

日本産主要樹種の性質

物理的性質(第4報)

日本産主要樹種の吸湿性・膨張率について

葉石 猛夫⁽¹⁾・中野 達夫⁽²⁾・蕪木 自輔⁽³⁾

Takeo HAISHI, Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI : Properties of the
Important Japanese Woods
Physical Properties (4)
On the moisture absorbability and swelling of the important
japanese woods

要 旨：日本産主要樹種の加工利用上の基礎資料を得るため、74種類の針・広葉樹材について吸湿性および平均膨張率の測定結果を分析・類別化し、図表に示した。その主な検討結果は次のとおりである。

吸湿性は、同一吸湿条件下における吸湿面、気乾容積重および時間などの相違による各影響を検討した結果、組織構造的要因によると思われる樹種特性に大きく左右されることを見出した。

また、吸湿経過については従来の実験式による吸湿定数を算出し、時間の経過にともなう変化とその式の適否を検討した。特に、24時間での吸湿量の比較のために、それらの吸湿定数を用いて指標化し、吸湿能評価に用いた。その他、各樹種の吸湿異方性、平衡含水率および拡散係数などを求め、それぞれ図表化して考察した。

なお、吸湿にともなう横断面方向の膨張率について、容積重と異方度の関係に重点を置いて検討した結果、針葉樹材のほとんどと一部の広葉樹材は、容積重軸に対し双曲線的な反比例関係の膨張異方度を示した。

この関係を利用して木材の横断面方向の収縮・膨張異方度示数を導き、古くから優良材とされる樹種がおおむねそれらの一定値に沿ってあらわれることを見出し、木材の利用適否の一基準になることを提案した。

目 次

要 旨	23
1. ま え が き	24
2. 試料および測定方法	24
2-1. 試 料	24
2-2. 測 定 方 法	27
3. 測 定 結 果	28
3-1. 吸湿量と容積重との関係	28
3-2. 吸湿時間と吸湿量	32
3-3. 吸 湿 示 数	46
3-4. 樹種の吸湿能評価	47
3-5. 吸 湿 異 方 性	58
3-6. 拡 散 係 数	59
3-7. 平 衡 含 水 率	66

1973年6月14日受理

(1)(2) 木 材 部

(3) 元木材部、現東京農工大学農学部教授

3-8. 平均膨張率	68
3-9. 横断面膨張異方度	74
3-10. 異方度の樹種的評価	77
4. あとがき	81
5. 摘要	81
6. 文献	82
Summary	83

1. ま え が き

この報告は日本産主要樹種の性質に関する試験の一環として実施し、すでに前報²⁾において一部報告した内容と、それ以後の北海道・関東・九州の各地方産材の末報告の試験結果を一括して、検討を加えたものである。

この日本産主要樹種の性質に関する試験計画⁽²¹⁾⁽²⁸⁾によれば、近い将来にこれらの諸性質をもうらした総括表が完成する予定であるが、その前に吸湿性および膨張率測定試験のとりまとめにあたって、若干検討を加えたものもあるので、それらについてとりあえず報告する。

なお、この試験の実施にあたっては、第1報に述べたごとく、多くの方々のご尽力があった。その後、本報告のとりまとめにおいても、多数のデータ処理には調査部電子計算機室の川端幸蔵技官と椎林俊昭技官に、図表作成には製材研究室の飯塚美代子事務官のご協力を得た。また、上村 武木材部長、山井良三郎材料科長、鈴木正治物理研究室長および物理研究室の方々にはいろいろご助力をいただいた。ここに付記して深く謝意を表する。

2. 試料および測定方法

2-1. 試 料

試料とした樹種は Table 1 に示す北海道、東北、関東、中部、中国、四国および九州地方産の63樹種、産地区分を含めて74種類である。

なお、以後本文・図表中に出てくる記号については、数字が樹種番号、英字が採材営林局名をあらわしていることは第1報²⁾に述べたとおりである。

これらの供試材から心・辺材別に試験片を木取ったが、採取部位は地上高約1.3mから3.3mまでの範囲に限り、Fig. 1に示すような0番、または1か11番の約6cmの厚板で、天然乾燥した無欠点材である。

樹種別の供試木本数、試験片数、試験材ライブラリ一番号などは木材部資料¹⁹⁾に示してあるが、供試木本数は合計472本、試験片数は吸湿試験片で2,141個、膨張率・平衡含水率試験片は839個であった。なお、図表中辺材の値のない樹種もあるが、これは辺材域が狭く

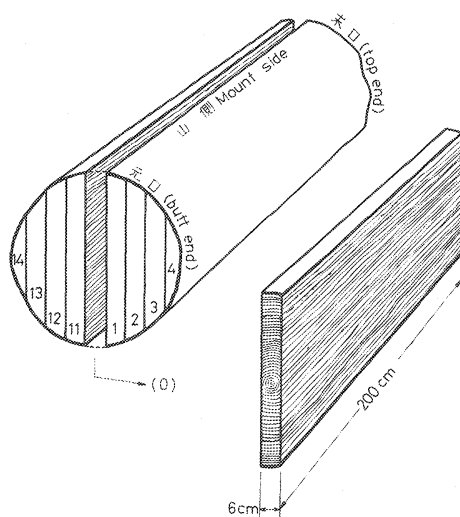


Fig. 1 採材丸太と供試挽板
Used log and board for test specimens.

Table 1. 供試樹種および採集地
Table of used tree species and collection places

記号 Signs	樹 和 名 Common name	種 学 名 Scientific name	採材時期 Felling time	営 林 局 Regional forest office	採 材 地 Locality of logs for test
1J	イ チ イ ICHII	<i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc.	1967	長 野	長野県南曇郡奈川村木曾谷
2N	カ ヤ KAYA	<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc.	1962	熊 本	宮崎県北諸県郡三股町森木
3M	ク サ マ キ KUSAMAKI	<i>Podocarpus macrophyllus</i> D. Don	1960	高 知	高知県高岡郡大正町
4M	モ ミ MOMI	<i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.	"	"	"
5H	ウラジロモミ URAJIROMOMI	<i>Abies homolepis</i> Sieb. et Zucc.	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字橋原
7D	ト ド マ ツ TODOMATSU	<i>Abies sachalinensis</i> Fr. Sch.	1963	札 幌	北海道千歳市大字紋別
8H	シ ラ ベ SHIRABE	<i>Abies Veitchii</i> LINDLEY	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字橋原
9J	カラマツ KARAMATSU	<i>Larix leptolepis</i> GORDON	1961	長 野	長野県北佐久郡御代田町大字塩野
10C	エゾマツ EZOMATSU	<i>Picea jezoensis</i> CARRIÈRE	1964	帯 広	北海道上川郡新得町大字屈足
11C	アカエゾマツ AKAEZOMATSU	<i>Picea Glehnii</i> MASTERS	1964	"	"
12J	ト ウ ヒ TÔHI	<i>Picea hondoensis</i> MAYR	1967	長 野	長野県南佐久郡小海町
13M	トガサワラ TOGASAWARA	<i>Pseudotsuga japonica</i> BEISSNER	1959	高 知	高知県安芸郡馬路村魚梁瀬
14M	ツ ガ TSUGA	<i>Tsuga Sieboldii</i> CARRIÈRE	1959	"	高岡郡大正町
15F	アカマツ AKAMATSU	<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.	1960	青 森	岩手県岩手郡岩手町大字黒内
" I	"	"	1966	東 京	茨城県常陸太田市春友町久幾
" L	"	"	1959	大 阪	広島県甲奴郡上下町大字小堀
16K	ヒメコマツ HIMEKOMATSU	<i>Pinus pentaphylla</i> MAYR	1967	名古屋	岐阜県大野郡青屋村
17N	クロマツ KUROMATSU	<i>Pinus Thunbergii</i> PARLATORE	1962	熊 本	宮崎県北諸県郡高城町田辺
18G	ス ギ SUGI	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	1967	秋 田	秋田県仙北郡協和村船岡
" I	"	"	1966	東 京	静岡県磐田郡竜山村瀬尻
" N	"	"	1962	熊 本	宮崎県北諸県郡高城町田辺
19J	コウヤマキ KÔYAMAKI	<i>Sciadopitys verticillata</i> Sieb. et Zucc.	1961	長 野	長野県西筑摩郡王滝村
20J	ヒ ノ キ HINOKI	<i>Chamaecyparis obtusa</i> ENDL.	"	"	上松町大字小川
21J	サ ワ ラ SAWARA	<i>Chamaecyparis pisifera</i> ENDL.	"	"	"
22J	ネ ズ コ NEZUKO	<i>Thuja Standishii</i> CARRIÈRE	"	"	"
23J	アスナロ ASUNARO	<i>Thujaopsis dolabrata</i> Sieb. et Zucc.	"	"	"
24F	ヒノキアスナロ HINOKIASUNARO	var. <i>Hondai</i> MAKINO	1960	青 森	青森県青森市大字滝沢
25C	ドロノキ DORONOKI	<i>Populus Maximowiczii</i> A. HENRY	1964	帯 広	北海道上川郡新得町大字屈足
26C	ヤマナラシ YAMANARASHI	<i>Populus Sieboldii</i> MIQUEL	1964	"	十勝清水町字石山
28F	オニグルミ ONIGURUMI	<i>Juglans Sieboldiana</i> MAXIM.	1960	青 森	青森県上北郡十和田町大字奥入瀬
29H	サワグルミ SAWAGURUMI	<i>Pterocarya rhoifolia</i> Sieb. et Zucc.	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字橋原
30I	ハンノキ HANNOKI	<i>Alnus japonica</i> STRUDEL	1966	東 京	茨城県常陸太田市春友町久幾
31H	ミズノ MIZUME	<i>Betula grossa</i> Sieb. et Zucc.	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字橋原
32B	シラカンバ SHIRAKANBA	<i>Betula platyphylla</i> SURACHEV	1966	北 見	北海道網走郡丸瀬布町
33D	マカンバ MAKANBA	<i>Betula Maximowicziana</i> REGEL	1963	札 幌	" 千歳市大字紋別
34H	アカシデ AKASHIDE	<i>Carpinus laxiflora</i> BLUME	1963	前 橋	群馬県多野郡上野村大字橋原
35D	アサダ ASADA	<i>Ostrya japonica</i> SARGENT	1963	札 幌	北海道千歳市大字紋別

Table 1. (つづき) (Continued)

記号 Signs	樹 種 Tree species		採材時期 Felling time	官 林 局 Regional forest office	採 材 地 Locality of logs for test
	和 名 Common name	学 名 Scientific name			
36F	ク リ KURI	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	1960	青 森	青森県東津軽郡野内村大字久東坂
38E	ブ ナ BUNA	<i>Fagus crenata</i> BLUME	1963	函 館	北海道渡島郡上磯町大字戸切地
" F	" "	" "	1960	青 森	青森県上北郡十和田町大字奥入瀬
" H	" "	" "	1961	前 橋	群馬県多野郡上野村大字檜原
" K	" "	" "	"	名古屋	岐阜県大野郡清見村大字池本
" L	" "	" "	1959	大 阪	鳥取県八頭郡若桜町字諸鹿
39H	イヌブナ INUBUNA	<i>Fagus japonica</i> MAXIMOWICZ	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字檜原
40N	アカガシ AKAGASHI	<i>Cyclobalanopsis acuta</i> OERSTEDT	1962	熊 本	宮崎県北諸県郡三股町轟木
43N	イチイガシ ICHIGASHI	<i>Cyclobalanopsis gilve</i> OERSTEDT	1962	"	" 高城町
45C	ミズナラ MIZUNARA	<i>Quercus crispula</i> BLUME	1964	帯 広	北海道上川郡新得町大字屈足
" D	" "	" "	1963	札 幌	" 千歳市大字紋別
" F	" "	" "	1960	青 森	青森県上北郡十和田町大字奥入瀬
" K	" "	" "	1961	名古屋	岐阜県大野郡清見村大字池本
46H	コ ナ ラ KONARA	<i>Quercus serrata</i> THUNBERG	1965	前 橋	栃木県大田原市大田原
48H	ケ ヤ キ KEYAKI	<i>Zelkova serrata</i> MAKINO	1965	"	群馬県多野郡上野村大字檜原
49N	ヤマグワ YAMAGUWA	<i>Morus bombycis</i> KOIDZUMI	1967	熊 本	宮崎県小林市
50D	カ ツ ラ KATSURA	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc.	1963	札 幌	北海道千歳市大字紋別
51D	ホ オ ノ キ HONOKI	<i>Magnolia obovata</i> THUNBERG	"	"	"
52N	クスノキ KUSUNOKI	<i>Cinnamomum Camphora</i> Sieb.	1962	熊 本	宮崎県北諸県郡高城町蘇ヶ野
53N	タブノキ TABUNOKI	<i>Machilus Thunbergii</i> Sieb. et Zucc.	"	"	"
54N	イスノキ ISUNOKI	<i>Distylium racemosum</i> Sieb. et Zucc.	"	"	"
55I	ヤマザクラ YAMAZAKURA	<i>Prunus donarium</i> Sieb.	1968	東 京	静岡県御殿場市小山町木根
56F	イヌエンジュ INUENJU	<i>Maackia amurensis</i> Ruprecht et Maximowicz var. <i>Buergeri</i> C. K. Schneider	1960	青 森	青森県上北郡十和田町大字奥入瀬
57H	キ ハ ダ KIHADA	<i>Phellodendron sachalinense</i> SARGENT	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字檜原
59D	イタヤカエデ ITAYAKAEDE	<i>Acer mono</i> MAXIMOWICZ	1964	札 幌	北海道千歳市大字紋別
60I	トチノキ TOCHINOKI	<i>Aesculus turbinata</i> BLUME	1967	東 京	静岡県磐田郡水窪町地頭
61C	シナノキ SHINANOKI	<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI	1964	帯 広	北海道上川郡新得町大字屈足
62C	オオバボダイジュ ŌBABODAIJU	<i>Tilia Maximowicziana</i> SHIRASAWA	"	"	"
64D	ハリギリ HARIGIRI	<i>Kalopanax ricinifolium</i> Miquel	1963	札 幌	北海道千歳市大字紋別
65I	ミズキ MIZUKI	<i>Cornus controversa</i> HEMSLEY	1968	東 京	静岡県御殿場市小山町木根
66H	シ オ ジ SHIOJI	<i>Fraxinus commemoralis</i> KOIDZUMI	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字檜原
67D	ヤチダモ YACHIDAMO	<i>Fraxinus mandshurica</i> Ruprecht	1963	札 幌	北海道千歳市大字紋別
68C	アオダモ AODAMO	<i>Fraxinus Sieboldiana</i> BLUME var. <i>serrata</i> NAKAI	1964	帯 広	" J 基本計画区
69H	キ リ KIRI	<i>Paulownia tomentosa</i> STEUDEL	1965	前 橋	群馬県多野郡上野村大字檜原
70N	コ ジ イ KOJII	<i>Shiia cuspidata</i> MAKINO	1962	熊 本	宮崎県北諸県郡高城町蘇ヶ野
72F	コバノヤマハノキ KOBANOHAMAHANNOKI	<i>Alnus Inokumae</i> MURAI et KUSAKA	1963	青 森	青森県三戸郡三戸町大字斗内
74I	ヤマハノノキ YAMAHANNOKI	<i>Alnus tinctoria</i> SARG. var. <i>obtusiloba</i> CARR.	1968	東 京	静岡県御殿場市小山町木根

て所定の試験片が採れなかったためである。

2-2. 測定方法

この試験の測定方法はおおむね JIS Z 2105—1960「木材の吸湿性試験方法」に準拠したが、温度 40°C、相対湿度 90% の条件には Fig. 2 に示す自動制御型の恒温恒湿槽を用い、槽内の循環風速は平均して 0.15~0.25 m/sec であった(ただし、以後の図表中で樹種番号をカッコでくくったものは槽内風速が 0.5~0.7 m/sec で測定した参考値である)。

吸湿試験片の形状は Fig. 3 (a) に示すような 30 mm×30 mm×60 mm の二方マサ木取り直六面体(長軸は繊維方向)で、各木口、各板目および各マサ目のそれぞれ 2 面を残し、他を防湿剤で被覆し各面吸湿試験片とした。

各吸湿試験片は常温で含水率 10% 以下になるまで乾燥させ、ついで 40±1°C、R. H. 75±2% の条件で調湿し、吸湿面以外の側面をアルミニウム粉末・速乾ニス・シンナー=2:10:2 の比で調合した防湿・防水被覆剤で塗装し、40±1°C、R. H. 90±2% の条件下で吸湿させ、各所定時間(6, 24, 48 および 72 時間)ごとの各面の吸湿量を求めた。

Fig. 3 (b) に示す平衡含水率・膨張率測定試験片は被覆処理を除く同様の処理を経て、40±1°C、R. H. 75±2% および 90±2% の条件における平衡含水率と、その条件間における含水率 1% 当たりの平均膨張率を求めた。

各面吸湿

$$\frac{A_{6h} \text{ (または } A_{24h}, A_{48h}, A_{72h})}{W_{6h} \text{ (または } W_{24h}, W_{48h}, W_{72h}) - W_{0h}} \times S \quad \dots\dots\dots (1)$$

A_{6h} (または $A_{24h}, A_{48h}, A_{72h}$):

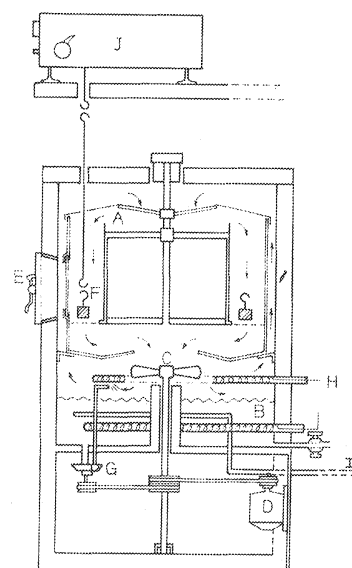
40°C、R. H. 90% の温湿度条件で 6 時間目 (または 24, 48, 72 時間目) の吸湿量 (g/cm²)。

W_{6h} (または $W_{24h}, W_{48h}, W_{72h}$):

同上条件での各所定時間の吸湿重量から被覆剤重量を差し引いた重量 (g)。

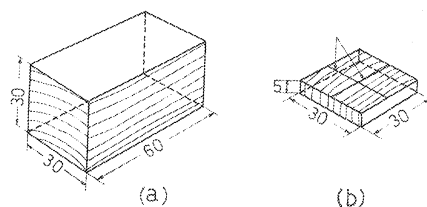
W_{0h} : 40°C、R. H. 75% の温湿度条件で平衡したときの重量 (g)。

S: 吸湿面積 (cm²)



- A: 調湿・湿空気 Conditioned air for constant temperature and humidity.
- B: 調湿温湯 Conditioned water for constant temperature.
- C: 攪拌扇 Fan
- D: モーター Motor.
- E: 操作窓 Opening for operation.
- F: 試験片 Test specimen.
- G: 循環ポンプ Water circulating pump.
- H: ヒーター Heater.
- I: 冷却用水パイプ Water pipe for cooling.
- J: 天秤 Balance.

Fig. 2 吸湿試験装置略図
Sketch of apparatus for moisture absorption test.



- (a): 各面吸湿用 For moisture absorption on each of Cross, Tangential and Radial section.
- (b): 平衡含水率・膨張率測定用 For measurement of equilibrium moisture content and swelling.

Fig. 3 試験片 Test specimen.

平衡含水率と平均膨張率

$$u_{eq,1} = \frac{W_{75} - W_0}{W_0} \times 100 \quad (\%) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$u_{eq,2} = \frac{W_{90} - W_0}{W_0} \times 100 \quad (\%) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\beta_t \text{ (または } \beta_r) = \frac{l_{t2} \text{ (または } l_{r2}) - l_{t1} \text{ (または } l_{r1})}{l_{t1} \text{ (または } l_{r1})} \times \frac{W_0}{W_{90} - W_{75}} \quad (\%) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$u_{eq,1}, u_{eq,2}$: 40°C, R. H. 75% および 90% の条件における平衡含水率。

W_0 : 全乾重量。

W_{75}, W_{90} : 40°C, R. H. 75% および 90% の条件における重量 (g)。

β_t, β_r : 含水率 1% 当たりの接線または半径方向の平均膨張率。

l_{t1}, l_{r1} : 40°C, R. H. 75% の条件で平衡したときの接線または半径方向の長さ。

l_{t2}, l_{r2} : 40°C, R. H. 90% の条件で平衡したときの接線または半径方向の長さ。

3. 測定結果

測定結果は一覧表にまとめて木材部資料¹⁹⁾に掲げてあるので、それを参照されたい。

なお、代表値は試片数 5 個以上のものについて算術平均値、標準偏差、変動係数および 95% 信頼限界値を算出して記載したが、試片数 4 個以下のものは算術平均値のみを記載した。

3-1. 吸湿量と容積重との関係

まず、各樹種の吸湿量を、木材の諸指標中もっとも大きな影響をもつ容積重との関連で検討してみた。

Fig. 4, 5, 6, 7, 8 および 9 に容積重と吸湿量との関連を示したが、これらのうち Fig. 4, 6, 8 は 24 時間の、Fig. 5, 7, 9 は 72 時間での吸湿量をみたものである。

これらの図からわかるように、主に広葉樹材で木口、板目およびマサ目面のいずれもほぼ三角形(点線)で囲まれる分布を示し、三角形の各辺を向かって左辺、右辺、底辺と仮称するならば、それぞれの左辺と底辺は右上りである。これらの 2 辺は最も吸湿しやすい樹種群と、吸湿しにくい樹種群の両限界を示すもので、程度は違っても容積重の増加に一応比例している。しかし、0.60 g/cm³ 以上の容積重域では上限値が低くなる傾向を示し、結果として 0.60 g/cm³ 以上の上限値の線である右辺は右下りになり、容積重とは何らかの意味で反比例する要因の存在もうかがわれる。

24 時間と 72 時間を比較すると、後者は前者に比して底辺の勾配が大きく、右辺の勾配が小さくなる傾向にある。つまり、高容積重材は依然として大きい吸湿量を示すが、低容積重材の吸湿量は飽湿段階に入ることあっても小さくなり、結果として相対的に底辺の勾配が大きくなる。

ともかく、樹種間においては傾向として吸湿量と容積重の間に比例関係の存在が認められるが、その内容において単なる比例関係でないことは、図からも明らかである。つまり、木材の吸湿が水分の保持能力を意味する容積重と、水分拡散を支配する組織構造との両者の関連の仕方によって結果されるものであるから、複雑な組織構造からなる樹種群においては、単純な結論が出にくいのは当然であろう。

しかし、前報²⁾でも一部触れたが、同一樹種内での吸湿量と容積重の関連においては両者は必ずしも比例せず、吸湿量は容積重軸にほぼ平行に出現する。このことから示唆されるように、ほぼ同じ容積重であ

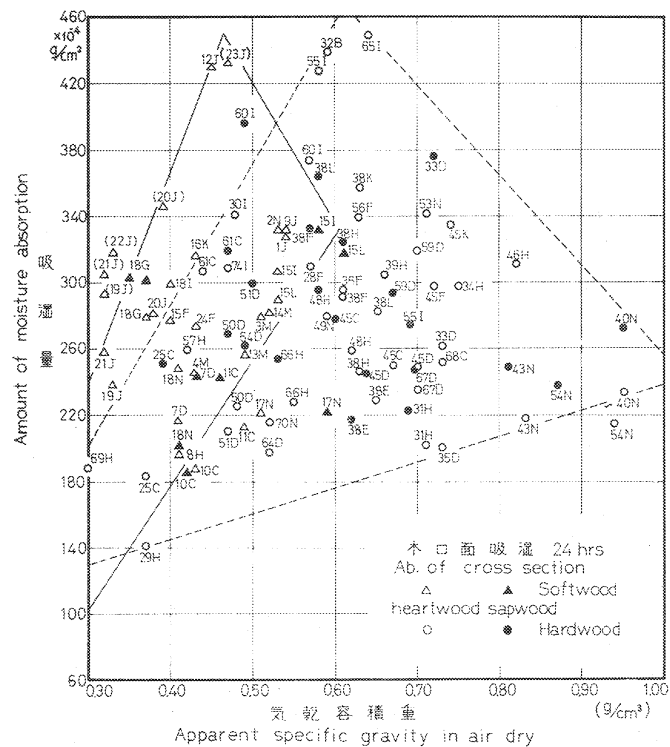


Fig. 4 吸湿量と容積重との関係 (1) 木口面: 24時間
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption. (1) Cross section: 24 hours.

