

北海道林業試験場時報

第 4 2 號

アラトバマツ種粒の大小が發芽
生育に及す影響

カラマツミトバマツの混淆植栽
林に就いて

北海道林業試験場

北海道・江別町野幌

昭和17年8月

序

本場に於ける試験成績は北海道林業試験場報告として之を發表し居るも、右試験中比較的簡易なるもの、或は急速に其の成績を發表する必要があるもの、其他試験經過の一部なるも應用性ありと認むるもの等を本時報に掲ぐる事とす。

昭和17年7月1日

北海道林業試験場長

技 師 服 部 正 相

アヲトマツ種粒の大小が
發芽生育に及す影響

技 師 阿 部 富 士 夫

目 次

I 緒 言	2
II 實驗方法及資料	2
III 實 驗 成 績	6
1. 種粒の大小輕重と發芽との關係	6
a. 發芽率との關係	6
b. 發芽勢との關係	6
c. 發芽後の經過との關係	7
2. 種粒の大小輕重と地上體生長との關係	8
3. 種粒の大小輕重と地下體生長との關係	9
4. 種粒の大小輕重と重量生長との關係	10
VI 結 論	11

I 緒 言

施業上選種の重要な事は今更言ふ迄も無い事であるが、其の種粒より發生した苗木の形質が優れてゐると言ふ前提が成立せぬ限りは、淘汰選別は意味が無いと考へる。

種子の結實に對しては、母樹の内的作用及び外的環境の影響が最も關係深しと考へられ、其他母樹の老幼、立地條件の外、樹冠に於ける毬果の着生位置、毬果に於ける着生部位等複雑なる諸因子が綜合的に作用しつゝあるものにして、又所産苗木に及ぶ影響も遺傳的作用を認め得る所なるが、施業の對象として種子を取扱ふ場合直接問題となるは種子の充實度である。一般に種子は大にして且重いものが充實度も高いとせられ從來選別法も此處に重點が置かれてゐる。只施業上實際問題として大量の種子を一時に處理せねばならぬので、時間的經濟的に拘束を受ける關係から、中々理想的操作を期する事は困難で、從來トマツの種子に於ても殊に凶年に於ては取扱が粗雑に流れ勝ちであつた。之等の點より、トマツ種子の外的差異が施業的に何の程度迄種子の内容に影響し、且所産苗木の生育に關係するやを知らんが爲實驗を試みたが同時に選種の方法に就いても一端を窺知し得るかと考へる。

II 實驗方法及び資料

本調査に使用せる資料は、昭和13年秋野幌國有林トマツ樹齡90年前後、胸高直徑40cm内外、樹高25m内外の多數母樹より施業用として採取せる種子である。

種子の選擇良否の判別には重さ或は大さの何れかに依る場合が多い。大形の種子は一般に良苗を生じ、重いものは内容も充實してゐるとせられ従つて内容の充實度により形の大きいもの必しも重いと

は言ひ難きも、概して大さと重さとは平衡的關係に在る事是否めない。殊に施業上大量の林木種子を取扱ふ場合何れも現在適確な選別方法が無く實用的には兩者同意義に解するも大なる支障を來さざる場合多しと考へられ、從來の例に見るも、樹種にもよるが篩別法の採用される場合が決して少くない。

之等の觀點に依り種子の大さを主とし、附隨的に種子群の重さ類別に就いても實驗を試みた。篩に依り種子の大小を區分する場合最も關係する因子は長さである。元來種子の大さは體積に依つて表示すべきであるが上記實用的意義を考慮し長さにより大中小の三群に分つ事とした。後に述ぶる風選のIを除去したるものに就き一粒毎に其長さ、幅、厚さを測定し各群2,000粒宛摘出し、1,000粒を發芽試驗用、他の1,000粒を播種用に供した。群の區分は長さ5.80mm以上を大とし、5.20mm以下を小とし、其間のものを中とした。而る時實驗に依り略々大群のものは4mm篩に残り小群のものは3mm篩を通過し、中群は其に残留するの結果を認めた。之等測定の結果及1,000粒重等第1表の通りである。各平均値に附記せる數字は確率誤差である。

次に附隨的に實驗を試みた重さの類別は農業用唐箕により風選を行つたものである。

重さの類別法として唐箕の内方出口をA、外方出口をBとすれば第1回風選に於てBを通過せるものをIとし、次にA分を第2回風選しBを通過せるものをIIとし、次に第2回A分を第3回風選しBを通過せるものをIIIとし、此のA分をIVとし各群より夫々任意に2,000粒を摘出し前記同様1,000粒を發芽試驗用、他の1,000粒を播種用に供した。之等測定の結果は第2表である。

但し平均の大さは各群より任意100粒を選び測定したものである。

第1表 大小別種子の大きさ及び重さ

種別	種類	平均長	平均幅	平均厚	平均體積	實重	實重率
發芽試驗用	大粒	5.040±0.012	3.681±0.010	1.988±0.007	44.200	12.0032	100.0
	中粒	5.516±0.010	3.149±0.010	1.785±0.006	31.005	9.0360	75.3
	小粒	4.718±0.015	2.502±0.007	1.492±0.006	17.612	5.4410	45.3
播種用	大粒	5.986±0.014	3.361±0.008	1.877±0.008	37.763	11.1878	100.0
	中粒	5.482±0.013	3.073±0.009	1.741±0.006	29.329	8.8170	78.8
	小粒	4.809±0.012	2.033±0.006	1.553±0.006	15.184	6.0907	54.4

第2表 輕重別種子の重さ及び大きさ

種別	種類	實重	實重率	平均長	平均幅	平均厚	平均體積
發芽試驗用	I	5.3509	50.8	5.053±0.426	2.927±0.264	1.617±0.128	23.916
	II	7.4580	70.9	5.360±0.340	3.133±0.198	1.753±0.089	29.438
	III	8.7419	83.1	5.653±0.296	3.293±0.175	1.783±0.049	33.191
	IV	10.5233	100.0	5.690±0.252	3.447±0.149	1.823±0.069	35.755
播種用	I	5.3390	51.2	5.200±0.340	2.907±0.233	1.500±0.082	22.674
	II	7.4125	71.1	5.403±0.369	3.110±0.168	1.677±0.085	28.179
	III	8.4385	80.9	5.667±0.254	3.010±0.130	1.693±0.070	28.879
	IV	10.4270	100.0	5.703±0.246	3.090±0.156	1.817±0.070	32.030

以上の如く選出した種子は充實度調査の爲其半分は發芽試験用に供し昭和14年3月迄に恒溫器に依り發芽試験を終了し、他の半分は實地應用上の價值を検する爲圃地播種用に供し昭和14年5月10日同一條件を具備せる圃上に於て夫々1m²に對し1.5kgの堆肥を施して播種し、約1ヶ年を経過せる昭和15年4月15日融雪と共に掘取り生育の調査を遂げたものである。昭和14年生長期間中の氣象狀況は別表の通りである。

以上は實驗方法の大要であるがトマツ種子の調査結果に就き少しく述べんに、大中小各群の產出率に於て、大粒種子群に編入さるべきものは全數量の9%に過ぎず、中粒最も多く68%に達し、小粒

之に次ぎ23%である。取扱ひたる種子中5.00mmより6.00mmに至るものが最も多きを認めた。而して幅、厚さに於ては其差少きも1,000粒當重量に於ては中央値からの著しき偏差を認め即ち大きさと重さとは明に正の相關を示してゐる。

次に風選による各群の產出率に於ては、I群に編入さるべきものは全數量の25%に相當し、II群14%、III群13%、IV群48%に相當してゐる。

各群1,000粒重の中央値からの偏差の大なる割に平均長の偏差は著しく少い事が目立つ。之は大きよりも重さ本位に選別された風選の特徴と言へよう。

種子の大小と稚苗の生長の問題に就いては、既往に於ても2,3の樹種に就き研究せられてゐる。少しく其例を擧ぐるにナラの如きは

種別	月別	5月	6月	7月	8月	9月	10月
平均氣溫 C°		9.4	15.3	20.6	21.8	18.8	10.5
降水量 mm		65.9	94.4	195.2	131.2	203.9	42.7
日照時數 %		41.4	39.2	43.6	48.4	39.9	47.0
日射量 kcal/cm ²		17,183	17,572	17,734	16,819	10,948	9,324
地表溫 C°		17.2	22.5	28.4	26.7	24.0	13.7

1年生苗の生長に著しき相違あるは事實とせられ、或者は之が3年生迄、又或者は8年生迄相違を認めてゐる。又ドイツタウヒに就いては2~4年生迄影響が認めらるゝも次第に不顯著となると稱せられ、赤松に於ては1年生苗に於て確然たる差異が現れてゐる。要は大形種子の稚苗は初め一生長期の生長は良好なるも後年次第に其差不明瞭となるものゝ様である。況んや初年に於て其差顯著ならざるものは後年の變化も推して知るべきか。

III 實驗成績

1. 種粒の大小輕重と發芽との關係

重さ類別をなした各群の試験に對しては便宜輕重なる字句を以て表示する事とした。

a. 發芽率との關係

試験發芽は25°Cの恒温器に於て爲され、圃地發芽は圃上に播種せるものゝ調査である。其結果は第3表に示す通りである。試験發芽の全發芽數は實際發芽數に未發芽數の3分の2を加へたるもので、括弧内の數字は實際發芽數である。該表に依れば試験、圃地何れも相平衡し大粒最も良く中、小の順である。重さ類別の方に於ても同様規則的に、重いもの程發芽率大である。之等の結果よりすれば形の大きい程充實度が高く、又重いもの程充實歩合が高いと言ふ事が出来る。

第3表 發芽數調査表

種類	試験發芽					圃地發芽				
	粒數	全發芽數	發芽率	同比率		粒數	發芽數	發芽率	同比率	
大	1,000	(379) 444	44.4	100.0		1,000	259	25.9	100.0	
中	1,000	(304) 338	33.8	76.1		1,000	200	20.0	77.2	
小	1,000	(146) 158	15.8	35.9		1,000	131	13.1	50.6	
I	1,000	(16) 18	1.8	4.7		1,000	25	2.5	9.6	
II	1,000	(136) 156	15.6	40.8		1,000	123	12.3	47.3	
III	1,000	(194) 231	23.1	60.5		1,000	202	20.2	77.8	
IV	1,000	(310) 382	38.2	100.0		1,000	260	26.0	100.0	

b. 發芽勢との關係

種粒の大小、輕重と發芽の遲速を調査せるものが第4表である。發芽の經過は恒温器による試験と圃地の其とは良く一致してゐる事が知れる。前述の結果より形の大きい程又重い程充實種子を多く含

む關係から之等は常に發芽個數は多きを示してゐるが、全體の個數に對する定期の%は大小輕重極めて區々である。即ちトマツに於ては形が大きく又重いが故に發芽も一齊であるとは言ひ難い様である。

第4表 發芽勢調査表

種 類	試 驗										圃 地							
	1~2 ^Ⅰ		2~3 ^Ⅱ		3~4 ^Ⅲ		4~5 ^Ⅳ		5~6 ^Ⅴ		個 數 計	10~50 ^Ⅵ		50~65 ^Ⅶ		65~80 ^Ⅷ		個 數 計
	個 數	%	個 數	%	個 數	%	個 數	%	個 數	%		個 數	%	個 數	%	個 數	%	
大	126 ^本	33.2	70 ^本	18.5	65 ^本	17.2	78 ^本	20.6	40 ^本	10.5	379 ^本	152 ^本	58.7	29 ^本	11.2	78 ^本	30.1	259 ^本
中	93	30.6	60	19.7	47	15.5	70	23.0	34	11.2	304	134	67.0	18	9.0	48	24.0	200
小	45	30.8	36	24.7	17	11.6	28	19.2	20	13.7	146	81	61.8	18	13.8	32	24.4	131
I	5	31.3	4	25.0	3	18.8	3	18.8	1	6.1	16	15	60.0	3	12.0	7	28.0	25
Ⅱ	54	39.7	28	20.6	20	14.7	19	14.0	15	10.3	136	64	52.0	21	17.1	38	30.9	123
Ⅲ	64	33.0	42	21.5	36	18.6	34	17.5	18	9.4	194	93	46.0	27	13.4	82	40.6	202
Ⅳ	112	36.1	44	14.2	60	19.4	53	17.1	41	13.2	310	191	73.5	33	12.7	36	13.8	260

トマツ種子の發芽遲滯の主因として考へらるゝ事は、發芽條件の不良も然る事ながら種子内部の生理的作用即ち後熟作用であるが、トマツに於ては後熟期間が相當長いものと考へられ、結局種子の大小輕重と此の期間の長短とは無關係であると言ふ事に歸着する様である。

c. 發芽後の經過との關係

冬期間室内に貯藏せるものを5月10日播種し、7月30日全部發芽を完了した。播種後敷葉日覆裝置等普通の施業操作を施した。發芽後枯損の發生狀態を表示したものが第5表である。

第5表 発芽後の枯損調査表

種類	発芽総数	31/7 ~ 15/8		16/8 ~ 30/8		31/8 ~ 15/9		16/9 ~ 30/9		1/10 ~ 15/10		16/10 ~ 30/10		枯損計	
		個数	%	個数	%	個数	%	個数	%	個数	%	個数	%	個数	%
大	259	15	5.8	10	3.9	7	2.7	—	—	14	5.4	1	0.4	47	18.1
中	200	—	—	4	2.0	21	10.5	20	10.0	10	5.0	—	—	55	27.5
小	131	9	6.9	4	3.1	6	4.6	—	—	—	—	1	0.8	20	15.3
I	25	1	4.0	—	—	4	16.0	2	8.0	—	—	—	—	7	28.0
II	123	6	4.9	11	8.9	3	2.4	2	1.6	—	—	1	0.8	23	18.7
III	202	13	6.4	18	8.9	17	8.4	3	1.5	1	0.5	—	—	52	25.7
IV	260	8	3.1	22	8.5	22	8.5	1	0.4	11	4.2	—	—	64	24.6

発芽後7月末迄に三斗式ボルドー液を以て3回消毒を行ひ秋季迄菌害の発生を見ず、又其間虫害其他諸害の発生を認めず。該表を見るに結果區々にして大粒種子必しも枯損数少いとは限らず又重いものの必しも枯損少いとは言ひ難し。

前述の通り大形種子或は重い種子と雖発芽の著しく遅延するものあり、殊に7月以降に発生せるものは纖弱にして抵抗力少く、些少の乾燥にも自然に枯死するものが少くないが、之等枯損の主因は直接発芽遅滞といふ現象に在るので、種子の大小輕重による生産苗の健、不健の問題とは自ら意味が異り、遺憾ながら該調査によつて生産苗の強弱を言爲する事は出来ない。只施業上注意を要する點として、トマツに於ては種子の大小に關せず発芽遅滞の現象が常に起るので後熟完成の手段として適切なる発芽促進法を講ずる事が絶體必要である事言ふ迄もない。

2. 種粒の大小輕重と地上體生長との關係

殘苗に就き出葉數、幹長、根元幹徑を調査せるものが第6表である。

第6表 地上部生長調査表

種類	幹 長		根 元 幹 徑		出 葉 數	
	平 均	範 圍	平 均	範 圍	平 均	範 圍
大	2.19 (100.0)	1.40~3.40	0.94 (100.0)	0.70~1.25	13.5 (100.0)	5~26
中	2.18 (99.5)	1.40~3.90	0.90 (95.7)	0.75~1.20	13.0 (96.3)	3~21
小	1.89 (86.3)	1.40~2.60	0.81 (86.2)	0.70~1.05	11.6 (85.9)	3~19
I	1.85 (77.7)	1.40~2.50	0.88 (92.6)	0.70~1.00	12.3 (93.2)	4~18
II	2.07 (87.0)	1.40~3.00	0.93 (97.9)	0.70~1.10	12.7 (96.2)	6~20
III	2.10 (88.2)	1.40~2.80	0.94 (98.9)	0.75~1.25	12.5 (94.7)	3~24
VI	2.38 (100.0)	1.50~4.10	0.95 (100.0)	0.75~1.20	13.2 (100.0)	3~24

表中括弧内數字は大とIVを100としての比率である。平均値に就いて見るに葉數のIIとIIIを除いては全部大さ、重さの順に數値が小であるが、形の大いもの又重いものと雖葉數少く且矮小の苗木を多數産出しつゝある所で、之は他の樹種に就いての既往の研究に於ても同一である。トマツの此の原因に就いては種々複雑なる影響因子を想像し得る所であるが、此處に於ても前述せる發生遅延なる影響因子を看過する事は出来ない。只大い種子、重い種子より發生した稚苗は生長も可良なる傾向があるといふ程度に止めて置く。

3. 種粒の大小輕重と地下體生長との關係

主根長、根端數の調査結果は第7表に示す通りである。

第7表 地下部生長調査表

種類		大	中	小	I	II	III	IV
		個数	個数	個数	個数	個数	個数	個数
主根長	平 均	8.91 (100.0)	7.69 (86.3)	7.08 (79.5)	5.20 (62.7)	7.36 (88.7)	7.56 (91.1)	8.30 (100.0)
	範 圍	4.0~20.4	3.9~17.2	3.7~14.7	3.0~6.9	3.6~17.5	3.6~19.7	3.5~18.5
根端數	平 均	93 (100.0)	82 (88.2)	75 (80.6)	55 (57.3)	59 (61.5)	69 (71.9)	96 (100.0)
	範 圍	32~199	37~152	21~209	21~95	20~152	10~168	25~180

平均値は何れも大さ、重さの順に小であるが範圍は區々に亘り之

等根部の生長状態は地上部の其と良く一致してゐる。即ち大い種子、重い種子より生産された苗木は根部の發達も可良な傾向があると言へる。但し發育不良なるものも多數産出されつゝある所で、此點地上部生長と同様であり其誘因に就いても同一の事が言へると考へる。

