土壌母材および樹冠の部位別に採種された アカエゾマツ次代の成長

門松　昌彦[1]　工藤　弘[2]　秋林　幸男[1]　野田　真人[1]　夏目　俊二[1]
杉下　義幸[1]　竹田　哲二[1]　山ノ内　誠[1]　阿部　一宏[1]　杉山　弘[1]

Performance of *Picea glehnii* Progenies Collected from Different Levels of the Crown of Trees Growing on Different Soil Parent Materials

by

Masahiko KADOMATSU [1], Hiromu KUDOH [2], Yukio AKIBAYASHI [1], Masato NODA[1], Shunji NATSUME [1], Yoshiyuki SUGISHITA[1], Tetsuji TAKEDA[1], Makoto YAMANO-UCHI [1], Kazuhiro ABE [1] and Hiroshi SUGIYAMA [1]

要　　旨

本報の目的は，アカエゾマツ次代の成長過程における，採種位置の影響と，採種林分の土壌母材の影響を明らかにすることにある。蛇紋岩，泥炭，安山岩の３つの異なった土壌母材に成立するアカエゾマツ林分より母樹を選んだ。各母樹の樹冠を梢頭を基準とした垂直方向の距離で１ｍ置きに区分し，各区分内に着生している球果全てを採取した。母樹により採種範囲は異なり，最小２ｍ，最大11ｍ，平均５ｍであった。次代は，北海道上ノ国町の苗畑で育成した。1988年に北海道大学天塩地方演習林，同雨竜地方演習林，同桧山地方演習林に植栽後，1996年まで生存率と樹高を測定した。分散分析の結果から，採種林分の土壌母材による生存率および樹高成長の違いはないと推察された。一方，母樹内の採種位置間で次代の生存率・樹高は異なった。しかし，採種範囲が平均に近い６母樹について，1996年の採種位置別の次代の樹高を比較すると，３母樹では樹冠最上層部次代より最下層部次代が劣ったが，残りの母樹では逆で，一定の傾向は認められなかった。

キーワード：アカエゾマツ，採種位置，樹高成長，生存率，土壌母材

1998年８月25日受理．Received August 25, 1998.
1：北海道大学農学部附属演習林
The University Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University
2：元北海道大学農学部附属演習林（1998年11月７日死去）
The former member of University Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University
(Died on November 7, 1998.)

1．はじめに

高木であるアカエゾマツ(*Picea glehnii* MASTERS)は，豊作年には，樹冠の梢頭より下方に向かって10数mの広い範囲に結実する。

一般的に樹木は自殖をさけるため，さまざまな機構を保有していると言われているが，一部に自殖が起きていると推定されている(GRIFFIN and COTTERILL, 1988；石田, 1994；MÜELLER, 1976；SORENSEN, 1973)。自殖によって，樹木の成長にいろいろな障害が生じる (ERIKSSON *et al.*, 1973；門松ほか，1997；SORENSEN and MILES, 1982)。そして，樹冠の上層と下層では自殖率が異なるという報告がある (FOWLER, 1965；OMI and ADAMS, 1986；SHEN *et al.*, 1981)。

交配様式以外の条件も含めて，樹木の種子は樹冠のどの部位から採取したら良いかということが，長い間問題にされてきた。エゾマツ種子の品質については，一般に樹冠中央部から採取した種子がよいとされる一方，幼齢・小径木では樹冠上部から，老齢・大径木では樹冠中央部ないし下部から採種するのがよいという報告もある (浅川ほか，1981)。

そこで，蛇紋岩，泥炭，安山岩の3つの異なった土壌母材に成立するアカエゾマツ林について，梢頭から樹冠下方への距離別に採取した種子から育成された次代が，その成長過程でどのような変異を示すかを明らかにすることを目的として，本研究を開始した。樹齢9年から17年までの試植地における成長経過を分析し，いくつかの知見を得たので，ここに報告したい。

2．材料と方法

アカエゾマツ種子を採取した林分の所在地・緯度・経度・標高・土壌母材，球果採取年，母樹の本数・平均樹高・平均胸高直径，および試植地の概況を表－1に示す。採種林分は前報 (工藤ほか，1998) の大部分と共通し，球果採取年も同じであるが，母樹は全く別の個体である。同一林分内より，比較的サイズが大きく，代表的なアカエゾマツ3本を母樹として選出した。母樹ごとに梢頭を基準として根元に向かって，0～1m，1～2mのように，樹冠の範囲を1mごとに区分し，各区分内に着生する球果全てを採取した。それらの位置関係を表－2に示す。母樹名は，母樹の存在する林分の略称に個体番号を付けて表示してある。本報における採種範囲の最小は中川2・3の0～2m，採種範囲の最大は母子里2の0～11mであり，平均5.1mであった。

