

# 木材材質の森林生物学的研究 (第12報) 北海道野幌地方における造林木の 生材含水量について

蕪 木 自 輔<sup>(1)</sup>

## まえがき

まえの報告で、北海道野幌国有林の造林木8種について、その幹にあらわれる欠点や年輪巾、秋材率、容積密度数、容積および重量成長などに関して記載したが、この報告では引きついでおなじ試料の生材含水量についてとりまとめた結果を報告する。

生材含水量の変化については、これまでによく知られているように、広はんな環境因子と遺伝的な特性とをむすびつけて体系づけないと、一般的な傾向はもとめられない。この研究は野幌産造林木の材質成長についての実態的な把握を目的の主として行われたので、ここにのべられる生材含水量の観察結果もたんなる現象論的な記載にとどまつた。これらの不十分な点については今後さらに補足してゆきたいと考える。

この研究を行うにあたって、終始ご指導とご便宜をあたえられた前林業試験場北海道支場長林行五氏、北海道支場長柳下鋼造氏、林業試験場長齋藤美篤氏、木材部長小倉武夫氏にあつく謝意を表す。また、ご協力と助言をつづけていただいた野幌試験地主任山上技官、材質第二研究室長加納技官ならびに同室中川技官はじめ研究室の方々にお礼を申しあげる。

## 観 察 の し か た

### 試験地と供試木

試験地と供試木についてはまえの報告の試料とまったくおなじであるので、詳しくは前報(第11報)を参照されたい。樹種は次の8種で、1951年10月末に採材した。

グイマツ	( <i>Larix Gmelini</i> LEDES)
トドマツ	( <i>Abies Mayriana</i> MIYABE et KUDÔ)
ヤチダモ	( <i>Fraxinus mandshurica</i> RUPR.)
ド　　ロ	( <i>Populus Maximowiczii</i> A. HENRY)
エゾマツ	( <i>Picea jezoensis</i> CARR.)
シンシュウカラマツ	( <i>Larix leptolepis</i> GORDON)
オウシュウトウヒ	( <i>Picea excelsa</i> LINK.)
ストロブマツ	( <i>Pinus strobus</i> L.)

各樹種について代表木をえらんだ林分の径級べつ本数配分および成長量をしめせば Table 1 および 2のごとくである(これらの林歴その他については前報の Table 1~14 を参照)。供試木は各林分について

(1) 木材部木材材料科材質第二研究室員

Table 1. 径級べつ本数配分 (0.1 ha 当り)

樹種 径級 (cm)	グイマツ	トドマツ	ヤチダモ	ド ロ	エゾマツ	シンシュウ カラマツ	オウシュウ トウヒ	ストローブ マツ
~ 5.4					7			
5.5~10.4					72			
10.5~15.4	7	5	16	2	89		3	
15.5~20.4	31	18	34	2	48	6	37	16
20.5~25.4	47	39	15	8	6	44	52	26
25.5~30.4	14	32	5	17		25	8	22
30.5~35.4	1	9	4	9		2	1	23
35.5~				10				9
計	100	103	74	48	222	77	101	96

Table 2. 各林分の成長量 (0.1 ha 当り)

樹種	成長量	総容積成長量 (fm)	年平均容積成長量 (fm)	総重量成長量 (ton)	年平均重量成長量 (kg)
グイマツ		29.204	0.712	12.074	294
トドマツ		43.043	1.024	13.805	328
ヤチダモ		20.280	0.507	11.070	276
ドロ		33.911	0.807	10.104	240
エゾマツ		18.634	0.443	6.490	154
シンシュウカラマツ		32.161	0.699	12.413	260
オウシュウトウヒ		36.242	0.755	12.541	261
ストローブマツ		53.176	1.266	14.776	351

Table 3. 供試木の概要

樹種	供試木 番号	成 状	長 態	樹 令 (年)	胸 直 径 (cm)	樹 高 (m)	樹 冠 高 (m)	皮ナシ 材積 (fm)	樹皮率 (%)	枝条率 (%)
グイマツ	Ga 9	優	勢	38	32.0	19.9	9.0	0.6371	10.7	6.0
	Ga 16	中	勢	39	22.4	17.2	10.4	0.3087	10.6	3.8
	Ga 33	劣	勢	38	14.2	14.4	10.3	0.0915	12.9	3.4
トドマツ	Gb 201	優	勢	37	28.0	18.5	8.8	0.4971	7.7	5.7
	Gb 202	中	勢	38	22.5	16.9	11.7	0.3074	8.5	3.5
	Gb 74	劣	勢	40	13.1	14.9	10.6	0.1005	15.1	4.7
ヤチダモ	Gc 66	優	勢	38	22.5	19.1	15.0	0.2976	12.8	—
	Gc 56	劣	勢	38	15.2	17.3	13.8	0.1433	14.7	—
ドロ	Gd 13	優	勢	37	38.5	23.5	11.8	1.1166	9.7	—
	Gd 14	劣	勢	40	21.6	21.1	16.0	0.2878	10.3	—
エゾマツ	Ge 169	優	勢	35	19.8	13.0	8.8	0.1866	11.5	3.7
	Ge 161	劣	勢	35	13.4	12.1	7.4	0.0858	11.8	2.6
シンシュウカラマツ	Gf 102	優	勢	42	27.5	22.4	15.4	0.5610	11.6	2.0
	Gf 103	劣	勢	41	20.3	19.0	5.2	0.2366	11.6	0.4
オウシュウトウヒ	Gg 105	優	勢	43	22.5	19.9	11.8	0.3701	7.2	4.7
	Gg 106	劣	勢	43	14.4	18.8	13.0	0.1409	9.5	0.9
ストローブマツ	Gh 29	優	勢	38	34.9	20.0	13.2	0.8588	6.8	7.2
	Gh 26	中	勢	35	25.8	19.5	12.9	0.4520	8.6	1.6
	Gh 62	劣	勢	35	18.0	17.1	11.8	0.2123	8.4	1.3

みかけのうえから比較的成長のよい優勢木と、成長のよくない劣勢木とから 1 本ずつえらび、直径差のおおきい林分からはその中間的なものを 1 本くわえて採取し、一応これらが各林分の立木を代表するものとみなした。供試木の概要は Table 3 のとおりである。

#### 試験片および測定

伐倒された供試木から、地ぎわの部分および地上高 2.2m, 4.2m, ……以下 2m おきに厚さ 10cm ぐらいの円板をきりとり (ただし円板の位置は枝や傷をさけたときにいくらか上下したのものもある), 水分が逃げるのをできるだけふせぎながら実験室にはこびこんだ。このすべての円板から, Fig. 1 にしめしたように, 5 年おきの年輪界と樹心をとる 2 つの半径によつてかこまれる扇形の部分を, 東西南北の 4 方向に樹体の外がわから 5 cm ぐらいの巾で樹心まで相接して木取つて試験片とした (試験片の厚さは約 1cm に鉋削した)。こうして全樹幹からえられた試験片の数は, ぜんぶで 2,700 コあまりに達したが, このうち, 辺材部分のものは 1,100 コあまり, 心材部分のものは 1,600 コたらずであった。

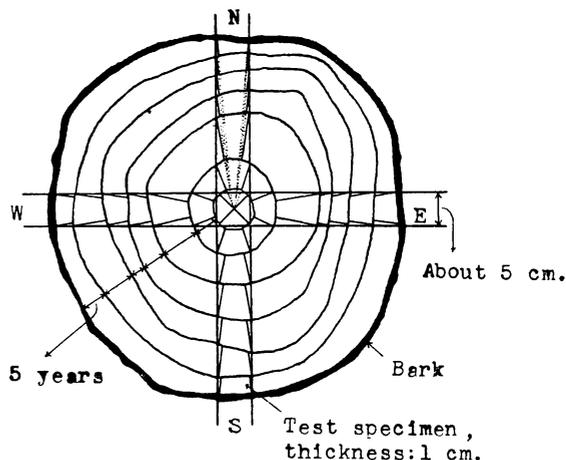


Fig. 1 Sampling test pieces.

これらの試験片について, 生材のとき (測定時) の重量, 試験片を飽水させたときの水中での浮力, 絶乾にしたときの重量などをはかり, その数値から生材含水率 (量) と容積密度数を算出した。重さの測定には化学天秤をもちいた。

なお, 含水率の表示に通常もちいられている重量比の百分率は材の比重を考慮にいれないと水分量の比較に不便であるので, この報告では容積比による含水率または単位体積当りの kg 数を併記した。重量比含水率 ( $\varphi$ %), 容積比含水率 ( $\varphi_v$ %) および容積密度数 ( $R$  g/cm<sup>3</sup>) のあいだには当然つぎの関係がある。

$$\varphi_v = \varphi \times R$$

ただし,  $R = \text{絶乾時木材重量} / \text{飽水時木材容積} \text{ (g/cm}^3 \text{ または kg/m}^3 \text{)}$

$$\varphi = 100 \times \text{生材時水分重量} / \text{絶乾時木材重量} \text{ (}\% \text{)}$$

$$\varphi_v = 100 \times \text{生材時水分容積} / \text{飽水時木材容積} = 100 \times \text{生材時水分重量} / \text{飽水時木材容積} \text{ (}\% \text{)}$$

また, 飽水または絶乾にするときの操作過程によつて材の質的な変化が現われるかもしれないことが予想されるが, これについてはその誤差を無視して一定の操作を規定して測定をおこなつた。しかし, このことについては更にべつに検討が加えられなければならないと考えられる。

## 観 察 の 結 果

### 1. 生材含水量の分布

生材含水量の数値的な変動を比較するまえに, 幹のなかにふくまれている水分の分布状態の相対的な傾向を観察すると次のようであつた。すなわち, 4 つの方向ではかられた等樹齡・等樹高の 4 値を平均してその部分の含水量を代表させ, これを 4 方向半径を平均してもとめた樹幹図のうえにのせて, 生材含水量

( $kg/m^3$  であらわす)の分布図をつくれれば、各樹種の優勢木と劣勢木とについて Fig. 2a~h がえられた。これらの図をくらべてみると、水分の分布のしかたは樹種によつてかなりちがうことがみとめられるようである。

グイマツは、幹の中央の部分では水分量がすくなくて  $200 kg/m^3$  以下であり、その外がわでは水分量が多い。この部分は肉眼的に識別される心材と辺材との部分にかならずしも一致しないが、ほぼちかいところにその境がある。幹足の部分では心材でも全面的にやや水分量がおおくて  $200 kg/m^3$  をこえる (Fig. 2a)。

トドマツはグイマツとおなじように幹の中央部分量がすくなく  $200 kg/m^3$  以下であり (ただし水くいな材はこのかぎりではない)、その外がわで多いけれども、樹心の部分では幹足部から地上高 4 m あたりにかけて水分量の多いところがある。また、幹足部は辺材と樹心部とのあいだに水分のすくない ( $200 kg/m^3$  以下) ところがあつて、グイマツの幹足部のように全面的に高含水量をしめているのと様子がちがつている (Fig. 2b)。

エゾマツは、やはり、幹の中央部が低含水量 ( $200 kg/m^3$  以下) であるけれども、その部分がしめる領域は他の針葉樹種にくらべていちじるしくすくなくしめられているのが特徴的である。幹足部もほとんど全面的に高含水量であり、また幹の上方・樹冠のなかの部分には  $200 kg/m^3$  以下の低含水量の領域がまつたくなく、これは次のシンシユウカラマツの場合と対蹠的である (Fig. 2e)。

シンシユウカラマツでは、幹の中央部の低含水量の領域が非常におおきいことが目だつていてエゾマツ

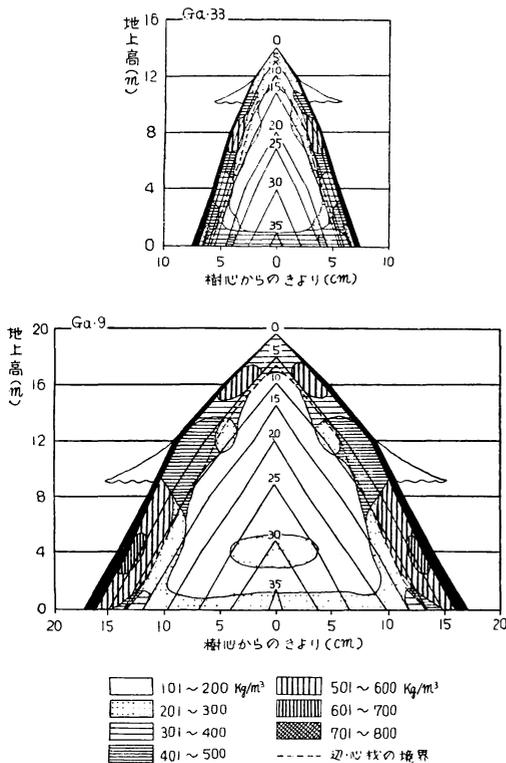


Fig. 2a 生材含水量の分布 (グイマツ)

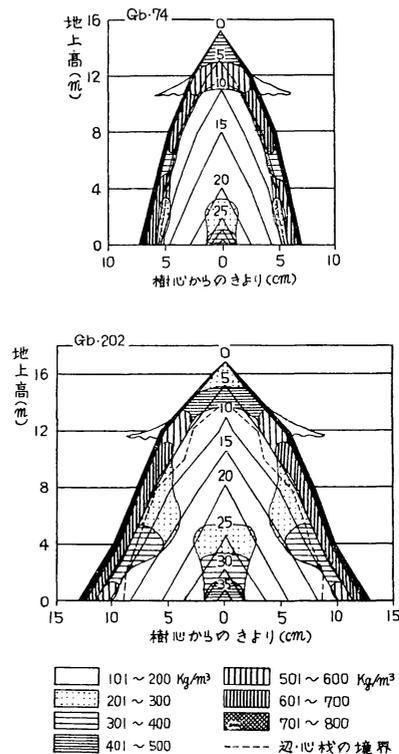


Fig. 2b 生材含水量の分布 (トドマツ)

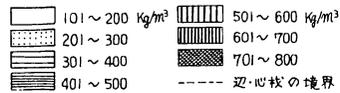
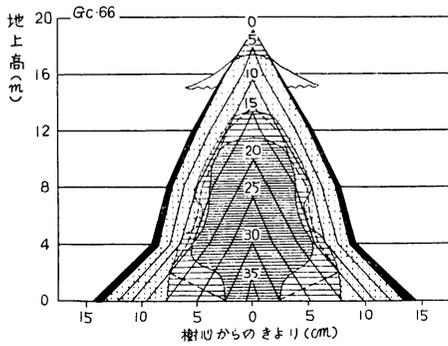
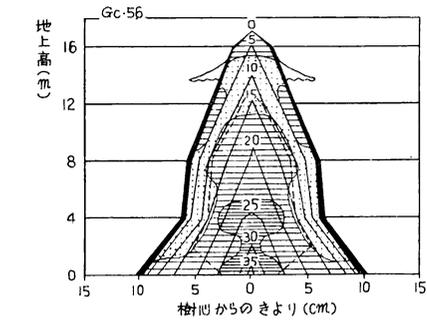


Fig. 2c 生材含水量の分布 (ヤチダモ)

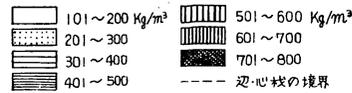
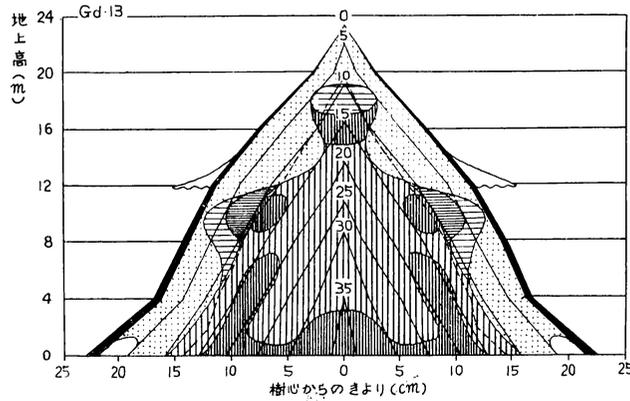
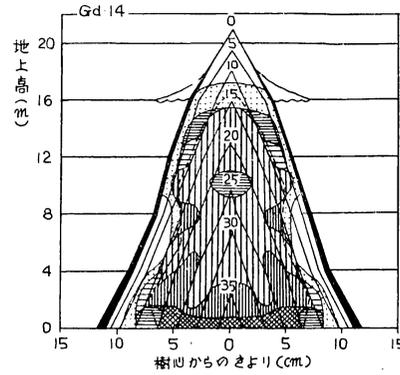


Fig. 2d 生材含水量の分布 (ドロ)

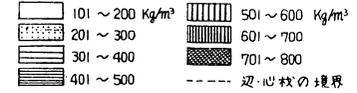
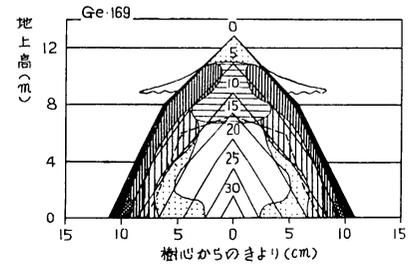
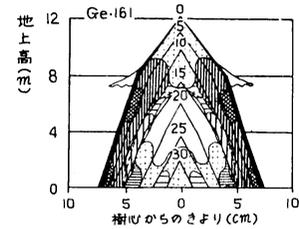


Fig. 2e 生材含水量の分布 (エゾマツ)

