頼るのではなく、有害捕獲を含めた複合的かつ総合的な対策を行うことが被害防除では重要だと考えられている(泉山, 2010)。それらの対策には、前述した電気柵や警報の他に、農地と森林に隣接する藪の刈払いや、放任果樹の除去による誘因要素の排除などがあるが、その中でも追い上げという手法が注目されている。追い上げとは「群れの定着が好ましくない農地や住宅地などから、威嚇などの手段を用いて、群れを農地、住宅地から隔たった目標の地域へ積極的に追い立てる、あるいは誘導するための方法(森林総合研究所, 2008)」であり、農地への侵入頻度を徐々に減らすことで、人とサルの棲み分けを図ることを最終目標としている。Enari *et al.* (2006)の青森県西目屋町における研究事例では、ボランティアによる2年間の追い上げ活動で、個体群の誘導域の移動と農作物被害の減少に成功している。

追い上げでは、サルを目標地へと誘導するために、追い払いルートの想定やサルが逃げ込む藪の刈取りなどの事前準備、正確に目標地に追い込むための班単位での行動など、高い計画性、組織力が要求される。また、追い上げ先に好適な生息場所が確保されない場合、サルは元の生息場所である農地周辺に高い執着を示すため、目標地は餌が十分に供給され、厳しい気象にも耐えられる好適な環境でなければならない(森林総合研究所, 2008)。そのため、追い上げでは事前に奥山から目標地と成り得る、餌資源が豊富な場所を見つける必要がある。餌資源としては、サルは食物を主に広葉樹林に依存しており、木本と草本どちらも重要となる(森林総合研究所, 2008)。

リモートセンシングの分野では、衛星データや空中写真を用いて広範囲の樹種分類が行えるが、空間分解能の高いデータを使うことで、より詳細な単木レベルの樹種区分も可能となっている。そのため、奥山から広葉樹林、及び林内からサルの利用樹種の分布状況を抽出できれば、餌資源が豊富な生息適地を把

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科

* 代表著者: muratac@agr.niigata-u.ac.jp

握することができるのではないかと考えた。

本研究では、サル生息域周辺山中から生息適地を把握するため、高分解能衛星データを用いてサルの利用樹種のマッピングを行った。対象樹種は、Nakagawa (1989) の調査で秋季の全採食時間中約70%を占め主要食物であったブナを初めとする、栄養価が高く冬季を乗り切るのに重要な堅果類とした。

対象地

本研究では、新潟県新発田市川東地区にある高知山（標高：1,024m）、秋葉山（標高：201m）の一部と隣接する市街地や耕作地を対象エリアとする。対象エリアのほとんどは山間部であり、市街地に隣接する部分ではアカマツ群落やコナラ群落が入り混じっているが、標高が高くなるにつれてブナ・ミズナラ群落が発達してくる。また、林道や道路に沿う形でスギ人工林が分布している。

対象地では、昭和58年ごろから同地区で農作物被害が発生し、その後徐々に中山間地域を中心とした山沿いの集落に被害地域が拡大している。現在では農作物被害のほか、一部地域では集落内への出没や家屋の屋根に上ったりする状況も発生している。春季から夏季ではアスパラガス、ジャガイモを中心に夏野菜等に被害が多く、秋季以降は水稻、大豆、冬物野菜など、あらゆる農作物が被害に遭っており、被害金額は毎年1000万円前後を計上する（合同会社まかく堂, 2010）。

対策として、被害発生当初から猟友会による捕獲駆除が行われており、被害地周辺の推定個体数800 ± 50頭（平成16年度時点）に対して、年間200頭近くのサルが捕獲されている。しかし、相当数のサルが捕獲されているにも関わらず、現在も約820頭（平成22年度時点）のサルが被害地周辺に生息しており、

被害金額にも大幅な減少は見られない（表1）。この原因として、栄養状態の好転による急激な個体数増加や、オスを捕獲しても奥山から新たなオスが侵入してくるため繁殖に影響が無いことなどが考えられている。

