

- 研究 -

アカエゾマツ造林木の材質検定 (第2報)

— 精英樹クローンの材質 —

安久津 久 飯塚 和也^{*1}

Testing of Wood Qualities of *Picea glehnii* plantation ()
- Wood Qualities of plus - tree clones -

Hisashi AKUTSU Kazuya IIZUKA^{*1}

Studies were made on two kinds of wood qualities, i. e. ring analysis by ray densitometry and slope of grain, concerning 37 plus - tree clones of *Picea glehnii* on a plantation in Ebetsu (Hokkaido Region . Breed Office , National For . Tree Breed . Center .) . The results of the studies are summarized as follows :

- 1) Analysis of variance , these two items had significance of 1% level among clones .
- 2) Density analysis was performed on 10 annual rings of outer part . The overall average was $0.423\text{g}/\text{cm}^3$ (ring width : 3.84mm) . Rubeshibe 110 had the highest density with $0.530\text{g}/\text{cm}^3$ (ring width : 3.76mm) .
- 3) Average slope of grain was bigger than that of other kinds of planted wood species . Shibetsu 101 had the smallest value (2.2%) among clones .

Keywords : *Picea glehnii* , clone , wood quality , density , slope of grain
アカエゾマツ , クローン , 材質 , 容積密度 , 繊維傾斜度

林木育種センター植栽のアカエゾマツ精英樹クローン, 37クローンについての材質試験を行った。結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 分散分析の結果, 繊維傾斜度も容積密度も1%水準でクローン間に有意な差が認められた。
- 2) 容積密度は外側10年輪で評価した。その総平均は $0.423\text{g}/\text{cm}^3$ (年輪幅3.84mm) であり, 最も大きいものは留辺蘂110号で $0.530\text{g}/\text{cm}^3$ (年輪幅3.76mm) であった。
- 3) 繊維傾斜度は他の造林樹種よりも大きかった。その値の最も小さいクローンは土別101号であり, 平均繊維傾斜度で2.2%であった。

1. はじめに

アカエゾマツの造林面積は, 他の樹種の造林面積が減少する中ここ数年ほぼ一定で, 年間2千ha前後で推移しており, 人気のある造林樹種となっている。アカエゾマツの造林は歴史が浅く, その材質を調査した報告は道有林北見経営区のアカエゾマツ^{1,2)} についてのもののみであった。しかし, ここ数年間に各機関での調査が進み, その結果が報告されつつある。

林産試験場材質科では平成6~8年度にアカエゾマツ造林木の材質調査を行っている。6年度は中標津産のアカエゾマツ造林木についての材質試験を行い, 7~8年度には精英樹クローンを用いて材質試験を行った。著者は, 前報³⁾ で中標津産のアカエゾマツ造林木についての試験結果を報告した。この試験により, 山引苗を用いた造林では, 径級の差で材質 (主に強度) が異なることがわかり, 育種苗を用いた造林が必要であることが示唆された。育種苗は採種

第1表 供試クローン一覧表
Table 1. Clones used for test of wood qualities.

精英樹名 Name of clones	クローン番号 Clone number	供試本数 Number of specimen	平均樹高 Ave. of tree height(m)	平均胸高直径 Ave. of D.B.H(cm)	形状比 Form Ratio(%)	植栽年度 Year of Plantation	
東大(toudai) 102	102	1	4	7.8	16.8	46.4	1963
東大(toudai) 208	208	2	3	8.1	17.7	45.8	1963
士別(shibetsu) 110	110	3	3	10.1	19.0	53.2	1964
士別(shibetsu) 111	111	4	6	10.8	26.8	40.3	1964
中頓別(Nakatonbetsu) 107	107	5	3	11.7	23.7	49.4	1964
白滝(Shirataki) 103	103	6	3	9.9	20.5	48.3	1964
白滝(Shirataki) 105	105	7	5	9.6	17.0	56.5	1964
置戸(Oketo) 104	104	8	4	10.0	17.6	56.8	1964
本別(Honbetsu) 103	103	9	3	10.0	20.7	48.3	1964
弟子屈(Teshikaga) 111	111	10	5	8.9	18.8	47.3	1965
芦別(Ashibetsu) 117	117	11	4	7.0	15.2	46.1	1965
美瑛(Biei) 102	102	12	4	8.2	16.7	49.1	1966
大雪(Taisetsu) 108	108	13	5	10.1	16.8	60.1	1966
大雪(Taisetsu) 113	113	14	5	8.0	16.5	48.5	1966
阿寒(Akan) 110	110	15	5	8.6	18.8	45.7	1965
阿寒(Akan) 117	117	16	3	9.8	17.7	55.4	1966
阿寒(Akan) 121	121	17	3	9.7	18.3	53.0	1966
阿寒(Akan) 126	126	18	5	10.3	18.2	56.6	1966
士別(shibetsu) 101	101	19	2	8.9	19.5	45.6	1963
士別(shibetsu) 108	108	20	3	9.1	16.2	56.2	1963
中頓別(Nakatonbetsu) 101	101	21	2	9.1	15.8	57.6	1963
中頓別(Nakatonbetsu) 102	102	22	3	11.0	21.0	52.4	1963
中頓別(Nakatonbetsu) 103	103	23	4	11.1	18.3	60.7	1963
下川(Shimokawa) 128	128	24	3	11.4	22.2	51.4	1963
下川(Shimokawa) 129	129	25	4	10.3	19.8	52.0	1963
留辺蘂(Rubeshibe) 110	110	26	3	10.4	19.0	54.7	1963
滝上(Takinoue) 103	103	27	3	10.6	19.2	55.2	1963
弟子屈(Teshikaga) 101	101	28	3	10.0	18.3	54.6	1963
弟子屈(Teshikaga) 102	102	29	2	9.5	18.8	50.5	1963
弟子屈(Teshikaga) 103	103	30	3	9.5	18.0	52.8	1963
弟子屈(Teshikaga) 104	104	31	3	8.6	15.7	54.8	1963
弟子屈(Teshikaga) 105	105	32	4	9.0	17.3	52.0	1963
弟子屈(Teshikaga) 106	106	33	4	9.3	16.9	55.0	1963
弟子屈(Teshikaga) 107	107	34	3	9.6	17.2	55.8	1963
弟子屈(Teshikaga) 108	108	35	3	9.6	19.5	49.2	1963
弟子屈(Teshikaga) 109	109	36	2	9.6	20.8	46.2	1963
弟子屈(Teshikaga) 110	110	37	2	8.8	17.8	49.4	1963
平均(Ave.)			9.6	18.6	51.7		

