

## 未利用広葉樹の利用開発に関する研究

吉田孝久 武井富喜雄  
橋爪丈夫 吉野安里  
奥村俊介

### 要 旨

長野県内に分布する広葉樹は樹種的には数が多いが、主としてはナラ類・カンバ類・カエデ類のほかシナノキ・クリ等であった。これらのうち、胸高直径18cm以上の利用可能木の林内に占める材積割合は平均54.4%であったが、蓄積量からみると量的には少ない傾向にあった。

一方、これらの中小径広葉樹の一連の加工試験においては、一般の大径材と比較して製材歩止りは多少低くなるものの、乾燥による形質変化及び強度性能においては、大径材と大差がなく一般材と同様の用途に使用することが可能と思われた。

### 1. はじめに

近年良質な広葉樹大径材は、減少の一途をたどっている。このため、材価の高騰は避けられず、木材業者間では現在あるいは将来的にも入手難と考えられている。

一方、これら良質広葉樹資源が減少していく中で、拡大造林の際に伐られる中小径広葉樹は、その多くがチップ・パルプ材として扱われているが、この中には、建築用材あるいは家具用材等として十分利用可能と思われる径級のものが多数混在している。ところが、これらの中小径広葉樹は多数の樹種があり、質的量的にもまとまりにくいものと考えられ、積極的な利用開発が行われなかった。

広葉樹は針葉樹にはない樹種特有の美観的な要素が多く利用価値が高いため、今回の試験は、これら中小径広葉樹の製材性・乾燥性及び材質を明らかにし、資源の有効利用を図ることを目的とした。

なお、この研究は、工業試験場との共同研究の一環として昭和57年度から61年度までの5カ年間実施したものである。

### 2. 試験の方法

#### (1) 未利用広葉樹の利用可能樹種分布調査

本県の森林計画に基づき、各計画区から林齢・樹種構成がほぼ平均的と思われる林分を選び出し林分調査を実施した。

調査面積は約0.1haの大きさとし、林分構成調査(胸高直径10cm以上の立木を対象)を実施した。

#### (2) 中小径広葉樹の物理的・機械的性質に関する試験

##### ア 供試材及び製材

末口径18cm~30cm、材長200cmの材を供試木とし、厚さ30mmの板にだら挽きした後、幅8cm以上2cm建てに幅決めして供試材とした。

##### イ 人工乾燥

供試樹種は、ミズナラ・コナラ・サクラ・キハダ・ニセアカシアの5種である。各供試材は、100

℃急速乾燥法により決定した標準乾燥スケジュールで人工乾燥を実施した。また、この標準乾燥スケジュールで欠点の発生が多かった樹種については、やや高温のスケジュールにて再乾燥試験を実施した。

#### ウ 強度試験

乾燥終了材から、JISによる無欠点試験材を採材し、曲げ強度試験を実施した。

### 3. 結果と考察

#### (1) 未利用広葉樹の利用可能樹種分布調査

##### ア 調査林分の概要

調査林分数は表-1に示したように12林分であり、林齢は23~90年の範囲で、平均胸高直径は10~32cm、ha当りの幹材積は97~366m<sup>3</sup>、標高は540~1520mの範囲にある林分であった。

