

令和5(2023)年度栃木県における環境放射能測定結果

大気環境部

佐々木 貞幸 佐々木 隆博¹ 齋藤 由実子

(¹前保健環境センター)

1 はじめに

昭和61(1986)年4月、旧ソビエト連邦(現ウクライナ共和国)にあるチェルノブイリ原子力発電所の爆発事故により、大量の放射性物質が大気中に拡散した。それ以降本県では、公衆の受ける線量の推定・評価に資すること、及び環境における空間放射線量率の変動状況・放射性物質の蓄積状況を把握すること等を目的として、原子力規制庁の委託を受け、環境放射能水準調査を実施している。

また、平成23(2011)年3月に福島第一原子力発電所で事故が発生したことを受け、令和5(2023)年度も引き続き緊急時調査としてサーベイメータによる空間放射線量率調査を実施したので、それらの結果も併せて報告する。

2 調査方法

2.1 平常時調査

2.1.1 調査方法の概要

各試料の採取及び測定は、文部科学省による「環境試料採取法」、「全ベータ放射能測定法」、「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」、及び原子力規制庁による「環境放射能水準調査委託実施計画書」に基づき、栃木県保健環境センター(宇都宮市)(以下「当センター」という。)において、令和5(2023)年4月1日から令和6(2024)年3月31日まで行った。

2.1.2 全ベータ放射能測定

雨水採取装置(当センター屋上に設置)により、降雨があった開庁日ごとに、午前9時に雨水を採取した。そのうち、100mL(50mL以上であって100mLに満たない場合は全量、50mL未満は測定を実施しない。)を加熱濃縮・乾固し、プラスチックシンチレータ式ベータ放射能自動測定装置(日立アロカメディカルJDC-5200)により測定した。

2.1.3 空間放射線量率測定

全期間を通して、モニタリングポストにより各月の空間放射線量率を測定し、1時間値から日平均値を求め、そこから月間及び年間の平均値を算出した。また、日平均値の最小値と最大値から変動幅を求めた。

なお、モニタリングポストは当センター屋上に設置されている日立アロカメディカルMAR-22の他、子ども総合科学館(宇都宮市)、安蘇庁舎(佐野市)、県西環境森林事務所(日光市)、小山庁舎(小山市)、芳賀庁舎(真岡市、平成30(2018)年3月に県東環境森林事務所から移設)、那須塩原市役所、那須町役場、馬頭図書館(那珂川町、平成26(2014)年12月に那珂川町山村開発センターから移設)の県内8地点に東芝放射線テクノサービス(D6000UM-DR(R1000D))を設置し、自動測定している。

2.1.4 ゲルマニウム半導体検出器分析システム(以下「Ge検出器」という。)を用いた核種分析

次の①～⑥の操作を行った試料を、セイコー・イージーアンドジーORTEC GEM25-70により70,000秒間測定した。

① 大気浮遊じん

当センター屋上にて毎月3日間、それぞれ1,720m³の大気中の浮遊じんを、ハイボリウムエアサンプラを用いてろ紙に採取し、四半期ごとに10,000m³程度の採気量に相当する大気中の浮遊じんをまとめ、試料とした。

② 降下物

当センター4階屋外渡り廊下に設置した直径79.8cm(内径)、受水面積5,000cm²の大型水盤により毎月1か月の雨水を採取し、全量を加熱濃縮した。

③ 陸水(蛇口水)

当センターの蛇口水を令和5(2023)年6月に100L採取し、加熱濃縮した。

④ 土壌

令和5(2023)年10月にコアサンプラを用い、日光市において土壌を上層(地表下0~5cm)と下層(地表下5~20cm)に分け、それぞれ約1.8kg及び約2.0kgを採取した。これらを乾燥し、2mm目のふるいを通したのち、均一になるように一定量を分取した。

⑤ 精米・牛乳

精米は約2kg、牛乳は2Lをそれぞれ2Lマリネリ容器に分取した。なお、精米は令和5(2023)年9月に宇都宮市において、牛乳は同年8月に那須塩原市において、それぞれ採取した。

