

多摩川流域における放射性物質による影響の推移に係る調査研究と水環境・放射線を共に学ぶ
教室の展開

2016年

吉田 政高

NPO千葉健康づくり研究ネットワーク 理事

共同研究者： 石井 正人 千葉大学医学研究院 放射線取扱主任者
喜多 和子 千葉大学医学研究院 講師
伊藤 晴夫 NPO 千葉健康づくり研究ネットワーク理事長
佟 曉波 中国承德医学研究院教授
董 玫 中国河北医科大学 教授

平成 28 年 3 月 31 日

研究成果報告書

多摩川流域における放射性物質による影響の推移に係る調査研究と水環境・放射線を共に学ぶ教室の展開

吉田 政高

千葉大学大学院 医学研究院 非常勤講師
NPO 千葉健康づくり研究ネットワーク理事

共同研究者：石井 正人、喜多 和子、伊藤 晴夫、佟 暁波、董 玫

1. はじめに

ヒトの体の60%は水で構成されている。これを維持するために私たちは、一日に2~3Lの水を摂取し、同量を排泄している。この水、すなわち飲料水は原水である河川水や湧水に依存している。従って、生命や衛生上の観点から、河川水などの水質が良好であることが要求される¹⁾。

しかるに、平成23年3月11日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性物質が環境中に放出され、大気・土壌・農産物・水へと影響を及ぼした²⁾。このため首都圏においても利根川・荒川水系の浄水場で、事故後に飲料水中に含まれる放射性物質の量が乳児に対する規制値を超えて検出された。

平成23年3月22日に水道水汚染の報道がなされると、まもなくスーパーやコンビニエンスストアの棚からペットボトルの飲料水が無くなってしまった。放射線がヒトの遺伝子を直接あるいは間接的に損傷することによる発がん要因の恐れなどから、首都圏をはじめとする多くの人々が水への危機感を募らせた。

関東地方の放射性物質の状況については、文部科学省による航空機や走行サーベイによるモニタリング³⁾や、環境省による東葛地域の河川、湖沼及び海域における放射性セシウムの調査⁴⁾などが行われている。

また、関東地方を流れる河川の下流域に位置する浄水場においては、浄水などの測定が実施されている⁵⁾。

しかし、首都圏における飲料水の主要な水源であり、かつ、人々の生活の場である観点からの多摩川およびその流域における放射性物質の影響について解明した研究はほとんど行われていない。また、放射性物質、特に放射性セシウム137の半減期は約30年と長期におよぶことから、水環境へ与える影響が懸念される。

そこで本研究では、この地域の大气中の放射線量を測定すると共に、河川水、土壌などの放射性物質濃度を継続して測定し、放射性物質による汚染状況の推移を把握する。そして、今後発生が懸念されるテロや首都直下、東南海地震など大規模災害時における同種事故発生時に、活用できるデータの作成を目的とする。

また、災害時においても安全・安心な飲料用や生活用水の確保をめざし、各地点で水質測定も行なう。

これらの調査研究を活かすために研究成果をもとに、多摩川流域の人々をはじめ、広く一般の人々に対して、水環境、安全な生命の水および放射性物質による影響について、共に学ぶ場を設け、活動していく。

