

# 熱ルミネッセンス線量計 (TLD) の測定値分散の原因について

山岡 義人・井上 一正

## 1. はじめに

近年わが国における熱ルミネッセンス線量計 (TLD) の進歩には目ざましいものがある。その応用は放射線医学面においてのみならず、保健物理学の分野においても各方面にそれぞれの目的にしたがってその偉力を発揮しつつある現状である。そのうちとくに放射線管理の目的で個人被曝線量計として用いる場合には、その測定値の精度および確度が問題となってくる。すなわち、個々の蛍光体 (phosphor) 素子による測定値の感度および再現性、および異なった素子間の等似性<sup>1)</sup> が重要な因子となってくる。それは1個1個の素子による読み取り値が個々の人のある期間における被曝線量を決定し、法令やICRP\*で定められた許容量と比較され、それによって被曝者の処置を講ずるための基礎データとなることから、放射線作業従事者のそれによって受ける影響は重大と考えられるからである。

本学においては、昭和46年1月この TLD reader と LiF (Mg) 蛍光体を入手することができたので近い将来個人被曝線量計としてこれらが使用されることを念頭において、その測定値の分散 (バラッキ) の度合について実測し、かつその原因につき2, 3 解明を試みたのでここに報告する。

LiF (Mg) 蛍光体は通常光線に対する感度が低く、放射線エネルギー特性もよいうえに、その実効原子番号が約8.2で人体組織等価物質のそれ (約7.5) に極めて近い<sup>2)</sup> などの種々の利点を有している。

## 2. TLD reader

使用した TLD reader は、(株)日本無線医理学研究所 (Aloka) 製 TLR-101B 型の初期 (1971年) の製品で、熱輻射伝導式ともいうべきものである。その概要は Fig. 1 に示したように、赤外線ランプで薄いアルミニウム製の熱板を熱輻射によって加熱し、間接的にその上にのせた銀製の直径 14mm の浅い円形の皿の中に広げられた蛍光体を加熱するようになっている。熱板から銀の皿、そして銀の皿から蛍光体への熱の伝達は熱伝導によっている。この銀製の皿は測定の都度熱板とともに出し入れしなければならないため、蛍光体の測温のためには、熱板の下方において熱板や蛍光体とは全く切り離れた位置にアルメルクロメル熱電対が固定してあって、それによって蛍光体の測温がおこなわれている。したがってこの熱電対は蛍光体自身の温度を直接に示してはいないが、蛍光体の昇温速度その他の条件が一定の場合には蛍光体の温度を示すように目盛が校正してあるとメーカーは保証している。

蛍光体の昇温速度は、メーカーの取扱説明書によると、reader のスイッチの表示を "powder" としたとき、室温から 250°C まで昇温させるのに約 10~15 秒を要するとされている。また所定の電源電圧は A. C. 100V であるが、90V~110V 以内の電源電圧の変動を認めているので、この昇温曲線を 90V, 100V, および 110V の電圧に対して描かして

\* 国際放射線防護委員会 International Commission on Radiological Protection

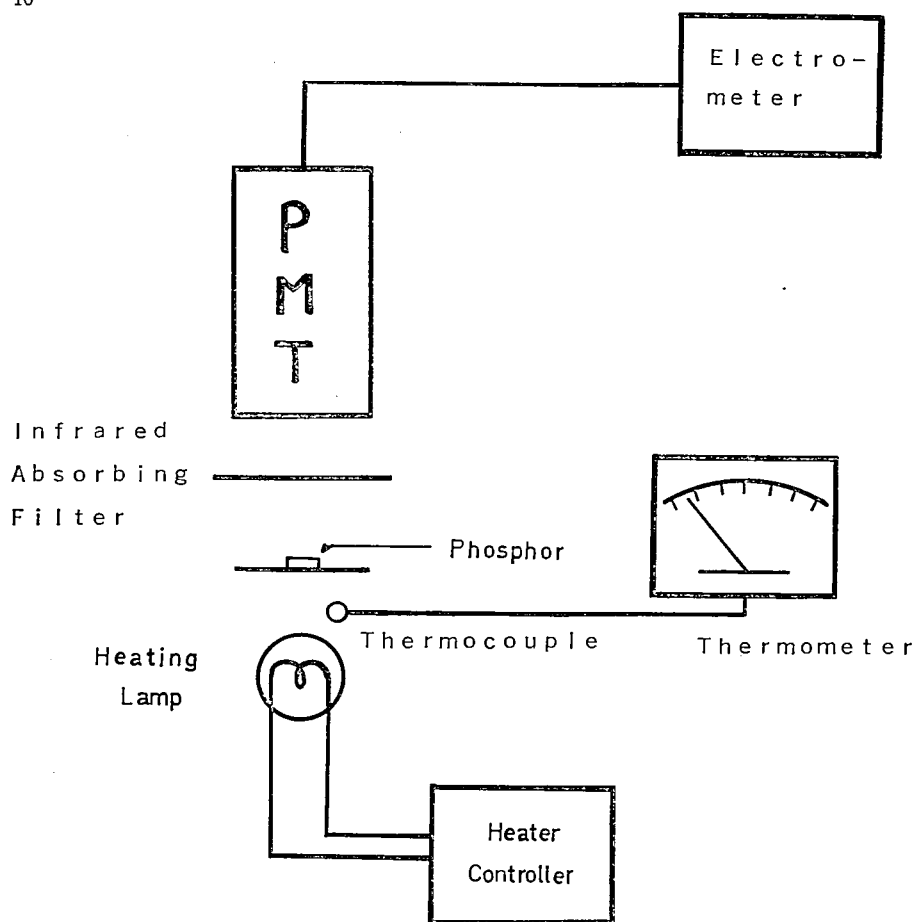


Fig. 1 Schematic diagram of the Thermoluminescent Dosimeter Reader (Aloka, Type TLR-101B, No.17R025)

みると、Fig. 2 のようになった。このように昇温速度は約18秒、14秒、12秒と大巾に変動することがわかる。これは電流を  $I$ 、ランプの抵抗を  $R$ 、電圧を  $V$  としたとき、ジュール熱は、 $I^2 R = \frac{V^2}{R}$  の関係にあることから予想されることである。この電圧変化による昇温速度の変動が測定値におよぼす影響についてはのちに論ずることにする。

また光電子増倍管への熱線の侵入を遮断するために、赤色および熱線吸収フィルターが光電子増倍管の前面におかれている。なおこの reader には円板状に固化された蛍光体素子 (Disc) を使用して測定するための切り換えスイッチ (表示; Disc)、グロー曲線を描かせるための端子、窒素ガス、アルゴンガスなどの不活性ガスを流すための流入口なども備えてある。

