名古屋大学 年代測定研究 2，65－70（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（本宮市・蓬田岳）—
The radioactive substance pollution due to Fukushima Daiichi nuclear power plant accident −The conditions of the pollution of 2017 at Fukushima Prefecture (Motomiya·Yomogida-dake)−

千葉茂樹[1]・諏訪兼位[2]・鈴木和博[2]
Shigeki Chiba[1], Kanenori Suwa[2], Kazuhiro Suzuki[2]

[1]福島県立小野高等学校平田校・[2]名古屋大学名誉教授
[1] Fukushima Prefectural Ono High-School Hirata branch・[2] Professor Emeritus, Nagoya University

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

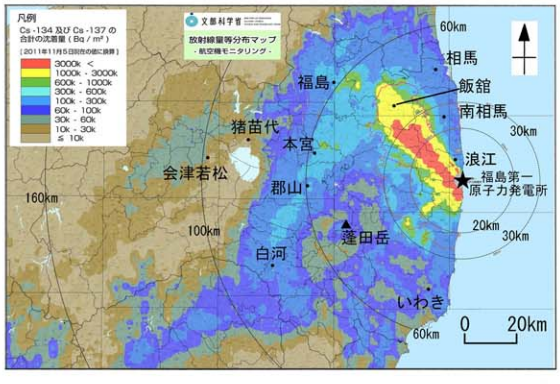
Abstract

In August from July 2017, one of the authors (SC) investigated the air radiation dose (1 m above the ground) at several areas in Fukushima Prefecture. At the central part in Motomiya City, the range of the radiation was 0.08−1.61 μSv/h, and the average value was 0.22 μSv/h. In addition, the radiation attenuation rates, which were ratio of measured values, were as follows: 2014−2015, 85%; 2015−2016, 86%; and 2016−2017, 88%. These values are slightly lower than those theoretically expected, suggesting that some of the radioactive materials were washed away by rain. At the Mt. Yomogida-dake area, the range of the radiation was 0.08−1.22 μSv/h, and the average value was 0.32 μSv/h. In addition, the radiation attenuation rates were as follows: 2013−2014, 89%; 2014−2015, 89%; 2015−2016, 92%; and 2016−2017, 89%. The relatively constant radiation attenuation rates probably indicate gradual infiltration of the radioactive material into soil.

