

時系列リモートセンシングデータから得られた森林変化点の抽出精度

— 再造林放棄地実態把握を目指して —^{*1}村上拓彦^{*2} · 太田徹志^{*3} · 溝上展也^{*2} · 吉田茂二郎^{*2}

村上拓彦・太田徹志・溝上展也・吉田茂二郎：時系列リモートセンシングデータから得られた森林変化点の抽出精度—再造林放棄地実態把握を目指して— 九州森林研究 59：285—288, 2006 九州本島全域を対象として、再造林放棄地の実態把握のため農林水産研究高度化事業「九州地域の再造林放棄地の水土保全機能評価と植生再生手法の開発」が実施されている。本プロジェクトの冒頭部分において、複数時期のリモートセンシングデータを活用し、特定期間の伐採地を抽出して再造林の有無についてチェックする作業が進行中である。ここでは、LANDSAT データを用いた伐採地抽出方法について説明すると共に、伐採地抽出の精度と誤抽出の内容について調べたので報告する。

キーワード：LANDSAT データ、再造林放棄地、差画像、抽出伐採地、誤抽出率

I. はじめに

再造林放棄地とは、皆伐された人工林跡地のうち再び造林されずに放置されているものを指す（堺，2003）。近年、この再造林放棄地（以後、放棄地と称する）の増加が問題となっている。例えば、平成12年度林業白書によると4分の3の林家が採算が合わないことを理由に再造林を行う意志がないという回答をしている（林野庁，2001）。九州地域は早くから放棄地問題が認識されているが、放棄地発生背景には91年、93年に発生した激甚な台風被害、年々増加するシカの食害、長期にわたる木材市況の低迷などが挙げられている（堺，2003）。

こうした中、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「九州地域の再造林放棄地の水土保全機能評価と植生再生手法の開発（代表：吉田茂二郎）」において、放棄地の実態把握が取り込まれるようになった。放棄地の実態把握の部分において、リモートセンシングデータを活用し、特定期間の伐採地を九州本島全域を対象として抽出し、再造林の有無についてチェックする作業が進行中である。

今回、リモートセンシングデータより抽出された伐採地（以下これを抽出伐採地と称す）について、その精度を求めることができたので報告する。なお、集計結果は2005年10月末現在のものであり、各県からの報告はあくまでも中間報告であることを理解していただきたい。

II. プロジェクトの概要

近年、放棄地が九州各県をはじめ全国に急速に拡がりつつある。九州の場合は、スギ人工林資源の豊かな大分県や熊本県において

その傾向が顕著であり、伐採された人工林面積の約25%にも及んでいる（大分県による1998年度報告）。このような放棄地の拡大は、人工林の減少による森林資源の減少（森林資源問題）と、再造林（森林造成）の放棄による水土保全機能や土砂流出防止機能といった公益的機能の低下（水土保全機能問題）に加えて、斜面崩壊等の危険性が大きくなることが懸念されている。

この放棄地問題は、九州全域共通の問題であるが、問題の性格上、その存在を肯定しにくく、九州全域の実態は明らかではない。先に示したように、この調査を行った県の事例では、相当数の放棄地が発生しており、単なる個別の問題から流域全体の問題となりつつある。CO₂吸収問題や循環型社会の構築において最も重要な役割を果たすと期待されている人工林を放棄する問題は、森林・林業分野だけに留まらず、もはや社会全体の問題といえる。

本プロジェクトの目的は、①九州全域の再造林放棄地の位置、立地・環境要因の把握を行い、それに過去の植生、現植生及び周辺植生の詳細調査・関係解析を加えて、②放棄後の植生予測モデルの構築、③植生再生のための低コスト育林プロセスの開発、④水土保全機能評価・斜面崩壊予測手法の開発を行うことである。今回の研究で得られた成果によって、人工林崩壊に向かっている九州地域の人工林資源の効率的な再生・適正化が期待できる。

III. 方法

伐採地抽出方法の全体については、図-1に示すとおりである。以下、その詳細について順を追って説明したい。

まず、リモートセンシングデータとしてLANDSAT 5/TMおよびLANDSAT 7/ETM+を用意した。LANDSAT シリーズを選定した理由として、空間分解能が30mであること、1シーンの

^{*1} Murakami, T., Ohta, T., Mizoue, N., and Yoshida, S.: Accuracy assessment of clear cut extraction using multi-temporal remotely sensed imageries: Research project of non-reforestation area in Kyushu region.

