

# カラマツ類品種の材質（第5報）

安久津 久

## Wood Qualities of *Larix* Species and Their Hybrid (V)

Hisashi AKUTSU

Studies were made on wood qualities of *Larix* species and their hybrid. The trees used in the tests were from 10 families of 24-year old *Larix* species, and they were grown at Doutou Branch Station, Shintoku, of Hokkaido Forest Research Institute. The results of the tests are summarized as follows :

- (1) Some families of *L. gmelini* var. *olgensis* are superior to other varieties in crooking, density, grain slope and strength.
- (2) Guimatsu  $F_1$  (*L. gmelini* var. *japonica* × *L. leptolepis*) are inferior to other varieties in grain slope, but in other qualities they are between *L. gmelini* var. *olgensis* and *L. leptolepis*.
- (3) Nihonkaramatsu (*L. leptolepis*) are inferior to other varieties in crooking, density and strength, but their qualities are similar to the ones reported in the previous papers.

*Keywords* : karamatsu, crossing, wood quality, slope of grain, density.

カラマツ, 交雑, 材質, 繊維傾斜, 密度.

北海道立林業試験場道東支場産の24年生のカラマツ類の材質試験を行った。結果を要約すると次のとおりである。

- (1) チョウセンカラマツ家系には、幹曲がり、容積密度、繊維傾斜、強度性能の優れた家系があった。
- (2) グイマツ $F_1$ 家系は繊維傾斜が大きかったが、他の項目ではチョウセンカラマツとニホンカラマツの中間の値であった。
- (3) ニホンカラマツは他品種に比べると全体的に劣っていたが、既往の報告と同程度の値であった。

### 1. はじめに

現在、カラマツ類の中から優良な形質を持つ個体を選抜する育種事業が行われている。カラマツ類の中ではグイマツ $F_1$ 雑種は耐鼠性<sup>たいそせい</sup>、幹の通直性、生長量が大きいといった育林側の観点から注目されているが、材質が優れていることも明らかにされてきている。たとえば、東京大学附属北海道演習林（以下東大演習林と呼ぶ）で交配されたグイマツ $F_1$ 雑種である東演1号は繊維傾斜の小さい家系として品種登録され、また、北海道立林業試験場のグリーンムは幹曲がり<sup>かまがり</sup>と繊維傾斜の小さい家系として品種登録され

ている。

しかし、すべてのグイマツ $F_1$ が材質の優れたものであるとは限らない。たとえば、王子製紙林木育種研究所の永田はグイマツ $F_1$ 162個体の繊維傾斜度を測定した結果、選抜された繊維傾斜の小さい個体はわずか数%であると報告している<sup>1)</sup>。また、容積密度数については、北海道立林業試験場の大島はグイマツ $F_1$ の家系によって異なった値を示し、容積密度数の小さなものもあると報告している<sup>2)</sup>。著者らの報告<sup>3)</sup>でも同様に、家系によって繊維傾斜度や容積密度が異なるとの見解を示した。

今回、北海道立林業試験場道東支場（以下道東支場と呼ぶ）のカラマツ類を入手し、材質試験を行ったので報告する。なお、この結果の一部は平成4年度北海道林業技術研究発表大会（1993年2月、札幌市）で発表したものである。

## 2. 供試木と植栽地の概要

植栽地は林業試験場道東支場のカラマツ類見本林である。このカラマツ類は、1968年に苗間4×4m（ha当たり625本）で約30家系のカラマツ類が植栽された。1992年の春に第1回目の間伐が行われ、その一部を今回の供試木とした。供試木は、ニホンカラマツ3家系、グイマツF<sub>1</sub>2家系、チョウセンカラマツ種内交雑3家系、同種間雑種2家系の計10家系である。その概要は第1表に示すとおりである。この植栽地のカラマツ類は東大演習林から移植したものが半数程度存在している。供試した家系で、東大演習林産は6家系であった。なお、ニホンカラマツのLL家系は東大演習林でも植栽されており、19年生時に3本材質試験を行っている<sup>4-6)</sup>ので、それとの比較も行った。