4. 種粒の大小輕重と重量生長との關係

生産苗の葉、幹、根の各部に就き生重量及び 105°C に於ける乾燥重量を測定した結果は第 8 表で 1 本の平均數値を示したものである。

第 8 表 重量生長調査表

種 類	生 重 量				絶 體 乾 燥 重 量				生量對 乾量 歩 合
	葉	幹	根	計	葉	幹	根	計	
大	0.0435 (100.0)	0.0182 (100.0)	0.0555 (100.0)	0.1172 (100.0)	0.0150 (100.0)	0.0065 (100.0)	0.0165 (100.0)	0.0380 (100.0)	32.5
中	0.0358 (82.3)	0.0142 (78.0)	0.0494 (89.0)	0.0994 (84.8)	0.0120 (80.0)	0.0053 (81.5)	0.0147 (89.1)	0.0320 (84.2)	32.2
小	0.0265 (61.1)	0.0108 (59.0)	0.0308 (55.5)	0.0682 (58.2)	0.0039 (59.3)	0.0042 (64.5)	0.0090 (54.5)	0.0221 (58.0)	33.3
I	0.0296 (78.1)	0.0120 (60.6)	0.0321 (54.8)	0.0737 (61.3)	0.0106 (73.1)	0.0048 (66.7)	0.0103 (60.6)	0.0257 (66.4)	34.9
II	0.0344 (82.3)	0.0150 (75.8)	0.0418 (71.3)	0.0912 (75.9)	0.0125 (86.2)	0.0058 (80.6)	0.0129 (75.9)	0.0312 (80.6)	34.2
III	0.0356 (85.2)	0.0155 (78.3)	0.0423 (72.2)	0.0934 (77.7)	0.0123 (84.8)	0.0058 (80.6)	0.0126 (74.0)	0.0307 (79.3)	32.9
IV	0.0418 (100.0)	0.0198 (100.0)	0.0586 (100.0)	0.1202 (100.0)	0.0145 (100.0)	0.0072 (100.0)	0.0170 (100.0)	0.0387 (100.0)	32.2

生量と乾量とを比較するに乾量の II と III の關係を除いては全部大さ、重さの順に平衡的關係數値を示してゐる。乾量は言ふ迄も無く植物體の實質を示すものであり、總重に於て大粒に比し中粒は 84.2%、小粒は 58.0% に過ぎない。重さに於ては IV に比し III は 79.3%、II は 80.6%、I は 66.4% で、III は II よりも少數である。II と III は種子の重量、體積に於て其差極めて僅少であり生長に於て

も僅差を示してゐるに對し、樹體の小なる程含水率も少いので此の結果を齎したものと考へる。

VI 結 論

施業用トマツ種子に對して長さ階別に大、中、小に分類し、又風選により 4 階級に重さ類別をなし、之が發芽並に 1 年生稚苗の生長に及す影響に就き實驗の結果結論すれば次の如くである。

(1) 千粒に就き調査の結果、大形種子程實重大であり、又重い種子群程大形種子を得た。但し後者に於ては大さの中央値からの偏差が著しく小である。形が大きく且重い種子群程發芽率が良く即ち充實種子を多く含んでゐると言へるが、發芽は大小、輕重によらず極めて不齊である。生産苗の抵抗力の強弱に就いては明言の限りでないが、トマツ種子の後熟作用に就いては施業上看過し難き程度のものであるを以て、適切なる發芽促進操作を講ずる事が必要であり引いて得苗率を増加する有効手段と考へる。

次に所産苗の生長は地上部に於ても、地下部に於ても大きい種子群、重い種子群程總じて良好であり、樹體の實質に至りては更に見るべきものがある。只此處に残された問題は將來の生長に及す影響である。

(2) 以上の結果より重且大なる種子を選択すべきは言ふ迄もないが前述せる如く小粒、輕粒群と雖率は少いが、良苗を生産し得る事は、事實であり、殊に種子の集約利用上輕視し難い所であるが、I は發芽率極めて低く殆ど批種子より成るを以て實地施業に當りては I 群のものは除去すべきであり、此の程度の風選を以て満足すべきものと考へられる。

(3) 次に選種の基礎觀念を得んが爲次表を掲げて考慮する事とする。

種 別	平均 體 積	1,000 粒 重	發 芽 率
小 粒	16.396	5.7659	15.8
I	23.296	5.3450	1.8

該表は第 1. 2. 3 表の小粒群及び I 群の各數値を平均して得たものである。即ち I 群の種子は小粒群の其に比し遙に大形であるに拘らず重さに於ては却つて少く發芽率は遙に劣る。之は言ふ迄もなく假令形は大きくとも軽いものは充實度が低い事であり、反對に小粒と雖重いものは内容が充實してゐる事を示すもので、理論的には選種法として大さよりも重さによる方が適切であると考へられるのである。但し施業上實用的には、其年度の結實の状態にもよるであらうが、夾雜物と共に秕種子を除く目的を以て 1 回風選の程度に止むべきものと思ふ。

(4) 而して現在苗圃の播種に當り、之等の精選種子は大小取混ぜて撒播されるのが普通である。實地に目撃する所では發芽後播種床に於て稚苗の生長に、意外に大きな差異を生じ、小苗が被壓されて増々萎縮し遂に廢苗となるものも少くないが、此の苗木の不揃は床替時の操作上にも種々の不都合を來してゐる所で、初めより種子を大小、輕重等に分けて播種するに於ては、比較的良質のものが群生する事となり、生長も或程度地區毎に平均せられて、之等の不合理な弊害は相當除去されるであらうと考へる。

(5) 次に生産苗の生長状態を表示する爲次の如き生長指標を求めて比較する事とした。

乾量に於ける地上體對地下體の比を T・R 率とし、幹長對幹徑の比を H・D 率 (Verhältnis von Höhe zu Durchmesser) として地上體の生長を表示する事とした。H・D 率に就いては尙詳細記述の機會があるであらうが地上部生長の均勢を表示するに此の名稱を以て

するに何等の支障が無い筈で、H・D 率は天然苗に於て大に、養生苗に於て小であり、据置苗に於て大に床替苗に於て小である事 T・R 率と同様であり、又同高とすれば直徑の大なる程小に、同徑とすれば苗高の大なる程大となる事勿論で樹苗の良否判定の尺度としては兩端に自ら限度があり、其間樹齡、取扱等により微妙な關係が存するであらう。

算定の結果は T・R 率と相互に逆關係を示してゐる。

種 別	大	中	小	I	II	III	IV
T・R 率	1.303	1.171	1.456	1.495	1.419	1.436	1.276
H・D 率	23.298	24.222	23.333	21.023	22.258	22.340	25.053

カラマツミトドマツの混淆植栽
林に就いて

技 師 阿 部 富 士 夫

目 次

I 緒 言	17
II 試験地の概況	18
III 混淆林地及び純林地に於ける生長量比較	21
A 生長主要素の比較	22
1. 本 数	22
2. 直 径	23
3. 樹 高	29
4. 胸高断面積	35
5. 材 積	36
6. 形 率	38
7. 形 数	39
8. 枝 下 高	40
9. 枝下高率	42
10. 樹冠直径	43
11. 冠 率	45
12. 根 系	46
B 林木主要素の相互關係	56
1. 胸高直径と樹高との相關々係	56
2. 胸高直径と幹材積との相關々係	58

3. 樹高と幹材積との相關々係.....	60
IV 總 括.....	62
1. 單純植栽に於ける兩樹種の生長比較.....	62
2. 混淆植栽に於ける兩樹種の生長比較.....	63
3. 單純植栽と混淆植栽のカラマツの生長比較.....	64
4. 單純植栽と混淆植栽のトバマツの生長比較.....	65
V 結 言.....	65

I 緒 言

本道に於けるカラマツ、トバマツの造林の歴史は比較的新しきに拘らず兩樹種の造林は現在殆ど成功の域に達してゐると言ふも過言でない。而るに兩樹の混淆植栽に至りては未だ不明の点多く安んじて實行し得ざる状態に在り。今兩樹種の育林上の特性を考慮するに兩樹の混淆林造成は極めて將來性を有すと考へらるゝを以て野幌國有林に於ける信州カラマツとアヲトバマツ造林地の實績を調査し此處に報ずる事とした。

本調査に於ては混淆林自体の内容に就いて検討すると共にカラマツ、トバマツ夫々の純林に對しても調査を遂げ夫々比較對照する事とした。

トバマツは元來陰性の樹種であるが故に下木として適樹であるが、其の成否は一に上木の手入如何に掛り人工的操作の加減に依つて如何様にもなり得る事は當然の事ながら野幌國有林の例に於て明に示されてゐる。當國有林内三箇所の兩樹列狀混淆林に就いて觀察するに：

第一に植栽後何等手入を施さず其儘放置せられたる箇所に於てはトバマツはカラマツに被壓せられて生長極めて不良である。

第二に植栽後カラマツが野鼠の被害により現在疎開せられた所のトバマツは生長極めて旺盛である。

第三に植栽後上木としてのカラマツが適度に経過し且間伐を施したる箇所のトバマツは其生長前二者の中間に位する。

今之等の三態に就いて概述するに其の狀況は次表に示す通りである。

種 別	植栽年度	植栽本数 (陌 當)		現在本数 (陌 當)		平均樹高		平均直径	
		カラ マツ	トバ マツ	カラ マツ	トバ マツ	カラ マツ	トバ マツ	カラ マツ	トバ マツ
無手入區	大正3. 春	1,500	1,500	1,110	355	16.5 ^m	5.4 ^m	20.3 ^{cm}	6.3 ^{cm}
野鼠被害區	大正3. 春	1,500	1,500	418	468	15.0	10.0	23.5	9.8
手 入 區	大正2. 秋	1,600	1,600	816	734	13.8	6.7	19.1	7.9

即ちカラマツが野鼠の被害を受け上層林冠疎開したる箇所のトバマツは生長最も良く、植栽後其儘放置したる無手入區に比し特に樹高は約2倍に達してゐる。而して間伐を施したる箇所の生長状況は前二者の中間に在り、野鼠被害區及び無手入區は何れも特殊な極端の例なるを以て本調査に於ては各純林の比較對照として間伐施行區を採擇する事とした。而して本稿の目的は兩樹の混淆林並に純林に於ける各相互の生育状態の相違の程度及内容に關し精密なる數量的比較を行はんとするに在り。然しながら之を以て兩樹の生長關係が充分闡明し得たるものでは無く今後の推移に關し更に精密なる觀察を要するものであり寧ろ之に對する基礎となるべきものである。

混淆林は大正2年秋季植栽各純林は夫々大正2年春季植栽に成り植栽後26年乃至27年經過せる昭和14年秋季に於て調査を遂げたものである。

II 試驗地の概況

本試験地は野幌國有林北邊第1林班に屬し民有地に近く、既往に於て開墾當時野火の延焼を蒙りたる箇所にしてカラマツとトバマツの各純林地は相接續し混淆林地は之より小澤を隔て約200mの距離に在り、何れも平坦地とす。各試験地に就き地況、林況及び植栽當初よりの經過の概略を記載すれば次の通りである。

(1) 混淆林地

大正2年9月に植栽せられ6尺間隔交互列狀混淆にして面積1,25陌とす。當時の記載を見るにトバマツは野幌國有林産天然苗一回床替苗にして苗高平均1尺、カラマツは同じく野幌國有林産3年生二回床替苗、苗高平均2尺1寸にして植栽後3年間下刈を施行す。カラマツは其後被壓其他一部野鼠の被害等に依り毎年本數を減じたるものゝ如きも昭和10年秋10%の間伐を施行し今日に及んでゐる。植栽後ナラの侵入を見、現在カラマツを上木としてトバマツ、ナラの3樹種混淆林を形成してゐる。

トバマツは植栽後蟲菌害の顯著なる被害を見ず又一回も間伐を施さるゝに拘らず相當の枯損を生じてゐるが其主因は被壓枯死と記述されてゐる。ナラは別表に示す如く本數は多きも小徑にして樹高低く且樹冠の擴張貧弱にして、トバマツ及びカラマツの生育を阻害する如き影響は殆ど考慮の要無きものとして特に此處に附記せんとするものである。

植栽地は兩側小澤となり急斜地を呈するも中央の平坦地に位し高さ1m内外のクマイザサ密生す。立地に關する其他調査の結果は第1表の通りである。

(2) カラマツ純林地

大正2年4月の植栽に成り面積0.11陌にして供試苗は野幌産3年生二回床替苗、苗高平均2尺1寸とす。植栽後4年間下刈を施行す。本植栽地は現在純林を形成すも植栽當時エゾマツと5尺方形交互列狀混植を爲したるものにしてエゾマツは植栽後3,4年の間に殆ど全滅しカラマツのみ純林として成育し來りたる箇所で、嚴密なる意味の純林には非ざるも成育經過より比較對照として斯く取扱ふも何等

支障無きものと考へられる。

植栽後被壓其の他の原因により一部枯死せるが如きも昭和6年9月約15%の間伐を施行し今日に及んでゐる。平坦地にして1m内外の笹密生し南方小澤に面す。其他立地に関する調査の結果は第1表の通りである。

(3) トマツ純林地

大正2年5月の植栽に成り面積0.17陌にして供試苗は野幌國有林内倒木上に生育する天然苗を苗圃に於て一回床替養成せるものにして苗高平均1尺、6尺間隔正方形植栽とし、植栽後3年間下刈を施行せるのみ其後1回も除間伐を施さざる爲、現在枝條相交錯し殆ど陽光の射入を許さざる状態にして林床には笹類、雑草の生育するを見ず且極めて厚い腐植層を形成してゐる。平坦地にしてカラマツの純林地に隣接し南方小澤に面す。林地に関する調査の結果は第1表の通りである。

第1表 A: 土 壤 調 査 表

箇 所 別	落葉層厚サ cm	腐植層厚サ cm	表 土 cm	下 層 土	表土置換酸度
混 濇 林 地	1.8	1.4	20~25 黒褐	埴土、赤褐	4.2
カラマツ林地	2.5	1.8	20~30 黒	埴土、黄灰	16.2
トマツ林地	1.1	2.7	30~40 黒	埴土、黄褐	8.4

第1表 B: 土 壤 理 學 性 調 査 表

林 地 別	0 ~ 5 cm		20 ~ 25 cm		40 ~ 45 cm		60 ~ 65 cm		80 ~ 85 cm	
	容水量% 重量率	容水量% 容積率	容水量% 重量率	容水量% 容積率	容水量% 重量率	容水量% 容積率	容水量% 重量率	容水量% 容積率	容水量% 重量率	容水量% 容積率
混 濇	53.09	48.29	16.81	34.68	43.61	9.39	36.38	47.29	5.63	44.70
カラマツ	88.27	55.25	22.20	83.56	63.54	6.20	41.27	48.21	5.80	35.08
トマツ	90.14	40.85	27.38	89.91	55.76	19.14	67.67	53.52	19.68	—

第1表 C: 土 壤 分 析 表

種 別	粗 砂	細 砂	微 砂	粘 土
表 層 土 %	18.98	12.46	16.04	52.52
上 層 土 %	1.42	8.58	9.72	80.28

(4) 總 括

以上各箇所の概要を記述した所であるが立地に関して少しく述べんに、第1表Aに表示する如く現在落葉層はカラマツ林地に於て、腐植層及び表土はトマツ林地に於て最も厚層を示す。土壤の構成、組織に至りては三者同系統にしてⅡ等地下に屬するものと思はる。當場試験報告第12號に依り附近土壤の分析表を掲載すれば第1表Cの通り表層、下層何れも粘土分の極めて多きを知る。土壤の理學性は概してトマツ林地に於て良好なる傾向あり、表土は一般に腐植質を多量に含むを認め Kcl 法に依る表土の置換酸度は混林地に於て最も少値である。第2表に概況を一括表示した。

第2表 概 況 總 括 表

種 別	純 林		混 林				備 考
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ	
植栽年度	大正2.春	同	大正2.秋	同	同	—	×
苗木種別	養成苗	天然苗	養成苗	天然苗	同	使入木	×
調査時年齢	30	31×	29	31×	34×	20×	×

Ⅲ 混濇林及び純林に於ける生長量比較

混濇林及び純林地に於て夫々 600平方メートルの標準地を取り区域内の現存木全部に付調査を爲したるものにして、以下各生長要素並に相互の關係に就き比較検討を行はんとす。

生長量を比較攻究する前に現出して来る比較數値の價值に就て一應考察する必要がある。

第一に樹齡であるが植栽林分の林齡が夫々異つてゐる。カラマツでも純林と混林で1年の差があり、トママツは天然木である爲推定に依つてゐる。次に植栽當時の苗木の大きさはカラマツは双方とも平均2尺1寸、トママツは同じく1尺と記載されており、植栽時季は同一年度であるが春秋の差がある。又植栽本數及び植栽後の取扱經過が夫々必しも妥當であつたとは考へられない。土壤にも差異がある事である。従つて抽出される數値は斯かる條件の下に置かれてゐるのである。嚴密なる意味に於て混淆林造成試験の目的の爲には當初より計劃的に實行されねばならないのであるが本調査に於ては第二義的に近似の箇所を選定したものである。

林分の生長は取扱の如何によつて著しく異つて来るは言ふ迄もない、殊に間伐を行つた場合は残存木の平均値に大きな影響を及して来るが其平均値は所謂任意に残された残存木の平均値に過ぎない。其故に提供せられた數値は決して絶對的のものではなく相對的の意義を有するものと解される。

既に述べた如く本調査は今後の推移に對する基礎となるべきものであるが現在の林分相互の生長の差異は前述せる植栽當初の條件の相違を遙に超越した判然たるものがある。即ち純林は純林として、混林は混林として夫々の樹種として環境に應じて判然たる特性を現出して居る事に想到する時相互の比較も新な意義が出て来るものと考へられるのである。

