



Title	ササ地の天然更新補助作業に関する実証的研究
Author(s)	松田, 彊; 滝川, 貞夫
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 42(4), 909-940
Issue Date	1985-10
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21159
Type	bulletin (article)
File Information	42(4)_P909-940.pdf



[Instructions for use](#)

ササ地の天然更新補助作業 に関する実証的研究*

松田 彊** 滝川貞夫***

Practical Study on Promotional Treatment of Natural Regeneration*

By

Kyo MATSUDA** and Sadao TAKIKAWA***

目 次

1. 天然更新補助作業について	910
2. 天然林内における無立木ササ地の現状	911
2.1 調査方法	911
2.2 分 布	911
2.3 分 類	911
2.4 成因と推移	913
3. 更新を目的とする地表処理	916
3.1 無立木地の植生	916
3.2 地表処理の方法	917
4. 天然更新を主とした林分とその施業	918
4.1 山火再生林	918
4.2 風倒跡地の再生林	919
4.3 人為的な地表処理地に生立した林分	924
4.3.1 種子の落下量	924
4.3.2 発芽と生長	927
5. 人工下種及び植栽を主とした林分とその施業	930
5.1 人工下種	930
5.1.1 方 法	930
5.1.2 結果の検討	932
5.2 植 栽	933
5.2.1 巢 植 え	933
5.2.2 束 植 え	934
5.2.3 他の植栽方法	935
5.2.4 結果の検討	936

* 1984年8月31日受理 Received August 31, 1984.

** 北海道大学農学部附属演習林雨竜地方演習林

** Uryu Experiment Forest, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

*** 北海道大学農学部附属演習林天塩地方演習林

*** Teshio Experiment Forest, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

6. おわりに	937
参考文献	939
Summary	940

1. 天然更新補助作業について

北海道における林業の歴史は、当然のごとく天然林を中心に始まり現在も天然林を中心に展開しているといつてよいだろう。しかし、この100年の歴史の中で必ずしもその施業技術が確立されたとはいえない面がある。特に針葉樹と広葉樹を混じえて生立する混交林が多くを占めることによって、各樹種の更新と生長の機構が複雑に混じりあい、森林全体としての動態の把握は非常に困難である。とりわけチシマザサやクマイザサなどの大型のササが林床を覆う地域においての、いかげんな見通しでの山の扱いは、ますます未立木のササ地を増加させることになる。

このように、天然林を構成する樹種やその複合としての森林の特性が十分に理解できていない状態で、現実の林業が行われている面が多い。その一つは粗放な択伐であり、環境の変化を無視した皆伐一斉造林であろう。もちろん現場においては様々な努力がなされているとはいえ、このままの状態が続けば、北海道の天然林が消滅するのは遠い将来ではないと言ってよい。

前述のように、北海道の天然林施業は針広混交林を対象にしている。これは多くの樹種を広い面積において育てるといふ、技術的にも非常に困難な問題を抱えている。しかし、この天然林に針広とりまぜた多くの樹種をもつということが北海道林業の特色であり、また逆にこの特色を生かすことが北海道林業の生きる道ではないかと思われる。したがって、現在ある天然林を回復不可能な形で壊さずに資源の維持を図ることが、最も大きな課題の一つではないだろうか。しかし、現状を見ると天然力のみを期待することにはもはや限界があり、様々な面で人為的な働きかけが必要になってきている。お金と人力を省いた粗放な天然更新にだけたよることなく、もっと積極的に人為的な更新補助作業をとり入れる必要がある。たしかに更新補助作業と一口に言ってもその範囲は広く、また多くの試みが過去になされてはきた。しかし、それが現場の技術として体系化されなかったし、される条件もなかったといえる。そして漸く現在、林道網の整備や機械の発達と利用法の開発によって、不十分とはいえその条件が出来てきた。今後、過去とはまた異なった観点で、多くのことを試みる必要があるだろう。

すでに述べたように北海道の林業は特殊な条件をもっている。しかしこれは、本州のスギを中心とした林業技術に対しては特殊であるが、世界の林業をみた場合必ずしもそうとはいえない面がある。この日本的なスギ林業の「模倣」から、いかに脱した林業をつくりあげるかは、逆に世界に通用する技術の確立を目指すことにもなるだろう。そしてそれが天然林を中心とした様々な技術であり、これらを伐採の過程から含めて天然更新補助作業と総称してよいと思う。

このように考えると対象は非常に大きなものになってしまうが、この論文では特にササ地の地表処理と更新方法について述べた。調査は幌延町に所在する北海道大学天塩地方演習林(以下天塩演習林と略す)において行なわれたものである。内容は基礎的な調査とその応用である。試みは事業的なものから実験的なものまで多岐にわたるが、目的はあくまでも北海道の天然林施業に即した技術をつくりあげることにある。

2. 天然林内における無立木ササ地の現状

2.1 調査方法

北海道の天然林内には、沢筋、尾根上、山腹斜面などに大小の無立木地が存在する。これらの大部分がササで覆われており、樹木の更新にとっては非常に困難な場所になっている。一般にこれらの土地は孔状裸地と呼ばれ、植栽による造林やレーキドーザーを使用したかき起こし等の作業が行なわれている。しかしその取り扱いには様々な困難があり、施業上の大きな問題になっている。そしてこの場所にたいする更新補助作業の方法が天然林施業においても非常に重要な課題になるであろう。この項では天塩演習林河西地域における無立木地の分布とその成因を考察してみた。

調査は天塩演習林河西 30, 31, 51 林班において行なった。方法は航空写真(1976年撮影縮尺 10,000分の1)と現地踏査によるものである。写真の判読は無立木地の面積を求め、またそれらを地形によってタイプ分けをした。現地における踏査は、周囲の林分を含めたプロットを設定し、生立する樹木の位置や胸高直径、高さクローネ幅を調べ、稚樹の更新状況と地表植生を合わせて調査した。

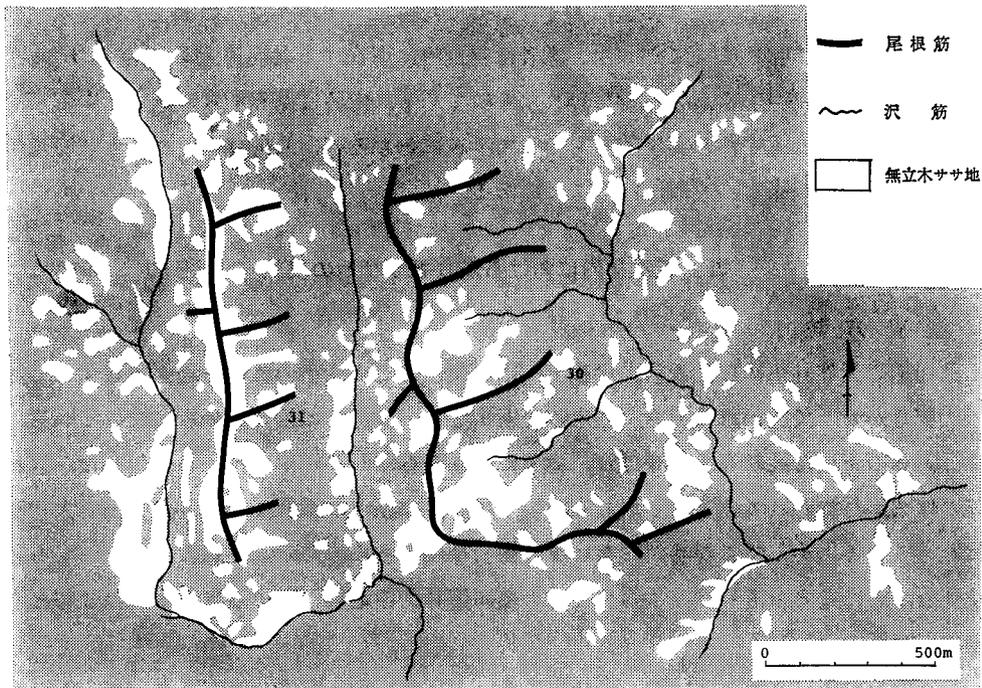
2.2 分布

図-1は航空写真から判読した天塩演習林河西 30, 31 林班付近の無立木ササ地の現況をしめす。この地域の林相は、エゾマツ、トドマツにウダイカンバ、ミズナラ、センノキなどの針広混交林を呈している。昭和10年代に択伐が行なわれたが、林相を破壊するような強度な伐採ではなかった。伐根の状態から見ても無立木地を拡大させるようなものではないため、現在の無立木地の分布は自然のものと考えてよいだろう。この地域でおこなった太田等²²⁾の調査から樹種別の本数と蓄積を表-1に示した。調査地は特にエゾマツの多い場所であるが、かなり蓄積の高い林分が残されている。

図-1からみた無立木地の全林地に対する面積比は、30林班(176ha)で18.5%、31林班(150ha)で35%にも達する。このように道北の天然林内にはかなりの比率で大面積の無立木ササ地が分布していることがわかる。

2.3 分類

現地での観察や航空写真から判断して、これらの無立木地を次の3つにタイプ分けした。



* (内田, 1980 より作図)

図一1 無立木ササ地の分布 (天塩地方演習林 河西 30, 31 林班)

Fig. 1. Distribution of unstocked land covered with *Sasa*.

