

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06137

研究課題名（和文）新たな付加価値を含めた木材利用を考慮した広葉樹の育成

研究課題名（英文）Silviculture of broad leaved trees with considering new value-added wood utilization

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） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：天然更新を用いた広葉樹の育成方法を体系化するために、更新および除間伐作業の現時点における課題を整理しそれぞれを解決するとともに、近年の新たな木材利用の動向を参照して、樹種ごとの付加価値を最大化するための育林技術を提案することを目的とした。

天然更新補助作業については、成林の確実性が高い立地条件を示すとともに、成長と植生回復を飛躍的に高める改良手法の効果を示した。保育作業については、間伐の長期的な効果を検証し、その有効性および適用条件を示した。さらに、材の特性について、材を利用する際の欠点および特定用途への利用適正を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、日本における森林施業研究は、針葉樹人工林を取り扱う課題が中心であり、その効率的な実施を目指した各種の技術開発が進められている。一方で、本研究では、針葉樹人工林の代替となる施業システムのひとつとして「カンパ林業」を提案した。カンパ類の育成は、天然更新に依存することができるため成林のコストが低い。また一方で、加工技術等の進展によって、小径木も含め、新しい需要が生まれている。本研究の成果は、北海道・東日本の広域の森林への社会実装にむけて、造林・育林・利用の面での進展を成果として示した。

研究成果の概要（英文）：In order to establish the silvicultural method of broad-leaved stands using natural regeneration, we organized and solved the current problems of regeneration and thinning practices, with reference to the recent trend of new commercial wood uses.

Regarding the natural regeneration assistance, we showed the site conditions with high certainty of forest growth, and the effect of the improvement method that dramatically increases growth and vegetation recovery. As for nursery work, the long-term effect of thinning was verified, and its effectiveness and application conditions were shown. In addition, we examined the appropriateness of the properties of the material for specific uses.

研究分野：造林学

キーワード：天然更新補助作業 広葉樹 カンパ類 除間伐 木材特性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、国産広葉樹の需要増加が見込まれる中、天然生林からの生産体制整備が課題となっている。カンパ類(シラカンバ・ダケカンバ)は成長が早く、天然更新が比較的確実に再生コストが低く抑えられるため、北-東日本では、針葉樹人工林の代替として現実的な選択肢となりうる。カンパ類の材は、従来は、低質用途(パルプ・チップ)に限られていたが、加工技術の進展等により利用可能径級が低下するとともに、家具や床材などの一般材利用を含め、新たな付加価値が高まっている。このような状況の中、カンパ類を中心とした新たな天然林施業を体系づけるために、更新から保育作業の諸課題を解決し、最終的な材の利用形態を意識した作業として効率的に確立することが求められている。

2. 研究の目的

広葉樹の育成方法を、近年の新たな木材利用を考慮して具体的に提案する目的にむけて、カンパ類を中心に、最終用途で重要となる樹形や材質など材特性の評価を考慮した、更新、除間伐の方法を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

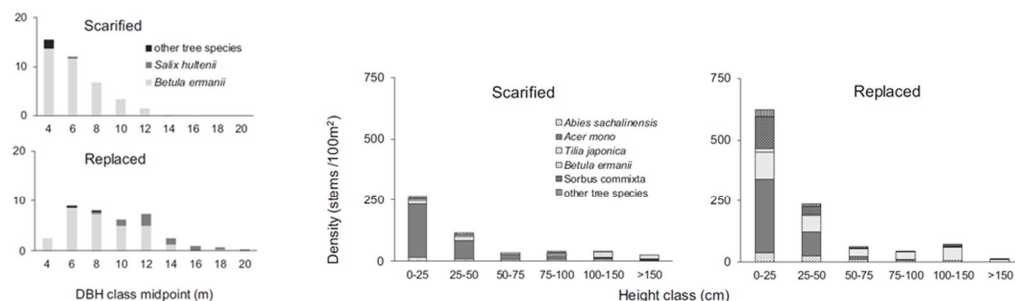
北海道北部の森林を主な対象とした。そこに所在する北海道大学研究林においては、風倒や伐採跡に広がるササ地を対象に、約40年前から重機を用いた更新補助作業(かき起こし)が行われており、多くの場合カンパ類が成林している。本研究では、個別のテーマに応じて、立地や林齢(若齢から高齢)・作業方法の異なる施工地を対象とし、過去の生育履歴のデータ等を参照しながら、更新の成否や立木の成長について分析した。また、すでに伐採可能サイズに生育した森林において、間伐または皆伐を実施した。その際、立木のサイズ等のデータを取得するとともに、個体識別をしたうえで、伐採された木から丸太、または円盤等の形で木材のサンプルを採取した。前者(丸太)については製材・加工した後に、用途に応じた性能試験を実施した。また、後者(円盤)については、立木の生育状況と紐づけながら、材の特性に関わる要因を分析した。なお、林分の生育については、北海道全域に分布する固定試験地のデータも利用した。

