

令和 2 年度

特定復興再生拠点区域における大気放射能濃度調査事業

委託業務成果報告書

2021 年 3 月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

本報告書は、内閣府による令和2年度特定復興再生拠点区域における大気放射能濃度調査事業の成果をとりまとめたものである。

## 目次

1. はじめに .....	1
2. 調査方法 .....	3
2.1 調査地点 .....	3
2.2 調査期間 .....	5
2.3 試料採取 .....	10
2.4 前処理 .....	12
2.5 放射能分析 .....	13
3. 評価方法 .....	14
3.1 再浮遊係数の評価 .....	14
3.2 実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価 .....	16
3.3 確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価の概要 .....	16
3.4 評価モデルのパラメータ .....	16
4. 調査結果 .....	18
4.1 放射能の測定結果 .....	18
4.2 大気浮遊塵濃度の調査結果 .....	23
4.3 大気放射能濃度の調査結果 .....	25
4.4 浮遊塵放射能濃度の調査結果 .....	27
4.5 平成 31 年度（令和元年度）と令和 2 年度の調査結果の比較 .....	29
5. 評価結果 .....	32
5.1 再浮遊係数の評価結果 .....	32
5.1.1 放射性セシウムの $^{137}\text{Cs}$ 地表面濃度 .....	32
5.1.2 再浮遊係数 .....	36
5.2 実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果 .....	38
5.3 平成 31 年度（令和元年度）と令和 2 年度の実測値に基づく吸入被ばく評価結果の比較 .....	40
5.4 確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果 .....	43
5.5 平成 31 年度（令和元年度）と令和 2 年度の確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果の比較 .....	47
6. まとめ .....	49
謝辞 .....	50
参考文献 .....	50
7. 参 考 資 料 .....	51
7.1 日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵濃度の違い .....	52
7.1.1 日中測定と昼夜連続測定について .....	52

7.1.2	調査期間.....	52
7.1.3	放射能の測定結果.....	52
7.1.4	日中のみ測定結果の評価.....	52

## 図表目次

表 2-1 調査地点概要 .....	3
表 2-2 試料採取期間 (1/5) .....	5
表 2-3 試料採取期間 (2/5) .....	6
表 2-4 試料採取期間 (3/5) .....	7
表 2-5 試料採取期間 (4/5) .....	8
表 2-6 試料採取期間 (5/5) .....	9
表 2-7 ダストサンプラーの仕様.....	10
表 2-8 NaI サーベイメータの仕様.....	11
表 4-1 放射能分析結果 (1/5) .....	18
表 4-2 放射能分析結果 (2/5) .....	19
表 4-3 放射能分析結果 (3/5) .....	20
表 4-4 放射能分析結果 (4/5) .....	21
表 4-5 放射能分析結果 (5/5) .....	22
表 4-6 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における大気浮遊塵濃度の平均値 .....	23
表 4-7 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における大気放射能濃度の平均値 .....	25
表 4-8 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における浮遊塵放射能濃度の平均値.....	27
表 5-1 土壌深度ごとの放射能分析結果 (1/2) .....	33
表 5-2 土壌深度ごとの放射能分析結果 (2/2) .....	34
表 5-3 放射性セシウムの $^{137}\text{Cs}$ 地表面濃度の解析結果.....	34
表 5-4 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における再浮遊係数の平均値 .....	36
表 5-5 吸入に伴う内部被ばく評価結果.....	38
表 5-6 被ばく線量評価モデルのパラメータ .....	44
表 5-7 被ばく線量 ( $\mu\text{Sv/day}$ ) の統計値 .....	45
表 7-1 試料採取期間 .....	53
表 7-2 放射能分析結果 .....	53
表 7-3 日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵中の Cs 濃度の平均値.....	54
図 2-1 調査位置 .....	3
図 2-2 各調査地点の外観.....	4
図 2-3 ろ紙の交換作業状況 .....	10
図 2-4 空間線量率の測定作業状況 .....	11
図 2-5 採取試料の放射能測定容器への封入作業 .....	12
図 2-6 ゲルマニウム半導体検出器を用いた放射能測定作業 .....	13
図 3-1 in-situ 測定作業風景.....	14
図 3-2 スクレーパープレートを用いた土壌試料採取風景 .....	15

図 3-3 コアサンプラー用いた土壌試料採取風景 .....	15
図 4-1 調査地点ごとの大気浮遊塵濃度 .....	24
図 4-2 大気浮遊塵濃度の経時変化 .....	24
図 4-3 調査地点ごとの大気放射能濃度 .....	26
図 4-4 大気放射能濃度の経時変化 .....	26
図 4-5 調査地点ごとの浮遊塵放射能濃度 .....	28
図 4-6 浮遊塵放射能濃度の経時変化 .....	28
図 4-7 大気浮遊塵濃度の調査結果比較 .....	30
図 4-8 大気放射能濃度の調査結果比較 .....	30
図 4-9 浮遊塵放射能濃度の調査結果比較 .....	31
図 5-1 土壌中 $^{137}\text{Cs}$ の深度プロファイル .....	35
図 5-2 調査地点ごとの再浮遊係数 .....	37
図 5-3 再浮遊係数の経時変化 .....	37
図 5-4 調査地点ごとの吸入に伴う内部被ばく評価結果 .....	39
図 5-5 吸入に伴う内部被ばく評価結果の経時変化 .....	39
図 5-6 吸入被ばくによる実効線量の評価結果比較 .....	41
図 5-7 再浮遊係数の評価結果比較 .....	41
図 5-8 空間線量率と大気放射能濃度の関係 .....	42
図 5-9 各自治体における特定復興再生拠点内への一時立ち入りによる被ばく線量（周 辺散策を想定した場合） .....	46
図 5-10 各自治体における特定復興再生拠点内への一時立ち入りによる被ばく線量の 比較 .....	48

## 1. はじめに

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所（以下「福島第一原子力発電所」という。）の事故に伴って環境中に放出された放射性物質による被ばくのリスクを回避することを目的として、空間線量率の状況に応じた避難指示区域（避難指示解除準備区域、居住制限区域、帰還困難区域）が設定された。このうち、避難指示解除準備区域や居住制限区域では除染や復旧工事等が進められ、2017 年春までに大熊町・双葉町を除く各市町村の両区域は解除された。また、避難指示の解除に当たっては、放射線の健康影響等に関する不安に答える対策を取りまとめた「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方」（2013 年 11 月 20 日）<sup>1)</sup> を踏まえた放射線防護対策が講じられてきた。

一方、長期にわたって居住を制限するとされていた帰還困難区域に対しても、“区域の見直しは行わず、線量の低下状況も踏まえて避難指示を解除し、居住を可能とすることを目指す「復興拠点」の整備を可能とする”との方針が、「帰還困難区域の取扱いに関する考え方」（2016 年 8 月 31 日）<sup>2)</sup> で示された。この方針を受けて、福島復興再生特別措置法が改正（2017 年 5 月 19 日公布・施行）され、帰還困難区域内についても概ね 5 年以内に避難指示を解除し、居住を可能とすることを目指す「特定復興再生拠点区域」を町村ごとに定めることが可能となり、帰還困難区域をもつ 6 町村（浪江町、双葉町、大熊町、富岡町、飯舘村、葛尾村）において「特定復興再生拠点区域復興再生計画」が策定された。いずれの特定復興再生拠点区域も 2022 年春頃から 2023 年春頃までに避難指示を解除することを目標に、区域内の除染やインフラ等の整備が進められている。2020 年 3 月には J R 常磐線の全線開通に合わせ駅周辺の一部を避難指示解除されるなど、段階的な避難指示解除が行われた。

内閣府原子力災害対策本部原子力被災者生活支援チーム（以下「支援チーム」という。）は、こうした避難指示解除に向けた動きが進んでいることを踏まえ、2018 年 8 月から、特定復興再生拠点区域への住民の帰還を現実のものとするべく、必要な放射線防護対策の検討を開始した<sup>3)</sup>。具体的には、2013 年 11 月に示された「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方」を踏まえつつ、高線量地域を含む帰還困難区域の一部を特定復興再生拠点区域として解除することに鑑み、これまで以上に住民の放射線に関する種々の不安にきめ細かく対応するために以下のような対策を講じることが「特定復興再生拠点における放射線防護対策について」（2018 年 12 月 12 日）<sup>4)</sup> で示された。

- 1) 個人線量管理の着実な実施
- 2) 詳細な線量マップの提示
- 3) 区域内における代表的な行動パターンに基づく外部被ばく線量の推計値の提示
- 4) 内部被ばく調査のためのダストサンプリングの実施
- 5) 代表地点における区域内に残置された物の汚染度合いの調査

- 6) 実走による放射性物質の付着調査
- 7) 住民等を対象とした相談窓口の確保 等

上記の方針に基づき、内閣府からの委託を受け、特定復興再生拠点区域内における大気放射能濃度調査を実施した。



## 2. 調査方法

### 2.1 調査地点

大気放射能濃度を測定するために、表 2-1 及び図 2-1、図 2-2 に示す調査地点にハイボリュームエアースンプラー（以下「ダストサンプラー」という。）を設置し、大気浮遊塵を採取した。調査地点は H31 年度調査時と基本的な変更はない。しかしながら、T-2 は常磐線開通に伴う夜ノ森駅の営業再開のため、夜ノ森駅北側駐車場内の北側から南側に変更した。

表 2-1 調査地点概要

	市町村	地点	緯度	経度	地面の状態
F-3	双葉町	東京電力社宅	37.45562	141.00153	草地
F-4	双葉町	東京電力社宅	37.45563	141.00127	アスファルト
O-1	大熊町	保育所	37.40505	140.97693	土
O-2	大熊町	老人福祉センター	37.40499	140.97719	アスファルト
T-1	富岡町	夜の森つつみ公園	37.36365	140.99696	草地
T-2	富岡町	夜ノ森駅北側駐車場	37.36677	140.99245	アスファルト

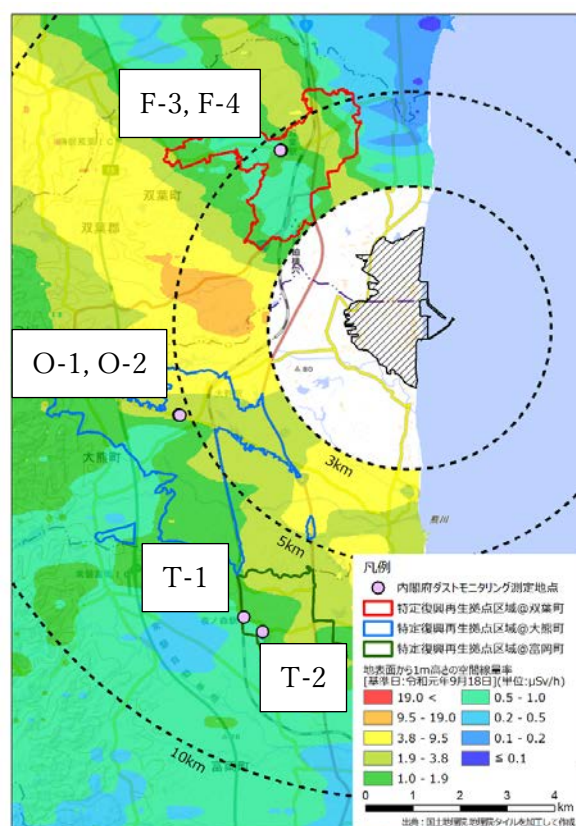


図 2-1 調査位置



F-3 (未舗装面)

F-4 (舗装面)

O-1 (未舗装面)

O-2 (舗装面)

T-1 (未舗装面)

T-2 (舗装面)

図 2-2 各調査地点の外観

## 2.2 調査期間

大気浮遊塵は2020年5月から2021年2月にかけて、表2-1に示す地点で定期的に採取した。試料採取期間の詳細を表2-2～表2-6に示す。

表 2-2 試料採取期間 (1/5)

採取 地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 ( $\mu$ Sv/h)
<b>双葉町</b>						
F-3	F-3-01	2020/4/28	2020/5/12	14	332.32	0.150
F-4	F-4-01				331.73	0.203
F-3	F-3-02	2020/5/12	2020/5/26	14	339.5	0.153
F-4	F-4-02				339.97	0.198
F-3	F-3-03	2020/5/26	2020/6/9	14	336.38	0.142
F-4	F-4-03				336.28	0.195
F-3	F-3-04	2020/6/9	2020/6/23	14	335.95	0.154
F-4	F-4-04				335.43	0.201
F-3	F-3-05	2020/6/23	2020/7/7	14	336.03	0.148
F-4	F-4-05				336.55	0.198
F-3	F-3-06	2020/7/7	2020/7/20	13	311.4	0.146
F-4	F-4-06				311.43	0.193
F-3	F-3-07	2020/7/20	2020/8/3	14	331.58	0.139
F-4	F-4-07				331.55	0.189
F-3	F-3-08	2020/8/3	2020/8/17	14	339.48	0.143
F-4	F-4-08				339.37	0.193
F-3	F-3-09	2020/8/17	2020/9/1	15	360.00	0.147
F-4	F-4-09				359.83	0.175
F-3	F-3-10	2020/9/1	2020/9/15	14	336.42	0.137
F-4	F-4-10				336.38	0.198
F-3	F-3-11	2020/9/15	2020/9/29	14	336.02	0.143
F-4	F-4-11				335.58	0.187
F-3	F-3-12	2020/9/29	2020/10/13	14	334.43	0.143
F-4	F-4-12				334.88	0.187
F-3	F-3-13	2020/10/13	2020/10/27	14	333.17	0.133
F-4	F-4-13				332.58	0.179
F-3	F-3-14	2020/10/27	2020/11/11	15	364.17	0.137
F-4	F-4-14				364.82	0.180

表 2-3 試料採取期間 (2/5)

採取 地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 ( $\mu$ Sv/h)
F-3	F-3-15	2020/11/11	2020/11/25	14	335.9	0.136
F-4	F-4-15				335.05	0.172
F-3	F-3-16	2020/11/25	2020/12/9	14	335.63	0.153
F-4	F-4-16				335.63	0.189
F-3	F-3-17	2020/12/9	2020/12/23	14	336.1	0.145
F-4	F-4-17				336.17	0.180
F-3	F-3-18	2021/1/5	2021/1/18	13	309.63	0.145
F-4	F-4-18				309.72	0.192
F-3	F-3-19	2021/1/18	2021/2/2	15	361.63	0.144
F-4	F-4-19				361.15	0.183
F-3	F-3-20	2021/2/2	2021/2/17	15	361.98	0.140
F-4	F-4-20				361.78	0.215
F-3	F-3-21	2021/2/17	2021/3/2	14	308.18	0.148
F-4	F-4-21				308.28	0.203
大熊町						
O-1	O-1-01	2020/4/28	2020/5/12	14	335.33	0.438
O-2	O-2-01				335.17	1.312
O-1	O-1-02	2020/5/12	2020/5/26	14	337.72	0.425
O-2	O-2-02				337.87	1.246
O-1	O-1-03	2020/5/26	2020/6/9	14	334.9	0.423
O-2	O-2-03				334.87	1.260
O-1	O-1-04	2020/6/9	2020/6/23	14	335.33	0.447
O-2	O-2-04				335.42	1.282
O-1	O-1-05	2020/6/23	2020/7/7	14	335.92	0.418
O-2	O-2-05				336.08	1.302
O-1	O-1-06	2020/7/7	2020/7/20	13	311.93	0.417
O-2	O-2-06				311.8	1.268
O-1	O-1-07	2020/7/20	2020/8/3	14	335.3	0.408
O-2	O-2-07				335.22	1.258
O-1	O-1-08	2020/8/3	2020/8/17	14	336.18	0.424
O-2	O-2-08				336.23	1.271
O-1	O-1-09	2020/8/17	2020/9/1	15	359.57	0.414
O-2	O-2-09				358.58	1.230

表 2-4 試料採取期間 (3/5)

