

木材チップの容量検収に関する小試験

伊 藤 彰⁽¹⁾

I ま え が き

最近数年間のパルプ原木と木材チップの消費量の統計（林野庁調：Table 1 参照）からわかるように、パルプ工業の進展にともない原木、チップともに消費量が年々増加してきており、特にパルプ原木の高騰、不足などに関連して、それらの需給が必ずしも円滑であるとはいえず、廃材チップの使用量は目だって増加する傾向にあり、両者が等量となる日も近いと考えられるほどである。

昨年度においては約 700 万 m³ の木材チップの商取引が行なわれたにもかかわらず、その量的検収法は各工場によって異なり、特にチップの生産者より取引の公正化、正量取引の必要が叫ばれてきている。

すなわち、この木材チップの量的検収法については、はやくからパルプ、木材チップ両業界から問題視され、特に木材チップ業界からは検量の正確、かつ簡便な量的検量法の統一化が要望されてきていた。本問題については、研究報告なども比較的多く発表されていて、とくに最近、米沢林産化学部長が“木材チップ——技術と経営（木材工業新書、1963）”、また、上村木材部長が“木材チップの重量検収（当场研究報告、第 167 号、pp. 1～28、1964）”等を発表されている。

この問題はチップおよびパルプの関係者が解決に努力してきたのであるが、いまなおチップ流通上未解決の重要問題として残されている。

ここで著者は、本報告の目的を述べるため、現行の木材チップの量的検収法と輸送法にふれてみることにする。まず、量的検収法を簡単に分類すれば、次の 4 つの方法がある。

Table 1. 年度別パルプ原木消費量（林野庁調）

Consumption of pulpwood in a Japan year.

(by an investigation of The Government Forest Bureau)

単位 Unit : 1,000m³

年 度 別 Year	総 計 Total	内 訳 Item		
		原 木（針葉樹） Pulpwood (Softwood)	原 木（広葉樹） Pulpwood (Hardwood)	チップ（屑材を含む） Chip (Including wood waste)
昭和32 (1957)	9,036	7,290	1,585	161
33 (1958)	8,767	6,362	1,908	497
34 (1959)	11,181	6,454	2,829	1,898
35 (1960)	12,721	5,653	3,927	3,141
36 (1961)	14,335	5,304	4,511	4,520
37 (1962)	14,248	4,381	4,268	5,599
38 (1963)	16,930	4,477	5,166	7,287

(1) 林産化学部第三科木材炭化研究室長

- (A) 重量検量→重量取引
- (B) 重量検量→容量取引
- (C) 容量検量→重量取引
- (D) 容量検量→容量取引

このうち(D)における容量検量法には、チップの実体積を測定する場合とチップの層積を測定する場合があり、後者は、全層積を測定する場合とサンプルによる層積測定の場合の2種がある。一方現在のチップ輸送については、トラックによるバラ積みが増加し、これに対して、量的検量法としては容量法7、重量法3の割合で種々な方法が行なわれているが、それらのうち、前述の量的検取法中比較的簡単な方法と考えられ、かつ、実際にも比較的取引が円滑のように見受けられる検取方法(前述の(D)容量検量→容量取引でサンプルによる層積測定による方法)について、検討してみることにした。

本法の概要をのべると、まず全チップの重量を測定後一定容積のマス(1m³または1石相当、台秤上にのせておく)にロットの各所からチップをサンプリングして入れ、いっぱいになったところでその重量を測定している。

そして、次式によって全実容積を算出して取引している。

$$V = \left(\frac{\text{ロット量}}{\text{サンプル量}} \right) \times K$$

ただし、V:全実容積、K:換算係数

本法においては、上式の()内は重量比で、Kの値はマスによってあらかじめ実測され一定であるので作業は簡単である。

本法の精粗について、ポイントとなる点は単位容量のチップの重量のバラツキであって、これについて実験し、この簡単な容量検取法の基礎事項を検討した。

なお、本実験は中断のやむなきにいたったため未完成ではあるが、いささかでも参考になればと考え、あえてとりまとめたものである。

おわりに、本報告に関し、その機会を与えられ、かつ全面的にご指導を賜わった当场林産化学部長農学博士米沢保正技官をはじめ、実験にご協力をいただいたパルプ研究室長香山彊技官、同研究室員各位、ならびに試料入手についてご協力いただいた全国木材チップ工業連合会、津田専務理事に謝意を表するとともに、本報告が実際の木材チップ検取法に関していささかでも参考となるならば幸甚である。