園産の精英樹クローンから採取された種を用いた苗である。採種園は成長と樹形の観点から選抜された精英樹クローンで構成されており、これらの集団選抜による育種法では「優秀な子供は優秀な親から生まれる」という理念を基本としている⁴⁾。その一方、材質を考慮した精英樹クローンの見直しを行い、採

種園の体質改善を推進する動きもある。

試験の対象とした精英樹クローンは2回に分けて伐採しており、1回目の伐採で入手した18クローン73個体の試験結果の一部は既に、日本林学会北海道支部第45回大会(平成8年10月、函館市)で報告している⁵⁾。今回は、これらの結果と第2回目の伐採で

入手した19クローン56個体の試験結果を合わせて報告する。

2. 供試木の概要

供試木は、林木育種センター北海道育種場の育種素材保存林のアカエゾマツ精英樹接ぎ木クローンである。このクローンは1963年から1966年に苗間2m、列間4mで1250本/ha植栽されたものである。1994年および1995年の秋(林齢28~32年)に初回間伐を行った。この間伐木から37クローン、129個体(各クローン2~6個体)を供試した。供試木の概要は第1表に示すとおりで、平均樹高が9.6mで平均胸高直径が18.6cmであった。

3. 試験項目および試験方法

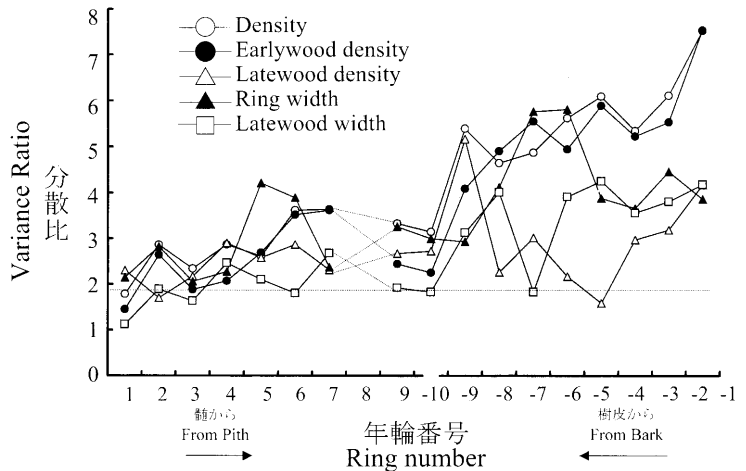
試験項目は、軟線デンシトメトリ法による年輪解析と繊維傾斜度である。供試木の胸高部を含む部位から、材長45cmの材を採取し、髄を含む厚さ3.5cmの柁目板を製材した。この柁目板から軟線年輪解析用試料と繊維傾斜測定用試料を相対する2方向から作製した。

軟線年輪解析用試料は、厚さ(繊維方向)2mmに切削し、含水率15%に調整した。線撮影には、ソフテックスCMB-2型を用い、撮影条件を電圧19kv、電流2.5mA、照射時間34秒とした。フィルムの濃度測定は、コニカメディカル社製マイクロフォトメータの2111型で行った。繊維傾斜測定用試料は厚さ(繊維方向)30mmに切削し、生材状態で基準線を引き、割裂法で繊維傾斜度を測定した。

4. 結果と考察

4.1 年輪解析

年輪解析は全年輪について行ったが、個体間あるいはクローン間で比較する場合、どの年輪が適しているかをまず検討した。なお、測定した供試木の個体数は、アテの顕著な材を除いたため、122個体であった。軟線デンシトメトリ法では年輪幅と容積密度を年輪ごとに詳細に測定できるので、測定項目のうち、年輪幅、年輪内容積密度(以下容積密度と



第1図 各形質のクローン間とクローン内の分散比

Fig. 1. Variance ratio of various characters by X-ray densitometry.