採取 地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 ( $\mu$ Sv/h)
O-1	O-1-10	2020/9/1	2020/9/15	14	336.07	0.405
O-2	O-2-10				336.47	1.263
O-1	O-1-11	2020/9/15	2020/9/29	14	335.7	0.399
O-2	O-2-11				335.32	1.241
O-1	O-1-12	2020/9/29	2020/10/13	14	335.35	0.391
O-2	O-2-12				335.38	1.243
O-1	O-1-13	2020/10/13	2020/10/27	14	335.58	0.399
O-2	O-2-13				335.55	1.204
O-1	O-1-14	2020/10/27	2020/11/11	15	360.83	0.389
O-2	O-2-14				360.68	1.240
O-1	O-1-15	2020/11/11	2020/11/25	14	335.93	0.398
O-2	O-2-15				335.78	1.224
O-1	O-1-16	2020/11/25	2020/12/9	14	334.38	0.408
O-2	O-2-16				334.4	1.215
O-1	O-1-17	2020/12/9	2020/12/23	14	337.13	0.400
O-2	O-2-17				337.12	1.213
O-1	O-1-18	2021/1/5	2021/1/18	13	311.45	0.401
O-2	O-2-18				311.43	1.267
O-1	O-1-19	2021/1/18	2021/2/2	15	359.45	0.408
O-2	O-2-19				359.26	1.281
O-1	O-1-20	2021/2/2	2021/2/17	15	361.18	0.403
O-2	O-2-20				361.15	1.238
O-1	O-1-21	2021/2/17	2021/3/2	14	311.27	0.388
O-2	O-2-21				311.33	1.221
富岡町						
T-1	T-1-01	2020/4/28	2020/5/12	14	339.60	0.328
T-2	T-2-01				338.83	0.310
T-1	T-1-02	2020/5/12	2020/5/26	14	332.00	0.332
T-2	T-2-02				332.78	0.319
T-1	T-1-03	2020/5/26	2020/6/9	14	336.55	0.313
T-2	T-2-03				335.92	0.303
T-1	T-1-04	2020/6/9	2020/6/23	14	335.42	0.323
T-2	T-2-04				336.03	0.306

表 2-5 試料採取期間 (4/5)

採取 地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 ( $\mu$ Sv/h)
T-1	T-1-05	2020/6/23	2020/7/7	14	339.17	0.308
T-2	T-2-05				338.63	0.281
T-1	T-1-06	2020/7/7	2020/7/20	13	308.58	0.304
T-2	T-2-06				309.17	0.308
T-1	T-1-07	2020/7/20	2020/8/3	14	339.12	0.302
T-2	T-2-07				338.42	0.291
T-1	T-1-08	2020/8/3	2020/8/17	14	332.33	0.299
T-2	T-2-08				332.88	0.294
T-1	T-1-09	2020/8/17	2020/9/1	15	359.93	0.318
T-2	T-2-09				360.05	0.305
T-1	T-1-10	2020/9/1	2020/9/15	14	335.87	0.308
T-2	T-2-10				336.25	0.302
T-1	T-1-11	2020/9/15	2020/9/29	14	336.03	0.305
T-2	T-2-11				335.93	0.294
T-1	T-1-12	2020/9/29	2020/10/13	14	335.30	0.299
T-2	T-2-12				335.30	0.299
T-1	T-1-13	2020/10/13	2020/10/27	14	340.12	0.290
T-2	T-2-13				339.22	0.276
T-1	T-1-14	2020/10/27	2020/11/11	15	356.12	0.295
T-2	T-2-14				357.17	0.294
T-1	T-1-15	2020/11/11	2020/11/25	14	335.92	0.298
T-2	T-2-15				335.87	0.306
T-1	T-1-16	2020/11/25	2020/12/9	14	336.92	0.301
T-2	T-2-16				336.12	0.302
T-1	T-1-17	2020/12/9	2020/12/23	14	334.7	0.304
T-2	T-2-17				335.55	0.293
T-1	T-1-18	2021/1/5	2021/1/18	13	313.73	0.303
T-2	T-2-18				313.23	0.303
T-1	T-1-19	2021/1/18	2021/2/2	15	361.06	0.298
T-2	T-2-19				360.5	0.308
T-1	T-1-20	2021/2/2	2021/2/17	15	357.55	0.301
T-2	T-2-20				357.62	0.300

表 2-6 試料採取期間 (5/5)

採取 地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 ( $\mu$ Sv/h)
T-1	T-1-21	2021/2/17	2021/3/2	14	313.43	0.281
T-2	T-2-21				312.78	0.287



### 2.3 試料採取

大気浮遊塵はダストサンプラーを用いて採取し、その放射性セシウム 137（以下「 $^{137}\text{Cs}$ 」という。）濃度の測定を行った。また、大気浮遊じんの採取と同時に、NaI サーベイメータを用いて空間線量率の測定を行った。ダストサンプラー及び NaI サーベイメータの仕様をそれぞれ表 2-7、表 2-8 に示す。

表 2-7 ダストサンプラーの仕様

柴田科学株式会社製	
製品名	HV-RW
標準吸引流量	1000 L min <sup>-1</sup>
設定流量範囲	100～1200 L min <sup>-1</sup>
流量精度	設定流量に対し±5%以内
ろ紙	203×254 mm 角形ろ紙
捕集効率	99.9 % (0.3 μm DOP 粒子)
電源	AC100V 10A
寸法（使用時）	575(W)×575(D)×1420(H) mm
重量	約 31 kg



図 2-3 ろ紙の交換作業状況



表 2-8 NaI サーベイメータの仕様

日立アロカメディカル社製	
製品名	エネルギー補償形 $\gamma$ 線用シンチレーションサーベイメーター TCS-172B
検出器	$\phi 25.4 \times 25.4\text{mm}$ NaI(Tl)シンチレーション検出器
測定範囲	線量当量率：BG $\sim 30 \mu\text{Sv/h}$ 計数率： $\sim 30\text{ks}^{-1}$
エネルギー特性	$^{137}\text{Cs}$ に対し $\pm 15\%$ 以下 (3keV $\sim 1.5\text{MeV}$ )
使用温度範囲	0 $\sim 40^{\circ}\text{C}$ (周囲温度)
設定時定数	30 秒



図 2-4 空間線量率の測定作業状況

## 2.4 前処理

所定量の大気を吸引したろ紙は、付着した塵を落とさないように注意し、電子天秤（ザルトリウス・ジャパン株式会社製、秤量下限 0.01 mg）で試料採取後重量を測定する。その後、放射能測定用 U-8 容器（外形  $\phi$  55 mm、高さ 65mm）に詰めるために、12 枚の円形に打ち抜き容器に重ねて詰めて測定試料とする（図 2-5）。



図 2-5 採取試料の放射能測定容器への封入作業

## 2.5 放射能分析

$^{137}\text{Cs}$  の分析はゲルマニウム半導体検出器（ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社製）を用いて行った。得られたガンマ線スペクトルデータはガンマエクスプローラで解析した。効率校正には放射能標準ガンマ体積線源（日本アイソトープ協会）を使用した。放射能濃度は、測定期間の大気吸引流量で除した大気放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) と浮遊塵の質量で除した浮遊塵放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{kg}$ ) で示す。

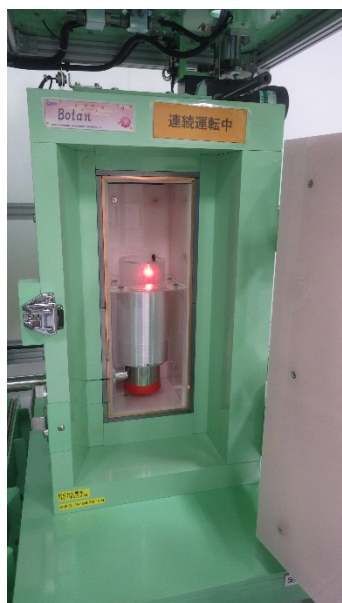


図 2-6 ゲルマニウム半導体検出器を用いた放射能測定作業



### 3. 評価方法

#### 3.1 再浮遊係数の評価

大気放射能濃度は、地表面へ沈着した放射性物質が再び大気中を輸送される再浮遊事象に影響されている可能性があるため、それぞれの調査地点における再浮遊係数を評価する。再浮遊係数は一般的に次式で算出する。

$$RF = \frac{C_{air}}{I_{dep}} \quad (1)$$

ここで、

RF：再浮遊係数 ( $m^{-1}$ )

$C_{air}$ ：大気放射能濃度 ( $Bq/m^3$ )

$I_{dep}$ ：地表面濃度 ( $Bq/m^2$ )

$^{137}Cs$  地表面濃度は、ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法<sup>5)</sup>に基づき  $\gamma$  線スペクトル測定を実施し、スペクトル解析により算出した。in-situ 測定によるスペクトル解析で使用する緩衝深度（放射能濃度が地表面の  $1/e$  ( $\approx 1/2.7$ ) になる深度）は、 $^{137}Cs$  の土壌中における鉛直分布を調べる必要がある。測定地点 F-1 の土壌はスクレーパープレートにより表層から 5 cm 深度までは 1 cm 毎に、5 cm 以深から 15 cm までは 2 cm ごとに土壌を採取した。過去に除染が実施されたことを把握している O-1 及び T-1 については、コアサンプラーを用いて表層から 15 cm 深度の土壌を採取し、分析室で 1 cm 毎に分取した。また、算出した  $^{137}Cs$  地表面濃度は、測定日からの物理減衰を考慮した 2020 年 4 月 1 日時点における存在割合を求め、(1) 式に供した。



図 3-1 in-situ 測定作業風景



図 3-2 スクレーパープレートを用いた土壌試料採取風景



図 3-3 コアサンプラー用いた土壌試料採取風景

### 3.2 実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価

$^{137}\text{Cs}$  の吸入に伴う内部被ばく線量は、実測した大気放射能濃度に基づき、次式を用いて評価する。

$$E = AR \times CF \times R \times T \quad (2)$$

ここで、

E：成人の場合の吸入による預託実効線量（将来 50 年にわたって受ける実効線量の積算値）

AR：大気放射能濃度（mBq/m<sup>3</sup>）

CF：吸入の場合の預託実効線量係数（ $^{137}\text{Cs}$ ： $3.9 \times 10^{-5}$  mSv/Bq（引用）を採用）

R：呼吸率係数（46.32 m<sup>3</sup>/日<sup>6)</sup>）

T：屋外滞在時間（10 時間<sup>7)</sup>）

### 3.3 確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価の概要

実効線量は、(i) 環境媒体中の濃度または被ばく率の特定に加えて、(ii) 経路別の生活習慣または行動パターンを特定し、これらの情報と線量換算係数を組み合わせることで評価することができる。これらの (i) 及び (ii) に関する情報は、集められたデータの中から代表値を選択して点推定に用いるか、またはデータの分布を用いることで、実効線量を評価することができる。3.2 節では、代表値を用いた点推定（一般に決定論的評価と呼ばれる）を行ったが、本節では、データの分布を用いてモンテカルロ解析を行って線量分布を評価した（一般的に確率論的評価と呼ばれる）。

ここでは、特定復興再生拠点区域での活動を再開した際に生ずる実効線量について、活動範囲内の空間線量率のばらつきを元に確率論的な線量を行い、特定復興再生拠点区域内に一時立ち入りすることによる潜在的な実効線量の範囲を評価する。

### 3.4 評価モデルのパラメータ

本稿では、住民グループ  $j$  に属する個人の再浮遊核種の吸入による内部被ばく実効線量

$E_j^{RI}$  は以下の式 (3) で表される。

$$E_j^{res} = K \cdot B_j \cdot (RF_{res} \cdot p_{l,in,j} + p_{l,out,j}) \cdot A_{137}(0) \cdot (C_{134} \cdot k_{134}^{RI} + k_{137}^{RI}) \quad (3)$$

ここで、

$K$  : 再浮遊係数(m<sup>-1</sup>)

$B_j$  : 住民グループ  $j$  の呼吸率 (m<sup>3</sup>/h)

$RF_{\text{res}}$  : 建屋のフィルタリング効果による被ばく低減係数  
 $p_{l,\text{in},j}$  : 住民グループ  $j$  の場所  $l$  の屋内における 1 日当たりの滞在割合  
 $p_{l,\text{out},j}$  : 住民グループ  $j$  の場所  $l$  の屋外における 1 日当たりの滞在割合  
 $A_{137}(0)$  : 空間線量率実測値に基づく  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度 (Bq/m<sup>2</sup>)  
 $C_{134}$  :  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度に対する  $^{134}\text{Cs}$  の地表面濃度の比(-)  
 $k_{134,j}^{RI}$  : 住民グループ  $j$  に対する  $^{134}\text{Cs}$  の吸入に関する線量換算係数 (Sv/Bq)  
 $k_{137,j}^{RI}$  : 住民グループ  $j$  に対する  $^{137}\text{Cs}$  の吸入に関する線量換算係数 (Sv/Bq)  
 である。

空間線量率実測値  $H$  に基づく  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度  $A_{137}(0)$  は、以下の式 (4) で表される。

$$A_{137}(0) = \frac{(H - H_n)}{C_{134} \cdot k_{134}^g + k_{137}^g} \quad (4)$$

ここで、

$A_{137}(0)$  : 空間線量率実測値に基づく  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度 (Bq/m)  
 $H$  : 空間線量率実測値 ( $\mu\text{Sv/h}$ )  
 $H_n$  : 自然放射線の寄与 ( $\mu\text{Sv/h}$ )  
 $k_{134}^g$  :  $^{134}\text{Cs}$  1Bq・m<sup>-2</sup> から空間線量率への換算係数 ( $\mu\text{Sv/h per 1Bq} \cdot \text{m}^{-2}$ )  
 $k_{137}^g$  :  $^{137}\text{Cs}$  1Bq・m<sup>-2</sup> から空間線量率への換算係数 ( $\mu\text{Sv/h per 1Bq} \cdot \text{m}^{-2}$ )

$^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  の存在割合に関しては、2011 年 3 月 15 日時点における比を  $C_{134}/C_{137} = 1.0$  として、物理減衰を考慮した空間線量率実測時点における存在割合を求めた。

住民グループ  $j$  の場所  $l$  の屋内外における 1 日当たりの滞在時間  $p_{l,\text{in}(\text{or out}),j}$  は、その場所での平均的な滞在時間  $t_{l,\text{in}(\text{or out}),j}$  を用いて以下の式 (5) で表される。

$$p_{l,\text{in}(\text{or out}),j} = \frac{t_{l,\text{in}(\text{or out}),j}}{10} \quad (5)$$

なお、通常、滞在割合は 1 日 24 時間に対する割合として表すが、今回は特定復興再生拠点区域に滞在する 8:00～18:00 までの 10 時間に対する割合として定義した。また、建屋のフィルタリング効果による被ばく低減係数  $RF_{\text{res}}$  は本評価ではすべて屋外に滞在することを想定することから 1.0 と設定した。また、再浮遊係数は、確率論に基づく評価では、双葉町、富岡町、大熊町で測定された合計のデータに対して対数正規分布を仮定して再浮遊係数値の分布形を決定し、時間に依存していないモデルとして評価した。

#### 4. 調査結果

##### 4.1 放射能の測定結果

$^{137}\text{Cs}$  濃度の測定結果を表 4-1～表 4-5 に示す。

表 4-1 放射能分析結果 (1/5)

