

## カラマツ類品種の材質 (第3報)

安久津 久 滝沢 忠昭  
高橋 政治 佐藤 真由美

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

Hisashi AKUTSU Tadaaki TAKIZAWA  
Masaji TAKAHASHI Maayumi SATOH

Studies were made on qualities of Larix species and their hybrid.

The tested trees were Nihon-karamatsu, L. Kaempferi (J), Guimatsu, L. gmelinii var. japonica (G) Guimatsu × Nihon-karamatsu, L. Kaempferi × L. gmelinii var. Japonica (F<sub>1</sub>)

These sample trees were grown in the Tokyo University Forest in Hokkaido.

The results of the studies are summarized as follows:

(1) In height and D.B.H., the growth of F<sub>1</sub> was almost the same as that of Nihon-karamatsu, and they were superior to Guimatsu.

(2) Analyses with a soft x-ray densitometry showed that with all the trees, the bulk density and annual-ring density tended to increase from the pith toward the bark.

The average values of each tree showed that G > F<sub>1</sub> > J.

(3) Generally, all the tested trees had a small spiral grain, the absolute value being between 1.9 and 5.4%.

Each of the trees had S-spiral at an early age, and a maximum twisting angle appeared between the 2nd and 4th cambial ages, except the sample tree of No. 5.

(4) At the 15th cambial age, the tracheid of F<sub>1</sub> was 4.1 to 4.3mm in length, almost as long as that of Nihon-karamatsu, and Guimatsu had a shorter one.

The transition age when juvenile wood becomes adult was also estimated from elongation coefficients, and it was presumed that transition occurred between the 12th and 15th cambial ages.

(5) Studies on shrinkage in the tangential and the radial directions showed that a tree with a larger specific gravity had a larger shrinkage rate, i.e., G > F<sub>1</sub> > J.

In the axial direction, however, all the trees had almost the same shrinkage.

(6) The results of experiments on bending and crushing showed that a tree with a higher specific gravity in air dry had greater strengths, i.e., G > F<sub>1</sub> > J.

All those results are almost the same as those reported in previous papers

東京大学富良野演習林産の32年生のカラマツ類3品種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) 樹高および胸高直径は、コホンカラマツとグイマツ $F_1$ はほぼ同じ値であり、グイマツに比べ優れていた。
- (2) 容積密度および軟線デンシトメーターによる容積密度は、すべての供試木で髓から外側に向かって増加傾向を示した。また、品種ごとにそれらの平均値を比較すると、グイマツ  $F_1 >$  ニホンカラマツであった。
- (3) 平均繊維傾斜度は全体的に小さく、絶対値で1.9~5.4%であった。また、グイマツのNo. 5以外の供試木では、すべてS-1旋回であり、最大繊維傾斜度の出現年数は、4年以下であった。
- (4) 仮道管長を形成層年齢15年で比較すると、ニホンカラマツとグイマツ $F_1$ のそれはほぼ同じで4.1~4.3mmであった。また、仮道管長の伸長率によって、これらの供試木の未成熟材から成熟材への移行時期を推定した。その時期は形成層年齢で12~15年であった。
- (5) 収縮率は、t方向とr方向では比重の大きな供試木のものが大きかった。品種ごとにそれらの平均値を比較すると、グイマツ  $F_1 >$  ニホンカラマツであった。l方向の値は供試木による差は明らかではなかった。
- (6) 曲げ強度試験と圧縮試験の結果は、気乾比重の大きな供試木ほど、その値が大きいことを示した。これらの平均値を比較すると、グイマツ  $F_1 >$  ニホンカラマツであった。これらの結果は、過去に報告した結果に類似していた。

## 1・はじめに

ニホンカラマツは造林するうえでは耐鼠性に乏しく、また、材を利用するうえでは、らせん木理の著しいものが多く、ねじれなどを生ずる原因となり問題となっている。こうした中で個体選抜育種により創出されたコホンカラマツを花粉親、グイマツを雌性親とするグイマツ $F_1$ （以下 $F_1$ と呼ぶ）の性能が評価されつつある。 $F_1$ は一般にコホンカラマツよりも耐鼠性に慣れ、繊維傾斜度が小さい。またニホンカラマツに匹敵するほど生長が良く、年輪幅が大きいにもかかわらず、 $F_1$ の比重はニホンカラマツのそれよりも大きい。これらの特性を持つ $F_1$ は、造林するうえでも、材を利用するうえでも有利な品種といえよう。

今回、東京大学演習林（富良野）の配慮により32年生の $F_1$ 、ニホンカラマツ、グイマツの3品種について試験をする機会を得たので、その結果を報告する。なお、同一林分の立木について、樹齢11年生時に小野寺らがこれらの品種の材質を調査しているのでその結

果<sup>1)</sup>との比較も行った。

## 2. 供試木の概要および供試木の形質

供試木は、東京大学北海道演習林（富良野市、山部）のカラマツ類生長比較試験地（東山事業区74林班J小班）から伐採した。試験地では、標高約300m、南東向100前後の緩斜地である。土壌は砂質で深度は中程度、乾湿度は中庸である。

供試木の概要は第1表に示すとおりである。ニホンカラマツと $F_1$ およびグイマツの3品種について、各2本ずつを供試した。これらにNo. 1~6の供試木番号を付けた。このうちニホンカラマツ（No. 1, 2）は浅間系で、 $F_1$ （No. 3, 4）は千島系グイマツ×ニホンカラマツ天然雑種で、グイマツ（No. 5, 6）は樺太系である。表には樹高と胸高直径を示した。樹高および胸高直径はニホンカラマツと $F_1$ がそれぞれ大きく、特にNo. 3は優れていた。グイマツの2本は劣っていた。樹高と胸高直径についての品種間の差は小野寺ら

第1表 供試木の概要

Table 1 Description of the sample trees.

