

光の散乱に関する粉体の研究(第2報)

透明粉体層による散乱反射光の強度分布

早川宗八郎、林喜男*

Studies on the Properties of Powder from Its Light-Scattering II.

Intensity-Distribution of Scattered Reflection from
the Layer of Transparent Powder

Sohachiro HAYAKAWA and Yoshio HAYASHI

ABSTRACT: This paper is the second of a series describing a quantitative survey of the relations between the optical properties and the other factors of the powders, such as the size and the shape. A beam of a nearly monochromatic light was thrown through a slit on the powder layer composed of the substances adopted in the previous paper. Then, the scattered light reflected backwards the layer with an infinite thickness was photographed on a process plate in an intimate contact with it, and the intensity-distribution was measured by means of photographic photometry.

An approximate formula was derived theoretically, giving an intensity of scattered light at a point distant x from the center. It was expressed by

$$r(x) = r_0 e^{-\frac{h^2}{2}x^2} e^{-\mu x} \left(1 - \frac{\mu}{2}x + \dots\right)$$

where r_0 is the reflected intensity at the center, h , the coefficient of diffusion of light and μ , the parameter of correction meaning the absorption. The agreement of the formula with experimental results was proved satisfactory, and finally a more convenient, experimental formula was proposed:

$$r(x) = r_0 \frac{C^2}{C^2 + x^2}$$

The determined values of the parameters expressed reasonably the characteristics of the powder.
(Received May 1, 1952)

1. まえがき

この研究は粉体及び螢光体に関する廣汎な研究の一部である。スリットを通して粉体の層に入つた平行光がその中で散乱し如何なる強度分布を示すかという問題は、顔料の光の拡散性、電子顯微鏡やテレヴィジョンの像の鮮銳度、或いは X 線

の増感紙に関する問題等に対して、一つの基礎的な鍵点となつてゐる。前報⁽¹⁾の散乱透過光の研究に引続いて、今回は模型実験を中心として光の散乱の様子を透明粉体層の反射強度分布の測定により研究した。反射の問題が実用的な意味で取上げられるのは大抵充分厚い粉体の層に対してなので、こゝでも無限大の厚みと考えられる場合を主

* 慶應義塾大学工学部特別研究生

体に研究した。

一方理論的な考察から前報の理論を適用して、実験結果と対照すべき近似的な理論式を誘導し散乱の性質を考究した。又、この理論式はやゝ複雑なので、実用上簡単で便宜と思われる実験式を提唱し、粉体の散乱に関する定量的な係数を決定することが出来た。尙その係数の値と粉体の形、大きさ等の因子との関係が一応明らかにされたので、こゝに報告する。

2. 実 験

(1) 実験方法

粉体層による散乱反射光の強度分布を測定する装置の主要部は Fig. 1 の如くである。光度分布を均一にした平行光が上より照射され、フィルター F を通つて、スリット S に向う。スリットを通過した光は写真乾板 P の乳剤の隙間を通つて試料容器 M 中の粉体層に入る。こゝで散乱さ

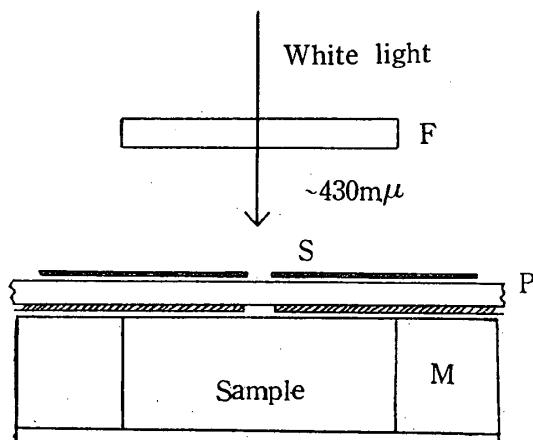


Fig. 1

Table 1. Samples and Their Properties

Mark	Substance	Separation by sieving	Size	Shape	Apparent density (g/cc)
M II	Meta-acryl resin powder	30~48 mesh	Average 0.356 mm	spherical	0.719
M I	"	48~80	0.235	"	0.729
G III	Glass powder	48~80	0.235	rough	1.285
G II	"	100~150	0.125	"	1.235
GI*	"	250~280	0.057	"	1.148
GI°	"	250~280	0.057 length 0.080 dia 0.007	spherical	1.422
G I rod	"	250~280	rod-like	0.953	
Z III	ZnO (800°C)		100~200 mμ	rod-like	0.595
Z II	ZnO (400°C)		10~40	rod-like	0.333
Z I	ZnCO ₃		—	—	0.392

