



北海道林業試験場時報

第 2 9 號

カラマツ假導管長の年齢及び 地上高による變化

(パルプ資材としての北海道産樹種の研究
並に其の育林的考察 第二報)



北海道林業試験場

北海道江別町野幌

昭和 16 年 2 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ことにす。

昭和16年2月10日

北海道林業試験場長

技師 服部 正 相

カラマツ假導管長の年齢及び 地上高による變化

(パルプ資材としての北海道産樹種の研究
竝に其の育林的考察 第二報)

平 井 信 二

緒 言

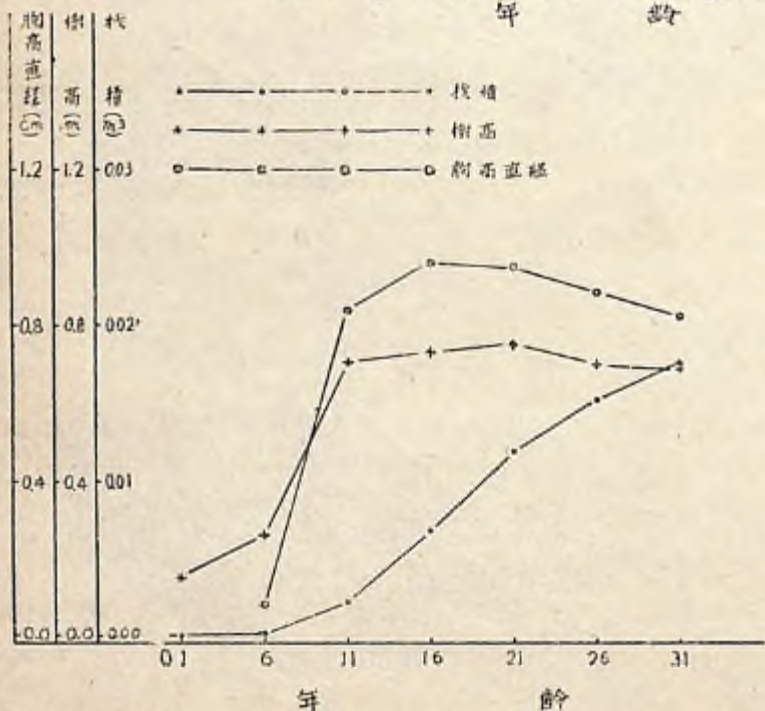
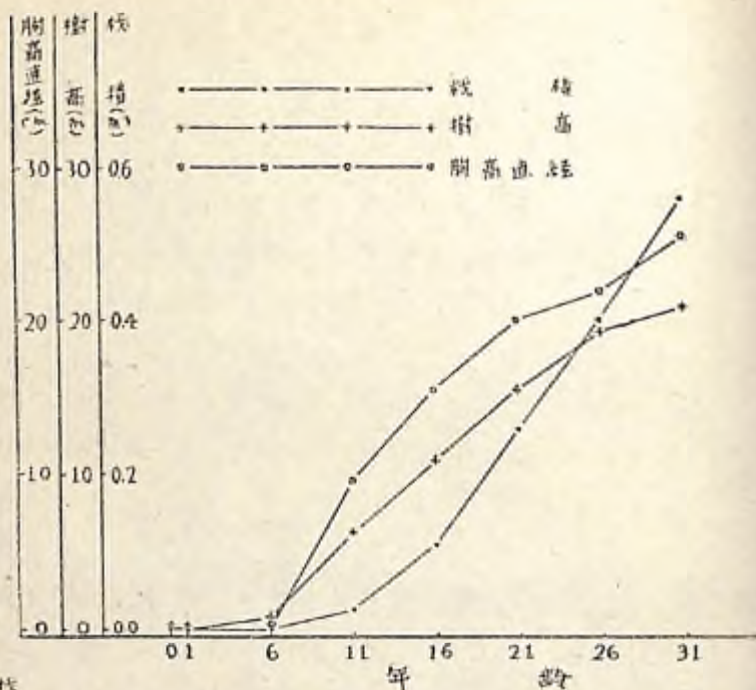
既に第一報として¹⁾ 天然生アヲトドマツ假導管長の年齢及び地上高による變化を報告したが、之に對照するものとして、北海道に於ける主要人工植栽樹種の一たるカラマツ *Larix leptolepis* GORDON (Syn. *L. Kaempferi* SARGENT) に就き研究した結果を述べ、そのパルプ資材としての將來性に言及したいと思ふ。