Keywords：*原発事故；空間線量率分布図；空間線量率の減衰；本宮市；蓬田岳*

1．はじめに

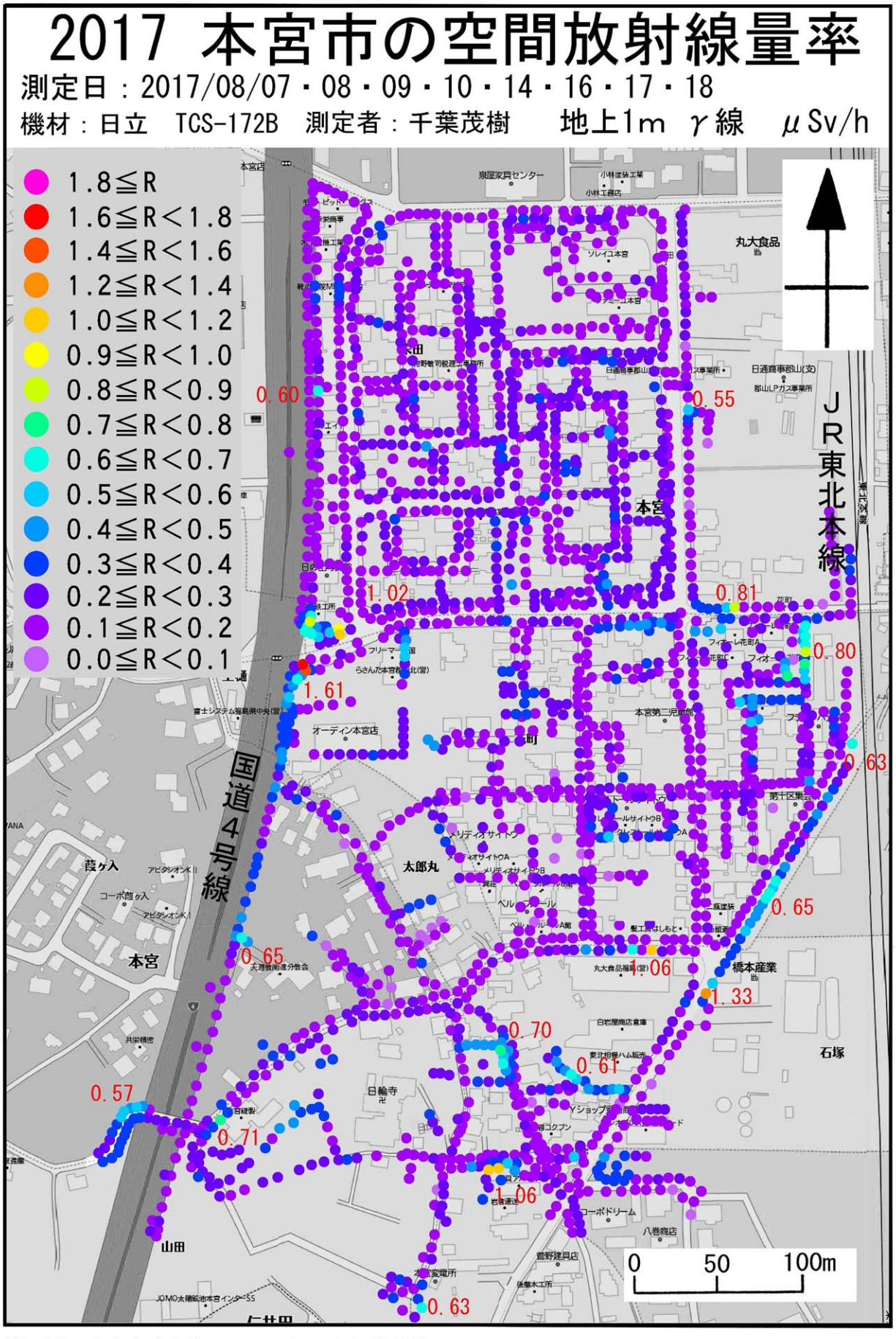
2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震（Mw9.0）とその津波により，福島県双葉町・大熊町にある福島第一原子力発電所は総電源を喪失し，原子炉及び核燃料プールの冷却ができない状況に陥った．その後，圧力容器のベントや原子炉建屋内の水素爆発などのために，放射性物質が漏出し，大気中及び海洋に大量に飛散した（(財)日本国際問題研究所／軍縮・不拡散促進センター，2011；松村ほか，2011）このため，福島県を中心とする地域は，放射性物質に濃厚に汚染された（第 1 図，文部科学省 2011）．



第 1 図　福島県の汚染地図
文部科学省(2011)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；鈴木ほか，2014：千葉，2013：千葉，2015：千葉，2017：千葉，2018)．これらの報告の中で，特に，本宮市と蓬田岳については，継続的に測定し報告してきた．

