

択伐天然林の新たな更新補助作業法の検証

— 2つの改良型更新補助作業法の施工後2年目の更新状況 —

森林総合研究所北海道支所

北海道森林管理局森林技術センター

北海道森林管理局

倉本 恵生・飯田 滋生

横山 誠二・友田 敦

真庭 利明・藤岡 裕之

はじめに

択伐を繰り返した北海道の天然林では林床のササが増加することが報告されている(2,3)。繁茂したササに稚樹の更新が強く抑えられるため、持続的な収穫に必要な後継樹の確保が困難となり(2,5)、伐採後の林内が長期にわたり無立木ササ地と化したままになる場合も多い(9)。無立木ササ地を森林に再生するため、重機を利用してササをはぎ取り地表を露出させる、かき起こし(地はぎ)と呼ばれる更新補助作業が広く実施されてきた(1,9)。しかし、かき起こしで成林した林は本来の天然林とかけ離れたカンバ類の一斉林となる場合が非常に多い(1,9)。

かき起こしがカンバ類の優占を招く理由として、周囲に樹冠が少ない無立木地や疎林地で施工すること、大面積にわたって表土ごとササを除去することで、遠くまで風散するカンバ類以外の種子が侵入しにくくなり、陽性樹種であるカンバの発芽および生育が他樹種よりも有利になることがあげられている(1,9,10)。カンバ類以外の種子の加入が期待でき、カンバ類の成長を抑えるよう光量を制限するために樹冠の近くをかき起こす方法(7)が提唱されている。

また、天然林における自然状態での更新は風倒による倒木とともに、その際に根株が転倒することによって生じる独特の立地(マウンド・ピット)にも強く依存していることが明らかになってきた(5,6)。かき起こしでは大面積に表土を除去し、ならされた地表面を造成するため、独特の微地形面を更新適地とする樹種が更新できない可能性もある。

筆者らは、更新のための地表処理を択伐や風倒から時間が経過した無立木ササ地で行なうのではなく、択伐を行なった直後の伐採木伐根周囲で行うことを考えた。伐根周囲は樹冠に囲まれているため、様々な樹種の種子が加入できると考えられる。また、林床の光量も制限されるのでカンバ類の優占が抑えられると考えられる。そこで、伐根の周囲を小面積に地はぎする処理「小面積樹冠下地はぎ」を考案した。また、従来の地はぎ処理では地表面がならされるため、もうひとつの処理として人工的に伐根を転倒させてマウンド・ピットを造成する「人工根返し処理」を考案し、現地試験を行なった。

本報告では、施工後2年目の更新状況を更新本数と樹種多様性およびササの繁茂状況から評価し、現時点にお

ける効果の検証を行った。

方法

更新補助作業の現地試験と更新調査は、朝日天然林施業試験地(上川北部森林管理署2069林班と小班,士別市朝日町,北緯44°05′,東経142°48′,標高410~550m)において行った。試験地は南西向き斜面の針広混交林内に設定され、1ha(100m×100m)プロットが近接して3箇所配置されている。3つの1haプロット内の胸高直径(DBH)5cm以上の立木について2007年に毎木調査を行っている。この試験地の林分は約55年前の洞爺丸台風によって林冠木の多くが風倒した後に林冠が再発達した林であることが明らかにされており(8)、その間の択伐等の施業は行なわれていない。

調査区のうち2つにおいて、2008年9月から10月にかけて択伐を実施した(材積択伐率17%)。更新補助作業はその翌年の2009年8月に実施した。作業にはバックホウを用い、小面積樹冠下地はぎ10箇所、人工根返し10箇所を施工した(4)。

小面積樹冠下地はぎでは、伐採により形成された林冠ギャップ(幅10~20m)の中心から周囲の樹冠下にかけての地表をバックホウのバケットを用いて処理し、施工面積は幅5m、長さ8~10m程度に統一した。施工面自体には重機本体の乗り入れは行わず、地面に差し込んだバケットを使ってササを根茎から除去し、付着した表土はバケットをゆすってふるい落としした。また、ササを除去した後の地表を軽く攪拌した。