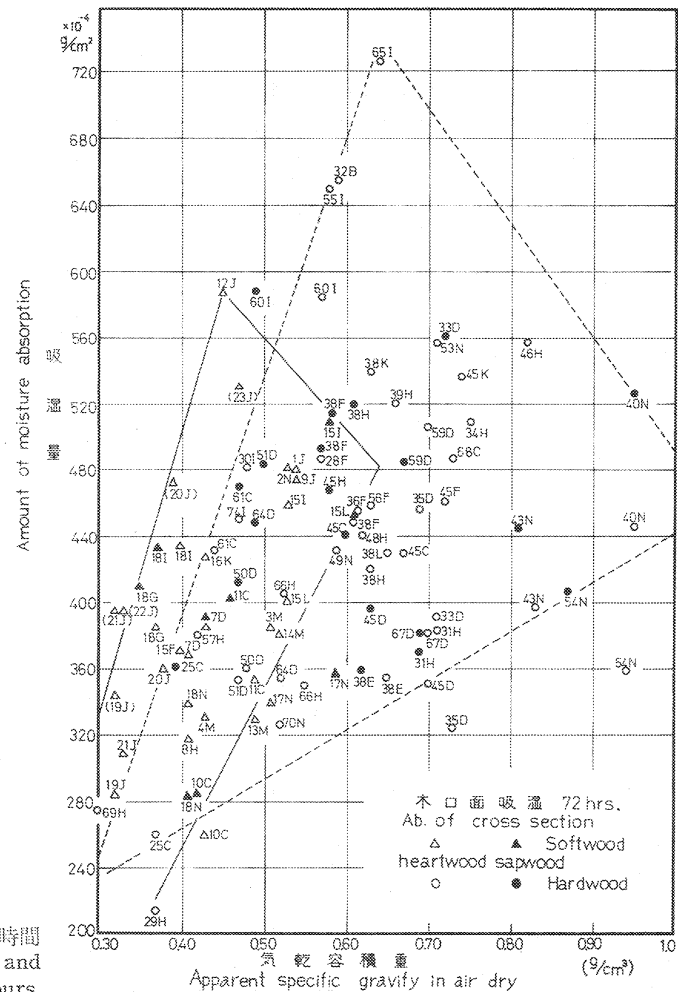


Fig. 5 吸湿量と容積重との関係 (2) 木口面: 72時間
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption. (2) Cross section: 72 hours.

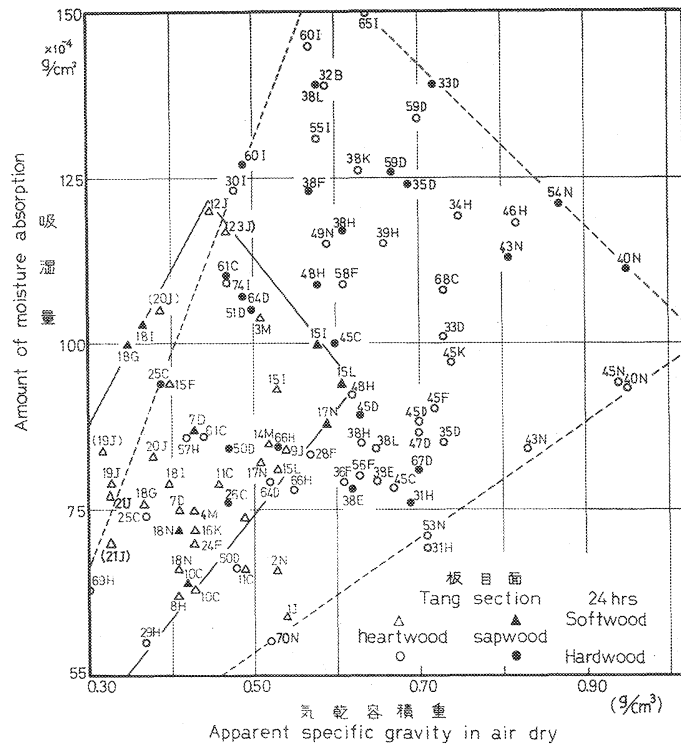


Fig. 6 吸湿量と容積重との関係 (3) 板目面 : 24 時間
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption. (3) Tangential section : 24 hours.

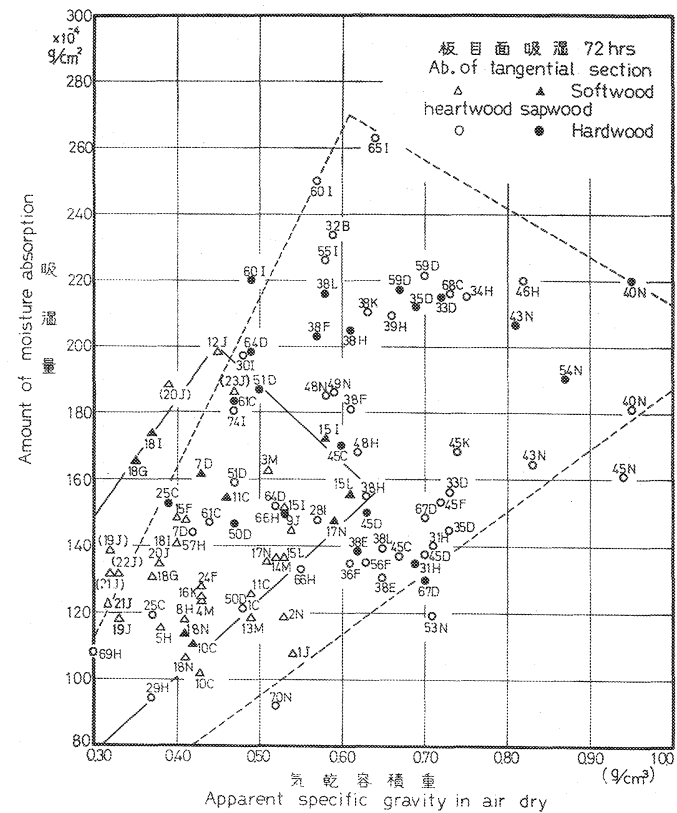


Fig. 7 吸湿量と容積重との関係 (4) 板目面 : 72 時間
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption. (4) Tangential section : 72 hours.

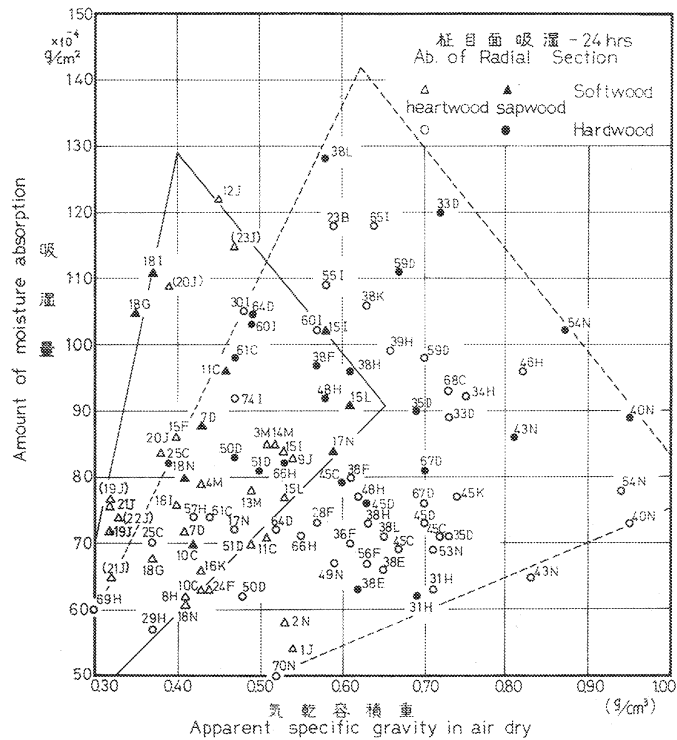


Fig. 8 吸湿量と容積重との関係 (5) マサ目面: 24時間
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption. (5) Radial section: 24 hours.

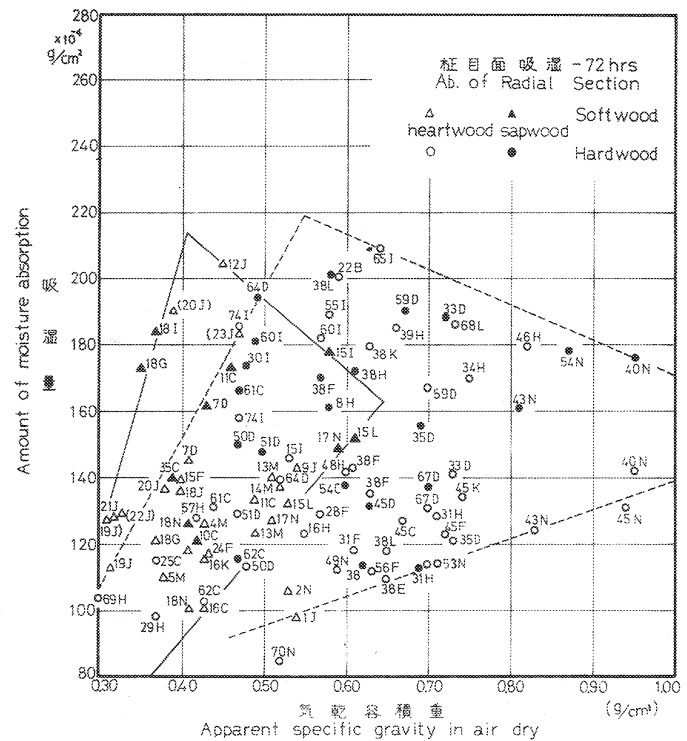


Fig. 9 吸湿量と容積重との関係 (6) マサ目面: 72時間
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption. (6) Radial section: 72 hours.

る樹種間での大きな吸湿量の差異は、樹種個々の組織構造の違いによるもので、容積重の増加は吸着面積の増大をもたらすとともに、組織構造の影響も拡大させる結果となり、その影響が最も大きく現われたのが 0.60 g/cm^3 近辺の容積重域である。

しかし、その域を境にして木材実質部分の増加は道管、細胞内腔、その他の水蒸気の通路をせばめ、“吸湿速度”の上限値を減少させて下限値に近づける結果をもたらすものと考えられる。つまり、これが反比例的要因の中身であろう。

なお、ここにいる吸湿量とは、主として 24 時間のものであり、一定時間内における という意味から、吸湿速度といい換えてもよいわけである。よって、これまで述べたものはその速度の問題であった。しかし、平衡に達すればこの反比例的要因は当然消滅し、多くの樹種の吸湿量が容積重に比例した配列をなすことは明らかである。

もちろん、その中でも樹種によっては平衡含水率が異なることから、それはある程度の幅をもって出現する。この平衡含水率の差が生じる原因としては、化学的成分をはじめいろいろなことが考えられているが、まだ明確ではない。

ところで、針葉樹材の吸湿量分布は広葉樹材と少しずれており、いくぶん吸湿速度が大きい傾向にあって、両樹種群は区別される必要があるが、この主たる原因は組織構造上の差異に帰せざるを得ないであろう。

なお、針葉樹材の中で、イチイ (1J)、カヤ (2N) の板目、マサ目面の吸湿量が異常に小さい。しかし、木口面のそれは一応平均的数値なので、2 樹種だけの吸湿異方的性質とも考えられたが、収縮・膨張性の点からもそれらはアテの多い樹種として扱う必要があった。

3-2. 吸湿時間と吸湿量

木口面および板目面の吸湿量を大きい樹種から順に棒グラフで示すと、Fig. 10 および Fig. 11 のようになる。図中、心・辺材、針・広葉樹材の区別はせず、24 時間での順位を規準とした。また、上から下に伸びる棒グラフは対応する各試料の気乾容積重を示す。

Fig. 10 では 6 および 24 時間、Fig. 11 では 6、24 および 72 時間の吸湿量の推移を示しているが、これからもわかるように、長時間経た時の吸湿量の大きいものが、吸湿初期から必ずしも順序よく大きい吸湿量を示すとは限っていない。

ところで、一般に木材などの吸湿の時間的経過は

$$W = at^n \dots\dots\dots (5)$$

で表わされることが多い。 W は吸湿量 (g/cm^2)、 t は時間 (hour)、 a と n は樹種、吸湿面および吸湿条件によって異なる定数で、 n は $1/3$ と $2/3$ の範囲に出現する²³⁾とされている。

(5) 式は吸湿の前期では比較的良好に実験値に適合するが、長時間にわたると n に変動が生じ、この式で表わす意義はうすれる。特に初期吸湿量の大きい木口面吸湿でその傾向が強い。

しかし、板目面およびマサ目面では n の変動は比較的小さいので、各樹種の吸湿経過をこの式で表わすのも、吸湿前半では十分意味がある。

これを事例でみるため、アカマツ (15I) の吸湿経過を Fig. 12 に、スギ (18I) とキリ (69H) の吸湿経過を Fig. 13 に両対数グラフでそれぞれ示した。吸湿時間が短い間は直線関係がみられるが、24 時間付近でスギの木口面吸湿は早くも直線性を失って初期の at^n 曲線からずれてくる。しかし、他は 48 時間

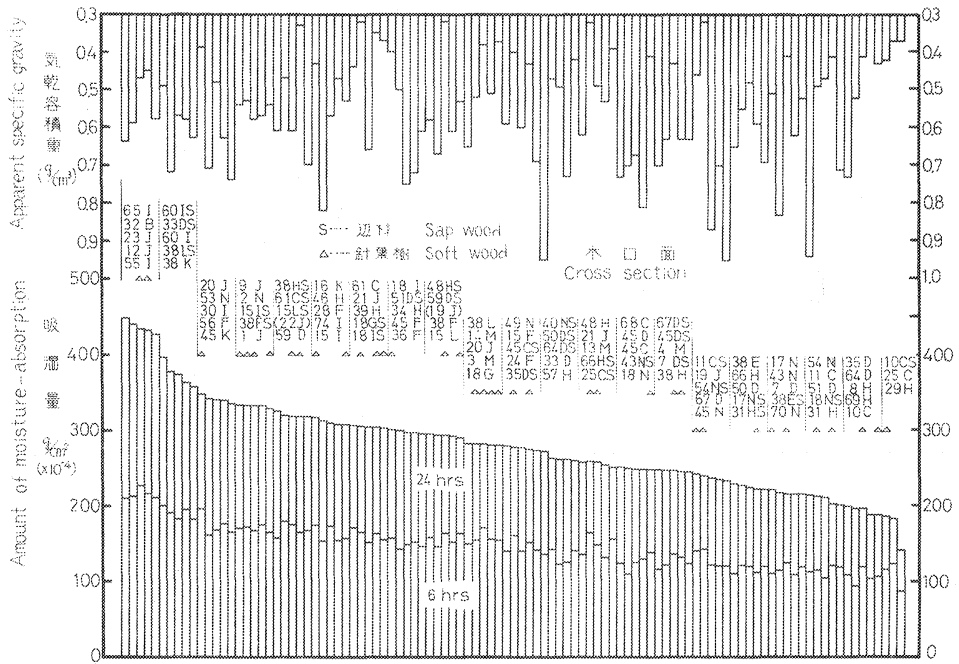


Fig. 10 吸湿量の樹種別比較 (1) 木口面 (心・辺)
Comparison of moisture absorption amount on each tree species. (1) Cross section (Heart- and Sapwood).

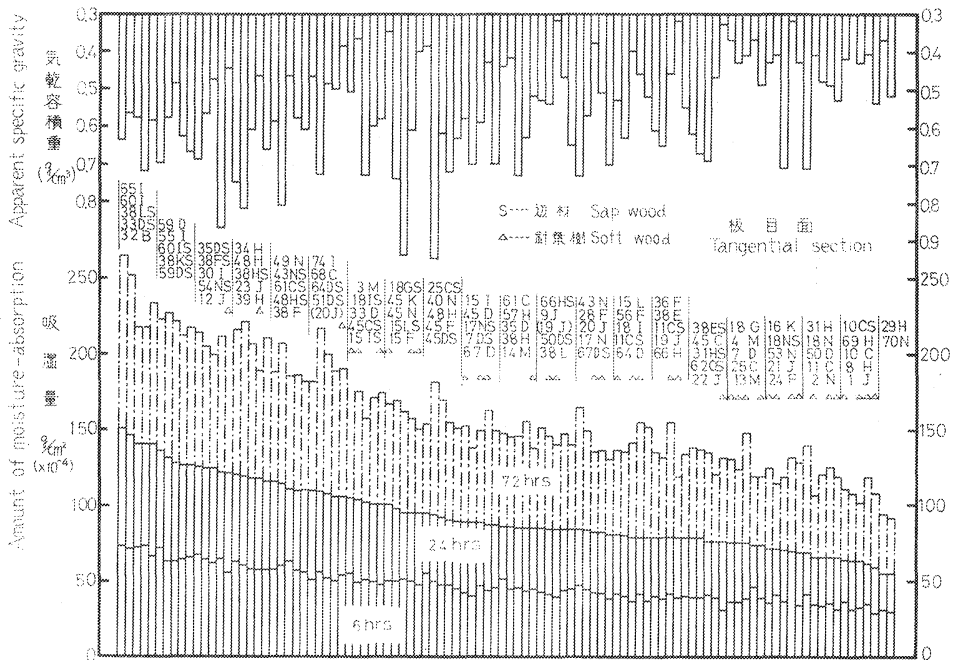
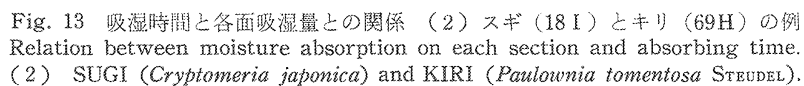
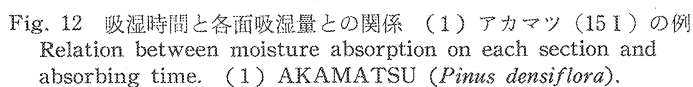


Fig. 11 吸湿量の樹種別比較 (2) 板目面 (心・辺)
Comparison of moisture absorption amount on each tree species. (2) Tangential section (Heart- and Sapwood).



まではほぼ直線性を失っていない。

これらの n を 6~24, 24~48, 48~72 時間の 3 段階で求めて n_1, n_2, n_3 とし、その時間的变化を見るため $n_2/n_1, n_3/n_1$ を n_1 とともに掲げたのが Table 2 である。

定数 n の値は樹種、吸湿面および時間によって異なるが、針葉樹材と広葉樹材とで大別して比較すると Table 3 のようになる。

つまり、針葉樹材の心材・木口面における 6~24 時間の平均吸湿定数 n_{c1} は 0.43 で、広葉樹材の平均値 0.48 より小さく、辺材の場合もほぼ同様である。しかし、板目面のそれはほとんど差異がなく、一方、マサ目面の針葉樹・心材の n_{c1} は広葉樹材のそれより少し大きく、その他は全く同一である。

しかし、広葉樹・心材の木口面では最大 0.59, 最小 0.29 と大きな幅が認められる。

ところで、 n_2/n_1 および n_3/n_1 の時間的变化をみると、最も大きいのは針葉樹・心材の木口面で、0.85 から 0.54 へと約 1/2 まで低下する。広葉樹材のそれらは針葉樹材ほどではないが、いずれにしる木口面では平均して 1.0 以下で、(5) 式の at^n 曲線から“ずれる”傾向を示している。

これに対して、板目およびマサ目面では n_2/n_1 の平均値がいずれも 1.0 よりわずかに大きい。

しかし、48~72 時間の n_3/n_1 では針葉樹材のそれがやはり 1.0 以下となって、 at^n 曲線からの“ずれ”を生じる。

以上のことから、木口面の吸湿は 24 時間前後が、また、板目面およびマサ目面では 48 時間前後がこれらの定数の変化点であり、一つの利用限界である。しかし、これは JIS 法によって定められた、試片の大きさから制限を受けるものであることは明らかであるところである。

このような傾向を示す 6~24 時間の吸湿定数 n_1 と、6~48 時間の“平均化された定数 n_2 ”のそれぞれと容積重の関連を Fig. 14~19 に示す。

これらの図をそれぞれ比較すると、木口、板目およびマサ目の各面はそれぞれ異なった分布をしており、木口面の 6~48 時間における n_2 に最も大きな容積重の影響が現われるが、前述の試験片の大きさの影響も加味されていると考えねばならない。

ついで、板目およびマサ目面も主として高い容積重域でその影響を受けて、6~48 時間ではほぼ $n_2 \div 0.50$ に沿った分布を示している。

つぎに、同じ (5) 式の定数 a をみてみると、 n が時間的に変動しないならば、 a の定義は吸湿を開始して、1 時間経た時の単位面積当たりの吸湿量を示すものとみなせるので、この定数は吸湿条件や吸湿面の違いによってきまる性質をもつものである。

この a の値は n と同じく Table 2 に掲げてあるが、6~24 時間における計算値のみを示しておいた。つまり、 a の場合、 n が大きく変動しないかぎり時間的変動は少ない。それは Fig. 20 と Fig. 21 の木口面で、吸湿定数 a と容積重との関連を時間をかえてみた例からも明らかである。

これらの図からは、木口面の a は低容積重域で大きく、また、大小の差も大きい、高容積重域ではその差が小さくなっていることがわかる。一方、板目とマサ目面における a のあらわれ方はほぼ共通しているが、中容積重域での板目の a がマサ目のそれよりも大きな大小の差を示すことにその違いがある。

この原因としては吸湿面の組織構造的要因を挙げることができるが、その最も重要なのは放射柔細胞の存在であろう。

Table 2-1. 諸 吸 湿 定
Table of moisture absorption

樹 種 Tree species		吸 湿 定 数 Absorption constant n (6-24- n_1 n_2)						
		木 口 面 Cross section			板 目 面 Tangential section			マサ目面
		n_{c1}	n_{c2}/n_{c1}	n_{c3}/n_{c1}	n_{t1}	n_{t2}/n_{t1}	n_{t3}/n_{t1}	n_{r1}
1J	H	0.50	0.78	0.57	0.51	1.09	1.04	0.53
2N	H	0.48	0.78	0.59	0.52	1.04	1.02	0.53
3M	H	0.43	0.81	0.50	0.47	0.94	0.72	0.49
4M	H	0.43	0.81	0.34	0.51	1.01	0.71	0.51
7D	H	0.40	1.39	0.90	0.47	1.46	1.05	0.48
	S	0.45	1.14	0.69	0.51	1.23	0.92	0.50
8H	H	0.36	1.44	0.83	0.41	1.50	1.30	0.43
9J	H	0.49	0.71	0.59	0.52	0.95	0.98	0.53
10C	H	0.41	0.73	0.73	0.47	0.96	0.90	0.47
	S	0.33	1.33	0.93	0.40	1.37	1.10	0.40
11C	H	0.42	1.27	0.85	0.44	1.44	1.19	0.42
	S	0.40	1.34	0.87	0.46	1.48	1.12	0.39
12J	H	0.51	0.74	0.27	0.58	0.92	0.60	0.58
13M	H	0.40	0.61	0.55	0.46	0.97	0.88	0.48
14M	H	0.44	0.67	0.61	0.48	0.92	0.91	0.48
15F	H	0.40	0.69	0.66	0.50	0.82	0.87	0.50
15I	H	0.49	0.82	0.67	0.53	0.95	0.90	0.52
	S	0.50	0.83	0.70	0.55	0.91	0.93	0.54
15L	H	0.42	0.81	0.57	0.47	1.07	0.91	0.49
	S	0.44	0.82	0.62	0.47	1.04	0.88	0.48
16K	H	0.44	0.75	0.44	0.50	1.03	0.95	0.48
17N	H	0.50	0.94	0.53	0.48	1.01	0.86	0.53
	S	0.49	0.95	0.80	0.45	1.22	0.75	0.52
18G	H	0.43	0.79	0.51	0.52	1.00	0.87	0.52
	S	0.45	0.71	0.49	0.52	0.92	0.85	0.52
18I	H	0.47	0.83	0.56	0.55	0.99	0.92	0.54
	S	0.49	0.85	0.40	0.55	0.98	0.66	0.56
18N	H	0.42	0.83	0.47	0.46	1.01	0.87	0.44
	S	0.37	0.91	0.77	0.41	1.10	0.92	0.45
19J	H	0.38	0.69	—	0.50	0.91	—	0.52
(19J)	H	(0.42)			(0.55)			(0.55)
20J	H	0.37	0.80	0.32	0.49	0.93	0.85	0.47
(20J)	H	(0.42)			(0.49)			(0.51)
21J	H	0.33	0.83	0.28	0.47	1.01	0.73	0.46
(21J)	H	(0.44)			(0.57)			(0.56)
(22J)	H	(0.48)			(0.65)			(0.63)
(23J)	H	(0.47)			(0.52)			(0.51)
24F	H	0.44	0.85	0.54	0.52	1.10	0.98	0.51

数表(針葉樹)

constants (Softwoods)

