

【資 料】

## 蛍光ガラス線量計（RPLD）を用いた環境 線測定法

- 熱ルミネセンス線量計（TLD）との比較検討 -

道広憲秀，何本孝人，清水光郎，信森達也（放射能科）

[ キーワード：蛍光ガラス線量計（RPLD），熱ルミネセンス線量計（TLD），環境 線 ]

### 1 はじめに

岡山県は，苫田郡上斎原村の核燃料サイクル開発機構人形峠環境技術センター周辺の環境監視の中で熱ルミネセンス線量計（以下「TLD」という）を用いて線積算線量の測定を行っている。TLDによる線測定法は文部科学省の環境監視のための公定法として認められており，従来から全国でも多くの使用実績がある。しかし，TLDは，フェーディングにより夏場には値が低下する場合があること<sup>1,2)</sup>，素子のロットによっては自己被曝が無視できないこと，測定終了後は線量情報が素子から消失してしまい再測定が不可能であること，素子の自動読みとりが出来ないこと等の欠点がある。

近年，蛍光ガラス線量計（以下「RPLD」という）の環境監視への採用が他県でも検討されているが，RPLDは 蛍光中心が測定時の紫外線照射に対しても安定であり基底状態には戻らないため結果の再確認などのために，必要に応じて再測定が可能である。フェーディング特性が良い。TLDに比較して素子が構造上丈夫であるために多数の素子の自動測定が可能である。といった優れた点が多い。しかし一方では，環境測定において，冬場の低温や湿度から影響を受ける報告例<sup>3)</sup>もあり，岡山県が監視測定を行っている上斎原村は中国山地に位置し冬期には積雪量が多いため，特にその影響を把握しておく必要がある。

RPLDは平成13年3月に公定法に採用されたが，岡山県での監視測定に採用するためには，事前にその測定法に習熟して課題の把握をしておくとともに，現行のTLD法によるデータとの継続性と斉一性を確認することが不可欠であり，そのために両方法で並行測定を行い，測定値を比較・検討した。

### 2 実験方法

#### 2.1 調査地点

岡山県では従来から，人形峠環境技術センター周辺

7カ所及び当環境保健センター内においてTLDによる監視測定を行っているが，同一地点において，TLDと同じ大型の百葉箱（気象庁2型）の中にそれぞれ地表から1mの高さで水平方向にRPLD5素子を設置した。湿度対策として，素子をポリ容器内に除湿剤とともに相互に重ならないように入れ，更にポリエステル，アルミニウム及びポリエチレンの3層構造フィルム製のポリ袋内に全体を密封した。なおTLD素子は，1.3mの高さに6素子を垂直方向に設定している。設置期間は，2002年10月3日から2004年3月24日の間で，TLDと同一の3ヶ月毎の期間とした。

#### 2.2 測定装置及び測定条件

##### (1) RPLD法

- ガラス線量計素子；旭テクノグラス株式会社製 SC-1（同一ロット）
- リーダー；同社製 FGD-201  
設置前に素子の再生処理（400℃で1時間加熱）を毎回行った。3ヶ月後に持ち帰った素子は，読み取り前に定温乾燥機を用いて70℃で60分間の熱処理を施した。読み取り時のレーザパルス数は20パルス，また1素子の繰り返し測定回数は5回とした。

##### (2) TLD法

- TLD素子 松下電器 UD-200S型
- リーダー 松下電器 UD-512P型

運搬時における線量寄与を低減するために両素子の現地への運搬には，鉛容器を使用した。また原則として，RPLD及びTLDのリーダーのパラメータの設定及び測定の手順については，文部科学省の放射能測定法シリ-ズ<sup>2,3)</sup>に準拠した。

なお標準照射校正は，RPLD及びTLDともにそれぞれのメーカーにおける年1回の保守点検の中で実施した。

表1. 蛍光ガラス線量計及び熱ルミネセンス線量計による測定結果(1)

	モニタリング地点	モニタリング期間 (日数)	RPLD			TLD		
			平均値 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	標準偏差 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	変動係数 (%)	平均値 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	標準偏差 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	変動係数 (%)
1	人形峠	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.082	0.0039	4.7	0.096	0.0032	3.4
2	池河	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.083	0.0049	5.9	0.103	0.0022	2.2
3	夜次	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.082	0.0052	6.4	0.091	0.0016	1.8
4	天王	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.102	0.0025	2.5	0.109	0.0026	2.4
5	中津河	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.065	0.0027	4.2	0.065	0.0015	2.3
6	赤和瀬	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.081	0.0053	6.6	0.096	0.0029	3.0
7	堆積場口	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.085	0.0016	1.9	0.099	0.0027	2.7
8	環保センター	2002年10月3日 ～ 2002年12月25日	0.083	0.0004	0.5	0.087	0.0027	3.1
9	人形峠	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.072	0.0028	3.8	0.084	0.0018	2.1
10	池河	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.054	0.0011	2.0	0.063	0.0015	2.4
11	夜次	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.050	0.0014	2.8	0.056	0.0015	2.7
12	天王	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.075	0.0014	1.9	0.085	0.0062	7.3
13	中津河	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.041	0.0007	1.7	0.047	0.0009	1.9
14	赤和瀬	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.062	0.0010	1.6	0.071	0.0017	2.4
15	堆積場口	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.050	0.0010	2.1	0.056	0.0013	2.4
16	環保センター	2002年12月25日 ～ 2003年3月25日	0.082	0.0004	0.5	0.091	0.0028	3.1
17	人形峠	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.084	0.0010	1.2	0.088	0.0041	4.7
18	池河	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.082	0.0007	0.9	0.088	0.0011	1.3
19	夜次	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.075	0.0004	0.5	0.078	0.0029	3.7
20	天王	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.093	0.0011	1.2	0.095	0.0038	4.0

