

# 道南地方のスギ精英樹クローンの材質検定 (第4報)

- 採種園産クローンの材質 -

安久津 久

## Wood Characteristics in Plus-Tree Clones of Sugi Planted in Southern Hokkaido (IV)

- Plus-tree clones in a seed orchard -

Hisashi AKUTSU

Studies of various wood characteristics, i.e. moisture content in green condition, the slope of grain, ring analysis by soft X-ray densitometry, and color of the heartwood indexes of 53 plus-tree clones of sugi (*Cryptomeria japonica* D. don) were carried out. Materials were obtained from a seed orchard in Matsumae. The results of the studies are summarized as follows.

- 1) Analysis of variance demonstrated that these characteristics were significantly different except for the slope of grain.
- 2) The overall average of green moisture content in heartwood was 130.9% and the range was from 46.9% to 213.3%. These values were similar to those of sugi clones from plus trees in other areas of Japan.
- 3) The overall average of slope of grain was 2.4% (average of each ring), 5.3% (maximum of each ring). These values were smaller than those of other conifers in Hokkaido.
- 4) The values of  $L^*a^*b^*$  in heartwood color indexes were 64.8, 9.9 and 12.6, respectively.  $L^*$  was recognized as an index of wood property for the purpose of selection in heartwood color indexes.

*Key words* : *Cryptomeria japonica*, plus tree clone, wood property, moisture content, heartwood color

スギ, 精英樹クローン, 材質, 含水率, 心材色

松前町の大沢採種園植栽のスギ精英樹, 53クローンについて生材含水率, 繊維傾斜度, X線年輪解析, 心材色の測定を行った。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, 繊維傾斜度を除きクローン間に有意な差が認められた。
- 2) 心材含水率の総平均は130.9%で, 範囲は46.7 ~ 213.3%であった。この値は全国的なスギ精英樹クローンの値とほぼ同じであった。
- 3) 繊維傾斜度の総平均は, 平均繊維傾斜度で2.4%, 最大繊維傾斜度で5.3%であり, 北海道の他の針葉樹より繊維傾斜度は小さかった。
- 4) 心材色は $L^*a^*b^*$ 値がそれぞれ64.8, 9.9, 21.6であった。 $L^*$ 値は心材色での選抜における材質指標であった。

## 1. はじめに

道南地方の造林スギは、過去10数年来、育種種苗の普及率がほぼ100%となっている。その種子は渡島西部森づくりセンターの大沢採種園から供給されているが、この採種園の精英樹クローンの材質は明らかではなかった。そこで、採種園の母樹クローンの変異を把握することで、改良の必要な形質を明らかにし、構成クローンを見直すことで材質から見た採種園の体質改善を推進することを目的に、この採種園の精英樹クローンの材質検定を2001年から本格的に実施している。前報<sup>1)</sup>では、1997年に採取したクローンについての結果を報告した。本報では、2001年に新たに採取した43クローンを加え、合計53クローンの基礎材質試験の結果について報告する。近年、平川らは、関東育種基本区のスギ精英樹クローンの基礎材質を調べ、全国のスギの平均的な値を提示<sup>2)</sup>し、スギの間伐材は心材の含水率が高いことやヤング係数の低いことなどの問題点を指摘している。本研究でも同様な材質検定を行っており、この結果との比較検討を主眼とした報告を行う。なお、本研究の一部は第53回日本木材学会大会(福岡)で発表した<sup>3)</sup>。

## 2. 供試木

供試木は大沢採種園(松前町)から1997年(林齢34

年)と2001年(林齢38年生)の10月に採取した。この採種園は精英樹63クローンで構成されている。供試クローンは精英樹53クローンでクローン数全体の84%を占める。試験本数は158本(1クローン原則3本)であった。供試クローンを胸高直径ごとに分けて第1表に示した。全クローンの平均胸高直径は22.2cmで、1997年採取の10クローンが20.3cm、2001年採取の43クローンが22.7cmであった。採種園の構成クローンのうち10クローンは生存率が低く、試料の確保ができなかったため未検定であるが、この採種園の構成クローンとしてほとんど寄与していないと思われる。したがって、本試験の供試クローンが採種園全体の代表値と考える。なお、採種園の概要は前報<sup>1)</sup>を参照されたい。

