

栃木県北部の宅地敷地内における土壤中の放射性セシウム - 2018年、2020年、2021年の調査結果の比較考察 -

清水 奈名子・手塚 郁夫¹・飯塚 和也²

序 原発事故と長期化する栃木県における放射能汚染

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所（以下、東電福島第一原発）から11年が経過したが、各地で事故による被害が継続している。特に、事故によって大量に放出された放射性セシウム137の半減期は約30年と長期にわたるため、拡散した放射性セシウムが時間の経過とともにどのような挙動をとるのかについて、多様な研究が続けられてきた。

過去2年間に日本国内において発表された先行研究だけを概観しても、食品³、野生植物⁴、果樹⁵、森林と樹木⁶、海産生物⁷、海水⁸、河川水と底質⁹、農地¹⁰などを対象として、原発事故によって放出された放射性セシウムの測定と分析が行われている。その一方で、多くの人々が日常的に生活し、長時間滞在している宅地敷地内の放射性セシウムに関する調査、研究はごくわずかである¹¹。

筆者等は、東電福島原発事故による放射能汚染を受けた栃木県北の宅地敷地内において、2018年12月に採取した土壤の測定結果を2019年に論文として発表している¹²。本稿は、2018年の測定箇所とほぼ同じ地点において、2020年9月と2021年11月に採取した土壤を測定し、2018年の測定結果と比較することで、宅地敷地内における放射性セシウムの減衰の実態を明らかにすることを目的としている。

上述した2019年の論文において指摘したように、東電福島原発事故によって放出された放射性物質は、福島県境を越えて東北・関東地方に広く拡散したことが知られている。原発事故から4ヶ月後の2011年7月27日に公表された、文部科学省及び栃木県による航空機モニタリングの測定結果によれば、福島県に隣接する栃木県もまた、福島県との県境に位置する県北部を中心に、放射性

セシウム134及び137による汚染を受けた¹³。汚染が最も深刻な地域では、地表面への放射性セシウム134と137の2011年時点での蓄積量の合計が、1平方メートル(m²)あたり3万ベクレル(Bq)以上、10万Bq以下となっている。これは2011年時点の福島県中通りの一部と同程度の汚染であり、「放射線管理区域」の基準となる1m²あたり4万Bq¹⁴と同等、またはこの基準を超える土壤汚染が発生していたことになる。

しかしながら、上述した文部科学省及び栃木県による土壤中の放射性セシウム蓄積量の測定結果は、航空機モニタリング¹⁵による推計値であり、実際に土壤を採取して測定されたものではない。東電福島原発事故後、栃木県だけでなく福島県も含めて、政府機関による広域かつ体系的な土壤調査結果は公表されていない。これまで政府が避難指示や除染の基準として採用してきたのは、空間線量率であった。福島県境を超えた放射性物質による汚染についても、環境省は放射性物質汚染対処特措法第32条に基づき、空間放射線量が1時間当たり0.23マイクロシーベルト(μ Sv)以上の地域を、2011年12月に「汚染状況重点調査地域」として指定した。栃木県では、佐野市、鹿沼市、日光市、大田原市、矢板市、那須塩原市、塩谷町及び那須町の全域が指定されている(その後、佐野市は2016年3月31日に指定が解除された)¹⁶。

2022年現在の汚染状況を知る手がかりとなるデータは、栃木県内の一部の市町において継続されている食品中の放射性物質の測定検査結果であり、自治体のホームページ上で公開されている。一例として、栃木県北に位置し、汚染状況重点調査地域の指定を受けた那須塩原市の検査で、2021年4月から2022年4月に測定された食品のうち、一般食品の放射性セシウムの基準値である1キロ

グラム (kg) あたり 100Bq¹⁷ を上回った食品 (いずれも那須塩原市内で採取・市販品以外) の測定結果を、高い順に上位 6 位までまとめたのが表 1 である。事故から 10 年以上が経過しても、いまだにキノコや山菜などでは基準値を超える放射性セシウムが検出され続けていることが分かる¹⁸。

表 1 食品測定結果 (2021 年 4 月～2022 年 4 月)
測定値が高かった上位 10 食品

測定年月	検体名	セシウム134と137の合計 (Bq / kg)
2021/4	コシアブラ	388.0
2021/7	チチタケ	384.0
2022/4	タケノコ	180.0
2022/4	タケノコ	139.0
2021/7	チタケ	131.0
2022/3	シイタケ	129.0