種子の精選，育苗，試植地への植栽に関しては，前報 (工藤ほか，1998) とほとんど同じである。球果の採取は並作以上の年の9～10月に行われ，直ち

表－1　採種林分と試植地の所在地および母樹の記録

項目	略称	所在地	緯度	経度	土壌母材	標高	採種年	母樹の記録		
								本数	樹高	胸高直径
						m			m	cm
採種林分	天　塩	北海道大学　天塩 地方演習林138林班	N45°04′	E142°07′	蛇紋岩	150	1977	3	26	57
	営　林	天塩営林署181林班	44°56′	141°44′	泥　炭	2	1977	3	19	46
	中　川	北海道大学　中川 地方演習林177林班	44°44′	142°14′	蛇紋岩	300	1977	3	21	39
	母子里	北海道大学　雨竜 地方演習林424林班	44°20′	142°16′	安山岩	340	1974	3	25	51
	政　和	北海道大学　雨竜 地方演習林113林班	44°08′	142°10′	蛇紋岩	300	1974	3	20	33
試植地	天　塩	北海道大学　天塩 地方演習林134林班	45°00′	142°06′	泥　炭	70				
	雨　竜	北海道大学　雨竜 地方演習林402林班	44°18′	142°17′	安山岩	350				
	桧　山	北海道大学　桧山 地方演習林1林班	41°45′	140°07′	チャート	150				

母樹の樹高・胸高直径は平均値である。

表－2　母樹ごとの採種位置

土壌母材	母樹名	採種位置（梢頭からの距離m）
蛇紋岩	政和1	0~1,1~2,2~3,3~4,4~5
	政和2	0~1,1~2,2~3,3~4
	政和3	0~1,1~2,2~3,3~4,4~5
	中川1	0~1,1~2,2~3
	中川2	0~1,1~2
	中川3	0~1,1~2
	天塩1	1~2,2~3,3~4,4~5,5~6,6~7
	天塩2	0~1,1~2,2~3
	天塩3	0~1,1~2,2~3,3~4
泥　炭	営林1	0~1,1~2,2~3,3~4,4~5
	営林2	0~1,1~2,2~3,3~4,4~5,5~6,6~7
	営林3	0~1,1~2,2~3,3~4
安山岩	母子里1	0~1,1~2,2~3,3~4,4~5,5~6,6~7,7~8
	母子里2	0~1,1~2,2~3,3~4,4~5,5~6,7~8,8~9,9~10,10~11
	母子里3	0~1,1~2,2~3,3~4,4~5,5~6

に乾燥，精選した。精選種子は，一斉に播種するまで－5℃の冷蔵庫に貯蔵した。1980年6月に，北海道大学桧山地方演習林構内の苗畑に播種した。育苗中，1983年5月と1986年5月に，床替えを2回行った。その後，9成長期を経過した1988年10月に，天塩（北海道大学天塩地方演習林134林班），雨竜（同雨竜地方演習林402林班），桧山（同桧山地方演習林1林班）の3つの試植地へ，1試植地につき5林分15母樹の次代を植栽した。梢頭からの採種位置区分でみると，74区分，各区分ごとの本数10本で，合計740本の植栽本数となる。植栽は乱塊法によるが，反復は設けていない。1988年から1996年までの9年間の成長経過を明らかにするため，cm単位で樹高の測定を行い，同時に測定時の生存本数を数えた。1988年分の樹高と生存本数は，1989年5月に行った成長開始前の調査をもって代えた。それ以外の調査は毎年10月に実施した。

各年の生存率および樹高について，土壌母材や林分による違い，あるいは採種位置による違いがあるかどうかを包括的に検討するため，分散分析を行った。生存率の分散分析においては，梢頭からの採種位置区分ごとの植栽本数10本を機械的に2つの群に分け，それぞれの群の中で求めた生存率を採種位置内の反復として用いた。また，生存率の分析にあたっては，百分率のアークサイン変換を施した。樹高に関しては，1996年に生存している個体についてのみ解析した。

次に，採種位置と樹高成長の関係をより詳しく調べるため，8母樹の1996年における樹高を例にあげて検討を加えた。

3．結果と考察

表－3に，1988年より1996年の9年間について，試植地ごとに，土壌母材別，林分別の生存率を示す。本研究では，1988年10月に試植地に植栽し，初回の調査は翌年5月の成長開始前に行っている。したがって，1988年の生存率は，植栽直後から翌年春までの間における生存率を示している。試植地あるいは林分によって，植栽直後の冬期間に若干の枯損が認められる。1988年の生存率は全試植地の全体で93％であるが，試植地桧山の全体は83％と低かった。

北海道では，融雪後の6月に乾燥期となる。1989年の生存率は，この期間を経過した1989年10月の生存率である。1989年，すなわち植栽後1年目の中で最も低い生存率は，試植地天塩における営林で，58％である。営林の中の1母樹，営林3は，試植地天塩のみにて1989年から全て枯死しており，営林の生存率の低さにはこれも反映されている。ただし，営林は，試植地雨竜では97％，試植地桧山では93％と高い生存率を示している。試植地別の平均生存率を比較すると，1989年から1996年にかけては，試植地天塩が71％～68％と最も悪かった。前報の土壌母材を異にしたアカエゾマツの産地試験（工藤ほか，1998）では，生存率は各試植地間で大差がなく，総じて高かった。前報と本報の各試植地は同一林班内にあることと，採種年・植栽年が2つの報告とも同じであることから，相違点が生じた要因のひとつとして，採種範囲を含めた採種母樹による違いが考えられる。