2. 調査・研究方法

2.1 地点と採取試料

多摩川の源流域としては雲取水系、笠取水系、上流域としては丹波山村、奥多摩町日原川合流点付近、中流域としては小作や羽村付近、下流域としては大田区下丸

子、多摩川大橋緑地付近、羽田河口を選定し、河川水、水中底質・河岸の土壌および多摩川周辺の湧水を採取した。試料採取地点を（図1）に示す。

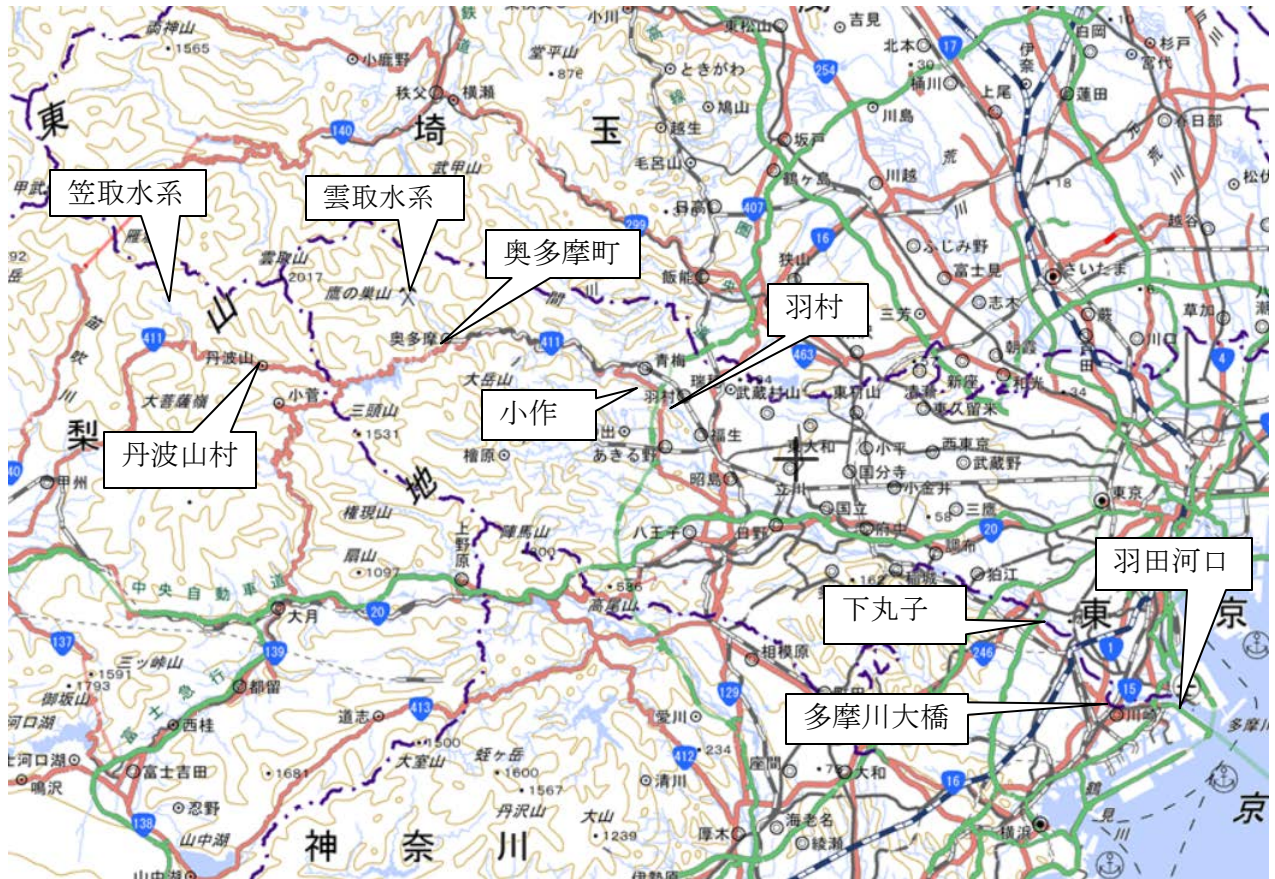


図1 調査地点

国土地理院の地図より

2.2 サンプルング方法

1) 水

河川水は、河岸から河川中央に向かって約 1 m の場所で、水面から 20 cm～30 cm の深さの水を 50 ml 容器に採水した。飲料水は、蛇口から死水を放水後、50 ml 容器に採水した。湧水は、そのまま 50 ml 容器に採水した。

2) 土壌

土壌は、調査地点の 3 m×3 m の範囲を採取場所とし、縦 10 cm、横 10 cm、深さ 2 cm の土壌を攪拌してから 50ml 容器に採取した。2 回目以降は、この範囲内で重複しないポイントから土壌を採取した。河川水中の土壌は、川岸から河川中央へ向かって約 1m の水中底土を攪拌してから 50 ml 容器に採取した。

3) 生物と野菜

しじみは河川の河口で干潮時に砂の中から直接、容器に採取した。また野菜は畑から一個を掘り出して採取した。

2.3 測定方法

1) 放射性セシウム濃度の測定

スクリーニング測定には NaI(Tl)シンチレーション測定器を用いた。この測定器はカリウム 40 をはじめとする自然放射線の寄与を分離できず、放射性セシウム濃度を単独で測定することは難しいが、同一地点の経時変化を見るには、簡便で有用な方法である。NaI(Tl)シンチレーション測定器は、日立アロカメディカル社製 JDC-1712(3 インチウエル型検出器)を使用した。測定領域は、厚生労働省の「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」⁶⁾ に準じて 540～840 keV とし、放射性セシウム 134 (¹³⁴Cs) 及び放射性セシウム 137 (¹³⁷Cs) の合計を放射性セシウムの値とした。なお、天然放射性核種由来の値は除外していない。

