HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	アカエゾマツの2年生苗高に関する選抜の効果について
Author(s)	門松, 昌彦; 工藤, 弘; 船越, 三朗; 野田, 真人; 夏目, 俊二; 秋林, 幸男; 鎌田, 暁洋
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 55(2), 244-254
Issue Date	1998-09
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21438
Type	bulletin (article)
File Information	55(2)_P244-254.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

アカエゾマツの2年生苗高に関する選抜の効果について

門松　昌彦*　工藤　弘*　船越　三朗*　野田　真人*
夏目　俊二*　秋林　幸男*　鎌田　暁洋*

Effect of Selection on the Height of 2-year-old Seedlings of *Picea glehnii*

by
Masahiko KADOMATSU*, Hiromu KUDOH*, Saburo FUNAKOSHI*, Masato NODA*, Shunji NATSUME*, Yukio AKIBAYASHI* and Akehiro KAMATA*

要　　旨

アカエゾマツの2年生苗高に関する選抜の効果を明らかにするために，第1回床替え時（樹齢2年）から山出し時（樹齢6年）までの樹高成長の経過を調べた。北海道北部で採種・育苗した2年生苗について標本抽出調査を行った。その結果に基づき，本数比率で苗高の小さい方から10%（以下，「下位区」），苗高の大きい方から10%（以下，「上位区」）となるように，苗木をグループ分けし床替えした。また，標本集団の苗高と同じ頻度分布となるように苗木を選び，これを対照区とした。下位区，対照区，上位区の平均苗高間の優劣関係は山出し時まで変わらず，分散分析によって各苗齢で有意差が認められた。また，2年生から6年生までの各苗齢の苗高間に有意な正の相関関係もあった。さらに，アカエゾマツ1級苗規格である苗高30 cm以上の個体の割合についてみると，上位区は対照区や下位区よりも明らかに高かった。これらから，2年生時に行った早期選抜は効果があると考えられた。山出し時に大きかったアカエゾマツ苗木は林地に植栽後も優位を保つことが知られているので，第1回床替え時に大きかった苗木も植栽後に優位である可能性が高いと推測した。

キーワード：アカエゾマツ，早期選抜，第1回床替え苗，苗高，山出し苗

1998年2月27日受理．Received February 27, 1998.
*北海道大学農学部附属演習林
The University Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University

1．はじめに

筆者ほかは，アカエゾマツ（*Picea glehnii*）について，山出し時に大きかった苗木が林地に植栽後も優位性を保ち続けるかどうかを検討した(門松ほか，1998)。その結果，山出し時に大きかった苗木は植栽後10年まで相変わらず大きいという結論に達した。そして，選苗基準を極端に高めに設定しない限り，山出し時点での選抜は有効であるといえた。また，1級規格(苗高30 cm以上）の山出し苗を利用することにより，下刈作業の軽減や誤伐の回避が図れることも分かった。

アカエゾマツの育苗には，通常5年ないし6年を要し，1回ないし2回床替えを実施する（北方林業会，1967；柳沢ほか，1969；二階堂，1985)。床替え時あるいは山出し時には，生育不良の苗木を廃棄し，本数調整を行う。もし仮に，山出し以前の段階，すなわち床替え時での選抜が苗畑はもとより，植栽地においても効果を持つならば，育苗および育林コストの大幅な軽減が期待できるとともに，育種年限の短縮も可能である。

ところで今，林業の機械化が図られ，植栽作業にもいくつかの機器類が考案されている。その多くは，小さい，必然的に若齢の苗を扱う仕様になっている。そこで，どのような大きさの苗を植栽すれば雑草等との競争から早く抜け出すことができるかという情報は，機械化に対しても有効であろう。

さらに，苗畑，植栽地といった比較的良好な環境条件下での成長にみられる樹齢間の関係は，天然更新した稚苗から幼樹までの発達過程に対する指標を与え，複雑な環境因子と樹木の内的因子との相互関係の解明に寄与すると思われる。

本報では，第1回床替え時（苗齢2年）の選苗の効果が山出し時まで持続するかどうかを明らかにする。次いで，材料と方法は異なるが，前報の結果に基づき，第1回床替え時の苗木の大きさと山出し後の成長との関連についても論議する。

