

## 4. 土壌における放射性セシウムの分布状況

本章では、可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定により事故に起因して自然環境中に放出された放射性セシウム沈着量の評価を行う。その評価を行うためには土壌中の深度分布を表すパラメータである重量緩衝深度 $\beta$ の情報が必要不可欠である。以下では、4.1 節で重量緩衝深度を求めるための放射性セシウムの深度分布測定について、4.2 節では放射性セシウム沈着量の面的調査について述べる。

### 4.1 放射性セシウムの深度分布

#### 4.1.1 調査目的

土壌中の深度分布を把握し重量緩衝深度を評価するため、スクレーパープレート法による深度別土壌試料の採取及び放射能分析を実施した。スクレーパープレート法とは、土壌の表層から一定の間隔で土壌を削り取りながら採取できる装置（スクレーパープレート）を用いた土壌採取法である。土壌採取時のクロス・コンタミネーション（層外からの混入）が僅かで、層中の正確な放射能濃度が測定できるため、国際原子力機関（IAEA）においても標準的な土壌採取法として認められている<sup>21)</sup>。

#### 4.1.2 調査内容

##### 1) 深度別土壌試料の採取・測定方法

土壌試料の採取は次のように行った。

- ・採取箇所：福島県、宮城県南部及び茨城県北部の 85 箇所（詳細は図 4-1 参照）。4.2 節に示す放射性セシウム沈着量の面的調査とは独立に採取箇所を選定した。
- ・採取期間：令和 5 年 8 月 22 日～9 月 13 日
- ・採取方法：地表面（0）～0.5、0.5～1.0、1.0～1.5、1.5～2.0、2.0～3.0、3.0～4.0、4.0～5.0、5.0～7.0、7.0～10（単位：cm）の計 9 層で実施した。採取した各層の土壌試料は、重量（小石等を含む）を測定した後、十分に攪拌し、既定量を U-8 容器に封入した。

U-8 容器に封入した土壌試料は、ゲルマニウム半導体検出器（標準線源（日本アイソトープ協会 5271～5276）を用いて校正済み）によりガンマ線スペクトル解析を行い、セシウム 134 とセシウム 137 の放射能を定量した。

##### 2) 重量緩衝深度の解析方法

採取した各層の土壌試料の定量分析で得られた放射性セシウムの単位湿重量あたりの放射能（以下「放射能濃度」という。）を土壌採取箇所ごとにまとめ、横軸を放射能濃度（単位：Bq/kg）、縦軸を単位面積あたりの土壌の湿重量で表される地表面からの深度（以下「重量深度」という。単位：g/cm<sup>2</sup>）とした深度分布の図を作成した（典型的な例は図 4-2 参照）。このとき、各層の重量深度は、地表面（0 cm）から土壌を採取した層の中間までの深

度として、地表面から当該層の中間までの土壌の重量及び土壌を採取した面積（スクレーパープレートによる土壌採取で使用した枠の大きさは、 $15\text{ cm} \times 30\text{ cm} = 450\text{ cm}^2$ ）を用いて換算した。

放射性セシウムの深度分布は、多くの場合、その放射能濃度が重量深度に対して指数関数的に減少することが知られているため（図 4-2 (a) 参照）<sup>22)</sup>、重量深度を $\zeta$  ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )、重量深度における放射能濃度を  $A_m(\zeta)$  ( $\text{Bq}/\text{kg}$ ) とし、式(6) に示す指数関数式 <sup>23)</sup> を用いて重量緩衝深度 $\beta$ を解析した。

$$A_m(\zeta) = A_{m,0} \exp(-\zeta/\beta) \quad (6)$$

ここで、 $A_{m,0}$  は地表面における放射能濃度である。重量緩衝深度 $\beta$ は、放射能濃度が地表面の  $1/e$  ( $\approx 1/2.7$ ) となる重量深度であり、放射性セシウムの地中（深さ方向）への移行状況を表す指標となる。 $A_{m,0}$  及び $\beta$ は、令和 5 年度調査で得られた深度分布を基に、最小二乗法で算出した。

他方、これまでの深度分布測定において、時間経過とともに放射能濃度分布が変化しある深さにピークを持つ深度分布（図 4-2 (b) 参照）となる場合があることが分かっている。このような深度分布に対しては、式 (7)に示す双曲線正割関数に基づく近似式 <sup>24)</sup>を用いて重量緩衝深度 $\beta$  を解析した。

$$A_m(\zeta) = A_{m,0} \cosh(\zeta_0/\beta) \operatorname{sech}\{-(\zeta - \zeta_0)/\beta\} \quad (7)$$

$$\text{※} \operatorname{sech}(x) = 1/\cosh(x)$$

$$\cosh(x) = \{\exp(x) + \exp(-x)\}/2$$

ここで、 $\zeta_0$ は放射能濃度が最大となる重量深度である。 $A_{m,0}$ 、 $\zeta_0$ 及び $\beta$ は、令和 5 年度調査で得られた深度分布を基に、反復法アルゴリズムを利用した最小二乗法により算出した。式 (7)は土壌の深部において式 (6) と同じ関数形となる特徴を有しているため、土壌の深部での単位 $\beta$ あたりの放射能濃度の減少割合は  $1/e$  ( $\approx 1/2.7$ ) となる。

なお、深度分布の全体像を把握することができなかつた場合、又は、除染作業等により、深度分布が不連続若しくは不自然となり、式 (6) の指数関数及び式 (7) の双曲線正割関数で近似することが不適当な場合（全体的にかく乱の影響を受け不自然な深度分布になっている一例として図 4-2 (c) 参照）には、 $\beta$ の解析を行わなかつた。

指数関数的な深度分布の場合は、式 (6) が 2 パラメータ ( $A_{m,0}$  及び $\beta$ ) で構成されており、その内の重量緩衝深度 $\beta$ を与えることで深度分布の形状を特定することができるため、in-situ 測定によって、土壌に沈着した放射性セシウムの単位面積あたりの放射能（以下「沈着量」という。単位： $\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）を定量することができる。しかし、ある深さに放射能濃度のピークを持つ深度分布の場合には、式 (7) が 3 パラメータ ( $A_{m,0}$ 、 $\zeta_0$ 及び $\beta$ ) で構成されているため、 $\beta$ を与えるだけでは深度分布の形状を特定することができない。したがって、このような深度分布については、指数関数的な深度分布を仮定した実用的な重量緩衝深度（以下「実効的な重量緩衝深度」といい、略称を $\beta_{\text{eff}}$ とする。）を評価しておくことが土壌中の放射性セシウムの深度分布と空間線量率の係に係る解析上便利である。そのために、式 (7) で解析した深度分布を持つ場合の沈着量と空間線量率の係が指数関数的な深度分布を持つ場合の沈着量と空間線量率の係と同じになるよう、地中に沈着したガン

マ線源の強度に対する地上 1 m 高さでの空気カーマへの換算係数<sup>25)</sup>を用いて実効的な重量緩衝深度 $\beta_{eff}$ を算出した。加えて、放射性セシウムの地中への浸透の度合いを直接的に示す指標として、90%深度（放射性セシウムの沈着量の 90%が含まれる地表面からの深度： $L_{90\%}$ ）を評価した。なお、 $\beta_{eff}$ 及び  $L_{90\%}$ の詳細な算出方法は、平成 28 年度の報告書<sup>26)</sup>を参照のこと。

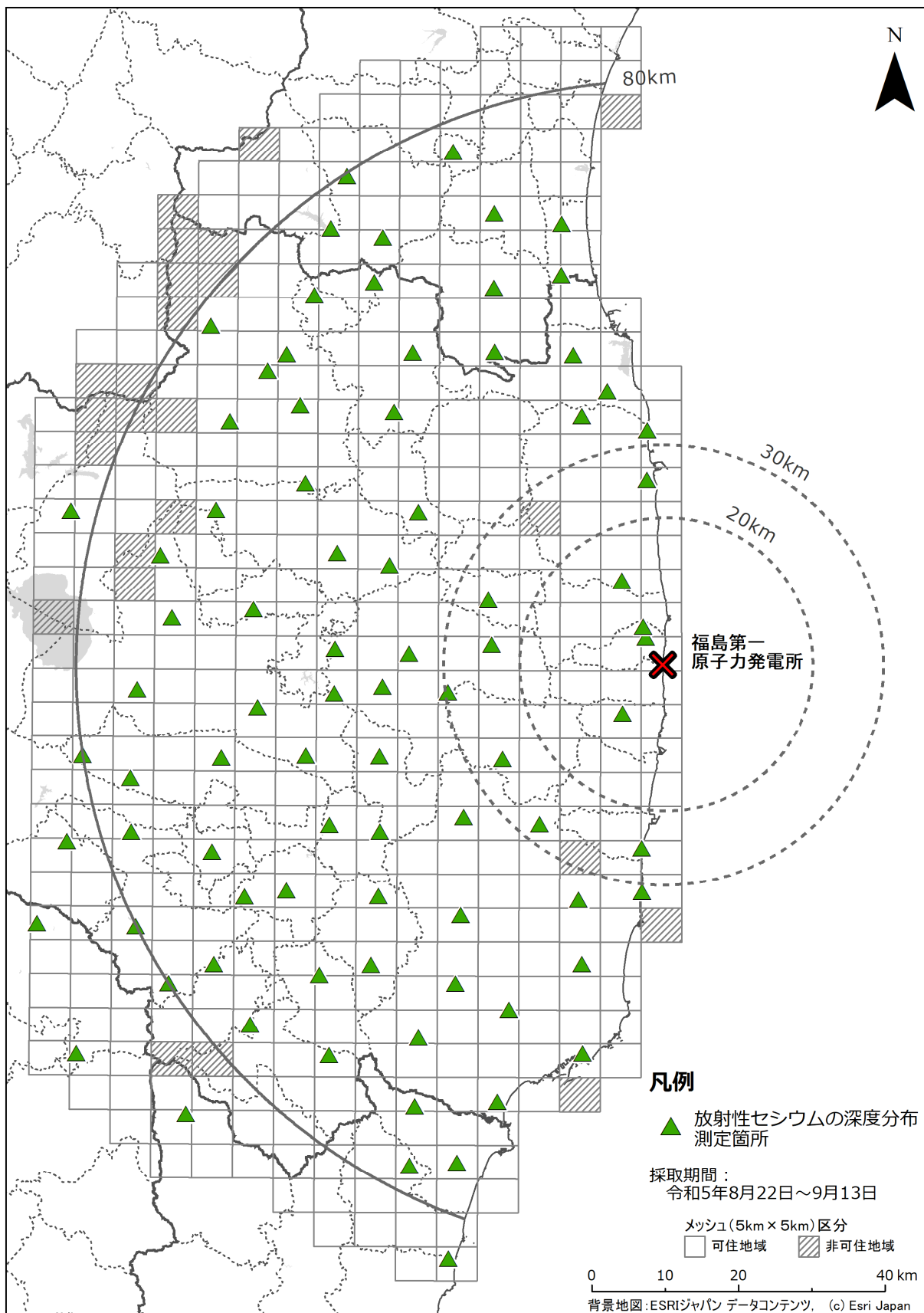


図 4-1 令和5年度調査における放射性セシウム深度分布測定箇所

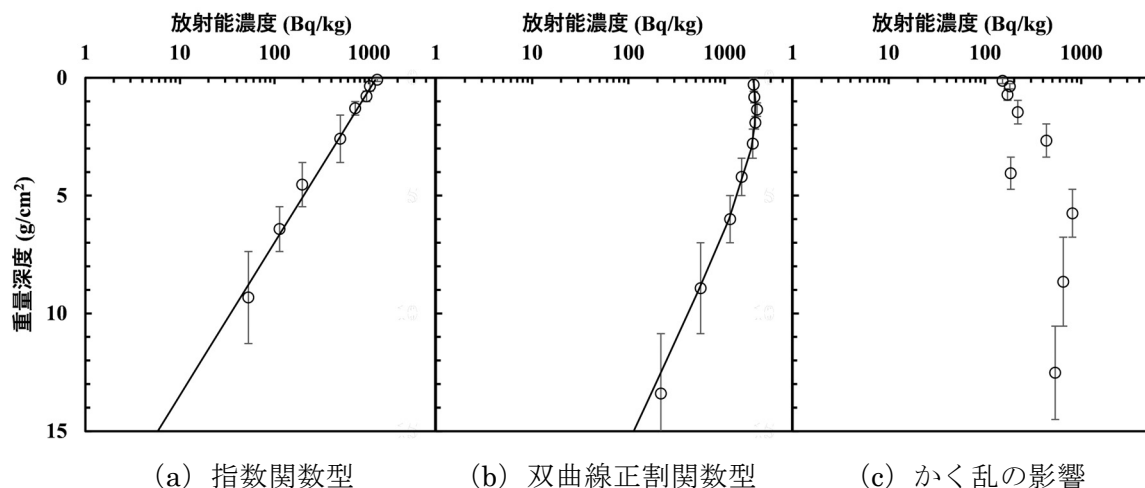


図 4-2 セシウム 137 の深度分布（重量深度に対する放射能濃度の測定結果）の典型的な例

#### 4.1.3 調査結果

セシウム 134 とセシウム 137 は化学的性質が同じで深度分布も良く似ているため、半減期の長いセシウム 137 に注目した。令和 5 年度調査で得られた全 85 箇所のセシウム 137 の深度分布を付録 1 に示す。これらセシウム 137 の深度分布を、目視により指数関数的な深度分布又はある深さに放射能濃度のピークを持つ深度分布に分類し、それぞれの深度分布に対して式 (6) 又は式 (7) を用いて $\beta$ の解析を行った。85 箇所中、式 (6) を適用した深度分布は 17 箇所、式 (7) を適用した深度分布は 49 箇所であった。なお、令和 4 年度調査では式 (7) を適用した深度分布は 54 箇所（全 85 箇所中）で観測されており、全体に占める割合はやや減少した。除染等で人の手が加わり深度分布が不連続若しくは不自然であったため $\beta$ の解析を行わなかった採取箇所は、19 箇所（005S025、010S050、015S020、015S055、025S040、030S000、030S055、035N000、035N010、035S045、045N030、045N045、050N055、055N020、055S030、060S010、065N010、075S030 及び 090S025）であった。上記、 $\beta$ の解析を行わなかった採取箇所については、付録の図中に「※かく乱」や「※～3cm までの除染」のように、放射性セシウムの土壌中深度分布の変遷から読み取れる除染等の可能性を付した。

