

ストロームツの材質と利用

峯村伸哉

はじめに

ストロームツは、原産地が北アメリカの針葉樹です。英語の一般名はイースタンホワイトパインですが、この名が示すように、アメリカ北東部の北緯40～50度付近に広く分布する色の白い材です。日本には明治の初期に導入されました。旭川営林支局の神楽見本林の4反歩の林は、日本で最も古いものです¹⁾。養苗が簡単である、活着がよい、ネズミの害を受けない、寒さに強い、幹が通直である、成長が早い、などといった特徴をもっています。昭和30年代後半から40年代にかけて、先枯病が発生したカラマツの代替樹種として、北海道で集中的に植栽されました。

この材の材質や利用については、これまでいろいろ研究されてきており、現場でも広範囲な検討を行って^{2・3)}、その概要を報告をしています^{4・5)}。ここでは、最近の知見を中心に、蓄積、材質、加工技術上の特性、用途などについてみてみます。

蓄 積

北海道のストロームツの蓄積量については、道全体としてのまとまったものはありません。そこで、それぞれの担当者に問い合わせ、その結果を表1にまとめました。

北海道には14.6千haの面積に、約180万m³の蓄積があることがわかります。この蓄積量が北海道の森林の蓄積量に占める割合を、北海道林業統計の数値⁶⁾をもとに計算してみますと、全森林の蓄積量に対しては0.32%、針葉樹の蓄積量に対しては0.7%、人工林の蓄積量に対しては1.5%となります。この比率は、所管別に細かくみた場合で

表1 北海道のストロームツ蓄積量

区 分	面 積 ha	蓄 積 m ³	単位蓄積量 m ³ /ha
国有林			
林野庁所管林	4,111	363,971	89
大学演習林	438	75,858	173
道有林	574	93,100	162
民有林	9,489	1,265,982	133
合 計	14,612	1,798,911	123

(平成3年3月調べ)

も、ほぼ同じです。ただ東大演習林では、人工林の蓄積量に占める割合が3割近くになります。

ヘクタール当たりの蓄積量は89m³から173m³までさまざまですが、平均すると123m³となります。

所管別の蓄積では、表から明らかなように、民有林が全体の70%を占めます。国有林の蓄積量を営林(支)局別にみると、最も多いのが北見で、林野庁所管全体の43%を占め、ついで北海道(札幌)の32%となります。

民有林の蓄積を地域別および齢級別に詳しくみると、それぞれ表2と表3のようになります⁷⁾。表2の地域別分布では面積と蓄積量がほぼ相関しており、網走と胆振がそれぞれ約20%、十勝と日高がそれぞれ16%を占め、これらの合計が全体の7割強になることがわかります。また、齢級別では、表3からわかるように、5齢級と6齢級がそれぞれ全体の4割を占めており、樹齢20～30年のものが蓄積の大部分を占めることがわかります。

材 質

ストロームツの材質の特徴をみてみますと、

およそ次のようになります。

比重³⁾

樹齢20年、胸高直径24cm 樹高15.6mの立木で、0.31であり、本道の造林木の中では最も軽い材です。樹齢が高くなると、比重が少し高くなる傾向があります。

旋回木理²⁾

繊維傾斜度の平均値は右方向が3.8%、左方向が2.9%であり、カラマツの5%に比べるとかなり小さくなっています。つまりねじれが小さい材

といえます。左右の出現比率は、右方向8割に対し、左方向2割です。

節間隔

立木では、毎年の伸長生長にともなって形成される輪生枝が、はっきりみられます。したがって、製材すると、材面に一定の間隔で節が現われることとなります。この間隔は30~110cmであり、地上に近くなるほど間隔が短く、先端に行くほど長くなります。平均は80cmです²⁾。

曲げ強さ、圧縮強さ、衝撃抵抗

表4に、曲げ強さ、圧縮強さ、衝撃抵抗の各数値を、カラマツおよびトドマツ造林木と比較して示しました^{3,8)}。

曲げヤング係数、圧縮強さ、衝撃吸収エネルギーのいずれもが、カラマツあるいはトドマツ造林木に比べてかなり低いことがわかります。

この結果から、ストロームツを強度部材として用いることは適当でないと思われる。

硬さと摩耗度

ブリネル硬さをカラマツと比較しますと、ストロームツは1.60、カラマツは2.14となります⁸⁾。この硬さは、材面に鋼球をおいて荷重をかけ、凹んだ面積を荷重で割って求めるものです。

