

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：17601  
研究種目：挑戦的萌芽研究  
研究期間：2014～2015  
課題番号：26660128  
研究課題名(和文)「やっちはいけない森林施業」を明らかにするアセスメント

研究課題名(英文) Assessment of undesired forest management

## 研究代表者

伊藤 哲 (Ito, Satoshi)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号：00231150

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：暖温帯における天然更新、広葉樹林施業、複層林施業、列状間伐、植栽樹種選択等について、これまでの研究・事業実行事例の収集・分析を行うとともに、数値シミュレーション等によってその成否を分析し、やっちはいけない森林施業の事例をある程度体系化することができた。暖温帯の有用樹種の天然更新はほぼ不可能に近いこと、上下2段林については天然更新・人工造林の別にかかわらず経営的に成立する可能性が少ないこと、列状間伐については間伐前の個体のバラツキが大きい林分への適用は保育効果が低いこと、数値シミュレーションにより植栽樹種選択の妥当性を客観的に評価できることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：We assessed the undesired forest management in terms of natural regeneration, multi-storied forests, line thinning and selection of restocking species by reviewing previous studies and experimental tryouts in the national forests. As the results, we could illustrate the undesired forest management systematically by summarizing the previous cases into a condition-procedure matrix or a decision flow diagram as follows; 1) Natural regeneration of broadleaved timber species is almost impossible in the warm temperate region, 2) Multi-storied forest management with heavy thinning cannot be economically successful irrespective to natural regeneration or artificial planting. 3) Line thinning applied to the stand with large variations of pre-thinning tree size could cause the loss economic value of thinned stands and unimproved competition status. 4) Numerical predictions could provide decision support information for selection of management methods precisely and objectively.

研究分野：造林学

キーワード：森林施業 アセスメント 失敗事例 成功事例 条件 - 施業マトリックス 成否判定フロー シナリオシミュレーション

## 1. 研究開始当初の背景

わが国では長い間、拡大造林・複層林化・広葉樹林化・長伐期化等などの森林施業の研究成果が実際の森林施業に正しく反映されず、全国一律な施業指針として普及され、不適切に実行されることが多かった。その結果、様々な施業の当初目的が達成されないばかりか、森林の諸機能に支障をきたす事例も多い。

このような画一的な技術普及の弊害に対する反省から、近年の森林技術者養成では具体的な施業選択を個人の判断に任せるような指導が見受けられるようになってきている。確かに、個々の森林管理のローカリティが高く、ケースごとの判断は重要であるが、他方で森林科学の研究成果がこのようなケースごとの判断に資する情報を発信できているとはいえない。さらに、基準のない個別判断を放置すれば、何をしてもよいという極めて危険な状態にも発展しかねず、これは技術論の放棄につながる。この問題は近年、施業研究は必要かという、森林科学の存在意義に関わる問題に発展してきている。

この原因として、(i)研究者の扱うケーススタディから一般論を導くのは危険であること、(ii)これを理由に研究者はベストの選択を科学的に示せないし、示しながらないこと、および(iii)結果として研究者は「詳細は現場に依じて」という逃げに終始しているのが実態である。

この解決策として、最善の単一手法を推奨する技術指針提案から大胆に発想を転換し、施業研究の結果得られた失敗事例のレビューと分析を通して、個々のケースにおける判断に資する森林技術体系を構築することが有効と考えられる。すなわち、(i)事業としての失敗例は論文として公表されにくいのが相当数あるはずである。(ii)森林施業が失敗した理由を論理的に説明することはできる。(iii)これらの知見を収集整理(ネガティブ・アセスメント)し、管理の現場で「やってはいけないこと」を体系的に示せば、自ずと技術者の選択肢は絞られるであろう。(iv)このように新しい視点から施業を体系化することが、これまでの森林科学研究の蓄積を社会に還元する近道である。

## 2. 研究の目的

本課題は、「失敗を成功の糧」とするために施業研究をレビューおよびシミュレーション研究を通して、既往研究の成果を実際の森林管理に活かすための「選択許容範囲」を提示する方法論の構築を目指し、以下の3点を研究目的とした。