各家系の供試本数は2～6本で、家系内で標準木あるいは優勢木を選抜した。試験は、1番玉（0～2m

部位）を用いて行ったが、若干の供試木については2番玉（2～4m部位）も素材調査のみ行った。家系の内訳は、グイマツF<sub>1</sub>が2家系、チョウセンカラマツが5家系、ニホンカラマツが2家系であった。なお、これらカラマツ類の品種を区別するため、ニホンカラマツはL、グイマツはG、チョウセンカラマツはK、グイマツF<sub>1</sub>はG×Lなどの記号を用いた。

## 3. 試験片の木取り

長さ2mに玉切りした素材を用い、素材の曲がり調査と丸太のヤング係数を測定した後、厚さ3.5cmの心を含む耳付きまさ目板を南北方向に製材した。

製材した板から地上高1～1.2mの部位で仮道管長測定用と繊維傾斜測定用試料を採材した。また、地上高1.3mからは軟X線デンシトメトリ用試験片を、1.5～1.7mの部位からは圧縮試験用試料を採材した。なお、仮道管長と繊維傾斜の測定は生材試験片で行い、軟X線デンシトメトリ用試験と圧縮試験は、含水率15%に調整した後に採材して行った。

第1表 供試木の概要  
Table 1. The discription of sample trees.

品種 Variety	家系記号 Family number	家系組み合わせ Family combination	供試本数 Number of sample trees	平均樹高(m) Tree height (Avg)	平均胸高直径(cm) D. B. H (Avg)
グイマツF <sub>1</sub>	G×L	90G×58L <sup>*)</sup>	6	15.9	24.5
	G×L(天)	90G×L open <sup>*)</sup>	5	15.7	24.8
チョウセンカラマツ 種内交雑家系	K k	中田混合K×Kopen	3	15.7	23.2
	K s	B2120K×Kopen(鹿追)	2	16.9	23.5
	(K)	K×Kopen(中標津)	2	15.0	23.5
チョウセンカラマツ 種間雑種	K×L	79K×L open <sup>*)</sup>	6	17.8	25.0
	K×G	78K×84G <sup>*)</sup>	5	16.4	20.8
ニホンカラマツ 種内交雑家系	(L)	73L×L open <sup>*)</sup>	3	16.0	23.8
	L	1345L×L open(千代田)	5	17.1	25.0
	L L	507L×307 L <sup>*)</sup>	5	17.4	26.0

注：\*) 東京大学附属北海道演習林

凡例：G：グイマツ，L：カラマツ，K：チョウセンカラマツ

Note：\*) Experimental forest of Tokyo university in Hokkaido.

Legend：G: *Lalix gmelini* var. *japonica* L: *Lalix leptolepis* K: *Lalix gmelini* var. *olgensis*



イマツF<sub>1</sub>の曲がり量はニホンカラマツに比べて小さいといわれているが、1等の出現率の高い家系はG×L(天)家系で、50%が1等であった。この家系は曲がり量も小さく11.2%であった。この値は前報<sup>3)</sup>で曲がりの小さかったグイマツF<sub>1</sub>家系のうち雌性親に中標津5号を持つ家系と、雌性親に中標津3号を持つ家系の中間の値であった。一方、花粉親の明らかなG×L家系は曲がり量が15.4%とやや大きく、すべて2等であった。この値は前報<sup>3)</sup>の雌性親に中標津3号を持つ家系とほぼ等しいものであった。

チョウセンカラマツ系統の曲がり量はKkとKsがそれぞれ11.5および9.9%と小さく、(K)は若干大きかった。チョウセンカラマツ種間雑種はグイマツを花粉親に持つK×Gがニホンカラマツを花粉親に持つK×Lよりも曲がり量は大きかった。ニホンカラマツ家系は、(L)が20%と10家系中最も大きく、LとLLも曲がり量は比較的大きく、その値は16%前後であった。