2．材料と方法

1973年5月に，北海道大学中川地方演習林177林班（北緯44°44′，東経142°14′）にある採種林産アカエゾマツ種子を同林木育種試験場（北緯44°21′，東経142°28′）で播種した。このアカエゾマツについて，1975年5月の第1回床替え直前に，床面積300 m²（床幅1 m）を対象として標本抽出調査を行い，総本数119本の苗高の頻度分布を得た。標本について，本数比率で苗高の小さい方から10%（以下，「下位区」と記す)，大きい方から10%（以下，「上位区」と記す)となるような苗高基準を求めた。その結果，下位区の苗高基準は6 cm以下，上位区の苗高基準は12 cm以上となった。この基準に基づき，床替え前の苗木をグループ分けした上で，5月に床替えのため移植した。また，苗高別本数が標本集団と同じ構成比となるように考慮しながら苗木を選び，これを対照区として下位区・上位区と同じ時に移植した。下位区・対照区・

上位区とも，3回反復を設けた。

これらについて，第1回床替え直後から山出し時までの苗高の推移を調査した。第1回床替え直後の1975年5月，1成長期を経過した同年11月，その後，1976年9月，1977年11月と，山出し直前の1978年10月に苗高を測定した。なお，1977年春には，第2回床替えを行っている。すなわち，苗木は1回目春床替え後2年据え置き，2回目春床替え後2年据え置きの形で養成された。調査時期と苗齢の対応関係は，選抜し移植した第1回床替え直後が苗齢2年，第1回床替え年秋が苗齢3年，その翌年秋が苗齢4年，第2回床替え年秋が苗齢5年，その翌年秋が苗齢6年となる。

植栽方法は，1mの幅の床に，第1回床替え時では81本/m²（9×9本）となるようにし，周囲1列は試験木以外の苗木を植え，測定から除外した。また，枯損した場合は，ほぼ同じ大きさの苗木を補植して，生育環境に著しい変化が生じないようにした。第2回床替え時には，新たな選抜の効果が発生しないよう，被害木等の除外に留めた。この時の植栽仕様は49本/m²（7×7本）で，第1回床替え時と同様に，周囲木は調査対象以外の苗木である。

下位区・対照区・上位区の苗木本数はそれぞれ168本（1反復あたり56本）であったが，調査データのうち，枯死・多芯個体などを除いて整理した結果，全期間を通じて苗高が測定できた苗木数は下位区122本（1反復あたり39～43本），対照区99本（1反復あたり31～34本），上位区104本（1反復あたり23～42本），合計325本となった。これらの苗木について，それぞれの苗齢で各区ごとに苗高の頻度分布を調べ，苗高の推移を検討した。また，標本数の異なる場合の巣ごもり分類によって分散分析を行い，下位区・対照区・上位区の平均苗高相互の違いを検討した。さらに，各苗齢の苗高間の相関係数も算出した。次に，苗高が1級苗規格である30cm以上（北方林業会，1967）となっている個体の本数比率を，各苗齢について下位区・対照区・上位区それぞれで求めた。分散分析以外は，下位区・対照区・上位区ごとにデータをプールして処理した。

3．結　　果

選抜前の標本集団の苗高は，個体数119本，最小4 cm，最大14cmで，最頻値8 cm，平均9.0cm，標準偏差は2.2，変動係数は24％であった。

表－1に，下位区・対照区・上位区の苗高について，苗齢ごとに基本統計量をとりまとめた。苗齢2年（第1回床替え直後）の下位区の苗高は4～10cm，平均5.8cm，標準偏差1.2，変動係数21％で，対照区の苗高は5～15cm，平均8.4cm，標準偏差1.9，変動係数22％，上位区の苗高は9～16cm，平均12.0cm，標準偏差1.6，変動係数13％であった。移植過程で，植栽深度の不均一により下位区と上位区の苗高範囲が重なるなど，個々の苗木についてみると移植前の苗高と移植直後の苗高とが必ずしも対応しなかったが，標準偏差と変動係数に大差は認められなかった。よって，移植による苗高の変動は無作為であって，下位区・対照区・上位

