原 著

熱螢光線量計回転式 γ 線照射器

国立公衆衛生院 放射線衛生学部

遠 藤 幸 一・石 坂 正 綱

(論文受理 昭和54年9月6日)

(Code No. 52124)

EXPERIMENTAL STUDIES ON ROTARY TYPE γ -RAY
IRRADIATION UNIT

by KOUICHI ENDO

MASATSUNA ISHIZAKA

Department of Radiological Health, The
Institute of Public Health, Tokyo

(Article received; Sep. 6, 1979)

Summary

This irradiation unit was designed for γ -ray irradiation of thermoluminescence dosimeters (TLD) used for personnel or environmental monitoring.

In view of the variabilities involved in the measurements due to the kind of phosphors, direction of beam etc., a rotary type irradiation was used in order to minimize the variation and to actualize the working conditions, performance of the unit can be summarized as follows.

1. Each of ten TLD is set on the shaft of each of ten pulse timing motors which is driven under the following conditions: P.V. 100 Volts, 10 mA, 50 Hz, 20 RPM.
2. These motors were proved for continuous driving for over one year, so that a long time continuous irradiation is possible. (Present use is from one day to four weeks.)
3. Each TL element (*i.e.* the position of motor shaft) is set concentric to the position of a radiation source (^{226}Ra 107 μg), and the distance from the source can be changed freely from 130 to 20 cm.
4. Fitting and removal of the radiation source to and from the unit can be made conveniently.

The results of testing, this rotary type γ -irradiator proved satisfactory the unit can be used effectively for TLD examinations.

1. はじめに

放射線の計測に熱螢光線量計 (TLD) が広く用いられている。最近では個人被曝管理, 環境モニタリングなど,

微量線量測定用として益々利用が増加している。

TLD の使用に際し, 素子によっては放射線以外の因子や, 素子の特性などが計測値の精度に影響を及ぼす。また, 線量読取装置の精度により線量値にばらつきを生

ずるなど、多くの問題点が挙げられ、これらの究明、精度向上について研究が進められてきた^{1)~3)}。

TLD の精度を保持するには、常に一定の線量を素子に照射して、リーダーの校正や素子の補正を行う必要がある。

そこで、われわれは、TLD の構造、特性によっては TLD を回転しながら放射線照射をしなければ線量値のばらつきが大きく表われるものもあるので、TLD の精度を高めるため、回転式 γ 線照射器を試作検討したので報告する。

2. 構造と材料

TLD を回転させながら照射を行う装置は、すでに大沼ら⁴⁾によって報告されている。

われわれの試作した照射器は Fig. 1 にしめすごとく、線源支持台と10個の小型モーター軸に TLD を装着するため固定した支持台より構成されている。

線源支持台は照射の目的に応じて、照射距離(線源・素子間距離)を 20 cm から 130 cm まで目盛の付いた滑走台上を移動させることが出来る (Fig. 2)。TLD 支持台は、回転用小型モーター軸に固定し、照射距離に応じて、同一円周上に配列するよう調整が出来る。但し、照射距離を 30 cm 以下にした場合は、その構造上使用出来る TLD 支持台は 6 個である。

また、両支持台の移動調整により生ずる設定距離の再現性は ± 0.5 mm 以下に保つことが出来る。

回転用に使用したモーターは、市販されている1分間に20回転の 100 V 用小型パルス・タイミングモーター(日本パルスモーター)で、長期間の連続使用に耐える。

照射器は、やや大型であるが、軽量、強靱性を保つため、2 mm 厚のアルミニウム板を U 字型および L 字型加工したものを使用し、全体を三脚等で支え、持ち運びの

Fig. 1 Photograph shows the whole aspect of TLD rotary type irradiation unit.

便も考えた。

線源、TLD 支持台は厚さ 1 mm のアクリル樹脂円筒を使用した。

3. 性能

照射器に使用した線源は Radiochemical Centre 製(英国)の 0.5 mm 厚の 10% Ir・Pt カプセル入、107 μ g の ^{226}Ra 密封線源を使用した。

照射線量は、線源が微量であるため標準計器で直接線量率を求めることは困難であり、線源容量と照射線量率定数より計算により求めた値について、TLD を用いて電子技術総合研究所の標準線源により照射測定を繰返し行った値と、この ^{226}Ra 線源で一定線量照射を行った値を比較更正して値付けを行った結果、この ^{226}Ra 線源は理論値に対する誤差は 1.0 % 以下で、 γ 線の一定線量照射を行う線源として十分利用し得ると判断した。

モーター軸に固定した TLD 支持台は手作りのため多少の回転ブレは避けられない。回転ブレの最大を軸に対し、 ± 1.0 mm 程度に留めるよう工作した。この程度の回転ブレにより生ずる照射線量の誤差は、回転により平均化されるため、線量値にほとんど影響が見られない。

線源の着脱は非常に容易であって、これに要する時間は 5 秒以下である。従って、照射線量に及ぼす影響は無

Fig. 2 Schematic diagram of TLD rotary type standard irradiation unit.

This unit is made in all Aluminum. It is make use of 2 mm thicknees L-, U-shaped processing for a keep strength. S, S': Source stand. M: Puls timing motor. And source stand hold arm (h) is possible to moving for change of irradiation distance. Motor fixed arm (Ma) can be able to adjustment for keep of same distance between the source and dosimeters.

Fig. 3 Photograph shows the fitting or removal of radiation source.

視できる (Fig. 3).