呼ぶ)、早材密度、晩材密度、晩材幅の5項目について各年輪ごとに分散分析を行った。第1図に各形質におけるクローン内とクローン間の分散比を示した。この図には髄から7年輪までと外側から10年輪(年輪番号に-を付けて表示した)までの分散比の値を示してある。このように2方向からの値を表示した理由は、胸高部の年輪数が個体によって20~25の間で一定しないので、樹齡効果が大きいと思われる内側においては髄からの年輪数を基準とし、外側においては同一年に生長した部分の比較を意図したからである。なお、供試木の伐採が2年間にわたったため、1年を1994年の年輪とした。

第1図から7年輪以内の樹幹内部においてもクローン間に1%水準で有意差($p < 0.01$)が認められる形質があった。しかし、すでに報告した18クローンでの結果⁵⁾と同様に外側の年輪での分散比が大きく、クローン間での形質の比較には外側の年輪を解析するのがよいと思われた。特に、容積密度と早材容積密度の分散比は外側ほど増加する傾向にあった。また、晩材幅と晩材密度の分散比は、外側においても変動が大きく、他の形質よりも環境に影響されやすいものと推察された。

個体間あるいはクローンで比較する場合、年輪相互の相関が高いことも必要である。そこで、年輪相互の容積密度の相関係数を算出した。容積密度では、髄に近い5年輪内の相互の年輪と外側10年輪の相互の年輪では相関係数がそれぞれ0.666と0.774といず

第2表 軟X線デンストメトリ法による年輪解析結果
Table 2. Results of ring analysis by soft X-ray densitometry.

クローン 番号 Clone number	年輪幅 Ring width (mm)	晩材幅 Latewood width (mm)	晩材率 Latewood percentage (%)	容積密度 Density (g/cm ³)	早材密度 Earlywood density (g/cm ³)	晩材密度 Latewood density (g/cm ³)
1	4.27	0.85	19.9	0.431	0.353	0.713
2	3.73	0.58	15.6	0.418	0.355	0.704
3	4.12	0.62	15.0	0.388	0.334	0.689
4	5.55	0.59	10.6	0.368	0.325	0.698
5	4.86	0.58	11.9	0.363	0.310	0.717
6	4.65	0.6	12.9	0.398	0.347	0.706
7	3.50	0.55	15.7	0.436	0.381	0.688
8	4.11	0.78	19.0	0.445	0.378	0.725
9	4.80	0.74	15.4	0.428	0.371	0.736
10	4.19	0.77	18.4	0.441	0.372	0.718
11	3.07	0.53	17.3	0.409	0.338	0.728
12	3.76	0.52	13.8	0.420	0.364	0.724
13	3.49	0.76	21.8	0.467	0.390	0.718
14	3.89	0.62	15.9	0.426	0.362	0.722
15	3.92	0.69	17.6	0.425	0.349	0.733
16	3.77	0.55	14.6	0.407	0.351	0.696
17	3.90	0.52	13.3	0.385	0.336	0.715
18	4.61	0.65	14.1	0.412	0.354	0.716
19	4.76	0.68	14.3	0.412	0.354	0.734
20	3.59	0.53	14.8	0.417	0.365	0.681
21	4.09	0.45	11.0	0.361	0.318	0.658
22	3.95	0.45	11.4	0.379	0.333	0.701
23	3.61	0.63	17.4	0.412	0.341	0.710
24	3.83	0.55	14.4	0.390	0.331	0.701
25	3.52	0.78	22.1	0.476	0.403	0.731
26	3.76	1.32	35.1	0.530	0.376	0.785
27	3.42	0.48	14.0	0.379	0.320	0.708
28	3.88	0.75	19.3	0.458	0.380	0.760
29	3.11	0.65	20.9	0.437	0.349	0.723
30	3.21	0.54	16.8	0.432	0.366	0.697
31	2.93	0.62	21.1	0.462	0.383	0.721
32	3.55	0.65	18.3	0.442	0.373	0.730
33	3.05	0.97	31.8	0.485	0.414	0.742
34	3.63	0.68	18.8	0.446	0.372	0.740
35	3.84	0.55	14.3	0.391	0.325	0.734
36	3.24	0.47	14.5	0.388	0.326	0.719
37	2.89	0.87	30.1	0.480	0.408	0.762
Ave.	3.84	0.65	17.4	0.423	0.357	0.718
S.D.	0.59	0.17	5.42	0.037	0.026	0.024