本研究の御指導を賜りたる場長石原供三博士、北村義重技師に深甚の謝意を表し、又測定計算に助力を得た小川常夫君に感謝する。

供 試 材 料

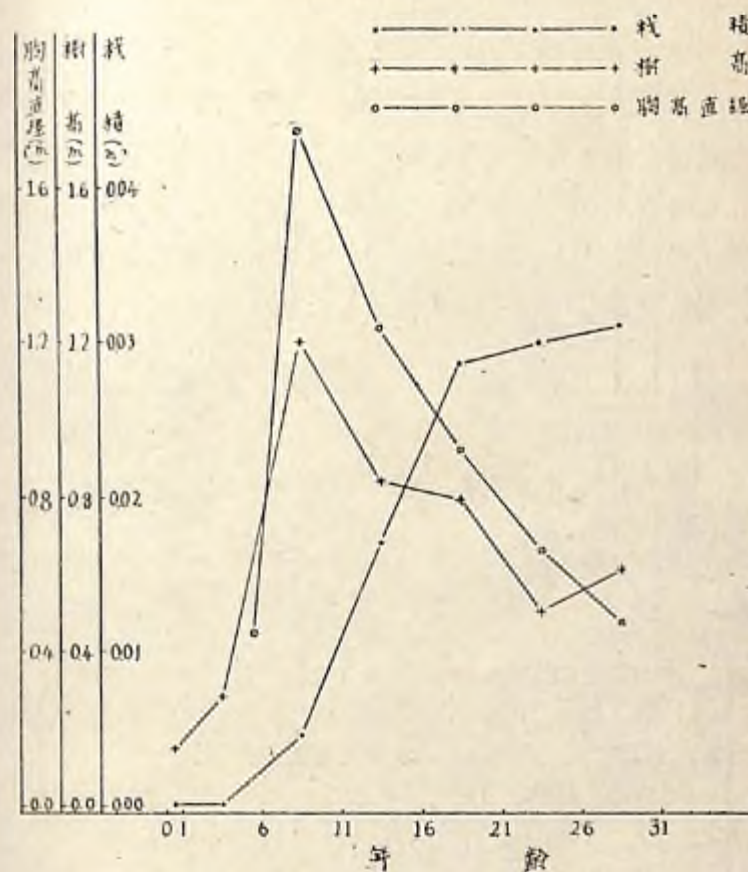
供試材料は野幌國有林第 III 施業區北 2 線 3 號に明治 42 年秋植栽されたもので、昭和 13 年 5 月 22 日伐採、樹令 31 年、皮付胸高直徑 26 cm、樹高 21.25 m、枝下高 11.80 m、材積 0.5547 m³ である。その生長經過は第 1 圖乃至第 3 圖に示す如くである。

第一圖 總生長曲線



第二圖 平均生長曲線

第三圖 連年生長曲線



測定及び計算方法

第一報に同一であるが、今度は南側の資料に就てのみ測定した。又アヲトドマツの場合、年齢には伐採點（地上 0.3 m）に於ける年輪數を用いたが、カラマツでは眞正の經過年數によつた。測定數は 1 資料に就き 500 個以上 1500 個に及んでゐるが、之は算術平均の標準誤差 0.030 mm 以下になる迄測つたのである。

