

1. キリ材の材質試験

専門技術員 宗形芳明
研究員 竹原太賀司

I 目 的

本県産会津ギリは、岩手県の南部ギリと並んで古来、日本ギリの代表のよう¹⁾に言われ重用されてきた。事実、会津地方において40年、50年と生育したキリ材については、一見して材質の良さを認めることができるため、特殊材として琴や、ツキ板材料など価値のある使い方がなされてきた。

ところが近年、病害木の増加や、手入れの悪さなどにより、このような大径材はほとんど見られなくなり、欠点の多い中、小径材の占める割合が非常に高くなってきている。それとともに全国的には、キリ材需要量の87%（昭和58年）がアメリカ、ブラジル、中国等からの輸入材にたよ²⁾っており、材質の低下や違いから従来の楽器材、箱物家具から新しい用途の開拓が非常に大切になってきている。

そこでこれら輸入材との比較において、二次加工の基本となる乾燥性、それにキリ材を特徴づけている湿気に対する性質について2～3検討を加えた。

キリ材の乾燥で一番問題となるのは変色（渋の発生）である。昔からキリ材の利用にあたっては、長期間の天然暴露（乾燥）中に日光や雨露にさらして、いわゆる「渋抜き、アク抜き」を行うのが通例とな³⁾っている。この作業工程は資金的に負担が大きいことや、広い面積の乾燥場が必要なことなど、問題点も多いことから、ぜひ適正な人工乾燥の確立が必要となっている。ところでこの「渋（アク）」の発生機構については2～3の研究があるもの⁴⁾⁵⁾の、特定の抽出成分が関与しているものと推定されてるだけで、詳しいことはまだ何ら説明されてはならず、今後の研究の進行に期待するものである。

次に湿気に対する性質についても、昔から経験的に「キリのタンス、箱類は湿気を寄せつけない⁶⁾⁷⁾。」と言われてるだけで、実験的裏づけにとぼしい現状にあることから、主として吸湿性について検討を加えた。

II 試験内容

1. 100℃急速乾燥試験

(1) 試験材

次の人工乾燥試験に使用する会津地方産キリ材とブラジル産キリ材を用いた。試験材の寸法は厚さ2cm、幅10cm、長さ20cmの板目材3枚づつで、両木口は丸のこで切断した新しい断面とし、表面はすべてプレーナー仕上げとした。

(2) 方法

試験材は重量を測定し、あらかじめ温度100℃に調整してある定温乾燥器に側面を下にして入れた。その後、重量の測定および観察を1時間おきに行い、乾燥初期にあらわれる木口割れと表面割れが最大となる時期、その時の試験材の含水率、割れ長さ本数を測定した。試験材はそのまま乾

燥器中に入れて全乾になるまで乾燥し、その時の重量と、さらに材の中央を鋸断し、内部割れの程度と断面の変形量とを測定した。

(3) 損傷の発生と程度の判定⁸⁾

乾燥初期にあらわれる割れの種類と程度とを、1（割れなし）から8（割れ程度大）までの8段階に分類する。

乾燥終了後の内部割れはNo.1（割れなし）からNo.6まで分類組分けし、断面の糸巻状の変形は図-1に示すA、B位置の厚さの差により8段階に分類する。

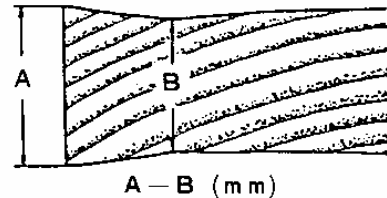


図-1 断面の糸巻状の変形の測定方法

2. 人工乾燥試験

(1) 供試材

供試したキリ材丸太の概要を表-1に示した。末口径はほぼ22~26cmの範囲であったが、会津ギリとアメリカギリは10~16年輪とほぼ同様であるが、ブラジルギリは5年輪と2倍以上の成長量を示している。なお、会津ギリは河沼郡柳津町産である。