表一1 調査区域の天然林の構成 (胸高直径 6 cm 以上)

Table 1. Tree composition over 6 cm in diameter of breast height on the stand (50 m×50 m)

Species	Number of trees	Volume (m ³)
エゾマツ <i>Picea jezoensis</i>	43	82.6
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	68	45.6
ミズナラ <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	1	1.1
ハリギリ <i>Kalopanax pictus</i>	5	1.8
ダケカンパ <i>Betula ermanii</i>	3	5.5
イタヤカエデ <i>Acer mono</i>	3	1.3
ナナカマド <i>Sorbus commixta</i>	7	0.3
コンアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	3	1.6
Total	133	139.8

* (太田他, 1973 より作製)

(1) 尾根上の無立木地

ゆるやかな傾斜の尾根上に広がる大面積のものから、細い稜線上に連なるものなど、標高や地形によって異なるが非常に大きな面積をもっている。

(2) 沢筋の無立木

地沢の両岸面の急傾斜地と原頭部に広がっているもの。

(3) 山腹斜面の無立木地

山腹斜面に点在する小面積のものであり、森林の中に孔状に点在する。

調査地域を含めて北海道では、これらの無立木地はおおむねチンマザサおよびクマイザサの密生地となっており、部分的にはキク科の大型草本やオオイトドリに覆われている。このような場所を含めて森林は動いているものと思われるが、現状では樹木群に囲まれた無立木地ではなく、無立木地に囲まれた樹木群といてよいほどその面積は拡大してきている。

2.4 成因と推移

一般的にいて北海道の山地森林は、カンバなどは高木帯の上部はハイマツなどの矮生林から高山植物の散在する岩礫地になる。これらの標高の高い山岳地帯の無立木地は樹木の生立にたいして生理的な限界地になっている。しかし、下部の森林帯の中の無立木地は何故出来るのだろうか。考えられる原因としては風害、雪害などの気象害、菌害、虫害などの生物害、また伐採等の人為による樹木群の崩壊があげられる。そしてこの跡地でのササや大型草本の繁茂になどによって樹木の更新が困難になることが予想される。特に林床のササは光条件によって一気に優勢となり樹木の侵入を阻むことになるだろう。また、局所的な気象条件や土壌条件によってもともと樹木の生立が困難な箇所もある。例えば前述の高山地帯は当然のこととして、森林が生立する標高であっても風衝地や湿地にそれが見られるし、破壊によって環境因子が悪化することがある。このように様々な原因が考えられるが、一つには地表植生の種類、樹木群の崩壊の仕方(大面積か小面積か、林床まで破壊されたか)と、残された周囲の林相などによって、無立木地化するか否かが決定される。

以下にこれらの無立木地の成因と推移について、前述したタイプにしたがって推論を述べてみよう。

(1) 尾根上の無立木地

大雪山などの2,000 m以上の標高をもつ山域では、頂上および尾根上はマット状の高山植物群落をもつ岩礫、ないしは砂礫地帯かハイマツで覆われる。その下部に林床をササが優占するダケカンバやタカネナカマドの群落があり、針葉樹林や針広混交林とつながることが多い。もちろんその出現する高度は地域によって異なるが、北海道北部にいくほど森林限界は下がり、北緯45°の天塩演習林においては500 m近くまで下がってしまう。これらの森林限界以上の無立木地は前述のように生理的に高木の生存に適さない場所であろう。そしてこの場所は少なくとも地球的規模による環境の変化がない限り無立木地の状態が続くものと考えてよい。

しかしその地域の森林限界以下の標高においても、山頂、尾根筋に大面積の無立木地が現れることがある。この原因は気象的なもの、特に風の影響が大きいものと考えられる。地形的にいて大きな沢の上部など風がふきぬけるような場所など、突発的な強風による樹木の倒壊と常風による生長阻害は大きな要因となる。このような場所は特にササの高さも大きく密であり、他の植生の侵入はほとんど難しい。したがってマクロな環境の変化か、生理的枯死によるササ層の崩壊がなければこの状態が続くと考えて良いだろう。

(2) 沢筋の無立木地

山地の小河川の両岸は比較的急斜面になっている。そのため大型種子の定着が困難であり、そのうえ土壌表面の侵蝕や積雪の挙動も大きく、高木類の更新と生長にとって不利な条件が重なっている。また沢の底部の緩傾斜地においても、流水の変化によって同様なことがいえるだろう。したがってこれらの場所の比較的安定した場所にはササが、他の場所には一年生のキク科の草本で被覆されていることが多い。所によってはハンノキ類のように生長の早い樹種が群生することも見られるが、前述の悪条件によってその生存期間は短いことが多い。このような場所では崩壊による大きな地形変化が発生し、比較的緩斜面の土壌裸出地ができたり、流路の変化がない限り安定した森林は生立しない。

(3) 山腹斜面の無立木地

この比較的面積の小さな孔状の無立木地の成因については不明な点が多い。風害などの気象害、虫害、菌害などの生物害による樹冠群の破壊の結果であろう。そしてこれらは地形や気象などの外的要因のみではなく、その一つの集団の更新と生長の様式に起因する樹木の個体、ないしは樹木群内部の生理生態的要因も加わるものと考えられる。例えば同時に更新した同樹齢の集団や、同一環境に生育した小集団のもっていた抵抗性が一部の被害によってバランスをくずされ共倒れをすることなどである。

このような状態で出来た空隙地（ギャップという言葉が使われている）に更新が行なわなければササ地に移行し、連続的に樹木の侵入があれば、また何等かの繋がりをもった樹木群が生立することになる。ある一定の広がりをもった森林は、このような大小の樹木群の集合によって出来ているものとも考えられる。

(4) 伐採による無立木地

以上の三つの無立木地は天然の状態が生立したものであるが、もちろん人為的にも発生する。林床の処理を伴わない粗放な伐採は林内を明るくし、ますますササなどの林床植物を優勢にし無立木地の面積を増大させることになってしまう。また山火事は広大な面積の森林を無立木地化する。

これらの無立木地は生理的、物理的に樹木の生立が困難な場合を除き、林床まで含めた原植生の壊れかたと種子の侵入条件によって、無立木地化していく場合と、また新たなサイクルで森林が生立していく二つの場合が考えられる。表-2に無立木ササ地の成因と推移について

表—2 無立木地の成因と推移

Table 2. Classification and movement of the unstocked land

	場所	面積	発生の原因	推 移
無 立 木 地	沢地	細長く	積雪, 地表不安定 低温, 土壌過湿 人為など	無立木地 (ササ, キク科の草本で被覆) 時間的に短いサイクルのハン, ヤナギなどの一斉林
	尾根	大きい	風, 積雪, 人為など	無立木地 (ササで被覆) カンパの一斉林 (疎, 矯生)
	山腹	小さい	風, 積雪, 虫, 菌 人為など	無立木地 (ササ, イタドリなどで被覆) 針広混交林

表—3 無立木地における植生被度と本数

Table 3. Cover degree and number of the plants in the belt-transect on the unstocked land ((2 m×5 m)×6)

Species	Quadrat No.					
	1	2	3	4	5	6
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	+	•	•	•	•	•
ミズナラ <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	+	•	•	•	•	•
ハリギリ <i>Kalopanax pictus</i>	+	•	•	•	•	•
ベニイタヤ <i>Acer mono</i> var. <i>mayrii</i> Koidz.	+	•	•	•	•	•
ナナカマド <i>Sorbus commixta</i>	+	•	•	•	•	•
ヒロハノツリバナ * <i>Euonymus macropterus</i> Rupr.	•	•	•	•	•	+
エゾニワトコ * <i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>miquelii</i> Hara	•	•	•	•	•	+
シキミ * <i>Skimmia japonica</i> var. <i>intermedia</i>	+	•	•	•	•	•
イワガラミ * <i>Schizophragma hydrangeoides</i> Sieb. et. Zucc.	+	•	•	•	•	•
ツルアジサイ * <i>Hydrangea petiolaris</i> Sieb. et. Zucc.	+	•	•	•	•	+
ツタウルシ * <i>Rhus ambigua</i> Lavalec	•	+	•	•	•	+
ヤマブドウ * <i>Vitis coignetiae</i> Pulliat	+	+	+	+	+	•
シネワラビ * <i>Dryopteris austriaca</i> Woyнар	•	•	•	•	•	+
チンマザサ <i>Sasa kurilensis</i>	•	5	5	5	5	5
		190	70	60	60	30

上段: 植生被度 (the upper row: cover degree of the plants)

下段: 本数 (the lower row: number of the plants)

*: 本数未調査 (not investigated about plants number)

てまとめたものを示す。

3. 更新のための地表処理

3.1 無立木地の植生

表-3に山腹斜面にある孔状裸地にとったプロットの植生を示した。高木類の稚樹が見られる0~5m区は、トドマツ、エゾマツ、ミズナラ、イタヤカエデなどで構成される周囲の林分の樹冠下である。稚樹は上木のないササ地ではまったく見る事が出来なかった。このように倒木の存在など特殊な条件を除けば、一定の広がりを持つ疎開したササ地には木本類の侵入が非常に困難なことが判る。これは言うまでもなく密生したササが、厚い落葉層や太陽光の遮蔽など、様々な点で他の植生の侵入と生長を阻害している事が原因であろう。

伊藤⁹⁾によれば北海道のササ属の分類は次のようになっている。

A. ササ属 ()内は変種または品種

a. チシマザサ節

① チシマザサ (ナガバネマガリダケ, エゾネマガリ) ② オクヤマザサ (シャコタンチク, コンスイザサ) ③ エゾミヤマザサ

b. クマザサ節

④ チマキザサ (ノトチマキ, ルベンベザサ, イガザサ) ⑤ クマイザサ (フシケクマイザサ, ソウウンザサ, ミナカミザサ, オタカチマキ, クニミザサ) ⑥ ヤヒコザサ (シコタンザサ, オゼザサ, エゾウスバザサ, イワテザサ) ⑦ (チュウガオクザサ, ヒダザサ) ⑧ オオバザサ (フシゲウスバザサ) ⑨ ミヤマザサ (ホロマンザサ)

c. ミヤコザサ節

⑩ センダイザサ (エゾミヤコザサ) ⑪ ユカワザサ ⑫ アポイザサ ⑬ オヌカザサ

B. スズ属

⑭ ギタケ

また調査地の天塩演習林に出現するササは、館脇・五十嵐³⁶⁾によって表-4のように、1属、2節、6種、2亜種と報告されている。

しかし、これらの分類は専門家においても非常に困難であり、実際の施業上では節段階の分類でさしさわりは無いものと思われる。このうち、北海道北部や高海拔地にあって林業上の問題になるのは、チシマザサ節とクマイザサ節であって、この論文でもこの二つの名称を用い、詳しい分類はしていない。

ササの分布は、大きくは積雪などの気象因子によって制約され棲み分けると言われているが、局所的にみると必ずしもそうではない。調査地域内の傾向としては尾根から斜面にかけてはチシマザサが優占し、沢筋などの低湿地ではクマイザサが優占している。しかし、これは一つの大きな傾向であって、その逆もあれば混生する場所も多い。特に人為の加わった地域、す

表—4 天塩演習林内におけるササ属の種類

Table 4. List of *Sasa* genus in Teshio Exp. For.