1989年の生存率と1996年の生存率の差を求めると，試植地桧山における天塩が12％減少したのが最大で，次いで同試植地の政和が11％と大きく減少した。生存率の差の平均は4％であるが，最多頻度は3％であり，全体として植栽2年目以降8年間における生存率の変化は少ないと言えよう。ちなみに，中川は，全試植地の1996年での生存率が89％と最も高く，1989年から1996年の生存率の減少は3％と最も低かった。前報（工藤ほか，1998）でも，植栽後

表－3　試植地におけるアカエゾマツの平均生存率

試植地	土壌母材	林分	植栽本数	林分別平均生存率(%)									
				1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	A
天塩	蛇紋岩	政和	140	100	65	65	65	64	64	62	62	62	3
		中川	70	100	90	90	90	87	87	87	87	87	3
		天塩	130	99	81	81	79	79	78	78	78	78	3
		平均(小計)	(340)	100	76	76	76	74	74	73	73	73	3
	泥炭	営林	160	100	58	58	58	58	56	56	55	54	4
	安山岩	母子里	240	100	75	74	74	73	72	71	71	70	5
	全体	平均(計)	(740)	100	71	71	71	70	69	69	69	68	3
雨竜	蛇紋岩	政和	140	97	97	97	97	97	97	97	97	97	0
		中川	70	93	93	90	90	90	90	90	90	90	3
		天塩	130	92	92	91	91	91	91	91	91	91	1
		平均(小計)	(340)	94	94	93	93	93	93	93	93	93	1
	泥炭	営林	160	97	97	96	96	96	96	96	96	96	1
	安山岩	母子里	240	98	98	98	98	97	97	96	96	96	2
	全体	平均(計)	(740)	96	96	95	95	95	95	95	95	95	1
桧山	蛇紋岩	政和	140	76	76	73	71	69	69	65	65	65	11
		中川	70	94	94	91	91	90	90	89	89	89	5
		天塩	130	86	86	85	81	78	77	75	75	74	12
		平均(小計)	(340)	84	84	81	79	77	76	74	74	73	11
	泥炭	営林	160	96	93	90	90	90	90	89	89	88	5
	安山岩	母子里	240	73	73	71	70	70	69	67	67	67	6
	全体	平均(計)	(740)	83	82	80	79	77	77	75	75	74	8
全試植地	蛇紋岩	政和	420	91	79	78	78	77	76	75	75	75	4
		中川	210	96	92	90	90	89	89	89	89	89	3
		天塩	390	93	86	85	84	83	81	81	81	81	5
		平均(小計)	(1020)	94	85	83	83	82	81	80	80	80	5
	泥炭	営林	480	98	82	81	81	81	81	80	80	79	3
	安山岩	母子里	720	90	82	81	81	80	79	78	78	78	4
	全体	平均(計)	(2220)	93	83	82	82	81	80	79	79	79	4

A：1989年の生存率と1996年の生存率との差

2年目から8年目の間に各林分の生存率はあまり減少しなかった。

試植地に植栽された1988年以降1996年までのアカエゾマツの生存率の分散分析を表－4に示す。3試植地と全試植地で，土壌母材間には有意差はなかった。採種林分の土壌母材によって生存率は異ならないということになる。同様に，土壌母材内林分間でも，有意差は認められなかった。林分内母樹間については，全試植地で，全ての年に有意差が認められた。なお，試植地間の生存率にも有意差が認められ，生存率は試植地同士で異なった。

採種林分の土壌母材によって生存率に差異がないという結果は，前報（工藤ほか，1998）と同じであった。土壌母材内林分間でも生存率に差異がないという結果は前報とは異なるが，本報の林分数が少ないことも考慮しなければならないであろう。また，前報では試植地間に有意差は認められなかった。本報と前報の結果を総合して，母樹の存在する林分の土壌母材と試植地での生存率に強い関連性はないと推察される。

母樹内採種位置については，全試植地において1％水準で有意差が認められた(表－4)。すなわち，採種位置によって次代の生存に差が生じうることが示唆された。

樹高については，1996年に生存している個体についてのみ分析した。試植地ごとに分けて，調査年別，土壌母材別，林分別の樹高とその林分別の順位を表－5に示す。生存率と同様に，1988年の樹高に関しては，成長開始前にあたる1989年5月時点での樹高をもって代用した。また，試植地天塩では，営林3の生存率が1989年から全採種位置で0％となったため，営林の母樹数は2となっている。

