

Ⅲ. カリマンタン産クルイン材の容積重と収縮率のあらわれかた

中 野 達 夫⁽¹⁾

燕 木 自 輔⁽²⁾

この試験項目ではカリマンタン産クルイン (*Dipterocarpus* spp.) 材 4 本の丸太について、その収縮率および容積重がどのようにあらわれるかを調査した。これによって、クルイン材の標準値を求めることは、この試料の条件では困難であるので、主としてこのような測定値が限定された丸太ではあるが、どの程度の大きさと分布とをもってあらわれ、若干の因子とどのような関係で結びついているかを検討することに主眼をおいた。

なお、この試験のとりまとめにあたっては、加納材料科長ならびに物理研究室各位に多大の労をわずらわした。付記して厚く謝意を表す。

1. 供試材および測定方法

1. 供 試 材

供試丸太についての記載は前掲のとおりであるが、この試験に供した丸太本数および試験片数を Table 1 にかかげる。

供試丸太は 4 本であったが、試験片採材にあたっては、材長約 6 m の各丸太とも、元口、末口の両位置からそれぞれ円板を採取し供試材とした。

これらの円板から試験片を採取するにあたっては、最長半径とその反対の 2 方向において樹心から周辺部に向かって、JIS Z 2103 に定められている 30mm (接線方向)×30mm (半径方向)×5 mm (軸方向) の木口試片を原則として連続的に木取り、また、これに対応した幹軸隣接部位から、5 mm (接線方向)×30mm (半径方向)×60mm (軸方向) の柾目試片を木取った。

したがって、試験の結果は 4 本の供試丸太から木取った 2 つの円板位置で 2 つの方向を選び、各方向について樹心からのへだたりごとに 2 試験片 (木口試片および柾目試片) についてもめられたもので、測定に供した試片の総数は 210 個である。

Table 1. 供試材および試片数
Number of study logs and specimens.

丸 太 番 号 Mark of log	丸 太 数 Number of logs	材 長 Length of log (m)	試 片 数 Number of specimens
IVA-1	1	6.3	56
IVA-2	1	6.0	50
IVA-3	1	6.0	48
IVA-4	1	6.0	56
合 計 Over all	4		210

(1) 木材部材料科物理研究室 (2) 木材部材料科物理研究室長・農学博士

2. 測定方法

収縮率の測定は JIS Z 2103 に準じておこない、気乾(含水率15%)時までの収縮率($\alpha_{15}\%$)、含水率1%あたりの平均収縮率($\delta\%$)および全収縮率($\alpha\%$)をそれぞれ接線、半径、軸の3方向について算出した。この長さの測定にあたっては精度1/100mmのダイヤル・ゲージを使用し、重量の測定には精度1/1,000gの天秤を使用した。

また、同時に容積収縮率(全収縮率 $\alpha_v\%$)をも算出し、さらに容積密度数($R\text{ kg/m}^3$)、全乾容積重($r_0\text{ g/cm}^3$)および含水率15%時の気乾容積重($r_{15}\text{ g/cm}^3$)をも算出した。

2. 容積重と収縮率の大きさおよびその試料因子での比較と水平分布

Table 2. 丸太べつの収縮率と容積重
Shrinkage and density

丸太番 Mark of log	代表値 Representative figures	木口試験片による測定値 Measurements by cross section specimens										
		δ		α_{15}		α			容積重 density			
		<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>v</i>	<i>R</i>	<i>r</i> ₀	<i>r</i> ₁₅	
IV A-1	<i>n</i>	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
	Max.	0.443	0.354	9.56	7.13	15.45	11.91	24.98	753	1.00	1.02	
	Min.	0.377	0.194	4.58	1.40	9.96	4.27	14.16	576	0.67	0.71	
	\bar{x}	0.418	0.286	7.20	3.96	13.02	8.05	20.23	696	0.88	0.90	
	\bar{X}	0.415	0.262	6.48	3.15	12.30	6.90	18.60	677	0.84	0.86	
IV A-2	<i>n</i>	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
	Max.	0.446	0.345	10.76	7.28	16.73	12.08	26.52	676	0.92	0.93	
	Min.	0.360	0.173	4.90	1.64	10.03	4.19	14.17	549	0.64	0.68	
	\bar{x}	0.409	0.259	7.79	3.51	13.44	7.33	19.88	611	0.77	0.79	
	\bar{X}	0.400	0.242	7.14	2.91	12.67	6.52	18.51	601	0.74	0.77	
IV A-3	<i>n</i>	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
	Max.	0.445	0.345	14.23	8.03	19.49	12.78	29.92	709	0.95	0.97	
	Min.	0.323	0.189	5.07	2.37	9.71	5.15	15.04	536	0.63	0.67	
	\bar{x}	0.381	0.254	8.35	4.18	13.57	7.83	20.55	604	0.77	0.80	
	\bar{X}	0.371	0.241	7.48	3.52	12.62	6.95	18.98	593	0.74	0.77	
IV A-4	<i>n</i>	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
	Max.	0.426	0.332	13.65	7.49	19.13	11.98	28.32	701	0.96	0.98	
	Min.	0.299	0.153	3.99	1.44	8.31	3.70	12.43	505	0.58	0.62	
	\bar{x}	0.380	0.232	8.78	3.92	13.96	7.34	20.46	586	0.74	0.77	
	\bar{X}	0.368	0.208	7.62	3.23	12.70	6.41	18.53	572	0.71	0.74	
合計 Over all	<i>n</i>	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
	Max.	0.446	0.354	14.23	8.03	19.49	12.78	29.92	753	1.00	1.02	
	Min.	0.299	0.153	3.99	1.40	8.31	3.70	12.43	505	0.58	0.62	
	\bar{x}	0.397	0.258	8.02	3.89	13.49	7.64	20.37	625	0.79	0.82	
	\bar{X}	0.388	0.238	7.18	3.20	12.57	6.70	18.66	611	0.76	0.78	

