

令和元年6月4日現在

機関番号：83601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2018

課題番号：26450222

研究課題名(和文) カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立

研究課題名(英文) Establishment of innovative forest operation utilizing natural regeneration of larch

研究代表者

大矢 信次郎(OYA, Shinjiro)

長野県林業総合センター・育林部・主任研究員

研究者番号：50584885

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：1. カラマツ天然更新の誘導：4～5月の雌花の着花見極め、種子落下前の8月までの伐採と地表処理、概ね樹高以上の伐開幅の確保等を全て組み合わせることによってカラマツ実生の発生と定着、成長を促進することが可能であることを確認した。
2. 天然更新の立地条件解明：スキー場跡地に天然更新したカラマツを調査した結果、自己間引きにより収量比数0.8程度を維持していることが判明した。また、発生2・3年目のカラマツ実生周辺の競合植生の下刈りを実施した結果、無処理より成長促進が図られた。
3. 天然更新材の特性調査：天然更新材は人工植栽材と年輪幅・強度とも差がなく、除伐等の施業や気象害による密度低下が原因と考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、複数の施業等を組み合わせることによって天然更新の誘導が可能であることを示すことができ、また、実生発生後の密度の推移や成長を促進させるための下刈り作業の効果などの新たな知見が得られたことも、カラマツ天然更新の可能性を高める一助となる。また、カラマツ天然更新材の強度特性に関しては、残念ながら人工植栽との差は見出せなかったものの、未成熟材と成熟材の割合が強度に影響を及ぼすことが確認できた。

本研究によって、カラマツの天然更新が再生林の選択肢のひとつとして新たに加わり、造林コストの低減につながるものと考えられる。今後は、材質に着目したカラマツの高密度植栽による施業体系の検討も必要である。

研究成果の概要(英文)：1. Induction to natural regeneration of Japanese larch: We confirmed that it is possible to promote the germination, establishment and growth of larch seedlings by combining all of confirmation of larch's female flowering from April to May, logging and soil scarification by August before seed fall, and securing the logging width more than tree height.
2. Elucidation of conditions for natural regeneration: As a result of research in natural regenerated larch on the closed ski area, it was found that the yield index of about 0.8 was kept by self-thinning. The weeding of competing vegetation around larch seedlings promoted the growth of larch seedlings more than without weeding.
3. Strength characteristics of natural regenerated larch wood: There were no difference of strength and annual ring width between natural regenerated larch wood and planted larch wood. This cause was regarded as decrease density of larch seedlings by cleaning and meteorological damage.

研究分野：造林学、森林利用学

キーワード：カラマツ 天然更新 伐採幅 成熟材 未成熟材 木材強度 下刈り 立地

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

カラマツ (*Larix kaempferi*) は、高冷・寒冷地に適した樹種として広く造林され、長野県の人工林の約 50% を占めており、現在 12 齢級以上の面積が約 7 割に達している。現在、これらのカラマツ資源を効率的に伐採・搬出し、利用することが進められているが、森林所有者にとっては伐採後の再造林費用が大きな負担となっている。造林コスト低減策のひとつとして、針葉樹人工林における同樹種による天然更新が考えられるが、中でもカラマツは、スキー場跡地や崩壊地などにおいて天然更新した実生が頻繁に認められ、天然更新の可能性が高い樹種と考えられている。しかし、これまで北海道や長野県等でカラマツの天然更新が検討されてきた研究例があるものの、技術が体系化されるには至っていない。

2. 研究の目的

本研究では、以下の 3 項目について検討を進める。

(1) カラマツ人工林におけるカラマツ天然更新の誘導とコスト評価

近年施業実績が増加している帯状複層林の造成は、カラマツの再造林の手法として一部で試行されている。カラマツは陽樹であるため、従来の列状間伐程度のギャップでは林床にカラマツの稚樹が生育できなかったが、更新伐では概ね樹高の 2 倍までの伐開幅で伐採を行うためカラマツでも更新面上に生育できることから、人工植栽を行う事例が増えてきた。しかし、カラマツの天然更新施業を帯状伐採地において行った例は少ない。そこで本研究では、帯状の更新伐を行った更新面において、カラマツの天然更新の可能性を追求するとともに、人工植栽とのコスト比較を行う。

(2) カラマツ天然更新成功地における立地条件解明

過去に天然更新が成功した林分は、長野県内のほか北海道などにも認められるが、その詳細な条件は一元的に整理されていない。そのため本研究では、これらの天然更新成功林分や失敗した林分を探索し、土壌条件や地理的条件、施業条件などを調査し、天然更新を成功に導く要素を検討する。

