

# 低質未利用広葉樹材の有効利用（第1報）

- パルプ原木の実態調査及びミズナラ材の集成ブロック化試験 -

窪田 純一 石井 誠\*<sup>1</sup>  
中 島 厚\*<sup>2</sup>

An Effective Use of Hardwood for Pulp ( )  
—Its qualities and the test-manufacturing of white-oak  
laminated wood—

Junichi KUBOTA Makoto ISHII  
Atsushi NAKAJIMA

This paper reports on the qualities of hardwood for pulp. It also reports on the experimental manufacture of laminated wood of white-oak and on the efficiency of the manufacturing processes and the usage of the wood.

本報では低質広葉樹材の現状を把握するため、パルプ原木の調査結果について報告する。またパルプ材の有効利用を図るための1つの方法としてミズナラの集成ブロック化を想定し、製材、乾燥、加工の各工程における作業性及び製造上の問題点について検討した。

## 1. はじめに

北海道は、世界的に見ても優れた広葉樹材の生産地である。しかし、近年、優良広葉樹材の生産量は減少し続けている。将来的にもこの減少化傾向は続くものとみられ、広葉樹材の利用方法を再考する時期にきていると思われる。

本報告は、これらの状況からみて、これからさらに多くなるであろうと思われる、低質広葉樹材の利用方法を開発する研究の一環として、まず、現在の低質未利用広葉樹材（パルプ材）の現状を把握することを目的とした。さらに、これらの材料の利用価値を高める一方法として、集成ブロック化を想定し、製材、乾燥、加工の各工程における作業性及び技術的な問題等について検討を行った。

## 2. チップ原木の調査

### 2.1 調査対象及び調査方法

調査したチップ工場は、第1表に示すように、上川、網走、十勝支庁管内の計7社である。調査は各工場ごとに100本（1工場だけ111本）をランダムに選木し、樹種、元口径、末口径、材長、節の数、木口面の腐朽径、割れの長さ、曲がりの矢高について測定を行った。なお、選木は樹種、径級ごとに仕分けされていない工場では、工場内の原木の平均と思われる所をランダムに、また仕分けされている工場では、主観的に目測により径級、樹種割合を定め選木した。

### 2.2 調査結果

#### (1) 聞き取り調査

各工場において、工場稼働内容について聞き取り調

第1表 調査チップ工場の概要

工場立地 場所	兼・専 業 別	チップ 出荷量 (m <sup>3</sup> /年)	用材率 (%)	調査 本数 (本)
比 布	専	18000	—	100
朝 日	兼	13000	10	111
丸 瀬	兼	7000	不明	100
置 戸	兼	13000	15	100
本 別 I	専	13000	—	100
本 別 II	専	23000	—	100
帯 広	兼	20000	20	100

査を行った。結果の一部を第1表にのせた。調査工場7社のうち4社がチップ・製材兼業工場であり、チップ原木の中でも用材が取れると思われる原木は、製材していた。チップ原木のうち用材として得られるものは10~20%程度である。用途としては、矢板材(土止め板)、床下厚板、家具材、集成材(階段材)などである。

(2) 樹種別の割合

全調査原木の樹種別の割合を第2表にまとめた。また、北海道の森林蓄積の広葉樹の樹種別割合も第2表にのせている。これを見ると、今回の調査結果は、ブナ、ニレを除きほぼ北海道の広葉樹の森林蓄積率と同様の傾向を示した。