試料 No.	流量 ( $\text{m}^3$ )	浮遊塵濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	大気 $^{137}\text{Cs}$ 濃度 ( $\text{mBq}/\text{m}^3$ )	浮遊塵 $^{137}\text{Cs}$ 濃度 ( $\text{mBq}/\text{kg}$ )
<b>双葉町</b>				
F-3-01	19939	0.030	$0.191 \pm 0.003$	$6.4\text{E}+06 \pm 1.1\text{E}+05$
F-4-01	19904	0.026	$0.184 \pm 0.003$	$7.0\text{E}+06 \pm 1.3\text{E}+05$
F-3-02	20370	0.026	$0.101 \pm 0.003$	$4.0\text{E}+06 \pm 1.0\text{E}+05$
F-4-02	20396	0.025	$0.173 \pm 0.003$	$7.0\text{E}+06 \pm 1.3\text{E}+05$
F-3-03	20183	0.026	$0.385 \pm 0.005$	$1.5\text{E}+07 \pm 1.7\text{E}+05$
F-4-03	20177	0.026	$0.308 \pm 0.004$	$1.2\text{E}+07 \pm 1.6\text{E}+05$
F-3-04	20157	0.022	$0.156 \pm 0.003$	$7.0\text{E}+06 \pm 1.4\text{E}+05$
F-4-04	20126	0.022	$0.177 \pm 0.003$	$7.9\text{E}+06 \pm 1.5\text{E}+05$
F-3-05	20162	0.017	$0.130 \pm 0.003$	$7.8\text{E}+06 \pm 1.7\text{E}+05$
F-4-05	20193	0.017	$0.130 \pm 0.003$	$7.7\text{E}+06 \pm 1.7\text{E}+05$
F-3-06	18684	0.012	$0.102 \pm 0.003$	$8.8\text{E}+06 \pm 2.4\text{E}+05$
F-4-06	18686	0.011	$0.098 \pm 0.003$	$8.7\text{E}+06 \pm 2.4\text{E}+05$
F-3-07	19895	0.014	$0.163 \pm 0.003$	$1.1\text{E}+07 \pm 2.2\text{E}+05$
F-4-07	19893	0.014	$0.165 \pm 0.003$	$1.2\text{E}+07 \pm 2.2\text{E}+05$
F-3-08	20369	0.025	$0.121 \pm 0.003$	$4.8\text{E}+06 \pm 1.1\text{E}+05$
F-4-08	20362	0.024	$0.149 \pm 0.003$	$6.1\text{E}+06 \pm 1.2\text{E}+05$
F-3-09	21600	0.033	$0.438 \pm 0.005$	$1.3\text{E}+07 \pm 1.4\text{E}+05$
F-4-09	21590	0.033	$0.396 \pm 0.005$	$1.2\text{E}+07 \pm 1.3\text{E}+05$
F-3-10	20185	0.022	$0.180 \pm 0.003$	$8.3\text{E}+06 \pm 1.5\text{E}+05$
F-4-10	20183	0.022	$0.162 \pm 0.003$	$7.4\text{E}+06 \pm 1.4\text{E}+05$
F-3-11	20161	0.021	$0.219 \pm 0.004$	$1.0\text{E}+07 \pm 1.7\text{E}+05$
F-4-11	20135	0.021	$0.204 \pm 0.003$	$9.6\text{E}+06 \pm 1.6\text{E}+05$
F-3-12	20066	0.022	$0.151 \pm 0.003$	$7.0\text{E}+06 \pm 1.4\text{E}+05$
F-4-12	20093	0.024	$0.171 \pm 0.003$	$7.1\text{E}+06 \pm 1.3\text{E}+05$
F-3-13	19990	0.023	$0.151 \pm 0.003$	$6.6\text{E}+06 \pm 1.3\text{E}+05$
F-4-13	19955	0.028	$0.184 \pm 0.003$	$6.6\text{E}+06 \pm 1.2\text{E}+05$
F-3-14	21850	0.019	$0.082 \pm 0.002$	$4.3\text{E}+06 \pm 1.2\text{E}+05$
F-4-14	21889	0.020	$0.088 \pm 0.002$	$4.4\text{E}+06 \pm 1.2\text{E}+05$



表 4-2 放射能分析結果 (2/5)

試料 No.	流量 (m <sup>3</sup> )	浮遊塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	大気 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )	浮遊塵 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/kg)
F-3-15	20154	0.018	0.118±0.003	6.5E+06±1.5E+05
F-4-15	20103	0.017	0.146±0.003	8.5E+06±1.8E+05
F-3-16	20138	0.015	0.048±0.002	3.2E+06±1.4E+05
F-4-16	20138	0.021	0.055±0.002	2.6E+06±1.0E+05
F-3-17	20166	0.017	0.067±0.002	3.9E+06±1.3E+05
F-4-17	20170	0.020	0.065±0.002	3.2E+06±1.1E+05
F-3-18	18578	0.014	0.065±0.002	4.7E+06±1.7E+05
F-4-18	18583	0.013	0.061±0.002	4.5E+06±1.7E+05
F-3-19	21698	0.025	0.085±0.002	3.4E+06±9.2E+04
F-4-19	21669	0.020	0.058±0.002	2.9E+06±1.0E+05
F-3-20	21719	0.014	0.082±0.002	6.0E+06±1.7E+05
F-4-20	21707	0.012	0.062±0.002	5.1E+06±1.7E+05
F-3-21	18491	0.034	0.188±0.004	5.5E+06±1.0E+05
F-4-21	18497	0.027	0.107±0.003	3.9E+06±1.0E+05
大熊町				
O-1-01	20120	0.026	0.199±0.003	7.7E+06±1.3E+05
O-2-01	20110	0.026	0.129±0.003	4.9E+06±1.1E+05
O-1-02	20263	0.020	0.190±0.003	9.3E+06±1.7E+05
O-2-02	20272	0.021	0.190±0.003	8.9E+06±1.6E+05
O-1-03	20094	0.021	0.185±0.003	9.0E+06±1.6E+05
O-2-03	20092	0.021	0.209±0.004	9.8E+06±1.7E+05
O-1-04	20120	0.018	0.170±0.003	9.5E+06±1.8E+05
O-2-04	20125	0.019	0.161±0.003	8.7E+06±1.7E+05
O-1-05	20154	0.011	0.107±0.003	9.4E+06±2.3E+05
O-2-05	20164	0.012	0.128±0.003	1.1E+07±2.5E+05
O-1-06	18716	0.010	0.123±0.003	1.2E+07±2.9E+05
O-2-06	18709	0.010	0.138±0.003	1.3E+07±2.9E+05
O-1-07	20118	0.012	0.155±0.003	1.3E+07±2.6E+05
O-2-07	20113	0.012	0.175±0.003	1.4E+07±2.6E+05
O-1-08	20171	0.021	0.186±0.003	8.9E+06±1.6E+05
O-2-08	20174	0.023	0.204±0.003	9.1E+06±1.5E+05
O-1-09	21574	0.026	0.566±0.005	2.2E+07±2.0E+05
O-2-09	24575	0.024	0.327±0.004	1.3E+07±1.6E+05

表 4-3 放射能分析結果 (3/5)

試料 No.	流量 (m <sup>3</sup> )	浮遊塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	大気 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )	浮遊塵 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/kg)
O-1-10	20164	0.016	0.189±0.003	1.1E+07±2.0E+05
O-2-10	20188	0.018	0.207±0.003	1.2E+07±2.0E+05
O-1-11	20142	0.015	0.143±0.003	9.4E+06±1.9E+05
O-2-11	20119	0.015	0.151±0.003	9.9E+06±2.0E+05
O-1-12	20121	0.013	0.165±0.003	1.3E+07±2.4E+05
O-2-12	20123	0.013	0.240±0.004	1.8E+07±2.8E+05
O-1-13	20135	0.015	0.203±0.003	1.4E+07±2.3E+05
O-2-13	20133	0.015	0.230±0.004	1.6E+07±2.5E+05
O-1-14	21650	0.014	0.183±0.003	1.3E+07±2.2E+05
O-2-14	21641	0.015	0.222±0.003	1.5E+07±2.4E+05
O-1-15	20156	0.017	0.179±0.003	1.0E+07±1.9E+05
O-2-15	20147	0.018	0.208±0.003	1.2E+07±2.0E+05
O-1-16	20063	0.010	0.166±0.003	1.7E+07±3.2E+05
O-2-16	20064	0.009	0.156±0.003	1.7E+07±3.4E+05
O-1-17	20228	0.010	0.175±0.003	1.8E+07±3.3E+05
O-2-17	20227	0.010	0.180±0.003	1.9E+07±3.4E+05
O-1-18	18687	0.016	0.226±0.004	1.5E+07±2.4E+05
O-2-18	18686	0.014	0.217±0.004	1.5E+07±2.6E+05
O-1-19	21567	0.018	0.200±0.003	1.1E+07±1.8E+05
O-2-19	21555	0.018	0.204±0.003	1.2E+07±1.9E+05
O-1-20	21671	0.013	0.168±0.003	1.3E+07±2.4E+05
O-2-20	21669	0.013	0.199±0.003	1.5E+07±2.5E+05
O-1-21	18676	0.027	0.121±0.003	4.5E+06±1.1E+05
O-2-21	18680	0.027	0.132±0.003	4.9E+06±1.1E+05
<b>富岡町</b>				
T-1-01	20376	0.025	0.092±0.003	3.6E+06±1.0E+05
T-2-01	20330	0.028	0.321±0.004	1.2E+07±1.6E+05
T-1-02	19920	0.018	0.093±0.003	5.1E+06±1.4E+05
T-2-02	19967	0.020	0.106±0.003	5.3E+06±1.3E+05
T-1-03	20193	0.019	0.083±0.002	4.3E+06±1.3E+05
T-2-03	20155	0.020	0.132±0.003	6.6E+06±1.4E+05
T-1-04	20125	0.017	0.095±0.003	5.5E+06±1.5E+05
T-2-04	20162	0.018	0.091±0.003	5.1E+06±1.4E+05

表 4-4 放射能分析結果 (4/5)

試料 No.	流量 (m <sup>3</sup> )	浮遊塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	大気 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )	浮遊塵 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/kg)
T-1-05	20350	0.011	0.078±0.002	7.0E+06±2.1E+05
T-2-05	20318	0.013	0.073±0.002	5.7E+06±1.8E+05
T-1-06	18515	0.009	0.088±0.003	1.0E+07±3.0E+05
T-2-06	18550	0.010	0.075±0.002	7.2E+06±2.3E+05
T-1-07	20347	0.010	0.078±0.002	7.7E+06±2.4E+05
T-2-07	20305	0.012	0.092±0.003	7.7E+06±2.1E+05
T-1-08	19940	0.020	0.070±0.002	3.5E+06±1.2E+05
T-2-08	19973	0.022	0.075±0.002	3.4E+06±1.1E+05
T-1-09	21596	0.019	0.126±0.003	6.5E+06±1.4E+05
T-2-09	21603	0.021	0.189±0.003	9.2E+06±1.6E+05
T-1-10	20152	0.015	0.093±0.003	6.0E+06±1.6E+05
T-2-10	20175	0.018	0.088±0.002	4.9E+06±1.4E+05
T-1-11	20161	0.016	0.164±0.003	1.1E+07±2.0E+05
T-2-11	20156	0.016	0.115±0.003	7.1E+06±1.7E+05
T-1-12	20118	0.014	0.195±0.003	1.4E+07±2.4E+05
T-2-12	20118	0.014	0.063±0.002	4.5E+06±1.6E+05
T-1-13	20407	0.017	0.223±0.004	1.3E+07±2.1E+05
T-2-13	20353	0.015	0.124±0.003	8.4E+06±1.9E+05
T-1-14	21367	0.015	0.199±0.003	1.3E+07±2.2E+05
T-2-14	21430	0.015	0.075±0.002	5.0E+06±1.5E+05
T-1-15	20155	0.018	0.274±0.004	1.5E+07±2.2E+05
T-2-15	20152	0.021	0.077±0.002	3.6E+06±1.1E+05
T-1-16	20215	0.011	0.125±0.003	1.2E+07±2.6E+05
T-2-16	20167	0.007	0.061±0.002	8.5E+06±3.0E+05
T-1-17	20082	0.008	0.164±0.003	2.0E+07±3.9E+05
T-2-17	20133	0.007	0.052±0.002	7.9E+06±3.2E+05
T-1-18	18824	0.013	0.181±0.003	1.4E+07±2.7E+05
T-2-18	18794	0.010	0.065±0.002	6.7E+06±2.4E+05
T-1-19	21664	0.017	0.186±0.003	1.1E+07±1.8E+05
T-2-19	21630	0.015	0.077±0.002	5.3E+06±1.5E+05
T-1-20	21453	0.022	0.381±0.004	1.7E+07±2.0E+05
T-2-20	21457	0.013	0.068±0.002	5.1E+06±1.6E+05

表 4-5 放射能分析結果 (5/5)

試料 No.	流量 (m <sup>3</sup> )	浮遊塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	大気 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )	浮遊塵 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/kg)
T-1-21	18806	0.027	0.151±0.003	5.5E+06±1.2E+05
T-2-21	18767	0.030	0.079±0.002	2.6E+06±8.3E+04

## 4.2 大気浮遊塵濃度の調査結果

大気浮遊塵濃度は、双葉で 0.011~0.034 mg/m<sup>3</sup>、大熊で 0.009~0.027  $\mu$  mg/m<sup>3</sup>、富岡で 0.007~0.030 mg/m<sup>3</sup>であり、算術平均値では、双葉町の調査地点で大熊町及び富岡町の調査地点よりやや高い濃度を示した（表 4-6 及び図 4-1）。双葉町の調査地点は、周囲が農地で囲まれており遮蔽物がないため、他の調査地点より大気浮遊塵濃度が高くなったと考えられる。また、いずれの町も舗装面と未舗装面とで大気浮遊塵濃度については有意な濃度差は認められなかった。

大気浮遊塵濃度の経時変化を図 4-2 に示す。大気浮遊塵濃度は、いずれの地点においても、6 月後半から 7 月末までの間に減少し、8 月末と 2 月に高くなる傾向が認められた。

表 4-6 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における大気浮遊塵濃度の平均値

		大気浮遊塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
<b>F-3</b>	草地	21	0.021	0.006	0.020	1.342
<b>F-4</b>	アスファルト	21	0.021	0.006	0.020	1.322
<b>O-1</b>	土	21	0.017	0.005	0.016	1.360
<b>O-2</b>	アスファルト	21	0.017	0.005	0.016	1.367
<b>T-1</b>	草地	21	0.016	0.005	0.016	1.378
<b>T-2</b>	アスファルト	21	0.016	0.006	0.015	1.468
	<b>全地点</b>	126	0.018	0.006	0.017	1.408