^{*2} 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

^{*3} 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. Bioenvir. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

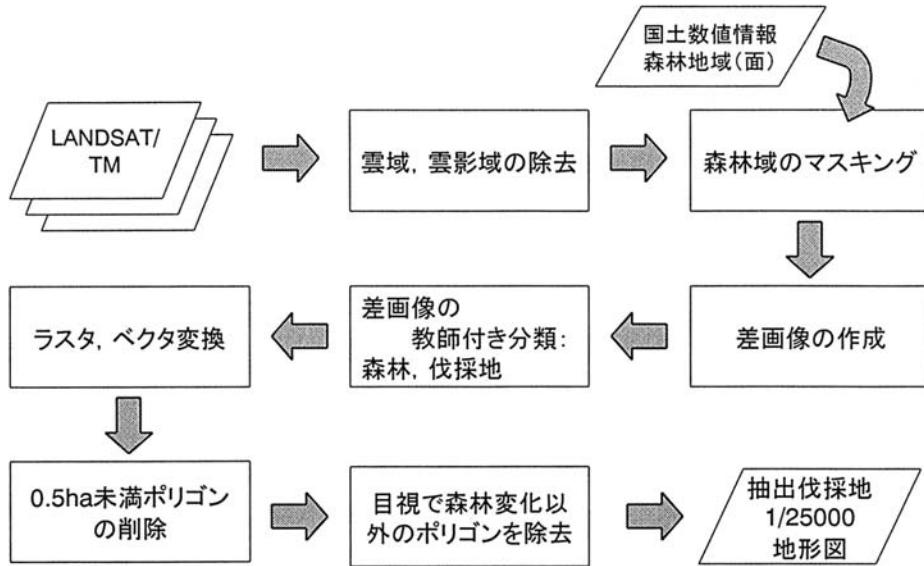


図-1. 伐採地抽出と成果図作成までのフローチャート

表-1. 使用した衛星データのリスト

パスローウ	衛星/センサ	データ観測日
112-37	LANDSAT5/TM	1997/4/1
112-37	LANDSAT5/TM	2000/1/4
112-37	LANDSAT7/ETM +	2002/11/17
112-38	LANDSAT5/TM	1997/4/1
112-38	LANDSAT5/TM	2000/1/4
112-38	LANDSAT7/ETM +	2002/11/17
113-37	LANDSAT5/TM	1997/4/5
113-37	LANDSAT5/TM	2000/9/7
113-37	LANDSAT7/ETM +	2002/11/24

観測幅が185kmと広いこと（同程度の空間分解能を有する他の衛星センサと比較して格段に広い）、伐採地抽出に有効とされる短波長赤外域を観測波長帯に有することが挙げられる。図-2に示すように、九州本島は3シーンのLANDSATデータでおおよそカバーされる。本プロジェクトでは、1998~2002年の5年間に生じた伐採地を抽出するため、その期間をカバーする直近の衛星データを選定した。また、およそ中間となる2000年のデータも利用し、該当期間における伐採地の出現時期を特定できるようにした（表-1）。LANDSATデータは全て、数値標高モデル（DEM）を用いて、地形歪み補正まで含めた幾何補正を行い、観測時期の異なるデータが互いに重なるように前処理を行った。

次に、幾何補正済みのLANDSATデータにおいて、雲とその影の領域を目視で選択し、その部分のデータを除去した。これにより期首データもしくは期末データのいずれかで雲、雲影が存在した地点は解析対象外となった。

