

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

福島県川俣町学校プール溜まり水の原発事故由来セシウム測定および車載サーベイメーターの記録

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-02-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 芙美恵 , 大橋, 英雄 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/491

福島県川俣町学校プール溜まり水の原発事故由来セシウム測定 および車載サーベイメーターの記録

鈴木 芙美恵*・大橋 英雄*

(Accepted October 18, 2013)

Measurement of Radio-Cesium Level in the School Swimming Pools in Kawamata After Fukushima Daiichi NPP Accident, and the Onboard Survey-Meter Record with GPS

Fumie SUZUKI* and Hideo OHASHI*

Abstract: Due to the Fukushima Daiichi nuclear power plant (FD-NPP) accident, a tremendous amount of radioactive nuclides was released into the environment. In order to understand the behavior of these radioactive nuclides, levels of two major nuclides (Cs-134, Cs-137) were measured, in the standing-waters of swimming pools of 6 schools in Kawamata away about 40km from the FD-NPP. Water samples were collected on April 30, July 27, and November 9 in 2011, and were measured by gamma-ray spectrometry using a Ge semiconductor detector. Air dose-rate was measured by the onboard scintillation survey-meter with GPS record on the whole sampling route. For April and July data, radio-cesium concentration shows gradual decrease with distance from FD-NPP. For November, water of 4 pools were replaced, concentration of radio-cesium was decreased to 1/20 - 1/50, and the efficiency of decontamination is clearly shown. Air dose-rate is similar to that of the concentration of radio-cesium level except for a few so called “hot spot”. This kind of study will help understand the validity of decontamination, and clarify the behavior of radioactive materials.

Key words: radio-cesium, FUKUSHIMA, standing-water, dose-rate, GPS

第一章 はじめに

東日本大震災に伴う東京電力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た。大気中に拡散し、海面や地表に降下・沈着していると考えられるこれらの放射性物質の挙動は、各地の機関で行われている観測により明らかにされつつあるが、汚染状況や経時変化を正確に見積もるためには、できるだけ多くの環境放射線モニタリングデータが必要であると考えられる。本学でも地域の安全確認や復興へ向けての知識・情報を発信するため、「東日本大震災被災地復興プロジェクト研究」が立ち上げられた。その一部として、子供への影響が考えられる小中学校のプールに残された溜まり水に着目し、放射性物質の中でも半減期が比較的長く、人体への影響に対する懸念から除去が強く望まれている ^{134}Cs および ^{137}Cs を測定したので、結果を報告する。

また、車載したサーベイメーターにより、試料採取地点までの走行ルート上の空間線量率を測定した結果も合わせて報告する。

第二章 サンプリングおよび解析

1. 溜まり水試料

1) 採取場所

福島県伊達郡川俣町内の小中学校（跡地を含む）で、溜まり水が存在している屋外プールを採取場所とした。川俣町は福島第一原発から北西方向にあり、採取地点は原発からの直線距離が短い方から順に山木屋中学校、小綱木小学校跡、飯坂小学校、川俣小学校、富田小学校、福田小学校の6ヶ所を選択した。採取地点の詳細な所在地は Table.1 と Fig.1 に示す。

* Department of Ocean Sciences, Division of Marine Science, Graduate School, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan (東京海洋大学大学院海洋科学系海洋環境学部門)

Table.1, Sampling points

地点名	緯度	経度	標高 (m)	福島第一原発からの 距離 (km)	方位 (°)
山木屋中学校	37 36.3	140 40.5	549	37.7	303
小綱木小学校跡	37 38.6	140 37.8	351	43.3	305
飯坂小学校	37 40.2	140 37.6	259	45.3	308
川俣小学校	37 40.2	140 35.9	209	47.3	306
富田小学校	37 40.2	140 34.8	267	48.8	305
福田小学校	37 41.1	140 33.7	215	50.9	305



Fig.1, Map of sampling points

2) 採取方法

プールの水を鉛直方向に一定量切り取る形で確保し、その内部の水および沈殿物等に固定された放射性降下物を計測するため、円筒（塩ビパイプ、内径：15cm、長さ：120cm）をプールの最深部付近に垂直に沈め、固定した。水底の沈殿物が浮き上がるように円筒内部を棒で攪拌し、水中の放射性セシウムの濃度を鉛直一様にした後に、ポンプで約 10L の水を汲み上げポリタンクに採取した。その際、大きな枝葉や虫等の異物は取り除くこととした。採取は 2011 年 4 月 30 日、7 月 27 日、11 月 9 日の 3 度に亘り、各プールで同様に行った。