## 3. 試験項目と試験方法

試験項目は生材含水率、繊維傾斜度、X線年輪解析、心材色の4項目である。試料は地上高2.0~2.5m部位の短材から採取した。各項目の試料は以下のとおり作製した。すなわち、樹心を含む厚さ30mmの耳付き柁目板を製材した。次に柁目板の隣から厚さ30mmの板目板を採取した。生材含水率と繊維傾斜度の測定試料は、製材直後の柁目板を繊維方向に30mm厚に切削した。試料採取後の柁目板は切削後に天然乾燥した。X

第1表 供試クローンの概要

Table 1. Description of tested clones.

胸高直径 D.B.H. (cm)	クローン数 Number of clones	クローン名 Name of clones
~ 17.9	4	渡島27,40,41号 函館3号 Oshima 27,40,41 Hakodate 3
18.0 ~ 19.9	12	渡島17,19,21,30,32,43,44号 松前1,3,6,9号 桧山1号 Oshima 17,19,21,30,32,43,44 Matsumae 1,3,6,9 Hiyama 1
20.0 ~ 21.9	7	渡島1,9,28,29,35,37号 松前10号 Oshima 1,9,28,29,35,37 Matsumae 10
22.0 ~ 23.9	14	渡島4,22,31,36,42,46,48号 松前2,8,11,15,18号 桧山3号 留萌2号 Oshima 4,22,31,36,42,46,48 Matsumae 2,8,11,15,18 Hiyama 3 Rumoi 2
24.0 ~ 25.9	8	渡島18,34,45号 松前5,7,12号 桧山2号 留萌1号 Oshima 18,34,45 Matsumae 5,7,12 Hiyama 2 Rumoi 1
26.0 ~ 27.9	5	渡島33,39号 松前14,16,17号 Oshima 33,39 Matsumae 14,16,17
28.0 ~	3	渡島2,38号 函館2号 Oshima 2,38 Hakodate 2
Total	53	

線年輪解析の試料は乾燥した柁目板を厚さ2mmに切削した。心材色試験は板目板を幅80mmとし、天然乾燥した。

生材含水率は心材部と辺材部を測定した。測定は心材と辺材の境目の白線帯を1cm程度除き、2方向で心材部2個、辺材部1個のブロックを作製し、全乾法で含水率を算出し、心材部と辺材部のそれぞれの平均値を代表値とした。繊維傾斜度の測定は、生材状態で基準線を引き、割裂法で年輪毎の繊維傾斜度を測定した。巡回方向は立ち木の外側から見て右下がりやS巡回とし符号は+、左下がりをZ巡回とし符号は-で表示した。評価は2方向の平均値をその年輪の代表値とした。全年輪の繊維傾斜度を平均した値を平均繊維傾斜度、最大値を最大繊維傾斜度とした。X線年輪解析と心材色試験は、前報<sup>1)</sup>と同様に行った。

#### 4. 結果と考察

##### 4.1 分散分析結果

各形質におけるクローンを要因とした分散分析の結果を第2表に示した。自由度すなわち検定数が項目

によって異なっているが、年輪解析と繊維傾斜度の試料では、あてや節等の欠点が存在したこと、生材含水率と心材色の試料では、虫害の影響や心材形成が遅れていたことなどの理由で試料が採取できなかったためである。

分散比の大きい形質は遺伝的要因の寄与の高い形質であり、形質の改良の余地があると言われている<sup>4)</sup>。心材含水率や材色は分散比が比較的大きく、改良効果の期待できる形質と考えられる。一方、繊維傾斜度はクローン間に有意な差は認められなかった。