本原稿は，第 30 回（2017 年度）名古屋大学宇宙地球環境研究所年代測定研究シンポジウム・一般講演の内容を主体にまとめたものです．



第２図　本宮市中心部の 2017 年の空間放射線量率の分布図

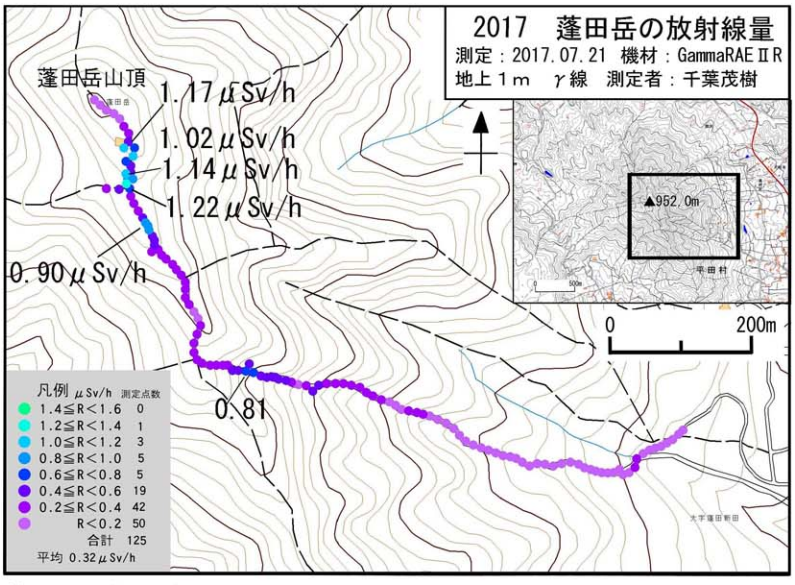
本論では，2017 年 8 月の本宮市中心部および 2017 年 7 月の蓬田岳の空間放射線量率（μSv/h，地上 1 m）を報告する．また，それぞれについて，空間放射線量率の経年変化とその原因を考察する．

2．空間放射線量率

空間線量率の，測定機器は日立製 TCS-172B（2017 年 1 月校正），測定は徒歩，測定位置は地上 1 m である．

a．本宮市中心部

2017 年 8 月 7・8・9・10・14・16・17・18 日，本宮市中心部（栄田，花町，太郎丸，石塚，葭ケ入，山田，兼谷平）を調査した(第 2 図)．調査地域は，本宮市の中心部で、南西側に小山があり，地形的に北東側に向かって低くなっている．測定点は 2096 点，空間放射線量率(地上 1 m) は 0.08～1.61 μSv/h であり，平均値は 0.22 μSv/h である．



第 3 図 蓬田岳の 2017 年の空間放射線量率の分布図
国土地理院の 1/2.5 万 地形図を使用した．

b．蓬田岳

2017 年 7 月 21 日，蓬田岳を調査した(第 3 図)．空間線量率の実測は徒歩で、地上 1 m の値を測定した．測定機器は RAE 社製 GammaRAEⅡR である．GammaRAEⅡR 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 125 点，空間線量率（地上 1 m）は 0.08～1.22 μSv/h，平均は 0.32 μSv/h である．

第 1 表　放射性セシウムの放射線量の減衰割合
東京都環境局のホームページの表に，数値を追加した．

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
7	0.10	0.85	0.30	2018.03	0.35	0.47	0.58	0.68	0.79
8	0.07	0.83	0.28	2019.03	0.33	0.44	0.54	0.64	0.74
9	0.05	0.81	0.26	2020.03	0.30	0.41	0.50	0.59	0.68
10	0.04	0.79	0.24	2021.03	0.29	0.38	0.46	0.55	0.63

東京都環境局のHPの表に西暦より右の部分を付加

3．空間放射線量率（地上 1 m）の推移と考察

a．基礎データ

2011 年 3 月の福島第一原発事故では，初期の放出物に比較的半減期の短い物質の放射線が大量に含まれていた．しかし，2011 年 6 月～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）．その後の比率は，半減期の違い（^{134}Cs：2.06 年，^{137}Cs：30.06 年）で変化する．また，減衰は指数関数に従う．これらの減衰を第 1 表に示す．