チシマザサ節 S. sect. <i>Macrochlamys</i>	チシマザサ <i>S. kurilensis</i> エゾネマガリ <i>S. kurilensis</i> var. <i>gigantea</i> ナガバネマガリ <i>S. kurilensis</i> var. <i>uchidae</i> エゾミヤマザサ <i>S. tatewakiana</i>
クマザサ節 S. sect. <i>Eusasa</i>	クマイザサ <i>S. senensis</i> チマキザサ <i>S. palmata</i> ルベシベザサ <i>S. teshioensis</i>

* 館脇・五十嵐 1971 年より作製

なわち造林地、山火跡地などはクマイザサもしくはチシマザサ・クマイザサ混生群落が多い。経験的にみて、かき起しなどによってササ層を破壊した場合、その回復能力はクマイザサの方がチシマザサよりも優っているようである。後で述べるレーキドーザーによるかき起し地においても、回復したササがチシマザサからクマイザサに替っている場所がかなり見られた。このように局所的な気象、土壌条件の変化によって複雑に棲み分けており、とりわけ地下部の形態による破壊後の回復力の違いなども加わって、優占種の交替が常に行われていると考えられる。

3.2 地表処理の方法

前述したように非常に暗い樹冠下をのぞき、林地の大部分がササで覆われており、一説によれば北海道の林野面積の 60 から 70% にササが生育しているという。とりわけ無立木地は、ササの生理的枯死や機械的な破壊による土壌の裸出がなければ他の植生の侵入は難しい。したがってこれらの場所に森林を造成するには、人為的な地表処理をほどこした後、苗木の植栽か天然および人工下種を行なう必要がある。

自然状態では山火事(人為的なものが多いが)、風害、耕すべり、崩壊、ササの生理的枯死などによってササ層が破壊されることは頻繁に発生する。しかし、人為的にこれを大面積にわたって行なうことは様々な面で難しい。樹木の侵入に林床植生および落葉層の除去が有効であるということは明治時代からいわれてきた。これらにもとづいて御料林や佐藤³⁰⁾の試みなどが行なわれたが、林道の状況や機械・器具の制約と天然林施業に対する考えかたなどによって、実験的なものが多く実際の施業の上では行なわれることは少なかった。その後昭和 30 年代にはいって拡大造林による造林面積の増大、対象地の奥地化は施業の合理化に拍車をかけた。そのため様々な面での機械化がおこなわれ、とりわけブルドーザーやチェーンソーの導入による

施業の変化は著しいものがあったが、これらは伐木・造材面のみであり、更新面の機械化は遅れていたといえよう。しかし30年代の後半から国有林、道有林において機械力による地表処理、特にブルドーザーを使用した地表のかき起し（以後、かき起しという）がカンパ類の更新を目的に行なわれた。これは特に高寒冷地における皆伐大面積造林の失敗などから、先駆樹種による保護効果を、一方では何でもいから樹木を生やそうという考えもあったと思われる。前述の山火跡地や風倒跡地の再生林もヒントになったのであろう。北大演習林においても昭和43年より雨竜地方演習林、47年より本調査の場所である天塩地方演習林や中川地方演習林において施業の中に組みこまれている。

方法は通常の排土板、またはレーキが使用され、ササ層の除去の仕方などに違いが見られる。また対象樹種は、広葉樹、特にダケカンパ、ウダイカンパなどの材価の高騰に伴って、それらの最終的な造林地を作ることを目標となってきた。現在、地形などにも制約されるが、大型ブルドーザーを使用した植栽地の地拵え、天然下種のためのかき起しが全道的に行なわれている。

このように無立木ササ地の地表処理は大型ブルドーザーが主として使用されており、人力と比較すれば当然のごとく工期も上がり、経費も安い。したがって林道網の整備などに伴ってこれから益々大きな比重を持つことになるだろう。しかし急傾斜地や林内の小さなササ地では大型機械では無理であり、目的にあった機械の開発や薬剤の使用も考慮しなければならない。また更新方法の違い、例えば天然下種か人工下種か、また植栽をするのかなどによって、かき起しの強弱、面積、時期を検討しなければならない。そして対象の樹種も広葉樹ばかりではなく、場所によっては針葉樹も考える必要がある。今後は何でもいからかき起すのではなく、施業上での考え方と技術面での検討をくわえれば、北海道の林業において非常に大きな意味を持つ方法といえるだろう。

4. 天然更新を主とした林分とその施業

4.1 山火再生林

これまで述べてきたように、ササ地はそのままでは他の植生の侵入は困難である。冠樹下においても同様であり、ササを林床とする天然林内の更新と生長のサイクルは連続的ではないようである。何等かの形で上層木と林床植生の破壊が伴った時点で更新が行なわれる事が多いのだろう。このような事が大面積に発生した例が、風倒跡地や山火跡地、そして火山の噴火などである。

山火跡地に生立した林は山火再生林（二次林）と呼ばれている。山火事は落雷などにもよって発生するが、現在北海道に見られる山火跡地の大部分は人為的な原因によるものである。特に明治の終りから昭和の初めにかけて、開拓の失火による山事は莫大な件数にのぼっている。統計⁴⁾によれば、明治19年から昭和22年に至る60年間を通じて焼失した森林面積は、

実に1,491,000町歩という膨大なものであった。とりわけ明治44年のそれは全道的に発生し、北海道の林相を一変せしめたときえ言われている。この跡地は宗谷丘陵に見られるように、発生後半世紀を過ぎても依然としてササで覆われている場所もあれば、また一方では蓄積の大きい再生林が生立している場所もある。これは被害の程度による植生回復のスピードや、種子を散布する母樹の有無などと、地域の自然環境の差によってその後の推移が異なるのであろう。

山火跡地は火災によって立木が被害を受けると同時に、林床植生も破壊される。特に乾燥期のササはよく燃える。このため被害の後に種子さえ供給されれば、樹木の更新と初期生長にとって好条件になる。通常更新する樹木はダケカンバ、ウダイカンバ、シラカンバなどのカンバ類と、ヤナギ類やヤマナラシなどの先駆樹種と呼ばれるもので、短期間のうちに更新し同齢の一斉林を作る。しかし、条件によっては針葉樹も同時に侵入し、やがて混交林を作っていく場合もある。さらに特殊な例では針葉樹の純林を生立させることもある^{18,19,36)}。一度消滅したササは、地下茎の働きによって比較的短期間で回復し、その後の植生の侵入は以前と同様に難しくなる。

このようにして樹木の侵入が出来なかった場所は無立木地になり、侵入した箇所は単純な構造の林分として、立木本数を減じながら成林していく。表-5に天塩演習林における山火再生林の調査結果を示した。これで判るように実に様々な樹種が更新している。特異な例として、調査地番号の1と2でアカエゾマツが、3ではクロエゾマツが主として更新している。このような針葉樹の例は少ないが、山火再生林の生立の機構を考えるうえで非常に興味深い。

ササ層が焼失することによって前述のような森林が生立することは、施業という観点に立てば様々なヒントをあたえた事であろう。過去には火入れ地拵えによってカラマツの植栽がなされたし、近年の大型機械によるかき起しは、まさにこれを安全に再現しようとするものである。したがってこれ等の林分の更新と生長機構の分析は、山火再生林その物の施業に必要であると同時に、現在生立しつつあるかき起し地の林分にとって重要な意味をもつ。密度管理を含めて道内各地で集積されつつある山火再生林の施業データは、今後様々な形で行なわらるであろう地表処理地の施業にとって、絶好のサンプルとなるに違いない。

4.2 風倒跡地の再生林

昭和29年の15号台風は北海道全域にわたって猛威をふるい、森林の被害はいうまでもなく、その後の北海道林業に大きな影響を与えた。世界的にみても緯度の高い北方の森林は、しばしば大きな風害を受けているという。北海道でも明治44年、大正9年、13年、昭和11年と全道にわたる風害の記録があり、最近では昭和56年の15号台風は記憶に新しい。本州においても昭和34年の伊勢湾台風など、森林に大きな被害を与えた例は少なくない。

このように台風に限らず、春先の突風などによって局地的に森林が破壊されることは頻繁に発生していることである。そしてこれが天然林内の無立木地の成因に大きく関係しているものと思われる。しかし、これらの跡地がすべて無立木地化するというわけではなく、被害の形

表-5 天塩地方演習林における

Table 5. Tree composition of secondary stand which grew

調査地番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
山火発生年度	1929	1929	1929	1929 1940 1958 1968
上層木の年齢	30~35	30~35	30~35	5
調査区面積 (m ²)	10×50	10×100	10×50+10×50	5×80
更新樹種及び本数	アカエゾマツ 299 エゾマツ 5 トドマツ 15 カンバ類 49 ケヤマハンノキ 13 バッコヤナギ 6 その他 16	アカエゾマツ 30 エゾマツ 17 トドマツ 6 カンバ類 54 ケヤマハンノキ 13 バッコヤナギ 33 その他 23	アカエゾマツ 1 エゾマツ 77 トドマツ 4 カンバ類 89 ケヤマハンノキ 78 バッコヤナギ 40 その他 14	カンバ類 154 ケヤマハンノキ 111 バッコヤナギ 137 エゾヤマナラシ 114 ナナカマド 4 ミズナラ 1 アズキナン 1
本数合計 ha 当り本数 (本/ha)	403 8,060	176 1,760	303 3,030	522 13,050 (H: 30 cm 以上)
平均樹高 (cm)	N: 180.2 L: 313.1	N: 258.0 L: 227.4	N: 234.1 L: 164.2	全体: 87.8 カンバ類: 72.3
平均胸高直径 (cm)	.	.	.	.
胸高断面積合計 面積/ha (%)	.	.	.	.
L・N 本数比	N: 79.1% L: 20.9	N: 30.1% L: 69.9	N: 27.1% L: 72.9	.
枯損木 生立木 %	.	.	.	.
ササ高平均 (cm)	148.0	89.0	79.5	.

