

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 9 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450187

研究課題名(和文)天然林施業を組み入れた地域の森林管理オプションの提示

研究課題名(英文)Alternative regime of natural forest management with regeneration assistance practices

研究代表者

吉田 俊也 (YOSHIDA, Toshiya)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号：60312401

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：木材の利用と生態系の保全とのバランスを考慮した天然林の管理について、北海道北部をモデル地域として考察した。択伐施業試験地における長期データから得られた主要樹種の個体群動態パラメータ、および樹種による伐採に対する反応の違い、天然更新補助作業等の効果を反映させた森林動態シミュレーションを実施した。森林の蓄積や、生物多様性の維持に寄与する構造を長期にわたって維持する森林施業の要件を、経済的な持続可能性も考慮して提示した。

研究成果の概要(英文)：Natural forest management in northern Hokkaido with particular focus on the balance between utilization of woods and ecological conservation was examined. I developed an individual-tree-based simulation in which demographic parameters including responses to cutting of major tree species and the effects of regeneration assistance practices, and presented the requirements of the forest management that keeps volume of timber production, structures that contribute to the maintenance of biodiversity, and economic sustainability for a long term.

研究分野：造林学

キーワード：自然資源管理 非皆伐施業 天然更新 広葉樹 森林動態シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

択伐施業に代表される「非皆伐施業」は、木材生産と他の生態系機能とのバランスを図る観点から、生態系保全の意識が高い先進諸国でとくに近年注目されてきている。わが国において持続可能な生物生産体制の確立は大きな課題であり、とくに山村地域において広大な賦存面積を持つ森林資源の活用は地域振興の観点からも重要である。政府は「新たな木材需要の創出と強い林業づくり」(平成26年度林野庁予算概算要求)といった施策を進めており、そこでは木材の供給・需要対策や経営・人材育成が中心であるが、育林技術開発による下支えも主要な課題に位置づけられている。天然林の主産物である広葉樹は、付加価値の高い希少品目(内装・家具・楽器材など)からバイオマス利用までその利用可能性が幅広く、地域・自治体・経営体レベルで他の産地と差別化しうる地域振興策との親和性が高い。しかし、天然林施業については1980-90年台に多くの研究が行われたものの、実用化の例は限られているのが現状である。

2. 研究の目的

この申請課題では、山村地域の森林資源利用オプションを体系的に拡大することを目指し、北海道北部をモデル地域として、現実的な需要・供給ニーズおよび保全とのバランスを考慮した、天然林を活用する森林管理オプションを提示することを目的とする。まず、既存の施業・育林試験地における現況調査等をもとに、各種の森林施業方法(天然更新補助作業や広葉樹造林など)について各種生態系機能の変化を評価するとともに、作業の適用条件、改善案を具体的に示す。さらに、地域特有の資源をいかした生態系調和型の自然資源管理の手法を、森林動態シミュレーションを用いて施業の費用・便益も考慮したうえで提示する。

3. 研究の方法

(1)調査地と対象

開拓以降、広く天然林を維持しつつ森林施業が行われてきた北海道北部の森林域を対象とする。その中で、択伐施業を中心に多様な天然林施業を長期にわたって実践してきた北海道大学研究林を主要な調査対象地に位置づける。そこでは、過去数十年に及ぶ各種施業試験地のデータ、および各種の生態系モニタリングの結果が利用可能である。地域で広く実施されてきた森林施業・作業種のうち、天然生針広混交林の択伐施業を主要な対象とする。また、択伐施業の実行上の主要な課題である、ササが優占する箇所での樹木の更新の確保を促す作業(天然更新補助作業)を同時に取り上げる。さらに、多様な樹種の持続可能な利用を目指す観点から、いくつかの主要広葉樹種の造林地を対象とする。

