

二面交雑家系カラマツ材の材質（第1報）

滝 沢 忠 昭 川 口 信 隆*

1. はじめに

戦後、北海道ではカラマツの造林がそれまでとくらべ飛躍的に増加し、現在全道に 50万 7千haのカラマツ造林地がある。このうち、36万 8千ha が一般民有林であり、民有林でのカラマツの比率は57.6%で2位のトドマツの 29.7%を大きく上回っている¹⁾。

カラマツ造林が進められる過程で、育種の分野では野鼠・兔の食害、落葉病や先枯病、高寒冷地における凍害など環境要因や生物害に対する抵抗性の高い品種を交雑育種により作り出す研究が進められ、種々の成果をあげている^{2), 3)}。

同時に生長、樹幹の曲がりなど材を利用する際に問題とされる、林木形質についての検討も行われてきた。そして、近年、林野庁などで繊維傾斜度の小さな個体を選抜育種していこうとする事業⁴⁾に着手していることに端的にあらわれているように、材を利用する側の要望により積極的にこたえるため、材質的にも優れた個体を育成していこうとする研究が始まりつつある^{5), 6)}。

このような背景のもとで、筆者らは東京大学北海道演習林から、材利用上望ましい材質を示す家系を選抜するための資料を得る目的で、二ホンカラマツと千島系ゲイマツの種内および種間交雑の立木について、基礎的な材質についての調査を依頼された。この調査は現在も継続中であるが、これまでに明らかになった点をとまとめ、ここに報告する。

なお、本報告の一部は第31回日本木材学会大会（昭和 56年4月、府中市）で報告した。

2. 試験方法

東京大学北海道演習林内の試験地に生育している二ホンカラマツ (*Larix Kaempferi* Carr.) と千島系ゲイマツ (*L. gmelinii* var. *japonica* ex *kurile* Pilger) の交雑組み合わせの立木の中から 7家系21本の立木を選び、供試木とした。供試木の概要を第1表に示す。

各家系の 三本の 供試木はそれぞれ、その林の平均木、優勢木および劣勢木である。

各供試木で地上高 0.2 m から樹幹の上方に向かい、1m 間隔で厚さ約 5cm の円板を採取した。各円板の山谷二方向について、年輪幅、晩材率、繊維傾斜度を

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

供試木番号 Sample tree number	交 雑 組 合 わ せ Species combination		胸高直径 D. B. H. (cm)	樹高 Height (m)
	母 親 × 花 粉 親 Female Male	(母 樹 番 号) (Seed tree number)		
1	L × L	(73 × 74)	13.5	13.3
2			16.3	14.6
3			9.8	12.0
10	L × L	(74 × 73)	13.0	14.5
11			16.0	15.3
12			9.7	14.2
4	L × GK	(73 × 92)	11.9	13.9
5			14.5	14.6
6			8.7	12.1
7	L × GK	(73 × 93)	12.6	12.8
8			16.6	14.4
9			8.4	11.6
13	GK × L	(92 × 73)	10.8	12.0
14			15.4	13.7
15			7.0	8.8
19	GK × L	(93 × 73)	13.1	12.3
20			15.6	13.7
21			8.2	10.4
16	GK × GK	(92 × 93)	5.4	6.9
17			6.8	7.9
18			5.1	6.2

L : *Larix kaempferi* Carr.

GK : *L. gmelinii* var. *japonica* ex *kurile* Pilger.

測定した。なお、地上高1.2mの部位で別に2枚の円板をとり容積密度数と仮道管長を測定した。

3. 結果と考察

3.1 林地の概要および生長

供試木を採取した林分は、東京大学北海道演習林がニホンカラマツ、チョウセンカラマツ、グイマツの相互交雑による種間雑種の生長や各種形質の変化を調査する目的で、同演習林内に設定した検定林 (71 林班, b2 小班, 1033検定林) である。

この林には、ニホンカラマツ、チョウセンカラマツ、グイマツのそれぞれ2本の母樹の間で、自殖を除く二面交雑を行い育成した、30の交雑家系の立木が植栽されている。交配は1961年に行われ、1964年5月植栽され、植栽本数は家系あたり200本である。さて、二面交雑とは、2本の母樹から、それぞれの母樹を母親あるいは花粉親 (すなわち父親) とした2組の

F1 雑種 (1代雑種) を作ることを言い、こうして生まれた2組の家系を「正逆の家系」とも言う。

調査の対象となった家系の林の立木の地上高、胸高直径の現在の経過を倉橋らの資料⁷⁾で検討すると、各家系の生長の序列はほとんど変わらずに経過していた。伐採時点 (1980年5月) での、各家系の林の立木の胸高直径の分布およびそれらの平均値は、L×L、L×Gkとも正逆の家系間で大きな差異は認められなかった。特にGk×Lの93×73、L×Gkの73×93の組み合わせでは生存率がそれぞれ76.1%、53.8%とかなり異なったにもかかわらず、ほぼ等しい値を示した。

