

旅		費	438,000
職	員	当	4,433,186
報	償	費	2,970
賃		金	147,980
消	耗	品	306,000
燃	料	費	389,980
食	糧	費	39,716
印	刷	製	本
		費	232,000
光	熱	水	量
			841,739
通	信	運	搬
			費
手		数	料
			9,000
借	料	及	損
			料
委		託	料
			費
修		繕	費
			287,974
工	事	請	負
			費
備		品	費
			3,332,489
原	材	料	費
			929,984
賠	償	及	償
			還
			金
			10,720
		計	20,550,389

7, 試験研究事項

(1) 乾燥材の気象条件によるヒステリシス現象について

その1 冬季に於ける変化

担当 研究員 松田 健一

一 目 的

ある工場において広葉樹材を人工乾燥に附し、所定の含水率まで仕上げこれを一定寸法のモザイクパーケットピース (8×24×120)mm に切削、組合ブロック加工してから、ある期間、倉庫に貯蔵放置しておく、当初は、所定の整形治具用の鉄枠の内に納っていたものが、実際床面に施工という段になつて膨脹をおこし、工事に支障をきたすという現象が生じている。

そこで、適正なる乾燥処理を決定する要因として木材を各含水率別に乾燥して先ず冬季における気象のもとに、放置して、その含水率の移動と併せて材質の伸縮についてテストし、パーケット、フローリングとして立地条件になつた含水率仕上という一応の指針を得るべく、ヒ

ステリシス現象について一定の気象条件下でなく、実際の温湿度条件下による変化について検討を加えた。

二 概 要

試験対象樹木として材質的に特異な性質を有し、加工および利用が困難を称されている広葉樹 *Machilus Tunbergii* Sie et zuc (タブ) を選別しこの材料を木研式含水率計にて測定し、次の様に各乾燥材仕上含水率別に区分した。(絶乾法と含水率検定器との測定誤差は別表1の通りで、その差が低含水率の範囲では小さいので、含水率検定器によるのを採用した。)

1 含水率区分

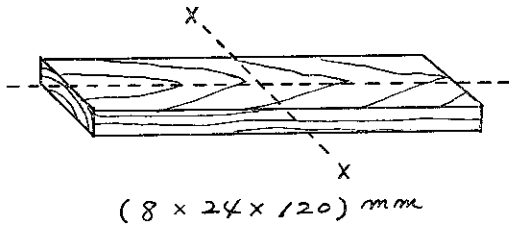
- a 5 ~ 7% (注) 四捨五入
- b 8 ~ 10%
- c 10%以上~20%以下

2 試験材

- a 紅 タ ブ 5 ~ 7%用 30ヶ
- 8 ~ 10% 30ヶ
- 10% < 20ヶ 計 80ヶ

白タブ 5~7% 30ヶ
 8~10% 30ヶ
 10% < 20ヶ 計 80ヶ
 合計 160ヶ

b 寸法



-----測定箇所

Table 1

種別 試番 測定別	紅 タ ブ 8~10%				白 タ ブ 8~10%			
	1	2	3	平均%	1	2	3	平均%
絶乾法	10,2	10,8	9,9	10,3	10,4	9,1	10,1	9,4
検 定 器	10,5	10,0	9,5	10,0	10,0	8,0	10,0	9,3

