

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—

The radioactive substance pollution due to Fukushima Daiichi nuclear power plant accident

—The conditions of the pollution of 2014 at Fukushima Prefecture—

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名古屋大学年代測定総合研究センター

¹ Fukushima prefectural Ono High-School Hirata branch・² Professor Emeritus, Nagoya University・³ Center for Chronological Research, Nagoya University

* Correspondence author, E-mail: s.chiba@kyi.biglobe.ne.jp

Abstract

In August of 2014, senior author investigated the air radiation dose (1m above the ground) at the northern Koriyama City. The range of the radiation dose was 0.11~2.03 μ Sv/h in average 0.47 μ Sv/h. In addition, there were high radiation soils everywhere, and the surface radiation dose was 55cps ($\approx$ 25 Bq/cm², Rad Monitor GMI).

In August of 2014, senior author investigated the air radiation dose (1m above the ground) at the northern Motomiya City. The range of the radiation dose was 0.22~3.15 μ Sv/h in average 0.56 μ Sv/h. In addition, there were high radiation soils everywhere, and the surface radiation dose was 55cps ($\approx$ 25 Bq/cm², Rad Monitoe GMI). The air radiation dose of 2014 had been reduced to 57% of that of 2012.

In August of 2014, senior author investigated the air radiation dose (1m above the ground) at Mt. Yomogida-dake. The range of the radiation dose was 0.11~2.06 μ Sv/h in average 0.49 μ Sv/h. The air radiation dose of 2014 had been reduced to 74% of that of 2013.

Key Words : 福島第一原子力発電所 ; 原発事故 ; 放射線分布図 ; 郡山 ; 本宮 ; 蓬田岳

Key Words : Fukushima Daiichi nuclear power plant ; nuclear plant accident ; radiation dosage map ; Koriyama ; Motomiya ; Mt.Yomogida-dake

1.はじめに

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震に伴い、福島第一原子力発電所では原子炉が制御不能に陥り、放射性物質が大気中及び海洋に大量に放出された。特に福島県は濃厚に汚染された(第 1 図 : 早川, 2013)。著者らは、汚染状況について、「そくほう」(千葉 2011・2012 ほか)や本センター報告書(千葉ほか 2013・2014, 鈴木ほか 2014), 地質学会 News(千葉 2013)等に報告してきた。本報告では、郡山市北部の 2014 年 8 月の汚染状況, 本宮市の 2014 年の汚染状況および 2012 年から 2014 年の放射線量率の変化, 蓬田岳の 2014 年の汚染状況および 2013 年から 2014 年の放射線量率の変化を報告する。これらの地理的な位置は第 1 図に示した。

2.郡山市北部の 2014 年の汚染状況

2014 年 8 月, 郡山市北部(富田町, 喜久田町, 富久山町)を調査した(第 2 図)。調査地域には奥羽大学, 福島県養鶏試験場があり, 北西-南東方向に J R 磐越西線が通っている。地形的

には、第2図の右上が丘陵地で、JR磐越西線付近が平坦地を作り、左下は逢瀬川沿いの低地となっている。なお、この付近は、奥羽大学を除いて、震災前後に開発された新興住宅地である。また、住宅地の除染作業は調査前に終了していた。

調査は、空間放射線量率(地上1m)、および高放射線土の有無である。調査期日は2014年8月5・6・11・12日である。空間線量率(地上1m)の測定は日立アロカ製 TCS-172B を用いた。地上1cmの放射線量の測定は、Como170 (Bq/cm²)と Rad Monitor GM1 (cps, トロント大学の換算式 $\text{cps} \times 0.456 \div \text{Bq/cm}^2$, 千葉 2013) を用いた。

