

令和元年度
野生動植物への放射線影響調査において採取した試料の
放射能濃度測定値と被ばく線量率の推定値

1. はじめに

環境省では、東京電力福島第一原子力発電所（以下、「福島第一原発」という。）事故にともなう放射性物質の拡散による周辺地域の野生動植物への影響を把握するための調査を実施しています。本調査では、福島第一原発周辺において、野生動植物の試料の採取、空間線量率及び採取試料の放射能濃度の測定、被ばく線量率の推定を行っています。

2. 調査結果（令和元年度）

国際放射線防護委員会(ICRP)の定めた「標準動物及び植物」の考え方に基づいて選定した種（標準動植物）を中心に、野生動植物の試料を採取しました。採取した試料については、可能な限り種の同定まで行い、外部形態について確認をしました。令和元年度の環境省の調査で採取した試料については、いずれも放射線被ばくに起因すると推測されるような外部形態の異常は確認されていません。採取した野生動植物の試料、環境試料(リター層※及び土壌)については、セシウム 134 及びセシウム 137 の放射能濃度を測定しました。（表 1～4）

※：リター層とは土壌の上部にある落葉落枝等からなる有機物を含む層。

表 1 採取した試料の数と採取地の空間線量率

	哺乳類	無脊椎動物	植物	計
採取個体数	35	42	約 20	約 97
放射能濃度測定試料数	35	29	18	82
環境試料測定試料数*1	-			22
空間線量率*2	2.2-16.9	2.2-7.1	4.3-16.9	-

*1：野生動植物の試料を採取した地点で採取したリター層及び土壌の試料の数。

*2：野生動植物の試料採取地点で計測した空間線量率の最低値と最高値。（単位：μSv/h、小数点第 2 位を四捨五入）。

なお、環境省の「平成 29 年度野生動植物への放射線影響調査業務」と共通する採取地点については、平成 29 年度の結果と同じ地点名により記載しました。

※平成 29 年度結果 http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_wl_d180524.pdf

表2 哺乳類（ネズミ類）及び試料採取地周辺の環境試料の放射能濃度

採取地点 市町村	空間 線量率 (μ Sv/h)	種	生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ①	2.7	アカネズミ	37	570	610	リター層： 2,100 土壌： 1,400	30,000 20,000	32,000 21,000
			380	5,200	5,600			
			64	950	1,000			
			530	7,600	8,100			
			210	3,100	3,300			
双葉町 ①	2.2	アカネズミ	140	2,100	2,200	リター層： 3,100 土壌： 2,600	44,000 38,000	47,000 41,000
			54	850	900			
			170	2,400	2,600			
			340	4,800	5,100			
			330	4,400	4,700			
		280	4,100	4,400				
		ヒメネズミ	1,600	23,000	25,000			
大熊町 ①	16.9	アカネズミ	230	3,700	3,900	リター層： 4,700 土壌： 33,000	73,000 510,000	78,000 540,000
			280	4,200	4,500			
			120	2,100	2,200			
			180	2,600	2,800			
			90	1,500	1,600			
			120	1,700	1,800			
			130	2,000	2,100			
大熊町 ②	3.8	アカネズミ	52	730	780	リター層： 1,500 土壌： 7,000	22,000 100,000	24,000 110,000
			74	1,100	1,200			
			160	2,600	2,800			
			36	570	610			
			61	920	980			
			32	430	460			
			42	640	680			
			160	2,400	2,600			
			68	950	1,000			
			89	1,400	1,500			
			20	270	290			
			150	2,000	2,200			
			49	660	710			
			84	1,200	1,300			
			83	1,200	1,300			
200	2,600	2,800						