48—72 hr) n_3		吸湿定数 Absorption constant a			吸湿量示数 Index number of absorption amount		
Radial section		木口面 Cross sec.	板目面 Tang. sec.	マサ目面 Rad. sec.			
n_{r2}/n_{r1}	n_{r3}/n_{r1}	a_c	a_t	a_r	$\frac{a_c n_c}{(n_c + 0.50)}$	$\frac{a_t n_t}{(n_t + 0.50)}$	$\frac{a_r n_r}{(n_r + 0.50)}$
1.01	1.07	67.0	11.6	10.1	33.5	6.0	5.5
1.02	1.09	72.2	12.6	10.7	34.0	6.7	5.8
0.99	0.82	71.4	23.3	17.9	28.6	10.6	8.7
0.97	0.61	62.7	14.8	15.6	25.1	7.6	8.0
1.49	1.06	60.9	16.8	15.7	21.9	7.2	7.4
1.23	0.90	58.6	17.2	18.0	25.1	8.9	9.0
1.46	1.18	62.8	16.8	15.8	19.4	6.3	6.3
0.92	0.98	70.2	16.1	15.4	34.1	8.5	8.4
0.96	0.85	51.1	14.1	14.1	19.1	6.4	6.4
1.31	1.10	65.2	17.9	19.6	17.9	6.4	7.1
1.24	1.22	56.1	16.3	18.4	21.7	6.7	7.1
1.50	1.17	68.2	18.3	27.8	24.6	8.1	9.6
0.92	0.63	85.2	18.9	19.3	43.9	11.8	12.1
0.92	0.76	72.1	17.1	17.0	26.0	7.6	8.0
0.92	0.91	69.7	18.5	18.5	28.8	8.7	8.7
0.86	0.89	78.0	19.2	17.6	28.1	9.6	8.8
1.00	0.97	64.7	16.3	16.1	31.4	8.9	8.5
0.93	0.93	67.8	17.4	18.3	33.9	10.0	10.3
1.05	0.92	76.3	18.2	16.2	29.5	8.3	7.9
1.03	0.89	78.6	21.1	19.8	32.5	9.6	9.3
1.10	1.03	78.3	14.7	14.4	32.4	7.4	6.8
1.09	0.84	45.1	17.8	13.2	22.6	8.4	7.2
1.11	0.84	46.8	21.1	16.1	22.7	9.0	8.5
1.07	0.86	71.4	14.6	13.0	28.6	7.7	6.9
0.91	0.80	72.5	19.2	20.1	31.0	10.2	10.7
1.01	0.93	67.4	13.8	13.7	30.7	8.0	7.7
0.94	0.62	63.6	17.9	18.7	30.9	10.3	11.1
1.04	1.03	65.7	15.4	14.9	25.4	6.8	6.2
1.00	0.80	62.3	19.6	19.1	20.1	7.3	8.2
0.94	—	71.4	15.9	13.8	23.9	8.0	7.3
		(77.1)	(14.6)	(13.4)	(29.8)	(8.4)	(7.7)
1.03	0.84	87.0	17.5	18.9	28.0	8.5	8.6
		(91.1)	(22.1)	(21.6)	(35.2)	(10.7)	(11.1)
1.01	0.78	90.4	17.3	18.1	24.8	7.9	8.0
		(75.3)	(11.4)	(11.0)	(31.1)	(7.0)	(6.5)
		(69.2)	(9.6)	(10.0)	(32.6)	(7.2)	(7.1)
		(97.2)	(22.4)	(22.7)	(44.3)	(11.9)	(11.7)
1.13	1.01	67.7	13.4	12.5	28.0	7.1	6.4

Table 2-2. 諸 吸 湿 定
Table of moisture absorption

樹 種 Tree species		吸 湿 定 数			Absorption constant			n	$\left(\frac{6-24}{n_1 n_2} \right)$
		木 口 面			板 目 面			Tangential section	マサ目面
		n_{c1}	n_{c2}/n_{c1}	n_{c3}/n_{c1}	n_{t1}	n_{t2}/n_{t1}	n_{t3}/n_{t1}	n_{r1}	
25C	H	0.29	1.36	0.72	0.34	1.35	1.11	0.37	
	S	0.34	1.06	0.38	0.40	1.15	1.05	0.42	
28F	H	0.49	1.01	0.75	0.50	1.17	1.09	0.53	
29H	H	0.35	1.01	1.26	0.39	1.14	1.43	0.46	
30I	H	0.51	0.71	0.48	0.54	0.85	0.70	0.54	
31H	H	0.38	1.83	1.05	0.36	2.09	1.30	0.40	
	S	0.45	1.07	1.00	0.45	1.17	1.19	0.39	
32B	H	0.53	0.73	0.64	0.55	0.85	0.89	0.55	
33D	H	0.54	0.51	1.00	0.51	0.54	1.20	0.48	
	S	0.49	0.54	1.10	0.47	0.59	1.31	0.44	
34H	H	0.50	0.98	0.99	0.47	1.11	1.20	0.47	
35D	H	0.44	0.90	1.21	0.46	0.95	1.25	0.45	
	S	0.48	0.88	1.17	0.46	0.95	1.29	0.42	
36F	H	0.44	0.97	0.76	0.46	1.24	1.07	0.48	
38E	H	0.53	0.89	0.57	0.53	0.98	0.69	0.50	
	S	0.50	0.91	0.98	0.50	0.99	1.12	0.49	
38F	H	0.48	0.92	0.66	0.49	1.01	0.81	0.50	
	S	0.47	0.88	0.59	0.48	1.02	0.82	0.51	
38H	H	0.50	1.02	0.96	0.49	1.06	1.20	0.49	
	S	0.52	0.88	0.73	0.52	1.01	0.95	0.53	
38K	H	0.49	0.79	0.77	0.49	0.99	0.87	0.50	
38L	H	0.46	0.86	0.82	0.47	0.95	1.05	0.43	
	S	0.45	0.74	0.64	0.48	0.87	0.80	0.47	
39H	H	0.51	1.01	0.89	0.51	1.08	1.06	0.49	
40N	H	0.48	1.21	1.30	0.46	1.26	1.41	0.43	
	S	0.51	1.13	1.31	0.47	1.17	1.61	0.46	
43N	H	0.47	1.09	1.36	0.42	1.23	1.84	0.41	
	S	0.47	1.00	1.40	0.47	1.01	1.43	0.47	
45C	H	0.50	1.10	0.83	0.50	1.22	0.99	0.47	
	S	0.50	0.91	0.78	0.52	0.96	0.90	0.47	
45D	H	0.59	0.61	0.42	0.59	0.70	0.66	0.57	
	S	0.51	0.94	0.72	0.51	0.99	0.85	0.48	
45F	H	0.49	0.81	0.85	0.47	0.99	1.11	0.45	
45K	H	0.51	0.88	0.80	0.49	0.99	1.06	0.47	
46H	H	0.52	1.04	1.03	0.50	1.12	1.16	0.49	
48H	H	0.47	1.18	0.83	0.48	1.25	0.93	0.51	
49N	H	0.50	0.84	0.73	0.51	0.89	0.83	0.49	
50D	H	0.46	0.91	1.00	0.48	1.07	1.30	0.46	
	S	0.46	0.85	0.89	0.48	1.00	1.17	0.46	
51D	H	0.51	0.95	0.93	0.52	0.94	1.02	0.48	
	S	0.54	0.83	0.81	0.55	0.92	1.02	0.53	
53N	H	0.55	0.88	0.74	0.47	1.02	0.97	0.47	
54N	H	0.47	1.11	0.87	0.44	1.18	0.98	0.43	
	S	0.49	1.11	0.88	0.47	1.13	0.96	0.47	
55I	H	0.51	0.82	0.65	0.54	0.94	0.89	0.53	
56F	H	0.48	0.65	0.48	0.50	0.94	0.97	0.49	
57H	H	0.44	0.86	0.70	0.48	1.02	0.89	0.48	
59D	H	0.47	1.01	0.73	0.46	1.07	0.87	0.46	
	S	0.51	1.07	0.65	0.49	1.13	0.80	0.48	

数表 (広葉樹)

constants (Hardwood)

$\frac{48-72 \text{ hr}}{n_s}$		吸湿定数 Absorption constant a			吸湿量示数		
Radial section		木口面 Cross sec.	板目面 Tang. sec.	マサ目面 Rad. sec.	Index number of absorption amount		
n_{r2}/n_{r1}	n_{r3}/n_{r1}	a_c	a_t	a_r	$\frac{a_c n_c}{(n_c + 0.50)}$	$\frac{a_t n_t}{(n_t + 0.50)}$	$\frac{a_r n_r}{(n_r + 0.50)}$
1.32	1.07	72.8	25.1	21.6	16.7	7.2	7.0
1.17	1.17	85.2	26.4	21.6	24.3	9.5	8.3
1.18	1.04	52.3	14.3	10.8	25.4	7.2	5.9
0.98	1.22	46.4	15.9	13.2	13.8	5.5	5.8
0.89	0.78	67.2	22.1	18.9	34.6	12.4	10.6
1.79	1.27	60.1	22.0	17.7	20.1	6.8	6.4
1.37	1.43	53.0	18.2	18.0	22.7	7.8	6.2
0.86	0.91	81.5	24.2	20.8	44.5	14.0	12.0
0.61	1.33	46.9	20.0	19.4	26.3	10.3	9.1
0.64	1.41	79.2	31.2	29.6	38.4	14.2	12.2
1.16	1.25	60.6	26.7	20.7	30.3	12.2	9.4
0.97	1.27	49.4	19.7	17.0	20.4	8.7	7.3
1.04	1.43	59.4	28.7	23.7	27.9	12.7	9.2
1.13	1.10	61.8	16.2	13.9	25.6	7.2	6.5
1.50	0.72	42.3	14.7	13.5	23.1	8.0	6.8
1.05	1.19	44.1	15.9	13.3	22.1	8.0	6.5
1.09	0.99	63.5	23.0	16.3	29.9	11.2	8.2
1.04	0.95	74.5	26.8	19.2	34.0	12.6	9.9
1.10	1.22	50.0	17.9	15.4	25.0	8.7	7.5
1.02	0.96	62.1	22.4	17.8	32.9	11.9	9.7
1.02	0.89	75.6	26.8	21.6	36.7	13.0	10.8
1.08	1.06	65.4	18.9	18.1	28.9	8.6	7.2
0.90	0.85	86.9	30.2	28.7	37.1	14.2	13.1
1.16	1.15	60.1	22.7	20.9	31.0	11.7	10.1
1.33	1.50	50.7	21.6	18.6	23.8	9.5	7.4
1.19	1.62	53.8	24.9	20.6	27.7	11.4	9.1
1.27	1.75	49.0	22.1	17.7	22.3	8.5	6.6
1.08	1.47	55.7	25.4	19.3	25.4	11.6	8.8
1.26	1.05	50.8	15.9	15.5	25.4	8.0	7.1
1.09	1.04	56.5	19.2	17.7	28.3	10.2	8.1
0.69	0.74	38.2	13.5	11.9	24.6	8.7	7.3
1.11	0.90	48.6	17.6	16.5	25.0	9.1	7.8
1.06	1.19	62.6	20.2	17.0	30.4	9.2	7.3
1.03	1.13	66.0	20.4	17.3	34.0	9.9	7.9
1.19	1.17	59.6	24.1	20.6	31.6	12.1	10.0
1.19	0.94	57.9	20.0	15.2	26.4	9.4	7.8
1.03	0.83	57.0	22.7	14.1	28.5	11.7	6.8
1.11	1.36	51.9	14.4	14.4	22.9	6.8	6.4
1.13	1.24	62.1	18.3	19.2	27.4	8.6	8.5
1.08	1.16	41.5	17.4	15.7	21.4	9.2	7.4
1.01	1.10	53.7	18.3	15.0	30.2	10.6	8.2
0.98	0.96	59.4	15.9	15.5	34.3	7.2	7.1
1.15	1.00	48.1	23.2	19.9	21.9	9.6	8.0
1.14	0.96	49.9	27.2	22.9	24.2	12.4	10.4
0.94	0.95	84.4	23.6	20.2	43.5	13.3	11.0
0.94	0.99	73.7	16.3	14.1	34.7	8.2	6.8
1.08	0.97	64.0	18.7	16.1	26.5	8.8	7.6
1.13	0.95	71.4	31.1	22.7	32.6	13.7	10.0
1.08	0.91	58.5	26.6	24.1	30.1	12.9	11.3

Table 2-2. (つづき) (Continued)

樹 種 Tree species		吸 湿 定 数 Absorption constant n						$\left(\begin{smallmatrix} 6-24- \\ n_1 \quad n_2 \end{smallmatrix} \right)$	
		木 口 面 Cross section			板 目 面 Tangential section				マサ目面
		n_{c1}	n_{c2}/n_{c1}	n_{c3}/n_{c1}	n_{t1}	n_{t2}/n_{t1}	n_{t3}/n_{t1}		
60 I	H	0.52	0.87	0.67	0.53	0.98	0.89	0.51	
	S	0.50	0.79	0.61	0.52	1.00	0.91	0.51	
61 C	H	0.42	0.84	0.58	0.38	1.34	1.22	0.38	
	S	0.42	0.96	0.68	0.41	1.15	1.07	0.44	
64 D	H	0.53	1.05	0.95	0.55	1.10	1.07	0.52	
	S	0.54	0.97	0.82	0.54	1.08	0.98	0.53	
65 I	H	0.55	0.86	0.68	0.53	0.98	0.94	0.51	
66 H	H	0.45	0.98	0.71	0.48	1.11	0.83	0.49	
	S	0.47	1.00	0.78	0.51	1.12	0.88	0.50	
67 D	H	0.49	0.97	0.84	0.48	1.05	0.96	0.46	
	S	0.55	0.77	0.66	0.54	0.86	0.77	0.57	
68 C	H	0.51	1.15	1.26	0.49	1.24	1.39	0.46	
69 H	H	0.43	0.89	0.65	0.49	1.02	0.98	0.50	
70 N	H	0.43	0.99	0.72	0.44	1.04	1.01	0.44	
72 F	H	0.52	0.79	0.71	0.55	1.00	0.89	0.57	
74 I	H	0.50	0.80	0.52	0.56	0.89	0.71	0.55	

Table 3. 吸湿定数 n の時間変化
Time-dependence of moisture absorption constant n

吸湿面 Section			木口面 Cross section			板目面 Tangential section			マサ目面 Radial section		
			n_{c1}	n_{c2}/n_{c1}	n_{c3}/n_{c1}	n_{t1}	n_{t2}/n_{t1}	n_{t3}/n_{t1}	n_{r1}	n_{r2}/n_{r1}	n_{r3}/n_{r1}
針葉樹 Soft-wood	心材 heart wood	Max.	0.51	1.44	0.90	0.58	1.50	1.30	0.58	1.49	1.18
		Ave.	0.43	0.85	0.54	0.49	1.04	0.91	0.50	1.05	0.93
		Min.	0.33	0.61	0.28	0.41	0.82	0.71	0.42	0.86	0.61
	辺材 sap-wood	Max.	0.50	1.14	0.80	0.55	1.23	1.12	0.56	1.50	1.17
		Ave.	0.44	0.99	0.70	0.48	1.14	0.90	0.48	1.11	0.89
		Min.	0.33	0.71	0.40	0.40	0.91	0.66	0.39	0.91	0.62
広葉樹 Hard-wood	心材 heart wood	Max.	0.59	1.36	1.36	0.59	2.09	1.84	0.57	1.79	1.75
		Ave.	0.48	0.95	0.82	0.49	1.06	1.04	0.48	1.10	1.08
		Min.	0.29	0.51	0.48	0.34	0.54	0.66	0.37	0.61	0.72
	辺材 sap-wood	Max.	0.55	1.13	1.40	0.55	1.17	1.61	0.57	1.37	1.62
		Ave.	0.48	0.92	0.84	0.49	1.01	1.04	0.48	1.06	1.12
		Min.	0.34	0.54	0.38	0.40	0.59	0.77	0.39	0.64	0.80

46—72 hr) n_3		吸湿定数 Absorption constant a			吸湿量示数 Index number of absorption amount		
Radial section		木口面 Cross sec.	板目面 Tang. sec.	マサ目面 Rad. sec.			
n_{r2}/n_{r1}	n_{r3}/n_{r1}	a_c	a_t	a_r	$a_c n_c$ ($n_c + 0.50$)	$a_t n_t$ ($n_t + 0.50$)	$a_r n_r$ ($n_r + 0.50$)
1.05	0.99	71.5	27.3	19.9	37.9	14.9	10.3
1.03	0.98	80.8	24.6	20.6	40.4	13.0	10.6
1.45	1.27	79.5	26.0	22.5	30.7	8.7	7.5
1.12	1.03	84.8	29.5	24.2	32.8	11.0	10.0
1.15	1.15	36.1	13.9	13.8	19.7	8.0	7.3
1.11	1.02	46.5	19.5	19.4	26.1	11.0	10.6
1.03	0.99	78.2	27.9	23.2	45.2	15.2	12.0
1.10	0.89	53.6	16.9	15.0	22.9	7.9	7.3
1.07	1.01	57.0	16.9	16.7	26.0	8.7	8.4
1.12	1.00	50.3	19.2	17.5	24.4	9.0	7.7
0.87	0.80	43.5	14.5	13.5	25.1	8.1	8.2
1.30	1.48	49.8	21.4	21.4	25.7	11.1	9.5
1.01	1.00	47.3	13.3	12.3	18.9	6.5	6.2
1.09	1.08	54.3	13.7	12.4	21.7	5.7	5.1
0.97	0.87	39.9	12.3	10.5	21.2	7.1	6.4
0.97	0.77	62.9	18.3	16.1	31.5	10.9	9.3

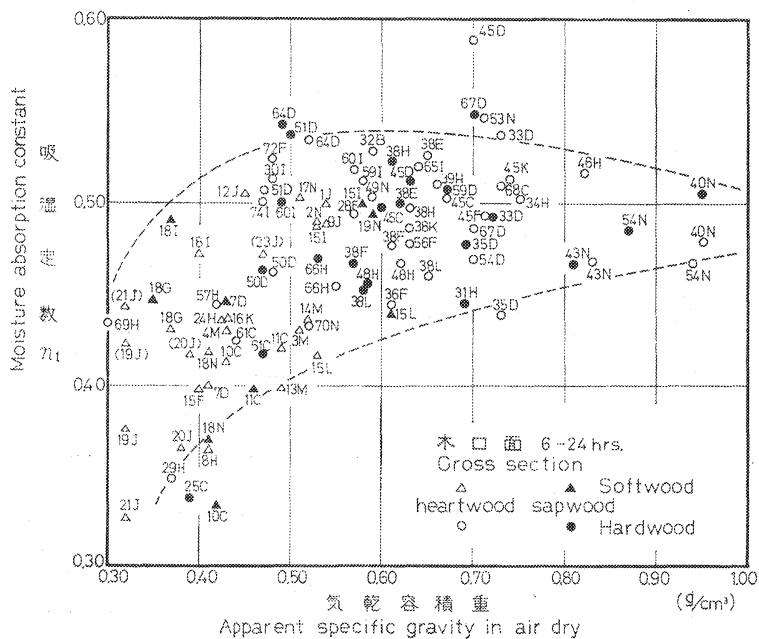


Fig. 14 容積重と吸湿定数 n_1 との関係 (1) 木口面 (6~24時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture
absorption constant n_1 . (1) Cross section (6~24 hours).

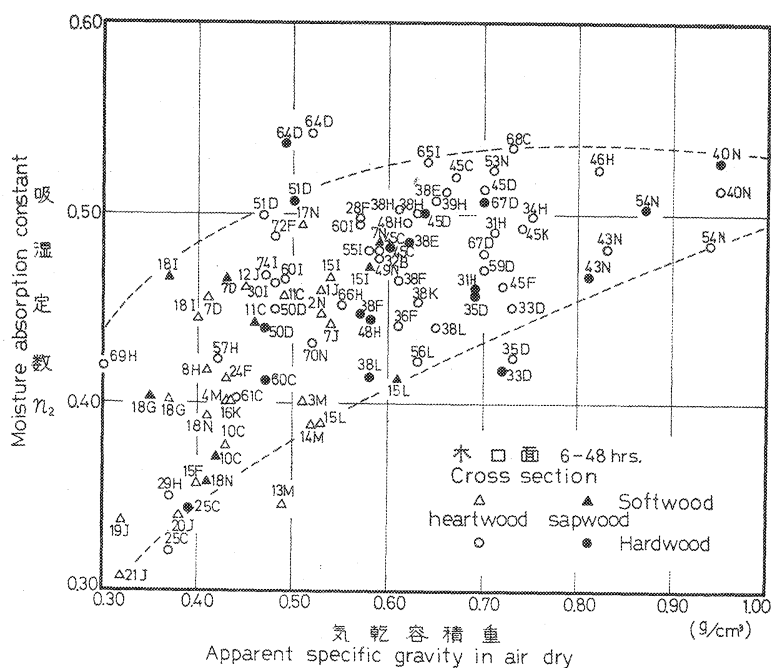


Fig. 15 容積重と吸湿定数 n_2 との関係 (2) 木口面 (6~48 時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption constant n_2 . (2) Cross section (6~48 hours).

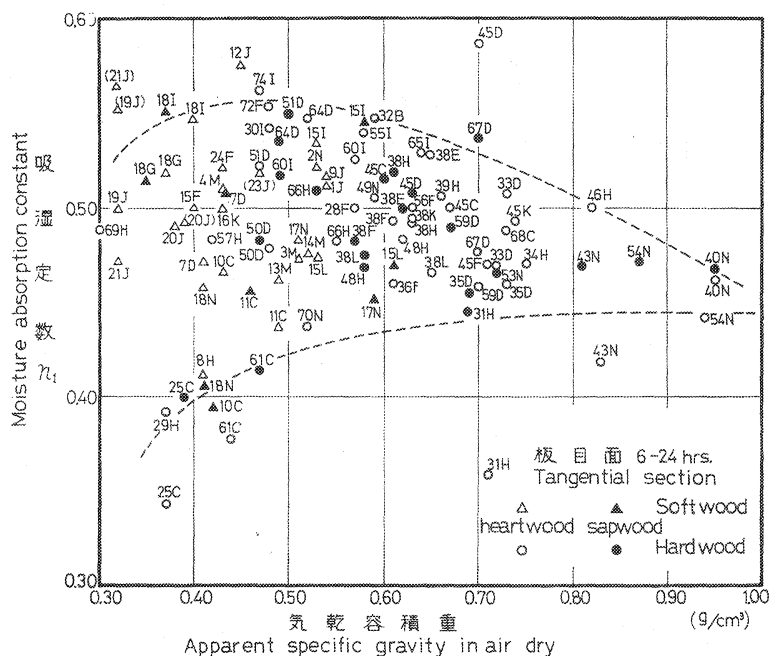


Fig. 16 容積重と吸湿定数 n_1 との関係 (3) 板目面 (6~24 時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption constant n_1 . (3) Tangential section (6~24 hours).

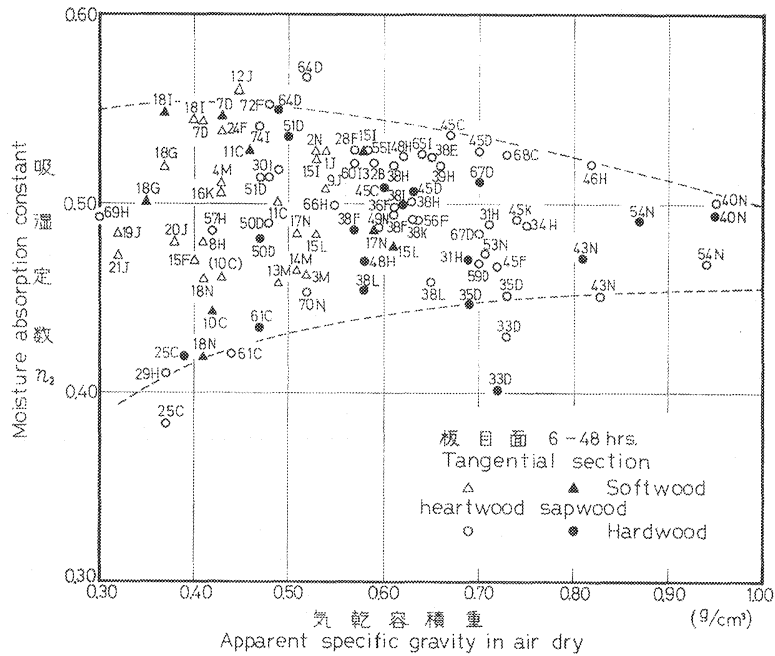


Fig. 17 容積重と吸湿定数 n_2 との関係 (4) 板目面 (6~48時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption constant n_2 . (4) Tangential section (6~48 hours).

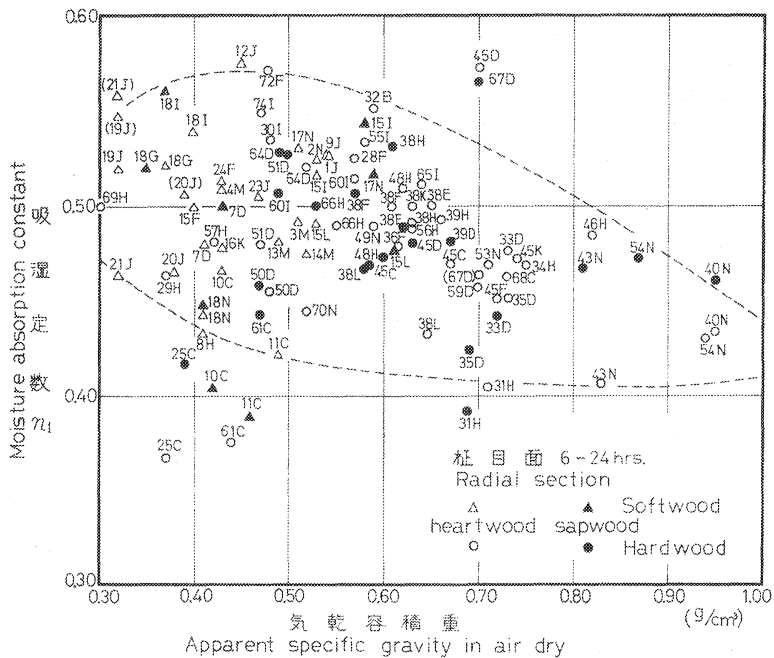


Fig. 18 容積重と吸湿定数 n_1 との関係 (5) マサ目面 (6~24時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption constant n_1 . (5) Radial section (6~24 hours).