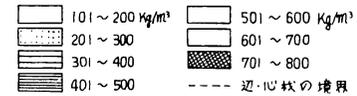
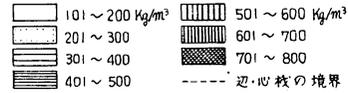
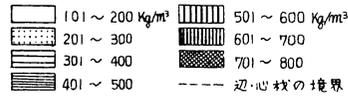
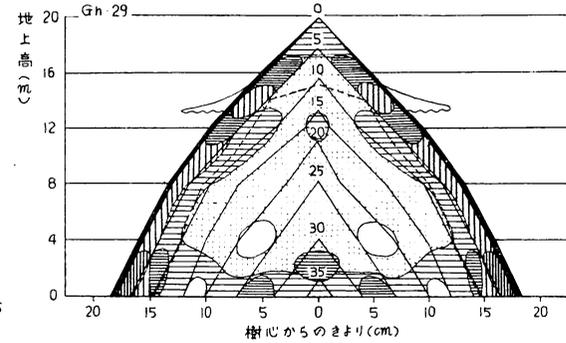
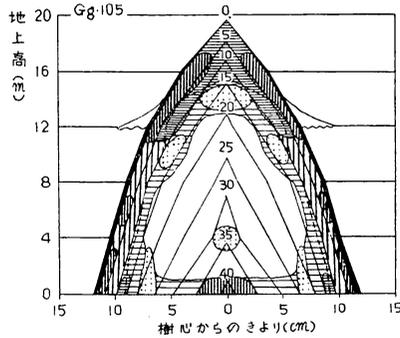
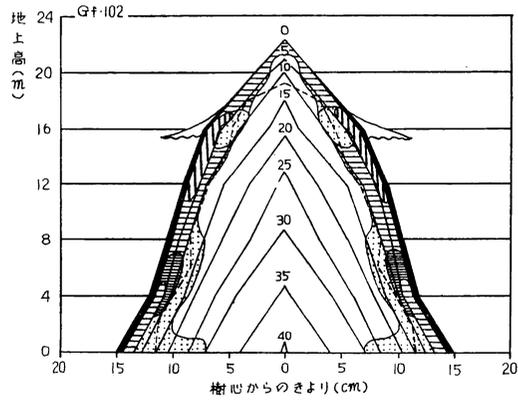
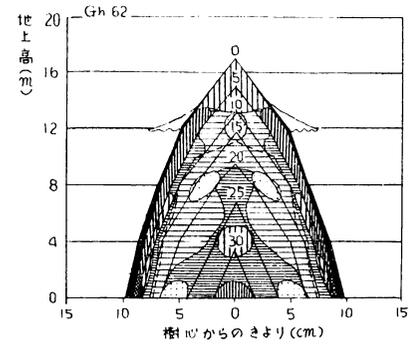
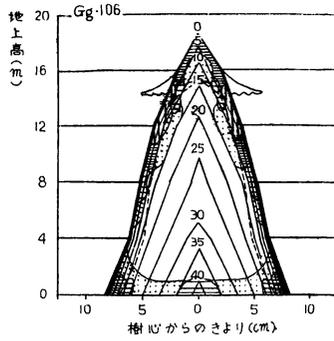
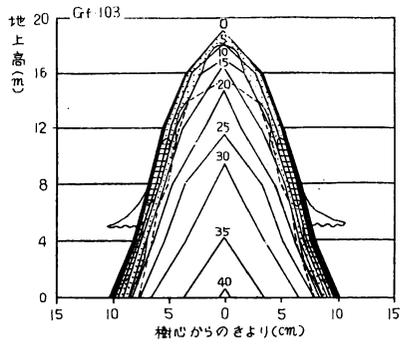


Fig. 2f 生材含水量の分布  
 (シンシユウカラマツ)

Fig. 2g 生材含水量の分布  
 (オウシユウトウヒ)

Fig. 2h 生材含水量の分布  
 (ストローブマツ)

と全く反対である。またトドマツやゲイマツなどのように樹心部分や幹足部に高含水量 (200 kg/m<sup>3</sup> 以上) の領域もなく、樹冠のなかにもずつと高いところまで低含水量の領域がつついている (Fig. 2f)。

オウシュウトウヒはどちらかといえばエゾマツの型に似てはいるが、幹の中央部の低含水量の領域はかなりおおく、幹足の部分はゲイマツのように全面的に高含水量 (200 kg/m<sup>3</sup> 以上) で、さらにその樹心部ではトドマツのようにもつと水分量がふえている。樹冠のなかでは低含水量の領域が非常にすくない (Fig. 2g)。

ストロブマツは他の針葉樹種にくらべて幹の中央部分も 200kg/m<sup>3</sup> 以上の水分量をもっていることが特徴的で、トドマツのある種の水くい材にみられるように心材部分のほとんどぜんぶが相当な高含水量であり、とくに幹足部と樹心部においていちじるしい。この中央部の水分は辺材部分にあたる場所よりはずつとすくないけれども、針葉樹種の心材部分にふつうに見られる水分量にくらべればはるかに多く 200 ~ 600kg/m<sup>3</sup> もある (Fig. 2h)。

ヤチダモは以上の針葉樹種とちがつて逆に幹の中央部分のほうが外がわよりも含水量おおく、これは外がわから樹心にむかつて層状にふえていき、また樹冠のなかでは梢端の部分が比較的に高い含水量をもつようである (Fig. 2c)。

ドロはヤチダモとおなじように辺材部分よりも心材部分のほうが高い含水量をしめしているけれども、ヤチダモとちがつて、心材部分の水分分布がより不規則であり、幹足の部分ではとくに水分量が多く、また樹冠のなかでは梢端部分が比較的に低含水量をもつようである (Fig. 2d)。

このような生材含水量の分布の型は、もちろん概観的なものではあるけれども、優勢木と劣勢木とは絶

Table 4. 生材含水量の分布状態

幹のなかの外がわと内がわ* の含水状態		幹の部分における内がわ材部の含水状態			樹種	
外がわ	内がわ	幹足の部分	枝下の部分	樹冠のなか		
梢端をのぞいて非常に高含水量である**	幹の上下端をのぞいて低含水量である**	ほとんど全面的に含水量がおおい	低含水量の部分の量は普通である	低含水量の部分が比較のおおい	ゲイマツ	
				低含水量の部分が大へんにすくない	オウシュウトウヒ	
			低含水量の部分が大へんにすくない	低含水量の部分がない		エゾマツ
		樹心部分だけ含水量がおおい	低含水量の部分の量は普通である	低含水量の部分が比較すくない		トドマツ***
		全面的に低含水量である	低含水量の部分は、大へんにおおい	梢端ちかくまで低含水量の部分がある		シンジュウカラマツ
含水量はおおいが外がわよりすくない		全面的に、または、樹心部分が、より高含水量である		低含水量の部分がない	ストロブマツ	
含水量はおおいが内がわよりすくない	梢端をのぞいて非常に高含水量である	樹心にちかづくにしたがつてより高含水量である		梢端部分が比較的に高含水量である	ヤチダモ	
		とくに高含水量で分布はやや不規則である		梢端部分が比較的に低含水量である	ドロ	

注： \* 肉眼的観察による辺材および心材にかならずしも一致しないが、ほぼこれにちかい。

\*\* 含水量 200 kg/m<sup>3</sup> 以下のものを“低含水量”の状態、以上のものを“高含水量”の状態と表現した。

\*\*\* トドマツの水くい材は例外である。

対値における差はべつとして、かなり似かよつた傾向で分布しており、生材水分分布の相対的な傾向については樹種内の変動よりも樹種間の変動のほうがより特徴的であるかのように思われる。これらの傾向を整理してみると、幹の外がわにふくまれる含水量が内がわよりもおおきいもの(A)と、幹の内がわにふくまれる含水量が外がわよりもおおきいもの(B)のふたつのグループがあり、前者には針葉樹種が、後者には広葉樹種がそれぞれふくまれた。(A)のグループではさらに幹の中央部分が低含水量( $200 \text{ kg/m}^3$ 以下)のもの(Aa)と高含水量( $200 \text{ kg/m}^3$ 以上)のもの(Ab)とがあり、*Pinus*系のスローブマツだけが後者にぞくし(ただしトドマツの水くい材はべつである)、他の針葉樹種はぜんぶ前者にぞくした。

(Aa)のグループの幹足部分の水分状態をみると、幹足の内がわ材部(ほぼ心材部に相当)がほとんど全面的に高い含水量をしめしているもの(Aa 1)と、内がわ材部の樹心部分だけが高い含水量をしめしているもの(Aa 2)、および内がわ材部が全面的に低い含水量であるもの(Aa 3)とがあつた。そして、(Aa 1)には *Larix* 系のグイマツと *Picea* 系のオウシュウトウヒおよびエゾマツがあり、(Aa 2)には *Abies* 系のトドマツ、(Aa 3)には *Larix* 系のシンシウカラマツがぞくした。(Aa 1)のうちで樹冠のなかの材部に低含水量の領域が比較的におおいものとしてグイマツ、大へんにすくないものとしてオウシュウトウヒ、ほとんどないものとしてエゾマツが区べつされ、エゾマツはまた前2者にくらべて幹のなかの低含水量の領域が非常にすくなくしめされた。(B)グループのヤチダモとドロは、心材部分の幹足・枝下・樹冠のなかの部分にある水分分布の状態それぞれすこしちがつた様子をしめた。このような類型を一覧表にまとめると Table 4 のようになる。もちろん、この類型が季節あるいは立地などを通じて一般的なものであるかどうかは不明である。

## 2. 辺材と心材

各樹種について辺材・心材それぞれの平均含水率  $\varphi\%$  および  $\varphi_n\%$  をもとめると Table 5 のようであつた。幹ぜんたいとしての辺材部分あるいは心材部分の標準含水率をもとめるためには、測定に供した成長区分層の重量成長量または容積成長量をおもみとして平均をもとめることが妥当であると考えられるが、二、三の例について算出した標準含水率(または量)と全樹幹からほぼ均等の機会て採取された試験片の全測定値の平均含水率(または量)とのあいだに、おおきな差がみられなかつたので、ここでは計算の手間をはぶいてすべて平均含水率(または量)で比較することにした。この表でみると、生材含水率は  $\varphi$  または  $\varphi_n$  とともに、辺材部分と心材部分とでおおきな差をもっており、針葉樹材では、辺材は心材の2~4倍ちかくの  $\varphi$ 、あるいは2~3倍ちかくの  $\varphi_n$  をしめし、また広葉樹材では、針葉樹材と反対に心材でおおいけれども、ヤチダモではそのへだたりはわずかで、ドロでは非常におおきなちがいをしめしている。

これらのおおきを針葉樹材についてみれば、心材部はスローブマツをのぞいて各樹種ともかなり接近した値をしめし、 $\varphi$  で 41~59%、 $\varphi_n$  で 15~23% しかない。スローブマツだけは  $\varphi$ : 110%、 $\varphi_n$ : 31% で非常におおきく、これはグイマツやシンシウカラマツなどの辺材部分の値にはほぼ匹敵する。辺材部の含水率は 83~197% の  $\varphi$ 、34~62% の  $\varphi_n$  で、樹種によつてかなりおおきなちがいがある。 $\varphi$  について最もおおきいのはエゾマツの 197% で、スローブマツがほとんど同じく 195% でこれにつき、以下、トドマツ、オウシュウトウヒ、グイマツの順で最もちいさいのはシンシウカラマツの 83% である。 $\varphi_n$  については、最大エゾマツの 62% からトドマツ、スローブマツ、オウシュウトウヒ、グイマツの順であり、最小がシンシウカラマツの 34% であつて、その順位は  $\varphi$  の場合とはほぼおなじい。ま

Table 5. 辺・心材べつ平均含水率

樹種	供試木 本数	供試験片数		平均含水率		辺材/心材	辺心材 の差	
		辺材	心材	辺材	心材			
$\varphi\%$								
Ga	グ イ マ ツ	3	150	236	104	57	1.8	47
Gb	ト ド マ ツ	3*	126	123	175	59	3.0	116
Ge	エ ズ マ ツ	2	86	67	197	51	3.9	146
Gf	シンシユウカラマツ	2	125	218	83	41	2.0	42
Gg	オウシユウトウヒ	2	111	154	130	55	2.4	75
Gh	ストロブマツ	3	180	177	195	110	1.7	85
Gc	ヤチダモ	2	188	98	53	71	0.7	18
Gd	ドロ	2	170	219	79	205	0.4	126
$\varphi_r\%$								
Ga	グ イ マ ツ	3	150	239	42	23	1.8	19
Gb	ト ド マ ツ	3	129	123	57	20	2.9	37
Ge	エ ズ マ ツ	2	93	71	62	20	3.1	42
Gf	シンシユウカラマツ	2	125	218	34	15	2.3	19
Gg	オウシユウトウヒ	2	111	154	49	18	2.7	31
Gh	ストロブマツ	3	179	177	54	31	1.7	23
Gc	ヤチダモ	2	188	97	28	41	0.7	13
Gd	ドロ	2	168	221	24	58	0.4	34

注：\* このうち、Gb201 は水くい材であつたので、この供試木の心材試験片は除外して計算した。  
た、辺材部含水率と心材部含水率との差がいちばん大きい樹種はエゾマツの  $\varphi$  : 146%,  $\varphi_r$  : 42% で、いちばん小さいのはシンシユウカラマツの  $\varphi$  : 42%,  $\varphi_r$  : 19% であり、辺材含水率のおおきさの順位とはぼおなじい順序で他の樹種がこの間にある。

広葉樹種は 2 例しかないが、 $\varphi$  については、ドロはヤチダモよりも辺材・心材ともによりおおきく、ヤチダモの心材  $\varphi$  は針葉樹種のいずれの辺材  $\varphi$  よりもちいさく、また、ドロの心材  $\varphi$  は針葉樹種のいずれの辺材  $\varphi$  よりもおおきい。しかし  $\varphi_r$  についてはおなじ関係がみられないのは容積密度数のおおきさによる影響のためと思われる。

針葉樹種のなかで最小の含水率をしめたシンシユウカラマツの値を 100 として比較値をもとめて樹種間の含水率のちがいをみれば Table 6 のようである。針葉樹種のあいだでは、最大値をしめす樹種は最

Table 6. 辺・心材べつ含水率の比較値

樹種	$\varphi$			$\varphi_r$			
	辺材	心材	辺心材 の差	辺材	心材	辺心材 の差	
Ga	グ イ マ ツ	125	139	112	125	153	100
Gb	ト ド マ ツ	211	144	276	168	133	195
Ge	エ ズ マ ツ	237	124	348	182	133	221
Gf	シンシユウカラマツ	100	100	100	100	100	100
Gg	オウシユウトウヒ	157	134	178	144	120	163
Gh	ストロブマツ	235	268	202	159	207	121
Gc	ヤチダモ	64	173	43	82	273	98
Gd	ドロ	95	500	300	71	387	179

小値をしめす樹種の2倍半ちかい辺材φをもっているが、心材φはストロブマツをのぞいて1倍半以下におさまっている。φ<sub>n</sub>についても辺材は2倍ちかくまでのひらきがあるが、心材ではストロブマツをのぞけば1倍半以下である。辺・心材φの差は3倍半の、またφ<sub>n</sub>の差は2倍強のひらきをあたえている。

しかし、これらの数値による樹種間の近似性は、前項で観察した水分分布のしかたのようには類型づけることができなかつた。

### 3. 優勢木と劣勢木

各樹種べつ々の優勢木と劣勢木との平均含水率を比較表記すると Table 7 のようになった。同一の立地条件のなかで優勢な成長をした立木と劣勢な成長をした立木とのあいだに、どういふ水分生理的なちがいがあるものかはつまびらかではないけれども、この表によると、辺材含水率と心材含水率とのちがいの傾向や、辺材含水率のおおきさの樹種による順位などは、優勢木と劣勢木とのあいだにあまり明確な差はみられなくて、ほとんどまえの項で観察した傾向とおなじである。ただφ<sub>n</sub>についていくらかの傾向差がみられるのは、樹種間におけると同様に、優勢木と劣勢木とのあいだの容積密度数のちがいの影響がよりつよく現われるためであろうと考えられる。

しかし、各樹種内における優勢木と劣勢木との含水率の大きさには若干の変化がみられ、かならずしも近似的であるとはかぎらないようで、針葉樹種で、劣勢木のほうが優勢木よりもφ、φ<sub>n</sub>ともにおおきい(か、またはひとしい)のは、エゾマツとストロブマツの2種であり、他のグイマツ、トドマツ、シンシュウカラマツ、オウシュウトウヒの4種では優勢木のほうが劣勢木よりもおおきい(か、またはひとしい)。グイマツの心材φ<sub>n</sub>のみをのぞけば、この傾向は辺材・心材とも同様である。広葉樹種では、φ・

Table 7. 優勢木と劣勢木の平均含水率

樹種	優勢木			劣勢木			優勢木/劣勢木		
	供試木	辺材	心材	供試木	辺材	心材	辺材	心材	
φ%									
Ga	グイマツ	Ga 9	145	53	Ga 33	83	50	1.7	1.1
Gb	トドマツ	Gb202*	156	66	Gb 74	159	53	1.0	1.2
Ge	エゾマツ	Ge169	164	44	Ge161	238	56	0.7	0.8
Gf	シンシュウカラマツ	Gf102	95	43	Gf103	69	36	1.4	1.2
Gg	オウシュウトウヒ	Gg105	152	62	Gg106	92	46	1.6	1.3
Gh	ストロブマツ	Gh 29	175	100	Gh 62	212	142	0.8	0.7
Gc	ヤチダモ	Gc 66	50	76	Gc 56	56	65	0.9	1.2
Gd	ドロ	Gd 13	85	200	Gd 14	73	212	1.2	0.9
φ <sub>n</sub> %									
Ga	グイマツ	Ga 9	50	18	Ga 33	39	23	1.3	0.8
Gb	トドマツ	Gb202	54	22	Gb 74	56	17	1.0	1.3
Ge	エゾマツ	Ge169	57	19	Ge161	66	20	0.9	1.0
Gf	シンシュウカラマツ	Gf102	39	16	Gf103	28	13	1.4	1.2
Gg	オウシュウトウヒ	Gg105	56	21	Gg106	36	15	1.5	1.4
Gh	ストロブマツ	Gh 29	49	27	Gh 62	58	39	0.8	0.7
Gc	ヤチダモ	Gc 66	27	44	Gc 56	29	38	0.9	1.1
Gd	ドロ	Gd 13	28	59	Gd 14	21	58	1.3	1.0