供試木 番号	品 名	胸高直径* (cm)	樹高 (m)	樹齡	備 考
1	ニホンカラマツ	18.6	20.5	32	実生 浅間系
2	<i>Lalix kaempferi</i> .	21.2	20.8	32	
3	グイマツ×ニホンカラマツ	22.0	24.1	32	実生 千島系×
4	<i>L. gmelinii</i> var. <i>japonica</i> × <i>L. kaempferi</i> .	18.1	20.8	32	ニホンカラマツ天然雑種
5	グイマツ	15.7	17.4	32	実生 樺太系
6	<i>L. gmelinii</i> var. <i>japonica</i>	15.5	16.9	32	

\*胸高直径は、山谷2方向の平均値である。

の結果<sup>1)</sup>とほぼ一致しており、それらの値の大きさはニホンカラマツ=F<sub>1</sub>>グイマツの関係にあった。

### 3. 試験方法

#### 3.1 素材の品質調査

供試木は1番玉は3mに、2番玉以上は4m

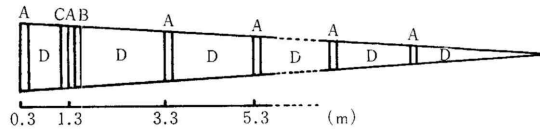
に玉切りした。得られた素材の本数はニホンカラマツは小の素材が5本で、中の素材が3本、F<sub>1</sub>は小の素材が3本で中の素材が5本であった。また、グイマツから得られた素材は6本であったが、すべて小の素材であった。調査項目は、小の素材は曲がりについて、中の素材は曲がりと節についてである。

#### 3.2 試験片の木取り

素材の品質調査を行った後、各種試験のための木取りを行った。木取り方法は第1図に示すとおりである。すなわち、各供試木の1番玉を地上高1.3mで切断した。2番玉以上のものはそれぞれ中央部分で切断した。このようにして丸太Dを採材した。そしてさらに各丸太Dの元口から、厚さは5~6cmの円板Aを伐採した。なお1.3mの位置からは別に2枚の円板B、Cを採材した。

#### 3.3 製材品の品質調査

Dの丸太から心通しの板を採材した後、残りの材から製材品を得た。製材品はすべて心去り材で材長は1.5m、断面は5×5cmであった。試験材はすべて含水率15±1%に調湿して試験した。試験本数はニホンカラマツが12本、F<sub>1</sub>が19本、グイマツは2本であった。調査項目は曲がりとねじれの2項目である。なお、材長は1.5mであるので普通はJASで示す製材品に該当しないが、あえてこれを適用した。



- A: 容積密度測定用  
Bulk density.
- B: 繊維傾斜測定用, 仮道管長測定用  
Slope of grain. Tracheid length.
- C: デンシトメーターによる容積密度測定用  
(年輪幅と晩材率測定も含む)  
Density by X-ray densitometry.  
(involved annual ring width and late wood percentage)
- D: 圧縮試験用, 収縮試験用, 曲げ試験用製材品の品質調査  
Crushing strength test.  
Shrinkage test.  
Bending strength test.  
Quality grade of squares.

#### 第1図 木取り方法

Fig. 1 Sampling method for determination of various properties.

#### 3.4 年輪幅, 晩材率

年輪幅と晩材率はCの円板の山谷2方向を測定した。測定は、デンシトメーターで行った。デンシトメーターは森林総合研究所材質研究室のジョイスルーブル社製を使用した。デンシトメーターの測定条件は、スリット幅100μm、スリット長2,000μmで、サンプリング間隔は15.6μmである。測定スピードは約1cm/minで行った。デンシトメーターを用いて測定される項目は、年輪幅、晩材率、各年輪の容積密度、各年輪の早材、晩材部の容積密度等である。試験片の大きさは、繊維方向で3.5mm、接線方向で10mmとし、シクロヘキサン、アセトン、アルコール混合液で脱脂した後、含水率12%に調湿した。測定は山谷2方向につい

て行い、年輪幅と晩材率は2方向の平均値をその年輪の代表値とした。

晩材率の測定は、これまで目視により行っていたが、今回はデンストメーターを用いて測定した。デンストメーターで得られた容積密度から早材と晩材を区分する場合、容積密度550kg/m<sup>3</sup>より大きい部分を晩材部とする場合が多い。今回の試験では、グイマツのように、髓に近い部分でも高い容積密度を示し、その部分の晩材幅が目視による晩材幅に比べかなり大きくなる品種もあった。そのため、森林総合研究所やオーストラリアでしばしば採用している方法に従い、年輪内最高密度と最低密度の和の1/2より大きい値を示す部分を晩材部とした。

### 3. 5 容積密度

容積密度として、水浸せき方法による容積密度と、デンストメーターによる容積密度を測定した。

容積密度数は、山谷2方向について5年輪ごとに扇形試験片を作成し、水浸せき方法によって測定した。デンストメーターによる容積密度は、3.4項と同一の条件で測定した。

### 3. 6 らせん木理

各年輪の繊維傾斜度についてはBの円板の山谷2方向を割裂法により測定した。その測定値から山谷2方向の平均繊維傾斜度を求めた。

### 3. 7 仮道管長

Bの円板について、山谷2方向で仮道管長を測定した。測定した年輪は髓から1年輪目、3年輪目、5～15年輪の各年輪、15年輪目からは5年おきの年輪、最も外側の年輪である。測定は既往の報告<sup>2)</sup>

に従い、所定の年輪の晩材部の最外部の試料で測定した。過酸化水素と酢酸の混合液で1時間ほど加熱して解繊した。仮道管の測定本数は、山谷で各100本ずつであり、物理的損傷のないものについて測定した。2方向200本の平均値をその年輪の仮道管長とした。

### 3. 8 収縮率試験および強度試験

Dの丸太から山谷2方向で、厚さ3cm

の樹心を含む耳付きまさ目板を採材した。そしてこの板を樹心から2つにひき割り、内側から連続して幅2.5cmにひき割った。この材を鉋削して2cm角にした。これらの材から欠点のある部分を除き、できるだけ多くの試験片を作成した。試験片の寸法は、収縮試験片および圧縮試験片が2×2×5cmで、曲げ試験片が2×2×32cmである。