d 測定期間及場所

期 間 11月中旬~2月中旬
 場 所 a 外気との接触を保ちうる通風の良い
 廊下に45日
 平均温度 °c 湿度 %

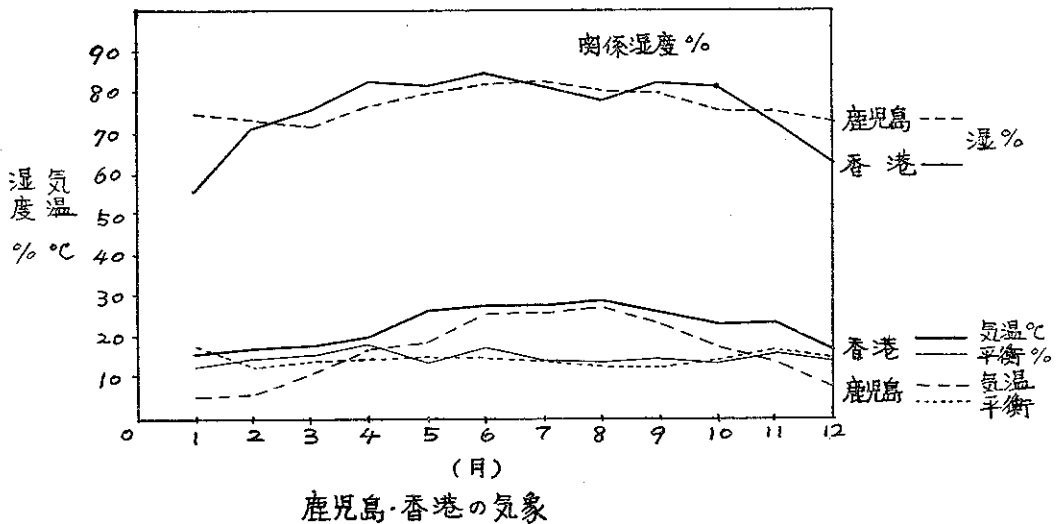
1~6日目毎日, 26日目, 42日目測定

b 暖房施設のある部屋に25日

平均温度 18°c
 平均湿度 68%
 18日, 22日目測定

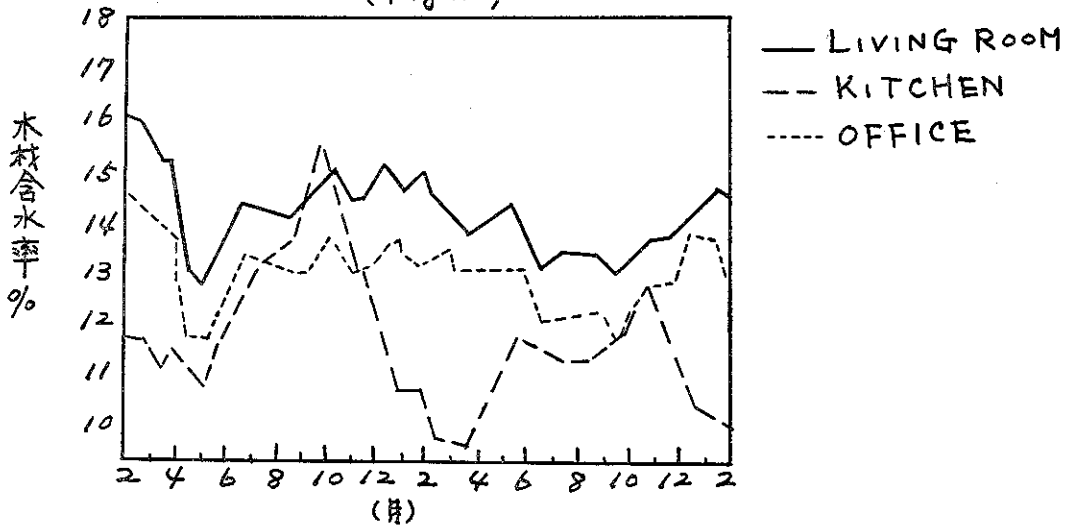
三 鹿児島、香港の気象と木材平衡含水率との関係

(Fig 1)



四 環境と含水率との関係

(Fig 11)

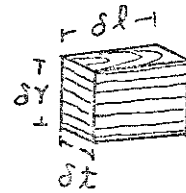


(Book timber ㊦)

※ 人工乾燥中に生ずるタブの質的变化について

Table 1'

含水率別	変量別	率 収 縮 %		
		δr (厚)	δt (巾)	δl (長)
生材より 16%までの収縮率		2,16	5,00	0,087
生材より 8%までの収縮率				



五 試験結果

i) 仕上(含水率)別材の収縮膨脹

a 紅タブ 5~7%

Table 2

number	place + - day	outdoor			indoor	
		shrinkage and swelling %			shrinkage and swelling %	
		6 day	26 day	42 day	60 (18) day	64 (22) day
1 ~ 5		+0,33	+0,50	+0,50	+0,15	+0,05
5 ~ 10		+0,27	+0,58	+0,60	+0,07	+0,01
10 ~ 15		-0,04	+0,50	+0,50	+0,07	-0,03
15 ~ 20		0,00	+0,25	+0,40	-0,06	-0,18
20 ~ 25		+0,25	+0,49	+0,58	-0,15	-0,03
25 ~ 30		-0,04	+0,33	+0,39	-0,09	-0,19
M %		+0,18	+0,43	+0,50	-0,00	-0,07

b 紅タブ 8 ~ 10%

Table 3

number	place + - day	outdoor			indoor	
		shrinkage and swelling (%)			shrinkage and swelling (%)	
		6 day	26 day	42 day	60 (18) day	64 (22) day
1 ~ 5		-0,08	+0,12	+0,27	-0,16	-0,27
5 ~ 10		+0,08	+0,25	+0,33	+0,01	-0,50
10 ~ 15		+0,08	+0,33	+0,46	+0,05	-0,03
15 ~ 20		+0,12	+0,49	+0,54	+0,08	-0,01
20 ~ 25		0,000	+0,33	+0,49	-0,07	-0,03
25 ~ 30		+0,14	+0,37	+0,41	-0,05	-0,04
M %		-0,04	+0,32	+0,36	-0,02	-0,15

c 紅タブ 10% <

Table 4

number	place + - day	outdoor			indoor	
		shrinkage and swelling (%)			shrinkage and swelling %	
		6 day	26 day	42 day	60 (18) day	64 (22) day
1 ~ 5		+0,08	+0,57	+0,57	-0,01	-0,13
5 ~ 10		-0,04	+0,04	+0,17	-0,36	-0,58
10 ~ 15		-0,04	-0,25	-0,12	-0,96	-0,91
15 ~ 20		+0,17	+0,17	-0,29	-	-
M %		-0,04	+0,13	+0,08	-0,44	-0,54

a' 白タブ 5 ~ 7%

Table 5

number	place + - day	outdoor			indoor	
		shrinkage and swelling			shrinkage and swelling	
		6 day	26 day	42 day	60 (18) day	64 (22) day
1 ~ 5		+0,14	+0,63	+0,74	+0,25	+0,16
5 ~ 10		+0,16	+0,62	+0,66	+0,16	-0,12
10 ~ 15		+0,20	+0,62	+0,54	+0,04	+0,08
15 ~ 20		-0,04	+0,45	+0,40	+0,08	-0,08
20 ~ 25		+0,30	+0,57	+0,62	+0,12	+0,12
25 ~ 30		+0,25	+0,54	+0,54	+0,00	+0,04
M %		-0,17	+0,57	+0,58	+0,13	+0,03

d' 白タブ 8 ~ 10%

Table 6

number	place + - day	outdoor			indoor	
		shrinkage and swelling			shrinkage and swelling	
		6 day	26 day	42 day	60 (18) day	64 (22) day
1 ~ 5		+0,12	+0,12	+0,41	-0,29	-0,33
5 ~ 10		+0,21	+0,25	+0,29	-0,37	-0,41
10 ~ 15		+0,46	+0,58	+0,50	-0,04	-0,04
15 ~ 20		+0,58	+0,46	+0,54	-0,33	-0,25
20 ~ 25		+0,49	+0,49	+0,49	-0,16	-0,16
25 ~ 30		+0,37	+0,37	+0,54	-0,16	-0,16
M %		+0,37	+0,38	+0,46	-0,23	-0,23

