

速報

長期経過再造林放棄地における植生回復とその要因^{*1}大本健司^{*2} ・ 長島啓子^{*3} ・ 吉田茂二郎^{*3} ・ 保坂武宣^{*3} ・ 溝上展也^{*3}

キーワード：長期経過再造林放棄地，広域研究，植生遷移

I. はじめに

近年，林業は外材との厳しい競争，採算性の悪化等の理由から，「再造林経費を補填できない程度の立木販売収入」という状況が続いている（11）。さらに，林業従事者の高齢化・過疎化による担い手の減少，台風などの自然災害やシカ食害の拡大によって，林家の経営意欲は後退し，人工林伐採跡地に再造林せず放置する「再造林放棄地」が九州を中心に増加している（11）。

再造林放棄地の増加は，森林資源の減少につながるだけでなく，その植生が回復しない場合，水土保持機能や二酸化炭素固定機能などの公益的機能の低下が懸念されている。さらに，近年における地震や集中豪雨などの自然災害の多発により，森林のもつ山地災害防止機能への国民の期待は大きなものとなっている（9）。そのため，再造林放棄地の増加は林業のみならず，私たちが生活する環境や社会全体における重要な課題として注目されている。この再造林放棄地の問題に早期に対応するためには，各放棄地において植生回復の可能性を評価し，回復しない場合には何らかの人手を加える必要があると思われる。

これまでに放棄地の植生回復に関する研究は，林分レベルでは

高木種組成の変化をみたもの（2），地形および管理履歴に着目したもの（15）などが報告されている。また，地域レベルでは，標高と伐採後の取扱いが人工林伐採後の植生回復に与える影響について解析したもの（10）が存在するが，遷移初期段階のみについての解析であり，伐採後長期間の時系列変化を視野に入れた解析は行われていない。しかし，広域に分布する再造林放棄地の植生回復状況を評価するには，より長期的な視点に立って広域的に植生回復パターンとその違いを決定する要因を把握する必要がある。そこで本研究は，再造林放棄地に回復する植生と植生の違いを決定する要因を広域的かつ長期的に把握するために，県レベルでの二度の調査（5～9年経過，11～15年経過）における植生状態を比較し，植生遷移の動向を明らかにすること目的としている。

II. 対象地・現地調査

第一回調査は2002年から2004年の5月から7月に行った。調査対象地は大分県が1998年に行った再造林放棄地実態調査によって放棄地とみなされた200点から，大分県北西部および南部に分布する37地点をランダムに抽出した。各放棄地において代表的な植生を含む様に4 m×4 mの方形区を2～6個設置し，合計76プロットを調査した。プロットを設定する際には尾根，谷，作業路や林縁効果を受けていると考えられる地点は避けるように注意した。各プロットでは，1.2 m以上の木本植物について，毎木調査（樹種，胸高直径，樹高）を行い，斜面方位，斜面傾斜，斜面の形状，シカの食害の程度を記載した。また，放棄地の立地条件として，近接広葉樹までの距離，放棄年数，面積，標高，近接広葉樹のタイプ，および過去の土地利用（森林または非森林）の記載を放棄地ごとに行った。

第二回調査は，2008年および2009年の6月から10月に行った。調査地点は第一回調査を行った地点から，当時優占していた植生タイプをもとに24点抽出し，各放棄地において前回の調査プロットの設置位置に近いと考えられる地点を斜面方位，植生などから判断し，10 m×10 mの方形区を1～2個設置し，合計35プロッ



図-1. 調査地概要

^{*1} Omoto, K., Nagashima, K., Yoshida, S., Hosaka, T. and Mizoue, N: Patterns and factors of long term vegetation recovery at abandoned plantation clear-cut sites.