れ反射した光の強度分布を上面の乾板 P の感光によつて、写真測光法で測定した。

光線の波長： Wratten Filter No. 47 を用いて大略 4300Å 近傍の青色の光を使用した。

スリット： 乾板の手札型と同じ大きさの黒いセルロイド板に巾 1.0 mm, 長さ約 10 mm の孔を二つあけてスリットとした。

写真乾板： 使用した光が青色であり、実験上の操作を便にする為赤ランプを点ずることが出来る様に、オリエンタル・プロセス乾板を使用した。これに、スリットに用いたセルロイド板と同じ大きさの板を用意し、スリットの位置に合せて巾約 1.2 mm, 長さ約 12 mm の孔をあけた。その板を乾板にのせ、乳剤膜の孔に当る部分を細いノミではぎとつて、スリットの位置に合つた乳剤の隙間を作る。こゝから光線が通過して試料に入照し、反射した光を孔の両側の乳剤で感光させる。

光学的楔： 写真乾板による測光の為、実測の感光像のまわりに標準を入れる。その光学的楔は 4300Å の光に対して wedge constant $1.31(\text{cm}^{-1})$ である。撮影した乾板を理研マイクロフォトメーターにかけ、濃度曲線を書き、標準と比較し換算して強度分布を求めた。実験の精度は感光の示性曲線が直線の範囲で ±2% 程度である。

試料容器： 無限大の厚さに対応する実験を行う為に、径 30 mm の孔をあけた厚さ 5 mm のガラス板を三枚バルサムではり合せて深さ 15 mm として用いた。底はガラス板を張り透過光を調べたが、何れの試料に対しても透過光は認められなか

つた。

(2) 試料

実験の試料は前報に用いたものと同一である。

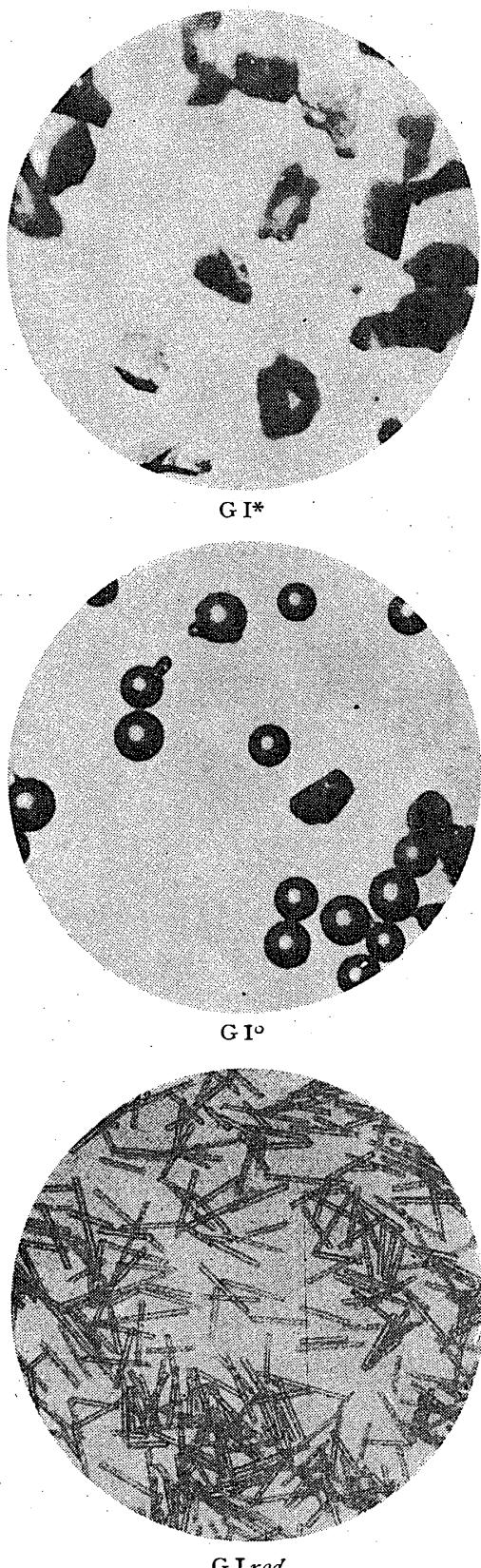


Fig. 2 Microscopic Photographs of Some Samples ($\times 100$)

唯、GIの大きさのガラス粉末として、粗形のものと球形のものとを用いていたが、今回は更に柱状のものを同一級別によって用い、GI rodと記号した。試料とその性質の大要を提げると、Table 1の如くである。GI*, GI°, 及び GI rodを比較する為に、その顕微鏡写真を提げた。参照され度い。(Fig. 2)