##### 1) 重量緩衝深度 $\beta$

式 (6) 又は式 (7) で解析した重量緩衝深度の頻度分布（図 4-3 参照）は、対数正規分布に近い分布をとることが分かったため、幾何平均値を算出した。

重量緩衝深度の幾何平均値、幾何標準偏差及び最小値・最大値は、以下のとおりである。

- ・幾何平均値 3.01 g/cm<sup>2</sup>（データ数 n= 66）、幾何標準偏差 1.94 g/cm<sup>2</sup>
- ・最小値 0.504 g/cm<sup>2</sup>、最大値 18.8 g/cm<sup>2</sup>

##### 2) 実効的な重量緩衝深度 $\beta_{eff}$

実効的な重量緩衝深度の頻度分布（図 4-4 参照）についても、対数正規分布に近い分布になることが分かったため、幾何平均値を算出した。実効的な重量緩衝深度の幾何平均値、

幾何標準偏差及び最小値・最大値は、以下のとおりである。

- ・幾何平均値  $4.41 \text{ g/cm}^2$  (データ数  $n=66$ )、幾何標準偏差  $1.81$
- ・最小値  $0.881 \text{ g/cm}^2$ 、最大値  $18.8 \text{ g/cm}^2$

放射性セシウムの土壌中深度分布の経時的な変化として、事故からの経過日数に対する各年度調査実施期間における実効的な重量緩衝深度 $\beta_{eff}$ の幾何平均値を図 4-5 に示す。令和 5 年度調査での $\beta_{eff}$ の幾何平均値は令和 4 年度調査時の  $4.31 \text{ g/cm}^2$  からやや増加した。近年では、分布状況調査開始当初のような増加傾向はほとんどない状態が続いているといえる。放射性セシウムの土壌中深度分布の変化には降水量や土壌特性等の複数の要因が関わっており、 $\beta_{eff}$ もそれらを反映した変動を示していると考えられる。

### 3) 90%深度 $L_{90\%}$

各年度調査実施期間における 90%深度及びその幾何平均値 (図 4-6 参照) は、平成 23 年 12 月から平成 30 年度頃までは時間の経過とともにわずかずつ増加 (深さ方向に移動) してきているが、平成 30 年度以降は変化がほとんど見られない。令和 5 年 9 月時点での  $L_{90\%}$  の幾何平均値、幾何標準偏差及び最小値・最大値は、以下のとおりである。

- ・幾何平均値  $5.72 \text{ cm}$  (データ数  $n=66$ )、幾何標準偏差  $1.84$
- ・最小値  $1.12 \text{ cm}$ 、最大値  $18.5 \text{ cm}$

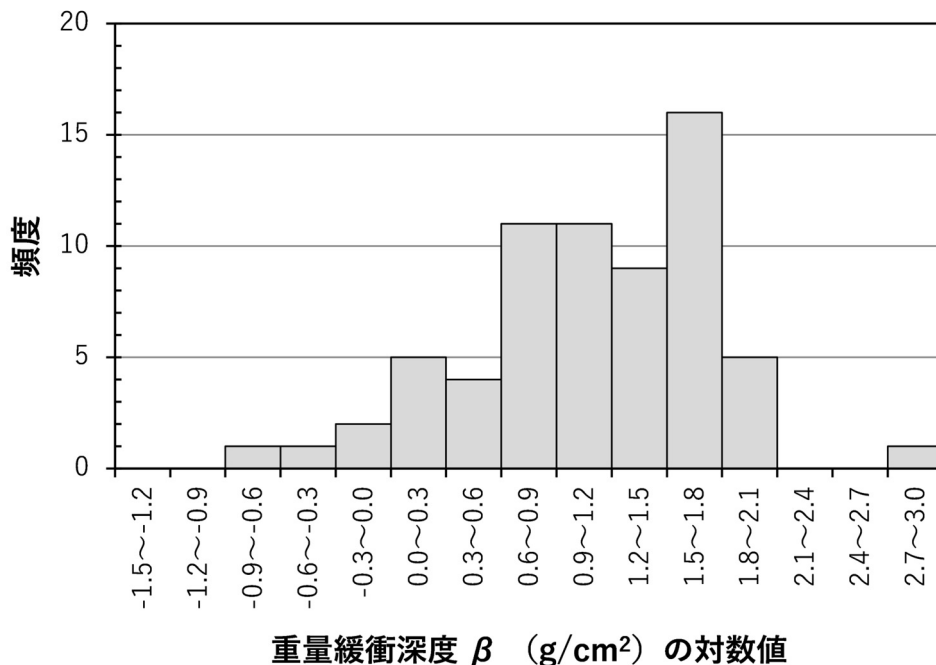


図 4-3 令和 5 年度調査での深度分布測定による重量緩衝深度 $\beta$ の自然対数値の頻度分布

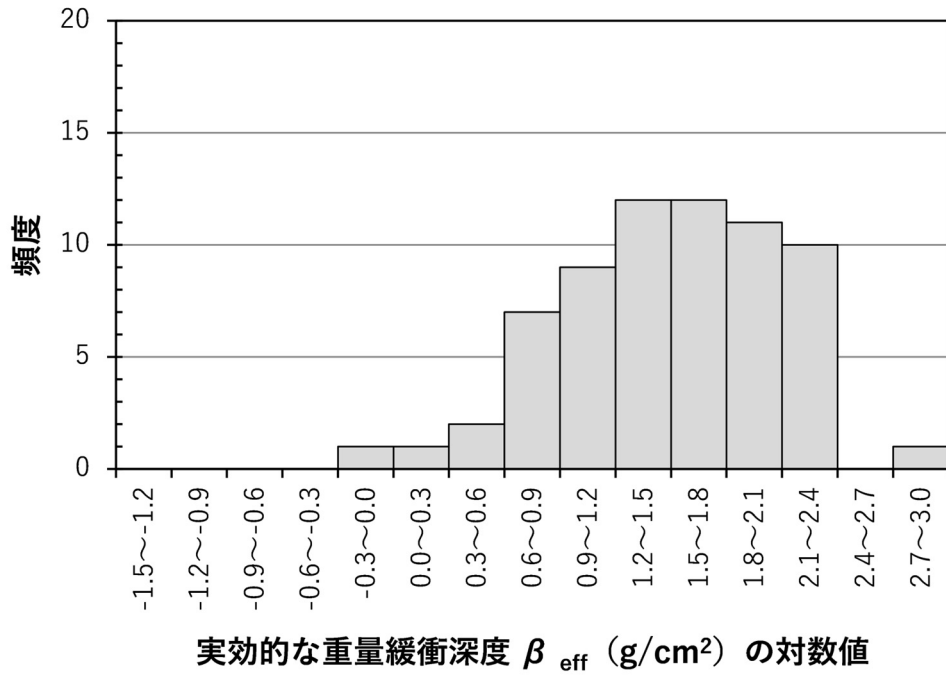


図 4-4 令和 5 年度調査の深度分布測定による実効的な重量緩衝深度 $\beta_{eff}$ の自然対数値の頻度分布

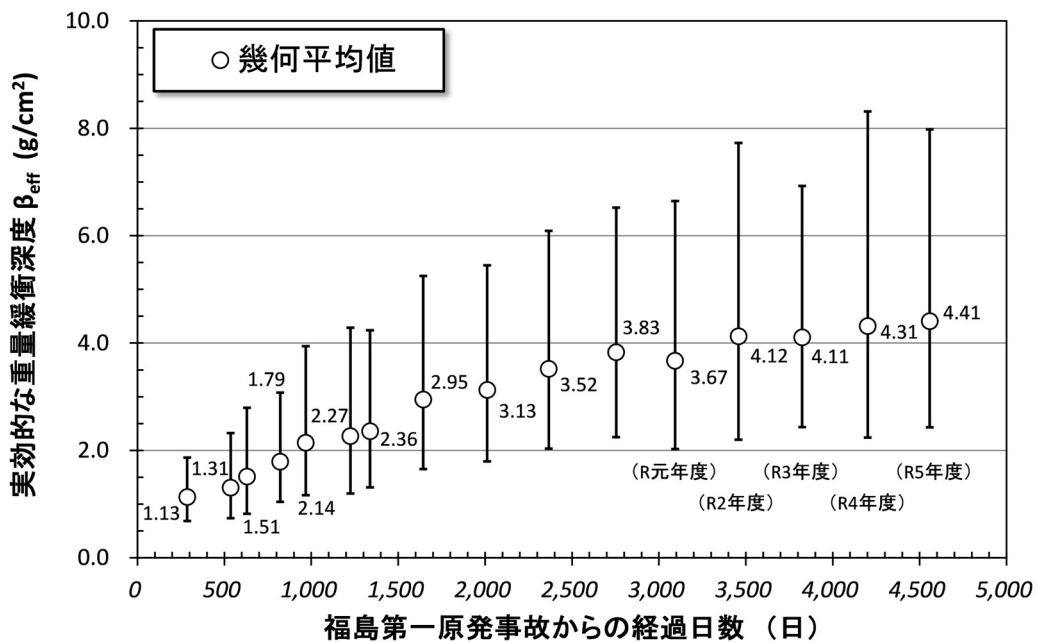


図 4-5 平成 23 年 12 月からの実効的な重量緩衝深度 $\beta_{eff}$ の経時的な変化 (誤差棒は幾何標準偏差を示す。)

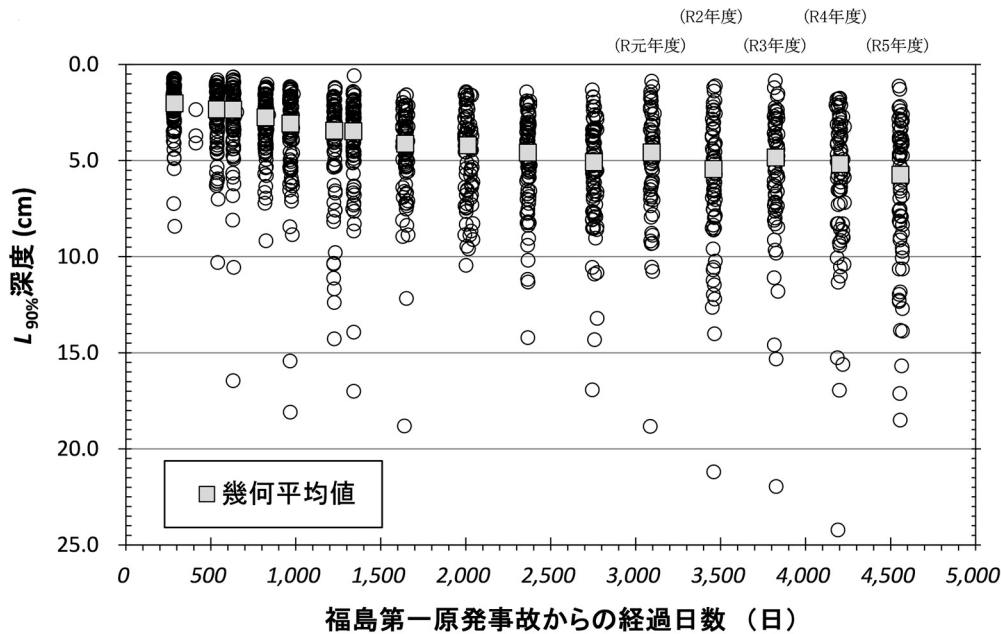


図 4-6 平成 23 年 12 月からの 90%深度  $L_{90\%}$ 及びその幾何平均値の経時的な変化

## 4.2 放射性セシウム沈着量の面的調査

### 4.2.1 調査目的

80 km 圏内において可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定を行い、現在の放射性セシウム沈着量の詳細な分布状況を把握するとともに、過去の測定結果との比較により沈着量の経時的変化を解析した。本節では、可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定を単に「in-situ 測定」と呼ぶ。

### 4.2.2 調査内容

#### 1)測定方法

測定箇所については、主に 80 km 圏内（福島県東部、宮城県南部及び茨城県北部）の地域について基準地域メッシュをベースとした 5 km メッシュに分割し、非可住区域を除いて各メッシュ内で公有地を中心に人為的なかく乱の少ない平坦な開かれた土地である等測定に適した 1 箇所を選定し、合計 383 箇所において測定を実施した。令和 5 年度調査における放射性セシウム沈着量の測定箇所を図 4-7 に示す。なお、測定予定地点に人為的な変化が認められた場合であっても近傍の変化のない適当な場所の選定が難しい場合には場所を移動せず測定を実施した。測定期間は令和 5 年 8 月 3 日～10 月 18 日であった。

放射性セシウム沈着量の測定にあたっては、可搬型 Ge 検出器を地表面に向けて 1 m 高さに設置してガンマ線スペクトルを測定し、スペクトル解析（核種分析）により放射性セシウムの土壌への沈着量（土壌単位面積あたりの放射性核種ごとの放射エネルギー。単位： $\text{Bq/m}^2$ ）を求めた。測定時間は 30 分とした。ただし、天然放射線の測定精度向上のため全測定箇所



