

nitronaphthalene-type mixture, naphthalene is extracted by the steam distillation, 1-nitronaphthalene is extracted by the Soxlet-extractor using carbon bisulphide and petroleum ether.

The residue is dinitronaphthalene.

(2) In the case of the commercial dinitronaphthalene-type mixture, 1-nitronaphthalene

is extracted in the same manner. In this case, the residue contains 1,5-dinitronaphthalene and 1,8-dinitro-naphthalene. 1,8-dinitronaphthalene is extracted from this residue by the Soxlet-extractor using acetone and petroleum ether. The final residue is 1,5-dinitronaphthalene. Trinitronaphthalene is calculated by the nitrogen content of this extracts.

## 猟用無煙火薬の装弾法

[装弾法とパターンの関係(WW<sup>1)</sup>使用)]

布川 博・佐藤 弘\*

### 1. 緒言

散弾銃から発射された散弾の散開状態は通常“パターン%”<sup>2)</sup>で表わされる。

パターン%は銃の種類、構造および、装弾法等によつて変化する。本報告では装弾に關係する諸要因とパターンの關係および遠射用のパターン%の高い装弾法と近射用のパターン%の低い装弾法の一例が得られたのでこれを記述する。

又、最近一部装弾メーカーによつて試みられている特殊な装弾についても検討した。

### 2. 実験方法

装弾の諸要素中、パターン%に影響すると考えられる因子は、留管、薬種、コロス<sup>3)</sup>、紙塞、散弾号数、散弾量、口巻、上フタ、薬きょう(ケース)加圧<sup>4)</sup>等である。

これらの内コロス、紙塞は相当多種であるからまず、コロス、紙塞の形状、圧縮変形、薬きょうとの摩擦について調べ、これを参照することにした。(Table 18, Fig. 9) 実験は4段階に分れる。第一次より第三次迄の実験により、パターンに影響する諸要因とパターン%の高い装弾法および低い装弾法を求め、第四次実験では特殊な装弾について検討を試みた。

#### 2-1 測定法および、測定器械

供試銃

ウインチエスター製12番レビーター(フルチヨーク、銃身長30インチ)

パターン測定法

銃口より40ヤードの位置のハトロン紙上にできた弾痕群の中心と同心の30インチ円内にある弾痕数を測定し、総弾粒数との比率(%)を求める。

コロスの圧縮変形試験および、薬きょうとコロスの摩擦力

アムスラー式縦型引張り試験機により圧縮試験を行う。

初速、腔圧

12番欲速圧銃を使用し、検圧、検速を同時に行う。

#### 1. 初速

銃口に第一線的、銃口より15mの位置に第2的を設け、各々の的が弾によつて切られる時間の差を、カウンタークロノグラフ<sup>5)</sup>により測定し、初速  $V_{1.5}$ <sup>6)</sup>を求める。(Fig. 1)

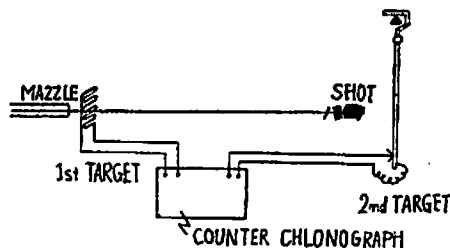
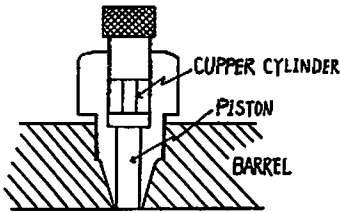


Fig. 1 Measurement of muzzle velocity

昭和37年3月2日受理

\*日本油脂株式会社武器工場 愛知県武豊町



MEASUREMENT OF MAXIMUM PRESSURE

Fig 2

## 2. 最大腔圧

薬室後端より1インチの位置に設けられた検圧孔に Fig. 2 の様に銅柱を置き、無加圧時の銅柱高と、火薬の発射ガスにより圧縮された銅柱高の差によつて測定する。

## 3. 実験および、実験結果

### 3-1 第一次実験

装弾の諸要因中、主なるもののパターン%に及ぼす効果を求めるために要因を Table 1 の如く採り、 $H_2$ -8 型直交配列表に7個の要因を割りつけ実験を行った。