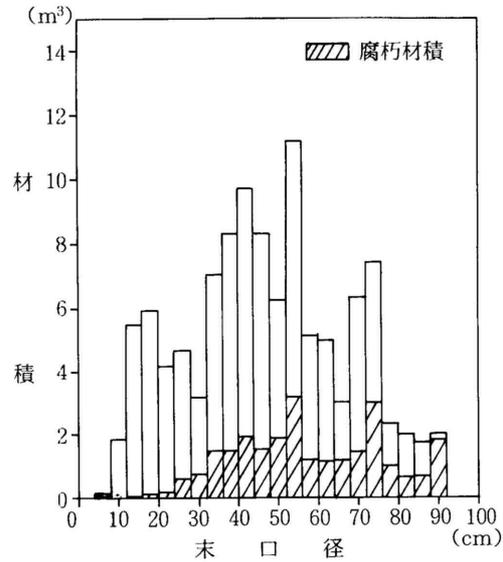
第2表 樹種別割合

樹 種	調査 本数 (本)	樹種 割合 (%)	森林 <sup>a)</sup> 蓄積 (%)	平均末 口径 (cm)
カ バ	187	26.3	20.5	23.0
ナ ラ	118	16.6	15.4	32.4
ニ レ	100	14.1	2.4	22.7
シ ナ	68	9.6	11.9	28.4
カエデ	48	6.8	7.7	18.9
ハ ン	39	5.5	—	14.7
カツラ	24	3.4	0.9	34.0
キハダ	23	3.2	—	15.8
タ モ	18	2.5	1.4	31.0
サクラ	14	2.0	—	12.7
セ ン	13	1.8	1.9	21.3
ホ ウ	6	0.8	—	13.2
ヤナギ	4	0.6	—	15.5
その他	49	6.9	32.2	18.6

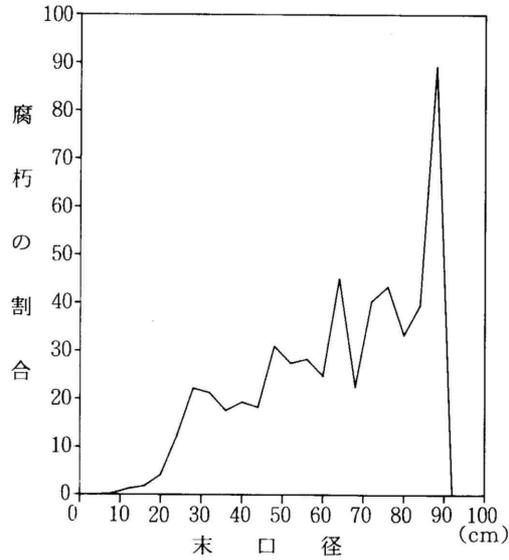
注：a) 北海道林業統計による広葉樹における各樹種の森林蓄積割合

(3) 材 積

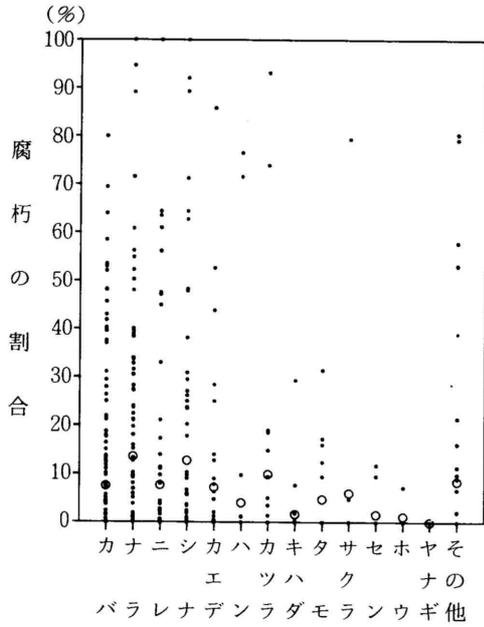
末口径ごとの原木材積及びその中に占める腐朽材材積を第1図に、また、腐朽材材積の全材積との比を第2図に示した。径級別の材積は、32~56cmのものが大きい割合を占めている。しかし、第2表に示されるように、腐朽割合も30cm前後から急激に増加し、末口径



