

2. 満久崇磨 : 木材の乾燥
3. 松本文三 : 木材乾燥法
4. 鹿大農学部造林学研究室 : 鹿児島県産樹木目録
5. 東大農学部林産学教室編 : 木材理学及加工実験書

10. 柞材の気象条件下における ヒステリシス現象について(夏季の部)

研究員 松田 健一

概 要

従来の木材に対する既成概念に依つて製作された木工製品が余りにも普及しマンネリ化をきたしている現在、国内市場の販路及び輸出品としての伸びは期待できない段階に至っているのが現状である。

このマンネリ化を打破し、木工業界の再建を図るには外材の利用、新建材の活用と併用して未開発地方の木材を利用することが重要であり、これを活用することによつて今後輸出木工品の振興に大きく寄与することは疑いなき事実である。

特に南九州特産と称される樹木には、海外進出を図るに特色のある色調の樹肌や柵をもつものが多く輸出を対象とした木工品として発展する余地が考えられる。

但し、これらの樹木には、暖帯性特有の特異的材質があつて、狂いそして塗装加工のむずかしさ等が列挙され輸出のフレームを生じる事があるので樹木の最大利用のために、まだ究明されていない材質面を基礎的観点から即ち、物理的、機械的性質から更に応用面の乾燥、接着、加工法の二点から研明解明してゆき、品質向上への一つの指針とするために、立地条件の差によつて生じる欠点を生産工程の前工程に於て除去し、外周条件に影響される事のない木製品の生産をあげることを期待するものである。

尚、本研究にあたり試材の提供戴きました九州パーケットKKに深く謝意を表します。

研究の対象

イスノキ

Distylium racemosum Sie et
Zucc Hamamelidaceae (マンサク科)

概 略

1. 名 称 イスノキ、ヒヨソノキ
2. 分 布

日本特産で本州(暖地)、四国、九州、琉球に自生し、とくに鹿児島県に多く、その蓄積は約450万^mと称される。

と称される。

3. 材 質

重硬で有用な散孔材で基礎組織である木繊維の膜はとくに厚く、この材を殊に重硬にしている。即ち気乾比重は0.9、絶乾比重0.87内外で、日本産材中最も重い材に属する。

含水率1%減少に伴う平均収縮率は板目方向に0.43%、柀目方向に0.23%内外と比重に比例して大きい。又、繊維に直角方向の熱伝導度は0.166 Kcal/m²·hr·°C 誘電率(IMC)は気乾時で6.7、絶乾時で2.0・・・

着火点	300°C
発火点	437°C
曲ザヤング係数	14.0 × 10 ⁴ kg/cm ²
衝撃曲ザヤング吸収エネルギー	1.6 kg-m/cm ²
ブルネル硬さ	木口面 7.0 kg/mm ²
	柀目面 2.8 "
	板目面 3.0 "

強さの点でも国産材中もつとも強い材の部に属する。耐朽、保存性は高いが重硬だけに切削加工は困難であり、割裂しがたく乾燥も極めて困難である。

4. 用 途

現在のところ、材は建築(床板、縁板、柱、床柱)、器具(柄、盆、桶、樽、ブラシ木地、ソロバン枠及びソロバン珠、茶托、ステツキ、寄木細工)、楽器(三味線の棹、琵琶の撥)などがある。

参 考 文 献

木材工業ハンドブック
木 材 工 学
木 材 工 業
木材工業便覧
応力の測定
木材の乾燥

研究課題

イスノキの気象条件下に於けるヒステリシス現象について

1. 目 的

南九州特産樹の材質究明を応用面を主体とした点から検討し、イスノキの外周条件による変化及びそれに伴う伸縮と内部応力が乾燥、異樹種間接着、組立加工等に及ぼす影響に就いて研究する。

2. 項 目

- (1) イスノキの仕上り含水率別に依る材質の変化(伸縮)
- (2) イスノキの仕上り含水率別に依る狂い(反り)量について
- (3) (1)と(2)に伴つて生じる内部応力について