(注 Remarks)

- δ : 含水率1%あたりの平均収縮率(%) Shrinkage percent per unit moisture content.
- α_{15} : 生材から気乾(含水率15%)時までの収縮率(%) Shrinkage percent when green to air
- α : 生材から全乾までの全収縮率(%) Shrinkage percent when green to oven-dry.
- t*: 接線方向 Tangential direction, *r*: 半径方向 Radial direction, *l*: 軸方向 Axial
- R*: 容積密度数(kg/m³) Bulk density, *r*₀: 全乾容積重(g/cm³) Apparent specific gravity
- r*₁₅: 含水率15%に換算した容積重(g/cm³) Apparent specific gravity in air dry (at 15%
- n*: 試片数 Number of measurements, Max.: 最大値 Maximum value, Min.: 最小値
- \bar{x} : 算術平均値 Mean value
- \bar{X} : 各試片が代表する円板内の面積を重みとした平均値 Mean value weighted by the area,

1. 容積重および収縮率の大きさ

供試丸太別の容積密度数, 気乾 (含水率15%) 時容積重, 全乾容積重および接線, 半径, 軸各方向ならびに容積収縮率についての最大値, 最小値, 平均値, および試片の代表する円面積で重み付けした平均値 (\bar{X}) を総括して Table 2 に示す。 \bar{X} は試片のとられた2方向について, その方向べつの試片の測定値をその試片の代表する面積で重み付けし, さらに, これを2方向について平均した1円板についての代表値とみなし, これを同一丸太から採取した2円板について, 総括して示したものである。

Table 2 において, 丸太べつの木口試片の容積全収縮率の平均値 \bar{X} は, IVA-3 の丸太が 18.98% を示して最も大きく, IVA-2 の丸太が 18.51% を示して最も小さいが, これらの差は 0.47% ときわめて小さい。しかるに, 容積全収縮率の個々の値の最大値, 最小値はそれぞれ 29.92%, 12.43% と著しくひら

縮率測定値総括表

density at each log.

径目試験片による測定値 Measurements by radial section specimens									
δ		α_{15}		α			容積重 density		
r	l	r	l	r	l	v	R	r_0	r_{15}
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
0.371	0.018	6.50	0.09	11.71	0.35	23.72	758	0.99	1.02
0.191	0.006	1.46	-0.06	4.28	0.07	13.16	578	0.66	0.70
0.288	0.010	3.74	0.01	7.86	0.16	19.47	701	0.88	0.90
0.261	0.010	3.00	0.02	6.78	0.16	17.90	680	0.83	0.86
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
0.333	0.018	6.23	0.04	10.91	0.23	27.89	674	0.94	0.97
0.172	0.006	1.69	-0.04	4.24	0.08	13.65	552	0.64	0.68
0.247	0.011	3.49	0.00	7.07	0.16	19.97	616	0.77	0.80
0.232	0.011	2.85	0.00	6.32	0.17	18.49	603	0.74	0.77
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
0.311	0.022	7.59	0.08	11.91	0.34	31.37	723	1.00	1.03
0.190	0.008	1.98	-0.01	4.77	0.15	14.22	552	0.64	0.68
0.236	0.014	4.07	0.03	7.02	0.23	20.22	614	0.77	0.82
0.222	0.014	3.44	0.03	6.53	0.24	18.64	600	0.74	0.78
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
0.312	0.020	8.04	0.08	11.64	0.37	28.75	728	1.02	1.05
0.146	0.010	1.46	-0.03	3.64	0.13	11.76	514	0.58	0.63
0.224	0.015	3.89	0.05	7.12	0.27	19.82	604	0.76	0.80
0.209	0.015	3.18	0.06	6.22	0.28	17.86	582	0.71	0.76
105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
0.371	0.022	8.04	0.09	11.91	0.37	31.37	758	1.02	1.05
0.146	0.006	1.46	-0.06	3.64	0.07	11.76	514	0.58	0.63
0.249	0.013	3.80	0.02	7.28	0.20	19.85	634	0.79	0.83
0.231	0.012	3.12	0.03	6.46	0.21	18.22	616	0.75	0.79

dry (15% moisture content).

direction, v : 容積 Volume
in oven dry.
moisture content)
Minimum value

represented by each specimen, in the disk.

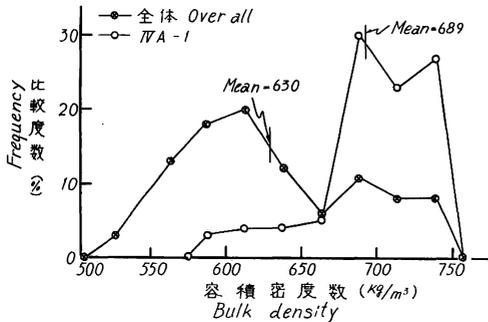


Fig. 1 容積密度数の出現比較度数分布
Frequency polygon of bulk density.

