

令和3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3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3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 | 無脊椎動物 | 植物 | 計 |
|-------------------------|----------|----------|----------|-------|
| 採取個体数 | 46 | 58 | 約 30 | 約 134 |
| 放射能濃度測定試料数 | 46 | 30 | 18 | 94 |
| 環境試料測定試料数 ^{*1} | - | | | 11 |
| 空間線量率 ^{*2} | 1.3-15.1 | 1.3-15.1 | 2.9-10.9 | - |

*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、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）。

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

| c | 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 南津島 | 2.4 (2.1-2.6) | アカネズミ | 240 | 8,300 | 8,500 | リター層 210 土壌 2,300 | 5,000 64,000 | 5,200 66,000 |
| 双葉町 山田 | 1.5 (1.3-1.6) | アカネズミ | 81 | 2,000 | 2,100 | リター層 : 990 土壌 : 1,000 | 26,000 27,000 | 27,000 28,000 |
| | | | 32 | 750 | 780 | | | |
| | | | 1,100 | 28,000 | 29,000 | | | |
| | | | <100 | 3,500 | | | | |
| | | | 200 | 4,800 | 5,000 | | | |
| | | | 68 | 2,000 | 2,100 | | | |
| 大熊町 小入野 | 3.4 (2.8-4.0) | アカネズミ | 52 | 1,200 | 1,300 | リター層 : 380 土壌 : 2,400 | 13,000 66,000 | 13,000 68,000 |
| | | | 31 | 850 | 880 | | | |
| | | | 32 | 970 | 1,000 | | | |
| | | | 22 | 900 | 920 | | | |
| | | | 27 | 860 | 890 | | | |
| | | | 29 | 890 | 920 | | | |
| | | | 28 | 930 | 960 | | | |
| | | | 51 | 1,300 | 1,400 | | | |
| | | | 26 | 650 | 680 | | | |
| | | | 24 | 500 | 520 | | | |
| | | | 22 | 560 | 580 | | | |
| | | | 28 | 650 | 680 | | | |
| | | | 110 | 3,000 | 3,100 | | | |
| | | | 220 | 5,000 | 5,200 | | | |
| | | | 260 | 6,700 | 7,000 | | | |
| | | | 120 | 3,800 | 3,900 | | | |
| | | 780 | 18,000 | 19,000 | | | | |
| | | ヒメネズミ | 120 | 2,200 | 2,300 | | | |
| | | | 1,400 | 44,000 | 45,000 | | | |
| 大熊町 夫沢① | 14.2 (13.3-15.1) | アカネズミ | 150 | 5,600 | 5,800 | リター層 : 4,100 土壌 : 11,000 | 110,000 290,000 | 110,000 300,000 |
| | | | 540 | 14,000 | 15,000 | | | |
| | | | 1,800 | 33,000 | 35,000 | | | |
| | | | 1,800 | 59,000 | 61,000 | | | |
| | | | 240 | 5,600 | 5,800 | | | |
| | | | 470 | 13,000 | 13,000 | | | |
| | | | 480 | 16,000 | 16,000 | | | |
| | | | 900 | 22,000 | 23,000 | | | |
| | | | 120 | 3,200 | 3,300 | | | |
| | | | 680 | 15,000 | 16,000 | | | |
| | | | 330 | 8,600 | 8,900 | | | |
| | | | 360 | 8,500 | 8,900 | | | |
| | | | 1,100 | 30,000 | 31,000 | | | |
| | | | 1,100 | 34,000 | 35,000 | | | |
| | | | 480 | 13,000 | 13,000 | | | |
| | | | 67 | 2,400 | 2,500 | | | |
| | | | 430 | 12,000 | 12,000 | | | |
| 420 | 11,000 | 11,000 | | | | | | |
| 230 | 4,800 | 5,000 | | | | | | |
| 220 | 5,900 | 6,100 | | | | | | |