先ず、パターンを測定したが、測定値が非常に小さいので参考のために同じ組合せにより、最大腔圧

Table 1

Level	Factor	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
	Cap	Powder weight	Upper wad	Lower wad	Shot weight	Depth of crimp	Loading pressure	
0	Cap-A	WW 1.6g	No. 23 Sot felt	Paper wad 1mmthick×1	30g	3~4 mm	non-press	
1	Cap-B	WW 1.9g	No. 20 Cork	Paper wad 1mmthick×3	34g	6~8 mm	20kg	

Cap-A: Hayabusa cap made by Teikoku Kako Co., Ltd.  
The weight of priming composition is 30 mg.

Cap-B: Hayabusa cap made by Teikoku Kako Co., Ltd.  
The Weight of priming composition is 47 mg.

Table 2

Exp. order	Factor	A	B	C	D	E	F	G	%	P. max	$V_{7,8}$
	Exp. No.										
5	1	0	0	0	0	0	0	0	23.5	577	290
3	2	0	1	1	1	0	1	1	31.6	367	279
8	8	0	0	0	1	1	0	1	29.3	540	319
2	4	0	1	1	0	1	1	0	17.3	422	272
7	5	1	1	1	1	0	0	0	21.8	505	319
4	6	1	0	0	0	0	1	1	21.8	651	314
1	7	1	1	1	0	1	0	1	24.1	468	296
6	8	1	0	0	1	1	1	0	27.1	280	280

Table 3 Pattern %

Factor	S	$\phi$	V	$F_0$
(A) Cap	8	1		
(B) Powder Weight	28.8	1	28.8	9.24*
(C) 'Korosu'	4.5	1		
(D) Paper Wad	60.5	1	60.5	19.36*
(E) Shot Weight	0	1		
(F) Depth of Crimp	0	1		
(G) Loading pressure	28.1	1	28.1	9.00*
(Se)	12.5	4	3.125	

e = Total variance-sum of factor effect = 4.13

A, C, E and F are pooled in (Se)

Table 4 Maximum pressure

Factor	S	$\phi$	V	$F_0$
A	1.3	1		
B	34.6	1	34.6	17.04*
C	2.3	1		
D	34.6	1	34.6	17.04*
E	10.5	1	10.5	5.1
F	9.1	1	9.1	4.5
G	2.5	1		
Se	6.1	3	2.03	

A, C and G are pooled in Se

Table 5 Velocity

factor	S
A	299
B	228
C	167
D	125
E	230
F	778
G	276

e=97.51

Pmax および、初速  $V_{7.5}$  を測定した。

これらを分散分析した結果は Table 3, Table 4, Table 5 の通りである。

第一次実験の検討

1. Table 5 の要因 F (口巻) の分散が大きいのは、要因 B (薬量) と D (紙塞) の交互作用のためと思われる。

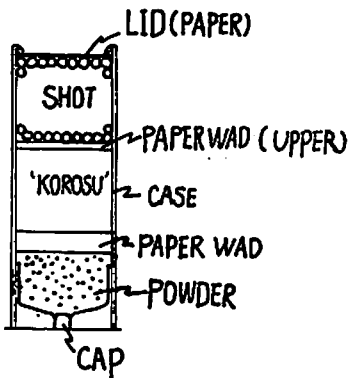


Fig 3

2. パターン%, 最大腔圧, 初速,  $V_{7.5}$  が予期した値より小さい値を示したのは、ガスもれのためと思われる。
3. この実験で、通常の装弾 (例SS日油標準装弾 Fig. 4) と特に異なる点は、クロスおよび、紙塞の部分である。

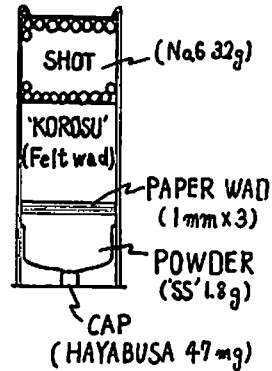


Fig 4 'SS' Cartridge NICHIIYU Standard Type 5

$P_{max}$ ,  $V_{7.5}$  パターン% が小さいのは、この部分のためと考えられる。

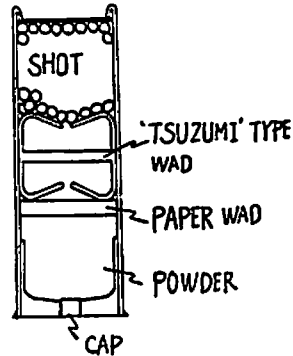


Fig 5

3-2 第二次実験

クロスと紙塞を各4種及び第一次実験に加えなかつた他の要因を Table 6, 7 の如くとり、 $H_{2-16}$  型直交配列表に割りつけ実験を行った。(Table 8)