土壌は、湿試料のまま 10 ml のプラスチックチューブに入れ、7,200 秒測定した。河川水、水道水、湧水は 10 ml のプラスチックチューブに入れ、36,000 秒測定した。測定値は各試料中の ¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs の存在比が同じとみなし、採取日に減衰補正した。また、試料を 105 °C で乾燥後、含水率を求めたうえで、乾燥質量当たりの放射性セシウム濃度を算出した。

生物および野菜は、細かく裁断し上記と同様に測定した。

土壌、水、生物および野菜の一部試料については、ゲルマニウム半導体検出器 (Canberra 社製)により ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs 及び放射性ヨウ素 131 (¹³¹I) を精密測定した。

2) 空間放射線量率の測定

土壌の採取地点では土壌採取と同時に空間線量率の測定を行った。測定器は CsI(Tl)サーベイメータ (堀場製作所製 PA-1100 Radi) を使い、地上より約 1 m の高さで測定した。また、平成 24 年 5 月に、自動車にサーベイメータを積載し、多

摩川流域の幹線道路における空間放射線量率を測定した。走行サーベイの測定器には、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ(日立アロカメディカル社製 TCS172)を使い、車内後席の窓際で地上より約 1.3 m の高さに設置した。測定値については車両による遮へいの補正を行い、位置情報は GPS により取得した。

3) 水質検査

河川水、湧水、および水道水については、パックテスト法による簡易検査を行った。精密検査は(財)千葉県薬剤師会検査センターに委託し、水道法に定める水質基準に準じた水質検査を実施した。

3. 調査・研究の結果

3.1 空間放射線量率

1) 調査地点の空間放射線量率の測定

平成 26 年 10 月に実施した多摩川流域の調査地点における空間放射線量率 (μ Sv/h) を表 1 に示す。源流域、上流域、中流域および下流域の採取点の空間放射線量率は 0.036~0.103(μ Sv/h)であった。

表 1 空間放射線量率 (平成 26 年 10 月測定)

測定場所		空間放射線量率 (μ Sv/h)
源流域	雲取水系	0.036
	笠取水系	0.075
上流域	丹波山村	0.064
	奥多摩	0.103
中流域	小作	0.067
	羽村市	0.047
下流域	世田谷区 喜多見	0.050
	世田谷区 成城	0.045
	多摩川大橋	0.059
	羽田河口	0.047

2) 道路上の空間線量率調査

平成 24 年 5 月に、高速道路上（千葉～新宿～八王子）、および多摩川沿い道路（奥多摩街道～羽村～奥多摩町～丹波～大菩薩付近）にかけて走行サーベイを行い、空間線量率を測定した。その結果、全域で 0.15 ($\mu\text{Sv/h}$) 以下だった（図 2-1、2-2）。