### 3. 蛍光体 (phosphor)

蛍光体としては根本特殊化学銻製 LiF (Mg) 結晶粉末 NTL-50-P ロット番号22 (1970年11月17日製造) のものを使用した。これはカタログによれば 90~150mesh の大きさの結晶の混合物となっているが、実測によるとそのほかに 150~250mesh-Tyler の結晶が約

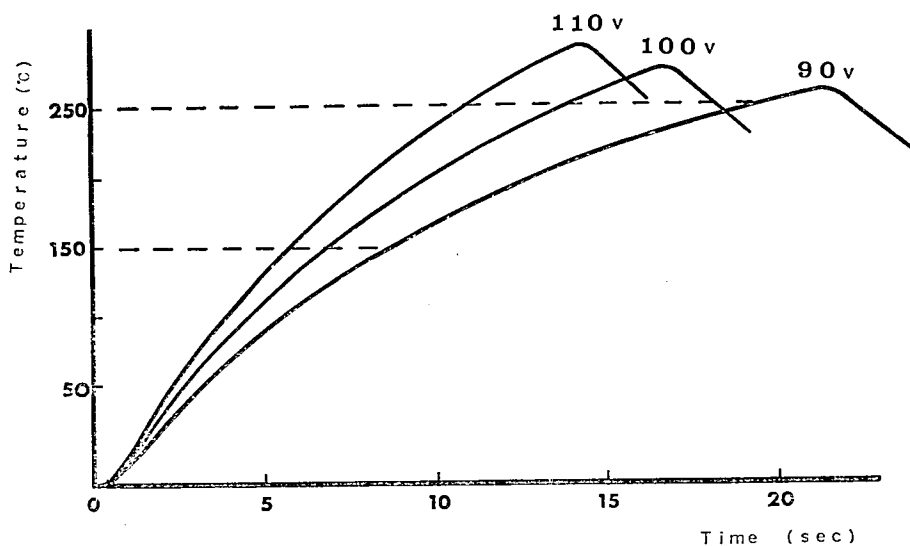


Fig.2 Trends of temperature rise of phosphor under various power source voltages applied to the TLD reader

Table 1. Variation of sensitivity as a function of LiF(Mg) crystal grain sizes

frequency	LiF (Mg) Crystal grain sizes (Mesh-Tyler)			
	<80	80~150	150~250	250~400
1	2233 mR	2016 mR	1746 mR	957 mR
2	1901	1860	1737	1118
3	2291	1894	1664	999
4	2192	1756	1622	992
5	2411	1788	1610	959
6	2188	1921	1728	968
7	2241	1995	1699	981
mean value	2208 mR	1890 mR	1687 mR	996 mR
normalized to 80~150 mesh	1.17	1.00	0.89	0.53
difference	+0.17	0.00	-0.11	-0.47

半分, 250mesh-Tyler よりも小さい結晶が少量含まれていた。そこで使用に当っては 150 mesh-Tyler よりも小さい結晶は取り除き, カタログ通りの 90~150mesh-Tyler の結晶の混合物として使用した。これらの結晶粉末は約 100mg 入りのポリエチレン製黒色不透明カプセルに入れて照射したり携帯したりするようになっている。

LiF (Mg) の結晶は立方晶系, 食塩型構造で比重は 2.640 となっている<sup>3)</sup>。またこの 90~150mesh-Tyler の結晶粒子 5mg を任意に採取してその結晶粒子数を数えたところ 1135 個となった。従って 1mg 当り 227 個 (約 230 個) ということになる。いま各結晶が全部一辺  $a$  の同形同大の立方体からなっていると仮定すると  $a^3 = 1/(2.640 \times 230) \text{mm}^3$ , すなわち,  $a = 0.1182 \text{mm}$  となり, この結晶を直径 14mm の銀製の皿上に一様に隙間なく一重に並べたとすると皿の面積  $154 \text{mm}^2$  上に約 11,000 個の結晶を並べることができ, その重量は約 48mg となる。しかし, 実際に結晶粒子を針の先で皿の中に虫眼鏡を使用して一重に並べてみた結果では 19.5mg しか並ばなかった。実際には結晶は正立方体ではなく, 薄い長方形のものや不定形のものなどがあり, これらを結晶の長い方向に一列に並べてみると 1cm 当り 40 個, 結晶の短い方向に並べてみると 1cm 当り 70 個並んだ。そこで  $1 \text{cm}^2$  当り大略  $40 \times 70 = 2800$  個並べうることになり, 皿の面積  $1.54 \text{cm}^2$  では 4312 個, すなわち重量で 18.7mg 並ぶことになる。この数値は実際に結晶粒子を皿に並べたときの数値とほぼ一致する。このことから, 皿の中に結晶粒子を広げる場合, よほど丁寧に広げても 19~20mg を超えると粒子は互いに重なり合うことになる。このことは熱伝導の問題と熱発光の阻害の点で重要であると考えられる。

#### 4. 実験方法ならびに実験結果

LiF (Mg) 結晶粒子の中には, さきに述べたように大小各種の結晶粒子が混在している。このような場合には, 結晶粒度の差によって放射線に対する感受性が異なることはすでに報告<sup>4)5)</sup> されているので, 著者らはこの蛍光体を 400~250, 250~150, 150~80, 80

Table 2. Comparison of the sensitivity of transparent LiF (Mg) crystal with that of opaque crystal

frequency	transparent crystal			opaque crystal			A-B	$\frac{A-B}{B} \times 100(\%)$
	sample,1	sample,2	mean value,A	sample,1	sample,2	mean value,B		
1	mR 1094	mR 1283	mR 1189	mR 915	mR 655	mR 785	mR 404	51
2	1192	952	1072	797	647	722	350	48
3	1049	895	972	673	683	678	294	43
4	1094	789	942	701	624	663	279	42
5	1026	689	858	618	444	531	327	62
6	891	748	820	598	528	563	257	46
7	843	807	825	597	576	587	238	41
8	855	672	764	612	399	506	258	51

mean value.....48%

mesh-Tyler よりも大きな結晶の、4段階に分けてその放射線に対する感受性を調べてみた。ここに 400~250mesh-Tyler の結晶粒子は製品からは十分な量分離できなかったの、結晶を乳鉢で粉碎して試料を調整した。したがってこの試料については Triboluminescence<sup>6)</sup> を除くために十分前処理をおこなう必要があった。各試料はそれぞれ 30mg ずつカプセルに入れて 21keV の X 線で 5.76R 繰り返し照射した。その感度を比較してみると Table 1 のようになる。80~150mesh-Tyler の区分はほぼ実験に使用する粒度区分に当るので、この区分における感度を 1 として規格化すると、粒度が 80mesh-Tyler よりも大きいものは熱発光量が平均 17% も大きく、150~250 のものは平均 11%、250~400 のものは平均 47% も熱発光量が小さかった。このことは従来の報告とほぼ一致する結果である。