捕獲以外の対策としては、平成15年からラジオテレメトリーによるニホンザルの個体数、遊動域調査を行っているほか、鳥獣被害防止特措法の制定に伴い、平成20年度に「新発田市ニホンザル被害防止対策協議会」が創設され、モンキーダッグの訓練や、放任果樹の除去作業、地域住民の意識改革を目的とした専門家による講演などを行っている。

使用データ

高分解能衛星データとして、2007年5月4日に撮影されたIKONOSデータ（画像範囲：5.7km × 4.5km）を使用した（図1）。今回用いたIKONOSパンスシャープデータは分解能1mであり、従来の中分解能衛星に比べ撮影地域の詳細な植生情報を得ることができる。衛星の観測波長帯は可視青色域445～

表1 新発田市の被害金額とサルの捕獲数

	被害金額計(千円)	サル捕獲計
平成18年度	12,662	172頭
平成19年度	11,138	152頭
平成20年度	8,458	198頭
平成21年度	10,854	204頭
平成22年度	経過途中	125頭（現時点）



図1 IKONOS衛星画像データ

516nm、可視緑色域 505 ~ 516nm、可視赤色域 632 ~ 698nm、近赤外域 757nm ~ 853nm の 4 バンドで構成される。また、この画像データの撮影時期は、ブナやコナラが他の樹種に先駆けて開葉する時期であり、堅果類が抽出できる可能性が高いと考えた。

その他のデータとして、環境省が作成した第 6 回・第 7 回自然環境保全基礎調査の植生図、国土地理院基盤地図情報数値標高モデル (Digital Elevation Model : DEM, 10m メッシュ)、数値地図 25000 (地図画像と空間データ基盤)、簡易オルソフォト (分解能 0.25m) を用いた。

方法

現地の植生状況を調べるために、2010 年 10 月 22 日に現地調査を行った。調査は、衛星データ上から建物や道路の分岐点などの特徴的な場所を調査点として事前に決めておき、その後、現地で調査点周囲の植生を観察した。この調査結果で、画像上で開葉している樹種の大部分がブナやナラ類といった堅果類 (図 2a) であることを確認した。また、その他の植生として針葉樹 (図 2b)、その他の広葉樹 (図 2c)、高標高にあるため開葉していなかった堅果類 (図 2d) があった。

堅果類のマッピングに際して、IKONOS データに対し、オルソ幾何補正と地形効果補正を行った。オルソ幾何補正とは、中心投影によって撮影された衛星データを地形図のように正射投影に変換することで、地形の歪みや森林の倒れ込みなどの現象を修正し、位置や面積を正確に測定できるようにする処理のことである (米, 2010)。地形効果補正とは、地形の起伏により衛星のセンサに入射する太陽光の放射輝度が変動し、観測した画像に陰影が生じる現象である地形効果を補正する処理である (村上, 2010)。なお、地形効果補正法としては、本研究と

同じく IKONOS 衛星を用いて Nichol *et al.* (2006) が提唱した Slope matching technique を採用した。

前処理の後、衛星データに正規化差植生指数 (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI)、IHS 変換、タッセルドキャップ変換由来の特徴量を加えた計 12 レイヤの合成画像を作成した。この合成画像は分類の精度向上を目的として行ったものであり、分類後に元の衛星画像 (以下、単独画像) との精度を比較した。なお、NDVI とは可視域の赤の波長帯を強く吸収し、近赤外の波長帯を強く反射するという植物の性質を用いて算出する指数である (松英, 2010)。また IHS 変換とは、通常 RGB によって構成される画像を、明度 (Intensity: 明るさ)、色相 (Hue: 色合い)、彩度 (Saturation: 鮮やかさ) という構成に再変換することで新たに基準指標を得る処理のことである (松英, 2010)。タッセルドキャップ変換とは植生の研究用に開発された主成分分析の一種であり、経験的に第 1 主成分に画像の明るさ (Brightness)、第 2 主成分に植生 (Greenness)、第 3 主成分に土壌の湿度 (Wetness) を示す軸が得られるとされている (Healey *et al.*, 2005)。