表－1　各苗齢の苗高に関する基本統計量

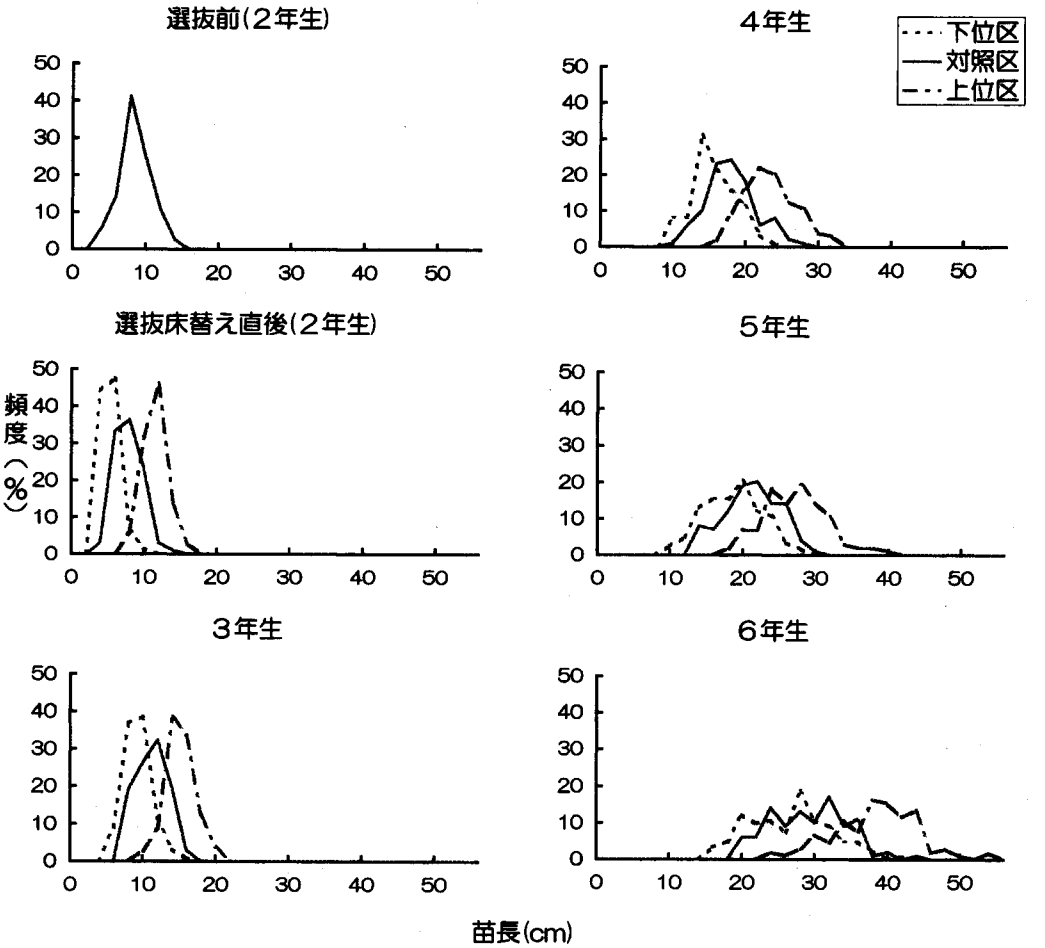
苗齢	統計量	下位区 反復1	下位区 反復2	下位区 反復3	下位区 全体	対照区 反復1	対照区 反復2	対照区 反復3	対照区 全体	上位区 反復1	上位区 反復2	上位区 反復3	上位区 全体
2	個体数	43	40	39	122	31	34	34	99	42	39	23	104
	範囲(cm)	4～10	4～10	4～7	4～10	5～15	5～13	6～12	5～15	9～16	9～16	10～16	9～16
	平均(cm)	6.2	5.9	5.5	5.8(69)	9.1	8.1	8.1	8.4(100)	11.9	12.3	11.9	12.0(143)
	S.D.	1.3	1.3	1.0	1.2	2.1	1.7	1.7	1.9	1.7	1.6	1.5	1.6
	C.V.(%)	21	22	18	21	23	21	21	22	14	13	13	13
3	個体数	43	40	39	122	31	34	34	99	42	39	23	104
	範囲(cm)	7～16	7～13	6～14	6～16	8～17	8～17	9～15	8～17	11～21	11～20	11～20	11～21
	平均(cm)	10.3	9.5	9.8	9.9(85)	12.0	11.5	11.5	11.7(100)	15.8	15.7	15.0	15.6(133)
	S.D.	1.9	1.5	2.1	1.8	2.4	2.0	1.9	2.1	2.0	1.8	2.1	2.0
	C.V.(%)	18	16	21	19	20	18	17	18	13	11	14	13
4	個体数	43	40	39	122	31	34	34	99	42	39	23	104
	範囲(cm)	10～25	10～21	11～23	10～25	14～26	12～28	11～27	11～28	19～33	16～33	17～31	16～33
	平均(cm)	17.2	15.0	16.0	16.1(87)	19.6	17.3	19.0	18.6(100)	24.9	22.8	23.8	23.8(128)
	S.D.	3.0	3.1	2.9	3.1	3.5	3.5	3.4	3.5	3.4	3.5	3.9	3.6
	C.V.(%)	17	20	18	19	18	20	18	19	14	15	16	15
5	個体数	43	40	39	122	31	34	34	99	42	39	23	104
	範囲(cm)	10～29	11～25	11～28	10～29	15～30	14～28	14～28	14～30	23～41	18～38	19～37	18～41
	平均(cm)	20.5	17.9	19.2	19.2(88)	22.5	20.6	22.2	21.7(100)	29.2	26.4	27.1	27.7(128)
	S.D.	3.9	3.7	3.8	3.9	3.7	3.9	3.5	3.8	3.7	4.3	4.9	4.4
	C.V.(%)	19	21	20	20	16	19	16	17	13	16	18	16
6	個体数	43	40	39	122	31	34	34	99	42	39	23	104
	範囲(cm)	16～42	17～36	18～39	16～42	20～37	20～45	20～40	20～45	28～55	25～54	25～48	25～55
	平均(cm)	29.2	25.0	26.9	27.1(91)	29.3	28.9	31.0	29.7(100)	40.9	37.4	37.1	38.8(131)
	S.D.	5.5	5.2	5.5	5.6	4.2	5.7	5.6	5.2	5.0	5.9	6.0	5.8
	C.V.(%)	19	21	20	21	14	20	18	18	12	16	16	15