3) 測定・解析方法

採取した水試料を均一になるよう攪拌し、そのうちの 2L を 2 段カラム法により Powdex イオン交換樹脂（Japan Organo Co. Ltd.）に 10ml/min で吸着させた後、自然対流型乾燥機 80℃ で 50 時間乾燥させ、測定試料とした。東京大学宇宙線研究所内地下 25m に設置された低バックグラウンド測定設備において、Ge 半導体検出器（CANBERRA GCW3523）を用いて測定を行い、ガンマ線スペクトル解析を行った。今回の観測では ^{131}I ($T_{1/2} = 8.04\text{d}$)、 ^{134}Cs ($T_{1/2} = 2.06\text{y}$)、 ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30.07\text{y}$) が観測されたが、半減期が比較的長い ^{134}Cs (604keV) 及び ^{137}Cs (661keV) の 2 核種の濃度を算出し、原発事故後の溜まり水に固定された放射性核種の経時濃度変化や、プールの水の入替え後の変化を見積もった。

2. 空間線量

埼玉県さいたま市から試料採取地点への移動中、走行車内の地表から約 1m の高さに設置したシンチレーションサーベイメーター（ALOKA TCS-171）と GPS ロガー（GARMIN eTrex Vista HCx）を用い、緯度経度及び空間線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）を 30 秒ごとに測定し、随時記録した。

第三章 結果と考察

1. プール内溜まり水の ^{134}Cs , ^{137}Cs 濃度変化

1) 2011 年 4 月および 7 月

4 月および 7 月のプール内の溜まり水は、6ヶ所とも原発事故後そのままの状態であった。川俣小学校では地震の影響で水が抜け、貯水量が十分でなく採取法が異なったため、比較には用いなかった。試料中に含まれていた放射性セシウムの濃度について、4 月の測定結果を Fig.2 に、7 月の結果を Fig.3 に示す。4 月の測定では 6ヶ所の ^{134}Cs の濃度が 46.3 – 138.5Bq/L、 ^{137}Cs の濃度が 46.6 – 151.5Bq/L であり、7 月の観測では ^{134}Cs が 20.8 – 299.6Bq/L、 ^{137}Cs が 23.6 – 336.9Bq/L であった。4 月、7 月ともに最大値は距離が最も近い山木屋中学校で、最小値は原発からの距離が最も遠い福田小学校で観測され、おおよそ原発からの距離に伴って濃度が減少する傾向が確認された。Fig.4 は SPEEDI による外部被曝積算線量の分布であるが、これは SPEEDI によって計算された放射性物質の地表濃度分布にほぼ対応している¹⁾。この図から、川俣町の多くは実行線量等値線がランク 5 の範囲に入っており、試料採取地点のうち山木屋中学校だけがより高濃度のランク 4 の範囲内に位置しているように見えるが、測定結果も同様に山木屋中学校で高い濃度となっており、SPEEDI による計算結果との一致が見られた。また、7 月の小綱木小学校跡は、4 月と比較して濃度が減少していた。これは廃校後 30 年近く経過し、プール内にポンプでは汲み上げきれないようなヘドロや石、枯枝葉等が厚く堆積していたため、それらに放射性核種が吸着していたことが原因ではないかと推測される。小綱木小学校跡の溜まり水の条件は、他のプールと異なっており、むしろ湖沼に近いと考えられるので、市町村等の観測データとの比較検討を今後の課題としたい。