また、JISにしたがって500回転の摩耗試験を行ったときの重量摩耗量は0.169mg/mm²、厚さ摩耗量は0.576mmであり、キリ、サクラと同じように、摩耗しやすいグループに属します²⁾。

色と光変色²⁾

ストロームツの材色をLab系で表色すると、

表2 北海道の民有林におけるストロームツの地域別分布

支庁	面積 ha	蓄積 m ³
渡島	236	30,888
桧山	283	42,473
後志	156	20,437
胆振	1,871	246,781
日高	1,639	203,482
石狩	84	10,520
空知	518	77,998
上川	650	97,952
留萌	192	25,009
宗谷	104	13,835
網走	1,941	244,013
根室	176	23,539
釧路	178	19,034
十勝	1,461	210,021
合計	9,489	1,265,982

表3 北海道の民有林におけるストロームツの樹齢別分布

樹齢	面積 ha	蓄積 m ³
1	0.1	0
2	0.5	0
3	198.8	7,673
4	1,217.1	111,119
5	4,238.5	534,932
6	3,269.9	511,321
7	540.1	94,554
8	17.5	4,640
9	4.4	1,324
10	0.8	218
11	0	0
12	0.6	133
13	0	0
14	0	0
15	0.4	68
16	0	0
合計	9,488.8	1,265,982

表4 ストロームツの強度

供試材	比重	曲げ比例	曲げ強さ	曲げヤング係数	縦圧縮比例限度	縦圧縮強さ	衝撃吸収エネルギー kgf-m/cm ²	文献
		kgf/cm ²	kgf/cm ²	tonf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²		
ストロームツ 40年生、苫小牧産、無欠点材	0.29*	191	454	48	161	242	0.30	8)
” 20年生、池田産、心持ち角	0.31**	148	197	43				3)
” 50年生、山部産、心持ち角	0.35**	193	240	63				3)
カラマツ 35年生、心持ち角	0.46**		428	84				3)
” 52年生、無欠点材	0.37*	335	717	79	252	357	0.45	8)
トドマツ 32年生、心持ち角	0.35**	248	361	73				3)
” 40年生、無欠点材	0.34*	277	635	74	192	299	0.43	8)

*全乾重量と生材時の容積から算出、**気乾比量

明度指数のLが75, 赤味を示すaが2, 黄味を示すbが19となり, 明るくて白っぽい材であることがわかります。

これに光を当てて, その変色度を調べてみると, 屋外暴露の約半年分に相当する促進暴露でE=24となり, 茶褐色に変わります。この数値は, トドマツやドロノキの光変色度と同じであり, 非常に変色しやすいグループに属します。

化学組成⁹⁾

18年生のストロームツの化学成分の分析結果は, 表5のとおりです。アルベン抽出物が多いのはヤニが多いためと思われる。

加工技術上の特性

ストロームツを加工するときの特性を次に述べます。

製材²⁾

20年生の胸高直径24cmの立木から採材した材種と品等別歩留まりは, 表6のようになっています。節が集中し輪生節となっているために, この部分から折損することが多く, これが歩留まりの低下の一因となります。また, 上位等級が少ないのは, JASの上位基準に適合しない節が多いためです。材幅に占める節の径の割合, すなわち集中節径比を調べると, 正角材では48%, 平割材では42%と, かなり大きな値となります。

乾燥²⁾

含水率が105~140%の3cm厚さの平割材を, 乾

表5 ストロームツの化学組成 (%)

灰分	アルベン抽出物	リグニン	ホロセルロース	α-セルロース
0.21	6.3	27.9	67.7	43.8

表6 材種, 品等別歩留まり (%)

材種	特等	1等	2等	計	採材比率
正割	—	0.6	0.6	1.2	2.1(5)
平割	—	4.1	36.7	40.8	72.2(70)
"	—	1.2	3.5	4.7	8.4(10)
正割	—	8.1	1.6	9.7	17.3(15)
計	—	14.0	42.4	56.4	100(100)