人工根返しは伐根の周囲にバケットを差し込み、根系を抱え込むように動かしながら徐々に力を加えて伐根を横転させ、風倒による根返りと同様の状態(マウンド・ピット)を作り出した。掘り返しや埋め戻しの操作は行わないようにし、ササの除去も作業の実施上やむを得ない場合以外は行わなかった。また、地はぎ同様に施工面への重機本体の乗り入れはない。

更新補助作業翌年(2010年9月上旬)と2年後(2011年9月上旬)に、施工箇所での更新状況の調査を行った。小面積樹冠下地はぎでは、施工面を4分割し、それぞれの区画に1m²の調査枠を3~4箇所設けた(地剥区)。人工根返し処理では、マウンドとピットを覆うように1m²調査枠を連続して配列した(根返区)。

Shigeo KURAMOTO, Shigeo IIDA (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Sapporo 062-8516), Seiji YOKOYAMA, Atsushi TOMODA (Forestry Technology Center, Hokkaido Regional Forest Office, Shibetsu 095-0015), Toshiaki MANIWA, Hiroyuki FUJIOKA (Hokkaido Regional Forest Office, Forestry Agency, Sapporo 064-8537)
Examination of two novel silvicultural operations for natural regeneration after selection harvesting, based on regeneration second years after treatments.

これらの処理区画と比較するため、いくつかの施工箇所では、施工地に隣接する無処理の伐根周囲（伐根区）とササに覆われた林床面（林床区）を対照として選び、各調査箇所につき 1m² 方形枠を 2~6 個並べて設定した（図-1）。

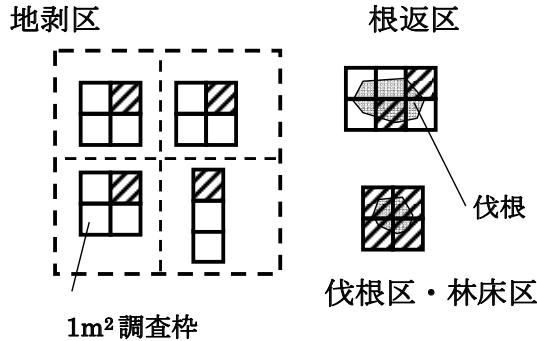


図-1. 各処理の更新調査枠レイアウト
1m²調査枠のうち斜線のが更新樹の全数調査枠

各施工箇所について、地剥区では施工面4分割につき1m²調査枠1つ（各施工地で計4つ）、根返区ではマウンド・ピットを代表する1m²調査枠を適宜（2~4つ）を選んで更新樹（実生・稚樹）の全数を樹種ごとに調査した。対照となる伐根区・林床区については各調査点の全調査枠について全数調査を行った。

高さ5cm以上の更新樹（実生・稚樹）については、設置した全ての調査枠で高さを実測し、個体標識を行った。さらに全ての調査枠でササの本数・稈高を計測した。

これらの調査から、各施行区の1m²あたりの更新樹とササの本数および高さを算出した。更新樹の全数については全数調査枠の結果をもとに、高さ5cm以上の更新樹については全ての調査枠の結果をもとに算出した。また、各施工区の更新樹種の多様性を比較するため、Shannon-Wienerの多様度指数を算出した。

結果

1) 更新本数

更新本数は施工翌年・2年目とも小面積樹冠下地はぎ（地剥区）で最も多く、その対照となる林床区では他の処理区に比べて著しく少なかった（図-1）。人工根返し（根返区）とその対照である伐根区では地はぎの2/3程度であり、平均では両区間の差はみられなかったが、2年目では根返区に比べて伐根区のほうが地点（伐根）間のばらつきが大きい傾向がみられた。

また、地剥区の施工翌年では、更新樹の大部分がウダイカンバの当年実生で、かつ苗高5cm未満の小さいもので占められていたが、2年目では苗高5cm以上の実生の数は対照を含む4つの処理の中で最も多くなった（図-2）。

