

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K07831

研究課題名(和文)刈り出ししない刈り払い「筋残し刈り」を用いた省力的天然更新作業の開発

研究課題名(英文) Development of a labor-saving silvicultural system based on cutting by the seed-tree method and lateral weeding of the reserved central part

研究代表者

國崎 貴嗣 (Kunisaki, Takashi)

岩手大学・農学部・准教授

研究者番号：00292178

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,100,000円

研究成果の概要(和文)：前林分がコナラ高齡天然生林だった残伐地における省力的な天然更新作業として、以下の方法が提案される。主伐でクリ、ミズキ、エドヒガン等を母樹として50-80本/ha残す。ナラ枯れや種間競争による稚樹の淘汰を考慮し、コナラ母樹を西向き斜面の上部など生態的適地に限る。主伐2年後、筋残し刈りにより2m幅の残し筋と刈り払い筋を交互に配置する。筋残し刈りを林齡6年まで毎年実施し、目的樹種によっては坪刈りも併用する。林齡3-6年の秋に、刈り払い筋から繁茂したつる類を切る。林齡5、6年時に林冠表面に到達したヌルデを除伐する。クサギとタラノキは林冠表面に達した相対的に太い個体のみ除伐する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

機械的な刈り払いである筋残し刈りによる林縁効果の発揮で、クリ、エドヒガン、ミズキなどの初期樹高成長の良い高木性樹種の優占を実証できたことは、大きな学術的意義である。また、誤伐防止のための頭脳集約的な活動が不要であり、刈り払い筋が高密歩道の役割を果たし、つる切りや除伐の足場を確保できるため、省力的な天然更新作業として現場普及しやすい。この点で社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：We proposed a labor-saving silvicultural system based on cutting by the seed-tree method and lateral weeding of the reserved central part. In *Quercus serrata* mature stands, 50-80 trees/ha of tall tree species are left as mother trees. In consideration of securing saplings from interspecific competition, the mother tree of *Q. serrata* should be limited to ecologically suitable sites. The lateral weeding is conducted annually until 6 years old, and spot weeding is also conducted depending on the target tree species. Vines are cut off from 3 to 6 years old. *Rhus javanica* trees reaching the stand canopy surface should be cut down at an earlier stage (around 5 years old) without waiting for the end of the lateral weeding of the reserved central part. For the other pioneer tree species, *Clerodendrum trichotomum* and *Aralia elata*, only the relatively thick trunk reaching the stand canopy surface should be cut.

研究分野：森林科学、森林計画学、造林学

キーワード：筋残し刈り 天然更新作業体系 広葉樹林化 林縁効果

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

森林・林業基本計画における指向する森林の状態として、森林の総面積が不変の前提で、育成単層林（人工林）を減らし、育成複層林を大幅に増やす目標となっている。これに即して、全国森林計画でも造林面積の5割を天然更新とする計画が立てられている。また、2019年度から導入された森林経営管理制度における市町村森林経営管理事業では、自然度の高い森林への誘導として、針広混交林化も視野に入れられている。加えて、マツ枯れやナラ枯れ対策としての更新伐も推進されつつある。このように、今日、天然更新作業が再び注目されてきているものの、目的樹種の確保を自然に委ねる側面が強い天然更新作業は、必ずしも低コストとは言えない。人工造林における再造林や下刈りの省力化が精力的に検討される現状を踏まえると、天然更新作業においても、主伐や天然更新補助作業の工夫に加えて、目的樹種の稚樹の生残・成長を促進するため、刈り出し等の初期保育を省力的に実施する方法の検討が必要である。苗木を用いた人工造林と異なり、天然更新した目的樹種の稚樹の空間分布は不均一であり、雑草木群落の中から当該稚樹を探し出して丁寧に刈り出しするのは手間がかかるためである。

筋残し刈りは、目的樹種の稚樹・幼木とそれに隣接する雑草木を筋状に残して、その側方を歩道を作成するかのように刈り払う初期保育作業である。機械的に刈り払うことで目的樹種の探索や丁寧な刈り出しをする手間をなくすとともに、残し筋と刈り払い筋を交互に配置することにより、残し筋に対して側方から光を透過させることで、残し筋内の目的樹種の稚樹・幼木について生残・成長を促すことを狙う。これまで、筋残し刈りにより、天然生アカマツ稚樹の定着、広葉樹人工林における誤伐・獣害低減に有効であることが確認されている。しかし、筋残し刈りがその後の林分発達に及ぼす効果については不明であり、つる切りや除伐をいつ、どのように実施するのが望ましいか、よくわかっていない。