(2)調査方法

各種の施業方法が実行された林分で、次に示す観点にとくに注目して、既存データの再解析および新規のフィールド調査を行なう。

天然林の択伐施業：長期大面積試験地のデータを分析し、各種の動態パラメータを推定するとともに、林分の回復を阻害する諸要因を特定する。後者では、とくに、伐採後の、周辺残存木の枯死の過程に注目する。また、施業による多面的な生態系機能の変化を、施工林分-非伐採林分の比較により評価する。この中で、生物多様性の維持機能については、動物や昆虫種のハビタットとして機能する林分の構造的属性(倒木・立枯木の量、樹洞の量、階層構造の発達等)を定量的に把握するとともに、木材の利用面とも関わる幹の腐朽および指標種群である鳥類に注目した調査を行なう。また、森林の水土保全機能とも強く関係する下層植生の量および出現植物種の多様度を評価する。さらに、森林内の植生だけでなく、土壌や落葉落枝層も含めたサンプリングにより生態系炭素貯留量を推定・比較する。

ササ地を対象とした天然更新補助作業：大型機械を用いた地拵えは約40年にわたって北海道内の各地で広く行われており、カンバ林が高い確率で成林する。近年開発された、掻き起した表層土壌を再度施工地に敷き戻す作業はカンバ類の成長を著しく促す効果を持つが、その成否のバラつきが大きいことも示唆されている。このことは施工地の初期条件に依存すると考えられることから、埋土種子および種子散布の空間分布および土壌の攪乱強度・物理的な特性との関係を明らかにする。

広葉樹造林地：ヤチダモ造林は古くから実施され、すでに収穫時期を迎えた林分も存在する。一方、ミズナラは播種による造林が可能であり、この2樹種は材の有用性からみて広葉樹の中で施業対象としてのポテンシャルが高い。複数の施工地を対象に、前者ではとくに除間伐の影響を、後者では成林に影響する要因を明らかにする。

森林動態シミュレーション：申請者の以前の科学研究費研究課題「多様な生態系機能を考慮した非皆伐による森林施業」(基盤研究C：(平成23-25年度)において既存のSORTIE-ND上で開発した森林動態シミュレーションモデル：Yasuda, Yoshida et al. 2013)に、本申請課題の成果で得られた諸パラメータを反映させ、複数の施業方法の影響評価および林分の長期変化予測を行なう。これに上記の生態系機能評価の結果を合わせ、木材価格や施業コストを加味した経済的な実行可能性を含め、包括的な森林施業オプションを提示する。

4. 研究成果

北海道北部の、天然生林を多く含む森林域を対象に、実現可能性を考慮した施業オプションを提示した。保全と利用とのバランスを図る管理アプローチは北米・北欧諸国等での実践が先行しているが、それらの地域の森林は一般に目標林分タイプが比較的単純で、伝統的に管理手法のオプションも限られている。北海道で行なわれてきた多様な施業方法を統合して再評価する本研究は、混交林や非皆伐施業林の可能性や制約・限界を示唆する、国際的にも数少ない貴重な事例研究である。

まず、択伐施業試験地における長期データの分析から、主要な育成対象樹種および他の優占樹種の個体群動態パラメータを算出し、樹種による伐採に対する反応の違いを明らかにした。これに加えて、択伐施業地における森林の構造の変化を、とりわけ森林の木材生産以外の多面的な機能に関わる構造要素の量に注目して調査した。その結果、施業は林分構造をある程度維持し、土壌や落葉落枝層を含めた生態系炭素貯留量は伐採が行われていない林分と同程度であった。一方で、大径木や枯死木、樹洞やコケの付着する立木など、生物多様性の保全に重要と考えられる複数の構造要素の減少を招いたことが示された。このことは、複数の鳥類種・種群の出現頻度にも影響していたことが見積もられた。また、腐朽を持つ立木の比率について、周辺の立木密度との関係を介した影響を、樹種ごとに明らかにした。

各種の天然更新補助作業を対象とした研究では、カンパ類を中心に、複数の対象樹種それぞれの定着に及ぼす作業の成否の条件をまとめた。とくに実生の発芽に及ぼす土壌環境、散布および埋土種子の維持に注目して野外調査・解析を進めた結果、重機による掻き起し作業の効果が立地条件に応じて大きく変化することを示した。この結果に基づいて、近年代表者らが開発した、表土を敷き戻すことにより施工地の林分成長を著しく改善する代替的な作業法について、その適用のガイドラインを示した。また、播種によるミズナラの人工造林についても、掻き起しによる地拵え作業の後、十分な実行可能性があることを示し、とくに堅果の供給源となる樹冠との距離に応じた有効な作業方法を明らかにした。

