金子順一論文集

（昭和19年）

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第1部　第41號

雨下撒布ノ基礎的考察

陸軍軍醫學校防疫研究室(部長　石井少將)
陸軍軍醫大尉　金　子　順　一

軍事秘密

第	1 部
綜	説
分類	392—0081
受附	昭和16.8.11

指導　陸軍軍醫少將　石　井　四　郎

目　次

緒　言

各國ノ文獻ニ徵スルニ雨下乃至撒布手段ハ所謂細菌戰手段中屢々說述セラレテ居リ、之ガ效果ニ關シテモ種々論ゼラレテハ居ルガ、否定的ナ結論ヲ下ス者ガ多イ樣デアル。元ヨリ斯カル重要ナ方面ニ對シテハ文獻ハ遂ニ文獻デアツテ諸外國ノ文獻ハ決シテ信ヲ置クベキデハナイ。斯カル重要事項ニ對シテハ結果ガ如何ナルニセヨ必ズ自ラ實驗ヲ重ネテ判定スベキデアリ、無效ナモノデアレバ進ンデ之ヲ有效ナラシムル樣努力スベク、或ハ更ニ敵國ノ此種手段ニ對スル對應策ヲ考ヘネバナラナイデアラウ。

部隊ニ於テハ斯カル見地ヨリ旣ニ創立以來研究ヲ續ケ、昭和13年、雨下用法草案トシテ其ノ一端ガ示サレタ所デアル。

予ハ昭和13年秋命ゼラレテ此ノ方面ニ於ケル理論的研究ヲ擔當シ今日ニ到ツタ。此ノ間石井部隊長ノ指導ニ依リ銳意之ガ基礎實驗ヲ重ネ來ツタガ、顧ミルニ淺學非才何等加フル所ノ無カツタ事ヲ甚ダ遺憾トスル。

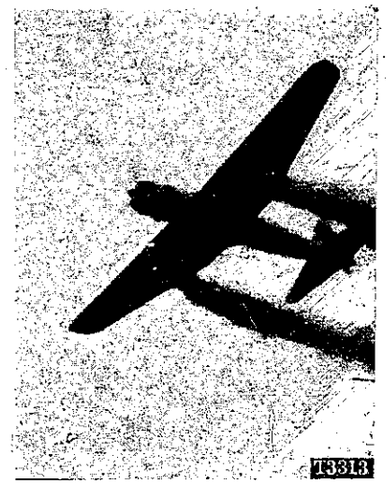
今般從來ノ成績ヲ總括シテ將來ノ參考トスベキ命ヲ受ケ、此處ニ主トシテ昭和14年以降ノ實驗考察ヲ羅列シ更ニ若干將來ニ對スル希望ヲ開陳シタガ、僅カナリトモ參考トナル所アラバ幸甚デアル。

此ノ間特ニ種々ノ點ニ於テ敎示ト便宜ヲ頂イタ福森憲雄少佐、增田美保大尉ニ深ク敬意ヲ表シ、又實驗上多大ノ援助ヲ賜ツタ平澤正欣大尉、權田虎一中尉ノ諸官並ニ今村良夫、橋本榮一、

鈴木二郎、高橋　祝、横溝義男ノ諸氏ニ厚ク感謝スル次第デアル。

昭和16年3月31日

石井部隊、金　子　順　一



I 滴粒の落下

& 1

此ノ問題ハ既ニ隨所デ取扱ハレテ居ルノデ殊更ニ此處デ述ベル必要モナイトハ考ヘルガ記述ノ順序トシテ簡單ニ觸レテ見ヨウ。

落下スル液滴ハ成書ニ依レバ栃實狀デアルト云フ。即チ粒ガ液體デアル爲ニ壓力配分ニ從ツテ自由ニ形ヲ變ヘ得ル故デアラウ。之ニ依ツテ落下滴粒ノ抵抗ガ球ノ場合トハ異ル事ヲ考慮シテ居ル人モアルガ (J. Liznar)、吾人ハ既存ノ球ノ抵抗ノ實驗値ヲ利用スル爲ニ略近的ニ雨下滴粒ヲ球ト見做ス事トスル。

一樣ナ氣流中デ之ニ對スル落下運動ヲ考ヘルト滴ニ作用スル力ハ重力、浮力及空氣抵抗デアツテ之等ハ滴ノ重心ヲ通ズル鉛直線上ニ作用スル。落下開始後一定時間ヲ經過スレバ此等ノ諸力ハ近似的ニ平衡シ所謂終末速度ヲ以テ等速落下運動ヲ呈シテ來ル。此ノ場合ノ力ヲ考ヘテ見ルト、

$$\frac{4}{3}\pi r^3(\rho-\sigma)g = C\pi r^2 \times \frac{\sigma v^2}{2} \quad ;$$

（ρ: 滴ノ密度、σ: 空氣ノ密度、v: 終末速度）

Cハ抵抗係數デアツテ相似ナ運動ニ於テハ一定デアルガ r 及空氣ノ動粘性係數 ν ニ依ツテ異ル値ヲ取ル。即チ Re ヲ Reynolds 數トスルト C=f(Re) デアル。球ニ於ケル C ト Re ノ値ハ種々ナ實驗デ求メラレテ居ル。即チ上式カラ

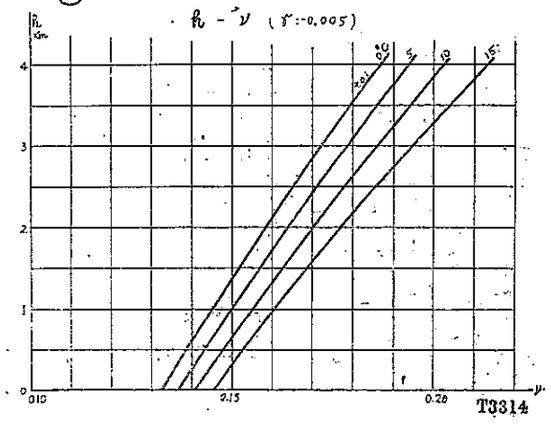
$$v^2 = \frac{8}{3}\cdot\frac{r}{C}\cdot\frac{\rho-\sigma}{\sigma}g \qquad (1)$$

シカルニ $Re=\frac{vd}{\nu}$ 又ハ $r=\frac{\nu Re}{2v}$ デアルカラ

$$v = \left(\frac{4}{3}\,\frac{\rho-\sigma}{\sigma}g\nu\right)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{Re}{C}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad (2)$$

(1)式デハCハ r ノミナラズ v ノ函數デアルカラ之カラ v ヲ求メル譯ニハニカナイ。(2)式デハ v ハ $\left(\frac{Re}{C}\right)$ ノ値ニ依ツテ求メラレルガ、$\frac{Re}{C}$ ハ r ノミナラズ亦 v ノ函數デモアルノデ之ニ依ツテモ直接ニ r ト v ノ關係ハ求メラレナイ。故ニ先ヅ $\frac{Re}{C}$ ニ依ツテ v ヲ求メ之カラ $r=(\nu Re)/(2v)$ ニヨツテ更ニ r ヲ求メ之カラ r ト v ノ關係ヲ導カネバナラナイ。Re ハ ν ノ函數デアルガ ν ハ溫度ト壓力(及濕度)ニ依ツテ變ル。從ツテ地上ニ於テ一定ノ Re ニ應ズル v ヲ算出シテモ之カラ高空ニ於ケル v_h ヲ算出スルノハ容易デナイ。即チ粘性係數 μ ハ一般ニ $\mu=\frac{1}{3}\sigma\bar{c}l$ (σ: 氣體ノ密度、$\bar{c}$: 分子ノ平均速度、l: 分子ノ平均自由經路) ニ依ツテ示サレ之ニ依ルト溫度一定ナレバ粘度ハ壓力ニ關セズ一定デアツテ、空氣デハ $\mu=0.1821\times10^{-5}\{1+0.00276(t-15)\}$ (kg.s/m²) デ表ハサレルガ、實際ハ壓力ニ依ツテ僅ニ値ガ變ル樣デアリ、ν ノ値モ嚴密ニハ t ノミノ函數トハサレナイガ之ヲ無視シテモ誤差ハ小サイ(2—3%以下)カラ次ニ地上溫度ノ數箇ノ値ニ應ズル ν ノ値ヲ求メテ見ルト次圖ノ樣デアル。(5)

⑤



此處デ15°C、760mmHg ニ於ケル地上落速ヲ考ヘル。$\rho g = 1.00$ ト見做シ得ル。

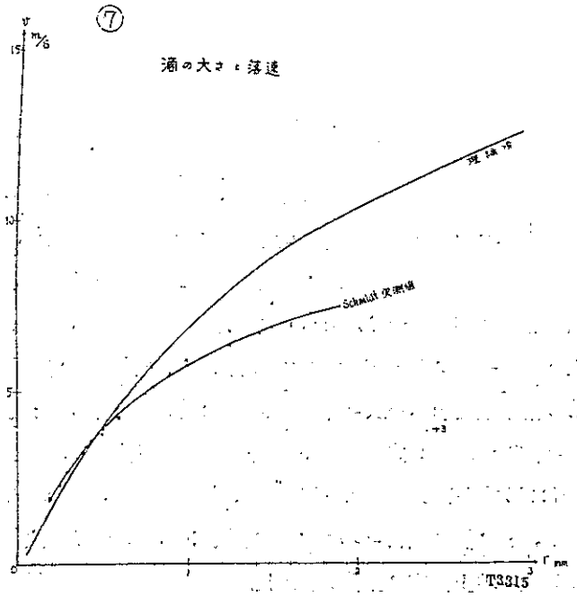
又　　$\nu = 0.148$　トスルト

$$v = 54.0 \times \left(\frac{Re}{C}\right)^{\frac{1}{3}} cm/sec$$

$$r = \frac{0.148 Re}{2v} cm$$

$\frac{Re}{C}$ ノ値ハL. Schiller ノ曲線(8)カラ計算スレバ(6)ノ樣デアツテ、之ニ依テ求メタ r ト v ノ關係及 Schmidt ノ雨滴ニ就テノ實驗値、高橋喜彥氏ノ落速ノ近似式ニ依ル計算値ヲ「グラフ」ニ表ハセバ次ノ樣ニナル。(7)

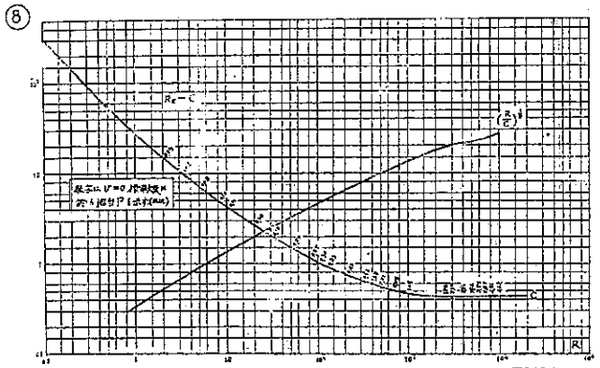
⑦



⑥

Re	$(Re/C)^{\frac{1}{3}}$	v_{cm}	r mm
2	0.513	28	0.05
3.16	0.681	37	0.06
5	0.875	47	0.08
8.25	1.18	64	0.10
10	1.32	71	0.11
20	1.95	105	0.14
32.5	2.53	137	0.18
50	3.18	172	0.22
82	4.09	221	0.27
100	4.50	243	0.30
120	4.93	266	0.33
200	6.37	344	0.43
300	7.7	416	0.53
400	8.7	470	0.63
500	9.6	519	0.71
670	11.0	595	0.83
1000	13.1	707	1.05
2500	18.5	998	1.36
3000	19.6	1058	2.10
4000	21.5	1160	2.55
5000	23.2	1252	2.96
6000	24.7	1334	3.33
7000	26.0	1405	3.67
8500	27.7	1495	4.21
10000	29.3	1580	4.68

⑧



之ニ依ルト　r ≧0.7mm ノ程度デハ理論値ガ實測値ヨリモ大キナ値ヲ取ツテ來ルガ、前述ノ樣ニ落下滴粒ガ球デハナイ事ガ此ノ邊カラ效イテ來ルモノデアラウカ。

2

今暫ク理論式ヲ措キ實測値カラ抵抗係數ヲ求メテ見ル。卽チ Re 數ヲ導入セズニ前記ノ平衡式ヲ解ケバ

$$C = \frac{1}{v^2} \times \frac{8}{3} r \times \frac{\rho - \sigma}{\sigma} g$$

標準狀況ニ於テハ

$$C = 2021 \times \frac{r}{v^2};$$

之ニ依ツテ Schmidt ノ値カラ C ヲ求メル

右ノ樣ニナル。

⑨

r	C
0.2	1.22
0.25	0.98
0.3	0.83
0.35	0.75
0.4	0.70
0.5	0.66
0.75	0.61
1.0	0.61
1.25	0.62
1.5	0.64
1.75	0.64

3

高空ニ於ケル落速 v_h ヲ考ヘル。卽チ

$$v^3 = \frac{4}{3} \frac{\rho - \sigma}{\sigma} g \nu \times \frac{Re}{C}$$

於テ標準大氣ノ變化度ヲ考ヘルト、

h	t	σg	μ	ν
0	15°	1.225	0.1779×10^{-3}	0.148
2000	2°	1.005	0.1710 〃	0.174
3000	−4.5°	0.909	0.1676 〃	0.188

ツテ

$$h: 2000 \qquad v = 61.0 \left(\frac{Re}{C}\right)^{\frac{1}{3}}, \quad r = 0.087 \frac{Re}{v};$$

$$h: 3000 \qquad v = 64.8 \left(\frac{Re}{C}\right)^{\frac{1}{3}}, \quad r = 0.094 \frac{Re}{v};$$

方 h_1 及 h_2 ニ於ケル落速ヲ次ノ樣ニシテ導ク。

$$v_1^3 = \frac{4}{3} \cdot \frac{\rho}{\sigma_1} g \cdot \nu_1 \left(\frac{Re}{C}\right)$$

$$v_2^3 = \frac{4}{3} \cdot \frac{\rho}{\sigma_2} g \cdot \nu_2 \left(\frac{Re}{C}\right)$$

ニ於テ Re/C ノ同一値ニ就テ v ヲ求メルト

$$\frac{v_2^3}{v_1^3} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \cdot \frac{\nu_2}{\nu_1};$$

一ノ r ニ就テ考ヘルト、

$$\frac{v_1 r_1}{\nu_1}=\frac{v_2 r_2}{\nu_2}$$

ニ於テ $r_1=r_2$ トスレバ

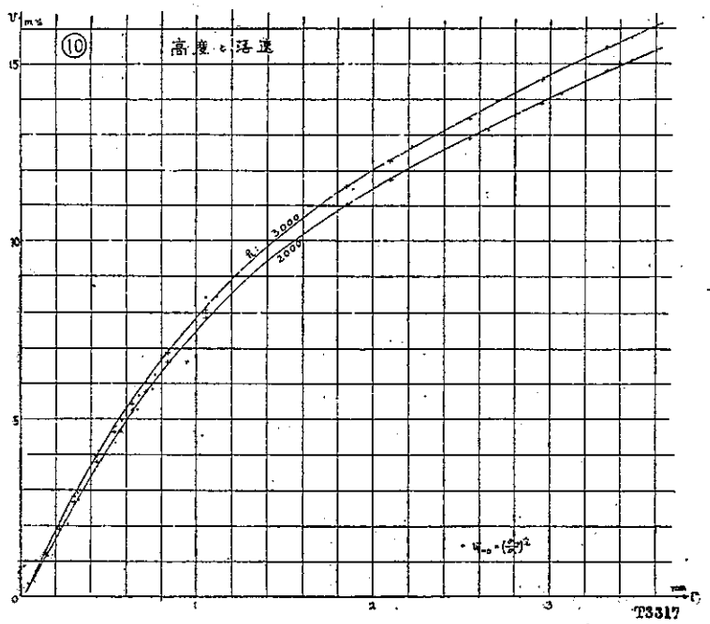
$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{\nu_1}{\nu_2} \quad ;$$

之ト前式ヨリ

$$\frac{v_2^2}{v_1^2}=\frac{\sigma_1}{\sigma_2}, \qquad \text{即チ}$$

$$v_2=v_1\times\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

之等ノ式ニ依ツテ得タ h：2～3,000 ノ落速 v_h ハ次ノ様ニナル。(10)



& 4

此ノ終末速度ニ達スル時間ト其ノ間ノ落高ヲ考ヘル。滴ニ働ク力ハ

$$\frac{4}{3}\pi r_3\rho\frac{dv}{dt}=\frac{4}{3}\pi r_3(\rho-\sigma)g-C\pi r_2\frac{\sigma v_2}{2};$$

$$\text{ie} \qquad \frac{dv}{dt}=\frac{\rho-\sigma}{\rho}g-\frac{3}{8}\,\frac{C}{r}\,\frac{\sigma}{\rho}v^2$$

$$\fallingdotseq g-\frac{3}{8}\,\frac{C}{r}\,\frac{\sigma}{\rho}v^2;$$

今 $\frac{3}{8}\,\frac{C}{r}\,\frac{\sigma}{\rho}=k$ トオケバ

$$\frac{dv}{dt}+kv^2-g=0$$

終末狀態ニ於テハ $\frac{dv}{dt}=0$ ナル故、此ノ時ノ速度ヲ V トスレバ、

$$V=\left(\frac{g}{k}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{從ツテ}$$

$$\frac{dv}{dt}=k(V^2-v^2);$$

$$\therefore \quad \frac{1}{2V}\log\frac{V+v}{V-v}=kt$$

$$\text{ie} \qquad \frac{V+v}{V-v}=e^{2Vkt}$$

之ヨリ

$$v=V\frac{e^{Vkt}-e^{-Vkt}}{e^{Vkt}+e^{-Vkt}}$$

$$=V\tanh(Vkt)$$

$k=\frac{g}{V^2}$ ナル故、

$$v=V\tanh\left(\frac{gt}{V}\right);$$

終末速度デハ $\tanh\left(\frac{gt}{V}\right)=1$; ie $t=\infty$ ノ譯デアル。

實際的ニ V ニ達スルト見做スベキ時間ヲ求メルト、V＝400 及 1000 ノ滴ニ就テ考ヘレバ

$V=400$;

$v_{t=1}=394$,

$v_{t=2}=400$ (399,95);

$V=1000$;

$v_{t=1}=753$,

$v_{t=2}=961$,

$v_{t=3}=994$,

$v_{t=4}=1000$ (999,2);

此ノ間ノ落高 η ハ

$$\frac{d\eta}{dt}=V\tanh\left(\frac{gt}{V}\right) \qquad \text{ヨリ}$$

$$\eta=\frac{V^2}{g}\log\cosh\left(\frac{gt}{V}\right)$$

$V=400$;

$\eta_{t=1}=273,$

$\eta_{t=2}=1008;$

V＝1000;

$\eta_{t=1}=428,$

$\eta_{t=2}=1312,$

$\eta_{t=3}=2300,$

$\eta_{t=4}=3280;$

之ニ依ツテ見ルトV＝10 m/sノ樣ナ大滴デモ3秒間23米落下、又V＝4 m/sノ稍ミ大キイノハ1秒間3米落下ニ依ツテ略近的ニVニ達スル。從ツテ吾人ノ考ヘル樣ナ高空カラノ落下ノ合ニハ雨下瞬時ニ終末速度ニアルモノト考ヘテ差支ヘナイ。上ノ計算デハvニ應ズルCノ動考ヘナカツタガ斯ル結論ヲ得ル爲ニハ其ノ必要ハ無イト考ヘル。

II 滴粒ノ檢知

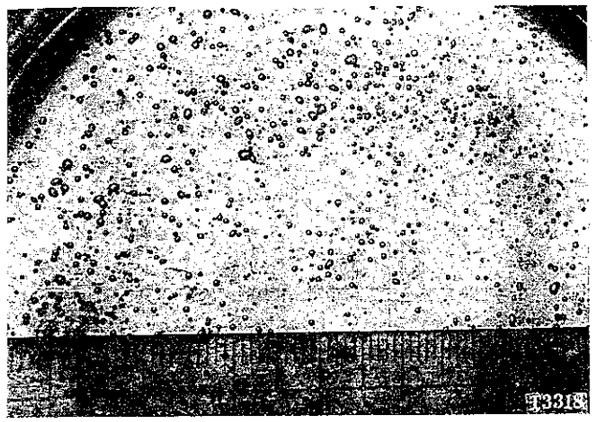
& 5

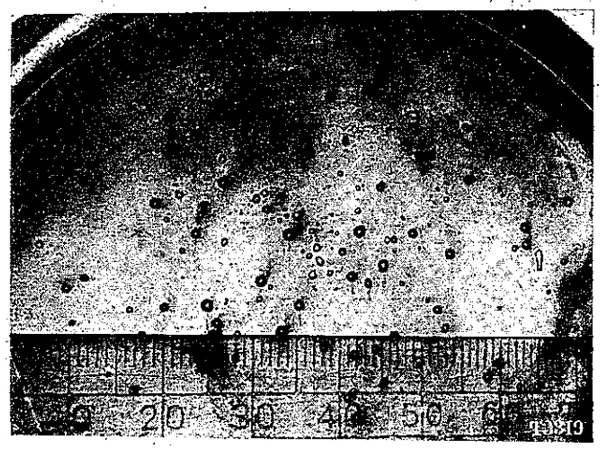
雨下研究ノ基礎トナルノハ滴粒ノ檢知デアル。落下滴粒ヲ捕捉シテ其ノ重量ヲ測定スル事ハ可能デアルガ、然モ吾人ニ必要ナノハ地上ノ汚染狀態デアルト共ニ落達前ニ於ケル空中ノ眞ハサデアツテ之ヲ直接ニ測定スル野外的方法ハ無イ。

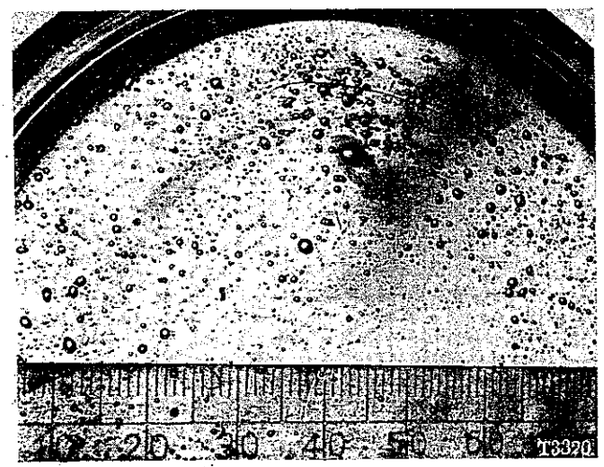
落下滴粒ハ蒸發ガ速カデアルノデ先ヅ之ヲ除外セネバナラナイ。然ル後ニ落附イテ滴ノ大求メル事ガ必要デアル。此ノ爲メ先ヅ室內ニ於ル分裂ノ實驗等ニ於テ用ヒラレルノハ滴ヲ油層ニ捕捉スル事デアル。稍ミ粘稠ナ油層面ニ滴ヲ落スト之ハ油中ニ沈下シ表面ガ直ニ油デ被ハ發ヲ一時的ニ抑制スル事ガ出來ル。滴ハ次デ油底ニ沈下シテ靜止スルガ此ノ時ノ形ハ滴徑ト油厚及油ノ比重ニ依ツテ異ルガ油層ノ厚サガ最大滴徑ヨリ稍ミ大キイ程度デモ略近的ニ球形ヲ保ト見做ス事ガ出來ル。

吾人ハ比較的大キイ滴ヲ取扱フノデ、油ヲ「ペトリー皿ニ4～5mm厚ニ入レ、滴ノ沈靜ヲ待テ「エピデヤスコープ」ニ依リ擴大シテ壁面ニ投影シ此ノ時生ズル暗影像ヲ滴ノ眞形ト見做シテヲ測定スル。

油ハ量ヲ多ク用ヒルノデ「ワゼリン」ト「モビル油ノ混合物ヲ利用シ、配分ハ「ワゼリン」1、モビル油3～5トスル。使用前混合物ヲ氣溫ヨリ稍ミ溫メテ置イテ滴ノ沈下ト共ニ粘稠度ヲ增ス樣シテ居ル。嚴密ニ云ヘバ使用狀件ニ依ル差，殊ニ落達ノ際ノ分裂ト融合ニ關シ尙檢討セネバナイ。實用的ニハ數時間ハ滴徑ニ著シイ差ヲ生ジナイ。







& 6

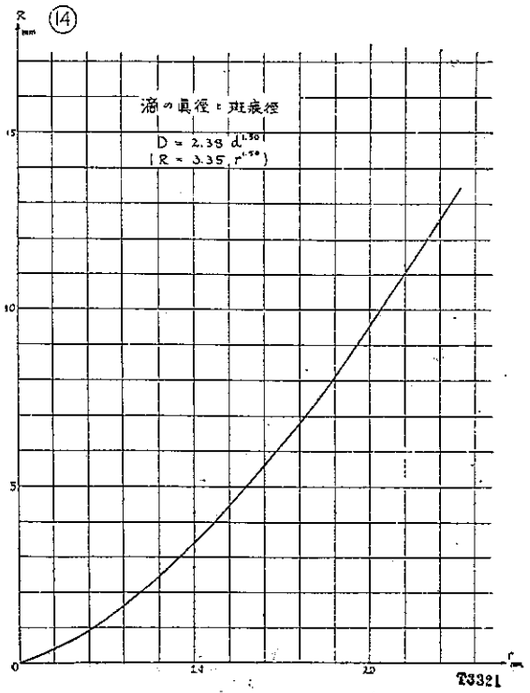
以上ノ方法ハ野外試驗デハ規模的ニ不適當デアル。從ツテ從來カラ使用サレ來ツタ斑痕ラネバナラナイ。卽チ雨下液ヲ着色シ落達ノ際紙上ニ斑痕ヲ印サセ此ノ斑痕ノ大サカラ滴ヲ判定スル。此ノ爲ニ豫メ滴ノ大サト斑痕ノ大サヲ求メネバナラナイ。吾人ハ前ニ鈴木ノ行ツタ實驗カラ、現在檢知ニ用ヒテ居ル模造紙デハ次ノ式ガ成立スル事ヲ知ツタ。

$$D=2.38\times d^{1.50}\ (\mathrm{mm})$$

斯カル實驗デハ操作中ノ滴ノ蒸發ヲ除外スルノガ容易デナイ。上式ハ垂直落達ノ場合テ、斯カル時ハ斑痕ハ圓形デアル。一般ノ場合ニハ落速ヲ v ノ地上風速ヲ w トスルト、落達ハ $(v^2+w^2)^{\frac{1}{2}}$ デアリ、又角度ハ $\alpha=\tan^{-1}(v/w)$ トナリ、斑痕ハ先細ノ楕圓形ノモノトナル場合ニ斑痕徑トシテハ長短徑ヲ用ヒナイデ短徑ノミニ依ル方ガ合理的デアルト考ヘラレルモ、之ニ關シ更ニ實驗ヲ重ネル要ガアル。

從ツテ斑痕ノ大サト滴徑トノ關係ハ室內ノ垂直落達ニ依ル水ノ場合ノミデハナク、滴ノ落達ノ狀況ノ二方面カラ更ニ檢討シテ見タイト考ヘテ居ル。故ニ從來斑痕カラ求メタ滴徑當ニ誤差ノアル事ヲ承知セネバナラナイ。

次ニ上式ニ依ル斑痕ト滴徑トノ關係ヲ示ス。(14)



Ⅲ 粒子の落下

& 7

問題トナル粒子ノ範圍ハ多樣デ概シテ形狀ガ不規則デアツテ滴粒ノ樣ニ理論的ナ考察ハ出來ナイ。子撒布ノ場合ニモ一般原則ノ通リ均落速ノミデナク、落速ノ大サニ子ノ配分ガ地上濃度ヲ決定スルノ故可及的多數ノ粒子ヲ以テ之ヲ決事ガ必要デアル。滴徑ノ場合ハ大テ規準トナル Re—C ガ測定セラリ又實測値ノ信憑スベキモノモ求テ居ルガ、吾人ガ問題トスル粒子ハ此等ニ關シテハ全ク皆無ニ近イ人ノ得テ居ル僅カノ成績モ特ニ愼討セネバナラナイ。

粒子ノ落速ノ測定ニハ空中ヲ墮下セシメル事ガ最モ望マシイ事デ

ガ粒子ノ落下狀態ト落達ノ確認ガ落下距離ヲ大トナルニ從ツテ困難デアツテ現在吾人ノ有スル裝備ヲ以テハ此ノ點ニ於テ大ナル精確度ヲ期待シ得ナイ。又空中ヲ實際ニ落下サセテ測定スルノデハ實驗規模ガ大トナツテ最モ重要ナ多數ノ觀測ヲ不能トスル惧ガアル。從ツテ吾人ハ液中ニ於テ緩徐ナ落速ヲ測定シ之ヲ空中ヘ換算スル事ヲ試ミタ。卽チ運動ノ相似ヲ利用シ空中ノ落下ト略々同等ノ Re 數ヲ有スル運動ヲ起サシメ其ノ際ノ抵抗狀態ヲ同等ト見做シタ。之ニ依ツテ室內ニ於テ回數ヲ多クシテ配分ノ問題ヲ解カントシタ譯デアル。

粒子中特ニ生物デハ其ノ運動ニ依ツテ著シク抵抗ヲ變ズル。故ニ實際ニ空中ヲ落下スル時ト液中ヲ落下スル時ノ狀態ノ差ガ知ラレネバナラナイガ前者ハ觀測不能デアル。然シ僅カノ實驗デハ(蚕)生キタモノト麻醉シタモノトノ空中落達ニ著シイ差ハ認メラレナイシ、又實際ニ用フルニシテモ高空デハ殆ド麻痺狀態ニアルト考ヘラレルノデ此ノ點ハ尙特ニ區別シナカツタ。次ニ粒子ノ代表トシテ、蚕、大麥、粟ニ就テノ實測ヲ擧ゲル。蚕ハ使用ノ都度新シイモノヲ「クロロホルム麻醉シテ用ヒ又穀粒ハ市販品ヲ無差別的ニ用ヒタ。特ニ穀粒デハ液中ニ於テ中ニ含有サレル空氣泡ニ依ル影響ヲ顧慮シ先ヅ「エーテル」ニ十分間振盪シ乍ラ浸シ次デ使用セントスル液中デヨク振盪シタモノヲ用ヒタ。

使用シタ液ハ「ガソリン」(時ニ局方酒精)デアツテ比重及 Seybold 粘稠計ニ依ル粘度ハ次ノ樣デアル(室溫平均15°C)。

液	μ	ρg
ガソリン	5.75×10^{-3}	0.753
酒精	12.0×10^{-3}	0.793

液ヲ直徑40mm、長サ1200mmノ垂直硝子管ニ入レ硝子管ニ目盛リヲスル。液面ニ接シテ靜ニ粒子ヲ落スト直ニ終末狀態トナルガ念ノタメ約100mm落下後測定ヲ始メル。

對照ノ Re 數ヲ求メルタメノ空中落速ノ測定ハ4000mm高ノ測定場所デ電磁器ニ依ル投出裝置ヲ用ヒ電鍵ヲ押スト同時ニ秒時計ヲ作動セシメ落達ノ目視ト共ニ時間ヲ測定シテ此ノ間ノ平均落速ト見做ス。從ツテ此ノ方法ニ依ル落速ハ極メテ粗末ナモノニ過ギナイ。

& 8

蚕ノ場合ノ抵抗ハ其ノ肢位ト著シク關係ガアル。肢位及重量ト落速トノ關係ハ尙明デハナイ。落下中ノ體位ハ主ニ第三肢ノ位置ニ關係シテ居ル。「ガソリン」又ハ酒精中デハ時ニ肢ヲ運動シテ落達ヲ不均一ニスル。液柱ヲ各上及下半部ニ分ツテ夫々落速ヲ測ルト下半部デハ稍ゝ小サイ値ガ得ラレル。然シ空中ノ落速ニ換算スル場合特ニ考慮セネバナラヌ程度デハナイ。肢ヲ基節カラ除去シテ了フト落速ト重量トノ間ニハ稍ゝ關係ヲ認メ得ル。

Re 數ヲ求メルニ長サトシテ $\sqrt{體長\times體高}$ ノ平均ヲ取ルト d=0.237cm トナリ又空中落速 v_a=150;「ガソリン中落速 v_G=3,11 ;酒精中落速 v_A=2.23 デアルノデ、

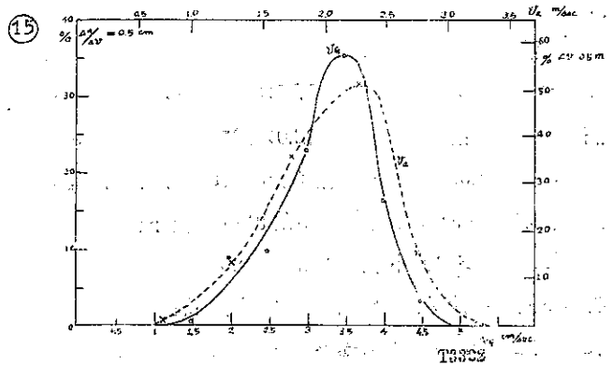
$Re_a \fallingdotseq 200,$

$Re_G \fallingdotseq 100,$

$Re_A \fallingdotseq 35,$

トナリ、「ガソリン中落下ト空中落下ハ大體ニ於テ相似ト考ヘラレル。之ニ依ツテ空中落速平
ヲ求メルト、蚕體ノ比重ヲ1,0ト考ヘテ157cm/secノ平均値ヲ得ル。之ハ空中落速ノ高サノ過
ニ依ル誤差ヲ考ヘテモ稍ミ小サイ。($\eta=\frac{V^2}{g}\log\cosh\frac{gt}{V}$ノ式ニ當テハメルトV≒170位デアル
此ノ時空中ノRe數ガ「ガソリン中ノRe數ニ比シテ大キク抵抗ガ稍ミ小サイ事ヲ考慮シテ、
200及100ニ應ズル球ノ抵抗ノ割合ガ適用サレルト假定スレバ　$V=V_e\times\left(\frac{1.01}{0.78}\right)^{\frac{1}{2}}$　即チ$V=1.19$
V_eトナリ空中落速平均ハ190cm/secノ程度デアル事ガ推定サレル。(之ハ別ニ行ハレタ空中落
ヲ大トシタ實驗値ニ一致スル。) 落速ノ分布ヲ考ヘル時ハ個々ノ場合ニ於ケルRe ノ變動ヲ考ヘ
バナラナイガ之ハ精度上有意義デハナイカラ全體ガ同ジ割合デ變化スルト考ヘルト落速分布ハ
ノ樣ニナル。(15)

之ハ實驗數160ノ値ニ過ギナイノデ、更ニ此ノ見地カラRe ノ等シクナル樣ナ液ヲ選ンデ繰
シタイ。



& 9

次ニ粒子ノ一種トシテ大麥及粟ノ落下ヲ述ベル。之ハ其自身意味ハ少イガ時ニハ混合劑ト
テ、時ニハ細菌又ハ病原黴類ノ含有物トシテ問題トナル場合ガアル。何レモ市場ニ於テ購入セ
レタ儘無差別的ニ實驗ニ供シタ。

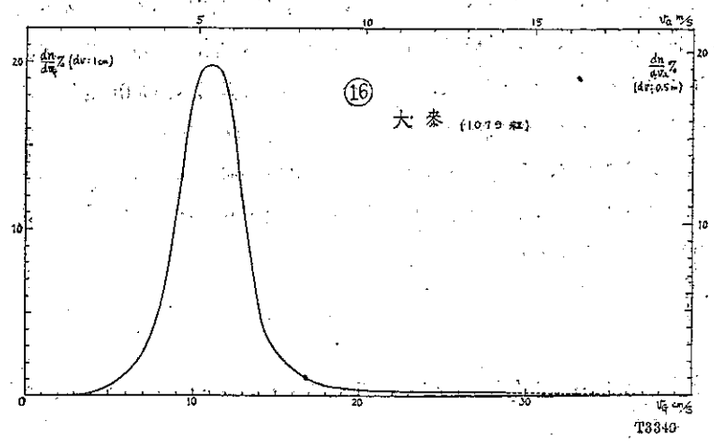
大麥480箇ニ就テ得タ平均重量ハ0,0271grデアル。之ノ大サ (「エピデヤスコープ」ニ依リ測定
ノ平均ハ長サ0.960cm(芒ヲ含マズ)幅0.253cmデアル。

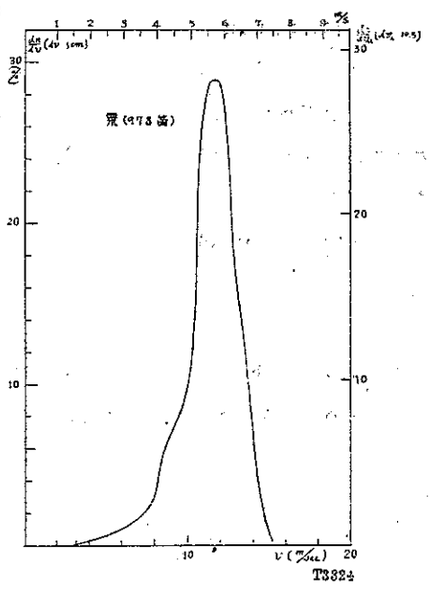
之ヲ4m高ノ空中落下ニ依ツテ落速ヲ求メルト325.5cm/secデ此ノ時ノRe數ノ平均ハ1139
アル(100箇平均)。然ルニ之ヲ「ガソリン中デ測ルト落速平均11.24cm/secデRe數ハ901トナリ、

ノ程度ノ差デハ殆ド相似ナ運動デアルト見做ス事ガ出來ル。(dトシテハ(長サ×幅)$^{\frac{1}{2}}$ヲ用ヒタ)。

粟ノ場合ノ平均ノ大サハ0,210×0,165デアツテ(1000箇), 重量平均ハ0.00276gr、空中落速306.7cm/secトナリRe數ハ770デアルガ、「ガソリン中ノ落速ハ10.96cm/secデRe數ハ276トナリ稍ミ異ツテ居ル。故ニ此ノ場合ニハ液中ノ落速カラ「ガソリン中ヘノ換算ハ愼重デナケレバナラヌ。

次ニ大麥及粟ノ「ガソリン中落速ノ配分及之ヲ空中落速ニ換算シタ値ヲ示ス。粟ニ於テモ特ニ前述ノ如キRe ノ差ニ基ク補正ハ行ハナイ。





此ノ場合注意セネバナラナイノハ4m高ノ實測値ガ換算値ニ比シテ小サイ事デアル。之ハ終末速度ガ大キイ爲ニ起ツタモノデアツテ今終末速度ヲVトスルト落高ηハ次ノ式デ表ハサレル。

$$\eta=\frac{V^2}{g}\log\cosh\frac{gt}{V};$$

今上ノ換算デ求メタVヲ之ニ入レルト、(大麥：550、粟：570) t =1.2デハ大麥4.6m、粟4.6mデアツテ實測ト殆ド一致スルノガ判ル。又上ノ換算デハ粒ノ比重ヲ1.0ニ取ツタノデアルガ、實際ハ之ヨリモ稍ミ大キイノデ空中落速ハ更ニ僅ニ大キクナル筈デアル。

Ⅲ 滴粒ノ蒸發

& 10

蒸發ニ對シテハ從來氣象方面ニ於テ雨滴ノ蒸發ニ就テ種々實驗セラレ居リ、當隊デハ其ノ成績ヲ應用シテ居ルニ過ギナイ。蓋シ此ノ方面ニ於テ追試スルノ豫猶ガナカツタ爲ト、該成績ガ極メテ優レタモノデアルト認メタ故デアル。以下ハ之ヲ中心トシテ述ベル。

吾人ノ問題ニスルノハ純水デハナイ。從ツテ蒸氣張力減少ヲ來シテ居ルノデアルガ、添加スル物質ノ量ガ多クナク、又膠質性ノモノヲ主トスルノデアツテ、純水ノ蒸氣壓ト大差ナイ程度デアル。吾人ノ取扱フ範圍デハ常ニ媒態ハ水デアツテ、油其ノ他ノ物質ハ極メテ例外的ニ（例ヘバ燥菌ノ油浮游液トシテ）扱ハレルニ過ギナイ。液狀毒瓦斯ハ勿論範圍外デアルガ、「イペリツト」デハ飽和空氣中ノ重量ガ630mg/m³(20°C)デアルニ比シ、水蒸氣ハ18300mg/m³デアツテ、吾人ノ取扱フ範圍デ蒸發ガ大キナ役割ヲ演ジテ居ルノヲ知ル。然シ乍ラ液狀毒瓦斯ニ於テハ蒸發ハ專ニ有效物質量ノ減少デアルガ、今問題トスル範圍デハ水分ノ蒸發ハ單ニ有效材料ノ濃縮ヲ意味スルダケデアツテ、材料ノ總量ハ減ジナイ。但シ蒸發ハ滴粒ヲ小サクサセ風ニ依ル流下ヲ增大サセル爲ニ地上濃度ヲ一般ニ減少スルノデアル。

& 11

氣象方面ノ研究ニ於テハ水滴ノ蒸發ニ對シテ次ノ實驗式ガ求メラレテ居ル。（高橋喜彥氏）

$$-\frac{d(r^2)}{dt}=(A+Bv)\triangle b;$$

$$A=0.45\times10^{-4}$$

$$B=0.078\times10^{-4}$$

v：風速，△b：飽差mmHg，r：mm

此ノ式ノ實驗範圍ハ吾人ノ問題トスルヨリ相當狹イノデアルガ以下敢テ之ヲ擴張シテ吾人ノ用フル全範圍ニ及ボスコトトスル、（蓋シ空中ニ於ル△b ノ分布ハ使用セントスル各場合ニ未知デアル事ガ多イノデ之ヲ從來ノ平均式カラ求メネバナラズ、從ツテ實驗ノ範圍內ノミニ制限シテ考ヘルトシテモ大キナ誤差ヲ生ジテ來ル可能性ハ多イ故デアル。）

今地上ニ於ケルrmmノ粒ノ落速ヲ $v_0=a\sqrt{r}-b$ デ現スト、vハ卽チ前式ノ風速ニ相當スルカラ、

$$-\frac{d(r^2)}{dt}=\{A+B(a\sqrt{r}-b)\}\triangle b$$

高度hニ於ル落速ハ σ ヲ空氣密度トスレバ $v_h=v_0(\sigma_0/\sigma_h)^{\frac{1}{2}}$ ト考ヘラレル。溫度ニ依ル落速變化ハ △b ニ比シ影響ガ少イノデ除外スル。$(\sigma_0/\sigma_h)^{\frac{1}{2}}=K_h$ トスルト、 $v_h=v_0K_h$

今 $\sqrt{r}=x$ トスルト

$$-\frac{d(x^4)}{dt}=\{A+B(ax-b)K_h\}\triangle b$$

シカルニ $-dz=v_hdt$

$$=K_h(ax-b)dt$$

故ニ

$$\frac{dz}{K_h(ax-b)}=\frac{4x^3}{A+BK_h(ax-b)}\times\frac{dx}{\triangle b};$$

ie $$\int\triangle bdz=\int\frac{4K_hx^3(ax-b)}{A+BK_h(ax-b)}dx$$

$$=\frac{4}{aB}\int\frac{ax^4-bx^3}{x+\frac{A-BbK_h}{aBK_h}}dx$$

之ヲ積分シテ

$$\int\triangle bdz=\frac{4}{aB}\left[\frac{a}{4}x^4-\frac{A}{3BK_h}x^3+\frac{A}{2BK_h}\left(\frac{A-BbK_h}{aBK_h}\right)x^2\right.$$

$$\left.-\frac{A}{BK_h}\left(\frac{A-BbK_h}{aBK_h}\right)^2x+\frac{A}{BK_h}\left(\frac{A-BbK_h}{aBK_h}\right)^3\log\left(x+\frac{A-BbK_h}{aBK_h}\right)\right]$$

此ノ場合 K_h モ勿論 z ノ函數デアルケレド之ヲ常數ト見做シタノデアツテ、假ニ高度1500ニ於ケル値ヲ用ヒテモヨイトスルト

$K_{1500}=1.075$ トシテ、$(a=7{,}37;\ b=1.43)$

$$\int_0^z\triangle bdz=\{1.28x^4-1.24x^3+.998x^2-1.06x+1.35\log_{10}(x+0.534)\}\times10^5$$

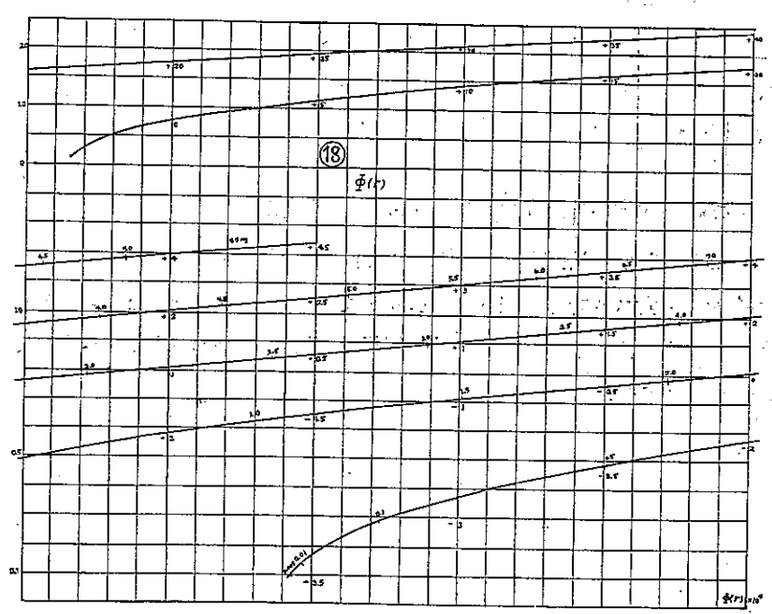
今 $$\int_0^z\triangle bdz=\phi(m)=\phi\left(\frac{4}{3}\pi x^6\right)$$ トスルト

$$\int_z^{z_0}\triangle bdz=\phi(m_0)-\phi(m)$$

$$=\phi(x_0^6)-\phi(x^6)$$

卽 $\int_0^z\triangle bdz$ ヲ求メテ居レバ、任意ノ高度 $z_1\sim z_2$ 間ニ於ルm又ハrノ變化ヲ知ル事ガ出來ル。

次ニ $x(=r^{\frac{1}{2}})$ ト $\phi(m)=\phi\left(\frac{4}{3}\pi x^6\right)$ ノ關係ヲ示ス曲線ヲ表ハス。(18)



次ニ △b ノ分布ハ雨下氣象ノ項ニ記シタケレドモ、此處デハ簡單ニ、蒸發ノ影響ヲ知ル爲ニ次ノ樣ナ假定ノ下ニ計算シテ見ル。

（1） 氣溫ノ高度變化:

$$t_h = t_0 - 0.0065h$$

（2） 蒸氣張力ノ高度變化:（Hann）

$$\log f_h = \log f_0 - \frac{h}{6300}$$

任意降下層 η ニ於ル飽差 $\triangle b_\eta$ ハ

$$\triangle b_\eta = f_{max\eta} - f_\eta$$

$f_{max\eta}$ ハ殆ド氣溫ノミノ函數デアル。即チ $f_{max\eta} = F(t_\eta)$ デアル。雨下高度層ノ溫度ヲ $t_0'(=t_0-0.0065h)$ トスレバ $t_\eta = t_0' + 0.0065\eta$, $f_{max\eta} = F(t_0' + 0.0065\eta)$ シカルニ

$f_\eta = f_0 \times 10^{-\frac{\eta}{6300}}$ デアル。

雨下高度層ニ於ケル濕度ヲ p_0' トスレバ $f_0' = p_0' F(t_0')$ 從ツテ $f_\eta = p_0' F(t_0') \times 10^{-\frac{\eta}{6300}}$ トナル。故ニ

$$\triangle b_\eta = F(t_0' + 0.0065\eta) - p_0' F(t_0') \times 10^{-\frac{\eta}{6300}}$$

今Fナル形ヲ次ノ樣ニ取扱フコトトスル。

$F(o) = 4.58$ mmHg トシテ、

$$F(t) = F(o) \times 10^{0.0284\,t}$$
$$= 4.58 \times 10^{0.0284\,t}$$

從ツテ

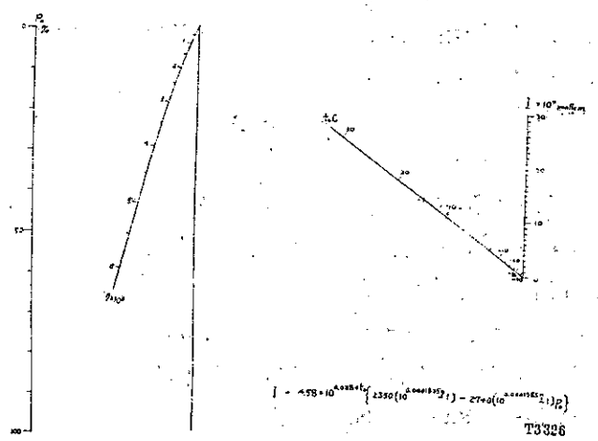
$$\triangle b_\eta = 4.58 \times 10^{0.0284(t_0' + 0.0065\eta)} - p_0 \times 4.58 \times 10^{0.0284\,t_0'} \times 10^{-\frac{\eta}{6300}}$$
$$= 4.58 \times 10^{0.00284\,t_0'} (10^{0.0001845\eta} - p_0 \times 10^{0.0001858\eta})$$

即チ飽差積分ヲ I トスレバ

$$I = \int_0^\eta \triangle b_\eta d\eta$$
$$= 4.58 \times 10^{0.0284\,t_0'} \int_0^\eta (10^{0.0001845\eta} - p' \times 10^{0.0001585\eta}) d\eta$$
$$= 4.58 \times 10^{0.0284\,t_0'} \{2350 \times (10^{0.0001845\eta} - 1) - 2740 p_0' (10^{0.0001585\eta} - 1)\}$$

之ヲ t_0', p_0' 及 η ニ對スル計算圖表トシテ示スト次ノ樣デアル。(19) 之ニヨツテ I ヲ知レバ前圖ト相俟ツテ任意ノ雨下最高層ノ t_0' 及 p_0' ヲ假想シテ任意ノ大サノ滴粒ノ落達時又ハ途中大サヲ求メ得ルコトトナル。

(19)



然シ乍ラ以上ノ計算デ見ラレル樣ニ比較的精密デナイ常數値カラ $10^{a\eta}$ 又ハ $10^{b\eta}$ ノ a 及 b ノ差ヲ出シテ來ルノハ相當大膽ニ考ヘラレル仕事デアル。之ハムシロ後ノ地上滴野ノ濃度ノ計算ニ用ヒタ樣ニ概略的ニハ次ノ樣ニ求メルノガ至當デアラウ。即チ上ノ場合ハ $t_h = t_0 - 0.0065h$ トシタガ、之ハ標準大氣デアル故ニ、地上溫度ヲ t_0 濕度ヲ p_0 トスレバ、

$$\triangle b_h = 4.58 \times 10^{0.0284(t_0 - 0.0055h)} - p_0 \times 4.58 \times 10^{0.0254\,t_0} \times 10^{-\frac{h}{6300}}$$
$$= 4.58 \times \{10^{0.0248(t_0 - 0.0055h)} - p_0 \times 10^{0.0284\,t_0 - 0.000159h}\}$$
$$= 4.58 \times \{10^{0.0284(t_0 - 0.0055h)} - p_0 \times 10^{0.0284(t_0 - 0.0055h)}\}$$
$$= 4.58 \times 10^{0.0284(t_0 - 0.0055h)} (1 - p_0)$$

$T_0 = 273 + t_0$ トシ、$10^{0.0284 T_0} = 10^{0.0284\,t_0} - 7.76$ ナル事カラ

$$\triangle b_h = 0.811 \times 10^{0.0284(T_0 - 0.0055h)} \times (1 - p_0) \times 10^{-7}$$

ヲ得ル。

勿論 Hann ノ式ハ濕度變化ガ極メテ少イコトカラ蒸氣張力ヲ溫度變化ノミニヨツテ變ルト考ヘルト $a = 0.0055$ トシテ得ラレル式デアルカラ上ノ結果ヲ得ルノハ當然デアル。

& 12

從來小粒ハ表面張力ニ依ル蒸氣張力ノ增加ニ依ツテ速カニ蒸發スルトサレル。半徑Rノ滴粒ノ蒸氣張力ハ

$$B = b + \frac{2T}{R} \frac{\sigma}{\rho}$$

デ表ハサレル。$t = 15°C$ ヲ考ヘルト、

$b = 12.8$ mmHg $= 16450$ dyne/cm²; $T = 73.5$ dyne/cm²; $\sigma/\rho = 0.805/1000$

デアル故

$$B = 16450 + 0.1184\frac{1}{R}$$

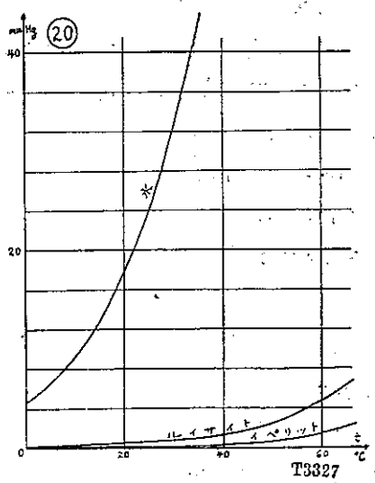
從ツテ蒸氣張力＝1％ノ增加ヲ與ヘルRハ大凡R＝10^{-3}即チ0.01mmノ程度ノモノデアルカラ吾人ノ考ヘテ居ル範圍デハ問題トハナラナイ。

& 13

初＝雨下液ノ蒸氣張力降下ヲ無視シタガ、粒ガ濃縮サレルト共＝之ハ正當＝考慮サルベク、蒸發ハ上＝得タ値ヨリモ小トナル筈デアル。之＝關シテハ吾人ハ何等ノ實驗値ヲ有シテ居ナイガ、現在用ヒテ居ル雨下液＝就テ之ガ如何ナル程度ノモノデアルカ推定シテ見ル。雨下液ノ各種成分ノ「モル濃度ハ簡單ナ物質デナイカラ知ルベキモナイガ、肉エキス」ヤ「ペプトン」ヲ除外シ食鹽ノトシテ考ヘテ見ヤウ。即チ食鹽値トシテ0.5％(重量)程度デアルト想定スル。然ルトキ之ガ全ク解離シテ居ルト見做セバ Raoult(1887)ノ定律＝從ツテ、

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{N}{N_0 + N}$$

0.5％ノ食鹽ハ上式＝從フト $p_0 \times 0.0035$ ノ降下、例ヘバ20°Cデハ0.061mmHgノ降下ヲ起スノデアル。之ガ濃縮サレテ10％＝モナルト0.054、即チ0.9mm程度ノ降下ヲ來ス事＝ナル。即チ雨液ヲ理想溶液ト考ヘル範圍＝於テ蒸氣張力降下ハ無視シテ差支ガナイ。



T3327

& 14

之マデ吾人ハ細菌ヲ主體トスル關係カラ水ノ蒸發ノミヲ考ヘタ。此處デハ無關係ノ事項デハアルガ「イペリツト」ト「ルイサイト」ノ蒸氣壓ヲ文獻ヲ拾ヒ出シテ、如何＝蒸發ガ吾人ノ考ヘル範圍ニノミ重要デアルカラ示摘スル。(20)

V 滴粒の分裂

& 15

雨下液ハ流出管ヲ出レバ大小無數ノ滴＝分裂スル。此ノ機構ガ排出口＝對シテ如何ナル位置ニ行ハレルガハ全ク不明デアルガ、恐ラク排出瞬時カラ若干離隔シタ所＝到ル間＝完了スルモノデアラウ。從ツテ今吾人ガ滴粒ノ配分ヲ問題トスルノハ、最終分裂後ノ狀況デアツテ、此ノ時＝液ノ內部運動モ存セズ、滴ハ氣流＝對シテハ落下運動ノミヲ有スルト考ヘラレル。

分裂ノ機構ハ液ノ內部運動ト之＝加ハル外力及液ノ性狀即チ分裂＝對スル抵抗性＝ヨルモノデアラウガ、從來細流ノ霧化＝ツイテ考ヘラレル樣＝、液柱ノ外殼ト內部ノ亂流部分ガ對立シ、外殼ガ破レテ內部ガ自己ノ運動性＝ヨツテ小部分＝分レルトイフヨリハ、外力ノ作用即チ氣流ガ複

ナ亂流部分＝直接＝衝突シテ之ヲ分裂サセルト言フ部分ガ大キナ役割ヲ演ジテ居ルト思ハレル。

氣化器＝於ケル燃料ノ霧化＝於テ流量比ト相對速度＝從ツテ滴狀、紐狀、樹枝狀、膜狀等ノ分裂狀況ガ見ラレルガ、雨下器＝於テハ雨下液全體トシテノ斯カル分裂ハ考ヘラレナイ、恐ラク氣流＝對スル各部分＝於テ之等ノ狀況ガ複雜＝組合ツテ生ズルモノデアラウ。

此ノ問題ハ後＝述ベル樣＝特＝超低空雨下ノ場合＝極メテ大キナ意義ヲ有シ、分裂機構ヲ制御シ得ル事ガ効果＝對シテ決定的ナ重要性ヲ有スルノデアルカラ、之ハ正＝將來＝對スル好問題トシテ保留サルベキデアル。

& 16

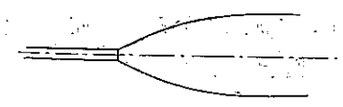
一般的＝考察スレバ、分裂ヲ支配スル外因ハ、1) 流量比 及ビ 2) 相對速度デアリ、內因ハ 3) 密度 4) 粘性 5) 表面張力 及ビ 6) 內部運動デアル。

流量比ト相對速度ハ共＝雨下機ノ對氣速度及空氣密度(即チ計器速度)＝關係シ、更＝流量比ハ液速即チ雨下器ノ機能＝、又相對速度ハ更＝雨下口ノ位置ト形狀＝關聯ヲ有スル。

流量比トハ分裂＝關與スル空氣量ト分裂スル液量トノ比デアルガ、分裂ノ完了スル位置ガ明デナイタメ、空氣量ヲ明確＝定メ難イ。又風速トシテ直接液＝作用スル氣流ノ速度ヲ採用セネバナラヌガ、之ハ雨下口ノ形狀ト位置＝ヨツテ對氣速度トハ異リ一般＝之ヨリ少シク大ナ譯デアルノデ、一概＝論ズル事ハ出來ナイ。從ツテ當分ハ單＝流出速度ト對氣速度ノミヲ考ヘルガ、詳細ハ更＝研究セネバナラナイ。

雨下口ヲ出タ液ハ分裂シテ擴散シ、次圖ノ樣＝ナツテ來ルケレドモ、rハ無限＝大キクナルモノデナク、雨下直後ノ初期滴野ハ概ネ拋物面狀ヲ呈スル樣デアル。

(21)


T3380

勿論細ク見ルト決シテ一樣＝擴ガルノデハナクテ不規則ナ團塊狀ヲナシテ丁度膜狀分裂トイフ樣ナ機構ガ緩慢＝起ルノデハナイカト思ハレル場合モアリ、殊＝八八輕式二型＝著明デアル。地上＝於ケル流出ガ一樣デアル事カラ之ハ幾分氣流ノ影響＝ヨルモノデアル事ガ推定サレルガ、流出量ヲ少クスルト「プロペラ」後流ノ影響＝ヨル廻旋ハ著明デアツテモ團塊狀＝ナラナイ事カラ考ヘテ、之モ分裂機構ノ一部デアルト想像サレル。而シ一見色素流ノ水流中擴散ノ場合＝似タ點モアルノデ何レモ急＝斷定ハ出來ナイ。

從ツテ流量此計算ノ規準トシテrガ一定限度迄大キクナル迄＝分裂ガ行ハレルモノト考テ次ノ樣＝オキ得ル。

$$\text{重量流量比}\ R = \frac{\pi r_m^2 V_a \rho}{Q_l \sigma}$$

(但V_a對氣速度、ρ空氣密度、Q_l液量、σ液密度)

例ヘバ、九七重式二型デハ $r_m = 1.5$, $V_a \fallingdotseq 70.0$, $Q = 0.08$程度デアルカラ $R = 7$ 見當デアル。此

ノ點ニツイテハ更ニ考ヘテ見タイ。

內因トシテ液ノ物性ハ或ハ明デアルトシテモ、內部運動ノ點ニナルト全然不明デアル。亂流分裂機構ニ及ボス意義ニツイテハ更ニ研究セネバナラヌ。九七式一型ニ於テ流出管ノ出口ニ近ク1cm角目30cm長ノ整流板ヲ附シタルニ滴ハ稍ゝ細分サレル傾向ヲ認メテ居ル。

更ニ物性ノ點ニ於テ、之ガ明瞭デアル樣ニ考ヘラレルガ、元來雨下液ハ一般ノ溶液ノ樣ニ無構造且均質デアルコトハ出來ナイ。單ニ細菌ノ均一浮游液ヲ用ヒル事ハ少ナク、他ノ目的カラ「ガラチン」、卵白、卵黃、腐敗性發臭物質等ヲ加ヘタ媒質ニ菌ヲ混和スルノデアツテ、例ヘバ「ガラチン」ヲ用ヒタ場合デモ1%程度ニ加ヘテモ狀況ニヨツテ凝固シ、注入操作ニ當リ之ガ不規則ナ小塊ニ分レル事ガアリ更ニ寒天ノ稀薄ナモノニ於テモ袈狀ノ構造ヲ認メルモノガアツテ、一般ニ雨下液ハ不均質デ或種ノ構造ヲ有スル場合ガ多イ。故ニ實際ノ雨下液ノ分裂機構上ニ於ケル物性ハ決シテ單純ナモノトハ考ヘラレナイ。

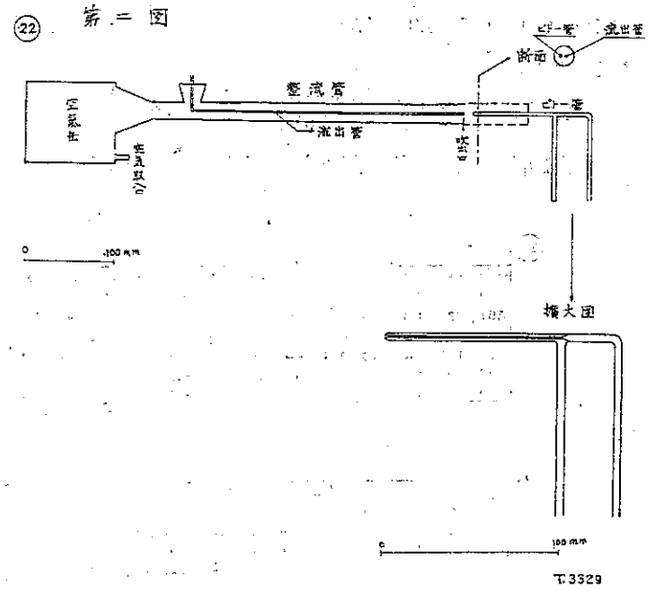
現ニ吾人ハ滴粒ノ配分ヲ求メル場合ニハ比較的單純ナ水、「ブイヨン」、「グリセリン水、稀ゲラチン液等ヲ用ヒルガ、實際ニハ之ニ卵等ヲ加ヘルノデ稍ゝ異ツテ居ルト考ヘテ居ル。

& 17

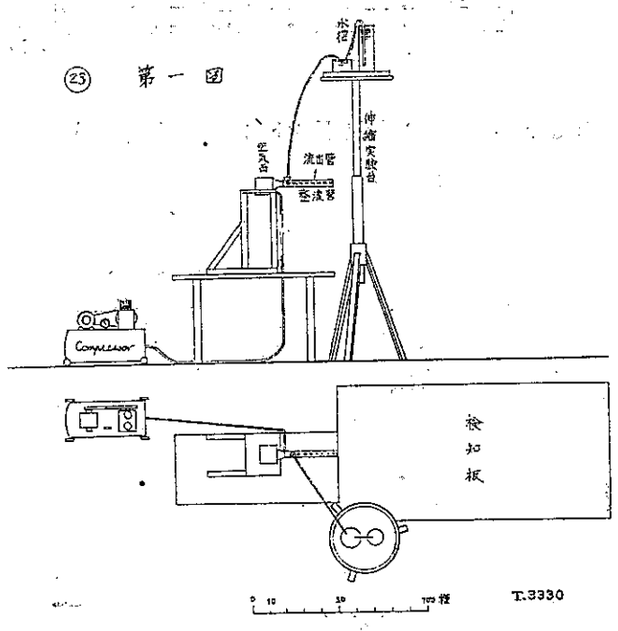
液ノ分裂ヲ取扱フ部門トシテ前述ノ樣ニ氣化器ガアル。之ハ流量比(容積) $1\sim10\times10^3$、相對速度150～300m/sノ程度デ燃料ハ1～10μ位ニ分裂スル。雨下器ハ勿論規模ガ全然違フシ又流量比(容積) $7\sim20\times10^3$、相對速度50～100m/s ノ程度デ液ハ0.1～1mm程度ニ分裂スル。(μ單位程度ノモノモ生ズルカモ知レナイガワカラナイ。)故ニ氣化器ノ分裂ノ理論ヲ其ノ儘取入レル譯ニハユカナイ。

極ク概略ノ概念ヲ得ルタメニ次圖ノ樣ナ裝置デ粗略ナ實驗ヲ試ミタ。粒ハ檢知板上ニ受ケテ撮カラ眞徑ヲ判定シタ。此ノ裝置デハ氣流ハ「コンプレツサー」カラ一旦擴大室ヘ取リ此處カラ吸出口ヘ導キ、豫メ壓力ト風速トノ割合ヲ「ピトー管デ求メテオキ、又流速モ液面ト排出面ノ落差ト關係ヲ求メテオキ、實驗ニ際シテハ一々之ヲ測定セズニ壓力ト落差カラ求メタ。

㉒ 第二圖



㉓ 第一圖



用ヒタ空氣口(圓筒) $r_a=10.0$mm 液口ハ $\pi r^2=1.75$mmデアル。液ハ水ヲ用ヒタ。

實驗範圍ハ $V_a=8.5$; 11.7; 14.9; 19.0; 21.2; 24.3; 27.4; 30.6; 33.8; 37.0; 40.1; 43.3 及 $V_1=0.29$; 0.51; 0.70; 0.87; 1.03; 1.18 デアル。以下流量比トシテ容積流量比ヲ用ヒルト之ノ場合ニ次ノ樣ニナル。

$$\text{容積流量比 } R=\frac{(314.16-1.75)\times V_a}{1.75V_1}=178\times\frac{Va}{V1} \qquad (24)$$

之ニヨツテ、約10秒間ニ得タ滴ノ平均徑($\bar{d}=\frac{\Sigma d^3\triangle n}{\Sigma d^2\triangle n}$)ヲ求メルト次ノ樣ニナル。(25)

(24)

V_1 \ V_a	8.5	11.7	14.9	19.0	21.2	24.3	27.4	30.6	33.8	37.0	40.1	43.3
	$R=Q_a/Q_1$ ($\times 10^3$)											
0.29	5.22	7.18	9.15	11.7	13.0	14.9	16.8	18.8	20.7	22.7	24.6	26.6
0.51	2.97	4.08	5.20	6.63	7.41	8.50	9.57	10.7	11.8	12.9	14.0	15.1
0.70	2.16	2.98	3.79	4.84	5.40	6.19	6.98	7.79	8.60	9.42	10.2	11.0
0.87	1.74	2.40	3.05	3.84	4.34	4.98	5.62	6.28	6.93	7.60	8.23	8.89
1.03	1.47	2.02	2.57	3.28	3.67	4.19	4.72	5.28	5.80	6.38	6.92	7.47
1.18	1.28	1.77	2.25	2.87	3.20	3.67	4.14	4.62	5.10	5.59	6.06	6.55

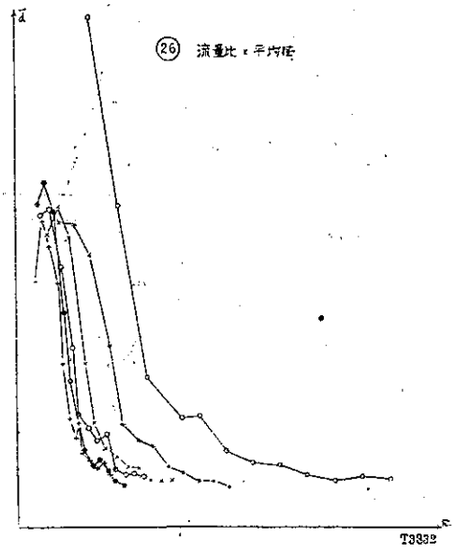
T3914

(25)

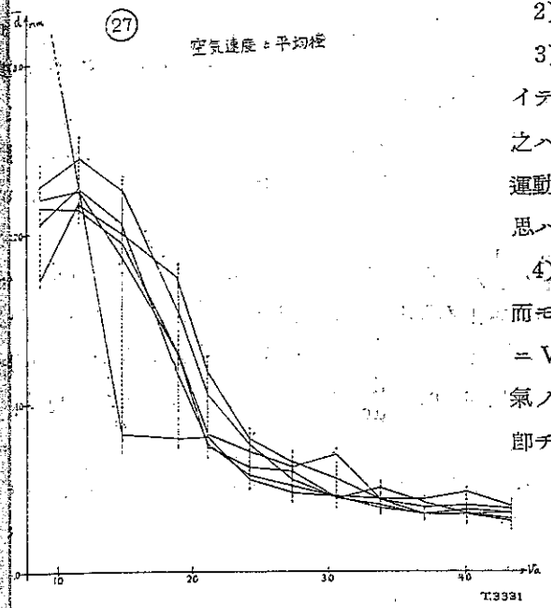
V_w \ V_a	8.5	11.7	14.9	19.0	21.2	24.3	27.4	30.6	33.8	37.0	40.1	43.3
	$\bar{d}$mm					V_a, V_w ハ共ニ m/s						
0.29	3.59	2.27	1.06	0.78	0.79	0.54	0.46	0.44	0.37	0.33	0.36	0.34
0.51	2.15	2.13	1.92	1.28	0.73	0.61	0.58	0.43	0.39	0.33	0.33	0.29
0.70	2.06	2.26	2.04	1.16	0.74	0.56	0.50	0.43	0.42	0.33	0.33	0.34
0.87	2.20	2.24	1.83	1.27	0.80	0.70	0.61	0.66	0.41	0.37	0.38	0.36
1.03	2.28	2.43	2.23	1.51	1.03	0.74	0.55	0.44	0.48	0.40	0.33	0.30
1.18	1.73	2.16	1.98	1.72	1.16	0.77	0.64	0.54	0.49	0.42	0.46	0.38

T3915

依ツテ之ヲ $R, \bar{d}, v_r$ ニツイテノ關係ヲ見ルト次ノ樣デアル。(26)(27)



T3832



T3831

即チ 1) Rノ增加ト共ニ $\bar{d}$ ハ減少スル。

2) V_a ノ增加ト共ニ $\bar{d}$ ハ減少スル。

3) V_w ハ餘リ影響ガナイ。同一ノ R ニツイテイヘバ V_w ガ大ニナルト $\bar{d}$ ガ小サクナル。之ハ V_a ガ尙小サイノデ V_w ガ大キイト內部運動ガ大トナツテ $\bar{d}$ ヲ小トスルノデナイカト思ハレル。

4) 一般ニ $\bar{d}$ ハ雨下ノ場合ニ比シテ小サイ。而モRハ大體同程度ト思ハレル範圍ニアリ更ニ V_a ハズツト小サイノデアルカラ、液ニ空氣ノ當ル狀況ガチガフノデアルト思ハレル。即チ液口ノ大キサガ非常ニ關係シテ居ルノデアラウ。

概シテ言ヘバ此ノ樣ナ小サイ實驗デハ雨下ノ場合ノ分裂ヲ模倣スルノハ無理デアルト考ヘタイ。

氣化器ノ實驗デハ $\frac{Q_a}{Q_1}$(定量比)ガ5以上デハ殆ド $\bar{d}$ ガ一定ニナルトイフ。此ノ場合ニモ大體同樣ナ傾向ガアルガ、V_w ニヨツテ多少チガツテ居ル。V_a ガ相當大キクナルト恐ラク此ノ樣ニナルノデハナイカト考ヘラレル。前ノ假定ニヨルト九七重式二型デハ $\frac{Q_a}{Q_1}\fallingdotseq 7$ デアルノデ、若シ實際ノ雨下器ニモ之ガ適用サレルトスレバ現在ノ程度ガ既ニ限界ヲ越シテ居ルノデ Q_1 ヲ相當大キクスレバ或ハ $\bar{d}$ ガ大キクナルカトモ考ヘラレル。

18

次ニ實際ノ雨下器ノ場合ニ就テ考ヘテ見ル。

此ノ場合ノ實驗方法トシテハ蒸發ノ可及的少イ樣ニ100～200mノ低空デ雨下ヲ行ヒ、檢知板上ニ得タ滴粒ノ斑痕カラ滴ノ眞徑ヲ求メテ、之ヲ風向ニ從ツテ解析スルノデアル。從ツテ極メテ小サイ滴ハ脫落スル惧モ充分ニアルガ、之ハ大體ニ於テ體積比ガ小サイノデ問題ニハナラナイ。

一定ノ雨下條件ニ於ル或ル雨下器ノ特性ハ結局單位時間ノ流出量ト得ラレル滴粒ノ配分ニヨツテ表ハサレネバナラナイ。之ヲ相互ニ比較スルタメニハ此ノ配分ノ狀況ヲ數式ニヨツテ表ハス事ヲ考ヘネバナラナイ。現在吾人ノ有スル滴粒配分ナルモノハ、1) 審査施設及方法、2) 試驗回數等ノ關係カラ略近的ナモノニ過ギナイ事ハ明デアル。故ニ此ノ數値ヲ細部ニ涉ツテ迄固執スルノハ無意味デアルニ相違ナイ。從ツテ此處デハ如何ニシテ現在有スル配分値ヲ修正シテ一定ノ型式ニ數式化スルカヲ考ヘル。

固體ノ粉碎ヤ氣化器ノ霧化等ノ場合ニ一般ニ粒子ノ數ノ配分ハ次ノ數式ニヨツテ表ハサレテ居

ル。

$$\frac{dn}{dr}=ar^p\exp(-br^q)$$

雨下ノ場合ノ配分曲線モ概ネ此ノ式ニヨツテ表ハサレル樣デアル。故ニ逆ニ雨下ニ於テモ滴ノ配分ハ此ノ一般式ニ從フモノデアルト先ヅ假定シ、觀測數値ニ最モ適合スル常數値ヲ求メテ$\frac{dn}{dr}$ヲ求メ、雨下ノ實際ハ斯ル$\frac{dn}{dr}$ニ從フ滴粒ガ生ズルノデアルト見做シテモ、上述ノ如ニ當分ノ間稍確ナ實驗ガ繰返シ行ハレル迄ハ差支ナイト信ジタイ。以下此ノ式ニ基イテ考察スル。

此ノ式ノ常數値ヲ決定スルニハ $\log\left(\frac{dn}{dr},\ \frac{1}{r^p}\right)$ 及 r^q ヲ座標トスル直交座標系ニ於テ p 及 q ノ種々ノ値ヲ採リ、觀測値ガ一直線ニ並ブ如キ p, q ヲ求メル。勿論完全ニ一直線上ニ配列サレル時ハ選點的又ハ平均的ニ此ノ直線ヲ決メル。此ノ時 b ハ直線ノ傾斜ヲ以テ表ハサレル。a ハ測總數ニ對スル常數デアルガ、$\int dn=100$ トシ比率ヲ以テ$\frac{dn}{dr}$ヲ表ハスカ、又ハ $\int \pi r^3 dn=Q$ (Q:單位時間ノ流出量) トシテヲ定メル。

此ノ式デハ r ハ∞ニナリ得ルガ、實際ニハ r ガ稍ゝ大ニナルト $\exp(-br^q)$ ガ一般ニ微小トナツテ、特ニ一定ノ r ニ於テ$\frac{dn}{dr}$ガ 0 ニナル樣ナ式ヲ用ヒズトモ實際ニ得タ最大ノ r 迄ヲ考ヘレバ此ノ式デ差支ガナイ。

滴粒配分ノ特性トシテハ 1) 平均ノ大キサ及 2) 配分ノ均一度ガ問題デアル。

平均ノ大サ $\bar{r}$ トシテハ次ノ六種ヲ採リウル。

$\bar{r}_1=\frac{\Sigma r\triangle n}{\Sigma\triangle n}$	徑ノ總和、總數ガ等シイ平均
$\bar{r}_2=\left(\frac{\Sigma r^2\triangle n}{\Sigma\triangle n}\right)^{\frac{1}{2}}$	表面總和 〃 〃
$\bar{r}_3=\left(\frac{\Sigma r^3\triangle n}{\Sigma\triangle n}\right)^{\frac{1}{3}}$	體積總和 〃 〃
$\bar{r}_4=\frac{\Sigma r^2\triangle n}{\Sigma r\triangle n}$	表面總和、徑ノ總和 〃 〃
$\bar{r}_5=\left(\frac{\Sigma r^3\triangle n}{\Sigma r\triangle n}\right)^{\frac{1}{2}}$	體積總和、徑ノ總和 〃 〃
$\bar{r}_6=\left(\frac{\Sigma r^3\triangle n}{\Sigma r^2\triangle n}\right)$	體積總和、表面總和 〃 〃

雨下ノ場合ノ平均ノ大サトシテハ$\bar{r}_6$即チ體積總和ト表面總和ノ等シイ平均ヲ採ルベキデアル。$\bar{r}_4$, $\bar{r}_5$, $\bar{r}_6$ハ粒ノ總數ハ問題ニシテ居ラナイ。

$$\frac{dn}{dr}=ar^p\exp(-br^q)\text{; 今 } r^q=R \text{ トスルト}$$

$$dn=\frac{a}{q}R^{\frac{p-q}{q}}\exp(-bR)dR$$

今 R ノ變域トシテ 0→∞ ヲトルト

$$\bar{r}_3^3=\frac{1}{b^{\frac{3}{q}}}\ \frac{\Gamma\left(\frac{p+4}{q}\right)}{\Gamma\left(\frac{p+1}{q}\right)}$$

$$\text{又}\quad \bar{r}_6=\frac{1}{b^{\frac{1}{q}}}\ \frac{\Gamma\left(\frac{p+4}{q}\right)}{\Gamma\left(\frac{p+3}{q}\right)}$$

更ニ數及體積ノ最大ヲ示ス徑 r_{mn} 及 r_{mv} ハ次ノ樣ニナル。

$$r_{mn}=\left(\frac{p}{bq}\right)^{\frac{1}{q}}$$

$$r_{mv}=\left(\frac{p+3}{bq}\right)^{\frac{1}{q}}$$

又均一度ヲ求メルニ、先ヅ散亂度ヲ f トスルト均一度 K ハ$\frac{1}{f}$デ示サレル。之ヲ百分率デ示スタメニ均一度 K′ ヲ次ノ樣ニシテ表ハス。

$$K'=100e^{-\frac{1}{K}}=100e^{-f}$$

此ノ場合用ヒル平均ノ大サトシテハ實際ノ粒數ト平均粒數ガ等シイ樣ニ $\bar{r}_1$, $\bar{r}_2$ 又ハ $\bar{r}_3$ ヲ使ハネバナラナイ。此處デハ體積的ノ均一度ノ意味デ$\bar{r}_3$ヲ用ヒル。然ルトキハ

$$f_3=\frac{1}{n}\int\left|\frac{r^3-\bar{r}_3^3}{\bar{r}_3^3}\right|dn$$

實際ニ絕對値ヲ用ヒルノハ簡單デナイカラ自乘ヲ用ヒ

$$f_3^2=\frac{1}{n}\int\left(\frac{r^3-\bar{r}_3^3}{\bar{r}_3^3}\right)^2dn$$

トシ之ヲ計算スルト

$$f_3^2=\frac{\Gamma\left(\frac{p+7}{q}\right)\cdot\Gamma\left(\frac{p+1}{q}\right)}{\Gamma^2\left(\frac{p+4}{q}\right)}-1$$

斯樣ナ見地カラ從來用ヒ來ツタ雨下器ニ就テ特性式ヲ求メル。

以前ハ滴ノ直徑ヲ用ヒズシテ斑痕ノ大サ R ニヨツテ配分ヲ求メタ事ガアル。此ノ場合 $2R=2.38\times(2r)^{1.50}$ ノ關係式ニヨツテ$\frac{dn}{dR}$ヲ$\frac{dn}{dr}$ニ換算セネバナラナイ。即チ$\frac{dn}{dR}=a'R^{p'}\exp(-b'R^{q'})$ニヨツテ p′, q′, r′ ヲ求メ。$\frac{dn}{dr}=\frac{dn}{dR}\cdot\frac{dR}{dr}$ 及ビ $\frac{dR}{dr}=5.039\times r^{0.50}$ ニヨリ

$$\frac{dn}{dr}=a'\times\frac{(3.366)^{p'}}{5.039}\times r^{1.50p'-0.50}\exp(-3.366^{q'}\times b'\times r^{1.50q'})$$

即チ $a=a'\frac{(3.366)^{p'}}{5.039}$; $p=1.50p'-0.50$; $b=3.366^{q'}\times b'$ トスレバ

$$\frac{dn}{dr}=ar^p\exp(-br^q)$$

トナル。

別表ニ示ス様ナ圖計算ノ結果、特性式トシテ次ノ如キ値ヲ得ル。尙同時ニコノ特性式ノ示ス曲線ト實驗値ノ關係ヲ示シテ置ク。(但シコノ曲線ヲ畫ク場合ニ於テハ、コノ曲線ニヨル滴ノ總數ガ實際ニ獲得シタ滴ノ總數ト等シクスル様ニシタ。) ((29)—(34))

八八式(180K) $\frac{dn}{dr}=a_1 r\exp(-12.15\ r^{0.75})$

同 (110〃) $\frac{dn}{dr}=a_2 r^3\exp(-9.0\ r\ \ )$

同 (250〃) $\frac{dn}{dr}=a_3 r^6\exp(-30.0\ r^{0.5})$

九七重式一型 $\frac{dn}{dr}=a_4 r^7\exp(-33.4\ r^{0.5})$

九七重式改一型 $\frac{dn}{dr}=a_5 r^7\exp(-23.3\ r^{0.75})$

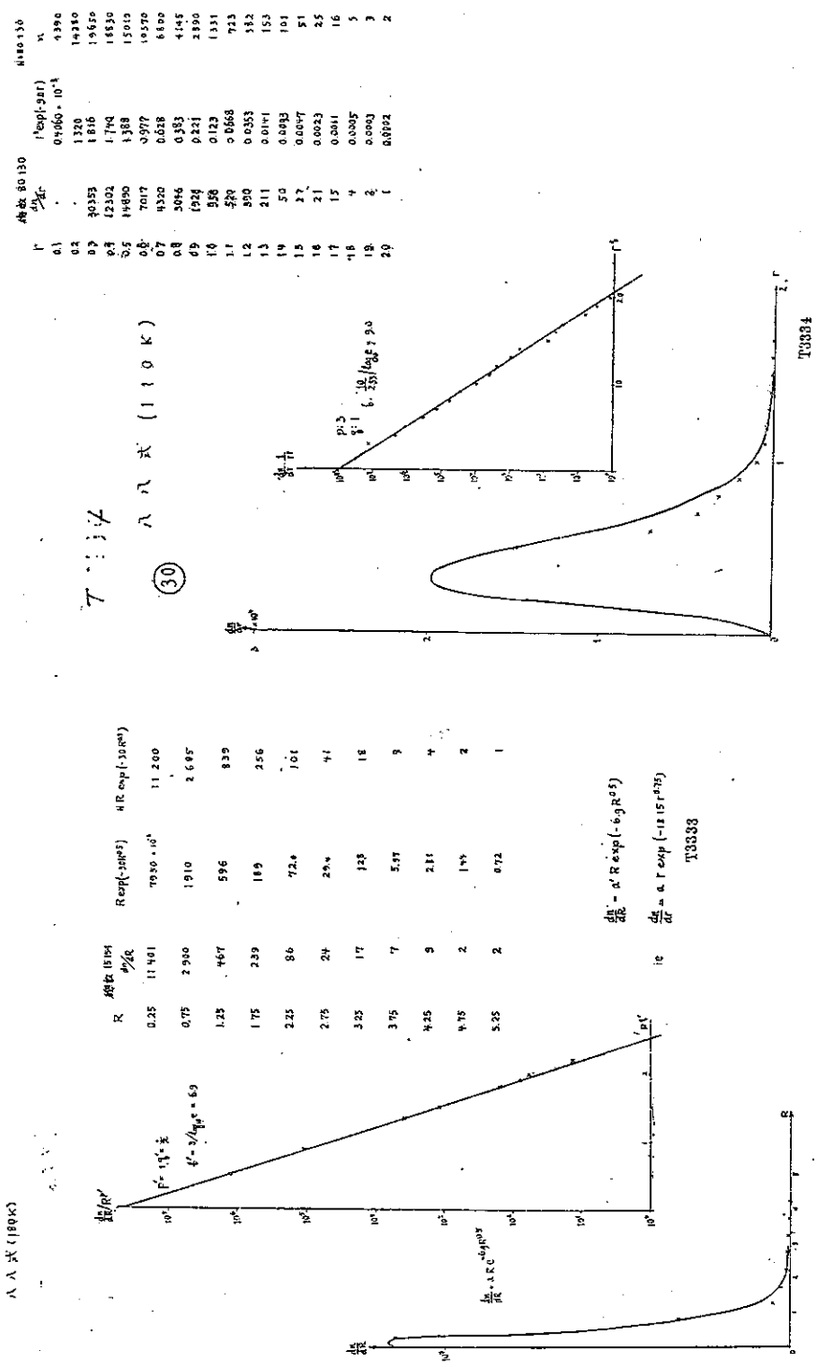
九七重式二型 $\frac{dn}{dr}=a_6 r^7\exp(-26.0\ r^{0.5})$

之ニヨツテ$\bar{r}_6$, $\bar{r}_{mn}$, $\bar{r}_{mv}$, 及f_3ヲ求メル。(28)

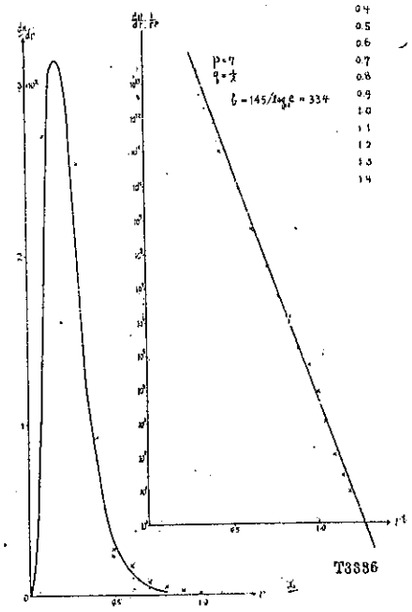
(28)

	p	q	b	$\bar{r}_6$	r_{mn}	r_{mv}	f_3
八八式 (180K)	1	0.75	12.15	0.505	0.132	0.334	4.21
同 (110K)	3	1	9.0	0.667	0.300	0.667	1.79
同 (250K)	6	0.5	30.0	0.380	0.160	0.360	7.67
九七重式一型	7	0.5	33.4	0.376	0.176	0.358	6.09
同 改一型	7	0.75	23.3	0.536	0.295	0.472	1.93
同 二型	7	0.5	26.0	0.621	0.285	0.594	6.09

T3916



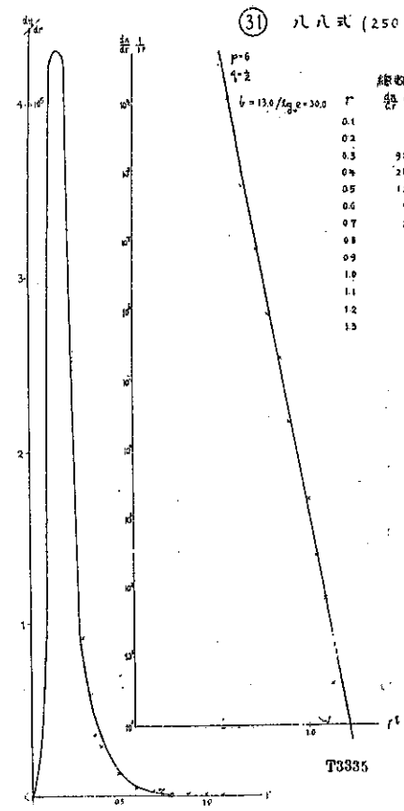
(32) 九七 I



總數 81889

r	器實測	器計算
0.1	27047	19900
0.2	16115	31100
0.3	25401	17950
0.4	7338	8120
0.5	2647	3215
0.6	1765	1150
0.7	771	427
0.8	460	172
0.9	258	62
1.0	70	23
1.1	11	3
1.2	3	4
1.3	2	1
1.4	1	1

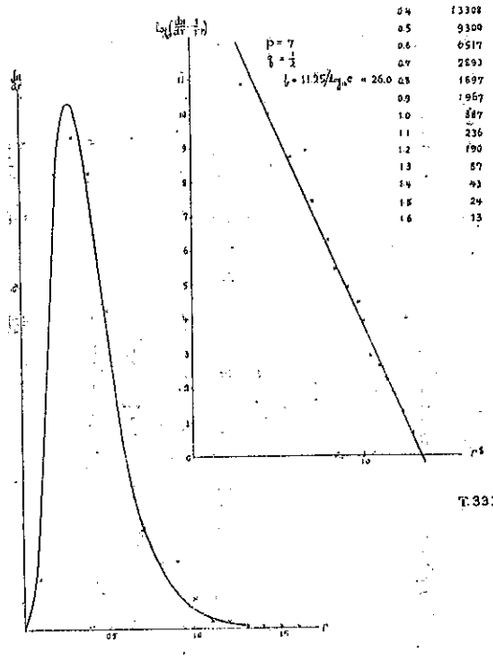
(31) 八八式 (250 K)



總數 170649

r	器實測	器計算
0.1		116200
0.2		423500
0.3	91338	80000
0.4	28389	36500
0.5	12690	17600
0.6	4435	5655
0.7	2430	2308
0.8	680	1000
0.9	423	364
1.0	191	136
1.1	50	60
1.2	21	30
1.3	2	15