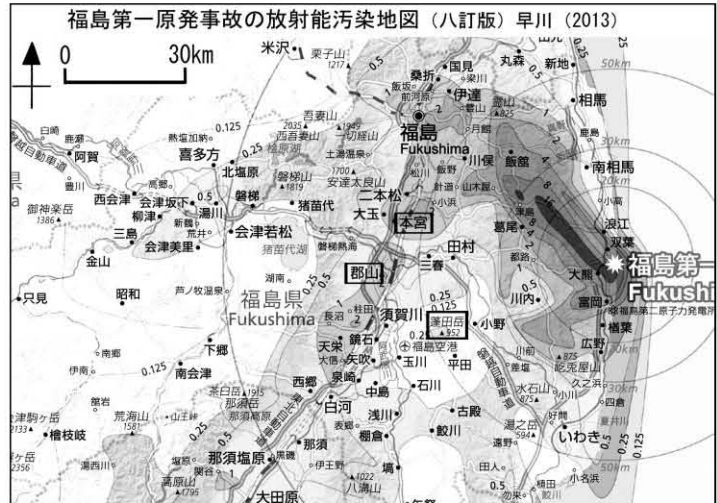
この地域の空間放射線量率(地上1m)の分布を全体的に見ると、福島県養鶏試験場周辺が高い。測定点は750点、測定値 R は $0.11 \sim 2.03 \mu\text{Sv/h}$ である。内訳は、 $0.10 \leq R < 0.20 (\mu\text{Sv/h})$ が 51 点、 $0.20 \leq R < 0.30 (\mu\text{Sv/h})$ が 135 点、 $0.30 \leq R < 0.40 (\mu\text{Sv/h})$ が 127 点、 $0.40 \leq R < 0.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 149 点、 $0.50 \leq R < 0.60 (\mu\text{Sv/h})$ が 134 点、 $0.60 \leq R < 0.70 (\mu\text{Sv/h})$ が 73 点、 $0.70 \leq R < 0.80 (\mu\text{Sv/h})$ が 29 点、 $0.80 \leq R < 0.90 (\mu\text{Sv/h})$ が 15 点、 $0.90 \leq R < 1.00 (\mu\text{Sv/h})$ が 7 点、 $1.00 \leq R < 1.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 26 点、 $1.50 \leq R < 2.00 (\mu\text{Sv/h})$ が 3 点、 $2.00 \leq R < 2.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 1 点であった。これらから空間放射線量率(地上1m)の平均値を求めると $0.47 \mu\text{Sv/h}$ となる。

高放射線量率 ($1.00 \mu\text{Sv/h}$ 以上) の地点を大別すると、放射性物質が、雨水によって移動し低地に集積したもの(第2図 ABGHIJ)と、樹木の根本に集積したもの(第2図 CDEFIJ)になる。具体的に挙げると、A はホームセンターの駐車場($1.39 \mu\text{Sv/h}$)、B は坂道にある歩道の植え込みの端($1.81 \mu\text{Sv/h}$)、G は雨水が流れ込む荒地の低地($1.58 \mu\text{Sv/h}$)、H は奥羽大学の駐車場($2.03 \mu\text{Sv/h}$, 表面 $55\text{cps} \div 25 \text{Bq/cm}^2$)、K は奥羽大学と民家の境界の傾斜地($1.02 \mu\text{Sv/h}$)、L はアパートの駐車場($1.24 \mu\text{Sv/h}$, 表面 14.4Bq/cm^2)、M は道路の雨水が荒地に流れ込む所($1.14 \mu\text{Sv/h}$)である。また、C は福島県養鶏試験場北端の樹木の下($1.76 \mu\text{Sv/h}$)、D は福島県養鶏試験場東端の樹木の下($1.14 \mu\text{Sv/h}$)、E は福島県養鶏試験場南端の林の下($1.13 \mu\text{Sv/h}$)、F は福島県農業試験場跡地の林の北端($1.42 \mu\text{Sv/h}$)、I は奥羽大学北側の林の中($1.31 \mu\text{Sv/h}$, 表面 7.02Bq/cm^2)、J は奥羽大学北側の道沿いの針葉樹の下($1.44 \mu\text{Sv/h}$, 表面 8.7Bq/cm^2)である。これらの高放射線量率の地点には、千葉ほか(2013)で指摘した黒色の高放射線土は見当たらなかった。B には灰色の砂が、A と H には一般的な土があった。