2. 研究の目的

アカマツや高木性広葉樹を目的樹種とした省力的な天然更新作業体系を開発するため、(1) アカマツ天然生林皆伐跡地を対象に、筋残し刈りがアカマツ、高木性広葉樹の生残・成長に及ぼす影響の解明、(2) コナラ天然生林皆伐跡地を対象に、筋残し刈りが高木性広葉樹の生残・成長に及ぼす影響の解明、(3) コナラの天然更新成績が芳しくない理由の解明を研究の目的とした。

3. 研究の方法

(1) アカマツ林皆伐跡地での筋残し刈りがアカマツ、高木性広葉樹の生残・成長に及ぼす影響

岩手大学御明神演習林のアカマツ壮齢天然生林の皆伐跡地に刈り払い試験地（筋残し刈り、筋刈り、対照）を設定し、2002年から2007年まで毎年刈り払いを実施し、樹高0.3m以上のアカマツ稚樹の生残・成長を2012年まで追跡調査した。また、皆伐から20年後の2017年に刈り払い試験地を再測し、樹高1.3m以上のアカマツや高木性広葉樹の生育状況を調査した。

岩手大学滝沢演習林のアカマツ壮齢天然生林の皆伐跡地に筋残し刈り事業地（筋残し刈りのみで対照なし）が導入された。この事業地におけるアカマツ、高木性広葉樹の混生状況を明らかにするため、皆伐6年前（2008年）、皆伐直後（2014年）、皆伐3年目（2016年）、皆伐5年目（2018年）に実施した林床木本調査データを比較した。なお、それぞれの調査は異なる目的で実施されたため、測定下限が異なり、かつ固定調査枠の反復測定データではない。

(2) コナラ天然生林皆伐跡地での筋残し刈りが高木性広葉樹の生残・成長に及ぼす影響

岩手大学滝沢演習林のコナラ壮齢天然生林の保残木作業試験地に筋残し刈り事業地（筋残し刈りのみで対照なし）が導入された。この事業地における高木性広葉樹の混生状況を明らかにするため、2017年に当時林齢6、8、9年生林分に固定標準地を設定し、胸高直径2.5cm以上の幹を対象に、2020年まで毎年再測した。

(3) 筋残し刈り事業地でコナラの天然更新成績が芳しくない理由

(2)の筋残し刈り事業地（東向き斜面）では、林冠保残木としてクリとコナラが6本ずつと最も多く確保されている。2017年の調査で、クリはいずれの固定標準地でも相対優占度（保残木除く）5%以上と優占していたのに対し、コナラの相対優占度は1%未満と顕著に低かった。林床にはコナラ実生や稚樹が生立していることから、コナラでは種子散布制限ではなく、種子散布後の稚樹定着制限あるいは稚樹定着後の種間競合による成長停滞・枯死が生じたと予想される。そこで、クリとコナラの空間分布やサイズ階級別本数を比較することで、コナラの相対優占度が低くなるプロセスを、稚樹定着やその後の種間競合に関連づけて推定した。

(4) 筋残し刈りを用いた省力的な天然更新作業の開発

(1)から(3)の成果を基に、二次林主伐（皆伐または残伐）跡地における、筋残し刈りを用いた省力的天然更新作業法を提案した。

4. 研究成果

(1) アカマツ林皆伐跡地での筋残し刈りがアカマツ、高木性広葉樹の生残・成長に及ぼす影響 筋残し刈りがアカマツ稚樹の生残・成長に及ぼす影響

御明神演習林刈り払い試験地の斜面上部では、試験区（筋刈り区、筋残し刈り区、対照区）間でアカマツ稚樹の生存率に有意差は認められなかった。試験地内の斜面上部はアカマツにとって適地であり、対照区でも、2007年までにアカマツ稚樹の平均樹高が雑草木の平均群落高を超えることで、試験区間の生存率に有意差が認められなかったと考えられる。