(1)天然更新および複層林施業に関する既往の研究成果のメタ解析を行い、各ケーススタディの地域的個別性や試験実施条件ごとに知見を整理するとともに、失敗事例を抽出・収集する。

(2)これらの事例が失敗した原因をケース

横断的に整理する。これらの結果を総合して、施業の種類ごとに「やってはいけないこと(ネガティブ・リスト)」を作成し、これを基に技術者が選択可能な施業の「許容範囲」(ポジティブリスト)を浮き彫りにして、体系的に提示する。

(3)数値シミュレーションを駆使したシナリオ分析により、列状間伐および植栽樹種選択における「やってはいけない施業」を理論的に明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1)暖温帯におけるにおける天然更新技術に関するネガティブ・アセスメント

各種研究成果データベースを活用し、天然更新および複層林施業について過去の試験・事業例の洗い出し、これらの成果報告の中から成功事例と失敗事例を抽出整理した。

調査対象事例について、試験地・事業地の条件、施業手法の細部の相違点、および考えられる失敗要因を洗い出し整理した。

上記の結果の集約し、施業の失敗条件をマトリックスの形で整理することにより、天然更新技術のネガティブ・リストを試行的に体系化した。

(2)暖温帯におけるにおける複層林施業に関するネガティブ・アセスメント

上記(1)と同様の手法で複層林施業に関する失敗事例およびその要因を抽出した。

これを成否判定フローの形で整理することにより、複層林施業技術のネガティブ・リストを試行的に体系化した。

(3)列状間伐に関するネガティブ・アセスメント

ヒノキ林の実測データを用いて直径成長の個体ベースモデルを構築した。

個体サイズおよびバラツキの異なる林分データを仮想的に生成し、上記の成長モデルを用いて異なる間伐方法を適用した場合のシナリオシミュレーションを行った。

シミュレーションの結果から、列状間伐のネガティブな効果とその条件を特定するとともに、列状間伐の適用可能範囲を抽出した。

(4)植栽樹木の樹種選択に関するネガティブ・アセスメント

森林資源モニタリング調査データを用いて、スギおよびヒノキを対象として地位指数推定モデルと地位指数曲線推定モデルを結合したモデルについて、隠れ変数を用いたベイズ推定によりパラメータを求めた。

地位指数推定モデルについて推定された

パラメータを用いて、森林資源モニタリング調査のスギおよびヒノキプロットについて位置情報から地位指数を推定し、調査プロットにおける両樹種の地位指数を絶対値によって比較した。スギとヒノキの成長速度におけるポテンシャルの違いを考慮するため、九州および四国本島の人工林地帯について50m解像度の地位指数分布図を作成し、各プロットの地位指数について地位指数分布図の全50mセルを母数とするパーセンタイルを求め、スギおよびヒノキそれぞれの樹種における相対的な土地生産力を評価した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 暖温帯における天然更新・広葉樹林施業に関するネガティブ・アセスメント

九州森林管理局高岡森林技術センターの技術開発完了課題27件(昭和57年度~平成16年度)について、事業報告書をレビューしポジティブ評価とネガティブ評価をリストアップし、その結果をマトリックス型で体系化した。

やっぺはいけいない天然更新施業の事例として、堅果実播、シカ生息地での天然下種や実生刈り出し等が明らかとなった。条件付きで実施可能な施業として、若齢を除く段階での除伐や萌芽の芽かき等、小径木以外の前生樹保残等が明らかとなった。

このような体系化によって、自分の管理対象の条件と照らし合わせて、「やっぺはいけいない」以外のオプションを検討しやすい施業提案が可能となった。

以上のようなネガティブ・アセスメントは少なくともわが国では初めての試みであり、世界的に見ても事例はほとんど見当たらない。このようなネガティブ・アセスメントを他の様々な施業項目に適用することにより、既往および今後の研究成果を実際の森林管理に体系的に活用できる可能性が示された。