図 2-1 高速道路上における空間線量率（湾岸千葉 IC～首都高～八王子 IC）

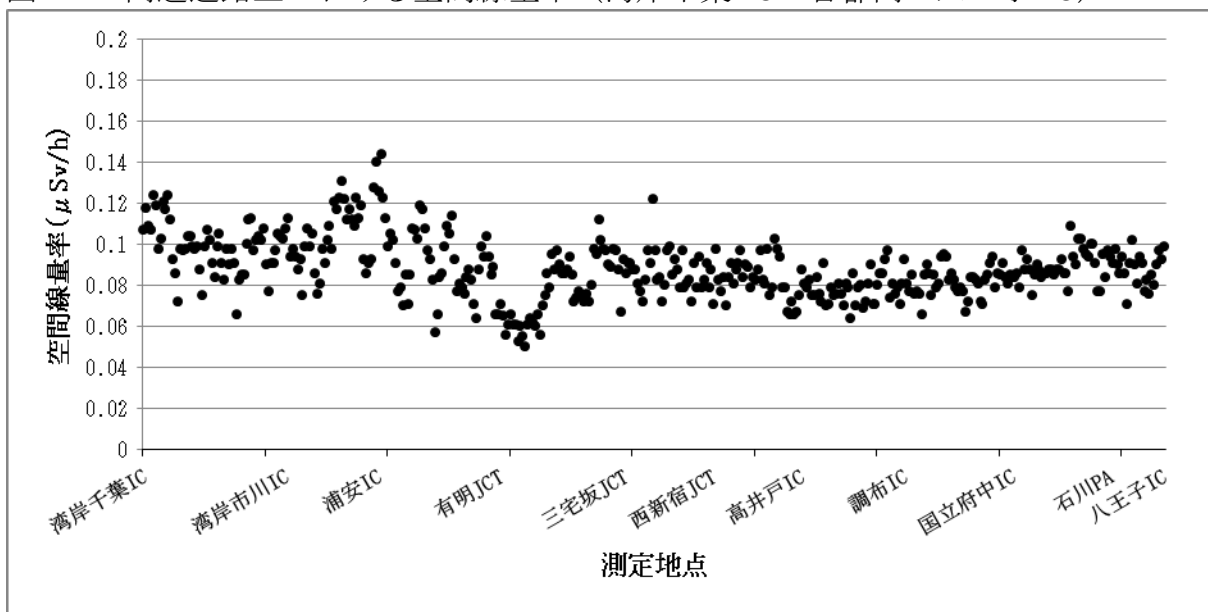
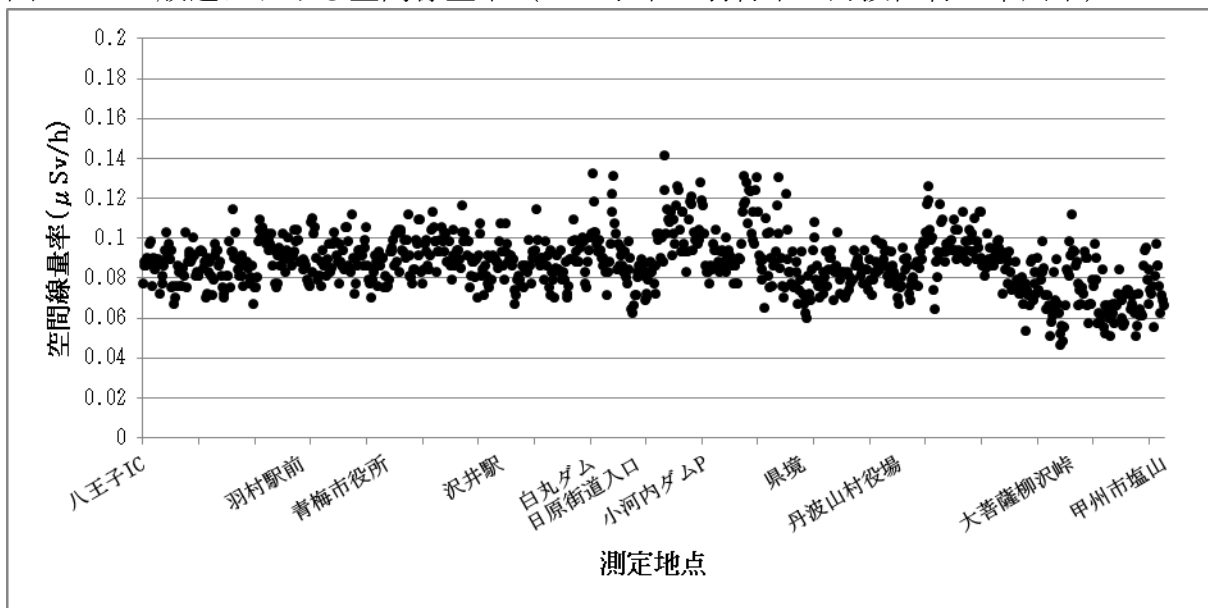


図 2-2 一般道における空間線量率（八王子市～羽村市～丹波山村～甲州市）



3.2 河川水、湧水および飲料水の放射能濃度

ゲルマニウム半導体検出器による測定の結果、河川水、湧水の原水や公園などの蛇口水からの¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、および¹³¹Iはすべて不検出（検出限界以下）であった（表2）。

表2 河川水、湧水、蛇口水（公園）の放射能濃度測定結果

採水箇所	放射能濃度（Bq/kg）		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³¹ I
丹波山村	不検出	不検出	不検出
奥多摩町	不検出	不検出	不検出
羽村市小作	不検出	不検出	不検出
羽村市羽村	不検出	不検出	不検出
大田区 下丸子	不検出	不検出	不検出
大田区 多摩川大橋	不検出	不検出	不検出

3.3 土壌の放射能濃度

1) 河川水中および河岸の土壌中の放射能濃度

放射性セシウムのスクリーニング測定の結果を図3に示す。経時変化を見ると、奥多摩の河岸土壌がやや高くなった以外は、漸減傾向になっている。丹波山の試料で高い値を示すものがあったが、カリウム40を多く含む土壌など地質的な要因も考えられる。