出典：那須塩原市ホームページをもとに筆者作成。

I 方法と材料

1 空間線量率の測定、土壌の採取および放射性セシウム濃度の測定

(1) 空間線量率および土壌採取の場所

今回も測定にあたっては、2018 年と同様に、栃木県内の汚染状況重点調査地域の住民のうち、測定結果の公表について同意の得られた 5 世帯の調査協力者の自宅敷地内を測定対象とした。表 2 に示したように、栃木県那須塩原市並びに那須町において、2020 年 9 月 19、27 日と、2021 年の 11 月 3、4 日 (いずれも晴天) に、5 軒の住宅の敷地内 (T1 ~ T5) の屋外において、1 軒当たり 6 ポイントで、空間線量率の測定と、土壌の放射性セシウムの測定のため、表層土壌 (深さ 0 ~ 5cm) を採取した。いずれの地点も、2018 年の測定箇所とほぼ同じ地点を対象としている。採取地点の選定に際しては、日常生活で立ち入る範囲内の地点を選定し、放射性セシウムが集積しやすいと推定される地点のみを取って選び出すことはしなかった。

表 2 調査対象地域

No.	市町村名	備考
T1	那須塩原市	敷地内に家庭菜園有り。
T2	那須塩原市	敷地の一部は農地として利用。
T3	那須塩原市	敷地内に家庭菜園有り。
T4	那須町	敷地の一部で事故前はキノコを栽培。
T5	那須町	敷地内に家庭菜園有り。敷地の一部は碎石を敷く除染を実施済み。

出典：筆者作成。

(2) 空間線量率の測定

空間線量率 (μ Sv / 毎時 h) の測定は、シンチレータ式簡易測定器である環境放射線モニタ PA-1000 Radi (HORIBA) を用いた。測定は、1ヶ所につき地上高 0.5 m と 1.0 m の 2 つの測定高で行い、それぞれ 1 分以上保持して安定した値を記録した。

(3) 土壌の採取

土壌の採取は次に示す方法で行った。土壌深度 5cm 用の土壌採土器 (DIK-115B、大起理化学工業株式会社) を用い、土壌は、ステンレス製の試料円筒 (内径寸法 ϕ 50 x 51mm、DIK-1801、大起理化学工業株式会社) を採土器内に挿着し、土壌表層 (深度 5cm) に打込み採取した。土壌採取後速やかに、試料円筒の上下にフタを取り付けビニールテープで密封した。

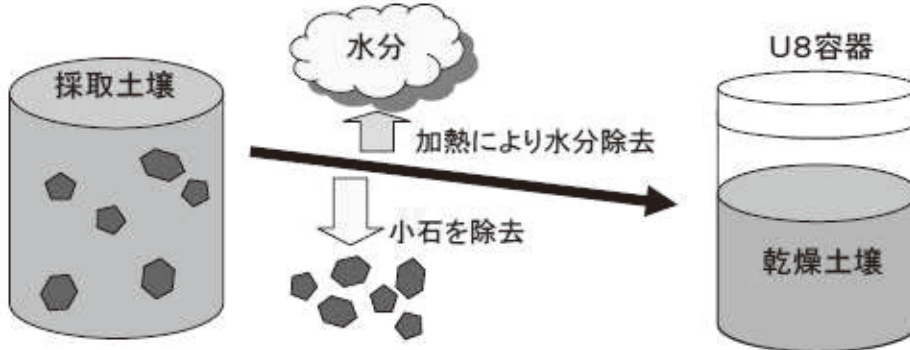
2 土壌の放射性セシウムの測定および単位面積あたりの放射性セシウム量の算出

採取した土壌の採取重量 (g) の測定方法も、2018 年調査時の方法をほぼ踏襲している。採取土壌をビーカー (300mL) に入替え、混入していた石 (長辺 1 cm 程度以上) および植物の根を除去し、重量 (Wg) (g) を測定し、定温乾燥機を用い 80℃ で 48 時間乾燥後、全乾重量 (Wo) (g) を測定した。含水率 (%) は、次の式から算出した。

$$\text{含水率} = ((Wg - Wo) / Wg) \times 100$$

1. 測定

直径5cm、深さ5cmの円柱状に土壌を採取
水分と小石を除去した乾燥土壌をU8容器に詰め、放射能濃度を測定した。



加熱により除去された水分には放射性セシウムは含まれていない。
小石表面に付着した放射性セシウムは、今回の測定では無視する。

放射能濃度の測定結果は キログラムあたりのベクレル値 (Bq/kg) として得られる。

【注：1000ベクレル=1キロベクレルなので、
本稿では濃度単位として kBq/kg (キロベクレル毎キログラム) を用いる】

【測定結果 kBq/kg】 × 【U8容器に詰めた乾燥土壌の重さ kg】
により、採取土壌に含まれる放射性セシウム量 (B_{cs} kBq) がわかる。

2. 単位面積あたりの放射性セシウム量への換算

採取地点を中心として1平方メートルの土壌状態を、採取試料が代表していると考える。

[1平方メートル] ÷ [直径5cmの円の面積] = $10,000 \text{ cm}^2 \div 19.635 \text{ cm}^2 = 509.3$ であり、
この面積比を B_{cs} に掛ければ 1平方メートル範囲の放射性セシウム量を求めることができる。