##### 4.2 生材含水率

生材含水率は心材と辺材に分け、第3表と第1図に示した。心材含水率は総平均が130.9%で範囲は46.9~213.3%、変動係数は28.5%であった。辺材含水率は総平均が245.3%で範囲は137.9~363.9%、変動係数は16.9%であった。心材と辺材の含水率は個体間、クローン間ともに有意な相関関係は認められず、独立した形質とみなされた。

平川らの報告<sup>2)</sup>では、心材含水率が130.9%(41.0~283.9%)、辺材含水率が230.2%(140.9~351.0%)で

第2表 各形質の分散分析結果

Table 2. Results of analysis of variance of observed values among clones.

	形質 Character	自由度 Degrees of freedom		平均平方 Mean squares		分散比 F-values
		クローン間 Among clones	クローン内 Within clones	クローン間 Among clones	クローン内 Within clones	
		含水率 Moisture content in green	心材 Heartwood	52	104	
	辺材 Sapwood	52	104	2655	1251	2.122***)
X線デンストメトリによる 年輪幅と密度 Density and ring width by X-ray densitometry	年輪幅 Ring Width	52	102	0.7802	0.2972	2.626***)
	晩材幅 Latewood width	52	102	0.01893	0.00720	2.629***)
	年輪内密度 Density within ring	52	102	0.00203	0.00083	2.450***)
	早材密度 Earlywood density	52	102	0.00122	0.00050	2.465***)
	晩材密度 Latewood density	52	102	0.00171	0.00085	2.000**)
繊維傾斜度 Slope of grain	平均繊維傾斜度 Av. slope of grain	52	104	1.849	1.866	0.991 <sup>ns)</sup>
	最大繊維傾斜度 Max. slope of grain	52	104	5.067	3.741	1.354 <sup>ns)</sup>
心材色 Heartwood color indexes	L*	51	95	36.47	10.62	3.432***)
	a*	51	95	6.223	1.382	4.502***)
	b*	51	95	4.558	1.977	2.306***)

\*\*\*): 危険率0.1%水準で有意, \*\*): 危険率1%水準で有意, ns): 有意ではない

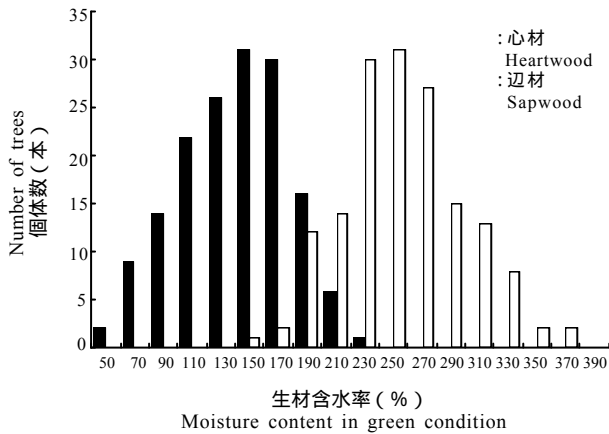
\*\*\*): Significant at the 0.1% level \*\*): Significant at the 1% level ns): Not significant

第 3 表 生材含水率

Table 3. Moisture content in green condition.

	総平均 Mean (%)	最大 Max. (%)	最小 Min. (%)	標準偏差 S.D. <sup>1)</sup>	変動係数 C.V. <sup>2)</sup> (%)	個体数 Tree num.	クローン数 Clone num.
心材 Heartwood	130.9	213.3	46.9	37.3	28.5	157	53
辺材 Sapwood	245.3	363.9	137.9	41.5	16.9	157	53

1): Standard deviation; 2): Coefficient of variation



第 1 図 心材と辺材の生材含水率

Fig. 1. Moisture content in heartwood and sapwood.