3. 理論式

粉体による光の散乱に関して、その問題の従来の考え方と、二次元の取扱への拡張の試みについては既に前報に於て概観した。⁽²⁾⁻⁽⁵⁾ こゝでは理論式を導くのに一般的な展開を用いる方法⁽⁶⁾はしばらく置いて、前報の実験結果によつて検討された透過光についての近似的な理論式を反射の場合に適用して近似式を導いた。

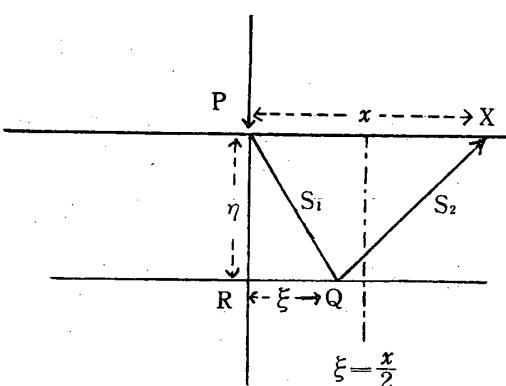
厚さ l の粉体の層に光が入射した際、透過面で入射点から x の距離にある点の強度 $t(l, x)$ は、 $x=0$ の点の強度 $t(l, 0)$ と次の関係にある。

$$t(l, x) = \frac{1 + (nl - 1)\rho}{1 - (n\sqrt{l^2 + x^2} - 1)\rho} e^{-h^2 x^2} t(l, 0) \quad (A)$$

これが前報に得られた結果である。こゝに n は拡散に関する係数、 ρ は粉体の一層による反射率、 n は単位長さ当たりの粉体の層の数である。 n が充分大のときは

$$t(l, x) = \frac{l}{\sqrt{l^2 + x^2}} e^{-h^2 x^2} t(l, 0) \quad (B)$$

となる。(A) 或いは(B)は透過のときの実験結果をよく表現している。



$$S_1 = \sqrt{\xi^2 + \eta^2}$$

$$S_2 = \sqrt{(x - \xi)^2 + \eta^2}$$

Fig. 3

さて、厚さが半無限の二次元の場合の反射に關

する我々の問題を考える。Fig. 3 に於て、粉体層の上面にスリット上的一点 P から光が入射した場合、P より x だけ離れた点 X に於ける反射光の強度 $r(x)$ が求め度い。X にくる光の中 Q(ξ, η) から反射してくる光、即ち粉体の中で散乱している中一番深くまで入った点が Q である様な光を考える。もし粉体の層が図に於て RQ を結ぶ線までの有限の厚み η のものであるとすれば、Q に於ける強度は (A) 又は (B) の表現により $t(\eta, \xi)$ になる。次にこの厚さ η の仮想の粉体層の Q に垂直に入つた光を考えると、これが X に於て示す強度は $t(\eta, x-\xi)$ となる。実際は RQ の先にも粉体は無限に続いている。しかし、上述の光が重なり合うことを考えれば

$$t(\eta, \xi) t(\eta, x-\xi) \quad (1)$$

の因子をもつてゐることは容認出来る。簡単の為 $t(l, x)$ の表現は (B) による。P から入つた光が Q を通つて X に行くときの強度は

$$\frac{\eta}{\sqrt{\xi^2 + \eta^2}} e^{-h^2 \xi^2} \frac{\eta}{\sqrt{(x-\xi)^2 + \eta^2}} e^{-h^2 (x-\xi)^2} \times \chi(x, \xi, \eta) \quad (2)$$

とかける。 $\chi(x, \xi, \eta)$ は次の意味の因子である。

- (a) $[t(\eta, 0)]^2$ の項
- (b) 粉体層が半無限で有限厚み η でないことの補正
- (c) P が Q 方向に来た光が X の方向に反射していくので、Q に於て逆方向に RQ 面に垂直に入るわけではない。その為の補正。

$\chi(x, \xi, \eta)$ を計算することは困難である。しかし物理的に PQ, QX 間の道程で上の重ね合せからはずれてくれると考えて、次の式で近似出来ると仮定する。

$$e^{-\mu \{ \sqrt{\xi^2 + \eta^2} + \sqrt{(x-\xi)^2 + \eta^2} \}} \quad (3)$$

μ は減衰の意味をもつた補正の係数である。

(3) を (2) に用いて、 ξ, η について積分すれば、X に於ける強度 $r(x)$ が得られる。

$$r(x) = A \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{\eta^2}{\sqrt{\xi^2 + \eta^2} \sqrt{(x-\xi)^2 + \eta^2}} \times e^{-h^2 \{ \xi^2 + (x-\xi)^2 \}} \\ \times e^{-\mu \{ \sqrt{\xi^2 + \eta^2} + \sqrt{(x-\xi)^2 + \eta^2} \}} d\eta d\xi \quad (4)$$