$$B_{cs} \text{ (kBq)} \times 509.3 = \text{[放射性セシウム量 kBq/m}^2\text{]}$$

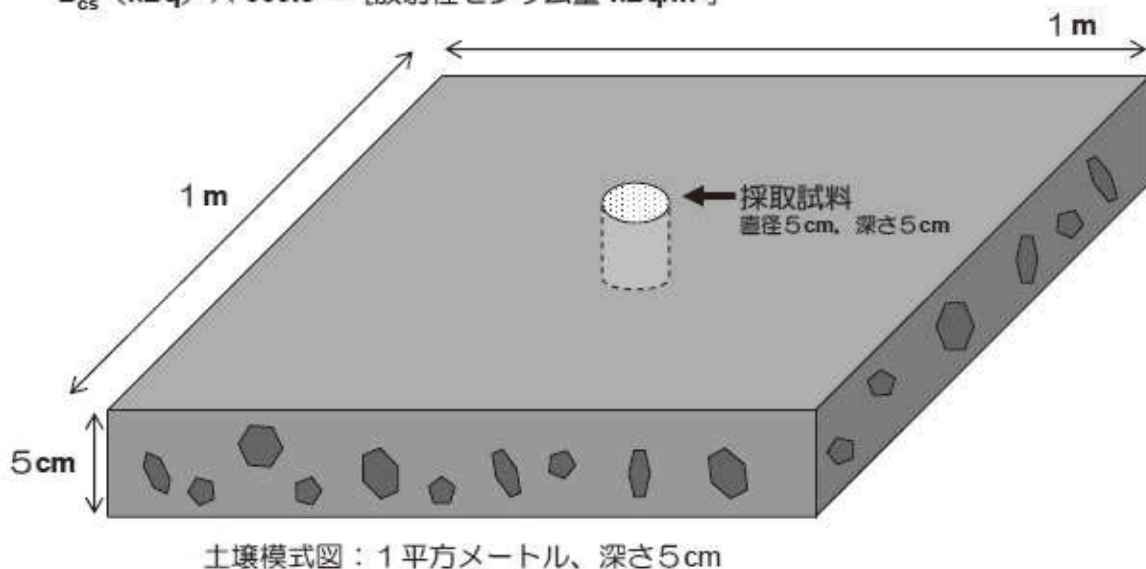


図1 土壌の測定方法と単位面積あたりの放射性セシウム量への換算方法

出典：筆者作成

含水率を測定した全乾試料から、ピンセットを用い小石や礫を除去し、U8 容器（100 mL、円柱状で内側の底面積は 18cm²、高さ 5.5cm のポリスチレン製）に充填後、宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センターに設置してあるゲルマニウム半導体検出器（ORTTE、SEIKO EG & G）で放射性セシウム濃度（Cs134+Cs137）（Bq/kg）を測定した。測定の間は 2020 年は 4000 秒、2021 年は 10000 秒とし、濃度は採取日に補正した。測定誤差はセシウム 134 で 10%、セシウム 137 で 3% 以内の範囲であった。

次に、図 1 に示した土壤模式図の考え方にに基づき、放射性セシウム濃度を単位面積あたりの放射性セシウム量（Bq/m²）に換算した。まずは、放射性セシウム濃度に U8 容器に充填した乾燥土壤を乗じ、採取土壤に含まれていた放射性セシウム量（Bcs）を算出する。そして、深さ 5cm における平方メートルあたりの放射性セシウムは、換算係数 509.3（図 1）を放射性セシウム量（Bcs）に乘じ、放射性セシウム量（Bq/m²）を算出した。この算出方法も、2018 年調査時の方法を踏襲している。

II 調査結果

2020 年と 2021 年の土壤測定結果の詳細を示した表 3 には、(1) 土壤試料・測定前処理、(2) 測定試料（U8 容器）、(3) 放射性セシウム濃度の測定結果、(4) 図 1 の考え方に基いて換算した 1 平方メートルあたりの放射性セシウム量、(5) 空間線量率を記載している。

続く図 2 は、測定地点ごとの放射性セシウム 134 並びに 137 の 3 回の調査結果を比較している。横軸には各地点 3 回の調査年、縦軸は 1kg あたりの放射性セシウム濃度（kBq/kg）である。値の範囲が 4 桁にわたるため、対数表示で示す。

実線は、セシウム 134（四角の点）とセシウム 137（丸い点）の実際の測定値、点線で示しているのは、セシウム 134（四角の点）とセシウム 137（丸い点）が、それぞれ 2018 年のデータからの半減期を考慮して予測される減衰後の数値を示す（推測値）。