また LiF (Mg) 結晶粒子を低倍率の顕微鏡下で観測すると、透明な結晶から不透明な結晶に至るまで、種々な段階の結晶が見られるが、各方向から光をあてて注意深く観察するとこれを透明な結晶と不透明な結晶とに大別することができる。そこでこれを縫い針の尖端で根気よくより分けて、両者を同重量 (10~15mg) カプセルに入れ 5.76R、X 線照射を繰り返してその感度を比較したものが Table 2 である。このように透明な結晶は不透明な結晶と比べて約 50% も感度が高かった。これは両者とも放射線 (X,  $\gamma$  線など) に対する透過度は同じでも、熱発光に対する透過度が異なるため、線量計としての感度に差が現われたことを示すものと考えられる。

このように結晶粒度および透明度に差のある結晶が種々混合している LiF (Mg) 結晶

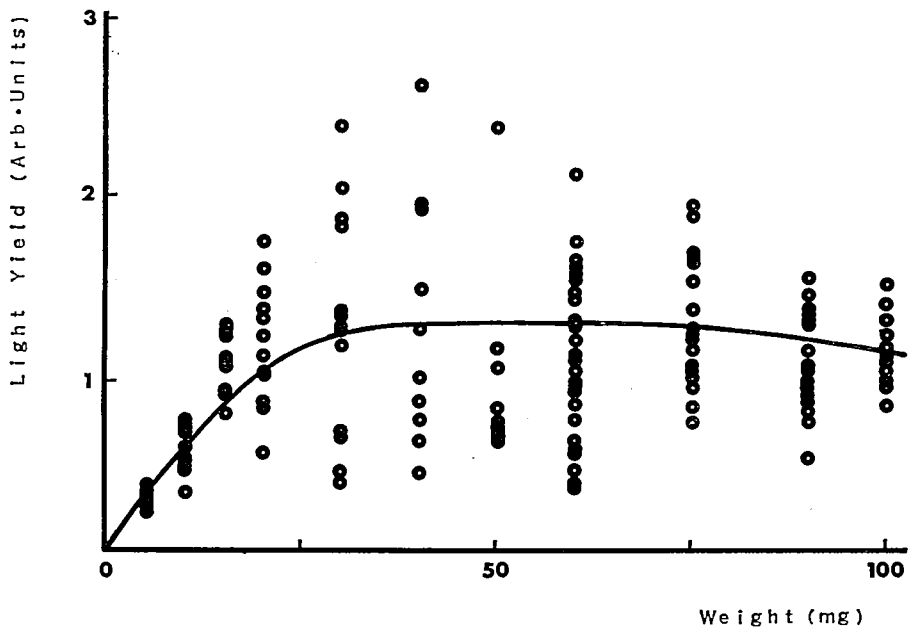


Fig. 3 Showing scattering characteristics and the phosphor weight to the light yield relationship. LiF (Mg) phosphors in various weights were repeatedly irradiated by photon energy of 21keV (5.76R). Light yields were measured between 150°C and 250°C.