A は $\int_{-\infty}^{\infty} r(x) dx$ が入射光度になる様に選ばれる規準化の係数である。

(4) の積分を次の二段階に分けて考える。

(1) η に関する積分

$$I_{\eta} = \int_0^{\infty} \frac{\eta^2}{\sqrt{\xi^2 + \eta^2} \sqrt{(x-\xi)^2 + \eta^2}} \times e^{-\mu \{ \sqrt{\xi^2 + \eta^2} + \sqrt{(x-\xi)^2 + \eta^2} \}} d\eta \quad (5)$$

$$\sqrt{\xi^2 + \eta^2} + \sqrt{(x-\xi)^2 + \eta^2} = \zeta$$

とおけば

$$I_{\eta} = \int_{\zeta}^{\infty} \frac{\eta}{\zeta} e^{-\mu \zeta} d\zeta$$

となる。分積の下限は

$$\begin{cases} x-2\xi & (\xi \leq 0) \\ x & (0 \leq \xi \leq x) \\ 2\xi-x & (x \leq \xi) \end{cases}$$

である。(6) は不定積分が出来ないので、被積分函数の性質を考慮して、 $\xi=x/2$ に沿つての積分に比例すると近似評価する。

$$I_{\eta} \sim \int_x^{\infty} \frac{\sqrt{\zeta^2 - x^2}}{2\zeta} e^{-\mu \zeta} d\zeta \\ \sim e^{-\mu x} \left(1 + \frac{\mu x}{2} + \dots \right) \quad (7)$$

この式では I_{η} の中の ξ が消えているので、 ξ に関する積分は独立に行えればよい。

(2) ξ に関する積分

$$I_{\xi} = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-h^2 \{ \xi^2 + (x-\xi)^2 \}} d\xi \\ = e^{-\frac{h^2}{2} x^2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{h^2}{2} (2\xi-x)^2} d\xi \\ \sim e^{-\frac{h^2}{2} x^2} \quad (8)$$

式 (4) 中の ξ 及び η に関する積分の評価式が得られたので、(7) 及び (8) を (4) に代入して最後の式が求まる。

$$r(x) = r_0 e^{-\frac{h^2}{2} x^2} e^{-\mu x} \left(1 - \frac{\mu x}{2} + \dots \right) \quad (C)$$

但し $\frac{\mu x}{2} \ll 1$

ここで r_0 は中点 $x=0$ に於ける反射强度である。

尚、スリットの巾が大であるときは、スリットの中央から距離 x にある点の反射強度は

$$r(x) = \frac{r_0}{2S} \int_{-s}^s e^{-\frac{h^2}{2}(x-z)^2} e^{-\mu(x-z)} \left(1 + \frac{\mu(x-z)}{2} + \dots\right) dz \quad (C')$$

となる。

4. 理論と実験の比較. 実験式

実験結果と理論式による強度分布を比較する際反射による散乱は強く且比較的拡りを持つているので、スリットの巾に対しての補正は無視出来る。即ち、(C) 式で検討すればよい。(C) の中で μ は理論上透過の際に求めた μ の値を用いるべきである。問題は適当な μ の値を求めることになる。(C) の対数をとれば

$$\log r(x) = \log r_0 - \frac{h^2}{2} x^2 - \frac{3}{2} \mu x + \dots \quad (9)$$

を得る。即ち、 $\log r(x) + \frac{h^2}{2} x^2$ と x を夫々縦軸並びに横軸にとれば、(9) の関係は近似的に直線になることを示し、その傾きから μ を決定することが出来る。

実験結果は透過の際は相対強度で得られたが、今回は入射強度に対して絶対的な強度として得られている。各試料について適当な x の値について実測値を Table 2~4 の $r(obs.)$ の列に掲げた。これより、Table 5 に記した μ の値を用いて(9) 式による $\log r + \frac{h^2}{2} x^2$ と x との直線関係を検討してみると、メタクリル酸樹脂粉末とガラス粉末による模型実験では x の余り大きくない範囲では直線関係はよく成立する。これより比較的精度よく μ を決定することが出来た。酸化亜鉛並びに炭酸亜鉛に対しては μ の値が負になる。これは μ の元来の意味に適合しないので検討を要するものである。 μ の値は Table 5 に掲げた。 μ を求める際に同時に $x \rightarrow 0$ に対して r_0 を求めることが出来る。しかし、スリットに多少の巾のある為に r_0 の精度は相当低いので、一応不合理とは思えない r_0 の値を得たが提げる意味が薄いので省略した。 μ の決定の際の直線から理論式(C)に適合する $r(x)$ の計算値が得られる。これが Table 2~4 で $r(eq. C)$ と記した列の値である。