表－4　試植地における生存率の分散分析

試植地	要　因	d.f.	1988 M.S.	1989 M.S.	1990 M.S.	1991 M.S.	1992 M.S.	1993 M.S.	1994 M.S.	1995 M.S.	1996 M.S.
天　塩	土壌母材	2	3	2947	2878	3101	2374	2490	2490	2983	3237
	土壌母材内林分	2	8	2106	2106	2106	1507	1760	1760	1966	2131
	林分内母樹	10	3	3764 **	3843 **	3733 **	4034 **	3868 **	3868 **	3714 **	3658 **
	母樹内採種位置	59	5	807 **	823 **	802 **	801 **	766 **	766 **	740 **	766 **
	採種位置内反復	74	5	272	286	278	294	276	276	297	269
雨　竜	土壌母材	2	217	217	317	317	207	228	148	148	148
	土壌母材内林分	2	262	262	518	518	440	561	518	518	518
	林分内母樹	10	243 *	243 *	253	253	228	259	256	256	256
	母樹内採種位置	59	109	109	136	136	129	150	159	159	147
	採種位置内反復	74	104	104	110	110	124	118	120	120	130
桧　山	土壌母材	2	3953	2739	2597	2657	2700	3050	3436	2957	3003
	土壌母材内林分	2	1210	1210	1175	1198	1419	1548	1773	1773	1777
	林分内母樹	10	2039 **	2013 **	1867 *	1795 *	1909 *	1885 *	1648 *	1650 *	1549
	母樹内採種位置	59	734 **	744 **	826 **	851 **	802 **	771 **	784 **	761 **	793 **
	採種位置内反復	74	162	187	179	201	218	225	280	266	286
全試植地	試植地	2	9973 *	19816 *	18762 *	18977 *	21099 *	22035 *	22442 *	23356 *	24139 *
	試植地内土壌母材	6	1391	1968	1931	2025	1760	1923	2025	2030	2129
	土壌母材内林分	6	493	1193	1266	1274	1122	1290	1350	1419	1476
	林内分母樹	30	762 **	2007 **	1988 **	1927 **	2057 **	2004 *	1924 **	1873 **	1821 **
	母樹内採種位置	177	283 **	553 **	595 **	596 **	577 **	562 **	570 **	553 **	569 **
	採種位置内反復	222	90	188	192	196	212	207	225	228	228

d.f.：自由度，M.S.：平均平方，*：5％水準で有意，**：1％水準で有意。

表－5 試植地におけるアカエゾマツの平均樹高とその順位

試植地	土壌母材	林分	試料本数	林分別平均樹高（cm）1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	林分別順位 1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
天塩	蛇紋岩	政和	85	47	47	49	55	64	76	87	107	125	4	5	5	4	3	3	3	3	3
		中川	61	56	59	61	65	74	85	101	124	145	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		天塩	101	49	52	54	59	68	80	95	115	136	3	2	2	2	2	2	2	2	2
		平均(小計)	(247)	50	52	54	59	68	80	93	115	135	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
	泥炭	営林	88	45	49	51	55	63	73	85	97	112	(2)5	(2)4	(3)4	(3)4	(3)5	(3)5	(3)5	(3)5	(3)5
	安山岩	母子里	168	50	52	53	57	64	74	86	104	120	(1)2	(1)2	(2)3	(2)3	(2)3	(2)4	(2)4	(2)4	(2)4
	全体	平均(計)	(503)	49	52	53	58	66	77	90	108	126									
雨竜	蛇紋岩	政和	137	42	46	56	78	98	124	145	170	203	5	5	5	3	3	5	5	5	5
		中川	63	51	56	65	88	109	143	169	206	255	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		天塩	118	45	50	59	78	97	125	150	180	220	3	3	3	3	5	3	3	3	3
		平均(小計)	(318)	45	50	59	80	100	128	152	181	220	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
	泥炭	営林	153	48	52	62	84	107	134	157	185	228	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2
	安山岩	母子里	230	43	48	58	78	98	125	148	175	211	(3)4	(3)4	(3)4	(3)3	(3)3	(3)3	(3)4	(3)4	(3)4
	全体	平均(計)	(701)	45	50	59	80	101	128	151	180	219									
桧山	蛇紋岩	政和	91	47	50	59	74	92	110	126	148	163	2	2	4	4	4	4	4	4	5
		中川	62	52	56	66	86	106	129	148	176	198	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		天塩	96	47	50	63	83	105	124	137	160	177	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		平均(小計)	(249)	48	52	62	80	101	120	136	159	177	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
	泥炭	営林	141	45	49	60	77	96	116	133	160	183	(3)5	(2)4	(2)3	(2)3	(2)3	(2)3	(2)3	(1)2	(1)2
	安山岩	母子里	161	46	49	57	73	90	109	122	147	166	(2)4	(2)4	(3)5	(3)5	(3)5	(3)5	(3)5	(3)5	(3)4
	全体	平均(計)	(551)	47	50	60	78	96	116	131	156	175									
全試植地	蛇紋岩	政和	313	45	47	55	70	87	107	124	146	171	5	5	5	4	4	4	4	4	4
		中川	186	53	57	64	80	97	120	140	169	201	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		天塩	315	47	51	58	74	90	110	128	153	180	2	2	3	3	3	3	3	3	3
		平均(小計)	(814)	48	51	58	74	90	111	129	154	181	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
	泥炭	営林	382	46	50	59	75	93	113	131	155	185	(2)3	(2)3	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2	(1)2
	安山岩	母子里	559	46	49	56	70	86	105	122	146	170	(2)3	(3)4	(3)4	(3)4	(3)5	(3)5	(3)5	(3)4	(3)5
	全体	平均(計)	(1755)	47	50	58	73	89	110	127	152	179									

