

## 短 報 (Short communication)

### 筋状地がき地におけるカンバ類の更新位置

伊藤 江利子<sup>1)\*</sup>、橋本 徹<sup>1)</sup>、相澤 州平<sup>2)</sup>、古家 直行<sup>1)</sup>、石橋 聰<sup>1)</sup>

#### 要旨

地がき(かき起こし)は北海道で広く行われてきた天然更新補助作業である。地がきでは林床に密生するササを大型機械で根系ごと除去して鉦質土層を露出させた箇所に稚樹(主にカンバ類)が更新するという予想に反し、筋状地がき地では、かき帯(処理区)以外にも残し帯(対照区)にカンバ類が更新している事例が認められた。カンバ類の更新位置と表層土壌理化学性の関係を明らかにするため、1970～1990年代に地がきを行ったカンバ更新林25林分を対象に表層(0～5cm)土壌の理化学性を調査した。更新位置の差異は土壌理化学性では説明できず、土壌要因に限らない様々な要因がカンバ類の更新可否に関わることが示唆された。

キーワード：カバノキ属、更新、筋状地がき、土壌理化学性

#### はじめに

地がき(かき起こし)は林床に密生するササを大型機械で地下茎ごと除去して鉦質土層を露出させ、天然更新を図る更新補助作業の一種である。地がきはササ類が優占する無立木地の森林化を目的として1960年代以降北海道で広く行われてきた。地がき地には主にカンバ類(*Betula* spp.)が優占する二次林が更新し、その更新成功率は非常に高かった(青柳 1983, 滝川 1993, 三好 1996)。その一方で、地がきは養分豊富で土壌構造も発達している表層土壌を排除してしまうことから、成長に悪影響が出るのが懸念されてきた(梅木 2003)。この懸念は地がき地の処理区(地がきにより表層土壌が除去された区域)にカンバ類が更新することを前提としている。しかしながら、北海道内の地がきカンバ更新林分を追跡調査したところ(伊藤ら 2018a)、カンバ類は処理区に更新するという予想に反し、対照区(同一林分内において地がきが行われず林床植生・堆積有機物・表層土壌が残された区域)に更新している林分も多く認められた(伊藤ら 2018b)。そこで北海道内の地がきカンバ更新林分においてカンバ類の更新位置を調査し、更新位置と表層土壌理化学性の関係を検討した。

#### 調査地と方法

調査は北海道内の国有林、宗谷・上川北部・上川中部・留萌南部・北空知・空知・石狩管理署内で、1971～1996年に地がきを行ったカンバ更新林25林分を対象に、2015年6月から2017年10月までの期間に行った(Table S1)。調査地の大半は国有林地がき作業で一

般的だった筋状地がきが施されている(Table S1)。地がき帯の幅は現地調査では不明瞭だったが、地がき作業当時の記録では石狩・後志管内で5m、上川・空知・留萌管内で3mが一般的とされている。調査地にはカンバ類(ダケカンバ、ウダイカンバ、シラカンバ)に加えて、各種の広葉樹が更新しており、林床植生はササ類(オクヤマザサ、チシマザサ、クマイザサ)が優占していた(Table S1)。胸高直径5cm以上の樹木については大半の調査地でカンバ類が優占していたが、林床植生でササ類が優占しない林分(SA-1, ARs-5)では、胸高断面面積合計のうちカンバ類以外の樹種が全体の50%以上を占めていた(Table S1)。調査地林分内に一辺10～20mの方形調査枠を設定し、枠内で地がき列を判別し、かき帯を処理区、残し帯を対照区とした。地がき列の判別は、過去の航空写真から地がき列方向を確認した上で、現地踏査において数m間隔の畝状微地形を特定することによって行った。カンバ類の更新位置を現地で記載し、カンバ類の更新位置と地がき列との位置関係(以下、更新位置パターン)を以下の5種類に分類した(Table S1)。(1)処理区のみ更新、(2)対照区のみ更新、(3)全面に更新、(4)処理区に主に更新するが、対照区にも多少更新、(5)列間の境界部(処理区の両端と対照区の両肩)に更新。