平均の（　）内の数値は，対照区に対する比率（%）。
S.D.：標本標準偏差，C.V.：変動係数

区の移植前後の苗高の相対的関係は維持できていると考える。また，本報の結果に実用面での考察を加える際にも実態に即して行えるので，以下，解析を進める。第2回床替え直前の苗齢4年では，下位区の苗高が10～25 cm，平均16.1 cm，対照区の苗高が11～28 cm，平均18.6 cm，上位区の苗高が16～33 cm，平均23.8 cmであった。苗齢6年(山出し可能時)になると，下位区の苗高は16～42 cm，平均27.1 cmに，対照区の苗高は20～45 cm，平均29.7 cmに，上位区の苗高は25～55 cm，平均38.8 cmとなった。平均苗高を比較すると，床替え直後の下位区，対照区，上位区の大きさの順位は，選抜後4年まで不変であった。変動係数は13～22%であった。

選抜前の標本，選抜床替え直後から6年生までの各苗齢における苗高の頻度分布を示すと，図－1のようになった。前述したように選抜後は下位区・対照区・上位区それぞれの全個体を対象とし，頻度は選抜前の標本あるいは各区の本数に対する比率で表してある。

図－1からも，下位区，対照区と上位区の優劣は，6年生まで変わらずに続くことが読みとれる。すなわち，選抜床替え直後（2年生）の各区の最頻値は，下位区5 cm（対照区を100とした場合，71%），対照区7 cm，上位区12 cm（同，171%）であり，4年生（選抜後2成長期経過）で下位区14 cm（同，74%），対照区19 cm，上位区23 cm（同，121%），6年生（選抜後4成長期経過）で下位区29 cm（同，91%），対照区32 cm，上位区40 cm（同，125%）と



図－1　下位区・対照区・上位区のアカエゾマツ苗高の推移

なっている。最頻値の差は年数を経るごとに縮まり，分布のすそ野も広がってくる傾向はみられるが，下位区の分布上限値と，上位区の分布下限値が対照区の分布範囲を越えることはなかった。

巣ごもり分類によって苗高の分散分析を行った結果を表－2に示した。標本の大きさの等しくない場合の定法（SNEDECOR and COCHRAN, 1975）に従って，F値を算出してある。全ての苗齢において，下位区・対照区・上位区間は1％水準で有意となった。下位区・対照区・上位区内反復間では苗齢3年生を除き，有意な違いがあった。さらに，下位区・対照区・上位区ごとにデータをプールした分散分析に基づき，下位区・対照区・上位区の各平均値間の差と最小有意差との比較(武藤，1995)を行った。その結果，全ての苗齢で各平均値は相互に異なった。対照区の平均に対する比率で表した場合，下位区の平均は，加齢するにつれ69％から91％

表－2　苗高の分散分析（巣ごもり分類）

変動要因	自由度	2年生		3年生		4年生		5年生		6年生	
		平均平方	F値	平均平方	F値	平均平方	F値	平均平方	F値	平均平方	F値
下位区・対照区・上位区間	2	1076.3	192.0**	935.9	174.6**	1723.0	36.5**	2088.5	32.2**	4091.4	30.4**
下位区・対照区・上位区内反復間	6	5.5	2.3*	5.3	1.4NS	46.3	4.2**	63.5	4.1**	131.8	4.5**
反復内（誤差）	316	2.4		3.8		11.0		15.4		29.1	