測定結果

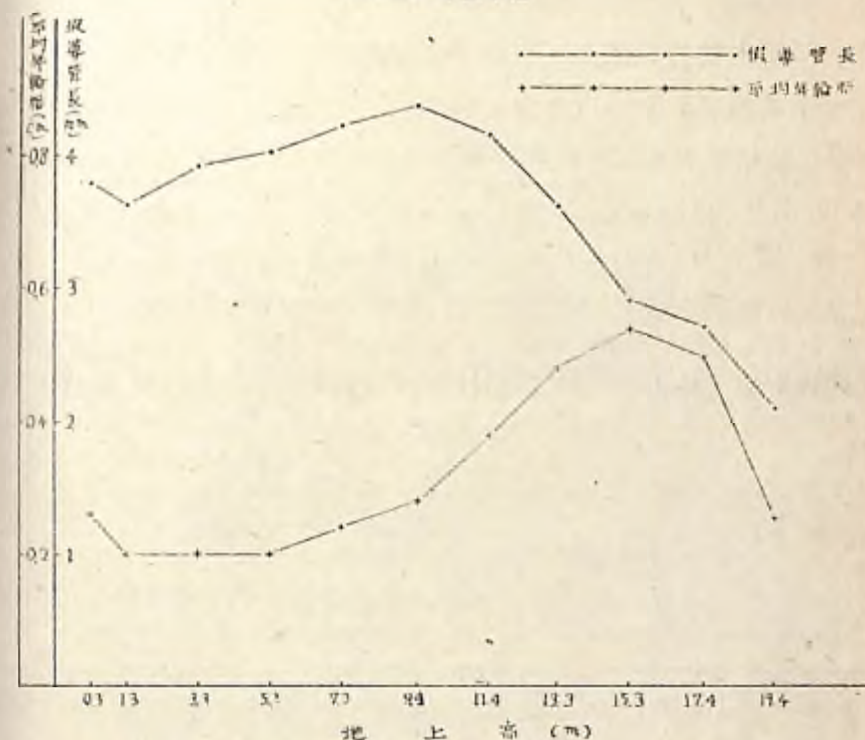
(1) 假導管長の地上高による変化

地上高別各断面の最外側5個年輪、即ち27—31年生年輪に就き測定した結果を第1表、その中算術平均を第4圖に示す。即ち大凡 Sanio 第2法則 [(10) S. 402.] に適合してゐて、始め地上高を増すにつれ次第に長さ大となり、地上9.4 mに於て最大を示し、之より稍急速に長さを減じ、梢端部では著しく短くなる。而して最大假導管長を示す地上9.4 mの點は樹幹全長の $\frac{1}{2}$ 近くに相當してゐる。地上0.3 mから1.3 mに向つて假導管長が少しく減少してゐるのはカラマツの特性であるか、此の測定された個體の變異であるか明かでない。

第一表 假導管長の地上高による変化
27—31年生年輪

地上高 m	平均 年輪 幅 cm	計測 數	算術平均 mm	並 數	中 央 値 mm	最大 値 mm	最小 値 mm	標準偏差 mm	變異 係數	歪 度
0.3	0.26	1250	3.799±0.026	4.077	3.892±0.032	5.833	0.556	0.912±0.018	24.00	-0.305
1.3	0.20	1250	3.617±0.024	3.625	3.620±0.030	5.944	1.056	0.850±0.017	23.50	-0.088
3.3	0.20	1000	3.925±0.029	4.024	3.958±0.036	6.722	1.667	0.916±0.020	23.34	-0.108
5.3	0.20	1250	4.042±0.027	4.165	4.083±0.034	6.111	1.056	0.949±0.019	23.49	-0.130
7.3	0.24	1000	4.223±0.029	3.891	4.112±0.036	6.444	1.278	0.896±0.020	21.21	+0.371
9.4	0.28	1000	4.376±0.026	4.671	4.474±0.033	6.389	0.944	0.836±0.019	19.10	-0.353
11.4	0.38	1000	4.160±0.028	4.446	4.262±0.036	6.111	0.500	0.897±0.020	21.56	-0.341
13.3	0.48	850	3.643±0.028	3.599	3.628±0.035	6.389	1.056	0.823±0.020	22.58	+0.053
15.3	0.54	850	2.934±0.027	3.864	3.244±0.034	4.889	1.167	0.792±0.019	27.00	-1.175
17.4	0.50	500	2.732±0.029	3.120	2.861±0.036	4.444	0.833	0.650±0.021	23.81	-0.596
19.4	0.26	500	2.126±0.027	2.258	2.170±0.034	4.389	0.889	0.608±0.019	28.59	-0.218