あった。また、織部ら<sup>5)</sup>は関西育種基本区のスギ精英樹クローンの心材含水率を133%(36~324%),辺材含水率を230%(45~409%)と報告している。これらの値と本試験の値を比較すると、心材も辺材もほぼ同じ値とみなされる。

スギの心材含水率はクローンの変異が大きく、分散分析の結果からもクローンごとで差の大きいことが裏付けされている。クローンごとの平均は130.8%で、変動係数は23.1%であった。クローンごとの心材含水率の大小を比較するにあたり、クローンごとに標準化した。すなわち、クローンの平均値と全クローンの平均値の差を標準偏差で除した値を用いた。その値が1.5以上(極めて大きい)のクローンは渡島2, 17, 33, 34号の4クローンで、それらの値は179%以上であった。標準化した値が-1.5未満(極めて小さい)のクローンは松前7, 11号, 函館2号の3クローンであり、含水率は84%以下であった。心材含水率の大小は乾燥コストを大きく左右することからその値の小さいクローンの選抜が好ましい。

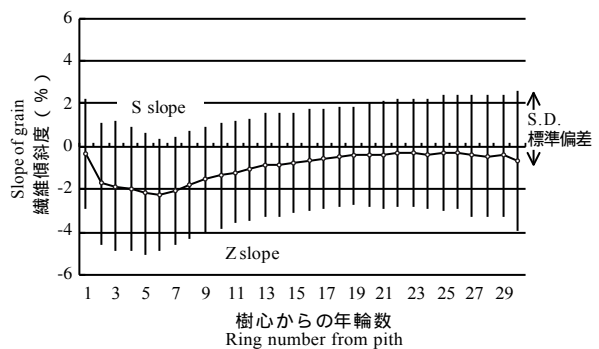
辺材含水率のクローンの平均は245.2%で変動係数は12.4%であった。辺材含水率を標準化し、その値が

1.5以上のクローンは渡島1, 31, 33, 38号と函館2号の5クローンで、これらの値は291%以上であった。標準化した値が-1.5未満のクローンは渡島22, 41号の2クローンで、含水率は200%未満であった。スギの辺材部の含水率は飽和状態に近く、材密度の小さなものほど含水率が大きいと言われている<sup>6)</sup>。しかし、乾燥が容易で、乾燥コストに大きく影響するとは考えづらく、この形質で選抜する必要はないと思われる。

#### 4.3 繊維傾斜度

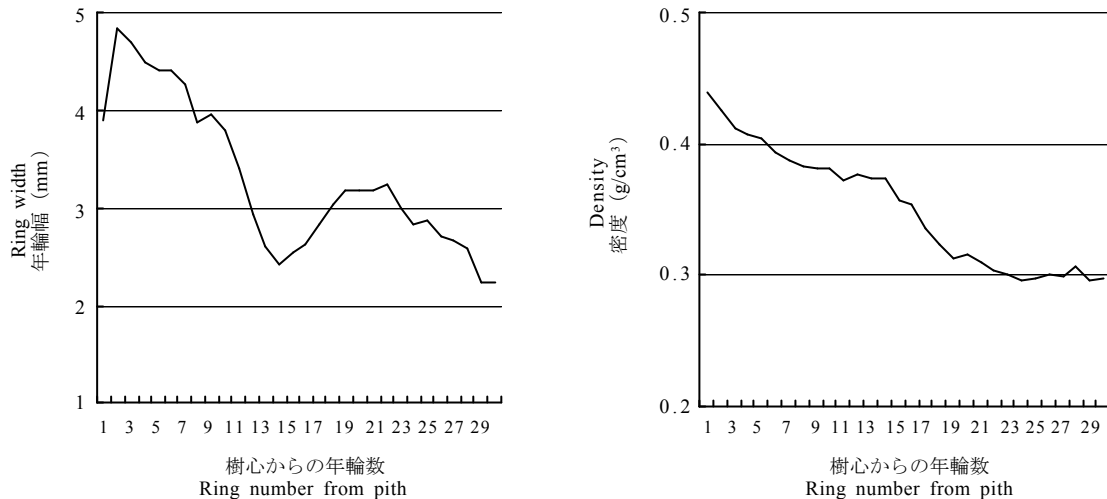
繊維傾斜度の年輪ごとの変動を第2図に示した。図は供試した全個体の平均値、平均値±標準偏差の値を年輪ごとに示している。スギの旋回方向はカラマツやトドマツなどのようにS旋回ではなく、Z旋回(マイナス方向)を示すものも多く、1年輪目で49.4%の個体でZ旋回であった。6年輪目で最小値の-2.3%となり、83.3%の試料でZ旋回を示した。それ以降の年輪では繊維傾斜度は0%に近づく傾向にあった。