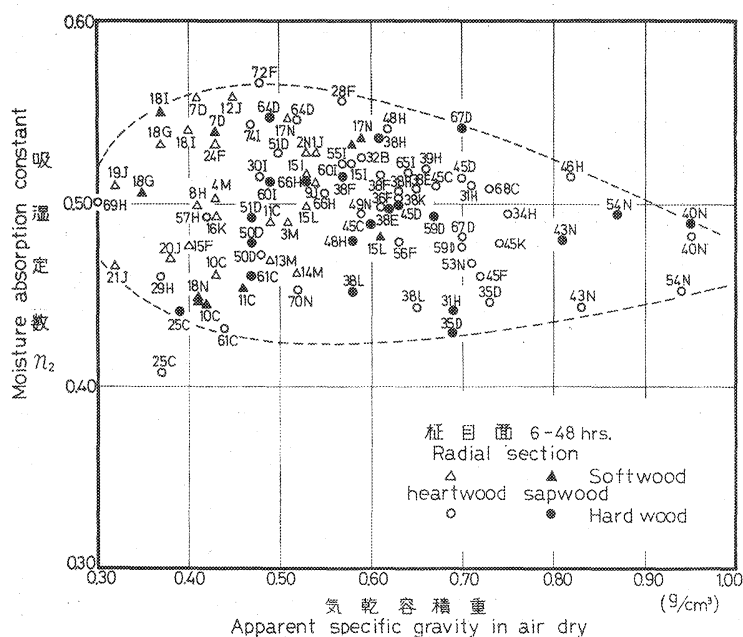


Fig. 19 容積重と吸湿定数 n_2 との関係 (6) マサ目面 (6~48 時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption constant n_2 . (6) Radial section (6~48 hours).

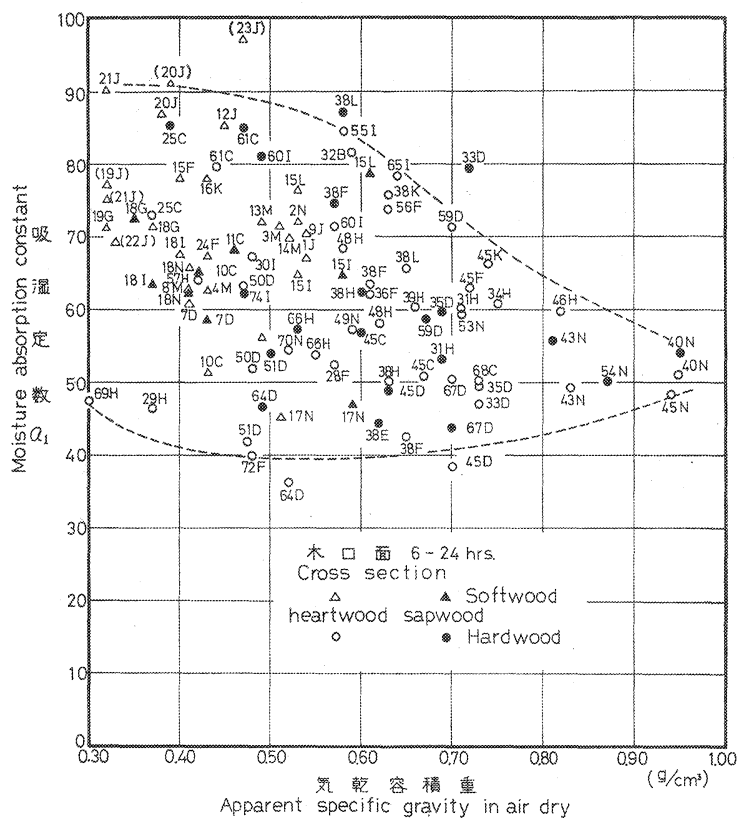


Fig. 20 容積重と吸湿定数 a_1 との関係
(1) 木口面 (6~24 時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption constant a_1 .
(1) Cross section (6~24 hours).

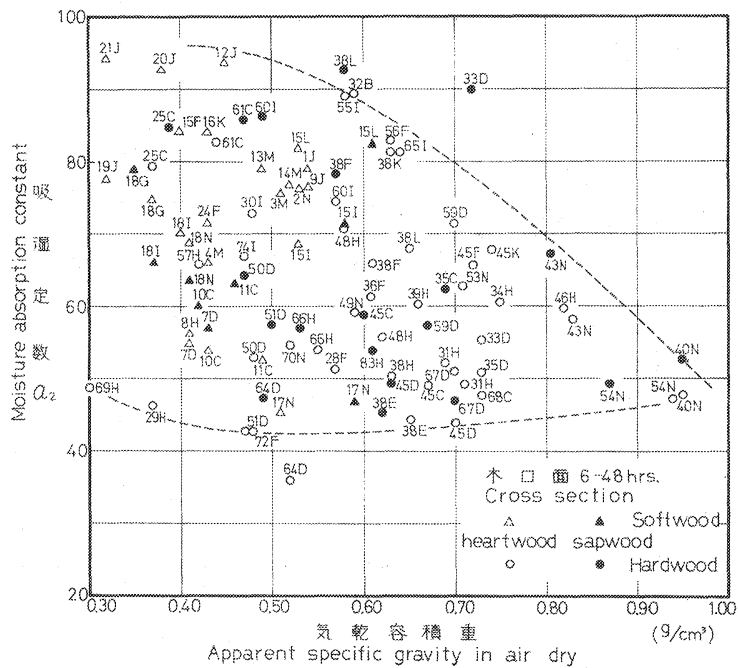


Fig. 21 容積重と吸湿定数 a_2 との関係 (2) 木口面 (6~48時間)
Relation between app.spec.-gravity in air dry and moisture absorption constant a_2 . (2) Cross section (6~48 hours).

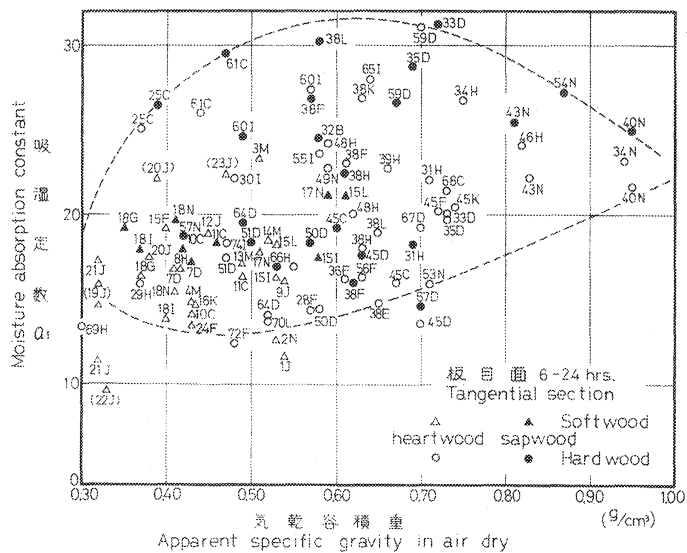


Fig. 22 容積重と吸湿定数 a_1 との関係 (3) 板目面 (6~24時間)
Relation between app.spec.-gravity in air dry and moisture absorption constant a_1 . (3) Tangential section (6~24 hours).

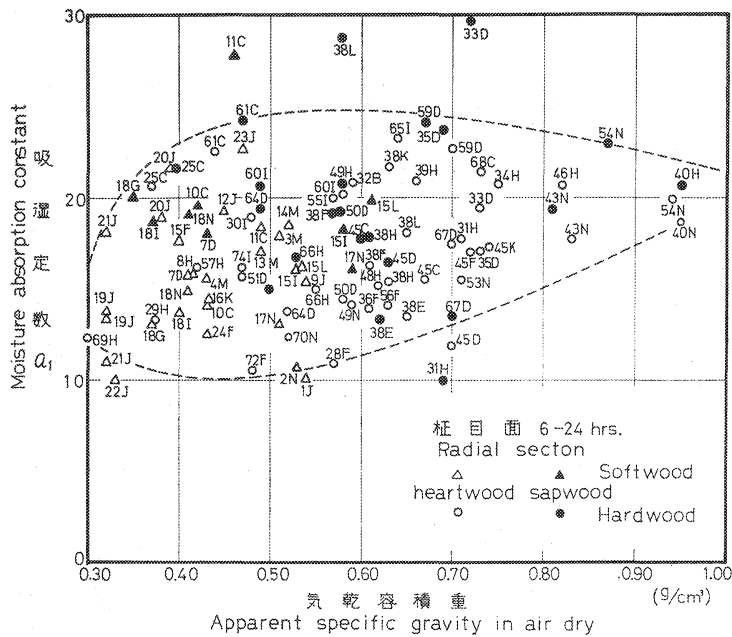


Fig. 23 容積重と吸湿定数 a_1 との関係 (4) マサ目面 (6~24時間)
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and moisture absorption constant a_1 . (4) Radial section (6~24 hours).

3-3. 吸湿示数

前項で吸湿定数 a と n について検討を加えたが、その内の定数 n がもし $0.40 < n < 0.55$ の範囲にあるとすると、吸湿量 W は実験式

$$W = 9.8an(n+0.50)\sqrt{\frac{t}{24} + P} \quad (\times 10^{-4} \text{ g/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$P = (\pm) \frac{t(24-t)}{20(t+24)} \sqrt{|n-0.50|}$$

ただし (+ : $n \leq 0.5$, - : $n > 0.5$)

t : hour

としてあらわすことができる。Fig. 24 にこの (6) 式と (5) 式の両曲線を比較してあるが、 n が $0.40 \sim 0.50$ の範囲では、6~72時間での (5) 式からの“ずれ”は最大5%を越えないし、24時間では1.5%以内に収まる。

この (6) 式に $t=24$ を代入すると、

$$W = 9.8an(n+0.50) = 9.8I \quad (\times 10^{-4} \text{ g/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$I = an(n+0.50) \quad \dots\dots\dots (8)$$

が導ける。もちろん、この示数 I は (5) 式を $1/2$ 乗根式に表わし直した (6) 式から導いたもので、その前提として (5) 式による対数計算は必要である。しかし、一見してわかるように、(7) 式の意義は (5) 式に比べ、24時間の吸湿量を a と n で簡単に再計算できることと、(8) の $an(n+0.50)$ で樹種、試料、その他の条件間での相互比較が容易になることである。

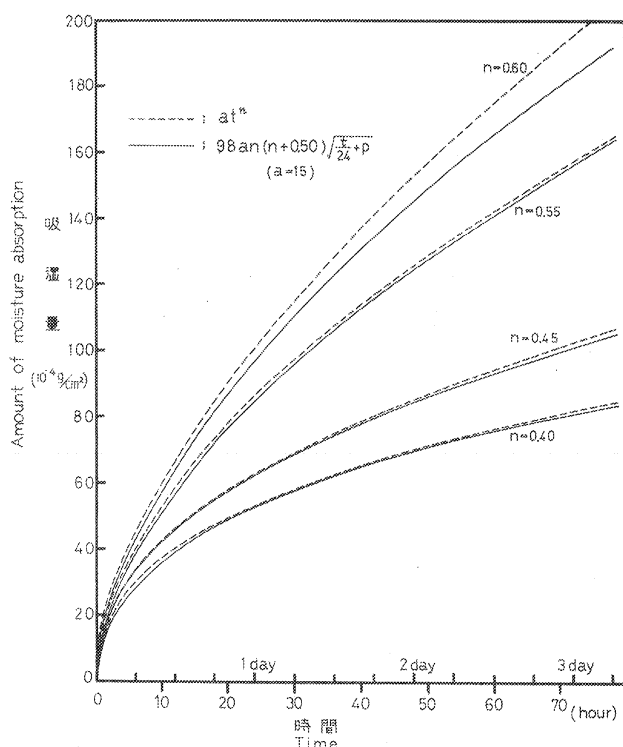


Fig. 24 吸湿曲線
Examples of moisture
absorption curve.

この示数を供試全樹種について求めたものが Table 2 の第 14, 15 および 16 欄の $I_c = a_c n_c (n_c + 0.50)$, $I_t = a_t n_t (n_t + 0.50)$, $I_r = a_r n_r (n_r + 0.50)$ である。

この I の値を大きい順に表わしたのが Table 4-1, 4-2 で、針葉樹材と広葉樹材に大別してある。

そこで、針・広葉樹材、心・辺材、木口、板目およびマサ目面などの平均的な I の値について比較してみると、

針葉樹・心材	木口面 (27.9) > 板目面 (8.0) > マサ目面 (7.6)
〃・辺材	〃 (26.5) > マサ目面 (9.3) > 板目面 (8.9)
広葉樹・心材	〃 (27.7) > 板目面 (9.6) > マサ目面 (8.0)
〃・辺材	〃 (29.0) > 〃 (10.9) > 〃 (9.3)

となり、一般的な、木口面 > 板目面 > マサ目面の順序が狂うのは針葉樹の辺材で、それではマサ目面の方が板目面よりも大きい値を示している。これについては 3-5 で触れる。

3-4. 樹種の吸湿能評価

3-2 項で述べたように、比較的短時間における吸湿量をみる場合は、24 時間の吸湿量によるのが妥当で、長時間にわたる吸湿能をみる場合は吸湿（飽和）率の方が妥当である。つまり、24 時間吸湿量の場合は樹種特性の影響下での“吸湿速度”を、吸湿（飽和）率の場合は容積重の影響下での“吸湿能力”をみることになる。

よって、24 時間の吸湿量を用いて樹種別の吸湿能を評価したが、その際、吸湿量を次のように区分した。

木口面吸湿の場合

吸湿量が	「きわめて大」:	350	($\times 10^{-4}$ g/cm ² ・24 hours)	以上
	「大」	: 300~350	(" ")	
	「中」	: 250~300	(" ")	
	「小」	: 250	(" ")	以下

板目面とマサ目面吸湿の場合

吸湿量が	「きわめて大」:	125	($\times 10^{-4}$ g/cm ² ・24 hours)	以上
	「大」	: 100~125	(" ")	
	「中」	: 75~100	(" ")	
	「小」	: 75	(" ")	以下

なお、この区分の仕方は3-2項で述べたように、心・辺材、針・広葉樹材の区別をせず、各樹種の心・辺材について得られた吸湿量のうち、最大値と最小値のあいだを大小4段階に分けたもので、したがって各区分の樹種数は均等でない。

上述の吸湿量区分にしたがって得られたものが、Table 5 である。

この表で大きい吸湿量をもつ樹種を若干抜きだしてみると、木口面ではトウヒ(12J)、シラカンバ(32B)、ブナ(38K)、ヤマザクラ(55I)、トチノキ(60I)、ミズキ(65I)、マカンバ(33D)辺材、ブナ(38L)辺材などが、板目面では木口面の上記の樹種からトウヒが抜け、イタヤカエデ(59D)の心・辺材が加わる。

また、吸湿量が小さい方としてシラベ(8H)、エゾマツ(10C)、スギ(18N)、ドロノキ(25C)、ミズメ(31H)、ハルニレ(47C)、カツラ(50D)、クスノキ(52N)、キリ(69H)などの樹種が挙げられる。

なお、イチイ(1J)、カヤ(2N)をはじめヒメコマツ(16K)、ヤマグワ(49N)、タブノキ(53N)、イヌエンジュ(56F)、イタヤカエデ(59D)、およびシナノキ(61C)などは吸湿面によって評価が異なり、いずれも3区分にまたがっており、吸湿異方性の大きい材として注目される。

つぎに、各樹種の吸湿能をみるために、24および72時間の吸湿量が最終的に平衡に達したときの含水率増加分(平均して約5.0%増: Table 9 参照)の、何%に当たるかを調べた吸湿(飽和)率の表が Table 6 である。なお、表中では容積重の小さい方から並べてあり、△印が24時間、○印が72時間の吸湿(飽和)率である。

一見してわかるように、低容積重材ほど右寄り(飽和率が高く)、一方、高容積重材ほど左寄り(飽和率は小さい)。しかし、吸湿量が「きわめて大」区分の樹種群はその傾向に沿っていない。

個々に“飽和速度”の大きいものとしては、木口面・24時間でサワラ(21J)、トウヒ(12J)が60~70%台、ついでコウヤマキ(19J)、スギ(18G・I)、ヒノキ(20J)、アカマツ(15F)、ヒメコマツ(16K)、シナノキ(61C)、ハンノキ(30I)、トチノキ(60I)、ヤマザクラ(55I)、シラカンバ(32B)およびミズキ(65I)などが50~60%で現われている。

72時間では、トウヒ(12J)が90~100%台でほぼ飽和に近く、スギ(18G・I)、ヤマザクラ(55I)、シラカンバ(32B)、ミズキ(65I)などが80~90%台でそれに次いでいる。

他方、板目とマサ目面の飽和速度では木口面ほどの変動はみられないが、木口面での現われ方に対応しているものが多く、木口面について述べたもののほかに、ヤマハンノキ(74I)、ハンノキ(30I)、ブナ(38K)およびイヌブナ(39H)などが吸湿しやすい結果を示している。

Table 4-1. 吸湿示数表 (1) 針葉樹
Table of moisture absorption index number (1) Softwoods

木 口 Cross section				板 目 面 Tangential section				樁 目 Radial section				
心 材 Heartwood			辺 材 Sapwood		心 材 Heartwood		辺 材 Sapwood		心 材 Heartwood		辺 材 Sapwood	
樹 種 Tree species	$a_c n_c$ ($n_c+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_c n_c$ ($n_c+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_t n_t$ ($n_t+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_t n_t$ ($n_t+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_r n_r$ ($n_r+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_r n_r$ ($n_r+0.5$)	
1	(23 J)	(44.3)*	15 I	33.9	(23 J)	(11.9)*	18 I	10.3	12 J	12.1	18 I	11.1
2	12 J	43.9	15 L	32.5	12 J	11.8	18 G	10.2	(23 J)	(11.7)*	18 G	10.7
3	(20 J)	(35.2)*	18 G	31.0	(20 J)	(10.7)*	15 I	10.0	(20 J)	(11.1)*	15 I	10.3
4	9 J	34.1	18 I	30.9	3M	10.6	15 L	9.6	15 F	8.8	11 C	9.6
5	2N	34.0	7D	25.1	15 F	9.6	17 N	9.0	3M	8.7	15 L	9.3
6	1 J	33.5	11 C	24.6	15 I	8.9	7D	8.9	14M	8.7	7D	9.0
7	(22 J)	(32.6)*	17 N	22.7	14M	8.7	11 C	8.1	20 J	8.6	17 N	8.5
8	16 K	32.4	18 N	20.1	9 J	8.5	18 N	7.3	15 I	8.5	18 N	8.2
9	15 I	31.4	10 C	17.9	20 J	8.5	10 C	6.4	9 J	8.4	10 C	7.1
10	(21 J)	(31.1)*			17 N	8.4			4M	8.0		
11	18 I	30.7			(19 J)	(8.4)*			13M	8.0		
12	(19 J)	(29.8)*			15 L	8.3			21 J	8.0		
13	15 L	29.5			18 I	8.0			15 L	7.9		
14	14M	28.8			19 J	8.0			18 I	7.7		
15	3M	28.6			21 J	7.9			(19 J)	(7.7)*		
16	18 G	28.6			18 G	7.7			7D	7.4		
17	15 F	28.1			4M	7.6			19 J	7.3		
18	20 J	28.0			13M	7.6			17 N	7.2		
19	24 F	28.0			16 K	7.4			11 C	7.1		
20	13M	26.0			7D	7.2			(22 J)	(7.1)*		
21	18 N	25.4			(22 J)	(7.2)*			18 G	6.9		
22	4M	25.1			24 F	7.1			16 K	6.8		
23	21 J	24.8			(21 J)	(7.0)*			(21 J)	(6.5)*		
24	19 J	23.9			18 N	6.8			10 C	6.4		
25	17 N	22.6			2N	6.7			24 F	6.4		
26	7D	21.9			11 C	6.7			8H	6.3		
27	11 C	21.7			10 C	6.4			18 N	6.2		
28	8H	19.4			8H	6.3			2N	5.8		
29	10 C	19.1			1 J	6.0			1 J	5.5		
$\bar{X}$	27.9		$\bar{X}$	26.5	$\bar{X}$	8.0	$\bar{X}$	8.9	$\bar{X}$	7.6	$\bar{X}$	9.3

* () の数値は参考値で平均には含まない。 The figures in the parentheses not included in the calculation of $\bar{X}$.

Table 4-2. 吸湿示数表(2) 広葉樹
Table of moisture absorption index number (2) Hardwoods.