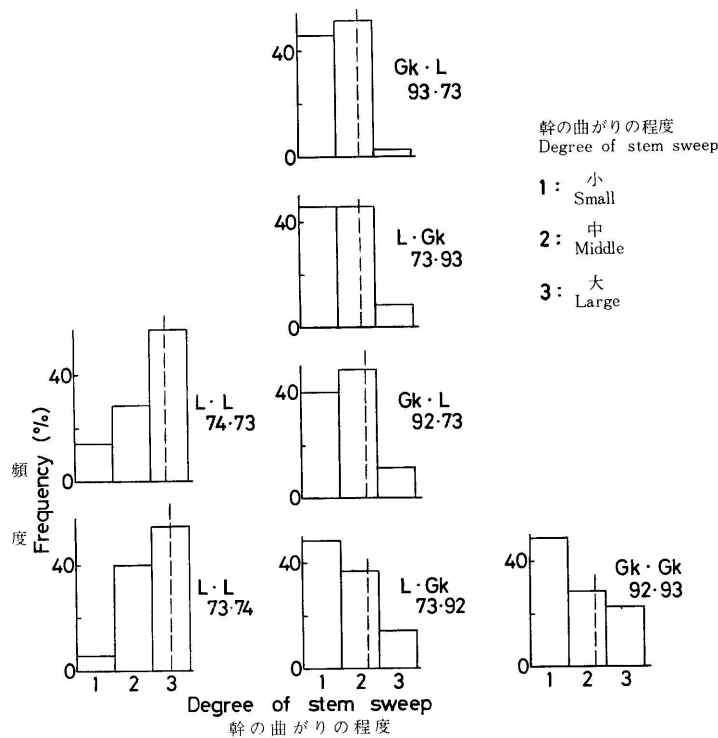
これら6つの家系の林の立木

の平均胸高直径は 11.2~13.2 cm の範囲であったが、一方、Gk×Gkのそれは 5.2cmであり 直径生長がかなり悪かった。また、樹高はL×L>L×Gk>Gk×L>Gk×Gkの順であった。

次に立木の曲がりについて述べる。なお、この測定は東京大学北海道演習林の倉橋昭夫氏らにより、供試木の伐採直前に行われたものである。曲がりを大、中、小の3ランクに分けて測定し、それぞれに3、2、1の数字を付け、その程度を数量化し、家系ごとに頻度分布をとり、その結果を第1図に示した。

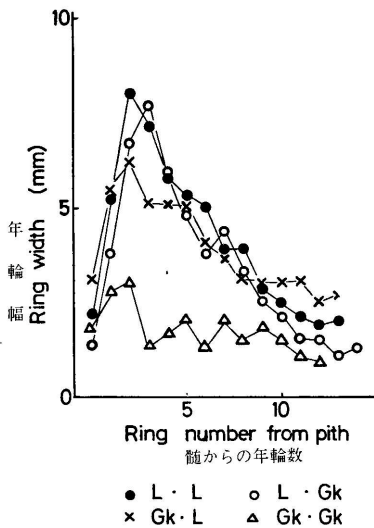
通常言われているように、ニホンカラマツどうしの交雑種であるL×Lが他のどの家系よりも曲がりが大きかった。しかし、ニホンカラマツもグイマツと交雑させることによりGk×L、L×Gkの結果が示すようにGk×Gkと同程度まで曲がりを小にすることが可能であると考えられる。

次に、各供試木についての調査結果を述べる。



第1図 供試木を採取した林分の立木の曲がり

Fig. 1 The stem sweep of standing trees in stands where the sample trees were felled down .



第2図 年輪幅の変動 (地上高1.2m)
Fig. 2 The radial variation of the average ring width within trunks at 1.2m of height above the ground .

地上高 1.2mでの髄から外側への各年輪の年輪幅の現れかたは、L×L、L×Gk、Gk×L、Gk×Gkの4グループに大別される。各グループ内での家系の違いによる差異は認められなかったため、各グループに属するそれぞれの供試木の値から、平均的な変動傾向を求め第2図に示した。