(3) カラマツ天然更新材の特性調査

天然更新では、若齢期の立木密度が高くなり、15 年生程度までとされる未成熟材生産期において、直径成長が抑制され年輪幅が狭くなる可能性が高い。その後、除伐や間伐を適切に行い、直径成長が回復すれば、未成熟材割合が低い木材が生産されることとなる。そのため天然更新では、カラマツ材の欠点とされている「ねじれ」の原因となる未成熟材の割合が低い良質な木材が生産される可能性がある。そこで本研究では、天然更新由来のカラマツ材の強度特性を解析し、人工植栽によるカラマツ材との材質面での差を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) カラマツ人工林における更新伐施業によるカラマツ天然更新の誘導とコスト評価

カラマツ天然更新の誘導は、2014 年の 4 月にカラマツの雌花の着生を確認した南牧県有林(標高 1,580m、伐採時 67 年生)と北相木村有林(標高 1,380m、伐採時 63 年生)において行った(図-1)。南牧では帯状伐採、北相木では小面積皆伐を実施し、種子が落下する前の 8 月に地表かき起こしを行った。伐採翌年にカラマツ実生発生を確認し、南牧では、2015 年 6 月 26 日に 2m×2m のコドラートを各伐採帯の中央部に各 4 カ所(うち 3 カ所は地表かき起こし部分)、20m・40m 伐採帯の北側林縁及び南側林縁から 5m 中央寄りの各 4 カ所(うち各 3 カ所はかき起こし部分)、計 28 カ所に設定した。北相木では、2015 年 6 月 5 日に 2m×2m のコドラートを全伐採帯の中央部に 13 カ所、林縁部に 21 カ所、計 34 カ所に設定した。両試験地での各コドラートでは、実生の数と樹高を毎年秋に測定した。

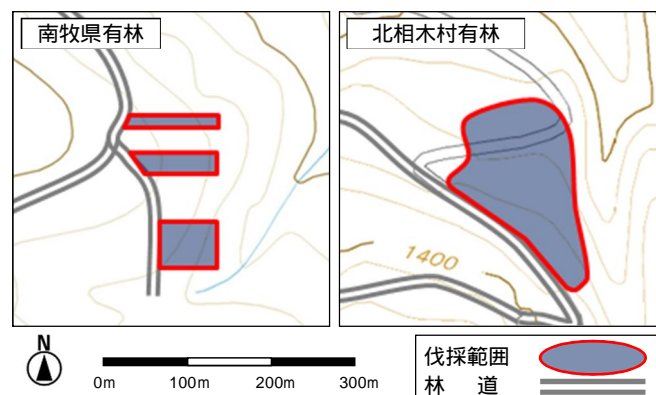


図 - 1 カラマツ天然更新施業地の概略図

(2) カラマツ天然更新成功地における立地条件解明

天然下種更新したカラマツ実生発生地において、下刈りの効果と手法を検討することを目的

として、実生密度および個体サイズと他種との競合状態の定量化を試みた。調査地に 20m×2m のプロットを 3 箇所設置し、2016 年～2017 年の 2 年間、実生の調査と競合状態を把握すると同時に、異なる下刈り処理を実施し、下刈りの効果を検証した。競合状態を考慮して実生成長量をモデル化するため、SfM 技術を用いて雑草群落の 3 次元情報を把握した。また、旧蓼科アソシエイツスキー場跡地にパッチ状に成立した 6・11・18 年生のカラマツ天然更新林分の林分構造、旧青木湖スキー場跡地における天然更新の動態を調査した。

(3) カラマツ天然更新材の特性調査

浅間山国有林において昭和 61 年に天然更新により発生したカラマツ材及び隣接林分で人工植栽した同齢のカラマツ材の乾燥特性及び強度特性を調査した。カラマツ天然更新材及び隣接する同齢の人工林材を 40 本ずつ抽出し、年輪解析装置により年輪幅等の成長過程を解析した。

4. 研究成果

(1) カラマツ人工林における更新伐施業によるカラマツ天然更新の誘導とコスト評価

カラマツ実生の発生量は、帯状伐採地（南牧）では伐採幅が狭いほど多く、小面積皆伐地（北相木）では中央部より林縁部の方が多く、母樹からの距離が影響していると考えられた。実生発生から 4 成長期が経過した 2018 年秋には、南牧では 7,000～73,000 本/ha の実生が残存していた。一方、北相木ではかき起こしを行い A 層土壌が露出した部分では 16,000～32,000 本/ha の実生が残存していたものの、かき起こしの結果生じた枝条や土壌を寄せた棚の上やそれらの脇では、競合植生の旺盛な繁茂により実生が被圧され消滅していた。また、競合植生が生えにくい林道路肩でも 4,000 本/ha 程度の実生が残存していた。これらのことから、実生の生残は競合植生の多寡に影響を受けやすく、標高が高いことやかき起こし強度が強いこと、土壌の圧密化等の条件が競合植生を抑制する方向に働き、実生生残の可能性を高めていると考えられた。

