

TLDの使用履歴に関する調査

1996年12月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

この資料は、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。ついては複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松4-33

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所 技術開発推進部・技術管理室

TLDの使用履歴に関する調査

辻村憲雄¹⁾、江尻明¹⁾、百瀬琢磨¹⁾、篠原邦彦¹⁾

要旨

動燃事業団が個人被ばく管理に使用している熱蛍光線量計（TLD）は、再使用可能な線量計であるが、その繰り返し使用が可能な回数は無制限ではなく、長期間に亘る使用や測定の際の加熱を繰り返すことにより次第に性能が劣化していく。そのため、個々のTLD毎にその使用履歴を管理していくことは、TLDの廃棄や新規更新の計画を立案する上で極めて重要である。

本報告では、放射線業務従事者の個人被ばく管理に使用しているTLDバッジについて、その年間の使用頻度、TLD加熱回数及びTLD積算読取り線量を調べた。その結果、TLDバッジを構成する β/γ 線用TLD線量計、中性子線用TLD線量計共に、その年間の平均加熱回数は11～12回、最大で30回程度であることが分かった。また、今回の調査結果を基に、TLDバッジの実運用が開始された昭和57年度から現在までの総加熱回数を推定した結果、導入時期が最も古いTLD線量計については平均140回程度であった。

1) 安全管理部安全対策課

目次

第1章	緒言	1
第2章	使用履歴に関する調査項目	2
第3章	使用履歴の調査結果	3
3-1	使用履歴の調査結果（平成6年度分）	3
3-2	総加熱回数の推定	9
第4章	まとめと今後の課題	10
参考文献	10

第1章 緒言

動燃事業団が個人被ばく管理業務に使用している熱蛍光線量計（TLD）は、繰り返し使用ができるという利点を有しているが、その繰り返し使用が可能な回数は無制限ではなく、長期の使用に伴ってTLDの諸特性に変化（劣化）が生じてくる。TLDバッジに使用するTLD素子の耐用年数の目安としては、使用期間で約10年、ないしは総加熱回数で約300回（メーカー保証による）と一般に言われている。前者の条件に関しては、東海事業所で使用しているTLDバッジ用のTLD素子の場合、既に12～14年を経過しているものが約90%を占めている。また、後者については、東海事業所ではこれまで個々のTLD素子について使用履歴の管理を行ってきていないため正確に把握されていない。

本報告では、平成6年4月から平成7年3月までの間に、放射線業務従事者の被ばく管理に使用したTLDバッジのTLD線量計（ β ・ γ 線用TLD線量計（UD-808P）、中性子線用TLD線量計（UD-809P））の年間使用頻度等を調べ、とりまとめた。調査した項目は以下に示す三項目である。

- (1) 使用年数
- (2) 加熱回数
- (3) 積算読取り線量

さらに、平成6年度のTLDの使用実績を基に、TLDバッジの運用を開始した昭和57年度以降のTLDの平均加熱回数等を推定した。今後、TLDの廃棄や新規更新の計画を立案する上で極めて有用なデータになる。

第2章 使用履歴に関する調査項目

TLDの使用履歴に関する調査項目は、(1)使用年数、(2)加熱回数、(3)積算読取り線量の3種類である。

(1) 使用年数

使用年数は、購入年からの経過年数である。

(2) 加熱回数

加熱回数 N は次式で表される。ここで、 N_M は個人モニタリングで測定（使用した）回数、 N_A はTLDの配布前に行う再生処理（アニール）回数、 N_{MP} 、 N_{MH} はそれぞれ定期品質管理試験での測定回数、アニール回数である。通常、TLDの測定とアニールは対になっているので測定回数を2倍すれば加熱回数を得られる。

$$\dot{N} = N_M + N_A + N_{MP} + N_{MH} = 2 \cdot (N_M + N_{MP}) \quad \dots (2-1)$$