⑥ 野菜（ニラ及びサツマイモ）

ニラ及びサツマイモを、それぞれ可食部約4kgとり、細切し、定温乾燥機（105℃）で乾燥後、電気炉（450℃、24時間）で灰化した。なお、ニラは令和5（2023）年8月に、サツマイモは同年11月に、いずれも宇都宮市で採取した。

2.2 緊急時調査（福島第一原子力発電所事故関連）

平成23（2011）年3月11日の東日本大震災による福島第一原子力発電所事故を受けて、サーベイメータ（日立アロカメディカルTCS-171B）を用いて、空間放射線量率の測定を継続して実施した。当センター敷地内の定点において、地上1mの高さで月1回、午前10時に測定した。

3 結果

3.1 平常時調査

3.1.1 全ベータ放射能測定

雨水中の全ベータ放射能測定結果を表1に示した。令和5（2023）年度に雨水を採取した94検体は、すべて検出下限値未満だった。

3.1.2 空間放射線量率測定

県内全9地点のモニタリングポストにおける月別の測定結果を表2に、各モニタリングポストの年間平均空間放射線量率を図1に、空間放射線量率の経月変化を図2に、それぞれ示した。当センターにおける年間平均値は39 nGy/hであった。また、9地点の値を比較すると、年間平均値が最も高かったのは那須塩原市役所の69 nGy/h、次いで県西環境森林事務所の64 nGy/h、次いで那須町役場の60 nGy/hであった。

3.1.3 Ge 検出器を用いた核種分析

人工放射性核種であるCs-134及びCs-137並びに天然放射性核種であるK-40の放射能測定結果を表3に示した。

大気浮遊じんは、Cs-134、Cs-137の両核種とも不検出であった。

降下物は、Cs-134の放射能降下物量は前年度と同様、不検出であり、Cs-137は不検出から2.2 MBq/km²の範囲であった。降下物中のCs-134及びCs-137の放射能降下量の経月変化を図3に示す。

陸水（蛇口水）のCs-134の放射能濃度は不検出、Cs-137は1.6 mBq/Lであった。

土壌について、Cs-134及びCs-137の放射能濃度は、それぞれ上層が23 Bq/kg 乾土及び1,200 Bq/kg 乾土、下層が1.8 Bq/kg 乾土、82 Bq/kg 乾土であった。

精米のCs-134の放射能濃度は不検出、Cs-137は0.15 Bq/kg 生であった。

葉菜（ニラ）のCs-134の放射能濃度は不検出、Cs-137は0.070 Bq/kg 生であった。

根菜（いも（サツマイモ））のCs-134の放射能濃度は不検出、Cs-137は0.095 Bq/kg 生であった。

牛乳のCs-134の放射能濃度は不検出、Cs-137は0.16 Bq/Lであった。

3.2 緊急時調査（福島第一原子力発電所事故関連）

地上1mの高さにおけるサーベイメータによる測定結果を表4に示す。各月の空間放射線量率の年間平均値は0.09 μSv/hであった。

4 考察

4.1.1 全ベータ放射能測定

雨水中の全ベータ放射能は、すべて検出下限値未満であり、過去3年間と比較して検出頻度が低下した¹⁾。福島第一原子力発電所事故の影響の低下が示唆される。

4.1.2 空間放射線量率測定

当センターにおける空間放射線量率の年間平均値は昨年度と同じ¹⁾ 39nGy/hであり、ほぼ横ばいとなっている。事故直後（最大値1,318nGy/h²⁾と比較すると大きく低下しており、事故以前の数値（平成21（2009）年度：年間平均値37nGy/h³⁾に近い値になっている。

県内全9地点のモニタリングポストにおける空間放射線量率の年間平均値について過去3年間¹⁾と比較すると、比較的空間放射線量率の高い県西環境森林事務所、那須塩原市役所及び那須町役場で低下が見られたほかは、各地点でほぼ横ばいであった。また、月ごとの空間放射線量率はほぼ横ばいで、月単位での明確な傾向は見られなかった。なお、機器の故障により年の半分以上が欠測となった安蘇庁舎は、評価から除外している。