また、2018 年秋のカラマツ実生の平均樹高は、南牧の帯状伐採地では伐採幅 40m の北部林縁と中央、伐採幅 20m の中央において高い傾向が認められ、4 成長期を経て 50cm 前後まで成長した。これらは各伐採帯において測定した相対光量子束密度とほぼ比例していたが、最も平均樹高が低かったのは伐採幅 40m の南側林縁であり、光環境はさほど悪くないものの冬季の凍上被害が多かったことが影響したものと考えられた。北相木の小面積皆伐地では伐採地中央の地表かき起こし部分において最も平均樹高が高く 56cm であった。南牧、北相木とも競合植生との競争を脱するにはあと数年を要することが予想され、現段階ではカラマツ天然更新の成否を結論づけることは困難と考えられる。

なお、実生発生から 3 年が経過した後までの更新コストは、天然更新：地表かき起こしの費用、大苗植栽：苗木代と植栽費用、コンテナ苗植栽：苗木代と植栽費用と下刈り費用、であり、天然更新 < 大苗植栽 < コンテナ苗植栽となった。

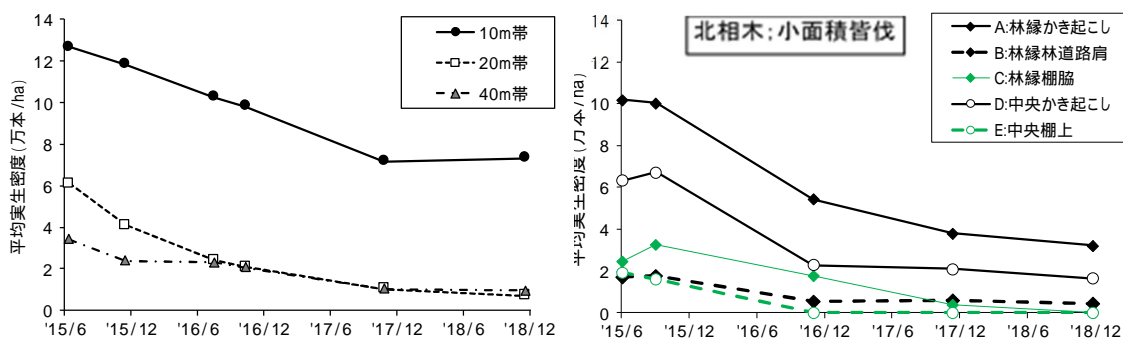


図-2 カラマツ実生の本数密度の推移

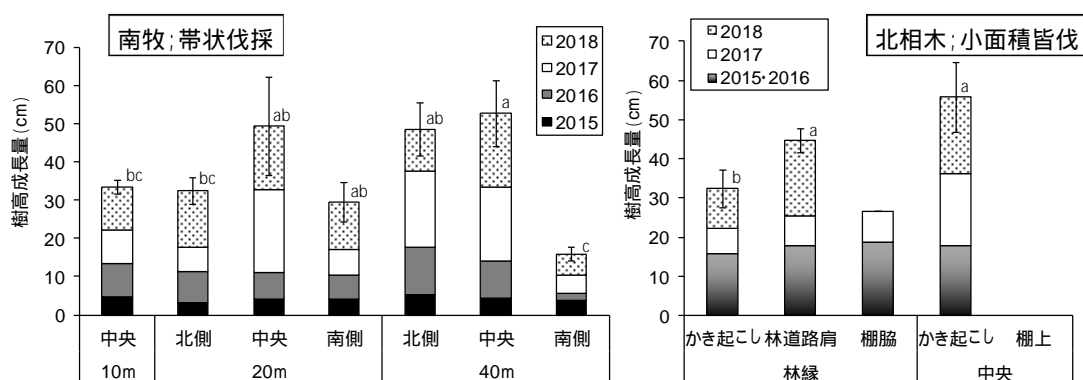


図-3 カラマツ実生の平均樹高

(Bonferroni の多重比較検定、同一符号を含まない区間で有意差あり、 $P < 0.05$)