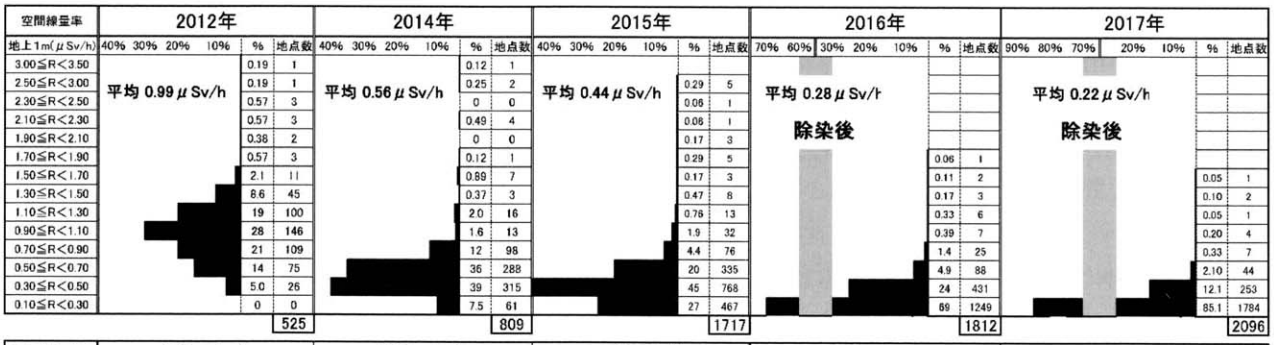
b．本宮市中心部

第 4 図に 2012 年・2014～2017 年の空間線量率の変化を示す．2013 年は測定していない．また，年毎の地点数の増加は，千葉が調査地域の地理及び機器特性を把握したためである．

除染は 2015 年の調査後の 9 月から開始され，2016 年 8 月の調査時には道路を除いて終了している．

2012 年・2014～2017 年の空間線量率の平均値は，0.99 μ Sv/h（2012 年），0.56 μ Sv/h（2014 年），0.44 μ Sv/h（2015 年），0.28 μ Sv/h（2016 年），0.22 μ Sv/h（2017 年）である．

第 4 図下部に，考察データを掲げる．平均空間線量率（当年値／前年値）は，2015 年が 0.79，2017 年が 0.79 である．2014 年は当年値／前々年値が 0.57 である．これは 2012 年の値×0.75×0.76（2 年分の減衰率）と読むことができる．また，2015 年と 2016 年の測定の間に除染という人為的な行為が入っている．以上から，この地域では，2015 年から 2016 年を除くと，該当年の空間線量率（値）＝前年値×0.75～0.79 になる．これをもとに，2019 年 8 月の平均空間線量率（値）を予測すると 0.17 μ Sv/h 程度になる．



	2012年	2014年	2015年	2016年	2017年
平均空間線量率	0.99 μ Sv/h	0.56 μ Sv/h	0.44 μ Sv/h	0.28 μ Sv/h	0.22 μ Sv/h
減衰率（実測値）当年値／前年値	—	0.57（当年/前々年、0.75×0.76）	0.79	0.63（除染を挟む）	0.79
減衰率（実測値）当年値／2012値	1.00	0.57	0.44	0.29	0.22
減衰率（理論値）当年値／前年値	—	0.68（当年/前々年、0.82×0.83）	0.85	0.86	0.88
減衰率（理論値）当年値／2012値	1.00	0.68	0.58	0.50	0.44
減衰率（実測値/理論値）	1.00	0.84	0.76	0.58	0.50