一部試料については、Ge半導体検出器を用いて¹³⁴Cs、¹³⁷Csの測定を行った。平成26年10月および平成27年13月に採取した試料の測定結果では、放射性セシウム（¹³⁴Cs+¹³⁷Cs）が笠取山の源流付近で9~17Bq/kgだが、上流の丹波山付近では6Bq/kgと低い値になった。中流域の小作付近で32~82Bq/kgと少し増加し、下丸子、多摩川大橋付近の下流域では31~140Bq/kgといくぶん高い傾向がみられる。そして河幅が広がる河口の羽田付近では14Bq/kg程度と低い値となっている（図4-1、4-2）。

図3 河川の水中の土壌および河岸の土壌の放射性物質の推移

(黒：河岸の土壌 斜線：水中の土壌)

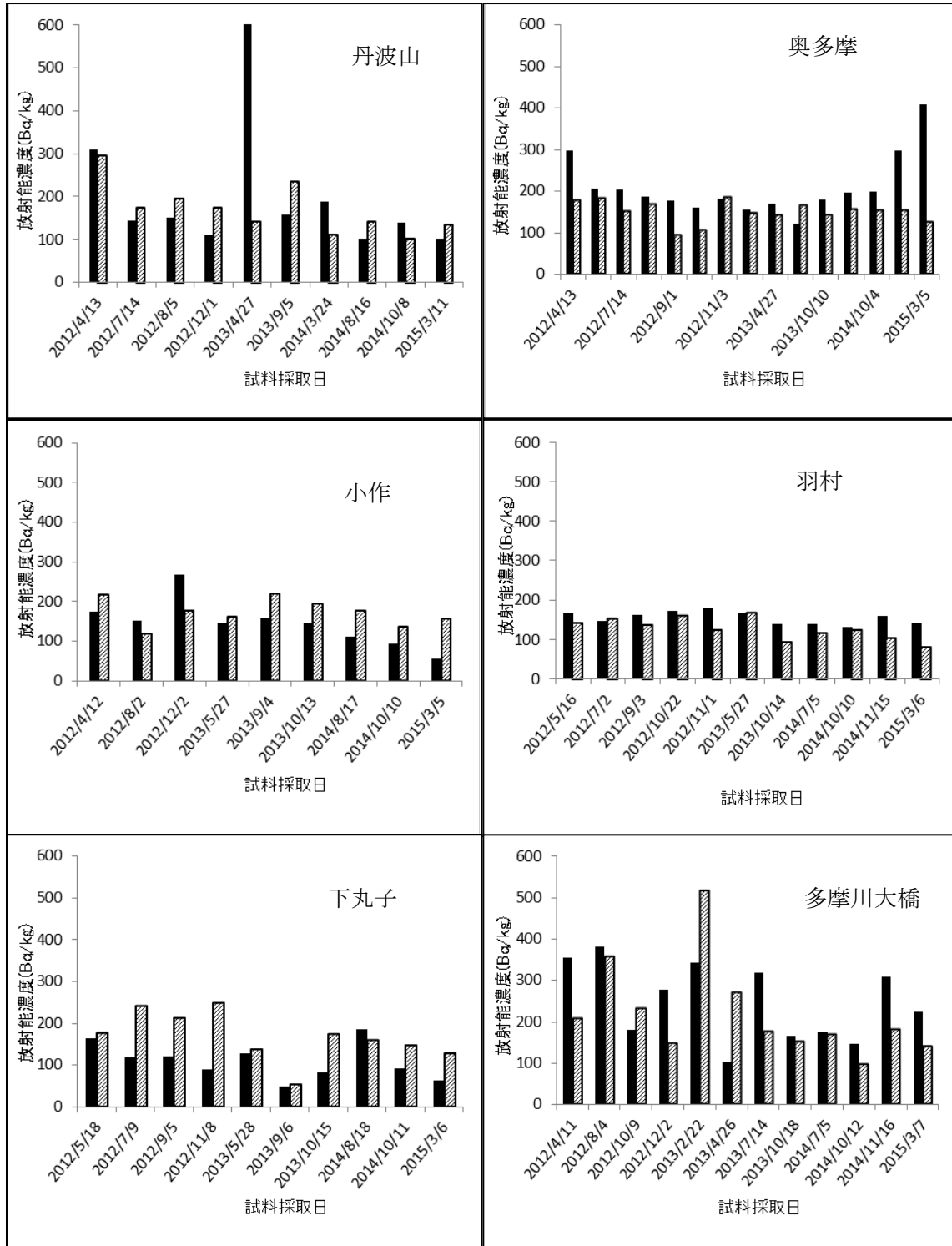


図 4-1 Ge 半導体検出器による河川水中の土壌の放射能濃度（平成 26 年採取分）

