

九州本島における再造林放棄地の発生率とその空間分布

誌名	日本森林学会誌
ISSN	13498509
著者名	村上,拓彦 吉田,茂二郎 太田,徹志 溝上,展也 佐々木,重行 桑野,泰光 佐保,公隆 清水,正俊 宮崎,潤二 福里,和朗 小田,三保 下園,寿秋
発行元	日本森林学会
巻/号	93巻6号
巻号補足	
掲載ページ	p. 280-287
発行年月	2011年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



九州本島における再造林放棄地の発生率とその空間分布

村上拓彦^{*1}・吉田茂二郎²・太田徹志²・溝上展也²・佐々木重行³・桑野泰光⁴
佐保公隆⁵・清水正俊⁶・宮崎潤二⁷・福里和朗⁸・小田三保⁸・下園寿秋⁹

再造林放棄地の発生状況を定量化することを目的として、九州本島全域を対象として各県別の放棄地発生率を算出し、さらに放棄地の発生場所を空間的に明示した。針葉樹人工林伐採跡地の再造林の有無を確認するため、多時期リモートセンシングデータを用いた画像解析から得られた森林変化点を用いた。また、今回 1998～2002 年（前期）、2002 年以降（後期）で集計を行い、この 2 期間で放棄地の発生状況がどのように変化したのか提示した。点数ベースでみてみると九州本島全域での放棄地発生率は前期が 24.3%、後期が 30.9% であった。放棄地の分布状況を GIS で図化した結果、前期、後期とも共通して、放棄地は九州本島全域の森林域に満遍なく存在しているというよりは、特定のエリアに集中していた。2 次メッシュ単位で人工林伐採面積、放棄地面積を集計し、メッシュ単位で放棄地発生率を求めた。放棄地が著しく多く発生している箇所（発生率 50% 以上）がみられた箇所を前期と後期で比べてみると、その多くが一致しておらず、放棄地発生箇所が移動していることがわかった。また、少なくともこの 2 期間では後期の方で放棄地の発生場所が広く分散するようになっていくことが確認できた。

キーワード：LANDSAT、再造林放棄地、多時期リモートセンシングデータ、発生率、メッシュ集計

Takuhiko Murakami,^{*1} Shigejiro Yoshida,² Tetsuji Ota,² Nobuya Mizoue,² Shigeyuki Sasaki,³ Yasumitsu Kuwano,⁴ Kimitaka Saho,⁵ Masatoshi Shimizu,⁶ Junji Miyazaki,⁷ Kazuro Fukuzato,⁸ Miho Oda,⁸ Hisaaki Shimozono⁹ (2011) The occurrence and spatial distribution of non-reforested areas on the main island of Kyushu, Japan. *J Jpn For Soc* 93: 280-287 To quantify non-reforested area (NRA) in the Kyushu region, we analyzed the occurrence rate of NRAs in each prefecture and their spatial distribution. To determine reforestation after coniferous plantation forest clear cutting, we analyzed images to determine changes in area using multi-temporal remotely sensed imagery. We studied two periods, from 1998 to 2002 (first period) and after 2002 (second period), to determine changes in NRA between the two periods. Point-based analysis showed that the NRA occurrence rate for the entire Kyushu main island in the first and second periods was 30.9 and 24.3%, respectively. Mapping the NRA spatial distribution using GIS showed that NRAs were concentrated in specific areas in both the first and second periods, rather than being distributed uniformly in the forested regions of Kyushu. The cut area of coniferous plantation forests and NRA were totaled using the Japanese secondary mesh unit, with the NRA occurrence rate calculated via mesh unit. In comparing the first and second periods, we found that most of the meshes showing extremely high NRAs (occurrence rate >50%) were not located in the same place in the two periods. Thus, the occurrence of NRAs shifted between the two periods, with NRAs distributed more widely in the second period.

Key words: LANDSAT, non-reforested area, multi-temporal remote sensing data, occurrence rate, mesh statistics

I. はじめに

再造林放棄地とは「人工林が伐採された後に再造林が行われない林地」を意味し、その存在は拡大造林期の人工林が主伐期を迎えるようになってきた 1990 年代から認識されるようになった（堺 1997）。再造林放棄地（以後、放棄地）の存在は、将来の人工林資源の減少に直結するため、看過

できない深刻な社会問題と認識されている（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、九州大学）」において、放棄地の実態把握が取り組まれた（吉田 2006, 2009）。このプロジェクトの中で、「九州全域の放棄地の実態把握」が目的の一つとして大きく掲げられており、これまでにそ

* 連絡先著者（Corresponding author）E-mail: muratac@agr.niigata-u.ac.jp

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科 〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 (Graduate School of Science & Technology, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-nocho, Nishi-ku, Niigata 950-2181, Japan)

² 九州大学大学院農学研究院 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 (Faculty of Agriculture, Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, Japan)

³ 福岡県森林林業技術センター 〒839-0827 久留米市山本町豊田 1438 番地 2 (Fukuoka Forest Research and Extension Center, 1438-1 Yamamotomachi-Toyoda, Kurume, Fukuoka 839-0827, Japan)

⁴ 福岡県朝倉農林事務所 〒838-0068 朝倉市甘木 2014 番地 1 (Asakura Agriculture and Forestry Office, Fukuoka Prefectural Government, 2014-1 Amagi, Asakura 838-0068, Japan)

⁵ 大分県庁 〒870-8501 大分市大手町 3-1-1 (Oita Prefectural Government, 3-1-1 Otemachi, Oita 870-8501, Japan)