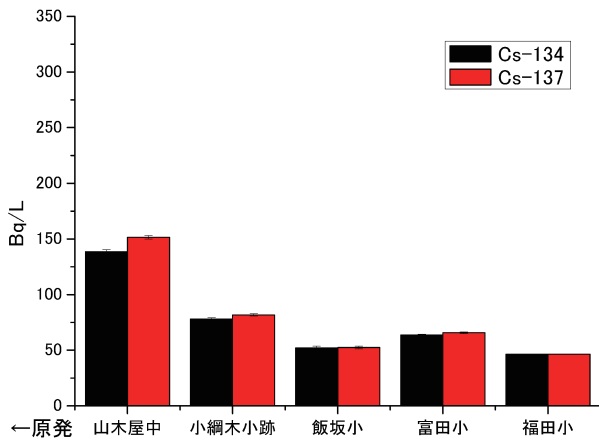
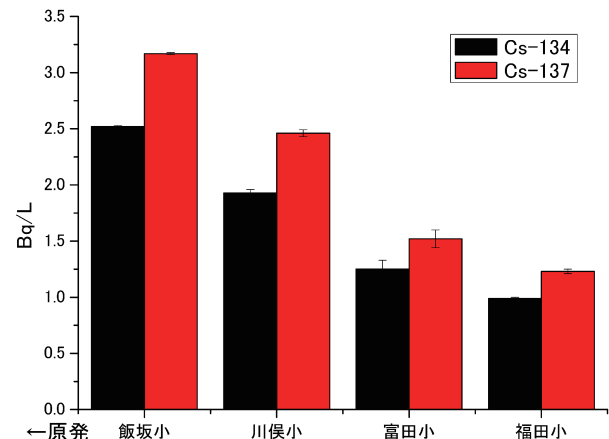
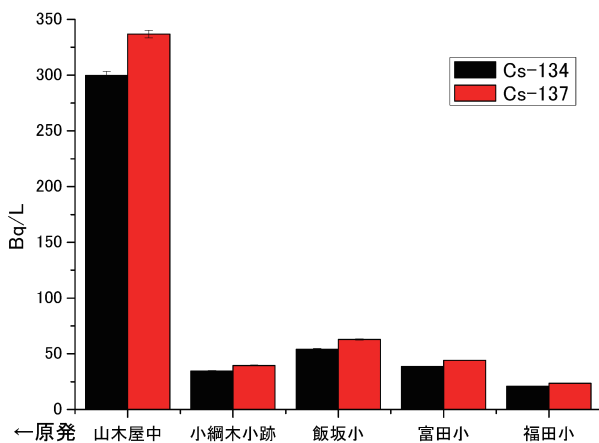
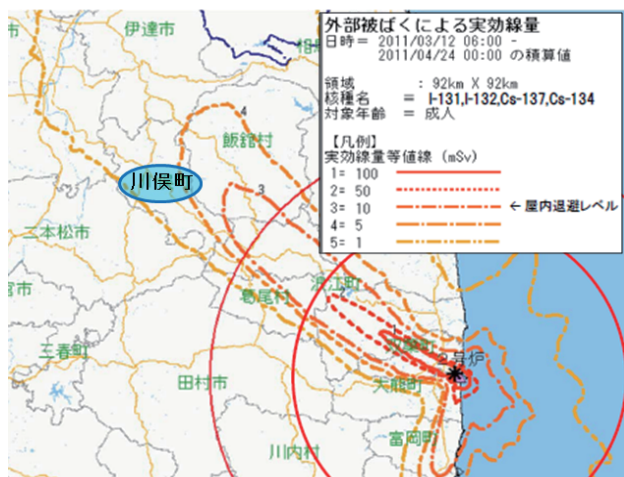
Fig.2, Concentration of ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs in AprilFig.5, Concentration of ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs in NovemberFig.3, Concentration of ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs in July

Fig.4, Estimated integral dose by SPEEDI

2) 2011 年 11 月 (除染および水入れ替え後)

計画的避難区域内の山木屋中学校と、昭和 60 年に廃校となった小綱木小学校を除く 4 校のプールは、8 月に除染のための清掃と水の入替えを行っていた。入れ替え後のセシウム濃度を Fig.5 に示す。

2. 走行サーベイメーターの記録

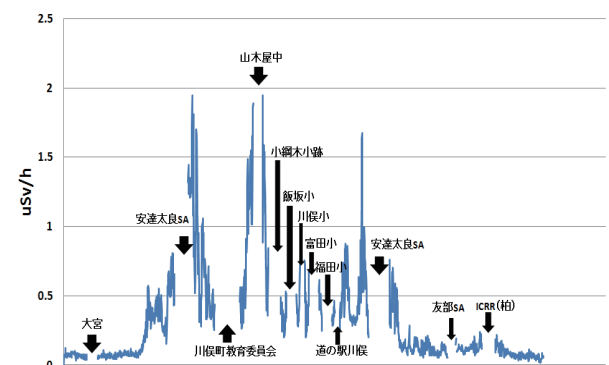


Fig.6, Air dose-rate on the sampling route in July

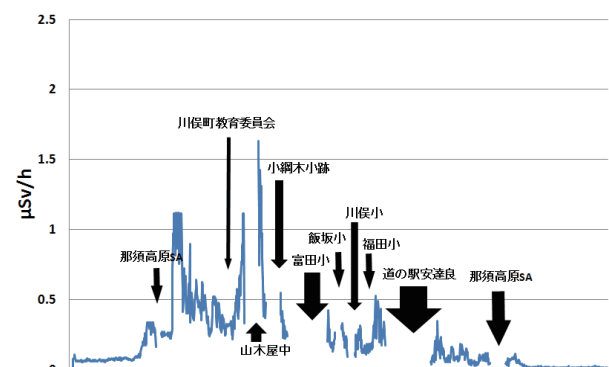


Fig.7, Air dose-rate on the sampling route in November

走行中に測定した空間線量率を Fig.6 と Fig.7 に示す。線量率は原発からの距離に単純に依存しているのではなく、局所的に大きな値を示す点（ホットスポット）が存在していた。