き、その比は2.4倍にも達する。容積密度数の丸太べつの \bar{X} は IVA-1 の丸太が 677kg/m^3 を示して最も大きく、IVA-4 の丸太が 572kg/m^3 を示して最も小さいが、他の2本の丸太はこの最小値に近似してこの間に位置し、IVA-1 の丸太の値は特に大きいことを示している。さらに全体の最大値、最小値はそれぞれ $753, 505\text{kg/m}^3$ を示し、その差は 250kg/m^3 に達する。

容積密度数および接線、半径、軸方向別容積全収縮率の出現比較度数分布を供試丸太を総括

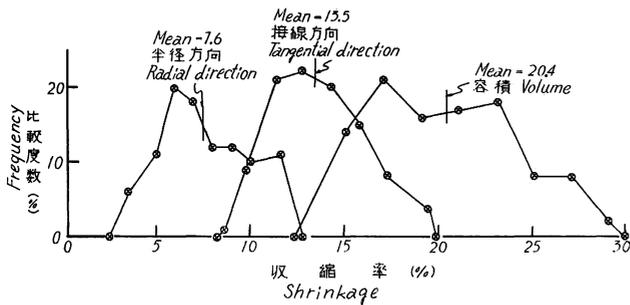


Fig. 2 半径・接線方向および容積収縮率の出現比較度数分布
Frequency polygons of radial, tangential and volumetric shrinkage when green to ovendry.

して Figs. 1~3 に示す。Fig. 1 において、全体の分布が容積密度数の大きい部分で特に異状を示すのは IVA-1 の丸太の分布が他の丸太のそれと異なることに起因し、このことは同図に併記した IVA-1 丸太の分布から明らかである。Fig. 2 における全収縮率の各分布は、後述する樹心からのへだたりにもなう

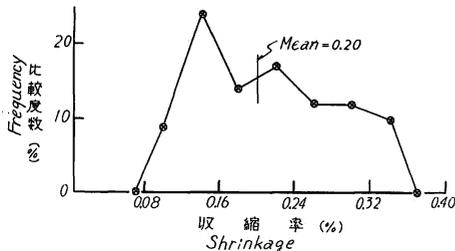


Fig. 3 軸方向収縮率の出現比較度数分布
Frequency polygon of axial shrinkage when green to ovendry.

測定値の著しい変動に対応してあらわれてくるものであるが、Fig. 3 にしめす軸方向の収縮率における変動については、樹心からのへだたりに関しても全く不規則で、その原因については明らかでなかった。

以上の結果を文献¹¹⁾で見られるマラヤ産の同属の4樹種 (*Dipterocarpus crinitus*, *D. lowii*, *D. cornutus*, *D. baudii*) の代表値と比較すると、本試料の \bar{X} はこれらの代表値にほぼ等し

い値を示している。

2. 容積密度数および収縮率の試料因子での比較

試験片の採取は供試材の項で述べたとおりであるが、これらの試料採取段階での4因子（丸太、円板採取位置、方向、樹心からの相対的へだたり）および試験片の形状のそれぞれの水準について丸太べつの容積密度数の平均値を Table 3 に、また、容積全収縮率の平均値を Table 4 にかかげる。Table 3 によると、IVA-1 の丸太が他の3本の丸太に比べて特に大きな平均値を他のどの試料因子についても示し、また、樹心からのへだたりによってどの丸太も差が著しいことがわかる。これにたいして、円板採取位置、方向、試験片の形状にともなう差は小さい。Table 4 によると、すべての丸太で樹心からのへだたりによ

Table 3. 丸太べつ、試料因子べつの容積密度数の平均値 (kg/m³)
 Mean values of bulk density on some factors of specimen at each log (kg/m³).

丸太番号 Mark of log	全体 Over all	円板採取位置 Location of disk on log		横断方向 Direction in disk		樹心からのへだたり Relative distance from pith					試片の形状 Form of specimen	
		元口 Butt end	末口 Top end	最長方向 The longest direction	反対の方向 The opposite direction	樹心~30% Pith~30%	31~50% 31~50%	51~65% 51~65%	65% 辺心材界 65%~ Border	辺材部 Sapwood	木口試験 Cross section	柁目試片 Radial section
IVA-1	691	684	699	684	698	735	721	694	686	620	690	693
IVA-2	608	605	610	604	612	636	609	603	610	580	607	608
IVA-3	600	596	604	602	598	653	615	583	593	558	597	603
IVA-4	585	575	595	584	584	660	598	571	565	530	580	590
全体 Over all	621	615	627	619	623	671	636	612	614	572	618	624

Table 4. 丸太べつ、試料因子べつの容積全収縮率の平均値 (%)
 Mean values of volumetric shrinkage when green to oven dry on some factors of specimen at each log (%).

丸太番号 Mark of log	全体 Over all	円板採取位置 Location of disk on log		横断方向 Direction in disk		樹心からのへだたり Relative distance from pith					試片の形状 Form of specimen	
		元口 Butt end	末口 Top end	最長方向 The longest direction	反対の方向 The opposite direction	樹心~30% Pith~30%	31~50% 31~50%	51~65% 51~65%	65% 辺心材界 65%~ Border	辺材部 Sapwood	木口試片 Cross section	柁目試片 Radial section
IVA-1	19.19	18.83	19.55	18.83	19.55	23.30	21.15	18.68	17.18	15.64	19.56	18.82
IVA-2	19.30	19.02	19.59	18.33	20.27	22.83	20.69	18.66	17.51	16.85	19.22	19.39
IVA-3	19.37	19.72	19.02	19.65	19.10	24.96	21.30	18.22	17.28	15.11	19.52	19.22
IVA-4	19.33	18.69	19.96	19.38	19.27	26.08	22.10	18.45	16.06	13.96	19.87	18.78
全体 Over all	19.30	19.07	19.53	19.05	19.55	24.29	21.31	18.50	17.01	15.39	19.54	19.05

る平均値に大きな差が認められるが、他の試料因子でのその差はきわめて小さい。

このように、ここでの資料では容積密度数ならびに容積全収縮率の大きさは、幹軸方向約6mのへだたりをもった2部分からの円板の間でも、また、特定の横断面2方向の間でも、その差はさして問題にするにあたらないようである。