の1割程度は60分測定とした。また、GPSを用いて測定箇所の位置情報を取得した。

in-situ測定は、原子力規制庁のマニュアル<sup>8)</sup>に基づき実施し、解析の基礎データは国際放射線単位測定委員会のレポート(ICRU Report 53)<sup>23)</sup>を参照した。また、in-situ測定のデータ解析では、重量緩衝深度の地域依存性はないという前提で、4.1節に示した土壌深度分布調査によって導出した実効的な重量緩衝深度 $\beta_{eff}$ の幾何平均値(4.41 g/cm<sup>2</sup>)を全ての測定結果について用いた。

## 2)測定結果の信頼性の確認

放射性セシウム沈着量の測定結果については、使用した一部の可搬型Ge検出器に対して標準線源(日本アイソトープ協会156、Eckert&Ziegler製AJ-2423、AJ-2424、AJ-2425、AJ-2431、BD-6779、BD-6780、BD-6781、BD-6782及びBD-6783)を用いた校正を実施するとともに、使用する可搬型Ge検出器の全てを用いて同一箇所で同時測定を行い、同様の沈着量評価値が得られることを確認した。また、in-situ測定から求められた空間線量率の評価値(ICRU Report 53<sup>23)</sup>に従って $\mu\text{Gy/h}$ 単位で表した空気カーマ率。天然放射性核種と人工放射性核種を合計した。)と、同一箇所でNaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ(日立アロカメディカル製TCS-171又はTCS-171B。以下、本章では特に断らない限り「サーベイメータ」という。校正に用いた線源は日本アイソトープ協会CS456CEである。)によりグレイ単位( $\mu\text{Gy/h}$ )で測定した地表面から1m高さの空間線量率(空気カーマ率)の測定結果を比較したところ、全体に良く一致した(図4-8)。この結果より、スクレーパープレートにより観察された平均的な重量緩衝深度を用いたin-situ測定の妥当性が確認できた。なお、低線量率の領域でサーベイメータによる測定結果がin-situ測定による測定結果より過大に評価されている傾向にあるが、サーベイメータによる測定では地上の構造物等による散乱線やNaI(Tl)結晶内の天然放射性核種(セルフドーズ)による寄与分が含まれており低線量率域ではそれら不確かさの影響が相対的に大きくなるためと考えられる<sup>27)</sup>。

## 3)放射性セシウムの土壌沈着量分布マップの細密化

かく乱の少ない平坦地では土壌への放射性セシウムの沈着量と空間線量率が良好な直線関係を示すことが確認されており、空間線量率に寄与している人工放射性核種のほとんどが放射性セシウムであると仮定できる。そこで、in-situ測定を行った383箇所でサーベイメータを用いて空間線量率の測定を同時に行い、空間線量率と放射性セシウム沈着量との相関関係を求め、2.2.2項で述べた定点サーベイにより測定した空間線量率に適用し放射性セシウムの沈着量を評価した。以下、この手法により評価した放射性セシウム沈着量を「空間線量率から評価した沈着量」という。重量緩衝深度の地域依存性はないという仮定で、この空間線量率から評価した沈着量をin-situ測定による土壌沈着量測定結果に加えることにより、放射性セシウムの土壌沈着量分布マップを細密化し、80km圏内全体の放射性セシウム沈着量の可視化を行った。

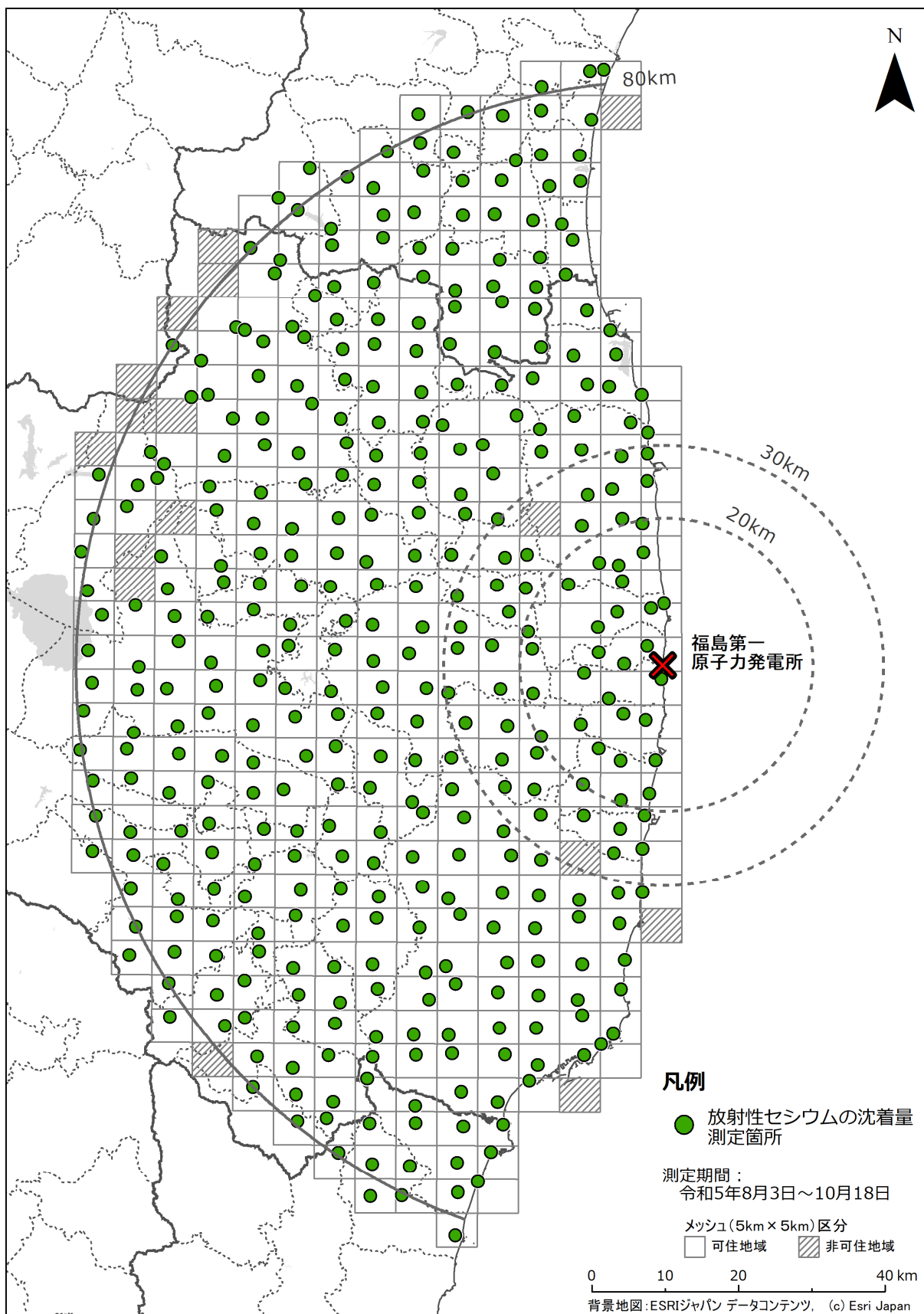


図 4-7 令和5年度調査における可搬型 Ge 検出器を用いた放射性セシウム沈着量の測定箇所

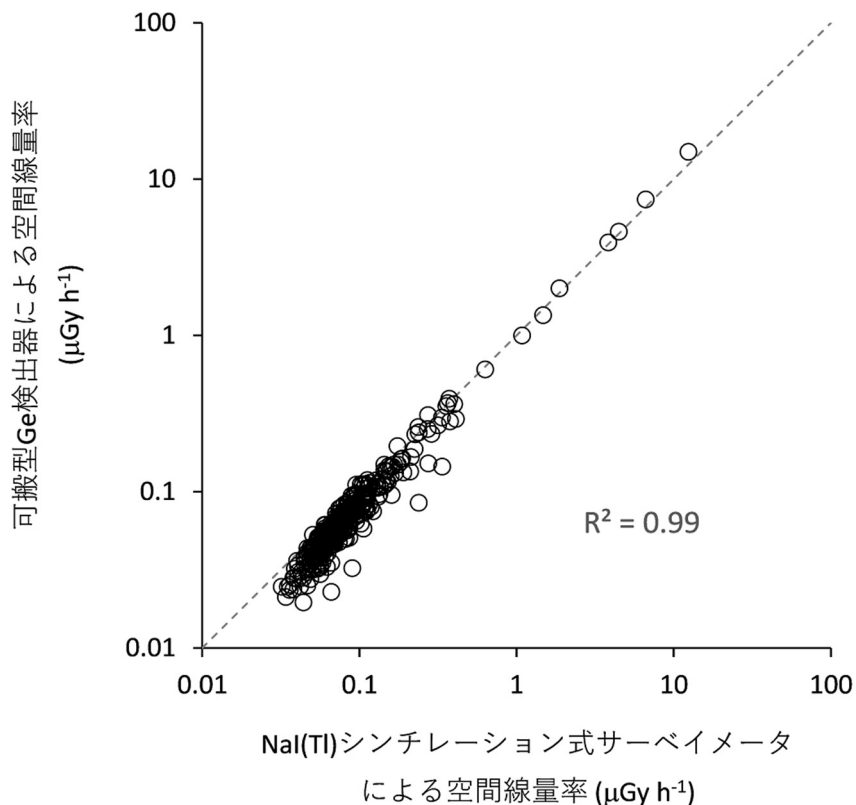


図 4-8 可搬型 Ge 検出器による in-situ 測定の結果を基に求められた空間線量率と NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータによる空間線量率の相関  
(図中の破線は  $y=x$ 、 $R^2$  は決定係数を意味する。)

#### 4.2.3 調査結果

##### (1) in-situ 測定の結果

in-situ 測定の結果を基に 80 km 圏内を中心としたエリアの放射性セシウムの土壌への沈着量分布マップを図 4-9 に示す。なお、令和 5 年度調査については令和 5 年 10 月 1 日時点の値に物理的減衰補正を行った。放射性セシウムの沈着量を評価する際に実効的な重量緩衝深度  $\beta_{eff}$  の幾何平均値 (4.41 g/cm<sup>2</sup>) を用いたが、重量緩衝深度の分布 (10-90 パーセントイル) に起因する沈着量評価値の不確かさは最大約 56%であった。

##### (2) 放射性セシウムの土壌沈着量分布マップの細密化

4.2.2 3)で述べた方法により放射性セシウムの土壌沈着量分布マップを細密化するために、令和 5 年度調査において in-situ 測定を行った 383 箇所におけるサーベイメータによる空間線量率と放射性セシウム沈着量の測定結果の相関関係を調べた。サーベイメータで測定した線量率はバックグラウンドを含んでいるため、空間線量率と放射性セシウム沈着量の比較にあたっては、過去の可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定により評価した天然放射性核種からの空間線量率の平均値を参考とし、0.05 μSv/h をサーベイメータによる空

間線量率から一律に差し引いた（この妥当性については、4.2.4 項にて詳述する）。なお、上記 383 箇所のうち空間線量率が 0.05  $\mu\text{Sv/h}$  以下であった測定箇所は解析対象から除いた。

サーベイメータによる空間線量率と放射性セシウム沈着量の相関を図 4-10 に示す。サーベイメータにより測定した空間線量率にはセシウム 134 とセシウム 137 の両方の寄与があるが、これら核種の沈着量の比は一定と考えることができるので、図 4-10 のように空間線量率とそれぞれの核種の沈着量は直線関係になる。サーベイメータにより測定した空間線量率  $x$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) に対する放射性セシウム沈着量  $y$  ( $\text{Bq/m}^2$ ) の関係式は、以下のよう

$$\cdot \text{セシウム 134} : y=16473x$$

$$\cdot \text{セシウム 137} : y=786642x$$

なお、空間線量率が約 0.3  $\mu\text{Sv/h}$  以下の範囲でばらつきが大きくなる。これはサーベイメータにより測定した空間線量率には地上の構造物等による散乱線や NaI(Tl)結晶のセルフドーズによる寄与分が含まれており低線量率域ではそれら不確かさの影響が相対的に大きくなるためと考えられる。また、天然放射線核種からの寄与分を 0.05  $\mu\text{Sv/h}$  として一律に差し引いている影響も要因の一つとして考えられる。

これらの空間線量率と放射性セシウム沈着量の相関関係を令和 5 年度調査の定点サーベイにより測定された 4,892 箇所（全測定箇所の内、空間線量率が 0.05  $\mu\text{Sv/h}$  以下であった測定箇所を除外）での空間線量率に適用し、「空間線量率から評価した沈着量」を求めた。in-situ 測定により直接求めた沈着量に空間線量率から評価した沈着量を加えて記した土壌沈着量分布マップを図 4-11 に示す。また、平成 23 年度調査から令和 5 年度調査までの測定結果（in-situ 測定（一部、土壌試料採取による）及び空間線量率から評価した土壌沈着量分布マップ）を図 4-12 に示す。なお、平成 23 年度調査では in-situ 測定はせず土壌試料採取による沈着量測定を実施した。図 4-12 より、事故後約 139 ヶ月の間にセシウム 134 の土壌沈着量分布マップでは赤や黄色で示される比較的高い濃度の測定箇所がほとんどなくなり沈着量の減少の様子が確認できる。セシウム 137 はセシウム 134 に比べて半減期が長い

