木材材質の森林生物学的研究(第15報)

トドマツ材における容積収縮率のあらわれかた みかけの大きさとその容積密度数との関係

蕪 木 自 輔⁽¹⁾

目

次

I	ま	え	が	き	••••••	•••••			••••••		53
Ĩ	試料	斗と浿	则定力	5法	•••••	•••••		•••••			54
Ш	測	定	結	果	•••••	•••••					55
1	. ?	字積收	又縮翊	ミのみかい	ナの大	:きさの	変化	•••••			
	(1) {	共試 フ	木のタ	外観的大	きさ	(2) 供詞	试木の生立斜	面	(3) 地上高	(4) 辺材と心材	
	(5)	封心 な	からの	の齢階((6) 幹	の方位	(7) 圧縮あて	材			
2	• 7	字積密	的度数	女と容積4	又縮率	ことの関	係	•••••	••••••		70
	(1)]	R—α	ッ関イ	係の抽出	(2)	$R-\alpha_v$	関係の一般性	ŧ			
3	. 7	字積容	密度数	女との関係	系によ	3ける変	化		•••••		74
	(1)) 共試ス	木のタ	外観的大	きさ	(2) 供	試木の生立翁	湎	(3) 地上高	(4)辺材と心材	(5) 圧縮あて材
IV	考		务	ž			•••••		•••••		
v	要		ĸ	匀				•••••			90
文		南	伏			•••••			•••••		92
Ré	sumé	<u>s</u>			•••••	•••••					94

Iまえがき

天然林におけるトドマツ材の年輪構成,年輪構造,あるいは容積密度数等のあらわれかたについては, これまでの一連の研究でほぼあきらかにされた。それは,トドマツ立木にあらわれてくる材部の構成状態 をたしかめ,その構造性の差異を支配する因子をもとめ,それらによつて一般的な著しい材質的偏異を材 質成長的な立場から理解し,そのうえに立つて材質分類の方向を体系づけようとしてきたものである。こ の体系が, さらに木材の材料的性質からの直接的検討が加えられるときは,それをより以上に確かなも のとして認識することができるわけであるが,この研究では,そのひとつとして材の収縮変形のあらわれ かたについての検討をとりあげてきた。したがつて,この報告はこれまでの資料に,さらにトドマツ材の 容積収縮率の出現様式についての検討をつみ重ねて,その材質的偏異をこの性能のうえからも認識しなお し,材質分類の基礎資料として付加しようと試みたものである。

(1) 木材部材料科物理研究室長·農学博士

木材の収縮(膨張)様式に関する研究は、木材材料自体としての性質の究明と実際的要請とから古くか らおこなわれ、一般的特性として体系づけられ明確化された点もすくなくない。これらの研究によれば、木 材収縮量のみかけの大きさは、木材の物理化学的構造にもとづく収縮機構に規定されて結果するが、しか し、その収縮様式を保持すべき材料的構造は、林木がその生産過程において材料としての木材質を生産す るさいに、その遺伝的要因と環境的要因の変化をうけつつつくりだされるものである。一般に、木材の材 料的性質のあらわれかたにおけるひとつの大きな特徴は、その著しい分散性にあり、それは試料とする木 材そのものがこのような生物的所産であるからにほかならない。木材の収縮変形に関する性質も、当然、き わめて幅のひろい分散性と不規則的変動の配列をしめすものであるが、しかし、この著しい変動のなかで も、材料の成立条件に関するいくつかの系列に抽出することによつて、何らかの規則性をみいだす可能性 はありうるはずである。なぜなら、それらは基本的に生物的法則性のうえに立つて生産されているもので あるからである。

これらの規則的系列を抽出するためには、したがつて、それらの変動が林木の生育過程にともなつて林 分あるいは樹幹内にどのようにしめされるかをたしかめることから出発する必要がうまれてくる。このよ うな観点からする天然生トドマッ材における年輪構成や容積密度数についての認識は、すでにこれまでの 研究¹¹²¹⁸⁾⁷¹⁸¹⁹¹¹⁰¹¹¹¹²によつてたしかめられてきたが、その収縮量のあらわれかたについては、この一連の 研究のなかではまだ一部の資料がとりまとめられたにすぎない¹¹²¹。この報告では、まえに造林木試料に ついて若干の検討を試みたところとほぼ同様にして⁵⁾、トドマッ天然生林木の試料の成立条件にともなう 容積収縮率のみかけの大きさの変動を検討し、その容積密度数との関連における変化をさらにたしかめ、 この材料における容積収縮率のあらわれかたについて、その生物的所産としての実態を把握することを第 一の目的とした。これらは、さらにその年輪構成および容積密度数構成とむすびあわせて検討されること によつて、木材の容積収縮率のあらわれかたにおける変動が、より正確に系列化されて把握されることを 可能にし、かつ、それが素材としての木材の材質に関して、材質成長的立場からする知見を一層明確なも のとするのに役だつであろうと考えられるが、その点については改めて報告する予定である。

なお,この研究の実行にあたつて,たえずご便宜とご指導をいただいた坂口勝美場長,斎藤美鶯前場長, 小倉武夫木材部長,柳下鋼造前北海道支場長,林 行五元札幌支場長に厚くお礼を申しあげるとともに,測 定ととりまとめに協力と助言をあたえられた材質第2研究室の方々に深甚の謝意を表する。

Ⅱ 試料と測定方法

この研究に用いた供試木は,北海道石狩地方札幌営林局管内経営区第96林班および第98林班にまたが る,天然生林分に設定された約0.4 ha の標準地から,枯損,立枯れおよび胸高直径5 cm 以下のものをの ぞいて皆伐採材された合計68本のトドマツ材(Abies Mayriana Miyabe et Kubô)である。これらの標 準地および供試木の詳細は,これまでの報告⁸⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾にくわしく記載してあるのでそれを参照された い。各供試木については,その生立した斜面によつて南斜面立木群,北斜面立木群および峰筋立木群に類 別し,また,それらの成長状態のちがいによつて上層木群(樹高18 m 以上),中層木群(樹高12.1~17.9 m)および下層木群(樹高12 m 以下)に類別して整理した。これらの垂直的構成からの類別の根拠は第 10報¹¹⁾に述べてある。

各供試木はほとんど地際に接してこれを伐倒し,順次2mおきに梢端まで玉切り,各地上高から厚さ約

10 cm の円板を採取した。この各円板の上面で幹の外側から5年輪ごとの半径成長量を測定し,ついでこ れから厚さ約1 cm の円板を鋸断鉋削し,その外側から5~10年おきの年輪と2つの半径によって囲まれ る扇形の試片を,東・西・南・北の4方向に全樹幹にわたつて木取り,これらの試験片の容積密度数と容 積収縮率とを測定した。試験片の容積は水中およびガソリン中での浮力をはかることによつて求め,収縮率 は飽水時を原長とする全収縮量の百分率であらわし,また,容積密度数は飽水時の単位体積にたいする絶 乾重量であらわした。この試験片の木取りかたおよび測定のしかたについては,すべてこれまでの報告に 詳述してあるので⁴⁾⁵⁾¹²⁾,くわしくはここに記載しない。

これらの測定値から、ヤニスジ、樹脂細胞の形成、クサレの発達等があるものをのぞいて、正常材と圧 縮**あて**材*とに区別してとりまとめに供した測定数は、正常材について 6,097 個、**あて**材について 1,947 個、 合計 8,044 個である。

Ⅲ 測 定 結 果

1. 容積收縮率のみかけの大きさの変化

正常な構造をもつとみなされる試験片に ついての全測定値から,容積収縮率のみか けの大きさ (α_v %)の出現比較度数分布を 求めて, Fig.1 にしめす。これによれば, 天然生トドマツ材における容積収縮率のみ かけの大きさは,きわめてひろい幅で変化 しており (20 %をこえる),やや右偏した かたちであらわれている。トドマツの人工 造林木についての測定結果は,これにくら べてその分散範囲も比較的せまく,やや左 偏したかたちをしめしたから⁵,両者には かなりあきらかな α_v のあらわれかたの差



Frequency diagram of volumetric shrinkage of Todo-fir from natural forest (normal wood).

	供試木本数	測定数	α_v (%)				
供 武 木 Sample tree	Number of sample tree	Number of measurement	範 囲 Range	算 術 平 均 Average	標 準 偏 差 Standard deviation		
天 然 生 林 木 Natural forest tree	68	6, 097	1~21	9.7	2. 56		
人 工 造 林 木** Artificial forest tree	3	331	4~15	8.8	0.52		
** 第13報 Report 13.							

Table 1. トドマツ材の平均容積収縮率 (α_v) Average values of volumetric shrinkage (α_v) of Todo-fir.

* I. A. W. A. 木材解剖用語の訳語決定案(日本木材学会・組織と材質の研究会, 1962, 4) により, この 研究で従来用いてきたアテ材 (Compression wood) という言葉を, この言葉に改める。 異があり,その平均的大きさも天然生林木のほうが造林木よりもより大きくしめされる。それは Table 1 にみられるように,算術平均値では天然生林木の α_{0} は,造林木のそれよりも約1割ぐらい大きく9.7% という値をあたえている。

このような天然生トドマツ材における容積収縮率の大きさの幅ひろい変動は,おそらくその年輪構成, もしくは年輪構造の変動にもとづくものであり,したがつて,その年輪構成が発現される材の生産過程に 関する諸因子によつて,変化してしめされるものと考えられる。

収縮率のみかけの大きさについては、古くから近年まで積みかさねられてきた資料が,すくなからずあ るが,それらのなかには、測定のために選択された材料が生産されうる木材一般のなかに、位置づけられ るための指標についての記載を欠くものもあり、それらの資料に、普遍性をあたえることを困難なものに している場合もすくなくない。ここでは、まず、これらの試料成立に関係する若干の巨視的な内的・外的 諸因子----供試木の外観的大きさ、その生立斜面、地上高、辺・心材、齢階、方位、圧縮**あて**材等の条件に おける結果的な容積収縮率のみかけの大きさの変化について、その大きさを規制する直接的原因的因子と は無関係に概観することとする。





Table 2.	階層べつ供試木群の平均容積収縮率 (α _v)
Average	values of volumetric shrinkage (α_v)
	of each storey trees.

供試木群	測定数	αυ (%)				
Tree classes	Number of measurement	算術平均 Average	標準偏差 Standard deviation			
上 層 木 群 Upper storey trees	3, 482	10.1	2.46			
中 層 木 群 Middle storey trees	1,047	9.6	2.61			
下 層 木 群 Lower storey trees	1,568	9.1	2.60			

(1) 供試木の外観的大きさ

立木の外見から判断される成長の良否,あ るいは幹の形態的要素などを考慮にいれて, 林分における立木の仕分けかたの基準として 類別した上層木群・中層木群および下層木群 の3つの階層べつに,容積収縮率のみかけの 大きさの比較度数分布を正常材についてみる と Fig. 2 のようである。

各階層とも α_v の分散の領域は近似的であ るが,モードの出現域は,上・中層木群にく らべて下層木群において,よりひくくあらわ れていることに注意される。上層木群と中層 木群とはかなり近接した分布をしめすが,前 者のほうがわずかに右に位置する。したがつ

> て,これらの階層べつ容積収縮率の 平均値は Table 2 にしめすように 上・中・下層木群の順に低減する規則 的な配列をあたえており,それらは およそ9~10%前後の範囲にある。

> 前報で観察したトドマツ造林木の 優・劣勢木べつ容積収縮率のみかけ の大きさは,劣勢木のほうがやや大 きくしめされたが,その値も天然生 トドマツ材の最小値をしめす下層木

群のものよりも小さい値であり,一般に,天然 生林のものと人工造林のものとは,その林木 の階層べつにみても,容積収縮率は前者のほ うがより大きくあらわれるらしいということ ができるようにおもわれる。

(2) 供試木の生立斜面

この報告の供試木群は、その立地条件のひ とつとして、南・北斜面および峰筋の3つの 集団に類別されるが、これら生立斜面べつ供 試木群にあらわれる、容積収縮率の比較度数 分布をくらべて Fig.3にしめす。これによれ ば、各生立斜面べつ立木群のもつ容積収縮率 の出現範囲はほぼ近似的であるが、モードの 出現域は南斜面立木群において最もたかく、

度数曲線はより右に位置しており, 北斜面立木群と峰筋立木群のものは 相近接したかたちでより左に位置し ている。それらの平均容積収縮率は Table 3 のようにあたえられるが, 南斜面に生立する供試木群は10.2% の最大値をしめし,北斜面と峰筋の 供試木群はこれより1割ほど小さく あらわれる。

この傾向を,前項で概観した供試 木群の外観的大きさによつて上・中・



Fig. 3 容積収縮率比較度数分布の南・ 北斜面・峰筋立木群べつ比較

Difference of frequency diagrams of volumetric shrinkage between trees standing at southern slope, northern slope and ridge.

Table 3.	生立斜面べつ供試木群の平均容積収縮率	(α_v)
----------	--------------------	--------------

Average values of volumetric shrinkage (α_v) of	
trees standing on southern slope, northern	
slope and ridge in sample forest stand.	

供試木の生立料面	測定数	α_v	(%)
Forest stand	Number of measurement	算術平均 Average	標準偏差 Standard deviation
南 斜 面 Southern slope	3, 149	10.2	2.82
北 斜 面 Northern slope	2, 543	9.2	2.28
峰 筋 Ridge	405	9.2	2,58

Table 4. 階層べつ・生立斜面べつ供試木群の平均容積収縮率

Average values of volumetric shrinkage of each

storey trees at each forest stand.

供試木の階層	上	層 木	群	中	層 木	群	下	層 木	群
Tree	Uppe	r storey	trees	Midd	le storey	trees	Lowe	r storey	trees
供試 木の生	測 定 数 Number	算術平均	標準偏差	測 定 数 Number	算術平均	標準偏差	測 定 数 Number	算術平均	標準偏差
立斜面 Forest stand	of measure- ment	Average (%)	Standard deviation	of measure- ment	Average (%)	Standard deviation	of measure- ment	Average (%)	Standard deviation
南 斜 面 Southern slope	1,919	10.5	2.15	586	10.2	2.40	644	9.4	2.32
北 斜 面 Northern slope	1,563	9.6	2.62	354	8.5	2.47	626	8.8	2.59
峰 筋 Ridge				107	10.1	2.29	298	8.9	2.37





Difference of frequency diagrams of volumetric shrinkage between trees standing at southern slope, northern slope and ridge, at each storey trees.

Table 5. 供試木の樹冠・枝下・地際材部べつ 平均容積収縮率 (α_v)

Average values of volumetric shrinkage (α_v) of respective part of stem with crown, with clear length and at bottom.