＊減衰率（理論値）は東京都環境局のHPによる

第 4 図　本宮市中心部の空間放射線量率の変化（2012 年～2017 年）と，その考察

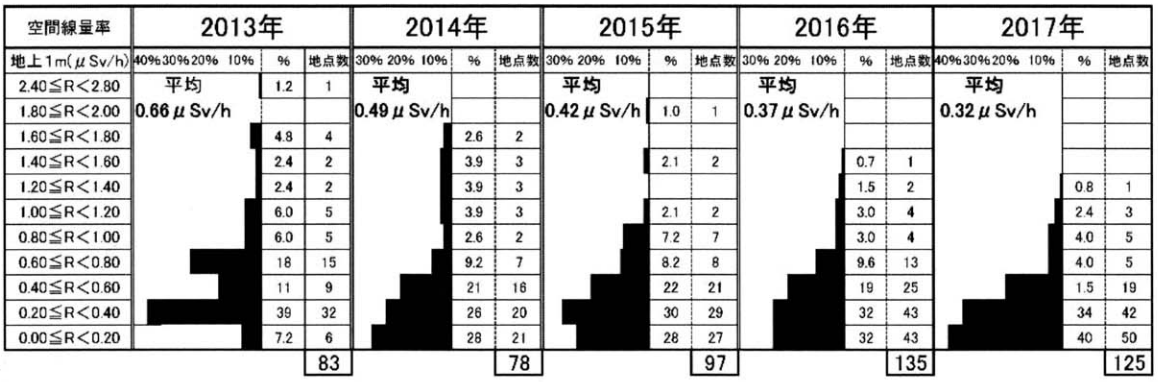
次に減衰率について論じる．理論値の減衰率（当年値／前年値）は，2013 年（0.82），2014 年（0.83），2015 年（0.85），2016 年（0.86），2017 年（0.88）である．この減少割合は，放射線量が指数関数に従い減じることによる．したがって，減衰率は事故年の 2011 年に近いほど高い．次に実際の減衰率を，実測値（当年値／前年値）（表の上より 2 段目）と理論値（当年値／前年値）（表の上より 4 段目）から検討する．各年において，実測値（当年値／前年値）≒理論値（当年値／前年値）×0.90 と読み取ることができる．また，千葉（2017）は，本地域において「放射性物質の雨水等による移動」を指摘している．上記の式は，各年の理論的な減衰率に，「放射性物質の雨水等による移動で生じる減衰」が加味されていることを示唆している．別な言い方をすれば，地表に降下した放射性物質が雨水等で洗い流され，放射線量率が加速度的に減少していることを示している．これは，都市部の特徴と言える．

c．蓬田岳

本地域の空間線量率の測定は，2011～2017 年の夏に行った（千葉ほか 2013・2014・2015・2016・2017）．これらの値を第 5 図に示す．なお，本地域は除染されていない．2011 年・2012 年は測定器が異なるため除く．測定器 GammaRAE II R で測定した 2013～2017 年についてのみ比較検討する．平均値は，0.66 μ Sv/h（2013 年），0.49 μ Sv/h（2014 年），0.42 μ Sv/h（2015 年），0.37 μ Sv/h（2016 年），0.32 μ Sv/h（2017 年）である．紙面の制約で過去の線量率分布図は掲載しない．昨年の報告書（千葉ほか，2017）に 2013～2016 年の線量率分布図を掲載し

ているので参照いただきたい．この図より，高放射線量率の地点の移動を検討する．「草木のない（土剥き出しの）登山道」では，高放射線量率の地点は，時間とともに標高の低い方への移動が読み取られる．「登山道両側の草木域」では，高放射線量率の地点は固定していると読み取れる．例えば，第３図の 1.22 μ Sv/h の地点は，登山道脇の低木域である．ここでは，2013～2017 年の間，高放射線量率の地点の移動はない．なお，この地域を大観した場合，登山道で放射線物質の若干の移動があっても，調査域全体の空間線量率の合計値および平均値には影響がないと推測される．

第５図の表について検討する．表の上より３段目は，実測値より求めた減衰率（当年値／2013 年値）である．表の上より５段目は，理論値より求めた減衰率（当年値／2013 年値）である．両者の比較である減衰率（実測値／理論値）（表の最下段）は，0.89～0.92 とほぼ一定である．この事実は，実際の減衰率は，理論的な減衰率に別の減衰要因（ほぼ一定，約 0.1）が付加されていることを示唆している．前述のように，登山道周辺では，放射性物質の移動はあっても登山道周辺で留まり，登山道周辺からの流出はない．このことから，理論値に付加される減衰要因（ほぼ一定，約 0.1）は，放射性物質の土壌への浸透（埋没）の可能性が高い．