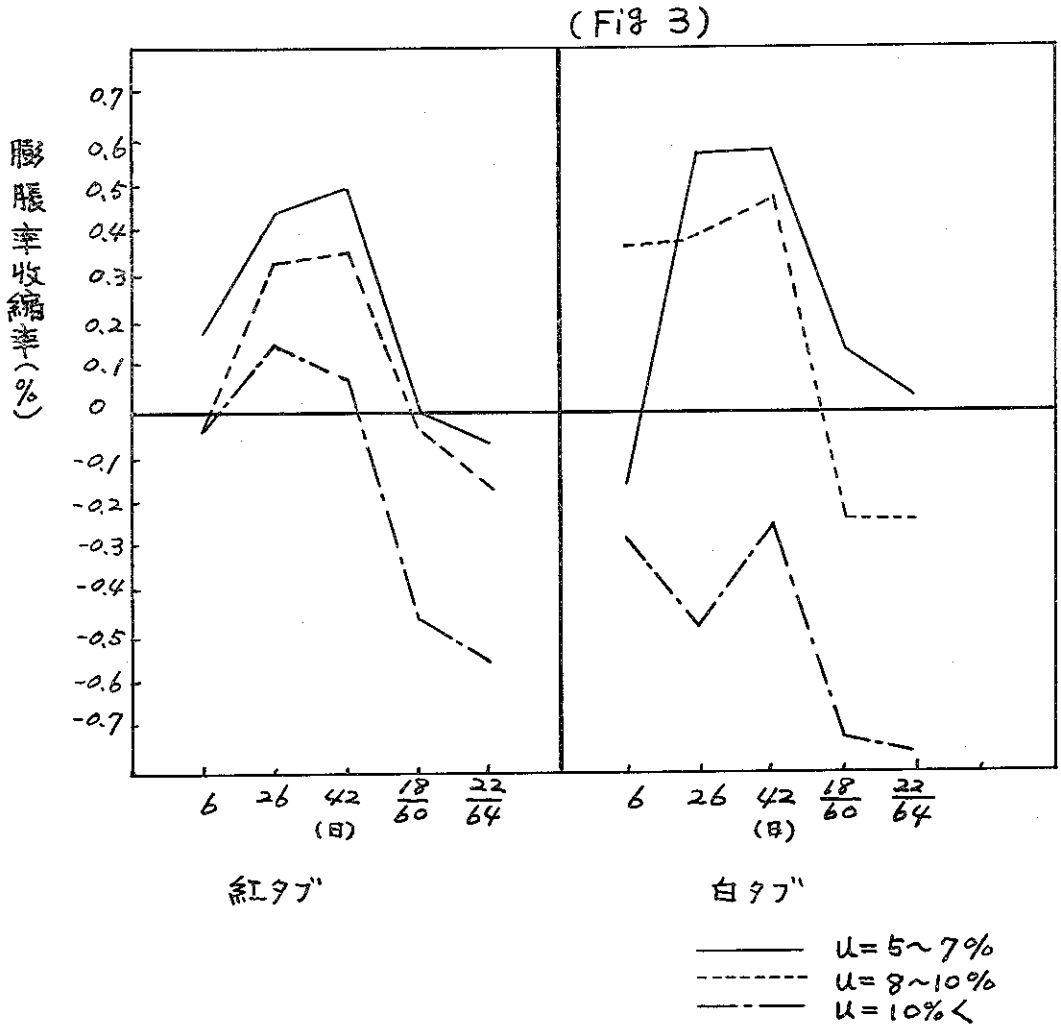
c' 白タブ 10% <

Table 7

number	place + - day	outdoor			indoor	
		shrinkage and swelling			shrinkage and swelling	
		6 day	26 day	42 day	60 (18) day	64 (22) day
1 - 5		-0,16	-0,33	-0,08	-0,79	-0,87
5 ~ 10		-0,67	-0,29	-0,08	-0,41	-0,58
10 ~ 15		-0,08	-0,29	-0,16	-0,79	-0,92
15 - 20		-0,25	-1,00	-0,71	-0,87	-0,62
M %		-0,27	-0,48	-0,26	-0,71	-0,75

(注) shrinkage -
swelling +

ii) タブの含水率別収縮・膨脹比較対照表



iii) (Fig iii) に示した percentage を実際パークットピースの寸法に換算して、その収縮、膨脹の量をみると次の様な結果となる。

(Table 8)