L×Lは初期生長は良いが、その後急激に年輪幅が減少し、

ゲイマツとは対照的である。種間雑種であるL×Gk、Gk×Lはそれぞれ両者の中間の傾向を示すが、両者とも母親の性質により強く影響されるようである。

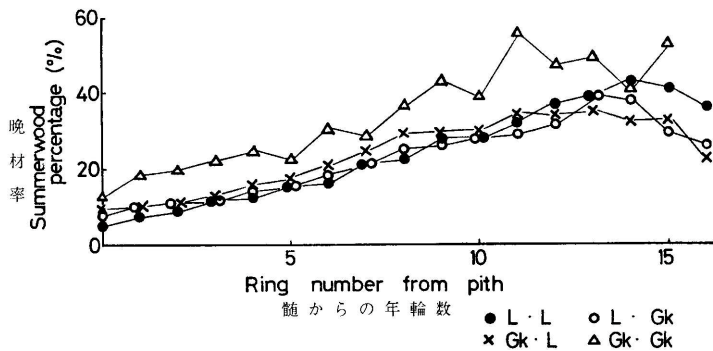
Gk×Lの家系には、母親の違いにより93×73、92×73の2組の家系があり、生存率がそれぞれ76%、60%とかなり異なったにもかかわらず、両家系ともよく似た年輪幅のあらわれかたを示した。一般に、生存率が異なれば、当然林分のうっぺい度も異なり、立木の生長に影響が現れるものと考えられるが、両家系にそのような傾向が示されなかった点については、その原

因などを含め更に検討が必要であろうと考える。

3.2 晩材率

晩材率について、それぞれの供試木の各地上高での分布はいずれも類似した傾向を示した。そこで、各供試木につき地上高 1.2mの各年輪での値どうしを比較すると、いずれも髄から外側へ同じような変動傾向を示し、髄から 4~5cm (年数で12~14年)位までは徐々に増加し、それ以後はほぼ一定となる傾向を示した。この結果は、晩年材についてこれまで知られている知見とほぼ一致する⁸⁾。

第3図に、L×L、L×Gk、Gk×L、Gk×Gkのそれぞれのグループごとに求めた晩材率の平均値の水平変動を示した。第3図ではGk×Gkの値が全般的に他より大となっているが、これはこの家系の個々の年輪での値が他のグループのそれより全般的に大きかったからである。一方、種間雑種のL×Gk、Gk×Lの

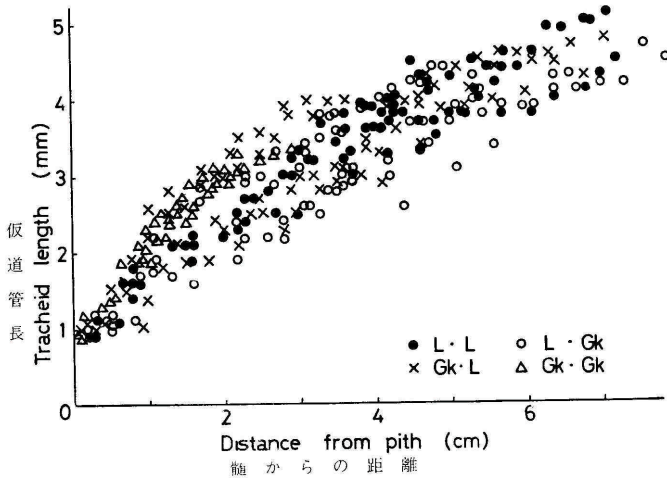


第3図 晩材率の変動 (地上高1.2m)
Fig. 3 The radial variation of the average summerwood percentage within trunks at 1.2m of height above the ground .

両グループはL×Lとほぼ同様の値を示し、個々の数値のパラツキを考慮すると、晩材率については、Gk×Gkを除く他のグループでは、個体間、交雑組み合わせ間で差異は認められないものとする。

3.3 仮道管長

一般に、仮道管長は一つの年輪の中でも変動することが知られているが⁹⁾、今回の調査では年輪どうし、あるいは供試木どうしでの値を比較することが出来るようにするため、測定はすべて年輪の典型的晩材部の仮道管について行い、得られた値をその年輪の仮道管



第4図 仮道管長の変動 (地上高1.2m)

Fig. 4 The scatter diagram showing radial variation of tracheid length within trunks at 1.2m of height above the ground.

長とみなした。

仮道管長につき、髄から外側への変動を各グループごとにプロットした結果を第4図に示す。仮道管長は、各グループの供試木とも髄から外側に向かって増加傾向を示すが、髄から約3~4cmまでの範囲(髄からの年数では約10年輪目までに相当する)ではその増加率が著しい。また、髄から同一距離の仮道管長は各グループともほぼ等しい値を示している。

次に、各グループごとに髄から同一年数の仮道管長を比較してみると、Gk×Gkのそれが全般的に他よりも小であることと、L×Lのうち74×73の家系のみが他より若干大であることを除けば、他の家系はいずれもほぼ等しい値を示した。