表-1 供試材の概要

産地	供試本数	末口径 (cm)	年輪数	曲り (%)	長さ (m)
福島県 会津地方	2本	22	10	0	2
		24	15	17.1	
アメリカ	2	22	11	0	2
		26	16	51.9	
ブラジル	2	22	5	0	2
		26	5	0	

(2) 乾燥方法

各供試丸太は厚さ30mmの板に、だら挽きし、幅は丸身の発生しない範囲で最大に製材した。その後、天然乾燥の効果についても検討する意味から、各産地材をそれぞれ2等分し、次の2方法により乾燥を行った。

①供試板は製材後直ちに棧積幅1m、棧木間隔60cmで棧積みを行い、12月1日より含水率約30%になるまで屋外で天然乾燥を行った。その後蒸気式I F型乾燥機により含水率約10%まで人工乾燥を行った。（以下A法と言う）

②製材後直ちに蒸気式I F型乾燥機により、含水率約15%まで人工乾燥を行った。

（以下B法と言う）

人工乾燥は、いずれも午前9時から午後6時までの9時間の間けつ運転で、スケジュールについては初期温度60℃、温度差5℃、末期温度80℃、温度差30℃で前述の100℃急速乾燥試験の結果に基づいて実施した。

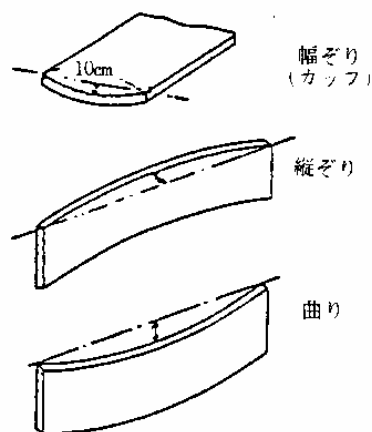
(3) 測定項目と方法

①乾燥による形質変化

製材後及び人工乾燥後の収縮率、各種狂いの発生について図-2に示す方法により測定した。

- i) 収縮率：材長の中央部において、幅と厚さについて測定。
- ii) 曲り：材長（200 cm）における最大矢高を測定。
- iii) 縦ぞり：同上
- iv) 幅ぞり：材面中央における幅方向の最大矢高をスパン10 cmについて測定。
- v) 割れ：木口割れ、材面割れについて、その長さを測定。

図-2 狂いの測定方法



②材色の変化

製材後、人工乾燥後、6カ月放置後、12カ月放置後の4回、測色色差計（日本電色工業KK製）を用い、一定個所のL、a、b三刺激値を測定し、製材後の値を基準にハンター色差式から ΔE を計算比較した。B法においては人工乾燥後、各試験材をプレーナー処理し、その後の刺激値を測定した。なお、試験材枚数は産地別に4枚とし、1枚につき2カ所測定を行った。

3. 吸湿試験

(1) 供試材

キリ材については会津地方産末口径約30cmの丸太を柾目木取りで所定の厚さに製材した。ポプラ材は当林試川内試験地産イタリー系で末口年輪数19、径級25cm。スギ、ベイツガ、ミズナラ、ラワンについては製材工場より厚さ30mmの板材を購入。

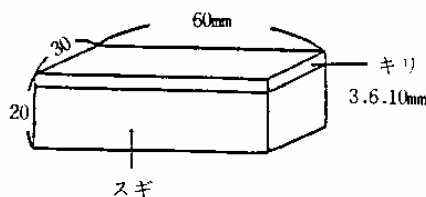
(2) 吸湿試験片

各樹種毎に縦30mm、横60mm、厚さ20mmの試験片を作製。また、キリ薄板接着試験片は図-3のように厚さ3、6、10mmのキリ板をスギ板に接着し、それぞれ3個ずつ作製、供試した。

(3) 吸湿量（経過）の測定

試験片の上部（30×60mm）一材面（樹種別試験片では柾目面、キリ接着試験片ではキリ材面）を除いて他の5面にアルミハクを水分の吸収ができないようにていねいに接着し、全乾状態にした後、温度20℃、湿度75%の恒温恒湿室内に放置して、一定時間ごとに秤量を行って吸湿水分量の経過を測定した。