一方、斜面下部では、筋刈り区、筋残し刈り区におけるアカマツ稚樹の生存率は対照区のそれより有意に高かった。また、筋刈り区におけるアカマツ稚樹の生存率は筋残し刈り区のそれより有意に高かった。斜面上部よりも斜面下部で種間競争が激しくなり、対照区ではアカマツ稚樹の平均樹高が雑草木の平均群落高を超えられないまま、樹高の低いアカマツ劣勢木の多くが枯死したと推察される。また、筋刈り区と筋残し刈り区におけるアカマツ稚樹の生存率の違いは刈り出し強度の違いに左右されていると考えられる。

刈り出した試験区におけるアカマツ稚樹の平均樹高は、斜面位置に関係なく、刈り出し期間終了までに対照区のそれより高くなり、その樹高差は経年的に拡大した。このことから、6年間の刈り出しは、種間競争に伴うアカマツ稚樹の樹高成長減退を抑制する上で効果を発揮したと考えられる。そして、その効果は筋刈り区と筋残し刈り区で差がなかったことから、筋残し刈りは、斜面上部におけるアカマツ稚樹の樹高成長減退を抑制する上で、簡単かつ有効であると考えられる。一方で、雑草木との種間競争が斜面下部でより激しいため、筋刈りによってアカマツ稚樹の樹高成長減退が抑制されたとしても、その効果は斜面上部に比べると、あまり高くなかったと考えられる。

筋残し刈り試験地の皆伐後20年目の林分構造

皆伐から20年経過した御明神演習林刈り払い試験地では、アカマツの本数密度は、上部処理区と上部対照区で共に8,000本/ha、下部処理区、下部対照区ではそれぞれ2,667本、3,111本/haであった。一方、アカマツの上層樹高は、上部処理区で7.9m（総平均樹高成長速度0.40m/年）と順調に高くなったものの、他の試験区では3.3~3.9m（総平均樹高成長速度0.17~0.20m/年）と低かった。

樹高分布から、斜面上部では樹高階4m以上の林冠層の多くをアカマツが占めるのに対し、斜面下部では広葉樹が過半数を占めた。樹高階4m以上の林冠層を構成する高木性樹種の幹数密度は、上部処理区で6,222本/ha、上部対照区で1,556本/ha、下部処理区で1,778本/ha、下部対照区で2,444本/haであった。4試験区を合計した林齢20年生における樹種別幹数と林齢7年生における試験地の樹種別常在度との間には、強い正の相関が認められた。

以上の結果から、斜面上部でアカマツを優占させたい場合、林齢2年生からアカマツの樹高が雑草木群落高より高くなるまで、筋残し刈りを実施するのが望ましい。一方、今回の斜面下部のように高木性樹種を目的樹種とする場合には、林齢5年生前後から高木性樹種と競合する小高木・低木性樹種を選択的に刈り出す、もしくは除伐するのが望ましいだろう。

筋残し刈りがアカマツ・高木性広葉樹の湿生に及ぼす影響

滝沢演習林の筋残し刈り事業地について、皆伐6年前にはアカマツ高齢天然生林の下層でコゴメウツギ、マルバアオダモ、ケヤキが優占していた。皆伐後3年目では、樹高0.3m以上の木本幹数に基づく相対優占度10%以上の樹種はコゴメウツギ、キブシ、ケヤキだった。

林床植生被度と木本幹数本数は皆伐後1年目より3年目で高くなったものの、高木性広葉樹の幹数本数は明確に増加しなかった。林床木本の平均樹高成長速度は0.34m/年と推定された。皆伐後3年目における高木性広葉樹の幹数密度は斜面の下部と上部で高かった。皆伐地の斜面下方にケヤキ母樹が優占しており、斜面下部でケヤキが優占した。斜面上部ではウワミズザクラとコナラの幹数密度が比較的高かった。

筋残し刈りは林齢3年生時から毎年実施された。この筋残し刈り事業地を3年生時と5年生時で比較したところ、高木幹数はそれぞれ36,000本/ha、34,000本/haと同程度であった。このことから、筋残し刈りにより高木性樹種の生存率を高く維持できる可能性が考えられる。ただ、刈り払い筋からのつる植物の繁茂が著しい箇所もあり、毎年をつる切りが必要と考えられる。

