

羽幌産スギ造林木の材質について

川口 信隆 高橋 政治
滝沢 忠昭 山本 宏

留萌支庁管内羽幌町には道内最北端のスギ造林地がある。このいわば北限というべき寒冷な場所に生育するスギ造林木は、どのような材質をもつかを明らかにするため各種の試験を行った。

本州産のスギ造林木に比べて、容積密度数や仮道管長、強度性能等では大差が認められなかったが、いずれも平均を上回るようなものは少なかった。

また、一部の材に認められた黒色変材の顕微鏡観察の結果、仮道管や放射組織中に、健全材部には認められない細胞内容物の残渣状物質が多数認められた。

1. まえがき

道内におけるスギの造林地は、札幌附近が北限とみなされていたが、留萌支庁管内羽幌町築別には大正中期頃に植栽された人工林がある。

本試験は、この北限ともいうべき寒冷な場所に生育したスギの材質を調べるために、一連の材質試験を行い、その結果を道南地方および本州産スギと比較検討したものである。なお、この試験は留萌支庁の依頼によるもので、試験結果の概要を昭和50年度林業技術研究発表会において発表した。

2. 供試材料および試験方法

2.1 供試材料と林分の概要

このスギ造林地の状況は大矢らの報告¹⁾に詳しく述べられているので、ここでは概略にとどめるが、位置は羽幌町築別の海岸から東方へ約6km程入った丘陵地の東向き緩斜面にあり、標高は60～100mであった。

また大矢らによれば、一般に杉の生育地における温度指数は65～70度以上といわれているが羽幌町では60度となり、一般のスギ生育地に比べてかなり気温が低いことを示している。

供試林分の林齢は57年、面積は合計約0.7haで、所有者の株新宮商行により保育管理されているが、いままで間伐は実施されていない。

林内の状況を写真-1に示す。

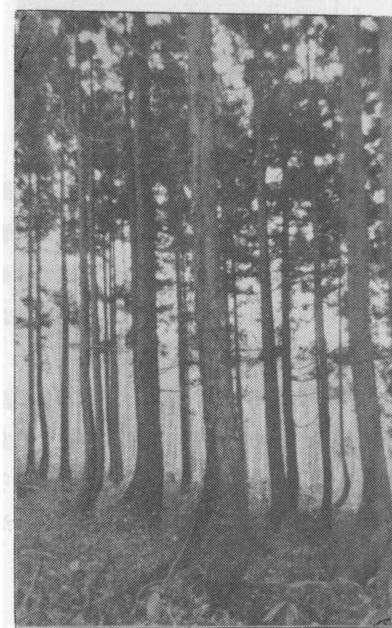


写真-1 スギ造林地

供試木には、毎木調査の結果にもとづき平均径に相当する立木A、B、Cの3本を選び、生長解析と材質試験に供した。生長解析は大矢らが担当したが、材質試験には生長解析用円板をとった残りの丸太から地上高1.2～5.2m（供試木Aのみ3.2～7.2m）の材部を使用した。

2.2 試験方法

林分の概要にも述べたとおり、供試木はスギの北限ともいうべき寒冷な場所に生育したものであるか

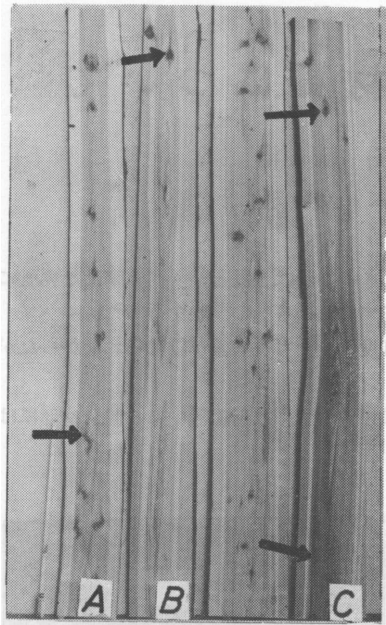


写真-2 供試材

ら、一般的なスギ造林木に比べて年間の生長期間が短いことが考えられる。このことは生長量や仮道管長などに影響を与えるであろうと考え、本試験では材質の基本因子である年輪幅、容積密度数、仮道管長および強度性能を調査した。

また、写真-2に示したように、供試木Cに認められた心材の黒変色部や枯れ枝の周辺に存在する変色部は材の価値を低下させるので、変色の原因を明らかにする目的で、変色部の組織構造を顕微鏡観察した。