3. 試験法

- (1) イスノキの仕上り含水率別による材質の変化
(イスノキの収縮, 膨脹(巾, 厚, 長の3方向)について)

- i 材の仕上り含水率別による変動性について
- ii 材を放置して安定状態を保つに至る日数経過とその変動量
- iii 上記試験後恒温器内にて50℃にて処置した場合の変動量について

(2) 試験材含水率区分

イスノキ(比重 0.91)

- i 仕上り含水率材 5~8% 25ヶ
- ii " 8~10% 25ヶ
- iii 生材 10%以上 25ヶ
- IV 生板(柾目取り) 10%以上 15ヶ

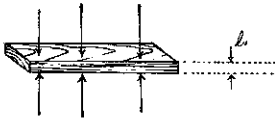
(註) i, ii, iiiは板目取

(3) 寸法

(0.8 × 2.4 × 1.20) cm

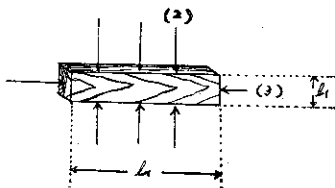
(4) 測定法

i 材厚面の測定



ii 材巾面の測定

iii 材長面の測定



$$\text{収縮(膨脹)率} = \frac{\text{基線長} - \text{測定長}}{\text{半径切線方向基線長}} \times 100$$

$$= \frac{l_1 - l_2}{l_1} \times 100$$

- (註) i, iiはマイクロメーターで $\frac{1}{100}$ mm精度
- iiiはノギス $\frac{1}{20}$ mm精度

(5) 測定場所及び期間

i 場所

室内……外気との接触を遮断した部屋

平均温度29.5℃, 平均湿度75.1%

ii 期間

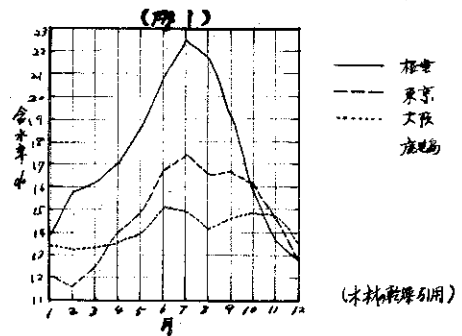
7月1日~10月31日

室内放置 77日間

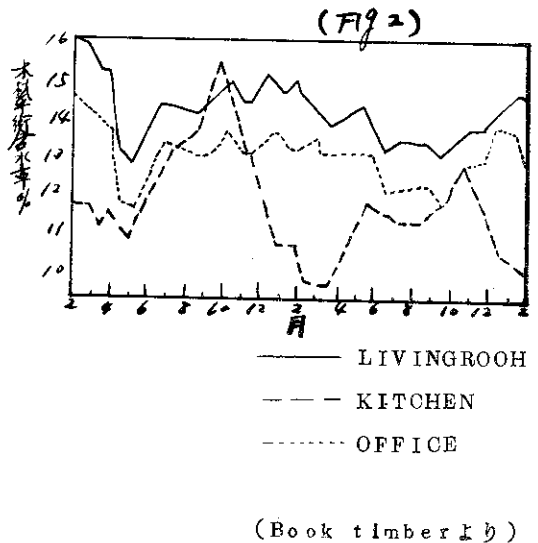
恒温器内 5時間(50℃)

測定日 2, 4, 8, 10, 12, 14, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 78日
累積

4. 我が国主要都市における気乾含水率の年間変化



5. 環境と含水率との関係



(Book timberより)

研究課題

(1) 仕上り含水率別材の収縮, 膨張

5 ~ 7 % 乾燥仕上げ材

Table 1

species	kind	indoor															
		shrinkage or swelling (-)(+) %															
		2	3	8	10	12	14	20	25	30	35	40	45	50	55	60	78
ISUNOKI	radial	0.108	0.108	0.123	0.123	0.122	0.130	0.076	0.024	0.044	0.096	0.085	-0.007	-0.024	-0.024	-0.024	-0.580
	tangent	0.301	0.245	0.252	0.244	0.342	0.420	0.412	0.264	0.359	0.455	0.405	0.301	0.291	0.291	0.305	-0.364
	length	0.091	0.071	0.117	0.122	0.116	0.115	0.101	0.105	0.103	0.111	0.103	0.097	0.097	0.097	0.097	0.089