今回の解析は基本的に森林変化点を抽出する作業であるが、リモートセンシングデータでは森林域以外の土地被覆変化点も多く含まれる。また、農地においては土地利用としては変化がなくても、農作物の作付け時期の違いなどから見かけ上変化点として抽出されることが数多く発生する。そのため、森林域以外の変化点を事前に解析から除外しておく必要がある。ここでは国土数値情報（<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>）から入手可能な「森林地域

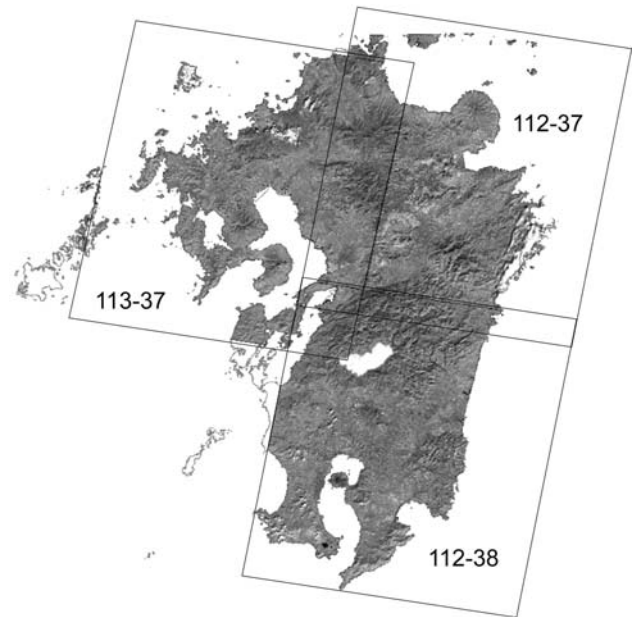


図-2. LANDSAT データのカバーする範囲。図中の数値はパスローウ

（面）」を利用した。このデータに添付している説明ファイルによると、昭和57年度（1982年度）時点の入力データであり、縮尺5万分の1相当の地図データからトレースされて作成されたものである。

雲、雲影の除去ならびに森林域のマスキングがなされたLANDSATデータについて、2時期のデータを組み合わせ差画像を作成した。ここでは、1997年データと2000年データの組み合わせと1997年データと2002年データの組み合わせを行った。当初は、2000年データと2002年データの組み合わせを予定していたが、期首、期末データの観測季節の違いなどから良好な結果が得られず、その代わりに1997年データと2002年データの組み合わせを採用した。

