

# 積算線量計を用いた空間放射線量の測定及び比較 (2014. 4~2016. 3)

坂田脩, 高瀬冴子\*, 長島典夫, 吉田栄充, 三宅定明, 石井里枝

Measurements and Comparison of Radiation Exposure in Saitama Prefecture with Integrating Dosimeters  
(2014. 4~2016. 3)

Osamu Sakata, Saeko Takase\*, Norio Nagashima, Terumitsu Yoshida, Sadaaki Miyake and Rie Ishii

## はじめに

当所では埼玉県民の平常時における外部被ばく量の推定及び原子力発電所事故等が発生した際の状況把握及び影響評価に資することを目的として、1990年度から埼玉県内7か所に積算線量計である熱ルミネッセンス線量計 (Thermoluminescent Dosimeter: 以下、TLDと略称) を設置し、空間放射線量調査を行ってきた。TLDは全国に多くの使用実績があるため、測定結果の比較評価が容易なことなど利点も多いが、フェーディング(放射線に照射された素子の熱ルミネッセンス量、すなわち線量指示値が時間の経過とともに減少すること)により夏季に値が低下する場合があること、1回の読み取りで線量情報が消えてしまうこと、素子が破損し易く大量素子の自動読み取りができないことなどの欠点を持っている<sup>1)</sup>。

近年、これらの点で優れた積算線量計として蛍光ガラス線量計 (Radiophotoluminescence Glass Dosimeter: 以下、RPLDと略称) が注目されるようになり、原子力規制庁「環境放射線モニタリング指針」にも取り入れられた<sup>2)</sup>。

このような状況を考慮して、当所では2014年4月から、TLDに代わる環境モニタリング用積算線量計としてRPLDを導入した。そこで、2014年7月から調査地点を7か所から11か所 (TLD: 8か所、RPLD: 11か所) に増やすとともに、TLDからRPLDへの変更に向けてデータの整合性と継続性を確認するため、8地点において両線量計測定値の比較調査を実施した。

今回、2014年4月 (RPLDは2014年7月) から2016年3月までの各積算線量計の積算線量及び比較結果について報告する。

## 方法

### 1 調査地点

調査地点11か所を図1に示す。県内の全般的な状況を把握するため、TLDについては飯能市、加須市、幸手市、熊谷市、戸田市、さいたま市、東秩父村、吉見町の8か所を、



RPLDについては上記に加えて三郷市、秩父市、本庄市の11か所を調査地点とした。また、衛生研究所においては屋内と屋外の空間放射線量率の違いについて調べるため、屋内(鉄筋コンクリート造り)にも線量計を設置し、さらに宇宙線の寄与と線量計のバックグラウンド(自己照射線量)を調べるため、屋内の5cm鉛シールド内にも線量計を設置した。

### 2 調査方法

#### (1) 測定素子の設置方法等

測定素子は地上1mの位置に、直接風雨にあたらないよう木製の箱の中に1か所あたりTLD 6素子(3本)及びRPLD 3素子(3個)を設置した。TLDはポリエチレン製ビニール袋を2重にして設置し、またRPLD素子は1素子ずつポリエチレンテレフタレート、アルミニウム及びポリエチレンからなる3層構造フィルム製のチャック付きポリ袋に入れた後、3素子をロック式のポリ容器内に入れ設置した。測定素子は、約3か月ごとに交換した (TLD: 2ロットを交互に使用, RPLD: 1ロットを2分割し交互に使用)。