3.本宮市中心部の汚染状況

A. 2014年8月

2014年8月、本宮市中心部(栄田、花町、太郎丸、石塚、葎ヶ入、山田、兼谷平)を調査した(第3図)。調査地域には、西側に国道4号線が南北に通っており、東側にJR東北本線が南北に通っている。調査地域の東側には阿武隈川が南北に流れている。北西約200mには本宮市役所がある。地形的には、南西側に小山があり、北東側に向かって低くなっている。調査時点では、除染は行われていなかった。



第1図 福島原発事故の放射物質の汚染状況
早川(2013)を使用した。

Fig. 1 The contamination of the radiation material Fukushima Daiichi accident
Hayakawa (2013) is used.



第2図 郡山市北部の空間放射線量率の分布図，2014年

ゼンリンのネット地図を使用した.

Fig. 2 The air radiation dosage map on the ground, at the northern part of Kohriyama City in Fukuishima Prefecture, at 2014

The internet map by Zenrin was used.

調査は、空間放射線量率(地上1m)、および高放射線土の有無である。調査期日は2014年8月13・14・18・20日である。空間線量率(地上1m)の測定は日立アロカ製TCS-172Bを用いた。地上1cmの放射線量の測定はRad Monitor GM1(cps, トロント大学の換算式 $\text{cps} \times 0.456 \div \text{Bq/cm}^2$, 千葉2013)を用いた。

この地域の空間放射線量率(地上1 m)について記載する。測定点は809点、測定値Rは0.22～3.15 $\mu\text{Sv/h}$ である。内訳は、 $0.10 \leq R < 0.30$ ($\mu\text{Sv/h}$)が61点、 $0.30 \leq R < 0.50$ ($\mu\text{Sv/h}$)が315点、 $0.50 \leq R < 0.70$ ($\mu\text{Sv/h}$)が288点、 $0.70 \leq R < 0.90$ ($\mu\text{Sv/h}$)が98点、 $0.90 \leq R < 1.10$ ($\mu\text{Sv/h}$)が13点、 $1.10 \leq R < 1.30$ ($\mu\text{Sv/h}$)が16点、 $1.30 \leq R < 1.50$ ($\mu\text{Sv/h}$)が3点、 $1.50 \leq R < 1.70$ ($\mu\text{Sv/h}$)が7点、 $1.70 \leq R < 1.90$ ($\mu\text{Sv/h}$)が1点、 $1.90 \leq R < 2.10$ ($\mu\text{Sv/h}$)が0点、 $2.10 \leq R < 2.30$ ($\mu\text{Sv/h}$)が4点、 $2.30 \leq R < 2.50$ ($\mu\text{Sv/h}$)が0点、 $2.50 \leq R < 3.00$ ($\mu\text{Sv/h}$)が2点、 $3.00 \leq R < 3.50$ ($\mu\text{Sv/h}$)が1点であった。これらから空間放射線量率(地上1 m)の平均値を求めると0.56 $\mu\text{Sv/h}$ となる。全体的に見ると、相対的に北東側が高く、南西側で低い。これは地形の高低と逆である。また、高放射線量率(1.50 $\mu\text{Sv/h}$ 以上)の地点は調査地域に点在する。これらは、放射性物質が雨水で運搬され集積した所と推定される。また、一部に黒色の高放射線土(千葉ほか、2013)が見られた。空間放射線量率(地上1 m)の最高地点(3.15 $\mu\text{Sv/h}$ 、地上1 m)における地面の放射線量は55cps ($\approx 25 \text{ Bq/cm}^2$)であった。ここは駐車場の側溝で、放射性物質が雨水で運搬され集積した所と推定される。