スギの繊維傾斜度は、個体別あるいは同一の個体内の2方向でもS旋回とZ旋回を示すものもあり、データの取り扱いに留意する必要がある。すなわち、S旋回を+表示、Z旋回を-表示とし、それらを平均すると相殺され過小評価となる。したがって、平均繊維傾



第 2 図 繊維傾斜度の変動

Fig. 2. Variation of slope of grain.



第3図 年輪幅と密度の変動

Fig. 3. Variation of ring width and density.

斜度と最大繊維傾斜度の値は絶対値を用いて評価した。平均繊維傾斜度の総平均は2.4%で範囲は0.2~7.4%で変動係数は57.5%であった。最大繊維傾斜度は総平均が5.3%で、範囲は1.8~11.7%で変動係数は38.3%であった。繊維傾斜が大きく問題となる樹種にカラマツがあるが、三上<sup>7)</sup>はカラマツの選抜基準値を平均繊維傾斜度で2.5%以下、最大繊維傾斜度で5.0%以下とし、カラマツで基準値を満たすものは最大に見積もっても5%程度と報告している。カラマツの基準値ではあるが、本試験でこの基準値を満たしたものは平均繊維傾斜度で59.8%、最大繊維傾斜度で52.2%であった。スギ材はねじれが小さく、利用上支障のないことは良く知られているが、本試験の結果からも、繊維傾斜度の小さな樹種と言えそうである。

#### 4.4 X線年輪解析

年輪幅と密度の年輪ごとの変動を第3図に示した。図は全個体の平均値で年輪ごとに示した。年輪幅は樹心部で大きく外側で小さい。全年輪の平均値は3.4mmであり、スギ精英樹クローンとしては年輪幅が小さい。その理由として、十数年前に地上高4.5mの部位で断幹を行っており、葉量が減少したことによる影響があると考えられる。年輪内の平均密度（以下年輪密度と呼ぶ）は樹心から外側に向け減少し1年輪目では0.439g/cm<sup>3</sup>で、10年輪目が0.381g/cm<sup>3</sup>で、20年輪目が0.315g/cm<sup>3</sup>であり一貫して減少している。

年輪解析の結果を第4表に示した。スギの年輪に関

するデータは、未成熟材と成熟材に区分されて分析されることが多い。表は樹幹内の内側10年輪までとそれ以降の年輪に便宜的に区分した値を示した。本研究では前者をコアウッド、後者をアウターウッドと呼ぶことにした。いずれの形質もコアウッドの値はアウターウッドよりも大きかった。変動係数は年輪幅と晩材幅で大きく20%以上であり、年輪密度と早材密度で10%前後、晩材密度で5%程度であった。変動係数はコアウッドとアウターウッドで差は小さかった。

クローンの年輪幅は平均3.4mm(2.4~4.6mm)、変動係数が15.3%であり、年輪密度は0.356g/cm<sup>3</sup>(0.310~0.425g/cm<sup>3</sup>)、変動係数は7.4%であった。標準化した値が1.5以上のクローンは年輪幅では渡島2, 18, 22, 31号と函館2号の5クローンであり、それらの値は4.2mm以上であった。年輪密度では渡島9, 29, 40号、留萌1号、松前5号の5クローンであり、それらの値は0.396g/cm<sup>3</sup>以上であった。