供試木の材部	測定数	α_v (%)		
Part of stem	Number of measure- ment	算術平均 Average	標準偏差 Standard deviation	
枝下材部 With clear length	2, 614	10.0	2.52	
地際材部 At bottom	1,041	9.8	1.95	
樹 冠 材 部 With crown	2, 442	9.4	2.78	

下層木群べつに検討すると, Fig. 4 (比較度 数分布) および Table 4 (平均値)にしめす ようである。これからすれば,いずれの階層 の供試木群においても,南斜面立木群のもの は北斜面および峰筋立木群のものよりもつね に大きく,その差異は上(中)層木群におい てより顕著であり,また,いずれの供試木生 立斜面においても,上層木群のものは中層お よび下層木群のものよりも,つねに大きくあ らわれることがみとめられる。

もちろん,このような比較は容積収縮率の みかけの大きさの概括的なあらわれかたにつ いてであつて,これらはその大きさについて の指標とされている容積密度数の大きさとの 関連においても,検討されなければならない ものである。一般に,容積密度数は上層木群の ものが下層木群のものより小さく,また,南斜 面立木群のものは北斜面立木群のものよりも 小さくしめされるから¹³⁾,これらの結果は, 容積収縮率の大きさと容積密度数の大きさと が,供試木の生立条件によつて同一の grade にないことを意味するものであり,この点に ついてはあとの項でさらに検討を加える。

(3) 地 上 高

樹幹内における地上高の変化にともなつ て,みかけの容積収縮率の大きさも変化する ことは,前報⁵⁾ であきらかにみとめられたが, ここでは,それらを幹の外観的なかたちから, 幹足の部分と枝下の部分および樹冠のなかの 部分の3つの材部に要約して(地際材,枝下 材および樹冠材とよぶ),その比較度数分布と 平均値とを求めて,Fig.5 および Table 5 に しめす。これらの区別による比較度数分布は かなり接近してあらわれているが,それでも 枝下の clear length の部分に最大値がしめさ れる傾向は,前報で観察した造林木の場合と よく符合している。 これをさらに,供試木の階層またはその生立斜面べつにわけてみれば, Table 6 のような平均値をあた えており,下層木群と峰筋立木群の地際材をのぞけば,各供試木の階層または生立斜面についても,すべ て,枝下>地際>樹冠材の傾向をしめしている。また,前項でみとめられた階層べつ,あるいは生立斜面 べつ立木群による容積収縮率のあらわれかたのちがいは,上層木群または南斜面立木群に最大値があらわ

れるという点で,各樹冠・枝下および地際材 についても同位であることがみとめられる。

l

このような,かなり規則的とおもわれる容 積収縮率のみけの大きさをあらわす幹の外観 的に類別された部分——樹冠・枝下・地際材の 区分は,林木の生育過程からみても当然意味 をもつものである¹³⁾¹⁴⁾。異常材をより多くふ くみ材質的に irregular な傾向をしめす地際 材についてはべつとして,厳密にいえば,この 枝下材部なる幹の部分は,樹木の成長過程に ともなつて樹冠を形成する枝下の枯れあがる 軌跡を境界として,つねに樹冠の外で生産堆 積された幹の部分として定義づけられ,樹冠



Difference of frequency diagrams of volumetric shrinkage between parts of stem with crown, with clear length and at bottom.

Table.6 供試木の各階層または各生立斜面における樹冠・枝下・ 地際材部べつ平均容積収縮率

 供試木 の材部	枝	下材	部	地	際材	部	樹	冠 材	部
Part of stem	With	n clear le	ngth		At botton	n	V	Vith crov	/n
供試 木の階 躍または	測 定 数 Number	算術平均	標準偏差	測 定 数 Number	算術平均	標準偏差	測 定 数 Number	算術平均	標準偏差
生立斜面 Tree clas- ses or fore- st stand	of measure- ment	Average (%)	Standard deviation	of measure- ment	Average (%)	Standard deviation	of measure- ment	Average (%)	Standard deviation
上層木群 Upper storey trees	1,484	10.3	2.37	448	10.2	1.89	1,550	9.8	2.58
中層木群 Middle storey trees	368	10.3	2. 27	192	9.5	2.01	487	9.1	2.82
下層木群 Lower storey trees	762	9.2	2.59	401	9.5	1.83	405	8.4	2. 57
南 斜 面 Southern slope	1,406	10.5	2.20	506	10.1	1.99	1, 237	9.9	2.51
北 斜 面 Northern slope	1,060	9.5	2.68	402	9.3	1.77	1,081	9.0	2.80
峰 筋 Ridge	148	9.0	2.57	133	10.0	1.52	124	8.5	2. 52

Average values of volumetric shrinkage of respective part of stem with crown, with clear length and at bottom of each storey trees or at each forest stand. — 59 —

材部は、つねに樹冠のなかで堆積された幹の部分として定義づけられることが、樹木生理的により合理的 であるが、このような樹幹部分の類別は、供試片採取にあたつてかなりの困難をともなうので、この試料 では、供試木の伐倒時において、樹冠のなかにある幹の部分と、枝下のいわゆる clear length の部分お よび地際の butt swell にあたる部分とに区別して、上述のよりのぞましい類別である crown-formed wood および stem-formed wood に近似的に対応させたものである。したがつて、ここで枝下材部とし て採取した供試片群には、成長生理的な意味での crown-formed wood を若干ふくんでいることになる が、それにもかかわらず、これらの測定結果によれば、樹幹内における容積収縮率のみかけの大きさは、 このような樹木の成長過程に付随して生産される特徴的な材部によつても、かなり規則的な変化のしかた をしめすものであろうとおもわれる。

(4) 辺材と心材

樹幹の成長過程において,その生理的機能を異にする辺材部分と心材部分とについて,正常材におけるそ れぞれの容積収縮率比較度数分布およびその平均値を求めてしめすと, Fig.6, Table 7 のようになる。 これによれば,心材部分は辺材部分よりもよりひろい分散範囲をもつが,辺材のほうが心材よりもより

多く右に位置して, 平均容積収縮率は辺材で 10.6%をしめし, 心材の 9.5%よりあきらかに大きい値を





あたえている。造林木からのトドマッ材につ いては前報⁵⁾ でたしかめたように,辺材で平 均9.3%,心材で平均8.5%であつたから, 辺材部分の収縮率が心材部分の収縮率よりも 大きくあたえられるという点で,天然生林木 の場合と符号しており,ただその大きさが 辺・心材ともそれぞれ造林木のもののほう により小さくあらわれることがみとめられ る。

この辺・心材べつ平均容積収縮率のちがい は,前報で観察した数樹種のものをもふくめ て,その比較値を表示すると Table 8 のよ うであつて,すべての樹種が辺材>心材の関

Table 7. トドマツ材の辺・心材べつ平均容積収縮率 (α_v) Average values of volumetric shrinkage (α_v) of Todo-fir at sap- and heartwood respectively.

供 試 木	辺・心材	測 定 数	α_v (%)		
Sample tree	Sap-or heart wood	Number of measurement	算 術 平 均 Average	標準偏差 Standard deviation	
 天然生林木	辺 材 Sapwood	1, 260	10.6	2.23	
Natural forest tree	心 材 Heartwood	4, 837	9.5	2.60	
人工造林木*	辺 材 Sapwood	129	9.3	0.44	
Artificial forest tree	心 材 Heartwood	202	8.5	0.54	

* 第13報 Report 13.

neartwood on several tree species.							
樹 種 Tree species	心 材 Sapwood	辺 材 Heartwood					
ト ド マ ツ Abies Mayriana*	100	112					
ストローブマツ Pinus strobus	100	111					
ト ド マ ッ Abies Mayriana	100	109					
グイマツ Larix Gmelini	100	109					
シンシュウカラマツ Larix leptolepis	100	105					
エ ゾ マ ツ Picea jezoensis	112	100					
オウシュウトウヒ Picea excelsa	114	100					
F Populus Maximowiczii	123	100					
ヤ チ ダ モ Fraxinus mandshurica	131	100					

Table 8. 辺・心材べつ平均容積収縮率の比較値 Comparative values of average volumetric shrinkage of sap- and heartwood on several tree species.

* 天然生トドマツ Natural forest tree.

他はすべて人工造林木 (第13報)。Others are all artificial forest tree (Report 13).

係をしめすとはかぎらないようである。辺・心材べつ収縮率の既往の文献によれば,一般に辺材は心材よ りも大きい収縮率をしめすという記載例もすくなくないが¹⁹⁾²¹⁾²²⁾,みかけの大きさにおけるこのようなち がいは,辺材または心材のそれ自体の属性としての要因と,成長円の曲率をもふくめて,樹体の成長過程に おいて変動しうる年輪構成的要因とが混在して,結果したものとおもわれる。

天然生トドマッ材におけるこのような辺・心材べつ収縮率の変化を,供試木群の階層べつあるいは生立 斜面べつにみると, Fig.7,8 および Table 9 のようになる。 容積収縮率の大きさは,各階層の立木群あ るいは各生立斜面の立木群ともに辺材>心材の傾向があきらかであり,その差異は上層木群から下層木群 へ移行するにしたがつて,あるいは,南斜面・北斜面・峰筋立木群の順にしたがつてより顕著にあらわれる ことがみとめられる。また,前項までにみてきた容積収縮率のみかけの大きさの階層べつあるいは生立斜

辺・心材 供試 本の際			辺	! Sapwood	材	心 材 Heartwood		
不同また	。 は 酒		測 定 数 Numder of	算術平均 •	標準偏差	測 定 数 Number of	算術平均	標準偏差
or for	classes rest stand		measure- ment	Average (%)	Standard deviation	measure- ment	Average (%)	deviation
Ŀ	層 木 Upper storey trees	群	624	10.7	2.08	2, 858	9.9	2.42
-中	層 木 Middle storey trees	群	251	10.3	2.09	796	9.4	2.51
下	層 木 Lower storey trees	群	385	10.5	2.44	1, 183	8.6	2.45
南	斜 Southern slope	面	550	10.7	1.98	2, 599	10.1	2.36
北	斜 Northern slope	面	606	10.4	2.44	1,937	8.9	2.66
峰	Ridge	筋	104	10.6	2.04	301	8.7	2.34

 Table 9. 供試木の各階層または各生立斜面における辺・心材べつ平均容積収縮率

 Average values of volumetric shrinkage of sap- and heartwood
 of each storey trees or at each forest stand.









面べつ差異は,辺材・心材ともに,上層木群が中・下層木群よりも大きく,あるいは南斜面立木群が北斜 面・峰筋立木群よりも大きくあらわれる点で符合してはいるが,この傾向は辺材においてはむしろ近似的 で,心材においてより明りように,より規則的にあらわれることが知られる。

各供試木の階層ごとに,その生立斜面べつのこの関係をたしかめると,Table 10 にしめされるように, いずれの階層,いずれの生立斜面の組みあわせにおいても,すべて辺材>心材の関係にあり,かつ階層べ つ・生立斜面べつ差異が辺・心材について前述の傾向に一致していることがみとめられる。

さらに、地上高による・辺心材べつ容積収縮率の変化を、樹冠・枝下・地際材の区別で求めると Table 11 のようになり、辺材の容積収縮率が心材のそれよりも大きくあらわれる傾向は、いずれの幹の部分に おいてもみとめられるが、その差異は樹冠材部分においてとくに著しくあらわれる。また、枝下材部分に 最大値があらわれる傾向は、若干の組みあわせをのぞいて大部分は前項の概観的結果にかなり対応的であ る。

(5) 樹心からの齢階

各供試片が、その地上高で樹幹内に位置した樹心からの齢階級べつに、平均容積収縮率を求め、これと

(#試木の階層)	辺・心 材	辺・心 材 南 斜 面 立 木 群 Trees at southern slope					北 斜 面 立 木 群 Trees at northern slope			峰 筋 立 木 群 Trees at ridge		
Tree classes	Sap- or heartwood	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	標 準 偏 差 Standard deviation	測 定 数 Numder of measure- ment	算 術 平 均 Average (%)	標 準 偏 差 Standard deviation	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	標準偏差 Standard deviation		
上 層 木 群 Upper storey trees	辺材 Sapwood 心材 Heartwood	279 1,640	10.7 10.4	1.79 2.21	345 1, 218	10.6 9.3	2.30 2.70	_	_			
中層木群 Middle storey trees	辺材 Sapwood 心材 Heartwood	118 468	10.8 10.0	2.00 2.50	98 256	9.6 8.1	2.35 2.52	35 72	10.6 9.8	1.63 2.60		
下層木群 Lower storey trees	辺材 Sapwood 心材 Heartwood	153 491	10.6 9.1	2.26 2.35	163 463	10.5 8.3	2.69 2.59	69 229	10.6 8.4	2. 24 2. 42		

Table 10. 階層べつ・生立斜面べつ供試木群の辺・心材べつ平均容積収縮率 Average values of volumetric shrinkage of sap- and heartwood of each storey trees at each forest stand.

Table 11. 供試木の各階層または各生立斜面における各地上高区分の辺・心材べつ平均容積収縮率

Average values of volumetric shrinkage of sap- and heartwood of respective part of stem in height at each storey trees or at each forest stand.

供試木の階層	辺・心材	樹 Part o	冠 材 of stem with	部 crown	枝 Part of s	下 材 stem with cle	部 ar length	地際材部 Part of stem at bottom			
Tree classes or forest stand	Sap- or heartwood	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	標 準 偏 差 Standard deviation	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	標 準 偏 差 Standard deviation	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	標 準 偏 差 Standard deviation	
上 層 木 群	SW	341	10.9	2.17	201	10.3	2.14	82	10.7	1.56	
Upper storey trees	HW	1, 209	9.5	2.69	1, 283	10.3	2.41	366	10.1	1.96	
中 層 木 群	SW	118	10.1	2.44	79	10.9	1.77	54	9.9	1.93	
Middle storey trees	HW	369	8.8	2.93	289	10.2	2.39	138	9.3	2.04	
下 層 木 群	SW	127	10.2	2.52	155	10.9	2.60	103	10.3	1.97	
Lower storey trees	HW	278	7.6	2.59	607	8.8	2.60	298	9.2	1.77	
南 斜 面	SW	235	10.7	2.13	212	10.7	1.91	103	10.7	1.79	
Southern slope	HW	1,002	9.7	2.59	1, 194	10.4	2.25	403	10.0	2.04	
北 斜 面	SW	317	10.5	2, 49	. 194	10.6	2.57	95	9.8	1.92	
Northern slope	HW	764	8.4	2, 92	866	9.2	2.71	307	9.1	1.73	
峰 筋	SW	34	10.8	2.12	29	10.4	2.50	41	10.5	1.57	
Ridge	HW	90	7.6	2.67	119	8.6	2.59	92	9.8	1.50	

SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood

| ଫ୍ର 樹心からの年輪数との関係を図上にしめすと,正常材については Fig.9 のようになる。これによれば,平 均容積収縮率は樹心にちかい部分では, 齢階の増加とともに漸増する方向をたどるが, 齢階 30~40 年く らいで最大値をしめし,以後,齢階の増加につれてわずかずつ漸減してゆく傾向がみとめられる。この図 は樹心からの年輪数 100 以上の部分は省いてあるが,全体としては,平均的にみた場合,樹心から大体 20 ~30 年以降はほぼ安定的に推移しているものとみなされる。

この関係を,供試木の上層および下層木群べつに,あるいは辺材部分および心材部分べつにみると, Fig. 10 あるいは Fig. 11 にしめすようである。

すなわち, 齢階 70~80 年ころまでは下層木群の値は上層木群のそれをつねに 1% ほど下まわつて経過 するが,樹心からこれ以上遠ざかるとこの関係が不規則になる。この齢階約 80 年未満の部位における上



Fig. 9 樹心からの年輪数による平均容 積収縮率の変化 Variation of average volumetric shrinkage according to number of annual rings from pith.