5つの地点ごとに確認していくと、まず T1 では、6つの測定箇所のいずれにおいてもゆるやかな減

衰傾向が認められ、特に T1-5 は自然崩壊による減衰（推測値）とほぼ同じ数値を測定しているのに対して、T1-1 と T1-4 は推測値よりも大きな減衰を示している。次に T2 では、T2-1 が自然崩壊（推測値）とほぼ同じ数値を測定しているのに対して、T2-3、T2-4、T2-5 では推測値より大きな減衰を占めている。さらに T2-2 と T2-6 では、むしろ増加が認められている。また T3 では、T3-5 と T3-6 を除くと、残る 4 地点では推測値よりも多い値が測定され、T3-1 と T3-4 では増加が認められた。T4 では、T4-1 と T4-4 において 2020 年調査でいったん増加したものの、2021 年調査では減衰している一方で、T4-2 と T4-6 のように推測値よりも減衰している箇所と、経年によってむしろ増加している箇所 T4-5 などが混在していた。T5 では、T5-1、T5-3、T5-5 において増加が確認された一方で、T5-2、T5-4、T5-6 では推測値以上の減衰が確認された。

上記の測定結果について、調査協力者 5 世帯のうち 4 世帯（T4 の世帯のみ都合がつかずに欠席）との意見交換を 2022 年 5 月に行い、測定結果を分析した。まず自然崩壊によって減衰すると考えられる値（推測値）とほぼ一致していた T1-5 並びに T2-1 は、いずれも住宅敷地内の畑であり、耕していない箇所であった。また増加を示していた箇所について、T2-2 と T2-6 はいずれも傾斜地で、高い場所から雨水等が流入している可能性が指摘された。T3-1 から 3-4 は雨どいの水が、T5-1、T5-3、T5-5 は、雨どいがない構造の屋根からの雨水が流入している可能性が指摘された。また推測値よりも大きく減衰していた T2-5 については 2020 年に土を入れ替えていたことが確認された一方で、樹木の下で土に手を入れていない T1-1 や、落ち葉が積もった畑であまり手を入れていない T1-4、やはり手を入れていない庭の土である T3-6 などにおいても、推測値よりも大きな減衰がみられた。

表3 2020年並びに2021年の土壤測定結果

2020年9月

番号	[1] 土壤試料・測定前処理			[2] 測定試料 U8容器内の重量等			[3] 放射性セシウム濃度 測定結果 (kBq/kg)			[4] 1m ² あたりの 放射性 セシウム量 (kBq/m ²)	[5] 空間線量率 (μ Sv/h)	
	採取重量 W(g)	乾燥重量 Wo(g)	含水率 (%)	重量 (g)	高さ (mm)	密度 (g/cm ²)	Cs134	Cs137	放射性 セシウム 合算		地上高 50cm	地上高 1.0m
T1 1	48.6	32.6	33	31.0	21.0	0.83	0.229	4.45	4.68	74.0	0.23	0.22
T1 2	99.2	49.0	51	41.0	32.0	0.72	0.050	0.97	1.01	21.2	0.15	0.15
T1 3	79.2	52.2	34	44.2	26.5	0.80	0.048	0.97	1.02	22.9	0.18	0.18
T1 4	74.8	36.8	51	34.5	30.0	0.65	0.089	1.96	2.05	36.1	0.15	0.16
T1 5	75.1	42.7	43	32.6	25.0	0.74	0.034	0.63	0.66	10.9	0.15	0.14
T1 6	50.1	30.6	39	29.2	21.0	0.78	0.233	4.58	4.81	71.6	0.15	0.15
T2 1	140.3	86.1	39	47.3	30.0	0.89	0.079	1.61	1.69	40.7	0.20	0.18
T2 2	83.4	52.5	37	36.5	25.0	0.82	0.091	1.71	1.80	33.5	0.19	0.20
T2 3	91.7	75.5	18	66.6	38.0	0.98	0.044	0.89	0.94	31.8	0.17	0.16
T2 4	125.2	69.5	44	49.2	31.0	0.89	0.029	0.57	0.59	14.9	0.11	0.12
T2 5	131.4	76.6	42	45.0	31.0	0.82	0.095	1.92	2.01	46.2	0.20	0.18
T2 6	113.6	68.5	40	57.6	40.0	0.81	0.093	1.87	1.96	57.5	0.21	0.21
T3 1	81.3	65.5	19	47.6	24.0	1.11	0.018	0.35	0.37	9.0	0.13	0.12
T3 2	56.2	31.4	44	27.1	21.5	0.71	0.249	4.97	5.22	72.0	0.19	0.16
T3 3	82.6	31.4	62	46.6	30.0	0.87	0.097	1.86	1.96	46.6	0.16	0.16
T3 4	60.8	39.0	36	35.2	26.0	0.74	0.082	1.66	1.74	31.2	0.20	0.19
T3 5	79.6	55.3	31	51.7	33.0	0.88	0.007	0.12	0.13	3.4	0.10	0.10
T3 6	51.2	25.3	50	19.5	23.0	0.48	0.077	1.60	1.68	16.6	0.12	0.12
T4 1	82.8	62.7	24	35.7	20.0	1.00	0.435	8.47	8.90	161.9	0.13	0.13
T4 2	67.1	34.9	48	32.4	28.0	0.65	0.047	0.98	1.03	16.9	0.11	0.11
T4 3	45.5	20.0	56	15.8	17.0	0.52	0.270	5.10	5.37	43.3	0.13	0.12
T4 4	55.3	41.0	26	28.3	15.5	1.02	0.600	11.89	12.49	179.7	0.17	0.15
T4 5	69.1	41.3	40	26.3	20.0	0.74	0.071	1.39	1.46	19.6	0.09	0.09
T4 6	59.1	46.4	21	37.4	17.0	1.23	1.666	33.02	34.69	659.8	0.27	0.20
T5 1	67.1	26.0	61	21.5	21.0	0.58	0.119	2.12	2.24	24.5	0.11	0.10
T5 2	56.5	25.7	55	24.4	22.0	0.62	0.142	2.71	2.85	35.4	0.09	0.10
T5 3	81.7	36.3	56	28.9	24.5	0.66	0.095	1.81	1.91	28.1	0.12	0.11
T5 4	62.9	34.9	44	34.7	27.0	0.72	0.018	0.35	0.37	6.5	0.08	0.07
T5 5	57.4	30.1	47	27.6	23.0	0.67	0.041	0.77	0.81	11.4	0.09	0.08
T5 6	77.5	38.6	29	36.7	33.0	0.63	0.136	2.70	2.83	53.0	0.11	0.09