*1：放射能濃度については有効数字2桁として算出。

*2：地点名の丸数字は過年度調査と統一。

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 南津島 | 2.4 (2.1-2.6) | ヒトツモンミミズ | 48 | 910 | 960 | リター層： 210 土壌： 2,300 | 5,000 64,000 | 5,200 66,000 |
| | | フキソクミミズ | <47 | 550 | | | | |
| | | フトスジミミズ | <32 | 250 | | | | |
| | | フトスジミミズ | <45 | 250 | | | | |
| | | ヒトツモンミミズ | 260 | 4,900 | 5,200 | | | |
| | | フキソクミミズ | <200 | 160 | | | | |
| 双葉町 山田 | 1.5 (1.3- 1.6) | Amyntas 属の一種 | 110 | 3,100 | 3,200 | リター層： 990 土壌： 1,000 | 26,000 27,000 | 27,000 28,000 |
| | | Amyntas 属の一種 | 540 | 11,000 | 12,000 | | | |
| | | Amyntas 属の一種 | 190 | 5,000 | 5,200 | | | |
| | | Amyntas 属の一種 | 110 | 1,500 | 1,600 | | | |
| | | Amyntas 属の一種 | 58 | 1,300 | 1,400 | | | |
| | | Amyntas 属の一種 | 210 | 2,900 | 3,100 | | | |
| | | Amyntas 属の一種 | 100 | 2,200 | 2,300 | | | |
| 大熊町 小入野 | 3.4 (2.8-4.0) | フトスジミミズ | 33 | 690 | 720 | リター層： 380 土壌： 2,400 | 13,000 66,000 | 13,000 68,000 |
| | | フトスジミミズ | 190 | 3,400 | 3,600 | | | |
| | | フトスジミミズ | 49 | 1,100 | 1,100 | | | |
| | | フトスジミミズ | 150 | 1,900 | 2,100 | | | |
| | | フトスジミミズ | 62 | 2,100 | 2,200 | | | |
| | | フトスジミミズ | 40 | 990 | 1,000 | | | |
| | | フトスジミミズ | 46 | 1,400 | 1,400 | | | |
| 大熊町 夫沢① | 14.2 (13.3- 15.1) | フトスジミミズ | 530 | 16,000 | 17,000 | リター層： 4,100 土壌： 11,000 | 110,000 290,000 | 110,000 300,000 |
| | | フトスジミミズ | 1,000 | 27,000 | 28,000 | | | |
| | | フトスジミミズ | 1,000 | 27,000 | 28,000 | | | |
| | | フトスジミミズ | 920 | 25,000 | 26,000 | | | |
| | | フトスジミミズ | 1,300 | 35,000 | 36,000 | | | |
| | | フトスジミミズ | 1,100 | 31,000 | 32,000 | | | |
| | | フトスジミミズ | 1,700 | 41,000 | 43,000 | | | |
| | | フトスジミミズ | 1,200 | 32,000 | 33,000 | | | |
| | | ヒトツモンミミズ | 1,500 | 43,000 | 45,000 | | | |
| フキソクミミズ | 1,100 | 32,000 | 33,000 | | | | | |

*1：放射能濃度については有効数字2桁として算出。

*2：地点名の丸数字は過年度調査と統一。

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/kg DW) | | |
|-------------|----------------------------|----|----------------------|--------|--------|-----------------------|---------|---------|
| | | | Cs-134 | Cs-137 | 合計 | Cs-134 | Cs-137 | 合計 |
| 浪江町 昼曽根 | 3.2 (2.9-3.3) | 葉茎 | 300 | 7,300 | 7,600 | 3,100 | 86,000 | 93,000 |
| | | 根 | 1,800 | 49,000 | 51,000 | | | |
| | | 種子 | 81 | 2,700 | 2,800 | | | |
| 浪江町 井手② | 7.5 (7.3-7.6) | 葉茎 | 290 | 8,400 | 8,700 | 4,600 | 130,000 | 130,000 |
| | | 根 | 1,200 | 32,000 | 33,000 | | | |
| | | 種子 | 200 | 4,600 | 4,800 | | | |
| 大熊町 夫沢③ | 10.4 (9.7-10.9) | 葉茎 | 160 | 4,800 | 5,000 | 5,200 | 140,000 | 150,000 |
| | | 根 | 1,800 | 43,000 | 45,000 | | | |
| | | 種子 | 56 | 1,600 | 1,700 | | | |

