

## β線により生じた潜像の分布

菊池真一・大石恭史・木村芳郎

### は し が き

α線およびβ線によりハロゲン化銀粒子内に形成される潜像が粒子の表面に生じるか、内部に生じるかについては研究者によって相反する結論に達している。Winand<sup>1)</sup>はα線によりハロゲン銀内に生じる潜像は粒子内部に存在するというのに対し、Haenny および Gailloud<sup>2)</sup>は表面に生じるといっている。著者の一人<sup>3)</sup>は50~500 KeVのβ線によりG-5に生じた潜像は粒子表面にも内部にも分布しているが、この範囲では特にエネルギー大となるとともに表面潜像に比して内部潜像が多くなるという事実は見られなかった。

本研究においてはS-35, I-131, P-32により各種写真材料に与えられた潜像の粒子表面、内部への分布と光により生じた潜像の分布を比較した。

### 実 験 方 法

光と粒子線の写真作用を比較する方法として、写真濃度が現像銀粒の数に比例すると仮定し、全現像による濃度を基準にとった。すなわちつぎの式が成立つものとした。

$$D = K N \bar{a} \quad (1)$$

この式中  $D$  は濃度、 $\bar{a}$  は銀粒の平均透影面積、 $N$  は銀粒の数であり、 $K$  は比例定数である。

使用する写真材料は本来は原子核乳剤を用いるべきであるが、非常にカブリを生じやすいので便宜上プロセス (Fuji Process (Hard) Plate) およびランタンスライド (Sakura Lantern Slide Film) 乳剤を用いた。

β線源に対する露出方式は著者等の前報<sup>4)</sup>にひとしく intensity scale にて放射能の異なる9~10個の線源を乳剤膜面と一定時間密着した。光に対する特性測定はNSG II型感光計により行なった。

現像は全現像、表面現像、内部現像の3種を行ない、全現像にはつぎのような処方 (D-19b) を用いた。

D-19b	メトール	2.2 g
	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 無水	96.0 "
	ヒドロキノン	8.8 "
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 無水	56.0 "
	KBr	5.0 "
	水を加えて	1000 cc

20°C で機械的に攪拌しつつ6分間現像し、現像後1.5%の酢酸溶液に1分間浸漬しコダックF5定着液で定着した。

表面現像液はつぎの処方を用いた。

貯蔵液 A		貯蔵液 B	
メトール	2.2 g	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 無水	48 g
ヒドロキノン	8.8 "	KNO <sub>3</sub>	100 "
濃硫酸	1 cc	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 無水	25 "
水を加えて	200 cc	水を加えて	800 cc

使用に際し2gのNa<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>(無水)を200ccのB液に溶かし50ccのA液を加える。現像時間は5分間である。内部現像液はつぎの処方を用いた。

水 (50°C)	500 cc
メトール	2.2 g
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (無水)	72 "
ヒドロキノン	8.8 "
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (無水)	48 "
KBr	4 "
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 "
水を加えて	1ℓ とする。

内部現像の際はその前に30秒水につけ、つぎの漂白液に5分つけ、10分間水洗後、この内部現像液に5分間浸漬する。

### 漂 白 液

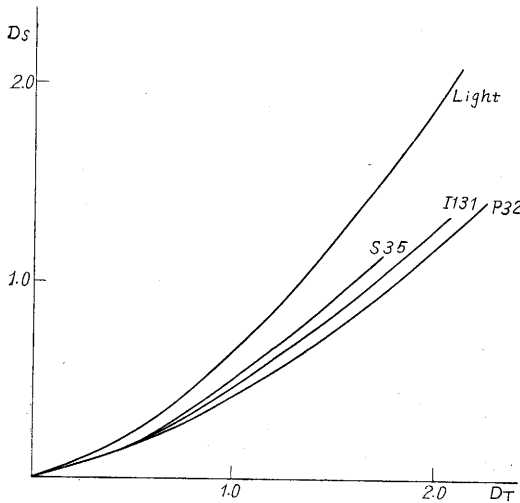
0.1 N 酢酸ナトリウム溶液	1ℓ
0.1 N 酢酸	72.5 cc
赤血塩	0.32 g

停止および定着は全現像の場合と同様に行なった。全現像にはStevens<sup>5)</sup>の報告によるD-19bを用い、内部現像においてはDyba<sup>6)</sup>の報告により酢酸-酢酸ナトリウムでpH 5.9になる赤血塩溶液を用いた。その後濃度を測定し  $D_s$ ,  $D_I$  および  $D_T$  を表面、内部および全現像濃度とする。