IVA-1の丸太が容積密度数で他の3本の丸太に比べて大きな値を示すにもかかわらず、容積全収縮率でほぼ等しい値を示しているのは、前掲の解剖学的所見から明らかなごとく、他の3本の丸太とは異なった樹種であることによる特性と推定される。

以上の結果にもとづき、次項以下のとりまとめにあたっては、丸太のべつと、樹心からの相対的へだたりとに留意しておこなうこととする。

3. 容積密度数および収縮率の丸太内水平分布

容積密度数ならびに接線・半径方向および容積全収縮率の丸太内水平分布を Fig. 4 に示す。

これによると、IVA-1の丸太についての容積密度数の変化を除けば、容積密度数、接線・半径方向および容積全収縮率の水平分布は、樹心から周辺部に向かって減少する傾向を示している。これを前報¹²⁾で

述べた樹心からのへだたりによる容積密度数、および容積全収縮率のあらわれかたの類型にあてはめれば Type I に類別できる。

ただし、IVA-1の丸太は各収縮率で他の丸太と類似の分布傾向を示すが、容積密度数についてはひとり高い値を示すとともに、その分布傾向も、辺材部を除いて考えればほぼ一様で、他の3本の丸太とは異なった Type に属するのかもしれない。

3. 相互関係の検討

1. 容積密度数と容積収縮率との関係

各丸太の木口試片について最大、最小、平均 α_0/R 値を Table 5 に示す。これによると全体で最大値 46、最小値 24、平均値 32.4 を示し著しい変動が想定できるが、各丸太の平均値は IVA-3 の丸太が 33.8 で最大値を、IVA-1 の丸太が 29.0 で最小値をそれぞれ示し、他の2本の丸太は IVA-3 の値に近似している。これらの値は多くの樹

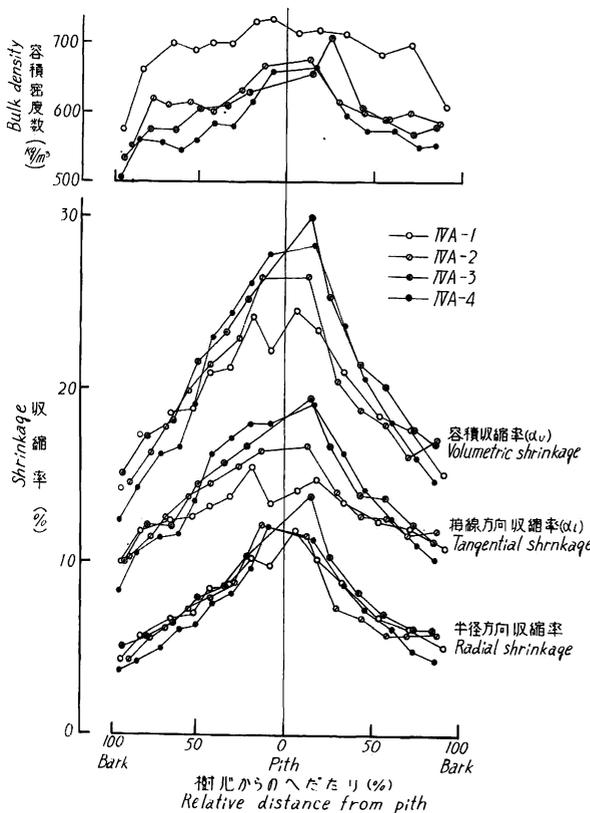


Fig. 4 容積密度数および全収縮率の丸太内水平分布 (元口円板)

Transversal distribution of bulk density and shrinkage when green to oven-dry in relation to relative distance from pith (Disks of butt end).

Table 5. 丸太べつの α_v/R 値
 α_v/R values at each log.

丸太番号 Mark of log	α_v/R			
	<i>n</i>	Max.	Min.	\bar{x}
IVA-1	28	35	24	29.0
IVA-2	25	40	25	32.4
IVA-3	24	46	27	33.8
IVA-4	28	43	24	31.5
全体 Over all	105	46	24	32.4

(注 Remarks) 記号は Table 2 の注にしたがう。

See the remarks of Table 2 on the marks.

Fig. 5 容積全収縮率と容積密度数との関係

Relation between volumetric shrinkage when green to oven-dry and bulk density. →

種をつうじての代表値 $\alpha_v/R=28$ より大きく、カンボジア産 8 樹種¹²⁾ならびにカプル材¹³⁾に比較すればはるかに高い値である。

全体として $\alpha_v/R=25\sim45R$ の幅

広い分散域をもって分布する関係は、容積密度数と容積全収縮率との関係を丸太べつに示した Fig. 5 で明確であるが、これを丸太べつに検討してもほとんどの丸太で、ほぼ同じ分散域をもって分布しており、特にかげはなれた 2, 3 の数値の影響でないことは明らかである。すなわち、 α_v/R 値の丸太べつの傾向は、全体の平均値 $\alpha_v/R=32R$ の直線と異なる傾向を示すようである。いま α_v/R 値の丸太内水平分布を丸太べつ、円板採取位置べつに図示すると Fig. 6 のごとく、樹心から周辺部に向かって減少する傾向が見られるが、この分散域がそのまま Fig. 5 に示されることとなり、カプル材¹³⁾の場合と同じく、樹心からのへだたりにともなう α_v/R 値の変動が、直接 α_v/R 値の分散域の大きさの指標となるといえそうである。ここで、IVA-1 の丸太の α_v/R 値は、下限値では他の 3 本の丸太にほぼ等しいが上限値では低い値を示している。

