

## 福島県川内村における帰村後の外部被ばく評価

## — 積算線量による生活空間の長期変動把握 —

土肥 正敬、平良 文亨<sup>1)</sup>、折田 真紀子<sup>2)</sup>、高村 昇<sup>2)</sup>、山内 康生

1)長崎県福祉保健部薬務行政室 2)長崎大学原爆後障害研究所

2011年3月11日、マグニチュード9.0の巨大地震により生じた津波により、東京電力株式会社 福島第一原子力発電所は全電源喪失の事態に陥り放射性物質の放出に至った(以下「事故」という)。同年3月16日までに全村避難を完了していた川内村では、2012年1月31日に他自治体に先駆けて帰村宣言したものの村民の帰還は効率的に進んでいない。その原因のひとつに、放射線(能)に対する不安が挙げられる。

そこで、被災地域の復旧に向けた基礎データを提供することを目的として、帰還実績がある地区の集会所などに蛍光ガラス線量計(radio photo luminescence glass dosimeter、以下「RPLD」という)を設置し、生活空間における長期的な放射線量を測定した。この結果、川内村における年間被ばく線量の実測データを収集することができた。

キーワード: 川内村、年間放射線被ばく、RPLD

## はじめに

東京電力(株)福島第一原子力発電所(Fukushima Nuclear Power Plant、以下「FNPP」という)での事故後、長期的な放射線被ばくへの不安が継続している。食物摂取による内部被ばくについては、規制値に基づき品目毎に出荷・摂取制限のチェック体制が整備されている一方、事故由来の人工放射性核種による生活空間で

の外部被ばくについては、除染の限界や二次汚染等の問題から必ずしも効果的な低減化が進んでおらず、住民の帰村が進んでいない(表1)。そこで、全村帰還を目指している福島県川内村の役場・集会所等において正味の被ばく線量を把握することで、被災地域の復旧に向けた基礎データを提供することとした。

表1. 年代別・地区別の川内村住民の帰村率  
(2015.3 現在)

年代別	住基人口(人)	帰村人口(人)	帰村率(%)
0代	126	42	33
10代	166	47	28
20代	265	129	49
30代	226	107	47
40代	252	108	43
50代	411	241	59
60代	492	319	65
70代	347	286	82
80代	364	262	72
90代	80	48	60
100代	3	2	67

地区別	住基人口(人)	帰村人口(人)	帰村率(%)
1区	408	264	65
2区	159	104	65
3区	544	317	58
4区	258	180	70
5区	512	288	56
6区	282	163	58
7区	276	156	57
8区	228	54	24

## 材料及び方法

## 1 使用機器・測定条件

RPLD 素子: AGC テクノグラス(株)製 SC-1  
(再生処理 400°C 1hr、ビルドアップ 70°C 1hr)

RPLD 読取装置: 千代田テクノル(株)製 FGD-201  
(繰返し測定 5回、レーザーパルス数 20)

## 2 調査方法

各調査地点に RPLD を 4 素子(屋内 3、屋外 1)設置し、約 3ヶ月毎に交換した。なお、RPLD 素子は運搬時被ばく低減のため鉛容器(5 mm 厚)に入れて搬送し、ラミジップ内で湿度管理した状態で環境場に設置した(図1)。なお、RPLD 素子の積算被ばく線量は、設置前後の測定値の差分とした。

また、本調査の参考データとして、モニタリングポスト測定値を原子力規制庁ホームページ<sup>1)</sup>から収集した。



図 1. RPLD の環境場設置例

### 3 調査期間

2013年10月16日を起点として、351日間測定した。なお、RPLD 交換作業を下記日程で実施した。

- 第1 四半期：2013/10/16～12/17 (69 日)
- 第2 四半期：2013/12/17～2014/3/5 (78 日)
- 第3 四半期：2014/3/5～6/10 (97 日)
- 第4 四半期：2014/6/10～9/25 (107 日)

### 4 調査地点

川内村役場を中心に全 9 地点を選定した(図 2)。FNPP 20 km 圏内に位置するのは第 8 区集会所のみである。なお、いずれの調査地点も除染作業は既に完了していた。

また、調査地点となった集会所の外観例を図 3 に示す。それぞれの集会所の間取りや建材には違いがあるものの、数部屋に区切られた構造である点では類似している。さらに、冬季は川内村全域で数十センチの積雪が観測された(図 3 右)。



図 2. 調査地点の位置



図 3. 調査地点外観(集会所)

## 結果及び考察

## 1 通年(365日換算値)の被ばく線量の比較

屋内の年間値(365日換算)は、第6～8集会所で949～1142  $\mu\text{Gy}/\text{年}$ 、他地点(第1～5区集会所、川内村役場)で698～766  $\mu\text{Gy}/\text{年}$ であった。