A. 生長主要素の比較

(1) 本 數

植栽後本數の推移に就いて表示したものが第3表である。何れも標準地 600m² 内の本數である。植栽後の取扱經過は前述の通りカラマツに於ては混純兩林地とも除間伐を施したるもトママツは何れも之を行はざるを以てトママツの本數減少は被壓其他の原因による自

然減少である。

兩樹種の混淆歩合は植栽當時同一であつたものが現在カラマツ51%のトママツ46%の殘存歩合を示してゐる。而して此の間に介在するナラは標準地内本數 92 本を算するも平均胸高直徑 3.74cm, 樹高 5.74m, 樹冠平均直徑 1.75m に過ぎざる纖弱なるものにして現在迄直接兩樹種の生育を阻害したる事實は認め難し。

トママツ純林地の減少率39%に對し混林地に於て54%の減少率を見たるは明に上木としてのカラマツによる被壓の結果であらうと想像せらる。

第3表: 本 數 調 査 表

種 別	純		林		混		林
	カラマツ	隔當本數	トママツ	隔當本數	カラマツ	トママツ	隔當本數
現存本數	62	1,050	114	1,930	49	44	1,550
植栽本數	130	2,167	187	3,117	96	96	3,203
減少率%	52	—	39	—	49	54	—

次に混林と純林に於ける兩樹種の現在本數を比較するに、混林本數は純林の其れに對しカラマツは79% (植栽當時74%), トママツは39% (植栽當時51%) である。而して總本數としてはトママツ純林地最も多く混林之に次ぎカラマツ純林最も少し。

(2) 直 徑

標準地内各木の胸高直徑を調査し算術平均値 (M ± P.E.) を算出して比較したものが第4表である。

第4表: 平均直徑比較表

種 別	純		混		林	
	カラマツ	トママツ	カラマツ	トママツ	トママツ	ナラ
直 徑 cm	18.06±0.20	13.90±0.03	12.07±0.29	7.90±0.29	13.38	3.74
林種別比較	100	77	100	41	70	20
樹種別比較	100	100	106	57	96	—

参考として混林トマツ優勢木とナラの分を附加した。林種別に純林カラマツを100として純林トマツの比較數値を掲げ、同時に混林内に於てカラマツを100として夫々比較數値を掲げた。又樹種別に純林、混林の別無く純林カラマツ及び純林トマツの數値を100として夫々樹種毎に之に對する比較數値を掲げた。

該表に依つて其の傾向の大勢を知る事が出来る。純林のトマツに比し混林のトマツ直徑は著しく小であり、優木と雖純林の平均木に及ばない状態であるが之は明に下木として被壓を受けた事に原因すると言へる。カラマツに比しトマツの直徑生長の遙に劣る事は該表に依つて明である。カラマツは純林に比し混林の方優れてゐる。今之等の経過を明にする爲平均直徑に近い標準木の樹幹を解析して表示すれば第5、第6表及び第1圖I、II、III、IVの如くである。

第5表：胸高直徑總生長比較表

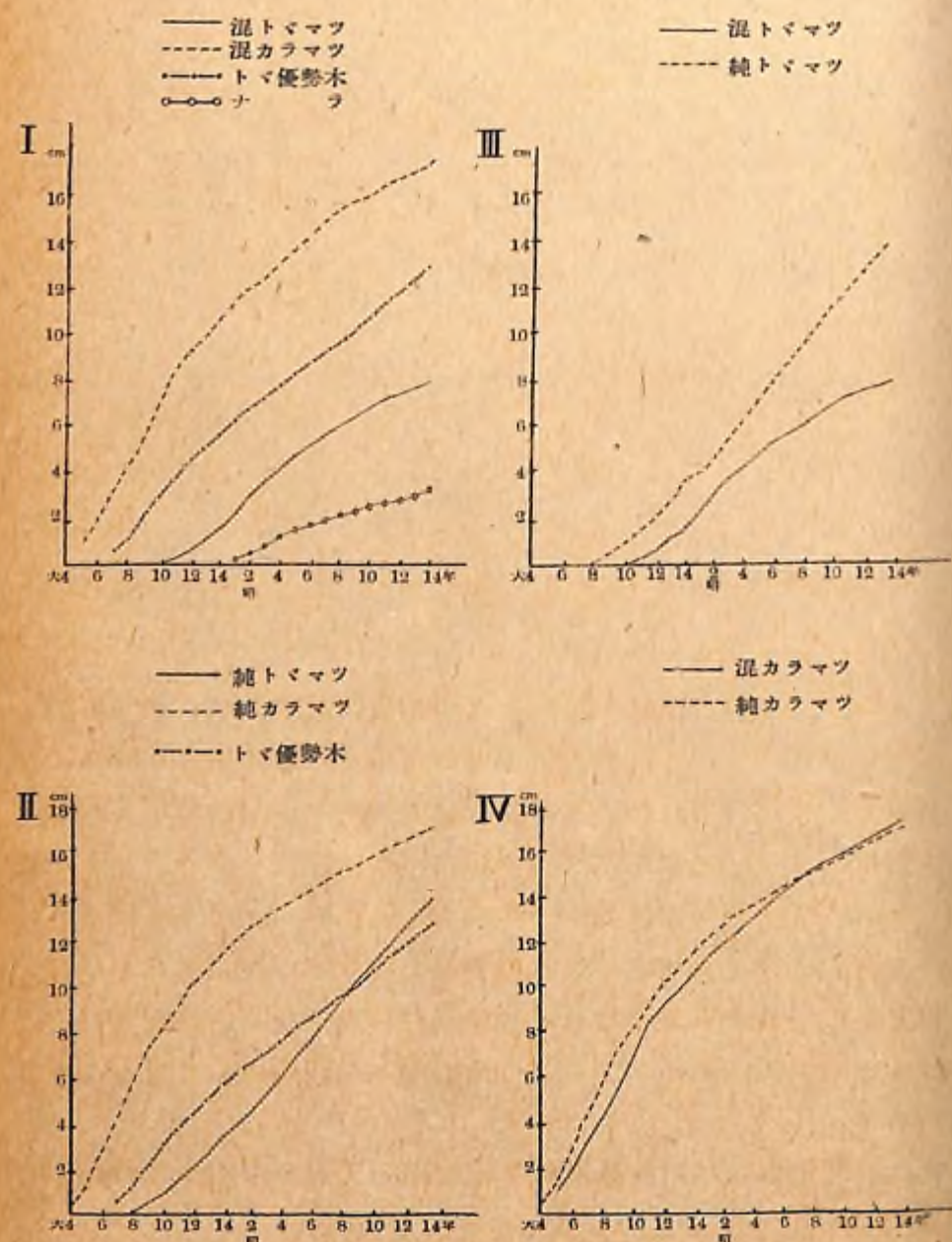
年 度	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
大正 4	0.42	—	—	—	—	—
5	1.50	—	1.06	—	—	—
6	2.86	—	2.06	—	—	—
7	4.47	—	3.24	—	0.61	—
8	5.83	0.16	4.22	—	1.27	—
9	7.23	0.49	5.50	—	2.28	—
10	8.18	0.94	6.86	0.12	3.08	—
11	9.05	1.55	8.32	0.29	3.86	—
12	10.12	2.14	9.20	0.59	4.56	—
13	10.75	2.72	9.78	1.19	5.11	—
14	11.44	3.37	10.46	1.58	5.68	—
15	12.08	3.89	11.22	2.21	6.24	0.30
昭和 2	12.61	4.57	11.82	3.05	6.71	0.58
3	13.10	5.35	12.38	3.61	7.17	0.82
4	13.42	6.00	12.96	4.11	7.65	1.23
5	13.81	7.00	13.50	4.72	8.21	1.53

昭和 6	14.21	7.76	14.06	5.14	8.64	1.77
7	14.64	8.59	14.68	5.52	9.15	1.97
8	15.02	9.40	15.14	5.88	9.59	2.18
9	15.33	10.20	15.42	6.36	10.05	2.37
10	15.61	10.87	15.74	6.72	10.67	2.56
11	15.99	11.75	16.20	7.02	11.25	2.69
12	16.32	12.48	16.56	7.35	11.78	2.77
13	16.70	13.16	16.92	7.58	12.27	2.97
14	16.95	13.70	17.30	7.81	12.76	3.21

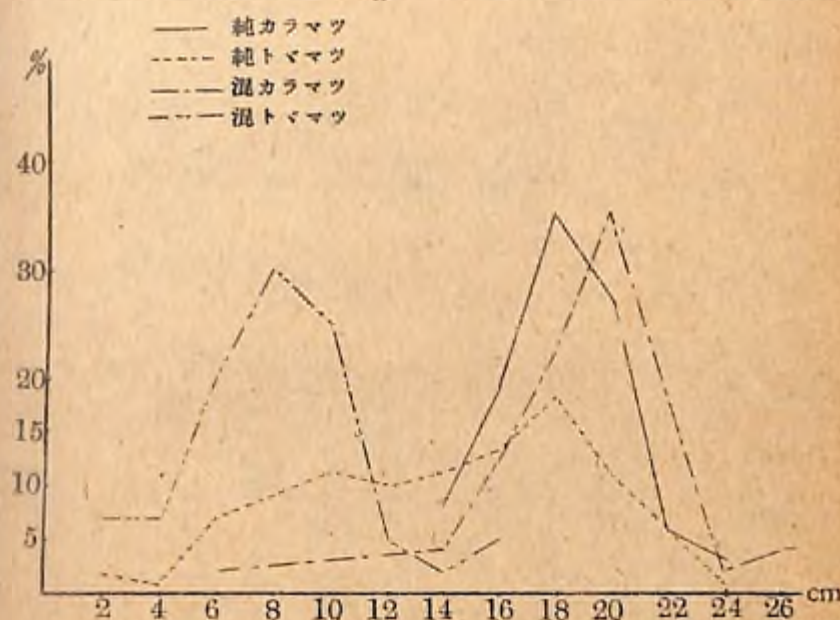
第6表：胸高直徑連年生長比較表

年 度	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
大正 5	1.08	—	—	—	—	—
6	1.36	—	1.00	—	—	—
7	1.61	—	1.18	—	—	—
8	1.36	—	0.98	—	0.66	—
9	1.40	0.33	1.28	—	1.01	—
10	0.95	0.45	1.36	—	0.80	—
11	0.87	0.61	1.46	0.17	0.78	—
12	1.07	0.59	0.88	0.30	0.70	—
13	0.63	0.58	0.58	0.60	0.55	—
14	0.69	0.65	0.68	0.39	0.57	—
15	0.64	0.52	0.76	0.63	0.56	—
昭和 2	0.53	0.68	0.60	0.84	0.47	0.28
3	0.49	0.78	0.56	0.56	0.46	0.24
4	0.32	0.65	0.58	0.50	0.48	0.41
5	0.39	1.00	0.54	0.61	0.56	0.30
6	0.40	0.76	0.56	0.42	0.43	0.24
7	0.43	0.83	0.62	0.38	0.51	0.20
8	0.38	0.81	0.46	0.36	0.44	0.21
9	0.31	0.80	0.28	0.48	0.46	0.19
10	0.28	0.67	0.32	0.36	0.62	0.19
11	0.38	0.88	0.46	0.30	0.58	0.13
12	0.33	0.73	0.36	0.33	0.53	0.08
13	0.38	0.68	0.36	0.23	0.49	0.20
14	0.25	0.54	0.38	0.23	0.49	0.24

第1圖： 胸高直徑總生長曲線



第2圖： 胸高直徑階別本數現出曲線



トママツの純林と混林の生長経路の相違は特に注意を要する所で將來の推移も之により略推察する事が出来る。即ち純林は混林に比し最近の生長極めて旺盛である。次にカラマツは昭和7年頃から混林の方優勢になつて來たが之を全林木の平均直徑を調査した大正11年6月の成績に徴するに混林 8.5cm, 純林 8.8cm にして現在の平均直徑混林 19.07cm, 純林 18.06cm と對照し標準木の生長経路と全林の其れと良く一致する事が知れる。又純林のカラマツが最近生長衰退しつつあるに對し純林トママツは最近の生長旺盛にして見るべきものがある。

次に直徑階別の本數配分状態を示せば第7表及び第2圖の如くである。

第7表：直径階別本数配分表 (括弧内数字は%を示す)

直径 cm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	計
カラマツ純林	—	—	—	—	—	—	5 ₍₈₎	12 ₍₁₉₎	22 ₍₃₆₎	17 ₍₂₇₎	4 ₍₆₎	2 ₍₃₎	—	62
トマツ純林	2 ₍₂₎	1 ₍₁₎	8 ₍₇₎	10 ₍₉₎	13 ₍₁₁₎	11 ₍₁₀₎	13 ₍₁₁₎	15 ₍₁₃₎	21 ₍₁₈₎	12 ₍₁₁₎	7 ₍₆₎	1 ₍₁₎	—	114
混林カラマツ	—	—	1 ₍₂₎	—	—	—	2 ₍₄₎	6 ₍₁₂₎	11 ₍₂₂₎	17 ₍₃₄₎	9 ₍₁₈₎	1 ₍₂₎	2 ₍₄₎	49
混林トマツ	3 ₍₇₎	3 ₍₇₎	9 ₍₂₀₎	13 ₍₃₀₎	11 ₍₂₅₎	2 ₍₅₎	1 ₍₂₎	2 ₍₅₎	—	—	—	—	—	44

各林分の各樹種の直径が如何に配分されてゐるか、其特徴を数字的に明にする爲第8表を算出した。

第8表：胸高直径配分数値

種 別	算術平均	中央値	モード	歪 度	標準偏差	変化係数
カラマツ純林	18.06 ^{cm}	18.14 ^{cm}	18.30 ^{cm}	— 0.106	2.27±0.13	12.5±0.8
トマツ純林	13.90	14.38	15.34	— 0.289	4.99±0.22	36.2±1.8
混林カラマツ	19.07	19.25	19.61	— 0.183	3.00±0.20	15.7±1.1
混林トマツ	7.90	7.75	7.45	+ 0.146	3.08±0.22	39.0±3.2

各項目に於て説明を加かるに、算術平均は第4表の平均値を其儘再掲し、中央値は大きさの順に羅列した場合其の中央に位するものの数値で、モードは最も多く本数の集中されてゐる直径の大きさを示し $M_o = 3M_i - 2M$ (但し M_o はモード, M_i は中央値, M は平均値) により算出した。標準偏差 ($\sigma \pm P.E.$) は算術平均値の周圍に散布されてゐる絶對的散布度を示し、変化係数 ($V \pm P.E.$) は其の關係的散布度を示し、歪度は本数曲線の偏る方位と度合を示し正数は就左に、負数は右に偏る事を意味す。今最後の二因子の計算の基礎にいて特に記述すれば下の通りである。 M は算術平均値, M_o はモード, σ は標準偏差。

$$\text{変化係数 } V = \frac{100 \sigma}{M}$$

$$\text{歪 度 } S = \frac{M - M_o}{\sigma}$$

胸高直径の算術平均値に就いては既に述べた。第2圖と本表の歪度と對照するに良く一致する事が知れる。本数曲線は混林トマツを除いて右偏非對稱曲線を示してゐる。混林トマツは左偏非對稱曲線を示してゐるが之は平均して小徑木の多い爲であり下木として被壓木の多い證左である。標準偏差が純林、混林の別無くトマツに於て大きい数値を示し殊に變化係数がカラマツに比し極めて大きいのは間伐を行はぬ關係もあるが斯かる林相を保持してゐると言ふ事は陰樹として下木に適する樹種である事を裏書するものである。特に混林トマツに於て最も著しく即ち生長可良なる大徑木から瀕死の小徑木に至る迄雜多に混生してゐる事が分る。カラマツは純林の方少値で一齊的である。

歪度は純林トマツに於て最も大である。又標準偏差も純林トマツ最大であるが該林分は未だ間伐を行はず徑級に非常な差異を生じてゐる爲であるが陽性なるカラマツの林分に比し陰樹の林分として其の特性を現出してゐるものと言へるであらう。

(3) 樹 高

標準地内各林木に付樹高を測高器又は實測に依り測定し算術平均値を出し且其の比較數値を算出して第9表に掲げた。

第9表：平均樹高比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナラ
樹 高 m	16.06±0.09	10.72±0.16	13.84±0.16	6.68±0.26	12.80	5.74
林種別比較	100	67	100	48	92	41
樹種別比較	100	100	86	62	119	—

混林に於てトマツ樹高はカラマツの約半分に過ぎないが優木はカラマツ平均樹高に匹敵する生長を示し見るべきものがある。次に混林のトマツは純林の62%に過ぎないが之は明に下木として被壓

された結果である。混林カラマツが純林の86%である事は特に附記する必要がある。第3圖I~IVは標準地の平均直径に近い標準木の樹幹を解析した樹高總生長曲線であり第12, 13, 表は其の基礎數字である。

最近カラマツの生長衰微しつつあるに對しトドマツは何れも旺盛な生長を爲しつつあり、特に純林の方顯著である。大正11年6月成績調査の記載を見るに混林に於てカラマツ平均樹高 6.54m, トドマツ 1.94m, カラマツ純林 7.54m にして既に此の當時から相互に同じ生長關係を有してゐた事が知れる。