4. 研究成果

【更新作業】

(1)天然更新補助作業の確実性：重機によるかき起こし作業は北海道で40年程前から広く実施され多くの箇所でカンパが成林している。近年、カンパ類の木材需要が増加しており低コストな経営の面から作業の確実性の向上が望まれている。そこで、かき起こし後の天然更新の成績(樹高成長)におよぼす地形と周辺の天然林の影響を広域(十数km²)のデータから明らかにした。空中写真および航空レーザー測量のデータを分析したところ、かき起こし地においては、施工年が同一であっても樹高成長に大きなばらつきがみられ、標高・水分条件が負の影響をおよぼしていた。このことから、北海道北部の天然林が多い森林域では、標高の低い緩傾斜な尾根筋でかき起こしは確実性が高いことが明らかとなった(国際誌に投稿準備中)。

(2)改良型天然更新補助作業の評価：除去した表土をかき起こした部分に戻す「表土戻し処理」と呼ぶ、研究グループが開発した改良型作業の長期的な効果を明らかにした。表土戻し処理区は、通常(従来型)処理区と比較して、林齢20年の時点で胸高直径と樹高の平均値が1.5倍、林分材積が3倍に達しており、成長期間を10年程度以上短縮することが明らかとなった。また、表土戻し処理区では、下層に生育する稚樹・幼樹の本数密度が2倍以上(10万本/ヘクタール)あり、かつ、それはより多様な樹種で構成されていた。表土戻し処理は、立木(カンパ類)の成長を著しく促進するとともに、下層における高木性樹種の定着とその後の遷移段階の発達を促進すると結論づけられた(Yoshida et al. 2022)。



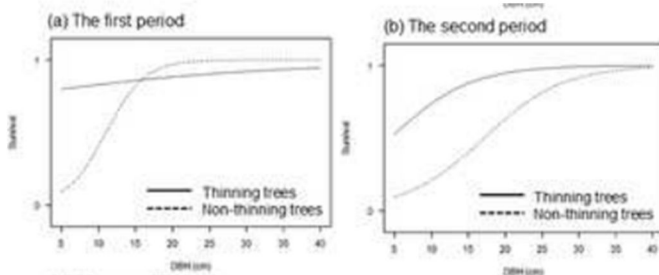
通常施工と比較した表土戻し施工の効果. 20年生時点における胸高直径(左)および稚幼樹の高さ(右)。

(3) 土壌特性の影響、その他： 上の(1)(2)とも関連して、従来のかき起こし作業に関する研究では、作業によって生じる更新基質としての土壌環境の変化について評価が不足していた。そこで、異なる土壌タイプの箇所で同一の作業を実施し、施工前後での土壌の物理的性質および水分状況を比較した。土壌タイプ間で、植物にとっての利用可能水分量および土壌の保水性で有意な差が示され、それぞれの箇所における施工の際の注意点を示すことができた(国際誌に投稿準備中)。また、これに加えて、土壌攪乱と植生の発達との関係について多面的な評価を進めた(Suzuki et al. 2021; Yoshida 2021)。さらに、野外操作実験の経過観察において、シラカンバの萌芽更新が見られたことから、立木個体ごとの特性との関係を明らかにし、その施業への応用可能性をまとめた(和文誌に投稿準備中)。