こゝに理論的に導かれた (C) 式は多くの仮定

や近似を行つた上に、尚複雑である。又透過光の場合の μ の値を用いるという不便さもある。その為実験結果をよく表現する簡単な実験式を提倡しておくのも、実用上の問題等から考えれば決して要なしとはしない。即ち、唯一つのパラメータ C をもつた簡単な式

$$r(x) = r_0 \frac{C^2}{C^2 + x^2} \quad (D)$$

が実験結果を比較的よく表現することを知つた。各試料について決定された C の値、並びに強度分布の計算値 $r(eq. D)$ は夫々 Table 5 及び Table 2~3 に示した。(D) は偶然にも平均値 $m = 0$ の場合の Cauchy の分布 $C/\pi(C^2 + (x-m)^2)$ になつてゐる(7)。

Table. 2

Sample	x (mm)	$r(obs.)$	$r(eq. C)$	$r(eq. D)$
M II	2	0.135	0.142	0.1471
	3	0.932	1.010	0.826
	4	0.520	0.638	0.518
	5	0.335	0.380	0.351
	6	0.212	0.213	0.253
	7	0.144	0.114	0.189
	8	0.096	0.057	0.147
	9	0.035	0.028	0.118
	10	0.015	0.012	0.097
M I	2	0.0950	0.0982	0.0980
	3	0.445	0.470	0.431
	4	0.236	0.249	0.243
	5	0.157	0.117	0.156
	6	0.091	0.050	0.107
	7	0.072	0.020	0.079
	8	0.035	0.007	0.058

Table. 3

Sample	x (mm)	$r(obs.)$	$r(eq. C)$	$r(eq. D)$
G III	2.0	0.138	0.138	0.147
	2.5	0.750	0.839	0.595
	3.0	0.415	0.486	0.345
	3.5	0.243	0.264	0.232
	4.0	0.152	0.134	0.169
	4.5	0.112	0.062	0.128
	5.0	0.090	0.027	0.102
	5.5	0.068	0.011	0.084
	6.0	0.054	0.004	0.068

Sample	x (mm)	r (obs.)	r (eq. C)	r (eq. D)
G II	1.0	0.101	0.0973	0.101
	1.5	0.0442	0.0457	0.0402
	2.0	0.0205	0.0186	0.0224
	2.5	0.0112	0.0064	0.0138
G I*	1.0	0.119	0.114	0.116
	1.5	0.0370	0.0395	0.0347
	2.0	0.0152	0.0102	0.0163
	2.5	0.0088	0.0019	0.0095
	3.0	0.0051	0.0003	0.0059
G I°	1.5	0.082	0.0760	0.0840
	2.0	0.0356	0.0367	0.0321
	2.5	0.0165	0.0172	0.0181
	3.0	0.0084	0.0080	0.0117
	3.5	0.0051	0.0029	0.0086
	4.0	0.0042	0.0010	0.0067
	4.5	0.0033	0.0003	0.0053
	5.0	0.0026	0.0000	0.0043
	5.5	0.0012	0.0000	0.0036
	6.0	0.000	0.0000	0.0030
GI red	1.5	0.110	0.106	0.116
	2.0	0.053	0.0530	0.0430
	2.5	0.022	0.0241	0.0236
	3.0	0.0115	0.0101	0.0151
	3.5	0.0087	0.0038	0.0096
	4.0	0.0063	0.0024	0.0074
	4.5	0.0045	0.0004	0.0059
	5.0	0.0037	0.0001	0.0048
	5.5	0.0025	0.0000	0.0039
	6.0	0.000	0.0000	0.0033

Table. 4

Sample	x (mm)	r (obs.)	r (eq. D)
Z III	1.5	0.0475	0.0490
	2.0	0.0320	0.0326
	2.5	0.0239	0.0226
	3.0	0.0155	0.0164
	3.5	0.0084	0.0136
	4.0	0.0055	0.0104
	4.5	0.0043	0.0082
	5.0	0.0036	0.0061
	5.5	0.0032	0.0055
	6.0	0.0029	0.0046
Z II	1.5	0.0307	0.0289
	2.0	0.0148	0.0150
	2.5	0.0094	0.0092