方形調査枠内の幅3～5mの帯状の処理区および対照区において、100ml採土円筒を使用し、A<sub>0</sub>層を除去して露出した表層鉦質土層を処理区と対照区から各々4～6試料ずつ(ただし3調査地では1～3試料ずつ)を採取した。地がき処理が地表面を搔いて除去することから、採取深度は最も影響が大きいと考えられる層

原稿受付：平成30年10月30日 原稿受理：平成31年1月18日

1) 森林総合研究所 北海道支所

2) 森林総合研究所 立地環境研究領域

\* 森林総合研究所 北海道支所 〒062-8516 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘7

として0～5cmとした。地がき列の境界は不明瞭であることも多く、2林分では地がき列に相当する地表面の高低が特定できなかったため、カンバ類が更新している列とその列間のペアで土壌試料を採取した。採取した土壌試料は採土円筒試料ごとに調整と分析を行った。細土の全炭素・窒素含有率をvario MAX CN (Elementar, Germany)を用いて分析し、土壌化学性指標として全炭素・窒素含有率、CN比を算出した(以下、TC、TN、C/N)。TCは有機物量の指標として、TNは養分状態の指標として、C/Nは物質循環の状態を示す指標として選択した。また細土容積重を算出し、土壌物理性の指標とした(以下、BD)。

更新位置パターンのうち(1)と(2)では処理区ないしは対照区のいずれかのみカンバが更新していた。更新位置パターン(1)の対照区と更新位置パターン(2)の処理区が更新不良となった原因は土壌理化学性にあるとの作業仮説について検証するために、更新位置パターン×処理のカテゴリー間で土壌理化学性に違いがあるかを、一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて解析した。解析は更新位置パターン(1)と(2)のデータのみを対象としたためカテゴリー数は2×2の4通りである。調査地の調査時林齢は15～44年と幅があった。そのため採取時の土壌理化学性に対する地がき処理からの経過時間の影響の有無を検討する予備解析を行った。予備解析でTC・TNでは時間に対する正の効果が、BDでは時間に対する負の効果が認められた。これを踏まえてカテゴリー間での土壌理化学性の比較に際して林分ごとで異なる経過時間の影響を補正するよう説明変数に林齢を加えた。解析に供したモデルでは、応答変数を各採土円筒試料の土壌理化学性とし、説明変数をカテゴリーと林齢、調査林分は変数効果とした。カテゴリーごとの土壌理化学性の平均値の推定にあたっては、時間条件を調査林分の平均林齢である34年生時に統一し、共変量である時間の影響を取り除いた。このようにして推定した土壌理化学性の平均値がカテゴリー間で有意差があるかどうかを明らかにするため、TukeyのHSD検定による多重比較検定を行った。更新位置パターンの違いが地がきによる土壌攪乱の強弱に起因するものであるとの作業仮説に基づき、更新位置パターン(1)の対照区は地表攪乱が過小なためにカンバ類が更新せず、更新位置パターン(2)の処理区は地表攪乱が過大なためにカンバ類が更新しなかったものと予想した。統計解析にはJMP ver.10.0 (SAS Inst., Cary, NC)を用いた。

### 結果と考察

カンバ類は処理区に更新するという調査前の予測に反し、更新位置パターンは一意的でなかった(Table S1)。地がき調査林分の大半は更新位置パターン(1)(処理区にカンバ類更新, n = 10)ないしは更新位置パ

