

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
Occurrence of radioactive contamination soil, especially of black material on the field in 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-Hirata High-School・² Professor Emeritus, Nagoya University・³ Center for Chronological Research, Nagoya University

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

Abstract

The nuclear power stations distributed in Fukushima Prefecture were destroyed by the huge earthquake(M 9.0), which occurred on March 11,2011. By the destruction of the nuclear power stations, the large amounts of radioactive elements were scattered in the atmosphere and ocean.

The first author(Chiba) carefully measured the radiation dose on the land surface at the several areas in Fukushima Prefecture. He intensively surveyed the occurrence of radioactive contamination soil and he took notice the black material showing extraordinarily high radiation.

Geochemical and mineralogical studies on the black material will be published in a separate paper by the same authors.

Key Words : 放射性汚染土壌 ; 高放射線土 ; 放射線マップ ; 放射線量分布図 ; 福島原発事故

1. はじめに

2011年3月11日14時46分、M9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。福島県双葉町・大熊町にある福島第一原子力発電所では、この直後から総電源が喪失し原子炉及び核燃料プールの冷却ができないという状況に陥った。

これ以降、原子炉内部において核燃料の溶融及び水素ガスの発生が続いた。

3月12日15時36分 1号機建屋水素爆発

3月14日11時01分 3号機建屋水素爆発

3月15日06時10分 2号機建屋水素爆発

3月15日09時10分 4号機建屋火災

3月16日05時45分 4号機建屋火災

(安斎、2011)

これらの一連の事故により、放射性物質が大量に、大気中及び海洋に撒き散らされた。地震の翌12日には汚染が広がりはじめ、15日には福島県の中通り・浜通りが著

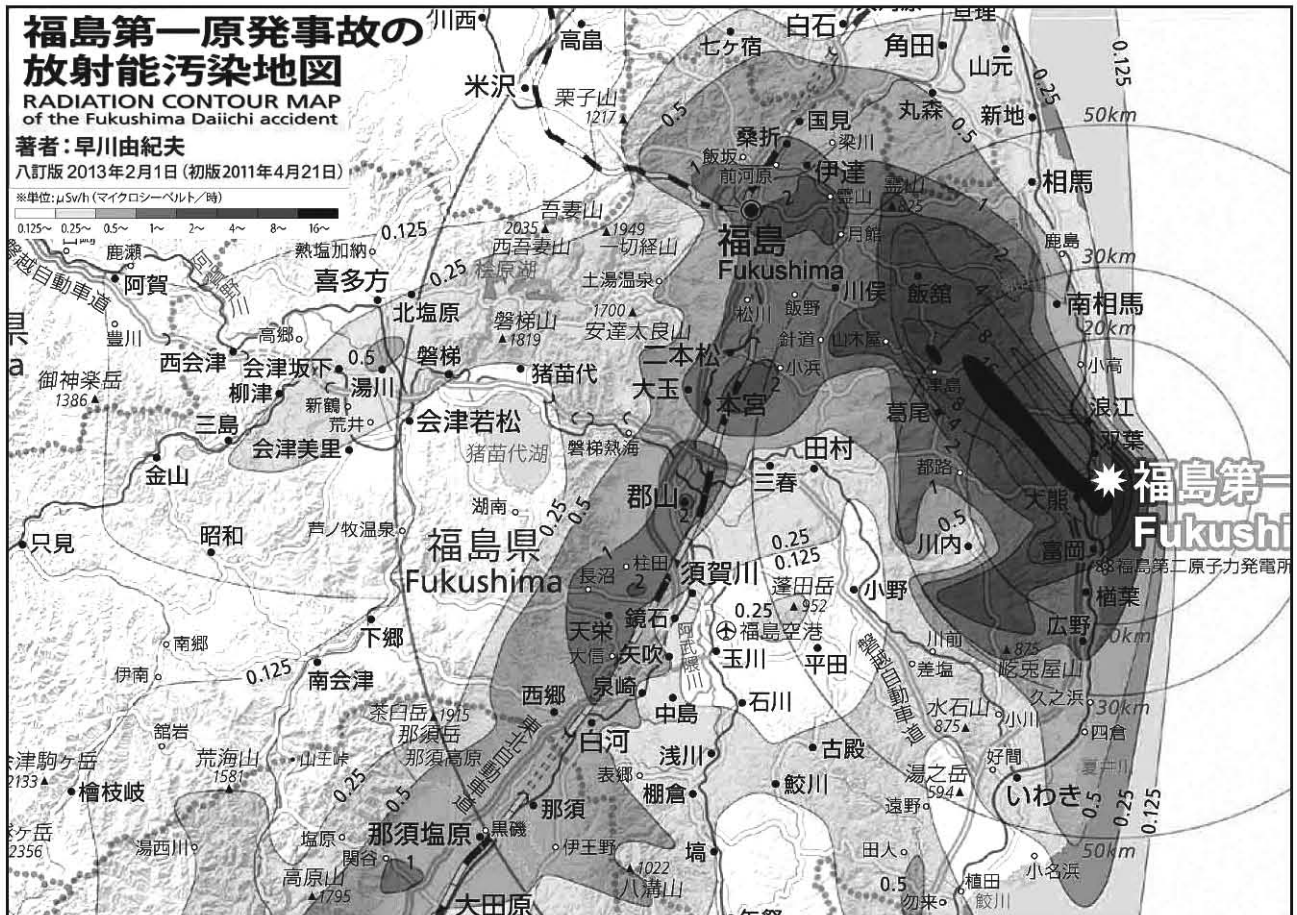


図1 福島原発事故の放射能汚染地図(早川、2013)

福島県の部分を抜粋。国土地理院承認番号(平 24 情使 第 200 号)

Fig. 1 Radiation contour map of Fukushima Daiichi accident(Hayakawa,2013)

Fukushima Prefecture was extracted from the original map. The approval of the Geographical Survey Institute. (H24 joshi. No.200)

しく汚染された(図1：早川、2013)。汚染は、12日・20日には宮城県や岩手県も達し、21日には首都圏にも広がった。

この時期、公的機関からの放射線のデータの公表はなかった。公表されたのは、すでに汚染が進んだ3月19日からであった。この原因として、原発周辺のモニタリングポストが地震・津波で破壊され、行政の放射線に対する意識が薄かったことが挙げられる。

本稿では、はじめに著者の千葉が調査した福島県各地の放射線量実測地図を提示し、続いて「放射性汚染土壌」の野外調査のデータなどを報告する。別稿で著者の鈴木が、千葉が採取した「放射性汚染土壌」の実験分析結果を報告する。なお、記載の内容の概略は、地学団体研究会の機関紙「そくほう」に連載してきた(千葉：2011、2012、2013)。また、2011年6～7月の調査データは、原子力災害現地対策本部長に提出し、対策に使用していただいた。

なお、本稿の中で「ホットポイント」という言葉を使用している。一般に比較的広範囲の高放射線地域を「ホットスポット」と呼ぶが、千葉はこれより狭い範囲(数平方メートル以下)の高放射線点を「ホットポイント」と呼んで区別している。

2. 原発事故直後の著者千葉の動向および周囲の変化

はじめに、原発事故当時の著者の千葉の動向を書く。これは、千葉がどのような経緯で調査を始めたか、および調査上の制約を知る上で重要であることによる。

千葉は、2011年3月11日当時、福島市渡利に居住していた。翌12日、原発が不安定になったことから猪苗代町に避難した。13日、仕事があるため一旦福島市に戻った。14日夜、原子炉の状態が更に悪化したため、再度猪苗代町に避難し住宅を確保した。20日夕方、実家のある岩手県一関市に行く必要が生じ、福島市に戻った。23日には一関市に行き、28日に福島市に戻った。この間の行動が緩慢なのは、物資特にガソリンが入手困難だったことによる。その後は、仕事の関係で福島市を基本住居とし、猪苗代町と行き来した。7月30日、福島市の住宅を引き払い、完全に猪苗代町に転居した。

この時期、千葉には身体的な変化があった。2011年3月21日(猪苗代町から福島市に戻った翌日)、左目に違和感があり刺すような痛みを感じた。翌22日左目は開けて



図2 放射性物質による自動車の汚染
福島市渡利。40cps(Rad-Monitor GM1)。
Fig.2 The car polluted by radioactive substance
At Watari in Fukushima City. 40cps (Rad-Monitor GM1).