第四圖 假導管長の地上高による変化
27—31年生年輪



(2) 假導管長の年齢による変化

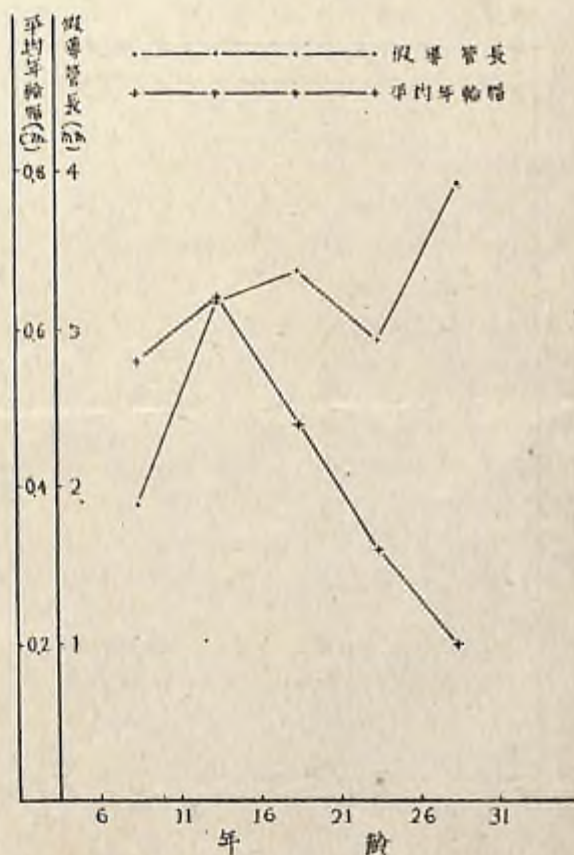
地上0.3 m, 3.3 m, 5.3 m, 9.4 m, 15.3 mに於ける假導管長の年齢による変化、即ち樹心部より外方皮部にかけての変化は第2表に示す如く、その算術平均を圖示すれば第5圖乃至第9圖となる。何れの断面に於ても中心部は假導管長極めて小で、外部に向つて急激に長さを増してゐる。供試樹の年齢未だ約30年なる爲、假導管長の略一定となる域 (Sanio 第1法則 [(10) S. 402.]) に達してゐないが、最下断面地上0.3 mのものに就て見れば、樹齡20年頃で假導管急速伸長期から緩慢伸長期 [(6) p. 117.] に移行してゐる。之をアフトドマツに比すれば著しく早い事が明かである。即ちアフトドマツの場

合は [(3) p. 576.] 30 年を境界としてゐたが、アフトドマツの樹齡は地上 0.3 m に於ける年輪數に基いたものであるから、その間更に相違がある事を認めねばならぬ。又之に關聯して曲線の勾配がアフトドマツよりも著しく急である。