⁶ 長崎県農林技術開発センター 〒854-0063 諫早市貝津町 3118 (Nagasaki Agricultural and Forestry Technical Development Center, 3118 Kaizumachi, Isahaya 854-0063, Japan)

⁷ 佐賀県林業試験場 〒840-0212 佐賀市大和町大字池上 3408 (Saga Prefectural Forestry Experiment Station, 3408 Yamatocho-oaza-Ikenoue, Saga 840-0212, Japan)

⁸ 宮崎県林業技術センター 〒883-1101 宮崎県東臼杵郡美郷町西郷区田代 1561-1 (Miyazaki Prefectural Forestry Technology Center, 1561-1 Saigoku-Tashiro, Misato-cho, Higashiusuki-gun, Miyazaki 883-1101, Japan)

⁹ 鹿児島県森林技術総合センター 〒899-5302 始良市蒲生町上久徳 182-1 (Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center, 182-1 Kamouchou-Kamigyutoku, Aira 899-5302, Japan)

(2011 年 5 月 19 日受付；2011 年 10 月 14 日受理)

れに関連したいくつかの報告がされてきている（村上ら 2006, 2007, 2008; Murakami *et al.* 2010）。

放棄地を論じた既往の研究を振り返ると、まず堺（1997）は再造林放棄地の存在をいち早く指摘し、その後森林資源の社会化について論究している（堺 2003）。再造林放棄地に関する研究は九州地域を対象としたものが多いが、北海道においても深刻な発生状況が報告されている（山本 2001a, b; 駒木 2006）。山本（2003）は 13 道県の森林組合に対するアンケートから、6 割以上の森林組合が管内の放棄地の存在を認識していることを報告している。興梠（2004）は全国の森林組合に対するアンケート結果から、北海道、東北、近畿、九州のいわゆる林業が盛んな地域で再造林放棄につながりやすい理由での皆伐が多いことを報告している。佐藤（2000）は宮崎県内の椎葉村、諸塚村の林家を対象にしたアンケートから 1990 年代後半の皆伐の理由を分析し、借金返済のためや材価低迷に伴う間伐から皆伐への移行など、窮迫的な販売が根拠をみせていることが少なからず再造林放棄につながっていることを指摘している。また、興梠（2007）は南九州における再造林放棄と森林保有構造との関係を論じている。放棄地発生の立地要因に関する分析も行われており、粟生ら（2002）は大分県佐伯地方を対象に、野田・林（2003）、Noda and Hayashi（2004）は熊本県全域を対象に研究を行っている。行武ら（2007）は宮崎県を対象に、既存の統計資料を用いて、再造林面積と伐採面積の回帰分析から再造林率の推定を試みた。また、藤掛（2007）は、宮崎県を事例に素材生産の活発化と再造林放棄との関連について議論を行っている。

さて、いずれの報告も放棄地の存在自体は明らかにしているが、放棄地が人工林伐採後にどれぐらいの割合で発生しているのか、どのような空間分布を示すのか、現場で収集したデータに基づいて提示したものは村上ら（2007）以外にはない。再造林放棄の進行について定量的把握が求められており（山本 2001a）、今後の人工林資源問題を論じる上でその根拠となる数値を得ることは大変重要となっている。

本論では、再造林放棄地の発生状況を定量化することを目的として、九州本島全域を対象として各県別の放棄地発生率を算出し、さらに放棄地の発生場所を空間的に明示した。人工林伐採跡地の再造林の有無を確認するため、多時期リモートセンシングデータを用いた画像解析から得られた森林変化点を用いた。また、今回 1998～2002 年、2002 年以降で集計を行い、この 2 期間で放棄地の発生状況がどのように変化したのか提示した。2002 年以降の集計結果は既報（村上ら 2007）には含まれておらず、放棄地の発生状況の変化も解析しているのが本論の特徴である。

II. 方法

1. 再造林放棄地の定義と解析対象期間、対象森林

本論での再造林放棄地の定義は「針葉樹人工林を伐採し、その後 3 年以上経過しても造林および人為的な更新補助作業が行われていないもの」である（吉田 2006, 2009）。解

析対象期間は前期が 1998～2002 年、後期が 2002 年以降（概ね 2007 年まで）である。1998～2002 年分については林地の調査が 2005 年以降に実施されているため、上記の放棄地の定義を満たしている。一方、2002 年以降分については調査が 2008～2009 年に実施されているため、場合によっては伐採後 3 年以上という条件を満たしていないことが予想されたが、ここでは参考値として集計結果を提示することとした。対象とした森林は、九州本島全域の民有林（地域森林計画の対象となる民有林）である。なお、国有林は計画的な経営が行われており、放棄地は存在しないとの認識であるため、本プロジェクトでは対象としなかった（なお、国有林においても針葉樹人工林伐採後に再造林を実施しない林地はあるが、天然更新地として取り扱われている）。

2. リモートセンシングデータ

リモートセンシングデータとして LANDSAT5/TM および LANDSAT7/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 30 m であること、1 シーンの観測幅が 185 km 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（粟屋・田中 2003; Murakami *et al.* 2010）が挙げられる。図-1 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 年間ならびに 2002 年以降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（表-1）。また、1998～2002 年については、その期間のおよそ中間となる 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。2002 年以降については九州本島北東部（LANDSAT