収縮率については繊維方向、接線方向、半径方向の3方向(以下これら3つの方向を1, t, r方向と呼ぶ)の寸法を測定し、気乾までの収縮率、全収縮率、含水率1%に対する平均収縮率を求めた。

曲げ強度試験は、スパン28cmの中央集中荷重方法で行い、各試験片のまさ目面から荷重を加えた。曲げ強度試験と圧縮試験の結果から曲げ強さ、曲げヤング係数、圧縮強さをそれぞれ求めた。

## 4. 結果および考察

### 4. 1 素材の品質調査

素材の品質調査の結果は第2表に示すとおりである。曲がりについてみると、ニホンカラマツは2等の出現率が最も高く、62.5%であった。F<sub>1</sub>は1等の出現率が最も高く、75%であった。グイマツはすべて2等であった。この結果からF<sub>1</sub>は他の2品種に比べ、曲がり小さいことがわかる。

次に節についてみると、F<sub>1</sub>はニホンカラマツに比べ、2等の出現率が高かった。

### 4. 2 製材品の品質調査

この調査は3.3項で述べたようにJASの製材品の

第2表 素材の径級別等級

Table 2 Quality grade for study logs classified by diameter in logs.

丸太の区分	品 種	等 級						調査 本数
		曲がりに関する等級			節に関する等級			
		I	II	III	I	II	III	
小丸太	ニホンカラマツ	2	3	0	—	—	—	5
	F <sub>1</sub>	3	0	0	—	—	—	3
	グイマツ	0	6	0	—	—	—	6
中丸太	ニホンカラマツ	0	2	1	1	2	0	3
	F <sub>1</sub>	3	2	0	1	4	0	5
	グイマツ	—	—	—	—	—	—	0

第3表 製材品の等級

Table 3 Quality grade for squares.

品 種	等 級								調 査 本 数
	曲がりに関する等級				ねじれに関する等級				
	特	I	II	格外	特	I	II	格外	
ニホンカラマツ	0	2	10	0	2	2	6	2	12
F <sub>1</sub>	8	3	7	1	0	0	6	13	19
グイマツ	0	0	0	3	1	0	2	0	3

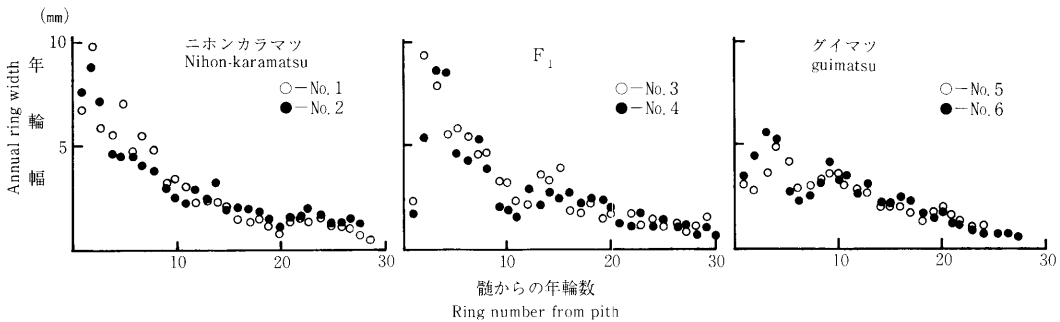
規格にあてはまらないが、調査結果を一つの日安として示すと第3表のとおりである。曲がりについてみるとニホンカラマツは、2等の出現率が最も高く、83.3%であった。それに対し、F<sub>1</sub>は特等の出現率がもともと高く、42.1%であった。グイマツは、すべて格外であった。この結果から、F<sub>1</sub>は他の品種よりも曲がりが小さいことがわかる。