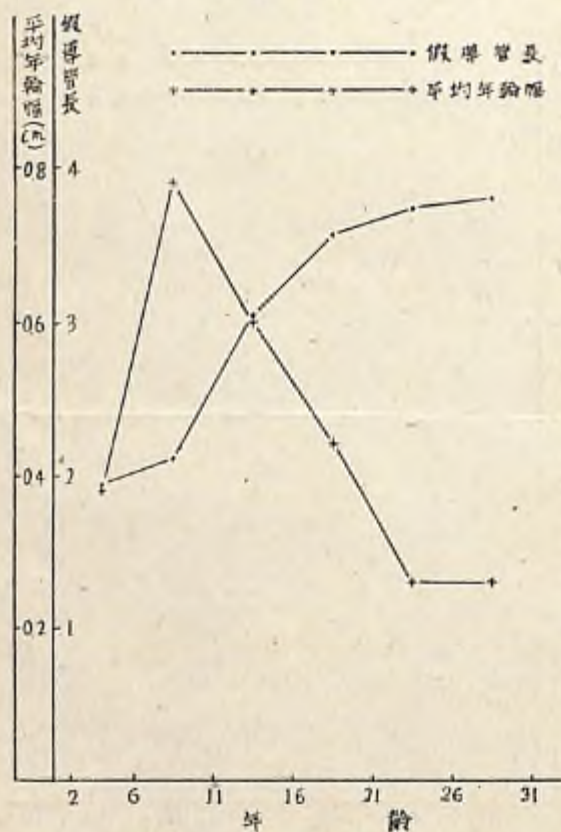
第二表 假導管長の年齡による變化

地上高 m	年 齡	平均 年輪 幅 cm	計測 數	算術平均 mm	並 數	中 央 値 mm	最 大 値 mm	最 小 値 mm	標準偏差 mm	變異 係數	歪 度
0.3	3-6	0.38	500	1.935±0.025	1.658	1.843±0.031	3.889	0.556	0.560±0.018	28.90	+0.495
	7-11	0.78	750	2.101±0.028	1.886	2.030±0.035	4.167	0.444	0.761±0.020	36.22	+0.283
	12-16	0.60	750	3.026±0.027	3.281	3.111±0.033	4.667	0.722	0.727±0.019	24.04	-0.351
	17-21	0.44	750	3.550±0.027	3.660	3.587±0.033	5.278	1.111	0.732±0.019	20.61	-0.150
	22-26	0.26	1500	3.718±0.023	3.917	3.785±0.028	6.111	1.000	0.878±0.016	23.61	-0.226
	27-31	0.26	1250	3.799±0.026	4.077	3.892±0.032	0.833	.556	0.912±0.018	24.00	-0.305
3.3	7-11	0.56	750	1.884±0.027	1.804	1.857±0.034	3.778	0.278	0.738±0.019	39.20	+0.108
	12-16	0.64	750	3.174±0.029	3.012	3.120±0.036	5.056	0.944	0.789±0.020	24.86	+0.205
	17-21	0.48	1000	3.377±0.027	3.553	3.436±0.034	5.556	1.278	0.870±0.019	25.75	-0.202
	22-26	0.32	750	2.931±0.019	2.917	2.926±0.024	5.167	1.000	0.533±0.014	18.19	+0.026
	27-31	0.20	1000	3.925±0.029	4.024	3.958±0.036	6.722	1.667	0.916±0.020	23.34	-0.108
5.3	9-11	0.33	500	1.718±0.022	1.555	1.660±0.028	3.000	0.556	0.492±0.016	28.63	+0.351
	12-16	0.82	500	2.732±0.028	2.620	2.694±0.035	4.444	1.389	0.630±0.020	23.07	+0.177
	17-21	0.54	1000	3.732±0.026	3.776	3.746±0.033	5.556	1.556	0.818±0.018	21.92	-0.054
	22-26	0.20	1000	4.186±0.025	4.398	4.257±0.032	5.778	2.056	0.801±0.018	19.14	-0.264
	27-31	0.20	1250	4.042±0.027	4.165	4.083±0.034	6.111	1.056	0.949±0.019	23.49	-0.130
9.4	13-16	0.58	750	1.814±0.025	1.597	1.741±0.032	4.000	0.556	0.690±0.017	38.05	+0.315
	17-21	0.82	1000	3.291±0.026	3.590	3.391±0.033	5.389	0.778	0.835±0.019	25.36	-0.358
	22-26	0.40	1000	4.028±0.024	4.175	4.077±0.029	6.111	1.944	0.744±0.017	18.47	-0.198
	27-31	0.28	1000	4.376±0.026	4.671	4.474±0.033	6.389	0.944	0.836±0.019	19.10	-0.353
15.3	20-21	0.20	500	1.653±0.020	1.569	1.625±0.025	2.944	0.667	0.449±0.014	27.16	+0.188
	22-26	0.58	500	2.520±0.029	2.124	2.388±0.036	4.111	1.111	0.650±0.021	25.77	+0.610
	27-31	0.54	850	2.934±0.027	3.864	3.244±0.034	4.889	1.167	0.792±0.019	27.00	-1.175