\*現 薬務課

表1：埼玉県における空間放射線量（平均±標準偏差）

調査地点	積算線量計	2014年			2015年			2016年			全期間の平均
		4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月		
飯能市	TLD	151 ± 3.6	144 ± 3.8	157 ± 4.0	156 ± 10.3	145 ± 3.0	142 ± 5.3	150 ± 3.7	143 ± 3.7	149 ± 14.6	
	RPLD	-	142 ± 1.0	131 ± 1.8	136 ± 1.0	140 ± 3.2	140 ± 0.1	139 ± 0.6	133 ± 1.5	137 ± 4.3	
加須市	TLD	154 ± 2.9	148 ± 5.7	159 ± 3.8	158 ± 7.0	150 ± 3.8	145 ± 3.8	155 ± 2.6	149 ± 4.6	152 ± 12.7	
	RPLD	-	142 ± 1.5	133 ± 1.2	141 ± 2.5	147 ± 2.0	140 ± 1.8	142 ± 0.7	136 ± 1.0	140 ± 4.3	
幸手市	TLD	151 ± 5.0	143 ± 3.5	156 ± 3.9	155 ± 3.7	147 ± 4.0	142 ± 4.4	151 ± 7.0	144 ± 4.1	149 ± 12.9	
	RPLD	-	144 ± 1.1	128 ± 1.2	138 ± 0.6	136 ± 1.2	139 ± 1.1	140 ± 1.1	132 ± 0.6	137 ± 2.7	
熊谷市	TLD	144 ± 3.4	137 ± 3.6	153 ± 4.3	148 ± 4.9	144 ± 4.4	137 ± 4.0	148 ± 4.9	140 ± 2.1	144 ± 11.4	
	RPLD	-	137 ± 0.6	125 ± 0.6	135 ± 2.0	142 ± 2.4	134 ± 1.8	137 ± 1.3	130 ± 1.1	134 ± 4.1	
戸田市	TLD	150 ± 3.6	147 ± 1.4	156 ± 3.2	156 ± 2.8	144 ± 3.8	144 ± 3.3	152 ± 4.1	148 ± 1.1	150 ± 8.8	
	RPLD	-	144 ± 1.6	132 ± 0.6	140 ± 2.1	149 ± 1.6	143 ± 0.9	143 ± 0.2	136 ± 1.0	141 ± 3.4	
さいたま市	TLD	143 ± 2.2	139 ± 4.8	150 ± 2.7	151 ± 5.8	140 ± 3.7	138 ± 4.9	145 ± 3.3	143 ± 6.2	144 ± 12.5	
	RPLD	-	135 ± 3.1	125 ± 0.6	134 ± 1.5	142 ± 0.6	134 ± 1.3	136 ± 0.7	129 ± 0.6	134 ± 3.9	
東秩父村	TLD	156 ± 5.3	149 ± 5.9	155 ± 5.7	147 ± 4.8	143 ± 5.3	136 ± 3.8	143 ± 5.2	129 ± 3.3	145 ± 14.1	
	RPLD	-	144 ± 1.5	127 ± 2.2	131 ± 0.3	135 ± 2.0	130 ± 0.5	131 ± 1.6	119 ± 0.6	131 ± 3.8	
吉見町	TLD	139 ± 2.4	141 ± 4.8	148 ± 2.8	153 ± 3.7	137 ± 1.5	140 ± 2.2	147 ± 3.6	144 ± 2.4	144 ± 8.7	
	RPLD	-	135 ± 1.2	127 ± 1.1	136 ± 1.2	143 ± 1.2	138 ± 2.1	138 ± 1.1	133 ± 1.5	136 ± 3.7	
三郷市	RPLD	-	219 ± 1.1	193 ± 1.2	207 ± 0.5	202 ± 2.5	202 ± 1.8	202 ± 0.7	191 ± 1.0	202 ± 3.8	
	RPLD	-	158 ± 1.5	143 ± 1.2	153 ± 1.6	152 ± 0.6	158 ± 2.3	157 ± 0.6	147 ± 0.6	153 ± 3.6	
本庄市	RPLD	-	143 ± 1.2	131 ± 1.1	139 ± 2.3	148 ± 1.0	141 ± 2.0	142 ± 1.9	136 ± 0.5	140 ± 4.1	
	TLD	148 ± 3.3	143 ± 4.0	145 ± 3.7	149 ± 4.4	143 ± 3.0	145 ± 3.7	146 ± 2.6	142 ± 2.9	145 ± 9.9	
屋内(吉見町)	RPLD	-	127 ± 0.6	121 ± 1.2	135 ± 2.1	129 ± 1.2	131 ± 3.8	132 ± 1.3	130 ± 2.1	129 ± 5.3	
	TLD	42.0 ± 1.7	37.8 ± 1.7	42.8 ± 1.8	40.8 ± 1.1	41.6 ± 2.2	38.5 ± 1.3	42.1 ± 1.6	39.0 ± 0.8	40.6 ± 4.4	
5cm鉛シールド内	RPLD	-	34.9 ± 1.2	37.6 ± 1.1	42.1 ± 1.0	40.9 ± 0.6	39.6 ± 0.5	42.6 ± 1.3	39.7 ± 0.6	39.6 ± 2.5	