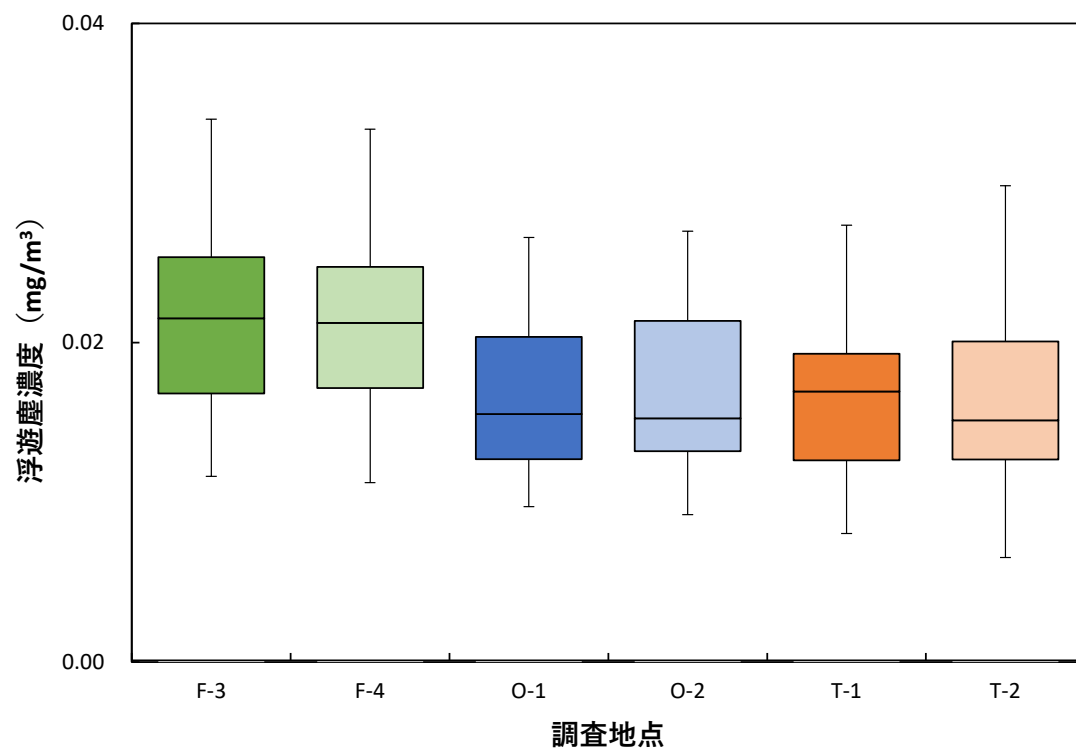


図 4-1 調査地点ごとの大気浮遊塵濃度

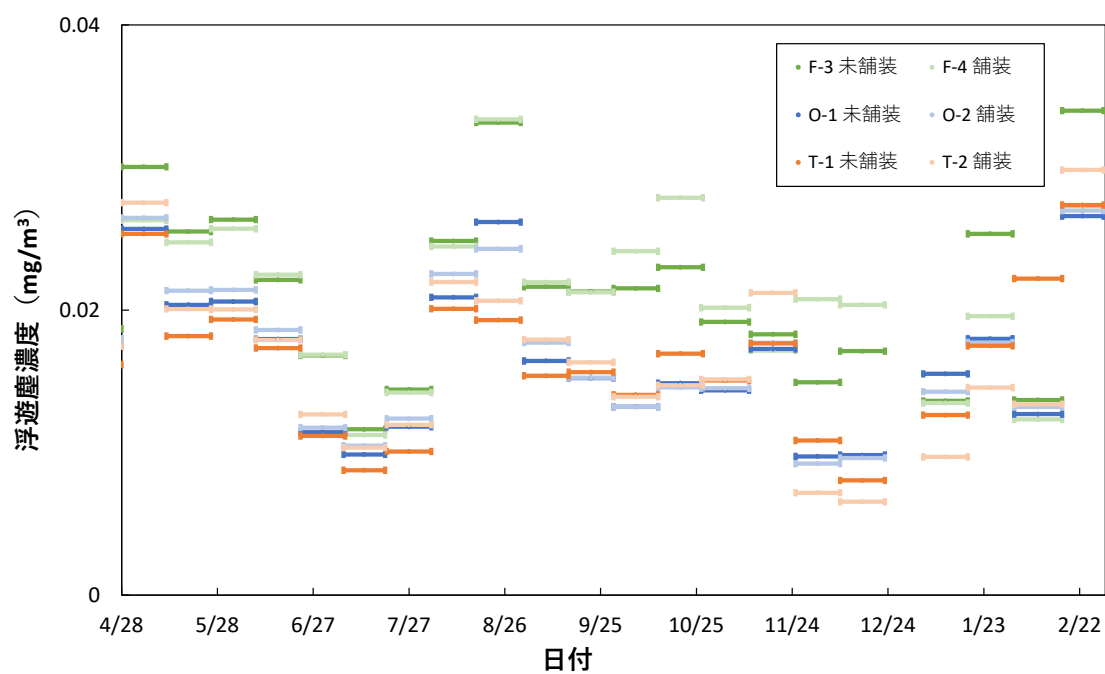


図 4-2 大気浮遊塵濃度の経時変化

#### 4.3 大気放射能濃度の調査結果

大気放射能濃度は、双葉で 0.048~0.438 mBq/m<sup>3</sup>、大熊で 0.107~0.566 mBq/m<sup>3</sup>、富岡で 0.052~0.381 mBq/m<sup>3</sup>であり、算術平均値では、いずれの調査地点もおおむね 0.1~0.2 mBq/m<sup>3</sup>の範囲であった。また、舗装状況の違いによる濃度差は、測定地点が離れている富岡を除き、有意な差は認められなかった（表 4-7 及び図 4-3）。

大気放射能濃度の経時変化を図 4-4 に示す。8 月にすべての地点で大気放射能濃度の増加が確認された。富岡地区の 8 月の降水量は月間 14 mm<sup>1</sup>と、前月に比較して降雨が少なかったため、浮遊塵が乾燥し粒子が再浮遊しやすい環境になったことが要因の一つであると考えられる。ただし、大熊と双葉については、気象庁 HP に気象データがないため、これらの地点については大気放射能濃度上昇について説明できなかった。地域ごとの大気浮遊塵の変動の違いを明らかにするため、降水量や風向風速などの気象データを含めて考察することが重要であると考えられる。また、双葉町は 10 月頃から大気放射能濃度減少の傾向が確認された。同地点では 10 月頃から 256 号線の拡幅工事のため、調査地点の外縁の解体作業を実施している。工事によって放射能汚染土の除去されたこと等が要因の一つであると考えられる。なお、大熊町と富岡町について、季節的な変動や時間の経過に伴う大気放射能濃度の減少は明確な傾向として確認できなかった。

表 4-7 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における大気放射能濃度の平均値

		大気放射能濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
<b>F-3</b>	草地	21	0.153	0.096	0.131	1.715
<b>F-4</b>	アスファルト	21	0.150	0.082	0.130	1.712
<b>O-1</b>	土	21	0.190	0.089	0.179	1.370
<b>O-2</b>	アスファルト	21	0.191	0.046	0.186	1.260
<b>T-1</b>	草地	21	0.149	0.076	0.134	1.582
<b>T-2</b>	アスファルト	21	0.100	0.058	0.090	1.503
	<b>全地点</b>	126	0.156	0.082	0.138	1.636

<sup>1</sup> 気象庁 HP (<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>) より、2021 年 8 月における福島県富岡地区の降水量参照。

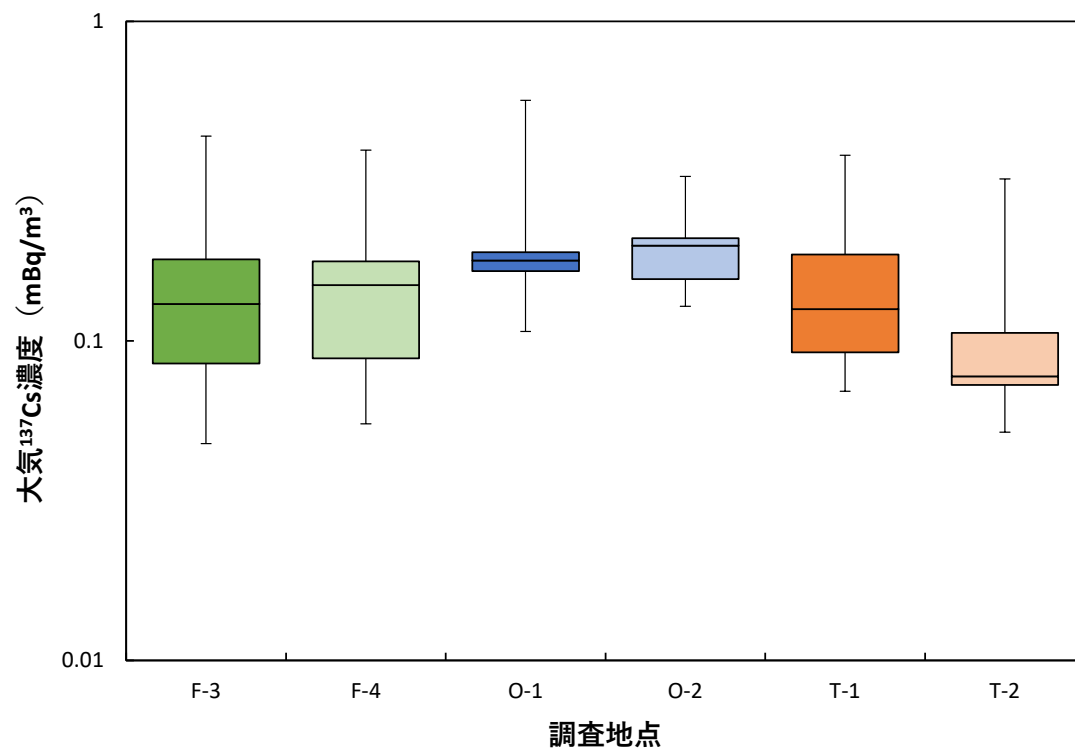


図 4-3 調査地点ごとの大気放射能濃度

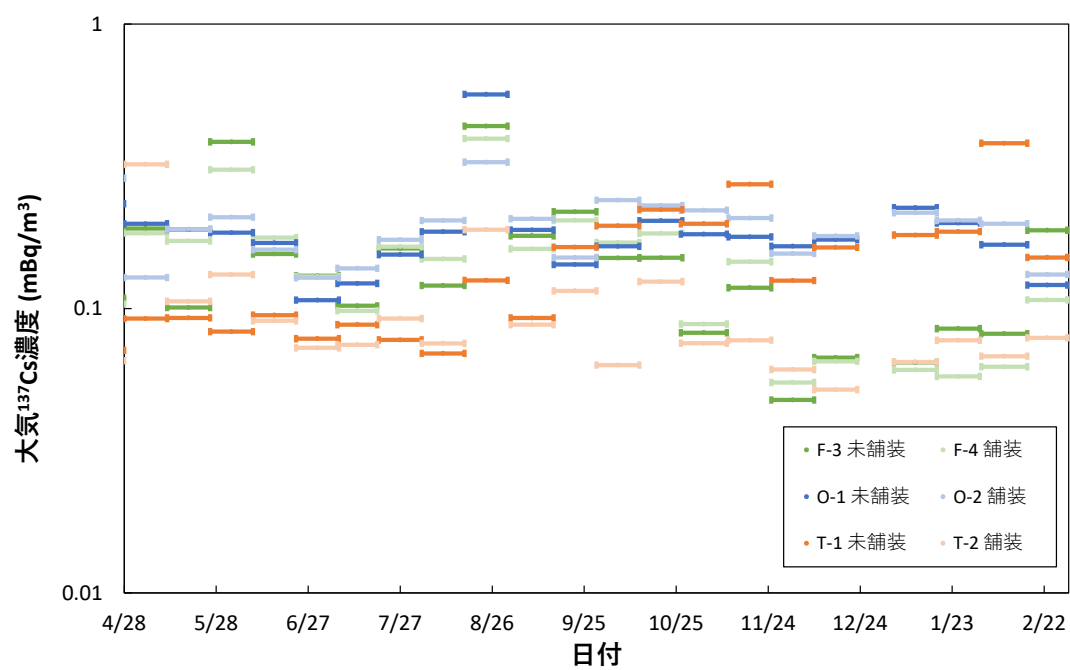


図 4-4 大気放射能濃度の経時変化



#### 4.4 浮遊塵放射能濃度の調査結果

浮遊塵放射能濃度は、双葉で  $2.6 \times 10^6 \sim 1.5 \times 10^7$  mBq/kg、大熊で  $4.5 \times 10^6 \sim 2.2 \times 10^7$  mBq/kg、富岡で  $2.6 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^7$  mBq/kg であり、算術平均値では、大熊町が他の調査地点よりも比較的高い濃度を示した。また、舗装状況の違いによる濃度差は、測定地点が離れている富岡を除き、有意な差は認められなかった（表 4-8 及び図 4-5）。

浮遊塵放射能濃度の経時変化を図 4-6 に示す。双葉町は 10 月頃から浮遊塵放射能濃度の減少傾向が認められるが、この要因は 4.3 項で前述した考察に起因するものであると考えられる。なお、大熊町と富岡町について、季節的な変動や時間の経過に伴う浮遊塵放射能濃度の減少は明確な傾向として確認できなかった。

表 4-8 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における浮遊塵放射能濃度の平均値

		浮遊塵放射能濃度 (mBq/kg)				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
<b>F-3</b>	草地	21	7.0E+06	3.1E+06	6.4E+06	1.521
<b>F-4</b>	アスファルト	21	6.9E+06	2.8E+06	6.3E+06	1.549
<b>O-1</b>	土	21	1.2E+07	3.7E+06	1.1E+07	1.383
<b>O-2</b>	アスファルト	21	1.2E+07	3.8E+06	1.2E+07	1.435
<b>T-1</b>	草地	21	9.8E+06	4.7E+06	8.6E+06	1.677
<b>T-2</b>	アスファルト	21	6.3E+06	2.1E+06	5.9E+06	1.417
	<b>全地点</b>	126	9.0E+06	4.2E+06	8.0E+06	1.634

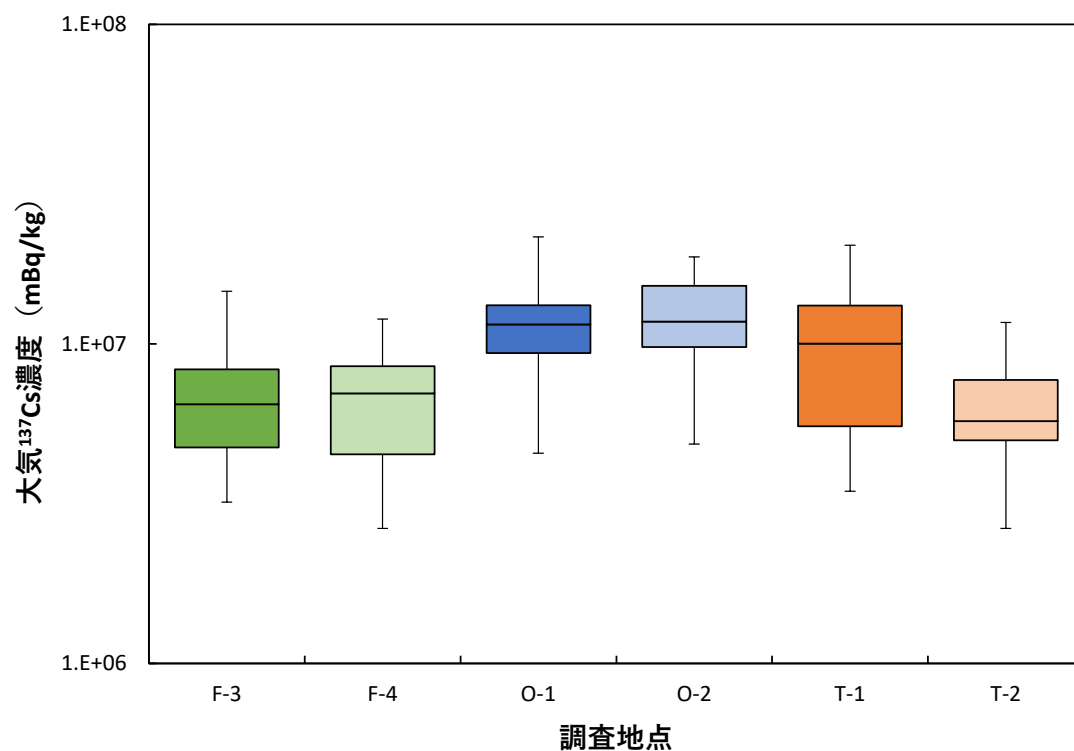


図 4-5 調査地点ごとの浮遊塵放射能濃度

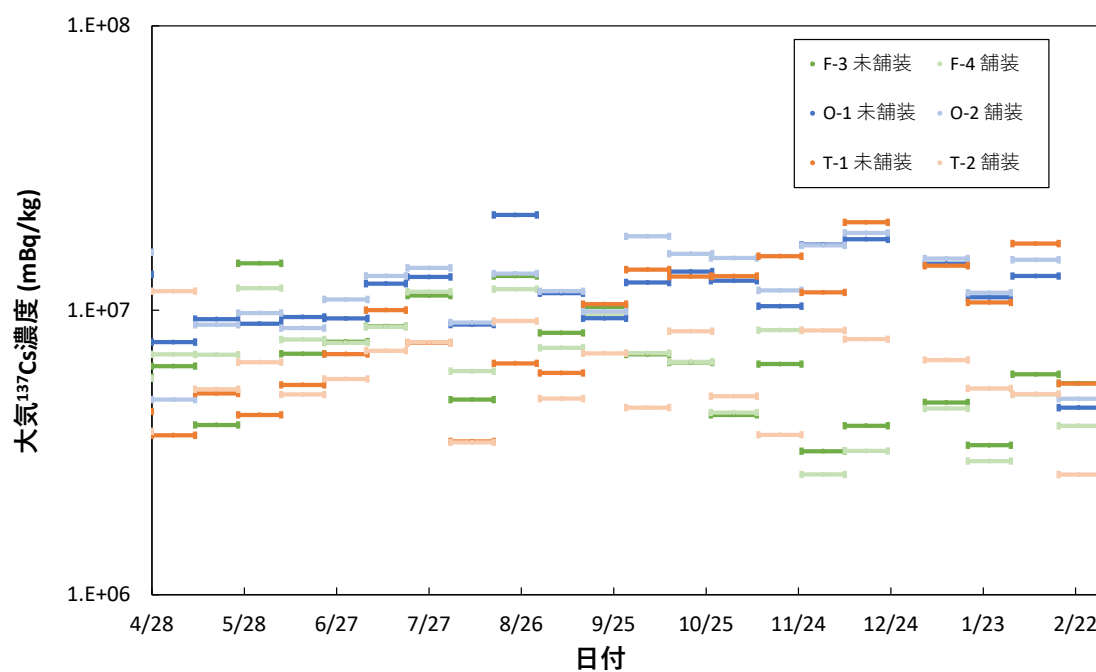


図 4-6 浮遊塵放射能濃度の経時変化

#### 4.5 平成 31 年度（令和元年度）と令和 2 年度の調査結果の比較

大気浮遊塵濃度及び大気放射能濃度、浮遊塵放射能濃度について、それぞれの地点で昨年度の結果とどのような違いが確認するため、比較を実施した。昨年度調査の 2019 年 5 月期データは日中のみサンプリングを実施した測定データのため、今年度の 24 時間連続サンプリングの結果と条件が異なる。比較に用いるデータは今年度と同じ採取条件である 24 時間連続サンプリングを実施した 2019 年 6 月～2020 年 2 月までの期間のデータを使用した。