ターン(2)(対照区にカンバ類更新, n = 9)に属し、処理区と対照区の両方に更新する更新位置パターンは少数だった。それらの林分数は、更新位置パターン(3)(全面に更新, n = 2)、(4)処理区に主に更新するが、(対照区にも多少更新, n = 1)、(5)列間の境界部に更新(処理区の両端と対照区の両肩, n = 1)となった。対照区では残し帯の肩(切土法面の最上部の端、法肩、残し帯の両端に位置するところ)での更新個体が多く認められ、根元が処理区側に著しく湾曲する特徴が認められた。また、林床優占種がササである場合には地がき帯か残し帯かにかかわらず林内全域がササで覆われている事例が大半であった。地がき帯には両側の残し帯からササ程が倒れ込み、地上空間をササ程が覆い尽くす場合も散見された。

前述の作業仮説が正しければ、カンバ類が更新したカテゴリー(更新位置パターン(1)の処理区、更新位置パターン(2)の対照区、更新位置パターン(3)～(5)の処理区および対照区)の土壌理化学性は更新位置パターン(1)の対照区と更新位置パターン(2)の処理区の間値となり、土壌理化学性のいずれかにおいて有意差が認められると期待される。各カテゴリーの土壌理化学性は大小関係においては概ね予想通りとなり、更新位置パターン(1)の対照区では地表攪乱の弱さを示唆する高TC、TN、かつ低BDの傾向を示し、更新位置パターン(2)の処理区は地表攪乱の強さを示唆する低TC、TN、かつ高BDの傾向を示した(Fig. 1a, 1b, 1d)。しかしながら、TC、TN、BDにおけるカテゴリー間の有意差は、更新位置パターン(1)および(2)の処理間(処理区と対照区)に認められたのみであった(Fig. 1a, 1b, 1d)。更新位置パターン(1)の処理区と(2)の処理区の間、および更新位置パターン(1)の対照区と(2)の対照区の間にはTC、TN、BDのいずれに関しても有意差が認められず、更新の可否が土壌理化学性に起因するものであると証することはできなかった。また、C/Nでは更新位置パターン(2)の処理間に有意差が認められるだけであり(Fig. 1c)、更新の可否との連関は見いだせなかった。

以上の結果は、土壌要因に限らない様々な要因がカンバ類の更新可否に関わることを示唆している。カンバ類は相対照度70%以上で優占する割合が高い(宮・小鹿2004)。光環境の良否はカンバ類の成長に直結し(藤村・坂上1985, 倉橋ら1999)、被陰により耐乾性も低下する(丸山ら1997)。筋状地がきの場合、対照区(残し帯)のササは地上部・地下部ともに残される。対照区ではササに被陰されるためにカンバ類の更新が困難であるとの見解は、地がきの元来の目的がササに覆われた造林未済地の解消だったことから当初は自明であると考えられた。対照区の土壌理化学性は処理区より高TC、TN、C/N、かつ低BDの傾向を示した(Fig. 1)。土壌攪乱の弱さを示唆するこれらの傾向は、更新

