



Title	トドマツ精英樹よりつぎ木されたクローン間の材質の比較( ): 築別, 塩狩, 岐阜採種園からの間伐クローンの性質
Author(s)	工藤, 弘; 片寄, 諷; 氏家, 雅男
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 50(2), 179-205
Issue Date	1993-11
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/21368">http://hdl.handle.net/2115/21368</a>
Type	bulletin (article)
File Information	50(2)_P179-205.pdf



[Instructions for use](#)

# トドマツ精英樹よりつぎ木された クローン間の材質の比較 (II)

—— 築別, 塩狩, 岐阜採種園からの間伐クローンの性質 ——

工藤 弘\* 片寄 禎\*\* 氏家 雅男\*

Comparisons of Some Properties on Wood Quality among Clones  
Grafted with the Elites of *Abies sachalinensis*

(II) Some properties of thinned clone trees from the Chikubetsu,  
Shiokari, and Gifu seed orchards

by

Hiromu KUDOH\*, Takashi KATAYOSE\*\*, and Masao UJIIE\*

## 要 旨

北海道の中央部（築別）、北部（塩狩）および東部（岐阜）にある国有林の採種園において、列状間伐の際にえられたトドマツ (*Abies sachalinensis*) 精英樹クローンを用いて、その材質を比較した。精英樹は、それぞれの採種園に比較的近い天然林および人工林から表現型により選抜されたもので、クローンは、それからつぎ木によって増殖され、49ないし25型の配置でha当たり1,000本の割合で植栽されたものである。本研究に使用した試料の林齢は20年前後であり、その数は3採種園あわせて139クローン、440個体であった。材質試験には、胸高付近の円盤を用い、材質の指標として重要な容積密度数、平均年輪幅および含水率について心・辺材にわけて測定した。さらにこれらのデータをもとにして、分散分析により採種園毎にクローン間の材質の有意差を検定し、広義の遺伝力といわれる反復率を算出した。あわせて、天然林からのクローンの材質データを用いて産地間の有意差と、前報も含めた種々の採種園に植栽された同一クローンの材質データを用いて生育環境間の有意差の検定を行うとともに、各材質間の相関も調べた。

その結果、トドマツの適地といわれるこれら3地域の中、道東の岐阜採種園からのクロー

1993年3月31日受理 Received March 31, 1993

\* 北海道大学農学部演習林 The University Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

\*\* 林木育種センター Forest Tree Breeding Institute, Mito 310, Ibaraki Pref.

ンが、平均年輪幅の平均値は 5.2 mm、容積密度数のそれは 312 kg/m<sup>3</sup> で最良であった。また塩狩採種園のクロンの平均年輪幅を除き、各採種園クロンのいずれの材質もクロン間で有意差が認められたが、産地間では有意差が認められなかった。一方、各材質の反復率は 0.56 を最高に、全般的に低い値で、年輪幅の反復率は容積密度数や心材含水率にくらべとくに低かった。さらに、同一クロンの材質は生育環境間で有意の差があり、また容積密度数と平均年輪幅および心材含水率と心材年輪幅との間には高い負の相関が示された。

キーワード： 採種園，トドマツ，クロン，材質，反復率

## 目 次

I. はじめに	180
II. 採種園の概況	181
1. 築別採種園	181
2. 塩狩採種園	184
3. 岐阜採種園	184
III. 試料および実験方法	184
1. 試料	184
2. 実験方法	185
IV. 結果	186
1. 築別採種園クロンの材質	186
2. 塩狩採種園クロンの材質	187
3. 岐阜採種園クロンの材質	192
V. 考察	193
1. 各採種園クロンの材質の比較	193
2. 容積密度数、平均年輪幅および心材含水率のクロン間の有意差検定	196
3. 容積密度数、平均年輪幅および心材含水率の反復率	198
4. 天然木からのクロンによる各材質指標の産地間の有意差検定	198
5. 同一クロンによる各材質指標の生育環境間の有意差検定	198
6. 各材質指標間の相関	199
VI. 結論	203
参考文献	204
Summary	204

## I. は じ め に

樹木は、周囲の環境に適応しながら長い年月をかけて成長し、巨大な樹体を形成していく。北海道においては、これまで主として天然林からこれらの成木を伐採し、建築材はもとより、合板、家具、パルプ用材として大量に利用してきた。それとともに今後の木材需要に応えるため、人工造林を積極的に実施してきた。道内に現存する造林地は 145 万 ha に達し、その過半をトドマツ (*Abies sachalinensis* MAST.) が占めている。トドマツは材が柔らかく、辺・心材と

も黄白色で、木理は通直なので、建築材として賞用されているが、しばしば低比重で、年輪幅が広過ぎる材や、心材含水率の高いいわゆる水食い材が発生し、利用上大きな問題となっている。

一方、わが国では1956年に「林木育種事業指針」<sup>6)</sup>が定められ、精英樹選抜育種事業が実施された。精英樹は、成長や幹の通直性、枝の特性など表現型<sup>8)</sup>に基づいて、天然林・人工林から個々に選抜され、つぎ木によってクローン増殖され、遺伝的に優良な種子の生産を目的とした採種園が、すでに多数造成されている。林木育種の目標としては、樹木の成長量や、各種病虫害に対する抵抗性の他、最終収穫物である林木の材質もまた重要である。

これまで、材質に関してクローン別や品種別に実施された研究には、スギ・ヒノキについてまとめた「精英樹の材質評価手法に関する調査報告書」<sup>9)</sup>がある他、スギの材質と遺伝<sup>1)</sup>、カラマツの材質育種<sup>2)</sup>、アカマツ・クロマツの化学成分の研究<sup>7)</sup>がある。しかし、トドマツのクローン別に実施された材質の研究は、片寄等の研究<sup>2-4)</sup>の他は極めて少ない。これはトドマツのクローン増殖がなされてからまだ日が浅いためであるが、筆者等は多数のトドマツクローンを集植している採種園から間伐の際に得られた間伐木を利用して、基礎材質を調査してきた。本研究に用いた材料は、若齢木であるうえ、採種園は種子の生産を図る目的で、施肥、排水処理、薬剤散布が積極的に実施されているので、一般の造林木とは異なるが、遺伝的に同一と考えられる多数のクローンを材料としてその材質を比較することにより、クローン間の相違、精英樹の産地間の違いや、種々の材質指標間の相関等有効な情報を得ることができる。前報<sup>5)</sup>では、道南の採種園より得られた材料を用いたが、今回はトドマツの適地である道央、道北および道東の3採種園より間伐木試料を採取し、胸高付近の円盤をとり、材質を評価する上で基礎となる容積密度数、年輪幅および生材含水率を測定し、採種園別、クローン別に比較した。さらに分散分析法を用いて、クローン間のこれら基礎材質の有意性を検定し、あわせて広義の遺伝力といわれる反復率や、各材質指標間の相関等を算出した。

今回の研究を行うにあたり、北海道営林局夕張営林署、旭川営林支局士別営林署および北見営林支局北見・佐呂間両営林署の方々にお世話になった。深く感謝する次第である。

本研究の一部は文部省科学研究費(課題番号 05660151)により行った。

## II. 採種園の概況

試料を採取した築別、塩狩および岐阜採種園の位置を、精英樹を選抜した場所とあわせて示すと、図-1のとおりである。

### 1. 築別採種園<sup>13)</sup>

築別採種園(写真-1)は、夕張営林署の管轄下であり、夕張郡栗山町円山に所在している。同園は石狩平野の東方、夕張山地山麓の築別川と小河川の合流点に位置し、海拔高は70mである。その気候は、年平均気温および降水量がそれぞれ6.7℃と1,120mmで、最大積雪深は120

cmを越え、晩霜は5月末まであり、早霜は10月のはじめに来る。一方、土壌は一般に砂質であり、約1 mの深さで5層に分かれ、I-III層は樽前山の降灰(Ta-a)によると思われる火山灰で、第I層には厚さ20 cm以上の黒褐色の比較的膨軟なA層、II, III層は未熟火山砂のC層からなっている。そしてその下層は30 cm以上の恵庭岳の降灰(En-a)によると思われる黒土(第IV層)と褐色土(第V層)からなっている。水分状態は適潤性とやや湿性のところが存在し、礫量はいずれも数%以内である。なお、火山灰層の下部には、新第三紀層の土壌が分布している。

1961年に採種園が設定され、クローン数の増加に応じて9型(クローン数9の3×3の配置型)から25型、49型の配置で'65年までに植栽が完了しているが、さらに1976年にも新たに採種園を造成、全植栽面積は8.87 haである。当初植栽した箇所は、1978年から'84年にかけて除伐および列状間伐が実施された。クローン数は62クローン、残存本数は2,390本となっている。1992年10月現在 ha 当たりの本数は270本であり、当初植栽されたクローンの平均樹高お

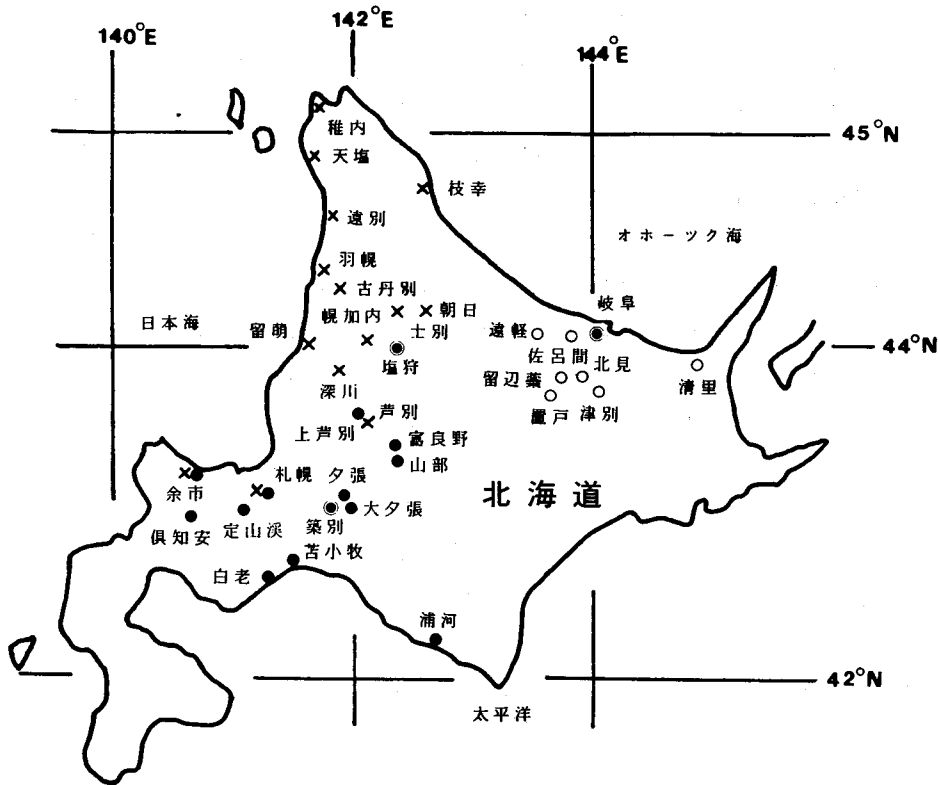


図-1 試料採取採種園(●)と精英樹選抜地

- 築別採種園クローン用精英樹選抜地
- × 塩狩採種園クローン用精英樹選抜地
- 岐阜採種園クローン用精英樹選抜地

Fig. 1. Locations of the seed orchards (●), and those of the elite trees selected for cultivation of clones.