^{*2} 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Bioenvir. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

^{*3} 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

トを調査した。第一回調査と同様にプロット内に存在する1.2 m以上の木本植物について毎木調査を行い、立地条件に関するデータ収集を行った。

Ⅲ. 解析方法

1. 植生タイプの種類

第一回調査および第二回調査合計111プロットについて、毎木調査で得られた樹種を、常緑高木、常緑低木、落葉高木、落葉低木および先駆種の5つの生活型に分類し、各プロットにおける生活型ごとの胸高断面積合計割合を算出した。この生活型ごとの胸高断面積合計割合を用いて、選択距離をユークリッド距離および分類手法をワード法として階層的クラスター解析によって各プロットを分類し、植生タイプとした。

2. 植生タイプの特徴

クラスター解析によって分類された各植生タイプの特徴を把握するため、植生タイプごとにそれぞれの生活型の平均胸高断面積合計割合を算出した。さらに、各植生タイプの特徴を明らかにするために放棄年数、標高、面積、斜面方位、斜面傾斜の5つの値について植生タイプに含まれる全プロットのデータを用いて箱ひ

げ図を作成した。また、植生タイプ間に差がみられるかをKruskal - Wallisの検定を用いて比較した。斜面方位については、調査によって得られた数値から南北を表現させるため、真南が-1、真北が1の値をとるようにコサインの値に変換した。

3. 植生遷移の動向およびその要因

植生遷移の動向およびその要因を明らかにするために、除歪対応分析 (Detrended Correspondence Analysis : DCA) を行った。データにはクラスター解析同様、第一回調査、第二回調査合計111プロットの生活型ごとの胸高断面積合計割合を用いた。また、DCAで得られた各軸と各プロットの立地条件 (放棄年数、面積、標高、斜面方位、斜面傾斜、斜面の形状、シカ食害の有無、近接広葉樹までの距離、近接広葉樹の分類および過去における樹木の有無) との相関をみるために相関係数を算出した。その際に、斜面方位は上述のようにコサインの値に変換し、斜面の形状は、谷地形=3、平行=2、尾根地形=1、シカ食害の有無は、強度に有り=2、有り=1、無し=0、近接広葉樹までの距離は、0~50m=5、50~100m=4、100~150m=3、150~200m=2、200m以上=1、近接広葉樹の分類は、常緑樹=3、常緑-落葉樹混交ないしは常緑樹-伐採跡地=2、落葉樹=1、過去における樹木の有無については、有り=3、まばらに有り=2、樹木無し