* 調査は1971年1973年にかけて行なった。

山火再生林の構成

after forest fire in the Teshio Experiment Forest

No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9
1945	1929	1929	1929	1929
27~28	24	25~26	36~38	33
5×20	10×20	10×20	5×20	15×20
ダンカンバ 56 シラカンバ 1 ヒロハノキ ハダ 2 ハルニレ 1 オヒョウニレ 1 ホオノキ 2	ダケカンバ 98 ウダイカンバ 81 シラカンバ 1 ケヤマハン ノキ 10 バッコヤナギ 6 ホオノキ 2 ミズナラ 1 ミズキ 1 ヒロハノキ ハダ 10	ダケカンバ 172 ウダイカンバ 2 シラカンバ 1 エゾヤマ ザクラ 2 ミズナラ 1 ナナカマド 1	ダケカンバ 22 ウダイカンバ 1 ヒロハノキ ハダ 2	ダケカンバ 38 ウダイカンバ 1 ヒロハノキ ハダ 9 シナノキ 5 バッコヤナギ 2 アズキナン 2 イタヤカエデ 1
63 6,300	160 8,000	179 8,950	25 2,500	53 1,933
全 体: 992 カンバ類: 1050	全 体: 574 カンバ類: 537	全 体: 718 カンバ類: 719	全 体: 798 カンバ類: 809	全 体: 959 カンバ類: 1031
全 体: 7.43 カンバ類: 7.86	全 体: 4.79 カンバ類: 4.70	全 体: 5.58 カンバ類: 5.57	全 体: 9.60 カンバ類: 9.61	全 体: 10.71 カンバ類: 11.15
全 体: 1.38 カンバ類: 1.33	全 体: 1.19 カンバ類: 1.24	全 体: 1.28 カンバ類: 1.29	全 体: 0.83 カンバ類: 0.84	全 体: 0.89 カンバ類: 0.92
.
18.8	8.1	12.3	4.0	9.7
139.5	146.0	171.7	183.0	206.8

態やその後の処理の仕方によっては、新たな森林が生立していく。昭和29年の15号台風によって大被害をこうむった大雪山系にも、かなりの場所に針葉樹を含めた幼稚樹の群落が成長してきている。

これは一つに、上層木の鬱閉が破れることによって被圧されていた下層木が成長を開始すること、また林床植生の破壊によって樹木の更新が行なわれることなどが考えられる。そしてこれは風の強さや地形によって集中的に大面積に発生することもあれば、単木的に、または小面積の群状に発生することもある。風害の形態には根倒れと幹折れの二つが考えられるが、特に根倒れによる地表の攪乱は、種子の侵入、定着を容易にする。とりわけ北海道の天然林においてはポドソル土壌や岩礫地の分布が多く、エゾマツ、アカエゾマツなどの浅根性の樹種とあいまって根倒れが発生しやすい。蛇紋岩地帯のアカエゾマツは、樹高20m以上の樹でもたった60cm位の深さまでしか根をはっていないし、その幅もせいぜい樹冠幅位しかない。これが風で根張りの部分の植生と土壌をつけたまま、地面をめくるようにして倒れる。このまるでクレイターのような土壌裸出地と、根についた土の上に樹木が侵入する。

表-6に天塩演習林奥地12, 15, 20林班で行なった根返り跡地の調査結果²¹⁾を示した。また図-2にその模式図をあらわした。対象地は根返り跡地の形状を明瞭に止めているものに限ったので、年代的には比較的新しい。周囲の林相は、エゾマツ、トドマツ、ミズナラの高層木と、トドマツ、ハルニレ、ヒロハノキハダの中層木が占める針広混交林となっている。林床は高さ0.5m~1.7mのチンマザサ、クマイザサが優占している。

表に見るように多くの樹種が根倒れ後に侵入していることが判る。特徴的なことは、針葉

表-6 プロット内の高木生立本数
Table 6. Number of trees in the uprooted ground

プロット No.	1	2	3	ha 当り本数
調査区面積 (m)	7.8	4.0	2.0	
エゾマツ	34 (6.5)	6 (6.9)	41 (37.5)	60,178
トドマツ	32 (8.2)	6 (55.0)	10 (69.0)	35,661
針葉樹計	66	12	51	95,839
ウダイカンバ	122 (66.0)	4 (179.0)	1 (62.8)	94,354
ダケカンバ	2 (58.0)	8 (192.0)	9 (273.0)	14,116
ナガバヤナギ	52	.	.	38,633
エゾノバッコヤナギ	15	.	3	13,373
その他広葉樹	18	6	3	20,059
広葉樹計	209	18	16	180,535
針葉樹, 広葉樹 合計	275	30	67	276,374

* ()内は最大樹高 (cm)

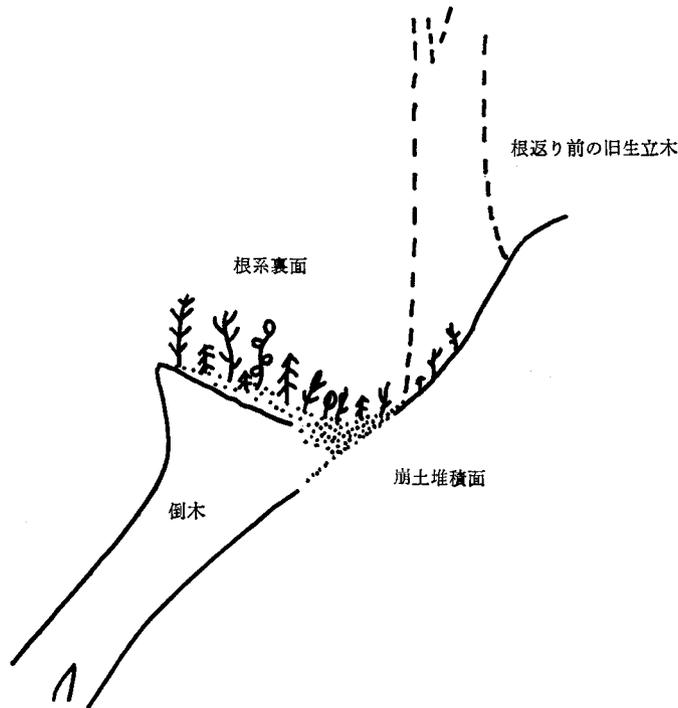


図-2 根返り跡地の概念図

Fig. 2. Schematic illustration of uprooted tree stand.

樹が3つのプロットをつうじて129本(9.3本/m²)と全体の35%を占めていることである。特にエゾマツの本数が多く、周囲の林相との関連もあるが、天然林内のエゾマツの更新機構として興味深いものがある。

また表-7, 8は同じく天塩演習林内の奥地52林班の蛇紋岩地帯のアカエゾマツ林の調査結果¹⁰⁾を示している。調査地は標高200mの尾根上にあり、一斉林型を示す林分が無立木のササ地をはさみながら群状に生立している。近接地に近年に発生した風害跡地が随処に見られ、風害の頻発地帯と思われる。表はその一斉林型を示す林分の調査結果であるが、樹齢にみるように、上層グループは短期間で一斉に更新したものらしい。それらの結果からみて、この林分は約120年以前に発生した風倒跡地に生立したものと判断された。前述のようにこの地域は蛇紋岩地帯であり、樹木の根は非常に浅く、まるでお皿にのっかるような状態で生立しているため、一寸した風によっても倒されてしまう。このことが調査地付近のアカエゾマツ林分の更新のきっかけになっているらしい。

以上述べたように、天然においては常時このようなことが発生しているのだろう。そしてこれが北方天然林の更新のサイクルの上で重要な意味を持っていると考えられる。ただしここに人為的な行為、すなわち被害木の整理などが入るとまた別の要素が生まれてくる。したがって造林地はともかく、天然林での風害発生地は別の配慮が必要であろうし、生立した林分の取

表—7 風倒跡地のアカエゾマツ再生林の構造 プロット1

Table 7. Tree composition of the secondary stand which grew after storm damage. No. 1

樹種	上層グループ										中層グループ	
	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	A.s.	P.g.	A.c.
樹齢	123	126	123	122	123	119	128	124	122	120	69	41
樹高(m)	20.20	20.55	21.95	21.00	21.80	20.65	20.90	19.80	19.80	19.80	5.30	4.65
胸高直径(cm)	36.48	30.85	31.35	31.55	28.45	27.50	27.85	27.75	23.70	23.70	7.15	3.60

* 調査面積は25m×5m。

* P.g.はアカエゾマツ, A.s.はトドマツ, A.c.はコシアブラ。

表—8 風倒跡地のアカエゾマツ再生林の構造 プロット2

Table 8. Tree composition of the secondary stand which grew after storm damage. No. 2

樹種	上層グループ							中層グループ					
	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	P.g.	A.s.	A.s.	A.s.	A.s.	A.s.	A.s.
樹齢	119	114	117	124	119	116	106	100	98	102	86	80	98
樹高(m)	21.60	21.20	21.30	20.80	19.40	20.10	19.50	14.30	9.46	5.80	5.01	4.56	2.86
胸高直径(cm)	42.20	42.60	36.90	31.75	30.80	27.50	26.95	19.30	13.70	9.18	7.20	5.75	6.15

* 調査面積は25m×5m。

* P.g.はアカエゾマツ, A.s.はトドマツ。

り扱いも、山火跡地のそれとは別の方法をとらなければならない。

4.3 人為的な地表処理地に更新した林分

4.3.1 種子の落下量

ササ地を対象にした地表処理の試みは、刈り払いや火入れ、薬剤の使用が行なわれてきた。そしてこれらは苗木の植えつけに伴う作業で、天然更新を目的としたものは一部の例を除けば非常に少ない。しかし現場においては不成績のため放置した針葉樹の造林地がいつのまにかカンバ林に変わっているなど、結果的に天然下種による広葉樹の林分が生立した例も少なくない。そして現在、林道、機械等の諸条件の整備とそれに伴う経済性や広葉樹の需要から、ブルドーザのかき起しによって天然下種で林を造成する方法が大きな比重を占めてきた。

調査地の北大天塩地方演習林においても、昭和47年の秋からブルドーザによるかき起しが開始され、58年度でその面積は約240haに達した。使用機械はクローラータイプのブルドーザにレーキをつけたものである。大きさは9t級から12t級へ、レーキの爪の数や形態も漸次改良され、初期の試行錯誤から対象地の状態に応じて、かき起しの強弱など様々な面で

表-9 かき起し地の種子落下量
Table 9. Amount of seeds dispersed

	ダケカンバ	シラカンバ	ウダイカンバ	エゾマツ	トドマツ	イタヤカエデ	計
50cm×50cm の平均落下数	509	7	11	31	6	0.2	564
ha 換算	20,377,143	282,857	448,571	1,220,000	251,429	5,571	22,585,571

- * 50 cm×50 cm の採種箱を 14 ケ使用。
- * 調査期間は 1972 年 9 月上旬から 11 月中旬まで。
- * 調査地は天塩地方演習林赤川林道沿いのかき起し地。

考慮した方法が行なわれるようになった。実行している場所は林道脇の比較的小面積の孔状裸地である。

表-9 はかき起し直後の場所にシードトラップを置いて、天然の種子の落下量を調べたものである。調査地は 0.3 ha 位までの小さな無立木地のササ地であり、周囲はエゾマツ、トドマツを交えた針広混交林である。その中央に 50 cm×50 cm のシードトラップを設置したものであるが、わずか 2 週間の間にもこのように多くの種子が落下していることが判る。その総量は、草本やトラップ外と期間外のものを入れれば莫大なものになるだろう。興味あることは、近くに母樹の見られないウダイカンバの種子が多いことである。これは種子の翼が他のカンバ類より大きく、風による飛翔力が大きいことも原因であろう。このように種子は様々な力を通して、思いもかけない距離を移動する。