### 5.2 軟X線デンストメトリによる年輪解析

軟X線デンストメトリにより解析した結果を、家系ごとに第3表に示す。これらの結果は供試木ごとに南北2方向の全年輪を平均した値である。

年輪幅はチョウセンカラマツ種間雑種家系のK×G

を除けば、5mm前後で大きく、生長は良好であった。

晩材幅および晩材率を家系間で比較すると、晩材幅の大きな家系はKs, Kk, (K)で、その大きさは1.5mm程度であり、逆に小さな家系はLで1.0mmであった。晩材率の大きな家系はチョウセンカラマツの4家系で、30%以上であった。小さな家系はLで22.4%であった。晩材幅、晩材率がともに大きな家系はKk, Ks, (K)で、ともに小さな家系はLであった。

容積密度を決める要因は、晩材率が最も大きく関与し、次いで年輪内容積密度の大小が考えられる。

第1図には、各家系ごとに年輪内容積密度を早材部および晩材部別に比較した結果を示した。早材部容積密度では、ニホンカラマツ3家系の平均値が0.34g/cm<sup>3</sup>で小さく、グイマツF<sub>1</sub>22家系の平均値は最も大きく0.41g/cm<sup>3</sup>であった。チョウセンカラマツ家系は、種内交雑および種間雑種ともニホンカラマツとグイマツF<sub>1</sub>の中間の値でいずれの家系も0.38/cm<sup>3</sup>であった。

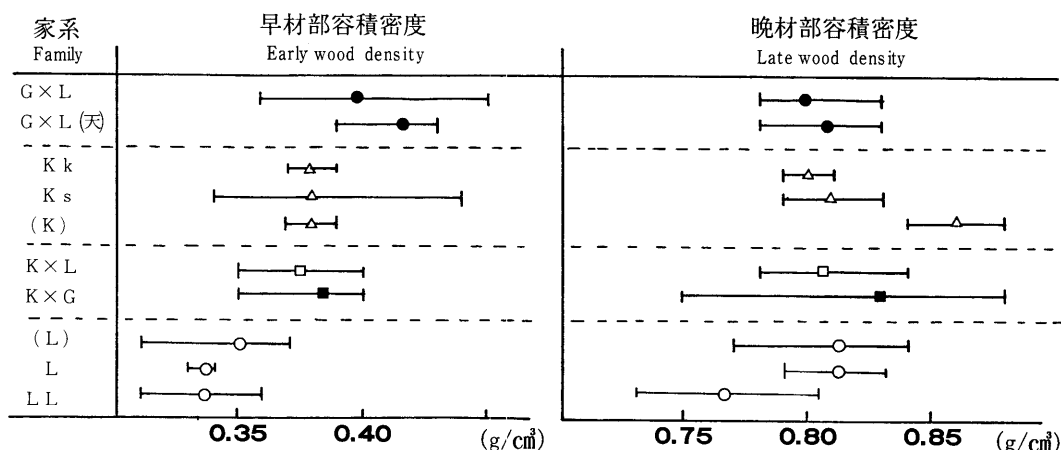
晩材部容積密度はLLが0.77g/cm<sup>3</sup>と小さく、(K)が0.86g/cm<sup>3</sup>と大きい値を示したが、それ以外の家系は0.81g/cm<sup>3</sup>前後で、ほぼ同じ値であった。

これらの値は全年輪の平均値で評価したものである。カラマツ類の年輪密度は、早材部では5年輪程度

第3表 年輪解析結果

Table 3. Results of ring analysis by soft X-ray densitometry (Avg).

家系 Family	年輪幅 Ring width (mm)	晩材幅 Late wood width (mm)	晩材率 Late wood (%)	容積密度 Density (g/cm <sup>3</sup> )	早材部容積密度 Early wood density (g/cm <sup>3</sup> )	晩材部容積密度 Late wood density (g/cm <sup>3</sup> )
G×L	5.5	1.2	24.5	0.50	0.40	0.80
G×L(天)	5.2	1.3	26.2	0.52	0.42	0.81
Kk	4.9	1.5	31.6	0.53	0.38	0.80
Ks	4.8	1.6	35.5	0.57	0.38	0.81
(K)	4.9	1.4	30.5	0.53	0.38	0.86
K×L	5.0	1.2	27.0	0.51	0.38	0.81
K×G	3.9	1.1	31.2	0.54	0.38	0.83
(L)	5.0	1.2	27.0	0.48	0.35	0.81
L	5.1	1.0	22.4	0.46	0.34	0.82
LL	5.1	1.1	24.0	0.45	0.34	0.77



