

福島第一原発事故に伴う放射性物質による汚染
— 2018年の福島県の状況 (本宮市・蓬田岳) —

The radioactive substance pollution due to Fukushima Daiichi nuclear power plant accident : The conditions of the pollution of 2018 at Fukushima Prefecture (Motomiya-City · Yomogida-dake)

千葉茂樹¹ · 諏訪兼位² · 鈴木和博³

Shigeki Chiba¹, Kanenori Suwa², Kazuhiro Suzuki³

¹福島県立小野高等学校平田校 · ²名古屋大学名誉教授 · ³名古屋大学名誉教授

¹ Fukushima prefectural Ono High-School Hirata branch

² Professor Emeritus, Nagoya University

³ Professor Emeritus, Nagoya University

*Correspondence author, E-mail: s.chiba@vesta.ocn.ne.jp

Abstract

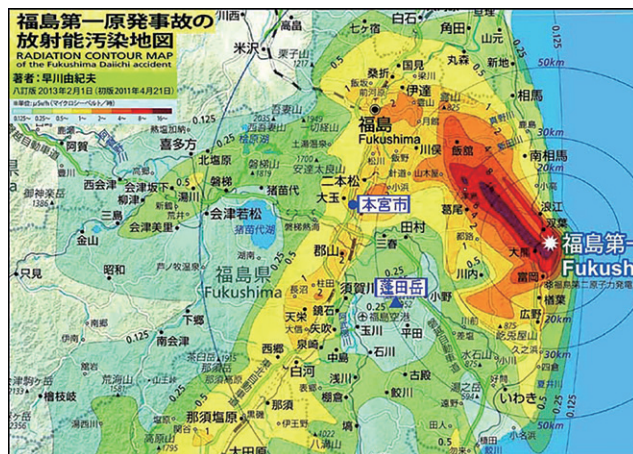
In August of 2018, one of the authors (SC) investigated the air radiation dose (1m above the ground, γ ray) at two areas in Fukushima Prefecture. At the central part in Motomiya City, the range of the radiation was 0.07 ~ 1.71 μ Sv/h, and the average value was 0.22 μ Sv/h. There were considered about the annual change of the radiation dose rate of the spots of a high radiation dose rate. The result is as, in many spots, the radiation dose rate decreased in 2017, had risen in 2018. The cause is unknown. We intend to continue investigating and to clarify this cause.

At the Mt. Yomogida-dake area, the range of the radiation was 0.08~1.20 μ Sv/h, and the average value was 0.30 μ Sv/h. On the basis of these measured values, the attenuation tendency of the radiation dose in the spots of the high radiation dose rate were considered. As a result, the tendency of radiation attenuation was found to be small for wide ridgeline and large for narrow ridgeline. In addition, in the middle stage of the slope, it was estimated that the dose rate varies depending on the ratio of the inflow amount of radioactive material and the outflow amount.

Keywords: 原発事故；空間放射線量率分布図；空間放射線量率の減衰；本宮市；蓬田岳

1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) とその津波により、福島県双葉町・大熊町にある福島第一原子力発電所は総電源を喪失し、原子炉及び核燃料プールの冷却ができない状況に陥った。その後、压力容器のベントや原子炉建屋内の水素爆発などのために、放射性物質が漏出し、大気中及び海洋に大量に飛散した ((財)日本国際問題研究所／軍縮・不拡散促進センター2011：松村ほか2011) このため、福島県を中心とする地域は、放射性物質に濃厚に汚染された (第1図)。



第1図 原発事故による福島県の汚染地図
早川 (2013) の地図を使用した。

著者らは、原発事故に伴う放射性物質の汚染状況について継続的に報告してきた(千葉2011・2012ほか:千葉ほか2013・2014・2015・2016・2017・2018:鈴木ほか2014:千葉2013:千葉2015:千葉2017・2018・2019)。この中で、本宮市と蓬田岳については、継続的に報告してきた。