II 実 験

1. 試 料

本実験に使用した試料は、次の4種のチップである。

- (a) マツ 350 kg (含水率: 11.714%)
- (b) スギ 180 kg (含水率: 13.181%)
- (c) L材 190 kg (含水率: 11.057%)

以上の3種は各チップの樹種別容積密度測定のために全国的にあつめた市場チップを樹種別に混合したものである。

- (d) マツ 160 kg (含水率: 10.369%)

九州五島列島産マツを当场設置のチップパー(円板直径 24 in, 10 IP, 太平製作所製)にかけてチップと

したものである。

2. 実験法

単位容量のチップの重量のバラツキに関する次の2種（AおよびB）の実験と、これに関連ある単位重量のチップの層積の変化に関する実験（C）とを行なった。

その概要は次のようである。

（A）なるべく実際問題に関連ある状態、今回は、サイロまたは、ベルトコンベアーからチップが連続的にトラックにはいる状態を想定して（この状態を本報告においては以下自然流動落下と仮称する）単位容量のチップの重量のバラツキに関する実験を行なった。

（B）チップが自然流動落下してくる中へ、静かに水平運動をしている篩（Fig. 1 参照）を入れて、チップの一つ一つがバラバラの状態（この状態を本報告では以下自然個々落下と仮称する）にして充てんし、単位容量のチップの重量のバラツキに関する実験を行なった。

（C）容器に振動を与えて、中の自然流動落下によってはいていたほぼ正しいチップの層積の変化に関する実験を行なった。

以下、各実験ごとにその要領を示す。

（A）試料チップの自然流動落下の場合

- 1) 試料チップを山積し、よくこれを混合した。
- 2) 同上試料中より無作為に適当量を取り、これを測定容器の直上（容器の上辺中央上 10cm）より、チップを自然流動落下させ、チップが容器の上端より少し山もりとなった程度でこれをやめ静かに手で表面をならしながら、余分のチップを器外に落とし、正一杯とした。使用した測定容器は大小2種あって、いずれも正円筒形（内部）に近いものをえらんで（Fig. 2 参照）、あらかじめ

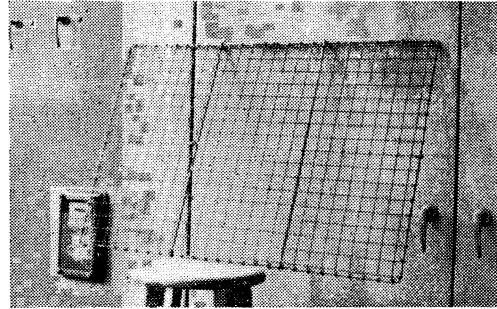
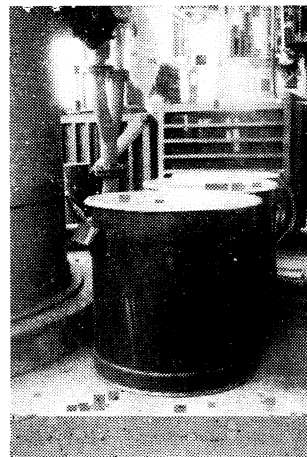
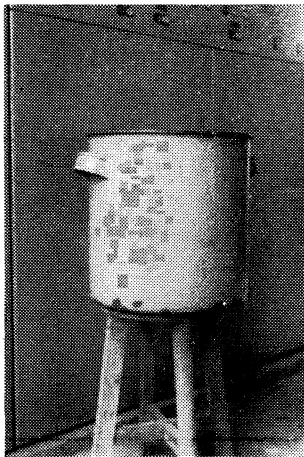


Fig. 1 篩（篩目：1寸）
The used screen (mesh: 3.3cm).



大測定容器 Large volume-box (128.83 l). 小測定容器 Small volume-box (19.15 l).

Fig. 2 測定容器 The used volume-box.

その重量および内容積を測定しておいた。

それらの重量および内容積の測定については次の方法を採用した。

重量については、大測定容器関係の実験には、精度 50 g，小測定容器関係の実験には、精度 0.5 g の台秤を使用した。

内容積については、大小測定容器とも最小読度 1 mm の物指で、容器内部の直径と高さを測り算出した。また、同測定容器の正一杯の水の重量を測定算出し、同時に使用した水の温度を測定し、大小測定容器の内容積を算出した。両測定法による内容積の差は大小容器ともにきわめて小であったから、それぞれ算術平均値を算出し、その内容積とした。