第1図 容積密度測定結果

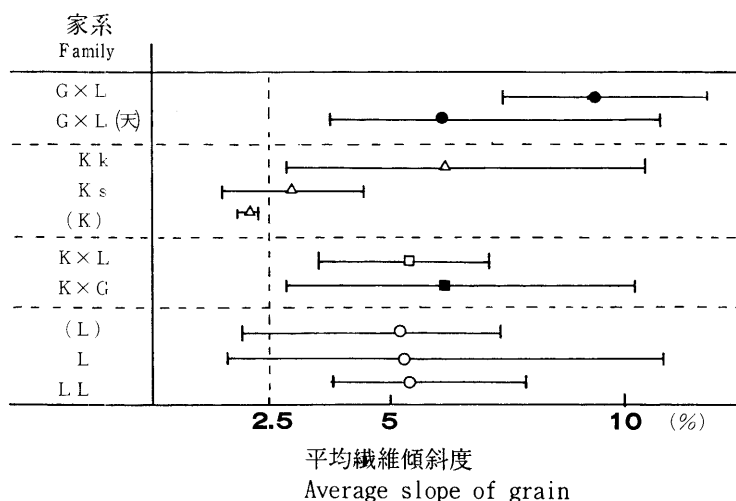
Fig. 1. Results of wood density by soft X-ray densitometry.

までが若干大きく、逆に、晩材部では5年輪程度まで若干小さく不安定な部分であった。

前報<sup>3)</sup>ではグイマツ<sub>F1</sub>の早材部容積密度は雌性親により異なると報告した。今回の家系は、雌性親の同じグイマツ<sub>F1</sub>であった。それらの早材部容積密度は、平均で0.40と0.42g/cm<sup>3</sup>であり、ニホンカラマツよりも大きな値であった。この値は前報<sup>3)</sup>と同様に雌性親に類似するものと推測され、容積密度の大きい雌性親の選抜が容積密度の高い樹種の育成に寄与するものと思われた。

### 5.3 繊維傾斜度

平均繊維傾斜度の測定結果を家系ごとに第2図に示した。いずれの家系もバラツキは大きい、家系ごとに比較すると、ニホンカラマツの家系ごとの平均繊維傾斜度は5~6%で、グイマツ<sub>F1</sub>のG x L家系は最も平均繊維傾斜度が大きく9.1%であった。グイマツ<sub>F1</sub>の繊維傾斜度は、両親の繊維傾斜度よりも小さくなるとの報告<sup>4)</sup>があることから、ニホンカラマツよりも繊維傾斜の小さい家系が生じることが示唆されるが、この家系のように繊維傾斜の大きいものもあった。この家系の花粉親である58Lは東大演習林に植栽されており、瀧澤らの測定結果<sup>4)</sup>では、平均繊維傾斜度は8.5%と大きかった。さらに、雌性親の90Gも繊維傾斜の大きな家系と推察され、繊維傾斜度の小さいグイ



第2図 家系ごとの平均繊維傾斜度

Fig. 2. Results of average slope of grain.