本報告では、2018年8月の本宮市中心部および蓬田岳の空間放射線量率(地上1 m, γ 線, μ Sv/h)

を報告する。また、空間放射線量率の経年変化を考察する。空間放射線量率の実測は、徒歩、地上1 m、機器は日立製TCS-172B(2018年1月校正)である。TCS-172Bは毎年1月に校正している。

2011年3月の福島第一原発事故では、初期の放出物には比較的半減期の短い放射性物質が大量に含まれていた。しかし、2011年6~7月には、放射線源の主体は ^{134}Cs と ^{137}Cs になっていた(高エネルギー加速器研究機構2011:松村ほか2011:日本国際問題研究所/軍縮・不拡散促進センター2011)。その量比は、2011年4月8日で ^{134}Cs : ^{137}Cs ≒約1:1である(高エネルギー加速器研究機構2011)。放射能は指数関数に従って減衰し、その比率は半減期の違い(^{134}Cs :2.06年, ^{137}Cs :30.06年)で変化する(第1表)。

経過年	放射能の減衰割合		放射能の減衰割合	西暦	放射能の減衰割合						
	Cs134	Cs137									
0	1.00	1.00	1.00	2011.03							
1	0.72	0.98	0.79	2012.03	1.00						
2	0.52	0.96	0.64	2013.03	0.81	1.00					
3	0.37	0.93	0.52	2014.03	0.56	0.81	1.00				
4	0.27	0.91	0.44	2015.03	0.48	0.69	0.85	1.00			
5	0.19	0.89	0.38	2016.03	0.43	0.59	0.73	0.86	1.00		
6	0.14	0.87	0.34	2017.03	0.38	0.53	0.65	0.77	0.89	1.00	
7	0.10	0.85	0.30	2018.03	0.35	0.47	0.58	0.68	0.79	0.88	1.00
8	0.07	0.83	0.28	2019.03	0.33	0.44	0.54	0.64	0.74	0.82	0.93
9	0.05	0.81	0.26	2020.03	0.30	0.41	0.50	0.59	0.68	0.76	0.87
10	0.04	0.79	0.24	2021.03	0.29	0.38	0.46	0.55	0.63	0.71	0.80

東京都環境局のHPの表に西暦より右の部分を加

第1表 放射性セシウムの放射線量の減衰割合

放射線量率	2016年					2017年					2018年														
	60%	50%	40%	30%	20%	10%	%	地点数	60%	50%	40%	30%	20%	10%	%	地点数	60%	50%	40%	30%	20%	10%	%	地点数	
1.8 ≤ R < 2.0							0.06	1								0.00	0							0.00	0
1.6 ≤ R < 1.8							0.00	0								0.05	1							0.04	1
1.4 ≤ R < 1.6							0.11	2							0.05	1							0.00	0	
1.2 ≤ R < 1.4							0.17	3							0.05	1							0.00	0	
1.0 ≤ R < 1.2							0.39	7							0.19	4							0.21	5	
0.9 ≤ R < 1.0							0.17	3							0.05	1							0.17	4	
0.8 ≤ R < 0.9							0.22	4							0.14	3							0.17	4	
0.7 ≤ R < 0.8							1.16	21							0.19	4							0.30	7	
0.6 ≤ R < 0.7							1.33	24							0.86	18							0.68	16	
0.5 ≤ R < 0.6							3.54	64							1.24	26							1.02	24	
0.4 ≤ R < 0.5							7.68	139							2.77	58							2.80	66	
0.3 ≤ R < 0.4							16.14	292							9.30	195							9.42	222	
0.2 ≤ R < 0.3							34.33	621							30.01	629							30.39	716	
0.1 ≤ R < 0.2							33.50	606							53.72	1126							52.12	1228	
R < 0.1							1.22	22							1.38	29							2.67	63	
平均							0.277 μ Sv/h	1809							0.221 μ Sv/h	2096							0.219 μ Sv/h	2356	
前年比							0.63								0.80								0.99		