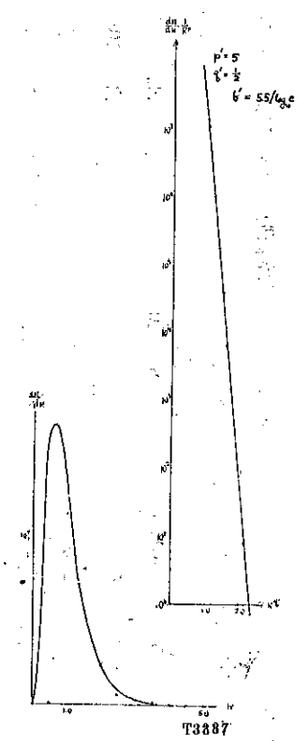
(34) 九七 II



總數 64444

r	器實測	器計算
0.1	1485	2985
0.2	13282	12300
0.3	14214	15300
0.4	13308	12900
0.5	9300	8650
0.6	6517	5960
0.7	2893	3085
0.8	1697	1795
0.9	1967	1010
1.0	587	556
1.1	236	302
1.2	190	157
1.3	87	90
1.4	43	47
1.5	24	28
1.6	13	15

(33) 九七式 I



總數 21997

R	器實測	器計算
0.5		16250
1.0	11340	12820
1.5	5099	5700
2.0	1423	2190
2.5	613	806
3.0	306	291
3.5	128	111
4.0	28	42
4.5	10	16

a ノ値ヲ求ムルニ、r ノ變域ヲ 0→∞ トシ

$$Q=\int\frac{4}{3}\pi r^3 dn$$

$$=\int\frac{4}{3}\pi a r^{p+3}\exp(-br^q)dr$$

$$=\frac{4}{3}\pi a\cdot\frac{1}{qb^{\frac{p+4}{q}}}\Gamma\left(\frac{p+4}{q}\right)$$

$$\therefore\ a=Q\times\frac{3}{4\pi}\ \frac{qb^{\frac{p+4}{q}}}{\Gamma\left(\frac{p+4}{q}\right)}$$

此ノ場合Qハ雨下液全量又ハ單位時間流出量或ハ基準滴野ノ何レヲ取ルモ差支ナイ。次ニQヲ雨下液全量トシテaヲ求メルト次ノ樣ニナル。

	Qmg	a
八八式(180K)	80×10^6	6.38×10^{10}
同　(110〃)	〃	1.26×10^{10}
同　(250〃)	〃	2.74×10^{18}
九七重式一型	800×10^6	6.21×10^{20}
同　改一型	400×〃	1.27×10^{16}
同　改二型	800×〃	2.53×10^{18}

以上ノ試驗ニ於テ九七重ハ對氣速度ヲ230～250Kニシテ雨下シタモノデアル。八八式ニ於テハ速度ノ影響ガ甚大デアル事ガ明デアル。

之等ノ式ノ相互ノ比較ハ更ニ他ノ條件下ニ於ルモノヲ求メテカラニシタイ。シカシ高空雨下ヲ目途スルモノニアツテハ$\bar{r}$ノ大ナルモノガ望マシク、而モfガ大デアレバヨイ。此ノ目的ノ爲ニハ九七重式二型ガ優レテ居ル事ガ判ル。fハ大デアル程目標脫逸量ガ減ズル譯デアルガ、現在ノ考想ニナル雨下器デハ此ノ點ニ於テ充分デナイ。

& 19

如何ニシテ滴粒ノ最大範圍ノ徑ガ決定サレルカハ明デナイ。液塊ニ運動ヲ與ヘズニ落下セシメテモ、遂ニハ一定ノ大サノ限度以下ノ滴粒ニ分裂シテ了フ。此ノ限度ハ概ネr=2～3mmノ程度デアル。卵黃ノ樣ニ或强度ヲ有スル膜ニ包マレテ居ル場合ハ約2000mノ落下迄ハ分裂ヲ免レルノヲ見ルト、分裂ノ限度ハ液ノ性狀ニ關係スルモノヽ樣ニ考ヘラレル。液塊ノ各部ノ移動ニヨツテ複雜ナ形トナリ之ニ氣流ガ當ツテ分裂スル場合ノ狀態ハ簡單ニ解ク事ハ出來ナイ。

Ⅵ 粒　　野（滴野）

& 20

粒野トハ雨下撒布セラレタ粒子ノ占ムル空間デアツテ液體雨下ヲ對照トスル場合ハ滴野トモ云

ヒ特ニ最終狀態卽チ地上粒野ヲ汚染地區ト稱スル事モアル。

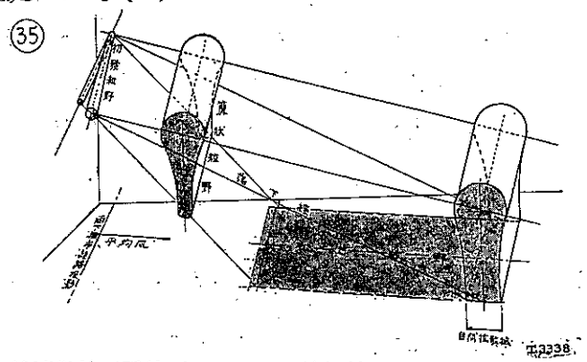
前項ニ述ベタ通リ雨下器又ハ撒布器カラ拋出サレタ粒子ハ後流ノ影響ヲ受ケテ一次的ニ擴散シ所謂初發粒野ヲ形成スル。此ノ作用ハ粒子ノ落下運動ノ開始ト相俟テ左程ニ永ク繼續スル譯デハナイガ、此處ニ於テ既ニ粒子ノ大サトノ關聯ガ見ラレル。卽チ初發粒野內ニ於テサヘ各粒野部分ノ粒子ノ配分ハ決シテ一樣デハナイ。之ハ粒子ノ大サニ依ツテ後流作用ノ持續時間ノ差ト後流ニ依ル移動距離ノ遲レガ異ツテ來ル故デアル。

超低空ニ於テ得ラレタ各粒子ノ擴散幅ハ概ネ此ノ初發粒野ノ相貌ヲ示スモノト考ヘラレルガ、之ニ關シテハ後ニ實測値ヲ示ス。(70)

初發粒野ガ既ニ形成セラレレバ爾後粒子ハ落下運動ヲ呈スルノミノ筈デアルガ、此ノ落下經路間ニ於ケル氣流ハ決シテ一樣ナモノデハナイ。粒子ハ渦流ニ從ツテ各ミ擴散シ乍ラ落下スル譯デアル。渦流ニヨル擴散ヲ完全ニ解クノハ困難デアル。

斯クテ初發粒野ハ次第ニ擴散サレツツ落下シ落速ノ大キナ粒子カラ順次ニ落達シ平均風方向ニ次第ニ排列シ遂ニ地上粒野ヲ形成スル。此ノ中間ニ於テハ大ナル粒子ハ下方ニ小ナル粒子ハ上方ニ其々固有ノ擴散幅ヲ示シテ排列シタ所謂簾狀粒野ヲ形成シテ居ル。此ノ簾狀體ハ決シテ垂直デハナク各高度ノ風力ニ應ジ屈曲シテ居ルケレドモ平均風力ヲ考ヘル時ハ之ニ對シテハ垂直ナ平面ノ兩側ニ各粒子ニ依ツテ特有ナ幅ヲ有シ水平方向ニハ厚サハ相等シイモノデアルト假想サレル。

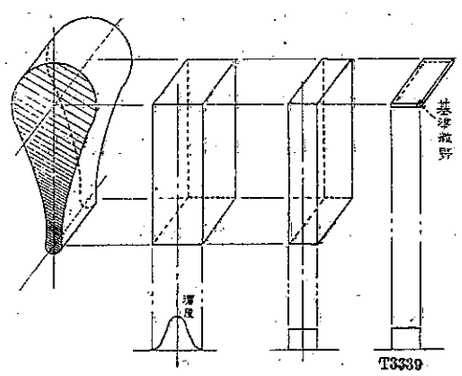
此ノ幅ハ卽チ自然擴散域デアツテ、第一ニ初發粒野形成時ノ後流ニ依リ、次デ落下空間ノ渦流ニヨツテ生ズルモノデアルガ、初發粒野ガ一點又ハ一直線デアルト假定シタ時ニハ空間ノ風ノ構造ノミニ依存スルト想定サレル。(35)



略近的ニ各粒子ノ自然擴散域ガ平等デアツテソノ擴散域內ノ粒子ヲ中心ニ近イ一定範圍ノミニ集中的ニ存シ擴散域邊緣部ニハ全然ナイト考ヘル時生ズル假想粒野ノ單位斷面柱ニ於テハ、含マレル粒子ノ狀況ハ各柱總テ均等デアツテ、之ヲ單位厚中ニ總テ存在スルト考ヘタ時ノ假想的ナ單位粒野ヲ基準粒野ト稱シ地上濃度計算ノ基準トシテ用ヒル。勿論之ハ地上濃度ノ計算ガ多數ノ條件(風力、飽差)ノ假想下ニ行フ極メテ概算的ナモノニ過ギヌ點ニ於テノミ想定價値ノアル粒野デアル。(36)

& 21

(36)



自然擴散ハ落下空間ノ渦流ニ依ツテ生ズルト云ツタガ、之ヲ確認スル材料ハ無イ。之ヲ積極的ニ證明スル爲ニハ渦流ノ値ト之ニ因ル粒子ノ運動ヲ説明セネバナラナイノデアツテ、尙將來ノ問題デアル。先ヅ第一ニ地上ヨリ高空ニ到ル迄ノ風ノ構造ガ明ニサレネバナラナイ。從ツテ現在ハ次ノ樣ナ想定ノ下ニ總テヲ律セネバナラナイ狀況デアル。卽チ

1) 自然擴散ノ程度ハ地上ニ近イ程著明デアル。一般ニ高度2000m以上ノ擴散ハ少イ。

2) 自然擴散ハ風速ノ大キイ程、又落下經路ノ風力變化ノ大キイ程著明ニ起ル。

自然擴散ハ總ユル方向ニ起ル筈デアルガ、垂直方向ノ擴散ハ結局水平擴散ヲ招來スルノデアルカラ後者ノミニ就テ考ヘレバ良イ。

粒子ノ擴散モ瓦斯ノ擴散ト同樣ニ渦動擴散係數ノ觀念ヲ取入レテ考ヘル事ガ出來ルガ、何レニセヨ粒子ノ大サニヨル差違ヲ問題ニスルニハ之デモ解決出來ナイ。

此ノ問題ヲ極メテ單純化シテ水平ナ一方向ノミニ擴散スルモノト考ヘル。然ル時ハ擴散ヲ次ノ樣ナ問題ニ置換スル事ガ可能トナル。

擴散ノ現象ハ或ル大サノ粒子ノ多數ガ落下シ乍ラ左右ニ任意ニ一定範圍內デ移動スル時地上ニ於テ生ジタ粒子數ト距離トノ關係卽チ濃度分布ヲ規正スルモノデアル。此ノ場合各移動ガ全ク獨立デアルト考ヘルト次ノ樣ナ確率ノ問題ニナツテ來ル。卽チ互ニ獨立ナ連續函數$x_1, x_2, \cdots\cdots x_n$ノ變域ガ夫々aノ範圍デアル時$\sum_{i=1}^{n} x_i$ハ次ノ確率函數ノ函數ノ形ヲ取ル。

$$\varphi(x-\bar{x},\sigma)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

$\bar{x}$ハΣxノ期望値デアツテ此ノ場合$\bar{x}$ヲ零ト置ク事ガ出來ル。故ニ

$$\varphi(x,\sigma)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

之ノ時xヲ距離ト考ヘルト$\varphi(x,\sigma)$ハ粒子ニ各特有ナσヲ與ヘタ場合ノ自然擴散ニ依ル濃度狀況ト見做ス事ガ出來ル。σハ變域ノ大サaニ關係シタ値デアツテ、從ツテ粒子ノ大サニヨル差ガ之ニ表ハサレル筈デアル。aハ或ル粒子ニ就テモ高サノ極數デアリ、又其ノ時ノ狀況ニ依ツテ違ツテ來ル。異ル大サノaニ於テハ兩者ノ移動ノ回數ガ共ニ極メテ大デアル限リ

$$\sigma_1:\sigma_2=(a_1-a_1^2)^{\frac{1}{2}}:(a_2-a_2^2)^{\frac{1}{2}}$$

ノ形デ與ヘラレル事ガ豫想セラレル。

粒子ノ移動ニ對スル風力變化ノ影響ヲ考ヘテ見ル。

粒子ガ一定ノ終末速度ヲ以テ一樣ナ或ル空氣層ヲ落下シ、此ノ空氣層トδwノ關係速度ヲ有スル他ノ空氣層ニ入ツタ時粒子ノ運動ハ如何ナルカヲ、簡單ニ垂直運動ハ不變デアルト見做シテ水平移動ニ就テノミ考ヘル事ニスル。卽チ第一ノ空氣層ニ於ケル落下(流下)狀態ヲ基準トスルト、此ノ時ノ問題ハδwノ風ヲ受ケル靜止粒子ノ運動ニ換元サレル。卽チ此ノ時ノ運動方程式ハ

$$m\frac{dv}{dt}=\frac{1}{2}C_x\sigma(\delta w-v)^2A;$$

粒子ヲ球ト見做セバ

$$m=\frac{4}{3}\pi r^3\rho;$$

$$A=\pi r^2$$

$$\therefore\quad \frac{dv}{dt}=\frac{3}{8}C_x(\delta w-v)^2\frac{\sigma}{\rho}\cdot\frac{1}{r}$$

C_xハRe數ノ函數デアルガ問題トナル範圍Re=10～500程度デハ略近的ニ次式ニ依テ表ハサレル。

$$(C_x-0.39)Re=70.0$$

$$\text{ie}\quad C_x=70\times\frac{\nu}{(\delta w-v)\times 2r}+0.39$$

$$\nu=0.150\ (20^\circ C)$$

$$=\frac{5.25}{(\delta w-v)r}+0.39 \qquad \text{從ツテ}$$

$$\frac{dv}{dt}=\frac{3}{8}\left\{\frac{5.25}{(\delta w-v)r}+0.39\right\}(\delta w-v)^2\frac{\sigma}{\rho}\cdot\frac{1}{r}$$

$$=0.00253(\delta w-v)\frac{1}{r^2}+0.000180(\delta w-v)^2\frac{1}{r}$$

之ヲ積分シテ

$$\frac{r^2}{0.00253}\log\frac{0.00018r(\delta w-v)}{0.00018r(\delta w-v)+0.00253}+t=C$$

$$t=0,\quad v=0;$$

$$C=\frac{r^2}{0.00253}\log\frac{0.00018r\delta w}{0.00018r\delta w+0.00253}$$

$0.00253=b,\quad 0.00018r=a$ トスルト

$$t=\frac{r^2}{b}\log\frac{a(\delta w-v)+b}{a(\delta w-v)}\times\frac{a\delta w}{a\delta w+b},$$

$$\text{ie}\quad e^{\frac{b}{r^2}t}=\frac{a\delta w}{a\delta w+b}\times\frac{a(\delta w-v)+b}{a(\delta w-v)}$$

$$=\frac{a\delta w}{a\delta w+b}\left\{1+\frac{b}{a(\delta w-v)}\right\}$$

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第1部　第42號

低　空　雨　下　試　驗

加茂部隊
陸軍藥劑大尉　增　田　美　保
陸軍軍醫大尉　金　子　順　一

軍事秘密

第	1 部
叢	報
分類	392－0081 502－2
受附	15.6.7

目　　次

1、緒　　言

本報告ハ昭和十四年三月二十五日ヨリ四月八日ニ至ル前後十二回ニ亘ル低空雨下試驗中、地[illegible]的成績良好ナルモノヲ選擇シ（第20、26、29回何レモ高度100m）此等ヨリ得タル實驗諸元ヲ基[illegible]シ多少ノ理論的考察ヲ加味シ基本雨下諸元ヲ決定セント努メタルモノナリ。

2、目　　的

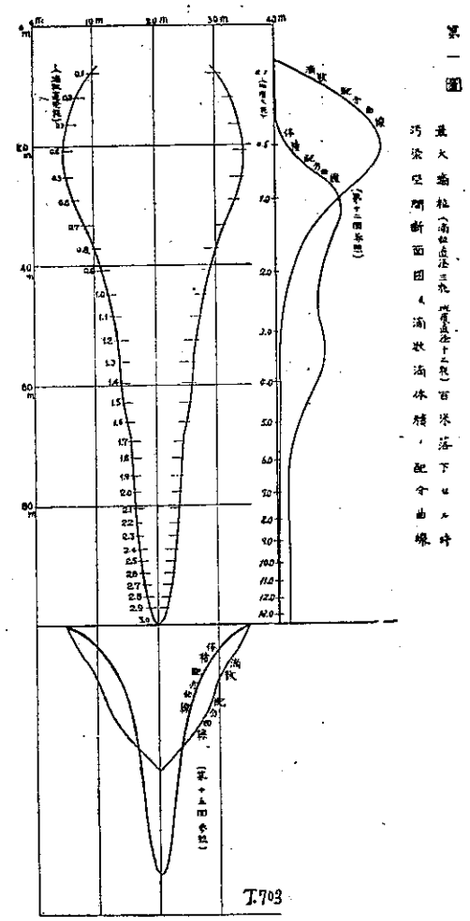
普通擬液ヲ用ヒ雨下裝置1型ニヨル雨下直後ニ於ル各種大小滴粒ノ分散配列ノ狀況ヲ審査[illegible]トス。

3、判　　決

雨下航路ニ垂直ナル平面ニテ雨下汚染空間（最大滴粒100m落下セル時刻ニ於ル）ヲ截斷スル[illegible]第1圖ノ如シ。

卽チ自然水平擴散（所謂自然效力界）ハ約30mニシテ滴粒斑痕直徑0.5mm程度ノトコロ數[illegible]多ク1.0mm程度ノトコロ體積最大ナリ。

而シテ滴粒分裂總數約10億ト推算スルヲ得タリ（液量70L、裝置1型、使用機88輕）



第一圖　最大滴粒（滴粒直徑三角、滴數直徑十字角）百米落下セル時汚染空間斷面圖ト滴數滴体積ノ配分曲線

4、審 査 方 法

檢知板ハ100m間隔4行トシ各行ニ於ル檢知板間ノ距離5m、側風或ハ風床雨下ヲ實施ス。

汚染檢知板ハ各行毎ニ取纒メ、各檢知板毎ニ滴粒斑痕ノ最大、最小及10cm²中ノ斑痕ノ大小別ニヨル數ヲ計算シ審査項目ヲ次ノ二項ニ大別ス。

(1) 汚染空間ノ形狀ニ就テノ審査

(2) 汚染空間中ノ滴粒ノ數及體積ニ就テノ審査

(1) 汚染空間ノ形狀ニ就テ

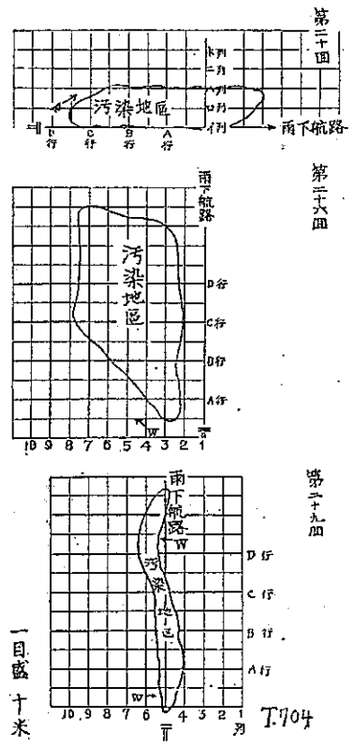
該審査ニ當リテハ氣象諸元比較的良好ナル第20回及殆ド風床雨下ニ等シキ第29回ヲ選定セリ。

第20、26、29回ニ於ケル氣象諸元表及汚染地區ノ概略ヲ示セバ第1表及第2圖ノ如シ。

第 1 表

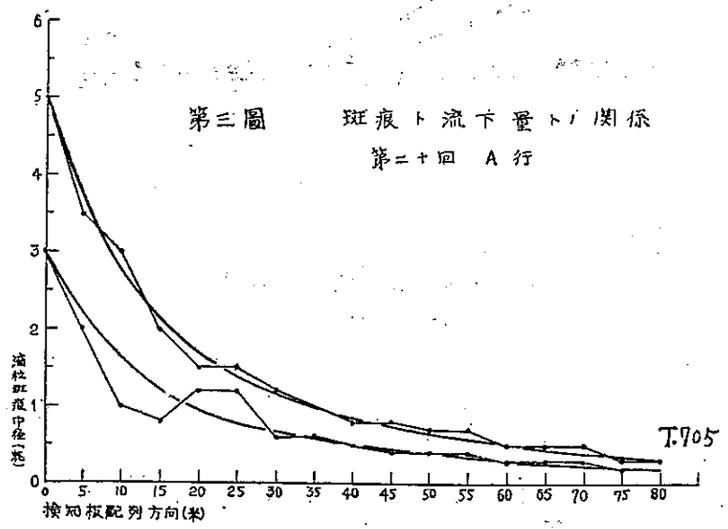
氣象諸元 ＼ 時及回	昭和 14 年 3 月 25 日 13 時 30 分	同 年 4 月 8 日 13 時 50 分	同 年 4 月 8 日 15 時 30 分
	第 20 回 (高度 100m)	第 26 回 (高度 100m)	第 29 回 (高度 100m)
氣流	良好	不良	不良
天氣	曇	晴	晴
氣温 (攝氏)	1.25	18.7	20.2
濕度 (%)	94	27	28
氣壓 (mm)	743.15	749.50	749.40mm
風速 (米/秒)	2.8	1.2	0.9

第二圖　汚染地區概略圖

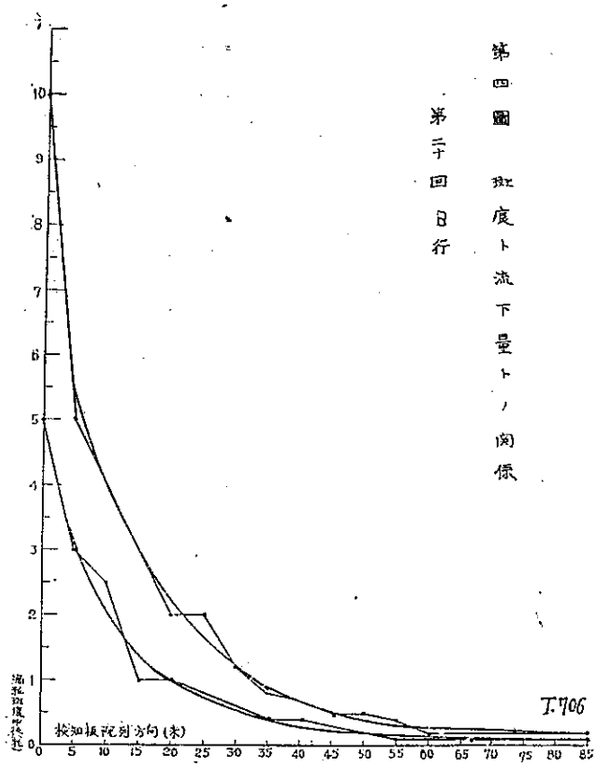


各行ニ於テ行ノ方向ヲ横軸トシ斑痕ノ大サヲ縱軸ニトリ、各檢知板ノ斑痕ノ最大最小ヲ記セバ第3圖乃至第9圖ノ如シ。等大斑痕ヲ有スル滴粒ハ落速同一ナル故風ニヨル流下量モ亦相等シキモノト考ヘラル即チ流出後一定ノ幅ニ擴散サレシ等大滴粒ハ其ノ幅ヲ保持シツヽ落達ス。故ニ等大斑痕ノ落達セル各行ノ上ノ幅ヲ縱軸ノ兩側ニ等分ニ振分ケ平均型ヲツクレバ滴粒ノ斑痕ト水平擴散ノ關係ヲ得ベシ。即チ第10圖ノ如シ。此等平均型ヲ更ニ修正シ（水平擴散ヲ成ルベク小ナル如ク此等曲線ノ內接的平均型ヲトル）、滴粒ノ落速ヲ考慮ニ入レ最大滴粒（滴粒ノ直徑約3mm斑痕直徑13mm）ノ100m落下セル場合ヲ考フレバ、雨下汚染空間ノ航路ニ垂直ナル平面ニヨル斷面圖ハ第11圖ノ如シ。

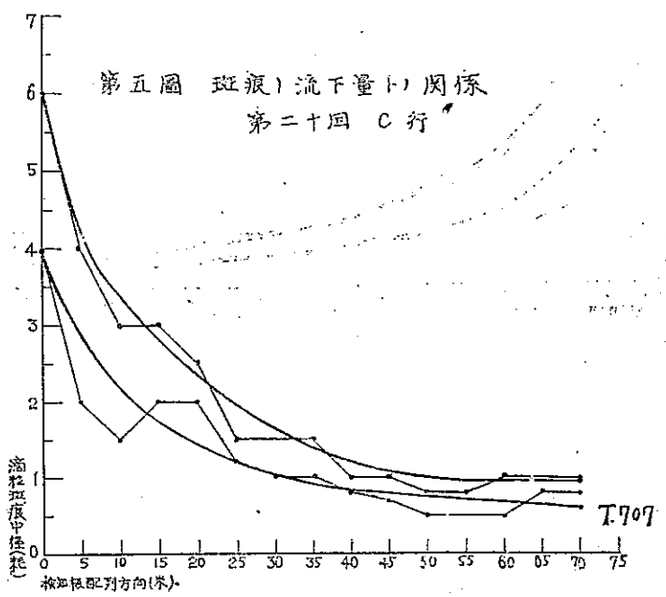
第三圖　斑痕ト流下量トノ關係
第二十回　A行



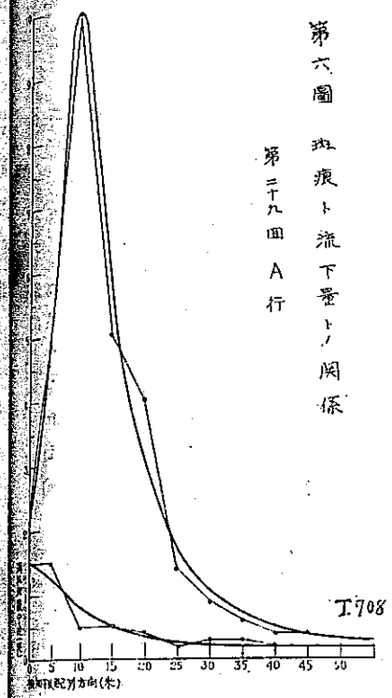
第四圖　斑痕ト流下量トノ関係
第二十回　B行



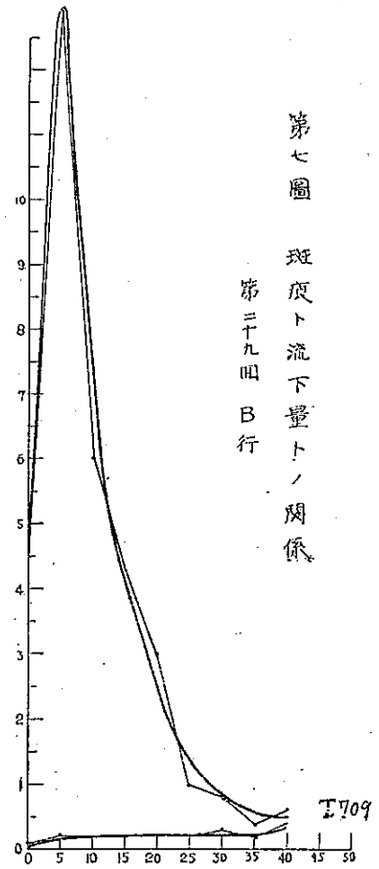
第五圖　斑痕ト流下量トノ関係
第二十回　C行



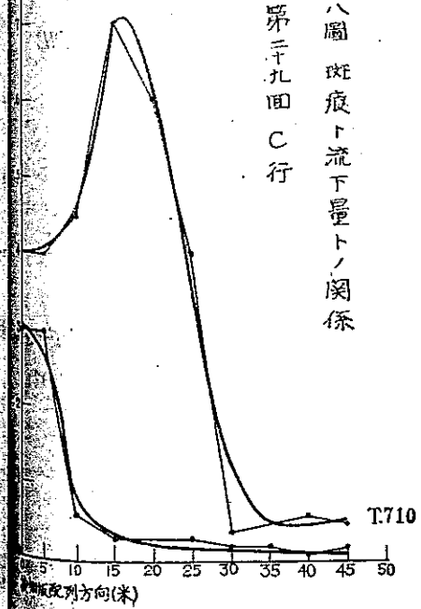
第六圖　斑痕ト流下量トノ関係
第二十九回　A行



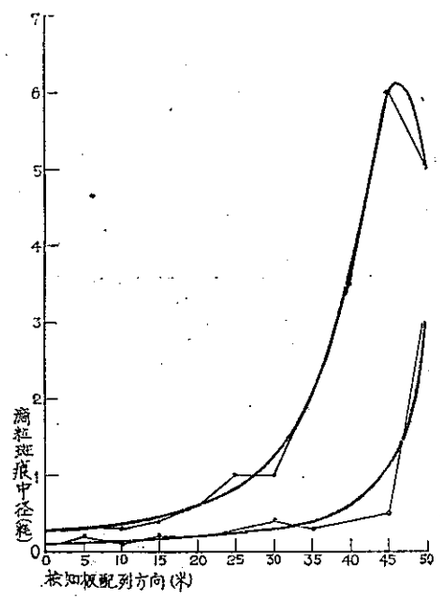
第七圖　斑痕ト流下量トノ関係
第二十九回　B行

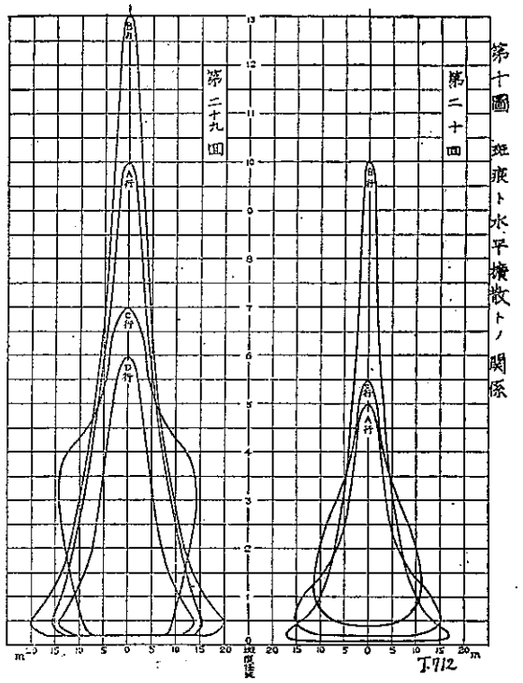


第八圖　斑痕ト流下量トノ関係
第二十九回　C行

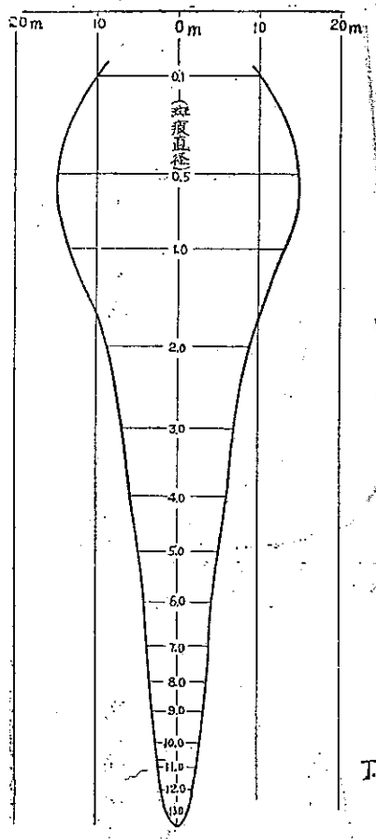


第九圖　斑痕ト流下量トノ関係
第二十九回　D行





第十圖　班痕ト水平擴散トノ關係



最大者五倍ト滴粒密度トノ關係

汚染空間斷面圖

（2） 汚染空間中ノ滴粒ノ數及體積ニ就テ

前記斷面圖ニ於ケル滴粒ノ數ノ分布狀態及體積ノ配分狀況ヲ審査セントスルニ當リ、汚染帶ノ末端ニ位スル行及惡氣流ノ存スル行ヲ省略シ、第20回ＡＢ行、第26回ＢＤ行、第29回ＢＣＤ行ノ成績ヲ採用セリ。此等成績表ヲ一括スレバ第2表乃至第6表ノ如シ。

第20回　　第 2 表　　滴 粒 配 分 表

A行	流下量方向（m） 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	總計	%	體積
班痕（mm）																				
5.0～																				
4.0～	5																	5	0.1	9.350
3.0～	15																	15	0.3	16.950
2.0～	33	80	20	3														136	2.7	78.336
1.0～		80	217	107	120	104												628	12.4	129.996
0.5～							223	193	237	450	800	500						2403	47.4	124.956
0.0～													600	600	500	70	120	1890	37.3	10.962
總計																		5977		370.550

第20回　　第 3 表　　滴 粒 配 分 表

B行	流下量方向（m） 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	總計	%	體積
班痕（mm）																					
9.0～																					
8.0～	5																		5	0.2	33.356
7.0～																					
6.0～	6																		6	0.2	23.400
5.0～	3																		3	0.1	8.370
4.0～	2	5																	7	0.3	13.090
3.0～	2	50	17																69	2.5	77.970
2.0～		5	21	46															72	2.6	41.472
1.0～				153	300	300	68												821	29.3	174.947
0.5～							164	300	160										624	22.3	32.448
0.0～										600	130	160	160	50	30	30	20	20	1200	42.8	6.960
總計																			2807		412.007

次ニ此等成績表ヨリ

1　大小滴粒ノ數及體積ノ配分狀況

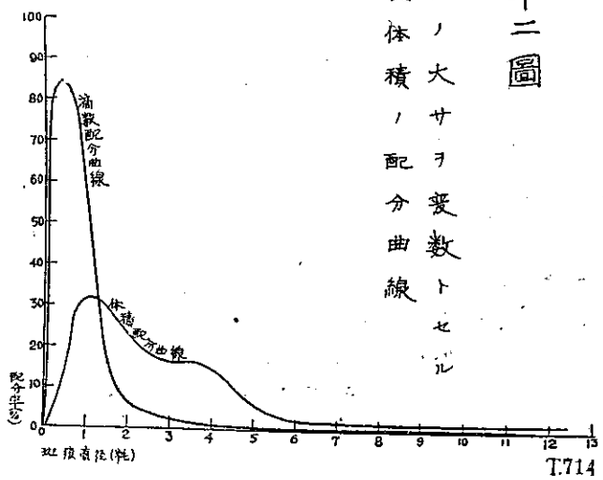
2　水平擴散方向ニ於ケル數及體積ノ配分狀況

ヲ審査セントス。

（1）第2表乃至第6表ノ斑痕ノ大小ニ從フ數ノ配分ノ百分率ヲ一括シテ其等ノ平均ヲツクリ此ノ數ノ平均百分率ヨリ體積ノ平均百分率ヲツクレバ、滴粒ノ大サヲ變數トスル數及體積ノ配分曲線ヲ得ベシ。即チ第7表及第12圖ノ如シ。

第　7　表

斑痕（mm）		0.0～	0.5～	1.0～	2.0～	3.0～	4.0～	5.0～	6.0～	7.0～	8.0～	9.0～
第20回	A行（%）	37.3	47.4	12.4	2.7	0.3	0.1					
〃	B行（%）	42.8	22.3	29.3	2.6	2.5	0.3	0.1	0.2		0.2	
第26回	B行（%）	38.0	40.0	18.0	10.0	0.7	0.9	0.3	0.2		0.1	
〃	D行（%）	28.2	42.3	22.0	2.9	3.6	0.2	0.5	0.2	0.2		0.2
第29回	B行（%）	33.5	28.4	28.5	5.8	2.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0
〃	C行（%）	64.7	15.2	10.6	4.5	2.4	1.8	0.3	0.2	0.2		
〃	D行（%）	31.3	44.8	16.5	3.0	3.2	1.2	0.1				
數ノ平均百分率（%）		39.4	34.4	19.7	4.5	2.1	0.7	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
體積平均（%）		1.6	12.4	28.2	18.0	16.4	10.0	3.8	3.7	3.6	4.6	



第十二圖

第　6　表　滴粒配分表

第29回

B行	流下量方向（m） 0	5	10	15	20	25	30	35	40	總計	%
斑痕（mm）											
10.0～									2	2	0.1
9.0～									1	1	0.0
8.0～									3	3	0.1
7.0～									3	3	0.1
6.0～									4	4	0.2
5.0～						1		7		8	0.4
4.0～							8	7		15	0.7
3.0～							39	5		44	2.1
2.0～					2	3	95	19	1	120	5.8
1.0～						36	305	25		592	28.5
0.5～			21	23	62	110	279	91	2	589	28.4
0.0～	5	33	10	62	301	190	92			694	33.5

第29回

C行	流下量方向（m） 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	總計	%
斑痕（mm）												
7.0～							3					
6.0～							2					
5.0～						1	3					
4.0～							19	3				
3.0～					1	1	13	8				
2.0～						6	48	3				
1.0～						91	39	3				
0.5～					1	62	116	12				
0.0～	30	50	75	210	145	251	45	6				

第29回

D行	流下量方向（m） 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	總計	%
斑痕（mm）												
7.0～												
6.0～												
5.0～		1	1								2	0.1
4.0～		1	18	1							20	1.2
3.0～		1	43	10							54	3.2
2.0～			7	43							50	3.0
1.0～		29	23	227							279	16.5
0.5～		15	25	86	460	170					756	44.8
0.0～				11		130	132	154	93	7	528	31.3

第26回

第4表　滴粒配分表

B行	流下量方向 (m) 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	總計	%
斑痕 (mm)																																			
9.0～																																			
8.0～	1																																	1	0.1
7.0～																																			
6.0～		1	3																															4	0.2
5.0～			1	2	2																													5	0.3
4.0～				5	6	3	2																											16	0.9
3.0～						1	6	7																										14	0.7
2.0～									7	7	5																							19	10.0
1.0～												7	20	55	30	56	47	57	41	27	5	2	7	1										355	18.9
0.5～															30	34	38	23	24	41	38	28	7	115	90	110	83	54	39	4				749	40.0
0.0～																				3	20	20	26	80	66	164	178	68	14	11	15	5	2	711	38.0

第5表　滴粒配分表

第26回

D行	流下量方向 (m) 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	總計	%
斑痕 (mm)																																
10.0～																																
9.0～	1																														1	0.2
8.0～																																
7.0～		1																													1	0.2
6.0～			1																												1	0.2
5.0～				2																											2	0.5
4.0～					1																										1	0.2
3.0～					5	3	2	3																							13	3.6
2.0～						2	3		4	2	1																				13	2.9
1.0～										4	5	25	54																		92	22.0
0.5～											40	41	21	10	5	17	11	2	1			7	3	2	7	4	2	1	1	1	177	42.3
0.0～																3	29	19	25	15		8	5	3	3	4	4				118	2.82

第6表　滴粒配分表

第29回

B行	流下量方向 (m) 0	5	10	15	20	25	30	35	40	總計	%
斑痕 (mm)											
10.0～								2		2	0.1
9.0～								1		1	0.0
8.0～								3		3	0.1
7.0～								3		3	0.1
6.0～								4		4	0.2
5.0～							1	7		8	0.4
4.0～							8	7		15	0.7
3.0～							39	5		44	2.1
2.0～					2	3	95	19	1	120	5.8
1.0～						36	305	25		592	28.5
0.5～			21	23	62	110	279	91	2	589	28.4
0.0～	5	33	10	62	301	190	92			694	33.5

第29回

C行	流下量方向 (m) 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	總計	%
斑痕 (mm)												
7.0～							3				3	0.2
6.0～							2				2	0.2
5.0～						1	3				4	0.3
4.0～							19	3			22	1.8
3.0～					1	1	13	8	3	4	30	2.4
2.0～						6	48	3			57	4.5
1.0～						91	39	3			133	10.6
0.5～					1	62	116	12			191	15.2
0.0～	30	50	75	210	145	251	45	6			812	64.7

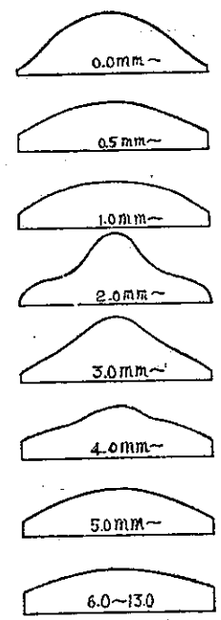
第29回

D行	流下量方向 (m) 0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	總計	%
斑痕 (mm)												
5.0～	1	1									2	0.1
4.0～	1	18	1								20	1.2
3.0～	1	43	10								54	3.2
2.0～		7	43								50	3.0
1.0～		29	23	227							279	16.5
0.5～		15	25	86	460	170					756	44.8
0.0～				11		130	132	154	93	7	528	31.3

(2) 等大斑痕ノ水平擴散方向ノ配分ヲ求ムル爲、第2表乃至第6表ニ於テ等大斑痕ノ擴散長ヲ一定トシ、各行每ノ全量ヲ同一關係ニ置キ、此ノ同一全量ヲ變ヘルコトナク各行每ノ配分關係ヲ修正シ、此等ノ平均曲線ヲ作リ縱軸ノ兩側ニ平均ニ振分レバ第13圖ノ如シ。

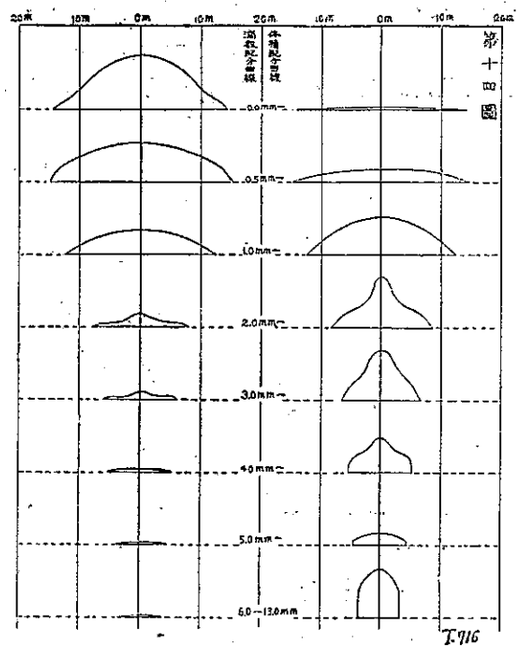
第十三圖

滴粒斑痕大小別ニヨル水平擴散方向滴數配分曲線

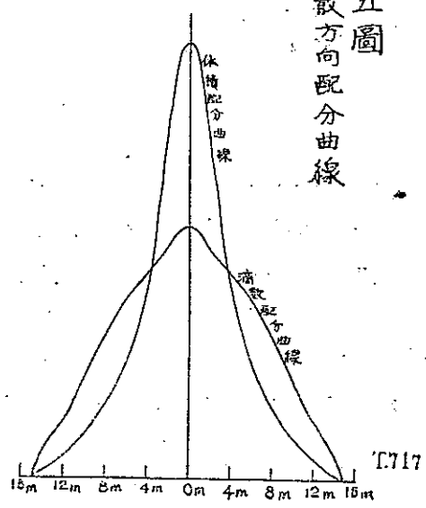


F.715

第13圖ハ等大滴粒ノ水平方向ノミノ配分關係ニシテ不等大滴粒間ニ於テハ無關係ナル曲線ナリ。今玆ニ全體トシテノ相互配分關係ヲ見ルベク、第12圖ノ數ノ配分曲線ヲ參酌シ第13圖ノ曲線ヲ修正スレバ、水平方向ノ配分關係ハ勿論滴粒ノ大小間ノ配分關係ヲモ得ベシ。卽チ第14圖ノ數ノ配分曲線ノ如シ。同圖體積配分曲線ハ數ノ曲線ニ體積ヲ乘ジ第12圖ノ體積配分曲線ニヨル不等大滴粒ノ配分關係ヲ考慮ニ入レ水平及滴粒ノ大小別ニヨル配分曲線ヲ畫キタルモノナリ。卽チ此等二組ノ曲線ノ總和ヲ表シタル水平方向ノ數及體積ノ配分曲線ハ第15圖ノ如シ。



第十四圖



第十五圖
水平擴散方向配分曲線

陳上ノ結果ヲ綜合シ滴粒配分狀況ヲ畫ケバ第1圖ノ如シ。

最後ニ分裂セル滴粒ノ數ヲ概算セントシ蒸發ノ最モ少キ第20回ニ付計算セリ。

即チ第2、第3圖ニ於ケル數ノ總計（5077及2807）ノ平均（3942）ヲ求ムレバ、該數ハ汚染地區全般ヲ通ジ幅10cmノ檢知板配列方向ノ帶狀地帶ニ於テ5m毎ニ長サ10cmニ區切リタル10cm²ノ面積ニ落達セル滴ノ數ナリ。故ニ 3942×50＝19710 ナル數ハ幅10cm檢知板配列方向ノ總數ナリ。故ニ流出距離ヲ500mトスレバ汚染地區ニ落達セル粒ノ總數ハ 197,100×500＝985,500,000 即チ約10億ト推察スルヲ得ベシ。

又同樣ニシテ此ノ時ノ體積ヲ計算スレバ 97.83L ヲ得タリ、雨下液量 70L ト比較シ略ミ妥當ナル數字ト見做サルベシ。

汚染地區中ノ汚染面積ハ落達セル滴ノ體積ヲ知レバ

$$S = 8.5 \times V \quad \left(\begin{array}{l} \text{s ハ汚染地區ノ面積} \\ \text{v ハ s ヲ形ヅクル滴ノ體積} \end{array}\right)$$

ニヨリ直ニ計算スルヲ得ベシ。

而何トナレバ

斑痕直徑（D）ト滴粒直徑（d）トノ間ニハ

$$D = 2.38 \times d^{1.5}$$

ナル實驗公式アリ。（當審査班昭和14年6月ノ實驗ニヨルモノ）

又滴粒ノ體積（V）ト直徑（d）ノ關係ハ

$$V = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3$$

ナリ。

故ニ斑痕面積ヲ S トスレバ

$$S = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi}{4}\left(2.38 \times d^{1.5}\right)^2$$

故ニ

$$S/V = \frac{\pi}{4}\left(2.38\right)^2 d^3 \Big/ \frac{\pi}{6} d^3$$

$$= \frac{3}{2}\left(2.38\right)^2$$

$$= 8.5$$

即チ

$$S = 8.5V$$

ナリ。

備考 1、滴粒斑痕ノ直徑ハ短直徑ヲ測リ、

2、滴粒ノ落速ハ雨下用法草案第2圖ヲ用ヒ、

3、滴粒斑痕直徑ト滴粒直徑トノ關係ハ審査班ニ於ケル實驗値ヲ適用セリ。

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第1部　第60號

PXノ效果略算法

陸軍軍醫學校防疫研究室（部長　石井少將）
陸軍軍醫少佐　金　子　順　一

軍事秘密

第	1 部
原	著
分類	385-8 441-9 358-41
受附	昭和 18.12.14

[illegible]

PX の効果予想

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

目　　次

第1　緒　　言

兵器ノ具備スベキ條件ノ一トシテ其ノ使用量ト之ニ依ル効果トノ關係ノ明デアル必要性ヲ考ヘネバナラヌ。

例ヘバ一定正面ノ敵陣地制壓ニ要スル彈丸数ヲ予メ算定シテ始メテ細密攻撃計畫ヲ樹立スル事ガ出來ル。

吾人ノ現有兵器中其ノ質及特性ニ於テ最モ優レタ彈種ノ一トシテノPXニ於テモ其ノ効果ヲ予測シ得テ，之ニ基ク製造及運用計畫ヲ俟スル事ノ合理的デアルノハ論ヲ俟タヌ。

然ルニPXノ効果ハ其ノ直接罹患致死作用ノミヲ目途トシテモ之ヲ決定スル因子ガ複雜多岐デアルタメ，之ヲ爆彈ニヨル理學的作用ノ如クニ取扱フ事ハ不可能デアルガ，PXヲ兵器トシテ取扱フ以上ハ少クトモ之ニ依ツテ期待サルベキ効果ヲ何等カノ手段ニ依リ或ル程度迄ハ概算シ得ル事ガ必要デアルト信ズル。

幸ニシテ既往数次ニ渉ル作戦ハ此ノ種ノ問題ノ解決ニ重要ナ規準ヲ與ヘル。他方昭和十五年以來石井閣下ノ提唱ニヨル細菌戦効果ノABEDO説ハ爾後ノ經驗ヲ經テ益々其ノ論據ヲ確立シ來ツタ。

茲ニ命ゼラレテABEDO説ニ基クPXノ効果予想ヲ敢テ試ミタノデアルガ，希クハ大東亞戦爭ニ於ルPXノ赫々タル成果ニ基

キ逐次新ル考察方法ヲ進展セシメ得ン事ヲ期スルモノデアル。

第2　用字説明

○A（外因，Äuszere Bedingung）

目標地區ニ於ル疫學的外的諸條件ノ總括ヲ云フ。敵ノ直接防疫工作（S）ヲ含ム。

○B（媒体，Bindemittel）

攻擊ニ用フル病原体ヲ終末對照タル人畜ニ結合セシメル媒介体又ハ媒介機序ヲ總稱スル。即チ本篇内容ニ於テハXガ之ニ相當スル。

○E（病原，Erreger）

病原体及其ノ狀態ヲ云フ。一般的ニハ

$$E = f(m, v, r, \mu)$$

デ表ハサレル。即チ「メヴイレ」説（石井：昭和八年）デアツテ，玆ニm：量，v：毒力，r：抵抗力，μ：媒質ヲ意味スル。本篇ニ於テハ第3～前提4°ノ通リ，mハPX1,0瓩ニ含マレルP菌量，μハPXノ体組織ニ相當シテ居ルカラ特ニ$E = f(v, r)$ト考ヘテモ良イ。

○D（内因，Disposition）

當該疫病ニ對スル終末對照ノ罹患素因ノ總括デアル。敵ノ間接的防疫工作トシテノ予防接種ノ効果ヲ抱含スル。但本篇ニ於テハ密集度，住居條件等ノ内第一次感染ニ關與スル部分ハDニ含マシメ，營養疲勞等ノ内第二次流行ニ影響スル部分ハAニ入レテ考ヘテ居ル。

○O（運用，Operation）

運用ノ總括。方法ノミナラズ運用器材ノ條件，及又ハEノ運用間自然損耗ヲ來ス因子ヲ含ミ，之ガタメ運用時ノ氣象変感ヲモ考慮スル。（疫學的意義ニ於ケル氣象ハ當然Aニ含マレル。）

○彈種係數

攻擊彈種ノ單位量ニ於ルB×Eヲ云フ。

○運用係數

彈種係數ニOヲ乘ジタモノ。

上記2係數ハ何レモ努力改良ニ依ツテ增加セシメ得ルガ，A及Dハ敵地及敵ノ狀況デアツテ目標及時期ニ依リ，自ラ一定シ之ヲ任意ニ變更シ得ヌモノデアル。

第3　前提及假定

前提1°　一定條件ニ於ケル効果ハ使用兵器量ニ比例ス。

前提2°　効果ハ第一次感染ト第二次流行トヨリ成ル。

前提3°　効果ハA，B，E，D，Oノ函數ナリ。

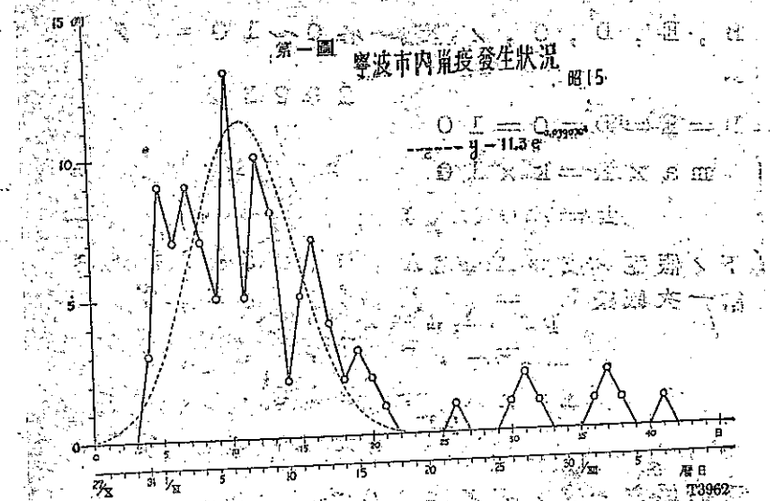
前提4°　本篇ニ於テ述ベル効果トハPX1,0瓩ニ對スルモノトス。（前提1°參照）

説　明

1）條件ノ相等シイ數多ノ目標ニ同一條件ノ攻擊ヲ併施スレバ各目標ニ於ケル効果ハ何レモ相等シイト考ヘル。

此ノ時全効果ヲ綜合的ニ考慮スレバ前提1°ハ明ニ成立スル。之ヲ擴張シテ一目標ニ對シ異ル種々ノ量ヲ使用スル場合ニ効果ハ使用量ニ比例スルモノトスル。

2）第一次感染トハ使用シタPXニ依ル直接効果デアルト解釋シ，之ニ依テ感染源ヲ生ジ之ニ附着シタ在來ノXガ毒化サレテ發揮スル効果ハ第二次流行ニ算入スル。實際的ニ兩者ノ限界ヲ區別スルノハ困難デアルトシテモ概念的ニ2°ハ成立スル。即チ使用PXノ感染能保持日數ト潛伏期間ヲ加ヘタ時期内ノ効果ノ大部分ヲ第一次感染ト考ヘ第二次流行曲線ノ初發點ヲ攻擊時ニ一致セシメル事ニ依テ該期間内ニ理論上發生スル少數ヲ同期間發生數カラ除去スル。昭和十五年等波戰例ニ於ケル第一次感染發現狀況ヲ例示スレバ第一圖ノ樣デアル。



3）効果ヲ支配スル諸設ノ因子ヲA，B，E，D⁻¹，Oノ範疇ニ分ツテ然ル後個々ヲ検討スル所ニ石井説ノ簡明性ヲ存スル。尤ヨリ細菌戦ノ効果ノ異論ハ他ニ更ニ精神的經濟的ナ恐慌ヲ招来スルニ在ルガ，吾人ハ先ヅ直接罹患致死効果ヲ大ナラシムル様ニ努力スル事ニ依ツテ任務ヲ完遂シ得ルモノデアル。從ツテ本篇ニ於ケル効果トハ單ニ罹患致死効果ヲ意味スル。

4）前項1°ニ基キ効果（R）ハ使用量ニ比例スル故，先ヅPXノ基本量トシテ1，0瓩ヲ選定シ之ニ依ル基本効果ヲ求メ，使用量X瓩ノトキハ効果ハXRデアルト見做ス。本篇ニ於ケル効果トハ此ノ基本効果即チ1，0瓩ノ効果ヲ指ス。

假定

1° PX1，0瓩ノ最大効果ハ第一次感染1,000名，第二次流行ヲ含ム全効果ハ其ノ200倍ナリ。即チ1，0瓩ノ最大効果ハ罹患200，000名ナリ。

2° 効果ハA，B，E，D，Oヲ變數トスル時次ノ如ク表ハテル。

$R = f(A, B, E, D, O,)$

$= k, A, B, E, D^{-1}, O,$

A，B，E，D^{-1}，Oノ變域ハ各0～10ニシテ，最大効果ニ於テハ

$A = B = E = D^{-1} = O = 10$

i.e $\max R = k \times 10^5$

$\therefore \quad k = 2,0$（名）

但以下ノ假定ノ成立ノタメA＝0，05～10トス

3° 第一次感染 $R_{pr} = \varphi(B, E, D, O,)$

$= k', B, E, D^{-1}, O$

$\max R_{pr} = k' \times 10^4$

$\therefore k' = 0,1$ （名）

4° 流行係數ハ次ノ如ク表ハサル。

$Cep = \psi(A)$

$= k'' \cdot A$

$\max Cep = k'' \times 10$

$\therefore k'' = 2.0$

5° 2°～4°ニ依リ次ノ関係アリ。

$R = R_{pr} \times Cep$

$= k' \cdot B \cdot E \cdot D^{-1} \cdot O \times k'' \cdot A$

$k = k' \cdot k''$

説　明

1） 往來ノ伝聞等ニ依ル上X・効果ノ如キハ過ツテアル。之ニ依ツテ明ナ様ニRprノ最大ヲ1,000トスルノハ稍々小サク取ツタモノデアル。流行係數ノ最大ヲ200トスルノハ表ニ依ル。

2）　F型ノ形ニ関シテハ既ニ研究ヲ要スルデアラウガ、前提及1°ヲ要セ他ノ事項ニ就テハ1°ノトシテ2°ノ形ヲ用ヒル。

位置決ハ測定数値ニ依ル部分集シト考ヘラレル場合ヲ0トスル。但D^{-1}ノ値ヲ0～10トスル方ガ便デアル。従ツテ以下D^{-1}ノ値ヲ逆ニ用ヒル場合ニハ一度ヲD^{-1}ノ値ヲ意味スル。

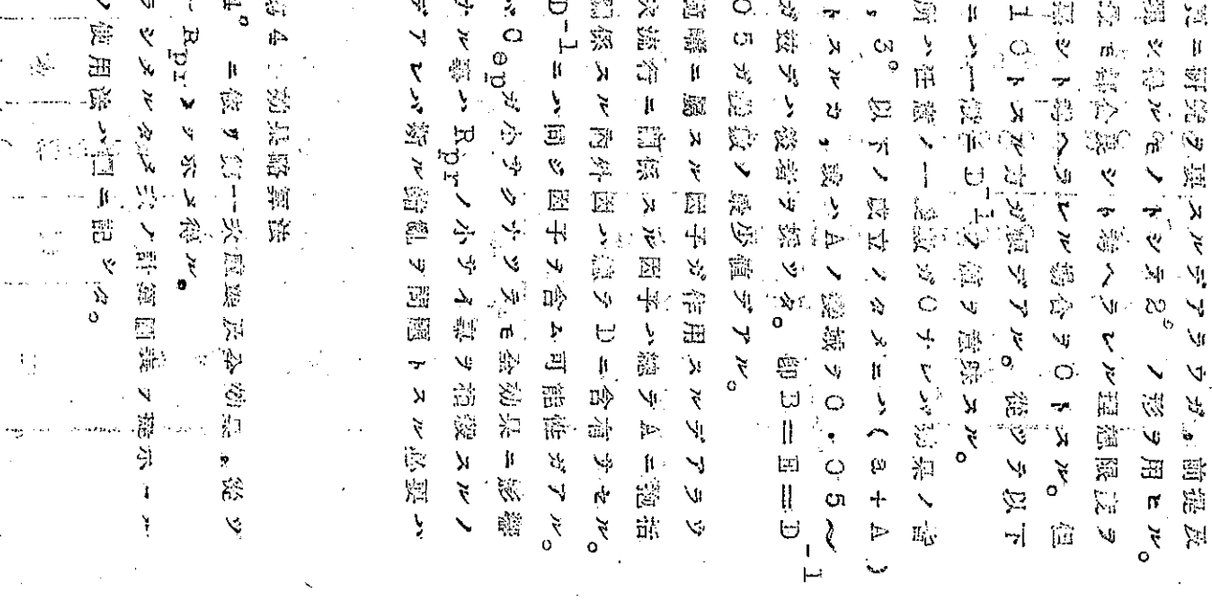
此ノ形ノ意味スル所ハ任意ノ一点数ガ0ナレバ効果ノ高サトナル要デアル。3°以下ノ設立ノ為メニハ（B＋A）B・R・D^{-1}・0ノ形トスルカ、或ハAノ領域ヲ0・05～10トセネバナラヌガ数ハ後者ヲ採ツタ。即B＝R＝D^{-1}＝0＝0、A＝0、05ガ設定ノ最少値デアル。

3）　R$_{pr}$ニ於テモAノ値幅ニ属スル因子ガ作用スルデアラウガ、計算ノ便宜上二次流行ニ関係スル因子ハ総テAニ包括サセ、第一次殺菌ニ関係スル内外因ハ総テDニ含有サセル。従ツテ茲ニ云フA及D^{-1}ニハ同ジ因子ヲ含ム可能性ガアル。然シR$_{pr}$ガ大キクナレバC$_{op}$ガ小サクナツテモ全効果ニ影響少ナク、C$_{op}$ノ大トナル事ハR$_{pr}$ノ小サイ事ヲ補償スルノデ、次ニル結果ガRデアレバ殆ル諸値ヲ問題トスル必要ハナイ。

第4　効果略算法

假定2°、3°及4°ニ依リ第一次及第二次全効果ヲ従ツテ第二次流行量（R－R$_{pr}$）ヲ求メル。

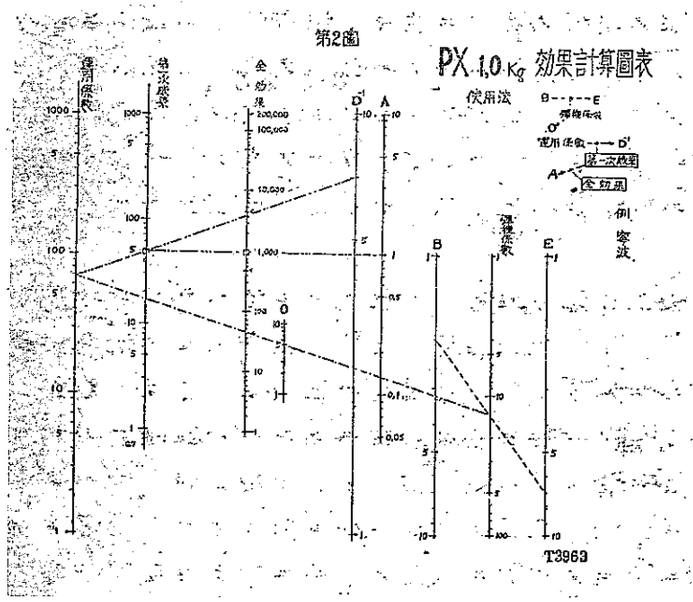
此ノ計算ヲ容易ナラシメルタメ次ノ計算図表ヲ掲示ス（第一図）此ノ図表ノ使用法ハ図ニ記シタ。



第一表　既往作戦効果概見表

攻撃目標	PX kg	効果 一次	効果 二次	1・0kg換算値 Rpr	1・0kg換算値 R	1・0kg換算値 Cep
15.6.4. 農安	0.005	8	607	1600	123,000	76,9
15.6.4～7. 農安大寨	0.010	12	2424	1200	243,600	203.0
15.10.4. 衡山駅	8.0	219	9060	26	1,159	44,2
15.10.2～7. 第一波	2.0	104	1450	52	777	14,9
16.11.4. 常德	1.6	310	2500	194	1,756	9,1
17.8.19～21. 湖南[illegible]	0.131	42	9210	321	22,550	70,3

第2圖



用法ハ次ノ計算ト同等デアル。

$$B \times E \times O \times D^{-1} \times k' \times A \times k''$$

（B：媒體係數　E：運用係數　O：第一次感染數　D：全効果）

既知効果カラ變數中未知ノモノ若干ヲ逆ニ求ムル場合ニモ同ジ樣ニ使用シ得ル。

此處デ各變數ノ常用値ニ就テ說明スル。

A

主トシテ從來ノ流行ノ程度ニ基キ，流行始期ニ使用スレバ最モ効果ガ大キク，流行間期ニ於テハ目標ノ氣象及從來ノ流行終熄狀況ニ應ジテ多少ノ効果ガアルモノト想定シテAノ値ヲ定メル。最モ「都合惡キ」場合ハ0，05デアツテ第一次流行ニ止マリ，普通ニハ0，5～2，0トシ，地區ニ依テハ5，0程度迄トスル。

敵ノ直接防疫工作ガ絕大ノ効ヲ收メルト考ヘラレレバ0，05～0，1ノ程度トナル。即チ直接防疫工作ノミニ依ツテハ之ヲ如何ニ完璧ニスルトモ第一次感染ハ防止シ得ナイ。（之ヲ逆ニ考ヘル時ハ，敵ノ攻擊ヲ全ク無効ニスルニハ友軍ノD^{-1}ヲ絕大ナラシメ，Aニ含マレル直接防疫工作ヲ絕對强化スルノミデハ不完全デアル。即B及Eガ如何ニ優レタリトモ0ヲ零トスレバ効果ハ皆無ニナルノデアル故此ノ意味ニ於テモ防空防諜ノ積極化ガ大キナ効ガアル。）

從來ノ流行ヲ第一次感染ト第二次流行ニ區分スル事ハ容易デハナイ。何レノ流行ニ於テモ元來ハ鼠族ノ患鼠又ハ患者ニ基キ，流行後永年　ノ流行ヲ總テ第二次流行ト見做ス事モ出來ル。又多クノ自然流行ニ於ケル第一次感染ハ獸疫デアルト考ヘラレル。1900年San Francisco ノ例ニ於テ一支那人患者ニ初マル樣ニ見エル流行モ其ノ前ニ鼠ペスト」ガ潛行シテ居タモノト見做サレテ居ル。（Hampton: Plague in the U. S., publ. Health Rep. 55, 1143; 1940年）蓋シ一地區ニ於テ「ペスト患者ガ新タニ移入セラレル事ハ稀デアラウ。從ツテC_{op}ノ想定ニハ流行ノ稍々初期ニ於ル人例ヲR_{pr}ト考ヘルカ或ハ新京ペスト」ノ例ノ如ク初メニ某病院內ニ集簇シ

テ生ジタ数例ヲ取ルカデアルガ，何レモ吾人ノ意味ニ於テノ第1次感染トハ断定シ得ヌ。即チ自然ニ於ケル人一鼠ノ関係ガ此ノ間隙ヲ複雑ニシテ居リ，又自然ニ於テハ決シテＰＸガ鼠ペスト１以外カラ忽然ト大数ニ現ハレル事ガナイノデアル。茲ニ於テCepノ確実ナ根拠ハ既往ノ經験以外ニハ求メ得ナイ。然シ乍ラＡノ判定ニ當ツテハ既往ノ流行記録ヲ参照スル事ハ絶対必要デアル。即チ従來大流行ノアツタ場所，特ニ夫ガ持續シタ場所ハソノ流行ノ大小ニ應ジテ多少ノペスト素因ガアル譯デアル。大流行ノ地デハＡハ大キク，小ナイ流行シカ起ラヌ土地デハ之ガ小サイト考ヘルノガ至當デアル。

従來流行記録ノ無イ個所ニ於ケルＡノ判定ニハ特ニ慎重ナルヲ要スルガ，之ニ關シテハ第7ヲ解レル。

Ａヲ各因子ニ分解シテ流行ノ本質ヲ確カメ，之ヲ應用シテ細菌戦ノ至大効果ヲ求メル事ニソ今後吾人ノ責務デアル。

B

ＰＸヲ直接秤量スルノガ容易デナイ爲ニＰＸ量トシテ原Ｘ量ヲ表示サレル場合ガアル事ヲ考慮シテ次ノ様ニ表ハス。

Ｂ＝毒化生存率×仕上率×有効率×１０（使用時）

即チ毒化生存率＝１－（自然損耗率＋毒化損耗率），

仕上率＝保菌率（＝従來ノ毒化率），有効率＝保菌Ｘ中感染能保持率デアル。

従來ノ諸資料ヲ綜合スレバ大量生産時ノ最大値ハ５，０ノ程度デアラウ。一般ニ仕上完了後５～１０日位デハＢハ１～３ト見做スベキデアル。使用時ノ氣象ニ依ルＰＸノ有効生命ノ伸縮ハ０ニ含メテ考ヘル。

E

ＰＸニ含マレルＰ菌ノ質ニ關スルモノデアルガ所謂Infectivity ヲＢノ有効率ニ含メテ考ヘレバＥハ毒化ニ使用サレタ原菌株ノ質ヲ以テ代表サセ得ル。使用時ノ氣象ガＰＸ体内ノ菌ヲ遠ニ鈍性ナセル様ナ狀況ガアレバＢノ有効率トハ離レテＥヲ減少セシムベキデアラウ。

現在使用セラレルＰ菌デハＥ＝９，０～８，０ト定メル。

D^{-1}

先天的及ビ後天的ノ個人的及ビ集團的免疫度，終末對照ノ生活條件ヲ考慮シ，一般ニ６，０～８，０ヲ基準トスル。特別ナ營養不良，疲労蓄積等ノ條件ガアレバ１～２増加シ，後方基地ニ於テ一般狀況良好ナ生活ヲ行フ場合ハ１～２減少；更ニ特異的予防處理ノ施サレタ場合ハ１～２ヲ減ズル。但如何ニ体質强靭デアリ，完全免疫ガ行ハレタ場合デモ一般ニD^{-1}＝０トナル事ハ考ヘラレナイ。

O

使用ＰＸヲ終末對照ニ到達セシメル能率ニ相當スル。謀略的使用ニ於テ終末對照ニ近迫シテ用ヒ得ル場合ヲ１０トスル。一般ニ

Ｏ＝運用難易度×運用間生殘率×有効濃度形成能率×到達能率×１０

運用間生殘率ハ器材ノ機能不全ニ依ツテ致死又ハ無効化セラレタ部分ヲ云ヒ，有効濃度形成能率ハ最少有効濃度（假ニ１０瓩/㎡トス）ヲ形成スル面積ト使用量ヲ以テ一様ニ有効濃度ヲ構成シ得ル計算上ノ面積トノ比，到達能率ハ目標補捉及爾後ノ到達難易性ヲ意味スル。

ＰＸノ移動能ハ一夜３０米ノ程度ニ過ギヌ（貴室院）故ニ初發感染惹起ノタメニハ必ズ最終對照ヲ含ム地域ニ命中セシメル必要ガアル。又着地後目標ノ狀況ニ依テ無効果スル部分ノ多少ヲ顧慮セネバナラナイ。例ヘバ日中灼熱シタ補装又ハ屋根ニ落

ヲ，或ハ水上ニ落逃シ，時ニハ濠ニ圍マレタ交通ノナイ土地ニ落チルモノハ殆ラク遠ニ無効化スルデアラウシ，地上ニ落逃シタモノガ高床住居内ヘ侵入シ難イ事モアラウ。地上運用又ハ謀略的使用ニ於テハ狀況ガ有利デアル事ガ多イ。

上式ニ依ル０ノ算出例ハ次ノ樣デアル。

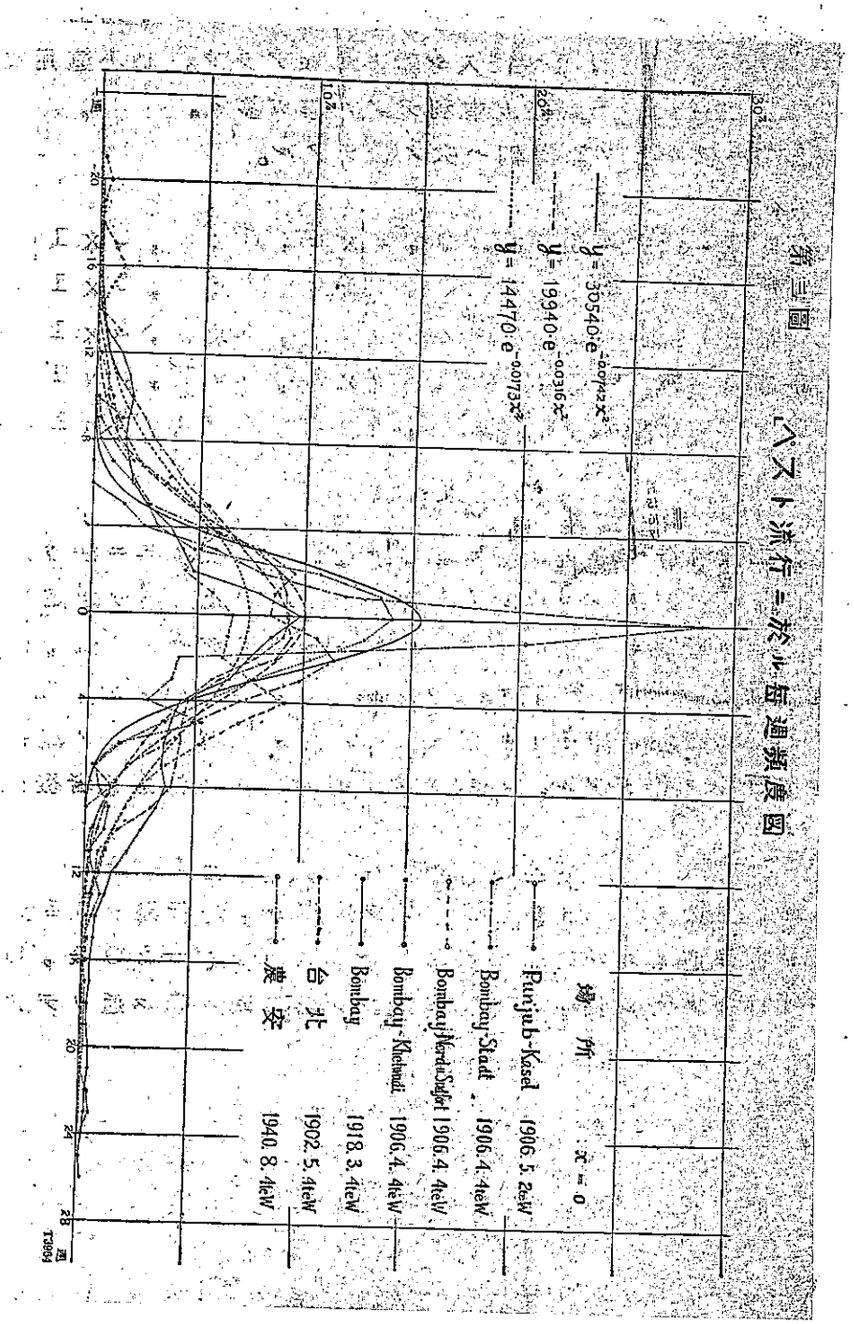
０市街・低撒＝０，９×０，９×０，８×０，８×１０＝５，２
０市街・高撒＝１，０×０，８×０，２×０，５×１０＝０，８
０市街・爆撃＝１，０×０，５×０，８×０，８×１０＝３，２
０市街・謀略＝１，０×１，０×１，０×１，０×１０＝１０，０
０野戰・低撒＝０，９×０，９×０，８×０，５×１０＝３，２

第５　効果發現狀況

第二次流行ニ導入シ得タ場合ハ通常ハ爾後多年ニ渉リ大小ノ流行ヲ繼續スルデアラウ。然シ前提ニ基イテ最大効果ヲ限定スル場合ニ全効果ヲ數次ニ分割スル事ハ必ズシモ容易デハナイ故，効果ハ使用直後發現シ一回ノ流行ニヨツテ終結スルト假想スル。此ノ時流行ノ形ハ確率曲線ノ型デアルト見做ス。玆ニ從來ノ二三ノ流行例ヲ示セバ第三圖ノ樣デアル。今次二次流行ニ於ケル每週患者發生數ヲ

$$y = A e^{-b^2 x^2} \qquad (x：週)$$

トシ，流行ノ始終ヲ$y \leqq 0$，７デ規定シ，流行期ヲ２４週，３６週及ビ４８週トスル時，全數１９９，０００（＝２００，０００－１，０００）ノ每週發生數ハ第三圖及ビ第二表ニ示ス通リデアル。



第三圖　「ペスト」流行ニ於ケル每週發病數圖

第二表　$y = A e^{-b^2 x^2}$，$\int_{-\infty}^{+\infty} = 199{,}000$

±x 週	A=30540	b²=0.0742	A=19940	b²=0.0316	A=14770	b²=0.0173
	y	%	y	%	y	%
0	30540	15.4	19940	10.0	14770	7.41
1	25350	14.2	19320	9.72	14500	7.27
2	22700	11.4	17590	8.84	13790	6.92
3	15660	7.85	15090	7.53	12650	6.35
4	9310	4.68	12050	6.04	11200	5.62
5	4775	2.40	9050	4.55	9580	4.80
6	2115	1.06	6400	3.22	7920	3.97
7	306	0.405	4230	2.13	6340	3.19
8	2658	0.133	2460	1.24	4890	2.46
9	744	0.0375	1543	0.774	3630	1.82
10	183	0.00092	897	0.426	2540	1.28
11	38.5	0.0019	437	0.220	1820	0.913
12	6.70	0.00035	209	0.105	1224	0.614
13	0.001	0.00005	95.5	0.048	795	0.400
14			40.7	0.021	498	0.251
15			16.2	0.0081	303	0.152
16			6.10	0.0031	177	0.089
17			2.15	0.0011	99.9	0.050
18			0.79	0.00035	54.0	0.027
19			0.27	0.00011	28.3	0.015
20					14.7	0.0074
21					7.24	0.0036
22					3.43	0.0017
23					1.58	0.00079
24					0.70	0.00035
25					0.30	0.00015

T3965

註：

全量 $Y = 2A\int_0^{\infty} e^{-b^2 x^2} dx$

$= \frac{A}{b}\sqrt{\pi} = 199{,}000$

$\therefore A = \frac{b}{\sqrt{\pi}} \times 199{,}000$

又

$y = A e^{-b^2 x_t^2} \leqq 0.7 \quad (x_t = \pm 12, \pm 18, \pm 24)$

$\therefore \frac{b}{\sqrt{\pi}} \times 199{,}000 \cdot e^{-b^2 x_t^2} = 0.7$

$\log \frac{199{,}000}{0.7\sqrt{\pi}} \log b \leqq b^2 x_t^2$

ヨリbヲ求メ，之ヨリAノ値ヲ定ム。

第一次曲線ニ対シテ y ヲ計算ヲ行ヒ

$Y_{pr} = 500 \ (y = 10.00)$

$x = \pm 2$ ニ於テ　$y \leqq 0.7$

トヨケバ第三図中ニ示ス第一次曲線ヲ得ル。

以下ハ $x = \pm 18$ ニ於テ $y \leqq 0.7$ ノ形，即チ最大効果ノ流行期36週ノ形ニ流テ得タbヲ以テ小サイ流行ニモアテハメル。然ルトキハ第二次流行性Nノ場合

$$y_N = A_N\, e^{-0.0316x^2}$$

$$A_N = 19,940 \times \frac{N}{199,000}$$

ト置キ，$y \leqq 0,7$ ヲ以テ同様ニ流行ノ始終トスル。然ル時ハ
N ト流行期間 d（$=2x_t$）ノ関係ハ第四圖ノ通リデアリ，N ノ
二三ノ値ニ對スル發生曲線ハ第五圖ノ様ニナル。　第二次流行
ノ始ハ第一次風潮ノ始，即チ攻撃時ニ一致セシメル故第一次風
潮期間ノ實際發生數ハ兩者ノ和トナルガ，此ノ時期ニハ第二次
流行ノ數ハ尚微少デアルコラ曲線ノ形ハ第五圖ニ見ル通リ大差
ハナイ。

註：
N ト d ノ關係ヲ求メル場合ニ $b^2 = 0,0316$ トオイタ故ニ
$d = 0$ ニ於テモ　N ハ 0 ニナラナイ。即チ

$$N = f = \frac{A}{b}\sqrt{\pi}$$

$$\therefore A \fallingdotseq 0,10\ N$$

$$y = A \cdot e^{-0.0316\, x_t^2}$$

$$= 0,10N \cdot e^{-0.0316\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 0,7$$

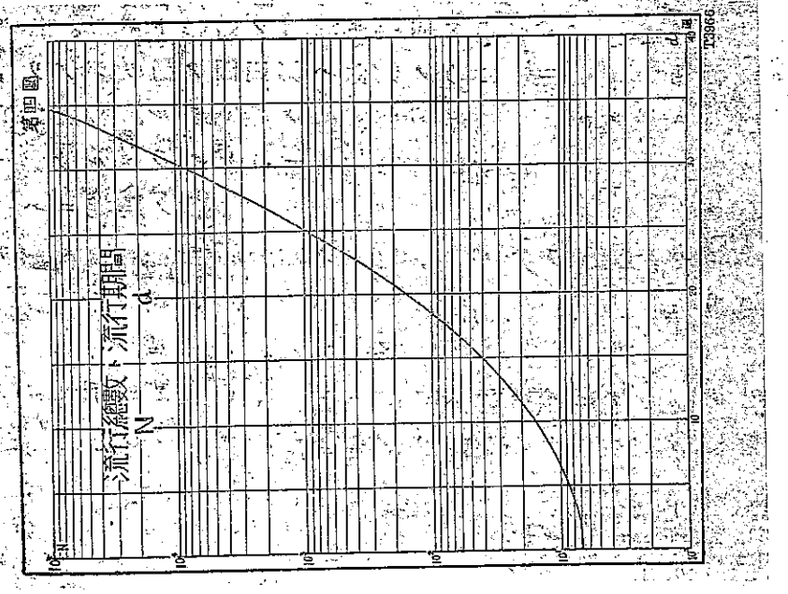
$$\text{i e} \quad x_t = \frac{d}{2} = 0 \qquad \text{ニ於テ}$$

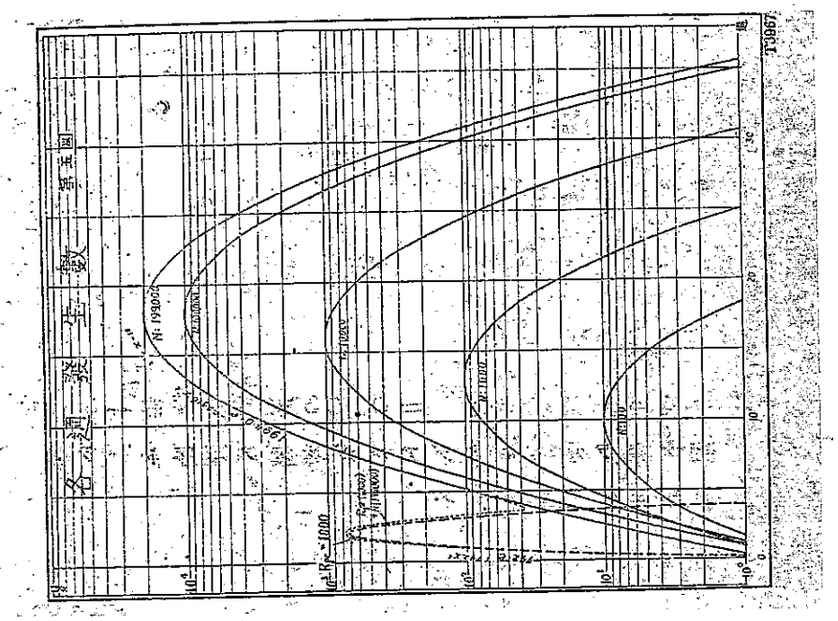
$$N_{d=0} = 7,0$$

之ハ N ノ値ニ無關係ニ $b^2 = 0,0316$ ナル同一値ヲ用ヰル事ガ不適切ナ事ヲ示スモノデアルガ考察ノ順序トシテ先ヅ不問トスル。簡單ニ修正スルニハ

$$N' = N - 7,0 \qquad \text{トシ}$$
$$A' = 0.10\ N'$$

ヲ用フルガヨイ。





第6　既往作戰ニ於ケル變數値

第一表及ビ第4ニ依ツテ既往作戰ヲ解析スレバ第三表ニ見ル變數値ヲ得ル。

B・E・O ノ値ノ推定ニ就テノ理由ハ各作戰ノ狀況ヲ詳記スル事ニナルノデ省略スル。細部ハ各作戰詳報ヲ細密ニ參照サレタイ。

第三表　既往作戰解析表

區分	B	E	O	D^{-1}	Rpr	A	R
農安	8.0	8.0	9.0	9.0	518 (1600)	8.0	82900 (123000)
長・大	8.0	8.0	9.0	9.0	518 (1200)	8.0	82900 (243600)
鄭辰	1.5	7.0	4.0	7.0	29 (26)	2.0	1175 (1159)
寧波	2.0	7.0	5.0	7.0	49 (52)	1.0	980 (777)
常德	3.0	8.0	5.0	7.0	84 (194)	1.0	1680 (1756)
廣・廣・玉	6.0	8.0	9.0	7.5	324 (321)	3.0	19430 (22550)
備考	(　) 內ハ第一表ノ値						

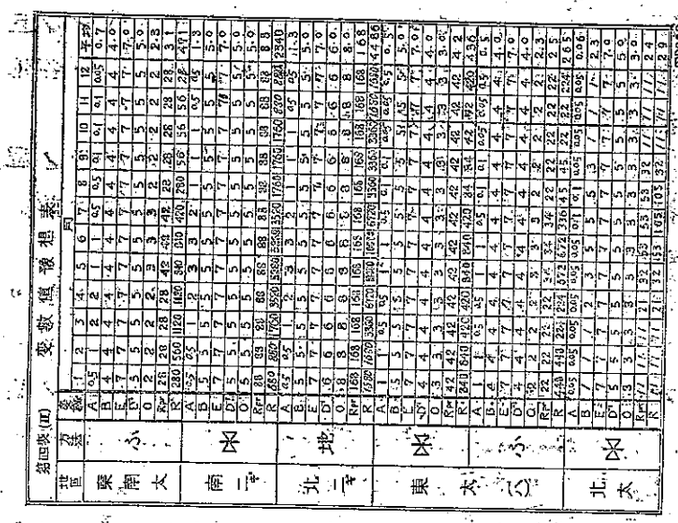
第7　目標地區ニ於ケル予想變數値

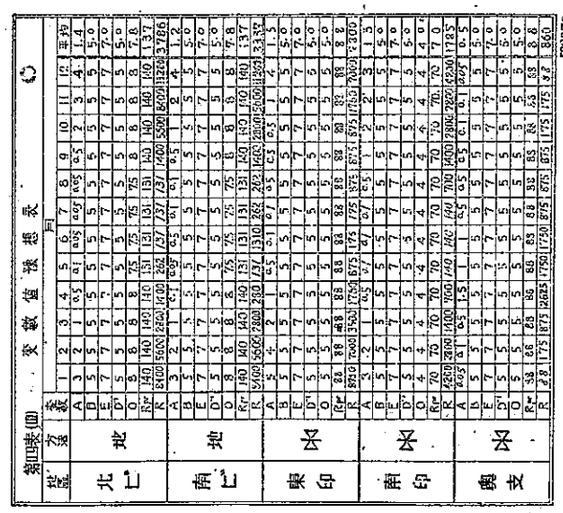
第2及第4ニ從ヒテ變數値ヲ予想スル。B，E ノ決定ニハ大ナル困難ガナイ。O ハ作戰ノ困難サヲ考慮シ，且目標ニヨリ用法ノ異ル事ニ留意シテ判定スル。D -1 ハ各地區ニ於ケル生活狀況ニ基イテ決定スル。

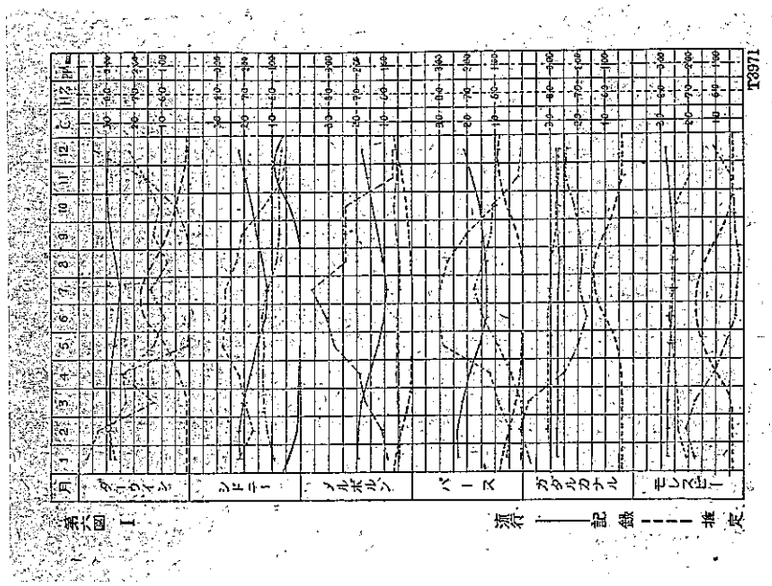
最モ重大ナノハ A ノ予想デアル。從來ノ流行ノ程度ノ明瞭ナ場所ニ就テハ其ノ大小ニ從ヲテ判定シ，流行前驅期又ハ初期ニ於テ最大値ヲ與ヘル。

從來流行記錄ノナイ場所ニ就テハ先ヅ流行ガ起リ得ルカ否カヲ判定シ，更ニ起リ得ル流行ノ程度ヲ推定セネバナラナイ。卽チ該地區ノ氣象的生物的狀況ヲ他ノ流行既知ノ場所ト比較シテ流行ノ成否，流行期及其ノ程度ヲ判定類推スル。然シ流行ノ程度ニ到ツテハ極メテ判定困難デアル。

此處ニ各種資料ヲ綜合シタ予想變數値表及之ニヨルPXノ効果ノ一案ヲ提示スル。（第四表）又特ニ A ニ關聯シテ各地流行期推定圖ヲ示ス。（第六圖）第六圖ハ發生頻度デハナク發生數ヲモ示ス如クシタタメ一定ノ基準ニ據ラズニ描イテアル。