B. 2012 年 8 月

調査地域, 測定機器, 全体的な傾向は 2014 年と同じである。

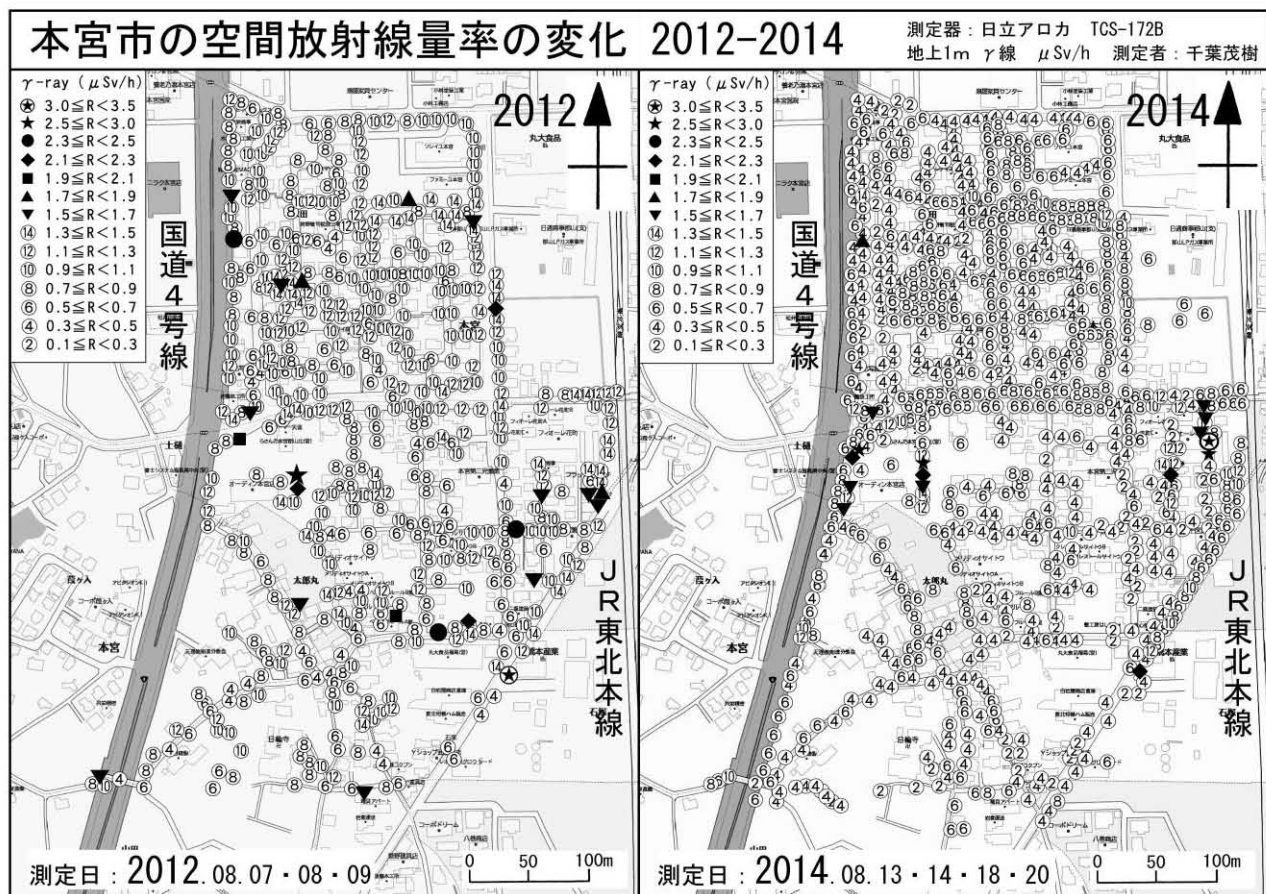
この地域の空間放射線量率(地上 1 m) について記載する. 測定点は 525 点, 測定値 R は $0.43 \sim 3.45 \mu\text{Sv/h}$ である. 内訳は, $0.10 \leq R < 0.30 (\mu\text{Sv/h})$ が 0 点, $0.30 \leq R < 0.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 26 点, $0.50 \leq R < 0.70 (\mu\text{Sv/h})$ が 75 点, $0.70 \leq R < 0.90 (\mu\text{Sv/h})$ が 109 点, $0.90 \leq R < 1.10 (\mu\text{Sv/h})$ が 146 点, $1.10 \leq R < 1.30 (\mu\text{Sv/h})$ が 100 点, $1.30 \leq R < 1.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 45 点, $1.50 \leq R < 1.70 (\mu\text{Sv/h})$ が 11 点, $1.70 \leq R < 1.90 (\mu\text{Sv/h})$ が 3 点, $1.90 \leq R < 2.10 (\mu\text{Sv/h})$ が 2 点, $2.10 \leq R < 2.30 (\mu\text{Sv/h})$ が 3 点, $2.30 \leq R < 2.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 3 点, $2.50 \leq R < 3.00 (\mu\text{Sv/h})$ が 1 点, $3.00 \leq R < 3.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 1 点であった. これらから空間放射線量率(地上 1 m)の平均値を求めると $0.99 \mu\text{Sv/h}$ となる.