*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：地点名の丸数字は過年度調査と統一。

② チカラシバ

| 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/kg DW) | | |
|-------------|----------------------------|----|----------------------|--------|--------|-----------------------|---------|---------|
| | | | Cs-134 | Cs-137 | 合計 | Cs-134 | Cs-137 | 合計 |
| 浪江町 昼曽根 | 3.2 (2.9-3.3) | 葉茎 | 160 | 4,900 | 5,100 | 3,100 | 86,000 | 93,000 |
| | | 根 | 600 | 17,000 | 18,000 | | | |
| | | 種子 | 68 | 1,200 | 1,300 | | | |
| 浪江町 井手② | 7.5 (7.3-7.6) | 葉茎 | 230 | 6,900 | 7,100 | 4,600 | 130,000 | 130,000 |
| | | 根 | 630 | 17,000 | 18,000 | | | |
| | | 種子 | 55 | 1,200 | 1,300 | | | |
| 大熊町 夫沢③ | 10.4 (9.7-10.9) | 葉茎 | 240 | 6,600 | 6,800 | 5,200 | 140,000 | 150,000 |
| | | 根 | 1,200 | 34,000 | 35,000 | | | |
| | | 種子 | 140 | 3,000 | 3,100 | | | |

*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：地点名の丸数字は過年度調査と統一。

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/動物種で、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：サンプリ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 (μ Gy/h) | 外部被ばく線量率 (μ Gy/h) | 合計被ばく線量率 (μ Gy/h) | 安全係数3を乗じた線量率 (μ 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 | 浪江町南津島 | 1.3 | 21 | 22 | 66 | 1.6 | 雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性 |
| | | 双葉町山田 | 4.5 | 8.9 | 13 | 39 | 0.94 | 影響は非常に小さい |
| | | 大熊町小入野 | 1.1 | 22 | 23 | 69 | 1.7 | 雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性 |
| | | 大熊町夫沢① | 9.4 | 95 | 100 | 300 | 7.2 | 雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性 |
| | ヒメネズミ | 大熊町小入野 | 7.0 | 22 | 29 | 87 | 2.1 | 雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性 |
| 無脊椎動物 | ヒトツモンミズ | 浪江町南津島 | 0.72 | 21 | 22 | 66 | 1.6 | 情報なし |
| | | 大熊町夫沢① | 6.3 | 97 | 100 | 300 | 7.2 | 情報なし |
| | フキソクミズ | 大熊町夫沢① | 4.7 | 97 | 100 | 300 | 7.2 | 情報なし |
| | フトスジミズ | 大熊町小入野 | 0.50 | 22 | 22 | 66 | 1.6 | 情報なし |
| | | 大熊町夫沢① | 6.0 | 97 | 100 | 300 | 7.2 | 情報なし |
| | Amyntas 属の一種 | 双葉町山田 | 1.7 | 9.0 | 11 | 33 | 0.80 | 情報なし |
| 小型陸生植物 | キンエノコロ | 浪江町屋菅根 | 6.5 | 11 | 17 | 51 | 1.2 | 情報なし |
| | | 浪江町井手② | 4.3 | 16 | 20 | 60 | 1.4 | 情報なし |
| | | 大熊町夫沢③ | 5.7 | 17 | 23 | 69 | 1.7 | 情報なし |
| | チカラシバ | 浪江町屋菅根 | 2.3 | 11 | 13 | 39 | 0.94 | 情報なし |
| | | 浪江町井手② | 2.3 | 16 | 18 | 54 | 1.3 | 情報なし |
| | | 大熊町夫沢③ | 4.5 | 17 | 22 | 66 | 1.6 | 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(μ Gy/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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）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。