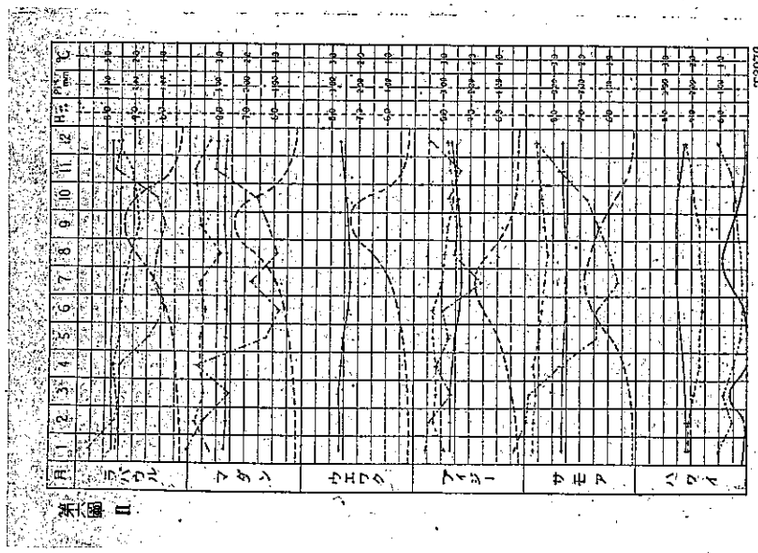




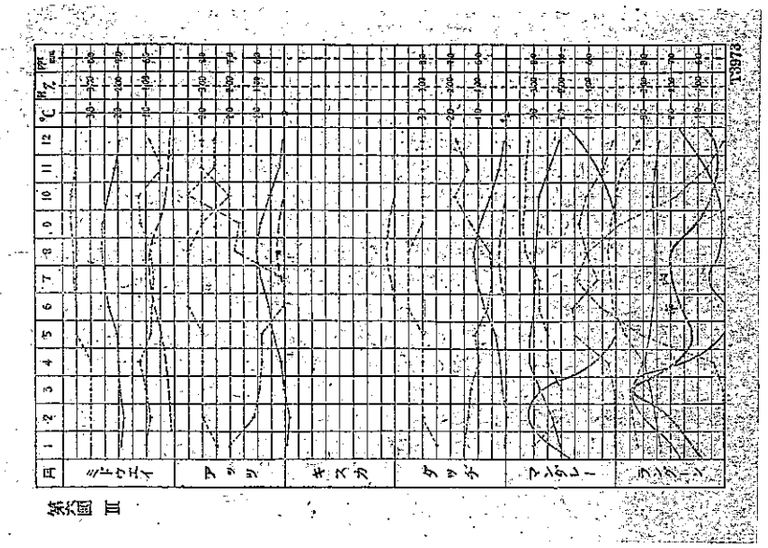


第六圖 I

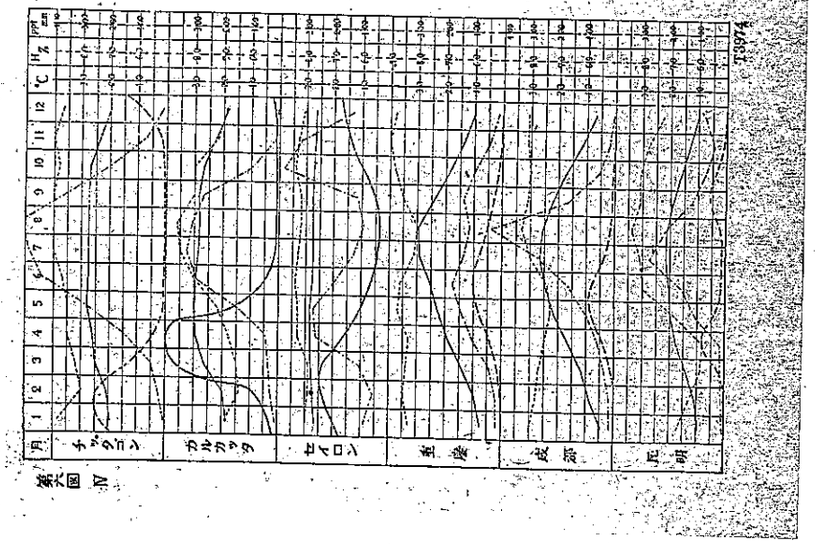
須行——記録 ----推定



第六圖 II

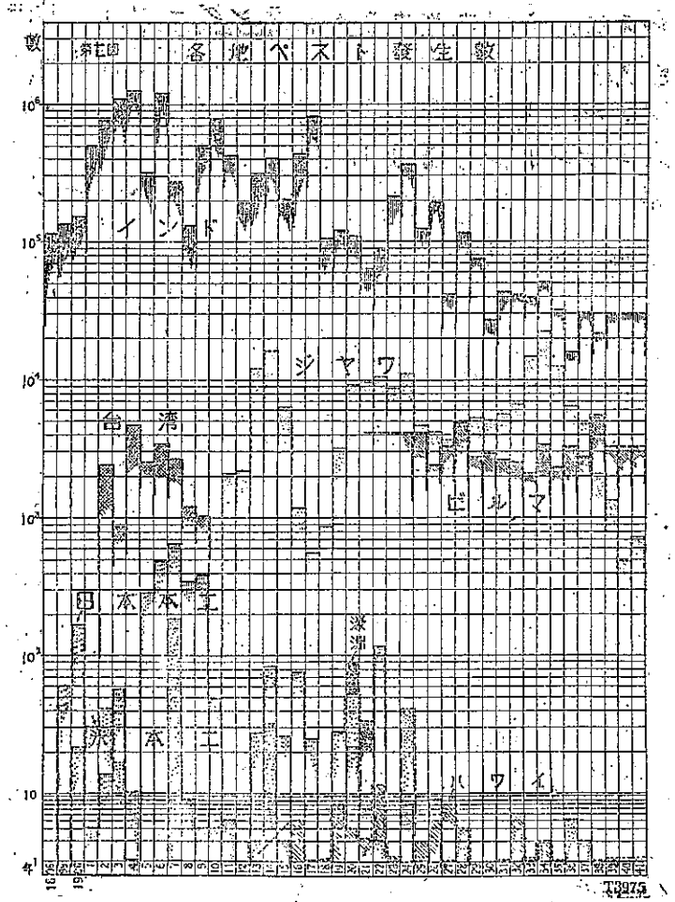


第六圖 III

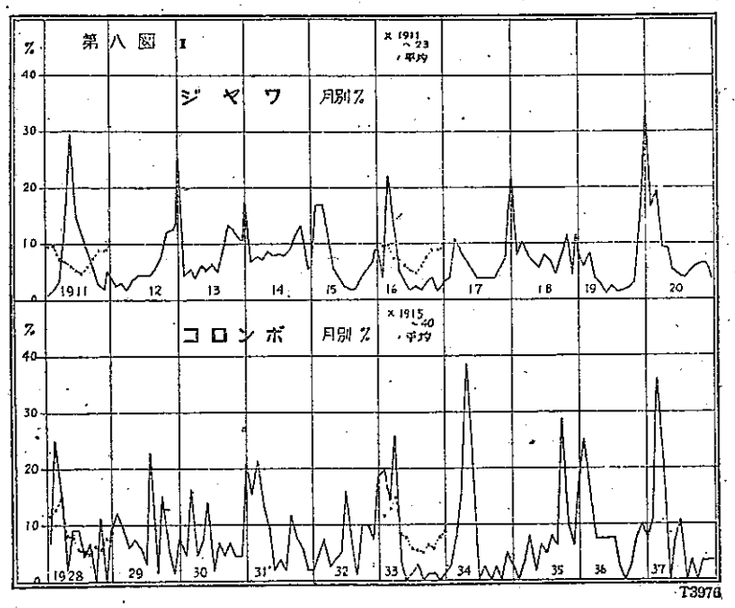


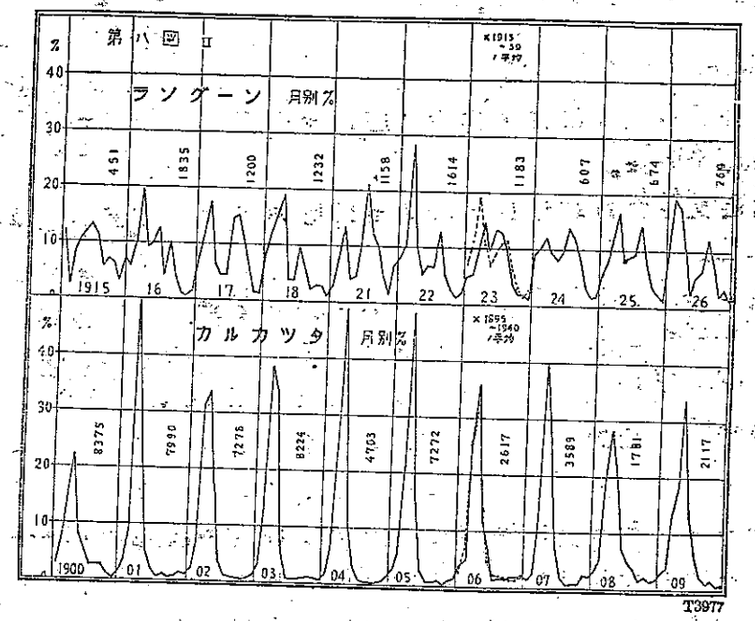
第六圖 IV

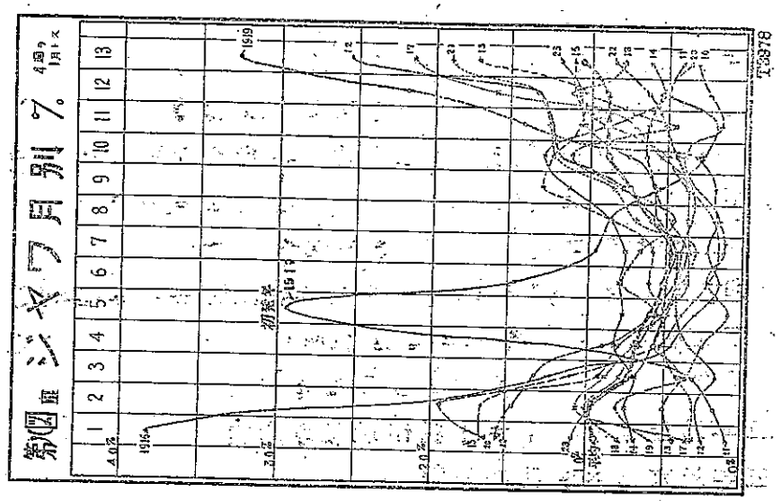
次ニ参考ヲシテ近年ニ於ル各地「ペスト」年別發生圖ヲ掲ゲタ。（第七圖）



尤ヨリ前記數値ノ判定規準ハ記錄ノ明カナ地ノ平均統計ニ準據スルモノデアルノデ、使用時ノ狀況ガ平均カラ偏倚スルホド適合性ハ不良ニナルデアラウ。然ルニ從來ノ記錄ニ依レバ年中流行ノ持續スル地デハ最大發生月ハ移動シ易イガ（例ジャワ、コロンボ）著シイ流行期ノアル地デハ山ト谷ノ配置月別ハ概ネ一定シテ居ル（例カルカッタ、ラングーン）　特ニ興味アルノハ「ジャワ」ノ初發年１９１１年ノ曲線ガ他ノ年ト懸絶シテ居ル事デアル。之ヲ１９１１年ノ狀態ガ著シク偏シテ居タ事ニ歸スルベキデハナク（當年ノ諸元ヲ得ラレヌノデ確言ハ留保スルガ）斯ル年中流行ノアル土地デハ攻撃ニ依ッテ隨時効果ヲ得ル事ノ一證ト見做シタイ。







第8　結及参考文献

結

茲ニ石井説ニ基キ既往ノ作戦ノ經驗ヲ參照シテPXノ効果ノ計算法ヲ提示シタ。

更ニ同法ヲ予想目標地區ニ於テモ應用スベク推理ノ擴張ヲ行ツタ。

之ニ依レバPX1,0瓩ノ効果ハ次ノ樣デアル。

第一次感染	最少	11名（北太冬）
	最大	168名（西南太、ニギ）
全効果	最少	11名（北太冬）
	最大	11,200名（ビ12月）

斯ル推定ガ如何ニ實際ニ即應スルカ、如何ニ改良スベキカハ大東亞戰ニ於ル今後ノ効果ノ檢討ニ俟タネバナラヌガ、茲ニ考察シタ程度ヲ遙ニ凌駕スル大効果ヲ以テ上記推定ヲ根底カラ再檢討スベキ秋ノ來ラン事ヲ希ツテ止マヌ。

主要參考文獻

淺見：「ホ」號作戰効果情報　（昭16.11）
石井：特殊戰原則　（昭15.12）
金子：早「フ」目標調査　（防研報告第1部第4-5號）
貴寶院、高安：印度及南海方面敵狀判斷（昭18.9）
田中：新醫學兵器ノ完成　（昭16.4）
內藤：印度ニ於ケル傳染病史概要（南防業報丙第44號）
〃〃：昭17.11廣島「ペスト」流行ニ於ケル死者數ノ推定計算　（昭18.11）
昭和十五年乃至十七年「ホ」號作戰戰斗詳報
昭和十五年新京ペスト防疫詳報

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第2部　第791號

しろねずみヨリ分離セル「ゲルトネル菌ノ菌型

陸軍軍醫學校防疫研究室（部長　石井少將）
陸軍軍醫少佐　淺見　淳
同　金子順一
丸山正夫

祕

第	2 部
原	著
分類	434—8 381—3
受附	昭和 19. 1. 17

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第1部 第 63 號

X.cheopis ノ落下狀態ノ撮影

陸軍軍醫學校防疫研究室（部長 石井少將）
陸軍軍醫少佐 金子順一
矢田博

軍事秘密

第 1 部	
原著	
分類 385-1 385-8	
受附 昭和 19224	

目　　次

1.　緒　　言

著者ノ一人金子[1]ハX.cheopis ノ落速ヲ測定スル場合ニ，空中ノ落下ヲ液中ノ落下ニ置換シテ同程度ノRe 數ヲ得ル樣ニシ，液中落速カラ空中落速ヲ推算シタ。

小酒井[2]ハ最近X.cheopis ノ各種ノ狀況ノモノヲ實際ニ空中ニ落シテ其ノ假想的抵抗係數ノ分布ヲ求メ，且其等ノ体ノ大イサト終末速度トノ相關ガ著シクナイ事ヲ認メテ居ル。

余等ハ此ノ種ノ落下問題ヲ解明スル一助トシテ落下中ノX.cheopis ノ運動ヲ主トシテ流体抵抗ノ立場カラ撮影セント試ミ，空中落下ハ撮影對照トシテ不適當デアル事ヲ認メ，再ビ液中落下ヲ採用スルコトヽシタ。即チ寫眞記錄ヲ目的トスルナラバ其ノ落下ヲ撮影機ノ過焦點面內ニ制限シ，然モ一般ニ速度ガ相當ニ遲イ事ガ望マシイカラデアル。從ツテ落下運動ヲ二次元的ニ分解シテ觀察スルノデアルガ，Cheopis ノ体構上横方向ノ撮影ノミガ先ヅ可能デアル。

當時北海道帝大佐伯[3]ガ泡ノ運動ヲ似タ方法デ撮影シテ發表シテ居ル。同樣ナ方法ハ從來カラ各方面デ利用サレテ居ルモノヽ樣デアルガ，Cheopis ノ落下問題ノ解明ニ資セントスル余等ノ意圖ヲ先ヅ述ベテ，之ガ將來更ニ重要ナ解決ヲ與ヘ得ルカモシレヌ事ヲ指摘スルニ止メタイ。

撮影ノ器材，方法等尙多大ノ研究スベキ問題ヲ殘シテ居ルガ，余等ハ最初ノ試ミトシテ得タ寫眞ヲ先ヅ提示シ（尙甚ダ不滿足ナモノデハアルガ）若干ノ考察ヲ加ヘントスルモノデアル。

2. 材料 撮影方法

撮影材料ハ當研究室デ飼育サレタX.cheopis デ，村國少佐，小酒井中尉ノ好意ニ依リ特ニ一々測定値ヲ附シテ分與サレタモノデアル。

落下液ハ「キシロール」ヲ用ヒタ。之ニヨルトRe ハ約１００ノ程度デアル。液ニハ「アルミニユム」粉末ヲ適當ニ混ジテアル。

落下槽ハ硝子板（約２００x６０）ヲ2.0mm 間隔ニ對置固定シタモノデ，硝子板ニハ予メ目盛リヲ記入シ最後ノ印畫ノ擴大度判定ニ資シタ。液中落速ハ中央部ノ100mm ヲ通過スルニ要スル時間デ測定スル。

撮影機ニハ顯微鏡寫眞撮影用ノ「カビネ」型暗箱ヲ用ヒ，「レンズ」ハ「ミクロズミター」（80mm，F.4,5）ヲ使用シ，絞リF 6,3～8 トシ，水平固定及追跡撮影スル。照明ハ撮影方向ノ左右45° 同高ニ750 W 電球二個ヲ適當ニ集光シテ使用，背景ニハ黑紙ヲ用ヒタ。

露出ハ固定撮影デ約$\frac{1}{10}$"，追跡撮影ニハ$\frac{1}{2}$"ノ程度デアル。

予メ計測サレタCheopis ヲ一匹ヅツ落下槽内ニ落シ，適當ナ場所ヲ通過スルモノノミヲ撮影スル。

適當ニ引延サレタ印畫ニ就イテ液ノ動キ（「アルミニウム」粉末ノ動キ）ヲ觀察スル。

3. 寫　眞

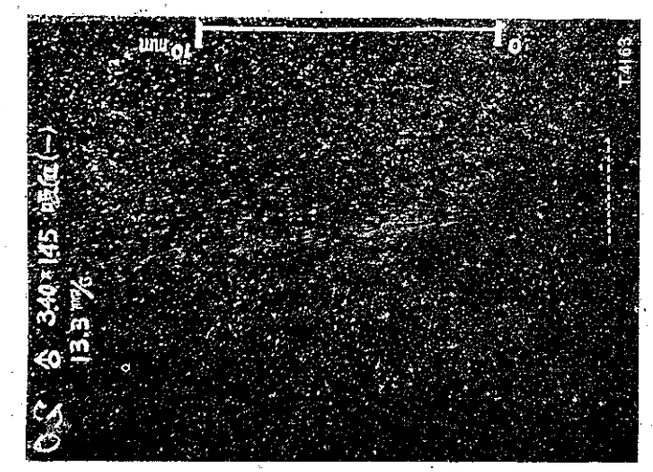
數例ヲ提示スル。

寫眞内ニ記入サレタ字號ハ

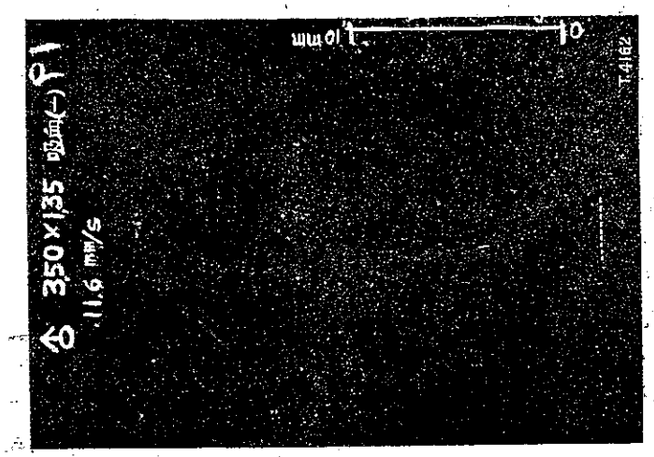
体長x体高mm ，吸血ノ有無，液中落速mm/s デアル

尙------ ハ体長ニ相當スル長サ，——→ハ落下ノ方向，……ハ最終位置ノ兩側ニ生ジタ渦ノ中心ヲ連ネル方向ヲ示ス。

寫眞ハ總テ垂直ヲ規正シテアルノデ，——→ノ傾キハ落下經路ノ傾キヲ示ス。

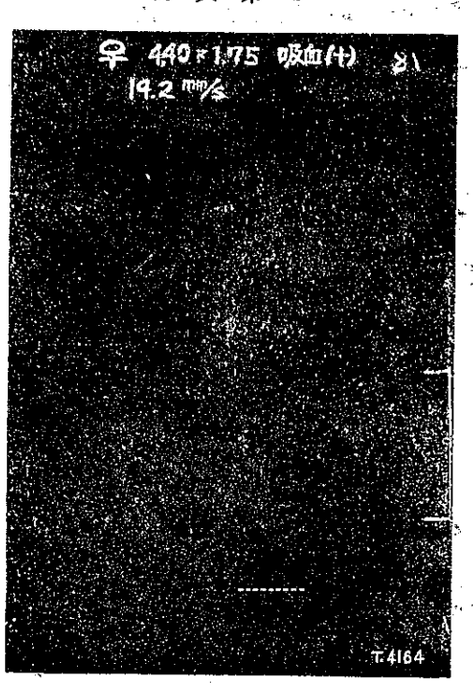


寫眞第2

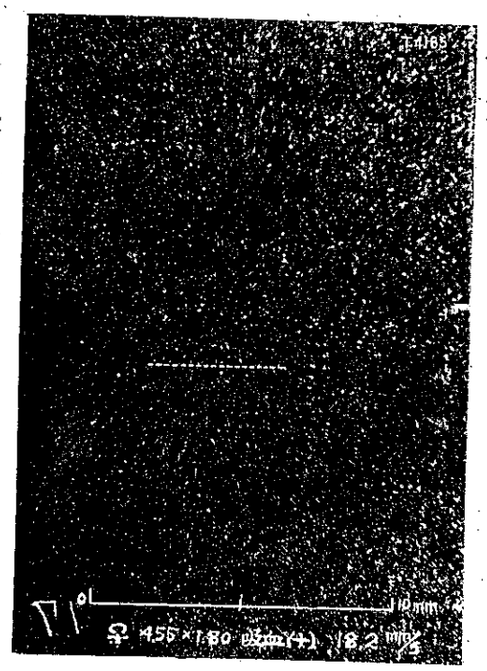


寫眞第1

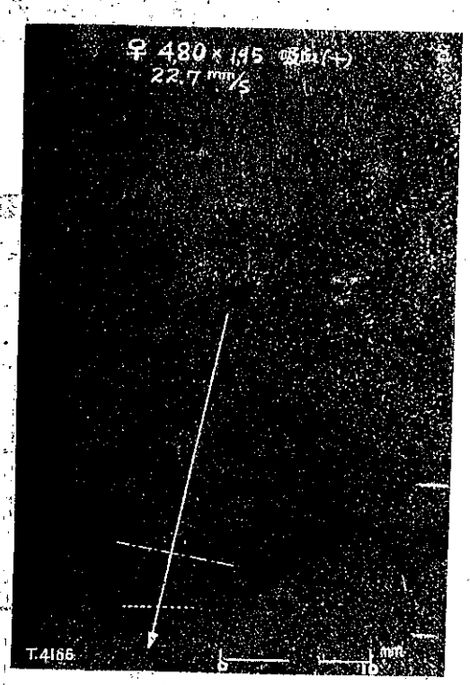
寫眞第 3



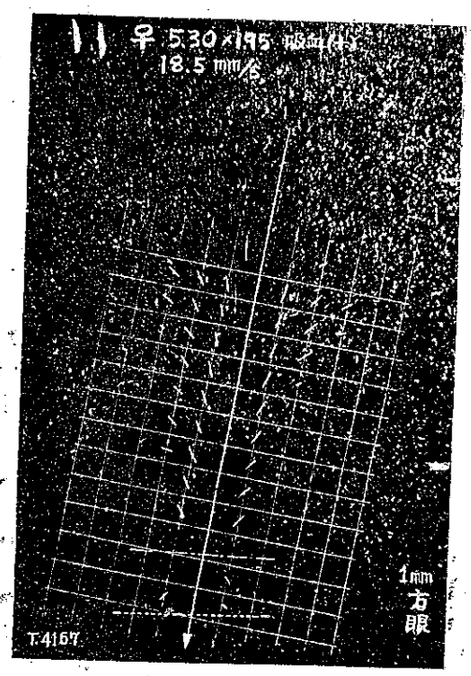
寫眞第 4

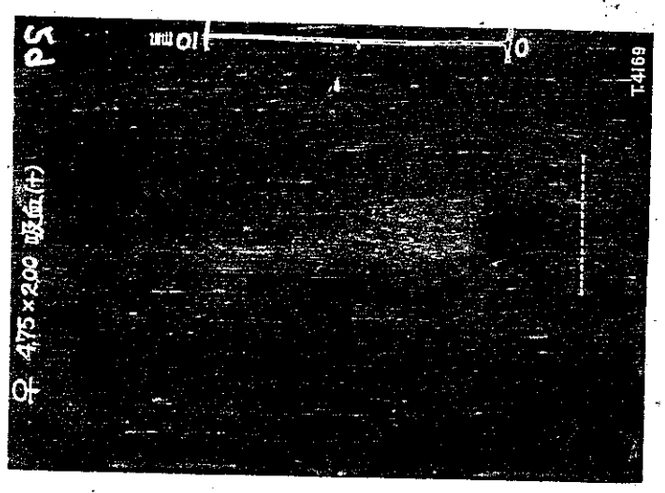


寫眞第 5



寫眞第 6





寫眞第7

寫眞第8

4. 寫眞ニ就テノ落下狀態ノ考察

寫眞ニ見ル如ク，落下ニ伴フ液ノ渦動ハ体ノ大小トハ余リ關係ハナイ樣デアリ，且範圍モ大キクナイ。

落下ハ必ズ背面ヲ下ニシ頭部ノ方向ニ傾ル略〻垂直ナ經路ニ依ル。經路ニ沿フ粒子ノ動キト之ニ流入スル弱イ動キノ他ニハ著シイ渦動ハ認メラレズ，落下体ノ左右ニ輕微ナ廻轉ヲ認メルニ過ギナイ。

♂，♀ノ差ハナイ。卽チ落速ノ差ニヨル質的及量的ナ差ハ此ノ方法デハ認メラレヌ。

落下体ノ左右ニ於ケル弱イ廻轉ノ中心ノ距離ハ落下体ノ長サヨリモ小サイ。中心ヲ結ブ方向ト落下方向トハ垂直デハナイガ，恐ラクハ落下体ノ長軸ノ方向ニ一致スルモノデハナイカト考ヘラレル。

寫眞第一乃至六ニ見ル樣ニ，經路ノ左右ニアル之ニ流入スル動キノ角度ハ，落下經路ノ前側（頭側）ニ於テ僅カニ大キイ（寫眞第六ニハ之ヲ線デ示シタ）。之ハ何レノ場合ニモ當テハマルガ稀ニハ寫眞第七ノ樣ニ不規ノモノガ見ラレタ。然シ大体ニ於テハ經路ニ對シ左右對稱ト云ヘル。

經路ニ殘ル比較的直線的ナ速イ運動ヲ示ス部分ノ幅ハ体長トハ無關係デ，殆ド一定ノ樣デアル。（1.5～2.0mm ノ程度）之ハ恐ラク落下体ノ抵抗ノ主体ヲナス渦動ヲ示スモノデアツテ，落速ガ主トシテ体重ノミニ依ツテ異ル事ヲ推定セシメル。落下槽ノ幅ハ Cheopis ノ幅ニ比ベテ相當ニ大キイノデ此ノ狀態ガ一般的ノモノデアルト考ヘラレル。

此ノ狀況ハ追跡撮影ニ依ツテ明カデアル。寫眞第八ニ見ル樣ニ，落下体ノ後ノ渦動ノ範圍ハ其ノ長サヨリ著シク小サイ。之ハ Cheopis ノ体構ガ流線型斷面ヲ有スルガ脚ノ附着部ガ不規ナ形ヲ示ス事ト想ヒ合セテ，Cheopis ノ落下抵抗ガ主トシテ脚ニ依ルモノデアル事ヲ再ビ想像セシメル。

余等ガ第一回ノ試ミトシテ得タ寫眞ハ尙之等ノ事ヲ確實ニ証明スルニハ不充分デアル。然シ此種ノ方法ヲ更ニ研究シタナラバ問題ノ解明ガ出來ル樣ナ寫眞ヲ得ラレル事ハ確實デアル事ヲ示スニハ充分デアルト信ズル。

5. 結　　言

1) 余等ハX.cheopis ノ落下狀態ヲ寫眞記錄シテ其ノ落速問題ヲ解明スル事ヲ試ミ，得タル寫眞ヲ提示シテ若干ノ補足的說明ヲ加ヘル事ガ出來タ。

2) 落下ノ際ノ流体ノ動キハ性別，体ノ大キサトハ關係ガナイ樣ニ認メラレル。

3) 落下抵抗ガ主トシテ脚ニ依存スル事ヲ推定セシメル。

附記。　以上提示シタ寫眞ハ當研究室寫眞班員一同ノ協力ニ依ルモノデアル。

文　　獻

1. 金子　加茂部隊航空班研究月報（防研報告1部61號ニ引用）
2. 小酒井　X.cheopis ノ落速（防研報告1部66號）
3. 佐　伯　寫眞化學　昭19，2月號

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第1部　第62號

滴粒ニヨル紙上斑痕ニ就テ

陸軍軍醫學校防疫研究室（部長 石井少將）
陸軍軍醫少佐　金　子　順　一
陸軍軍醫中尉　小酒井　望

軍事秘密

目　　次

1　緒　　言

著者ノ一人金子(1)ハ曾テ雨下撒布ノ考察ヲ行フニ當リ其基礎ノ論ヲ鈴木(2)ノ實驗ニ求メタ。卽チ斑痕徑Dト滴粒徑dノ間ハ

$$D = 2.38 d^{1.50} \quad (粍)$$

ル關係ガ成立スル。

余等ノ求メ得タ範圍ニ於テハ此ノ種ノ問題ニ對シテハ上記ノ式ノ成績ガ唯一ノ參考資料デアル。紙上ニ落達スル滴粒ノ形狀及ビ斑痕ヲ取扱フタ資料トシテハ昔時瓦斯雨下ニ聯關シテ計量研究所其ノ他デ行ハレタ實驗成績ガアルガ，滴ノ形成機構ニ立入ッテ考察シテ居ラズ，メカ斑痕ノ數的解釋ハ行ハレテ居ラズ，シテ此ノ場合ノ參考トハナラナイ。

茲ニ余等ハ本篇以下一連ノ實驗ニ基イテ特殊ノ目的ヲ有スル滴粒分裂ノ問題ヲ研究スル意圖ノ下ニ先ヅ滴粒ノ形成スル斑痕ノ大サニ就テ若干ノ實驗ヲ行フタ。斑痕ノ形成機構ニ就テノ探求ハ全ク余等ノ目的トスル所デハナイケレド，極メテ粗末ナ實驗デハアルガ更ニ續行スベキ實驗ノ基礎トナルベキ成績ヲ得ルニ留メ，以下之ニ就テ要點ヲ報告スル。

2. 實驗方法

直徑約4糎ノ時計皿ノ上面ヲ煤ヲ被セ，毛細ピペット」デ大小種々ノ滴ヲ作リテ其ノ上ニ載セル。

液ハ「フクシン」其ノ他ノ水溶性色素デ適當ニ蒸溜水ヲ著色シタモノデアル。著色ニハ色素ノ酒精溶液ヲ使用スルコトヲ避ケタ。

先ヅ滴粒ノ重量ヲ測リ，之ヲ低倍率顕微鏡ノ下デ硫酸銅溶液通過光線ノ照射ニヨリ接眼測微計デ滴ノ見掛ケノ直徑ヲ求メ，之ニヨリ重量カラ算出シタ滴ノ眞徑ト見掛ケノ直徑ノ關係ヲ求メル（實驗第一）液ノ比重ハ1.00トシタ

次デ任意ノ見掛ケノ直徑ヲ有スル滴ヲ紙上ニ落シテ出來タ斑痕ノ大サヲ水平ニ紙ヲ置イタ場合（實驗第二）及ビ紙面ヲ傾斜サセタ場合（實驗第三）ニ就テ測定スル。

紙ハ當研究室ニ於テ稍々大量ニ入手シ得タ薬半紙デアリテ約今回ノ用紙ヲ使用スルモノトスル。紙ノ表（布目ノナイ面）ヲ上ニシテ板ニ張リツケ床上ニ水平ニ置ク。第三實驗ニ於テハ所定ノ傾斜ヲ與ヘタ板上ニオク。

適當ナ滴粒ヲ煤皿上ニ載セ，先ヅソノ見掛ケノ直徑ヲ測リ次ニ一定高度カラ手早ク紙面ニ落ス。此ノ時ニ特殊ノ裝置ヲ用ヒズ手先ノ迅速ナ運動ニ依リテ滴粒ヲ空中ニ放出殘置シ滴ノ自由落下ヲ定ムル。煤皿ヲ下側方ヘ迅速ニ動カスタメ皿ノ運動以外ニ手先ノ運動ニヨル空氣ノ搖亂ガ存スル理デアリ，滴ノ幾分大キク加速ヲ與ヘル事ニナルガ，此ノ影響ヲ無視スル。

落下高度ハ實驗第二ニ於テハ 0.5 1.0 2.0及ビ3.5米 デアリ，實驗第三ニ於テハ1.0及ビ3.5米，傾斜角ハ30°，45°及ビ60°ノ三種トシタ。此ノ場合ノ落下高度ハ紙面ノ中央カラ測ル。

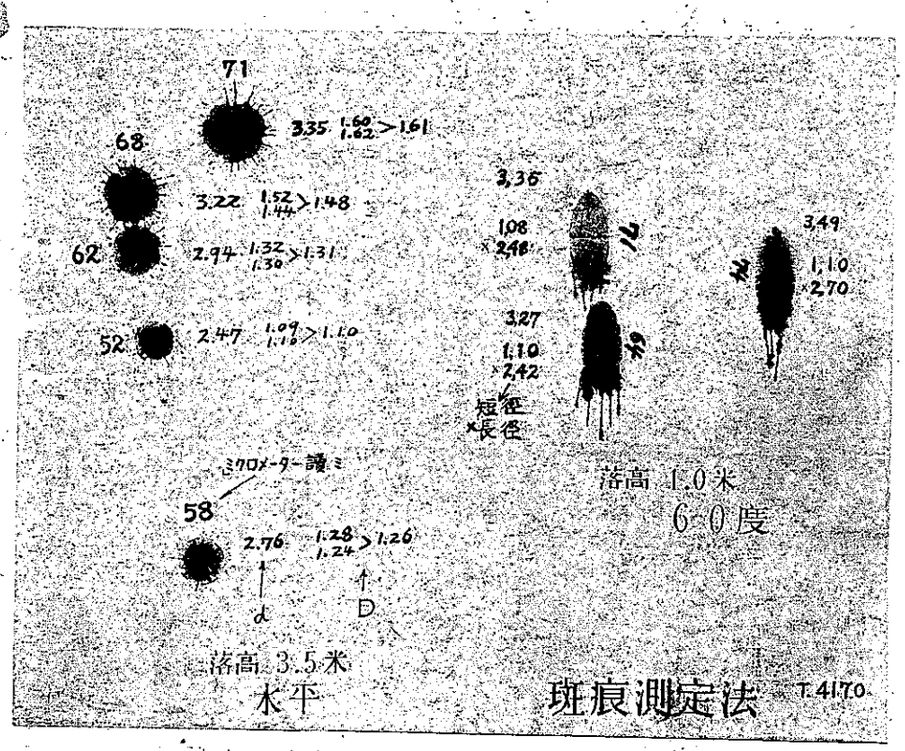
斑痕ノ測定ニハ液ノ滲ミ及ビ「トバツチリ」現象ニヨル誤差ヲ可及的除外スル樣ニ注意シ，水平紙面ノ場合（第二實驗）ニハ概ネ直角ナ二方向ノ直徑ヲ平均シ，傾斜紙面ノ場合（第三實驗）ニハ長短徑ヲ各別ニ測定シタ。

第三實驗ノ場合斑痕ノ上半線ハ滑ラカデアルガ下半ガ著シク細裂又ハ垂長スルノデ後ヲ之ヲ修正シタ想像線ヲ描イテ之ヲ測定スル。（第一圖）

測定ハ斑痕ヲ0，1粍迄，滴徑ハ測微計目盛リ1（＝1/198粍）迄トスル。

實驗成績ヲマトメル場合ノ平均値ノ算出ニハChauvenetノ方法ニヨル異常値ノ摘出除外ヲ行ヒ，又算式ハ便宜ノタメ總テ1/10粍ヲ單位トシタ。

第 1 圖



斑痕測定法

3. 實驗結果

(1) 實驗第一

室温12°C，湿度75%　液温10，0°C

接眼測微計ノ讀ミカラ算定シタ滴粒ノ見掛ケノ徑Dト重量カラ算定シタ假想眞徑dノ間ノ關係カラ

$$D = d^{p}$$

ナル實驗式ヲ想定シ，常數pヲ求メルニ

$$p = 1,020 \pm 0,0035$$

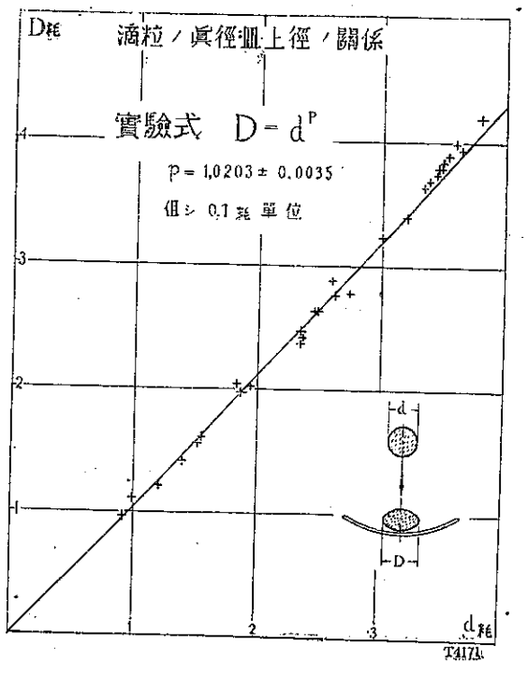
ヲ得タ。（第2圖）

以下ノ實驗ニ於テハ從ツテ

$$D = d^{1.020}$$

ニ依リDカラdヲ算出シタ。

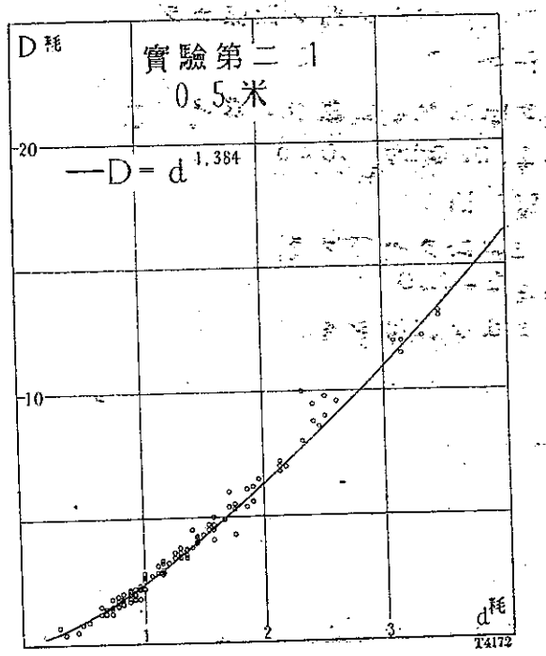
第　2　圖



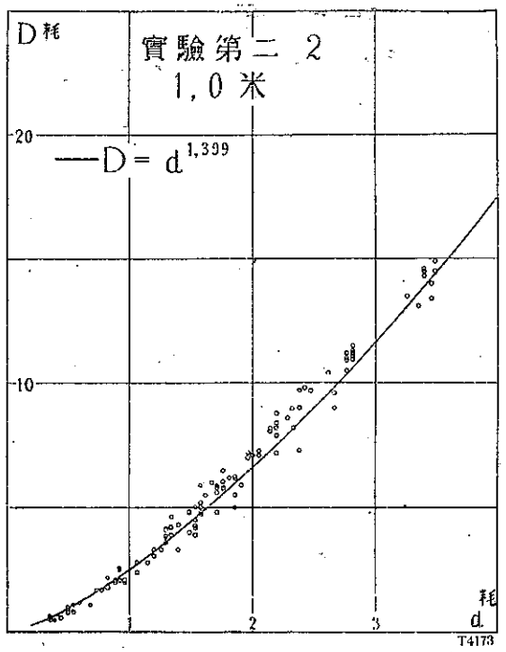
(2) 實驗第二

成績ハ第3圖乃至第6圖ニ示ス通リデアル。

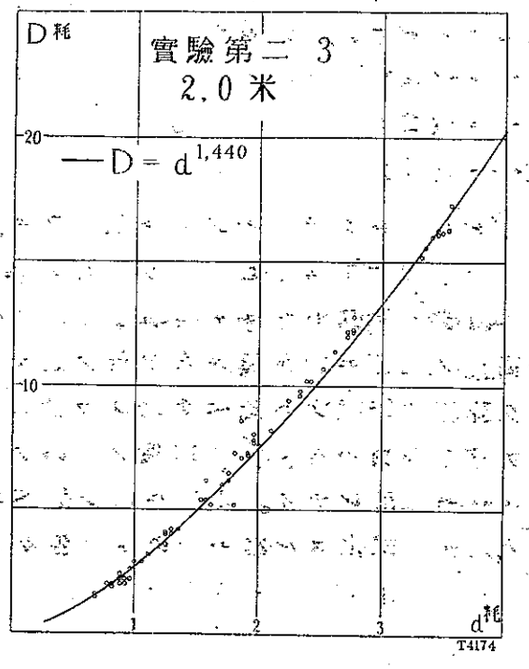
第　4　圖



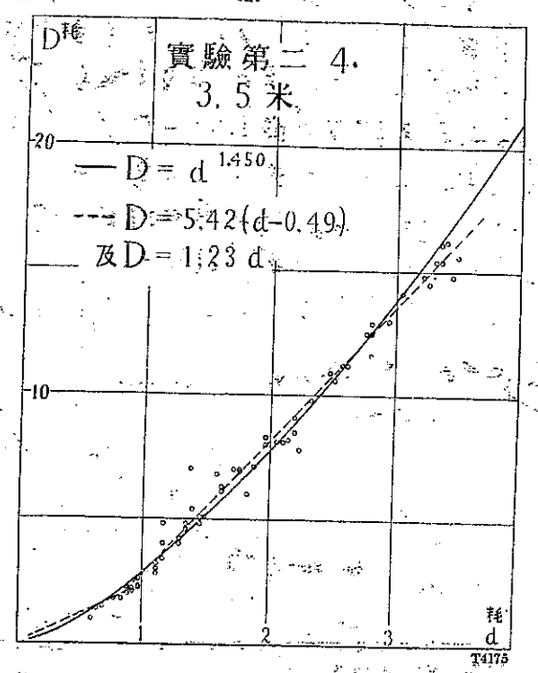
第 3 圖



第 5 圖



第 6 圖



玆ニ成績ヲ表ハスニ用ヒタ實驗式ノ形ニツイテ述ベルト，眞徑dナル滴ニヨツテ形成サレル斑痕徑Dハ

$$D = A d \quad \cdots\cdots (1)$$

$$D = d^{n} \quad \cdots\cdots (2)$$

$$D = C(d - d_0) \quad \cdots\cdots (3)$$

ナル如キ三種ノ式ノ何レカニヨツテ表ハサレル樣デアル。(1)ノ形式ハ $\log D = \log A + B \log d$ ナル形ノ觀測方程式ニ基イテD及dノ觀測値ヲ代入シ之ヨリ標準方程式ヲ作爲スレバ解キ得ルガ，各高度ノ觀測ニ於テ異ルAヲ得テ之ヲ比較スル事ガ困難トナリ，又計算ノ繁雜サニ比ベテ求メタ數式(1)ノ直接ノ利用價値ガ少ナイ（理由ハ4．實驗結果ノ檢討ノ項ニ明カデアラウ）タメニ玆デハ採用シナイ。本項ニ於テ述ベルノハ實驗成績ダケデアツテ之ヲ數式化スル事ハ少クトモ各々ノ實驗

単獨デハ意味ガ少イノデアルガ，一ツノ實驗區ヲ見ニ角マトマッタ形ノ式デ提示シテオキタイトノ希望ニ基イテ數式化スルノニ過ギナイノデアル。從ッテ余等ハ(2)又ハ(3)ノ形式ヲ選ブベキデアラウ。(2)式ハ計算ハ容易デアルガ，各々ノ圖ニ示シタ樣ニ適合度ハ決シテ良好デハナイ。第6圖ニ示シタ樣ニ(3)ノ形式ガ良ク實驗ニ適合スル。然シ之ハ明ラカニ2個ノ式ヲ必要トスル不便ガアリ，又C及ビd_0ノ各々ガ各實驗區ニヨッテ異ッテ得ラレルタメ比較ニハ不便デアル。上記各形式ニ就テハ次項ヲ再ビ圖レタイ。

茲デ(2)式ニ基イテ得タnノ値ヲ一表ニシテ示ス。

D = d n	
落高 (m)	n
0.5	1.384±0.0031
1.0	1.399±0.0052
2.0	1.440±0.0018
3.5	1.450±0.0035

(3) 實驗第三

斑痕ノ短徑，長徑及ビ其等ノ平均ヲ夫々D_1，D_2及ビD_mトシタ。成績ハ第7圖乃至第12圖ノ樣デアル。此ノ場合ニモ

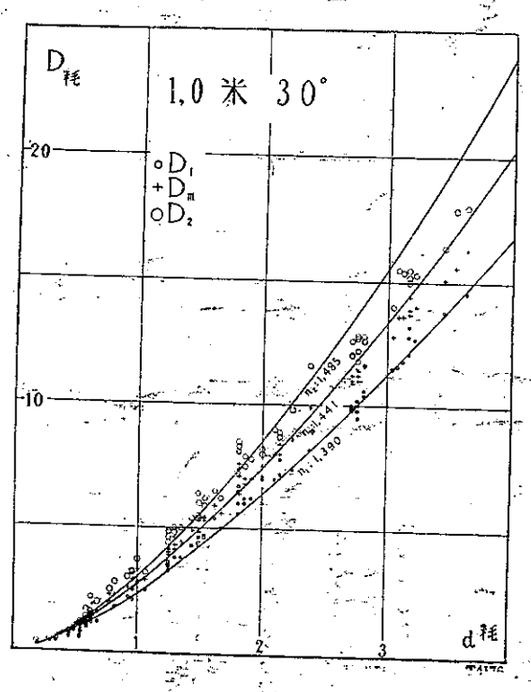
$$D = d^n$$

トシテ，nヲ求メタ。之ハ各圖ニ記シタ通リデアルガ一括スレバ次表ノ樣ニナル。

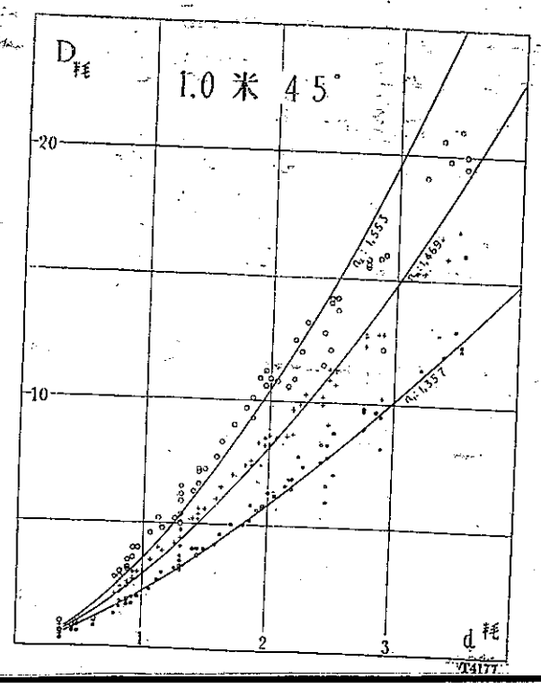
落高 (m)	傾角	n_1	n_m	n_2
1.0	30°	1.390±0.0035	1.441±0.0038	1.485±0.0052
	45°	1.357±0.0038	1.469±0.0067	1.553±0.0067
	60°	1.315±0.0043	1.502±0.0046	1.630±0.0055
3.5	30°	1.434±0.0036	1.469±0.0029	1.500±0.0035
	45°	1.415±0.0033	1.503±0.0051	1.555±0.0070
	60°	1.362±0.0035	1.513±0.0064	1.611±0.0092

上表ニ明カナ樣ニ n_1 ハ傾角ノ增加ト共ニ減少スルガ、n_2 ハ著シク增加シ、從ツテ n_m モ增ス。

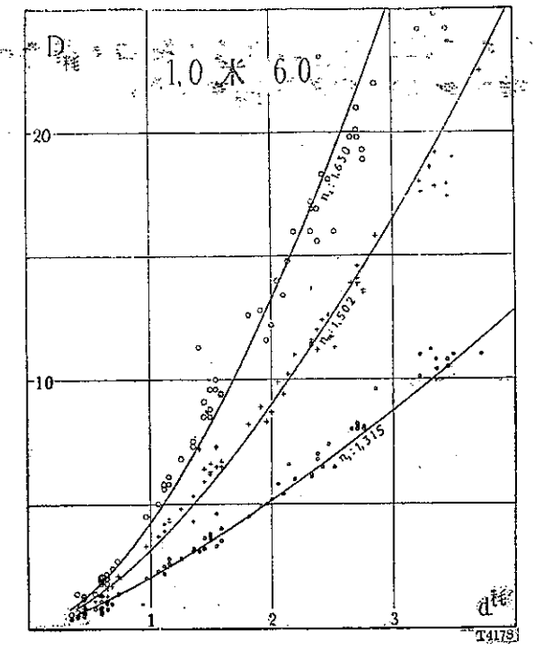
第 7 圖



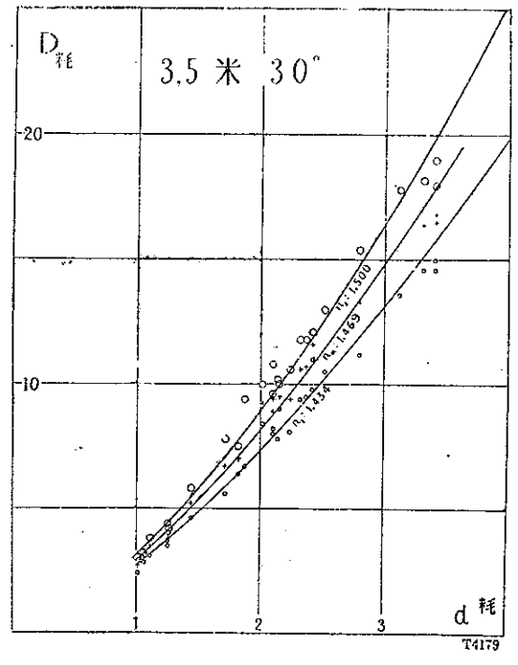
第 8 圖



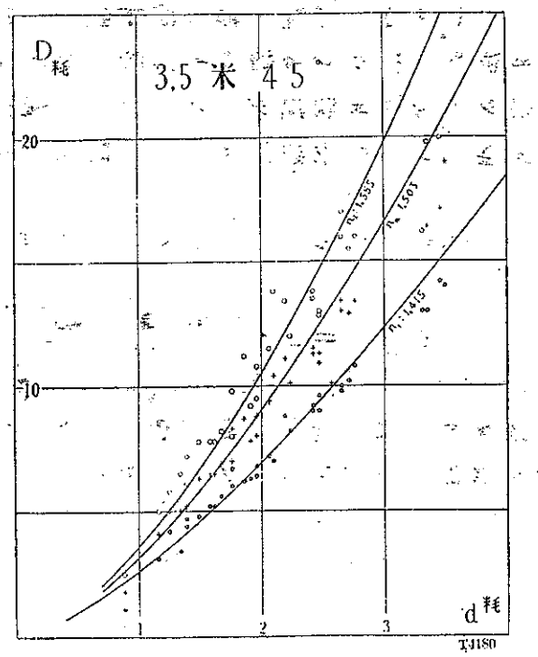
第 9 圖



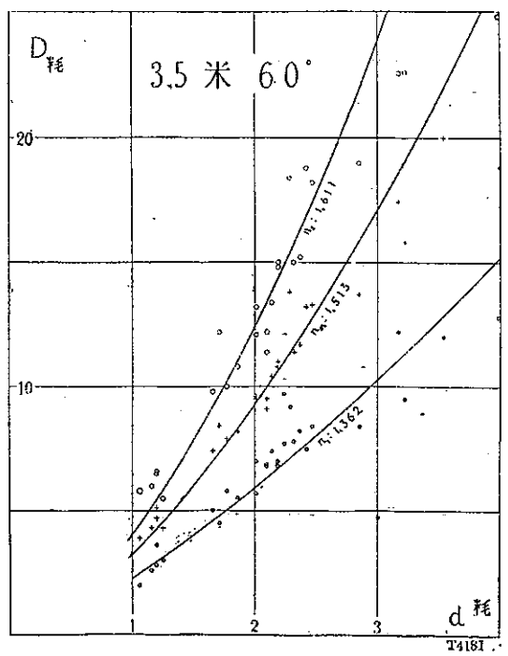
第 10 圖



第　11　圖



第　12　圖



4　實驗結果ノ檢討

（イ）　滴粒ノ終末落下速度ニ於ケル斑痕ノ大サ

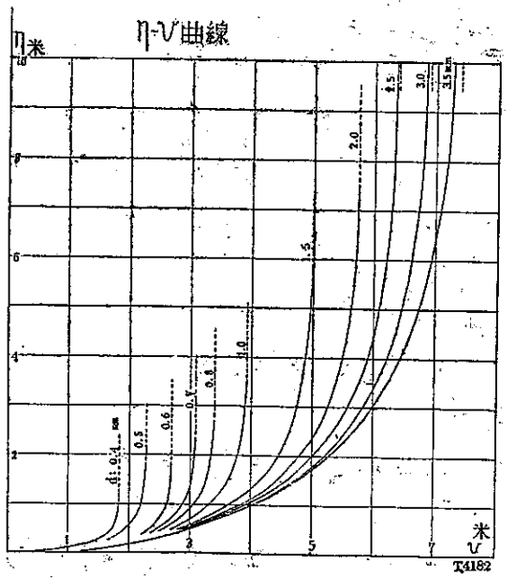
實驗第一ニ依ツテ得ラレタ結果ハ滴粒ノアルモノガ未ダ終末落下速度ニ達シテ居ラヌ狀況デアルノデ，一般的ニ使用シウルタメ一一之ヲ整理シテ終末速度ニ於ケル關係ヲ求メネバナラヌデアル。

今滴粒ノ終末速度トシテシユミットノ兩滴ノ落速ヲ用ヒ，

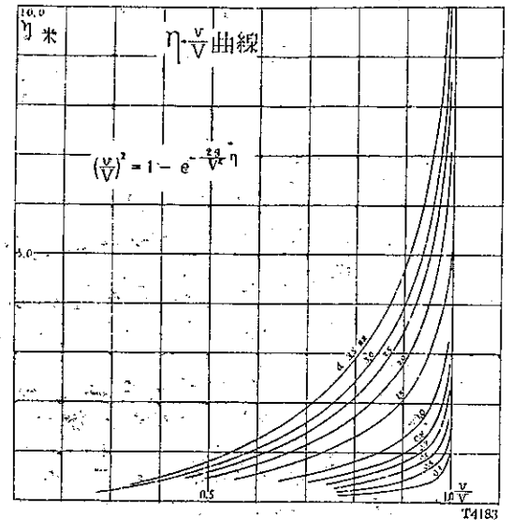
$$\left(\frac{v}{V}\right)=1-e^{-\eta\,V^{2}}$$

ナル關係ヨリ終末速度Vト落高ηニ於ケル滴ノ落速vノ關係ヲ求メルニ第13乃至14圖ノ樣デアル。

第　13　圖



第　14　圖



貨物第一ノ各貨物區ニ於テ $\frac{D}{d}$ ノ値ヲ求メ，之ヲ0，2粍毎ニ平均シテ得タ値ト該貨物區ニ於ケル落高ニ應ジタ各階級代表粒ノ $\frac{v}{V}$ ヲ例ヘバ第15圖ノ様ニ排列シテ圖上ニ於テ $\frac{v}{V}=1$ ニナル場合ニ $\frac{D}{d}$ ノ取ルベキ値ヲ推定スルト第16圖ニ示ス様ニナル。

之カラ再ビ各級ニ於ケルDノ値ヲ求メ之ヲ終末速度ニ於ケル値ト見做シタ。（之ヲ D_t トスル）

斯クテ求メタdト D_t ノ關係ヲ數式化スル場合ニ前項デ述ベタ様ナ三種ノ基礎式ヲ考ヘウル。之ヲ最少自乘法ニヨツテ解ケバ次ノ三種ノ式ヲ得ル。

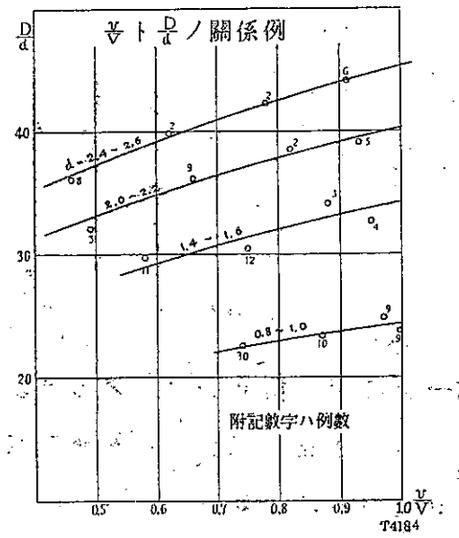
$$D_t = 0,996\ d^{1,450}$$

$$D_t = d^{\ 1,454}$$

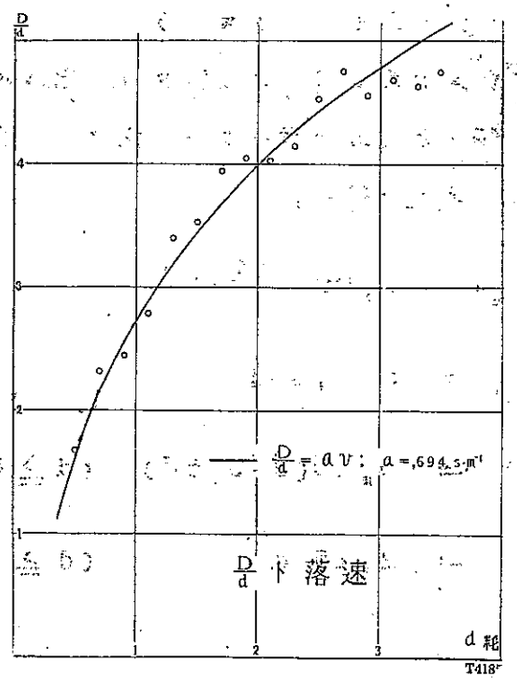
$$D = 5,69(d-5,53) \qquad (d \geqq 8,88)$$

$$= 2,15\ d \qquad (d \geqq 8,88)$$

第　15　圖



第　16　圖

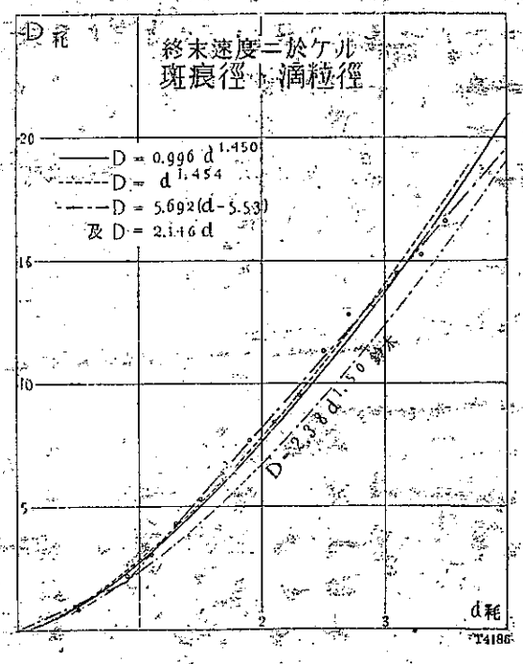


之ハ第17圖ニ示ス通リデアル。圖ニ於テハ鈴木ノ式ヲ附記シタ。

之等ノ式ノ適合度ヲ檢スルニ，簡單ノタメ實驗點ノ曲線ノ兩側分布ヲ符號變化ニヨツテ求メル方法（例ヘバ　戸森：最少自乘法第181頁）ニ依ル時ハ次表ノ結果ヲ得ル。

	符號變化ノ確率數	實際ノ變化數
D_{t_1}	8，5±1，2	4
D_{t_2}	8，0±1，3	4
D_{t_3}	8，5±1，1	10

第　17　圖



上表ニ明カナ様ニ D_{t_3} ガ最モヨク適合スルノデ以後ハ此ノ數式ニ從フコトヽスル。

此ノ式カラ D ト d ヲ逆ニシテ次式ヲ導キウル。

$$d = 0.176D + 5.53 \quad (d \geqq 8.88)$$

$$d = 0.466D \quad (d \leqq 8.88)$$

更ニ上圖ニ見ル如ク鈴木ノ式ハ余等ノ求ヲタモノニ比シ小ナイ D ノ値ヲ與ヘル。之ハ主トシテ用ヒタ紙質ノ相違ニ基クモノト如ク考ヘルノデアルガ，之ハ今後余等ノ試驗ニ於テ同質ノ紙ヲ用ヒル限リ特ニ確認スルヲ要セヌモノデアラウ。

（ロ） 傾斜面上ニ於ケル斑痕

前項實驗第三ニ於テ得ラレタ結果ガ重要デアル。實際ニ同種ノ斑痕ノ得ラレルノハ滴粒ガ垂直デナイ運動ヲシテ水平紙面ニ落達スル場合ガ多イガ，又特殊ノ實驗ニ於テハ紙面ヲ傾斜セシメル事モアリ得ル。

從來楕圓斑痕ハ長短徑ノ平均即チ D_m ヲ以テソノ大サトシタ場合ガ多イ。余等ハ茲ニ特ニ此ノ問題ノ解決ヲ希望シタ理由ハ（1）ノ文獻ニ述ベタ様ナモノデアルガ果シテ從來ノ方法ハ不完全デアル場合ノ多イコトヲ示シ得タ。從來 D_m ヲ用フルニ到ツタ理由ハ詳デハナイ。斑痕ノ面積ガ滴粒ヲ表ハスモノト考ヘテ行フナラバ此ノ平均ハ相乘平均デアルベキデアル。之ヲ相加平均トスレバ面積ヲ等ヘル場合ノ該差ヲ 0.1，0.2 及 0.3 トシタ場合ニ許容サルベキ長短徑比ハ最大 1.87，2.23 及 2.80 トナリ傾斜角 60° 程度デモ誤差ハ 0.2 以下デアル。然シ乍ラ余等ノ結果デハ斯ル考察ハ一般的ニハ行ハレ難イモノデアル事ヲ示シタ。即チ $(D_m)^2$ ト D^2 ノ比ハ常ニ $(D_1 \times D_2)$ ト D^2 ノ比ヨリ大デアリ，更ニ此ノ比ハ常ニ 1 ヨリモ大デアル。

他方余等ノ成績ヲ n ノ値ヲ以テ觀察スルナラバ，n ハ常ニ $n_m > n > n_1$ デアルガ，其等ノ間ノ差ハ前項實驗第三ノ表ニ見ル如ク $n_m - n$ ハ $n - n_1$ ニ比シ概ネ大デアル次表ノ様デアル。

n	傾角	$n_m - n$	$n - n_1$
一〇米	30°	0.042	0.009
	45°	0.070	0.042
	60°	0.103	0.084
三米	30°	0.019	0.016
	45°	0.053	0.035
	60°	0.064	0.088

之ヲ要スルニ n_m モ n_1 モ之ヲ n ノ代値トハ做シ得ヌノデアルガ，測定ノ簡便サヲ想ヘバ從來ノ如ク D_m ヲ用フルヨリモ D_1 ノミヲ用フル方ガ遙ニ有利デアルト考ヘラレル。

（ハ） $\frac{D}{d}$ ト落速

滴粒ニヨル斑痕形成ノ機構ハ尤モリ複雜ナ問題デアルガ第6圖ニ記シタ $\frac{D}{d}$ ト d ノ關係ニ就テ若干補足スレバ，斑痕ハ滴ノ分子ガ紙面上ヲ流レルタメニ生スルモノデアツテ，紙面ノ摩擦ニヨツテ此ノ速度ガ零トナルマデ擴大シウルト考ヘルト，滴ノ落達時ノ自由表面ニ於ケル分子ノ速度ハ落達ノ速度ニ等シイト考ヘラレル。從ツテ滴ノ擴大度即チ $\frac{D}{d}$ ハ滴ノ落達速度

ニ比例スルモノトモ考ヘラレル。茲ニ於テ第16圖ニ於ケル様ニ$\frac{D}{d}$＝a vトシテ適當ニaヲ選ンデミルト之ノ式ガ成立スル様ニ見エル，aノ大キナ場合ニ若干$\frac{D}{d}$ガ小ナクナルノハ飛散シテ紙面上ニ連續シタ斑痕ヲ作ラヌ部分ガ増スタメトモ考ヘラレル。然シ斯クノ如キ考ヘ方ハ斑痕形成ノ機構ニ對シテ本質的ナ説明ニナルモノトハ考ヘテ居ナイ。

5. 結　　言

1） 紙上ニ落達スル滴粒ニ依ツテ生ズル斑痕ノ大サニ關シテ實驗シ，終末落下速度ノ滴粒ノ直徑dト其ノ形成スル斑痕ノ直徑Dノ間ニ

$$D = 5.69\,(d - 5.53) \qquad (d \geqq 8.88)$$

$$D = 2.15\,d \qquad (d \leqq 8.88)$$

（但D，d　共ニ0.1粍ヲ單位トス）

ノ關係ノ存スベキ事ヲ確カメタ。

2） 更ニ傾斜面上ニ落達スル場合ノ斑痕ニ就テ實驗シ短徑D_1ハ傾角ト共ニ減少スルガ，長徑D_2及ビ平均徑D_mノ何レモガ之ト共ニ増大シ，實際ノ測定ニ於テハD_mヲ用ヒルヨリモD_1ノミヲ用ヒタ方ガ有利デアル事ヲ結論シ得タ。

3） 又$\frac{D}{d}$ノ比ガ滴ノ落速Vト比例シテ變化スル事ヲ認メタ。

文　　獻

1） 金子：雨下撒布ノ基礎的考察，防研報告，第1號第41號

2） 鈴木：（前報ニ引用）

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第1部 第 84 號

X高空發疹ニ於ケル算定地上濃度

陸軍軍醫學校防疫研究室（部長 石井少將）

陸軍軍醫少佐 金子順一
陸軍軍醫中尉 小酒井望

軍事秘密

第 1 部	
原	著
分類	38538
受附 昭和19.6.16	

内　　容

1.0.0　研究ノ目的

X撒布，特ニ高空撒布ニ於ケル地上濃度ハ之ヲ野外試験的ニ決定スルコト至難ナリ　而ニX撒布ノ成果ハ高空並ニ落下空間ノ氣象交風ト相並ンデXノ地上濃度ニ左右テル

本研究ハXノ落速分布ノ実測値ヲ用ヒ妥當ナルベキ前提ノ下ニ高空撒布ニ於ケル地上濃度ヲ計算シ，以テ一地區ニ發スルXノ所要量ヲ推算シ，將來高空運用ノ採ルベキ方途ニ資スル根拠ヲ得ントス

2.0.0　判　　決

1. 一般ニXノ50000米以上ノ撒布ニ於テハ地上ニ毎平方米10箇以上ノ有効殺菌帯ヲ形成セシガ為，一點ニ於ケル撒布量100瓩程度以上ナルヲ要ス
2. 高度1000米程度以下ニテハ前記ハ10瓩程度ニテ足ル
3. 即チXノ高々度運用ハ低空噴射弾ノ形式ニ依ルヲ有利トス

3.0.0　参考文献

(1) 金　子：雨下撒布ノ基礎的考察，防研報告，第1部　41號
(2) 同　　：PXノ効果推算法，同上，第1部，63號
(3) 小酒井：法ノ空中落速ニ就テ，同上，第1部66號
(4) 鈴木，高橋：撒布粉ノ研究，同上第731部號
航空要研究月誌　第20～25號

4.0.0　本件ニ關スル從來ノ知見概要

本件ニ關シ之ヲ野外試験ニ依ツテ決定スル事ノ至難ナル為，實際ニXヲ撒布シテ地上濃度ヲ測定セル例ハ皆無ナリ

之ヲ計算ニ依リ求ムル事ハ唯一ノ容易ナル手段ナルモ從來Xノ落速ニ關スル精確ナル實測値ヲ缺如セル為，之ノ點ニ於テモ特ニ信頼スベキ資料ナシ

金子[1]ハ地上濃度ノ算定ニ當リXノ液中落下實測ヨリ推定セル空中落速ヲ用ヒタルモ，當時Xノ地上濃度ノ有効限界尚明カナラザリシ為，其ノ結果ニ就テ検討シアラズ　又此ノ場合Xノ自然擴散圏ヲ大サル雨下顆粒ト同一ニ取扱ベル事妥當ナラザルベシ。

然ルニ金子[2]ハ各種資料ヨリXノ地上濃度ノ有効限界トシテ毎平方米10箇ナル事ヲ推論セリ。新ル見地ヨリ本件ヲ再検討シ，特ニ高々度運用ノ限度ヲ認識スベキ事重要ナリ。

小酒井[3]ハ最近當研究室ニ於テXノ落速分布ノ信頼スベキ実測値ヲ得タリ。茲ニ該結果ヲ應用シ本件ヲ解明シ得ルニ到ル。

地上濃度算定ニ最モ重要ナル意義ヲ有スル自然擴散圏ニ關シ金子[1]ノ假定ヲ更ニ用フルハ前記ノ如ク適當ナラズ。又之ニ關スル鈴木，高橋[4]ノ室内實験ノ結果ハ直チニ此處ニ應用シ得ベキ性質ノモノニアラズ。即チ茲ニ再ビXノ落速ニ近キ顆粒ノ擴散ノ狀況ヨリ適宜ノ前提ヲ導出使用セザルヲ得ズ　本研究ノ主目的ガ高々度撒布ノ可能性ノ概略ヲ把握セントスルニ在ル限リ此ノ點ハ寛容ナルベシ。

5.0.0　詳　　細

5.1.0　前　　提

5.1.1.　前提要項

1. Xノ空中落速分布ハ地上ニ於テ次式ニ依ル

$$\frac{dn}{dx} = Ax^7 \exp(-7.766\ x) \qquad (小酒井)$$

但シ　$x = V_0 - 0.75$　(m/s)

2. Xノ自然擴散ハ次ニ依ル

イ. 自然擴散圏徑Bハ撒布高度Hニ比例ス
ロ. Bハ落速Vニ反比例ス
ハ. 撒布Xハ該當自然擴散圏内ニ平等ニ分布ス
ニ. H：1000m，V_0：1.80 m/s　ニ於テB＝450mナリ

即チ

$$B_n = 450 \cdot \frac{H}{1000} \cdot \frac{1.80}{V_n} \quad (m)$$

5.1.2　要項採用理由

要項1．ニ於テ常数A．ヲ存置セシハ小酒井ノ原式ガ分布頻度ヲ求メテA＝２５〜１００ナル値ヲ與ヘタルニ反シ茲ニハ撒布總数ヲ規正シdn ヲ實働数ヲ以テ表ハテンガ爲ナリ。

金子[1]ハ自然擴散圏ノ概念ヲ導入シ當時研究ノ主對照タリシ落速毎秒４米程度ノ降粒ニ委當ナル如ク雨下高度１０００米以上ニテハ自然擴散圏幅Dハ一定ニシテ之ヲ１０００米トシ，内D'＝５００米ナル自然擴散半域ニ平等ニ分布セル假想粒野ヲ用ヒタリ。本假定ハ當時既ニXノ地上濃度算定ニ於テ記サレタル通リXノ如キ落速小ナルモノニハ不適當ナリ。

茲ニ於テ昭和１４乃至１５年度當時ノ石井部隊ニ於テ行ヒタル高空雨下ノ成績ヲ參照シ。V_0＝1.50〜2.00($^m/_s$)程度ノモノニ於テハ　BハHニ比例シ，且Hガ１０００米程度ニテハ＝

B＝３００〜５５０米　ナル結果ヲ得タリ。之ノ結果ヲ適當ニ整理シ要項２ヲ置ケリ。」

又自然擴散圏内ニ平等分布圏ヲ假定スルヲ避ケ，前記Bハ平等圏ト見做スベキ値ヲ採レリ。

尤ヨリ要項２．ハ全ク經驗的ニシテ何等理論的根據ヲ有セズ．將來更ニ確實ナル數値ノ得ラルル事アラバ直チニ改良スベシ。但シ差當ツテ本件ノ見當ヲ定スルニハ差支ナカルベシ。

要項２．ニ依レバ，地上濃度ハ撒布高度ノ自乘並ニ風力ニ反比例スルモノト略言シ得。

5.2.0　算定方法

5.2.1.0　基礎諸元

5.2.1.1.　Xノ落速分布

撒布X總数2.500x10^6（≒１．０瓩）ニ就キ地上濃度ヲ求ムル爲，小酒井式ニ於テ。

$$A \pm 6.540 \times 10^9$$

ニス　即チ

$$\frac{dn}{dv} = 6.540 \times 10^9 (V_0 - 0.75)^7 \exp[-7.766(V_0 - 0.75)]$$

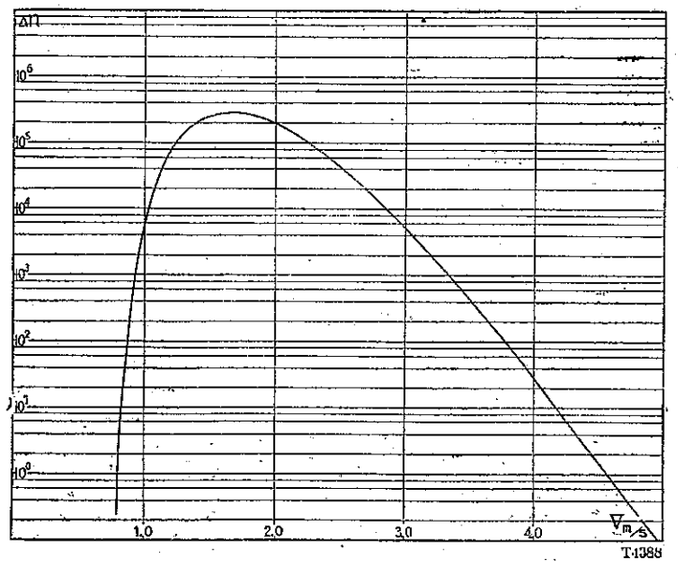
本式ニ於テ△v＝０．１０トセル場合ノ△nハ第一表及第１圖ニ示ス如シ。但シ落速ハ總テ地上落速ニテ表ハシ，又例ヘバV＝1.5ニ相當スル数ハVノ１．４５ト１．５５トノ間ノモノナリ。

第一表　落速別箇数

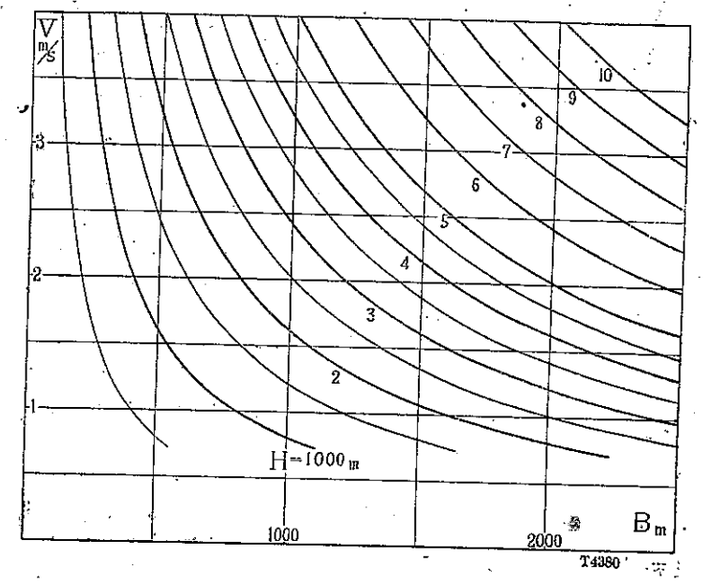
V	△n	V	△n
0.8	0.000003	2.6	0.280
0.9	0.0035	2.7	0.187
1.0	0.0573	2.8	0.122
		2.9	0.0779
1.1	0.278	3.0	0.0493
1.2	0.742		
1.3	1.394	3.1	0.0309
1.4	2.059	3.2	0.0190
1.5	2.582	3.3	0.0115
		3.4	0.0069
1.6	2.850	3.5	0.0041
1.7	2.860		
1.8	2.641	3.6	0.0025
1.9	2.356	3.7	0.0014
2.0	1.987	3.8	0.0008
		3.9	0.0005
2.1	1.500	4.0	0.0003
2.2	1.135		
2.3	0.832	4.1	0.0002
2.4	0.593	4.2	0.0002
2.5	0.413		

單位　10^5箇

第1圖 落速分布（箇）



第2圖 自然擴散圖



5.2.1.2 自然擴散圖

5.1.1 前提事項3. ニ基ク撒布高度H，落速V_0，擴散幅Bノ關係ハ第2圖ニ示ス如シ。

5.2.1.3. 風　　力

風力分布ノ假定ヲ複雜トスルモ其ノ結果ヲ直チニ實地ニ即應セシメ得ザルヲ以テ，茲ニハ撒布高度層ヨリ地上ニ到ル平均風力ヲ假定シ，各高度層ノ風力ハ該平均風力ニ等シキモノトス。

又計算ノ簡略化ノ爲，茲ニ云フ風力トハ「有効風力」ヲ意味スルモノトス。即チ某高度ニ於ケル實風力ヲw_h，空氣密度ヲρ_hトスルトキ，有効風力W_hヲ次ノ如クニ表ハス。

$$W_h = w_h \times (\rho_0/\rho_h)^{\frac{1}{2}}$$

之ニ依リ$V_h = V_0$トシテ計算シ得。以下ニ於テハ

$$\overline{W} = 0,\ 5,\ 10\ (m/s)$$

ノ三種ヲ考フ

5.2.1.4. 撒布方法

一般ニ航空機ヨリ直接撒布スル場合ハ，機速 F_G，撒布經過時間Tナル時撒布總數Nハ先ヅ $F_G \times T$ ナル經路ニ撒布セラレ，爾後 $N/(F_G \times T)$ ナル單位粒野ヲ飛行方向ニ集成セル粒野ヲ形成ス。之ニ反シ投下彈ニ依ル撒布ハ噴射點ニ於ケル點的粒野ヲ初發スルモノト見做シ得。

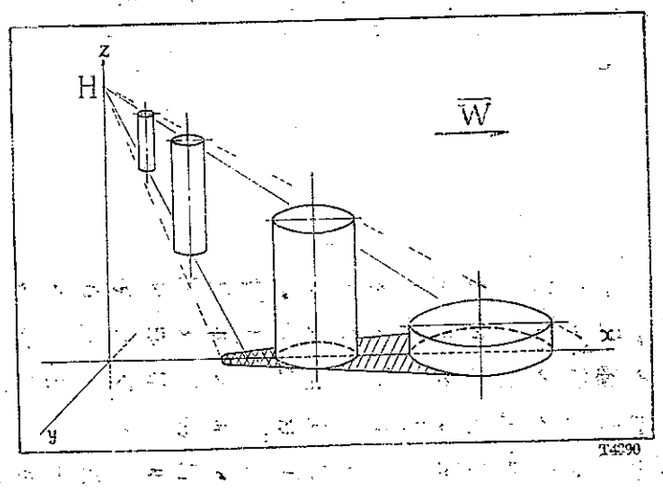
然ルニ撒布經路長 $F_G \times T$ ハ通常１００米程度ニシテ高度１０００米以上ニテ若干ノ距離アル場合ハXノ流下擴散距離ニ比シ之ヲ略近的ニ無視シ得ベシ。從ツテ以下ニ於テハ點撒布ノ場合ニ就テノミ算定スルモ，線撒布ノ場合ニ在リテモ著差ナキモノト考フルコトヲ得。

5.2.2.0 算定ノ方法

5.2.2.1 假想分布錐

風力ハ撒布高度ヨリ地上迄一様ニ $\overline{W}$ ナルヲ以テ，同一速ノモノハ水平ナル圓板上ニ一様ニ分布シ，次第ニ圓板ノ徑ヲ大ナラシメツツ途ニ自然擴散圓ニ達シテ落達ス。前述ニ依リ，任意ノ經過時間ニ於テ撒布Xノ占ムル空間ノ形狀ハ幾ル水平圓板ガ垂直ニ並列シテ生ズル圓柱ナリ。第3圖ニ説明セル如シ。

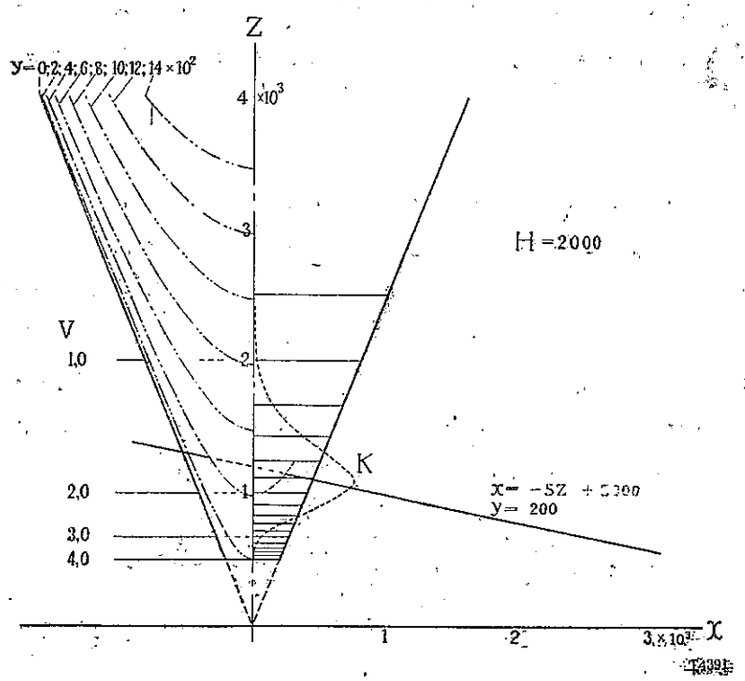
第3圖 粒野説明圖



此ノ圓柱粒野ハ平均風力方向ニ移動シ，最モ落速大ナル圓板落達セバ之ヨリ落速小ナル圓板ハ落速ニ應ジテ大ナル徑ヲ成シツツ逐次落達シテ風力方向ニ流下重疊シ或ニ末擴ガリノ地上粒野ヲ形成ス。

今茲一軸ニ時間ヲ採リ各落速ノXノ落達時間ニ相當スル2ノ位置ニ落達時自然擴散最大ノ水平圓板ヲ置キ之ヲ順次連結セバ第4圖ノ如キ倒立截頭圓錐ヲ得。之ヲ假想分布錐ト稱セントス。

第4圖 假想分布錐



撒布高度H，平均風力 $\overline{W}$ ナルトキ，落速Vナルモノノ落達時間 $T=H/V$，流下距離 $S=\overline{W}\times H/V$ ナルヲ以テ V_1 及 V_2 ニ相當スルモノノ圓板ノ位置 $Z=T_1$ 及 T_2 ノ間隔 $\Delta Z=T_1-T_2$ 其等ノ流下距離ノ差 $\Delta S=S_1-S_2$ ニ比例ス。

平均風力方向，即チ流下方向ヲX－軸，之ニ直角ナル方向ヲ

y－軸トセバ假想分布錐ハ原點ヲ頂トスル倒立圓錐ニシテ其ノ錐面ハ次式ニ依リ表ハサル

$$\frac{x^2+y^2}{\frac{1}{4}B^2} - \frac{z^2}{\left(\frac{H}{V}\right)^2} = 0$$

茲ニ　$B=\frac{1.90}{1000}\cdot 450\cdot\frac{H}{V}$

即チ　$x^2+y^2-0.1642^2=0$

地上粒野ヲ形成スル粒ノ落下距離ト自然擴散圓トノ關係ヲ考慮セバ、任意ノ點 $x=S$, $y=c$ ニ於ケル地上粒野ハ

$$x=-\overline{W}z+S$$
$$y=c$$

ナル直線ガ假想分布錐ヲ通過スル部分ノ圓板濃度ヲ逐次集成スルモノト成ル　此ノ直線ト錐体トノ交點ニ於テハ

$$z=\frac{\overline{W}S\pm\sqrt{0.164(S+c)-\overline{W}^2c}}{\overline{W}^2-0.164}$$

トナル　之ヲ Z_1 及 Z_2 トス

假想分布錐内ニ於ケル容圓濃度、即チ前記ノ圓板濃度Kハ次ノ如シ

$$z=\frac{H}{V}\ :\ dz=-\frac{H}{V^2}dv$$

$$K=dn/\left\{\pi\left(\frac{B}{2}\right)^2\frac{H}{V^2}dv\right\}$$

$$=1.277\times10^{10}\cdot H^{-2}V^2(V-0.75)^7\exp\{-7.766(V-0.75)\}$$

$$=1.277\times10^{10}\cdot H\cdot z^{-4}\left(\frac{H}{z}-0.75\right)\exp\left\{-7.766\left(\frac{H}{z}-0.75\right)\right\}$$

從ツテ地上濃度Cハ

$$C=1.277\times10^{10}\cdot H\int_{z_1}^{z_2}z^{-4}\left(\frac{H}{z}-0.75\right)\exp\left\{-7.766\left(\frac{H}{z}-0.75\right)\right\}dz$$

ニテ表ハサル　然ルニ此ノ積分値ヲ求メル事容易ナラザルカラ、茲ニハ次ニ示ス如キ階級別計算ヲ行フ

5.2.2.2.　實際ノ計算法

假布高度別ニ容圓濃度ヲ $\Delta V=0.10$ ノ階級毎ニ求メ 5.2.2.1 ノ Z_1 及 Z_2 ニ相當スル區間ニ於テ之ノ濃度ヲ積算ス　之ノ場合容圓濃度Kハ截頭圓錐ノ体積式ヨリ

$$K=12\Delta n/\{\pi(z'-z'')(B'^2+B'B''+B''^2)\}$$

$$=4.615\Delta n/(z'^3-z''^3)$$

ニ依リ求ム

某 Δn 層ガ z_1 ト z_2 トノ間ニ相當スルトキハ該層ニ依ル地上濃度ノ增分 ΔC ハ

$$\Delta C=4.615\Delta n/(z'^2+z'z''+z''^2)$$

$$\fallingdotseq 1.538\ \Delta n/Zm^2$$

トス　但シ z' 及 z'' ハ該層ノ上下限ニシテ、Zm ハ z' ト z'' トノ平均トス

z_1 又ハ z_2 ガ某層ノ上下限内ニ在ルトキハ

$$\triangle C = \triangle C \frac{Z_1 - Z''}{Z_1 - Z'''} \qquad 又ハ = \triangle C \frac{Z' - Z_2}{Z' \quad Z''}$$

トス

本計算ニ於テハS.ノ100～500米毎ニ．又cノ100～200米毎ニKヲ求メタリ

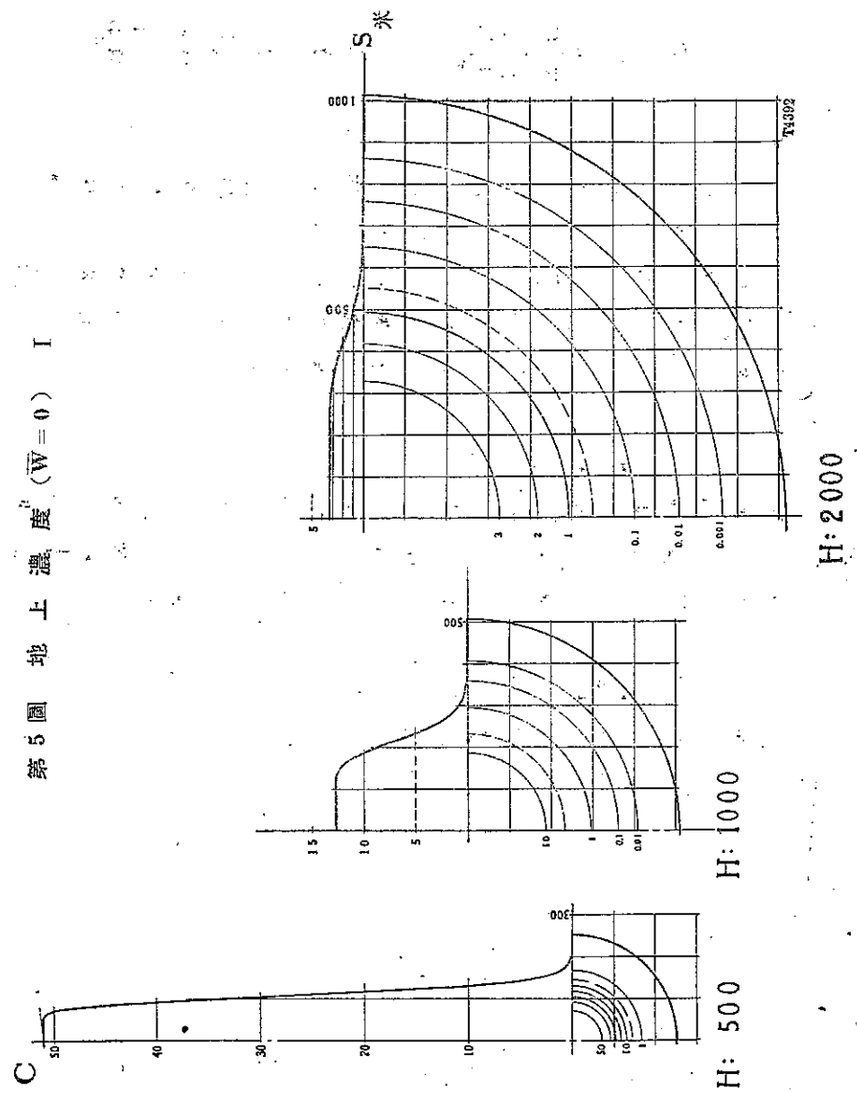
計算ノ限界ハV＝0．9～4．0（m／s）トス　從ツテZ又ハZ_2ガ本限界相當値以外ニ在ルトキハ該限界値以外ノZノ値ニ依ツテ地上濃度ヲ増加セザルモノトス