各項目別の試験方法を述べる。

・年輪幅および容積密度数

各供試材の地上高1.2m（供試木Aのみ3.2m）

から2mごとに採った合計9枚の厚さ5cmの円板を使用し、各円板の長径とそれに直交する径の2方向について測定した。

年輪幅の測定は、精度1/10mmのメスルーベによった。

また、各方向別に幅3cmのストリップをとり、これを樹心から5ないし10年輪ごとのブロックに分割し、浮力法により体積を求め、容積密度数を計算した。

・仮道管長

供試木Bの胸高円板の樹心から5年輪目ごとの年輪の夏材部をとり、ジェフェリー氏液で解繊した後、万能投影器を用い、倍率20倍で、曲がったり損傷したりしていない通直な仮道管各50本を無作為に選び、その長さを測定した。

・強度性能

各丸太から樹心を含む柁目板をとり、これの樹心から外側へ連続して断面2×2cm、長さ30cmの無欠点曲げ小試験体を約70本作製した。室内で気乾に達した後、ねじり剛性試験によりせん断弾性係数Gを、またJISに準拠した曲げ強度試験により曲げ強さ、ヤング係数等を求めた。

3. 試験結果と考察

木材の材質はその生長の優劣に影響される所が大きいため、この種の試験を行う場合、供試木の生長量がどの程度のものかを判断しておく必要がある。

供試林分の生長解析については、大矢らの報告に詳しく述べられているが、供試木の樹高、胸高直径と比較のためにほぼ同程度の樹齢における渡島地方のスギ林分収穫表²⁾の中央木の値を第1表に示す。

また樹高、胸高直径を樹齢で除した値、即ち平均樹高生長量と平均胸高直径生長量をあわせて第1表に示す。

これによれば、いずれの場合も樹高、胸高直径とも収穫表の 等地と 等地の中間に入る値を示しており、供試木の生長状態は一般的なものと見なしてよいものと思われる。

第1表 供試木の形状

		胸高直径 (cm)	樹高 (m)	1年当り		心材率** (%)
				平均胸高直径生長 (mm)	平均樹高生長 (m)	
本 試 験	A	22.8	19.2	4.0	0.34	43.6
	B	27.2	17.2	4.8	0.30	43.7
	C	24.2	14.5	4.2	0.25	41.2
収 穫 表 ²⁾	Ⅰ等地*	27.6	20.9	4.6	0.35	
	Ⅱ等地*	23.6	27.6	3.9	0.29	

(注) * 渡島地方の収穫表の中央木、(60年生)

** 地上高1.2~5.2m (Aは3.2~7.2m) までの円板より求めた。

3.1 心材率

元来、スギは赤味のある心材が珍重され心材の量が評価基準の一つになっているし、また寒冷な気候条件がスギの心材化に何らかの影響を与えるかも知れぬと考え、供試木の心材率を測定し第1表に示した。

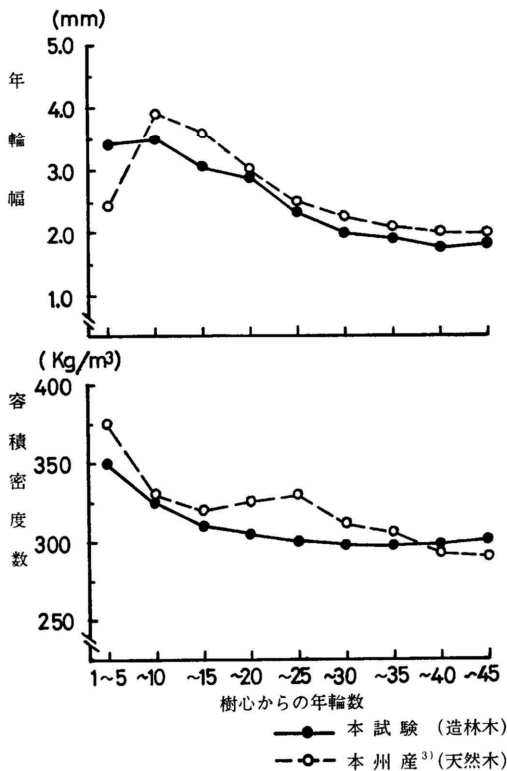
しかし、心材率では深沢ら³⁾が本州産スギについて測定した値と大差が認められなかった。

3.2 年輪幅および容積密度数

第1図に樹齡と年輪幅および容積密度数の関係を示す。

スギは陽樹に属すといわれており、一般に初期生長は旺盛だが、樹齡が増して林分がウツ閉すれば生長が低下し、その後ほぼ一定となる傾向があるため、樹心附近の年輪幅は広く、外側へ向うにしたがい年輪幅はせばまり、その後一定になるといわれている。