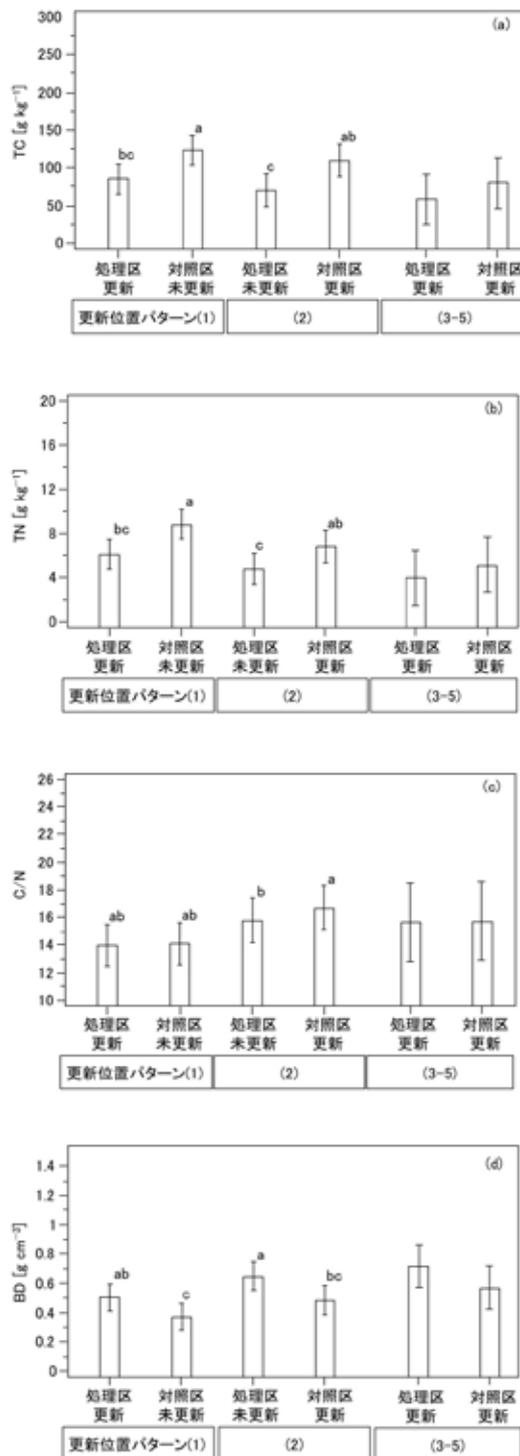


Fig. 1. カンバ類更新位置パターンと地がきの有無による土壤理化学性の違い

一般化線形混合モデル(GLMM)で予測した各カテゴリーの土壤理化学性(TC, 全炭素濃度; TN, 全窒素濃度; C/N, 炭素窒素比; BD, 細土容積重)の最小二乗平均値(共変量である時間の影響を取り除くため、時間条件を林齢34年生時に統一して推定した土壤理化学性の平均値)と90%信頼区間を示す。異なるアルファベットはTukeyのHSD検定で平均値に有意差( $p < 0.05$ )があることを示す。処理区と対照区の両方にカンバ類が更新した更新位置パターン(3)~(5)のカテゴリーについてはTukeyのHSD検定を行っていない。

位置パターン(1)林分の対照区で未更新となった結果を矛盾なく説明する。一方で、更新パターン(2)の対照区でなぜカンバ類が更新できたのかは未解明のままである。対照区がササに被覆される状況は更新パターン(1)と(2)で共通のはずであり、土壤理化学性にも両カテゴリー間で有意差は認められなかった。ひとつの可能性として、更新パターン(2)の林分では深めの地がきが行われ、その際発生した大量のボサ(林床植生の破断物・堆積有機物・表層土壌からなる有機物と鉱質土壌の不均質な混合物)を残し帯に残置したのではないかと推測される。実際、残し帯ではF層が厚く、ササ稈リターが15~20cmの厚さで堆積しているところが多かった。また更新パターン(2)に属するSJ-5ではかき帯と判断した幅5mの明瞭な凹地の帯の脇(対照区の両端)に幅2~3mのマウンドの列を認めており、カンバ類はそのマウンド上に更新していた。対照区の中央にはマウンドとマウンドに挟まれた細い筋状の無立木地も認められた。調査時の所感では対照区中央の無立木地は粘質な地がき帯の土壌ほど堅密でないものの、対照区両端のマウンド上よりは堅密であった。ササ植生を覆うように対照区の両端に残置されたボサ上であればササの回復も遅れ、カンバ類が定着・成長できたかもしれない。もうひとつの可能性は処理区との境界部にあたる残し帯の肩における更新である。更新位置パターン(2)では更新個体が残し帯の端に位置することも多く、根元が地がき帯側に著しく湾曲する特徴が認められた。残し帯の肩では地がき帯の地がきで側方部から光が入ると想定され、上記の根元が湾曲する特徴はカンバ類稚樹が光を求めて側方に伸長した結果かもしれない。ただし、斜面に沿って積雪層全体が移動する積雪グライドによる倒伏の影響も否定できない。また更新位置パターン(5)として残し帯の肩と地がき帯両端の双方に更新する林分も認められた。これらの観察結果は境界部のカンバ更新適性を示唆している。さらに境界部では崩土が多くカンバ類の成長に好適な土壌条件であるとの報告もある(三好1978)。