猪苗代の笹 2012.05.26
約0.15 μ Sv/h

高柴山(田村市・小野町)の笹
2012.05.24 0.3~0.6 μ Sv/h

図3 放射線量の違いによる笹の葉の変化

測定は TCS-172B。

Fig.3 The foliar condition of the bamboo grass is decided by the radiation dosage

Measurement using TCS-172B. Left : 2012.05.26 Inawashiro. Circa 0.15 μ Sv/h. Right : 2012.05.24 "Mt.Takashiba" at the boundary with Tamura City and Ono Town. Circa 0.3~0.6 μ Sv/h.

いられない程に腫れ上がった。洗浄液で洗浄を繰り返し、30日ころに一応の回復を見た。3月21日、右手の親指・人差し指・中指の先端部に違和感があり痛痒い状態になった。その後、違和感が両手の指先に広がった。こちらはなかなか治らず5月下旬まで続いた。上記症状(目・手)の発症は、3月20日に猪苗代町から福島市に戻り、福島市に置いていた車を触れた頃からである。なお、放射線計入手後の6月、この車を測定したところ放射線が測定された(図2)。更に6月24日、肺に違和感を覚えた。この日は蒸し暑くかつ強風の日で、勤務先(高放射線地域の二本松市小浜)では暑さのため窓を全開にしていた。室内では、机のものが吹き飛ばほどの風が入り込んでいた。

この他の状況は、福島市および周辺地域で「小鳥がいなくなる」「コモチマンネングサ(茎は地表を這う)の葉の色が、高放射線地域ほど緑色が消え黄色になる」などの変化が観察された。この植物の変化は2012年春にも現れ、高放射線域では竹・笹の葉が枯れるなどの変化があった(図3)。

3. 放射線計

放射線計は、原発事故直後には入手困難で、この状態が1年ほど続いた。千葉が放射線計を入手したのは2011年6月中旬で、放射線源を測定する「RPI Instruments 製 Rad-Monitor GM1」(2011年5月5日にセシウム137の γ 線で校正)であった。7月下旬には空間放射線量を測定する「HEIWA 製 IP-001」を入手した。更に、10月上旬に「LUDLUM 製 3型+44-9プローブ」(販売者校正)を入手した。

次に測定に使用した機器を記載する。2011年6月中旬～7月下旬の測定は、「Rad-Monitor GM1」単独で「地表面の放射線量の測定」を行った。7月下旬以降は、空間放射線量を「IP-001」で、地表放射線量を「Rad-Monitor GM1」で測定した。更に、10月上旬からは、地表放射線量測定を「Rad-Monitor GM1」から「LUDLUM 製 3型+44-9プローブ」(以下、「LUDLUM 3+44-9」)に換えた。この器械の交代は「LUDLUM 製 3+44-9」の方がより高感度であることによる。

上記のように、地表放射線量の測定に「Rad-Monitor GM1」と「LUDLUM 3+44-9」を用いたことから、測定値の換算を試みた。スペック上の両者の感度は「Rad-Monitor GM1: 3 cps = 1 μ Sv/h」「LUDLUM 3+44-9: 330 cpm = 1 μ Sv/h」(セシウム137の γ 線)である。したがって、スペック上の換算値は、「Rad-Monitor GM1の値(cps) = LUDLUM 3+44-9の値(cpm) \times 0.0091」になる。この換算値が正しいか否かを調べるため、2012年6月30日飯舘村「ニュートラックいいたて」において「黒い高放射線土(後述)」実測し両者を比較した。実測値の代表的な値は、「Rad-Monitor GM1」380 cps、「LUDLUM 3+44-9」50000 cpmであった。実測値から換算値を求めると、「Rad-Monitor GM1の値(cps) = LUDLUM 3+44-9の値(cpm) \times 0.0076」になる。この値はスペックの換算値とは若干異なる。このようなことから、本論で使用する換算値は「実測値から求めた換算値」とする。

また、原発事故直後は、放射線計が多種多様かつ高値で販売されており、また千葉の放射線に対する知識が乏しかったため、どの器械が正確なのかわからなかった。更に、汚染地域の親戚・知人に放射線計を配布する必要があった。このため千葉は、比較検証・配布のため、空間放射線量計8種18台、放射線源測定器5種12台を購入し

た。このほか、 α 線測定プローブも購入した。購入機器を比較すると、測定値の信頼性に影響を与えるような大きな差異はなかった。地表放射線量測定機を比較すると、「Rad-Monitor GM1」5台では個体差は5%以下であった。「Rad-Monitor GM1」と「LUDLUM 3 + 44-9 プローブ」に関しては上記の通りである。空間放射線量測定機の比較は、日立アロカ製「TCS-172B」(2012年2月から使用)を基準として行った。その結果は、GM管式空間放射線計では、放射線量 $1 \mu\text{Sv/h}$ 程度で「TCS-172B」と同程度の表示値するが、放射線量 $1 \mu\text{Sv/h}$ 以下ではやや高い値を示し、放射線量 $1 \mu\text{Sv/h}$ 以上では低い値を示す傾向がある。実測に使用した「TCS-172B」と「HEÏBA И P-001」を比較すると、「HEÏBA И P-001」は、 $1 \mu\text{Sv/h}$ 付近ではほぼ同じ値、 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 付近では1.25倍、 $4 \mu\text{Sv/h}$ 付近では0.75倍程度の値であった。

2012年5月以降、測定に使用している放射線量計は、「日立アロカ製 TCS-172B」、「POLIMASTER 製 PM1703M」、「RAE Systems 製 GammaRAEiIR」(以上、シンチレーション計)、高放射線土測定には「LUDLUM 製 3 型 + 44-9 プローブ」、車載器として「DBGB-04」である(以上、GM管式)。なお、「TCS-172B」を基準とすると、「GammaRAEiIR」はほぼ同じ値を表示するが、「PM1703M」は「TCS-172B」より約20%低い値を表示する。

本稿作成中の2013年2月に、実測に使用している「TCS-172B」2台の内の1台が校正された。表示値に変化があったので事実として記載する。校正しなかった1台を基準とすると、校正された器械は、校正前は約5%高い値を示したが、校正後は約5%低い値を示した。この原因として「使用中の1年間に表示値が約10%ずれた」「校正で低い値を表示するようになった(校正誤差の範囲内)」が考えられる。この事実は、同じ場所を同機種で実測しても、個体によって測定値に10%程度の差異が生じることを意味している。同程度の個体差は「PM1703M」「GammaRAEiIR」でも見られた。上記のように同じ機種間にも個体差がある。したがって、多様な測定値を比較する場合には、機種間の測定値の差異とともに、同じ機種間の個体差も考慮する必要がある。

更に、調査を進める中で気付いたことがある。「Rad-Monitor GM1」は測定がcps(1秒あたりの放射線カウント数)のため、飛来する放射線に対する反応が早い。逆に、多くの放射線計は、30秒程度測定しそれぞれの表示値($\mu\text{Sv/h} \cdot \text{cpm}$)に換算するためメーターの反応が鈍い。このようなことから、「Rad-Monitor GM1」は高放射線点(ホットポイント)の探索には極めて有効といえる。

4. 2011年6～7月の福島市の放射線量

2011年6月27日～7月25日に、「Rad-Monitor GM1」を用い福島市を中心に中通り北部の地表放射線量を測定した。短期間に広範囲の測定を目的としたため、プローブには汚染防止のビニルのみをかけて行った。このため、測定値は β 線+ γ 線である。後日、多数の測定地点で、プローブに「遮蔽物なし」「遮蔽物ビニル袋」「遮蔽物アルミニウム多重膜」をかけて測定した。その結果は、多くの場所で、遮蔽物(アルミニウム多重膜)での測定値(β 線)は遮蔽物(ビニル袋)での測定値(β 線+ γ 線)の約1/2であった。したがって、 γ 線のみ値は上記の測定値(cps) $\times 1/2$ と見ることができる。また、Rad-Monitor GM1の性能表には、セシウム137の γ 線に関して「 $3 \text{ cps} = 1 \mu\text{Sv/h}$ 」