3) 前項のチップ入容器を秤量し、正一杯のチップ重量を算出した。

4) 同上チップより、サンプル 4 点を取り、「JIS 法」¹⁾により、それらの含水率および容積密度数を測定算出した。これらより、試料チップの全乾重量および測定容器内の試料チップ層積内の空隙率を次式によってそれぞれ算出した。

$$\text{全乾重量}(\bar{W}) = W \times \left(\frac{1-M}{100} \right)$$

ただし、 W ：試料チップの重量

M ：試料チップの含水率（ウェットベース）

$$\text{空隙率}(E) = \left(\frac{v-V}{v} \right)$$

ただし、 V ：試料チップの実体積

$V = \bar{W}/G$ ， G ：容積密度数

v ：試料チップの層積

5) 前記 2)，3) の実験操作を何回もくりかえし行なった。その回数については、5～30 回で詳細は後記、(Ⅲ) 実験結果の項を参照されたい。

6) 以上の実験は次の種別ごとに行なった。

(イ) 樹種別 (ハ) 水分別

(ロ) 単位容量別 (ニ) サイズ別

(B) 試料チップの自然個々落下の場合

1) 試料チップを山積し、よくこれを混合した。

2) 同上チップより無作為に適当量を取り、これを測定容器直上（高さ容器の上辺中央上 5 cm）に設けた篩（約 1 秒間隔で水平往復運動を行ない、その振幅は約 30 cm，その篩目は 1 寸）の中央付近に、その篩の上 10 cm の高さから、自然流動落下させた。その結果、自然流動落下していく試料チップは、篩を通ると、各個バラバラの状態で大部分測定容器の中へ落ちていった。少し山もりになった程度でこれをやめ、静かに手で表面をならしながら、余分のチップを器外に落とし、正一杯とした。

3) 前記 (A) 3) と同様

4) 前記 (A) 4) と同様

5) 前記 (A) 5) と同様

6) 以上の実験を次の種別ごとに行なった。

(イ) 樹種別 (ロ) 水分別

(C) 振動による実験

- 1) 試料チップを山積し、よくこれを混合した。
- 2) 同上試料チップ中より層積で約 210l のチップをサンプリングし、これを秤量した。
- 3) 当场応用研究室設置のホッパー・フィーダー（Hopper feeder）の付属機械バイブレーター（Vibrator）（東京都、株式会社 日東電気製作所製、Fig. 3 参照）の中へ、同上試料チップを同機上部入口上辺直上（高さ 10cm）より自然流動落下させ、表面を静かに手でならし、表面をできるだけ水平にした。

4) 上記表面を同機内の四方壁にとりつけた目盛板でその目盛を読んでおいた。なお、この目盛により、バイブレーター内のチップの層積を知ることができるように、あらかじめ、精度 1mm のものさしで内部の各辺高さを測定し、その内容積を算出しておいた。

5) マグネットより、同機に振動（振幅最大 0.5mm、振動数最大は不明であるが一定）を与え、始動後 6 分目、10 分目、20 分目、ならびに試料チップの層積がほとんど安定した 30 分目の目盛を読みとり、各観測時の試料チップの層積を算出した。

6) チップをとりだし、よく混合し、サンプル 4 点を採取し、前記同様、含水率、容積密度数、全乾重量、および空隙率を測定算出した。

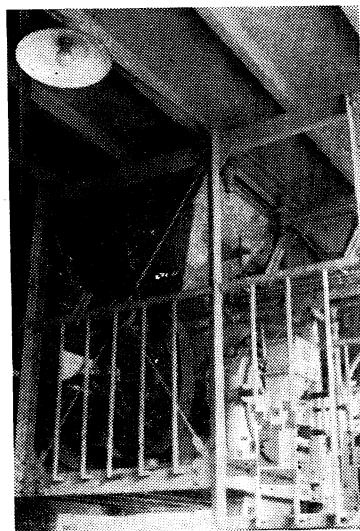


Fig. 3 バイブレーター
（ホッパーフィーダー付属機械）
The used vibrator.
(in the Hopper feeder)

III 実験結果

上記実験結果を実験の種類別に示せば、次のようであった。

(A) 試料チップの自然流動落下の場合：

サンプルごとに、その重量、およびそれらの算術平均値、標準偏差、変動係数、ならびに必要な数値、すなわち、試料の含水率、容積密度数、サイズを下記種別にそれぞれ表で示す。

- | | |
|-----------|----------------|
| (イ) 樹種別 | Table 2~5. |
| (ロ) 単位容量別 | Table 2, 3, 5. |
| (ハ) 水分別 | Table 2, 3, 5. |
| (ニ) サイズ別 | Table 4. |

(B) 試料チップの自然個々落下の場合：

前 (A) 項と同事項を Table 6 で示す。

(C) 振動による実験

各観測時の試料チップの層積と、その際の同層積に対する空隙率ならびに、試料の含水率、容積密度数、重量を Table 7 で示す。

Table 2. 単位容量 (19.15 l) の木材チップの重量
The weights of woodchips in the volume-box (19.15 l).