注) : 外側10年輪での結果

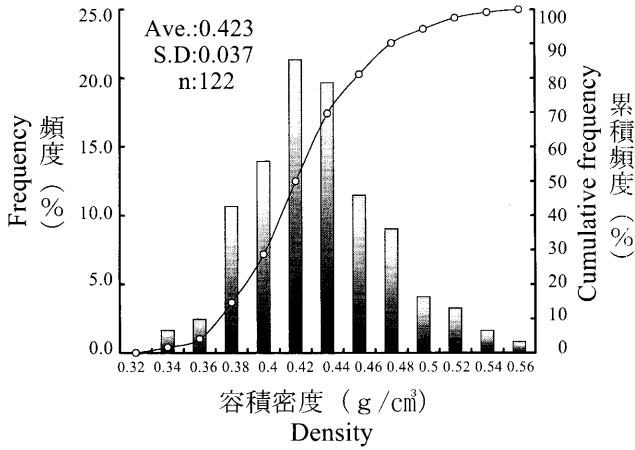
Note : The above results are based on the analysis of 10 annual rings from outer part.

れも高かった。しかし、髓に近い5年輪以内の容積密度と外側10年輪の各容積密度との相関係数は0.398と低くなった。以上、分散分析および年輪相互の相関係数のこうした結果から、外側の10年輪でクローン間の比較を行うことにした。

外側10年輪の年輪解析結果を第2表に一括して示した。それぞれの形質の平均値について見ると、年輪幅の平均値は3.84mmであり、トドマツ精英樹家系と比べると若干小さい程度⁹⁾と思われた。晩材幅は0.65mmであり、トドマツ精英樹家系の約2倍⁹⁾、

カラマツの1/2程度⁸⁾であった。容積密度, 早材密度, 晩材密度においてもトドマツ精英樹家系の値⁷⁾よりも大きかった。

クローンごとの形質の比較を行うために, 平均値と標準偏差を用い, クローンをI~Vの5グループに区分した。すなわち, 平均値をX, 標準偏差をsとすると, 小さいものから $I < X - 1.5s$, $X - 1.5s \leq II < X - 0.5s$, $X - 0.5s \leq III < X + 0.5s$, $X + 0.5s \leq IV < X + 1.5s$,

