

栃木県における環境放射能測定結果（平成29年度調査）

大気環境部

齋藤 由実子 太田 恵 石原島 栄二

1 はじめに

昭和61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て、平成29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、それらの結果を併せて報告する。

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「平成29年度放射能測定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)において、平成29年4月1日から平成30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、降雨があった日ごとに、午前9時に雨水を採取した。その100mL(50mL以上であって100mLに満たない場合は全量)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時間値を用いて月間及び年間の平均値を算出し、また1時間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)、県東環境森林事務所(真岡市)、那須塩原市役所、那須町役場、馬頭図書館(平成26年12月に那珂川町山村開発センターから移設)の県内8地点において、いずれも東芝放射線テクノサービス(D6000UM-DR(R1000D))で、自動測定を行っている。

2.1.4 ゲルマニウム半導体検出器分析システム(セイコ

ー・イージーアンドジーORTEC GEM25-70以下、「Ge検出器」という。)を用いた核種分析

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15,000m³程度の採気量に相当する大気中の浮遊じんをまとめ、Ge検出器で70,000秒間測定した。

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か月分の雨水を採取し、全量を加熱濃縮した後、Ge検出器で70,000秒間測定した。

③ 上水・蛇口水

当センターの蛇口水を平成29年6月に100L採取し、加熱濃縮後、Ge検出器で70,000秒間測定した。

④ 土壌

平成29年10月にコアサンプラーを用い、日光市内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、それぞれを数kgずつ採取した。これらを乾燥した後、2mmふるいにより均一になるように一定量を分取し、それぞれGe検出器で70,000秒間測定した。

⑤ 精米・牛乳

精米は1.8kg、牛乳は2Lをそれぞれ2Lマリネリ容器にとり、Ge検出器で70,000秒間測定した。なお、精米は平成29年11月に宇都宮市、牛乳は平成29年8月に那須塩原市において採取した。

⑥ 野菜(ダイコン及びレタス)

ダイコン及びレタスは平成29年11月にいずれも宇都宮市で採取したものを、それぞれ可食部約5kg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、Ge検出器で70,000秒間測定した。

2.2 緊急時調査

2.2.1 福島第一原子力発電所事故

平成23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。

2.2.2 北朝鮮地下核実験

平成29年9月3日、北朝鮮が地下核実験を実施したことを受けて、当該日から9月12日までの10日間、原子力規制庁の依頼に基づき以下のモニタリング強化調査を実施した。

降水物は、降水またはドライフォールアウトを毎日15時から24時間分採取し、大気浮遊じんは、ハイボリウムエアサンプラーで毎日9時から24時間分採取して、Ge検出器によりそれぞれ20,000秒間測定した。

3 結果及び考察

3.1 平常時

3.1.1 全ベータ放射能測定

測定結果を表1¹⁾に示した。84検体のうち4検体で全ベータ放射能を検出した。平成29年6月に検出されたものが2.4Bq/Lと最も高かったが、過去3年間の最高値より低く、また福島第一原子力発電所の事故以前において最も高い濃度を検出した事例(平成21年4月、6.2Bq/L)よりも低いレベルであった。

3.1.2 空間放射線量率測定

月別のモニタリングポストによる測定結果を表2に示した。保健環境センターにおける年間平均値は、40nGy/hであり、事故直後(最大値1,318nGy/h)と比較すると大きく減少した。県内全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90nGy/h、次いで県西環境森林事務所の80nGy/h、那須町役場の77nGy/hであった。県内9地点におけるモニタリングポストの月

間平均値の経月変化を図1に示した。空間放射線量率の経月変化は、前述の3地点については漸減傾向であり、他の地点についてはほぼ横ばい傾向であった。

直近3年間の当県、隣接県(茨城県、群馬県、埼玉県)及び全国の空間放射線量率の平均値を表3²⁾に示した。県内全測定地点の平均値は全国平均値よりも高めの値であったが、全国平均値との差は年々小さくなっており、隣接県でも同様の傾向が見られた。

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、Cs-137並びに天然放射性核種であるK-40の測定結果を表4に示した。

大気浮遊じん、陸水、精米、野菜及び牛乳のCs-134及びCs-137は、根菜(ダイコン)で前年度には不検出であったCs-137がわずかながら検出された以外は、いずれの試料においても、前年度と同程度か低い値となった。

土壌中のCs-134及びCs-137の濃度については、両核種ともに上層では前年度よりも濃度が低下し、下層では上昇していた。上層が下層よりも高い濃度である傾向はこれまでみられ、降下した放射性物質は、沈着後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。