第1図によれば、本試験の結果は上述した傾向と一致しており、参考値として示した本州産天然木の場合ともほぼ一致している。



第1図 樹齡と年輪幅、容積密度数の関係

容積密度数は、針葉樹では一般に年輪幅に反比例するため、樹心附近では低く、外側に向うにしたがって高くなることが知られているが、深沢ら³⁾はスギはこれと逆の傾向を示すとしている。

本試験の結果も第1図に示すように容積密度数は樹心から10~15年輪以内では比較的高く320~350kg/m³の値を示すが、外側に向うにしたがって低下し、樹心から20~25年輪以上離れると300kg/m³前後のほぼ一定した値を示し、深沢らの説に一致した傾向を示しており、図中に示した本州産天然木の場合とも一致している。

また樹心から15年輪以前の材部と16年輪以後の材部に分け、1年輪ごとに全体および春・夏材別(移行帯部を完全に除去した)の容積密度数を測定した結果を第2表に示す。

第2表 1年輪内の春材、夏材別の容積密度数

	年輪幅 (mm)	容積密度数 (kg/m ³)			試片個数
		1年輪	春材部	夏材部	
樹15年 心輪以 下)	平均値	4.4	340	246	13
	最小	1.9	262	168	
	最大	7.7	442	288	
外16年 縁輪以 上)	平均値	2.8	302	185	20
	最小	1.3	216	150	
	最大	4.5	394	217	

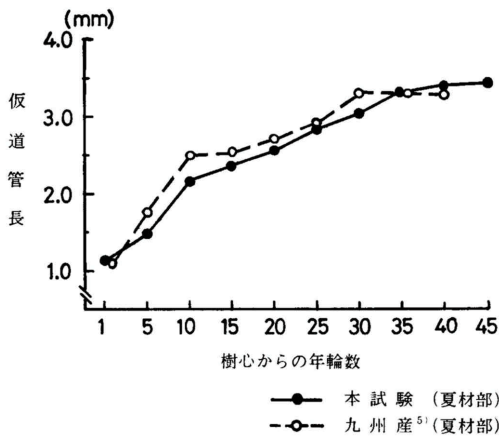
樹心から15年輪以内の材部では、春材の容積密度数は、16年輪以上の材部のそれより約3割高いが、夏材の容積密度数はほとんど差が認められなかった。

この傾向は矢沢らによるスギ造林木の調査結果⁴⁾とも一致していた。この材部は、材の形成時期も早く、後述するように、仮道管長の樹心から外側への変動傾向からいっても材が未成熟な部分であろうと考えられることから、この傾向はスギの未成熟材部の特性ではないかと思われる。

3.3 仮道管長

仮道管長と樹心からの年輪数の関係を第2図に示す。

一般に仮道管長は樹心部付近で短く、外側に向うに



第2図 樹齢と仮道管長の関係

つれて増大し、ある点以後ゆるやかに増加しながら最大長に達するとされているが、本試験の結果もこれと一致している。

第2図によれば、仮道管長は樹心附近では約1mm、樹心から30年輪以上離れれば仮道管長は比較的安定し3.1~3.4mm程度の長さを示している。

一方、木材工業ハンドブック⁹⁾によれば日本産スギの仮道管長は1~3~6mmとされているが、本試験の結果もこれとほぼ一致している。

図中に参考例として示した九州産スギ造林木⁵⁾のばあいも本試験の結果とほぼ一致した値を示している。

3.4 強度性能

ねじり剛性試験および曲げ強度試験結果を第3表に示す。

平均値でみれば、試験体を等分性とみなして計算し

たみかけのせん断弾性係数Gと曲げ強さ bおよびヤング係数Eはそれぞれ7.3ton/cm²、600kg/cm²、60ton/cm²の値を示した。

木材工業ハンドブックによれば、日本産スギの曲げ強さおよびヤング係数の平均値と下限値はそれぞれ、表中に標準値として示した値となる。

これに比較すると曲げ強さ、ヤング係数では、供試木がやや劣ることを示している。

しかし、表中に参考例として掲げた、年輪幅、比重が供試木のそれとほぼ同程度の値を示す他地方産スギ造林木に比較すると、曲げ強さではやや上回り、ヤング係数ではやや下回るか、ほぼ同程度の値となった。

これらのことから考えて、曲げ強さおよびヤング係数に関して供試木は、日本産スギ造林木の中で平均以上の材質は望めないが、下限的な材質は満足しているものと考えられる。

スギのせん断弾性係数に関して既往のデータがほとんどなく、一般的なスギのせん断弾性係数はいくら位かということが明らかではないが、おおむね5ton/cm²程が妥当と考える。