4.1.3 Ge 検出器を用いた核種分析

大気浮遊じんについては、過去3年間を通して、Cs-134、Cs-137の両核種とも検出されなくなっており、福島第一原子力発電所事故の影響の低下が示唆される。

降下物の Cs-134 は、すべて検出下限値未満であった。半減期が約 2 年と短いため、福島第一原子力発電所の事故後、徐々に検出の頻度が低下している。Cs-137 は過去 3 年間と比較すると 2 月が 2.2 MBq/km²、3 月が 1.3 MBq/km² と比較的高い値を示しており、他の季節は同程度か若干低い値であった。過去の結果から、放射能濃度は雨量の多い 7 月から 9 月前後に減少し、雨の少ない 12 月から 3 月にかけてやや増加する傾向がある¹⁾。これは、強風や乾燥による粉じんの巻き上げ等の影響と考えられ、当該月は目視でもプラスチック片などを含め混入物の量の増加が見られていたことから、この影響が顕著だったものと考えられる（なお、混入した異物は除去して測定している。）。

陸水（蛇口水）の Cs-134 は過去 3 年間と同様に不検出であった。Cs-137 は前年度より増加したが、過去 3 年間¹⁾ のデータと比較すると変動の範囲内と考えられる。

土壌は、上層の Cs-137、下層の Cs-134 及び Cs-137 で前年度から増加したが、わずかに減少した上層の Cs-134 も含め、過去 3 年間¹⁾ の値と比較すると変動の範囲内と考えられた。事故以前の数値（平成 21（2009）年度の上層 Cs-137 濃度：44Bq/kg 乾土、下層 Cs-137 濃度：14Bq/kg 乾土）³⁾ と比較すると高い状況にあり、未だ土壌に強く吸着されていることがわかる。上層と下層の濃度を比較すると、上層が高い値となっているが、過去の調査でも同様の傾向が見られており、降下した放射性物質が沈着後に表層の土壌に強く吸着し、下層に移行しにくいと考えられる。

精米の Cs-134 は過去 3 年間と同様に不検出であり、Cs-137 は前年度よりも減少したが、過去 3 年間¹⁾ と比較すると変動の範囲内と考えられた。

野菜（葉菜・根菜）のうち、葉菜（ニラ）については、Cs-134 は不検出で、Cs-137 は前年度より増加した。また、根菜のいも（サツマイモ）については、Cs-134 は過去 3 年間と同様に不検出であり、Cs-137 は前年度より低下した。作物の変更の影響もあり評価が難しいが、いずれも過去 3 年間¹⁾ と比較して、変動の範囲内と考えられた。

牛乳については、平成 29（2017）年以來、Cs-137 は検出されていなかったが⁴⁾、令和 4（2022）年度におよそ 5 年ぶりに検出され、本年度はわずかに増加した。その濃度は検出下限値付近で非常に小さいため、変動の範囲内と考えられる。

4.2 緊急時調査（福島第一原子力発電所事故関連）

サーベイメータによる空間放射線量率は、前年度の年間平均値（0.08 μSv/h）からわずかに増加したが、過去 3 年間¹⁾ と比較して、ほぼ横ばいと考えられる。なお、本調査は、原子力規制庁の方針により、令和 5（2023）年度末（令和 6（2024）年 3 月）を最後に終了することとなった。

5 参考文献

- 1) 栃木県保健環境センター年報、第 26～28 号、2021～2023.
- 2) 栃木県保健環境センター年報、第 16 号、2011.
- 3) 栃木県保健環境センター年報、第 15 号、2010.
- 4) 栃木県保健環境センター年報、第 22 号、2017.