ため沈着量の変化は比較的小さい。上記の空間線量率から評価した沈着量を in-situ 測定による土壌沈着量測定結果に加えて土壌沈着量分布マップを細密化する方法（以下「細密化手法」という。）の妥当性を確認するために、in-situ 測定による沈着量測定地点と最近傍にある定点サーベイによる空間線量率から評価した沈着量を比較した。比較は、散布図による比較及び相対偏差のヒストグラムによる比較を行った。相対偏差  $RD3$  を式(8)のように定義する。

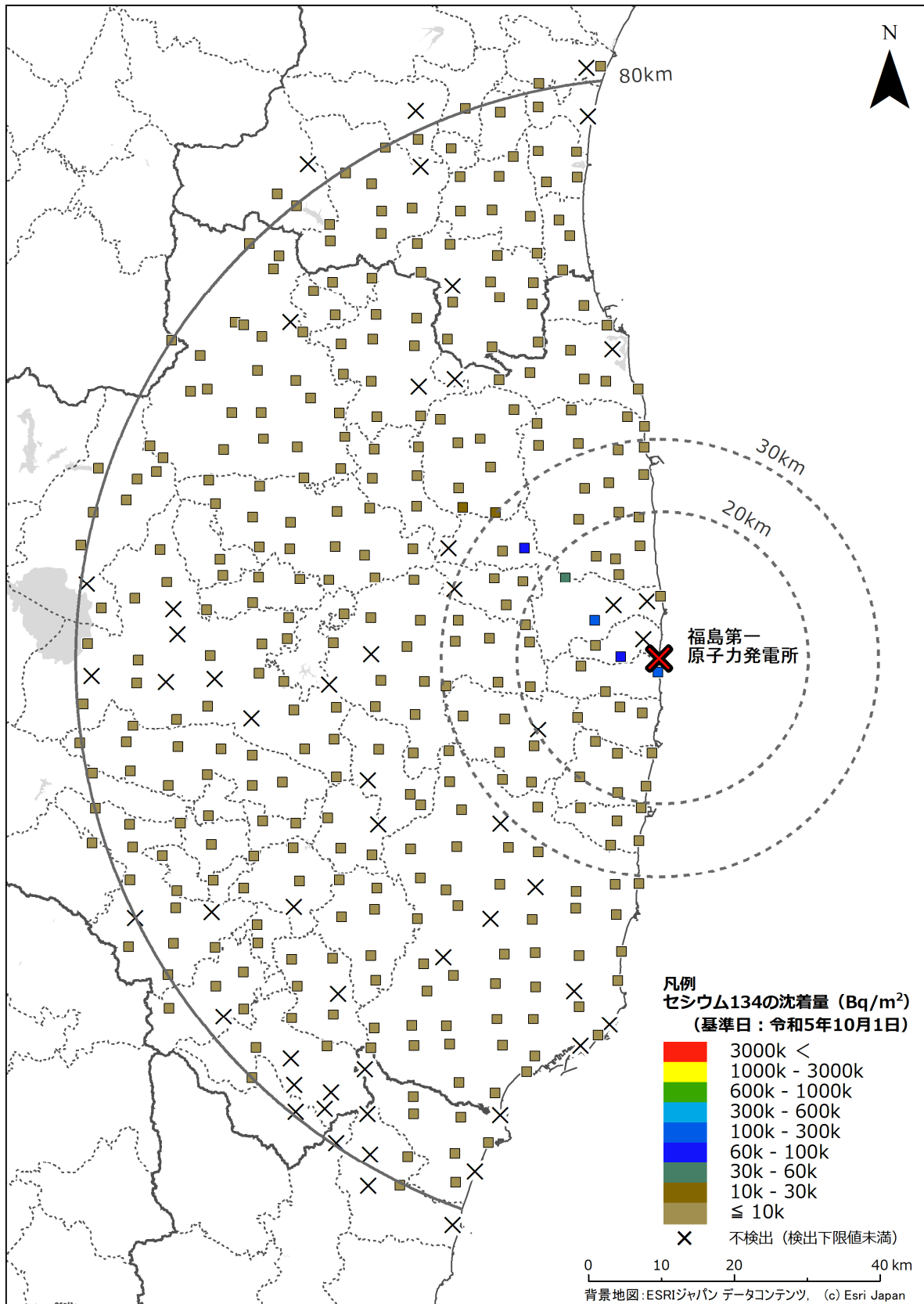
$$RD3 = (CD - C) / C \quad (8)$$

ここで、 $CD$  は空間線量率から評価した沈着量、 $C$  は in-situ 測定により評価した沈着量である。

図 4-13 (a)に示したセシウム 137 沈着量と空間線量率から評価した沈着量の全データによる散布図を見ると、プロットは  $y=x$  の直線の周辺に分布し、全体的には良い相関性が確認できるものの、低い沈着量の領域のプロットのばらつきは大きいことが分かる。相対偏

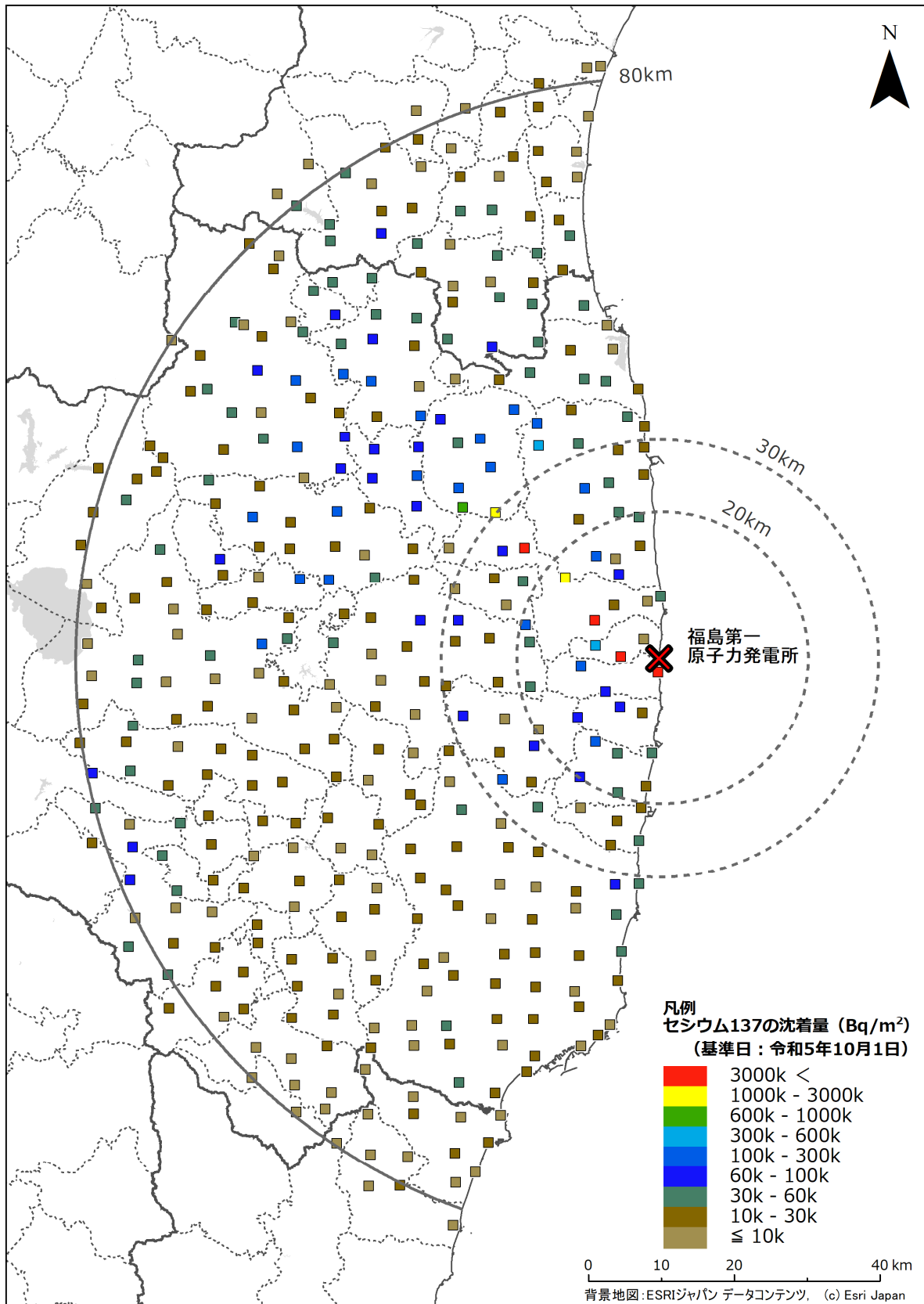
差のヒストグラムを見ると、分布の形状は0付近を頂点とした釣鐘型を示しているものの、空間線量率から評価した沈着量が in-situ 測定による沈着量の2倍以上を示す点が40%以上確認された。図4-10に見られたように低線量域でばらつきが大きく、空間線量率から評価した沈着量が in-situ 測定による沈着量を過大評価しているものと考えられる。

定点サーベイの地点と in-situ 測定地点の最近傍点が20 m以内のデータのみで処理したグラフを図4-13(b)に示す。全データの場合より散布図のばらつき方は小さくなったが、相対偏差のヒストグラムの全体的な分布傾向は変わらず、このばらつきは細密化手法の限界である（空間線量率が低いデータでは、天然放射性核種由来の空間線量率を一律で減算している影響及び細密化手法での放射性セシウム沈着量への換算に伴う誤差が大きくなる）と理解することができる。一方、高線量率の測定結果については、全データの場合でも良い相関関係を有している。以上より、細密化手法は80 km圏内の主に空間線量率の高い地域にて放射性セシウム沈着量の分布を可視化し経年変化を視覚的に捉えるためには有効であるといえるが、低線量率地域の細密化したマップにはファクター2以上の不確かさが含まれる場合があることに注意が必要である。なお、放射性セシウム沈着量の経時変化に対する定量的評価（第5章）にはこれまでどおり in-situ 測定の結果のみを用いて議論する。



(a) セシウム 134

図 4-9 令和 5 年度調査における可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による放射性セシウムの沈着量分布マップ (1/2)



(b) セシウム 137

図 4-9 令和 5 年度調査における可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による放射性セシウムの沈着量分布マップ (2/2)

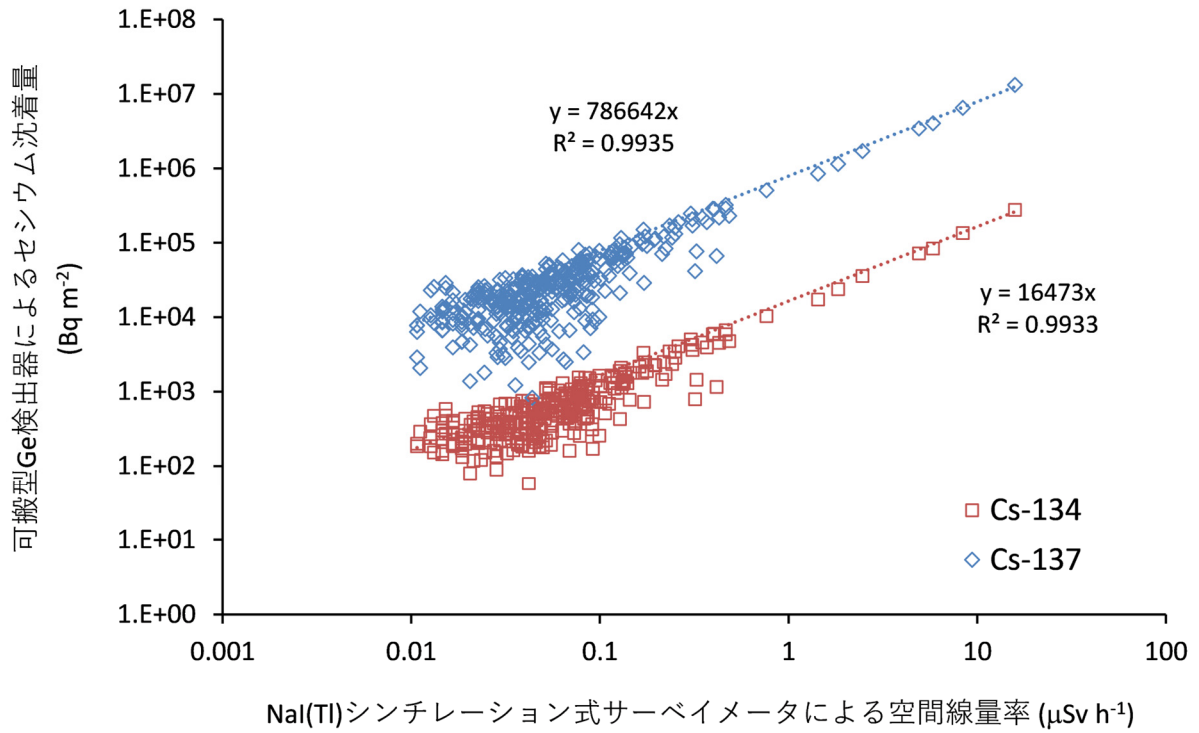


図 4-10 NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータによる地表面から 1 m 高さの空間線量率と可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による放射性セシウム沈着量の相関  
 (□: 空間線量率とセシウム 134 沈着量との相関 (データ数 325)、◇: 空間線量率とセシウム 137 沈着量との相関 (データ数 373)、R<sup>2</sup>は決定係数。天然放射性核種による空間線量率寄与を含まない。)