プールの水試料採取地点での空間線量率を Table.2 に示す。各採取地点の平均値を比較すると、約3ヵ月の時間経過により、線量率が2-8割程度に減少していた。

Table.2, Air dose-rate at the sampling points

μSv/h	福田小	富田小	川俣小	飯坂小	小綱木小跡	山木屋中
7月	0.25-0.32	0.53-0.67	0.72-0.75	0.51-0.52	0.49-0.85	1.89-1.95
11月	0.11-0.18	0.21-0.24	0.09-0.10	0.26-0.32	0.48-0.55	0.33-1.63

7月の試料採取地点での空間線量率は、0.25－1.95 μSv/hで、最小値が福田小学校、最大値が山木屋中学校であった。11月の空間線量率は0.09－1.63 μSv/hであったが、最小値を示した地点は川俣小学校であった。しかしおおよそプールの¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs濃度と同様の傾向を示していると考えられる。

第四章 まとめ

大気中や土壌中からプール内に移行した¹³⁴Cs, ¹³⁷Csは、時間経過により降下したエアロゾル等が蓄積することで、濃度が上昇することが予測されたが、山木屋中学校の値が約2倍に増加した以外は、同程度もしくは減少傾向であった。この減少傾向は、降雨による溢水や、プール底面のコンクリートに放射性物質が固着したこと等が原因と考えられる。山木屋中学校も含めた結果を説明するには、水と沈殿物を分化すること等で溜まり水内の放射性物質の挙動を検討することや、地形や気象条件も加味する必要があると考えられる。これらの要因を考慮した上で、空間線量率と溜

まり水の放射性物質濃度の関連性を明らかにすることができれば、すでに各地で観測された空間線量率と気象情報等を元に、池沼等を含めた溜まり水の放射性物質濃度の推移を見積もることが可能になるのではないかと考えられる。また、今回の調査ではプールの除染により放射性セシウム濃度の低下を確認することができた。除染後のプールには同一水源からの水道水を使用しているため、水の入替え直後は全地点で放射性物質濃度が等しく、検出限界以下であったはずだが、Fig.5より、その後数ヵ月での放射性セシウムの蓄積量は、原発からの距離と逆相関関係にあることがわかる。プール内の放射性セシウム濃度が上昇するには、大気中や周囲の土壌等の環境中に浮遊・沈着している放射性物質が混入した可能性が考えられるが、Table.2の空間線量率には原発からの距離との相関が見られないため、放射性物質の飛散が微量ながらも未だに継続している可能性が示唆される。

このような調査や今後の継続的な測定は放射性物質の挙動解明につながり、除染効果の評価・検証の一助となるのではないかと考えられる。

謝辞

本調査では、福島県伊達郡川俣町教育委員会の全面的なご協力により、試料採取を行うことができました。また本学東日本大震災被災地復興プロジェクトより資金援助を頂きました。ここに深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 原子力規制委員会；緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）を活用した試算結果．文部科学省．http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/mext_speedi/

福島県川俣町学校プール溜まり水の原発事故由来セシウム測定 および車載サーベイメーターの記録

鈴木 美美恵^{*}・大橋 英雄^{*}

(^{*} 東京海洋大学大学院海洋科学系海洋環境学部門)

要旨： 東京電力福島第一原発事故によって放出された放射性物質の挙動を推定するために必要な環境モニタリングデータ収集の一環として、福島県川俣町内において学校プールの溜まり水の放射性セシウム (^{134}Cs 、 ^{137}Cs) 濃度を測定した。町内の 6ヶ所のプール（原発より 37.7-50.9km）で、2011 年 4 月、7 月、11 月の 3 度試料を採取し、ガンマ線スペクトル解析を行った。また試料採取地点まで、車載したサーベイメーターと GPS ロガーを用い、走行中の空間線量率を随時記録した。その結果、4 月から 7 月にかけて計画避難地区にある中学校プール以外では放射性セシウム濃度の増加は見られなかったが、他の場所では両日とも原発からの距離に伴い濃度が減少する傾向が見られた。また 11 月はプールの水入替えによって、濃度が 1/20 - 1/50 程度に減少し、除染の効果が確認された。空間線量率は局所的なホットスポットも観察されたが、おおよそプールの放射性セシウム濃度と同様の傾向を示していた。今後は池沼等を含めた継続測定により、除染効果検証や、放射性物質の挙動解明の一助としたい。

キーワード： 放射性セシウム、福島、溜まり水、空間線量率、GPS