2021年11月

番号	[1] 土壤試料・測定前処理			[2] 測定試料 U8容器内の重量等			[3] 放射性セシウム濃度 測定結果 (kBq/kg)			[4] 1m ² あたりの 放射性 セシウム量 (kBq/m ²)	[5] 空間線量率 (μ Sv/h)	
	採取重量 W(g)	乾燥重量 Wo(g)	含水率 (%)	重量 (g)	高さ (mm)	密度 (g/cm ²)	Cs134	Cs137	放射性 セシウム 合算		地上高 50cm	地上高 1.0m
T1 1	60.9	39.9	35	31.7	24.0	0.74	0.029	0.79	0.82	13.3	0.23	0.23
T1 2	61.5	31.1	49	30.0	26.0	0.65	0.086	2.25	2.34	35.6	0.18	0.17
T1 3	82.1	55.0	33	46.5	30.0	0.87	0.714	20.10	20.81	492.8	0.32	0.30
T1 4	59.8	23.5	61	22.4	21.0	0.60	0.068	1.79	1.86	21.1	0.14	0.13
T1 5	74.4	39.4	47	36.6	29.0	0.71	0.032	0.73	0.76	14.3	0.13	0.13
T1 6	90.4	67.1	26	52.8	28.5	1.04	0.020	0.52	0.54	14.4	0.13	0.12
T2 1	76.8	47.3	38	43.2	32.0	0.76	0.050	1.44	1.49	32.8	0.21	0.21
T2 2	83.5	46.6	44	31.5	22.5	0.79	0.067	1.84	1.91	30.6	0.22	0.22
T2 3	76.3	41.6	45	26.5	20.0	0.74	0.072	1.94	2.01	27.1	0.23	0.22
T2 4	86.4	72.0	17	51.4	31.0	0.93	0.032	0.86	0.89	23.2	0.17	0.16
T2 5	97.5	58.4	40	33.8	22.0	0.86	0.022	0.70	0.72	12.4	0.11	0.11
T2 6	65.7	36.1	45	26.7	20.0	0.75	0.150	4.21	4.36	59.2	0.21	0.21
T3 1	104.0	89.9	14	35.8	17.5	1.15	0.045	1.19	1.24	22.5	0.15	0.15
T3 2	73.5	51.1	31	44.6	30.0	0.84	0.076	2.05	2.13	48.3	0.15	0.15
T3 3	79.2	56.0	29	38.4	23.0	0.94	0.110	2.96	3.07	60.0	0.16	0.16
T3 4	59.1	32.3	45	25.1	18.0	0.78	0.183	5.03	5.21	66.6	0.21	0.19
T3 5	69.3	41.6	40	36.7	25.5	0.81	0.011	0.24	0.26	4.8	0.11	0.10
T3 6	64.9	32.7	50	22.3	18.0	0.70	0.031	0.68	0.71	8.1	0.11	0.11
T4 1	103.0	62.3	39	52.3	31.5	0.93	0.019	0.56	0.58	15.5	0.11	0.11
T4 2	78.0	43.3	44	43.3	34.5	0.71	0.005	0.10	0.11	2.4	0.10	0.09
T4 3	65.7	32.0	51	26.0	22.0	0.66	0.092	2.69	2.78	36.9	0.12	0.11
T4 4	59.4	29.8	50	26.3	23.0	0.64	0.048	1.45	1.50	20.0	0.08	0.08
T4 5	85.4	67.5	21	20.5	13.0	0.89	0.128	3.41	3.54	36.9	0.10	0.10
T4 6	88.7	75.0	15	18.5	10.0	1.04	0.042	1.29	1.33	12.6	0.10	0.10
T5 1	66.9	40.7	39	26.7	19.5	0.77	0.056	1.47	1.53	20.7	0.09	0.09
T5 2	82.6	37.6	54	36.3	30.5	0.67	0.056	1.79	1.85	34.2	0.10	0.10
T5 3	92.7	65.0	30	22.7	17.7	0.72	0.087	2.33	2.42	27.9	0.11	0.11
T5 4	99.0	57.0	42	55.8	42.0	0.75	0.012	0.28	0.29	8.2	0.08	0.08
T5 5	95.7	52.0	46	45.9	34.0	0.76	0.046	1.45	1.50	35.0	0.10	0.09
T5 6	107.3	56.0	48	52.9	36.0	0.83	0.018	0.56	0.57	15.4	0.08	0.08