図-3 吸湿試験片



III 試験結果

1. 100℃急速乾燥試験

各試験ごとの損傷の発生程度と、それに基づく乾燥条件について表-2に示した。

キリ材は他の広葉樹材に比較して乾燥しやすく、初期割れも内部割れもほとんどなく、会津ギリ

の2試験材に発生した内部割れも小さなものであった。また、乾燥日数を推定すると、初期含水率が高いことから約6.2日程度であろう。

以上のことから会津ギリの人工乾燥にあたっては、初期乾球温度60℃、乾湿球温度差5℃、末期温度80℃とし、表-3に乾燥スケジュール表を作製した。

2. 人工乾燥試験

(1) 乾燥経過

① 天然乾燥経過

天然乾燥と人工乾燥を併用したA法の乾燥経過を図-4に示した。

各産地材の初期含水率は90～140%となっており、いずれについても含水率25%前後まで天然乾燥を行った。この中でブラジルギリの乾燥が一番スムーズに進行し、冬期間においても約45日ではほぼ一定の含水率(23%)となった。これに対し会津ギリとアメリカギリは、ほぼ同じような乾燥経過をたどり、含水率25%付近になるまでは約70日を要した。

② 人工乾燥経過

A法では67日の天然乾燥後、直ちに人工乾燥を行ったが、三産地材ともほぼ同様の乾燥経過を示した。このことは人工乾燥前の含水率が各産地材とも約25%とほぼ同一なことに起因していると思われるが、その中でブラジルギリがわずかに早い含水率低下を示している。含水率が25%から10%以下まで低下させるのに、間けつ運転のため日数で3日、総乾燥時間で21時間を要した。

次に、B法では生材から含水率約15%まで全て人工乾燥により行い、その乾燥経過を図-5に示した。この場合にはA法における人工乾燥経過とは異なり、各産地材ごとに乾燥経過には違いがみられた。この中では、ブラジルギリの乾燥が一番スムーズに進行

表-2 損傷の発生程度と乾燥条件

No.	損傷の発生程度			初期含水率	乾燥条件		
	初期割れ	断面の變形	内部割れ		初期温度	温湿度差	末期温度
会津ギリ	1	1	2	135%	65℃	6.0℃	90℃
	2	1	2	140	55	5.0	80
	3	1	2	152	55	5.0	80
ブギ ブラジル	1	1	2	162	65	6.0	90
	2	1	2	159			
	3	1	2	131			

表-3 乾燥スケジュール表

含水率	乾球温度	乾湿球温度差
～40%	60℃	5℃
40～25	65	7
25～20	70	11
20～15	75	17
15～10	80	27
10～	80	30