表1 やっぺはいけいない有用広葉樹(シイ・カシ)更新・保育と森林施業とその条件

	人工林伐跡	前生樹		種子源距離	シカ生息地	低質二次林
		大・多	小・少			
天然下種	×(タブ)	※刈り出し要増量後残	×	×(>5m)	×(食害)	×
堅果実播		×(食害でほぼ全滅)				
地播き		×(先駆種除伐、節数コスト)				
刈り出し					×(選別)	
除伐		若齢時の効果は期待できない			(選別)	(劣化)
萌芽更新	(葉陰生種)		(樹皮剥離)		(樹皮剥離)	×
萌芽の芽かき		早期は風倒を助長				
前生樹保残		小径木のみ保残は枯死リスクあり				

##### (2) 暖温帯におけるにおける複層林施業に関するネガティブ・アセスメント

九州森林管理局高岡森林技術センターの技術開発完了課題27件(昭和46年度~平成12年度)について、事業報告書をレビューしポジティブ評価とネガティブ評価をリストアップし、その結果を判定フロー型で体系化した。

広葉樹 - 広葉樹型複層林では、人工林・天然林に関わらず下木の定着が困難であり、樹形の乱れた生じやすいことが明らかとなった。

針葉樹 - 広葉樹型複層林では上木の風倒被害の危険性が大きく、また下木の定着後も下刈り等の保育が必要であること、林内の前生樹を必ず保残する必要があることが明らかとなった。

針葉樹 - 針葉樹型複層林では、下刈り省力は期待できず、上木の風倒被害も発生しやすいこと、さらに下木が成長するにつれて上木伐倒による被害が増加することが明らかとなった。

以上の結果から、小面積皆伐を伴わない複層林(垂直二段林)は基本的にやっぺはいけいないことを指摘した。

本課題で整理を試行した判定フロー型のネガティブ・アセスメントは、実際の森林管理における個別判断基準として有用であると考えられた。

表2 対象試験地の諸条件

項目	条件
上木樹種	スギ、ヒノキ、広葉樹
上木林齢(誘導開始時)	32~87年生
伐採方法(更新伐)	小面積皆伐、群状、帯状(等高線・縦・横)、列、保残木
下木樹種	スギ、ヒノキ、イチイガシ、タブノキ、クスノキ、ケヤキ
更新方法	植栽、天然下種( )
受光伐の伐出方法	地引、架線、受索、人工シユラ他
上木伐採時の下木樹齢	5-12年生
調査項目	光環境、天然更新、活着、成長、行程、被害、歩留り

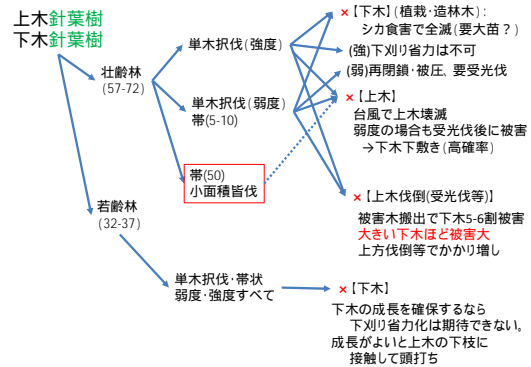


図1 針葉樹-針葉樹二段林型複層林の判定フロー

##### (3) 列状間伐に関するネガティブ・アセスメント

競争効果を考慮したヒノキ造林木の直径成長の個体ベースモデルを構築した。

このモデルを利用して異なる間伐方式の違いが個体および林分の成長に及ぼす影響を比較した結果、対象ヒノキ林の個体の成長は個体サイズに大きく依存していることを明らかにした。

モデルに基づく間伐後の成長予測の結果、機械的な選木による列状間伐は成長量の小さな小サイズ個体を残すことによって、成長促進効果をあまり発揮できないことが明らかになった。

