

令和2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2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2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※、土壌及び水）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1～7）

※：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	鳥類	両生類	
採取個体数	32	10	4	
野生動植物測定試料数	32	10	8	
環境試料測定試料数 ^{*1}	-			
空間線量率 ^{*2}	1.8-16.9	0.2-0.3	7.1	

	魚類	無脊椎動物	植物	計
採取個体数	10	40	約30	約126
野生動植物測定試料数	1	4	30	85
環境試料測定試料数 ^{*1}	-			19
空間線量率 ^{*2}	7.1	1.8-17.0	2.1-18.0	-

*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、土壌及び水の試料の数。

*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、小数第2位を四捨五入）。

なお、環境省の「平成 29 年度野生動物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	2.3 (2.0-2.6)	アカネズミ	350	8,000	8,400	リター層： 690	14,000	15,000
			76	1,700	1,800			
			300	5,600	5,900			
			130	1,800	1,900			
			920	18,000	19,000			
			48	910	960			
		ヒメネズミ	620	10,000	11,000	土壌： 3,100	60,000	63,000
			69	1,200	1,300			
双葉町 ①	2.0 (1.8-2.2)	アカネズミ	48	770	820	リター層： 420	9,800	10,000
			250	6,100	6,400			
			170	3,900	4,100			
			300	5,300	5,600			
			150	3,200	3,400			
			370	6,100	6,500			
		ヒメネズミ	110	2,200	2,300	土壌： 3,400	68,000	71,000
180	3,000		3,200					
大熊町 ②	3.2 (2.6-3.7)	アカネズミ	270	4,200	4,500	リター層： 1,100	22,000	23,000
			130	2,500	2,600			
			65	1,000	1,100			
			400	6,900	7,300			
			100	2,400	2,500			
			64	1,100	1,200			
		ヒメネズミ	79	2,100	2,200	土壌： 4,300	85,000	89,000
1,500	25,000		27,000					
大熊町 ①	15.0 (13.7- 16.9)	アカネズミ	550	11,000	12,000	リター層： 5,000	110,000	120,000
			350	6,700	7,100			
			230	4,900	5,100			
			1,500	27,000	29,000			
			1,400	28,000	29,000			
			4,100	80,000	84,000			
			1,600	33,000	35,000			
			420	8,700	9,100			

*1：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表3 鳥類（ツバメ）及び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)	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
南相馬市 ①	0.28 (0.27-0.30)	ND*1	20		リター層： 20 土壌： 110	420	440
		ND*2	100				
		ND*3	33				
		ND*4	48				
		ND*5	69				
		22	450	470			
		ND*6	100				
ND*7	75						
南相馬市 ②	0.21 (0.20-0.23)	ND*8	29		リター層： 44	830	870
		ND*9	11		土壌： 60		

*1: 検出限界値 28Bq/kg *2: 検出限界値 25Bq/kg *3: 検出限界値 31Bq/kg *4: 検出限界値 23Bq/kg
 *5: 検出限界値 26Bq/kg *6: 検出限界値 37Bq/kg *7: 検出限界値 28Bq/kg *8 検出限界値 22Bq/kg
 *9: 検出限界値 12Bq/kg *10: 放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表4 両生類（ウシガエル）及び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)	部位	生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度*1			
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計	
浪江町 ④	7.1	個体①	筋肉	210	4,100	4,300	環境水： ND*2 底泥： 4,500	0.94	93,000
			肝臓	68	1,300	1,400			
		個体②	筋肉	76	1,900	2,000			
			肝臓	48	800	850			
		個体③	筋肉	150	2,800	3,000			
			肝臓	64	1,000	1,100			
		個体④	筋肉	100	2,200	2,300			
			肝臓	56	1,200	1,300			

*1: 上段: 水の濃度 (Bq/L)、下段: 底泥の濃度 (Bq/kgDW)
 *2: 検出限界値 0.66 Bq/L
 *3: 放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表5 魚類（メダカ）及び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)	供試 個体数	生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度*1		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ④	7.1	10	95	1,300	1,400	環境水： ND*2 底泥： 4,500	0.94	93,000

*1: 上段: 水の濃度 (Bq/L)、下段: 底泥の濃度 (Bq/kgDW)
 *2: 検出限界値 0.66 Bq/L
 *3: 放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表6 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)	供試 個体数	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	2.3 (2.0-2.6)	9	200	3,600	3,800	リター層： 690 土壌： 3,100	14,000 60,000	32,000 63,000
双葉町 ①	2.0 (1.8-2.2)	10	180	3,000	3,200	リター層： 420 土壌： 3,400	9,800 68,000	10,000 71,000
大熊町 ②	3.2 (2.6-3.7)	12	36	710	750	リター層： 1,100 土壌： 4,300	22,000 85,000	23,000 89,000
大熊町 ①	15.0 (13.8-17.0)	9	2,600	52,000	55,000	リター層： 5,000 土壌： 23,000	110,000 460,000	120,000 480,000