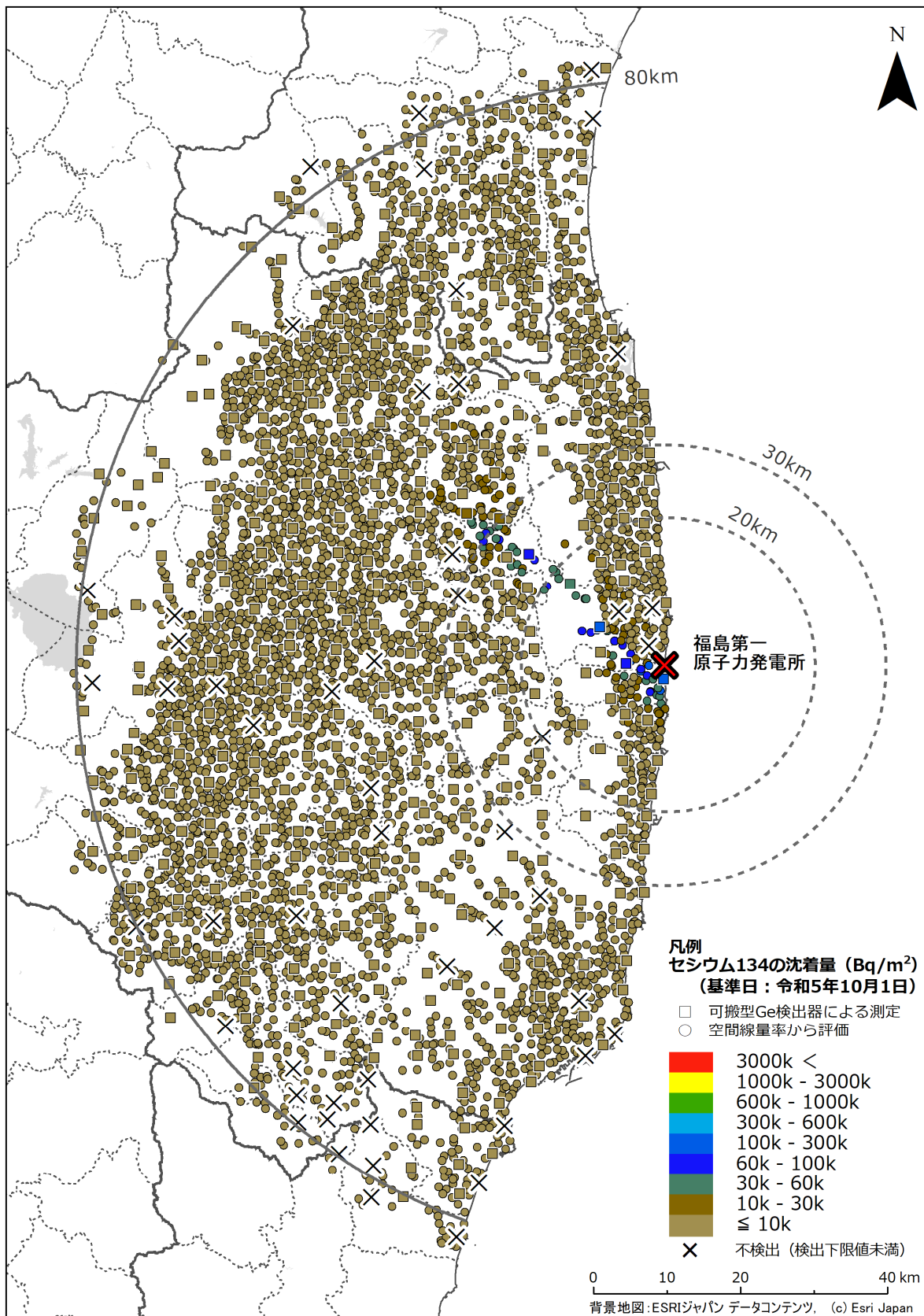


図 4-11 令和5年度調査における放射性セシウムの土壌沈着量分布マップ (1/2)

(a) セシウム 134 (可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による沈着量 (□) に空間線量率から評価した沈着量 (○) を追加。)

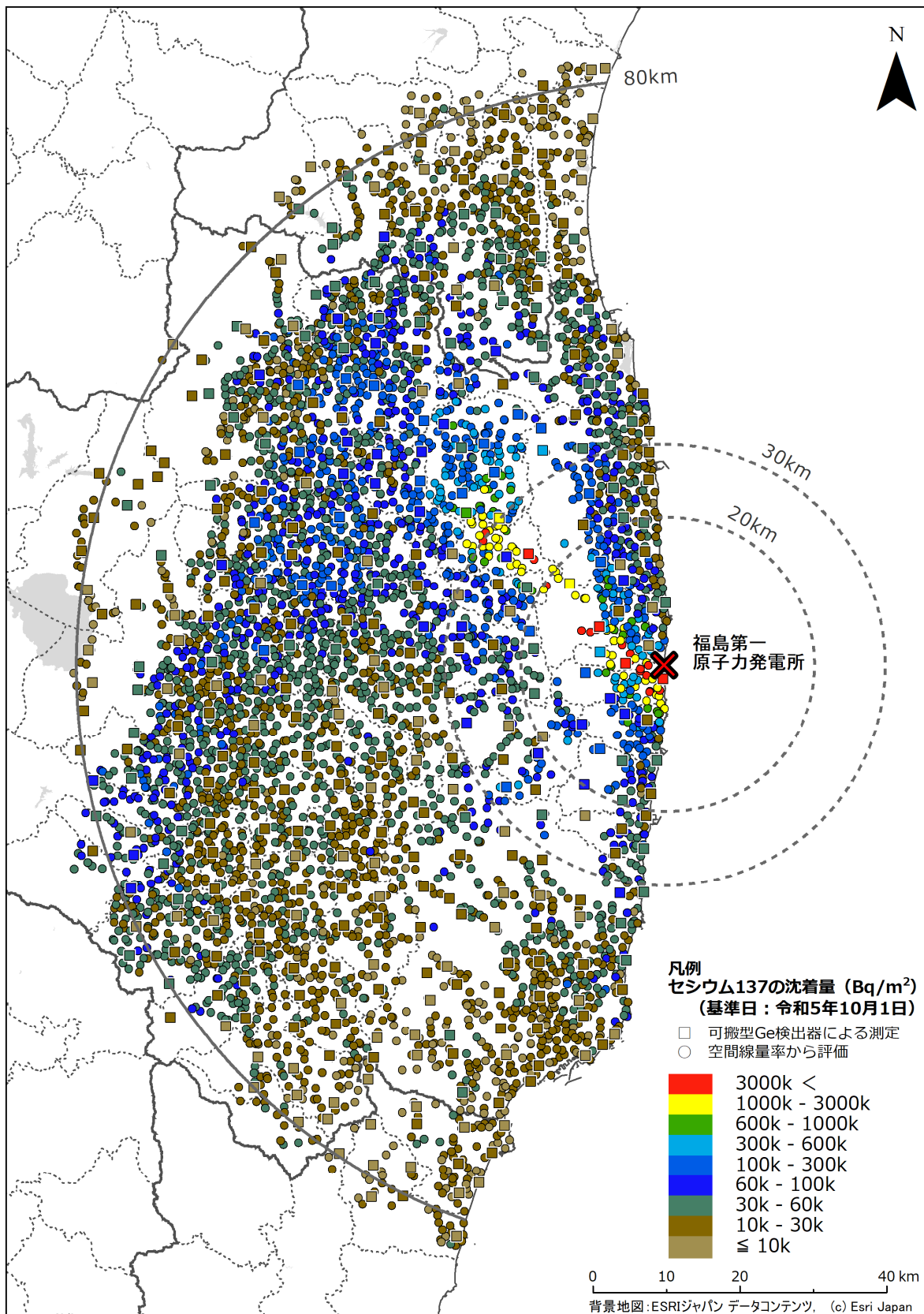
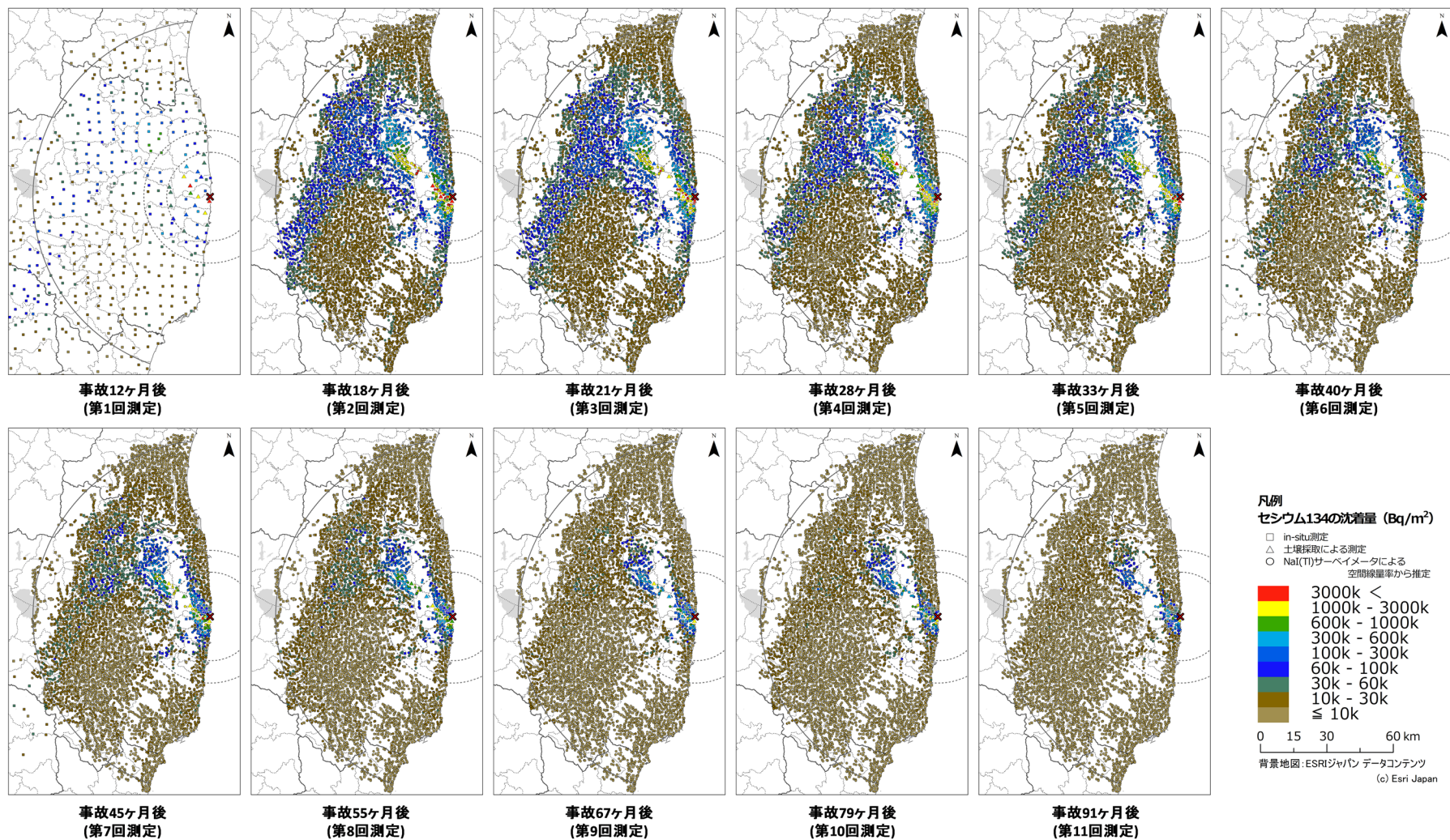


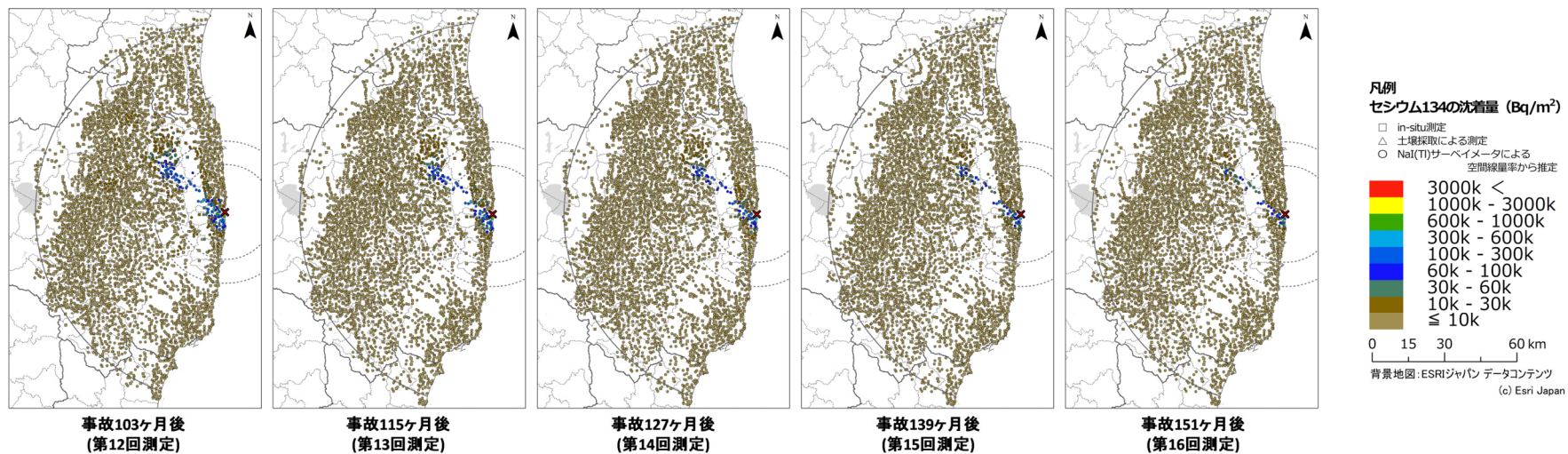
図 4-11 令和 5 年度調査における放射性セシウムの土壌沈着量分布マップ (2/2)