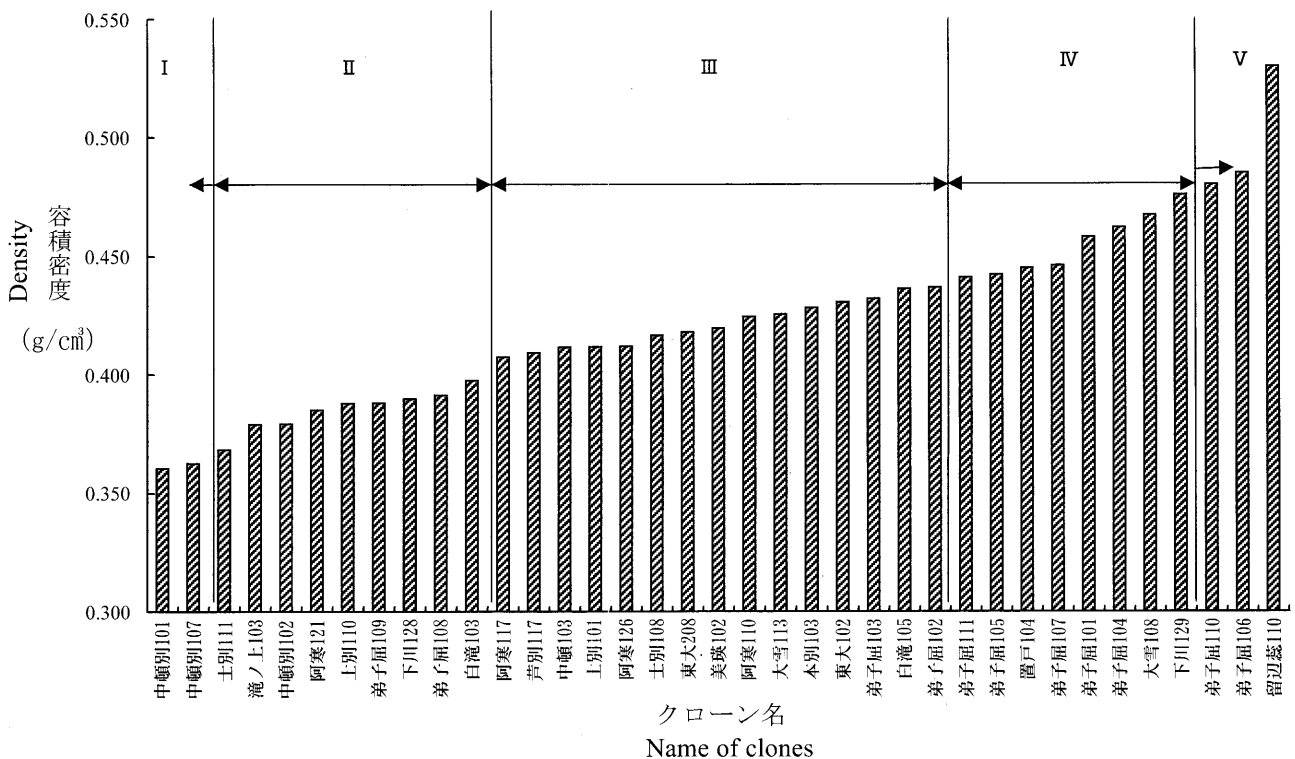


第2図 容積密度の頻度分布 (外側の10年輪での結果)
Fig. 2. Distribution of density of 10 annual rings from outer part.

$X + 1.5s \leq V$ の5グループである。

材の強度を重視した場合, 容積密度の大きなものを選抜する必要がある³⁾ことから, 主に容積密度を中心にしてクローン間の評価を行った。第2図には全個体の容積密度の頻度分布を示した。容積密度の全平均は0.423g/cm³であった。この値は造林のアカエゾマツ全体の値を代表しているものと考えられた。容積密度の出現範囲は0.32~0.54g/cm³であり, トドマツの出現範囲⁹⁾0.32~0.46g/cm³よりも大きかった。

クローンごとの容積密度の区分を第3図に示した。この図からVにランクされる極めて容積密度の大きなクローンは留辺蘂110号(0.530g/cm³), 弟子屈106号(0.485g/cm³), 弟子屈110号(0.480g/cm³)の3クローンであった。そのうち, 弟子屈106号と弟子屈110号は年輪幅がそれぞれ3.05mmと2.89mmと小さく, IIおよびIに区分された。留辺蘂110号の年輪幅は3.76mmであり, 年輪幅ではIIIに区分され中庸な値であった。なお, 留辺蘂110号は道立林業試験場にも植栽されており, それを調査した結果でも同様な密度構造であることが確認された¹⁰⁾。



第3図 クローン別の容積密度
Fig.3. Density of each clone.

容積密度が極めて低く、Iにランクされるクローンは、中頓別101号、中頓別107号の2クローンであった。これら2クローンは成長が良く年輪幅ではV(4.73mm以上)にランクされており、早材密度と晩材幅はいずれも小さかった。ところで中頓別は道北地方に位置するが、供試クローンには、道北地方のクローンとして士別、中頓別、下川の10クローンが含まれている。そのうち、容積密度の小さい0.405 g/cm³未満のIまたはIIには10クローン中6クローンが含まれており、同様に早材容積密度についても0.344g/cm³未満のIまたはIIには7クローンが含まれていた。

育種の目標は生長が良く、容積密度の高いクローンあるいは個体の選抜である。クローンごとの年輪幅と容積密度の関係を第4図に示した。一般には、生長の劣るものは密度が高いと言われている。この図からも、相関係数は低いながらも年輪幅の大きいクローンは、容積密度が小さくなる傾向が伺えた。また、この回帰直線の傾きは千葉の測定結果¹¹⁾に類似していた。この図から年輪幅と容積密度がともに平均値を超えるもの、言い換えると年輪幅が3.84mm以上で、容積密度が0.423g/cm³以上のクローンを選抜すると、東大102号、置戸104号、本別103号等の7クローンが該当した。逆に容積密度も年輪幅も平均値を下回るクローンは11クローンであったが、その中でも特に滝上103号と弟子屈109号は容積密度

も年輪幅も小さくIIにランクされた。

ところで、第4図からもわかるが、クローン間でほぼ同一年輪幅のものでも容積密度の大きく異なるものがあり、例えば留辺蘂110号と東大208号のように容積密度で、0.112g/cm³も異なるものもあった。この原因として、著者のこれまでの報告⁵⁾および千葉¹²⁾の重回帰分析での結果から、早材密度と晩材幅あるいは晩材率のちがいがあげられる。留辺蘂110号と東大208号では、早材密度にあまり差はないが、晩材幅に大きなちがいがあった。すなわち、前者は1.32mm、後者は0.58mmであり、結果として晩材率も大きく異なっており、このことが容積密度に影響しているものと考えられる。