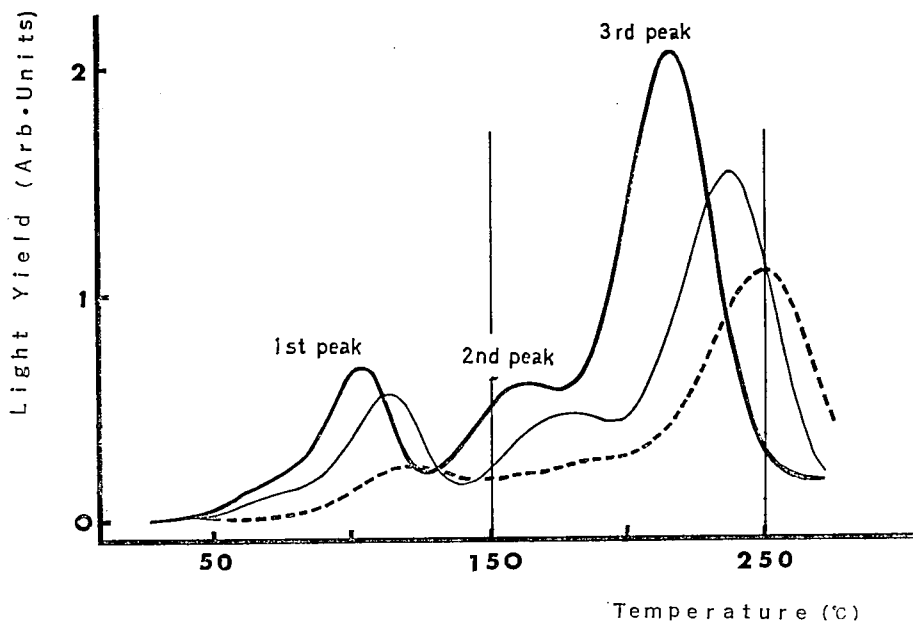


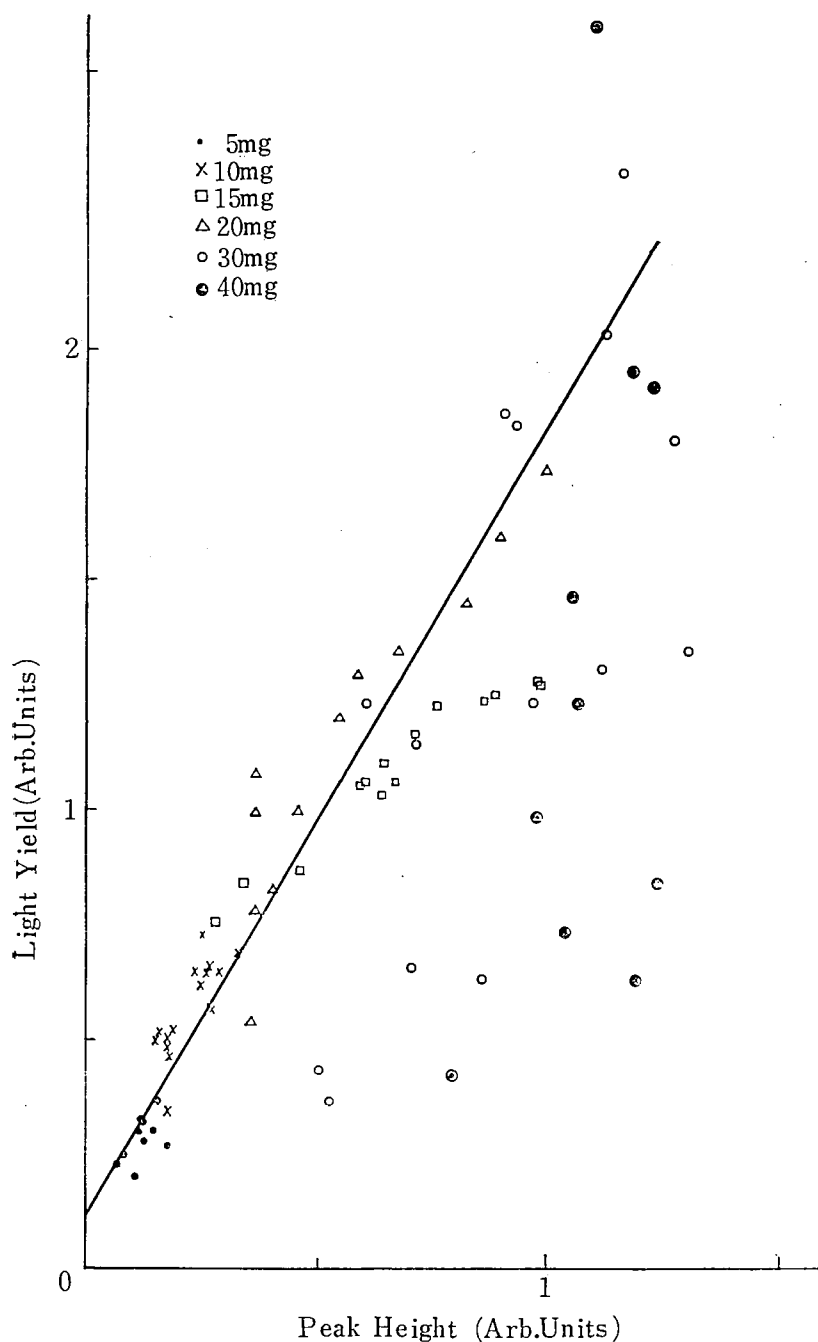
Fig.4 Three typical glow curves from LiF (Mg). Two vertical lines through 150°C and 250°C show the integrating range of the light yield. Shifting of third glow peak causes the lack of complete integration of the light yield.

粉末を使用するに当っては、これらが一樣によく混合しているという仮定のもとに、粒度は 90~150mesh-Tyler のものを使用し、透明度に関しては一々分離して使用することは困難なのでそのままにして使用した。

次に照射に用いたX線発生装置は理学電機併製の Model D-3F, X線回析装置用のもので最大出力は 40kV, 30mA である。

著者らはまづこのような LiF (Mg) 結晶粉末の TLD 素子としての測定値のバラッキについて調べるため、この結晶粉末を 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 90, 100mg を秤量し、これらを繰り返し照射してその測定値を観測した。照射線量はすべて 5.76R で熱発光の積分温度範囲は 150~250°C (標準積分温度範囲) であった。また粉末重量は測定の前度秤量し、補正をおこなった。このようにして得られた結果を Fig.3 に示した。Fig.3 でわかるように測定値にかなりのバラッキが現われた。また、実線で描かれた曲線のようにこれらの測定値の平均線は大体 20mg あたりまでは直線に近く上昇し、35mg あたりで横軸とわづかに傾斜してほぼ平行に 70mg あたりまで伸び、つぎに次第に減少する傾向が見られる。この減少の傾向は K. Naba, et al の報告<sup>7)</sup> では見られないが、前に述べたように約 20mg までは結晶粉末が銀の皿の上に一列に並びうるが、それ以上になると粉末が互いに重なり合い、その多重度が増すにしたがって熱伝導などの障害を生じて時間遅れを生じ、かえって熱発光が減少するものと思われる。これらのこと、およびその他のバラッキの原因について調べるためには、各測定時に同時に描かせたグロー曲線について詳細に検討してみた。Fig.4 はその代表的なグロー曲線の 3 例を描いたものである。

D. C. Freeswick ら<sup>8)</sup> が Harshaw TLD-700 solid LiF を、固定した通常光から



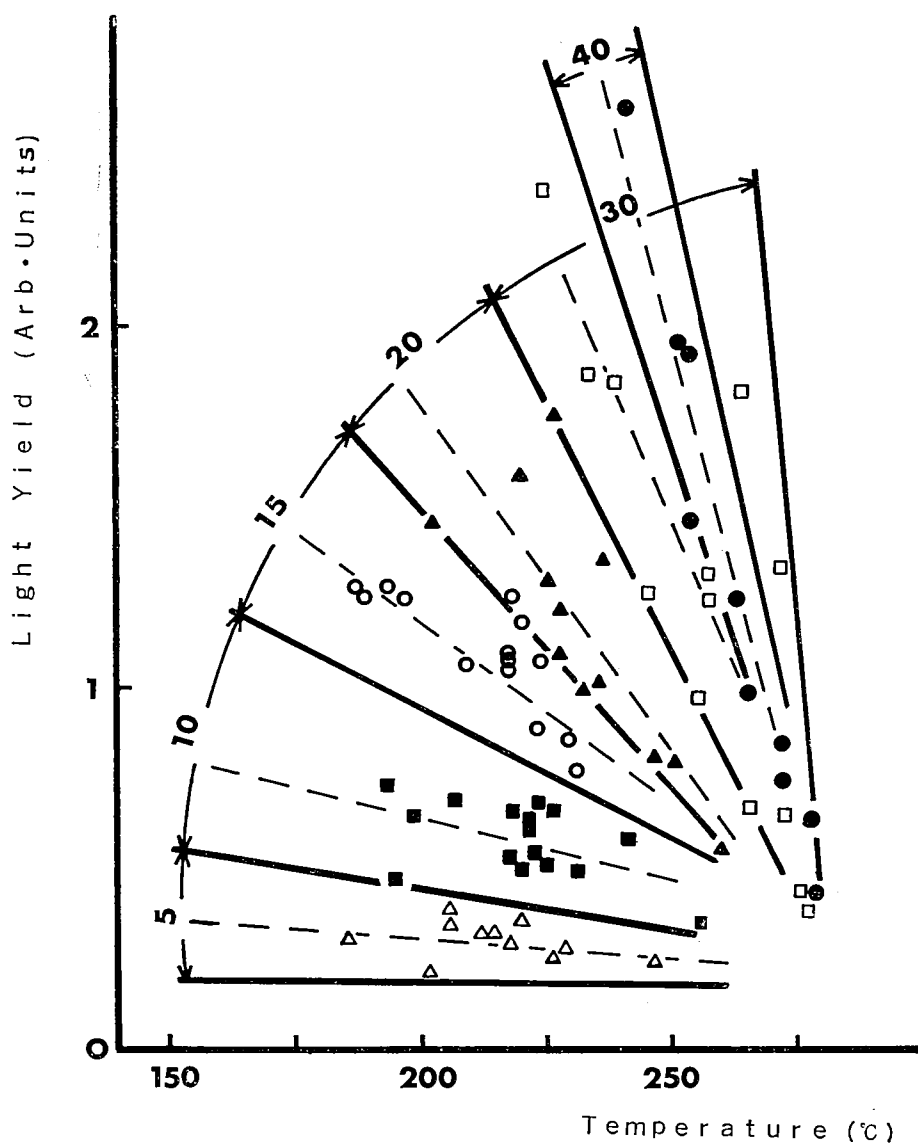


Fig.6 Relationship between third glow peak temperature and the light yield for various phosphor weights; 5,10,15,20,30 and 40 mg. In all cases the trends are considered to be linear.