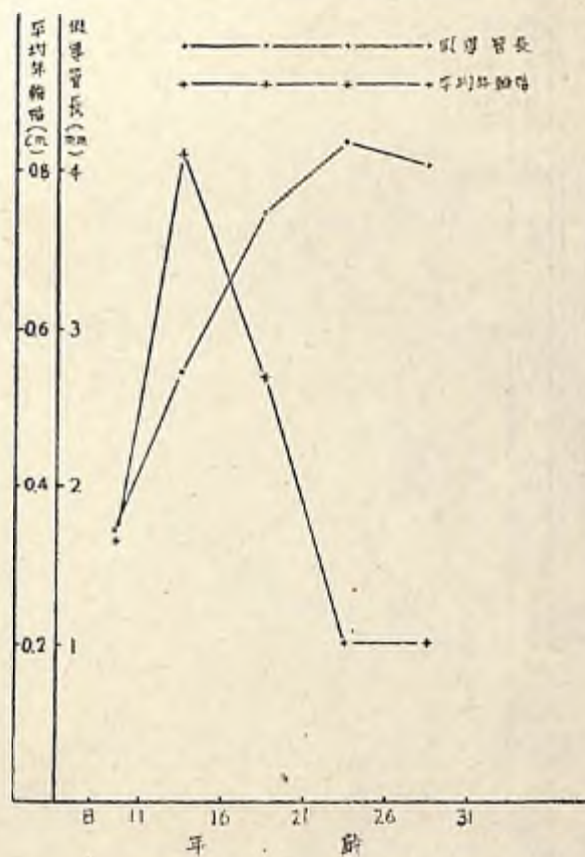
第五圖 假導管長の年齡による變化
地上 0.3 m



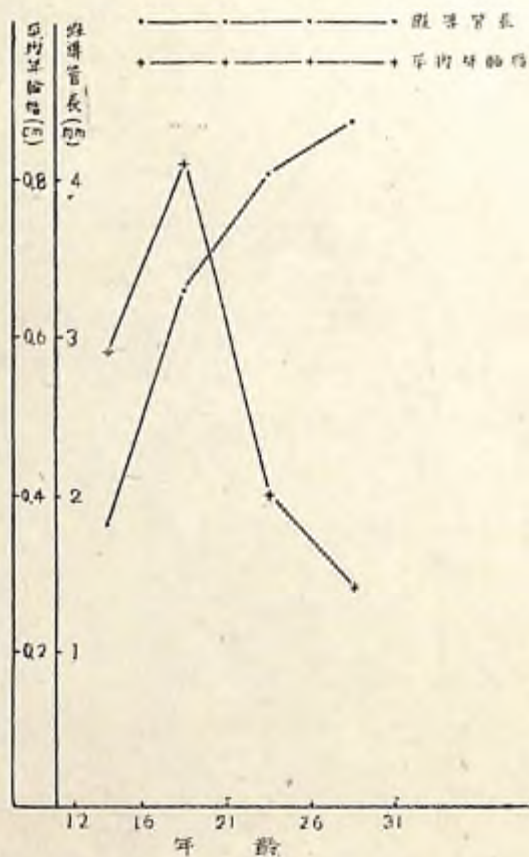
第六圖 假導管長の年齢による變化
地上 3.3 m



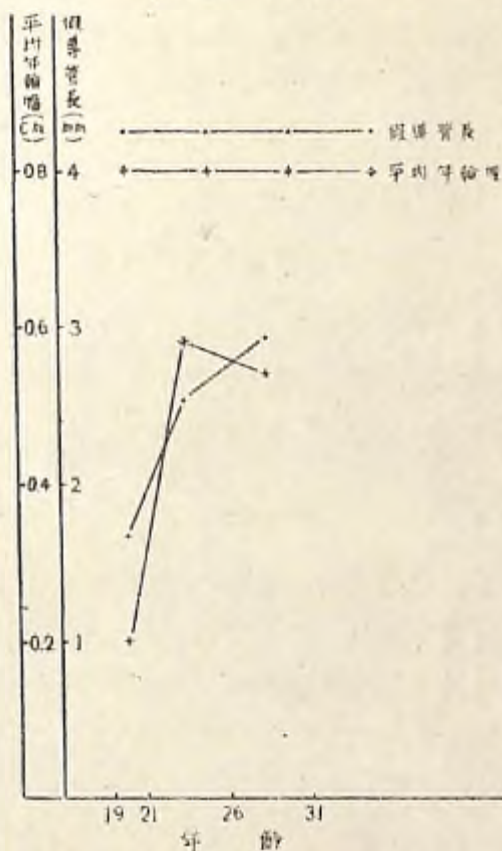
第七圖 假導管長の年齢による變化
地上 5.3 m



第八圖 假導管長の年齢による變化
地上 94 m



第九圖 假導管長の年齢による變化
地上 15.3 m



(3) 年輪幅と假導管長との關係

供試樹の樹齡未だ若くして假導管緩漫伸長期若くは安定期に殆んど入つてゐない爲、各圖に見る如く平均年輪幅と假導管長との關係は明かでない。

(4) 假導管長度數分布曲線の形

各資料毎の度數分布曲線の形は各表に於ける最大値、最小値、標準偏差、變異係數、歪度から判斷し得られる。標準偏差は假導管の

長い所で大きく、短くなるにつれ小となる。之に反し變異係数は假導管短き所に大で、漸次長くなるにつれ小となるが、著しく長い部分では又稍大となる傾向がある。而してアヲトドマツに比較すれば一般に變異が大である。歪度は一の場合が多く、爲に度数分布曲線は概ね右偏形であるが、假導管長の極めて小なる所では十を示し、度数分布曲線は左偏形となる。

パルプ資材としての考察

北海道に於ける人工植栽樹種としてカラマツはその先驅をなし、明治 25 年以來各地で造林されて、その面積は國有林、民有林では次の如くである（昭和 13 年 3 月末現在、造林課調査）。

