

徳島県内の環境放射能に対する 福島第一原子力発電所の事故の影響

徳島県立保健製薬環境センター

中村 友紀・海東 千明・永峰 正章^{*1}・中石 明希
三宅 崇仁・玉城 武尚・尾崎 宏美^{*2}・浜口 知敏

Influence of the Fukushima Daiichi Nuclear Accident on Tokushima Environmental Radioactivity Levels

Yuki NAKAMURA, Chiaki KAITO, Masaaki NAGAMINE, Aki NAKAISHI, Takahito MIYAKE,

Takenao TAMAKI, Hiromi OZAKI and Chitoshi HAMAGUCHI

Tokushima Prefectural Institute of Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

要 旨

東日本大震災により発生した福島第一原子力発電所の事故影響を調べるため、本県における環境放射能調査を強化した。保健製薬環境センターに設置したモニタリングポストによる空間放射線量率は、事故前後において変化はみられなかった。また、県内3箇所にモニタリングポストを増設して測定した結果、県内においても周囲の環境の違いにより測定値が異なることが確認された。連日測定を行った日間降下物や陸水からは、人工放射性物質は検出されなかった。平成23年4月に採取した月間降下物において、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs が、それぞれ、 3.6 ± 0.2 、 6.8 ± 0.1 、 6.3 ± 0.1 MBq/km²で検出されたが、放射線量のレベルは自然放射線の1,000分の1程度であり、ヒトへの健康影響は少ないものと考えられる。また、文部科学省から委託を受けている環境放射能水準調査に加え、県内の海水浴場について放射性物質の調査を行った。その結果、県内すべての海水浴場で人工放射性物質は検出されなかった。

Key words : 環境放射能 Environmental Radioactivity, 原子力事故 Nuclear Accidents,
福島第一原子力発電所 Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

I はじめに

本県では、文部科学省の「環境放射能水準調査」を平成元年から受託し、県内の環境放射能調査を行っている。平成23年3月11日には、未曾有の東日本大震災が発生し、その影響で福島第一原子力発電所から大量の放射性物質が環境中に放出された。この事故の影響で、広範囲にわたり大気中や海水中から事故以前よりも高いレベルで放射性物質が検出されている¹⁻⁵⁾。

本県においては、文部科学省の指示により、平成23年3月18日から環境放射能のモニタリングを強化し、事故の影響について調査した。降下物中の γ 線核種分析が月1回から毎日に、陸水(水道水)の γ 線核種分析が年1回から毎日に、サーベイメーターにおける測定が毎日という強化内容になって

いる。また、空間放射線量率を測定しているモニタリングポストについては、これまで徳島市にある保健製薬環境センター1箇所で測定を行っていたが、平成24年4月からは鳴門市、三好市、美波町の3箇所に増強し、これらの測定結果が文部科学省のホームページによりリアルタイムで閲覧できるようになった⁶⁾。また、これらの環境放射能水準調査に加え、海水浴場における水質検査も実施した。

本報では、モニタリングの強化に伴い得られた結果、及び、平成23年度環境放射能水準調査において人工放射性物質が検出された結果について報告する。なお、土壌の検査においてもセシウムが検出されたが、例年と同程度のレベルであったため本報からは除いた。平成23年度環境放射能水準調査の結果については、本誌別報「徳島県における環境放射能調査(第17報)」⁷⁾で報告している。

^{*1}現 環境管理課 ^{*2}現 美馬保健所

Ⅱ 調査方法

1 空間放射線量率

調査場所、調査期間及び測定機器を表－1に示す。保健製薬環境センターに設置したモニタリングポストについては、調査期間内において連続測定を行い、平成24年3月31日まで1時間ごとに平均値を算出し、平成24年4月1日以降は10分ごとに平均値を算出した。なお、平成24年3月21日9時から4月20日11時までは、機器の調整のため測定を行っていない。他の3基についても連続測定を行い、10分ごとに平均値を算出した。