(3) 積算読取り線量

積算読取り線量 X は、TLDの測定及びアニールの際の読取り線量の総和であり、次式で表される。ここでは、アニールで得られる読取り線量の値は、個人モニタリングの結果得られる読取り線量の値に比べて十分小さいため無視できると仮定した。また、TLDの定期品質管理試験の際に照射される線量 X_{MP} は約160mR（空気吸収線量1.5mGy）であり、年一回の頻度で実施される。

$$X = \sum X_M + \sum X_A + \sum X_{MP} + \sum X_{MH} \approx \sum X_M + \sum X_{MP} \quad \dots (2-2)$$

このうち(2)(3)の項目については、平成6年度のTLDバッジの使用実績を基に調査した。個人被ばく管理に用いたTLDの測定結果は、後述する一部のデータを除いて全てホストコンピューターに登録されているので、その中から必要なデータを抽出し、TLDのID番号毎に測定回数、積算読取り線量を計算した。また定期品質管理試験では、下表に示すように感度検査のための160mR照射・測定を平均1.3回/個、残線量（未照射時の発光量）検査を平均2.0回/個程度行っている。

表2-1 定期品質管理試験におけるTLDの測定、アニール回数

検査項目	照射量	測定回数	アニール回数	加熱回数
感度検査	約160mR	約1.3*	約1.3*	約2.6
残線量検査	-	約2**	-	約2

* 1回目の試験で約70%が合格するが、残り30%については2回以上の再試験を要する。

** 1回目の試験で約50%が合格するが、残り50%については2回以上の再試験を要する。

第3章 使用履歴の調査結果

3-1 使用履歴の調査結果（平成6年度分）

（1）使用年数

TLDバッジに用いるTLD線量計は、昭和57年以降、段階的に購入している。現在使用しているTLD線量計の購入年度、購入数、実働数を表2-1に示す。現在使用しているTLD線量計のほとんどは実運用が開始された昭和57年度から昭和59年度の間に購入したものであり、既に12～14年が経過している。TLDの耐用年数の目安の一つと考えられている10年を超えているものが全体の約95%を占める。

表3-1 TLD線量計の購入年度、購入数、実働数

購入年度	使用年数*	実働数*/購入数	
		UD-808P	UD-809P
昭和57年度	14	4598/5180	4433/5180
昭和58年度	13	1432/1900	694/1020
昭和59年度	12	570/ 900	420/ 600
昭和60年度	11	118/ 150	125/ 150
平成6年度	1	443/ 450	150/ 150
-	-	7161/8580	5822/7100

* 平成7年4月現在

（2）加熱回数

平成6年度に定常モニタリング（不均等被ばく管理用を除く）のため使用したTLDの測定頻度を表3-2、図3-1に示す。UD-808P及びUD-809Pの年間平均測定回数は約3回、最大の測定回数は10回であった。測定回数が4回以下のものが約80%を占めているが、このほとんどは年間を通じて放射線業務従事者の指定を受けているもので、特に三ヵ月被ばく管理者である。使用頻度が5回以上のものは、一ヵ月被ばく管理者、放射線業務従事者の指定と指定解除を繰り返し行う外来の短期工事業者や査察官がほとんどである。

また「不均等被ばく管理用」及び「作業モニタリング用」のTLDの測定結果については、測定データがホストコンピューターに保存されないため、表3-2の調査結果には含まれておらず、個々のTLDについての使用頻度等も正確には分からない。ただし、それらのTLDの年間の測定件数と保有線量計数より、「不均等被ばく管理用」については年間約7回/個（500個のUD-808P線量計を専用に確保している）、「作業モニタリング用」については年間約0.3回の平均測定回数と推定される。

以上の結果を表3-3にまとめた。TLDの年間の平均測定回数は約3.3~3.6であり、この結果にアニールによる加熱、さらに表2-1に示した定期品質管理試験時の加熱回数を加えると、TLDの平均加熱回数は11~12回程度と考えられる。

また、最大加熱回数は「不均等被ばく管理用」を除いた定常モニタリング用TLDの場合は、表3-2の結果及び(2-1)式より約25 (=10×2+4.6)回と推定される。これに「作業モニタリング」で使用した場合の加熱回数、及び定期検査において表2-1に示した以上の回数の点検を行う場合がありうる点を考慮すると、年間30回程度と予想される。