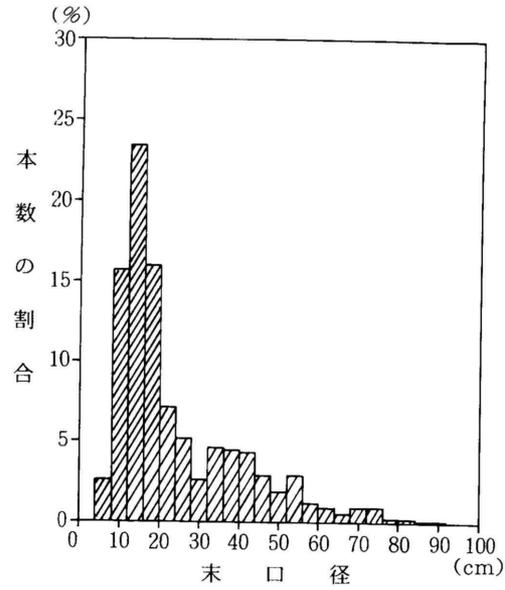
第1図 材 積



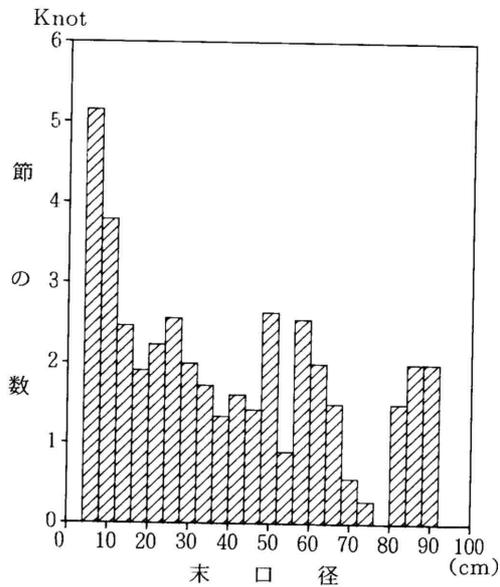
第2図 腐 朽 の 割 合  
(腐朽材積/材積)



第3図 腐朽の割合  
(樹種別)



第4図 径級ごとの本数の割合



第5図 1本当たりの節の数

が大きくなるに従って大きくなった。すなわち、末口径が大きい原木は、ほとんど腐朽している、と考えて良いであろう。腐朽は、立木の段階で腐朽していたものと、土場に運ばれた後、長期間放置したために生じたものがある。特に、カハ類は、土場搬入後腐朽が入ったと思われるものが多い。そのため、チップ原木を材材として使用するためには、原木搬入時に選木を行い、できるだけ早く製材する必要がある。次に、樹種別の腐朽の割合を第3図に示した。第2表に示した樹種別の平均末口径と平均腐朽割合とを比較した場合、末口径が大きいほど腐朽割合は大きくなった。このことは一部の樹種を除き、樹種別にはあまり差は見られなかった。

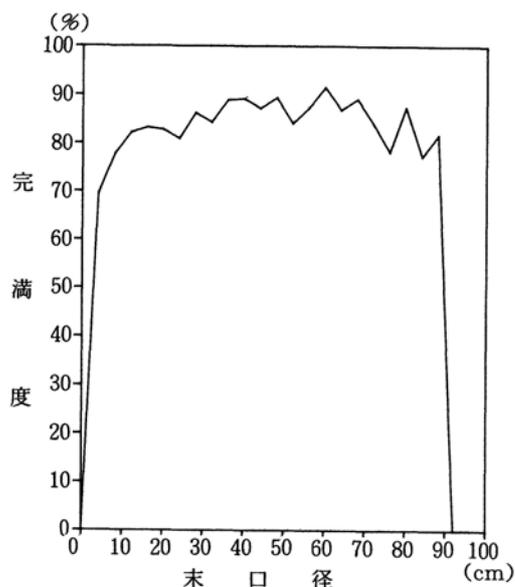
(4) 径級別本数

末口径と本数の関係を第4図に示した。本数では8~20cmのもので全体の半分以上の本数であった。しかし、20~56cmのものでも35%以上あり、かなりの材積となる。