列状間伐で競争緩和による林分全体の成長量を増大させるには、最低でも間伐前材積の5%相当以上の定性的な補間伐により、成長の改善の見込みがない小径個体を除去する必要があると考えられた。一方、林分単位での材積成長の予測結果は、間伐の種類に関わらず間伐強度の影響を強く受け、競争緩和の効果よりも保残される個体のサイズおよび総材積の影響の方が大きいことが明らかとなった。このようなシナリオシミュレーションにより、個々の事例分析に基づくネガティブ・アセスメント結果をより客観的に評価できることが示された。

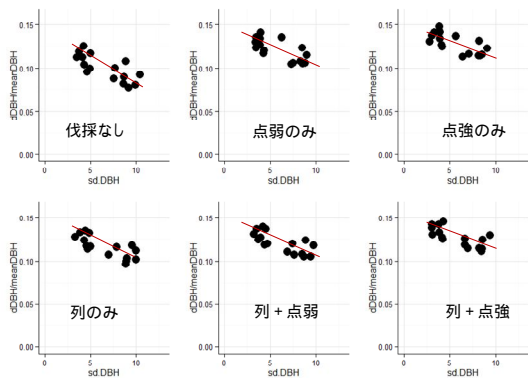


図2 個体サイズのバラツキと間伐後の平均成長量との関係

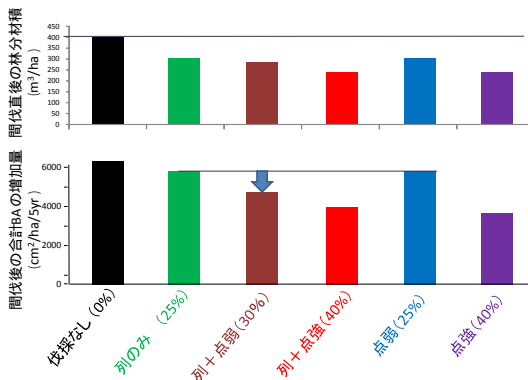


図3 異なる間伐方式が間伐後の林分材積および林分成長量に与える影響

#### (4) 植栽樹木の樹種選択に関するネガティブ・アセスメント

スギおよびヒノキを対象として気象因子（日射量、気温および湿度）と地形因子（日射係数および凹凸度）から50m解像度で地位指数分布を推定するモデルを開発した。森林資源モニタリング調査データのうち九州および四国に存在するスギ人工林プロットにおいて、モデルによって推定された地位指数を樹種間で比較したところ、スギよりもヒノキが高い値を示したプロットは存在しなかった。スギ人工林プロットにおいて、スギ地位指数が全面積の下位20%以下となる点は512点中212点あり、そのうちヒノキ地

位指数が上位30%以上となる点は1点のみであった。

現在の人工林の植栽樹種選択においては、相対的にスギの地位が悪く、ヒノキの地位が良い場所にスギが植栽されていた事例は非常に少なく、適正な樹種選択がなされていることが明らかとなった。スギとヒノキの樹種選択について、広範囲に検証した研究事例はこれまでになく、これまでの人工造林における樹種選択の妥当性について、モデルを活用した新たな検証方法の可能性を示した。