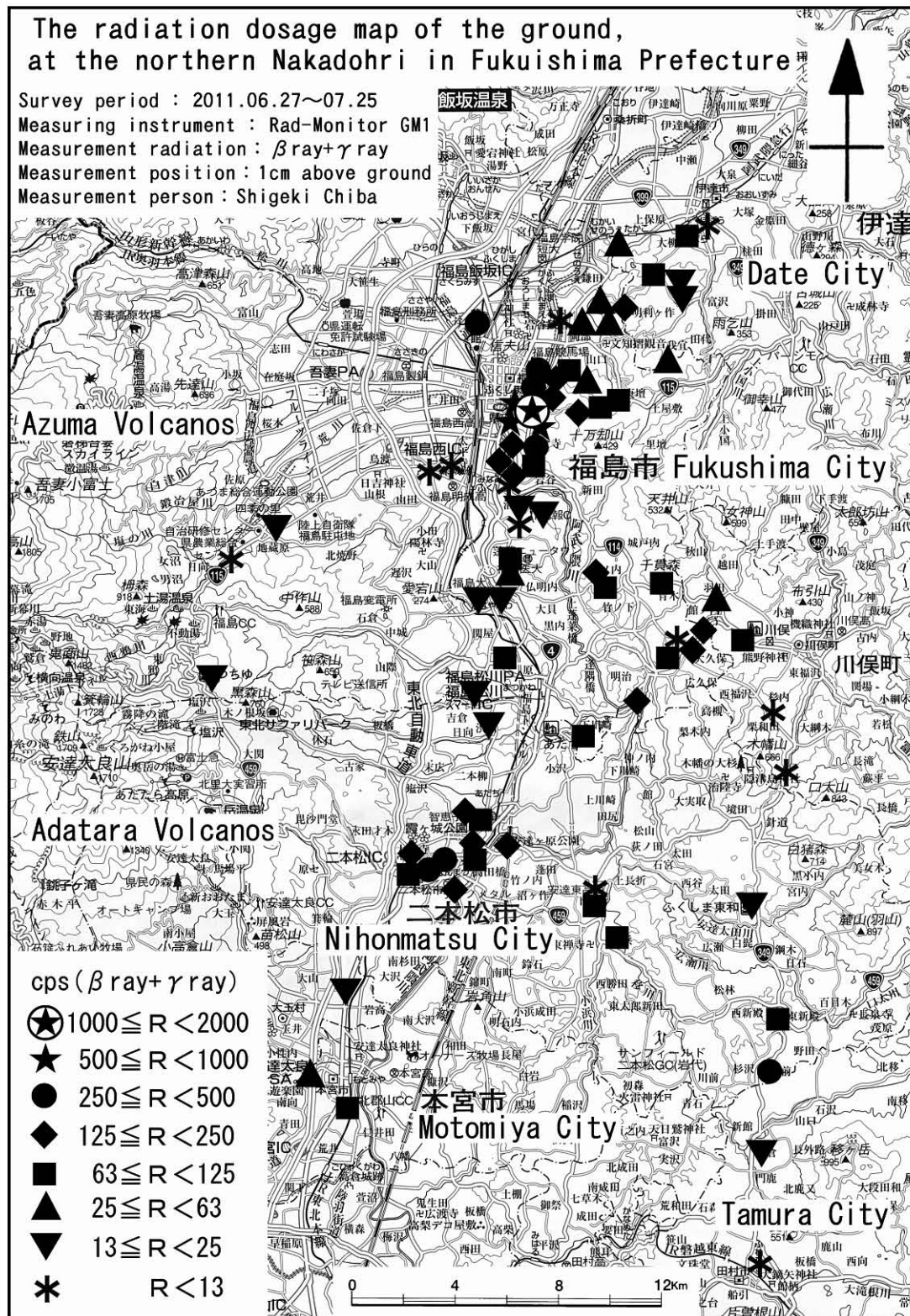


図4 福島県中通り北部の地表放射線量分布図

測定は Rad-Monitor GM1。地形データ(国土地理院の承認 平 13 東使 第 8 号)

Fig.4 The radiation dosage map of the ground, at the northern Nakadohri in Fukuishima Prefecture

Measurement using Rad-Monitor GM1. The approval of the Geographical Survey Institute. (H13 toshi. No.8)

と記載されている。以上から、「測定値(cps)×1/6÷セシウム 137 の γ 線の値(μ Sv/h)」と見ることができる。

図 4 は中通り北部の地表放射線量を示したものである。最大は福島市渡利であるが、二本松市役所周辺にも 250～500cps の地点がある。セシウム 137 の γ 線に換算すると 42～83 μ Sv/h である。

図 5 は福島市渡利周辺の地表の放射線量を示したものである。ほぼ全域で 63cps(10 μ Sv/h)以上である。最大は渡利字八幡町の 1300cpm である。セシウム 137 の γ 線に換算すると 217 μ Sv/h である。ここは深刻な汚染で有名になった渡利小学校の近くである。このほか、250～500cps(42～83 μ Sv/h)の地点が多数存在した。また、後述の高放射線土も多数存在した。この 1300cps の地点は、この測定後の豪雨で洗い流され、2011 年 8 月には 100cps 程度に低下した。更に、2013 年 2 月 2 日には、汚染物質は雨水等で移動し、低地へ移動しつつあるようであった。この日の空間線量(高さ 1 m)は最大で 3.54 μ Sv/h (GammaRAEIR)であり、最大値の地点は上記 1300cps の地点より低地側へ 50～100cm 移動していた。

5. 2011 年 8 月の平田村の空間放射線量

平田村は阿武隈山地中央部にあり、福島第一原子力発電所から、南西約 40km に位置する。福島県の浜通りや中通りは原発事故で放出された放射性物質で著しい汚染を受けたが、平田村はその中でも相対的に汚染は少ない(図 1 参照)。2011 年 8 月上旬、この地を歩き「高放射線土」を確認した。このため、2011 年 8 月中旬、平田村の中心部の調査を行った。放射線計は「HEÏBA IP-001」を使用し、地上 1 m の空間線量を測定した。この器械は GM 管式で、1 回の測定には約 35 秒を要す。測定は 4 回以上行い、はじめの 1 回の値を除き(1 回目の測定値は不安定)、残りの測定値の平均値を用いた。なお、「HEÏBA IP-001」と「日立アロカ製 TCS-172B」と比較すると、前述のように、1 μ Sv/h 付近ではほぼ同じ値、0.1 μ Sv/h 付近では「IP-001」は「TCS-172B」1.25 倍、4 μ Sv/h 付近では同 0.75 倍程度の値を示す。

図 6 は測定結果である。平坦部(標高約 500m)では 0.15～0.30 μ Sv/h である。また、蓬田岳(標高 952m)では、標高が高くなるにつれて放射線量も増加し、山頂部では 2.5 μ Sv/h に達した。この分布図からは、北に行くほど、また標高が高いほど放射線が増加する傾向が読み取れる。高放射線土については後述する。

6. 2012 年 8 月の本宮市の空間放射線量

千葉は、2011 年 6 月から福島県中通りの放射線量を測定してきた。その中で、時間とともに放射性物質が移動し、空間放射線量の分布がモザイク状になっていることを感じた。その分布の濃淡及びその程度を探るため、汚染が深刻である本宮市の中心部において密度の高い調査を行った(図 1 参照)。調査は可能な限り狭い路地にも入ったが、立ち入り不能の所もあり、密度は 10m×10m に 1 点程度になった。測定は、地上 1 m の空間放射線量で、放射線計は日立アロカ製「TCS-172B」である。時定数は 30 秒で行った。図 7 は測定結果である。傾向として、空間放射線量は南西方面で低く(0.3～0.7 μ Sv/h)、北東方向で高い(0.3～1.9 μ Sv/h)。地形は、南西側に小山があり、北東側は