NS：有意差なし，*：5％水準で有意，**：1％水準で有意。

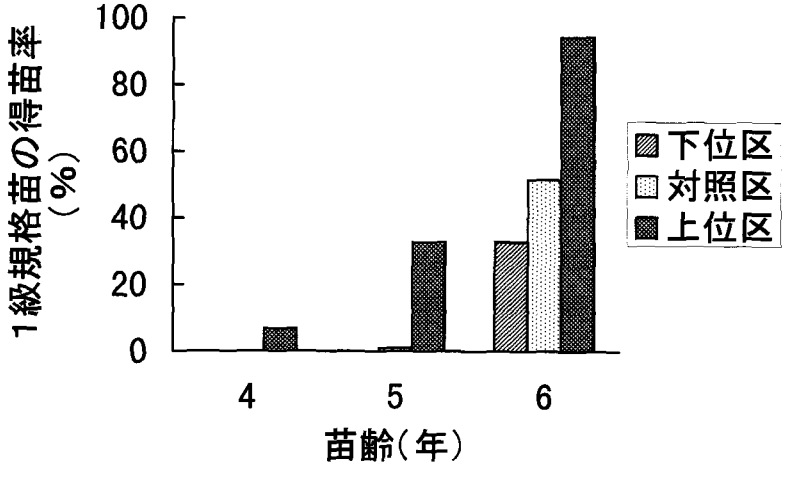
へと推移し，上位区の平均は128％～143％の比率であった(表－1)。対照区との差が最も大きかった苗齢は選抜床替え直後の2年生で，下位区69％，上位区143％であった。

表－3に表したように，下位区・対照区・上位区ごとに全個体の苗高について求めた苗齢間の相関係数は全て正であった。下位区と対照区の苗齢2年と6年との間の相関係数は，有意水準が5％であった。これら以外の相関係数は，1％水準で有意であった。下位区・対照区・上位区とも，苗齢の差が大きくなるにつれ，相関は低くなる傾向が認められる。しかし，有意な相関であることから，苗齢2年で大きい苗は苗齢6年でも大きい傾向にあるといえる。

表－3　苗齢間の相関係数

苗　齢	下位区 (122)a	対照区 (99)a	上位区 (104)a
2－3	0.408**	0.767**	0.802**
2－4	0.327**	0.458**	0.472**
2－5	0.272**	0.354**	0.362**
2－6	0.179*	0.208*	0.330**
3－4	0.666**	0.633**	0.535**
3－5	0.545**	0.586**	0.432**
3－6	0.517**	0.445**	0.430**
4－5	0.868**	0.896**	0.871**
4－6	0.768**	0.652**	0.638**
5－6	0.844**	0.775**	0.812**

a：個体数，*：5％水準で有意，**：1％水準で有意



図－2　1級規格苗（苗高30 cm以上）の得苗率

また，1級規格苗（苗高30 cm以上）の山出し苗（苗齢6年）の得苗率は，下位区全体で33%，対照区全体で52%，上位区全体で94%となった（図－2）。上位区での1級規格苗の得苗率は，下位区に比べ明らかに高く，ほとんどの苗が30 cm以上となっている。対照区と比較しても，その比率は高い。山出し以前の苗齢においても，上位区は苗齢4年で7%，5年で33%の個体が1級規格苗である。これに対し，下位区は苗齢6年でようやく1級規格苗を得ることができ，対照区でも苗齢5年では1%しか得苗できていない。なお，苗齢3年以前に1級規格苗は出現していない。

4．考　　察

アカエゾマツについて，第1回床替え直後（苗齢2年）から山出し時（苗齢6年）までの苗高の推移を検討した結果，苗高の小さい苗木を選抜した下位区，選抜前の集団に近い対照区，苗高の大きい苗木を選抜した上位区間の優劣関係は変わらなかった。2年生から6年生までの各苗齢の苗高間に有意な相関関係も認められた。

丸岡ほか（1973，1975）は，北海道内12ヶ所の天然林からアカエゾマツの種子を採取し，同一箇所で育苗した。そして，各苗齢の平均苗高より大きい地域と小さい地域が入れ替わることは少なく，1年生苗高と2年生苗高間，2年生苗高と4年生苗高間に高い正の相関が認められたと報告している。同一家系の個体群でも，苗齢3年または5年の苗高が苗齢1～6年の苗高と有意な相関関係にあることが示されている（栄花，1985）。岡田（1975）は，苗畑で4～6年生，8年生のアカエゾマツ苗高の産地間変異を調べた結果，各苗齢で産地間に有意差が認められ，成長良好な産地と悪い産地との成長差は加齢するにつれ増大していく傾向がみられたと述べている。また，マリアナトウヒ（*Picea mariana*）の産地試験において，2，3，5年生の苗高間の相関係数は有意であった（NIENSTAEDT, 1984）。グラウカトウヒ（*Picea glauca*）でも，苗畑での2，3，4年生の苗高間相互に有意な正の高い相関がみられた（NIENSTAEDT and RIEMENSCHNEIDER, 1985）。これらの報告は，材料や目的は異なるものの，苗齢間の苗高の関係において本報の結果と一致している。以上のように，育苗初期に大きかった苗木が山出し時まで大きいという，苗畑での樹高成長に関する傾向は，一般的なもののようである。