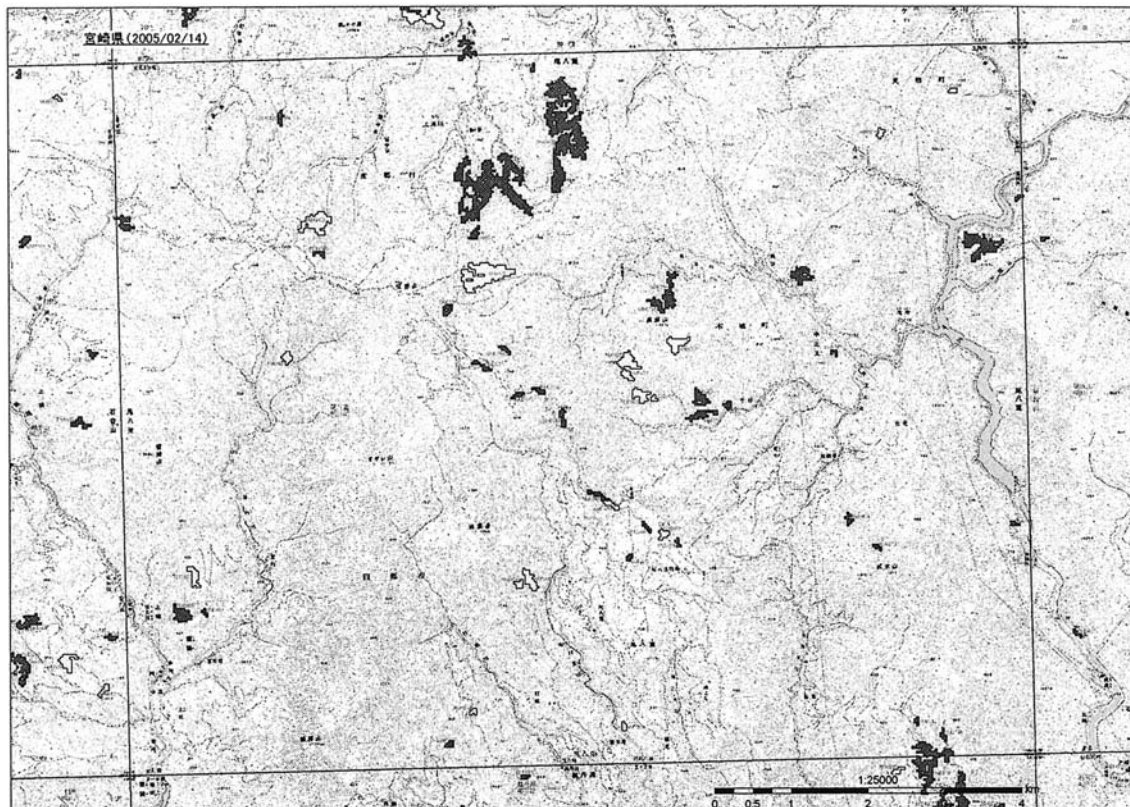


図-3. 抽出伐採地を1/25000地形図上で表示させた様子

差画像に対し、教師付き分類である最尤法を適用し、伐採地（森林変化点）と森林の2クラスで分類を実行した。

分類画像から伐採地のみを抽出し二値の画像データを作成した。抽出された全ての伐採地に対し、識別コードと面積を付与するため、ラスタ・ベクタ変換を行った。ベクタ化することにより、各抽出伐採地に対し属性データを与えることが可能となる。

リモートセンシングデータから抽出される変化点のうち、面積の小さい抽出伐採地には誤抽出が多く含まれるため（太田，2005）、一定面積未満の抽出伐採地は削除するようにした。全ての抽出伐採地に対し面積を計算し、面積が0.5ha未満の抽出伐採地を削除した。LANDSAT データの1ピクセルのサイズは30×30mであるが、6ピクセル（0.54ha）未満の伐採地を削除したことになる。

最終的な出力を前に、森林変化点以外の地点が含まれていないか確認するため、目視によるチェックを行った。抽出伐採地を国土地理院発行の数値地図25000（地図画像）に重ね、明らかに森林域ではない箇所に位置する抽出伐採地を削除した。さらに、前述したとおり、1997年と2000年データの組み合わせ、1997年と2002年データの組み合わせで伐採地抽出を行っているが、理論上1997～2000年中に生じた伐採地において、両者のデータが重なることになる。実際、それは抽出伐採地においても確認された。同一箇所にも別個の識別コードのついた抽出伐採地が存在するのを避けるため、そのような箇所では、1997～2002年データの抽出伐採地を削除した。

数値地図25000の上に抽出伐採地と識別コードを表示したものを大型プリンタにて印刷した。図-3にその一例を示している

が、2次メッシュ（25000分の1地形図1葉の範囲）毎に印刷を行った。印刷した地図は各県の担当者に配布し、伐採地であるかどうか、さらに植栽済みであるか、放棄地であるか、1点ずつ確認作業を実施してもらっている。

IV. 抽出伐採地の精度について

抽出伐採地の実際の変化内容について各県より報告を受けた。ここでは、抽出伐採地にどれだけ森林変化点以外の地点が含まれていたのかという点について報告したい。つまり、リモートセンシングデータからどれだけ正しい森林変化点を得ることができたのか、という事を検証したい。表-2に2005年10月末までに報告された総調査点数と森林変化以外の点数を県別にまとめている。この表に示す割合は、いわば誤抽出率である。高いもので24.2%、最も低いもので2.0%であった。全体では828点の抽出伐採地のうち142点が森林変化以外の地点であり、その割合は17.1%であった。現時点の集計では、2割弱の誤抽出があるという結果であった。