7ft 離れたところに6時間置いて、1mR 相当の線量が計数されたと報告しているように、弗化リチウムも通常光線および室温の影響を受ける。とくに第1および第2ピークが敏感であるので、ここでは第3ピークが用いられる。この第3ピークの 高さ と熱発光量とを Fig.3 を求めるに際して測定した試料について求め、それら相互の関係を求めてみると Fig.5 のようになる。

ここで再び 20mg までの試料については、ピーク・ハイトと熱発光量とが直線 比例 するが、それ以上の重量の試料では直線 に の ら ない もの が 多い。これは再び皿の上に一重に結晶粒子が並ぶ 限度 に 一致 している 点 で 意味 がある もの と 思 わ れ る。図 上 に 50mg 以上の点



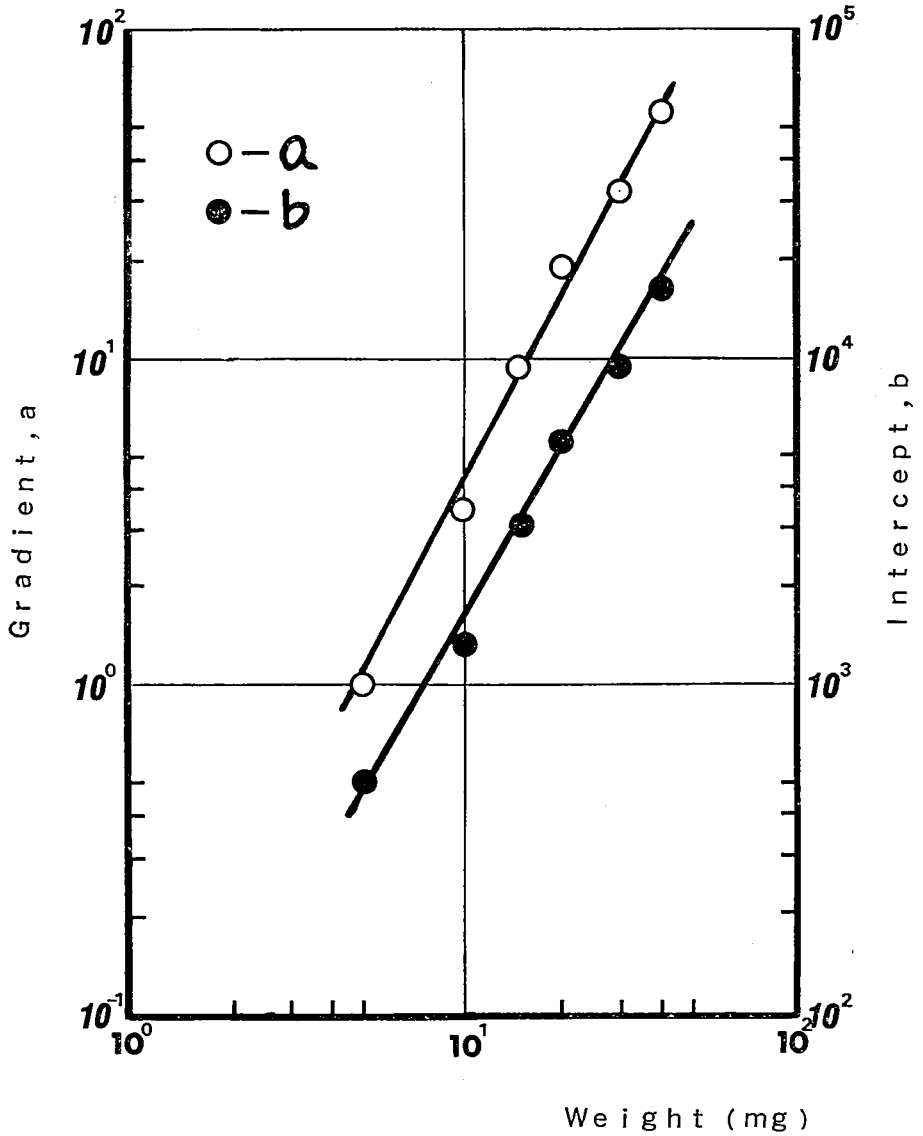


Fig.7 Gradient  $a$  and Y-intercept  $b$  of the straight lines in Fig.6 are plotted as a function of the phosphor weight.  $\log a$  and  $\log b$  are in good linear relationship with the phosphor weight.

がないのは、50mg 以上では第3ピークが  $250^{\circ}\text{C}$  を超えてしまい、グロー曲線上(記録紙上)に現われなくなるからである。

さらにこの TLD reader では標準の積分温度範囲が  $150\sim 250^{\circ}\text{C}$  であるために、Fig.4 でわかるように、点線で示した曲線では第3ピークがほぼ半分しか積分されず、太い実線のグロー曲線は完全に積分されるが、細い実線のグロー曲線はその一部分が積分されないことになる。このように第3ピークの位置がずれると熱発光量の積分値が変化することになる。いいかえれば第3ピークの温度が大になればこの場合熱発光量は減少するわけであ