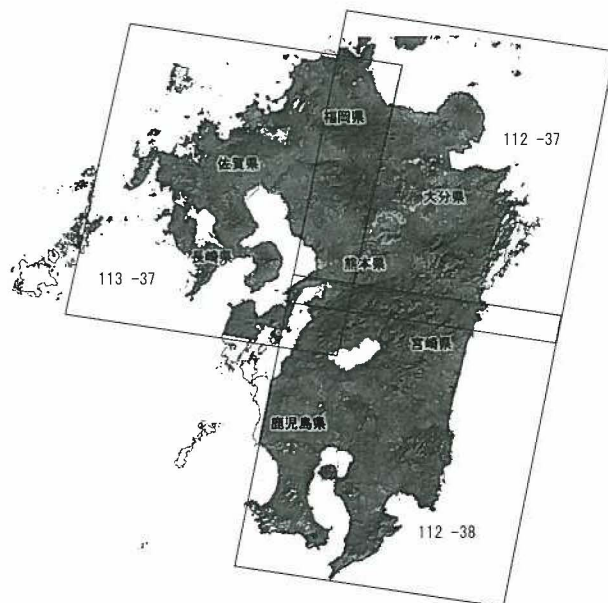


図-1. LANDSAT データのカバーする範囲

図中の数値はパス・ロー。

表-1. 使用した衛星データの一覧

パス-ロウ	衛星/センサ	観測日
112-37	LANDSAT5/TM	1997/4/1
112-37	LANDSAT5/TM	2000/1/4
112-37	LANDSAT7/ETM+	2002/11/17
ALAV2A113342930*	ALOS/AVNIR-2	2008/3/11
ALAV2A113342940		
ALAV2A042012930*		
ALAV2A042012940		
112-38	LANDSAT5/TM	1997/4/1
112-38	LANDSAT5/TM	2000/1/4
112-38	LANDSAT7/ETM+	2002/11/17
112-38	LANDSAT5/TM	2007/3/12
113-37	LANDSAT5/TM	1997/4/5
113-37	LANDSAT5/TM	2000/9/7
113-37	LANDSAT7/ETM+	2002/11/24
113-37	LANDSAT5/TM	2007/4/20

* ALOS/AVNIR-2 データについてはシーン ID。

データのパス-ロウ 112-37 に該当する範囲) で適当な LANDSAT データを準備することができなかったため代替的に ALOS/AVNIR-2 データを使用した。全てのリモートセンシングデータは、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。なお、DEM として国土地理院発行の数値地図 50 m メッシュ (標高) を用いた。

3. 森林変化点の抽出方法

前期 (1998~2002 年) の伐採地抽出方法については村上ら (2006) に詳しいので、ここでは後期 (2002 年以降) の伐採地抽出方法について詳しく述べる。

処理の流れについて図-2 に示す。幾何補正済みの LANDSAT データ、ALOS 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。

雲、雲影の除去がなされた LANDSAT データ、ALOS データについて、2 時期のデータを組み合わせた二時期合成画像を作成し、その後主成分分析を行った。LANDSAT データ同士の組み合わせの場合はバンド 7 (短波長赤外域) を選定し、期首データ、期末データのバンド 7 を組み合わせた 2 レイヤから構成される二時期合成画像を作成した。ALOS データと LANDSAT データの組み合わせの場合、ALOS データが可視域から近赤外域までしか観測していないため、バンド 3 (可視赤色域) を用いて、ピクセルサイズ 10 m、リサンプリング法に最近隣内挿法を適用して二時期合成画像を作成した。なお、上記のバンド選定の理由は、リモートセンシングデータを用いた伐採地抽出を検討した既往の研究成果に依拠している (栗屋・田中 2003; Murakami *et al.* 2010)。

2 レイヤから成る二時期合成画像に対し主成分分析を施し、第一主成分、第二主成分で構成される主成分画像を作成した。二時期合成画像に主成分分析を施すのは栗屋・田中 (2003) に従ったものである。主成分画像に対し「変化

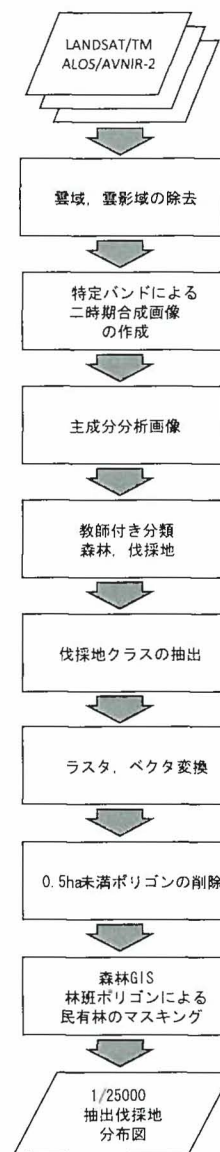


図-2. 森林変化点をマッピングするためのフロー

なし」「変化有り (植生減少)」「変化有り (植生増加)」の 3 クラスを設けて最尤法による教師付き分類を実行した。その後、分類画像に対し、最頻値フィルタ (5×5) を適用し、微小領域を除去した。

分類画像から「変化有り (植生減少)」のみを抽出し、これを森林変化点の候補とした。抽出された全ての森林変化点に対し、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、各森林変化点に対し識別コードや面積などの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森林変化点のうち、面積の小さい箇所には誤抽出が多く含まれるため (Murakami *et al.* 2010)、一定面積未満の森林変化点は削除するようにした。全ての森林変化点に対し面積を計算し、面積が 0.5 ha 未満の森林変化点を削除した。