空間線量率	2013年		2014年		2015年		2016年		2017年	
地上1m(μSv/h)	%	地点数	%	地点数	%	地点数	%	地点数	%	地点数
2.40≦R<2.80	1.2	1								
1.80≦R<2.00					1.0	1				
1.60≦R<1.80	4.8	4	2.6	2						
1.40≦R<1.60	2.4	2	3.9	3	2.1	2	0.7	1		
1.20≦R<1.40	2.4	2	3.9	3			1.5	2	0.8	1
1.00≦R<1.20	6.0	5	3.9	3	2.1	2	3.0	4	2.4	3
0.80≦R<1.00	6.0	5	2.6	2	7.2	7	3.0	4	4.0	5
0.60≦R<0.80	18	15	9.2	7	8.2	8	9.6	13	4.0	5
0.40≦R<0.60	11	9	21	16	22	21	19	25	1.5	19
0.20≦R<0.40	39	32	26	20	30	29	32	43	34	42
0.00≦R<0.20	7.2	6	28	21	28	27	32	43	40	50
		83		78		97		135		125

平均空間線量率	0.66 μ Sv/h	0.49 μ Sv/h	0.42 μ Sv/h	0.37 μ Sv/h	0.32 μ Sv/h
減衰率〈実測値〉当年値／前年値	—	0.74	0.86	0.88	0.80
減衰率〈実測値〉当年値／2013年値	1.00	0.74	0.63	0.56	0.48
減衰率〈理論値〉当年値／前年値	—	0.83	0.86	0.86	0.89
減衰率〈理論値〉当年値／2013年値	1.00	0.83	0.71	0.61	0.54
減衰率（実測値/理論値）	—	0.89	0.89	0.92	0.89

＊減衰率（理論値）は東京都環境局のHPによる

第５図　蓬田岳の空間放射線量率の変化（2013 年～2017 年）とその考察

d．考察のまとめ

空間線量率（平均）の減衰率（実測）は，本宮市中心部および蓬田岳とも，理論的な減衰率を上回っている．本項目では，理論的な減衰率に付加される減衰要因を検討した．これによれば，都市部である本宮市では，人工の地表（コンクリートやアスファルト）が多く，放射性物質が雨水等で調査対象外に流出（例えば下水）し，これが付加される減衰要因の可能性が高い．山岳部の蓬田岳は，地表が土のため，放射性物質が土壌へ浸透する．これが付加される減衰要因の可能性が高い．

短文で表すと，都市部における空間線量率の減衰は，人工の地表に降下した放射性物質が雨水等で流出し，地域の空間線量率の低下を促進している可能性が高い．山間部における空間線量率の減衰は，放射性物質の土壌への浸透が要因である可能性が高い．

引用文献

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. www.geosociety.jp/faq/content0463.html.

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の実態. *名古屋大学年代測定研究*, Ⅱ. (本報告書).

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 (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・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. *名古屋大学加速度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—. *名古屋大学加速度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—. *名古屋大学加速度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—. *名古屋大学加速度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.

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・上蓑義朋(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/mapdf/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. *名古屋大学加速度器質量分析計業績報告書*, XXV, 248−267.

日本語要旨

2017 年 8 月に本宮市, 2017 年 7 月に蓬田岳の空間放射線量率 (高さ 1 m) を測定した. 本宮市中心部 (測定 2096 地点) では, 0.08〜1.61 μSv/h, 平均値は 0.22 μSv/h であった. 蓬田岳 (測定 125 地点) では, 0.08〜1.22 μSv/h, 平均値は 0.32 μSv/h であった.

本宮市中心部の減衰率は, 各年において, 実測値 (当年値／前年値) ≒理論値 (当年値／前年値) ×0.90 と読み取ることができる. 上記の式は, 各年の理論的な減衰率に, 雨等による放射性物質の移動で生じる減衰が加味されていることを示唆している. 蓬田岳の各年の減衰率 (実測値／理論値) は, 0.89〜0.92 とほぼ一定である. この 0.1 程度の減衰要因は, 放射性物質の土壌への浸透 (埋没) の可能性が高い.