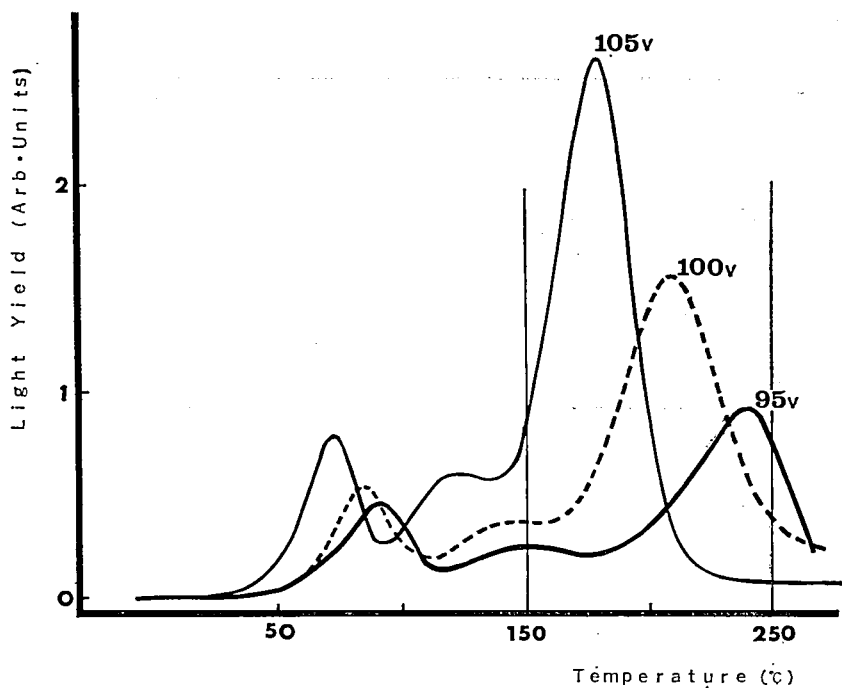


Fig.8 Typical glow curves from LiF(Mg) obtained by changing heating rate through different power source voltages of 95v, 100v and 105v.

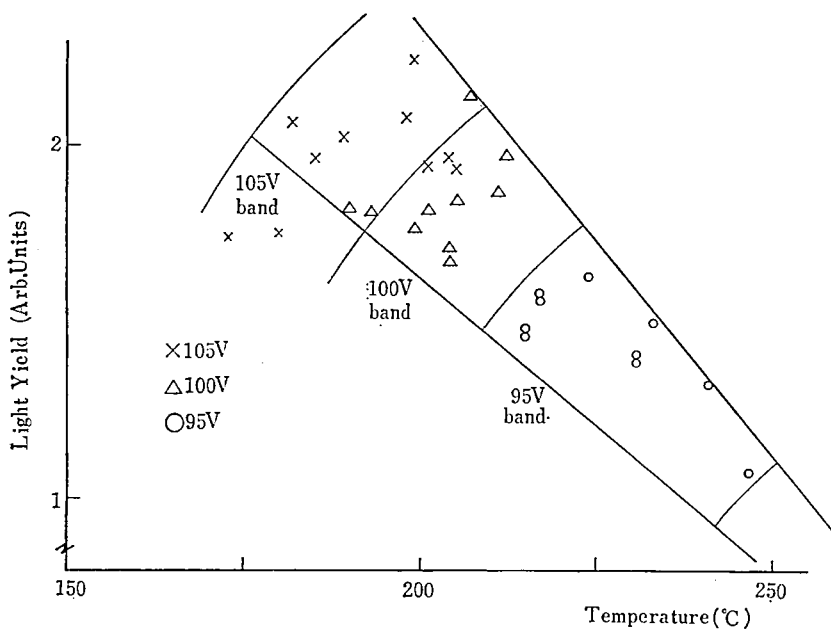


Fig.9 Relationship between the glow peak temperature and the light yield for 30 samples of LiF (Mg). The weight of each sample is 30 mg. The scattered points can be grouped in three bands according to the power source voltages ; 95v, 100v and 105v.

る。

そこで、再び Fig. 3 のときに求めたデータから 第 3 ピークの位置を温度で表わした値と熱発光量との関係を、それぞれ 5, 10, 15, 20, 30, 40mg の粉末重量に対してプロットしてみると Fig. 6 のようになる。50mg 以上の粉末重量のものは、第 3 ピークの位置が 250°C を超えてグロー曲線上に現われていないので図示できなかった。

このようにピーク温度は 50°C 以上も変動しており、それに伴って熱発光量は粉末重量が多い程激しく変動している。そしてその変化の仕方は、ある巾をもってはいるがほぼ直線的とみなすことができるので、これらの傾斜  $a$  と縦軸との交点  $b$  とを最小二乗法を用いて求めてみると、 $a$  および  $b$  の値は Fig. 7 に示すように結晶粉末重量と一定の関係を保っていることがわかる。

## 5. 実験結果の吟味ならびに検討

いま LiF (Mg) 結晶粉末重量を  $W$ , 第 3 ピーク温度を  $T$ , 熱発光量を  $Y$  で表わすと、Fig. 6 の関係は各粉末重量ごとにつぎの直線の式で表わされる。

$$Y = b - aT \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $b$  および  $a$  はともに正の定数である。また Fig. 7 の関係から  $c_1$  および  $c_2$  をそれぞれ定数として、

$$\left. \begin{aligned} b &= c_1 W^h \\ a &= c_2 W^k \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots(2)$$

がえられる。 $h$  および  $k$  の値は  $b$  および  $a$  の直線の傾斜から求められる。(2)式を(1)式に代入すると、

$$Y = c_1 W^h - c_2 W^k T \quad \dots\dots\dots(3)$$

この式に実測値を代入すると

$$Y = 30.5 W^{1.70} - 4.30 \times 10^{-2} W^{1.96} T \quad \dots\dots\dots(4)$$

が得られる。ただし、(4)式は重量 40mg までの結晶粉末について求めたものである。

いま第 3 グロー・ピークの温度  $T$  を人為的に変動させた場合、これらの関係式が成立するかどうかについて吟味してみると、TLD の指示のバラッキの要因を探る一つの重要な手がかりをうることができると思われるので、著者らは Fig. 2 に示した昇温速度を変化させることによってそれを試みることにした。熱発光強度  $I$  は 1 種類の準安定状態のみの場合にはよく知られているように、<sup>6)9)10)</sup>

$$I = n_0 \cdot s \cdot \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) \exp\left[-\int_T^T \frac{s}{\beta} \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) dT\right] \quad \dots\dots\dots(5)$$

で表わされる。したがって  $I$  は温度上昇率  $\beta$  および加熱温度範囲がきまれば、放射線照射によって捕獲中心に捕獲された電子の温度  $T'$  における数  $n_0$  に比例する。 $s$  は結晶の種類によってきまる捕獲中心固有の振動因子で一定の結晶では定数である。また、 $k$  は Boltzmann の定数、 $T$  は絶対温度、 $E$  は捕獲中心のエネルギーレベルである。この温度上昇率を変化させれば熱発光強度  $I$  はそれに反比例して変ることになるから、電源電圧を仮りに 95V, 100V, 105V と変化させて多数の試料 (各 30mg) についてグロー曲線および第 3 ピーク温度と熱発光量との関係をとると、Fig. 8 および Fig. 9 に示すような結果が得られる。