表3-2 定常モニタリング（不均等被ばく管理を除く）用TLDバッジの
TLD測定回数/年・個

測定回数	UD-808P	UD-809P
10	1 (0.0%)	0 (0.0%)
9	7 (0.1%)	1 (0.0%)
8	21 (0.3%)	4 (0.1%)
7	66 (1.0%)	26 (0.5%)
6	301 (4.5%)	404 (7.0%)
5	610 (9.2%)	490 (8.5%)
4	1068 (16.1%)	673 (11.7%)
3	1864 (28.1%)	1836 (32.0%)
2	1957 (29.5%)	2040 (35.5%)
1	740 (11.2%)	272 (4.7%)
線量計数	6635	5764
平均測定回数	3.03	3.07
最大測定回数	10	9

表3-3 TLDバッジの年間の平均測定回数・加熱回数

	定常モニタリング用*	作業モニタリング用	不均等被ばく管理用
線量計数	約6,650個 (UD-808P)		約500個 (UD-808P)
	約5,800個 (UD-809P)		
平均測定回数/年	3	0.3	7
	3.6回** (UD-808P)		
	3.3回 (UD-809P)		
平均加熱回数/年	11~12***		

*不均等被ばく管理用を除く **線量計数の荷重平均より計算 *** (2-1)式より計算

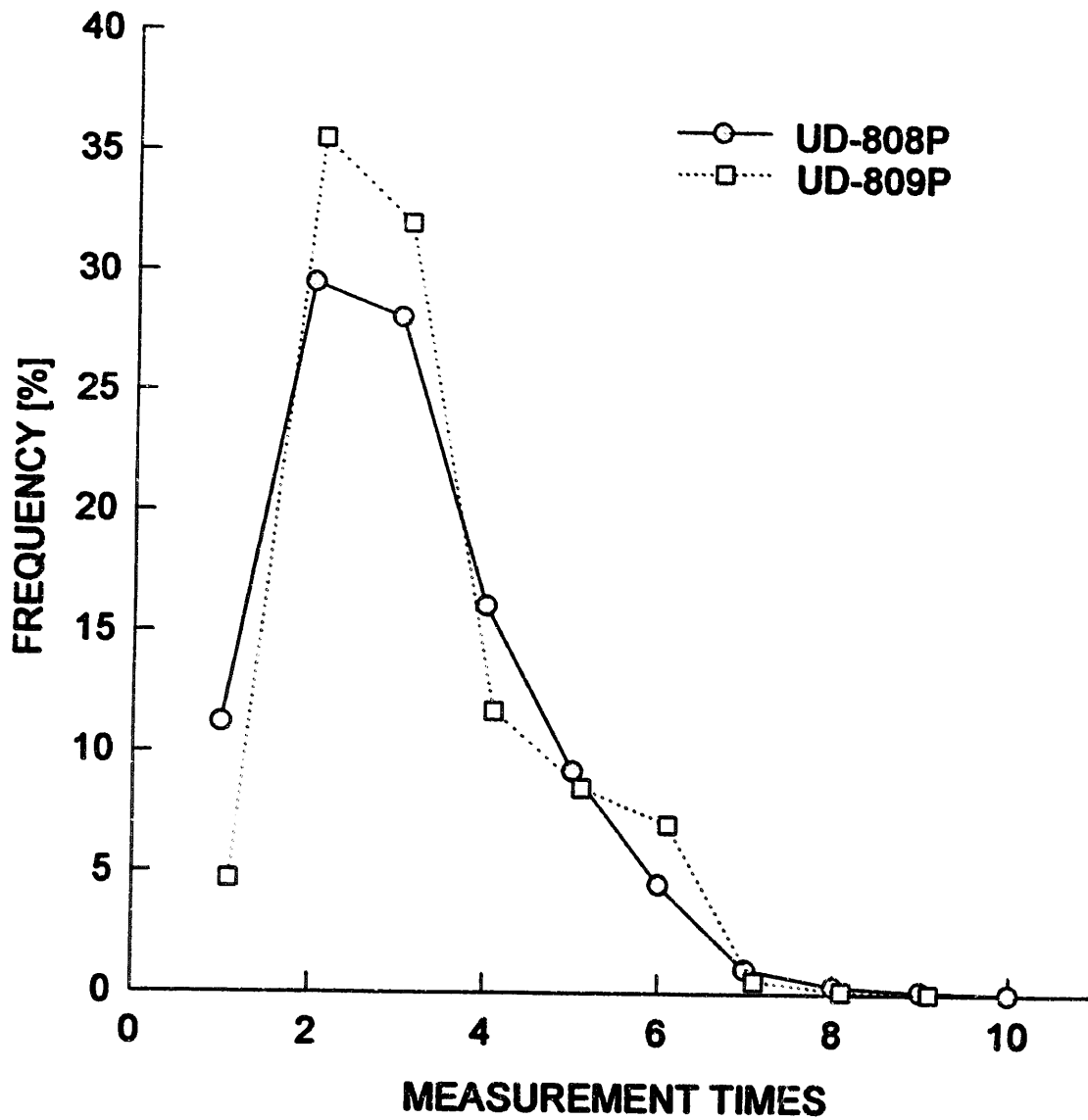


図3-1 定常モニタリング（不均等被ばく管理用を除く）に使用した
TLD線量計の年間の測定回数の分布（平成6年度の使用実績による）

(3) 積算読取り線量

平成6年度に使用した定常モニタリング（不均等被ばく管理を除く）用TLDバッジの各エレメントの積算読取り線量の平均値と最大値を調べた結果を表3-4に、積算読取り線量の頻度分布をTLD蛍光体の種類毎に図3-2 (a) (b) (c)に示す。