降水物中のI-131、Cs-134及びCs-137の放射能降下量の経月変化を図2に示した。福島第一原子力発電所の事故後、変動はあるものの徐々に降下量が減少し、値が低くなってきている。なお、毎年12月~4月に放射能の降下量がやや増加する傾向がみられ、これは強風や乾燥による粉じんの巻き上げによるものと推察される。また、概ね夏季には降下量が減少しており、風向等の気象条件の影響が考えられる。なお、Cs-134はほとんど不検出になってきている。

表1 定時降水中の全β放射線

採取年月	月間降水量 (mm)	放射能濃度 (Bq/L)		月間降下量 (MBq/km ²)		
		測定数 (検出数)	最高値			
平成29年 (2017)	4月	100.4	6 (0)	ND	ND	
	5月	80.0	10 (0)	ND	ND	
	6月	156.2	10 (2)	2.4	33	
	7月	147.2	12 (0)	ND	ND	
	8月	235.1	11 (0)	ND	ND	
	9月	113.7	4 (0)	ND	ND	
	10月	340.6	10 (1)	2.2	22	
	11月	43.2	3 (0)	ND	ND	
	12月	14.9	4 (0)	ND	ND	
	平成30年 (2018)	1月	40.8	4 (0)	ND	ND
		2月	44.7	2 (1)	2.0	4.4
		3月	96.6	8 (0)	ND	ND
年間値	1413.4	84 (4)	2.4	ND~33		
過去3年間の値 (平成26(2014)~28(2016)年度)			276 (14)	3.9	ND~57	

ND:不検出

表2 県内の空間線量率の経月変化 (日平均値の月間平均)

測定年月	モニタリングポスト (nGy/h)																			
	保健環境センター※1		子ども総合科学館		安藤庁舎※2		県西環境森林事務所		小山庁舎		県東環境森林事務所※3		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*		
H29(2017)年	4月	40	39 ~ 43	57	55 ~ 61	35	33 ~ 41	82	80 ~ 86	51	50 ~ 56	48	47 ~ 53	94	92 ~ 96	80	78 ~ 84	54	52 ~ 58	
	5月	40	39 ~ 43	57	55 ~ 58	35	34 ~ 39	83	80 ~ 89	51	50 ~ 55	48	46 ~ 52	94	91 ~ 98	80	77 ~ 85	54	52 ~ 57	
	6月	40	39 ~ 42	57	55 ~ 58	35	34 ~ 38	82	79 ~ 84	51	50 ~ 54	49	47 ~ 51	92	89 ~ 95	79	77 ~ 81	53	52 ~ 55	
	7月	40	39 ~ 44	57	55 ~ 61	36	33 ~ 48	81	78 ~ 86	51	50 ~ 57	48	47 ~ 53	93	89 ~ 100	79	76 ~ 87	54	53 ~ 61	
	8月	40	39 ~ 43	56	54 ~ 58	35	34 ~ 41	80	77 ~ 86	51	50 ~ 55	48	46 ~ 51	90	87 ~ 93	78	75 ~ 84	54	52 ~ 59	
	9月	40	40 ~ 41	56	55 ~ 58	35	34 ~ 38	79	78 ~ 83	51	50 ~ 55	48	47 ~ 51	89	88 ~ 91	76	74 ~ 79	53	52 ~ 55	
	10月	41	40 ~ 45	56	54 ~ 61	36	31 ~ 47	80	76 ~ 88	52	50 ~ 59	48	46 ~ 55	89	86 ~ 94	76	73 ~ 82	55	53 ~ 60	
	11月	41	40 ~ 44	56	55 ~ 60	32	31 ~ 36	79	77 ~ 84	51	50 ~ 55	48	47 ~ 52	89	87 ~ 91	76	74 ~ 80	55	54 ~ 59	
	12月	41	40 ~ 42	56	55 ~ 58	33	32 ~ 36	79	76 ~ 81	51	50 ~ 54	48	46 ~ 50	88	82 ~ 92	75	71 ~ 77	56	54 ~ 58	
	H30(2018)年	1月	40	38 ~ 43	56	52 ~ 60	-	-	77	68 ~ 82	51	46 ~ 55	47	42 ~ 52	85	77 ~ 91	73	65 ~ 81	55	51 ~ 60
		2月	40	40 ~ 41	56	55 ~ 56	-	-	76	72 ~ 79	51	50 ~ 52	48	45 ~ 54	87	84 ~ 91	72	68 ~ 78	55	54 ~ 67
		3月	40	39 ~ 42	56	54 ~ 59	34	33 ~ 38	77	75 ~ 81	51	50 ~ 55	54	52 ~ 57	87	85 ~ 90	74	71 ~ 79	55	54 ~ 57
年間平均値	40	38 ~ 45	56	52 ~ 61	35	31 ~ 48	80	68 ~ 89	51	46 ~ 59	49	42 ~ 57	90	77 ~ 100	77	65 ~ 87	54	51 ~ 61		
前年度までの過去3年間の値	40~43	40 ~ 49	57~64	56 ~ 70	35~38	34 ~ 47	83~110	68 ~ 112	52~55	50 ~ 63	48~53	45 ~ 62	95~136	86 ~ 138	79~121	70 ~ 125	54~63	52 ~ 66		