No.	落下状態 Dropping condition.	マ ツ (a) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (g)	ス ギ (b) <i>Cryptomeria japonica</i> チップ重量 Weights of chips (g)	材 (c) Hardwoods チップ重量 Weights of chips (g)	マ ツ (d) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (g)
1	自然流動落下 Natural aggregate- dropping.	4168.0	2976.0	4590.5	4015.5
2		4308.5	3009.0	4489.0	4277.0
3		4104.0	3032.0	4484.5	4013.0
4		4113.5	2771.0	4473.0	4244.5
5		4178.0	2999.5	4441.5	4105.5
6		4138.5	2900.5	4252.0	4000.5
7		4128.5	2957.0	4634.5	4289.0
8		4206.0	2726.5	4531.0	4013.0
9		4128.5	2872.5	4440.0	3963.0
10		4107.5	2736.5	4609.5	4201.0
11		3999.5	2738.5	4633.0	4217.5
12		3959.5	2855.0	4462.0	3997.0
13		3964.5	2723.5	4610.5	4208.0
14		3985.5	2715.0	4429.0	4074.5
15		4005.5	2753.5	4584.0	4080.0
16		4023.0	2789.5	4397.5	
17		3907.0	2647.0	4406.5	
18		4096.5	2748.5	4479.5	
19		4058.5	2712.0	4730.0	
20		4031.0	2812.0	4647.5	
21		4010.0	2808.5	4551.0	
22		3894.5	2698.5	4655.0	
23		4123.5	2818.0	4480.0	
24		3972.0	2939.5	4431.0	
25		3902.0	2682.0	4582.0	
26		4176.0	2807.0	4528.0	
27		4038.5	2816.5	4599.5	
28		4125.5	2784.5	4543.5	
29		4195.0	2766.0	4669.5	
30		4102.5	2881.5	4632.0	
算 術 平 均 Mathematical average		4071.7	2815.9	4533.2	4113.3
標 準 偏 差 Standard deviation		± 100.06	± 104.9	± 103.52	± 114.5
変 動 係 数 Coefficient of variation		0.025	0.037	0.023	0.028
含 水 率 Moisture content(%)		11.714	13.181	11.057	10.369
容 積 重 Specific gravity (g/cc)		0.4662	0.3438	0.5158	0.5054

Table 3. 単位容量 (19.15 l) の木材チップの重量 (含水率別)
The weights of woodchips in the volume-box (by moisture content of chips).

No.	落下状態 Dropping condition	マ ツ (a) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (g)	ス ギ (b) <i>Cryptomeria japonica</i> チップ重量 Weights of chips (g)	材 (c) Hardwood チップ重量 Weights of chips (g)	マ ツ (d) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (g)
1	自然流動落下 Natural aggregate- dropping	6658.5	5828.0	7269.0	7927.0
2		6634.5	5879.5	7295.5	7807.5
3		6613.0	6128.0	6880.5	7979.0
4		6539.0	6110.5	7033.5	8035.5
5		6431.5	6070.5	7228.5	7913.0
	M.av.	6575.3	6003.3	7141.4	7932.4
	S.D.	± 92.0	± 139.3	± 178.3	± 84.9
	C.V.	0.014	0.023	0.025	0.011
	M.C. (%)	52.586	61.970	50.064	56.605
	S.G. (g/cc)	0.4704	0.3384	0.5122	0.4978
1	自然流動落下 Natural aggregate- dropping	6074.0	5260.5	6363.0	6884.5
2		5939.5	5218.5	6356.5	7072.5
3		6173.5	5273.5	6132.5	6909.0
4		5942.0	5205.5	6101.0	6911.0
5		5896.5	5279.0	6410.0	6928.5
	M.av.	6005.1	5247.4	6272.6	6941.1
	S.D.	± 115.1	± 33.3	± 144.3	± 75.1
	C.V.	0.019	0.006	0.023	0.011
	M.C. (%)	45.730	56.125	44.294	47.856
	S.G. (g/cc)	0.4734	0.3386	0.5108	0.4906
1	自然流動落下 Natural aggregate- dropping	5065.5	4545.0	5690.5	5782.0
2		5049.5	4462.5	5586.5	5645.5
3		5139.5	4594.0	5557.0	5781.5
4		5061.0	4595.5	5648.5	5727.0
5		4977.5	4720.5	5732.0	5641.5
	M.av.	5058.5	4583.5	5642.9	5715.5
	S.D.	± 57.6	± 93.7	± 72.1	± 69.4
	C.V.	0.011	0.020	0.013	0.012
	M.C. (%)	33.906	45.615	34.966	34.695
	S.G. (g/cc)	0.4646	0.3384	0.5148	0.492

備考 Remark: M.av.: Mathematical average 算術平均値

S.D.: Standard deviation 標準偏差

C.V.: Coefficient of variation 変動係数

M.C.: Moisture content 含水率

S.G.: Specific gravity 容積重

Table 4. 単位容量 (19.15 l) の木材チップの重量 (サイズ別)
The weights of woodchips in the volume-box (19.15 l) (by size of chips).