5.3.0　算定結果

次ニ示スハy＝c，z＝0ナル平均風力方向ノ直線ニ沿ヘル毎平方米X箇數及x－y平面上ノ濃度分布圖ニシテ，一部ニ於テハx＝S，z＝0ナル直線ニ沿フ濃度ヲモ表ハス

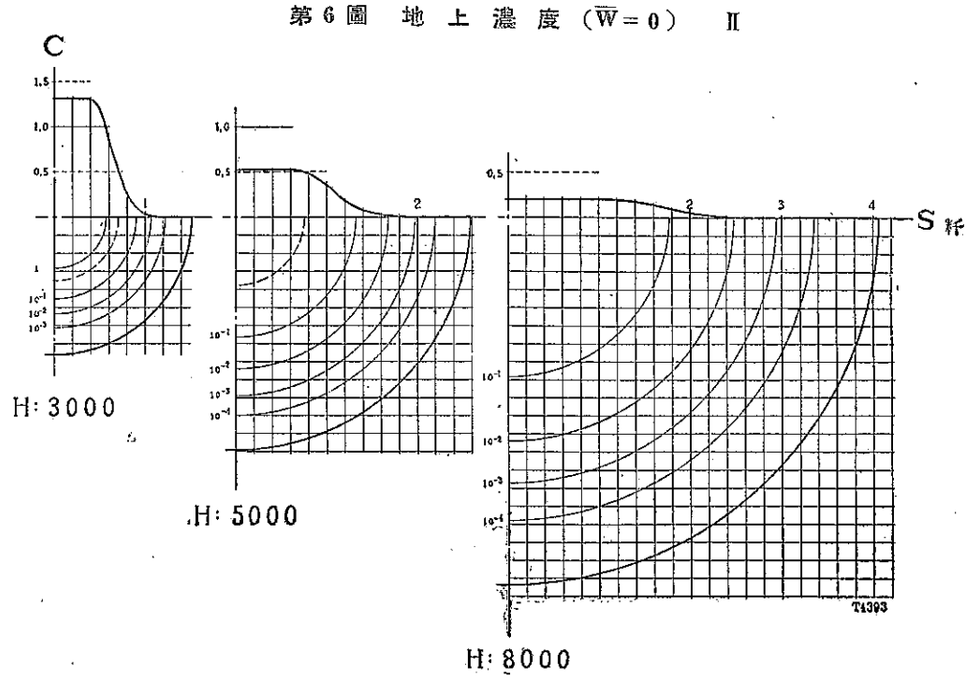
5.3.1.　$\overline{W}$＝0ノ場合

此ノトキノ地上粒野ハ撒布點直下，即チ原點ヲ中心トスル圓ナリ



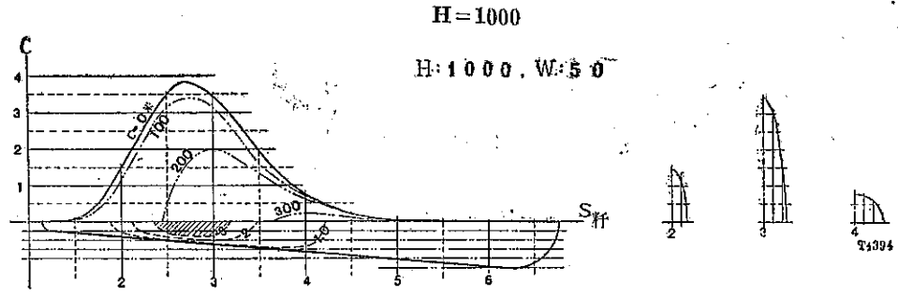
第5圖　地上濃度（$\overline{W}$＝0）I

第6圖　地上濃度（$\overline{W}=0$）　II



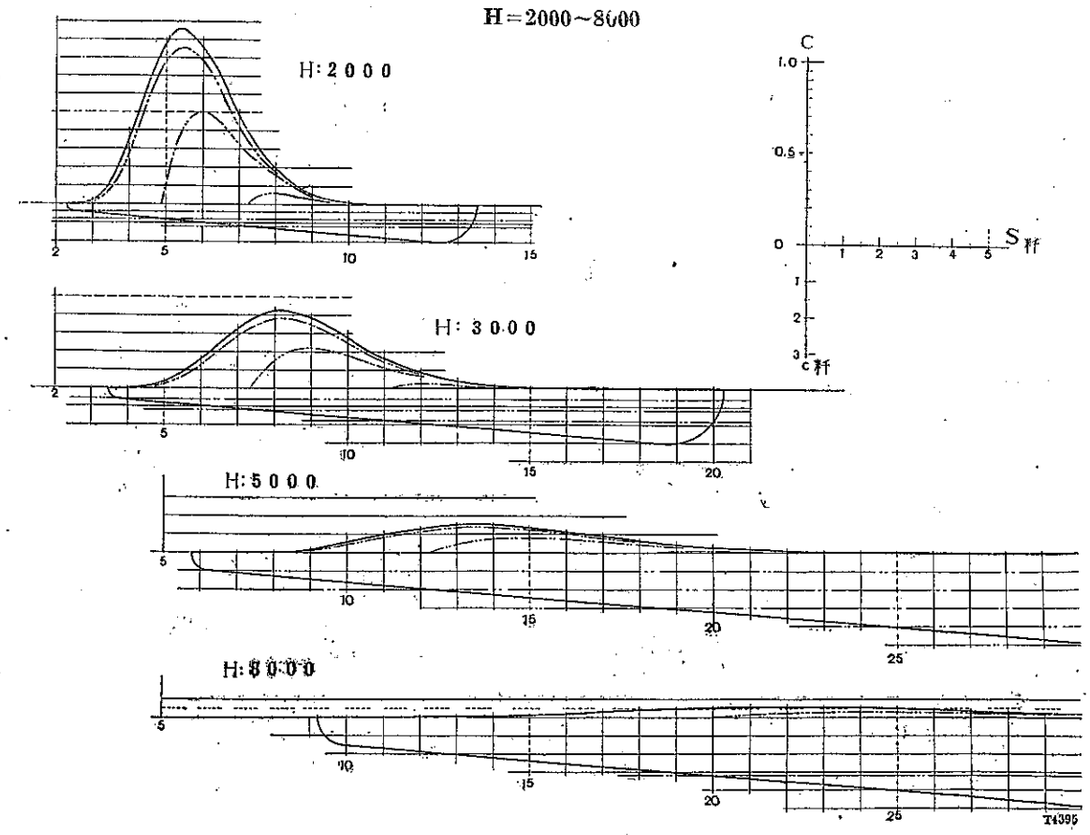
第7圖　地上濃度（$\overline{W}=5.0$）

H=1000



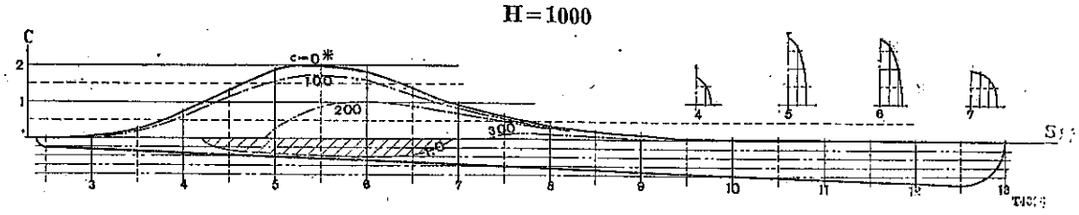
第 8 圖　地 上 濃 度 ($\overline{W}$=5.0)

H=2000~8000

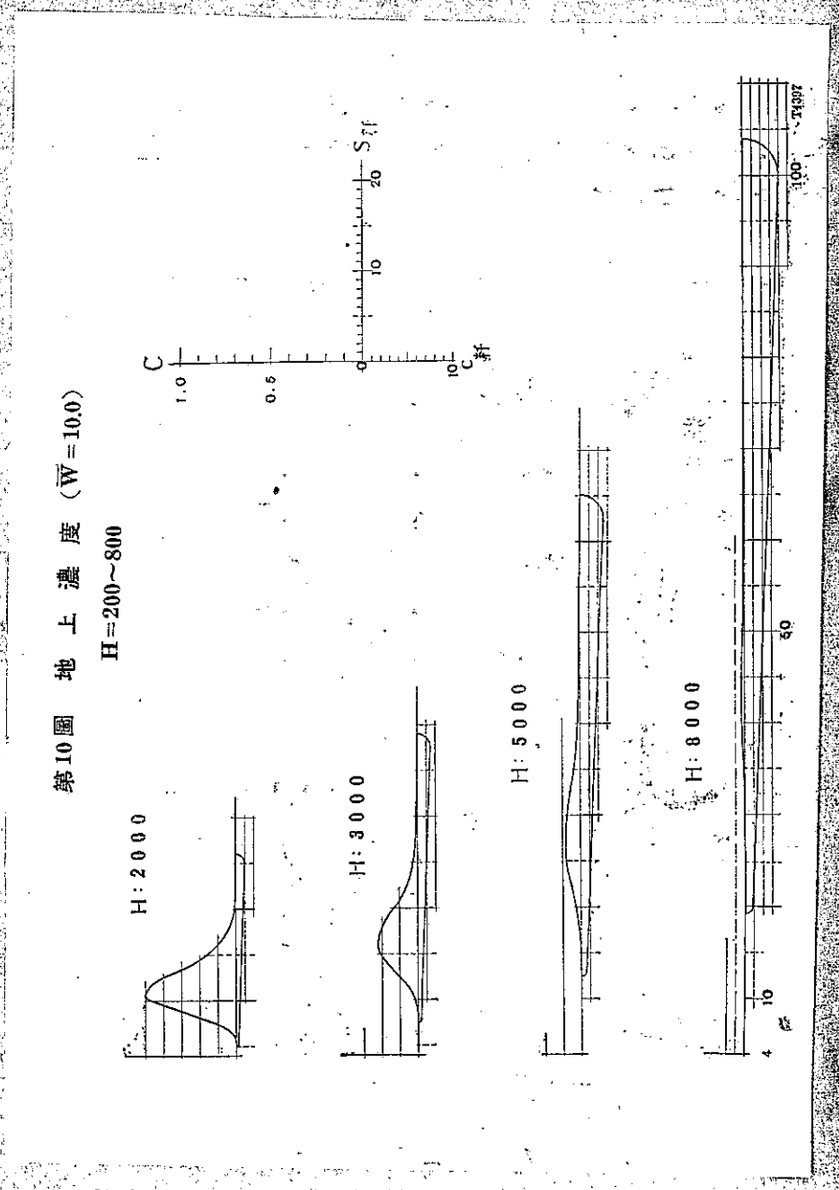


第 9 圖　地 上 濃 度 ($\overline{W}$=10.0)

H=1000



H: 1 0 0 0　　W: 10.0



第10圖　地上濃度（$\overline{W}$=10.0）

H=200～800

5.4.0　算定結果ノ考察

5.3.0ニ示ス算定値ニ於テ各條件ニ應ズル地上濃度ノ最大値ヲ表示セバ第二表ノ如シ

第二表　最大地上濃度容積値（微平方米當）

H米 \ W米 秒	0	5	10
1000	12.8	3.9	2.0
2000	3.3	1.0	0.5
3000	1.3	0.4	0.2
5000	0.5	0.2	0.08
8000	0.2	0.06	0.03

今X撒布ニ於ケル最少有効濃度ヲ毎平方米10瓩トシ前記各場合ニ於テ大地上濃度値ヲ最少有効濃度ニ達セシメルニ要スルX量（瓩）ヲ計算セバ第三表ノ如シ　但シ0.1瓩以上ハ切上グ

第三表　有効撒布最少所要量（瓩）

H米 \ W米 秒	0	5	10
1000	1	3	6
2000	4	11	21
3000	8	24	45
5000	20	65	125
8000	50	167	320

W＝0ナルガ如キ事ハ實際ニハ極メテ稀ニシテ毎常5米／秒以上・殊ニH＞5000ニ於テハ10米／秒以上ナリト考フベキナリ　從ツテ5000米以上ヨリスル撒布ニ於テハ一目標ニ對スル

撒布所要量ハ通常１００瓩以上タルベシ

Ｘ撒布ノ實施容易ナルベキ規模ト之ガ効果ノ發現狀況ヲ考慮スルトキハ新ル大量ヲ以テスル全域被覆ニ比シ、比較的少量宛ヲ以テスル有効濃度地帶ノ點在的形成法ガ遙ニ有利ナリト考ヘラル

之ガ爲ニハ低空噴射彈ノ形式ヲ採ルベキモノナリ　即チ高度１０００米以下ノ超低空ニテ作働スル場合ニハ一目標ニ對シ通常１０瓩以下ニテ充分ナル有効濃度ヲ形成シ得　又少單位量ノ着發噴射彈ヲ以テスル運用亦有利ナルベシ

以上ハ地上觀測ヨリスル考察ナルモ他方航空機等ニ收納スル間ノＸノ溫存ガ良好ニ行ハレタリトスル場合ニ於テ落下空間ノ氣象狀況ハ高々ハ直接撒布ニ於テ最モ著シク、投下彈ヲ以テスル時ハ經過時間ノ至短ナル點ヨリ之ニ對スル顯著ヲ全ク認セズ　之亦前記見解ニ一致スル所ナリ

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第1部　第 82 號

火藥力ニ依ル液ノ飛散狀況

陸軍軍醫學校防疫研究室

軍事秘密

第	1 部
原	著
分類	392-0085
受附	昭和 19.7.1

部　長　陸軍軍醫少將　石井四郎
主研究者　陸軍軍醫少佐　金子順一
同　　　陸軍軍醫中尉　小酒井望

目次

1.0.0. 研究ノ目的

火藥力ヲ以テ液体ヲ霧化セントスル研究ニ於テ、容器又ハ彈ニ裝塡スル場合ノ火藥ノ位置及[illegible]ト液ノ飛散狀況トノ[illegible]ノ關係側面ヲ寫眞記錄ニ依リ把握シ、將來霧化彈ノ採ルベキ形式ヲ判定セントス。

2.0.0. 判　決

1. 霧化彈ニ於ケル裝藥位置ハ周圍[illegible]卷、中心挿入、或ハ彈頭裝塡等何レモ單獨ニテハ霧化目的ヲ達シ得ズ。」
2. 霧化ノ爲ノ裝藥ハ中心管內及彈頭內裝塡ヲ併用スルヲ要ス

3.0.0. 參照文獻

防研第二科：昭和十九年四月「ム」號第一回野外試驗要報
昭19.5.二科試　要報第一號

4.0.0. 本件研究ニ關スル從來ノ知見經緯概要

本件研究ニ關シテハ從來全ク知見ナシト謂シ得。

既往石井部隊ニ於テ研究セラレタル各種ノ特殊投下彈ノ中、菌液撒布ヲ目的トセルモノニ在リテハ初期ニ於テ地上着發ノ型式ヲ採ルモノアリシモ（「イ」彈、「ロ」彈）、漸次空中噴射ノ型式ニ移行セリ。例ヘバ「ウジ」彈、改良「ウジ」彈、「ウ」彈等ノ如シ。

然ルニ低空噴射ハ之ヲ要スルニ「雨下」ノ範疇ニ屬シ、比較的大ナル滴粒ニ依ル地上汚染ヲ目途トス。低空撒布彈ノ噴射高度ノ規正ハ或ハ氣壓信管、或ハ時計式又ハ火道式時限信管ニ依ルモ之ガ密接ナル精度保持ハ容易ナラズ、然レドモ地上汚染ノ場合ニハ落速比較的大ニシテ低空風力ニ依ル目標逸脱少キヲ以テ噴射高度ノ偏倚ハ大ナル障碍タラズ。

他方近時最モ注目スベキモノトシテ經氣道攻撃アリ、此ノ場合ニ於テハ實際的ニ落下ヲ認メザルガ如キ微細ナル滴粒ヲ形成スルヲ要ス。之ガ爲ニハ空中噴射ノ型式ハ不合理ナリ。

「イ」、「ロ」彈ハ着發式ナレドモ地上汚染ヲ主目的トシテ考案セラレタル如ク、菌霧形成能力殆ドナシ。更ニ之等ハ地上靜止破裂ヲ中心トシテ研究ヲ進メラレタルモノノ如ク、大ナル存速ニ對スル對應策ナシ。

茲ニ於テ再ビ火藥ニ依ル菌液霧化ノ基礎研究ニ還元セザルベカラズ。霧化ニ關スル研究ノ第一ハ金子、小酒井ニ依ル滴粒徑ト資痕徑ノ關係測定（防研報告第1部62號）ナレドモ、本件ニ直接關係ナシ。

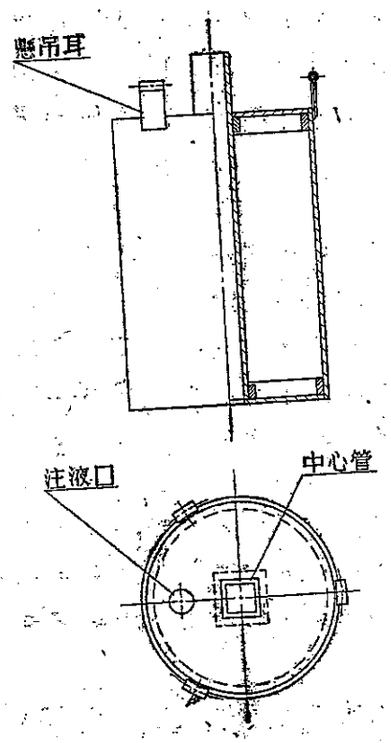
余等ハ昭和十九年四月新潟ニ於テ本件ニ關スル試驗ヲ行ヒタリ防研二科試驗報第1號參照。本試驗ノ報告ハ本篇ノ他粒子ノ大サニ關スル研究ヲ含ムモノナレバ之ニ就テハ後報ス。

5.0.0. 詳　　細

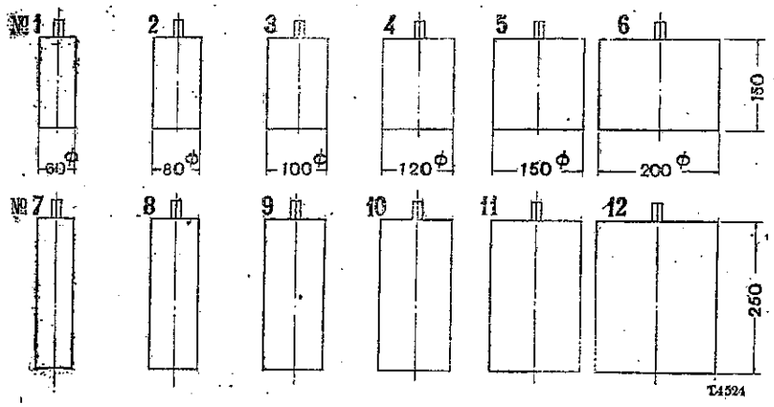
5.1.0. 實驗方法

試驗容器ハ1粍透明セルロイド板ヨリ成ル圓筒ニシテ概要第一圖ニ示ス如ク中心管ヲ備フ。容器ハ第1乃至12號ニ區分スル寸法概略第二圖ニ如シ。

第一圖Ⅰ　試驗容器略圖



第一圖Ⅱ　試口容器寸法略圖



容器ハ三叉ニ依リ地上約2米ニ懸ケス。

容器ニハ色素水溶液ヲ充滿ス。注液口ハ特ニ閉鎖スルコトナシ。

裝藥ニハ九七式導爆索ヲ使用ス。裝藥位置ハ周圍巻、中心挿入、底面密着及此等ノ組合セトシ、概要第三圖ニ示スガ如シ之等ノ中「中」、「中半」、「中2」ニ於テハ容器ノ縱長ニ依リ索長ヲ自ラ規定サルルモ、「周」、「底」ニ於テハ種々ノ長テヲ用フ。「底」ニ於テ容器徑小ナルトキハ索ハ二重巻トス。

點火方式ハ寫眞記錄ニ便ナラシムル爲約$\frac{1}{5}$秒ノ延期ヲ附スル爲第四圖ニ示スガ如キ方式トス。即チ

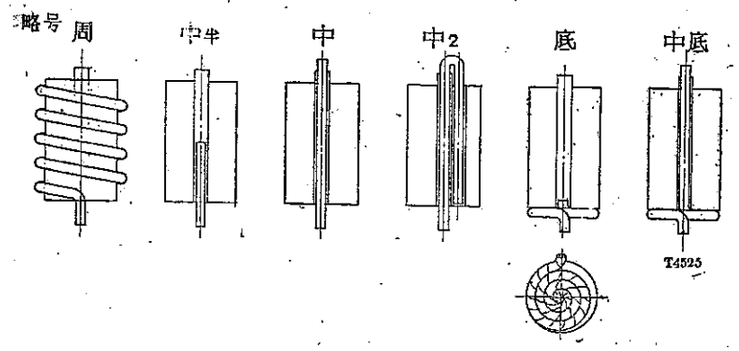
電氣門管～遲燃導火索～雷管～導爆索

トス。（延期電氣雷管入手シ得ザリシニ依ル。）

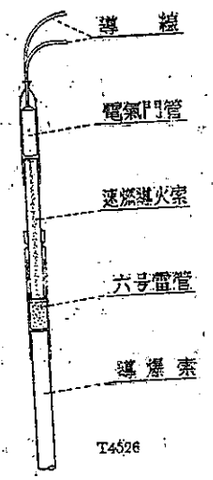
同時ニ生ゼル滴粒徑測定ノ爲ノ檢知場ヲ設定セルモ之ニ關シテハ後報ニ讓ル。

寫眞機ハSine-Kodak Special　「レンズ」ハSine-Kodak Telephoto F 4.5 31n. ヲ用ヒ64齣取トシ、所要畫面ヲ逐一引伸シテ觀測ス。

第二圖　裝藥略圖



第三圖　點火方式圖



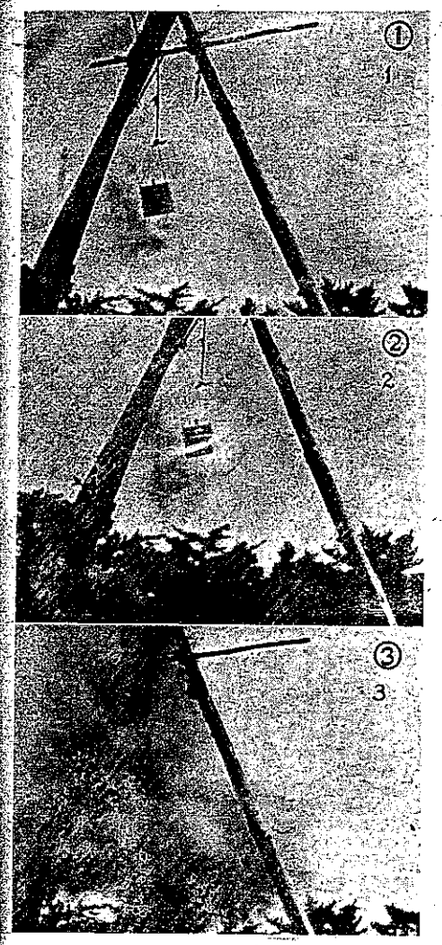
5.2.0. 實驗成績

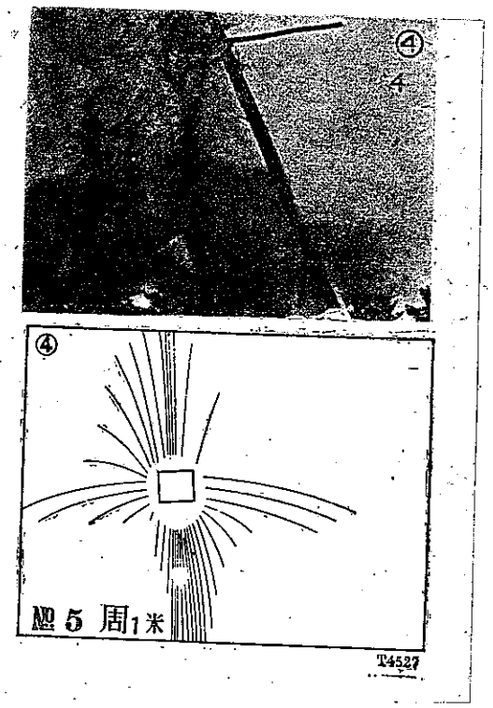
實驗成績ヲ概括スレバ次ノ如シ。

1） 「周」ハ主トシテ上下方向。一部水平方向ノ飛散ヲ生ズ。
2） 「中」ハ主トシテ水平方向。一部上下方向ノ飛散ヲ生シ徑ノ增大ト共ニ上下方向ノ飛散著シ。
3） 「中半」ハ「中」ト大差ナキモ上方飛散緩ナリ。
4） 「底」ハ主トシテ上方。一部水平方向ノ飛散ヲ生ズ。上方飛散ノ速度緩ナリ。
5） 「周」＋「中」ハ上下飛散ヲ增加スルノ他1）、2）ニ同ジ。
6） 「中」＋「底」ハ主トシテ上方。一部水平方向ノ飛散ヲ生シ。上方飛散速カナリ。

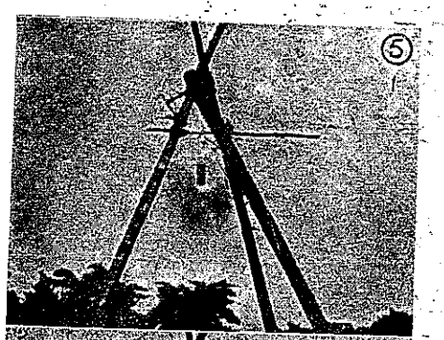
得タル寫眞ノ一部ヲ示スニ寫眞第一乃至　　ノ如シ
尙飛散狀況ヲ略示セバ第五圖乃至十七圖ノ如シ。寫眞ニ記セル1，2，----等ハ $^{1}/_{64}$，$^{2}/_{64}$ ----等ノ時間（秒）ヲ示ス。

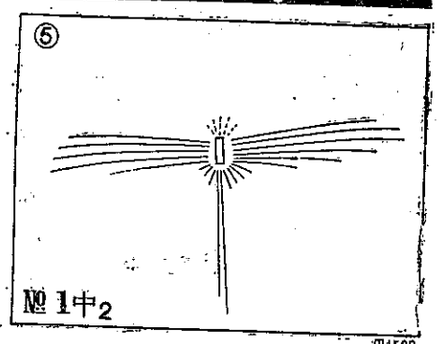
寫眞第1～4，第四圖　5號，　周　1米





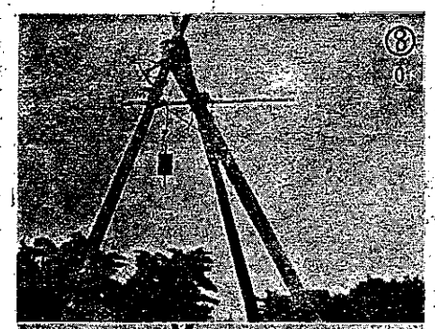
寫眞第5～7，第五圖　1號，中2

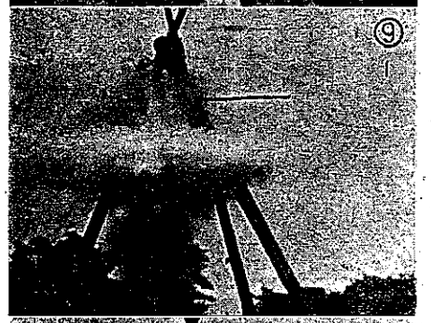


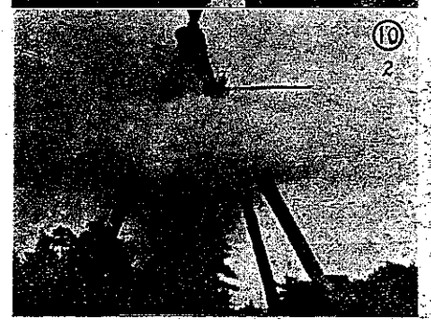


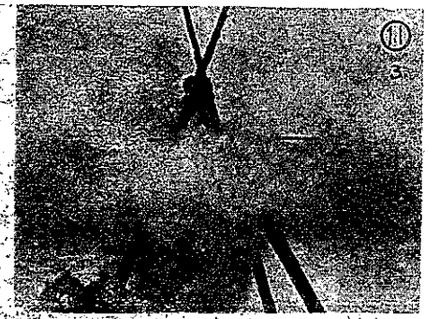
T4528

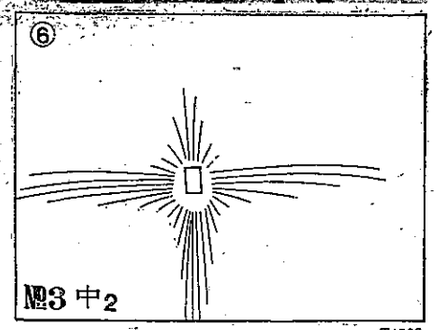
寫眞第8～11，第六圖





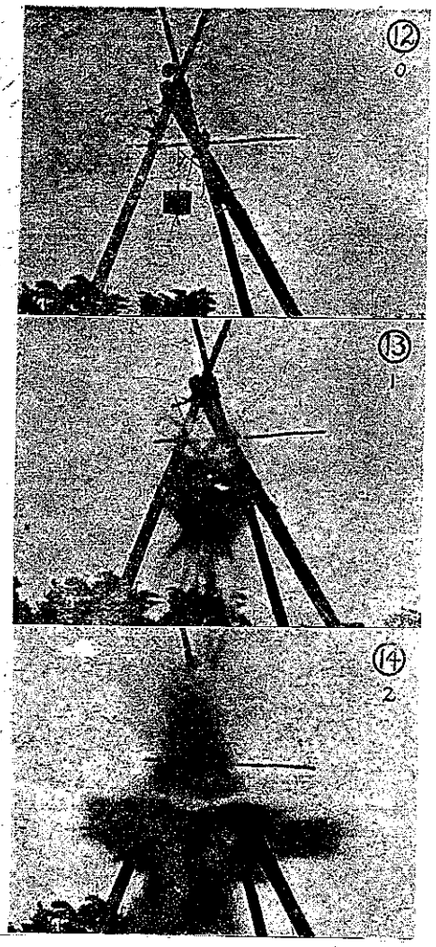


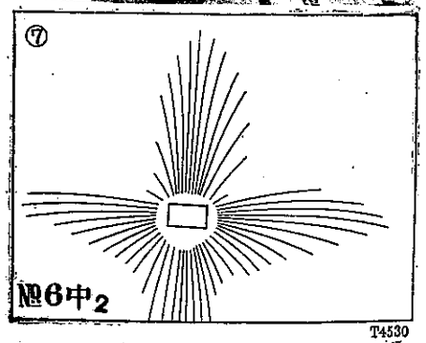




T4529

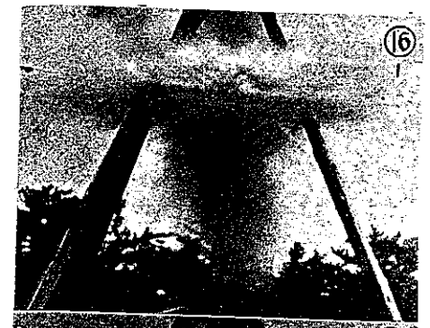
寫眞第１２～１５，　第七圖　６號，　中２

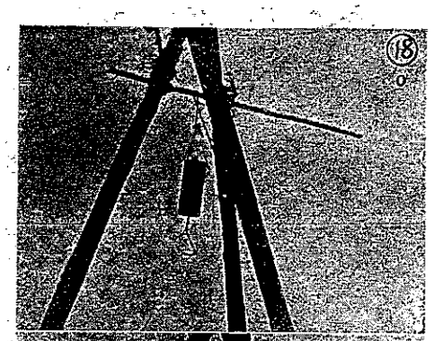


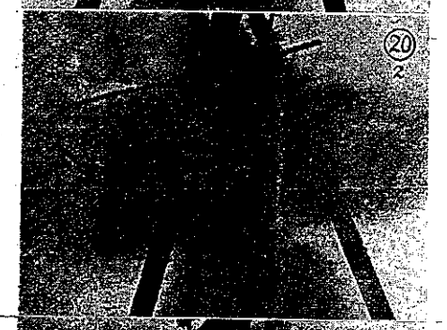


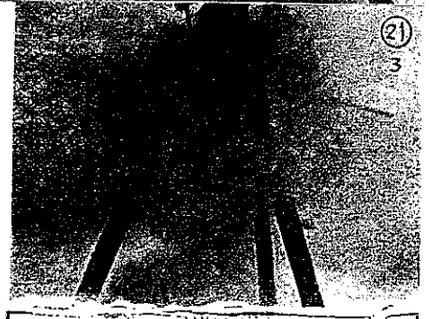
T4530

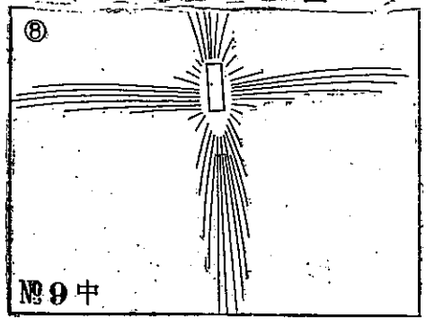
寫眞第１６～２１，　第八圖　９號，　中



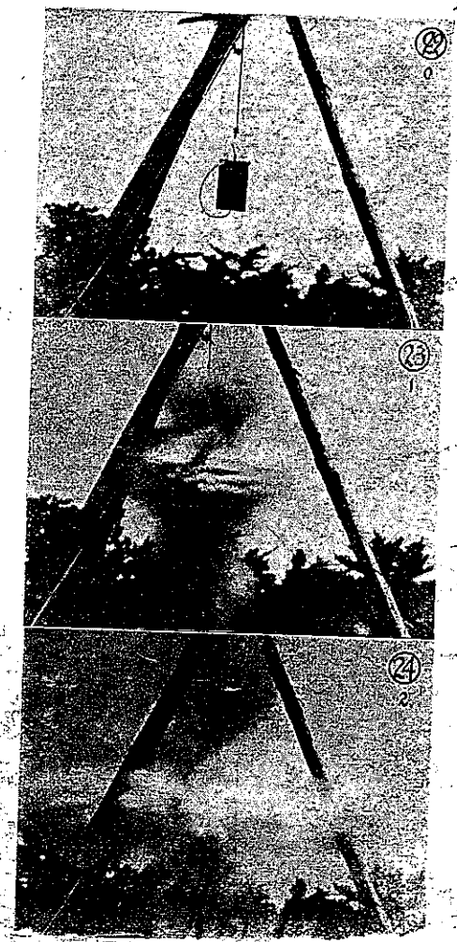


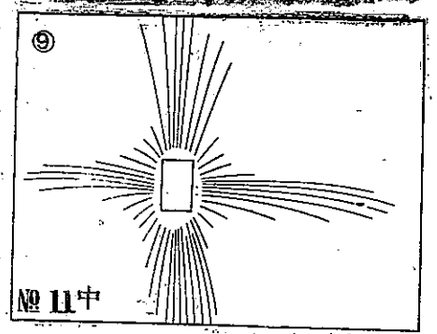






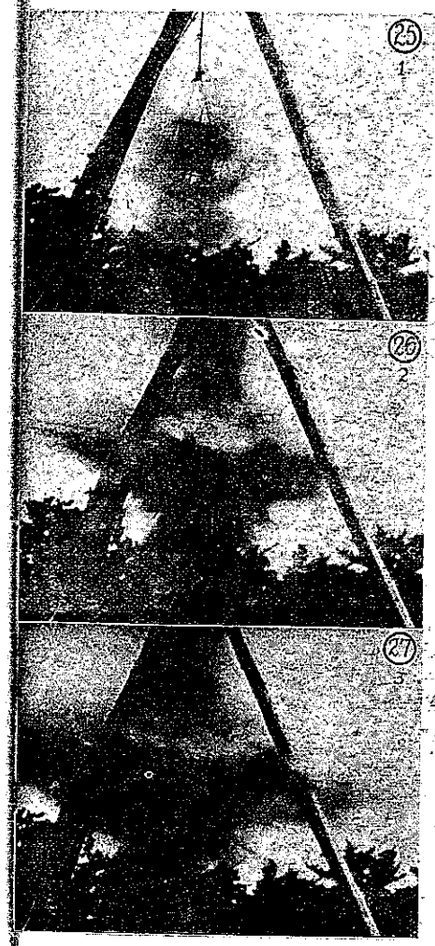
寫眞第２２～２４，第九圖　１１號，中

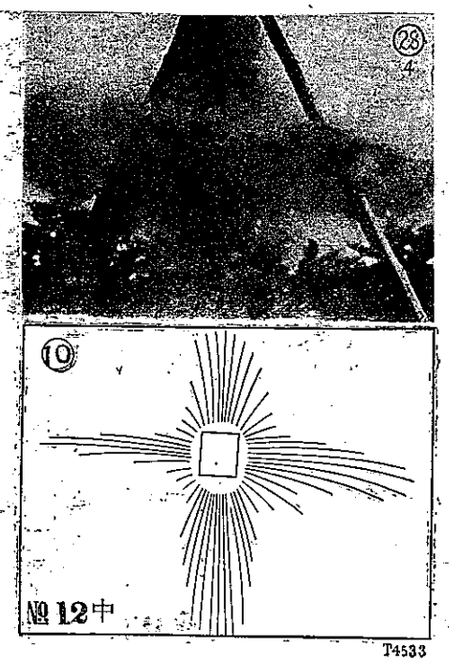




T4532

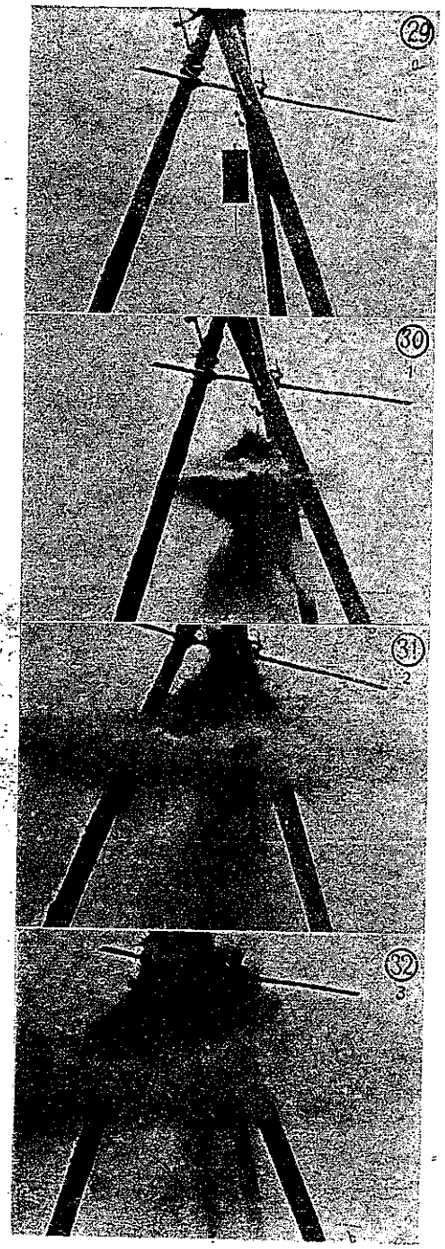
寫眞第２５～２８，第十圖　１２號，中

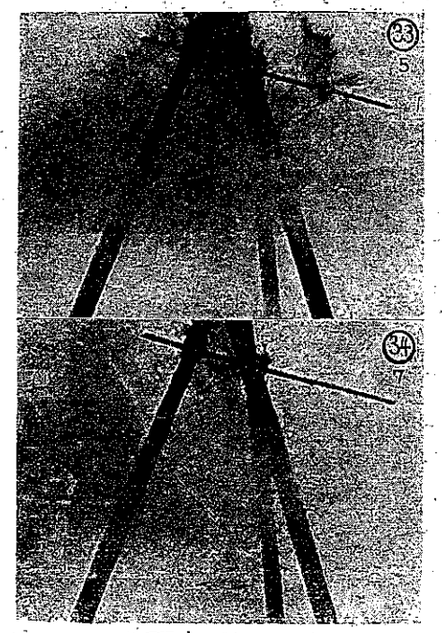


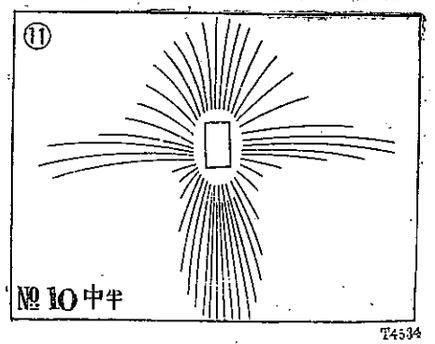


T4533

寫眞第２９～３４，第十一圖　１０號，中半

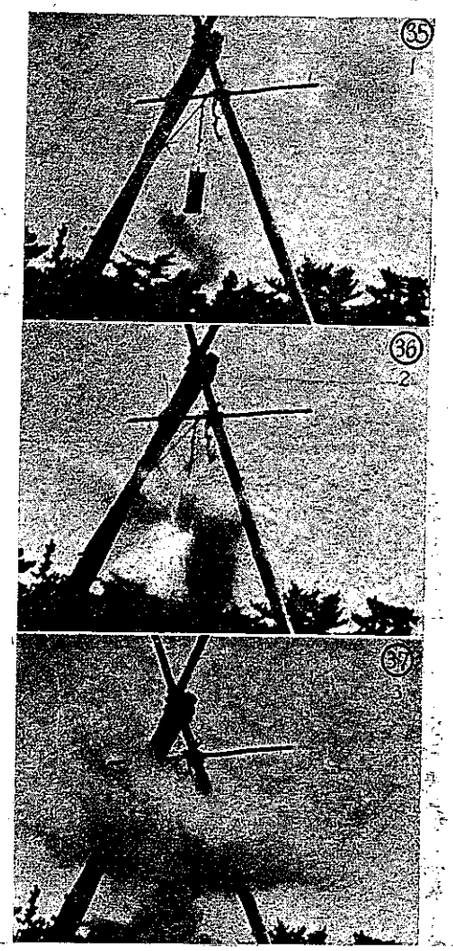


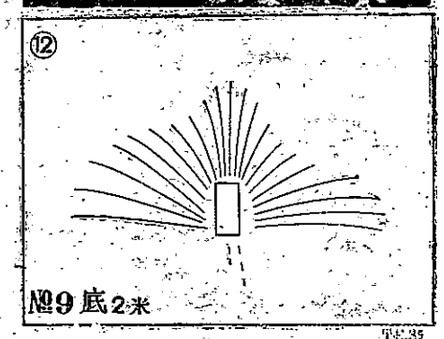




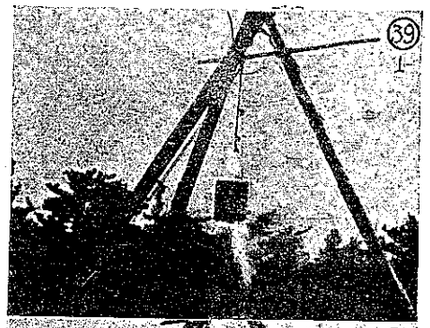
T4534

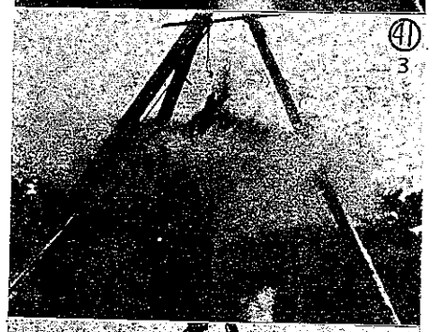
寫眞第３５～３８，第十二圖　９號，底２米

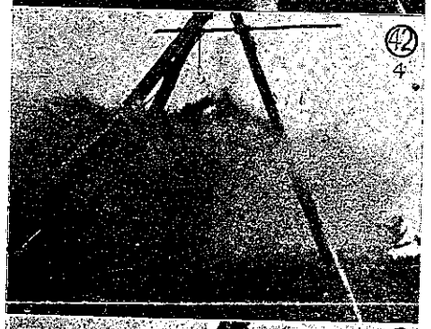


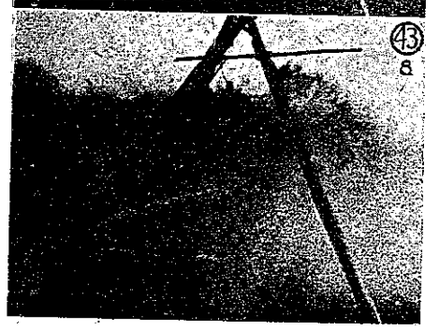


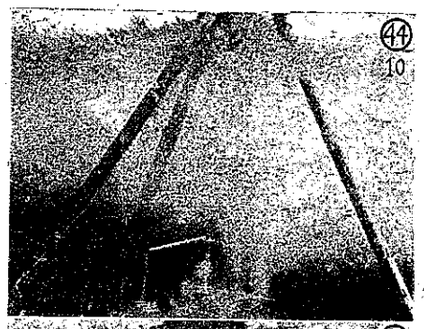
寫眞第３９～４６，第十三圖　１２號，底２米

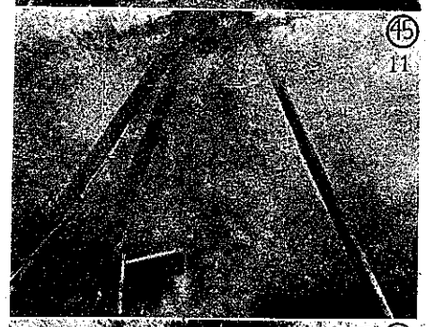


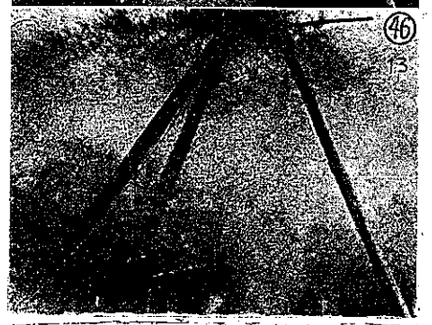


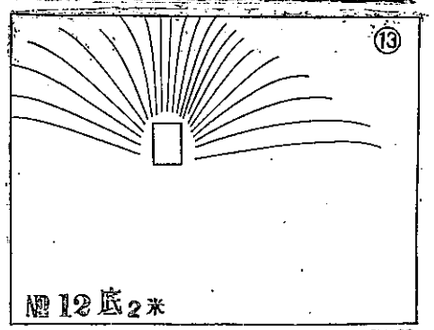






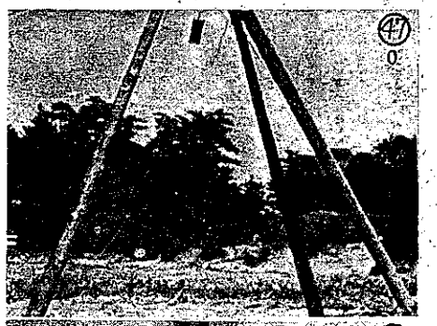


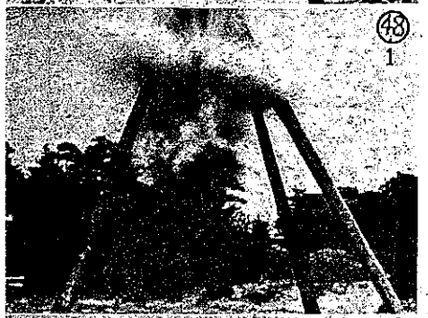


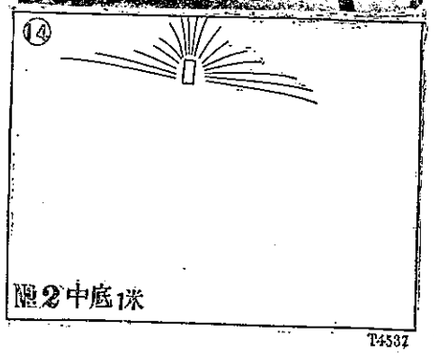


T4536

寫眞第４７～５０，第十四圖　２號，中底１米

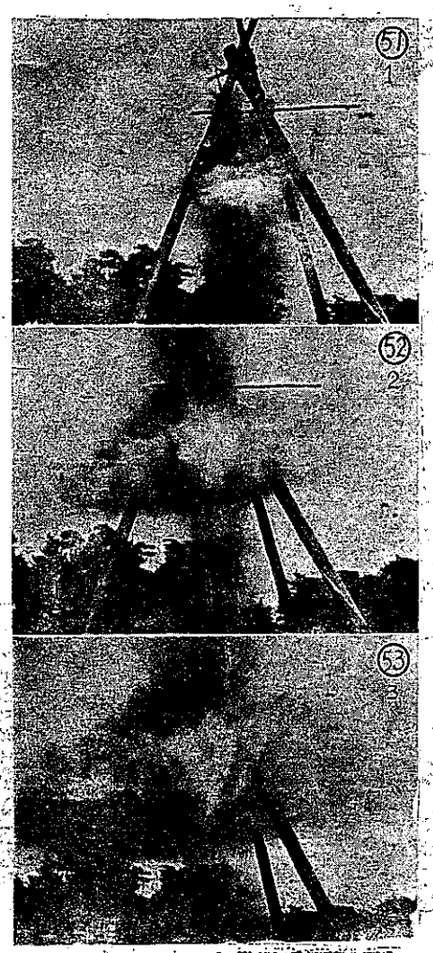


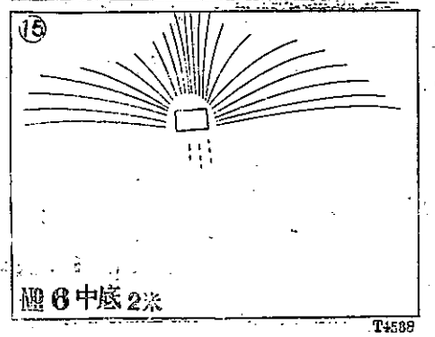




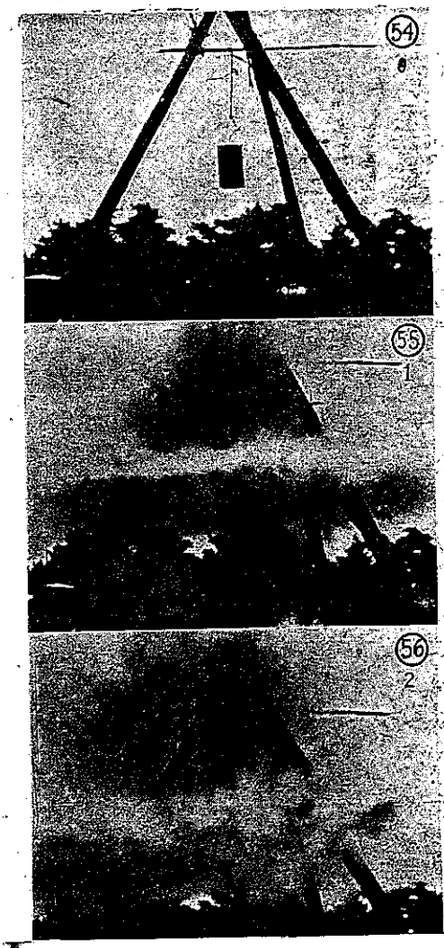
T4537

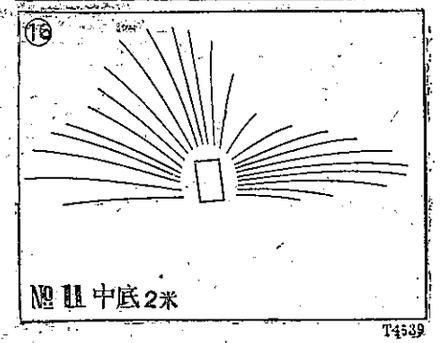
寫眞第５１～５３，第十五圖　６號，中底２米





寫眞第５４～５７，第十六圖　１１號，中底２米





寫眞第５８～５９、第十七圖　１２號、中底２米

5.3.0.　空ヲ成形ノ檢討

本實驗ニ使用セル容器ハ上下面ヲ平面トシ、ソノ圓筒接着部ニ特ニ著シキ補强法ヲ施シアラズ。大ナル一様ノ内壓ニ對シテハ先ヅ上下面ノ脱離スル惧充分ニ存スヘ本實驗ニ於テ殊ニ上下方向ノ飛散ヲ認ムル事著シキ點ハ新ル容器ノ缺陷ニ起因スルコトアルベキヲ疑ハシム。

然ルニ使用セル火薬ノ爆速著大ニシテ、且容器ハ常ニ必ズ粉碎セラレタルニヨリ察スルニ、生ゼル内壓ハ容器材質ノ何レノ方向ノ强度ヲモ遥ニ超過スル程度ナルベキヲ以テ、上下面ニ存スル弱點ハ殆ド問題トナラズ、着火瞬時ニシテ全部分ガ同時ニ粉碎サルルモノト考フベシ。即チ本實驗ハ容器ノ形狀、强度ニ依ル制限ヲ受クルコトナク單ニ火薬位置及ビト液ノ飛散ノ關係ヲ端的ニ表ハスモノト云フベシ。

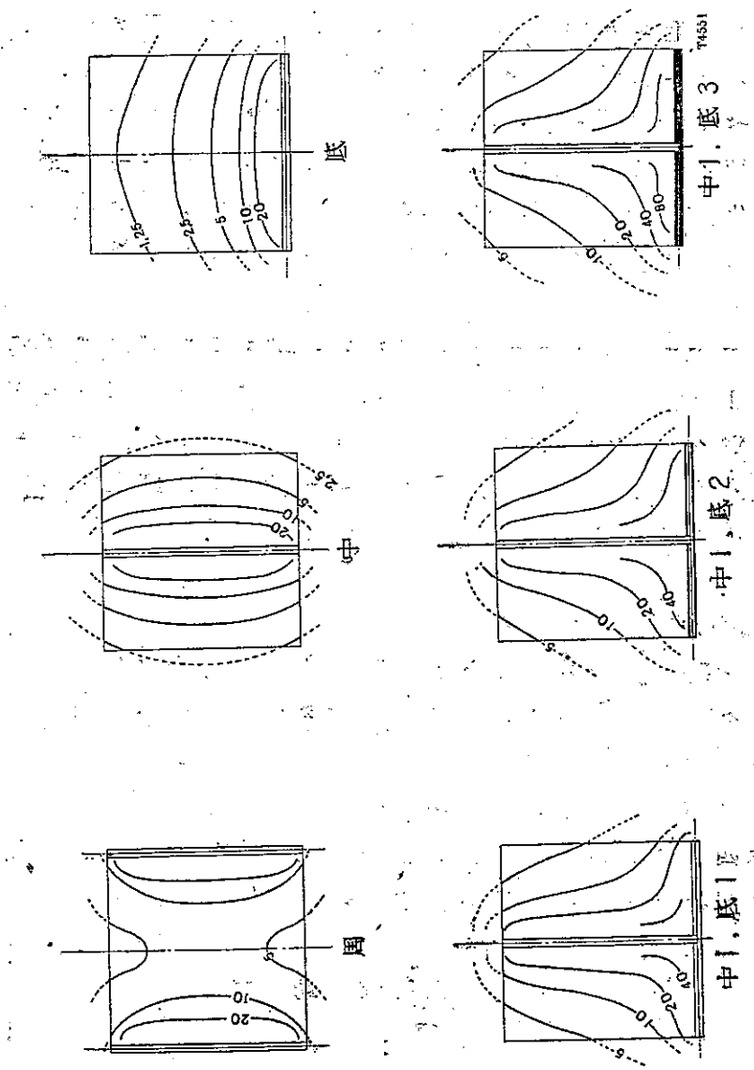
今火薬ノ微量 dQ ニ依リ、之ヨリ距離Dナル點ニ爆發瞬時ニ於テ $\frac{KdQ}{D^2}$ ナル爆壓ヲ及ヌモノト假定ス。問題ヲ二次元ニ限定シ、裝藥位置ヲ單位長ノ線ト考ヘ、容器ノ縱及横ヲ各〻單位長ニ等シトスル場合、裝藥位置ニ依ル内壓ノ狀況ヲ求ムルニ、K＝1ナルトキ、内壓等壓線ハ第十八圖ノ如クナル。例ヘバ「中」ニ於テハ（x，y）ノ壓ハ

$$\frac{KdQ}{D^2} = \frac{K}{x}\tan^{-1}\frac{y}{x} + \tan^{-1}\frac{1-y}{x}$$

ナリ。

第十八圖ニ於テハ「中」＋「底」ノ場合ニ「底」薬ノ强度ヲ「中」ニ比シ、１，２，及３倍ナル組合セヲ示ス。」

第十八圖　壓力分布圖



液ノ飛散ガ假ニ斯ル等壓線ニ直角ノ方向ニ起リ。任意ノ點ノ液部分ノ飛散速度ハ該點ノ壓力勾配ノ大キサニ關係スルモノトセバ第十八圖ヲ以テ前記各飛散狀況ノ概要ヲ推定シ得ベシ。但シ「周」及「底」ニ於テハ實際ハ裝藥ハ線狀ナラズシテ點狀トナリ該點ヲ中心トシテ生ズル圓形等壓線ヲ合成セル壓力配分ヲ生ジ。該點間隙ヨリ外方ニ飛散シ得ル如クナル。

特ニ考慮スベキハ實際ノ投下ニ於ケル着發時ノ存速ナリ。本件ニ於ケル如ク液ノ飛散ニ依リテ圓錐ヲ形成セントスル場合。炸藥ハ液ノ微粒子化ニ必要ナル爆壓ヲ生ズルノミナラズ。液ノ各部分ニ於ケル上向速度ヲ少クトモ存速ニ依ル下向速度ヨリ大ナラシムルヲ要ス。

全般的ニ云ハバ「周」。「中」ニ依リテハ斯ル上向速度ヲ賦與シ得ズ。「底」ニ依リ項部卽チ彈尾部壓力勾配ヲ以テ存速ニ抵抗スルヲ要ス。然ルニ彈ノ形狀ニ依リテ明カナル如ク。微粒子化ニ最モ有效ナルハ「中」ナリ。本目的ノ彈ニハ從ツテ彈頭裝塡ト中心管內裝塡ヲ併用スル事必要ナリ。

6.0.0.　將來ノ意圖

本件ニ關スル研究ニ於テハ實際ノ彈型及ビ實用材質ヲ以テ以テスル模型試驗タルト本實驗ノ如キ基礎試驗タルトヲ問ハズ爆壓ヲ實際ニ測定シテ其ノ數値ヲ基トシテ研究ヲ進展セシムルノ要アリ特ニ壓電現象ノ應用ニ關シ準備セントス。

昭和十九年四月ノ野外試驗ニ於テ若干測定シ得タル火藥土ト粒子ノ大イサノ關係ニ就テハ別達ニ報告ス。

助手　三浦助忠

$$\therefore\ \frac{\frac{b}{a}}{\frac{a\delta w+b}{a\delta w}e^{\frac{b}{r^2}t}-1}=\delta w-v$$

$$=\delta w-\frac{ds}{dt};\qquad \text{積分シテ}$$

$$\left|-\frac{\frac{b}{a}}{\frac{b}{r^2}}\times\left\{\frac{b}{r^2}t-\log\left(\frac{a\delta w+b}{a\delta w}e^{\frac{b}{r^2}t}-1\right)\right\}\right|_0^t=|\delta wt|-|s|$$

$$S=\left(\delta w+\frac{b}{a}\right)t-\frac{r^2}{a}\log\left(\frac{\frac{a\delta w+b}{a\delta w}e^{\frac{b}{r^2}t}-1}{\frac{a\delta w+b}{a\delta w}-1}\right)$$

$$=\left(\delta w+\frac{b}{a}\right)t-\frac{r^2}{a}\log\left(\frac{e^{\frac{b}{r^2}t}-\frac{a\delta w}{a\delta w+b}}{1-\frac{a\delta w}{a\delta w+b}}\right)$$

$$=\left(\delta w+\frac{1}{r}14.1\right)t-12800r\log_{10}\left(\frac{10^{\frac{1}{r^2}0.00110t}-\frac{\delta w}{\delta w+14.1\frac{1}{r}}}{1-\frac{\delta w}{\delta w+14.1\frac{1}{r}}}\right)$$

此ノ場合 r ノ値ノミヲmm單位デ表ストスレバ

$$S=\left(\delta w+14.1\frac{1}{r}\right)t-1280r\log_{10}\left\{\frac{10^{0.110\frac{t}{r^2}}-\frac{\delta w}{\delta w+141\frac{1}{r}}}{1-\frac{\delta w}{\delta w+141\frac{1}{r}}}\right\}$$

此ノ時、滴粒ノ落下ニ於テ述ベタ通リ極メテ短イ時間ノ内ニ $v\to\delta w$ トナルノデアルカラ S ノ計算上ハ t ノ大キナ値ニ對シテモ一々行フノ必要ハナイ。即チ $t=t_c$ デ $v=\delta w$ ト見做スト

$$S_t=S_{tc}+\delta w(t-t_c)$$

トナル故デアル。

此ノ場合ニ $v\fallingdotseq\delta w$ ト見做ス限度ニ就テハ種々ト考ヘラレルガ、上ノ計算ノ精確度カラ考ヘ大體$(\delta w-v)=0.005\times\delta w$ 程度ガ適當ト考ヘラレル。從ツテ

$$\delta w-v=\frac{\frac{b}{a}}{\frac{a\delta w+b}{a\delta w}e^{\frac{b}{r^2}t}-1}$$

$$=0.005\delta w,\qquad \text{即チ}$$

$$\frac{0.11}{r^2}t=\log_{10}\frac{W+282}{W+1.41}\quad(W:\ m/s)$$

$$t=9.1r^2\log_{10}\frac{W+282}{W+1.41}$$

例ヘバ $r=0.25mm$, $W=10$ トスルト $t_c=0.8$, $r=1.0$, $w=1$ トスレバ $t_c=18.8$ デアル。

此ノ水平移動差ヲ前ノ擴散ノ考ニ取入レテ見ヨウ。

大氣中ノ渦動ハ所謂風ノ息又ハ氣流ノ惡サト云フ點ニ現レテ來ル。氣流ノ惡サハ即チ飛行狀態ニ對シテ影響スル程度デアリ、狀況ニ依テ變化ガ著シイ事ハ良ク經驗サレル所デアルガ、之ガ渦流ト量的ニ如何ナル關係ガアルカ尙明デハナイ。「ダインス風壓計ノ急廻轉ノ記錄デハ風ノ息ガヨク表ハサレル。自由大氣中デモ凧ノ索ノ張力ニヨツテ記錄サレテ居ル。之ヲ擴散ノ考ニ用ヒルニハ所謂風ノ息ト稱セラレル比較的大キナ風速差デハナクテ、之ヲ構成シテ居ル小サイ凹凸ノ値ヲ考ヘネバナラナイ。大キナ息ハ週期ガ30秒程度ノモノデアルガ、小サナノハ1秒位デアル。然シ最大振幅ハ大キナモノノ程度カラ此ノ1/10位デアル樣ニ思ハレル。此ノ振幅ハ風速ト共ニ增加シ高サト共ニ減少スル事ガ示サレテ居ル。斯樣ナ考ヲ綜合シテ次ノ樣ナ假定ヲ導入シテ見ル事ガ出來ル。

$$\delta w=0.1\overline{w},$$

$$\delta H=1.0w;$$

然ル時前記ノ t_c ノ限度ハ次ノ樣デアル。

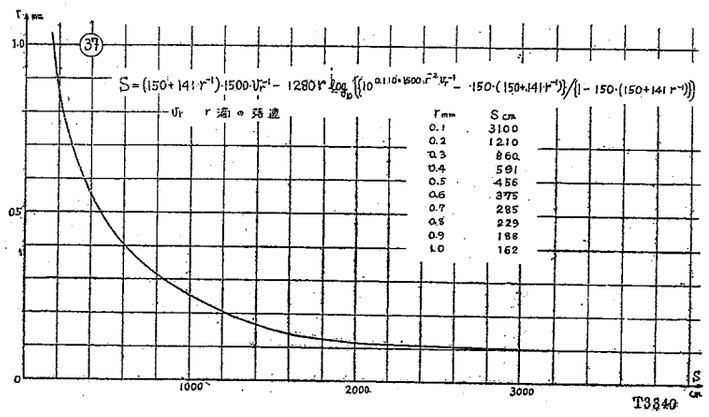
$$t_c=\frac{\delta H}{V_r}$$

V ハ粒子ノ落速ヲ示ス。

今 $\overline{w}=1500$, トスルト、$\delta w=150$, 及 $\delta H=1500$ デアル。從ツテ

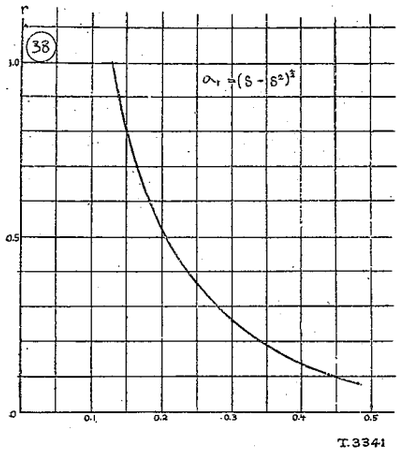
$$S=\left(150+141\frac{1}{r}\right)\frac{1500}{V_r}-1280r\log_{10}\left\{\frac{10^{0.110\frac{1500}{r^2V_r}}-\frac{150}{150+141\frac{1}{r}}}{1-\frac{150}{150+141\frac{1}{r}}}\right\}$$

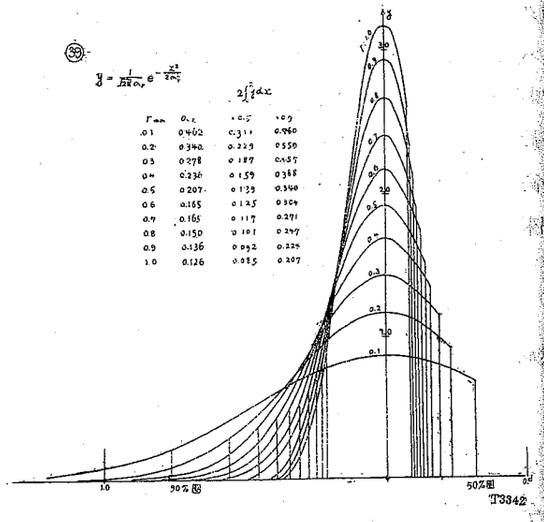
此ノ式ニヨツテ $r=0.1\sim1.0$ ノ S ヲ計算スレバ次圖ノ樣デアル。(37)



此處デ再ビ前ノ確率ニ立戻ル。σ ノ取方ニ關シテハ擴散現象ガ純確率的デハナイカラ特ニ取
ヘラレルモノデハナイガ、此處ニ任意ノ標準ヲ假定シ之ヲ基トシテ r ノ大サニ依ルσノ差ヲ決
メ、後ニ此ノ標準ノσガ何ノ程度ノモノデアルカヲ考ヘテ見ヤウ。

今 $\sigma_r=(S\times10^{-4}-S^2\times10^{-8})^{\frac{1}{2}}$ ト假定スルト次ノ樣ニナリ、之ニ依ツテ $y_r=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_r}e^{-\frac{x^2}{\sigma_r^2}}$ ヲ計
算シ、$\int_{-x}^{x}ydx=0.9$ 及 0.5 ニ於ケル x ヲ求メル。(38)(39)





上ノ計算ニ用ヒタ假定デハ移動ノ回數Nハ極メテ大キイモノデハナクテ次ニ依ツテ與ヘラレテ
居ル。

$$N=\frac{H}{\delta H}$$

例ヘバ $H=4\times10^6$ デアルト N=266 デアル。從ツテ x ノ移動シ得ル最大限ハ $\pm N\times S_r$ デアル。
之ヲ上ノ計算ノ式ノ積分ニ於テ $Y=\int_{-x}^{x}ydx=0.99$ デアル距離ニ想定スルト $x=2.58\sigma$ デ與ヘラ
レル。之ハ勿論各大サノ粒子ノ $N\times S_r$ ノ値ニ比例スルモノデハナイ。即チ σ ヲ求メル時ノ假定
ガ異ルカラデアル。假ニ r=0.5 ノモノノ $H=2\times10^6$ ノ擴散圏ヲ1215m トシ之ヲ $x_{0.5}=2.58\times\sigma_{0.5}$ ニ
相當スルモノトスル。然ル時ハ各粒子ノ0.99及0.90ノ範圍ハ次ノ樣
デアル。(40)

(40)

r	0.90圏	0.99圏
0.1	1724 m	2692 m
0.2	1268	1982
0.3	1036	1620
0.4	880	1375
0.5	771	1215
0.6	690	1080
0.7	615	962
0.8	560	874
0.9	508	793
1.0	470	734

T3910

以上ハ自然擴散ヲ風速ノ異ル層ノ粒子ノ移動ノ集合ト見做シテ解
カントシタモノデアルガ實際ノ擴散ヲ何ノ程度ニ說キ得ルカハ全ク
疑問デアル。殊ニσノ選定法ハ全然推量ニ過ギナイ。將來 r ト擴散
ノ關係及渦流ノ狀況ヲ詳ニ調査シテ（之ハ恐ラク不可能ニ近イ程ノ
困難性ヲ有スルガ）此ノ方面ノ解釋ヲ少シデモ附ケタイト思フ。

& 22

地上滴野ノ濃度ハ雨下撒布用法ニ於テ最モ重要ナ問題デアル。之ヲ直ニ實驗的ニ決定スル事ハ
極メテ困難デアリ、只ニ其ノ實驗規模ノ尨大ナルノミデナク結果ニ及ボス個々ノ因子ノ交感ガ極
メテ複雜デアルノデ僅回ノ成績カラ直チニ全般ヲ推論セントスル場合ニハ相當ニ危險デアル事ガ
考ヘラレル。

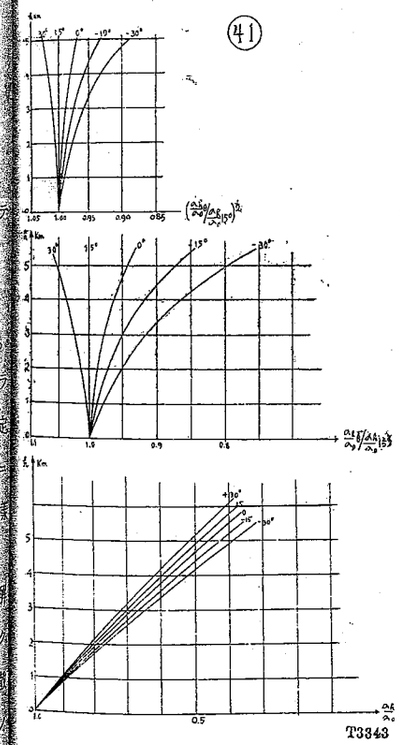
現在ニ於テハ全般的問題ニ對シ尙僅カニ理論上カラ導ク程度デ滿足セネバナラナイガ、上記ニ
明ナ樣ニ正確ナ理論ノ根據ニ乏シイノデアルカラ得タ結論モ極メテ概略的ナモノデアル。地上濃
度ヲ導クニ當ツテ置ク假定ガ多イノデ、之等ヲ一ツ一ツ解明シテユク事ニ今後努メナケレバナラ
ヌ。

次ニ示ス略近的濃度計算ニ當ツテハ特ニ記ス場合ノ他ハ次ノ想定ニ從ツテ居ル。

1) 落下徑路ノ空氣ハ標準大氣デアル。

2) 粒子ノ落速ハ空氣密度ノ $\frac{1}{2}$ 乘ニ逆比例スル。

3) 自然擴散圏ハ高度2000以上カラノ場合ハ直徑1000m ノ圓デアツテ粒子ノ大サニハ關係シナ
イ。此ノ圓內ノ外側半部ハ稀薄デアツテ、半徑 250m 以內ニ一樣ニ配分サレ其ノ外側ニハ存在シ
ナイト考ヘル。



4) 風速分布ハ w=const=10m/s 及 wσ=const, w_0=10m/s ノ場合ヲ考ヘ風向ハ一樣デアルトスル。

5) 濕度ニヨル空氣密度ノ變化ヲ除外スル。

（一般ニ $\sigma=0.125\times\frac{288}{T}\times\frac{B-0.378pf}{760}$ デ表ハサレ、蒸氣壓ニ依ル項 0.378pf ハ30°C、100%ノ樣ナ場合デモ7.0ノ程度デBニ比シテ無視シ得ル。又標準大氣ノ密度ヲ規準トスルトキ T_0 ノ値ニ依ルσノ値ノ變化ハ次ノ樣デアツテ h: 5000ニ於テ風速ハ20%程度流下距離ハ10%程度ノ差ヲ生ズル。）(41)

& 23

雨下撒布實施間飛行速度Fガ排出時T間內一樣デアリ、流出量ガ一樣デアルト考ヘル。然ル時ハ初發滴野ハ長サ F×T 幅自然擴散半域N單位厚ノ立方體ヲナス。從ツテ基準滴野ノ濃度ハ $A\times(FTN)^{-1}$ デ表ハサレル。（Aハ全排出量）此ノ時各大イサノ粒ノ體積配分ヲ f(r) デ表ハセバ或ル大イサ r_1 ノ粒ノ占ムル濃度ハ $A\times(FTN)^{-1}\times f(r_1)$ デアル。

今高度 h ニ於ケル r_n ノ大サノ粒ノ落速ヲ v_{nh} 風

速ヲ w_h トスルト高度 h ニ於テ高度層 △h 落下スル間ノ流下距離 △s ハ

$$\triangle S=\frac{\triangle h}{v_{nh}}w_h$$

故ニ r_n 及 r_{n+1} ノ粒ハ地上ニ到ル間ニ各ミ

$$S_n=\sum_{h=0}^{h}\frac{\triangle h}{v_{nh}}w_h$$

$$S_{n+1}=\sum_{h=0}^{h}\frac{\triangle h}{v_{n+1,h}}w_h$$

流下スル。r_n 及 r_{n+1} ノ差ヲ小サク取レバ r_n ト r_{n+1} 間ノ粒ハ地上ニ於テ S_n ト S_{n+1} 間ノ單位幅ノ滴野ヲ作リ、此ノ濃度ハ一様デアツテ

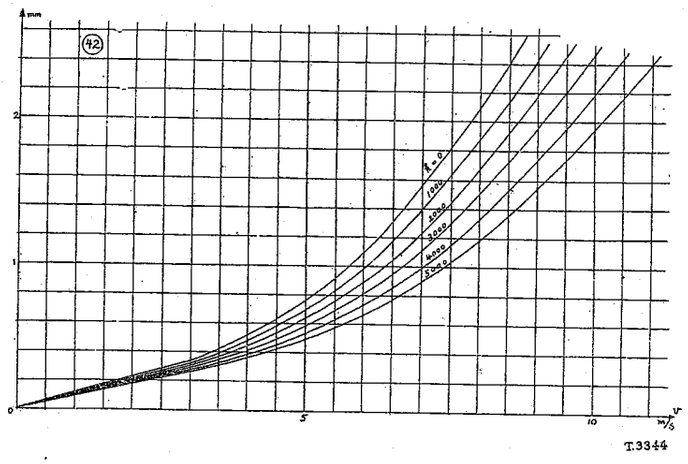
$$A\times(FTN)^{-1}\times f(r_n)\times\phi(r,\triangle b,h)\times(S_{n+1}-S_n)^{-1}$$

デアル。但 $\phi(r,\triangle b,h)$ ハ粒ノ蒸發ニ依テ基ク減量ヲ表ハシテ居ルガ、蒸發ニ依テ有効量ノ變化ヲ來サナイモノデハ

$$A\times(FTN)^{-1}\times f(r_n)\times(S_{n+1}-S_n)^{-1}$$

デアリ、此ノ場合蒸發ニ依ツテ r ノ變化スルモノデハ S ヲ求メル時ニ v_r ヲ r, △b 及 h ノ函數トシテ計算スル。

此ノ計算ヲ積分式トシテ計算スルノハ r ガ變化セヌ時ニハ可能デアルガ △b ガ入ツテ來ルト弧式ニ逐次計算シテユク方ガ簡單デアツテ、此ノ場合 △h ハ小サク取ルホド精度ハヨイガ、次ニハ之ヲ 500m トシテ居ル。後ニ積分値ト比較シテ若干補正ヲ行フガ、蒸發理論ガ概略的ナモノデアルノデ補正ハ餘リ精密ニ行フ必要ハナイ。



蒸發ノ無イ場合ヲ考ヘルト

$$\triangle S_h=w_h\times\frac{\triangle h}{v_h}$$

$w_h=w_0\times\frac{\sigma_0}{\sigma_h}$ ノ場合

& 24

先ヅ滴粒ノ場合ヲ考ヘル。

高度 h ニ於ル落速ハ v_0 ニ比シテ

$$v_h=v_0(1-0.226\times10^{-4}h)^{-2.126}$$

デ示サレル。v_0 トシテ Schmidt ノ値ヲ用ヒ、之ヲ左ノ様ニナル

(42)

$$\triangle S_h=\frac{w_0}{v_0}(1-0.226\times10^{-4}h)^{-2.126}\triangle h;$$

$$S_h=\int_0^h(1-0.226\times10^{-4}h)^{-2.126}dh$$

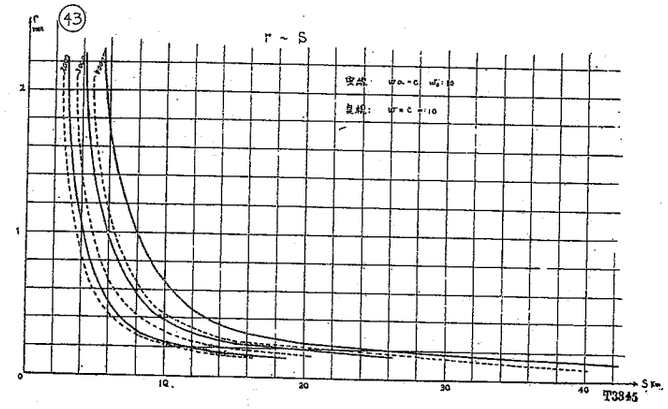
$$=\frac{w_0}{v_0}\times0.393\left\{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-1.126}-1\right\}\times10^5$$

w = const ノ場合

$$\triangle S_h=\frac{w_c}{v_0}(1-0.226\times10^{-4}h)^{2.126}\triangle h;$$

$$S_h=\frac{w_c}{v_0}\times0.140\left\{1-(1-0.226\times10^{-4}h)^{3.126}\right\}\times10^5$$

$w_0=w_c=10.0$ トスルト此ノ流下距離ハ次圖ノ様デアル。(43)



蒸發スル滴ノ流下距離ヲ出スタメ此處デハ次ノ様ニスル。

蒸發ノ式ニ於テ △b ノ分布ヲ蒸氣張力式 $f_h=f_0\times10^{-\frac{h}{6300}}$ カラ求メ、地上溫度 T_0 地上濕度 p_0 トスレバ

$$\triangle b_h\fallingdotseq0.811\times10^{0.0284(T_0-0.006h)}\times(1-p_0)\times10^{-7};$$

今 $T_0=288,\ p_0=0.60$ トシ、

$\delta t=\frac{\delta h}{v_h}$ ニ於テ $\delta h=500$ トスレバ

$$-\delta r=\frac{1}{2r}\left\{1107\times\frac{(1-0.226\times10^{-4}h)^{2.126}}{v_0}+0.192\right\}\times10^{-(1+0.160\times10^{-3}h)}$$

ヲ得ル。但 v_0 ハ高度 h ニ於ル r ノ大サノ滴ノ地上ニ於ル落速デアル。

δh ガ大キイノデ h ト h−δh 間ノ落下時間ヲ求メタ $r_h-\delta h$ ニヨツテ補正シ再ビ $r'_h-\delta h$ ヲ求メネバナラナイガ、略近算デアルカラ w ハ $\frac{1}{2}(w_h+w_{h-\delta h})$ ヲ用ヒ、又落速ヲ r_h ト $r_{h-\delta h}$ ニ相當スル値ノ平均ヲ取リ、其以上ノ補正ヲ行ハナイ。即チ

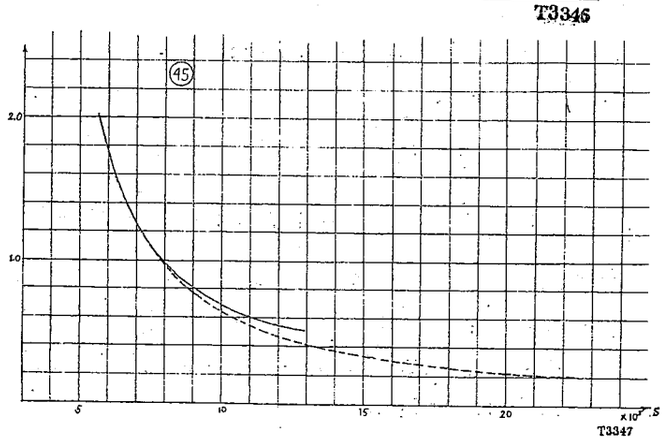
$$\triangle S_h = w_0 \times m(1-0.266\times10^{-4}h)^{-4.253} \times m\left\{\frac{(1-0.266\times10^{-4}h)^{2.126}}{v_0}\right\}\delta h$$

今 $w_0 = w_c = 10.0$ トシテ計算ヲ行フト次ノ様ニナル。

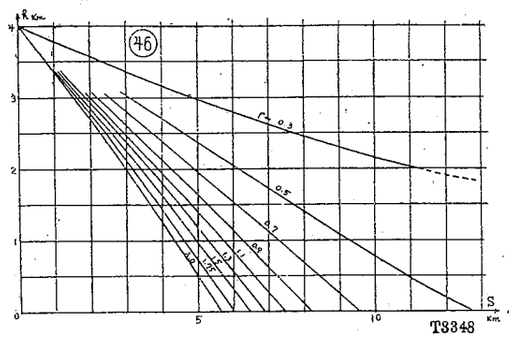
(44)

r \ h	4000	3500	3000	2500	2000	1500	1000	500	0
2.0	2.00	1.998	1.996	1.994	1.990	1.987	1.982	1.976	1.969
δs	771	753	733	713	695	676	666	644	
δsc	528	542	555	571	584	599	614	632	
1.75	1.75	1.748	1.746	1.743	1.739	1.735	1.729	1.723	1.715
δs	817	799	780	758	741	721	705	687	
δsc	560	575	595	607	623	639	657	679	
1.5	1.50	1.498	1.494	1.490	1.485	1.480	1.474	1.466	1.456
δs	876	857	837	814	795	776	763	740	
δsc	600	617	635	651	668	687	706	725	
1.4	1.40	1.397	1.394	1.390	1.385	1.380	1.373	1.364	1.353
δs	892	885	863	838	820	799	787	764	
δsc	620	637	654	671	689	709	729	748	
1.3	1.30	1.297	1.294	1.289	1.284	1.278	1.270	1.261	1.248
δs	934	914	892	868	848	828	814	790	
δsc	639	658	675	694	712	732	753	774	
1.2	1.20	1.197	1.193	1.188	1.187	1.181	1.172	1.162	1.148
δs	966	945	922	897	877	856	842	819	
δsc	662	680	698	717	736	757	779	802	
1.1	1.10	1.096	1.092	1.087	1.080	1.073	1.063	1.051	1.037
δs	1005	984	961	935	914	893	880	857	
δsc	688	707	728	748	768	789	814	840	
1.0	1.00	0.996	0.991	0.985	0.978	0.970	0.959	0.945	0.928
δs	1048	1027	1003	978	958	938	926	903	
δsc	718	739	760	782	806	830	856	885	
0.9	0.90	0.896	0.890	0.883	0.875	0.866	0.853	0.837	0.817
δs	1106	1084	1061	1034	1015	995	985	964	
δsc	758	780	803	827	852	880	911	944	
0.8	0.80	0.795	0.788	0.780	0.771	0.760	0.744	0.726	0.702
δs	1175	1155	1131	1101	1082	1068	1061	1041	
δsc	806	832	857	886	910	945	980	1020	
0.7	0.70	0.694	0.686	0.677	0.665	0.652	0.633	0.611	0.581
δs	1265	1236	1218	1194	1177	1165	1164	1150	
δsc	867	890	923	955	990	1031	1076	1128	
0.6	0.60	0.592	0.583	0.571	0.557	0.540	0.516	0.486	0.446
δs	1382	1361	1341	1324	1315	1310	※1319	1338	
δsc	947	956	1016	1059	1106	1159	1220	1312	
0.5	0.50	0.490	0.478	0.463	0.442	0.419	0.385	0.337	0.271
δs	1544	1538	1520	1515	※1532	1567	1669	1890	
δsc	1058	1107	1155	1212	1287	1388	1545	1853	
0.4	0.40	0.386	0.369	0.347	0.318	0.281	0.220	0.106 (0.106)	0.000 (0.106)
δs	1805	※1822	1850	1910	2042	2362	3882 (2877)	∞ (3000)	
δsc	1237	1311	1402	1529	1716	2062	3877 (2877)	∞ (2940)	
0.3	0.30	0.280	0.252	0.212	0.147	0.139 (0.139)	0.139 (0.139)	(0.139)	(0.139)
δs	2330	2495	2796	3598	∞ (∞230)	∞ (∞275)	(∞130)	(∞995)	
δsc	※596	1796	2119	2878	∞ (3552)	∞ (3730)	(3835)	(3915)	
0.2	0.20	0.161	0.087 (0.093)	(0.093)	(0.093)	(0.093)	(0.093)	(0.093)	(0.093)
δs	3773	5730 (3630)	∞ (7026)	∞ (6675)	(6640)	(6470)	(6345)	(6140)	
δsc	2555	4120 (4451)	∞ (5915)	∞ (5430)	(5595)	(5730)	(5980)	(6020)	

T3346



T3347



T3348

即チ此ノ條件デ求メタ各大サノ粒ノ流下距離ハ次表ノ様デアル。(47)

(47)

r_{mm}	S	Sc
2.0	5651	4625
1.75	6102	5105
1.5	6442	5260
1.4	6652	5437
1.3	6878	5617
1.2	7124	5831
1.1	7429	6096
1.0	7781	6376
0.9	8244	6755
0.8	8814	7280
0.7	9609	7960
0.6	10740	8775
0.5	12775	10605
0.4	500m以下消失	
0.3	1500m 〃	
0.2	3000m 〃	

T3911

(48)

r	S	Sc
2.0	5540	4620
1.75	5882	5000
1.6	6155	5130
1.5	6417	5250
1.4	6618	5420
1.3	6835	5595
1.2	7072	5795
1.1	7356	6025
1.0	7681	6285
0.9	8097	6625
0.8	8598	7045
0.7	9269	7585
0.6	10110	8275
0.5	11249	9200
0.4	13020	10665
0.3	16401	13430
0.2	24350	19930

T3912

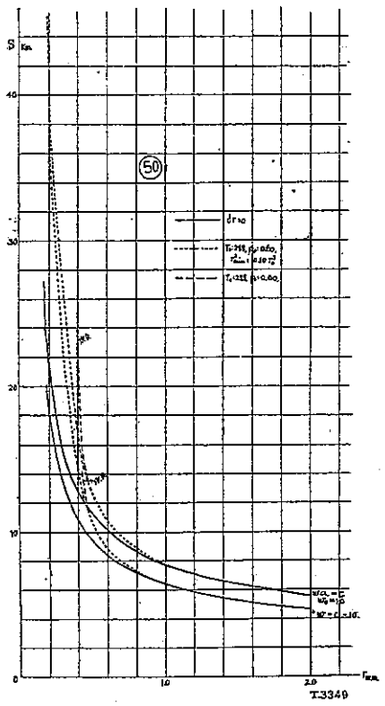
(蒸發ナシ)

蒸發ニ依ツテ有効量ノ減少ヲ來サザル場合即チ吾人ノ問題トスル雨下ノ場合ニ在テハ蒸發ハ流下距離ヲ大ニスルノミデアルガ、實際ニ r ガ 0 ニナルトハ考ヘラレナイ。即チ表面被膜ノ問題ヤ蒸氣壓低下ヲ除外シテモ簡單ニ蒸發殘渣量ガアルノデアルカラ、初量ノ $\frac{1}{x}$ ニナル迄ハ水ノ場合ト同様デアリ爾後ハ變化シナイト考ヘル。x ハ從來用ヒタモノデハ10程度デアルカラ $r \to 0.465r_0$ ヲ限界トシテ流下距離ヲ求メルト(49)ノ様デアル。

(49)

r	S	Sc
2.0	5651	4625
1.75	6102	5105
1.5	6442	5260
1.4	6652	5437
1.3	6878	5617
1.2	7124	5831
1.1	7429	6096
1.0	7781	6376
0.9	8244	6755
0.8	8814	7280
0.7	9609	7860
0.6	10740	8775
0.5	12740	10605
0.4	17602	14762
0.3	27790	23411
0.2	48840	40686

T3913



基準滴野ニ依ル地上濃度ヲ求ムルニ九七重式二型ニ於ケル實驗式ヲ應用スル。

雨下液量 800L, T=10, FT=800 トスル。然ル時基準滴野内液量ハ

$$800\times\frac{1}{800\times500\times\pi(250)^2}=1.60\text{cc}$$

トナル。九七重式二型デハ

$$\frac{dn}{dr}=Ar^7\exp(-26.0r^{\frac{1}{2}})$$

今 $\triangle v_{mg}=\frac{4}{3}\pi A\int_0^\infty r^{10}\exp(-26.0r^{\frac{1}{2}})=1000$

トスルト

$$A=\frac{3}{4}\,\frac{1000\times26^{22}}{\pi\Gamma(22)}$$ デアルカラ

1000mg ノ總數ハ

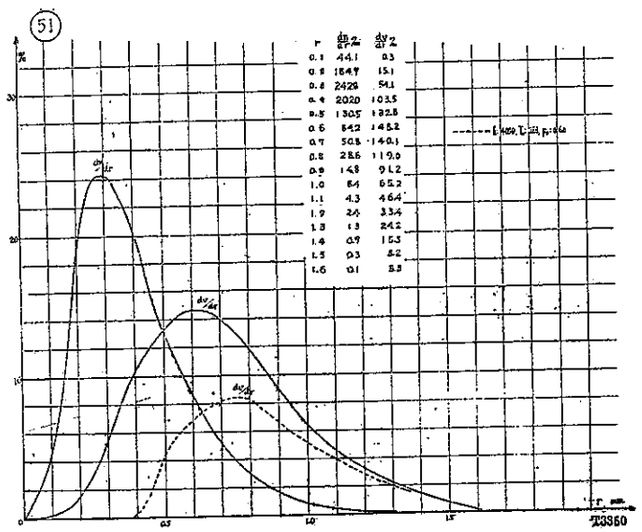
$$\triangle n=\int_0^\infty Ar^7\exp(26.0r^{\frac{1}{2}})dr$$

$$=\frac{A}{26^{16}}\Gamma(16)$$

$$=15609$$

(從ツテ全量800Lハ125億箇ニ分裂スルコトニナル。)

之ニ就テ基準滴野内ノ各大サノ粒ノ狀況ヲ求メルト次ノ樣デアル。(51)



r	dn/dr	dv/dr
0.1	44.1	0.3
0.5	1547	15.1
0.8	2428	54.1
0.4	2020	103.5
0.5	1305	132.8
0.6	842	148.2
0.7	503	140.1
0.8	286	119.0
0.9	148	91.2
1.0	64	65.2
1.1	43	46.4
1.2	26	33.4
1.3	13	24.2
1.4	0.7	15.3
1.5	0.3	8.2
1.6	0.1	3.3

前記各場合ニ於ル S_n—S_{n+1} ハ次表ノ樣デアル。(52)