3.4 容積密度数

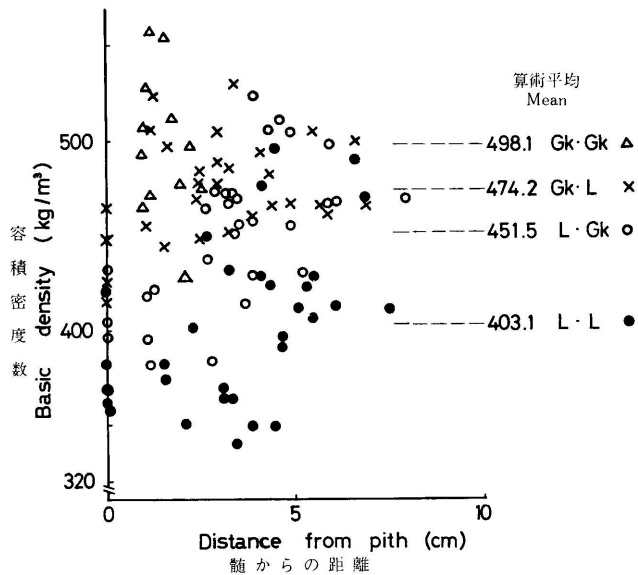
各供試木の地上高1.2mの部位から採取した円板から木取った髄を含む山谷2方向のストリップを2~3年輪ごとに分割し、得られたブロックの容積密度数を

水中浮力法で測定、算出した。

4グループに分け、全測定値をプロットした結果を第5図に示す。

L×Lは髄付近でその値が小であり、外側で大となっている。これに対し、Gk×Lは内側、外側の差が小である。各測定値の平均はそれぞれ図に示すとおりであり、L×L, L×Gk, Gk×L, Gk×Gkの順に大となっている。

年輪幅と容積密度数の関係については第6図に示すように、Gk×Lは年輪幅が広がっても容積密度数はあまり小とならず、L×Lなどくらべ半径方向の変動が小であった。

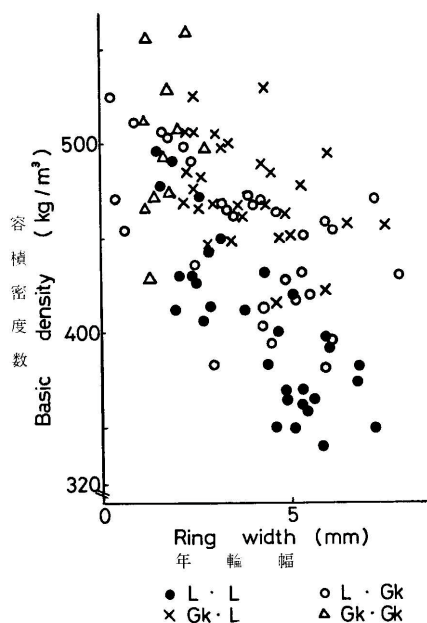


第5図 容積密度数の変動 (地上高1.2m)

Fig. 5 The scatter diagram showing radial variation of basic density within trunks at 1.2m of height above the ground.

3.5 繊維傾斜度

各供試木から採取した全円板で割製法により繊維傾斜度を測定した。測定は、原則として円板の山谷2方向の全年輪について行った。多くの円板でこれら2方向のらせん木理の現れかたは類似していたが、樹幹基



第6図 年輪幅と容積密度数の関係 (地上高1.2m)
 Fig. 6 The scatter diagram of the relationship between ring width and basic density within trunks at 1.2m of height above the ground.

部の円板,あるいは円板上に節が存在したりして,これが大きく異なっていた(繊維傾斜度で5~7%以上)一部の円板では左右方向も測定した。

それぞれの円板で,これら2方向あるいは4方向の値を年輪ごとに平均し,得られた値をそれぞれの円板の各年輪の繊維傾斜度の代表値とした。このようにしてまとめた結果のうち,各交雑組み合わせの平均木の繊維傾斜度を第7図に示す。

繊維傾斜度の水平方向の変動パターンはほとんどの供試木の各地上高とも,カラマツで普通に認められるものと同じであった。すなわち,髓附近で左旋回で始まったらせん木理は,年輪数の増加に伴い繊維傾斜度が急激に増大し,最大値に達し,その後は徐々に減少する傾向を示した。

各地上高での平均および最大繊維傾斜度の垂直変動については,一部の供試木(21本中4本)で,地上高が増すにつれて増加する傾向を示したが,他の供試木ではいずれもほぼ一定の値を示した。

次に最大繊維傾斜度について各供試木および交雑組

み合わせのグループ間での比較検討を行う。

このためには,各供試木の樹幹内で,繊維傾斜度が不規則に変動する地際(地上高0.2m)と,年輪数が少なく今後の変動が十分予測しえない樹冠部を除いた部位,すなわち,胸高部位(地上高1.2m)から上方の円板のうち8年輪以上の年輪数を持つ円板に表れる最大繊維傾斜度の値を比較の対象とした。