Table 6

Level	Factor (A)	(B)	(C)
	Upper paper wad	Top Wad	Case length
0	not used	1mm paper	2 1/2"
1	used	cork	2 3/4"

Table 7

Factor	(L) Paper wad	(M) 'Korosu' (Felt wad)
Level		
00	Cup wad	No. 23 Soft felt non-paraffin $\phi=1.84$ cm
01	No. 18 Paper 3.7 mm thick $\times 1 \phi=1.87$ cm	No. 21 Felt containing paraffin $\phi=1.84$ cm
10	No. 16 Paper 2 mm thick $\times 2 \phi=1.90$ cm	No. 2 Felt containing paraffin $\phi=1.87$ cm
11	No. 27 Paper 1 mm thick $\times 4 \phi=1.86$ cm	No. 12 Felt containing paraffin $\phi=1.89$ cm

Table 8

factor		L		M		B	A×M		C	L	L×M		A	L×M		M	測定値
exp. order	exp. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	パターン%
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40.3
6	2	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	48.7
8	3	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	50.2
16	4	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	55.9
2	5	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	49.8
10	6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	65.4
15	7	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	62.3
11	8	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	57.3
12	9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	54.1
14	10	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	56.5
4	11	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	52.6
13	12	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	37.9
3	13	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	30.1
9	14	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	41.8
1	15	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	61.8
15	16	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	51.5

分散分析を行った結果は Table 9 の通りである。

Table 9

factor	S	$\phi$	V	$F_0$
(A) Upper paper Wad	676	1		
(B) Top Wad	225	1		
(C) Case length	324	1		
(L) Lower paper Wad	7.644	3	2.548	6.245 $\Delta$
(M) 'Korosu'	2.724	3	4.241	10.395 $\Delta$
(A)×(M)	1.683	2	842	2.064
(L)×(M)	6.081	4	1.520	3.726
Se	1.225	3	408	

$F_{3^3}(0.05)=9.28$   $F_{3^3}=(0.10)=5.39$

A, B and C are pooled in Se. Factor L is significant in 90% confidence limit.

L (lower paper Wad) および M (Korosu) の効果を図示すれば Fig. 6-a, Fig. 6-b の通りである。

3-3 第三次実験

第一次, 第二次実験で有意になった因子(葉量, コロス, 紙塞, 加圧), 誤差分散とに比較して相当大きい効果をもつ因子(雷管)および第一次, 第二次実験で採用しなかつた因子(散弾号数)を Table 10 の様に採り, パターン%の高い装弾を決定すべく, 実験を行った。

因子の割つけ及び測定結果を Table 11 に測定値の分散分析結果を Table 12 に示した。

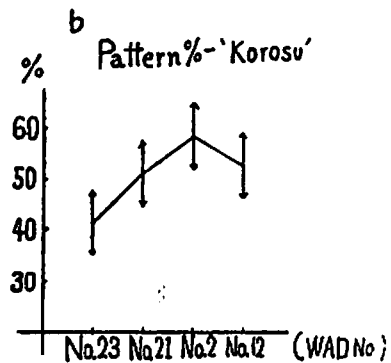
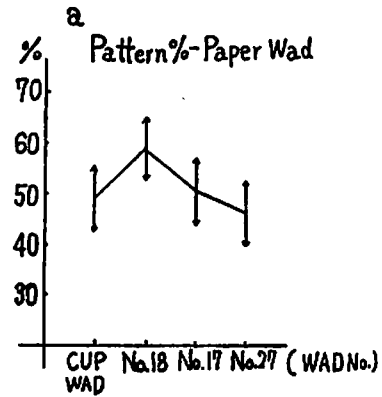