注：\* Gb202 は中層木、Gb201 が水くい材であつたので、これで代替。

φ<sub>0</sub> とともに、ヤチダモでは心材部分で優勢木のほうがまさり、ドロでは辺材部分で優勢木のほうがまさっていた。

優勢木と劣勢木とでこのような樹種的なちがいはみとめられるが、両者がとくにいちじるしい差をもつてしめされているのは、心材部分よりも辺材部分においてであり、そのなかでもグイマツとオウシュウトウヒのφが目だつ。しかし、他の樹種ではその差が絶対値の 1~2 割程度かあるいはおおきくても 5 割をこえておらず、生材含水率の差異は樹種間のちがいのほうが成長の優劣によるちがいの方よりも、より特性的であるのかもしれないと思われる。

Table 8. 方位による平均含水率のちがい

含水率	樹種	供試木	辺材				心材				最大値~ 最小値			
			N	S	E	W	N	S	E	W	辺材	心材		
重量比含水率 (φ%)	優勢木													
	グイマツ	Ga 9	146	136	150	147	51	51	54	55	14	4		
	トドマツ	Gb202	150	159	159	156	59	73	66	65	9	14		
	エゾマツ	Ge169	160	163	164	169	38	54	48	36	9	18		
	シンシュウカラマツ	Gf102	89	94	100	96	43	44	43	44	11	1		
	オウシュウトウヒ	Gg105	156	136	146	168	63	60	65	60	32	5		
	ストロブマツ	Gh 29	165	178	175	183	96	105	92	105	18	13		
	ヤチダモ	Gc 66	51	50	51	49	77	80	78	71	2	0		
	ドロ	Gd 13	82	85	89	84	197	198	201	203	7	6		
	劣勢木													
	グイマツ	Ga 33	70	87	83	95	47	51	51	51	25	4		
	トドマツ	Gb 74	163	150	156	164	51	56	52	53	14	5		
	エゾマツ	Ge161	187	191	191	185	56	51	66	52	6	15		
	シンシュウカラマツ	Gf103	55	65	85	73	35	37	36	36	30	2		
オウシュウトウヒ	Gg106	86	99	90	92	45	37	44	59	13	22			
ストロブマツ	Gh 62	202	222	203	221	139	138	141	148	20	10			
ヤチダモ	Gc 56	55	56	56	57	66	68	61	67	2	7			
ドロ	Gd 14	63	75	78	77	216	210	208	216	15	8			
容積比含水率 (φ <sub>v</sub> %)	優勢木													
	グイマツ	Ga 9	52	47	52	52	17	17	19	19	5	2		
	トドマツ	Gb202	54	54	54	53	20	24	22	22	1	4		
	エゾマツ	Ge169	53	58	59	58	17	22	21	16	6	6		
	シンシュウカラマツ	Gf102	37	39	41	38	16	16	16	16	4	0		
	オウシュウトウヒ	Gg105	58	51	54	63	22	20	22	20	9	2		
	ストロブマツ	Gh 29	48	49	49	51	26	30	25	28	3	5		
	ヤチダモ	Gc 66	27	28	28	27	45	45	44	43	1	2		
	ドロ	Gd 13	26	28	29	28	58	59	58	59	3	1		
	劣勢木													
	グイマツ	Ga 33	38	38	37	42	22	22	23	24	5	2		
	トドマツ	Gb 74	56	53	56	57	17	18	17	17	4	1		
	エゾマツ	Ge161	66	66	68	64	18	19	24	19	4	6		
	シンシュウカラマツ	Gf103	24	25	34	29	13	13	12	13	10	1		
オウシュウトウヒ	Gg106	33	38	36	36	14	13	14	20	5	7			
ストロブマツ	Gh 62	58	58	54	60	40	37	39	40	6	3			
ヤチダモ	Gc 56	29	30	28	29	39	40	34	39	2	6			
ドロ	Gd 14	19	21	22	21	59	57	57	59	3	2			

4. 方位

優勢木・劣勢木および辺材・心材部べつに東西南北の4方位に位置する試験片から、方位べつの平均含水率をもとめると Table 8 のようであつた。 $\varphi$  についてみると、優勢木・劣勢木を通じて、辺材部分でもつともおおきな方位による差をしめしたものはオウシウトウヒ優勢木の 32% であるが、これは方位べつの最大値にたいする百分率でしめせば 19% にしかあたらぬ。また、心材部分でもつともおおきい差をもつてあらわれたのはオウシウトウヒ劣勢木の 22% で、これは最大値の 37% 程度である。また、 $\varphi_n$  についても、辺材部分でもつともおおきい差をしめしたものはシンシユウカラマツ劣勢木の 10%、心材部分ではオウシウトウヒ劣勢木の 7% であつて、これは、それぞれの方位べつの最大値の 29% および 35% 程度にあたる。

したがつて、方位による差異はぜんたいとして割合にちいさく、また最大含水率のあらわれる方位もかなり区々であきらかではない。この表からは、最大値のあらわれにくい方位だけが N 側に相当はつきりとみとめられるにすぎない。方位による含水率のちがいは、地上高や辺心材などの因子にくらべて比較的無視して考えてよい程度のものではないかと思われる。

このような方位によるちがいの程度のもので、差の絶対値をそれぞれの最大値にたいする百分率であらわして、樹種べつに方位による差のちいさな順位をもとめると Table 9 のようであつた。この順位は優勢木、劣勢木、辺材、心材、あるいは  $\varphi$ 、 $\varphi_n$  などについてちがつた順序でしめされた。しかし、優勢木と劣勢木とは  $\varphi \cdot \varphi_n$  それぞれにおいて順位が近似しており、 $\varphi$  と  $\varphi_n$  とでは優・劣勢木または辺・心材部分それぞれにおいて順位がわりあいに似かよつている。ただ、辺材部分と心材部分とはいぢるし

Table 9. 方位による含水率差の樹種べつの順位

方向差の小さい順位	優 勢 木				劣 勢 木											
	辺	材	心	材	辺	材	心	材								
$\varphi$																
1	ヤ	チ	ダ	モ(4)	シンシユウカラマツ(2)	エ	ゾ	マ	ツ(3)	ド	ロ(4)					
2	エ	ゾ	マ	ツ(5)	ド	ロ(3)	ヤ	チ	ダ	モ(4)	シンシユウカラマツ(5)					
3	ト	ド	マ	ツ(6)	グ	イ	マ	ツ(7)	ト	ド	マ	ツ(8)	ストローブマツ(7)			
4	ド	ロ(8)	オウシウトウヒ(8)	ストローブマツ(9)	グ	イ	マ	ツ(8)								
5	グ	イ	マ	ツ(9)	ヤ	チ	ダ	モ(11)	オウシウトウヒ(13)	ト	ド	マ	ツ(9)			
6	ストローブマツ(10)	ストローブマツ(12)	ド	ロ(19)	ヤ	チ	ダ	モ(10)								
7	シンシユウカラマツ(11)	ト	ド	マ	ツ(19)	グ	イ	マ	ツ(26)	エ	ゾ	マ	ツ(23)			
8	オウシウトウヒ(19)	エ	ゾ	マ	ツ(33)	シンシユウカラマツ(35)	オウシウトウヒ(37)									
$\varphi_n$																
1	ト	ド	マ	ツ(2)	シンシユウカラマツ(0)	エ	ゾ	マ	ツ(6)	ド	ロ(3)					
2	ヤ	チ	ダ	モ(3)	ド	ロ(2)	ト	ド	マ	ツ(7)	ト	ド	マ	ツ(5)		
3	ストローブマツ(6)	ヤ	チ	ダ	モ(4)	ヤ	チ	ダ	モ(7)	ストローブマツ(7)						
4	エ	ゾ	マ	ツ(10)	オウシウトウヒ(9)	ストローブマツ(10)	シンシユウカラマツ(8)									
5	グ	イ	マ	ツ(10)	グ	イ	マ	ツ(10)	グ	イ	マ	ツ(12)	グ	イ	マ	ツ(8)
6	ド	ロ(10)	ストローブマツ(17)	オウシウトウヒ(13)	ヤ	チ	ダ	モ(15)								
7	シンシユウカラマツ(10)	ト	ド	マ	ツ(17)	ド	ロ(14)	エ	ゾ	マ	ツ(25)					
8	オウシウトウヒ(14)	エ	ゾ	マ	ツ(27)	シンシユウカラマツ(29)	オウシウトウヒ(35)									

注：( ) 内の数字は最大値に対する方向差の百分比 (%)

く順位がちがつており、辺材部で方位による差のすくない樹種が心材部でも差がすくないものとはかぎらず、むしろ、逆の順位をしめしている傾向がつよい。

### 5. 地上高

優勢木と劣勢木および辺材・心材べつに各地上高における平均含水率  $\varphi \cdot \varphi_n$  をもとめて図示してみると (Fig. 3 はグイマツとヤチダモの例)、一般には  $\varphi$  は  $\varphi_n$  よりも変動の巾がひろいけれども、両者はほとんど樹種ごとに類似したかたちをみせた。これは  $\varphi$  の絶対値が  $\varphi_n$  にくらべて大へんおおいことと、 $\varphi_n = \varphi \times R$  の関係において  $\varphi$  の変動の巾にくらべて  $R$  の変動の巾が比較的によりちいさい影響しかもたなかつたためとおもわれる (縦断的に  $R$  の影響が比較的におおきかつたと考えられる樹種はグイマツとドロであった。前報参照)。この地上高にたいする  $\varphi_n$  の変化のかたちは次のような類型にわけられるようであった。

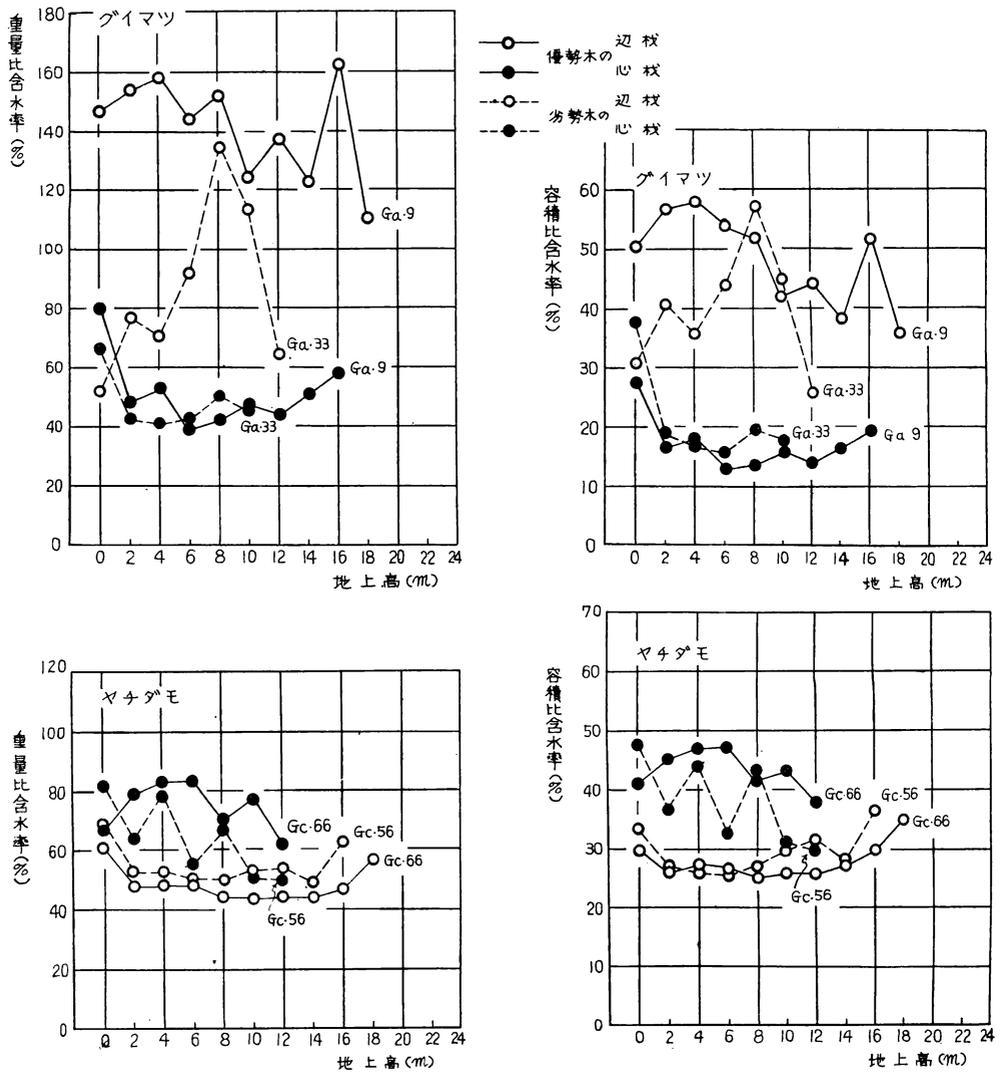


Fig. 3 地上高による含水率の変化の例

(1) 地上高の増加方向にしたがつて  $\varphi_n$  が増加——ほぼ一定——減少の配列をとるもの、およびこの配列の部分として、

- (1a) 増加——減少
- (1b) 増加——ほぼ一定
- (1c) ほぼ一定——減少
- (1d) 増加 の配列をなすもの

(2) 地上高の増加方向にしたがつて  $\varphi_n$  が減少——ほぼ一定——増加の配列をとるもの、およびこの配列の部分として、

- (2a) 減少——増加
- (2b) 減少——ほぼ一定
- (2c) ほぼ一定——増加
- (2d) 減少 の配列をなすもの

(3) 不規則な配列をしていて (1), (2) のいずれにもぞくしがたいもの、

各樹種の優・劣勢木・辺・心材についてこのような類型に区べつしてみると Table 10 にしめすようであつた。これで見ると、うゑに類型化した典型としての (1) または (2) の型をそのままにしめすものは半数以下で割合にすくなく、ダイマツ優勢木の心材、トドマツ優勢木の辺材、エゾマツ劣勢木の心材、シンシュウカラマツ優勢木の心材、劣勢木の辺・心材、オウシュウトウヒ優・劣勢木の心材、ヤチダモ優勢木の辺・心材、劣勢木の辺材、ドロ優勢木の辺・心材などであつて、他はすべて (1) または (2) の部分か、あるいは (3) の不規則型としてしめされた。しかし、全体としてみれば、だいたいにおいて、優勢木の辺材含水率は (1) の系列、つまり地上高の増加にたいして上に凸の変化をしめし、心材含水率は (2) の系列、つまり地上高の増加にたいして下に凸の変化をしめすもののように思われる。この例外はストローブマツの辺材およびヤチダモの辺・心材のみである。また、劣勢木では、心材については全部 (2) の系列で優勢木とおなじく例外もないが、その辺材は区々でむしろ不規則な配列にあるようにみえ

Table 10. 地上高にたいする  $\varphi_n$  の変化のしかた

樹種	優勢木		劣勢木	
	辺材	心材	辺材	心材
ダイマツ	1a	2	1a	2b
トドマツ	1	2b	3(1c)	2a
エゾマツ	1c	2b	2b	2
シンシュウカラマツ	1a(3)	2	1	2
オウシュウトウヒ	1c	2	3	2
ストローブマツ	2d	2b	3	2d
ヤチダモ	2	1	2	2d(3)
ドロ	1	2	1a(3)	2d

注:  $\varphi_n$  の配列

1. 増加——ほぼ一定——減少  
 1a 増加——減少      1c ほぼ一定——減少
2. 減少——ほぼ一定——増加  
 2a 減少——増加      2b 減少——ほぼ一定  
 2d 減少
3. 不規則

る。それでも (1) の系列にぞくするとみなされるものはダイマツ、トドマツ、シンシュウカラマツおよびドロの4樹種がある。

このような一般的な傾向のもとで、その絶対値についてみると、針葉樹種では各地上高とも辺材含水率が心材よりも高いところに配列されており、広葉樹種ではその逆である。優勢木と劣勢木との含水率の配列の位置のちがいは二、三の樹種または材部をのぞいてかなり似た傾向であるが、優勢木が劣勢木よりも上位に配列されているものと、劣勢木のほうが優勢木よりも上位に配列されているものとのわけて表示すると Table 11 のようになる。ぜんたいとして優勢木のほうが各地上高とも劣勢木よりも上

位にあるようではあるが、針葉樹種ではエゾマツとストロブマツが劣勢木のほうでまさって配列されており、広葉樹種ではヤチダモの辺材、ドロの心材においておなじ傾向である。また、 $\varphi$  と  $\varphi_p$  とは1, 2の例外をのぞいて優勢木と劣勢木との各地上高含水率の大小関係について類似した傾向をもっている。これらのことからはまえに観察した優勢木と劣勢木の平均含水率のちがいが (Table 7) にあらわれた結果とおなじで、それが各地上高についてもいえる傾向であることをしめた。

地上高にたいするこのような含水率の変化系列を、樹幹の外観的なかたちからわけられる3つの部分；幹足の部分・枝下の部分・樹冠のなかの部分（この3つの材部の年輪巾や秋材率・容積密度数などについては前報を参照）に要約して、平均含水率をもとめて樹種べつに比較表記すると Table 12 にしめすごとくであつた。

まえにみたように、もつともはつきりとみとめられることは心材含水率は地ぎわ材で最大をしめすことであり、この例外はヤチダモ・優勢木の  $\varphi \cdot \varphi_p$  が枝下材で、わずかにまさっていたことのみで、他は

Table 11. 地上高にたいする生材含水率の配列の優・劣勢木のちがい

樹種	辺材		心材	
	$\varphi$	$\varphi_p$	$\varphi$	$\varphi_p$
グ イ マ ツ	○	○	○	×
ト ド マ ツ	○	○	○	○
エ ズ マ ツ	○	×	×	×
シンシュウカラマツ	○	○	○	○
オウシュウトウヒ	○	○	○	○
ストロブマツ	×	×	×	×
ヤチダモ	×	×	○	○
ドロ	○	○	×	○

