

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—

Pollution by radioactive substance discharged through the Fukushima Daiichi
Nuclear Power Plant accident

— Situation of Fukushima Prefecture in 2013 —

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

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

Abstract

The senior author Chiba measured the air radiation dose (radiation intensity at 1m height) of the central part of Koriyama City in August, 2013. The recorded air dose was from 0.17 to 4.18 μ Sv/h with an average value of 0.54 μ Sv/h. Several high radiation sites were accompanied with patches of dark dirt that recorded 114Bq/cm² (CoMo170, ¹³⁷Cs) at maximum. In addition high radiation was also recorded from the rolling strawof street trees along Sakura Street.

The senior author measured the air radiation dose at Mt. Takashiba-yama twice in 2013. The air dose ranged from 0.12 to 0.97 μ Sv/h with an average of 0.26 μ Sv/h on May 18th, 2013, and from 0.11 to 0.71 μ Sv/h with an average of 0.21 μ Sv/h on October 19th, 2013. High radiation sites, like those in the central part of Koriyama City, were accompanied with radioactive dark dirt hat rose like the thick board on slope and hollow in the mountain.

Many patches of dark dirt, appeared in 2011 as the result of Fukushima Daiichi Nuclear Plant accident, remain still in Inawashiro Town(18Bq/cm²), Hirata Village(7.6Bq/cm²), Kawamata Town (68Bq/cm²) and Iitate Village(251Bq/cm²).

This report compares the radiation intensities measured in 2011 and 2013.

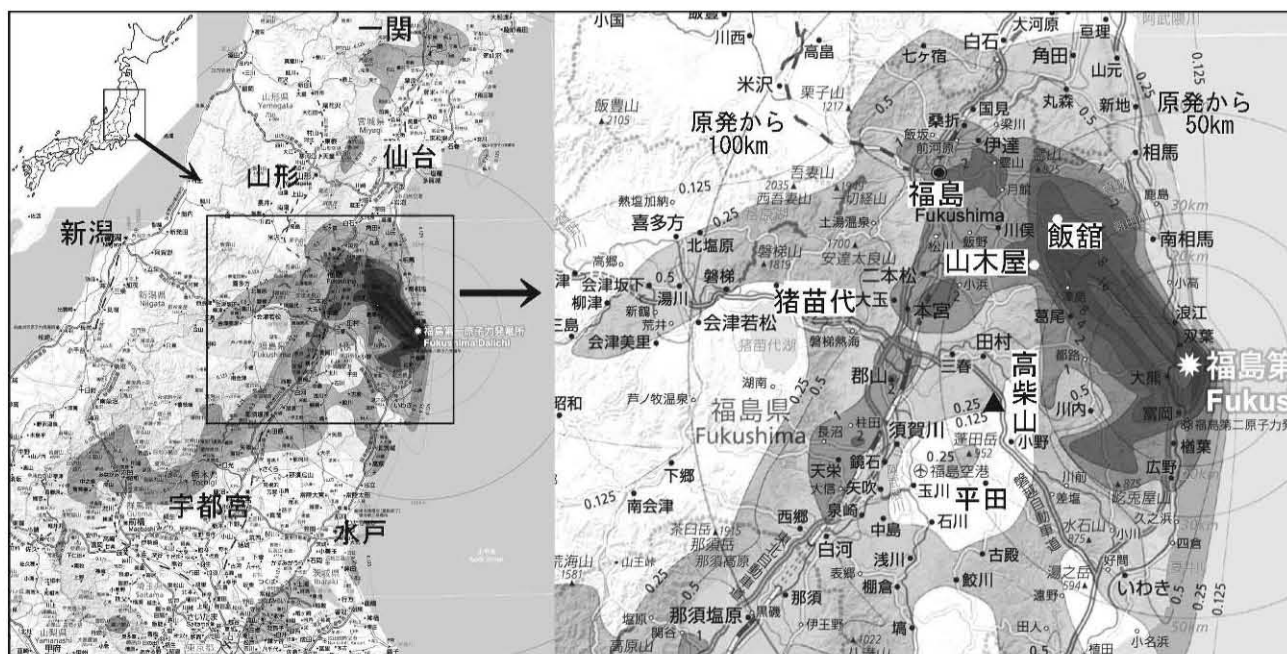
Key Words : 福島第一原子力発電所 ; 原発事故 ; 放射線分布図 ; 楯状高放射線土 ; 郡山

Key Words : Fukushima Daiichi nuclear power plant ; nuclear plant accident ; radiation dosage map ; shield-shaped soil ; Koriyama

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。大気中に放出された放射性物質は東日本各地に降下した。特に福島県は濃厚に汚染された(第1図:早川, 2013)。著者の千葉は、事故当時福島市渡利に在住し、放射性物質の濃厚な汚染を体験している。千葉は、汚染状況について、地学団体研究会の機関紙「そくほう」(千葉, 2011・2012・2013)や本センター報告書(千葉ほか, 2013)、地質学会 News(千葉, 2013)等に報告してきた。

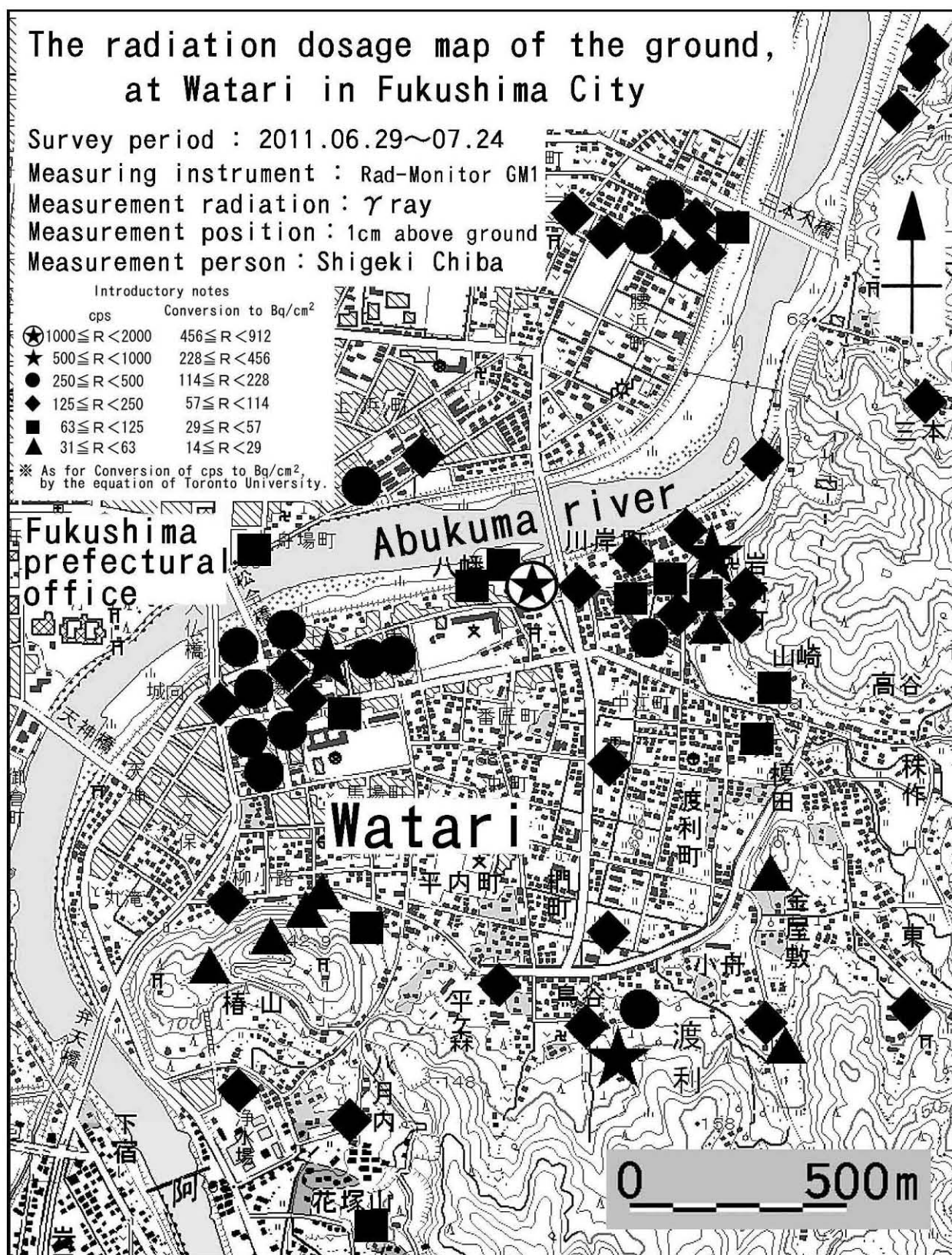
昨年度の講演および報告書(千葉ほか, 2013)では、2011年の福島市渡利・福島県中通り北部・平田村の放射線分布図, 2012年8月の本宮市の放射線分布図, そして汚染地域に見られる高放射線土壌について報告した。この報告書(千葉ほか, 2013)では、2011年の福島市渡利の放射線量を(cps)単位で示した。この報告の後, GM1の測定値(cps)をBq/cm²(Bq/m²)にする換算式がトロント大学より公表されていることがわかった。この換算式は、校正データから「検出器の種類・検出器面積・核種による検出器効率」を入力することによって換算値が得られる。GM1の場合, 放射線をすべて¹³⁷Csによるものと仮定すると, 測定値(cps)に0.456を乗ずることによりBq/cm²値となる。さらに1万倍でBq/m²値となる。この換算式を用いて, 千葉ほか(2013)の福島市渡利の放射線量(cps)をBq/cm²値に換算した(第2図)。千葉ほか(2013)にBq/cm²値を加えたものであるが再掲載する。これによると, 2011年6~7月の千葉宅(福島市渡利)の庭は, 大半が18Bq/cm²(18万Bq/m², 地表1cm)程度で, 最大59Bq/cm²(59万Bq/m²)であった。さらに, 2011年6~7月, 福島市渡利の大半は57~228Bq/cm²(57万~228万Bq/m², 地上1cm)であり, 汚染が凄まじい



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.