最大繊維傾斜度はいずれの供試木とも髓から9年輪目までに現れており,3~5年輪目に最大値を持つ供試木の割合が最も多かった。筆者らが以前に調査した津別産のカラマツの場合は,最大値が髓から4~8番目の年輪に現れる場合が多かったが⁽¹⁰⁾,今回の供試木はこれよりも早期に最大値が出現していた。このような差異は育林方法や環境によるのではなからうかと思われる。

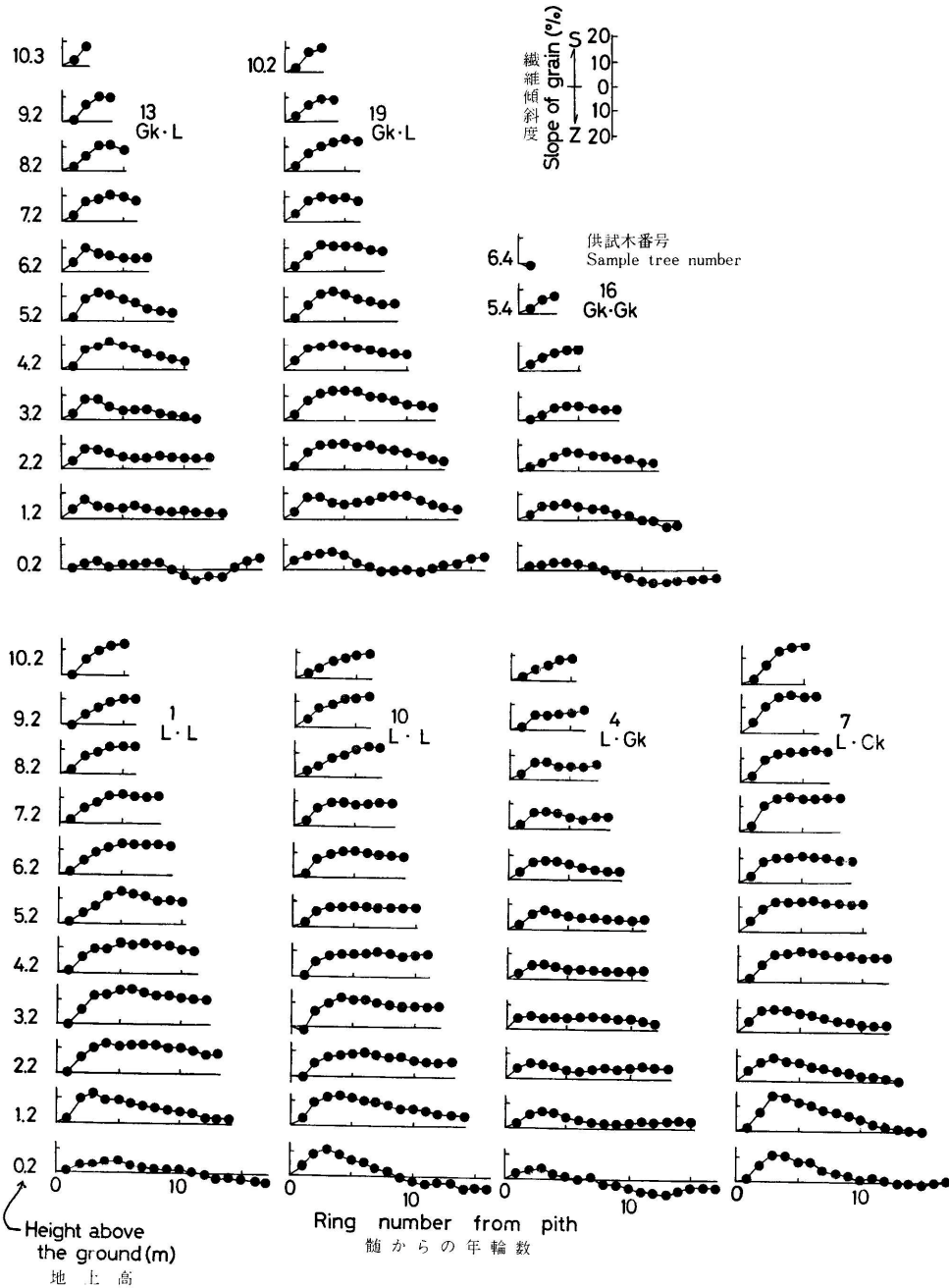
また,最大繊維傾斜度のあらわれる髓からの距離は立木の肥大生長の良否により異なると思われるが,各供試木とも髓から5cm以内の距離であった。