マツ<sub>F1</sub>が創出できないものと思われた。花粉親の定まっていないG x L(天)では、平均繊維傾斜度が6%であり、前者の<sub>F1</sub>より小さくなった。

チョウセンカラマツ家系の平均繊維傾斜度は、種間雑種のK x GとK x Lとも家系内の平均は5.5%であった。種内交雑家系はKkが6.5%と大きな値であったが、Ksと(K)の平均繊維傾斜度は小さかった。特に、(K)は2本とも平均繊維傾斜度での選抜基準値である2.5%をクリアしていた。

東大演習林植栽のLL家系は平均繊維傾斜度が5%未満であったが、道東支場産はその値よりも若干大きな値であった。繊維傾斜度の大小関係は、グイマツ<sub>F1</sub>

>ニホンカラマツ チョウセンカラマツ<sub>F1</sub>>チョウセンカラマツの順となった。

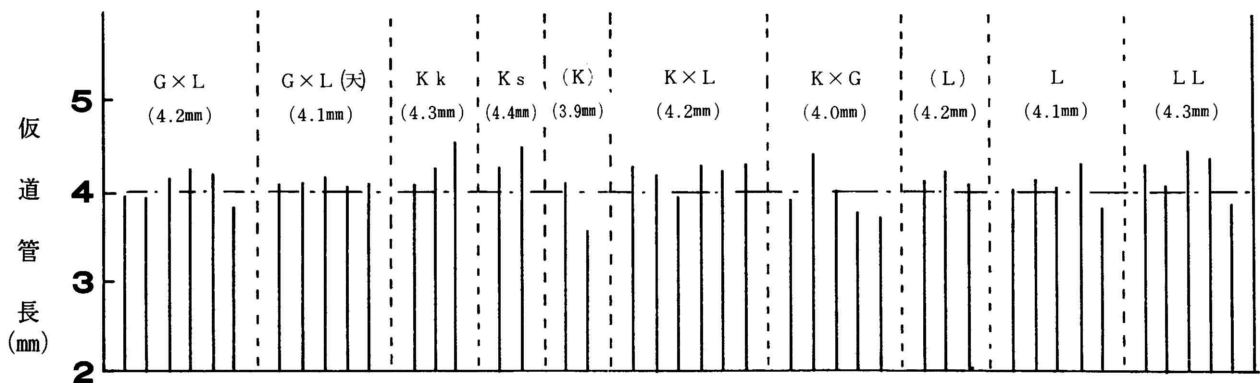
#### 5.4 仮道管長

仮道管長の比較は、これまでの報告<sup>6)</sup>はカラマツ類の未成熟材部から成熟材部への移行時期が12~13年輪程度であることから、成熟材部と思われる15年輪目で比較した。その結果を第3図に示す。この図から、いずれの家系でも仮道管長は4mm内外となるが、若干の差があった。チョウセンカラマツ家系ではKkとKsの仮道管長が長く、(K)は短かった。チョウセンカラマツ種間雑種は、ニホンカラマツを花粉親に持つ家系がグイマツを花粉親に持つ家系よりも仮道管長は長かった。グイマツ<sub>F1</sub>とニホンカラマツ

の仮道管長はほぼ同じ値であった。

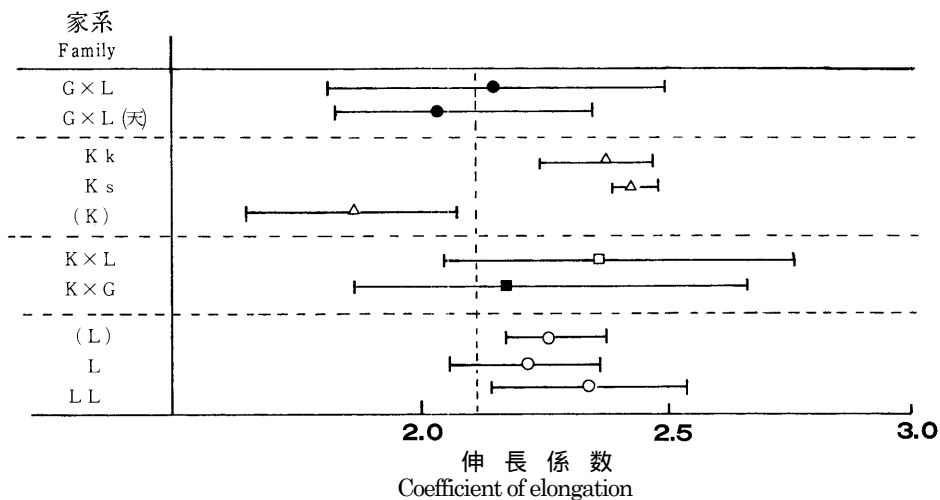
仮道管長の推移は、髄からの年輪数をYとし、仮道管長をLとすると、 $L = A \cdot \log Y + B$ で示される。これまでの調査<sup>2,6)</sup>からこの式の係数A(伸長係数と呼ぶ)は家系ごとに異なることがわかった。今回の供試木についても対数回帰式を求め、個々の伸長係数を求めた。その結果を家系ごとに第4図に示した。種間雑種は、種内交雑よりも伸長係数のバラツキが大きかった。家系ごとに伸長係数の平均値を比較すると、ニホンカラマツは2.21~2.33であり、グイマツ<sub>F1</sub>は2.05と2.14, チョウセンカラマツ家系はKk, KsおよびK×Lは伸長係数が大きく、K×Gは中庸であり(K)は最も小さかった。