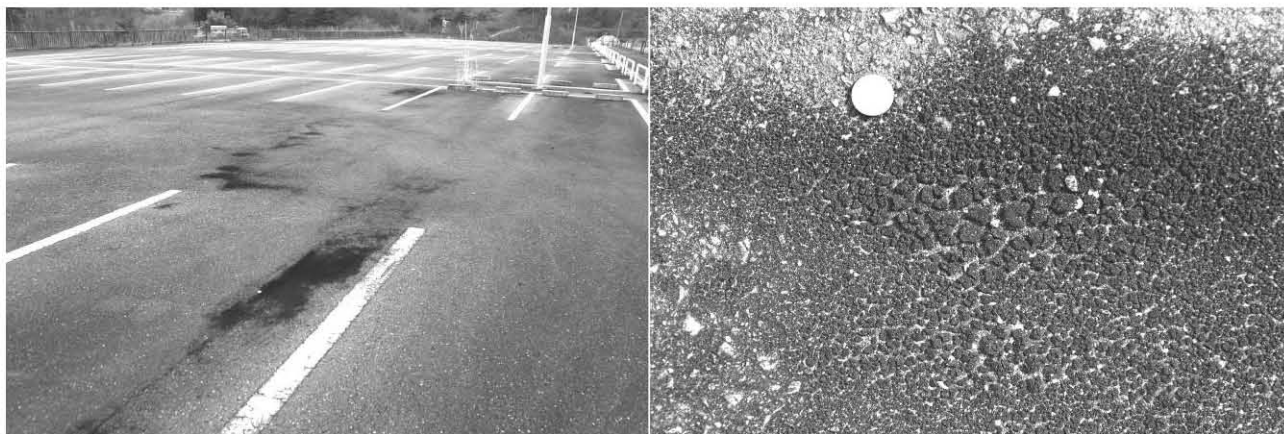


第2図 福島市渡利の地表の放射線量分布図

国土地理院の1/2.5万地形図を使用した。

Fig.2 The radiation dosage map of the ground at Watari in Fukushima City

The 1/25,000 scale maps of the Geospatial Information Authority of Japan (GSI) is used.



2012. 04. 30 飯舘村 ニュートラックいいたて駐車場
 地表線量 LUDLUM3+44-9 80000cpm 空間線量(高さ1m) IP-001 3.24 μ Sv/h
 ^{134}Cs : 430万Bq/kg, ^{137}Cs : 1000万Bq/kg (2012. 04. 30千葉茂樹採集, 2013. 07. 10小出裕章氏測定)

第3図 高放射線の土—飯舘村「ニュートラックいいたて」—

Fig. 3 The high radioactive contamination soil at “New Track Iitate” in Iitate Village, Fukushima Prefecture

状態にあったことを示している。特に渡利字八幡町(1300cps)では、測定域での最高値 $593\text{Bq}/\text{cm}^2$ (593 万 Bq/m^2)であった(千葉, 2013)。なお、この換算は背景の放射線量が0に近い場合である。原発事故直後は放射線量が高かったことから、換算値は相当量の誤差を含んでいる。

また、本冊子の報告書(鈴木ほか, 2014)では、著者の鈴木が千葉ほか(2013)で報告した高放射線土壌の鉱物組成と放射性セシウムの挙動について報告する。

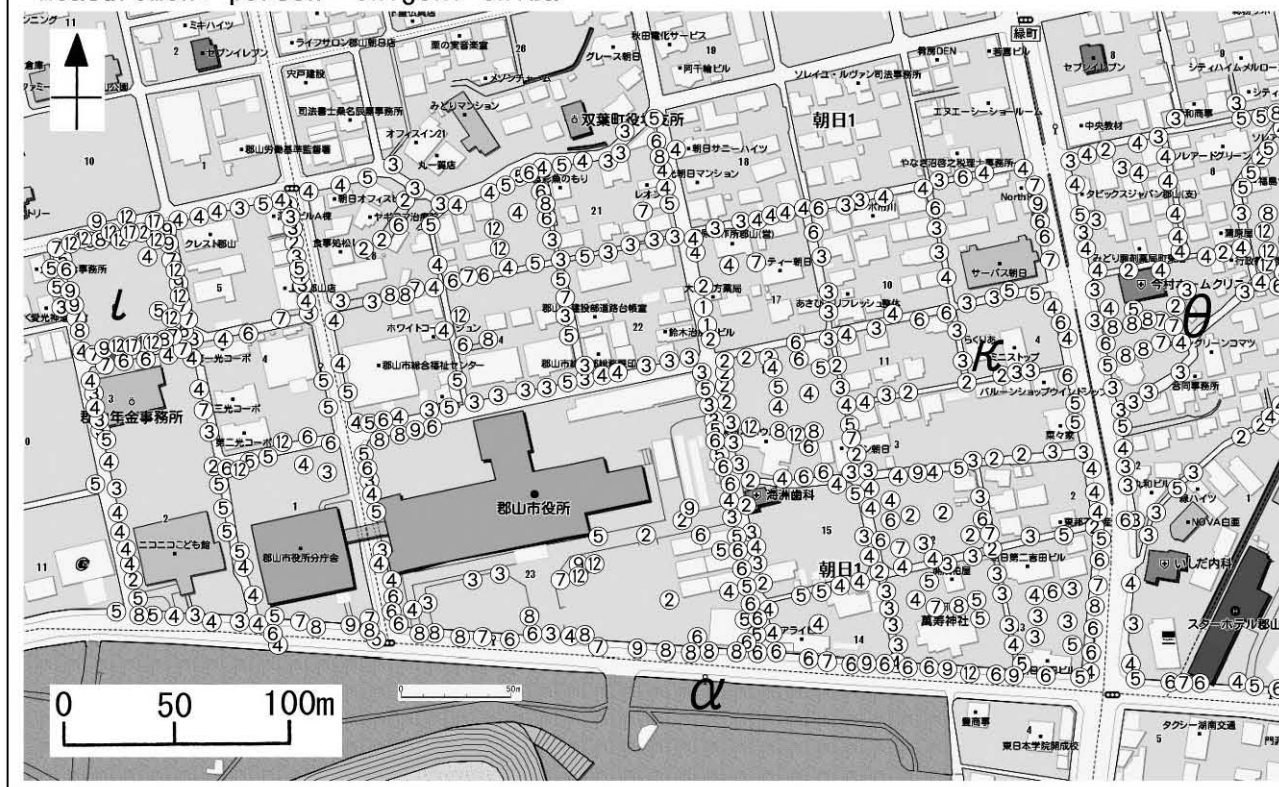
2013年4月、本センター報告書(千葉ほか, 2013)を京都大学原子炉実験所の小出裕章氏にお送りした。このことが契機となり、小出氏に高放射線土を測定していただいた。小出氏に感謝申し上げるとともに、同氏の厚意により測定値を掲載させていただく。測定試料のひとつは、千葉ほか(2013)に記載した飯舘村「ニュートラックいいたて」の高放射線土壌(2012.04.30採集)である(第3図)。測定値は、 ^{134}Cs : 430万 Bq/kg ・ ^{137}Cs : 1000万 Bq/kg である(2012.04.30千葉茂樹採集, 2013.07.10小出裕章氏測定)。この値は、小出氏が計測した福島原発事故の高放射線土の中では最高値とのことである。また、同じ場所の高放射線土壌を、1年後の2013年4月29日に採集し、測定していただいた。結果は ^{134}Cs : 200万 Bq/kg ・ ^{137}Cs : 500万 Bq/kg であった(2013.04.29千葉茂樹採集, 2013.07.10小出裕章氏測定)。測定日は同じであるが、約1年間野外に存在した高放射線土は、室内保管の高放射線土の約半分の放射線量である(千葉, 2013)。

本稿では、2013年8月の郡山市中心部の放射線量、2013年5月と10月の阿武隈山地中部の高柴山の放射線量および「楯状高放射線土」、2013年の福島県内の汚染状況を報告する。また、測定単位 Sv/h は、正確には放射線量「率」であるが、通常「放射線量」と呼ばれることが多いので、この報告書でも「放射線量」とする。

なお、著者の千葉は、汚染地域に在住するものとして「汚染地域の詳細な放射線量分布図」が必要と感じ続けてきた。これは、将来のために詳細な記録が必要であり、さらに近視眼的に見れば「除染」についてもこの分布図が必要だからである。このような観点から、福島県在住の地質学関係者に「居住地域の放射線量分布図作成」を働きかけてきたが、活

The air radiation dosage map on the ground, at the central part of Kohriyama City in Fukuishima Prefecture

Survey period : 2013.08.12・13・14・22・25 Measuring instrument : TCS-172B
 Measurement radiation : γ ray Measurement position : 1m above ground
 Measurement person : Shigeki Chiba



第4図 郡山市中心部の空間放射線量の分布図

ゼンリンのネット地図を使用した。

Fig. 4 The air radiation dosage map on the ground, at the central part of Kohriyam
 The internet map by Zenrin was used.