針葉樹では、年輪幅が大きいことから年輪密度が小さくなる、あるいはその逆の現象がよく確認される。本試験の結果でも、年輪幅の大きい5クローンのうち渡島18, 31号の2クローンは年輪密度が小さく(標準化:-1.5未満)、年輪密度の大きい5クローンのうち、渡島29号の年輪幅は小さかった(標準化:-1.5未満)。年輪密度の小さい渡島18, 31号の2クローンのうち渡島18号は晩材幅、晩材密度の2形質、渡島31号は早材密度、晩材幅、晩材密度の3形質が小さかった。逆

第4表 X線デンシトメトリによる年輪解析結果

Table 4. Results of ring analysis by X-ray densitometry.

		平均 Mean	最大 Max.	最小 Min.	標準偏差 S.D. <sup>1)</sup>	変動係数 C.V. <sup>2)</sup> (%)	個体数 Tree num.	クローン数 Clone num.
年輪幅 Ring width (mm)	コアークウッド Corewood	4.2	8.2	1.5	1.3500	31.8		
	アウトークウッド Outerwood	2.9	6.0	1.0	0.8286	28.6		
	全年輪 Total	3.4	5.4	1.7	0.6784	20.2	155	53
晩材幅 Latewood width (mm)	コアークウッド Corewood	0.56	1.10	0.25	0.1712	30.6		
	アウトークウッド Outerwood	0.36	0.82	0.18	0.1038	28.9		
	全年輪 Total	0.43	0.91	0.24	0.1056	24.5	155	53
年輪内密度 Density within ring (g/cm <sup>3</sup> )	コアークウッド Corewood	0.401	0.538	0.279	0.0427	10.7		
	アウトークウッド Outerwood	0.329	0.444	0.245	0.0371	11.3		
	全年輪 Total	0.355	0.475	0.279	0.0351	9.9	155	53
早材密度 Earlywood density (g/cm <sup>3</sup> )	コアークウッド Corewood	0.346	0.451	0.269	0.0352	10.2		
	アウトークウッド Outerwood	0.261	0.330	0.204	0.0265	10.2		
	全年輪 Total	0.292	0.228	0.369	0.0272	9.3	155	53
晩材密度 Latewood density (g/cm <sup>3</sup> )	コアークウッド Corewood	0.698	0.801	0.578	0.0364	5.2		
	アウトークウッド Outerwood	0.663	0.770	0.538	0.0405	6.1		
	全年輪 Total	0.676	0.577	0.772	0.0338	5.0	155	53

注) 値は10年輪以内と11年輪以降に分けた。

Note) Values are distinguished corewood (within 10 annual rings from pith) from outerwood (over 11 annual rings from pith).

1): Standard deviation, 2): Coefficient of variation

に年輪幅の小さい渡島29号は年輪幅以外の4形質の値は大きかった。

材の密度が大きければ強度も大きいことは良く知られており、密度の大きいクローンの選抜が好ましい。著者が調査した結果では、スギの年輪密度は早材密度に大きく依存しており、本試験でも年輪密度と早材密度の相関係数は個体、クローンともに0.773\*\*で、強い相関関係が認められている。晩材幅と晩材率の平均値は、それぞれ0.43mmと13.2%であり、平川ら<sup>2)</sup>の示した晩材幅0.85mmと晩材率21.4%よりも小さかった。著者は、これまでの調査<sup>8)</sup>で、道南スギの晩材幅は年輪幅の大小で大きく変らないことを確認している。したがって、この採種園で年輪密度の大きなクローンの選抜を行う場合の指標は、早材密度であると考えられる。

#### 4.5 心材色

心材色はL\*a\*b\*値を、第5表と第4～6図に示した。L\*値は64.8(52.2～73.5)で変動係数は6.8%であった。a\*値は9.9(6.3～14.3)で変動係数は17.8%であった。b\*値は21.6(16.4～27.5)で変動係数は7.9%であった。