ねじれについてみると、F<sub>1</sub>は68.4%が格外であり、他の2品種に比べねじれは大きかった。

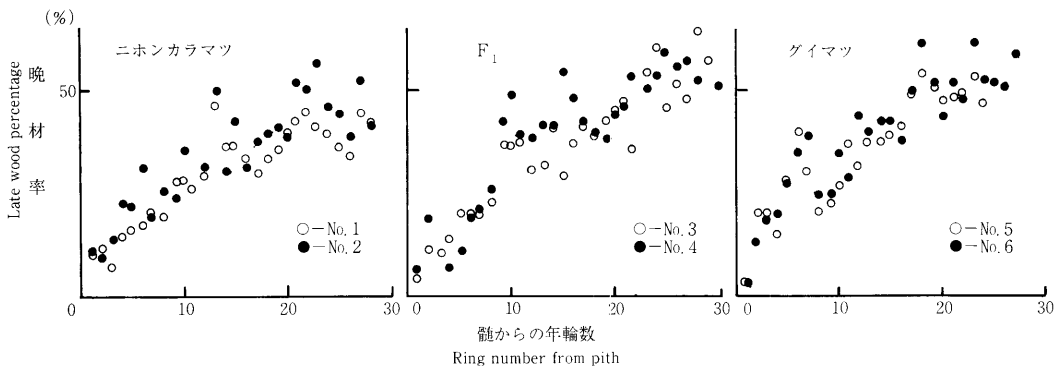
4. 3 年輪幅および晩材率

デンストメーター法で測定した年輪幅および晩材率について、髄からの年輪数ごとの推移は第2、3図に示すとおりである。

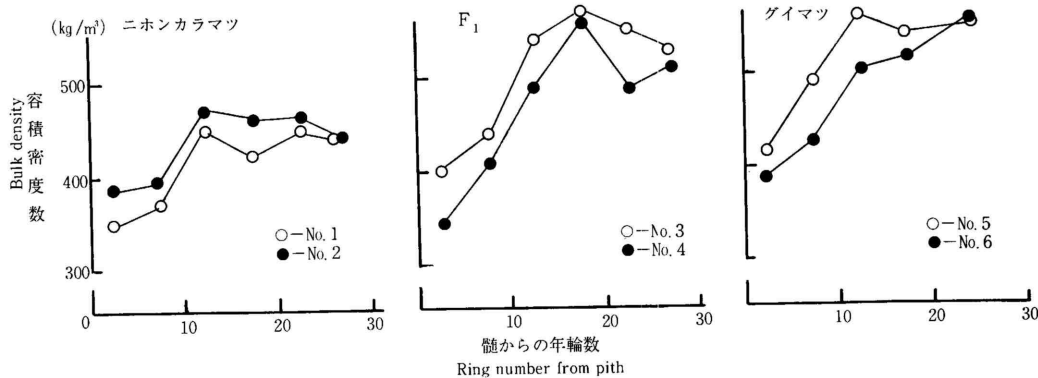
まず第2図の年輪幅の推移をみると、いずれの供試木も4年輪内に最大幅が出現している。その後は、若干の変動はあるがおおむね減少傾向をたどっている。晩材率については第3図から明らかのように、いずれの供試木も髄付近では10%前後である。そして外側に向かうに従いその値は増加して、30~60%になる。ニホンカラマツの晩材率の増加は他の品種に比べ緩慢であった。



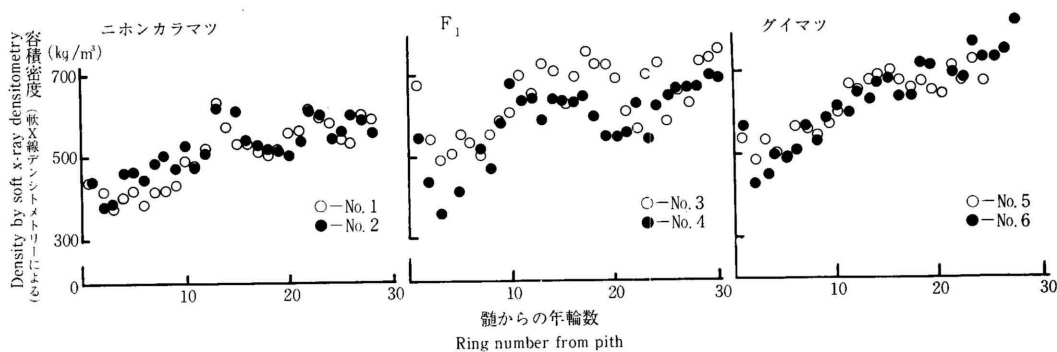
第2図 髄からの年輪数と年輪幅の関係  
Fig. 2 Relation between ring number from pith and annual ring width.



第3図 髄からの年輪数と晩材率の関係  
Fig. 3 Relation between ring number from pith and late wood percentage.



第4図 胸高部位における容積密度数の水平変動  
Fig. 4 Horizontal variation of bulk density at breast height.



第5図 髄からの年輪数と軟X線デンストメトリーによる容積密度の関係  
Fig. 5 Relation between ring number from pith and density by soft x-ray densitometry.

#### 4.4 容積密度

水浸せき法による容積密度数とデンストメーターで求めた容積密度を比較すると、後者は前者よりも17%ほど大きいといわれている<sup>3)</sup>。今回の結果では、デンストメーターによる容積密度が水浸せき法による容積密度数により平均で25.5%大きく、既報<sup>3)</sup>の17%と比べるとやや大であった。これは、デンストメーターで測定する試験片の含水率が、既報<sup>3)</sup>では全乾であるのに対し、今回のそれは12%であったためと思われる。

デンストメーターによる容積密度と容積密度数の水平変動は数値そのものは異なるが、各供試木とも類似の挙動を示した。

まず容積密度数についてみると、地上高1.3mでの容積密度数の水平変動は第4図に示すとおりである。

いずれの品種も髄から外側に向かって容積密度数は増加の傾向にあったが、ニホンカラマツの容積密度数は他の品種に比べてその増加は緩慢であり、10年輪目以降は、ほぼ横ばいであった。

各品種平均容積密度数の大小関係は、グイマツ  $F_1$  > ニホンカラマツであった。他の地上高についてもその大小関係はほぼ同じであった。また、地上高が増すに従い容積密度は徐々に減少した。

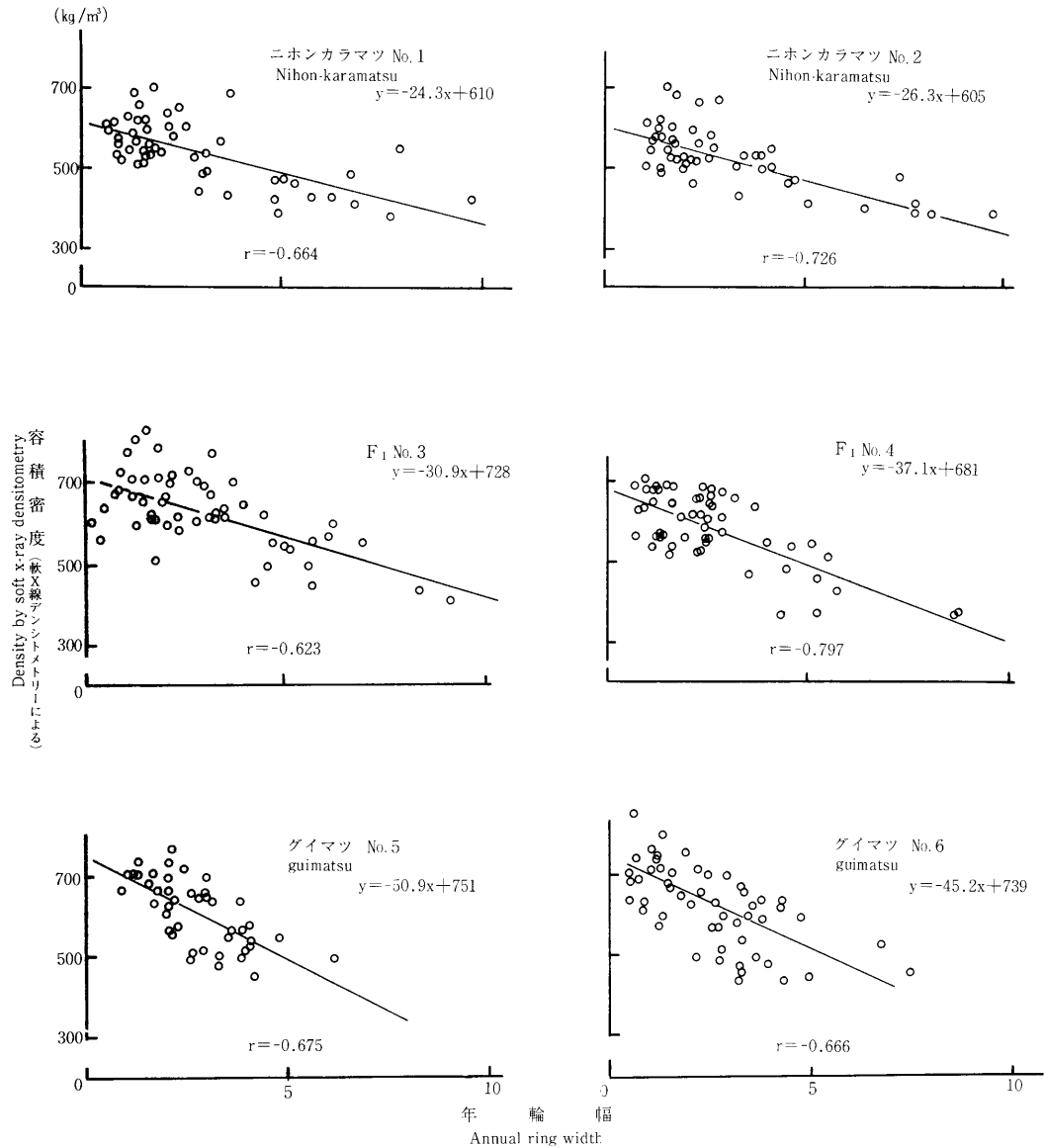
次にこの容積密度数を小野寺らの報告<sup>1)</sup>と比べると、小野寺らは8年輪まで測定しているが、その値は今回の値とほぼ一致している。