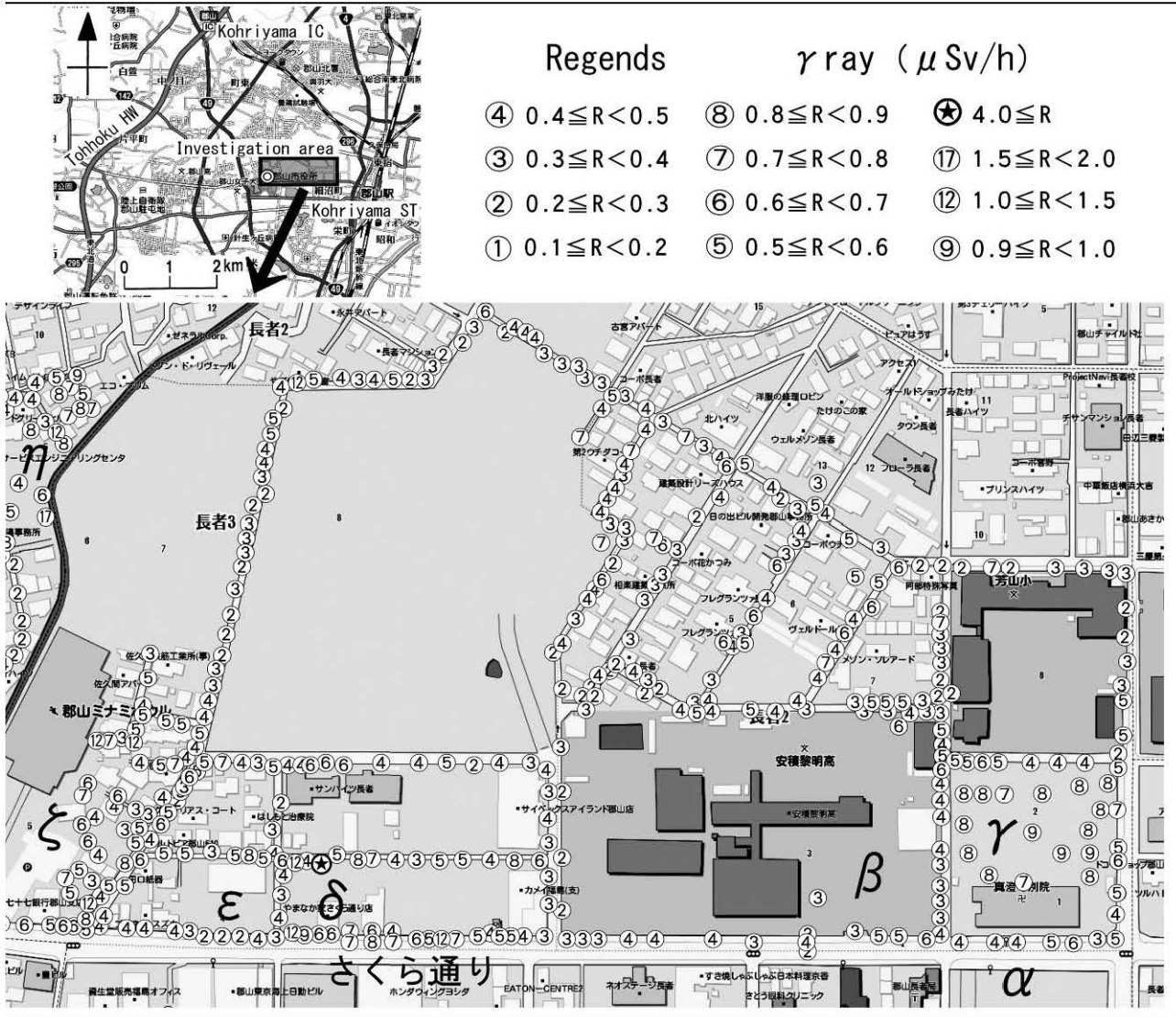
動には至っていない。今回、2013年8月の郡山市中心部の汚染状況を報告させていただくが、本来ならば、さらに早い時期に、さらに広範囲に調査すべきであった。個人の能力には限界があるのでご容赦いただきたい。

2.郡山市中心部の2013年の汚染状況

2013年8月、郡山市中心部(明神町, 長者, 緑町, 朝日, 桑野)を調査した。調査は、空間放射線量(地上1m), 高放射線土, および街路樹の汚染状況である。調査地域の東部には学校(芳山小, 郡山二中, 安積黎明高), 西部には郡山市役所がある。

A.空間放射線量(第4図)

調査期日は2013年8月12・13・14・22・25日, 調査機器は日立アロカ製 TCS-172B である。この地域を全体的に見ると, 空間放射線量(地上1m)の分布は, モザイク状で,

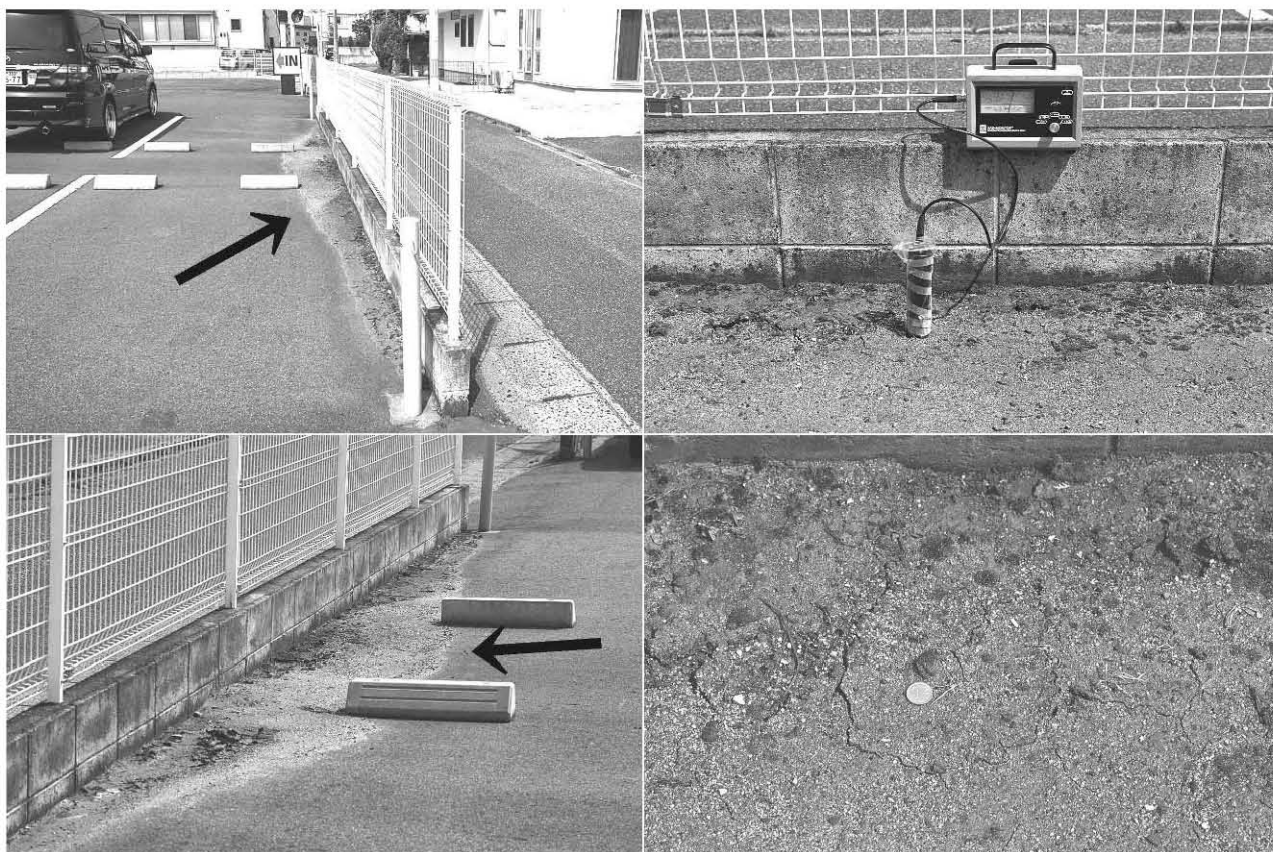


a City in Fukuishima Prefecture

高放射線量の地点が散在する。測定点は 943 点、測定値 R は 0.17~4.18 $\mu\text{Sv/h}$ である。内訳は、 $0.10 \leq R < 0.20 (\mu\text{Sv/h})$ が 2 点、 $0.20 \leq R < 0.30 (\mu\text{Sv/h})$ が 22 点、 $0.30 \leq R < 0.40 (\mu\text{Sv/h})$ が 214 点、 $0.40 \leq R < 0.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 214 点、 $0.50 \leq R < 0.60 (\mu\text{Sv/h})$ が 143 点、 $0.60 \leq R < 0.70 (\mu\text{Sv/h})$ が 109 点、 $0.70 \leq R < 0.80 (\mu\text{Sv/h})$ が 57 点、 $0.80 \leq R < 0.90 (\mu\text{Sv/h})$ が 55 点、 $0.90 \leq R < 1.00 (\mu\text{Sv/h})$ が 22 点、 $1.00 \leq R < 1.50 (\mu\text{Sv/h})$ が 34 点、 $1.50 \leq R < 2.00 (\mu\text{Sv/h})$ が 4 点、 $4.00 \leq R (\mu\text{Sv/h})$ が 1 点であった。これらから平均空間放射線量(地上 1 m)を求めると $0.54 \mu\text{Sv/h}$ となる。以下、便宜上、東部、中部、西部に分けて記載する。また、特徴的な地点にギリシャ文字の記号を付け、記載・分析を行う。