The marks (●, ×, ○) are the locations of the trees selected for clones of the Chikubetsu, Shikokari, and Gifu seed orchards, respectively.



写真-1 築別採種園-1992年10月

Photo 1. Chikubetsu seed orchard in Oct., 1992.



写真-2 塩狩採種園-1992年9月

Photo 2. Shiokari seed orchard in Sept., 1992.



写真-3 岐阜採種園-1992年9月

Photo 3. Gifu seed orchard in Sept., 1992.

よび胸高直径は、それぞれ10.1 mと34.3 cmであった。

## 2. 塩狩採種園<sup>11)</sup>

塩狩採種園(写真-2)は、士別営林署の管轄下にあり、上川郡和寒町塩狩に所在している。同園は塩狩峠のほぼ頂上に位置し、海拔高は265 mである。気候は、年平均気温および降水量が、それぞれ4.8℃と1,570 mmであり、最大積雪深は153 cmで、南風が卓越し、平均風速は3.2 m/sと比較的強い。一方土壌は、安山岩を母材とするB<sub>0</sub>型土壌で、約20 cmの厚さのA層とB<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>層の3層に分かれる。礫量は比較的少ないが、硬度は堅またはすこぶる堅に属し、固相の占める割合も40%から50%と高い。

1968年に採種園が設定され、49配置型によりha当たり1,000本の密度で植栽され、同73年に完了している。トドマツクロンの他、周囲にはカラマツF1も植栽されており、1983年と'87年に列状間伐が実施されている。採種園の面積は19.2 haで、12ブロックに分かれ各ブロック別に25から68のクロンが植栽されている。1973年に植えられたクロンの1992年9月における生育状況は、平均樹高が7.7 m、同胸高直径が19.0 cmであった。

## 3. 岐阜採種園<sup>6)</sup>

岐阜採種園(写真-3)は、当初北見営林署で管轄し、1992年より佐呂間営林署の管轄下となった。同園は常呂郡常呂町岐阜のオホーツク海を望む丘陵地、海拔高20 mに位置している。気候は、年平均気温が5.9℃、生育期間の降水量が574 mmである。最大積雪深は90 cmであるが、根雪初日は12月上旬、その終日は4月上旬となっている。一方土壌は、一般に埴質であり、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>の4層に分かれる。A<sub>1</sub>層とA<sub>2</sub>層をあわせて厚さが20 cm以上あり、B<sub>1</sub>層は約20 cmの褐色の固結といわれる極めて堅い土層であり、B<sub>2</sub>層はにぶい橙色の土層で、その下には厚いグライ化した水分の多い層が存在している。

1961年からトドマツ採種園が設定され、1965年までに25配置型で植栽は完了している。その面積は5.59 ha、クロン数は126である。1981年と'85年に列状間伐を実施し、現在ha当たり約300本である。またこれまでの着果状況をみると、着果は1964年から始まり、その後1977、'81、'85年は豊作で、とくに1981年には、採種園全体で378,420個の着果がみられ、4,220 kgの精選種子が得られている。

1992年9月の'64年植栽クロンの生育状況は、平均樹高が11.7 m、同胸高直径は、27.2 cmであった。

# III. 試料および実験方法

## 1. 試料

築別採種園で採取されたトドマツクロンの試料は、1984年秋に列状間伐を実施した際に得られた間伐木である。まず天然木から選抜されたクロン名(営林署名等で表された精英樹選抜地名の後に3桁の数字)とその個体数(括弧内の数字)は、倶知安103(3)、定山溪101(6)、

札幌 101(5), 同 102(8), 浦河 101(5), 夕張 102(8), 大夕張 101(2), 同 102(2), 同 103(3), 同 105(4), 同 106(2), 同 107(4), 同 108(3), 同 109(3), 同 110(5), 同 111(1), 同 112(7) であり, 合計 17 クローン, 71 個体となる。つぎに, 造林木のクローン名(1 桁あるいは 2 桁の数字)と個体数は, 余市 1(10), 同 2(11), 同 3(4), 同 4(5), 定山溪 1(8), 同 2(1), 同 3(4), 同 5(5), 札幌 1(9), 苫小牧 1(4), 同 3(8), 同 4(8), 同 5(8), 白老 2(1), 同 3(3), 同 5(2), 同 6(1), 同 9(4), 夕張 2(1), 芦別 1(6), 同 3(3), 上芦別 2(3), 東大 57(富良野市山部 東大北海道演習林, 3) であり, 合計 23 クローン, 112 個体となる。その結果, 築別採種園における試料のクローン数と個体数の総計は, それぞれ 40 クローン, 183 個体である。

塩狩採種園で採取された試料は, 1987 年秋に列状間伐を実施した際に得られた間伐木である。まず天然木から選抜されたクローン名と個体数は, 天塩 102(3), 同 103(2), 同 105(1), 遠別 101(4), 羽幌 101(2), 同 103(4), 同 109(3), 同 110(2), 同 112(1), 同 113(3), 同 114(2), 古丹別 101(4), 同 102(2), 同 104(2), 同 106(3), 同 107(4), 同 109(1), 同 111(1), 同 112(2), 同 113(2), 同 115(3), 同 116(1), 士別 103(2), 同 115(2), 朝日 102(4), 同 110(1), 幌加内 101(2), 留萌 103(1), 同 104(3), 深川 101(2), 札幌 101(3), 同 104(3), 富良野 101(3) であり, 合計 33 クローン, 78 個体となる。つぎに, 造林木からのクローン名と個体数は, 稚内 26(3), 同 29(3), 同 32(4), 同 33(3), 同 34(2), 枝幸 4(2), 士別 1(3), 同 2(3), 余市 1(4), 同 2(4), 同 3(4), 同 4(3), 同 5(4), 同 6(4), 同 7(4), 同 8(3), 札幌 1(2) であり, 合計 17 クローン, 55 個体となる。その結果, 塩狩採種園における試料のクローン数と個体数の総計は, それぞれ 50 クローン, 133 個体である。

岐阜採種園で採取された試料は, 1985 年 11 月に列状間伐した際に得られた間伐木である。まず天然木から選抜されたクローン名とその数は, 遠軽 106(3), 同 108(1), 同 109(3), 佐呂間 101(1), 同 102(2), 同 104(1), 同 105(3), 同 106(3), 同 107(2), 同 108(2), 同 109(3), 同 110(3), 同 111(4), 同 112(4), 同 113(2), 同 114(3), 同 116(2), 清里 101(3), 同 102(3), 留辺蘂 104(3), 同 105(2), 同 106(3), 同 107(2), 同 112(3), 同 114(1), 同 115(2), 津別 102(1), 同 107(3), 同 108(2), 同 109(2), 同 110(3), 置戸 101(1), 同 104(4), 同 105(2), 同 107(2), 同 108(1), 同 109(1), 同 110(1), 同 112(1) であり, 合計 39 クローン, 87 個体となる。つぎに, 造林木からのクローン名と個体数は, 遠軽 1(1), 北見 1(1), 同 5(2), 津別 1(3), 同 2(3), 置戸 2(3), 同 3(2), 同 4(2), 同 5(2), 同 6(3), 同 7(2), 同 8(3), 同 9(2), 同 10(3), 同 11(2), 同 12(3) であり, 合計 16 クローン, 37 個体となる。その結果, 岐阜採種園における試料のクローン数と個体数の総計は, それぞれ 55 クローン, 124 個体である。そして 3 採種園をあわせた試料の総合計は, 139 クローン(6 クローンは共通), 440 個体である。

## 2. 実験方法

以上の試料から, 台木の影響がない胸高付近の樹幹からおよそ 5 cm の厚さで円盤を切取り, 生材のまま実験室にもち帰った。円盤は樹皮および節やアテ材部を除いて, 髓をとおる幅



約3 cmの直方体に切断した後、心材と辺材に分けた。測定項目は、容積密度数、含水率および平均年輪幅である。容積密度数は、ノギス(1/10 mm)により生材のたて、よこ、高さを測定して容積を求め、105℃の乾燥器内で全乾にした後、小数以下3桁の直示天秤で重量を秤り、全乾重量/生材容積を計算し、 $\text{kg/m}^3$ で表した。一方、含水率は、水分/全乾重量のパーセントで表し、平均年輪幅は、木口面の幅をノギスで測り、その間の年輪数を数えてそれで除し、mmで算出した。その際、心・辺材を含めた全体の容積密度数と平均年輪幅もあわせて計算した。

つぎに、それぞれの材質のデータに基づいて、各採種園別にクローン間の有意性を分散分析によって検定<sup>12)</sup>し、さらに広義の遺伝力といわれる反復率<sup>12)</sup>(全分散に対するクローン分散の比)を算出した。また天然木からのクローンを用いて、産地間の材質の有意差検定をするとともに、前報<sup>9)</sup>のデータも用いて同一クローンの採種園間つまり生育環境の違いによる材質の有意差検定も実施した。他に、容積密度数、年輪幅および心材含水率の相互の関係をみるため、相関係数を算出した。