これまでの報告<sup>6)</sup>では、伸長係数はニホンカラマツ



第3図 15年輪目における仮道管長

Fig. 3. The tracheid length at the 15th cambial age.



第4図 家系ごとの伸長係数

Fig. 4. The coefficient of elongation tracheid length.

で2.1~2.6, グイマツでは2.1未満で小さい値であった。また, チョウセンカラマツはニホンカラマツに類似した値であった。今回の結果では, ニホンカラマツおよびチョウセンカラマツ種内交雑家系では(K)家系を除きほぼ一致した結果であった。

種間雑種家系の伸長係数は, 東大演習林産ではグイマツに類似するものとニホンカラマツに類似するものがあると報告されている<sup>6)</sup>。また, 林産試験場では両親の中間あるいはニホンカラマツに類似していたと報告されている<sup>3)</sup>。今回の結果では, グイマツF<sub>1</sub>もチョウセンカラマツF<sub>1</sub>もバラツキが大きく, グイマツに類似するものとニホンカラマツあるいはチョウセンカラマツに類似するものがあった。

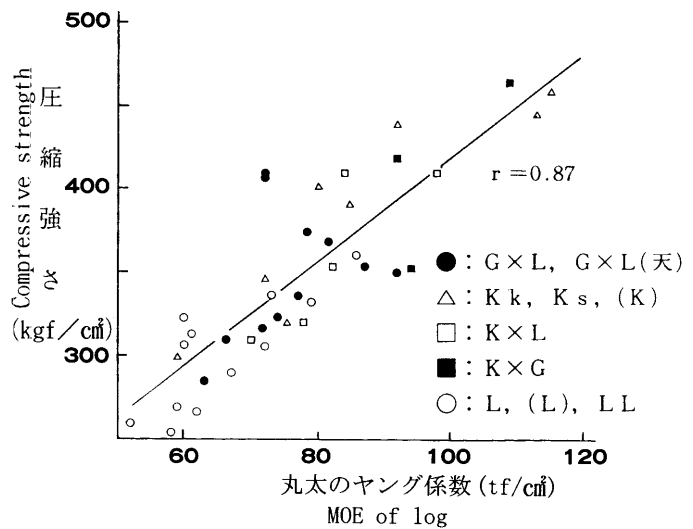
東大演習林植栽のLL家系の伸長係数は, 2.13~2.40で, 道東支場産とほぼ一致した値であった。

### 5.5 圧縮強さと丸太のヤング係数

家系ごとの強度試験結果を第4表に示す。この表の気乾容積密度と平均年輪幅は, 圧縮試験片から算出したものである。この表から圧縮強さおよび丸太ヤング係数についてみると強度性能の異なる家系が3つのグループに大別された。すなわち, 強度の大きい家系はチョウセンカラマツK×G, Kk, Ksの3家系で, それらの家系の平均値は圧縮強さが400kgf/cm<sup>2</sup>,