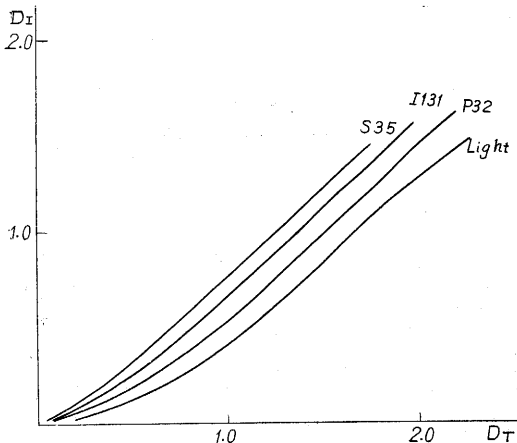
### 実験結果および結果取扱い

全現像濃度を与える照射量を基準にとって、表面現像および内部現像濃度を比較したものはつぎの第1~4図の通りである。この結果を見ればプロセス乳剤では、1) 表面現像では光による濃度が最大でS-35, I-131, P-32これにつく。2) 内部現像における濃度はS-35, I-131, P-32の順で光が最小である。S-35, I-131, P-32の順にあとの方がβ線のエネルギー大である。3) ランタン乳剤では粒子が細かいために、S, P, Iによる差が余りない。ことに内部現像による濃度は低い。

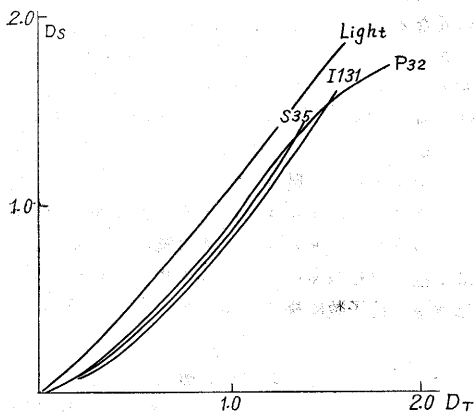
そこで実験結果の取扱いに便利のようにハロゲン化銀



第 1 図  $D_S \sim D_T$  プロセス



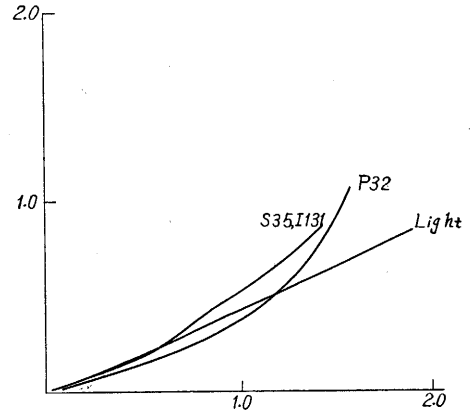
第 2 図  $D_I \sim D_T$  プロセス



第 3 図  $D_S \sim D_T$  ランタン

粒子をつぎの 4 種に分けて考えた。

- A. 一つまたは多くの表面潜像のみを有するもの。  
(そういう粒子の数を単位面積当り  $N_S$  とする)
- B. 一つまたは多くの内部潜像のみを有するもの。  
(そういう粒子の数を単位面積当り  $N_I$  とする)



第 4 図  $D_I \sim D_T$  ランタン

- C. 内部および表面潜像をあわせ持つもの。  
(そういう粒子の数を単位面積当り  $N_{SI}$  とする)
- D. 潜像を一つも持たぬもの。

A および C 群の粒子は表面現象により黒化し、B および C は内部現象により、また A, B, C とともに全現象で黒化する。したがってつぎのように現わされる。

$$D_S = K \cdot \bar{a}_S (N_S + N_{SI})$$

$$D_I = K \cdot \bar{a}_I (N_I + N_{SI})$$

$$D_T = K \cdot \bar{a}_T (N_S + N_I + N_{SI})$$

$\bar{a}_S, \bar{a}_I, \bar{a}_T$  はそれぞれ表面現象, 内部現象, 全現象の時の平均粒子面積で、これは一般にはひとしくない。しかしかりにこれらを等しいとすると

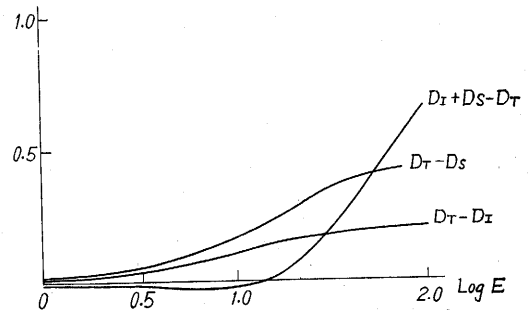
$$N_S = \frac{1}{Ka} (D_T - D_I)$$

$$N_I = \frac{1}{Ka} (D_T - D_S)$$

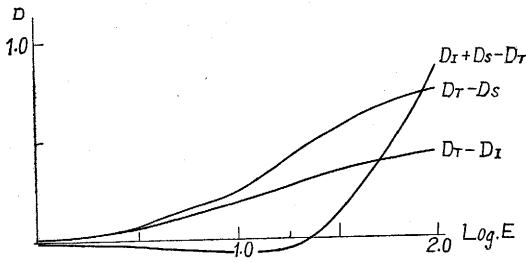
$$N_{SI} = \frac{1}{Ka} (D_S + D_I - D_T)$$

これらの式より  $N_S, N_I, N_{SI}$  の比が  $(D_T - D_I), (D_T - D_S)$  および  $(D_S + D_I - D_T)$  の比であらわされることを知る。これらを光および各種  $\beta$  線について求めたのが第 5-8 図である。 $D_T - D_I$  は  $N_S$  に  $D_T - D_S$  は  $N_I$  に  $D_S + D_I - D_T$  は  $N_{SI}$  に比例する数である。