第12表：樹高總生長比較表

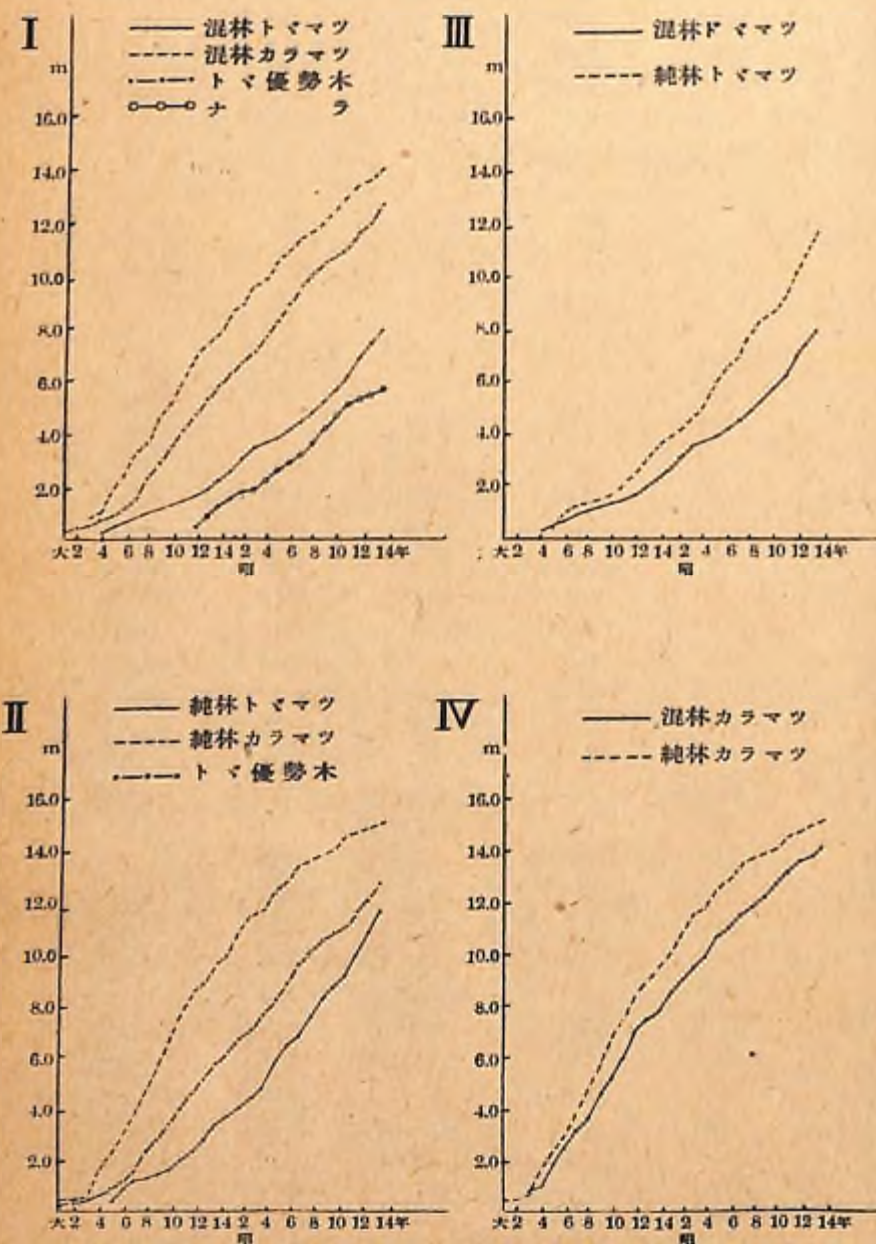
年 度	純 林		混 林			
	カラマツ	トドマツ	カラマツ	トドマツ	トド優木	ナ ラ
大正	m	m	m	m	m	m
	0.47	—	—	—	0.37	—
	0.56	—	—	—	0.44	—
	0.74	—	0.80	—	0.58	—
	1.63	—	1.05	0.36	0.78	—
	2.39	0.42	1.92	0.49	0.98	—
	2.98	0.92	2.51	0.71	1.23	—
	3.87	1.28	3.25	0.92	1.66	—
	4.78	1.37	3.71	1.03	2.40	—
	5.77	1.54	4.60	1.21	2.94	—
	6.76	1.74	5.24	1.37	3.57	—
	7.68	2.07	6.06	1.47	4.16	—
	8.46	2.47	7.00	1.64	4.77	0.43
	8.94	2.91	7.48	1.99	5.30	0.81
	9.60	3.47	7.80	2.25	5.83	1.30
昭和	10.06	3.80	8.46	2.66	6.30	1.56
	10.86	4.17	8.98	3.14	6.78	1.81
	11.47	4.52	9.59	3.50	7.11	1.97
	11.75	4.93	9.95	3.67	7.71	2.29
	12.45	5.84	10.63	3.87	8.30	2.63
	12.82	6.51	11.00	4.17	8.98	2.96
	13.45	6.84	11.48	4.53	9.63	3.22

昭和	8	13.64	7.64	11.78	4.80	10.11	3.72
	9	13.83	8.25	12.12	5.22	10.57	4.20
	10	14.04	8.68	12.67	5.74	10.88	4.75
	11	14.50	9.20	13.12	6.19	11.16	5.13
	12	14.72	10.09	13.55	6.98	11.70	5.30
	13	14.93	10.98	13.75	7.55	12.15	5.51
	14	15.12	11.65	14.10	8.00	12.80	5.74

第13表：樹高連年生長比較表

年 度	純 林		混 林			
	カラマツ	トドマツ	カラマツ	トドマツ	トド優木	ナ ラ
大正	m	m	m	m	m	m
	—	—	—	—	—	—
	0.09	—	—	—	0.07	—
	0.18	—	—	—	0.14	—
	0.89	—	0.25	—	0.20	—
	0.76	—	0.87	0.13	0.20	—
	0.59	0.50	0.59	0.22	0.25	—
	0.89	0.36	0.74	0.21	0.43	—
	0.91	0.09	0.46	0.11	0.74	—
	0.99	0.17	0.89	0.18	0.54	—
	0.99	0.20	0.64	0.16	0.63	—
	0.92	0.33	0.82	0.10	0.59	—
	0.78	0.40	0.94	0.17	0.61	—
	0.48	0.44	0.48	0.35	0.53	0.38
	0.66	0.56	0.32	0.26	0.53	0.40
昭和	0.46	0.33	0.66	0.41	0.47	0.26
	0.80	0.37	0.52	0.48	0.48	0.25
	0.61	0.35	0.61	0.36	0.33	0.16
	0.28	0.41	0.36	0.17	0.60	0.32
	0.70	0.91	0.68	0.20	0.59	0.34
	0.37	0.67	0.37	0.30	0.68	0.38
	0.63	0.33	0.48	0.36	0.65	0.26
	0.19	0.80	0.30	0.27	0.48	0.50
	0.19	0.61	0.34	0.42	0.46	0.48
	0.21	0.43	0.55	0.52	0.31	0.58
	0.46	0.52	0.45	0.45	0.28	0.38
	0.22	0.89	0.43	0.79	0.54	0.17
	0.21	0.89	0.20	0.57	0.45	0.21
	0.19	0.67	0.35	0.45	0.65	0.23

第3圖： 樹 高 總 生 長 曲 線



次に樹高對本數の配分狀態を第10表及び第4圖に表示し、更に算出したる各種數値を第11表に掲げた。

第10表： 樹高階別本數配分表 (括弧内數字は%を示す)

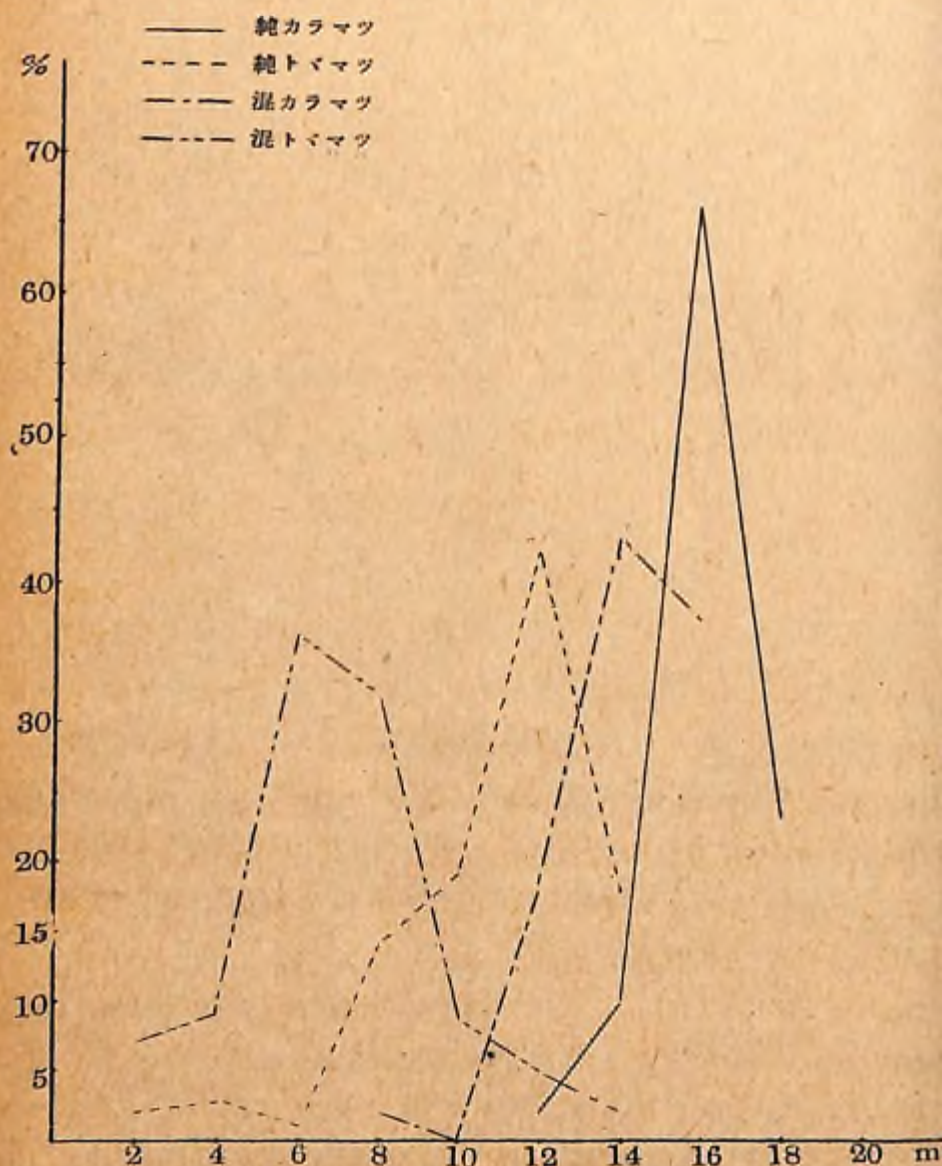
樹 高 m	2	4	6	8	10	12	14	16	18	計
カラマツ純林	—	—	—	—	—	1(2)	6(10)	41(69)	14(23)	62
トマツ純林	2(2)	4(3)	1(1)	16(14)	22(19)	48(43)	21(18)	—	—	114
混林カラマツ	—	—	—	1(2)	—	9(15)	21(43)	18(37)	—	49
混林トマツ	3(7)	4(9)	16(36)	14(32)	4(9)	2(5)	1(2)	—	—	44

第11表： 樹高配分數値

種 別	算術平均	中央 値	モ ー ド	歪 度	標準偏差	變化係數
	m	m	n _i		m	%
カラマツ純林	16.06	16.15	16.33	- 0.250	1.08±0.07	6.7±0.4
トマツ純林	10.72	11.43	12.85	- 0.822	2.59±0.11	24.2±1.1
混林カラマツ	13.84	13.95	14.17	- 0.212	1.56±0.11	11.3±0.8
混林トマツ	6.68	6.69	6.71	- 0.012	2.53±0.18	37.8±3.1

歪度は何れも負數で曲線は全部右に偏してゐる。純林トマツが最も大きな値を示してゐるのは優木級の本數が最も多い爲であり、混林トマツは歪度數値が極めて小さいのが特徴である。標準偏差殊に變化係數は何れもトマツが大きく特に混林に於ては大小の樹高が不齊に混生してゐる事が知れる。又純林カラマツは最も少値で一青株型であると言へる。

第4圖： 樹高階別本數現出曲線



(4) 胸高断面積

各標準地内各林木に就いて算出した胸高断面積平均値の比較は第14表の如くである。

第14表：平均胸高断面積比較表

種 別	純 林		混 林		ナ ラ	
	カ ラ マ ツ	ト マ ツ	カ ラ マ ツ	ト マ ツ	トマツ優木	ナ ラ
断面積 m^2	0.0260 ± 0.0006	0.0169 ± 0.0007	0.0293 ± 0.0008	0.0056 ± 0.0004	0.0141	0.0011
林種別比較	100	65	100	19	48	4
樹種別比較	100	100	113	33	83	—

相互の関係は第4表胸高直径の場合と同一であるが数値間の偏差が大きくなつてゐる。

次に標準地内胸高断面積の総合計を第15表に示した。

第15表：總胸高断面積比較表

種 別	純 林		混 林		計
	カ ラ マ ツ	ト マ ツ	カ ラ マ ツ	ト マ ツ	
断 面 積 m^2	1.6145	1.9316	1.4336	0.2484	1.6820
林 種 別 比 較	100	120	100(85)	17(15)	(100)
樹 種 別 比 較	100	100	89	13	—
總 比 較	100	120	—	—	104
本 数 比 較	100	181	—	—	148

混林の比較に於てはトマツはカラマツの17%に過ぎず、總体の15%に過ぎない負弱な状態である。又混林のトマツは本数は少しとするも純林のそれに比し13%に過ぎない。純林の本数に換算する場合と雖33%に過ぎない有様である。

次に混林の兩樹種の合計と兩純林との比較は同表總比較欄の通りで純林トマツ最大で混林は中位に在り、純林カラマツ最小で順位は本数の場合と一致してゐる。混林のカラマツ、トマツにナラ92本分を追加算入する時は總断面積は $1.783m^2$ となり比較数値は 110

となる。

(5) 材 積

標準地内各林木の材積を算出し其の算術平均値を比較したもののが第16表である。但し材積の算定は本道に於ける兩樹種の形數表に依つた。

第16表：平均材積比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トママツ	カラマツ	トママツ	トマ優木	ナラ
材 積 m^3	0.2049±0.0051	0.1193±0.0052	0.2023±0.0068	0.0308±0.0027	0.0958	0.0041
林種別比較	100	58	100	15	47	2
樹種別比較	100	100	99	26	80	—

純林に於てトママツはカラマツの58%であるに對し混林では15%に過ぎず、優木と雖半數に満たない状態である。樹種別比較に於ては混林トママツは純林の26%に過ぎず優木と雖純林平均木の80%に過ぎない。カラマツは混林と純林の差極めて僅少である。

次に各標準地内の總材積を比較すると第17表の通りである。

第17表：總材積比較表

種 別	純 林		混 林		計
	カラマツ	トママツ	カラマツ	トママツ	
材 積 m^3	12.7039	13.6029	9.9139	1.3536	11.2675
林種別比較	100	107	100(88)	14(12)	(100)
樹種別比較	100	100	78	10	—
總 比 較	100	107	—	—	89

林種別に比較すると純林トママツは純林カラマツよりも總材積が優つてゐる。混林内に於てトママツは全体の12%に過ぎない。又樹種別に比較すると混林トママツは純林トママツの實に10%に過ぎず、之を同一本數に換算しても26%となるに過ぎない。

總体の比較に於ては純林トママツ最も多く純林カラマツ之に次ぎ

混林最も少し。

材積の本數配分状態を示せば第18表の如くである。

第18表：材積本數配分表

カラマツ純林		トママツ純林		混林カラマツ		混林トママツ	
材 積	本 數	材 積	本 數	材 積	本 數	材 積	本 數
m^3		m^3		m^3		m^3	
0.10	1	0.00	9	0.10	4	0.005	7
0.13	11	0.03	18	0.13	5	0.010	7
0.16	7	0.06	14	0.16	10	0.015	4
0.19	14	0.09	11	0.19	7	0.020	4
0.22	9	0.12	12	0.22	8	0.025	4
0.25	11	0.15	16	0.25	7	0.030	4
0.28	4	0.18	13	0.28	3	0.035	2
0.31	3	0.21	7	0.31	3	0.040	1
0.34	2	0.24	6	0.34	—	0.045	2
—	—	0.27	5	0.37	1	0.050	4
—	—	0.30	—	0.40	1	0.055	—
—	—	0.33	3	—	—	0.060	5
計	62	—	114	—	49	—	44

第18表により各種配分數値を算出すれば第19表の通りである。

第19表：材積配分數値

種 別	算術平均 m^3	中央値 m^3	モード m^3	歪 度	標準偏差 m^3	變化係數 %
カラマツ純林	0.2049	0.2018	0.1956	+ 0.160	0.0583±0.0034	29.3± 1.9
トママツ純林	0.1193	0.1188	0.1178	+ 0.018	0.0824±0.0034	68.7± 0.7
混林カラマツ	0.2023	0.2008	0.1978	+ 0.064	0.0700±0.0047	34.6± 2.6
混林トママツ	0.0308	0.0232	0.0080	+ 0.760	0.0300±0.0020	97.4± 11.9

歪度は皆正值で曲線は全部左偏してゐる事を示してゐる。其の絶對値は混林トママツに於て極めて大きく即ち總じて被壓された貧弱なる劣木の多い證左である。變化係數はトママツが大きく殊に混林トママツが大きい値を示してゐるのは純林に比し極めて不齊な生育

状況を呈してゐる事に外ならない。カラマツは純林の方が一齊的である。

(6) 形 率

各標準地内各林木に於き形率即ち樹高の胸高直径に對する比を算出し其の算術平均値を比較すれば第20表の如くである。

第20表：平均形率比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ
形 率	89.9±0.8	83.7±1.4	74.0±1.1	85.7±1.0	95.7	149.1
林種別比較	100	93	100	116	129	201
樹種別比較	100	100	82	102	114	—