全体的に見ると、第 4 図下部を東西に通る「さくら通り(α)」は放射線量が高い。

東部の特徴は、学校周辺(β)で放射線量が低いことである。この原因は、学校は除染が早期に開始されたことによると考えられる。ただし、安積黎明高の東にある寺院駐車場(γ)



2013.08.13 郡山市長者3丁目 最大値
 空間放射線量(地上1m) 4.08 μ Sv/h (TCS-172B)
 表面放射線量(高さ1cm) 114Bq/cm² (CoMo170) 250cps (Rad Monitor GM1)

第5図 高放射線土(δ)―長者3丁目―

Fig.5 The high radioactive contamination soil at Chohja 3 in Kohriyama City(δ).



第6図 高放射線土(η)―緑町―

Fig.6 The high radioactive contamination soil at Midori-machi in Kohriyama City(η).



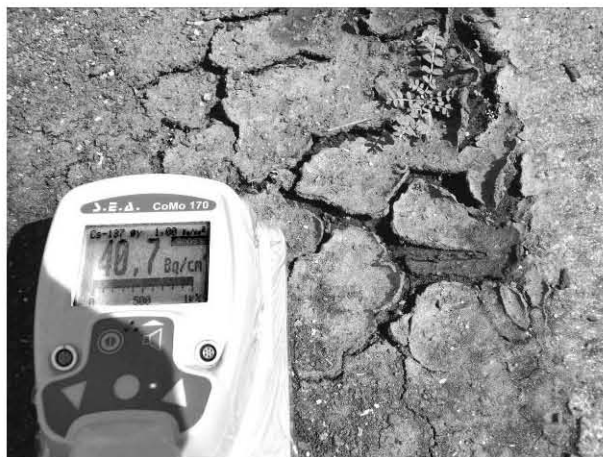
第7図 除染で剥ぎ取られたアスファルト(κ)―朝日1丁目―

Fig.7 The asphalt which was removed for decontamination(κ) at Asahi 1 in Kohriyama City(κ).

の放射線量は高い。この駐車場は、全域がアスファルトで、全域で $0.7\sim 0.9\ \mu\text{Sv/h}$ 、最大 $0.92\ \mu\text{Sv/h}$ (地上高さ $1\ \text{m}$)であった。このように空間放射線量が高いことから、高放射線土を注意深く探したが、見つからなかった。

中部は東部に比べて全体的に放射線量が高い。特に高かったのは飲食店(δ)で、敷地内の至る所で放射線が高く、さらに高放射線土も存在した(第5図)。ここでの空間放射線量(地上 $1\ \text{m}$)は $0.6\sim 4.2\ \mu\text{Sv/h}$ 、最大 $4.18\ \mu\text{Sv/h}$ であった。(ε)は、この周辺に比べて放射線量が低い。原発事故前の地図を見ると建物がなく、事故後に建物ができたことがわかる。工事で土地を掘ったために放射線量が低くなったと考えられる。(ζ)はやや放射線量が高い。ここは川沿いの低地で、放射性物質が雨水で運ばれ集ったために高いと考えられる。七十七銀行の駐車場には高放射線土が存在する。(η)も放射線量が高い。ここも川沿いの低地で、放射性物質が集ったと考えられる。第6図の駐車場は、空間放射線量が高く、高放射線土も多量に存在する。(θ)の駐車場は、今村ホームクリニックの南にあり、碎石の駐車場である。ここでは空間放射線量(地上 $1\ \text{m}$)が $0.7\sim 0.9\ \mu\text{Sv/h}$ で、最大 $0.92\ \mu\text{Sv/h}$ である。碎石はコンクリート片が主で、放射線量は高い($2.7\ \text{Bq/cm}^2$, CoMo170)。この駐車場から離れると放射線量は急激に低下する。駐車場から $3\ \text{m}$ 東では $0.26\ \mu\text{Sv/h}$ (地上 $1\ \text{m}$)である。

西部で目立つのは(ι)で、空間放射線量(地上 $1\ \text{m}$)は高い。ここはアスファルトの駐車場で、放射線量(地上 $1\ \text{m}$)は、相対的に、中央部が低く($0.5\ \mu\text{Sv/h}$)、周辺部は高い($0.5\sim 1.9\ \mu\text{Sv/h}$)。状況から、放射性物質が雨水等で移動し、相対的に低地である周辺部へ移動し集積したものと考えられる。(κ)は、除染作業中の地域で、コンビニエンスストアのアスフ



第8図 高放射線土(ε)—長者3丁目—
Fig.8 The high radioactive contamination soil at Chohja 3 in Kohriyama City(ε).

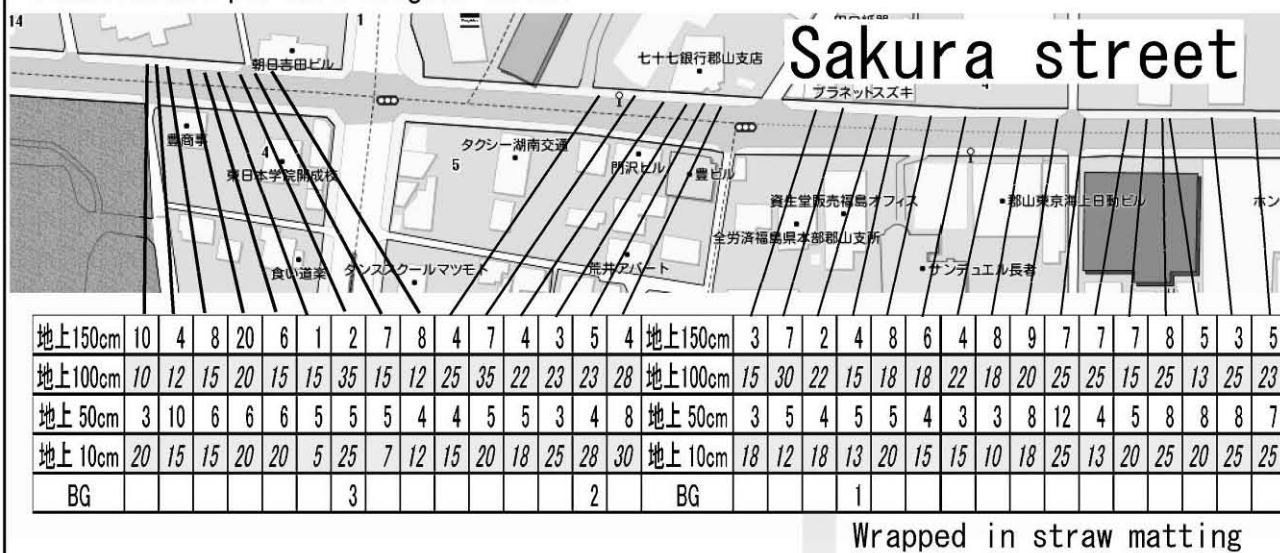


第9図 高放射線土(ι)—桑野1丁目—

Fig.9 The high radioactive contamination soil at Kuwano 1 in Kohriyama City(ι).