4.2 高容積密度クローン留辺蘂110号の特性

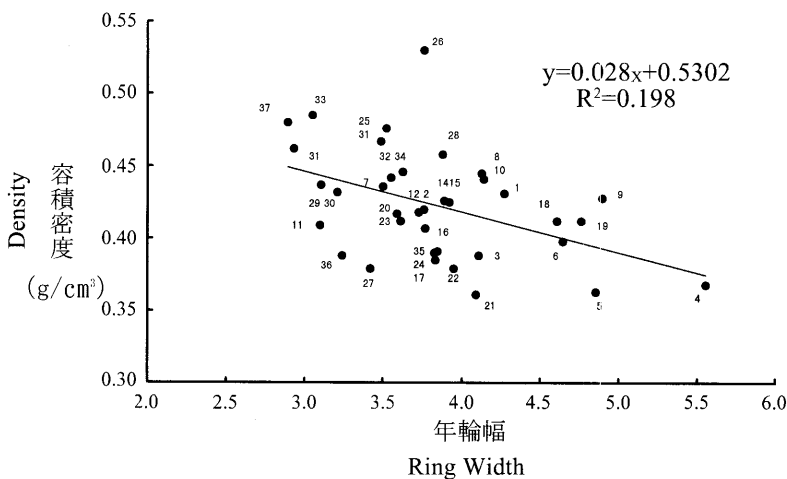
前述したように留辺蘂110号は年輪幅が3.76mmであり、全体で中庸であったが、早材密度がIVでその他の形質はいずれも極めて大きくVであった。その年輪構造は、早材密度、晩材密度、晩材幅の値から、グイマツF1と同程度のものであった。第5図には留辺蘂110号と士別108号の年輪内変動の一例を示した。なお、士別108号は容積密度で中庸な値を持つものである。この図から、士別108号の早材部の容積密度は変動が小さく、ほぼ一定であったが、留辺蘂110号は早材部の中で容積密度が増加していた。品種改良を重ねたラジアータパインは早材部で

容積密度が急激に増加して年輪幅が大きくても高容積密度であることがよく知られている。留辺蘂110号は37クローンの中では最も品種改良の可能性が高い育種材料と考えられた。

また、このクローンについては縦圧縮試験も行った。その結果、供試木3本の縦圧縮強さの範囲は343~397~443kgf/cm²であり、この値は第1報³⁾の劣勢木の317~352~402kgf/cm²やエゾマツ天然木¹³⁾の300~350~430kgf/cm²よりも大きな値であった。

4.3 繊維傾斜度

繊維傾斜度はその値が大きければ乾



第4図 クローンごとの容積密度と年輪幅の関係(外側10年輪の平均)
Fig. 4. Relationship between ring density and ring width of each clone about 10 annual rings from outer part.

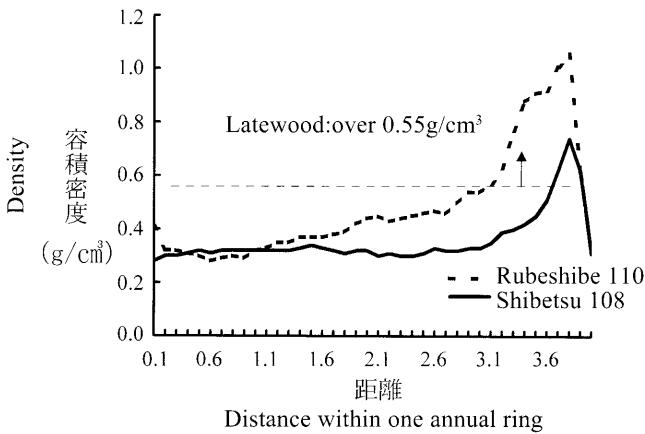
注) : 図中の番号はクローン番号を示す。
Note : Numbers in figure show clone number.

燥に伴うねじれも大きくなることから、利用上は小さいほうが好ましい。供試木 129 個体のうち、髓の曲がりや、やにつぼなどの欠点のあるものを除いた 124 個体について、繊維傾斜度を測定した。

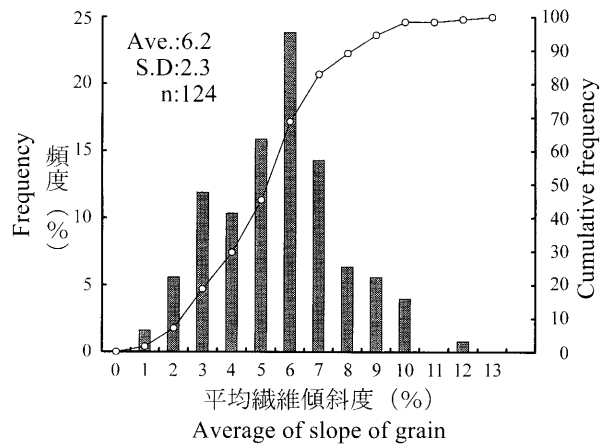
第 6 図に平均繊維傾斜度の頻度分布を示した。全個体の平均値は 6.4% で、標準偏差は 2.4% であった。出現範囲は 1.2% ~ 12.4% と大きかった。また、図には示さなかったが、最大繊維傾斜度の平均値は 9.0%、標準偏差は 2.8% で、出現範囲は 2.6% ~ 17.2% であった。過去に道有林北見経営区の 51 年生のアカエゾマツで最大繊維傾斜度を調査しているが、その結果¹⁾では、最大繊維傾斜度が 8.2% であり今回の結