生長の良否と最大繊維傾斜度の大きさについて,筆者らが津別産カラマツを調査した際には,肥大生長の違いが繊維傾斜度の大小に及ぼす影響を見い出せなかったが⁽¹⁰⁾,今回の供試木では,同一家系ごとに比較すると,生長の悪い劣勢木に平均木あるいは優勢木とくらべて最大繊維傾斜度の大きなものが多く存在した。なお,L×Gkの家系の2本の優勢木は,いずれも最大繊維傾斜度の値が他とくらべたいへん小であった。

各グループごとに最大繊維傾斜度の値を検討すると以下のとおりである。すなわち,L×Lは8.2~14.5%の範囲で平均11.6%であり,この値はカラマツについての既往の知見とほぼ同程度のものであった^{(10)~(13)}。

一方,Gk×Gkは6.3~9.7%の範囲をとり,平均7.9%であり,他のいずれの家系よりもその値が小であった。L×Gk,Gk×Lはそれぞれ5.4~15.0%,7.9~17.0%の範囲を,平均値ではそれぞれ8.4%,11.0%の値を示した。

これらの結果から推測して,今回調査の対象とした供試木の母樹であるニホンカラマツと千島系グイマツでは,前者の方が後者より繊維傾斜度が大きであらうと



第7図 繊維傾斜度の変動
Fig. 7 The radial variation of slope of grain within a trunk.

考えられる。そして、母親と花粉親が入りかわった種間雑種の2グループ(すなわち $L \times Gk$ と $Gk \times L$)の間で最大繊維傾斜度の範囲と平均値に上述したような差異が認められたことから、最大繊維傾斜度は母親よ

りむしろ花粉親の影響を強く受けているように考えられる。

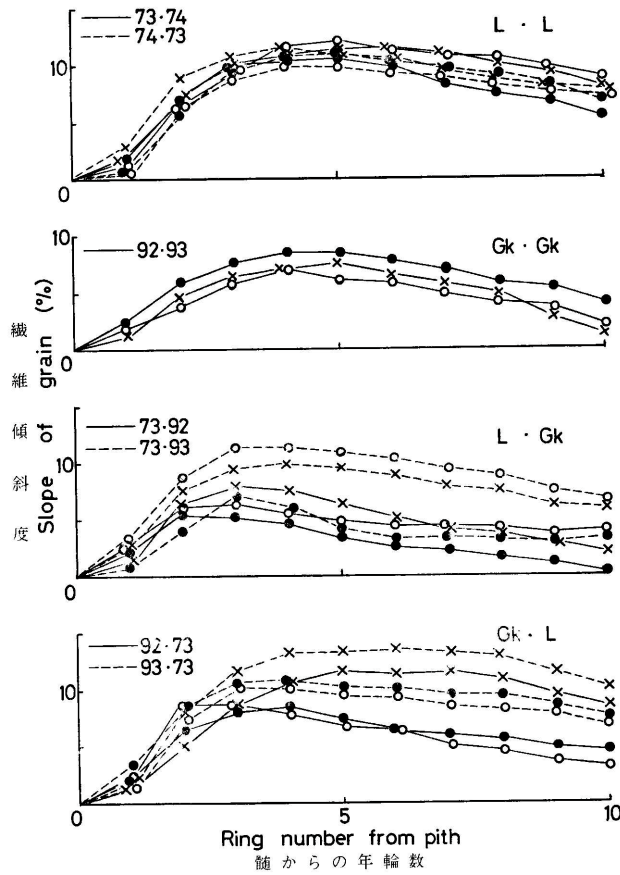
次に平均繊維傾斜度について検討する。

まず、供試木ごとに、最大繊維傾斜度について検討

したそれぞれの円板の髄から同一年数の年輪の 繊維傾斜度の 値を平均し、この値をそれぞれの供試木の各年輪の 平均繊維傾斜度とした。なお、髄から11年輪目以降の年輪については、平均値を求めるための年輪の数が次第に少なくなり、この種の検討には不適當となるため、以下の検討では除外した。

第8図 に交雑組み合わせの各グループごとに、それぞれの供試木の平均繊維傾斜度の水平変動を示した。L×LとGk×Gkを比較すると、髄から2~3年輪目以降では、L×Lはいずれの年輪でも Gk×Gkより平均繊維傾斜度の値は大であり、各グループの平均値ではL×Lの方が約3~5% Gk×Gkよりその値が大であった。

Gk×Lのグループでは、2本の供試木の平均繊維傾斜度が多くの年輪でL×Lのグループの平均値より大であった。一方、L×Gkのグループでは4本の供試木がほとんどの年輪でGk×Gkの平均値より小の平均繊維傾斜度を示した。すなわち、平均繊維傾斜度について、雑種強勢が示されており、材質育種の関点から繊維傾斜度の小さな個体を得ることの可能性が示されたものと考えられる。L×GkとGk×Lのグループどうしを比較すると、二ホンカラマツを花粉親とするGk×Lの方が千島系グイマツを花粉親とするL×Gkより全般的に平均繊維傾斜度が大である。上述したように、L×LとGk×GkではL×Lの方がGk×Gkより平均繊維傾斜度が大であり、また、



優勢木 平均木 × 劣勢木
Dominant tree Intermediate tree Inferior tree
第8図 平均繊維傾斜度の変動

Fig. 8 The radial variation of the average slope of grain within trunks .