サーベイメーターについては、平成23年12月28日までは毎日、それ以降は土日祝日を除く毎日10時に測定を行った。測定時定数を30秒とし、30秒毎の5回の瞬時値の平均値を測定値とした。

2 日間降下物及び陸水（水道水）

(1) 調査期間

- ① 平成23年3月18日～12月28日（日間降下物及び陸水）
- ② 平成24年1月4日～6月30日（陸水のみ）

(2) 調査場所

保健製薬環境センター（徳島市新蔵町3丁目80）

(3) 試料の調整及び測定方法

日間降下物は、土日祝日を含む全日に調査を行い、前日9時から当日9時に降下したものを「環境試料採取法」⁸⁾に準拠し採取した。降雨がなかった場合は、80mLの蒸留水で採取面を洗浄した水について測定を行った。

「ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリ」⁹⁾に準拠し、試料をU-8容器に充填後、ゲルマニウム半導体核種分析装置（SEIKO EG&G製 GEM-15180-S）を用いて21,600秒間γ線核種分析を行った。

陸水は、(1)①の期間については土日祝日を含む全ての

日の15時に2Lを採取し、2Lマリネリ容器を用いてゲルマニウム半導体核種分析装置により21,600秒間測定を行った。(1)②の期間については、平日1.5Lを3ヶ月間採取し、濃縮乾固後¹⁰⁾70,000秒間測定した。

3 月間降下物

(1) 調査期間

平成23年4月1日～平成24年3月31日

(2) 調査場所

農林水産総合技術支援センター農業大学校（石井町石井字石井2202-1）

(3) 試料の調整及び測定方法

大型水盤（受水面積5,000 cm²）に月毎の降下物を採取し、濃縮乾固後¹⁰⁾、ゲルマニウム半導体核種分析装置により70,000秒間測定を行った。

4 海水浴場における水質検査

(1) 調査期間

平成23年6月23日～29日

(2) 調査場所

県内の6海水浴場（月見ヶ丘、小松、淡島、北の脇、田井ノ浜、大砂：図－1）



図－1 海水浴場調査地点

表－1 空間放射線量率の調査場所、調査期間及び測定機器

調査場所		測定高さ (m)	調査期間	測定機器
固定型モニタリングポスト	保健製薬環境センター屋上 (徳島市新蔵町3丁目80)	18.2	H23.1.1～H24.6.6	日立アロカメディカル(株) MAR-21
固定型モニタリングポスト	東部県土整備局 鳴門庁舎 (鳴門市撫養町立岩字七枚128)	1.0	H24.4.1～H24.6.6	応用光研工業(株) FND-303
固定型モニタリングポスト	三好市池田総合体育館 (三好市池田町字マチ2551-1)	1.0	H24.4.1～H24.6.6	応用光研工業(株) FND-303
固定型モニタリングポスト	南部総合県民局美波庁舎 (海部郡日和佐町奥河内字弁財天17-1)	1.0	H24.4.1～H24.6.6	応用光研工業(株) FND-303
サーベイメーター	保健製薬環境センター (徳島市新蔵町3丁目80)	1.0	H23.6.13～H24.6.6	日立アロカメディカル(株) TCS-171

(3) 試料の調整及び測定方法

県環境管理課の調整により、関係市町から持ち込まれた海水（表層水）について、2 Lマリネリ容器を用いてゲルマニウム半導体核種分析装置により2,000秒間測定を行った。

Ⅲ 調査結果及び考察

1 空間放射線量率

福島第一原子力発電所の事故前である平成23年1月1日から2月28日までの保健製薬環境センターに設置したモニタリングポストの測定結果は 38.1 ± 1.4 nGy/h (n=1416)であった。事故後の平成23年3月12日から3月31までの測定結果は、 38.1 ± 1.3 nGy/h (n=480)であり有意差は確認されなかった。事故前後の測定値については図-2のとおりであり、1月から2月の最高値54 nGy/hを超えることはなく、事故による空間放射線量率の上昇は確認されなかった。3月17日および3月22日に少し値が上昇したが、降雨によるものと考えられる。また、全国の環境放射能水準調査の結果から、事故の影響により空間放射線量率の上昇がみられたのは長野県周辺までとされており¹¹⁾、この結果とも一致する。