果(9.0%)とほぼ一致している。アカエゾマツは繊維傾斜の大きい樹種と言えそうである。

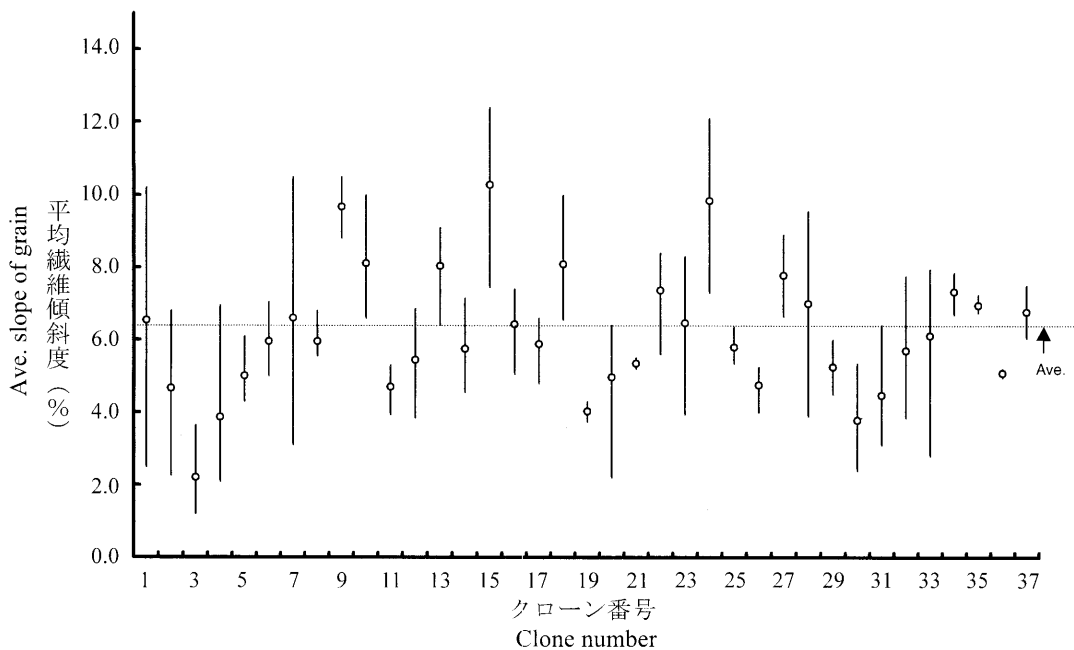
次に、クローンごとの繊維傾斜度について検討してみた。第 7 図にクローンごとの平均繊維傾斜度を示した。クローン内でバラツキの大きいものもあったが、分散分析の結果、クローン間差 (P<0.01) が認められた。図には示していないが、最大繊維傾斜度についてもクローン間差 (P<0.01) が認められた。繊維傾斜度についても年輪解析結果と同様に 5 段階で相対評価をした。繊維傾斜度は小さいものが好ましいことから年輪解析の結果とは逆に評価値の小さい I が最も優れたものである。全 37 クローンの平均



第 5 図 容積密度の年輪内変動の一例
Fig. 5. Examples of variation in density within one annual ring.



第 6 図 平均繊維傾斜度の頻度分布
Fig. 6. Distribution of average of slope of grain.



第 7 図 クローン別平均繊維傾斜度
Fig. 7. Average of slope of grain of each clone.

繊維傾斜度は6.2%, 最大繊維傾斜度は9.0%で, 標準偏差はそれぞれ1.7%と1.8%であった。したがってIにランクされるクローンは平均繊維傾斜度で3.7%以下, 最大繊維傾斜度で6.3%以下であった。この2項目ともクリアしたクローンは士別110号の1クローンであり, その値は平均繊維傾斜度が2.2%で最大繊維傾斜度が3.8%であった。この値はカラマツの選抜基準値¹⁴⁾である平均繊維傾斜度で2.5%, 最大繊維傾斜度で5%以下の基準値をもクリアしていた。

逆に, 繊維傾斜度が大きくVにランクされるクローンは, 平均繊維傾斜度, 最大繊維傾斜度とも阿寒110号, 下川128号, 本別103号の3クローンであった。

繊維傾斜度が大きく, 利用上問題となる樹種にカラマツがある。アカエゾマツとカラマツでらせん木理の樹心から外側への変動を比較すると, 樹心部とともにS旋回で始まるのは同じである。カラマツの場合は比較的若年(5年程度)で最大傾斜度を取り, その後Z旋回へと移行するものが多い¹⁵⁾との報告がある。これに対し, アカエゾマツの場合は5年輪以下の若齢期に最大繊維傾斜度に達したものは全体のわずか24%であり, 全体の最大繊維傾斜度の出現年