平川らの示した値<sup>2)</sup>は、L\*値が62.1(46.0～79.5)で変動係数は8.8%であった。a\*値が11.9(4.8～17.8)で変動係数は14.0%であった。b\*値は20.0(14.5～25.2)で変動係数は8.7%であった。これらの値と比較すると、本試験の値はL\*値とb\*値が若干大きくa\*値が若干小さかった。a\*値が小さい原因として測定機器の違いが考えられる。その差を考慮すると、関東育種基本区と大沢採種園の精英樹クローンの心材色は、ほぼ同じと思われる。

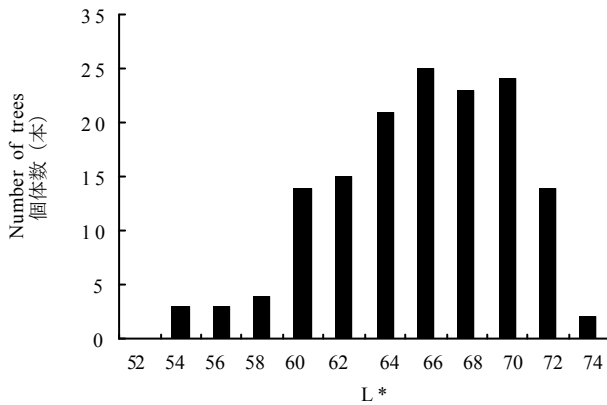
スギの心材色はクローンの変異が大きく、分散分析

第5表 心材色

Table 5. Heartwood color indexes.

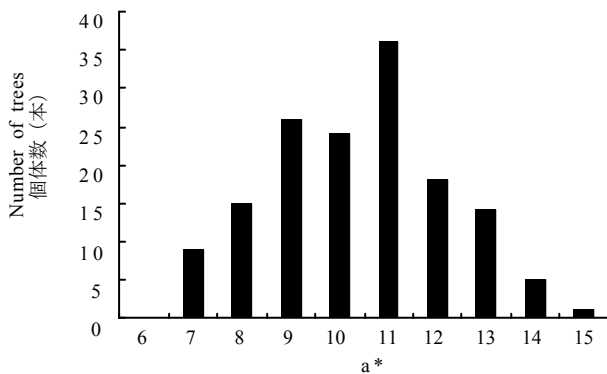
	総平均 Mean	最大 Max.	最小 Min.	標準偏差 S.D. <sup>1)</sup>	変動係数 C.V. <sup>2)</sup> (%)	個体数 Tree num.	クローン数 Clone num.
L*	64.8	73.5	52.2	4.4	6.8	148	53
a*	9.9	14.3	6.3	1.76	17.8	148	53
b*	21.6	27.5	16.4	1.70	7.9	148	53

1): Standard deviation; 2): Coefficient of variation



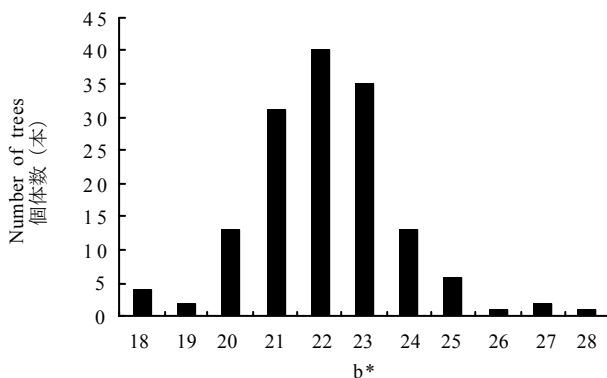
第4図 心材色 L\*

Fig. 4. Heartwood color indexes L\*.



第5図 心材色 a\*

Fig. 5. Heartwood color indexes a\*.



第6図 心材色 b\*

Fig. 6. Heartwood color indexes b\*.