また、屋外で1  $\text{mGy}/\text{年}$ を超過したのは第4～8集会所であったが、この原因は設置高さ1 mを保持できなかったことや、近隣に未除染の山林があることによると考えられた。特に、第7区集会所の屋外では2.3  $\text{mGy}/\text{年}$ を観測していたが、付近の側溝がホットスポット化していることをNaIサーベイメータで確認した。このため、今回の報告では第7集会所の屋外データを除外している(表2)。

なお、長崎県大村市で実施した屋外調査の結果は

561  $\mu\text{Gy}/\text{年}$ であった(2013年度)。

## 2 建屋による放射線遮蔽係数

放射線遮蔽係数(屋内/屋外)は63～84%であったが、モデル計算式に用いられる値40%(一般的な木造家屋の場合)と比べると高値であった(表2)。この要因として、集会所の建材・構造がモデル家屋と異なっていること<sup>2)</sup>や、建屋内に放射性物質が持ち込まれている可能性などが考えられる。また、日本原子力研究開発機構(JAEA)の調査研究では、外壁厚や壁際からの距離によって屋内での被ばく線量が変化すると報告しており<sup>2)</sup>、本調査のRPLD素子を壁際に設置したことも遮蔽係数を高くしたと一因と考えられる。

表2. RPLD測定結果(屋内3素子、屋外1素子)

調査地点		調査期間					365日換算	
		第1四半期 69日	第2四半期 78日	第3四半期 97日	第4四半期 107日	4期合計 351日	遮蔽効率 (屋内/屋外)	
①第1区集会所	屋内	145	164	198	226	734	763 940	81%
	屋外 <sup>※1</sup>	170	203	244	287	904		
②第2区集会所	屋内	139	159	184	211	693	721 857	84%
	屋外	166	179	220	259	824		
③第3区山村活性化支援センター	屋内	134	147	184	223	688	716 962	74%
	屋外	187	200	253	285	925		
④第4区集会所	屋内	146	162	197	231	737	766 1216	63%
	屋外 <sup>※2</sup>	230	246	326	367	1169		
⑤第5区集会所	屋内	142	160	197	223	722	750 1090	69%
	屋外 <sup>※1</sup>	209	232	290	317	1048		
⑥第6区集会所	屋内	215	243	283	358	1099	1142 1719	66%
	屋外	327	348	453	525	1653		
⑦第7区集会所	屋内	191	203	241	278	913	949 -	-
	屋外 <sup>※1</sup>	-	-	-	-	-		
⑧第8区集会所	屋内	201	207	263	296	967	1006 1384	73%
	屋外	268	276	365	422	1331		
⑨川内村役場(長崎大学拠点)	屋内	132	150	184	206	671	698 891	78%
	屋外	166	185	239	267	857		

※1 設置高さ1m以下(地表面からの放射線を受けやすい)

※2 建屋周辺草地のフェンスに固定(ホットスポットの可能性)

### 3 生活パターンを考慮した年間被ばく線量の推定

表2のとおり、第6集会所は最も高線量であった。そこで、第6集会所屋外のRPLD測定値から、生活パターンを考慮した年間被ばく線量(μSv/年)を試算した。なお、試算には一般的に国が用いる計算式<sup>4)</sup>に以下の係数を適用した(図4)。

- ・1 Gy = 1 Sv(緊急時の場合)
- ・屋外での活動時間 = 8時間
- ・建屋遮蔽係数 = 80%

この結果、年間被ばく線量は約1.5 mSv/年となり、国が設定する目標値を加味した1.63 mSv/年(環境放射線量0.63(大地0.33+宇宙線0.3)<sup>5)</sup> + 追加被ばく線量1<sup>4)</sup>)を下回った。

### 4 四半期毎(91日換算)の屋内被ばく線量の変動

屋内の最大値は第4四半期第6区(304 μGy/91日)、また、最小値は第2四半期第3区(172 μGy/91日)であ

った。調査開始時と終了時を比較した場合、積算線量の増減はいずれの地点でも10%未満であり、季節変動はほぼなかった(図5)。

さらに、空間放射線量の詳細な季節変動をみるため、調査地点付近に設置されている屋外モニタリングポストの日平均値(μSv/h)をグラフ化した(図6)<sup>1)</sup>。この結果、第6~8区が他地点よりも高線量であったことは本調査結果の傾向とも一致していた。一方、積雪が観測されている期間は極端に線量が低下していることを確認した。これは、地表面からの放射線が雪によって遮蔽されたためと考えられ、冬季特有の挙動である。しかし、図5で示したように本調査結果では季節変動はみられておらず、この理由はRPLD交換作業を積雪期(2014/3/5)に実施したため雪による遮蔽の影響が分散してしまったことや、道路の除雪が行われたことなどが考えられる。

$$\frac{1.719 \text{ mSv(mGy)/年} \times (8 + 16 \times 0.8)}{24 \text{ 時間}} \doteq 1.5 \text{ mSv(mGy)}$$