() は目標採材比率

1991年8月号

燥開始時の温度を70, 90, 110 として乾燥したところ, 16~40時間で含水率を10%にすることができました。収縮率は, 厚さ方向で1.5~3%, 幅方向で1~2%でした。割れはありませんでした。狂いについては, ねじれ, そり, とともにわずかでした。

このことから, 非常に乾燥がしやすい材であるといえます。

乾燥時の褐変の防止

シナのオレンジステイン, トドマツ辺材の黄変などと同じように, ストロームツも, 温度と湿度の高い状態で空気中に放置しておくとな変色します。この変色の原因は, 木材中に含まれる変色前駆物質が, 空気中の酸素と木材中の酵素の働きで酸化され, 変色物質に変わるためと考えられます。したがって, これを防ぐには, 熱変性やpHのコントロールにより, 酵素の働かない環境を作りだすか, 酸素をカットするような方法を考えればよい言とになります。

ストロームツの褐変防止に対しては, さまざまな還元剤の添着が提案されています。これらの中で, 毒性が低く, 水溶液として取り扱える点を考慮すると, チオ硫酸ナトリウムまたは亜硫酸ナトリウムの5%水溶液に浸せきして乾燥する方法が良いと思われます¹⁰⁾。このとき, 第4級アンモニウム塩のような界面活性剤を少量添加しておく, カビの防止にも役立ちます。

機械加工²⁾

自動一面鉋で楽に削ることができます。しかし, 逆目ぼれがでやすく, 特に節のある部分でこの傾向が目立ちます。

穴あけ加工のしやすい材ですが, ドリルや木工鉋を使って, 良い穴面を得るには, 回転数を高くし, 送り速度を遅くするようにします。

釘は打ちやすく, 打ち込みにとまなう割れもほとんどありません。しかし, 釘の引き抜き抵抗は極めて小さく, エゾマツ材の1/3程度です。

接着²⁾

常温硬化型接着剤4種類(酢ピエマルジョン, エリア樹脂, フェノール樹脂, レゾルシノール樹

脂)を使って、集成材のJASにしたがって接着力試験を行うと、いずれも規格に十分合格します。接着のしやすい材と判断されます。ただし、大きな節が重なるような場合には、この部分ではく離することも懸念されますので、接着時の材の組み合わせには注意が必要です。

塗装²⁾

よく使われる木工用塗料4種類(ニトロセルロ-ズラッカー、アミノアルキッド、ポリウレタン、ポリエステル)で塗装し、作業性、塗膜物性などをみてみますと、まず作業性では、いずれも吸い込みむらはなく、平滑な塗面が得られます。

塗膜硬化時間は、ラッカーが最も短く、他の塗料の半分となります。ヤニがポリエステルの硬化を邪魔するという現象は見られません。

塗膜物性については、劣化促進処理を行うと、ラッカー塗膜の場合には、ヤニが表面にでてきます。付着力や硬度も小さく、光沢の低下も大きく、ラッカー塗膜の物性は使用する4種類の中では一番低くなります。

これらのことから、塗装には反応硬化型塗料の使用が望ましいといえます。なお、節のところでは塗膜付着力がやや低くなるような傾向がみられました。

調色性能²⁾

ストローブマツは木目は鮮明でないものの、色が白いので、さまざまな色に着色して使うのに都合がよいと考えられます。

着色剤には、染料、顔料、化学薬品があります。これらを用いて実際に着色してみますと、染料や薬品着色剤では材面に散在している細かな筋状のヤニが浮き上がってきたり、反応して着色したりして均一な着色面が得られません。しかし、顔料を使うと、均一に材面が被覆され、良好な着色となります。