デンストメーターによる髄からの年輪数と容積密度の関係は第5図に示すとおりである。水浸せき法で求めた容積密度数の場合と同じように、いずれの品種も

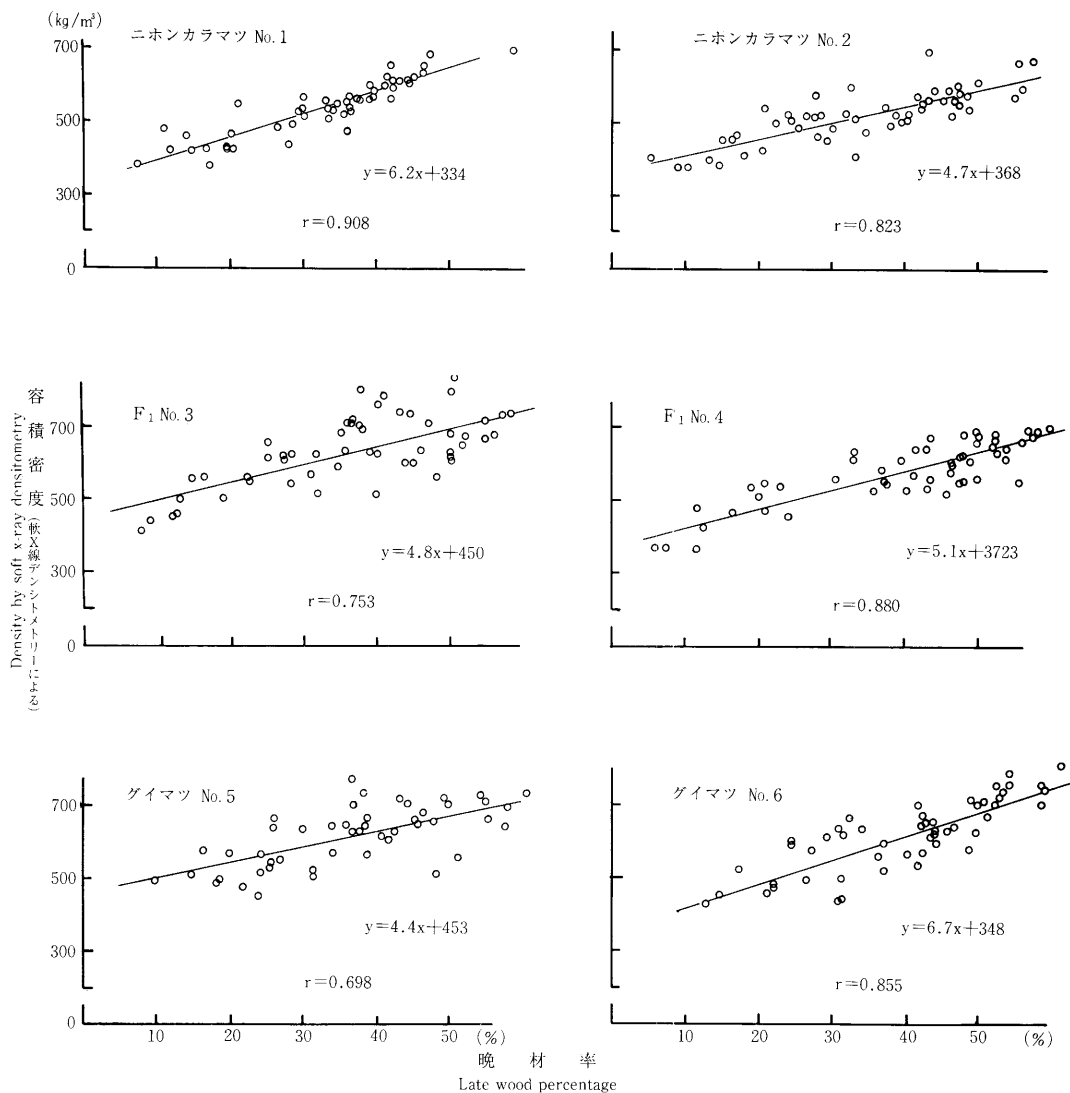
髓から外側に向かって容積密度は増加する傾向にあった。供試木ごとにみると、グイマツ2本とF<sub>1</sub>のNo.3は、他に比べて高い容積密度で推移している。各品種の平均容積密度はグイマツ ≧ F<sub>1</sub> > ニホンカラマツの順であった。品種による容積密度のこのような差は晩材率の違いと早材部の容積密度が異なるために生ずるもの

と推察される。また、山谷2方向の容積密度を比べると、すべての供試木で、山側の平均容積密度数が谷側よりも数%大きかった。

次に、各供試木の年輪幅と容積密度および、晩材率と容積密度の関係をそれぞれ第6、7図に示した。まず年輪幅と容積密度についてみると、いずれの供試木



第6図 年輪幅と軟X線デンシトメトリーによる容積密度の関係  
Fig. 6 Relation between annual ring width and density by soft x-ray densitometry.