The radiation dosage map on the surface of the street trees, at the central part of Kohriyama City in Fukuishima Prefecture

Survey period : 2013.08.25 Measuring instrument : Rad-Monitor GM1
 Measurement radiation : γ ray Measurement unit : cps
 The conversion of the measurement unit : $Bq/cm^2 \doteq cps \times 0.456$ (by Tronto Univ.)
 Measurement person : Shigeki Chiba



第 10 図 郡山市中心部における街路樹表面の放射線量分布図

ゼンリンのインターネット地図を使用した。

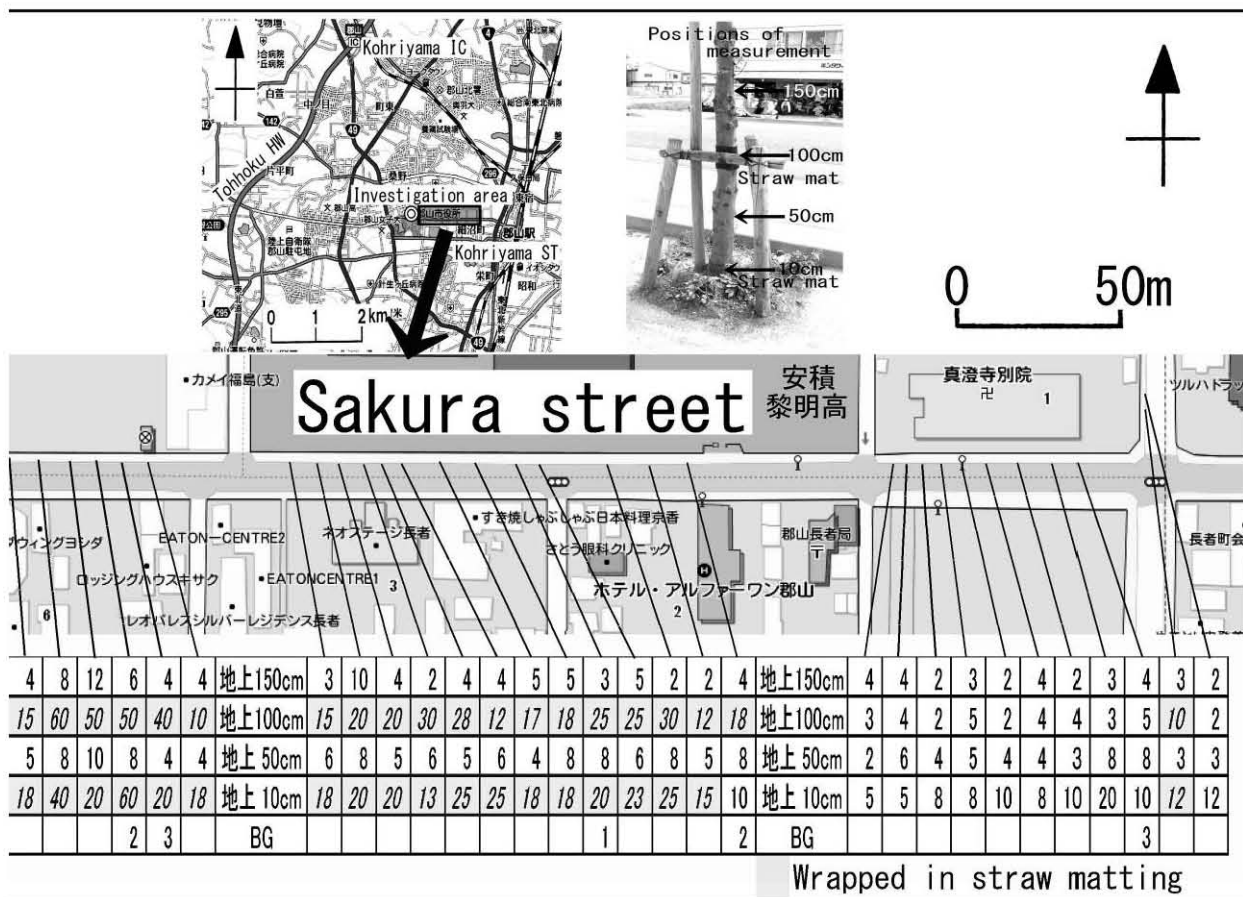
Fig.10 The radiation dosage map on the surface of the street trees, at the central part of Kohriyama City in Fukuishima Prefecture. The internet map by Zenrin was used.

アルトが剥かれて積上げられ、細路地ではアスファルトが取り除かれていた(第7図)。この周辺では、未除染域の空間放射線量(地上1m)は $0.6 \mu Sv/h$ 程度で、除染済の処では $0.3 \mu Sv/h$ 前後であった。また、郡山市役所では、相対的に、アスファルト部分の放射線量が低く ($0.2 \sim 0.3 \mu Sv/h$)、樹木周辺 ($1.0 \mu Sv/h$ など) や窪地 ($0.9 \mu Sv/h$ など) でやや高かった。

B. 高放射線土

第5図は、(δ)に見られる高放射線土である。ここは飲食店の敷地で、南側の出入り口および北側の出入り口に高放射線土がある。北側の出入り口にある高放射線土の面積は、長さ約10m、幅最大0.5mである。土質は灰色の泥～砂質である。表面の亀甲状の亀裂は、分布域の中心部には見られず周辺部分に少量存在する。ここでの空間放射線量の最大値は $4.18 \mu Sv/h$ (地上1m) である。表面1cmの放射線量の最大値は、 $30 \mu Sv/h$ 以上(TCS-172B), $114 Bq/cm^2$ (CoMo170), $250 cps$ (Rad Monitor GM1, $114 Bq/cm^2$) である。この敷地は、地形的に建物付近が高く周辺部は低い。したがって、放射性物質が風雨により低地に集積したものと推定される。また、採集した試料の放射線量は想定よりかなり低い値である。この事実から、放射性物質は土の表面付近にあるものと推定される。

第8図は、(ε)にある七十七銀行駐車場の高放射線土である。土質は黒灰色の泥質で、表面に亀甲上の割れ目がある。放射線量の最大値は $1.27 \mu Sv/h$ (地上1m), $11.4 \mu Sv/h$



part of Kohriyama City in Fukuishima Prefecture

(表面 1 cm), 41.0Bq/cm²(表面 1 cm, CoMo170)であった。

第 6 図は, (η)にある駐車場の高放射線土である。清掃された様子はなく, 高放射線土が至る所にある。土質は灰色の泥質で, 表面に亀甲状の割れ目がある。放射線量の最大値は, 1.74 μ Sv/h(地上 1 m), 9.76 μ Sv/h(表面 1 cm)である。

第 9 図は, (ι)にある高放射線土である。ここはアスファルトの駐車場で, 放射線量の最大値は 1.91 μ Sv/h(地上 1 m), 10.5 μ Sv/h(表面 1 cm)である。高放射線土は, 駐車場の周辺部にある。土質は黒灰色の泥～礫質で, 泥質部の表面には亀甲上の割れ目が見られ, 苔も生えている。

高放射線土について検討する。高放射線土は, 2011 年および 2012 年には, 「粘土質」「真っ黒」「亀甲状の亀裂」の特徴を持つものが大半であった(千葉ほか, 2013: 千葉, 2013)。ところが, 時間の経過とともにこの特徴が失われてきた。2013 年には, 砂質～礫質のものが多く, 色も灰色のものが多くなり, 亀甲状の亀裂を持つものが少なくなっている。

C.街路樹の汚染状況(第 10 図)

第 4 図には, 郡山市中心部の空間放射線量を示しその特徴を記載した。この調査中に, 街路樹付近で空間放射線量が高くなることに気が付いた。このため, 空間放射線量の調査終了後の 2013 年 8 月 25 日に, さくら通りにある街路樹の「樹幹表面の放射線量」を測定



第 11 図 街路樹の菰

Fig.11 The straw mats wound on the street tree

した. 測定機器は Rad Monitor GM1 で, 測定単位は(cps) である. 前述のように測定値はトロント大学の換算式で, 測定値(cps)×0.456⇒Bq/cm²(¹³⁷Cs, γ線)と変換できる. なお, 測定に使った GM1 はγ線のみを感知する(千葉, 2013)

さくら通りの街路樹の樹幹には, 多くの場合「菰」(こも)が巻かれている(第 11 図). 状況から見て, 菰はすべての木に巻かれていたものと推察できるが, 無いものもある. 樹幹における菰の位置は, 地上 10cm と地上 100cm である. このため放射線量の測定は菰のある所とない所を交互に測定した. すなわち, 地上 10cm・地上 50cm・地上 100cm・地上 150cm の 4ヶ所である(第 10 図). 第 10 図の表には, 放射線量(cps)および菰の有無を示している. 菰のある所は, 数値を斜体字で表示し枠に着色した.

測定データを考察する(第 10 図). 菰のある街路樹では, 菰のところで放射線量が高い. たとえば, 表の(イ)の街

路樹では, 菰のところで下より 60cps・50cps であるが, 菰のないところでは 8cps・6cps となっている. また, 菰のない街路樹では, 放射線量に大きな違いはない. たとえば, 表の(ロ)の街路樹では, 下より 5 cps・6 cps・4 cps・4 cps とほとんど変化がない. 以上から, 放射性物質は街路樹の菰の部分に集積していると推定できる. また, トロント大学の換算式によれば, 最大放射線量は $60\text{cps} \div 0.456 = 131.58\text{Bq/cm}^2$ (13.16 万 Bq/m²) になる.

調査に当たり, 著者の千葉は「菰の放射線量の違いから, 何らかの傾向は見出せないか」と考えた. しかし, 菰は一つ一つ大きさや取り付けの状態が違う. このため, 菰に集積した放射性物質の量も違うことになる. このことから, 「菰の放射線量の違いから何らかの傾向を見出すことはできない」ことがわかった.

3.阿武隈山地高柴山の汚染状況

高柴山は阿武隈山地のほぼ中央に位置する(第 1 図). 標高は 884m で, 花崗閃緑岩からなる. 地勢的には, 田村市と小野町の境界に位置する. 山頂部はかつての放牧地であり, 現在はツツジの名所となっている. このため, 山頂までの林道が 2 本ある. ただし, この林道は一般には開放されてない. 登山道は 3 つあり, 一つは北側にある門沢ルート, 二つは北東側にある牧野ルート(+林道), 三つは南西側にある浮金ルート(+林道)である. 以下の記載には, 道の使い分けとして, 「登山道(旧道)」と「林道」を用いる.

