

## 高寒風衝地における天然更新補助技術の考察について

### 1 はじめに

#### (1) 経緯・背景

試験地は標高（700m前後）が高く寒冷であり積雪が多く、過去の風害や山火事により森林が失われ、エゾマツ、トドマツ、カンバ類が点在している他は、ほとんどが笹に覆われた未立木地（約450ha）となっています。昭和46年に未立木地を森林へ戻す目的で試験的に大型機械によりかき起し施業(3.0ha、10m×300m、5列)を行ってありますが、施業を行った区域は、現在、徒長したダケカンバの一斉林となっています。

#### (2) 試験の目的

現在の高寒風衝地指標林の林層はダケカンバのみで、寿命や風害・病虫害により枯損した場合、再び笹に覆われた未立木地に戻ってしまう危険性があります。幼齢のダケカンバ一斉林をより健全で多様性の高い針広混交林へと誘導することを目指しているものの、現時点ではその手法は確立されていません。そのため、資源量の減少が危惧されている郷土樹種であるエゾマツを含めた樹種の多様性を図り、自然生態系の中で天然更新により循環可能な林分を造成することが重要です。

そこで、更新技術の開発として、エゾマツの播種における更新の可能性を探る試験、トドマツ稚樹の刈出しを行い上木密度の違いによるトドマツ稚樹の成長の違いを調査する試験を行いました。

### 2 調査方法等

#### (1) 開発場所

林 小 班：上川北部森林管理署2198  
ろ林小班

面 積：3.00ha（100m×300m）

標 高：730m（温量指数45）

傾 斜：5° 未満

下層植生：チシマザサ

土 壤：Bd型



図1 試験地位置図

#### (2) 試験地の設定

履歴：昭和46年ブルドーザ（排土板装着）による地表処理かき起こし幅10m、残し幅10mを実施

林層：かき起こし幅は、ダケカンバの一斉林、残し幅はチシマザサが密生周辺は、トドマツ・エゾマツ・アカエゾマツ・ダケカンバが点在

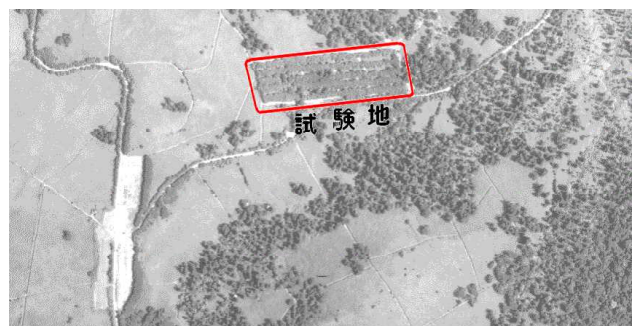


写真1 空中写真

この箇所に試験地を設定し、各試験プロットを設定しました。(図2参照)  
「エゾマツ播種試験地」のプロットは4m×70m、同対照区は10m×80mとしています。「トドマツ刈出し」のプロットは40m×150mで設定しています。



図2 プロット配置図

- (3) 開発期間  
平成17年度～平成21年度

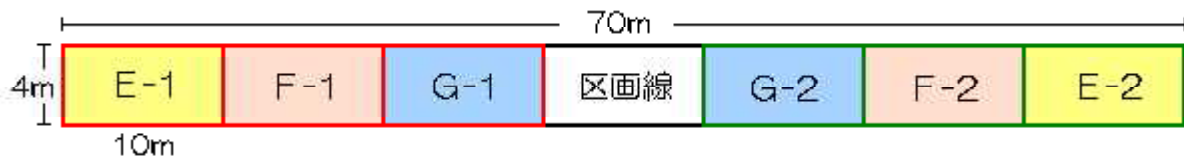
3. エゾマツ播種試験地について

年度別実施内容

種別	内 容	H17	H18	H19	H20	H21
エ ゾ マ ツ 播 種	試験地造成 (大型機械・人力)	○				
	播種	○				
	苗畑方式 (雪腐れ、霜害対策・除草)	○	○	○	○	○
	土壌調査等観察	○				
	発芽数調査		○	○	○	○
	対照区造成 (地がき)		○			
	養苗エゾマツ植込		○			
	発芽エゾマツ苗高調査			○		○
	天然更新調査			○		○
	植栽エゾマツ成長調査			○		○
存在調査				○	○	