【除間伐作業】

(1) 広域データによる除間伐の必要性： カンバ類は、天然更新補助(かき起こし)作業または植栽によって成林が可能であるものの、これまでは木材としての価値づけが低かった。そのため、計画的な施業や利用に必要な施業体系は確立されておらず、過半数の林分では除間伐されていない状況であるとされる。そこで、北海道全域の100箇所以上の固定試験地(林齢10~60年)のデータを用い、除間伐の効果について検証した。解析の結果、優占木の直径成長の促進を図るためには適切な除間伐の実施が必要であることが示された。また、これに加えて、直径成長を促進させるためには、植栽時に地位の高い土地を選ぶこと、植栽密度を低くすることが有効であることが明らかになった(和文誌に投稿準備中)。さらに、用途に適した径級の材を安定的に供給するために、胸高直径別の資源量(直径分布)推定、林齢と上層高の関係の分析も進めた。

(2) 成熟林分における間伐効果： カンバ類の利用が進むなかで、過去の人為攪乱によって成立した林分の利用にむけた期待が高まっている。ただし、そうした林分の多くはこれまで一切の保育作業が行われず過密なまま高林齢に至っており、今後の新たな間伐の実施が効果を持つか否かは明らかではない。そこで、64年生時点で間伐を行なった林分の長期観測の結果を解析した。間伐は、まず樹冠成長に早期に現れ、その後、直径・樹高成長、生存率にも及び、その効果は10年以上継続していたことから、高林齢の林分においても一定の有効性があることが明らかとなった(Yamazaki et al. 国際誌に投稿中)。



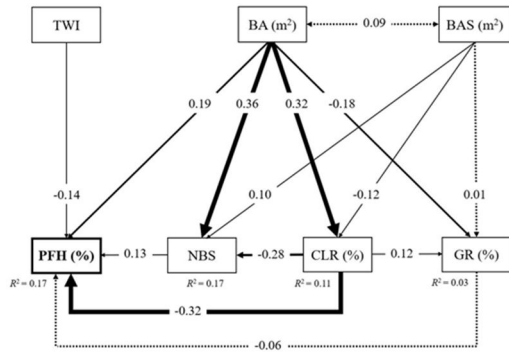
間伐後、最初の10年(左)および次の10年間(右)における立木の生存率。

(3) 樹形への効果： 樹形が利用の制限となることが多い広葉樹の除間伐においては、成長への効果と同時に、枝下高や曲りなどの形状に及ぼす効果を明らかにすることが必要である。本研究では地上型レーザースキャナーを活用し、これまで定性的であった樹形の変化を精細に評価することを試みた。ただし、除間伐前後の比較を行なうためには研究期間が短く、明瞭な傾向がみつからなかった。このため、この課題については今後調査を継続し、適正な除間伐の強度およびタイミングを明らかにする予定である。

【材などの特性】

(1) ダケカンバのバット材利用： 野球のバットは、これまで多く利用されたアオダモの資源量が枯渇したため、国産材のシェアがきわめて低くなっている。その中でダケカンバの利用の可能性について研究を進めた。バットの反発性能等を計測して性能の指標を検討し、それらをもとにアオダモおよび北米産メープル材と比較した結果、ダケカンバは最も優れた反発性能を示すなど、実用に十分な性能を持つことが明らかとなった(村田ら 2021)。

(2) シラカンバ材の欠点の発生条件： カンバ類を利用する際、材の主要な欠点となる偽心(材の中心に生じる不規則な着色)の発生に関与する条件を明らかにするために、樹齢約70年の天然生二次林において、立木ごとの個体サイズ、直径成長速度、樹冠長率、枝傷数、局所的な本数密度、地形要因の影響を調査した。全体で約80%の立木に偽心が出現し、樹冠長率の影響が大きいことが明らかとなった。他にも個体サイズ等の複数の要因の影響が見られ、間伐の実施によって偽心材の発生を低減できる可能性が示唆された(Nakaya et al. 国際誌に投稿中)。



偽心の大きさ (PFH) に及ぼす各種の要因の影響を示す構造方程式モデリングの結果.