前述のようにこの材は光変色が激しいのですが、ポリエチレングリコールやセミカルバジドを塗布しておくと、図1にみるように、かなり変色を抑えることができます。

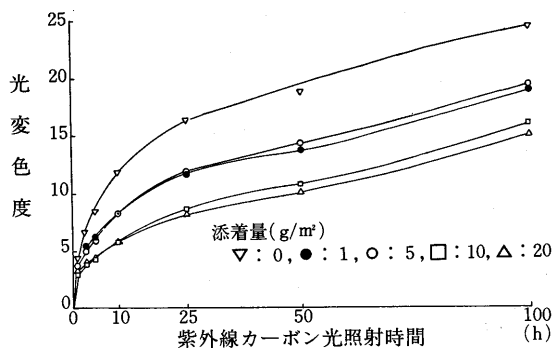


図1ポリエチレングリコールの光変色抑制効果

木材製品の製造と性能

合板や、セメントボードなど、ストローブマツを用いた各種木材製品の特徴を次にみてみます。

合板²⁾

ロータリーで切削する場合には、むき肌は大変よく、けば立ち、目ぼれ、逆目なども、むき心近くを除けば認められません。節の部分もよくむけます。裏割れについては、密度および裏割れ率とも、他の樹種と比べて特に異なる点はありません。

単板の乾燥に伴う収縮は、表7にみるように、厚さおよび幅とも内周部より外周部が大きくなります。乾燥後の狂いは少ないものの、節の周辺で割れの生じることがあります。

表7 単板の収縮率 (%)

厚さ		幅	
外周	内周	外周	内周
4.5	2.6	7.9	3.3

心板にストローブマツを使用し、表裏板にストローブマツ、シナ、センを用いて、ユリア樹脂で接着して合板を作り、JASの接着力試験を行ってみると、常態接着力は基準に適合します。しかし、温冷水浸せき後の接着力は、セン以外は規準に適合せず、しかも木破率はどの場合にも0%になりました。

この結果は、前項の接着性能の結果と異なりますが、この理由は乾燥工程で表面にしみ出したヤニが固化して残り、接着剤とのなじみを悪くするからではないかと思われます。

パーティクルボード²⁾

パールマン小片をフェノール樹脂で接着したパーティクルボードは、曲げ強さ、木ねじ保持力、はく離強さ、湿潤曲げ強さのいずれもが、JIS200の規準に適合します。しかし、ユリア樹脂で接着したボードは、木ねじ保持力がこの規準に到達せず、その他の物性もフェノール樹脂使用のものよりかなり劣ります。

エリア樹脂の物性の低い理由は、前項の合板の場合と同じと思われます。合板用のフェノール樹脂はアルカリ性なのでヤニ分を溶解してしまい、接着阻害は起こらないものと思われます。なお、小片をフレーク状にしてフェノール樹脂で接着してもあまり強度は向上しないので、構造用ボードを作ることは無理と思われます。

木質セメント板²⁾

フレーク小片に対し、ポルトランドセメントを3の割合で混ぜて作ったセメントボードの物性は、トドマツやカバを原料とするものと遜色ありません。また、セメントの硬化不良もみられません。セメントボードの原料として、十分使用できることがわかります。

木質石こうボード²⁾

フレーク小片に対し、半水石こうを3の割合で混ぜて作った石こうボードの物性は、セメントボードに比較して、曲げ強さは劣るものの、衝撃曲げ吸収エネルギーは優ります。曲げヤング係数とはく離強さは同じです。石こうボードの原料として十分使用できると判断されます。

集成材¹⁾

ミニフィンガーで加工すると、フィンガー部が欠けることがあります。また、圧縮圧力が6kgf/cm²を超えると、材は柔らかいためつぶれます。接着したものは、淡黄白色、軽量で、キリ材に似たものとなります。

割り箸

節の部分を除いて長さ45cmとした原木を煮沸しロータリーで切削して割り箸に加工し、歩留まりを求めたところ、約55%となりました¹²⁾。

この材の割り箸の長所としては、

(1) 軽いために、玉切りや煮沸などの工程での手作業が楽になる。

(2) ロータリーの刃の寿命が長い。

(3) 煮沸前に節の部分を除くので、節をカットする工程が省かれる。

といったことがあげられます¹²⁾。

一方、短所としては次のようなことが指摘されます¹²⁾。

(1) 45cmの長さを超える無節部分は活用できない。

(2) 年輪幅が広いので、4mm厚の箸に夏材部の入らないものがでてくる。春材部のみのもは、強度が劣る。また、片面が春材部、もう片面が夏材部の場合には、乾燥で大きなそりを生じ、規格外となるものがでる。