注：○優勢木のほうが劣勢木よりも上位に配列しているか、またはあきらかな差異のつけがたいもの  
 ×劣勢木のほうが優勢木よりも上位に配列しているもの

Table 12. 地ぎわ材、枝下材、樹冠材による生材含水率のちがい

樹種	優 勢 木						劣 勢 木								
	供試木	辺材			心材			供試木	辺材			心材			
		地ぎわ材	枝下材	樹冠材	地ぎわ材	枝下材	樹冠材		地ぎわ材	枝下材	樹冠材	地ぎわ材	枝下材	樹冠材	
$\varphi$															
グ イ マ ツ	Ga 9	147	152	131	80	16	49	Ga 33	52	94	81	67	44	46	
ト ド マ ツ	Gb202	163	171	121	77	63	53	Gb 74	153	168	138	52	52	—	
エ ズ マ ツ	Ge169	205	166	114	54	37	—	Ge161	225	172	185	79	43	59	
シンシュウカラマツ	Gf102	75	92	115	61	40	44	Gf103	53	66	73	45	34	35	
オウシュウトウヒ	Gg105	162	149	151	115	47	67	Gg106	118	76	133	85	33	53	
ストロブマツ	Gh 29	210	174	158	111	96	—	Gh 62	207	215	207	164	142	95	
ヤチダモ	Gc 66	61	46	51	67	77	—	Gc 56	69	52	53	82	64	—	
ドロ	Gd 13	87	91	79	240	197	174	Gd 14	71	76	60	284	199	—	
$\varphi_p$															
グ イ マ ツ	Ga 9	51	55	43	29	16	16	Ga 33	31	45	33	38	18	18	
ト ド マ ツ	Gb202	57	58	43	27	21	18	Gb 74	59	58	46	22	16	—	
エ ズ マ ツ	Ge169	65	58	43	20	19	—	Ge161	71	64	65	30	15	21	
シンシュウカラマツ	Gf102	30	39	42	23	14	16	Gf103	23	27	29	16	11	13	
オウシュウトウヒ	Gg105	58	56	56	41	15	23	Gg106	48	30	48	28	11	18	
ストロブマツ	Gh 29	63	48	45	31	26	—	Gh 62	62	56	59	51	37	27	
ヤチダモ	Gc 66	30	26	32	41	44	—	Gc 56	34	27	31	48	37	—	
ドロ	Gd 13	22	29	27	63	58	58	Gd 14	18	21	22	73	55	—	

んぶ、優勢木・劣勢木あるいは  $\varphi \cdot \varphi_n$  とともに一致した傾向であつた。これに反して、辺材含水率ではその最大値があらわれる幹の部分は樹種または優・劣勢木、あるいは  $\varphi \cdot \varphi_n$  で区々であつた。これらのなかで、優・劣勢木および  $\varphi \cdot \varphi_n$  とともに同じ幹の部分に最大値をもつた樹種をあげれば、地ぎわ材に最大含水率をもつ樹種としてはエゾマツ、枝下材が最大のものとしてはグイマツ、樹冠材が最大のものとしてはシンシユウカラマツがあるだけであつた。他の樹種では優勢木・劣勢木・ $\varphi \cdot \varphi_n$  のどれかが多かれ少なくなれちがつた幹の部分に最大値をしめして一様ではなかつた。しかし、わずかな差によるちがいを考慮にいれると、優勢木と劣勢木、 $\varphi$  と  $\varphi_n$  の最大値のあらわれる幹の部分はそれぞれの樹種においてかなり対応的で、最大値があらわれやすい幹の部分の樹種べつにあげれば、

地ぎわ材：エゾマツ， オウシユウトウヒ， ストローブマツ， ヤチダモ

枝下材：グイマツ， トドマツ， ドロ

樹冠材：シンシユウカラマツ

というふうに見なしてもよいように思われる。また、最小値についてみると、心材含水率では、グイマツ、エゾマツ、シンシユウカラマツおよびオウシユウトウヒが枝下材に最小値をもち、トドマツ、ストローブマツ、ドロは樹冠材に、またヤチダモ・優勢木は地ぎわ材にヤチダモ・劣勢木は枝下材に最小値をしめし、これらは心材最大値のあらわれかたのように一律的ではなかつた。一方、辺材最小値については、最大値の場合と同様に区々であり、優勢木と劣勢木あるいは  $\varphi$  と  $\varphi_n$  とはそれぞれの樹種においても最大値の場合よりもより以上に対応的ではなかつた。そのなかから最小値のあらわれやすい幹の部分、差の程度を考慮にいれて、樹種べつにひろいだせば次のようにみなされるようである。

地ぎわ材：シンシユウカラマツ

枝下材：オウシユウトウヒ， ヤチダモ

樹冠材：トドマツ， エゾマツ， ストローブマツ

不規則：グイマツ， ドロ

## 6. 含水率の巾

辺材と心材、優勢木と劣勢木、地上高ならびに  $\varphi$  と  $\varphi_n$  などの別にしたがつて幹のなかにあらわれた生材含水率の最大値と最小値（各地上高ごとの平均）の巾を表記して、幹の部位による生材含水率の変動の領域をたしかめると Table 13 のようであつた。最大値のうちで、すべての樹種および優・劣勢木をつうじて最もおおきな含水率をしめしたものは、辺材  $\varphi$  ではストローブマツ・劣勢木・地上高 IV の 235%、辺材  $\varphi_n$  ではエゾマツ・劣勢木・I の 71%、また、心材  $\varphi$  ではドロ・劣勢木・I の 284%（広葉樹種をのぞけばストローブマツ・劣勢木・II の 168%）、心材  $\varphi_n$  ではドロ・劣勢木・I の 73%（広葉樹種をのぞけばストローブマツ・劣勢木・I の 51%）であつた。また、最小値のうち、最も小さい含水率をしめしたものは、辺材  $\varphi$  ではヤチダモ・優勢木・VI の 43%（広葉樹種をのぞけばオウシユウトウヒ・劣勢木・III の 44%）、辺材  $\varphi_n$  ではドロ・劣勢木・IV の 17%（広葉樹種をのぞけばオウシユウトウヒ・劣勢木・III の 18%）であり、また、心材  $\varphi$  ではオウシユウトウヒ・劣勢木・IV の 31%、心材  $\varphi_n$  ではオウシユウトウヒ・劣勢木・IV の 10% であつた。したがつて、全樹種をつうじて生材含水率の変動の巾は、最大 235%～最小 43%（針葉樹種のみでは 235～44%）の辺材  $\varphi$ 、最大 71%～最小 17%（針葉樹種のみでは 71～18%）の辺材  $\varphi_n$ 、最大 284%～最小 31%（針葉樹種のみでは 168～31%）の心材  $\varphi$ 、最大 73%～最小 10%（針葉樹種のみでは 51～10%）の心材  $\varphi_n$ 、ということになつて、相当

Table 13. 地上高べつ平均含水率の変化の巾

樹種	$\varphi$						$\varphi_r$					
	辺材			心材			辺材			心材		
	最大値	最小値	差	最大値	最小値	差	最大値	最小値	差	最大値	最小値	差
優勢木												
グイマツ	162(IX)	111(X)	51	80(I)	39(IV)	41	58(III)	36(X)	22	28(I)	13(IV)	15
トドマツ	192(V)	68(IX)	124	77(I)	51(VI)	26	63(V)	25(IX)	38	27(I)	16(VI)	11
エゾマツ	205(I)	55(VII)	150	53(I)	32(IV)	21	65(I)	25(VII)	40	19(I)	13(IV)	6
シンシユウカラマツ	148(IX)	65(II)	83	61(I)	37(V)	24	55(IX)	30(II)	25	23(I)	13(V)	10
オウシユウトウヒ	164(IX)	109(X)	55	115(I)	44(IV)	71	61(IX)	40(X)	21	41(I)	14(V)	27
ストローブマツ	210(I)	139(X)	71	111(I)	80(VI)	31	63(I)	39(X)	24	31(I)	21(VI)	10
ヤチダモ	61(I)	43(VI)	18	83(III)	62(VII)	21	35(X)	25(V)	10	47(III)	38(VII)	9
ドロ	94(III)	58(XII)	36	239(I)	169(VII)	70	34(VI)	21(XII)	13	65(IX)	55(VIII)	10
劣勢木												
グイマツ	135(V)	51(I)	84	67(I)	41(III)	26	58(V)	26(VII)	32	38(I)	16(IV)	22
トドマツ	204(VI)	101(IV)	103	65(II)	41(IV)	24	67(II)	36(IV)	31	22(I)	13(IV)	9
エゾマツ	225(I)	165(III)	60	79(I)	34(IV)	45	71(I)	62(III)	9	29(I)	13(III)	16
シンシユウカラマツ	81(V)	53(I)	28	45(I)	32(VII)	13	33(V)	23(I)	10	16(I)	11(II)	5
オウシユウトウヒ	145(VIII)	44(III)	101	84(I)	31(IV)	53	55(VIII)	18(III)	37	28(I)	10(IV)	18
ストローブマツ	235(IV)	180(VIII)	55	168(II)	95(VII)	73	67(VII)	50(VIII)	17	51(I)	27(VII)	24
ヤチダモ	68(I)	48(VIII)	20	82(I)	50(VII)	32	37(IX)	25(IV)	12	48(I)	30(VII)	18
ドロ	92(VII)	53(X)	39	284(I)	155(VIII)	129	24(III)	17(IV)	7	73(I)	50(VIII)	23

注：( )内の時計文字は最大または最小値のあらわれた地上高をしめす。Iは0.0m, IIは2.2m, IIIは4.2m, ...以下これに準じてあらわす。

に変動の領域がひろいことがしられる。

これらの最大値と最小値との差を樹種べつに比較してみれば、辺材  $\varphi$  について、エゾマツの優勢木が150%で最大で、トドマツ・優勢木の124%がこれにつき、最小はヤチダモ・優勢木のわずか18%（広葉樹種をのぞけばシンシユウカラマツ・劣勢木の27%）であり、辺材  $\varphi_r$  についても、やはりエゾマツ・優勢木の40%が最大で、トドマツ・優勢木の38%がこれにつき、ドロ・劣勢木の7%（広葉樹種をのぞけばエゾマツ・劣勢木の9%）が最小である。また、辺材  $\varphi$  についてみれば、最大はドロ・劣勢木の129%（広葉樹種をのぞけばストローブマツ・劣勢木の73%）で、最小はシンシユウカラマツ・劣勢木の13%であり、心材  $\varphi_r$  については、最大はオウシユウトウヒ・優勢木の27%、最小はシンシユウカラマツ・劣勢木のわずか5%であつた。生材含水率の変動の領域はこのように樹種によつてはかなり巾ひろいものから、非常に巾せまいものまであり、その巾が樹種による特性であるかどうかはわからないけれども、全樹種をつうじて一律なことはいえないようである。

また、優勢木と劣勢木とはその変動の程度がかならずしも同一ではなく、トドマツ、エゾマツ、シンシユウカラマツ、ストローブマツの辺材  $\varphi$ 、 $\varphi_r$  およびドロの辺材  $\varphi_r$  とトドマツ、シンシユウカラマツ、オウシユウトウヒの心材  $\varphi$ 、 $\varphi_r$  およびグイマツの心材  $\varphi$  では優勢木のほうが劣勢木よりも変動のはんいがおおきく、反対に、グイマツ、オウシユウトウヒ、ヤチダモの辺材  $\varphi$ 、 $\varphi_r$  およびドロの辺材  $\varphi$  とエゾマツ、ストローブマツ、ヤチダモ、ドロの心材  $\varphi$ 、 $\varphi_r$  およびグイマツの心材  $\varphi_r$  では劣勢木のほうが優勢木よりも変化がおおきい結果をしめしている。しかし、その変化のちがいの絶対値は極めてちいさい

Table 14. 生材含水率の変動はんいの優・劣勢木のちがい

優・劣勢木による差の順位	辺材				心材			
	φ		φ <sub>n</sub>		φ		φ <sub>n</sub>	
	樹種	優・劣の差	樹種	優・劣の差	樹種	優・劣の差	樹種	優・劣の差
1	ヤチダモ	2%	ヤチダモ	2%	トドマツ	2%	トドマツ	3%
2	ド	3%	ド	3%	シンシュウカラマツ	6%	シンシュウカラマツ	5%
3	ストロブマツ	16%	ストロブマツ	7%	ヤチダモ	11%	グイマツ	7%
4	トドマツ	21%	トドマツ	7%	グイマツ	15%	ヤチダモ	9%
5	グイマツ	33%	グイマツ	10%	オウシュウトウヒ	18%	オウシュウトウヒ	9%
6	オウシュウトウヒ	46%	シンシュウカラマツ	15%	エゾマツ	24%	エゾマツ	10%
7	シンシュウカラマツ	55%	オウシュウトウヒ	16%	ストロブマツ	42%	ド	13%
8	エゾマツ	90%	エゾマツ	31%	ド	59%	ストロブマツ	14%

注：太字は優勢木>劣勢木，細字は劣勢木>優勢木

ものから100%におよぶおおいものまであつて、これをとりまとめて優・劣勢木の差のすくない順位をもとめると Table 14 のようになる。これによれば、優勢木と劣勢木との変動はんいのちがいが辺材ではほとんどなくても心材でいちじるしい樹種もあり、またその逆の樹種もある。φとφ<sub>n</sub>とは辺材と心材とのそれぞれの内部においてほとんど類似した順序をあたえている。全体的にみて、優勢木と劣勢木とで生材含水率の変化のはんいがおなじくらいで大した差がないとみなされる樹種としては、ヤチダモ、トドマツなどがあげられ、両者でかなりの差があるとかんがえられる樹種としては、エゾマツ、オウシュウトウヒなどがあげられる。

優勢木と劣勢木とのこのような変化のしかた (Table 11~14) のもとで、両者の区べつなしに樹種ごとに生材含水率の変動はんいをもとめ、変化のすくない樹種の順位をきめると Table 15 のごとくつた。すなわち、辺材で幹の部位による変動もつともすくない樹種はヤチダモであり、もつとも変化に富む樹種はエゾマツであつて、この2樹種はφ、φ<sub>n</sub>ともに最上・下位をしめており、その間には25~170%のφ、12~46%のφ<sub>n</sub>の変化の巾のひらきがある。心材でもつとも変化のすくないのはシンシュウ

Table 15. 生材含水率の変動はんいの樹種によるちがい

含水率の変化のすくない順位	辺材		材		心材		材	
	φ		φ <sub>n</sub>		φ		φ <sub>n</sub>	
	樹種	変化のはんい	樹種	変化のはんい	樹種	変化のはんい	樹種	変化のはんい
1	ヤチダモ	25%	ヤチダモ	12%	シンシュウカラマツ	29%	シンシュウカラマツ	12%
2	ド	41%	ド	17%	ヤチダモ	33%	トドマツ	14%
3	シンシュウカラマツ	95%	ストロブマツ	28%	トドマツ	36%	エゾマツ	16%
4	ストロブマツ	96%	トドマツ	31%	グイマツ	41%	ヤチダモ	18%
5	グイマツ	111%	シンシュウカラマツ	32%	エゾマツ	47%	ド	23%
6	オウシュウトウヒ	120%	グイマツ	32%	オウシュウトウヒ	84%	ストロブマツ	24%
7	トドマツ	136%	オウシュウトウヒ	43%	ストロブマツ	88%	グイマツ	25%
8	エゾマツ	170%	エゾマツ	46%	ド	129%	オウシュウトウヒ	31%

カラマツで  $\varphi$ ,  $\varphi_n$  とともに 1 位をしめ、もつとも変化がはげしいのは  $\varphi$  ではドロ,  $\varphi_n$  ではオウシュウトウヒであつた。これらの間には 29~129% の  $\varphi$ , 12~31% の  $\varphi_n$  の変化の巾のひらきがある。 $\varphi$  と  $\varphi_n$  とはおなじ辺材または心材であつても同一の順序をあたえてはいないけれども、その数値の差からみればかなり近似した順位である。しかし心材と辺材とはその樹種べつ順位は類似していない。ぜんたいとして、辺材ではヤチダモやドロの広葉樹種をのぞけば  $\varphi$  で約 100%,  $\varphi_n$  で約 30% をこえる変化の巾をしめしており、心材でもシンシユウカラマツやトドマツ, ヤチダモなどをのぞけば  $\varphi$  で約 40%,  $\varphi_n$  で約 20% をこえる変化の巾をあたえていて、幹のなかでの生材含水率の変動は多くの樹種でかなりおおいものであることが明らかであつた。しかし 1 年の連続的季節をつうじてこのような定量的関係が保たれるかどうかはわからない。

7. 幹にふくまれる総含水量

辺材部分および心材部分の材積比率と辺材・心材べつの平均含水量とから、各供試木の全樹幹にふくまれている水分量を概算してくらべると Table 16 にしめすようであつた。これによると、優勢木と劣勢木それぞれにおける辺材部分と心材部分の各総水分量は、ドロをのぞいて全樹種ともに辺材のほうがおおい(か、またはほとんど等量である)結果をあたえた。辺材と心材との総含水量がかなり近似的な値をしめた樹種としては、シンシユウカラマツ, オウシュウトウヒ, ストローブマツ, グイマツ(劣)などがあげられ、辺材の総含水量が心材のそれよりもいちじるしく大きい樹種としては、エゾマツ, トドマツ, グイマツ(優), ヤチダモなどがあげられ、ドロだけは心材の総含水量が辺材のそれをはるかにしのいでいて、同じ広葉樹種でもヤチダモの場合と対蹠的であつた。

