

からまつ材質育種事業

——事業計画と事業実施5か年間の成果——

三 上 進⁽¹⁾

Susumu MIKAMI: Breeding Project on Wood Quality of Japanese Larch

An outline of the breeding programme and
the achievement for five years

要 旨: カラマツ材のねじれを改良することを目的として、昭和55年度から59年度までの5か年にわたり、北海道・東北・関東林木育種場の3場が協力して「からまつ材質育種事業」を進め、材質優良木の選抜を実施した。精英樹クローン植栽林9林分から348クローンと一般造林地45林分から4,182本の候補木を選び、繊維傾斜度、材のねじれ量、材のそり量を検定して、精英樹から19クローンと一般造林地から220本を材質優良木として選抜した。平均選抜率は5.3%であった。検定した材質形質については、育種基本区による地域性は認められず、地域内林分間及び林分内個体間で大きな変異を示した。一般造林地から選抜された材質優良木は、当該育種場でつぎ木増殖されているが、増殖過程で4個体が失われ、クローンが確保された個体は216本であった。今後は、これらを材料として材質優良品種を創出し普及することになるが、その方法としては、材質優良木クローン間の交配によって実生後代を育成し、その中から早期検定によって若い実生個体を選抜して採穂園を造成し、そこから生産されるさし木苗を普及するのが、現段階で採用できる最も効果的な方法である。

I ま え が き

カラマツは高海拔地や寒冷地に適応する樹種であることから、北海道・東北・関東・中部地方に広く造林されてきた。既にそれらの造林地から大量のカラマツ材が生産される状況になっている。カラマツ材は、わが国の針葉樹材の中では高比重群に属し、強度性能はアカマツ級であるが¹⁾、含水率の低下に伴ってねじれ狂いを生じ易い欠点があり^{1)~4)}、材の用途が非常にせまられている。とくに未成熟材部の比率が高い間伐材等小径木では、この傾向が顕著に現われる¹⁸⁾。このほか、材の利用上ではヤニが浸出する問題もあるが、アルカリによる脱脂技術が開発されており、また人工乾燥中の操作によって相当程度まで脱脂できる方法が開発されている⁵⁾。したがって、カラマツ材の利用拡大を図るためには、ねじれ狂いを防止する技術の開発あるいはねじれ狂いのない素材の生産が前提となる。

一方、これまでの研究結果から、カラマツの角材や板材のねじれ狂いは繊維傾斜度と密接な関係にあることが知られている^{4)15)~17)}。また、繊維傾斜度は個体によって大きな差があり、利用上許容できる材をもつ個体も一般造林地に存在し¹⁴⁾、個体選抜が可能であり、さらにクローンや実生家系を対象とした研究結果から、繊維傾斜度は大きな遺伝変異を含んでおり⁷⁾、これの遺伝的改良によってねじれの小さい材を生産するカラマツを育成できることが明らかとなった⁶⁾⁸⁾¹²⁾。

これらのことを背景として、林野庁は昭和55年度から「からまつ材質育種事業」をスタートさせ、ねじれの小さい材を生産するカラマツ品種をつくる事業に着手した。本事業は、生長や樹形の改良を目的とした精英樹選抜育種事業あるいは被害の回避や軽減を目的とした各種抵抗性育種事業とは異なり、生産材

の品質の改良を目的としたものである。多くの林木育種研究者及び技術者にとっては着手したことのない分野の仕事であったことと、個体間変異や林分間変異についての基礎資料が十分整っていなかったことから、技術習得と調査研究を包含しながら事業を進める必要があった。結果として、多くの研究成果が得られるとともに、所期の目標を上回る事業成果を得た。

選抜したカラマツ材質優良木については、育種母材料として広く活用できるように、当該育種基本区ごとに選抜経過及び特性を整理して公表することになった。

本報告は、上記に関連して、事業の全体計画、実施経過及び成果、残された問題等を整理し、取りまとめたものである。

本事業を計画するに当っては、企画・調整及び関連施設整備について林野庁造林課長はじめ関係担当官及び関係林木育種場長の特段の御尽力を得た。また、選抜林分・候補木の選定及び供試材料の入手等については関係営林局署及び関連生産業者の御配慮と御協力をいただいた。さらに、選抜作業及び増殖作業は別記事業担当者以外の多くの育種場職員の協力によって進められた。これらの方々に心から感謝の意を表す。

Ⅱ 事業計画

1. 事業実施主体

本事業は北海道林木育種場、東北林木育種場及び関東林木育種場の3国立林木育種場が実施した。

2. 事業推進組織

- 1) 総合企画：林野庁造林課
- 2) 調整：関東林木育種場企画調整課
- 3) 事業担当

(1) 北海道林木育種場	担当者	(担当年度)	所 属
① 実施計画	栄 花 茂	(昭 55～59)	育 種 課 長
② 候補木の選出及び 試料採取	片 寄 麟	(昭 55～59)	育 種 研 究 室 長
	織 田 春 紀	(昭 55～59)	育 種 研 究 室 員
	河 野 耕 蔵	(昭 56～58)	〃
	伊 藤 貞 治	(昭 57～58)	連 絡 調 整 係 員
	中 戸 川 仁	(昭 57～58)	〃
	森 仙 吾	(昭 57)	調 査 指 導 係 長
	森 俊 人	(昭 58)	調 査 指 導 係 員
③ 材質検定			
繊維傾斜度	片 寄 麟	(昭 55～59)	
	織 田 春 紀	(昭 55～59)	
材のねじれ・そり	片 寄 麟	(昭 56～59)	
	織 田 春 紀	(昭 56～59)	
	伊 藤 貞 治	(昭 57～59)	
④ クローン増殖	業 務 課	(昭 57～)	

⑤ 実施結果の取りまとめ	織 田 春 紀	(昭 55～59)	
(2) 東北林木育種場			
① 実 施 計 画	三 上 進	(昭 55～59)	育 種 課 長
② 候補木の選出及び 試料採取	野 口 常 介	(昭 55～57)	育種研究室長
	川 村 忠 士	(昭 55～59)	育種研究室員
	板 鼻 直 栄	(昭 55～59)	"
	井 上 幹 博	(昭 55～56)	"
	吉 村 研 介	(昭 58～59)	"
③ 材 質 検 定			
繊維傾斜度	川 村 忠 士	(昭 55～59)	
材のねじれ・そり	川 村 忠 士	(昭 55～59)	
	板 鼻 直 栄	(昭 55～59)	
	井 上 幹 博	(昭 55～56)	
	吉 村 研 介	(昭 58～59)	
④ クロウン増殖	業 務 課	(昭 56～)	
⑤ 実施結果の取りまとめ	川 村 忠 士	(昭 55～59)	
(3) 関東林木育種場			
① 実 施 計 画	古 越 隆 信	(昭 55～59)	育 種 課 長
② 候補木の選出及び 試料採取	金 子 富 吉	(昭 55～59)	育種第2研究室主任研究官
	原 善 三	(昭 55～58)	長野事業場業務係長
	市 川 俊 雄	(昭 59)	" "
	佐 藤 敬 二	(昭 55～59)	" 業務係員
	伊 藤 昌 司	(昭 55～59)	" "
	小 坂 堅 一	(昭 55～59)	" "
	堀 内 清 隆	(昭 55～59)	" 庶務係員
③ 材 質 検 定			
繊維傾斜度	山 田 勇	(昭 57～58)	育種第2研究室長
	山 手 廣 太	(昭 59)	"
	田 淵 和 夫	(昭 57～59)	育種第2研究室員
	糸 屋 吉 彦	(昭 57～59)	"
	半 田 孝 俊	(昭 57～59)	育種第1研究室員
材のねじれ・そり	山 田 勇	(昭 57)	
	金 子 富 吉	(昭 56～59)	
	小 坂 堅 一	(昭 56～59)	
④ クロウン増殖	長 野 事 業 場	(昭 57～)	
⑤ 実施結果の取りまとめ	金 子 富 吉	(昭 55～59)	