単位：μGy/3か月(91.25日)

(2) 測定装置及び測定手順

測定装置及び測定手順の概要を図2に示す。なお、TLD及びRPLDの測定等については文部科学省のマニュアル<sup>2,3)</sup>に準じて行った。

結果及び考察

1 TLD及びRPLDを用いた空間放射線量

得られた空間放射線量の結果を表1に示す。本測定期間における空間放射線量の値は、TLDが129～159μGy/3か月、RPLDが119～219μGy/3か月であった。この値をもとに環境放射線モニタリング指針の計数(0.8Sv/Gy)を用いて実効線量にそれぞれ換算すると、TLDは103～127μSv/3か月、RPLDは95～175μSv/3か月であった。なお、5cm鉛シールド内の線量を宇宙線の硬成分寄与分と各素子の自己照射線量とし、県内で宇宙線が変わらないとすると、各調査地点の線量に対し、宇宙線の硬成分寄与分と各素子の自己照射線量の占める割合は約15～35%であった。

2 屋内と屋外の空間放射線量比

吉見町において、屋内(衛生研究所内：鉄筋コンクリート造り)の測定値に対する屋外の測定値の比をとると、TLDは0.94～1.03、RPLDは1.01～1.11であった。これは阿部ら<sup>4)</sup>が報告した、日本の家屋についての屋内と屋外の空間放射線量の比と同様の値となった。

3 地域差

地域差については、TLDの全期間の平均値が144～152μGy/3か月であり、ほとんど差はなかった。また、RPLDの全期間の平均値は131～202μGy/3か月であり、三郷市でやや高い値となったが、年間実効線量に換算すると、648μSv/年であり、日本人の自然放射線による年間実効線量630μSv/年<sup>5)</sup>と比べてほぼ同じ値であった。空間放射線量は、調査地点の地質における放射能濃度により異なり、花崗岩では高く、堆積岩では低くなる傾向がある<sup>6,7)</sup>。また、谷間等では周囲の土壌からの放射線により高くなることが知られている<sup>8,9)</sup>ため、今回の測定値の差は、調査地点の放射能濃度や地形の違いによるものと考えられる。

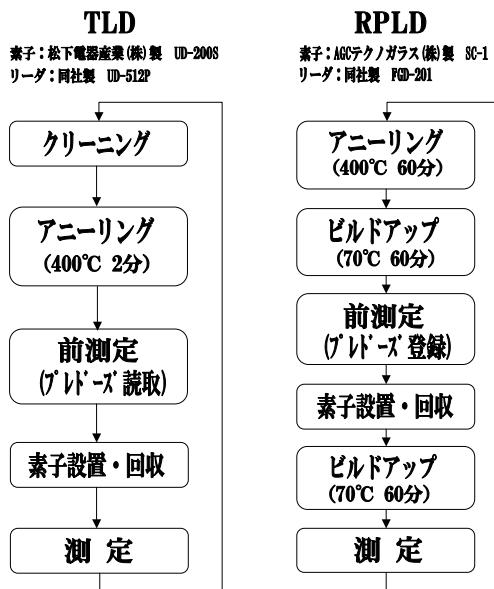


図2：測定装置と測定手順の概要

(3) 積算線量の算出方法

TLD、RPLDともに約3か月ごとに回収交換し、リーダで測定した。TLDリーダによる計測値は、照射線量(単位：R)のため、空気吸収線量(単位：Gy)へ換算するためにマニュアル<sup>1)</sup>より、Gy=0.0087×Rの式を用いた。また、RPLDリーダによる同一素子の繰り返し読み取り回数は5回とした。両素子より得られた測定値は全て91.25日間の積算線量に換算し、TLDは6素子の測定結果の平均値を、RPLDは3個の測定結果の平均値をその地点の積算線量とした。