分類は、はじめに植生部のみを対象にオブジェクトベース画像分類を行い、大まかに堅果類、針葉樹林、林種不確定の 3 クラスに区分した。これらのクラスを上位クラスとする。その後、上位クラスから林種不確定クラスのみを抽出して、さらに詳細な分類を行うために下位クラスを設けた (図 3)。下位クラスの分類は、堅果類 (開葉)、堅果類 (未開葉)、針葉樹、その他の広葉樹の 4 クラスとした。なお分類方法は、多次元レベルスライス法と最尤法を組み合わせたピクセルベース画像分類と、Nearest Neighbor (NN) 法、Classification and Regression Tree (CART: データセット内の説明変数を全て 2 進分岐させ、それらを組み合わせることで、判別・予測のモデルを構築する樹

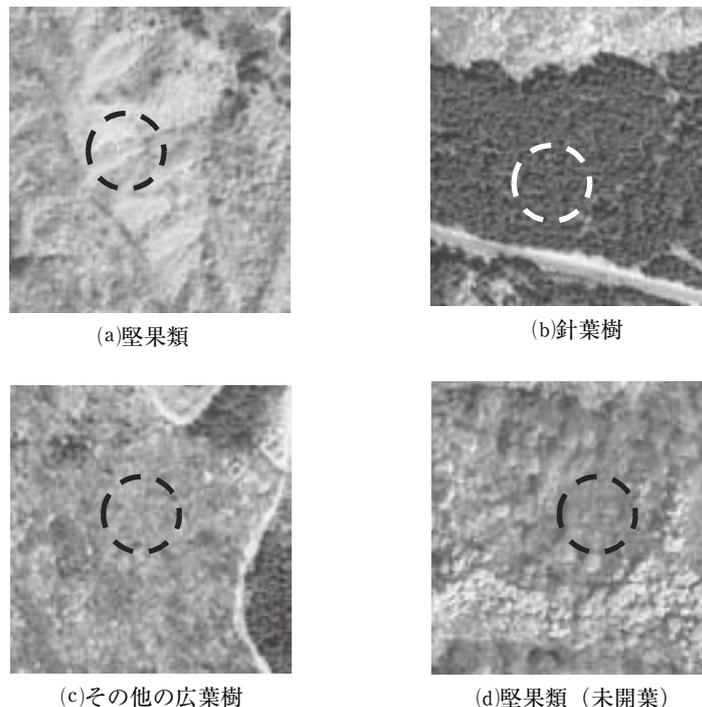


図 2 現地の植生 (図の○部分). (a)堅果類, (b)針葉樹, (c)その他の広葉樹, (d)堅果類 (未開葉).

木モデルアルゴリズムの1種 (Mallinis *et al.*, 2008))、箱ひげ図を用いた閾値の任意設定によるオブジェクトベース画像分類を行った。上位クラス、及びオブジェクトベース画像分類を行った下位クラスのセグメンテーション (オブジェクトの作成) のパラメータは表2のようになる (使用ソフト: Definiens Developer7.0 (Definiens社, ドイツ))。

精度検証には、判定効率表と Kappa 係数を用いた。判定効率表に出てくる全体精度、Producer's Accuracy、User's Accuracy とはそれぞれ対角成分の合計をサンプルの総数で除したものの、各クラスのトレーニングサンプルの精度、出力された分類画像における各クラスの信頼度を表現したものである。Kappa 係数の算出にも判定効率表が使われる。Kappa 係数は、Cohen の一致係数とも呼ばれ、無作為な割り当てをどれだけ回避しているかを示すものである。全体精度と同様に値が高いほど精度が高いことを意味するが、全体精度と異なり、列の総和、行の総和を考慮しているため、より包括的な表現を実現している (村上, 2010)。