測定機器は, 空間放射線量の測定に日立アロカ製 TCS-172B, 表面放射線量の測定に SEA 製 CoMo170(2013 年 10 月 19 日のみ)を用いた. なお, 以下に記載の「楯状高放射線土」については, 千葉(2013)において 2013 年 5 月の状況を報告している.

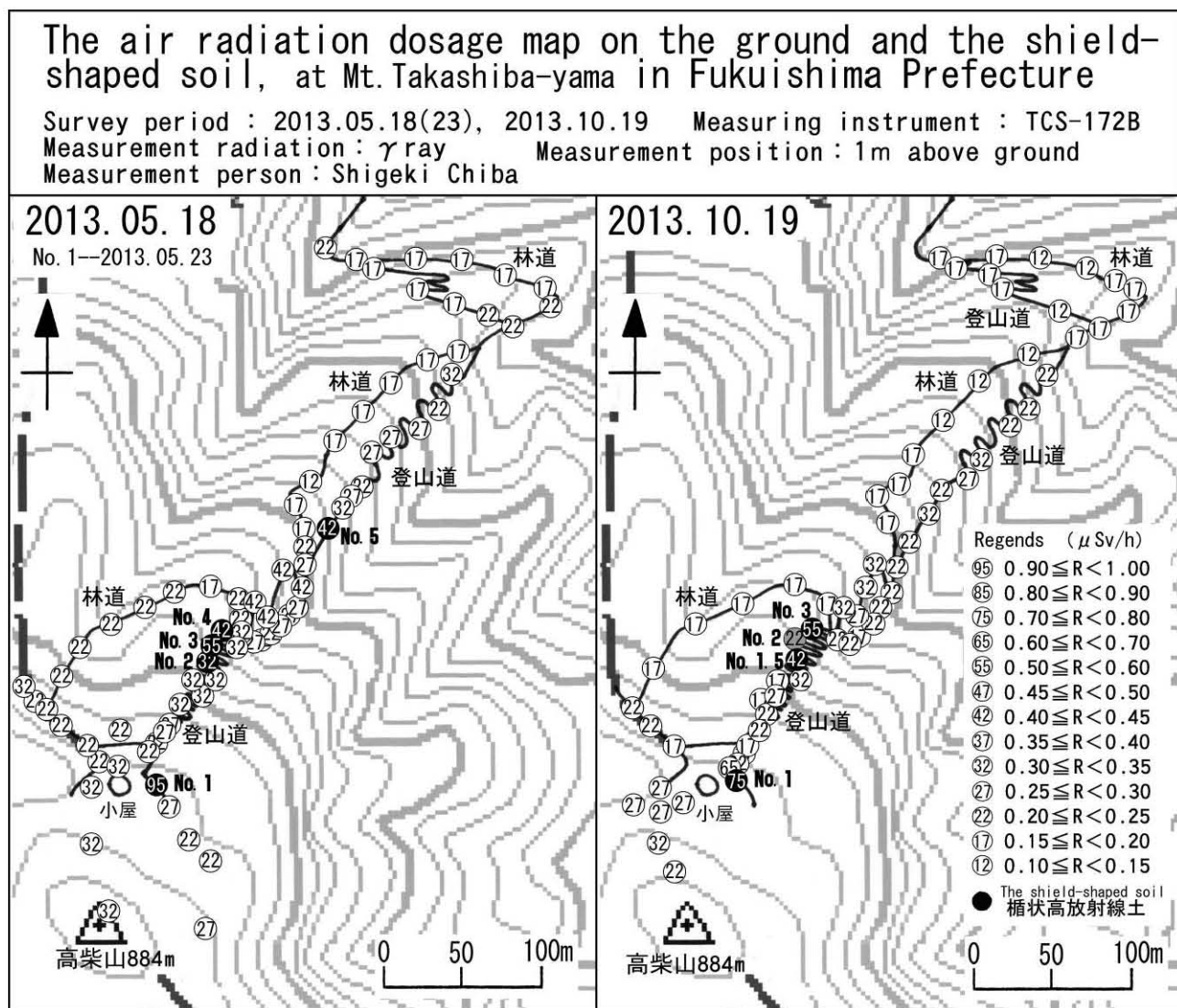
A. 牧野ルートの空間放射線量(第 12 図)

調査は, 2013 年 5 月 16 日・18 日・23 日および 10 月 19 日に行った.

5 月 16 日, 登山時には林道を, 下山時に登山道(旧道)を歩いた. その際, 登山道(旧道)

の所々で放射線量が局地的に増加することに気が付いた。詳しく調べると、空間放射線量の増加地点に、放射線量の特に高い土があることがわかった。これを楕状高放射線土とした(千葉, 2013)。

5月18日および23日に再調査を行った。23日の調査で高放射線量の1点を見つけた。データの主体は18日で、23日の1点の値は()内に示す。空間放射線量(地上1m)の測定点は86(+1)点、測定値Rは0.12~0.50(0.97) $\mu\text{Sv/h}$ である。内訳は、 $0.10 \leq R < 0.15 (\mu\text{Sv/h})$ が1点、 $0.15 \leq R < 0.20 (\mu\text{Sv/h})$ が24点、 $0.20 \leq R < 0.25 (\mu\text{Sv/h})$ が26点、 $0.25 \leq R < 0.30 (\mu\text{Sv/h})$ が13点、 $0.30 \leq R < 0.35 (\mu\text{Sv/h})$ が14点、 $0.40 \leq R < 0.45 (\mu\text{Sv/h})$ が6点、 $0.50 \leq R < 0.60 (\mu\text{Sv/h})$ が1点、 $(0.90 \leq R < 1.00 (\mu\text{Sv/h}))$ が1点)である。空間放射線量(地上1m)の平均は0.26 $\mu\text{Sv/h}$ である。詳しく見ると、林道は0.12~0.40 $\mu\text{Sv/h}$ で、登山道(旧道)



第 12 図 高柴山の空間放射線量分布図と楕状高放射線土

国土地理院の 1/2.5 万 地形図を使用した。

Fig.12 The air radiation dosage map on the ground and the shield-shaped soil, at Mt. Takashiba-yama in Fukuishima Prefecture

The 1/25,000 scale maps of the Geospatial Information Authority of Japan (GSI) is used.

は $0.16 \sim 0.50(0.97) \mu\text{Sv/h}$ である。

10月19日は、5月18日と同じルートで調査を行った。空間放射線量(地上1m)の測定点は68点、測定値Rは $0.11 \sim 0.71 \mu\text{Sv/h}$ である。内訳は、 $0.10 \leq R < 0.15 (\mu\text{Sv/h})$ が6点、 $0.15 \leq R < 0.20 (\mu\text{Sv/h})$ が26点、 $0.20 \leq R < 0.25 (\mu\text{Sv/h})$ が18点、 $0.25 \leq R < 0.30 (\mu\text{Sv/h})$ が7点、 $0.30 \leq R < 0.35 (\mu\text{Sv/h})$ が7点、 $0.40 \leq R < 0.45 (\mu\text{Sv/h})$ が1点、 $0.50 \leq R < 0.60 (\mu\text{Sv/h})$ が1点、 $0.60 \leq R < 0.70 (\mu\text{Sv/h})$ が1点、 $0.70 \leq R < 0.80 (\mu\text{Sv/h})$ が1点である。空間放射線量(地上1m)の平均は $0.21 \mu\text{Sv/h}$ である。詳しく見ると、林道は $0.11 \sim 0.21 \mu\text{Sv/h}$ で、登山道(旧道)は $0.14 \sim 0.71 \mu\text{Sv/h}$ である。