3. 事業内容の概要

昭和55年度から5か年計画で5,400本の候補木を選び、それらの材質を検定して180本の材質優良木を選抜し、増殖することとした。

この数量は、各育種基本区の材質優良木本数を60本とし、クローン増殖上の問題等によって失われるものがあったとしても、49型採種園を構成することができるクローン数が確保されるようにしたものである。さらに、選抜率を3.3%と想定して候補木の目標本数が決められた。

候補木を選ぶ林分は、1団地6ha以上のまとまりをもつV齢級以上の間伐対象林分とし、できるだけ基本区内に広くちらばせて選定することとした。

V齢級以上の間伐木を対象とした理由は、この樹齢になれば生長、樹形、繊維傾斜度、材のねじれ・そりについて個体特性を把握することが可能であることから、選抜作業の能率性・経済性を考慮したものである。1団地6ha以上とした根拠は、V齢級カラマツ林のhaあたり成立本数を1,400~1,500本とし、間伐本数が約500本、その中に含まれる生長の良い個体が10%、さらに生長の良い個体群に含まれる通直木の割合が10%、それらの中の3.3%の個体が材質優良木になり得ることを想定すると、材質優良木1本を選ぶために3,000本の対象個体が必要となり、その面積は6haになる。さらに、対象林分を広くちらばせて選定しようとした理由は、特定流域の同一林齢の林分に集中すると、同じ種子源に由来する林分から近親のものが選抜される可能性が高くなるので、できるだけその危険性を除くためである。

材質優良木の選抜手順及び選抜基準は、付属資料「からまつ材質育種事業実施要領」によったが、事業の大まかな流れは図1に示した通りである。なお、材のねじれと繊維傾斜度とは高い正の相関関係にあるので、伐倒現場で円板を割裂して、目視によって繊維傾斜度の大きい個体をマークし、それらの個体からの丸太採取及び材のねじれ・そりの測定を取り止め、作業を能率的に進めるよう手順の一部を改善した。

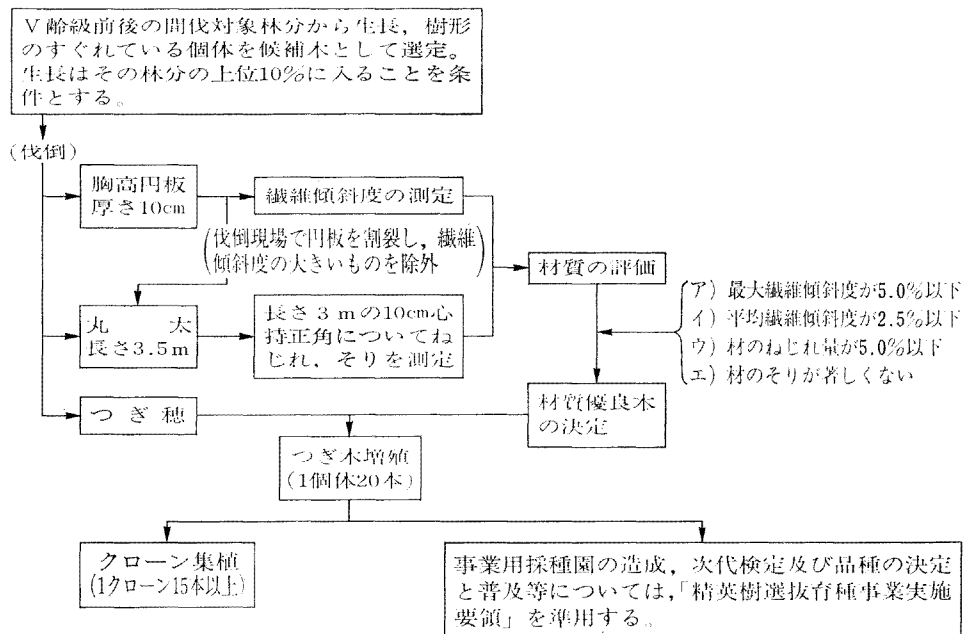


図1. カラマツ材質育種事業の流れ

Ⅲ 事業実施 5 か年の経過と成果

1. 事業経過

昭和 55 年度から事業を開始したが、関連施設—材質検定木工室・自動木理測定装置等の整備が 3 か年計画で東北・北海道・関東林木育種場の順に進められたため、事業開始 1～2 年間は育種場によって異なった対応をしなければならなかった。

初年度は、精英樹クローン植栽林（クローン集植所及び本格的な断幹・剪定未実施の採種園）を対象として、繊維傾斜度について選抜を行うこととした。採取円板は全て東北林木育種場に送付され、測定試料の作製及び測定が行われ、測定結果が各場にもどされた。東北林木育種場では、精英樹クローン植栽林のほかに 2 か所の一般造林地で材質優良木の選抜に着手し、作業実行上の問題と作業工程の検討を合せて行った。

次年度からは各場とも一般造林地を対象として選抜作業に入ったが、なお関東林木育種場の関連施設が整備されていなかったため、初年度と同じく採取円板は東北林木育種場に送付され、試料作製及び測定が行われた。

3 年目からは各場で完結する作業体制がとられた。北海道林木育種場では、カラマツ精英樹クローン保有数が多いことから、引続き精英樹クローンについて繊維傾斜度の選抜も進めた。

なお、事業実行に伴って予算・作業量・施設等の制約から当初計画の一部を変更した。当初計画では、1 団地 6 ha 以上のまとまりのある林分を対象とすることと候補木の全てについて材のねじれ・そり量を測定することになっていた。しかし、事業を実行する段階になった時、対象林分の選定が著しく制限されること、調査・材料採取の作業量、作業経費及び材料購入費に制約があること等多くの困難な問題が生じた。これらを解決するため、営林局署の理解と協力を得て、間伐木指定前に候補木の選定を行うこととした。このことによって、単位面積あたりの候補木本数が多くなり、対象林分の作業面積を大幅に縮小することができた。また、事業内容の概要で述べたように、伐倒現場で明らかに材質優良木になり得ないと判断された候補木からの丸太採取を取止め、材料購入費、加工費及びその後の測定作業量の軽減をはかった。ただし、これら計画及び作業手順の一部変更は、選抜される材質優良木の内容に影響を与えるものではなかった。

事業実行に伴うもう一つの大きな問題は、材質優良木クローンの増殖との関連で選抜作業時季が制約されることであった。候補木の伐倒から材質優良木の決定までには最低 4～5 か月を要するので、つき木適期を 4 月中～下旬とすると、11 月下旬までには材料採取を行う必要があった。しかし、その時期をあまり早めるとつき穂の確保が困難となる問題があった。そこで、初年度に、つき穂の採取時期と貯蔵に関する検討を行ない、11 月に入ればつき穂の採取が可能であり、通常の方法（湿ったオガクズに入れビニール袋で密閉し 0℃ 前後の低温室におく）で貯蔵できることを確認した。このことから、伐倒作業は主として 11 月に行われることになった。また、生産者の都合によって夏に伐採される場合についても検討を行った。この場合は壮齡木からのさし木増殖（夏ざし）を検討したが、発根率が低く、しかも個体によって 1～34% のばらつきがあり¹³⁾、材質優良木を安全に増殖できる見通しが得られなかったため、このような事態が予想される林分は対象から除くこととした。