No.	落下状態 Dropping condition	マ ツ (a) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (g)	ス ギ (b) <i>Cryptomeria japonica</i> チップ重量 Weights of chips (g)	材 (c) Hardwood チップ重量 Weights of chips (g)	マ ツ (d) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (g)	Size
1	自然流動落下	3798.0	2718.5	4079.0		30mm以上
2		3697.0	2701.5	4026.0		
3	Natural	3941.5	2609.5	4105.5		
4	aggregate- dropping	3697.5	2662.0	3939.5		
5		3753.5	2558.5	4085.0		
	M.av.	3777.5	2650.0	4047.0		Larger than 30 mm
	S.D.	± 102.0	± 66.1	± 66.9		
	C.V.	0.027	0.025	0.017		
	M.C. (%)	11.206	12.943	11.565		
	S.G. (g/cc)	0.4708	0.3308	0.5170		
1	自然流動落下	3632.0	2637.5	4195.5	4195.5	15~30mm
2		3648.0	2628.0	4200.5	4279.5	
3	Natural	3747.0	2643.0	4117.0	4185.0	
4	aggregate- dropping	3658.0	2546.0	4124.0	4136.5	
5		3660.0	2545.0	4175.5	4133.0	
	M.av.	3669.0	2599.9	4162.5	4185.9	
	S.D.	± 45.0	± 50.0	± 39.5	± 59.4	
	C.V.	0.012	0.019	0.009	0.014	
	M.C. (%)	11.511	12.525	10.846	10.078	
	S.G. (g/cc)	0.4742	0.3388	0.5186	0.501	
1	自然流動落下	3660.0	2574.0	4222.0	4236.5	15mm以下
2		3713.0	2514.5	4235.5	4170.5	
3	Natural	3746.5	2552.5	4296.0	4366.0	
4	aggregate- dropping	3804.5	2629.0	4349.0	4373.0	
5		3657.0	2638.5	4169.5	4175.0	
	M.av.	3716.2	2581.7	4254.4	4264.2	Smaller than 15 mm
	S.D.	± 62.0	± 52.2	± 69.5	± 99.6	
	C.V.	0.017	0.020	0.016	0.023	
	M.C. (%)	12.048	13.532	11.346	10.298	
	S.G. (g/cc)	0.480	0.3408	0.5126	0.5078	

備考 Remark : M.av. : Mathematical average 算術平均値

S.D. : Standard deviation 標準偏差

C.V. : Coefficient of variation 変動係数

M.C. : Moisture content 含水率

S.G. : Specific gravity 容積重

Table 5. 単位容量 (128.83 l) の木材チップの重量
The weights of woodchips in the volume-box (128.83 l).

No.	落下状態 Dropping condition	マ ツ (a) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (kg)	ス ギ (b) <i>Cryptomeria japonica</i> チップ重量 Weights of chips (kg)	L 材 (c) Hardwood チップ重量 Weights of chips (kg)	マ ツ (d) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips (kg)
1		42.70	34.60	39.80	44.40
2	自然流動落下	42.95	35.15	40.00	44.90
3	Natural	42.85	35.35	40.25	44.80
4	aggregate- dropping	43.20	35.30	40.35	44.90
5		42.90	35.10	40.05	45.10
	M.av.	42.92	35.10	40.08	44.82
	S.D.	± 0.183	± 0.276	± 0.217	± 0.259
	C.V.	0.004	0.008	0.005	0.006
	M.C. (%)	51.744	54.841	44.577	49.147
	S.G. (g/cc)	0.4655	0.3518	0.5118	0.4973
1		39.30	31.20	38.45	42.80
2	自然流動落下	39.35	31.35	38.55	42.80
3	Natural	39.70	31.50	38.85	42.65
4	aggregate- dropping	40.00	31.80	38.45	42.50
5		40.05	31.55	38.70	42.85
	M.av.	39.68	31.48	38.60	42.72
	S.D.	± 0.351	± 0.225	± 0.159	± 0.144
	C.V.	0.009	0.007	0.004	0.003
	M.C. (%)	47.930	51.101	42.076	47.329
	S.G. (g/cc)	0.4713	0.3580	0.5065	0.4928
1		24.60	18.90	26.10	27.00
2	自然流動落下	24.40	17.95	26.75	27.55
3	Natural	24.75	17.65	26.65	27.65
4	aggregate- dropping	24.55	17.50	26.70	27.70
5		24.70	18.10	26.95	27.75
	M.av.	24.60	18.02	26.63	27.53
	S.D.	± 0.137	± 0.542	± 0.318	± 0.305
	C.V.	0.006	0.030	0.012	0.011
	M.C. (%)	11.946	12.751	11.441	10.558
	S.G. (g/cc)	0.4610	0.3582	0.5096	0.4968