辺・心材のべつなく、全樹幹にふくまれている総含水量からその単木のもつ単位体積あたりの平均含水量 ( $kg/m^3$ ) をもとめると、最大  $474 kg/m^3$  (ストローブマツ・劣勢木) から最小  $174 kg/m^3$  (シンシユウカラマツ・劣勢木) のはんいをしめし、樹種によつて全樹幹の平均含水量は区々であつた。同一樹種内における優勢木と劣勢木とのちがいについては、エゾマツとストローブマツをのぞく他の樹種ではすべて優勢木が劣勢木よりも(ほぼひとしいか、または)おおきかつたが、エゾマツとストローブマツの 2 樹種だ

Table 16. 供試木の全水分量

樹種	総材積 ( $m^3$ )	心材率 (%)	含水量 (kg)			全樹幹の平均含水量 ( $kg/m^3$ )	辺材含水量 / 心材含水量	全樹幹の平均含水量 の優/劣
			心材	辺材	全樹幹			
グイマツ	{Ga 9優	0.6371	60.0	68.4	128.4	196.8	309	1.1
	{Ga 33劣	0.0915	62.3	13.0	13.3	26.3	287	
トドマツ	{Gb 202優	0.3074	57.3	39.1	70.5	109.6	356	1.0
	{Gb 74劣	0.1005	50.2	8.7	27.8	36.5	363	
エゾマツ	{Ge 169優	0.1866	46.7	16.6	56.6	73.2	391	0.9
	{Ge 161劣	0.0858	49.0	8.7	29.5	38.2	436	
シンシユウカラマツ	{Gf 102優	0.5610	68.0	60.3	69.6	129.9	231	1.3
	{Gf 103劣	0.2366	68.3	20.4	20.8	41.2	174	
オウシュウトウヒ	{Gg 105優	0.3701	65.2	50.5	72.7	123.2	332	1.5
	{Gg 106劣	0.1409	65.1	14.0	17.5	31.5	223	
ストローブマツ	{Gh 29優	0.8588	61.1	143.0	164.4	307.4	357	0.8
	{Gh 62劣	0.2123	54.1	44.6	56.1	100.7	474	
ヤチダモ	{Gc 66優	0.2976	33.5	44.0	54.3	98.3	330	1.0
	{Gc 56劣	0.1433	32.4	17.7	28.2	45.9	320	
ドロ	{Gd 13優	1.1166	41.4	271.1	179.9	451.0	404	1.1
	{Gd 14劣	0.2878	46.2	77.4	32.2	109.6	379	

Table 17. 含水量の樹種べつ比較

樹種	生材含水量 (kg/m <sup>3</sup> )			辺材—心材	辺材/心材
	心材	辺材	全樹幹		
グイマツ	245	434	310	189	1.77
トドマツ	274	588	419	314	2.15
エゾマツ	198	629	421	431	3.18
シンシュウカラマツ	151	363	218	212	2.40
オウシュウトウヒ	188	487	292	299	2.59
ストローブマツ	284	535	395	251	1.88
ヤチダモ	424	279	327	145	1.52
ドロ	586	272	403	314	2.15

注：ヤチダモとドロは心>辺で、比および差の項は心/辺、心—辺の値

けは劣勢木のほうが優勢木よりも単位体積あたりにおおきな水分量をもっていることをしめした。しかし、優勢木と劣勢木とのちがいが比較的にいちじるしいものはシンシュウカラマツ、オウシュウトウヒおよびヤチダモの3樹種で、他のグイマツ、トドマツ、エゾマツ、ヤチダモ、ドロの5樹種は比較的に近い値であつた。

このような供試木の数値から、これを代表木としてえらんだ林分の径級べつ材積をおもみとして、樹種べつの平均生材含水量 (kg/m<sup>3</sup>) をもとめれば Table 17 のような値がえられた。これによれば、単位体積あたりの全樹幹含水量が最大のものはエゾマツであつて、これは辺・心材部含水量の比または差もまたともに全樹種を通じて最大であつた。エゾマツの辺材含水量は単位体積あたり心材含水量の3倍強であり、差は辺材が心材よりも 431 kg/m<sup>3</sup> も多かつた。エゾマツの心材材積率は 46~49% (Table 16) で針葉樹種中もつともちいさかつたので、全樹幹の含水量が最大の 421 kg/m<sup>3</sup> となつたものと考えられる。この値は最小 218 kg/m<sup>3</sup> をしめしたシンシュウカラマツの2倍弱にあたる。広葉樹種は針葉樹種とは反対に辺材よりも心材のほうが含水量がおおきかつたけれども、心材率が 32~46% というちいさな割合であつたために全樹幹含水量も比較的にちいさく、心材含水量で最大の 586 kg/m<sup>3</sup> をしめしたドロでも単位体積あたりの全樹幹含水量はエゾマツ・トドマツよりもおとり、ストローブマツをわずかに上まわるにすぎなかつた。針葉樹種のうちで単位体積あたりの心材含水量の最大はストローブマツで最小シンシュウカラマツの 1.9 倍、辺材の最大はエゾマツで最小シンシュウカラマツの 1.7 倍、また辺・心材の比の最大はエゾマツで最小グイマツの 1.8 倍、辺・心材差の最大もエゾマツで最小グイマツの 2.3 倍程度であつた。

#### 8. 幹のかたちと生材含水量

供試木の幹のかたちをあらわすいくつかの要素と、心材(材積)率および単位体積あたりの辺材・心材・全樹幹含水量などを表記すると Table 18 のごとくである。これを全樹種をつうじて概観すると、全樹幹の平均含水量に支配的な因子と考えられる心材材積率と含水量との関係は Fig. 4 にしめされるように、針葉樹種では心材材積率の増加は全樹幹の含水量の減少をともない、広葉樹種ではその反対の傾向をあたえた。一方、心材材積率と樹冠長率(樹冠の長さが幹の全長にたいして占めている百分率)とはおおむね比例的な関係がみられ (Fig. 5)、針葉樹種の場合は樹冠長率がませば全樹幹の平均含水量は減少し、広葉樹種の場合はその反対に樹冠長率がませば含水量もます傾向をしめした (Fig. 6)。また、幹の

Table 18. 生材含水量と幹のかたち

供試木	全水分量 (kg/m <sup>3</sup> )	心材水分量 (kg/m <sup>3</sup> )	辺材水分量 (kg/m <sup>3</sup> )	心材率 (%)	樹高/胸径	樹冠長率 (%)	枯枝高率 (%)	枝条率 (%)	樹皮率 (%)
Ga 9	309	179	504	60.0	62.0	54.6	45.3	6.0	10.7
Ga 16	318	298	361	68.8	76.8	39.8	37.4	3.8	10.6
Ga 33	287	228	385	62.3	101.2	28.5	37.0	3.4	12.9
Gb201	491	374	616	51.8	65.8	52.0	28.3	5.7	7.7
Gb202	356	222	537	57.3	75.1	31.0	42.6	3.5	8.5
Gb 74	363	172	556	50.2	113.7	28.8	37.0	4.7	15.1
Gc 66	330	441	274	33.5	84.9	21.4	—	—	12.8
Gc 56	320	380	291	32.4	113.8	20.5	—	—	14.7
Gd 13	404	586	275	41.4	61.0	49.9	—	—	9.7
Gd 14	379	580	207	46.2	97.7	24.2	—	—	10.3
Ge 169	390	190	568	46.7	65.6	32.4	27.1	3.7	11.5
Ge 161	436	202	661	49.0	90.2	38.5	37.3	2.6	11.8
Gf 102	231	158	388	68.0	81.2	31.0	66.2	2.0	11.6
Gf 103	174	126	277	68.3	93.5	72.8	27.1	0.4	11.6
Gg 105	332	209	563	65.2	88.2	40.7	47.1	4.7	7.2
Gg 106	223	152	357	65.1	130.2	30.5	62.9	0.9	9.5
Gh 29	357	272	492	61.1	57.5	34.1	29.8	7.2	6.8
Gh 26	426	280	568	49.2	75.5	33.5	48.9	1.6	8.6
Gh 62	474	388	575	54.1	95.1	31.1	31.7	1.3	8.4

ほそり程度 (樹高/胸高直径の比の値であらわす) と心材材積率との関係は、Fig. 7 のように針葉樹種では幹がほそ長くなるにつれて心材材積率の増加がみられ、広葉樹種では反対に幹がほそ長くなると心材材積率の減少がみられる傾向をもっているようで、心材材積率と全樹幹の含水量との関係 (Fig. 4) から、Fig. 8 にしめされるように、針葉樹種・広葉樹種ともに、樹高/胸高直径の値がちいさくなるほど全樹幹の含水量がおおきくなる傾向があるようであった。針葉樹種の枝条材積率についてみると (Fig. 9), 心材材積率 60% ぐらいまでは枝条率と心材率とは比例的に増減しているようであり、心材率 60% ぐらい以上では両者は反比例的に増減しているらしく、このことは樹冠長率のおおきいものとちいさなものに同

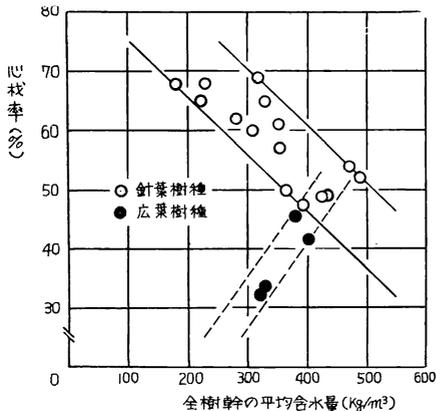


Fig. 4 心材材積率と含水量

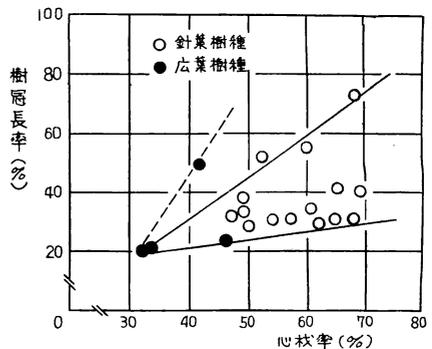


Fig. 5 樹冠長率と心材材積率

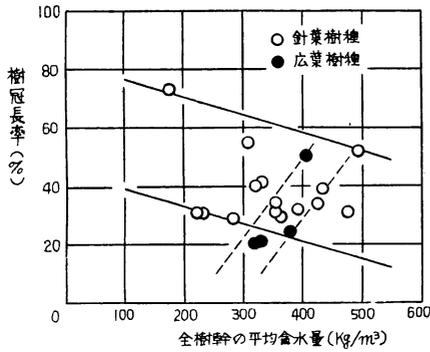


Fig. 6 樹冠長率と含水量

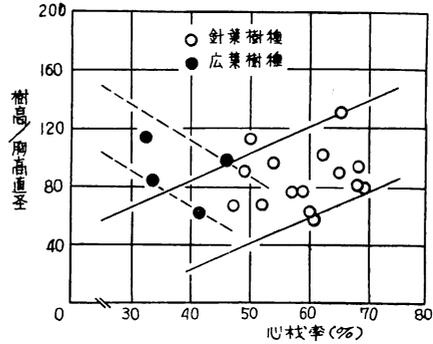


Fig. 7 幹のほそり程度と心材材積率

じくらの比較的ちいさい枝条率があらわれる可能性を意味しており、したがって、枝条材積率の増加にともなう幹の含水量は比例的に増すが、含水量が  $400 \text{ kg/m}^3$  ぐらい以上になるとむしろ枝条材積率の減少にともなう含水量が増す傾向をあたえているようであつた。

しかし、これらの幹のかたちと全樹幹の平均含水量との関係は、相当に巾のひろい変化のしかたをしており、各樹種にはそれぞれ個有の変動の領域があるのであろうから、このような全樹種をつうじて概観した一般的な傾向がどの樹種にも個別的に適應する関係であるかどうかはわからない。また、枯枝や樹皮率などについてははつきりした傾向はみいだせなかつたし、辺材部分または心材部分自体の含水量と幹のかたちについても明らかな傾向はしめされなかつた。ただ、樹冠長率や幹のほそり程度・枝条材積率などと辺材・心材べつ々の含水量との関係を見ると、Fig. 10 のようであつて、全樹幹の平均含水量の場合にかなり

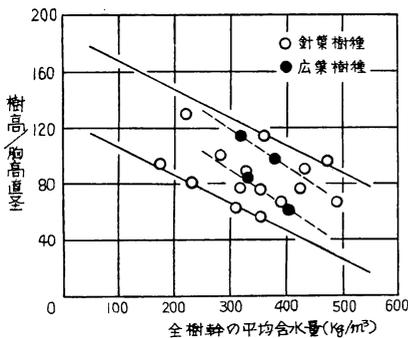


Fig. 8 幹のほそり程度と含水量

り似たかたちをしめしたが、いずれも同様に分散がはげしく、また樹種によつてちがつた傾向をふくんでいるように思われた。

### 9. 生材の重さ

各供試木の総重量成長量（前報を参照）とまえにみた総生材含水量とから、単木をもつ総生材樹幹重量をもとめれば Table 19 のようになる。これを単位体積あたりの平均生材樹幹重量でみれば、最大  $881 \text{ kg/m}^3$ （ヤチダモ優勢木）から最小  $544 \text{ kg/m}^3$ （シンシュウカラマツ劣勢木）の

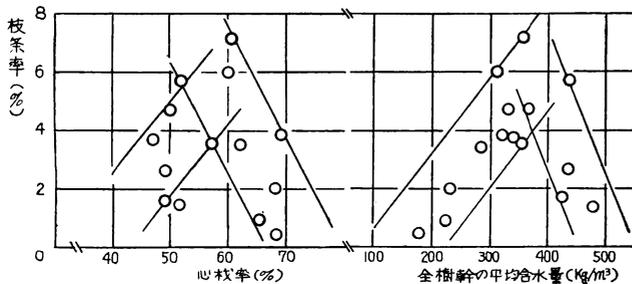


Fig. 9 枝条率と心材材積率および含水量

ひらきがあり、樹種内の優勢木と劣勢木とのちがいをみると、シンシュウカラマツ、オウシュウトウヒ、ヤチダモ、ドロの4樹種では優勢木のほうが劣勢木よりも重く、また、ガイマツ、エゾマツ、ストローブマツ、トドマツの4樹種では劣勢木のほうが優勢木よりもおもくしめされている。しかし

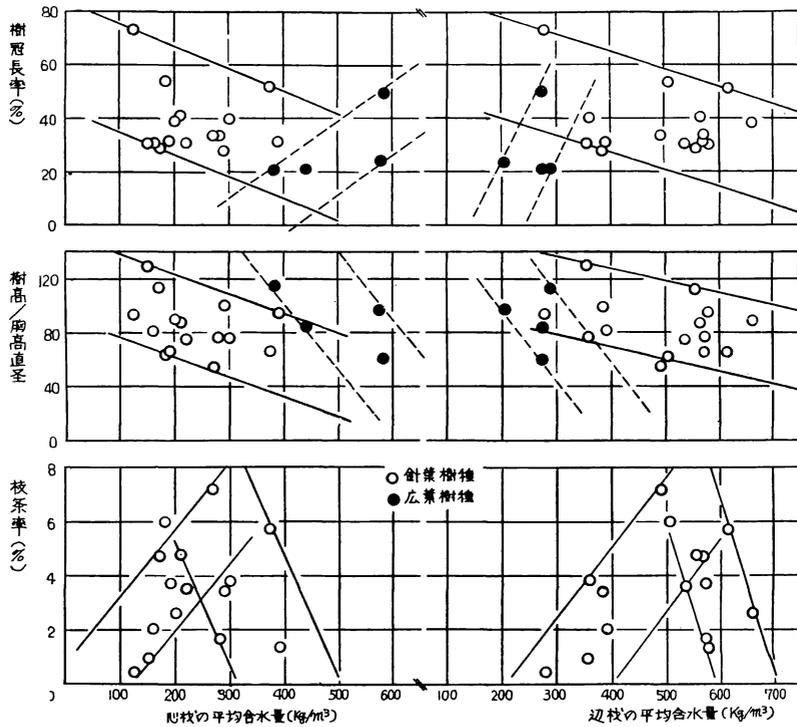


Fig. 10 幹のかたちと辺材・心材べつ々の含水量

Table 19. 供試木の生材樹幹重量

樹種	皮ナシ 総材積 (m³)	総重量 成長量 (kg)	総生材 含水量 (kg)	総生材 樹幹重量 (kg)	平均生材 樹幹重量 (kg/m³)	比較値		平均生材 樹幹重量 の優/劣	
						重量 成長量	生材 含水量		
グイマツ	{Ga 9優	0.6371	220.0	196.8	461.8	654	100	89	} 0.9
	{Ga 33劣	0.0915	42.6	26.3	68.9	753	100	62	
トドマツ	{Gb 202中	0.3074	102.5	109.6	212.1	690	100	107	} 1.0
	{Gb 74劣	0.1005	34.5	36.5	71.0	707	100	106	
エゾマツ	{Ge 169優	0.1866	64.1	73.2	137.3	736	100	114	} 0.9
	{Ge 161劣	0.0858	30.1	38.2	68.3	796	100	127	
シンシュウカラマツ	{Gf 102優	0.5610	219.5	129.9	349.5	623	100	59	} 1.1
	{Gf 103劣	0.2366	87.4	41.2	128.6	544	100	47	
オウシュウトウヒ	{Gg 105優	0.3701	126.7	123.2	249.9	675	100	97	} 1.2
	{Gg 106劣	0.1409	49.8	31.5	81.3	577	100	63	
ストローブマツ	{Gh 29優	0.8588	235.5	307.4	542.9	632	100	130	} 0.9
	{Gh 62劣	0.2123	56.3	100.7	157.0	740	100	179	
ヤチダモ	{Gc 66優	0.2976	163.9	98.3	262.2	881	100	60	} 1.0
	{Gc 56劣	0.1433	76.9	45.9	122.8	857	100	59	
ドロ	{Gd 13優	1.1166	334.3	451.0	785.3	703	100	135	} 1.1
	{Gd 14劣	0.2878	80.1	109.6	189.7	659	100	137	