その他、事業実行に伴うマイナーな多くの問題があったが、毎年度末に、林野庁造林課育種班、関東林

表1. 育種基本区ごとの候補木
選出林分数

育種基本区	林分の種類		計
	精英樹	一般造林木	
北海道	7	16	23
東北	1	16	17
関東	1	13	14
計	9	45	54

注：林分の所在地等については「各基本区における材質優良木の選抜」を参照されたい。

木育種場企画調整課をまじえた3場の事業担当者による「からまつ材質育種事業打合せ会議」を開催し、事業の実施経過、実行上の問題点、次年度の実施計画等を討議し問題点を解決し、事業の円滑な推進を図った。

2. 事業成果

1) 材質優良木の選抜

精英樹クローン植栽林9林分と一般造林地45林分、計54林分を候補木選出対象林分として選定した。林齢は、精英樹クローン植栽林が12～22年であり、一般造林地が20～39年であった。育種基本区別の内訳は、表1のとおりである。

これらの林分から精英樹348クローンと造林木4,182本を候補木(クローン)として選出し、材質検定を行って、精英樹19クローンと造林木220本、計239本(1クローンは1本)を材質優良木として選抜した。各基本区とも目標本数の60本を上回る材質優良木を確保した。育種基本区ごとの年次別内訳は、表2のとおりである。

当初計画量に対する達成率は、候補木本数で84%、材質優良木で133%となった。選抜率は予想値3.3

表2. カラマツ材質優良木選抜の事業計画と実行結果

年度	全体計画		選出集団	北海道		東北		関東		全体	
	候補木	優良木		候補木	優良木	候補木	優良木	候補木	優良木	候補木	優良木
年	本	本		本	本	本	本	本	本	本	本
55	420	14	精英樹	41	6	56	4	123	6	220	16
			造林木	—	—	90	1	—	—	90	1
			計	41	6	146	5	123	6	310	17
56	750	25	精英樹	18	0	—	—	—	—	18	0
			造林木	232	4	266	19	274	9	772	32
			計	250	4	266	19	274	9	790	32
57	1,215	40	造林木	375	17	404	26	372	25	1,151	68
58	1,515	51	精英樹	45	2	—	—	—	—	45	2
			造林木	329	18	410	16	400	39	1,139	73
			計	374	20	410	16	400	39	1,184	75
59	1,500	50	精英樹	65	1	—	—	—	—	65	1
			造林木	213	13	414	15	403	18	1,030	46
			計	278	14	414	15	403	18	1,095	47
計	5,400	180*1	精英樹	169	9	56	4	123	6	348	19
			造林木	1,149	52	1,584	77	1,449	91	4,182	220
			計	1,318	61	1,640	81	1,572	97	4,530	239
										83.9%*2	132.8%*2
材質優良木の選抜率				4.6%		4.9%		6.2%		5.3%	

*1 材質優良木の選抜率を3.3%として計画

*2 全体計画の候補木5,400本及び優良木180本に対する達成率

%を上回り、平均5.3%であった。選抜率が高かった理由は、できるだけ多くの優良個体を確保する必要から、選抜基準すれすれの個体も含めることにしたためである。したがって、育種基本区による選抜率の違いは、そのような個体の多少が影響したものと考ええる。

本事業で取上げた材質形質の変異については、遺伝的要因の大きいことが知られており、また各地に造林されているカラマツは関東・中部地方のカラマツに由来するものであることから、地域性がないものとして事業を計画した。このことを裏付けるためと、各形質の林分内変異がどの程度のものであり、その中で材質優良木がどのような位置にあったかを示すために、本事業で調査した林分について若干の検討を行った。

図2は、育種基本区ごとに調査した全ての候補木（北海道育種基本区については測定不能個体25本を除く）について、最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度の出現頻度を示したものである。両形質とも育種基本区間で類似の分布を示しており、平均値もほとんど近似している。ただし、林分平均値のばらつき幅は関

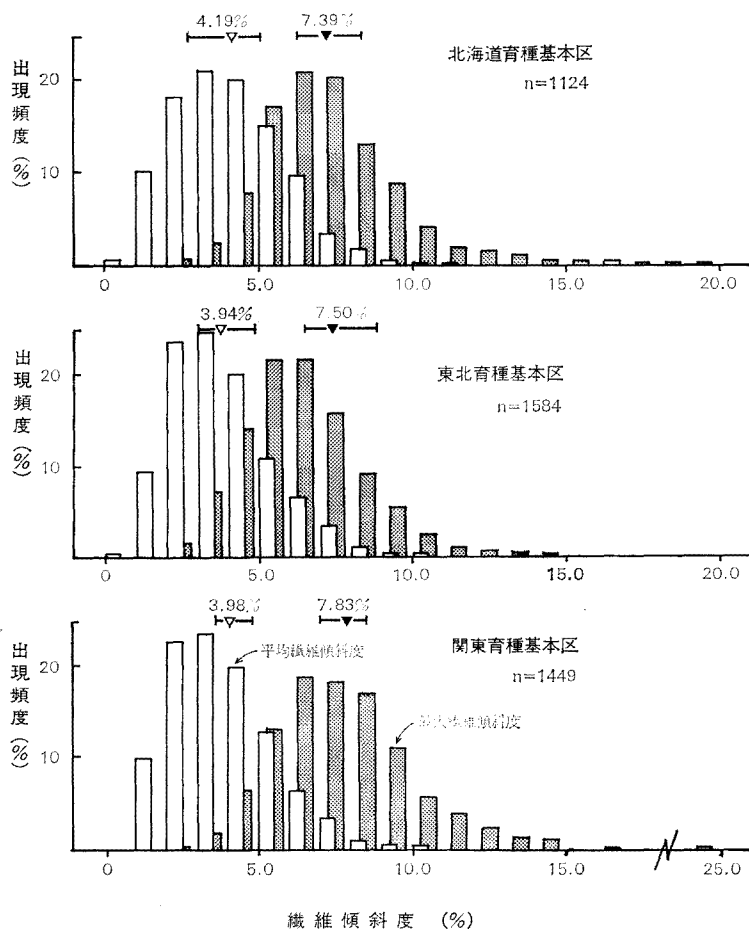


図2. 北海道・東北・関東の各育種基本区における最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度の階級ごと出現頻度

▽▽は各育種基本区の平均値であり、線の両端は林分平均値の最小、最大を示す。

東育種基本区で若干小さい傾向を示した。表3は、その分散分析結果である。両形質とも地域内林分間分散に有意性が認められたが、地域間分散は有意でなかった。

材のねじれ量及びそり量は、繊維傾斜度によって予備選抜された個体のみについて測定された林分が多かったため、地域間・林分間変異を明らかにできるデータは得られなかった。調査林分のうち、全候補木

表3. 平均繊維傾斜度と最大繊維傾斜度に関する分散分析

	要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方	分 散 比
平均繊維傾斜度	林 分 間	44	959.4942	21.8067	1.052N S 8.410**
	地 域 間	2	45.7778	22.8889	
	地域内林分間	42	913.7164	21.7552	
	林 分 内 個 体	4112	10636.4485	2.5867	
	全 体	4156	11595.9427		
最大繊維傾斜度	林 分 間	44	1059.9048	24.0887	3.162N S 4.922**
	地 域 間	2	138.7182	69.3591	
	地域内林分間	42	921.1866	21.9330	
	林 分 内 個 体	4112	18323.0154	4.4560	
	全 体	4156	19382.9202		