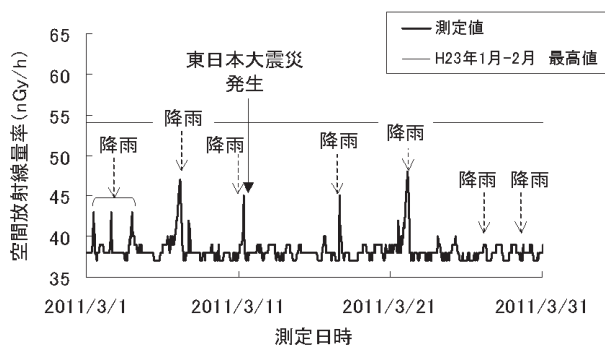


図-2 福島第一原子力発電所事故後のモニタリングポストによる空間放射線量率

次に、保健製薬環境センターに設置したモニタリングポスト（高さ18.2 m）の測定結果とサーベイメーター（高さ1 m）の測定結果の相関を図-3に示す。モニタリングポストの測定値は、サーベイメーター測定時間の直前1時間の平均値とした。測定地点の高いモニタリングポストがサーベイメーターに比べ小さい値となった。原点を通過すると仮定して近似式を算出した結果、比例定数は0.60となり、文部科学省の算出した線量率比0.61¹²⁾と一致した。なお、相関係数が低いのは、両者の測定値の範囲が狭いことや、サーベイメーターの測定精度がモニタリングポストほど高くないことが原因であると考えられる。

屋上に設置したモニタリングポストによる測定結果は、過去の測定データとの比較により、事故の影響について検討することは可能である。加えて、周囲の環境も変化しにくく遮蔽も少ないことから安定した測定結果が得られ、状況の変化

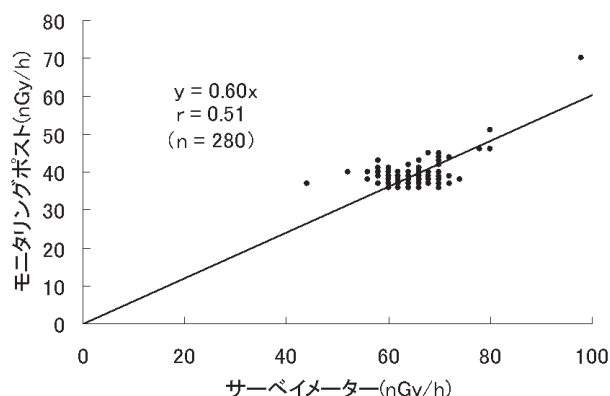


図-3 モニタリングポストとサーベイメーターの測定値の相関

*設置高さ モニタリングポスト：18.2 m
サーベイメーター：1 m

を早急に感知できる。しかしながら、万が一、人工放射性物質が地面に沈降した場合には、ヒトが地面付近で生活する時間が長いことから、被爆の程度をより正確に把握するためには地面付近で測定することが望ましいと考えられる。また、全国において設置している高さが違うことから相互比較が難しい。そのため、文部科学省からの依頼により、全国においてサーベイメーターを用いた高さ1 mでの計測が行われた。また、新設したモニタリングポストについては、高さ1 mに設置した。

図-4には、新設した3基のモニタリングポストと既存のモニタリングポストにおける測定結果を示した。測定期間が長く、データ数が膨大であるため、平成24年4月21日0時から5月1日0時までの10日間の測定結果を示した。他の期間においても、同程度の測定結果が得られた。測定地点の高い保健製薬環境センターにおいては、他の3基に比べ低い値を示した。これは、保健製薬環境センターに設置しているモニタリングポストが、屋上の建物端から2 m程度の位置にあるため、沈降した降下物の影響を狭い範囲でしか受けないことや、設置面から1.8 mの高さに設置されているため、設置面に沈降した降下物の影響を受けにくいことが原因であると考え