ところで，筆者ほかは，山出し時の苗高と植栽後10年間の樹高の関係を調べ，山出し時に大きかった苗木は植栽後10年まで相変わらず大きい傾向にあることを見いだした（門松ほか，1998）。本報の結果と合わせて時系列的に考察すると，第1回床替え時の苗木の大小が植栽後の樹高と関係する可能性が高い。

山出し以前の苗高と植栽後の樹高に関して，トウヒ属でいくつかの報告がある。前出のグラウカトウヒの例（NIENSTAEDT and RIEMENSCHNEIDER, 1985）では，苗畑での2，3，4年生の苗高と植栽地での播種後9，15年生の樹高との間に高い正の相関があった。グラウカトウヒの苗高と8年生（植栽後5年）における樹高との遺伝相関に関する別の報告（LI *et al.*,

1993）では，2年生と山出し直前の3年生の苗高が播種後17週・1年生の苗高や3年生時の伸長量よりも強く関連していた。マリアナトウヒの産地試験でも，2，3，5年生時に苗畑で大きかった産地のものが植栽地での6，9，12年生時も大きい傾向が認められた（NIENSTAEDT, 1984）。ただし，これは供試した108産地全体について言えることで，3年生時に選ばれた平均苗高が大きかった48産地では苗畑と植栽地の樹高成長に関係が認められなかった。

苗畑での成長と植栽地での成長とに相関が認められなくなる原因として，若齢期における母体効果（maternal effect；例えば，種子重）の影響や，苗畑と植栽地の環境条件の極端な相違などが考えられる。

栄花（1976）によると，アカエゾマツの種子重と苗高との有意な相関関係は6年生まであるが，著しく影響が認められたのは2年生までであった。一方，丸岡ほか（1973）は，アカエゾマツの種子重と1年生苗高，または2年生苗高との相関は正であったが，統計学的有意性は認められなかったと述べている。また，工藤（1981）も，アカエゾマツの球果・種子の形質と苗高とに有意な相関関係がなかったと報告している。グラウカトウヒの種子重は播種後17週の苗高とに弱い相関が認められたが，1年生苗高とにはもはや有意な相関がなかった（LI *et al.*, 1993）。これらから，本報における選抜時期である2年生以降，種子重の影響をそれほど大きく評価しなくてもよいと推定する。

苗畑と植栽地の環境条件の相違の例としては，次の報告がある。同一苗畑でアカエゾマツの加齢に伴う苗高の推移を調査すると，各樹齢の苗高間の相関関係は15年以上も有意であったのに対し（栄花，1985），別の材料によるアカエゾマツ産地試験では苗畑と試植林における樹高間に相関は認められず，苗畑と試植地の降雪量の違いに対する多雪地域産・寡雪地域産アカエゾマツの反応の結果であると考えられた（栄花ほか，1988）。WU *et al.*（1997）は，ムラヤナマツ（*Pinus contorta* ssp. *latifolia*）で温室での苗高等と4試植地での樹高との遺伝相関を調べ，温室と比較的成長条件が似ている1試植地だけで相関が認められたと報告している。

また，NIENSTAEDT（1984）は，3年生の苗高に基づくマリアナトウヒの選抜が効果を発揮しなかった原因として以下のことを挙げている。まず，供試した種子産地の緯度が北緯41度から北緯67度という広い範囲にわたっていること，樹高成長に固定成長（原著では，predetermined growth となっている）と自由成長（free growth）があること，自由成長に緯度による地理的勾配が認められること，自由成長は加齢するとみられにくくなること，選抜された産地の苗木間に固定成長の違いはほとんどないと考えられることである。すなわち，選抜時とその後における自由成長の存否が選抜効果をあいまいにしてしまったと解釈している。WILLIAMS *et al.*（1987）も，次代検定林での7～13年生個体と温室での稚苗の調査結果から，マリアナトウヒの早期選抜が可能であると述べる一方，選抜家系の産地の緯度や高度が類似していることが条件であると記している。