ウダイカンバは施工翌年では地剥区の94%、根返区の87%（4）を占めていたが、2年目にはそれぞれ52%、59%と割合が低下した（表-1）。また、かき起こし地でしばしば優占するダケカンバの割合は2年目においても低率にとどまった。かわって、施工翌年には地剥区・根返区ともにほとんどみられなかったミズナラ・イタヤカエデが2年目に増加した。また両

区ともに施工翌年には2%以下であったトドマツも著しく増加した。これらのうち、カンバ類は処理翌年かそれ以前に発生したもので2年目の発生はほとんどみられなかった。ミズナラ・イタヤカエデはほとんどが2年目に発生した実生であった。トドマツは、処理翌年にも2年目にもよく発生していた。

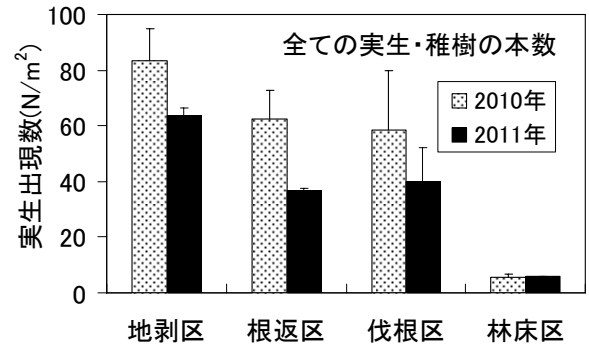


図-1. 各処理区の調査枠内の実生・稚樹の更新本数

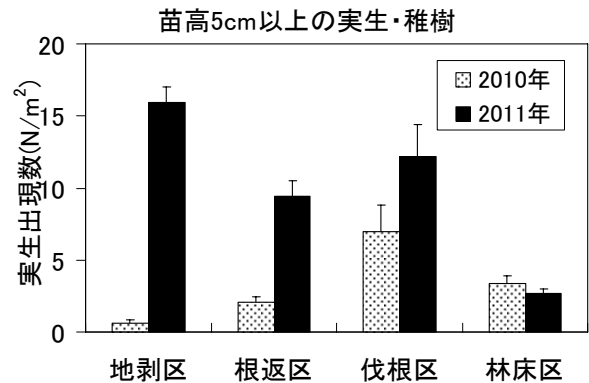


図-2. 苗高5cm以上の実生・稚樹の更新本数

表-1. 林冠木と更新樹の種構成

更新樹の数値は各処理および対照区での構成率(%)を示すそれぞれのカテゴリーでの上位6種は数値を太字で示す

樹種	林冠木		更新樹(2011年)			
	本数(%)	BA(%)	地剥区	根返区	伐根区	林床区
トドマツ	39.6	49.5	21.9	16.5	17.7	36.4
ミズナラ	11.9	14.6	1.1	0.3		
ウダイカンバ	6.7	9.3	52.4	58.5	59.2	3.0
エゾマツ	7.6	6.3				
イタヤカエデ	8.2	5.9	3.9	2.6	0.7	6.1
ハッコヤナギ	5.1	2.9	16.8	18.7	8.8	
シナキ	3.2	2.6		1.3		
ダケカンバ	2.5	2.0	0.1	0.1		
ホオノキ	3.2	1.6	0.2	0.2	2.0	
ミヤマザクラ	1.2	0.8	1.7	0.4	3.4	9.1
ハリギリ	0.5	0.7	0.2			6.1
キハダ	1.5	0.5	0.8	1.8	6.8	24.2
ヤチダモ	0.05	0.04	0.2	0.3	0.7	6.1

2) 樹種多様性

更新樹種数は施工翌年には根返区で最も多く（14種）、地剥区（11種）、林床区（11種）、伐根区（9種）の順になっており、うち6種が全処理に出現した。そのほかの樹種はいずれ

れかの処理区に限って出現または欠落していた(図-3a)。2年目には出現種数は地剥区13種、根返区17種、伐根区16種と増加したが林床区では10種と減少した(図-3b)。