林分別順位の( )内の数字は，土壌母材別の順位を示す。

表－6　試植地における樹高の分散分析

試植地	要　因	d.f.	1988 M.S.	1989 M.S.	1990 M.S.	1991 M.S.	1992 M.S.	1993 M.S.	1994 M.S.	1995 M.S.	1996 M.S.
天　塩	土壌母材	2	870	441	405	503	1164	2681	3880	12031	21992
	土壌母材内林分	2	1593	2555	2586	1932	1689	1592	3788	5484 *	8967
	林分内母樹	9	1080 **	1162 **	1172 **	840 *	693	757	1221	1401	2899
	母樹内採種位置	54	331 **	337 **	344 **	304 **	342 **	450 **	723 **	1088 **	1533 *
	採種位置内反復	435	90	92	93	103	169	261	423	687	993
雨　竜	土壌母材	2	1036	937	753	1469	3920	3721	3730	4277	14212
	土壌母材内林分	2	1619 *	1946	1691	2619	3566	8741	12061	27803 *	57249 *
	林分内母樹	10	456	573	536	1010	1387	2672	4113	7254	15002
	母樹内採種位置	59	304 **	344 **	322 **	634 **	1078 **	1895 **	2942 **	5130 **	8283 **
	採種位置内反復	627	56	60	84	186	323	556	785	1326	2231
桧　山	土壌母材	2	511	475	1356	2361	5737	6275	9099	9823	11974
	土壌母材内林分	2	545	780	1171	3089	5821	8385	8729	14728	22234
	林分内母樹	10	1109 **	1139 **	757 *	1068	2012	2435	3144	5051	6901
	母樹内採種位置	59	313 **	350 **	301 **	557 **	956 **	1609 **	2447 **	3375 **	4923 **
	採種位置内反復	477	88	96	106	216	382	635	961	1467	2065
全試植地	試植地	2	2601	646	7615 *	83969 **	193891 **	409752 **	567575 **	765817 **	1258148 **
	試植地内土壌母材	6	806	618	838	1445	3607	4226	5570	8710	16059
	土壌母材内林分	6	1253	1760	1816 *	2547 *	3692 *	6239 *	8193 *	16005 **	29483 **
	林分内母樹	29	875 **	951 **	810 **	977 **	1387 *	1996	2881	4678	8453 *
	母樹内採種位置	172	316 **	344 **	321 **	504 **	805 **	1343 **	2076 **	3259 **	5011 **
	採種位置内反復	1539	76	80	93	172	298	497	737	1189	1830

d.f.：自由度，M.S.：平均平方，*：５％水準で有意，**：１％水準で有意。

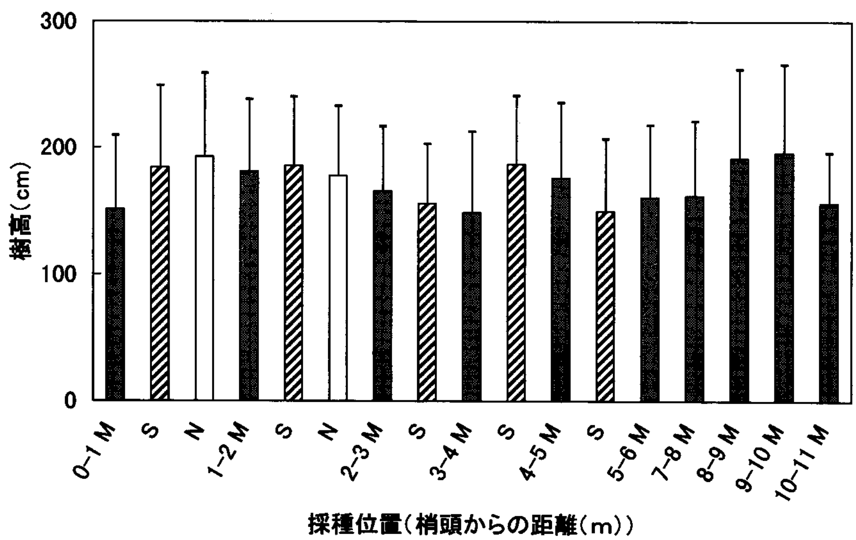
1988年の平均樹高は，試植地天塩全体が49cm，試植地雨竜全体が45cm，試植地桧山全体が47cm，全試植地全体で47cmで，試植地間に大きな差はない。ところが，1996年の試植地天塩，雨竜，桧山における全体の平均樹高は，それぞれ126cm，219cm，175cmで差が大きい。試植地天塩全体の平均樹高は全試植地全体の平均樹高179cmをはるかに下回っており，逆に，試植地雨竜全体の平均樹高は全試植地全体の平均樹高よりもかなり大きい。