の結果からもクローンごとで差の大きいことが裏付けされている。クローンのL\*a\*b\*値の平均は、それぞれ64.8, 9.9, 21.7で、変動係数は5.3, 15.1, 5.1%であった。クローンごとのL\*a\*b\*値を標準化し、それらの値が1.5以上のクローンは、L\*値が渡島1, 21, 37号の3クローンで、それらの値は71.0以上であった。a\*値は渡島1, 19, 30, 36号と松前1号の4クローンが12.3以上であった。b\*値では4クローンが23.7以上であった。標準化した値が-1.5未満のクローンはL\*値が松前6, 16号と渡島2, 45号の4クローンで、それらの値は58.9以下、a\*値では3クローンが7.5以下であった。b\*値では4クローンが19.8以下であった。

L\*a\*b\*値の相関係数は、L\*値とb\*値で最も大きく、個体間で0.629\*\*, クローン間で0.615\*\*であった。a\*値とb\*値では個体間で-0.327\*\*, クローン間で-0.472\*\*で負の相関が認められた。L\*値とa\*値では相関関係は認められなかった。一方、L\*値の小さなものは黒心のもが多く、心材含水率が大きいとの報告がある<sup>6)</sup>。L\*値の小さいものは、目視でも黒色に近いが、L\*値と心材含水率とのクローン間の相関係数は-0.208で、有意な相関関係は認められなかった。以上のことから、明るいものは黄色が強いこと、明るさと赤色は別形質であること、赤色の強いものは黄色が小さいこと、暗いものは心材含水率が大きいとは言えないことが結論付けられる。色差計を用いた心材色の選抜では、L\*値を指標として、この値が小さい58.9以下の4クローン(標準化:-1.5未満)を材色の劣るものと位置付ければ良いと思われる。

### 5. まとめ

本研究では大沢採種園のスギクローンの材質変異を把握し、材質を改良するためのクローンの選抜を目的として実施した。現在、この採種園は63クローンで構成されている。現状の採種園で、材質での

体質改善を行うためには、材質の劣るクローンの排除や、採種を行わないことが現実的な方針と考える。本研究の結果から心材含水率の大きなもの、心材色でL\*値の小さなもの、年輪密度の小さなものが材質の劣るクローンと言えよう。

#### 6. おわりに

この採種園は育種母樹の成長に伴い、樹形誘導、間伐などの維持管理費がかさむことから、新たな採種園造成の動きがある。前報<sup>1)</sup>で触れたように、この採種園の材質面での体質改善は、道南スギの将来を担っており、本研究では全体の84%のクローン数について、基礎材質の結果を報告した。今後、強度性能評価の結果も検討して、材質のより優れた、新たな採種園を造成するための資料を示し、スギの良質材生産に寄与したいと考える。

#### 謝 辞

本試験を遂行するにあたり、北海道立林業試験場の黒丸主任研究員、来田育種科長、内山研究職員、同試験場道南支場ならびに渡島西部森づくりセンターの職

員の方々には、試料採取にともなう選木、伐採等に多大なるご協力、ご指導をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

#### 文 献

- 1) 安久津久：林産試験場報，**16**(5)，9-15(2002)。
- 2) 平川泰彦ほか3名：森林総研研究報告，No.386，32-41(2003)。
- 3) 安久津久ほか1名：第53回日本木材学会大会発表要旨集，**57**(2003)。
- 4) 飯塚和也ほか2名：木材学会誌，**46**，397-405(2000)。
- 5) 織部雄一郎ほか3名：第53回日本木材学会大会発表要旨集，**567**(2003)。
- 6) たとえば木材の科学と利用技術Ⅱ，5.スギ：10-13 日本木材学会研究分会報告書(1991)。
- 7) 三上進：林木育種場研究報告，**4**，1-28(1986)。
- 8) 安久津久：林産試験場報，**13**(1)，6-15(1999)。

—利用部 材質科—  
(原稿受理：03.7.25)