第7図 晩年率と軟X線デシトメトリーによる容積密度の関係

Fig. 7 Relation between late wood percentage and density by soft x-ray densitometry.

も年輪幅の増加に従い容積密度は減少する傾向にある。その減少率はグイマツは大きく、ニホンカラマツは小さかった。F<sub>1</sub>はそれらの中間であった。また、直線回帰式を求めて年輪幅と容積密度の関係を供試木ごとに比較すると、例えば年輪幅3mmではグイマツの容積密度はニホンカラマツより大であるが、年輪幅5mmではそれらは類似していると推察される。また、F<sub>1</sub>については、同一の年輪幅ではNo.3はグイマツよりも容積密度は若干大きかった。一方、No.4はニホ

ンカラマツとグイマツの中間の値であるが、どちらかといえばニホンカラマツに類似しているといえよう。

次に晩材率と容積密度の関係をみてみると、晩材率が大きくなるに従い容積密度は大となっている。この相関係数は、年輪幅と容積密度の関係に比べ符号が反対であり、晩材率と年輪幅は容積密度に対して逆の関係になることがわかる。直線回帰式を求めて晩材率と容積密度の関係を供試木ごとに同一の晩材率で比較すると、年輪幅と同様にF<sub>1</sub>のNo.3は容積密度が最も大



大きく、ニホンカラマツとF<sub>1</sub>のNo. 4はその値が小さかった。

4. 5 らせん木理

各供試木の髄からの年輪数と繊維傾斜度の関係は、第8図に示すとおりである。ニホンカラマツは、2本とも7年輪目までは類似の推移を示し、最大繊維傾斜度も、ともに3年輪目に出現した。8年輪目以降は、No. 1は再び繊維傾斜度が大きくなった後、低下するのに対しNo. 2はZ旋回に移行している。

F<sub>1</sub>は、2本とも最大繊維傾斜度が2年輪目にあり、これ以降は、5年輪目までは、ともに減少する。しかし、No. 3は再び増加して8年輪目のピークを経て16年輪目には再び2年輪目と同じ繊維傾斜度に達する。

一方、No. 4は、11年輪目までは減少しつづけるが、その後増加して16年輪目にピークに達する。両供試木とも繊維傾斜度は17年輪目以降は減少傾向にあり、やがてZ旋回に移行している。

グイマツについてはNo. 5とNo. 6は異なった推移を示した。No. 5は、全年輪にわたって繊維傾斜がZ旋回であった。最大繊維傾斜度は12年輪目にあり、他の供試木に比べ遅かった。No. 6は、4年輪目に最大傾斜度があり、その後は減少傾向をたどった。

中川によればニホンカラマツは一般にS旋回であり、最大繊維傾斜度については5年輪以内の出現率が

60%であるとししている<sup>4)</sup>が、グイマツのNo. 5はこれらと異なった特徴であった。

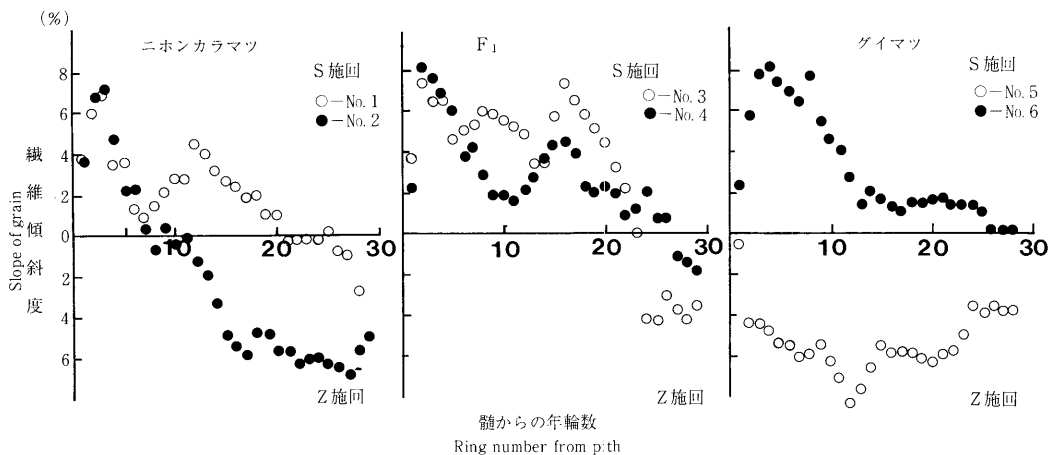
次に各供試木の平均繊維傾斜度と最大繊維傾斜度についてみると、ニホンカラマツはいずれもF<sub>1</sub>とグイマツより小さかった。これは小野寺らの報告<sup>1)</sup>に一致していた。既往の知見<sup>5)</sup>では、ニホンカラマツの平均繊維傾斜度は1.4~12%とされている。本試験に供したニホンカラマツの平均繊維傾斜度は1.7%と2.2%であり、繊維傾斜度の小さな品種であるといえよう。

4. 6 仮道管長

各供試木ごとの髄からの年輪数と仮道管長の関係を第9図に示す。一般にそれらの関係は髄からの年輪数を対象にとるとよく対応するが、今回の供試木についても相関係数は高かった。