- (1) 大型機械による試験地造成

平成17年度10月11日、12日の2日間、かき起しの残し列を大型機械により、強度の地がき(B層まで剥離)と弱度の地がき(A層まで剥離)の2種類の地がきを行いました。それに3タイプの作業方式を組み合わせ、6種類のプロットを設定しました。



●プロットごとの施業方法

プロット	方式	地がき	苗畑管理	凸凹	その他
E 1	無作業	A層残し	-	-	側溝掘り
F 1	苗畑	A層残し	あり	-	側溝掘り
G 1	凸凹	A層残し	-	あり	側溝掘り
G 2	凸凹	B層露出	-	あり	-
F 2	苗畑	B層露出	あり	-	-
E 2	無作業	B層露出	-	-	-

※区画線にはエゾマツ苗木が植え込んである。

図3 プロットごとの施業方法

2種類の地がき

- A層残し
- B層露出

3タイプの作業

- 無作業方式
- 苗畑方式
- 凹凸方式

(2) 人力による試験区設置、播種

平成17年10月20日、大型機械により試験地造成した箇所を、人力により更に手を加えました。行った作業は下記のとおりです。

- E-1プロット (A層残し、無作業方式)
- E-2プロット (B層露出、無作業方式)
- F-1プロット (A層残し、苗畑方式)
- F-2プロット (B層露出、苗畑方式)
- G-1プロット (A層残し、凹凸方式)
- G-2プロット (B層露出、凹凸方式)



写真2 無作業方式



写真3 苗畑方式

このプロット毎に1m<sup>2</sup>当たり15gのエゾマツ種子を播種しました。この種子は東京大学北海道演習林で平成7(1995)年に採取されたもので、発芽率は69%で、1m<sup>2</sup>当たり6,250粒播種しました。

(3) エゾマツ播種試験地の対照区造成

平成18年度にエゾマツ播種試験の対照区を造成しました。かき起しの残し列を大型機械により、強度の地がき(B層まで剝離)と弱度の地がき(A層まで剝離)の2種類の地がきを行いました。この地がき箇所を2区画に区切り、エゾマツ養苗植栽区、無施業区を設置しました。



写真4 凹凸方式

エゾマツ植栽区にはエゾマツの養苗を224本植込みました。仕様は列間、苗間とも1.2mです。

植え込んだエゾマツの初期調査（ナンバーテープ付け、樹高・根元径測定）を行いました。

エゾマツの養苗は、平成12年10月17日播種、翌平成13年春に発芽、平成15年春に床替えしたものです。種子の産地は富良野市山部の東京大学北海道演習林43、45林班で採種されたものです。