$F_{2,4156}^{0.05}=1.394$, $F_{2,4156}^{0.01}=1.484$

$F_{42,4112}^{0.05}=3.220$

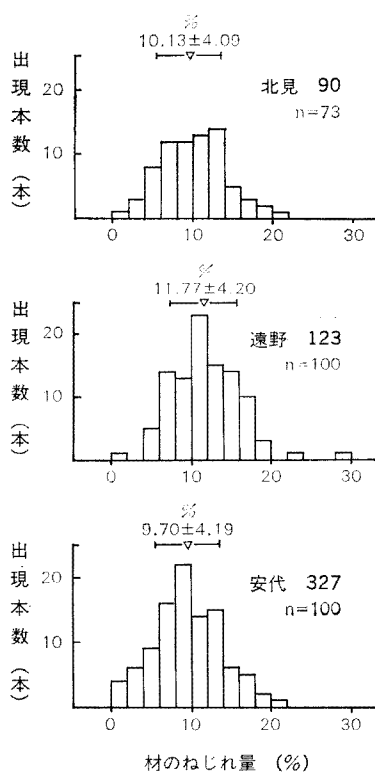


図3. 材のねじれ量の林分内頻度分布

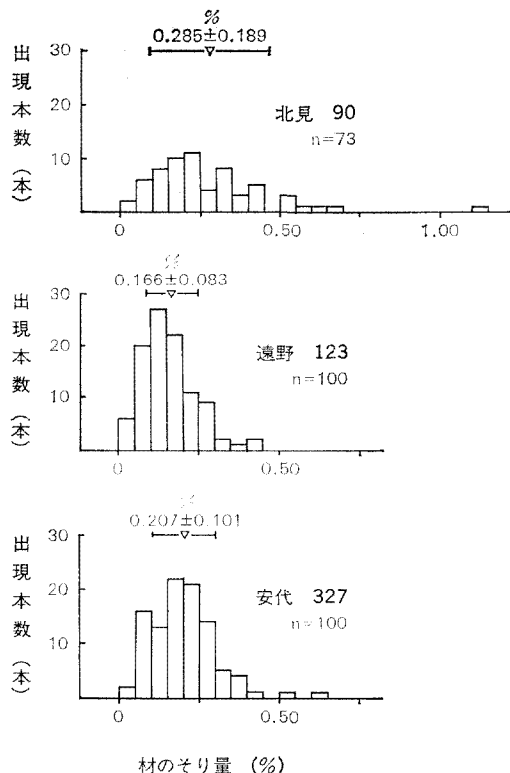


図4. 材のそり量の林分内頻度分布

を測定した3林分の例をあげると、図3及び図4のとおりであった。両形質とも林分内個体間のばらつきは大きかった。また林分間では、北海道の北見90が岩手県の2林分と異なった分布型を示した。しかし、このことが直ちに北海道産カラマツの特性を示すものではなく、1調査林分の特性と思われる。とくに、材のねじれ量は繊維傾斜度と高い正の相関関係にあるので、後者と同じく地域性がないと考えるのが妥当である。材のそり量については、実施要領ではできるだけ考慮することになっている。実際に測定した結果では、林分内個体間のばらつきが大きく、しかも他の材質形質と従属関係になく（図5）、生長とも一定の関係を示さないで¹⁰⁾、繊維傾斜度や材のねじれ量が基準内であっても著しく大きなそり量を示す個体も認められた。これらの個体については、材質優良木からできるだけ除くようにした。

以上のように、材質優良木は林分内の大きな変異の中から選抜されたものである。生長についての環境適応性の問題はあがるが、材質形質については繊維傾斜度は勿論のこと材のねじれ量にも地域性はないと考えられるので、各育種基本区で選抜した材質優良木は、基本区相互間で活用することが可能である。

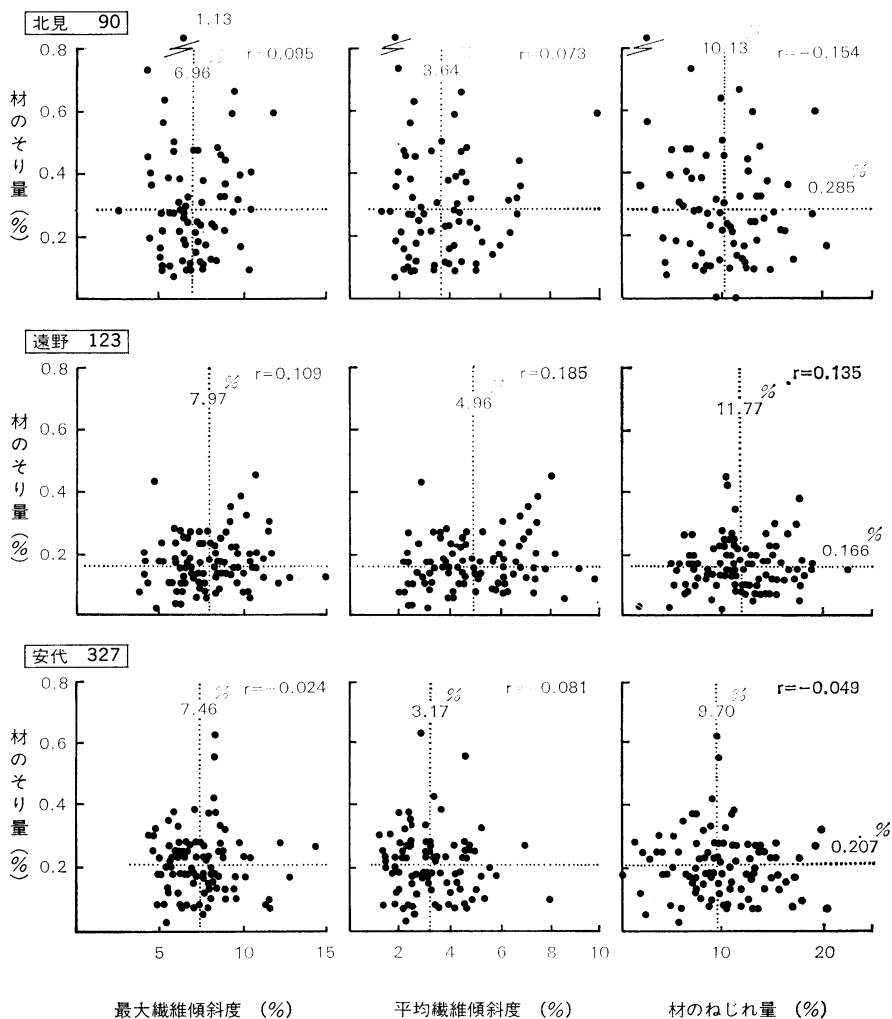


図5. 材のそり量（Y軸）と繊維傾斜度及び材のねじれ量との関係
点線はX軸及びY軸の平均を示す。

2) 材質優良木の増殖及び保存

各育種基本区の造林地から選抜された材質優良木は、当該林木育種場でつぎ木増殖され、クローン保存がはかられている。現在までの増殖過程で、北海道林木育種場が3個体、東北林木育種場が1個体の増殖に失敗した。関東林木育種場は選抜木の全クローンを確保した。その結果、造林地から選抜した材質優良木のうちクローンが確保された個体は、北海道49本、東北76本、関東91本、計216本となった。