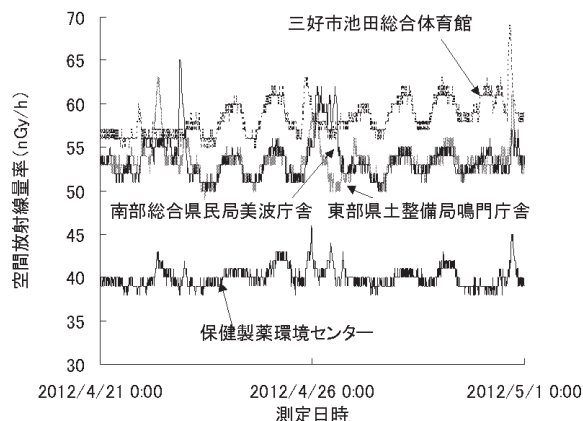


図-4 県内のモニタリングポストの測定結果
(平成24年4月21日0時から5月1日0時)

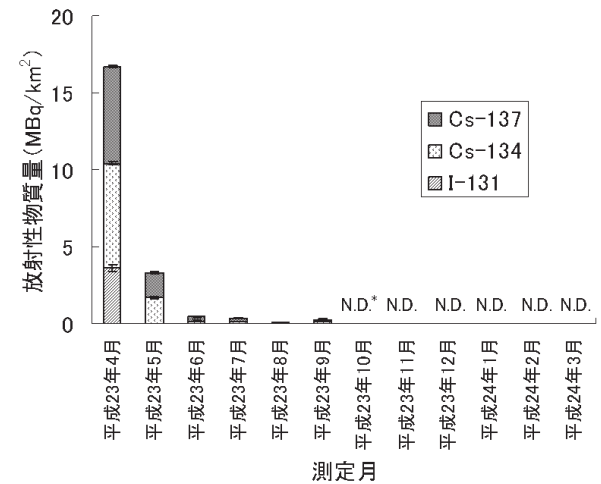
られる。高さ1mの3基については、三好市池田総合体育館において他の2基よりも少し高い値となったが、これは、設置場所の地面の状況の違いや、地質の違いによるものであると考えられる。

2 日間降下物及び陸水（水道水）

日間降下物及び陸水のγ線核種分析の結果を表－2に示す。すべての検体において、人工放射性物質は検出されなかった。陸水については、微量まで検出できるように、平成24年1月より3ヶ月分の陸水を蓄積し濃縮した後、測定時間を70,000秒に増やして測定を行った。その結果、検出下限値は2～3オーダー低くなったが、人工放射性物質はすべて不検出であった。

3 月間降下物

月間降下物のγ線核種分析結果を図－5に示す。事故のあった平成23年3月に採取した月間降下物からは人工放射性物質は検出されなかったが¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Csが、それぞれ、 3.6 ± 0.2 、 6.8 ± 0.1 、 6.3 ± 0.1 MBq/km²で検出された。これは、平成元年から本県で行っている環境放射能水準調査において過去に検出された最大値、0.39 MBq/km² (¹³⁷Cs)を上回る値であり、福島



図－5 月間降下物中における人工放射性物質質量

*検出下限値未満（検出下限値：¹³¹I <2.4 MBq/km²，¹³⁴Cs <0.081 MBq/km²，¹³⁷Cs <0.076 MBq/km²）

第一原子力発電所の事故の影響を受けたものと考えられる。人工放射性物質量は、4月をピークに減少し、10月には検出下限値未満となった。

沈降した放射性物質は地面に吸収され、ヒトは地面から放射線を受ける。表－3には、4月の結果について、（式1）を用いて算出した土壤に沈着した放射性物質から受ける1時間あたりの放射線量を示した¹⁵⁾。また、表－4には、（式2）