無施業区には、2m×2mの天然更新プロットをA層残し・B層露出それぞれ2箇所設置し、今後、エゾマツ天然更新に関する調査を行いました。

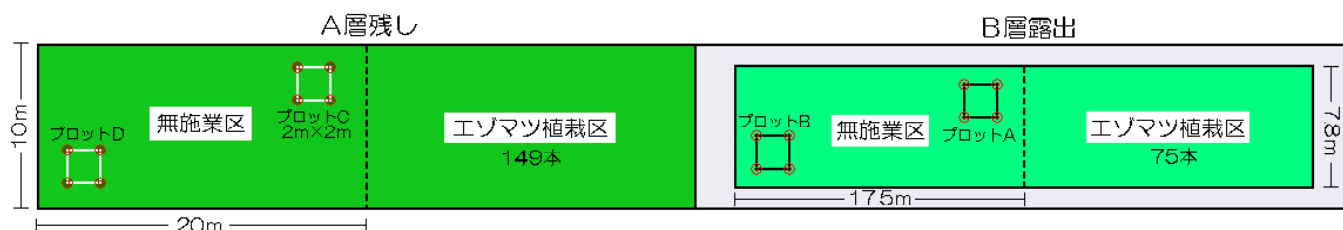


図4 エゾマツ植栽区・天然更新区

#### (4) 調査結果

本年度（2009）の発芽数調査は5月～8月にかけて実施しました。（表1参照）

この調査結果を比較検討するため各年度の8月に調査していた発芽数と比較することとしました。（表2参照）比較する対象は「発芽率」と「残存率」としました。

このプロットに1m<sup>2</sup>当たり15g、6,250粒の種子を播種していますので、この6,250粒と発芽数を比較した率を「発芽率」としました。（表3参照）

また、残存率は平成18年度の発芽数を100とした増減率としました。（表4参照）

調査の結果、手間をかけた苗畑方式の発芽率が69%、28%と依然として高く、凹凸方式と通常方式では1%を切る結果となりました。（平成21年調査結果）どの方式においても平成18年と比較して、平成21年は減少しました。また、どの方式においてもA層残しよりB層露出の方が高い発芽率となりました。

平成21年調査月	5月	6月	7月	8月
E-1（通常/A層）	34	29	29	29
F-1（苗畑/A層）	2863	1,998	1,888	1,750
G-1（凹凸/A層）	13	14	14	14
G-2（凹凸/B層）	43	36	37	35
F-2（苗畑/B層）	4361	4,141	4,208	4,311
E-2（通常/B層）	36	35	35	35

表1 発芽数調査結果

調査年	H18	H19	H20	H21
E-1（通常/A層）	103	24	30	29
F-1（苗畑/A層）	4,065	2,970	3,027	1,750
G-1（凹凸/A層）	88	18	17	14
G-2（凹凸/B層）	213	56	44	35
F-2（苗畑/B層）	5,822	4,887	4,703	4,311
E-2（通常/B層）	165	44	36	35

表2 各年度8月発芽数調査結果

調査年	H18	H19	H20	H21
E-1（通常/A層）	1.6	0.4	0.5	0.5
F-1（苗畑/A層）	65.0	47.5	48.4	28.0
G-1（凹凸/A層）	1.4	0.3	0.3	0.2
G-2（凹凸/B層）	3.4	0.9	0.7	0.6
F-2（苗畑/B層）	93.2	78.2	75.2	69.0
E-2（通常/B層）	2.6	0.7	0.6	0.6

表3 発芽率（6,250粒に対する発芽率）

残存率では、手間をかけた苗畑方式が依然として高く、74%、43%となりました。（平成21年度調査結果）どの方式でも平成18年と比較して、平成21年は減少しました。特に苗畑は他方式以外は播種翌年からは、20%台となっています。方法別では苗畑方式のB層露出で高い

調査年	H18	H19	H20	H21
E-1（通常/A層）	100	23	29	28
F-1（苗畑/A層）	100	73	74	43
G-1（凹凸/A層）	100	20	19	16
G-2（凹凸/B層）	100	26	21	16
F-2（苗畑/B層）	100	84	81	74
E-2（通常/B層）	100	27	22	21

表4 残存率（平成18年度発生数に対する増減率）

ていますが、それ以外はほぼ、同様な傾向を示しています。

苗高調査については、苗畑方式・A層残しが最も成長が良く、他の方式の約2倍ほど成長しています。また、通常（無施業）方式もA層の方が成長が良い結果でした。これらはA層腐葉土の栄養によるものだと思います。

（表5参照）

凹凸方式においてはA層残しよりB層露出の方が成長が良い結果が得られました。これは、試験地造成の際、バックホウによりA層を残して凹凸を造成することが困難であり、A層残し凹凸方式でもB層が露出してしまった結果であると思われます。