Fig 6

Table 10

Level	1	2	3
Factor			
(A) Shot No	6	7½	
(B) Powder weight	1.5g	1.7g	1.9g
(C) Loading pressure	Non-pressure	15kg	30kg
(D) 'Korusu'	No. 2 Felt	No. 4 Felt	No. 9 Wad like 'tsuzumi'
(E) Paper wad	No. 18 Paper	No. 16×2	No. 27×3
(F) Cap	Hayabusa 30 mg	Hayabusa 47 mg	Murata 40 mg

Table 11

Factor	A	B	C	D	E	F	%
Exp. No.							
1	1	1	1	1	1	1	67.0
2	1	1	2	2	2	2	53.7
3	1	1	3	3	3	3	46.3
4	1	2	1	1	2	2	41.3
5	1	2	2	2	3	3	61.0
6	1	2	3	3	1	1	38.3
7	1	3	1	2	1	3	53.0
8	1	3	2	3	2	1	37.3
9	1	3	3	1	3	2	50.0
10	2	1	1	3	3	2	31.8
11	2	1	2	1	1	3	52.7
12	2	1	3	2	2	1	51.5
13	2	2	1	2	3	1	63.4
14	2	2	2	3	1	2	46.5
15	2	2	3	1	2	3	53.2
16	2	3	1	2	2	3	29.0
17	2	3	2	1	3	1	55.6
18	2	3	3	3	1	2	52.6

Table 12

Factor	S	φ	V	F <sub>0</sub>	F <sub>0</sub> <sup>1</sup>
A	1.88	1	1.18	0.11	
B	99.02	2	49.51	4.62Δ	5.60Δ
C	73.42	2	36.71	3.42	4.15Δ
D	1157.35	2	578.68	53.88**	63.31**
E	248.03	2	124.02	11.55*	14.04*
F	121.91	2	60.96	5.68	6.90*
Se	42.98	4	10.74		
Se'	44.16	5	8.83		

$F_4^2(0.01) = 18.0$

$F_4^2(0.05) = 6.94$

$F_4^2(0.10) = 4.32$

$F_3^2(0.01) = 13.3$

$F_3^2(0.05) = 5.79$

$F_3^2(0.10) = 3.78$

Δ. is significant in 90% confidence limit.

\* is significant in 95% confidence limit.

\*\* is significant in 99% confidence limit.

A is pooled in Se'

B. C. D. E. F の各水準の効果は Fig. 7. a~c の通りである。

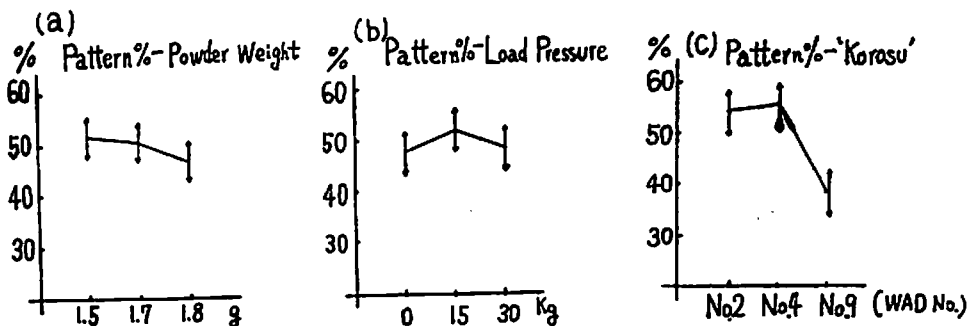


Fig 7 a, b, c.

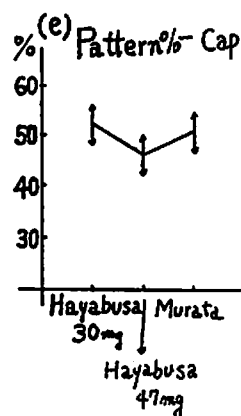
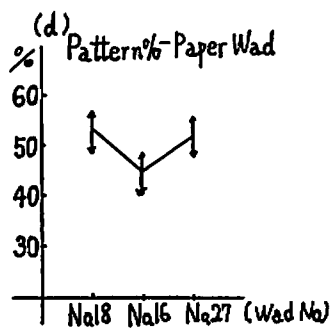


Fig 7 d, e.