種子の散布の型には次のようなものがある⁶⁾。

- (1) 風による風散布
- (2) 降雨や流水による水散布
- (3) 動物による動物散布
- (4) 植物自身の機械的な推進力による機械散布
- (5) 重力による重力散布
- (6) むかごや苗条などの栄養体によるもの

このように大きく 6 つに分けられるが、実際にはこれらが複合して散布しているのだろう。特にかき起し地においてはカンバ類が多く、風による散布の比重が多いようである。風散布は様々な条件によって異なるであろうが、SCHMIDT²⁵⁾によれば、平均した空気の流れが 20 g/cm²/秒で毎秒あたり 10 m であると仮定すれば、セイヨウタンポポ *Taraxacum officinale* で 10 km、ヨーロッパアカマツ *Pinus sylvestris* では 0.5 km、セイヨウトネリコ *Fraxinus excelsior* では 0.02 km と見積もった。また MULLER-SCHNEIDER¹⁵⁾ は嵐のときに実際に飛来した種子の調査から、ヨーロッパアカマツで 2 km、セイヨウトネリコで 0.5 km、*Populus* の一種では 30 km、キク科の一種では実に 200 km も運ばれたとしている。また動物による散布もリスやネズミによる大型種子の移動、これはしまい忘れによる発芽の例がよく見られる。そしてキハ

表-10 かき起こし跡地に発生した植生

Table 10. Number of the plants in the scarified ground

	ダケカンバ		エゾマツ	トドマツ	キハダ	セ ン	イタヤ	バツコ ヤナギ	ホ オ				計
喬木	かきならし	353	4	39	2	19		2	2	1			422
	/ha	882,500	10,000	77,500	5,000	47,500		5,000	5,000	2,500			1,055,000
	筋刈	112	1	1		21	2						137
	/ha	560,000	5,000	5,000		105,000	10,000						685,000
木	計	465	5	40	2	40	2	2	2	1			559
	/ha	775,000	8,333	66,667	3,333	66,667	3,333	3,333	3,333	1,667			931,667
	ニワトコ	ヤマブドウ	ツルアジ サイ	エゾイチゴ	ツタウルシ	タラノキ							計
灌木 ツタ 類	かきならし	16	12	3	3		1						35
	/ha	40,000	30,000	7,500	7,500		2,500						87,500
	筋刈	5	5	1	1	2							14
	/ha	25,000	25,000	5,000	5,000	10,000							70,000
	計	21	17	4	4	2	1						49
/ha	35,000	28,333	6,667	6,667	3,333	1,667						81,667	
	ハンゴン ソウ	コオゾリナ	エゾゴマナ	ヨツバ ヒヨドリ	ノコンギク	ヨモギ	オオバコ	タンポポ	ヤマハハコ	ササ	禾本科草本	不明	計
草	かきならし	7	1	8	1		2	1	1	7	2	2	32
	/ha	17,500	2,500	20,000	2,500		5,000	2,500	2,500	17,500	5,000	5,000	70,000
	筋刈	8	7		5	4	3			4			31
本	/ha	40,000	35,000		25,000	20,000	15,000			20,000			155,000
	計	15	8	8	6	4	3	2	1	11	2	2	63
	/ha	25,000	13,333	13,333	10,000	6,667	5,000	3,333	1,667	1,667	18,333	3,333	105,000

* 筋刈は急斜面でレーキドーザーの入れない場所、人力でかきおこしをしたもの。 * 1972年かき起こし、1973年調査。

* 調査面積は1m×1m

ダヤナナカマドのように鳥獣の被食によって、糞にまじって散布される物もある。種子によっては動物の消化器官を通過することによって、むしろ発芽が促進される物もあるらしい。このように天然林内では、多様なそして多量な種子が落下している。

4.3.2 発芽と生長

周囲またはその地域の林相や地形などにもよるが、かき起し跡地には様々な種子が侵入する。しかしこれらのすべてが発芽するわけではない。動物に持ち去られるもの、気象害にありものなど、発芽することが出来るものはそのうちわずかにすぎない。表-10 はかき起した翌年の植生の侵入状況をあらわしたものである。シードトラップでは確認出来なかった多くの種類が見られた。カンパ類の稚樹が非常に多いが、針葉樹もかなり更新している。これは周囲の林相にもよるが、前述のように付近にはまったく母樹の見られないウダイカンパが多く侵入している。また木本以外ではキク科の草本が大部分を占める。これはキク科の種子の散布力の大きさによるものであろう。傾向としては、低高度のかき起し地にはキク科の草本がすばやく侵入

表-11 かき起し地の稚幼樹生立本数 (ダケカンパが主として更新している場所)

Table 11. Number of young growth on the scarified ground. No. 1

樹種	年	樹高 (cm)						計
		50	100	200	300	400	500	
ダケカンパ	1978	130,370	70,000	67,037	3,704			271,111
	1981	9,990	8,325	24,420	8,325	6,660	3,330	61,050
ウダイカンパ	1978	5,556		370	741			6,667
	1981						1,110	1,110
その他の 広葉樹*	1978	18,334	22,222	12,592	7,778			60,926
	1981	20,556	23,889	13,890	2,220			60,555
エゾマツ	1978	3,333						3,333
	1981	24,444						24,444
トドマツ	1978	16,667						16,667
	1981	28,332						28,332
低木類*	1978		370					370
	1981	7,221					555	7,776
合計	1978	174,260	92,592	79,993	12,223			359,074
	1981	90,543	32,214	38,310	10,545	6,660	4,995	183,267

* 本数は ha 換算で表してある。

* 調査面積は (3 m×3 m)×3 の 27 m²。

* 1972 年かき起こし。

* 広葉樹はシラカンパ、ヒロハノキハダ、イタヤカエデが主。他にハリギリ、ミズナラ。

* 低木類はタラノキ、エゾニワトコ。

* 北大林学科造林学実習における調査から作製。

し、木本類はこの大型草本との競争で生長が大きく左右される。

表-11, 12に同地域におけるかき起し後から6年目と9年目の、幼稚樹の生立本数をあらわした。もっとも多いカンバ類は、落下後の翌年には100万本単位の稚樹が発生する。ウダイカンバでは約10年後で樹高数mに達し、ha当りの生立本数は数万本単位になる。カンバ類はダケカンバ、ウダイカンバ、シラカンバの三種であるが、かき起し地の標高などによってその混交の割合は変化するし、生長の程度も異なってくる。一般的にいて標高の高い所ではダケカンバが主となり、低い所ではシラカンバが多く、ウダイカンバはその中間に更新する。天塩演習林では標高100m前後がシラカンバの上部限界になっており、この調査地は標高120~130mで、三種のカンバの種子が混じって侵入する。樹高生長はシラカンバが初期において優れ、ウダイカンバ、ダケカンバの順になるが、10年近くたつとウダイカンバの生長が著しい。樹冠幅が大きいことなどによって、ウダイカンバの生立密度は小さいし、径級も大きくなっている。しかし雪上に頭を出す一時期にウサギの食害を選択的にうけるが、回復もまた早いよう

表-12 かき起し地の稚幼樹生立本数 (ウダイカンバが種として更新している場所)

Table 12. Number of young growth on the scarified ground. No. 2

樹種	年	樹高 (cm)								計
		50	100	200	300	400	500	600	700	
ウダイカンバ	1978	2,917	3,333	20,000	15,000	14,167	2,083			57,500
	1981			1,248	6,249	10,626	4,374	8,751	624	31,872
ダケカンバ	1978	1,250	3,750	10,000	2,917					17,917
	1981	5,625		9,375	3,126					18,126
その他の 広葉樹*	1978	6,875	2,500	1,250						10,625
	1981	11,250	1,875	2,499						15,624
エゾマツ	1978	55,625								55,625
	1981	5,001								5,001
トドマツ	1978	12,500								12,500
	1981	5,001								5,001
低木類*	1978	13,125								13,125
	1981		1,251	624						1,875
合計	1978									

* 本数はha換算で表してある。

* 調査面積は(2m×2m)×3の24m。

* 1972年かき起し。

* 広葉樹はシラカンバ、ヒロハノキハダ、イタヤカエデが主。他にハリギリ、ミズナラ。

* 低木類はタラノキ、エゾニワトコ。

* 北大林学科造林学実習における調査から作製。

である。

表-11, 12 でみる, その他の広葉樹で樹高の高いものはシラカンバであり, キハダ, ハリギリ, ミズナラ, ヤチダモなども更新するが, カンバ類の優占する場所ではやがて被圧されてしまう。また林床のササは回復してくるが, まだ落葉層も薄く, その後の稚樹の侵入は依然続いている。しかし上層木の被圧によって稚樹の段階で消長を繰り返しているようであり, 今後の生長は望めないだろう。

針葉樹はかき起し直後にかなりの量が侵入しているが, 一度上層にカンバ類が生立すると完全に被圧され, 生長は非常に悪い。立木本数の減少などによってやがて回復する可能性もあるが, ササも次第に回復するなど条件は悪くなり, 多くの本数の生立は望めない。

このように, カンバ類の優占した林分での針葉樹の生長には問題があるが, かき起しの強弱や母樹の配置によっては針葉樹, 特にエゾマツが多く更新してくる場所もある。

表-13 は同地区における調査の結果²⁰⁾を示したものである。これらの場所はかき起しが強度に行なわれ, ササの根茎や腐蝕層が完全に除去されて心土がでている。この結果ササの回復が遅いこと, カンバ類や草本の更新が困難であること, 雪腐れ病菌などの菌が少ないことなどが, エゾマツの更新に有利に働くと思われる。しかしこれらの場所も土壌が安定するにしたがって, カンバ類や草本の侵入が増加し, 放置しているとやがて被圧されてしまう。かき起し

表-13 かき起し地に発生したエゾマツ稚幼樹数の推移

Table 13. Changing number of *Picea jezoensis* sapling on the sacrificed ground

	1977	1978	1979	1979年数値の ha 当り本数
No. 1 (1×1)m ²	69 H: max (cm) 49% 13.1	37 H: max (cm) 20% 14.0	23 H: max (cm) 31% 17.0	230,000
No. 2 (1×1)m ²	49 43% 29.0	39 28% 41.5	31 32% 44.3	310,000
No. 3 (2×2)m ²	42 49% 20.7	46 46% 31.5	48 32% 31.7	120,000
No. 4 (5×5)m ²	127 49% 46.0	125 52% 52.0	124 46% 64.3	49,600
☆No. 5 (2×2)m ²	107 75% 10.3	108 62% 23.0	101 72% 26.0	252,500
☆No. 6 (2×2)m ²	191 83% 17.7	181 76% 24.2	147 76% 25.2	367,500