4. 実験例および考察

使用した TLD は松下電器製 $\text{CaSO}_4 : \text{Tm}$ (UD-200S) で、実験上、線量値のばらつきの原因となるものは出来るだけ除く必要があって、装着用クリップのないものを使用した。

照射線量率は環境管理、管理区域および一般人被ばく測定など、今後予定している実態計測実験の一環とすることを考慮に入れて、法規にある線量値 (10 mrem/week, 30 mrem/week, 100 mrem/week) から算出したものをもとにして定めた。素子のアニーリングは熱処理炉 (UD-602) を使って、 $380^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ で 3 分間行った。TLD は 1 回の実験に 10 個 (素子数 20 本) ずつ回転式照射器に取付け、 ^{226}Ra γ 線照射を行った。照射を完了した TLD は 48 時間を経過して、リーダー (UD-502A) で計測し、線量値を集計した。

(実験 1) 照射距離が 21 cm から 121 cm までの間で 5 段階について、それぞれ Table 1 に示した照射線量率で積算線量 10 mR となるように時間を算出し、TLD を回転させながら照射を行った (但し、照射距離 21 cm の場合は TLD 6 個)。

この実験では照射距離の長短によるジオメトリの相違が線量値に及ぼす影響と長時間照射することによりおこる素子のフェーディング現象などが問題となる。

結果は短距離、短時間照射のものが、わずかに大きな線量値を示した。変動係数 (ばらつき) は各々 5% を示していた。この程度の値では照射距離および時間による影響が表われているとは言えないが、精度を要求する場合には実験を繰返し行い、照射距離および長時間照射における補正係数を求める必要がある。

Table 1 Readout dose value by ^{226}Ra γ -irradiation distance

Source-TL element distance (cm)	Dose rate (mR/h)	Exposure (hr: min: sec)	Total dose (mR)	Dose value (mR) Mean $\pm$ S.D.
21	2.00	5: 0: 0	10	10.5 $\pm$ 0.51
34	0.76	13: 5: 43	10	10.4 $\pm$ 0.44
42	0.50	20: 0: 0	10	10.3 $\pm$ 0.51
80	0.138	72: 27: 49	10	10.1 $\pm$ 0.46
121	0.06	165: 51: 24	10	10.1 $\pm$ 0.51

S.D.: Standard deviation

^{226}Ra : 107 μg .

Table 2 Relative response and coefficient of variation by γ -irradiation method (at 10 mR).

Irradiation method	Relative *1 response Mean $\pm$ S.D.	Coefficient of variation (%) *2		Number of test
		Mean $\pm$ S.D.	Min. ~ Max.	
TLD rotate	0.996 $\pm$ 0.045	4.46 $\pm$ 1.13	2.46 ~ 5.32	8
TLD stop	0.999 $\pm$ 0.046	4.55 $\pm$ 1.60	2.87 ~ 6.63	8

*1: readout dose value/irradiation dose value.

*2: (standard deviation/means value) $\times$ 100.

(実験 2) この実験は、回転照射器の TLD を 1 個おきに 5 個回転させ、あとの 5 個は静止した状態で、照射距離 34 cm, 42 cm, 80 cm, 121 cm の各点について、積算線量が 10 mR となるように照射を行った。Table 2 は上記各照射距離で 2 回ずつ実験を行い、それぞれの平均値を求め、それらの平均値について、相対感度と変動係数を計算した結果である。

回転、静止照射とも積算線量 10 mR に対する相対感度は 1 を示しているが、全体の変動係数は、静止照射を行ったものの方が大きなばらつきを示している。

これは TLD の素子 $\text{CaSO}_4 : \text{Tm}$ の照射と計測にともなう方向性⁵⁾⁶⁾が主に影響するものと考えられる。

以上の実験により、この回転式照射器は少ない照射線量においても 5% の変動係数で測定が可能であることは、TLD の γ 線による一定線量照射用として、十分にその目的を達成し得るものと考えられる。

5. む す び

試作した回転式 γ 線照射器は、エネルギー補正用フィルタ付 TLD、放射線の吸収差を生ずる素子などのばら

熱蛍光線量計回転式 γ 線照射器 (遠藤・石坂)

つきを少なくするための均等照射用としても効果があることと、TLD に一定線量照射することにより、TLD リーダーの校正および素子の精能検査、その他多くの面で利用価値は高い。

法規の対象外にある 100 μ Ci 以下の線源であっても、照射器に防護を施していなければ、使用時には遮蔽物で周囲をかこむか、出来るだけ遮蔽効果のよい、人の立入らない室を選んで照射を行わねばならないことである。

われわれは、この照射器の実用化を図ると共に、TLD の精度向上に関する研究を進める考えである。

最後に本研究を進めるにあたり多大のご指導とご協力を賜った電子技術総合研究所放射線研究室の加藤 朗、山地 磐両技官に深く感謝します。

文 献

1) 中島敏行, 他: 個人モニタとしての各種熱ルミネ

センス線量計の特性, 日本原子力学会誌, **14** (5), 214-221, (1972).

- 2) 松田秀晴, 他: 熱蛍光線量計による個人被曝管理(I) 熱蛍光線量計の諸特性, 保健物理, **8** (3), 137-143, (1973).
- 3) 松田秀晴, 他: 個人被曝管理用熱蛍光線量計の素子の汚れによる異常値の検出(I), 保健物理, **12** (1), 13-17, (1977).
- 4) 大沼 勇, 他: 机上用小形放射線照射機, 理化学研究所報告, **54** (2), 56-59, (1978).
- 5) 遠藤幸一, 他: 熱蛍光線量計に関する基礎的研究, TLD 素子 (ガラスカプセル状) の方向性について, 日放技学誌, **32** (2), 128-133, (1976).
- 6) 松田秀晴, 他: TLD 指示のバラツキに対する計測条件の効果, 保健物理第14回研究発表会要旨集, 41, (1979).