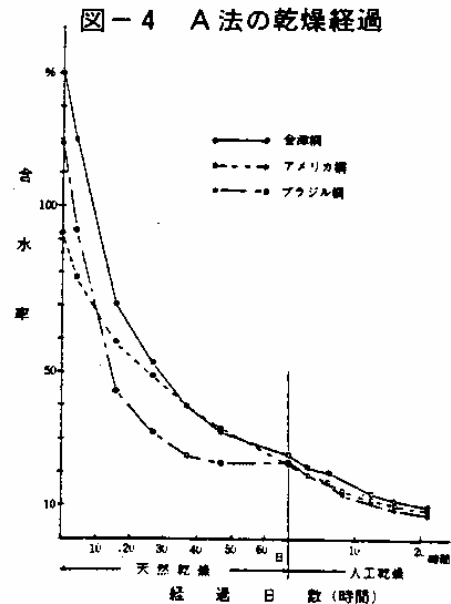


図-4 A法の乾燥経過

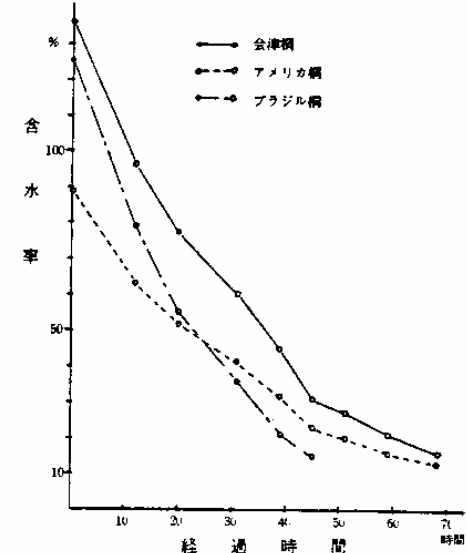


図-5 B法の乾燥経過

し、含水率15%まで乾燥するのに6日間、総乾燥時間45時間であった。また、初期含水率が高かった会津ギリが8日で68時間、アメリカギリが7日で59時間となったが、アメリカギリと会津ギリの乾燥経過はほぼ同様とみてさしつかえないであろう。

表-4 産地別気乾比重

産地	気乾比重
会津ギリ	0.33
アメリカギリ	0.32
ブラジルギリ	0.24

なお、乾燥速度はその材の比重に逆比例すると言われて⁹⁾いることから、表-4に試験材のそれぞれの気乾比重を示した。

これにより、ほぼ比重の同じ会津ギリとアメリカギリは同じ乾燥経過を示し、ブラジルギリは早い含水率の低下を示したものと思われる。

(2) 乾燥による形質変化

表-5 乾燥による形質変化

注：割れ長さ○数字は発生枚数

乾燥による各種狂いの発生をA法、B法に区分して表-5に示した。

収縮率はB法の場合、A法の2倍程度となり、当然ながら天然乾燥を行うことにより、小さくなる傾向にある。しかしその量(率)は他

法	産地	測定時期	含水率(%)	収縮率(%)		曲り(mm)	縦そり(mm)	巾そり(mm)	割れ長さ(cm)
				巾方向	厚方向				
A	会津桐	製材後	140.5	/	/	2.8	3.9	0	0
		人乾後	11.3	1.52	2.29	3.8	3.1	0.40	0
	アメリカ桐	製材後	91.9	/	/	2.9	4.3	0	③ 11.3
		人乾後	9.7	1.58	2.02	4.2	3.9	0.51	④ 12.8
	ブラジル桐	製材後	118.8	/	/	1.2	4.9	0	③ 6.2
		人乾後	9.1	2.36	2.14	2.4	4.2	0.98	③ 14.3
B	会津桐	製材後	135.8	/	/	1.7	4.0	0	0
		人乾後	16.2	3.44	3.26	2.3	2.4	0.82	0
	アメリカ桐	製材後	88.6	/	/	1.2	0.1	0	0
		人乾後	13.0	2.10	1.96	1.6	0.2	0.45	② 2.5
	ブラジル桐	製材後	125.5	/	/	0.8	1.1	0	① 4.3
		人乾後	15.0	3.40	2.96	2.0	1.6	1.00	① 10.7

¹⁰⁾の広葉樹材、例えば昭和54~55年度に当场で行った試験の中で、ブナの場合幅方向で6~8%、厚方向7~8%、またサクラの場合には幅方向で4~7%、厚方向5~8%というデータもあり、これらに比較すると非常に小さく、このことが割れなどの欠点発生を抑制している要因ともなっている。

次に狂いの発生について、アメリカギリではA法、B法どちらの方法によっても少なく、優良な材と思われる。しかし他産地材についても他の広葉樹材に比べると非常に少なく、例えば幅そりについては前述のブナで2.78mm、サクラで1.56mmとなっており、キリ材の場合にはある程度厳しい乾燥を行っても、狂い等の発生は非常に少なく抑えられるものと思われる。