* 1972年かき起し。☆印のみ1973年かき起し。

* %は全稚樹数に対する比率。

地に発生する針葉樹の問題は、発生機構の解明とともに上層木の除間伐や、多量に発生する稚樹の山引苗としての利用など多くの問題が残されている。

その他に沢沿いのかき起し地におけるヤチダモ、ハルニレ、ハンノキ、ヤナギ類の更新なども行なっているが、このようにかき起し地には、実に様々な樹種が発生してくる。今後この天然下種更新は種子の豊凶作、落下時期、母樹の配置状況、かき起しの強弱などによって更新樹種のコントロールをすること、また手入れの方法によって、密度管理と生立樹種のコントロールを行なうことが大きな課題になる。そして対象地も無立木地ばかりではなく、林内全体を考える必要があるだろう。それには機械の開発など、多くの検討すべき問題がある。

5. 人工下種及び植栽を主とした林分とその施業

5.1 人工下種

5.1.1 方法

かき起し地には多量の種子が落下する。しかしそれがすべて更新し森林を作るわけではない。更新不良地の補正や、樹種のコントロールをするには、人工下種と植栽によることになる。

人工下種はすべての樹種において可能であるといえるが、ハリギリ、シナノキ、ヤチダモなどの種子は、2~3回の冬を越さないと発芽しない場合が多い。またこれらの樹種や針葉樹の初期生長の遅いものは、回復してくるササや大型草本を刈り取る手入れを頻繁に要し、人工下種にはむいていない。初期においてまったく手入れの必要のないものはカンバ類であり、手入れを要するが十分に成林可能なものは、ミズナラ、オニグルミである。天塩地方演習林ではウダイカンバ、ミズナラ、オニグルミの人工下種を施業におりこんでいる。

ウダイカンバは種子の調整が簡単で、採種後、陰干しして果穂軸を取り除くだけでよい。1g(鱗片などのゴミを含む)で約1,200粒あり、秋の採種後、降雪前に播く。翌春に播種する場合には低温での貯蔵が必要である。他のカンバ類は場所を問わず天然更新をするのでそれに任せ、ウダイカンバは材の需要などの面から更新面積を増加させるには、人工下種を考慮すべきであろう。

ミズナラは秋に林道沿いやかき起し地の拾い易い場所で、母樹の形質等を考えて採種する。注意することは、霜が降りた所の種子は発芽が悪いことである。霜害にあった種子は渋皮が傷み、指でつかむと柔らかいのですぐ判る。虫が入ったものでも発芽はするようである。いずれにしても採種後なるべく早く播くことが望ましい。播種は1箇所2~3粒、1~2cmの厚さに土をかけ、鳥や小動物による被害を防ぐ。播種された種子は秋のうちに根を出し、翌春地上部に芽を出す。播き方は列間を2m、種間は1~2m程度がよいだろう。発芽率はかなり良く、1粒から2本以上の芽を出すものもある。下刈り等の手入れは、ササの草本の侵入状況に応じて、播種後3年目位から1年回で2~3年間はする必要がある。今田⁷⁾による九州大学北海道演習林の例では、台切りを行なうことによって形質が良くなるとしているが、多雪地において

は少しでも早く樹高を伸ばすことの方が有利ではないだろうか。

オニグルミの播種は肥沃地の場合非常に生長が良く、播きつけ数も1箇所1粒でよい。播きつけ間隔はミズナラに準ずる。土壤の不良な所は生長も悪いので、施肥をすると効果がある。天塩演習林では林業用粒状固形肥料を基肥として使用しているが、経済性なども含めて今後検討する必要がある。

以下に天塩地方演習林で行なわれている。人工下種の仕様を記した。

- ① ダケカンバ 筋播き 1 m 幅 1 g/m² (1 g 約 1,200 粒)
 巢播き 列間, 孔間 1 m 10,000 孔/ha 1 孔 (径 20 cm) 0.5 g

基肥として1孔80g施肥の場所もある。

散播き 1 g/m²

- ② ウダイカンバ 散播き 1 g/m²

- ③ ミズナラ 巢播き 列間, 孔間 1~2 m 5,000~10,000 孔/ha 1 孔 2~3 粒

一部施肥

- ④ オニグルミ ミズナラと同様

- ⑤ シナノキ, ハリギリ 散播き 200 粒/m²

- ⑥ ホウノキ, イタヤカエデ, ヤチダモ 散播き 100 粒/m²

播種後の生長結果は表-14, 15 に示した。ミズナラは3粒ずつ播いた種子のほとんどが発芽生長して3本立ちをしている。積雪によって幹が折られるものもあるが、萌芽などによって

表-14 人工下種した広葉樹の生長結果 No. 1 ミズナラ 9年生

Table 14. Height growth of seeding trees in the scarified ground. No. 1

	樹 高 (cm)			変動係数	調査本数	備 考
	平 均	最 大	最 小			
施肥・手入れ	245	393	110	0.26	17	1 孔 3 粒, 10,000 孔/ha
施肥・放置	157	279	61	0.34	30	
無肥・手入れ	183	302	45	0.37	42	
無肥・放置	131	248	46	0.42	26	
施肥全体	188	393	61	0.38	47	
無肥全体	156	302	45	0.42	51	
手入れ全体	208	393	45	0.35	42	
放置全体	145	279	46	0.38	56	
全 体	172	393	45	0.41	98	

* 1973年10月播き起し, 播種, 1982年11月調査。

* 手入れ区は下刈り及びミズナラ以外の上木を整理。

* 放置区は天然更新したウダイカンバの樹冠下。

表-15 人工下種した広葉樹の調査結果 No. 2 ミズナラ以外の広葉樹
5年生

Table 15. Height growth of seeding trees in the scarified ground. No. 2

樹種	樹高 (cm)			変動係数	調査本数	備考
	平均	最大	最小			
ホオノキ	17	25	8	0.25	37	散播き 100粒/m, 1m×1m調査。
シナノキ	11	23	5	0.38	26	散播き 100粒/m, 目についたものを調査。
ヤチダモ	16	23	8	0.27	21	散播き 100粒/m, 目についたものを調査。
オニグルミ	78	215	14	0.72	30	巢播き 1孔2粒 10,000孔/ha。オニグルミのみ1976年播種, 6年生。

* 1977年9月掻き起し, 播種。1982年11月調査。

* 下刈り実行, 上木無し。

回復し, 調査時点では胸高直径も3cm位と太く, 雪折れの被害は少なくなっている。

植栽時の基肥の効果は表では見られるが, 調査本数が少ないのではっきりしたことは言えない。ミズナラは比較的成長が早いので, 回復してくるササや侵入してくる草本に対しての下刈りはあまり必要ない。しかし天然更新するカンバ類には被圧されてしまう。したがってミズナラ以外の侵入木に対する除伐などの手入れが必要になる。しかしこれも播種後1~2回行なえば良いであろうし, 混交林の造成を考えればあまり神経を使う必要もないだろう。

表-15に見られる他の広葉樹では, オニグルミはミズナラと同様な取り扱いで問題はないだろう。しかしホオノキ, シナノキ, ヤチダモは成長も遅く, ササや他の草本, 木本にすぐ被圧されてしまう。そのため下刈りが必要であるが, 散播きなどの播き方によっては非常に手間がかかり, 施業上では問題が多いようである。またハリギリのように播種してもまったく発芽が見られないものもあった。

5.1.2 結果の検討

以上のことから人工下種の問題点を整理すると次のようになる。

(1) カンバ類はほとんどの場所で天然落下の種子と混じって更新し, 下刈りなどの手入れもいらぬ。したがって種子の凶作の時, または付近に母樹が見られず天然更新が期待出来ないなどの特殊な条件を除き, あえて人工下種をする必要はないだろう。

(2) ミズナラ, クルミは採集した種子をすばやく播種すれば確実に生長する。しかし同時に侵入する大型草本や回復してくるササ, さらに天然更新するカンバ類の被圧があり, 手入れの問題が残る。また多雪地においては雪折れなどの被害がある。

(3) ハリギリ, シナノキなど, 播種しても発芽率が非常に悪いものがある。しかし一方では天然下種によって多量の稚樹が発生する場所もある。これら樹種は苗圃で育苗した大型苗を植えるか, この天然更新した稚樹の, 山引き苗としての利用を考える必要がある。

(4) 肥培は出来るだけ初期の樹高生長を早め, 下刈りなどの手間を省くことが目的であ

る。今回の調査では効果も見られるようだが、経済性などを含めて今後の検討課題であろう。

(5) 下刈りや除伐は人力による以外に、機械、薬剤の利用を積極的に考える必要がある。

(6) 針葉樹を含めて初期生長の遅い樹種を目的とする場合は、長期間に渡る手入れが必要であるし、その手入れも手間がかかる。そのためかき起しの方法、播種方法、手入れ方法などを総合的に検討しなければならない。しかし蛇紋岩地帯のアカエゾマツのように、他の植生が比較的侵入しにくい場所では播種造林の可能性は十分にあるだろう。

(7) 種子は今のところ採種しやすい場所と木を対象にしているが、育種的な見地に立てば採種木の形質等の検討が必要になるだろう。

(8) 播種造林は古くから行なわれているが、北海道においてはこのかき起し地において新たな観点に立てば、様々な可能性が広がるものとおもわれる。天然下種、植栽との組合せによって多様な樹種の更新が期待できる。

5.2 植 栽

人工造林の最も一般的なものは植栽である。北海道においても明治以来様々な樹種が様々な方法で植えられてきた。しかしその基本は本州のスギ造林であり、そのスギが使用出来ないため、手間のかかる養苗と地拵え、手入れを行ないつつカラマツ、トドマツなどの針葉樹を中心に育ててきた。天然林施業の一環としての造林もおこなわれては来たが、あくまでも例外的であり、基になる考え方は大面積の一斉林の造成ということであろう。しかし広葉樹に対する需要の拡大、伐採や育林過程の機械化、林道網の発達など多くの点で状況が変化してきた。このような中で今まで述べて来たように、森林造成の考え方も変りつつあると言えよう。したがって「植栽」という行為も、もっと有機的な繋がりの中で考える必要がある。特に天然更新補助作業の一環としての植栽は、今までとは異なった方向を探らなければならない。この項では単植えや束植えによる育林過程の省力化を試みた例をのべる。天然・人工下種と植栽を混じた方法は、期待する樹種のコントロールを含めてこれから検討すべき大きな課題であると思う。