8 ~ 10 % 乾燥仕上げ材

Table 2

species	kind	indoor															
		shrinkage or swelling															
		2	4	8	10	12	14	20	25	30	35	40	45	50	55	60	78
ISUNOKI	radial	0.116	0.149		0.083	0.098	0.094	0.063	0.063	0.059	0.141	0.069	-0.012	-0.039	-0.039	-0.063	-0.956
	tangent	0.149	0.209		0.195	0.278	0.076	0.471	0.424	0.299	0.446	0.398	0.288	0.308	0.303	0.354	-1.066
	length	0.002	-0.026		0.029	0.016	0.027	0.027	0.003	0.013	0.016	0.014	-0.014	-0.008	-0.029	-0.025	-0.010

10 % 以上含水率材

Table 3

species	kind	indoor															
		shrinkage or swelling															
		2	4	8	100	12	14	20	25	30	35	40	45	50	55	60	78
ISUNOKI	radial	-1.627	-2.269		-2.900	-3.950	-3.066	-3.051	-3.561	-2.549	-3.213	-3.318	-3.551	-3.597	-3.558	-3.762	-4.885
	tangent	-2.615	-3.133		-4.052	-4.186	-3.979	-4.217	-4.709	-4.435	-4.067	-4.366	-4.459	-4.595	-4.982	-4.427	-5.942
	length	-0.074	-0.095		-0.105	-0.099	-0.093	-0.108	-0.111	-0.104	-0.105	-0.096	-0.128	-0.125	-0.120	-0.125	-0.155

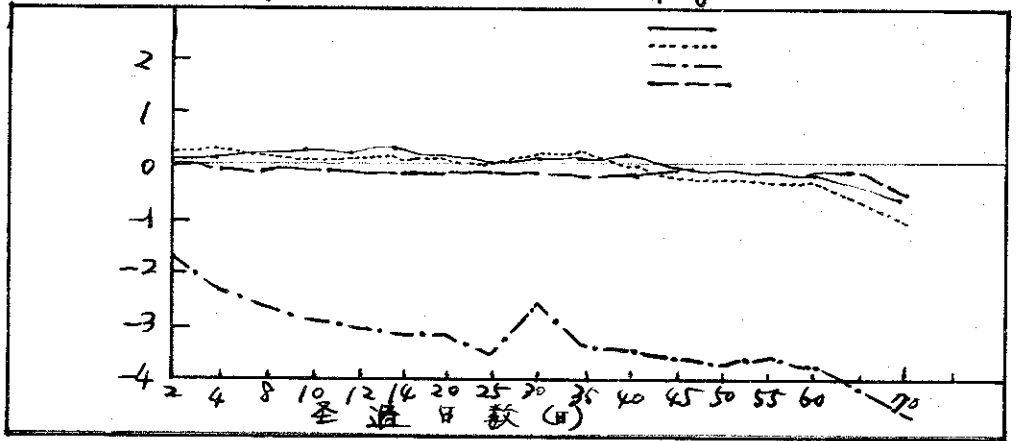
10 % 以上含水率材 (柁目板)