#### IV. 結 果

##### 1. 築別採種園クローンの材質

築別採種園における天然木からえられたクローン別の材質は、表-1のとおりである。

まず容積密度数からみると、心材および辺材容積密度数の平均値は、 $288 \text{ kg/m}^3$ と $293 \text{ kg/m}^3$ で、辺材部の比重が大であり、その変動係数は両者とも7%と比較的小さかった。クローン別では、一般的に大夕張で選抜されたクローンの中に高いものが多く、心材容積密度数は大夕張110の平均 $312 \text{ kg/m}^3$ が、辺材のそれでは大夕張105の $320 \text{ kg/m}^3$ が最大であった。心・辺材をあわせた容積密度数の平均値は $289 \text{ kg/m}^3$ で、この値はほぼ心材容積密度数のそれに等しい。つぎに年輪幅では、心材、辺材および両方を含めた平均年輪幅の平均値は、6.4 mm、6.2 mmおよび6.3 mmであり、その変動係数はそれぞれ15%、23%および14%であった。年輪幅のせまいクローンは、心材部では倶知安103の4.9 mm、辺材部では定山溪101の4.3 mmであり、心・辺材をあわせた年輪幅でも倶知安103の平均5.0 mmが最もせまかった。そして両者とも容積密度数はそれ程大ではないので、材質的には良好とはいえない。これに対して、容積密度数の大きかった大夕張110のクローンでは、平均年輪幅の平均値が6.2 mmであり、成長が良好であるとともに、比重も大きな点で良材といえよう。とくに年輪幅の広いクローンは、札幌101であった。一方、含水率については、心材含水率の平均値は71.0%であったが、その変動係数は38%と著しく高かった。その中で、心材含水率の低いクローンは、大夕張101、同102、同108、同109および同110であり、とくに大夕張110の場合は、5個体とも含水率は50%以下であった。逆に心材含水率の高いクローンは、大夕張106、夕張102、定山溪101、札幌101の各個体中にみられ、その範囲は、たとえば、大夕張106の含水率の場合50%から165%におよび、その変動係数は76%にも達した。また、辺材含水率では、平均値が223.1%で、いずれ

のクローンも平均で200%以上を示していた。

築別採種園における造林木からのクローン別材質は、表-2のとおりである。

心材、辺材および両方をあわせた容積密度数の平均値は、それぞれ298 kg/m<sup>3</sup>、296 kg/m<sup>3</sup>および297 kg/m<sup>3</sup>で、いずれもほとんど差はなかった。容積密度数の高いクローンは芦別3であり、辺材容積密度数の平均値は367 kg/m<sup>3</sup>にも達していた。これに対して容積密度数の低いクローンは余市3であり、辺材部におけるその平均値は276 kg/m<sup>3</sup>であった。また、天然木からのクローンの容積密度数とくらべると、造林木の方がわずかに高かった。つぎに年輪幅では、心材、辺材および両方を含めた平均年輪幅の平均値は、それぞれ6.3 mm、6.8 mmおよび6.4 mmであった。クローン別では、白老6の心材平均年輪幅4.8 mmが最小であったが、これは1個体しか試料がなかったため断言はできない。また広い年輪幅のクローンは、心材年輪幅では余市4の7.4 mm、辺材のそれでは上芦別2の8.4 mmであり、心・辺材を含めた年輪幅でも上芦別2の7.3 mmが高かった。天然木からのクローンと比較すると、造林木の方が辺材平均年輪幅でわずかに高い値を示した。一方、心材含水率の平均値は61.6%であり、この中で心材含水率の低いクローンは、定山溪2、同3、同5、白老2、同3、上芦別2、東大57であった。逆に含水率が100%を越えるクローンは、白老9と夕張2であった。とくに白老9では、いずれの個体も100%を越えており、典型的な水食い材といえよう。天然木からのクローンとくらべると、造林木からのクローンの心材含水率は、平均で9.4ポイントも低く、これは正常な心材含水率のクローンが比較的多いことを示している。また、辺材含水率の平均値は226.2%であったが、芦別3のそれは平均149.3%とかなり低かった。

## 2. 塩狩採種園クローンの材質

塩狩採種園における天然木からえられたクローン別の材質は、表-3のとおりである。

まず容積密度数をみると、心材、辺材および両方を含めた容積密度数の平均値は、306 kg/m<sup>3</sup>、300 kg/m<sup>3</sup>および302 kg/m<sup>3</sup>であった。その変動係数は、それぞれ10%、8%および8%でいずれも小さかった。クローン別では、古丹別115が高く、とくに心材容積密度数が平均値で400 kg/m<sup>3</sup>にも達していた。その他、深川101、富良野101の容積密度数も高かった。これに対して、低い容積密度数のクローンは、札幌101であった。つぎに年輪幅では、心材、辺材および両方をあわせた平均年輪幅の平均値は、5.1 mm、4.7 mmおよび4.9 mmで比較的せまく、この採種園のクローンの年輪幅は全般的にせまいといえよう。このように成長が悪いのは、恐らく採種園の生育環境によるものと思われる。とくに年輪幅のせまいクローンは、天塩105、古丹別109および同116であり、それらの心・辺材を含む平均年輪幅は、それぞれ3.3 mm、3.7 mmおよび3.6 mmであった。しかし、いずれも個体数が1であり、明確に年輪幅のせまいクローンとは断言できないが、これらクローンの容積密度数は、それぞれ301 kg/m<sup>3</sup>、279 kg/m<sup>3</sup>および325 kg/m<sup>3</sup>であったので、古丹別116を除いて天塩105と古丹別109は良材とはいえない。これに対して、広い年輪幅をもつクローンは、古丹別111で7.3 mmの心材平均年輪幅を

表-1 築別採種園におけるトドマツ天然木からえられたクローンの材質  
 Table 1. Some properties of clones from natural *Abies sachalinensis* in the Chikubetsu seed orchard

クローン名	個数	心材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			辺材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			心・辺材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			心材平均年輪幅 mm			辺材平均年輪幅 mm			心・辺材平均年輪幅 mm			心材含水率 %			辺材含水率 %											
		範囲	平均	S.D. C.V.%	範囲	平均	S.D. C.V.%	範囲	平均	S.D. C.V.%	範囲	平均	S.D. C.V.%	範囲	平均	S.D. C.V.%	範囲	平均	S.D. C.V.%	範囲	平均	S.D. C.V.%	範囲	平均	S.D. C.V.%									
倶知安103	3	269-299	282	15.64	6	289-307	296	9.87	3	278-301	287	12.10	4	4.2-5.6	4.9	0.69	14	4.4-5.5	5.0	0.59	12	4.5-5.6	5.0	0.55	11	48-100	80.3	28.22	35	167-228	202.3	31.63	16	
定山溪101	6	268-306	280	13.56	5	279-313	293	13.02	4	270-308	283	13.30	5	5.4-7.5	7.0	0.82	12	3.3-5.9	4.3	1.08	25	4.8-7.0	6.2	0.77	12	40-140	72.7	36.23	50	189-254	222.5	25.21	11	
札幌	101	5	260-288	274	11.19	4	275-313	287	15.44	5	265-289	278	10.69	4	6.6-8.0	7.3	0.62	8	7.9-10.0	9.0	0.79	9	7.0-8.4	7.7	0.57	7	62-139	94.4	31.34	33	198-276	233.0	30.17	13
同	102	8	246-320	279	28.48	10	250-321	283	28.09	10	246-320	277	28.54	10	4.7-7.1	6.0	0.82	14	4.9-7.4	6.6	0.78	12	5.3-6.9	6.1	0.62	10	55-119	75.6	20.26	27	185-278	239.4	33.97	14
浦河	101	5	268-298	286	12.89	5	260-313	276	21.55	8	269-302	282	12.91	5	5.3-7.2	6.3	0.92	15	3.8-7.8	6.2	1.67	27	5.0-7.2	6.2	0.94	16	44-93	63.4	18.61	29	205-254	233.2	17.71	8
夕張	102	8	261-320	294	19.77	7	264-339	301	23.01	8	275-317	296	17.13	6	5.7-8.3	6.8	0.98	14	4.2-5.8	5.1	0.60	12	5.2-7.3	6.2	0.70	11	46-143	75.9	29.90	39	157-223	200.6	21.82	11
大夕張101	2	255-281	268	18.38	7	269-274	272	3.46	1	258-279	269	14.83	6	7.7-7.7	7.7	0.00	0	6.8-7.8	7.3	0.71	10	7.5-7.7	7.6	0.00	0	52-57	54.5	3.46	6	211-251	231.0	28.28	12	
同	102	2	282-294	288	8.49	3	268-274	271	4.24	2	279-290	285	7.75	3	5.9-8.2	7.1	1.64	23	7.5-8.5	8.0	0.71	9	6.2-8.2	7.2	1.41	20	45-68	56.5	16.26	29	208-232	220.0	16.97	8
同	103	3	248-320	292	38.37	13	287-312	296	14.16	5	260-317	292	29.27	10	5.5-6.9	6.0	0.77	13	5.5-5.5	5.5	0.00	0	5.4-6.6	5.8	0.67	12	69-79	74.0	5.00	7	180-221	205.3	22.15	11
同	105	4	268-328	299	29.02	10	313-338	320	12.03	4	288-330	309	18.50	6	4.9-6.9	5.9	0.91	15	5.1-6.4	5.9	0.63	11	4.9-6.4	5.8	0.73	13	44-106	68.3	28.38	42	198-227	217.0	13.09	6
同	106	2	267-279	273	8.49	3	272-318	295	32.53	11	276-276	276	0.00	0	5.6-6.2	5.9	0.42	7	5.8-6.4	6.9	1.55	22	5.7-6.6	6.2	0.71	11	50-165	107.5	81.31	76	195-248	221.5	37.47	17
同	107	4	268-292	285	11.30	4	272-297	289	11.70	4	269-292	286	11.21	4	6.5-7.4	7.0	0.45	6	5.7-7.0	6.5	0.63	10	6.5-7.3	6.9	0.37	5	47-76	63.0	11.97	19	220-239	230.5	7.94	3
同	108	3	262-280	273	9.87	4	265-297	283	16.51	6	269-282	275	6.52	2	6.0-7.4	6.9	0.80	12	6.5-6.8	6.7	0.22	3	6.1-7.3	6.9	0.63	9	51-55	52.7	2.12	4	225-248	236.7	11.51	5
同	109	3	303-307	305	2.00	1	302-328	312	14.23	5	302-312	307	5.05	2	6.0-7.5	6.6	0.78	12	6.2-7.8	7.1	0.84	12	6.1-7.6	6.7	0.77	11	46-51	47.7	2.92	6	211-232	223.3	10.98	5
同	110	5	299-328	312	12.95	4	303-325	316	10.92	3	300-326	312	11.46	4	5.2-7.4	6.0	0.92	15	5.7-8.2	6.6	1.01	15	5.6-7.6	6.2	0.85	14	37-49	41.6	4.44	11	186-247	212.2	23.94	11
同	111	1	292	292	-	-	294	294	-	-	293	293	-	-	5.3	5.3	-	-	4.7	4.7	-	-	5.1	5.1	-	-	75	75.0	-	-	218	218.0	-	-
同	112	7	272-322	293	17.13	6	262-298	288	12.56	4	269-313	291	13.86	5	5.0-7.6	6.2	1.03	17	5.3-7.2	6.2	0.62	10	5.1-7.4	6.2	0.87	14	58-102	84.6	15.35	18	204-259	234.1	25.68	11
計(平均)	71	246-328	288	20.29	7	250-339	293	20.60	7	246-330	289	18.90	7	4.2-8.3	6.4	0.98	15	3.3-10.0	6.2	1.40	23	4.5-8.4	6.3	0.89	14	37-165	71.0	26.67	38	157-278	223.1	25.17	11	