(b) セシウム 137 (可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による沈着量 (□) に空間線量率から評価した沈着量 (○) を追加。)



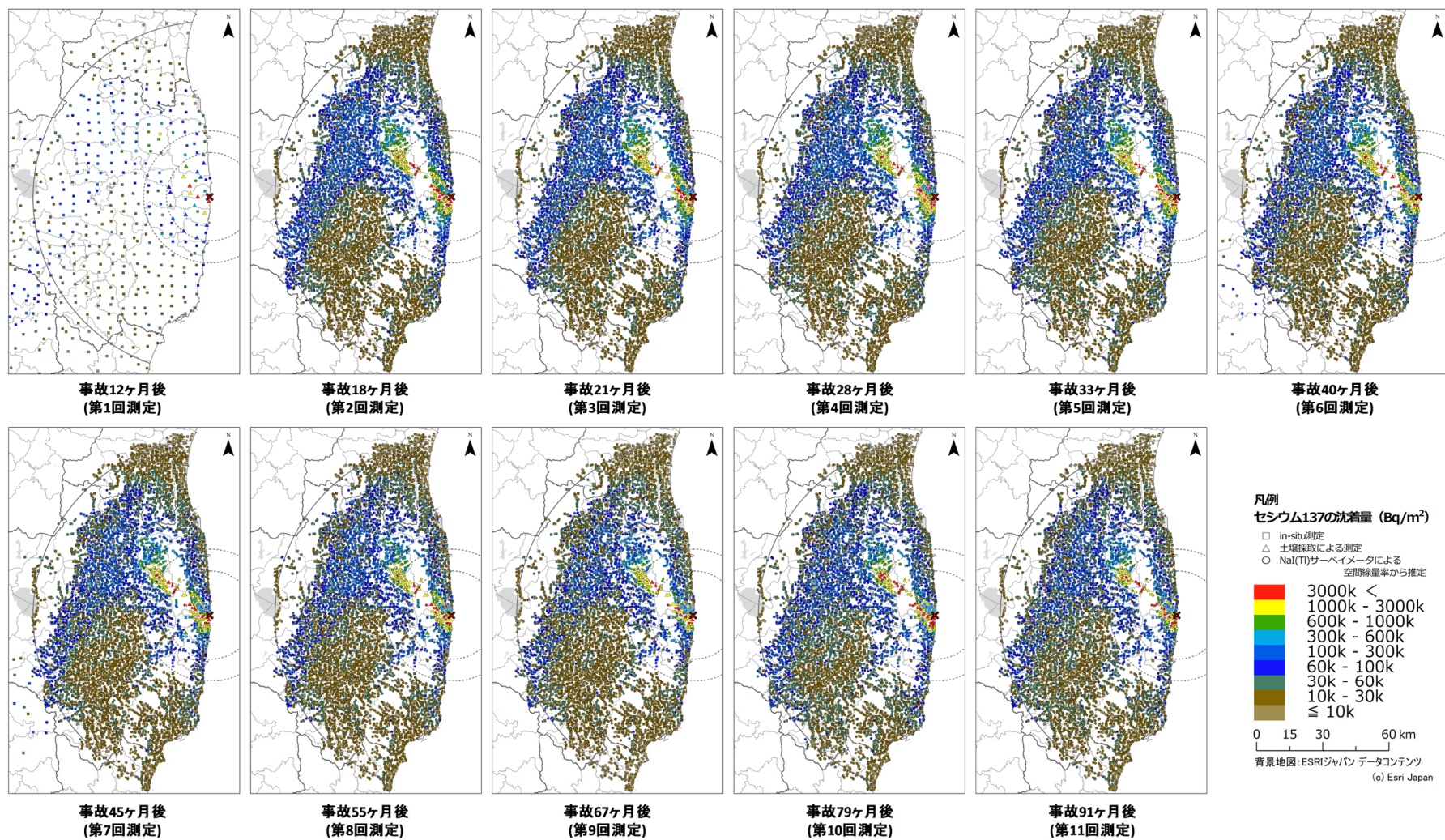
(a) セシウム 134 (1/2)

図 4-12 平成 23 年度から令和 5 年度調査までの in-situ 測定（一部、土壌試料採取による）及び空間線量率から評価した土壌沈着量の分布マップの変化 (1/4)



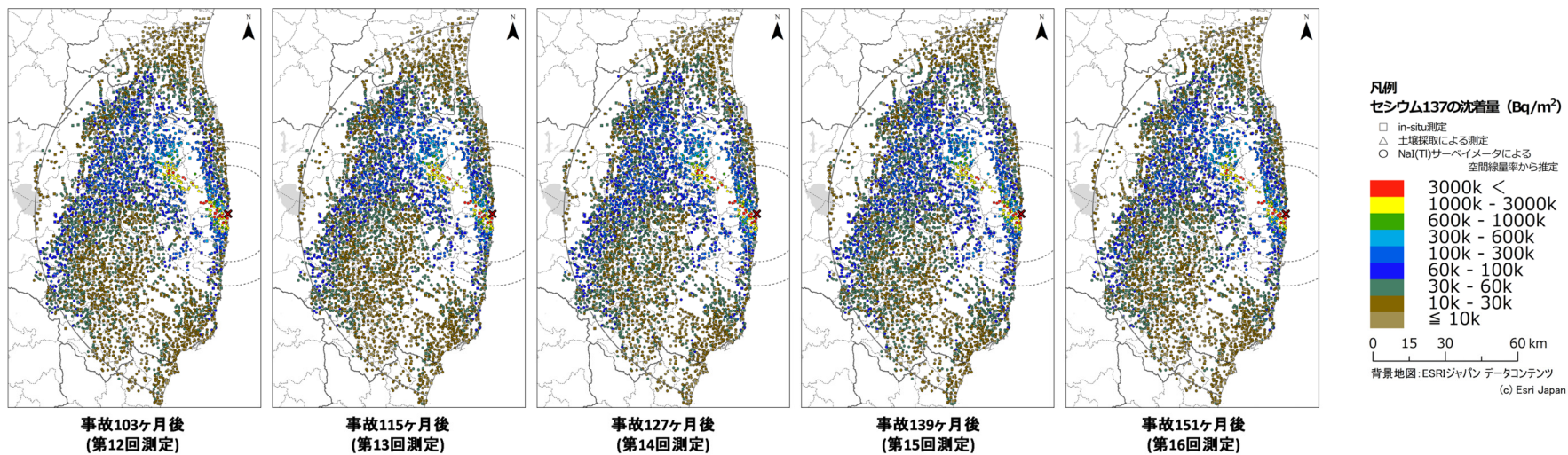
(a) セシウム 134 (2/2)

図 4-12 平成 23 年度から令和年度調査までの in-situ 測定（一部、土壌試料採取による）及び空間線量率から評価した土壌沈着量の分布マップの変化 (2/4)



(b) セシウム 137 (1/2)

図 4-12 平成 23 年度から令和年度調査までの in-situ 測定（一部、土壌試料採取による）及び空間線量率から評価した土壌沈着量の分布マップの変化 (3/4)



(b) セシウム 137 (2/2)

図 4-12 平成 23 年度から令和年度調査までの in-situ 測定（一部、土壌試料採取による）及び空間線量率から評価した土壌沈着量の分布マップの変化 (4/4)

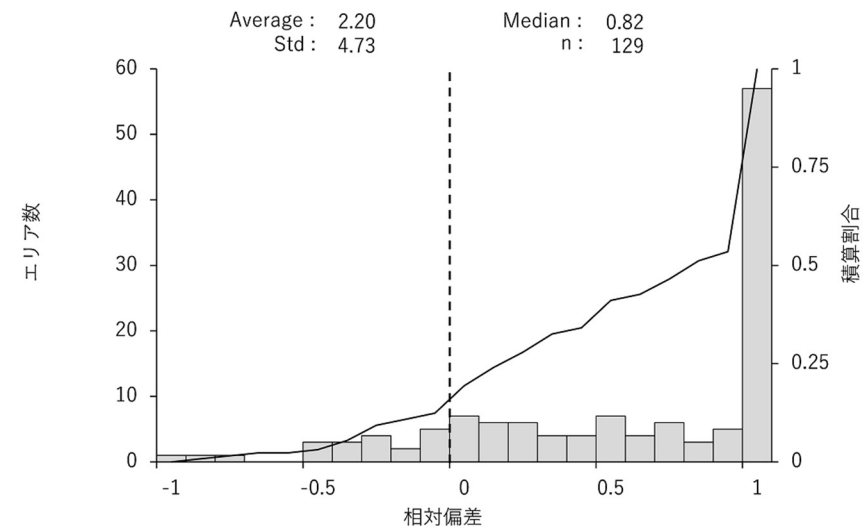
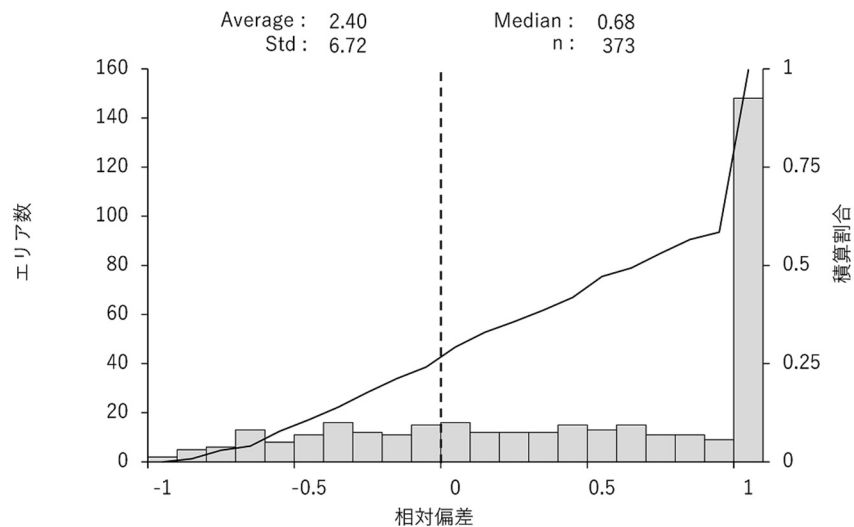
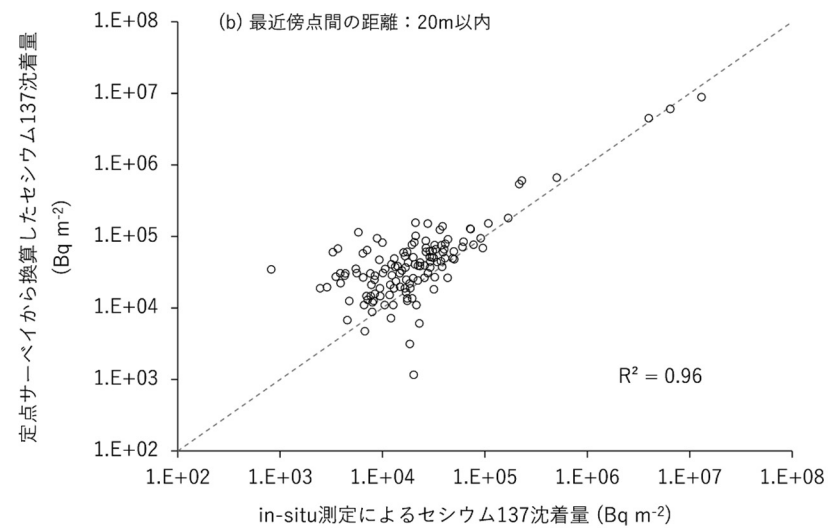
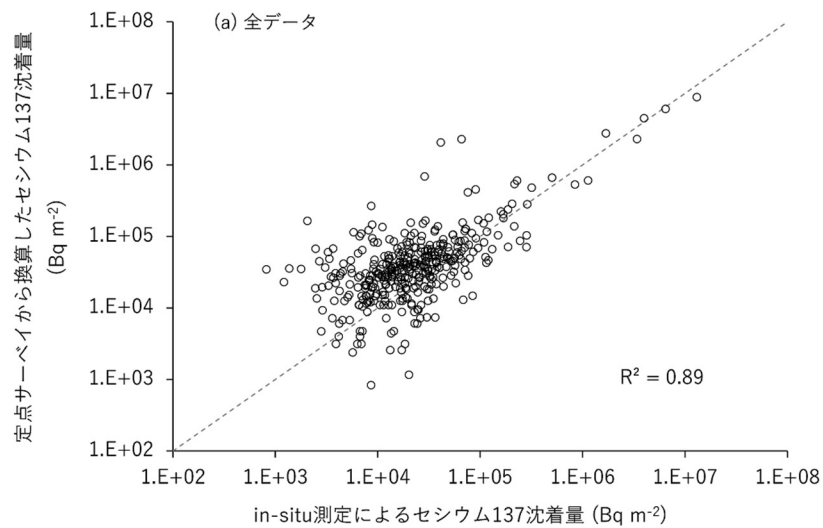


図 4-13 可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による沈着量と NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータによる空間線量率から評価したセシウム 137 沈着量の比較 (相関図の破線は  $y=x$ 、 $R^2$  は決定係数、Std は標準偏差、n はデータ数を意味する。)