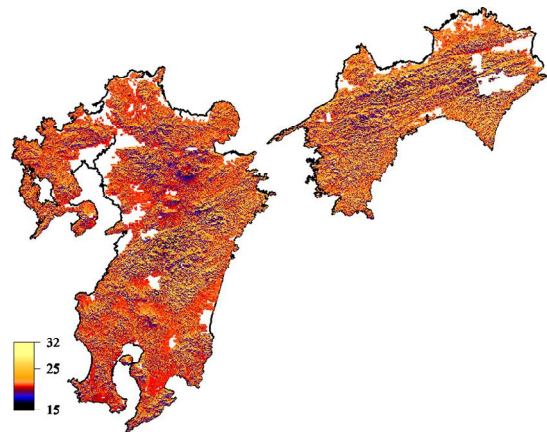


図4 スギの地位指数の広域推定結果

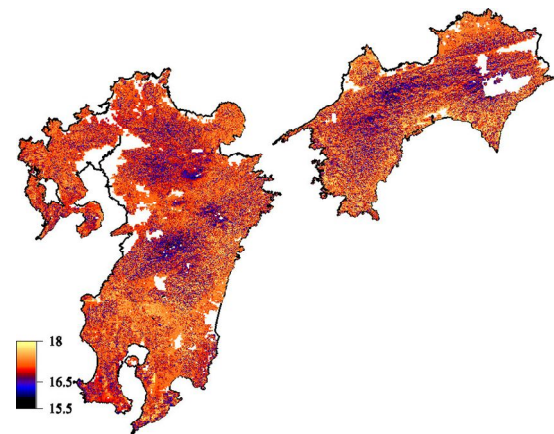


図5 ヒノキの地位指数の広域推定結果

#### 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 1 件)  
伊藤哲、低コスト再造林の全国展開に向けて—研究の現場から—、山林、No.1585、査読無、2016、印刷中

〔学会発表〕(計 9 件)  
伊藤哲、正木隆、光田靖、平田令子、やっばいはいけない森林施業(予報) - ネガティブ・リストの体系化の試行 -、第70回九州森林学会大会、2014年10月25日、佐賀大学(佐賀県佐賀市)

伊藤哲、正木隆、光田靖、平田令子、やっつてはいけない複層林施業 - 研究・事業事例のネガティブ評価から見えるもの -、第 126 回日本森林学会大会、2015 年 3 月 26 日～29 日、北海道大学（北海道札幌市）

正木隆、田中信行、八木橋勉、小川みふゆ、田中浩、杉田久志、佐藤保、ブナ帯落葉樹林の海拔後の天然更新の可能性を考える - 林床植生と美地形の観点から -、第 126 回日本森林学会大会、2015 年 3 月 26 日～29 日、北海道大学（北海道札幌市）

光田靖、北原文章、垂水亜紀、佐藤重穂、宮本和樹、酒井敦、酒井寿夫、施業シミュレーションシステムを用いた施業方法の多面的比較、第 126 回日本森林学会大会、2015 年 3 月 26 日～29 日、北海道大学（北海道札幌市）

伊藤哲、光田靖、平田令子、正木隆、保残伐は日本で有効か？ 複層林施業に学ぶ、第 63 回日本生態学会大会、2016 年 3 月 22 日、仙台市国際センター（宮城県仙台市）招待講演

伊藤哲、光田靖、今岡成紹、上田萌香、平田令子、保育効果および競争緩和から見た列状間伐の評価 - シミュレーションによる検討 -、第 127 回日本森林学会大会、2016 年 3 月 27 日～30 日、日本大学（神奈川県藤沢市）

光田靖、伊藤哲、再造林に向け植栽樹種選択を再考する、第 127 回日本森林学会大会、2016 年 3 月 27 日～30 日、日本大学（神奈川県藤沢市）

岡本南、平井幹人、光田靖、人工林における下層植生の侵入に関する要因の解明—綾ユネスコエコパークにおける事例—、第 127 回日本森林学会大会、2016 年 3 月 27 日～30 日、日本大学（神奈川県藤沢市）

中尾勝洋、松浦俊哉、正木隆、太田敬之、佐野真琴、龔浩、ドローン空撮による皆伐跡地の植生高及び被覆の計測、第 127 回日本森林学会大会、2016 年 3 月 27 日～30 日、日本大学（神奈川県藤沢市）

〔図書〕(計 1 件)

正木隆、森林施業プランナー協会、第 3 章・目標林型と林分診断、第 4 章・育林技術 in 森林施業プランターテキスト基礎編(改訂版) 2016、47～107(総 232 頁)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 哲 (ITO, Satoshi)  
宮崎大学・農学部・教授  
研究者番号：00231150

(2) 研究分担者

正木 隆 (MASAKI, Takashi)  
国立研究開発法人 森林総合研究所・  
森林植生領域・研究員  
研究者番号：60353851

光田 靖 (MITSUDA, Yasushi)  
宮崎大学・農学部・教授  
研究者番号：30414494

平田 令子 (HIRATA, Ryoko)  
宮崎大学・農学部・講師  
研究者番号：50755890

(3) 連携研究者

なし