これに対して供試木のせん断弾性係数は、平均値で7.3ton/cm²となりやや高めの値を示している。

また、ヤング係数と曲げ強さの比 b/Eおよびヤング係数とせん断弾性係数の比E/Gは、材質特性を表す一種の指標値と考えられるが、供試木の b/Eは平均値で0.0100となるが、一般的なスギ材では0.0080~0.0090位と考えられるのでやや高めの値を示し、

第3表 強度試験結果

		年輪幅 (mm)	気乾比重 (g/cm ³)	曲げ強さ σ_b (kg/cm ²)	ヤング係数 E (ton/cm ²)	せん断弾性 係数 G (ton/cm ²)	σ_b/E	E/G
本 試 験	平均値	2.4	0.36	600	60	7.3	0.0100	8.0
	最小値	1.4	0.28	454	31	5.1	0.0080	3.9
	最大値	6.0	0.49	719	71	10.1	0.0151	12.2
渡 島 地 方 ⁶⁾ 中 部 地 方 ⁷⁾ 島 根 地 方 ⁸⁾	平均値	3.0	0.37	541	61		0.0086	
	平均値	2.5	0.38	580	67		0.0090	
	平均値	2.3	0.35	481	70		0.0069	
標 準 値 ⁹⁾	平均値		0.38	650	75		0.0086	
	下限値		0.30	500	55		0.0091	

E/Gは平均値で8.0であるが、一般的なスギ材では約15前後の値を示すと思われる、供試木の値はかなり低いことになる。

これらのことを総合してみると、一般的なスギ造林木に比べて供試木ではヤング係数がやや低目であるが、曲げ強さはさほど低くなく、せん断弾性係数はやや高めであることが特徴的といえよう。

ただし、今回の試験結果からではこれらの特徴的な性質が寒冷な生育環境に帰因するかどうかは明らかではない。

3.5 変色部の組織構造の観察

前にも述べたように、一般にスギ材は赤味のある心材が珍重され、変色材は著しく価値が低下するとされている。

写真-2に矢印で示すように、右端の材の心材部に割れを伴う水喰い材部があり、その部分が黒色を呈しており、また死節の周囲に材軸方向にレンズ状の水喰い材部があり、この部分も黒色を呈していた。

この変色部および隣接する健全な心材や辺材部の木片をジェフェリー氏液で解繊し、これらを光学顕微鏡

により観察を行った。

その結果、腐朽菌などによる木材組織の損傷や異常は全く認められなかったが、写真-3に矢印で示すように、健全な心材や辺材には認められない、黒褐色の粒状の物質が仮道管の先端部や放射柔細胞の内腔に多数認められた。

また、当場で別途入手した渡島地方産のスギ造林木の死節周辺周辺にも、供試木と同様の変色部が多数認められたので、同様に観察したところやはり黒褐色の粒状物質が多く認められた。

一方、変色部をエチルエーテル、アルコール・ベンゼン混液、ジオキサン、N・N-ジメチルホルムアミド、アセトン、酢酸エチル等の溶媒に浸漬しておく、脱色されて健全な材色となるが、n-ヘキサン、メチルアルコールには一部脱色、1%カゼインソーダでは不変であった。