注：トドマツ優勢木 Gb 201 は水くい材であつたので中層木 Gb 202 で代替

それらのちがいはかなり接近した値で、最大で絶対値の2割をこえない。このような単木の幹の重さのなかで果している生材含水量の役割をみると、木材実質の重さよりも水の重さのほうがおおきい樹種としてはトドマツ、エゾマツ、ストローブマツおよびドロの4樹種があげられ、このうち、ストローブマツとドロとは水の重さがいちじるしく大きな部分をしめている(トドマツの水くい材の場合はべつである)。これ

に反して、グイマツ、シンシュウカラマツ、オウシュウトウヒおよびヤチダモの4樹種では木材実質の重さのほうが水の重さよりもおおきく、このうち、シンシュウカラマツとヤチダモとは水の重さは木材実質の重さの5~6割程度でとくに少ない。木材実質の重さと水の重さとがほぼひとしいのは水くい材のそくトドマツだけであつた。

これらの数値から、代表木をえらんだ林分の経級べつ材積を考慮に入れて、その林分 0.1 ha あたりにふくまれる樹幹の総生材重量を概算すると Table 20 のようになった。なお、この表ではトドマツ材の58% を水くい材とみなして含水量を算出してある(石狩川源流原生林総合調査報告による)。これら

Table 20. 標準地の総生材重量 (0.1 ha 当り)

樹種	総重量 成長量 (ton)	総含水量 (ton)			総生材 樹幹重量 (ton)	比較値			総生材 樹幹重量 の順位	総生材 含水量 の順位
		心材	辺材	全樹幹		総重量 成長量	総生材 含水量	総生材 樹幹重 量		
グイマツ	12,075	4,699	4,346	9,044	21,119	57	43	100	5	5
トドマツ	13,805	6,345	11,699	18,044	31,849	43	57	100	2	2
エゾマツ	6,490	1,780	6,064	7,844	14,335	45	55	100	8	6
シンシュウカラマツ	12,414	3,298	3,727	7,025	19,439	64	36	100	6	7
オウシュウトウヒ	12,542	4,442	6,150	10,592	23,134	54	46	100	4	4
ストロープマツ	14,776	8,390	12,636	21,026	35,802	41	59	100	1	1
ヤチダモ	11,071	2,850	3,781	6,631	17,702	63	37	100	7	8
ド	10,104	8,269	5,381	13,650	23,755	43	57	100	3	3

Table 21. 単木あたりの生材重量

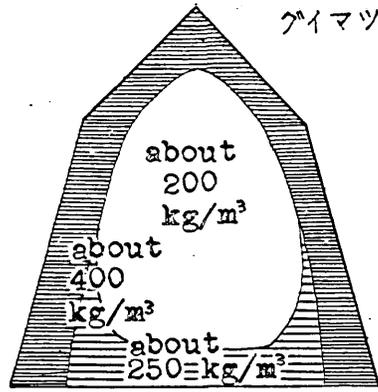
樹種	材積 (m³)	重量 成長量 (kg)	生材 含水量 (kg)	生材 樹幹重量 (kg)	順位		
					重量 成長量	生材 含水量	生材 樹幹重量
グイマツ	0.292	120.7	90.4	211.2	7	6	7
トドマツ	0.418	134.0	175.1	309.2	5	3	3
エゾマツ	0.108	37.7	45.6	83.3	8	8	8
シンシュウカラマツ	0.466	179.9	101.8	281.7	2	5	4
オウシュウトウヒ	0.359	124.2	104.8	229.0	6	4	6
ストロープマツ	0.566	157.2	223.7	380.9	3	2	2
ヤチダモ	0.274	149.6	89.6	239.2	4	7	5
ド	0.706	210.5	284.3	494.9	1	1	1

Table 22. 単位体積あたりの生材重量

樹種	重量 成長量 (kg/m³)	生材含水量 (kg/m³)			生材樹 幹重量 (kg/m³)	順位		
		心材	辺材	全樹幹		重量 成長量	生材 含水量	樹幹 重量
グイマツ	413	245	434	310	723	2	6	4
トドマツ	321	274	588	419	740	6	2	3
エゾマツ	348	198	629	421	769	4	1	2
シンシュウカラマツ	386	151	363	218	604	3	8	8
オウシュウトウヒ	346	188	487	292	638	5	7	7
ストロープマツ	278	284	535	395	673	8	4	6
ヤチダモ	546	424	279	327	873	1	5	1
ド	297	586	272	403	700	7	3	5

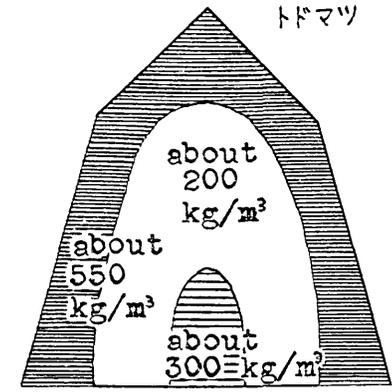
Table 24. 生材含水量の総括表

樹種	単木のもつ含水率または量							林分構成を重みとした幹の含水量							幹のかたちと全樹幹含水量			
	水分分布のタイプ	辺材と心材の平均含水率	優勢木と劣勢木の平均含水率のちがい	幹のなかの方位によるちがい	地上高による変化		幹の外観的な部分によるちがい	全樹幹がもつ含水量のちがい			幹の総含水量			幹のなかの水分、木材実質、空気のわりあい				
					変化のしかた	変化のおおきさ		心材材積率 (%)	辺材と心材の全含水量の比較	優勢木と劣勢木の全樹幹平均含水量の比較	0.1ha 当り (ton)	単木当り (kg)	単位材積当り (kg/m <sup>3</sup> )			0.1ha 当り (ton)	単木当り (kg)	単位材積当り (kg/m <sup>3</sup> )
グイマツ	幹の外がわが、よりぬれており、中央部がかわいている。幹足部はほとんど全面的にぬれている*	辺材は約 100(40)% で、心材は 60(20)% ぐらいで普通	辺材、心材ともに優勢木 ≧ 劣勢木 (ただし心材のみ劣勢木 ≧ 優勢木)	ちがいはすくない	辺材では上に凸、心材では下に凸	辺材で 110(30)% ぐらい、心材で 40(25)% ぐらいで変化は中程度	辺材では枝下材(不規則)、心材では地ぎわ材(枝下材)に最大(最小)があらわれる	60(62)% で中程度	優勢木では辺材がいちじるしく心材よりおおきいが、劣勢木では近似である	優勢木 > 劣勢木	9.0ton でややちいさい	90kg でほぼ中程度	310 kg/m <sup>3</sup> で中程度	21ton で中程度	211kg でちいさい	723 kg/m <sup>3</sup> で中程度	辺材 43 : 28 : 29 心材 25 : 26 : 49 全幹 31 : 26 : 43 で空気は中程度	全樹種を通じての概括的な傾向 (樹種的な特性は不明) 1. 心材率の増加は全樹幹含水量 (単位材積当りの) の減少をともなう 2. 樹冠長率の増加は全樹幹含水量の減少をともなう 3. 幹のはそり程度がませば、全樹幹含水量は減少する 4. 枝条率が増加すると、全樹幹含水量は 400kg/m <sup>3</sup> ぐらいまでは増加し、それをこえると減少する 5. 辺材、心材それぞれの含水量の変化もおおよそこれに準ずる
トドマツ	幹の外がわが非常にぬれており、中央部がかわいている。幹足部は樹心部分だけぬれている**	辺材は約 170(60)% で多いが、心材は 60(20)% ぐらいで普通	辺材、心材ともに優勢木 ≧ 劣勢木	ちがいはすくない	辺材では上に凸、心材では下に凸 (ただし、劣勢木辺材のみ不規則)	辺材で 140(30)%、心材で 40(15)% ぐらいで変化はおおきい	辺材では枝下材(樹冠材)、心材では地ぎわ材(樹冠材)に最大(最小)があらわれる	57(50)% で中程度	辺材が心材よりいちじるしくおおきい	優勢木 = 劣勢木	18.0ton でおおきい	175kg でおおきい	419 kg/m <sup>3</sup> でおおきい	32ton でおおきい	309kg で中程度	740 kg/m <sup>3</sup> で中程度	辺材 59 : 22 : 19 心材 27 : 21 : 52 全幹 42 : 21 : 37 で空気はすくない	
エゾマツ	幹の外がわが非常にぬれており、中央部がかわいている。幹足部はほとんど全面的にぬれている	辺材は 200(60)% ぐらいで多いが、心材は 50(20)% ぐらいで普通	辺材、心材ともに劣勢木 ≧ 優勢木	ちがいは辺材ではすくないが心材ではすこしおおきい	辺材では上に凸、心材では下に凸 (辺材のみ不規則)	辺材で 170(50)%、心材で 50(15)% ぐらいで変化はおおきい	辺材では地ぎわ材(樹冠材)、心材では地ぎわ材(枝下材)に最大(最小)があらわれる	47(49)% でちいさい	辺材が心材よりいちじるしくおおきい	劣勢木 > 優勢木	7.8ton でちいさい	46kg でもつともちいさい	421 kg/m <sup>3</sup> でもつともおおきい	14ton でいちじるしくちいさい	83kg でいちじるしくちいさい	769 kg/m <sup>3</sup> でややおおきい	辺材 63 : 22 : 15 心材 20 : 23 : 57 全幹 42 : 22 : 36 で空気はすくない	
シンシユウツカラマツ	幹の外がわがよりぬれており、中央部がかわいている。幹足部も全面的にかわいている	辺材は約 80(30)%、心材は約 40(15)% で、ともにすくない	辺材、心材ともに優勢木 ≧ 劣勢木	ちがいはすくない (ただ劣勢木の辺材のみややおおきい)	辺材では上に凸、心材では下に凸	辺材で 100(30)%、心材で 40(25)% ぐらいで変化は中程度	辺材では樹冠材(地ぎわ材)、心材では地ぎわ材(枝下材)に最大(最小)があらわれる	68(68)% でおおきい	辺材と心材とは近似的である	優勢木 > 劣勢木	7.0ton でちいさい	102kg で中程度	218 kg/m <sup>3</sup> でもつともちいさい	19ton でちいさい	282kg で中程度	604 kg/m <sup>3</sup> でもつともちいさい	辺材 36 : 26 : 38 心材 15 : 24 : 61 全幹 22 : 25 : 53 で空気はおおきい	
オウシユウヒ	幹の外がわが非常にぬれており、中央部がかわいている。幹足部はほとんど全面的にぬれている	辺材は約 130(50)% で中程度だが、心材は 60(20)% ぐらいで普通	辺材、心材ともに優勢木 ≧ 劣勢木	ちがいはすくない (ただ優勢木の辺材のみすこしおおきい)	辺材では上に凸、心材では下に凸 (辺材のみ不規則)	辺材で 120(40)%、心材で 80(30)% ぐらいで、変化は心材でややおおきい	辺材では地ぎわ材(枝下材)、心材では地ぎわ材(枝下材)に最大(最小)があらわれる	65(65)% でおおきい	辺材と心材とは近似的である	優勢木 > 劣勢木	10.6 ton で中程度	105kg で中程度	292 kg/m <sup>3</sup> でややちいさい	23ton で中程度	229kg でちいさい	638 kg/m <sup>3</sup> でちいさい	辺材 49 : 24 : 27 心材 19 : 22 : 59 全幹 29 : 22 : 49 で空気はおおきい	
ストロブマツ	幹の外がわが非常にぬれており、中央部もかなりぬれている。幹足部は全面的に、または樹心部分でよりぬれている	辺材は約 200(50)% で多いが、心材は 100(30)% ぐらいで大変多い	辺材、心材ともに劣勢木 ≧ 優勢木	ちがいはすくない	辺材も心材も下に凸 (ただし、劣勢木辺材は不規則)	辺材で 100(30)%、心材で 90(25)% ぐらいで変化は心材においておおきい	辺材では地ぎわ材(樹冠材)、心材では地ぎわ材(樹冠材)に最大(最小)があらわれる	61(54)% で中程度	辺材と心材とは近似的である	劣勢木 > 優勢木	21.0ton でもつともおおきい	224kg でおおきい	395 kg/m <sup>3</sup> でおおきい	35ton でおおきい	381kg でおおきい	673 kg/m <sup>3</sup> で中程度	辺材 55 : 18 : 27 心材 28 : 18 : 54 全幹 39 : 18 : 43 で空気は中程度	
ヤチダモ	幹の中央部がよりぬれており、外がわもかなりぬれている。中央部から幹足部にかけては樹心に向つて層状にぬれかたがましている	辺材約 50(30)%、心材約 70(40)% ともにすくない	辺材は劣勢木 ≧ 優勢木、心材は優勢木 ≧ 劣勢木	ちがいはすくない	辺材では下に凸、心材では上に凸 (ただし、劣勢木心材のみ下に凸)	辺材で 25(10)%、心材で 30(20)% ぐらいで変化はともにちいさい	辺材では地ぎわ材(枝下材)に最大(最小)があらわれるが心材では不規則である	34(32)% でもつともちいさい	辺材が心材よりもおおきい	優勢木 = 劣勢木	6.6ton で 90kg でおおきい	90kg でほぼ中程度	327 kg/m <sup>3</sup> で中程度	18ton でちいさい	239kg でちいさい	873 kg/m <sup>3</sup> でもつともおおきい	辺材 28 : 34 : 38 心材 42 : 37 : 21 全幹 33 : 35 : 32 で空気はすくない	1. 心材率の増加は全樹幹含水量の増加をともなう 2. 樹冠長率の増加は全樹幹含水量の増加をともなう 3. 幹のはそり程度がませば全樹幹含水量は減少する 4. 辺材、心材それぞれの含水量の変化もおおよそこれに準ずる
トド	幹の中央部が非常にぬれており、外がわもかなりぬれており、幹足部はほとんど全面的にぬれており、中央部のぬれかたは、やや不規則である	辺材は 80(20)% ぐらいですくないが、心材は 200(60)% ぐらいで非常に多い	辺材は優勢木 ≧ 劣勢木、心材は劣勢木 ≧ 優勢木	ちがいはすくない	辺材では上に凸、心材では下に凸	辺材で 40(20)%、心材で 130(25)% ぐらいで変化は心材においておおきい	辺材では枝下材(不規則)、心材では地ぎわ材(樹冠材)に最大(最小)があらわれる	41(46)% でちいさい	心材が辺材よりいちじるしくおおきい	優勢木 > 劣勢木	13.7ton で中程度	284kg でおおきい	403 kg/m <sup>3</sup> でおおきい	24ton で中程度	495kg でいちじるしくおおきい	700 kg/m <sup>3</sup> で中程度	辺材 27 : 19 : 54 心材 59 : 19 : 22 全幹 40 : 19 : 41 で空気は中程度	
備考	*かわいているという表現は 200 kg/m <sup>3</sup> 以下、**水くいは、ストロブマツのタイプに似ている	数字は重量比(容積比)含水率%の順に示す	全樹幹および各地帯高についてたいおなじ	N, S, E, W, の比較による	地上高の増加方向に対する重量比(容積比)含水率%の増減の配列	数字は変動のほんい(最大・最小の差)をしめし、重量比(容積比)含水率%をあらわす	優・劣勢木、重量比・容積比含水率%には共通にみられる材部をしめす	数字は優勢木(劣勢木)%をしめす	総含水量(kg)で単位材積当り含水量(kg/m <sup>3</sup> )で比較	代表木の数値から、林分の径級べつ構成をおもみとして、林分の幹の総数値を算出、この数値から単木および単位材積当りの数値を逆算した	数字は水分:木材実質:空気の容積比率をしめす	含水量は全樹幹の単位材積当りの量で比較						



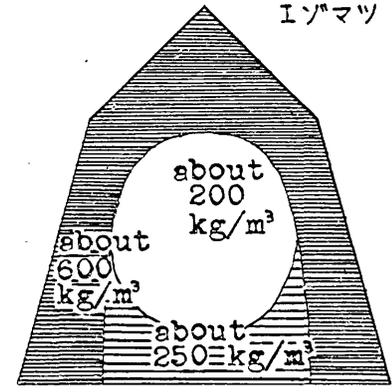
(a) Larix Gmelini

Heartwood percent: about 60%, Average water content of all stem: about 310 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 720 kg/m<sup>3</sup>.



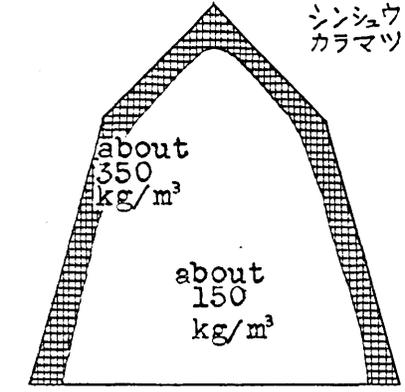
(b) Abies Mayriana

Heartwood percent: about 55%, Average water content of all stem: about 420 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 740 kg/m<sup>3</sup>.



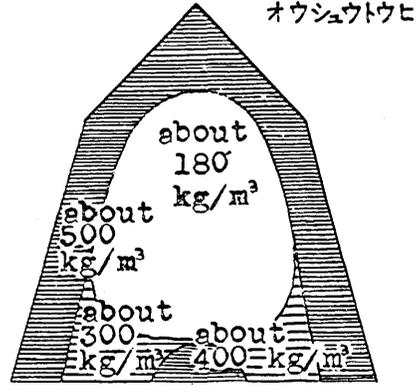
(c) Picea ezoensis

Heartwood percent: about 50%, Average water content of all stem: about 420 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 770 kg/m<sup>3</sup>.