Sample	x (mm)	r (obs.)	r (eq. D)
Z II	3.0	0.0064	0.0062
	3.5	0.0047	0.0045
	4.0	0.0033	0.0034
	4.5	0.0025	0.0029
	5.0	0.0021	0.0022
Z I	2.0	0.0249	0.0251
	2.5	0.0130	0.0127
	3.0	0.0076	0.0079
	3.5	0.0052	0.0047
	4.0	0.0037	0.0036
Z I	4.5	0.0026	0.0028

Table. 5

Sample	\hbar	σ	μ	C
Meta-acryl resin MII	0.24	2.95	0.18	3.05
" MI	0.29	2.44	0.25	1.22
Glass powder GIII	0.53	1.34	0.21	0.73
" GII	0.79	0.89	0.47	0.26
" GI*	1.11	0.67	0.38	0.17
" GI°	0.61	1.16	0.45	0.34
" GI red	0.60	1.18	0.50	0.37
ZnO (800°C)	Z III	<0.80	>0.88	0.52
" (400°C)	Z II	>0.80	>0.88	0.17
ZnCO ₃	Z I	0.80	0.88	0.18

5. 考 察

(1) 定性的考察

Table 2~4 に提げた結果は適當な x の値に対しての実測値であるが、濃度曲線から連続的な曲線として得られる実験結果を図示してみると、Fig. 4~7 となる。その図中の実線が実測値である。これらから得られる定量的な考察は (2), (3) に譲つて、始め定性的に得られる結論は次の如くである。

(a) 同じ形の同じ物質では、粒径の大きくなる程、散乱が大きい。

Fig. 4 に於ける MII, MI の比較、Fig. 5 に於ける GIII, GII, GI* の比較、Fig. 7 に於ける Z III, ZI, Z II の比較から明瞭である。

(b) 粒径が同一であれば、形が球に近く滑かである程、即ち表面構造が単純である程、散乱は大きい。

Fig. 4 の MI と Fig. 5 の GIII は篩別は同一で、メタクリル酸樹脂もガラスも略同一

の屈折率をもつが、MI の方が散乱が大きい。Fig. 6 に於ける GI* と CI° との関係も上の考察を支持する。但し、GIrod が GI° より大きい分散を示すのはその形による充填の