3) 本事業関連報告及び研究成果報告

本事業に関連した報告及び事業実行過程で得た研究成果の報告は、以下の通りであった。

三上 進：カラマツ材質育種一材がねじれる欠点の改良，林木の育種，116，11～14，(1980)

三上 進：からまつ材質育種事業，林野時報，27(12)，28～29，(1981)

三上 進・野口常介・川村忠士・井上幹博・板鼻直栄：カラマツの旋回木理と材のねじれに関する選抜，日林東北支誌，33，101～104，(1981)

Mikami, S. : Larch breeding for wood quality. Proc., Div. 2, XVII IUFRO World Cong., Kyoto, 611, (1981)

金子富吉：からまつ精英樹の繊維傾斜度の測定—つぎきクローンによる測定，33回日林関東支論，65～66，(1981)

片寄 皐：雑種カラマツの材質について，北海道の林木育種，25(1)，12～14，(1982)

片寄 皐：高齢カラマツ造林木の材質（Ⅰ），容積重および含水率の分布，北海道の林木育種，25(1)，20～23，(1982)

片寄 皐・織田春紀：カラマツ材質育種（Ⅰ），ねじれ，年輪幅，容積密度による選抜，日林北支誌，31，116～117，(1982)

片寄 皐・織田春紀：カラマツ材質育種事業，北海道の林木育種，25(2)，14～21，(1982)

川村忠士・三上 進・野口常介・板鼻直栄：カラマツ材の振れの林分間および林分内変異，日林東北支誌，34，142～144，(1982)

片寄 皐：カラマツ材質育種について，昭和57年度北海道営林局研究発表集録，195～200，(1983)

片寄 皐・織田春紀：カラマツ材質育種事業（Ⅱ），北海道の林木育種，27(1)，7～11，(1984)

片寄 皐：トドマツ・カラマツの材質改良計画，北方林業，36，45～48，(1984)

三上 進・川村忠士・板鼻直栄・吉村研介：カラマツの枝材における施回木理の個体内，個体間変異，日林東北支誌，36，65～67，(1984)

金子富吉：カラマツ材質育種事業について，昭和58年度長野営林局業務研究発表集，173～179，(1984)

織田春紀：カラマツクローンによる材質形質の遺伝分散の推定—繊維傾斜度と容積密度数，96回日林論，287～288，(1985)

川村忠士・板鼻直栄・吉村研介・三上 進：カラマツ材のねじれの林分内変異，日林東北支誌，37，97～99，(1985)

川村忠士・板鼻直栄・吉村研介・三上 進：カラマツ心持ち10cm正角における節と生長との関係，日林東北支誌，37，167～169，(1985)

IV からまつ材質育種事業における残された問題

本事業においては、材質優良木を確定した後「精英樹選抜育種事業実施要領，昭和 55 年 5 月 31 日付 55 林野第 82 号」の一部を準用して採種園を造成し，次代検定林の設定と調査を実施し，品種の決定と普及を行うこととしている。

選抜された材質優良木のクローンを用いて採種園を造成し，そこから生産される次代集団を評価する場合に，二つの見方がある。一つは選抜効果を遺伝獲得量で評価する場合である。繊維傾斜度を例にとると，遺伝獲得量 (dG) = 規準化された選抜差 ($\bar{i}$) × 標準偏差 (s) × 遺伝率 (h^2) において，選抜率を 5% とすると $\bar{i}=2.06$ であり，岩手県下 9 林分の平均的な標準偏差 (s) は最大繊維傾斜度で 1.87，平均繊維傾斜度で 1.50 である。遺伝率は供試材料によって推定値が異なるが，いずれも高い値が得られているので⁹⁾¹²⁾，仮に 0.5 として遺伝獲得量を求めると，次代集団の平均値の増分は最大繊維傾斜度で -1.93，平均繊維傾斜度で -1.55 となる。これを親集団の平均値 7.53 と 3.92 に対する%で示すと，26% と 40% になる。これらの値は，直径や樹高等の生長形質に比較してかなり高く，選抜効果が大きいと評価はできる。もう一つの見方は，次代集団に望ましい材を生産する個体（選抜型）がどの程度の割合で含まれているかであり，材を利用する立場からの評価である。例えば，次代の遺伝獲得量が最大繊維傾斜度で -1.93 とすると，次代集団は平均値 5.60（親集団の平均値 7.53 - 1.93）を中心とした分布を示す。この中に占める選抜型（最大繊維傾斜度 5.0% 以下）の頻度は 27% である。この場合，親集団と次代集団における標準偏差は同じであると仮定しているので，現実のものとはずれがあるが，大まかな見当をつけることには支障がない。

カラマツ材質優良品種の普及に際しては，集団平均値の向上よりは利用上望ましい個体の頻度が問題となる。採種園方式による場合は，これらの個体頻度が 27% 前後であり，実用に供し得る内容にはならない。この頻度を大幅に向上させる手段としては，選抜した個体の遺伝子型を直接利用できる無性繁殖（さし木）方式を採用することが考えられる。

カラマツはさし木困難樹種の一つであるが，若い実生個体から採穂すれば高い発根率を示す。また，これらの個体を強度に剪定して低木型の採穂木に仕立てると，比較的長い期間にわたって採穂木としての能力を維持させることができる⁹⁾。

無性繁殖方式を採用するためには，選抜個体群から実生後代を育成し，その中から早期検定によって若い実生個体を選抜して採穂木に利用しなければならない。早期検定に際しては，材のねじれ量の測定は不可能であるから，選抜対象形質は繊維傾斜度に限られるが，その方法は既に確立されており⁹⁾¹¹⁾，さらに，それらから生産されるさし木個体の 90% は選抜基準に適合するものであることも明らかにされている¹¹⁾。

したがって，本事業において選抜された材質優良木については，精英樹選抜育種事業の採種園方式を採用するのではなく，現段階では採穂園方式を一部改良した方式を採用することが望ましい。採穂園方式の一部改良とは，採穂園を造成する前に選抜木クローン間の交配により実生集団を育成し，その中から早期検定によって若い採穂木を確保する部分を入れることである。このことによって，カラマツ材質優良品種普及への道が開かれるものとする。なお，将来，増殖技術の開発が進み，さし木困難樹種についても組織培養等による大量増殖が可能になれば，上記の一部改良の部分は不必要となり，選抜原木の遺伝子型を直接利用できることになる。