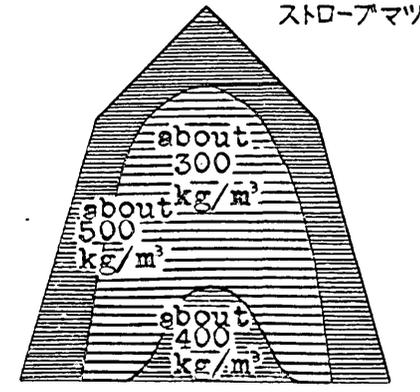
(d) Larix leptolepis

Heartwood percent: about 70%, Average water content of all stem: about 220 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 600 kg/m<sup>3</sup>.



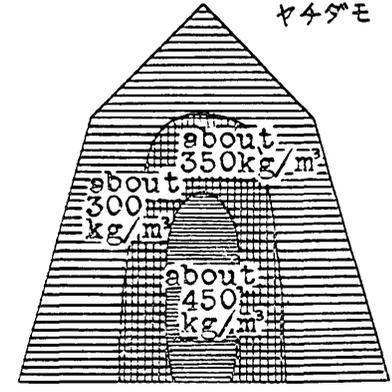
(e) Picea excelsa

Heartwood percent: about 65%, Average water content of all stem: about 300 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 640 kg/m<sup>3</sup>.



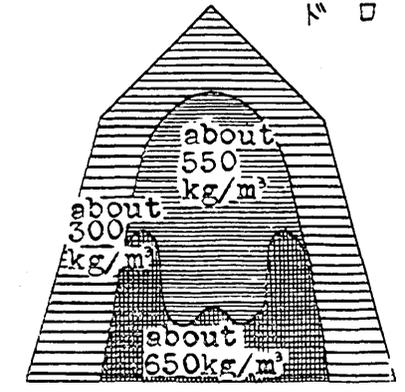
(f) Pinus strobus

Heartwood percent: about 60%, Average water content of all stem: about 400 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 670 kg/m<sup>3</sup>.



(g) Fraxinus Mandshurica

Heartwood percent: about 35%, Average water content of all stem: about 330 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 870 kg/m<sup>3</sup>.



(h) Populus Maximowiczii

Heartwood percent: about 45%, Average water content of all stem: about 400 kg/m<sup>3</sup>, Average weight of all green stem: about 700 kg/m<sup>3</sup>.

Fig. 11 生材含水量の分布の模式図  
The type of the distribution of water content in the green stem.

Table 23. 幹のなかの水分, 木材実質, 空気の容積割合

樹種	心材			辺材			全樹幹		
	水分	木質	空気	水分	木質	空気	水分	木質	空気
ダイマツ	25	26	49	43	28	29	31	26	43
トドマツ	27	21	52	59	22	19	42	21	37
エゾマツ	20	23	57	63	22	15	42	22	36
シンシュウカラマツ	15	24	61	36	26	38	22	25	53
オウシュウトウヒ	19	22	59	49	24	27	29	22	49
ストローブマツ	28	18	54	55	18	27	39	18	43
ヤチダモ	42	37	21	28	34	38	33	35	32
ドロ	59	19	22	27	19	54	40	19	41

注: 木材の真比重 1.56 と仮定して概算

ら各樹種について単木あたりの生材重量および単位体積あたりの生材重量を求めると Table 21 および Table 22 のようである。

1 m<sup>3</sup> あたりの生材樹幹重量がもつともおもしろい樹種はヤチダモで 873 kg/m<sup>3</sup> もあり, もつともかるい樹種はシンシュウカラマツで 604 kg/m<sup>3</sup> であった。ヤチダモの生材重量がおおきいのは重量成長量がとびぬけて大であつて, 水分量のすくないのを補っているためであり, エゾマツの場合はその反対である。シンシュウカラマツは重量成長量が比較的におおきいにもかかわらず水分量が最もちいさいので, 生材重量は最低であつた。したがつて, 樹種による単位体積あたりの生材重量は大きいほうから, ヤチダモ, エゾマツ, トドマツ, ダイマツ, ドロ, ストローブマツ, オウシュウトウヒ, シンシュウカラマツの順となつた。しかし, これらのうちヤチダモの 873 kg/m<sup>3</sup> をのぞけば他の生材重量はだいたい 600~750 kg/m<sup>3</sup> ぐらいのはん内にある。なお幹のなかの生材含水量・木材実質量・空気(と, みなして)の量の容積割合を樹種べつに概算すれば第 23 表のごとくである。

## 考 察

生材含水量の変化については多くの研究があるが, 一貫した研究方法で広はんな環境因子と遺伝的な特性とをむすびつけて体系づけないと, 一般的な法則は見いだせないように思われる。各項目について観察した結果を概略的にとりまとめて一覧表にすると Table 24 のようになり, また樹種に特徴的にみうけられた水分分布の様式を大きつばに模式化してみると Fig. 11 のようになるが, これらは生材含水量の変化のひとつの側面をしめしているにすぎないのではないかと考える。

樹幹ぜんたいとしての含水量のおおきさは幹のかたちと関連して変化することくで, 幹の内的因子として心材(辺材)材積率や地上高などが媒介として加わり, 辺材と心材の区べつおよびそれぞれの樹体内での位置の変化などに応じた量が含水量の総体をきめている。幹のなかのかわき具合やぬれ具合の相対的な分布のタイプとか, 心材材積率の変化の中, 優勢木・劣勢木といったような成長状態によるちがひ, あるいは辺材・心材における地上高(または幹の外観的なかたちのうえから特徴づけられる材部)による変化などは, おそらく, 樹種に固有な変化の傾向をもち, それらは立地や生育の外的な条件に対応した変動の中をもつものであると考えられる。形態的な植物分類上の類型が生材含水量のふくまれ方の類型に符合するかどうかは疑わしいけれども, このようにして規定された生材含水量のふくまれかたは反対にまた幹

の生育の条件を内的にかえ、それが含水量の変化を規定する条件になつて外的な因子と対応するものとなるだらうと思われる。この変化のしかたの安定的な巾がそれぞれ樹種に固有な特性として見出されうるのであらうと思われるのであるが、生材含水量が幹のなかに分布する変動の領域に関する因子は、これまでの多くの研究にいわれているようにきわめて複雑で、ある時点にかぎられたこの報告の資料からはそれらの位置づけに言及することは困難である。

幹のかたちと含水量との関係といつても、立地や林歴と十分にむすびついた観察がなされていないこの試料ではかなり明確さを欠いている。たとえばスギ材について山内が調べたところによれば、心材率は胸高直径ともつとも相関関係が高いとし、成長良好なものほど心材形成がさかんであるといい、また、加納は天然生トドマツについて、辺材率と胸高直径とは下層木では比例的な、上(中)層木では反比例的な関係にあるらしいとしているが、この報告では心材率(または辺材率)は材積成長量とあまりはつきりした関係があらわれず、各樹種でそれぞれ似た値をしめしたし、また、辺材・心材や全樹幹それぞれのもつ水分量と材積成長量や重量成長量との関係もはつきりした傾向をしめさなかつた。ただ、単位体積あたりの平均水分量はとくに辺材で成長量のおおきなもの(優勢木)のほうに大である傾向をわずかにしめしたが、エゾマツやストロブマツのような例外もあつて一概にはなんともいえない。辺材量(または心材量)と成長との関係は幹のなかの水分量(とくに辺材の)と成長との関係に因果をもつてはいるであろうけれども、これはもつと複雑な生理的現象をも加味して、立地の条件や林分のとりあつかいの経歴をあきらかにしなければ確かめることはできないであらうと考えられる。

このようなひろい巾と因子のなかで変動している生材含水量の多少を、比較位置づけすることは大へん冒険である。R. TRENDLENBURG は生材の含水量のおおきさにしたがつて、

I	Mässig feuchtes Holz	100.....150(200)	kg/m <sup>3</sup>
II	Feuchtes Holz	(200)250.....350(400)	〃
III	Nasses Holz	400.....500(550)	〃
IV	Sehr nasses Holz	(500)550.....650(以上)	〃

の4つのグループを基準として既往のデータをふくめていくつかの樹種について検討し、総括的には、木材の含水量が遺伝的な樹種的特性であるか、また、ある属のすべての樹種に共通でないものかどうかはよくわからないけれども、それにもまして材の生育地や地位・季節などは生材含水量に決定的な影響があるだらうと述べている。また、田中・足立らは内外のデータを総合して、含水率と季節との関係は樹種および立地によつて差異があるのをまぬかれないが、その間におのずから準拠すべきところがあるように思われるとし、含水量の最大の時期は主として冬期にぞくすると述べている。この報告での結果は初冬にぞくする時点ではあるが、その数字をまとめて上記の I~IV のグループにあてはめれば次のようになる。

- I トドマツ, エゾマツ, シンシュウカラマツ, オウシュウトウヒの心材
- I—II グイマツの心材
- II トドマツの水くい心材, ストロブマツの心材, シンシュウカラマツ, ヤチダモ, ドロの辺材
- II—III ヤチダモの心材
- III グイマツの辺材
- III—IV オウシュウトウヒの辺材
- IV トドマツ, エゾマツ, ストロブマツの辺材, ドロの心材

これらは R. TREDELENBURG のあげている例にわりあいに似かよっているようであるが、もつと全般的に辺材・心材のべつをぬきにして幹ぜんたいとしての含水量の多少をくらべてみれば、含水量が非常に多い樹種と中ぐらいの樹種および含水量がすくない樹種の3つのグループに分類されるようであつて、この試料では次のごとくなる。

1. 含水量がおおい樹種 ( $400 \text{ kg/m}^3$  ぐらい) エゾマツ, トドマツ, ストローブマツ, ドロ
2. 含水量が中ぐらいの樹種 ( $300 \text{ kg/m}^3$  ぐらい) グイマツ, オウシユウトウヒ, ヤチダモ
3. 含水量がすくない樹種 ( $200 \text{ kg/m}^3$  ぐらい) シンシユウカラマツ

このような概略的な値を基準として樹種的な変動があるものと思われ、その変動のしかたはもつと広はんな環境因子の変化に対応させて追求すればあきらかに確かめられるだろうと考えられる。生材含水量についての特性はおそらくその絶対量についてよりも変化のしかたのなかにあるものであろう。

また、生材含水量に関連して生材の幹の重量をおおきく分類すれば、

1. 生材が重い樹種 ( $800 \text{ kg/m}^3$  以上) ヤチダモ
2. 生材の重さが中ぐらいの樹種 ( $700 \sim 800 \text{ kg/m}^3$ ) エゾマツ, トドマツ, グイマツ
3. 生材が軽い樹種 ( $700 \text{ kg/m}^3$  以下) ドロ, ストローブマツ, オウシユウトウヒ, シンシユウカラマツとなるが、これは生材含水量と重量成長量との和であるので生材含水量による分類とかならずしも一致しない。

## 要 約

北海道野幌地方における造林木について生材含水量のふくまれ方をしらべた。測定時点は1951年10月末で、調査の対象とした樹種は、グイマツ、シンシユウカラマツ (*Larix* sp.), エゾマツ, オウシユウトウヒ (*Picea* sp.), トドマツ (*Abies* sp.), ストローブマツ (*Pinus* sp.), ヤチダモ (*Fraxinus* sp.), およびドロ (*Populus* sp.) の8樹種であつた。調査方法が充分でなかつたので現象的な知見しかえられなかつたが、主な観察結果は次のようであつた。

(1) 生材樹幹にみられる水分の分布状態は優勢木と劣勢木とでは絶対値のちがいはあつても、幹のなかの部位による相対的な水分量の変化は非常に類似していた。水分分布は幹の内がわと外がわおよびそれらの地ぎわ材部・枝下材部・樹冠の中などについて、樹種によつてかなり特徴的な配分の傾向があるようにおもわれた。

(2) 心材部分と辺材部分によるちがいは、平均的比較で針葉樹種では辺材は心材の2~4倍ぐらいの含水率あるいは2~3倍ぐらいの含水量をしめしており、広葉樹種ではその逆の傾向であつた。

(3) 優勢木と劣勢木とによる絶対値のちがいは、辺材部・心材部それぞれについて優勢木がまさつていた樹種と劣勢木がまさつていた樹種とがあつて一律的ではなかつた。しかし両者がいちじるしい差をしめしているのは心材よりも辺材においてであつて、それもグイマツとオウシユウトウヒとをのぞけばその差は5割をこえないでむしろ近接しているものも多い。

(4) 幹のなかでの方位によるちがいを、優勢木・劣勢木・辺材・心材べつにみたが、おおきな変化はみとめられず、数字のうえからは最大値があらわれにくい方向だけがN側にかなりはつきりとみられたが、いちじるしい絶対値のちがいはなかつた。

(5) 生材含水率または量は地上高によつてかなりひろい巾の変化をしており、地上高が増すにつれて

含水率(量)が増加してのちやや安定してそれから減少する系列(またはその部分)にあるもの(i)と、減少してのちやや安定してそれから増加する系列(またはその部分)にあるもの(ii)とにわけられるようであった。大体において、優勢木の辺材含水率(量)は(i)の系列に、優勢木の心材含水率(量)は(ii)の系列にぞくするようで、また、劣勢木の心材含水率(量)は(ii)の系列にぞくするが、劣勢木の辺材含水率(量)は区々でむしろ不規則な配列のものも半数をしめた。

(6) 幹の外観的なかたちから、地ぎわ材・枝下材および樹冠材の3つの部分にわけて平均含水率(量)を比較すると、心材部では優勢木・劣勢木ともに最大値は地ぎわ材にあらわれるが、最小値のあらわれる材部は区々であった。また、辺材部では優・劣勢木ともに最大値が地ぎわ材にあらわれる樹種はエゾマツ、オウシュウトウヒ、ストローブマツ、ヤチダモであり、枝下材のものはグイマツ、トドマツ、ドロ、樹冠材のものはシンシュウカラマツであった。その最小値が地ぎわ材にあらわれる樹種はシンシュウカラマツで、枝下材のものはオウシュウトウヒ、ヤチダモ、樹冠材のものはトドマツ、エゾマツ、ストローブマツであったが、グイマツは不規則であった。

(7) 林分構成、水分分布、容積密度数分布などを考慮にいれて、生材含水量と重量成長量とから、各樹種べつに平均生材含水量および生材樹幹重量を算出すると、単位体積あたりの  $kg$  数は樹種によつて異なつてはいたが、生材樹幹重量は最大ヤチダモの  $873 kg/m^3$  をのぞけば、だいたい  $600\sim 750 kg/m^3$  ぐらいのはんい内におさまつており、最小はシンシュウカラマツの  $604 kg/m^3$  であった。

(8) 木材の真比重を 1.56 と仮定して生材中の空気(と、みなす)・水分・木材実質の容積割合をもとめると、空気がしめている部分は、針葉樹種では心材部で約  $50\sim 60\%$ 、辺材部で約  $15\sim 40\%$  ぐらいであり、広葉樹種では心材部で約  $20\%$ 、辺材部で約  $40\sim 55\%$  ぐらいであった。全部の樹種を通じて幹せんたいとしてみれば、みかけの幹の空間のおよそ  $30\sim 50\%$  ぐらいを空気がしめていることになった。空気のしめている空間が一番多い樹種( $50\%$  ぐらい)はシンシュウカラマツ、オウシュウトウヒなどで、すくない樹種( $35\%$  前後)としてはエゾマツ、トドマツ、ヤチダモなどがあげられ、また中間的なもの( $40\%$  強)としてはグイマツ、ストローブマツ、ドロなどがあげられた。

(9) 全樹種をつうじて、幹のかたちと樹幹全体がもつ含水量( $kg/m^3$ )との関係を見ると、心材材積率と含水量とは針葉樹種では巾をもつて反比例的な、広葉樹種では比例的な関係がみられ、樹冠長率や幹のはそり程度などと心材材積率とは、前者は針・広葉樹種とも比例的(クサビ型)、後者は針葉樹種では比例的、広葉樹種では反比例的な関係が大体みられた。そして樹冠長率と含水量または幹のはそり程度と含水量との関係は、樹冠長率が増せば含水量は針葉樹種では減少し、広葉樹種では増加する傾向をあたえ、また幹がほそ長くなるほど針・広葉樹種ともに含水量がちいさくなる傾向をしめた。また針葉樹種の枝条材積率については、その増加にもなつて含水量が増加してのち減少する傾向をあたえた。辺材・心材それぞれの含水量と幹のかたちについてもこれらと似た傾向をしめたが、分散域はよりはげしくあきらかでない。しかし、このような幹のかたちと全樹幹含水量との関係もかなり巾ひろい変化のしかたをしており、個々の樹種はこの巾のなかでそれぞれ特性的な変化の領域をもっているであろうと考えられたが、それには言及できなかつた。

(10) 以上のような生材含水率(量)の変化についての概略的総括は Table 24 および Fig. 11 に一覧表としてかかげたが、これらを考慮にいれて幹のなかに水分が多い樹種と中間的な樹種および少ない樹種とにわけてみると、この試料では次のように分類された。

含水量がおおい樹種 ( $400 \text{ kg/m}^3$  ぐらいのもの) : エゾマツ, トドマツ, ストローブマツ, ドロ  
含水量が中ぐらいの樹種 ( $300 \text{ kg/m}^3$  ぐらいのもの) : グイマツ, オウシユウトウヒ, ヤチダモ  
含水量がすくない樹種 ( $200 \text{ kg/m}^3$  ぐらいのもの) : シンシユウカラマツ