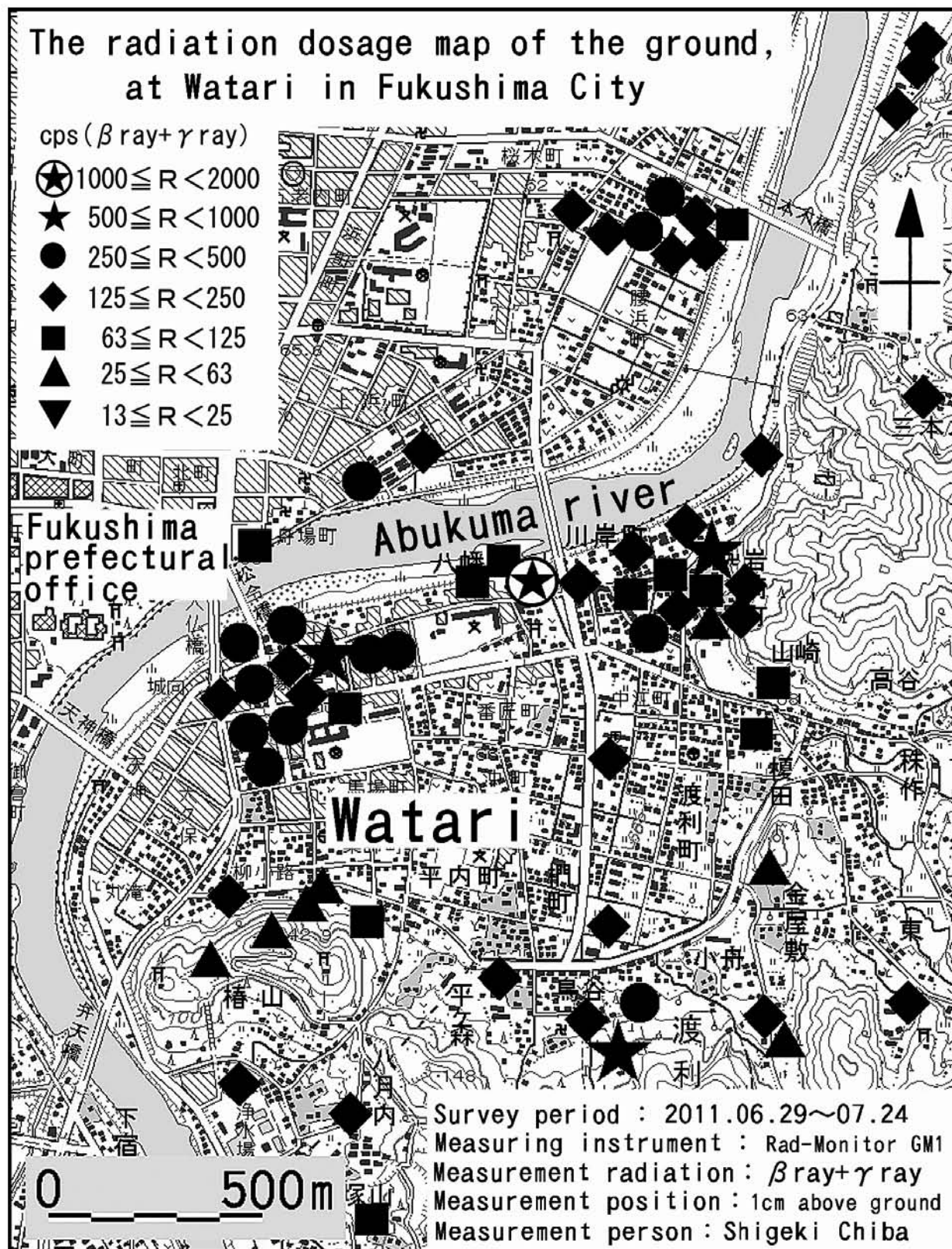


図5 福島市渡利の地表放射線量分布図

測定は Rad-Monitor GM1。国土地理院の 1/2.5 万 地形図を使用した。

Fig. 5 The radiation dosage map of the ground at Watari in Fukushima City
Measurement using Rad-Monitor GM1. The Geographical Survey Institute
topographical map was used.

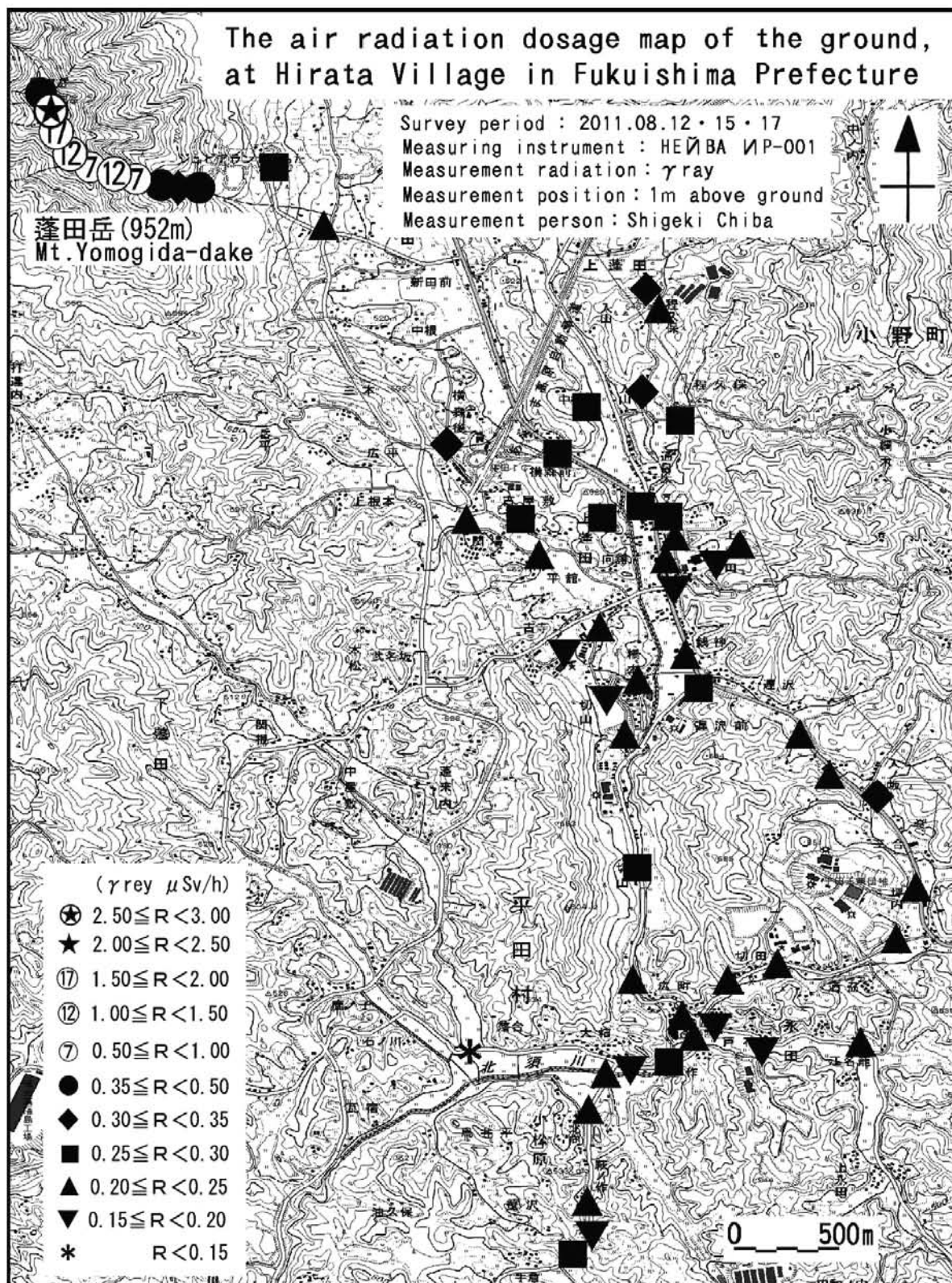


図6 平田村の地上1mの放射線量分布図

測定はHEIWA IP-001。国土地理院の1/2.5万地形図を使用した。

Fig.6 The radiation dosage map at 1m on the ground at Hirata Village in Fukushima Prefecture

Measurement using HEIWA IP-001. The topographical map by Geographical Survey Institute was used.