引用文献

- 1) 半澤道郎・澤田 稔：カラマツ材の性質と利用，北方林業会，札幌，pp. 207，(1969)
- 2) 加納 孟・中川伸策・斎藤久夫・小田正一：カラマツの用材品質について（Ⅰ），用材品質におよぼす立木素材および角材の条件，林試研報，162，1～44，(1964)
- 3) ———・—————・—————・—————・重松頼生：カラマツの用材品質について（Ⅱ），用材品質におよぼす立地条件の影響，林試研報，182，113～147，(1965)
- 4) ———：林木の材質，日林協，東京，pp. 168，(1973)
- 5) 倉田久敬：カラマツ材利用の展望，山林，1196，8～13，(1984)
- 6) 三上 進・渡辺 操・太田 昇：カラマツ繊維傾斜度におけるクローン間変動，日林誌，54，213～217，(1972)
- 7) ———・長坂寿俊：カラマツの繊維傾斜度に関する選抜，林試研報，276，1～22，(1975)
- 8) ———・佐々木文夫・渡辺 操：カラマツ精英樹家系苗における繊維傾斜度の変異，日林東北支誌，30，201～203，(1979 a)
- 9) ———・—————・—————：カラマツのさし木増殖試験，日林東北支誌，30，204～205，(1979 b)
- 10) ———・野口常介・川村忠士・井上幹博・板鼻直栄：カラマツの旋回木理と材のねじれに関する選抜，日林東北支誌，33，101～104，(1981)
- 11) ———・佐々木文夫：カラマツの旋回木理に関する早期選抜個体のクローン検定，日林東北支誌，34，137～138，(1982)
- 12) ———・川村忠士・佐々木文夫：カラマツの母樹別自然交配家系における旋回木理の遺伝変異，日林東北支誌，35，185～187，(1983 a)
- 13) ———・佐々木文夫：カラマツの材質育種一壮齡木のさし木試験，東北林木育種場年報，14，59～60，(1983 b)
- 14) 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，248，97～120，(1972)
- 15) 大倉精二・小沢勝治・高島恵浩・竹入勝美：木材のねじれ狂い，木材誌，7，205～207，(1961)
- 16) ———・—————：木材のねじれ狂い（Ⅱ），木材誌，8，105～108，(1962)
- 17) 重松頼生・安本善次：カラマツ材質試験（Ⅰ），回旋木理と収縮率の樹幹内分布，日林中支講，19，92～94，(1970)
- 18) ———・—————：カラマツ材質試験（Ⅴ），未成熟材における旋回木理の現われ方，日林中支講，21，56～60，(1972)

Breeding Project on Wood Quality of Japanese Larch
An outline of the breeding programme and the achievements for five years

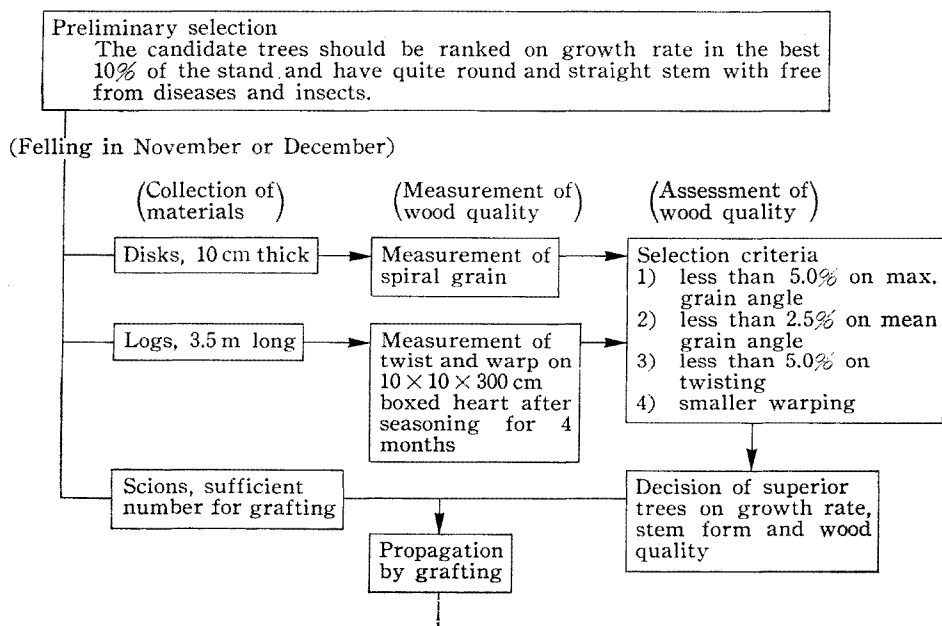
Susumu MIKAMI⁽¹⁾

Summary

A breeding project on wood quality of Japanese larch (*Larix kaempferi* CARR. = *L. leptolepis* GORDON) has been practiced in cooperation with Hokkaido, Tohoku and Kanto Forest Tree Breeding Institutes since 1980. The objective of this project is to improve genetically such serious defects of the larch wood as twisting and warping.

At the first stage of the project, selection of superior trees on wood quality was carried out on a five-year programme. We realized the anticipated results; the superior trees selected through examination of spiral grain and twisting and warping of boxed heart were 19 clones from among 348 plus-tree clones in 9 clonal plantations and 220 trees out of 4182 candidate trees which were preliminarily selected on growth rate and stem form in 45 stands of commercial forest. Selection intensity was 5.3% on an average.

The selection procedures were as follows;



The selection criteria on wood quality prescribe to ensure the supply of timber useable in construction works.

The propagated clones of the superior trees are utilized as breeding materials in following stage of the project. At first we planed to establish seed orchard by these clones, since a

Received January 13, 1986

(1) Tohoku Forest Tree Breeding Institute (Present ; Tohoku Branch, Forestry and Forest Products Research Institute)

large genetic gain through mass selection was estimated. However, the frequency of selection type in such populations may be not so high as to be available for commercial planting stocks. So, we now intend to supply rooted cuttings from these breeding materials and to apply a tissue culture.

付 属 資 料

からまつ材質育種事業実施要領

(55林野造第197号)
(昭和55年10月8日)

第1 目 的

本事業は、からまつ材が乾燥に伴ってねじれる欠点があるために構造用材としての用途が著しく狭められており、特に未成熟材部の比率が大きい間伐材等小径木ではこの傾向が強いことにかんがみ、林木育種事業の一環として、からまつを対象としてねじれの小さい個体を材質優良木として選抜し、この材質優良木をもとに遺伝的に優秀なからまつ品種の育成を行うことにより、からまつ造林及びからまつ材の利用拡大に資することを目的とする。

第2 実 施 主 体

本事業は、主として次に掲げる国の林木育種場（以下「林木育種場」という。）が実施するものとする。

北海道林木育種場

東 北 林木育種場

関 東 林木育種場

第3 事 業 の 内 容

1. 材質優良候補木の選出

(1) 選出対象林分の選定

材質優良候補木（以下「候補木」という。）を選出する対象林分（以下「選出対象林分」という。）は、北海道育種基本区、東北育種基本区及び関東育種基本区においておおむね6ha以上のまとまりをもったV齢級以上の林分で、間伐対象林分であるものから特定の地域にかたよらないように選定するものとする。

(2) 候補木の選出

候補木は、次の条件を満たす選出対象林分から選出するものとする。

ア. 成長が良好であること。

イ. 樹幹が通直、正円、完満であること。

ウ. 枝の枯れ上がりがよいこと。

エ. 病虫害等の欠点がないこと。

オ. 林縁木等明らかに特殊な環境の影響を受けていると認められるものでないこと。

なお、アの判定は選出対象林分ごとに標準地（標準地内の林木の本数は、100本とする。）を設け、樹高及び胸高直径を測定し、選出対象林分の平均値（ $\bar{x}$ ）と標準偏差（ σ ）を推定して、候補木が次の基準を満たすか否かによって行う。

ア. 樹高は、原則として選出対象林分の上位10%（ $\bar{x} + 1.282\sigma$ 以上）の範囲にあること。

イ. 胸高直径は、原則として選出対象林分の上位10%（ $\bar{x} + 1.282\sigma$ 以上）の範囲にあること。

(3) 候補木の名称

国有林から選出された候補木にあっては、営林局名又は営林支局名（「〇〇営」とする。）に、また、民有林から選出された候補木にあっては都道府県名に、それぞれ「候材質」を冠し、営林局若しくは営林支局又は都道府県ごとに通し番号を付するものとする。