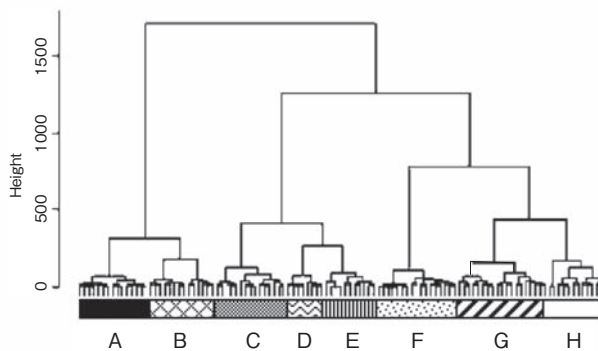


図-2. クラスター解析によって得られた樹形図

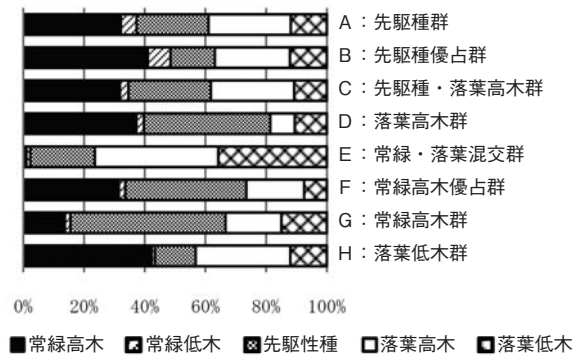


図-3. 各植生タイプの胸高断面積合計割合

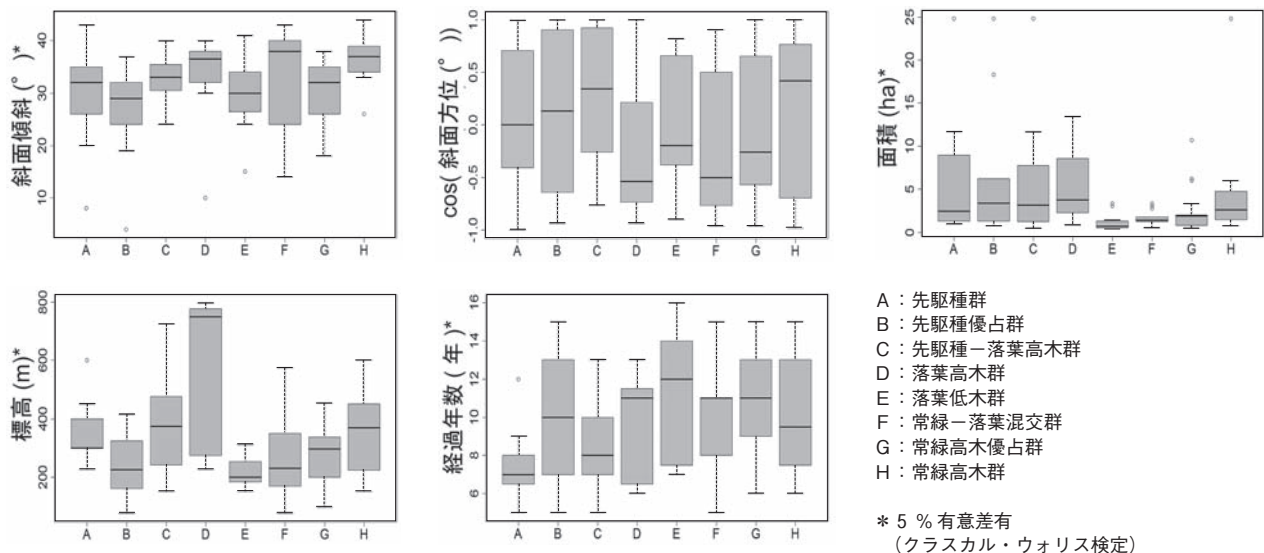


図-4. 各植生タイプの立地条件特性

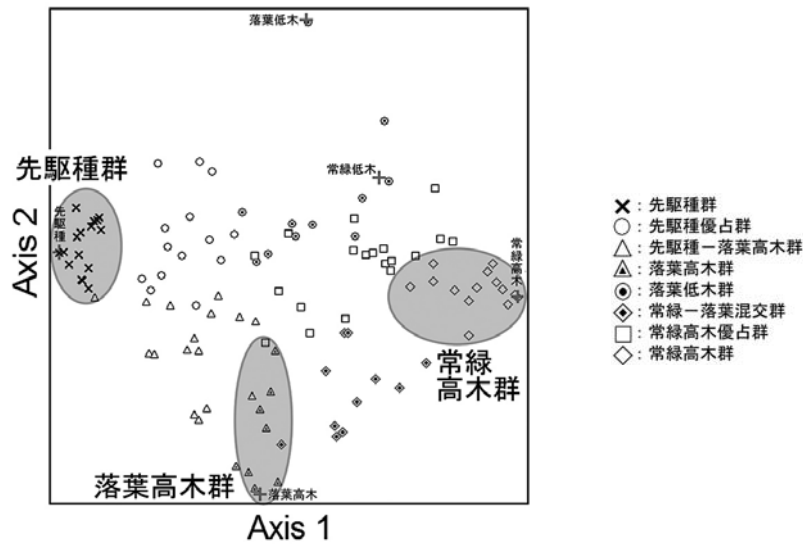


図-5. DCAによって得られた散布図

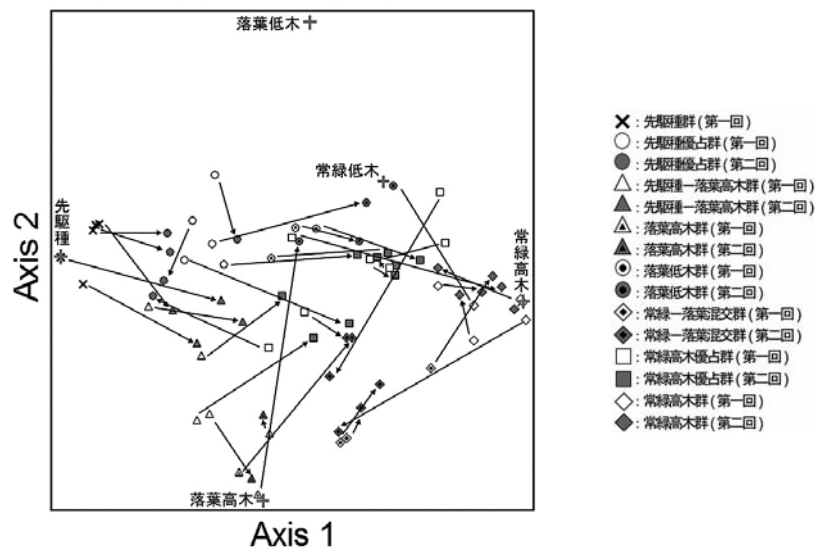


図-6. 散布図上の遷移の動向

ないしは人工林有り = 1 のダミー変数をそれぞれ与えた。なお、ダミー変数のものは、Spearman の順位相関係数を、その他の立地条件は Pearson の相関係数を算出した。