Fig. 8 は代表的な 3 つのグロー曲線を示しているが、明らかに(5)式が適格におこなわれ

ていることを示す。すなわち、電源電圧が低いときは昇温速度が遅く、したがって  $\beta$  が小さく、熱発光強度が小さく、電源電圧が高いときは昇温速度が速いために熱発光強度も大になっている。そして昇温速度が遅いほどグロー・ピークは右方（高温側）にずれる。したがって積分された熱発光量は次第に減少する。この関係を Fig. 9 で見ると、前の Fig. 6 の傾向と全く一致することがわかる。そして(4)式が再び成立することは計算によって確かめられた。

そこで Fig. 9 に 95V, 100V, 105V に相当する band を考えるならば、この band ごとの大きなバラツキは電源電圧の変動によるもので、各 band 内におけるバラツキは何かほかの原因によるものと考えなければならなくなる。そこでこの原因の 1 つとして、照射用の X 線装置の電圧変動、X 線分布の不均一性、低エネルギー、その他照射装置および照射技術上の諸問題も考えられ、一応これらについても吟味しておく必要があるので、同一の

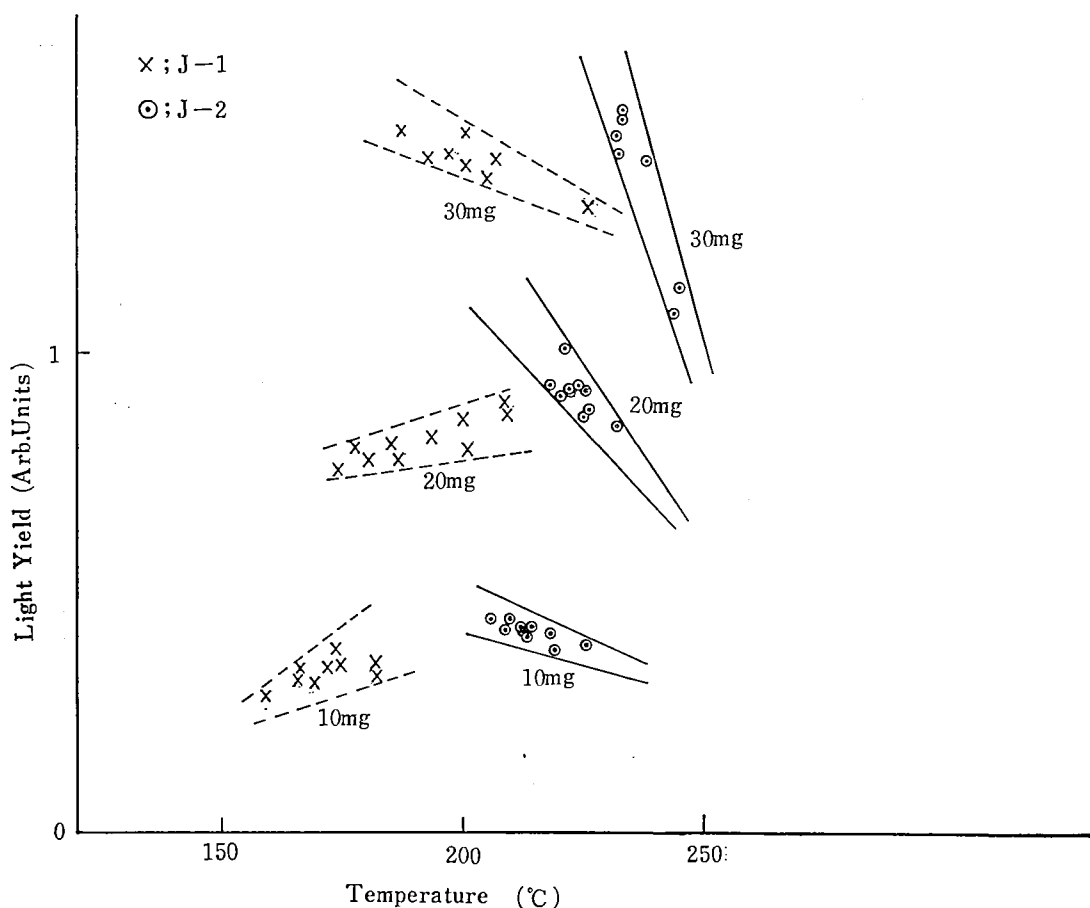


Fig. 10 Scattering characteristics under a constant power source voltage (100V) and the variation of gradients as a function of the position of glow peak temperature range. The weights of phosphor are indicated on the graph. Standard irradiation were performed in air with  $\gamma$ -ray of Cs-137 by courtesy of the Japan Atomic Energy Research Institute.

LiF (Mg) 結晶粉末を 10, 20, 30mg に分け、それぞれ 10 個ずつ、合計 30 試料を日本原子力研究所保健物理安全管理部線量計測課に依頼して校正用標準線源  $Cs-137$ ,  $20Ci$  により 1.5m の距離において 2R 照射を 2 回繰り返しておこなってもらった。この場合には線源はセシウム線源であり安定で、かつ  $\gamma$  線でエネルギーも異なっており、分布も均一のうえ、照射した人も原研の専門家で、条件が前とは全く異なっていることになる。そして測定に当っては山水電機製自動電圧安定化装置 Model MS-1000 を使用して終始電源電圧を 100V 一定に保った。このようにしてえられた結果を Fig. 10 に示した。

Fig. 10 のいずれの測定値群を見ても電源電圧 100V の band の中でのバラツキは Fig. 9 の場合と同等程度に現われており、このバラツキの原因は照射装置および照射技術上の問題ではないことを物語っている。また J-2 の 3 つの測定値群はそのグロー・ピーク温度と熱発光量との関係、すなわち傾斜が負で Fig. 6 の傾向と全く一致しているが、J-1 の 3 つの測定値群のそれは区々で傾斜が正のものもある。測定値群の傾斜が正のものは、グロー・ピーク温度範囲が左方に寄っていることがわかる。そして正の度合いが大きい程余計に左方に寄っている。すなわち、重量 10mg のものは  $150^{\circ}C \sim 190^{\circ}C$ 、重量 20mg のものは  $170^{\circ}C \sim 210^{\circ}C$  である。このことは、第 3 ピークが積分温度範囲 (Fig. 4 参照) の低温設定値側に近づくとも Fig. 6 の傾斜は逆に正になることを物語っている。または昇温速度を次第に早くして行けば Fig. 6 の傾斜を正に (逆) にすることができることを意味する。したがって両者の中間に傾斜が零になる場所が存在するはずである。また TLD 自身にも昇温速度調節ネジが内蔵されている。それにもかかわらず、第 3 ピーク温度変化の巾が広いために水平状態が保てないものと考えられる。