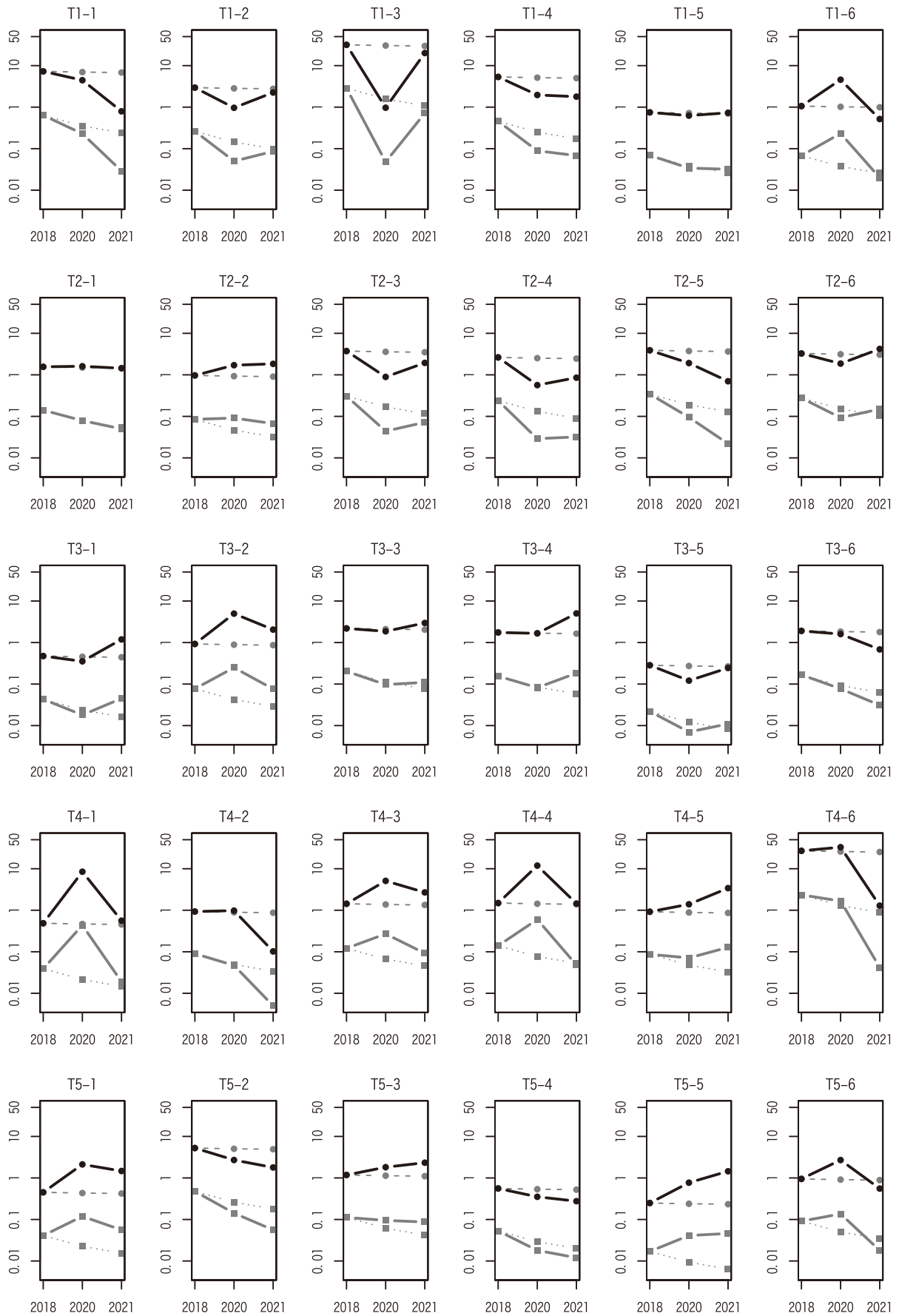


図2 2018・2020・2021年の調査結果の比較 (Cs134とCs137)