そこで，アカエゾマツについても，種子産地の近隣で育苗・植栽する限りにおいては，環

境に大きな差異はないため，育苗初期での選抜が植栽後の成長を規定しうると思われる。

さらに，本数比率で上位10%となるように選抜した集団（上位区）では，アカエゾマツ1級苗規格である苗高30 cm以上の個体の占める割合が，選抜しなかった集団（対照区）よりもかなり高かった。1級規格の苗を植栽すれば，植栽地でも早く胸高に達し，下刈作業が軽減できる(門松ほか，1998)。もし，育苗初期の成長と植栽後の成長が関連するという仮説が正しければ，育苗初期での選苗は植栽後の保育コスト軽減につながる。

ここでいう育苗初期とは第1回床替え時（2年生）である。その後山出しまでの4年間の床使用面積と除草等の維持作業量は，育苗本数に依存する。苗木の大小と苗畑での枯損率・被害率とは関係がないので(工藤，1978)，第1回床替え時に山出し時の苗高を見越した選苗を行えば，育苗本数を少なくすることができる。このことを考慮すると，育苗初期における選抜は育苗コスト軽減の重要な鍵にもなる。通常の事業的育苗では，第1回床替え時，第2回床替え時，山出し時にそれぞれ選苗を行い，枯損や被害のある苗と成長不良の苗を除く。アカエゾマツの得苗率の1例（柳沢ほか，1969）をみると，第1回床替え時（2年生）に播種据え置き苗の80%が床替えされ，第2回床替え時（4年生）には第1回床替え本数の69%が床替えされている。山出し苗(5年生)の得苗率は第2回床替え本数の76%，第1回床替え本数の52%になっている。また，本試験と同じ苗畑における1例では，第1回床替え（2年生）から第2回床替え（4年生）までの得苗率は62%，第2回床替えから山出し（6年生）までの得苗率は65%，第1回床替えから山出しまでの得苗率は40%であった。これらから，床替え時における通常の選苗では，第1回床替え本数の約半分，第2回床替え本数の約3割が山出しされないことになる。一方，本報のように第2回床替え時に苗高による選抜を行わなかった場合，第1回床替えから山出しまでの得苗率は下位区全体で73%，対照区全体で59%，上位区全体で62%であった。対照区と上位区とに得苗率の差はほとんどみられず，約60%であった。この数値は事業的育苗の例に比べてやや高めである。そこで，事業的育苗における第1回床替えから山出しまでの本数変化に，第2回床替え時の苗高による選苗が寄与していることがうかがえる。ところで，1級規格苗の得苗率は対照区全体で52%，上位区全体で94%であった。すなわち，第2回床替え時に苗高による選抜を行わなくても，第1回床替え時に強度の選抜を行うことにより，山出し時に得られる苗木に1級規格苗が占める割合は100%近くになった。本報の床替え直前の調査によると，本数比率で苗高の大きい方から10%となる苗高基準は12 cmであった。事業的育苗でも，この基準と気象害等による損失を勘案しつつ，第1回床替え時に山出し予定本数程度の苗木を苗高の大きい方から選んで床替えすれば，コスト軽減と対費用効果の増大が期待されよう。

以上から，山出し時よりさらに早い床替え段階に行う選抜は効果があり，有益であると考える。

5．おわりに

苗畑段階での早期選抜は，本数調整による育苗コスト削減と育種年数の短縮化をもたらす。第1回床替え時の苗高によって選抜したアカエゾマツ苗木について，山出し時までの成長経過を調査したところ，選抜の効果が山出し時まで続くことが分かった。また，床替え時に大きかった選抜集団から多くの1級規格苗を早く得ることができることも分かった。一方，同じアカエゾマツで，山出し時の選抜効果が植栽後の樹高成長に認められている。これらから，第1回床替え時に大きい苗木は山出し時でも大きく，さらに林地に植栽後も良好な成長を示す可能性が高いと推測できた。したがって，育苗初期における早期選抜は有効であると考えられた。ただ，育種学的意味での早期選抜の有効性をより詳細に確認するためには，家系別の材料に基づく解析も必要であろう。

最後に，この研究に数々のご助言を寄せられた元国立遺伝研究所，井山審也博士に衷心から御礼申し上げます。また，元北海道大学演習林，氏家雅男博士，二階堂利夫元技官，ならびに北海道大学林木育種試験場の林業技能補佐員の皆様には，多大なるご協力を賜った。ここに深く感謝申し上げます。

引　用　文　献

栄花　茂（1976）：アカマツ，トドマツ，アカエゾマツのタネの形質が苗木の生育におよぼす影響，日林東北支誌 **28**, 142-144.