	繊維傾斜度 Slope of grain (%)				
	3	5	7	9	11
L · L (73 · 74)				●	○
L · L (74 · 73)				○ ●	×
Gk · L (92 · 73)		○ ●			×
Gk · L (93 · 73)				○ ●	×
L · Gk (73 · 92)	●	○ ×			
L · Gk (73 · 93)	●			×	○
Gk · Gk (92 · 93)		○ × ●			

● 優勢木 ○ 平均木 × 劣勢木
Dominant tree Intermediate tree Inferior tree

第9区 各供試木の平均繊維傾斜度 (代表値)

Fig. 9 The average slope of grain of each sample tree. (Each value is the mean of the slope of grain for each sample tree shown in Fig. 8 .)

L×Lの正逆の家系間で平均繊維傾斜度にほとんど差異が認められないことから考えると、平均繊維傾斜度についても最大繊維傾斜度と同様に母親よりむしろ花粉親の影響を強く受けているように考えられる。

第8図に示した結果をさらに整理し、交雑組み合わせごとに各供試木の繊維傾斜度の現れ方を単純化して示したのが第9図である。すなわち、第7, 8図に示されるように、各供試木とも繊維傾斜度の水平変動のパターンはおおむね類似していたので、第8図に示した各年輪の平均繊維傾斜度の値をさらに平均し、得られた値を、それぞれの供試木を代表する平均繊維傾斜度と見なし、これらの値をプロットしたのが第9図である。

このように整理してみると、それぞれの供試木の繊維傾斜度の特徴が非常に明りょうになってくる。すなわち、今回調査した供試木は第1表に示したようにニホンカラマツ(L)、千島系グイマツ(GK)とも、それぞれ2本ずつの母樹からの交雑により得られた立木であるが、L×Lの正逆両家系とGK×GKの家系の各供試木の平均繊維傾斜度の変動幅が、いずれの家系も約2%とたいへん小であるところから、各母樹の平均繊維傾斜度もおおむねこのぐらいの値(すなわち母樹番号73, 74の2本は8.5%前後、同じく92, 93の2本は5.5%前後)であろうと推測出来るのではなからうかと考える。

この前提に立つと、種間雑種のGK×LおよびL×GKの家系の供試木の平均繊維傾斜度はLおよびGKの母樹のそれらとほぼ等しいか、あるいは両者の中間の値を示すものが12本中9本あり、通常の家系における諸形質のあらわれかたと同じであると考えられる²⁾。しかし、残りの3本の供試木では、平均繊維傾斜度の値がこれらの範囲を超えており、雑種強勢を示していた。

さて、GK×L, L×GKのそれぞれ2家系とも千島系グイマツの母樹番号92の立木を母樹としたものの方が、同じく93を母樹としたものより平均繊維傾斜度の小さな供試木が多く出現し、千島系グイマツの2本の母樹の間では、母樹番号92の方が同93より繊維傾斜度

が小でなからうかと考えられる。

また、上述したようにニホンカラマツおよび千島系グイマツの母樹の繊維傾斜度をそれぞれ8.5%前後、5.5%前後と考えると、ニホンカラマツの母樹が同じであっても、千島系グイマツの母樹が異なっている種間雑種の2組の正逆の家系(すなわち、73×92と92×73, および、73×93と93×73の2組)のいずれもが、グイマツを花粉親とした場合の方が平均繊維傾斜度の値が小となる場合が多く、種間雑種の供試木の繊維傾斜度については、母親の性質よりむしろ花粉親の性質により強く影響されるように思われる。

4. まとめ

本研究はカラマツの交雑育種を通して材利用上望ましい材質を持つ個体を得ることが出来るかどうかの可能性を検討するための手がかりを得ることを目的として取り組まれた。

東京大学北海道演習林の試験地に成林していたニホンカラマツと千島系グイマツの二面交雑家系の種々の組み合わせのうちから、7家系21本の供試木を対象として、これらの基礎的な材質を調査した。