トマツは混林の方が純林に比し直径も樹高も少いのであるが形率は大である。之は比較的直径が小さい爲で被壓の結果樹高よりは直径に大きく影響してゐると見る事が出来る。カラマツは純林に比し混林方著しく小さいが混林の方直径が大きく且樹高が甚しく小なるによる。此の事は混純兩林分の疎密に基き受光關係による結果と見做して差支へ無いであらう。

次に各標準地について調査した形率の本數配分状態を第21表に掲げた。

第21表：形率本數配分表

形 率 階	カラマツ純林	トマツ純林	混林カラマツ	混林トマツ
60	—	6	3	—
65	—	11	7	—
70	1	21	9	1
75	1	17	12	4
80	7	9	7	9
85	12	10	9	8
90	14	5	1	10

95	9	5	—	6
100	11	8	—	3
105	1	2	—	1
110	6	3	—	1
115	—	4	—	1
120	—	3	—	—
125	—	3	—	—
130	—	7	1	—
計	62	114	49	44

第21表から夫々の配分數値を算出すれば第22表の如くである。

第22表：形率配分數値

種 別	算術平均	中 央 値	モ ー ド	歪 度	標準偏差	變化係數
カラマツ純林	89.9	91.3	94.1	— 0.457	9.2±0.6	10.2±1.6
トマツ純林	83.7	78.9	69.3	+ 0.219	21.9±1.0	26.2±1.2
混林カラマツ	74.0	75.0	77.0	— 0.278	10.8±0.7	14.6±1.0
混林トマツ	85.7	87.5	91.1	— 0.557	9.7±0.7	11.3±0.8

曲線の形狀はトマツ純林を除き右偏非對稱曲線である。歪度の絕對値はカラマツ純林、及び混林トマツが大きく、變化係數はトマツ純林が最も大きい値を示してゐる。

(7) 形 數

各標準地に於て平均直径に近い標準木に就いて樹幹を解析したるを以て其れより胸高樹幹形數を算出して比較すれば第23表の如くである。

第23表：標準木形數比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ
形 數	0.5433	0.5373	0.4763	0.4976	0.5307	0.5942
林種別比較	100	99	100	104	111	125
樹種別比較	100	100	88	93	99	—

資料少く之に依つて直ちに詳細に亘つて言爲する事は出来ないが樹種同一なれば樹高小なる程形數は大なるを普通とし、樹高同一なればカラマツは一般にトヤマツよりも小である。而るに混林トヤマツの方純林に比し小である事は被壓の爲著しく梢殺なる事を示すものと言へる。又混林カラマツは純林に比し樹高低きに拘らず少値であり、純林カラマツはトヤマツよりも數値が大である。

(8) 枝 下 高

標準地内各林木に付枝下高を調査し算術平均値を出して比較したものが第24表である。

第24表：平均枝下高比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トヤマツ	カラマツ	トヤマツ	トイ優木	ナ
枝 下 高 ^m	10.35±0.09	3.48±0.08	7.50±0.10	2.29±0.10	5.10	1.75
林種別比較	100	34	100	31	68	23
樹種別比較	100	100	72	66	146	—

枝下の高さは殊にトヤマツに於て下枝の發生が不法正の爲測定困難のものが少くないが、斯かるものは上下枝の着生点に就き其の中点に於て求めた。枝下高は兩樹種とも純林に比し混林の方が低い。又トヤマツの方がカラマツよりも低い事も確かである。

次に第9表の平均樹高から第24表の平均枝下高を夫々控除したる數値を平均樹冠長とし第25表に比較した。

第25表：平均樹冠長比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トヤマツ	カラマツ	トヤマツ	トイ優木	ナ
樹 冠 長 ^m	5.71	7.24	6.34	4.39	7.25	3.00
林種別比較	100	127	100	69	114	63
樹種別比較	100	100	111	61	100	—

之によれば樹冠は純林トヤマツ最も長く、カラマツは混林の方が長い。

次に枝下高の本數配分狀態を第26表に掲げた。

第26表：枝下高本數配分表

カラマツ純林		トヤマツ純林		混林カラマツ		混林トヤマツ	
枝下高	本 數	枝下高	本 數	枝下高	本 數	枝下高	本 數
6.0 ^m	1	1.5 ^m	5	5.5	3	1.0 ^m	1
6.5	—	2.0	17	6.0	2	1.5	7
7.0	—	2.5	15	6.5	6	2.0	15
8.5	—	3.0	8	7.0	9	2.5	10
8.0	—	3.5	14	7.5	7	3.0	5
8.5	2	4.0	17	8.0	10	3.5	2
9.0	3	4.5	13	8.5	6	4.0	1
9.5	9	5.0	11	9.0	4	4.5	1
10.0	9	5.5	11	9.5	1	5.0	1
10.5	17	6.0	3	10.0	1	5.5	—
11.0	8	—	—	—	—	6.0	1
11.5	12	—	—	—	—	—	—
12.0	1	—	—	—	—	—	—
計	62	—	114	—	49	—	44

第26表から夫々配分數値を算出し第27表に示した。

第27表：枝下高配分數値

種 別	算術平均 ^m	中 央 値 ^m	モ ー ド ^m	歪 度	標準偏差 ^m	變化係數 [%]
カラマツ純林	10.35	10.48	10.74	— 0.394	0.99±0.06	9.6±0.6
トヤマツ純林	3.48	3.70	4.14	— 0.172	1.28±0.06	36.7±1.8
混林カラマツ	7.50	7.60	7.80	— 0.291	1.03±0.07	13.7±1.0
混林トヤマツ	2.29	2.23	2.11	+ 0.182	0.99±0.07	42.9±3.6

本數曲線は混林トヤマツを除き全部右偏非對稱曲線を示し、而もカラマツの方トヤマツよりも歪度數値が大きい。變化係數はトヤマツの方何れも大値で兩樹種とも純林よりも混林の方大きい値を示し

てゐる。

(9) 枝 下 高 率

前項に於て枝下高の實數に就いて記述したが各標準地の各木に就き調査したる枝下高率即ち夫々の枝下高の樹高に對する比率について更に検討を加へんとす。枝下高率の餘數は樹冠長率を意味するものである。第28表は枝下高率の算術平均値である。

第28表：平均枝下高率比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ
枝下高率%	64.7±0.6	33.5±0.7	54.7±0.7	36.6±1.2	41.3	30.5
林種別比較	100	52	100	67	76	56
樹種別比較	100	100	85	109	123	—

該表によれば林相の如何によらずカラマツはトマツよりも遙に大きい數値を示してゐるが兩樹種の陰陽の性別を判然と現してゐるものと言へる。又カラマツは第24表と共に純林の方大値であるが純林は陽光の射入少きに因るものであらう。トマツは林相別の差が極めて僅少である。次に枝下高率の本數配分の状態を第29表に又其の配分數値を第30表に掲げた。

第29表：枝下高率本數配分表

枝下高率階%	カラマツ純林	トマツ純林	混林カラマツ	混林トマツ
15	—	1	—	1
20	—	11	—	4
25	—	20	—	2
30	—	17	—	5
35	—	19	—	12
40	1	21	1	6
45	—	10	5	3
50	—	9	10	4
55	3	2	12	4

60	6	2	12	1
65	19	—	6	2
70	28	1	1	—
75	4	—	1	—
80	—	—	—	—
85	—	—	1	—
90	—	—	—	—
95	1	—	—	—
100	—	1	—	—
計	62	114	49	44

第30表：枝下高率配分數値

種 別	算術平均	中 央 値	モ ー ド	歪 度	標準偏差	變化係數
カラマツ純林	64.7	68.0	74.6	— 1.500	6.6±0.4	10.2±0.6
トマツ純林	33.5	34.7	37.1	— 0.298	12.1±0.5	36.2±1.8
混林カラマツ	54.7	56.2	59.2	— 0.556	8.1±0.8	14.9±1.0
混林トマツ	36.6	36.9	37.5	— 0.075	12.0±0.9	32.7±2.6

歪度は何れも負値で曲線は右偏し數値はカラマツの方が大である。純林カラマツの絶對値が著しく大なるは計算によるモードの數値が過大となり實際と著しく懸隔あるによるがモードを70.0とすれば絶對値は0.803となり何れにしても數値の大きい事に疑ひはない。

(10) 樹 冠 直 徑

各標準地内各木に就いて東西及び南北の兩方位に直徑を側定し之を平均して單木の樹冠直徑とし更に夫々の標準地について算術平均して第31表に掲げた。

第31表：平均樹冠直徑比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ
樹冠直徑m	3.14±0.05	3.34±0.05	4.24±0.10	2.76±0.07	2.50	1.75
林種別比較	100	106	100	65	59	41
樹種別比較	100	100	135	83	75	—

カラマツでは混林に比し純林の方約 1m 短徑であるが之は言ふ迄もなく純林の方密生してゐるが爲受光量少い事による。トマツは混林の方純林の83%に過ぎない。而して純林ではトマツの方カラマツよりも大きい値を示してゐる。

之を第25表の樹冠長比較表と對照するに本表と平衡的關係を示し即ち樹冠型は水平的にも垂直的にも純林に於てはカラマツよりもトマツが大きくカラマツは混林大に、トマツは純林大である。

次に樹冠直徑の本數配分の状態を第32表に又其の配分數値を第33表に掲げた。

第32表：樹冠直徑本數配分表

樹冠直徑階 m	カラマツ純林	トマツ純林	混林カラマツ	混林トマツ
1.5	—	2	1	4
2.0	4	8	—	8
2.5	9	15	2	12
3.0	19	27	3	10
3.5	23	28	9	5
4.0	6	22	9	5
4.5	—	8	12	—
5.0	1	3	7	—
5.5	—	1	2	—
6.0	—	—	2	—
6.5	—	—	2	—
計	62	114	49	44

第33表：樹冠直徑配分數値

種 別	算術平均 m	中 央 値 m	モ ー ド m	歪 度	標準偏差 m	變化係數 %
カラマツ純林	3.14	3.24	3.44	— 0.526	0.57±0.03	18.0±1.1
トマツ純林	3.34	3.35	3.37	— 0.038	0.79±0.04	23.7±1.1
混林カラマツ	4.24	4.29	4.39	— 0.150	1.00±0.07	23.6±1.7
混林トマツ	2.76	2.65	2.43	+ 0.471	0.70±0.05	25.4±1.9

歪度は混林トマツを除き負値で曲線は右偏し、純林カラマツと混林トマツが最も數値大である。標準偏差及び變化係數は純林カラマツ最も數値小で他は近似してゐるが、變化係數は概してトマツの方大なる傾向あり。

(11) 冠 率

前項に於ては樹冠直徑に就いて記述したが、更に之を直徑に關係せしめ冠率として、樹冠直徑の胸高直徑に對する比率について検討を加へんとす。各標準地の各木について算出したものゝ算術平均値を第34表に掲げた。

第34表：平均冠率比較表

種 別	純 林		混 林			
	カラマツ	トマツ	カラマツ	トマツ	トマツ優木	ナ ラ
冠 率	17.4±0.2	26.6±0.5	22.2±0.3	38.8±1.5	18.7	46.8
林種別比較	100	153	100	175	84	211
樹種別比較	100	100	128	146	70	—

兩樹種とも數値は混林の方が大であり、トマツはカラマツに比し大なる値を示してゐる。

混林カラマツは純林のそれに比し直徑も樹冠直徑も大であるが冠率にも可成りの差異がある。混林のトマツは冠形不齊で枝條量も少いが、樹冠の擴張は比較的大なるを常とす。而し直徑は其割合に小であると言へる。枝葉の量は別としてカラマツに比しトマツは枝張りの大なる割に直徑が小なりと言ふ事が出来る様である。

次に冠率の本數配分の状態を第35表に示し、算出したる配分數値を第36表に掲げた。

第35表：冠率本數配分表

冠 率 階	カラマツ純林	トマツ純林	混林カラマツ	トマツ混林
10	1	—	—	—

15	30	1	4	
20	30	39	20	1
25	1	36	23	5
30	—	18	2	8
35	—	11	—	12
40	—	4	—	8
45	—	1	—	4
50	—	4	—	3
55	—	—	—	—
60	—	—	—	—
65	—	—	—	3
計	62	114	49	44

第36表：冠率配分數値

種 別	算術平均	中 央 値	モ ー ド	歪 度	標準偏差	變化係數
カラマツ純林	17.4	17.5	17.7	- 0.136	2.2 ± 0.1	12.9 ± 0.8
トママツ純林	26.6	25.0	21.8	+ 0.571	8.4 ± 0.4	31.5 ± 1.5
混林カラマツ	22.2	22.7	23.7	- 0.455	3.3 ± 0.2	14.8 ± 1.0
混林トママツ	38.8	36.0	30.4	+ 0.587	14.3 ± 1.0	37.0 ± 3.0

本數曲線はカラマツは右偏、トママツは左偏非對稱曲線である。歪度は概してトママツが大である。標準偏差及び變化係數はカラマツよりはトママツが大きく、殊に混林最大で樹型最も不均勢である。カラマツでは混林大で總じて純林の方樹型齊一であると言へやう。

(12) 根 系

以上は主として地上部の生長要素に就いて比較した所であるが、地下部即ち根系の發達狀況如何に就き混林内のカラマツ、トママツ、ナラの標準木及びトママツの優木を調査したるを以て、之に基き地下部の生長發達狀況の一端を記載せん。

各標準木の現地生立狀況は別圖第5, 6, 7圖の如く又其の根系の概要は寫真及び見取圖第8, 9, 10, 11圖に示される通りである。

元來根部の精密且正確なる調査は、極めて至難の事に屬するを以

て、根部の所謂系統の概要を以て満足せざるべからず。今其の調査結果を記すれば第37表の如くである。

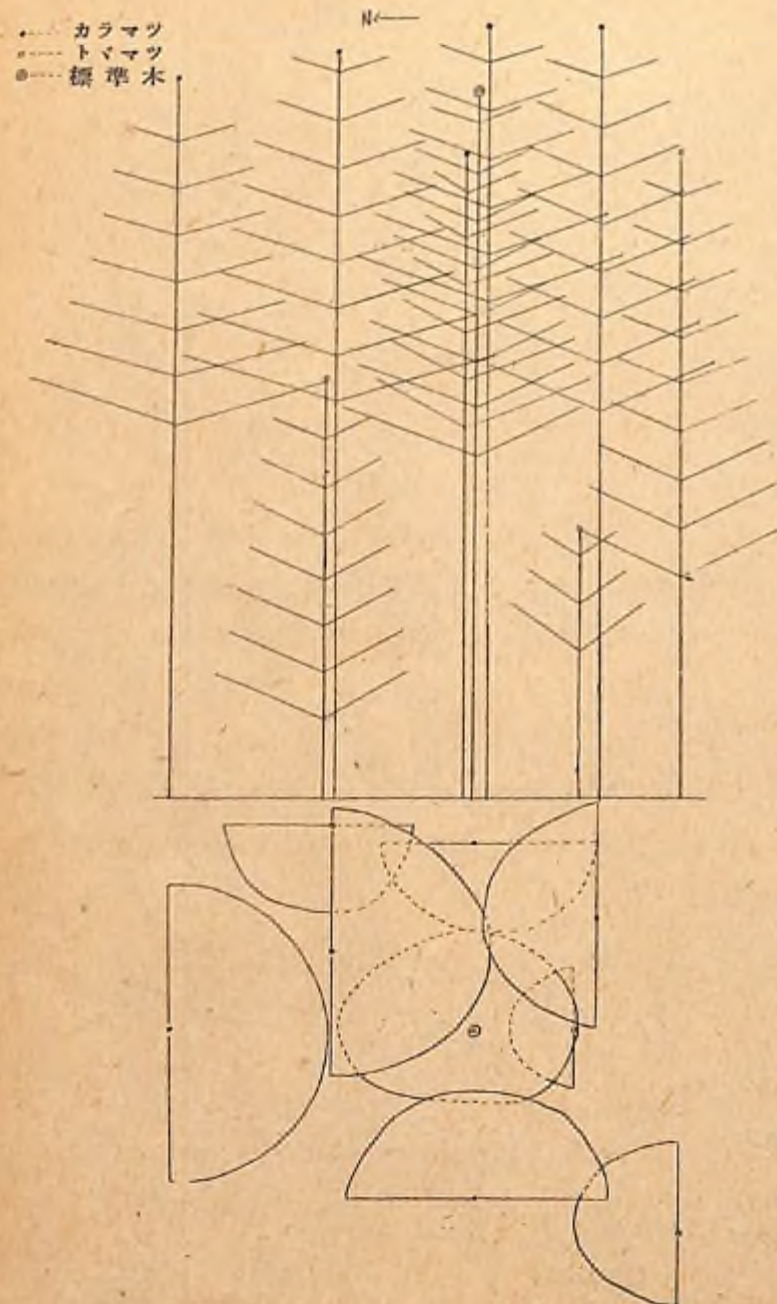
第37表：根 部 調 査 表

種 別	樹 高	胸 高 直 徑	根 株 垂下根	總 垂 下 根	側根數	側根平 均直徑	根株垂 下根平 均直徑	根部擴 張平均 直 徑	根 部 擴 面	根 部 強 積	根 部 深 度
種	m	cm	本	本	本	cm	cm	m	m ²	m	m
カラマツ	14.10	18.90	5	16	16	5.4	9.1	5.2	21.2	1.32	
トママツ	8.00	8.19	4	12	12	3.4	1.5	5.0	19.6	0.50	
ナ ラ	5.74	3.85	5	5	32	0.9	1.1	1.7	2.7	0.53	
トマ優木	12.80	13.38	6	18	12	3.6	5.5	5.0	19.6	0.90	