木 口 Cross section				板 目 面 Tangential section				柁 目 Radial section				
心 材 Heartwood			辺 材 Sapwood		心 材 Heartwood		辺 材 Sapwood		心 材 Heartwood		辺 材 Sapwood	
樹 種 Tree species	$a_c n_c$ ($n_c+0.5$)		樹 種 Tree species	$a_c n_c$ ($n_c+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_t n_t$ ($n_t+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_t n_t$ ($n_t+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_r n_r$ ($n_r+0.5$)	樹 種 Tree species	$a_r n_r$ ($n_r+0.5$)
1	65 I	45.2	60 I	40.4	65 I	15.2	33D	14.2	32B	12.0	38L	13.1
2	32B	44.5	33D	38.4	60 I	14.9	38L	14.2	65 I	12.0	33D	12.2
3	55 I	43.5	38L	37.1	34H	14.2	60 I	13.0	55 I	11.0	59D	11.3
4	60 I	37.9	38F	34.0	32B	14.0	59D	12.9	38K	10.8	60 I	10.6
5	38K	36.7	38H	32.9	59D	13.7	35D	12.7	30 I	10.6	64D	10.6
6	56F	34.7	61C	32.8	55 I	13.3	38F	12.6	60 I	10.3	54N	10.4
7	30 I	34.6	51D	30.2	38K	13.0	54N	12.4	39H	10.1	61C	10.0
8	53N	34.3	59D	30.1	30 I	12.4	38H	11.9	46H	10.0	38F	9.9
9	45K	34.0	45C	28.3	46H	12.1	43N	11.6	59D	10.0	38H	9.7
10	59D	32.6	35D	27.9	39H	11.7	40N	11.4	68C	9.5	35D	9.2
11	46H	31.6	40N	27.7	49N	11.7	61C	11.0	34H	9.4	40N	9.1
12	74 I	31.5	50D	27.4	38F	11.2	64D	11.0	74 I	9.3	43N	8.8
13	39H	31.0	64D	26.1	74 I	10.9	51D	10.6	33D	9.1	50D	8.5
14	61C	30.7	66H	26.0	68C	10.4	45C	10.2	38F	8.2	66H	8.4
15	45F	30.4	43N	25.4	33D	10.3	25C	9.5	54N	8.0	25C	8.3
16	34H	30.3	67D	25.1	45K	9.9	45D	9.1	45K	7.9	51D	8.2
17	38F	29.9	45D	25.0	54N	9.6	66H	8.7	48H	7.8	67D	8.2
18	38L	28.9	25C	24.3	40N	9.5	50D	8.6	67D	7.7	45C	8.1
19	49N	28.5	54N	24.2	48H	9.4	67D	8.1	57H	7.6	45D	7.8
20	57H	26.5	31H	22.7	45F	9.2	38E	8.0	38H	7.5	38E	6.5
21	48H	26.4	38E	22.1	51D	9.2	31H	7.8	61C	7.5	31H	6.2
22	33D	26.3			67D	9.0			40N	7.4		
23	68C	25.7			57H	8.8			51D	7.4		

	$\bar{X}$	27.7	$\bar{X}$	29.0	$\bar{X}$	9.6	$\bar{X}$	10.9	$\bar{X}$	8.0	$\bar{X}$	9.3
24	36F	25.6					35D	8.7		35D	7.3	
25	28F	25.4				8.7	38H	8.7		45D	7.3	
26	45C	25.4				8.7	45D	8.7		45F	7.3	
27	38H	25.0				8.7	61C	8.7		64D	7.3	
28	45D	24.6				8.6	38L	8.6		66H	7.3	
29	67D	24.4				8.5	43N	8.5		38L	7.2	
30	40N	23.8				8.2	56F	8.2		45C	7.1	
31	38E	23.1				8.0	38E	8.0		53N	7.1	
32	50D	22.9				8.0	45C	8.0		25C	7.0	
33	66H	22.9				8.0	64D	8.0		38E	6.8	
34	43N	22.3				7.9	66H	7.9		56F	6.8	
35	54N	21.9				7.2	25C	7.2		43N	6.6	
36	70N	21.7				7.2	28F	7.2		36F	6.5	
37	51D	21.4				7.2	36F	7.2		31H	6.4	
38	72F	21.2				7.2	53N	7.2		49N	6.4	
39	35D	20.4				6.8	31H	6.8		50D	6.4	
40	31H	20.1				6.8	50D	6.8		72F	6.4	
41	64D	19.7				6.2	69H	6.2		69H	6.2	
42	69H	18.9				6.1	72F	6.1		28F	5.9	
43	25C	16.7				5.7	70N	5.7		29H	5.8	
44	29H	13.8				5.5	29H	5.5		70N	5.1	
	$\bar{X}$	27.7	$\bar{X}$	29.0	$\bar{X}$	9.6	$\bar{X}$	10.9	$\bar{X}$	8.0	$\bar{X}$	9.3

Table 5. 吸 湿 量 評
Grading of average moisture absorption amount

樹			種
Tree species			
記号 Sign	和名	Common name	Scientific name
1J	イチイ	ICHII	<i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc.
2N	カヤ	KAYA	<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc.
3M	イヌマキ	INUMAKI	<i>Podocarpus macrophyllus</i> D. Don
4M	モミ	MOMI	<i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.
7D	トドマツ	TODOMATSU	<i>Abies sachalinensis</i> Fr. Schmidt
8H	シラベ	SHIRABE	<i>Abies Veitchii</i> LINDLEY
9J	カラマツ	KARAMATSU	<i>Larix leptolepis</i> GORDON
10C	エゾマツ	EZOMATSU	<i>Picea jezoensis</i> CARRIERE
11C	アカエゾマツ	AKAEZOMATSU	<i>Picea Glehnii</i> MASTERS
12J	トウヒ	TÔHI	<i>Picea hondoensis</i> MAYR
13M	トガサワラ	TOGASAWARA	<i>Pseudotsuga japonica</i> BEISSNER
14M	ツガ	TSUGA	<i>Tsuga Sieboldii</i> CARRIERE
15F	アカマツ	AKAMATSU	<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.
15I	"	"	" "
15L	"	"	" "
16K	ヒメコマツ	HIMEKOMATSU	<i>Pinus pentaphylla</i> MAYR
17N	クロマツ	KUROMATSU	<i>Pinus Thunbergii</i> PARLATORE
18G	スギ	SUGI	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don
18I	"	"	" "
18N	"	"	" "
19J	コウヤマキ	KÔYAMAKI	<i>Sciadopitys verticillata</i> Sieb. et Zucc.
20J	ヒノキ	HINOKI	<i>Chamaecyparis obtusa</i> ENDL.
21J	サワラ	SAWARA	<i>Chamaecyparis pisifera</i> ENDL.
(22J)	ネズコ	NEZUKO	<i>Thuja Standishii</i> CARRIERE
(23J)	アスナロ	ASUNARO	<i>Thujopsis dolabrata</i> Sieb. et Zucc.
24F	ヒノキアスナロ	HINOKIASUNARO	<i>Thujopsis dolabrata</i> Sieb. et Zucc. var. <i>Hondai</i> MAKINO
25C	ドロノキ	DORONOKI	<i>Populus Maximowiczii</i> A. HENRY
28F	オニグルミ	ONIGURUMI	<i>Juglans Sieboldiana</i> MAXIMOWICZ
29H	サワグルミ	SAWAGURUMI	<i>Pterocarya rhoifolia</i> Sieb. et Zucc.
30I	ハノノキ	HANNOKI	<i>Alnus japonica</i> STEUDEL
31H	ミズメ	MIZUME	<i>Betula grossa</i> Sieb. et Zucc.
32B	シラカンバ	SHIRAKANBA	<i>Betula platyphylla</i> SUKATCHEV
33D	マカンバ	MAKANBA	<i>Betula Maximowicziana</i> REGEL
34H	アカシデ	AKASHIDE	<i>Carpinus laxiflora</i> BLUME
35D	アサダ	ASADA	<i>Ostrya japonica</i> SARGENT
36F	クリ	KURI	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.

価 表 (24 時 間)

on the important japanese woods (24 hours)

心 材 Heartwood				辺 材 Sapwood			
24 Hours ($\times 10^{-4}$ g/cm ²)				24 Hours ($\times 10^{-4}$ g/cm ²)			
きわめて大 Very high	大 High	中 Moderate	小 Low	きわめて大 Very high	大 High	中 Moderate	小 Low
木 口 面 Cross section ($\times 10^{-4}$ g/cm ²)				木 口 面 Cross section ($\times 10^{-4}$ g/cm ²)			
350 板目・マサ目面 Tang. Rad. section				350 板目・マサ目面 Tang. Rad. section			
125 100 75				125 100 75			
C T R	C T R	C T R	C T R	C T R	C T R	C T R	C T R
	○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○			○ ○	○
○	○ ○	○ ○	○ ○ ○ ○ ○			○ ○	○ ○ ○ ○ ○
	○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○		○ ○ ○ ○	○ ○	
	○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	○ ○	○
○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○				
		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○			○ ○ ○ ○	○ ○ ○
	○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○				
○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○	○ ○	○	

Table 5. (つづき) (Continued)

樹 種 Tree species		
記 号 Sign	和 名 Common name	学 名 Scientific name
38E	ブ ナ BUNA	<i>Fagus crenata</i> BLUME
38F	" "	" "
38H	" "	" "
38K	" "	" "
38L	" "	" "
39H	イヌブナ INUBUNA	<i>Fagus japonica</i> MAXIMOWICZ
40N	アカガシ AKAGASHI	<i>Cyclobalanopsis acuta</i> OERSTEDT
43N	イチイガシ ICHIGASHI	<i>Cyclobalanopsis gilva</i> OERSTEDT
45C	ミズナラ MIZUNARA	<i>Quercus crispula</i> BLUME
45D	" "	" "
45F	" "	" "
45K	" "	" "
46H	コナラ KONARA	<i>Quercus serrata</i> THUNBERG
47C	ハルニレ HARUNIRE	<i>Ulmus propinqua</i> KOIDZUMI
48H	ケヤキ KEYAKI	<i>Zelkova serrata</i> MAKINO
49N	ヤマグワ YAMAGUWA	<i>Morus bombycis</i> KOIDZUMI
50D	カツラ KATSURA	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> SIEB. et ZUCC.
51D	ホオノキ HÔNOKI	<i>Magnolia obovata</i> THUNBERG
52N	クスノキ KUSUNOKI	<i>Cinnamomum Camphora</i> SIEBOLD
53N	タブノキ TABUNOKI	<i>Machilus Thunbergii</i> SIEB. et ZUCC.
54N	イスノキ ISUNOKI	<i>Distylium racemosum</i> SIEB. et ZUCC.
55I	ヤマザクラ YAMAZAKURA	<i>Prunus donarium</i> SIEBOLD
56F	イヌエンジュ INUENJU	<i>Maackia amurensis</i> RUPRECHT et MAXIMOWICZ var. <i>Buergeri</i> C. K. SCHNEIDER
57H	キハダ KIHADA	<i>Phellodendron sachalinense</i> SARGENT
59D	イタヤカエデ ITAYAKAEDE	<i>Acer mono</i> MAXIMOWICZ
60I	トチノキ TOCHINOKI	<i>Aesculus turbinata</i> BLUME
61C	シナノキ SHINANOKI	<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI
64D	ハリギリ HARIGIRI	<i>Kalopanax ricinifolium</i> MIQUEL
65I	ミズキ MIZUKI	<i>Cornus controversa</i> HEMSLEY
66H	シオジ SHIOJI	<i>Fraxinus commemoralis</i> KOIDZUMI
67D	ヤチダモ YACHIDAMO	<i>Fraxinus mandshurica</i> RUPRECHT
68C	アオダモ AODAMO	<i>Fraxinus Sieboldiana</i> BLUME var. <i>serrata</i> NAKAI
69H	キリ KIRI	<i>Paulownia tomentosa</i> STEUDEL
70N	コジイ KOJII	<i>Shiia cuspidata</i> MAKINO
71C	オオバヤナギ ÔBAYANAGI	<i>Toisusu Urbaniana</i> KIMURA
72F	コバノヤマハンノキ KOBANOYAMAHANNOKI	<i>Alnus Inokumae</i> MURAI et KUSAKA
74I	ヤマハンノキ YAMAHANNOKI	<i>Alnus hirsuta</i> TURCZANINOW var. <i>sibirica</i> C. K. SCHNEIDER

[illegible]

Table 6. 吸 湿 率

Comparative table of

樹 種 Tree species			心 材 Heartwood							
			木 口 Cross section				板 目 面 Tangential section			
記 号 Sign	和 名 Common name	r_a	20	40	60	80 %	10	20	30	40 %
19J	コ ウ ヤ マ キ	0.32			△	○		△	○	
21J	コ サ ワ キ	0.32			△	○		△	○	
18G	18G	0.37			△			△	○	
20J	20J	0.38			△	○		△	○	
15F	15F	0.40			△	○		△	○	
18I	ス ト ド マ ギ	0.40			△	○		△	○	
7D	7D	0.41			△	○		△	○	
8H	8H	0.41		△	△	○		△	○	
18N	18N	0.41		△	△	○		△	○	
4M	4M	0.43			△	○		△	○	
10C	エ ゾ マ ツ	0.43		△	○			△	○	
16K	16K	0.43			△	○		△	○	
24F	24F	0.43			△	○		△	○	
12J	12J	0.45			△	○		△	○	
11C	11C	0.49		△	○			△	○	
13M	ト ガ サ ワ ラ	0.49			△	○		△	○	
3M	3M	0.51		△	○			△	○	
17N	17N	0.51		△	○			△	○	
14M	14M	0.52		△	○			△	○	
2N	2N	0.53			△	○	△	○		
15I	ア カ マ ツ	0.53			△	○		△	○	
15L	15L	0.53			△	○		△	○	
1J	1J	0.54			△	○	△	○		
9J	9J	0.54			△	○	△	○		
69H	キ ド ロ ノ リ	0.30			△	○		△	○	
25C	25C	0.37		△	△	○		△	○	
29H	29H	0.37		△	△	○		△	○	
57H	57H	0.42			△	○		△	○	
61C	61C	0.44			△	○		△	○	
51D	ホ ヤ オ ノ キ	0.47		△	△	○		△	○	
74I	74I	0.47			△	○		△	○	
50D	50D	0.48		△	△	○		△	○	
30I	30I	0.48			△	○		△	○	
64D	64D	0.52		△	△	○		△	○	
70N	コ シ ジ イ	0.52		△	△	○	○	△	○	
66H	66H	0.55		△	△	○		△	○	
28F	28F	0.56		△	△	○	△	△	○	
60I	60I	0.57			△	○		△	○	
55I	55I	0.58			△	○		△	○	
32B	シ ラ カ ン バ	0.59			△	○		△	○	
49N	49N	0.59		△	△	○		△	○	
36F	36F	0.61		△	△	○	△	△	○	
38F	38F	0.61		△	△	○		△	○	
48H	48H	0.62		△	△	○		△	○	
38H	ブ ナ	0.63		△	△	○		△	○	
38K	38K	0.63			△	○		△	○	
56F	56F	0.63			△	○	△	○		
65I	65I	0.64			△	○		△	○	

比較表
absorptive percent

					辺材 Sapwood																			
マサ目面 Radial section					木口面 Cross section					板目面 Tangential section					マサ目面 Radial section									
10	20	30	40	%	20					40	60	80	%	10	20	30	40	%	10	20	30	40	%	
	△	△	○		(r _a =0.35)						△	○				△	○				△	○		
△	△	○			(0.37)						△	△	○			△	△	○				△	△	○
△	△	○			(0.43)											△	△	○				△	△	○
△	△	○			(0.41)						△	○			△	○						△	○	
△	△	○			(0.42)						△	○			△	○						△	○	
△	△	○			(0.46)										△	○						△	○	
△	△	○			(0.59)						△	○			△	○						△	○	
△	△	○			(0.58)						△	○			△	○						△	○	
△	△	○			(0.61)						△	○			△	○						△	○	
△	△	○			(0.39)										△			○				△	○	
△	△	○			(0.47)										△	○						△	○	
△	△	○			(0.50)										△	○						△	○	
△	△	○			(0.47)										△	○						△	○	
△	△	○			(0.49)										△			○				△	○	
△	△	○			(0.53)						△	○			△	○						△	○	
△	△	○			(0.49)										△			○				△	○	
△	△	○			(0.57)										△	△	○					△	○	
△	△	○			(0.58)						△	○			△	○						△	○	
△	△	○			(0.61)										△	○						△	○	

Table 6. (つづき) (Continued)

樹 種 Tree species			材 Heartwood							
			木 口 Cross section				板 目 面 Tangential section			
記 号 Sign	和 名 Common name	r_a	20	40	60	80 %	10	20	30	40 %
38E	ブ ナ	0.65	△	○			△	○		
38L	〃	0.65	△	○			△	○		
39H	イ ヌ ブ ナ	0.66	△	○			△	○		
45C	ミ ズ ナ	0.67	△	○			△	○		
45D	〃	0.70	△	○			△	○		
59D	イ タ ヤ カ エ デ	0.70	△	○			△	○		
67D	イ ヤ チ ダ モ	0.70	△	○			△	○		
31H	ミ ズ ノ メ	0.71	△	○			△	○		
53N	タ ブ ノ キ	0.71	△	○			△	○		
45F	ミ ズ ナ ラ	0.72	△	○			△	○		
33D	マ カ ン バ	0.73	△	○			△	○		
35D	ア サ ダ	0.73	△	○			△	○		
68C	ア オ ダ モ	0.73	△	○			△	○		
45K	ミ ズ ナ	0.74	△	○			△	○		
34H	ア カ シ デ	0.75	△	○			△	○		
46H	コ ナ ラ	0.82	△	○			△	○		
43N	イ チ イ ガ シ	0.83	△	○			△	○		
54N	イ ス ノ キ	0.94	△	○			△	○		
40N	ア カ ガ シ	0.94	△	○			△	○		

3-5. 吸湿異方性

3-4 項で一部触れたように、同一樹種でも吸湿面ごとの吸湿量区分が3区分にもまたがる特異な例があり、吸湿における異方性も重要な特性である。

Table 7-1 および Table 7-2 は6, 24, 48 および 72 時間ごとの板目面吸湿量を分母とした値、すなわち木口/板目 と マサ目/板目 を表示したものである。

おおまかに平均値で比較すると、24 時間の場合、

	心材	辺材
針葉樹材	木口/板目 3.55	2.98
	マサ目/板目 0.96	1.06
広葉樹材	木口/板目 2.94	2.69
	マサ目/板目 0.85	0.85

となり、全体に広葉樹材の方が針葉樹材に比べて数値が小さい。

これは広葉樹材の板目面吸湿量が針葉樹材のそれに比し、相対的に大きいことによるものであり、組織構造的要素に関連しているものと考えられる。

ところで、吸湿異方性の時間変化は針・広葉樹材ともに木口/板目 においてのみ現われ、その程度は針葉樹材の方が大きい。しかし、マサ目/板目 の値は時間に無関係でほとんど変化していない。

なお、試料数が不十分であるが、針葉樹材の辺材では大部分の樹種においてマサ目/板目 の値が1.00 より大きい。これは心材のそれと異なった傾向で、つまり、針葉樹材の辺材仮道管の半径方向の膜に存在する、有縁膜孔の開通の程度がそれに寄与しているものと推定される。

マ サ 目 面 Radial section	材 Sapwood															
	木 口 面 Cross section								板 目 面 Tangential section							
	10	20	30	40	%	0	20	40	60	80	%	10	20	30	40	%
△ ○ △ ○ △ ○ △ ○						(0.62) (0.58)	△	○	△	○		△	○	△	○	
△ ○ △ ○ △ ○ △ ○						(0.60) (0.63)	△	○	△	○		△	○	△	○	
△ ○ △ ○ △ ○ △ ○						(0.70) (0.69)	△	○	△	○		△	○	△	○	
△ ○ △ ○ △ ○ △ ○						(0.72) (0.69)	△	○	△	○		△	○	△	○	
△ ○ △ ○ △ ○ △ ○						(0.81) (0.87) (0.95)	△	○	△	○		△	○	△	○	

その他、イチイ(1J)、カヤ(2N)およびタブノキ(53N)のマサ目/板目の値が5.56、5.03、4.24と大きい一方、イスノキ(54N)、ホオノキ(51D)およびアオダモ(68C)などが2.28、2.36、2.32と小さく、大きい樹種の約1/2にしか達していない場合もあった。

3-6. 拡散係数

この試験はJIS規格に準拠して吸湿量を求めるべく企画されているので、定常法および非定常法のどちらによっても拡散係数を求める実験手順は踏まれている。

しかし、Fig. 3 (b)の平衡含水率・膨張率測定試験片は吸湿量測定試験片(a)と同じ部位から得られたもので、両者は同一材料とみなせるものである。したがって、(b)の平衡含水率は(a)の各吸湿面から吸湿したときの最終的な平衡含水率でもあるはずである。

しかし、實際上、形状因子の介在によって同一とはみなせない。すなわち、当然考えられる水分傾斜などの影響と実験上の制約によって乾燥履歴にいくらかの差が出やすい。けれども、これを最小にする方法があれば平衡値が早く得られる、という利点もある。

ともかく、以上の論拠に立って、非定常法による拡散係数 D を求めるための平衡吸湿量を平衡含水率・膨張率測定試験片から算出すると、

$$\Delta M_{\infty} = \frac{\bar{v}_u \times \bar{r}_u (\bar{u}_{eq,2} - \bar{u}_{eq,1})}{100 + \bar{u}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

ΔM_{∞} : 平衡吸湿量

$\bar{v}_u$, $\bar{r}_u$, $\bar{u}$: 吸湿試片の気乾時容積 (cm³) と気乾容積重 (g/cm³) および気乾含水率 (%) の各平均値。

$\bar{u}_{eq,1}$, $\bar{u}_{eq,2}$: 平衡含水率・膨張率測定試験片の吸湿前後の平均の平衡含水率 (%)。

Table 7-1. 吸湿異方度と
Table of moisture absorption anisotropy

樹種 Tree species	心				材 Heartwood		
	C. s./T. s.				R. s./T. s.		
	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs	6 hrs	24 hrs	48 hrs
1J	5.62	5.56	4.94	4.47	0.90	0.92	0.90
2N	5.31	5.03	4.49	4.07	0.88	0.88	0.88
3M	2.87	2.69	2.51	2.38	0.82	0.82	0.84
4M	3.68	3.28	2.93	2.69	1.05	1.05	1.04
7D	3.18	2.89	2.65	2.51	0.95	0.96	0.98
8H	3.40	3.19	2.98	2.71	0.97	1.00	1.01
9J	4.12	3.96	3.59	3.29	0.98	0.99	0.98
10C	3.21	2.98	2.71	2.57	1.00	1.00	1.00
11C	3.31	3.23	3.02	2.83	1.08	1.06	1.06
12J	3.96	3.59	3.23	2.97	1.02	1.02	1.02
13M	3.80	3.47	3.01	2.79	1.03	1.05	1.05
14M	3.50	3.31	3.00	2.80	1.00	1.00	1.00
15F	3.40	2.96	2.69	2.51	0.92	0.92	0.93
15I	3.71	3.49	3.24	3.04	0.98	0.96	0.96
15L	3.88	3.58	3.18	2.94	0.92	0.95	0.96
16K	4.81	4.40	3.86	3.44	0.94	0.92	0.92
17N	2.62	2.70	2.67	2.52	0.81	0.87	0.92
18G	4.16	3.68	3.26	2.96	0.89	0.90	0.92
18I	4.22	3.80	3.42	3.10	0.97	0.96	0.97
18N	3.97	3.76	3.46	3.19	0.94	0.92	0.92
19J	3.64	3.06	2.67	2.42	0.90	0.92	0.94
(19J)	(4.18)	(3.49)		(2.49)	(0.92)	(0.92)	
20J	4.05	3.40	3.03	2.68	1.05	1.01	1.03
(20J)	(3.66)	(3.30)		(2.51)	(1.02)	(1.04)	
21J	4.10	3.35	2.91	2.63	1.03	1.01	1.01
(21J)	(5.16)	(4.36)		(3.02)	(0.94)	(0.93)	
(22J)	(5.29)	(4.18)		(3.01)	(1.00)	(0.97)	
(23J)	(3.95)	(3.70)		(2.85)	(1.00)	(0.98)	
24F	4.41	3.91	3.40	3.04	0.91	0.90	0.90
$\bar{X}$	3.87	3.55	3.20	2.94	0.96	0.96	0.96

C. s. : Cross section T. s. : Tangential section R. s. : Radial section

Table 7-2. 吸湿異方度と
Table of moisture absorption anisotropy

樹種 Tree species	心				材 Heartwood		
	C. s./T. s.				R. s./T. s.		
	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs	6 hrs	24 hrs	48 hrs
25C	2.67	2.47	2.35	2.19	0.91	0.94	0.96
28F	3.57	3.54	3.34	3.12	0.80	0.83	0.85
29H	2.72	2.56	2.40	2.29	0.94	1.04	1.04
30I	2.88	2.76	2.59	2.45	0.86	1.17	1.16
31H	2.81	2.91	2.82	2.75	0.86	0.91	0.90
32B	3.25	3.16	2.98	2.81	0.85	0.85	0.85
33D	2.48	2.58	2.59	2.52	0.92	0.88	0.89
34H	2.39	2.50	2.44	2.37	0.77	0.77	0.78
35D	2.42	2.35	2.29	2.25	0.84	0.84	0.84
36F	3.65	3.57	3.24	3.04	0.89	0.91	0.89
38E	2.90	2.89	2.79	2.72	0.87	0.84	0.84
38F	2.75	2.68	2.57	2.49	0.73	0.73	0.76

時間変化 (針葉樹)
and it's time dependence (Softwood)

72 hrs	辺				材 Sapwood			
	C. s./T. s.				R. s./T. s.			
	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs
0.91								
0.89								
0.86								
1.02								
0.98	3.07	2.82	2.60	2.43	1.02	1.01	1.01	1.00
1.00								
0.99								
0.99	3.16	2.91	2.72	2.59	1.08	1.09	1.09	1.09
1.06	3.33	3.08	2.79	2.61	1.33	1.22	1.14	1.12
1.03								
1.03								
1.00								
0.93								
0.97	3.53	3.32	3.14	2.95	1.02	1.02	1.03	1.03
0.96	3.53	3.38	3.09	2.92	0.96	0.97	0.97	0.97
0.93								
0.93	2.38	2.52	2.38	2.43	0.87	0.96	0.97	1.01
0.92	3.33	3.03	2.71	2.48	1.04	1.05	1.05	1.04
0.97	3.19	2.93	2.69	2.51	1.06	1.08	1.07	1.06
0.94	2.95	2.81	2.60	2.51	1.05	1.11	1.11	1.11
0.96								
(0.92)								
1.02								
(1.01)								
1.02								
(0.97)								
(0.98)								
(0.98)								
0.91								
0.97	3.16	2.98	2.75	2.60	1.05	1.06	1.05	1.05

時間変化 (広葉樹)
and it's time dependence (Hardwoods)

72 hrs	辺				材 Sapwood			
	C. s./T. s.				R. s./T. s.			
	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs
0.97	2.91	2.67	2.49	2.37	0.85	0.87	0.89	0.92
0.85								
1.04								
1.14								
0.91	2.90	2.92	2.84	2.76	0.88	0.82	0.83	0.84
0.86								
0.90	2.60	2.71	2.69	2.62	0.89	0.86	0.87	0.87
0.79								
0.83	2.14	2.20	2.19	2.16	0.76	0.73	0.73	0.74
0.91								
0.84	2.77	2.77	2.69	2.62	0.82	0.81	0.82	0.83
0.79	2.76	2.70	2.55	2.43	0.76	0.79	0.81	0.84

Table 7-2. (つづき) (Continued)