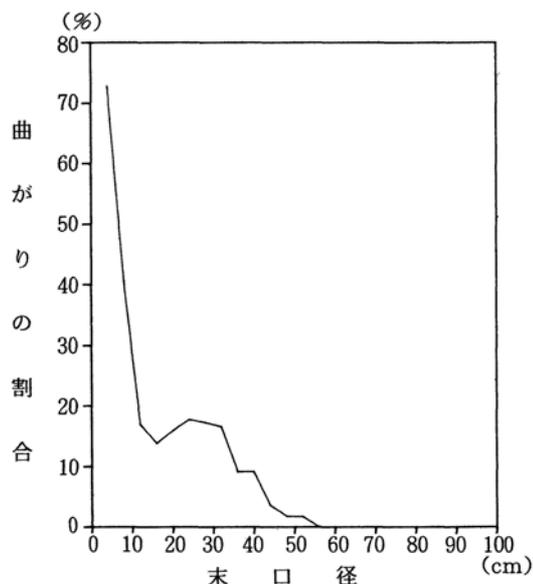
(5) 節の数

次に、原木1本当たりの節の数を第5図に示した。

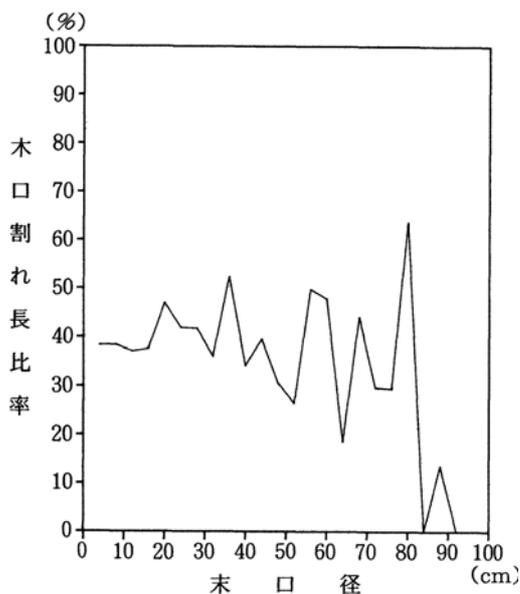
末口径12cm以下の細い原木では、原木1本平均4~5個であるが、それ以上太くなると、2~3個に減少している。ただし、径級が大きくなるにつれて節の大きさも大きくなるので、必ずしも少ないから良い、という訳ではない。特に、大径のものは節が非常に大きいものがある。そのため、選木する際に、節も大きな影



第6図 完 満 度



第8図 曲がりの割合  
(曲がりの矢高/木口径)



第7図 木口割れの長さ  
(木口割れ長さ/木口径)

響因子となり得るであろう。

(6) 完満度

末口径と完満度（末口径/元口径）の関係を第6図に示す。完満度は、12cm以下のもので70%とやや小さい値であったが、それ以上になるとおおむね0.8～

0.9で一定となった。そのため、材の細りを取り除く場合の歩留まりは約84%と見込める。

(7) 木口割れの長さ

原木の木口径と木口割れの長さの比と末口径との関係を第7図に示す。全般に、40%程度であるが、末口径が大きくなるに従ってバラツキが大きくなった。これは、原木径が大きくなると、腐朽径も大きくなり、割れとして測定できないものが出てきたため、腐朽の有無がかなり影響したためと思われる。

(8) 曲がり

径級別の曲がり（曲がり矢高/末口径）を第8図に示す。曲がりは、8cm以下及び32cm前後でやや大きくなっている。しかし、48cm以上ではほとんど曲がりはないと見て良いであろう。

3. ミズナラ材の集成ブロック化試験

3.1 供試原木

今回の試験に供したミズナラ材の径級、材長、曲がり等の原木形質は、第3表のとおりである。選木については、パルプ材の実態を把握するためパルプ用原木の中から無作為に抽出したものである。

第3表 ミズナラ材の原木形質

樹種	使用本数	総材積	末口径	材長	曲がり <sup>a)</sup>	木口割れ <sup>b)</sup>	木口腐れ <sup>c)</sup>	節
ミズナラ	91本	8.678m <sup>3</sup>	19.3cm (12~31)	2.24m (1.8~3.1)	46% (3~220)	16% (0~160)	11% (0~100)	4 (0~15)

注：値は平均値，（ ）内は範囲。a) (曲がり矢高/末口径)×100, b) (割れの深さ/末口径)×100  
c) (腐れの平均径/腐れを有する木口径)×100

### 3.2 試験方法

第9図に示した集成ブロックの製造工程に従い、各工程ごとに次の様な製造試験を行った。

#### (1) 製材試験

製材工程では、原木形状による作業能率及び歩留まりへの影響について検討を行った。

製材寸法は厚さ25mmとし、最終加工歩留まりを上げるため両耳及び片耳付きの2条件とした。ひき立ては、1200mm自動送材車付き帯のご盤で全数ダラびきし、半数を1100mm自動ローラー帯のご盤で片耳すり及

び樹心部の除去を行った。

#### (2) 乾燥試験

乾燥工程では、低質材の乾燥で特に問題となる狂い、割れの発生状況の検討及び積積作業の効率化を目的に試験を行った。

乾燥条件は、標準スケジュールに従い、目標含水率を8%とした。乾燥性については、含水率、割れ、ねじれ等について測定し、一般材との比較を行った。また、<sup>ほい</sup>積積み、<sup>ほい</sup>積降ろしには、當場開発の積木ユニット（第10図）を使用した。