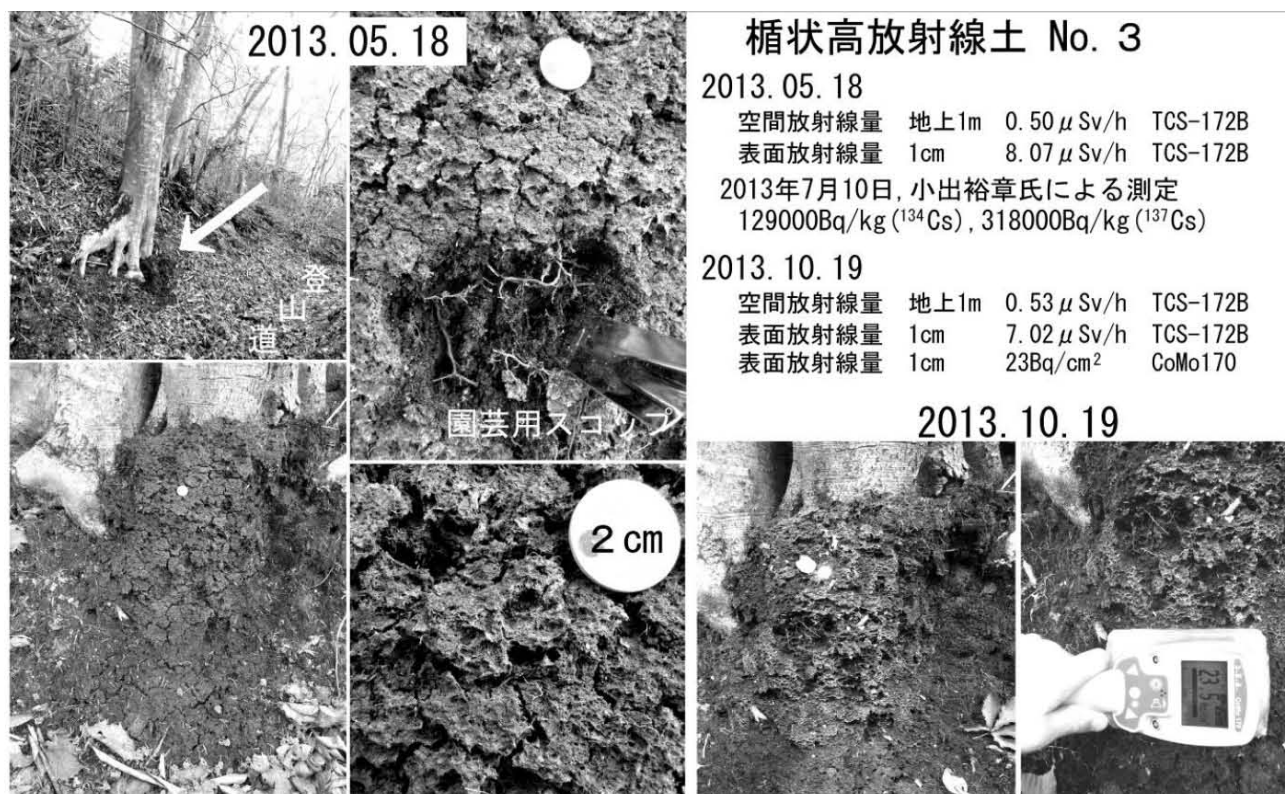
以上から、高柴山の牧野ルートでは、空間放射線量(地上1m)は、平均値で比べると、5月18日と10月19日の5ヶ月間に約20%低下している。林道と登山道(旧道)を比較すると、林道よりも登山道(旧道)の方が高い。

測定日	2013.05.18 (No.1のみ05.23)		2013.10.19			備考 (2013.05.18千葉茂樹 採集, 2013.07.10小出裕章氏測定)
整理番号	空間放射線量(高さ1m)	表面1cmの放射線量	空間放射線量(高さ1m)	表面1cmの放射線量		
No.1	$0.97 \mu\text{Sv/h}$	$7.70 \mu\text{Sv/h}$	$0.71 \mu\text{Sv/h}$	$7.45 \mu\text{Sv/h}$	32Bq/cm^2	
No.1.5	—	—	$0.42 \mu\text{Sv/h}$	$3.35 \mu\text{Sv/h}$	25Bq/cm^2	
No.2	$0.39 \mu\text{Sv/h}$	$2.60 \mu\text{Sv/h}$	$0.24 \mu\text{Sv/h}$	$2.01 \mu\text{Sv/h}$	10Bq/cm^2	10.19には約半分がなくなっていた
No.3	$0.50 \mu\text{Sv/h}$	$8.07 \mu\text{Sv/h}$	$0.55 \mu\text{Sv/h}$	$7.02 \mu\text{Sv/h}$	23Bq/cm^2	$^{134}\text{Cs}-129000\text{Bq/kg}$, $^{137}\text{Cs}-318000\text{Bq/kg}$
No.4	$0.47 \mu\text{Sv/h}$	$3.35 \mu\text{Sv/h}$	—	—	—	
No.5	$0.37 \mu\text{Sv/h}$	$11.6 \mu\text{Sv/h}$	—	—	—	$^{134}\text{Cs}-403000\text{Bq/kg}$, $^{137}\text{Cs}-996000\text{Bq/kg}$

測定機器 : TCS-172B, CoMo170

第1表 高柴山に存在する楯状高放射線土の放射線量

Tab.1 The radiation dosage on the shield-shaped soil at Mt.Takashiba-yama.



第13図 楯状高放射線土—森林に存在する高い放射線の土—

Fig. 13 The shield-shaped soil—The soil of high radiation that exists in a forest—

B. 牧野ルートの高放射線土

空間放射線量(地上1 m)が局地的に高い所で、周辺を探すと放射線量の特に関心が高い土(楕状高放射線土:千葉, 2013)があった。5月18日、「楕状高放射線土」を4点確認した。標高の高い順に番号をつけNo.2~5とした。5月23日には1点確認しNo.1とした。

10月19日、新たな「楕状高放射線土」を確認した。No.1とNo.2の間であったのでNo.1.5とした。この日確認できた「楕状高放射線土」はNo.1・1.5・2・3の4個で、No.4・5は「楕状高放射線土」そのものがなくなっていた。No.2は約半分が失われていた。

これら「楕状高放射線土」について記載する。全てが登山道(旧道)の切割りに存在する。これらは登山道脇の急斜面(60~80度)にあり、更に広葉樹の根元から、下方向へ楕円状の広がりをもって分布している。第1表にこれらの放射線量を掲示する。

「楕状高放射線土」の代表的な1個、No.3について記載する(第13図)。ここでの空間放射線量(地上1 m)は $0.50 \mu\text{Sv/h}$ 、「楕状高放射線土」表面(1 cm)の放射線量は最大で $8.07 \mu\text{Sv/h}$ である。位置は、登山道の切割りの急斜面(60~80度)にあり、登山道底面から高さ約100cmを起点として、下方へ楕円状に広がる。表面全体の形状は楕状(鏡餅状)で、周辺より最大で約10cm盛り上がっている。面積は、水平方向約35cm×天地方向約60cmである。表面は鈍い光沢がある黒色で、径3~10cmの亀甲状の亀裂がある。表面には、フランパンの断面に類似した空隙および凹凸がある。硬さは、表面約1~2mmは硬く、その内部は細かい空隙が多く軟らかい。周辺の土は畑の土程度の固さで、「楕状高放射線土」の方がはるかに固い。放射線量は、小出裕章氏の測定で $^{134}\text{Cs}: 13 \text{万 Bq/kg}$ ・ $^{137}\text{Cs}: 32 \text{万 Bq/kg}$ である(2013.05.18 千葉茂樹採集, 2013.07.10 小出裕章氏測定)。

「森林における放射線物質の挙動」に関しては、古くは川瀬ほか(1971)、最近では斎藤(2012)、浅見(2013)がある。しかし、著者が発見した森林内の高い放射線を発する土についての記載はない。したがって、高柴山に見られる「楕状高放射線土」の記載は極めて重要なものと思われる。

上記の「楕状高放射線土」が如何なる理由で高放射線を出すのか、現段階ではわからない。しかし、①放射線物質が雨滴により樹幹を流れてこの部分に集積した、②微生物によって放射性物質が濃集した、③ ①+②の複合、のどれかと考えている。

なお、高放射線土 No.4・5・(2)の消失の原因として、千葉(2013)のネット公開が2013年7月であることから、試料として採取された可能性が挙げられる。

C. 浮金ルート

5月23日、空間放射線量(地上1 m)を計測した。空間放射線量は $0.14 \sim 0.67 \mu\text{Sv/h}$ で、山麓にある駐車場付近が低く(約 $0.2 \mu\text{Sv/h}$)、中腹は高く(約 $0.5 \mu\text{Sv/h}$)、山頂付近で幾分低下した(約 $0.3 \mu\text{Sv/h}$)。なお、中腹で空間放射線量が高かったことから、楕状高放射線土を探したが見つからなかった。また、空間放射線量(地上1 m)の登山道(旧道)と林道との比較では、林道の方が高かった。これは牧野ルートとは逆の結果であった。

D. 牧野ルート・浮金ルートの比較

空間放射線量(地上1 m)は両ルートとも中腹で高くなっている。また、空間放射線量(地上1 m)の登山道(旧道)と林道の比較では、牧野ルートでは登山道(旧道)の方が高く、浮金ルートでは林道の方が高かった。さらに高放射線土は牧野ルートの登山道(旧道)のみに見られた。



2013.07.06 猪苗代 (福島県立猪苗代病院跡)

空間放射線量(高さ1m) $1.13 \mu\text{Sv/h}$ TCS-172B 地表1cm放射線量 3.8Bq/cm^2 (3.8万 Bq/m^2) CoMo170

第14図 高放射線土—猪苗代町—

Fig.14 The high radioactive contamination soil at Inawashiro-Town

4. 福島県内各地の高放射線土

2013年に福島県内で確認した高放射線土の一部を記載する.

A. 猪苗代

猪苗代町は、福島第一原発から約85kmの距離に位置し、放射線物質による汚染は、福島県内では、少ない地域である(第1図). 空間放射線量(地上1m)は、著者の千葉宅(猪苗代)では、2011年7月に $0.2 \mu\text{Sv/h}$, 2014年2月に $0.05 \mu\text{Sv/h}$ である. また、原発事故直後の2011年7月には、高放射線土が存在した(千葉ほか, 2013).

2013年7月に猪苗代町の中心部を調べたところ、高放射線土が存在した(第14図). 場所は福島県立猪苗代病院跡地である. 空間放射線量(地上1m)は最大 $1.13 \mu\text{Sv/h}$ である.