林齢的には、40年生以下の若齢林分が全体の約7割を占め、幹材積もha当り100~200m<sup>3</sup>で蓄積量の少ない林分がほとんどであった。

また、胸高直径18cm以上の利用可能木の占める割合についてみると、80%以上を占める林分が約3割であり、残りの林分は20~60%の程度の低い占有率であった。

これらの林分は、本数密度からも比較的手入れの行き届かないものが多いことから、今後は間伐等を行うことにより径級の大きなものを生産する必要がある。

表-1 広葉樹調査林分の概要

調査場所	No.	林齢 (年)	上層木5種平均		ha 当 たり		利用可能 材積割合 (%)	樹 種 数
			胸高直径 (cm)	樹 高 (m)	本 数 (本)	幹 材 積 (m <sup>3</sup> )		
塩尻市洗馬	1	30	16.2	15.2	1298	116.7	44.9	17
奈川村	2	48	12.4	12.4	2456	157.3	24.2	8
飯島町	3	40	21.3	15.1	1784	366.5	82.8	12
木曾福島町	4	23	10.4	11.1	2172	80.9	8.6	14
飯山市	5	72	32.3	14.9	902	176.1	81.9	7
八千穂村	6	34	12.9	11.1	1300	115.0	33.3	2
岡谷市	7	41	16.9	11.8	1073	131.8	65.8	7
小谷村千国	8	32	15.5	10.0	1372	100.5	49.0	16
小谷村下里瀬	9	90	14.7	10.3	1150	150.7	84.2	15
小谷村横川	10	28	26.4	15.7	580	230.0	90.6	10
小谷村横川	11	28	17.9	10.9	1636	97.2	60.2	24
小谷村石坂	12	38	14.6	10.3	2060	109.5	26.7	14

##### イ 広葉樹林内の樹種構成

各林分の樹種数は少ないところで2種、最も多いもので24種、12林分の平均で12.2種であった。一般に標高が高くなるほど樹種数は少なくなっていた。

各林分から幹材積の多い順に54種を選びその樹種の出現林分数をみたのが表-2に示してある。

これによると、ミズナラ・コナラ等のナラ類が最も出現頻度が高く、次にカンバ類、サクラ類、カエデ類、クリ、シナノキであった。他にブナやセンノキ等1林分にしか出現しなかったものが16種あった。

このように現在も家具や建築用内装材に使われているナラ類、カンバ類、サクラ類等の出現割合

表-2 樹種別の出現林分数

樹種名	林分数	備考	樹種名	林分数	備考
ミズナラ	9	ナラ類	センノキ	1	
コナラ	5		サワシバ	1	
シラカンバ	3	カンバ類	クマノミズキ	1	
ミズメ	3		アオハダ	1	
ク	3		ソヨゴ	1	
シナノキ	3		ハンノキ	1	
オオヤマザクラ	3	サクラ類	エゾイタヤ	1	
カスミザクラ	2		オニグルミ	1	
ミヤマザクラ	2		アオダモ	1	
ウワミズザクラ	2		ミズキ	1	
イタヤカエデ	3	カエデ類	キハダ	1	
ウリハダカエデ	2		コシアブラ	1	
ブナ	1		ニセアカシア	1	
ケヤキ	1		サワグルミ	1	

表-3 製材試験結果

樹種	製材試験			
	試供本数 (本)	径級 (cm)	樹齡 (年)	製材歩止り (%)
ミズナラ 平均	30	13.0~25.0 17.6	36	48.4
コナラ 平均	27	12.0~30.0 18.9	34	46.6
サクラ 平均	7	16.0~27.0 22.0	43	60.9
キハダ 平均	6	18.0~30.0 22.6	24	57.7
ニセアカシア 平均	49	15.0~32.0 20.2	32	59.3

乾燥機の実質運転時間は約86時間で、ミズナラ・コナラ・ニセアカシアの場合の約1割短縮であった。これは、運転休止期間の夜間にあってもかなりの含水率の低下があったため、24時間連続運転では、これよりもやや時間がかかるものと思われる。キハダの場合についても、12時間の間欠運転を行なった結果、含水率60%から10%に達するのに96時間(4日間)、実質運転時間48時間と、非常に短時間の乾燥であった。キハダの場合、全乾比重0.45と広葉樹の中では低い部類にはいるために、他の広葉樹よりもかなり乾燥時間が短かかったと考えられる。

次に、人工乾燥による材の形質変化を表-8に示した。

幅方向の収縮率と厚方向の収縮率には大きな差はなかった。これは、供試材が中小径広葉樹のだから挽き材であったため、挽材面の幅方向・厚方向に追証が数多く現われたことによるものと考えられる。