層木群と下層木群との容積収縮率の差は、これまで に観察した結果と各齢階においても連続的に符合す ることを意味している。

この総体的変化のなかで、上層木群の辺材部分の みが樹心にちかいところからほとんど安定的に移行 しているのが特徴的で、その心材部分および下層木 群の辺・心材部分が、ともにほぼ上に凸の前述のよ うな変化をしているのに対蹠的である。樹心部にち かい辺材部分とは、地上高のたかい位置を意味する







— 65 —

から、上層木群と下層木群とでは、心材化されていないたかい地上高部位における容積収縮率のあらわれ かたに、定性的なちがいがあることをしめすものである。

したがつて,上層木群では樹心からの齢階約 20~80 年のあいだの各齢階における,辺・心材部分の平均 容積収縮率は,ほとんど近似的にあらわれ,下層木群では全齢階で辺材部分が心材部分をかなり上まわつ て変化している。これらの齢階約 20~7,80 年のあいだは辺・心材ともに相当安定した移行をしめすが, 下層木群のこの部分の辺材平均容積収縮率は上層木群のそれにほとんど近似的であり,上・下層木群のあ いだの差異は,主として心材部分における差異と齢階約 20 年未満および約 70 年以上の辺材部分における 差異とによつていることがみとめられる。

さらに,上・下層木群の辺・心材部分について,それぞれの樹冠・枝下・地際の各材部べつに,樹心か らの齢階による平均容積収縮率の変化を求めて,Table 12 にしめす。これらによれば,地際材のみがや や異常的傾向をあたえてはいるが,全体的傾向は前述の結果に対応しており,総じて,樹木の成長点から の時間的経過という意味で,各材部の平均容積収縮率がほぼ安定的領域を保つのは,この天然生トドマッ 材の場合,樹心からの齢階約 20~30 年から約 70~80 年くらいまでのあいだであるといえるようにおもわ れる。

(6) 幹 の 方 位

正常な試料のうち,南・北両斜面立木の上層木群と下層木群とについて,それぞれの幹の山側材部と谷 側材部とにおける容積収縮率のみかけの大きさを,辺・心材べつに比較して Fig. 12 (比較度数分布) お よび Table 13 (平均値)にしめす。ここに,幹の方位について山側と谷側とを比較するのは,傾斜地の 供試木についてのこれまでの研究結果で,幹の方位による差異が N·S の方位よりも山・谷側においてより

> Table 12. 階層べつ,辺・心材べつ試料群の各地上高区分における 樹心からの齢階べつ平均容積収縮率

供試木の階層	辺·心材	辺・心 材 地上高区分 Sap. or Part of			樹心からの年輪数 Number of annual rings from pith							
Tree classes	heartwood	stem in height	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
	辺 材	C R	10.6	11.2	10.9	10.7	11.5	12.1	11.3	9.8	8.9	9.1
	1.1	CL		_	11.1	10.8	11.0	10.4	10.6	11.0	11.1	11.9
上層木群	Sapwood	BO	-				—	11.3	10.3	10.5	10.6	11.1
Upper storey		C R	8.2	9.7	10.7	11.3	10.9	10.9	10.2	9.6	8.9	7.2
1000	10. AN	CL	8.8	9.8	10.6	10.8	10.8	11.3	11.0	11.0	10.1	10.5
	Heartwood	BO	10.1	9.4	10.1	10.3	10.3	10.2	10.4	10.6	10.4	9.4
	辺 材	C R	8.0	9.4	10.5	10.4	9.5	9.8	-			_
	~ 11	CL	7.5	9.7	10.7	10.9	11.4	11.3	10.7	10.2	10.6	
下 層 木 群	Sapwood	BO		_	9.0	10.2	10.6	· 10 . 7	10.8	9.7	10.0	-11.0
Lower storey		C R	7.0	7.8	8.7	9.0				_	_	
4000		CL	7.6	8.5	9.5	9.7	9.3	9.3	9.1	.8.5	8.6	_
	Heartwood	ВО	9.8	9.4	9.5	9.8	9.3	9.0	8.7	9.2	10.1	8.4

Average values of volumetric shrinkage according to number of annual rings from pith at respective part of stem in height on sap- and heartwood of upper or lower storey trees.

CR: 樹冠材 Part of stem with crown, CL: 枝下材 Part of stem with clear length,..., BO: 地際材 Part of stem at bottom.

特徴的にあらわれる性質がみとめられる場合がある⁸⁾¹⁶⁾¹⁶⁾ためである。この試料の場合は,南斜面立木の 山側および谷側,北斜面立木の谷側および山側はほぼNおよびSの方位にあたるものである。

容積収縮率の比較度数分布は、上層木群においては辺・心材とも山・谷側両材部のものがほとんど接近 してあらわれ、平均値も山側材部のものがわずかにより大きくしめされるにとどまるが、下層木群におい ては、これにくらべて比較的差異が大きく、山側材部は谷側材部よりもより大きな容積収縮率をあたえて いる。この傾向は、心材部分におけるより辺材部分においてより顕著にみとめられる。また、幹の方位に かかわりなく、辺材部分の容積収縮率が心材部分のそれよりもつねに大きく、対応する材部では上層木群 のものが下層木群のものよりつねに大きくあらわれること(ただし、山側の辺材のみ近似的である)は、



Fig. 12 幹の山・谷側材部べつの容積収縮率比較度数分布 Frequency diagrams of volumetric shrinkage of respective part of stem at upward or downward side of stand on sap- and heartwood of upper and lower storey trees.

Table 13.	幹の山	・谷側材部べつの平均容積収縮率
-----------	-----	-----------------

出きまの階層	山·谷側材部	辽	辺 材 Sapwood			心 材 Heartwood		
死 武 木 の 階	Part of stem on sides of stand	測定数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	標準偏差 Standard deviation	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	標準偏差 Standard deviation	
上層木群	山側材部 Upward side	165	11.0	1.95	741	10.1	2.51	
Upper storey trees	谷 側 材 部 Downward side	158	10.6	2.05	767	10.0	2.55	
下層木群	山側材部 Upward side	94	11.2	2.13	281	8.7	2. 58	
Lower storey trees	谷 側 材 部 Downward side	73	9.9	3.02	194	8.2	2.50	

Average values of volumetric shrinkage of respective part of stem at upward or downward side of stand.

- 66 -

木材材質の森林生物学的研究(第15報)(蕪木)

1

	生立斜面	 山・谷側材部	辺 Sapv	材 vood	心 Heart	材 wood
供 試 木 の階 層 Tree classes	Forest stand	Part of stem on sides of stand	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)	測 定 数 Number of measure- ment	算術平均 Average (%)
	北斜面	山 側 材 部 Upward side	88	10.9	310	9.2
上層木群	上 層 木 群 Northern slope		95	10.7	348	9.6
Upper storey trees	南斜面	山 側 材 部 Upward side	77	11.1	431	10.7
	Southern slope	谷 側 材 部 Downward side	64	10.5	421	10.3
	北斜面	山 側 材 部 Upward side	46	11.4	135	8.2
下層木群	Northern slope	谷 側 材 部 Downward side	45	9.7	94	7.6
Lower storey trees	南斜面	山 側 材 部 Upward side	48	11.0	146	9.2
	Southern slope	谷 側 材 部 Downward side	28	10.2	100	8.8

Table 14. 生立斜面べつ供試木群の幹の山・谷側材部べつ平均容積収縮率Average values of volumetric shrinkage of respective part of stem at
upward or downward side of stand on each forest stand.

Table 15 樹冠・枝下・地際材部べつの山・谷側材部べつ平均容積収縮率

Average values of volumetric shrinkage of respective part of stem at upward or downward side of stand on parts of stem with crown, with clear length and at bottom.

**	供試木の防層	开 立剑面	山・谷側	」 辺 Sany	材 wood	心 Heart	材
du tvi	开动(小小小白)盲	生业和面	11 部 Part of	<u> </u>		加 定 粉 (woou
Part of	The states	E	stem on	Number of	算術平均	Number of	算術平均
stem	Tree classes	Forest	sides of	measure-	Average	measure-	Average
		stand	stand	ment	(%)	ment	(%)
	上層木群	NS	М	54	10.9	134	8.7
	Linner storey		V	59	11.1	160	9.1
141 57 44 40	trees	SS	М	32	11.4	173	10.3
耐			V	31	10.6	164	9.6
With crown	下属木群	NS	М	13	10.9	31	7.5
	Lower storey		V	16	8.8	23	6.7
		SS	М	16	10.3	26	7.7
	ti ees		V	9	10.7	29	8.1
	ト属オ群	NS	M	27	10.8	135	9.7
	上/宿/小/H	113	V	24	10.0	156	10.1
枝下材部	trees	S S	M	33	10.6	190	11.0
			V	23	10.1	206	10.9
With clear	下届大群	NS	M	18	12.3	65	8.1
length	「」「」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」	IN S	V V	23	10.5	53	7.5
	trees	66	M	16	12.2	70	10.0
	tiees	33	l V	15	10.5	61	9.2
	トマオージ	NS	M	7	11.3	41	9.3
	上 信 小 杆 . Upper storeu	IN S	V	12	10.2	32	9.5
	troop	66	M	12	11.6	68	11.0
地際材部 At bottom	LI CCS	55	V	10	11.0	51	10.2
		NC	M	15	10.7	39	8.8
	「/宣 小 研	C M	V V	6	9.0	18	8.7
	Lower storey	SS	М	16	10.6	50	8.9
	trees		V	4	8.2	10	8.6

NS: 北斜面 Northern slope of stand, SS: 南斜面 Southern slope of stand, M: 山側材部 Part of stem at upward side of stand, V: 谷側材部 Part of stem at downward side of stand.

まえにみた結果と符合している。

これらの傾向を,供試木の生立斜面べつにその平均値をくらべてみると Table 14 のようになつて,北 斜面上層木群の心材部分をのぞいて,程度の差はあれ,いずれの組みあわせの条件においても山側により 大きな容積収縮率の出現がみとめられる。

さらにまた,これを樹冠・枝下・地際の各材部べつに求めると Table 15 のようになるが,これによれ ば,地際と枝下の材部にあつては,北斜面上層木群の心材部分をのぞいて,いずれの試料群も山側により 大きい値があたえられていることが知られる。しかし,樹冠材部にあつては,北斜面上層木群で谷側,南 斜面上層木群で山側に,また,北斜面下層木群で山側,南斜面下層木群で谷側に,それぞれ対応する材部 より大きい値があらわれており,これは N・S 方位でいえば南・北両斜面立木群ともに,上層木群ではほ ぼN方位に,下層木部ではほぼS方位に,より大きな容積収縮率がかなり規則的にあらわれることを意味 することになる。

したがつて,平均容積収縮率のみかけの大きさの変動に関して,幹の方位をひとつの要因と考える場合 には,地際および枝下材部については幹の山・谷側(生立斜面の傾斜方向)が,また樹冠材部については むしろ N・S 方位がより主要な因子とみなされうるであろうとおもわれる。

(7) 圧縮あて材

前項までの記載はすべて正常な材部についてのみとり扱つたものであるが,この天然生トドマッ材にあ つてはいわゆる圧縮**あて**の発達が無視できない状態にあるので⁹⁾,ここでは圧縮**あて**をふくむ材の容積収 縮率のみかけの大きさの変動について若干記載する。

全試料のうちから、多少とも**あて**をふくむ供試片 1,947 個について容積収縮率の比較度数分布を求め、 はじめに観察した正常材の場合と比較図示すると Fig.13 のようになる。この**あて**供試片は、**あて**の分化 の程度を無視してあるが、この天然林内での**あて**を形成している材部における容積収縮率のみかけの大き さをうかがい知るのに役だつものである。これらの**あて**をふくむ材部における容積収縮率の出現範囲は、 正常材のそれとほとんど領域を同じくするが、モードは**あて**をふくむ材部のほうが小さくあらわれ、算術 平均値 9.2 (標準偏差 2.59) %をあたえ、正常材よりも**あて**材のほうが小さい容積収縮率をもつことをし

めしている。 このことは既往の研究結果³⁾と一 致している。

この傾向を,正常材の場合と同様に,供試木 の外観的大きさ,生立斜面,地上高,辺・心材 などの区別についてそれぞれ検討すると,Fig. 14(比較度数分布)および Table 16(平均値) のようである。これらによれば,**あて**をふくむ 材部における容積収縮率のみかけの大きさは, 各要素について,上層木群>中層木群>下層木 群,南斜面立木群>北斜面立木群>峰筋立木群, 地際材>枝下材>樹冠材,辺材>心材となつて 地上高に関する地際材部のものをのぞいて,程 度のちがいはあるがすべて正常材の場合と全く





- 68 -

ş





Table 16. 圧縮あてをふくむ材部における供試木の階層べつ,生立斜面べつ,地上高区分 べつ,または辺・心材べつの平均容積収縮率

Average values of volumetric shrinkage of specimens containning compression wood at each storey trees, each forest stand, respective part of stem in height and sap- or heartwood.

供試木群 Group of trees	または材部 s or part of stem	測 定 数 Number of measurement	算 術 平 均 Average (%)	標 準 偏 差 Standard deviation
供試木の階層 Tree classes	上層木群 Upper storey 中層木群 Middle storey 下層木群 Lower storey	932 397 618	9.5 9.2 8.8	2.51 2.75 2.60
生立斜面 Forest stand	南斜面 S-slope 北斜面 N-slope 峰 筋 Ridge	1,046 740 161	9.7 8.7 8.4	2. 49 2. 62 2. 50
地 上 高 Height in tree	地際材 At bottom 枝下材 Clear length 樹冠材 With crown	642 712 551	9.6 9.1 8.9	2. 52 2. 48 2. 75
辺 · 心 材 Sap- or heartwood	辺 材 Sapwood 心 材 Heartwood	172 1,775	9.5 9.2	2. 40 2. 62

同位の傾向をあたえていることがみとめられる。また,それらは正常材の対応する試料群の値よりも,い ずれもつねに規則的に小さい値をしめしている。

しかし, これらをさらにこまかい試料群に分解する場合は, その平均値を Table 17 にみるように, 規 則的な配列をしめす部分とそうでない部分とがあり, 総じて正常材の場合にくらべて, より錯雑としてお り, 一般的傾向はみいだしがたいようにおもわれる。これは, おそらく**あて**の分化の程度が一律的でない

— 69 —

林業試験場研究報告 第144号

Table 17. 圧縮あてをふくむ材部における各試料群べつの平均容積収縮率 Average values of volumetric shrinkage at each group of specimens containing compression wood.