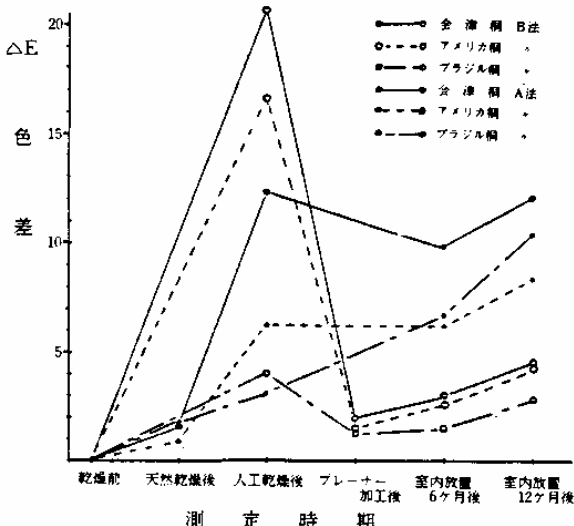
(3) 変色の経緯

乾燥前のL、a、b値を基準として、その後の変化を色差ΔEであらわし、図-6に示した。

人工乾燥直後には材の表面は「渋(アク)」の発生により赤紫色に変色してくる。変色の程度は乾燥の方法、産地別に違いが認められ、1つには天然乾燥を行うことにより変色の程度が少なく、2つにはブラジルギリでその変化がわずかであった。

B法の場合には人工乾燥後、プレーナー加工を行い表面を厚さ0.5mmほど鉋削したが、その場合

図-6 乾燥による材色の変化



の表面色の状態は乾燥前とほぼ同じ程度となり、液による着色は材の表面のみであることがわかる。乾燥後室内に6ヵ月放置した場合、鉋削しないA法においては人工乾燥後とほぼ同様に推移し、その後徐々に大きくなっていく。B法についてもわずかではあるが、6ヵ月、12ヵ月と色差は大きくなっており、いわゆる“色もどり”の現象が認められてくる。 表-6 L、a、b測定値の変化

以上は色差(ΔE)の変化により検討したわけであるが、次にその基となるL(明度)、a(色相)、b(彩度)三刺激値の測定値の変化を表-6に示した。乾燥による変色で変化の激しい刺激値はL値であった。つまり、キリ材を人工乾燥することにより材の表面は、白色の明るい色から黒色の暗い色へと変化していくことを示している。また、a値も+側へ大きく変化しており、これにより赤の度合が大きくなっていくことを示している。b値の変化についてはそれほど大きくはなかったが、A法とB法では全く逆

	産地	刺激値	乾燥前	人乾後	プレーナー加工後	室内放置	
						6ヵ月	12ヵ月
A法	会津ギリ	L	75.8	64.1		66.5	64.0
		a	2.1	5.5		3.8	2.4
		b	13.5	15.0		16.1	15.7
	アメリカギリ	L	72.5	66.7		67.1	64.9
		a	3.4	4.3		3.6	2.5
		b	13.7	15.4		15.6	16.8
	ブラジルギリ	L	76.8	74.3		73.1	69.8
		a	2.0	1.9		1.5	2.1
		b	12.3	14.1		17.9	20.0
B法	会津ギリ	L	72.4	52.6	74.0	69.8	68.1
		a	2.1	7.6	2.3	2.4	2.3
		b	13.2	10.4	13.1	13.1	13.3
	アメリカギリ	L	72.5	57.2	72.8	70.2	68.6
		a	2.2	7.8	2.8	2.3	2.4
		b	13.0	11.6	13.0	13.6	13.7
	ブラジルギリ	L	75.2	71.4	75.5	74.2	73.2
		a	1.4	2.8	1.9	1.7	1.6
		b	12.3	11.9	12.1	12.2	12.7

の変化となり、A法では黄色味が増加していく傾向、B法では減少していく傾向となった。6ヵ月、12ヵ月の室内放置による色の变化も、やはりL値の減少が基本となるが、A法でのブラジルギリでは他の材に比べ、b値の増加が大きく、液の発生による変色よりも光による“色やけ”の現象が強く出ているのではないかと推定できる。¹¹⁾