## 5. 空間線量率及び放射性セシウム土壌沈着量の実効半減期の評価

### 5.1 目的

事故から 10 年以上が経過し、事故直後から実施してきた分布状況調査の測定データから環境中の空間線量率は放射性セシウムの物理的減衰よりも速いペースで減少してきていることが分かっている。そこで、空間線量率や放射性セシウム土壌沈着量の減少速度すなわち実効半減期を評価した。実効半減期  $T_{eff}$  は以下の式 (9) で表される。

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{Cs}} + \frac{1}{T_{eco}} \quad (9)$$

ここで、 $T_{Cs}$  は放射性セシウムの壊変による半減期及び  $T_{eco}$  は環境半減期である。環境半減期は、天候等の環境要因による減少率として定義される。

環境中における放射性物質の変化は、核実験場での継続的なモニタリングやチェルノービリ原子力発電所事故のモニタリングから、多項の指数関数で近似できることが知られている。ここでは、これまでの測定データの変化傾向を定量的に把握するため、測定データの指数関数近似について検討した。その結果として求められる実効半減期は、測定データ間の数値の推定や将来の空間線量率の推定に重要なパラメータとなる。

### 5.2 測定結果の変化傾向

平成 23 年度から令和 5 年度までを対象に、走行サーベイ、定点サーベイ、歩行サーベイ及び無人ヘリサーベイで得られた空間線量率の経時変化傾向について図 5-1 に、可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による土壌中放射性セシウム沈着量の経時変化傾向について図 5-2 にそれぞれ示す。各データは、80 km 圏内を総務省統計局により定義される基準地域メッシュで分割し、測定値があるメッシュについて各々のメッシュ内の空間線量率（又は沈着量）（・シンボル；各測定回で多数存在）と、各サーベイ手法において全メッシュ内の数値を測定回ごとに算術平均した数値（○シンボル；各測定回に一つ）である。

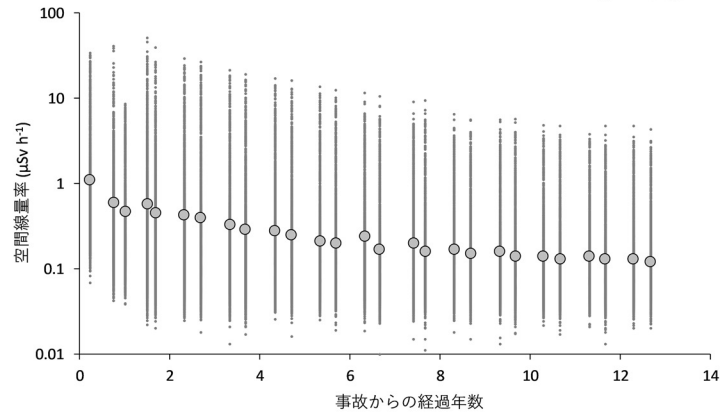
走行サーベイは、第 1 回から 4,000 メッシュ以上の場所について測定が行われている。他の測定と比較すると 80 km 圏内の地域を網羅的に測定している。しかしながら、走行ルートについては、避難指示区域の解除等の理由から必ずしも毎回同じではないこと、測定対象が舗装された車道上であることに注意が必要である。定点サーベイは、住宅地内にある公共施設など開けた舗装されていない平坦地及び空間線量率が狭い範囲で急激に変化しない場所を選定しているため、他の測定結果と比較して、エリアを代表する数値として使用しやすい。ただし、第 1 回及び第 2 回において、迅速な汚染範囲の調査を目的としたため、測定点数が他の測定に比べて極端に少ない。歩行サーベイについては、定点サーベイで選定された測定点の周辺車道や歩道を測定対象としており、第 3 回以降では一定の場所での測定データが得られている。可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定は開けた舗装されていない平坦地を測定場所としており、ガンマ線スペクトルからバックグラウンドの影響なしに測定できるため直接的に放射性セシウムの半減期との比較が可能である。ただし、測定時間がかかるため測定点数は多くない。なお、図 5-2 の 1) 及び 2) のグラフには無人ヘリサーベイの校正のために地上で行った可搬型 Ge 検出器



を用いた in-situ 測定データのデータも含まれている。特に第 4 回のデータには沈着量の大きな福島第一原発から 5 km 圏内の 15 箇所で取得したデータが含まれているため平均値が上昇している。

このように過去の地上で得られたデータは、空間線量率や放射性物質の沈着状況を面的に把握することを目的としていた。さらに測定法の特徴を整理すると、定点サーベイでは測定点における線量率、歩行サーベイでは歩行経路に沿った線量率、走行サーベイでは道路上の線量率と、それぞれの測定手法に応じて限定的な条件下での線量率情報が得られる。このため、沈着量分布の全体像及びその減衰傾向を考察するにあたっては面的及び時間的に不連続なデータの取り扱いが課題となる。また、近年では、放射性セシウムによる空間線量率が減少し、天然放射性核種によるバックグラウンドの空間線量率が無視できない状況となっている。よって、それぞれの課題を解決し、現状の放射線分布の変化量について定量的に表すには、バックグラウンド減算及びデータの測定場所等の条件をそろえ、かつデータ点数を考慮する必要がある。これらを考慮し、次節以降において最適なデータセットの検討及び実効半減期の算出を試みた。

1) 走行サーベイ



測定回	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回
事故からの経過年数(年)	0.23	0.76	1.02	1.51	1.69	2.32	2.69	3.34	3.68	4.34	4.70	5.34
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	1.1	0.60	0.47	0.58	0.45	0.43	0.40	0.33	0.29	0.28	0.25	0.21
標準偏差	2.6	1.8	0.87	2.0	1.5	1.5	1.4	1.1	0.95	0.89	0.77	0.66
測定エリア数	4536	3518	2908	6149	4994	6160	5746	5312	5496	5156	5224	5481
初回からの平均値の割合	100	55	43	53	41	39	36	30	26	25	23	19

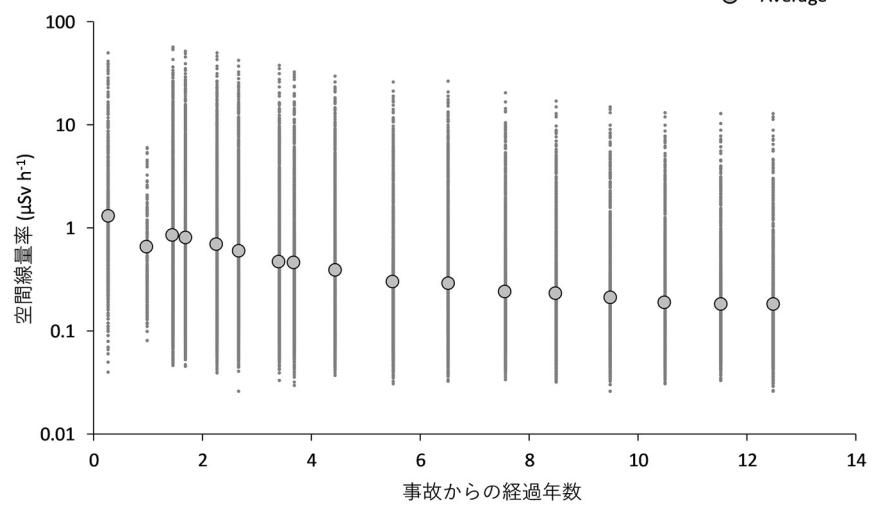
  

測定回	第13回	第14回	第15回	第16回	第17回	第18回	第19回	第20回	第21回	第22回	第23回	第24回
事故からの経過年数(年)	5.69	6.33	6.66	7.41	7.67	8.31	8.68	9.33	9.67	10.3	10.7	11.3
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	0.20	0.24	0.17	0.20	0.16	0.17	0.15	0.16	0.14	0.14	0.13	0.14
標準偏差	0.61	0.61	0.45	0.46	0.40	0.39	0.31	0.37	0.29	0.31	0.26	0.27
測定エリア数	5100	4044	5510	3874	5204	3883	4966	3943	4990	3955	4904	3913
初回からの平均値の割合	18	22	15	18	15	15	14	15	13	13	12	13

測定回	第25回	第26回	第27回
事故からの経過年数(年)	11.7	12.3	12.7
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	0.13	0.13	0.12
標準偏差	0.24	0.27	0.23
測定エリア数	4592	3900	4309
初回からの平均値の割合	12	12	11

2) 定点サーベイ



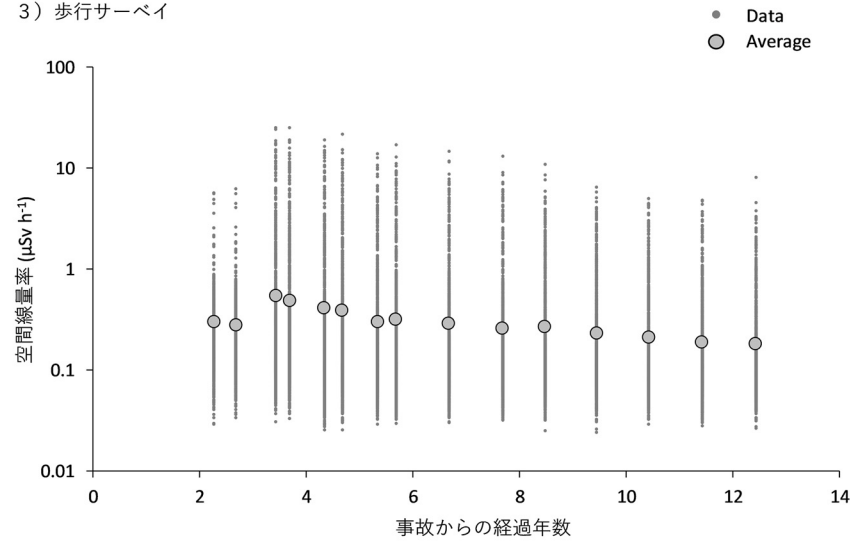
測定回	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回
事故からの経過年数(年)	0.27	0.98	1.45	1.69	2.26	2.67	3.41	3.68	4.44	5.50	6.51	7.56
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	1.3	0.65	0.85	0.80	0.69	0.60	0.47	0.46	0.39	0.30	0.29	0.24
標準偏差	3.6	0.86	2.7	2.5	2.3	1.9	1.6	1.6	1.3	1.0	1.0	0.77
測定エリア数	1998	354	6419	6403	6406	6404	6422	6415	6424	6407	6414	6399
初回からの平均値の割合	100	50	65	62	53	46	36	35	30	23	22	18

測定回	第13回	第14回	第15回	第16回	第17回
事故からの経過年数(年)	8.49	9.49	10.5	11.5	12.5
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18
標準偏差	0.70	0.62	0.57	0.51	0.51
測定エリア数	5024	5018	5013	5020	5028
初回からの平均値の割合	18	16	15	14	14

図 5-1 分布状況調査で得られた空間線量率の経時変化傾向 (1/2)  
(天然放射性核種による空間線量率寄与を含んでいる。)

3) 歩行サーベイ

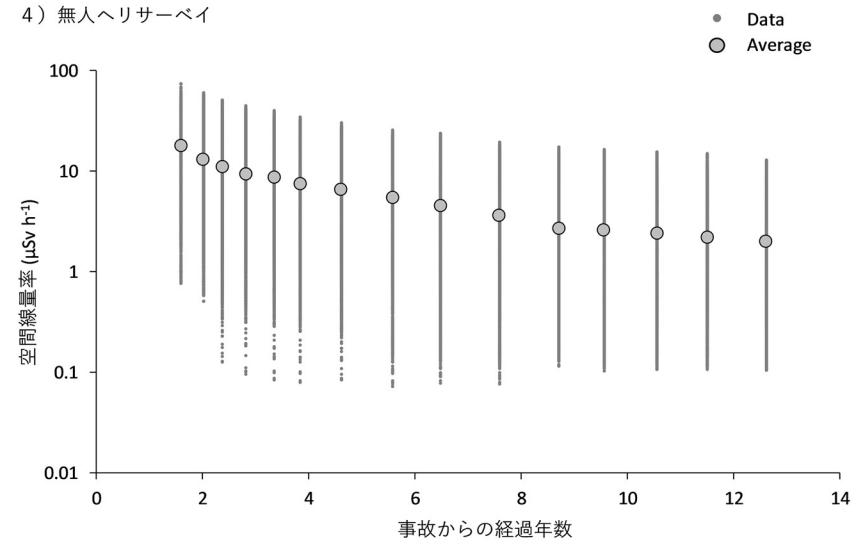


測定回	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回
事故からの経過年数(年)	2.27	2.68	3.43	3.69	4.34	4.67	5.34	5.68	6.67	7.68	8.47	9.44
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	0.30	0.28	0.54	0.49	0.41	0.39	0.30	0.32	0.29	0.26	0.27	0.23
標準偏差	0.46	0.41	1.8	1.6	1.4	1.3	0.88	1.0	0.84	0.71	0.65	0.48
測定エリア数	739	878	1960	1977	1964	1946	2000	1976	2118	2117	1766	1729
初回からの平均値の割合	100	93	180	163	137	130	100	107	97	87	90	77

測定回	第13回	第14回	第15回
事故からの経過年数(年)	10.4	11.4	12.4
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	0.21	0.19	0.18
標準偏差	0.43	0.38	0.38
測定エリア数	1748	1732	1750
初回からの平均値の割合	70	63	60