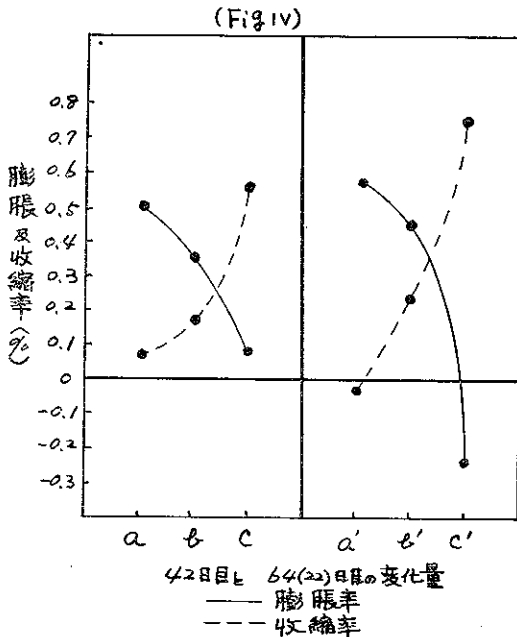
含水率別乾燥材	常態放置条件下	暖房室放置条件下
a 乾燥材で巾 2,4 cm に対して	+0,012cm	-0,002cm
b " "	+0,009cm	-0,004cm
c " "	+0,002cm	-0,013cm
a' 乾燥材で巾 2,4 cm に対して	+0,014cm	+0,001cm
d' " "	+0,011cm	-0,006cm
e' " "	-0,006cm	-0,018cm

六 考 察

木材の物理的な性質は微妙なもので、外気即ち、気温、湿度の影響を敏感に感受し、様々な材質的变化を生じる。

ゆえに、木材の乾燥と気象条件との関連は、密接な相関関係にあり、その共存しうるポイントというか、一致する点を知り、適正な処置を理解する事が望しい。

木材の乾燥状態に依る伸縮に Histvisis と云われる現象が生じることは衆知の通りであるが、さてこれを実地にて使用した場合いかなる変化をみせるか検討した結果は、下記の通りであった。



1, 木材の乾燥仕上別の伸縮の差

(Fig. III) 示される様に紅白タブ二種類、いずれも乾燥が過度になると swelling (膨脹量) が著しく 0.5~0.6% を示している。又乾燥不足と申すか、気乾含水率程度の仕上材は shrinkage (収縮量) が 0.5~0.7% の値を得て、常態、暖房条件における状態にあつても、その変化が顕著である。

それに比して、8~10% 程度の乾燥材は伸縮量の変動の差が小さく、本県とそれに類似した気象条件をもつ地方においては、この試験値は採用出来るであろう。

2, 環境と含水率との関係

パーケット・フローリングを施工する箇所は殆んど部分が、冷暖房設備ある室内と想定できるが、この室内は調節温度 16~18°C、関係湿度 60~65% で維持されるとなると、木材の平衡含水率 (Efc) は 10~12% となる。(Fig. II) の英国の実験をみても、Livingroom, Kitchen, office に月間の差はあるが平均は、上に近い値を示している。室内がこの Efc を保持するものとみなして、そこに施工する場合、材料の伸縮率を最小限に抑制するには、8~10% の乾燥材が妥当と思われる。

3, 実際の伸縮量に換算した場合

工場においてパーケット・フローリングを 48cm² (5枚1組の16枚) のブロック加工仕上した製品を施工する場合 4mm 程の swelling をみると云っているが 5~7% 乾燥材の実験数値を換算してみると Table 8 から

紅タブで 24cmにつき 1,2mm 48cmにつき 2,4mm

白タブで " 1,4 " " 2,8 "

の膨脹となっている。

実際、施工する時には、接着剤による、その他の要因による間隙を考慮した場合、材料の巾方向の膨脹を 2,4~2,8mm として 4mm 近くの誤差が出来るのは当然であろう。

成 果

木材の伸縮を抑制して、木材の合理的利用を進展させるべく根幹的な要素は木材の人工乾燥に帰因すると申しても過言ではないだろう。

上記の結果から、

木材の乾燥に際して、一定予定の含水率以下に乾燥した後吸湿曲線に沿つて予定の含水率までもどしておく事は以後の外周の関係湿度の変化に対して、含水率の変動が少く、それだけ木材の伸縮少く、寸度に安定性を与えることになる。

従つて本県に乾燥する場合は 6~7% まで乾燥して、コンデショニングでも 8~10% までもどしておくことが大切であり、このことを念頭におきスケジュールを作成することである。

その2 : 夏季における変化

一 試験法

試験対象樹木は、その1と同様で、*Machilus Tunbergii* Sie et Zuc (タブ) を用い測定法も同じである。

1. 試験材含水率区分

- i 仕上り含水率材 5~7%
- ii " 8~10%
- iii " 10%以上

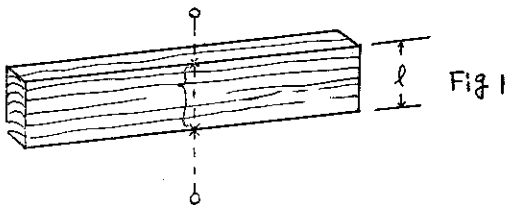
(註) 小数点以下1位で四捨五入

2. 試験材

- i ベニタブ
 - a 5~7%用材
室内用 20ヶ 室外用 20ヶ
 - b 8~10%用材
" " " "
 - c 10%以上用材
" " " "
- ii シロタブ
 - a' 5~7%用材
室内用 20 室外用 20
 - d' 8~10%用材
" " " "
 - c' 10%以上用材
" " " "

iii 寸法及測定箇所

モザイク、パークツトピースを供試材とし測定はピースに対して巾方向を採用した。(これは、年輪に対して半径方向を示す)



x---x 測定箇所
(8×24×20)mm

3. 測定法

$$\begin{aligned} \text{収縮率(膨脹)} &= \frac{\text{(cm) 基線長} - \text{(cm) 測定長}}{\text{(cm) 半径方向基線長}} \times 100 \\ &= \frac{l_1 - l_n}{l_1} \times 100 \end{aligned}$$