試	料 群		測定数	算術平均	標準偏差
Grou	p of specimens		Number of measurement	Average (%)	Standard deviation
ト層木群	南 斜 面 S-slope	SW HW	20 537	10.9 10.0	2.45 2.32
Upper storey trees	北斜面	SW	33	9.9	2.57
	N-slope	HW	342	8.5	2.51
	尚 新 国 S-slope	HW	210	9.0	2.52
中層木群	北斜面	SW	13	8.2	2.07
Middle storey trees	N-slope	HW	109	8.5	2.98
	峰 肪 Ridge	HW	5 44	7.5 7.9	1.69 2.54
	南 斜 面 S-slope	S W H W	32 231	9.9 8.8	2.22 2.73
下層木群	北斜面	SW	37	8.7	2.24
Lower storey trees	N-slope	HW	206	8.9	2.62
	隆 筋 Ridge	SW HW	16 96	9.7 8.4	1.85
	樹 冠 材	SW	32	10.0	2. 53
	With crown	HW	292	9.5	2.69
南斜面	枝 下 材	SW	11	10.8	2.02
Southern slope	th R tt	<u></u>	25	9.9	2.28
	At bottom	нw	280	9.8	2.61
<	樹冠材	SW	34	9.5	2.89
-바 씨 표	With crown	HW	192	8.1	2.57
ル ポ 囲 Northern slope	校 F M Clear length	HW	14 249	8.8 8.1	2.38
Northern slope	地際材	SW	34	8,8	2.15
	At bottom	HW	216	9.7	2.59
	樹 冠 材 With crown	SW HW	6 36	9.8 6.6	2.12
峰 筋		SW	6	9.0	1.12
Ridge	Clear length	ĤW	26	6.7	1.91
	地際材	SW	9	8.9	2.32
	⊢ 層 木 群	SW	35	10.5	2.18
*** 57 \$7	Upper storey	нw	310	9.0	2.48
て Dart of stem with	中層木群	SW	23	8.7	2.57
crown	Middle storey	HW	145	9.1	3.21
	↑ /圕 木 耕 Lower storey	S W HW	65	9.5 6.9	2.42
	上層木群	SW	8	9.8	2.28
枝下材	Upper storey	HW	416	9.6	2.40
Part of stem with	中 唐 不 群 Middle storey	SW HW	120	8.3	2.23
clear length	下層木群	SW	18	9.8	2.00
	Lower storey	HW	145	7.6	2.35
and the Lt.	上層木群 Upper storev	S W H W	10 153	10.0 9.9	2.00 2.69
地際材	中層木群	SW	6	7.7	1.65
Part of stem at	Middle storey	HW	98	9.5	2.66
bottom	下 層 木 群 Lower storey	S W H W	52 323	9.1 9.7	2.23 2.42

SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood.

ことにもとづくものである。

2. 容積密度数と容積收縮率との関係

容積収縮率(a,)と容積密度数(R)との関係については、今日までに多くのがあり、こ研究の両者が

比例的な関係にあるとする説や曲線的な関係にあるとする説などいろいろある^{6)17)19)20)。 NEWLIN および WILSON が種々の樹種からの資料によつて求めた実験式 $\alpha_n = a \times R$ では,係数 $a = \alpha_r/R$ の値が多くの樹種を通じて 28 で代表されるとしている¹⁸⁾。しかし,この係数 a の値は樹・材種によつて変動する値でもある⁵⁾¹⁹⁾。前項では,容積収縮率のみかけの大きさを容積密度数やその他の構造的要因とは無関係に観察し,一応のみかけの定量的変化をたしかめた。ここでは,それらが従来収縮率の主要な指標として考えられてきた容積密度数との関係において,どのように変化するかを検討するために,まず, $R - \alpha_r$ 関係の出現様式をたしかめる。}

(1) **R**-α,関係の抽出

測定されたすべての数値から,容積密度数の級間隔ごとの平均値を求めて, R-α。関係 を 図示 す る と Fig. 15 のようになる(測点につけてある数字は測定数をしめす)。

これによれば、全体としてはかなり複雑な曲線をあたえているが、曲線のかたちからおよそ3つの部分 — R の増加にともなつて α_v が増加する部分 (I)、ついで減少する部分 (II)、さらに ふたた び増加 (のち漸減)する部分 (II) — によつて構成されているとみなされる。これらの曲線部分は、容積密度 数との関係における容積収縮率の大きさのあらわれかたが、質的に異なる領域を意味しており、それらの 臨界点はほぼ R=0.380 g/cm³ 前後と 0.520 g/cm³ 前後にある。第 I の曲線部分では α_v は 26~30 · R の あいだに位置し、第町の曲線部分の大部分は 16~17 · Rのあいだに位置しており、全系列の平均 α_v /R 値 (論理上の係数aの値)は 26.3 となる。

この場合の試料には、1・(7)項で観察した圧縮**あて**の発達した材もふくまれているから、これらを分離 して同様な関係を描かせると Fig. 16 のようになる。正常な材と圧縮**あて**をふくむ材(**あて**材と略称する) とは、grade を異にしてほぼ相似的な曲線を描き、前述の第 I の曲線部分および第 II の曲線部分では、**あ** て材の α_{ν} は正常材のそれをつねに下まわつて経過し、第 III の曲線部分では両者は交錯しつつあらわれる。 この第 I の曲線部分では正常材の α_{ν} は 29・R 前後に位置し、**あて**材の α_{ν} は 27・R 前後に位置しており、 第 III の曲線部分では両者とも 16~17・R 付近に位置している。それらの全系列の平均 α_{ν} /R 値は、正常材 では 27.9 で NewLIN-WILSON の代表値に一致するが、**あて**材では 22.2 という値をあたえ、同一の容積密 度数にたいしては**あて**材は正常材よりもはるかにわずかしか収縮しないことをしめしている。



Fig. 15 容積密度数(R)と容積収縮率(α_r)との関係 Relation between bulk-density (R) and volumetric shrinkage (α_r).

-- 71 --



Fig. 16 容積密度数と容積収縮率との関係の正常材と圧縮あてをふくむ材とによる変化 Relations between bulk-density and volumetric shrinkage on group of specimens of normal wood and containing compression wood respectively.

Table 18.	R-α,関係の各曲線部分における	5 R の
	範囲とその測定数の比率	

Range of R and percentage of measurements at each part of curve in $R \cdot \alpha_v$ relation.

武 料 Group of specimens	曲線部分 Part of <i>R-a</i> , curve	R の範囲 Range of R (g/cm ³)	測定数の比率 Percentage of measure- ment(%)
正 常 材	(I)	~0.400	88.8
Normal wood	(II)	0.400~0.580	11.0
specimens	(II)	0.580~	0.2
あてを含む材	(I)	~0.360	38.4
Specimens containing	(II)	0.360~0.500	44.9
compression wood	(III)	0.500~	16.7

R-α,関係におけるこれらの各曲 線部分の限界容積密度数および測定 数の出現比率を求めると,Table 18 にしめされるようであつて,各曲線 部分のR領域の限界は,つねに正常 材のもののほうがあて材のものより 大きく,かつ,正常材では第Ιの曲 線部分が90%にちかい出現率を占 めて,出現数の大部分によつて構成 されているのにたいして,あて材で

は第Ⅰの曲線部分にぞくする測定数は約40%にすぎず、大半は第Ⅱ~Ⅲの曲線部分を占めている。これ らは両者間の特徴的なちがいである。

(2) **R**-*α*,関係の一般性

天然生トドマッ材における容積密度数の大きさにたいする容積収縮率の変化のしかたについてのこのような傾向は,すでに報告したトドマッ材の年輪内外側部分の収縮率^{1,12)},典型的な圧縮側材部と引張側材部の収縮率²⁾ あるいは造林木各樹種の収縮率⁵⁾におけるあらわれかたとよく符合するものである。Fig. 17 および Table 19 は,前報の資料から算出模式化したものであるが,これらのすべての結果を総合的に判断すれば, R-α,関係における上述の性質は,異なれる試料においても基本的にみとめられる法則性であることがあきらかである。

すなわち,一般的にいえば,いろいろな材種による試料群においても,容積収縮率の大きさは容積密度 数の増加にともなつて増加し,ある大きさの容積密度数に達すると容積収縮率はほとんど増加しなくなり さらに容積密度数が大きくなると容積収縮率はむしろ減少していくという関係にあり,容積密度数がさら に著しく大きくなる場合は,容積収縮率のあらわれかたはかなり不規則性にとむものとなるといえる。し たがつて, R と α, とのあいだに直線関係を仮定 するとすれば, これは一定の R の範囲 (Fig. 16 でいえば(I)の曲線部分)を規定することによつ てのみ成りたつこととなる。さらにこの場合, Table 19 にもみられるように,その直線的部分お よびその部分にぞくする測定数がきわめて小さ く,全体的系列からみて,直線的部分を抽出する 意味がほとんどないと考えられるような試料群も ありうる。

しかし,これらの一般的傾向も単純化されて抽 出された規則性であつて,現実の容積密度数およ びそれに対応する容積収縮率の大きさは,きわめ て錯雑たるひろがりをもつて交錯しつつあらわれ る。天然生トドマッ材の正常材について,各 R 階 に対応する α,の出現比較度数分布を求めてみる と,Fig.18のようであつて,おなじ R 範囲にたい してもおどろくほどのひろい幅で α,が発現され ている。

前報で観察した造林木試料の場合の例(第13報 の Table 4 参照)とあわせてみると、α。のモー ドはRを増すにつれて大きくなつているが、一定 の R の大きさに達するとモードはあまり変化せ





Relations between bulk-density and volumetric shrinkage at each group of specimens from typical tension or compression side of stem and from inner or outer part in each annual ring of normal and compression wood of Todo-fir.

ず, さらに一定のRの大きさをこえると減少をはじめる。 頻度曲線の形はRの増加につれて右偏または左 偏から, 左偏または右偏に移行しており, ある R の大きさからは頻度曲線の下限 α, が増加していき, 上 限 α, は漸減し, 正常分布をしめすR階級はきわめてわずかしかないことがみとめられる。

R-α,関係の直線的部分のRの範囲 測定数の比率 Range of R of linear part in $R-\alpha_v$ relation 樹 種 Percentage of 全範囲に対する比率 0) 範 用 Tree kind measurement Rate to whole Range of $R(g/cm^3)$ (%) range of R(%)Larix Gmelini 0.300~0.580 ~ 74 96 イ ·'' シンシュウカラマツ Larix leptolepis 0.320~0.500 90 64 ストローブマツ Pinus strobus 0.240~0.320 50 93 Fraxinus mandshurica 0.520~0.620 42 70 7 ダ モ Abies Mayriana 0.260~0.360 87 Ľ, 36 7 *7 Ý Picea jezoensis 0.320~0.400 77 エ 7 **v**7 36 Picea excelsa オウシニウトウヒ 0.260~0.320 23 18 Populus Maximowiczii 31 ۴ 0.240~0.280 18

Table 19.	造林木各樹種における R-a, 関係の直線的部分のRの範囲とその測定数の比率
	Rate of linear part in $R \cdot \alpha_n$ relation to whole range of R and

measurements at each planted tree kind.



Fig. 18 容積密度数階に対応する容積収縮率の 比較度数分布(正常材)

Frequency diagrams of volumetric shrinkage at each class of bulk-density (normal wood).

Rと α , との関係は、したがつて、このよう なかなり大きな変動の幅をもちながらも、上述 したような一般的規則性にしたがつているもの であり、それゆえに、たとえば Fig. 18 の任意 の断面にそうRと α , とが出現するような樹・ 材種の場合においては、Rと α , との関係は一 見きわめて不規則性にとむ現象として発現され ることになるわけであり、かつ、たとえば Fig. 16の任意の曲線部分が組みあわされるような試 料が提供される場合においては、 $\alpha_{r}=a \times R$ の 係数 a の値は、任意の R 領域および材種の組み あわせによつて、大きくも小さくもなり、また、 プラスにもマイナスにもあらわれうる可能性が あることになるわけである。

したがつて,ある特定の,あるいはあきらか な条件のもとにある樹・材種が,どのような限 定された範囲で R-α。関係をもつかということ が,具体的かつ現実的な命題となるはずであつ て,前項までに観察された容積収縮率のみかけ の大きさについての変動の解析は,このような 背景のうえでの現実的な配列の抽出にほかなら ない。

3. 容積密度数との関係における変化

1項でみとめた容積収縮率の試料成立の条件 にもとづくみかけの大きさの変化を,前項のよ うな一般的 R-α,関係のなかで,それがどのよ

うに発現されるかということについて、ふたたび同様な検討を加える。

(1) 供試木の外観的大きさ

供試木群の階層によつて区別した上・中・下層木群について,容積収縮率と容積密度数との関係を各級 間隔べつ平均値によつて求めると,正常材では Fig.19 のようである(ただし,図においては R=0.600 g/cm³ 以上の部分はこれを省いてある――以下各図ともおなじ)。

これによれば、各供試木群における R- α 。関係は Fig. 15 でみられた傾向とおなじく、それぞれ、Rの 増加方向にたいして α 。が (I) 増加してのち (II) 減少(またはその後上昇)する様式をしめすが、同一 のRの大きさにたいする α 。の大きさは、供試木群によつて異なつてあたえられ、Rと α 。とがほぼ比例的 関係にあるとみなされる曲線部分 (I) のRの範囲は、およそ 0.360~0.380 g/cm³ 以下であつて、この 範囲においては、Rの増加にたいする α 。の増加のわりあいは上層木群>中層木群>下層木群の順にあら われている。 これらの各供試木群における曲線(I)(I)の部 分および全系列の平均 α_o /R 値と,それに対応する 平均容積密度数とを算出すると,Table 20 のよう であつて,Rの値が下層>中層>上層木群の順の大 きさであるにもかかわらず,1・(1)項で観察した α_o のみかけの大きさが上層>中層>下層木群の順 にあらわれること(Fig.2,Table 2)は,このR の増加にたいする α_o の増加のわりあいが,上層木 群において最も大きく,下層木群において最も小さ いという性質があるためであることがあきらかであ る。

もちろん,これらの容積収縮率の大きさは Fig.18 でみたように,きわめてひろい幅で分布し,互いに 他の供試木群のものと重なりあつて変化しているも





Relations between bulk-density and volumetric shrinkage at each storey trees.