表1 雨水中の全ベータ放射能測定結果

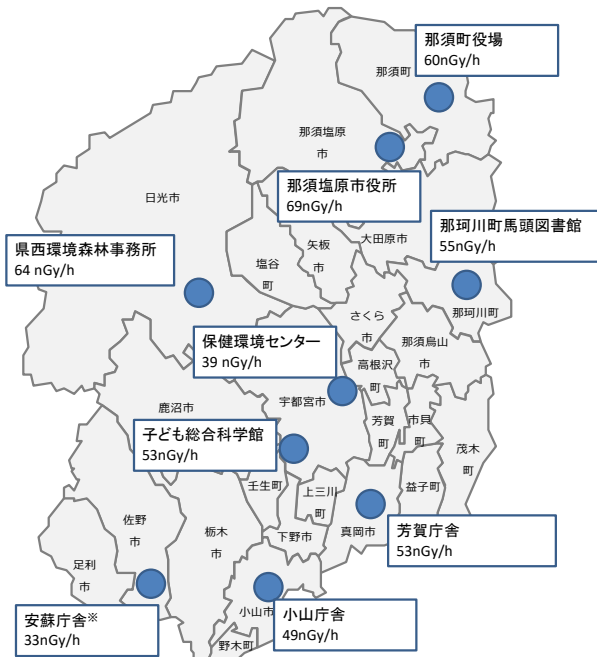
採取年月	月間降水量 (mm)	放射能濃度 (Bq/L)		月間降水量 (MBq/km ²)
		測定数 (検出数)	最高値	
R5年	4月	90.0	6 (0)	ND
	5月	176.4	9 (0)	ND
	6月	370.7	12 (0)	ND
	7月	139.7	13 (0)	ND
	8月	89.0	12 (0)	ND
	9月	323.4	9 (0)	ND
	10月	97.0	7 (0)	ND
	11月	58.2	6 (0)	ND
	12月	26.9	3 (0)	ND
	R6年	1月	41.1	2 (0)
2月		77.9	7 (0)	ND
3月		164.3	8 (0)	ND
年間値	1654.6	94 (0)	ND	ND
過去3年間 (R2~R4年度) の値		258 (5)	ND~2.4	ND~94

ND:不検出

表2 モニタリングポストにおける月別の空間放射線量率測定結果 (日平均値及び月平均値)

測定年月	モニタリングポスト (空間放射線量率: nGy/h)																	
	保健環境センター		子ども総合科学館		安蘇庁舎		県西環境森林事務所		小山庁舎		芳賀庁舎		那須塩原市役所		那須町役場		那珂川町馬頭図書館	
	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*	平均値	変動幅*
R5年4月	39	38 ~ 42	53	52 ~ 58	33	32 ~ 39	65	63 ~ 70	49	47 ~ 55	53	52 ~ 58	70	68 ~ 74	61	59 ~ 66	54	53 ~ 60
5月	39	38 ~ 43	53	51 ~ 59	機器故障のため 欠測		65	62 ~ 72	49	47 ~ 55	53	52 ~ 60	69	67 ~ 75	61	59 ~ 68	55	53 ~ 60
6月	39	38 ~ 43	53	51 ~ 59			65	62 ~ 71	49	47 ~ 56	53	52 ~ 59	69	66 ~ 74	61	59 ~ 66	55	53 ~ 61
7月	39	38 ~ 42	53	51 ~ 56			66	63 ~ 70	49	48 ~ 52	53	52 ~ 56	69	66 ~ 75	61	60 ~ 65	55	53 ~ 58
8月	38	38 ~ 40	52	51 ~ 54			64	62 ~ 68	49	48 ~ 50	52	51 ~ 54	69	67 ~ 71	60	59 ~ 63	55	53 ~ 58
9月	39	38 ~ 41	53	51 ~ 55			65	63 ~ 74	49	47 ~ 55	53	52 ~ 56	68	67 ~ 71	60	59 ~ 63	55	54 ~ 58
10月	39	38 ~ 42	53	52 ~ 57			64	62 ~ 68	49	48 ~ 55	53	52 ~ 58	69	67 ~ 71	60	59 ~ 63	55	53 ~ 59
11月	39	38 ~ 41	53	52 ~ 56			64	63 ~ 68	49	48 ~ 53	53	52 ~ 57	69	68 ~ 72	61	59 ~ 65	55	54 ~ 58
12月	39	38 ~ 42	54	52 ~ 58			65	63 ~ 69	49	48 ~ 52	53	52 ~ 56	69	68 ~ 73	61	59 ~ 64	55	54 ~ 61
R6年1月	39	38 ~ 43	54	52 ~ 60			64	62 ~ 72	49	48 ~ 56	53	52 ~ 59	69	67 ~ 75	60	58 ~ 67	55	53 ~ 60
2月	39	38 ~ 45	53	51 ~ 60			63	56 ~ 75	49	47 ~ 56	54	52 ~ 63	68	61 ~ 75	60	54 ~ 67	55	52 ~ 64
3月	39	38 ~ 45	51	50 ~ 59	32	31 ~ 42	63	61 ~ 74	49	48 ~ 59	53	52 ~ 61	68	66 ~ 76	60	58 ~ 67	55	52 ~ 63
年間平均値	39	38 ~ 45	53	50 ~ 60	33	31 ~ 42	64	56 ~ 75	49	47 ~ 59	53	51 ~ 63	69	61 ~ 76	60	54 ~ 68	55	52 ~ 64
過去3年間 (R2~R4)	39~40	38 ~ 46	52~56	51 ~ 62	33~35	29 ~ 46	65~71	59 ~ 78	48~51	47 ~ 60	52~54	51 ~ 63	70~78	62 ~ 86	61~67	51 ~ 78	54~57	52 ~ 65