*：放射能濃度については有効数字2桁として算出。

表3 無脊椎動物（ミミズ類）及び試料採取地周辺の環境試料の放射能濃度

採取地点 市町村	空間 線量率 (μ Sv/h)	種	生体の放射能濃度 (Bq/kg FW)			環境試料の放射能濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ①	2.7	ハタケミミズ	240	3,300	3,500	リター層： 2,100 土壌： 1,400	30,000 20,000	32,000 21,000
			230	3,100	3,300			
		ヒトツモン ミミズ	250	2,600	2,900			
			ND	390				
		フキソクミミズ	130	1,900	2,000			
			ND	730				
		フトスジミミズ	140	1,400	1,500			
			140	1,500	1,600			
			ND	400				
			ND	1,400				
		ND	450					
双葉町 ①	2.2	タニマミミズ	270	2,900	3,200	リター層： 3,100 土壌： 2,600	44,000 38,000	47,000 41,000
			120	1,200	1,300			
			ND	400				
			290	4,300	4,600			
		アオキミミズ	ND	470				
			ND	950				
大熊町 ②	3.8	ヒトツモン ミミズ	120	1,500	1,600	リター層： 1,500 土壌： 7,000	22,000 100,000	24,000 110,000
			280	3,200	3,500			
		アオキミミズ	120	1,900	2,000			
			170	1,800	2,000			
		フトスジミミズ	190	2,400	2,600			
			95	1,500	1,600			
			140	2,300	2,400			
			140	2,000	2,100			
大熊町 ④	7.1	ハタケミミズ	1,400	22,000	23,000	リター層： 土壌： 7,700	110,000	120,000
			1,300	18,000	19,000			
		ヒトツモン ミミズ	2,200	30,000	32,000			
			540	8,700	9,200			
		フキソクミミズ						

*：放射能濃度については有効数字2桁として算出。

表4 植物及び試料採取地周辺の土壌の放射能濃度

① キンエノコロ

採取地 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の放射能濃度 (Bq/kg)			周辺土壌の放射能濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ②	4.3	葉茎	430	5,900	6,300	土壌： 4,800	75,000	80,000
		根	3,800	57,000	61,000			
		種子	ND	1,600				
浪江町 ③	11.1	葉茎	230	3,700	3,900	土壌： 6,100	96,000	100,000
		根	1,200	19,000	20,000			
		種子	180	2,000	2,200			
大熊町 ③	16.9	葉茎	1,700	26,000	28,000	土壌： 18,000	280,000	300,000
		根	3,500	51,000	55,000			
		種子	480	6,400	6,900			

*1：種子は Bq/kgFW（湿重）。それ以外は Bq/kgDW（乾重）。

*2：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

② チカラシバ

採取地 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の放射能濃度 (Bq/kg)			周辺土壌の放射能濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ②	4.3	葉茎	310	4,300	4,600	土壌： 4,800	75,000	80,000
		根	2,000	29,000	31,000			
		種子	ND	350	350			
浪江町 ③	11.1	葉茎	510	7,100	7,600	土壌： 6,100	96,000	100,000
		根	1,300	19,000	20,000			
		種子	290	4,100	4,400			
大熊町 ③	16.9	葉茎	250	4,000	4,300	土壌： 18,000	280,000	300,000
		根	1,600	24,000	26,000			
		種子	36	460	500			

*1：種子は Bq/kgFW（湿重）。それ以外は Bq/kgDW（乾重）。

*2：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

3. 被ばく線量率の推定

測定した放射能濃度と、欧州原子力共同体が開発した線量評価に用いるソフトウェアである ERICA ツール^{※1}を用いて、被ばく線量率の推定を行いました。被ばく線量率の推定に当たっては、同一地点で同一種の試料が複数得られた場合や同一個体でも部位によって異なる濃度が得られた場合には、最も高い濃度を用いて、より大きな影響が生じうる条件を設定して保守的な推定を行いました^{※2}。

具体的には、環境試料と生物試料の放射能濃度から ERICA ツール (ver. 1.2) を用いて算出した平均的な被ばく線量率に安全係数として3を乗じた被ばく線量率を算出し^{※3}、ICRP の誘導考慮参考レベル^{※4}を超過するかどうかをみるとともに、ICRP (2014) の標準動植物の線量率－影響表と照合し、どのような影響が生じる可能性があるか評価を行いました。

被ばく線量率の推定を行った動植物のうち、一部の地域/動植物種で、寿命短縮、罹患率の上昇、繁殖成功率の低下等の可能性が否定できない程度の数値が得られました。ただし、前述のとおり、本評価はより大きな影響が生じうる条件を設定して計算した保守的な推定を行ったものであり、実際にこのような影響が生じていることを示すものではありません。