備考 Remarks : M.av. : Mathematical average 算術平均値

S.D. : Standard deviation 標準偏差

C.V. : Coefficient of variation 変動係数

M.C. : Moisture content 含水率

S.G. : Specific gravity 容積重

Table 6. 単位容量 (128.83 l) の木材チップ重量
The weights of woodchips in the volume-box (128.83 l).

No.	落下状態 Drooping condition	マ ツ (a) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips	ス ギ (b) <i>Cryptomeria japonica</i> チップ重量 Weights of chips	材 (c) Hardwood チップ重量 Weights of chips	マ ツ (d) <i>Pinus</i> spp. チップ重量 Weights of chips
1	自然流動落下 Natural separately dropping	51.60	43.00	48.20	54.30
2		52.20	42.80	48.75	53.45
3		52.35	42.55	49.10	53.60
4		52.51	42.25	48.10	53.40
5		52.45	42.35	48.55	52.90
	M.av.	52.22	42.59	48.54	53.53
	S.D.	± 0.366	± 0.311	± 0.408	± 0.504
	C.V.	0.007	0.007	0.008	0.010
	M.C. (%)	51.744	54.841	44.577	49.147
1	自然流動落下 Natural separately dropping	47.65	37.80	47.20	50.50
2		48.30	38.75	46.65	50.70
3		47.80	38.80	47.10	50.60
4		47.90	39.10	47.00	50.45
5		49.25	38.90	47.05	55.55
	M.av.	48.18	38.67	47.00	50.56
	S.D.	± 0.645	± 0.567	± 0.209	± 0.097
	C.V.	0.013	0.013	0.004	0.002
	M.C. (%)	47.930	51.101	42.076	47.329
	S.G. (g/cc)	0.4713	0.3580	0.5065	0.4928
1	自然流動落下 Natural separately dropping	30.30	22.35	32.85	31.75
2		30.60	22.55	33.30	31.95
3		30.50	22.70	33.35	32.00
4		30.35	22.50	33.05	32.50
5		30.45	22.45	33.00	32.60
	M.av.	30.44	22.51	33.11	32.16
	S.D.	± 0.120	± 0.130	± 0.210	± 0.370
	C.V.	0.004	0.006	0.006	0.012
	M.C. (%)	11.946	12.751	11.441	10.558
	S.G. (g/cc)	0.4610	0.3582	0.5096	0.4968

備考 Remarks : M.av. : Mathematical average 算術平均値

S.D. : Standard deviation 標準偏差

C.V. : Coefficient of variaion 変動係数

M.C. : Moisture content 含水率

S.G. : Specific gravity 容積重

Table 7. 振動による試料チップの層積の変化
On variation of the stacked volume of woodchips by vibration.

チップの樹種 Species of chips	振 動 時 間 Vibrating minutes 分 (min)	減量 (層積) The stacked volume of chips (1,000cm ³)	減少率 (層積) Percentage of decreased stacked volume (%)	空 隙 率 Percentage of gap in the stacked volume (%)	備 考 Remarks
(a) マツ <i>Pinus</i> spp.	0	208.978		71.50	Weight of chips : 31.815 kg
	6	189.682	9.23	62.26	M.C. : 12.230%
	10	180.339	13.70	57.79	S.G. : 0.4688
	20	177.220	15.20	56.30	
	30	174.226	16.63	54.87	
(b) スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	0	208.978		73.76	Weight of chips : 21.610
	6	190.091	9.04	64.73	M.C. : 13.075
	10	186.544	10.74	63.03	S.G. : 0.3426
	20	183.432	12.22	61.54	
	30	183.432	12.22	61.54	
(c) L材 Hardwood	0	212.271		69.75	Weight of chips : 37.065
	6	189.682	10.64	59.11	M.C. : 11.126
	10	186.544	12.12	57.63	S.G. : 0.5130
	20	177.220	16.51	53.24	
	30	177.220	16.51	53.24	