本研究では参照画像として簡易オルソフォトを用いたが、撮影時期が夏期で堅果類以外の樹種も開葉しきっており、調査範囲全域の樹種判読が困難だった。そのため、現地調査時に撮影した現場写真と併用することで調査点周囲の樹木を判読した。また、それらを参考に衛星データから植生が明瞭なエリアを追加し、テストサンプルを 142 点設けた。これらのサンプルを分類図に重ねることで、分類が正確に行われたかを判断した。なお、分類は4クラスで行ったが、本研究では堅果類の抽出が目的となるため、精度検証は堅果類 (開葉) クラス、堅果類 (未開葉) クラスを統合して、堅果類クラス、針葉樹クラス、その他の広葉樹クラスの3クラスで実行した。

結果

精度検証結果から検出した各分類法の全体精度と Kappa 係数を表3に示す。その中で単独画像のピクセルベース画像分類の結果が最も精度が高かった (図4、表4)。しかし、表3を見ると、ピクセルベース画像分類を除く全てのオブジェクトベース画像分類で、NDVI や IHS 変換といった指数データを組み込んだ合成画像の分類結果が、単独画像に比べ全体精度、Kappa 係数共に向上していた。また表4をみると、単独画像のピクセルベース画像分類では、針葉樹にほとんど誤分類が無い一方で、堅果類クラスにはその他の広葉樹が多く含まれ、さらにその他の広葉樹クラスでは堅果類と針葉樹の一定の誤分類が確認された。

考察

分類の結果、全てのオブジェクトベース画像分類は、ピクセルベース画像分類よりも分類精度が低くなった。これはオブジェクト作成の際、図5aのような複雑に入り組んだ森林域で

は、分解能 1m の高分解能衛星データであっても細かい単木や木々が重なりあった部分を正確にセグメントできなかった (図5b) ため、分類時に誤評価が増え分類精度が低くなったのだと考えられる。

しかし、オブジェクトベース画像分類のみに注目すると、全ての分類法において合成画像の分類結果は単独画像に比べ全体精度、Kappa 係数共に向上していた。オブジェクトベース画像分類には、オブジェクト自体の平均値や標準偏差、隣接オブジェクトとの関係といった、ピクセルベース画像分類では利用できない特徴量が多数存在する。合成画像での分類では、複数の指数データを組み込むことで特徴量が更に豊富になり、クラスの区分の際に、より適切な閾値を選択できたのだと考えられる。なお、本研究では衛星データに複数の指数データを組み込んで合成画像を作成したが、各指数データが精度向上にどのように貢献したのかは明らかにしていない。そのため、全指数データを組み込まずとも、特定の指数データを組み込むだけで今回と同じだけ精度向上が期待できる可能性も考えられるので、全てを組み込む場合が最適なのかどうかについて今後検討したい。

本研究では、オブジェクトベース画像分類はピクセルベース分類より分類精度が低い結果となったが、前述したようにピクセルベース画像分類に比べ分類の際に使用できる特徴量が豊富であること、またピクセルベース画像分類では土地被覆情報が

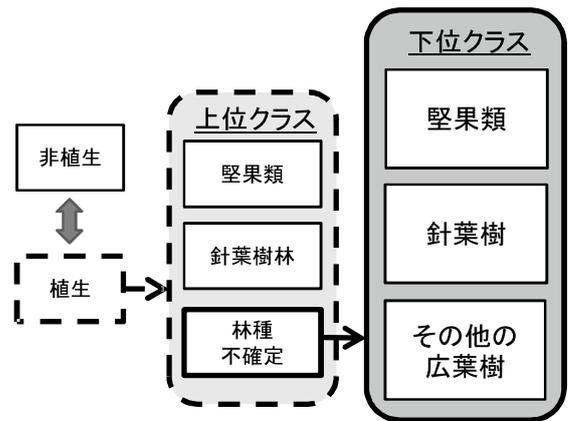


図3 堅果類マッピングの流れ

表2 各クラスのセグメンテーションのパラメータ

	Scale Parameter	shape	compactness
上位クラス	500	0.2	0.5
下位クラス	10	0.3	0.5

表3 各分類法の全体精度と Kappa 係数

	単独画像		合成画像	
	全体精度	Kappa 係数	全体精度	Kappa 係数
ピクセルベース	0.768	0.649	0.754	0.628
NN	0.662	0.487	0.690	0.531
CART	0.641	0.445	0.697	0.528
任意の閾値設定	0.732	0.591	0.754	0.626