出典：筆者作成

Ⅲ 考察

今回の宅地敷地内における土壤中の放射性セシウムの調査結果の比較によって明らかになったデータから、以下の3つの問題を考察する。

第一は、住民が日常生活を送っている宅地の敷地内において、依然として放射性セシウムによる土壤汚染が深刻であるという問題である。原発事故から11年の間に地表面は多様な要因によって変化していることが推測され、今回の調査対象となった地点に関しても、一部は農地として利用され、自治体による除染が行われたことが分かっている。にもかかわらず、先述した放射線管理区域の基準にあたる1㎡あたり4万Bq(40kBq)を超える放射性セシウムが、2021年の時点においても5世帯中3世帯の敷地内において見つかった。この結果は、栃木県北部においても原発事故によって放出された放射性物質による汚染が、宅地敷地内においてもいまだに深刻であることを示していると言えよう。

第二は、全般的には放射性セシウムの減衰が確認できた一方で、複数の地点において測定値が増加する傾向がみられたことである。増加していた多くの地点において、雨水の流入集積等が指摘されていたが、なぜこのような増加が起こるのかについては今後も継続的に測定を続けることで、観察し検証していく必要がある。

第三は、2019年の論文においても指摘したように、土壤汚染の測定値と空間線量率は単純な比例関係にはないという点である。上述したように、放射線管理区域の基準を超えるような高い汚染が土壤では計測された地点において、必ずしも空間線量率が高くなかった地点は、2020年、2021年調査のいずれにおいても複数確認された。サンプル数が少ないために一般的な推論を行うことは困難であるが、空間線量率の計測のみでなく、土壤の測定もあわせて行うことで、放射性セシウムが集積しやすい土壤とその周辺の空間線量率の関係について、引き続き調査研究を続ける必要がある。

福島県では、避難指示区域の大部分で指示が解除され、住民の帰還が進められている。また今回測定した栃木県北地域のように、避難指示は発出されなかったものの、放射能汚染を受けた地域で事故後も生活してきた人々は、福島県内外に多数

存在している。これらの被災地域では、農業をはじめとする第一次産業が営まれており、また今回の調査対象となった敷地内に暮らす住民の多数も、事故前までは家庭菜園等を利用していた。1986年に発生したチェルノブイリ原発事故後に成立した「チェルノブイリ法」では、土壤汚染の程度によって被災地域の指定や支援の提供が行われたことが知られている。放射性セシウム137の半減期が約30年であることを考慮すれば、今後短期間では放射性セシウム濃度の低減は見込めないことから、被災地域の土壤に関する長期的な調査と対策が求められていると言えよう。

注記：本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金(20K02130)の助成を受けたものである。

¹ 社団医療法人明倫会今市病院情報システム管理室。宇都宮大学教育学部元非常勤講師。

² 宇都宮大学農学部附属演習林教授。

³ 田上・内田(2022)。

⁴ 清野他(2021①)、清野他(2021②)。

⁵ 堀井他(2021)。

⁶ 飯塚他(2021)。

⁷ 横田(2022)。

⁸ 高田(2021)。

⁹ Hagiwara, Ochi and Koike(2021)。

¹⁰ 井倉・江口・吉川(2021)。

¹¹ 過去2年間の先行研究では確認できなかった。それ以前までさかのぼると、2012年に宮城県仙台市内の住宅地を測定した研究として、次のものがある。山本(2013)。

¹² 清水・手塚・飯塚(2019)。

¹³ 文部科学省(報道発表)(2011)「文部科学省及び栃木県による航空機モニタリングの測定結果について」(2011年7月27日発表) https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4930/24/1305819_0727.pdf (2022年5月30日閲覧)。

¹⁴ 電離放射線障害防止規則第3条第2項。

¹⁵ 航空機モニタリングとは、地表面の放射性物質の蓄積状況を確認するため、航空機に高感度で大型の放射線検出器を搭載し、地上に蓄積した放射性物質からのガンマ線を広範囲かつ迅速に測定する手法であり、実際に土壤を採取して測定する手法とは異なる。

¹⁶ 環境省「除染情報サイト：市町村が中心となって除染等を実施した地域」<http://josen.env.go.jp/zone/> (2022年5月30日閲覧)。

¹⁷ 平成24年厚生労働省告示第129号。

¹⁸ 那須塩原市ホームページ「食品の放射性物質簡易検査結果」https://www.city.nasushiobara.lg.jp/bosai_bohan/hoshano/1/4/10991.html (2022年5月30日閲覧)。