第2表 本宮市中心部の空間放射線量率の変化(2016年~2018年)

2. 本宮市中心部

a. 空間放射線量率(地上1 m)

本宮市中心部(栄田,花町,太郎丸,石塚,葎ヶ入,山田,兼谷平)を、2018年8月8・10・13・14・15・16・21・22日に調査した(第2図)。調査地域の地形は、南西側に丘陵があり、北東側に向かって低くなっている。測定点は2356、空間放射線量率(地上1 m, γ 線)は0.07~1.71 μ Sv/hであり、平均値は0.22 μ Sv/hである。また、図中の α ・ β は2018年に新たに調査した場所である。

b. 考察

本考察では、2018年8月の空間放射線量率(地上1 m, γ 線)をもとに、公的除染後の2016年から2018年の空間放射線量率の推移を検討する。なお、公的な除染作業は、2015年秋から2016年春に行われた。住宅の除染では、建物及び庭を中心に行われ、植木は対象から外された(必要な場合は自費)。このため、植木では未だに高い空間放射線量率が確認できる。

空間放射線量率(平均値)の減衰率(当年値/前年値)を検討する(第2表)。2016年は公的除染(2015年秋~2016年春)の後で前年比0.63と大幅に低下した。2017年は0.80と順調に低下した。しかし、2018年は0.99とほぼ横ばいであった。理論上の減衰率は0.88である(第1表)。

次に、「高い空間放射線量率の地点」について、「空間放射線量率が高い理由」と「場所が移動しない理由」を考察する。実測値から、高い空間放射線量率の地点は、大半で移動がない。この原因は、千葉(2017)でも考察している。本地域ではアスファルトやコンクリートなどの不透水性の地表面が多い。このため、原発事故由来の放射性物質は、土壌への浸透が少なく、雨水と一緒に移動する。水に含まれる「放射性物質を含んだ物質」は、流速の低下するところや障害物があるところに到達すると、水のみが移動し「放射性物質を含んだ物質」は置き去られる。具体的な場所は、斜面傾斜が緩やかになる場所や窪地、物性が変化する場所(例えば、アスファルトから草地に変わる場所)などである。このため、特定の場所に放射性物質が集まりやすく、高い空間放射線量率となる。

地点	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	理論上の減衰率	備考
2016年	1.15	1.41	0.58	1.15	1.10	1.01	0.71	0.74	0.81	1.32	1.86	1.18	1.00	本宮市の公的除染は2015年と2016年の野外調査の間に実施された。
2017年	1.02	1.61	0.55	0.81	0.80	0.63	0.57	0.65	0.70	1.06	1.33	1.06	0.89	
2017/2016	0.89	1.14	0.95	0.70	0.73	0.62	0.80	0.88	0.86	0.80	0.72	0.90	0.89	
2018年	1.03	1.71	0.81	0.94	0.92	1.12	0.61	0.65	0.75	0.94	1.14	1.02	0.79	
2018/2017	1.01	1.06	1.47	1.16	1.15	1.78	1.07	1.00	1.07	0.89	0.86	0.96	0.88	

数値の単位は $\mu\text{Sv/h}$

放射線量率が前年より低下

放射線量率が前年より上昇

第3表 本宮市における高い放射線量率の地点の経年変化(公的除染後)