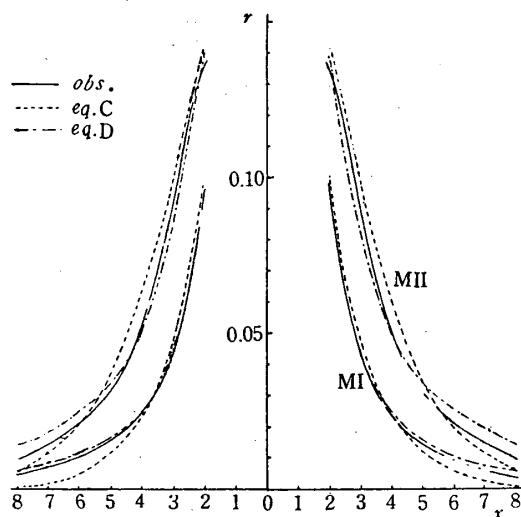


Fig. 4

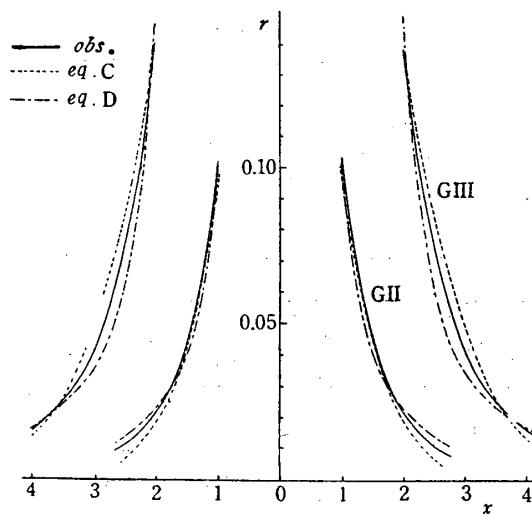


Fig. 5

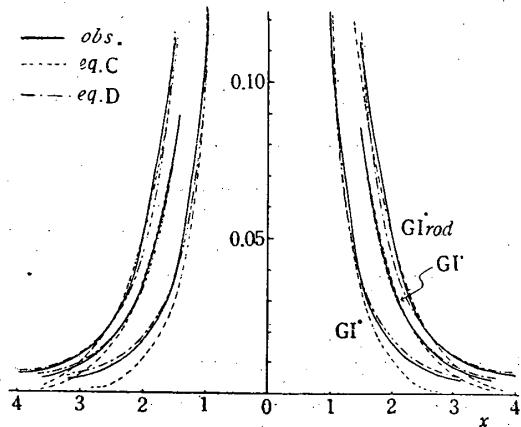


Fig. 6

差の為と思われる。Table. 1 に見る様に GIrod は甚だ空隙率の多い充填をしている。

(c) 以上の結論は透過光の際に、散乱を支配する parameter σ の性質と全く一致するものである。

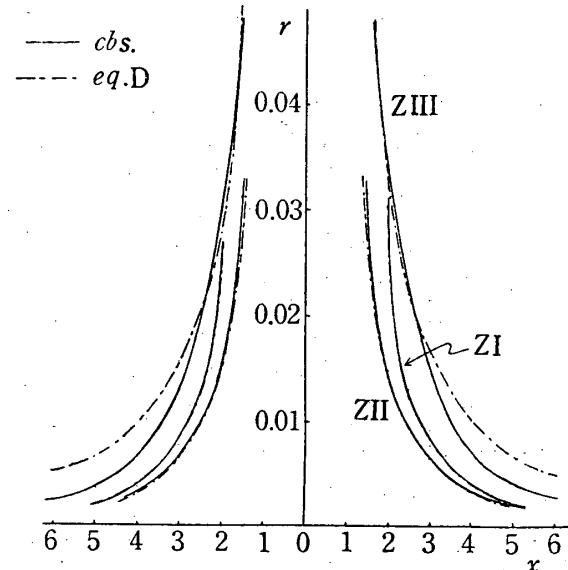


Fig. 7

(2) 理論式 (C) の適用について

前節に述べた(9)式を用いる方法で理論値の曲線を Fig. 4~7 の中の点線で示した。 x の小さい範囲ではよい一致を示すが、 x 大になると実測値よりずつと小さい値を示す。その理由は一つは $\mu v/2$ を 1 より充分小として展開したことにも因るであろうが、むしろ、透過のときの理論式を適用する場合の仮定や近似にあるものと思われる。

μ の値は元来補正的な意味をもつもので、Table 5 から見られる様にその値と粉体の性質との間に直接関係はなさそうである。唯、数値の order として略一定した値を示したのは、この補正が或程度意味のあることを示している。ZI, ZII, ZIII について μ が負になつたことについては、理論に対して更に根本的な検討を必要としよう。

(3) 実験式 (D) の適用について

Fig. 4~7 の中で鎖線で示したのが、(D)式による曲線である。これは (C) 式による曲線より x が小の範囲ではすこし適用が悪いが、 x が大の範囲では減衰が小さいので実験値との一致はずつとよい。むしろ、実用としてはこの方が便である。しかも C の値は Table 5 で見る様に粉体の性質を精度よく表現し、考察 (1) による定性的

結論を定量的によく表している。

(4) 反射と透過の相違について

透過のときの相対強度は (A) 又は (B) で与えられる。このとき $1/2$ の相対強度を与える x の値を $x_{h,t}$ (半巾値の半分) とする。近似的に

$$x_{h,t} = \sqrt{\ln 2} h = 0.83 h \quad (10)$$

である。

一方、反射の場合 (D) 式で表現されると考えれば、相対強度は r/r_0 で、 $1/2$ の相対強度を示す x の値を $x_{h,r}$ とすれば

$$x_{h,r} = C \quad (11)$$

となる。(10) 式と (11) 式とを Table 5 の数値よつて比較してみると、粒径の大きい粉体では $x_{h,t}$ が $x_{h,r}$ より小であるが、粒径が小になると、この関係は逆になる。即ち粒径の大きい粉体では反射の方が透過より散乱が大きいが、粒径が小のものでは反射の方が散乱が小になる。X 線増感紙の際前面の増感紙より、背面の増感紙の方が塗料が厚いにも拘らず鮮鋭度がよいといわれている事実もこれと傾向を一にするものと思われる。

(5) 鮮鋭度測定のときの実験式の誘導

X 線増感紙や写真乾板の鮮鋭度を測定するとき屢々直線の edge をもつ半無限の板を用いる。これより切線法⁽⁸⁾ とか面積法⁽⁹⁾ とかによつて鮮鋭度の parameter C を求める。今上の実験に対応して我々の parameter C を決定する式を導いておこう。 (D) 式を $\int_{-\infty}^{\infty} r(x) dx = 1$ で規準化すると、 $r_0 = 1/(C\pi)$ となる。

$$r(x) = C/\pi(C^2 + x^2) \quad (12)$$

求むる式は $r(x-\xi)$ を ξ について 0 から ∞ まで積分したもので、 $r^*(x)$ と記す。但し、原点は edge にとり、光を遮蔽した部分を負の半無限領域にとつてある。

$$r^*(x) = \int_0^{\infty} r(x-\xi) d\xi \\ = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arcsin\left(\frac{x}{\sqrt{C^2 + x^2}}\right) \quad (13)$$