施工翌年には根返区でエゾマツの更新がわずかながら確認されていたが2年目には枯死していた。カエデ類(イタヤカエデ・ハウチワカエデ)は施工翌年には林床区でのみ出現がみられ、その大部分が前生樹であったのに対し、2年目には地剥区・根返区で当年実生が多数出現した。

多様度指数は施工翌年には更新樹のなかでの優占種ウダイカンバを考慮に入れた場合(図-3のH'(1))、林床区が最も高く、伐根区・根返区・地剥区の順に低下した。ウダイカンバの影響を除いた場合(図-3のH'(2))は、林床区の次に根返区で高く、地剥区と伐根区がやや少なかった。

2年目では優占種を含めた場合での多様度指数も増加し、地剥区・根返区でも施工翌年に比べて伐根区・林床区の値に近づいていた。

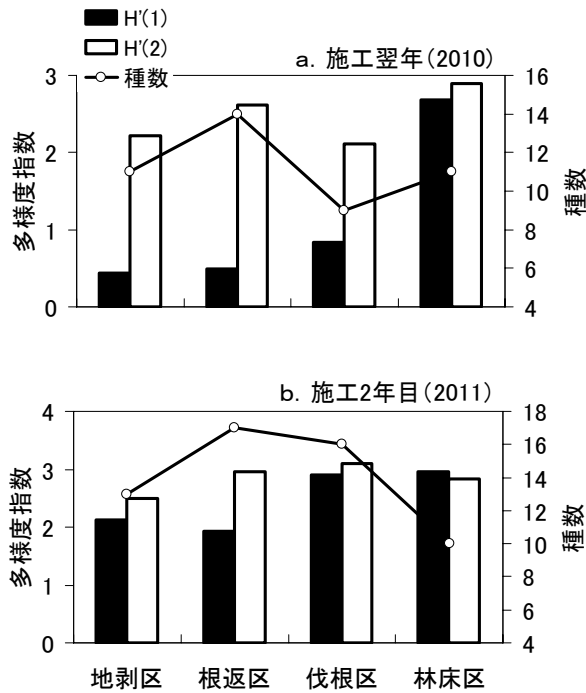


図-3. 各処理区の更新樹種数および多様度指数
多様度指数は Shannon-Wiener の H' 、 $H'(1)$: 優占種ウダイカンバを含めて算出
 $H'(2)$: 優占種ウダイカンバを除いて算出

3) ササの本数・高さと更新樹の樹高

ササの本数は施工翌年の時点でも補助作業処理の有無および処理の内容によって有意に異なり、林床区で最も多く、伐根区、根返区の順に少なく、地剥区ではほとんど見られなかった。この傾向は2年目にさらに拡大しており、林床区のササの本数は平均32本と地表を覆いつくすまでに倍増した(図-4)。

ササの高さも地剥区が極めて低く、根返区、伐根区、林床区の順に大きくなっており、この傾向も2年目にさらに拡大していた(図-5)。伐根区のササの本数は林床区の半分程度