國 有 林	11,909-ha
民 有 林	48,161

その材は主として鑛業用材（坑木）、土工及橋梁用材、電柱用材、小用材となり、又建築用材、枕木用材としての使用も試みられてゐる。併しパルプ原料としては從來エゾマツ・トドマツ類が大部分を占め、他樹種の介入する事は殆んど無かつたが、近年パルプ増産の趨勢はエゾ・トド類に止るを許さず、凡ゆるパルプ資源を總動員すべく、又進んでパルプ資材目標の人工造林が目論まれつつある。こゝに於て從來技術的見地から顧られなかつたカラマツもその主要な一要素として考慮されねばならない。カラマツ屬の既往の研究結果を綜合し、そのパルプ資材としての地位を検討したものに既に西田氏⁹⁾の解説があるが、茲ではカラマツ纖維長測定結果を顧慮して、製紙パルプ資材としての將來性を前報 アヲトドマツと比較しつつ述べたい。

樹體の最外側部分に於けるカラマツ假導管長の地上高による変化を見れば地上 15 m 迄はその長さ 3 mm 以上であり、それより樹梢部

はかなり短小となる。年齢による変化を見るに 3 mm に達するのは 15 年附近で、アヲトドマツの 30 年に比すれば著しく早く、又尙もその長さを増加しつつある故、假導管長の略安定せる時の長さもアヲトドマツに比して大となるものである。従つて急速に長さを増す事と安定域の假導管長大なる事との二項は、樹體全體として同年齡のものを比較した場合、カラマツの平均假導管長はアヲトドマツより著しく長き事を示すものである。即ち纖維の長さの點のみより見れば、カラマツは纖維資材として遙かに有利である。

次に生長量に就ては、輕川地方落葉松收額表によれば [(8) pp. 7—8], I—III 等地を通じ 35 年にして平均生長量略最大に達してゐる。又長野縣地方では [(16) 第 14 表], I 等地 30 年, II 等地 40 年, III 等地 50 年, 愛媛縣別子地方では¹⁰⁾, I 等地 35 年, II 等地 40—50 年, III 等地 50 年, 朝鮮では [(2) pp. 94—97]¹¹⁾, I—III 等地を通じ 15—20 年である。即ち假導管の急速伸長と相俟つて短伐期施業の適當なるを示してゐる。

更にカラマツ [(8) pp. 7—8] 及びトドマツ人工造林⁴⁾の 30 年に於ける 1 ha 當り主林木幹材積を比較して見ると

地 位	I m ³	II m ³	III m ³
カ ラ マ ツ	315	260	210
ト ド マ ツ	144	93	48
比 率	2.19	2.89	4.83

の如く生長量に甚大の差がある。

然らばパルプ資料としての化學的性質は如何であらうか。カラマツ類 Larix spp. 原木の化學的成分分析結果によれば他のパルプ用針葉樹材に比して主要成分は大なる徑庭なく [(5), (12), (15)], 樹脂分の

註 地位指數 55 を I 等地, 45 を II 等地, 35 を III 等地とす。[(2) p. 109.]。

如きも反つて赤松よりも少いとの結果¹⁵⁾が出てゐて、製紙用パルプ資材として十分用ひ得るものであり、又人絹・人織パルプ資材としての可能性も考へられる。併し實際パルプ製造を行ふに際しては材質緻密なる爲蒸解はかなり困難なるものの如く〔(1), (7), (13)〕又樹脂分の分布不均一なる爲、樹脂禍のおそれある事が云はれてゐる¹⁾。しかし乍ら之等はいづれも適当な蒸煮法によつて技術的に解決し得ると考へられるものであり、又現に各方面に於てその努力がなされつつある故、内地に於けるアカマツと共に、カラマツは今後主要なるパルプ資材用造林樹種たり得るものと考へる。既に北鮮製紙化學工業株式會社吉州工場では人絹パルプ資材としてテウセンカラマツ *Larix dahurica* TURCZANINOW var. *Principis Rupprechrü* REHDER et WILSON を用ひ始め、昭和12年に原木20萬石を消費してゐる〔(16) p. 67.〕。

總 括

野幌國有林人工植栽の31年生カラマツに於ける假導管長の年齢及び地上高によつて變化を測定して次の結果を得た。

(1) 地上高による變化は最外側の部分では概ね Sanio 第2法則に従ひ、地上9.4mで最大に達し、之より梢頭に向つてかなり急激に減少する。最大假導管長出現地上高9.4mは樹高の $\frac{1}{2}$ に近い。