(3) 乾燥の際に、材面の筋ヤニの部分が茶色に変色することがある。

(4) ヤニのにおいが残るとクレームになる場合がある。

強度の点から、小判箸のような小さなものではなく、天そげのような大きなものに加工するのがよいと思われます。

また、色については、湿気がこもらないようにして低い温度で乾燥すると、変色が防がれます。

カマボコ板³⁾

カマボコ板に要求される主な条件は、

(1) 色が白いこと。

(2) 吸水性の良いこと。

(3) 無味無臭であること。

です。

ストローブマツについては、(1)、(2)については問題はないものの、(3)については、ヤニがあるために問題になることが考えられます。

それで、板をあらかじめ水蒸気で蒸してから、カマボコ板として使ってみました。

すなわち、通常的人工乾燥の際に、あらかじめ水蒸気噴霧を1時間おこなってから乾燥したもの、カマボコ板としたものを6時間蒸煮し風乾したもの、など4種類の板を使い、カマボコを作ってみたところ、長時間水蒸気で蒸した板のものには、においがありませんでした。しかし、蒸す時間の

短い板を使ったカマボコでは、包装のラップを取り除いたときににおいがしたり、板と接するすり身の部分ににおいが移っていたりしました。

水蒸気で除かれるのは精油というのですが、この成分をガスクロマトグラフで分析してみますと図2のようになります。主成分の含量は、 α -ピネンが50%、 β -ピネンが25%です。図のピークを構成するさまざまな物質が混じりあって、においが出るのですが、においといっても腐敗臭ではなく、マツ属に特有の木のにおいです。好ましいと感ずる人もいるのですが、カマボコ板は無味無臭であることという条件がある以上、においがあるとカマボコ板としては使えないということになります。

長時間の水蒸気蒸煮を行うことは、なかなか困難であり、また、節や変色部分はあらかじめ除かねばならないことを考えると、実際にストロームツをカマボコ板として使うことは、現状では難しいと判断されます。

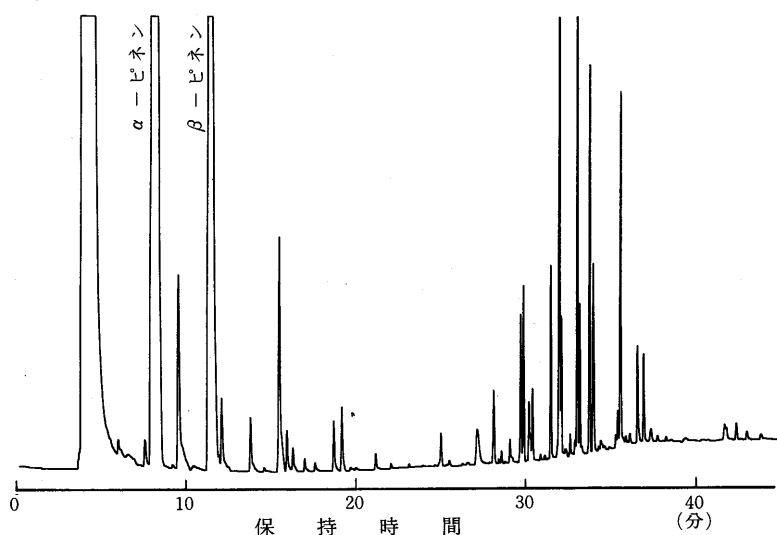


図2 ストロームツ精油成分のガスクロマトグラム

表8 ストロームツのパルプ化

繊維長 mm	繊維幅 μm	サーモメカニカルパルプ			クラフトパルプ			
		収率 %	白色度 %	比引裂 強度	収率 %	白色度 %	カップ 一価	比引裂 強度
2.01	42.0	89.4	52.2	64	44.6	18.6	46.2	17.6

パルプ⁹⁾

18年生のストロームツをチップ化し、繊維形態やパルプ収率などを調べると表8のようになります。

ストロームツの繊維は、トドマツやヨーロッパトウヒに比べると、短くて幅が広いといえます。

サーモメカニカルパルプについては、トドマツやヨーロッパトウヒよりも劣ります。これは、アルペン抽出物の多さと関連があるようです。一方、クラフトパルプについては、収率と叩解性にやや難点があるものの、シート強度はトドマツのものと同程度といえます。ストロームツは化学パルプの原料として十分使えるといえます。