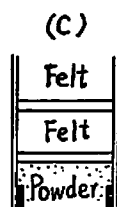
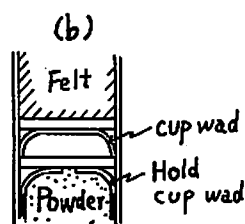
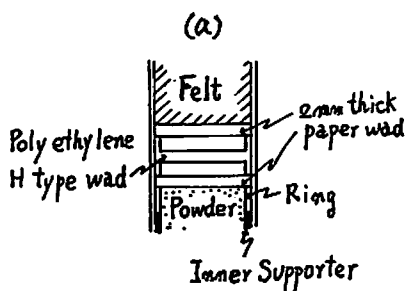


Fig 8

### 3-4 第四次実験

Fig. 8 a-c の如き特殊な装弾のパターンに及ぼす影響を調べるために Table 13 の如く採り、H<sub>3-18</sub> 型直交配列表に割りつけ実験を行った。要因の割りつけ及び測定値は Table 14 に測定値の分散分析結果は Table 15 に示した。

Table 13

Factor	Level		
	0	1	2
(A) Ring	Nothing	Used	Holed cup
(B) Loading Pressure	0 kg	15 kg	30 kg
(C) 'Korusu'	Htype polyethylene	Cup wad	Felt

Powder weight; 1.7 g Shot; No. 6, 32 g

Cap; Hayabusa 30 mg Case; 2 1/2"

### 4. 検 討

1. 第四次実験では特にパターンに有利となる要素は検出されなかつたが、加圧による影響が第一次、第三次実験に比較して少い。これはリングまたは、孔あきカップワッズ (holed cup wad) により、加圧が直接

Table 14

Factor	A	B	C	%
Exp. No. 1	0	0	0	53.3
2	1	1	1	54.0
3	2	2	2	45.0
4	0	0	1	51.7
5	1	1	2	43.0
6	2	2	0	54.7
7	0	1	2	50.0
8	1	2	0	40.7
9	2	0	1	40.0
10	0	2	1	51.3
11	1	0	2	55.0
12	2	1	0	43.7
13	0	1	0	46.0
14	1	2	1	64.0
15	2	0	2	51.0
16	0	2	2	48.0
17	1	0	0	43.4
18	2	1	1	54.7

Table 15

Factor	S	$\phi$	V	$F_0$	$F_0^1$
A	37	2	18.5	0.043	1.79
B	117	2	58.5	0.141	
C	1038	2	519.0	1.253	
Se	3317	8	414.0		
Se'	3471	12	289.3		

$F_{12}^2(0.05) = 3.89$

A and B is pooled in Se'.

火薬に加わらなかつたためではないかと思われる。  
 2. 第一次, 第二次, 第三次実験からクロス, 紙塞はその径の大小がパターンに相当影響すると考えられる。クロスおよび, 紙塞の径は, 1.87~1.88 cm のものが適当と思われる。

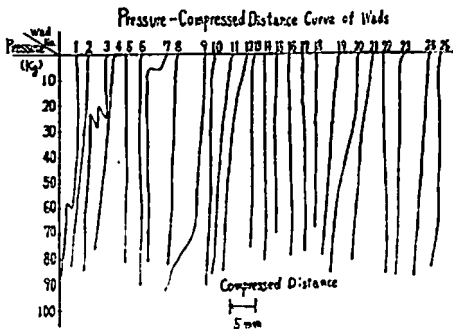


Fig 9

5. 結論

1. パターンに有意に影響する因子として, 次のものが認められた。  
 薬量, 紙塞, 加圧, 毛塞, 雷管
2. 薬量は 1.5~1.9 g の範囲では, 薬量が少い程, パターンが良い。
3. 紙塞は No. 27 (Table 17 参照) がここで実験した中では最もよく, No. 27 (1 mm)の紙塞は, 1.3.4 枚では, 3枚が適当である。

4. 加圧<sup>4)</sup>は 0, 15, 30 kg の3通りでは 15kg 加圧が良い。

5. 毛塞は No. 2, No. 4 が良い (Table 17)