注) S.D.: 標準偏差, C.V.: 変動係数(以下表-6まで同じ)





表-4 トドマツ採種園におけるトドマツ造林木からえられたクローンの材質  
 Table 4. Some properties of clones from planted *Abies sachalinensis* in the Shiokari seed orchard

クローン名	個数	心材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			辺材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			心・辺材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			心材平均年輪幅 mm			辺材平均年輪幅 mm			心・辺材平均年輪幅 mm			心材含水率 %			辺材含水率 %											
		範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%									
稚内	26	3	279-323	298	22.61	8	269-301	288	16.65	6	284-314	294	17.32	6	4.6-5.1	4.9	0.29	6	4.0-5.1	4.7	0.59	13	4.4-5.1	4.8	0.38	8	56-85	75.0	16.46	22	209-270	234.3	31.79	14
同	29	3	291-333	321	25.98	8	295-338	315	21.59	7	293-337	319	22.90	7	3.5-7.1	5.0	1.89	38	3.5-4.8	4.0	0.72	18	3.5-6.1	4.6	1.36	30	116-139	128.7	11.68	9	185-231	202.2	25.01	12
同	32	4	290-311	303	9.95	3	300-323	310	9.64	3	295-308	304	6.06	2	4.4-6.3	5.4	1.01	19	4.0-4.3	4.1	0.15	4	4.3-5.6	4.9	0.70	14	78-113	94.0	14.67	16	193-227	213.5	16.22	8
同	33	3	297-312	303	7.77	3	280-309	298	15.50	5	295-310	303	7.55	2	4.7-5.5	5.1	0.40	8	3.8-5.5	4.8	0.87	18	4.4-5.5	5.0	0.55	11	37-69	50.3	16.65	33	210-245	225.7	17.79	8
同	34	2	282-330	306	33.94	11	273-304	289	21.92	8	278-315	297	26.16	9	3.5-4.2	3.9	0.49	13	3.1-3.7	3.4	0.42	12	3.3-3.9	3.6	0.42	12	68-106	87.0	26.87	31	194-238	216.0	31.11	14
枝幸	4	2	295-324	310	20.51	7	291-303	297	8.49	3	294-315	305	14.85	5	5.8-6.7	6.3	0.64	10	5.9-6.2	6.1	0.21	3	5.8-6.5	6.2	0.49	8	45-58	51.5	9.19	18	225-244	234.5	13.44	6
士別	1	3	272-310	294	19.55	7	278-314	302	20.78	7	286-311	296	13.43	5	4.7-6.1	5.5	0.74	13	3.9-4.7	4.2	0.42	10	4.4-5.6	5.1	0.61	12	55-136	96.0	40.51	42	182-245	215.0	31.61	15
同	2	3	297-333	316	18.08	6	317-334	325	8.62	3	303-325	317	11.00	4	3.8-5.6	4.6	0.93	20	3.8-5.9	4.9	1.05	21	4.1-5.7	4.9	0.80	16	69-109	91.0	20.30	22	185-211	195.3	13.80	7
余市	1	4	299-331	317	13.29	4	277-316	291	17.56	6	296-324	308	11.66	4	4.1-5.6	4.8	0.78	16	4.2-5.2	4.7	0.48	10	4.2-5.4	4.8	0.67	14	44-99	68.0	23.42	34	157-236	210.5	36.13	17
同	2	4	284-325	297	19.00	6	270-293	285	10.47	4	285-323	297	17.66	6	4.6-5.9	5.3	0.56	11	4.4-6.4	5.0	0.94	19	4.7-6.1	5.2	0.62	12	44-95	59.3	24.17	41	217-259	239.0	17.36	7
同	3	4	268-309	291	18.27	6	266-326	290	26.09	9	267-315	291	20.66	7	5.1-6.3	5.7	0.50	9	2.9-5.2	4.5	1.06	29	4.2-5.5	5.1	0.62	12	58-108	76.8	21.84	28	176-271	231.5	39.97	17
同	4	3	283-332	312	25.89	8	274-323	307	28.29	9	279-324	308	25.42	8	4.2-6.6	5.0	1.36	27	3.1-5.4	4.5	1.21	27	3.7-5.9	4.8	1.10	23	36-98	71.7	32.04	45	92-229	176.0	73.57	42
同	5	4	286-324	298	17.59	6	297-317	310	9.20	3	296-320	303	11.53	4	4.9-6.3	5.7	0.62	11	5.7-7.9	6.8	1.02	15	5.2-6.5	6.0	0.56	9	49-66	54.3	8.06	15	217-247	227.0	13.56	6
同	6	4	284-324	301	16.88	6	290-354	320	26.40	8	295-337	308	19.82	6	2.9-5.8	4.3	1.35	31	2.6-6.1	4.5	1.68	37	2.8-5.9	4.4	1.46	33	48-90	62.0	19.58	32	179-225	206.8	20.27	10
同	7	4	274-308	295	15.48	5	281-324	299	21.12	7	276-317	297	18.13	6	3.8-6.7	5.4	1.20	22	4.2-6.1	5.3	0.88	17	3.9-6.5	5.3	1.08	20	49-89	66.0	16.77	25	201-256	228.8	25.20	11
同	8	3	259-282	271	11.50	4	264-316	284	28.00	10	261-288	275	13.58	5	5.4-6.5	5.9	0.56	9	3.5-6.8	5.3	1.66	31	4.7-6.6	5.7	0.95	17	50-92	66.0	22.72	34	178-271	232.3	48.44	21
札幌	1	2	259-346	307	55.15	18	279-298	289	13.44	5	271-321	296	35.36	12	4.4-5.3	4.9	0.64	13	3.5-4.4	4.0	0.64	16	4.3-4.9	4.6	0.42	9	66-93	79.5	19.09	24	206-231	218.5	17.68	8
計(平均)	55	259-346	302	20.51	7	264-354	300	20.42	7	261-337	301	17.44	6	2.9-7.1	5.2	0.95	18	2.6-7.9	4.8	1.12	23	2.8-6.6	5.0	0.89	18	36-139	74.4	26.18	35	92-271	218.3	30.79	14	
総計(総平均)	133	253-465	304	26.95	9	251-354	300	22.20	7	261-400	302	21.29	7	2.9-8.7	5.1	0.97	19	2.3-7.9	4.7	1.05	22	2.8-8.0	5.0	0.88	18	36-204	87.2	37.32	43	92-271	214.8	29.22	14	

示した。その他古丹別 106, 朝日 110, 留萌 104 と札幌 101 の年輪幅も、この中では比較的広かった。一方、心材含水率は平均値が 96.2% と高く、その変動係数も 43% と高かった。クローン別で心材含水率の低いものは、羽幌 110, 古丹別 106, 朝日 102, 深川 101 の 4 クローンであり、逆に高いものでは、羽幌 114 の 204.0% が最高であり、その他 100% を越えるクローンが多数見られた。辺材含水率の平均値は 212.4% であり、羽幌 110 のそれは平均 158.0% と比較的低かった。

塩狩採種園の造林木からえられたクローン別の材質は表-4 のとおりである。

心材、辺材および両方を含む容積密度数の平均値は、302 kg/m<sup>3</sup>, 300 kg/m<sup>3</sup> および 301 kg/m<sup>3</sup> で、その変動係数は、6-7% といずれも小さかった。クローン別では、稚内 29 の容積密度数が全体的に高く、余市 8 が低い値を示した。天然木からのクローンとくらべると、平均値では大差がなかったが、個々のクローンで際立って容積密度数の大きなものは見られなかった。つぎに年輪幅では、心材、辺材および両方を含む平均年輪幅の平均値は、それぞれ 5.2 mm, 4.8 mm および 5.0 mm であり、その変動係数は 18%, 23% および 18% と比較的大であった。クローン別では、稚内 34 の年輪幅がせまく、これに対して枝幸 4 と余市 5 のそれは広かった。造林木の年輪幅の平均値を天然木からのそれとくらべると、両者がほぼ同じ値を示しており、塩狩採種園のクローンの成長は、全般的に不良といえる。一方心材含水率の平均値は、74.4% で全体的に低く、天然木からえられたクローンとくらべると、平均で 11.8 ポイント低かった。クローン別で心材含水率の低いものは、稚内 33, 枝幸 4 および余市 5 の 3 クローンであり、逆に、稚内 29 のように平均 128.7% という高いものが見られた。また平均変動係数は 35% にも達して、天然木の場合と同様に高かった。辺材含水率の平均値は、218.3% であったが、余市 4 の個体の中には、92% という異常に低いものが見られた。