大気浮遊塵濃度の中央値は、すべての地点で昨年度と比較して同程度であった(図 4-7)。

大気放射能濃度の中央値は、双葉と富岡は昨年度と比較して全体的に低下傾向であったが、特に富岡の T-1 及び T-2 は昨年度よりそれぞれ 64%、39%低減した(図 4-8)。T-1 に関しては、2020 年 3 月頃に HV 設置地点付近で盛土作業が行われ汚染土が遮蔽されたことや測定エリア周辺除染が進んだことが考えられるが、現在のところ原因は明らかではない。T-2 は、2020 年 2 月頃に常磐線開通に伴う夜ノ森駅の改修作業の際に、駅舎から線路上の除染や駐車場内のアスファルトの張替えを実施したため、その影響で大気放射能濃度が低下した可能性が考えられる。

また、浮遊塵放射能濃度の中央値についても全体的に低下傾向であり、特に T-2 は昨年度の結果よりも 51%低減した(図 4-9)。T-2 の低下は、大気放射能濃度と同様に周囲の除染や直下のアスファルトの張替えのためであると考えられる。

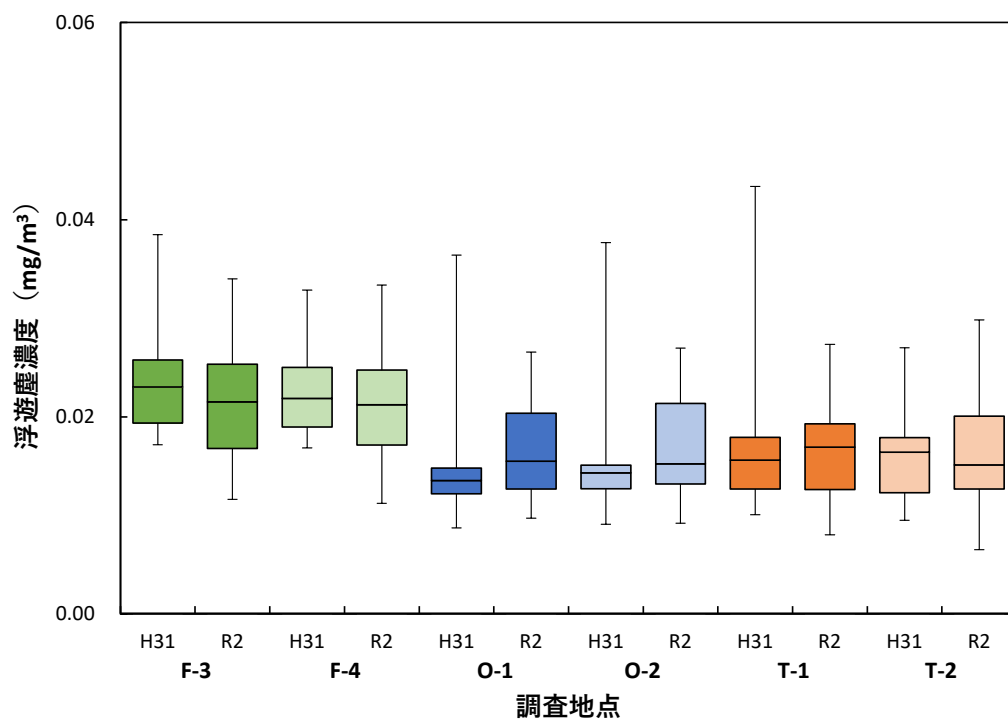


図 4-7 大気浮遊塵濃度の調査結果比較

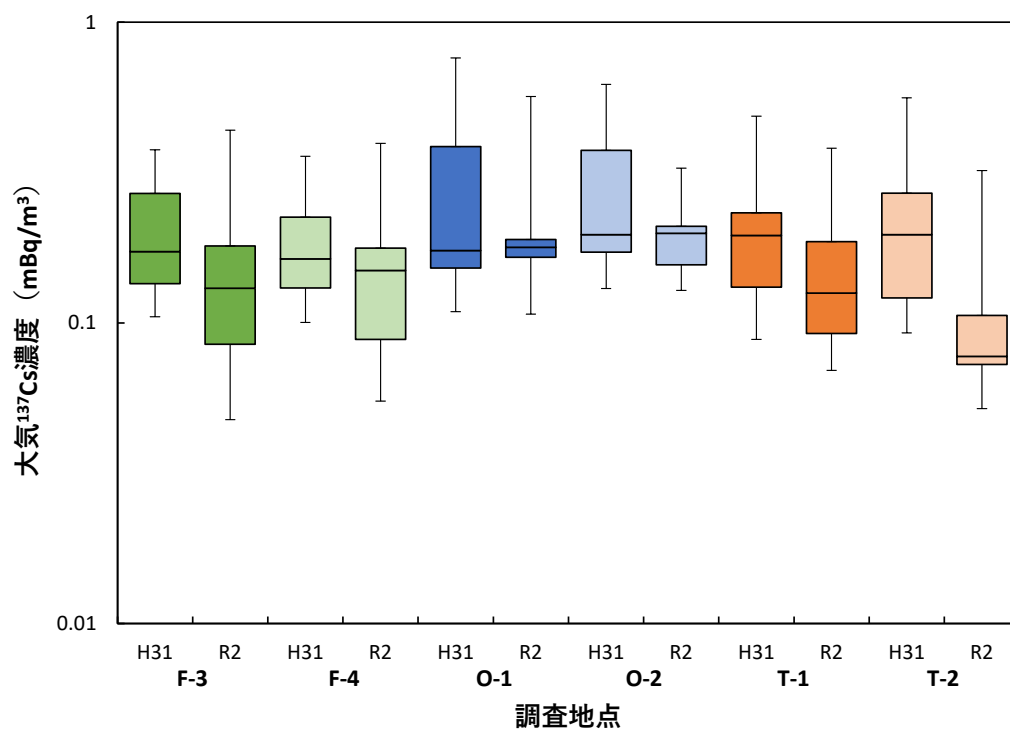


図 4-8 大気放射能濃度の調査結果比較

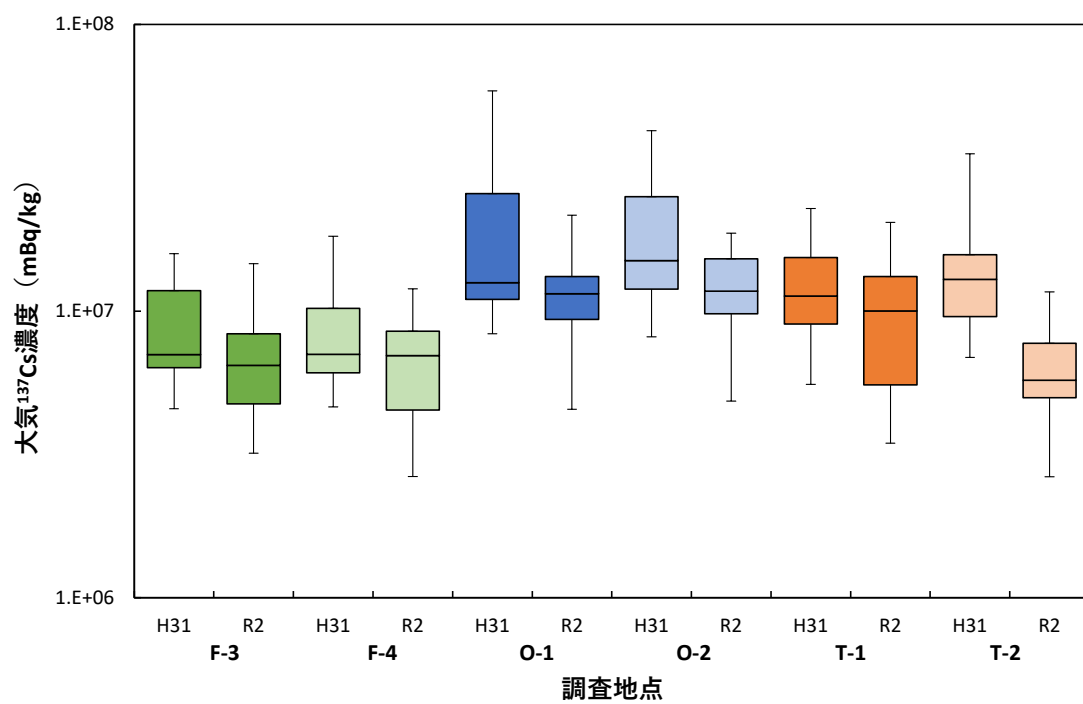


図 4-9 浮遊塵放射能濃度の調査結果比較

## 5. 評価結果

### 5.1 再浮遊係数の評価結果

#### 5.1.1 放射性セシウムの $^{137}\text{Cs}$ 地表面濃度

再浮遊係数の算出に当たり、土壌中の  $^{137}\text{Cs}$  の鉛直分布を求めた。スクレーパープレートまたはコアサンプラーにより深度ごとに採取した土壌中の  $^{137}\text{Cs}$  の分析結果を表 5-1～表 5-2 及び図 5-1 示す。

いずれの地点においても、表層から 5 cm 程度までの  $^{137}\text{Cs}$  濃度が低く、それ以降の深度から  $^{137}\text{Cs}$  濃度が増加する傾向が確認された。双葉と大熊は昨年度と似た傾向の鉛直分布を示した。一方、富岡については昨年度と異なる傾向を示した。富岡は、昨年度土壌採取した箇所が盛土され、同じ地点での土壌採取と in-situ 測定が困難であり、今年度から土壌採取場所を変更したためであると考えられる。この  $^{137}\text{Cs}$  の深度分布傾向は、過去に土壌攪乱や除染作業による表層土壌の入れ替えによるものと考えられる。

各調査地点の未舗装面について、ISOCS 解析法の標準ジオメトリーに表 5-2 に示す深度ごとの放射能濃度を与え、In-situ 測定の解析を行った。また、各調査地点の舗装面については、ICRU によって報告されているコンクリートの場合の重量緩衝深度である 0.1 を採用して 2020 年 4 月時点の  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度を算出した<sup>8)</sup>。それぞれの地点における  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度を表 5-3 に示す。双葉は昨年度に比べ未舗装面の  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度が 0.49 倍とであった。前述の通り、双葉未舗装面は過去に除染か土壌攪乱があったと考えられるため、 $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度は局地的に異なると予測される。また、スクレーパープレートによる土壌採取は、層状に土壌を採取する必要上、昨年度と位置をずらして採取する必要がある。ゆえに、採取位置の違いが、相対的な  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度低下の原因の一つと考えられる。大熊は昨年度と同程度の  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度であることを確認した。富岡は昨年度と比較して、舗装面の  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度が 31% 低減し、一方で未舗装面は 3.0 倍に増加した。富岡未舗装面は前述の通り、土壌採取場所を変更したためである。また、舗装面の  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度の低下は、今年度常磐線開通に伴う夜ノ森駅の改修作業の際に、アスファルトの張替えを実施した影響であると考えられる。

表 5-1 土壌深度ごとの放射能分析結果 (1/2)

採取地点	緩衝深度 (g/cm <sup>2</sup> )	土壌 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/kg)
<b>双葉町</b>		
F-3	0.731	6.2E+04±5.0E+03
F-3	2.019	2.3E+04±3.7E+03
F-3	3.322	1.5E+04±3.2E+03
F-3	4.556	1.5E+04±3.3E+03
F-3	5.740	1.0E+04±3.0E+03
F-3	7.188	1.2E+04±3.1E+03
F-3	8.643	4.5E+04±4.5E+03
F-3	9.916	7.5E+05±1.8E+04
F-3	11.044	1.2E+05±7.9E+03
F-3	12.162	1.7E+04±3.6E+03
<b>大熊町</b>		
O-1	0.440	1.3E+05±1.4E+04
O-1	1.331	2.1E+05±1.7E+04
O-1	2.313	1.3E+05±1.2E+04
O-1	3.396	2.5E+05±1.6E+04
O-1	4.607	4.9E+06±6.6E+04
O-1	6.227	1.3E+07±9.1E+04
O-1	8.330	3.1E+06±4.3E+04
O-1	10.548	1.0E+06±2.6E+04
O-1	12.690	7.0E+04±7.7E+03
O-1	14.930	5.7E+04±6.4E+03

表 5-2 土壌深度ごとの放射能分析結果 (2/2)

採取地点	緩衝深度 (g/cm <sup>2</sup> )	土壌 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/kg)
<b>富岡町</b>		
T-1	0.441	1.5E+05 ± 1.4E+04
T-1	1.161	8.8E+04 ± 1.3E+04
T-1	1.954	5.8E+04 ± 8.1E+03
T-1	3.103	8.5E+04 ± 8.8E+03
T-1	4.236	1.2E+05 ± 1.1E+04
T-1	6.118	3.1E+06 ± 3.8E+04
T-1	8.631	7.3E+06 ± 6.2E+04
T-1	10.775	8.5E+05 ± 2.3E+04
T-1	12.795	1.3E+06 ± 2.7E+04
T-1	14.959	6.2E+05 ± 1.9E+04

表 5-3 放射性セシウム の <sup>137</sup>Cs 地表面濃度の解析結果

	$\beta$ (g/cm <sup>2</sup> )	R1 年度 <sup>137</sup> Cs 地表面濃 度 (Bq/m <sup>2</sup> )	R2 年度 <sup>137</sup> Cs 地表面濃 度 (Bq/m <sup>2</sup> )
<b>F-3</b> 草地	—	6.9E+04	3.4E+04
<b>F-4</b> アスファルト	0.1	3.9E+04	2.8E+04
<b>O-1</b> 土	—	4.5E+05	3.8E+05
<b>O-2</b> アスファルト	0.1	4.9E+05	4.2E+05
<b>T-1</b> 草地	—	1.0E+05	3.0E+05
<b>T-2</b> アスファルト	0.1	1.2E+05	3.8E+04