低エネルギー線に対して高い相対感度を有するエレメントG3の場合、最大の積算読取り線量は約2R相当にまで達するものもあるが、他のエレメントについては数100mR相当程度であった。また、同一の蛍光体種類でも、放射線の線質やエネルギー分布によって発光量に差が生じるが、全体平均として見た場合にはエレメント間の積算読取り線量の値に大きな差はなかった。

一方、「不均等被ばく管理用」のTLDについては、前述したように測定データがホストコンピューターに登録されていないため厳密な計算ができない。ただし、「不均等被ばく管理用」を除いた定常モニタリング用のものと比べたとき、測定頻度が約2倍、また読取り線量が3～4倍程度[1]となることから大雑把な推測は可能である。

表3-5に定期検査における照射試験の結果も含めた、不均等被ばく管理用を除いた定常モニタリング用のTLD、不均等被ばく管理用TLDの年間の平均積算読取り線量を示す。

表3-4 定常モニタリング（不均等被ばく管理を除く）用TLDバッジの各エレメントの積算読取り線量（平成6年度分）

	UD-808P		UD-809P	
	エレメントG1, G2, G4	エレメントG3	エレメントN1	エレメントN2, N3, N4
平均	63.7	138.4	60.2	71.0
最大	530.3	1863.3	269.0	398.0

（単位は照射線量相当 [mR ^{137}Cs eq./年]）

表3-5 TLDバッジの各エレメントの平均の積算読取り線量（平成6年度分）

	UD-808P		UD-809P	
	エレメントG1, G2, G4	エレメントG3	エレメントN1	エレメントN2, N3, N4
不均等被ばく管理用 を除く	270*	350*	270*	280*
不均等被ばく管理用 （推定値）	650**	1200**	-	-

（単位は照射線量相当 [mR ^{137}Cs eq./年]）

* (表3-4の結果) + (感度検査の回数=1.3) × (160mR相当)