栄花　茂（1985）：アカエゾマツの加齢にともなう形質の変動（II）－1家系内個体群の形質と気候因子との相関について－，**96** 回日林論，299-300.

栄花　茂・河野耕蔵・織田春紀（1988）：アカエゾマツ天然林産種苗の産地と家系の変異について，林木の育種　特別号，15-17.

門松昌彦・工藤　弘・船越三朗・秋林幸男・菅田定雄・鎌田暁洋（1998）：アカエゾマツ苗木の大きさと植栽後10年間の樹高の関係について，北大演研報 **55**（1），40-55.

北方林業会（1967）：北海道の育苗ハンドブック，前編，186 pp，北方林業会.

工藤　弘（1978）：苗畑における選抜効果（II）－アカエゾマツ1回床替時の大きさとその後の生長経過－，**89** 回日林論，183-185.

工藤　弘（1981）：アカエゾマツの産地変異，北海道の林木育種 **24**（2），21-26.

LI, P., BEAULIEU, J., CORRIVEAU, A. and BOUSQUET, J. (1993) : Genetic variation in juvenile growth and phenology in a white spruce provenance-progeny test. Silvae Genet., **42**, 52-60.

丸岡富次郎・栄花　茂・向出弘正（1973）：アカエゾマツの地域性－子葉数及び苗長の地域変異，日林北支講 **22**, 152-155.

丸岡富次郎・栄花　茂（1975）：アカエゾマツの地域性－地域毎の子葉数頻度と苗長の変異，日林北支講 **24**, 97-100.

武藤眞介（1995）：統計解析ハンドブック，636 pp，朝倉書店.

NIENSTAEDT, H. (1984) : Breeding implications of juvenile selection in a range-wide black spruce

provenance test. Can. J. For. Res., **14**, 933-939.

NIENSTAEDT, H. and RIEMENSCHNEIDER, D. (1985) : Changes in heritability estimates with age and site in white spruce, *Picea glauca* (MOENCH) VOSS. Silvae Genet., **34**, 34-41.

二階堂利夫 (1985)：アカエゾマツの育苗方法について, 北大演試験年報 1984, 95-97.

岡田 滋 (1975)：アカエゾマツの産地間変異 (I) 苗高と開葉時期の産地間変異, 日林誌 **57**, 305-310.

SNEDECOR, G. and COCHRAN, W. (畑村又好・奥野忠一・津村善郎訳) (1975)：統計的方法, 546 pp, 岩波書店.

WILLIAMS, D., DANCIK B. and PHARIS, R. (1987) : Early progeny testing and evaluation of controlled crosses of black spruce. Can. J. For. Res., **17**, 1442-1450.

WU, H., YEH, F., DHIR, N., PHARIS, R. and DANCIK, B. (1997) : Genotype by environment interaction and genetic correlation of greenhouse and field performance in *Pinus contorta* ssp. *latifolia*. Silvae Genet., **46**, 170-175.

柳沢聡雄・成田孝一・小林昌三・新田李利・宮島 寛・戸坂圀夫 (1969)：造林樹種の特性, アカエゾマツ編, 122 pp, 北方林業叢書 **43**, 北方林業会.

Summary

To demonstrate the effect of selection on the height of 2-year-old seedlings of *Picea glehnii* MASTERS, we investigated how height changed with age (2 to 6 years) following selection. The study took place in a nursery located in northern Hokkaido, Japan, and the seeds used for the examination were collected from the neighborhood of the nursery. After analyzing the frequency distribution in height of 2-year-old seedlings using random sampling methods, we divided the seedlings into three groups : a lower group, a taller one and a control. After that, the seedlings were transplanted. The lower group consisted of seedlings in the lowest ten-percentile of height, and the taller group consisted of seedlings in the highest ten-percentile of height. The control group was selected to have the same frequency distribution in height as the samples. The heights of seedlings were measured every year from after transplanting until age 6 (before planting in a field). The mean height at age 2, just after transplanting, was 5.8 cm for the lower group. The mean heights were 12.0 cm for the taller group, and 8.4 cm for the control group. At age 6, the mean heights of each group were 27.1 cm, 38.8 cm and 29.7 cm, respectively. The order of the mean heights of seedlings in these groups was immutable until age 6. The mean heights of seedlings in these groups were significantly different at each age, and the correlations in height of seedlings among ages within each group were also significantly positive. The taller group was higher in the proportion of first-class seedlings which are above 30 cm in height than the other groups. These results suggest that early selection based on height in a nursery is effective. As our previous study showed that the height of seedlings at age 6 in a nursery was positively correlated with the height of young trees planted in a field, we consider that the taller seedlings at age 2 may also be taller after planting.