比較対象及び天然更新実験区では植栽したエゾマツはA層残し、B層露出とも苗高・根元径とも順調に成長しており、残存数もA層残し147本（植栽149本）B層露出74本（植栽75本）となっています。一方、天然更新実験区の4プロットの稚樹は平成19年には総数11本が確認されましたが、平成21年では確認されませんでした。（表6参照）

#### （5）作業コスト比較

エゾマツ播種（各施業方式別）と養苗エゾマツ植付とのコスト比較を行いました。

各施業区とも刈幅3m×残幅4m仕様を採用しています。大型機械による地表処理はバックホウ（12t級）を使用しました。各施業区とも大型機械の輸送料は含まれていません。各種作業におけるコスト単価は北海道森林管理局の造林単価基準表を採用しています。植付本数はha当り3,000本で計算しました。エゾマツの播種量は、ha当り4万本の稚樹発生を期待して計算しました。エゾマツ種子の発芽率は、試験地に播種したエゾマツの発芽率（東京大学北海道演習林で1995年に採取されたもの）を使用しました。また、実際

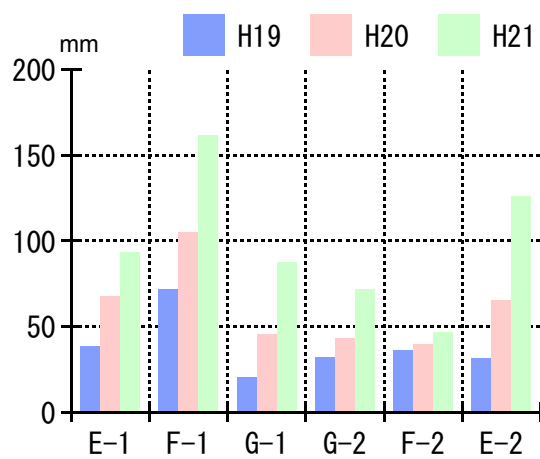


表5 各年苗高変化数

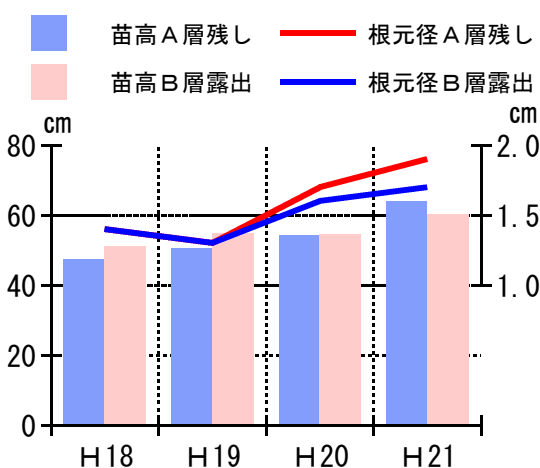


表6 対照区植栽木苗高と根元径

播種した際に 発芽するエゾマツの発生率、枯死率は考慮しませんでした。発生率、枯死率を考慮すると種 子代がかかり増しになり、コストが大幅にアップすることが予想されます。

播種 (円/ha)						植付 (円/ha)
無施業		凹凸方式		苗畑方式		
A層残し	B層露出	A層残し	B層露出	A層残し	B層露出	
366,721	694,386	822,078	1,167,118	2,504,221	2,849,261	796,446

表7 各方式・仕様によるコスト比較

結果は、無施業・A層残し<無施業・B層露出<植付<凹凸方式・A層残し<凹凸方式  
B層露出<苗畑方式・A層残し<苗畑方式・B層露出の順になりました。

#### (6) まとめ

エゾマツ播種については、苗畑方式が発芽率・残存率ともに高い結果となったが、一方ではコストが他の方式に比べ2倍以上高い結果となりました。このことから、高寒風衝地のように気象条件の厳しい箇所で更新させるための手法の1つとして考えられるものの、実用に向けては、いかにコスト軽減を図るかが課題として残りました。