次に、どのような地点が変化点として存在したかについて示したい。表-3は期首画像取得時における土地被覆項目を件数の多い順に並べたものである。「変化なし」とあるのは、森林ではあるが、伐採等の変化が存在しなかった地点を意味する。これが全体の12.7%を占めていた。しかし、これ以外の土地被覆項目は森林以外に属する。つまり、今回誤って含まれた抽出伐採地のうち、87.3%は非森林由来であったということである。これはつまり、図-1で示した森林域のマスキングが完全ではなかったことを意

表-2. LANDSAT データから得た抽出伐採地に含まれていた森林変化点以外の点数

県	総調査点数* (A)	森林変化以外の点数 (B)	割合 (%) (B / A)
福岡県	116	19	16.4
長崎県	78	18	23.1
大分県	346	58	16.8
宮崎県	102	2	2.0
鹿児島県	186	45	24.2
全体	828	142	17.1

*2005年10月末までの報告値

味する。今回採用した国土数値情報・森林地域を精査してみると、森林域と非森林域（例えば、農地や宅地など）との境界部分の確定が十分でないことが分かった。また、果樹園や牧場、畜産施設もかなりの割合で森林域に含まれていることも確認された。これらの問題点はある程度予想されていたので、先に説明したように、最終出力の直前に目視により、明らかに森林域の変化でない地点を除去した。しかし、この作業では非森林域の可能性が疑われる地点については残す方針をとった。当然ながら見落としも発生したと考えられるため、これらの要因を総合的に含んだのが今回の誤抽出率であるといえる。

ところで、森林域の中で「変化なし」が抽出伐採地として含まれていた。これらは日射条件の違いなどから見かけ上変化点であるかのように抽出された地点であった。また、そのほとんどは面積が1 ha未満であった。太田（2005）によると、衛星データから得られる抽出伐採地の的中率は、伐採地の面積に大きく影響を受けることが確認されている。今回はその点を考慮して0.5ha以上の伐採地を対象にしたが、結果として完全に森林域内での誤抽出を抑えることはできなかったといえる。

LANDSAT データの空間分解能（30×30m）は、伐採地の詳細な輪郭を描くには十分なものではないが、図-2に示したように、少なくとも3シーンでもって九州本島全体をカバーすることが可能である。今回の件は、行政単位を超えた取り組みを行う上

表-3. 森林変化点以外の地点における期首画像取得時の土地被覆項目

土地被覆	件数	割合 (%)
農地	25	17.6
畜産施設	24	16.9
草地	23	16.2
舗装地・人口構造物	22	15.5
変化なし	18	12.7
果樹園	10	7.0
運動場・公園	9	6.3
裸地	7	4.9
ダム	3	2.1
採石場	1	0.7
総計	142	100.0

で、衛星データの利用が有効な手段であることを示す好例であるといえる。場合によっては地方自治体毎に調査方法が異なる場面もある中で、リモートセンシング技術が共通の方法を提供できた意義は大きいといえる。

本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「九州地域の再造林放棄地の水土保全機能評価と植生再生手法の開発（代表：吉田茂二郎）」で行われたものである。本論で用いた各県からの報告結果は、各県の試験研究機関ならびに行政担当者、森林組合関係者等多大なる関係各位のご協力に依るものである。ここに記して関係各位に感謝の意を表します。

引用文献

- 太田徹志（2005）九州大学卒業論文。
 林野庁編（2001）平成12年度林業白書。p. 21, 日本林業協会、東京。
 堺正紘（2003）森林資源管理の社会化。359pp, 九州大学出版会、福岡。

（2005年11月24日 受付；2005年12月5日 受理）