52

r	dr=0 w	dr=0 wc	lim r=0 w	lim r=0 wc	lim r=0.465 w	lim r=0.465 wc
1.6	173	130	175	133		
1.5	162	120	165	122		
1.4	201	170	210	177		
1.3	217	175	226	180		
1.2	237	200	246	214	全	
1.1	284	230	305	269		
1.0	325	260	352	280		
0.9	416	340	456	379	左	
0.8	501	420	570	525		
0.7	671	540	793	680		
0.6	841	690	1131	819		
0.5	1139	925	2035	1330		
0.4	1771	1415	—	—	4827	4157
0.3	4481	2765	—	—	10197	8649
0.2	7950	6500	—	—	21049	17275

T3917

53

r	r'	Q	Q'
1.6	1.57	3.3	3.1
1.5	1.46	8.2	7.6
1.4	1.35	13.5	13.8
1.3	1.25	24.2	21.3
1.2	1.15	33.4	29.1
1.1	1.04	46.4	39.0
1.0	0.93	65.2	53.5
0.9	0.82	91.2	68.3
0.8	0.70	119.0	82.8
0.7	0.58	140.1	82.6
0.6	0.45	148.2	69.7
0.5	0.27	132.8	45.2
0.4	0	103.5	2.1
0.3	0	54.1	0
0.2	0	15.1	0
		(1010)	(5150)

T3918

之ニ依ツテ基準滴野ニ依ル地上濃度ヲ計算スルニ、蒸發ニ依テ有効物質量ガ減少スルト考ヘル場合 $r_1\to r_1'$, $r_2\to r_2'$ デアル時 $Q_1'=Q_1\times\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{r_1'}{r_1}+\frac{r_2'}{r_2}\right)\right\}^3$ トシテ求メル。然ル時ハ蒸發ニ依ルQノ變化ハ(53)ノ通デアル。

54

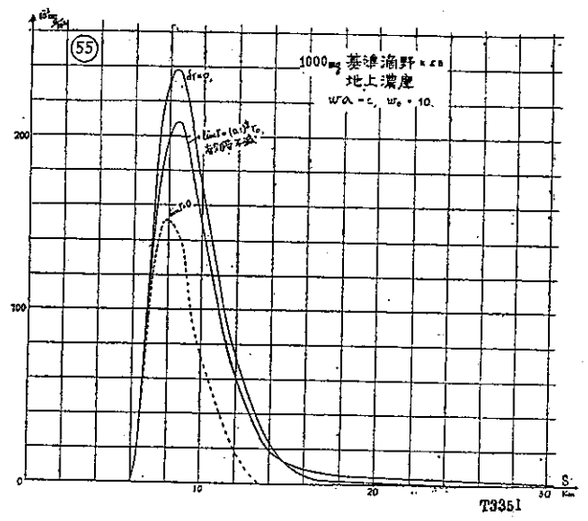
r	1000mg 基準滴野 地上濃度 wa=c dr=0	wa=c lim r=0.465/r0	wa=c lim r=0	w=c dr=0	w=c lim r=0.465/r0	w=c lim r=0
1.6	0.019	0.019	0.018	0.025	0.025	0.023
1.5	0.051	0.050	0.045	0.068	0.067	0.061
1.4	0.077	0.074	0.066	0.091	0.088	0.078
1.3	0.112	0.107	0.094	0.138	0.134	0.118
1.2	0.141	0.136	0.118	0.167	0.156	0.136
1.1	0.163	0.152	0.128	0.202	0.175	0.147
1.0	0.200	0.185	0.152	0.250	0.233	0.191
0.9	0.219	0.200	0.150	0.268	0.241	0.180
0.8	0.238	0.208	0.145	0.284	0.227	0.158
0.7	0.209	0.176	0.104	0.260	0.204	0.122
0.6	0.176	0.133	0.062	0.215	0.132	0.085
0.5	0.117	0.065	0.022	0.144	0.073	0.025
0.4	0.059	0.022	—	0.073	0.025	—
0.3	0.012	0.005	—	0.020	0.008	—
0.2	0.002	0.001	—	0.002	0.001	—

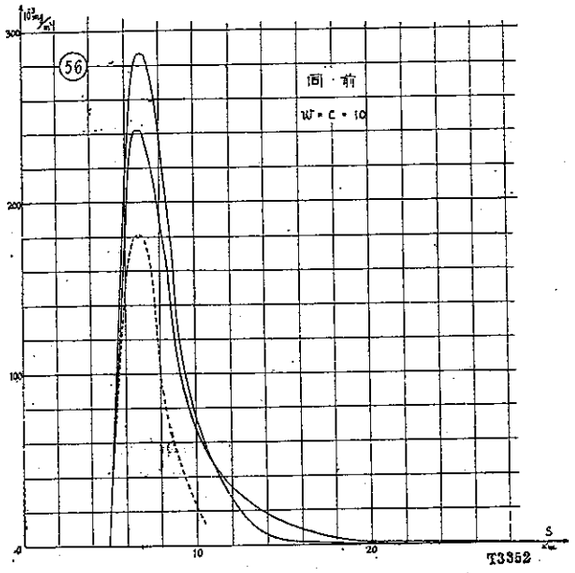
dr=0：蒸發ナシ

lim r=0.465/r0：蒸發ニヨリ有効量変化ナシ

lim r=0：蒸發ニヨリ有効量減少ス

T3919





上記ノ如キ基準滴野ノ集合ヨリ成ル地上滴野ノ全濃度ヲ求メル。地上ニ於ケル基準滴野ノ濃
線ヲ得タ時ハ流下距離ヲ示ス軸上ニ集成長ヲ採ルト之ト之ニ相當スル曲線トノ間ノ面積ガ一定
ノ濃度ニ相當スル。卽チ流下距離 x ニ相當スル基準濃度ヲ f(x)、集成長ヲ △x トスルト、流下
距離x_1ニ於ケル集成濃度Yハ $Y=\int_{x_1-\Delta x}^{x_1} f(x)dx$ デ表ハサレル。勿論集成滴野ノ流下距離ノ原點ハ
基準滴野曲線ノ原點ト一致シテ居ル。

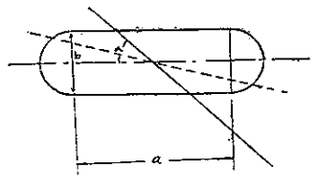
集成長 △x ハ自然擴散圈ト集成方向卽チ雨下經路ト風向ノ爲ス角度ニ依ツテ異ル。正側風
風床ノ場合ニハ簡單ノタメ自然擴散圈ヲ 500×1300m² ノ矩形ト想定シ集成長 △x=500 (1300
トシ基準滴野ノ濃度ヲ $800L\times(5001\times300)^{-1}=1331$mg トシテモヨイガ、一般ニハ次ノ樣ニ△xハ
同一ノ風向角ノ場合デモ中心線カラノ距離ニ依ツテ異ル。今風向角ヲ α 流出距離 a 等濃度擴散圈
徑ヲ b デ表ハスト、中心線上ノ集成長ハ

$$\triangle x_c = b\,\mathrm{cosec}\,\alpha; \qquad (b\cot\alpha \leqq a)$$

又ハ

$$= \{a+\sqrt{a^2-(a^2-b^2)\mathrm{cosec}^2\alpha}\}\cos\alpha; \qquad (b\cot\alpha > a)$$

57



此ノ場合ノ基準滴野內濃度ハ1600mg デアル。(57)

次ニ風床及正側風ノ場合ニ就キ矩形擴散圈ニ於テ地上
集成濃度ヲ求メルト (58)〜(62) ノ樣ニナル。

58

風　床

S Km	δr=0	δm=0.465	δm=0	δm=0.465
	w a = c		w = c	
5.0	0	0	0	0
5.5	0	0	0	46.6
6.0	5.1	0	0	152.3
6.5	23.6	21.2	19.4	291.2
7.0	98.4	90.0	79.8	371.0
7.5	209.9	101.0	155.6	350.0
8.0	306.4	277.4	228.3	396.7
8.5	358.7	325.3	250.9	366.0
9.0	386.6	342.9	242.4	320.0
9.5	367.0	384.9	214.6	209.9
10.0	329.6	288.3	171.1	137.7
10.5	277.5	250.5	130.2	126.3
11.0	234.8	203.9	995.5	94.7
11.5	183.1	160.0	66.9	62.7
12.0	150.6	116.0	40.2	43.3
12.5	106.0	112.5	38.1	43.3
13.0	100.8	99.7	31.7	43.3
13.5	72.1	38.1	0	43.3
14.0	40.7	38.1		43.3
15.0	20.8	38.1		37.2
16.0	20.8	38.1		11.8
17.0	12.8	38.1		10.4
18.0	3.5	29.0		10.4
19.0	3.1	8.7		10.4
20.0	3.1	8.7		10.4
21.0	3.1	8.7		10.4
22.0	3.1	8.7		10.4
23.0	3.1	8.7		10.4
24.0	3.1	8.7		6.5
25.0	1.7	8.7		1.7
26.0	0	8.7		1.7

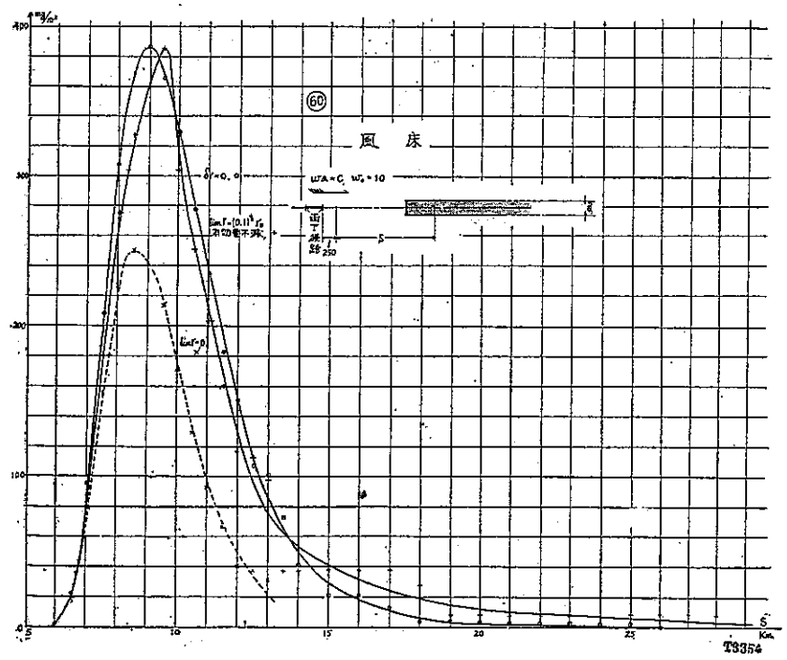
T3320

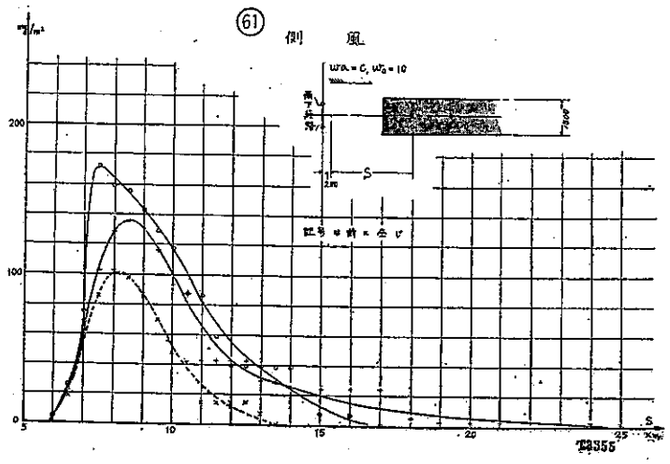
59

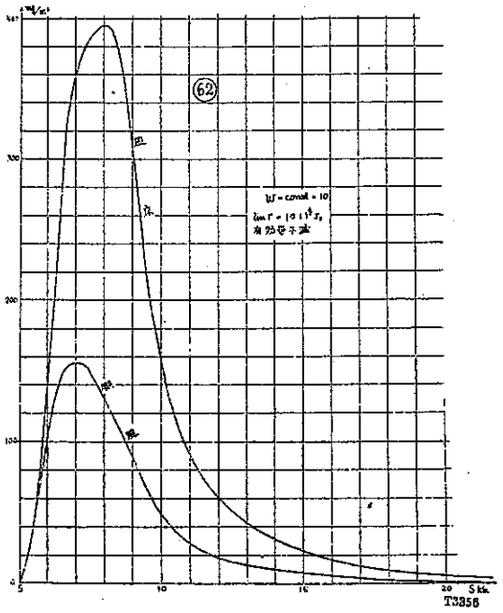
正　側　風

S Km	δr=0	δm=0.465	δm=0	δm=0.465
	w a = c		w = c	
5.0	0	0	0	0
5.5	0	0	0	46.6
6.0	3.7	0	0	105.5
6.5	25.7	21.2	19.4	149.0
7.0	74.9	68.7	60.5	156.0
7.5	171.5	101.6	85.6	144.5
8.0	160.0	129.0	100.7	131.6
8.5	156.0	136.0	98.4	121.4
9.0	143.0	130.7	86.5	88.6
9.5	129.0	117.1	69.3	48.6
10.0	117.1	93.8	47.6	48.6
10.5	86.6	87.2	41.3	48.6
11.0	85.8	43.3	14.6	25.4
11.5	58.7	43.3	14.6	16.6
12.0	39.3	43.3	14.6	16.6
12.5	39.3	43.3	14.6	16.6
13.0	39.3	30.5	8.1	16.6
13.5	39.3	30.5	0	16.6
14.0	8.0	14.6		16.6
15.0	8.0	14.6		10.1
16.0	8.0	14.6		4.0
17.0	0.1	14.6		4.0
18.0	0.1	5.6		4.0
19.0	0.1	3.3		4.0
20.0	0.1	3.3		4.0
21.0	0.1	3.3		4.0

T3321







以上ノ結果ハ單機800 L ノ場合デアル。編隊ノ場合ニハ各機ニ依ル地上滴野ガ重合シテ來ル譯デアツテ、邊緣部ヲ除キ一般ニハ單機ノ場合ニ機數ヲ乘ジタ濃度トナル。

又上ノ場合ニハ液全體ヲ有効物質ト考ヘ、又蒸發ニ依ツテ有効物質ガ減少セヌトシタ時ニハ初ノ液量全部ヲ有効物質ト考ヘテ計算シタノデアル。若シ液全體ガ有効物質デアル時ニハ $\delta r=0$ 及 $\lim r=0$ ノ場合ノ濃度ガ適用サレル。然シ蒸發ニ依ツテ有効物質ノ減少シナイ場合トハ一般ニ有効物質ノ水溶液若ハ水浮游液デアルノデ、此ノ場合最初ノ濃度ヲKトスルト、$\delta r=0$ 及 $\lim r=0.465r_0$ ノ場合ノ地上濃度ニ其ノママKヲ乘ズレバ實際ノ濃度ガ得ラレル。

例ヘバ上例ノ單機800 L ノ場合ニ最大濃度地帶トシテ初液量360mg/m²程度トサレルガKヲ0.1トスルト地上濃度ハ35mg/m²程度ニ過ギナイ。

上ノ計算ハ總テ h=4000 ノ場合デアツテ、高度ノ小サイ時ハ略近的ニ高度ニ逆比例シテ增加スルモノト考ヘテ差支ナイ。

又風速ニ逆比例シテ增加スルト見做シ得ルガ假定ノ如ク h; 2000 以上デノ增加ノ限界ハ基準滴野ノ濃度デアリ 140mg/m²程度デアルガ 2000 以下ニナルト自然擴散圈ノ縮少ニヨツテ更ニ最大濃度ハ增加シ得ル。從ツテ上記デ考ヘタ以上ノ濃度ヲ得ルタメニ高度低下ノ許サレヌ場合ニハ一方ハ機數ノ增加、他方ニハ單位時間流出量及濃度Kノ增加ニ依ラネバナラナイ。

& 25

上例ノ九七重式二型ニ於ケル地上滴野ノ滴數ヲ求メルニハ全ク同樣ニ計算シ蒸發ヲ單ニ流下距離ノ增加ニ對應サセレバヨイ。

次ニハ同樣 T_0 288, p_0 0.60; h=4000; $\lim r=0.465r_0$ ニ於ケル地上ノ滴數ヲ求メル。((63)～(66))

63

基準滴野ニ依る地上の滴數

T_0	N'_w	N	$w_s=c$ N/m²	$w=c$ N/m²
1.6	0.1	6.6	0.004	0.005
1.5	0.3	19.7	0.119	0.161
1.4	0.7	43.9	0.218	0.259
1.3	1.5	85.3	0.377	0.454
1.2	2.4	157.3	0.640	0.735
1.1	4.3	288.4	0.947	1.088
1.0	8.4	550.8	1.565	1.967
0.9	14.8	970.7	2.129	2.561
0.8	28.6	1875.7	3.291	3.573
0.7	50.8	3331.8	4.191	4.900
0.6	84.2	5522.3	4.882	6.776
0.5	130.5	8558.8	4.206	4.677
0.4	202.0	13248.2	2.745	3.194
0.3	242.8	15924.0	1.563	1.841
0.2	184.7	12113.5	0.576	0.701

T3922

64

地上滴野の滴數　Wa = C　風 系

Skm T_0	1.60 157	1.50 146	1.40 135	1.30 125	1.20 115	1.10 104	1.00 93	0.90 82	0.80 70	0.70 58	0.60 45	0.50 33	0.40 18	0.30 14	0.20 09	Σ
6.0	0															0
6.5	6.6	19.7	13.1													39
7.0	6.6	19.7	45.9	85.3	76.0											234
7.5		85	45.9	85.3	157.3	288.4	109.6									675
8.0				67.8	157.3	288.4	550.9	468.4								1533
8.5						217.8	550.9	970.7	875.2							2579
9.0							1252	970.7	1875.7	1716						3748
9.5								1909	1875.7	3331.8	1904					6755
10.0									2725	3331.8	5522.3					8054
10.5										1709	5522.3	1093				7091
11.0											2636.3	3195.8				5832
11.5											1953	3283				5494
12.0												5466.5				5467
12.5												4584	575.1			5116
13.0													3485			3485
14.0													3485			3485
15.0													3485			3485
16.0													3485			3485
17.0													3485			3485
18.0													2905	625.2		3006
19.0														2031.9		2032
20.0														2031.9		2032
25.0														2031.9		2032
30.0																741

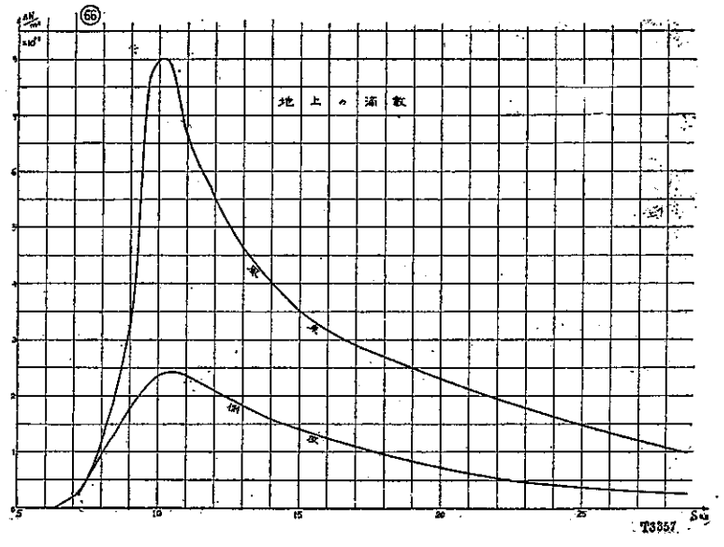
T3923

(65)

地上滴野の滴數　wo = C　正側風

S_{km} \ r_t \ r_o	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	Σ
6.0																0
6.5	6.6	11.7	13.1													39
7.0			32.7	85.3	76.8											195
7.5					80.0	294.4	102.5									476
8.0							438.2	468.4								907.
8.5								521.6	839.2							1361
9.0									1036.7	775.3						1812
9.5										2075.6						2076
10.0										461.0	1904.0					2365
10.5											2441.0					2441
11.0												2125.0				2125
11.5												2125.0				2125
12.0												2125.0				2125
12.5												2125.0				2125
13.0												1156.4	617.6			1774
14.0													1372.5			1373
15.0													1372.5			1373
16.0													1372.5			1373
17.0													1372.5			1373
18.0													274.5	625.5		900
19.0														781.5		782
20.0														781.5		782
25.0														781.5		782
30.0															288.0	288

(66)



& 26

上記ハ地上ニ於ル最終濃度及滴數ヲ考ヘタノデアルガ場合ニ依ツテハ空間濃度ガ問題トナル。之ハ直接ニ氣道ニ吸入セシメル事ヲ目途スル時デアルガ、高空雨下デハ全ク望ム可カラザル事デアリ、將來超低空攻擊(雨下彈ノ形式ヲ含ム)ガ問題トナル場合ニ重要トナツテ來ル。此ノ場合ニ

ハ r ガ小デアリ然モ f ガ大キイ雨下器ガ必然的ニ作ラレネバナラナイ。斯カル雨下器ハ △S/△r ガ非常ニ大キクナリ高空雨下用トシテハ不適當デアル。從來主トシテ研究シ來ツタモノハ高空雨下デアルノデ此ノ問題ヲ考察スルニ適當ナ實驗値ヲ有シテ居ナイ。又氣道ニ吸入サルル最大ノ r ニ關シテモ尙全ク未知デアル。

次ニ $\frac{dn}{dr} = Ar^7 \exp(-26.0 r^{\frac{1}{2}})$(九七重式二型)ニツキ自然擴散圈ヲ 500×1300 トシテ h=4000 及 h=1000 ニツキ考察シテ見ヤウ。

滴野ト共ニ移動スル坐標ヲ考ヘルト(w=0)原徑 r_1 及 r_2 ノ滴ノ落達時間ヲ T_1 及 T_2 トシ、地上徑 r_1' 及 r_2' ニ相當スル落速ヲ v_1' 及 v_2'、又 r_1 及 r_2 間ノ基準滴野ノ濃度ヲ y_2 トスルト、地上ニ於ケル單位空間ノ濃度ハ T_1 ト T_2 間平均 $y_2 \times \frac{1}{(T_2-T_1)\times v_2'}$ デ表ハサレル。今地上風速ヲ w_0 トスレバ流下距離 S ナル地點ノ該基準滴野ニ因ル空間濃度ハ $T_n = \frac{S}{w_0}$ ニ相當スル y_n デアル。然シテ地上滴野ノ一點ニ於ル全空間滴野ノ通過時間ハ集成長ヲ △x トスル時 $\frac{\triangle x}{w_0}$ デアル。之ヲ求メルニハ (68)(69) ノ樣ニ圖解式トスルト便デアル。(67)

(67)

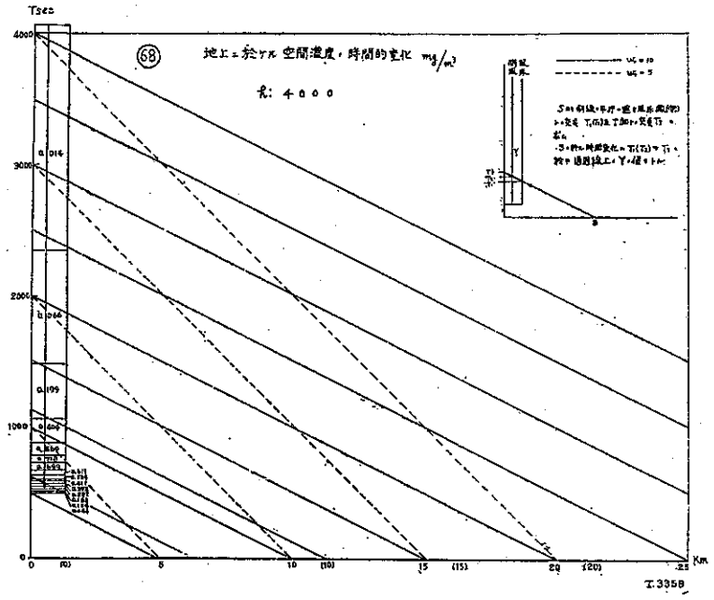
h : 4000,　T_0:288, p_0:0.80.

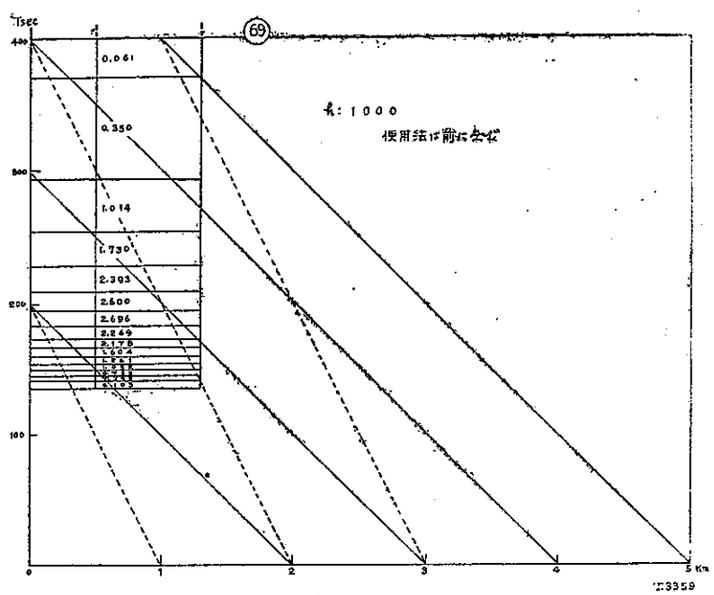
r_o	r_t	T'	ΔT	v_2ΔT	y mg/m³
1.60	1.56	513.3	14.4	99.4	0.044
1.50	1.46	528.8	15.5	105.5	0.104
1.40	1.35	545.5	16.7	110.0	0.188
1.30	1.25	563.4	17.9	114.0	0.282
1.20	1.15	582.9	19.5	119.6	0.372
1.10	1.04	607.9	25.0	146.4	0.411
1.00	0.93	637.2	29.3	162.5	0.334
0.90	0.82	675.3	38.1	198.2	0.613
0.80	0.70	722.7	47.4	227.3	0.699
0.70	0.58	782.9	60.2	260.0	0.718
0.60	0.45	879.8	96.9	352.9	0.560
0.50	0.27	1060.7	180.8	437.6	0.404
0.40	0.19	1480.1	419.4	705.6	0.195
0.30	0.14	2341.3	861.2	1085.	0.066
0.20	0.09	4058.2	1717.	1407.	0.014

h: 1000,　dr=0.

r	T'	ΔT	v_2ΔT	y mg/m³
1.6	141.0	6.0	42.5	0.103
1.5	145.0	4.0	27.6	0.395
1.4	149.2	4.2	28.2	0.735
1.3	153.9	4.7	30.6	1.052
1.2	159.7	5.8	35.3	1.261
1.1	166.1	6.4	38.5	1.604
1.0	173.0	6.9	38.9	2.178
0.9	182.8	9.8	53.6	2.269
0.8	194.2	11.4	58.8	2.396
0.7	209.2	15.0	71.8	2.600
0.6	228.0	18.8	82.5	2.395
0.5	254.0	26.0	102.4	1.730
0.4	294.0	40.0	136.0	1.014
0.3	370.4	76.4	206.2	0.350
0.2	552.0	181.6	329.0	0.061

T3924





& 27

地上粒野ノ代表トシテ「ケオビス」ニ關スル計算ヲ行フ。流出時間平均1.4秒デ FT≒90m デアルガ、斯カル落速2m/s程度ノモノノ自然擴散ヲ如何ニ見積ルベキカ全ク不明デアル。假ニ滴野ノ計算デ想定シタ樣ニ平等擴散徑 r=250m トスルト假想初發粒野ハ500×600m²ニナル。(此ノ自然擴散ハ經驗的ニ實際ヨリ餘程小サイ)

又前ニ行ツタ液中落速分布カラ空中落速ノ分布ヲ次ノ樣ニ推算スル。

v_0 m/s	%
0.5～1.0	0.9
1.0～1.5	11.9
1.5～2.0	30.7
2.0～2.5	43.4
2.5～3.0	12.8
3.0～3.5	0.4

今撒布總量 2×10^6 トスルト基準粒野デハ 6.667 トナル。之デハ全ク △b 分布ナドハ影響ガナク、又落速モ精密デハナイノデ落速ハ總テ v_0 ヲ用ヒル。

前ト同樣ニ $w\sigma=C$ デ $w_0=10$ トスルト、$\overline{w}=12.3$ トナルガ、之ト $\overline{w}=5.0$ ニ就テ求メテ見ヤウ。

基準粒野內ノ量ハ v_0 別ニ次ノ樣ニナル。

v_0	N(6.667)
0.5～1.0	0.059
1.0～1.5	0.793
1.5～2.0	2.046
2.0～2.5	2.890
2.5～3.0	0.852
3.0～3.5	0.027

基準粒野ニ依ル地上濃度ハ次ノ樣デアル。

75

h:4000, w_1=12.3, W_2=5.0							
v_0	T	W_1T	dS	n/m²	W_2T	dS	n/m²
3.5	1143	14060	2340	0.000012	5715	950	0.000028
3.0	1333	16400	3280	0.000260	6665	1335	0.000638
2.5	1600	19680	4920	0.000588	8000	2000	0.001445
2.0	2000	24600	8200	0.000249	10000	3335	0.000614
1.5	2667	32800	16400	0.000048	13335	6665	0.000119
1.0	4000	49200	49200	0.000001	20000	20000	0.000003
0.5	8000	98400			40000		

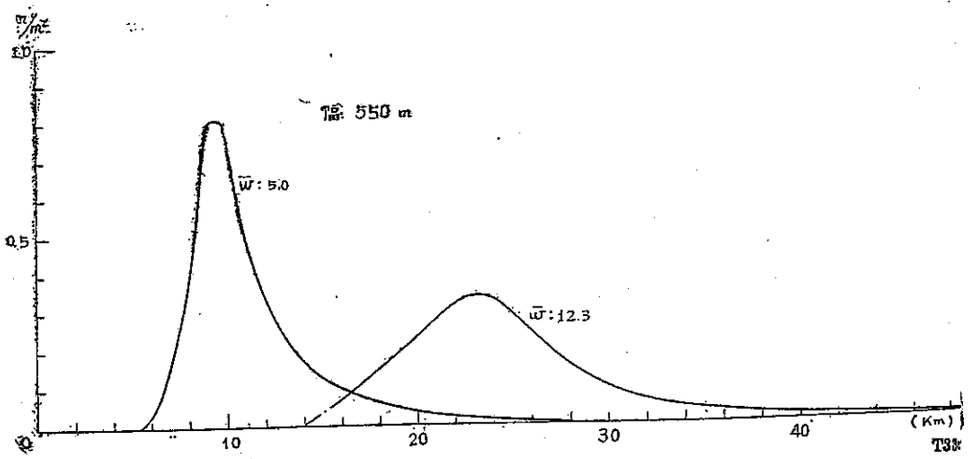
T3925

集成長ハ方向ニ拘ラズ550mトスルト地上濃度ハ次ノ様ニナル。

(77)

h:4000, $\bar{w}$ = 12,3 m/s		h:4000, $\bar{w}$ = 5.0 m/s	
s_{Km}	n/(1000m)^2	s_{Km}	n/(1000m)^2
14	720	5	0
16	111000	6	7980
18	143000	7	156000
20	248000	8	352000
22	326000	9	795000
24	326000	10	795000
26	137000	12	338000
28	137000	14	65400
30	137000	16	65400
40	26400	18	65400
50	14700	20	65400
60	550	30	1660
70	550	40	1660
80	550	50	0
90	550		
100	0		
N = 2000000		(N:2000000)	

T3926

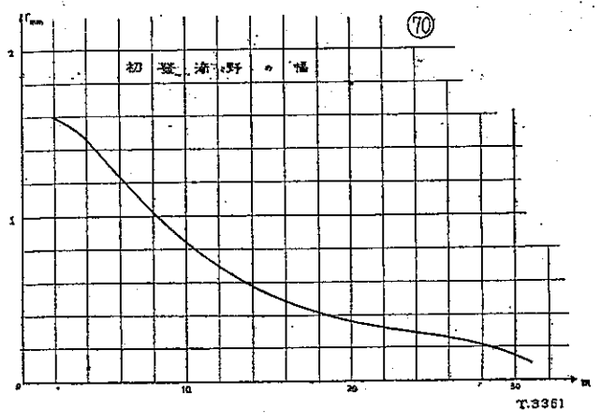


& 28

以上ハ滴野並ニ粒野ニ對スル計算上ノ考察デアツタ。此處デ吾人ノ行ツタ基礎的試驗ノ數例ヲ示シテ此ノ章ヲ終リタイ。

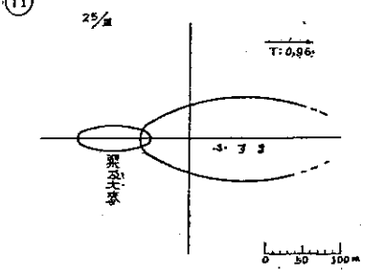
初發滴野ノ各大サノ滴ノ占ムル幅ハ其ノ儘デハ知リ得ナイ。此處デハh=100ニ於テ落下途中ニ於ル擴散ガ無視サレルモノトシ、得タル地上ノ滴ノ分布カラ次ノ平均値ヲ得テ居ル。(5回平均) (70)

(70)

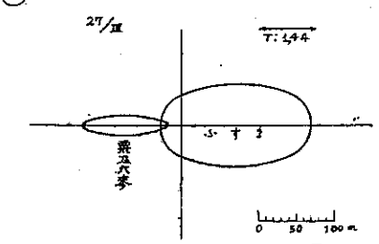


九七輕式翼下撒布器ニ依ル大麥、粟及ふすまノ初發粒野幅ノ狀態(100m撒布ニ依ル)ハ次ノ様デアル。(等量混合物ヲ用ヒ全量80kgトス)流出時間平均1.4秒デFT≒90mトナル。

(71)

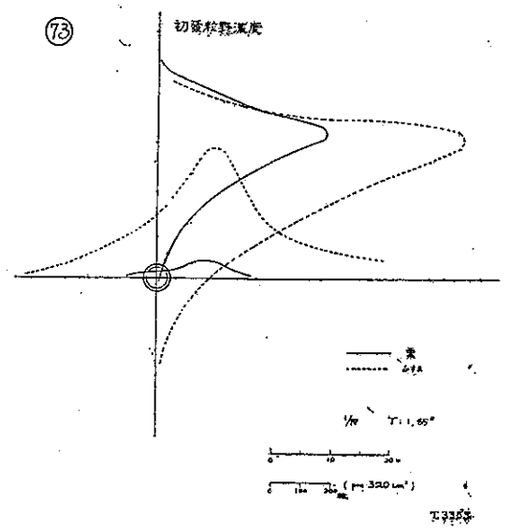


(72)

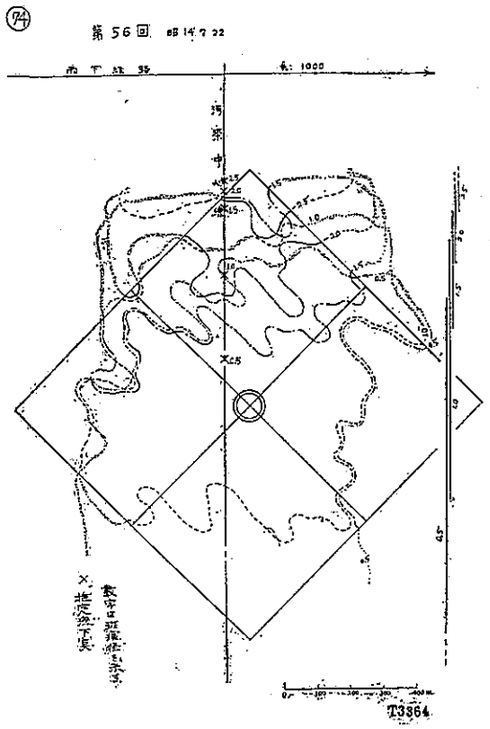


T3362

(73)



前ノ地上滴野ノ計算デハ地上ノ滴野ノ配置ガ一様ニ變化スル樣ニ考ヘタガ、實際ハ流出量ノ化ト氣流ノ狀況、分裂機構ノ狀況ニ伴ツテ極メテ複雜ナ滴野ヲ呈スルモノデアツテ、次ニ其ノ班ヲ示スタメニ滴ノ班痕ノ大サニ依ル地上滴野帶ノ一例ヲ示ス。(74)

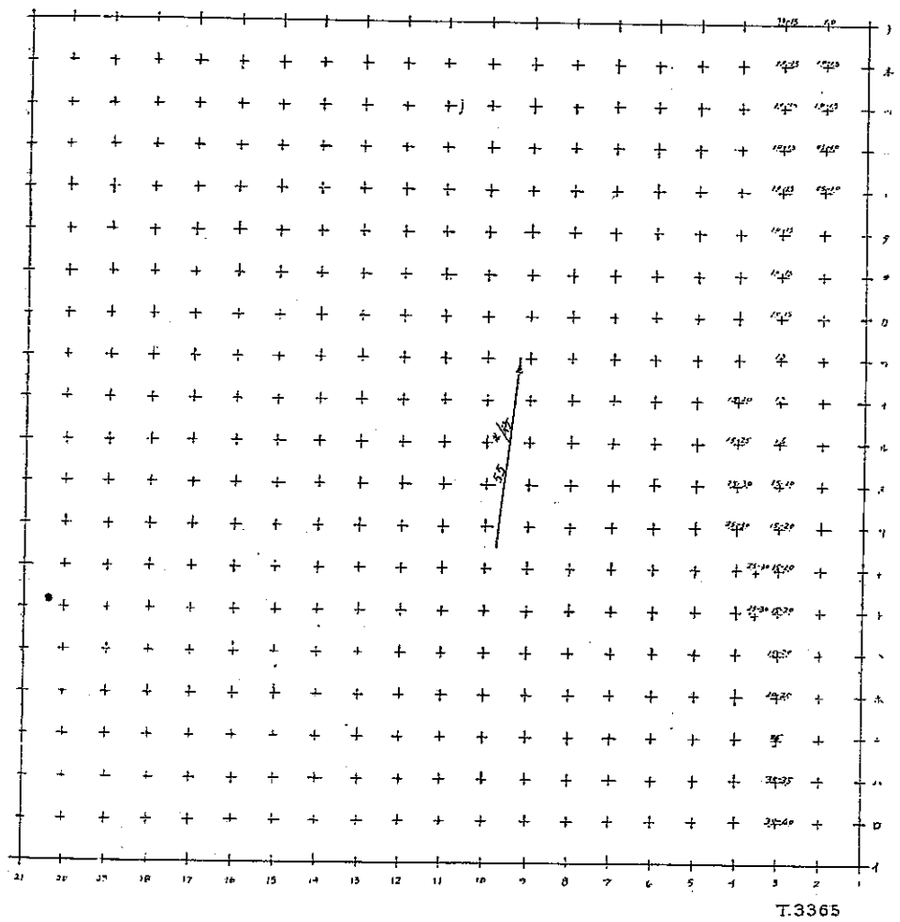


雨下成績圖 1:5000

第16回 昭和14年1月11日 15時30分

H: 1000.

(メチレンブロー水溶液)

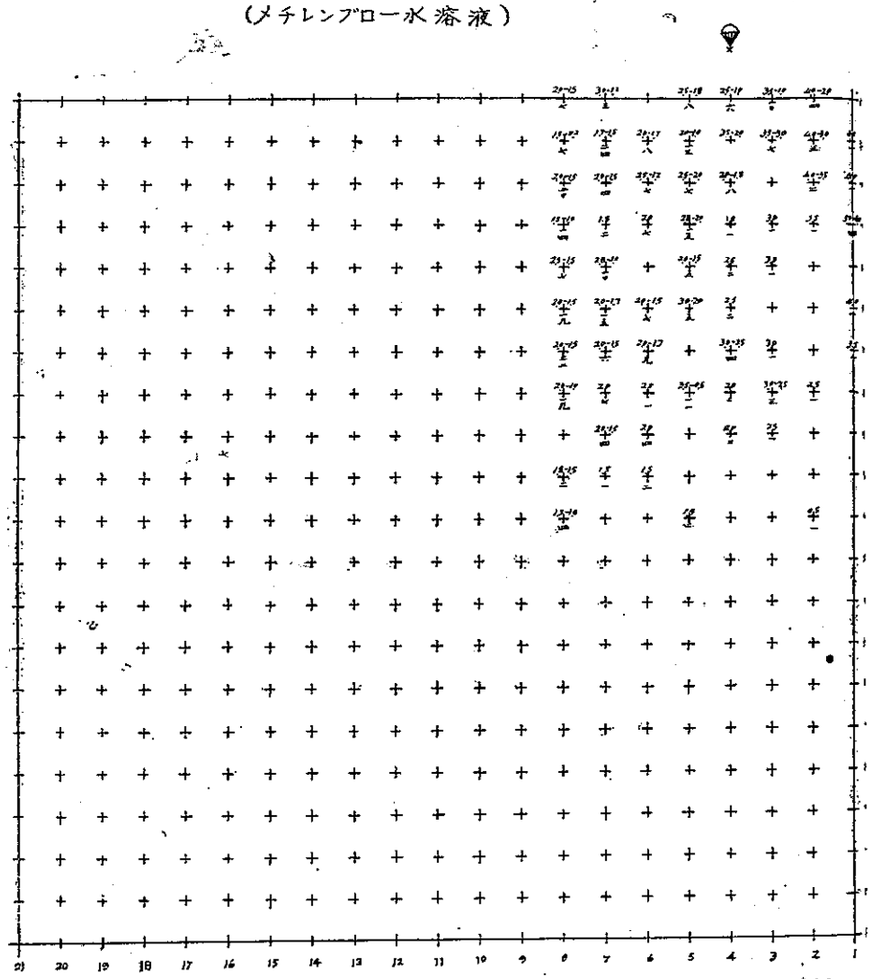


雨下成績圖 1:5000

第42回　昭和14年6月10日　11時 30/54 分

H: 2000,　雲 t_0 17.1℃,　P_0 69%,　B_0 738.1 mmHg

(メチレンブロー水溶液)



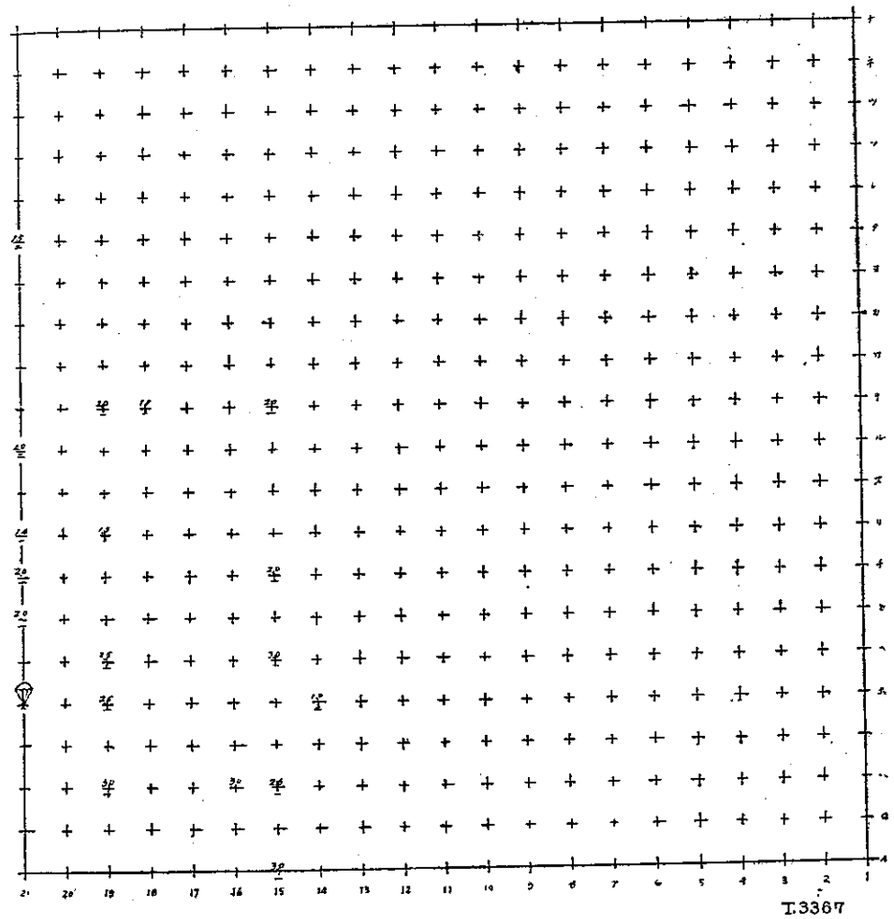
T.3366

雨下成績圖 1:5000.

第46回　昭和14年6月14日　16時35分 / 17時10分

H: 2500,　雲 t_0 24.0℃,　P_0 67%,　B_0 738.6 mmHg

(メチレンブロー水溶液)



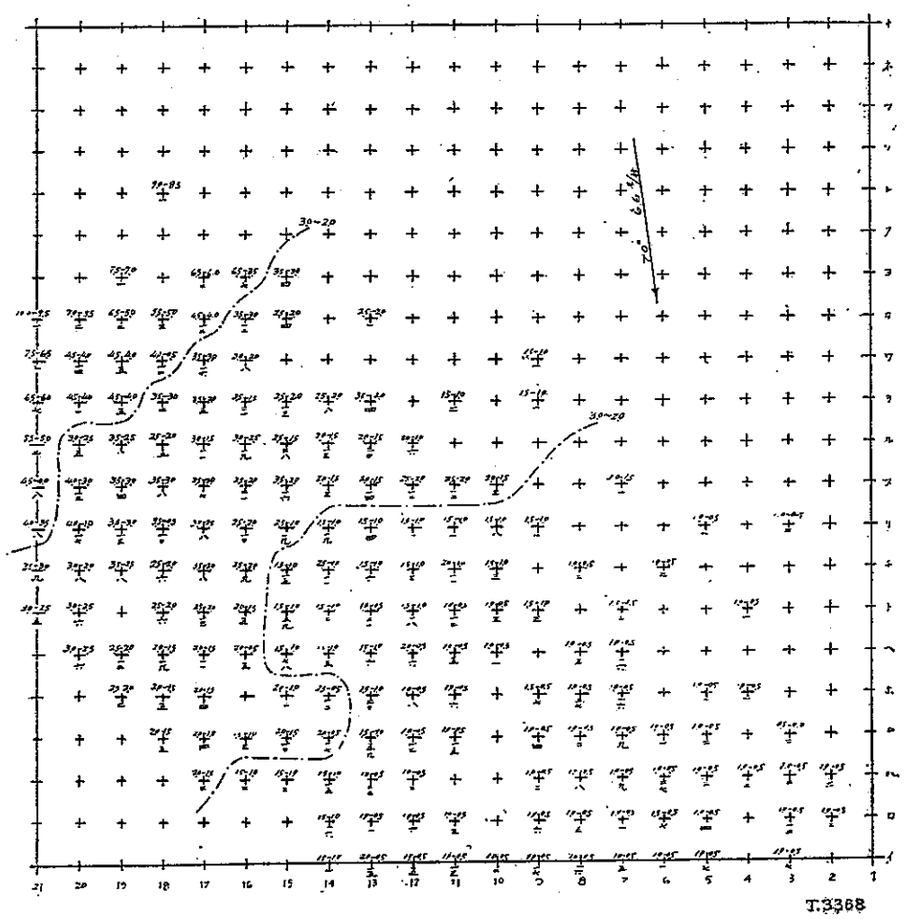
T.3367

雨下成績圖 1:5000

第54回　昭和14年7月22日　15時 14/45 分

H:1000,　曇 t₀ 22.0℃,　P₀ 79%,　B₀ 743.4 mmHg

（全卵 オーラミン着色）

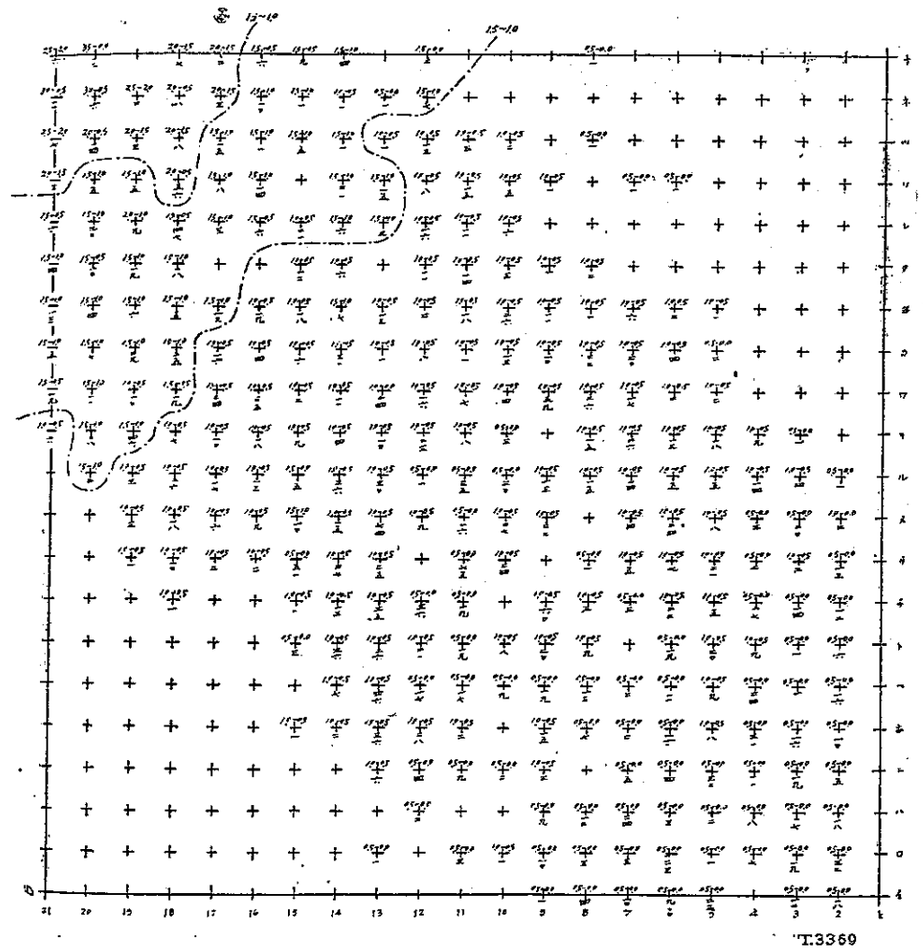


雨下成績圖 1:5000

第55回　昭和14年7月22日　15時55分 ~16時08分

H:1000,　曇 t₀ 22.3℃,　P₀ 81%,　B₀ 743.2 mmHg

（0.2% 寒天 メチレンブロー溶液）

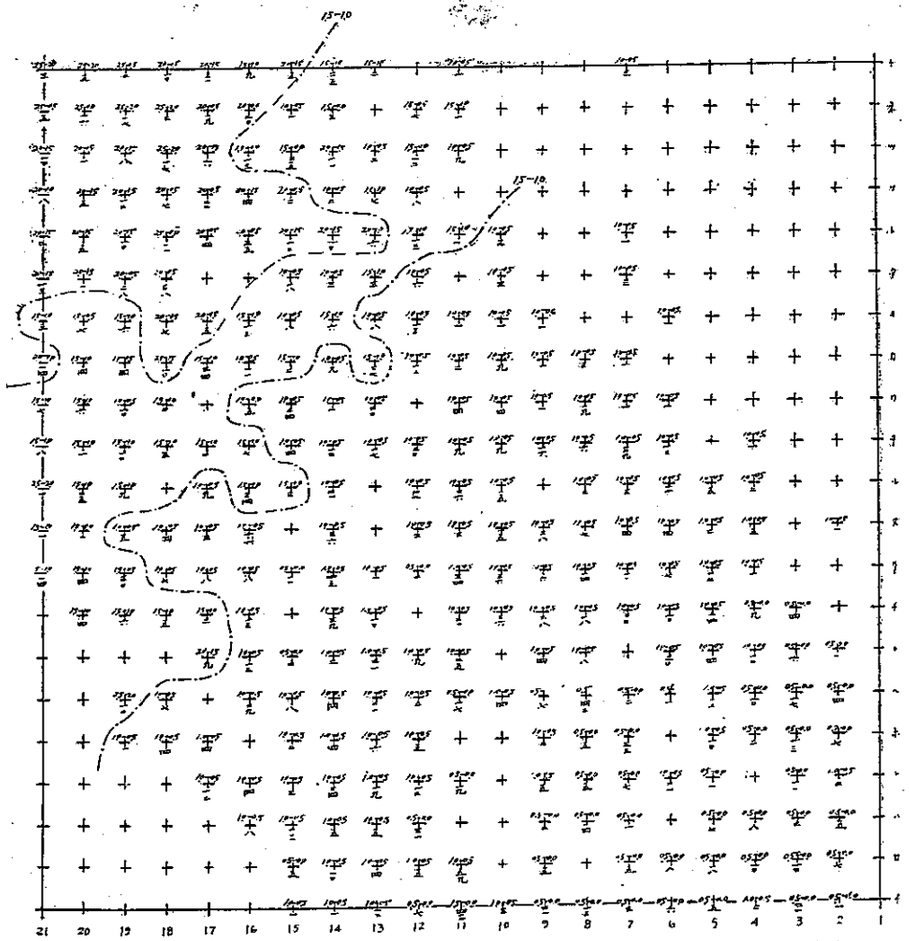


雨下成績圖 1 5000

第56回　昭和14年7月22日　16時 13/27 分

H：1000，曇 t 22.0 ℃．P 80 %．B 743.5 mmHg

（フクシン水溶液）



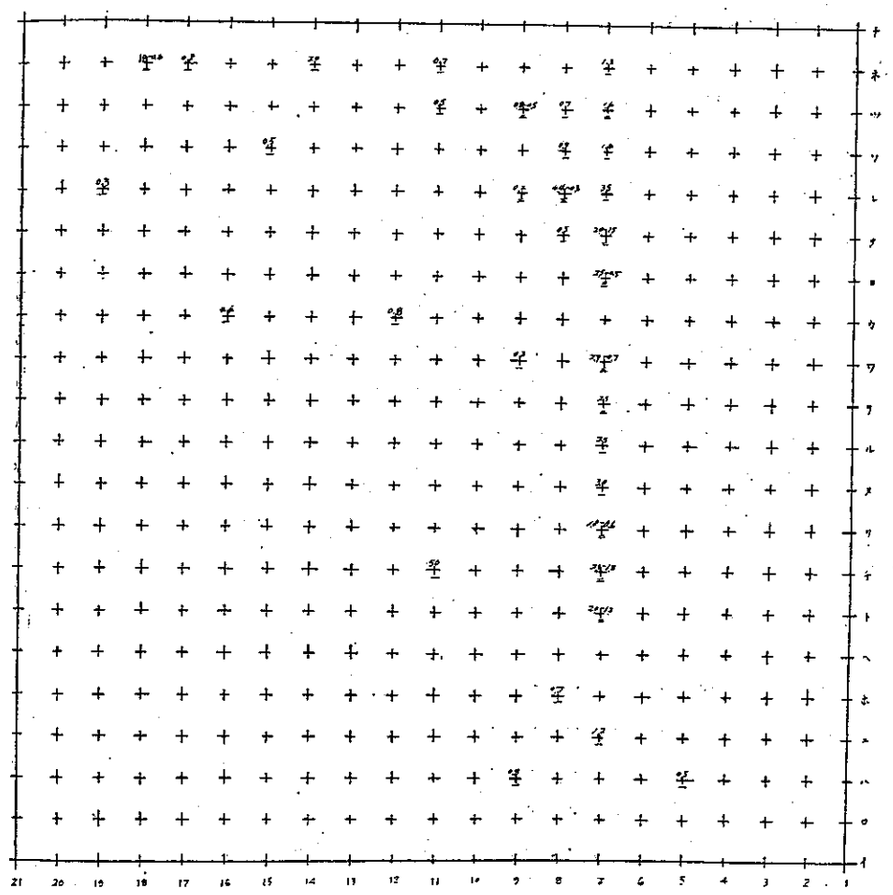
T.3370

雨下成績圖 1：5000

第61回　昭和14年8月2日　17時09分 18時06分

H：3000，晴 t 31.1 ℃．P 43 %．B 739.8 mmHg

（フクシン水溶液）



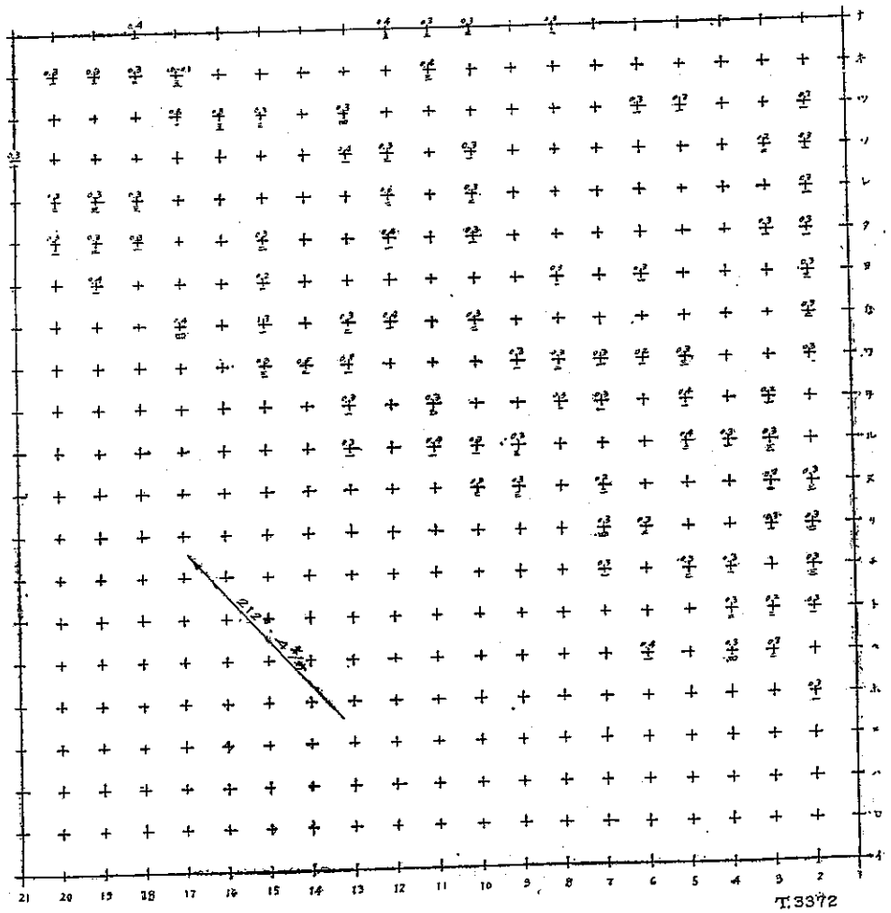
T.3371

雨下成績圖 1:5000

第62回 昭和14年8月2日 18時 $\frac{26}{50}$分

H:1000, 晴 t_0 31.0℃, P_0 43%, B_0 739.8 mmHg

(寒天0.5% メチレンブロー水溶液)



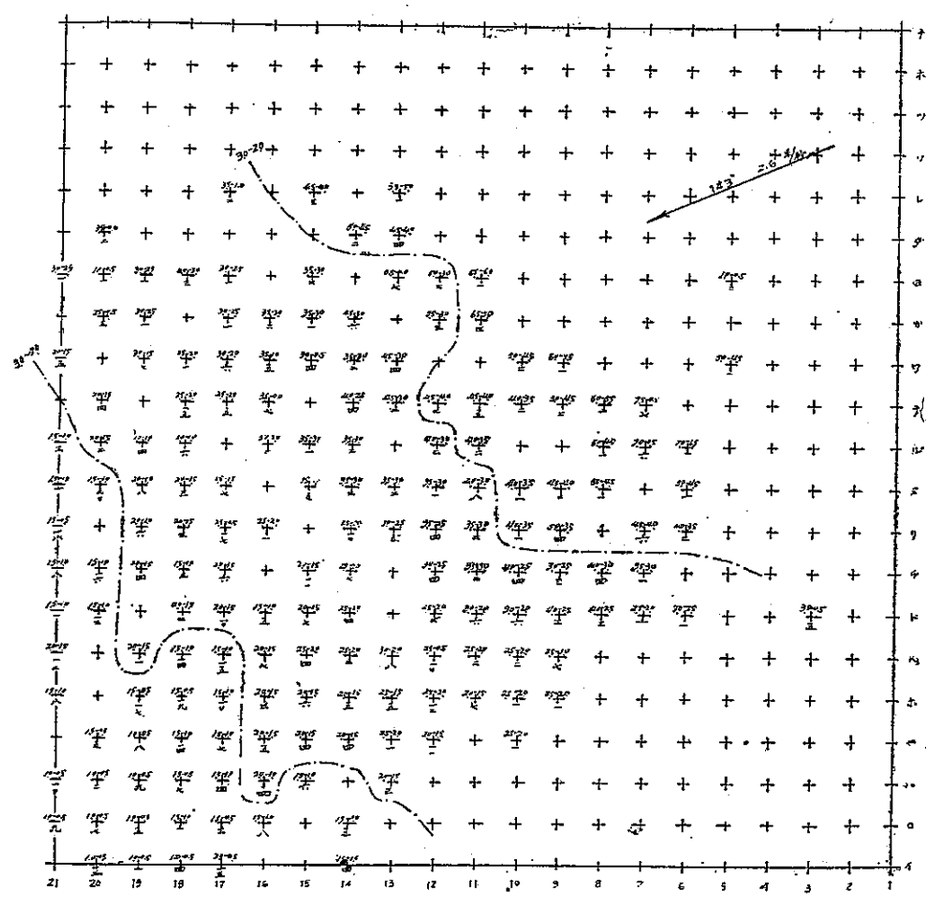
T.3372

雨下成績圖 1:5000

第65回 昭和14年8月16日 12時 $\frac{35}{53}$分

〃H:1000, 曇 t_0 22.5℃, P_0 73%, B_0 743.1 mmHg

(メチレンブロー水溶液)



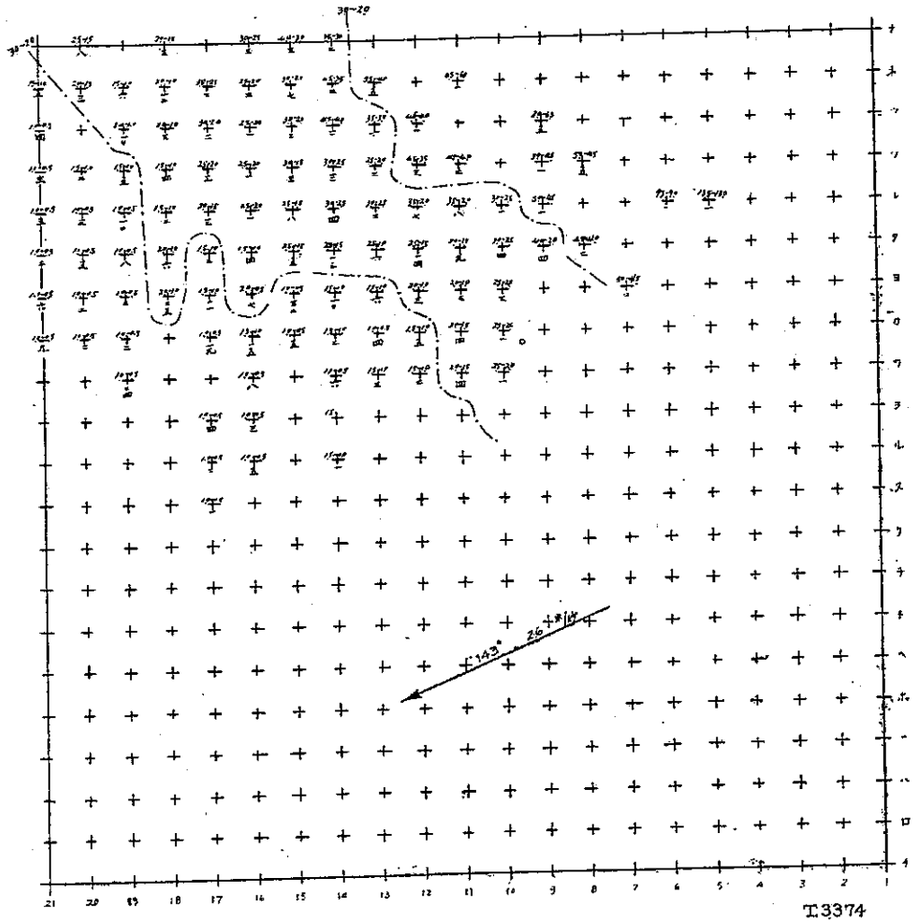
T.3373

雨下成績圖 1:5000

第66回 昭和14年8月16日 13時 $\frac{05}{16}$ 分

H:1000. 雲 t0 25.4°C, P0 63% B0 742.3 mmHg

(雲天0.5%オーラミン水溶液)

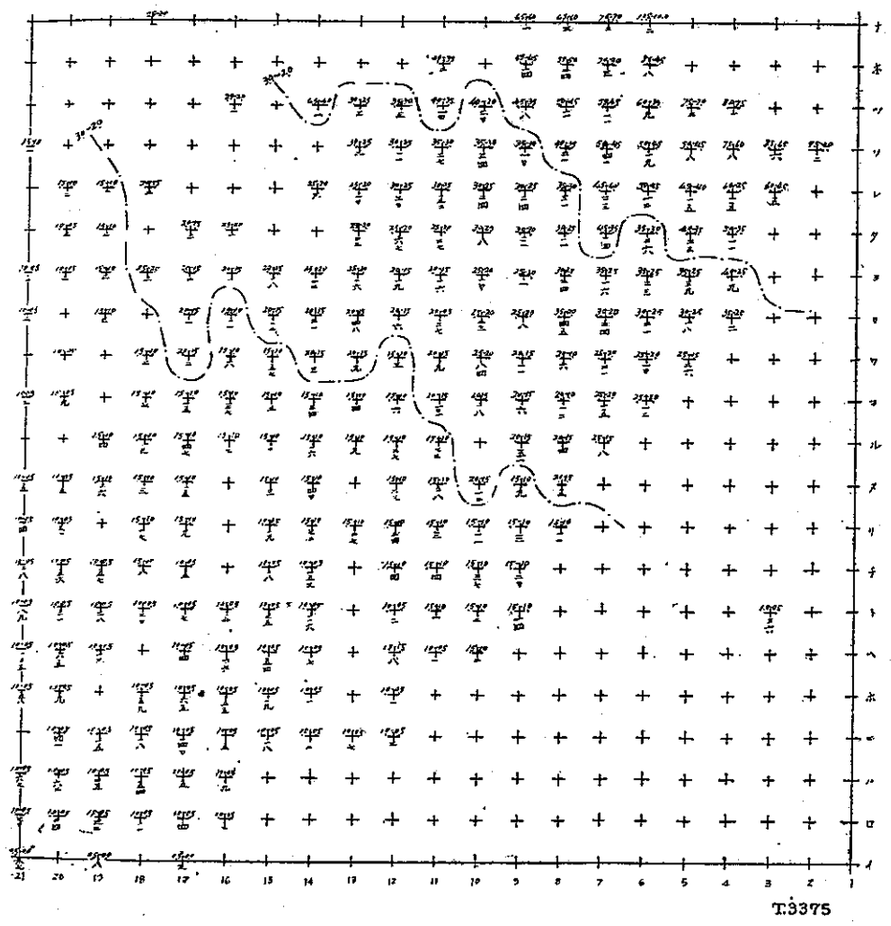


雨下成績圖 1:5000

第67回 昭和14年8月16日 13時 $\frac{26}{38}$ 分

H:1000, 雲 t0 25.4°C, P0 63%, B0 742.3 mmHg.

(グリセリン－フクシン着色)



Ⅶ 雨　下　液

& 29

雨下液ノ成分ハ細菌學的ノ條件ヲ充シ、其ノ性狀ハ雨下ニ必要ナ理學的條件ヲ滿足サセネバ
ラナイ。然ルニ後者ニ關シテハ尙全ク不明デアル點ガ多イノデ、僅カニ粘稠度ヲ可及的高メル
言フ點以外ハ主トシテ細菌學的條件ヲ充スベキ雨下液ガ採用サレテ居ル。然モ此ノ條件ハ單ニ
內ニ於テ細菌ノ生活ニ有利デアルノミデハナク、良ク雨下後ノ氣象交感ニ對抗シ得ル事ヲ必要
スル。此ノ見地ヨリスレバ細菌學的條件ナルモノモ多クハ尙推察ノ程度ヲ出デナイ樣デアツテ
加フルニ雨下後細菌ヲ被攻擊體ニ傳搬スルヲ絕對ニ必要トスルノデアルカラ此ノ方面モ更ニ研
ノ餘地アルモノト信ズル。雨下セラレタ細菌ヲ確實ニ地上ニ到達セシメル事ハ或ル程度可能デ
ルガ、地上ニ細菌ノ存在スル事實ト之ガ進ンデ効果ヲ現スベク適當ナ媒體ヲ通ジテ被攻擊體ヘ
入スル事實トハ決シテ平行デハナイ。

吾人ハ現在迄ニ使用シタ雨下液ハ斯カル點ニ大キナ缺陷ノアツタ事ヲ信ジタイ。

此處デハ細菌學的條件ヲ除キ他ノ理學的ナ見地カラ見タ從來ノ雨下液ヲ述ベヨウ。

& 30

從來用ヒラレタ雨下液ハ概ネ次ノ如キモノデアル。

1.	肉エキス	0.5%
	ペプトン	0.5%
	食鹽	0.1%
2.	グリセリン	3～5%
3.	ゲラチン	1.0%
4.	全卵	10～100%

1. ハ材料デアツテ、之ニ2～4ヲ適當ニ加ヘル。普通ハ發臭劑ハ加ヘナイ。

普通ノ培養基ニ比シ肉エキス」、「ペプトン」及食鹽ヲ減量シテ居ル。之ハ蒸發ニ對スル影響
顧慮シテ居ルノデアツテ、此等ノ物質ハ雨下液ノ理學的性狀ニ影響スル所ガ少ク、細菌學的見
カラノミ添加サレタモノデアルガ、更ニ減量シテモ良イノデハナイカト考ヘテ居ル。卽チ地上
落達スレバ大部分ノ滴粒ハ乾燥シテ來ルノデ、此等ノ物質ノ養素的性質ヨリムシロ殺菌的性狀
著明ニナツテ來ルカラデアル。

「グリセリン」及「ゲラチン」ハ雨下液ノ粘稠度ヲ高メル目的デ用ヒラレテ居ル。

全卵ヲ加ヘルノハ粘稠度ノ點以外ニ細菌學的意味ヲ多分ニ含ンデ居ル。

基材ノ性狀ハ次ノ樣デアル。

(肉エキス」1%、「ペプトン」1%、食鹽0.5%ノ型ノ如ク調製セル普通ノモノヲ用フ。pH7.
ス)。

(78)

溫度℃	比重	比粘度	
15	1.017	1.0271	比重は比重計に依る。比粘度はエングラー型を用ふ。
20	1.015	1.0116	
25	1.013	1.0100	
30	1.010	1.0030	

T3928

左表ハ15°C ノ蒸餾水ヲ標準トシタ比粘度ヲ求メタノデアルガ、比重ト共ニ水ト大差ナイ。

「グリセリン」ハ(79)ノ成績ノ樣ニ30%程度ニ加ヘルト粘稠度ヲ稍ゝ增スケレドモ、資材ノ關係カラモ更ニ細菌學的ニモ斯カル濃度デ加ヘルノハ許サレナイ。5%ノ程度デハ何レノ方面デモ差支ナイガ粘稠度ハ加ヘザルニ勝ルトイフ程度デアルカラ、雨下液トシテハ大シタ意味ハナイト考ヘル。(此ノ程度デハ氷點ノ降下モ著シクナイ)。

(79)

溫度(℃) ＼ 濃度(%)	グリセリン水溶液 比重 30%	20%	10%	5%	粘度 30%	20%	10%	5%
15	1.073	1.050	1.025	1.012	1.2691	1.1664	1.0794	1.0593
20	1.071	1.048	1.023	1.022	1.2687	1.1284	1.0641	1.0391
25	1.061	1.046	1.022	1.021	1.2512	1.12514	1.0572	1.0386
30	1.068	1.045	1.021	1.020	1.1949	1.1071	1.0107	1.0200
摘要								

T3927

「ゲラチン」ハ雨下液ノ樣ニ多量ニ使用スル際ニハ高級品ハ用ヒ得ナイ。(昨今殊ニ優良品ハ手ニ入ラナイ) 從ツテ吾人ノ試驗デハ稍ゝ大量ニ得ラレル國產ノ2, 3級品ヲ用ヒタ。細菌學的ニ特ニ嚴密ナ鑑別ニ用ヒル場合デナケレバ何レモ細菌ノ性狀ニ影響ヲ及ボサナイノデ、比較的廉價デ粘度ノ高イ3級品ヲ特ニ多ク使用シタ。以下ノ基礎試驗ハ何レモ該品ニ依ルモノデアル。粘稠性ヲ得ル目的デ寒天ヲ用ヒナカツタノハ寒天ノ粘度ノ高イ「ゾル」ヲ得ラレル濃度ト「ゲル」ニナル濃度ガ接近シテ居テ實用ニ不便デアルノト、比較的稀イ濃度デハ調製ヲ餘程愼重ニシナイト平等均一ナ「ゾル」ニナラズニ絮狀部分ノ見ラレル惧ガ多イ爲ニ雨下液トシテハ適當デナイト考ヘタ故デアル。(絮狀ニ析出シタ部分ヲ含ム寒天液ヲ用ヒルト滴粒ガ極メテ細クナル事ヲ經驗シテ居ルガ更ニ回數ヲ重ネテ決定シタイ。)

「ゲラチン」ノ膠質狀態及之ニ對スル諸種ノ影響ニ關シテハ古來莫大ナ研究ガ行ハレテ居リ、又「ゲラチン」ノ純度ニ關シテモ論議セラレル所ガ多イ。從ツテ吾人ハ今此ノ一見極メテ不純ナ材料ヲ用ヒテ斯樣ナ方面ニ深入リスルノ不適當デアリ又目的ニ副ハヌ事ヲ考ヘテ、直接雨下液ノ性狀トシテ必要ナ粘稠度ノ方面ノミヲ試驗シタ。雨下液トシテハ「ゲラチン」ノ他ニ種々ノ物質ノ種類性狀ニ依ツテモ異ル成績ノ出ル事ヲ考ヘ主トシテ「ゲラチン」ノミニ就テ考ヘル事ニシタ。吾人ノ用ヒル雨下液トシテノ性狀ハ種々ノ混合物ヲ加ヘテモ尙此ノ程度カラ多クハ偏スル處ノナイ事ヲ推定シテ居ル。

「ゲラチン」ノ膠質狀態ハ調製法ト經歷ニヨツテ異ル。實際ノ雨下液デハ滅菌ノタメ加溫セラレルガ唯時間ガ餘リ長クハナイノデ影響ガ少イト考ヘラレル。試驗ニハ斯カル加熱膠液ヲ使用シタ方ガ合目的デアルガ調製ヲ一定ニシ得ナイ惧ガ多イノデ、試驗用トシテハ次ノ方法ニ依ツタモノヲ用ヒテ居ル。

所要量ノ「ゲラチン」ヲ細斷シ調製容器(300コルベン)ニ入レ約10倍量ノ餾水ヲ加ヘ一晝夜放置

後之ニ約40°Cニ加溫セル微溫餾水ヲ水量ガ所望量ニナル迄加ヘ輕ク攪拌シツツ(必要ニ應ジ湯煎上デ輕ク加溫シ)丁度完全ニ溶解セシメ、之ヲ室溫ニ置キ所望溫度迄降下セシメテ試驗用トスル。溫度ヲ高メル必要ノアル時ハ之ヲ湯煎上デ振盪シツツ加溫シ所要溫度ニ達シタ時ニ使用スル。

以下ノ試驗成績中比重ハ比重計ニ依リ、比粘度ハ「エングラー型ヲ用ヒ15°Cノ餾水ヲ標準トシタ。(ゲラチンBトハ使用シタ品ニ附イタ名稱デアル。)

(1)「ゲラチンゾル」ノ比重

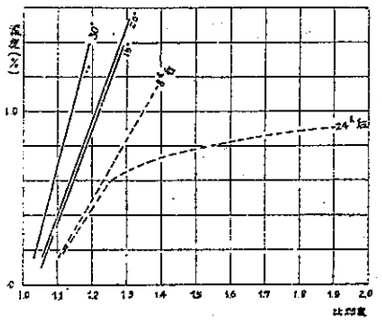
(80)

	濃度	比重(15°C)	(30°)
ゲラチンB	0.2%	1.002	1.001
	0.4	1.003	1.002
	0.6	1.004	1.002
	0.8	1.005	1.003
	1.0	1.006	1.004
	1.5	1.007	—

T3929

(2)「ゲラチンゾル」ノ比粘度

(37)

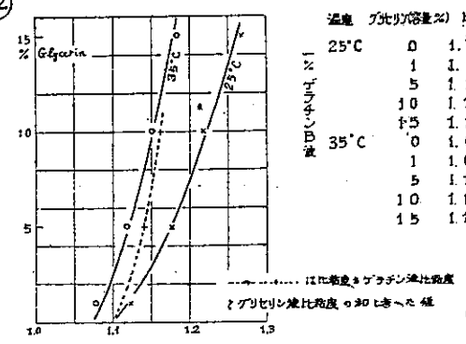


		ゲラチンB	
C°	%	直後	24ʰ后
15°	0.2	1.072	1.118
	0.4	1.113	1.185
	0.6	1.145	1.237
	0.8	1.185	1.325
	1.0	1.217	6.602
20°	0.2	1.066	
	0.4	1.112	
	0.6	1.140	
	0.8	1.177	
	1.0	1.212	
	1.5	1.308	
30°	0.2	1.031	
	0.4	1.069	
	0.6	1.090	
	0.8	1.110	
	1.0	1.140	

T3376

(3)「ゲラチン」、「グリセリン液

(82)



溫度	グリセリン(容量%)	比粘度
25°C	0	1.1042
	1	1.1234
	5	1.1751
	10	1.2158
	15	1.2688
35°C	0	1.0767
	1	1.0797
	5	1.1199
	10	1.1501
	15	1.1822

ゲラチンB液 1%

……は同濃度のゲラチン液比粘度

―グリセリン液比粘度の和と考へた値

T3377

「グリセリン」(局方)ハ調製中ニ加ヘル。

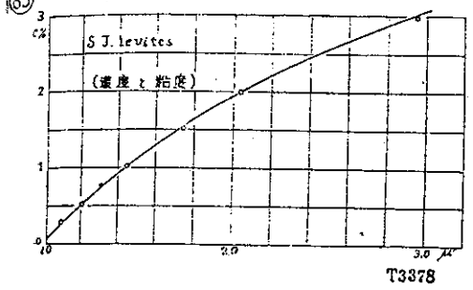
即チ「グリセリン」ノ添加ハ兩者ヲ單獨ニ用ヒタ場合ヨリモ比粘度ヲ高クスル。恐ラク「グリセリン」ノ脫水作用ノ及ボス「ミツエル狀態ノ變化デアラウ。此ノ程度ハ Bechhold ノ成積ヨリモ稍ゝ高イ樣ニ思ハレル。

以上ハ主トシテ「エングラー型ノ粘稠計ノ成積デアルガ、一般膠質ノ場合ノ注意ノ如クニ斯カル方法ハ「ゾル」ノ粘度ノミナラズ其ノ剛性ガ加ハツテ來ルノデ高壓粘度計ヲ使フノガ至當デアラウ。然シ乍ラ雨下ノ分裂ニ於テハ恐ラク粘度ノミデナク其ノ剛性モ共ニ作用スルト考ヘラレルノデ特ニ兩者ヲ區別スル事ノ要ハアルマイ。

雨下ノ場合ニハ瞬間的ニ大キナ振盪作用ガ働クノデ或ハ搖變(Thixotropy)ノ現象ノ起ル濃度帶ガ見ラレルカト考ヘタガ、吾人ノ用ヒル濃度ト溫度ノ範圍デハ遭遇出來ナカツタ。

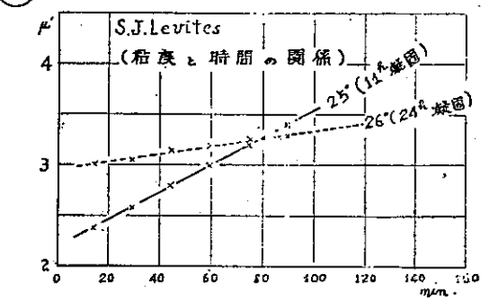
次ニ「ゲラチン」ニ關シ吾人ノ目的範圍デ特ニ必要ト思ハレル事項若干ヲ文獻カラ摘錄シテ見ヤウ。

(83)



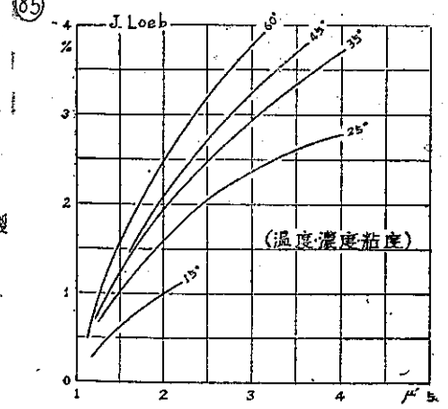
T3378

(84)



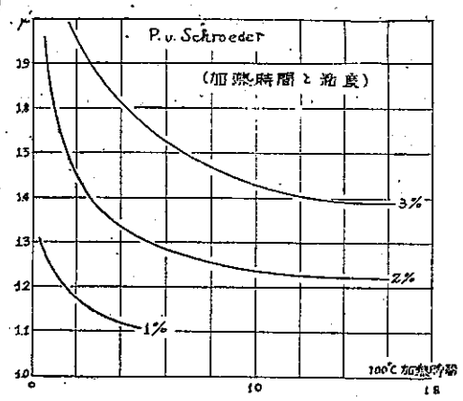
T3379

(85)

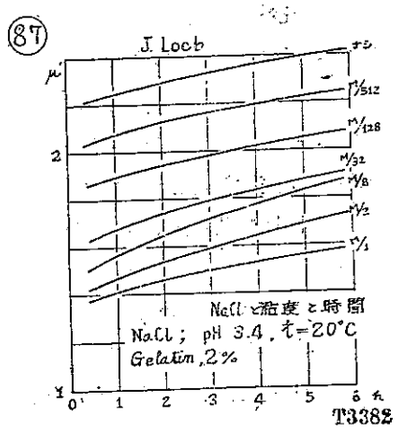


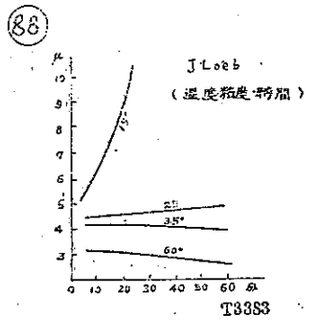
T3380

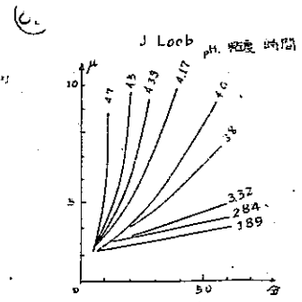
(86)

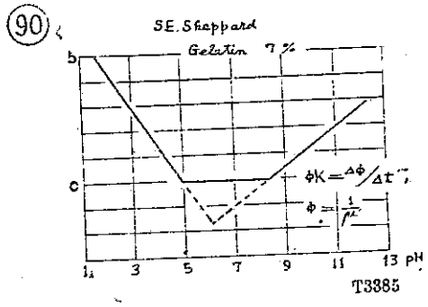


T3381





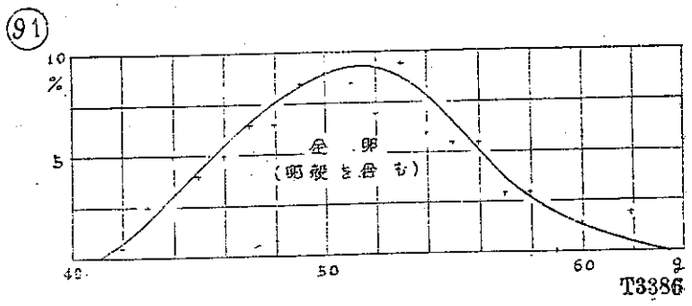


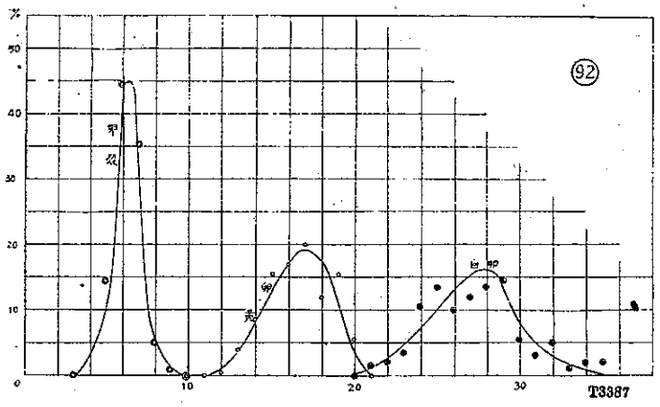


卵ハ雨下液ニハ通常外殼ヲ酒精消毒シタ程度デ全卵ノママ混合サレル。

卵ノ性狀ハ產地、殊ニ產卵カラ試驗マデノ經過日數ト保存ノ狀態ニヨツテ異ル。雨下液ニ使サレルモノハ特ニ新鮮ナ事ヲ要求スル譯ニハ行カナイ。次ノ試驗ハ市場ニ於テ無差別的ニ購入2, 3日室溫ニ保存シタモノカラ隨意ニ摘出シタ材料ニ就テ行ツタモノデアル。(賓江省產)

次ハ約200箇ニ就テノ分布及平均ヲ示ス。





前記ノ中卵黃及卵白ノ分離ハ通常ノ方法デ殼內デ行ツタモノデ、從ツテ卵白量ガ最モ實際ヨリモ減少シテ居ル筈デアル。

之等ノ分離物ハ各々構造ヲ有シテ居テ其ノ儘デハ比重モ粘度モ測定シ難イカラ之ヲ「ガーゼ」2枚ヲ通シテ壓出シ(泡ヲ立テヌ樣緩徐ニ)卵黃膜ヲ除去シ又ハ卵黃周邊ノ濃厚部ト殼膜部ノ稀薄部ヲ可及的平均シ又「カラザ」ヲ除イタモノニ就テ次ノ試驗成績ヲ得タ。

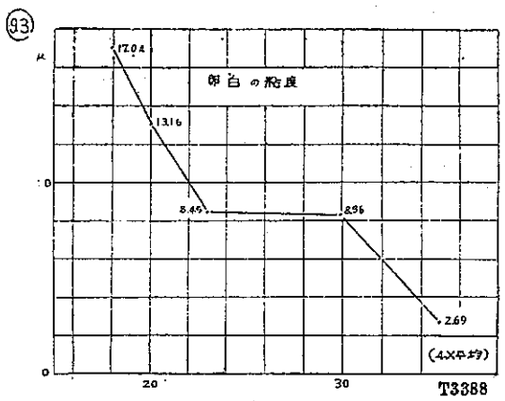
	比重
卵黃	1.034
卵白	1.045

(平均溫度20.6：各10箇宛20回平均)

1個平均容量(cc)

卵黃	15.67
卵白	25.41

(分離後ノ操作ヲ行ハズ)



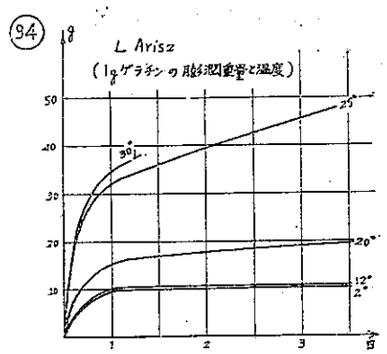
卵黃膜ヲ除去シタ卵黃ハ極メテPlasticデアツテ毛細管式ノ粘度計ヲ通過シナイ。

卵白ニ就テノ試驗成績ハ左ノ樣デアル。即チ30°CトC20°Cノ間ニ大キイ差ガアルガ、之ニ關シテハ、更ニ異ツタ狀件ノ卵ヲ用ヒテ追試スル必要ガアル。

& 31

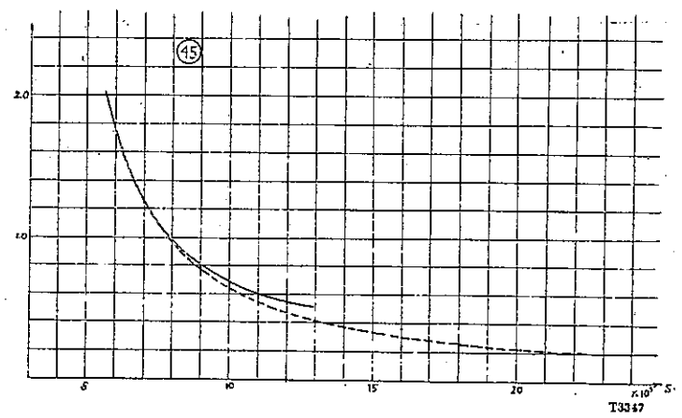
雨下液ノ性狀トシテ必要ナノハ落達後ノ菌ノ運命ヲ支配スル因子デアル。蒸發乾涸ハ當然ノ歸結デアリ、之ニ關スル細菌學的研究モ行ハレテ居ルシ更ニ落達土壤ノ性狀ト雨下液ノ緩衝作用ニ就テモ考慮サレテ居ル樣デアルガ、吾人ノ此處ニ述ベタイノハ乾涸シテ細菌ヲ內ニ保有スルト見做スベキ粒子ガ爾後如何ニシテ內ノ菌ヲ放出スベキカデアル。此ノ場合先ヅ問題トナルノハ水ニ對スル溶解度デアル。粒子ガ可溶性ノ物質ヲ基質トスル時ハ雨其ノ他ノ水ニ依ツテ內ノ菌ガ自由ニ放出セラレルケレドモ上ニ述ベ來ツタ樣ナ蛋白體ヲ含有スル場合ニハ斯ク單純ニ考ヘル事ハ許サレヌ。

一般ニ蛋白質ガ「ゾル—ゲル」變換ヲ行フト化學的ニ變性シテ水ニ不溶トナル場合ガアル。熱凝固ハ著明ナ例デアルガ、吾人ガ上ニ取扱ツタ卵蛋白ニ於テハ自然乾燥ハ斯ル變化ヲ起スニシテモ著明デハナク、例ヘバ孵卵器內デ乾燥セシメタ卵白卵黃ハ室溫ノ水ニ一部再ビ溶解スル。此ノ詳シイ程度ハ尙求メテ居ナイ。「ゲラチン」ノ場合ニハ再ビ文獻ヲ引用スル事ガ出來ル。之ニ依レバ30°C以下ニ於テハ殆ド自然溶解ヲ起サヌト考ヘラレル。之ハ「ゲラチンゲル」自身デアツテ、吾人ノ取扱フ樣ナ各種ノ混合物ヲ有スルモノニ於テハ「ゲラチンゲル」ノ網狀體ガ出來テ居ルトモ考ヘラレルノデアツテ、「ゲラチン」1%、(肉エキス」1%)ノ「ゾル」ヲ作リ之ニ「コンゴー赤ヲ加ヘテ置キ「ペトリ皿ニ噴霧シ室溫デ乾燥サセ、後之ニ室溫ノ水ヲ加ヘルト僅時間中ニ「コンゴー赤モ肉エキス」モ殆ド水中ヘ出テ了フノヲ見ル。細菌ヲ用ヒテ其ノ何分ガ出得ルカハ實驗ガナイ。



T3389

從ツテ實際ハ「ゲラチン」ヲ含ンダ雨下液デアツテモ中ノ細菌ハ雨水ニ遇ヘバ外ヘ出ル事ハ確實ラシイガ、極メテ冷イ雨デハ餘リ良イ結果デハアルマイト想像サレル。



T3347

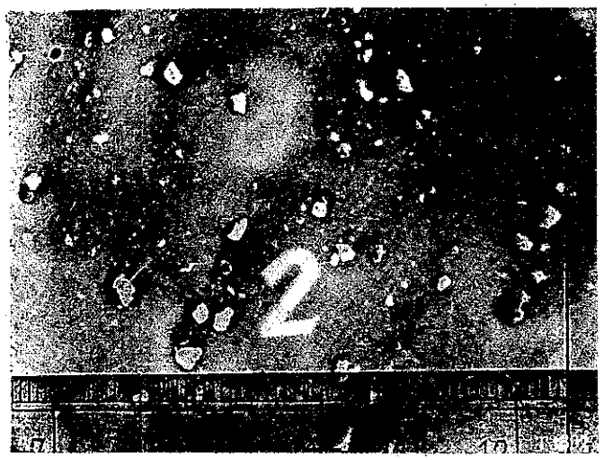
& 32

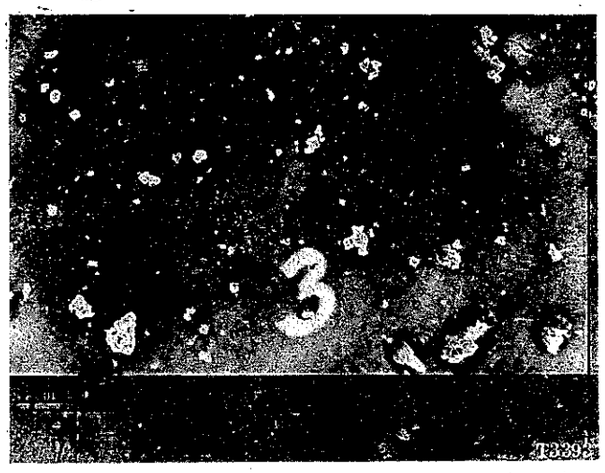
實際ニ用ヒル場合ノ雨下液ハ決シテ均一ナモノデハナイ。室內デ注意シテ良ク振盪スレバ外見ハ均一ニナル樣ナ全卵混合液デハ實際上ハ可及的振盪スルニ拘ラズ量ヲ多ク一時ニ調製スルノデ卵ノ部分ガ他ノ溶液ニ混合セズニ存スル事ガ多イ。又「ゲラチン」ヲ用ヒル場合豫メ調製シテ置クト水溫ノ變化デ凝固ヲ起シテ來ル事ガアリ之ヲ雨下液槽ニ注入スル際ハ細ク割レテ「ゲラチンゲル」ノ細片ガ間ニ凝固水ヲ含ンデ居ル狀態デアル事モアル。從ツテ斯樣ナ雨下液デハ室內ノ實驗デ見ラレル性狀トハ異ル狀況ヲ呈スル事ヲ考慮セネバナラナイ。

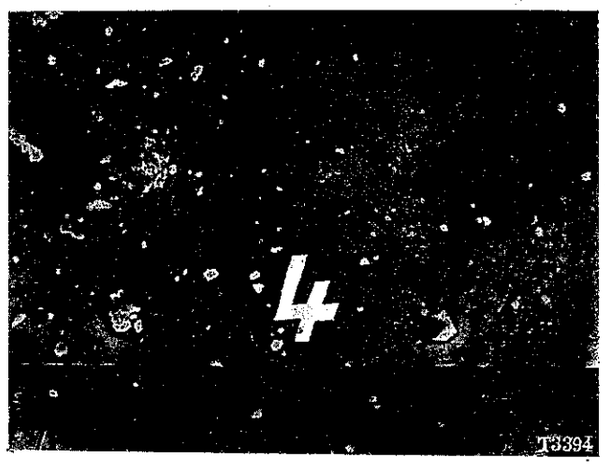
次ニ斯樣ナ見地カラ行ツタ試驗ノ一部ヲ示ス。餾水100ccニ全卵箇ヲ加ヘ之ニ硝子小球箇100箇ヲ入レ「エルレンマイエルコルベン」內デ手ニテ良ク振盪シ、一定時間每ニ10cc宛取リ出シ「ペトリ」皿上ニ擴ゲ、「エピデヤスコープ」ノ透視板上ニ置イテ壁面ノ投影ヲ撮影シテ見ル。(肉眼的ニハ卵白部ノ構造ガヨク見エルガ寫眞デハハツキリシナイ。白ク寫ツテ居ルノハ卵黃部デアル。)

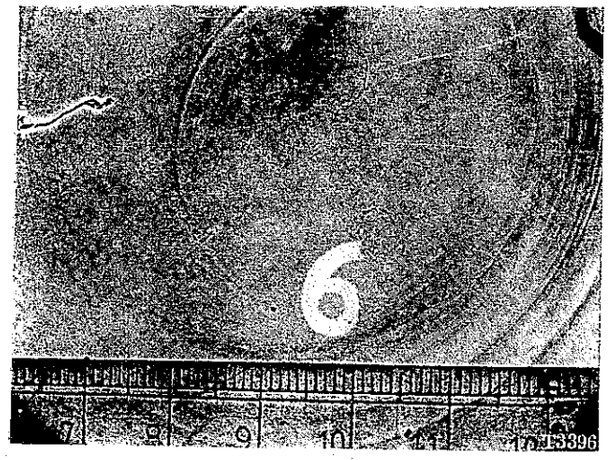
No. 1	5分振盪
No. 2	7分 〃
No. 3	9分 〃
No. 4	11分 〃
No. 5	13分 〃
No. 6	pH7.2, 0.2%寒天(調製後室溫ニテ放冷セルママ構造ナシ。)


1
T3391


2


3
T3393


4
T3394

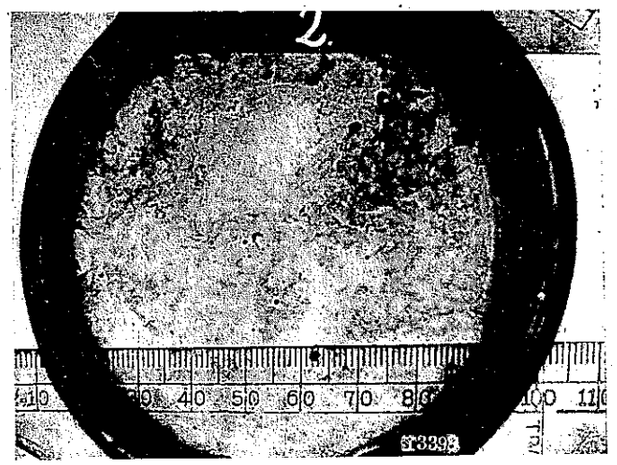


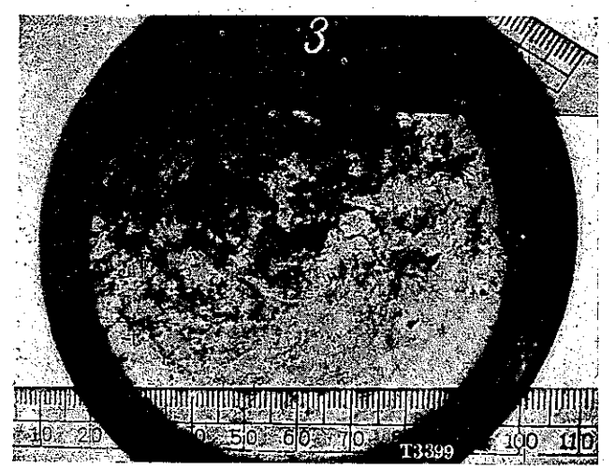
次ニ卵白ノミニテ試驗ヲ行ツタ。

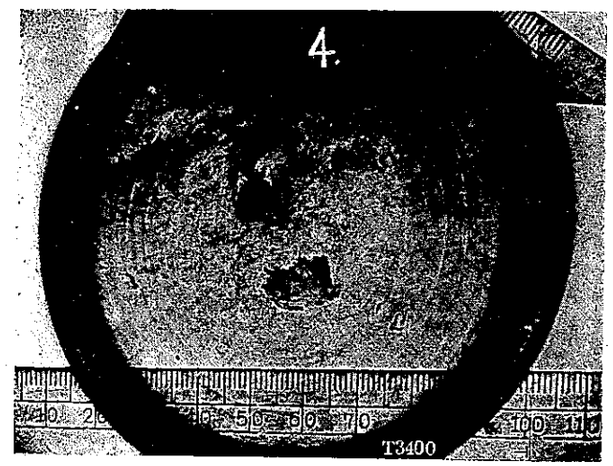
溜水100ccニ卵白3個分ヲ加ヘ硝子球50個ヲ入レテ「コルベン内デ、手ニテ1分間100回位ノ振盪ヲナシ、「コンゴーロート」ノ飽和液5ccヲ注ギ染色液ノ均等ニナル迄振盪ヲ行ヒ、一定時間毎ニ10cc宛「ペトリ皿ニ分注シ全卵ノ時同様ニ「エピデヤスコープ」ニ掛ケ投影シ撮影セル寫眞ハ次ノ如クデアル。(寫眞ニ見エル白ク寫ツテ居ル部分ハ卵白部デ黑ク見エル部分ハ「コンゴーロート」ニテ染色セラレタ水ノ部分デアル。)

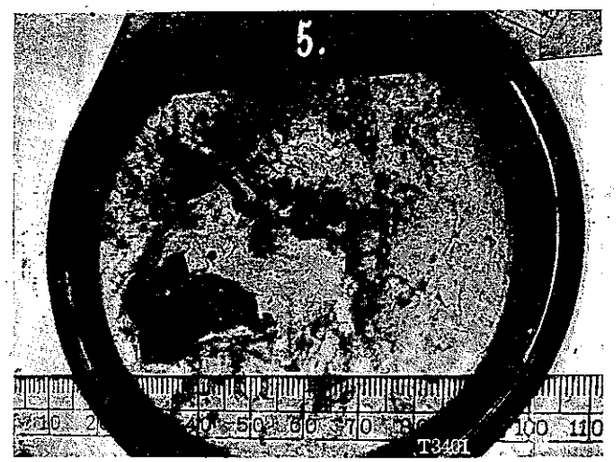
No. 1	5分振盪
No. 2	6分 〃
No. 3	7分 〃
No. 4	8分 〃
No. 5	9分 〃
No. 6	10分 〃

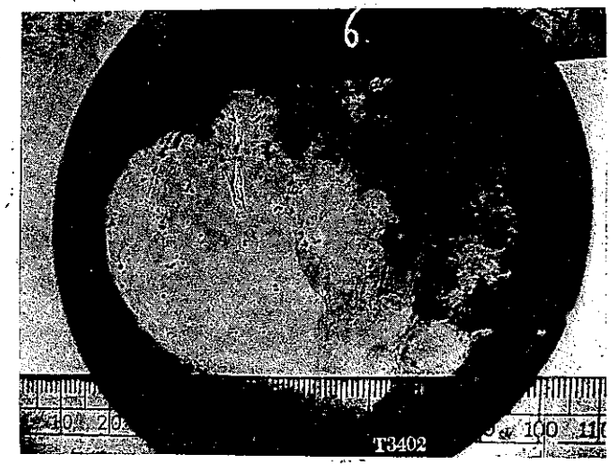

1.
T3397


2.