また、発生したエゾマツの稚樹は未だ成育途上であり、更新完了を判断する段階に至っておらず、エゾマツ植付との更新成果の比較を行っていないことから、今後も経過観察するとともに播種による成林の可能性について検証が必要です。

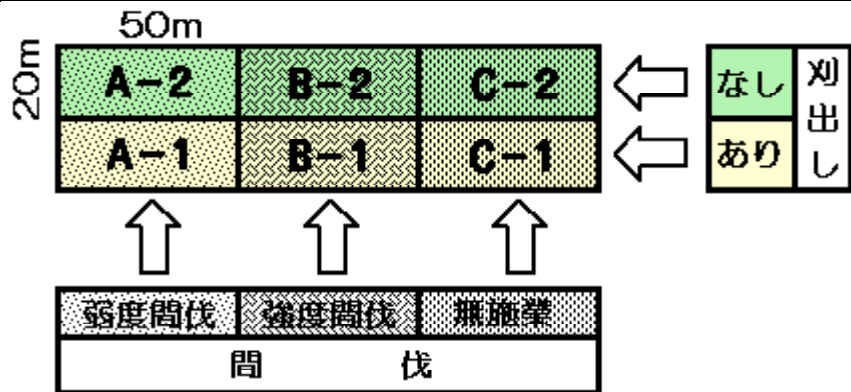
#### 4. トドマツ稚樹刈出しについて

##### 年度別実施内容

種別	内 容	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
トドマツ稚樹刈出し	プロット設定	○						
	上木調査（樹種、樹高、胸高直径）	○						
	間伐木選定	○						
	間伐	○						
	稚樹刈出し	○						
	上木樹冠配置調査	○						
	上木樹冠径調査	○						
	更新樹調査（樹種、樹高、胸高直径）	○						
	ササ密度調査	○						
	照度調査	○						
	更新樹成長調査（樹高、根元径）		○	○	○	○	○	○
	照度調査			○		○		
	更新・植生調査			○	○	○		
	土壌調査			○				
	上木樹冠径調査（四方向）				○			
	上木成長調査				○			
	更新木成長調査						○	○

##### (1) 試験地造成

平成15年4月10日、11日、14日にトドマツ稚樹刈出しプロットの設定、測量を行いました。



##### (2) 間伐

平成15年5月19日～23日に直営作業で間伐を実施しました。

図5 トドマツ稚樹刈出しプロット

伐倒は手鋸を使用し、伐倒木はプロット外へ搬出しました。

	プロットA (弱度間伐)		プロットB (強度間伐)		プロットC (無施業区)	
	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後
本数(本)	502	131(74)	313	85(73)	444	444
材積(m³)	17.46	7.74(57)	8.83	3.52(60)	15.18	15.18
胸高(cm)	8.2	10.7	7.7	9.4	8.3	8.3

( ) は伐採率

表8 間伐調査内訳

### (3) 稚樹刈出し

平成15年8月に実施（請負）



写真5 刈出しプロットのトドマツ稚樹

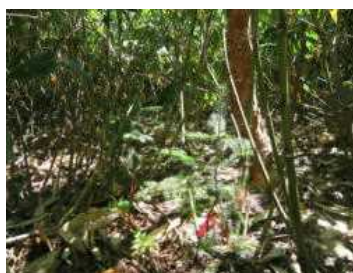


写真6 刈出し無プロットのトドマツ稚樹

### (4) 照度調査（平成19年度測定）

上木密度が最も低いプロットBの刈出し有が最も相対照度が高いという結果になりました。刈出し無しプロットは上木密度に関係無く相対照度10%前後になりました。

無間伐プロットCの相対照度は、弱度間伐プロットAや強度間伐プロットBよりも低いという結果になりました。

プロット	内容	相対照度 (%)	上木密度 (本/ha)
A (弱度間伐)	刈出し有り	34	1,230
	刈出し無し	15	
B (強度間伐)	刈出し有り	39	800
	刈出し無し	7	
C (無施業)	刈出し有り	17	4,070
	刈出し無し	10	