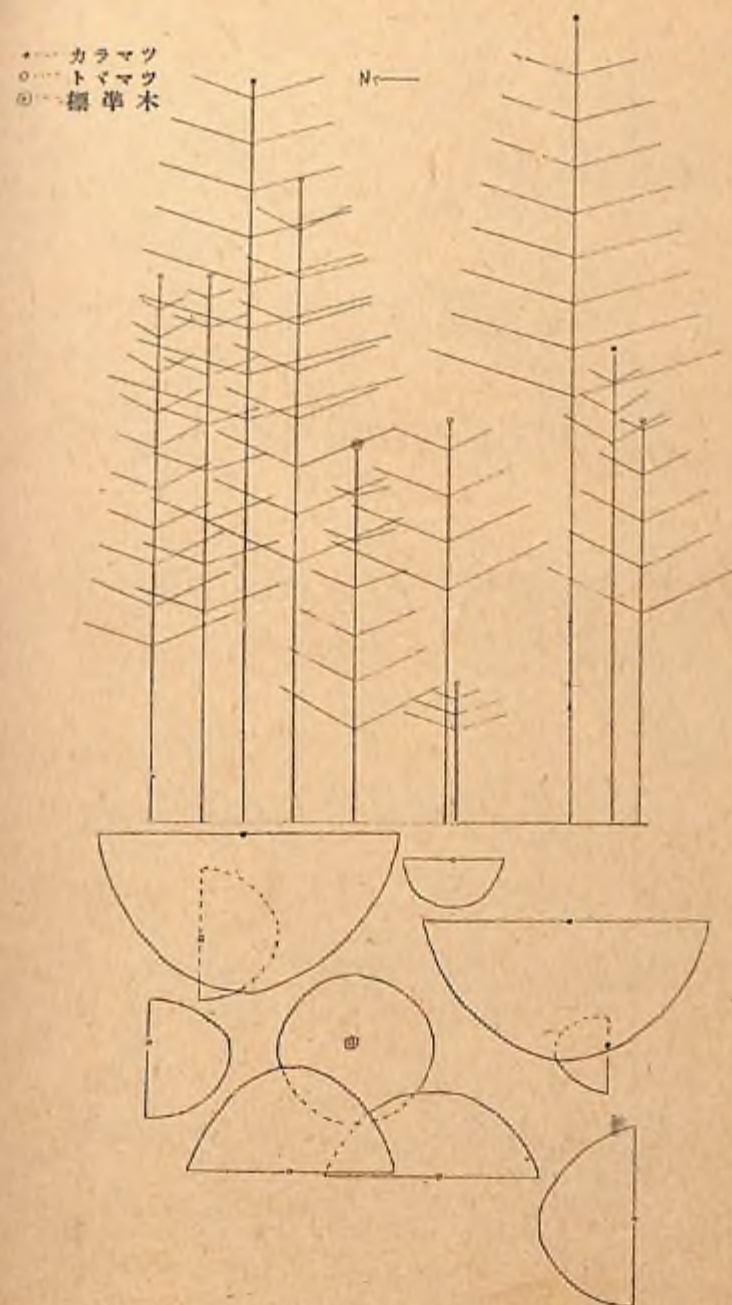
根部の發達は樹種により一つの型として特性を有すべきであるが土壤性によつて著しく異つて來るは勿論である。殊にトママツに於て然りで、優木の生立箇所は澤沿斜地に近く土壤膨軟なる爲寫真に明なる如く根株垂下根が著しく發達し所謂心根型を呈するに對し、第9圖標準木及び第8圖トママツは土質堅硬なる爲平根型を呈してゐる。元來トママツは心根型の樹種であると稱せられる。而して調査地のカラマツは心根型であり、ナラは杭根型を呈してゐるが夫々樹種としての特有な根型を表現するものといへる。

今調査の結果に基き夫々の樹種に就き根系の特徴を記述すれば次の通りである。

第5圖： カ ラ マ ツ 生 立 圖 $\frac{1}{100}$

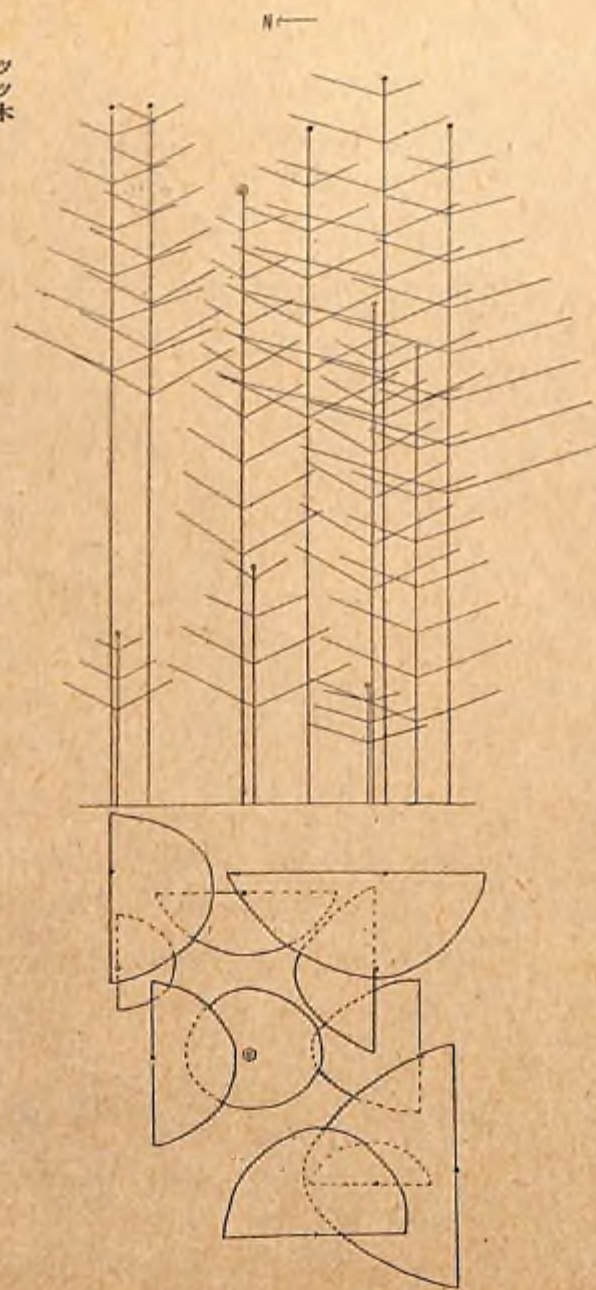


第6圖： ト マ マ ツ 生 立 圖 $\frac{1}{100}$



第7圖： トマツ優勢木生立圖 $\frac{1}{100}$

..... カラマツ
 トマツ
 標準木

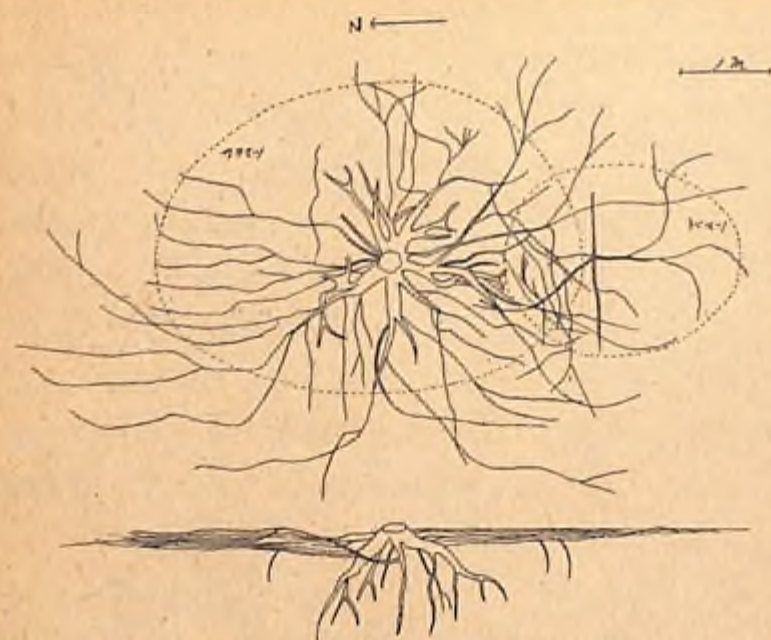


カラマツ： カラマツハ杭根を缺き根株より數本の太い根を分岐し之より更に分根を發し一部は水平に一部は垂下根として地中深く侵入してゐる。緊密なる硬い粘土を穿ち深く突入する根の力は偉大なるものがある。根株より發して直接垂下するもの5本を算せられるが、垂下根全數は16本となり其中3本は水平に走り先端地中に垂下侵入してゐる。根株に近く分岐する垂下根には比較的細根少く樹体を支持する事が最も大きな役目であると思はれるが、深層からの水分養料の吸収も亦看過し得ない。主なる側根數16本にして根株より幅射狀に發し、平均直徑大きく且トマツに比し分岐數多く多數の吸収根を出して腐植質層に入る。即ちカラマツの根は土壤表層に幅射狀に分派された多數の水平根と根株附近の土壤下層に深入する垂下根より成ると言へる。

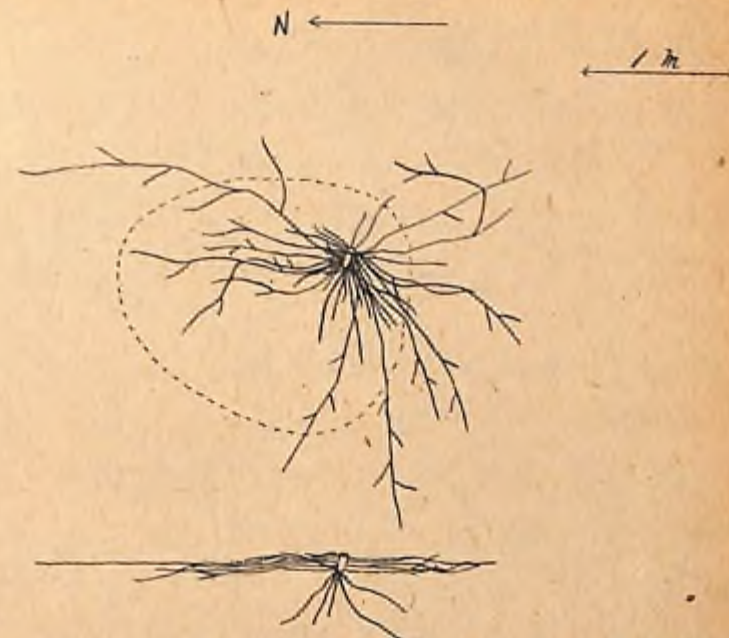
トマツ： 該造林地の澤沿附近土壤膨軟なる箇所のトマツ優木は別として、混林地の殆ど全部は緊密なる粘土性なる爲混林トマツの多くは前記の通り平根型であると稱し得る。即ち根株よりの垂下根は4本を算するが極めて貧弱であり根系の主体は水平に放射された側根であると言へる。更に水平根にして先端地中に垂下するもの可成り多きを見るが此の現象は優木に於ても同様である。トマツに於ては側根の分岐がカラマツに比し遙に少く、比較的遠距離に伸長するもの多く樹冠占領區域外に擴張される事多きを特徴とする。即ち混林地トマツの根は土壤表層に幅射狀に分派された水平側根を主体とし、更に水平根にして途中から地中に侵入する先端垂下根から成ると言へる。

ナラ： ナラは短く且太い杭根を有し之より多數の細側根を直接派生し且多數の細根を生じ、形態的には前二者と全く趣を異にしてゐる。杭根から5本の垂下根を發してゐるが極めて貧弱である。側根は長さ約 15cm の杭根の上下至る所から發し夫々水平に走るを

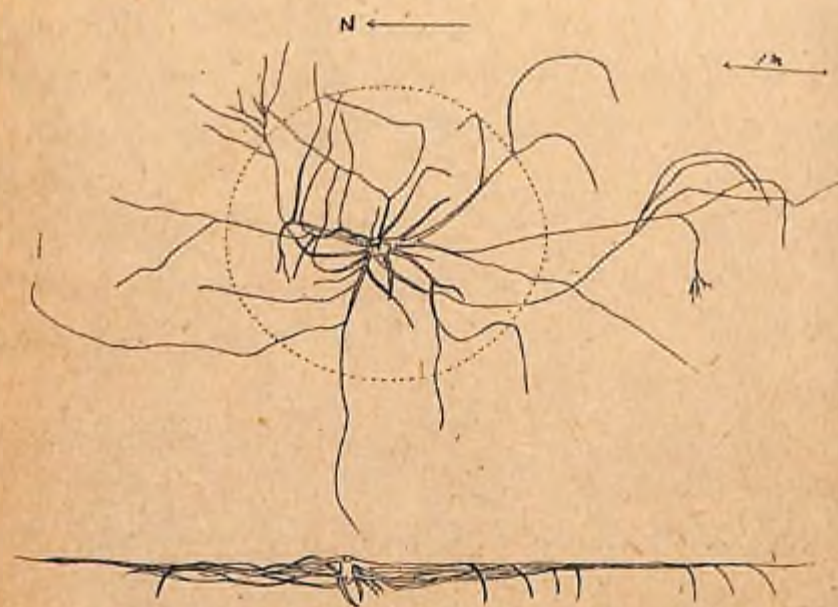
第8圖：カ ラ マ ツ 根 系 圖



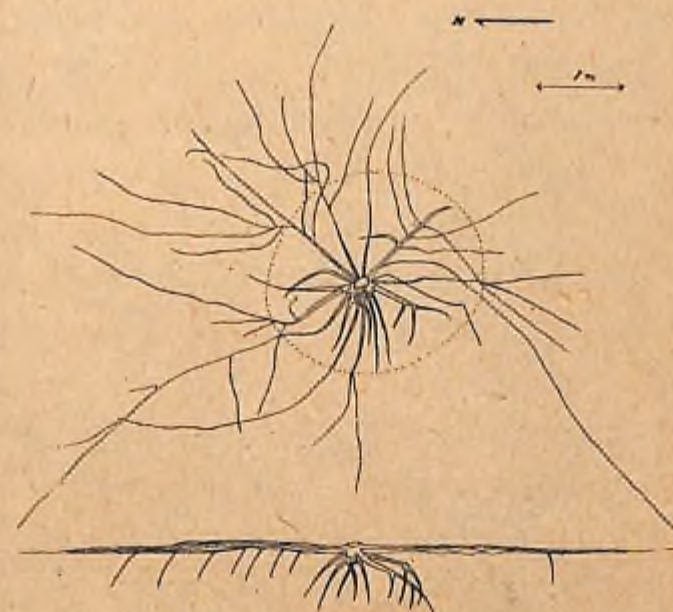
第10圖：ナ ラ 根 系 圖



第9圖：ト バ マ ツ 根 系 圖



第11圖：ト バ マ ツ 優 木 根 系 圖



特徴とし、従つて根の分布區域はトヤマツ及びカラマツとは全く異つてゐる。

根系の競合： 地上体に於ては樹種により樹高の生長、樹冠の發達等を異にし自然陽光享受に對する優劣を生ずる所であるが、地下体に於ては假令樹種により根系の生長發達を異にするも其の關係は地上体の其れとは自ら意義が異つて来る。根の競合に對しては地上部に於ける樹冠の其れと同様機械的及び生理的の兩方面が考へられる。前者機械的競合については、カラマツとトヤマツは水平根が同一水平面に擴張する爲第8圖の如くトヤマツの根は強大なるカラマツの根に依つて障礙を受け、二、三の箇所にて分岐し發達を阻害せられて擴張狀態が如何にも不自然である事が知れる。斯かる現象は同一樹種の間にも常に起り得るが、一方が生長の劣れる樹種の場合は其の影響は特に顯著に現れ其の及ぶ程度も倍加されう事とならう。即ちカラマツ、トヤマツの如き同系統の根系型の混植に於ては力の弱いものは制壓せられ之等の樹種とナラの如き異つた根系を有するものとの混植に於ては調和性が現はれて来る事明かである。

次に後者生理的關係に於ては地中の水分、養料の爭奪といふ事が考へられるのであるが、根部の此の程度の擴張密度では普通林地の比較的豊富な含水量及び鬚根の吸水作用の本質から、水平的にも垂直的にも地中水分の爭奪競合は地上部の陽光に對する其れ程烈しいものでない事は想像するに難くない。細根の數はカラマツの方が遙に多く本質的に有利であると言へる。而し本林地には笹類が密生する爲寧ろ林地の笹類、雜草の根が最大の敵であるべきである。殊に本林地では笹類の根系は網狀に極めて緊密に林地を蔽ふてゐる事から、斯かる笹生地では地中水分に對する植栽木の根部間の其れは些少の問題とならう。同様笹類の根系が植栽木の根の進展に對して機械的にも大きな障礙を及してゐる事勿論である。

要は本林地植栽木間の根の競合は一部機械的な部面のみが考慮されるに過ぎない。

根系發達の傾向： 根系の伸長に對する影響因子としては土壤の種類、組成、土壤内空氣及び水分の含量等が主要素として擧げられ且之等の諸因子が綜合的に影響し複雑なる交響的作用を齎す事言ふ迄もない。今調査の結果に基き根系發達の傾向の一端に就いて記載を試みんとするものであるが乏しき資料に依るものなれば元より一つの試みに過ぎない。

樹冠と根系發達の關係に就いては既に Hill 氏の詳細なる研究がある。根系の伸長が樹冠範圍に止るもの、又樹冠範圍外に於て初めて分岐するもの等樹種により樹冠に對する特性を有する事を認められてゐるが、孤立木と異り樹冠の錯綜する森林に於ては一層複雑なる關係を現すものと惟はれる。