(2)カラマツ天然更新成功地における立地条件説明

分析の結果、無処理区でも競合状態の低い個体は、 D^2H 増加量が大きかった。しかし、良好な成長を示した個体の割合は、下刈り処理区では約 40%であったのに対し、無処理区では 13%程度と大幅に少なかった。順調な成林を促すうえでは、初期本数密度と競合状態を考慮し、状況に応じて下刈り処理を行う必要があると考えられた。

次に、蓼科アソシエイツスキー場跡地のカラマツ天然更新林分の林分構造調査では、個体数密度は 6 年生から順に 53,300 本、41,400 本、11,700 本/ha であり、樹高は 2.1m、3.4m、5.1m であった。発生年は異なるものの、林齢が上がるにつれて樹高が成長するとともに自己間引きが生じ個体数が減少することが確認された。また、青木湖スキー場跡における天然更新の動態を調査した結果、カラマツを含む高木性の樹木の更新が局所的であり、多くをススキやオオイタドリといった高茎草本群落、タニウツギなどの低木群落が占めていた。高木性樹木のパッチには、比較的まとまりのある密な更新立地と、疎な更新立地があった。後者は前者よりも斜面が急であり、根本曲がりが見られることから、積雪の移動による物理的な攪乱によって速やかな定着が阻害されていると考えられた。

(3)カラマツ天然更新材の特性調査

カラマツ天然更新木と人工植栽木の強度特性を調査した結果、両者の比重、平均年輪幅及び曲げ強さ等で統計的な差は確認できなかった。これは、天然更新木においても、隣接した人工植栽木とほぼ同様の下刈り等保育作業が行われ、成立本数に大きな差がなく、結果として未成熟材・成熟材の割合に差が生じなかったためと推察された。ただし、各試験体においては、木口断面内の成熟材率が高くなると曲げ強さも高くなる傾向が確認された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 13 件)

- (1) 大矢信次郎・清水香代・今井信・植木達人・城田徹央、カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立、長野県林業総合センター業務報告、査読無、2015、42-43
<https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gyomu/documents/h26.pdf>
- (2) 大矢信次郎・斎藤仁志・城田徹央・大塚大・宮崎隆幸・柳澤信行・小林直樹、長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性、日本森林学会誌、査読有、98 巻、2016、233-240
DOI : 10.4005/jjfs.98.233
- (3) 大矢信次郎・清水香代・今井信、カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立 - 更新伐施業によるカラマツ天然更新の誘導 -、長野県林業総合センター業務報告、査読無、2016、42-43
<https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gyomu/documents/h27.pdf>
- (4) 今井信・田畑衛・大矢信次郎、カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立 - カラマツ天然更新材の特性調査 -、長野県林業総合センター業務報告、査読無、2016、104-105
<https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gyomu/documents/h27.pdf>
- (5) 松永宙樹・斎藤仁志・大塚大・植木達人、カラマツ天然更新施業における搬出間伐とその収益性、森林利用学会誌、査読有、32 巻、2017、203-210
DOI : 10.18945/jjfes.32.203
- (6) 大矢信次郎・清水香代、カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立、長野県林業総合センター業務報告、査読無、2017、48-49
<https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gyomu/documents/h28.pdf>
- (7) 大矢信次郎・今井信、カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立 - 天然更新林分と人工植栽林分の年輪構成比較 -、長野県林業総合センター業務報告、査読無、2018、46-47
<https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gyomu/documents/h29.pdf>
- (8) 今井信・吉田孝久・奥原祐司・山口健太・大矢信次郎、カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立 - カラマツの天然更新木と人工植栽木の曲げ強度特性 -、長野県林業総合センター業務報告、査読無、2018、112-113
<https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gyomu/documents/h29.pdf>
- (9) Shinjiro Oya, Kayo Shimizu, The induction from Japanese larch (*Larix kaempferi*) man-made forest to naturally regenerated larch forest -Comparison of the cost with artificial regeneration-, FORMEC Spain 2018 51st Edition of the International Symposium on Forestry Mechanization PROCEEDINGS, 査読無, 2018, 468
<https://www.formec.org/proceedings/101-spain-2018-proceedings.html>
- (10) 大矢信次郎、カラマツ人工林におけるカラマツ天然更新の誘導、森林技術、査読無、No.920、2018、12-15
- (11) 城田徹央、スキー場跡地における天然更新と森林回復、造林時報、査読無、No.202、15-18
- (12) 岩崎千鶴・城田徹央・岡野哲郎・大矢信次郎、高茎草本群落が発達したスキー場休業地における森林回復の可能性、信州大学農学部 AFC 報告、査読有、No.17、2019、27-36
<http://hdl.handle.net/10091/00021336>
- (13) 大矢信次郎・清水香代、カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立、長野県林業