↑
↑  
 第6集会所屋外
 建屋遮蔽係数

図4. 第6集会所の年間被ばく線量の推計

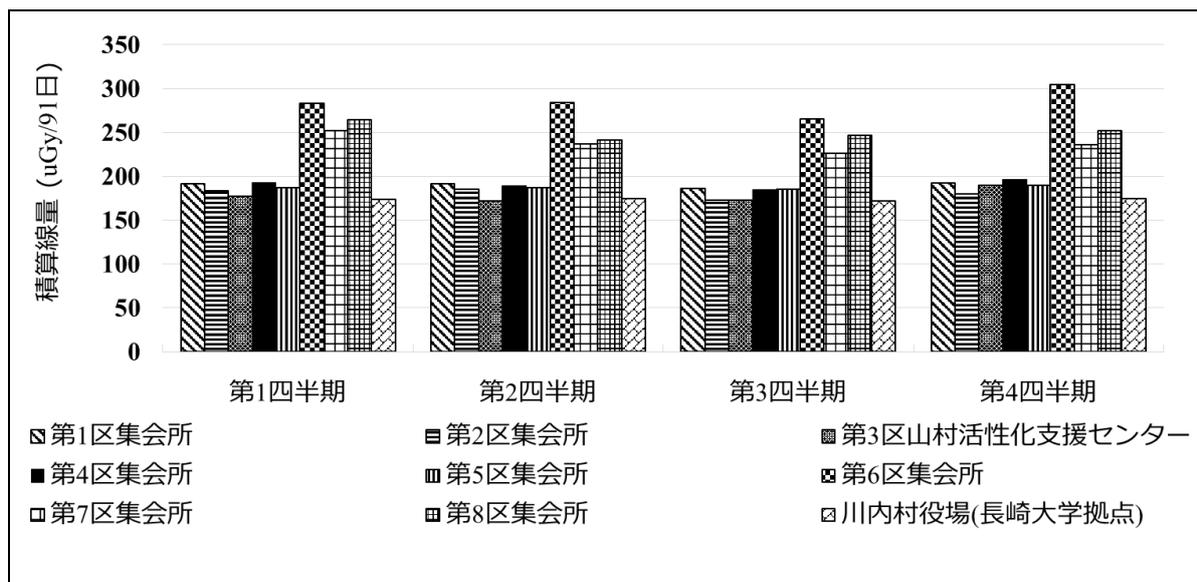


図5. 四半期毎(91日換算)の屋内被ばく線量の変動

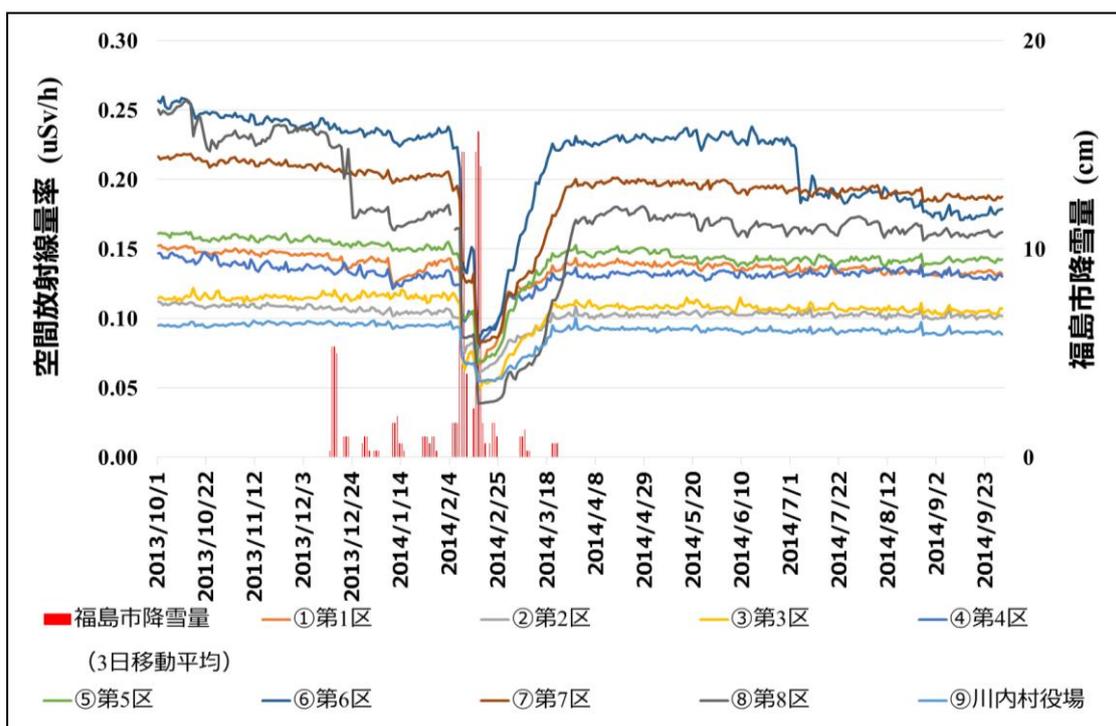


図 6. 各調査地点付近の屋外モニタリングポスト日平均値(μSv/h)

### まとめ

川内村内の公共施設の屋内外に RPLD を設置し、放射線(γ線)のゆらぎを考慮した長期的・安定的な外部被ばく線量の測定を約 1 年間実施した。この結果、最も高線量だったのは第 6 集会所であり、付近の未除染山林からの影響を強く受けているためと考えられた。ただし、第 6 集会所の年間被ばく線量(μSv)を危険側で試算した場合においても、国の目標値(年間 1.63 mSv)を下回るレベルであった。

さらに、四半期毎の RPLD 測定結果では季節変動はほぼみられなかったが、モニタリングポスト測定値から通年の日平均値(μSv/h)を算出したところ、積雪期の著しい空間放射線量の減少を確認した。

2011 年 3 月の FNPP 事故後、住民の外部被ばく線量をより正確に計算するための研究報告が各方面からされているところである<sup>2,3,9</sup>。このような取り組みの一環として、本調査では約 1 年間の長期間に渡って外部被ばく線量の実測データを収集しており、本調査結果の有効活用が望まれる。

### 謝辞

本調査は長崎大学が公募する共同利用・共同研究の枠組みで実施されました。本研究を遂行するにあたりご協力いただいた長崎大学原爆後障害医療研究所

国際保健医療福祉学研究分野 高村昇 教授、折田真紀子助教および関係各位に深く感謝する。

### 参考文献

- 1) 原子力規制庁放射線モニタリング情報 (<http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/>)
- 2) 日本原子力研究開発機構:環境に沈着した事故由来の放射性セシウムからのガンマ線に対する建物内の遮蔽効果及び線量低減効果の解析 (JAEA-Research 2014-003)
- 3) (独)放射線医学総合研究所、(独)日本原子力研究開発機構:東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に係る個人線量の特性に関する調査(NIRS-M-270)
- 4) 環境省:災害廃棄物安全評価検討会・環境回復検討会 第 1 回合同検討会資料(平成 23 年 10 月 10 日)追加被ばく線量年間1ミリシーベルトの考え方
- 5) (独)放射線医学総合研究所:放射線被ばくの早見図 (2015 年 4 月 1 日改訂)
- 6) 野村周平、他: Comparison between Direct Measurements and Modeled Estimates of External Radiation Exposure among School Children 18 to 30 Months after the Fukushima Nuclear Accident in Japan, *Environ Sci Technol.* 20;49(2):1009-16.(2015)

## Evaluate of External Radiation Exposure after the Return of residents to their home in Kawauchi Village, Fukushima prefecture

### - Monitoring on Long-term Variation of Integral Radiation Dose in Living Spaces -

Masataka DOI, Yasuyuki TAIRA<sup>1)</sup>, Makiko ORITA<sup>2)</sup>, Noboru TAKAMURA<sup>2)</sup>, Yasuo YAMAUCHI

1) Pharmaceutical Administration Office, Department of Health and Welfare, Nagasaki Prefectural Government, Nagasaki, Japan

2) Department of Global Health, Medicine and Welfare Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University, Nagasaki, Japan

On March 11, 2011, Tsunami which caused by 9.0-magnitude earthquake made Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant blackout and disperse the radioactive substance. All the people in the Kawauchi village evacuated from their residence by March 16, 2011, and Kawauchi village office has been quick to schedule to send village people home. But this schedule does not proceed because of anxiety about radiation exposure.

To provide data which assistance for the reconstruction of the disaster area in Kawauchi village, we measured integral radiation dose by RPLD(radio photo luminescence glass dosimeter) in living spaces. And we collected data about actual integral dose of annual radiation exposure.

Keywords : Kawauchi village, annual radiation exposure, RPLD