のであり, Fig. 20 にしめす上層木群と下層木群とにおける各 R 階級に対応する α,の比較度数分布は,その実態をあらわしている。上述の傾向は,これらの幅のある変化をしながらも全体として保たれる一定の 規則性であるとみとめられる。

また,前報で観察したトドマツ造林木の場合⁵⁾も, この天然生トドマツ材の場合に類似した傾向である が,その較差は天然生トドマツ材のほうにより著しくみとめられる。

	測定数		α_v/R		$R (g/cm^3)$			
供試木群		đ	日線の部	分.	曲線の部分			
Tree classes	Number of	Par	t of $R - \alpha_v$	curve	Part of $R - \alpha_v$ curve			
	measurement	(I)	(I)	$(I) \sim (II)$	(I)	(\mathbb{I})	$(I) \sim (II)$	
上 層 木 群 Upper storey trees	3.482	30.0	24.7	29.8	0.333	0. 433	0.339	
中 層 木 群 Middle storey trees	1.047	28.3	22.0	28.0	0.338	0.449	0.343	
下層木群 Lower storey trees	1.568	25.6	21.3	24.3	0. 347	0.461	0.375	

Table 20. 各階層べつ供試木群における平均 $\alpha_v/R \ge R$ Average values of α_v/R and R at each storey trees.

(2) 供試木の生立斜面

容積収縮率のみかけの大きさは、その供試木群の生立した斜面の区別にしたがつてかなり規則的な差異 をしめしたが (Fig. 3, 4, Table 3, 4), これを R- α , 関係でみると、正常材については Fig. 21 にしめさ れるように、R の大きさにたいする α , の大きさのあらわれかたにもあきらかな差異がみとめられる。

これらの曲線部分(I)(I), および全系列の平均 α_o/R 値と容積密度数の値は Table 21 にあたえ られているとおりであつて, α_o/R 値は曲線部分(I)で南斜面>北斜面>峰筋立木群の順に大きく, 曲 線部分(II)ではほぼ近似的であり,したがつて,総体としては南斜面立木群のものが最大で,峰筋立木 群のものが最小となつている。

- 75 --

林業試験場研究報告 第144号

それゆえに, α, のみかけの大きさが, 南斜面>峰筋≧北斜面立木群の順のあらわれかたをするのは (Table 3,4), 各R階に対応する α, のみかけの大きさの比較度数分布が, きわめてひろい幅であたえら れているにもかかわらず (Fig. 22), それが全体として, このような同一Rの大きさにたいして, 異なる 大きさの α, をあたえる性質をしめす α,/R 値の各生立斜面べつ立木群によるちがいと, Rそのものの出 現状態の立木群によるちがいとが組みあわされて結果したものであり, このことは前述の場合と同様であ る。

さらに、これらのちがいを、前項で観察した上・中・下層木群の別によつてたしかめると、Fig. 23 お よび Table 22 のようになる。同一Rにたいする α,の大きさは、各供試木群の階層ともその生立斜面に



 Fig. 20
 上間および下層木時における谷積密度 数階に対応する容積収縮率の比較度数分布

 Frequency diagrams of volumetric shrinkage at each class of bulk-density on upper and lower storey trees.

 よつて異なつてあらわれ,曲線部分(I)と全 系列とについては,南斜面立木群のものがいず れの階層でもつねに最大値をあたえている。中 層および下層木群では峰筋立木群のものが北斜 面立木群のものよりもわずかにより大きい値を しめす。これらの総体的なα,/R 値は,その供試



Fig. 21 生立斜面べつ供試木群における 容積密度数と容積収縮率との関係

Relations between bulk-density and volumetric shrinkage at each group of sample trees standing on southern, northern slope or ridge.

			α_v/R		$R (g/cm^3)$				
供試木の生立 斜 面	測定数	曲	自線の部	分	曲	曲線の部分			
ит щ Балаар арал d	Number of	Par	t of $R - \alpha_v$	curve	Part of $R - \alpha_v$ curve				
Forest stand	measurement	(I)	(I)	(I)~(Ⅲ)	(I)		$(I) \sim (II)$		
南 斜 面 Southern slope	3, 149	30.4	22.2	29.4	0.335	0.454	0.347		
北 斜 面 Northern slope	2, 543	27.2	22.6	26.4	0.335	0.446	0.349		
峰 筋 Ridge	405	25.5	22.2	24.9	0.349	0.460	0.370		

Table 21. 各生立斜面べつ供試木群における平均 $\alpha_v/R \ge R$ Average values of α_v/R and R at each forest stand.

— 76 —

木群のもっ \mathbf{R} の大きさの変動と結びついて、 $1 \cdot (2)$ 項でみた α_{i} のみかけの大きさを決定することになる。

また,供試木の階層べつにみれば, α_v/R 値は南・北斜面・峰筋のいずれの立木群においても上層>中 層>下層木群の順に大きさをあたえており,前項の結果が各生立斜面べつにも符合していることがみとめ られる。

(3) 地 上 高

R- α ,関係の地上高による変化を、樹木生理的意味もふくめて 1・(3) 項で規定したように、その樹冠・ 枝下・地際材部の区分によつて求めると Fig.24 のようである。枝下材と樹冠材とにおいては R- α ,関係 はほぼ放物線的推移をしめし、枝下材のものが樹冠材のものをつねに上まわつて移行しているが、地際材 のみはやや特異な変化をあたえて不規則的であり、Rの変化にたいしてはむしろ α ,は安定的であるよう にさえみとめられる。

これらの各曲線部分および全系列の α_v/R 値と平均R値とを算出すると, Table 23 にしめすとおりである。 α_v/R 値はすべて枝下材>樹冠材 (>地際材)の

順となつていて、これも材部によつて同一Rにたいする α_{s} α_{s} α_{s} の大きさのあらわれかたを異にする性質をしめして α_{s} の大きさが枝下材>地際材>樹冠材 α_{s} の順の傾向をあたえた (Table 5)のは、 α_{s}/R 値の大





ný

4

Fig. 23 階層べつ供試木群における 生立斜面べつの容積密度数と容積 収縮率との関係

R (8/cm3)

Relation between bulk-density and volumetric shrinkage of each forest stand at each storey trees.



Frequency diagrams of volumetric shrinkage at each class of bulk-density on group of trees standing on southern and northern slope in sample plot.

林業試験場研究報告 第144号

供 試 木の 階 層	供試木の生立斜面	測定数	Part	α_{σ}/R 曲線の部	分 curve	R(g/cm ³) 曲線の部分		
Tree classes	Forest	measure- ment	(I)	(II)		(1)	(II)	
上層木群	南斜面 S-slope	1, 919	31.3	24.1	31.2	0.332	0.440	0.337
Upper storey trees	北斜面 N-slope	1, 563	28.3	25.3	28.1	0.336	0. 427	0.342
 中 層 木 群	南 斜 面 S-slope	586	30.6	24.4	29.9	0. 333	0.435	0.341
Middle storey	北斜面 N-slope	354	26.3	18.7	25.4	0.323	0.459	0.335
trees	峰 筋 Ridge	107	27.9	22.6	26.3	0,359	0.460	0.384
下 層 木 群	南 斜 面 S-slope	644	26.6	20.7	24.6	0, 353	0.468	0.382
Lower storey	北 斜 面 N-slope	626	24.6	21.7	23.5	0.342	0.456	0.374
trees	峰 筋 Ridge	298	24.9	22.0	24.4	0.345	0.460	0.365

Table 22. 階層べつ・生立斜面べつ供試木群における平均 α_s/R とR Average values of α_s/R and R of each storey trees at each forest stand.

きさの上記の順にもかかわらず、地際材におけるR自体の大きさが異常により大きく出現することのためであると考えられる。

各R階にたいする α,の大きさの比較度数分布は前述のように著しくひろい幅であらわれるから、その 分布のなかにふくまれる試料成立要素について、同様な関係を求めると次のようである。

各階層べつ供試木群ならびに各生立斜面べつ供試木群における樹冠・枝下・地際材部べつ の平均 α_n/R 値とRとを、各曲線部分について算出して Table 24 にしめす (R- α_n)関係図は省略する)。これからみれ ば、若干の不規則性はあるが、総じて α_n/R 値は、いずれの供試木の階層、あるいはいずれの生立斜面の 立木においても、枝下>樹冠≷地際材部の傾向をつよくしめしており、また、いずれの材部においても上 層>中層≧下層木群あるいは南斜面>北斜面≧峰筋立木群の傾向をつよくしめしている。



Relations between bulk-density and volumetric shrinkage at each part of stem with crown, with clear length and at bottom. さらにこれらの諸条件の組みあわせにおける, それぞれの全系列の平均 α_o/R 値を表示すると Table 25 のとおりであるが,峰筋下層木群をの ぞいていずれの組みあわせにおいてもつねに枝下 >樹冠>地際材部の順に α_o/R 値があたえられて おり,枝下の材部においては,容積密度数の大き さのわりあいにしてほとんどどの要素からみても 最も大きな容積収縮率をもつこと,および, 1・ (3)項でみた容積収縮率のみかけの大きさは,こ れらの α_o/R 値の出現様式と各試料群にあらわれ るR自体の大きさとの組みあわせによつて結果さ れたものであることが,一般的にみとめられる。

(4) 辺材と心材正常材の試料群を辺材部分と心材部分とにわけ

→材材質の森林生物学的研究(第15報)(蕪木)

Table 23. 樹冠・枝下・地際材部べつの平均 $\alpha_v/R \ge R$ Average values of α_v/R and R of respective part of stem with crown, with clear length and at bottom.

			5					
			α_v/R		$\mathbb{R} (g/cm^3)$			
供試木の材部	測定数	l iii	日線の部	分	曲線の部分			
Part of stem	Number of	Par	t of $R - \alpha_r$	curve	Part of $R - \alpha_n$ curve			
	measurement	(I)	(II)	$(1)\sim(1)$	(1)	(\mathbb{I})	$(\overline{1})\overline{\sim}(\overline{\mathbb{I}})$	
枝下材部 With clear length	2,614	29.4	25.2	29.1	0.337	0.432	0.344	
樹 冠 材 部 With crown	2, 442	28.4	24.2	28.0	0.331	0.433	0.336	
地際材部 At bottom	1,041	(28.2)	(20.6)	24.9	(0.351)	(0.466)	0.393	

Table 24. 供試木の各階層または各生立斜面における樹冠・枝下・ 地際材部べつの平均 α_θ/R と R

Average values of α_v/R and R of respective part of stem at each storey trees or at each forest stand.

供試木の階層	供試木の	測定数		α_v/R		$\frac{R (g/cm^3)}{R}$		
または生立斜面 Tree classes or	材 部 Part of	Number of	曲 Part	線の音 of <i>R-a</i> ,	部分 curve (1)~	曲 Part	$ 泉 の 音 of R-\alpha_v o$	影分 curve (I)~
forest stand	Stem	mesurement			(Ⅲ)	(\mathbf{I})		
上 層 木 群 Upper storey trees	C L C R B O	l, 484 l, 550 448	31.0 29.4 29.9	26.5 25.2 23.1	30.7 29.1 28.6	0.332 0.333 0.341	0. 423 0. 432 0. 441	0.336 0.337 0.357
中 層 木 群 Middle storey trees	C L C R B O	368 487 192	30.7 28.0 27.0	28.0 20.3 19.7	30.3 27.6 24.5	0.332 0.325 0.355	0. 428 0. 434 0. 461	0.340 0.329 0.388
下 層 木 群 Lower storey trees	C L C R B O	762 405 401	26.0 24.7 (25.3)	23.7 24.0 (20.0)	25.5 24.6 21.8	0.350 0.332 (0.372)	0. 439 0. 434 (0. 474)	0.361 0.341 0.436
南 斜 面 Southern slope	C L C R B O	1,406 1,237 506	30. 1 29. 7 30. 0	25.4 24.2 20.6	30.8 29.6 25.9	0. 335 0. 333 0. 347	0. 433 0. 438 0. 467	0.341 0.335 0.390
北 斜 面 Nothern slope	C L C R B O	1,060 1,081 402	27.8 27.1 26.3	25.5 24.8 20.3	27.5 26.9 23.6	0. 338 0. 329 0. 350	0. 428 0. 431 0. 478	0.345 0.335 0.394
峰 筋 Ridge	C L C R B O	148 124 133	25.3 24.8 (27.3)	24. 1 22. 6 (21. 6)	25.0 24.6 24.8	0.348 0.335 (0.366)	0. 448 0. 433 (0. 473)	0.360 0.346 0.404

CL: 枝下材 Part of stem with clear length, CR: 樹冠材 Part of stem with crown, BO: 地際材 Part of stem at bottom.

て、それぞれの各R階に対応する α_v の出現比較度数分布を求めると Fig.25 にしめすとおりである。1・ (4)項で、この試料のみかけの α_v の大きさは心材部分より辺材部分においてより大きくあらわれることが みとめられたが (Fig.6, Table 7)、これは各R階に対応させても R=0.500 g/cm³ くらいまではつねに 同様の関係にあることを意味している。

この関係をRと α_v との各級平均値によつて図示すれば Fig. 26 のようであり、その平均 α_v/R 値およ

Ì.

林業試験場研究報告 第144号

Table 25. 階層べつ・生立斜面べつ供試木群における樹冠・ 枝下・地際材部べつの平均 α_v/R

供試木の階層	併調さたのおお空間	南斜面 Trees at	立木群 S-slope	北斜面: Trees at	立木群 N-slope	峰筋ゴ Trees a	乙木群 t ridge
Tree classes	Part of stem	測定数 Number of measure- ment	α,/R	測 定 数 Number of measure- ment	α_v/R	測 定 数 Number of measure- ment	α_v/R
ト層木群	枝 下 材 With clear length	821	32.2	663	28.8		
Upper storey	樹 冠 材 With crown	810	30.6	740	27.6		
trees	地際材 At bottom	288	29.9	160	26.1		
中國主戰	枝 下 材 With clear length	255	31.3	85	27.7	28	29.5
Middle storey	樹 冠 材 With crown	277	29.3	172	25.6	38	25.4
trees	地 際 材 At bottom	54	25.6	97	23.2	41	24.9
下層木群	枝 下 材 With clear length	330	26.9	312	24.9	120	23.7
▷ / P / F	樹 冠 材 With crown	150	25.4	169	24.3	86	24.3
trees	地際材 At bottom	164	20.7	145	21.3	92	24.9

Average values of α_v/R of respective part of stem of each storey trees at each forest stand.

び平均 R 値は Table 26 にしめすとおりである。

すなわち,各曲線部分,全系列ともRの平均的大きさは比較的近似しているにかかわらず,平均 α_o/R 値はつねに辺材において心材におけるよりも大であり,Rと α_o とが比例的関係にあるとみられる曲線部 分(I)では, α_o/R 値は辺材で約31,心材で約28をあたえ,Rの増加のわりに α_o の増加は辺材にお けるほうがはるかに大きいことをしめしている。前報で観察したトドマツ造林木の場合⁵⁾は、辺・心材べ つ α_o/R 値が全系列で辺材27・心材26,直線的部分で両者とも28程度であつたから,辺材≧心材とい う点での α_o/R 値のあらわれかたは天然生林木も人工造林木も類似しているが,その辺・心材間の差異は 天然生林木においてより著しくあらわれることがみとめられる。もちろん,他樹種の造林木試料の例⁵⁾³²⁾

Table 26.	辺・心材べつの平均 α	₀/R と R
-----------	-------------	---------

Average values of α_v/R and R of sap- and heartwood specimens.