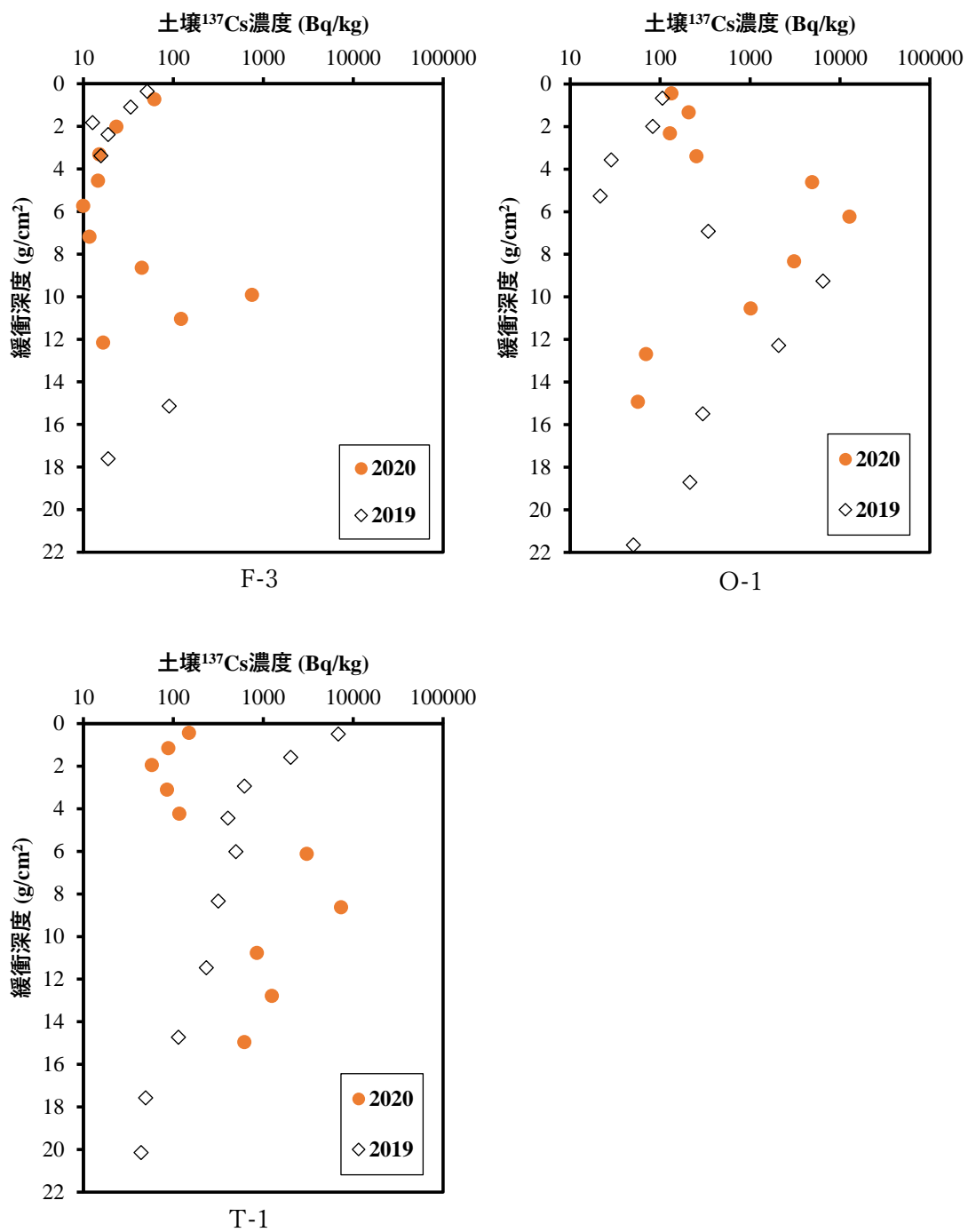


図 5-1 土壌中  $^{137}\text{Cs}$  の深度プロファイル

### 5.1.2 再浮遊係数

表 5-3 に示す  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度と大気放射能濃度の測定結果から、それぞれの地点における再浮遊係数を算出した。再浮遊係数は、双葉で  $1.4 \times 10^{-9} \sim 1.4 \times 10^{-8} \text{ m}^{-1}$ 、大熊で  $2.8 \times 10^{-10} \sim 1.5 \times 10^{-9} \text{ m}^{-1}$ 、富岡で  $2.3 \times 10^{-10} \sim 8.5 \times 10^{-9} \text{ m}^{-1}$  であり、算術平均値では、大熊と富岡の T-1 において、他の調査地点よりも低い値を示した（表 5-4 及び図 5-2）。また、舗装状況の違いによる再浮遊係数の違いは、測定地点が離れている富岡を除き、顕著な差は認められなかった。

再浮遊係数の経時変化を図 5-3 に示す。再浮遊係数は大気放射能濃度から表 5-3 に示す  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度を除した値であるため、経時変化の変動傾向は大気放射能濃度に依存する。

表 5-4 2020 年 5 月から 2021 年 2 月における再浮遊係数の平均値

		再浮遊係数 ( $\text{m}^{-1}$ )				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
<b>F-3</b>	草地	21	4.5E-09	2.8E-09	3.9E-09	1.715
<b>F-4</b>	アスファルト	21	5.3E-09	2.9E-09	4.6E-09	1.712
<b>O-1</b>	土	21	5.0E-10	2.3E-10	4.7E-10	1.370
<b>O-2</b>	アスファルト	21	4.6E-10	1.1E-10	4.5E-10	1.260
<b>T-1</b>	草地	21	5.0E-10	2.5E-10	4.4E-10	1.582
<b>T-2</b>	アスファルト	21	2.7E-09	1.5E-09	2.4E-09	1.503
	<b>全地点</b>	126	2.3E-09	2.7E-09	1.3E-09	3.087

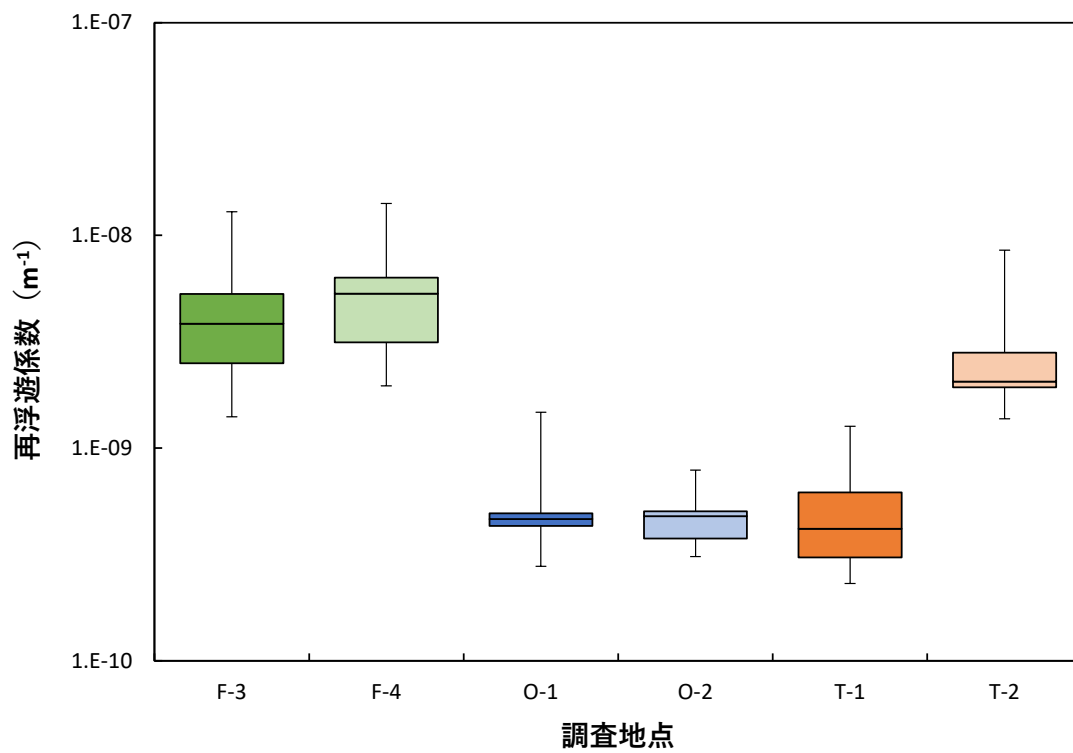


図 5-2 調査地点ごとの再浮遊係数

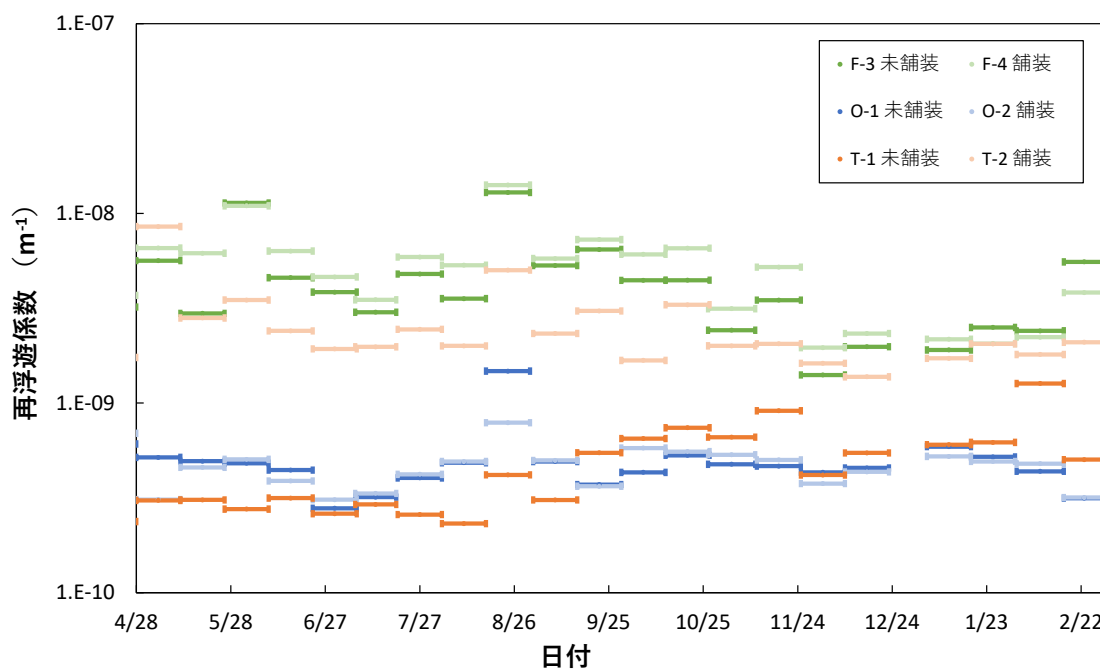


図 5-3 再浮遊係数の経時変化

## 5.2 実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果

3.2 節で示した式（2）から吸入に伴う内部被ばく実効線量を算出した（表 5-5）。内部被ばく実効線量は、双葉で  $3.6 \times 10^{-5} \sim 3.3 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}$ 、大熊で  $8.1 \times 10^{-5} \sim 4.3 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}$ 、富岡で  $3.9 \times 10^{-5} \sim 2.9 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}$  であり、算術平均値では、大熊の実効線量が最も高く、T-2 が低いことが確認された。また、舗装状況の違いによる実効線量差は、測定地点が離れている富岡を除き、有意な差は認められなかった（表 5-5 及び図 5-4）。

内部被ばく実効線量の経時変化を図 5-5 に示す。内部被ばく実効線量は、大気放射能濃度に(2)式に示す係数と屋外滞在時間を乗じた値であるため、その変動傾向は大気放射能濃度の変動傾向に依存する。

表 5-5 吸入に伴う内部被ばく評価結果

		内部被ばく実効線量（ $\mu\text{Sv}$ ）				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
<b>F-3</b>	草地	21	1.2E-04	7.2E-05	9.9E-05	1.715
<b>F-4</b>	アスファルト	21	1.1E-04	6.2E-05	9.8E-05	1.712
<b>O-1</b>	土	21	1.4E-04	6.7E-05	1.3E-04	1.370
<b>O-2</b>	アスファルト	21	1.4E-04	3.4E-05	1.4E-04	1.260
<b>T-1</b>	草地	21	1.1E-04	5.7E-05	1.0E-04	1.582
<b>T-2</b>	アスファルト	21	7.5E-05	4.4E-05	6.8E-05	1.503
	<b>全地点</b>	126	1.2E-04	6.2E-05	1.0E-04	1.636

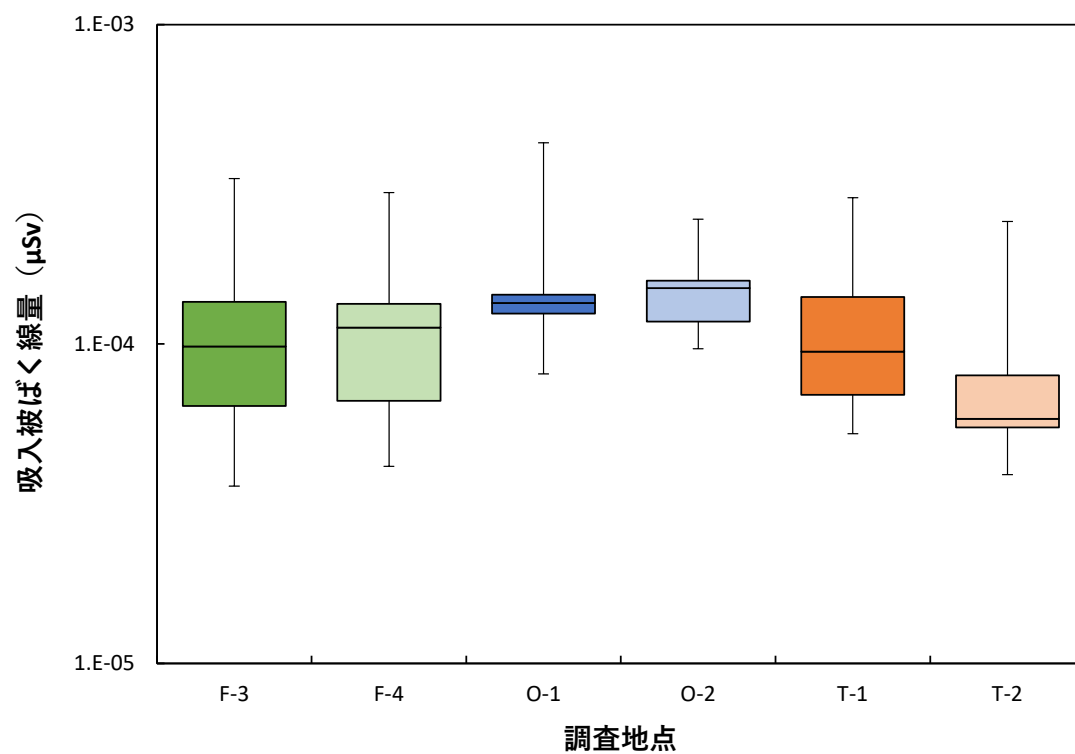


図 5-4 調査地点ごとの吸入に伴う内部被ばく評価結果

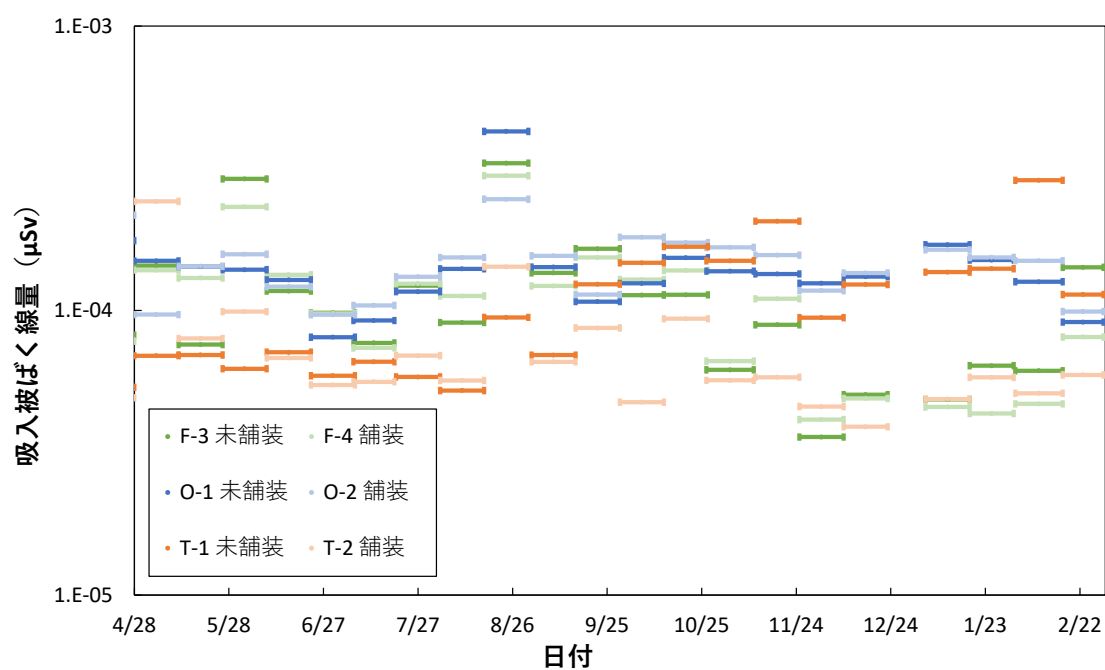


図 5-5 吸入に伴う内部被ばく評価結果の経時変化

### 5.3 平成 31 年度（令和元年度）と令和 2 年度の実測値に基づく吸入被ばく評価結果の比較

4.5 項で前述したとおり、サンプリング条件を揃えたデータで比較するため、昨年度の吸入被ばく、内部被ばくのデータは 2019 年 6 月～2020 年 2 月期のデータを用いて比較を実施した。吸入被ばくによる実効線量の中央値は、昨年度と比較すると、大熊を除いて低下傾向にある（吸入被ばくによる実効線量は、大気放射能濃度に(2)式示す係数と屋外滞在時間に乗じた値であるため、昨年度との評価結果の比較は、4.5 項に前述した大気放射能濃度の比較のとおりである）（図 5-6）。