** (表3-4の結果) × (測定頻度比=2.0) × (線量比=3.5) + (感度検査の回数=1.3) × (160mR相当)

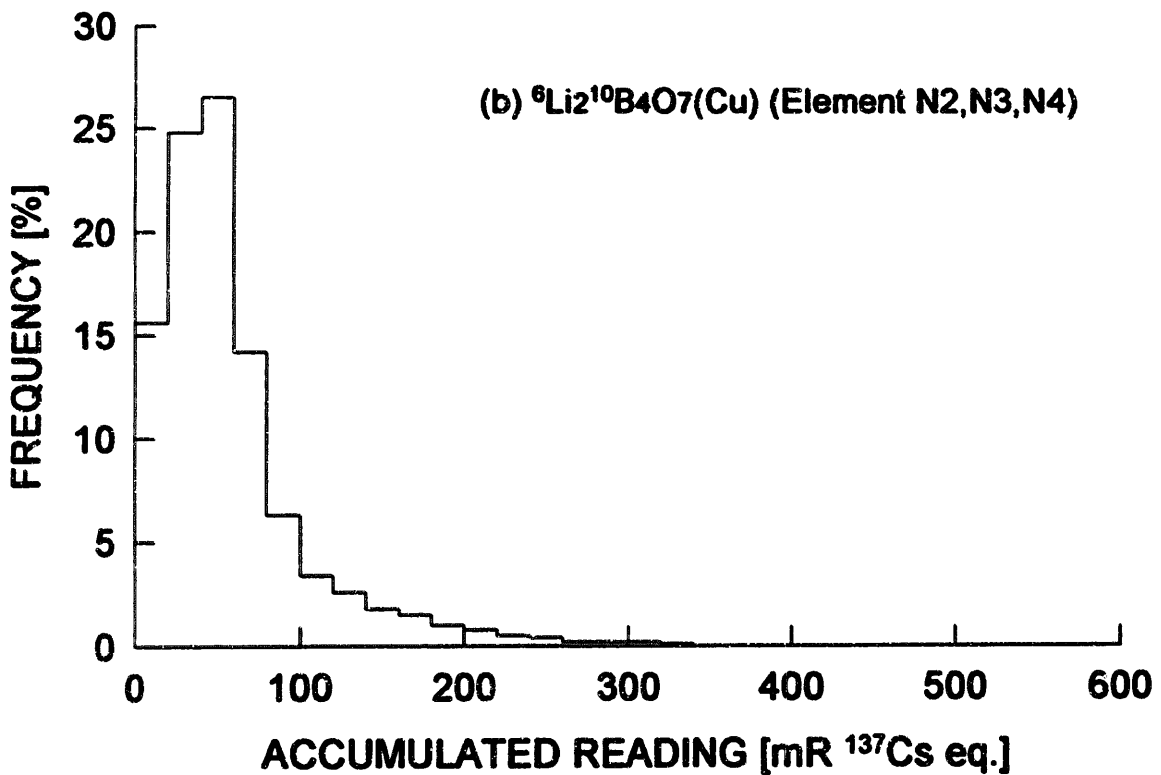