重金属吸着剤¹⁴⁾

ストロームツの樹皮は、重金属を吸着する性質があります。なかでも、ウランと銅をよく吸着します。ウランについては、80メッシュパスの樹皮粉末はその重量の7%弱の量を吸着します。この木質吸着剤の性能は、合成樹脂を原料とする重

金属専用の吸着剤に比べると劣ります。しかし、回収後の後処理を考えると、木質のものは燃やして容積を減らすことができるという大きな利点があります。

考えられる用途

用途として望ましい分野は、長所を生かすと同時に、欠点をカバーするような使い方ができて、かつ大量消費が期待できる分野ということになります。ストロームツの長所は軽くて色が白く、狂いが少なく加工しやすいことでしょう。一方、欠点としては傷が付きやすく、強度があまり高くなく、輪生節のところで折れることがあることでしょう。以

下、二三の分野について考えてみます。

建築

強さをあまり必要とせず、化粧的な役目も期待されない部材に使用できると思われます。具体的には、下地板、野地板がありましよう。

節がなければ小屋束や胴縁としても使えましよう。また厚みが要求されるところに節が混じるような材を使う場合には、節を分散させて集成材としたものを使うことが考えられます。

家具

人の手が材面に直接触れることはないものの、ある程度の厚みが要求される部材、例えば、引き出しの側板、フラッシュの枠材、などとしての使用が考えられます。表面に化粧合板を張ってランバコアの中芯材として使う場合には、テーブル天板やタンスの側板といった広い面積の部材としての使用が期待できます。

建具

むくの板そのままか、集成材あるいはランバコア合板のような形にして、ドア、窓枠、ふすま、障子などのような部材として使用することが考えられます。

小木工品

においか問題とされない場合の贈答用の小箱、天ぞげのような厚みのある割り箸、マッチの軸木など、自さが要求される小物品への利用が考えられます。アメリカでは鋳物をつくるときの型材や彫刻材としても使用されるようです。

パルプ

さまざまな木材加工工程でる端材や小径材はチップにしてパルプ原料として使用できます。

おわりに

枝打ちを早い時期にやっけて巻き込みの完了した通直材は、節が少なく、製材時に折損するということも少なくなります。また、心去り材が木取れるような大径材が生産できれば、ある程度

の強度を必要とするところにも使えるようになると思われます。ストローブマツは現在ほとんど植えられませんので、かなり限定された資源ということになります。今あるものをよりよいものにするには、間伐や枝打ちを行う一方、比重を高めていくような育成をしていくことが望ましいといえましよう。

参考資料

- 1) 上原敬二：“樹木大図説”，有明書房，1 - 178 - 1 - 181 (1961)
- 2) 小野寺重男ほか16名：林産試験場研報，No. 69，1 - 67 (1980)
- 3) 小野寺重男，川口信隆，高橋政治：林産試験場研報，No. 71，68 - 163 (1982)
- 4) 奈良直哉，米田昌世：林産試だより，No. 10，6 - 9 (1980)
- 5) 峯村伸哉：林産試だより，No. 2，4 - 7 (1981)
- 6) 北海道林務部林政課：“平成元年度北海道林業統計”，北海道庁，4 - 5 (1990)
- 7) 北海道林務部森林計画課：“平成元年樹種別資源構成表（一般民有林）”，北海道庁，1 - 30 (1990)
- 8) 宮島 寛：北大演習林研報，19 (3)，99 - 216 (1958)
- 9) 高木 均，今野武夫，香山 彊：北大演習林研報，98 (2)，265 - 284 (1981)
- 11) 安達暁男：北方林業，30 (12)，10 - 12 (1978)
- 12) 安達暁男：北方林業，31 (7)，24 - 25 (1979)
- 13) 本間千晶，川口信隆，峯村伸哉：平成元年度林業技術研究発表大会論文集，札幌，236 - 237 (1989)
- 14) 坂口孝司ほか6名：日本化学会第58回大会要旨集，京都，1015 (1989)

(林産試験場 利用部長)