一方で、再浮遊係数は、T-1 を除いて昨年度と顕著な値の差はなかった（図 5-7）。T-1 は土壌採取地点を変更したことにより、昨年度と比較して相対的に  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度が増加し、再浮遊係数は昨年度の結果より 21%低減した。

図 5-8 は、大気放射能濃度と採取地点の空間線量率との関係を示したものである。大気放射能濃度と空間線量率の間に相関性がないことが確認された。一方で、空間線量率は地表面濃度と相関があることが報告<sup>9)</sup>されており、図 5-8 の結果は、大気放射能濃度はその場の粒子の再浮遊ではなく、より広いエリアで移流してくる粒子中の放射性セシウムの影響が支配的だということを示唆している。ゆえに、測定地点間の吸入被ばく線量の低減率の違いは、双葉・大熊・富岡地区の除染等の状況の違いを反映している可能性がある。

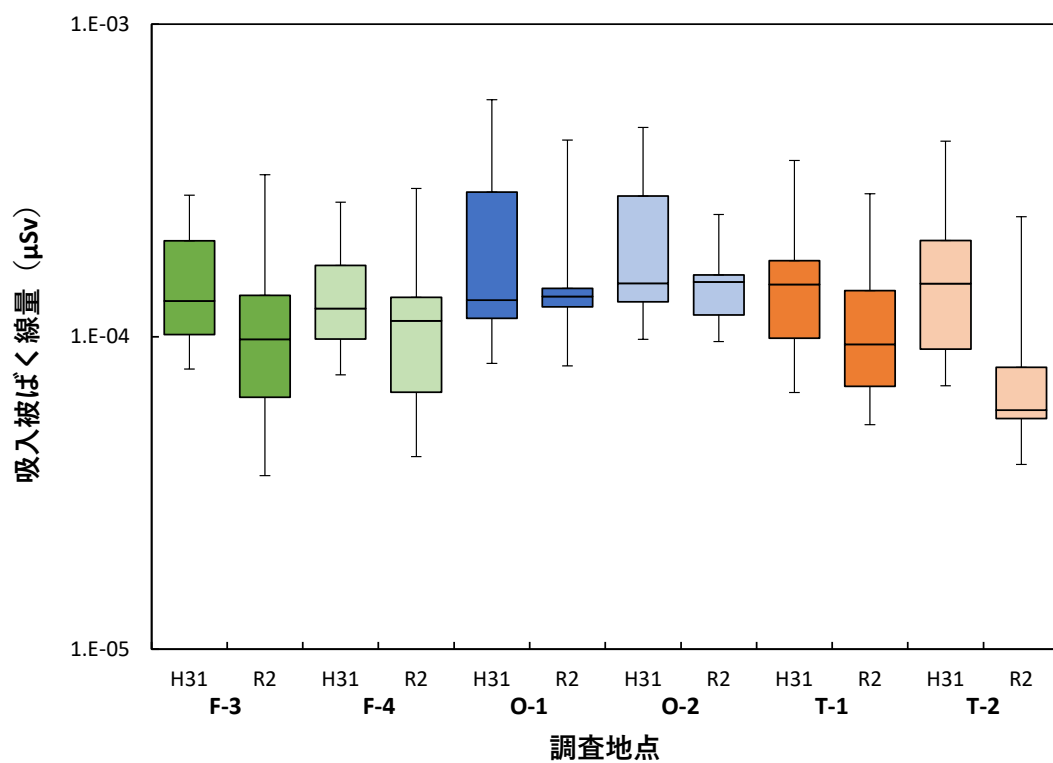


図 5-6 吸入被ばくによる実効線量の評価結果比較

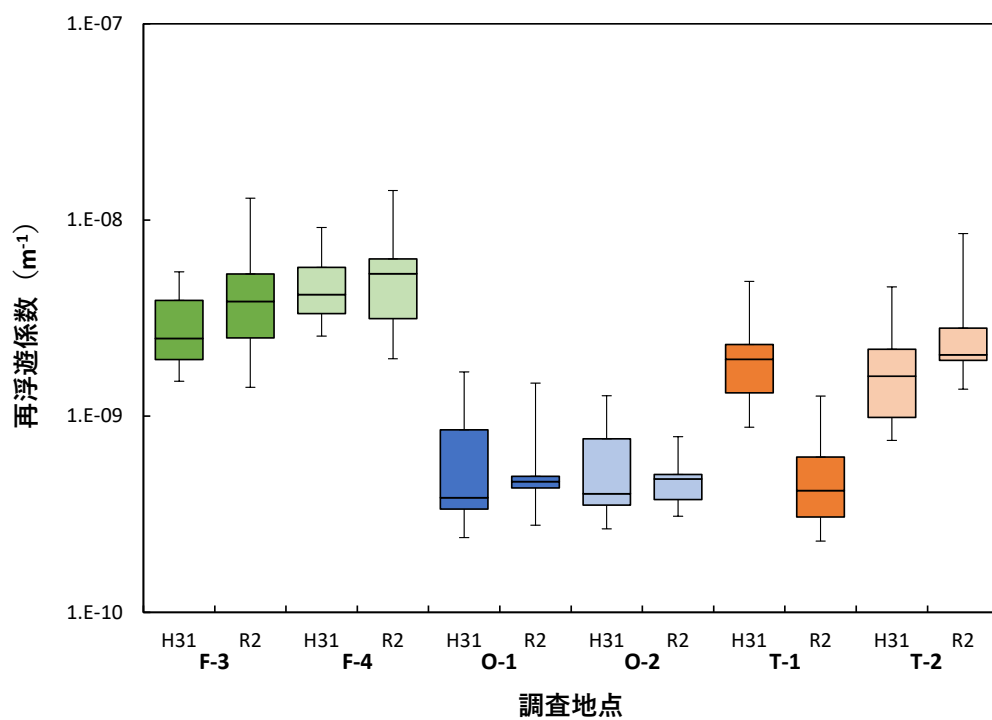


図 5-7 再浮遊係数の評価結果比較

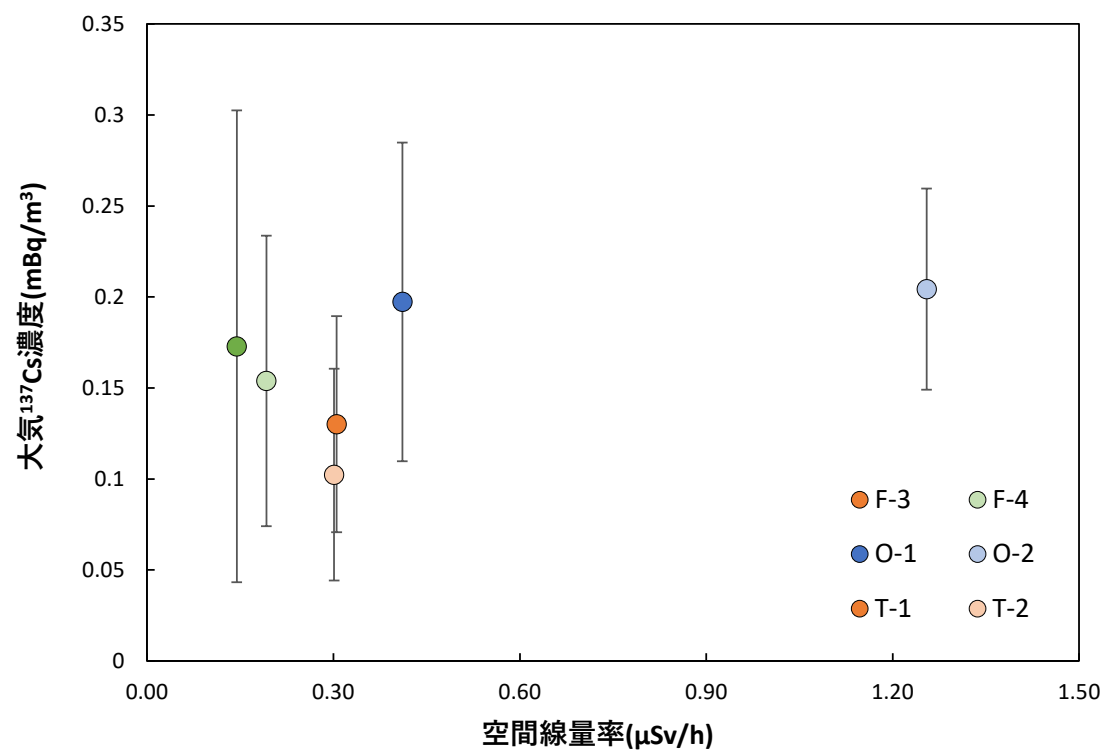


図 5-8 空間線量率と大気放射能濃度の関係



## 5.4 確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果

### (1) 確率論的評価に用いたパラメータセット

再浮遊核種の吸入による実効線量を確率論的に評価する際に用いたパラメータセット及び評価用いた空間線量率を整理してそれぞれ表 5-6 に示す。なお、空間線量率を利用して(4)式を用いて地表面濃度を求める際には、自然放射線の寄与 $H_n$ を  $0.04 \mu\text{Sv/h}$  とした。

### (2) 特定復興再生拠点内への一時立ち入りによる被ばく線量

各自治体の特定復興再生拠点（以下、再生拠点）に一時立ち入りした場合に、再生拠点内の空間線量率分布を踏まえて生じ得る被ばく線量の全範囲を評価した。表 5-6 からエリア内移動の統計値を用いて、特定復興再生拠点内を散策した場合について、吸入に伴う被ばくの線量分布を評価した。

評価結果を図 5-9 及び表 5-7 に示す。確率論的評価の結果、双葉町、大熊町及び富岡町において、双葉町、大熊町及び富岡町における吸入に伴う内部被ばくによる 1 日当たりの実効線量の算術平均はそれぞれ  $5.6 \times 10^{-5} \mu\text{Sv}$ 、 $9.9 \times 10^{-5} \mu\text{Sv}$  及び  $1.2 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}$  程度となった。

表 5-6 被ばく線量評価モデルのパラメータ

名称	単位	定数値	分布形	統計値				設定根拠
				GM	GSD	Min.	Max	
$k_{134}^g$	$\mu\text{Sv/h}$	8.50E-6	—	—	—	—	—	Saito et al <sup>10)</sup> により示された $\beta=0.0$ に対する単位地表面濃度から周辺線量当量への換算係数を用いた。
$k_{137}^g$	per $\text{Bq/m}^2$	3.15E-6	—	—	—	—	—	
$k_{134}^{RI}$	$\text{Sv/Bq}$	—	一様	—	—	6.6E-9	2.0E-8	ICRP Publication 71 <sup>11)</sup> に示された AMAD= $1\mu\text{m}$ 、Absorption Type F,M,S の範囲の最小値、最大値を設定
$k_{137}^{RI}$		—	一様	—	—	4.6E-9	3.9E-8	
$C_{134}$	双葉町	—	0.053	—	—	—	—	2011 年 3 月 15 日時点の $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ の存在割合を 1:1 と して、物理減衰を考慮して空間線量率測定時点における存 在割合を求めた。
	大熊町	—	0.055	—	—	—	—	
	富岡町	—	0.055	—	—	—	—	
$p_{l,in,j}$	—	0.0	—	—	—	—	—	評価時間 10 時間、屋外滞在割合 1.0 とした。
$p_{l,out,j}$	—	1.0	—	—	—	—	—	
$K$	/m	—	対数正規	1.3E-9	3.1	2.3E-10	1.4E-8	2020 年 5 月から 2021 年 1 月までに測定されたデータを使用 平均値、分散値は、双葉町、富岡町、大熊町の計 6 か所の全 データ全部に対して求めた。
$B_j$	$\text{m}^3/\text{h}$	1.93	—	—	—	—	—	ラドン濃度測定・線量評価最終報告書(放射線医学総合研究 所,1998) に示された速やかな歩行の値とした。
$H$	双葉町	$\mu\text{Sv/h}$	—	対数正規	0.41	2.1	—	2020 年 6 月 9 日から 8 月 28 日までのそれぞれの地区にお ける特定復興再生拠点区域内の歩行サーベイデータ
	大熊町				0.85	2.1	—	
	富岡町				0.57	1.8	—	

表 5-7 被ばく線量 ( $\mu$  Sv/day) の統計値

経路		5%値	50%値	95%値	算術平均値	幾何平均値	標準偏差	幾何標準偏差
再浮遊吸入	双葉町	2.48E-06	2.22E-05	2.12E-04	5.57E-05	2.25E-05	1.11E-04	3.85E+00
	富岡町	6.25E-06	4.59E-05	3.64E-04	9.86E-05	4.66E-05	1.62E-04	3.42E+00
	大熊町	5.85E-06	4.95E-05	4.54E-04	1.20E-04	5.04E-05	2.29E-04	3.75E+00

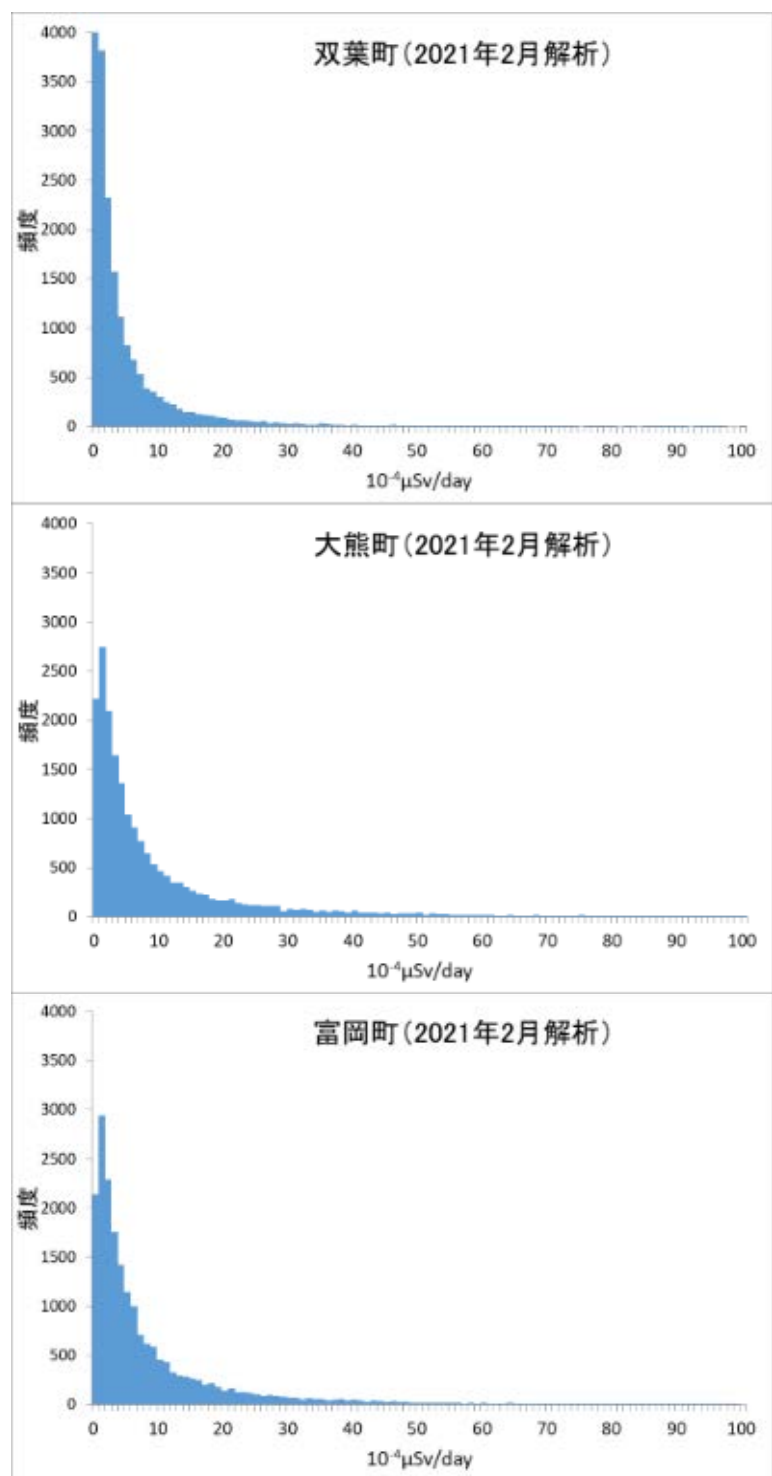


図 5-9 各自治体における特定復興再生拠点内への一時立ち入りによる被ばく線量（周辺散策を想定した場合）

## 5.5 平成 31 年度（令和元年度）と令和 2 年度の確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果の比較

吸入に伴う内部被ばくによる 1 日当たりの実効線量について、昨年度の評価結果<sup>2</sup>と比較すると、いずれの地点もおおよそ半分程度に低下したことが分かった（図 5-10）。この実効線量率の低下は、空間線量率実測値に基づく  $^{137}\text{Cs}$  地表面濃度の低下が主な要因であると考えられる。放射性セシウムの物理的半減期から計算した理論的な空間線量率の変化率はおおよそ-6.8%である。各地点の空間線量率の幾何平均値の相対変化率は、双葉で-21.2%、大熊で-28.6%、富岡で-50.4%であるため、理論値より変化が大きい傾向にあった。これは特定復興再生拠点内で実施されている除染の影響であると思われる。この空間線量率実測値の変化が実効線量率に反映された。