3
T3399


4.
T3400





Ⅷ 雨 下 氣 象

& 33

斯カル問題ハ之ヲ廣義ニ解釋スレバ殆ド全氣象學並ニ一部ノ氣候學ヲ含ムモノトナリ。嚴密ニ解釋スレバ特ニ雨下氣象ト名附ケル項目ハ殆ド皆無トナル。卽チ雨下氣象トハ强ヒテ言ヘバ所謂軍用中航空氣象ニ屬シ、而モ特ニ雨下（又ハ撒布）セラレタ粒子ノ落下經路及途中ノ變化ヲ考察スルモノデアルト定義出來ル。勿論軍用氣象ノ一部トシテ疫學氣象ノ確立サレル事ハ急務デアツテ、此ノ中ニハ一分科トシテ今問題ニスル部分ガ含有サレネバナラヌ。卽チ雨下氣象ガ當然包含スベキ細菌自體ノ氣象交感、更ニ効果ニ對スル影響ハ雨下氣象ノ含マルベキ疫學氣象ニ於テ取扱ハレネバナラナイ。

斯樣ナ見地ヨリスレバ、此處ニ此ノ項ヲ擧ゲルノハ必ズシモ妥當トハ言ヘナイガ、過渡期ニ於ケル現象トシテ吾人ハ從來獨自ノ立場カラ此ノ方面ニ關心シテ居ツタガ故ニ極メテテ簡單ニ粒子ノ經路ニ關スル部分ヲ述ベル。最モ重要ナ細菌ニ對スル氣象交感ニ關シテハ他ノ專門ノ部門ニ委セヤウ。

此處ニ雨下氣象ト稱スルモノノ定義ハ後章『雨下氣象ノ判定』中ニ考ヘテ居ルノデ敢テ重複ヲ避ケル。

& 34

雨下高度ヨリ地上迄ノ風力分布及其ノ間ノ溫度、濕度、密度ハ粒子ノ流下量ヲ決定スル。卽チ斯ル見地ヨリスル途中ノ空氣ノ狀態ガ命中精度ト効果ノ一部ヲ準定シ之ヲ以テ雨下氣象デアルト見做ス事モ出來ル。

之ヲ粒子ノ流下量ヲ中心トシテ考慮シタモノガ雨下風ナル概念的ナモノデアル。卽チ雨下風トハ粒子ノ流下ヲ來ス空氣ノ狀態ノ量的表現デアツテ、風力、溫濕及密度ヲ含ミ之ヲ端的ニ表現スル事ハ出來ナイ。之ハ合成的風力ト空氣ノ理學的狀態ノ合成及之等ノ相關カラ成立スルカラデアル。

先ヅ空氣ノ移動ニ對シテ其ノ抵抗ガ無視セラレル場合ヲ考ヘル。氣壓傾度ガ地球ノ偏向力ト釣合ツテ居ル場合、卽チ地衡風ニ於テハ次ノ式ガ與ヘラレテ居ル。

$$U=\frac{1}{2\omega\sigma\sin\lambda}\cdot\frac{\partial p}{\partial y}$$

但シ　ω：地球自轉ノ角速度

σ：空氣密度

λ：重力緯度

$\frac{\partial p}{\partial y}$：氣壓傾度

又風ガ曲率半徑 r ヲ描イテ吹ク時ハ氣壓傾度ハ地球偏向力並遠心力ト釣合ツタ傾度風トナル。卽チ

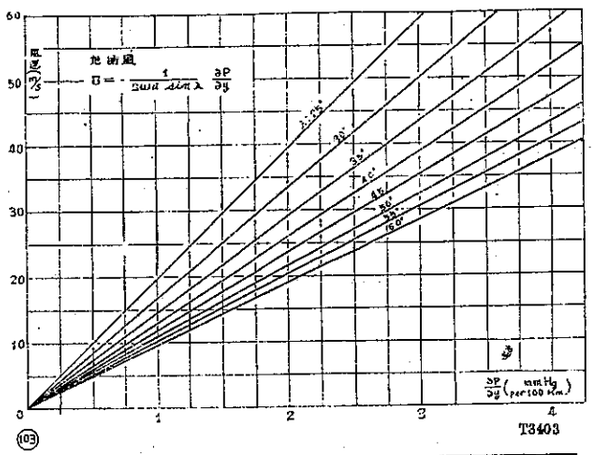
$$v = r\omega \sin\lambda\left(\pm\sqrt{1\pm\frac{2U}{r\omega\sin\lambda}}\mp 1\right)$$

複號ハ同順ニ對應シ、上ハ低氣壓、下ハ高氣壓ノ場合デアル。

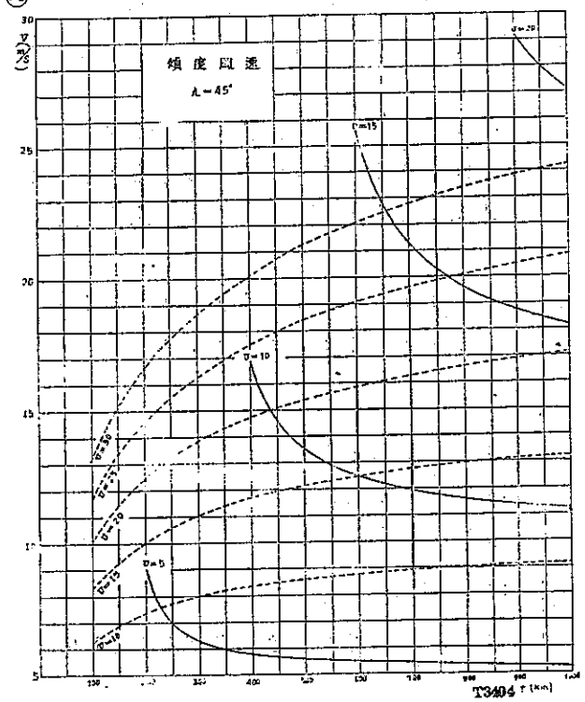
今σトシテ h=1000ノ値(0.0011)ヲ取ツタ地衡風ヲ計算スルト(102)ノ樣ニナル。

更ニ傾度風ノ大イサハ(103)ノ樣ニナル。之ヨリ明デアル樣ニ低氣壓ノ場合ニハrガ小サイ風速ハ地衡風ヨリ小サクナルガ、高氣壓デハr ノ小サイ時ハ成立シナクナリ、高氣壓ヲ巡ツテ吹ク風ガ無イノガ判ル。 $\left(r>\frac{\partial p}{\partial y}\ \frac{1}{\sigma\omega^2\sin^2\lambda}\right)$

(102)



(103)



抵抗ヲ考ヘナイ場合上層風ハ各高度ノ氣壓傾度ト空氣密度カラ求メレバヨイ。今地上ノ氣壓傾度ト溫度傾度トカラ上層風ヲ求メテ見ヤウ。

$$\left.\begin{aligned}\frac{u}{T}&=\frac{u_0}{T_0}-\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\int_{z_0}^{z}\frac{1}{T^2}\ \frac{\partial T}{\partial y}dz\\ \frac{v}{T}&=\frac{v_0}{T_0}+\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\int_{z_0}^{z}\frac{1}{T^2}\ \frac{\partial T}{\partial x}dz.\end{aligned}\right\}$$

u_0, v_0, T_0 及 u, v, T ハ高サ z_0 及 z ニ於ル地衡風ノ x, y 成分及溫度デアル。

今氣溫ノ遞減率ヲ各地一定ト假定スル、即チ

$$T=T_0+\gamma z$$

故ニ $\frac{\partial T}{\partial x}=\frac{\partial T_0}{\partial x}=\text{const}$; $\frac{\partial T}{\partial y}=\frac{\partial T_0}{\partial y}=\text{const}$

今 $v_0=0$ トスルト

$$\left.\begin{aligned}u&=\left(1+\frac{\gamma z}{T_0}\right)u_0-\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\cdot\frac{z}{T_0}\cdot\frac{\partial T_0}{\partial y}\\ v&=\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\cdot\frac{z}{T_0}\cdot\frac{\partial T_0}{\partial x}\end{aligned}\right\}$$

更ニ $\frac{\partial T}{\partial x}=0,\ \frac{\partial T}{\partial y}>0$ 即チ氣壓傾度ト氣溫傾度ヲ逆方向ニ取ルト

$$u=\left(1+\frac{\gamma z}{T_0}\right)u_0-\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\ \frac{z}{T_0}\ \frac{\partial T_0}{\partial y}$$

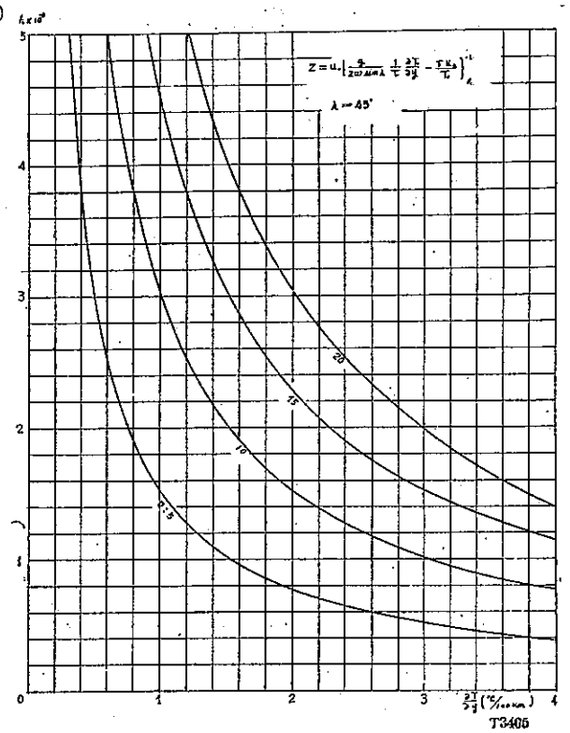
即チ $z=u_0\left\{\left(\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\cdot\frac{1}{T_0}\cdot\frac{\partial T_0}{\partial y}\right)-\frac{\gamma u_0}{T_0}\right\}^{-1}$ ニ於テ u=0 トナル。今此ノ高度ヲ λ, $\frac{\partial T}{\partial y}$ ノ各値ニ就テ計算スルト次圖ノ樣ニナル。(分母ノ第2項ハ第1項ニ比シ省略シ、$T_0=288$ トス)。(104)

此ノ式ノ內 $\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\ \frac{z}{T_0}\ \frac{\partial T_0}{\partial s}$ ハ即チ溫度風デアツテ氣壓傾度トハ關係ナク溫度傾度ノミニ從ツテ吹ク風ヲ示ス。u 成分式第1項ニ於ル $\frac{\gamma z}{T_0}$ ヲ1ニ比シ省略スルト。風速ハ次ノ樣ニ表ハサレル。

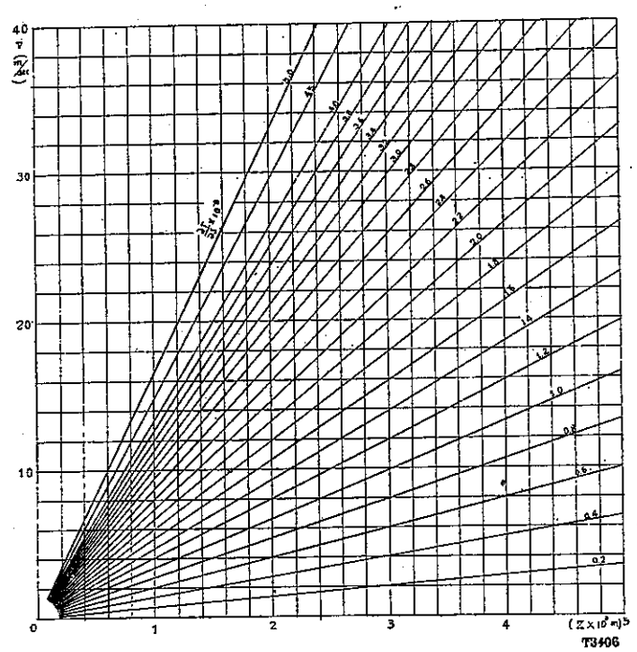
$$\left.\begin{aligned}u&=u_0-W_T\cos\alpha\\ v&=W_T\sin\alpha\end{aligned}\right\}$$

但シ W_T ハ溫度風ヲ、α ハ溫度傾度ノ方向ヲ示ス。今此ノ溫度風ヲ計算スルト次圖ノ樣ニナル。(105)

(104)

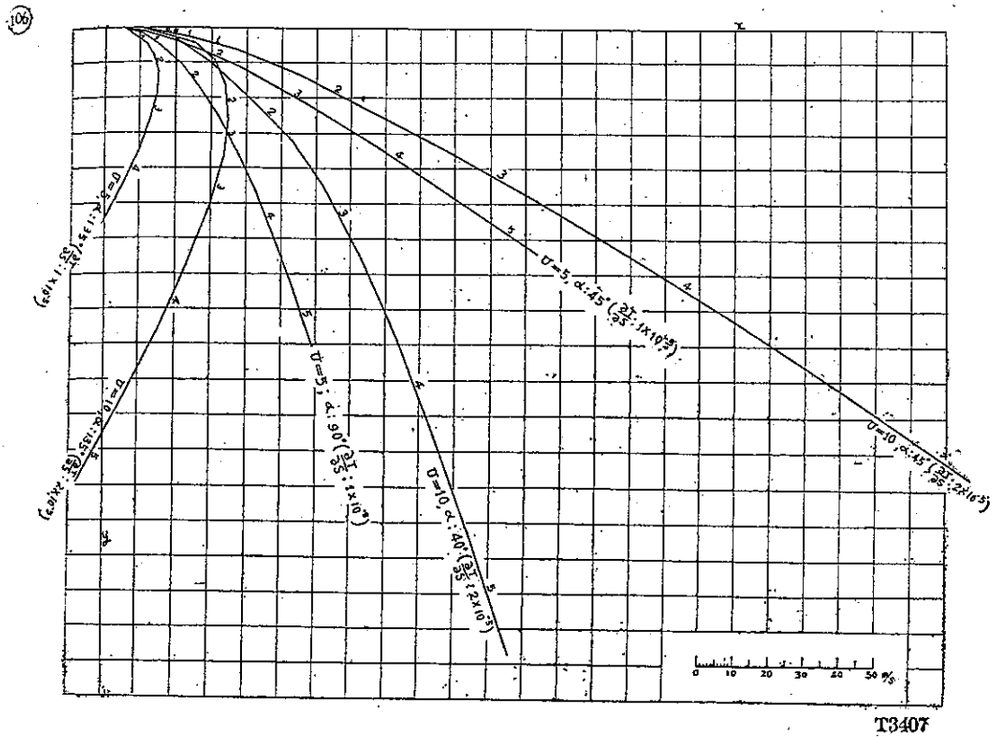


(105)

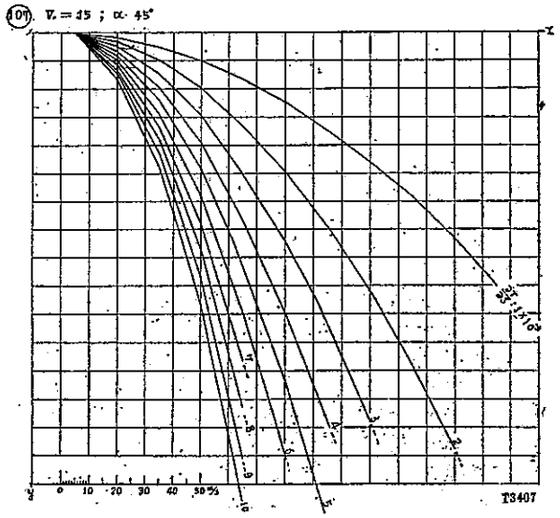


次ニ u_0, a ノ2, 3 ノ値ニツキ上記ノ假定ニ依ル上層風ノ狀況ヲ描クト次ノ樣ニナル。(106, 107, 108)

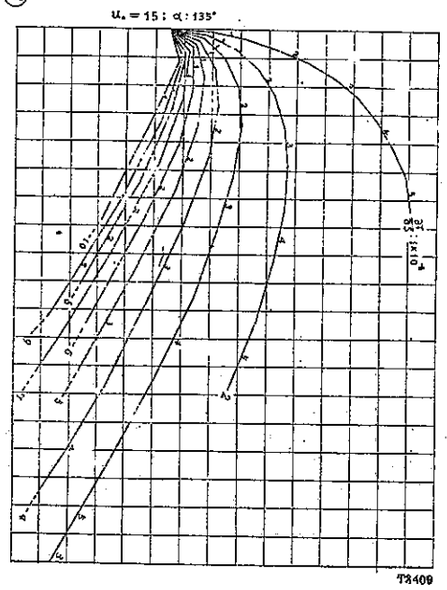
(106)



(107) V = 15 ; α = 45°

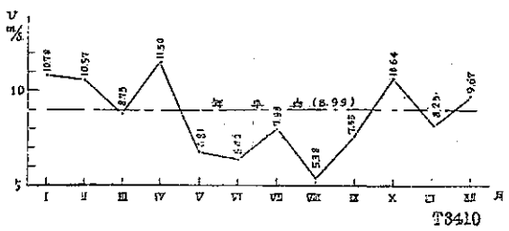


(108)



（1） 1000m風速ノ月別平均 $\left(\frac{\Sigma v}{n}\right)$

(109)



& 35

實際ノ風速分布ノ狀況ヲ例ヘバ1938年ノ哈爾濱ニ於ル氣流觀測ノ結果ニツイテ調ベテ見ル。此處ハ周圍ガ比較的平坦開濶デアツテ渦動粘性係數ハ地形的ニハ餘リ大キクナイト考ヘラレル。然モ地上風ヲ基準ニ取ルト此ノ影響ガ大キイト考ヘ、1000mノ風向ト風速ヲ基準トシ、之ニ對スル各高度ノ風向ノ變化ト1000m風速ニ對スル各高度風速ヲ%デ示シタモノヲ同年間ノ全觀測ニ就テ見ルト次ノ樣ニナル。（勿論地上風向ハ16方位デ出シテアルガ、之ヲ該方位ノ中央ト見做シテモ多數ノ觀測デハ誤差ハ少イト見ル）。

（2） 高度別風速率→

(110)

% \ m/sec	0	0.1	0.3	0.5	1.5	2.0	3.0	3.0
0	1.0	0.3	—	0.3	—	—	—	—
	12.4	1.7	—	0.3	—	—	—	—
	12.8	3.8	1.4	1.4	1.1	—	—	1.1
	17.5	11.0	4.4	1.4	0.7	1.3	0.6	1.1
	16.5	13.3	6.4	2.4	1.8	1.8	5.7	1.4
50	13.8	10.0	8.5	8.8	3.0	2.2	3.2	1.4
	8.7	9.9	10.9	8.5	3.7	1.8	4.5	6.1
	4.7	8.2	10.5	10.8	5.9	9.0	5.8	3.5
	2.7	6.4	8.6	13.6	6.0	6.8	6.1	2.3
	3.0	6.5	8.8	10.9	12.5	9.4	8.3	2.1
100	1.0	6.3	7.6	9.8	14.0	12.1	9.6	4.1
	1.0	4.1	7.1	6.5	10.8	7.2	7.6	11.1
	0.3	2.4	5.1	5.8	9.7	6.8	5.1	7.1
	0.3	1.4	2.7	9.7	7.1	6.5	6.4	4.2
	0.3	1.7	4.4	9.4	6.7	5.4	3.2	3.5
150	0.7	0.7	2.7	2.7	4.8	4.5	2.6	3.5
	0.3	0.7	2.0	3.4	1.8	4.9	5.1	5.1
	0.7	1.0	1.0	1.4	2.6	1.4	5.7	5.1
		1.0	0.6	1.0	1.5	4.0	3.8	2.1
			0.3	0.7	0.3	2.2	2.5	0.7
200		0.3	1.7	0.3	1.5	0.9	1.3	2.1
	0.3		0.3	1.0		0.9	0.6	2.1
	0.3	0.3	1.0	1.0	0.7	1.3	0.6	3.5
	0.3	0.3		0.3	0.3	0.9	0.6	0.7
	0.3		0.3	0.7	0.3	0.5	0.6	1.4
250		0.3	0.3			0.9	0.6	0.7
	0.3	0.3	0.7	0.3	0.3	0.9	1.9	2.1
		0.7				0.5	1.3	2.1
								0.7
							0.6	—
300	0.3	0.3				0.5	0.6	0.7
		0.3			0.7			1.4
			0.3					—
		0.3				0.5		0.7
				0.3				0.7
350				0.3			0.6	—
			0.3					—
						0.5		—
		0.3	0.7					1.4
								—
400 m/sec	0.3	1.0	0.7	1.7	1.5	4.0	7.0	7.1
觀測	298	294	296	298	267	223	157	141
平均	49.07	53.13	101.9	109.9	125.9	169.1	195.9	237

T3

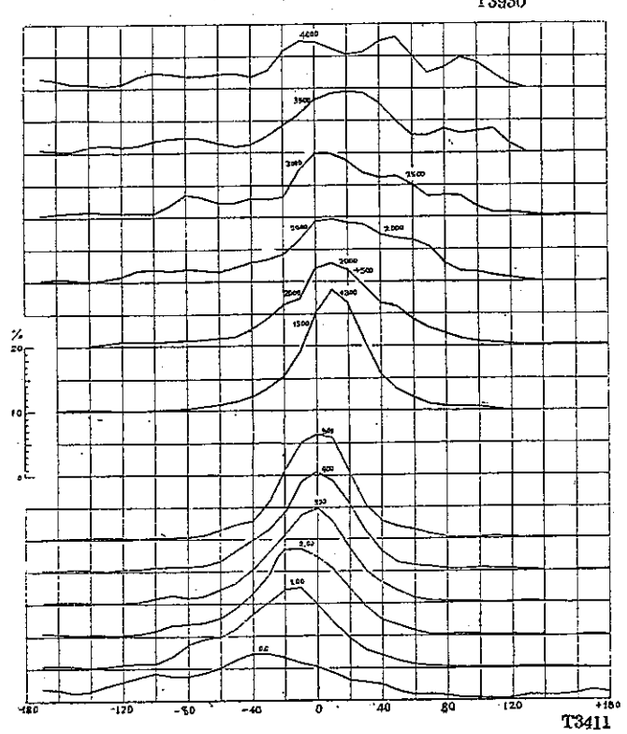
（3）高度別風向變化

(111)

% \ °	0	10	20	30	40	50	100	200	250	300	350	400
180	1.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
170	1.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0
160	1.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0
150	0.8	0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0
140	0.9	0.2	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0
130	0.9	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.5	0.0	0.0
120	0.5	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.0	0.4	0.5	0.7	1.4	0.6
110	0.4	0.2	0.2	0.1	0.3	0.5	0.2	0.5	0.9	0.7	3.7	2.2
100	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.2	0.5	0.6	1.5	1.6	3.4	4.0
90	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.0	0.7	1.0	1.4	3.2	2.9	4.7
80	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.8	2.0	2.7	3.2	3.6	3.1
70	1.1	0.4	0.2	0.4	0.7	0.8	1.6	2.8	3.4	3.4	2.7	2.9
60	0.9	0.6	0.7	0.8	0.9	1.5	2.0	4.1	6.5	5.0	2.7	5.3
50	1.5	1.2	1.6	1.9	1.4	1.9	3.0	6.1	6.8	6.5	4.9	8.1
40	2.5	2.0	2.4	3.3	3.1	2.9	5.7	6.8	7.5	8.1	7.6	7.4
30	2.8	2.8	2.4	5.1	6.4	5.6	10.5	9.2	8.9	6.9	9.3	5.6
20	3.1	4.7	7.4	8.7	10.5	10.9	16.8	11.7	9.1	8.9	9.5	5.3
+10	4.3	7.0	10.4	12.9	14.1	15.9	18.8	12.8	9.7	9.8	9.3	6.7
−10	5.1	10.2	12.1	14.9	15.6	16.7	15.2	12.0	9.3	10.0	8.1	7.1
20	5.6	12.5	13.5	12.7	14.0	15.0	9.2	7.4	6.5	7.8	5.9	7.4
30	6.6	12.2	13.4	10.0	9.4	10.8	5.4	6.4	4.1	3.1	4.2	5.9
40	7.1	10.4	10.4	8.1	6.5	5.8	2.5	4.4	3.3	2.6	2.5	2.8
50	7.2	8.5	7.0	5.4	4.9	2.9	2.1	2.6	3.0	2.8	1.3	1.8
60	6.8	6.3	4.5	3.3	3.2	2.4	1.4	1.5	2.1	2.1	1.0	2.4
70	5.0	4.9	2.8	2.1	1.7	1.5	0.9	1.2	1.4	2.1	1.5	2.2
80	2.5	3.6	2.0	1.2	1.0	0.6	0.7	1.0	1.6	3.0	2.2	1.5
90	3.8	3.8	1.8	0.8	0.9	0.4	0.3	0.9	1.0	3.4	2.4	1.9
100	3.8	1.8	1.6	1.3	0.8	0.3	0.2	0.8	1.5	1.8	2.2	2.2
110	4.2	0.7	0.7	0.9	0.7	0.2	0.1	0.5	1.9	0.5	1.8	2.5
120	3.7	0.6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.0	0.7	1.7	0.5	1.0	1.9
130	2.9	0.6	0.1	0.0	0.7	0.4	0.0	0.7	0.7	0.5	0.8	0.6
140	2.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.5	1.2	0.3
150	1.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.8	1.0	0.6
160	1.2	0.4	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.[illegible]	1	0.6
170	1.8	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.5	0.2	1.2
180	1.5	0.4	0.5	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	1.5

T3930

(112)



此ノ場合ハ勿論 α ヲ直接比較スルノハ適當デハナイノデアツテ、風速ノ成分トシテ比較スルノガ妥當デアル。

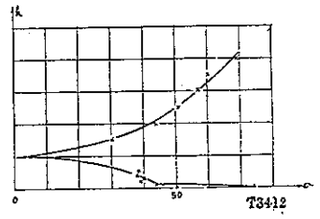
次ニ上表ノ α 變化ヲ比較スルタメニ α ヲ其ノ儘數値トシテ取扱ツテ標準偏差、及歪度ヲ求メルト次表ノ樣ニナル。(113)(114)

(113)

h	Ma	$\frac{1}{n}\Sigma\alpha'^2$	σ	SK
0	−37.95	6950	74.2	−1.8
100	−27.38	2722	44.4	−2.3
200	−17.82	1841	39.0	−1.5
300	−10.48	1700	39.9	−0.8
400	− 8.15	1503	37.9	−0.6
500	− 5.56	1501	38.3	−0.4
1500	+ 1.59	935	30.5	+2.6
2000	+ 7.73	2007	44.1	3.9
2500	+ 5.90	2603	50.7	[illegible]
3000	+ 3.56	3223	56.7	[illegible]
3500	+ 7.91	3612	59.6	+1.9
4000	+ 0.91	4727	68.7	+1.3

T3411

(114)

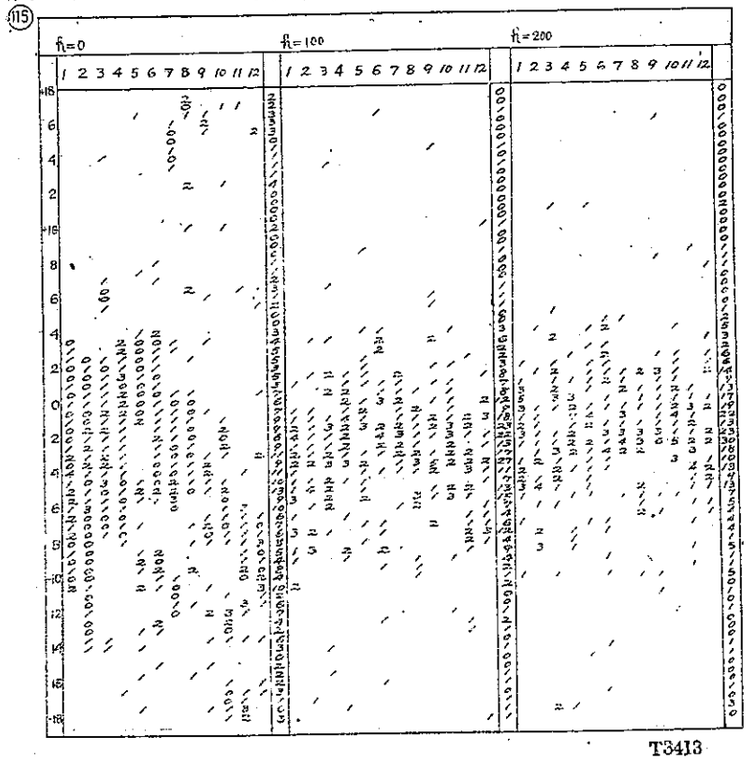


此ニ依ツテ知ラレル樣ニ地上風ト高度風トノ風向ノ關聯ハ極メテ少イ。之ガ高度 100m ニナルト既ニ標準偏差ガ著明ニ小サクナツテ一般ニ高度差ト風向差ノ示ス關係ノ範圍ニ入ツテ來ル。故ニテ高度風判定ノ一基準トシテ地上風ヲ採ル場合良ク戒心セネバナラヌ事ヲ示シテ居ル。

（4） 次ニ高度別月別ノ α ノ實測ヲソノママ掲ゲル。((115)〜(118))

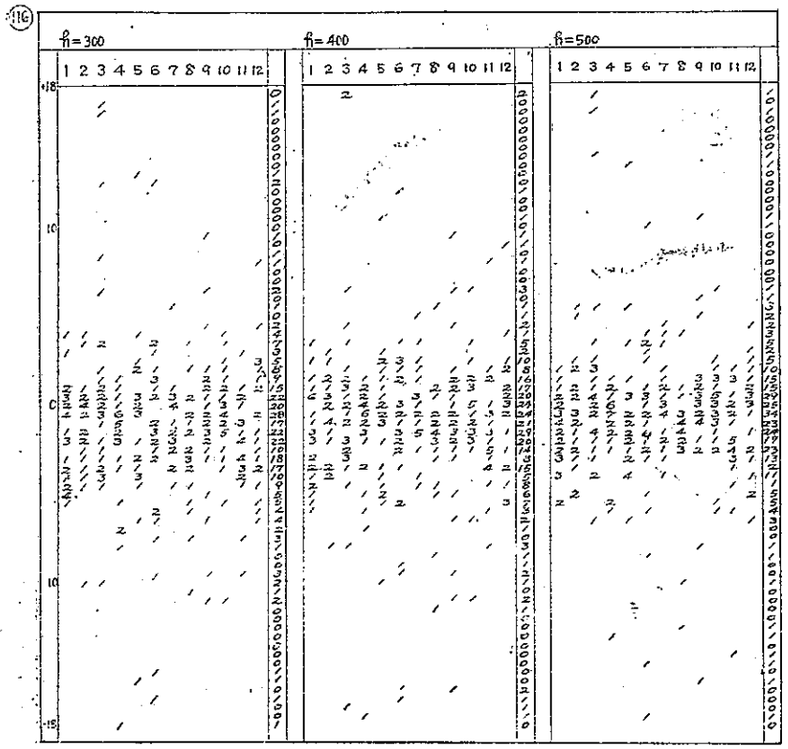
『以上ノ成績ハ僅カ1ケ年ノ成績デアルノデソノ意義モ大キクナク之ヲ特ニ固執スルモノデハナイ。』

(115)



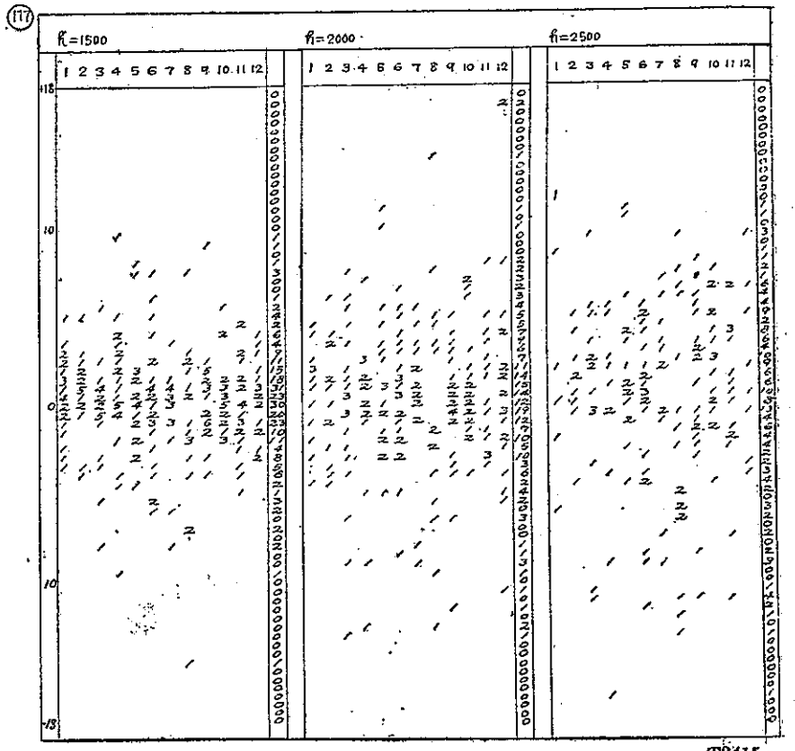
T3413

(116)



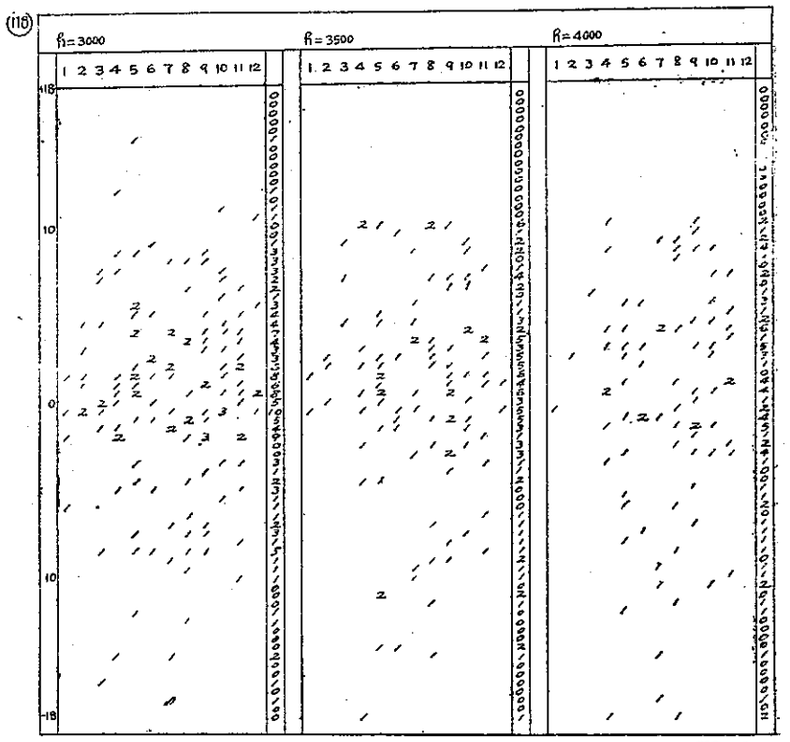
T3414

(117)



T3415

(116)



T3416

此等ノ成績ヲ見ル場合ハ次ノ點ヲ注意セネバナラナイ。

1) 缺測又ハ或ル高度デ入雲ノタメ觀測中止スル場合ノ中ニハ不連續面ノ發達シタ場合ガ多ク含マレテ居テ、此等ノ場合ヲ考慮スルト風向風速ノ變化ハモウ少シ著シイモノデハナカラウカ。

2) 比較的大キイ高度デ視力外トシテ觀測中止スル場合ノ中ニハ高度ニヨル風速變化ガ普通ノモノノ他ニ特ニ高空デ風速ノ大トナル場合ガアル筈デアル。即チ良ク高空迄觀測サレテ居ル場合ハ逆ニ高度變化ガ少イ場合ガ比較的多イト考ヘネバナラナイ。故ニ高空ノ風速變化率ハ此等ノ成績ヨリ若干多イ筈デハナカラウカ。

3) 比較的高空迄見ラレル場合ノ中ニハ途中ニ不連續面ガアツテ氣球ガ側行逆行スルニ依ル場合ガ含マレテ居ル筈デ、此等ノ場合ヲ考ヘルト風速變化ノ尋常ナ場合デモ風向變化ガ著シク現レテ居ル場合ガアツテ、之ハ(1)ト相反スル現象デアル。經驗的ニハ(1)ノ場合ノ方ガ多イノデ、從ツテ高度ト風向風速ノ變化ノ割合ハ此等ノ成績デ見ルヨリモ稍々著シイノガ實際デアラウ。之ハ將來 Sonde-Tracking ノ發達ニ依ツテ決定サルベキ問題デアル。

上ノ成績デハ風速變化ト風向變化ノ關聯ヲ省略シテアル。實際求メタ成績デハ此ニ關シ特ニ認メ得ル關聯ハナカツタカラデアル。

& 36

地上附近デハ空氣ノ抵抗ノ爲ニ傾度風ト風向及風速ガ異ツテ居ル。此ノ場合ノ式ヲ省略シテ、上ノ成績カラ地上風ト傾度風ノ關係ヲ求メテ見ヤウ。傾度風ヲ V_G, 地上風ヲ V_S トスルト

$$V_S = V_G(\cos\alpha - \sin\alpha)$$

ナル關係ガ導カレル。今上記ノ成績デ 1000m ノ風ハ既ニ傾度風ニ達シテ居ルト考ヘルト、α ノ平均ハ37.95°デアル。

之ハ傾度風ニ對シテ左側カラ吹クノデ正ノ記號ヲ取ル。即チ

$$\alpha = +38°$$

又 $V_S = V_G(\cos\alpha - \sin\alpha)$ カラ

$$V_S = V_G \times 0.172$$

又風速ノ實測デハ $V_S = V_G \times 0.49$ デアツテ、之ハ

$$\alpha' = +25.7°$$

ニ相當シテ居ル。此等ハ實際ハ風速ト一定ノ關係ガアル筈デアルガ、上記ノ樣ニ此ノ僅ナ調査デハ見出サナカツタ。

今傾度風向ニ達スル高度ヲ H_1 トスルト

$$\tan BH_1 = \tan\left(\alpha - \frac{\pi}{4}\right)$$

$\alpha > 0$ デ $\frac{\pi}{4}$ ヨリ小サイカラ之ヲ滿足スル最小ノ値ハ

$$BH_1=\frac{3}{4}\pi+\alpha$$

$$\left(B^2=\frac{\omega\sigma\sin\lambda}{\mu}\right)$$

實際ハ此ハ渦動粘性係數 μ/σ ヲ求メル式デアルガ、假ニ之ヲ 50×10^3 (c. g. s) (Taylor)トスルト、B ハ3.21×10^{-5} トナル。故ニ

$$3.21\times10^{-5}H_1=\frac{3}{4}\pi+\alpha(\text{or}\,\alpha')=2.35+0.66(\text{or }0.45)$$

$$\therefore\quad H_1=0.938(\text{or }0.872)\times10^3\quad\text{m}$$

又傾度風速ニ達スル高度ヲ H_2 トスルト、

$$e^{-BH_2}=\frac{(1+\tan\alpha)\cos BH_2-(1-\tan\alpha)\sin BH_2}{\tan\alpha}$$

デ與ヘラレル。$BH_1=3.01(\text{or}2.80)$ ヲ取ルト $H_2=0.403(\text{or }0.399)\times10^3$m ヲ得ル。故ニTaylor値ヲ取ルト H_1 トシテ1000ヲ用ヒテ得タ α ノ方ガ、H_2 トシテ1000m ヲ用ヒテ得タ α' ヨリモ現實的デハナイカト思ハレル。

& 37

前記ノ風速ノ變化率ヲ從來ノ式ト比較シテ見ル。

對流圏内デハ風速ニ對シテエニユル氏法則ガ略ゝ成立スルト云ハレテ居ル。

h=1000 ノ空氣密度ヲ標準トスレバ各高度ノ風速率ハ次ノ樣デアルト云フコトニナル。

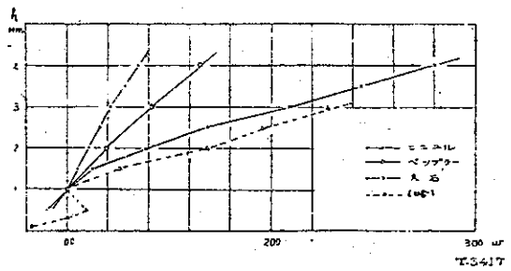
h	w	h	w
500	95.2	2500	116.1
1000	100.0	3000	121.2
1500	105.0	3500	128.7
2000	110.5	4000	135.6

又館野ノ1923～4年ノ成績(W_2)及ビベツプラー氏(W_3)ニ依ルト次ノ樣ニナル。

h	w_2	w_3	h	w_2	w_3
500	92	—	2500	169	—
1000	100	100	3000	209	142
1500	113	—	3500	244	—
2000	139	119	4000	280	165

此等ト前記ノ成績ヲ比ベルト次圖ノ樣デアル。大體ニ於テ館野ニ於ケル値ト似テ居ルガ、500邊リノ平均ノ方ガ1000mヨリモ大キイノガ奇異デアル。

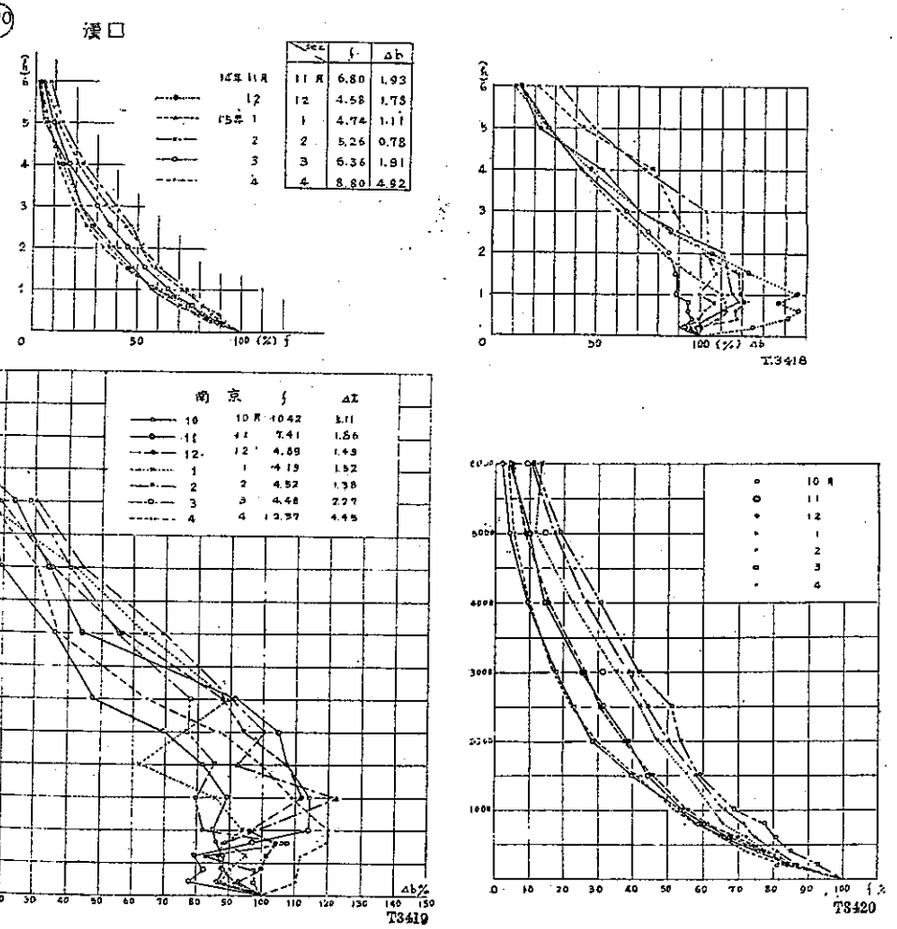
(119)



& 38

次ニ飽差ニ關スル調査ヲ掲ゲル。前ノ滴粒ノ蒸發ノ場合ニハ關係溫度ノ高度變化ガ少イモノトシテ蒸氣張力ノ式ニ Hann ノモノヲ用ヒテ $f_h=f_0\times10^{-\frac{h}{6800}}$ ト置イタ。此處デハ中支ノ高層氣象觀測ノ結果ヲ用ヒル。前ニ述ベタ通リ蒸發ヲ決定スル因子ハ飽差デアルノデ、蒸氣張力ノ他ニ地上飽差ヲ求メ、何レモ地上値ヲ100ト置イテ之ノ高度變化率ヲ求メタ。之ガ詳細ハ航空班研究月報ニ讓リ次ニ成績ヲ擧ゲル。

(120)



& 39

自由大氣中ノ溫度ノ變化ニ就テ從來ノ統計ヲ參照スルト次ノ樣ニ概ネ $a=0.55$ ト考ヘテ置イモヨイ樣デアル。シカシ之ハ年變化ヲ示シ場所ニ依ツテモ異ルノデ高層氣象觀測値ヲ更ニ集メ此ノ附近ニ就テ算出シタイト考ヘテ居ル。

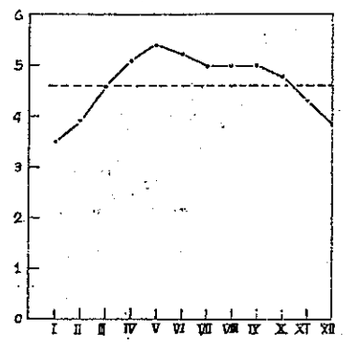
(122)

α(-℃)/Km	ベルリン	パリー	ウィーン	パウロフスク	ミラノ	バタビヤ
Km 0~1	3.3	2.2	3.4	3.9	3.9	6.1
1~2	5.1	4.0	4.6	4.6	5.6	5.8
2~3	4.8	4.7	5.4	5.4	5.9	4.4
3~4	5.9	5.5	5.7	5.6	6.3	6.3
4~5	6.0	6.2	6.3	5.9	6.7	5.4

T3937

(125)

歐州のα年変化 (Wagner)



T3421

(124)

Km	パリー 2°20'E, 48°50'N 冬	春	夏	秋	年	ベレキセル(米) 40°N 冬	夏	年
0~1	2.1	1.7	2.7	1.6	2.2	1.0	6.0	3.5
1~2	3.3	6.0	5.0	4.1	4.6	2.0	6.0	4.0
2~3	4.5	4.8	5.1	4.5	4.7	4.0	6.0	5.0
3~4	5.4	5.6	6.1	5.3	5.4	5.5	6.5	6.0

T3940

(123)

Km	ベルリン 13°24'E, 55°30'N I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	年
0~1	1.9	2.1	3.8	6.1	5.3	7.2	6.9	6.9	5.3	3.2	2.1	2.5	4.53
1~2	3.1	3.6	4.3	5.2	5.8	5.8	5.8	5.5	4.6	5.2	3.8	3.0	4.64
2~3	5.7	4.2	3.9	3.8	5.4	4.5	4.5	5.1	4.8	3.2	4.0	4.2	4.44

T3938

& 40

攻擊ノ成果ヲ擧ゲル第一歩ハ目標地區ヘノ命中デアル。元來雨下撒布ニ對スル否定的批判ノ主要部分ハ雨下氣象判定ノ困難ニ基ク命中精度ノ不良ト云フ點デアル。現在吾人モ敢テ此ヲ否定スルモノデハナイガ、如何ニセバ精度ヲ向上シ得ルカガ吾人ニ與ヘラレタ命課デナケレバナラナイ。然シ乍ラ此ノ問題ハ極メテ重且大デアツテ、吾人ノ今尚最大ノ努力ヲ以テ歩々研鑽ニ努メツツアルモノデアル。從ツテ現在ハ此ノ方面ニ對シテ所謂『勘』ヲ用フル事ガ極メテ多ク、經驗ガ最高的ナ要素トナツテ居ル感ガアルガ、此處ニ現在ノ吾人ノ研究ノ方向ヲ僅カ乍ラ述ベテ將來ノ參考トシタイ。

& 41

飽差積分ノ及ボス影響即チ蒸發ハ小サイ粒ニハ徹底的ニ作用スルガ比較的大キイ粒ヘノ作用ハ輕ク此ノ限界ハ積分ノ値ニ依ツテ明瞭デアル。蒸發ニ依ツテ起ル流下量ノ增加ハ △b 及風速ノ各分布ニ依ツテ異リ、又比較的低空ノ風ガ影響ヲ多ク及ボスノデアル。今假ニ落達時ノ大サガ推定シ得ルモノト考ヘ、此ノ大サト初期ノ大サトノ平均大ノ粒子ガ蒸發ナシニ移動シタト考ヘルト、前ニ述ベタ地上滴野ノ濃度計算ヲ再ビ應用シテ次ノ樣ナ關係ヲ得ル。

(126)

w の $n=C$, $(w_0=10)$

λ₀の r	r_t	$S(\delta r=0)$	$S(r_t=1.25, p_t=0.8)$	$r'=\frac{1}{2}(r+r_t)$ の場合	$\delta r=0$ に対する誤差	r' を使用した誤差
1.4	1.35	6618	6652	6661	-0.51%	+0.13%
1.3	1.25	6838	6878	6882	-0.62 "	+0.06 "
1.2	1.15	7072	7154	7129	-0.78 "	+0.07 "
1.1	1.04	7356	7429	7454	-0.98 "	+0.33 "
1.0	0.93	7681	7781	7810	-1.28 "	+0.37 "
0.9	0.82	8057	8244	8301	-1.78 "	+0.69 "
0.8	0.70	8598	8814	8934	-2.45 "	+1.36 "
0.7	0.58	9267	9609	9772	-3.56 "	+1.70 "
0.6	0.45	10110	10740	10907	-5.77 "	+1.55 "
0.5	0.27	11249	12775	13358	-11.95 "	+4.21 "
0.4	0.19	13020	17602	16401	-26.03 "	-6.82 "
0.3	0.14	16401	27789	22997	-41.00 "	-15.42 "

T3933

(127)

$w = C = 10$

λ₀の r	r_t	$S(\delta r=0)$	$S(r_t=1.25, p_t=0.8)$	$r'=\frac{1}{2}(r+r_t)$ の場合	$\delta r=0$ に対する誤差	r' を使用した誤差
1.4	1.35	5420	5437	5455	-0.51 %	+0.33 %
1.3	1.25	5595	5612	5635	-0.59 "	+0.52 "
1.2	1.15	5795	5831	5841	-0.69 "	+0.17 "
1.1	1.04	6025	6096	6106	-1.15 "	+0.16 "
1.0	0.93	6285	6376	6387	-1.43 "	+0.09 "
0.9	0.82	6625	6775	6795	-1.93 "	+0.16 "
0.8	0.70	7045	7280	7315	-3.24 "	+0.48 "
0.7	0.58	7585	7960	7999	-4.71 "	+0.54 "
0.6	0.45	8275	8775	8923	-5.70 "	+1.64 "
0.5	0.27	9200	10605	10542	-13.05 "	+3.18 "
0.4	0.19	10605	14762	13430	-27.79 "	-9.02 "
0.3	0.14	13430	23411	18630	-42.61 "	-20.41 "

T3934

最大濃度地帶ヲ形成スル粒ノ徑ガ大キイモノデハ蒸發ニ依ル流下距離ノ影響ハ少イガ、徑ノ
ナルニ從ツテ殊ニ下層ノ風速ノ大キイ程著シク、此ノ場合ニハ飽差積分ヲ顧慮スル必要ガ多分
アル。飽差積分ソノ物ハ流下距離ニ絶對的影響ヲ與ヘルノデハナクテ、風速ト飽差ノ相關ガ重
ナノデアルカラ、一々其ノ場合ニ應ジテ之ヲ判定スル事ハ不可能ニ近イ。然シ乍ラ流下距離自
モ別ニ述ベル樣ニ精確ニハ求メ得ナイモノデアルカラ、飽差積分ハ單ニ近似的ニ無限大ノ流下
起ス粒ノ大サヲ判定スルニ有用ナ程度デアル。斯ル考カラ云ヘバ總テノ大サノ粒ガ落達迄ニ蒸
ニ依ツテ縮小シタ徑ト原徑トノ平均徑ヲ以テ蒸發スル事ナシニ流下スルモノト想定シタ方ガ
デアル。之ニ依ツテ蒸發ノ影響ニヨル流下距離ノ誤差ヲ或ル程度減少セシメ得ル。

或ル任意ノ落下經路ニ於ケル飽差積分ヲ事前ニ判定スル事ハ容易ナモノデハナイガ、吾人ハ
處ニ氣團ノ性狀ヲ導入スル。氣團ニ關スル調査ハ今後益ミ發展スルト考ヘラレルガ、少クモ現
ニ於テサヘ各地ノ高層氣象觀測ノ結果ニ基イテ當時ノ氣團ノ解析ハ必ズ試ミラレテ居ルノデ、
ヲ利用スル事ハサシテ困難デハナイト考ヘル。

氣團ノ性狀ノ中デ吾人ノ着目スルノハ所謂比濕ガ變化セズ相當恒一ニ保タレルト云フ點デ
ル。從ツテ吾人ハ之ヲ飽差判定ニ取入レヤウ。

今或ル氣團ニ於テ比濕Sガ決定セラレタトスル。(此ノ方法ハ一般氣象學ニ詳デアル。)

然ル時ハ $S=\dfrac{0.623f}{B-0.377f}$ (g/kg) ヨリ

$$f=\frac{SB}{623\times0.377S}$$

水蒸氣最大張力ノ式トシテMagnusニ依レバ

$$F=4.58\times10^{\frac{7.53t}{235+t}}$$

Sノ誤差ノ程度ヲ考ヘテtヲ236ニ比シ小サイト見做シ、

$$F\fallingdotseq4.58\times10^{0.0293t}$$

今當時ノ氣溫遞減率γヲ想定スルト

$$t=t_0+\gamma h$$

$$\therefore\quad F=4.58\times10^{0.0293t_0}\times10^{0.0293\gamma h}$$

又Laplace式ノ濕度項ヲ省略スルト

$$B=B_0\times10^{-0.544\times10^{-4}h}\left(1+\frac{t'}{273}\right)^{-1}\qquad(2t'=t_0+t)$$

前ト同樣1ニ比シ$t'/273$ヲ省略スルト

$$B=B_0\times10^{-0.544\times10^{-4}h};$$

從ツテ高度h(=1000H)ニ於ル飽差△bハ

$$\triangle b\fallingdotseq4.58\times10^{0.0293t_0}\times10^{0.0293\gamma h}-\frac{S}{623+0.377S}B_0\times10^{-0.544\times10^{-4}h}$$

今0.377Sヲ623ニ比ベテ省略スルト

$$\triangle b\fallingdotseq4.58\times10^{0.0293t_0}\times10^{0.0293\gamma h}-\frac{S}{623}\times B_0\times10^{-0.544\times10^{-4}h}$$

從ツテhカラ落達迄ノ飽差積分Iハ、

$$I=\int_0^h\triangle b\,dh$$

$$=4.58\times10^{0.0293t_0}\int_0^h10^{0.0293\gamma h}dh-\frac{S}{623}B_0\int_0^h10^{0.544\times10^{-4}h}dh$$

$$=6.79\times\frac{1}{\gamma}\times10^{0.0293t_0}\left[10^{0.0293\gamma h}-1\right]+\frac{S}{623}\times0.80\times10.4B_0\left[10^{0.544\times10^{-4}h}-1\right]$$

然ルニB_0ヲ760ト見做シテモ前ト同程度ノ誤差ヲ生ズルニ過ギナイカラ

$$I=6.79\times\frac{1}{\gamma}\times10^{0.0293t_0}\left[10^{0.0293\gamma h}-1\right]-0.978S\times10^4\left[1-10^{0.544\times10^{-4}h}\right]$$

積分中第1項ハ最大張力成分デアツテ、一定高度デハγトt_0即チt ノ函數デアリ、第2項ハ現在張力成分デSノ函數デアル。今例ヘバ$\gamma=-0.005$トスルト

$$I=\left\{1.36\times10^{0.0293t_0}\left[1-10^{-0.1465H}\right]-0.978S\left[1-10^{0.544\times10^{-4}h}\right]\right\}\times10^4$$

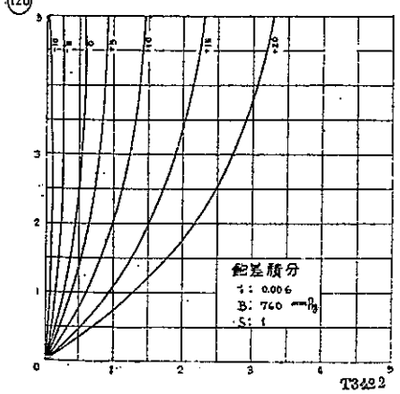
デアル。$t_0=15°C$; $H=4.0$; $S=5.0$トスルト $I=2.05\times10^4$ヲ得ル。今S及t_0ノ各値ニ就テ各高度ノIヲ求メルト次圖ノ樣ニナル。斯テ求メタIヨリ前記『滴粒ノ蒸發』ノ項ニ記シタ$\phi(r)$ヲ利用シテ落達時ノr_tヲ求メ得ル。

二ツノ氣團ノ重疊セル場合ニハ其ノ不連續面ノ高サ(h)ガ判レバ

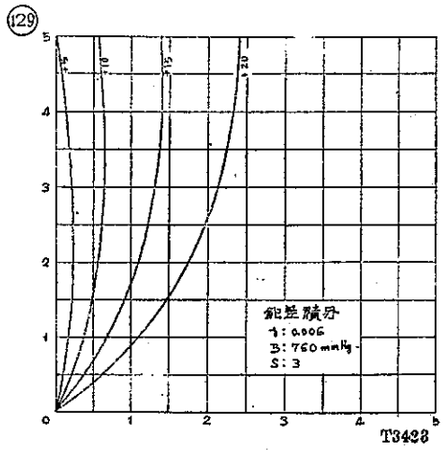
$$I=I_h^{I}-I_{(h)}^{I}+I_{(h)}^{II}$$

ニヨツテIヲ求メ得ル。

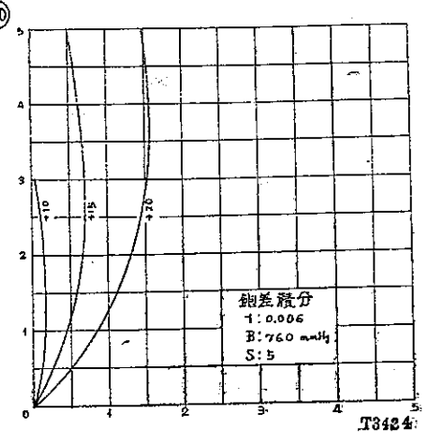
(126)



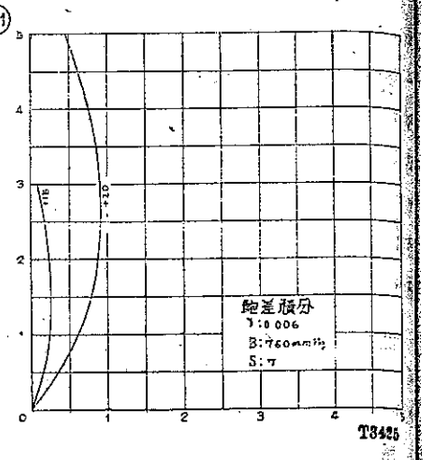
(129)



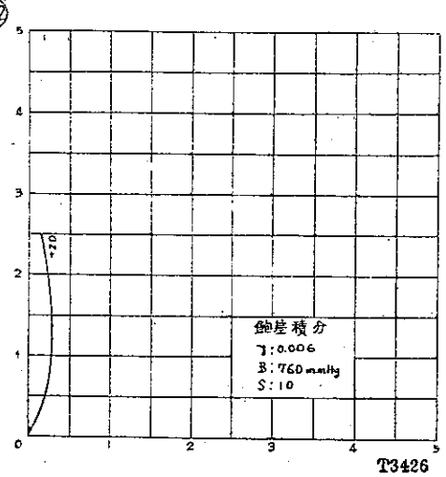
(130)



(131)



(132)



& 42

粒子ノ落速ハ各高度ニ於テ異ルタメ流下距離ハ各高度ノ風速ノ分布ニ支配セラレル。實際問題トシテハ各高度ノ風速ノ分布ヲ詳ニ知ル事ハ困難デアツテ其ノ總和ガ判定サレルニ過ギナイノデ、流下距離ヲ精確ニ知ル事ハ出來ナイ。從ツテ或ル基準落速ヲ定メテ之ニ依ツテ流下距離ヲ求メル事ニナルガ、此ノ場合ニ生ズル誤差ノ程度ヲ承知スル必要ガアル。

粒子ノ落速ハ空氣密度ノ$\frac{1}{2}$乘ニ逆比例シテ來ル。即チ $v_h = v_0 \times \left(\frac{\sigma_0}{\sigma}\right)^{\frac{1}{2}}$ デアル。故ニ流下距離ハ $S = -\Sigma w_h \times \frac{1}{v_h}\delta h$ デ表ハサレル。此ノ時 $v_h \fallingdotseq v_0$ ト見做スト、

$S' = -\frac{1}{v_0}\Sigma w_h \delta h$ トナル。次ニ w_h ノ簡單ナ組合セヲ想定シテ其ノ場合ニ $v_h \fallingdotseq v_0$ トシタ爲ニ生ズル誤差ヲ考ヘテ見ヤウ。

1) $w = \text{const}$ ノ場合

$$S = -\int_0^h w_c \times \frac{1}{v} dh$$

$$= -\frac{w_c}{v_0}\int_0^h \left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^{\frac{1}{2}} dh$$

空氣密度トシテ標準大氣ニ依ルト

$$S = \frac{w_c}{v_0}\int_0^h (1-0.226\times10^{-4}h)^{2.126} dh$$

$$= \frac{w_c}{v_0}\times1.40\times\{1-(1-0.226\times10^{-4}h)^{3.126}\}\times10^4$$

$$S' = \frac{w_c}{v_0}\int dh$$

$$= \frac{w_c}{v_0}h$$

故ニ　$S'/S = h/[1.40\times\{1-(1-0.226\times10^{-4}h)^{3.126}\}\times10^4]$

之ハ次ノ樣ニナル。

h	S′/S
500	1.03
1000	1.03
1500	1.04
2000	1.04
2500	1.07
3000	1.09
3500	1.10
4000	1.11
4500	1.13
5000	1.14

2) $w_h = w_0 \times \frac{\sigma_0}{\sigma_h}$ ノ場合

$$S = \frac{w_0}{v_0}\int_0^h (1-0.226\times10^{-4}h)^{-2.126} dh$$

$$= \frac{w_0}{v_0}\times3.93\times\{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-1.126}-1\}\times10^4$$

$$S' = \frac{w_0}{v_0}\int_0^h (1-0.226\times10^{-4}h)^{-4.253} dh$$

$$= \frac{w_0}{v_0}\times1.36\times\{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-3.253}-1\}\times10^4$$

$$S'/S = 0.346\times\frac{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-3.253}-1}{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-1.126}-1}$$

h	S′/S
500	0.96
1000	0.94
1500	0.93
2000	0.94
2500	1.00
3000	1.03
3500	1.04
4000	1.05
4500	1.06
5000	1.10

3) $w_h = w_0 \times \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_h}\right)^2$ ノ場合

$$S = \frac{w_0}{v_0}\int_0^h (1-0.226\times10^{-4}h)^{-6.379}dh$$

$$= \frac{w_0}{v_0}\times 7.53\times\{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-5.379}-1\}\times10^4$$

$$S' = \frac{w_0}{v_0}\int_0^h (1-0.226\times10^{-4}h)^{-8.506}dh$$

$$= \frac{w_0}{v_0}\times 5.90\times\{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-7.506}-1\}\times10^4$$

$$S'/S = 0.734\times\frac{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-7.506}-1}{(1-0.226\times10^{-4}h)^{-5.379}-1}$$

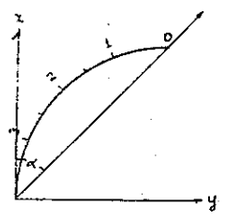
h	S′/S
500	1.06
1000	1.01
1500	1.04
2000	1.06
2500	1.08
3000	1.10
3500	1.11
4000	1.12
4500	1.15
5000	1.18

上ノ計算デ見ラレル樣ニ誤差ノ率ハ風速分布ニ依ツテ異リ4000m デハ10%程度ニ達スル。之雨下高度ト地上ノ落速ノ平均値ヲ取ツテ考ヘルト此ノ率ハ餘程減ジテ來ル。

h	S″/S(1)	S″/S(2)	S″/S(3)
500	1.02	0.95	1.05
1000	1.01	0.92	0.99
1500	1.00	0.90	1.00
2000	0.99	0.90	1.01
2500	1.00	0.94	1.01
3000	1.01	0.95	1.02
3500	1.01	0.95	1.01
4000	1.00	0.95	1.01
4500	1.00	0.94	1.02
5000	1.00	0.96	1.03

然シ乍ラ絶對ニ之ヲ芥除スルノハ容易デハナイ。風速分布ガ明ナ時ハ高度風速ヲ空氣密度ノ$-\frac{1}{2}$乘「スケール」デ表ハスト地上落速ヲ用ヒテ眞ノ流下距離ヲ求メル事ガ出來ルガ、一般ニハ不可能デアラウ。故ニ概シテ雨下高度ト地上ノ落速ノ平均ヲ考ヘル程度デ滿足シナケレバナラナイ。然シ他方風力判定ノ誤差ヲ考ヘルト之デ充分デアルト云ヘルノデアル。

蒸發ノナイ時ニハ粒子ハ平均風ノ方向ニ排列サレル。蒸發ノアル場合ニハ高度ノ低イ所ノ風力ノ影響ガ大トナツテ、滴ノ排列ガ曲線的ニナツテ來ル事ガ考ヘラレル。前ノ地上滴野ノ濃度計算ニ用ヒタ想定ニ基イテ其ノ風力ヲ偏向サセタ時各大サノ粒ノ流下角（雨下高度風方向ト流下方向トノ爲ス角）ヲ計算シテ見ヤウ。風向ガ4000mカラ地上迄連續的ニ變化シテ結局90°ノ偏向ヲ示ス樣ナ場合ヲ考ヘル。然ル時ハ計算ノ結果ハ次ノ樣ニナリ蒸發ノ極メテ著シイ部分ノ他ハ此ノ偏差ヲ重要視スル必要ノナイ事ガ判ル。



r	Sx	Sy	α
1.4	4280	4170	44°19′
1.2	4600	4480	44°12
1.0	5000	4890	44°24
0.8	5640	5550	44°36
0.6	6740	6620	44°27
0.4	7770	8380	47°12
0.4	9970	12200	50°43
0.3	15900	19700	51°03

T3427

& 43

實際ニ雨下ヲ行フ場合ニハ風力判定ガ最モ重要ナ部分ヲ占メル。現在之ニ對シテ尙決定的ナ方法ハ存在シナイ。何レモ或ル程度ノ、時ニハ著明ノ誤差ヲ生ズルノデアル。然シ乍ラ演習場ニ於テ測風氣球ヲ以テ氣流ヲ測定シ乍ラ行フ場合ニ於テモ時ニ相當ナ誤差ヲ認メルノデアツテ、之ハ例ヘバ次ノ樣ナ試驗カラ結論スル事ガ出來ル。

氣球ヲ以テ風力ヲ測定シツツ、氣球ガ所望高度ノ約半バニ達シタ時ニ對空連絡ヲ行ツテ傘ヲ投下シ、傘ノ落速カラ割出シタ流下狀態ト風力ヲ比較スル。落速ノ高サニ依ル異同ニヨル誤差ヲ少クスル爲ニ高度ハ1000mトシ三點觀測ノ結果カラ投下地點ヲ決定スル。落速ハ測秒時計ニ依ツテ得タ落達時間ト高サカラ平均ノ値ヲ求メタ。之ハ卽チ氣球ノ表ハス風力ヲ眞ナリト假定シ傘ニヨル風力決定ノ精度ヲ求メタモノデアル。其ノ成績ノ一例ハ次ノ樣デアツテ風向角最大偏差17.0°風速ノ最大偏差22%ニ及ブ。之ハ勿論傘ノミノ誤デアルトハ信ゼラレズ、氣球自身ノ側ニモ風力ノ表現ニ誤差ガアルモノデアラウ。然シ乍ラ現在ハ尙此ノ何レナルカヲ判別スル事ハ出來ナイ。

(昭14. 12)

(134)

回	高度	傘名	距離	傘ノ風向角 − 氣球ノ風向角	風速	傘ノ風速 − 氣球ノ風速	傘風速之氣球風速 − 氣球風速 ×100%
2	870	代リ 氣球	2885 2930	−45	7.5 8.0	−0.5	−6.3
2	870	代ニ 氣球	2875 2920	−55	7.6 8.0	−0.4	−5.0
3	780	代ト 氣球	2980 2850	+8.0	8.2 10.5	−2.3	−21.9
5	840	代ヘ 氣球	2940 2930	+3.0	8.9 8.6	+0.3	+3.5
10₀	900	代ヘ 氣球	2380 2475	−95	8.6 9.1	−0.5	−5.5
10₀	500	代ヘ 氣球	2170 2250	−80	7.0 8.7	−1.7	−19.5
11	930	代ヘ 氣球	2720 2875	−155	8.2 8.7	−0.5	−5.7
12	980	ハ一 氣球	2740 2510	−17.0	9.0 8.7	+0.3	+3.4

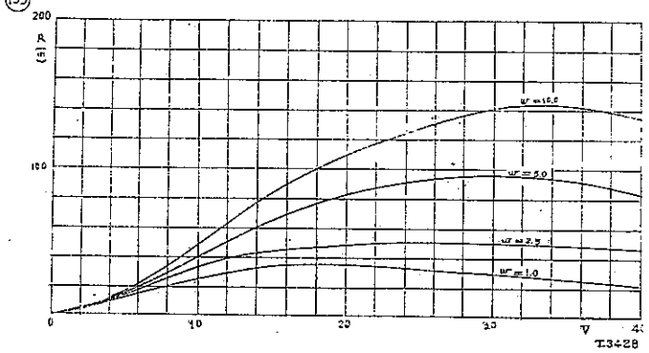
T3985

結局現在ハ如何ナル方法ニ依ツテモ此ノ程度ノ誤差ヲ含ム可能性ノアル事ヲ承知セネバナラナイ。

現在ノ所デハ目標ノ附近ニ於テ傘ヲ投下シテ其ノ流下カラ合成風力ヲ判定スル方法ヲ標準トセネバナラナイ。(勿論他ノ要求カラ之ガ行ヒ得ラレヌ場合モアル。)此ノ時ニハ傘ノ投下ト雨下地點ノ地理的及時間的關係カラ種々ノ程度ノ誤差ヲ生ズルノハ避ケラレナイ。之ヲ度外視シテ傘ニ依ル風力判定ヲ考察シテ見ヤウ。

傘ノ落下ニ際シテハ重力ノ主要作働點ハ重錘デアリ、抵抗力ノ作働點ハ傘體デアル。垂直落下ニ際シテハ此ノ二力ガ垂直線上ニ在ツテ粒子ノ落下ヲ模倣シ得ルガ、一般ニハ傘ノ旋廻運動ト空氣ノ傘後渦流ノ結果トシテ傘ノ落下運動ハ複雜トナツテ來ル。傘ノ運動ノ理論的解釋ハ從來行ハレテ居ラズ、吾人ノ目的ニ對シ殆ド應用シ得ルモノハ無イ。實際ニ使用スル場合ハ傘ノ落速ノ小サイ程上空デ待期スル時間ガ長クナリ危險デアル。他方落速ヲ大トスレバ風力ノ表現精度ヲ不良トスルノデ、或ル限度ガ存在スル譯デアル。此ノ表現精度ニ關シテハ簡單ニ傘ノ終末速度Vヲ想定シテ粒子ノ自然擴散ニ於テ述ベタト同樣ニシテ解ク事ガ出來ル。之ノ考デハ最大濃度地帶ヲ與ヘル粒子ト同ジ落速ヲ有スルモノハ同ジ運動ヲ呈スルノデ之ノ大サノ傘ヲ用ヒルノガ理想的トナルガ、現實ハ之デハ觀測時間ガ過大トナル事トナル。今Vニ種々ナ値ヲ與ヘ風速wノ異ル高度層ヲ1000m落下スル中ニ生ズル移動ノ後レRヲ計算シテミルト次ノ樣デアル。

(135)



又終末速度ノ大キイ傘ハ投下後飛行機ノ速サノ影響ノ實際的ニ消失スル迄ノ時間ガ大キクナリ此ノ方面カラモ誤差ガ加ハル。理想的ニハ投下後直ニ前進ヲ停止スルモノヲ望ム譯デアルガ、簡單ニ考ヘテ水平方向ノ移動ダケヲ問題ニスルト投下後t秒內ニ傘ハ

$$S=\frac{V^2}{g}\log\left(\frac{g\times V_F}{V}t+1\right)$$

移動スル。(V_Fハ投下機ノ對氣速度)　此ノ間ノ落高ハ

$$\eta=\frac{V^2}{g}\log\cosh\left(\frac{g}{V}t\right)$$

デアル。飛行方向ト平均風方向ノナス角ヲαトスルト、之ニ依ル誤差ノ大サハ風ノ方向及ビ之ニ直角ノ方向ニ其々$S\cos\alpha$及$S\sin\alpha$トナル。$\alpha=0$ノ場合ニ於テハ此ノ間ニ流下スベキ距離ハ$w\times t$デアルノデ誤差率ハ$S/(w\times t)$デ、投下高度ガHデアレバ$H=|\eta|=\frac{V^2}{g}\log\cosh\left(\frac{g}{V}t\right)$デアリ、理想的ニハ之ヲ通過スルニ要スル時間ハ$H/V$デアルカラ、誤差率ハ

$$E=\frac{S\times V}{wH}$$

デ現ハサレル。(Sハ$\frac{V^2}{g}\log\cosh\left(\frac{g}{V}t\right)=H$ヲ滿足スルニtヲ對スルモノデアル。)

今$V_F=80$トシ$H=1000$トスルトEハ次ノ樣ニナル。

V	5	10	15	20
E	0.0132	0.0235	0.286	0.616

卽チ斯樣ナ場合ニハ$V>10$ノモノハ用ヒ難イ。實際上ノ經驗デハ高度ガ1000m程度デハ$V=5$程度ノモノモ充分觀測シ得ルガ、4000m程度ニナルト$V=10$デモ7分位空中デ旋廻シテ期待セネバナラズ、之以下ノ落速ノモノヲ使用スルノハ不可デアル。觀測時ハ所望高度デ投傘シ爾後若干高度ヲ低下シテ傘ノ落達ヲ待チテ後投傘點カラ落傘點ヘノ方位ト距離ヲ測定スルノデアルガ、此ノ間傘體ノミヲ觀測スルトナルト傘ノ半徑ガ2〜4m程度(3000m觀測)デナケレバナラヌ。而モ$V=10$トスルニハ重錘ト傘徑トノ關係ハ次ノ樣ニ推算サレル(抵抗系數ヲ1.0トス)

V=10	r_m	Mkg
	1.5	19.6
	2.0	78.5

斯カル重量ト大サハ傘體自身ニ依ル觀測ヲ斷念セシメル。從ツテ吾人ハ發煙傘ノ使用ニ傾クモノデ、之ニヨレバ傘ノ大サデハナク發煙量ト其ノ持續時間ガ問題トナル。現在ハ東研デ特ニ試驗シテ貰ツタ約5kgノ物ヲ用ヒテ居ルガ之デ充分目的ヲ達シテ居ル。(積雪時及霧雲ヲ通シテ落下サセル時ノタメ着色煙ノ物ヲ必要トスルガ現在出來テ居ナイ。)現在用ヒテ居ル物ハ發煙ニ依ル重量減少毎100秒5%ノ程度デ高度3000mニ於テ地上ノ發煙ヲ約4000m以内デ充分觀測シ得ル。此ノ重量輕減ハ各高度殆ド一樣デアツテ滴粒ノ蒸發ニハ比較シ得ナイ。

傘ニ依レバ豫定高度ヨリ地上迄ノ全風力ヲ測定シ得、又、地上風向及時ニハ風速ノ程度モ推定シ得ルガ、之ノ方法ノ大ナル缺點ハ途中ノ風力分布ヲ全ク示サナイ事デアル。從ツテ雨下高度ガ豫定高度ト異ル時ニハ傘ニ依ツテ得タ値ヲ單ニ高度ノミニ依ツテ修正スルト時ニハ大キナ誤差ヲ生ズル事ガアル。特ニ不連續面ノ存在スル時ニ於テ然リトスル。從ツテ實際ノ場合ニハ投下高度ヲ異ニシテ之ヲ繰返スカ、或ハ他ノ補助手段例ヘバ數高度層ノ風力ノ飛行速度ニ依ル測定ヲ併用セネバナラナイ。

發煙點ト投下點トノ方位及距離ノ測定法ニ關シテハ省略スル。

& 44

數高度層ノ風力ヲ飛行速度ノ測定カラ求メテ風力分布ヲ決定スルノハ實際的ニモ屢々利用サレル。此ノ場合地上風力ノ測定モ屢々參考ニ供サレルガ、特ニ注意セネバナラヌ事ハ渦動粘性係數ガ風速ニ依ツテ異ル他ニ地形的ニモ大キナ影響ヲ受ケル事デアル。之ニ關スル一般考察ハ平均値的ニ哈爾濱ニ於ル成績カラ既ニ論ジタガ、測定ニ豫猶ノ少イ場合之ガ有力ナ手懸トサレル事ハ勿論デアル。之ノ地形的及氣壓溫度配置型トノ關係ハ更ニ研究サレネバナラヌ問題デアラウ。

& 45

以上述ベタ事カラ天氣圖ノ檢討ガ實際問題ニ上ツテ來ル。然シ乍ラ戰時ニ於ケル氣象管制ノ實情ハ之ガ漠然ト考ヘラレル程容易デハナイ事ヲ示ス。又此ノ檢討ニ時間ヲ費シテ攻擊ノ好機ヲ逸スルガ如キハ嚴ニ戒メネバナラヌ事デアル。斯カル問題ヲ別トシテ、單ニ天氣圖ヨリ大略ノ風ノ狀態ヲ承知シ置ク事ガ極メテ有利デアルト云フ立場カラ、前ニ掲ゲタ傾度風ト溫度風ノ考ヲ利用シテ見ヤウ。