「高い空間放射線量率の地点(A~L,第2図)」について、空間放射線量率の変化(2016→2017,2017→2018)を考察する(第3表)。これらは、3つに大別できる。一つ目は「JKL」で「空間放射線量率が低下している地点」である。二つ目は「B」で「空間放射線量率が2年連続で上昇している地点」である。三つ目は「ACDEFGHI」で、「空間放射線量率が2017年は低下したが2018年は上昇した地点」である。「H」の測定値は、2017年と2018年は同じである。しかし、放射能自体は減衰するので、実質的にはHの空間放射線量率は上昇したと見てよい。次に考察をする。一つ目の代表として「K」を取り上げる。Kは、地形的に南西が高く北東側が低い。したがって、放射性物質を含んだ水が南西側から継続的に流れてくると考えられる。さらに、Kの北東側にコモチマンネングサ(背の低い草)が密生する。このため、放射性物質を含んだ水が、密生したコモチマンネングサで漉し取られ、放射性物質がここに濃集したと考えられる。また、原発から放射性物質が新たに飛来したとの報道はない。このため、水とともに流下する放射性物質は徐々に少なくなり、空間放射線量率も徐々に低下していると考えられる。次に、二つ目の「B」について考える。位置は、国道4号線脇の約35度の斜面で、ここには高さ約1mの草が密生している。また、隣接する国道4号線は、南側が高い緩傾斜が約1km続いている。このため、この付近では、雨のたびに放射性物質を含んだ水が南から北へと継続的に移動していると考えられる。この流れの一部がBの斜面も流れ込み、放射性物質が草で漉しとられ集積したと考えられる。三つ目は「空間放射線量率が2017年は低下したが2018年は上昇した地点」である。現時点で、福島第一原子力発電所から新たな放射性物質の飛来は報じられていない。Fは前年比1.78と増加率が大きい。ここは、人によるゴミの投棄の痕があり、人為的な要因の可能性が高い。Cも畑の脇で同様である。「ADEGHI」の6地点については、実測の状況から見ると、人為的原因は考えにくい。また、測定器自体も毎年校正しているので正確である。したがって、現時点では原因はわからない。今後も継続観察を行い、原因を追究していきたい。

3. 蓬田岳

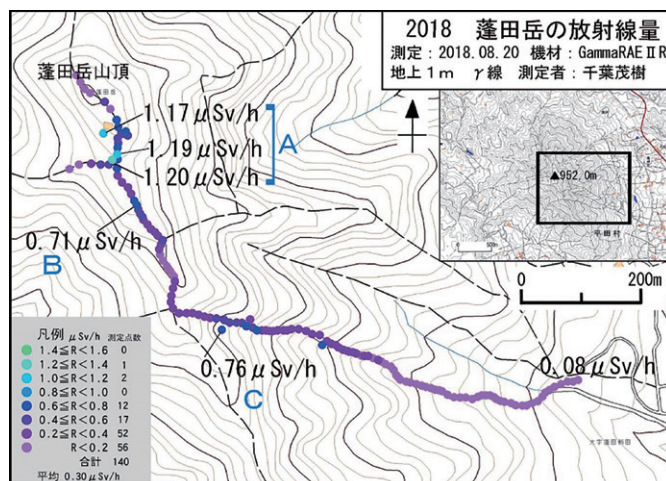
a. 空間放射線量率 (地上 1 m)

2018年8月20日、蓬田岳を調査した(第3図)。空間放射線量率の実測は、徒歩で、地上1mのγ線の値である。測定機器はRAE社製GammaRAE II Rである。GammaRAE II Rは実測において日立アロカ製TCS-172Bと同等の値を表示する。測定点は140、空間放射線量率(地上1m)は0.08~1.20 μSv/h、平均は0.30 μSv/hである(第4図)。