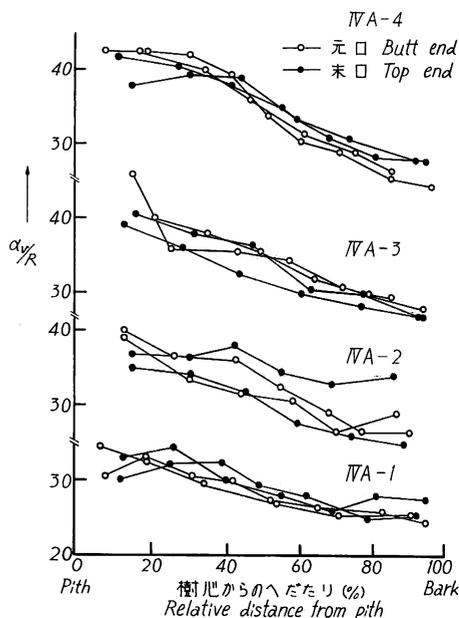
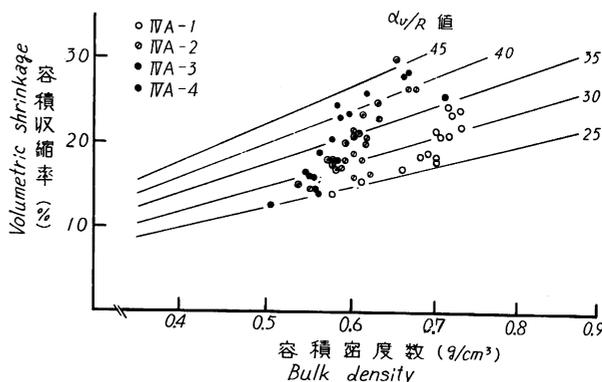


Fig. 6 α_v/R 値の丸太内水平分布
Transversal distribution of α_v/R value in relative distance from pith.

Table 6. 丸太べつ々の横断面収縮異方度
Transverse shrinkage anisotropy at each study log.

丸太番号 Mark of log	n	t/r			t ₁₅ /r ₁₅		
		Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}
IVA-1	28	2.4	1.2	1.7	3.3	1.2	2.0
IVA-2	25	2.4	1.3	1.9	3.2	1.4	2.3
IVA-3	24	2.2	1.2	1.8	2.7	1.3	2.1
IVA-4	28	2.5	1.5	1.9	3.3	1.6	2.4
全体 Over all	105	2.5	1.2	1.8	3.3	1.2	2.2

(注 Remarks)

t/r: 全乾時までの収縮における横断面収縮異方度
Transverse shrinkage anisotropy when green to oven-dry.
t₁₅/r₁₅: 気乾(含水率15%)時までの収縮における横断面収縮異方度
Transverse shrinkage anisotropy when green to air dry (15% moisture content).
他の記号は Table 2 の注にしたがう。See the remarks of Table 2 on the other marks.

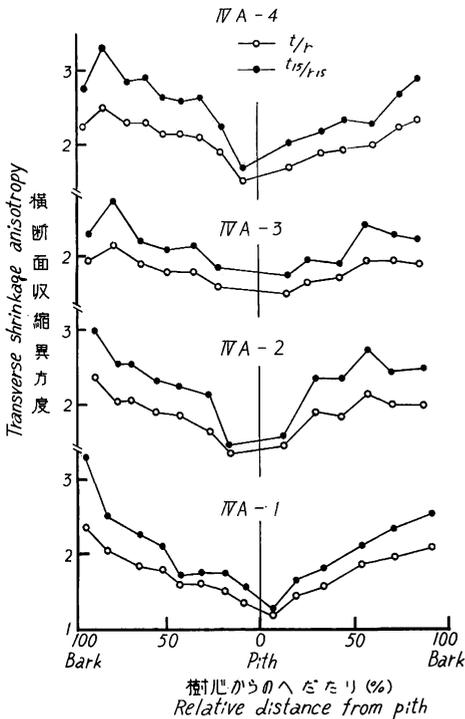


Fig. 7 横断面収縮異方度の丸太内水平分布 (元口円板)

Transversal distribution of transverse shrinkage anisotropy in relation to relative distance from pith(Disks of butt end).

でいることがわかる。

全乾時までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r) と容積密度数 (R) との関係を、丸太べつに Fig. 10

Fig. 6 の α_0/R 値の丸太内横断面水平分布をその類型¹²⁾にあてはめれば、Type Iに属する。IVA-1の丸太もほぼ同じ類型に属するとみなされる。

2. 横断面収縮異方度

全乾時までの収縮における横断面収縮異方度 (t/r) および気乾(含水率15%)時までの収縮における横断面収縮異方度 (t₁₅/r₁₅) の最大値、最小値、平均値を丸太べつに Table 6 に示す。これによると最大値、最小値、平均値は両者ともに丸太間で差は小さく全体の平均値は t/r が1.8、t₁₅/r₁₅ が2.2を示し後者が大きい。最大値と最小値の差は全体で t/r が1.3、t₁₅/r₁₅ が2.1を示し、丸太内の変動の大きいことがわかる。

t/r および t₁₅/r₁₅ と樹心からの相対的へだたりとの関係を Fig. 7 に示す。これによると、両者はともに樹心から周辺部に向かって増加の傾向を示すとともに、t₁₅/r₁₅ は t/r より常に大きい値を示している。

さらに t₁₅/r₁₅ と t/r の差をとり、容積密度数との関係を Fig. 8 に、また樹心からの相対的へだたりとの関係を Fig. 9 に示す。これらによると、この差を全体について見るとき容積密度数の増加で減少し、また樹心から周辺部に向かって増加する傾向が認められるが、個々の丸太について見るとききわめて変動に富ん