参考文献

- 井倉将人・江口定夫・吉川省子 (2021) 「農地土壌およびその周辺環境における放射性セシウムの分布と挙動」『農研機構研究報告』第 8 号、77-82 頁。
- 飯塚和也,・大島潤一・逢沢峰昭・大久保達弘・石栗太・横田信三 (2021) 「森林・樹木における放射性セシウムの動態 (VII) —2018 年と 2019 年の調査結果の記録」『宇都宮大学農学部演習林報告』第 57 号、57-60 頁。
- 尾松亮 (2016) 『新版 3.11 とチェルノブイリ法 —再建への知恵を受け継ぐ』東洋書店新社。
- 清野嘉之・赤間亮夫・松浦俊也・岩谷宗彦・由田幸雄・志間俊弘 (2021 ①) 「2011 年の福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムのワラビ (*Pteridium aquilinum* subsp. *japonicum*) への移行」『森林総合研究所研究報告』第 20 巻第 2 号、69-82 頁。
- 清野嘉之・赤間亮夫・岩谷宗彦・由田幸雄・志間俊弘 (2021 ②) 「ワラビ (*Pteridium aquilinum* subsp. *japonicum*) の生育と、2011 年の福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムのワラビ中の動態」『森林総合研究所研究報告』第 20 巻第 2 号、83-100 頁。
- 清水奈名子・手塚郁夫・飯塚和也 (2019) 「栃木県北部の宅地敷地内における土壤中の放射性セシウム—2018 年 12 月の調査結果報告」『宇都宮大学国際学部研究論集』第 48 号、39-46 頁。
- 高田兵衛 (2021) 「福島第一原子力発電所事故前と事故後 8 年間における日本沿岸の海水中セシウム 137 濃度変遷」『地球化学』第 55 巻第 4 号、132-143 頁。
- 田上恵子・内田滋夫 (2022) 「食品モニタリングデータを用いた放射性セシウム基準値超過食材の経時変化に関する考察」『RADIO ISOTOPES』No.71、9-22 頁。
- 堀井幸江・八戸真弓・草場新之助,・濱松潮香 (2021) 「果樹における放射性セシウムの移行と移行低減対策」『農研機構研究報告』第 8 号、117-124 頁。
- 山本広志 (2013) 「福島第一原発から飛散した放射性セシウムの土壌への浸透」『山形大学紀要 (教育科学)』第 15 巻第 4 号、67-73 頁。
- 横田瑞郎 (2022) 「福島第一原子力発電所事故後の海産生物における放射性セシウム濃度の推移—放射能モニタリングデータの集約と解析」『海洋生物環境研究所研究報告』第 27 号、21-47 頁。
- Hagiwara, Kenta, Kotaro Ochi and Yuya Koike (2021) “Fixed Point Observations and Characterization of Radioactive Caesium in Tama River,” in *RADIOISOTOPES*, Vol. 70, Issue 4, pp.227-237.

Radioactive Cesium in the Soil of Residential Areas in the Northern Part of Tochigi Prefecture: A Comparative Analysis of the surveys conducted in 2018, 2020 and 2021

SHIMIZU Nanako, TEZUKA Ikuo, and IIZUKA Kazuya

Abstract

Eleven years have passed since the TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident occurred in March 2011, and damage from the accident still continues both within and beyond Fukushima Prefecture. Since the half-life of radioactive cesium-137, which was released in large quantities as a result of the accident, is as long as approximately 30 years, many studies have continued on the behavior of diffused radioactive cesium over time.

The authors have already published a paper on the measurement results of soil collected in December 2018 at housing sites in northern Tochigi Prefecture that was contaminated by the TEPCO's accident. This paper aims to clarify the actual state of radioactive cesium attenuation within the housing site by measuring soil collected at the same sites in September 2020 and November 2021 and comparing the results with those of 2018. The authors collected the surface soil (0-5 cm in depth) and measured air dose rate from 30 points in the five sites of residential areas in Nasushiobara City and Nasu Town. Overall, cesium concentrations tended to decay, but an increase was observed at several observation sites. It was found that the samples with radioactive cesium exceeding 40,000 Bq (40 kBq) /m², which is the standard of radiation control area, were found in 3 sites out of 5 in 2021.

As a result, it can be pointed out that that soil contamination by radioactive cesium in the northern part of Tochigi Prefecture is still serious in the residential areas where people spend the most of their time. Moreover, the seriousness of soil pollution cannot always be estimated only by air dose rates. If we consider that the half-life of radioactive cesium 137 is about 30 years, it cannot be expected to reduce the concentration of radioactive cesium in a short period of time. Therefore, it is necessary to conduct the long-term surveys of the soil in the area affected by the nuclear power plant accident.

(2022年6月1日受理)