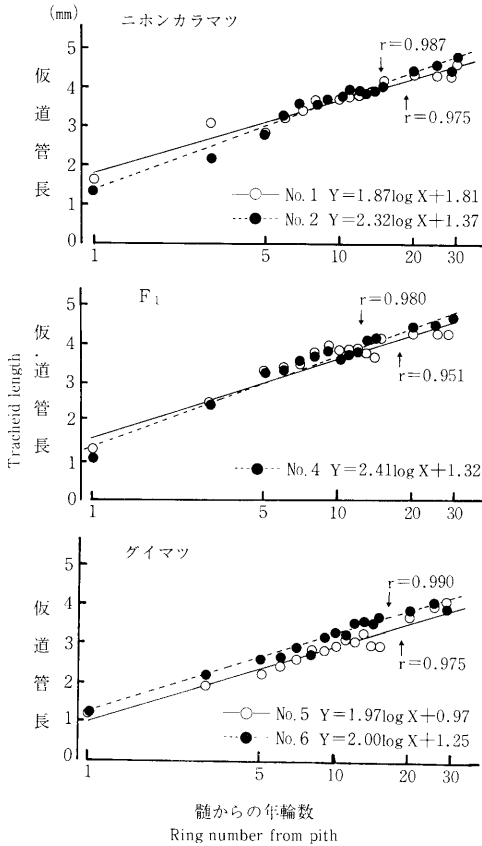
5年輪目と15年輪目の仮道管長を比較すると、5年輪目ではF<sub>1</sub>の仮道管長が最も大きかった。一方、15年輪目ではF<sub>1</sub>とニホンカラマツのそれはほぼ同じであり、4.1~4.3mmであった。グイマツは各年輪とも他の2品種に比べ仮道管長は小さかった。特にNo. 4と比べると1.4mmも短かった。

小野寺らの報告<sup>1)</sup>に比べると今回の仮道管長の値はやや大きかった。これは、小野寺らの測定は、晩材部全体からの測定であるのに対し、今回のそれは、年輪界に近い晩材の最外部での仮道管長を測定したため



第8図 髄からの年輪数と繊維傾斜度の関係

Fig. 8 Relation between ring number from pith and slope of grain.



第9図 髄からの年輪数と仮道管長の関係  
 Fig. 9 Relation between ring number from pith and tracheid length.

ある。小野寺らの測定した仮道管長の大小関係は  $F_1 > \text{ニホンカラマツ} > \text{グイマツ}$  であった。測定年輪数は8年輪以内であるので、それらの年輪数で仮道管長を比較すると今回の結果も  $F_1 > \text{ニホンカラマツ} > \text{グイマツ}$  であり一致していた。

著者らは、かつて成熟材部と未成熟材部の区分を行うにあたり、仮道管長と髄からの年輪数から対数回帰式を求め、その式から仮道管の各年の伸長率を算出して、伸長率2%未満の髄からの年輪数を成熟材部とした<sup>6)</sup>。今回も同様の手法で算出した結果、成熟材部は12~15年ではほぼ既報<sup>6)</sup>と一致した結果であった。これらの年輪数を髄からの距離にあてはめると4.9~6.5cmで、塩倉<sup>7)</sup>の示した5~8cmの範囲内にあった。

4. 7 収縮率

今回行った収縮率試験の結果は第4表に示すとおりである。これらの値は各供試木ごとの全試験片の平均値である。含水率1%に対する平均収縮で各供試木を比較すると、tおよびr方向の値は、気乾比重の大きいグイマツ2本が大きかった。l方向についての値は供試木による差はほとんどなかった。

地上高0.3~1.3mで10年未満の試験片の値を小野寺らの結果<sup>1)</sup>と比較した。品種ごとに比較すると両試験ともl方向の値はニホンカラマツ  $> F_1 > \text{グイマツ}$  でありtおよびr方向ではグイマツ  $\geq F_1 > \text{ニホンカラマツ}$  であった。

4. 8 曲げ試験および圧縮試験

今回行った曲げ強度試験および圧縮試験の結果は第5表に示すとおりである。まず、各供試木の曲げ強さおよび曲げヤング係数を平均値で比較してみると、最もそれらの大きい供試木は、グイマツNo.5であった。次に大きい値を示した供試木は曲げ強さでは  $F_1$  の供試木No.3であるが、曲げヤング係数ではグイマツのNo.6であった。曲げ強度試験の結果を小野寺らの結果<sup>1)</sup>と比較してみると、その強さの大小は、グイマツ  $> F_1 > \text{ニホンカラマツ}$  であり、今回の結果とほぼ一致していた。比重の大きい品種ほど曲げ強度の優れていることを示しており、既往の報告<sup>8)</sup>とも同じであった。

次に今回の圧縮試験の結果について各供試木を平均値で比較すると、最も圧縮強さの大きかった供試木は曲げ試験の結果と同様にグイマツNo.5であった。そのグイマツと最も圧縮強さの小さいニホンカラマツのNo.2を除いた4本は互いに類似の値(426~453kgf/cm<sup>2</sup>)であった。

品種ごとの平均値で比較すると、曲げ試験の結果と同じく、その強さの関係はグイマツ  $> F_1 > \text{ニホンカラマツ}$  であった。これを小野寺らの試験結果<sup>1)</sup>と比較した。小野寺らは胸高部の年輪数8年未満で測定しているので、今回の試験の中の、地上高0.3~1.3mの部位で年輪数8年未満の試験片と比較した。小野寺らの報告<sup>1)</sup>ではニホンカラマツの圧縮強さは253kgf/cm<sup>2</sup>で、グイマツおよび  $F_1$  のそれは325kgf/cm<sup>2</sup>であった。今回の結果では、ニホンカラマツの圧縮強さは319kgf/cm<sup>2</sup>

第4表 供試木ごとの収縮率の試験結果(平均値)

Table 4 Result of shrinkage test of each sample trees. (Average)