（例） 候 材 質 帯 広 営 1 号

候 材 質 東 京 都 1 号

(4) 候補木の表示等

ア．候補木には、胸高位の上部にペンキで白帯一巻きの表示をし、その上部に候補木名を付するものとする。

イ．候補木については、候補木の所有者、地況、林況等を調査し、別紙様式による調査票及び候補木の位置図等を作成するものとする。

2. 候補木クローン増殖

原種保存のため、次により各候補木のつぎ木クローンを養成するものとする。

(1) 採 穂

採穂は、次の事項に留意して、候補木の頂部から樹高のおおむね 1/3 の長さの範囲内で健全な穂木を採取して行うものとする。

ア．候補木からの採穂は、つぎ木活着歩止りを考慮して適期に行うこと。

イ．穂木は、日当たりのよい充実した当年生枝を選び、20本のつぎ穂が採れるように荒穂とすること。

ウ．荒穂は、候補木ごとにポリエチレン袋に入れ、候補木名称及び採穂月日を記入したラベルを添付すること。

(2) つ ぎ 木

つぎ木の方法は、割つぎ法とし、本数は1候補木当たり20本とする。

3. 材質検定

林木育種場は、第3の1で選出された候補木について、次により繊維傾斜度、材のねじれ及び材のそりを測定し、その結果に基づき優良木を決定するものとする。

(1) 供試丸太の採取

供試丸太は、候補木を伐倒して、地上から0.8m及び4.5mの高さの位置で玉切りして、長さ3.7mの丸太を採取する。

(2) 材質検定方法

材質検定は、供試丸太を用いて次の方法により繊維傾斜度、材のねじれ及び材のそりについて実施するものとする。

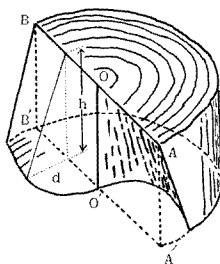
ア．繊維傾斜度の測定

繊維傾斜度は、丸太の元口から10cm（地上高0.9m）及び20cm（地上高1.0m）の位置で玉切りし、厚さ10cmの円板を採取し、この円板について測定するものとする。なお、その手順は、次のとおりとする。

（ア）供試円板の両木口面上に節を避けて髓を通る一对の平行な基準線を引き、末口面の基準線上に鉋等を置き加撃して割裂させる。

- (イ) 割裂により元口面に基準線からずれた割裂線を生ずるので各年齢ごとの晩材部において基準線からのずれの量を自動木理測定装置により 0.1mm 精度で測定する。
- (ウ) この測定値と供試円板の厚さから、ずれの量の百分率を小数点以下 1 桁まで測定し、繊維傾斜度 ($\frac{d}{h} \times 100$) を求める。

繊維傾斜度の測定法

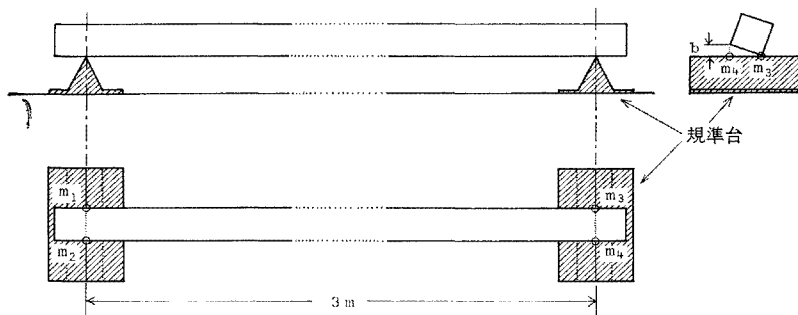


- (ニ) 各候補木の年齢別繊維傾斜度は、基準線上の両半径方向の値を平均して求める。

イ. 材のねじれの測定

材のねじれは、丸太の長さ 3.3m、1 辺の長さ 10cm の心持ち角材を製材し、この角材について測定するものとする。なお、その手順は、次のとおりとする。

- (ア) 供試角材は、製材時に製品寸法、挽き曲り等を調査したのち、被陰下で自然乾燥により気乾状態にする。
- (イ) 供試角材を 3 m スパンの一对の逆 V 字型規準台上に置き、下図のとおり 1 材面の 3 点 m_1 , m_2 , m_3 を固定し材面の稜線が材のねじれによって規準台から移動した距離 (m_4 と規準台との距離) を材面のねじれによる移動量 (b) としてダイヤルゲージを用いて 0.5mm 精度で測定する。



- (ウ) 供試角材の 4 材面について測定した移動量の最大値 ($b_{\max}$) と正角一辺長 (a) との比 ($\frac{b_{\max}}{a} \times 100$) を材のねじれ量とする。

ウ. 材のそりの測定

材のねじれの測定に供した供試角材の 4 材面について、材のそりによる内曲面の矢高 (h) を

ダイヤルゲージを用いて0.5mm精度で測定し、矢高の最大値(h max)を材長3.0mとの比($\frac{h \max}{3,000} \times 100$)を角材のそり量とする。

4. 優良木の決定

優良木は3の材質検定結果に基づき、次の条件を満たすものから決定するものとする。なお、材のそりについては、材質優良木を選抜する場合にできるだけ考慮するものとする。

ア. 年輪別繊維傾斜度の最大値(最大繊維傾斜度)が5.0%以下であること。

イ. 年輪別繊維傾斜度の平均値(平均繊維傾斜度)が2.5%以下であること。

ウ. 材のねじれが5%以下であること。

第4 優良木の名称

優良木の名称は、選出された材質優良候補木の名称から頭文字の「候」を除いたものとする。

(例) 材 質 帯 広 営 1 号

材 質 東 京 都 1 号

第5 優良木クローンの保存

林木育種場は、第3の4により決定した優良木について1クローン当たり15本以上を保存し、管理するものとする。

第6 台帳及び簿表類の作成

からまつ材質育種事業の記録は、次に記載する簿表類によって整理するものとする。

1. 台帳及び簿表類の種類

(1) 標準地調査票 (第1号様式)

(2) 候補木調査票 (第2号様式)

(3) 材質検定票 (第3号様式)

(4) 材質優良木台帳 (第4号様式)

2. 台帳及び簿表類の作成等

(1) 標準地調査票 (第1号様式)

ア. 調査票の作成及び保管

調査票は、候補木調査に先立って作成して候補木の選出に活用し、林木育種場の長が保管するものとする。

イ. 調査票の記入行額

(ア) 樹高は測高器により計測し、50センチメートル括約とする。

(イ) 胸高直径は、直径巻尺により計測し、0.5センチメートル括約とする。

(ウ) 枝下高は、力枝下高とし、測竿又は、測高器により計測し、50センチメートル括約とする。

(エ) 幹の通直性は、通直、やや曲り、曲りに区分し、該当項目を記入する。

(オ) 幹の正円性は、正円、やや不正円、不正円に区分し該当項目を記入する。

(2) 候補木調査票 (第2号様式)

ア. 調査票の作成及び保管

調査票は、候補木の選出の際に作成し、林木育種場の長が保管するものとする。

イ. 調査票の記入要領

調査票の記入要領は、次のとおりとする。

- (ア) 樹高、胸高直径及び枝下高の測定は、第1号様式に準ずる。
- (イ) 幹の通直性、幹の正円性、着果性は、該当項目を丸で囲む。
- (ウ) 標準地の記録は、標準地調査票の平均値及び標準偏差を転記する。ただし、枝下高については、平均値のみとする。
- (エ) 位置図は、候補木の所在個所を明確にした略図とし、比較する標準地の位置を併記する。
- (オ) 添付する写真は、候補木の全景及び周囲の林相を撮影したものとする。