座標軸トシテNトEヲ用ヒルト

$$u_0=\frac{-1}{2\omega\sigma\sin\lambda}\frac{\partial p}{\partial N}$$

$$v_0=\frac{1}{2\omega\sigma\sin\lambda}\frac{\partial p}{\partial N}$$

$$u=\left(1+\frac{\gamma}{T_0}z\right)u_0-\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\frac{1}{T_0}\frac{\partial T}{\partial N}\times z$$

$$v=\left(1+\frac{\gamma}{T_0}z\right)v_0+\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\frac{1}{T_0}\frac{\partial T}{\partial N}\times z$$

今落速Vナル粒ノzカラノ流下距離ハ

$$S=\int w\times\frac{dz}{V}\qquad \text{トシテ}$$

$$-S_E=\frac{u_0}{V}\left\{z+\frac{\gamma}{2T_0}z^2\right\}-\frac{g}{2\omega\sin\lambda}\frac{1}{T_0}\frac{\partial T}{\partial N}\frac{z^2}{2}$$

$$\therefore\ S_E=\frac{1}{2\omega\sin\lambda}\times\frac{1}{V}\left\{\frac{1}{\sigma}\frac{\partial p}{\partial N}\left(z+\frac{\gamma}{2T_0}z^2\right)+\frac{g}{2T_0}\frac{\partial T}{\partial N}z^2\right\}$$

又

$$S_N=\frac{1}{2\omega\sin\lambda}\times\frac{1}{V}\left\{\frac{g}{2V_0}\frac{\partial T}{\partial N}z^2-\frac{1}{\sigma}\frac{\partial p}{\partial N}\left(z+\frac{\gamma}{2T_0}z^2\right)\right\}$$

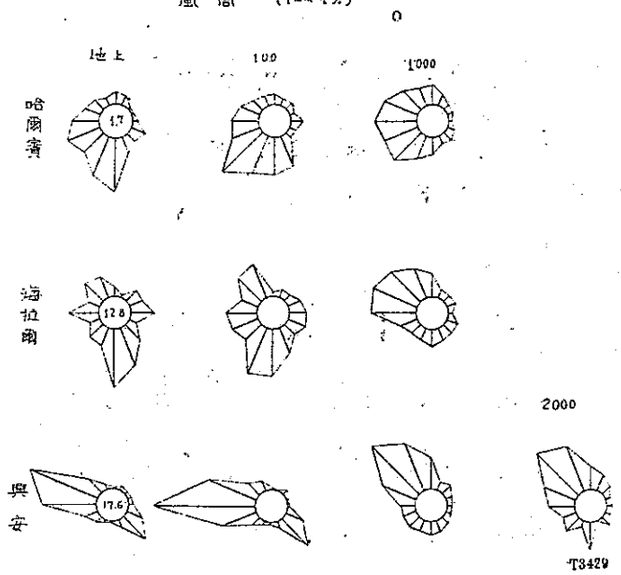
$$S=(S^2{}_E+S^2{}_N)^{\frac{1}{2}},\quad \alpha=\tan^{-1}(S_E/S_N)$$

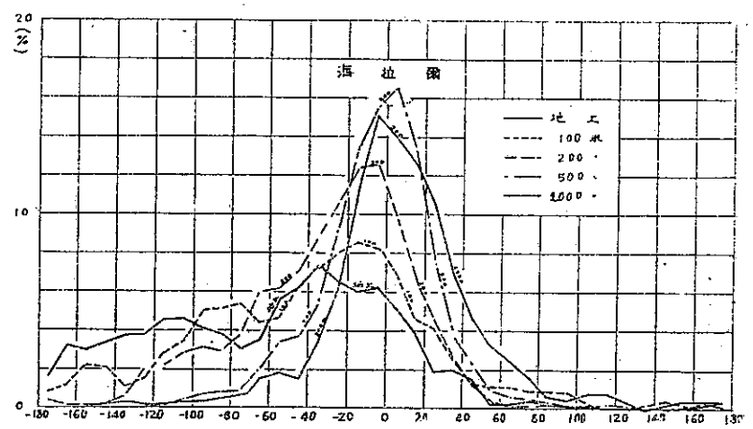
デ與ヘラレル。

例ヘバ T_0: 288, p_0: 760, $\gamma=0.0057$, $\frac{\partial p}{\partial N}=-2$(/111km), $\frac{\partial p}{\partial E}=1$(/111km); $\frac{\partial T}{\partial N}=+2$, $\frac{\partial T}{\partial N}=+2$(/111km), V=4.0; トスルト

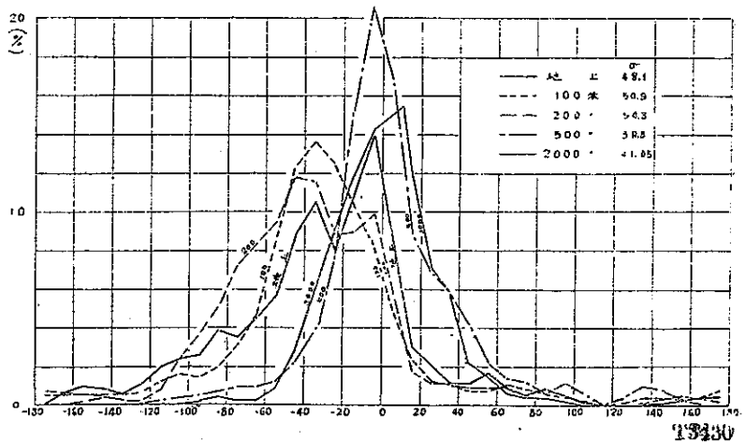
h	S_N	S_E	α	S
1000	−4497	−1877	247°	4850
2000	−6790	−1910	254°	7040
3000	−8020	− 670	265°	8050
4000	−8000	+1980	284°	8240

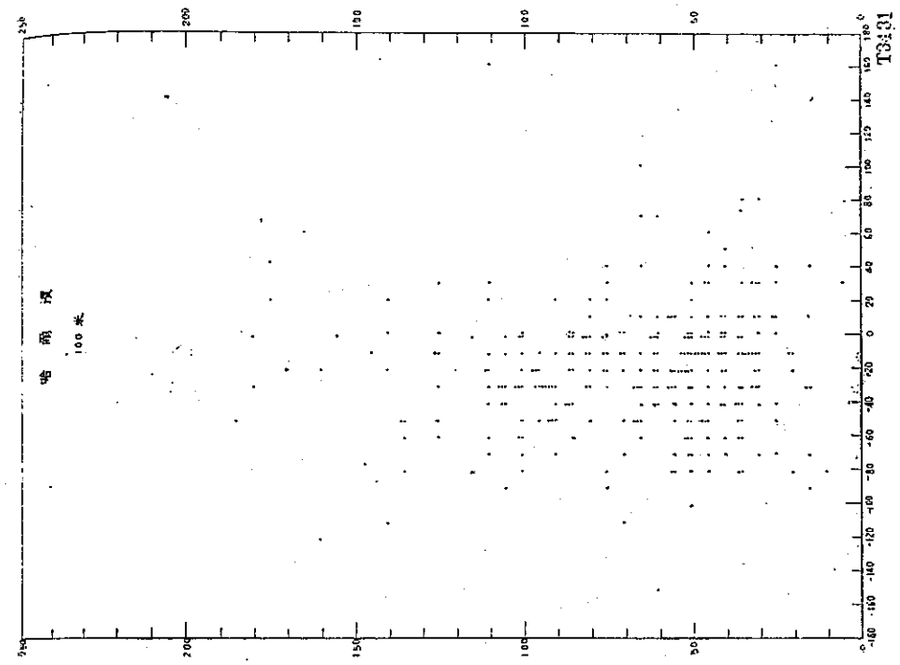
之等ノ關係ハ實際ト比較シテ更ニ檢討サレネバナラナイ。

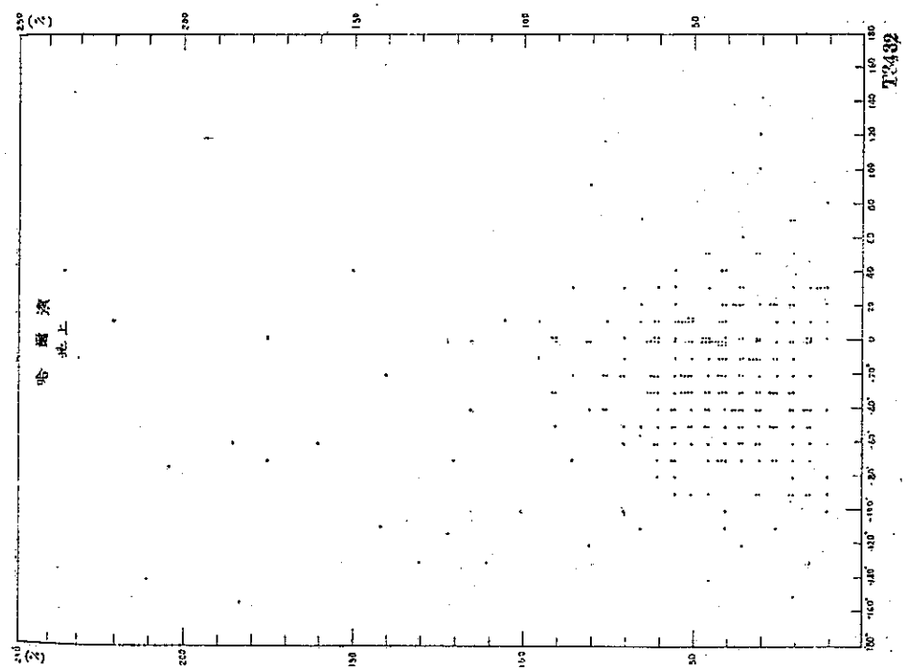

1938
風向
円内小数値%
(1mm 1%)
地上
100
1000
2000
哈爾濱
海拉爾
興安
T3429


海拉爾
地上
100米
200
500
1000
(%)

興安


地上
100米
200
500
2000
(%)
T3430


哈爾濱
100米
T3431


哈爾濱
地上
T3432

Ⅸ 雨 下 器

& 43

雨下器(或ハ撒布器)ノ設計上特ニ困難ナノハ何レモ既成ノ機體ニ之ヲ適合セシメネバナラヌ
ト云フ點デアル。蓋シ將來ニ於テモ雨下或ハ撒布攻擊用トシテ新ニ機體ヲ設計製作スル事ハ
機整備上モ極メテ不利デアルノデ、爆擊機又ハ襲擊機ニ對シテ必要ナ最少限度ノ改修ヲ施シテ
用セネバナラナイ。勿論此等ノ飛行機ニ依ツテ尙充分ニ攻擊目的ヲ達成スル樣ニ雨下(撒布)ノ
段方法ノ改良ガ行ハレネバナラヌシ、又却ツテ此ノ方ガ合目的デアルト考ヘル。

從來雨下法ハ雨下彈ニ比シテ搭載量ノ點デ有利デアルト考ヘラレ來ツタ樣デアル。然シ現在
人ノ有スル次ノ樣ナ數値ヲ擧ゲルト、此ノ問題ハ稍ミ制限シテ解スベキ事ガ判ル。

	九七重式二型	同左改二型	雨下彈
空　重　量	250K	370K	12K
搭　載　量	720 L	1300 L	28 L
有　效　率	74%	78%	70%

有利デアルノハ全搭載量デアル。例ヘバ九七式重爆擊機デハ雨下彈ニ依ツテ約 200 L デアル
九七重式二型雨下器ニ依レバ720 Lトナル。然シ攻擊距離ヲ問題トスル時ハ或ハ搭載量ヲ自由
變ジ得ル雨下彈ノ型式ガ良イト考ヘラレル場合モ在リ得ル。卽チ九七重式雨下器デハ充塡液量
ハ無關係ニ常ニ250～370Kノ重量ヲ負荷サレテ居ル事ニナル故デアル。

雨下器ノ具備スベキ條件トシテハ次ノ樣ナ事ガ考ヘラレル。

1) 流量比ヲ小トスル事。卽チ單位時間內ノ流出液量ノ大キイ事。

2) 機體內外ノ汚染ヲ防グ事

2) 適當ナ消毒裝置ヲ附隨スル事

4) 操作ノ簡單且確實デアル事

5) 準備ニ要スル時間ノ短キ事

6). 有効率ノ大ナル事。卽チ諸裝置ノ重量ノ少イ事。

6) 使用攻擊材料ニ依ル腐蝕ノ少イ事

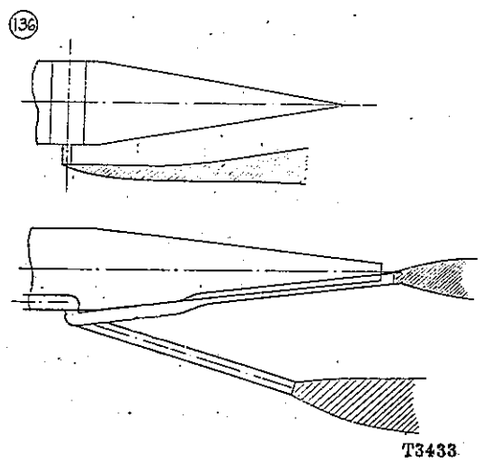
等ヲ擧ゲル事ガ出來ヤウ。之等ニ對シテハ、適當ナ動源ヲ選定シ之ヲ損失少ク使用シ、又排
ヲ適當ニシテ機體外ノ汚染ヲ防グト共ニ彈丸ニ依ル穿孔ニ對シ機體內汚染ヲ少クスル爲防彈
ム」被ノ裝着ヲ行ヒ、消毒裝置ハ排液後ノミナラズ液ヲ充塡シタ儘之ヲ消毒シ得ル能力ヲ持
バナラナイ。操作ノ簡單デアル事ハ極メテ肝要デ、之ハ準備時間ノ短縮ト相反スル事ヲ許サ
又之ガ爲裝置ノ重量ヲ大ニスル事ハ避ケネバナラヌガ、少ク共1回ノ操作ニ依ツテ必要ナ機構
順次自動的ニ作働シテユキ、然モ常ニ故障ノ容易ナ發見ト共ニ之ニ對シテ採ルベキ副操作手段
設ケラレテ居ラネバナラナイ。腐蝕ヲ防グ事ハ現時ノ輕合金ヲ用ヒテモ加工塗料等ニ依ツテ或
程度可能デアルガ、常ニ點檢ヲ嚴ニシ且部分品ノ交換モ簡單容易ニ行ハレル樣ニ豫メ考慮シテ
カネバナラナイ。

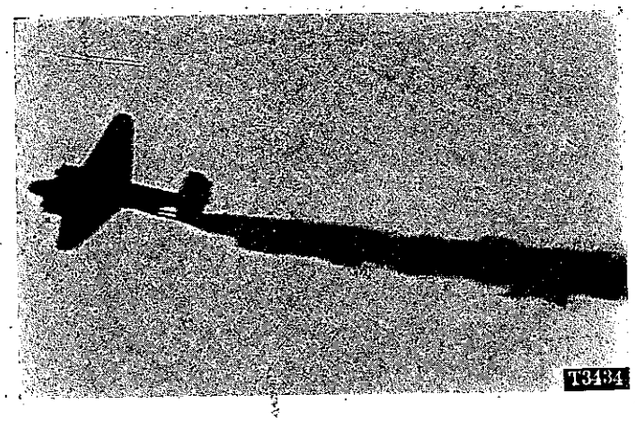
此等ノ諸點ニ關シテハ九七重式雨下器ノ說明ヲ行ヘバ明トナルト考ヘルガ、之ヲ此處ニ述ベル
ノハ不適當デアルノデ別ニ、『九七重式二型及改二型雨下器說明書』ニ讓ル。

此處デハ雨下器ノ理學的方面ノ原理特ニ其ノ排液機構ニ關シテノミ僅ニ述ベル事トスル。

& 44

機體ヲ汚染セヌ爲ニ雨下器カラ排出管ヲ以テ通常ハ機體ニ直接接スル周邊氣流ノ外ニ雨下液ヲ
導ク。排出管ノ大サハ機體ノ構造ト所要ノ瓣ノ設計ニ影響サレル事ノ方ガ多ク、普通ハ任意ニ選
定シ得ルノデハナイ。後述ノ排液機構ニ明デアル通リ液ノ流出量ハ此ノ管ノ斷面積ノ大サニ直接
比例シテ來ルノデ、ナルベク之ヲ大キクスル事ガ希望サレル。勿論此處ニ云フ大サトハ排出管ノ
最小斷面部位ニ於ケル値ヲ意味スル。機體ノ何ノ點デ之ト如何ニ距レバ機體ヲ汚染セズニ濟ムカ
ハ、直ニ決メル事ハ出來ナイ。之ハ更ニ排出管ノ大サト形狀ニモ關係シテ來ル。理想的ニ云ヘバ
尾端ニ近ク更ニ後方ヘ若干離レタ點デ排出スレバヨイケレドモ之ハ設計上困難デアリ、又水平飛
行位ニ於テ排出管口ガ雨下器液槽最低位ヨリ少シデモ高イ事ハ必然的ニ排出管內ノ殘液ヲ來シ、
或ハ之ヲ避ケルタメ排出口ト液槽底ヲ少クモ同一高ナラシメルベク上舵ヲ取ツタ飛行位ヲ保タネ
バナラナクナル。之ヲ除クタメ雨下液槽底ヨリ高位ヲ通ル事ヲ避ケルト胴體下面カラ管ヲ外ヘ出
シテ、操作時ニハ之ヲ垂下スル形ヲ執ル事トナル。此ノ時ノ管ノ長サト角度ハ何レモ經驗的ニ定
メナケレバナラナイ。時ニ八八輕式デ見ル通リ雨下口附近ニ小サナ遮風板ヲ附ケル事ニ依ツテ比
較的容易ニ目的ヲ達シタ事モアル。





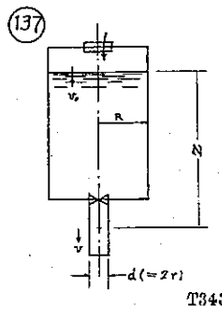
管内ノ亂流狀況ノ影響ハ尙不明デハアルケレドモ之ヲ可及的少クシ、又流出抵抗ヲ減少ス
爲ニモ排出管ノ屈曲ハルナベク少ク、然モ緩徐ニシタイガ實際的ニ機體ニ適合サセル爲ニハ
ノ屈曲ハ止ムヲ得ナイ。唯之ニ依ツテ流量ガ相當犧牲ニナツテ居ル事ハ殆ド確實デアル。

& 45

次ニ雨下器ノ放出機構ニ關シテ考察シテ見ヤウ。從來考察セラレタ雨下器ニ於テハ放出ハ 1)重力或ハ 2)空氣壓力デアツタガ、將來ハ緩燃火藥類(液態空氣ヲモ含ム)ガ取入レラレデアラウ。

八八輕型雨下器ハ重力式デアル。此ノ特徴ハ雨下器液槽ノ垂直長ノ大キイ事デアル。此ノ機構ハ次ノ樣デアル。

液槽液面ト流出液栓ノ間ノ平衡ヲ考ヘテ、次ノ式ガ成立スル。



$$v_0^2+2gz=C^2v^2 \quad (C\geqq 1)$$

又 $R^2v_0=r^2v$；然ルニ

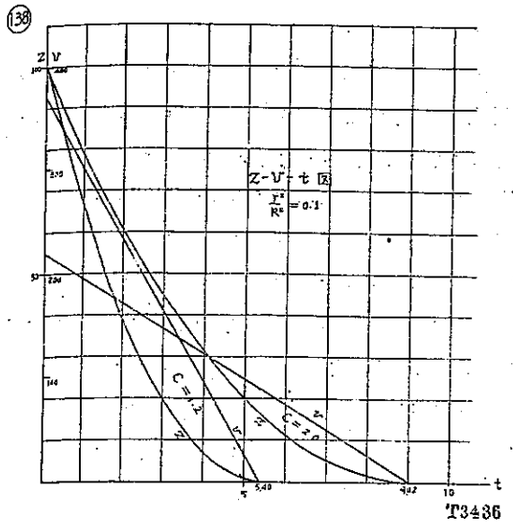
$$v_0=-dz/dt,$$

$$\therefore\ (-dz/dt)^2+2gz=C^2\frac{R^4}{r^4}(-dz/dt)^2,$$

$$\text{ie}\quad (C^2R^4/r^4-1)^{\frac{1}{2}}\sqrt{2/g}\,(z_0^{\frac{1}{2}}-z^{\frac{1}{2}})=t,$$

$$v=[2gz/(C^2-a^2/A^2)]^{\frac{1}{2}}$$

今普通ニ設計セラレル程度ヲ採リ $R^2/r^2=10$ ト見做スト上ノ關係ハ次ノ圖ノ樣ニナル。但シ $z_0=100\text{cm}$；$C=1.20,\ 2.00$ トス。卽チ v ハ t ニ對シ直線的ノ變化ヲナス。此ノ場合ニテハ流出部ノ最少斷面ヲ採ル。



重力式ノ雨下器デハ流出管ヲ大キクスル事ニ依ツテ流量比ヲ大トシ得ルガ、相對速度ノ點カラ云ヘバ雨下液槽ノ垂直長ニ依ツテ液ノ流速ガ定マルノデ、之ガ飛行機ノ機體ノ大サニ制限ヲ受ケル以上此ノ方式ニ依ル今後ノ發展ハ先ヅ望マレナイ。

八八輕式雨下器デハ飛行速度ノ空氣ヲ用ヒテ液ヲ整流スルト云フ事ガ考ヘラレテ居ル。之ハ液ヲ先ヅ低速ナ空氣デ加速シ第1次ノ分裂ヲ起シタ後第2次的ニ排出シテ高速ノ空氣流中ニ放出セントスルモノデアル。現在斯カル方面ニ關シ吾人ハ何等ノ知識ヲ有シナイノデ斯カル考案ノ可否ニ就テハ將來ノ問題トスル。

他方飛行速度ノ空氣ヲ取入レテ液面ノ加壓ヲ計ル事ノ可能性如何ガ考ヘラレル。前項ノ計算デハ液面ト液ノ流出面トノ間ニ氣壓差ハナイト考ヘタノデアルケレド、實際ハ飛行速度ノ空氣ノ動壓ガ流出面ニ關シテ考ヘラレルノデ、實際ニハ多少ノ壓差ヲ考ヘネバナラナイ。今空氣ガ最モ有利ニ使用サレタ場合ヲ考ヘ、氣流ニヨル動壓ガ總テ有効壓トシテ用ヒラレタトシテ考ヘルト、

$$p+\frac{1}{2}\rho v^2+\gamma z=\frac{1}{2}\rho C^2v^2$$

今 p ヲ水頭デ示スト $z'=\frac{p}{\gamma}$ デアツテ、飛行速度ヲ V 空氣密度ヲ σ トスレバ、$p=\frac{1}{2}\sigma V^2$ デアル。從ツテ $p/\gamma=\frac{1}{2}\sigma V^2\times\frac{1}{\gamma}=\frac{1}{2g}V^2\sigma/\rho$ トナリ、$\sigma/\rho=0.0013$ トスルト z' ハ

$6.64\times10^{-6}V^2$ トナル。V ヲ 8000cm(=250K) トスルト、此ノ値ハ約 4 m ニ達スル。從ツテ之ヲ有利ニ用フレバ重力ニ對シテハ更ニ良キ動源トスル事ガ出來ル譯デアルガ、實際問題トシテハ此ノ4分ノ1程度モ得ル事ハ容易デハナイ。

流量比ノ增加ニハ液高ヲ增ス事ハ實用的ニ100cm以上ハ無理デアルシ、流出管ノ大サノ限度モアリ、殊ニ前圖デ明ナ樣ニ液ノ流出量ヲ一定ニ保テ得ル可能性ノナイ事ハ滴ノ分裂トイフ見地カラハ決定的ナ否定點デアルノデ、再ビ重力式ヲ正攻スル事ハ考ヘラレナイ。又現在ノ樣ニ少クトモ彈倉ノ樣ナ垂直長ノ小サイ個所ヲ利用シヤウトスル場合ハ重力ノ作用ハ度外視シテ可ナル程度トナル。

& 46

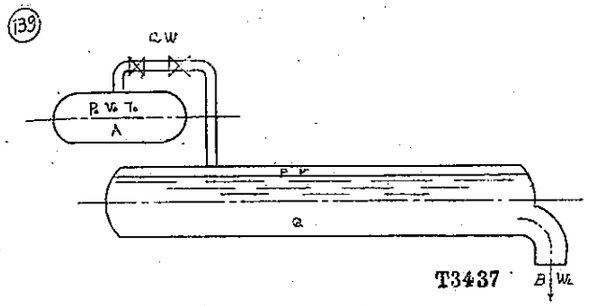
雨下操作ニ際シテ所要ノ仕事ノ量ハ地上ニ於ル動力ニ換算スレバサシテ大キイモノデハナイ。

九七重式二型デハ約800Lノ液ヲ5秒間ニ排出シ、之ニ4.50m/Sノ速度ヲ與ヘルト考ヘルト、此ノ際ニ爲ス仕事ノ量ハ8100kg m デアル。從ツテ此ノ雨下器ノ動力ハ1600kg m/S 或ハ21.3HPニ相當スル。斯カル動力ヲ機械力ニ依ツテ得ルノハ地上デハ容易デアルトシテモ飛行機用トシテハ困難デアル。又之ガ可能デアルトシテモ、要スルノハ操作時ダケデアルカラ、他ノ場合ハ死重量トナツテ居ル事ニナル。此ノ目的ニ空氣ヲ用フレバ、豫メ壓縮機ニ依ツテ壓縮セラレタ空氣ハ殆ド容器ノミノ重量ヲ以テ貯ヘラレテ居リ、現在使用シテ居ル樣ニ80Lノ空氣槽デハ10kg/cm²ノ壓トシテモ原溫10°Cデ巧ニ膨脹機構ヲ使用スレバ前記目的ニ對シテハ約30HPノ動源トシテ作用シ得ル事ニナル。空氣ヲ動源トシテ用ヒルノハ効率上決シテ得策デハナイシ、又高壓空氣ノ取扱ハ容易デハ決シテナイガ、重量當リ馬力カラ云ツテ現在此ノ方法ニ勝ル實用的ナ物ハナイト信ズル。將來ハ火藥類ノ有スル化學的潛勢力ヲ有利ニ用ヒネバナラナイガ、現在ハ空氣ノ利用ガ先ヅ動カヌ所デアラウ。

吾人ハ動源トシテ空氣ヲ用ヒルモノトシテ先ヅ九七重式一型雨下器ヲ試作試驗シタノデアルガ、之デハ空氣系統ノ配管及瓣ノ大サノ關係カラ空氣ヲ動源トシテ液ヲ加壓シツツ排出スル事ハ出來ナカツタ。(管內徑8mm)依ツテ液槽內容ヲ犧牲ニシ、液量ヲ100/188ニ減ジテ餘空間ヲ作リ、操作時之ニ空氣ヲ流入サセテ2.0～1.0kg/cm²ニ豫壓シ置キ、排出瓣開放ト共ニ此ノ空氣壓及爾後ノ膨脹ニ依ツテ液ヲ排出セントシタ。此ノ爲ニハ開瓣時ノ衝擊ヲ緩和スル爲ニ瓣竝ニ排出管系ニ多大ノ改良ヲ加ヘタノデアル。之ヲ九七重式改一型ト稱スル。而モ既ニ明ナ樣ニ空虛重量250Kニ比シ有効率ハ60%ニ減ジ、積載量ハ400Lニ過ギズ、然モ流出狀況ハ云ハバ衝擊的デアツテ又流出量 dQ/dt ハ急減シ滴粒配分ノ點ニ於テモ亦滿足デハナカツタ。次デ空氣系統配管及瓣ヲ改造シ(其ノ他細部ノ改良ヲ加ヘ)有効內徑18mmトセルモノガ卽チ九七重式二型ト稱スルモノデアル。本書ニ於テ主トシテ之ニ基イテ記述シ居ルハ、該型ガ空氣利用式トシテ理想ニハ遠シトイヘドモ、尙且此ノ式ノ典型的ノ作働ヲ行フヲ以テデアル。(更ニ配管ノ樣式及規模ニ就テ改良スル餘地ノアル事ハ本書ノ到ル所ニ明デアラウ。)此ノ型ニ於テ全ク同一ノ型ノ部分品ヲ利用シ搭載量ヲ增加シタモノガ九七重式改二型ト稱サレ、機構機能ハ殆ド同樣デアル。

空氣式ノ說明ニハ尤ヨリ九七重式改一型ノ機構ヲモ述ベネバナラヌノデアルガ、吾人ハ之ヲ既ニ過程中ニ忘却シタルモノトシテ省略シ、將來共ニ典型タルベキ二型ノ機構ノミニ關シテハ當隊航究班研究月報ヲ參照サレタイ。

(139)

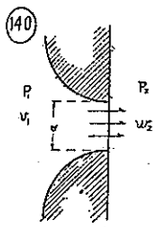


T3437

此ノ場合ノ空氣ハ殆ド斷熱的ノ變化ヲ行フト考ヘル。

先ヅ「ノズル」カラノ噴流ヲ考ヘル。

(140)



T3438

$$(w_2^2-w_1^2)/2g=-\int_1^2 vdP;$$

シカルニ　$v=(C/P)^{\frac{1}{\gamma}}$　　故ニ

$$-\int_1^2 vdP=-C^{\frac{1}{\gamma}}\int_1^2 P^{-\frac{1}{\gamma}}dP$$

$$=C^{\frac{1}{\gamma}}\frac{\gamma}{\gamma-1}\left[P_1^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}-P_2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right];$$

今　$C^{\frac{1}{\gamma}}=P_1^{\frac{1}{\gamma}}v_1$　トスルト

$$-\int_1^2 vdP=\frac{\gamma}{\gamma-1}\left\{1-(P_2/P_1)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right\}P_1v_1;$$

w_1ハw_2ニ比シテ無視シ得ルノデ

$$w_2^2=2g\frac{\gamma}{\gamma-1}\left\{1-(P_2/P_1)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right\}P_1v_1$$

然ルニ「ノズル」ガ末廣デハナク普通ノ場合ニハ「ノズル」ノ出口斷面デハ P_2 ハ P_1 ニ應ジテ $P_c/P_1=\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ ナル限界壓力以下ニハ降下シ得ナイ。$P_2>P_c$ ノ時ニハ出口斷面デ P_2 ニナルガ $P_2<P_c$ ノ場合ニハ其處ニ P_c ナル壓力ガ現ハレテ $-\int_1^c vdP$ ノミガ速度トナリ、P_c カラ P_2 迄ノ膨脹ハ「ノズル」外デ行ハレル。故ニ噴出速度ハ此ノ時ニハ P_2 ニ關係ナク、

$$w_c^2=2g\frac{\gamma}{\gamma+1}P_1v_1$$

デアル。此ノ時ノ w_c ハ卽チ P_1v_1 ニ對スル音速ヲ表ハス。

液槽ヘノ管路ハ相當ニ長ク、途中ニ閉止瓣ヤ操作瓣ヲ有シ、途中ノ壓力降下ハ複雜デアル。卽チ空氣ハ操作以前ハ操作瓣迄ハ P_1 デアルガ($=P_0$)、操作中ハ此處迄ニ若干壓力ヲ降下シ、此處デ更ニ噴流作用及絞リ作用ヲ起シ次デ更ニ管路中ヲ壓ヲ降下シ乍ラ液槽ヘ入ルノデアルガ、現在

用ヒラレル樣ナ高壓型式デハ空氣ノ流速ガ大デ管路內壓力降下モ亦著大デアル。從ツテ實際ノ雨下器ノ說明ヲ單ニ効率ノ不良ナ「ノズル」トシテ取扱フト何處カニ不合理ナ點ガ出テ來ル筈デアル。

瓣通過後ノ流速モ極メテ大デアルカラ以後ノ管內壓力降下ハ充分大キク、液槽ヘ達スル迄ニP_2迄、或ハ其以下ニ降下シテ居ル。(次述)此ノ時ノ壓力降下ハ流速增加ニ用ヒラレルノデハクテ全部摩察損失ノ形ヲ取ルノデアルガ、此等ヲ實際的ニ考察スルノハ容易デハナイ。

操作時ノ理想ハ液槽壓ヲ一定ニ保持シ從ツテ流出液量ヲ一定ニ保ツ事デアル。從ツテ操作時液槽壓ヲ監視シ乍ラ加減スル譯デアルガ、此ニ關スル數式ハ後述スルトシテモ此ノ時ノ液槽壓ノ標準ハ如何ナルモノデアラウカ。之ハ液槽容積及空氣槽容積ニヨツテ定マル。

液槽容積ヲ L 空氣槽容積ヲ A トスル。今 A 內空氣ヲ先ヅ P_0, v_0, T_0 デ表ハスト、之ガ最モ理想的ニ作用シタ場合ニハ液ノ排出終了時ニ占ムル空氣體積ハ A+L デアリ、此ノ時之ガ總テ所望ノ P ノ空氣デ滿サレテ居ル事ニナルカラ、

$$PV^{\gamma}=P_0V_0^{\gamma};\qquad \text{即チ}$$

$$P(L+A)^{\gamma}=P_0A^{\gamma}$$

$$\therefore\ P=P_0\times[A/(L+A)]^{\gamma}$$

九七重式二型デハ L=0.72 ; A=0.08 デアルカラ A/(L+A)=0.10 從ツテ $P=P_0\times0.04$ ノ程度デアル。即チ $P_0=31\ kg/cm^2$ トシタ場合ニハ液槽保持壓ハ $P=1.25kg/cm^2$ デアリ、實際的ニ $P_0=26kg/cm^2$ 程度デハ理想的ノ液槽內壓(「ゲージ壓)ハ $0.04kg/cm^2$ トナツテ來ル。勿論斯カル理想的操作ハ上記デ明ナ樣ニ全然空氣動力ヲ利用シ得ヌ事ニナル事モアリ($P_0<26$)實際ハ斯カル操作ヲ行ハナイデ(理論トハ離レテ)液槽指示壓ヲ $0.5kg/cm^2$ 程度ニ保ツ。而モ空氣ノ場合ハ $P_c/P_1=0.528$ デアルカラ、P_1 ガ「ゲージ壓デ $2\ kg/cm^2$ 位ニナル迄ハ噴流ハ常ニ P_c ニ對スルノヲ用ヒテヨク又、實際問題トシテハ或時間以上ハ液內壓ハ「ゲージ」デ 0 ニナルノデアルカラ P_1 ガ「ゲージ」デ 1 トナル迄之ヲ用ヒテヨク、又斯カル場合ハ終末狀況デアツテ、液槽ノ構造空氣ト液トノ混流ノ關係ヲ研究シテカラ始メテ問題ニナリ、本書ノ範圍デハ殆ド此ノ P_c ノ關係ヲ常ニ適用シテ生ズル誤ハ考ヘル必要ガナイノデアル。

高速ノ空氣流ノ管內抵抗ニ關シ例ヘバ次ノ近似式ヲ用ヒルト w ガ300位デハ成立シナイ程壓降下ヲ來ス。

$$\frac{P_1^2-P_2^2}{P_1^2}=\left\{\frac{10^4\beta w_1^2}{D}+\frac{h_2-h_1}{l}\right\}\frac{2l}{P_1v_1}$$

或ハ管內ノ速度密度變加ヲ無視シテ、

$$\triangle P=\beta\gamma w^2l/D$$

ヲ用ヒタトシテモ、$\triangle P=3\sim4kg/cm^2$ 程度ニナル。即チ吾人ノ今扱フ樣ナ w ガ大キクテ D ガ小サイモノデハ l ガ左程長クナクテモ壓力降下ガ著シク「ノズル」トシテ取扱フニハ益々困難ニナルノデアル。

然乍ラ差當ツテ簡便ナ然モ合理的ナ代法モナイノデ、極メテ効率ノ惡イ「ノズル」系トシテ

扱ツテユク。此處デ九七重式二型ノ配管ニ關スル流量實測値ト夫ニ基イタ流量係數ヲ求メル事ヲ試ミヤウ。

噴流ノ式ニ於テ P_2 ノ代リニ P_c ヲ用ヒルト次ノ樣ニナル。

$$w_c=\left[2g\frac{\gamma}{\gamma-1}\left\{1-\left(\frac{P_c}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right\}P_1v_1\right]^{\frac{1}{2}};$$

$$G_c=a\,w_c/v_c$$

$$=a\left[2g\frac{\gamma}{\gamma-1}\left\{\left(\frac{P_c}{P_1}\right)^{\frac{2}{\gamma}}-\left(\frac{P_c}{P_1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma}}\right\}\frac{P_1}{v_1}\right]^{\frac{1}{2}}$$

今 $P_c/P_1=\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}=0.528$ トシテ

$$G_c=2.15\times a\times\left(\frac{P_1}{v_1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

空氣槽內ノ空氣量ヲ G デ表ハスト、

$$G=\frac{A}{v_1}$$

$$=AC^{-\frac{1}{\gamma}}P_1^{\frac{1}{\gamma}}\qquad(C=Pv^{\gamma})$$

$$dG=\frac{A}{\gamma}C^{-\frac{1}{\gamma}}P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}dP_1$$

シカルニ

$$\frac{dG}{dt}=-2.15a\times\left(\frac{P_1}{v_1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\therefore\ P^{\frac{1-3\gamma}{2\gamma}}dP=-2.15a\frac{\gamma}{A}C^{\frac{1}{2\gamma}}dt$$

此處デ九七重式二型ノ常數値ヲ用ヒルト、

$a=0.00025(=\text{const})$

$A=0.021$;

$P_0=292000$; $T_0=288$ 從ツテ $v_0=0.0288$ 又ハ

$C=202.0$

故ニ此ノ式ハ次ノ樣ニナル。

$$P_1^{-1.144}dP_1=-0.723dt;$$

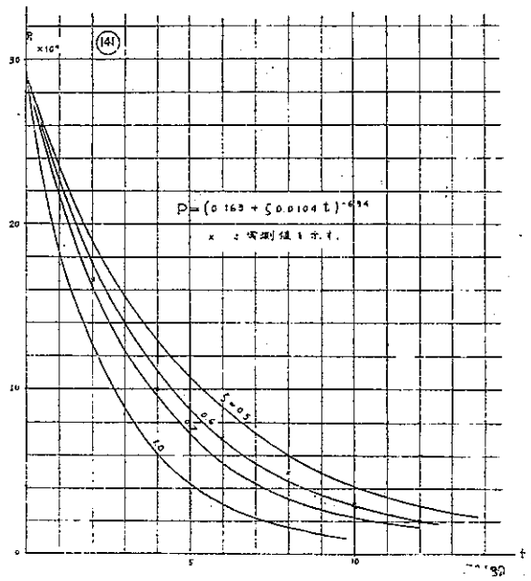
$$P_1=(0.163+0.0104t)^{-6.94}$$

更ニ流量係數ヲ ζ トシ、$\frac{dG}{dt}=-\zeta G_c$ デ表スト

$$P_1=(0.163+0.0104\zeta t)^{-6.94}$$

此ノ式デ示サレル曲線ヲ ζ ノ異ル値ニ就テ示スト次ノ樣ニナル。(141) ロ×ハ九七重式二型ノ實測値デアル。注意スベキノハ此ノ雨下器ノ空氣系統「ゲージ」ガ配管ノ途中ニアツテ操作時ハ流走空氣ノ壓ヲ示ス事ニナツテ居リ、又「ゲージ」ニ多少ノ遲レノ現象ノ在ル事デアル。之ヲ考慮

ニ入レルト、$P_0=292000$, 操作瓣全開($a=0.00025$)ノ時ノ流量係數ζハ0.65附近デアルト考ヘラレル。



實際ノ場合ハ P_2 ガ一定デアル樣ニ a ヲ加減スルカラ、a ハ次第ニ大キクナルノデアツテ(後述)ζハ此ノ各場合ニ種々變ルノデアラウ。後述ノ樣ニ、然ウ考ヘナイト實際ノ說明ガツカナイナル。

& 48

操作時ハ 1)液槽ノ排出瓣開放、2)操作瓣ヨリ空氣ヲ流出液槽ニ送ル、3)液槽內壓ガ一定トナル樣ニ操作瓣ノ開口面積ヲ大キクシテユク。壓ハ液ノ殆ド全部出終ル迄ハ一定度ニ保ツ事ガ望マシイ。(之ガ九七重式二型デハ不能ナノハ前述ノ如ク、又次ニ述ベル事カラモ明デアル。)之等ハ相當ニ演練ヲ要スル作業デアル。之ガ順調ニ行ハレタト假定シテ、液ノ流出ト操作瓣ノ開口面積トノ關係ヲ考ヘテ見ヤウ。

液槽內絕對壓ヲ P_2 トスレバ P_2-P_A(「ゲージ壓)ニ比シテ液高ハ無視シ得ル故次ノ關係式ガ成立スル。

$$W_L=a\left\{2g(P_2-P_A)\times10^{-4}\times10.0\right\}^{\frac{1}{2}}$$

液量ヲ Q デ表ハスト

$$-\frac{dQ}{dt}=aB\left\{2g(P_2-P_A)\times10^{-4}\times10.0\right\}^{\frac{1}{2}}$$

然ルニ假定ニヨリ P_2 ハ一定デアルカラ、δQ ノ排出ニ伴ツテ δG ノ空氣ガ空槽氣カラ液管內ヘ流入シ、然モ $\delta Q=v_2\delta G$ ナル關係ガ成立セネバナラナイ。然ルニ空氣槽デハ前述ノ樣ナ關係式ガ成

立スルノデ、

$$-\frac{A}{\gamma}C^{-\frac{1}{\gamma}}P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}\delta P_1=aB\left\{2g(P_2-P_A)\times10^{-3}\right\}^{\frac{1}{2}}\times\frac{1}{v_2}\delta t$$

$$=aB(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}C^{\frac{-1}{\gamma}}\delta t$$

$$\left(\quad C=P_0v_0^{\gamma}=P_0^{1-\gamma}(RT_0)^{\gamma}\right)$$

$$\therefore\quad -P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}\delta P_1=\gamma a\frac{B}{A}(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}\delta t$$

$$-P_1^{\frac{1}{\gamma}}=a\frac{B}{A}(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}t+C$$

$t=0,\ P_1=P_0$ ナル故

$$P_1^{\frac{1}{\gamma}}=P_0^{\frac{1}{\gamma}}-a\frac{B}{A}(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}t$$

他方空氣管系統デハ前記ノ通リ

$$-\delta G=\zeta2.15a'\times\left(\frac{P_1}{v_1}\right)^{\frac{1}{2}}\delta t$$

$$=\zeta2.15a'\times P_1^{\frac{\gamma+1}{2\gamma}}C^{\frac{-1}{2\gamma}}\delta t$$

$$a'=\frac{aB}{\zeta2.15}C^{-\frac{1}{2\gamma}}(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}P_1^{-\frac{\gamma+1}{2\gamma}}$$

$$=\frac{aB}{\zeta2.15}C^{-\frac{1}{2\gamma}}(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$\times\left\{P_0^{\frac{1}{\gamma}}-a\frac{B}{A}(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}t\right\}^{-\frac{\gamma+1}{2}}$$

今 $(2g\times10^{-3})^{\frac{1}{2}}(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}P_2^{\frac{1}{\gamma}}=\phi(P_2)$ トスレバ

$$P_1=\left\{P_0^{\frac{1}{\gamma}}-a\frac{B}{A}\phi(P_2)t\right\}^{\gamma}\qquad 及$$

$$a'=\frac{aB}{\zeta2.15}C^{\frac{-1}{2\gamma}}\phi(P_2)\left\{P_0^{\frac{1}{\gamma}}-a\frac{B}{A}\phi(P_2)t\right\}^{-\frac{\gamma+1}{2}}$$

即チ P_1 及ビ a' ハ C, P_2, t ニ依ツテ定ツテ來ル。

此ノ時操作上ニ液槽內ニハ始カラ少量ノ空氣ガ存スル事ガ必要デアツテ、之ハ充液時ノ殘存或ハ排出瓣開放カラ操作瓣開放迄ノ遲レノ間ニ外部(排出管ヲ通ジテ)カラ入ルノデ之ハ明ニ P_2, v_2 トハ異ツタ注質デアルガ、計算上ハ之ヲ無視シテモ差支ナイ。

先ヅ排出管系統ノ流量係數 a ノ程度ヲ求メテ見ル。之ハ亦 W_L ト共ニ變ルモノデアルガ使用範圍內デ一定ト假定シナイト取扱ガ面倒ニナル。

今 $B=\frac{1}{2}\pi(0.055)^2=0.0047$ トスレバ

$$-\frac{dQ}{dt}=0.00066a(P_2-P_A)^{\frac{1}{2}}$$

液出量ヲ Q_A トスルト

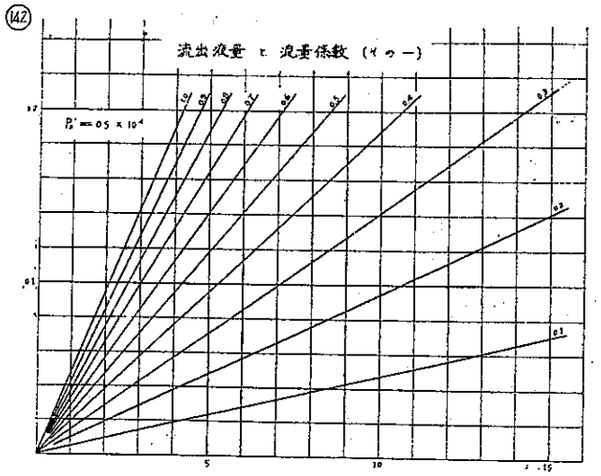
$$Q_A = 0.00066a(P_2 - P_A)^{\frac{1}{2}}\,t$$

此ノ式ヲ計算スルト次圖ノ樣デアル。此ノ時Bハ二叉排出管ノ單位雨下器配當面積ヲ取ツタ。之ハ單位雨下器ニヨツテ流量關係ガ變ラヌトイフ實驗カラ推シタノデアル。果シテBトシテ此ノ値デ良イカ液槽出口面積ヲ選ブベキカハ別ノ問題トシヤウ。此ノBノ値ヲ採ルト、×デ示シタ實測値ニ見ル樣ニ

$$a \fallingdotseq 0.45$$

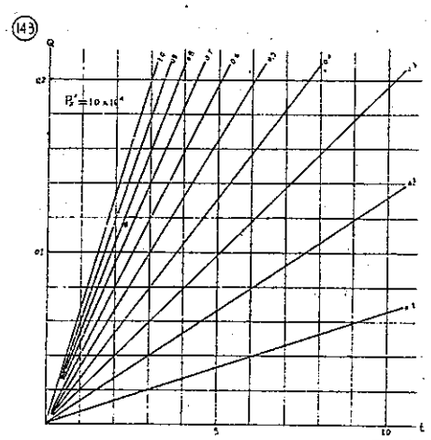
程度トナル。

(142)



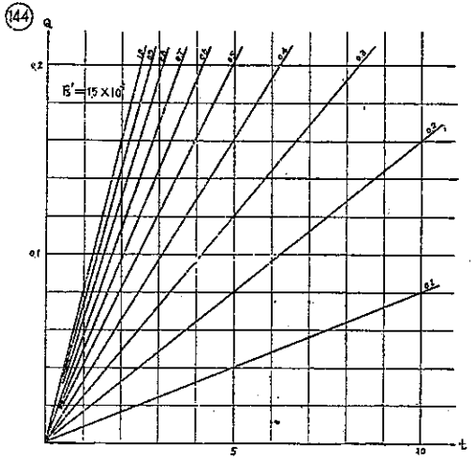
T3440

(143)



T3441

(144)



T3442

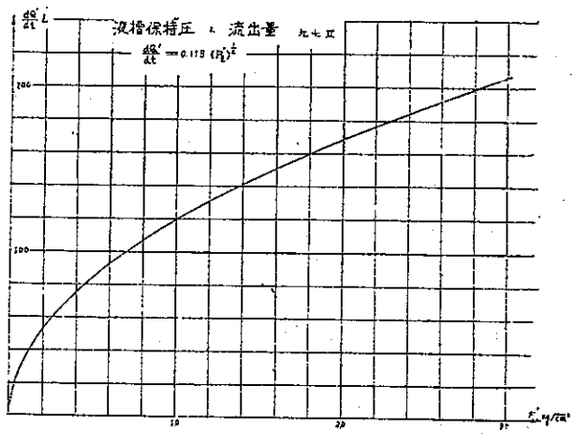
$a=0.45$ トシ流量ニヨツテ不變デアルト假定スルト此ノ雨下器ノ排出液量ト液槽保持壓トノ關係ハ次ノ樣ニナル。

$$-\frac{dQ}{dt} = 4 \times 0.00066 \times 0.45(P_2 - P_A)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0.00119(P_2 - P_A)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0.119(P_2')^{\frac{1}{2}} \qquad (P_2'\,;\text{「ゲージ壓 kg/cm}^2\text{」})$$

此ノ P_2' ト dQ/dt ノ關係ハ次圖ノ樣デアル。



T3443

次デ $(P_2 - P_A)$ ヲ 0.25 ; 0.5 及 1.0×10^4 トシタ時ノ P_1 及 a' ヲ求メテ見ヤウ。P_0 ハ標準ハ 26×10^4 デアルガ、實際ハ 21×10^4 位ノ事ガ多イカラ之ヲ用ヒル。常數値ハ全體ノ雨下器ヲ考ヘテ次ノ樣ニ採ル。

$A = 0.084$;

$B = 0.0118$;

$a = 0.45$;

$\zeta = 0.65$;

$\phi(P_2) = (2g \times 10^{-3})^{\frac{1}{2}} (P_2 - P_A)^{-\frac{1}{2}} P_2^{\frac{1}{\tau}}$ ノ値

$P_2 - P_A$	$\phi(P_2)$
0.25×10^4	5850
0.50	9440
0.75	13000
1.00	16450
1.25	20800

$C = P_0 v_0^{\tau} = P_0^{1-\tau} (RT_0)^{\tau}$ ノ値

P_0	C	$C^{-\frac{1}{2\tau}}$
21×10^4	2300	0.0632
26	2130	0.0650
31	1980	0.0667

$P_0 = 21 \times 10^4$ ノ場合

$$\begin{cases} P_1 = (6310 - 589\,t)^{\tau} & (P_2' : 0.25) \\ \quad = (6310 - 950\,t)^{\tau} & (\quad : 0.50) \\ \quad = (6310 - 1656\,t)^{\tau} & (\quad : 1.00) \end{cases}$$

$$\begin{cases} a' = 2.23 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (P_2' : 0.25) \\ \quad = 3.60 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (\quad : 0.50) \\ \quad = 6.28 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (\quad : 1.00) \end{cases}$$

$P_0 = 26 \times 10^4$ ノ場合

$$\begin{cases} P_1 = (7330 - 589\,t)^{\tau} & (P_2' : 0.25) \\ \quad = (7330 - 950\,t)^{\tau} & (\quad : 0.50) \\ \quad = (7330 - 1656\,t)^{\tau} & (\quad : 1.00) \end{cases}$$

$$\begin{cases} a' = 2.30 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (P_2' : 0.25) \\ \quad = 3.71 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (\quad : 0.50) \\ \quad = 6.46 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (\quad : 1.00) \end{cases}$$

$P_0 = 31 \times 10^4$ ノ場合

$$\begin{cases} P_1 = (8320 - 589\,t)^{\tau} & (P_2' : 0.25) \\ \quad = (8320 - 950\,t)^{\tau} & (\quad : 0.50) \\ \quad = (8320 - 1656\,t)^{\tau} & (\quad : 1.00) \end{cases}$$

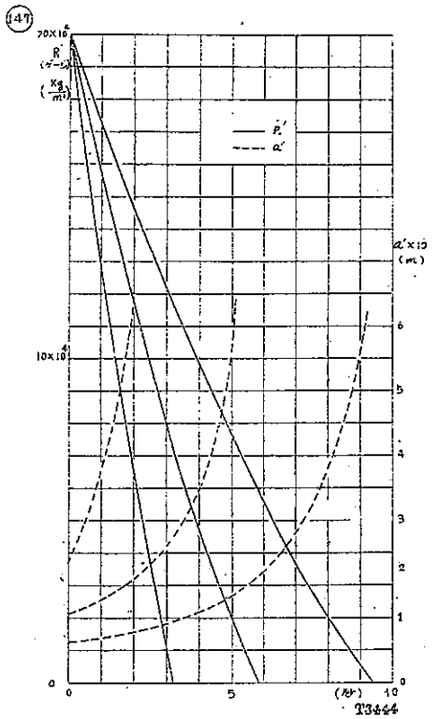
$$\begin{cases} a' = 2.36 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (P_2' : 0.25) \\ \quad = 3.80 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (\quad : 0.50) \\ \quad = 6.63 \times (P_1^{\frac{1}{\tau}})^{-1.2} & (\quad : 1.00) \end{cases}$$

之ニ依ツテ計算シタ P_1 及 a' ハ次ノ様デアル。

(146)

	$P_1 \times 10^4$ kg/m²									$a' \times 10^{-4}$ m²								
P_0	21×10^4			26×10^4			31×10^4			21×10^4			26×10^4			31×10^4		
t \ P_2'	$\times 10^4$ 0.25	0.5	1.0	0.25	0.5	1.0	0.25	0.5	1.0	0.25	0.5	1.0	0.25	0.5	1.0	0.25	0.5	1.0
0	21.0	21.0	21.0	26.0	26.0	26.0	31.0	31.0	31.0	0.65	1.04	1.90	0.59	0.95	1.49	0.47	0.75	1.30
1	19.4	16.0	13.7	22.9	21.1	18.1	27.5	25.7	22.5	0.69	1.28	3.34	0.59	1.01	2.02	0.52	0.85	1.77
2	15.8	12.8	7.4	20.5	17.1	11.2	24.9	21.2	15.2	0.79	1.53	4.26	0.66	1.22	3.06	0.56	1.03	2.41
3	13.2	9.0	2.3	17.7	15.0	8.7	21.9	17.2	8.0	0.91	2.05	1.13	0.74	1.54	5.65	0.62	1.24	3.58
4	10.9	5.8	↙475L	15.1	9.3	↙475L	19.0	13.2	3.3	1.08	3.00	×	0.84	2.06	×	0.70	1.56	8.87
5	8.7	2.9		12.6	6.0		16.6	9.4	↙575L	1.20	5.30		0.98	2.97		0.79	2.98	×
6	6.6	↙505L		10.5	3.1		14.6	6.2		1.70	×		1.17	5.20		0.91	3.02	
7	4.8			8.1	↙590L		10.9	3.2		2.09			1.43	×		1.18	5.13	
8	3.0			6.2			9.5	↙670L		3.21			1.82			1.29	×	
9	1.5			4.3			9.4			5.54			2.47			1.58		
10	↙600L			2.6			6.5						3.75			2.10		
11				1.2			3.2						7.00			3.44		
12				↙750L			1.9									5.00		
13							↙780L									×		

T3936



a′ ノ最大値ハ 4×0.00025＝0.001 デアルガ、a′ ガ之ニ達セヌ内ニ既ニ空氣槽内壓ガ液槽保持壓ニ達シテ了フノガ殆ド全部ノ場合デアル。

前ニモ述ベタ通リ空氣ガ斷熱變化ヲ行フトキ、A ヲ占メル P_0 壓ノ空氣ガ液ヲ排出シ終ツテ A＋L ノ容積ヲ占メ終壓ガ P_2 保持壓ヲ示ストスレバ

$$P_0A^\tau=P_2(A+L)^\tau$$

$$\therefore\ P_0=P_2\times\left(\frac{A+L}{A}\right)^\tau$$

九七重式ノ樣ニ（A＋L）/A＝10 デアル時ニハ

$$P_0=25.2\times P_2$$

P_2 ハ液量ト所望排出時間ニ依テ決定サレルガ、今 P_2 ヲ各 2.0；1.5；及ビ 1.25×10^4 トスルト P_0 ハ夫々 50.4；37.8 及 31.5×10^4 トナリ、少クトモ最終壓ガ大氣ト等シクナル事ヲ豫期スルト P_0 ハ 25.2×10^4 以上デアル事ガ必要デアル。

P_0 ヲ 25.2×10^4 トスルト、初期ニハ一定ノ液槽壓トスル場合、或時間以後ハ空氣槽ト液槽ノ壓ガ等シクナリ、其以後ハ液槽内ノ p_2 壓ノ空氣ガ膨脹シテ液ヲ排出スル譯デアル。然シ乍ラ實際ハ嚴ニ斷熱的トハ云ヘナイトシテモ、他方極メテ大キナ値ヲ取ル摩擦損失ヲ無視シテ上記ノ結

果ヲ得ルノデアル。

上ノ計算デ明デアル樣ニ、流出量ヲ一定ニ保ツ事ガ必要デアルトスレバ P_0 ガ與ヘラレタ時 $P_2=P_0\times\left(\frac{A}{A+L}\right)^\tau$ デ與ヘラレル。

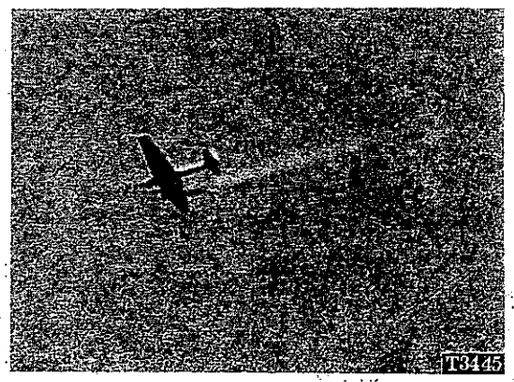
P_2 ヲ無視シテ之ヨリ高イ P_2 ヲ保持セントスルト結局ハ流出量ヲ途中デ變ヘネバナラヌ事ニナツテ來ル。例ヘバ P_0 ガ 26×10^4 デアル時、P_2' ヲ 0.25 トスルト良ク全流出間流量ヲ一定ニシ得ルガ之ヨリ高イ時ハ途中デ之ガ變化スル事ニナル。

現在吾人ハ尙流量比ト滴粒ノ關係ニ關シ決定的ナ觀念ヲ有シナイ。從ツテ雨下操作ニ當ツテモ如上ノ點ヲ尙嚴ニ規正スルノ可否ヲ述ベル譯ニハユカナイノデハアルガ、少ク共將來流量比ヲ一定ニ保ツ事ガ絶對必要デアレバ直ニ上記ノ結論ガ更ニ含味サレルモノト信ズル。

更ニ斯ル空氣量ノ問題ヲ解決セントスレバ上記ノ結果ヨリ直ニ二ツノ改良途ヲ述ベル事ガ出來ル。卽チ P_0 ヲ大トスル事、及 A ヲ大ニシテ A/(A＋L) ヲ更ニ大トスル事デアル。然シ乍ラ現在ノ標準壓 $P_0=26\times10^4$ 以上ヲ採用スル事ハ工作上並ニ危險防止上モ良策トハ云ヘヌ。卽チ空席ヲ利シテ A ヲ大トスル方法ガ採ラレネバナラズ、之ハ充分ニ可能性ノアル問題デアル。

之ニモ增シテ必要ナノハ空氣以外ノ適當ナ動源ヲ研究スル事デアル。緩燃火藥類ノ利用ハ此ノ方面ニ殘サレタ唯一ノ途デハナカラウカ。然ラズンバムシロ液ヲ壓出スル考慮ヲ拋棄シテ液槽自身ヲ空中ヘ拋出シ此處デ液槽壁ヲ一擧ニ分裂セシムルノ途、換言スレバ雨下彈ノ規模ノ大ナルモノヲ採用スベキデハアルマイカ。

尙殘サレタ小サナ問題トシテ果シテ a′ ヲ上ノ計算ノ樣ニ巧ニ操ル事ガ出來ルカガ考ヘラレル。經驗ニ依レバ充分ナル演練ハ概ネ充分ニ此ノ目的ヲ達成セシムルノデアルガ、流量比ノ嚴重ナ保持ヲ問題トシ、且雨下攻擊ヲ稍々大規模ニ行ハントスルナラバ、之ヲ決シテ巧緻ナ『演練』ノ手段ニ俟ツベキデハナイ。從來所謂減壓瓣ガ此ノ目的ニ使用サレントシタ事ガアル。併シ之ハ瞬間的平衡ヲ可能ナラシメル物デハナク、又 a′ ノ調制ニ P_2' ノ壓力自身ヲ動源トシテ使用スル事ハ嚴密ナ補正ガ不可能デアル。故ニ此處ニ P_2' ニヨツテ作動スル變位ヲ他ノ動源ニ變換シ、之ニヨツテ P^1 ニ無關係ニ a′ ヲ調制スル方法ヲ執ルベキ事ヲ示唆スル。



X 撒　布　器

& 49

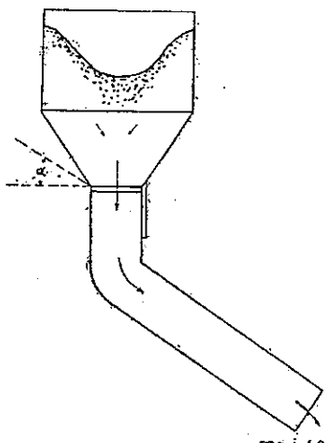
撒布器ガ雨下器ト異ルノハ充塡物ノ理學性狀ノ差違ニ基ク、卽チ雨下器デ取扱ツタ液態材料ニ於テハ空氣ニ依ル加壓ト之ヲ導管ヲ通ジテ自由ニ導ク事ノ出來ル特徵ガアツタ。今此處ニ問題トナル粒子デハ斯カル事ハ望ミ得ナイ。流動スル砂ノ如キハ或意味デ流體的ノ性質ヲ帶ビテ來ルガ、然モ垂直流出ノ時ニ於テスラ其ノ全高ニ無關係ニ單ニ流出孔ノ大サノミニ依ツテ流量ガ規正サレル。一般ニ迅速ニ流動スル粒子ハ流體的ノ性質ノ一部、例ヘバ摩察狀況ヲ呈シテ來ルケレドモ、概シテ粒子ノ集合ヲ內部摩察ノ多イ液體ト考ヘル事ハ不可能デアル。從ツテ雨下器ニ於テ述ベタ理學特性ハ此ノ場合ニハ全然適合サレナイ。

粉末體ノ運動ニ關シテハ從來餘リ研究サレテ居ナイ。又吾人モ雨下器ニ關スル程ニハ實驗ヲ行ツテ居ナイノデ特ニ擧グベキ成績ハナイ。何レモ今後ノ問題トシテ保留スル。

問題トスル粒子ハ前項『粒子ノ落下』デ取扱ツタ樣ナ範圍ニ止ラナイ。此等個々ノ性狀ヲ特ニ定量的ニ研究スルノハ容易ナ問題デハナイト考ヘテ居ル。

粒體ヲ重力ニ依テ排出スルニハ其ノ息角ガ先ヅ問題デアル。一般ニ一旦移動ヲ開始シタ粒體ハ移動開始時ヨリモソノ息角ハ小サイ。排出經路ヲ常ニ此ノ息角ヨリ大キナ傾斜面デ形成スレバ重力ノミニヨツテ排出サセル事ガ可能デアル。此ノ場合排出量ハ主トシテ粒體槽ノ出口面積ノミニ比例シテ增加スルト考ヘラレル。粒體ノ運動ニハ普通三種ノ狀況ガアル。(固態狀、液體狀及氣體狀)。一般ニ靜止ノ狀態カラ運動ヲ起サセルト此ノ三段ヲ通ツテ遂ニ各粒子ガ別々ニ重力ノ作用ニヨツテ移動スル狀況ニナル。撒布器ノ場合ニハ必ズシモ此ノ段階ヲ通ル事ヲ必要トシナイ。全體ガ固ツテ(個々ノ粒子間ノ移動ガ殆ド無クテ)排出サレテモ差支ヘナイ譯デアル。然シ固體狀又ハ流體狀ノ移動ノ場合ニハ出口カラノ流出ガ之ニヨル影響ヲ受ケルカラ、特ニ導管ヲ長クシタイ場合ニハ出口カラ以後ハ斷面積ヲ更ニ大トスルカ何等カノ方法ニヨツテ出口ヲ出ル時ノ流體狀況ヲ變化サセネバナラナイ。

(148)



T3446

粒體ヲ空氣ニヨツテ排出サセル場合、空氣ハ壓力源トシテデハナクテ其ノ速度ニヨル勢力ノ一部ヲ以テ粒子ヲ加速シ之ヲ空氣ト共ニ移動サセルノデアル。從ツテ之ニ要スル空氣量ハ粒體ノ總質量ニ比例スル譯デアル。

從來粒體ノ空氣輸送ニ關シテハ殆ド其ノ定常狀態ヲ扱ツテ居ルノデ、吾人ノ今問題ニスル樣ナ輸送ノ初動ニ關シテハ特ニ參考ニナル事モナイ。又風ニ依ル砂ノ移動ノ研究ニ於テ

ハ砂層ノ表面ノ粒ノ運動ヲ觀察スルノデ、今考ヘル樣ナ粒子層全體ガ至短時間ニ移動シ盡ス樣ナ場合ノ機構ハ相當之トハ異ツテ居ルト考ヘラレル。

粒體層ニ氣流ヲ作用サセテ之ヲ移動サセル時ハ流速ガ小サイ時ハ粒子ハ移動セズ、更ニ大キクナルト粒子ハ飛躍的ノ移動ヲナシテ時ニハ飛躍距離ニ應ズル波狀痕ヲナシ、更ニ速度ガ或ル程度增スト粒子ガ雲狀ニ卷上ツテ移動スル。卽チ粒子ノ移動ノ狀態ニハ或ル限界 Re ノ如キモノガアルト考ヘラレル。今問題ニスル樣ナ場合ハ勿論風速ノ極メテ早イ場合デ空氣中ニハ無數ノ渦流ガ出來テ居ルト想像サレル。粒子ガ移動スル爲ニハ之ヲ垂直ニ上方ヘ押上ゲル力ト之ヲ水平ニ運搬スル力ガ働カネバナラナイ。實際ノ場合ニハ此ノ兩者ガ同時ニ起ツテ來ルガ、垂直運動ノ場合ト異ツテ風速ノ方向ガ重力ト垂直デアル爲ニ、氣流ハ强イ亂流ヲ呈シテ居テ垂直成分ガ粒子ヲ揚擧シ水平成分ガ之ヲ運搬スルト假定スルト、水平方向ノ風速ヲ考ヘル場合ニハ粒子ノ揚擧ノ過程ハ省略出來テ始メカラ空中ニ浮游シテ居ルト考ヘテモヨイノデハナイカト思ハレル。然シ此ノ樣ナ考ヘ方デハ粒體ノ全排出時間ノ問題ヲ解決出來ナイ。

粉末ノ空氣輸送ノ場合ニハ水平管中ノ粒子速度 U_h ト氣流ノ速サ U_a トヲ大體ニ於テ

$$U_h/U_a=0.47$$

ト考ヘテ居ル。

今極メテ非實際的デアルガ次ノ樣ナ計算ヲシテ見ル。

斷面Aノ粒子ニ Vナル風ガ當リ抵抗係數ガ C_x デアル場合ノ粒子ノ移動ヲ考ヘル。

$$m\frac{d^2x}{dt^2}=\frac{1}{2}\sigma\left(V-\frac{dx}{dt}\right)^2C_xA;$$

$$\frac{1}{2}\sigma C_x\frac{A}{m}=K \quad \text{トオキ}$$

$$\frac{dx}{dt}=K(V-v)^2,$$

$$\text{ie}\quad (V-v)^{-2}dv=Kdt,$$

$$(V-v)^{-1}=Kt+C;\ t=0,\ v=0;\ \text{ie}\quad C=V^{-1}$$

$$\therefore\quad \frac{1}{V-v}=\frac{KVt+1}{V},\qquad \text{又ハ}$$

$$V-v=\frac{V}{KVt+1};$$

$$\text{ie}\quad V-\frac{dx}{dt}=\frac{V}{KVt+1}$$

$$\therefore\quad Vt-x=\frac{1}{K}\log(VKt+1)+C$$

$$t=0,\ x=0;\ \text{ie}\quad C=0$$

$$\therefore\quad x=Vt-\frac{1}{K}\log(KVt+1)$$

今床面積ヲ F 有効斷面積ヲ ϕ トスルト

$$V=V_a\times\frac{\phi}{F};$$

$V_a=80$; $\phi/F=\frac{1}{20}$ トスルト

$$V=80\times\frac{1}{20}=4$$

又 $K=\frac{1}{2}\sigma C_x\frac{A}{m}=\frac{1}{2}\times\frac{1}{8}\times1.0\times0.1$ (即チ $A=(0.001)^2$; $m=(0.001)^3\times1000/9.8$ トスル)

即チ $K=\frac{1}{160}$ トスル。然ル時ハ

$$x=4t-160\times2.3\times\log_{10}\left(\frac{t}{80}+1\right)$$

今 $t=2.0$; 3.0 ; 4.0 ; 5.0 トスルト $x=0.2$; 0.3 ; 0.5 ; 1.2 等トナリ全長1mノ撒布器ヲ出ル平均時間ハ4秒トナル。

如斯省略算ハ撒布ノ機構ヲ全然無視シタモノデアルケレドモ、1)全排出時間ハ充塡量ノ多少ニヨツテ殆ド影響サレナイ、2)空氣取入面積ノ減少(前扉ノ開放不全)ハ之ニ比例シテ流出時間ヲ短クスル、3)上ニ擧ゲタ様ナ實驗例デハ流出時間ハ何レモ2～4秒程度デアル事等カラ推シテ、斯カル算式ヲ改良シテ實際ニ用ヒ得ルモノヲ得ル事ガ出來ナイカト考ヘテ居ル。

上ニ述ベタ數値ハ概ネ九七輕式撒布器ニ準據シタモノデアル。

& 50

九七輕式撒布器ハ翼下ニ裝着スルノデ、自然氣流ヲ利用シテ粒體ヲ拋出シタガ、斯様ナ取付位置ハ機體汚染ヲ考ヘル必要ガナイノハ誠ニ具合ガヨイ。(同器ニ關シテハ詳細ハ述ベラレヌ。同器說明書及航究班月報ヲ參照サレタイ)

然シ抵抗ガ大デアル事及ビ將來双發ノモノガ重用セラレル傾向ノアル事ハ現況ニ固着スルヲ許サナイ。如何ニシテ彈倉ヲ利用スルカ、彈倉ニ粒體槽ヲ入レタ時ノ空氣源ヲ如何ニシテ得ルカ、又此ノ場合直ニ問題トナル機體汚染ヲ如何ニシテ防グカハ尙研究中デアルノデ、此處ニ述ベル事ヲ保留スル。

特ニ機體汚染防止ト遮風板ノ關係ハ重要デアツテ速ニ解決ヲ要スル問題デアルト信ズル。

& 51

次ニ撒布器ノ設計上必要ナ二三ノ實驗成績ヲ示ス。

(1) 粒子ノ落下流出量ニ及ボス流出孔ノ大サト粒子ノ高サノ關係

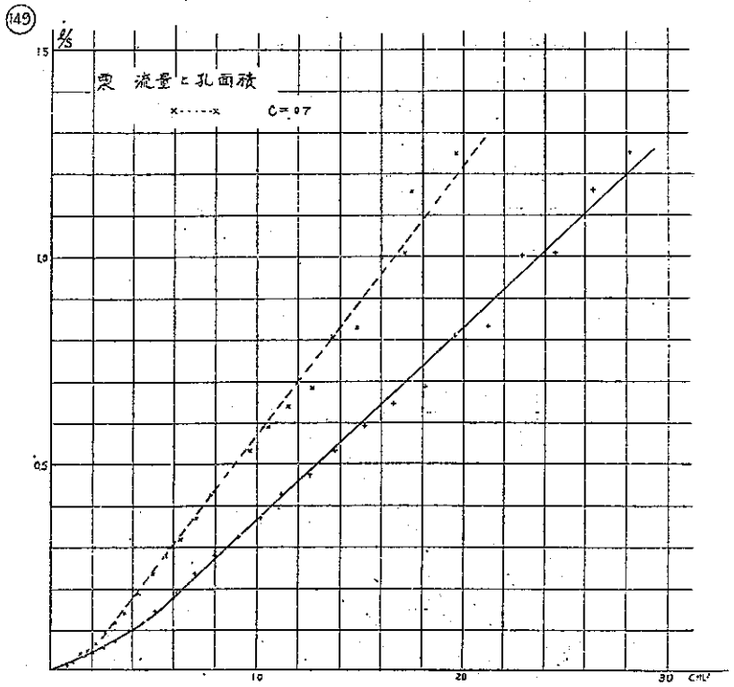
材料トシテハ粒子ノ大キサノ比較的一致シタ粟(市販ノモノ)ヲ用ヒタ。次ノ實驗ニ於テモ同様デアル。

粟ヲ徑40mmノ硝子同筒ニ入レ下底ニ種々ノ大サノ徑ノ圓孔ヲ有スル蓋ヲ取附ケ、時間ト流出量ノ關係ヲ粟ノ高サカラ判定スル。圓筒ノ徑ガ比較的小サイノデ上面ハ略ゞ一様ニ低下スル。

之ニ依ルト流出量ハ粟ノ高サニハ關係セズ孔ノ面積ニ比例スルト考ヘラレルガ、流量ガ孔ノ小

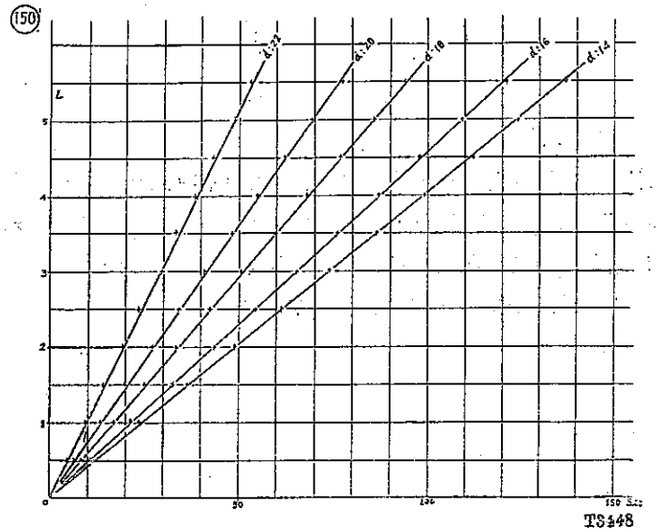
サイ部ト大キイ部ト異ルノハ縮流係數デハ解カレズ、粒子ノ移動狀態ニ歸スベキモノデアラウカ。孔ノ大キナ時ハ粒ハ明ニ或ル高サ迄ハ所謂液狀移動ヲ呈スルモノデアル。

(149)



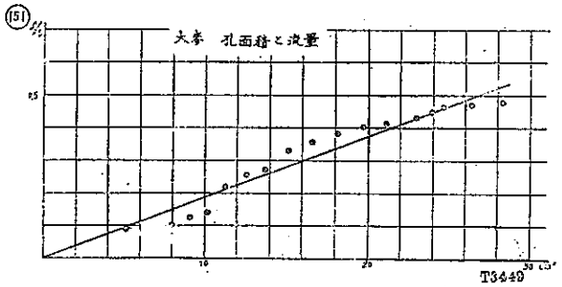
T3447

(150)

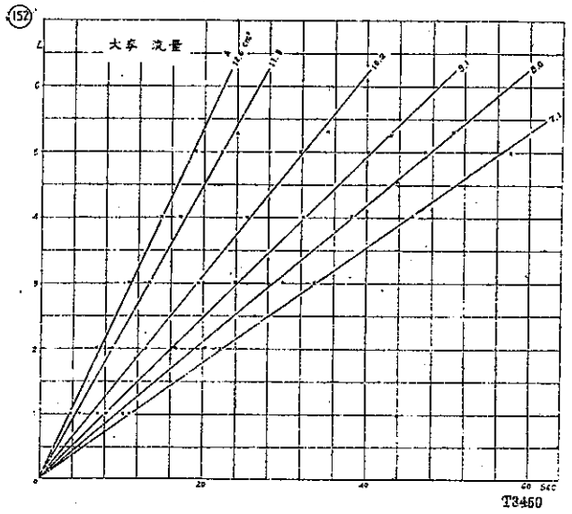


T3448

(151)



(152)

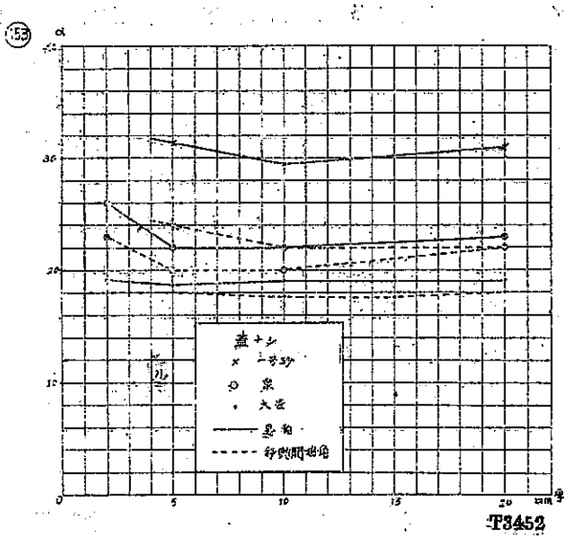


（2） 粒 子 ノ 息 角

深サ30mm、幅40mm長サ800mmノ一號アルミ板ノ溝ヲ作リ之ニ粟ヲ一列乃至25mm厚ニ敷キ下方ニ蓋ヲ施シタ場合ト然ラザル場合ニ就テ粒ノ全部滑リ落チル最少ノ角度ヲ求メタ。之ハ粒ノ移動狀態ト深イ關係ガアリ今尙試驗ヲ續ケテ居ルガ、得タ成績ヲ次ニ示ス。

之ニ依ルト粒子槽底ハ排出管方向ニ約35°傾斜サセレバ良イ樣デアル(粟)。

(153)



Ⅹ 雨 下 用 法

第1 用 法 原 則

& 52

雨下用法ノ主體ガ細菌デアル以上、用法ハ終始疫學ヲ基本トシタ連鎖デナケレバナラナイ。然シ乍ラ用法上ノ手段トシテ飛行機ヲ採ル以上、疫學ノ要求ガ全面的ニ飛行機ノ運用ヲ制肘シ、或ハ逆ニ飛行機運用上ノ條件ガ全ク疫學的要求ト離反スルガ如キ事ヲ戒メネバナラヌ。

現在ノ進歩ノ狀況ニ於テハ、特ニ疫學的ニ全然不利デナイ限リ、多クノ場合ニ於テハ飛行機運用上ノ要求ニ基イテ作戰シ疫學的條件ハムシロ從的ニ取扱ハネバナラヌ樣ナ事モ多イ。之ハ主トシテ疫學ノ發達程度ガ尙全ク初歩的階段ニアリ、特ニ純疫學的要求ニ基イテ飛行機ノ運用ヲ行フニ足ル基礎的研究ノ不足ト、他方飛行機運用上ノ要求ハ、氣象、器材、人員等ニ基ク全ク客觀的ノモノデアリ、且判然トシタ限界ヲ形成シテキルカラデアル。

從ツテ雨下用法ハ此ノ飛行機運用上ノ制限內ニ於テ疫學的要求ヲ考慮シツツ其ノ原則ヲ樹立セネバナラナイ事ニナル。

主體ガ比較的保存シ難キ事(少クトモ雨下ニ用ヒ得ル狀態ニ於テ)ハ必然的ニ運用ヲ制限スル。濾菌自體ヲ用フル時ハ製造ヨリノ許容期限ハ旬日ヲ見當トシ、或ハ之ノ期間內ニ於テモ可及的速カニ使用スル事ヲ要求スル。

乾燥狀態ニ於タル菌ニ於テ、或ハ特殊ノモノ(例ヘバ芽胞形成菌又ハPノミ)ニ於テハ此ノ期間ハ實用範圍ニ於テ(少クモ一期ノ作戰行動期間又ハ其ノ內若干ハ)問題ニナラナイ事モアル。

然シ何レノ場合ニ於テモ（上記特殊ノ場合ヲ除キ）雨下攻撃ニ用ヒ得ル狀態トシ整備サレタ
ハ、之ガ雨下液ノ形式ニセヨ粉末ノ形式ニセヨ（乾燥菌ヲ直接用フレバ別トシ）其ノ使用期限ハ
ニ短キ數日程度ニ過ギナイ。（此ノ點ハ更ニ將來ノ問題デアツテ、使用狀態トシテモ尙細菌ノ代
機能ヲ抑制シテ使用期限ヲ延長スル如クセネバナラヌノデアルガ、例ヘバ溫度ヲ降下セシムル
キ手段ヲ採ルトシテモ一般ニ莫大ナ施設ヲ要シ、殆ド實戰的價値ヲ喪フニ到ル。）從ツテ飛行機
運用ガ天候器材ニヨツテ絕對的制限ヲ受クルナラバ、菌ノ生產、貯藏及補給ヲ圓滑適切ニスル
共ニ、他方補給ト使用トノ間隙ヲ可及的長時間ニ涉ツテ任意ニ調節シ得ル能力ヲ保有スル事ガ
要トナル。之ハ原則トシテ少クトモ使用量ノ過半量ヲ乾燥狀態ニ於テ補給スルトセバ、飛行機
用上ノ制御ニヨツテ製造サレタル菌ヲ無効化スル機會ヲ大ニ少クスルモノデアル。

但シ乾燥操作ニ於ケル損耗ヲ考量スル時ハ、斯カル結論ハ容易ニ引キ得ルモノデナク、要ハ
大ノ生產能力ヲ有シ、之ヲ如何ニシテ飛行機運用ニ巧ニ連續セシムルカノ研究竝ニ經驗ヲ得ル
トニナル。

製造ト補給ノ地點ハ狀況ニ應ジ變化セネバナラナイ。補給地點ハ作戰目標ニヨツテ定ツテ來ル
場合ガ多ク、其ノ他ニ兵器ノ特性ニ鑑ミ特ニ保機上ノ見地カラモ考察サレネバナラナイ。何レ
セヨ、一旦攻撃ノタメノ準備ヲ行ツタ時ハ其ノ使用期限ガ極メテ短イトイフ特性ヲ有スル事ヲ思
ヘバ、補給地點ハ作戰目標ニ對シ一氣ニ攻撃ニ移リ得ルガ如キ地點デナケレバナラナイカラ、多
クノ場合ハ製造地點トハ異ツテ選定セラレルモノデアル。從ツテ此等ノ兩地點間ノ輸送ヲ考慮セ
ネバナラヌ事ニナルガ、之ハ兵器ノ狀態ニ基イテ決定セラレルモノデアツテ、若シ濕菌ヲ輸送ス
ルモノトスレバ、兩地點間ノ交通關係ガ極メテ良好ナル關係ニアル場合以外ハ輸送機ニ依ルヲ要
前トセネバナラヌ。

使用狀態ニ調製セル兵器ヲ其ノママ輸送スル事ハ特別ノ場合（例ヘバPノミ）以外ニハ無イ
デアルカラ菌ノ容器ヲ適當ニ選定スレバ輸送機ノ搭載量ノ問題ハサシテ重要デナクナル。但シ輸
送機ノ運用上ノ制限ヲ以テ攻撃機ノ運用ヲ制肘セヌ樣ニ、補給ハ常ニ餘裕ヲ以テ行ハレネバナラ
ヌ事ハ前述ノ通リデアル。

補給ガ順調ニ行ハレル時ハ、飛行機ノ運用ト疫學的要求トノ連鎖ノ最モ困難ナル部分ハ概ネ
成サレタ事ニナル。

補給地點ハ通常攻撃基地ニ設定サルベキデアルガ、此處ニハ前述ノ如ク貯藏竝ニ攻撃材料調製
ノ設備ヲ有セネバナラナイ故、狀況ニ依ツテハ若干基地ト離隔スル事モアリ得ル。

何レニセヨ基地ニ極メテ近接シテ居ル事ハ第一ノ具備條件デアル。

補給地點ニ要スル施設ノ種類竝ニ量ハ作戰ノ豫定期間及用フル菌ノ種類ニ應ジテ區々デアル。
細菌貯藏設備及材料調製ノ施設ハ不可缺デアルガ、其ノ規模ハ一ニ飛行機ノ運用狀況ニ基イテ
マル。既ニ調製セル材料ガ短イ使用期限ニヨツテ制限サレル以上、此ノ施設ハ一時ニ最大使用量
ヲ調製シテ尙餘裕アル程度デナケレバナラヌ。其ノ他ノ補助施設ハ概ネ作戰期間ニヨツテ定マリ
最小限度ノ細菌檢定設備モ亦必ズ作ラネバナラナイ。

飛行基地ハ作戰目標ニ應ジテ變動スルガ、要ハ使用機ノ性能ニアル。卽チ目標ヲ行動範圍內ニ
含ミ得ル地點中デ補給地點ヲ兼行シ得ル樣ナ所ヲ選定スレバヨイ。雨下撒布器材ノ構造機能ハ複
雜デハナイ迄モ故障個所ノ生ジ易イ物デアルカラ此處ニハ使用器材ノ修理能力ノアル事ガ必要デ
アル。更ニ攻撃材料ノ充塡乃至攻撃後ノ消毒等ハ一般整備作業ト趣ヲ異ニシ、屋內ニ於テ行フヲ
至當ト考ヘラレル作業デアツテ飛行基地ニ於テ特ニ此ノ作業ニ適シタ隔離的ノ格納庫ヲ使用シ得
レバ極メテ好都合デアル。

攻撃發起ノ時期ハ使用ヲ企圖スル細菌ノ種類ト攻撃ノ方法、目標ニ於ケル疫學的氣象學的諸條
件ニヨツテ定リ、逆ニ一定ノ目標ト一定ノ時期ガ限定サレルナラバ之ニ從ツテ細菌ノ種類ト方法
ガ定ツテ來ル。一般ニ目標ニ於ケル疫學的諸條件ハ明白デハナイ事ガ多イ。從ツテ任意ノ時期ニ
於ケル此ノ條件ヲ類推スルニ足ルベキ疫學的兵要地誌ハ平時ヨリ常ニ各方面ニ對シテ準備シテ置
カネバナラヌガ、更ニ不利ナ條件ニ於テモ尙其ノ偉力ヲ發揮スベキ細菌株ノ準備モ亦極メテ重要
デアル。或ル地區ニ於テ一定ノ流行病ノ起ル時期ノ明白ナ場合ニ此ノ流行期ニ先立ツテ該病原菌
ヲ使用スレバ概ネ効果アリトハ考ヘ得ル事デハアルガ、更ニ流行期ニ入ツテ行ツタ場合ノ効果或
ハ斯カル時期ニ他ノ細菌ヲ以テ攻撃セル場合ノ効果ニ關シテハ一概ニ論ズル事ハ不可能デアラウ。
一般的ニ言ヘバ、任意ノ細菌ニ對シテ極メテ不利ナ外的條件ノ存スル場合以外ハ何等カノ形式ヲ
以テ何レカノ種類ノ菌ヲ用ヒ得ルモノデアル。

問題ヲ液體雨下ニ限定スレバ、勿論上記ノ諸件モ考慮セネバナラヌガ、其ノ取ルベキ高度ト目
標ノ種類ニ依ツテ外的制限ガ非常ニ異ツテ來ル。例ヘバ、4000m以上ノ高度ヲ限定セラレル場合
ニハ氣溫ノ高低ガ地上ニ到達スル有効菌量ニ對シ致命的ナ要素デアリ又目標ノ種類トシテ直接人
畜ヲ汚染スル事ハ概ネ其ノ機會ガ少クテ結局ハ二次的感染ヲ目途トセネバナラヌモノデアリ、地
上ノ氣象諸因ニヨル細菌ノ抵抗ガ重要ナ因子トナル。シカルニ液體雨下ニ於テモ超低空攻撃ヲ行
フ場合ハ落下空間ノ狀態ノ影響モ少ク、又目標トシテ直接ニ人畜ヲ選定シ得ルヲ以テ、地上ノ氣
象諸因ノ交感ハ餘程少クナル。之ハ粉末ノ形式ニヨル攻撃ニ於テモ殆ド同樣デアル。然シ乍ラ超
低空雨下ヲ行ヒ得ル目標及條件ハ高空雨下ニ比シテ異ツテ居ルシ、且用フル飛行機ノ種類モ異ツ
テ居ルカラ、當時ノ氣象ノ狀況ヲ檢討スル事ハ目標及菌種方法ヲ決定スル上ニ極メテ必要デア
ル。

攻撃時間ハ特ニ疫學的要求ト飛行機運用上ノ要求ニ依テ決定サレル。人畜ノ直接汚染ヲ目途ス
ル時ハ此ノ爲ニ最モ良イ時間ヲ選バネバナラヌ。超低空雨下ニ於テハ直接人畜ノ集團ヲ照準シテ
攻撃ヲ行フヲ主眼トスルモノデアルカラ此ノ照準ノ可能ナ限リ（狀況ニ依ツテハ夜間ニ於テモ）時
間的制限ハ無イト考ヘラレル。此ノ場合ハ隨時隨所ニ目標ヲ捕促シテ攻撃ヲ行ヘバヨイ。高空雨
下ニ在テハ人畜ヲ直接捕促スルコトハ困難デアリ、且照準ノ精度モ集團セル人畜ヲ攻撃シ得ル程
良好ナモノデハナイ。從ツテ此ノ場合ニハ當時ノ目標ノ狀況ニ應ジ比較的人畜ヲ直接汚染シ得ル
機會ノ多イ時刻ヲ選バネバナラナイ。然ルニ高空雨下ノ企圖スル所ハ主トシテ二次的感染デアル
事ハ斯カル制限以上ニ地上ノ氣象的要因ヲ重要視セネバナラナクナル。（但シ蚤ノ如ク運動性ヲ有

シ必然的ニ一次感染ヲ起スモノハ別デアルガ、之トシテモ其ノ生活力ヲ失フ如キ地上氣象ニ曝スコトノ無イ樣ニ考慮セネバナラナイ。特ニ氣溫、濕度、日照ニ敏感ナ菌種程其ノ程度ガ高イワケデアル。即チ疫學的要求ハ菌ノ種類特ニ其ノ二次感染ニ期待シ得ル程度及抵抗性ニヨツテ嚴緩種々デアル。他方飛行機運用上ノ要求ニ於テハ精到ナル訓練ノモトニ多少ノ不便ヲ忍ベバ極メテ惡天候ノ場合以外概ネ飛行機ノ運用ハ時間的制限ガ少クナルガ、攻擊ヲ稍ゝ大ナル編隊ヲ以テ行ハントスル時ハ天候氣象ノ制限ヲ受クル事ハ餘程多イ。極端ニ言ヘバ飛行ニ適スル時ハ濕度低ク且日照多ク疫學的ニハ不利ナ時デアルトサヘ云ヒ得ル。從ツテ實際ノ攻擊ニ際シテハ兩者ノ要求ヲ或ル程度緩和シタ中間的狀況ニ於テ行ハネバナラヌ事ガ多イ。現在ニ於テハ飛行機運用上ノ要求ハ絕對性ニ比シテ疫學的要求ノ比較性ガ多イ故、最初ニ記シタ如ク疫學的要求ハムシロ從的ニ取扱ハレテキル狀態ニ過ギナイ。