更新位置パターン(2)の処理区(カンバ類未更新)の土壤理化学性は、更新位置パターン(1)の処理区(カンバ類更新)と比較して、数値に有意差は認められなかった(Fig. 1)。したがって土壤理化学性をもってカンバ類が未更新であった理由を説明することはできないが、更新位置パターン(2)の処理区は低TC、TNかつ高BDという樹木生育にとって不利な傾向を示し、やや過度な地がきであったことが示唆された。過度な地がきは堅密(高BD)なB層の露出をもたらし、土壤物理性の低下につながる。土壤物理性は地がき地の更新成功に深く関わる(Yoshida et al. 2005, Yamazaki and Yoshida 2018)。加えて、処理区中央部は地がきによって凹状微地形となりやすい。透水性の低下と相まって融雪時などでは局所的・一時的な滞水頻度が増加した

かもしれない。カンバ類は冠水耐性が小さい（高橋ら 1987, 1988, 1989）。処理区中央部にカンバ類が生育せず、処理区両端や境界部での更新が卓越している場合には、滞水が更新阻害の一因だった可能性がある。

適度な地がきによる処理区土壌の理化学的な改変は光条件の改善に加えて、菌根形成や可給態窒素養分の増加を通じてカンバ類の更新・成長を促進する可能性が指摘されている。強度攪乱地ではシラカンバの外生菌根形成率が高く、また攪乱地土壌に特異な特定の菌根菌が優占するとの報告もある（橋本 2003）。この優占菌根菌の存在は水分・養分吸収の促進、水分・病害ストレスへの抵抗性向上を通じて、宿主であるカンバ類の成長を有利にする（橋本 2003）。またカンバ類稚樹の窒素要求性は非常に高く、窒素不足は稚樹の成長・生残に決定的な影響を及ぼす（武藤・早稲田 1956a, b, 佐藤 1960）。TNは処理区の方が対照区より低い（Fig. 1b）、地がき後の処理区は可給態窒素養分条件が良い可能性がある。地がき地における表層 30 cm 土壌の無機態窒素現存量を報告した柴田ら（2007）によると、地がき地の硝酸態窒素現存量は処理後数年間の間、対照区の 3～10 倍になるという。具体的には、アンモニウム態窒素現存量は対照区・処理区ともに処理後 1～7 年の範囲で  $2\text{g m}^{-2}$  程度、硝酸態窒素現存量は対照区で  $<0.3\text{g m}^{-2}$  程度、処理区で処理 1 年後  $3\text{g m}^{-2}$ 、2 年後  $2\text{g m}^{-2}$ 、以降  $1\text{g m}^{-2}$  内外と漸減する。他方、カンバ類稚樹に必要な窒素施肥条件として  $4\sim 8\text{g m}^{-2}$  の値が報告されている（シラカンバのまきつけ床・床替え床の施肥基準、佐藤 1963）。この窒素施肥基準と比較すると、地がき地では処理後 2 年間は窒素不足が生じないと考えられる。一方、対照区の無機態窒素現存量は施肥基準の  $1/4\sim 1/8$  である。ササとの養分競争も考え合わせると、対照区の無機態窒素量はカンバ類稚樹の生育に不十分である可能性が高い。なお、カンバ類 3 種は硝酸アンモニウムを窒素源とした栽培で良好な成長を示すが、ダケカンバは硝酸カルシウム、シラカンバ・ウダイカンバは硫酸アンモニウムを窒素源とした場合に成長が著しく劣化する（佐藤・早稲田 1955）。樹種間で異なる窒素源の指向性を考慮すると、利用可能な窒素量はさらに少ないものと考えられる。