### 3. 岐阜採種園クローンの材質

岐阜採種園における天然木からえられたクローン別の材質は、表-5 のとおりである。

まず容積密度数をみると、心材、辺材および両方を含めた容積密度数の平均値は、それぞれ 312 kg/m<sup>3</sup>, 316 kg/m<sup>3</sup> および 313 kg/m<sup>3</sup> であり、その変動係数はいずれも 6-8% で小さかった。また心材と辺材の容積密度数をくらべると、後者が 4 kg/m<sup>3</sup> 程重かった。クローン別では、置戸 112 は 1 個体であったが、辺材容積密度数が 392 kg/m<sup>3</sup> と最高を示し、心・辺材を含む容積密度数で 340 kg/m<sup>3</sup> を越えるクローンには、佐呂間 110 と前述の置戸 112 があり、全般的に比重の大きいクローンが多かった。つぎに年輪幅では、心材、辺材および両方を含む平均年輪幅の平均値は、5.3 mm, 5.0 mm および 5.2 mm であり、その変動係数は、それぞれ 14%, 23% および 15% であった。クローン別にみると、心材年輪幅のせまいクローンは佐呂間 105 の 4.1 mm, 辺材のそれでは留辺蘂 105 の 2.9 mm, 心・辺材を含む年輪幅では置戸 105 の 3.7 mm がそれぞれ最低であった。これに対して、年輪幅の広いクローンは、置戸 101 で心・辺材を含む平均年輪幅が 7.2 mm であった。そしてそれは容積密度数が 267 kg/m<sup>3</sup> とクローンの

中では最低値を示していた。一方心材含水率では、平均値が71.0%であり、含水率50%以下のクローンは、佐呂間101, 同106, 同107, 同108, 同111, 同112, 同113, 留辺薬107, 置戸104, 同108および同110の11クローンであったが、いずれも個体数が少ないため、水食い材になりにくいクローンとは、断言はできない。それに対し平均で100%を越えるクローンは、佐呂間110, 清里102, 留辺薬104, 津別108, 置戸107の5クローンを数え、それぞれ個体数は少ないが、その大部分はいずれの個体も心材含水率が100%を越えており、これらは水食い材になりやすいクローンといえよう。辺材含水率の平均値は199.4%で、際立って低い含水率のクローンは見られなかった。

岐阜採種園の造林木からえられたクローン別の材質は、表-6のとおりである。

心材、辺材および両方を含む容積密度数の平均値は、それぞれ308 kg/m<sup>3</sup>, 315 kg/m<sup>3</sup>および310 kg/m<sup>3</sup>であり、その変動係数は5-7%と比較的小さかった。心材と辺材の容積密度数をくらべると、天然木からのクローンと同様後者が5 kg/m<sup>3</sup>程重かった。クローン別では、際立って容積密度数の高いものはなく、心材容積密度数の最大は、遠軽1の351 kg/m<sup>3</sup>, 辺材容積密度数のそれは置戸4の352 kg/m<sup>3</sup>, そして両方を含めた容積密度数の最大は、置戸9の333 kg/m<sup>3</sup>であった。天然木からのクローンと比較すると、造林木からのクローンの容積密度数が全体的にわずかに低かった。つぎに年輪幅では、心材、辺材および両方を含む平均年輪幅の平均値は、5.5 mm, 5.3 mmおよび5.4 mmで、その変動係数は、それぞれ13%, 20%および14%であった。年輪幅のせまいクローンは置戸4であり、広いクローンは置戸12であった。年輪幅の広いクローンの容積密度数は低く、両者に相関があると思われる。天然木からのクローンとくらべて、造林木からのクローンの年輪幅はわずかに広い。一方、心材含水率の平均値は67.7%であり、その変動係数は33%と高かった。この中で含水率が50%以下のクローンは、津別2の1クローンであり、100%を越えるいわゆる水食い材は、置戸4の中の1個体にのみ見られた。天然木からのクローンとくらべ、造林木からの心材含水率は平均値で3.3ポイント低かった。また辺材含水率の平均値は197.7%で、置戸3のクローンが平均133.0%で比較的低かった。

## V. 考 察

### 1. 各採種園クローンの材質の比較

前報<sup>5)</sup>の採種園を含めた5か所の採種園のクローンの材質を比較するため、各材質指標の総平均値を再掲すると、表-7のとおりである。その際、発足および愛知採種園クローンの心・辺材を含む容積密度数が提示されていないので、心材および辺材容積密度数の単純平均を求め、それにあてた。

採種園のクローンをうるための精英樹は、適地・適木の方針に従ってそれぞれの採種園に比較的近い森林より選抜されており、採種園間でクローンが異なるので、一概に比較はできない。しかし、心・辺材を含む容積密度数をみると、岐阜採種園クローンの平均値は312 kg/m<sup>3</sup>で





表-6 岐阜採種園におけるトドマツ造林木からえられたクローンの材質  
 Table 6. Some properties of clones from planted *Abies sachalinensis* in the Gifu seed orchard

クローン名	個数	心材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			辺材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			心・辺材容積密度数 kg/m <sup>3</sup>			心材平均年輪幅 mm			辺材平均年輪幅 mm			心・辺材平均年輪幅 mm			心材含水率 %			辺材含水率 %											
		範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%	範囲	平均	S.D. CV.%									
遠軽	1	1	351	351	-	-	297	297	-	-	327	327	-	-	4.7	4.7	-	-	5.6	5.6	-	-	5.0	5.0	-	-	54	54.0	-	-	215	215.0	-	-
北見	1	1	312	312	-	-	320	320	-	-	315	315	-	-	5.2	5.2	-	-	6.3	6.3	-	-	5.6	5.6	-	-	57	57.0	-	-	196	196.0	-	-
同	5	2	294-304	299	7.07	2	305-324	315	13.44	4	304-305	305	0.71	0	4.2-4.7	4.5	0.35	8	4.6-5.8	5.2	0.85	16	4.3-4.9	4.6	0.42	9	55-63	59.0	5.66	10	190-218	204.0	19.80	10
津別	1	3	322-339	330	8.50	3	307-334	320	13.53	4	321-332	326	5.51	2	5.9-6.0	5.9	0.06	1	5.9-6.7	6.2	0.44	7	6.0-6.1	6.0	0.06	1	44-78	59.0	17.35	29	167-205	181.0	20.88	12
同	2	3	284-312	296	14.29	5	278-332	297	30.09	10	282-320	297	20.22	7	4.9-5.9	5.5	0.55	10	3.4-6.4	5.3	1.63	31	4.2-5.9	5.4	0.93	18	41-47	43.0	3.46	8	173-241	212.7	35.39	17
置戸	2	3	275-307	293	16.50	6	313-327	318	7.81	2	285-312	300	13.75	5	5.2-5.8	5.4	0.32	6	4.9-5.7	5.4	0.42	8	5.1-5.7	5.4	0.31	6	52-69	62.7	9.29	15	194-216	206.0	11.14	5
同	3	2	301-321	311	14.14	5	330-351	341	14.85	4	320-323	322	2.12	1	5.0-5.8	5.4	0.57	11	3.4-4.9	4.2	1.06	25	4.7-4.9	4.8	0.14	3	69-74	71.5	3.54	5	129-137	133.0	5.66	4
同	4	2	293-307	300	9.90	3	336-368	352	22.63	6	311-322	317	7.78	2	4.0-4.1	4.1	0.07	2	2.1-4.3	3.2	1.56	49	3.2-4.1	3.7	0.64	17	98-170	134.0	50.91	38	161-164	162.5	2.12	1
同	5	2	296-302	299	4.24	1	297-347	322	35.36	11	295-312	304	12.02	4	5.8-6.6	6.2	0.57	9	3.8-5.6	4.7	1.27	27	5.2-6.3	5.8	0.78	13	76-81	78.5	3.54	5	186-196	191.0	7.07	4
同	6	3	295-325	306	16.29	5	304-338	318	17.62	6	297-321	309	12.01	4	5.7-6.0	5.9	0.15	3	5.5-6.5	6.0	0.50	8	5.6-6.1	5.9	0.25	4	50-63	57.0	6.56	12	199-217	206.7	9.29	4
同	7	2	286-336	311	35.36	11	302-316	309	9.90	3	290-331	311	28.99	9	5.9-6.5	6.2	0.42	7	5.2-5.5	5.4	0.21	4	5.7-6.3	6.0	0.42	7	61-65	63.0	2.83	4	192-220	206.0	19.80	10
同	8	3	291-337	319	24.58	8	301-324	310	12.29	4	294-327	316	18.77	6	4.8-5.8	5.2	0.51	10	5.1-5.5	5.3	0.21	4	4.9-5.7	5.2	0.42	8	54-67	59.0	7.00	12	168-214	195.7	24.38	12
同	9	2	324-336	330	8.49	3	336-342	339	4.24	1	303-336	333	4.24	1	4.2-5.1	4.7	0.64	14	4.2-4.3	4.3	0.07	2	4.7-4.7	4.7	0.00	0	72-91	81.5	13.44	16	185-192	188.5	4.95	3
同	10	3	300-318	312	10.12	3	302-307	305	2.65	1	300-313	308	7.23	2	4.7-5.8	5.1	0.59	12	4.2-6.5	5.7	1.33	23	4.5-6.0	5.2	0.75	14	71-92	79.7	10.97	14	206-230	217.3	12.06	6
同	11	2	281-329	305	33.94	11	273-328	301	38.89	13	278-329	304	36.06	12	5.6-6.2	5.9	0.42	7	5.3-5.8	5.6	0.35	6	5.7-5.9	5.8	0.14	2	43-66	54.5	16.26	30	180-265	222.5	60.10	27
同	12	3	284-294	288	5.13	2	283-301	295	10.12	3	286-296	293	5.77	2	6.2-6.7	6.4	0.29	5	5.8-7.3	6.5	0.76	12	6.2-6.4	6.3	0.10	2	64-90	76.7	13.01	17	196-221	210.7	13.05	6
計(平均)	37	275-339	308	19.29	6	273-368	315	21.11	7	278-336	310	16.15	5	4.0-6.7	5.5	0.72	13	2.1-7.3	5.3	1.07	20	3.2-6.4	5.4	0.75	14	41-170	67.7	22.58	33	129-265	197.7	27.19	14	
総計(総平均)	124	258-359	311	20.49	7	261-368	316	22.97	7	267-349	312	17.59	6	3.4-6.9	5.3	0.74	14	1.8-7.3	5.1	1.15	23	3.2-6.8	5.2	0.77	15	31-177	70.0	29.90	43	129-265	198.9	23.36	12	