これらの収縮率は、比重の高いミズナラ・コナラ・ニセアカシアが6%前後と高く、比重の比較的低いサクラ・キハダが4%前後の値を示した。これらの値は、大径材の収縮率と比較して大差ないものであった。

が大きかったこと、及びクリやブナ等の用途の広い樹種の他に、ミズキ・アオハダ等伝統工芸品として使われている樹種もみられたことは興味深い。

### (2) 中小径広葉樹の物理的機械的性質

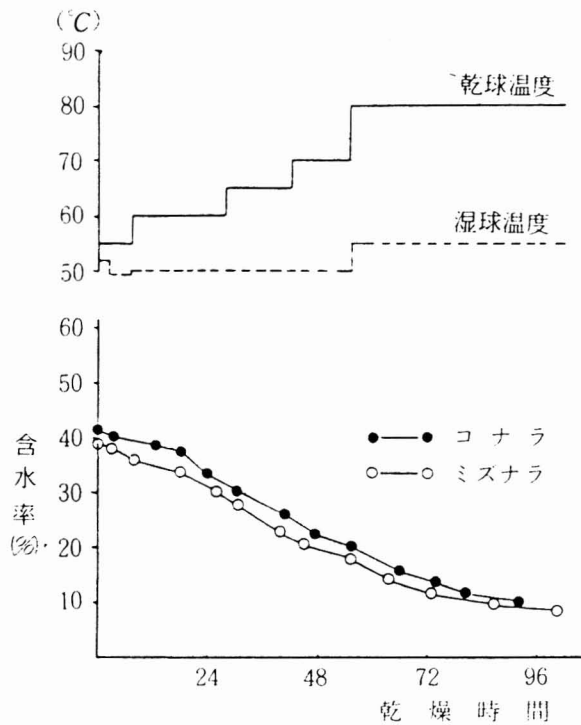
#### ア 製材歩止り

表-3に供試素材の径級及び製材歩止りを示した。樹種別製材歩止りは、サクラが60.9%、ニセアカシアが59.3%、キハダが57.7%、ミズナラが48.4%、コナラが46.6%で平均で54.6%であった。

#### イ 人工乾燥

各樹種ごとに、100℃急速乾燥法を実施し標準スケジュールを決定した。これを表-4~7に示し、併せてこのスケジュールによる各樹種の乾燥経過図を図-1~4に示した。

ミズナラ及びコナラの場合、1日24時間の連続運転で行なったところ、含水率40%から10%までに達するのに約96時間(約4日間)を要した。また、サクラの場合は、1日12時間の間欠運転で実施したこともあって、含水率45%から10%に達するのに172時間(約7.1日間)を要した。しかし、

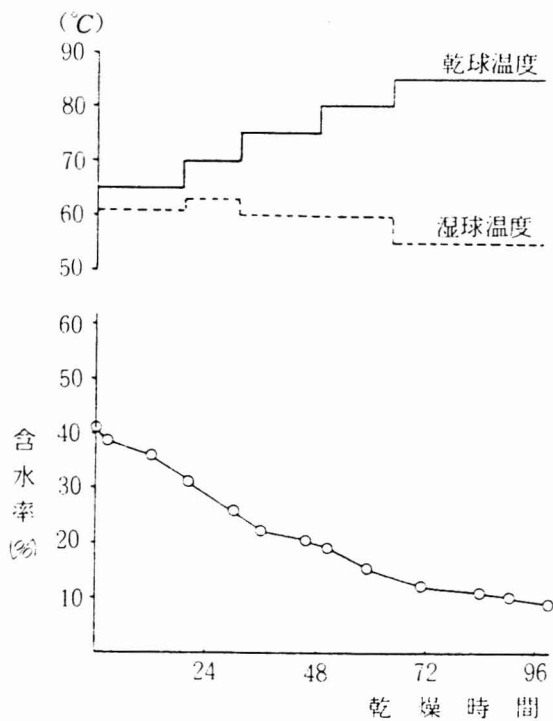


図一 1 コナラ  
ミズナラ 30mm人工乾燥含水率経過図  
(24時間連続運転)