に示す。これによると、全体の傾向は KOLLMANN, F.⁹⁾ によって計算された範囲の上限値から下限値にわたって広い分散域をともなって、容積密度数の増加にしたがって減少する傾向で分布している。

いまかりに、空隙をもたず木材実質のみからなる木材の全乾比重を 1.5、すなわちその容積密度数を 1.056、そのときの横断面収縮異方度を 1 と仮定し、容積密度数の減少にともないこの異方度が直線的に上昇するものとみなすと、その勾配 ϕ は容積密度数を g/cm^3 単位として次式で示される。

$$\phi = (t/r - 1) / (1.056 - R)$$

ϕ が 0~4 についての直線を Fig. 10 に併記したが、前記の KOLLMANN, F. によって推定された上限値と下限値の曲線はそれぞれ $\phi=2.7, 0.7$ の直線に近似している。

ϕ および気乾 (含水率 15%) 時までの収縮における横断面収縮異方度の同様の値 ϕ_{15} の丸太別の最大値、最小値、平均値を計算し

Table 7 に掲げる。これによると、丸太べつの ϕ の値は平均値間の差では t/r とほとんど変わらないが、

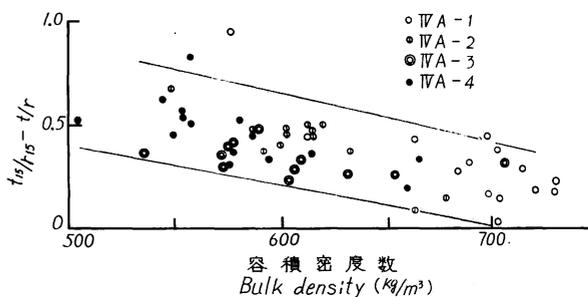


Fig. 8 t_{15}/r_{15} と t/r の差と容積密度数との関係
Relation between the difference between t_{15}/r_{15} and t/r and bulk density.

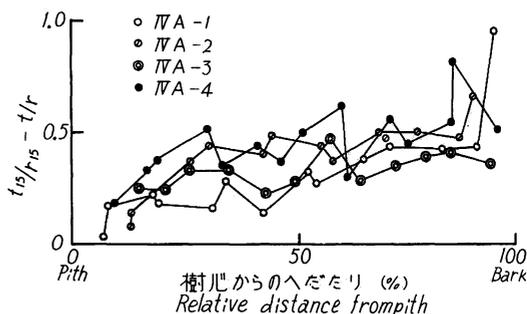


Fig. 9 t_{15}/r_{15} と t/r の差と樹心からの相対的へだたりとの関係
Relation between the difference between t_{15}/r_{15} and t/r and relative distance from pith.

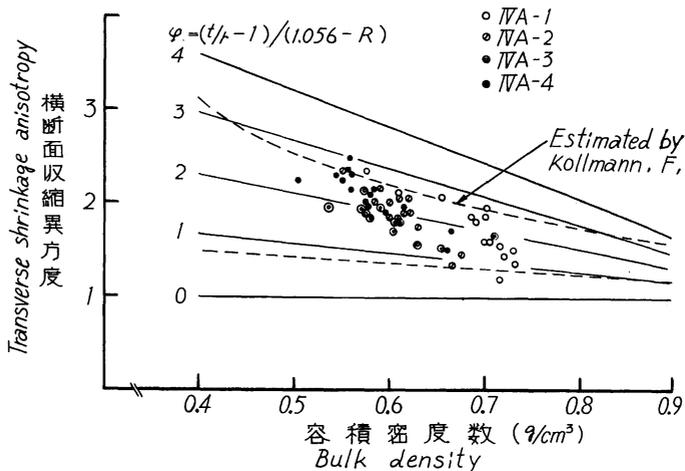


Fig. 10 横断面収縮異方度と容積密度数との関係
Relation between transverse shrinkage anisotropy and bulk density.

Table 7. 丸太べつの φ の値
Value of φ at each study log.

丸太番号 Mark of log	n	φ			φ_{15}		
		Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}
IV A-1	28	3.2	0.6	1.9	4.8	0.7	2.7
IV A-2	25	2.8	0.9	2.0	4.0	1.1	2.9
IV A-3	24	2.4	0.7	1.8	3.6	0.8	2.4
IV A-4	28	3.0	1.3	2.0	4.6	1.7	2.8
全体 Over all	105	3.2	0.6	1.9	4.8	0.7	2.7

(注 Remarks)

φ : 次式で計算される値 Value calculated as follow:

$$\varphi = (t/r - 1) / (1.056 - R)$$

φ_{15} : 次式で計算される値 Value calculated as follow:

$$\varphi_{15} = (t_{15}/r_{15} - 1) / (1.056 - R)$$

他の記号は Table 2 の注にしたがう。See the remarks of Table 2 on the other marks.

最大・最小値間差では t/r より大きくなっており、丸太内では容積密度数の増加と t/r の減少は、この φ の勾配とは別の傾向をたどるようである。このように、 t/r の大きな変動が樹心からのへだたりにもとづくものであろうことは、すでに指摘したところであるが¹³⁾、この樹種でも同様の傾向がうかがいしられる。

3. 気乾 (含水率 15%) 時までの収縮と全収縮との関係

気乾 (含水率 15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合を $\alpha_{15/0}$ であらわし、この値の3方向についての丸太べつの最大値、最小値、平均値を Table 8 に示す。これによると、全体の各方向べつの平均値は $t_{15/0}=58\%$ 、 $r_{15/0}=50\%$ 、 $l_{15/0}=8\%$ と順に減少し、 $l_{15/0}$ は著しく小さい値を示している。これが、含水率

Table 8. 丸太、方向べつの気乾 (含水率15%) 時までの収縮が全収縮にしめる割合 (%)

Percentage of the shrinkage when green to air dry (15% moisture content) to when green to oven dry at each direction and log.