最高であり、愛知のそれは  $279 \text{ kg/m}^3$  で最低である。つぎに年輪幅であるが、5採種園ともに提示されている辺材平均年輪幅のデータでくらべると、築別採種園クローンの平均値は、6.6 mm でもっとも広く、愛知のそれはほぼこの値に匹敵している。これに対し、塩狩採種園クローンの年輪幅は、4.7 mm で最もせまい。材質の良否の判定基準として、年輪幅が広くても比重の高い材は一般に良いといわれ、一方、建築用上級構造材の年輪幅の制限として、トドマツ等の針葉樹II類では、6 mm 以下となっている。したがって、岐阜採種園の心・辺材を含む平均年輪幅の平均値 5.2 mm で、容積密度数  $312 \text{ kg/m}^3$  が、この中では最良といえる。また塩狩採種園クローンの年輪幅が 5.0 mm と比較的せまいにも拘らず、容積密度数が  $302 \text{ kg/m}^3$  と低い点で、材質的には不良といえよう。その理由として、この採種園は概況でものべたように、塩狩峠の頂上にあり、かなりの風衝地であること、またこのクローンに多い道北産のトドマツの材質が、他の地域にくらべ劣っていることも考えられよう。しかし、岐阜採種園クローンの容積密度数の平均値  $312 \text{ kg/m}^3$  を、含水率 15% の比重に換算すると 0.377 となり、建築用上級構造材の最低基準である 0.43 には到底及ばない。それは、これらの精英樹が、成長を重視した表現型で選抜されたものであり、今回の試料はいずれも 20 年程度の若齢木で、植栽間隔は広く、施肥・間伐が繰り返されているので当然である。したがって、これを一般の造林木と比較することはできない。将来、高価な構造用材を目指して、これらのクローンの自由交配による種子からえた苗木を植栽する場合は、造林地や植栽本数の選定、あるいは枝打ち、間伐等の十分な管理が必要であろう。

一方、心材含水率の平均値をみると、発足採種園クローンの 59.8% が最低で、塩狩のその 87.2% が最高である。しかし、発足採種園クローンの中にも 100% を越えているいわゆる水食い材がかなり含まれており、その原因は立地によるものか、遺伝に関係するものかは、この結果からは判断できない。

## 2. 容積密度数、平均年輪幅および心材含水率のクローン間の有意差検定

各採種園別の心・辺材を含む容積密度数と平均年輪幅、および心材含水率のクローン間の分散分析の結果は、表-8、9および10のとおりである。

表-8に示されるとおり、容積密度数は、塩狩および岐阜採種園の造林木からえられたクローン間の有意差は見られなかったが、他はすべて有意性が認められた。つまり、それは個々のクローンの容積密度数の間に相違があることを意味している。表-9の平均年輪幅では、塩狩採種園のクローンを除き、有意性が確認できた。塩狩採種園の場合は、環境により支配される因子、すなわち誤差が多かったためと推定され、その結果、同一クローン内でも肥大成長の差、つまり成長にバラつきが大きかったことが分かる。つぎに表-10の心材含水率の場合は、築別採種園の天然木からのクローン間には、有意差が認められなかったが、他はいずれも 0.1% ないし 1% 水準で有意性が確認できた。心材含水率がクローン間で有意であることは、水食い材の発生に遺伝が関与していることを意味している。

表-7 採種圃別クローン材質指標の平均値の比較

Table 7. Comparisons of average values of some properties among the five seed orchards

採種圃	心材容積 密度数	辺材容積 密度数	心・辺材 容積密度数	心材 年輪幅	辺材 年輪幅	心・辺材 年輪幅	心材 含水率
築別	294kg/m <sup>3</sup>	295kg/m <sup>3</sup>	294kg/m <sup>3</sup>	6.3mm	6.6mm	6.4mm	65.2%
塩狩	304	300	302	5.1	4.7	5.0	87.2
岐阜	311	316	312	5.3	5.1	5.2	70.0
発足	301	312	(307)	-	5.3	-	59.8
愛知	276	281	(279)	-	6.5	-	76.6

注: ( )内の数値は、データがないため単純平均した値

表-8 クローン間の心・辺材を含む容積密度数の分散分析

Table 8. Analyses of variances on basic densities among clones

採種圃	要因	全 体			天 然 木			造 林 木		
		d.f.	M.S.	F	d.f.	M.S.	F	d.f.	M.S.	F
築別	クローン間	39	813.51	3.91***	16	607.75	2.15*	22	870.41	5.34***
	残差	143	208.16		54	282.74		89	162.91	
塩狩	クローン間	49	816.35	3.41***	32	1,093.34	5.88***	16	308.38	1.02
	残差	83	239.17		45	186.00		38	302.13	
岐阜	クローン間	54	492.72	2.97***	38	574.13	4.14***	15	306.87	1.35
	残差	69	165.78		48	138.54		21	228.05	

\*\*\*0.1%, \*5%水準で有意である。

表-9 クローン間の心・辺材を含む平均年輪幅の分散分析

Table 9. Analyses of variances on mean annual ring widths among clones

採種圃	要因	全 体			天 然 木			造 林 木		
		d.f.	M.S.	F	d.f.	M.S.	F	d.f.	M.S.	F
築別	クローン間	39	1.48	2.85***	16	1.63	3.02**	22	1.42	2.78**
	残差	143	0.52		54	0.54		89	0.51	
塩狩	クローン間	49	0.94	1.41	32	0.94	1.52	16	0.96	1.33
	残差	83	0.67		45	0.62		38	0.72	
岐阜	クローン間	54	0.89	2.41**	38	0.84	2.00*	15	1.07	4.46***
	残差	69	0.37		48	0.42		21	0.24	

\*\*\*0.1%, \*\*1%, \*5%水準で有意である。

表-10 クローン間の心材含水率の分散分析

Table 10. Analyses of variances on moisture contents in heartwood among clones

採種圃	要因	全 体			天 然 木			造 林 木		
		d.f.	M.S.	F	d.f.	M.S.	F	d.f.	M.S.	F
築別	クローン間	39	1,107.79	2.94***	16	993.38	1.58	22	1,68.05	4.75***
	残差	143	377.00		54	627.83		89	224.81	
塩狩	クローン間	49	2,389.55	3.85***	32	3,046.09	4.02***	16	1,225.81	2.68***
	残差	83	620.70		45	758.27		38	457.79	
岐阜	クローン間	54	1,472.59	3.34***	38	1,725.95	3.22***	15	910.40	4.07***
	残差	69	441.09		48	536.29		21	228.05	

\*\*\*0.1%, \*\*1%水準で有意である。

### 3. 容積密度数, 平均年輪幅および心材含水率の反復率

クローンの材質の広義の遺伝力をみるため, 採種園別の天然木・造林木を含むすべてのクローンの容積密度数, 平均年輪幅および心材含水率について, 反復率を算出した。その結果は, 表-11のとおりである。

心・辺材を含む容積密度数の反復率は, 築別, 塩狩および岐阜採種園クローンで, 0.39, 0.48 および 0.47 であり, いずれも 0.5 以下である。つぎに平均年輪幅は, それぞれ 0.29, 0.13 および 0.38 となり, 塩狩採種園クローンの反復率は最も低く, 環境に大きく影響されていることが分かる。一方, 心材含水率のそれは, それぞれ 0.30, 0.56 および 0.51 となった。このことから水食い材の発生には, 遺伝がある程度関係してしていることが分かり, とくに塩狩採種園クローンの心材含水率の反復率が高いのは, 道北におけるトドマツの水食い材が一般に多いという事実とも一致しており, 興味深い。しかし, 最大の反復率でも 0.56 以下であるので, 環境因子も大きく影響することが考えられよう。またこのデータを前報<sup>5)</sup>とくらべると, 容積密度数の反復率が, 平均年輪幅のそれより高い点で, 両者がよく一致している。

### 4. 天然木からのクローンによる各材質指標の産地間の有意差検定

各材質の産地による違いをみるために, 種子がどこから得られたか不明の造林木を除き, 天然木からのクローンのみを対象として, 産地間の有意差を検定した。築別採種園クローンでは, 倶知安, 定山溪, 札幌, 浦河, 夕張, および大夕張の6地域, 塩狩採種園クローンでは, 天塩, 遠別, 羽幌, 古丹別, 士別, 朝日, 幌加内, 留萌, 深川, 札幌, および富良野の11地域, そして岐阜採種園クローンでは, 遠軽, 佐呂間, 清里, 留辺蘂, 津別, および置戸の6地域である。これらの分散分析の結果は, 表-12のとおりである。

いずれの材質も, 産地間では有意性が認められず, 産地内つまりクローン間での有意差が数多くの項目で認められた。このことは, 個々のクローンによって材質に相違があることを意味している。そして, この傾向は前報<sup>5)</sup>とも類似している。

### 5. 同一クローンによる各材質指標の生育環境間の有意差検定

同一クローンによる材質の生育環境間の有意差を検定するため, 各採種園に植栽されているクローンの中から, 共通するものを取り上げた。しかし, 採種園はそれぞれ所在地に近い森林から選抜された精英樹のクローンで造成されているので, 同一クローンは少ない。前報<sup>5)</sup>も含め, 2か所以上の採種園に植栽されている同一クローンは以下のとおりである。すなわち, 築別, 塩狩, 発足, および愛知の4採種園に植栽されているクローンは, 余市1, 同2, 札幌1であり, 築別, 塩狩と発足の3採種園, および築別, 発足と愛知の3採種園に植栽されている共通クローンは, それぞれ余市3と大夕張110の1クローンのみである。また, 2採種園に植栽されている共通クローンは, 築別と発足採種園では, 倶知安103, 札幌102, 定山溪1, 同3, 夕張2, 芦別3の6クローン, 築別と塩狩採種園では, 札幌101と余市4の2クローン, 築別と愛知採種園では, 夕張102の1クローンである。そして, 岐阜採種園には, 他の採種園と共

表-11 トドマツクローンの材質指標の反復率  
Table 11. Repeatabilities of some properties of the clones

採種園		d.f.	心・辺材容積密度数	心・辺材平均年輪幅	心材含水率
築別	クローン分散	39	133.48	0.21	161.14
	環境分散	143	208.16	0.52	377.00
	反復率	(182)	0.39	0.29	0.30
塩狩	クローン分散	49	217.61	0.10	784.28
	環境分散	83	239.17	0.67	620.70
	反復率	(132)	0.48	0.13	0.56
岐阜	クローン分散	54	145.38	0.23	458.69
	環境分散	69	165.78	0.37	441.09
	反復率	(123)	0.47	0.38	0.51