表9 照度調査

### (5) 更新本数調査

刈出しの実施により弱度間伐区および強度間伐区においては、稚樹本数が顕著に増加しましたが、本年調査では平成18（2006）年程度に減少しています。減少した内容を見てみると立ち枯れによる被害が目立っています。原因は従前から被害があったものが、本年調査では枯死状態となっていました。

しかし、刈出し無しや無施業区では本数の差はあるものの比較的安定している状態でありこのまま推移するものと思われる。（表10参照）

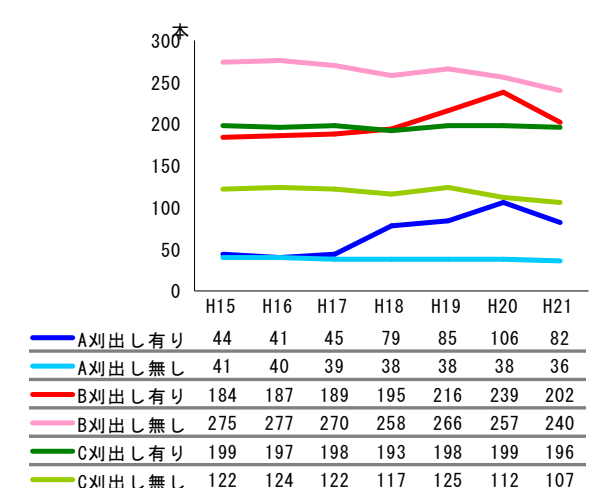


表10 年度別更新本数



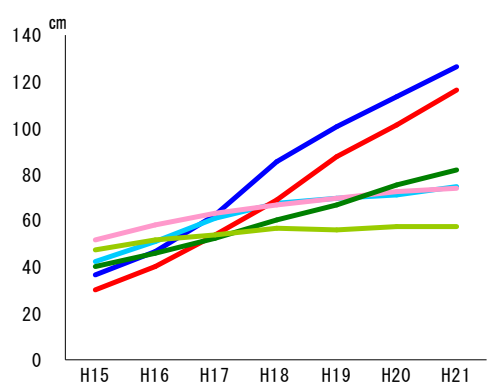
## (6) トドマツ稚樹成長調査

各プロットとも刈出し有りの方が伸長が良いという結果になりました。

間伐区では無施業区に比べその差は顕著に表れています。また、各プロットとも刈出し有の方が樹高成長が高いという結果になっています。間伐を実行したプロットABが無施業プロットCより樹高成長が高いという結果です。間伐区の刈出し有りプロット以外は、樹高成長率が年々減少する傾向が見られます。

刈出し無しプロットの樹高成長率はプロット間では大差は見られませんでした。

また、トドマツ樹高成長率と照度との関係から、照度に比例してトドマツ樹高成長率が良くなることが分かりました。(表11参照)



	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
■ A刈出し有り	36.7	46.7	62.6	85.6	100.2	113.3	126.7
■ A刈出し無し	42.7	51.0	61.1	67.4	69.9	71.1	74.6
■ B刈出し有り	30.5	40.5	53.6	68.9	87.5	100.9	116.4
■ B刈出し無し	51.6	58.4	63.2	66.9	69.4	72.4	74.0
■ C刈出し有り	40.4	46.3	52.6	60.3	66.5	75.5	82.0
■ C刈出し無し	47.5	51.4	54.2	56.5	56.1	57.7	57.7

表11 トドマツ稚樹成長量

## (7) まとめ

トドマツ稚樹刈出しは、相対照度の高い間伐区において、刈出し無しと比較して稚樹の伸長が良く更新本数も増加し、旺盛な成長効果が見られました。

現時点では、稚樹刈出しの効果が見れているものの、今後、トドマツ稚樹がササとの競合からササ高を越えることが出来るのか、ササの勢いが増しトドマツの成長を妨げてしまうのか、またトドマツ稚樹刈出し無しプロットでも稚樹が成長していけるのかなどを経過観察していく必要があります。