C. 2012 年 8 月と 2014 年 8 月の比較

空間放射線量率(地上 1 m)の平均値は $0.99 \mu\text{Sv/h}$ から $0.56 \mu\text{Sv/h}$ と約 57%に減じている.

^{134}Cs の半減期 2.1 年, ^{137}Cs の半減期 30.2 年, およびその比率約 1 : 1 とすると放射性物質量の減衰率は約 66%となる (東京都環境局 HP の値より算出), 実測値の減衰率と理論値の減衰率を比較すると, 実測値の方が約 9%多く減衰している. この原因として, 放射性物質の風雨による移動および地面への浸透が考えられる.

また, 高放射線量率地点($1.50 \mu\text{Sv/h}$ 以上)は, 20 地点から 8 地点に減少している. 高放射線



第 3 図 本宮市中心部の空間放射線量率の分布図, 2014, 2012

ゼンリンのネット地図を使用した。

Fig.3 The air radiation dosage map on the ground, at the central part of Motomiya City in Fukushima Prefecture, at 2014 and 2012

The internet map by Zenrin was used.

量率地点を比較すると、「移動なし」「消失」「新規の発生」がある。高放射線量率地点は、大半が窪地で雨水が流れ込みやすい所である。「消失」の場合は 2012 年時点での放射性物質の一時集積場所であり、「新規の発生」の場合は 2 年間に放射性物質が集積したものと考えられる。これらの事実から、放射性物質が、今後もさらに低地へ移動していくことが考えられる。

3. 蓬田岳の汚染状況

空間線量率(地上 1m)の測定は RAE 社製 GammaRAE II R で行った。本器は実測において日立アロカ製 TCS-172B と同等の放射線量率を表示する。全体的に見ると、稜線部および稜線部からやや下った所の放射線量率が高い。