*1：放射能濃度については有効数字2桁として算出。

表7 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

採取地域 市町村	空間 線量率 (μ Sv/h)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) *1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ②	3.6 (3.1-4.1)	葉茎	610	12,000	13,000	4,000	89,000	93,000
		根	1,600	39,000	41,000			
		種子	63	1,600	1,700			
浪江町 ③	6.2 (5.5-7.4)	葉茎	260	4,500	4,800	5,900	130,000	140,000
		根	1,100	20,000	21,000			
		種子	250	4,700	5,000			
大熊町 ③	15.2 (12.0-18.0)	葉茎	4,200	90,000	94,000	11,000	240,000	250,000
		根	16,000	350,000	370,000			
		種子	580	14,000	15,000			

*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

採取地域 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) *1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ②	3.6 (3.1-4.1)	葉茎	320	7,200	7,500	4,000	89,000	93,000
		根	1,000	22,000	23,000			
		種子	95	1,400	1,500			
浪江町 ③	6.2 (5.5-7.4)	葉茎	310	7,100	7,400	5,900	130,000	140,000
		根	880	21,000	22,000			
		種子	150	2,900	3,100			
大熊町 ③	15.2 (12.0-18.0)	葉茎	440	10,000	10,000	11,000	240,000	250,000
		根	1,300	28,000	29,000			
		種子	150	3,000	3,200			

*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 スギ

採取地域 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) *1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ⑤	2.4 (2.1-3.5)	枝葉	58	1,100	1,200	1,800	41,000	43,000
		球果	180	3,900	4,100			
		種子	89	1,100	1,200			
大熊町 ⑤	11.6 (10.7-12.2)	枝葉	310	5,700	6,000	12,000	260,000	270,000
		球果	240	5,100	5,300			
		種子	140	2,200	2,300			

*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。

④ ヒノキ

採取地域 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) *1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ⑤	2.4 (2.1-3.5)	枝葉	100	1,900	2,000	1,800	41,000	43,000
		球果	260	5,600	5,900			
		種子	43	940	980			
大熊町 ⑤	11.6 (10.7-12.2)	枝葉	380	8,100	8,500	12,000	260,000	270,000
		球果	700	15,000	16,000			
		種子	130	3,200	3,300			

*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。

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. 1.3.1)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^{※2}、ICRP の誘導考慮参考レベル^{※3}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 : 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。
- ※3 : 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8 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9 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 ($\mu\text{Gy/h}$)	外部被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	合計被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	安全係数3を乗じた線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)※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
小型哺乳類	アカネズミ	浪江町①	2.9	20	23	69	1.7	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
		双葉町①	1.0	23	24	72	1.7	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
		大熊町②	1.1	29	30	90	2.2	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
		大熊町①	13	160	170	510	12	罹患率の上昇、寿命短縮の可能性、繁殖成功率の低下
	ヒメネズミ	浪江町①	1.6	20	22	66	1.6	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
		大熊町②	0.34	29	29	87	2.1	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
鳥類	ツバメ	南相馬市①	0.070	0.36	0.43	1.3	0.031	情報なし
		南相馬市②	0.00	0.19	0.19	0.57	0.014	情報なし
両生類	ウシガエル	浪江町④	0.68	30	31	93	2.2	影響を肯定する情報なし
魚類	メダカ	浪江町④	0.17	17	17	51	1.2	繁殖成功率低下の可能性
無脊椎動物	ミミズ類	浪江町①	0.53	21	22	66	1.6	情報なし
		双葉町①	0.44	23	23	69	1.7	情報なし
		大熊町②	0.10	29	29	87	2.1	情報なし
		大熊町①	7.7	160	170	510	12	情報なし
小型陸生植物	キンエノコロ	浪江町②	5.2	11	16	48	1.2	情報なし
		浪江町③	2.7	17	20	60	1.4	情報なし
		大熊町③	47	31	78	230	5.6	情報なし
	チカラシバ	浪江町②	2.9	11	14	42	1.0	情報なし
		浪江町③	2.8	17	20	60	1.4	情報なし
		大熊町③	3.7	31	35	110	2.5	情報なし
木本植物	スギ	浪江町⑤	1.4	4.2	5.6	17	0.40	情報なし
		大熊町⑤	2.0	26	28	84	2.0	解剖学上、構造上及び形態上の損傷を介して示される病的状態、長期被ばくによる繁殖成功率の低下

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
ヒノキ	浪江町 ⑤	2.0	4.2	6.2	19	0.45	情報なし
	大熊町 ⑤	5.3	26	31	93	2.2	解剖学上、構造上及び形態上の損傷を介して示される病的状態、長期被ばくによる繁殖成功率の低下

- ※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。

【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(μSv/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(μGy/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。