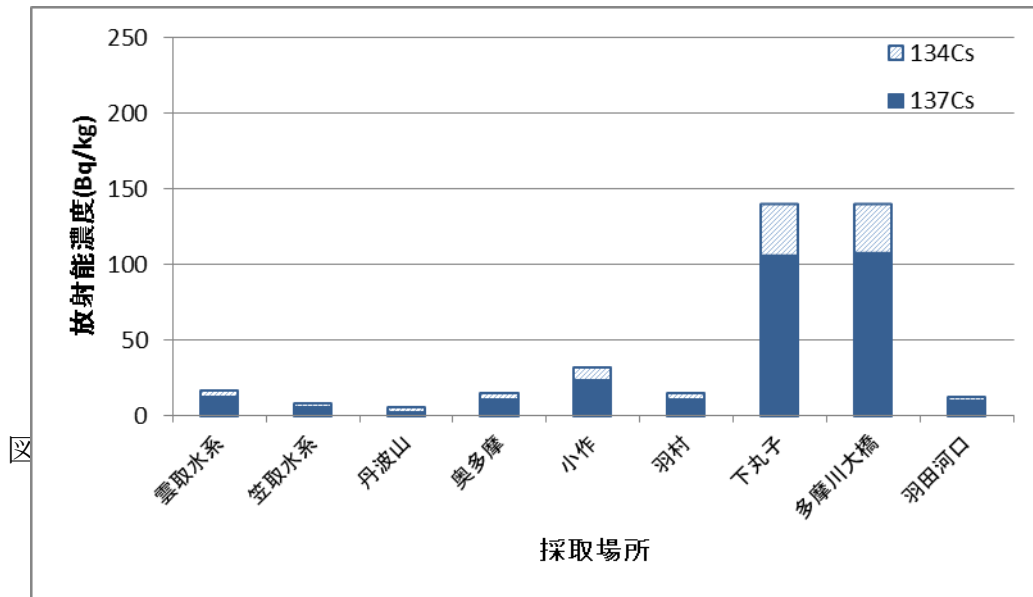
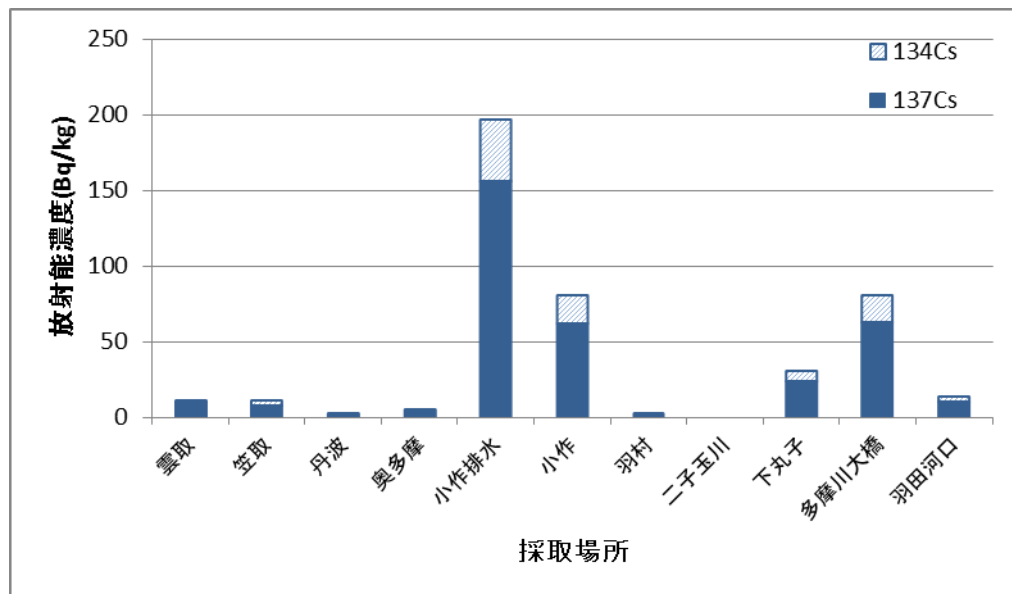


図 4-2 Ge 半導体検出器による河川水中の土壌の放射能濃度（平成 27 年採取分）



3.4 生物と野菜の放射能濃度

ゲルマニウム半導体検出器による測定の結果、羽田河口のしじみ、および丹波山村の畑のはくさい、大根の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、および ^{131}I は採取した限りでは不検出（検出限界以下）であった。



図5 上流の畑の野菜や羽田河口のしじみ

3.5 水質

蛇口からの水道水は水道法に定める水質基準（以下、「基準」という）に適合していたが、河川水は、上流域（奥多摩町）、中流域（羽村市）、下流域（大田区）において基準に適合していなかった。