であったが、高さについては同程度であった。

これに対して、更新樹の高さは平均で15~21cmであり、施工区(地剥区・根返区)よりも対照区(伐根区・林床区)のほうがやや小さかった(図-6)。

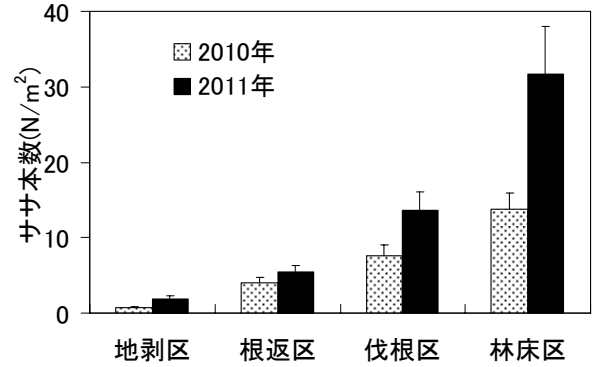


図-4. 各処理区のササの本数

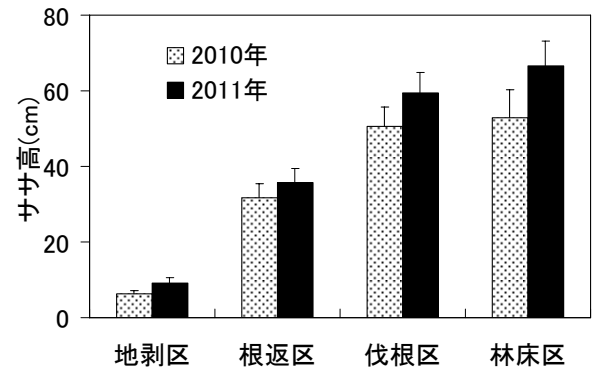


図-5. 各処理区のササの高さ

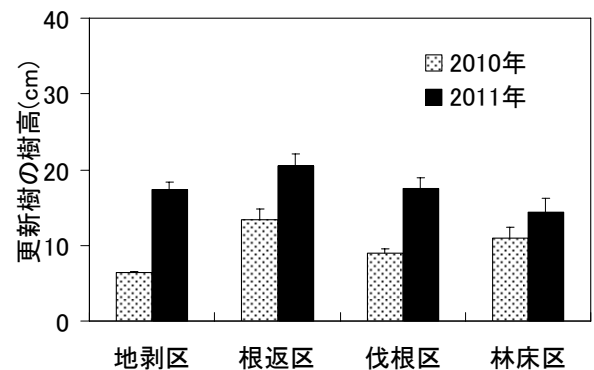


図-6. 各処理区の更新樹の高さ

2010年の数値は2011年に生存しているものを対象に算出した

考察

1) 更新本数

従来の無立木地での大面積かき起こし(1,9,10)と同様に、新たな2つの方法(小面積樹冠下地はぎ・人工根返し)とも施工翌年から多数の実生の発生が確認され、2年目に入って減少しているとはいえ、とくに地はぎでは従来のかき起こし地での施工2年後の更新本数(75本/m²(10))と比べても遜

色がない。

その一方、種構成については陽性樹種であるウダイカンバで大部分が占められており、やはり陽性樹種であり林冠木構成からはマイナーな樹種であるバッコヤナギが多い点からも、陽性樹種が出現しやすい傾向がみられる。しかしながら、ウダイカンバ・バッコヤナギ実生の出現は施工翌年にほぼ限定されており、2年目に入って大きく割合を減らしていた。他の樹種(ミズナラ・イタヤカエデ・トドマツなどの)実生が2年目に入って新たに発生したこととあわせ、これら陽性樹種の実生自体が2年目にかけて減少したことがうかがえる。

また、かき起こし地で優占するダケカンバ実生の発生が今回の方法ではほぼ抑制されていることが施工翌年の結果から指摘されていたが(4)、2年目に入ってもこの傾向が保たれている。このことから、ダケカンバの優占回避は達成されていると考えられる。

2)更新樹種の多様性

地はぎの更新樹種数は施工翌年には少なかったが2年目に入ってやや増加した。地はぎ処理では施工の際に前生樹を破壊してしまうため、翌年からの更新しか期待できない。このため、施工翌年には飛散種子とともに埋土種子からの発芽が可能なウダイカンバの実生が多かったが、施工翌年の秋(2010年)にミズナラ・イタヤカエデの種子が豊作にあたったことからこれらの樹種が増加し、多様性もそれにあわせて増加したと考えられる。

根返しの更新樹種数は施工翌年でも多く、伐根のまわりに耐陰性の強いカエデ類などをはじめとした多様な樹種の実生・稚樹が前生していたことが大きく寄与していると考えられる(4)。林床への到達光量を樹冠が制限するため、樹冠下ではササが比較的薄くなり前生樹が定着しやすいことが指摘されている(6)。したがって伐根の周囲の地表にはそうでない地表面よりも多くの前生樹がプールされている場合が多く、新たに形成されたマウンド・ピットへの後発実生の加入だけではなく、前生樹が多様化していることが施工の有無に関わらず伐根での更新樹多様性が高い理由と考えられる。したがって根返しには新たな更新適地の創出だけでなく前生樹を保存しササの被圧を回避する効果もあると考えられる。