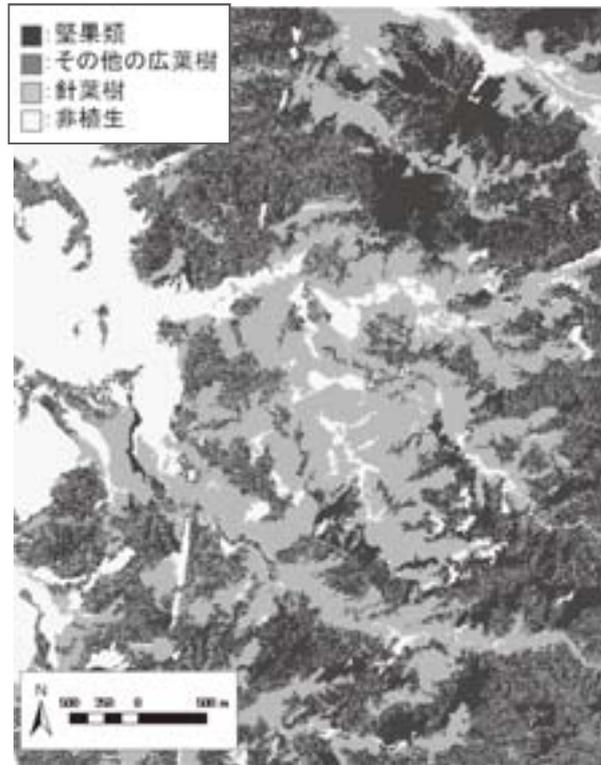
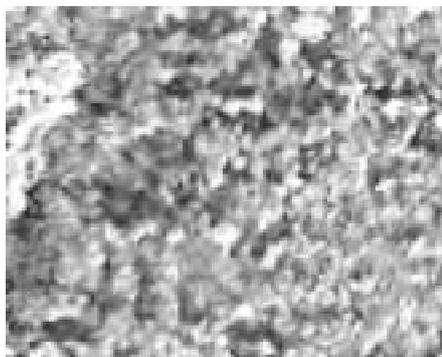


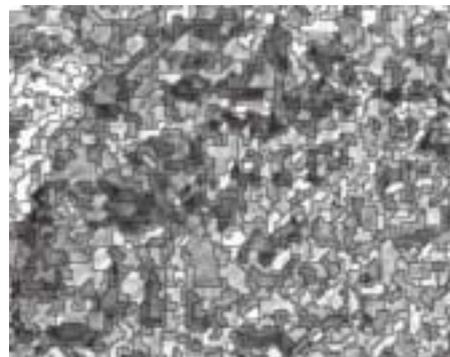
図4 ピクセルベース画像分類（単一画像）の分類結果

表4 単一画像のピクセルベース分類結果

分類クラス	参照クラス			行の総和	User's Accuracy
	堅果類	その他	針葉樹		
堅果類	35	6	1	42	0.833
その他の広葉樹	14	25	0	39	0.641
針葉樹	6	6	49	61	0.803
列の総和	55	37	50	142	
Producer's Accuracy	0.636	0.676	0.980		
				全体精度	0.768
				Kappa 係数	0.649