湧水については、10項目の水質検査の結果、上流域では大腸菌が陽性であるなど不適合であったが、中流域では、平成25年調査時は不適合であったが、平成26年に採取した試料は適合していた（表3）。

表 3 湧水水質検査結果

採水箇所	水質基準	
	平成 26 年 10 月採取	平成 25 年 10 月採取
湧水 1 上流域	不適合	不適合
湧水 2 上流域	不適合	不適合
湧水 3 中流域	適合	不適合
湧水 4 中流域	適合	—

3.6 共に学ぶ教室の展開

本調査・研究で判明した内容や、既に調査済みの各地での研究結果などを踏まえて、多摩川流域の人々をはじめ、広く一般の市民に対して水環境や放射線などについて、共に学ぶ場を設け、活動してきた。

(1) 市民講座

市民講座は、八王子市のエコひろばの会場で平成 26 年 7 月 19 日に“水環境の安全・安心を共に学ぶ ～健康、水と電気～”をテーマに、「がんは予防可能な病気です」、「災害時の生命の水と電気」という講演を開催した。参加された市民の関心が高く、多くの質問や意見がだされた。また河川から採水してきた水や、皆さんに持参していただいた水での実演は時間をオーバーしての好評であった。



八王子市市民講座の会場



皆さんで語り合いながら、河川水の水質測定風景

(2) 水道講演会で司会および討議役

平成26年6月12日東京都千代田区九段南の日本水道会館大会議室で日本水道工業団体連合会主催の水道、河川および水に関心のある人々に対する講演会の司会および討議役を務める。また、その後の水道技術者、大学の先生、水道界の人々などの参加による技術講座においても司会および技術討議の進行役を務めさせて頂いた。過去の水に関する実績や現在の調査研究の知見を背景に、水行政、水環境から安全な飲料水をつくる浄水場の現在の課題まで幅広い討議がなされた。今後も活動していき、また得られた知見を研究報告にも反映させていきたい。



(3) 千葉県松戸市の市民に対する“飲料水のできるまで”の現地説明活動

平成26年4月5日千葉県松戸市の浄水場の現場で、来場された市民や子供たちに水環境や安全な水ができるまでなどを、これまでの知見に基づいて実際の現場で説明のお手伝いを行った。わかりやすい説明に、水への親しみや水源への関心をもたれ、原子力発電所の事故を踏まえて施設管理の重要性などを感じていただけた。小さい頃から親しんでいただくことが大切である。



(4) 若い人に対する講義

平成26年6月16日、大学生に災害時の放射線と水環境について本調査研究の成果や東日本大震災での東北地方の様子、復興状況および過去の知見をお話した。岩手県その他東北出身の学生さんもおられて、たくさんの質問や感想が聞かれ、関心と興味をいだかれた。これからお父さん、お母さんになって将来を担っていく若い人に対してデータに基づく適切な内容を伝えていくことは本調査・研究の目的の一つと思われる。



若い学生への講義風景 “ 災害時の放射線と水環境 ”

(5) 中学生の勉強会

平成 28 年 1 月 30 日 (土) 東京理科大学理窓会館で開催された東京都内の中学生の発表会で、司会とミーティングの進行役として、若い未来の科学者の卵たちの飛躍に助力。



中学校の生徒、先生、ご父兄約 50 名が参加されました。ここは、生徒さんが自分たちの観察を通して得られた結果を発表しあう場です。発表者は研究の動機を身の回りの出来事をよく観察することによって見つけている。

ミーティングでは各校の生徒がそれぞれ発言し、他校の研究への取り組み方などの質問が交わされ、意見交換が行われた。なお、生徒から“自分がみんなの前で発表の機会を与えてもらえてよかった”旨の発言があり、次世代を担う若い人々に喜んでもらえて本当によかった。

今後の成長が楽しみである。

4. 考察

(1) 採取した河川水中の土壌の放射性物質の濃度の分布を見ると、中流域と下流域でやや高い傾向が見られた。

これは、上流域は水流が速く、中流、下流域へと比較的緩やかになってくることから上流域で流された表層の土壌が下流域へと向かい、滞留する。そして河口域では土壌が拡散していくことで濃度が低めになっていると推察される。

また、土壌の状態は、上流域で粒度が粗く、下流域にいくほど細かい泥状になっている。放射性セシウムは細かい粒子に強く結びついていると考えられ、この土壌の状態が放射性セシウム濃度の違いに関与していることが示唆されるが、土壌の組成調査を行っていないので、詳細な存在状態は不明である。