2013.08.14 平田村 旧西山小学校

空間放射線量(高さ1m) $0.20 \mu\text{Sv/h}$ TCS-172B

表面1cmの放射線量 7.6Bq/cm^2 CoMo170

表面1cmの放射線量 15cps Rad Monitor GM1 6.8Bq/cm^2 (トロント大学の変換式)

第15図 高放射線土—平田村—

Fig.15 The soil which radiates a high radiation—Hirata village—

高放射線土は敷地内の低地のあり、面積は 10 m^2 程度、泥質で表面には亀甲状の亀裂があり苔が生えている。表面 1 cm の放射線量は最大 3.8 Bq/cm^2 (CoMo170) である。この値は、2011年7月に千葉宅(猪苗代)にあった高放射線土(40 cps , Rad Monitor GM1, $\approx 18 \text{ Bq/cm}^2$)と比較すると、約 $1/5$ の放射線量である。

B. 平田村

平田村は、阿武隈山地中央よりやや南に位置し、福島第一原発から約 45 km に位置する(第1図)。放射線物質による汚染は、汚染の著しい福島県中通り・浜通りでは、相対的に少ない。空間放射線量(地上 1 m)は、千葉の測定では、2011年8月には $0.3 \mu \text{ Sv/h}$ 程度であり(千葉ほか, 2013), 2014年2月には $0.1 \mu \text{ Sv/h}$ 程度である。しかし、この地域でも高放射線土が存在する(千葉ほか, 2013)。第15図は、2013年8月に旧平田村立西山小学校のベランダにあった高放射線土である。遠方から見ると真っ黒で、一見してその存在がわかる。高放射線土は、面積が約 2 m^2 で、色は艶消し黒色、表面には亀甲状の亀裂があり、更に細かいカリフラワー状の凹凸がある。この特徴は、2011年・2012年に福島市渡利や飯館村に存在した高放射線土の特徴と類似する。空間放射線量(地上 1 m)は最大 $0.20 \mu \text{ Sv/h}$ 、表面 1 cm の放射線量は最大 7.6 Bq/cm^2 (CoMo170) である。なお、第15図の右の写真は、目の錯覚で凹凸が逆に見える場合がある(白い部分が凹、黒い部分が凸であり、日常生活の物の見え方と逆である)。スケールの1円玉付近で、凹凸を認識した上で、写真全体を見ていただきたい。



2013.04.29 山木屋
空間放射線量(高さ1m) $4.68 \mu \text{ Sv/h}$ TCS-172B
地表 1 cm 放射線量 150 cps Rad Monitor GM1
 68 Bq/cm^2 (68 万 Bq/m^2) (トロント大学の変換式)

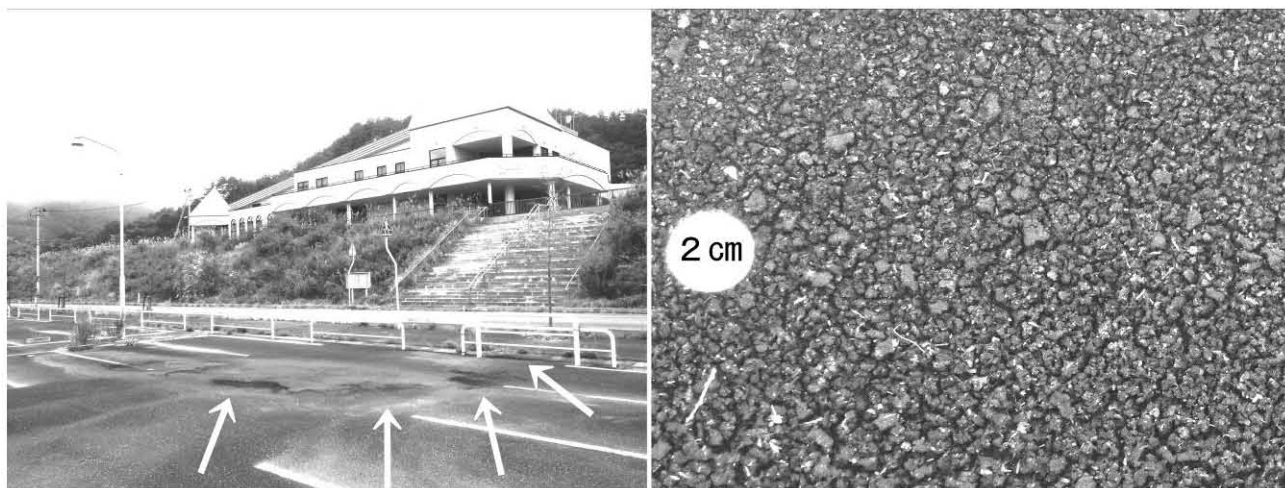
第16図 高放射線土一川俣町山木屋一

Fig.15 The high radioactive contamination soil at Yamakiya,

川俣町山木屋は、阿武隈山地中央よりやや北に位置し、福島第一原発から約 40km に位置する(第 1 図)。汚染の著しい飯舘村の南に位置する。第 16 図は、2013 年 4 月 29 日、山木屋集落のアスファルト駐車場に存在した高放射線土である。写真は逆光気味であるため、やや輝いて写っているが、実際には真っ黒で、遠方からも一見してその存在がわかる。高放射線土は、面積が約 50 m²、厚さが最大で 3cm である。色は艶消し黒色、表面には亀甲状の亀裂があり、更に細かいカリフラワー状の凹凸がある。この特徴は、2011 年・2012 年に福島市渡利や飯舘村に存在した高放射線土と類似する。著者の千葉は、福島県内で高放射線土を数多く見てきたが、この量は一ヶ所の量としては最大である。放射線量は、最大値で、4.68 μ Sv/h(地上 1 m), 150cps(表面 1 cm, Rad Monitor GM1, \approx 68Bq/cm²)である。さらに 2013 年 9 月 22 日にも測定した。その最大値は、5.06 μ Sv/h(地上 1 m), 66.3Bq/cm²(表面 1 cm, CoMo170)である。なお、この高放射線土には無数のタイヤ痕があり、自動車が多数通過したと考えられる。また、高放射線土がタイヤや車体に付着し運搬された可能性がある。

D.飯舘村

飯舘は、阿武隈山地中央よりやや北に位置し、福島第一原発から約 40km に位置する。「ニュートラックいいたて」には、特に放射線量の高い高放射線土がある(千葉ほか, 2013; 千葉, 2013)。第 17 図は 2013 年 9 月 22 日の「ニュートラックいいたて」の高放射線土である。色は艶消しの黒色、表面には亀甲状の亀裂あり、更に細かいカリフラワー状の凹凸がある。放射線量の最大値は、4.68 μ Sv/h(地上 1 m), 228Bq/cm²(表面 1 cm, CoMo170), 550cps(表面 1 cm, Rad Monitor GM1, \approx 251Bq/cm²)である。



ニュートラックいいたて 2014.09.22
 空間放射線量(高さ1m) 4.68 μ Sv/h TCS-172B
 表面 1 cmの放射線量 228Bq/cm² CoMo170
 表面 1 cmの放射線量 550cps Rad Monitor GM1 251Bq/cm²(トロント大学の変換式)

第 17 図 高放射線の土—飯舘村「ニュートラックいいたて」—

Fig.17 The high radioactive contamination soil at “New Track Iitate” in Iitate Village

5.まとめ

郡山市中心部の空間放射線量(地上1 m)の調査をした。空間放射線量は0.17~4.18 μ Sv/h で平均値は0.54 μ Sv/hであった。また、至る所に高放射線土があり、表面放射線量(表面1 cm)は最大114 Bq/cm²(CoMo170)であった。

郡山市さくら通りにある街路樹の樹幹表面の放射線量を測定した。放射線量は、菰の部分で高く、最大値は60 cps(≒114 Bq/cm²)であった。

高柴山の放射線量を調査した。空間放射線量(地上1 m)は、2013年5月18日、0.12~0.97 μ Sv/h で、平均値は0.26 μ Sv/hであった。2013年10月19日、0.11~0.71 μ Sv/h で、平均値は0.21 μ Sv/hであった。また、楕状高放射線土が6ヶ所あり、その放射線量はNo.1で0.97 μ Sv/h(高さ1 m, 2013.05.23), 32 Bq/cm²(表面1 cm, 2013.10.19)である。

2013年、福島県に存在する高放射線土を記載した。記載したのは、猪苗代町(18 Bq/cm²), 平田村(7.6 Bq/cm²), 山木屋(68 Bq/cm²), 飯館村(251 Bq/cm²)である。

6.謝辞

第26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)から貴重なご意見をいただいた。また、シンポジウムの講演にあたり、年代測定総合研究センターの皆様から暖かいご配慮をいただいた。ここに謝意を表す。

文献

- 浅見輝男(2013): 環境土壌学者が見る福島原発事故—データで読み解く土壌。食品の放射性核種汚染。アグネ技術センター。299p.
- 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.
- 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/>.
- 川瀬金次郎・小林宇五郎・小山誠太郎・滝澤行雄(1971): 環境と放射能 汚染の実態と問題点。東海大学出版。420p.
- 齋藤勝裕(2012): 東日本大震災後の放射性物質汚染対策—放射線の基礎から環境影響評価、除染技術とその取り組み—。エヌ・ティ・エヌ。324p.
- 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. (本冊子)。