(2) 年齢による變化は Sanio 第1法則の示す如く樹心部より外部にかけて20年生頃迄急速にその長さを増し、以後も漸増してゐる。アヲトドマツに比すればその伸長の度は遙に速い。

(3) 樹體全部の平均假導管長はアヲトドマツに比較して著しく長い。

(4) 假導管長の變異に關し、その絶對撒布度は長き部分に於て大、短き部分に於て小であるが、比較撒布度は概ね之と反對で、只

假導管長著しく長き部分では稍大となる傾向がある。アヲトドマツに比較すれば絶對撒布度、比較撒布度共に大である。

(5) 各部分毎の假導管長度數分布曲線の形は概ね右偏形であるが、ごく短い部分では左偏形となる。

又製紙パルプ資材としてのカラマツの適合性を考察して見ると

(1) 纖維は早く長くなり、且全體としてアヲトドマツよりも長い。

(2) 植栽林の生長量はアヲトドマツよりも著しく大で、平均生長量最大は35年頃に達する。

(3) 化學的性質はパルプ資材として十分可能性あるを示す。の三點より、北海道に於ては製紙パルプ資材を目的として短伐期造林を行ひ得る主要なる樹種と考へる事が出来る。

引用文 献

纖維長に關する主要文献は第1報に掲げた。

- 1) 福田祐作・道邊繁治・山田勝：パルプの研究、(第4報)、樟太産、朝鮮産パルプ材、滿洲産主要針葉樹及各地産落葉松の蒸解比較試験、纖維素工業、XIII—11, 447—451頁、(1937)。
- 2) 林奉治：朝鮮に於ける内地カラマツ植栽林の生長及收穫の研究、朝鮮林業試験場報告、24, 1—146頁、(1937)。
- 3) 平井信二：パルプ資材としてこの北海道産樹種の研究、並に其の育林的考察(第1報)、アヲトドマツ假導管長の年齢及び地上高による變化、昭和十三年度日本林學會大會講演集、573—585頁、(1939)；北海道林業試験場時報、11, 1—19頁、(1938)。
- 4) 北海道廳：トドマツ人工造林收穫表、(1936)。
- 5) 伊藤友義：パルプの研究(第2報)、内地、北朝鮮、北海道各地方産落葉松の分析、纖維素工業、XIII—1, 4—5頁、(1937)。
- 6) 兼次忠藏：木材組織並に木纖維に關する研究(1)、南部赤松(*Pinus densiflora* Sieb. d. Zucc.)の假導管長に就いて、齊藤報恩會事業年報、10, 73—156頁、(1934)。

- 7) 三浦伊八郎・右田仲彦：パルプ原料林造林用樹種の研究（第1報），北海道に於ける造林樹種の研究，昭和十三年度日本林學會大會講演集，641—662頁，（1939）。
- 8) 中島廣吉：落葉松の生長に就て，北海道林業會報，XXVIII—325，4—9頁，（1930）。
- 9) 西田乾二：パルプ原料についての諸研究（IX），各論木材編，（カラマツ屬），人絹界，VI—3，4—7，3頁，（1938）。
- 10) Sanio, K.: Ueber die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*). Jahrb. f. wissensch. Botanik VIII SS. 401—420. (1872).
- 11) 猿谷嘉吉：愛媛縣別子地方からまつ林收穫表。早尾丑磨：日本主要樹種林分收穫表，134—136頁，（1933）。
- 12) 志方益三・馬鐘國：人絹パルプ用材並に人絹用パルプの研究（第3報），樟太産，内地産及滿洲國産落葉松の化學成分，纖維素工業，X—6，148—150頁，（1934）。
- 13) 志方益三・馬鐘國：人絹パルプ用材並に人絹用パルプの研究（第4報），樟太産及内地産落葉松の蒸解試験，纖維素工業，X—6，150—155頁，（1934）。
- 14) 寺崎 渡：信州地方からまつ林の生長及收穫研究，林業試験報告，4，75—176頁，（1907）。
- 15) 上田嘉助・太田豊治：木材化學研究（第II報），落葉松の化學成分に就いて，纖維素工業，XIV—3，94頁，（1938）。
- 16) 昭和十二年本邦に於ける木材パルプの生産狀況，山林彙報，XXXIII—3，1—104頁，（1938）。