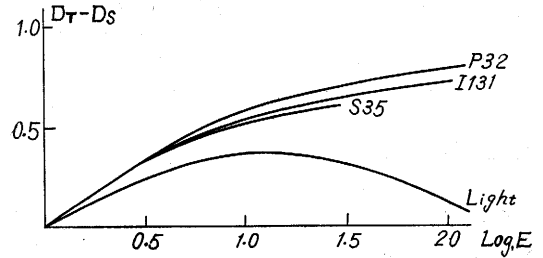
まずこの図は横軸露出エネルギー量の対数目盛に対し縦軸は表面潜像, 内部潜像, および両潜像をともに有する粒子の数に比例するものである。まず曲線が横軸の下に



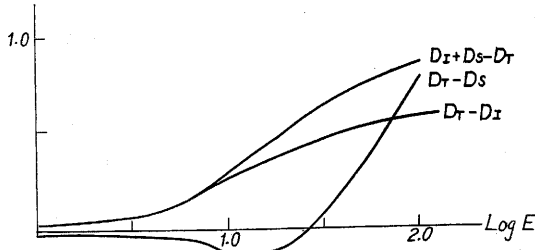
第 5 図 S-35 に露出したプロセス



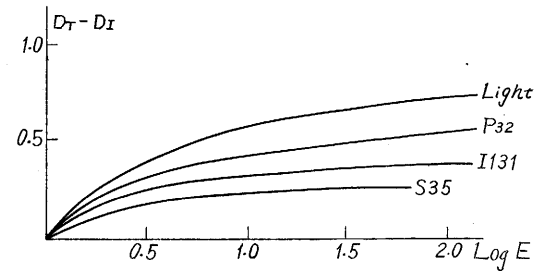
第6図 I-131に露出したプロセス



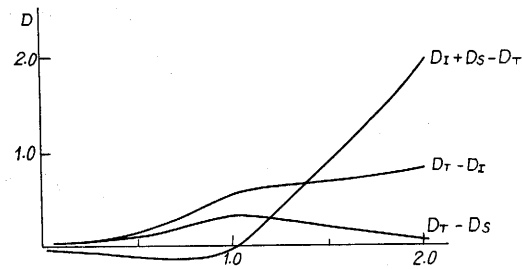
第10図 プロセス  $N_I$



第7図 P-32に露出したプロセス



第11図 プロセス  $N_S$



第8図 光に露出したプロセス

面潜像のみを有する粒子数は光、P-32、I-131、S-35の順に少なくなる。この結果は第1図、第2図の結果とはちよっと矛盾しそうに思われるが、前二者は表面現象および内部現象によって得た黒化濃度を示し、後者は表面潜像および内部潜像のみを有する粒子の数を示したものであって、第9図の示すように露出量がある程度以上になると表面潜像、内部潜像をともに持つ粒子の数が増してくるものである。そして両潜像をあわせたものとしてはエネルギーの弱いS-35から段々強いI-131、P-32の順に数が少なくなるので、これはエネルギーの弱いβ線ほどよく乳剤に吸収されることからして当然と思うのである。

結論

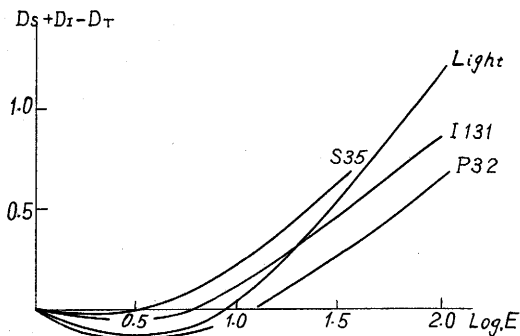
本研究においてはS-35、I-131、P-32より出るエネルギーの異なるβ線および光がprocess乾板およびランタースライドに与える潜像が粒子の表面にあるか、内部にあるかを研究したものでまた粒子の中で表面潜像、内部潜像、両方の潜像をあわせ持つものの数を計算した。

その結果表面潜像は光の時がβ線の時より多い。反対に内部潜像は光の時よりβ線の時の方が多いこと。β線の中では弱いエネルギーのもの程、表面潜像、内部潜像ともに濃度が大であること。表面潜像と内部潜像をあわせ持つ粒子が相当多いこと。光の場合はあるエネルギーに内部潜像の粒子数に極大があるらしいことがわかった。

(1959. 8. 6)

参考文献

- 1) L. Winand, Sci. Ind. Phot., **19**, 446 (1948)
- 2) C. Haenny & M. Gailloud, Mem. Soc. Van. Sci. Nat., **10**, 271 (1952)
- 3) S. Kikuchi, J. Phys. Rad., **20**, 62 (1959)
- 4) 菊池, 大石, 日写 **20**, 57 (1957)
- 5) G. W. W. Stevens Fundamental Mechanisms of Phot. Sens. p.227 (1951)
- 6) R. V. Dyba & T. D. Smith, Phot. Eng., **7**, 98 (1956)



第9図 プロセス  $N_{S I}$