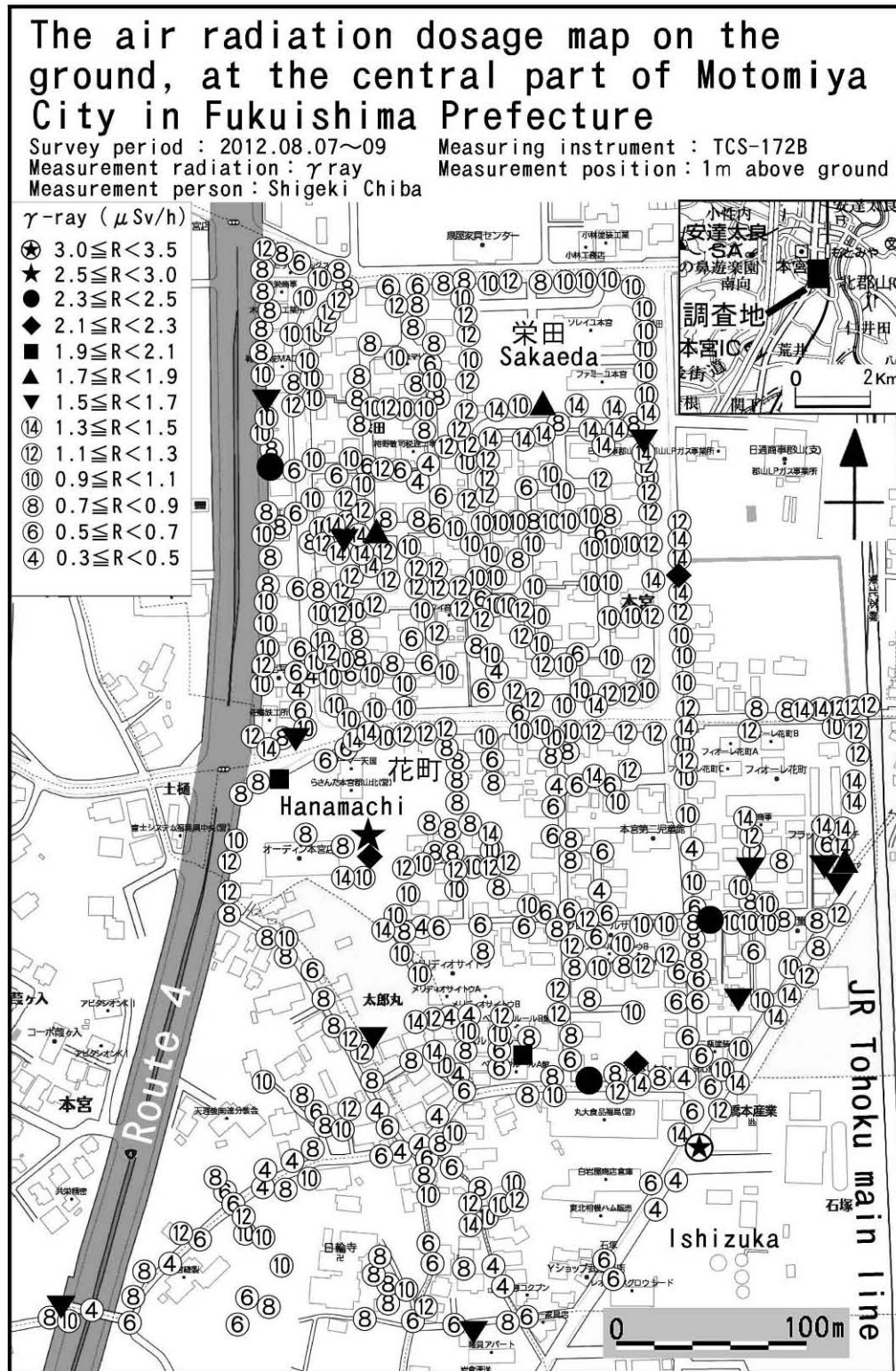


図7 本宮市中心部の地上1mの放射線量分布図

ゼンリンのインターネット地図を使用した。国土地理院の承認 平13東使 第8号。

Fig. 7 The air radiation dosage map at 1m on the ground at the central part of Motomiya City in Fukushima Prefecture

The map by Zenrin was used. The approval of the Geographical Survey Institute. H13 toshi. No.8.

相対的に低く、北東延長上に阿武隈川がある。また、所々に $1.7 \sim 3.5 \mu\text{Sv/h}$ のホットポイントが点在した。

この結果から、放射性物質は、全体の流れとして地形的に高い所から低い所に移動しているように読み取れる。また、局地的な放射性物質の移動・集積も読み取れる。これらの主要因は雨水により放射性物質が移動したためと考えられる。

7. 高い放射線を発する土

上記のように、千葉は 2011 年 6 月から福島県内の放射線量の測定を行ってきた。その中で、高い放射線を発する地表に共通の特徴があることに気が付いた。その特徴とは、地表の土が「黒いこと」「表面に亀甲状の亀裂があること(以下、亀甲模様)」であった。特に高放射線量の場合は、表面が「縮緬状の皺(模様)」「ザラメ状から干乾びた餅状(採取時の感覚)」のことが多かった。ただし、一部には上記の特徴がない高放射線点

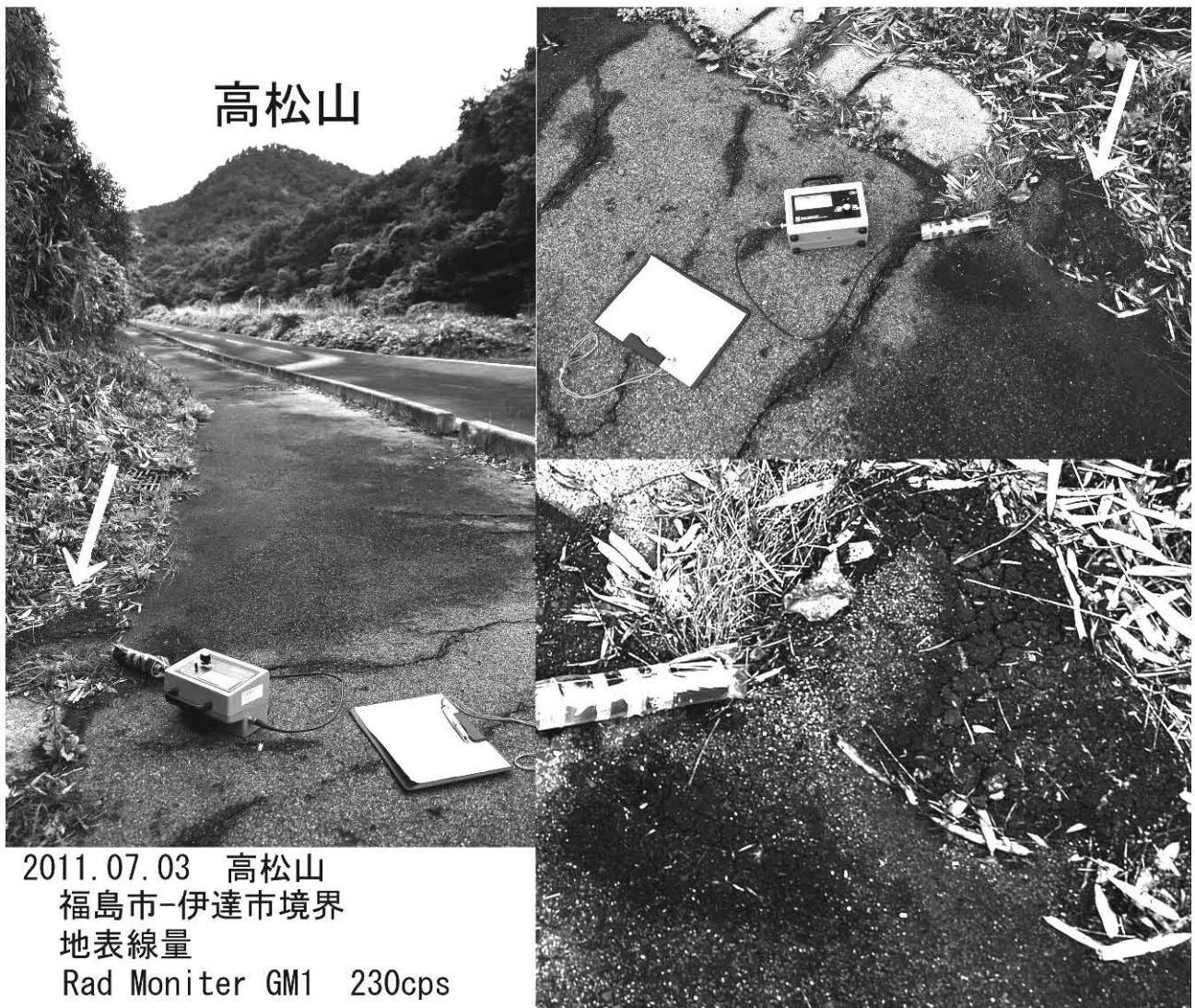


図8 高放射線の土—高松山—

Fig. 8 The high radioactive contamination soil at “Takamatuyama” in the boundary with Fukushima City and Date City