さらに、既存の報告事例が少ない、広葉樹人工林における保育作業の効果を、ヤチダモ高齡人工林の長期観測データをもとに分析した。50年生以降に実施された間伐の効果は全体的に不明瞭で、とくに周辺の強い疎開は立木個体の成長に有効ではない(むしろ負の効果を与える場合がある)ことが示された。このような、保育作業において期待した効果が得られないケースは、上述の択伐施業試験地の長期データでも認められたことから、その要因を明らかにするために、周囲の伐採の影響がとくに顕著な樹種であるトドマツを

対象に調査を進めたところ、攪乱の成長・生残に与える負の影響は主として生理的なストレスに起因すると考えられ、攪乱後8年後にまで及ぶことが明らかになった。

これらを受けた申請課題の包括的な成果として、複数の施業オプションを考慮した森林動態シミュレーションを実施した。択伐施業試験地における長期データから得られた主要樹種の個体群動態パラメータ、および樹種による伐採に対する反応の違い(伐採の負の効果)、天然更新補助作業等の効果を、シミュレーションモデルに反映させた。複数の施業シナリオ分析の結果、択伐施業下で、森林の蓄積・構造を長期にわたって維持する要件として、伐採率10%、回帰年20年、小径木を伐採しないこと、残存木の枯死率増加を抑えることが挙げられたが、そこに、更新個体の成長を促す方策(表土を戻す地拵え、10年生程度での早期の強度除伐)を考慮した天然更新補助作業を組み込むことによって、経済的な持続可能性も達成しうることを示唆することができた。

成果の公表については、予定も含め下記のとおりである。施業のシミュレーション分析を含む包括的な施業オプションの提示については、現在投稿準備中の段階である。択伐を含む非皆伐施業の国際的な動向について、Forest Ecosystem 誌に論考を発表した(Puetmann et al. 2015)。各種の森林施業方法を評価し、多面的に比較する研究アプローチは、地域の実践的な活動に強く貢献するとともに、今後国内外の他の森林域へ応用する先進事例となることから、国際誌に掲載したうえで、その後、普及誌等において紹介記事を執筆する。中間的な取りまとめ内容は、北方林業誌(吉田 2016)およびランドスケープ研究(吉田 2014)に掲載した。また、開発したシミュレーションモデルは研究者以外への訴求力も高いことから、各種の技術研修等で活用し、生態学的な森林資源管理のアイデアを地域に還元するツールとして用いている。一方、天然生林択伐施業地における、木材利用と他の生態系機能に関する論考についても同様に国際誌への投稿を準備中である。天然更新補助作業・広葉樹造林に関しては、ミズナラに関する成果を Forest Ecology and Management 誌に公表し(Asada et al. 2017)、カンパ林の成果も国際誌に投稿中である。また、トドマツを対象とした攪乱後の成長・生残、および材の腐朽の出現に関する論考が、それぞれ国際誌に投稿中であり、このほか、北海道内で異なる地域との比較研究も取りまとめる予定である。これらの個別の成果についても早期に普及誌へ技術情報等としても紹介し、広く行政・林業・自然保護関係者など、地域の森林管理のステークホルダーへ発信する。

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4件)

- Asada, I., Yamazaki, H. and Yoshida, T. 2017. Spatial patterns of oak (*Quercus crispula*) regeneration on scarification site around a conspecific overstory tree. *Forest Ecology and Management*, 393: 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.011> 査読有
- 吉田俊也. 2016. 天然林択伐の「持続可能な施業要件」を再考する. *北方林業*, 67: 29-32. 査読有
- Puettmann, K.J., Wilson, S., Baker, S., Donoso, P., Droessler, L., Amente, G., Harvey, B.D., Knoke, T., Lu, Y., Nocentini, S., Putz, F.E., Yoshida, T. and Bauhus, J. 2015. Silvicultural alternatives to conventional even-aged forest management - what limits global adoption?" *Forest Ecosystems*, 2: 8. DOI: 10.1186/s40663-015-0031-x 査読有
- 吉田俊也. 2014. 伐採による天然林の劣化と今後の森林管理. *ランドスケープ研究 (日本造園学会誌)*, 78: 87-88. 査読有