カンバ類更新位置に複数のパターンが認められたのは、上記で述べたような対照区～境界部～処理区と連続／非連続的に変化するカンバ類更新の適不適に関する各種の要件が組み合わさり、各林分の地がき帯・残し帯における更新可否を決めたものと推察される。これらの立地条件の勾配を左右する様々な潜在的要因が考えうる。筋状地がきにおいては表層土壌を除去する幅（地がき仕様的一种でかき幅、刈幅と呼ばれる）が広いほど、対照区と境界部の光条件が向上すると考えられる。またその幅が同じであっても地がき方向の方位によって光条件は変化するだろう。光条件にはササ

稈密度と稈高も影響すると考えられるが、稈密度が小さく稈高が高いチシマザサと稈密度が大きく稈高が低いクマイザサ、また両種の間の特徴を有するオクヤマザサといったササ種の違いがカンバ類の光条件に与える影響は不明である。さらに地がき地の傾斜は地がき面の水分状態に影響しうる。平坦地での地がきや、急傾斜地で行われた階段状の地がき（斜面を階段状に削るため地がき地は踊り場状となる）の場合には、地がき面で融雪時などの滞水が起りやすくなり更新には不利と推定される。また、今回は土壌母材の影響については検討しなかった。しかし本研究の調査地は火山灰を母材に含む土壌と含まない土壌に大別でき（Table S1）、予備解析では火山灰を母材に含む土壌で高 TC、TN かつ低 BD という傾向が示唆された（伊藤、未発表）。非火山灰を母材とする地域ではウダイカンバの地位指数に土壌容積重が関与するとされ（塩崎・真田 1985）、地がきがカンバ類の更新に与える影響は土壌母材によって異なる可能性もある。北海道では諸火山の暦年の噴火活動を反映して、火山碎屑物（火山灰・軽石・スコリア）の堆積有無、堆積層厚、碎屑物の粒径などに大きな地域差が認められ、火山灰土壌と呼称されるものの土壌特性は決して一様ではない（北海道火山灰命名委員会 1982）。火山灰が持ついかなる特性がカンバ類の更新に影響しうるのかに関しても明らかにしたうえで、土壌母材の影響について今後検討することが必要である。

#### おわりに

北海道内の筋状地がきカンバ類更新林分において、かき帯以外にも残し帯にカンバ類が更新している事例が多数認められた。カンバ類更新林分の表層土壌理化学性を調査したところ、地がき作業時の土壌攪乱の強弱とカンバ類の更新位置には一定の連関があると推測された。しかし、林分ごとに異なる更新位置の差異は土壌理化学性では説明できず、土壌要因に限らない様々な要因がカンバ類の更新可否に関わることが示唆された。

#### 謝辞

本研究は（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト（課題番号 201420）の研究成果である。本研究の遂行に当たり、北海道森林管理局各位に多大な協力を頂いた。

#### 引用文献

- 青柳 正英 (1983) 道有林の「かき起こし」の実態. 北方林業, 35, 49-53.  
 藤村 好子・坂上 幸雄 (1985) シラカンバ苗木の生長におよぼす庇陰の影響. 第 96 回日本林学会大会発表論文集, 339-340.  
 橋本 靖 (2003) シラカンバに定着する外生菌根菌の生態