(2) コナラ天然生林皆伐跡地での筋残し刈りが高木性広葉樹の生残・成長に及ぼす影響

筋残し刈り事業地の樹種組成と林分構造

滝沢演習林の筋残し刈り事業地における林齢6~9年生林分（それぞれP06、P08、P09）の林分構造と樹種組成を明らかにした。幹数密度は概ね4,000本/ha前後であり、幹数に基づく相対優占度から、高木性広葉樹が全体の半分かそれ以上を占めていた。林齢が高いほど上層樹高は高かった。各林分の胸高直径分布は逆J字型分布であった。林齢が高いほど胸高直径分布が右側に分布した。各林分における胸高直径の第3四分位数以上を占める主要樹種は、P09林分ではミズキ、エドヒガン、ヌルデ、P08林分ではクリとヌルデ、P06林分ではウワミズザクラとハクウンボクであった。胸高直径の高い幹の樹高は高いことから、高木性樹種に混じって、現時点で一部のヌルデが上層あるいは林冠表面を構成していると考えられる。保残木の本数密度はP09で54本/ha、P08で57本/ha、P06で33本/haであった。重力散布型種子を持つクリとコナラが比較的多く残されており、他のエドヒガン、カスミザクラ、ハリギリ、ミズキはいずれも鳥散

布型種子を持つ樹種であった。3 林分すべてで 100 本/ha 以上であった樹種は、ミズキ、クリ、ウワミズザクラ、ヤマグワであり、いずれも高木性樹種であった。2 林分で 100 本/ha 以上であった樹種はエドヒガン、ホオノキ、エゾエノキ、ヌルデ、クサギ、タラノキであった。試験地内にクリと同じ 6 本の保残木があるにも関わらず、コナラ更新木の幹数密度は 9~33 本/ha と非常に低かった。

筋残し刈り事業地の 3 年間の林分動態

幹数に基づく相対優占度から、2020 年時点で高木性広葉樹が 7 割前後を占めた。ただし、2020 年時点における高木性広葉樹の本数密度は 1,633~2,388 本/ha であり、岩手県民有林広葉樹林の林分収穫表地位 1 等の本数密度よりも少なかった。一方で、相対幹距は林齢とともに減少し、混み合い度は強まっていた。全林分で、上層樹高、平均胸高直径、林分胸高断面面積は林齢とともに増加し、今後、林分成長に伴って、各林分で林木間競合がさらに激しくなると推察される。

高木種における生存率は全般的に高かった。小高木種における生存率は、ヌルデ、エゴノキで高く、クサギやタラノキで低かった。胸高直径成長量を応答変数とするベイズモデルによれば、クリと他の樹種群を比較すると、他の樹種群の係数が負である確率は 95.1~99.9% と極めて高く、クリが旺盛に胸高直径成長していることが確認された。ヌルデの係数平均値は、胸高直径の大きな主要樹種であるミズキやホオノキと同程度であった。また、樹高成長量を応答変数とするベイズモデルによれば、クリとそれ以外の高木種の樹種群を比較すると、クリ以外の樹種群の係数が負である確率は、89.5~100% であった。樹高成長についてもクリで旺盛であることが確認された。一方で、ヌルデの係数の平均値はクリに比べて 0.21 m/3 年大きく、ヌルデの係数が負である確率は 35.5% と明らかに低かった。このことから、ヌルデは幼齢段階において高木性広葉樹の主な競合種になると考えられる。

(3) 筋残し刈り事業地でコナラの天然更新成績が芳しくない理由

2019 年に固定標準地 3 林分 (P09、P08、P06) を対象に、樹高 0.3 m 未満を実生、樹高 0.3 m 以上 1.2 m 未満を小稚樹、樹高 1.2 m 以上 3.0 m 未満を大稚樹、樹高 3.0 m 以上を幼木として記録した。また、根元位置座標も測定した。

クリ更新木は、P09 では平坦地主体に分布したものの、P08 と P06 では斜面部あるいは斜面上部に多く分布した。P08 と P06 における分布特性は、生態的適地にクリ保残木があったことに由来すると考えられる。クリ更新木の多くは幼木であり、実生や小稚樹はわずかであった。本研究の調査林分では、主伐後に 6~9 年間、筋残し刈りが実施され、比較的明るい環境が確保されたことで、クリは他樹種に比べて成長旺盛であり、幼木まで順調に成長できたと考えられる。