表一 4

コナラ  
ミズナラ 人工乾燥スケジュール

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	温度差 (°C)
生~40	55	4
~30	55	6
~25	60	10
~20	65	15
~15	70	20
15以下	80	25



図一 2 ニセアカシア30mm人工乾燥含水率経過図  
(24時間連続運転)

表一 5

ニセアカシア人工乾燥スケジュール

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	温度差 (°C)
生~30	65	4
~25	70	7
~20	75	15
~15	80	20
15以下	85	30

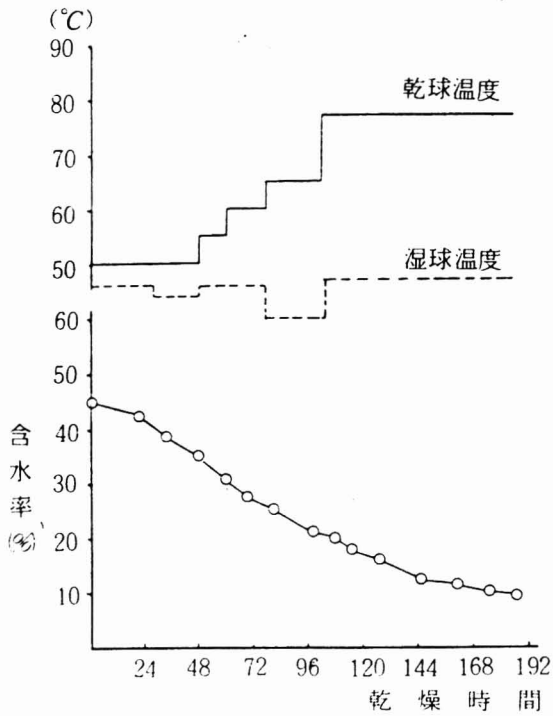


図-3 サクラ30mm人工乾燥含水率経過図  
(12時間間欠運転)

表-6  
サクラ人工乾燥スケジュール

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	温度差 (°C)
生~40	50	4
~35	50	6
~30	55	9
~25	60	15
~20	65	25
20以下	77	30

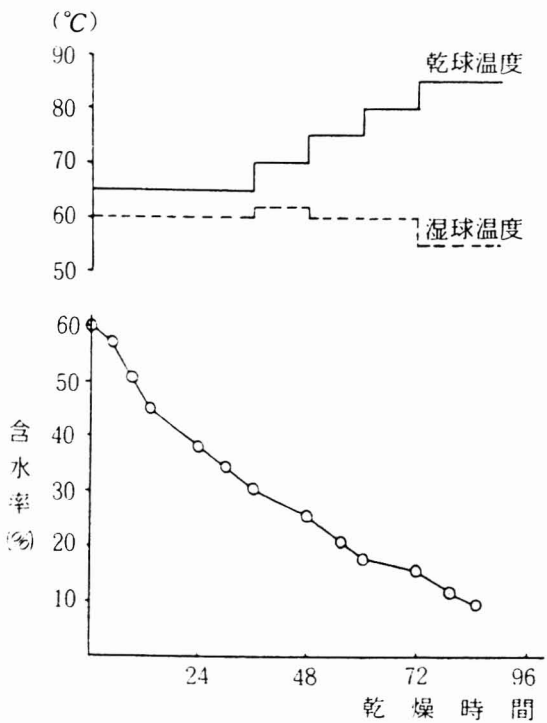


図-4 キハダ30mm人工乾燥含水率経過図  
(12時間間欠運転)

表-7  
キハダ人工乾燥スケジュール

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	温度差 (°C)
生~30	65	4
~25	70	7
~20	75	15
~15	80	20
15以下	85	30