5.2.1 巢 植 え

巢植えは群状に造林木を生立させ、巢内(群内)の相互援助によって巢外の競争植物の干渉の緩和を図ろうとするものである。

群状植栽が生長におよぼす影響については、スギの造林地で巢植えのものが単木的にも ha 当りの材積でも生長が良いという報告²⁹⁾があるが、一方ではこれには疑問を持つ者³⁰⁾もいる。また霜害についても北大苫小牧地方演習林のトドマツの例では、あまり効果は無いようである。したがって巢植え造林は、他植生との競争の緩和と合わせて地拵えや手入れの省力化に主眼が置かれることになるだろう。表-16はこの考えによってかき起し地に巢の大きさ、本数を変えて植栽した結果である。図-3に植え方を示した。手入れは一回も行わず、植栽後侵入したダケカンバと混生している。林床はササが完全に回復した。そのカンバの状況は表-11に示してある。

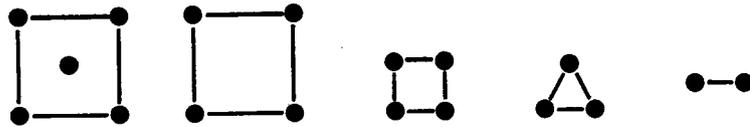
表—16 植栽樹の生長結果 No. 1 トドマツ巢植え他 18年生

Table 16. Height growth of planting trees in the scarified ground. No. 1

仕 様	樹 高 (cm)			変動 係数	調 査 本 数	備 考
	平均	最大	最小			
巢植え。5本/m ²	265	450	120	0.32	10巢, 45本	1辺1m四角に5本。巢間2m。植栽後放置, ダケカンバと混生。
巢植え。4本/m ²	300	453	150	0.27	10巢, 40本	1辺1m四角に4本。巢間2m。植栽後放置, ダケカンバと混生。
巢植え。4本/ 0.25m ²	252	375	87	0.29	10巢, 40本	1辺50cm四角に4本。巢間2m。植栽後放置, ダケカンバと混生。
巢植え。3本/ 0.125m ²	208	341	91	0.34	10巢, 30本	1辺30cm三角に3本。巢間2m。植栽後放置, ダケカンバと混生。
巢植え。2本	241	369	90	0.32	10巢, 20本	間隔50cm。巢間2m。植栽後放置, ダケカンバと混生。
巢植え全体	258	453	87	0.32	159本	巢間2m。植栽後放置, ダケカンバと混生。
列状植栽	304	418	204	0.21	20本	列間・苗間2m。2,500本/ha。下刈り実行, 上木無し。

* 1972年9月掘き起し, 8年生苗木植栽。1982年11月調査。

* 更新したダケカンバの状態は表-11参照。



1辺1m5本植え 1辺1m4本植え 1辺50cm4本植え 1辺50cm3本植え 50cm間隔2本植え

図-3 巢植えの仕様

Fig. 3. Method of the nest planting.

表で見ると1m四角に4本植えが生長が良いようである。数値だけを見ると通常の列状植栽で手入れしたものに劣らない。巢内の樹高生長は、4本植えまでは1本か2本が抜き出て生長している。樹高の差は巢間ではなく巢内で現れており、それがますます広がっていくようである。これは巢内間の種内競争というよりは、更新してきたカンバ類との競争の結果であるようだ。面白いことは5本植えの巢では真中の1本が消失している頻度がおおいこと、また巢の面積が小さいと少なくとも樹高生長は良くない傾向が見えることである。いずれにしてもダケカンバと混生しているが、樹高の高いものはカンバと同等に生長しており、現在の段階では完全には被圧されるまでには至っていない。今後の手入れに関してはカンバ類の生長、特に本数の減少を見ながら考える必要があるだろう。

5.2.2 束 植 え

束植えは崩壊地などに防災林造成を目的として植えられることがある。巢植えと同様な考

え方であろう。ここでは3年生のトドマツを用いて5本を1束にしてかき起し地に植栽した結果を見てみよう。3年生の苗木であるから、大きいものでもせいぜい10数cmの高さであり、植栽は非常に簡単である。表-17に樹高生長を示した。これに見るように苗圃で5~6年育苗してから山出しする通常の植栽木と比較しても、生長はさほど劣らない。観察によれば、かき起し地の中でも乾燥し易い場所や、逆に水のたまり易い場所においても消失せずに生存している割合が多いようである。これが防災林造成に用いられる理由とも思われるが、この大きな原因の一つに根系の癒合があげられる⁴⁾。束植えされた木の根を掘り取って見ると、植栽後3年目位からいくつかの個体間で癒合を初めだし、やがて5つの個体の根が1つになってしまうようである。これによって地下部の働きが大きなものになることが考えられる。

表-17 植栽樹の生長結果 No. 2 トドマツ束植え 12年生
Table 17. Height growth of planting trees in the scarified ground. No. 2

仕 様	樹 高 (cm)			変動係数	調 査 本 数	備 考
	平 均	最 大	最 小			
5本 束植え	116	288	29	0.43	24束。110本	3年生、5本一束で植栽。 10,000束/ha

* 1973年9月掻き起し、3年生苗木植栽。1982年11月調査。

* 下刈り実行、上木無し。

天塩演習林の例では3年生の苗木ということもあり、植栽初期においては下刈りを実行しているが、巢植えと同様放置した場合の検討も必要であろう。また1束5本のうちでも個体間に生長の差が出ているが、このまま放置するか、何本か残して他のものを処理するかなどの今後の取り扱いの問題がこのころ。現在この調査地内に1本残し、2本残しなどの処理を行なって観察を続けている。今後これらを含めて束植えの本数や他樹種の植栽も試みようと考えている。いずれにしても小さな苗木を利用することにより育苗の手間を省けることや、巢植えと同様環境に対する抵抗性の大きさはこの植栽方法の大きな特徴である。

5.2.3 他の植栽方法

通常行なわれる、ha 当たり2,000~3,000本の植え方から10,000本の密植まで行なっている。これらの結果は表-18, 19, 20にみるとおりである。表-20のヤチダモも通常沢沿いの低湿地に植栽されるが、尾根上の台地であるこの造林地においても良好な生長をしており、霜害ももちろん受けていない。また表には現さなかったが、山引き苗の利用としてハリギリ、キハダなどを行なっている。これは前述したように人工播種や苗圃での育苗が困難な樹種であり、林地でのかき起し地に集中的に天然更新した苗木の間引き利用として有効であろう。小さなものについては苗畑に移して育成してから山に戻す、また大きなものについてはジフィーポットなどを使用して移植する方法をとっている。

表—18 植栽樹の生長結果 No. 3 トドマツ密植 16年生

Table 18. Height growth of planting trees in the scarified ground. No. 3

仕 様	樹 高 (cm)			変動 係数	調査 本数	備 考
	平均	最大	最小			
施 肥	291	481	164	0.26	50	7年生苗木, 列間・苗間1m, 10,000本/ha。 1孔80g植栽時施肥。
無 肥	251	384	69	0.27	51	7年生苗木, 列間・苗間1m, 10,000本/ha。
全 体	271	481	69	0.27	101	

* 1973年10月掻き起し, 7年生苗木植栽。1982年11月調査。

* 下刈り実行, 上木無し。

表—19 植栽樹の生長結果 No. 4 アカエゾマツ密植 16年生

Table 19. Height growth of planting trees in the scarified. No. 4

仕 様	樹 高 (cm)			変動 係数	調査 本数	備 考
	平均	最大	最小			
施肥・手入れ	269	388	88	0.29	29	7年生苗木, 列間・苗間1m, 10,000本/ha。 1孔80g植栽時施肥。
施肥・放置	176	304	45	0.37	31	7年生苗木, 列間・苗間1m, 10,000本/ha。 1孔80g植栽時施肥。
無肥・手入れ	267	370	150	0.23	30	7年生苗木, 列間・苗間1m, 10,000本/ha。
無肥・放置	176	322	72	0.34	30	7年生苗木, 列間・苗間1m, 10,000本/ha。
施肥全体	221	388	45	0.38	60	
無肥全体	221	370	72	0.34	60	
手入れ全体	267	388	88	0.26	59	
放置全体	176	322	45	0.35	61	
全 体	221	388	45	0.36	120	

* 1973年掻き起し, 7年生苗木植栽。1982年11月調査。

* 手入れ区は下刈り実行, 上木整理。

* 放置区は天然更新したウダイカンバの樹冠下。

5.2.4 結果の検討

以上の結果から現状の問題点を整理すると次のようになる。

(1) 植え付け樹種は基本的には, 天然更新によって成林を期待出来ないものを対象とすべきであろう。したがって現状では針葉樹が主となるが, 結果的には天然更新樹と混じて針広混交林となる可能性が大きい。このような考え方から巣植え, 束植えなどの植栽方法の目的は, あくまで手入れなどを省力化を図ることにある。特にかき起し地では回復してくるササよりは, 侵入してくる他の樹木との競争が問題であり, 放置して混交林を作るとしても多くの

表-20 植栽樹の生長結果 No. 5 ヤチダモ密植 18年生

Table 20. Height growth of planting trees in the scarified ground. No. 5

仕 様	樹 高 (cm)			変動 係数	調査 本数	備 考
	平均	最大	最小			
施肥・手入れ	343	485	189	0.21	30	9年生苗木, 列間・苗間1m。10,000本/ha。 1孔80g植栽時施肥。
施肥・放置	293	480	140	0.26	30	9年生苗木, 列間・苗間1m。10,000本/ha。 1孔80g植栽時施肥。
無肥・手入れ	317	448	87	0.22	30	9年生苗木, 列間・苗間1m。10,000本/ha。
施肥・全体	283	486	90	0.36	30	9年生苗木, 列間・苗間1m。10,000本/ha。
無肥放置	318	485	140	0.24	60	
無肥全体	300	486	87	0.29	60	
手入れ全体	330	485	87	0.22	60	
放置全体	287	486	90	0.31	60	
全 体	309	486	87	0.27	120	

* 1973年掻き起し, 9年生苗木植栽。1982年11月調査。

* 手入れ区は下刈り実行, 上木整理。

* 放置区は天然更したウダイカンバの樹冠下。

検討すべき点がある。

(2) 施肥の問題は(1)と関連して初期生長をいかに早めるかということであるが, 手間と経費から検討しなければならない。ただし土場跡のように土壌が理化学的に悪化したような場所での効果は著しいようである。