			α_v/R		$\mathbb{R} (g/cm^3)$			
辺・心材	測定数	· 曲	日線の部	分	曲線の部分			
Sap- or	Part	t of $R - \alpha_v$ of	urve	Part of R - α_v curve				
heartwood measurement		(1)	(11)	(I)~(Ⅲ)	(I)	(II)	(I)~(Ⅲ)	
辺 Sapwood	1, 260	30:9	24.8	30.0	0.340	0.440	0.353	
心 材 : Heartwood	4, 837	28.4	21.8	27.3	0.335	0.455	0.348	

では, α_e/R 値がかならずしも辺材≧心材とはかぎらないから, トドマッ材におけるこの傾向は, 樹種一 般を通じての普遍的性質であるとはいえないものである。

辺・心材べつのこの変化を,供試木の階層,生立斜面および地上高区分ごとに図示すると,Fig. 27, 28 および 29 のごとくであり,それらの各曲線部分 および 全系列の平均 α_v/R 値と R とは, Table 27 にしめすとおりである。

これらによれば、供試木の階層、生立斜面あるいは地上高区分などの条件をとわず、 α_s/R 値はやはり つねに辺材において、心材におけるよりも大きくあらわれることがみとめられる。また、辺・心材それぞ れにおいても、前項までに観察した傾向、すなわち、上層> 中層> 下層木群、南斜面>北斜面>峰筋立木







Fig. 26 辺・心材べつ試料における容積密 度数と容積収縮率との関係 Relations between bulk-density and volumetric shrinkage at sap- and heartwood specimens.

群,枝下>樹冠>地際材の順でα_ε/R 値があら われることがあきらかである。

また,このような試料成立の条件の各組みあ わせにおける α_ε/R 値の変化を求めると Table 28~31のようであつて,これらの試料条件のも とでは,容積密度数の大きさにたいする容積収 縮率の大きさのあらわれかたについては,心材 よりも辺材でより大である傾向をつねに保ち,

また、上層木群、南斜面立木群,あるいは枝下材からの試料が最大値をつねに保つということが、すべて の場合を通じての一般的規則性であるとみとめられる。

(5) 圧縮あて材

以上各項に記述してきた試料は、すべて正常材とみなされるものについてであるが、すこしでも圧縮あ ての分化をともなう試料について、同様な観察をおこなうと次のような結果がみとめられる。

すなわち、あてをふくむ試片を、その供試木の階層,生立斜面,地上高区分あるいは辺・心材等による試 料群に類別して、容積密度数と容積収縮率との関係図を描かせると Fig. 30 のように なる。 これらは、 これまでに検討した正常材に ついての Fig. 19, 21, 24 および 26 にそれぞれ対応するものであつて、あ



林業試験場研究報告 第144 4I

٠

0

0



木材材質の森林生物学的研究(第15報)(蕪木)

Table 27. 供試木の各階層,各生立斜面または各地上高 区分における辺・心材べつの平均 $\alpha_v/R \ge R$ Average values of α_v/R and R of sap- and heartwood at each storey trees, at each forest stand or at each part of stem.

		辺・心材	測定数		α_v/R			R (g/cm	;8)
武 [*]	料 群	Sapwood or	Number of	曲 Part	線の部 of <i>R-a</i> ,	5 分 curve	曲 Part	線の部 of <i>R</i> -α,	分 curve
	specimens	heart- wood	measure- ment	(I)	(I)	(I)~ (Ⅲ)	(I)	(I)	(Ĭ)~ (II)
仕試木の陛層	上層木群 Upper storey trees	SW HW	624 2, 858	31.7 29.7	27.3 24.4	31.7 29.2	0.334 0.333	0. 421 0. 435	0.338 0.339
Tree	中層木群 Middle storey trees	SW HW	251 796	30.5 28.2	24.5 21.9	30.0 27.4	0.338 0.330	0.428 0.452	0.343 0.343
classes	下層木群 Lower storey trees	SW HW	385 1,183	29.1 24.4	24.2 20.1	27.4 23.1	0.357 0.344	0.446 0.468	0.383 0.373
生立斜面	南 斜 面 Southern slope	SW HW	550 2, 599	31.8 30.1	24.0 21.7	30.7 29.2	0. 337 0. 335	0.446 0.456	0.349 0.346
Forest	北 斜 面 Northern slope	SW HW	606 1,937	30.3 26.3	25.5 21.6	29.5 25.6	0.340 0.334	0.436 0.450	0.352 0.348
Stand	峰 筋 Ridge	SW HW	104 301	29.4 24.4	24.4 21.4	28.2 23.6	0.361 0.344	0.439 0.467	0.376 0.368
地上高	枝 下 材 With clear length	SW HW	435 2, 179	31.5 29.1	26.3 24.8	30.8 28.8	0.336 0.337	0. 437 0. 431	0.344 0.344
Height in	樹 冠 材 With crown	SW HW	586 1,856	30.8 27.7	26.0 22.7	30.3 27.5	0.341 0.328	0.427 0.440	0.350 0.331
tree	地際材 At bottom	SW HW	239 · 802	29.9 (27.6)	22.9 (20.1)	27.8 24.1	0.348 (0.352)	0.455 (0.468)	0.374 0.399

SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood.

Table 28. 供試木の階層べつ・生立斜面べつ試料群における辺・ 心材べつの平均 $\alpha_v/R \ge R$ Average values of α_v/R and R of sap- and heartwood of each storey trees at each forest stand.

		辺・心材	測定数		α_v/R		$R (g/cm^3)$		
供試木の階層	生 立 斜 面 Forest	Sap- or	Number of	曲 Part	線の部 of <i>R</i> -a,	分 curve	曲 Part	線の部 of <i>R</i> -a,	分 curve
Thee classes	Stand	wood	ment	(I)	(I)	(Ⅰ)~ (Ⅲ)	(I)	(I)	(I)~ (Ⅲ)
上層木群	南 斜 面	SW	276	32.6	25.1	32.5	0.328	0. 431	0.329
	S-slope	HW	1,640	31.3	24.1	30.8	0.332	0. 440	0.338
Upper storey	北 斜 面	SW	345	31.4	27.6	30.8	0.338	0. 420	0.344
trees	N-slope	HW	1,218	27.5	24.5	27.3	0.335	0. 429	0.341
山區大群	南 斜 面	SW	118	(31.8)	(24.6)	30. 1	(0.340)	(0. 435)	0.348
	S-slope	HW	468	30.2	24.1	29. 5	0.331	0. 435	0.339
Middle storey	北 斜 面	SW	98	29.3	25.2	29. 1	0.328	0.413	0. 330
	N-slope	HW	256	24.9	18.4	24. 1	0.321	0.462	0. 336
trees	峰 筋	SW	35	(29.8)	(23.7)	29.3	(0. 359)	(0.410)	0.362
	Ridge	HW	72	26.1	22.6	24.8	0. 360)	0.464	0.395

— 83 —

下層大群	南 斜 面	SW	153	29.4	23.8	27.6	0.357	0. 449	0.384
	S-slope	HW	491	25.6	20.0	23.9	0.352	0. 475	0.381
Lower storey	北 斜 面	SW	163	29.0	24.5	27.4	0.355	0. 444	0.383
	N-slope	HW	463	22.9	20.6	22.4	0.340	0. 461	0.370
trees	峰 筋	SW	69	29.0	24. 4	27.7	0.362	0.442	0.383
	Ridge	HW	229	23.8	20. 7	23.3	0.341	0.469	0.360

(Table 28. つづき)

SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood.

Table 29. 供試木の生立斜面べつ・地上高区分べつ試料群における辺・ 心材べつの平均 α_r/R と R Average values of α_r/R and R of sap- and heartwood of

each forest stand at each part of stem.

供試木の	此上古屋八	辺・心材	測定数	α_v/R			R (g/cm ³)		
生立斜面	地上向区分 Part of stem	Sap- or	Number of	曲線の部分 Part of <i>R</i> -a, curve			曲線の部分 Part of <i>R</i> -a, curve		
Forest stand	in height	wood	ment	(I)	(II)	(I)~ (III)	(I)	(II)	(I)~ (Ⅲ)
古 公 丙	枝下材	SW	212	32.4	25.9	31.8	0.330	0. 437	0.337
	Clear length	HW	1,194	31.0	25.2	30.5	0.336	0. 432	0.341
m 赤 画	樹 冠 材	SW	235	31.4	26. 4	30.9	0.341	0. 424	0. 346
Southern	With crown	HW	1,002	29.3	23. 1	29.1	0.331	0. 446	0. 333
slope	地際材	SW	103	32.0	22.3	28.3	0.344	0. 458	0. 378
	At bottom	HW	403	29.6	20.3	25.4	0.348	0. 468	0. 393
라 있 西	枝 下 材	SW	194	31.0	27.1	30.5	0. 339	0.439	0.348
	Clear length	HW	866	26.9	24.9	26.7	0. 338	0.425	0.345
Northern	樹 冠 材 With crown	SW HW	317 764	30.6 25.6	26.3 22.8	29.9 25.5	28.3 0.344 0.458 25.4 0.348 0.468 30.5 0.339 0.439 26.7 0.338 0.425 29.9 0.340 0.426 25.5 0.324 0.438 26.8 0.343 0.452	0.351 0.329	
slope	地 際 材	SW	95	28.6	22.6	26.8	0.343	0.452	0.366
	At bottom	HW	307	25.2	20.0	22.6	0.353	0.465	0.403
	枝下材	SW	29	29.0	23.3	28.4	0.362	0.416	0.366
	Clear length	HW	119	25.1	20.1	24.0	0.345	0.452	0.358
峰 筋	樹 冠 材	SW	34	31.6	23.8	28.6	0.348	0.437	0.377
Ridge	With crown	HW	90	23.2	17.9	22.8	0.332	0.414	0.334
	地際材	SW	41	(28.2)	(25.4)	27.5	(0.369)	(0. 448)	0.382
	At bottom	HW	92	(26.6)	(20.8)	23.7	(0.364)	(0. 477)	0.413

SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood.

てをふくむ試料のものは正常材のそれにくらべて、より不規則な傾向がつよいが、これは各試片における あての分化の度合いが区々であることにもとづくものとおもわれる。全体としては、あてをふくむ試料は 各試料群とも Fig. 16 でみとめたように、正常材のそれよりもひくい grade で変化しており、その変化 の傾向は対応する正常材の場合にほぼ準じている。

この各試料群の平均 α_v/R 値を求めて、対応する正常 材の 場合の値(Table 20, 21, 23 および 26 から再掲)と比較表記すると、Table 32 にしめされるとおりである。 これからもあきらかなように、**あて** をふくむ材の α_v/R 値は、正常材のそれよりもつねにより小さくあらわれており、また、上層>中層>下

- 84 -

木材材質の森林生物学的研究(第15報)(蕪木)

Table 30. 供試木の地上高区分べつ・階層べつ試料群における辺・ 心材べつの平均 α_v/R と R Average values of α_v/R and R of sap- and heartwood of

each part of stem at each storey trees.

		·刀 · 小林	測定数		α_v/R		R	(g/cm ³))
地上高区分 Part of stem	供試木の階層	Sap- or	Numder of	曲 Part	線の部 of <i>R-a</i> ,	分 curve	曲; Part d	線の部 of <i>R-a</i> , c	分 curve
in height	Thee classes	wood	ment	α_v/R R (g/cm ³) \oplus \Re \mathcal{O} \Re \mathcal{P} Part of $R \cdot \alpha_v$ Part \mathfrak{R} $\mathfrak{R}^{-\alpha_v}$ $\mathfrak{R}^{-\alpha_v}$ (I) (II) (III) (II) (III) (III)	(I)~ (II)				
	上層木群 Upper storey	SW HW	201 1,283	32.1 30.5	 26.5	32.1 30.4	0.321 0.334	 0. 423	0.321 0.338
With clear	中 層 木 群 Middle storey	SW HW	79 289	32.3 30.1	26.5 28.4	32.0 30.0	0. 334 0. 332	0. 441 0. 426	0.341 0.340
length	下 層 木 群 Lower storey	SW HW	155 607	30.0 25.0	26.3 22.5	29.0 24.6	0.360 0.348	0. 437 0. 440	0.376 0.358
	上層木群 Upper storey	SW HW	341 1,209	31.6 28.8	27.9 23.6	31.4 28.4	0.342 0.330	0.420 0.440	0.347 0.335
樹冠材 With crown	中 層 木 群 Middle storey	SW HW	118 369	30. 1 27. 3	23.3 16.8	29.7 27.2	0.336 0.322	0. 424 0. 446	0.340 0.324
	下 層 木 群 Lower storey	SW HW	127 278	28.9 23.2	24.9 20.5	27.8 23.1	0.346 0.327	0.434 0.434	0.367 0.329
	上層木群 Upper storey	SW HW	82 366	32.0 29.4	23.4 23.1	31.7 28.0	0.334 0.343	0. 432 0. 441	0.338 0.361
地際材 At bottom	中層木群 Middle storey	SW HW	54 138	28.4 (26.2)	23.6 (19.7)	28. 1 23. 1	0.349 (0.359)	0.415 (0.463)	0.352 0.403
	下層木群 Lower storey	SW HW	103 298	27.8 (24.2)	22.7 (19.5)	24.8 20.7	0.371 (0.372)	0.458 (0.478)	0.415 0.444

SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood.

1

Table 31. 各試料群における平均 α_{o}/R 値

Average values of α_v/R at each group of specimens.

	枝	枝 下 材		f 材	地 際 材		
	Part of s	Part of stem with		tem with	Part of stem at		
	clear 1	clear length		wn	bottom		
試 * Group of	測 定 数 Number of measure- ment	α,/R	測定数 Number of measure- ment	α_v/R	測定数 Number of measure- ment	α_v/R	
上層木群	南斜面 SW	100	32.5	130	32.5	49	32.8
	S-slope HW	721	32.2	680	30.0	239	29.4
Upper storey	北斜面 SW	101	32.0	211	30.6	33	30.0
trees	N-slope HW	562	28.4	529	26.5	127	25.4
中國士業	南斜面 SW	50	32.7	54	29.6	14	29.9
	S-slope HW	205	31.1	223	29.3	40	24.4
中 層 木 群 Middle storey trees	北斜面 SW N-slope HW	7 23 7 62	30.2 26.8	49 123	29.4 23.8	26 71	27.6 22.0
	峰筋 SV Ridge HV	7 6 7 22	33.1 28.6	15 23	29.9 22.1	14 27	27.2 23.8

-85-

下 層 木 群 Lower storey trees	南 斜 面 S-slope	SW HW	62 268	30.0 26.2	51 99	28. 1 23. 9	40 124	23.6 19.8
	北 斜 面 N-slope	SW HW	70 242	28.9 23.4	57 112	27.6 22.5	36 109	24.3 20.4
	峰 筋 Ridge	SW HW	23 97	27.4 23.1	19 · 67	27.5 23.0	27 65	27.9 23.6

(Table 31 つづき)

SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood.