(a)セグメント前



(b)セグメント後

図5 入り組んだ森林域でのセグメント結果

ごま塩状に現れるのに対し、オブジェクトベース画像分類ではオブジェクトを作成することで目視判読に近い分類図を得ることができ、分類精度もピクセルベース画像分類に比べ高かった、という報告もある(鎌形ら, 2006)ため、今回の結果から、ピクセルベース画像分類が有利であると一概に判断することはできない。また、本研究と同様に高分解能衛星データを用いて階層性を持たせた分類を行った研究として Mallinis ら (2008) があるが、スペクトル情報のみを特徴量として使用した本研究とは異なり、オブジェクト内のテクスチャ情報(濃淡の変化)を特徴量として利用していた。そこで今後オブジェクトベース画像分類を行う際は、テクスチャのように本研究では使用しなかった特徴量を用いて、改めてピクセルベース画像分類と分類精度を比較したい。

最も精度の高い単独画像のピクセルベース画像分類では、堅果類クラスにその他の広葉樹が多く含まれていた。これは現地調査では確認できなかった開葉初期の堅果類が、その他の広葉樹クラスに分類されたためであった。一方、その他の広葉樹クラスでは、他クラスに一定数の誤分類が生じていた。これはその他の広葉樹以外のクラスは明確な分類対象が定められているのに対し、その他の広葉樹クラスでは様々な植生を対象としたため、分類基準の幅が広がったためである。これらのことから、本研究で堅果類とその他の広葉樹で誤分類が多かったのは、その他の広葉樹クラスは他のクラスに比べて適切なトレーニングサンプルを取得できなかったことが原因であると考えられる。そのため、今後この調査エリアで堅果類の分布精度を向上させるためには、画像全体からその他の広葉樹のトレーニングサンプルを取得して、堅果類クラスとの差異を明確化させることが重要であろう。

なお、ピクセルベース画像分類では、合成画像の結果は単独画像のものより精度は低くなったが、分類結果に注目すると針葉樹クラスに僅かに誤分類が多いだけで、両者の違いはほとんど存在しなかった。

精度検証に関しては、簡易オルソフォトのみによる樹種判読は困難だったため衛星データを利用したこと、また調査エリア全体に対し現地調査点が少ないことから、テストサンプルに偏りがあった可能性が高いという課題が残った。

本論では、高分解能衛星データから堅果類をある程度の精度で抽出する事が可能であった。しかし、上記の課題を考慮すると今回の精度検証結果では、画像全体の精度を捉えることは難しいといえる。精度向上のためには、現地調査を重ね、衛星データ全体に対し、高精度のトレーニングサンプル及びテストサンプルを得ることが必要である。

今後は堅果類抽出の精度向上と並行して、堅果類の分布情報を基に、パッチの形状、位置関係や堅果量といったサルの生息適地としての条件を考慮した追い上げ候補地抽出を行う予定である。

引用文献

泉山茂之. 2010. 有害鳥獣駆除による捕殺がニホンザル個体群に与える影響. *信州大学農学部 AFC 報告*, **8**: 51-56.

Enari, H., Maruyama, N and Sakamaki, H. 2006. Socio-ecological effects of monkey patrols on Japanese Monkeys in Nishimeya Village, Aomori Prefecture, Japan. *Biosphere Conservation*, **7(2)**: 57-81.

大井徹・増井憲一. 2002. コラム③ 増加する駆除数. p. 142. 大井徹・増井憲一編著. *ニホンザルの自然史*. 東海

大学出版会, 東京.

鎌形哲稔・原慶太郎・森大他. 2006. 高分解能衛星データのオブジェクト指向分類による植生図作成手法の提案. *写真測量とリモートセンシング*, **45(1)**: 43-49.

合同会社まかく堂. 2010. *被害対策技術指導者育成事業研修新潟県開催テキスト*: 11-15.

米康充. 2010. 第6章 空中写真/デジタルオルソ化. pp. 112-114. 加藤正人編著. *森林リモートセンシング第3版*. 日本林業調査会, 東京.

森林総合研究所. 2008. *ニホンザルの追い上げマニュアル*: 1-14.

Nakagawa, N. 1989. Feeding Strategies of Japanese Monkeys Against Deterioration of Habitat Quality. *PRIMATES*, **30(1)**: 1-16.

新潟県. 2007. *新潟県下越地域ニホンザル保護管理計画*: 1-8.