樹 種 Tree species	心 材 Heartwood						
	C. s./T. s.				R. s./T. s.		
	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs	6 hrs	24 hrs	48 hrs
38H	2.86	2.88	2.85	2.72	0.86	0.86	0.87
38K	2.86	2.83	2.63	2.57	0.83	0.84	0.85
38L	3.39	3.36	3.25	3.11	0.89	0.85	0.86
39H	2.63	2.64	2.58	2.50	0.88	0.86	0.88
40N	2.45	2.51	2.50	2.48	0.82	0.79	0.78
43N	2.43	2.60	2.58	2.45	0.79	0.77	0.78
45C	3.18	3.19	3.07	2.98	0.92	0.89	0.87
45D	2.82	2.83	2.73	2.58	0.85	0.83	0.82
45F	3.19	3.30	3.15	3.03	0.81	0.79	0.80
45K	3.35	3.44	3.35	3.20	0.82	0.79	0.79
46H	2.58	2.64	2.59	2.54	0.83	0.81	0.82
48H	2.87	2.80	2.70	2.63	0.81	0.84	0.84
49N	2.45	2.43	2.38	2.33	0.60	0.58	0.61
50D	3.47	3.39	3.19	2.99	0.97	0.94	0.94
51D	2.36	2.31	2.29	2.23	0.84	0.79	0.81
53N	4.32	4.80	4.80	4.70	0.97	0.97	0.96
54N	2.20	2.28	2.27	2.24	0.84	0.83	0.82
55 I	3.39	3.26	3.07	2.89	0.84	0.83	0.83
56F	4.38	4.24	3.78	3.42	0.85	0.84	0.83
57H	3.18	3.01	2.79	2.65	0.86	0.86	0.88
59D	2.34	2.37	2.35	2.29	0.73	0.73	0.75
60 I	2.60	2.57	2.46	2.34	0.71	0.70	0.72
61C	3.33	3.56	3.21	2.95	0.86	0.86	0.89
64D	2.54	2.49	2.42	2.34	0.95	0.91	0.91
65 I	2.90	2.99	2.91	2.77	0.81	0.79	0.79
66H	3.03	2.91	2.74	2.65	0.90	0.91	0.91
67D	2.67	2.70	2.64	2.59	0.89	0.87	0.89
68C	2.26	2.32	2.30	2.26	0.89	0.86	0.86
69H	3.22	2.98	2.76	2.56	0.94	0.95	0.96
70N	3.93	3.91	3.75	3.57	0.90	0.91	0.91
72F	3.09	2.97	2.70	2.58	0.88	0.90	0.90
74 I	3.08	2.83	2.64	2.50	0.86	0.84	0.86
$\bar{X}$	2.95	2.94	2.81	2.70	0.85	0.85	0.86

となり、この ΔM_{∞} を用いて非定常法による拡散係数 D を求める式

$$\frac{d[\log(\Delta M_{\infty} - \Delta M_t)]}{dt} = \frac{\pi^2}{2.3} \cdot \frac{D}{l^2} \dots \dots \dots (10)$$

l : 試片厚さ (cm), t : 時間 (sec)

ΔM_t : 6 または 24 時間の吸湿量 (g)

から拡散係数が算出できる。なお、板目・マサ目面のこの式は 6~48 時間ではほぼ直線性を示すが、木口面のそれは曲線となり、得られた数値はあくまでも比較のためのものである。これらの結果は Table 8 に、また、容積重との関連を半径・接線方向別に Fig. 25, 26 に、3 軸方向の各拡散係数の分布の相違をみたものを Fig. 27 に示してある。

おおよその傾向としては小倉⁹⁾, STAMM⁹⁾ らの得た結果と類似するが、“バラツキ” があって少し小さ目

	辺				材 Sapwood			
	C. s./T. s.				R. s./T. s.			
72 hrs	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs	6 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs
0.87	2.75	2.77	2.66	2.54	0.81	0.82	0.83	0.84
0.85								
0.85	2.69	2.61	2.48	2.38	0.93	0.92	0.92	0.93
0.89								
0.79	2.33	2.45	2.49	2.40	0.81	0.80	0.80	0.80
0.76	2.20	2.20	2.19	2.17	0.76	0.76	0.78	0.78
0.88	2.84	2.77	2.69	2.61	0.84	0.79	0.80	0.81
0.83	2.75	2.76	2.72	2.65	0.89	0.85	0.87	0.87
0.80								
0.80								
0.82								
0.85	2.75	2.71	2.62	2.54	0.84	0.84	0.86	0.87
0.60								
0.93	3.28	3.19	3.00	2.82	1.02	0.99	1.02	1.02
0.81	2.90	2.85	2.73	2.59	0.80	0.77	0.79	0.79
0.96								
0.81	1.92	1.96	1.97	1.95	0.84	0.84	0.85	0.85
0.84								
0.83								
0.89								
0.76	2.27	2.33	2.30	2.24	0.89	0.88	0.86	0.88
0.73	3.19	3.12	2.86	2.68	0.82	0.81	0.81	0.82
0.89	2.81	2.90	2.75	2.58	0.86	0.89	0.90	0.91
0.91	2.41	2.44	2.35	2.27	0.98	0.97	0.98	0.98
0.80								
0.93	3.14	2.98	2.78	2.69	0.98	0.97	0.94	0.97
0.89	3.05	3.10	3.02	2.95	0.97	1.01	1.04	1.05
0.86								
0.96								
0.92								
0.91								
0.87								
0.86	2.70	2.69	2.59	2.50	0.86	0.85	0.86	0.87

である。しかし、吸湿試片と平衡含水率試片の初期含水率に差があったり、前2者とは吸湿条件も異なる以上、細かい比較は試みていない。ともかく、得られた拡散係数 D を容積重との関連でみると、材が軽くなると D が大きくなる、いわゆる双曲線型の分布をしている。

しかし、Fig. 25~27 からわかるように、ある“バラツキ”の範囲に大部分の樹種の拡散係数が納まる一方、その範囲から大きくはずれるものとして数樹種があり、大きい方としてトチノキ (60 I)、ヤマグワ (49 N)、ブナ (38 K, 38 L 辺)、ミズキ (65 I)、トウヒ (12 J)、小さい方としてキリ (69 H)、ドロノキ (25 C)、キハダ (57 H)、コジイ (70 N)、クリ (36 F) などがある。これらは半径・接線両方向に共通している。

そのほかに、半径方向だけではトドマツ (7 D)、アカエゾマツ (11 C) およびミズメ (31 H) などが小さい部類に加わる。

Table 8. 拡散係数表
Table of diffusion coefficients

記 号 Sign	樹 種 Tree species	気乾容積重 r_a	拡散係数 Diffusion coefficient			記 号 Sign	樹 種 Tree species	気乾容積重 r_a	拡散係数 Diffusion coefficient		
			D long. dir.	D rad. dir.	D tang. dir.				D long. dir.	D rad. dir.	D tang. dir.
針 葉 樹 Softwood (cm ² /sec×10 ⁻⁶)						36F	ク リ	0.61	7.1	0.9	0.9
3M	イヌマキ	0.51	18.1	3.1	2.4	38F	ブ ナ	0.61	14.2	2.5	1.7
4M	モ ミ	0.43	20.0	2.7	2.9	" 辺	"	0.57	17.5	2.9	2.2
7D	トドマツ	0.41	13.3	2.2	2.2	38H	"	0.63	8.7	1.4	1.2
" 辺	"	0.43	14.5	2.5	2.5	" 辺	"	0.61	12.8	2.1	1.8
9J	カラマツ	0.54	18.3	1.9	1.9	38K	"	0.63	19.3	3.0	2.4
11C	アカエゾマ	0.49	10.7	1.5	1.6	38L	"	0.65	14.8	1.9	1.5
" 辺	"	0.46	14.9	2.3	2.6	" 辺	"	0.58	21.5	3.7	3.3
12J	ト ウ ヒ	0.45	46.0	4.4	4.5	39H	イヌブナ	0.66	11.8	2.1	1.7
13M	トガサワラ	0.49	19.3	2.4	2.6	40N	アカガシ	0.95	6.8	1.3	0.9
14M	ツ ガ	0.52	18.6	2.4	2.4	43N	イチイガシ	0.83	6.7	1.1	0.8
15F	アカマツ	0.40	21.4	3.4	3.0	" 辺	"	0.81	7.7	1.7	1.3
" I	"	0.53	17.2	2.2	2.0	45C	ミズナラ	0.67	11.5	1.6	1.3
" 辺	"	0.58	17.6	2.4	2.4	" 辺	"	0.60	14.0	2.3	1.7
15L	"	0.53	18.3	2.2	2.1	45F	"	0.72	13.0	1.7	1.2
" 辺	"	0.61	14.1	1.9	1.8	45K	"	0.74	15.1	1.8	1.4
16K	ヒメコマツ	0.43	44.4	3.1	2.7	46H	コ ナ ラ	0.82	7.5	1.3	1.0
17N	ク ロ マ ツ	0.51	14.2	2.3	2.1	48H	ケ ヤ キ	0.62	11.2	1.9	1.6
" 辺	"	0.59	12.7	2.2	2.3	" 辺	"	0.58	9.4	1.6	1.4
18G	ス ギ	0.37	34.1	3.5	3.0	49N	ヤマグワ	0.59	21.1	4.0	1.9
" 辺	"	0.35	42.4	5.2	5.7	53N	タブノキ	0.71	20.2	1.5	1.4
18 I	"	0.40	30.9	3.1	2.9	54N	イスノキ	0.94	4.7	1.0	0.8
" 辺	"	0.37	32.5	4.6	5.2	" 辺	"	0.87	5.4	1.4	1.1
18N	"	0.41	34.1	3.2	2.8	55 I	ヤマザクラ	0.58	27.0	3.3	1.5
" 辺	"	0.41	18.3	2.9	3.6	56F	イヌエンジュ	0.63	31.0	2.6	2.0
19J	コウヤマキ	0.32	42.7	5.4	4.8	57H	キ ハ ダ	0.42	11.8	1.9	1.6
20J	ヒ ノ キ	0.38	25.5	3.3	3.2	59D	イタヤカエデ	0.70	11.3	2.2	1.5
21J	サ ヒ ノ キ	0.32	48.0	5.0	5.0	" 辺	"	0.67	10.3	2.1	1.8
24F	アスナロ	0.43	21.4	2.3	2.0	60 I	トチノキ	0.57	28.3	4.7	2.9
広 葉 樹 Hardwood						" 辺	"	0.49	29.9	3.8	2.8
25C	ド ロ ノ キ	0.37	10.9	2.3	2.2	61C	シナノキ	0.44	20.7	2.1	1.7
" 辺	"	0.39	17.8	3.2	2.7	" 辺	"	0.47	19.6	2.8	2.5
28F	オニグルミ	0.56	16.1	1.9	1.6	64D	ハリギリ	0.52	9.9	1.9	1.7
30 I	ハンノキ	0.48	24.6	3.9	3.1	" 辺	"	0.49	14.8	2.8	2.7
31H	ミ ズ メ	0.71	5.2	0.8	0.8	65 I	ミ ズ キ	0.64	23.8	3.2	2.3
" 辺	"	0.69	6.9	1.1	0.8	66H	シ オ ジ	0.55	9.4	1.6	1.4
32B	シラカンバ	0.59	19.8	2.7	2.2	" 辺	"	0.53	12.5	2.0	1.9
33D	マ カ ン バ	0.73	8.2	1.5	1.2	68C	アオダモ	0.73	8.0	1.6	1.3
33D 辺	"	0.72	12.0	2.0	1.6	69H	キ リ	0.30	17.3	2.7	2.5
34H	アカシデ	0.75	8.6	1.6	1.2	70N	コ ジ イ	0.52	9.2	1.0	0.9
35D	ア サ ダ	0.73	5.6	1.2	1.0	72F	コバノヤマ	0.48	11.5	1.8	1.7
" 辺	"	0.69	8.3	1.8	1.2	74 I	ヤマハンノキ	0.47	21.4	3.5	2.7

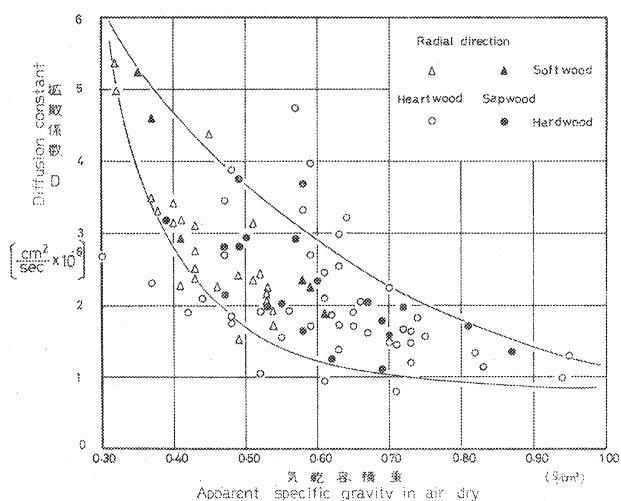
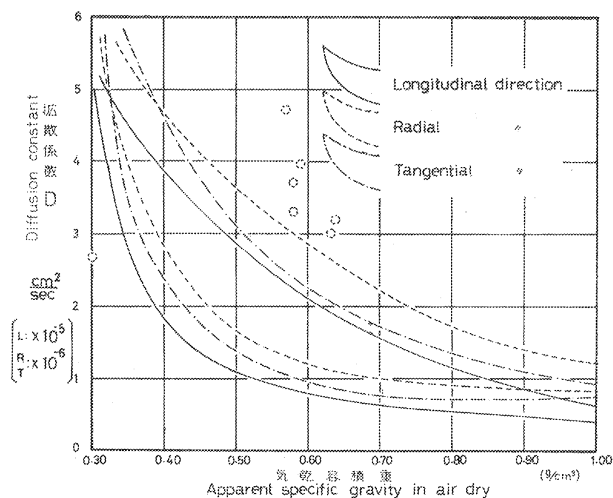
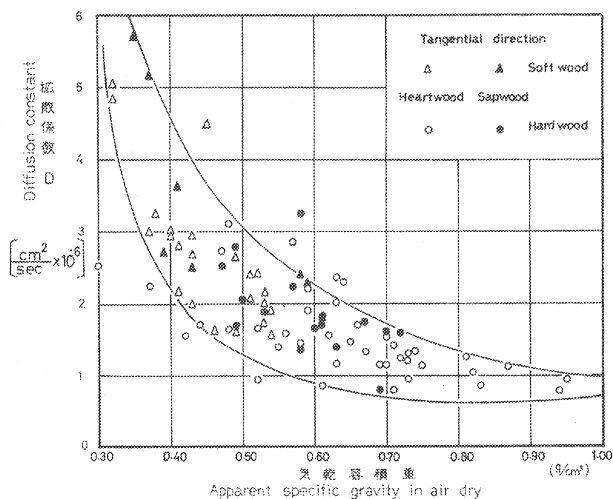


Fig. 25 容積重と拡散係数との関係 (1) 半径方向
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and Diffusion Constant.
(1) Radial direction.

Fig. 26 容積重と拡散係数との関係 (2) 接線方向
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and Diffusion Constant.
(2) Tangential direction.



○印は半径方向の2曲線(点線)で囲まれる範囲から外れた測定値
○-marks are the extremely high or low measurements deviating from the area surrounded by the dotted lines (Radial direction).

Fig. 27 容積重と拡散係数との関係 (3) 3軸方向の比較
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and Diffusion Constant.
(3) Comparison on the appearances of the Diffusion Constant in three directions.

以上のような樹種による拡散係数の現われ方については、すでに針葉樹材の 14 樹種についての詳細な実験内容が報告⁹⁶⁾²⁷⁾されているが、樹種間の平均拡散係数の差異を比重や毛細管構造などの知識で、定量的に解析することは現在では困難とされており、木材研究の最終的課題の中の一つとして、組織構造の物性一般に対する寄与の仕方を解明することが待たれるものの例でもある。

3-7. 平衡含水率

吸湿量を求めるべく調整された吸湿条件 40°C, R. H. 75% と R. H. 90% において, Fig. 3 (b) の試片を用いて得られた平衡含水率を Table 9-1, 9-2 に示す。

針葉樹材と広葉樹材とに大別してそれぞれの平均値を比較すると, 40°C, R. H. 75% の条件では心材は両者とも 12.3% であるが, 40°C, R. H. 90% では針: 16.9%, 広: 17.5% と 0.6% の差異が生じている。R. H. 75% と R. H. 90% の両条件間での平衡含水率差は針葉樹材で 4.6%, 広葉樹材で 5.2% となっている。

また, よく引用されるトウヒの同条件での平衡含水率はそれぞれ 13.5%, 19.2% で, その差は 5.7%

Table 9-1. 平衡含水率表 (針葉樹)
Table of equilibrium moisture contents (Softwoods)

T. 40°C, R. H. 75%, E. M. C.				T. 40°C, R. H. 90%, E. M. C.			
樹種 Tree species	心材 Heartwood	樹種 Tree species	辺材 Sapwood	樹種 Tree species	心材 Heartwood	樹種 Tree species	辺材 Sapwood
18N	13.6	11C	13.5	11C	18.4	10C	18.5
17N	13.5	10C	13.3	15I	18.4	11C	18.3
18I	13.5	17N	13.3	10C	18.4	15I	18.3
11C	13.3	15I	13.2	18I	18.2	7D	18.1
10C	13.2	18N	13.1	9J	18.1	9J	18.1
15I	13.2	18G	13.0	7D	18.0	15L	17.7
18G	13.2	7D	12.6	17N	18.0	18G	17.6
3M	12.8	9J	12.6	15F	17.7	18I	17.6
7D	12.8	15L	12.6	(20J)	17.7	(20J)	17.6
9J	12.8	18I	12.6	18G	17.6	15F	17.5
4M	12.7	15F	12.4	3M	17.3	17N	17.5
14M	12.7	(20J)	12.3	(23J)	17.3	18N	16.9
15F	12.7			4M	17.1		
15L	12.6			8H	17.1		
19J	12.4			14M	17.1		
(20J)	12.3			18N	17.1		
13M	12.2			12J	17.0		
16K	12.2			15L	17.0		
20J	12.2			(19J)	16.9		
(19J)	12.1			20J	16.9		
5H	12.0			5H	16.8		
8H	12.0			24F	16.5		
12J	12.0			13M	16.2		
(23J)	12.0			19J	16.2		
24F	11.8			16K	16.0		
2N	11.4			(21J)	16.0		
21J	11.3			2N	15.4		
(21J)	11.3			21J	15.1		
1J	10.4			(22J)	14.5		
(22J)	9.7			1J	14.4		
$\bar{X}$	12.3		12.9		16.9		17.8

Table 9-2. 平衡含水率表 (広葉樹)
Table of equilibrium moisture contents (Hardwood)

T. 40°C, R. H. 75%, E. M. C.				T. 40°C, R. H. 90%, E. M. C.			
樹種 Tree species	心材 Heartwood	樹種 Tree species	辺材 Sapwood	樹種 Tree species	心材 Heartwood	樹種 Tree species	辺材 Sapwood
67D	13.7	67D	13.6	36F	19.2	54N	19.1
54N	13.6	53N	13.2	54N	19.2	48H	18.8
68C	13.4	54N	13.1	57H	19.2	59D	18.7
40N	13.3	45C	12.9	68C	19.0	38E	18.5
45C	13.2	45D	12.9	46H	18.9	67D	18.4
59D	13.2	59D	12.9	45D	18.8	33D	18.1
60I	13.1	40N	12.8	59D	18.6	45D	18.1
45D	13.0	38L	12.6	67D	18.5	35D	18.0
38L	12.9	51D	12.6	32B	18.3	38H	18.0
39H	12.8	60I	12.6	39H	18.3	40N	18.0
38K	12.6	38E	12.4	33D	18.2	53N	17.9
70N	12.6	43N	12.4	70N	18.1	51D	17.8
38E	12.5	50D	12.4	34H	18.0	60I	17.8
51D	12.5	62C	12.3	35D	17.8	64D	17.8
25C	12.4	64D	12.3	38H	17.8	45C	17.7
26C	12.4	33D	12.1	40N	17.7	50D	17.7
33D	12.4	66H	12.1	45C	17.7	62C	17.7
36F	12.4	31H	12.0	64D	17.7	31H	17.5
43N	12.4	35D	12.0	66H	17.7	38L	17.3
45K	12.4	38H	12.0	31H	17.6	43N	17.3
46H	12.4	48H	12.0	65I	17.6	66H	17.3
47C	12.4	38F	11.9	51D	17.5	61C	17.1
57H	12.4	61C	11.9	60I	17.5	38F	16.9
64D	12.4	25C	11.5	62C	17.5	25C	16.3
35D	12.3			61C	17.4		
45F	12.3			26C	17.3		
62C	12.3			38K	17.3		
65I	12.3			74I	17.3		
38F	12.2			25C	17.1		
50D	12.2			30I	17.1		
61C	12.2			38E	17.1		
66H	12.2			38L	17.1		
74I	12.2			43N	17.1		
32B	12.1			38F	17.0		
71C	12.1			50D	17.0		
30I	12.0			45K	16.9		
31H	12.0			45F	16.8		
34H	12.0			29H	16.7		
38H	12.0			55I	16.7		
53N	12.0			71C	16.6		
55I	11.7			48H	16.5		
48H	11.6			47C	16.4		
49N	11.5			53N	16.0		
28F	11.3			69H	15.5		
29H	11.1			28F	15.4		
56F	11.0			49N	15.2		
69H	10.3			56F	14.3		
$\bar{X}$	12.3		12.4		17.4		17.8

であるが、表中のトウヒは 12.0% と 17.0% で、その差 5.0% となり前者に比べ少し小さい。これは試験前の乾燥の前処理が違うために生じたものと解される。

なお、個々の樹種についてみると、40°C, R. H. 75% の条件では針葉樹材のネズコ (22J), イチイ (1J), サワラ (21J), カヤ (2N) などが 9.7~11.4% 台で、R. H. 90% でもそれらが 14.4~15.4% と共通して低いのがわかる。

広葉樹材では、R. H. 75% の条件でキリ (69H), イヌエンジュ (56F), ヤマグワ (49N), ケヤキ (48H), ヤマザクラ (55I) などが 10.3~11.7% 台で、R. H. 90% では前者に加えてオニグルミ (28F) などが 14.3~15.5% 台で低く、高いものに比べると約 5% の差がある。また、大きい平衡含水率差をもつ樹種にはクリ (36F), キハダ (57H), コナラ (46H) などがあり、その差は 6.8~6.5% である。辺材でもケヤキ (48H), イスノキ (54N) が 6.8, 6.0% の平衡含水率差を示す。

このように樹種、部位によって平衡含水率が異なることについては、いろいろと考えられるが、まだ定説もないので別の機会に検討してみたい。

3-8. 平均膨張率

前述の条件間で測定した平均膨張率は木材部資料¹⁹⁾に示してある。Table 10-1, 10-2 はその値の大きいものから順に並べたものである。

その表で個々についてみると、針葉樹・心材の接線方向ではシラベ (8H), トドマツ (7D), カラマツ (9J), ウラジロモミ (5H) などが 0.40~0.35% 台と大きく、ネズコ (22J), アスナロ (23J), ヒノキ (20J) などが 0.203~0.208% と小さい部類に含まれる。一方、サワラ (21J), スギ (18G・I・N) などは中程度である。

広葉樹・心材の接線方向ではアカガシ (40N), イチイガシ (43N), コナラ (46H) などの重硬材が 0.594~0.514% と大きく、一方、イヌエンジュ (56F), キリ (69H), キハダ (57H), ヤマハンノキ (74I) などの軽軟材が 0.230~0.253% と小さい。

半径方向では、針葉樹材のアカマツ (15I), トウヒ (12J) が 0.185~0.177% と大きく、ネズコ (22J), コウヤマキ (19J), アスナロ (23J) などが 0.066~0.078% と非常に小さい。

広葉樹材ではアカガシ (40N) がとびぬけて大きい、一方、キリ (69H), オオバヤナギ (71C) などの軽軟材が 0.072~0.074% と極端に小さく、アカガシの約 1/4 にしかない。これを針葉樹材でみると、最小のアスナロはアカマツの約 1/3 である。

このような樹種差は容積重の差が大きいことや、組織構造上の複雑な要因に左右されるものであろう。

また、辺材での膨張率は心材のそれらよりも一般的に大きく、最小値/最大値の比も心材に比べ大きい傾向にある。

以上、これらのことについて針・広葉樹材、心・辺材別の平均値をまとめて Table 11 に掲げてある。

次に、収縮・膨張率は容積重と深い関連をもつので、Fig. 28, 29 でその関連をみてみた。

Fig. 28, 29 のいずれにおいても、膨張率が容積重との比例関係を示すことは多くの文献¹⁰⁾にみられるとおりだが、図からもわかるように、必ずしもすべての試料が規則正しく直線で囲まれた範囲内に入るものではない。

しかし、Fig. 29 でみられるように、半径方向は接線方向に比べていくらかまとまりが良く、容積重

Table 10-1. 横断面の平均膨張率 (心材)
Average swelling percent per unit moisture content on
cross section (Heartwood)