#### 4 調査地点毎のTLD及びRPLDの測定値の比較

調査地点毎のTLDの測定値に対するRPLDの測定値の比を図3に示す。

全期間の平均値の比の範囲（吉見町（屋内）及び5 cm鉛シールドを除く）は、0.91～0.95であり、TLD及びRPLDの測定結果は、±10%の範囲内で概ね一致した。標準偏差に関しては、TLDが1.1～10.3μGy/3か月に対し、RPLDは0.1～3.8μGy/3か月と良好な結果であった。

また、5 cm鉛シールド内のTLDの測定値に対するRPLDの測定値の全期間の平均値の比は0.98であり、宇宙線の寄与と線量計のバックグラウンド（自己照射線量）は両線量計でほぼ同等であった。

しかし、吉見町（屋内）におけるTLDの測定値に対するRPLDの測定値の比は0.83～0.92とやや低い傾向がみられた。これは他の調査地点では隣同士で並べているのに対し、屋内では同じ部屋に保管してはいるものの、それぞれのリーダーの傍に置いていたため、距離が離れていたことが原因であると考えられる。

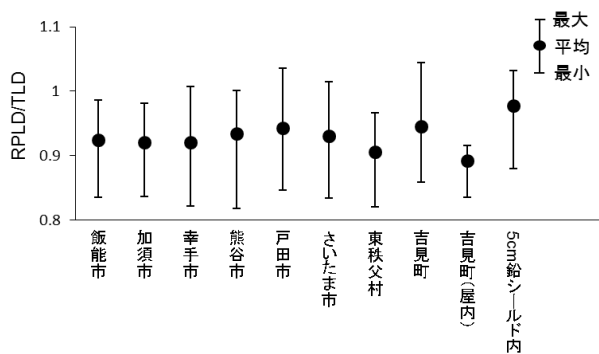


図3：TLD及びRPLDの測定値の比

#### まとめ

埼玉県民の平常時における外部被ばく量の推定のために、2014年4月（RPLDは2014年7月）から2016年3月までの両積算線量計の調査及び比較を行った。

- 1 本測定期間における空間放射線量の値は、TLDが129～159μGy/3か月、RPLDが119～219μGy/3か月であった。
- 2 吉見町において、屋内と屋外の測定値の比をとると、TLDは0.94～1.03、RPLDは1.01～1.11であった。
- 3 TLD及びRPLDの全期間の平均値の比（吉見町（屋内）及び5 cm鉛シールド内は除く）は、0.91～0.95となり、±10%の範囲内で概ね一致した。また、5 cm鉛シールド内のTLD及びRPLDの全期間の平均値の比は0.98であり、宇宙線の寄与と線量計のバックグラウンド（自己照射線量）は両線量計でほぼ同等であった。

以上により、RPLDはTLDと比べて同等の優れた性能を示し、整合性を確認することができた。そのため、今後はRPLDを用

いて継続的に埼玉県内の積算線量を把握していきたい。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省：熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線量測定法, 平成2年改訂
- 2) 原子力安全委員会：環境放射能モニタリング指針, 平成20年3月（平成22年4月一部改訂）。
- 3) 文部科学省：蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定法, 平成14年
- 4) 阿部史朗, 藤高和信：屋内における空間放射線量調査－西日本. 放射線医学総合研究所調査研究報告書（昭和62年度）, 14-16, 1988
- 5) 原子力安全研究協会, 新版生活影響放射線（国民線量の算定）, 原子力安全研究協会, 東京, 2011
- 6) 放射線医学総合研究所：人間環境と自然放射線. 技術寄与研究会, 東京, 1979
- 7) 中村尚志 訳：放射線－その利用とリスク－（E. ポーチン著）. 地人書館, 東京, 1987
- 8) 藤村亮一郎, 山下忠興：放射線による固体现象と線量測定. 養賢堂, 東京, 1979
- 9) 小川 武, 榎野光永, 佐藤健一, 他：モニタリングステーション周囲の環境ガンマ線の分布. 宮城県原子力センター年報, 11, 8-11, 1992