Nichol, J., Hang, L, K. and Sing, W, M. 2006. Empirical correction of low Sun angle images in steeply sloping terrain: a slope-matching technique. *International Journal of Remote Sensing*, **27(3)**: 629-635.

農林水産省. 2009. *参考 野生鳥獣による農作物被害の推移(鳥獣種類別)*.

農林水産省. 2006. *野生鳥獣被害防止マニュアル-生態と被害防止対策(基礎編) -平成18年3月版*: 56-59.

Healey, S, P., Cohen, W, B., Zhiqiang, Y. and Krankina, O, N. 2005. Comparison of Tasseled Cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection. *Remote Sensing of Environment*, **97**: 301-310.

Mallinis, G., Koutsias, N., Tsakiri-Strati, M and Karteris, M. 2008. Objected-based classification using Quickbird imagery for delineating forest vegetation polygons in a Mediterranean test site. *International Society for Photogrammetry & Remote Sensing.*, **63**: 237-250.

松英恵吾. 2010. 第10章 変換、特徴抽出/カラー合成. pp. 160-162. 加藤正人編著. *森林リモートセンシング第3版*. 日本林業調査会, 東京.

松英恵吾. 2010. 第10章 変換、特徴抽出/植生指数. pp. 172-176. 加藤正人編著. *森林リモートセンシング第3版*. 日本林業調査会, 東京.

三戸幸久. 1995. 愛知県におけるニホンザルの分布変化と猿害. *霊長類研究*, **11**: 90.

村上拓彦. 2010. 第9章 入力・補正/地形効果補正. pp. 156-158. 加藤正人編著. *森林リモートセンシング第3版*. 日本林業調査会, 東京.

村上拓彦. 2010. 第11章 分類/分類精度. pp. 186-188. 加藤正人編著. *森林リモートセンシング第3版*. 日本林業調査会, 東京.

室山泰之. 2003. 第二章 被害はなぜ起きる? /被害発生の背景-里に下りてきた原因. pp. 54-61. 室山泰之著. *里のサルと付き合うには-野生動物の被害管理*. 京都大学学術出版会, 京都.

室山泰之. 2006. ニホンザルの保全と被害管理. *哺乳類科学*, **46(1)**: 61.

渡邊邦夫. 2000. 第3章 ニホンザルの分布変遷と最近の動向/戦前から現在に至る分布の変遷. pp. 44-48. 渡邊邦夫著. *ニホンザルによる農作物被害と保護管理*. 東海大学出版会, 東京.

Nut Species Mapping for Detecting the Habitat Suitability Area of Japanese Macaques (*Macaca fuscata*)

Shota KANAYA¹, Shota MOCHIZUKI¹ and Takuhiko MURAKAMI^{1*}

(Received July 6, 2011)

Summary

Crop damage by wild Japanese macaques is becoming an increasingly serious problem in Japan. The countermeasure of driving monkeys away from farmland to inner forest regions is currently an area of focus. However, when enforcing this measure, the environment where the troop can be established in inner forest regions is indispensable in order to avoid trespass upon farmland again. In this study, the nut species as a food resource were mapped to detect the habitat suitability area of Japanese macaques in inner forest regions. In mapping, after classifying vegetation regions approximately as an upper level class, and the detailed classification was carried out for the next lower level class. In the results, the nut species could be extracted from the remotely sensed data with a Kappa accuracy of 0.649. However, many broad-leaved deciduous forests other than the nut species were contained as an incorrect classification. Moreover, since there are few field survey points, the possibility that deviation arose in accuracy verification is high. It is necessary to acquire accurate training samples and test samples from the whole study area for the improvement in accuracy of the image classification.

Bull. Facul. Agric. Niigata Univ., 64(1):52-58, 2011

Key words : remote sensing, nut species mapping, Japanese macaque, countermeasure, IKONOS

¹ Graduate School of Science & Technology, Niigata University

* Corresponding author: muratac@agr.niigata-u.ac.jp