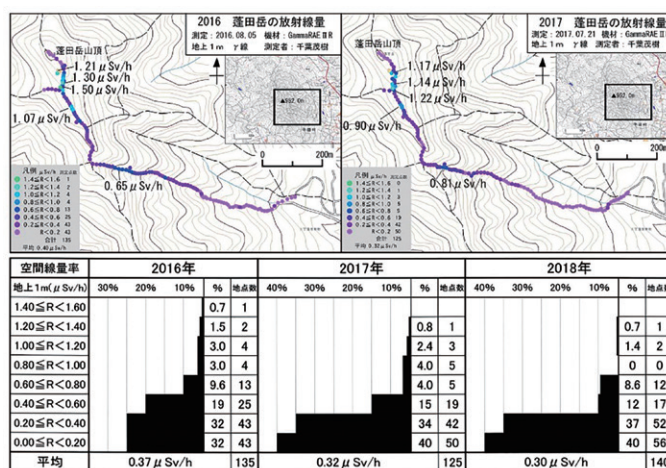
b. 考察

蓬田岳の空間放射線量率の測定は、2011年から年1回行ってきた(千葉ほか2013・2014・2015・2016・2017・2018)。直近3年の空間放射線量率の平均値は、2016年(0.37 μSv/h)、2017年(0.32 μSv/h)、2018年(0.30 μSv/h)と低下している(第4図)。前年比は、2016年(0.88)、2017年(0.80)、2018年(0.94)である。また、放射性セシウムの放射能の減衰割合は、直近3年では前年比0.86~0.89である(第1表)。

次に、「高い空間放射線量率の地点(第3図で数値記載の地点)」について、2016年・2017年・2018年の空間放射線量率の推移を考察する(第3図・第4図)。高い空間放射線量率の地点を、A、B、Cに区分した(第3図)。Aは、「空間放射線量率が、大きく変動しなかった地点」である。Aの地形は尾根で、幅が広く、傾斜も緩やかである。このため、放射性物質は移動が少なく土壤中に定着しているものと考えられる。直近3年間の測定では、高い空間放射線量率の地点の移動はない。Bは、「空間放射線量率の低下が顕著な地点」である。空間放射線量率は、2016年(1.07 μSv/h)、2017年(0.90 μSv/h)、2018年(0.71 μSv/h)、前年比では、2016年(0.96)、2017年(0.84)、2018年(0.79)と、最近ほど減少率が大きくなっている。Bの地形は、痩せ尾根であり、さらに、尾根自体が馬の鞍状の窪地になっている。このため、尾根上にある放射性物質は、主に雨水と伴にこの鞍状の窪地に流入する。しかし、痩せ尾根のため、今度は両側の斜面に流出すると考えられる。また、原発事故起源の放射性物質については、新たな飛来は報道されていない。したがって、この窪地への放射性物質の流入自体が減少していると考えられる。以上から、Bでは放射性物質の流出量が流入量を上回っているため、空間放射線量率の減少が顕著になったと考えられる。Cは、「空間放射線量率の上昇と下降が見られる地点」である。地形的に見ると、Cは谷の中ほどにある。Cの周辺は急斜面であるが、Cの場所のみは階段の踊り場のように緩傾斜になっている。放射性物質は水とともに運搬され、急斜面では運搬され、緩斜面では堆積する。これらのことから、放射性物質が一時的にCに滞留すると考えられる。したがって、放射性物質の流入量と流出量の割合の変化により、空間放射線量率も増減したと考えられる。



第3図 蓬田岳の2018年の空間放射線量率の分布図
国土院の1/2.5万地形図を使用した。



第4図 蓬田岳の空間放射線量率の変化(2016年~2018年)