コナラ稚樹・幼木は P08 で 1,074 本/ha、P06 で 466 本/ha であり、2 年前に調査したコナラ優勢木の幹数密度 9~33 本/ha に比べると、多く生立していた。また、P09 ではコナラ伐根の近隣にコナラ稚樹・幼木が集中していた。筋残し刈り試験地ではいずれの林分でも、主伐年またはその前年にコナラ種子がある程度の数量で散布され、コナラの種子散布制限はなかったと推察される。コナラ稚樹・幼木は、斜面部あるいは斜面上部に多く分布した。筋残し刈り試験地におけるコナラ稚樹・幼木の分布特性は、生態的適地にコナラ保残木(あるいは主伐された母樹)があったことに由来すると考えられる。更新木の同種保残木までの最短水平距離を応答変数とする階層ベイズモデルから、コナラ更新木はクリよりも保残木(または伐根)に近いところに多く分布した。コナラ更新木の多くは実生と小稚樹であり、P08 を除いて大稚樹や幼木はわずかであった。筋残し刈りが毎年実施されたとしても、コナラ稚樹は雑草木と競合し続けるため、結果としてコナラ稚樹の樹高成長はクリなどの主要な高木性広葉樹のそれに比べて悪くなると推察される。このことから、筋残し刈りを 6 年以上実施するだけでは、コナラを優占させることは困難と考えられる。コナラの局所的な優占を目指すのであれば、筋残し刈りに加えて、コナラ実生・稚樹の多い斜面部(斜面上部)で筋刈りあるいは坪刈りを年 2 回、3 年以上継続しておこなうべきであろう。また、刈り出しの期間を過ぎた後も、引き続き除伐が必要不可欠と考えられる。

(4) 筋残し刈りを用いた省力的な天然更新作業の開発

前林分が高齢二次林だった残伐地における省力的な天然更新作業として、以下の方法が提案される。主伐でクリ、ミズキ、エドヒガン等の高木性広葉樹を母樹として 50~80 本/ha 残す。ナラ枯れや種間競合による稚樹の淘汰を考慮し、コナラを目的樹種にする場合でも、その母樹を西向き斜面の上部など生態的適地に限る。主伐 2 年後、筋残し刈りにより概ね 2 m 幅の残し筋と刈り払い筋を交互に配置する。筋残し刈りを林齢 6 年まで毎年実施し、目的樹種(コナラなど)によっては坪刈りも併用する。林齢 3~6 年の秋に、刈り払い筋から繁茂したつる類を切る。林齢 5、6 年時に林冠表面に到達したヌルデを除伐する。クサギとタラノキは相対的に幹の太い(葉量の多い林冠到達)個体のみ除伐する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 上田智・齊藤友記・國崎貴嗣	4. 巻 52
2. 論文標題 広葉樹林筋残し刈り試験地におけるクリとコナラのサイズ構造と空間分布	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 岩手大学農学部演習林報告	6. 最初と最後の頁 17-35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 國崎貴嗣	4. 巻 52
2. 論文標題 広葉樹林筋残し刈り試験地における幼齡天然生林の3年間の林分動態	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 岩手大学農学部演習林報告	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 國崎貴嗣	4. 巻 50
2. 論文標題 アカマツ天然更新試験地における皆伐20年後の更新状況	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 岩手大学農学部演習林報告	6. 最初と最後の頁 27-34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 國崎貴嗣	4. 巻 50
2. 論文標題 広葉樹林筋残し刈り試験地の林分構造と樹種組成	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 岩手大学農学部演習林報告	6. 最初と最後の頁 35-46
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 國崎貴嗣・中村咲恵	4. 巻 49
2. 論文標題 アカマツ天然生林皆伐後3年目における高木性広葉樹の混生状況	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 岩手大学農学部演習林報告	6. 最初と最後の頁 61-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅原大輔・國崎貴嗣・濱道寿幸・麻生臣太郎・齋藤誠・山本信次	4. 巻 49
2. 論文標題 アカマツ皆伐後一年目の林床木本稚樹の更新状況：林床型の相違の観点から	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 岩手大学農学部演習林報告	6. 最初と最後の頁 75-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 國崎貴嗣	4. 巻 48
2. 論文標題 刈り出し方法の違いがアカマツ天然更新稚樹の生残・成長に及ぼす影響	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 岩手大学農学部演習林報告	6. 最初と最後の頁 47-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 國崎貴嗣
2. 発表標題 アカマツ天然生林皆伐後3年目における高木広葉樹の加入・再生状況
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会(高知市)
4. 発表年 2018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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------