- とその役割に関する研究. 日本菌学会会報, 44, 67-74.
- 北海道火山灰命名委員会 (1982) 北海道の火山灰. 23pp., 北海道火山灰命名委員会, 札幌.
- 伊藤 江利子・橋本 徹・相澤 州平 (2018a) 地がきカンバ更新地における表層土壌容積重の回復過程. 北方森林研究, 66, 97-100.
- 伊藤 江利子・橋本 徹・相澤 州平・石橋 聡 (2018b) 北海道における地がき更新補助作業と今後の課題. 森林立地, 60, 印刷中.
- 倉橋 良之・渋谷 正人・矢島 崇・松田 彊 (1999) 林内かき起こし地における樹木の更新と光環境. 北海道大学農学部演習林研究報告, 56, 55-69.
- 丸山 温・北尾 光俊・森 茂太 (1997) 異なる光条件下で育てた広葉樹数種の葉の水分特性. 日本林学会北海道支部論文集, 45, 35-37.
- 宮 久史・小鹿 勝利 (2004) 林内かき起こし地における更新樹種の分布特性. 北海道大学演習林研究報告, 61, 1-10.
- 三好 英勝 (1978) 天然林かき起こし作業による稚樹の発生と生長. 北方林業, 30, 39-42.
- 三好 英勝 (1996) 道有林におけるかき起こし作業の成果. 北方林業, 48, 105-108.
- 武藤 憲由・早稲田 取 (1956a) 窒素・リン酸・加里の欠如時期及び期間がウダイカンバ稚苗の生育に及ぼす影響. 第 65 回日本林学会大会講演集, 168-169.
- 武藤 憲由・早稲田 取 (1956b) 窒素・リン酸・加里の欠如時期及び期間がメジロカンバ稚苗の生育に及ぼす影響. 第 67 回日本林学会大会講演集, 148-150.
- 佐藤 清左衛門 (1960) シラカバ稚苗の栄養試験. 日本森林学会誌, 42, 445-447.
- 佐藤 清左衛門 (1963) 広葉樹—カンバ・ハンノキ類の育苗編. 北方森林叢書第 24 集, 北方林業会, 95pp.
- 佐藤 義夫・早稲田 取 (1955) カバ属稚苗の成育と水素イオン濃度及び窒素源との関係. 第 64 回日本林学会大会講演集, 156-158.
- 柴田 英昭・小澤 恵・佐藤 冬樹・笹 賀一郎 (2007) 森林施業に伴う地表処理が土壌窒素動態に及ぼす影響とそのメカニズム. 日本森林学会誌, 89, 314-320.
- 塩崎 正雄・真田 悦子 (1985) ウダイカンバの生長と土壌条件. 北方林業, 37, 261-264.
- 高橋 邦秀・藤村 好子・小池 孝良 (1987) 北海道産落葉広葉樹の冠水耐性 (I). 日本林学会北海道支部論文集, 35, 159-161.
- 高橋 邦秀・藤村 好子・小池 孝良 (1988) 北海道産落葉広葉樹の冠水耐性 (II) : 耐性の季節変化. 日本林学会北海道支部論文集, 36, 99-101.
- 高橋 邦秀・藤村 好子・小池 孝良 (1989) 北海道産落葉広葉樹の冠水耐性 (III) : 開芽期における耐性. 日本林学会北海道支部論文集, 37, 7-8.
- 滝川 貞夫 (1993) 北海道における掻起こしによる更新地の現状. 北海道大学演習林試験年報, 11, 62-64.
- 梅木 清 (2003) 北海道における天然林再生の試み—かき起こし施業の成果と課題—. 日本森林学会誌, 85, 246-251.
- Yamazaki, H. and Yoshida, T. (2018) Significance and limitation of scarification treatments on early establishment of *Betula maximowicziana*, a tree species producing buried seeds: effects of surface soil retention. Journal of Forest Research, 23, 166-172.
- Yoshida, T., Iga, Y., Ozawa, M., Noguchi, M. and Shibata, H. (2005) Factors influencing early vegetation establishment following soil scarification in a mixed forest in northern Japan. Canadian Journal of Forest Research, 35, 175-188.