(3) 播種造林地同様下刈り, 除伐は薬剤や機械の利用を考える必要がある。例えばブルドーザーのキャタピラーでふみにじるなど, 植栽間隔を変えることによって簡単に実行出来ることもある。また植えつけ時におけるリッパーの利用や, 植えつけそのものの機械化など施業全般にわたる機械の利用を考えていく必要がある。

(4) 山引き苗の利用は戦前には針葉樹を主にして行なわれており, 立派な造林地になっている例が多い。これらは苗木生産の問題などから試みられたものと思われるが, 稚樹の採集など労力的に見てもかなりの困難があったと予想される。しかし現在このようなかき起し地においてはその採集も比較にならない程容易である。針葉樹, 広葉樹を含めてこの多量に発生する稚樹の利用は, 育種的な見地も考えながら, 今後新しい観点で見直す必要がある。

6. おわりに

これまでササ地の地表処理を中心に更新補助作業について述べてきたが, 最後にこれから

の展望を含めて問題点を記してみる。

すでに述べたように北海道の林業は天然林を対象として始まり、現在もなお天然林を中心に展開している。これは単なる北海道林業の歴史の浅さばかりではなく、様々な要因によって天然林から離れられないし、また離れては林業が成り立たない面があるのではないだろうか。しかしその天然林は針葉樹と広葉樹が複雑に混じりあい、更新と成長の機構には不明な点が多い。そしていまだにそれをコントロールする技術は確立されていないのが現状であろう。にもかかわらず一方では現実的林業は行なわれており、再生力を持った天然林の保続は、困難な状況になりつつあると言っても過言ではない。その大きな原因の一つとして、集約的なスギ林業の直輸入の模倣が、北海道全域に通用するという考えがあげられる。そしてその強い思い込みが、今もなお在るのではないだろうか。

このような中で、機械力の利用が伐採のみではなく、育林面においても行なわれてきたことは重要な意味を持っている。とりわけササ地のかき起しはその効率の上からも、また多様な作業を行なえる点からも大きな可能性があると言えるだろう。今後の課題としては更新樹種の多様性を求めること、樹冠下など林地全体を対象にしていくことである。もちろんそこには地形との関連や機械の開発、保育など多くの解決すべき問題がある。

具体的に言えば、対象とする樹種は一つ二つに限ることなく、適地、適作、適作業によって、多様な樹種と多様な林型を持った森林を作りあげなければならない。これが結果的には諸害にも強く、また経済的にも成りたつものと思われる。そういった意味においても、天然林から姿を消しつつあるエゾマツ資源の保護も積極的に図らなければならないし、広葉樹もまた同様である。現在、材質等に問題の提起されているトドマツもまた別の観点にたつて育林方法を検討すべきであろうし、現在のアカエゾマツの造林法にも検討しなければならない点が多くある。

従来天然更新と言えば、費用と手間と時間まで省けるものと考えてしまった傾向がある。すなわち、すべてを省略出来る技術が天然更新というものであると思込んでしまったとも言えるだろう。そして多くの天然林が回復力のない森林に変えられていった。今後はこれらの失敗に学びながら、人工更新とか天然更新とか特別に分けた技術ではなく、伐採から育林まで含めた総合的な天然更新補助作業の技術体系を作ることが、最も重要なことではなかろうか。しかも、機械力を中心にしたこの技術体系を確立すれば、そこで初めて真の北海道らしい林業が展開される可能性がうまれる。これはまた、大きく言えば、世界の天然林施業に広く通用する技術とも言えるだろう。もちろんそのためには多様な作業に対応出来る技術集団としての人材が必要なことは言うまでもない。

最後にこの論文を書くにあたって、常日頃これらの考え方と施業について御助言を頂いた故 武藤憲由教授に深い哀悼の意を表するとともに、対象となった林地に様々な働きかけをして戴いた天塩地方演習林の職員各位と、調査その他を手伝って下さった北大林学科の院生、

学生諸君に厚く御礼を申し上げる。

引用文献

- 1) 青柳正英: 道有林の「かきおこし」の実態. 北方林業, 35(2): 49-53, 1983.
- 2) 加藤美栄子・矢島 崇: 道北地方天然林における風害跡地の更新—被害形態と更新様式—. 日林北支講, 32: 192-194, 1983.
- 3) 函館営林局: カンパ類下種更新. —ダケカンパを主として—, 53-65, 1968.
- 4) 東 三郎: 東植えの合体現象と治山植栽への適用. 日林北支講, 32: 244-247, 1983.
- 5) 北海道: 北海道山林史, 619-638, 1953.
- 6) 北海道営林局: 北海道における天然林施業(ササ地における天然林施業), 1984.
- 7) 堀田 満: 植物の分布と分化. 植物の進化生物学 III, 34-47. 三省堂, 東京, 1974.
- 8) 今田盛生: ミズナラ構造化保続生産林への誘導試験 第1報. 試験林の概況と誘導の基本計画. 九大演集報, 25: 21-43, 1974.
- 9) 伊藤浩司: 笹. さっぽろ林友, No. 138~No. 144, 札幌営林局, 1969.
- 10) 増田久夫 他: 北海道林業技術者必携(上巻), 29-39, 北方林業会, 札幌, 1982.
- 11) 松田 彊・滝川貞夫・春木雅寛: アカエゾマツ天然林の研究(II). 風倒害跡地の更新. 日林講, 86: 244-246, 1975.
- 12) 松田 彊・春木雅寛・長谷川 栄・矢島 崇・関根 誠・真山 良: アカエゾマツ天然林の研究(V). 南限地早池峯山における生育と更新について. 日生態会誌, 28: 347-356, 1978.
- 13) 松田 彊・滝川貞夫・武石 泉・福井敬二: アカエゾマツ天然林の研究(VI). 伐採跡地における幼稚樹の更新と生長. 日林論, 93: 319-322, 1982.
- 14) 松田 彊: 北海道林業と天然更新. 日林北支講, 28: 186-187, 1979.
- 15) 松田 彊: 北海道林業の特色. 森林施業, 3(3): 16-19, 1981.
- 16) MÜLER-SCHNEIDER, P.: Verbreitungsbiologie der Blutengflanzen. Verh. Geobot. Inst. Zürich, 30 pp., Bern, 1955.
- 17) 中野 実・村井英夫: 造林樹種の特長 前篇. カンパ類の更新. 北方林業叢書, 46, 11-14, 北方林業会, 札幌.
- 18) 中尾孝一・中須賀常男・春木雅寛・松田 彊: 山火再生林の研究(I). アカエゾマツの天然更新について. 日林北支講, 21: 109-113, 1972.
- 19) 中尾孝一・中須賀常男・春木雅寛・松田 彊: 山火再生林の研究(II). エゾマツの天然更新について. 日林北支講, 22: 165-168, 1973.
- 20) 中尾孝一・春木雅寛・松田 彊・滝川貞夫: 山火再生林の研究(III). 昭和43年山火跡地におけるカンパ類の更新について. 日林北支講, 22: 169-172, 1973.
- 21) 夏目俊二・春木雅寛・松田 彊: エゾマツの天然更新に関する研究(I). 天然林内の造成裸地における稚幼樹の消長. 日林北支講, 28: 118-122, 1979.
- 22) 夏目俊二・松田 彊: エゾマツの天然更新に関する研究(III). 根近り跡地における生育状況. 日林北支講, 29: 49-51, 1980.
- 23) 太田嘉四夫・五十嵐恒夫・滝川貞夫: 北海道の森林における主要樹種の時間的空間分布の研究(4). エゾマツ天然林. 日林講, 34: 266-268, 1973.
- 24) 奥村日出夫: 道北地方における大型機械によるかきおこし地の天然更新について. —カンパ類を中心にして—. 北大農卒論(未発表), 1984.
- 25) 大内勝之進: 北大天塩地方演習林におけるササの分布状況並びにササ群落の生態学的研究. 北大農卒論(未発表), 1978.
- 26) SCHMIDT, T.: Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. Österr. Bot. Zeitschr. 67: 313-328, 1918.
- 27) 林野庁: 北海道の森林風害記録. 北方林業会, 札幌, 1959.
- 28) 斎藤雄一・武藤憲由・柴草良悦・鈴木孝雄・池田 強・松田 彊・太田靖郎: カンパ類のじかまき造林. 日林北支講, 14: 34-37, 1965.

- 29) 佐藤敬二・伊東正志： 巣植造林とその得失. 林業技術, 251: 5-8, 1963.
- 30) 佐藤義夫： エゾマツ天然更新上ノ基礎要件ト其適用. 北大演報, 6, 1929.
- 31) 只木良也： 林分密度管理の基礎と応用. 日本林業技術協会, 東京, 1969.
- 32) 田所雅之： かき起し跡地における天然更新状況と植栽木の生長について. 北大農卒論 (未発表), 1977.
- 33) 高橋郁雄： エゾマツとトドマツの天然更新に関する菌類. 日林北支講, 29: 125-127, 1981.
- 34) 滝川真夫： レーキドーザーのかき起しによる広葉樹の下種更新. 北方林業, 27(1): 22-24, 1975.
- 35) 館脇 操： アカエゾマツ林の群落学的研究. 北大演報, 13(2): 1-181, 1943.
- 36) 館脇 操・山中敏夫： 北見木高岳アカエゾマツ林の群落学的研究. 札幌農林学会報, 157: 1-54, 1940.
- 37) 館脇 操・五十嵐恒夫： 北大天塩・中川地方演習林の森林植生. 北大演報, 28(1): 1-192, 1971.
- 38) 内田敏博・松田 彊： 北海道北部天然林における無立木ササ地の研究 —その現状と推移—. 日林北支講, 29: 74-76, 1980.
- 39) 内田敏博： 北海道北部天然林における無立木ササ地の研究 —その現状と推移—. 北大農卒論 (未発表), 1980.

Summary

Surface raking over *Sasa* predominant area as a promotional treatment of natural regeneration in northern part of Hokkaido; its effects are discussed.

There are many gaps of various sizes inside natural forest, formed for several reasons, and these place are apt to remain as they are left alone, without any invasion of trees. We firstly analyzed the origins of these gaps and classified them into three types. Secondly we discussed the methods of scarification for these places and analyzed the present condition of regenerated forests on both disastered areas and on areas artificially scarified with bulldozers.

For the artificially scarified areas, natural seeding, atrificial seeding, and planting are primarily adopted methods for afforestation. Controlling which trees to regenerate by making changes in times and ways of scarification should become a major subject for the natural forest management in Hokkaido. Further experiments on such scarification as a device of regeneration assistance, is what is mostly needed for the forestry in Hokkaido today.