6. コロスおよび, 紙塞の径の大小はパターン%に影響する。クロスおよび, 紙塞の径は 1.87~1.88 cm 位が適当と思われる。

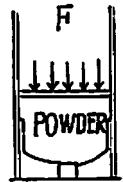


Fig 10

7. コロス, 紙塞の薬莖との摩擦力の大小は, パターン%にほとんど影響しないと思われる。
8. ツツミ型ワッズは, パターンをよくしない。
9. 雷管は, はやぶさ 47 mg, はやぶさ 30 mg, 村田では, はやぶさ 30 mg が最もよく, 次いで村田, はやぶさ 47 mg の順であり, やや弱い雷管が適当と思われる。
10. 6号散弾, 7 1/2号散弾では, パターン%に有意な差は認められない。
11. 散弾量 30~34 g では, パターン%はほとんど変化しない。
12. クリンプの深さを変えてもパターン%は変化しない。
13. H型ポリエチレンワッズ, カップワッズ毛塞の下部とおきかえてもパターンは変わらない。
14. コロス (毛塞) の厚さが若干変つても, パターン%は変わらない。
15. 2 1/2" ケースとケースと, 2 3/4" ケース使用とでは, パターン%は変わらない。
16. 毛塞にパラフィンのあるものと, ないものではパラフィンのある方が, パターンをよくする。
17. コロスの間に紙塞 (2 mm 1枚) を入れてもパターンはよくなるない。
18. 第三次実験結果から, パターン%の最も高い装弾 (最適装弾) とそのパターン%は Table 16 の様になる。
19. 近射用に用いるパターンの比較的散開した装弾を

Table 16

Cap	Powder Weight	Paper Wad	'Korosu'	Loading Pressure	Other factor	%
Hayabusa 30mg	WW 1.5g	No. 18	No. 4	15kg	Equal to 'SS, standard type cartridge	67.2±6.2

Table 17 An example for a near shot cartridge

Cap	Powder Weight	Paper Wad	'Korosu'	Loading pressure	%
Hayabusa 47mg	1.8g	2mm 2枚	No. 2	0 kg	44.0±6.2

得るには Fig. 6 Fig. 7 のパターン%の使いものを選んで装弾すればよい。Table 17 はその一例である。

Table 18 The wad form and the friction in the paper case.

Wad No.		Diameter, R (cm)(n=5)		Thickness, R (cm) (n=5)		Static Friction (kg)	Kinetic Friction (kg)	Affect
1		1.84	0.04	1.09	0.01		7	"Tsuzumi" type wad
2	△	1.87	0.03	1.33	0.07	8	4.5	
3		1.81	0.03	0.81	0.03	0	0	H type polyethylene wad
4	△	1.88	0.03	0.34	0.14	4	2.5	
5	○	1.87	0.02	0.20	0.02	3	4	
6	○	1.90	0.03	0.23	0.02	4	3	
7	○	1.96	0.05	0.52	0.02	2	2	Holed cup wad
8	△	1.86	0.03	0.58	0.13	1.5	1.5	
9		1.84	0.02	1.44	0.07		2	"Tsuzumi" type
10	△	1.87	0.05	0.63	0.04	1	1	
11	△	1.89	0.02	1.03	0.12	3.5	3	
12	△	1.39	0.03	1.34	0.33	2	2	
13	○	1.85	0.07	0.36	0.04	4	4	
14	○	1.85	0.08	0.36	0.07	1.5	1	
15		1.84	0.03	0.62	0.01	1.5	1.5	
16	○	1.90	0.03	0.23	0.02	4	3	
17	○	1.89	0.01	0.21	0.03	8	7	
18	○	1.87	0.07	0.37	0.10	4	3.5	
19	△	1.89	0.03	1.32	0.13	4	4	
20		1.86	0.06	1.20	0.04	3.5	3	cork
21	△	1.84	0.04	1.27	0.06	3	2.5	
22	○	1.82	0.03	0.36	0.07	4.5	1.5	
23		1.84	0.04	0.56	0.15	0	0	
24		1.86	0.04	0.99	0.03	7.5	3	
25		1.86	0.04	1.25	0.08	3	2.5	
26		1.84	0.05	1.50	0.06	2.5	2.0	
27	○	1.86		0.10				
28	○	1.88	0.01	0.27	0.04			