表一八 乾燥による形質変化

項目 樹種	比重	乾燥試験							
		収縮率(%)		曲り	そり	カック	割れ(cm本)		乾燥歩止り
		幅	厚さ	(mm/2m)	(mm/2m)	(mm/8cm)	木口材面	(%)	
ミスナラ	0.76	5.92	5.49	6.82	4.43	-	23.3	11.9	42.0
コナラ	0.78	5.65	5.67	9.37	4.57	-	5.6	8.6	49.9
サクラ	0.59	4.47	3.38	5.61	3.42	0.77	1.1	4.0	56.8
キハダ	0.45	4.65	3.58	7.74	5.37	0.94	3.0	0	54.2
ニセアカシア	0.83	6.11	6.62	7.63	4.21	1.06	2.3	1.2	53.8

曲りについては、サクラが最も少なく5.61mm/2mであり、最も大きいコナラが9.39mm/2mであった。

また、そりについては、樹種別にはほとんど差がなく、最も小さいものはサクラの3.42mm/2mであった。

総合的にみて狂いの大きい樹種はコナラであり、小さいものはサクラであった。

乾燥による割れの発生については、圧倒的にミスナラが多く、次いでコナラであった。サクラ・キハダ・ニセアカシアは比較的割れにくい樹種といえる。

収縮率・割れ等の欠点を除去した乾燥歩止りは、ミスナラ・コナラが41%と低い。これは、乾燥による割れの発生が多く乾燥歩止りを低下させたためである。

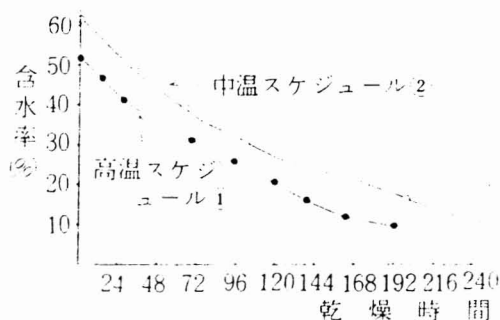
以上が乾燥試験の結果であるが、今回の試験でミスナラについては割れの発生量が多く乾燥の歩止りの低下を招いたため、乾燥スケジュールの変更により割れ防止の乾燥スケジュールを検討したので以下に追記する。

供試材はミスナラ36mm厚の板で、乾燥温度は表一9に示す、①初期温度60℃、末期温度85℃の比較的中庸なスケジュールと、②初期温度65℃、末期温度90℃のやや高温のスケジュールを採用し、1日12時間の間欠運転で実施した。

その結果、含水率経過を図一5に、また標準スケジュール(③)の結果も併せて乾燥終了時の形質変化を表一10に示した。特に割れの発生率は、①の中温スケジュールの場合、供試材総枚数の41%に材面割れあるいは木口割れが発生した。これに対して②の高温スケジュールの場合は30%、③

表一九 ミズナラ人工乾燥スケジュール

含水率(%)	① 中温スケジュール		② 高温スケジュール	
	乾球温度(℃)	温度差(℃)	乾球温度(℃)	温度差(℃)
生~30	60	5	65	5
~25	65	10	70	10
~20	70	15	75	15
~15	75	20	80	20
15以下	85	30	90	30



図一五 ミズナラ36mm人工乾燥含水率経過図 (12時間間欠運転)

表-10 スケジュール別形質変化(ミズナラ)

項目 スケジュール	供試材 枚数	収縮率		曲りそり幅ぞり			割れ				※ 発生率 (%)
		幅方向 (%)	厚方向 (%)	mm		mm	cm		cm		
				2m	mm		2m	mm	8cm	cm	
高温スケジュール	46	5.3	5.1	10.3	5.1	0.9	1.2	0.9	6.2	8.4	30
中温スケジュール	70	5.7	5.3	10.1	4.2	1.0	2.0	6.3	8.8	23.3	41
標準スケジュール	97	5.9	5.5	6.8	4.4	1.4	23.3	11.9	41.6	21.1	71