Table 4

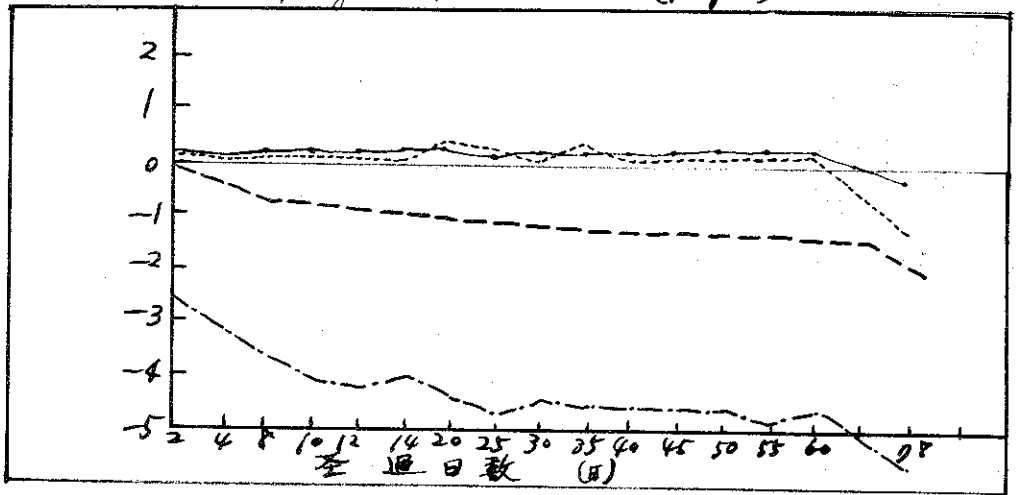
species	kind	indoor							
		shrinkage or swelling							
		7	14	24	34	44	54	64	74
ISUNOKI	radial	-0.311	-0.257	-0.288	-0.281	-0.268	-0.268	-0.295	-0.835
	tangent	-0.572	-0.865	-0.957	-1.008	-1.025	-1.066	-1.127	-1.948
	length	-0.024	-0.021	-0.009	-0.021	-0.050	-0.041	-0.040	-0.055



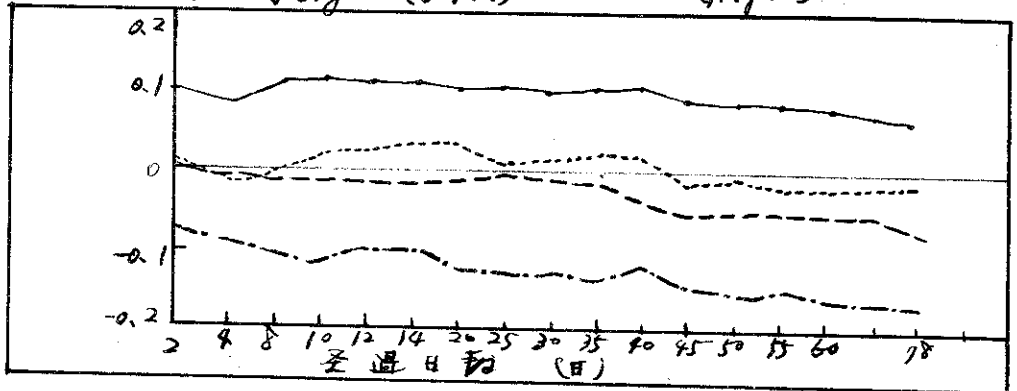
(1) Radial (厚方向) (Fig 3)



(2) Tangent (巾方向) (Fig 4)



(3) Length (長方向) (Fig 5)



(2) 仕上含水率別材による含水率の変化及び材質の変量

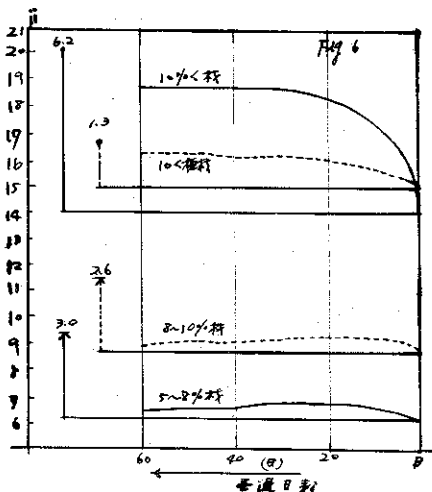
i 含水率の変化

Table 5

species	piece rate date	indoor								
		moisture content								
		date								
		kind	beginning	10	20	30	40	50	60	77
ISUNOKI	5 ~ 8	6.3	7.5	7.8	9.6	9.4	9.2	9.3	9.4	6.1
	8 ~ 10	8.7	8.7	8.8	9.8	10.8	10.7	11.3	10.4	5.6
	10% <	2.0	15.1	15.2	14.8	14.2	13.5	13.8	14.0	6.3
	10% (tan)	16.5	15.6	15.3	15.1	13.2	14.1	15.2	14.9	9.0