得られた結果をまとめると以下のとおりである。

1) 立木の曲がりの大きなニホンカラマツでもグイマツと交雑させると、グイマツの種内雑種(GK×GK)と同程度までそれが小さくなることが認められた。

素材の曲がり小であることは、製材、加工の際にたいへん好ましいことは当然であり、交雑育種による材質改良の可能性が明らかにされたものと考えられる。

2) 晩材率およびその水平変動の傾向とも交雑による影響は認めがたい。

3) 仮道管長については、家系により若干の差異はあるものの、ほとんどの家系で、その値および水平変動の傾向は類似していた。

4) 年輪幅の水平変動(すなわち肥大生長の経過)と容積密度数については、種間雑種の家系のすべてが花粉親よりむしろ母親の性質に影響されるのではなからうかと思われる結果を示した。しかし、各家系のうちで、正逆の交雑間では差異は認められなかった。

また、 $G_K \times L$ の家系の容積密度数は、樹幹の内側と外側でその値の差が他の家系のそれとくらべ小であり、年輪幅の広狭にかかわらず他の家系より変動が小であった。

このことは、樹幹内で容積密度数が他の家系とくらべ比較的均一であることを示しており、材利用上望ましいことである。

また、グイマツとニホンカラマツとの種間雑種はカラマツの種内雑種より高い平均容積密度数を示し、構造材などのように強さを要求される用途に、より適しているものと考ええる。

5) 繊維傾斜度については、種間雑種の4組の家系のうちで、正逆の交雑間に差異が認められた。また、年輪幅の水平変動および容積密度数の場合とは逆に、この場合は母親よりむしろ花粉親の性質に影響されるのではなからうかと考えられる結果が得られた。同時に、一部の供試木では雑種強勢も示されていた。

さて、一般に木材の利用に際しては、その用途によって要求される材の性質も種々異なっているが、カラマツ材では乾燥ともなうねじれ狂いの発生が大きな問題とされており、カラマツ材を利用する際の一つのネックとなっている。カラマツ材のねじれ狂いは材のらせん木理の程度、すなわち、繊維傾斜度の大小に強く影響されることが知られているため¹⁴⁾、木材を利用する側から林業サイドへの要望の一つとして、繊維傾斜度の小さなカラマツの育成があげられる。

今回の調査を通じて、筆者らは、種間雑種の家系の供試木のなかに、繊維傾斜度について雑種強勢を示すものの出現を確認した。この場合の平均繊維傾斜度は3本中2本の供試木が両親のそれより小であった。また、推定された両親の平均繊維傾斜度には約3%の差があり、種間雑種の供試木のうちで、雑種強勢を示した3本を除く残りの9本のうち4本が、平均繊維傾斜度が小であったグイマツの母樹のそれにはほぼ相当する値を示した。これらのことから、繊維傾斜度の小さなカラマツを育成することが可能であると結論しうる手

がかりが得られたものと考ええる。

本研究を着手するにあたり、東京大学北海道演習林の林長畑野健一氏をはじめ同演習林の皆様種々の御配慮をいただいた。また、林地での調査、供試木の採取などには同演習林の倉橋昭夫氏、小笠原繁男氏の御援助、御協力をいただいた。なお、倉橋氏からは、調査結果のとりまとめに際し種々の有益な助言をいただいた。ここに記して各位に深く感謝致します。

文献

- 1) 北海道林務部林政課：昭和54年度北海道林業統計，北海道，76（1980）
- 2) 高橋延清ほか2名：雑種カラマツの生産と利用，北海道林木育種叢書，第8集，北海道林木育種協会（1968）など
- 3) Takahashi, N and T. Hamaya: Improvement of larch through hybridization in Japan, IUFRO genetics-sabrao joint symposia, Tokyo (1972)
- 4) 林野庁：からまつ材質育種事業実施要領（1980）
- 5) 三上進，長坂寿俊：林試研報，276,1（1975）
- 6) 千葉茂ほか2名：北海道の林木育種，23，2，8（1980）
- 7) 倉橋昭夫，小笠原繁男：グイマツ，チョウセンカラマツ及びカラマツ二面交雑家系の諸検定〔1033〕，未発表（1980）
- 8) 深沢和三，川辺二三夫：木材学会道支部講演集，4,43（1972）
- 9) Panshin, A. J. and C. D. Zeeuw: Textbook of wood technology, 4th ed., McGraw-Hill Book Co., 251（1980）
- 10) 川口信隆ほか3名：林産試月報，328，4（1979）
- 11) 石田茂雄ほか2名：木材学会道支部講演集，4，48（1972）
- 12) 中川伸策：林試研報，248，97（1972）
- 13) 小沢勝治：日林試，55，221（1973）
- 14) 滝沢忠昭ほか2名：林産試月報，357，7（1981）

— 指導部 技術科—

— *木材部 材質科—

（原稿受理 昭56.11.28）