○=disk form paper or cow-hide,

△=Felt, containing paraffin

1) 日本油脂製, 散弾銃用無煙火薬, ダブルベース, 有孔円盤形 (外径 2.021 mm, 内径 0.746mm, Web. 0.639 mm) 仮比重. 0.420。

2) 銃口より40ヤードの距離における30インチ円内に入る弾粒数

3) 火薬と散弾の間に入れる“詰めもの”には, ワッズ, コロス, 送り等様々な名称が与えられているが, ここではカップワッズ系のものおよび, 高さ4mm以下の紙, 又はそれに準ずるものを“紙塞”とし高さ4mm以上の部分を占るフェルトワッズ, その他これに準ずるものをクロスとした。

4) Fig 10 の如く火薬に加える力 F

5) 弾が的を切る時の電気信号により, 2の間を弾が通

過するのに要した時間を測定する器機である。

6)  $V_{7.5}$  は, 銃口より 7.5m に於ける弾速をを表わす。

## 文 献

1) Hunter's Encycropedia 1957.

2) H. M. Stationery office, Internal Ballistics

3) Corner, The Theory of Internal Ballistics

4) 児島富雄, 射撃大観, 昭和12年4月

5) 狩猟界 '60. 10. '61.9. 他

7) 布川博, 平賀定吉, 日本油脂武豊工場研究報告 甲第236号

6) 'Western' Ammunition Hand Book

8) 村田旺仁, 安藤初美, 日本油脂武豊工場研究報



## The Relation Between the Pattern % and the Loading Method using "WW" Powder.

by Hiroshi Nunokawa and Hiroshi Satoh

The relation between the pattern % and the factors in a cartridge has not necessarily been confirmed. The purpose of this experiment is to find the factors which affect the pattern % and to determine the highest pattern % cartridge.

In this experiment the orthogonal array

was applied. The factors which affect the pattern % significantly is the primer cap, the weight of powder, the paper wad, the felt wad and the loading pressure. The influences of other factors are negligibly small.

The highest pattern % cartridge is shown in the following table.

Cap	Powder	Paper wad	Felt wad	Loading Pressure	Other factors	Pattern %
Hayabusa (30mg)	"WW" 1.5g	No. 18 in table 18	No. 4 in table 18	15kg.	Nearly equal to "SS" cartridge	67.2±6.2

### ニュース

#### 固形燃料の制御

Space Administration's Lewis Research Center of Dr. Walter T. Olson は固形燃料の再点火は実験室的には成功した。しかし実用の域にまで完成するにはまだいろいろとしなければならないことがあるといっている。

この方法は chlorine trifluoride のような反応性の液体を瞬時に固形推進剤に対してバルブで噴出させるものである。このような液体は推進剤中のアルミニウムとかポリウレタンやポリサルファドのような結合剤と反応する。

実験室では点火された液体が固体とどのように反応するかということも研究している。

現在では火薬によつて固形推進剤は一回点火されるわけであるが、この新しい再点火法が実用になると、必要なときにはいつでも点火できるので、火薬に置き換えられるであろう。

固形燃料に関してのもう一つのむずかしい問題は火を消すことである。例えば月に上陸した場合一度火を消して地球に帰るときに再点火するというような場合に一たん火を消す必要がある。この

研究も Lewis で行なわれていた。

その方法はロケットケースに孔を設けてこの孔を急に開くことによつて圧を急激に下げて火を消すものである。時には火が消えたようにみえても、燃えかすが残つていて再燃焼することもあるが、圧をすばやく下げるることによつて解決できたという。(Chemistry Feb. 1962 p. 12) (木村清茂)

#### ロケットモーターのケースの新製造法

ロケットモーターのケースを作るのに金属、ガラス繊維を結合する方法が完成したので、将来のミサイルは安くできるようになったといわれる。この方法は米国マーチン・マリエッタ社により完成された。

ケースは高張力アルミ合金で作られ、ガラス繊維で補強してあり、高張力鋼で作ったものより軽くて安い。ガラス繊維エポキシ樹脂製の2倍の強度をもつ。

このケースにより現在の多段ロケットを一段にすることが可能である。この製品はロケットのほか耐蝕、耐熱および強度を必要とする工業的用途に役立つ。[日刊工業 37-4-14 (Chemical Engineering 3月5日 P. 74)]