根系見取圖と生立圖を對照するにカラマツは北西及び南西の兩方向が空間であり樹冠外の根の伸長も此の方向に旺盛なる傾向が見られ、トヤマツは北方から東南方へ空間となり根系亦此の方向に伸長するもの多く、トヤマツ優木は東方より東々北方及び南西、西々北方が最も大きな空間となり之等の方向によく伸長してゐる事が肯かれる。根部の伸長は枝條の發達とも關係あり其他種々の關係により元より簡單には片付けられないが、前述したる影響主要素の内土壤に大きな差異を認めざる上は、土壤含水量との間に關係を肯定し得る所で、當場に於て調査の結果はトヤマツ及びカラマツの如き樹冠は約40%の雨量を遮斷するに對し、圖示せられたる如き林冠内の小空間に於ては僅に20%余の雨量を遮斷するに過ぎず、降下雨量に可成りの差異を生ずる事となり、一方普通林地の表層土壤が生長期間に水分を不足する事に鑑み、彼此對照して考慮する時小空間下に於ては雨水の降下量多い事惹いて土壤含水量を高め根の進展を誘導する

點に於て兩者の間に重要な關係を想定し得るやに考へらる。若し果して然りとすれば密林の中に適度の間伐を施し小空間を作る事は根の發達を促し生長は、地下体から地上体へと促進せられる事とならう。又此事たるや間伐のみならず一般林業技術に對しても新しい應用分野を供する事とならう。

B. 林木主要素の相互關係

前述したる各生長主要素の内胸高直經、樹高、材積の三要素を摘出し夫々の相關係數、相關比、相關表及び其の曲線を掲記し其の關係的差異を検せんとす。

(1) 胸高直經と樹高の相關々係

胸高直經と樹高との相關々係を相關係數及び相關比によつて表示すれば第38表の通りである。

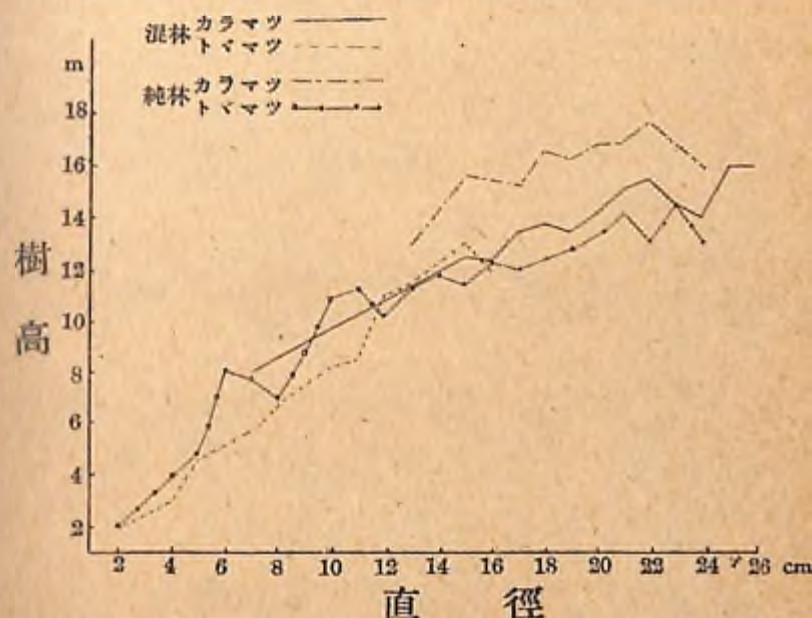
第38表：胸高直經と樹高の相關數値

種 別	相 關 係 數	樹高の胸高直經に對する相關比	胸高直經の樹高に對する相關比
カラマツ純林	$+0.577 \pm 0.057$	0.732 ± 0.040	0.604 ± 0.031
トマツ純林	$+0.825 \pm 0.020$	0.915 ± 0.010	0.890 ± 0.013
混林カラマツ	$+0.718 \pm 0.047$	0.814 ± 0.032	0.770 ± 0.039
混林トマツ	$+0.965 \pm 0.007$	0.996 ± 0.001	0.974 ± 0.005

相關係數及び相關比は何れも正值でカラマツよりもトマツの方が一般に程度が高い傾向あり。又兩樹種とも純林よりは混林の方が關係の程度が高い。特に混林トマツに於ては殆ど完全な相關々係を認める事が出来る。

次に相關表に依つて各直經階に對する平均樹高を算出すれば第39表の如くで又之によつて樹高曲線を圖示すれば第12圖の通りである。

第12圖：直經階別樹高曲線



第39表：直經對平均樹高表

直 徑 階 cm	カラマツ純林 m	トマツ純林 m	混林トマツ m	混林トマツ m
2	—	2.00	—	2.00
3	—	3.00	—	2.50
4	—	4.00	—	3.00
5	—	5.00	—	4.67
6	—	8.00	—	5.20
7	—	7.75	8.00	5.80
8	—	7.00	—	6.88
9	—	8.75	—	7.50
10	—	10.80	—	8.20
11	—	11.25	—	8.50
12	—	10.17	—	11.00
13	13.00	11.29	—	11.50

14	—	11.75	—	—
15	15.63	11.40	12.50	13.00
16	15.50	12.22	12.33	12.00
17	15.40	12.00	13.50	—
18	16.57	12.46	13.86	—
19	16.43	12.86	13.50	—
20	16.92	13.29	14.25	—
21	17.00	14.25	15.14	—
22	17.75	13.00	15.50	—
23	17.00	14.50	14.50	—
24	16.00	13.00	14.00	—
25	—	—	16.00	—
26	—	—	16.00	—

之に依つて観るに同一直徑に對する平均樹高は例外はあるも概してトマツよりはカラマツの方が高く、又兩樹種とも混林よりは純林の方が高い傾向を認める事が出来る。一般に横軸に對して凹曲線であるが混林トマツは直線的である。

(2) 胸高直徑と幹材積の相關々係

胸高直徑と材積との相關々係を相關係數及び相關比によつて表示すれば第40表の通りである。

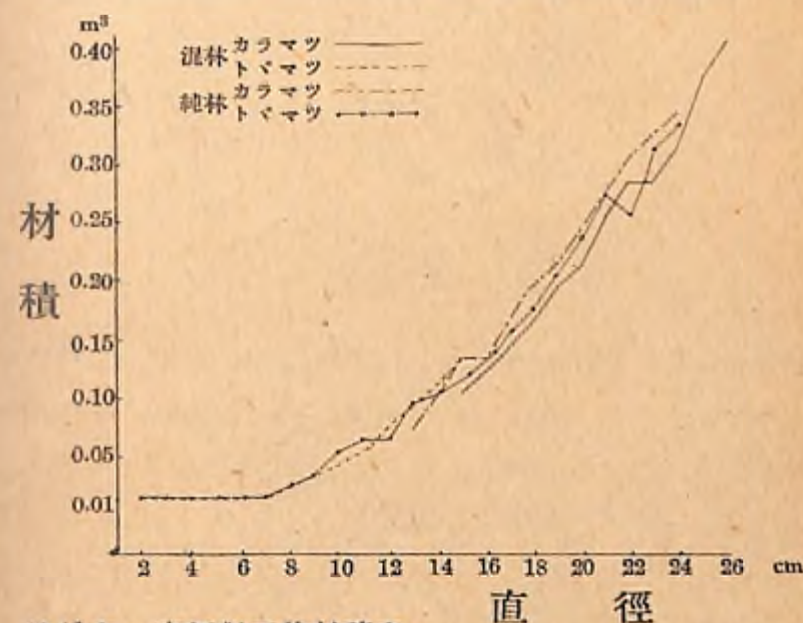
第40表：胸高直徑と材積の相關數値

種 別	相 關 係 數	胸高直徑の材積に 對する相關比	材積の胸高直徑に 對する相關比
カラマツ純林	+0.983±0.003	0.991±0.002	0.983±0.003
トマツ純林	+0.965±0.004	0.984±0.002	0.988±0.001
混林カラマツ	+0.942±0.011	0.970±0.006	0.986±0.003
混林トマツ	+0.924±0.015	0.997±0.001	0.967±0.007

胸高直徑と幹材積との間には林相及び樹種の別無く極めて高次の相關々係を認める事が出来る。純林と混林及び樹種間には大きな差異は認められない。

次に相關表に依つて各直徑階に對する平均材積を算出すれば第41表の如く又之によつて材積曲線を圖示すれば第13圖の通りである。

第13圖：直徑階別材積曲線



第41表：直徑對平均材積表

直 徑 cm	カラマツ純林 m³	トマツ純林 m³	混林カラマツ m³	混林トマツ m³
2	—	0.01	—	0.005
3	—	0.01	—	0.005
4	—	0.01	—	0.005
5	—	0.01	—	0.010
6	—	0.01	—	0.010
7	—	0.01	0.02	0.010
8	—	0.02	—	0.020
9	—	0.03	—	0.030
10	—	0.05	—	0.040
11	—	0.06	—	0.050
12	—	0.06	—	0.070
13	0.07	0.09	—	0.090

14	—	0.10	—	0.13
15	0.13	0.11	0.10	0.13
16	0.13	0.13	0.12	—
17	0.16	0.15	0.14	—
18	0.19	0.17	0.16	—
19	0.21	0.20	0.19	—
20	0.24	0.23	0.21	—
21	0.27	0.27	0.25	—
22	0.30	0.25	0.28	—
23	0.32	0.31	0.28	—
24	0.34	0.33	0.31	—
25	—	—	0.37	—
26	—	—	0.40	—

之に依つて観るに同一直徑とすればカラマツに於ては混林に比し純林の方が材積大きくトヤマツに於ては純林と混林の差別は判然認められない。而して純林トヤマツは混林カラマツよりは大きく純林カラマツよりは小さい傾向を示してゐる。何れも横軸に對して凸曲線を現してゐる。

(3) 樹高と幹材積の相關々係

樹高と材積との相關々係を相關係數及び相關比によつて表示すれば第42表の通りである。

第42表：樹高と材積の相關數値

種 別	相 關 係 數	樹 高 の 材 積 に 對 する 相 關 比	材 積 の 樹 高 に 對 する 相 關 比
カラマツ純林	$+0.684 \pm 0.046$	0.796 ± 0.032	0.707 ± 0.043
トヤマツ純林	$+0.802 \pm 0.022$	0.896 ± 0.012	0.878 ± 0.014
混林カラマツ	$+0.800 \pm 0.034$	0.904 ± 0.018	0.829 ± 0.030
混林トヤマツ	$+0.909 \pm 0.018$	0.996 ± 0.001	0.967 ± 0.007

相關數値は概してカラマツよりもトヤマツの方高い傾向あり、又兩樹種とも純林よりも混林の方が關係の程度が高い。此の關係は直徑と樹高の相關々係と同一である。又混林トヤマツに於て著しく高

次で純林カラマツに於て比較的低下である事もよく類似してゐる。

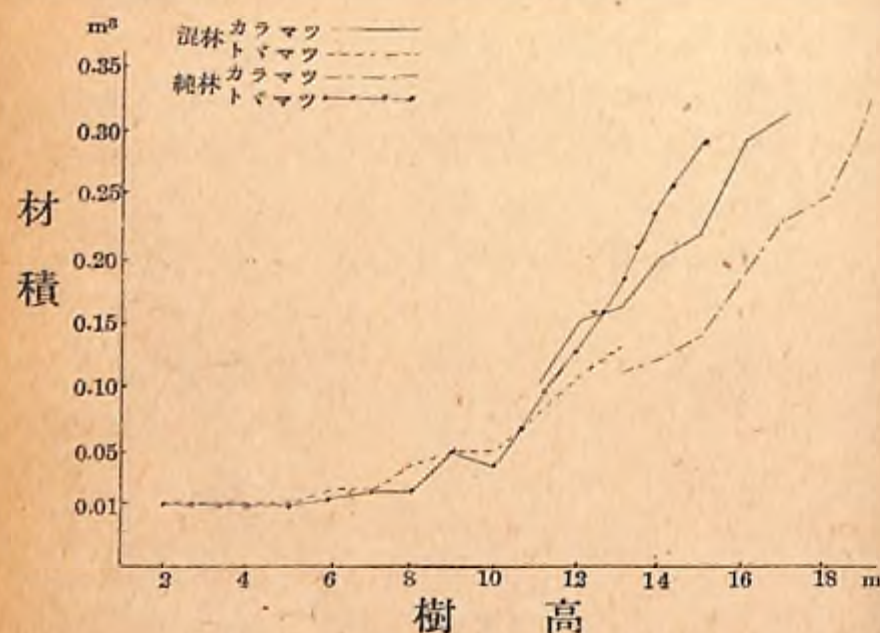
次に相關表によつて各樹高階に對する平均材積を算出すれば第43表の如くで又之によつて材積曲線を圖示すれば第14圖の通りである。

之に依つて観るに同一樹高とすればカラマツは混林の方大きくトヤマツに於ては純林と混林の差別は判然認められない。而して純林トヤマツの優勢木がカラマツを凌ぐ旺盛な生長を爲してゐる事は特記すべき價值がある。何れも横軸に對し凸曲線を示してゐる。

第43表：樹高對平均材積表

樹 高 m	カラマツ純林 m ³	トヤマツ純林 m ³	混林カラマツ m ³	混林トヤマツ m ³
2	—	0.01	—	0.005
3	—	0.01	—	0.005
4	—	0.01	—	0.010
5	—	0.01	—	0.010
6	—	—	—	0.020
7	—	0.02	—	0.020
8	—	0.02	0.02	0.040
9	—	0.05	—	0.050
10	—	0.04	—	0.050
11	—	0.09	0.10	0.080
12	—	0.13	0.15	0.110
13	0.11	0.18	0.16	0.130
14	0.12	0.25	0.20	—
15	0.14	0.29	0.22	—
16	0.19	—	0.29	—
17	0.23	—	0.31	—
18	0.25	—	—	—
19	0.32	—	—	—

第14圖： 樹 高 階 別 材 積 曲 線



IV 總 括

以上主として各生長要素に就いて記述した所であるが、更に本項に於て夫々の純林の比較、混林内の兩樹種の比較及び各樹種の純林と混林の生長比較を爲し要約せんとす。

(1) 單純植栽に於ける兩樹種の生長比較

カラマツ純林とトヤマツ純林に就いて主要點を比較要約すれば

1. 夫々林分の平均値について見ればトヤマツはカラマツに比し胸高直徑は77%，樹高は67%にして材積は58%に過ぎず、トヤマツの方生長遙に劣る事明白である。而るに林分總材積に於てはトヤマツ林の方多く 107%を示す。

2. 枝下高はトヤマツの方遙かに低い樹冠長及び樹冠直徑は大

なり。標準木の調査によればトヤマツは比較的梢殺である。

3. 本數曲線は形率と冠率を除き全部一致した偏り方をなしてゐる。歪度は胸高直徑、樹高、冠率に於てトヤマツ林の方大きく、他はカラマツ林大である。

4. 標準偏差及び變化係數は各要素とも總じてトヤマツ林の方著しく大であるが、陽性のカラマツ林に比し三級木の多い不齊陰樹林として當然であらう。

5. 相關の程度は直徑と材積に於て殆ど差が無く何れも高次の順相關を示し、直徑と樹高及び樹高と材積に於てはトヤマツ林の方遙に高く特にカラマツ林が低値を示してゐる事は注意を要す。

6. 同一直徑に對する樹高、材積は何れもカラマツ林大に又同一樹高に對する材積もカラマツ林の方大である。

(2) 混淆植栽に於ける兩樹種の生長比較

混淆林内のカラマツとトヤマツに就いて主要點を要約すれば、

1. 夫々の平均値に就いて比較對照すればトヤマツはカラマツに對し胸高直徑は41%，樹高は48%，材積は15%に過ぎず純林の場合に比し遙に大きな隔差が現れてゐる。林分内本數はトヤマツ少くカラマツの90%なるもカラマツは混林總蓄積の88%を占めトヤマツは僅に12%に過ぎない。

2. 枝下高はトヤマツ遙に低く樹冠長、樹冠直徑もカラマツの70%に満たない。而して標準木の調査によればトヤマツは甚しく梢殺である。

3. 本數曲線は直徑、枝下高、樹冠直徑、冠率に於てトヤマツは左偏しカラマツは右偏し他は一致してゐる。歪度は區々であるが材積に於てカラマツは極めて小さく、トヤマツは極めて大きい數値を示してゐるが之は上木と下木關係の特徴の現れと言へる。

4. 標準偏差は區々であるが變化係數は形率を除きトヤマツの方遙

に大きく林分として極めて不齊形であると言へる。

5. 相關の程度は直径と材積に於て殆ど差が無く何れも高次で順相關を示し、直径と樹高、樹高と材積はトマツの方遙に高く純林の比較の場合と良く一致してゐる。

6. 根系は本林地に於てカラマツは心根型であるに對し、トマツは平根型であり、ナラは杭根型を呈し三者夫々型を異にしてゐる。何れも側根を主とするもカラマツの方優勢でトマツは機械的に進展を阻碍せられてゐる。

(3) 單純植栽と混淆植栽のカラマツの生長比較

純林と混淆林のカラマツに就いて主要點を要約すれば、

1. 夫々の平均値に就いて比較對照すれば混林は純林に對して胸高直径は 106%、樹高は 86%、而して材積は 99% を示し殆ど差を認められない。林分總蓄積は混林は純林の 78% (本數 79%) である。

2. 枝下高は混林低く純林の 72% を示し樹冠の長さ、直径は何れも混林の方大であるが疎生林分として當然の結果と思はる。標準木に就いて調査の結果形數は混林の方少値で純林の 88% を示し、純林の方完満度大であると言へる。