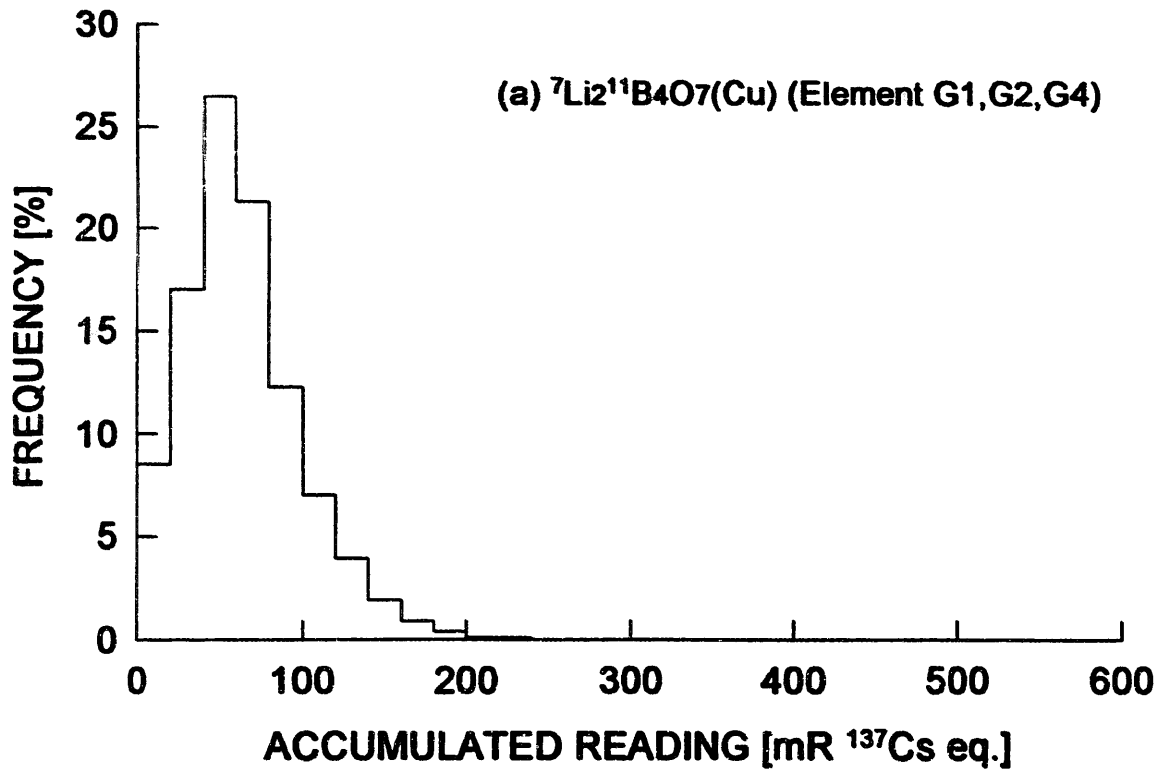
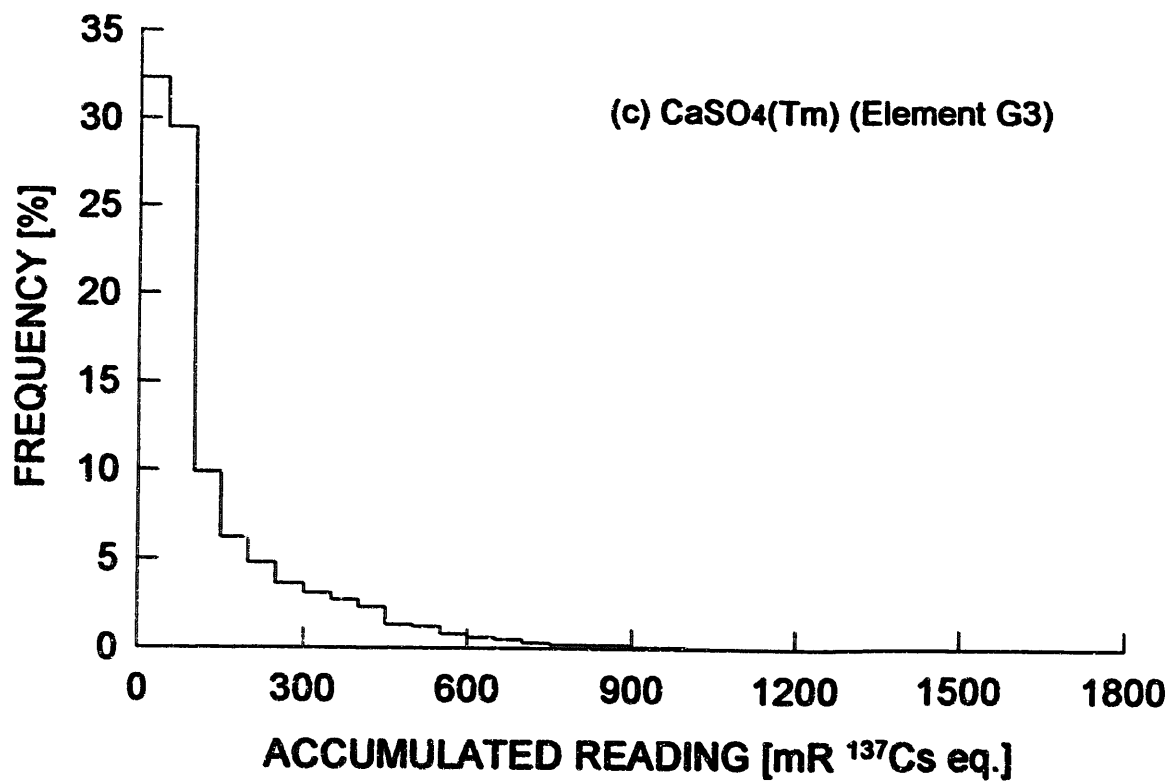