(3) 材質検定票（第3号様式）

ア. 調査票の作成及び保管

調査票は、材質検定の際に作成し、林木育種場の長が保管するものとする。

イ. 調査票の記入要領

繊維傾斜度及び材のねじれ量は、小数点以下1桁とし、材のそりは、小数点以下2桁とする。

(4) 材質優良木台帳（第4号様式）

ア. 台帳の作成及び保管

台帳は、材質優良木を選抜する際に作成し、林木育種場の長が保管するものとする。

イ. 台帳の記入要領

台帳は、候補木調査票及び材質調査票をもととして整別記載し、また、その後の調査事項を順次記載するものとする。

第7 報 告

北海道林木育種場長及び東北林木育種場長は、からまつ材質育種事業の実施状況を明らかにするため、「林木育種事業運営要綱」（昭和55年5月31日付け55林野造第44号農林水産事務次官依命通達）に基づき関東林木育種場長に報告するものとする。

第8 そ の 他

- 1. 林木育種場は、候補木の選出に当たっては、営林局、営林支局及び都道府県と密接な連携を保ち実施するものとする。
- 2. 事業用採種園の造成、次代検定及び品種の決定と普及等については、優良木の確定後「精英樹選抜育種事業実施要領」（昭和55年5月31日付け55林野造第82号林野庁長官通達）の第3の2の2、第3の3の2及び第3の4並びに第4を準用するものとする。

第 1 号様式

標 準 地 調 査 票

標準地 No.				調査機関名												
調査年月日				調査者												
所在地																
番号	樹 高	胸 直	高 径	枝下高	幹		備 考	番号	樹 高	胸 直	高 径	枝下高	幹		備 考	
					通直性	正円性							通直性	正円性		
1								31								
2								32								
3								33								
4								34								
5								35								
6								36								
7								37								
8								38								
9								39								
10								40								
11								41								
12								42								
13								43								
14								44								
15								45								
16								46								
17								47								
18								48								
19								49								
20								50								
21								51								
22								52								
23								53								
24								54								
25								55								
26								56								
27								57								
28								58								
29								59								
30								60								

番号	樹 高	胸 高 直 径	枝下高	幹		備 考	番号	樹 高	胸 高 直 径	枝下高	幹		備 考
				通直性	正円性						通直性	正円性	
61							82						
62							83						
63							84						
64							85						
65							86						
66							87						
67							88						
68							89						
69							90						
70							91						
71							92						
72							93						
73							94						
74							95						
75							96						
76							97						
77							98						
78							99						
79							100						
80							計						
81													

標準地内本数 (N) =

樹高合計 ($\sum h$) =

樹高 2 乗和 ($\sum h^2$) =

平均樹高 = ($\sum h$) / N =

樹高の標準偏差 = $\sqrt{\{ \sum h^2 - (\sum h)^2 / N \} / (N - 1)}$ =

胸高直径合計 ($\sum d$) =

胸高直径 2 乗和 ($\sum d^2$) =

平均胸高直径 = ($\sum d$) / N =

胸高直径の標準偏差 = $\sqrt{\{ \sum d^2 - (\sum d)^2 / N \} / (N - 1)}$ =

枝下高合計 ($\sum b$)

平均枝下高 = ($\sum b$) / N =

第2号様式

候 補 木 調 査 票

候補木名称		調査機関				
調査年月日		調査者				
選 抜 林 分	所在地	県 市 町 村	林班 小班			
	所有者	県 市 町 村 (氏名等)	番地			
	面積					
候 補 人 選 出 記 録	樹 齢	年	標準地 の 記 録	標準地 No.		
	樹 高	m			平均値($\bar{X}$)	標準偏差(δ)
	胸高直径	cm		樹 高		
	枝下高	m		胸高直径		
	幹の通直性	通直, やや曲り, 曲り		枝下高		
	幹の正円性	正円, やゝ不正円, 不正円		候補木の選出基準	樹 高	$\bar{X} + 1.282\delta$ = 以上
	着果性	多 中 小 無			胸高直径	$\bar{X} + 1.282\delta$ = 以上
	その他					
地 況	海 拔 高	m	地形	山頂急斜面 山頂緩斜面 山腹凸斜面		
	傾 斜	緩 中 急		山腹平衡斜面 山腹凹斜面 山腹複合斜面		
	方 位			扇状地 崖錐 平坦地		
	地位指数		堆積土様式	残積土 崩積土 匍行土 水積土		
	土 壤 湿 度	乾 潤 湿		B _A B _B B _C B _D B _E B _{1c} B _{1d}		
	土 壤 深 度	浅 中 深		B _{1e} P _D		
	その他			石礫土 砂土 砂壤土 壤土 埴壤土 埴土		
林 況	タネの産地			苗木養成地		
	植 栽 年			植栽時の苗齢		
	現在までの 保育経過	下刈 回, つる切り 回, 除伐 回, 間伐 回				
	異樹種 との 混交歩合					
	地 床 植 物					
	前林分 の概況					
	その他					

(位置図：比較した標準地の位置，No. を併記する)

(材質優良木写真)

第3号様式

材 質 調 査 票

候補木番号		調査機関	
調査年月日		調査者	

A. 繊維傾斜度の測定

方向 \ 年輪	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	11	12	13	14	15
1															
2															
計															
平 均															

方向 \ 年輪	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1															
2															
計															
平 均															

方向 \ 年輪	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1															
2															
計															
平 均															

最大繊維傾斜度＝ %

平均繊維傾斜度＝ %

B. ねじれの測定

材 面	b	備 考
1		
2		
3		
4		

最大ねじれ $[b(\max)] =$

材のねじれ量 $[b(\max)/a \times 100] =$ %

注] a は正角1辺長であり 100 mmである。

C. そりの測定

材 面	矢 高
1	
2	
3	
4	

最大矢高値

$[h(\max)] =$

材のそり

$[h(\max)/\ell \times 100] =$ %

注] ℓ は材長であり 3000 mmである。

D. 備 考

1. 製材年月日：
2. 乾燥期間：
3. 乾燥条件：

第 4 号様式

材 質 優 良 木 台 帳

材質優良木番号				材質優良木決定年			
候補木番号				決定機関			
所在地		県	市 郡	町村	林班	小班	
所有者		県	市 郡	町村	番地		
		(氏名等)					
成長記録	樹 齢	年		標準地 の 記 録	標準地 No.		
	樹 高	m				平均値($\bar{x}$)	標準偏差(δ)
	胸 高 直 径	cm			樹 高		
	枝 下 高	m			胸高直径		
	幹 の 通 直 性			枝 下 高			
	幹 の 正 円 性			候補木 の 選 出 基 準	樹 高	$\bar{x} + 1.282\delta$ =	以上
	着 果 性				胸高直径	$\bar{x} + 1.282\delta$ =	以上
そ の 他							
材質記録	最大繊維傾斜度	%		平均繊維傾斜度	%		
	最大ねじれ	mm		材のねじれ量	%		
	最大そり(矢高)	mm		材のそり	%		
地 況	海 抜 高	m		地 形			
	傾 斜			堆 積 様 式			
	地 位 指 数			土 壌 型			
	土 壌 湿 度			土 性			
林 況	土 壌 深 度			そ の 他			
	タネの産地			苗木養成地			
	植 栽 年			植 栽 時 苗 齡			
	現在までの 保育経過	下刈 回, つる切り 回, 除伐 回, 間伐 回					
	異樹種 との 混交歩合						
	地 床 植 物						
	前林分の概況						
そ の 他							

(位置図：比較する周囲木の位置，No.，を併記する)

(候補木の写真)