*日平均値の変動幅

※1保健環境センターは、2月9日より3月1日まで子機サーバー故障により欠測 (3月1日復旧)

※2安藤庁舎は、12月9日より3月2日までルーターの故障により欠測 (3月3日復旧)

※3県東環境森林事務所は、2月27日に真岡市田町から荒町に移設

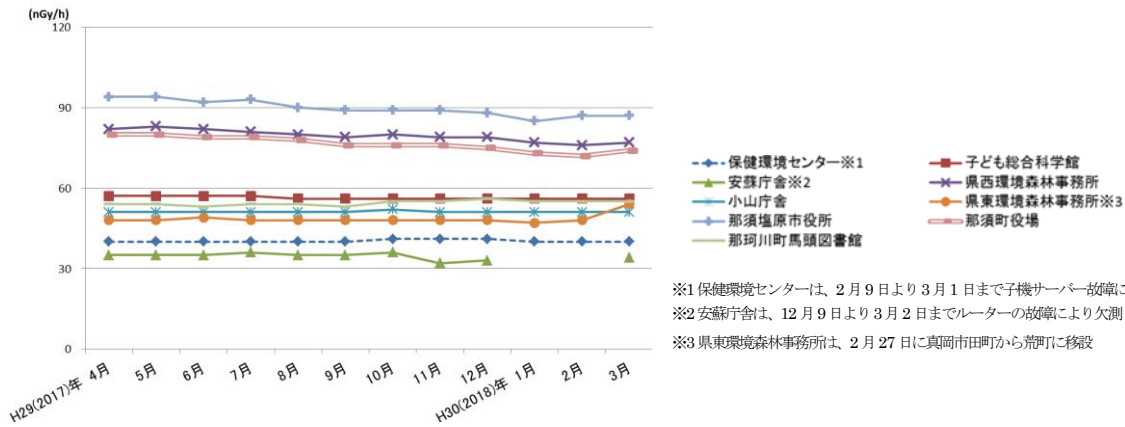


図1 県内空間線量率の経月変化

表3 近隣県の空間放射線量率経年変化(年間平均値)

(単位: nGy/h)

年度	固定型モニタリングポスト				
	栃木県	茨城県	群馬県	埼玉県	全国平均
平成27(2015)年度	66	64	44	57	52
平成28(2016)年度	62	61	41	54	51
平成29(2017)年度	60	59	40	52	50

*各県とも全測定地点の平均値

原子力規制庁「環境放射線データベース」
 (http://search.kankyo-hoshano.go.jp/ser/viet/search.top)
 (参照 H30(2018)-4-10)

表4 ゲルマニウム半導体検出器により核種分析

試料名	採取場所	採取年月日	検体数	Cs-134			Cs-137			K-40			単位	
				平成29年度(2017)	平成28年度(2016)	過去3年間の値最高値	平成29年度(2017)	平成28年度(2016)	過去3年間の値最高値	平成29年度(2017)	平成28年度(2016)	過去3年間の値最高値		
大気浮遊じん	宇都宮市	H29.4~H30.3	4	ND~ND	ND~ND	0.013(H26.7~9)	ND~ND	ND~ND	0.038(H26.7~9)	ND~ND	ND~ND	ND	mBq/m ³	
降下物	宇都宮市	H29.4~H30.3	12	ND~0.22	ND~0.25	1.8(H26.5)	0.17~0.72	0.088~1.2	4.5(H26.5)	ND~1.4	ND~1.0	1.5(H26.3)	MBq/km ²	
陸水(蛇口水)	宇都宮市	H29.6.8	1	ND	0.47	1.8(H26.6)	1.9	1.8	4.6(H26.6)	44	45	46(H26.6)	mBq/L	
土壌	上層(0~5 cm)	日光市	H29.10.12	1	77	160	160(H28.11)	640	980	980(H28.11)	130	140	150(H26.10)	Bq/kg乾土
	下層(5~20 cm)	日光市	H29.10.12	1	21	13	44(H26.10)	170	85	150(H26.10)	120	150	150(H28.11)	Bq/kg乾土
精米	宇都宮市	H29.11.21	1	ND	ND	0.36(H26.11)	ND	0.20	1.3(H26.11)	28	24	24(H28.11)	Bq/kg生	
野菜	根菜(ダイコン)	宇都宮市	H29.11.21	1	ND	ND	0.053(H26.11)	0.035	ND	0.21(H26.11)	75	63	100(H26.11)	Bq/kg生
	葉菜(レタス)	宇都宮市	H29.10.17	1	0.030	0.033	0.072(H26.11)	0.24	0.24	0.24(H26.11, H28.11)	57	140	140(H28.11)	Bq/kg生
牛乳	那須塩原市	H29.8.8	1	ND	ND	0.089(H27.8)	0.13	0.22	0.22(H28.8)	50	51	51(H28.8)	Bq/L	