- (註) ① 含水率の測定は水分検知器に依る。
 ② 絶乾法と計器による含水率偏差は10%前後で0.3~0.8%という僅少の差しか認められないので今回は計器測定とした。

ii 含水率の変化と伸縮率について
(巾方向)



ii 試験材寸法



iii 比重

3. 測定法

放置期間中に於ける狂いの示し方は平滑な盤上に試験材をのせて一端を固定し、自由な他端にうき上る量を時日の経過に従つて測定する。

測定単位 mm

測定器 1, Dial gauge 1/100 mm

2, Iron stand

(2) イスノキの仕上含水率別による
反り量について

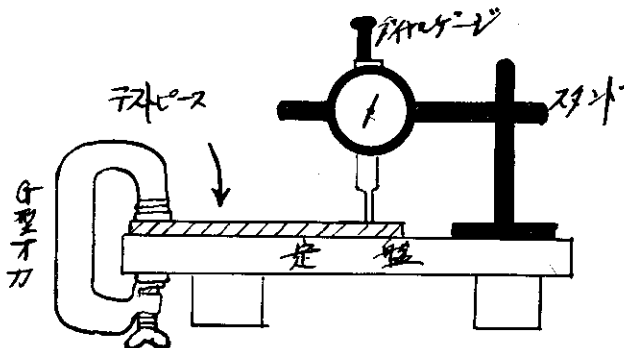
1. 狂いの測定

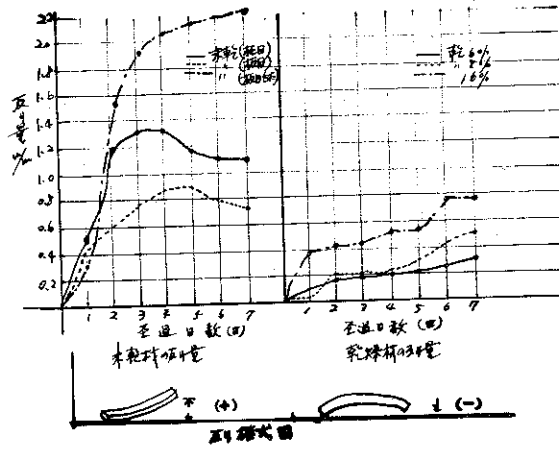
(イスノキの含水率の相違によつて生じる狂い(反り)量について室内に放置した場合)