3. 吸湿試験

(1) 樹種別吸湿経過

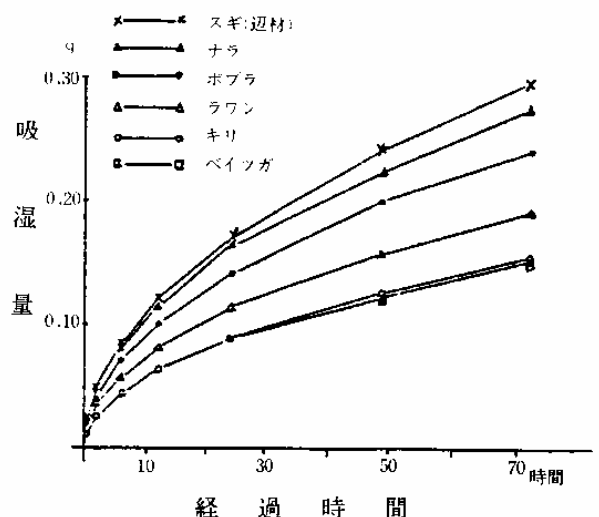
吸湿後72時間までの経過を図-7に示した。なお吸湿量とは30×60mmの試験片表面から吸湿した全水分量とした。

吸湿後72時間までの初期吸湿経過については、ベイツガ、キリ、ラワン、ポプラ、ミズナラ、スギの順で吸湿量が多く、スギ、ミズナラではベイツガ、キリの約2倍の吸湿量の経過を示した。

初期の吸湿量が多いことは室内の内装材として使用した時に、水分の調節機能として大きな働きをするということであり、キリはこの分野での使用には適していないことになる。

次にその後4000時間までの吸湿経過を図-8に示したが、その経過を比較すると大きく2つに分けられる。1つはキリ、ポプラ、スギのように20×30×60mmのブロック試験片ではほぼ2000時間で恒量(極限)に達し、その後の吸湿増加はほとんどない。これに対し、ブナ、ラワンでは4000

図-7 樹種別初期吸湿経過



時間を経過してもまだ吸湿は続いており、恒量に達する時間はまだ先のことである。なお、ベイツガについては4500時間程度で恒量に達しそうである。このことは気乾比重と大きな関係があり、供試した各樹種の気乾比重を表-7に示した。それによると一般的には気乾比重が大きければ最大吸湿量も大きい傾向にあるが、スギについては比重が小さい割に最大吸湿量が大きな結果であった。

表-7 樹種別気乾比重

樹種	気乾比重
キリ	0.26
スギ	0.29
ポプラ	0.36
ベイツガ	0.42
ラワン	0.45
ミズナラ	0.62

図-8 樹種別吸湿経過

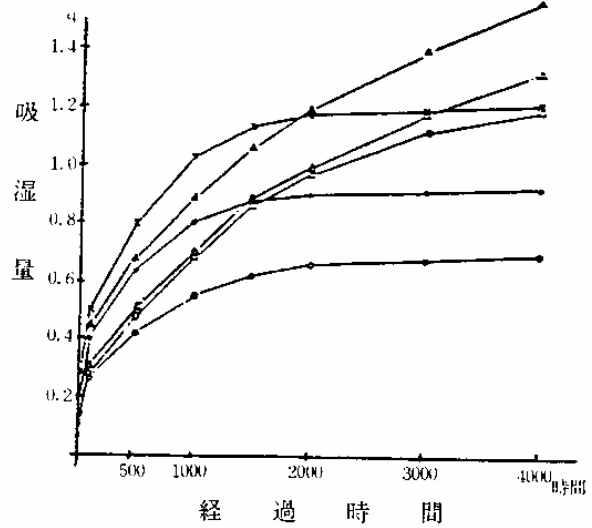
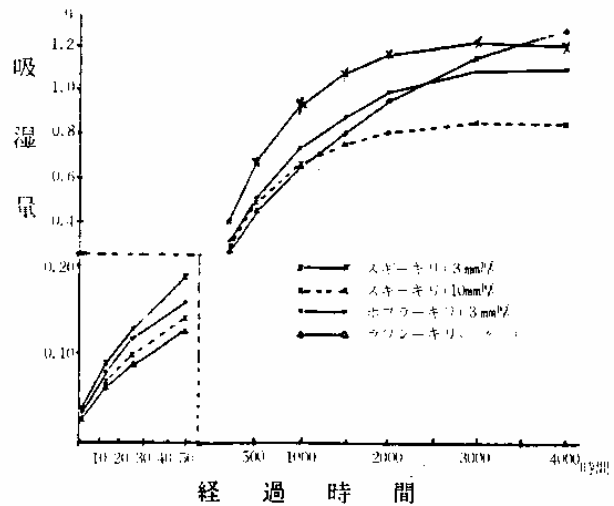