#### (3) 加工試験

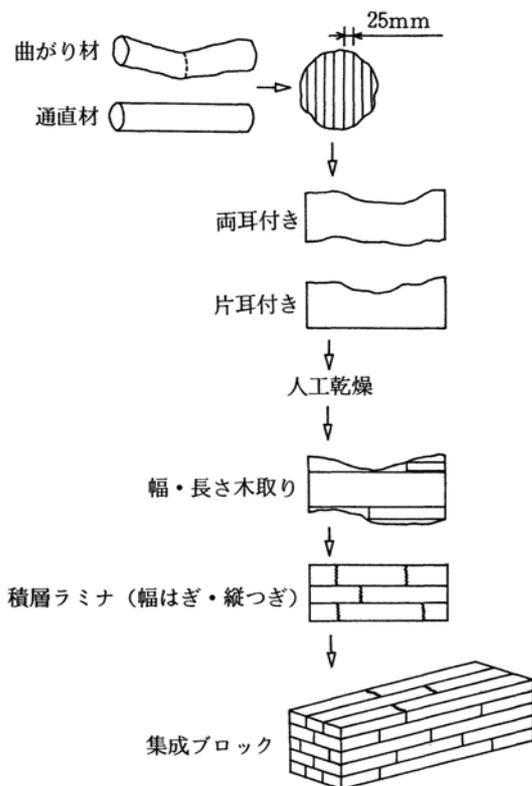
加工工程では、乾燥原板から採材可能な最大幅で木取りを行い、原板形状（両耳又は片耳付き材）による作業性と歩留まりへの影響及び集成化した場合の総体歩留まりについて検討した。また、具体的な製品としてユニット家具を試作してみた。

### 3.3 結果と考察

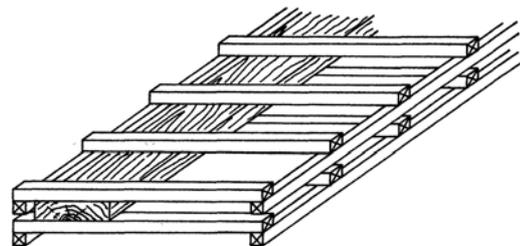
#### (1) 製材試験

##### a) 作業能率

今回使用した原木は、低質材ということで曲がりが大きく、全体の約3割について玉切りを必要とした。第4表は、自動送材車付き帯のご盤による玉切り材と通直材の作業能率を比較したものである。単位時間当



第9図 集成ブロックの製造工程



第10図 積木ユニット

第4表 玉切り材と通直材の作業時間

区分	原木本数 (本)	平均材長 (m)	平均径級 (cm)	総材積 (m <sup>3</sup> )	総作業時間 (min/m <sup>3</sup> )	作業時間の内訳 (min/m <sup>3</sup> )					製品材積 (m <sup>3</sup> )	歩留まり (%)	生産能率 (m <sup>3</sup> /h)
						鋸断時間	材扱い時間			余裕時間			
							木のせ	木返し	合計				
玉切材	30	2.28 (1.1)	19.3	2.772	66.5	19.0	15.9	10.8	26.6	20.8	1.945	70.2	0.902
通直材	61	2.33	20.2	5.906	31.8	12.4	6.5	3.2	9.7	9.7	4.113	69.6	1.886
全体	91			8.678	98.3	31.4	22.4	14.0	36.3	30.5	6.058	69.8	1.339

注：( ) 内は、玉切後の平均材長

第5表 曲がり、木口割れ、木口腐れと生産能率との関係

単位：m<sup>3</sup>/h

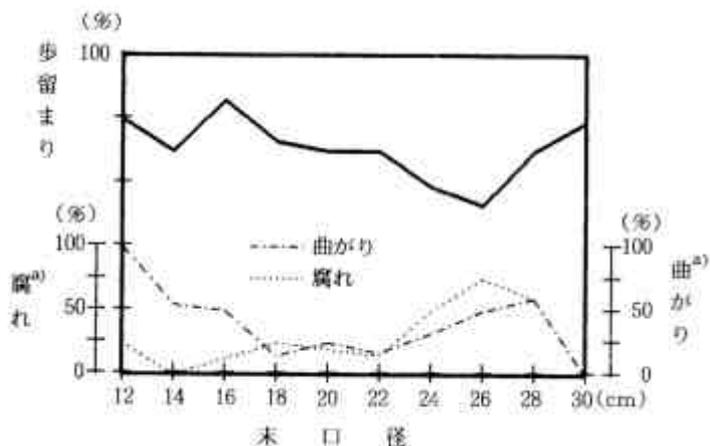
(%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
曲がり (C<100%, R<40%)	—	2.367	1.430	2.262	1.847	—	—	—	—	—	—
木口割れ (B<50%, R<40%)	1.687	—	—	2.211	—	2.118	1.847	—	2.267	—	2.224
木口腐れ (B<50%, C<100%)	1.673	—	2.340	1.847	1.269	—	—	—	—	—	0.917