を得る。これより切線法或いは面積法による parameter と C との関係が導かれる。

(5) 粉体層の厚さの効果について

この報文での実験はすべて半無限と考えられる非常に厚い粉体層によつてのみ行つた。これは实用上の意味もあるが、反射の場合散乱の様子が厚

さには余りよらないであろうという予想があつたからである。事実 GI° の試料について厚さ 1mm の場合の測定を行つた。その結果を Fig. 8 で示しておいたが、これからも判断される様に半巾値その他散乱に関する性質は絶対強度が低下した以外には、半無限の場合と余り差はない。しかし、有限層の場合も多少は興味もあるので今後の研究に俟ちたい。

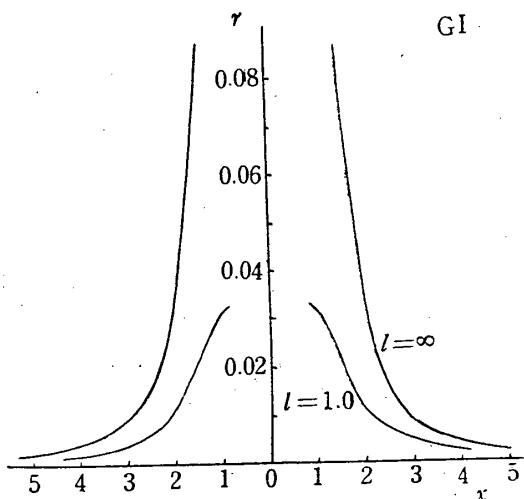


Fig. 8

6. むすび

以上の結果をまとめれば

(1) 半無限の厚さの透明粉体層による散乱光の反射強度について理論的な考察を行い、その強度分布に対する近似的な式 (C) を誘導した。その式は散乱に関する係数 σ と補正の係数 μ を含んでゐる。

(2) 種々の大きさ・形の試料について、スリットを通した単色平行光の粉体層による反射強度分布を写真測光法で測定した。その結果に理論式を適用し、その一致が満足すべき程度のものであることを確めた。

(3) しかし、理論式は相当近似して尙複雑であるので、一つの係数 C を含んだ実験式 (D) を提唱し、これも (C) と同程度によく実験値を表すことを示した。各試料について得られた係数の推定値は Table 5 の如くである。

(4) 散乱の様子を示す C 或いは σ は透過の場合と同じく、粒径の大なる程、又表面構造の滑らかである程大きい値を持つ。 C は形や大きさによつて著しく変化し、精度よく決定されるので、粉

体の性質を示す parameter として適切であると考えられる。

(5) 透過の場合、及び他の鮮銳度の測定の場合と比較検討した。

尙、有限厚みの場合、有色粉体の波長特性、黒色粉体混合の場合、螢光体層の紫外線或いは X 線刺戟による発光の散乱等興味深い問題については、今までの研究を基礎にして、今後に俟ちたい。

本研究を通じて終始御懇篤なる御指導を頂いた牧島教授、並びに有益な御注意御討論を頂いた大島助教授、久野助教授及び各研究室の方々に厚く謝意を捧げる。

写真測光法その他について有益な御指導と御便宜を与えられた小穴教授並びに同研究室の方々にも深謝の意を表する次第である。

尙、この研究の費用の一部は文部省科学研究費による。

文 献

- (1) 早川、林：理工研報告、5、(昭 26), 37.
- (2) J. W. Ryde: Proc. Roy. Soc. London, A 131 (1931), 451.
- (3) B. Tuckermann: J. O. S. A., 37 (1947), 818.
- (4) Coltman, Ebbighausen and Alter: J. Appl. Phys., 18, (1947), 530.
- (5) R. L. Longini: J. O. S. A., 39, (1949), 551.
- (6) 早川：第 8 回理工研講演会発表(昭 26).
- (7) 例えば 国沢清典：近代確率論(岩波書店) 第 2 章.
- (8) K. Würstein: Fortschr. Röntgenstr. 54, (1936), 519.
- (9) H. Nitka: Phys. Zeits. 39, (1938), 436.

(1952 年 5 月 1 日受理)