A. 2014 年 8 月

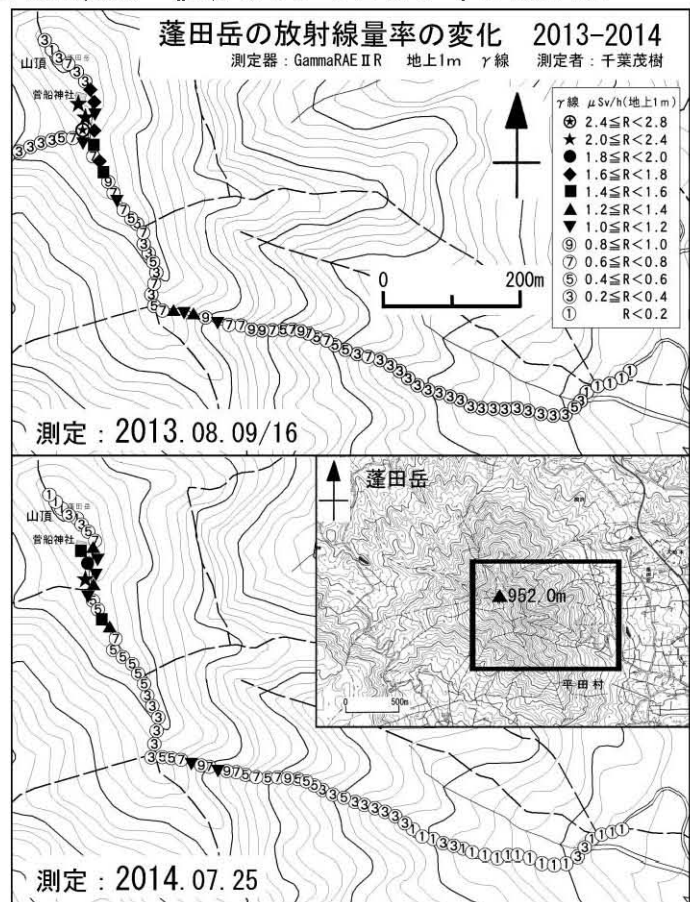
空間放射線量率(地上 1 m)について記載する。測定点は 76 点、測定値 R は $0.11 \sim 2.06 \mu\text{Sv/h}$ である。内訳は、 $R < 0.20(\mu\text{Sv/h})$ が 21 点、 $0.20 \leq R < 0.40(\mu\text{Sv/h})$ が 20 点、 $0.40 \leq R < 0.60(\mu\text{Sv/h})$ が 16 点、 $0.60 \leq R < 0.80(\mu\text{Sv/h})$ が 7 点、 $0.80 \leq R < 1.00(\mu\text{Sv/h})$ が 2 点、 $1.00 \leq R < 1.20(\mu\text{Sv/h})$ が 3 点、 $1.20 \leq R < 1.40(\mu\text{Sv/h})$ が 3 点、 $1.40 \leq R < 1.60(\mu\text{Sv/h})$ が 2 点、 $1.60 \leq R < 1.80(\mu\text{Sv/h})$ が 0 点、 $1.80 \leq R < 2.00(\mu\text{Sv/h})$ が 1 点、 $2.00 \leq R < 2.40(\mu\text{Sv/h})$ が 1 点、 $2.40 \leq R < 2.80(\mu\text{Sv/h})$ が 0 点であった。これらから空間放射線量率(地上 1 m)の平均値を求めると $0.49 \mu\text{Sv/h}$ となる。

B. 2013 年 8 月

空間放射線量率(地上 1 m)について記載する。測定点は 83 点、測定値 R は $0.14 \sim 2.64 \mu\text{Sv/h}$ である。内訳は、 $R < 0.20(\mu\text{Sv/h})$ が 6 点、 $0.20 \leq R < 0.40(\mu\text{Sv/h})$ が 32 点、 $0.40 \leq R < 0.60(\mu\text{Sv/h})$ が 9 点、 $0.60 \leq R < 0.80(\mu\text{Sv/h})$ が 15 点、 $0.80 \leq R < 1.00(\mu\text{Sv/h})$ が 5 点、 $1.00 \leq R < 1.20(\mu\text{Sv/h})$ が 5 点、 $1.20 \leq R < 1.40(\mu\text{Sv/h})$ が 2 点、 $1.40 \leq R < 1.60(\mu\text{Sv/h})$ が 2 点、 $1.60 \leq R < 1.80(\mu\text{Sv/h})$ が 4 点、 $1.80 \leq R < 2.00(\mu\text{Sv/h})$ が 0 点、 $2.00 \leq R < 2.40(\mu\text{Sv/h})$ が 2 点、 $2.40 \leq R < 2.80(\mu\text{Sv/h})$ が 1 点であった。これらから空間放射線量率(地上 1 m)の平均値を求めると $0.66 \mu\text{Sv/h}$ となる。空間放射線量率(地上 1 m)の最高地点($3.45 \mu\text{Sv/h}$, 地上 1 m)における地面の放射線量は 14.6 Bq/cm^2 であった。