文献

- 千葉茂樹 (2011, 2012, 2013, 2015) 福島原発事故の汚染. そくほう. 670. 677. 678. 679. 681. 683. 685. 713. 地学団体研究会.
- 千葉茂樹 (2013) 福島原発大事故に伴う福島県の放射性物質汚染—汚染地域の住民から見た汚染の実態—. *日本地質学会News*. 16. 7-8. 日本地質学会. www.geosociety.jp/faq/content0463.html.
- 千葉茂樹 (2015) 福島第一原発事故, 住民からの報告. *エネルギー・資源*, 36, 6, 5-9.
- 千葉茂樹 (2017) 福島第一原発事故, 除染の効果とその問題点. *名古屋大学年代測定研究*. I. 30-35.
- 千葉茂樹 (2018) 福島第一原発事故, 2017年福島市渡利・小倉寺の里山の汚染実態. *名古屋大学年代測定研究*. II. 71-76.
- 千葉茂樹 (2019) 福島第一原発事故, 福島第一原発事故による福島県の汚染の実態, 2018年—福島市高松山・いわき市芝山—. *名古屋大学年代測定研究*. III. (本報告書).
- 千葉茂樹・諏訪兼位・鈴木和博 (2013) 福島県の放射性汚染土壌—とくに黒い物質—の野外の産状について. *名古屋大学加速器質量分析計業績報告書*. XXIV. 78-96.
- 千葉茂樹・諏訪兼位・鈴木和博 (2014) 福島第一原発事故に伴う放射性物質による汚染—2013年の福島県の状況—. *名古屋大学加速器質量分析計業績報告書*. XXV. 188-205.
- 千葉茂樹・諏訪兼位・鈴木和博 (2015) 福島第一原発事故に伴う放射性物質による汚染—2014年の福島県の状況—. *名古屋大学加速器質量分析計業績報告書*. XXVI. 102-107.
- 千葉茂樹・諏訪兼位・鈴木和博 (2016) 福島第一原発事故に伴う放射性物質による汚染—2015年の福島県の状況—. *名古屋大学加速器質量分析計業績報告書*. XXVII. 52-57.
- 千葉茂樹・諏訪兼位・鈴木和博 (2017) 福島第一原発事故に伴う放射性物質による汚染—2016年の福島県の状況—. *名古屋大学年代測定研究*. I. 23-29.
- 千葉茂樹・諏訪兼位・鈴木和博 (2018) 福島第一原発事故に伴う放射性物質による汚染—2017年の福島県の状況—. *名古屋大学年代測定研究*. II. 65-70.
- 早川由紀夫 (2013) 福島原発事故の放射能汚染地図. 早川由紀夫の火山ブログ.
<http://kipuka.blog70.fc2.com/>.
- 高エネルギー加速器研究機構HP (2011) 福島第一原発事故直後の福島県中を通りにおける放射性物質の飛散状況はどのようなものだったか—事故直後に行われた高エネルギー加速器研究機構と理化学研究所の合同チームによる調査結果—. <http://rcwww.kek.jp/hmatsu/fukushima/>.
- 松村宏・斎藤究・石岡純・上叢義朋 (2011) 高速道路上のガンマ線測定により得られた福島第一原子力発電所から飛散した放射性物質の拡散状況. *日本原子力学会*, 10, 3, 152-162.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/taesj/10/3/10_J11.004/_pdf
- 文部科学省 (2011) 放射線量等分布マップ-航空機モニタリング-.
<https://ramap.jmc.or.jp/map/mappdf/area2.html>
- 日本国際問題研究所／軍縮・不拡散促進センターHP (2011) 高崎に設置されたCTBT放射性核種探知観測所における放射性核種探知状況. <http://www.cpdnp.jp/>.
- 鈴木和博・千葉茂樹・片岡達也・諏訪兼位 (2014) 福島県の放射性汚染土壌—とくに黒い物質—の鉱物組成と放射性Csの存在状態. *名古屋大学加速器質量分析計業績報告書*. XXV. 248-267.

日本語要旨

2018年8月に、本宮市中心部と蓬田岳の空間放射線量率(高さ1 m, γ 線)を測定した。本宮市中心部(測定2356地点)では、0.07~1.71 μ Sv/h, 平均値は0.22 μ Sv/hであった。蓬田岳(測定140地点)では、0.08~1.20 μ Sv/h, 平均値は0.30 μ Sv/hであった。

2016年・2017年・2018年の「高い空間放射線量率の地点」について考察した。本宮市中心部では、「空間放射線量率が低下している地点」「空間放射線量率が2年連続で上昇している地点」「空間放射線量率が2017年は低下したが2018年は上昇した地点」に3区分し考察した。蓬田岳では、「空間放射線量率が大きく変動しなかった地点」「空間放射線量率の低下が顕著な地点」「空間放射線量率の増加と減少がみられる地点」に3区分し考察した。