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



図-3. 再造林の有無を確認するために用いた出力図の一例

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数多く含まれる。また、農地に関して土地利用としての変化はなくても、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。ここでは林野庁が整備した国家森林資源データベースの林班界データ（各県の森林 GIS 由来のポリゴンデータ。各県からの使用許諾は森林資源モニタリング調査データ利用委員会を通して取得）を用いて民有林内の森林変化点のみを対象とした。具体的には、抽出された森林変化点ポリゴンの内、林班データ（ポリゴン）にその重心が含まれるもののみを抽出した。

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に、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 25,000(地図画像)に重ね、明らかに森林変化点とは考えられないポリゴンを削除した。その後、数値地図 25,000 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 にその一例を示すが、森林変化点を林班ポリゴンの上に重ねて 2 次メッシュ(「標準地域メッシュ・システム」に従ったものであり、国土地理院発行の 1:25,000 地形図の 1 区画に合致したもの)ごとに印刷を行った。印刷した地図は各県の担当者に配布し、針葉樹人工林伐採地であるかどうか、さらに再生林済みであるか、放棄地であるか、1 点ずつ確認作業を実施してもらった。ちなみに森林変化点の抽出精度について村上ら(2006)を参考にすると、九州本島全域で 17.1%の誤抽出、各県別にみると 2.0~24.2%の誤抽出であった。比較的伐採地のサイズの大きい県では

誤抽出は低く、一方伐採地サイズの小さい県では誤抽出が多い傾向にあった。伐採地サイズと抽出精度に関しては Murakami *et al.* (2010) に詳しいので参考にしてほしい。

4. 各県別の集計

各県から報告を受けた森林変化点の状況を整理し、最終的に針葉樹人工林伐採地のみに注目し、再生林の有無から再生林地、再生林放棄地に分類した。各県別に点数と面積を集計した。面積はリモートセンシングデータから得られた値（ポリゴンから計算された値）であり、実測値ではない。前期に関して、面積は過小推定の傾向が明らかだったため村上ら（2008）を根拠として補正係数 1.8 を乗じた面積値を使用した。

5. メッシュごとの集計

放棄地の発生割合の空間分布状況を把握するために、2次メッシュを用いて放棄地の発生割合を算出した。針葉樹人工林伐採地ポリゴン（再造林地ポリゴンと放棄地ポリゴン）を属性データ付きでポイントデータに変換し、メッシュ単位でポイントデータの集計を行った。まず、メッシュ内の人工林伐採地の面積が10 ha以上のメッシュを抽出した。その後、人工林伐採地面積に占める放棄地面積の割合をメッシュごとに計算し、放棄地の発生割合とした。

III. 結 果

1. 再造林放棄地の発生率

人工林伐採跡地について再生林の有無を集計したものを表-2に示す。点数ベースでみると九州本島全域での放棄地発生率（再生林放棄地/人工林伐採跡地×100）は前期が24.3%，後期が30.9%であった。前期の放棄地の発