2. 測定項目

i 試験材区分

- A 5 ~ 8 %材 5本
- B 10 ~ 15 %材 5本
- C 10 ~ 15 %材 5本
- D 生 材 5本





II 測定記録 単位 ㎜

kind		rate		date						
				1	2	3	4	5	6	7
Wet wood 47%	I	1	+0.05	+0.06	+0.14	+0.17	+0.34	+0.36	+0.40	
		2	+0.51	+0.05	+0.56	+0.58	+0.59	+0.59	+0.58	
		3	+0.95	+2.95	+3.26	+2.13	+2.20	+0.97	+1.05	
		M	+0.50	+1.19	+1.32	+0.96	+1.04	+0.64	+0.68	
Wet wood 46%	II	1	+0.08	+0.14	+0.23	+0.06	-0.11	-0.17	-0.06	
		2	+0.73	+1.10	+1.51	+1.84	+1.94	+1.95	+1.47	
		3	+0.32	+0.54	+0.54	+0.52	+0.59	+0.54	+0.69	
		M	+0.38	+0.59	+0.76	+0.81	+0.81	+0.74	+0.76	
Wet wood (white) 44%	III	1	+0.09	+1.27	+1.55	+2.01	+1.95	+2.05	+2.16	
		2	+0.039	+2.22	+2.06	+1.58	+1.56	+1.73	+1.81	
		3	+0.33	+1.10	+2.04	+2.59	+2.92	+2.92	+2.92	
		M	+0.27	+1.53	+1.88	+2.06	+2.14	+2.23	+2.20	
Dry wood (16%)	IV	1	+0.74	+0.20	+0.43	+0.44	+0.58	+0.75	+0.53	
		2	+0.04	-0.18	-0.24	-0.25	-0.25	-0.25	-0.28	
		3	+0.36	-0.36	-0.33	-0.17	+0.18	+0.27	+0.11	
		M	+0.38	-0.11	-0.13	+0.02	+0.51	+0.77	+0.36	
Dry wood (8%)	V	1	+0.08	+0.20	+0.20	+0.21	+0.20	+0.20	+0.24	
		2	+0.03	+0.24	+0.24	+0.27	+0.61	+0.98	+1.06	
		3	0.00	+0.16	+0.17	+0.14	+0.15	+0.13	+0.20	
		M	+0.03	+0.20	+0.20	+0.21	+0.32	+0.44	+0.50	
Dry wood (6%)	VI	1	+0.10	+0.21	+0.17	+0.17	+0.20	+0.22	+0.29	
		2	+0.09	+0.12	+0.27	+0.25	+0.61	+0.35	+0.49	
		3	+0.04	+0.14	+0.14	+0.14	+0.15	+0.17	+0.17	
		M	+0.08	+0.16	+0.19	+0.18	+0.32	+0.25	+0.32	

考 察

木材の物理的な性質は微妙なもので外気即ち温度、湿度の影響を敏感に感受し、さまざまな材質的な変化を生じる。故に木材の乾燥と気象条件との関連は密接な関係にあり、その共存しうるポイントというか、一致する点を知り適正な処置をする事が望ましい。

今回はタブノキの夏冬2シーズンにわたる保存場所即ち気象条件下に於ける材質の変動につき究明報告したが引き続きイスノキの夏季の仕上含水率別乾燥材の物理的(収縮, 膨脹)の変化について試験考察を加えた。

その研究成果をここにとりまとめて報告する。

i 仕上り含水率別材を室内に一定期間放置した場合の含水率の変動に関する考察

仕上り含水率材の放湿, 吸湿に関する研究としてヒステリシス現象があげられる。即ち, 大気の関係湿度を下げると木材は乾燥するが再び関係湿度(RH)をあげると吸湿し, 吸湿過程よりも低含水率で平衡する。

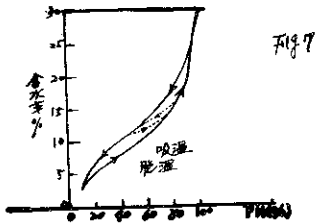


Table 5からイスノキの含水率の変動を観察すると乾燥仕上げ材(5~8%)は外的な条件……大気の影響をうけて, 乾燥仕上げ后放置しておくとき吸湿作用を呈し不安定な状態で増量してくるが40日目を境として平衡状態を保つに至る。その間の含水率の差は3%の履歴現象を呈している。

乾燥材(8~10)材

この材も吸湿作用が働いてやはり40日目ごろで2%の減少をしたのち安定してきている。

未乾材(10%以上)

この材は上記乾燥処置材とは逆に脱湿作用の現象がみられ, 同様に40日目付近から脱湿の作用が低下して落ち着いてきて14%前後の含水率を保つに至るが, その変動差は6%の高差に達している。

未乾材(10%以上板)

脱湿は平衡含水率と思われる点まで脱湿作用を行い, 大体未乾材(10%以上)と同じ様な傾向を示している。

更に含水率と材の伸縮の関係をみるとFig. 6に示されている様に生材が脱湿作用を生じる際の材質の変動

には著しいものがあり, 反して乾燥材はこの変化が少く, しかも安定していることを判定しうる。

この様に木材を人為的に一定の予定含水率以下に乾燥したのち吸湿曲線に沿って所要の含水率まで戻しておくことは以後の外周のRHの変化に対して含水率の変動が少く, それゆえに木材の伸縮も少く寸度に安定性を与えることになることを再確認した。

ii イスノキの伸縮率の実測値と実験値の比較に関する考察

人工乾燥の工程を得てきた実用に供する場合とJIS規格に基づいて測定された場合の収縮膨脹については下記の通りである。

(i) 実験値によるイスの伸縮率(含水率1%につき)