数は平均で9.6年であった。また, 年数が増加しても繊維傾斜度の減少するものは少なかった。第8図に最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度の関係を示した。既往の知見¹⁵⁾どおり, 両者には高い相関関係が見られるが, 前述したように最大繊維傾斜度の出現年数がおそいため, 繊維傾斜度の小さいものの早期検定は難しいものと思われた。

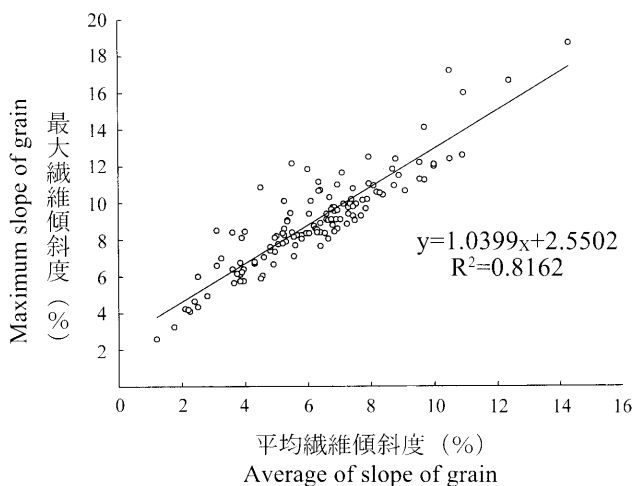
5. まとめ

アカエゾマツ精英樹クローンの年輪解析と繊維傾斜度の測定を行った。容積密度については, 留辺蘂110号は極めて高容積密度であり, その特徴として晩材幅と晩材率が大きく, 特異なクローンと思われた。年輪幅と容積密度が平均値以上のクローンは7クローンであった。アカエゾマツ精英樹クローンの繊維傾斜度は全体的に大きく, 全個体の平均繊維傾斜度と最大繊維傾斜度はそれぞれ6.2%と9.0%であった。繊維傾斜が極めて小さいクローンは士別110号の1クローンであった。容積密度が大きく, かつ繊維傾斜の小さいクローンは留辺蘂110号であった。逆に容積密度が小さく, かつ繊維傾斜度の大きいクローンは下川128号, 滝上103号と中頓別102号の3クローンであった。

これらのクローンは採種園産であり, 現在では集団選抜を行うための育種材料である。材質検定の結果は採種園の体質改善を行うための資料となり, 材料の容積密度あるいは強度を重視して新たな採種園を造成する場合の有効なデータに利用できるものと確信している。

文 献

- 1) 川口信隆, 高橋政治, 大久保勲: アカエゾマツ人工林材の材質(第1報), 林産試験場月報, 416, 1-10(1986).
- 2) 川口信隆, 高橋政治, 大久保勲: アカエゾマツ人工林材の材質(第2報), 林産試験場月報, 419, 1-9(1986).
- 3) 安久津久: アカエゾマツ造林木の材質検定(I) — 一般造林木の材質 —, 林産試験場, 11(3), 1-5(1997).



第8図 平均繊維傾斜度と最大繊維傾斜度の関係
Fig. 8. Relationship between average of slope of grain and maximum slope of grain.

- 4) 飯塚和也, 安久津久, 板鼻直栄: アカエゾマツの材質におけるクローン間差, 日本木材学会北海道支部講演集, **29**, 9 - 12, (1997).
- 5) 安久津久: アカエゾマツ精英樹クローンの材質検定, 日林北支論, **45**, 31 - 34, (1997).
- 6) 高橋政治 ほか3名, トドマツ精英樹系統の材質評価, 林産試験場報, **7** (1), 14 - 24 (1993).
- 7) 安久津久: 未発表
- 8) 安久津久: カラマツ類品種の材質 (第5報), 林産試験場報, **10** (2), 1 - 8 (1996).
- 9) 安久津久 ほか3名: トドマツ精英樹系統の材質—容積密度について—, 平成4年度林業技術研究発表大会論文集, 128 - 129 (1993).
- 10) 安久津久: 第5回トウヒ属の育種に関する情報交換会内部資料 (1997).
- 11) 千葉茂, 永田義明: アカエゾマツ高容積重個体の選抜(1), 北海道の林木育種, **33** (1), 1-4 (1990).
- 12) 千葉茂, 野掘嘉裕, 永田義明: アカエゾマツ高容積重個体の選抜(2), 北海道の林木育種, **34** (2), 1-3(1991).
- 13) 日本の木材: 日本木材加工技術協会編, 14-15 (1989).
- 14) 三上進: からまつ材質育種事業—事業計画と事業実施5か年の成果—, 林木育種場研究報告, **4**, 1 - 28 (1986).
- 15) 中川伸策: カラマツ樹幹内における旋回木理の分布とその出現型, 林試研報, **248**, 97 - 120 (1972).

- 利用部 材質科 -

- *1 材木育種センター

北海道育種場 -

(原稿受理: 1997.12.3)