[学会発表](計16件)

- 吉田俊也 天然林施業を組み入れた地域の森林管理オプションの提示. 第128回日本森林学会大会 2017年3月27日 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)
- 山崎遥・吉田俊也 強度の異なる地表攪乱後の植生発達: 土壌水分および物理的性質の改変を介した影響 第64回日本生態学会大会 2017年3月17日早稲田大学(東京都新宿区)
- Yoshida, T., Sato, T. and Yamazaki, H. Increased mortality of *Abies sachalinensis* following a wind-disturbance in a natural mixed forest. 15th International Conference on Ecology and Silviculture of Fir, 2016年9月24日 北海道大学(北海道札幌市)
- Yamazaki, H. and Yoshida, T. How do major tree and herbaceous seedlings respond to soil properties following mechanical site preparation? 第127回日本森林学会大会 2016年3月29日 日本大学(神奈川県藤沢市)
- 吉田俊也 北海道北部におけるヤチダモ人工林の長期動態. 第127回日本森林学会大会 2016年3月29日 日本大学(神奈川県藤沢市)
- Yamazaki, H., Fukuzawa, K., Kobayashi,

- M. and Yoshida, T. How large do soil properties differ according to combination of disturbance intensity and topographic locations? : Implication for natural regeneration practices. 第63回日本生態学会大会 2016年3月24日 仙台国際センター(宮城県仙台市)
- 吉田俊也 保残木の植栽木への影響. 第63回日本生態学会大会 2016年3月22日 仙台国際センター(宮城県仙台市)
- 吉田俊也 林床にササが優占する天然生針広混交林における択伐施業. 第126回日本森林学会大会 2015年3月29日 北海道大学(北海道札幌市)
- 阿部葉月・吉田俊也 北海道北部の天然生林における材の空洞の出現傾向. 第126回日本森林学会大会 2015年3月27日 北海道大学(北海道札幌市)
- 山崎遥・吉田俊也 ウダイカンバの定着を目的とした更新補助作業の検討: 北海道北部の天然生林における事例. 第126回日本森林学会大会 2015年3月27日 北海道大学(北海道札幌市)
- 野口麻穂子・吉田俊也 "伐採が枯死木を介して樹木の更新に及ぼす影響: 針広混交林を例として. 第126回日本森林学会大会 2015年3月27日 北海道大学(北海道札幌市)
- 吉田俊也・野口麻穂子 "異なるふたつの地域の天然生混交林における対照的な択伐後の動態. 第126回日本森林学会大会 2015年3月27日 北海道大学(北海道札幌市)
- 兵頭夏海・吉田俊也 択伐施業は鳥類の棲息に関わる林分構造の特性を維持するか? 第62回日本生態学会大会 2015年3月19日 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)
- 山崎遥・吉田俊也 表土が失われる土壌攪乱はウダイカンバの初期定着を妨げるか? 第62回日本生態学会大会 2015年3月19日 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)
- Yoshida, T. Thirty years of changes in stand structure of a northern Japanese mixed forest under a selection system. 9th IUFRO 1.05 Workshop of "uneven-aged silviculture", Future Concepts in Uneven-aged Silviculture for a Changing World, 2014年6月19日, Zurich, Switzerland.
- Yamazaki, H. and Yoshida, T. The effect of scarification with leaving surface soil on regeneration of *Betula maximowicziana*. 9th IUFRO 1.05 Workshop of "uneven-aged silviculture", Future Concepts in Uneven-aged Silviculture for a Changing World, 2014年6月18日, Zurich, Switzerland

〔その他〕

ホームページ等

<http://forest.fsc.hokudai.ac.jp/~member/yoshida/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 俊也 (YOSHIDA, Toshiya)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号：60312401

(2) 研究協力者

野口 麻穂子 (NOGUCHI, Mahoko)

朝田 一平 (ASADA, Ippei)

佐藤 剛 (SATO, Tsuyoshi)

山崎 遥 (YAMAZAKI, Haruka)

兵頭 夏海 (HYODO, Natsumi)

阿部 葉月 (ABE, Hazuki)