ヤング係数は86tf/cm<sup>2</sup>以上, 気乾容積密度は0.55g/cm<sup>3</sup>以上であった。次いで強度の大きい家系は, ニホンカラマツの(L), グイマツF<sub>1</sub>家系などを含む5家系で, その強度値は圧縮強さが329~345kgf/cm<sup>2</sup>, ヤング係数が74~77tf/cm<sup>2</sup>, 気乾容積密度は0.51~0.55g/cm<sup>3</sup>であった。LとLLは最も強度値が小さく, 圧縮強さが300kgf/cm<sup>2</sup>, ヤング係数が70tf/cm<sup>2</sup>, 気乾容積密度は0.50g/cm<sup>3</sup>未満であった。

東大演習林植栽のLL家系の気乾容積密度および圧縮強さは0.41g/cm<sup>3</sup>と256kgf/cm<sup>2</sup>で, 道東支場産に



第5図 圧縮強さと丸太ヤング係数の関係  
Fig. 5. Relationship between the compressive strength and the MOE of log.

第4表 家系ごとの強度試験結果  
Table 4. Results of mechanical tests for each family.

家系 Family	気乾容積密度 Density in air dry (g/cm <sup>3</sup> )	平均年輪幅 Ring width (mm)	圧縮強さ Compressive strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	丸太ヤング係数 MOE of log (tf/cm <sup>2</sup> )
G×L	0.55	6.0	285-329-368	64-77-92
G×L (天)	0.55	5.8	273-345-408	66-75-87
Kk	0.55	5.4	299-401-458	59-96-115
Ks	0.58	5.7	401-420-438	80-86-92
(K)	0.51	4.9	320-333-345	72-74-76
K×L	0.52	5.8	273-345-410	50-77-98
K×G	0.57	4.6	352-414-463	85-95-109
(L)	0.51	5.4	306-333-360	72-77-86
L	0.48	6.3	263-295-323	59-60-62
LL	0.45	6.5	254-294-336	52-66-79

比べ気乾容積密度, 圧縮強さはともに小さかった。

各供試木ごとの圧縮強さと丸太のヤング係数の関係を第5図に示す。両者の間には0.87の高い相関が認められ, 丸太での選抜も有効であると思われた。

## 6. まとめ

グイマツ $F_1$ 家系では, 幹曲がりが比較的小さく, 繊維傾斜が大きかった。早材容積密度は $0.41\text{g}/\text{cm}^3$ と大きかった。強度性能はニホンカラマツ家系よりも優れていた。

チョウセンカラマツ家系では幹曲がりの小さい家系があった。また, 平均繊維傾斜度が2.5%未満の家系もあった。早材容積密度は $0.38\text{g}/\text{cm}^3$ でニホンカラマツよりも大きかった。強度性能はグイマツ $F_1$ 家系やニホンカラマツ家系よりも優れていた。

ニホンカラマツ家系では幹曲がりが最も大きく, 平均繊維傾斜度は5%程度で標準的な値であった。早材容積密度は $0.34\text{g}/\text{cm}^3$ でニホンカラマツとしては標準的な値と思われた。強度性能は他品種に比べ劣っていたが, ニホンカラマツでは標準的な値と思われた。

## 謝 辞

今回の試験に関して試験地の調査, 伐採など種々のご支援を賜った現道立林業試験場道南支場長の高橋幸男氏, 丸太のヤング係数測定に指導をいただいた当場材料性能科の方々に感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 永田義明, 戸巻邦夫: “グイマツ $F_1$ 雑種の振れに関する選抜”, 日本林学会北海道支部論文集, 169-171(1993).
- 2) 大島紹郎, 黒丸 亮: “グイマツ雑種 $F_1$ の材質における特性”, 第106回日本林学会論文集, 526.
- 3) 安久津 久 ほか4名: 林産試験場報, 7(6), 6-15(1993).
- 4) 瀧澤忠昭 ほか5名: 林産試験場報, 4(1), 19-26(1990).
- 5) 安久津 久 ほか3名: 林産試験場報, 4(6), 10-20(1990).
- 6) 安久津 久 ほか3名: 林産試験場報, 4(1), 12-18(1990).

—利用部 材質科—

(原稿受理 H7. 12. 15)