注：B；曲がり，C；木口割れ，R；木口腐れ  
材長 = 2.4m，末口径 = 18cm

たりの生産量をみると、玉切り材は通直材の約1/2であり、材長が短くなるのに比例して作業能率は低下した。

これは、送材車ヘッドストックの間隔が短尺材に適さないため、材扱い時間が通直材の約3倍を要したことと、送材車の前進、後退等の時間（余裕時間）は、材長にかかわらず一定であることに起因する。

次に今回の供試材で本数的に最も多い末口径18cm，材長2.4mの原木に関して、曲がり、木口割れ及び木口腐れと生産能率との関係について示した（第5表）。3因子のうち2つを固定し、残った他の因子の値を変えて生産能率を算出した。これによると、木口腐れは40%以上になると生産能率は低下し、木口割れによる



第11図 径級別の歩留まりと腐れ及び曲がりの関係

注：a) 腐れ及び曲がりは、各径級の本数割合

生産能率への影響はほとんど見られないことが分かった。また、曲がりについては、今回の試験では経験上から50%以上の曲がりを目安に玉切りを行ったため、50%以上のデータはないので断定はできないが、50%以下であれば生産能率への影響は少ないと思われる。

b) 歩留まり

今回の試験では、最終加工歩留まりを上げるため、製材工程では幅決め及び欠点の除去は行わなかった。したがって、製品はすべて耳付き材であり、歩留まりは69.8%と高い値となった。また、両耳付きと片耳付きの歩留まりは、それぞれ72.4%、67.5%と大差はなかった。

第11図は、径級別の製材歩留まりと木口腐れ及び曲がりの関係を示したものである。木口に現れた腐れが直ちに材内部の腐れにつながるとは必ずしも言えない

が、一応の目安になるものと考えた。

末口径22cm以下では、ほとんど腐れは見られず、24cm以上になるとかなりの割合で腐れ材が混入している。また、曲がり、末口径16cm以下と26cm以上のものが大きな曲がりを有することが分かった。

そこで、径級別の歩留まりをみると、腐れの少ない22cm以下の値が高くなっており、腐れの割合が多い24cm～26cmの歩留まりが低下している。28cm以上のものについては、原木の質が比較的良かったため、歩留まりが高くなったものと思われる。

(2) 乾燥試験

a) 乾燥による割れ

第6表にミズナラ材の乾燥による割れの発生状況を示した。一般材に関しては、標準スケジュールで乾燥した厚さ3cm×幅15cm×長さ90cmの板目板のデー

第6表 ミズナラ（板目板）の乾燥による割れ

材種	圧縮圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	本数	木口割れ				表面割れ				
			発生率 (%)	本数	長さ (mm)	幅 (mm)	発生率 (%)	本数	長さ (mm)	幅 (mm)	
一般材	5~10	10	80	81	7086	0.5	100	84	6049	0.2	
	0.1	10	20	25	494	0.1	40	86	5185	0.1	
低質 未利用材	両耳付き	0.1	127	84	69	4402	0.8	61	48	2653	0.6
	片耳付き	0.3	180	90	100	3167	0.5	70	45	4826	0.5

注：本数・長さは、材積0.1m<sup>3</sup>当たりの合計値。幅は、割れ一本の平均値。  
発生率は、各条件ごとの供試材に対する割れ発生材の比率。  
圧縮圧力(kg/cm<sup>2</sup>)は、栈木の単位面積当たりの値。

第7表 ミズナラ（板目板）の乾燥による狂い

材種	平均寸法 (cm)	圧縮圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	本数	ねじれ(度)		弓ぞり(mm)		幅ぞり (mm/10cm)		
				平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	
一般材	厚さ・幅・長さ 3×15×90	5~10	10	0.5	0.2~0.9	0.6	0~1.5	0.9	0.7~1.2	
		0.1	10	2.6	1.3~4.4	1.4	0~3.0	1.2	0.5~1.3	
低質 未利用材	両耳付き	2.5×20×236	0.1	20	1.0	0.5~3.1	4.3	0~9.0	0.8	0.3~1.3
	片耳付き	2.5×19×209	0.3	22	0.7	0.2~1.9	2.9	0~12.0	0.9	0.1~1.7