表－2 日間降下物及び陸水のγ線核種分析結果

	検体数		¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	単位
日間降下物	284	測定値	N.D.* ¹	N.D.	N.D.	MBq/km ²
		検出下限値	<2.6	<3.0	<3.6	
陸水 ①* ²	285	測定値	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/L
		検出下限値	<0.12	<0.12	<0.20	
陸水 ②* ³	2	測定値	N.D.	N.D.	N.D.	
		検出下限値	<0.0020	<0.00046	<0.00051	

*¹検出下限値未満

*²毎日2Lを分析（測定時間21,600秒）

*³毎日1.5Lずつ3ヶ月間蓄積し、濃縮後分析（測定時間70,000秒）

表－3 4月分の月間降下物中における放射性物質の1時間あたりの放射線量

	半減期 ¹⁴⁾ (year)	換算係数 ¹⁵⁻¹⁶⁾ (nSv/h/ MBq km ⁻²)	4月分月間降下量 (MBq/km ²)	1時間あたりの放射線量 (nSv/h)
¹³¹ I	0.02	1.20×10^{-3}	3.6	4.3×10^{-3}
¹³⁴ Cs	2.1	4.96×10^{-3}	6.8	3.4×10^{-2}
¹³⁷ Cs	30.2	1.76×10^{-3}	6.3	1.1×10^{-2}
合計				4.9×10^{-2}

表－4 4月分の月間降下物中における放射性物質から長期にわたり受ける放射線量

	半減期 ¹⁴⁾ (year)	換算係数 ¹⁵⁻¹⁶⁾ (nSv/ MBq km ⁻²)	4月分月間降下量 (MBq/km ²)	長期にわたり受ける放射線量 (nSv)
¹³¹ I	0.02	2.88×10^{-1}	3.6	1.0
¹³⁴ Cs	2.1	1.30×10^2	6.8	8.9×10^2
¹³⁷ Cs	30.2	2.69×10^2	6.3	1.7×10^3
合計				2.6×10^3

表－５ 海水浴場の水質測定結果

(Bq/L)

	所在地	採水日	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
月見ヶ丘海水浴場	板野郡松茂町	H23.6.28	N.D.	N.D.	N.D.
小松海水浴場	徳島市	H23.6.29	N.D.	N.D.	N.D.
淡島海水浴場	阿南市	H23.6.27	N.D.	N.D.	N.D.
北の脇海水浴場	阿南市	H23.6.23	N.D.	N.D.	N.D.
田井ノ浜海水浴場	海部郡美波町	H23.6.23	N.D.	N.D.	N.D.
大砂海水浴場	海部郡海陽町	H23.6.29	N.D.	N.D.	N.D.
検出下限値			<0.65	<0.86	<0.79

から算出した長期にわたって受ける放射線量の合計を示した^{15, 16)}。

$$(1\text{時間あたりの放射線量}) = (\text{各放射性核種の降下量}) \times (\text{換算係数}) \quad (\text{式 1})$$

(放射線量：nSv/h, 核種の降下量：MBq/km², 換算係数：nSv/h/ MBq km²)

$$(\text{長期にわたって受ける放射線量}) = (\text{各放射性核種の降下量}) \times (\text{換算係数}) \quad (\text{式 2})$$

(放射線量：nSv, 核種の降下量：MBq/km², 換算係数：nSv/ MBq km²)

表－３より、１時間あたりの放射線量の合計値は 4.9×10^{-2} nSv/hであり、本県の平成22年度の空間放射線量率37－47 nGy/h¹³⁾の1,000分の１程度であった。なお、原子量安全委員会の環境放射線モニタリング指針により、緊急事態発生時であったため1 nGy/hを1 nSv/hと換算した¹⁷⁾。また、表－４より、長期にわたって受ける放射線量の合計値は 2.6×10^3 nSvであり、日本人の自然放射線からの１年間に受ける平均被ばく量 2×10^6 nSv弱¹⁸⁾の1,000分の１程度であった。いずれの値も通常時に受ける放射線量に比べて遙かに低く、福島第一原子力発電所の事故の影響で本県においても極微量の放射性物質が検出されたが、ヒトへの健康影響については限りなく小さいことが確認された。