もう 1 つ図からわかることは、結晶粉末重量が増加するにしたがってピーク温度が相対的に高温側にずれて行くことである。これは一定時間において熱が銀製皿から結晶粉末に伝達する場合の時間遅れのためにピーク温度が高温側にずれる現象である。このずれは一定粉末重量に保つことによって防ぐことができる。

また電源電圧を一定に保った場合に、Fig. 10 で見られるように  $20^{\circ}C \sim 30^{\circ}C$  の巾のピーク温度変化がみられる。この 1 つの原因として測温用熱電対の冷接点の温度変化が考えられる。メーカー側は少なくともこの初期の製品の場合、補償導線を使用していないといったが、指示計の端子部分を温めるとその温度上昇に相当して指示針の下降するのが観測された。このことは蛍光体試料の加熱中、TLD 内部温度が上昇し、またはほかの影響などのため、指示計端子部分、すなわち冷接点温度が上昇してバラツキに貢献すると考えることができる。冷接点温度の上昇は積分温度範囲設定値が低温方向にずれたと同じ効果すなわちピーク温度が高温側にずれたと同じ効果をもたらす。

これらの諸原因のほかに気温、熱板および銀製皿の凹凸およびよごれによる熱伝導の変化、皿の内面状態変化による熱発光の反射効果の低減、LiF (Mg) 結晶粉末の並べ方と重なり方による熱伝導および熱発光、透過度の変化、蛍光体に対する光の影響、雰囲気の影響、機械的影響など複雑な因子が影響を及ぼすものと思われるが、これらについては簡単に取り替えできなかった熱板などを除いては本実験では注意深く取扱ってきたので大きな影響が入ったとは考えられない。また光電子増倍管ノイズ低減には特に注意を払った。

## 6. まとめ

熱ルミネッセンス線量計が放射線作業従事者の日常作業の放射線管理に用いられるとい

う観点から、その被曝管理には正確を要するとともに再現性のある線量計、互換性のある線量計でなければならないという見地に立って著者らは Aloka 製 TLR-101B 型 TLD reader および根本特殊化学銻製 NTL-50-P, LiF (Mg) 結晶粉末を用い、その測定値のバラツキの原因について調査し、つぎのような結果をうることができた。

- (1) LiF (Mg) 結晶粉末の製品中には <80, 80~150, 150~250mesh-Tyler のものが混在していてその感度比は 1.17 : 1.00 : 0.89 であった。
- (2) LiF (Mg) 結晶粉末を透明のものと不透明のものにわけると、前者は後者に比して感度は約50%高い。
- (3) LiF (Mg) 結晶粉末重量を増していくと 20mg あたりまではほぼ直線的に増加し、35mg あたりで横軸におおよそ平行になり、わずかに傾斜上昇しながら 70mg まで伸び、その辺から次第に減少の過程をたどっていく。
- (4) 第3グロー・ピーク温度とピーク・ハイトの関係は結晶粉末重量 20mg までは直線関係にあるが、それ以上の重量になるとこの直線にはのらなくなる。これは皿に一列に並ぶ結晶重量約 20mg と関係があるもののようである。
- (5) 第3グロー・ピーク温度  $T$  と熱発光量  $Y$  との関係は各結晶粉末重量  $W$  ごとに直線関係にあり、それらの傾斜  $a$  と縦軸の切片  $b$  の値は結晶粉末重量  $W$  とそれぞれ一定の関係にある。そしてそれらはつぎの形の関係式で結ばれている。

$$Y = c_1 W^a - c_2 W^b T$$

ただし、ここで傾斜  $a$  は第3グロー・ピークの積分温度範囲内の位置によって正にも負にもなりうる値である。

- (6) 電源電圧が変動すると昇温速度が変わり、これによって第3グロー・ピーク温度が変わり、測定値に大きなバラツキを生ずることが理論的に結論される。そこで電源電圧を 95V~105V の間変えてそのことを実証した。
- (7) 螢光体の照射過程に問題となるバラツキの入る可能性を考えて、日本原子力研究所線量計測課で標準照射をおこなった試料を用い、このことを確かめたが問題はなかった。同時に自動電圧安定化電源装置を用い、一定電圧 (100V) のもとで測定をおこなったが、ピーク温度の変動はなお 20°C~30°C 程度残存した。
- (8) この残存ピーク温度変動の原因については温度計端子の温度上昇が考えられる。温度計端子部分の温度を上昇させた場合、指示計の指示がそれだけ下降し、ピーク温度がそれだけ高温側にずれたと同じ効果を生ずることから、この残存部分の説明が可能である。
- (9) 皿の中の LiF (Mg) 結晶粉末重量を増して行くと次第にピーク温度が高温側にずれる。
- (10) さらに残存するバラツキについては、その他の複雑な諸因子の影響が考えられる。

以上のように著者らは一応大きなバラツキの原因について検討をおこなってきたが、これらの結果が多少でもこの熱ルミネッセンス線量計の測定値分散、すなわちバラツキを低減させるうに今後役立てば幸いである。また本装置を使用しての測定に当っては、この結果から明らかなように自動電圧安定化電源装置を使用する必要がある。

本論文に使用したデータは主として、著者ら指導のもとに昭和46年度卒業研究をおこなった明星大学理工学部物理学科卒業生浜中国男、浜川浩、織茂美知江、3君によるものである。また、心よく Cs-137 線源による試料の標準照射をおこなって下された日本原子力

研究所保健物理安全管理部線量計測課の立田初己氏並びに笹沼義雄氏に深く感謝の意を表わす次第である。

#### 参考文献

- 1) 森内和之：日本原子力学会誌，14〔6〕，295(1972)
- 2) 熱蛍光線量計 TLR-101B カクログ作成資料，(株)日本無線医理学研究所
- 3) 理化学辞典，第3版，岩波(1971)
- 4) M. Kartha：Health Physics，20〔4〕，431 (1971)
- 5) 中島敏行：原子力工業，15〔7〕，57(1969)
- 6) J. R. Cameron, N. Suntharalingam & G. N. Kenney：Thermoluminescent Dosimetry, Univ. Wisconsin Press,(1968)
- 7) K. Naba, Y. Murayama, M. Takahashi, T. Oshima, H. Maekawa, Y. Nishiwaki：2nd Cong., Int. Rad. Prot. Ass. (IRPA), Brighton, Eng. (1970)
- 8) D. C. Freeswick & A. Shambon：Health Physics，19〔1〕，65(1970)
- 9) 斎藤親，笹沼義雄，岩谷征男，西健雄：JAERI-memo 3825 (未公開) (1969)
- 10) TLD 研究懇話会資料，東京都立アイソトープ総合研究所 (1968)