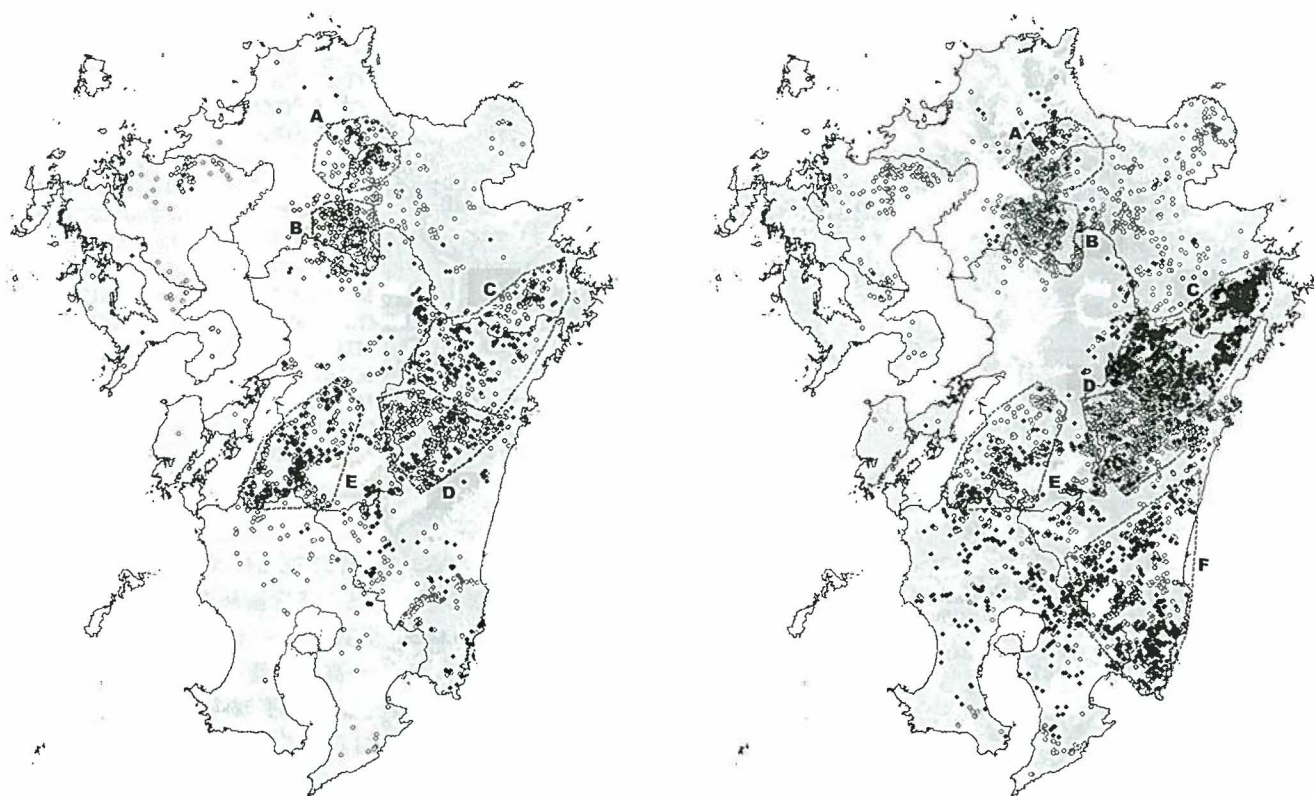


図-4. 再造林地、再造林放棄地の分布状況

(左) 1998～2002 年, (右) 2002 年以降。●再造林放棄地, ○再造林地。

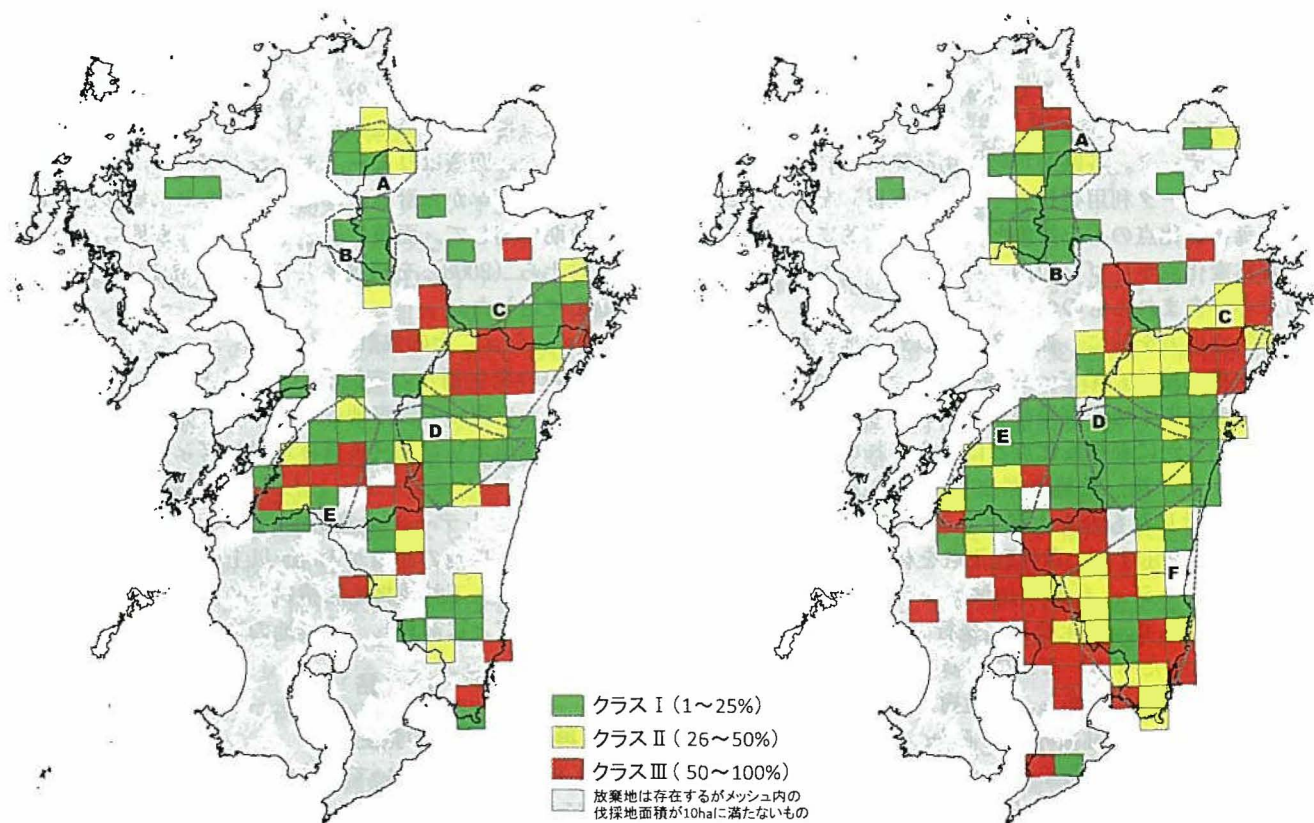


図-5. メッシュ別にみた再造林放棄地発生率 (再造林放棄地面積/伐採地面積×100)