C. 2013 年 8 月と 2014 年 8 月の比較

空間放射線量率(地上 1 m)の平均値は $0.66 \mu\text{Sv/h}$ から $0.49 \mu\text{Sv/h}$ と約 74% に減じている。 ^{134}Cs の半減期 2.1 年、 ^{137}Cs の半減期 30.2 年、およびその比率約 1 : 1 とすると放射性物質量の減衰率は約 81% となる(東京都環境局 HP の値より算出)。実測値の減衰率と理論値の減衰率を比較すると、実測値の方が約 7% 多く減衰している。この原因として、放射性物質の風雨



第4図 蓬田岳の空間放射線量率分布図, 2014, 2013

国土地理院の 1/2.5 万 地形図を使用した。

Fig.4 The air radiation dosage map on the ground, at Mt.Yomogida-dake in Fukushima Prefecture, at 2014 and 2013

による移動および地面への浸透が考えられる。

また、高放射線量率地点($1.00 \mu\text{Sv/h}$ 以上)は、16 地点から 12 地点に減少している。稜線の平坦部では、高放射線量率地点はほとんど移動していない。また、稜線より下に位置する高放射線量率地点では、地形的にやや下方に移動している。これは、雨水による汚染物質の運搬が、平坦部では少なく、斜面では多かったためと考えられる。

4. 除染作業への提言

原発事故以降、福島県では多額の費用をかけて除染作業が行われている。

著者らが報告してきたように（本報告、千葉ほか 2013、千葉 2013、千葉ほか 2014、鈴木ほか 2014）、原発事故で地表に降り注いだ放射性物質は、主に雨水により低地に集積し高放射線量率の地点をつくっている。したがって、汚染地域では、著者らが作成したのと同様な「詳細な放射線分布地図」の作成を推奨したい。これを元に、高放射線量率の地点を集中的に除染すれば、より早く、より高い費用対効果が得られると考えられる。

5. 謝辞

第 27 回名古屋大学年代測定総合研究センターのシンポジウムにおいて、森泉純博士(名古屋大学工学研究科)から貴重なご意見・ご助言をいただいた。また、同シンポジウムの講演において、参加された皆様から貴重なご意見・ご助言をいただいた。ここに謝意を表す。

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. 日本地質学会。

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

千葉茂樹(2011、2012、2013): 福島原発事故の汚染。そくほう. 670. 677. 678. 679. 681. 683. 685. 地学団体研究会。

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.

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/>.

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.

東京都環境局: 放射性物質の半減期。

https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/policy_others/radiation/about/hangenki.html

日本語要旨

2014 年 8 月に郡山市北部の空間放射線量率(高さ 1 m)の測定を行った。その結果は、 $0.11 \sim 2.03 \mu\text{Sv/h}$ 、平均値 $0.47 \mu\text{Sv/h}$ であった。また、2014 年 8 月、本宮市中心部の空間放射線量率(高さ 1 m)の測定を行った。その結果は、 $0.22 \sim 3.15 \mu\text{Sv/h}$ 、平均値 $0.56 \mu\text{Sv/h}$ であった。さらに、2012 年と比較すると、約 57%に減じていた。2014 年 8 月、蓬田岳の空間放射線量率(高さ 1 m)の測定を行った。その結果は、 $0.11 \sim 2.06 \mu\text{Sv/h}$ 、平均値 $0.49 \mu\text{Sv/h}$ であった。さらに、2013 年と比較すると、約 74%に減じていた。