ND:不検出
 ()内は、最高値を示した採取月

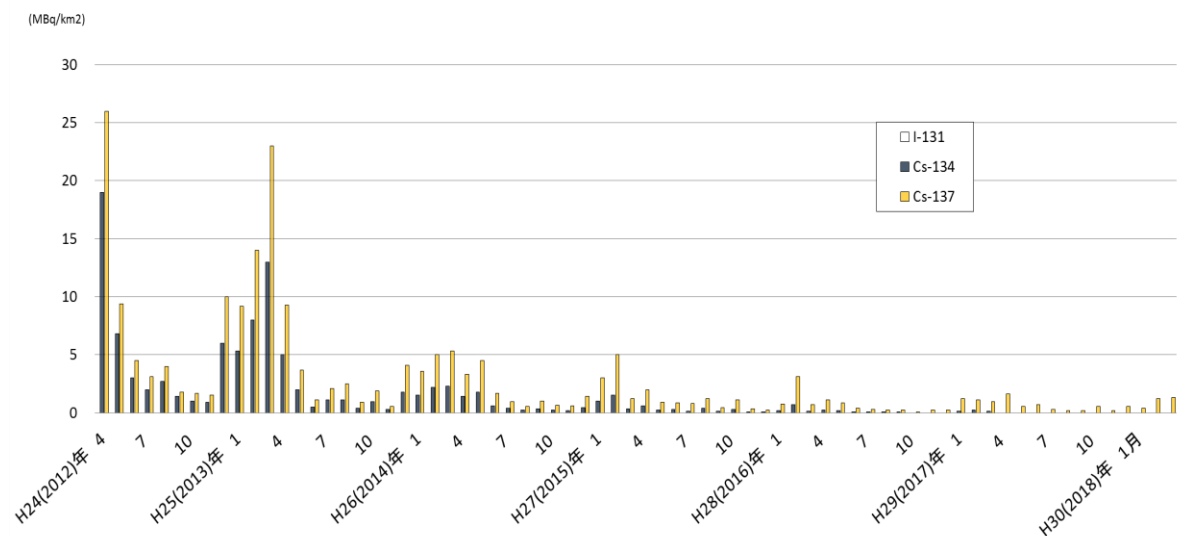


図2 降下物中の放射能(I-131, Cs-134, Cs-137)の経月変化(保健環境センター)

表5 サーベイメータによる空間線量率

測定日	時間	空間線量率 (μ Sv/h)
H29(2017). 4.5	10:00	0.08
5.10	10:00	0.08
6.7	10:00	0.08
7.5	10:00	0.09
8.9	10:00	0.08
9.6	10:00	0.09
10.11	10:00	0.08
11.8	10:00	0.09
12.6	10:00	0.07
H30(2018). 1.10	10:00	0.08
2.7	10:00	0.08
3.7	10:00	0.08

表6 緊急事態期間中の空間放射線量率
(保健環境センターモニタリングポスト)

測定日	線量率 上値の最大値 (nGy/h)	線量率 下値の最小値 (nGy/h)	線量率 日平均値 (nGy/h)
H29(2017). 9.3	43	37	40
9.4	44	36	40
9.5	43	36	40
9.6	47	36	41
9.7	47	37	41
9.8	44	37	40
9.9	44	37	40
9.10	43	37	40
9.11	46	37	40
9.12	46	36	41
最大値	47	-	41
最小値	-	36	40

3.2 緊急時調査

3.2.1 福島第一原子力発電所事故

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5に示す。各月の空間線量率は、0.07~0.09 μ Sv/hであり、ほとんどの月で0.08 μ Sv/h とほぼ一定の値で推移していた。

3.2.2 北朝鮮地下核実験

平成29年9月3日から9月12日の調査期間中のモニタリングポストの値を表6に示す。期間中の当センターにおける空間放射線量率の時間値の最大値は47nGy/h、最小値は36nGy/h、日平均値は40~41nGy/hと、平常時の値と同等の水準であった。また、降下物、大気浮遊じんのいずれからも人工放射性核種は検出されなかった。

4 参考文献

- 1) 栃木県保健環境センター年報, 第20~22号, 2014~2016.
- 2) 環境放射能データベース, 原子力規制庁
(<http://www.kankyo-hoshano.go.jp>)