(左) 1998～2002 年, (右) 2002 年以降。

表-2. 各県別の再造林放棄地発生率

	前期 (1998~2002)			後期 (2002 年以降)		
	人工林 伐採跡地 (a)	再造林 放棄地 (b)	発生率 (%) $b/a \times 100$	人工林 伐採跡地	再造林 放棄地	発生率 (%)
福岡県	181 (441.3)	21 (65.0)	11.6 (14.7)	369 (1162.8)	59 (208.3)	16.0 (17.9)
佐賀県	68 (138.7)	3 (4.1)	4.4 (2.9)	147 (370.2)	3 (7.6)	2.0 (2.0)
長崎県	22 (57.5)	3 (5.0)	13.6 (8.7)	23 (47.6)	1 (3.3)	4.3 (7.0)
熊本県	810 (2769.2)	270 (979.8)	33.3 (35.4)	557 (2608.1)	137 (531.1)	24.6 (20.4)
大分県	529 (1303.0)	71 (180.3)	13.4 (13.8)	931 (2058.0)	298 (671.4)	32.0 (32.6)
宮崎県	1046 (4079.1)	293 (958.1)	28.0 (23.5)	2729 (9306.1)	841 (2513.5)	30.8 (27.0)
鹿児島県	93 (202.8)	8 (18.5)	8.6 (9.1)	416 (1175.7)	258 (561.78)	62.0 (47.8)
合計 (九州本島全域)	2749 (8991.5)	669 (2210.7)	24.3 (24.6)	5172 (16728.3)	1597 (4496.9)	30.9 (26.9)

数値は地点数, () 内の数値は面積。

生率を県別にみると、最も高かったのは熊本県 (33.3%), 次いで宮崎県 (28.0%) であった。前期の放棄地のほとんどはこの両県に存在した。一方、後期で放棄地発生率が最も高かったのは鹿児島県 (62.0%) であった。次いで大分県 (32.0%), 宮崎県 (30.8%), 熊本県 (24.6%) が続いた。後期の放棄地の点数は宮崎県 (841 点) が最も多かった。佐賀県、長崎県は前期、後期ともに伐採地の点数自体が低い水準にとどまり、放棄地発生率も低かった。面積ベースの発生率は点数ベースのものとはほぼ同じ数値を示し、九州本島全域で前期が 24.6%, 後期が 26.9% であった。

2. 再造林地、再造林放棄地の分布状況

九州全域における放棄地、再造林地の分布状況を GIS で図化したのが図-4 である。前期、後期とも共通して、針葉樹人工林伐採地は九州本島全域の森林域に満遍なく存在しているというよりは、特定のエリアに集中していた。前期に伐採地が集中していたエリアとして A エリア (英彦山を中心とする福岡県と大分県の県境エリア)、B エリア (釈迦岳を中心とする大分県、福岡県および熊本県の県境エリア)、C エリア (大分県南部から宮崎県北部エリア)、D エリア (宮崎県中部エリア)、E エリア (熊本県中部から南部エリア) が確認された。ただし、B エリアと D エリアは、伐採地の点の割に放棄地の点が少ないエリアであった。

後期の分布状況をみてみると、全体的に伐採地の点数が多い印象を受けるが、実際に表-2 で確認できるように九州全体での点数は前期の 1.9 倍となっている。伐採地が数多く認められたのは前述の A~E エリアに加えて、F エリア (宮崎県南部エリア) であった。さらに、鹿児島県全域で前期よりは伐採地が多く確認できた。放棄地の分布状況は、前期の分布範囲周辺に拡大しているように見受けられた。九州北部地域では分布状況に大きな変化は認められなかったが、九州南部、特に鹿児島県では前期に比べて再造林放棄地の分布が広範囲に認められた。非常に多くの放棄地の分布が集中的にみられたのは C エリアであった。

林放棄地の分布が広範囲に認められた。非常に多くの放棄地の分布が集中的にみられたのは C エリアであった。

3. メッシュ別にみた再造林放棄地発生率

2 次メッシュ単位で人工林伐採面積、放棄地面積を集計し、メッシュ単位で放棄地発生率を求めた。その結果を便宜上、放棄地発生率が 1~25% をクラス I, 26~50% をクラス II, 51~100% をクラス III と分類して図示したものが図-5 である。人工林伐採地面積が 10 ha 以上のメッシュ数は前期が 99, 後期が 158 であり、後期においてメッシュ数が多かった。前期のクラス I, クラス II, クラス III の割合は、それぞれ 50.5% (50/99), 21.2% (21/99), 28.3% (28/99) であった。また、後期のそれは、それぞれ 43.0% (68/158), 27.2% (43/158), 29.7% (47/158) であった。前期と後期を比較すると、クラス I~III の比率は類似しており、クラス I が 4~5 割を占めていた。

前期の特徴として、C エリアの宮崎県側 (宮崎県県北地域) にクラス III のメッシュが八つ連続して分布していたことが挙げられる。また、E エリアにもクラス III がまとまっていた。一方、後期はクラス I のメッシュが熊本県から宮崎県にかけて連続して分布しているのが特徴的である。そして、そのクラス I がまとまった範囲の北側と南側にクラス II, クラス III のメッシュが分布した。また、後期の鹿児島県には多くのクラス III のメッシュが分布しているのも特徴的であった。

放棄地が著しく多く発生している箇所 (クラス III) がみられた箇所を前期と後期で比べてみると、その多くが一致しておらず、放棄地発生箇所が移動していることがわかった。また、少なくともこの 2 期間では後期の方で放棄地の発生場所が広く分散するようになっていることが確認できた。