## 文 献

- 1) 加納 孟: 木材材質の森林生物学的研究 (第 10 報) 北海道厚田地方トドマツ原生林における林木の幹のかたちと辺心材および樹皮の量, 林業試験場研究報告, 71, (1954)
- 2) 加納 孟: 木材材質の森林生物学的研究 (第 11 報) 北海道野幌地方における造林木の材質成長, 林業試験場研究報告, 90, (1956)
- 3) 加納 孟・蕪木自輔: 木材材質の森林生物学的研究 (第 7 報) トドマツにおける樹皮の形態的特徴による材質診断の可能性, 林業試験場研究報告, 61, (1953)
- 4) 加納 孟・蕪木自輔: 石狩川源流原生林総合調査報告, II-3 材質, 林野庁旭川営林局, (1955) p. 275
- 5) 蕪木自輔: 木材材質の森林生物学的研究 (第 1 報) 野幌産トドマツ材の生材含水率・容積密度数及び収縮変形に関する春秋材部別観察, 林業試験場研究報告, 46, (1950)
- 6) 蕪木自輔: 木材材質の森林生物学的研究 (第 4 報) トドマツあて材の生材含水率・容積密度数及び収縮変形に関する観察, 林業試験場研究報告, 52, (1952)
- 7) 平井左門: 落葉松に於ける枝条量と樹幹内各材部量・特に心材部量との関係, 北大演習林研究報告, 16, 2, (1953)
- 8) 田中勝吉・足立三郎: 樺太産トドマツ及エゾマツ立木の季節別含水率に関する調査, 樺太庁中央試験所報告, 第 2 類, 5, (1933)
- 9) 矢沢亀吉: トドマツ, エゾマツ枝条及び側根の容積比重, 体積収縮率, 含水率及び辺心材について, 日本林学会誌, 23, 9, (1941)
- 10) 矢沢亀吉: ヒノキ, サハラ樹体各部に於ける生材比重, 含水率, 絶乾比重, 収縮率及び辺心材等に就いて, 岐阜農専学術報告, 52, (1944)
- 11) 矢沢亀吉: スギ樹幹・枝条に於ける生材比重, 絶乾比重, 生材含水率, 体積収縮率及び辺心材等に就いて, 岐阜農専創立 25 年記念論文集, (1950)
- 12) 矢沢亀吉・楯・岩田: アカマツの樹幹, 枝条に於ける生材含水率, 比重, 体積収縮率及び春秋材別の比重, 生材含水率等について, 日本林学会誌, 33, 1, (1951)
- 13) 山内俊枝: スギの心材率について, 日本林学会誌, 10, 11, (1928)
- 14) TRENDELENBURG, R.: Das Holz als Rohstoff, Berlin, (1939) S. 233

**Forest-biological Studies on Wood Quality. (Report 12)**  
**On the water content of green stem of planted trees grown at**  
**Noppero district in Hokkaido.**

Zisuke KABURAGI

(Résumé)

In this report we studied the water content of stem in green planted trees grown at Noppero district in Hokkaidô. The sample tree species were as follows: Needle-leaved tree; Todo-fir (*Abies Mayriana* MIYABE et KUDÔ), Ezo-spruce (*Picea ezoensis* CARR.), Norway-spruce (*Picea excelsa* LINK.), Japanese larch (*Larix leptolepis* GORDON), Kurile larch (*Larix Gmelini* LEDES.), and Strobe pine (*Pinus strobus* L.), Broad-leaved tree; Yachidamo (*Fraxinus mandshurica* RUPR.) and Doro (*Populus maximowiczii* A. HENRY).

These trees were afforested in 1909~1916 and the time of cutting was October 1951, therefore, the tree age was about 35~43 years. On each tree species we settled a sample plot (0.1 ha.) and measured the forest condition, the external form of standing trees, and the defects of stem, etc., and then selected two or three sample trees and felled them. The details were described in a former report\*. The sample trees were got from the dominant trees and the inferior trees, and in certain instances from the middle-storied trees, too.

From each sample tree we cut the test pieces on the four directions as shown in Fig. 1 at two meter intervals from the base to the top of stem. On each specimen we measured the weight and the volume when green and the weight when oven-dried, and then calculated the water content ( $kg/m^3$ ) and the moisture percent based on the weight when dried ( $\varphi\%$ ) or based on the volume when green ( $\varphi_v\%$ ). In expectation of extracting the characteristics of the water containing condition in the stem of each tree species, we considered these figures in relation to the growth condition of tree, the external form of stem, or the position in the stem, etc.

It has been noticed in several investigations to this day that the water content in the green stem varies according to the tree kind, tree age, position in the stem, forest stand condition, stand site, logging season, etc., but, as yet, these factors have not been systematized. Under the present study, for the incomplete sampling, we also could not make clear sufficiently these factors in relation to the water content, especially could not ascertain how the water content came to be changed by the logging season or the stand site. But as an example of the water containing condition of the planted trees in Hokkaidô, we found some characteristics from the figures, and the outline of the results are as follows:

(1) It was characteristic in each tree species respectively that the dominant tree was markedly similar to the inferior tree as regards the distribution of water content in the stem (Fig. 2a~h). Of course, the absolute value of water was different between these two growth conditions, but the relative water containing situation in each stem was of no small resemblance. Fig. 11 shows in general the type of the distribution of water content in the

---

\* Forest-biological studies on wood quality, Report 11, Report of the Government Forest Experiment Station, No. 90, 1956.

green stem of each tree species disregarding the detailed differences.

(2) On the difference between the heartwood and sapwood by the mean water content, on the coniferous trees, the sapwood had two~fourfold moisture content (%) or two~threefold water content ( $kg/m^3$ ) of the heartwood, and on the broad-leaved trees this tendency was inverse. However, it may be that these tendencies will be changed in the logging season.

(3) The difference between the water content of the dominant tree and of the inferior tree was not regular through all the tree species, on the sapwood or the heartwood, and some species had more water content in the dominant tree than in the inferior tree, and the other species had less water content in the dominant than in the inferior. However, where that showed a remarkable dissimilarity between the dominant and the inferior tree was not on the heartwood but on the sapwood. And generally speaking, except in Kurile larch and Norway-spruce, the difference of the water content between these two growth conditions was comparatively small.

(4) We observed the difference of the water content by the direction in the stem on the dominant tree and the inferior tree, sapwood and heartwood, and we noticed there was not a large variation in these factors by the direction.

(5) The variation of the water content (% or  $kg/m^3$ ) in relation to the height of disk above the ground had a considerably wide range. There seemed to be three tendencies for the water content variation: according to the increase of the height, (a) the water content increased, then came to almost a stable content and then decreased, (b) decreased, then became almost stable and then increased, (c) generally irregular.

In general, the water content in the sapwood of the dominant tree showed the tendency (a), and the heartwood showed the tendency (b); on the other hand, the inferior tree heartwood showed the tendency (b), but the sapwood only barely showed the tendency (c).

(6) We compared the mean water content (% and  $kg/m^3$ ) of the three external parts of stem, that is, the part of stem in the crown, the part of stem of the clear length under the crown, and the part of stem at the bottom. On the heartwood both of the dominant and the inferior tree, the maximum value appeared at the part of stem at the bottom, but the minimum value appeared irregularly at various parts of the stem. And on the sapwood, the tree species that had the maximum value both on the dominant and the inferior tree at the bottom part of the stem were Ezo-spruce, Norway-spruce, Strobe pine, and Yachidamo, at the clear length part of stem were Kurile larch, Todo-fir, and Doro, and at the part of stem in the crown was Japanese larch. Tree species that had the minimum value at the bottom part of stem was Japanese larch, at the clear length part of stem were Norway-spruce and Yachidamo, and at the part of stem in the crown were Todo-fir, Ezo-spruce and Strobe pine, but Kurile larch and Doro were irregular, and differed among the dominant and inferior tree.

(7) By the calculation of the mean water content and lumber weight per unit volume ( $kg/m^3$ ) of green stem on each tree species considering the variation as above mentioned, the increments in weight, the construction of forest stand, the distribution of bulk-density and water content, etc., it was noticed that the weight growth or water content were various according to the tree species. The weight of green lumber ranked between  $873 kg/m^3$  (Yachidamo which was the maximum) and  $604 kg/m^3$  (Japanese larch which was the minimum), but the other species were relatively alike about  $600\sim 750 kg/m^3$ .

(8) The volume ratio of the space (air), water and wood substance in wood were counted assuming the true specific gravity of wood to be 1.56. We knew that the part of air in wood was about 50~60% in the heartwood and about 15~40% in the sapwood of the needle-leaved trees, and about 20% in the heartwood and 40~50% in the sapwood of the broad-leaved trees; therefore, about 30~50% of volume of wood was occupied by the air in the whole stem throughout all the tree species. The tree species which had the largest space occupied by air (about 50%) were Japanese larch and Norway-spruce, the smallest (about 35%) were Ezo-spruce, Todo-fir and Yachidamo, and their mean (about 40%) were Kurile larch, strobe pine and Doro.

(9) On the relation applying to all sample trees of 8 tree species between the external form of stem and the water content per unit volume ( $kg/m^3$ ) of the whole stem, we observed generally speaking, the following. The percentage of the heartwood (based on the volume increment) had a correlation within some region to the water content of stem ( $kg/m^3$ ) that was proportional on the needle-leaved trees and inverse proportional on the broad-leaved trees. The percentage of the length of stem in crown to the tree height had a very near proportional relation to the heartwood percentage both on the needle- and broad-leaved trees, and the grade of slenderness of stem (showed by tree height/breast-height diameter) was nearly proportional to the heartwood percentage on the needle-leaved trees, and inverse on the broad-leaved trees. Therefore, the water content of stem ( $kg/m^3$ ) decreased on the needle-leaved trees or increased on the broad-leaved trees according to the increase of the percentage of the crown length to the tree height, and the water content of the stem decreased according to the increase of the grade of slenderness of stem both on the needle- and the broad-leaved trees. On the branch percent (based on the volume) of the coniferous tree, according to its increase the water content of stem increased in the beginning and then decreased. The correlation of the stemform to the water content of sap- and heartwood respectively had relatively similar tendencies with more wide dispersion as above mentioned.

But these tendencies of the relation between the tree form and the water content had some considerable dispersion and variation of region, and so, it was taken into account that each tree species should have a respective characteristic relationship within the range of this variation region, but we could not definitely determine this characteristic region under the present study.

(10) These tendencies of the variation of water content in the green stem as above mentioned are summarized in the next table. Considering these features, we divided the sample tree species into three classes of water content as follow: (a) tree species which belonged to the largest class (about  $400 kg/m^3$ ); Ezo-spruce, Todo-fir, Strobe pine and Doro, (b) tree species which belonged to the middle class (about  $300 kg/m^3$ ); Kurile larch, Norway-spruce and Yachidamo, (c) tree species which belonged to the smallest class (about  $200 kg/m^3$ ); Japanese larch.

Tree species	Water content (% or kg/m <sup>3</sup> ) of single tree							Water content and timber weight of the forest stand							Relations of water content of whole stem to the form of stem			
	Type of water content distribution	Mean of sapwood or heartwood	Difference between dominant and inferior tree	Difference by the direction in the stem	Variation by the height of stem		Difference between the parts of stem	Difference of water content of whole stem			The weight of green stem of the forest stand			The ratio, water: wood substance: space (air), based on volume				
					Way of variation	Range of variation		Heartwood percent	Comparison of sapwood and heartwood	Comparison of dominant and inferior tree	Per 0.1 ha. (ton)	Per sin- gle tree (kg)	Per unit volume (kg/m <sup>3</sup> )			Per 0.1 ha. (ton)	Per sin- gle tree (kg)	Per unit volume (kg/m <sup>3</sup> )
Kurile larch ( <i>Larix Gmelini</i> )	See Fig. 11-a	Sapwood: about 100(40)% Heartwood: about 60(20)%	Sapwood & heartwood: dominant > inferior	Almost none	Sapwood: convex Heartwood: concave	Sapwood: about 110(30)% Heartwood: about 40(25)%	Sapwood: max.: 2 min.: irr. Heartwood: max.: 2 min.: irr.	60(62)%	On the dominant tree sapwood is remarkably larger than heartwood, but inferior they are almost similar	Dominant tree > Inferior tree	9.0	90	310	21	211	723	Sapwood: 43: 28: 29 Heartwood: 25: 26: 49 Whole stem: 31: 26: 43	The summary tendencies through all sample trees (the habits of each tree species are unknown) are as follow: 1. The increase of heartwood percent is accompanied by the decrease of water content in whole stem. 2. Water content decreases according to the increase of crown length percent. 3. The increase of the grade of slenderness of stem attends with the decrease of water content. 4. According to the increase of the branch percent the water content increases as far as a limit (about 400 kg/m <sup>3</sup> ) and then decreases. 5. On the sapwood or heartwood respectively, there are almost similar tendencies as above.
Todo-fir ( <i>Abies Mayriana</i> )	Fig. 11-b	Sapwood: about 170(50)% Heartwood: about 60(20)%	Sapwood & heartwood: dominant > inferior	Almost none	Sapwood: convex, heartwood: concave, but sapwood of inferior tree is irregular	Sapwood: about 140(30)% Heartwood: about 40(15)%	Sapwood: max.: 3 min.: 1 Heartwood: max.: 1 min.: 3	57(50)%	Sapwood is remarkably larger than heartwood	Dominant tree > Inferior tree	18.0	175	419	32	309	740	Sapwood: 59: 22: 19 Heartwood: 27: 21: 52 Whole stem: 42: 21: 37	
Ezo-spruce ( <i>Picea exoensis</i> )	Fig. 11-e	Sapwood: about 200(50)% Heartwood: about 50(20)%	Sapwood & heartwood: inferior > dominant	Almost none in sapwood, a little in heartwood	Sapwood: convex, heartwood: concave, but sapwood of inferior tree is irregular	Sapwood: about 170(30)% Heartwood: about 50(15)%	Sapwood: max.: 1 min.: 1 Heartwood: max.: 1 min.: 2	47(49)%	Sapwood is remarkably larger than heartwood	Inferior tree > Dominant tree	7.8	46	421	14	83	759	Sapwood: 63: 22: 15 Heartwood: 20: 23: 57 Whole stem: 42: 22: 36	
Japanese larch ( <i>Larix leptolepis</i> )	Fig. 11-f	Sapwood: about 80(30)% Heartwood: about 40(15)%	Sapwood & heartwood: dominant > inferior	Almost none, but a little in sapwood of inferior tree	Sapwood: convex Heartwood: concave	Sapwood: about 400(30)% Heartwood: about 40(25)%	Sapwood: max.: 3 min.: 1 Heartwood: max.: 1 min.: 2	68(68)%	Sapwood is almost similar to heartwood	Dominant tree > Inferior tree	7.0	102	218	19	282	604	Sapwood: 36: 26: 38 Heartwood: 15: 24: 61 Whole stem: 22: 25: 53	
Norway spruce ( <i>Picea excelsa</i> )	Fig. 11-g	Sapwood: about 130(50)% Heartwood: about 60(20)%	Sapwood & heartwood: dominant > inferior	Almost none, but a little in sapwood of dominant tree	Sapwood: convex, heartwood: concave, but sapwood of inferior tree is irregular	Sapwood: about 120(30)% Heartwood: about 80(30)%	Sapwood: max.: 1 min.: 2 Heartwood: max.: 1 min.: 2	65(65)%	Sapwood is almost similar to heartwood	Dominant tree > Inferior tree	10.6	105	292	23	229	638	Sapwood: 49: 24: 27 Heartwood: 19: 22: 59 Whole stem: 29: 22: 49	
Strobe pine ( <i>Pinus strobus</i> )	Fig. 11-h	Sapwood: about 200(50)% Heartwood: about 100(30)%	Sapwood & heartwood: inferior > dominant	Almost none	Sapwood: convex, heartwood: concave, but sapwood of inferior tree is irregular	Sapwood: about 100(30)% Heartwood: about 90(25)%	Sapwood: max.: 1 min.: 3 Heartwood: max.: 1 min.: 3	61(54)%	Sapwood is almost similar to heartwood	Inferior tree > Dominant tree	21.0	224	395	35	381	673	Sapwood: 55: 18: 27 Heartwood: 28: 18: 54 Whole stem: 39: 18: 43	
Yachidamo ( <i>Fraxinus mandshurica</i> )	Fig. 11-c	Sapwood: about 50(30)% Heartwood: about 70(40)%	Sapwood: inferior > dominant Heartwood: dominant > inferior	Almost none	Sapwood: concave, heartwood: convex, but heartwood of inferior tree is irregular	Sapwood: about 25(10)% Heartwood: about 30(20)%	Sapwood: max.: 2 min.: irr. Heartwood: max.: irr. min.: irr.	34(32)%	Sapwood is larger than heartwood	Dominant tree > Inferior tree	6.5	90	327	18	239	873	Sapwood: 28: 34: 38 Heartwood: 42: 37: 21 Whole stem: 33: 35: 32	
Doro ( <i>Populus maximowiczii</i> )	Fig. 11-d	Sapwood: about 80(20)% Heartwood: about 200(60)%	Sapwood: dominant > inferior Heartwood: inferior > dominant	Almost none	Sapwood: convex Heartwood: concave	Sapwood: about 40(20)% Heartwood: about 130(25)%	Sapwood: max.: 2 min.: irr. Heartwood: max.: 1 min.: 3	41(46)%	Heartwood is remarkably larger than sapwood	Dominant tree > Inferior tree	13.7	284	403	24	495	700	Sapwood: 27: 19: 54 Heartwood: 59: 19: 22 Whole stem: 40: 19: 41	
Remarks	In this Fig. the details are abridged, especially along the height.	Water content is shown based on the weight (volume) %.	This tendency is almost similar on the whole stem or each height of stem.	Compared the water content at N, S, E and W direction in the stem.	Shows the way of variation of water content according to the increase of height above the ground.	Figures show the region of variation, based on weight (volume).	Common tendency both to dominant and inferior tree is shown, and 1, 2, 3 & irr. show the part of stem at the bottom, of clear length, in the crown, and irregular.	Figures show heartwood percent based on volume of dominant (inferior) tree.	Compared by whole water content (kg) of sap- and heartwood respectively of single stem.	Compared by the mean water content per unit volume (kg/m <sup>3</sup> ) through the whole stem.	Calculated from the water content of sample tree and their belonging forest stand construction.	Calculated from the water content and bulk density of sample tree and their belonging forest stand construction.	Assumed true specific gravity 1.56.	Water content shows that of whole stem per unit volume (kg/m <sup>3</sup> ).				