4. 測定場所及期間

i 場所

室外 外気との接触を保つことの出来る通風のよい廊下

平均温度 29.5°C

平均湿度 75.1%

室内 外気との接触を遮断した部屋

平均温度 29.8°C

平均湿度 78%

ii 期間

6月25日~8月31日

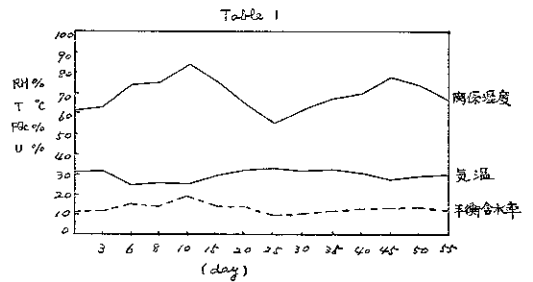
室外放置 40日 引続き室内に転換15日間

室内放置 40日 " 室外 " 15日間

測定日 3日 6日 8日 10日 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55日

(註) 測定収縮率は、材長のセンチメートルに対する割合である。

5. 試験期間中の鹿児島島の気象



6. 試験結果

1) 仕上含水率別乾燥材の含水率の変化

Table I

species	moisture content %	outdoor			indoor		
		Biginug	15 day	40 day	bigiping	15 day	40 day
ベニタブ	5 ~ 7	7.2	7.6	8.9	7.1	7.9	9.4
	8 ~ 10	8.6	8.8	10.2	7.9	8.6	9.1
	10 ~	12.1	10.9	11.9	11.1	10.9	11.0
シロタブ	5 ~ 7	7.0	8.5	10.0	7.0	7.5	8.9
	8 ~ 10	8.6	9.4	11.1	9.2	9.2	10.5
	10 ~	10.9	12.1	13.6	13.3	12.1	11.4

1) の含水率測定は含水率測定器に依る。

絶乾法と計器による含水率偏差は、10%を前後として0.3~0.8%の僅少の差しかなかつたので、今回は計器測定に限った。

3) 仕上含水率別乾燥材の収縮、膨脹

(i)

Table III

moisture content	place ± % day	outdoor									indoor				
		shrinkage or swelling (± %)											shrinkage or swelling		
		3	6	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
ベニタブ 5 ~ 7%		-0.029	-0.021	+0.081	+0.133	+0.143	+0.053	+0.064	+0.050	+0.050	+0.050	+0.052	+0.027	+0.023	
	8 ~ 10	-0.051	-0.014	+0.068	+0.088	+0.093	+0.033	+0.021	+0.017	+0.017	+0.017	+0.021	-0.017	-0.017	
	10 ~	-0.113	-0.130	-0.081	-0.105	-0.116	-0.203	-0.228	-0.217	-0.220	-0.220	-0.188	-0.209	-0.209	
シロタブ 5 ~ 7		+0.015	+0.059	+0.109	+0.156	+0.151	+0.168	+0.139	+0.149	+0.136	+0.147	+0.138	+0.118	+0.096	
	8 ~ 10	-0.001	-0.002	+0.096	+0.061	+0.067	+0.111	+0.079	+0.114	+0.105	+0.103	+0.105	+0.064	+0.058	
	10 ~	-0.038	-0.054	+0.102	+0.001	-0.056	-0.120	-0.218	-0.191	-0.168	-0.182	-0.147	-0.166	-0.155	

(ii)

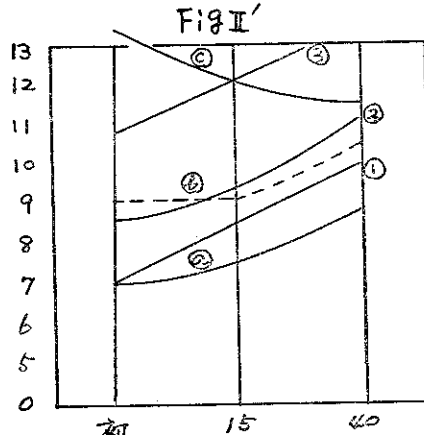
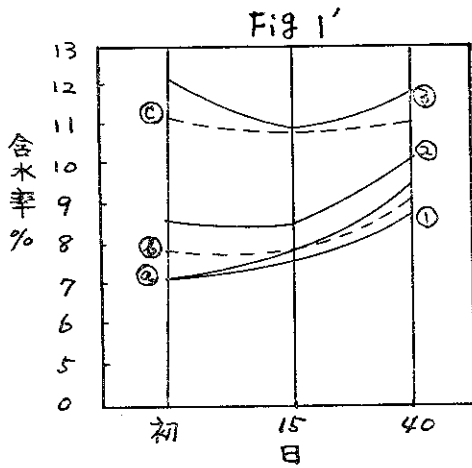
Table IV

moisture content	place ± % day	indoor									outdoor				
		shrinkage or swelling ± %											shrinkage or swelling		
		3	6	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
ベニタブ 5 ~ 7%		-0.025	+0.008	+0.033	+0.033	+0.037	+0.020	+0.019	+0.010	+0.010	+0.012	+0.004	+0.002	0.000	
	8 ~ 10	-0.025	-0.072	-0.043	-0.057	-0.058	-0.084	-0.075	-0.099	-0.099	-0.099	-0.097	-0.085	-0.087	
	10 ~	-0.093	-0.099	-0.077	-0.125	-0.137	-0.186	-0.204	-0.204	-0.026	-0.204	-0.172	-0.180	-0.180	
シロタブ 5 ~ 7		-0.006	+0.012	+0.040	+0.023	+0.025	+0.019	+0.013	+0.006	+0.006	+0.006	+0.006	+0.006	-0.008	
	8 ~ 10	-0.039	-0.052	-0.002	-0.008	0.000	0.000	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.004	-0.026	
	10 ~	-0.079	-0.165	-0.184	-0.200	-0.243	-0.271	-0.314	-0.314	-0.314	-0.281	-0.305	-0.299	-0.300	