接線方向 Tangential direction				半径方向 Radial direction			
針葉樹材 Softwood		広葉樹材 Hardwood		針葉樹材 Softwood		広葉樹材 Hardwood	
樹種 Tree species	β_t %	樹種 Tree species	β_t %	樹種 Tree species	β_r %	樹種 Tree species	β_r %
8H	0.398	40N	0.594	15 I	0.185	40N	0.290
7D	0.378	43N	0.519	12J	0.177	54N	0.244
9J	0.361	46H	0.514	11C	0.161	31H	0.243
5H	0.351	54N	0.482	15L	0.159	43N	0.242
15 I	0.349	34H	0.481	13M	0.156	46H	0.223
11C	0.346	45D	0.462	10C	0.153	59D	0.222
12J	0.335	67D	0.436	8H	0.152	35D	0.209
15L	0.333	39H	0.432	14M	0.134	34H	0.203
10C	0.325	38E	0.415	17N	0.131	45F	0.201
(21 J)	0.314	38H	0.407	3M	0.129	28F	0.198
24F	0.305	45C	0.403	9J	0.128	33D	0.198
4M	0.297	29H	0.389	4M	0.121	38L	0.196
17N	0.297	68C	0.385	5H	0.121	48H	0.195
18 I	0.296	36F	0.383	18 I	0.115	39H	0.188
18G	0.289	45F	0.379	1 J	0.111	36F	0.187
18N	0.279	35D	0.377	18N	0.109	53N	0.186
21J	0.273	38L	0.370	7D	0.104	65 I	0.186
3M	0.262	47C	0.367	24F	0.102	45D	0.183
19J	0.252	59D	0.359	18G	0.098	45K	0.181
15F	0.247	38F	0.353	20J	0.093	66H	0.181
16K	0.242	70N	0.346	(20 J)	0.093	62C	0.178
13M	0.240	45K	0.338	16K	0.091	38H	0.177
14M	0.235	48H	0.338	19J	0.088	64D	0.177
(19 J)	0.229	72F	0.335	21J	0.088	38E	0.175
1 J	0.226	38K	0.327	(21 J)	0.087	32B	0.174
(20 J)	0.223	53N	0.326	15F	0.082	60 I	0.172
20 J	0.208	64D	0.321	(23 J)	0.078	61C	0.171
(23 J)	0.204	55 I	0.318	(19 J)	0.076	29H	0.169
(22 J)	0.203	49N	0.310	$\overline{2N}^*$	(0.071)	45C	0.169
$\overline{2N}^*$	(0.184)	28F	0.310	(22 J)	0.066	47C	0.165
		66H	0.307			68C	0.165
		65 I	0.300			38K	0.163
		25C	0.299			67D	0.160
		60 I	0.294			38F	0.149
		33D	0.288			72F	0.147
		26C	0.286			50D	0.146
		50D	0.281			49N	0.141
		62C	0.281			55 I	0.140
		52N	0.279			51D	0.137
		61C	0.271			30 I	0.130
		32B	0.271			57H	0.129
		71C	0.269			25C	0.128
		51D	0.264			52N	0.127
		31H	0.260			56F	0.114
		30 I	0.255			26C	0.105
		74 I	0.253			70N	0.132
		57H	0.249			74 I	0.116
		69H	2.246			71C	0.074
		56F	0.230			69H	0.072
$\bar{X}$	0.286		0.346		0.117		0.171

—*: compression wood

Table 10-2. 横断面の平均膨張率 (辺材)
Average swelling percent per unit moisture content on
cross section (Sapwood)

接線方向 Tangential direction				半径方向 Radial direction			
針葉樹材 Softwood		広葉樹材 Hardwood		針葉樹材 Softwood		広葉樹材 Hardwood	
樹種 Tree species	β_t %	樹種 Tree species	β_t %	樹種 Tree species	β_r %	樹種 Tree species	β_r %
9 J	0.399	40 N	0.624	15 I	0.210	40 N	0.304
7 D	0.395	43 N	0.517	15 L	0.204	54 N	0.246
11 C	0.387	54 N	0.490	17 N	0.184	62 C	0.242
10 C	0.359	67 D	0.471	9 J	0.177	31 H	0.235
15 I	0.354	38 E	0.409	10 C	0.169	43 N	0.235
15 L	0.327	48 H	0.408	11 C	0.162	33 D	0.209
17 N	0.326	38 H	0.373	15 F	0.135	64 D	0.195
15 F	0.304	45 D	0.372	18 N	0.132	48 H	0.192
18 N	0.291	59 D	0.365	7 D	0.128	67 D	0.186
18 G	0.288	38 F	0.339	18 I	0.121	35 D	0.184
18 I	0.285	35 D	0.333	18 G	0.109	61 C	0.183
(20 J)	0.227	45 C	0.332	(20 J)	0.093	59 D	0.178
		51 D	0.329			38 E	0.176
		66 H	0.326			53 N	0.176
		53 N	0.320			66 H	0.176
		25 C	0.319			50 D	0.163
		64 D	0.316			38 H	0.160
		52 N	0.311			51 D	0.159
		31 H	0.306			38 L	0.158
		38 L	0.296			45 D	0.157
		50 D	0.284			38 F	0.141
		61 C	0.284			60 I	0.137
		62 C	0.273			45 C	0.136
		33 D	0.266			25 C	0.135
		60 I	0.254			52 N	0.133
$\bar{X}$	0.329		0.357		0.152		0.184

Table 11. Table 10-1, 10-2 の平均値, 最大および最小値抜粋
Table of averages, maximums and minimums from Table 10-1 and 10-2

		出現 数 N	気乾容積重 Apparent specific gravity in air dry			接線方向膨張率 Tang. swelling percent (1%)			半径方向膨張率 Radial swelling percent (1%)		
			Mini- mum	Ave- rage	Maxi- mum	Mini- mum	Ave- rage	Maxi- mum	Mini- mum	Ave- rage	Maxi- mum
針葉樹 Soft- wood	心材 Heart wood	29		0.42		0.203 *(0.51 Max.)	0.286	0.398	0.066 (0.36 Max.)	0.117	0.185
	辺材 Sap- wood	12	0.32	0.47	0.54	0.227 (0.57 Max.)	0.329	0.399	0.093 (0.44 Max.)	0.152	0.210
広葉樹 Hard- wood	心材 Heart wood	49		0.60		0.230 (0.39 Max.)	0.346	0.594	0.072 (0.25 Max.)	0.171	0.290
	辺材 Sap- wood	25	0.30	0.61	0.95	0.254 (0.41 Max.)	0.357	0.624	0.133 (0.44 Max.)	0.184	0.304

*() : 0.51 Max. $\rightarrow \frac{51}{100} \times \text{Max.} \rightarrow 0.51 \times 0.398 = 0.203 = \text{Min.}$

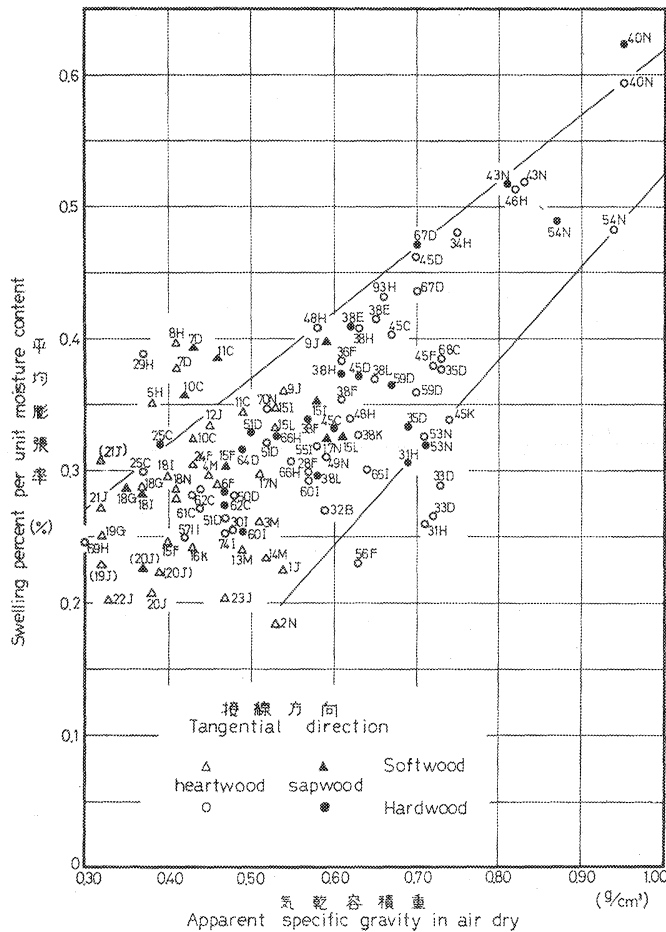


Fig. 28 容積重と平均膨張率との関係 (1) 接線方向
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and swelling percent
per unit moisture content. (1) Tangential direction.

0.43 g/cm³ 近辺で一つの頂点をもつ三角形内にほぼ収まる分布を示し、これをはずれるものにサワグルミ (29H)、オオバボダイジュ (62C・辺)、アスナロ (23J)、カヤ (2N)、イヌエンジュ (56F) などがあるが、この中でカヤ (2N) はアテの疑いが強い。サワグルミ (29H) は接線・半径方向ともに大きい膨張率を示し、オオバボダイジュ (62C・辺) も半径方向では重硬材並みで、いずれも特異である。

ところで、容積膨潤率は近似的に次の式で得られる。

$$\beta_0 \div \beta_t + \beta_r \dots\dots\dots (11)$$

β_0 : 平均容積膨潤率 (%)

β_t, β_r : 接線および半径方向の平均膨張率 (%)

Fig. 30 はその容積膨潤率と気乾容積重との関連をみたものである。図のように、上下の2直線にはさまれて大部分の樹種が出現しているが、大きく離反するものもあり、サワグルミ (29H)、シラベ (8H)、アカガシ (40N)、カヤ (2N)、アスナロ (23J)、イチイ (1J)、イヌエンジュ (56F) などがそれらである。

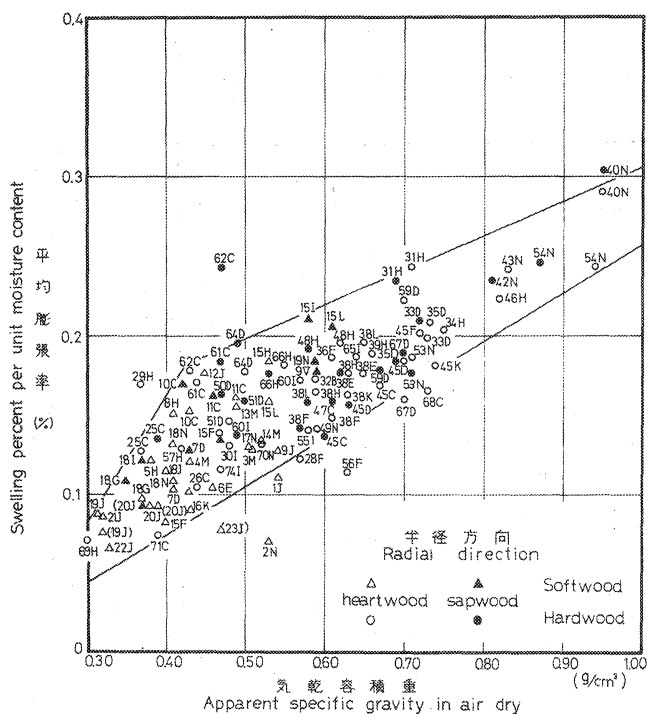
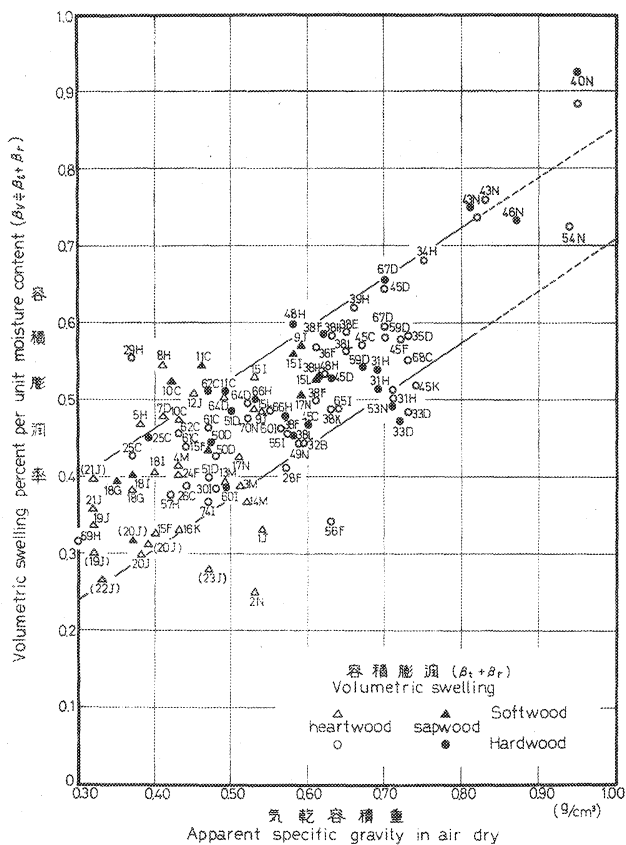
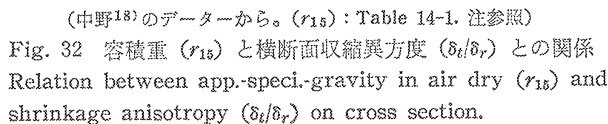
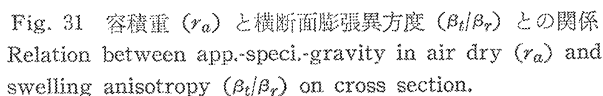


Fig. 29 容積重と平均膨張率との関係 (2) 半径方向
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and swelling percent per unit moisture content.
(2) Radial direction.

Fig. 30 容積重と容積膨潤率との関係
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and volumetric swelling percent per unit moisture content.





3-9. 横断面膨張異方度

3-8 項で触れた木材の収縮・膨張現象については容積重との関連でみるほかに、膨張異方度 β_t/β_r というもう一つの尺度がある。

Fig. 31 はその膨張異方度と気乾容積重との関連をみたものである。

一般に、木材の横断面における収縮・膨張異方度は比重が大きいほど曲線的に減少し、1 に近づく。すなわち、横断面における収縮・膨張は重い材ほど等方的である¹⁶⁾、とされている。

中戸によって報告されている鳥海の世界有用木材性質表からの異方的収縮についての検討結果¹⁷⁾、および中野の測定値¹⁸⁾から得た結果である Fig. 32 などを見ると、細部においては数値は少し異なっているが、容積密度数にして 0.55 g/cm³、気乾容積重で 0.60 g/cm³ 近辺で曲線的減少傾向とは逆に一部盛り上がった傾向を示す樹種群が共通して見受けられ、一概に曲線（双曲線）的に減少する、と断言できない一面がある。これは、容積重 0.60 g/cm³ 近辺でブナ、ミズナラ、ケヤキ、イヌエンジュ、コジイなどの δ_t/δ_r ¹⁹⁾ (Table 12-1 注参照) が大きく現われたため、さらに、0.60~1.10 g/cm³ の容積重域でも大きなバラツキのある横ばい型とみなせる分布をしているので、これらを双曲線とみなすことは一応難しいと思われるからである。

しかし、針葉樹材群だけを見ると、バラツキはまだ大きい、 δ_t/δ_r の曲線的減少傾向を読み取ることができる。この傾向を一層明確に現わしているのが Fig. 31 における針葉樹材群の次式

$$\frac{\beta_t}{\beta_r} = \frac{1.00}{r_a} \dots \dots \dots (12)$$

の曲線に沿った分布である (r_a : ほぼ 13~15% の含水率範囲にある気乾容積重 g/cm³)。

この針葉樹材群と $1/r_a$ 曲線との相関をみると、相関係数 r は 0.845 となり、収縮異方度の場合の 0.727 より相関度はずっと良くなっている (アテの疑いがあつた $2N^*$ と、もともと異方度の大きい 7D と 9J は相関係数の比較上、両方の計算から除いた)。

これらのことから、針葉樹材の横断面における異方度は膨張時の方が収縮時に比べてより規則的關係にあるといえる。しかし、広葉樹材のそれは針葉樹材ほどはっきり認められるわけではないが、収縮時に比べ $(1.25/r_a) \sim (1.75/r_a)$ のいずれかの曲線に沿う傾向が現われている、と考えることができる。

この推定に加えて、膨張時の異方度がより曲線に沿う傾向を有する原因として、測定時の温度が 40°C で、収縮時の 20°C より高いことが一因と考えられる。

このことを検討するため、同一試料で温度が異なるときの膨張率の違いを Fig. 33 に示した。20°C での接線方向膨張率の気乾容積重に対する勾配は大きく、また、直線的である。

40°C では 1, 2 の例外はあるが、それは針葉樹材域で増え、広葉樹材域で大きく減少している。また、その直線性も低下して相関係数は 0.794 から 0.648 になっている。これを回帰曲線で表わすと、

$$y_{\beta_t} = 0.239 - 0.031r_a + 0.258r_a^2 \dots \dots \dots (13)$$

の曲線に沿う分布とみられる。

一方、半径方向の膨張率は

$$y_{\beta_r} = 0.004 + 0.266r_a \dots \dots \dots (14)$$

の直線で示され、相関係数も 20°C の 0.706 から 0.851 と良くなっている。

これらのことから、40°C での β_t/β_r が (12) 式の $1/r_a$ 的曲線に沿って現われる、という傾向は理解でき

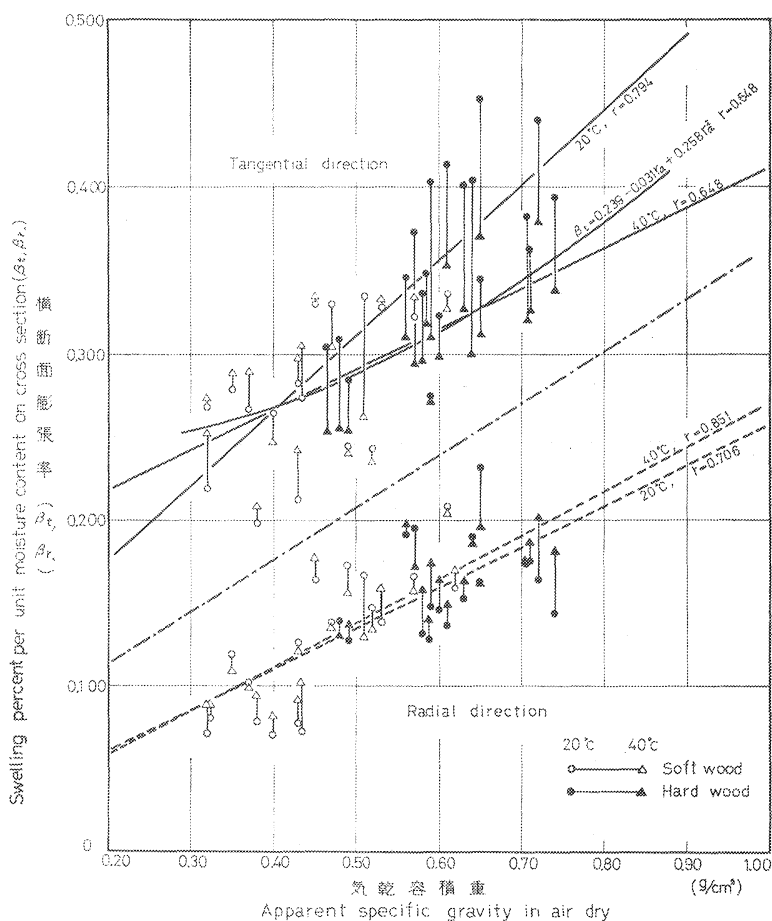


Fig. 33 横断面膨張率の温度と含水率による変化
Change of swelling percent per unit moisture content on cross section caused by temperature and moisture content change.

であろう。しかし、なぜ40°Cでこの傾向が顕著になるかは、中および高容積重域で接線方向の膨張率が、20°Cのそれらに比べて大幅に減少したことに原因を求めることができる。しかし、また、なぜその膨張率が減少するかについては、まず温度効果が重要視されるが、これと対立する諸因子としては、

- (1) 20°Cと40°Cでの吸湿条件に差異があること、すなわち、20°Cの平衡含水率変化は(12.7~14.4%)→(18.9~28.3%)で、平均の含水率差は13.6%に及ぶが、40°Cでは(11.3~13.2%)→(14.3~18.3%)で、その平均含水率差は約5%にすぎない吸湿膨張であったこと(20°CではR. H. 75%からR. H. 95%, 40°CではR. H. 75%からR. H. 90%)。
- (2) 試料の形状変化の可能性。
- (3) 乾燥履歴の影響。
- (4) 測定の実誤およびその他。

などが考えられたが、(2)と(4)はこの際省いて差しつかえなかった。

(3)については、変曲点以下の低含水率への過度の乾燥もなく、伸縮の繰返しも2往復で“枯れ”的現象

とも考えられない。

したがって、(1)を主として検討すると、従来の伸縮に関する知識では、含水率 5% から 20 数% 近辺まではほぼ直線的に収縮・膨張する、とされている。ことに、R. KEYLWERTH¹¹⁾による微分膨張率

$$\beta_t = \frac{1}{l_{t0}} \cdot \frac{dl_t}{du}$$

l_{t0} : 含水率 0% のときの長さ

dl_t : 含水率が変化したときの長さの変化量

du : 含水率の変化量 (%)

の現われ方がこの領域ではほぼ一定である。したがって、気乾含水率付近の平均膨張率が、20 数% の比較的高含水率域までのそれよりも小さいことはないはずである。

しかし、一方、W. C. STEVENS¹⁴⁾による Rotbuche 材の収縮・膨潤曲線では、含水率 20% から 26% 付近までの接線方向の微分膨張率が 20% 以下のそれよりもいくぶん大きい、ととれる例もある。

また、本実験の 41 種 (心・辺材を含む) の試料で、(1)の条件で含水率変化幅が異なる ときの針・広葉樹材の平均膨張率の挙動をみてみると、

$$\begin{array}{ll} \text{接線方向 } \beta_t \cdot 40^\circ\text{C} < \beta_t \cdot 20^\circ\text{C} & \left\{ \begin{array}{ll} \text{針葉樹材} & 39\% \\ \text{広葉樹材} & 87\% \end{array} \right. \\ \text{半径方向 } \beta_r \cdot 40^\circ\text{C} < \beta_r \cdot 20^\circ\text{C} & \left\{ \begin{array}{ll} \text{針葉樹材} & 50\% \\ \text{広葉樹材} & 26\% \end{array} \right. \end{array}$$

で示され、針葉樹材は接線方向がわずかながら影響を受けているとしても、半径方向はそれが見られない。

一方、広葉樹材の接線・半径両方向ともその平均膨張率は温度の影響を強く受けており、その動きは全く逆である。

つまり、このことが、木口試片 (Fig. 3 (b) 参照) という形状因子ももちろんあるが、ヘミセルロースなどの含有率の高い広葉樹材の熱的性質からみて、含水率域による微分膨張率変化の可能性とともに温度効果が無視できない、とする理由になるものと思われる。

ともかく、気乾含水率付近での膨張異方度が容積重軸に対して双曲線的に減少する傾向は、春材・秋材仮道管横断面の異方的収縮の研究¹⁷⁾で、全くの同様の傾向を示している事実からも裏付けられる。

しかし、全樹種の β_t/β_r が、 $1/r_a$ の曲線に沿って現われるわけでもないことは Fig. 31 のとおりであり、広葉樹材の約半数は $r_a(\beta_t/\beta_r)$ の 1.30 から 2.0 の間に散在する。

一方、 0.60 g/cm^3 以下の容積重域では、 β_t/β_r は $r_a(\beta_t/\beta_r)$ の 1.0 近くに多く見られ、針葉樹材のそれに近い分布を示している。

なお、以上に述べた特徴をもつ広葉樹材群の、組織構造を定性的に分類すると、 $r_a(\beta_t/\beta_r)$ の値が 1.12 以下の特徴として、放射組織の幅が 50μ より小さく、その高さも 1.0 mm 以下のものがそのグループの 80 数% を占め、散孔材の比も 70 数% で比較的均質性の樹種が多く、それらの材質は針葉樹材に近いものであると考えられる。

一方、 $r_a(\beta_t/\beta_r)$ が 1.13 以上では、放射組織の幅と高さが前者に比べて大きく、環孔・放射孔材が半数を占め、いわゆる硬材の広葉樹材の性質が強くなっている。

以上のことから、 40°C の横断面膨張異方度においては、針葉樹材のほとんどと広葉樹材の約半数のそ

3-10. 異方度の樹種的評価

その材料学的知識と技術体係はその根底に「機能性」、「加工性」、「耐久性」などの諸因子をもって成り立っている。そのなかでも「狂い」については、木材利用上の弱点として昔から関心が払われてきたが、現在でもまだ解明が十分とはいえない。

ところで、木材の利用上の優劣を決定する場合、単純に収縮・膨張異方度だけで決定できるものではないが、多くの加工利用の場合を想定して異方度がとり上げられてしかるべきである。しかし、この場合、異方度の大小だけを論ずると、従来から優良な木材として使われてきた多くの針葉樹材は、広葉樹材に比べ大きい異方度をもつことから、実情にそぐわないことになる。

Fig. 34 容積重と収縮・膨脹異方度示数 $r_a(\beta_t/\beta_r)^2(\delta_r/\delta_t)$ との関係
Relation between app.-speci.-gravity in air dry and the index numbers of shrinkage-swelling anisotropy $r_a(\beta_t/\beta_r)^2(\delta_r/\delta_t)$.