---

<sup>2</sup> 昨年度の被ばく線量評価モデルパラメータのうち、 $K$ は 2019 年 5 月～2020 年 1 月までに測定されたデータを、また  $H$ は 2019 年 6 月 12 日から 7 月 25 日までのそれぞれの地区における特定復興再生拠点区域内の歩行サーベイデータを使用した。

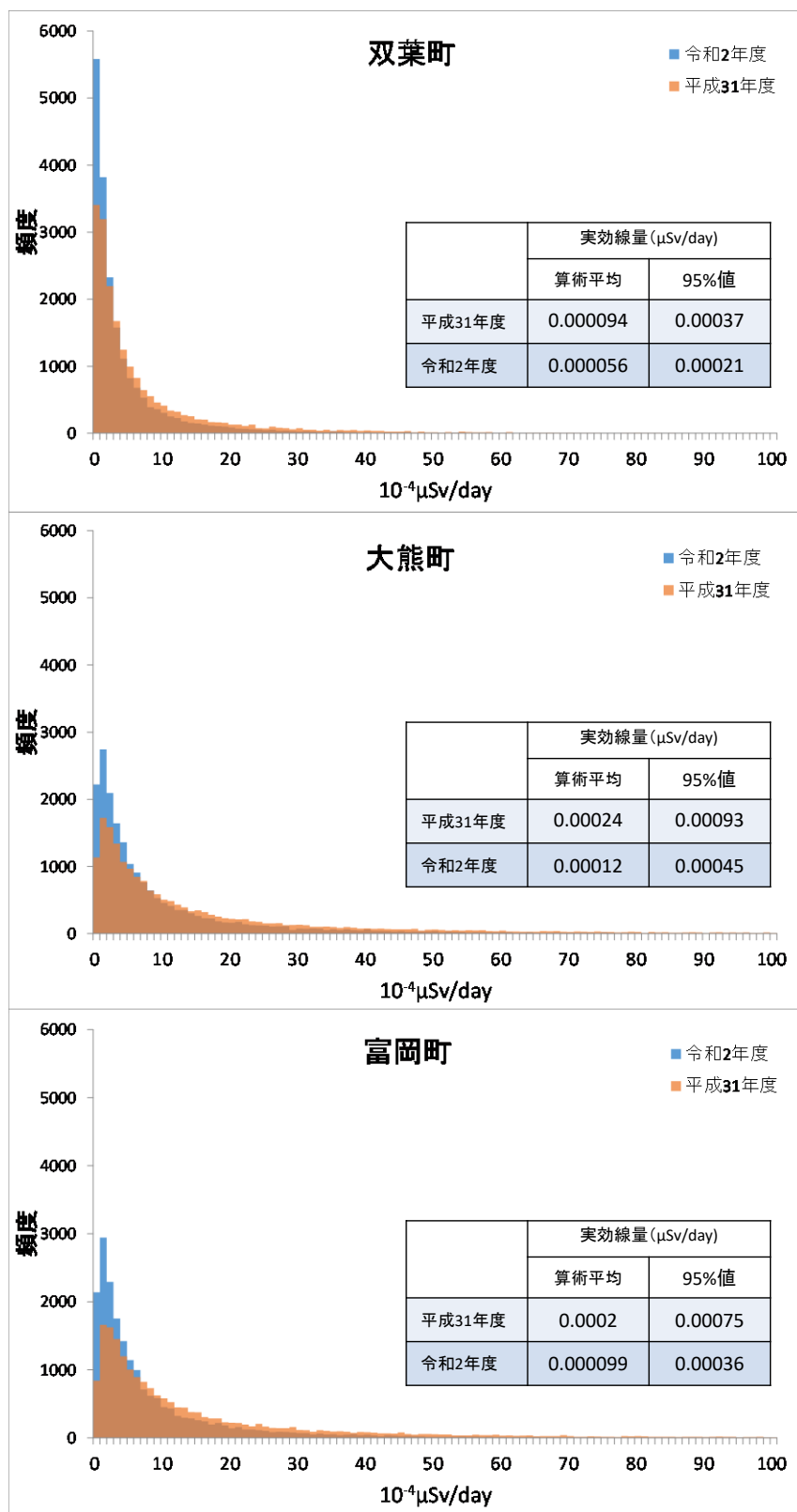


図 5-10 各自治体における特定復興再生拠点内への一時立ち入りによる被ばく線量の比較

## 6. まとめ

本事業では、双葉町、大熊町及び富岡町の特定復興再生拠点区域内で 2020 年 5 月から 2021 年 2 月にかけて採取された大気浮遊塵の放射能濃度の測定を実施するとともに、測定結果をもとに内部被ばく線量の評価を行った。主な成果を以下にまとめる。

- 1) 測定期間中の大気浮遊塵濃度は平均  $0.018 \pm 0.006 \text{ mg/m}^3$  であった。町ごとの測定結果には有意な差が確認されたが、舗装状況の違いによる有意差は確認されなかった。
- 2) 測定期間中の  $^{137}\text{Cs}$  の大気放射能濃度は平均  $0.156 \pm 0.082 \text{ mBq/m}^3$  であった。いずれの調査地点もおおむね  $0.1 \sim 0.2 \text{ mBq/m}^3$  の範囲内であり、舗装状況の違いによる有意差は確認されなかった。
- 3) 測定期間中の  $^{137}\text{Cs}$  の浮遊塵放射能濃度は平均  $9.0 \times 10^6 \pm 4.2 \times 10^6 \text{ mBq/kg}$  であった。町ごとの測定結果には有意な差が確認されたが、舗装状況の違いによる有意差は確認されなかった。
- 4) 実測値に基づく内部被ばく線量の評価の結果、帰還困難区域内の屋外に 10 時間滞在すると仮定した場合の内部被ばく線量は平均  $0.00012 \pm 0.000062 \mu\text{Sv}$  と推定された。また、確率論に基づく同様の活動の内部被ばく線量の推定値は双葉町、大熊町及び富岡町でそれぞれ平均  $0.000056 \pm 0.000021$ 、 $0.000099 \pm 0.000036$  及び  $0.00012 \pm 0.000045 \mu\text{Sv}$  となり、実測値の評価と同程度もしくはそれよりも 1 オーダー低い推定結果となった。

特定復興再生拠点区域内は、常磐線的全線運転再開に際して部分的に立ち入り制限が解除されたが、いまだ除染作業や復旧工事が進行中である。今後、さらに空間線量率や地表面の  $^{137}\text{Cs}$  の地表面濃度の低減が見込まれる。そのため、今後も大気中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度及び濃度の測定結果に基づく内部被ばく線量の推定を行うことが重要である。また、より正確な内部被ばく線量の推定を行うために、大気浮遊塵濃度の変動メカニズムを解明することも必要となる。降水量や風向風速などの気象データを含めて大気浮遊塵濃度を解析することで、変動傾向を把握できる可能性がある。

避難指示解除や住民の帰還の促進に資するため、継続的に科学的根拠を蓄積していくことが重要である。

## 謝辞

本事業に関しまして、双葉町役場、大熊町役場及び富岡町役場の皆様には、現場の測定に関する調整等にご協力いただきました。ここに深く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 原子力規制委員会, 帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方、  
<http://www.env.go.jp/jishin/rmp/conf/10/ref04.pdf> (2013 年 11 月 20 日参照).
- 2) 原子力災害対策本部復興推進会議, 帰還困難区域の取扱いに関する考え方、  
[http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/pdf/2016/0831\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/pdf/2016/0831_01.pdf) (2016 年 8 月 31 日参照).
- 3) 内閣府原子力被災者生活支援チーム、特定復興再生拠点区域における放射線防護対策に関する協力依頼について、  
<http://www.nsr.go.jp/data/000243080.pdf> (2018 年 8 月 22 日参照).
- 4) 内閣府原子力被災者生活支援チーム他、特定復興再生拠点区域における放射線防護対策について (案)、  
<https://www.nsr.go.jp/data/000255825.pdf> (2018 年 12 月 12 日参照)
- 5) 文部科学省, 放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」(平成 29 年 3 月 改定)
- 6) 放射線医学総合研究所 (1998): ラドン濃度測定・線量評価最終報告書, 平成 9 年度.
- 7) 内閣府原子力被災者生活支援チーム、特定復興再生拠点区域における放射線防護対策に関する骨子案及び調査結果について、  
<https://www.nsr.go.jp/data/000254389.pdf> (2018 年 11 月 28 日参照) .
- 8) International Commission on Radiation Units & Measurements (ICRU), 1994. Gamma-ray spectrometry in the environment. ICRU Rep. 53.K.
- 9) 日本原子力研究開発機構, “原子力規制庁委託事業「平成 25 年度東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」事業 成果報告書”, 2014
- 10) Saito and N. Petoussi-Henss (2014): Ambient dose equivalent conversion coefficients for radionuclides exponentially distributed in the ground, Journal of Nuclear Science and Technology, 51, 1274-1287.
- 11) International Commission on Radiological Protection (ICRP) (1995): Age-dependent Doses to Members of the from Intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publ.71.



## 7. 参 考 資 料

## 7.1 日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵濃度の違い

### 7.1.1 日中測定と昼夜連続測定について

平成 31 年度（令和 1 年度）の報告書において、日中のみ試料採取を実施した 2019 年 5 月の大気浮遊塵濃度は、昼夜連続で試料採取を実施した 2019 年 6 月以降の試料に比べて、2 倍近い濃度となったことを報告した。これは、試料採取の時間帯の違いが大気浮遊塵濃度に影響を与えたものと考えられる。

日中のみと昼夜連続測定による採取時間の違いによる大気浮遊塵中の Cs 濃度への影響を調査するため、四半期ごとに測定を行い、比較を試みた。

### 7.1.2 調査期間

日中測定は、大気浮遊塵は 2020 年 5 月、2020 年 8 月、2020 年 11 月、2021 年 2 月の年 4 回にかけて、双葉と大熊の未舗装面（F-4、O-2）で定期的に採取した。試料採取はダストサンプラーを昼夜測定設置位置から 1m ずらした地点で実施した。試料採取期間の詳細を表 7-1 に示す。

### 7.1.3 放射能の測定結果

日中測定の  $^{137}\text{Cs}$  濃度の測定結果を表 7-2 に示す。なお、昼夜測定のデータとしては、4.1 に示した F-4 と O-2 における日中測定と同時期に測定した結果を使用した。

### 7.1.4 日中のみ測定結果の評価

調査の結果、いずれの地点においても、日中のみ測定の方が大気浮遊塵濃度と大気放射性濃度が高いことが分かった（表 7-3）。浮遊塵放射能濃度については、5 月と 8 月の測定結果が日中と昼夜連続測定の間で明確に差異が認められた。また、その傾向は O-2 の方が F-4 よりも大きい傾向にあった。両地点の除染状況などが異なるため、サンプリング地点の比較的周辺というよりも、数 km～数十 km で移流する粒子の影響により地点間の差が出ていると考えられる。特に O-2 は測定地点北側エリアで継続している除染作業に伴い発生した大気浮遊塵粒子の影響を反映したため、日中測定の浮遊塵放射能濃度が昼夜連続測定に比較して高くなった可能性が考えられる。

表 7-1 試料採取期間

採取 地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取間隔	採取時間 (時間)
<b>双葉町</b>						
F-4	F-4-22	2020/5/12	2020/5/26	14	9:00-17:00	113.13
F-4	F-4-23	2020/8/3	2020/8/17	14	9:00-17:00	114.50
F-4	F-4-24	2020/11/11	2020/11/25	14	9:00-17:00	110.34
F-4	F-4-25	2021/2/2	2021/2/9	15	9:00-17:00	121.00
<b>大熊町</b>						
O-2	O-2-22	2020/5/12	2020/5/26	14	9:00-17:00	112.61
O-2	O-2-23	2020/8/3	2020/8/17	14	9:00-17:00	111.50
O-2	O-2-24	2020/11/11	2020/11/25	14	9:00-17:00	111.06
O-2	O-2-25	2021/2/2	2021/2/9	15	9:00-17:00	120.36

表 7-2 放射能分析結果

試料 No.	流量 (m <sup>3</sup> )	浮遊塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	大気 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )	浮遊塵 <sup>137</sup> Cs 濃度 (mBq/kg)
<b>双葉町</b>				
F-4-22	6787.6	0.044	0.227 ± 0.007	5.1E+06 ± 1.6E+05
F-4-23	6870.4	0.042	0.170 ± 0.006	4.1E+06 ± 1.5E+05
F-4-24	6618.7	0.028	0.267 ± 0.008	9.7E+06 ± 2.8E+05
F-4-25	7258.3	0.021	0.103 ± 0.005	5.0E+06 ± 2.5E+05
<b>大熊町</b>				
O-2-22	6756.5	0.036	0.400 ± 0.009	1.1E+07 ± 2.4E+05
O-2-23	6687.3	0.036	0.571 ± 0.010	1.6E+07 ± 2.8E+05
O-2-24	6663.4	0.031	0.353 ± 0.008	1.1E+07 ± 2.7E+05
O-2-25	7217.7	0.020	0.404 ± 0.008	2.0E+07 ± 4.2E+05

表 7-3 日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵中の Cs 濃度の平均値

測定項目	地点	測定種別	5 月	8 月	11 月	2 月
大気浮遊塵濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	F-4	昼夜連続	0.025	0.024	0.017	0.012
		日中(9:00-17:00)	0.044	0.042	0.028	0.021
	O-2	昼夜連続	0.021	0.023	0.018	0.013
		日中(9:00-17:00)	0.036	0.036	0.031	0.020
大気放射能濃度 (mBq/m <sup>3</sup> )	F-4	昼夜連続	0.173	0.149	0.146	0.062
		日中(9:00-17:00)	0.227	0.170	0.267	0.103
	O-2	日中/連続	1.31	1.14	1.83	1.66
		昼夜連続	0.190	0.204	0.208	0.199
浮遊塵放射能濃度 (mBq/kg)	F-4	日中(9:00-17:00)	0.400	0.571	0.353	0.404
		日中/連続	2.11	2.80	1.70	2.03
	O-2	昼夜連続	7.0E+06	6.1E+06	8.5E+06	5.1E+06
		日中(9:00-17:00)	5.1E+06	4.1E+06	9.7E+06	5.0E+06
	O-2	昼夜連続	8.9E+06	9.1E+06	1.2E+07	1.5E+07
		日中(9:00-17:00)	1.1E+07	1.6E+07	1.1E+07	2.0E+07