注：ねじれ、弓ぞりは、各材の長さ当たりの平均値。  
圧縮圧力(kg/cm<sup>2</sup>)は、栈木の単位面積当たりの値。



写真1 従来の棧積み方法



写真2 棧木ユニット

タ<sup>1)</sup>を引用している。

割れは、木口から入った割れ、材表面に入った独立した割れを分けて表している。供試材の乾燥は、0.1～0.3kg/cm<sup>2</sup>の載荷圧力で行った。

載荷圧力条件による供試材の木口及び表面割れは、一般材に比べると発生率、本数、長さ、幅のいずれについても大きくなっている。これは、割れの発生箇所から節やあてなどの材質的欠点の存在によるものか、あるいは材の形状が一定しないことによるものと推測される。また、圧縮乾燥の場合、一般材では非圧縮材に比較して圧縮材の割れの発生率が高くなっていることから、今回供試した材料を圧縮乾燥した場合、更に割れが大きくなる可能性もある。

b) 乾燥による狂い

第7表にミズナラ材の乾燥による狂いの発生状況を示した。

一般材の圧縮材は、載荷圧力条件に比べると材のあばれ（ねじれ、弓ぞり、幅ぞり）が約25～80%少なくなっている。低質未利用材では、平均長さが一般材に比べて長いため、一概には比べられないが、弓ぞりの平均値が多少大きいということ以外には、材質的欠点からの損傷は顕著ではない。

c) 棧木ユニット

従来の棧積みは、写真1の様に棧木を1段ごとに等間隔に並べる方式であるが、今回用いた棧木は、写真

2の様に1段1段をユニット化したものである。大きさは、実験規模乾燥装置に合わせて長さ1500mm×幅900mmにしている。棧木寸法は幅15mm×厚さ20mmで、11cm間隔で15本並んでいる。棧木のユニット化によって、極積み、極降ろし作業の効率化及び狂いの防止が期待できる。

今回の試験でも、この棧木ユニットを使用した時、製材品がすべて耳付き材であったため、ユニットの枠が障害となり、作業性の向上にはつながらなかった。しかし、狂いの防止に関しては、圧縮圧力の低さにもかかわらず、ほとんど狂いが発生しなかったことから、効果は十分に期待できる。

(3) 加工試験

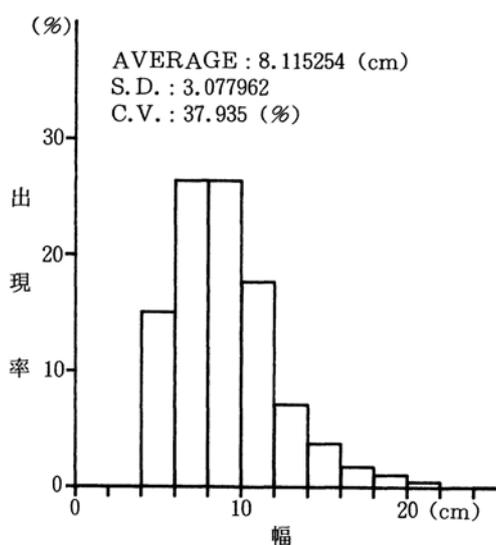
a) 木取り作業能率

乾燥原板は、反り、曲がり、腐朽に応じて横切りし、リッパーで幅決めを行った。作業能率は1日1人当たり約1m<sup>3</sup>であり、一般材に比べかなり低い値となった。

また、原板形状の違いによる作業能率の比は、両耳

第8表 木取り材の仕上がり厚さ

仕上がり厚さ (mm)	枚数	比率 (%)	累積比率 (%)
23	10	1.8	1.8
22	183	33.3	35.1
21	205	37.3	72.4
20	94	17.1	89.5
19	47	8.6	98.1
18	8	1.5	99.6
17	1	0.2	99.8
16	1	0.2	100.0



第12図 木取り材の仕上がり幅

付きを1とすると片耳付きは0.59となった。したがって、木取り作業では、定規面の有無が作業能率に大きく影響することが分かった。

b) 歩留まり

原木から木取り段階での歩留まりは、両耳付き47.3%、片耳付き43.6%であり、わずかではあるが両耳付きの方が高い値となった。しかし、作業能率の面からみれば、歩留まりが多少低下しても片耳を落とした方が有利と思われる。