(3) シラカンバの樹皮利用の可能性 : シラカンバの樹皮は工芸材料として使用され、その効率的な利用は森林管理の重要なオプションとなりうる。そこで、剥皮が行ないやすい時期、および立木個体の特性について調査を実施した。剥皮しやすい時期は 6-7 月にピークがあるものの大きな年較差があった。立木個体特性については、当該幹部の照度または温度が重要である可能性が示唆されたものの、特定には至らなかった。蓄積されたデータをもとに、効率的な剥皮について今後も調査を継続する予定である。

(4) その他の樹種の高付加価値利用にむけた特性解析 : 主要な広葉樹種であるミズナラを対象に、利用の付加価値を高める材特性について調査した。まず、ミズナラでは、近年需要が高い樽用材として重要な特性であるねじれ(小さいほど付加価値が高い)について、立木個体の特性との関係を解析した。現時点では、立地や外観的な指標との関係を見出すことはできなかった。ただし、従来、材の評価基準であった樹皮の傾斜との関連性が小さいことも明らかとなり、これまで樽材には不適とされた個体にも適性がある可能性が示唆された(国際誌に投稿準備中)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yoshida Toshiya, Yamazaki Haruka, Miyamoto Toshizumi	4. 巻 28
2. 論文標題 Scarification with surface soil replacement can promote understory reinitiation as well as the growth of a secondary birch stand	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 51 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2022.2091261	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshida Toshiya	4. 巻 12
2. 論文標題 Regeneration Dynamics on Treefall Mounds and Pits for 10 Years after a Windfall in a Natural Mixed Forest	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 1064 ~ 1064
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/f12081064	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Nanami, Yoshida Toshiya, Miyamoto Toshizumi, Fukuzawa Karibu, Taniguchi Takeshi, Yamazaki Haruka	4. 巻 36
2. 論文標題 Early establishment of spruce (<i>Picea glehnii</i> [Fr. Schm.] Masters) seedlings on disturbed soil with the aim of assisted natural regeneration	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scandinavian Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 126 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02827581.2021.1901980	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村田 功二, 富田 夏生, 仲村 匡司, 秋津 裕志, 大崎 久司, 浦上 晃, 池田 真一	4. 巻 67
2. 論文標題 ダケカンバットの振動特性と反発性能	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 木材学会誌	6. 最初と最後の頁 44 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2488/jwrs.67.44	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 富田 夏生, 村田 功二 , 仲村 匡司, 秋津 裕志, 大崎 久司	4. 巻 66
2. 論文標題 ダケカンバ材の野球バット適性の評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 木材学会誌	6. 最初と最後の頁 39 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2488/jwrs.66.39	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 吉田俊也・仲谷朗
2. 発表標題 シラカンバ二次林における伐採後の萌芽更新に関わる立地・個体の特性
3. 学会等名 第134回日本森林学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 仲谷朗・大崎久司・大野泰之・吉田俊也
2. 発表標題 樽材への適性を考慮したミズナラ二次林における個体の育成方法
3. 学会等名 第134回日本森林学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内山和子・大野泰之・滝谷美香・角田悠生・山田健四
2. 発表標題 シラカンバ人工林の直径分布に対するワイブル 関数の適用
3. 学会等名 第134回日本森林学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 仲谷朗・大崎久司・大野泰之・吉田俊也
2. 発表標題 シラカンバ立木個体における偽心の発生条件からみた育林方法
3. 学会等名 第133回日本森林学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内山和子・大野泰之・滝谷美香・角田悠生・山田健四
2. 発表標題 北海道におけるシラカンバ人工林の直径成長に 影響する要因
3. 学会等名 第133回日本森林学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田俊也・山崎遥・高木健太郎
2. 発表標題 天然更新補助作業の確実性：かき起こし地の成長に及ぼす地形の影響
3. 学会等名 第132回日本森林学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎遥・吉田俊也
2. 発表標題 掻き起こし作業実施後の土壌環境に土性の違いが与える影響
3. 学会等名 第132回日本森林学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内山和子・大野泰之・滝谷美香・蝦名益仁・山田健四
2. 発表標題 北海道のシラカンバ人工林における地位指数曲 線の作成
3. 学会等名 第132回日本森林学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大野 泰之 (Ohno Yasuyuki) (30414246)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林業試験場・研究主幹 (80122)	
研究分担者	大崎 久司 (Ohsaki Hisashi) (50446291)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部 林産試験場・主査 (80122)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------