3. 本數曲線は純林、混林何れも材積は左偏し他は全部右偏し良く一致してゐる。歪度は區々である。

4. 標準偏差及び變化係數は各要素とも混林大、純林小である。即ち林型は純林の方一齊的であると言へる。

5. 相關の程度は直径と材積は双方とも極めて高次である直径と樹高、樹高と材積は混林の方が高い。純林に於て直径と樹高の相關程度低いのは直径の小なるものと雖樹高比較的高い爲で林分として一齊林型をなしてゐる證左に外ならない。

6. 同一直径とすれば樹高は純林の方高く曲線は平行してゐる。又同一直径とすれば材積も純林の方多く曲線は平行してゐる。而し同

一樹高に對する材積は混林の方が多い。

(4) 單純植栽と混淆植栽のトマツの生長比較

純林と混淆林のトマツに就いて主要點を要約すれば

1. 夫々の平均値に就いて比較對照すれば混林は純林に比し胸高直径は 57%、樹高は 62%、材積は 26% に過ぎず、林分總蓄積は 10% (本數比率 39%) に過ぎない。

2. 枝下高及び樹冠の長さは混林は純林に對し 60% 余に過ぎず、樹冠直径は 83% を示してゐる。形數は混林の方純林の 93% で樹高の小なる程形數大なるべきであるが、混林内のトマツは甚しく梢殺なる事を示すに外ならない。

3. 本數曲線の偏り方及び歪度は双方區々で一致しない。樹高の歪度は兩者曲線右偏するも純林の方極めて大きく、混林極めて小さい。又材積の歪度は兩者曲線左偏するも混林極めて大きく、純林極めて小さいのが特徴である。

4. 標準偏差は一般に純林の方大なるも變化係數は反對に混林の方大である。

5. 相關の程度は直径と材積に於て殆ど差が無く高次の順相關を示し、直径と樹高、樹高と材積は混林の方高く何れも殆ど完全な關係を示してゐる。

6. 同一直径に對する樹高は一般に純林の方高い傾向を示すが直径に對する材積、樹高に對する材積の關係は曲線が殆ど重複し差が認められない

V 結 言

本調査は將來の推移に對する基礎となるべきものであるが比較研究の結果に基き考慮せられる二、三の事項に就き記述せんとす。

(1) 陽性にして生長早く伐期の低いカラマツに配するに陰性に

して生長遅く伐期の高いトマツを以てする混淆林造成は適切であると考へられ、又カラマツ林は本来先驅者としての大きな使命を有するが、諸害に對する抵抗力弱く且樹性として立地に對する保続性少い爲地力維持の上からもトマツを混植する事は合理的と考へられる。

(2) 兩樹混植地は將來トマツ林となるべきものであり、其撫育はトマツに對し不斷の考慮が必要で既述したる如くカラマツの取扱が當を得ない時は下木としてのトマツは瀕死の状態を呈するに至り所期の目的に沿はない。即ち混淆林の成否は樹種の陰陽のみを以ては決し難く、多分に高級なる技術を必要とする所で供試混林地に於ても上木としてのカラマツに對する取扱が一部當を失してゐたと思はれる點が少くない。

(3) 各林分の平均生長量を本道收額表に比較對照するに

種 別	純カラマツ	混カラマツ	純トマツ	混トマツ
直 徑	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ
樹 高	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ

の如く夫々該當等級を附する事が出来る。之により生長の概要を推察し得るが、形体的性質としてはトマツは論外としてカラマツは混林に比し純林の方枝下高高く、完満度大、一齊的で概して優秀なる傾向を認め得る。

(4) 混淆林の特徴を充分發揮せしめるには散生混淆或は交互列狀混淆が適切であるとせられるが、撫育が極めて困難である故寧ろ兩樹の群狀混淆が理想的であると考へるものである。群狀部の中心は純林の性質を帯び、周邊は混淆林の性質を帯びる事となるが、兩樹種とも純林として生育する方有利の點もあり且混淆林の性質をも同時に發揮する事が可能であり撫育も比較的容易である事から、群狀混淆植栽を推奨するものである。群狀部の大さは簡単に決し難いが

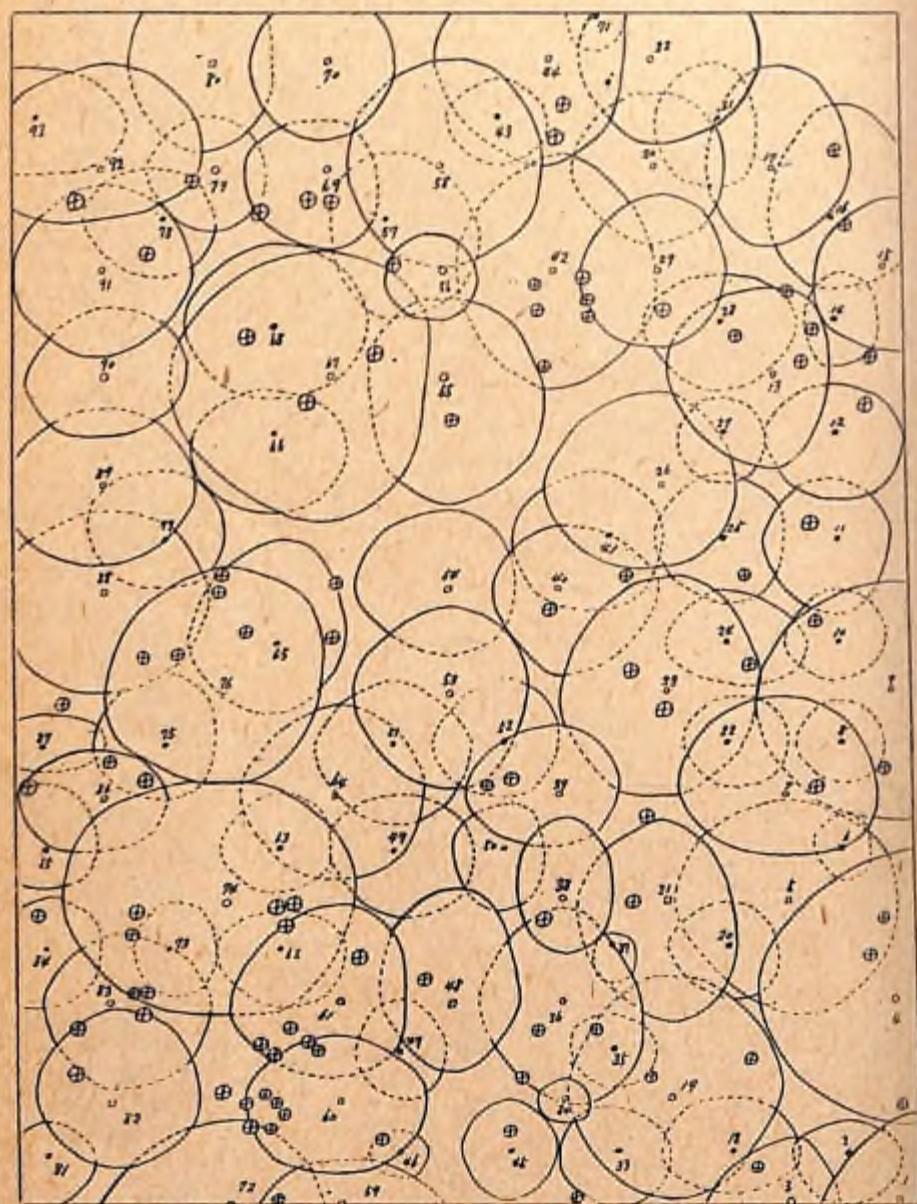
カラマツ跡地の天然更新を期する意味に於ては群の直徑は樹高の約二分の一程度が適當と思はれるが尙今後の調査に俟たねばならぬ。

(5) 外部から侵入したる潤葉樹は殊に針葉樹純林の場合等に於ては針潤混淆の良性質を與へる事から、大きな支障を來さぬ限り成る可く保存すべきものと考へられ、除伐と稱し目的以外の樹種として全部除去する事は不當と思はれる。

(6) 現在本道各地に成育するカラマツ林に對し主伐前トマツ等の下木植栽を行ふ事は必須の問題と考へられるが、トマツと雖長ずるに及び可成り陽性となるを以て其際カラマツは相當強度の伐採を必要とする事言ふ迄もない。

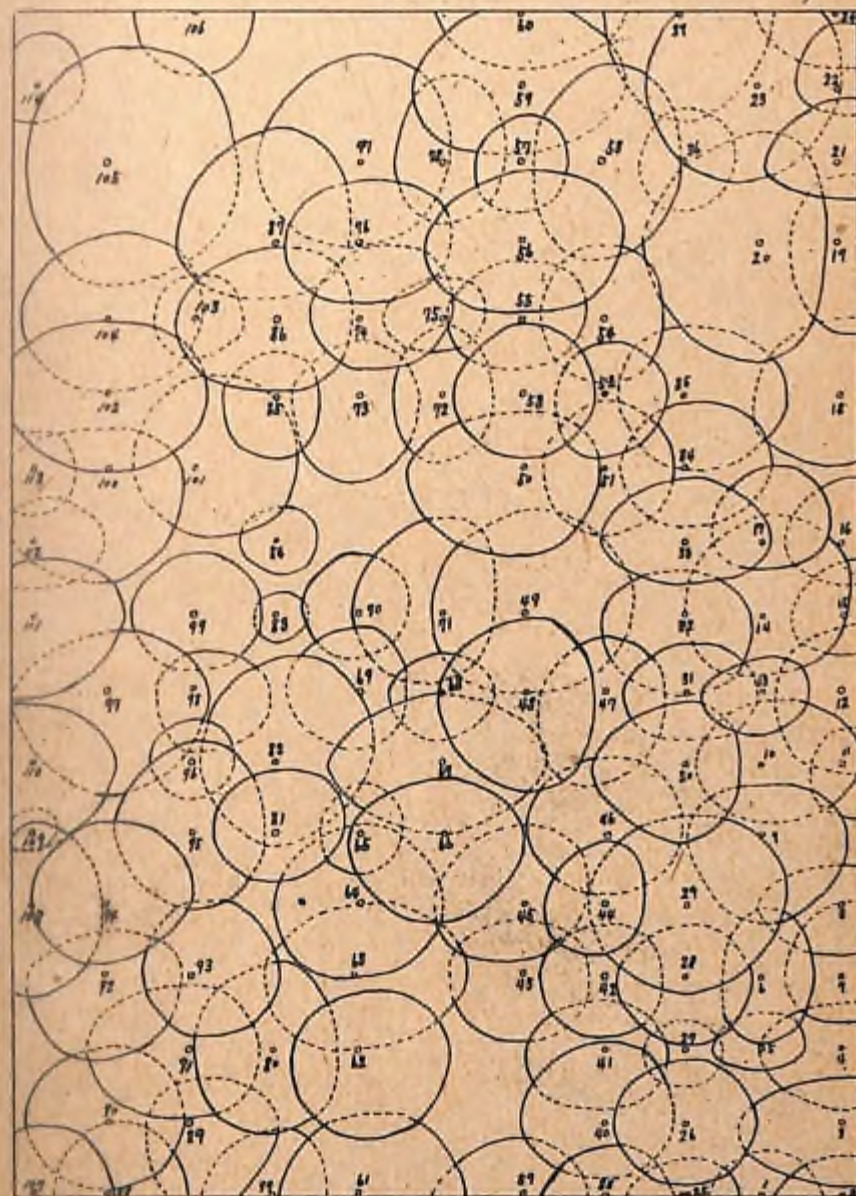
(7) カラマツとトマツの根系を調査の結果兩樹種とも林冠の疎開したる空間下に於て多く分岐擴張してゐる傾向を認められたが、此の現象は地面への降下雨量と密接な關係あるものと考へられる。又被壓されてゐるトマツの根はカラマツの根に依つて機械的に擴張を阻止されてゐる事が認められた。

第15圖： カラマツ、トマツ混植地樹冠投影圖 $\frac{1}{200}$
但しナラは根株の位置を示す

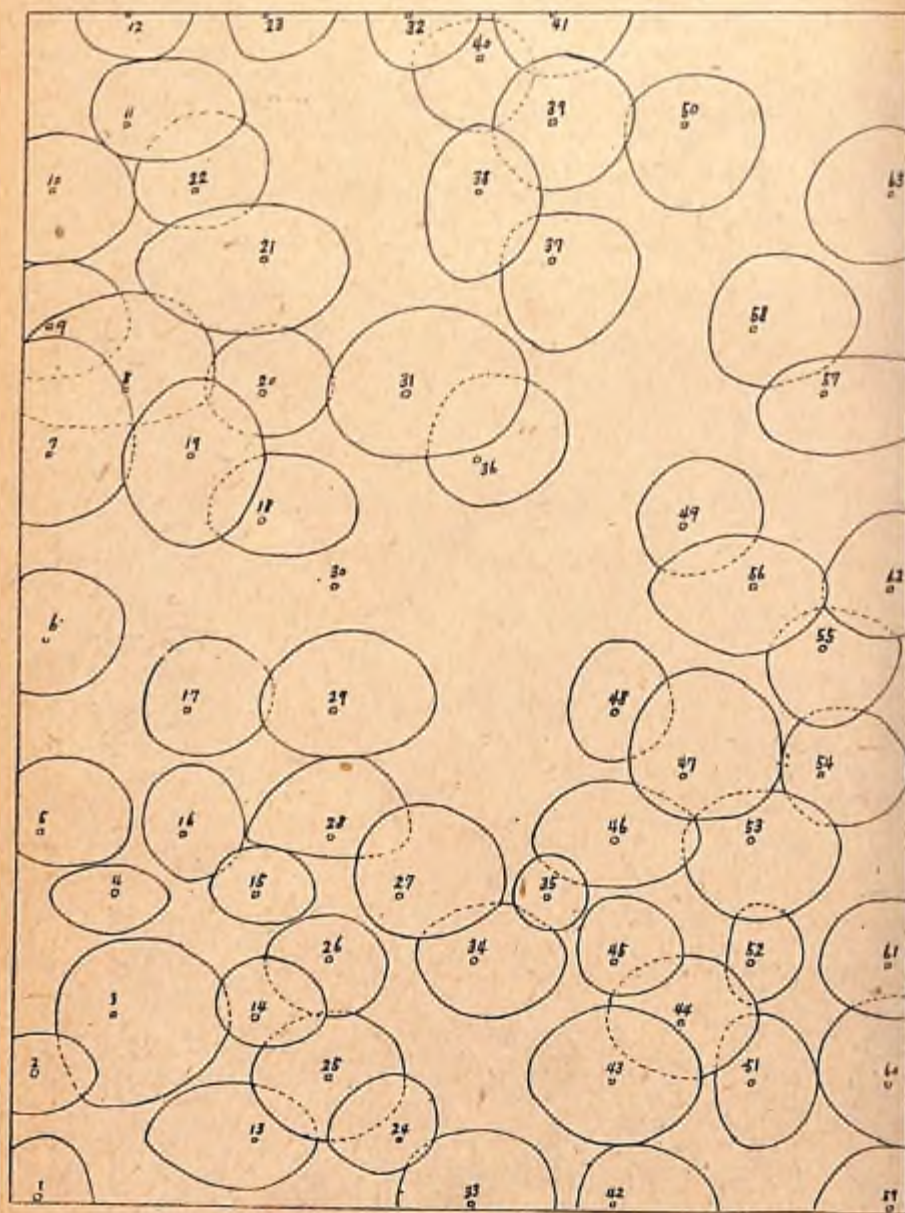


○カラマツ ●トマツ ⊕ナラ

第16圖： トマツ純林地樹冠投影圖 $\frac{1}{200}$



第17圖： カラマツ純林地樹冠投影圖 $\frac{1}{200}$



實 圖 1. カラマツ、トマヤツ混植地



實 圖 2. カラマツ及びトマヤツ純林



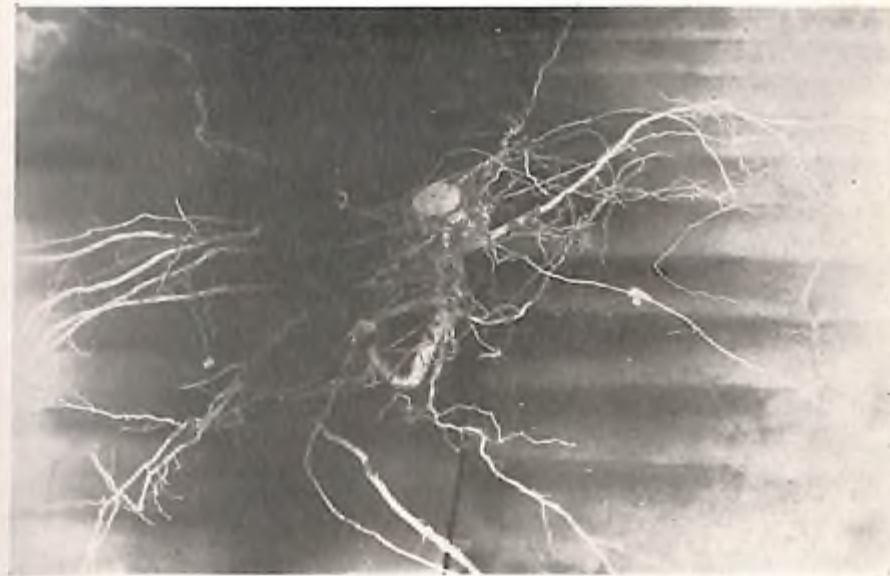
寫眞 3. カラマツの根系



寫眞 4. トママツの根系



寫眞 5. ナラの根系



寫眞 6. トママツ優木の根系



昭和十七年八月十日 印刷

昭和十七年八月十五日 發行

北海道林業試驗場

(北海道江別町野幌)

印刷人 金 井 恒 喜

札幌市南二條西五丁目

印刷所 (北札49) 共水堂 金井印刷所

札幌市南二條西五丁目

電話一七〇一番・一七〇二番