注 Note : M.C.(%) : Moisture content 含水率

S.G. (g/cc) : Specific gravity 容積重

IV 考 察

本実験に関する事項ならびに実験結果について検討する。

1. 実験に関する事項

(1) 実験回数 (サンプル数) について

いま不均一なチップの集団から、サンプリングして単位容量のチップの重量を測定し、そのロットの単位容量の重量を推定するための必要なサンプル数の算式として次式を用いた。

$$N = \left(\frac{2 \times cV}{E} \right)^2$$

ただし、 N : サンプル数、 cV : 変動係数、 E : 目標精度

ところで試料 a, b, c については 30 回、試料 d については 15 回、くりかえし同一実験を行なった結果、変動係数はそれぞれ次のようであった。

試料 a の場合 : 0.025, 試料 b の場合 : 0.037, 試料 c の場合 : 0.023, 試料 d の場合 : 0.016

今回は目標精度 95% にしておくこととし、各樹種別の試料に対する実験回数を上式から算出すると次のようであった。

試料 a については : 1 回, 試料 b については : 3 回, 試料 c については : 1 回, 試料 d については : 1 回
以上の結果から、その後の実験については、安全率をみて、実験回数を 5 回とした (実験 c を除く)。

(2) 試料についての測定に関して

Table 8. 単位容量の木材チップの重量に関する変動係数
The coefficient of variations on weights of woodchips in the volume-box.

試 料 Samples			マ ツ (a) <i>Pinus</i> spp.		ス ギ (b) <i>Cryptomeria japonica</i>		L 材 (c) Hardwood		マ ツ (d) <i>Pinus</i> spp.		サンプル数 (実験回数) Number of samples (Tests)
落下状態 Dropping condition	測定容器 The used volume-box.	サ イ ズ Size	含 水 率 Moisture content	変動係数 Coefficient of variation	含 水 率 Moisture content	変動係数 Coefficient of variation	含 水 率 Moisture content	変動係数 Coefficient of variation	含 水 率 Moisture content	変動係数 Coefficient of variation	
自然流動 落 下 Natural aggregate- dropping	小 容 器 Small box (19.15 l)		11.71	0.025	13.18	0.037	11.06	0.023	10.37	0.028	30 or 15
			33.91	0.011	45.62	0.020	34.97	0.013	34.70	0.012	5
			45.73	0.019	56.13	0.006	44.29	0.023	47.86	0.011	5
			52.59	0.014	61.97	0.023	50.06	0.025	56.61	0.011	5
	Smaller than 15mm 15~30mm Larger than 30mm		12.05	0.017	13.53	0.020	11.35	0.016	10.30	0.023	5
			11.51	0.012	12.53	0.019	10.85	0.009	10.08	0.014	5
			11.21	0.027	12.94	0.025	11.57	0.017	...	...	5
	大 容 器 Large box (128.83 l)		11.95	0.006	12.75	0.030	11.44	0.012	10.56	0.011	5
			47.93	0.009	51.10	0.007	42.08	0.004	47.33	0.003	5
			51.74	0.004	54.84	0.008	44.58	0.005	49.15	0.006	5
自然個々 落 下 Natural separately dropping	〃		11.95	0.004	12.75	0.006	11.44	0.006	10.56	0.012	5
			47.93	0.013	51.10	0.013	42.08	0.004	47.33	0.002	5
			51.74	0.007	54.84	0.007	44.58	0.008	49.15	0.010	5

試料の秤量については、10 kg 以上は精度 50 g、10 kg 以下は精度 0.5 g の台秤を使用し、また試料の含水率、容積密度数（容積重）、全乾重量、および空隙率測定についてのこれらの数値に参考のために「JIS法」または一定式より測定算出したものである。

2. 実験結果について

検討する便宜上、実験Cを除いて、単位容量のチップの重量のバラッキ（変動係数で示す）について、実験別により一括して Table 8 に示した。Table 8 より次の事項が推定せられる。

（1）自然流動落下の場合（実験Aによる）

1) 水分別にみれば：試料の含水率と、容量の大小別、サイズ別の各因子との関連性は認められず、各樹種のチップともに含水率による影響はごく小のようであった。

2) 単位容量の大小別にみれば：試料の含水率、サイズ別の各場合とも各樹種に関係なく、容量大の方が容量小の場合より、明らかにそのバラッキは小であった。

3) サイズ別にみれば：今回は篩を使用して、15mm 以下、15～30mm、30mm 以上の3種に試料チップをわけ、実験した結果、中間サイズのものが、各樹種ともそのバラッキがいちばん少なかった。