表-12 採種園別トドマツ天然木クローン材質指標の産地間の分散分析  
Table 12. Analyses of variances on some properties of the clones  
from natural *A. sachalinensis* among provenances

採種	産地	d.f.	心・辺材容積密度数		心・辺材平均年輪幅		心材含水率	
			M.S.	F	M.S.	F	M.S.	F
築別	産地間	5	645.40	1.09	1.60	0.96	729.60	1.16
	産地内	11	590.64	2.09*	1.66	3.07***	1,111.82	1.77
	残差	54	282.74		0.54		627.83	
塩狩	産地間	10	1,086.30	0.99	0.80	1.27	1,662.50	0.45
	産地内	22	1,096.55	5.90***	1.00	1.58	3,675.00	4.85***
	残差	45	186.00		0.63		758.27	
岐阜	産地間	5	362.80	0.60	1.00	1.23	2,646.20	1.67
	産地内	33	606.15	4.38***	0.81	1.88	1,586.56	2.96**
	残差	48	138.54		0.43		536.29	

\*\*\*0.1%, \*\*1%, \*5%水準で有意である。

通するクローンはなかった。この中、築別、塩狩、発足、および愛知の4採種園に共通する3クローンの共通材質について、採種園間すなわち生育環境間の有意差を検定した。その結果は表-13のとおりである。

余市2の辺材容積密度数と心材含水率を除き、すべて採種園間で有意差が認められた。このことは、クローンの材質は遺伝の他に、環境や植栽木の管理状態にも影響を受けており、前述した反復率が比較的低いという事実とも一致している。しかし、採種園の場合は、植栽密度、間伐の時期や方法、あるいは施肥等が同一管理方式で実施されているので、この採種園間で示された有意差は、主として気候や土壌等の立地に大きく支配されていることを伺わせる。

## 6. 各材質指標間の相関

各採種園別に、心・辺材を含む容積密度数と同平均年輪幅、心材含水率と心材容積密度数、および心材含水率と心材平均年輪幅との間の相関係数を算出した。その結果は表-14のとおり

表-13 同一クローン材質指標の築別、塩狩、発足および愛知各採種園間の分散分析  
 Table 13. Analyses of variances on some properties of the same clones  
 among the four seed orchards

クローン名	要因	d.f.	心材容積密度数		辺材容積密度数		心辺材平均年輪幅		材含水率	
			M.S.	F	M.S.	F	M.S.	F	M.S.	F
余市-1	採種園間	3	747.67	3.54*	1,677.00	7.50**	4.97	13.08***	1,414.33	7.20**
	残差	21	211.10		223.71		0.38		196.43	
余市-2	採種園間	3	2,614.00	12.72***	234.33	0.82	5.97	5.97**	878.67	2.63
	残差	22	205.45		286.86		1.00		334.14	
札幌-1	採種園間	3	1,224.67	3.37*	1,600.00	16.01***	9.70	12.60***	883.67	5.91**
	残差	20	363.40		99.95		0.77		149.45	

\*\*\*0.1%, \*\*1%, \*5%水準で有意である。

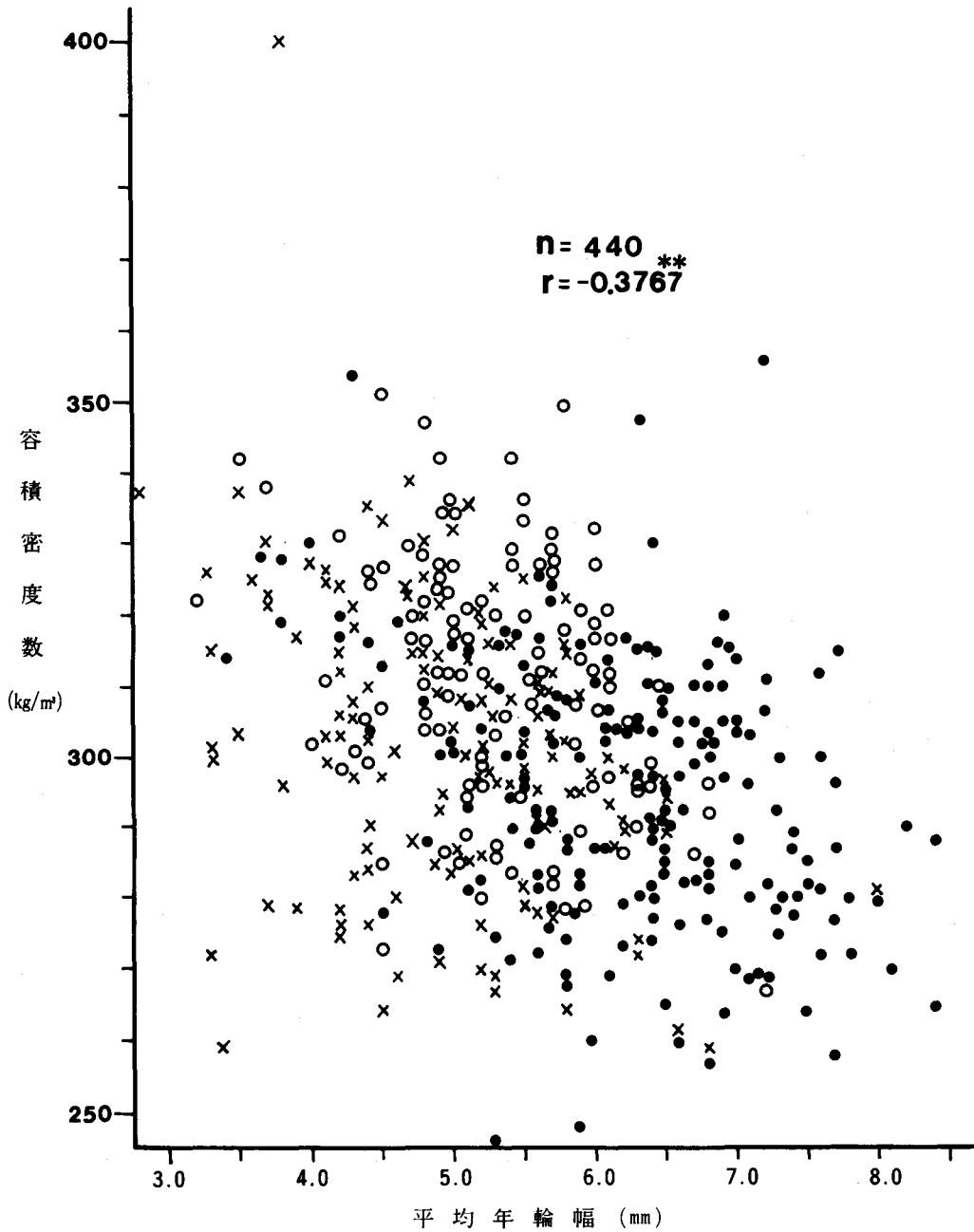
表-14 採種園別クローン材質指標の相関係数  
 Table 14. Coefficients of correlations between two properties  
 on wood quality of clones in the three seed orchards

採種園	築別	塩狩	岐阜
相関\個体数	183	133	124
心・辺材容積密度数× 同平均年輪幅	-0.2404**	-0.3736**	-0.3312**
心材含水率× 同容積密度数	-0.1161	0.0516	0.1585
心材含水率× 同年輪幅	-0.1563	-0.3569**	-0.3895**

注：\*\*1%水準で有意である。

である。容積密度数と平均年輪幅の間には、いずれの採種園でも1%水準で負の相関があり、年輪幅が広くなると、容積密度数つまり比重は低下する。この傾向は、前報<sup>5)</sup>と同様であった。一方、心材含水率と同容積密度数の間では、有意な相関が見られず、水食い材の発生には、材の比重は関係がないように思われる。しかし、心材含水率と同平均年輪幅の間では、築別採種園の場合を除き1%水準で負の相関があり、年輪幅がせまい方つまり成長の不良なトドマツ程水食い材になりやすいということを示している。

つぎに、全体をプールし、440個体すべてを用いて、採種園別に有意な相関が表れた心・辺材を含む容積密度数と同平均年輪幅との間、および心材含水率と同平均年輪幅との間の相関図を描くと、図-2および図-3のとおりである。この場合は、前者の相関係数は-0.3767、後者のそれは-0.3623となり、いずれも1%水準で有意となった。