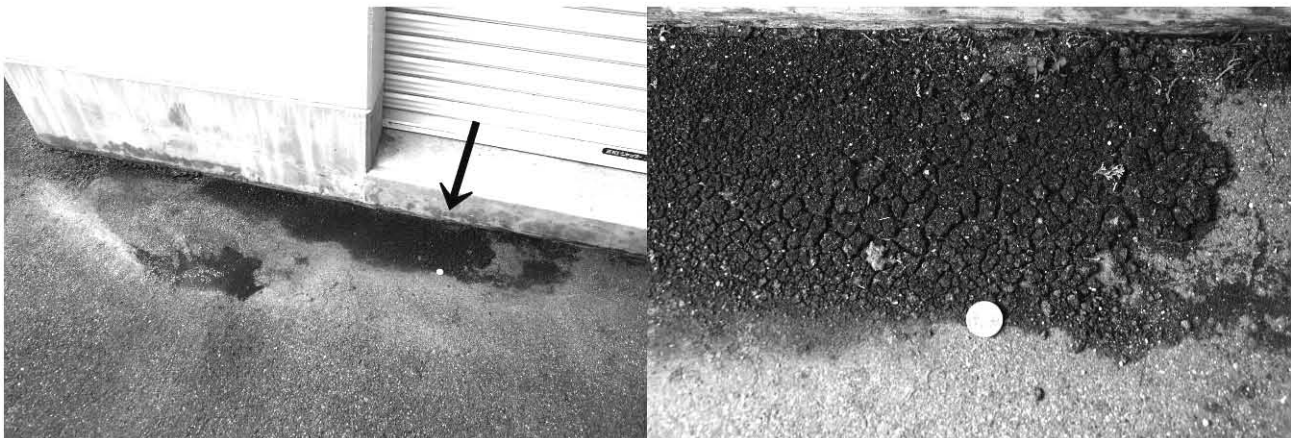
The radiation dosage of the ground, 230cps(Rad-Monitor GM1).



図 9 高い放射線を発する土—福島市渡利字八幡町—

Fig. 9 The high radioactive contamination soil at Yahata-cho in Watari, Fukushima City

The radiation dosage of the ground, 1300cps (Rad-Monitor GM1).



2012. 04. 21 福島市渡利字岩崎町 仏眼寺
地表線量 LUDLUM3+44-9 15200cpm 空間線量(高さ1m) IP-001 0.72 μ Sv/h

図 10 高放射線の土—福島市渡利字岩崎町—

Fig.10 The high radioactive contamination soil at Iwasaki-cho in Watari, Fukushima City

The radiation dosage of the ground, 15200cpm (LUDLUM 3 + 44-9).

The radiation dosage at 1m on the ground, 0.72 μ Sv/h (IP-001).

A scale is a diameter 2 cm.



2011.07.04 Rad-Monitor GM1 500cps 2011.08.18 Rad-Monitor GM1 40cps
福島市渡利字岩崎町 仏眼寺駐車場

2012.04.21 LUDLUM3+44-9 15200cpm
プローブの感度からGM1の値に換算すると92cps

図 11 高放射線土の移動—福島市渡利字岩崎町—

Fig.11 The sliding of the high radioactive contamination soil at Iwasaki -cho in Watari, Fukushima City

Right : It becomes 92cps when 15200cpm of LUDLUM 3 is converted into GM1.



2012.04.21 福島市渡利—岡部 ヘルシーランド
地表線量 LUDLUM3+44-9 18500cpm 空間線量(高さ1m)IP-001 1.83 μ Sv/h

図 12 高放射線の土—福島市「ヘルシーランド」—

Fig.12 The high radioactive contamination soil at “Healthy Land” in the boundary with Watari and Okabe, Fukushima City

The radiation dosage of the ground, 18500cpm (LUDLUM 3 + 44-9).

The radiation dosage at 1m on the ground, 1.83 μ Sv/h (IP-001).

A scale is a diameter 2 cm.

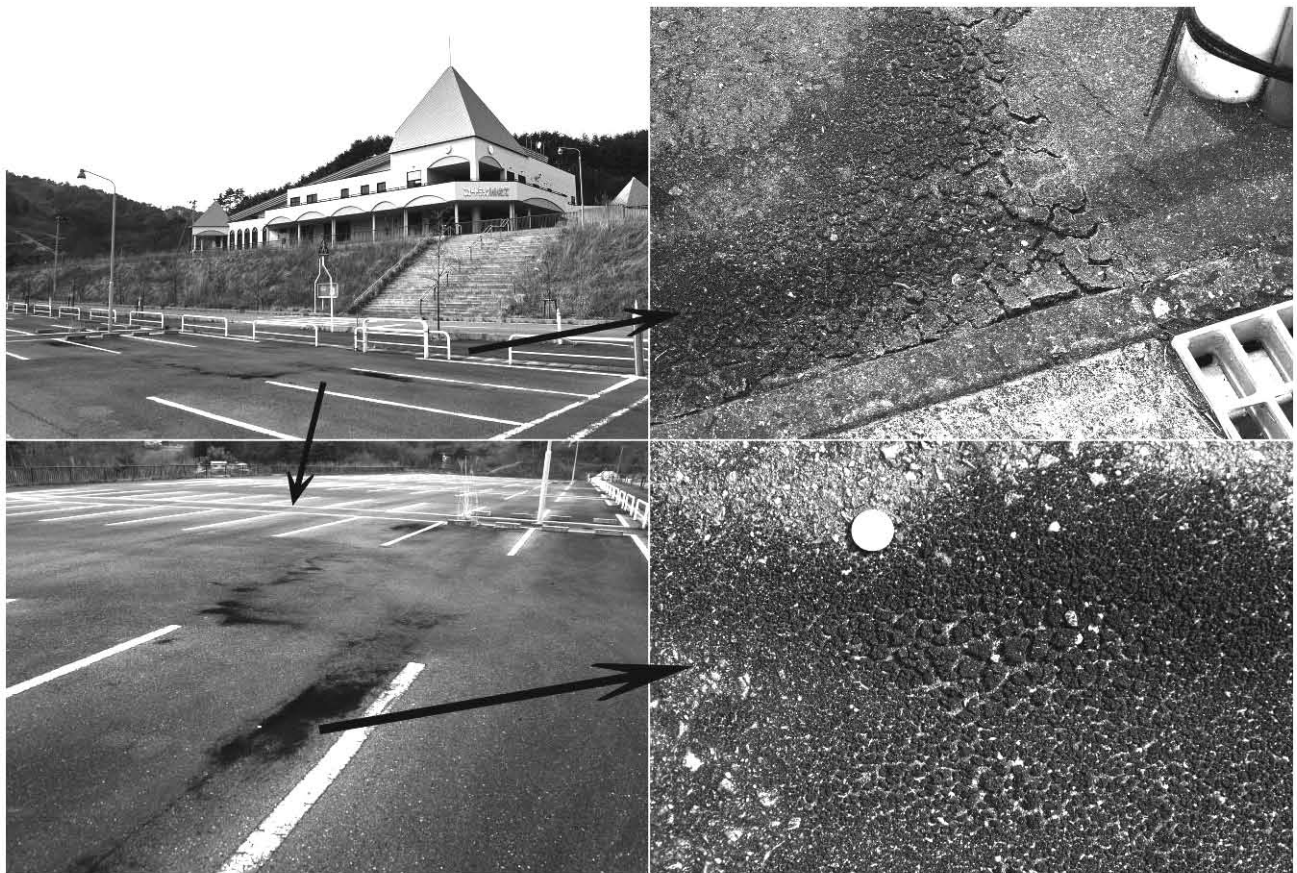
(ホットポイント)があったことも付記する。以下、代表的な例をいくつか記載する。

はじめに福島市周辺を記載する。第8図は、2011年7月3日の高松山山麓の写真である。この時期は調査をはじめて間もなく、「黒い土と高放射線点(ホットポイント)との関連」はわからない時期であった。この写真は、「高放射線の地点」ということで撮影したが、「黒い亀甲模様の土」がはっきりと写っている。「Rad-Monitor GM1」で230cpsであった。

図9は、2011年7月15日の福島市渡利字八幡町の高放射線点(ホットポイント)である。黒い土の地表放射線量は1300cps (Rad-Monitor GM1)で、測定地点中の最高値であった。地形的には奥に向かって少し傾斜している。