４ 海水浴場における水質検査

海水浴場から採取した海水について、 γ 線核種分析を行った結果を表－５に示す。県内のすべての海水浴場で人工放射性物質は検出されなかった。

Ⅳ まとめ

東日本大震災により発生した福島第一原子力発電所の事故を受け、本県における環境放射線のモニタリングを強化し、事故の影響の有無について調査した。

- 1 モニタリングポストによる空間放射線量率測定の結果、事故前後において測定値の変化は確認されなかった。

- 2 空間放射線量率は測定する高さや周囲の環境の違いにより値が異なることが確認されたが、その程度は小さかった。

- 3 日間降下物及び陸水について γ 線核種分析を行った結果、すべての検体において人工放射性物質は検出されなかった。

- 4 月間降下物について γ 線核種分析を行った結果、事故後６ヶ月間は人工放射性物質が検出されたが、極微量であり、ヒトへの健康影響は少ないものと考えられる。

- 5 県内すべての海水浴場から採取した海水について γ 線核種分析を行った結果、人工放射性物質は検出されなかった。

謝 辞

本調査を行うにあたり、放射性物質の分析及び γ 線核種分析結果の解析についてご助言いただきました（財）日本分析センターの秋山正和氏、大平智章氏はじめ研究員のみなさま、放射性降下物から受ける放射線量についてご教示いただきました（独）放射線医学総合研究所の吉永信治氏はじめ所員のみなさまに心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 五十嵐康人 他：放射性降下物の長期変動と再浮遊に関する研究，第53回環境放射能調査研究成果論文抄録集，3-4（2011）
- 2) 楢崎幸範 他：福岡県における福島第一原発事故の初期的放射能影響評価，第53回環境放射能調査研究成果論文抄録集，7-8（2011）
- 3) 池内嘉宏 他：福島第一原子力発電所事故後の環境放射能調査，第53回環境放射能調査研究成果論文抄録集，17-18（2011）
- 4) 青山道夫 他：海洋環境における人工放射性核種の長期挙動の研究と福島事故で太平洋に負荷された放射性セシウムの挙動，第53回環境放射能調査研究成果論文抄録集，33-34（2011）
- 5) 及川真司 他：福島第一原子力発電所周辺の海洋モニタリング，第53回環境放射能調査研究成果論文抄録集，69-70

- (2011)
- 6) 放射線モニタリング情報：
<http://radioactivity.mext.go.jp/map/ja/>
- 7) 中村友紀 他：徳島県における環境放射能調査（第17報），徳島県立保健製薬環境センター年報第2号，59-61（2012）
- 8) 文部科学省編：環境試料採取法（1983）
- 9) 文部科学省編：ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー（1992）
- 10) 文部科学省：平成23年度環境放射能水準調査委託実施計画書（2011）
- 11) 太田裕二：平成22年度環境放射能水準調査結果について－原子力発電施設等による影響－，放射線監視結果収集調査検討会資料（2012）
- 12) 文部科学省：東京電力福島第一電子力発電所事故の発生を受けて文部科学省が継続的に実施している放射線モニタリングの見直しに関する検討について（報告）（2011）
- 13) 海東千明 他：徳島県における環境放射能調査（第16報），徳島県立保健製薬環境センター年報第1号，69-72（2011）
- 14) ㈲日本アイソトープ協会編：アイソトープ手帳11版 机上版，丸善出版（2011）
- 15) 放射線医学総合研究所：放射性降下物の量から放射線量への換算について（2011）
- 16) 放射線医学総合研究所：放射性降下物の量から放射線量への換算について（追加情報）（2011）
- 17) 原子力安全委員会：環境放射線モニタリング指針（2008）
- 18) 藤高和信 他編：宇宙からヒトを眺めて－宇宙放射線の人体への影響－，研成社（2004）