照準ノ爲ノ雨下風判定ニ對シテハ特ニ時間的制限ハナイノデアルガ此ノ爲ニ天氣圖或ハ某地ハ測風成績ヲ參照スル事ヲ必要トスルナラバ之ニヨツテ時間的ニ多大ノ制肘ヲ受ケル。又雨下風判定ノ爲ニ地面ニ對スル飛行機ノ運動ヲ測定シ、或ハ煙ヲ利用スルナラバ之等ハ晝間ニ限ラレ、夜間ニ於テハ照明劑ヲ利用シナケレバナラナイ。(照明双傘測風ニ關シテハ省略スル。) 此等ノ方法ノウチ或者ガ特殊ノ事情(例ヘバ企圖秘匿ノ關係上)ニヨツテ使用シ得ナイ時ハ之ニ從ツテ時間的ノ制限ガ起ツテ來ル。

使用機種ハ高空雨下ト超低空雨下ニ於テ異ニスルヲ有利トスル。高空雨下ニ在テハ主トシテ搭載量、超低空雨下ニ於テハ若干ノ搭載量ト運動性ヲ目途トシテ定マルモノデアル。

使用機數ハ主トシテ生產竝ニ補給ノ能力ニヨリ又所望スル地上ノ濃度竝ニ範圍ニヨツテ定メラレル。同時ニ使用スル機數ノ增加ハ高空雨下ニ於テハ主トシテ濃度ノ增加、超低空雨下ニ在テハ主トシテ範圍ノ擴大ヲ意味スルモノデアル。然シ乍ラ生產竝ニ補給ガ如何ニ順調ニ行ハレルトモ使用スル機數ニハ自ラ制限ガアル。全使用機數ハ作戰當時ノ狀況ニヨツテ一定デハナイガ、又目標ノ種類及距離、其ノ狀況ニヨツテ一時ニ使用スベキ機數、換言スレバ同一目標ニ對シテ繰返シ行フベキ攻擊回數ハ區々デアル。

原則トシテハ一目標ニ對シテハ唯一回ノ攻擊ニヨツテ確實ナ効果ヲ獲ネバナラヌ。從ツテ確實ニ効果ヲ擧ゲ得ベキ地上濃度ヨリ算定シテ使用スベキ細菌全量ヲ判定シ、實際上最適濃度ノ攻擊材料ノ量ガラ一時ニ使用スベキ機數ガ定マル。(又超低空攻擊ニ於テハムシロ地上濃度ヨリ直接所要材料濃度ヲ判定シ使用機數ハ二次的ニ目標ノ範圍ニヨツテ定メル。)高空雨下ニ於テハ斯カル方法ニヨツテ算定シタ機數ハ多クハ極メテ莫大ナモノトナル。即チ機數ハ細菌ノ感染力ノ函數トナツテ來ル。

例ヘバ特ニ「ペスト蚤等ニ於テハ斯カル方法ニヨツテ算定シテモ餘リ多イ機數ニハナラヌ。

從ツテ實際問題トシテ最小必要地上濃度ノ減少(細菌株ノ淘汰ニヨリ)ト最適使用濃度ノ增加ニヨツテ尙機數ニ不足ヲ來ス場合ハ攻擊回數ヲ增加スル事ガ必要トナル。

此ノ回數ノ增加ハ尙高空雨下ニ於ケル命中精度ノ問題カラ考ヘテモ尙若干ノ豫備的增加ヲ許ス

ナラバ更ニ良好デアル。

同一目標ニ對シテ繰返シ行フ場合ノ攻擊ノ間隔ハ生產ト補給ガ順調ニ行ハレ又飛行機ノ整備狀況ノ許ス限リ短縮スルヲ可トスルガ、目標ノ防空施設ノ狀況ニヨツテ一概ニ論ズル事ハ出來ヌ。但シ斯カル波狀攻擊ノ爲ノ最短必要間隔ハ實際的ニハ問題トスル要ハナイ。

即チ編隊ガ相繼イデ同一經路ヲ通ル場合以外ハ、特ニ高度差ヲ豫定セズトモ同一目標ニ對シ攻擊ヲ行ツテ實際的ノ危險ノ程度ハ極メテ少イモノデアル。超低空攻擊ニ於テハ同一目標ニ對スル波狀攻擊ノ危險ハ少イガ、併列セル目標ヲ順次攻擊スル場合ハ風下ニ近キモノヨリ順次ニ行ヒ、止ムヲ得ザル場合ハ若干ノ高度差ヲ指定スルヲ有利トスル。

然シ乍ラ編隊ヲ以テ行フ攻擊ニアツテハ常ニ編隊隊形ヲ以テ目標ニ進入シ得ザル場合ヲ考慮スル要アリ、此ノ爲ニハ若干ノ副目標ヲ選定スルヲ常トスルガ、止ムヲ得ズシテ編隊ヲ解散シテ單機攻擊ヲ行ハシムル場合ノ目標選定ニハ此等相互ノ地點的及時間的關係ヲ綿密ニ考量セネバナラナイ。

編隊隊形ハ某機ニヨル雨下乃至撒布圈內ニ他機ノ入ラヌ限リ自由デアル。即チ某機ノ直後方ニ於テ該機高以下及該機幅ヲ避クナラバ、如何ニ接近スルトモ他機ニ及ボス危險ハナイト見做シ得ル。攻擊操作實施後若干時間以內ハ殘留スル少量ノ材料ニヨル危險ガアルノデ上記區域ハ避クルヲ可トスル。自機ニヨル汚染ノ危險ハ殆ド無視シ得ル。但シ何等カノ故障ニ依ツテ機體ニ直接接スル氣流內ニ攻擊材料ノ流出スル事ガアレバ機體內外ヲ汚染スルニ至ル。斯カル時ハ速カニ其ノ徵候ヲ求メテ適當ノ處置ヲ講ゼネバナラヌガ、此ノ場合ニモ他機ニ及ボス危險ハ無イノデアル故特ニ編隊隊形ヲ改變スルノ要ハナイ。

攻擊後ノ着陸ニアツテハ、機體外部ノ輕度ノ汚染ヲ伴フコトアルヲ顧慮シ、一般ニ速カニ機體外部及滑走經路ヲ消毒スルヲ可トスル。

然シ前機ノ滑走路ヲ踏襲スル事ニヨル後機ノ危險ハ實際上顧慮ノ要ナク、又特ニ故障ニ依リ滑走路ノ汚染著シト考ヘラレル場合以外ハ狀況ニ應ジ滑走路ノ消毒ハ省略シテモ可デアル。(一般ニ撒水消毒車ハ極メテ綿密ニ同一經路ヲ往復スル時以外ハ消毒ハ甚ダ完全トハ云ヒ難イ)

雨下乃至撒布器ノ使用後ノ消毒法ハ爾後ノ使用企圖ニヨツテ其ノ程度ヲ異ニスル。一般ニ消毒ニ用ヒタ藥劑ヲ除去スルニハ消毒ニ要スル時間ノ數倍ノ時間ヲ必要トスルモノデアル故ニ、爾後直ニ使用スベキ場合ニ於テハ要部ノ消毒ノミニ止メル場合モ多イ。

以上ヲ要スルニ雨下乃至撒布攻擊ニ於テハ飛行機ノ運用ノ條件ト疫學的條件ノ一致點ヲ企圖スル攻擊時期ニ先立ツテ判斷シ適當ナル準備ヲ開始スル要アリ、常ニ兩條件ニ關スル着眼研究ヲ要スルモノデアル。

第2　雨下氣象ノ判定

& 53

雨下氣象ノ判定ハ攻擊ノ成果ニ及ボス影響ガ至大デアル事ニ鑑ミ極メテ愼重ニ行ハネバナラナ

イ。

敵地ニ於ケル氣象ハ平時ニ於テスラ不明デアル事ガ多ク、特ニ戰時ニ於テハ氣象管制ガ先ヅ行ハレルト見做サネバナラヌノデ、氣象情報ノ入手ノ困難ハ當然デアル。從ツテ吾人ハ豫想攻擊目標地區ノ諸地誌中特ニ氣象關係ハ總ニル機會ヲ利シテ調査シテ置カネバナラナイ。

敵地ニ於ケル氣象トシテ特ニ地誌的ニ取扱ハレルノハ氣候要素トシテノ氣象デアル事ガ多イ。之ノ調査ハ攻擊ノ成果ヲ大ナラシムル爲不可缺デハアルガ、吾人ハ實際ニ攻擊ニ當ツテ必要ナノハ氣候要素的ナ氣象デハナクシテ、攻擊當時ノ氣象デアル。疫學的ナ成果判斷ニハ此ノ兩者共ニ必要デアルガ、單ニ飛行機ヲ以テスル攻擊ノ見地カラハ氣候要素的方面ハムシロ從デアツテ、實ニ攻擊ニ當ツテハ此ノ方面ハ問題デハナイ。從來氣象トシテ主トシテ氣候要素的方面ノミガ注目サレテ來タノデ、將來ハ更ニ攻擊當時ノ雨下氣象ヲ如何ニシテ判定スルカヲ研究シテユカネバナラナイ。

雨下氣象トハ略言スレバ地上氣象ト高層氣象ノ綜合デアル。地上氣象ハ攻擊ニ用ヒタ菌ノ地上ニ於ケル運命ニ對シテ絶對的ノ影響ヲ有スルノデアルガ、攻擊ニ際シテハ先ヅ目標地區ニ菌ヲ命中セシメル事ガ先決問題デアルノデ、ムシロ高層氣象ノ研究ガ第一義デアルト考ヘテ差支ナイ。

高層氣象學ハ比較的近年ノ發達ニ關リ、從來ノ統計モ亦多クハナイ。又前言ノ如ク攻擊ニ特ニ必要ナノハ當時ノ狀況デアツテ、統計ノ價値ガ大ニ減殺サレテ了フノデアル。

特ニ雨下氣象ヲ一般ノ航空氣象ト分ケルノハ、之ガ特ニ當時ノ各高度層ノ風速ト飽差ノ綜合ヲ重視スルカラデアル。

一般ニ高層氣象ニ於テ氣團分析ガ重要視サレルノハ之ガ天氣ニ及ボス影響ノ大ナルガ故デアルガ、特ニ雨下氣象デハ之ノ結果ヲ利用シタ天氣ノ判斷ヨリモ、氣團分析ニ利用スル資料ソノモノガ重要ナノデアル。雨下攻擊ニハ從ツテ斯カル高層氣象ノ資料ソノモノト、之カラ導イタ結果ノ兩者ヲ同時ニ必要トスルト考ヘタイ。

攻擊地區ノ雨下氣象ノ判定ニ利用シ得ルノハ從ツテ

1) 從來ノ統計

2) 當時ノ友軍占領地域內ノ地上及高層氣象

3) 攻擊飛行當時ノ某高度層ノ氣象諸元　　デアル。

從來ノ統計ハ之ヲ統計其ノモノトシテ考ヘズニ、之ヲ其ノ各要素ニ分析シテ某地點間ノ相互ノ關聯ノ狀況ヲ調査シ、又一定ノ型ニ於ケル目標地區ノ氣象ノ狀況ヲ判定スルノ資料タラシメネバナラヌ。

友軍占領地內ノ氣象ハ割合迅速ニ綜合スル事ガ出來ル。之ニヨツテ攻擊當時ノ氣象ノ型ヲ豫想シ、又 3) ノ諸元ヲ適確ニ處理シ攻擊目標ノ雨下氣象判定ノ資料トシテ有効ニ使用スルノ基礎ニナルノデアルカラ絶エズ之ヲ怠ツテハナラズ、場合ニヨツテハ之ノミニヨツテ判定ヲ行ハネバナラヌ事ノアル事ヲ承知シテオカネバナラナイ。

攻擊當時ニ行フ氣象ノ觀測ハ極メテ重要デアル。之ノ手段及意義ニ關シテハ他ニ述ベタ通リデ

アル。

目標地區ノ雨下氣象判定ノタメニハ原則トシテ氣象偵察機ヲ先行セシメ、之ノ判定ノ結果ニ基イテ進入スル。之ガ爲ニハ氣象偵察機ト雨下攻擊機ノ運用ノ圓滑ヲ圖ルト共ニ氣象偵察者ノ判定ニハ一點ノ疑義ナキ事ヲ要スルノデアルガ、不測ノ事態ヲ考慮シテ雨下攻擊機ニ於テモ萬全ヲ期シテ雨下氣象判定ヲ怠ツテハナラナイ。

氣象偵察機ハ行動ノ輕快性ヲ利用シテ適時適所ニ判定ノ資料ヲ蒐集シ之ヲ綜合スル。トキニ得タル資料ハ速カニ攻擊機ニ通報シ置クヲ要スル。

氣象偵察ノ爲ニハ時ニ傘ヲ投下シ合成風ヲ測定スルガ、之ガ爲ニ攻擊ノ企圖ヲ敵ニ察知サレザル如ク其ノ地點ニ關シ深甚ノ考慮ヲ必要トスル。

氣象偵察ノ基準トナルノハ當時ノ氣團ノ狀況デアリ、之ヲ豫メ天氣圖及各地ノ高層氣象ニヨツテ豫知シ置カナケレバ得タル資料ノ判定ニ誤ヲ來ス惧ガアル。又飽差ノ判定ハ至難デアツテ、飛行高度ニ於テハ之ヲ測定シ得ルモ之ガ綜合ハ容易ナラズ、僅カニ當時ノ空中水蒸氣ノ凝結ノ狀況カラ推定スルニ過ギナイ。

從ツテ此ノ點ニ於テハ氣團ノ狀況ニ基ク考察ガ是非必要トナル。飽差ノ綜合ヲ判決スルノハ之以上ニ出ナイ。止ムヲ得ヌ場合ハ一般ノ遞減率ヲ用ヒネバナラナイ。

目標地區ト離隔シタ數地點デ氣象觀測ヲ行ヒ、之等ヲ綜合シテ目標地區ノ雨下氣象ヲ判定スルニ際シ、最モ留意スベキハ不連續面ノ存在ト之ガ傾斜狀況、卽チ高度ノ變化デアル。目標地區ニ於ケル不連續面ノ高度ノ判定ヲ誤ルト攻擊ノ精度ヲ極メテ低下サセルニ到ル。

雨下攻擊機ハ概シテ傘ヲ投下シテ合成風ヲ測定スルノ豫猶ハナイ。原則トシテハ氣象偵察機ノ通報ニ依存スルノデアルガ、前ニ述ベタ樣ニ、飛行高度層ノ狀況ノ變化ヲ常ニ測定シ、又水蒸氣ノ狀況、地上風ノ景況ヲ考慮シ、通報ヲ得ズトモ進入シ得ル程度ニ概略ノ雨下風ヲ判斷シテオカネバナラヌ。

雨下氣象ノ概要ハ別ニ記シタ通リデ、其ノ判定法モ既ニ示シタ所デアルガ、特ニ强調スベキハ地形ト地上風ノ狀況デアツテ、豫想攻擊地區ニ對シテハ常ニ研究調査ヲ怠ルベカラザル所デアル。

第3. 雨下高度ニ就テ

& 34

從來雨下攻擊ハ1000m以上カラハ不可能デアルト考ヘラレテ居タ樣デアル。之ハ明カニ毒瓦斯雨下ノ場合ニ就テデアツテ、既存ノ化學物質ノ有効量ガ5～10gr/m²等ノ如ク莫大ノ量ヲ要シ然モ實際的ニ之ヲ滿足スルニハ理學的性狀ノ限定カラ巨大數ノ雨下機ヲ必要トスル故デアル。吾人ノ問題トスル新範圍ニ於テハ事情ヲ異ニシ、之ハ總ニル條件ニ制限ヲ受ケタ場合ノ事デアルノハ現在明カデアル。卽チ雨下ノ理論的研究ノ不足ト、使用材料並ニ機數ノ不足ニ主因シテ居ルト考ヘラレル。滴粒ノ配分ノ研究、成形粒野ノ研究ハヨク雨下高度ヲ向上セシメル。(成形粒野ニ關シ

テハ尙着想ノ程度ニ止マリ此處ニハ省略シタ。)

現在ハ尙不完全デハアルガ、近キ將來ニ於テハ高度ソノモノハ大シテ問題ニナラヌト推定サレル。雨下高度ヲ大ニスル事ハ主トシテ飛行機ノ行動上ノ制肘ト、時ニハ企圖ノ秘匿上カラモ要求セラレ、極メテ妥當ナ考慮デアル。然シ乍ラ、昨今ノ飛行機ノ性能ノ向上ハ狀況ニヨツテ特ニ第一線ノ附近、或ハ更ニ敵地深ク入ツテサヘ極メテ低空ノ攻擊行動ヲ許スニ到ツテキルト考ヘタイ。我々ハ此處ニ雨下攻擊ノ意義ヲ再檢討シテ進ムベキ二ツノ、相當ニ相離隔シタ方向ヲ認メルノデアル。卽チ高空雨下攻擊ト超低空雨下攻擊ノ兩法デアル。此ノ兩者ノ特徵ヲ考ヘテ見ル。

高空攻擊ニ於テハ、地上ニ到達スル有効量ヲ增大スルタメ、粒子ノ大サハ或限度以上ニ大キイコトガ要求セラレル。之ハ攻擊ニ用フル種類ヲ比較的限定シテ了ヒ、人畜ノ氣道或ハ直接口腔、眼等ニ對スル有効ナ攻擊ヲ斷念セシメルニ到ル。更ニ高空雨下攻擊ノ命中精度ノ低下ハ必然的ニ被攻擊物ヲ含ム比較的擴大ナ地域ヲ目標トシテ選定セシメ、被攻擊物ニ對スル攻擊効果ハ蓋然性ニ委スルノ止ムナキニ到ルモノデアル。斯カル方法モ抵抗ノ大キイ或種類ノ兵器ニ對シテハ有効デアリ、或ハ企圖ヲ旣ニ察知セラレタ場合ニ於テモ目標區域ノ廣大サカラ的確ナ處置ヲ講ズルノ途ヲ奪フ點ニ於テハ其ノ目的ヲ達成セルモノト考ヘラレル。

然ルニ被攻擊物ノ明瞭ナ集團、或ハ一定ノ限局サレタ小地帶ニ對シテ有効ナ攻擊ヲ實施セントスル時、更ニ之ニ對シテ有効ナ氣道攻擊ヲ行ハントスル時ハ旣ニ高空雨下デハ其ノ目的ヲ達スル事ハ出來ナイ。此ノ目的ニ對シテ使用シ得ルノハ投下彈及ビ超低空雨下攻擊ノ二者デアル。

投下彈ハ投下後低空ニテ噴射シ低空雨下ノ形式ヲ採ルモノト着發シテ噴射スルモノニ大別シ得ルガ、空中ニテ噴射スルモノハ其ノ高度規正ガ容易デハナイ。何レニ於テモ炸藥ノ力ニヨルカ或ハ大ナル落速ニヨツテ微細ナ粒子ヲ形成シ得ルノデ、着發ノ形式ニヨツテモ前記ノ目的ヲ達シ得ルモノデアル。シカシ場合ニヨツテハムシロ大キナ滴ノ要求セラレル事モアリ、炸藥量及ソノ位置彈肉ノ厚サノ分布ト滴ノ分裂ノ關係ガ更ニ檢討サルベキデアル。投下彈ニヨル場合ノ不發ノ問題ハ信管數ノ增加ニヨツテ概ネ解決シ得ルモノデ敢テ之ニヨツテ投下彈ノ使用ヲ制限スベキモノデハナイト考ヘタイ。空中ニ於ケル噴射ハ高度規正ガ問題デアルノデ、粒子ノ流下距離ヲ豫定シテ豫メ目標ノ風上ノ某點ヲ照準シテモ、命中精度ハ或程度ノ制限內ニアル。殊ニ投下彈ノ一般性トシテノ粒子ノ微細ナル點ヲ考ヘル時ハ、高度ガ稍ゝ過高ニナルト有効量ガ著シク減少スル事ノアルノヲ考ヘテオカネバナラナイ。

此ノ噴射彈ハ形式トシテハ低空雨下ニ類似シテキルガ、兩者ノ特徵ヲ少シク考慮シテ見ル。

今簡單ノ爲ニ初發粒野ヲ爾後ノ自然擴散ヲ考慮ニ入レテ垂直及水平ナ半徑rナル圓筒形ト考ヘ、其ノ平均高度ヲH_1長サヲ各ゝLトスル。又全粒野ガ殆ド同一ノ大サノ粒子ヨリ成リ、其ノ落速ヲv全量ヲAトシ、風速ヲ一樣ニwトスル。

水平粒野ノ風向ト成ス角ヲxトスル。然ルトキハ地上粒野ハ次ノ樣ニナル。

(風向ノ方向ヲx軸)

1) 垂直滴野ノ場合

$$x=\frac{\left(H-\frac{L}{2}\right)}{v}w \quad \text{ヨリ}$$

$$x=\frac{\left(H+\frac{L}{2}\right)}{v}w \quad \text{ニ渉ツテ存シ}$$

其ノ濃度ハ端末部以外ニ於テハ

$$C_v=2\sqrt{r^2-y^2}\times\frac{v}{w}\times\frac{A}{\pi r^2 L}$$

2) 水平滴野ノ場合

$X=\frac{H}{v}w$ ヲ中心トシテ、軸トαヲナス方向ニ長サLニ渉ツテ存シ、其ノ濃度ハ端末部以外ニ於テハ

$$C_h=2\sqrt{r^2(v^2+w^2\sin^2\alpha)-(x\sin\alpha+y\cos\alpha)^2}\,v\times\frac{v}{v^2+w^2\sin^2\alpha}\times\frac{A}{\pi r^2 L}$$

但 $x=\left(X-\frac{H}{v}w\right)$

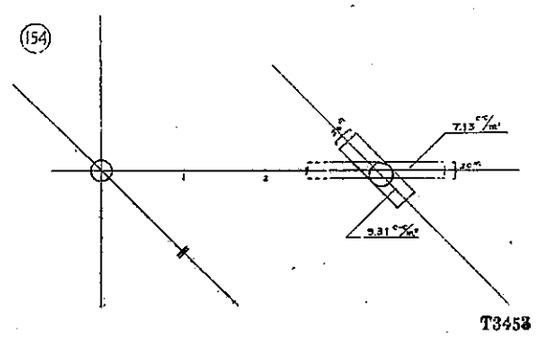
特ニ $\alpha=0$ ナレバ

$$C_{h\,\alpha=0}=2\sqrt{r^2-y^2}\times\frac{A}{\pi r^2 L}$$

又 $\alpha=\frac{\pi}{2}$ ナレバ

$$C_{h\,\alpha=\frac{\pi}{2}}=\sqrt{r^2-x^2\left(\frac{v^2}{v^2+w^2}\right)}\times\frac{v^2}{\sqrt{v^2+w^2}}\times\frac{A}{\pi r^2 L}$$

今 $\frac{A}{\pi r^2 L}=a$ トシ $v=3.0,\ w=5.0,\ H=200,\ L=100,\ \alpha=45°$ ノ場合ノ地上滴野ヲ例示スレバ次ノ樣デアル。



即チ垂直粒野ニヨツテハ常ニ風ノ方向ニ地上粒野ヲ生ズルガ、水平粒野デハ風下ニ流下スル傾レド概ネ飛行方向ニ一致シタ地上粒野ヲ生ズルコトガ主ナル差異デアル。特ニ氣道感染ヲ考フル場合ノ如ク、極メテ微少ナ粒ヲ作ル時ハ($v=1.0$程度)垂直粒野ノ生ズル地上粒野ハ極メテ長ク、且地上ノ一點ノ通過時間ガ極メテ短イコトヲ考ヘネバナラナイ。

水平粒野ノαガ小サイ時ハ此ノ時間ハ相當長イ事ガ期待サレル。特ニ上記ノ樣ニ粒子ガ殆ド同一ノ大サデアル時ハ地上粒野ガ飛行方向ニ一致スル事ニ着眼サレネバナラナイ。即チ目標ガアル方向ニ長ク配列シタモノデアル時ハ飛行ハ概ネソノ長軸方向ニ一致セシメ必要ナル修正ヲ行ヘバヨイノデアル。

斯ノ如ク狀況ニヨツテハ水平粒野ヲ作ル事ガ攻擊ノ成果ヲ上ゲルニ極メテ必要デアル事ガ判ル。

勿論斯ル超低空雨下攻擊ハ其ノ直接人畜ニ對スル成果ヲノミ目途トスルノデアツテ、且同一目標ニ對シテハ1回ノ攻擊(數機ニヨル1回ノ波狀攻擊モ可能ナリ)ヲ以テ確實ナ効果ヲ得ネバナラヌ。企圖ノ秘匿ハ全ク不可能デアル。攻擊機ノ危險モ若干增加スルデアラウ。

高空雨下ニ於テハ主トシテ量ヲ多クスル爲ニ重爆擊機級ヲ用ヒネバナラナカツタガ、超低空雨下ニ對シテハ斯カル攻擊行動ヲ許容スベキ輕快ニシテ多少ノ搭載量アル機種ヲ選定セネバナラナイ。又高空雨下ニ於ケル如ク單ニ濃厚ナ汚染地帶ヲ作ルノミデナク、時ニハ人畜ニ對スル直接感染ヲ目途トスルモノデアリ從ツテ用フル菌種ニヨリ又攻擊ノ目標ノ種類ニヨツテ、生ズル粒子ノ大サヲ自由ニ加減シ得ベキ雨下器ノ構造ヲ有セネバナラナイ。之ハ又イササカモ飛行速度乃至操縱性能ニ制肘ヲ加フル如キモノデアツテハナラヌ事ハ勿論デアル。

超低空攻擊ノ爲ニハ現地ノ地上風ヲ知リ、尙附近ノ空氣運動ノ抵抗狀況ヲ概知シテオケバヨイ。又之ハ狀況ニヨツテハ第一線附近ニテモ行ハレ、斯カル時ハ友軍線內ノ氣象諸元ヲ利用シ得ル場合モ多イト思ハレル。

高空ト超低空ノ間ニ位スル攻擊ハ原則トシテハ存シナイ。之ハ唯狀況ニヨリ高空攻擊ノ變化シタモノトシテ行ハレ得ル。

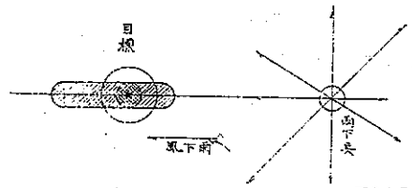
超低空攻擊ニ關シテハ我々ハ殆ド的確ナ實驗ヲ有シテ居ラナイ。特ニ空中濃度ノ時間的變化ニ關シテハ全然未知デアル。然シ乍ラ特ニ將來進ムベキ方向ノ一ツトシテ此處ニ示唆スルモノデアル。

第4 雨下進攻

& 55

雨下氣象ヲ判定シ攻擊ノ爲ノ雨下風ヲ決定シ終ラバ、一目標ニ對シ一定ノ高度ニ於ケル雨下點ハ唯一デアル。從ツテ該目標ヲ攻擊センガ爲ノ飛行航路ハ此ノ點ヲ通ル限リ任意デアル。之ハ雨下經路ノ長サト自然擴散圈ノ幅ノ比ガ一ニ近イ場合デアツテ、此ノ時ニハ地上滴野ハ該雨下點ト目標ヲ連ヌル方向ニ延長シ、最大濃度地帶ガ目標ニ一致スルコトトナル。雨下經路ノ長サト

自然擴散圈ノ幅ノ比ガ大ナル場合ニハ、地上濃度ハ雨下經路ト雨下風ノ爲ス角度ノ小ナル程大デアル。



T3454

以下ハ前ノ場合ニ就テ檢討シテ見ル。

雨下點ノ標示ハ

1) 獨立セル地上點
2) 目標トノ相對位置
3) 目標以外ノ地上點トノ相對位置　　ニ依リ

相對位置ハ

a) 幾何學的座標系

ニヨリ示サレルガ時ニハ

b) 長サガ時間ノ函數

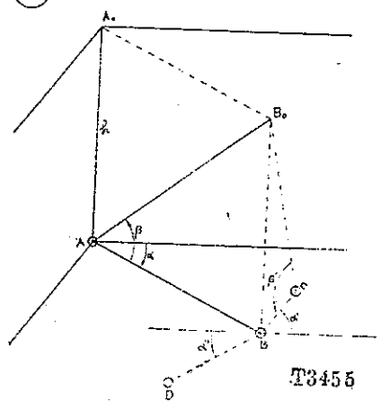
トシテ表ハサレル。

今雨下高度 h 目標Aナルトキ雨下風ヲ判定シテ雨下點 B_0 ヲ決定セルトキハ B_0 ハ次ノ如クニシテ表ハサレル。

(Bヲ B_0 ノ直下ノ地上點トスル。)

156

1. h, B
2. h, α, β
3. h, α, AB(=tv)
4. h, α', β'
5. h, α'', DB(=t'v)



T3455

上記各種ノ標示法ヲソノ得失ニツイテ考ヘテミル。著シイ風向漸變又ハ不連續面ノアノ場合ノ外ハ、落下粒ノ經路ハ近似的ニ B_0A ト考ヘラレル。

h ガ一定デアルト、B_0 ノ直下ニ B ノ樣ナ適當ナ獨立目標ヲ得ル事ハ先ヅ困難デアル。卽チ演習場ニ於ケル如ク平素熟知ノ區域デ而モ精密ナ測地圖ノ在ル場合ニ於テモ、求メタ圖上點ヲ遠方カラ識別シテ之ニ雨下機ヲ誘導スル事ハ容易デハナイノデアルカラ實際問題トシテ斯カル B 點ヲ利用シ得ル機會ハ少イトセネバナラヌ。

場合ニヨツテハ B ガ AB 線ト線上地物トノ交點トシテ表ハサレル事モアル。

何レノ場合ニ於テモ 1) ノ標示法ヲ原則的ニ使用シ得ルトハ考ヘラレナイ。

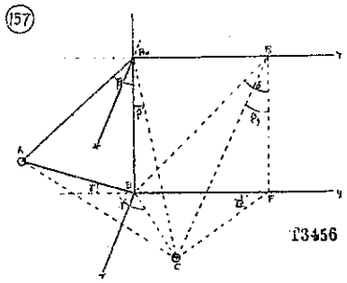
D 又ハ C ノ如ク A 又ハ B トノ相對位置ノ明瞭ナ著明目標ヲ選定スル事ハ敢テ困難デハナイ。從ツテ 4) 又ハ 5) ノ方法ハ時ニヨツテ使用セラレ、殊ニ A ガ直視出來ヌ時、又ハ遠隔シテ明瞭ニ認メ難キ時ハ適宜 D 又ハ C ヲ選定シテ始メテ攻擊ガ可能トナル。一般ニ β ガ20°位ニナルト目標ヲ精確ニ捕捉スルノハ困難デアツテ β' ノ樣ニ大キイ角ヲ利用スル方ガ容易デアル。

4) 又ハ 5) ニ於テハ適當ナ D、C ノアル事ヲ前提トシ、且 A トコレラノ點トノ關係位置ガ明デアル事ヲ前提トスルノデアルガ、場合ニヨツテハ兩條件、殊ニ後ノ條件ガ不充分ナ事モアル。特ニ敵地ニ於テ然リトスル。

原則トシテハ 2) 又ハ 3) ヲ選定セネバナラナイ。

進攻ノ方法ハ B_0 ノ表現法ニ依ツテ異ル。一般ニ α ハ飛行針路ト一致シナイ。進入方法ハ狀況ニ應ジテ任意ニ選定セラレルノデアルカラ、B_0 ヲ通ズル航路ノ方向ヲ軸ノ方向トスル直交座標ヲ採ル。

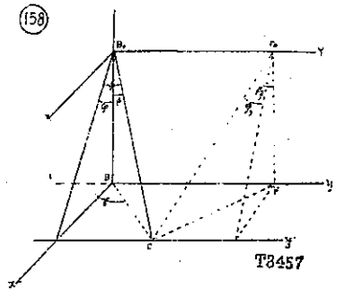
(157)



航路 YB. ニ於テハ上記ノ如ク B ヲ直接照準セズ A 又ハ C ヲ照準スル事ニナルガ、航路ヲ離シタ點ヲ基準トシテ進入スル事ハ普通ノ爆擊照準眼鏡デハ不可能ニ近イ。從ツテ、現制デハナガ「特一照準眼鏡」ノ型式ノ樣ニ三方向ノ廻轉軸ヲ有スルモノヲ用ヒネバナラナクナル。特ニ此ノ場合ニハ可動範圍ハ各軸周共ニ $+90° \to -90°$ ナル事ヲ便トスル。之ニ依レバ照準面ハ航路上目標(又ハ照準點)ヲ含ミ垂直面ト $\varphi[=\tan^{-1}(\tan\beta\ \sin\gamma)]$ ナル角ヲナス平面デアツテ、航路上點 F ニ於ル照準角ハ此ノ面內ニ於テ

$$\phi_f=\cos^{-1}(\cos\beta_f \sec\varphi)$$ デ表サレル。

(158)



γ ハ任意ニ變ジ得ル量デアツテ、一般ニハ航路ヲ各種ノ要約ニヨリ決定スル時、之ト雨下點→目標ノ定方向ニヨツテ二次的ニ定マツテ來ル。航路ハ或ハ最短進入路ニ一致シ、或ハ γ ヲ特ニ選定スル事モ出來ル。此ノ時ニハ $\gamma=0$ トシタ方ガ進入ニハ最モ便デアル。攻擊編隊ノ大キイ時ニハ γ ノ程度ハ方向變換運動ノ程度ノ大小ニ應ジテ決定セネバナラナイ。

高空雨下ニ在テハ氣象狀況ニヨリ攻擊目標ヲ直接照準シ得ヌ場合モ少クナイ。此ノ場合ヲ考慮シテ攻擊ニ當ツテハ爲シ得ル限リ適當ニ副照準目標ヲ準備スルヲ要スル。副照準目標トシテ著明ナ獨立目標ヲ得ヌ時ハ線狀地物ノ交點又ハ線狀地物ト航路ノ交點等モ有效ニ利用セネバナラヌ。何レノ場合ニ於テモ精確ナ地形圖ハ特ニ敵地ニ對シテハ入手シ難イモノデアル故、豫想攻擊目標ノ附近ニ對シテハ機會アル每ニ地點標定ヲ繰返シテ可及的精密ナ副目標網ヲ周圍ニ構成シ置ク樣ニ努メネバナラナイ。

攻擊ニアツテハ特ニ地上ヨリ目視セラレズニ實施スルヲ有利トスル事ガ多イ。卽チ雲ヲ利用スル場合デアル。勿論雲ノ利用ヲ唯一ノ條件トスル事ハ出來ナイガ、之ヲ利用シ得ル場合ハ飽差比較的小ニシテ、又攻擊高度ヲ概ネ雲高ニマデ低下シ得ルノ利ガアル。斯カル場合ニ於テ進入點ノ規準トシテハ勿論雲ニ被ハレザル地上點ヲ取ラネバナラズ、規準點ト攻擊目標トノ距離ハ雲ノ狀況ニヨツテ區々デアル。

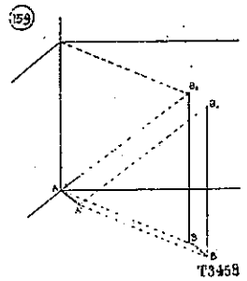
一般的ニハ雲ニ被ハレザル地區ニ於テ飛行高度層ノ氣流ノ對地運動ヲ測定シ、之ト飛行機ノ對氣運動トノ合成經路ヲ判定シテ雨下點ニ到達スルモノデアル。斯カル方法ハ雨下點ト攻擊目標ガ甚ダ遠隔シ、然モ適當ナ副目標ヲ得ラレヌ場合ニモ採用サレル。

§ 56

以上ノ如キ各種ノ場合ニ於テ、其ノ根本トナルノハ雨下點判定ノ方法ト時期デアル。攻擊目標ニ到ル前ニ充分ノ豫猶ヲ以テ雨下點ヲ判定シ得タル場合ニハ各種ノ方法中最モ狀況ニ適シタルモノヲ選定シ得ルガ、豫メ各場合ニ於テ生ズル誤差ノ程度ヲ承知セネバナラヌ。

誤差 E ハ目標ト落達點ノ距離ト AB ノ比ニヨツテ示サレル。次ニ各場合ニ於ケル最大誤差ノ程度ヲ考ヘテ見ル。

(159)



T3458

1) h, B ニヨル進入 (160)

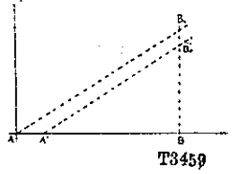
此ノ場合、誤差ハ h ノミニヨツテ起ル。高度計ノ誤差ヲ高度 h ニ於テ a トスレバ

$$E=\frac{AA'}{AB}$$

$$=\frac{B_0B_0'\times\frac{AB}{B_0B}}{AB}$$

$$=\frac{B_0B_0'}{B_0B}=a$$

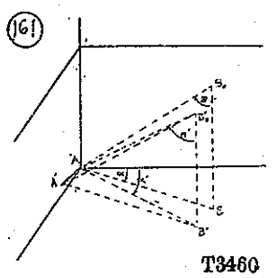
(160)



T3459

2) h, α, β ニヨル進入 (161)

(161)



T3460

今 $\alpha'\sim\alpha=\gamma'$ トスレバ

$$\overline{AA'}^2=h'^2(\tan^2\beta'+\tan2\beta)-2h'^2\tan\beta'\tan\beta\cos\gamma'$$

今 $\beta'-\beta=\delta'$ トスレバ

$$\tan\beta'\fallingdotseq\tan\beta+\delta'\sec^2\beta+\delta'^2\sec^2\beta\tan\beta$$

$$\tan^2\beta'=\tan^2\beta+\delta'^2\sec^4\beta+\delta'^4\sec^4\beta\tan^2\beta+2\delta'\tan\beta\sec^2\beta$$
$$+2\delta'^2\sec^4\beta\tan\beta+2\delta'^2\sec^2\beta\tan^2\beta$$

シカルニ δ' ハ通常小サイノデ 3 乗以上ノ項ヲ省略スルト

$$\overline{AA'}^2=h'^2\{\tan^2\beta(1-\cos\gamma')+2\delta'\tan\beta\sec^2\beta(1-\cos\gamma')$$
$$+2\delta'^2\sec^2\beta\tan^2\beta(1-\cos\gamma')+\delta'^2\sec^4\beta\}$$

$$\overline{AB}=h\tan\beta;$$

$$\left(\frac{AA'}{AB}\right)^2=\left(\frac{h'}{h}\right)^2\left\{(1-\cos\gamma')+2\delta'\sec\beta\cos\beta(-\cos\gamma')\right.$$
$$\left.+2\delta'^2\sec^2\beta(1-\cos\gamma')+\delta'^2\sec^2\beta\,\mathrm{cosec}^2\beta\right\}$$

$$h'=h+ah$$

$$\therefore\ E^2\fallingdotseq(1+a)^2\left(\frac{\gamma'^2}{2}+\delta'^2\sec^2\beta\,\mathrm{cosec}^2\beta\right)$$

$$=(1+2a+a^2)\left(\frac{\gamma'^2}{2}+\delta'^2\sec^2\beta\,\mathrm{cosec}^2\beta\right)$$

$$\fallingdotseq\frac{\gamma'^2}{2}+\delta'^2\sec^2\beta\,\mathrm{cosec}^2\beta$$

即チ a ガ γ', δ' ト同程度ノ誤差デアル限リ問題トナラナクナル。

3) h, α, AB $\left(=f(t)\right)$ ニヨル進入

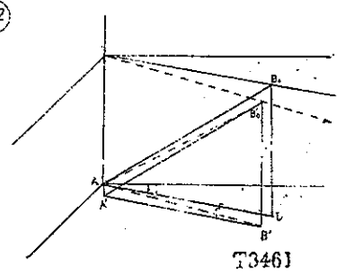
$f(t)$ ハ一般ニ、α 方向ノ對地速度ヲ V_G トシ $t=\frac{AB}{V_G}$ デ現ハサレル。

飛行層ノ氣流ヲ $\vec{w}$, 對氣速度ヲ $\vec{v_a}$ デ現スト、$\vec{v_G}=\vec{v_a}+\vec{w}$ デアル。$\vec{v_a}$ ヲ一定ニ保ツ場合ニ、$\vec{v_G}$ ガ一定トナルカ否カハ $\vec{w}$ ガ一定カ否カニヨツテ定マル。$\vec{w}$ ノ測定地點ト A及Bガ近接シテヰル場合ニハ $\vec{v_G}$ ノ誤差ハ測定誤差ノ範圍ニアルガ、之ガ稍ゝ遠イ場合、或ハ氣流ノ旋衝運動ノ著シイ場合、或ハ不連續運動ノアル場合ニハ $\vec{v_G}$ ノ誤差ハ $\vec{w}$ ノ測定誤差ヨリ相當ニ大トナル事ヲ考ヘネバナラヌ。

故ニ $\vec{w}$ ハナルベク AB ノ平均ニ近キモノヲ得ル樣ニ測定結果ヲ多少修正シテオク必要ガアル。

$\vec{v_G}$ ノ誤差ハ之ヲ $|v_G|$ ノ誤差ト α ノ誤差トニ分解シ得ルノデ、此處デハ α 及 v_G ニ各獨立ニ誤差ヲ生ズルモノト考ヘル

(162)



T3461

$$AA'^2=AB'^2+A'B'^2-2\overline{AB'}\ A'B'\cos\delta$$

$$A'B'=h'\tan\beta$$

$$=h'\times\frac{\overline{AB}}{h}-=(1+a)V_Gt$$

$$AB'=V'_Gt$$

$$\therefore\ \overline{AA'}^2=V'_G{}^2t^2+(1+a)^2V_G{}^2t^2-2(1+a)V_GV'_Gt^2\cos\delta$$

$$\therefore\quad E^2=\left.\frac{v'}{v}\right)+(1+a)^2-2(1+a)\left(\frac{v'}{v}\right)\cos\delta$$

今 $v'=v(1+b)$ トスレバ

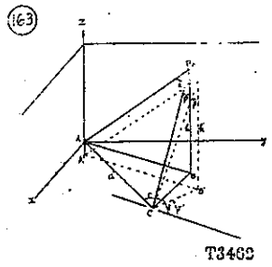
$$E^2=(1+b)^2+(1+a)^2-2(1+a)(1+b)\cos\delta$$

$$\fallingdotseq(1+b)^2+(1+a)^2-2(1+a)(1+b)\left(1-\frac{\delta^2}{2}\right)$$

$$\fallingdotseq(a+b)^2+\delta^2$$

4) h', α', β' ニヨル進入ノ場合

(163)



T3462

AB方向ヲy軸トスル座標ニ變換スルトキ B_0' ハ

$$\begin{cases}x_1=h'\tan\beta'\sin\gamma'-h\tan\beta\sin\gamma\\ y_1=h\tan\beta+h'\tan\beta'\cos\gamma'-h\tan\beta\cos\gamma\\ z_1=h'\end{cases}$$

デ現サレル。今此ノ(x_1, y_1, z_1)ヲ通リ B_0A ニ平行ナル直線ヲ引キ、xy一平面トノ交點ヲ A' トスルトキ A' ノ座標(x_0, y_0)ハ次ノ如クナル。

$$\begin{cases}x_0=x_1\\ y_0=y_1-h'\tan\beta\end{cases}$$

シカルニ

$$\tan\beta=(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)^{\frac{1}{2}}/h$$

$$\therefore\ h'\tan\beta=\frac{h'}{h}(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)^{\frac{1}{2}}$$

$$h\tan\beta=(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)^{\frac{1}{2}}$$

$$y_0=\left(1-\frac{h'}{h}\right)(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)^{\frac{1}{2}}$$

$$+h'\tan\beta\cos\gamma'-h\tan\beta\cos\gamma$$

$$\therefore\ \overline{AA'}^2=x_0^2+y_0^2$$

$$=h'\tan^2\beta'\sin^2\gamma'+h^2\tan^2\beta\sin^2\gamma-2hh'\tan\beta\tan\beta'\sin\gamma\sin\gamma'$$

$$+h'^2\tan^2\beta'\cos^2\gamma'+h^2\tan^2\beta\cos^2\gamma-2hh'\tan\beta\tan\beta'\cos\gamma\cos\gamma'$$

$$+\left(1-\frac{h'}{h}\right)^2(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)$$

$$+2\left(1-\frac{h'}{h}\right)(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)^{\frac{1}{2}}(h\tan\beta'\cos\gamma'-h\tan\beta\cos\gamma)$$

$$=h'^2\tan^2\beta'+h^2\tan^2\beta-2hh'\tan\beta\tan\beta'\cos\gamma'$$

$$+a^2(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)$$

$$+2a(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)^{\frac{1}{2}}(h'\tan\beta'\cos\gamma'-h\tan\beta\cos\gamma)$$

$$\overline{AB}^2=h^2\tan\beta^2=(d^2+h^2\tan^2\beta-2dh\tan\beta\cos C)$$

$$\therefore\ E^2=a^2+2a\frac{1}{x}(h'\tan\beta'\cos\gamma'-h\tan\beta\cos\gamma)$$

$$+\frac{1}{x^2}(h'^2\tan^2\beta'+h^2\tan^2\beta-2hh'\tan\beta\tan\beta'\cos\delta')$$

今 $\beta'=\beta+\gamma'$ トシ微分ノ二次以下ヲ省略スルト

$$E^2=a^2+2a\frac{h}{x}\gamma'\sec^2\beta\cos\gamma+2\frac{h^2}{x^2}\tan^2\beta(1-\cos\delta')$$

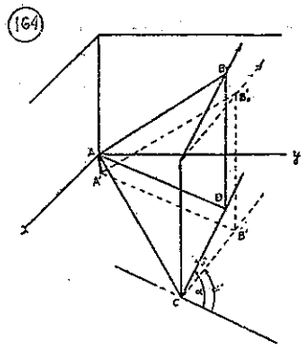
$$=a^2+2a\frac{h}{x}\gamma'\sec^2\beta\cos\gamma+\frac{h^2}{x^2}\delta'^2\tan\beta$$

5) h, α, CB $\left((=\phi(t)\right)$ ニヨル進入

3) ト同様ニ計算スレバ

$$E^2=a^2+2\frac{vt}{x}ab\cos\alpha+\frac{v^2t^2}{x^2}(b^2+\delta^2\cos^2\alpha+b\delta\sin\alpha\cos\alpha)$$

(164)



T3463

以上ノ運算ヲ行フ場合、各要素ノ誤差ハ獨立ニ變化スルト見做シタガ、實際ノ場合ニハ或程ノ關聯ヲ以テ變化スルモノデアル。

シカシ此ノ誤差ハ個人的ニモ、又其ノ時ノ條件ニヨツテモ異ルモノデアル故、一概ニ論ズルハ適當デハナイ。

次ニ此等ノ誤差率ニ實際ニ數値ヲ入レテ計算シテ見ル。此等ノ場合注意スベキハ、x又ハγノ誤差ニ比シテβノ誤差ハ常ニ小イ事デアルガ、問題ガ略近的デアルカラ、全部一樣ノ率ニ於テルト考ヘヤウ。

今各誤差ガ0.1デアルトスルト次ノ樣ニナル。

1) $E^2=a^2 \qquad E=0.1$

2) $E^2=\frac{1}{2}\gamma'^2+\delta^2\sec^2\beta\,\mathrm{cosec}^2\beta$

β	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
E	∞	0.59	0.32	0.24	0.22	0.21	0.22	0.24	0.32	0.59	∞

3) $E^2=(a+b)^2+\delta^2 \qquad E=0.22$

4) $E^2=a^2+2a\frac{h}{D}\gamma'\sec^2\beta\cos\gamma+\left(\frac{h}{D}\right)^2\delta^2\tan^2\beta$

(165)

γ→	0°				45°				90°			
β ↓ / γ→	2.0	1.0	0.5	0.25	2.0	1.0	0.5	0.25	2.0	1.0	0.5	0.25
0.	0.22	0.17	0.14	0.12	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10
10.	0.23	0.18	0.14	0.12	0.22	0.16	0.13	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10
20.	0.24	0.18	0.15	0.13	0.23	0.16	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10
30.	0.26	0.20	0.16	0.13	0.25	0.18	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10
40.	0.30	0.22	0.17	0.14	0.27	0.20	0.16	0.13	0.16	0.13	0.13	0.11
45.	0.33	0.24	0.19	0.15	0.29	0.22	0.17	0.14	0.17	0.14	0.14	0.11
50.	0.37	0.27	0.20	0.16	0.33	0.24	0.18	0.15	0.20	0.16	0.15	0.12
60.	0.48	0.34	0.25	0.19	0.43	0.31	0.23	0.18	0.26	0.20	0.18	0.15
70.	0.79	0.46	0.34	0.24	0.64	0.42	0.30	0.22	0.39	0.28	0.22	0.17
80.	1.40	0.90	0.72	0.51	1.26	0.90	0.55	0.46	0.80	0.57	0.46	0.30
90.												

T3939

5) $E^2=a^2+2\left(\frac{vt}{D}\right)ab\cos\gamma+\left(\frac{vt}{D}\right)^2(b^2+\delta^2\cos^2\gamma+b\delta\sin\gamma\cos\gamma)$

(166)

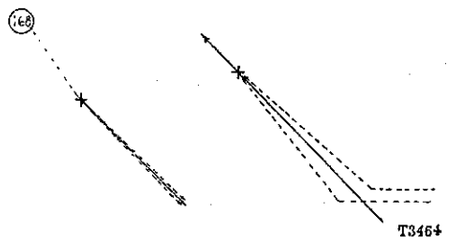
γ→ / β↓	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
0.5	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
1.0	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.16	0.10
2.5	0.44	0.44	0.44	0.43	0.42	0.41	0.39	0.37	0.34	0.31	0.27
5.0	0.78	0.80	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74	0.69	0.63	0.57	0.51
7.5	1.13	1.17	1.18	1.17	1.14	1.11	1.09	1.01	0.93	0.84	0.76
10.0	1.49	1.50	1.55	1.54	1.50	1.47	1.43	1.36	1.23	1.11	1.00
15.0	2.19	2.27	2.29	2.28	2.22	2.17	2.12	1.99	1.83	1.66	1.50
20.0	2.90	3.00	3.04	3.02	2.94	2.88	2.80	2.68	2.42	2.21	2.00
30.0	4.31	4.45	4.72	4.50	4.38	4.29	4.18	3.94	3.60	3.30	3.00
40.0	5.73	5.93	6.01	5.90	5.83	5.71	5.57	5.20	4.83	4.39	4.00
50.0	7.14	7.40	7.50	7.45	7.36	7.12	6.94	6.53	6.05	5.50	5.00
100.0	14.4	14.7	14.9	14.9	14.5	14.2	13.9	13.0	12.0	11.0	10.0
200.0	28.4	29.4	29.5	29.6	29.1	28.4	27.7	26.0	24.0	22.0	20.0

T3941

以上ハ各要素ノ誤差ヲ0.1ト見做シタ場合ノ最大誤差ノ程度デアル。此ノ内aノ範圍ハ修正ヲ適度ニ加フル事ニヨツテ概ネ器差ノ範圍ニ止ルト考ヘラレル。

βノ誤差ハ極メテ小サイ範圍ニ止メ得ル。αヌハγノ誤差ハ各狀況ニヨツテ異ルガ、特ニ個人的差違ガ大デアル。又進入ノ方法ニヨツテ異ル。αヲ一定トシタ場合ハ、或ル目標又ハ副目標ヲ通過シテ後此ノ方向ニ向フ場合ニハ誤差ハ少イガ、或ル目標ニ對シ一定ノαデ進入セントスル場合ニハ一般ニ誤差ハ相當ニ大デアル。殊ニ編隊運動ヲ伴フ場合ニハ此ノ誤差ヲ少クスル事ハ容易デナイ。此ノ場合ニハ視程トノ關係及個人的差異ガ殊ニ著シイ。

(167)



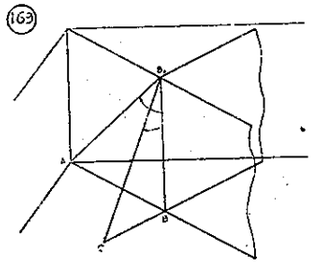
T3464

距離ヲ角度ノ代リニ時間函數デ示スノハ、βガ大トナリ照準點トノ距離大ニシテ明確ナ照準ノ不能ナ場合及βヲ以テ照準元ノ一トスル如キ適當ナ照準點ノナイ場合デアツテ、天候ノ關係ニヨリ目標地域ガ雲ニ被ハレル時雲ヲ利用シテ攻擊セントスル時ノ如キハ後者ニ屬スル。

此ノ場合對地速度ノ測定誤差ガ最大ノ要素トナルノデアツテ、爲シ得ル限リ之ヲ頻回ニ修正シテ進入セネバナラナイノデアルガ、測定點ト進入基點(副目標C)ノ離レルホド或ル程度ノ誤差ハ免レナイ。理想的ニ云ヘバ測定點、進入基點及雨下點間ノ距離ガナルベク近イ事ガ望マシイケレド、實際問題トシテハ斯カル事ヲ原則トスル譯ニハユカナイ。

二軸系ノ照準眼鏡ヲ使用スル場合ニ直接目標又ハ副目標ヲ照準シテ雨下點ヲ決定スルニハ照準面ハ略ゞ航路ヲ含ム垂直面デアルカラ航路ハ目標又ハ副目標ト雨下點ヲ結ブ方向デナケレバナラナイ。任意ノ方向カラ進入スルニハ雨下點ガ h, α, β, デ示サレルト進入路上ニ於テハ $\tan\beta'\sin\alpha'$ $=\tan\beta'\sin\alpha'$ 即チ $\tan\beta'\sin\alpha'=\text{const}$ デアル樣ニ誘導シテユカネバナラナイガ、之ハ極メテ困難デアル。

(163)



T3465

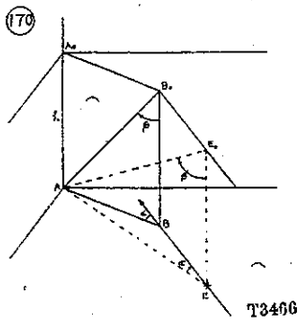
從ツテ斯カル照準眼鏡ヲ用ヒル場合ニハ

1) 雨下風方向(又ハ逆方向)ニ進入シ攻擊目標ヲ直接照準スル。

2) 副目標ト雨下點ヲ結ブ方向(又ハ逆方向)ニ進入シ副目標ヲ照準スル。

事ガ可能デアルノミデアル。故ニ適當ナル副目標ガナケレバ 1) ニヨリ、風床ニ入ラネバナラナイガ、何レノ場合ニモ眼鏡ハ從來ハ $+90°\rightarrow-5°$ ノ範圍デアルノデ、時ニハ之ヲ逆ニ向ケテ使用セネバナラナイカ或ハ時間的ノ表現ヲ加ヘネバナラナイ。

(170)

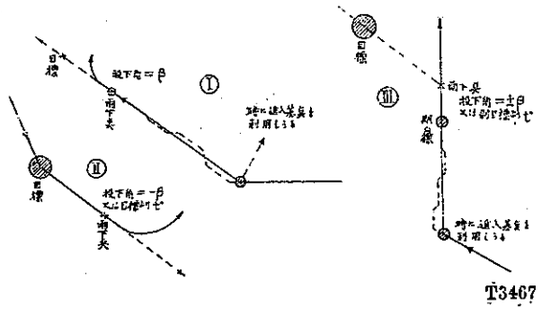


T3466

風床ニ進入スル時ハ雨下點ガ目標ヨリ相當ニ離レテ居ナイ限リ風上ヨリ進入シテモ目標ノ上空ヲ通過スル譯ニナルノハ止ムヲ得ナイ。

以上ノ進入法ヲ略示スルト次圖ノ樣デアル。

(171)



T3467

氣象測定點、進入點及雨下點、目標點ノ氣象ノ相違ガ及ボス攻擊ノ精度ヲ考ヘテミル。

今飛行高度カラ地上ニ到ル間ニ風向變化ナク、風速ノ變化率モ一樣デアル樣ナ最モ簡單ナ場合ヲ考ヘ、雨下風ヲ風力ノミノ函數トシ、機軸方向ト之ニ直角ナ方向トニ風速ヲ分ケテ考ヘル。

w ヲ以テ進攻高度ノ風

W ヲ以テ雨下風

ヲ表セバ

氣象測定點	w_x, w_y, W_x, W_y,	w_{3x}, w_{3y}
進入點	w_{1x}, w_{1y},	
攻擊點	w_{2x}, w_{2y}, W_{2x}, W_{2y}	
判定進入點	w_x'', w_y''	W_x''', w_y'''
判定攻擊點	w_x', w_y', W_x', W_y'	

實際ハ氣象測定點ノ氣象カラ w, W ヲ求メ、之カラ攻擊點ニ於ケル w', W' 及進入點ニ於ケル w'' ヲ判定スルノデアルガ、氣象測定點ト進入點ガ近ク、又ハ判定ニ充分豫猶ノナイ場合ニハ w, W ヲ以テ攻擊ノ基準トセネバナラナイ。

今 w, W カラ w'' 及 w', W' ヲ判定シタトシ之ニ基イテ進入スル事ヲ考ヘヤウ。即チ進入ニ當ツテハ $\frac{1}{2}(w'+w'')$ 及 W' ヲ利用スルノデアルガ、多クノ場合ニハ $w'=w''$ ト判定スル事ガ多イ。〔攻擊點トハ雨下點ト攻擊目標ノ平均ヲ以テ表ハサレル如キ點ヲ意味シ、實際ハ此ノ間ノ距離ガ大キクナイノデ何レノ點カヲ特ニ明ニ區別スル必要ハナイ。〕

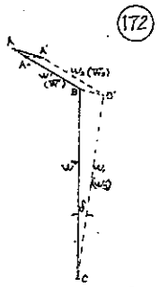
進入基點カラ雨下點迄ノ距離ヲ $V_G'''t$ デ表ハシ、之ニ從ツテ進入スル。此ノ場合ノ豫想偏流 α''' ハ

$$\alpha'''\fallingdotseq\tan^{-1}\frac{w'''_y}{V_a+w'''_1}\text{又ハ}\quad V_G'''\fallingdotseq\left\{(V_a+w_x''')^2+w'''^2_y\right\}^{\frac{1}{2}}$$

然ルニ眞ノ偏流及ビ對地速度ハ

$$a_3 \fallingdotseq \tan^{-1}\frac{w_{3y}}{V_a+w_{3x}} \quad 及 \quad V_{3G} \fallingdotseq \left\{(V_a+w_{3x})^2+w_3{}^2{}_y\right\}^{\frac{1}{2}}$$

(172)



T3468

故ニ眞ノ到達點ト豫想到達點(卽チ雨下點)ノ距離 $\overline{BB'}$ ハ

$$\overline{BB'}^2=\overline{CB}^2+\overline{CB'}^2-2\overline{CB}\ \overline{CB'}\cos\delta \qquad (\delta=a'''\sim a_3)$$

$$\overline{CB}^2=V_{3G}{}^2t^2=[(V_a+w_{3x})^2+w_3{}^2{}_y]t^2$$

$$\overline{CB'}^2=V_G{}'''^2t^2=[(V_a+w_x{}''')^2+w_y{}'''^2]t^2$$

a''' 又ハ a_3 ハ一般ニ大シテ大キクハナイノデ、$a_3 \fallingdotseq \frac{w_{3y}}{V+w_{3x}}$; $a''' \fallingdotseq \frac{w_y{}'''}{V+w'''_x}$ トシ、

δ モ從ツテ小サイカラ $\overline{BB'}^2=\overline{(CB\sim CB')}^2+\overline{CB}\ \overline{CB'}\delta^2$ ト考ヘ、又 $w_3=(1+\eta)w'''$ トシ、η ノ自乘以上ヲ省略、更ニ $\frac{x}{V_a}$ 又ハ $\frac{y}{V_a}$ ノ自乘ヲ η ノ階級デアルト假定シテ上式ニ省略算ヲ行フト

$$\overline{BB'}^2/t^2=\eta W_yV_a+\eta^2w_x{}^2+\eta^2w_xw_y+\frac{2\eta^2w_xw_y}{V_a+w_x}+\frac{\eta w_y{}^3V+\eta w^2{}_y}{2(V_a+w_x)^2}$$

シカシ、例ヘバ $V_a=100$, w_x, $w_y=10$ ノ程度デアルト、$\frac{w}{V_a}$ ノ程度ト η ノ程度ハ略ミ同樣デアルノデ、上式ヲ更ニ省略シテ

$$\overline{BB'}^2/t^2=\eta w_yV_a+\eta^2w_x{}^2-\eta^2w_xw_y$$

トモ考ヘラレル。(上式ノ w ハ w_3 ノ意味デアル。)

然ルニ、A ヲ基點トシテ照準スル場合ニハ生ズル誤差 AA_3 ハ $W_3\sim W'''$ デアリ、之ハ假定ニヨリ $AB\times\eta$ ニ相當スル。從ツテ A ヲ基點トシテ照準スル時ノ誤差率ハ η ノ範圍內ニアルガ、他ノ C ヲ基點トシテ CB ヲ $V_G{}'''t$ デ表ハシテ進入スル時ハ誤差ノ範圍ハ $AA'=AA_3+BB'$ デアツテ

$$AA'=AB\eta+(\eta w_yV_a+\eta^2w^2{}_x-\eta^2w_xw_y)^{\frac{1}{2}}t$$

ノ範圍內ニアルカラ、地上點ヲ直接照準スル場合ニ比シテ

$$(\eta w_yV_a+\eta^2w^2{}_x-\eta^2w_xw_y)^{\frac{1}{2}}\times\frac{t}{x} \qquad ダケ範圍ガ大キイ。$$

η ノ程度ハ注意スレバ或ル程度ハ減少スルケレドモ、之ハ測定誤差ノ他ニ判斷ニ基ク誤差ト風

ノ構造ニ基ク誤差ガ加ハリ必然的ナモノデアルノデ、吾人ハ前ニ述ベタ誤差ノ範圍ニ關スル考察ト併セテ、特ニ必要ノナイ限リ此ノ方法ヲ原則トハ出來ナイ。但シ例ヘバ高度低下、企圖秘匿ノ點ニ於テ攻擊精度ノ不良ヲ補ツテ餘リアル程度ノ利益ガアリ、且目標地區ナルモノヲ充分大キク取リ得、材料豐富デアル場合ニハ大イニ推賞サルル進入法デアル。

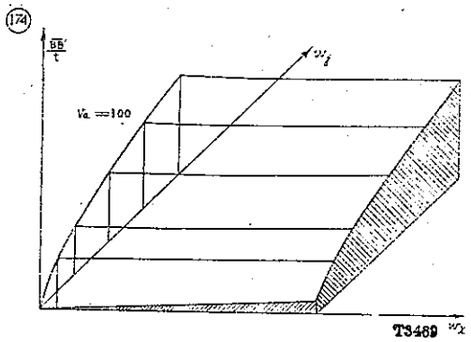
前ノ場合ニハ $\frac{V_t}{x}$ ノ變化ニ應ジテ E ヲ省略算シテ見タガ、此處デハ $\eta=0.1$ トシ V_a, w_x, w_y ノ異ル値ニツキ $\frac{\overline{BB'}}{t}$ ヲ算出シテ見ルト次ノ樣ニナル。

(173)

$V_a=100$							
w_x / w_y	0	2.5	5.0	7.5	10.00	15.0	20.0
0.0	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
2.5	5.00	5.00	5.01	5.03	5.07	5.18	5.34
5.0	7.07	7.06	7.07	7.08	7.10	7.17	7.28
10.0	10.00	9.99	9.98	9.99	10.00	10.03	10.10
15.0	12.25	12.24	12.23	12.22	12.23	12.25	12.29
20.0	14.14	14.12	14.11	14.10	14.10	14.11	14.14

T3942

(174)



T3469

之ニヨツテ見ル如ク、一般ニ w ハ V ニ比シテ小サイノデ、V ガ最モ大キナ役割ヲ演ジテ居ルケレドモ、之ハ攻擊スル機ニトツテハ略ミ一樣ノ値ヲトルカラ誤差ヲ生ズル主ナ原因ハ w_y ノ大小デアルト云ヘル。

t ハ一般ニ 100″位デアレバ氣象ノ相異ニヨル誤差モ少イケレド、雲ヲ利用シテ攻擊スル場合ノ樣ニ之ガ大キクナツテクルト之ニヨル誤差ノミモ相當ニ大キクナツテクルノヲ免レナイ。

& 57

以上ヲ以テ各種ノ進入方法ノ標示ト其等ノ場合ノ誤差ノ程度ニツイテノ考察ヲ終ル。特ニ精度ヲ要求セラレタ場合ハ地上ノ目標又ハ副目標ニ對シテ照準シ、地上カラ目視サレヌ事ヲ第一條件トスルトキハ精度ヲ犧牲トシテモ某基點ヲ求メテ雲上又ハ雲中ヲ飛行シテ雨下點ニ到ラネバナラナイ。

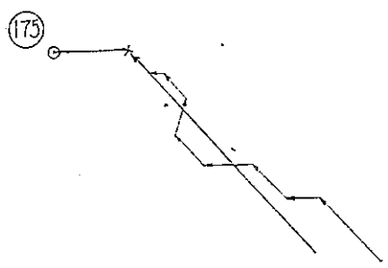
然シ實際ノ攻擊ハ上ノ樣ニ單ナル理想ノミニヨツテ進捗スルモノデハナイ。時ニ目標ヲ捕捉シテ攻擊ノ精確ヲ期セントシテモ偶ミ目標地帶ガ雲ニ被ハレ、此ノ下層ニ出デ又ハ間隙カラ地上ヲ標定スルコトモ出來ズ、雲界以外ニ於テ地上ヲ再確認シテ進入ヲ再起セネバナラヌ事モ起リ、或ハ雲上(中)ヲ飛行シテ攻擊點ニ近迫シタ時偶ミ雲ノ間隙ニ遭遇シ再ビ地上ノ標定ヲ行フ事モアル。

要ハ敵地ノ天候ガ正確ニ知リ得ザル事ニ基クノデハアルガ、何レノ場合ニ於テモ進入ハ常ニ一

ツノ方法ニノミ依存シテハナラナイ。之ガタメ雨下攻撃ニ當ツテハ常ニ攻撃地區ニ於ケル雨下風
象ノ判斷ヲ怠ツテハナラヌト同時ニ、現在地點ノ標定ヲ圖上ニ於テ連續的ニ行ヒ總ユル進入方法
ニ對シ常ニ進入諸元ヲ準備シ、且地上點ノ標定ハ目標地區ニ近接スルニ從ヒ任意ノ時期ニ任意ノ
地點ヲ基準トシテ進入シ得ル如ク特ニ精密正確ナルヲ要スルノデアル。

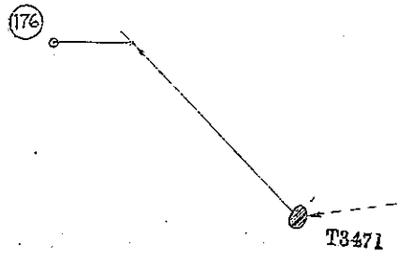
雨下點ヲ通ズル任意ノ方向ノ航路ニ於テ、直接目標ヲ照準シツツ進入スル事ハ一般ノ爆撃進入
ニ比シテ容易デハナイ。之ハ雨下風ト航路ノナス角ガ大トナル程困難デアル。又雨下點ト目標ヲ
連ヌル線上ニ航路ヲ求メントスル事、即チ前記ノ角度ヲ0ナラシムル事サヘモ簡單デハナイ。此
ノタメ、雨下進入ハ一般ノ爆撃進入ニ比シテ比較的遠クカラスル事ガ必要デ、漸次補正シツツ雨
下點ヲ通過スル樣ニシナケレバナラナイ。

雨下攻撃デハ爆撃ト異リ操作時ノ機ノ運動ハ影響ガナイノデアルカラ、雨下點ニ近接シテ機ヲ
誘導スル事ハ差支ナイ。此ノ場合方向指導ハ爆撃ノ場合ト異リ操縱者ハ方向指導ニヨリ進路ヲ變
ジテモ又直チニ豫定ノ方位ニ復サネバナラズ、雨下ノ進入經路ハ一般ニ階段狀ヲ呈シテ來ル。之
ハ照準者ガ羅針儀ニヨツテ現在ノ位置カラ直ニ雨下點ニ對スル方位ヲ判定スル事ガ不可能ニ近イ
故デアル。進入以前ニ豫定方位ニ對スル偏流ニ對シテハ修正シ置クヲ要スルハ勿論デアル。



此ノタメ豫定進入路ニ對シ豫メ進入ノ基點トナル副目標ヲ選定スル事ガ出來レバ極メテ便デア
ル。即チ先ヅ此ノ副目標ニ向ヒ進入シ此ノ直上ニ於テ變針シテ雨下點ニ向ヒ進入スル。

進入經路ヲ時間ノ函數トシテ表ハシタ時ハ勿論此ノ方法ニ依ルヲ便トスル。直上通過ニ際シテ
測秒時計ヲ作働スル。



ニ最モ重要ナノハ攻撃點ニ於ケル雨下風判定ノ時期デアル。之ヲ過早ニ行ヘバ進入ハ豫猶ヲ以テ
行ヒ得ルガ、攻撃ノ精度ヲ不良トスルニ到ル。併シ之ヲ進入直前ニマデ延引スル事ハ周到ナ進入ヲ
行ヒ得ザル事トナルノデ、決定ハ之ヲ進入直前マデ保留スルトシテモ、常ニ漸定的ニ雨下風ノ
判定ヲ行ツテキナケレバナラズ、進入準備行動ニ就クベキ時期以後ニ於テハ特ニ重大ナ訂正ヲ行
ハザル限リ進入諸元ニ大ナル改變ヲ行フベキデハナイ。

進入諸元ノ決定及改變ニ當ツテハ特ニ操縱者ト爆撃者トノ連繫ノ緊密ヲ必要トシ、之ガタメ雨
下攻撃者ハ攻撃動作ニ關シ以心傳心相互ノ意圖ヲ了解シ得ル程度ノ一致セル精神ヲ平素ヨリ養成
シ置ク必要ガアル。

雨下操作ハ照準以外ニ各種ノ辨ノ操作ヲ含ミ若干時間ノ豫猶ヲ必要トスル。此ノ時間ハ操作
(爆撃)者ノ慣熟ト操縱者トノ連繫ノ緊密ニヨツテ極メテ短縮セラレル。

雨下ニ當ツテハ流出時間ヲ考慮シ、流出時間ノ中央ヲ雨下點ニ一致セシムル如ク工夫セネバナ
ラナイ。

雨下終了後ノ攻撃地區ヨリノ離脱ニ當リ特ニ考慮スベキハ殘存材料ニヨル僚機ノ汚染デアル。
殘存材料ニヨル危險ハ消毒操作終了迄ハ持續スルノデアルカラ、雨下後直ニ之ヲ行ヘバヨイノデ
アルガ、稍ゝ複雜ナ操作ニ屬スルノデ之ヲ攻撃地區ヲ離脱シテカラ行ハントスル場合ガ多イ。從
ツテ雨下終了後ノ旋回時ハ特ニ僚機ノ直後方ニ入ラヌ樣ニ注意セネバナラナイ。併シ零機長幅程
度ノ編隊デアツテモ特ニ機幅ヲ大ニスルノ必要ハ認メラレナイ。又雨下點附近ヲ再度通過スル場
合、同一編隊ガ復行シテ通過シタトシテモ高度ヲ特ニ低下スル場合以外ハ實際的ニ危險ハナイ。
編隊ガ他ノ編隊ト同一ノ進入諸元ヲ以テ攻撃スル場合、原則的ニハ同一ノ雨下點ヲ通過スル譯デ
アルカラ前編隊ノ作ツタ空中粒野中ヲ飛行スル可能性ハアリ得ルガ、粒野ノ性狀ト進入ノ誤差
ノ兩點ヨリ考慮スレバ後ノ編隊ガ特ニ高度ヲ低下シテ至短時間後ニ攻撃ヲ繰返ス場合デナケレ
バ、即チ實際的ニ同一高度デ攻撃スル場合ニハ之ヲ考慮スル必要ハナイト信ズル。

超低空雨下ニ於テ同一目標ニ對シ單機ガ波狀攻撃ヲ行フ場合、原則ニ記シタ如ク若干此ノ點ニ
關シ注意セネバナラナイノデアルガ、高度ト經路ヲ若干ヅツ變フル如ク（實際ニハ同一經路ヲ通
ル事ハ却ツテ困難デアラウト考ヘラレルガ）區處シ得レバ此ノ場合ニ於テモ特ニ前機ノ粒野ノ危
險ヲ過大ニ評價スル要ハナイモノト考ヘタイ。

XII 考　　按

& 58

以上ヲ以テ吾人ノ從來踏ミ來ツタ方向ト將來特ニ必要ト感ジタ研究方針ニ對スル若干ノ示唆ト
ヲ終ル。此處ニ吾人ガ現在雨下撒布ニ對シテ抱イテ居ル私見ノ僅カヲ披瀝スルヲ適當ト考ヘル
ガ、苟モ事ノ極メテ重大ナ機密事項デアル關係上雨下撒布ノ現況トハ全ク別箇ニ、而モ全ク實驗
的根據ナシニ、即チ從來各國ノ文獻ニ見ラルル所ヲ綜合シテ語ル程度ノ自由ヲ有スルノミデアル。

從來所謂 BK ニ關シテ述ベラレタ文獻ニ徵スルニ必ズ航空機ヲ以テスル細菌ノ雨下乃至撒布

ガ論ゼラレテ居ル。之ヲ比較的具體的ナ立場デ若干ノ實驗的根據ヲ以テ書イタモノハ（少クトモ現在ニ於テ防研内藤良一少佐ノ好意ニヨリ參考トスルヲ得ル限リデハ）1937年 Helmut Klotz ニ依ル „Der neue Deutsche Krieg" 中ノ細菌學的兵器ナル項ニ見ラレル程度デアル。之ニ依ツテ判斷サルル限リ該雨下器ハ極メテ優秀ナ性能ヲ具ヘテ居ル樣デアルガ、而モ尙風ニ依ル影響ノ大キナ事ヲ論ジ、雨下法ヲ臨機的ナ兵器(Gelegenheitswaffe)デアルト斷ジテ居ル。

他ノ文獻ニ到ツテハ單ニ雨下撒布攻擊法ノ存在ヲ認メル程度デアツテ特ニ參考トスベキ物ハナイ。各國ニ於ケル現況ガ如何ナルモノデアルカ全然不明デアル。

概シテ兵器ニハ一定ノ效果ヲ豫期スル事ガ必要デアツテ效果ノ動搖スル限リニ於テハ之ヲ定常的ト考ヘル譯ニハユカナイ。細菌兵器トシテノ最後ノ目標ハ流行ヲ惹起スル事デアル。之ニ對シテ現在ノ細菌學乃至流行病學ノ知識ハ何等決定的ナ事項ヲ示スモノデハナイ。或ル細菌ガ如何ニシテ感染ヲ起シ更ニ流行ニ迄發展スルカ、之ガ爲ニハ如何ナル外的及ビ內的ノ條件ガ必要デアルカハ全ク未知ノ領域デアル。

例ヘバ或ル細菌ガ吾人ノ身邊ニ如何ニ多數ニ存在スル場合ニ於テモ、此ノ存在自身ハ何等ノ意味ヲ持ツテ居ラナイ。之ガ吾人ノ體內ニ侵入スル經路ガ存在シ得ル場合ニ始メテ細菌ノ存在ノ危險性ガ現レル。而モ尙問題ハ之ノミニ止ラナイ。此ノ媒介ノ經路ニ依ツテ侵入ヲ可能ナラシメラレル細菌ノ量ト毒力ガ吾人ヲ發病サセル程度ニ迄到ルカ、（之ハ勿論當時ノ吾人ノ素因ニ從ツテ變化スル量デハアルガ）否カガ考ヘラレル。更ニ之ガ流行病ニ迄發達スルニハ當時ノ一般人ノ素因ノ綜合、細菌ニ及ス外因ノ條件ノ綜合及ビ社會的環境ガ極メテ適當ニ組合ハサレタ事ガ必要デアル。現在ノ細菌學ガ之ニ對シテ果シテ何物ヲ提示シテ呉レルデアラウカ。之等ノ諸條件ヲ超越シ得ル場合ニ始メテ細菌ハ定常的ナ兵器デアリ、此等ノ或ル條件ヲ有利ニ利用シ得レバ其ノ時ニ於テハ臨機的ナ兵器デアル。各國ノ目標ハ果シテ何レニ向ツテ居ルモノデアラウカ。吾ガ國民ノ將來性ヲ熟考スル時、斯カル諸外國ノ動向ニ對シ全ク無關心タリ得ヌノデアル。

雨下乃至撒布ニ依ツテ吾人ハ細菌ヲ正ニ地上ニ到達セシメル事ガ出來ル。場合ニ依ツテハ自然媒介者タリ得ルモノモ在ルデハアラウガ、少クトモ吾人ノ次ノ目標ハ地上ニ置ク事ノ出來タ細菌ヲ一般的ニ體內ニ侵入セシメルノ方策デナケレバナラナイ。此處ニ大イナル飛躍ノ必要ヲ認メル。之ニ關シテハ此處ニ述ブベキ範圍ヲ超越スルノデ省略シヤウ。

雨下乃至撒布ノ長所ト短所ハ上ニ述ベタ各章ニ於テ明カデアルト信ズル。吾人ハ之等ヲシテ定常的ナ效果ヲ發揮セシムベキ研究方向(極メテ廣汎多岐デハアルガ)ヲ認識シテ之ヲ等閑ニ附セザラン事ヲ望ムモノデアル。

以上ニ於テ吾人ハ之ニ對スル防禦ノ手段ヲ全ク考察シナカツタ。之ハ皇國多難ナル時何時カ必ズ問題トナルモノデアル。吾人ハ之ニ關スル何等ノ知識ヲ有シナイ。雨下乃至撒布自身ニ對スル防禦手段ハ積極的ナ制空權ノ獲得以外ニハ無イト信ズル。併シ乍ラ時ニ少數ノ敵機ガ侵入シテ來ル手段ヲ行使スル事ヲ全ク念頭外ニ置ク事ハ出來ナイ。斯カル手段ハ多クハ認ムベキ何等ノ徵候ナシニ執ラレルデアラウ。卽チ吾人ハ常ニ斯ル可能性ノ存在ヲ考慮シ、第一徵候ノ發スルト共ニ

直チニ之ガ防遏手段ヲ講ジ得ベキ大ナル防疫編制ト裝備、更ニ大ナル資材ノ準備ヲ等閑ニスル事ノ如何ニ危險デアルカヲ想念シ、世界情勢多端ナルト共ニ一日モ早ク此等ノ整備ヲ完了サレン事ヲ切望スルモノデアル。

（最後ニ御多忙中ニ拘ラズ御閱讀ノ勞ヲ賜ツタ增田美保大尉殿ニ深謝スル。）

陸軍軍醫學校防疫研究報告
第2部　第791號

しろねずみヨリ分離セル「ゲルトネル菌ノ菌型

陸軍軍醫學校防疫研究室（部長　石井少將）
陸軍軍醫少佐　浅見　淳
同　金子順一
丸山正夫

秘

第	2 部
原	著
分類	434—8 381—3
受附	昭和 19. 1. 17

1. 緒　　言

鼠類ニ由來スル「サルモネラ屬菌ニ就テノ研究ハ極メテ多ク、本邦ニ於テモ飯豐[1]、添川、大坪[2]、井手[3]、八田[4]、中黒[5]、溝上[6]等々枚擧ニ遑ノナイ程デアル。例ヘバ野鼠カラハ S. ent. 1.(中黒、八田、井手)、S. ent. var. chaco(井手)、S. ent. var. danysz(八田、井手)、S. mikawasima(八田)、S. typhi murium (溝上) 等又しろねずみヨリハ添川、大坪及井手等ハ S. ent. var. chaco ヲ記載シテ居ル如キデアル。

余等ハ昭和18年初夏當研究室デしろねずみカラ得タ菌株ニ就テ若干檢査シタノデ次ニ報告スル。

註：上記しろねずみトハだいこくねずみヲ指スガ、野鼠ハのねずみノコトデハナク、いへねずみ、どぶねず等ヲ指シテ居ル。

2. 材　　料

防疫研究室デ保管中ノしろねずみノ斃死スルモノヲ連日細菌學的、病理組織學的ニ檢査シタ内、昭和18年5月1日カラ7月下旬ノ間ニ取扱ツタ366匹ニ就テ、心血、肝、脾、腸（主ニ小腸下部）ヲ「カウフマン增菌法以下型ノ通リ處置シ、中106匹カラ分離シ得タ「サルモネラ屬ト思ハレルモノ169株デアル。

對照株ニハ「サルモネラ」委員會分與ノモノヲ用ヒタ。

3. 試 驗 方 法

小島、八田「食物中毒菌」(昭和15年)ニ準據シタ。但シ粘液堤形成ハ中黒・淺見法ニヨリ、又因子血清ハ防疫學教室調製ノ乾燥血清ニヨリ行ツタ。食餌試驗ハ「パン」ノ代リニ麩ヲ用ヒタ。

4. 試 驗 成 績

第1表乃至第4表ノ樣デアル。

169株ハ生物學的及血清學的性狀ガ全ク一致スルノデ、表ニハ内20株ノミヲ記シテアル。

抗元構造決定ヲ目的トスレバ、本菌ニヨル免疫血清ヲ更ニ試驗スベキデアルガ、別表ノ成績ニ依ツテ本菌ガ總テ S. enteritidis 1. ニ一致スルト認メタノデ、之ヲ省略シタ。

第1表　培　養　性　状　表

菌株名	形態（單染色）	運動	グラム染色	インドール反應	ラッセル培地 斜面	ラッセル培地 高層	中性紅寒天	ラクムスモルケ	醋酸鉛寒天	牛乳培地	粘液堤	糖加ペプトン水 グルコーゼ	マンニット	ズルヂット	ソルビット	イノヂット	マルトーゼ	アラビノーゼ	ラムノーゼ	キシローゼ	トレハローゼ	デキストリン	アドニット	ザリチン	サツカローゼ	ラクトーゼ
84 D	短小ナル桿菌	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
131 D	僅ニ短型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
413 L	短型太シ	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
413 D	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
414 D	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
417 L	短型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
418 D	短型僅ニ太シ	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
418 L	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
419 D	短型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
419 L	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
420 D	短型僅ニ太シ	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
421 L	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
424 L	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
425 D	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	±	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
426 D	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
427 L	僅ニ太シ	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
430 L	僅ニ短型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
431 D	僅ニ長型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
435 L	短型太シ	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
436 D	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S64 enteritidis	長型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S65 dublin	僅ニ長型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	−	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S66 rostock	僅ニ短型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	±	+	+	+	+	−	+	+	−	+	+	+	−	−	−	−
對照 S67 moscow	長型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S68 dlegdam	〃	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	±	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S69 berta	短型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S70 eastbourne	僅ニ短型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S 1 paratyphi A	僅ニ長型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	−	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+	−	−	−	−
對照 S 3 〃 B	短型太シ	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−
對照 S33 〃 C	長型	+	−	−	−/⊕	⊕	+	+	−	+	+	+	+	+	−	+	−	+	+	+	+	−	−	−	−

備考　表中Dハ腸、Lハ肝臓ヨリ檢出セルモノヲ示ス。

第3表　凝　集　反　應

	定量的凝集反應				因子血清ニ依ル抗原分析																				
					O—血清							H—血清													
												I—相												II—相	
	PA (×)	PB (×)	PC (×)	G (×)	I	II	IV	V	VI	VII	IX	a	b	e	h	f	g	m	t	c	p	u	q	1.2	1.5
D	100	200	200	3200							+						+	+							
D	400	200	200	3200							+						+	+							
L	800	200	200	6400							+						+	+							
D	800	200	200	6400							+						+	+							
D	800	100	100	6400							+						+	+							
D	800	200	—	6400							+						+	+							
L	800	200	200	6400							+						+	+							
D	400	200	100	3200							+						+	+							
L	800	100	—	6400							+						+	+							
D	800	200	100	6400							+						+	+							
L	800	200	200	6400							+						+	+							
D	400	100	100	3200							+						+	+							
L	400	400	100	6400							+						+	+							
L	200	800	—	6400							+						+	+							
D	200	800	—	6400							+						+	+							
D	200	800	—	3200							+						+	+							
L	100	800	—	6400							+						+	+							
D	100	800	—	6400							+						+	+							
D	200	800	—	6400							+						+	+							
D	100	800	—	6400							+						+	+							
64	200	800	—	6400							+						+	+							
65	400	800	—	6400							+						+				+				
66	200	400	—	3200							+						+				+	+			
67	400	800	—	3200							+						+						+		
68	200	800	—	6400							+						+	+					+		
69	100	800	—	6400							+					+	+		+						
70	200	400	—	6400							+			+	+										
1	3200	400	400	200	+	+						+													
3	200	3200	200	1600			+	+					+											+	
33	200	200	6400	100					+	+										+					+

第2表　鑑別培養表（「ビツター・シモンズ」）

菌株名		ビツター培地				シモンズ培地			
		アラビノーゼ	ツルヂット	グルコーゼ	ラムノーゼ	アラビノーゼ	ツルヂット	グルコーゼ	ラムノーゼ
84	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_1$
131	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_1$
413	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
〃	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
414	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_1$
417	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
418	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_1$
〃	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_1$
419	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
〃	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
420	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
421	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
424	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
425	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
426	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
427	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
430	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
431	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
435	L	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
436	D	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_2$
對照	S 64	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_1$
	S 65	−	−	−	−	$-_8$	$-_8$	$-_8$	$-_8$
	S 66	−	−	−	−	$-_8$	$-_8$	$-_8$	$-_8$
	S 67	+	−	+	+	$+_1$	$+_4$	$+_1$	$+_2$
	S 68	−	−	−	−	$-_8$	$-_8$	$-_8$	$-_8$
	S 69	+	+	+	+	$+_1$	$+_1$	$+_1$	$+_1$
	S 70	+	±	+	−	$+_1$	$+_1$	$+_2$	$+_2$
	S 1	−	−	−	−	$-_8$	$-_8$	$-_8$	$-_8$
	S 3	+	−	+	−	$+_1$	$+_2$	$+_1$	$+_2$
	S 33	−	−	+	−	$-_8$	$-_8$	$-_8$	$-_8$

第4表 食 餌 試 驗 表

菌株番號	115 D	153 D	213 D	272 D	291 L	406 L	434 D	439 L	455 L	462 L	對照 S 64	對照 健康マウス
動物數 / 日次	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	5
1												
2					1							
3	1	1		1		1	2	1				
4			2			3	2	1	2			
5	3	2	2	1	1	2	1	2	6	3		
6	3	3	2		7		2		4	6		
7	2	4	5	5	4	9	3	2	4	5	2	
8	6	3	3	3		3	1	8	3	2	1	
9	2	2	1	6	2			1		3	1	
10		2	2	1	2				1			
11	2	1		2	1	1	1	1			1	
12	1	1	1	1			1	1		1	2	
13			1				2	2			1	
14		1						1				
斃死數	20	20	19	20	18	19	15	20	20	20	8	0

5. 結 論 及 考 按

1. 余等ハ當研究室ニ於テしろねずみヨリ分離シタ「サルモネラ屬菌169株ヲ檢シ、總テS. enteritidis 1. ニ一致スルコトヲ認メタ。

2. 當研究室カラ出シタしろねずみニ就テ、南方軍防疫給水部デハ他ニ鼠ちふす菌ヲ、中支防疫給水部デハ Rostock 型ヲ分離シテ居ルガ、余等ノ檢査デハ之等ヲ發見シナカツタ。

3. 余等ノ株ガ總テ ent. 1. デアル事ハ之ガ動物舍內感染ニヨルモノデアル事ヲ疑ハセル。勿論余等ハ之ヲ否定スルモノデハナイ。

他方當時ハ舍內流行ノ徵トシテノ大量死亡ハ認メズ、該期間內ニ取扱ツタしろねずみノ全數ニ對シ斃死率ハ約5%、(內檢査シタモノハ約30%)、其ノ內ノ約29%(106/366)ニ本菌ヲ證明シタモノデ、之ノ事ハ特ニ本型ガ健常しろねずみニ屢ゝ見ラレルト云フ事實ト、之ガ一般狀況ノ理想的デハナイ大量飼育ノ樣ナ場合ニ發病致死因ニナル事ノアルト云フ事實ヲ再認識セシメルモノデアル事ヲ强調シタイ。

4. しろねずみノ斯樣ナ減耗防止ノ爲豫防接種ヲ實施シヤウトスル考ハ立場ニヨツテハ種々議論モアルト考ヘルガ、兎ニ角實施スルトスレバ、「ゲルトネル屬中デ特ニ ent. 1. 型ヲ重視スベキ事ヲ本成績カラ推論シタイ。

5. しろねずみノ飼育地ニ於テモ健常ナルモノニ「サルモネラ屬菌ノ存スル事ヲ顧慮シ、昭和18年7月下旬、代表的飼育地デ廣汎ナ地域ニ涉リ抽出的ニ飼育箱內ノ新鮮糞便檢索ヲ計約200件

施テ實施シタ結果ガ案外ニモ全部陰性ニ終リ、本成績ト何等ノ聯關モ求メ得ナカツタ事ヲ玆ニ記シタイ。

文 獻

1) **飯豊勝三郎**: 細菌誌、第382號、第695頁、昭和2年　2) **添川正夫、大坪太郎**: 同上、第490號、第683頁、昭和11年　3) **井手正典**: 日本醫事新報、第744號、第4285頁、昭和11年　4) **八田貞義**: 實驗醫誌、第21卷、第335頁、第878頁、第1205頁、昭和12年　5) **中黑秀外之**: 軍醫誌、第283號、第1695頁、昭和11年　6) **溝上三郎**: 同上、第357號、第161頁、昭和18年　7) **內藤良一**: Salmonella 屬因子血淸、昭和15年　8) **小島、八田**: 食物中毒菌、昭和15年