IV. 結果

クラスター解析の結果、図-2のように、8つの植生タイプに分類された (A, B, C, D, E, F, G および H)。分類された各植生タイプについて、各生活型の胸高断面積合計割合の平均値から (図-3)、A 群を先駆種群、B 群を先駆種優占群、C 群を先駆種-落葉高木群、D 群を落葉高木群、E 群を常緑-落葉混交群、F 群を常緑高木優占群、G 群を常緑高木群、H 群を落葉低木群とした。植生タイプ間で立地条件の比較を行った結果、斜面傾斜、面積、標高および経過年数に 5% 有意水準で差がみられ、斜面傾斜では先駆種優占群は傾斜が緩く、常緑-落葉混交群では

傾斜が急な傾向がみられた。また、面積では常緑高木が多く入っている植生タイプと落葉低木群で面積が小さく、先駆種や落葉高木が優占している植生タイプでは面積が大きかったという傾向がみられた。標高では落葉高木群が特に標高が高く、経過年数では先駆種群が特に短い傾向がみられた (図-4)。

DCA の結果、一軸の値が小さい位置に先駆種群、一軸の値が大きい位置に常緑高木群、二軸の値が小さい位置に落葉高木群が配置される傾向がみられた (図-5)。得られた DCA 散布図の中で第一回第二回調査ともに調査している地点を抽出し、その動向を見ると、一軸について正の方向に向かう動き、すなわち先駆種群から常緑高木群へ向かう動きと、わずかながら先駆種群から落葉高木群をへて常緑高木群へと向かう動きがみられた (図-6)。DCA の第一軸は、放棄年数と正 ($r = 0.289$)、面積と負の相関 ($r = -0.352$)、シカ被害の有無とは有が正・無が負 ($r = 0.213$)、近接広葉樹の分類とは常緑樹が正、落葉樹が負の相関

($r = 0.345$) がみられた。第二軸は、近接広葉樹までの距離とは負の相関 ($r = 0.224$)、シカ食害の有無とは有が負、無が正の相関 ($r = -0.232$) がみられた。その他の立地条件には相関がみられなかった。つまり、一軸の値が大きいほど、経過年数が長く、面積は小さい、近接広葉樹が常緑樹でシカの食害がみられる傾向にあるといえる。また、二軸の値が大きいほど、近接広葉樹までの距離が短く、シカの食害がみられない傾向を示した。

V. 考察

今回の調査における大まかな遷移の流れは①先駆種群から常緑高木群への遷移、②先駆種群から落葉高木群を経て常緑高木群へ向かう遷移がみられた。①は攪乱後にみられるような一般的な遷移である (1) が、②のような遷移の流れの報告はみられない。また、落葉高木の優占樹種であるカナクギノキやクマノミズキについて注目すると、クマノミズキが台風の攪乱後、林冠を構成していた事例 (5) や、照葉樹林下においてクマノミズキの埋土種子が多く見つかった事例 (7)、崩壊地の林縁に先駆種の典型であるアカメガシワやヌルデとクマノミズキが共存していた事例 (12)、カナクギノキを含む植生群落が森林破壊地の先駆相にみられること (4) から、この二つの樹種は照葉樹林構成種でありながら、先駆種のような生態的特徴をもっている樹種であるといえる。そのため、落葉高木群から常緑高木群への遷移がみられたと考えられる。

要因についてみると、一軸は、経過年数と正の相関がみられるので、時間の流れを表しているといえる。また、一般に、小面積であるほど外部からの種子散布の影響を受けやすく、近接広葉樹林が常緑樹林であれば、常緑樹が侵入しやすいといわれている (6)。このことから、これらの一軸と相関を示した要因は遷移のスピードを変化させる可能性があるといえる。また、シカ食害も遷移のスピードを変化させる要因となりうる。今回負の相関ではなく、正の相関がみられたのはシカの食害があっても高い萌芽能力をもつ常緑樹 (14) が他の種に比べて生存する可能性が高かったためとも考えられるが、シカの採食に対する各樹種への忌避性や嗜好性などを含めさらに検討が必要であろう。