図-9 キリ板接着試験片の吸湿経過



(2) キリ板接着による吸湿経過

スギ辺材へのキリ板接着による吸湿経過を図-9に示した。

キリ板接着試験片の吸湿経過もスギ及びキリ材試験片と同様に約2500時間で恒量(極限)に達した。各試験片の初期吸湿経過を72時間後における吸湿量によって比較してみた。スギ材の場合72時間後の吸湿水分量は 0.0082 g/cm^3 であり、キリ材は 0.0043 g/cm^3 である。これを基にスギーキリ接着試験片における含みうる水分量を計算値(理論値)的に求め、実際の測定値(実験値)と比較したのが表-8である。これによると実際の測定値は、いずれのキリ板接着試験片でも計算値より少ない値であり、このことはキリ板を表面にはることにより初期の水分吸湿はある程度抑制されることを示している。特にキリ板の厚さを6mm以上になれば20mm板の場合、相当の効果を期待できそうである。

表-8 吸湿量の比較

試験片	72時間経過後			4000時間経過後		
	理論値(A)	実験値(B)	B/A	理論値(A)	実験値(B)	B/A
スギ(辺材)	- g	0.2948 g	- %	- g	1.2156 g	- %
スギーキリ(3mm厚)	0.2741	0.2358	86	1.1380	1.2122	107
スギーキリ(6mm厚)	0.2530	0.1949	77	1.0592	1.0156	96
スギーキリ(10mm厚)	0.2251	0.1736	77	0.9533	0.8485	89
キリ	-	0.1553	-	-	0.6910	-

同様の方法で恒量に達した4000時間における吸湿量についても比較した。この場合にはほぼ理

論値どおりの吸湿量であった。

IV おわりに

キリ中、小径材の利用拡大をはかるため、その基礎となる材質特性を検討し、乾燥性、加工性の良さを把握することができた。今後、益々これらキリ材の利用をはかるためには、今までの家具、楽器用材から、建築用材としての利用を考えていくことが大切であろう。その場合キリ材の材質的特徴を考慮すれば、内装材特に納戸や押し入れ等、収納的な機能を持った部屋への利用を考えるのが有効ではないかと思われる。

なお、まだ未解決となっている乾燥による変色の防止については、その発色機構の解明もさることながら、人工乾燥にあたっては蒸煮・減圧乾燥が効果的という報告もあり、今後検討していきたい¹²⁾と思っている。

V 参考文献

- 1) 平田勉：琴の伝統的生産技術について、木材工業38巻10号（1983）
- 2) 林野庁：昭和58年特用林産物需給表
- 3) 農商務省山林局編：木材ノ工芸的利用（1982復刻）
- 4) 牧野・小林：キリ材の「アク抜き」に関する一考察、広島県立工試研報No 5（1976）
- 5) 全 上：キリ材の「アク抜き」方法について（第2報）、広島県立工試研報No 6（1977）
- 6) 北村博嗣：桐材の研究（第1報）、湿氣的性質について、新潟農専学術報告（1951）
- 7) 全 上：キリ材の吸湿性について、宇大農演習林報告
- 8) 寺沢真：木材乾燥スケジュール簡易決定法、木材工業20巻5号（1965）
- 9) 寺沢・筒本：木材の人工乾燥、日本木材加工技術協会、（1976）
- 10) 宗形・中島：国産材の多用途利用開発に関する総合研究（広葉樹小径材の材質）、福島県林試研報No 17（1985）
- 11) 藤原・中島：突板の色と色変化、木材工業40巻3号（1985）
- 12) 須佐博典：減圧乾燥による桐材の人工アク抜き乾燥、（未発表）