Table 32. 圧縮あてをふくむ材部における供試木の階層べつ, 生立 斜面べつ, 地上高区分べつ, または辺・心材べつの平均 α_v/R 値 Average values of α_v/R of specimens containing compression wood at each storey trees, each forest stand, respective part of stem in height and sap- or heartwood.

供試木	群 ま た は 材 部	あてをふ Specimens c compressio	くむ材 ontaining on wood	正 常 材* Specimens of normal wood		
Group of t	rees or part of stem	測 定 数 Number of measurement	α_v/R	測 定 数 Number of measurement	α_v/R	
供試木の階層	上層木群 Upper storey	932	25.1	3, 482	29.8	
	中層木群 Middle storey	397	23.0	1,047	28.0	
Tree classes	下層木群 Lower storey	618	18.3	1,568	24.3	
生立斜面	南斜面 S-slope	1,046	24.1	3, 149	29.4	
	北 斜 面 N-slope	740	20.6	2, 543	26.4	
Forest stand	峰 筋 Ridge	161	17.9	405	24.9	
	枝下材 Clear lenght	712	25.0	2,614	29.1	
地 上 问	樹冠材 With crown	593	24.9	2, 442	28.0	
Height in tree	地際材 At bottom	642	18.2	1,041	24.9	
辺・心材	辺 材 Sapwood	172	23.0	1,260	30.0	
Sap- or heartwood	心 材 Heartwood	1,775	22.1	4,837	27.3	

* Table 20, 21, 23, 26 から再掲 From Tables 20, 21, 23 and 26.

層木群,南斜面>北斜面>峰筋立木群,枝下>樹冠>地際材,あるいは辺材>心材などの傾向は,正常材 における傾向と全く符合している。

またさらに、これらの供試木群あるいは材部の組みあわせによる各試料成立条件にもとづいて、その平 均 α_ν/R 値の変化を求め、 正常 材の場合の値(Table 28, 29 および 30 から再掲)と比較表記すると、 Table 33 にみられるとおりである。 このような種々な試料条件においても、すべて応てをふくむ材は正 常材におけるよりも容積密度数の大きさのわりに容積収縮率が小さくあらわれ、また、各試料群における そのわりあいの大小関係は、若干の例外をのぞいて、ほとんど正常材の場合と同位にあることがみとめら れる。

典型的に分化した圧縮あて材の場合にあつては,容積密度数が大きくなるにつれて容積収縮率は減少す るから (Fig. 17), このあてをふくむ試料においては,正常材の R-α。関係に関する傾向と典型的な圧

- 86 -

縮あて材におけるその傾向とが複合されて、結果的に、正常材の場合に類似し、かつ、よりひくい grade に位置してあらわれる傾向をしめしたものとおもわれる。

武	あてをふ	くむ材	正 常 材**			
	Specimens co	ontaining	Specimens of normal			
	compression	n wood	wood			
Group o	of specimens		測 定 数 Number of measurement	α,/R	測 定 数 Number of measurement	α _v /R
上層木群	南斜面	SW*	20	31.2	279	32.5
	S-slope	HW	537	26.0	1,640	30.8
Upper storey trees	北斜面	SW	33	27. 1	345	31.4
	N-slope	HW	342	23. 0	1, 218	27.3
	南 斜 面	SW	16	24.6	118	31.0
	S-slope	HW	210	26.6	468	29.5
中 層 木 群	北斜面	SW	13	22. 3	98	29. l
Middle storey trees	N-slope	HW	109	20. 0	256	24. l
	峰 筋	SW	5	17.5	35	29.3
	Ridge	HW	44	15.8	72	24.8
	南斜面	SW	32	21.2	153	27.6
	S-slope	HW	231	18.6	491	23.9
下 層 木 群	北 斜 面	SW	37	18.9	163	27.4
Lower storey trees	N-slope	HW	206	17.4	463	22.4
	峰 筋	SW	16	21.3	69	27.7
	Ridge	HW	96	18.3	229	23.3
	枝下材	SW	11	28.7	212	31.8
	Clear length	HW	406	27.3	1, 194	30.5
南 斜 面	樹冠材	SW	32	27. l	235	30.9
Southern slope	With crown	HW	292	26. 9	1,002	29.1
	地際材	SW	25	20. 2	103	28.3
	At bottom	HW	280	18. 8	403	25.4
	枝下材	SW	14	22.8	194	30.5
	Clear length	HW	249	22.2	866	26.7
北 斜 面	樹 冠 材	SW	35	25.9	317	29.9
Northern slope	With crown	HW	192	23.1	764	25.5
	地際材	SW	34	19.1	95	26.8
	At bottom	HW	216	17.5	307	22.6
	枝下材	SW	6	22.4	29	28. 4
	Clear length	HW	26	17.5	119	24. 0
峰 筋	樹冠材	SW	6	23. 2	34	28.6
Ridge	With crown	HW	36	16. 5	90	22.8
	地際材	SW	9	17.8	41	27.5
	At bottom	HW	78	17.8	92	23.7

Table 33. 圧縮あてをふくむ材部の各試料群における平均 α_v/R 値 Average values of α_v/R at each group of specimens containing compression wood.

- 87 -

枝 下 材 Part of stem with clear length	上層木群 Upper storey	SW HW	8 416	29.9 26.5	201 1, 283	32.1 30.5
	中層木群 Middle storey	SW HW	5 120	22.0 26.6	79 289	32.0 30.0
	下層木群 Lower storey	SW HW	18 145	23.6 20.0	155 607	29.0 24.6
樹 冠 材 Part of stem with crown	上層木群 Upper storey	SW HW	35 310	28.9 25.7	341 1,209	31.4 28.4
	中層木群 Middle storey	SW HW	23 145	24.3 25.3	118 369	29.7 27.2
	下層木群 Lower storey	SW HW	15 65	23.0 18.8	127 278	27.8 23.1
地 際 材 Part of stem at bottom	上層木群 Upper storey	SW HW	10 153	26.9 20.4	82 366	31.7 28.0
	中層木群 Middle storey	SW HW	6 98	17.7 17.8	54 138	28. 1 23. 1
	下層木群 Lower storey	SW HW	52 323	18.4 17.3	103 298	24.8 20.7

(Table 33 つづき)

* SW: 辺材 Sapwood, HW: 心材 Heartwood.

** Table 28, 29, 30 から再掲 From Tables 28, 29 and 30.



Relations between bulk-density and volumetric shrinkage of specimens containing compression wood at each storey trees, each forest stand, respective part of stem in height or sap- and heartwood.

Ⅳ 考 察

以上の測定結果によつて, 天然生トドマッ材における容積収縮率のみかけの大きさ, あるいはその容積 密度数との関連での変動が, 対象となる試料の林分もしくは樹幹内での位置づけにしたがつて, 現実にど のように変化してあらわれるかがほぼたしかめられた。そしてまた, それらが非常にひろい範囲におよぶ 分散をもち, 雑然とした体系にありながらも, 巨視的であれ, いくつかの系列に抽出すればそれぞれかな りの規則性をおびて配列されうるものであることがみとめられた。

これらの結果を総合すれば、あたえられる試料がもつべき容積収縮率のみかけの大きさは、その試料の 成立条件によつて変化するところの容積密度数にたいする変動の性質によつて発現される、という単純な 原則にもとづいてあらわれることになる。

試料の成立条件によつて変化する容積密度数にたいする容積収縮率の変動のしかたは、基本的にはひと つの type である。Fig. 16 でしめした正常材および圧縮あてをふくむ材の一般的 R- α 。関係を、R と α_v /R 値との関係で図示すればFig. 31のようになるが、 α_v /R 値は、R が増大するにつれて正常な試料も あてをふくむ試料もともに、はじめ増加し、ほぼ一定になり、ついでほぼ直線的に減少し、あるRの大き さに達するとふたたび、ほとんど一定範囲に安定するようになる。正常な試料の α_v /R 値とあてをふくむ 試料の α_v /R 値とは、R の小さいうちは一定の間隔を保つて推移するが、R の増大にともなつて漸次接 近し、Rの一定値でほとんど一致した範囲に交錯しつつ安定しており、この臨界的容積密度数の値はほぼ 0.55~0.60 g/cm³ ぐらいである。このことは、正常な細胞の発達によつて容積密度数が大きくなつた場 合も、圧縮あての分化のために細胞膜の肥厚によつて容積密度数が大きくなつた場合も、R- α_v 関係にお いては、容積密度数約 0.6 g/cm³ 以上では現象的には全く同一の系列にはいることを意味している。

したがつて、Ⅲ項でみとめたすべての R-α,関係を総合的に考慮すれば、容積密度数にたいする容積 収縮率の変化は、正常材も極端な異常材である圧縮**あて**材をもふくめて、全体としてある幅を保ちつつ、



Relation between bulk-density and α_v/R .

-- 89 ---

容積密度数の増加にたいして容積収縮率の増加の速度が,増加一ほぼ一定一減少一 ほぼ一定の経過 をたどるものと一般的に考えることができるようにおもわれる。そして,この系列の変化の度合いが,試 料成立の条件によつて異なつて発現されることになる。

ここで $\alpha_n = a \times R$ なる関係式は、これが成立するための一定の R の範囲を規定しなければならず、そ の R の範囲とその α_n/R 値とは試料の成立条件によつてそれぞれの特性的な値として求められなければ ならない。このような容積収縮率のあらわれかたの複雑な変動そのものが、生物的所産としての木材一般 におけるひとつの特性であると考えられる。

しかし、本報でとりあげた試料の成立条件は、供試木の階層、その生立斜面、地上高区分、辺・心材等 であつて、試料自体の構成条件の側からすればいずれも間接的指標である。これらの区別のあいだにおい て、その容積密度数の出現様式がちがうということ¹²⁾と、しかも同一の容積密度数にたいして同一の容積 収縮率をあたえないということとの組みあわせが、その特性的な容積収縮率のみかけの大きさをきめるも のである、ということ自体は意味があるが、これらの区別された試料群が、どのような理由によつて、同 一の容積密度数にたいして異なる大きさの容積収縮率をあたえるかという命題は依然としてのこる。

同一の容積密度数にたいして,異なれる大きさの容積収縮率をあたえるということは,収縮の量が細胞 膜の絶対量によつてのみ規定されず,したがつて,材の重さによつてのみ規定されず,他の何らかの構造 的――生物的因子が同時的な役割を果たしており,それがこのような試料の類別において異なつてあらわ れてくるものと考えなければならない。

この意味においては本報の結論はなお解析される必要があるが、ここではまだ全く言及できない。

V 要 約

北海道厚田地方におけるトドマッ天然生林分で約0.4 ha の標準地を皆伐してえられた 68 本の供試木から,約8,000 個の供試片を採取し,その容積収縮率のみかけの大きさのあらわれかた,および容積密度数 との関係の変化を,若干の試料成立の条件にもとづいて検討した。試料および測定方法の詳細は前報にく わしく述べてある。観察結果の概要は次のとおりである。

容積收縮率のみかけの大きさの変化

林分または樹幹内における試料の位置づけによる容積収縮率の大きさの変動を,定量的知見として求め,かつ,これらの変化は全体としてきわめてひろい分散性をもつて複雑な配列をしめすものであるが, これをいくつかの系列に抽出すれば,かなり規則的に発現するものであることをたしかめた。

(1) この試料の全測定値(ただし正常材)は1~21%の分散範囲をあたえ, その算術平均値は9.7 (標準偏差2.56)%であつた(Fig. 1, Table 1)。これは造林木のトドマッ材にくらべて分散範囲もより ひろく,平均値もより大きい。

(2) 供試木の外観的な大きさによる変化は、上層木群の容積収縮率が最も大きく、中層、下層木群の 順にこれについであらわれる (Fig. 2, Table 2)。

(3) 供試木の生立斜面による変化は、南斜面立木群のものが北斜面および峰筋立木群のものより大き くあらわれ (Fig. 3, Table 3), また, 各生立斜面べつにはそれぞれ上層木群のものがつねに最大値をあ たえる (Fig. 4, Table 4)。

(4) 地上高による変化を樹冠・枝下・地際材の区分に要約してみると、その最大値は枝下材にあらわ

れる (Fig. 5, Table 5)。また, この各地上高区分それぞれにおいても, 供試木の階層あるいは生立斜面 べつについて (2) および (3) と同様の傾向をしめす (Table 6)。

(5) 辺材部分の容積収縮率は心材部分のそれよりも大きな値をあたえ (Fig. 6, Table 7), その較差 は造林木の場合よりも著しくあらわれる。しかし,他樹種の場合と比較すれば,この傾向は樹種を通じて の一般的規則性ではない (Table 8)。また,この辺・心材部分における差異は,供試木の階層,生立斜面 あるいは地上高区分べつにみてもつねに同様であり,かつ,それぞれの試料条件のなかでは (2)~(4) の傾向と符合してあらわれる (Fig. 7, 8, Table 9~11)。

(6) 容積収縮率のみかけの大きさは試料の位置が樹心から離れるにしたがつて漸増し,齢階約20~30
年くらいから 70~80 年くらいまでのあいだで,ほぼ安定的にあらわれる傾向をしめす (Fig. 9)。(2)~
(5) の変化はこの傾向のなかであらわれる (Fig. 10, 11, Table 12)。

(7) 斜面に生立した試料の幹の山・谷側材部による変化は、いずれも(2)~(5)の傾向をほぼ保ち つつ、山側材部において谷側材部におけるより大きくあらわれる。しかし、樹冠材部のみは立地の傾斜方 向よりも、 N・S 方位によつてより規則的な変化をしめす (Fig. 12, Table 13~15)。

(8) 以上は正常材についての結果であるが、圧縮あて材をふくむ試料の場合は、その容積収縮率は正常な試料のそれよりもつねに小さく、かつ、正常材における(2)~(5)の傾向に準じてあらわれる (Fig. 13, Table 16)。しかし、細部の条件についてはあての分化の度合によつ て 不 規 則 性 を おびる (Table 17)。

容積密度数と容積收縮率との関係

容積収縮率(α_v)と,従来その主要な指標として考えられてきた容積密度数(R)との関係を再検討し, R $-\alpha_v$ 関係を抽出してその一般性をたしかめた。

(9) 測定された全試料から R- α ,関係を求め、これが R の増加にともなつて α ,が ①増加する部 分、ついで ② 減少する部分、さらに ③ 増加 (のち漸減) する部分によつて構成されていることをみとめ た。したがつて、R- α ,関係を直線的と仮定することは、この第1の曲線部分にのみ適合し、この試料 の正常材にあつてはこの部分はほぼ α , = 29 R で代表され、圧縮あて材をふくむ材部ではほぼ α , = 27 R で代表される (Fig. 15, 16, Table 18)。