- ※1 : 欧州原子力共同体が、環境の放射線防護を目的としたスクリーニングのために開発した線量評価に用いるソフトウェア
- ※2 : ミミズ類の被ばく線量率の推定及び放射線影響の評価に際しては、保守的評価の観点から同一地点のミミズ類を一括して扱った。
- ※3 : サンプルングの不確実性等を考慮し、念のため、統計上ありうる被ばく線量率 (95 パーセンタイル値) を用いて保守的な評価を実施。被ばく線量率は、指数分布するとの ERICA ツールの仮定に基づき、95 パーセンタイル値と平均値との比である3を安全係数として平均的な被ばく線量率に乗じて算出。
- ※4 : ICRP は、各標準動植物に対し、算出された被ばく線量率が影響を考慮するにあたる量であるかを判断するための目安として「誘導考慮参考レベル (mGy/day)」を示している。

表5 標準動植物の誘導考慮参考レベル (DCRLs)

DCRLs (mGy/day)	μGy/h 換算	標準動植物
10-100	416~4,166	ハチ、カニ、ミミズ
1-10	41.6~416	カエル、マス、カレイ、草本、褐藻
0.1-1	4.16~41.6	シカ、ネズミ、カモ、マツ

表 6 被ばく線量率の推定と誘導考慮参考レベルから推定される可能性のある放射線影響

生物		採取地点	内部被ばく線量率 (μGy/h)	外部被ばく線量率 (μGy/h)	合計被ばく線量率 (μGy/h)	安全係数3を乗じた線量率 (μGy/h) ※1	安全係数3を乗じた線量率 (mGy/day) ※1, 2	誘導考慮参考レベルから推定される、可能性のある影響※1
小型哺乳類	アカネズミ	浪江町①	1.3	7.1	8.4	25	0.60	影響は非常に小さい
		双葉町①	0.79	13	14	42	1.0	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
		大熊町①	0.69	180	180	540	13	罹患率の上昇、寿命短縮の可能性、繁殖成功率の低下
		大熊町②	0.43	36	36	108	2.6	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
	ヒメネズミ	双葉町①	3.8	13	17	50	1.2	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
無脊椎動物	ハタケミミズ	浪江町①	0.50	7.2	7.7	23	0.54	情報なし
	ヒトツモンミミズ	大熊町④	4.6	40	44	130	3.2	情報なし
	タニマミミズ	双葉町①	0.66	14	15	45	1.1	情報なし
	アオキミミズ	大熊町②	0.49	36	36	110	2.6	情報なし
小型陸生植物	キンエノコロ	浪江町②	1.1	10	11	33	0.79	情報なし
		浪江町③	2.6	13	16	48	1.1	情報なし
		大熊町③	6.9	37	44	130	3.3	情報なし
	チカラシバ	浪江町②	3.9	10	14	42	1.0	情報なし
		浪江町③	2.8	13	16	48	1.2	情報なし
		大熊町③	3.2	37	40	120	2.9	情報なし

※ 1 同じ分類群の標準動植物の誘導考慮参考レベルに到達した場合、当該線量率の欄を薄い網掛けで示す。また、スクリーニング基準を超過した生物について ICRP の標準動植物の線量率-影響関係表に照合した結果、推定される影響が個体数の変化を通じて集団に影響する可能性のあるものを濃い網掛けで示す。

※ 2 安全係数3を乗じた線量率(参考値)(mGy/day)は、被ばく線量率(μGy/h)を(mGy/day)に換算の後、3を乗じ有効数字2桁として算出。

※ 3 英語で Effects unlikely

【参考】本資料で用いた用語の説明

- ・空間線量率：空間中の γ （ガンマ）線量を測定したもので、1時間当たりのマイクロシーベルト（ $\mu\text{Sv/h}$ ）で表示した。
- ・放射能濃度：採取資料の放射能の値で、1キログラム当たりのベクレル（ Bq/kg ）で表示した。放射能とは、放射性物質が放射線を出す能力のこと。
- ・被ばく線量率：採取試料が放射線を受けて吸収する単位時間当たりのエネルギー。1時間当たりのマイクログレイ（ $\mu\text{Gy/h}$ ）で表示した。
- ・標準動植物：国際放射線防護委員会（ICRP）により、ヒトの放射線防護に対する考え方をヒト以外の生物に応用するために考えられた代表的な生物のモデル。シカ、ネズミ、カモ、カエル、マス、カレイ類、ハチ、カニ、ミミズ、マツ科、イネ科植物、褐藻類海藻の12種。
- ・湿重（FW）：試料の水分を含んだ重量。生重量、新鮮重量ともいう。キログラム（ kgFW ）で表示した。
- ・乾重（DW）：試料を乾燥させた時の重量。乾燥重量、乾物重量ともいう。キログラム（ kgDW ）で表示した。