IV. 考 察

1. リモートセンシングデータの利用

本論では九州本島全域を対象として、再造林地、再造林放棄地の発生場所について現地調査などを基本として確認し、放棄地発生率の県別集計と放棄地発生率の空間分布状況をメッシュ集計の手法によって明らかにすることができた。放棄地の存在そのものはアンケート調査などにより指摘されてきた (堺 2002) が、発生状況を定量的に示した例はほとんどないため貴重な成果を提示できたといえる。今回このような結果をとりまとめることができたのは、その調査データの基礎となったりリモートセンシングデータの存在が大きい。複数時期のリモートセンシングデータを用いることにより、ある一定期間に生じた伐採地を客観的に抽出することができた。村上ら (2006) が示しているように、リモートセンシングデータを用いた森林変化点の抽出には 2 割程度の誤抽出が含まれるため、抽出精度の面ではまだ完璧とはいえない。しかし、広域スケールを同一水準でデータを取得する点は、リモートセンシングの大きな利点の一つである広域性、反復性が最大限に生かされたもの

であるといえる。また、今回のプロジェクトは複数県にまたがるものではあったが、リモートセンシングデータという客観的なデータの存在が、調査データ全体に対し一定の質を保証したのは間違いないといえる。

2. 再造林放棄地発生率

人工林伐採跡地に占める放棄地の点数ならびに面積から放棄地発生率を計算した。その結果、九州本島全域では前期（1998～2002年）が24.3%、後期（2002年以降）が30.9%であった（表-2）。後期については調査期間の関係から必ずしも全ての調査地点が3年を経過していないため、放棄率を過大推定している可能性もあるが、概ね25～30%程度の放棄率が九州本島全域の数値と解釈できる。堺（2001）は各種アンケート調査を根拠としながら再造林放棄地の発生率をおよそ3割と予想していたが、本論で得られた九州本島全域の発生率はほぼこれに合致するものであった。

前期では放棄地のほとんどが熊本県と宮崎県に集中していたが、この両県での発生率は九州本島全域のそれより大きい数値を示した。後期では、放棄地の半分以上が宮崎県に存在したが、宮崎県における発生率（30.8%）は全域のそれ（30.9%）とほぼ同じであった。次いで、多くの放棄地が存在したのが大分県と鹿児島県で、これらの県では放棄地発生率が32.0、62.0%を示し、全域より高い数値を示した。前期と後期を比べて少なくともいえることは、放棄地の発生率の高い県が変化したということである。これは後述するメッシュ解析でも指摘されることであるが、放棄率の高い場所が変化していることを反映したものである。放棄地は同一の地域で一定の割合で生じているわけではなく、時間と場所を変え発生していることが今回の解析で始めて明らかになったといえる。

さて、上記の放棄地多発県、特に宮崎県、熊本県、大分県は全国的にも素材生産の活発な地域である。興梠（2007）、藤掛（2007）は、1990年代以降一貫して木材価格が低下する中で宮崎県の素材生産量は一貫して増加していることを指摘している。また、岡森（2003）は大分県南部流域に焦点を当て、近年同地域において皆伐が増えていることを報告している。旺盛な素材生産地域において放棄地が多発しているのは本論の結果からも間違いないといえる。戦後拡大造林地が伐期を迎え主伐が増加している地域、すなわち九州地域における素材生産の発生源において一定割合の再造林放棄が進んでいる実態を、本論では伐採地の造林の有無の確認という作業を通して明らかにすることができた。

ところで、鹿児島県が前期では放棄地発生率が低い水準（8.6%）であったのが、後期において極めて高い水準（62.0%）に変化した。この理由を指摘するのは極めて難しいが、今後社会科学的な背景も含めて検討していく必要がある。

3. 再造林放棄地の空間分布

放棄地発生率は2期間で大幅に変化していなかったが、

前期から後期にかけて発生箇所はひろがっていた（図-4）。非常に高い放棄地発生率（クラスⅢ：発生率51～100%）の分布状況が前期と後期で変化していた（図-5）。この状況は、一時期ある場所でコスト的に見合う林地が伐採され、再造林が放棄され、その後別の場所に伐採箇所がシフトし、新たな放棄地発生箇所となっているものと推測する。藤掛（2007）は立木価格の下落の中で、伐採・集材条件の良い山の選別が進んでいることを指摘しているが、本論で明らかにされた、前期と後期の放棄地発生箇所の変化は、伐れる山から伐っている現状を空間明示的に示したものであると思われる。

前期において宮崎県北地域（Cエリアの一部）に非常に高い放棄率のメッシュが集中していたが、この地域の伐採動向について興梠（2007）は分収造林地の主伐拡大が背景にあることを指摘している。このエリアは公社造林、機構造林、県行造林が比較的多く、特に県行造林に企業が関係していることが特徴となっている。これら分収造林地の伐採契約の時期にさしかかっていることが多くの伐採地を発生させており、それと同時に再造林からの撤退が高い割合で進行していることが報告されている（興梠 2007）。これは木材価格の低迷により分収造林自体の存在理由が喪失し、企業が森林経営から撤退していることを反映した結果といえる。

一方、伐採地が多く分布しながらも放棄地の発生は少ない地域（図-4、Bエリア、Dエリア）が確認された。特にDエリアに含まれる椎葉村は、興梠（2007）が2000年代に入って放棄地が減少した場所として紹介している。その理由の一つとして村独自の造林補助制度が言及されている。本論では、Dエリアの他地域とは異なる放棄地発生状況を分布図から確認できたわけであるが、その状況はその地域独自の取り組みを反映している可能性が高いといえる。

V. ま と め

本論では、複数時期のリモートセンシングデータから得た森林変化点をベースとして、九州本島全域の人工林伐採跡地の再造林の有無を確認した。その結果を集計し、前期、後期で県別の放棄地発生率を提示した。また、放棄地の発生地点を図示し、さらにメッシュ統計の手法で、放棄地発生率を二次メッシュ単位で示した。その結果、再造林放棄地の発生箇所が変化しながらひろがりをみせていることを提示した。