### 補足電子資料

以下はオンライン版のみの掲載となります。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/450/index.html>

**Table S1. 調査地一覧**

地がき, 更新林分, および立地条件

<sup>1)</sup> 世界測地系, <sup>2)</sup> 判明分のみ, <sup>3)</sup> 本文内の調査地と方法を参照, <sup>4)</sup> 立木密度 > 250 本 ha<sup>-1</sup> の樹種のみ, 複数のカンバ種が生育する場合は優占度の高い順に示す. Be, ダケカンバ (*Betula ermanii* Cham.); Bm, ウダイカンバ (*Betula maximowicziana* Regel); Bp, シラカンバ (*Betula pendula* subsp. *mandshurica* (Regel) Ashburner & McAll.), <sup>5)</sup> Ae, タラノキ (*Aralia elata* (Miq.) Seem.); Ah, ケヤマハンノキ (*Alnus hirsuta* (Spach) Rupr.); Aj, ハウチワカエデ (*Acer japonicum* C.P.Thunberg ex A.Murray); Ap1, イタヤカエデ (*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) H.Ohashi); Ap2, ベニイタヤ (*Acer pictum* subsp. *mayrii* (Schwer.) H.Ohashi); Cc, ミズキ (*Cornus controversa* Hemsl.); Cs, コシアブラ (*Chengiopanax sciadophylloides* (Franch. & Sav.) C.B.Shang & J.Y.Huang); Fm, ヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* Rupr.); Hp, ノリウツギ (*Hydrangea paniculata* Siebold); Ja, オニグルミ (*Juglans ailanthifolia* Carrière); Ks, ハリギリ (*Kalopanax septemlobus* Koidz.); Ma, ヤマゲワ (*Morus australis* Poir.); Mo, ホオノキ (*Magnolia obovate* Thunb.); Pa, キハダ (*Phellodendron amurense* Rupr.); Pr, サクラ属 (*Prunus* spp.); Ps, ヤマナラシ (*Populus sieboldii* Miq.); Qm, ミズナラ (*Quercus mongolica* subsp. *crispula* (Blume) Menitsky); Sa1, ヤナギ属 (*Salix* spp.); Sa2, アズキナシ (*Sorbus alinifolia* (Sieb. & Zucc.) C.Koch); Sc1, バッコヤナギ (*Salix caprea* L.); Sc2, ナナカマド (*Sorbus commixta* Hedl.); Tj, シナノキ (*Tilia japonica* (Miq.) Simonk.); Tm, オオバボダイジュ (*Tilia maximowicziana* Shiras.); Ul, オヒョウ (*Ulmus laciniata* Mayr), <sup>6)</sup> Sk, チシマザサ (*Sasa kurilensis* Makino & Shibata); Ss, クマイザサ (*S. senanensis* Rehder); Sc, オクヤマザサ (*S. cernua* Makino, チシマザサ—チマキザサ複合体 the *S. kurilensis* – *S. senanensis* complex)

## Spatial distribution of regenerated birch trees in strip-scarified stands

Eriko ITO <sup>1)\*</sup>, Toru HASHIMOTO <sup>1)</sup>, Shuhei AIZAWA <sup>2)</sup>,  
Naoyuki FURUYA <sup>1)</sup> and Satoshi ISHIBASHI <sup>1)</sup>

### Abstract

Soil scarification is a natural regeneration practice that has been developed as a low-cost birch reforestation technique on Hokkaido, the northernmost main island of Japan. Scarification removes forest floor organic matter and surface soil. Contrary to our expectations, some stands had regenerated along control (non-scarified) lines. To clarify the effects of soil disturbance due to scarification on the locations of regenerated birch trees, we investigated the physicochemical properties of surface soils (depth: 0–5 cm) at 25 scarification-regenerated birch forests treated from the 1970s to the 1990s. In the strip-scarified stands examined in this study, the locations of regenerated birch trees on treatment and control lines were not explained by soil properties. The results of this study show that the various patterns in distribution of regenerated birch trees observed in these stands might be due to combinations of various factors that are not limited to soil properties.

**Key words:** *Betula* sp., regeneration, strip-soil scarification, physicochemical soil properties

---

Received 30 October 2018, Accepted 18 January 2019

1) Hokkaido Research Center; Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Department of Forest Soils, FFPRI

\* Hokkaido Research Center; FFPRI, 7 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-8516 JAPAN; e-mail: iter@ffpri.affrc.go.jp