図10は2012年4月21日の福島市渡利字岩崎町の高放射線点(ホットポイント)である。この写真のように福島原発事故から1年以上経っても高放射線土が存在する。この高放射線土は、表面が黒色で亀甲模様があった。

また、この地点では「高放射線土の移動」が確認できた。図11は、2011年7月4



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

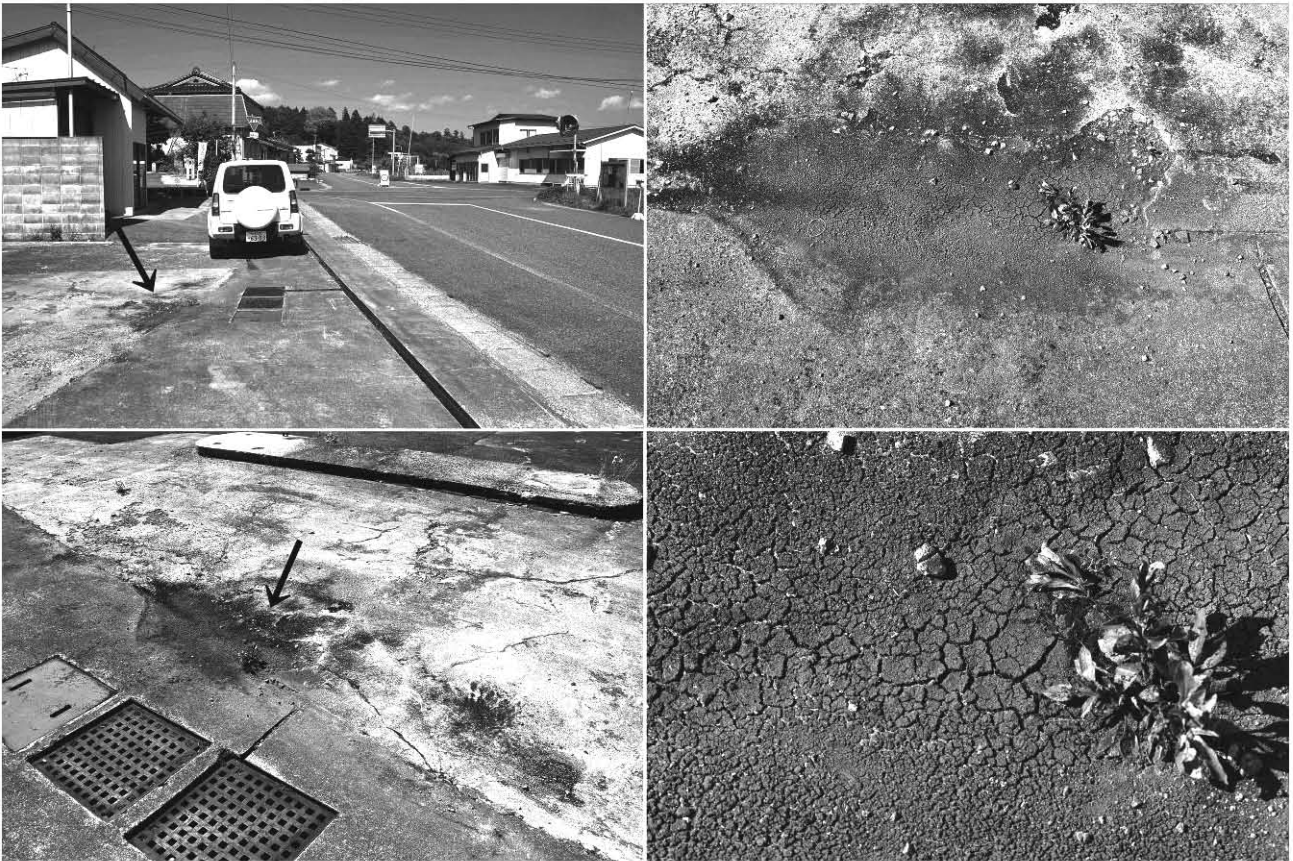
図13 高放射線の土—飯舘村「ニュートラックいいたて」—

Fig.13 The high radioactive contamination soil at “New Track Iitate” in Iitate Village, Fukushima Prefecture

The radiation dosage of the ground, 80000cpm (LUDLUM 3 + 44-9).

The radiation dosage at 1m on the ground, 3.24 μ Sv/h (IP-001).

A scale is a diameter 2 cm.



2012. 05. 19 飯舘村長泥
地表線量 LUDLUM3+44-9 90000cpm 空間線量(高さ1m)TCS-162B 8.01 μ Sv/h

図 14 高放射線の土—飯舘村長泥—

Fig.14 The high radioactive contamination soil at Iitate Village in Fukushima Prefecture

The radiation dosage of the ground, 90000cpm (LUDLUM 3 + 44-9).

The radiation dosage at 1m on the ground, 8.01 μ Sv/h (TCS-172B).

日・8月18日・2012年4月21日の状態である。ここでは写真の左奥に向って地形的にやや低くなっている。2011年7月4日には、黒い高放射線土があり「Rad-Monitor GM1」で500cpsであった。しかし、約1ヵ月後の8月18日には40cpsまで低下していた。このとき地面では、高放射線土がなくなり、代わりに粗粒砂が存在していた。この粗粒砂は真砂が主体で、この北側の敷地から移動してきたものと考えられる。この間の約1ヶ月、福島市には大雨洪水警報が複数回発令された。その豪雨の際、地面には多量の雨水が流れ、高放射線土もその水と共に移動した可能性が高い。それから約8ヵ月後の2012年4月21日に、再度、黒い亀甲模様の高放射線土を確認した。この高放射線土の表面放射線量は「LUDLUM 3 + 44-9」で15200cpmであった。「Rad-Monitor GM1」の値(cps)に換算すると92cpsである。

図12は2012年4月21日の福島市渡利—岡部の境界にあるヘルシーランド駐車場の高放射線点(ホットポイント)である。高放射線土は黒色で亀甲模様があり、表面放射線量は「LUDLUM 3 + 44-9」で18500cpmであった。「Rad-Monitor GM1」の値(cps)に換算すると141cpsである。空間放射線量(高さ1m)は「IP-001」で1.83 μ Sv/hであ

った。この駐車場では、高放射線土付近が窪地になっている。

次に飯舘村の高放射線土である。図 13 は 2012 年 4 月 30 日の「ニュートラックいいたて」の様子である。写真のように、駐車場のアスファルトの上に「真っ黒い物質」が存在した。接近して観察すると「真っ黒い物質」の表面には亀甲模様や縮緬状の模様があった。典型的な高放射線土であった。表面放射線量は「LUDLUM 3 + 44-9」で 80000cpm であった。「Rad-Monitor GM1」の値(cps)に換算すると 608cps になる。空間放射線量(地上 1 m)は「IP-001」で $3.24 \mu\text{Sv/h}$ であった。

図 14 は 2012 年 5 月 19 日の飯舘村長泥の様子である。高放射線土は灰色で、表面には亀甲模様がある。黒色高放射線土は「LUDLUM 3 + 44-9」で 90000cpm であった。「Rad-Monitor GM1」の値(cps)に換算すると 684cps になる。空間放射線量(地上 1 m)は「TCS-162B」で $8.01 \mu\text{Sv/h}$ であった。なお、同日、比叡の舗装道路上では、空間



2012. 03. 20 磐越自動車道郡山東IC近く
 地表線量 LUDLUM3+44-9 20200cpm
 空間線量(高さ1m) IP-001 $1.11 \mu\text{Sv/h}$