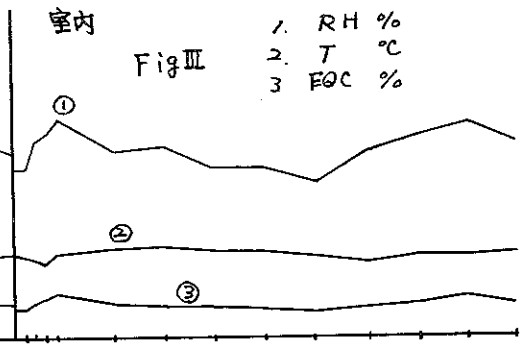
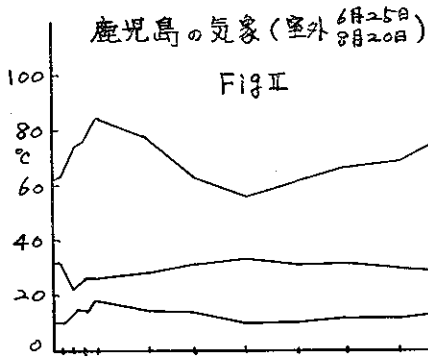
(iii) 含水率の移動

ベニタブ室内外の含水率変動

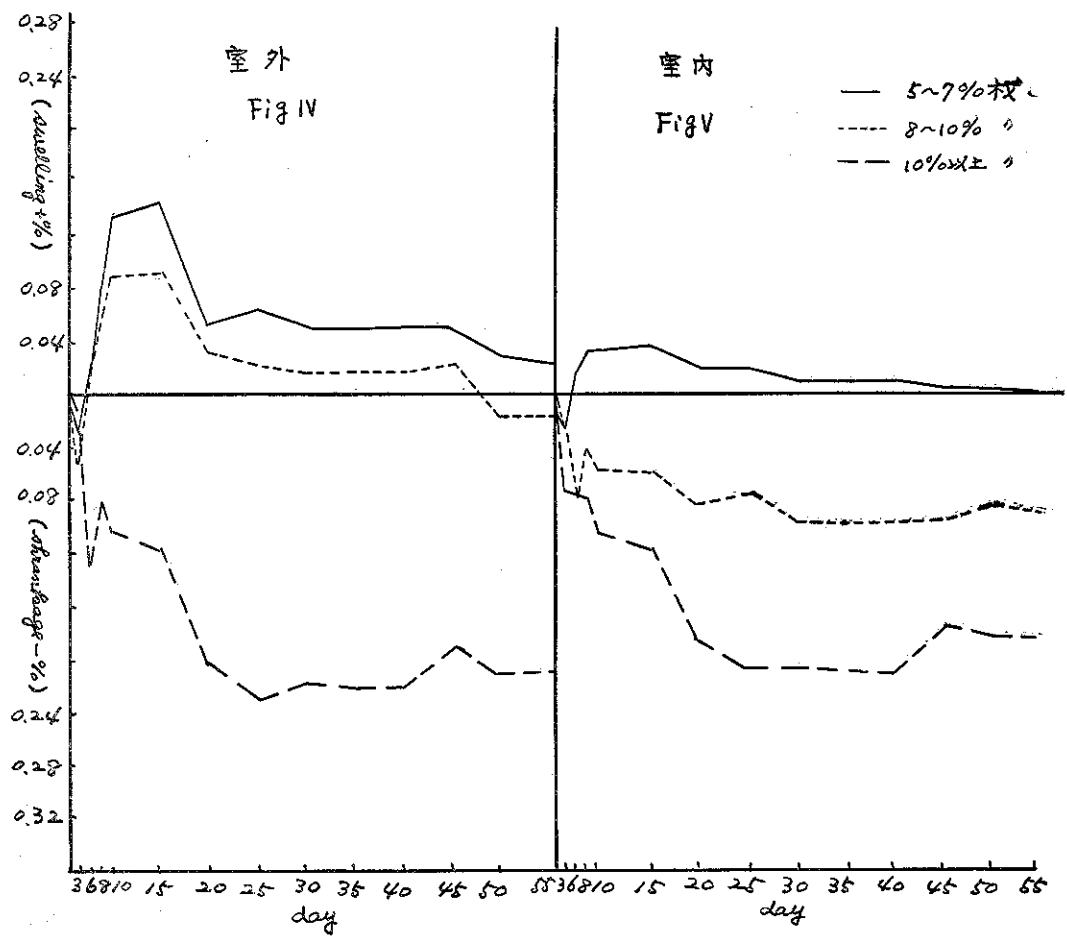
シロタブ室内外の含水率の変動



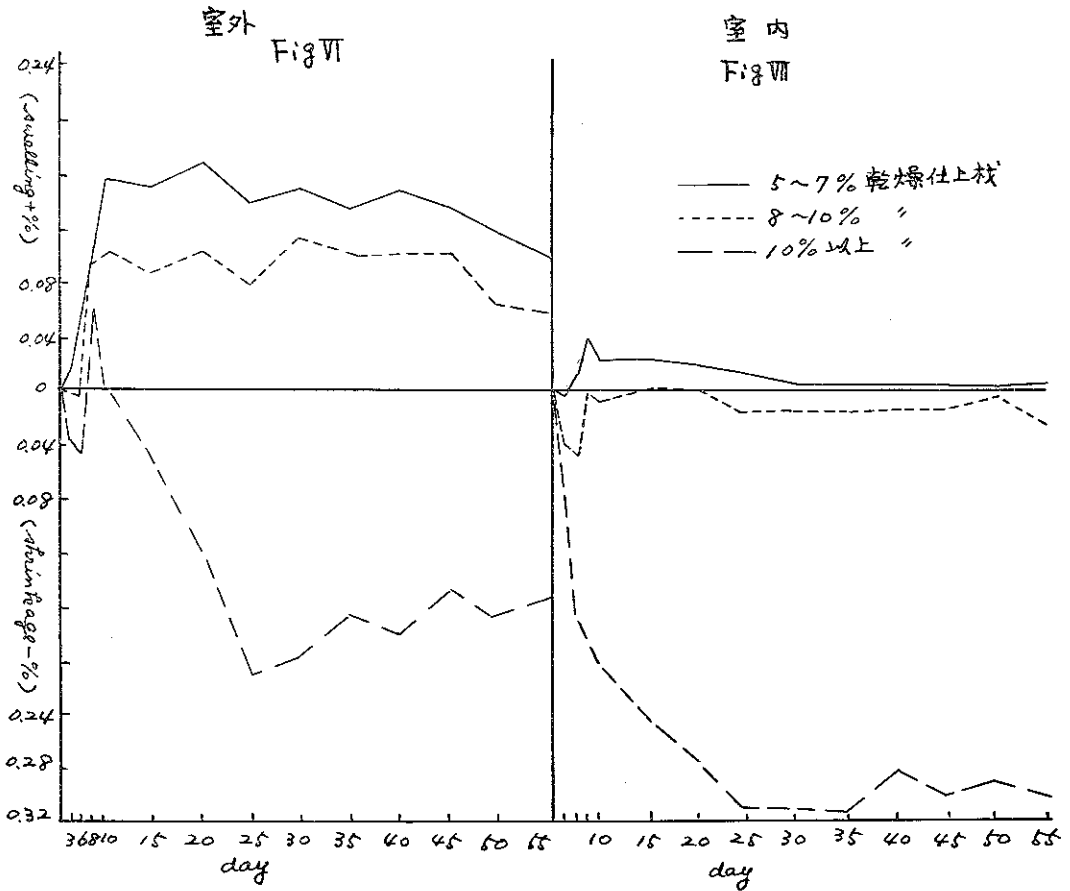
—— 室外 1. a = 5~7% 枝
 - - - 室内 2. b = 8~15% 枝
 3. c = 10%~ 枝



室内外放置下に於けるベニタブの収縮膨脹率



室内外放置条件下におけるシロタブの収縮膨脹率



4 考 察

前回、冬季に於ける乾燥材の保存場所、即ち気象条件下における材質的な変動につき究明報告したが引続き、夏季の仕上含水率別乾燥材の物理的（収縮，膨脹）な変化について試験考究を加えて，比較検討を行つた。その研究結果をこゝにとりまとめて報告する。

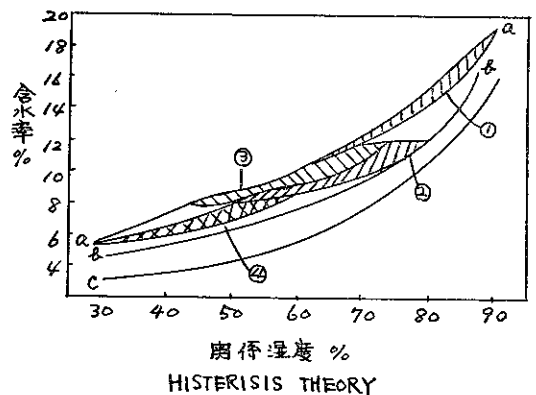
i) 仕上含水率別乾燥材を室内外に一定期間放置した場合の含水率変動に関する考察

仕上含水率材の放湿，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さけると木材は乾燥するが，再び関係湿度をあげると，吸湿し，吸湿過程にあつては脱湿過程におけるよりも低い含水率で平衡する。

故に木材の乾燥に関して一定予定含水率以下に乾燥したのち吸湿曲線に沿つて，予定の含水率まで戻して

おくことは，以後の外周の関温の変化に対して，含水率の変動は少く，それだけ木材の伸縮も少く，寸度に安定性を与えることになる。

Fig VIII



ii) 夏季に室内外に保存した場合

試験時の気象は昭和38年7月26日～8月25日までの平均温度29.8°C、関係湿度75%、平衡含水率12.9%。

室外は温度29.5°C、関係湿度75%、平衡含水率15%を記録した。

Fig. 1, II' からタブ材の含水率の変動をみると、期間内にあつては、低い含水率乾燥材は、9%前後で平衡を保ち、2%程度の変化を示しているが、8～10%仕上り材は、1%の移動で含水率10%附近で安定性を示している。

これらの関係から、本県の乾燥材の仕上には、最も変動の僅少と云える8～10%に乾燥調湿した工程がより効果的であることを指摘しうる。この事は、更に収縮、膨脹とも密接な関連性を有している。