脱色されて健全な材色となった材の組織を顕微鏡観察すると、前述の黒褐色の粒状物質は全く認められなかった。

したがって、この黒褐色の粒状物質が黒変色の主因

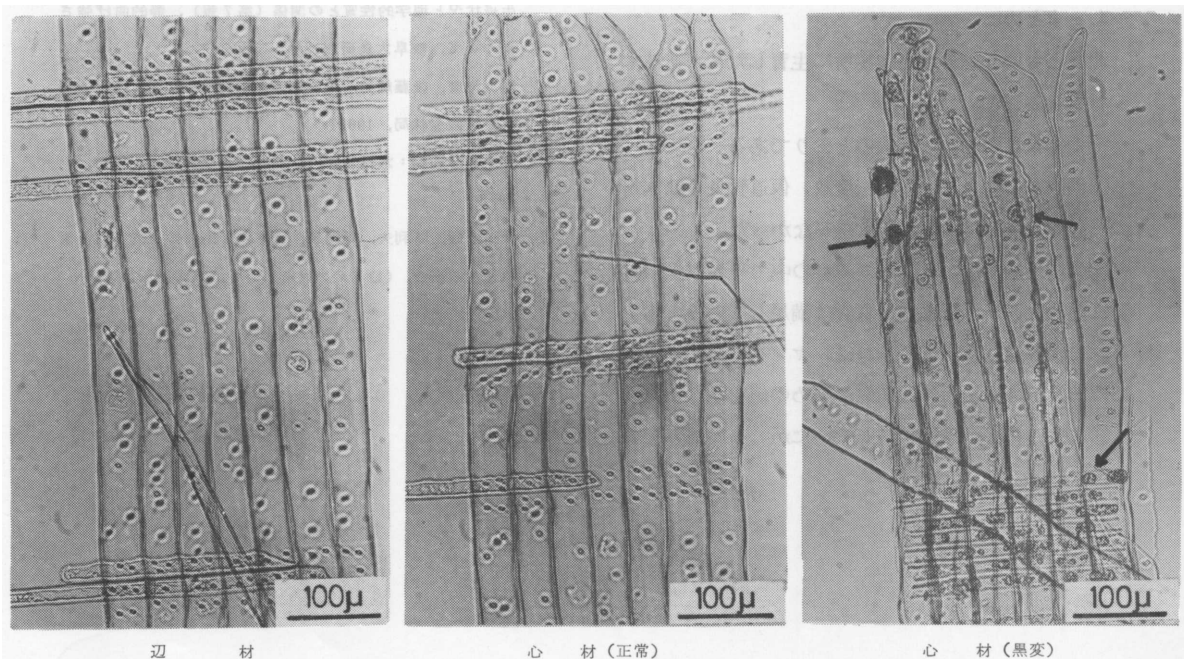


写真-3 黒変心材の組織観察

であろうと考えられる。

いくつかの予備的なテストの結果、この物質はフェノール性の抽出成分か、樹脂酸等ではないかと推測されるが、詳細については検討中である。

また、この物質の生成機構についても現在は全く不明ではあるが、水喰い材部や凍裂材に存在することから、水分と寒さが何らかの形で影響しているのではないかと考えられ、今後さらに検討をしていきたいと考えている。

一方、これらの黒変色材が本州のスギ林業地でいう“黒心材”と同一なものかどうか明らかではないが、大迫らの報告¹⁰⁾にある“ボタン材”とかなり類似する性質が認められた。

その他、写真-1でも解るように造林木には根曲りがかなり著しく認められた。

林地は緩傾斜地であり、隣接して植林されていたカラマツの根曲りに比較してスギの根曲りが大きいこと、また同一林地内のスギの若齢木の曲がり著しいことなどから考えて、曲りは雪による所が大きいのではないかと推測される。

4. まとめ

北限ともいべき寒冷な場所に生育したスギ造林木の材質を調べた。

その結果を要約すると次のとおりである。

供試木の生長量、容積密度数、仮道管長等は本州の一般的なスギ材のそれと大差がなかった。

強度性能では、日本産スギ材の中で平均以上の材質は望めないが、下限的な材質は満足していると考えられる。また各強度性能別にみれば、ヤング係数がやや低めであるが、せん断弾性係数が高めの値を示した。

水喰い材部が黒色を呈していたが、この部分を顕

微鏡観察すると、仮道管の先端部や放射柔細胞の内腔に、黒褐色の粒状物質が多く認められ、これが変色の不因であろうと考えられる。

この物質の組成および生成機構等については、現在検討中である。

文 献

- 1) 大矢秀雄, 近孝夫: 北限の杉の生長状況, 林 4月号, 1976
- 2) 森林計画研究会北海道林務部支部編: 北海道の主要樹種林分収獲表, 1960
- 3) 深沢和三: スギ樹幹内の材質変動に関する研究, 岐阜大農研報25報, 1967
- 4) 矢沢亀吉, 深沢和三: 中部地方における人工植栽スギ材の生長状況と理学的性質との関係(第5報), 春・秋材の容積密度数, 繊維飽和点及び体積収縮率について, 北大演報第20巻, 第1号, 1959
- 5) 渡辺治人, 堤寿一, 小島敬吾: 未成熟材に関する研究(第1報), スギ樹幹についての実験, 木材誌, 9(6), 1963
- 6) 山本宏, 高橋政治, 川口信隆; 渡島地方産スギ造林木の材質試験, 北林試産月報, 8月号, 1974
- 7) 深沢和三, 青木明治: 中部地方における人工植栽スギ材の生長状況と理学的性質との関係(第7報), 静的曲げ強さについて, 岐阜大農研報12号, 1960
- 8) 満久崇磨, 後藤輝男, 佐々木光: 木材材質に関する調査報告, 大阪営林局, 1960
- 9) 林業試験場編: 木材工業ハンドブック(新版), 丸善, 1973
- 10) 大迫靖雄, 堤利夫, 野淵正, 森田学: 木材の質的生産技術に関する研究, (1) ボタン材について. 京大演報44号, 1972