図 15 高放射線の土—磐越自動車道郡山東 IC 近傍—

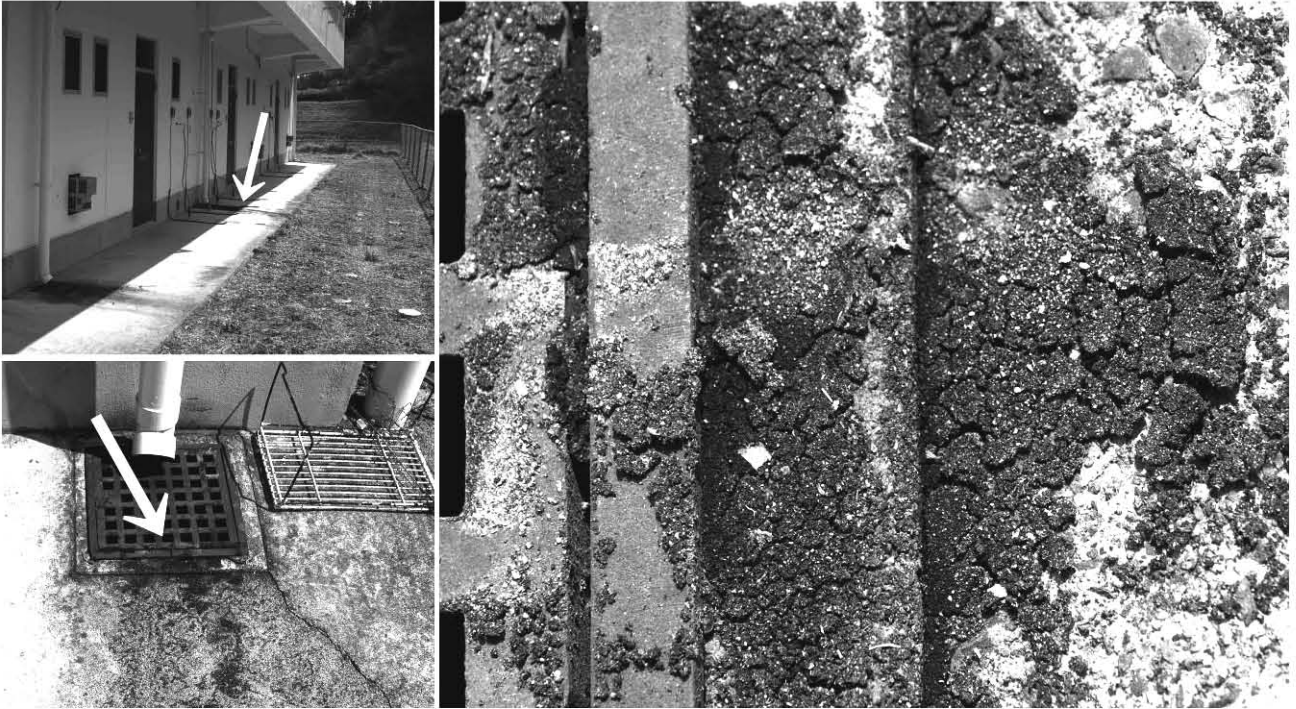
Fig.15 The high radioactive contamination soil at the neighborhood of Kohriyama-higashi Expressway interchange in Kohriyama City

The radiation dosage of the ground, 20200cpm (LUDLUM 3 + 44-9).

The radiation dosage at 1m on the ground, $1.11 \mu\text{Sv/h}$ (IP-001).

A scale is a diameter 2cm.

放射線量(地上 1 m)が $11.0 \mu\text{Sv/h}$ (TCS-162B)であった。また、国道 399 号線の長泥—赤宇木境界の峠では、空間放射線量(地上 1 m)が約 $30 \mu\text{Sv/h}$ (TCS-162B)であった(29



2012. 03. 28 平田村永田
地表線量 LUDLUM3+44-9 900cpm 空間線量(高さ1m) IP-001 $0.19 \mu\text{Sv/h}$

図 16 高放射線の土—平田村永田—

Fig.16 The high radioactive contamination soil at Nagata in Hirata Village, Fukushima Prefecture

The radiation dosage of the ground, 900cpm (LUDLUM 3 + 44-9).

The radiation dosage at 1m on the ground, $0.19 \mu\text{Sv/h}$ (IP-001).



2011. 07. 02 猪苗代町磐里 地表線量 Rad Monitor GM1 40cps

図 17 高放射線の土—猪苗代町—

Fig.17 The high radioactive contamination soil at Iwasato in Inawashiro Town, Fukushima Prefecture

The radiation dosage of the ground, 40cps (Rad-Monitor GM1).



2012. 01. 09 岩手県一関市花泉町永井 地表線量 LUDLUM3 + 44-9 10000cpm

図 18 高放射線の土—岩手県一関市花泉町永井—

Fig.18 The high radioactive contamination soil at Nagai Hanaizumi-machi in Ichinoseki City, Iwate Prefecture

The radiation dosage of the ground, 10000cpm (LUDLUM 3 + 44-9).

$\mu\text{Sv/h} \sim 30 \mu\text{Sv/h}$ オーバー)。

図 15 は 2012 年 3 月 20 日の磐越自動車道郡山東 IC 付近の高放射線点(ホットポイント)である。写真のように、真っ黒で亀甲模様の高放射線土があった。表面放射線量は「LUDLUM 3 + 44-9」で 20200cpm であった。「Rad-Monitor GM1」の値(cps)に換算すると 154cps になる。空間放射線量(地上 1 m)は「IP-001」で $1.11 \mu\text{Sv/h}$ であった。高放射線土付近は、地形的に周辺よりやや低い。

図 16 は 2012 年 3 月 28 日の平田村永田の高放射線土である。雨樋下の水受けから溢れ出したもので、高放射線土には黒色の亀甲模様があった。表面放射線量は「LUDLUM 3 + 44-9」で 900cpm であった。「Rad-Monitor GM1」の値(cps)に換算すると 7 cps になる。空間放射線量(地上 1m)は「IP-001」で $0.19 \mu\text{Sv/h}$ であった。

図 17 は 2011 年 7 月 20 日の猪苗代町磐里の高放射線土である。写真のように、高放射線土は真っ黒で亀甲模様があった。表面放射線量は「Rad-Monitor GM1」で 40cps であった。高放射線土付近は窪地になっている。

図 18 は 2012 年 1 月 9 日の岩手県一関市花泉町永井の高放射線土である。高放射線土は雨樋の下に溜まったもので、表面放射線量は「LUDLUM 3 + 44-9」で 10000cpm であった。「Rad-Monitor GM1」の値(cps)に換算すると 76cps になる。この高放射線土は、薄い紫を帯びた暗灰色を呈し、表面は豆腐のオカラ状で、直径 1 cm 程度の亀甲模様があった。なお、5 ヶ月の 2011 年 8 月には、この雨樋の下にこのような高放射線土は見られなかった。

8. まとめ

著者の千葉は、福島原発事故後の 2011 年 6 月に放射線計を入手し、2011 年 6 月から福島県中通りを中心に放射線量を調査してきた。2011 年 6 月～7 月には、福島市の地表放射線量を測定した。最高値は、福島市渡利字八幡町で 1300cps(Rad-Monitor

GM1)であった。福島市渡利は、この他にも 250～500cps の地点が多数存在した。2011 年 8 月、汚染の著しい中通りの中でも、比較的汚染の少ない平田村の空間放射線量を測定した。ここでは、平坦部(標高約 500m)で $0.15 \sim 0.30 \mu\text{Sv/h}$ 、蓬田岳(標高 952m)頂部で $2.5 \mu\text{Sv/h}$ であった。さらに、放射性物質の移動・濃集を調べるため、2012 年 8 月、汚染の著しい本宮市中心部の空間放射線量を高密度に測定した。結果は、南西部で $0.3 \sim 0.7 \mu\text{Sv/h}$ 、北東部 $0.3 \sim 1.9 \mu\text{Sv/h}$ で、北東部ほど放射線量が高かった。地形的には南西部が高く北東部が低い。また、局地的にも高放射線点(ホットポイント)が多数みられた。この事実から、放射性物質が主に雨水で移動・集積したと考えられる。

千葉は福島市の調査の中で、多くの高放射線点(ホットポイント)に共通の特徴があることに気がついた。それは、高放射線点(ホットポイント)では、「黒色」で「表面に亀甲状の亀裂(亀甲模様)がある」特徴的な土「高放射線土」が存在することであった。この特徴を持つ高放射線土は、調査したほとんどの地域に見られた。特に、飯舘村には一目でそれとわかる「真っ黒」で「縮緬状あるいは亀甲状の模様」の高放射線土が存在した。さらに、高放射線土は、空間放射線量の低い猪苗代町や、福島第一原子力発電所から約 160km 離れた岩手県一関市花泉町にも存在した。

謝辞

名古屋大学年代測定総合研究センターには、同センター第 25 回(2012 年度)シンポジウムにおいて、講演の機会をいただいた。さらに、講演の際、琉球大学の古川雅秀博士から貴重なご意見をいただいた。ここに謝意を表する。

文献

安斎育郎(2011)福島原発事故 どうする日本の原発政策. かもがわ出版. 京都. 175 p.
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.
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/>