林分別順位をみると，中川は，1988年から1996年にかけて，全試植地で常に1位である。1996年の全試植地では，中川は201cmに達し，全体の平均樹高179cmに対して112％に相当している。一方，1996年の全試植地における母子里の平均樹高は170cm，全体の平均樹高に対する比率は95％で，最小である。母子里は，試植地により若干順位が異なるものの，全試植地で1989年以降4位ないし5位であった。林分の土壌母材別に取りまとめて順位を調べると（表－5），全試植地では，1990年以降，各土壌母材の順位が定まり，1996年の全植栽地における土壌母材別の平均樹高は，泥炭185cm（全体の平均樹高に対する比率，103％），蛇紋岩181cm（同，101％），安山岩170cm（同，95％）であった。しかし，林分間ほど差異は大きくない。

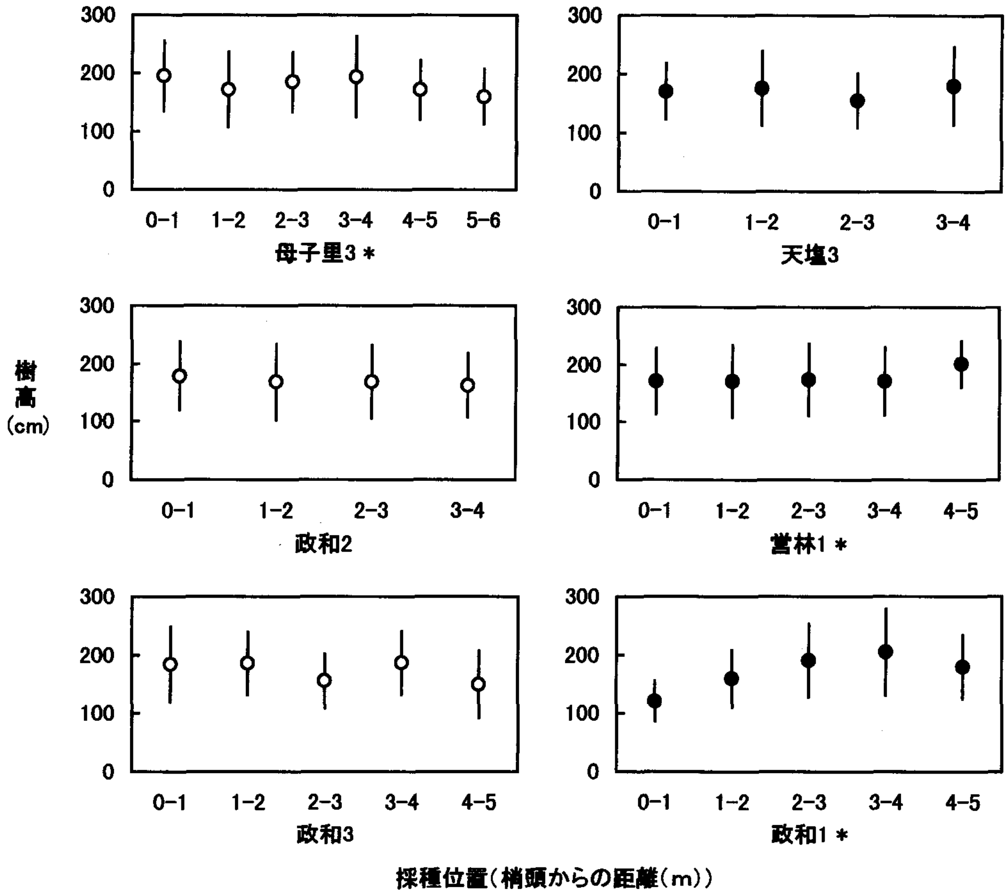
1988年から1996年までのアカエゾマツの樹高の分散分析を表－6に示す。試植地間には1990年以降に有意差が認められ，試植地同士に成長の差が現れてきている。土壌母材間では，1988年～1996年に3試植地，全試植地とも有意差が認められず，樹高成長は採種林分の土壌母材に関係ないと言えそうである。全試植地の土壌母材内林分間では，1991年～1996年に有意差が認められた。林分内母樹間については，全試植地では1988年～1992年に有意差が認められ，それ以降は1996年まで有意差がない。