供試木番号 Sample tree No.	気乾比重 Specific gravity	年輪幅(mm) Ring width(mm)	含水率1%に対する収縮率(%) Per 1% m. c.			気乾までの収縮率(%) From green to air dry			全収縮率(%) From green to oven dry				試験片数 (個) Number of specimens
			l	t	r	l	t	r	l	t	r	t/r	
ニホンカラマツ 1	0.45	4.4	0.01	0.26	0.14	0.11	3.0	1.4	0.29	6.8	3.1	2.2	54
Nihon-karamatsu 2	0.43	4.7	0.01	0.25	0.11	0.08	3.1	1.3	0.24	6.7	2.9	2.3	68
F <sub>1</sub>	3	5.0	0.01	0.29	0.13	0.09	3.1	1.2	0.26	7.4	2.9	2.5	80
	4	4.5	0.02	0.29	0.13	0.14	3.7	1.2	0.38	8.0	3.1	2.6	66
グイマツ 5	0.57	3.5	0.01	0.36	0.15	0.08	4.8	1.6	0.24	9.8	3.9	2.4	38
Guimatsu 6	0.53	3.7	0.01	0.35	0.14	0.11	4.4	1.4	0.31	9.3	3.4	2.7	49

注) l:繊維方向 t:接線方向 r:半径方向

第5表 供試木ごとの強度試験結果

Table 5 Results of strength tests of each sample trees.

供試木番号 Sample tree No.	気乾比重 Specific gravity	年輪幅 (mm) Ring width	圧縮強さ (kgf/cm <sup>2</sup> ) Crushing strength	曲げ強さ (kgf/cm <sup>2</sup> ) Bending strength	曲げヤング係数 (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> ) Young's modulus	試験片数(個) Number of specimens	
						圧縮試験片 Crush.	曲げ試験片 Bend.
ニホンカラマツ 1	0.37~0.50~0.61	1.5~3.5~9.8	281~433~557	417~612~1045	35~87~141	64	59
Nihon-karamatsu 2	0.36~0.47~0.62	1.6~3.9~8.6	280~387~543	381~671~1013	35~81~132	76	67
F <sub>1</sub>	3	1.2~4.5~9.4	320~443~652	515~794~1324	34~90~169	103	96
	4	1.5~3.9~9.4	265~426~602	368~760~1225	42~91~147	74	68
グイマツ 5	0.54~0.61~0.74	1.6~3.4~5.7	418~548~749	360~890~1202	82~121~171	36	39
Guimatsu 6	0.47~0.55~0.74	1.4~3.6~6.0	310~453~718	385~768~1261	54~103~166	56	50

注) 含水率は13.8~15.8%であり強度の補正はしていない。

で、グイマツとF<sub>1</sub>はそれぞれ324kgf/cm<sup>2</sup>と358kgf/cm<sup>2</sup>であった。すなわちグイマツとニホンカラマツの値は小野寺らの報告<sup>1)</sup>に比べて大きかった。

### 5. まとめ

今回の試験結果を項目ごとにまとめると次のようになる。

#### 5. 1 胸高直径および樹高

胸高直径と樹高はニホンカラマツおよびF<sub>1</sub>が優れグイマツは劣っていた。

#### 5. 2 素材の品質調査

F<sub>1</sub>の曲がりには、ニホンカラマツとグイマツより小さかった。

#### 5. 3 製材品の品質調査

F<sub>1</sub>の曲がりには、他の品種に比べて小さかった。ねじれは、F<sub>1</sub>が大きかった。

#### 5. 4 年輪幅, 晩材率

年輪幅は、胸高直径の大きなニホンカラマツとF<sub>1</sub>

が大であった。晩材率はいずれの供試木も外側に向かって増加し30~60%に達した。

#### 5. 5 容積密度

容積密度数と容積密度はいずれの供試木も髓から外側に向かってその値は大きくなる傾向にあった。また、それらの値の大きさを比較するとグイマツ≧F<sub>1</sub>>ニホンカラマツであった。

#### 5. 6 らせん木理

グイマツのNo.5の供試木以外はいずれも髓からの年輪数で、最大繊維傾斜度は4年以内に出現した。また傾斜方向はSからはじまっていた。平均繊維傾斜度はニホンカラマツが最も小さかった。

#### 5. 7 仮道管長

品種間で仮道管長を比較するとその大小関係はF<sub>1</sub>≧ニホンカラマツ>グイマツであった。

#### 5. 8 収縮率

t方向とr方向の収縮率は、比重の大きなグイマツが大きく、l方向では供試木ごとの差は明確ではなかつ

た。

#### 5.9 強度性能

曲げ試験および圧縮試験の結果はグイマツ F<sub>1</sub>>ニホンカラマツであり、比重の大きな品種ほど高い強度性能があった。

以上の結果は小野寺らの結果<sup>1)</sup>に類似したものであり、若齢のカラマツでもある程度の材質評価が可能であることが示唆された。

#### 謝 辞

今回の試験に関して試験地の調査、代採など種々のご援助を賜った東京大学演習林の倉橋昭夫氏、デンストメーター他用にあたり終始ご指導をいただいた森林総合研究所の太田貞明氏に深く感謝の意を表します。

#### 文 献

1) 小野寺垂男ほか2名：林産誌研報，66，32（1977）

- 2) 藤崎謙治郎：スギ品種における組織構造と材質の関係，愛媛大演報，23，47（1985）
- 3) 野堀嘉裕：樹木の年輪が持つ情報，平成元年度科学研究費補助金（試験研究1）研究成果報告書，深澤和三編，108（1990）
- 4) 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（1972）
- 5) 中川伸策：カラマツ母樹とクローンの繊維傾斜度の関係，林試研報，312，21（1980）
- 6) 安久津久ほか3名：林産誌場報，439，12（1990）
- 7) 塩倉高義：針葉樹の未成熟材に関する知見補遺ならびにカラマツ樹幹内における材質の変動に関する研究 東京農業大学木材工学研究会（1981）
- 8) 安久津久ほか3名：林産誌場報，444，10（1990）

- 利用部 材質科 -  
(原稿受理 平 3.3.2)