c) 木取り材の仕上がり寸法

第8表及び第12図に木取り材の仕上がり厚さ及び仕上がり幅の分布を示した。これによると、仕上がり厚

さは21mmが最も多く、約9割が20mm以上の厚さに仕上がるのか分かった。

d) 集成ブロックの総体歩留まり

木取り材の仕上がり寸法より、積層ラミナの厚さを20mmとした場合の加工歩留まりは、52.4%となる。また、製材歩留まりは69.8%であるから、総体歩留まりは37.4%となる。一般集成材工場における歩留まりは、製材歩留まり40~45%、加工歩留まりが40%程度とされているのでこの値はかなり高い値といえる。

e) ユニット家具の試作

写真3は今回の試験で得られた材料を用いて試作したユニット家具であるが、一般材から作ったものとは比べてもそんな色のない製品である。

4. まとめ

今回の試験では、チップ原木の調査をすることによって、低質広葉樹材の現状を把握するとともに、これらの材料の付加価値を高める一つの方法として、集成ブロック化を想定し、製材、乾燥、加工の各工程における作業性等について検討した。その結果は以下のとおりである。

(1) チップ原木の調査結果

① 全調査原木の樹種別の割合は、北海道の広葉樹の森林蓄積率とほぼ同様の傾向を示した。

② 径級別の材積は、32~56cmのものが大きな割合を占め、本数では8~20cmのものが全体の半数以上を占める。

③ 腐朽割合は、30cm前後から急激に増加し、径が大きくなるほど増加する。

④ 曲がりは、径が小さくなるほど増加し、20cm以下で急増する。

(2) 集成ブロック化試験

a) 製材試験

① 玉切りを必要とするものが全体の3割強含まれていた。

② 製材作業能率は、材長が短くなるのに比例して低下した。

③ 原木形質による生産能率への影響は、木口腐れ



写真3 試作したユニット家具

40%以上、曲がり50%以上で顕著となる。また、木口割れはほとんど影響しない。

④ 製材歩留まりは、両耳付き72.4%、片耳付き67.5%、全体で69.8%であった。

⑤ 歩留まりは、腐れの少ない22cm以下の値が高く、腐れの割合が多い24~26cmの歩留まりが低下した。

b) 乾燥試験

① 乾燥による木口及び表面割れは、一般材に比べて発生率、本数、長さ、幅のいずれも大きかった。

② 同じく狂いは、弓ぞりを除いてねじれ、幅ぞりとも一般材と同程度であった。

③ 栈木ユニットの効果は、耳付き材のため枠木が障害となり、従来方法に比べて作業能率の向上は認められなかった。

c) 加工試験

① 乾燥原板からの木取り作業能率は、1日1人当たり約1m<sup>3</sup>であり、一般材に比べてかなり低い値となった。

② また、両耳付きと片耳付きの作業時間の比は、1:0.59であり、定規面の有無が作業能率に大きく影響することが分かった。

③ 原木から木取り段階での歩留まりは、両耳付き47.3%、片耳付き43.6%であった。

④ 木取り材の仕上がり厚さは、21mmが最も多く、約9割が20mm以上の厚さに仕上がった。

⑤ 積層ラミナの仕上がり厚さを20mmとした場合の総体歩留まりは約37%であった。

以上が今回の試験で得られた結果であるが、今後の課題としては、第一に製材の能率向上があげられる。そのためには製材機械及び生産ラインの改善とともに

原木の選定規準を設けることが必要である。

今回の様に、チップ原木を無作為に持ち込んだのは、既存の設備では製材不可能な曲がり材や腐朽で利用できない材が含まれており、作業の効率化という面ではかなり不利である。したがって、原木の選定に際しては、今回の試験結果からも分かる様に、曲がりや腐れが比較的少ない末口径18~22cm前後のものを中心に考えるべきではないかと思われる。

生産ラインについては、従来のシングルソーでは、総作業時間に対する材扱い時間の占める割合が大きく、作業能率低下の原因になっている。

したがって、今回の様にある程度採材寸法が限定できる場合には、フレームソー（縦のご盤）等で一度に厚さ決めを行い、幅も2~3種類にとどめ、エッジャー等で機械的に幅決めを行う様な生産能率を主体とした方式の採用も考える必要がある。

また、小径材の乾燥による狂いについては、今回の試験ではあまり問題にはならなかったが、一般的には狂いが大きくなる可能性がある。したがって、圧縮乾燥等についても試験する必要がある。

文 献

1) 米田昌世ほか3名：林産試研報，71，1~67（1982）

—試験部 製材試験科—

—\*1木材部 加工科—

—\*2木材部 乾燥科—

（原稿受理 昭62. 1. 13）