前報の産地試験（工藤ほか，1998）では，本報と同じように，植栽後数年経ってから試植地間に樹高成長の違いが出てきている。採種地の土壌母材間では，本報同様に，全ての試植地，全ての年で有意差は認められなかった。前報の土壌母材内産地の樹高については，全試植地の全ての年で有意差が認められた。産地内母樹間の樹高の差も，前報では全試植地の全ての年で有意であった。このように，供試した母樹と林分数が異なる前報と本報では，結果に若干の相違はあるが，土壌母材間と試植地間の分析結果は同じであった。樹高成長に関しても，産地林分の土壌母材が強くは関係していないことが裏付けられたと言えよう。

母樹内採種位置間については（表－6），1988年～1996年の3試植地，全試植地において有意であり，採種位置別に収集した種子から育成された次代



図－1　採種範囲が異なる母樹にみられる採種位置別平均樹高の違い（1996年全試植地）
M：母子里2，S：政和3，N：中川2。T字型縦棒は標準偏差を表す。



図－2　採種範囲が平均的な母樹にみられる採種位置別樹高の違い（1996年全試植地）
丸と縦棒は，それぞれ平均と標準偏差を示す。白ヌキの丸は採種位置最上部＞最下部，黒丸は最上部＜最下部を表す。＊は，t検定により採種位置最上部と最下部の平均樹高に5％水準で有意差が認められたことを示す。

の樹高成長に違いがあることが分かった。

梢頭より採種位置別に得られた種子による次代の成長にどのような差異があるかをより詳しく知るため，1例として，採種範囲が最大の母子里2，採種範囲が最小の中川2，採種範囲が平均的であった政和3の3母樹を取り上げて，全試植地における1996年の各採種位置別の樹高を比較検討してみた（図－1）。

採種範囲が0～11mと最も広い母子里2についてみると，採種位置別平均樹高はかなり異なり，樹冠の下部8～10mの範囲の平均樹高が大きく，最小は採種位置3～4mであった。政和3（採種範囲，0～5m），中川2（採種範囲，0～2m）では，採種位置最下部の次代の平均樹高が，最小であった。政和3では，平均樹高の最大は採種位置3～4mに出現した。これら3母樹の採種位置別樹高の変異に共通する傾向は，特にみられなかった。

さらに，採種範囲の平均が5.1mであったことから，採種範囲が0～4m，0～5m，0～6mであった，政和1，政和2，政和3，母子里3，営林1，天塩3の1996年の各採種位置別の樹高についても検討を加えた。営林3の採種範囲も0～4mであったが，試植地天塩において1996年の生存個体がなかったため，営林3を除外して検討した。これらの全試植地における平均樹高とその標準偏差を図－2に示す。

政和1・2・3，母子里3，営林1，天塩3の6母樹について採種位置別の平均樹高をみると，政

和2・3と母子里3の3母樹では，採種位置最下部が，それ以外の採種位置より小さかった。逆に，営林1，天塩3では，採種位置最下部の平均樹高が最大であった。政和1では，採種位置3～4mの平均樹高が最も大きく，最小は梢頭部であった。平均樹高の最大・最小が採種位置の最上部または最下部にみられたので，採種位置最上部と採種位置最下部の平均樹高間の有意差をt検定により検討してみた(図－2)。政和1と営林1では，採種位置最上部の樹高が採種位置最下部の樹高より有意に小さかった。しかし，母子里3では，採種位置最下部の樹高が採種位置最上部の樹高より有意に小さかった。その他の母樹については，採種位置最上部・最下部の平均樹高間に有意差は認められなかった。このように，各採種位置別平均樹高間に差異は存在するものの，一定の傾向は認められなかった。

他殖率が樹冠最上部と最下部で異ならなかったという報告もあるが（SIEGISMUND *et al.*, 1996)，FOWLER (1965) は異常苗の出現率を使って，SHEN *et al.* (1981) と OMI and ADAMS (1986) は，種子のアイソザイム分析を行って，自殖率あるいは近親交配の発生率は樹冠上層部より下層部が高いと報告している。近親交配による近交弱勢は，樹高成長にも現れる (ERIKSSON *et al.*, 1973；GRIFFIN and COTTERILL, 1988；門松ほか，1997；SORENSEN, 1973；SORENSEN and MILES, 1982；畠山・石倉，1983；古越・大谷，1985)。したがって，樹冠下層部から採種された次代は，近交弱勢により樹高成長が劣りやすいと考えられる。つまり，本報の材料でも，採種位置最下部に由来する個体の樹高は，採種位置最上部に由来する個体よりも低くなるはずである。しかし，図－1，2にみられるように，本報では一定の傾向が認められなかった。

4. おわりに

アカエゾマツの球果着生範囲に着目して，梢頭から樹冠下方への距離別に採種し，試植地における次代の生存率と樹高成長を採種位置別に比較検討した。その結果，生存率，樹高とも，採種位置による変異があることが分かった。しかし，一般に近交弱勢が現れやすいとされる樹冠下層部からの次代が，樹高成長の点で劣っているとは限らなかった。