(10) この傾向は、他の樹・材種についても一般的に適合するものであるが、直線的部分を抽出する意味がほとんどないとおもわれる試料群もある (Fig. 17, Table 19)。全体としては α , は各 R 階に対応させてもきわめてひろい幅を保ちながら変化するので、それらの任意の断面が発現されるような試料があたえられる場合には、 $R-\alpha$,関係は全く不規則な関係として現象されることになる (Fig. 18)。

容積密度数との関係における変化

容積密度数と容積収縮率との一般的関係のなかにおける試料成立の条件による変化をたしかめ、この関係が試料群の区別によつて特徴的なあらわれかたをすることをみとめた。

(11) 供試木群の階層によつて $R-\alpha_{\sigma}$ 関係を求めると, それぞれ (9) にみとめた一般的関係をあた えるが, その grade を異にしてあらわれ, 容積密度数の増加にたいする 容積 収 縮 率の増加のわりあい α_{σ}/R 値は, 上層木群において最大で, 中層, 下層木群のものがその 順 でこれ につぐ (Fig. 19, 20, Table 20)。

(12) 生立斜面を異にする立木群の α_{ν}/R 値のあらわれかたは、南斜面立木群のものが最大で北斜面、

— 91 —

蜂筋立木群のものがこれにつぐ (Fig. 21, 22, Table 21)。これはいずれの階層べつ供試木群においても 同様であり、かつ、いずれの生立斜面においても (11) の傾向をあらわす (Fig. 23, Table 22)。

(13) 地上高区分による α_s/R 値の変化は,枝下材の部分に最大値 があらわれ (Fig. 24, Table 23), この傾向は供試木の各階層あるいは各生立斜面べつ試料群においても同様であり,かつ,いずれの地上高 区分においてもほぼ (11) (12) の傾向を保つ (Table 24, 25)。

(14) α_v/R 値の辺・心材べつ差異については辺材において心材 におけるより大きな値をあたえる (Fig. 25, 26, Table 26)。これは造林木試料のものと符合するが,その差異は天然生林木のもののほう が著しい。しかし,この関係は樹種一般に適合する通則ではない。また,これらは供試木の階層,生立斜 面,地上高区分,およびそれらの組みあわせによる試料条件のもとでも同様な傾向をあたえ,かつ,各試 料群においては (11)~(13)の規則性をしめす (Fig. 27~29, Table 27~31)。

(15) 上記の結果はいずれも正常材についてであるが, 圧縮あて材の試料における α_o/R 値の変化は, どのような試料群にあつても正常材のものよりつねに小さくあらわれ, かつ, そのあらわれかたは正常材 の場合にほぼ準じてあたえられる (Fig. 30, Table 32, 33)。しかし, 材の容積密度数が約 0.6 g/cm³ を こえれば, 圧縮あて材も正常材も α_o/R 値はほとんど一致した領域にあらわれる (Fig. 31)。

(16) 以上の観察結果から総合すれば、成立条件を異にする各試料群における容積収縮率のみかけの大きさは、その試料群に特徴的な容積密度数の出現様式と、試料群によつて同一の容積密度数にたいして異なる容積収縮率をあたえる性質の存在との組みあわせによつてきめられるものであるということができる。 このことは、材の重さのみをもつて、収縮率の大きさに関する支配的指標として考えることが不十分なものであり、他の何らかの生物的指標をあわせ求めなければならないことを意味している。この点については本報ではまだ解析できない。

文 献

- 1) 蕪木自輔:木材材質の森林生物学的研究(第1報),野幌産トドマッ材の生材 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) p. 37~70.
- 2) 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) p. 53~78.
- 3) 蕪木自輔:木材材質の森林生物学的研究(第6報),北海道厚田産トドマッ材の 偏心生長と立 地の傾斜,林業試験場研究報告,61,(1953) p.41~56.
- 4) 蕪木自輔: 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, 林業試験場研究報告, 90, (1956) p. 77~108.
- 5) 蕪木自輔:木材材質の森林生物学的研究(第13報),北海道野幌地方における造林木の容積収 縮率のあらわれかた,林業試験場研究報告,90,(1956) p.109~144.
- 6) 梶田 茂(編):木材工学,養賢堂,東京,(1961) p. 118~123.
- 7) 加納 孟: 木材材質の森林生物学的研究(第3報), 野幌産トドマツ材の 年輪幅, 秋材率, 容 積密度数の偏異について, 林業試験場研究報告, 52, (1952) p. 23~51.
- 8) 加納 孟:木材材質の森林生物学的研究(第5報),北海道厚田産トドマツ材の年輪幅と秋材 率,林業試験場研究報告,61,(1953) p.1~40.
- 9) 加納 孟:木材材質の森林生物学的研究(第8報),北海道厚田地方トドマッ林における「ア テ」の出現,林業試験場研究報告,71,(1954) p.1~14.
- 10) 加納 孟: 木材材質の森林生物学的研究(第9報),北海道厚田産トドマツ材の 年輪の構造に

<u>- 92</u> -

ついて,林業試験場研究報告,71,(1954) p. 15~28.

- 11) 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ッ原生林における 林木の幹のかたちと辺心材おいび樹皮の量,林業試験場研究報告,71,(1954) p. 29~38.
- 12) 加納 孟: 木材材質の森林生物学的研究(第14報), トドマッ材の容積密度数の大きさと幹の なかの分布,林業試験場研究報告, 101,(1957) p. 1~99.
- 13) 加納 孟・スギの材質(第1報), 釜淵産スギ, 林業試験場研究報告, 125, (1960) p. 95~ 119.
- 14) 加納 孟・スギの材質(第2報),西川産スギ,林業試験場研究報告,134,(1961) p.115~ 148.
- 15) 加納 孟・枝松信之・蕪木自輔:製材用原木としてのスギ造林木の品質(第1報), 釜淵 産材 の節,林業試験場研究報告, 112, (1959) p. 49~113.
- 16) 加納 孟・枝松信之・蕪木自輔:製材用原木としてのスギ造林木の品質(第2報),西川産材,
 林業試験場研究報告,134,(1961) p. 59~114.
- 17) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. 2 Auf., Bd. I, Springer-Verlag, Berlin, (1951) p. 409~421.
- 18) NEWLIN, J.A. and WILSON, T.R.C.: The relation of the shrinkage and strength properties of wood to its specific gravity. Bull. 676, U.S.D.A., Washington, (1919).
- TRENDELENBURG, R. and MAYER-WEGELIN, H.: Das Holz als Rohstoff. 2 Auf., Carl-Hanser-Verlag, München, (1955) p. 257~262.
- WANGAARD, F.F.: The mechanical properties of wood. John Wiley & Sons, Inc., New York, (1950) p. 84~96.
- 21) 矢沢亀吉・深沢和三・中島静緒:中部地方における人工植栽スギ材の生長状況と理学的性質との関係(第2報),生長経過,辺心材,白線帯及び体積収縮率について,岐阜大学 農学部研究報告,8,(1957) p. 67~73.
- 22) 矢沢亀吉・深沢和三: 中部地方における人工植栽スギ材の生長状況と理学的性質との関係(第 5報),春・秋材の容積密度数,繊維飽和点及び体積収縮率について,北海道大学農学部演習林 報告,20,1,(1959) p.93~117.

林業試験場研究報告 第144号

Forest-biological Studies on Wood Quality (Report 15). On the volumetric shrinkage of Todo-fir—the apparent value and its relationship to the bulk-density.

Zisuke KABURAGI

(Résumé)

An attempt was made to ascertain the variation of the apparent values of volumetric shrinkage and of its relationship to the bulk-density at given conditions on the situation of the testing material for Todo-fir (*Abies Mayriana* MIYABE et KUDô) grown in a natural forest.

For this investigation, 68 sample trees were cut from a sample plot (about 0.4 ha) located at Atsuta district in Hokkaidô by clear-cutting, and the test specimens were prepared from them amounting to 8,044 pieces. These specimens were measured for their volumetric shrinkage and bulk-density.

The detailed descriptions of the conditions of forest stand and sample trees, and the method of sampling test pieces and their measurements were the same as described in the former reports.*

Variation of the apparent values of volumetric shrinkage

A search was made quantitative information on how variable were the apparent values of volumetric shrinkage by the change of conditions for the situation of test specimens related to the tree classes, the forest stands, or the parts of stem etc., and it was confirmed that the variation of them could be comprehensively arranged with regularity in sorting to several group of specimens, in spite of their wide dispersion and complicated appearance in general.

(1) The average value of the apparent volumetric shrinkage $(\alpha_v \%)$ from all measurements was 9.7 (standard deviation 2.56) %, and their range of dispersion was $1\sim21\%$, which where larger than the values of specimens from an artificial forest stand of Todo-fir (Fig. 1 and Table 1).

(2) The variation of α_v depending on the classification of specimens based on the tree storeies showed that the upper-storey trees had the largest α_v and in order of the middle and then lower-storey trees with smaller ones (Fig. 2 and Table 2).

(3) The variation of α_v depending on the classification of specimens based on the forest stands (direction of slope) showed that the trees at the southern slope gave larger α_v than the trees at the northern slope or the ridge (Fig. 3 and Table 3), and at each forest stand the upper-storey trees always gave the largest value (Fig. 4 and Table 4).

(4) The variation of α_v due to the tree heights summed up in the part of stem with crown, with clear length and at bottom, showed that the largest value was given at the part of stem with clear length (Fig. 5 and Table 5), the tendencies being kept at each storey trees or at each forest stand as mentioned above in (2) and (3) (Table 6).

(5) The value of α_v of sapwood was larger than that of heartwood (Fig. 6 and Table

- 94 -

^{*} Forest-biological studies on wood quality, Report 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, Bulletin of the Government Forest Experiment Station, No. 61 (1953), 71 (1954), 90 (1956), 101 (1957).

7), of which balance was larger in the specimens cut from the natural forest than from the artificial forest. However, this tendency seems not to be a general regularity throughout all tree species when compared with the cases of other tree kinds (Table 8). The difference of α_v between sap- and heartwood of this natural forest trees was trended in the same way at each storey trees, at each forest stand or at each part of stem in height, and the tendencies as above (2)~(4) were maintained at each group of specimens of sap- or heartwood (Figs. 7, 8 and Tables 9 to 11).

(6) According to the increase of the number of annual rings from the pith, α_v increased, and then gave an almost stable state from $20 \sim 30$ rings to $70 \sim 80$ rings from the pith (Fig. 9), in which tendency the variations of α_v as above (2) \sim (5) were presented (Figs. 10, 11 and Table 12).

(7) The variation of α_v depending on the parts of stem at upward or downward side of slope showed that the upward side of stem had larger α_v than the downward side of stem, keeping almost to the tendencies as above (2)~(5) at each side of stem; but, only the part of stem with crown showed more regular difference based on the compass direction than on the slope direction (Fig. 12 and Tables 13 to 15).

(8) The apparent values of volumetric shrinkage of specimens containing compression wood were always smaller than that of normal wood, and nearly followed correspondingly to the cases of normal wood as $(2)\sim(5)$ (Fig. 13 and Table 16). But, on the details it took more irregularity due to the grade of specialization of compression wood (Table 17).

Relation between the bulk-density and the volumetric shrinkage

The relationship between the volumetric shrinkage (α_v) and the bulk-density (R) which had been considered as a significant indicator for the magnitude of shrinkage of wood was reappraised. Then the $R-\alpha_v$ relations were abstracted and their generality was confirmed as follows:

(9) relation of R to α_r obtained from all specimens showed that it consisted of the following three parts; (1) the part increasing, then (2) decreasing, and then (3) increasing (thereafter decreasing) α_r according to the increase of R (Fig. 15). Therefore, the assumption of a linear relationship between R and α_r should be accepted only at this first part of $R-\alpha_r$ curve, and this part of normal wood specimens was nearly represented as $\alpha_r = 29R$, and of specimens containing compression wood as $\alpha_r = 27R$ (Fig. 16 and Table 18).

(10) The tendency mentioned above also applies to the other trees or lumber kind in general, but there were some groups of specimens which seemed to have almost no meaning to abstract these linear parts in $R-\alpha_v$ relations (Fig. 17 and Table 19). Through all measurements, as the variation of α_v at each class of R had a very wide dispersion respectively, the group of specimens comprising their optional section should be presented as a very irregular $R-\alpha_v$ relation (Fig. 18).

Variation of the volumetric shrinkage in relation to the bulk-density

The variation of the relations between R and α_v depending on the conditions of group of specimens was confirmed, and it was noticed that these relationships were presented with characteristic differences based on the various classification of the specimens.

(11) The relations of R to α_r according to the specimens from each storey trees showed the same relashionship as mentioned above (9) in general; but, they had different grades

林業試験場研究報告 第144号

with one another, namely, the value of α_v/R (the ratio of the increase of α_v to the increase of R) was the largest at the specimens from the upper-storey trees, being followed in order of the middle and the lower-storey trees (Figs. 19, 20 and Table 20).

(12) The variation of the values of α_v/R due to the forest stand showed that the trees at the southern slope had the largest value and in order of the trees at the northern slope, at the ridge the smaller one (Figs. 21, 22 and Table 21). This tendency was presented similarly at each storey trees, and the tendency mentioned in (11) was presented also similarly at each forest stand (Fig. 23 and Table 22).

(13) The maximum value of α_v/R according to the tree height was given at the part of stem with clear length (Fig. 24 and Table 23), which trend was similar at each storey trees or at each forest stand, and the tendencies in (11) and (12) were nearly kept at each height in tree (Tables 24 and 25).

(14) The value of α_v/R of the sapwood was larger than that of the heartwood (Figs. 25, 26 and Table 26), and their balance was larger at the natural forest trees than at the artificial forest trees. This was in the same trend at each storey trees, at each forest stand, at each part of stem in height and at their combinations, keeping to the tendencies as above $(11)\sim(13)$ at each group of specimens (Figs. 27 to 29 and Tables 27 to 31).

(15) The values of α_v/R of the specimens containing compression wood were always smaller than that of normal wood, and their variation nearly followed correspondingly to the cases of normal wood as shown in the above items. However, when the bulk-density exceeded the limit of about 0.6 g/cm³, the values of α_v/R were situated in an almost coincident range at both group of specimens containing compression wood and normal wood (Fig. 31).

(16) From the above results of observations, it can be said that the apparent values of volumetric shrinkage of each group of specimens at different condition for their situation are determined in combination of the characteristic appearance of the bulk-density at each group of specimens with the property giving the dissimilar volumetric shrinkage for the same magnitude of bulk-density at different group of specimens.

This fact means that it is not enough to consider only the specific gravity as a controlling indicator for the volumetric shrinkage, and a search must be made for other biological indicators additionally. At the present stage, therefore, there is no more discussion.

— 96 —