蛍光ガラス線量計及び熱ルミネセンス線量計による測定結果(2)

	モニタリング地点	モニタリング期間 (日数)	RPLD			TLD		
			平均値 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	標準偏差 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	変動係数 (%)	平均値 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	標準偏差 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	変動係数 (%)
21	中津河	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.056	0.0046	8.2	0.055	0.0035	6.3
22	赤和瀬	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.088	0.0013	1.5	0.085	0.0058	6.8
23	堆積場口	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.093	0.0037	4.0	0.087	0.0035	4.0
24	環保センター	2003年3月25日 ～ 2003年6月25日	0.085	0.0069	8.0	0.081	0.0021	2.6
25	人形峠	2003年6月25日 ～ 2003年9月25日	0.092	0.0041	4.5	0.095	0.0018	1.8
26	池河	2003年6月25日 ～ 2003年9月25日	0.089	0.0014	1.6	0.099	0.0017	1.7
27	夜次	2003年6月25日 ～ 2003年9月25日	0.082	0.0018	2.3	0.088	0.0021	2.4
28	天王	2003年6月25日 ～ 2003年9月25日	0.096	0.0012	1.2	0.106	0.0031	2.9
29	中津河	2003年6月25日 ～ 2003年9月25日	0.057	0.0004	0.7	0.063	0.0012	1.9
30	赤和瀬	2003年6月25日 ～ 2003年9月25日	0.082	0.0008	1.0	0.090	0.0021	2.3
31	堆積場口	2003年6月25日 ～ 2003年9月25日	0.093	0.0006	0.6	0.098	0.0015	1.5
32	環保センター	2003年6月24日 ～ 2003年9月25日	0.080	0.0019	2.4	0.083	0.0017	2.0
33	人形峠	2003年9月25日 ～ 2003年12月24日	0.097	0.0024	2.5	0.097	0.0021	2.1
34	池河	2003年9月25日 ～ 2003年12月24日	0.094	0.0004	0.4	0.101	0.0027	2.7
35	夜次	2003年9月25日 ～ 2003年12月24日	0.088	0.0021	2.5	0.091	0.0023	2.5
36	天王	2003年9月25日 ～ 2003年12月24日	0.105	0.0031	2.9	0.112	0.0020	1.8
37	中津河	2003年9月25日 ～ 2003年12月24日	0.064	0.0032	4.9	0.068	0.0022	3.3
38	赤和瀬	2003年9月25日 ～ 2003年12月24日	0.089	0.0006	0.7	0.093	0.0009	1.0
39	堆積場口	2003年9月25日 ～ 2003年12月24日	0.100	0.0028	2.8	0.101	0.0037	3.7
40	環保センター	2003年9月25日 ～ 2003年12月25日	0.091	0.0020	2.2	0.087	0.0020	2.3

蛍光ガラス線量計及び熱ルミネセンス線量計による測定結果(3)

	モニタリング地点	モニタリング期間 (日数)	RPLD			TLD		
			平均値 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	標準偏差 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	変動係数 (%)	平均値 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	標準偏差 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	変動係数 (%)
41	人形峠	2003年12月24日 ～ 2004年3月23日	0.083	0.0027	3.2	0.087	0.0018	2.1
42	池河	2003年12月24日 ～ 2004年3月23日	0.067	0.0010	1.5	0.069	0.0008	0.0
43	夜次	2003年12月24日 ～ 2004年3月23日	0.056	0.0008	1.5	0.052	0.0013	0.0
44	天王	2003年12月24日 ～ 2004年3月23日	0.087	0.0008	0.9	0.090	0.0027	3.0
45	中津河	2003年12月24日 ～ 2004年3月23日	0.050	0.0011	2.1	0.048	0.0019	4.0
46	赤和瀬	2003年12月24日 ～ 2004年3月23日	0.073	0.0028	3.9	0.074	0.0018	2.4
47	堆積場口	2003年12月24日 ～ 2004年3月23日	0.062	0.0026	4.3	0.058	0.0007	1.1
48	環境センター	2003年12月25日 ～ 2004年3月24日	0.086	0.0017	2.0	0.095	0.0013	1.4
49	環境センター B	2003年12月25日 ～ 2004年3月24日	0.082	0.0020	2.4	0.080	0.0021	2.7