採種位置による次代の成長の違いについては，種子生産量，発芽率，苗畑での生存率・樹高成長などとも合わせて，今後さらに解析を加える予定である。

謝　辞

共著者のひとり，工藤　弘元北海道大学教授は1998年11月7日に急逝された。ここに謹んで哀悼の意を表し，ご冥福をお祈りする。

1980年から1988年までの育苗期，さらに1988年から今日まで永年にわたり，試植地の設定と維持管理に深い理解と協力を頂いた北海道大学桧山地方演習林，同雨竜地方演習林，同天塩地方演習林の歴代林長はじめ技官，事務官，林業技能補佐員ご一同に衷心より感謝の意を表す。

引用文献

浅川澄彦・勝田　柾・横山敏孝 (1981)：日本の樹木種子（針葉樹編)，150pp，林木育種協会.

ERIKSSON, G., SCHELANDER, B. and ÅKEBRAND, V. (1973)：Inbreeding depression in an old experimental plantation of *Picea abies*. Hereditas **73**, 185-194.

FOWLER, D. (1965)：Natural self-fertilization in three jack pines and its implications in seed orchard management. For. Sci. **11** (1), 55-58.

古越隆信・大谷賢二 (1985)：スギ，ヒノキ，アカマツにおける近交弱勢の現われ方，**96** 回日林論，273-275.

GRIFFIN, A. and COTTERILL, P. (1988)：Genetic variation in growth of outcrossed, selfed and open-pollinated progenies of *Eucalyptus regnans* and some implications for breeding strategy. Silvae Genet. **37** (3-4), 124-131.

畠山末吉・石倉信介 (1983)：トドマツ交配様式と自殖，天然林の生態遺伝と管理技術の研究，283-305，北方林業会.

石田　清 (1994)：樹木における近親交配と近交弱勢，北海道の林木育種 **37** (1)，17-24.

門松昌彦・工藤　弘・野田真人・夏目俊二・菅野高穂 (1997)：トドマツの自殖苗の14年間の樹高成長，日林誌 **79** (3)，119-122.

工藤　弘・門松昌彦・野田真人・夏目俊二・秋林幸男・湊　克之・高畠　守・有倉清美・杉山　弘・水野久男 (1998)：土壌母材を異にしたアカエゾマツの産地試験，北大演研報 **55** (1)，74-86.

MÜELLER, G. (1976)：A simple method of estimating rates of self-fertilization by analysing isozymes in tree seeds. Silvae Genet. **25** (1), 15-17.

OMI, S. and ADAMS, W. (1986) : Variation in seed set and proportions of outcrossed progeny with clones, crown position, and top pruning in a Douglas-fir seed orchard. Can. J. For. Res. **16**, 502-507.

SHEN, H., RUDIN, D. and LINDGREN, D. (1981) : Study of the pollination pattern in a Scots pine seed orchard by means of isozyme analysis. Silvae Genet. **30** (1), 7-15.

SIEGISMUND, H., KJÆR, E. and NIELSEN, U. (1996) : Mating system estimates and effective population numbers for an isolated noble fir (*Abies procera*) clonal seed orchard in Denmark. Can. J. For. Res. **26**, 1135-1141.

SORENSEN, F. (1973) : Frequency of seedlings from natural self-fertilization in coastal Douglas-fir. Silvae Genet. **22** (1-2), 20-24.

SORENSEN, F. and MILES, R. (1982) : Inbreeding depression in height, height growth, and survival of Douglas-fir, ponderosa pine, and noble fir to 10 years of age. For. Sci. **28** (2), 283-292.

Summary

The survival rates and heights of *Picea glehnii* MASTERS were investigated to clarify the relationships between the height of position at which seeds were collected and characteristics of the progenies derived from the seeds. The effects of soil parent materials on the characteristics of the progenies were also examined at the same time. The mother trees were selected from forests with different soil parent materials (andesite, peat, serpentine) in the northern part of Hokkaido, Japan. The seeds used in this experiment were collected from all branches bearing cones within each interval of crown level. The depth of the lowest branches collecting cones varied with trees, from 2 to 11 m with an average of 5 m. The seeds were sown in June 1980 in a nursery located in Kaminokuni Town. In October 1988, the progenies from different soil parent materials and different levels within crown were planted in the following test sites of Hokkaido University: the Teshio Experimental Forest, the Uryu Experimental Forest and the Hiyama Experimental Forest. The survival rates and the heights of progenies in the test sites were measured annually from 1988 to 1996. Analysis of variance of the survival rate and the height of progenies showed that there were no significant differences among the types of soil parent materials, but significant differences were found among the heights of the position at which seeds were collected. The soil parent materials had no clear effect on survival rate and tree height. Although survival rate and tree height differed significantly among the heights of the position at which seeds were collected, there was no clear tendency.

Key words : height growth, *Picea glehnii*, position of seed collecting, soil parent material, viability