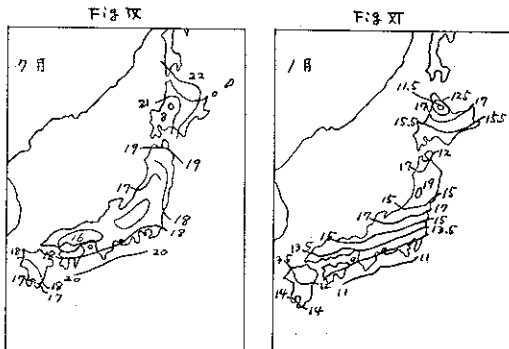
iii) 木村の乾燥仕上別による伸縮の差に関する考察

期間内の気候の変化に関係なく、乾燥材の伸縮の変動は、室内外に保存した両者共3工程(5～7, 8～10, 10%～)の材いずれも、乾燥仕上后モルタル、パーケットピースに切削した試材は20日の間に大きく変化現象をきたし、この日限を境として以後は比較的安定性を示す傾向を認めうる。

室外に放置した場合

紅白タブいずれも Fig IV と VI から乾燥過度な工程の仕上材は、8～10%程度に仕上げた材よりも、やゝ大きな swelling を呈している。

乾燥不足と申すか、気乾含水率程度に乾燥されたものは、shrinkage を生じ変動の差が著しく、使用に供することは出来ないし例、へばフローリング等に用いる場合作業性の困難をきたすと云えよう。



日本各地方の平衡含水率

この事象は室内、室外とも同様の結果であつた。

以上の過、不足の乾燥に対比して、8～10%材は夏、冬季を問わず伸縮の差が少い。

この測定値は、本県に類似した平衡含水率12～15%の地方に於ては、応用出来ると推察しうる。

iii) タブ材の収縮、膨脹率の実測値と試験値の比較に関する考察

人工乾燥の工程を得てきたタブを実用化した場合と JIS 規格によつて測定された場合の収縮、膨脹について試験検討を行つてみると下記の結果を得た。

i) 実験値に依るタブの収縮膨脹率% (含水率1%に付き)

Table V

柱目	板目	長手
0.173	0.234	0.014

ii) 実測値に依る収縮、膨脹率%

Table VI

	仕上材別 %	収縮膨脹率 %	40日目の含水率差 %	1%について
				の収縮率 %
ベニタブ	室内 5～7	+0.030	1.7	+0.029
	室外 8～10	+0.017	2.4	+0.007
	室外 10～	-0.220	-0.2	-1.100
シロタブ	室内 5～7	+0.012	2.3	+0.005
	室内 8～10	-0.099	1.2	-0.082
	室内 10～	-0.206	0.1	-1.060

Table VII

	仕上材別 %	収縮膨脹率 %	40日目の含水率差 %	1%について
				の収縮率 %
シロタブ	室内 5～7	+0.147	3.0	+0.049
	室外 8～10	+0.103	3.1	+0.033
	室外 10～	-0.182	2.7	-0.067
ベニタブ	室内 5～7	+0.006	2.3	+0.003
	室内 8～10	-0.015	1.2	-0.012
	室内 10～	-0.281	0.1	-2.810

註 i) 柱目方向の値

ii) 収縮、膨脹率はセンチメートルに対する比率

5 成 果

木材は異方向性繊維物質であるがゆえに、狂いやすい性質を有しているが、これは人工乾燥を施すことにより、是正、除去する事が出来る。

この人乾燥によつて、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エレメントとなることは象知の通りである。

夏冬季の2シーズンにわたる試験の結果、仕上り含水率は、イの使用場所等の立地条件を考慮に入れ、木材の性質の変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、とくに気象条件に就いて、十分に把握しておくことであり、本県においては、乾燥材は6~7%までおとし、conditioningによつて8~10%までに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抑制しようと云う結論を得た。この試験はタブ材に限定することなく他の樹種につ

【塩 酸】

いても同様である。

(2) 屋久杉材の表面処理

担当 工事技師 堀之内 輝 男

” 補 田 原 健 次

1. 目 的

特産材利用向上の一翼として、屋久杉材の表面処理を各角度より検討し、今後、これら製品の品質向上、とりわけ新しい観光品の開拓に資するのが主な目的である。

2. 概 要

イ、使用薬品

○塩酸 (工業塩酸 35%)

○硫酸 (稀硫酸 65%)

ロ、試験片寸法 250mm×100mm×4mm

ハ、試験片の含水率 15%

ニ、処理時間別による考案

処 理 時 間	1 時 間			
濃 度	23% (1.5 倍)	19% (2 倍)	14% (3 倍)	10% (4 倍)
塗 布 量	平均塗布量 約 2.1 g			
乾 燥 状 態	不 良	不 良	やゝ不良	やゝ不良
焼 上 げ	焼 斑 を 生 ず	焼 斑 を 生 ず	良 好	良 好
仕 上 げ	深い目出しとなる。緑茶褐色を呈す。乾燥不良の為焼斑が残る。	緑茶褐色を呈す	緑茶褐色を呈す	茶褐色を呈す
処 理 時 間	3 時 間			
濃 度	23% (1.5 倍)	19% (2 倍)	14% (3 倍)	10% (4 倍)
塗 布 量	平均塗布量 約 2.1 g			
乾 燥 状 態	不 良	やゝ不良	やゝ不良	良 好
焼 上 げ	焼 斑 を 生 ず	焼 斑 を 生 ず	良 好	良 好
仕 上 げ	乾燥不良の為、焼斑が残る。	緑茶褐色を呈す	薄茶褐色を呈す	薄茶褐色を呈す