3)ササの被圧回避

前項で指摘した伐根周囲の前生樹の被圧回避は、ササの除去・更新適地の創出による後発樹の加入促進とならんで、根返しが持つ大きな更新技術上の意義と考えられる。

また、地はぎを小面積に行うと大面積にかき起こす場合と比べてササが繁茂しやすいと直感的にとらえられがちである。しかし樹冠の被覆は林床の光量を制限することでササの繁茂を抑制する(6)ので、樹冠下小面積地はぎは択伐後のササの繁茂を抑制できるとも予想できる。

今回の結果からはササの本数や高さは、更新補助作業を行わなかった場合択伐後2年で倍増することか示されており、これに対して小面積樹冠下地はぎのササは除去後ほとんど回復していない。かき起こし地の林床光強度は全天の60%から80%に達するといわれており(7,10)、択伐の伐根周囲の樹冠下で実施した今回の施工地では平均28%(10~40%)とそれに比較してかなり低かった(未発表)。このことから、光量の制限は除去後のササの回復を抑制していると考えられる。そ

の一方で比較的小さな択伐ギャップであってもササの除去処理をしない場合には択伐後すみやかにササが増加することが示された。更新補助作業を行わない場合にみられる2年目のササの本数と高さは、更新樹を被圧するのに十分なものであり、択伐後2,3年のうちに前生樹が強い被圧状態におかれ後発実生の加入も望めない状態になると考えられる。

小面積樹冠下地はぎは、光を制限することでカンバ類の優占とササの回復を抑制し、更新本数の増加とあわせて樹種の多様化に貢献する。人工根返しは、より更新に適した微地形を創出することで後発実生の多様化をはかるとともに、放置すればササによる強い被圧で減少する前生樹の保存をはかる方法といえよう。今後こうした過程を実証すること、具体的な光強度や微地形形成と更新樹種の多様化の関係を明らかにすることが重要である。

引用文献

- (1)青柳正英(1982)道有林の「かき起こし」の実態. 北方林業 35:49-53.
- (2)石橋聡・渡邊惇(1994)択伐試験地の40年一択伐施業の効果と問題点. 北方林業 46:37-40.
- (3)北島琢郎・後藤晋・高橋康夫・笠原久臣・犬飼雅子(2003)冷温帯針広混交林における択伐施業がトドマツの個体群動態に及ぼす影響. 日林誌 85:252-258.
- (4)倉本恵生・飯田滋生・真庭利明・藤岡裕之・横山誠二(2010)択伐天然林の更新補助作業の検討—小面積樹冠下地はぎと人工根返し処理の翌年の更新状況. 日林北支論 59:27-30.
- (5)Nakagawa M. et al. (2001) The effects of selection cutting on regeneration of *Picea jezoensis* and *Abies sachalinensis* in the sub-boreal forests of Hokkaido, northern Japan. *Forest Ecology and Management*, 146: 15-23.
- (6)Noguchi M. and Yoshida T. (2004) Tree regeneration in partially cut conifer-hardwood mixed forests in northern Japan: roles of establishment substrate and dwarf bamboo. *Forest Ecology and Management*, 190: 335-344.
- (7)佐藤創(1999)樹冠下のかき起こしによる多様な樹種の更新(Ⅱ)—林冠開放度と種多様性の関係. 北海道林業試験場研究報告 36:37-46.
- (8)高橋正義・石橋聡・倉本恵生・佐々木尚三・飯田滋生(2010)朝日天然林施業試験地における成長経過—伐採木の年輪解析. 日林北支論 59:111-113.
- (9)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. 日林誌 85:246-251.
- (10)Yoshida T. et al. (2005) Factors influencing early vegetation establishment following soil scarification in a mixed forest in northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 175-188.