丸太番号 Mark of log	n	$t_{15/0}$			$r_{15/0}$			$l_{15/0}$		
		Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}	Max.	Min.	\bar{x}
IV A-1	28	62	46	55	60	33	47	57	-76	6
IV A-2	25	64	49	57	60	38	48	12	-40	0
IV A-3	24	73	52	61	63	45	52	32	-6	10
IV A-4	28	71	48	61	62	39	52	33	-22	15
全体 Over all	105	73	46	58	63	33	50	57	-76	8

(注 Remarks)

$t_{15/0}$: 接線方向の気乾時までの収縮が全収縮にしめる割合

Percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry at tangential direction.

$r_{15/0}$: 半径方向の気乾時までの収縮が全収縮にしめる割合

Percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry at radial direction.

$l_{15/0}$: 軸方向の気乾までの収縮が全収縮にしめる割合

Percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry at axial direction.

他の記号は Table 2 の注にしたがう。See the remarks of Table 2 on the other marks.

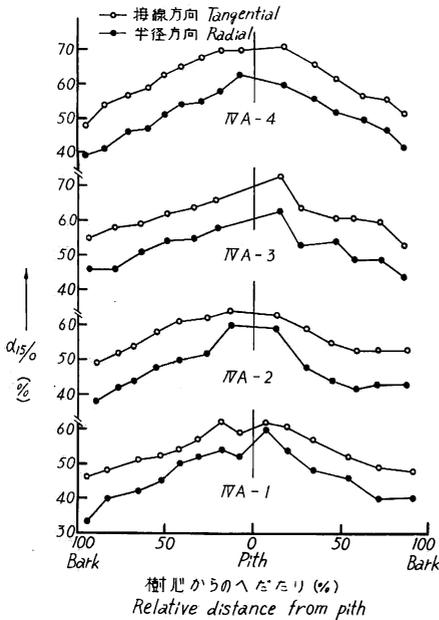


Fig. 11 $\alpha_{15/0}$ の丸太内水平分布
Transversal distribution of $\alpha_{15/0}$ in relative distance from pith.

の減少にともなう各方向の収縮曲線の相違によるものであろうことは、すでに前報¹²⁾

で考察したところである。さらに、 $t_{15/0}$ 、 $r_{15/0}$ の変動は大きい、これらの値が樹心から周辺部に向かって減少する傾向を示した Fig. 11 と、Fig. 6 に見られた α_v/R の樹心からのへだたりによる同様の傾向から、これらの変動が繊維飽和点の変動によるであろうことは十分に推定される。 $t_{15/0}$ と $r_{15/0}$ との差は、樹心部の特に著しく小さい値を示す 2、3 の点を除いてはほぼ等しい値を示し、全体の平均は約 8% であるが、両者が対応して変動することがわかる。これに反し、 $l_{15/0}$ の値は著しく変動し、特に IVA-1 の丸太では最大値 57%、最小値 76% を示し、容積密度数、樹心からのへだたりとの相関も認めがたいようである。

Fig. 12 は $\alpha_{15/0}$ と容積密度数との関係を、接線および半径方向べつに示したものである。これによると、丸太べつのこれらの関係は、両方向とも幅広い変動を示してはいるが、容積密度数の増加にともなって増加する傾向がうかがわれる。しかし、全体としてのこれらの関係は、IVA-1 の丸太試料をのぞいてもかなり不明確な傾向のものとなるようである。

4. 要 約

カリマンタン産グルイン (*Dipterocarpus* spp.) 材の容積重と収縮率の測定をおこない、若干の因子についての相互関係を検討した。

1. 収縮率および容積重について、丸太べつの最大値、最小値、平均値および出現度数分布の状態をもとめた (Table 2, Figs. 1~3)。

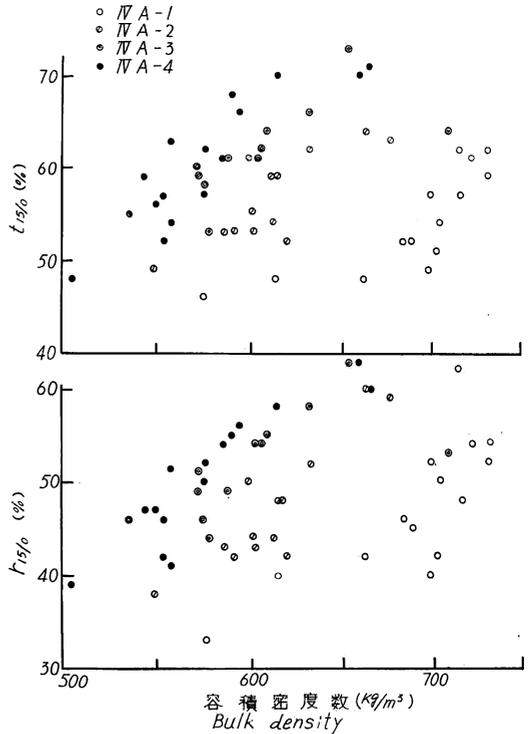


Fig. 12 $\alpha_{15/0}$ と容積密度数との関係
Relation between $\alpha_{15/0}$ and bulk density.