桁目方向	板目方向	繊維方向
%	%	%
0.212	0.378	0.018

Table 6

(ii) 実測値によるイスノキの伸縮率

Table 7

種類	測定方向	60日目の伸縮率±	60日目の含水率差%	含水率1%についての伸縮率%
5~8%材	桁目方向 a	-0.024	+3.0	0.007
	板目方向 b	0.305		0.098
	繊維方向 c	0.097		0.031
8~10%材	a	-0.063	+2.6	0.037
	b	0.304		0.178
	c	-0.003		0.001
10%材	a	-3.762	-6.2	0.627
	b	-4.427		0.738
	c	-0.125		0.028
10%材(柱)	a	-0.275	-1.3	0.172
	b	-1.125		0.704
	c	-0.040		0.025

iii 乾燥仕上げ別による伸縮の差に関する考察

乾燥材, 未乾材の収縮, 膨脹の変動はFig. 3~6からいずれを問わず室内に放置してから40日までは不安定な状態で変化現象をきたしているが45日前後を限度として比較的安定を示す傾向がみられる。が, これはタブノキとくらべると, この時期になるまでに20数日の日数を要している。

しかし, 材質の変量度は異り乾燥材の最終仕上げ5

～8%工程のものと、8～10%工程のものとは、
本県の気象条件下ではさほどの相違はみられなかつた。が

気乾及び繊維飽和点付近の含水材(天乾材、乾燥不足)は材質の変動がみられ、とくに shrinkage が生じその差が著しくて実用に供することは出来ない。

これらの関係から、本県の木材の含水率の調整は変動の僅少と云える8～10%付近の工程のものが効果的であると推察しうる。

IV 環境と含水率との関係

今後、木材の加工材は殆んど大部分が冷暖房設備のある室内で使用されることが想定される。が、この室内の調節温度は16℃～18℃、調節湿度は60～65%で維持されるとなると木材の平衡含水率は10～12%となる。Fig 3の英国の実験例をみても livingroom, kitchen, office は月間の差はあるが平均値は前記に近い値を示している、室内がこの平衡含水率を保持するものとみなして、そこで使用する場合は材の伸縮率を最小限に抑制するには8～10%の含水率仕上りが妥当であろう。

V 70日室内に放置した材を50℃にて10時間処理した場合の考察

外周の条件に於ては含水率、材質ともども左右されなくなり、恒率を保つ様になつたら、50℃の高温中にて処理してその変化を観察する。

温度上昇に対する材質、含水率の変動は乾燥工程の高い材は安定しており、生材ほど不安定ではげしい収縮をみせている様である。

(2) イスノキの仕上含水率別による反り量についての考察

未乾燥のイスノキの反り量は時間の経過に従い、その量を増加し Fig 7 に示される様に板目材が大きく、次いで柾目材が著しい変動を示している。それに対して16%前後、即ち天乾によつて平衡含水率に近い材を含め低含水率ままで乾燥された材の変動は比較的安定しており(1)の伸縮の試験と同様の結果を生じていることを認めうることだろう。

成 果

木材は異方向性繊維物質である為に狂い易い伸縮し易い性質を有しているが、これは人工乾燥を施す事によつて是正除去することができる。

この人工乾燥によつて木材ははじめて安定した工業材料となりうるのであり乾燥の適否が木製品、木質材料の品質を決定する重要なファクターとなることは衆知の通りである。

この試験の結果、仕上り含水率は木材の材質的变化を最小限に抑制し、又経済的な効果を期待する為にも使用場所に於ける立地条件、とくに気象条件について十分把握しておくことが望ましいし、本県にては乾燥材は6～7%までおこし、コンディショニングによつて8～10%まで吸湿させて調湿しておくことが、もつとも木材の伸縮を最小限に制しうることを確認した。