*日平均値の変動幅 ※停電後、電源が復旧し測定が始まるまでは値が0となることがある。



※安蘇庁舎は、故障期間を除いた令和5(2023)年4月及び令和6(2024)年3月の平均値

図1 各モニタリングポストの年間平均空間放射線量率

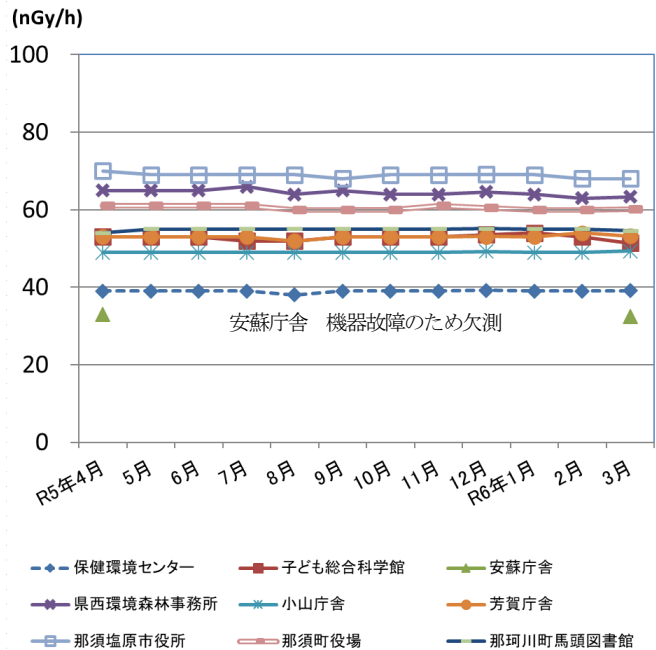


図2 空間放射線量率の経月変化

表3 Ge 検出器による核種測定結果

試料名	採取場所	採取年月日	検体数	Cs-134			Cs-137			K-40			単位	
				令和5年度	令和4年度	過去3年間の最高値	令和5年度	令和4年度	過去3年間の最高値	令和5年度	令和4年度	過去3年間の最高値		
大気浮遊じん	宇都宮市	R5.4~R6.3	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mBq/m ³	
降下物	宇都宮市	R5.4~R6.3	12	ND	ND	0.066 (R3.10)	ND~2.2	ND~0.56	1.3 (R3.2)	ND~2.3	ND~3.2	3.8 (R2.5)	MBq/km ²	
陸水 (蛇口水)	宇都宮市	R5.6.5	1	ND	ND	ND	1.6	0.94	2.2 (R3.6)	52	45	46 (R3.6)	mBq/L	
土壌	上層 (0~5cm)	日光市	R5.10.18	1	23	28	60 (R2.10)	1200	1000	1600 (R3.10)	150	140	140 (R3.10)	Bq/kg乾土
	下層 (5~20cm)	日光市	R5.10.18	1	1.8	1.6	5.2 (R2.10)	82	75	110 (R2.10)	140	140	140 (R4.10)	Bq/kg乾土
精米	宇都宮市	R5.9.14	1	ND	ND	ND	0.15	0.32	0.32 (R4.9)	22	21	24 (R3.9)	Bq/kg生	
野菜	葉菜 (ニラ) ^{*1)}	宇都宮市	R5.8.8	1	ND	ND	ND	0.070	0.025	0.12 (R2.6) ^{ネギ}	120	55	69 (R3.11) ^{ネギ}	Bq/kg生
	根菜・いも (サツマイモ) ^{*2)}	宇都宮市	R5.11.7	1	ND	ND	ND	0.095	0.48	ND (R2.11) ^{大根} 0.48 (R4.11) ^{サツマイモ}	130	140	90 (R2.11) ^{大根} 140 (R3.10) ^{サツマイモ}	Bq/kg生
牛乳	那須塩原市	R5.8.3	1	ND	ND	ND	0.16	0.10	0.10 (R4.8)	50	50	50 (R4.8)	Bq/L	