2. 容積密度数および容積全収縮率について、丸太、円板採取位置、横断方向および試験片の形状の5つの試料因子の各水準について、平均値の比較をおこない、この試験で取り扱った丸太径級の範囲では、樹心からの相対的へだたりについて最も考慮をばらう必要を認めた (Tables 3, 4)。
3. 容積密度数および収縮率の丸太横断面水平分布をもとめた (Fig. 4)。
4. 容積全収縮率 (α_v) と容積密度数 (R) との関係を調べ、 α_v/R 値の丸太横断面水平分布を検討した (Table 5, Figs. 5, 6)。
5. 全収縮における横断面収縮異方度 (t/r) の値をもとめ、容積密度数との間に直線的な関係を想定した場合の理論的な勾配 (ρ) について検討するとともに、気乾 (含水率 15%) 時までの収縮における、横断面収縮異方度 (t_{15}/r_{15}) の値との関連性をもあわせて検討した (Tables 6, 7, Figs. 7~10)。
6. 気乾 (含水率 15%) 時までの収縮が全収縮にしろる割合 ($\alpha_{15/0}$) の接線、半径および軸方向での値を算出し、試料因子に関して若干の検討を加えた (Figs. 11, 12, Table 8)。

文 献

- 1) CHOWDHURY, K. A. and S. S. GOSH: Indian wood, their identification, properties and uses, Appendix, Dehra Dun, (1958)
- 2) DADSWELL, H. E.: Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties, Journal of the institute of wood science, 1, (1958)
- 3) 井阪三郎: 板の幅の収縮, 帝室林野局北海道林業試験場彙報, 4, (1943)
- 4) 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, 林試研報, 90, pp.109~144, (1956)
- 5) 蕪木自輔: 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, 林試研報, 144, pp.53~111, (1962)
- 6) 梶田 茂・中戸莞二: 単板および合板の収縮ならびに膨張率, 日林誌, 32, 10, (1950)
- 7) KINGSTON, R. S. T. and C. J. E. RISDON: Shrinkage and density of Australian and other Southwest Pacific woods, C. S. I. R. O., Div. of Forest Prod. Tech. Paper, 13, (1961)
- 8) 北原覚一: ラワン樹幹横断面内の材質の変化, 木材工業, 12, 4, (1957)
- 9) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe, Erster Band, Zweite Auflage, Springer-Verlag, Berlin, (1951)
- 10) LARSON, P. R.: Changes in chemical composition of wood cell walls associated with age..... in *pinus resinosa*, F. P. J., 15, 6, (1965)
- 11) MALAYAN FOREST SERVICE: Trade Leaflet, 5, 6 (1961), 7, 21, 31, (1964)
- 12) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 1, カンボジア産材 8 樹種の容積密度数と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 190, pp.31~61, (1966)
- 13) 中野達夫・蕪木自輔: 南洋材の性質 4, 北ボルネオ産カプール材の容積重と収縮率のあらわれかた, 林試研報, 197, pp.61~74, (1967)
- 14) 農林省林業試験場木材部物理研究室: 日本産主要樹種の物理的性質 (未発表)
- 15) 農林省林業試験場木材部強度研究室: コーア (クルイン) 材の材質試験 (研究資料), 97, (1957)
- 16) 佐道 健: 軸方向の収縮と内部ひずみ, 日本木材学会第15回大会研究会資料 (1965)
- 17) SALLENAVE, P.: Propriété physiques et mecaniques des bois tropicaux de L'union Francaice, Centre Tech. Forest Trop., Nogentsur-Marne(Seine), France, (1955)

III. Density and Shrinkage of Keruing Woods grown in Kalimantan

Tatsuo NAKANO and Jisuke KABURAGI

(Résumé)

In this investigation, we made a study of the density and the shrinkage on four Keruing (*Dipterocarpus* spp.) logs grown in Kalimantan, Indonesia.

The general description of the logs and the test specimens are shown in Table 1.

The test specimens were taken from the two directions along the longest radius containing pith in the disks of the butt and top end at each log. Sampling methods of the test specimens from direction and method of the test for study on the density and shrinkage were determined following the method of the preceding report¹²⁾.

The results of the present observations are as follows:

1. The maximum, minimum and mean values of shrinkage and density at each log were obtained, and the figures are shown in Table 2. Then, the frequency polygons of bulk density and shrinkage when green to oven dry are shown in Figs. 1~3.

2. The comparisons between the mean values of bulk density and volumetric shrinkage when green to oven dry on the factors of specimen (logs, locations of disk, directions, relative distances from pith and forms of specimen) were made. In the results, as to the logs which we sampled in this study, we recognized there were large differences between the distances from pith (Tables 3, 4).

3. The transversal distribution of the bulk density (R kg/m³) and the shrinkage when green to oven dry in relation to relative distance from pith are shown in Fig. 4.

4. The relationship between the bulk density (R) and the volumetric shrinkage (α_v) was as shown in Fig. 5 and the distribution of the α_v/R values in relation to the distance from pith on each log were abstracted as shown in Fig. 6. Then, the values of α_v/R at each log are shown in Table 5.

5. The values and the transversal distribution in relation to the relative distance from pith of the anisotropy shrinkage when green to oven dry (t/r) and air dry (t_{15}/r_{15}) were respectively shown in Table 6 and Fig. 7. Furthermore, the relation between t/r and bulk density was discussed (Fig. 10, Table 7) as based on the values of " ϕ " which was calculated as follow:

$$\phi = (t/r - 1) / (1.056 - R)$$

6. The percentage of the shrinkage when green to air dry to when green to oven dry ($\alpha_{15/0}$) was observed in relation to the distance from pith, each log and each direction and the bulk density (Table 8, Figs. 11, 12).