### 3 結果及び考察

1時間あたりの線量率に換算して、表1に測定結果を示した。その結果に基づき図1に相関図を示したが、相関係数は高く両者の数値は良く一致した。2003年度については、嚴重な湿度対策のために3層構造フィルム製のポリ袋を使用したのが、2002年度には使用していなかった。図から明らかなように、両者の結果に差異が見られた。そのため2003年度だけの結果を取り出して、図2に四半期毎にプロット記号を分けて表記した。

第2四半期(TLDのフェーディングの影響)と第4四半期(RPLDの低温による影響)のいずれの時期についても、両方法間に顕著な差異は出なかった。このことは新潟県の行った調査報告<sup>1)</sup>と異なったが、今後のデータの蓄積を待って検討したい。

同一地点における素子間の変動係数を比較するとその平均値では、両方法はともに2.7%で同等であっ

た。本来、特性としては、RPLDの方がTLDより変動係数は小さい<sup>1)</sup>とされているが、逆になった結果がいくつかあるとともに、No.21等5%を超えるものが4件あった。異常値の原因解明のために素子の配置等について検討調査を行う必要がある。なお日本分析センターに依頼してRPLD素子を標準照射してもらい返送された素子を測定したところ、標準照射量157 $\mu\text{Gy}$ 及び236 $\mu\text{Gy}$ に対して、測定値は153 $\mu\text{Gy}$ 及び230 $\mu\text{Gy}$ であり、その差は3%内でよく一致していた。

両素子について宇宙線の寄与と自己照射線量をチェックするため、測定期間中は毎回、5cmの鉛ブロック容器内にそれぞれの素子を保管設置して並行測定したが、RPLD; 0.016~0.019 $\mu\text{Gy/h}$ , TLD; 0.016~0.019 $\mu\text{Gy/h}$ と同等であった。

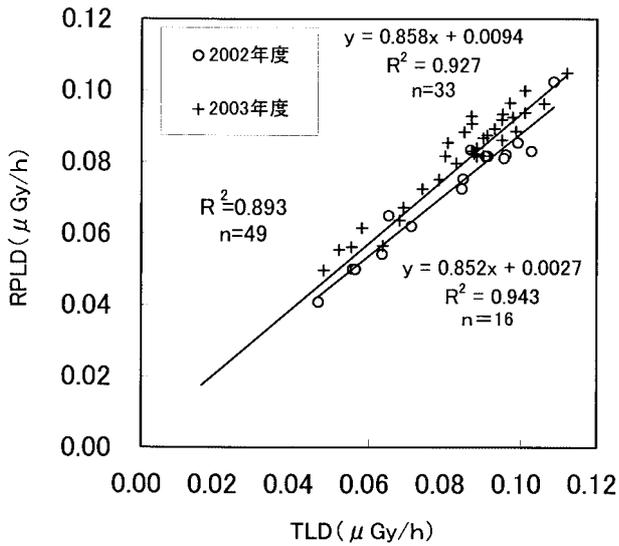


図1 . RPLD 及び TLD による  $\gamma$ 線量間の相関

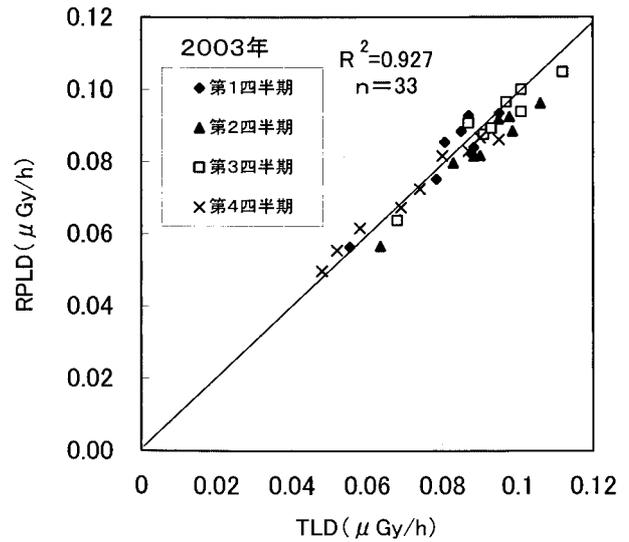


図2 . RPLD 及び TLD による  $\gamma$ 線量間の四半期毎の比較

#### 4 まとめ

従来から線積算線量の監視測定に用いて来た TLD 法と RPLD 法の測定結果は良く一致しており、データの継続性は保証されることがわかった。今後はより精度の高い測定をするために、素子の配置と手順の細部を検討する。

#### 文 献

- 1) 山崎興樹他：蛍光ガラス線量計を用いた積算線量測定，新潟県保健環境科学研究所年報，16，90～

97，2001

- 2) 文部科学省：蛍光ガラス線量計を用いた環境線量測定法，放射能測定法シリーズ27，2003
- 3) 文部科学省：熱ルミネセンス線量計を用いた環境線量測定法，放射能測定法シリーズ18，平成2年改訂
- 4) 田島義徳他：積算線量測定における測定器の比較調査，鹿児島県環境保健センター年報，1，103～107，2000