Table 12-1. 収縮・膨張異方度示数表 (針葉樹)
 Table of shrinkage-swelling anisotropy index numbers (Softwoods)

樹 種 Tree species		心 材 Heartwood					辺 材 Sapwood				
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
		r_a	β_t/β_r	r_{15}^{*1}	δ_t/δ_r^{*1}	$r_a(\beta_t/\beta_r)^2$ (δ_r/δ_t)	r_a	β_t/β_r	r_{15}^{*1}	δ_t/δ_r^{*1}	$r_a(\beta_t/\beta_r)^2$ (δ_r/δ_t)
1J	イ チ イ	0.54	2.04	0.54	1.90	1.18	—	—	—	—	—
2N	カ ヤ	0.53	2.59 ^{*2}	0.51	1.74	2.05 ^{*2}	—	—	0.43	1.66	—
3M	イヌマキ	0.51	2.03	0.55	1.55	1.36	—	—	0.55	1.66	—
4M	モ ミ	0.43	2.45	0.44	2.10	1.23	—	—	0.39	2.03	—
5H	ウラジロモミ	0.38	2.90	0.36	2.73	1.17	—	—	0.40	2.56	—
6F	アオモリトドマツ	—	—	0.41	2.86	—	—	—	0.39	2.65	—
7D	トドマツ	0.41	3.63	0.41	3.13	1.73	0.43	3.09	0.44	2.96	1.38
8H	シ ラ ベ	0.41	2.62	0.40	2.49	1.13	—	—	—	—	—
9J	カ ラ マ ツ	0.54	2.82	0.53	2.17	1.98	0.59	2.25	0.52	—	(1.33) ^{*3}
10C	エゾマツ	0.43	2.12	0.43	2.18	0.88	0.42	2.12	0.43	2.20	0.85
11C	アカエゾマツ	0.49	2.15	0.46	2.19	1.03	0.46	2.39	0.43	2.52	1.04
12J	ト ウ ヒ	0.45	1.89	0.46	1.67	0.96	—	—	0.42	1.89	—
13M	トガサワラ	0.49	1.54	0.47	1.62	0.72	—	—	0.43	1.66	—
14M	ツ ガ	0.52	1.75	0.54	1.79	0.89	—	—	0.48	1.82	—
15F	アカマツ	0.40	3.01	0.42	2.28	1.59	0.47	2.25	0.52	1.71	1.40
15I	〃	0.53	1.89	0.55	2.04	0.93	0.58	1.69	0.58	1.80	0.92
15L	〃	0.53	2.09	0.52	2.03	1.14	0.61	1.60	0.56	1.57	1.00
16K	ヒメコマツ	0.43	2.66	0.42	2.13	1.43	—	—	0.36	1.98	—
17N	クロマツ	0.51	2.27	0.58	2.09	1.26	0.59	1.77	0.57	1.80	1.02
18G	ス ギ	0.37	2.95	0.36	2.87	1.12	0.35	2.64	0.35	2.52	0.97
18I	〃	0.40	2.57	0.41	2.64	1.00	0.37	2.36	0.37	2.50	0.82
18N	〃	0.41	2.56	0.40	2.60	1.03	0.41	2.20	0.40	2.14	0.93
19J	コウヤマキ	0.32	2.86	0.32	3.44	0.85	—	—	0.30	—	—
(19J)	〃	0.32	3.01	—	—	(0.96) ^{*3}	—	—	—	—	—
20J	ヒ ノ キ	0.38	2.24	0.41	1.93	0.99	—	—	0.37	1.63	—
(20J)	〃	0.39	2.40	—	—	(0.94) ^{*3}	0.37	2.44	—	—	(0.90) ^{*3}
21J	サ ワ ラ	0.32	3.10	0.36	2.85	1.08	—	—	0.31	—	—
(21J)	〃	0.32	3.61	—	—	(1.16) ^{*3}	—	—	—	—	—
22J	ネ ズ コ	—	—	0.34	3.45	—	—	—	0.31	—	—
(22J)	〃	0.33	3.08	—	—	(1.02) ^{*3}	—	—	—	—	—
23J	アスナロ	—	—	0.43	2.14	—	—	—	0.40	—	—
(23J)	〃	0.47	2.62	—	—	(1.23) ^{*3}	—	—	—	—	—
24F	ヒノキアスナロ	0.43	2.99	0.42	2.35	1.63	—	—	0.40	—	—

注 Note)

*1: 中野達夫 未発表資料

 r_{15} ……含水率15%のときの気乾容積重 (g/cm³)。

Apparent specific gravity in air dry moisture content 15%

 δ_t, δ_r ……接線および半径方向の気乾状態から全乾状態までの含水率1%あたりの平均収縮率(%)。

Shrinkage percent per unit moisture content of tangential and radial direction from air dry (15% M. C.) to oven dry (%).

*2: アテ材 Compression wood.

*3: () = (a) × (b)

Table 12-2. 収縮・膨張異方度示数表 (広葉樹)
Table of shrinkage-swelling anisotropy index numbers (Hardwood)

樹 種 Tree species		心 材 Heartwood					辺 材 Sapwood				
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
		r_a	β_t/β_r	r_{15}^{*1}	δ_t/δ_r^{*1}	$r_a(\beta_t/\beta_r)^2$ (δ_r/δ_t)	r_a	β_t/β_r	r_{15}^{*1}	δ_t/δ_r^{*1}	$r_a(\beta_t/\beta_r)^2$ (δ_r/δ_t)
25C	ドロノキ	0.37	2.34	0.34	2.40	0.85	0.39	2.36	0.41	2.31	0.94
26C	ヤマナラシ	0.44	2.72	0.45	2.40	1.35	—	—	0.45	2.51	—
28F	オニグルミ	0.56	1.57	0.54	1.41	0.98	—	—	0.48	—	—
29H	サワグルミ	0.37	2.30	0.34	2.62	0.75	—	—	—	—	—
30I	ハンノキ	0.48	1.96	—	—	(0.94)*8	—	—	—	—	—
31H	ミズメ	0.71	1.07	0.70	1.19	0.68	0.69	1.30	0.66	1.02	1.14
32B	シラカンバ	0.59	1.56	0.60	1.30	1.10	—	—	—	—	—
33D	マカンバ	0.73	1.45	0.65	1.24	1.24	0.72	1.27	0.73	1.25	0.93
34H	アカシデ	0.75	2.37	0.76	1.62	2.88	—	—	—	—	—
35D	アサダ	0.73	1.80	0.72	1.52	1.55	0.69	1.81	0.69	1.59	1.42
36F	クリ	0.61	2.05	0.56	1.75	1.46	—	—	0.52	—	—
37N	シイノキ	—	—	0.61	1.72	—	—	—	0.62	1.69	—
38E	ブナ	0.65	2.37	0.68	1.84	1.99	0.62	2.32	0.65	1.98	1.68
38F	〃	0.61	2.37	0.64	1.74	1.97	0.57	2.40	0.59	1.72	1.92
38H	〃	0.63	2.30	0.66	1.81	1.84	0.61	2.33	0.60	1.83	1.81
38K	〃	0.63	2.01	0.66	1.53	1.66	—	—	0.61	1.71	—
38L	〃	0.65	1.89	0.66	1.85	1.25	0.58	1.87	0.61	1.84	1.11
39H	イヌブナ	0.66	2.30	0.68	1.83	1.91	—	—	—	—	—
40N	アカガシ	0.95	2.05	0.92	1.87	2.14	0.95	2.05	0.91	1.88	2.12
41N	シラカシ	—	—	0.88	2.08	—	—	—	0.99	2.15	—
42N	ウバメガシ	—	—	1.08	1.81	—	—	—	—	—	—
43N	イチイガシ	0.83	2.14	0.78	1.87	2.02	0.81	2.20	0.80	2.02	1.94
44N	クヌギ	—	—	0.86	1.96	—	—	—	0.92	2.00	—
45C	ミズナラ	0.67	2.38	0.69	1.84	2.06	0.60	2.44	0.62	1.88	1.90
45D	〃	0.70	2.52	0.70	1.85	2.40	0.63	2.37	0.63	1.85	1.91
45F	〃	0.72	1.89	0.65	1.81	1.42	—	—	0.67	1.97	—
45K	〃	0.74	1.87	0.72	1.55	1.67	—	—	0.60	1.62	—
46H	コナラ	0.82	2.30	0.81	1.86	2.34	—	—	0.83	1.91	—
47C	ハルニレ	0.59	2.22	0.61	2.12	1.38	—	—	0.48	2.45	—
48H	ケヤキ	0.62	1.73	0.62	1.64	1.13	0.58	2.13	0.61	1.69	1.56
49N	ヤマグワ	0.59	2.20	0.60	2.10	1.36	—	—	0.59	2.46	—
50D	カツラ	0.48	1.92	0.49	1.66	1.07	0.47	1.74	0.49	1.59	0.89
51D	ホオノキ	0.47	1.93	0.47	1.69	1.03	0.50	2.07	0.49	1.74	1.23
52N	クスノキ	0.50	2.20	0.50	1.83	1.32	0.55	2.34	0.57	2.03	1.48
53N	タブノキ	0.71	1.75	0.68	1.72	1.27	0.71	1.82	0.70	1.71	1.37
54N	イスノキ	0.94	1.98	0.92	1.66	2.21	0.87	1.99	0.85	1.64	2.09
55I	ヤマザクラ	0.58	2.27	0.60	1.83	1.63	—	—	—	—	—
56F	イヌエンジュ	0.63	2.02	0.63	2.19	1.17	—	—	—	—	—
57H	キハダ	0.42	1.93	0.42	1.80	0.87	—	—	0.46	1.60	—
58H	モチノキ	—	—	—	—	—	—	—	0.93	1.48	—
59D	イタヤカエデ	0.70	1.62	0.67	1.53	1.20	0.67	2.05	0.67	1.61	1.74
60I	トチノキ	0.57	1.71	0.53	1.64	1.01	0.49	1.85	—	—	(0.91)*8
61C	シナノキ	0.44	1.58	0.49	1.30	0.85	0.47	1.55	0.52	1.37	0.82
62C	オオバボダイジュ	0.43	1.58	0.41	1.31	0.82	0.47	1.13	0.45	1.19	0.50
63M	ヒメシャラ	—	—	0.78	1.56	—	—	—	0.76	1.61	—
64D	ハリギリ	0.52	1.81	0.50	1.60	1.06	0.49	1.62	0.49	1.63	0.79
65I	ミズキ	0.64	1.61	0.67	1.44	1.15	—	—	—	—	—
66H	シオジ	0.55	1.70	0.57	1.75	0.91	0.53	1.85	0.53	1.76	1.03

Table 12-2. (つづき) (Continued)

樹種 Tree species		心材 Heartwood					辺材 Sapwood				
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
		r_a	β_t/β_r	r_{15}^{*1}	δ_t/δ_r^{*1}	$r_a(\beta_t/\beta_r)^2(\delta_r/\delta_t)$	r_a	β_t/β_r	r_{15}^{*1}	δ_t/δ_r^{*1}	$r_a(\beta_t/\beta_r)^2(\delta_r/\delta_t)$
67D	ヤチダモ	0.70	2.73	0.70	2.07	2.52	0.70	2.53	0.70	2.11	2.13
68C	アオダモ	0.73	2.33	0.72	1.79	2.21	—	—	0.71	1.92	—
69H	キリ	0.30	3.42	0.29	3.19	1.10	—	—	—	—	—
70N	コジイ	0.52	2.62	0.47	2.26	1.58	—	—	0.60	2.18	—
71C	オオバヤナギ	0.39	3.64	0.39	2.96	1.75	—	—	0.34	3.41	—
27F	コバノヤマハ ンノキ	0.48	2.28	—	—	(1.09)*8	—	—	0.47	2.03	—
73L	フサアカシア	—	—	0.72	2.50	—	—	—	0.65	2.69	—
74I	ヤマハノキ	0.47	2.18	0.48	2.17	1.02	—	—	0.50	2.06	—

そこで、Fig. 34 に示すように、 $r_a(\beta_t/\beta_r)^2(\delta_r/\delta_t)$ の尺度値を用いて横断面の異方性の良悪を判定する基準とした。

この $r_a(\beta_t/\beta_r)^2(\delta_r/\delta_t)$ の意味するところは、20°C と 40°C での収縮・膨張異方度の変化の少ない方が材質的に安定した良い材である、ということである。したがって、 $r_a(\delta_t/\delta_r)^2(\beta_r/\beta_t)$ でも良いが、40°C の (β_t/β_r) の方が $1/r_a$ の曲線によく沿う分布を示すことから前者の式を用いた。

この式を用いて得た結果は Table 12-1, 12-2 と Fig. 34 に示すとおりである。

図中、〔I〕、〔II〕および〔III〕と3段階にクラス分けしているごとく、〔I〕に出現する材は「低異方性の材」、〔II〕は「顕異方性の材」、〔III〕は「重硬異方性の材」と大別することができる。

〔I〕の中には、サワラ(21J)、コウヤマキ(19J)、ネズコ(22J)、スギ(18G・I・N)、ヒノキ(20J)、エゾマツ(10C)、トウヒ(12J)、シラベ(8H)、モミ(4M)、アカエゾマツ(11C)、トガサワラ(13M)、ツガ(14M)、アカマツ(15I・L)、クロマツ(17N)など針葉樹材が多く、一方、広葉樹材ではキリ(69H)、ドロノキ(25C)、サワグルミ(29H)、キハダ(57H)、シナノキ(61C)、オオバボダイジュ(62C)、カツラ(50D)、ホオノキ(51C)、ハリギリ(64D)、シオジ(66H)、オニグルミ(28F)、トチノキ(60I)、シラカンバ(32B)、ケヤキ(48H)、イヌエンジュ(56F)、ミズキ(65I)、ブナ(38L)、イタヤカエデ(59D)、タブノキ(53N)、ミズメ(31H)およびマカンバ(33D)などが含まれている。

〔II〕には、針葉樹材でトドマツ(7D)、アカマツ(15F)、ヒメコマツ(16K)、イヌマキ(3M)、カラマツ(9J)、ヒノキアスナロ(24F)などが属し、広葉樹材ではブナ(38E・F・H・K)、ミズナラ(45F・K)、アカシデ(34H)、アサダ(35D)、クリ(36F)、ハルニレ(47C)などが中心として現われ、〔III〕はミズナラ(45C・D)、コナラ(46H)、アカガシ(40N)、イチイガシ(43N)などの *Quercus* 属、*Cyclobalanopsis* 属とヤチダモ(67D)、アオダモ(68C)などの *Fraxinus* 属およびイスノキ(54N)などの重硬材によって占められている。

このように、針葉樹材でも最優秀の材として賞用されるとヒノキ²⁰⁾、コウヤマキ²²⁾、広葉樹材のキリ、ケヤキなどがやはり良い数値を示す以外に、ツガ¹²⁾、トガサワラの *Tsuga*, *Pseudotsuga* 属、エゾ、アカエゾ、トウヒの *Picea* 属、シナ、ボダイジュの *Tilia* 属などが良い結果を示している。

また、ことに漆器丸物木地として変形しない²⁰⁾、とされているミズメが比較的重い材であるにもかかわらず、非常に小さい異方度および $r_a(\beta_t/\beta_r)^2(\delta_r/\delta_t)$ 値を示すことなど、材質的に興味もたれる。

4. あ と が き

いくつかの項目でも触れてきたように、木材の吸湿現象の本質を明らかにするためには、その組織構造は切り離せない重要な因子である。しかし、それらの因果関係については、あまりにも複雑すぎるため、組織構造的観点で研究した例は少ない。あっても模型化した理論的考察の段階にとどまっている。

また、本試験も目的上、組織構造の特徴と吸湿量との関連を明らかにするだけの十分な実験手順は踏めなかったため、この点は宿題として残っている。

ただ、同じ日本産主要樹種の構成要素率について組織研究室で測定が進行中なので、その成果が得られれば吸湿との関連において検討が可能となるであろう。

それはそれとして、とりえず識別を目的としたものではあるが、組織の分類項目²⁴⁾と広葉樹材の吸湿量の大小との関連をみても、道管径が小さくても分布数が多ければ吸湿しやすく、チロースは湿気拡散を妨げる、しかし、このチロースは木部柔細胞と一応無関係²⁵⁾らしく、ただ、道管を包むこの柔細胞が湿気の横断面方向の拡散を妨げる、というおおよその傾向が指摘できるようなのである。

その他、どの組織がどの程度吸湿および収縮・膨張現象に重みをもって関連しているかは、今後の実験と分析が必要であり、その結果が得られれば報告したい。

5. 摘 要

日本産主要樹種の性質に関する研究の一環として、吸湿性・膨張率試験についてとりまとめを行なった。記載内容は次のとおりである（ここに用いる「吸湿量」とは、所定時間までの吸湿量を指し、いわゆる「平衡吸湿量」ではない）。

- 1) 一定時間における吸湿量と容積重との関連を検討し、樹種間において特徴的にみられる大きな吸湿量の差から、木材の吸湿は樹種特性に大きく左右されることを見出した。また、それと同時に、吸湿量が容積重と比例的関係にある一方、逆の反比例的要因の存在もうかがわれた (Fig. 4~9)。
- 2) 吸湿経過を実験式 $W=at^n$ にあてはめたときの定数 a と n を求め、樹種、吸湿面および時間についてそれらの現われ方を検討した (Table 2-1, 2-2, 3; Fig. 12~23)。
- 3) $W=at^n$ の変形として $W=9.8an(n+0.50)\sqrt{(t/24)+P}$ を導き、 $I=an(n+0.50)$ を「吸湿示数」として樹種間の吸湿量の比較に用いた (Table 4-1, 4-2; Fig. 24)。
- 4) 24時間の吸湿量を「きわめて大」、「大」、「中」、「小」と4段階に区分し、各樹種の吸湿量を全体の中で位置づけた (Table 5, 6)。
- 5) 平衡含水率測定用試片と吸湿試片を用いて、非定常法による各吸湿面の拡散係数を求め、容積重との関連をみた。その結果、接線方向の拡散係数 D は半径方向のそれよりもバラツキが少なかった。繊維方向のそれは横断面方向の約10倍の数値を示すが、3者とも容積重軸に対して反比例する双曲線型分布を示した (Table 8; Fig. 25~27)。
- 6) 40°Cにおける R. H. 75% と R. H. 90% の条件における平衡含水率を求めた (Table 9-1, 9-2)。
- 7) 接線および半径方向の平均膨張率と容積膨潤率を求め、容積重との関連においてそれらの現われ方をみた (Table 10-1, 10-2, 11; Fig. 28~30)。
- 8) 針葉樹材のほとんどと広葉樹材の約半数において、40°C の条件下における膨張異方度 (β_t/β_r) は容

積重軸に対し双曲線的に減少する傾向を示した。この関係を用いて収縮・膨張異方度示数 $r_a(\beta_t/\beta_r)^2 \cdot (\delta_r/\delta_t)$ を導き、この指標値は木材利用の適否の1つの基準になることを提案した (Table 12-1, 12-2; Fig. 31~34)。

文 献

- 1) 伊藤 貢・貴島恒夫：填充体に関する研究，木材研究資料，4，p. 36，(1953)
- 2) 蕪木自輔・葉石猛夫・中野達夫：日本産主要樹種の性質，物理的性質（第1報）東北・中部・中国および四国地方産材の吸湿性試験，林試研報，216，1~47，(1968)
- 3) 同 上，p. 13
- 4) 蕪木自輔・中野達夫・葉石猛夫：日本産主要樹種の性質 物理的性質（第3報），林試研報，220，199~230，(1969)
- 5) 梶田 茂・中戸莞二：本邦産キリ材の吸湿・吸水性に就て，木材研究，2，22~40，(1949)
- 6) 梶田 茂・中戸莞二・並木保次：木材の収縮膨張に関する異方性の原因に就て（第IV報），日林誌，35，2，51~56，(1953)
- 7) 同 上：（第V報），37，4，153~156，(1955)
- 8) 梶田 茂編：木材工学，養賢堂，東京，p. 115，(1961)
- 9) 同 上：p. 116
- 10) 同 上：p. 121
- 11) KEYLWERTH, R.: Untersuchungen über den Quellungsverlauf und die Fechtigkeitsabhängigkeit der Rohdichte von Holzern. Holz als Roh- und werkstoffe, 22, heft 7, 255~258, (1964)
- 12) 北村博嗣：有用樹種別収縮現象の特異性に関する研究（第2報）群馬県産ツガ，木材学会誌，2，2，55~59，(1956)
- 13) KOLLMAN, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerksstoffe. 2 Auf., p. 387, (1951)
- 14) 同 上：p. 417
- 15) 木材の吸湿性試験方法，JIS Z 2105-60
- 16) 中戸莞二：木材の収縮膨張に関する異方性の原因について（第3報）比重と異方的収縮，西京大演習林報告，2，p. 15，(1958)
- 17) 同 上：22~25
- 18) 中野達夫：未発表資料
- 19) 農林省林業試験場：木材部資料 48-1，(1973)
- 20) 農商務省山林局：木材の工芸的利用，三浦書店，p. 91，(1912)
- 21) 小倉武夫：日本産主要樹種の性質 本試験をはじめに於て，林試研報，153，p. 1，(1963)
- 22) 小原二郎：こうやまき材の耐水湿的優秀性に就て，木材工業，3，3，8~15，(1948)
- 23) 林業試験場：木材工業ハンドブック，丸善，東京，p. 116，(1968)
- 24) 須藤彰司：本邦産広葉樹の識別，林試研報，118，1~138，(1959)
- 25) 上村 武・梅原 誠：日本産主要樹種の性質 試験計画，林試研報，153，2~14，(1963)
- 26) 横田徳郎・後藤君子：木材の吸湿・脱湿速度に関する研究，林試研報，158，45~70，(1963)
- 27) 同 上：針葉樹材の吸湿・脱湿拡散係数，林試研報，198，201~224，(1967)

Properties of the Important Japanese Woods
Physical Properties (4)
On the moisture absorbability and swelling of
the important Japanese woods

Takeo HAISHI, Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI

Summary

This paper is one of a series on the project study "Properties of the Important Japanese Woods" in which all the technical knowledge of the domestic woods for practical use is summed up. This study has been conducted since 1959 by the Government Forest Experiment Station, Wood Technology Division.

Recently we have finished the test "On the moisture absorbability and swelling" and are now able to tabulate the data on all 63 tree species tested.

The measurement were conducted by the test method of Japan Industrial Standard Z 2105—1960 (Hygroscopic test for wood).

The results obtained are as described below. Note that the phrase "moisture absorption amount" as used in this paper means the value for 6, 24, 48 and 72 hours respectively, not those of equilibrium state.

1. From the relations between moisture absorption amount and specific gravity, a proportional and an inverse proportional relationship between them seem to be recognized in the widely scattering distributions of Figs. 4~9.

The difference between the appearance of absorption amounts in a tree species and that of various tree species is caused by the fact that woods have their moisture absorption amounts which are strongly influenced by their species characters, not only by their specific gravity.

2. The constants a and n of the empirical equation of absorption ($W=at^n$) are derived from the relation of $\log W$ vs. $\log t$ on each species. The relation of these constants to the specific gravity, the sections of absorption and absorbing time are shown in Figs. 12~23 and Tables 2~3.

3. The variation form of the empirical equation of absorption was derived as follows: $W=9.8an(n+0.50)\sqrt{t/24+p}$. This proves that actual experimental results of absorption can be explained well within the limits of $0.40 < n < 0.55$, as shown in Fig. 24. Then, $an(n+0.50)$ is available and used as a moisture absorption index number to compare the absorption amounts for 0~24 hrs over various species (Table 4-1, 4-2).

4. From the order of absorption amount of all test species, they can be classified into 4 groups as tabulated in Table 5.

5. It is shown from apparent diffusion coefficient vs. air-dried specific gravity diagram that the diffusion coefficients of tangential direction have a less scattering distribution than that of radial direction, and those of longitudinal direction have about 10 times of those of the

Received June 14, 1973

(1)(2) Wood Technology Division

(3) Tokyo University of Agriculture and Technology

other two directions; but there is almost a similar trend among them on the point that they decrease with increasing specific gravity (Table 8, Figs. 25~27).

6. Equilibrium moisture contents in each condition of 40°C, R. H. 75% and 40°C, R. H. 90% are determined and discussed on their differences among the tree species (Table 9-1, 9-2).

7. Average swelling percentage per unit moisture content of tangential and radial directions and volumetric swelling percentages are determined (Table 10-1, 10-2). And the relation between their appearances and the specific gravity are shown in Figs. 28~30.

8. The swelling and shrinkage anisotropy numbers which indicate the degree of anisotropic swelling and shrinkage on the cross section are determined, and it is recognized that the swelling anisotropy numbers at 40°C of most softwoods and half the number of the hardwoods appear to follow the curve $(1/r_a)$ with high coefficient of correlation. From the above fact, a suggestion can be put forward that if such appearances of these anisotropy numbers could be essential common phenomenon among all tree species, a new index number $r_a(\beta_t/\beta_r)^2$ (δ_r/δ_t) should be available for judging the practical value of woods on the point of anisotropic swelling and shrinkage (Table 12-1, 12-2, Fig. 31~34).