また、二軸は遷移の動向パターンの決定に影響していると考えられる。そこで、二軸に対して値の低い位置にプロットされた落葉高木群の種組成を見ると、優占種はカナクギノキやクマノミズキであった。前者が多肉果、後者が石果と呼ばれる果実をつける。一般に、多肉果は鳥散布であるといわれ、石果は分類上多肉果に含まれる (8)。また、クマノミズキと同じミズキ科であるミズキは、鳥散布である (13)。よって、これら二つの種は鳥散布型の種子散布様式をもった種として定義することができる。これまでの研究で鳥による種子の散布距離は数百m程度と言われている (8) から、鳥散布の種は近接広葉樹までの距離が遠くても侵入することができると考えられる。さらに、今回の調査で常緑高木群の優占種は重力散布型の種子散布様式をもったアラカシであった。そのため、近接広葉樹までの距離が二軸に負の相関がみられたと考えられる。また、一軸と相関がみられた面積も種子散布距離に影響する因子だと考えられるので、今後一軸二軸の関係についても考察する必要があるだろう。二軸と相関のみられたシ

カ食害の有無については、適切な考察が行えなかった。さらに、この要因は一軸にも相関がみられているため、種子散布距離と同様に一軸二軸の関係についても今後より考察を深めていく必要があるだろう。

VI. おわりに

今回の結果から、再造林放棄地の植生遷移は、先駆種から常緑高木群へ向かう動きと、先駆種から落葉高木群を経て常緑高木群へ向かう動きがみられた。また、その動きは近接広葉樹までの距離などの要因で決定され、その遷移の動向は時間の流れによって動き、面積などの立地条件によってそのスピードが変化すると考えられる。また、九州における遷移の極相は照葉樹林 (3) であるといわれており、今回調査した再造林放棄地の植生は最終的にはその照葉樹林の優占種である常緑高木種が優占する植生タイプへと遷移すると考えられた。ゆえに、今回解析をおこなったプロット全体では植生は回復しているといえるだろう。しかし、プロット一つ一つを個別にみると、今回の遷移の動向に対して逆行するプロットや、遷移が進んでいないプロットも存在した。今回は解析および観察は行っていないが、このように逆行したり、停滞しているプロットについて考察を深める必要があるだろう。そうすることで植生回復が遅れている要因を明らかにし、回復を促す何らかの対策を講じることができると考えられる。

引用文献

- (1) 上中 作次郎 (1993) 大分県森林被害復旧総合対策検討委員会報告書 163-179.
- (2) 勝木 俊雄ほか (2003) 日本森林学会誌 265-272.
- (3) 宮脇 昭編著 (1981) 日本植生誌 九州. 484pp, 至文堂, 東京.
- (4) 宮脇 昭・奥田 重俊編著 (1990) 日本植物群落図説 800pp, 至文堂, 東京.
- (5) 永松 大ほか (2002) 九州森林研究 50-53.
- (6) Nagashima, K. et al. (2009) J. For. Res. 14 : 135-146.
- (7) 仲 和夫 (1984) 遺伝 38 : 51-55.
- (8) 中西 弘樹著 (1994) 種子はひろがる, 256pp, 平凡社, 東京.
- (9) 林野庁 (2007) 平成19年度 森林林業白書 231pp.
- (10) Sakai, A. et al. (2006) J. For. Res. 11 : 253-265.
- (11) 堺 正紘 (2002) 平成11年~13年度科学研究費補助金 (基盤研究 (A) (2)) 研究成果報告書 (課題番号11306011) 1-8.
- (12) 佐藤 重徳・酒井 敦 (2005) 日本鳥学会誌 54 : 23-28.
- (13) 上田 恵介 (1999) 鳥類によって運ばれた種子の空間分布. (種子散布. 助け合いの進化論<1>, 109pp, 小南 陽亮編著). 17-26.
- (14) Yamagawa, H. and Ito, S. (2006) J. For. Res. 11 : 455-460.
- (15) Yamagawa, H. et al. (2006) J. For. Res. 99-106.

(2009年10月24日受付; 2010年1月29日受理)