図3-2 定常モニタリング（不均等被ばく管理用を除く）に使用した
TLD線量計の年間の積算読取り線量の分布（平成6年度の使用実績による）



3-2 総加熱回数の推定

表3-3に示した平成6年度におけるTLDの平均の加熱回数を基に、運用開始から平成7年度末までの総加熱回数を推定した。ただし、平成5年度以前のTLD測定データについては、ホストコンピューターに保管記録されていないので、ここでは各年度毎の被ばく管理対象者数がTLDの年間加熱回数に比例すると仮定し、総加熱回数を試算した。

結果を表3-6に示す。最も購入年度の古いTLDについては、運用開始から平成7年度末までの総加熱回数は平均で140回程度と考えられ、メーカーの保証する加熱回数である300回を下回る程度であった。

表3-6 総加熱回数(平均値)の推定

年度	荷重係数*	TLD購入年度				
		昭和57年度	昭和58年度	昭和59年度	昭和60年度	平成6年度
昭和57年度	0.68	7.8**	-	-	-	-
昭和58年度	0.82	9.4	9.4	-	-	-
昭和59年度	0.94	10.8	10.8	10.8	-	-
昭和60年度	0.75	8.6	8.6	8.6	8.6	-
昭和61年度	0.74	8.5	8.5	8.5	8.5	-
昭和62年度	0.86	9.9	9.9	9.9	9.9	-
昭和63年度	1.02	11.7	11.7	11.7	11.7	-
平成元年度	0.84	9.7	9.7	9.7	9.7	-
平成2年度	0.80	9.2	9.2	9.2	9.2	-
平成3年度	0.79	9.1	9.1	9.1	9.1	-
平成4年度	0.85	9.8	9.8	9.8	9.8	-
平成5年度	0.93	10.7	10.7	10.7	10.7	-
平成6年度	1.00	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
平成7年度	1.13	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
総加熱回数(平均値)		140	132	123	112	25

* 平成6年度の被ばく管理者数で各年度の被ばく管理者数を規格化した値

** (荷重係数) × (年平均加熱回数=11.5)

第4章 まとめと今後の課題

(1) まとめ

放射線業務従事者の個人被ばく管理に使用しているTLDバッジについて、その年間の使用頻度、加熱回数及び積算読取り線量を調べた。その結果、 β/γ 線用TLD線量計、中性子線用TLD線量計共に、その年間の平均加熱回数は11～12回、最大で30回程度であることが分かった。また、今回の調査結果を基に、TLDバッジの実運用を開始した昭和57年度から現在までの総加熱回数を調べた結果、導入時期が最も古いTLD線量計については140回程度と推定され、メーカーの保証する加熱回数300回を下回る程度であることが分かった。

(2) 今後の課題

TLDの廃棄・新規購入の計画的な遂行、並びに品質維持のため、不均等被ばく管理用・作業モニタリング用も含めたTLDの使用履歴に関するデータベースを整備する必要がある。ホストコンピュータ側での一元的な管理、あるいは平成7年度より実務適用を開始したグロー曲線解析システム[2]にそうした機能を追加する等の検討を今後行っていく。

参考文献

- [1] 辻村憲雄、百瀬琢麿、篠原邦彦
「鉛エプロンの着用に伴う体幹部不均等被ばくについて」
動燃技報No. 98、1996
- [2] 辻村憲雄、江尻明、百瀬琢麿、篠原邦彦
「外部被ばく線量測定・評価技術の高度化研究 - グロー曲線解析及び相互発光
関係を利用したTLD測定値の信頼性向上 -」
(平成7年度東海事業所研究開発等成果報告会資料集(安全管理))
PNC PN8410 96-049、1996