現在、日本の人工林は面積・蓄積ともに歴史的な高水準にある。一方で、利用可能な年齢に達した人工林の資源利用状況は、その量に比べて極めて低水準である。そのため、再造林放棄が多少進んでも、直ちに人工林資源が現在の水準を下回ることにはないことがシミュレーションでも示されている（藤掛 2007）。ただし、それは今後100年程度の話であり、30%ほどの放棄率が続けば、徐々に利用可能資源量が減ることは間違いない。全ての人工林を再生させる必

要はないのかもしれないが、一方で放棄地の多くが林道、作業道に近接したかたちで存在し、地利的には有利な場所が多いこと（堺 1997；山本 2001b；粟生ら 2002；岡森 2003）や伐採面積が小さい階層での条件有利地での再造林放棄が指摘されている（野田・林 2003）ことから、優良林地を効率的な資源育成の場としないことは一考の余地がある。堺（1997）が指摘するように、立木代が極めて低水準に留まっている状況下で森林所有者のみに再造林をゆだねるのは限界といえる。再造林放棄の問題と将来の木材資源確保の問題を社会全体で共有し、森林資源管理を社会化（堺 2003）することを考えていく必要がある。

最後に、本論でとりまとめた九州本島全域における再造林の有無を広域スケールで示したデータは他にはない貴重なデータセットである。放棄地の空間分布や放棄地発生率の空間的不均一性を立地的側面から分析したり、これからの放棄地発生状況を比較したりするために今後も活用することが重要である。

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す。

引用文献

- 粟生裕美子・光田 靖・村上拓彦・吉田茂二郎・今田盛生（2002）GISを用いた再造林放棄地の立地条件の解明。九州森林研究 55: 38-41
- 栗屋善雄・田中邦宏（2003）ランドサット TM データを用いた森林変化モニタリング指標の検討：スギ林の伐採と成長のモニタリング。写真測量とリモートセンシング 42(5): 60-70
- 藤掛一郎（2007）宮崎県における民有人工林素材生産の活発化と再造林放棄。林業経済研究 53: 12-23
- 駒木貴彰（2006）森林所有権移転の実態—北海道—。（森林・林業・木材産業の将来予測—データ・理論・シミュレーション—。森林総合研究所編，日本林業調査会）。227-238
- 興梠克久（2004）放置林の実態と企業等下流との連携による森林整備。森林組合 405: 13-21
- 興梠克久（2007）南九州における再造林放棄と森林保有構造—宮崎県を事例に—。林業経済研究 53: 24-35
- 村上拓彦・太田徹志・溝上展也・吉田茂二郎（2006）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
- 村上拓彦・太田徹志・加治佐剛・溝上展也・吉田茂二郎（2007）時系列 LANDSAT/TM データから得た抽出伐採地と再造林放棄地の分布。九州森林研究 60: 173-175
- 村上拓彦・溝上展也・吉田茂二郎（2008）高分解能衛星データを用いた再造林放棄地面積の詳細な把握。九州森林研究 61: 64-66
- Murakami T, Ohta T, Kajisa T, Mizoue N, Yoshida S (2010) Detection of clear-cut areas using the image differencing method with LANDSAT/TM data. Asian J Geoinform 10: 11-19
- 野田 巖・林 雅秀（2003）再造林放棄林分の発生要因に関する解析（I）。九州森林研究 56: 36-41
- Noda I, Hayashi M (2004) Characteristic Differences of Non-Reforested Lands Compared with Reforested Lands in Kumamoto, Kyushu. Bull FFPRI 3: 29-32
- 岡森昭則（2003）大分県南部流域—森林施業担い手の存在と再造林放棄の併存—（森林資源管理の社会化。堺 正紘編著，九大出版会）。76-88
- 堺 正紘（1997）林家の経営マインドの後退と森林資源政策の再編（I）：人工林の施業放棄について。九大演報 76: 25-38
- 堺 正紘（2001）循環型森林資源管理システムの再生のために—深刻さを増す再造林放棄問題—。林業技術 713: 2-6
- 堺 正紘（2002）林家の森林経営マインドの後退と森林資源管理の社会化に関する研究。242pp, 科研費報告書（11306011）
- 堺 正紘（2003）森林資源管理の社会化。九大出版会
- 佐藤宣子（2000）宮崎県における森林・林業・山村政策の展開。農業と経済 66(14): 53-61
- 山本美穂（2001a）人工林施業をめぐる地域的発現形態と森林管理の行方—北海道における再造林問題—。林業経済 54(3): 16-20
- 山本美穂（2001b）人工林皆伐跡地をめぐる土地利用の諸相—北海道における再造林問題—。熊本学園大経済論集 7: 189-204
- 山本美穂（2003）森林組合アンケートにみる人工林施業放棄の実態—「人工林における森林施業の放棄に関するアンケート調査（1999年）」より—（森林資源管理の社会化。堺 正紘編著，九大出版会）。62-75
- 吉田茂二郎（2006）『再造林放棄地』について—その実態を自然科学的に解明する試み—。山林 1460: 6-15
- 吉田茂二郎（2009）『再造林放棄地』について—その実態を自然科学的に解明する試みを終えて—。山林 1503: 2-10
- 行武 潔・藤掛一郎・中田武志（2007）宮崎県における再造林放棄に関する計量分析。九州森林研究 60: 1-5