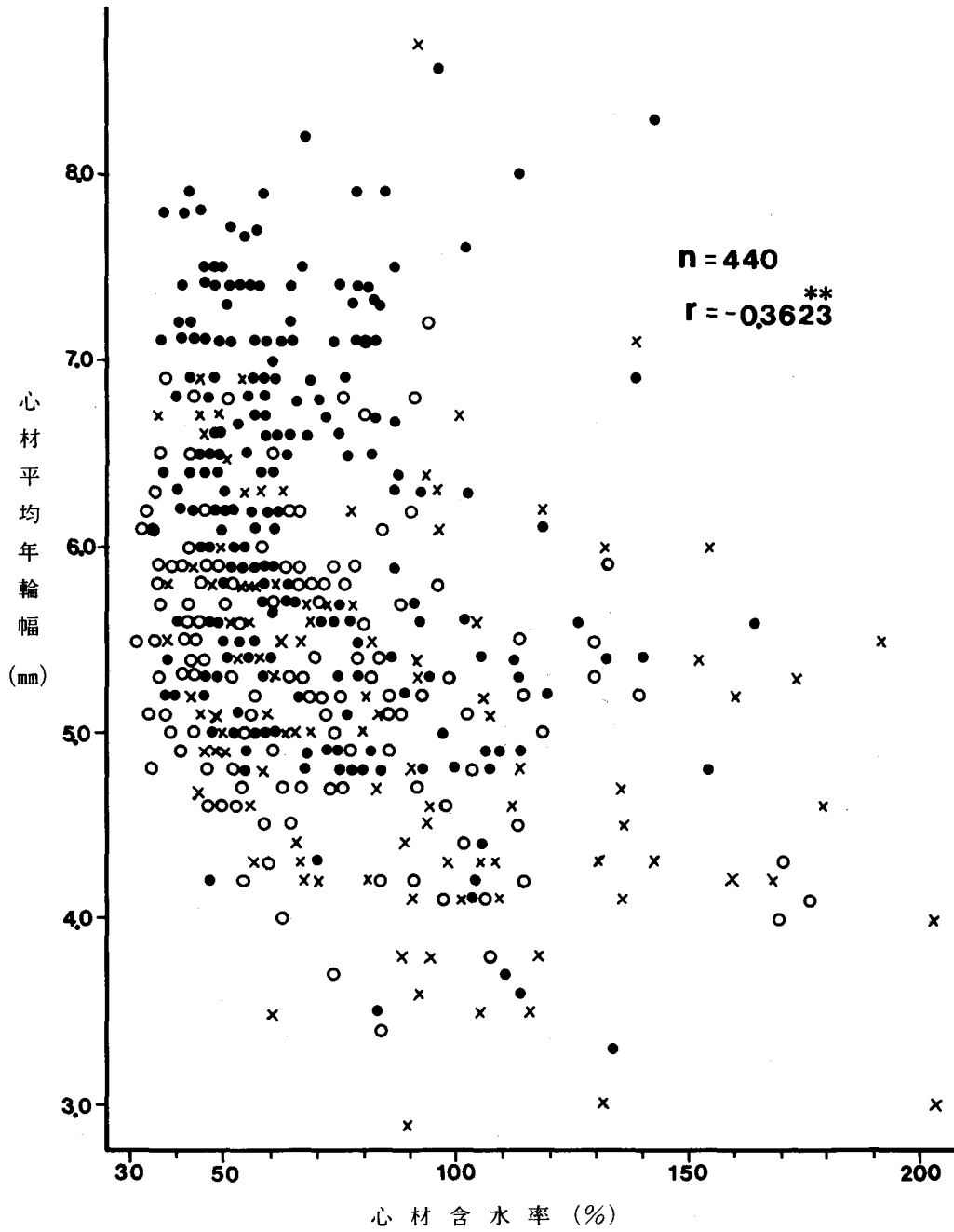


注: \*\*..... 1%水準で有意である。 ●○×..... 図-1と同じ。

図-2 平均年輪幅と容積密度数との相関

Fig. 2. Correlations between mean annual ring widths and basic densities of wood.





注：\*\*……1%水準で有意である ●○×……図-1と同じ。

図-3 心材含水率と心材平均年輪幅との相関

Fig. 3. Correlations between moisture contents in heartwood and mean annual ring widths of heartwood.

## VI. 結 論

トドマツの適地といわれている道央(築別)、道北(塩狩)および道東(岐阜)の3採種園に植栽されているトドマツ精英樹のつぎ木クローンの間伐木(139クローン, 440個体)を用いて、材質試験を行った。試験項目は、基礎的な材質の指標である容積密度数、平均年輪幅、および含水率であり、それぞれ心・辺材に分けて測定した。

その結果、築別、塩狩および岐阜各採種園のクローンの心・辺材を含む容積密度数の総平均は、全般的に低い値で、それぞれ  $294 \text{ kg/m}^3$ 、 $302 \text{ kg/m}^3$  および  $312 \text{ kg/m}^3$  であり、その変動係数は6-7%と小さかった。そして、容積密度数はクローン間で有意の差が認められたが、精英樹を選抜した産地間では、有意差が見られなかった。また反復率は、0.39から0.48の範囲にあった。つぎに、築別、塩狩および岐阜各採種園におけるクローンの心・辺材を含む平均年輪幅の総平均は、6.4 mm、5.0 mm および 5.2 mm であり、全般的に広い年輪幅を有し、その変動係数は、それぞれ13%、18%および15%であった。平均年輪幅は、塩狩採種園を除き、クローン間で有意差があり、産地間では見られなかった。また、反復率は0.13から0.38の範囲にあり、とくに塩狩採種園クローンの反復率は、低い値を示した。その他、容積密度数と平均年輪幅との間には、前報<sup>5)</sup>と同様に負の相関があった。

3採種園を比較すると、岐阜採種園のクローンは、平均年輪幅が建築用上級構造材の最大値(6 mm)内にあり、その比重が比較的大であった点で良好であるといえよう。勿論、個々のクローンには、その最大値を越えているものも多数みられた。これに対し、塩狩採種園のクローンは、成長が悪い上に、比重も低く不良であった。しかし、良好といわれた岐阜採種園のクローンの比重でも前記の基準値(0.43以上)には到底達していない。この理由は、精英樹を成長に重点をおいて選抜したこと、試料が植栽後20年程度の間伐木であること、しかも種子生産を目的としている採種園なので、クローンの植栽がha当たり1,000本という疎植であり、施肥、間伐等も繰り返し実行されているためである。

一方、築別、塩狩および岐阜各採種園クローンの心材含水率の総平均は、65.2%、87.2%および70.0%で、その変動係数は、それぞれ35%、43%および43%と極めて高かった。そして、心材含水率もクローン間で有意差があり、産地間では認められなかった。また反復率は0.30から0.56の範囲にあり、比較的高い値を示した。その他、心材含水率と平均年輪幅との間には、負の相関があったが、容積密度数との間には、有意な相関が見られなかった。

一般に、反復率は、広義の遺伝力といわれているもので、その値が今回はすべて0.56以下であったということは、トドマツの成長と材質には、環境因子と撫育の方法もかなり影響することを示唆している。将来、高価な構造用材を目指して、このクローンの自由な交配による種子から生産された苗木を植林する場合には、造林地の選定をはじめ、植栽本数や枝打ち、間伐等の管理に、十分配慮する必要があるだろう。さらに、今後のトドマツの育種の方向としては、材

質の他、寒風害、霜害、あるいは枝枯れ病等の病虫害に抵抗力のある精英樹を選抜することも肝要であろう<sup>10)</sup>。

#### 参 考 文 献

- 1) FUJISAWA, Y., S. OHTA, K. NISHIMURA, and M. TAJIMA : Wood characteristics and genetic variations in sugi (*Cryptomeria japonica*). *Mokuzai Gakkaishi*, **38**(7) 638-644, 1992
- 2) 片寄 隼: トドマツ, カラマツの材質改良計画, *北方林業*, **6**(2) 45-48, 1984
- 3) 片寄 隼: トドマツ精英樹クローンの特性. *日林北支講*, **33**, 95-97, 1984
- 4) KATAYOSE, T., M. UJIE, and H. KUDOH : Clonal differences of some properties for wood quality of grafted plus-trees of *Abies sachalinensis*. *J. Jpn. For. Soc.*, **74**(5) 426-430, 1992
- 5) 片寄 隼, 工藤 弘, 氏家雅男: トドマツ精英樹よりつぎ木されたクローン間の材質の比較(I)—発足・愛知採種園の間伐木を用いて—。北大演研報, **49**(2) 201-218, 1992
- 6) 北見営林署: 岐阜採種園概要. 1986
- 7) MIYATA, M., M. UBUKATA, and S. EIGA : Clonal differences of the chemical constituents' contents of grafted plus-tree woods of Japanese red pine and Japanese black pine. *J. Jpn. For. Soc.*, **73**(2) 151-153, 1991
- 8) 大庭喜八郎, 勝田証編: 林木育種学(現代の林学), 337 pp, 文永堂, 1991
- 9) 林野庁: 平成3年度精英樹の材質評価手法に関する調査報告書, 115 pp, 1992
- 10) 柴草良悦: 北海道の造林と林木育種. *北海道の林木育種*, **26**(1) 7-11, 1983
- 11) 士別営林署: 塩狩トドマツ採種園概況. 1985
- 12) スネデカー, G.W., コクラン, W.G.: 統計的手法, 546 pp, 岩波書店, 1991
- 13) 夕張営林署: 築別採種園概要. 1989

#### Summary

Some properties of wood quality of *Abies sachalinensis* were examined by using the clones thinned from the Chikubetsu, Shiokari, and Gifu seed orchards in central, northern, and eastern Hokkaido, respectively. The total numbers of specimens used were 139 clones and 440 individuals, and the tests were done concerning basic density ( $\text{kg/m}^3$ ), mean annual ring width, and moisture content for heartwood and sapwood.

The results are as follows :

The average basic densities of wood, including both heartwood and sapwood, were 294  $\text{kg/m}^3$ , 302  $\text{kg/m}^3$ , and 312  $\text{kg/m}^3$  in the Chikubetsu, Shiokari, and Gifu seed orchards, respectively, showing lower values and such low coefficients of variation as 6 to 7%. A statistically significant difference in basic density was shown among clones, but not among provenances in which elite trees were selected. The range of repeatability was from 0.39 to 0.48. The average mean annual ring widths of wood were 6.4 mm, 5.0 mm, and 5.2 mm in the three seed orchards, respectively. These are relatively broad widths. A significant difference in mean annual ring width was also apparent among clones, excluding those from the Shiokari seed orchard, but not among provenances, and the range of repeatability was between 0.13 (the clones from the Shiokari seed orchard) and 0.38. Meanwhile, a significant negative correlation was shown between basic density and annual ring width of wood.

In comparing the three seed orchards, the wood quality of clones from the Gifu seed orchard

was superior in terms of moderate annual ring width (within the widest limit of 6 mm for higher structural timber grades) and had a relatively high basic density, while that from the Shiokari seed orchard was inferior in that it had lower basic density in spite of narrower annual ring width. However, all the specific gravity of wood of clones, which was calculated with reference to basic density did not approach the lowest limit of 0.43 for the structural timber grades. The reasons are that, for the selection of the elite trees, emphasis was placed on their growth, the specimens were as young as about 20 years old after plantation, and the clones have been planted sparsely and grown while fertilization and thinning were practiced for rich seed production. Meanwhile, the average moisture contents in heartwood were 65.2%, 87.2%, and 70.0% in the clones of the Chikubetsu, Shiokari, and Gifu seed orchards, respectively, while the coefficients of variation were as high as 35%, 43%, and 43%, respectively. As for moisture content in heartwood, a significant difference was also evident among clones, but not among provenances. The range of repeatability was between 0.30 and 0.56, which are higher values. A significant negative correlation was evident between moisture content in heartwood and annual ring width of heartwood, but not between moisture content and basic density. The fact that the repeatability regarded as broad-sense heritability, was always less than 0.56 means that the growth and wood quality of the clones are considerably influenced by the environment and the management of the plantation. Consequently, in addition to the utilization of seeds obtained from those clones, the selection of a good planting site and the careful management of the plantation are also necessary for the production of high-priced structural timbers.