なを、流域の放射性物質の濃度は相対的に低いレベルにあり、調査の限りでは、特に心配するレベルのものはなかった。

(2) 中流域で放射性物質の濃度が高めになっているのは、採取地点の上流左岸に流れ込む排水中の泥の濃度が高いので、その影響を受けている可能性がある。濃度は下流に向かって一様な傾向で推移するのではなく、河川周囲の環境に依存していると解される。

(3) 福島第一原子力発電所の事故による ^{134}Cs と ^{137}Cs がほぼ同量で放出されていることから、4年後の ^{137}Cs と ^{134}Cs の比が計算で 3.66 となる。また、本調査で採取した笠取、雲取水系の水源から羽田の河口まで 10 地点の試料の分析結果の比は 3.75 となり、ほぼ一致する。したがって、採取した河川水中の土壌の放射性物質は東日本大震災に伴う同原子力発電所の事故由来のものであると考えられる。

<参考>セシウムの比を求める計算式には

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 (1/2)^{t/T} \text{ の式を使用}$$

(4) 飲料水の放射性セシウムの基準値は平成 24 年 4 月 1 日から 10 (Bq/kg) と定められている⁷⁾が、災害直後には関東地域において水道水に放射性物質が検出されている⁸⁾。そこで調査した結果、河川水、湧水の原水や公園などの蛇口水からの放射性物質 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、および ^{131}I は不検出 (検出限界以下) だったことから、安全であると判断される。

(5) 今後の推移についての展望。放射性物質を含む河岸の土壌は大雨やそれに伴う増水により、崩壊などで河川の中へ移行している状況がある(図6)。したがって、今後とも水環境に影響を与えていくことが示唆される。そこで今後発生が懸念されるテロや地震など大規模災害によって引き起こされる同種事故発生時に活用できるデータ作成のためにも放射性物質の濃度の推移は把握しておく必要がある。



図6 増水などで河岸の泥が削られる

(6) 大規模災害時に飲用や生活用水として役立つ湧水の水質は、4か所中2か所で水質基準に適合していない状況にあり、今後、災害時に備え適正な水源の管理が望まれる⁸⁾。

(7) 共に学ぶ教室の展開のまとめ

本調査・研究で判明した内容や、既に調査済みの各地での研究結果などを活用して、多摩川流域の人々をはじめ、広く一般の人々に対して、災害時における放射線に係わるテーマや安全・安心な水環境および医療などについて、共に学ぶ教室として活動させていただきましたが、人々が自らの足元を照らす、この灯火を続けていくことがこれからも求められている。

併せて、これらの成果を生かして次世代を担う若い人たちに対して災害、医療や生命に必須の水という観点から伝えていくことも重要となる。

謝辞

最後に、市民講座の開催にご協力を頂いた八王子市や学習の機会を与えて頂いた丹波山村をはじめ、共に学ぶ教室の活動や現地での調査研究活動にご協力頂いた多くの方々に、また本研究に助成を頂いた公益財団法人とうきゅう環境財団に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Cytotoxicity of tap and first-class-rover water in eastern Japan
- 2) Ohnishi, T. : The Disaster at Japan's Fukushima-Daiichi Nuclear Power Plant after the March 11, 2011 Earthquake and Tsunami, and the Resulting Spread of Radioisotope Contamination. Radiat. Res. 177, 1-14 2012
- 3) 文部科学省, 文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について(2011)
- 4) 環境省, 河川, 湖沼及び海域における放射性セシウムの状況について(平成24年2月)(2012)
- 5) 東京都水道局: 浄水場の浄水(水道水)の放射能測定結果, <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/shinsai22/press01.html>, 2014年1月
- 6) 厚生労働省, 医薬食品安全部監視安全課: “食品中の放射性セシウムスクリーニング法(別添)”, 食品衛生法(昭和22年法律第233号)第11条第1項の規格基準(2012年4月1日改訂)
- 7) 食品中の放射性物質の新たな基準値 厚生労働省 医薬食品局食品安全部 平成24年4月1日施行
- 8) 鈴木信夫、喜多和子、吉田政高、田中健史、石井正人、菅谷茂
水から学ぶ健康の泉 被災・被曝・ストレス編 千葉大学大学院
医学研究院 環境影響生化学 2010

多摩川流域における放射性物質による影響の推移に係る調査研究と水環境・放射線を共に学ぶ教室の展開

(研究助成・学術研究VOL. 45—NO. 322)

著 者 吉田 政高

発行日 2016年11月

発行者 公益財団法人とうきゅう環境財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141

<http://www.tokyuenv.or.jp/>