4) 樹種別にみれば：樹種別に、水分別、容量の大小別、サイズ別のチップのバラッキを総合すると、次の順序となった。

L材チップ、マツチップ、スギチップ

（2）自然個々落下の場合（実験Bによる）

実験Bにおける篩を使用した場合は、実験Aにおける場合と比較して、単位容量のチップのバラッキは、各樹種とも小であった。

また、両者を比較すると実験Bの場合の特徴は、同一容量内のチップの全乾重量が実験Aの場合よりも大、すなわち、一定容量内にチップが多くはいたことを意味する。この状態を示せば次のようであった。

樹 種 別	全乾重量（平均値）		増 加 率 （%）	チップの 含 水 率 （%）
	実験A (kg)	実験B (kg)		
(a) マ ツ	20.71	25.31	22.21	51.74
〃	20.66	25.09	20.96	47.93
〃	21.66	26.80	23.73	11.95
(b) ス ギ	15.85	19.23	21.32	54.84
〃	15.39	18.91	22.87	51.10
〃	15.72	19.64	24.94	12.75
(c) L 材	22.21	26.90	21.12	44.58
〃	22.36	27.22	21.74	42.08
〃	24.58	29.32	19.29	11.44
(d) マ ツ	22.79	27.22	19.44	49.15
〃	22.50	26.63	18.35	47.33
〃	24.62	28.76	16.82	10.56

（3）振動によるチップの層積の変化について（実験Cより）

単位容量（この場合はバイブレーター）に、実験Aと同様に試料チップをバイブレーターに入れ、これに前記のように一定の振動を与えた場合、そのチップの層積の変化について、Table 7 のようであった。

各樹種ともに30分間の振動でほとんど層積の減少は見られなかった。しかしその層積の減少率は次のようであった。

層積減少率(%)

(a) マツチップ	16.63
(b) スギ //	12.22
(c) L材 //	16.51

また、以上の場合を再現したと仮定し、振動前の層積と同容積に振動後の状態でチップがはいったとすれば、そのチップの全乾重量を同容積の振動前の状態のチップの全乾重量と比較すれば、その増加率は次のようであった。

樹種別 重量増加率(%)

マ ツ	19.95
ス ギ	13.93
L 材	14.13

一定容器のチップの重量のバラツキに関し実験を行なった。その結果を要約すれば、次のようである。

単位容量のチップの重量のバラツキについては：

- (1) スギチップはマツチップ、L材チップに比してそのバラツキは最も大きかった。
- (2) チップの含水率については、その影響は小であるように考えられる。
- (3) 測定容器は容量の大きい方が、その重量のバラツキは小であった。
- (4) 自然流動落下の場合は、自然個々落下の場合に比して、測定容器のチップの重量のバラツキは大であった。

また、同一測定器に対するチップの重量は、自然個々落下は自然流動落下より重量で約2割増であった。

振動によりチップの層積の変化について：一定振動（前記）を30分間与えた結果、各樹種（マツ、スギ、L材）のチップはともに、その層積はほぼ最小となり、各樹種チップともに、自然流動落下によるチップ層積に比して体積で12~15%の減少を示した。

文 献

- (1) 日本工業規格 (JIS p. 8018, 1963)

A Test on the Volumetric Determination of Wood Chips using the Volume-box.

Akira ITO

(Résumé)

In Japan, relating to wood-chips, four methods are used to measure their volume or weight as follows :

- (A) from the chip weight measuring → to the weight determination.
- (B) from the chip weight measuring → to the volume determination.
- (C) from the chip volume measuring → to the weight determination.
- (D) from the chip volume measuring → to the volume determination.

In these methods, general opinion is that method (D) is useful from the following points of view : the measuring time is short, the sample is comparatively much, and the distribution of the figure obtained is relatively little.

Then, the weight of wood chips filled up in the volume-box, which is one of the most important features of method (D), was measured, taking into consideration the wood species, the moisture content in chips, size of the box and the dropping method of chips.

Results obtained were as follows :

- (1) Comparing the distributions of weights of chips in the volume-box, Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) is the widest among three species (Sugi, *Pinus* spp. and hard wood).
- (2) The influence of moisture content was very little in these tests.
- (3) The distribution of weight of wood chips in the larger volume-box was narrower than that in the smaller one.
- (4) The distributions of weights of wood chips by natural aggregate-dropping were wider than those by natural each-separate dropping.

On the dry-weight of wood chips per volume-box, the former was less (about 20% on dry weight) than the latter.