〔学会発表〕(計 11 件)

- (1) 大矢信次郎・斎藤仁志・大塚大・城田徹央 (2015) 伐採・造林一貫作業による再造林コスト低減の検討. 第 126 回日本森林学会大会、2015 年 3 月、北海道大学 (北海道札幌市)
- (2) 松永宙樹・斎藤仁志・大塚大・守口海・大矢信次郎・植木達人、カラマツ天然更新林分の構造が搬出間伐に及ぼす影響、第 127 回日本森林学会大会、2016 年 3 月、日本大学 (神奈川県藤沢市)
- (3) 大矢信次郎・清水香代、カラマツ人工林におけるカラマツ天然更新の誘導 - 実生の消長とコスト -、第 128 回日本森林学会大会、2017 年 3 月、鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市)
- (4) 清水香代・大矢信次郎、カラマツ天然更新地における種子散布と実生発生の関係、第 128 回日本森林学会大会、2017 年 3 月、鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市)
- (5) 松永宙樹・斎藤仁志・大塚大・守口海・植木達人・大矢信次郎、天然下種更新したカラマツ実生の成長と雑草木との競合、第 128 回日本森林学会大会、2017 年 3 月、鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市)
- (6) 岩崎千鶴・城田徹央・松永宙樹・岡野哲郎・大矢信次郎、スキー場跡地に成立したカラマツ天然更新林分の競争過程の解析、第 128 回日本森林学会大会、2017 年 3 月、鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市)
- (7) 松永宙樹・斎藤仁志・城田徹央・植木達人・大矢信次郎、カラマツ天然下種更新地における初期成長と下刈りの効果、第 129 回日本森林学会大会、2018 年 3 月、高知大学 (高知県高知市)
- (8) 今井信・吉田孝久・奥原祐司・山口健太・大矢信次郎、カラマツの天然更新木と人工植栽木の曲げ強度特性、第 68 回日本木材学会大会、2018 年 3 月、京都大学 (京都府京都市)
- (9) Shinjiro Oya, Kayo Shimizu, The induction from Japanese larch (*Larix kaempferi*) man-made forest to naturally regenerated larch forest -Comparison of the cost with artificial regeneration-. FORMEC Spain 2018 51st Edition of the International Symposium on Forestry Mechanization, Sep.2018, Technical University of Madrid (Madrid, Spain)
- (10) 岩崎千鶴・城田徹央・斎藤仁志・岡野哲郎・大矢信次郎、タニウツギ群落とススキ群落が発達した休業スキー場における森林回復の可能性、第 8 会中部森林学会大会、2018 年 10 月、信州大学 (長野県南箕輪村)
- (11) 江戸燈・城田徹央・斎藤仁志・岡野哲郎・大矢信次郎、カラマツコンテナ苗の成長と活着に及ぼす根鉢サイズの影響、第 8 会中部森林学会大会、2018 年 10 月、信州大学 (長野県南箕輪村)

〔図書〕(計 1 件)

- (1) 中村松三編著 (分担執筆: 大矢信次郎) 低コスト再造林への挑戦 一貫作業、コンテナ苗と下刈り省力化、日本林業調査会、2019、169

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

長野県林業総合センター業務報告

<https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gyomu/gyomu-index.html>

コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開 ~ 実証研究の現場から ~

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：今井信

ローマ字氏名：IMAI, Makoto

所属研究機関名：長野県林業総合センター

部局名：木材部

職名：部長

研究者番号(8桁)：50609146

研究分担者氏名：清水香代

ローマ字氏名：SHIMIZU, Kayo

所属研究機関名：長野県林業総合センター

部局名：育林部

職名：研究員

研究者番号(8桁)：00631714

研究分担者氏名：植木達人

ローマ字氏名：UEKI, Tatsuhito

所属研究機関名：信州大学

部局名：学術研究院農学系

職名：教授

研究者番号(8桁)：90221100

研究分担者氏名：城田徹央

ローマ字氏名：SHIROTA, Tetsuoh

所属研究機関名：信州大学

部局名：学術研究院農学系

職名：助教

研究者番号(8桁)：10374711

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：橋渡博之

ローマ字氏名：HASHIDO, Hiroyuki

研究協力者氏名：北村大

ローマ字氏名：KITAMURA, Dai

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、研究者個人に帰属されます。