$$\text{※ 発生率} = \frac{\text{割れ発生枚数}}{\text{総枚数}} \times 100 (\%)$$

表-11 曲げ強度試験結果

	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 (10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	比重	含水率 (%)	
					破壊係数
ミズナラ 45本					
平均	967.5	550.7	73.1	0.76	16.0
標準偏差	75.9	73.9	10.2	0.03	0.8
最大値	1086.2	641.3	90.8	0.82	17.3
最小値	789.4	374.5	55.0	0.71	14.4
コナラ 30本					
平均	1091.3	823.6	98.8	0.78	16.1
標準偏差	125.1	106.6	14.7	0.03	0.5
最大値	1250.1	785.0	122.5	0.84	17.1
最小値	760.2	415.1	74.0	0.74	15.2
サクラ 40本					
平均	1017.6	607.1	107.6	0.59	12.9
標準偏差	71.8	63.2	14.7	0.02	0.5
最大値	1217.5	715.2	191.9	0.65	13.8
最小値	831.7	467.5	94.8	0.54	12.1
キハダ 45本					
平均	833.1	486.0	96.4	0.45	10.5
標準偏差	99.5	65.6	12.9	0.04	0.5
最大値	1071.6	621.2	163.7	0.56	11.9
最小値	628.5	332.4	79.2	0.39	9.3
ニセアカシア 51本					
平均	1547.3	945.9	129.2	0.83	12.3
標準偏差	157.7	112.7	15.3	0.56	1.2
最大値	1819.8	1153.0	152.6	0.91	15.8
最小値	1116.2	964.4	97.6	0.57	9.7

の標準スケジュールの場合は71%の割れ発生率であり、これをみるかぎり割れ発生の防止には、やや高温域での乾燥が有利であると思われる。

#### ウ 強度性能

表-11に各樹種の強度性能、比重及び含水率を示した。

破壊係数及び曲げヤング係数は、既往の大径材のデータと比較して大きな差はなかった。

これらを樹種別にみると、ミズナラ・コナラ・ニセアカシアは比重が高いためかなり高い値を示し、これらの順に、 $967.5 \text{ kg/cm}^3$ 、 $1091.3 \text{ kg/cm}^3$ 、 $1547.3 \text{ kg/cm}^3$ の曲げ破壊係数を示した。

一方、平均年輪幅との関係を見ると、ミズナラ $3.3 \text{ mm}$ 、コナラ $4.2 \text{ mm}$ 、ニセアカシア $4.4 \text{ mm}$ と比較的広い年輪幅をもつものの、いずれの材も環孔材であるため、強度性能は高かった。

#### 4. ま と め

末口径 $30 \text{ cm}$ 以下の中小径広葉樹を対象として資源調査及びミズナラ・コナラ・サクラ・キハダ・ニセアカシアについて製材・乾燥・強度性能等の一連の試験を実施したが、その結果、県内に分布する中小径広葉樹はナラ類・カンバ類・サクラ類・カエデ類がかなり分布していることが明らかとなった。

一方、利用面からみた材質は、製材歩止りが大径材と比べ多少低下するものの乾燥による形質変化及び強度性能には大きな差はなく、一般材と同様の用途に使用することは可能と思われた。

特に今回実施したミズナラ・サクラ・ニセアカシアにおいてはその強度性能も高いため、家具材あるいはフローリング材としてかなり期待できるものと考えられる。また、ニセアカシアについては、心材率の高いこと、人工乾燥後に重厚感ある茶系統の色に変色することなどから、これらの分野への進出は期待が大きい。

#### 参考文献

- 1) 広葉樹林とその施業 大日本山林会 1981
- 2) 日本産主要樹種の性質 中井孝・山井良三郎 林試研報 No.319, 1982
- 3) 国産広葉樹材の供給と利用の実態 渡辺利一 林業技術 No.505, 1984
- 4) 木材の人工乾燥 寺沢真・筒木卓造