ND:不検出 ()内は、最高値を示した採取月 ^{*1)}令和2年度~令和4年度はネギの測定値、^{*2)}令和2年度は大根、令和3年度~令和4年度はサツマイモの測定値

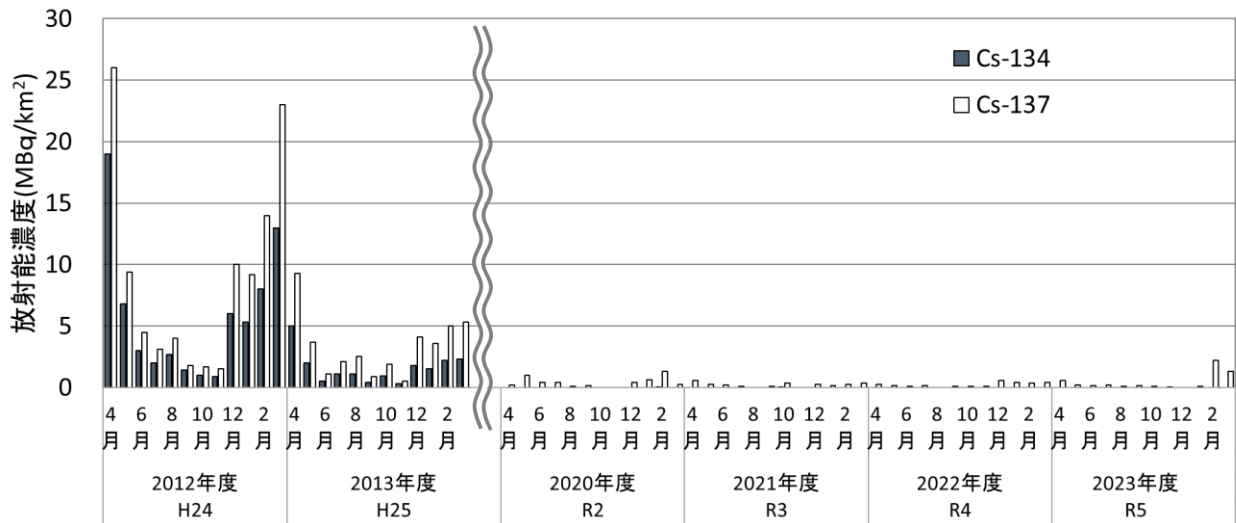


図3 降下物中の放射能降下量 (Cs-134、Cs-137) の経月変化

表4 サーベイメータによる空間放射線量率測定結果

測定日	時間	空間放射線量率 (μSv/h)
R5.4.5	10:00	0.08
R5.5.10	10:00	0.08
R5.6.7	10:00	0.08
R5.7.5	10:00	0.08
R5.8.9	10:00	0.09
R5.9.6	10:00	0.08
R5.10.11	10:00	0.09
R5.11.8	10:00	0.09
R5.12.6	10:00	0.08
R6.1.10	10:00	0.09
R6.2.7	10:00	0.09
R6.3.6	10:00	0.09
平均値		0.09