4) 無人ヘリサーベイ



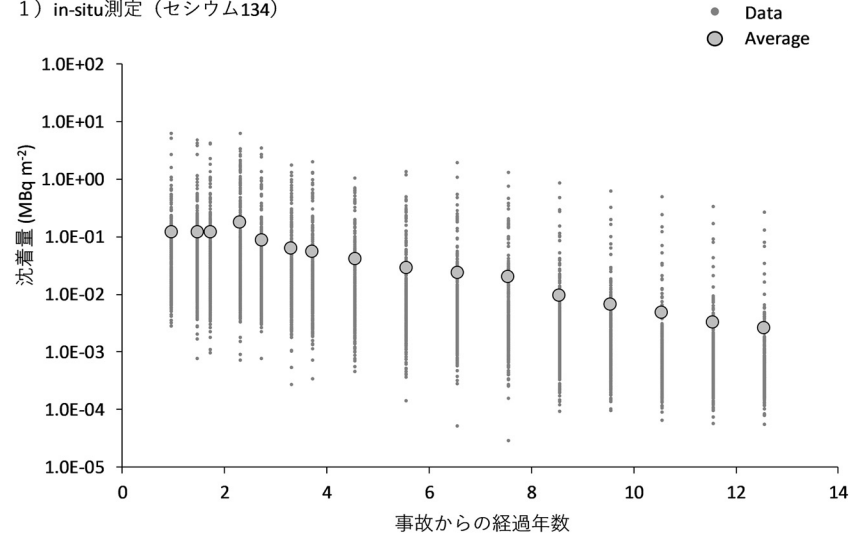
測定回	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回
事故からの経過年数(年)	1.60	2.02	2.38	2.82	3.35	3.84	4.61	5.58	6.48	7.59	8.71	9.56
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	18	13	11	9.4	8.6	7.4	6.6	5.4	4.5	3.6	2.7	2.6
標準偏差	15	12	9.4	8.2	7.4	6.3	5.6	4.7	4.2	3.3	2.5	2.4
測定エリア数 (100mメッシュ)	1761	4624	5377	5382	5382	5376	5385	5385	6139	6139	7420	7119
初回からの平均値の割合	100	72	61	52	48	41	37	30	25	20	15	14

測定回	第13回	第14回	第15回
事故からの経過年数(年)	10.6	11.5	12.6
平均空間線量率(μSv h <sup>-1</sup> )	2.4	2.2	2.0
標準偏差	2.3	2.2	1.9
測定エリア数 (100mメッシュ)	7119	7119	7119
初回からの平均値の割合	13	12	11

図 5-1 分布状況調査で得られた空間線量率の経時変化傾向 (2/2)  
(天然放射性核種による空間線量率寄与を含んでいる。)

1) in-situ測定 (セシウム134)

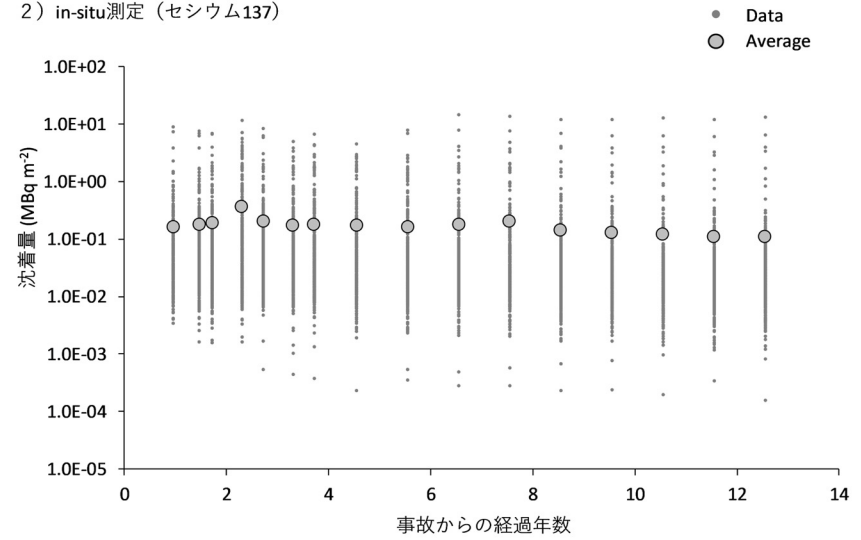


測定回	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回
事故からの経過年数(年)	0.96	1.47	1.72	2.30	2.72	3.30	3.72	4.55	5.55	6.55	7.55	8.55
平均セシウム沈着量(MBq m <sup>-2</sup> )	0.12	0.12	0.12	0.18	0.088	0.062	0.056	0.041	0.029	0.024	0.020	0.010
標準偏差	0.46	0.42	0.42	0.53	0.29	0.17	0.18	0.11	0.11	0.12	0.089	0.056
測定エリア数	374	386	392	425	401	403	402	402	402	400	400	382
初回からの平均値の割合	100	100	100	150	73	52	47	34	24	20	17	8.1

測定回	第13回	第14回	第15回	第16回
事故からの経過年数(年)	9.55	10.55	11.55	12.55
平均セシウム沈着量(MBq m <sup>-2</sup> )	0.0067	0.0048	0.0033	0.0026
標準偏差	0.040	0.031	0.021	0.017
測定エリア数	378	368	350	333
初回からの平均値の割合	5.6	4.0	2.8	2.2

2) in-situ測定 (セシウム137)



測定回	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回
事故からの経過年数(年)	0.96	1.47	1.72	2.30	2.72	3.30	3.72	4.55	5.55	6.55	7.55	8.55
平均セシウム沈着量(MBq m <sup>-2</sup> )	0.16	0.18	0.19	0.36	0.20	0.17	0.18	0.17	0.16	0.18	0.20	0.14
標準偏差	0.66	0.67	0.68	1.0	0.69	0.49	0.57	0.47	0.62	0.90	0.91	0.79
測定エリア数	374	386	392	425	402	404	403	403	404	404	404	385
初回からの平均値の割合	100	113	119	225	125	106	113	106	100	113	125	88

測定回	第13回	第14回	第15回	第16回
事故からの経過年数(年)	9.55	10.55	11.55	12.55
平均セシウム沈着量(MBq m <sup>-2</sup> )	0.13	0.12	0.11	0.11
標準偏差	0.75	0.78	0.72	0.79
測定エリア数	385	384	384	385
初回からの平均値の割合	81	75	69	69

図 5-2 分布状況調査で得られた放射性セシウム沈着量の経時変化傾向

### 5.3 実効半減期算出方法

走行サーベイ、定点サーベイ及び歩行サーベイによる空間線量率並びに可搬型 Ge 検出器による放射性セシウムの沈着量のデータを用いて実効半減期を算出した。また、地上での測定結果との比較のため、無人ヘリサーベイ及び航空機サーベイ<sup>28)</sup>のデータについても実効半減期を算出した。測定データを取得した 80 km 圏内を基準地域メッシュで分割し、同一メッシュ内のデータを平均化し集計した。ただし、無人ヘリサーベイの結果については、測定範囲が狭いため基準地域メッシュに基づく 100 m メッシュを作成し、メッシュ内の平均値を集計した。指数関数近似に用いたデータには、測定手法ごとに全調査期間においてデータが存在しているメッシュを抽出して用いた。事故由来の空間線量率の変化傾向を定量化するためには、天然放射性核種による空間線量率（バックグラウンド線量率）を減算する必要がある。本章では、バックグラウンド線量率として、地上での測定及び航空機サーベイについては航空機サーベイの結果から作成したデータ<sup>29)</sup>を採用し、無人ヘリサーベイについてはさらに位置分解能が細かい無人ヘリサーベイの結果から作成したデータ<sup>16,30)</sup>を採用した。

本解析には、80 km 圏内のデータを対象とした。解析対象とした測定期間については、データ数を考慮し、走行サーベイについては測定エリア数の少ない第 3 回（平成 23 年度調査（第 2 次調査）の 2 回目）を除く全期間、定点サーベイについては第 3 回（平成 24 年度調査の 1 回目）以降、歩行サーベイについては第 3 回（平成 26 年度調査の 1 回目）以降、無人ヘリサーベイ、航空機サーベイ及び可搬型 Ge 検出器による in-situ 測定については全期間のデータをそれぞれ使用した。

抽出した各測定手法によるデータについて、式 (10) に示した二項（二成分）の指数関数近似を行い、実効半減期を算出した。ここで、 $D$  は空間線量率、 $t_{short}$  は実効半減期の速い成分、 $t_{long}$  は実効半減期の遅い成分、 $t$  は事故からの経過時間（年）を表す。なお、ここで切片である  $a+b+c$  は事故直後の空間線量率を表す。 $c$  は本解析対象期間では減衰傾向が確認できないような定数項を表している。この定数項については、今後のデータを加えることで指数関数の第 3 項として半減期の計算が可能になると考えられる。実効半減期、係数  $a$  及び  $b$ 、定数項  $c$  については最小二乗法により推定値の 95% の信頼区間を計算した。これらパラメータの信頼区間の計算値に対して 95% 下限信頼区間が負数となる場合には、式(10)が測定データの母集団に対して適用性がないと判断し、定数項のない式(11)を適用した。さらに、式(11)でもパラメータの信頼区間の計算値に対して 95% 下限信頼区間が負数となる場合には、一項の指数関数の式(12)を適用した（以下「1 成分モデル」という。）。ここで  $t_e$  は 1 成分モデルの実効半減期である。式(12)における  $g$  は 1 成分モデルでの定数項である。なお、今回は実効半減期  $t_{short}$  及び  $t_{long}$  の導出が主目的であり、事故初期の数値を表す係数及び定数項  $a \sim g$  については参考値とする。

$$D = a \exp\left(-\frac{0.693}{t_{short}} \times t\right) + b \exp\left(-\frac{0.693}{t_{long}} \times t\right) + c \quad (10)$$

$$D = d \exp\left(-\frac{0.693}{t_{short}} \times t\right) + e \exp\left(-\frac{0.693}{t_{long}} \times t\right) \quad (11)$$

$$D = f \exp\left(-\frac{0.693}{t_e} \times t\right) + g \quad (12)$$

可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による沈着量の実効半減期評価については、放射性セシウムの半減期と直接的に比較できるため、セシウム 134 とセシウム 137 の沈着量の結果に分けて、式(13)を適用した。ここで $t_t$ は1成分モデルの実効半減期である。

$$D = h \exp\left(-\frac{0.693}{t_t} \times t\right) \quad (13)$$

#### 5.4 空間線量率の実効半減期

それぞれの測定手法について二項又は一項の指数関数近似により評価した実効半減期について表 5-1 にまとめる。

走行サーベイ、定点サーベイ及び歩行サーベイについて指数関数近似を行った結果をそれぞれ図 5-3 (a)～(c)に示す。走行サーベイについては式(10)で、定点サーベイ及び歩行サーベイについては式(12)により近似した。表 5-1 に示したように、走行サーベイでは実効半減期の速い成分で 0.36 年、遅い成分で 1.8 年、定数項 $c$ は 0.081  $\mu\text{Sv/h}$ であった。また定点サーベイについては、1成分モデルの実効半減期は 1.7 年となり、定数項 $g$ は 0.31  $\mu\text{Sv/h}$ と求められた。歩行サーベイでは1成分モデルの実効半減期は 1.8 年となり、定数項 $g$ は 0.11  $\mu\text{Sv/h}$ と求められた。これら地上での測定による遅い成分または1成分モデルの実効半減期は似通っており、近年においても、セシウム 134 とセシウム 137 の半減期と比較して速い速度で減少していることが分かる。この要因の一部としては道路上のセシウムの洗い流し効果や、4.1 節で示した放射性セシウムの土壌の深度方向への移動が考えられる。

無人ヘリサーベイ及び航空機サーベイについて指数関数近似を行った結果を図 5-3 (d)、(e)に示す。無人ヘリサーベイについて式(10)により求めた実効半減期は、速い成分で 0.54 年、遅い成分で 3.0 年、定数項 $c$ として 1.3  $\mu\text{Sv/h}$ であった。他の測定に比べて定数項が比較的高いのは、測定対象が空間線量率の比較的高い福島第一原発近傍 5 km 圏内であることが要因として考えられる。航空機サーベイについては、令和 4 年度までの実効半減期評価に式(11)を適用していたが、令和 5 年度討では式(10)を適用することができた。その結果、航空機サーベイの実効半減期は、速い成分で 0.46 年、遅い成分で 2.3 年、定数項 $c$ として 0.30  $\mu\text{Sv/h}$ であった。

式(10)により求めた走行サーベイ、無人ヘリサーベイ及び航空機サーベイの実効半減期の速い成分を比較すると、走行サーベイが最も短く、道路上の空間線量率は減少が速いことを反映した結果となった。

表 5-1 評価された実効半減期の一覧

項目	測定手法	対象	適用モデル	パラメータ		
				実効半減期 (y)		定数項 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
				速い成分	遅い成分	
空間 線量率	走行 サーベイ	車道上	式 (10)	0.36 (0.23 – 0.50)	1.8 (1.5 – 2.0)	0.081 (0.067 – 0.095)
	定点 サーベイ	平たん 土壌上	式 (12)		1.7 (1.6 – 1.8)	0.31 (0.27 – 0.35)
	歩行 サーベイ	歩道上	式 (12)		1.8 (1.5 – 2.1)	0.11 (0.092 – 0.13)
	無人ヘリ サーベイ	平均値	式 (10)	0.54 (0.31 – 0.76)	3.0 (2.5 – 3.4)	1.3 (0.83 – 1.8)
	航空機 サーベイ	平均値	式 (10)	0.46 (0.34 – 0.58)	2.3 (1.9 – 2.7)	0.30 (0.26 – 0.34)
放射性 セシウム 沈着量	In-situ	セシウム134	式 (13)		1.7 (1.5 – 2.0)	–
		セシウム137	式 (13)		39* (–8.9 – 86)	–

パラメータの ( ) 内数値は95%信頼区間を示している。

\* p値=0.42>0.05 (有意差なし)

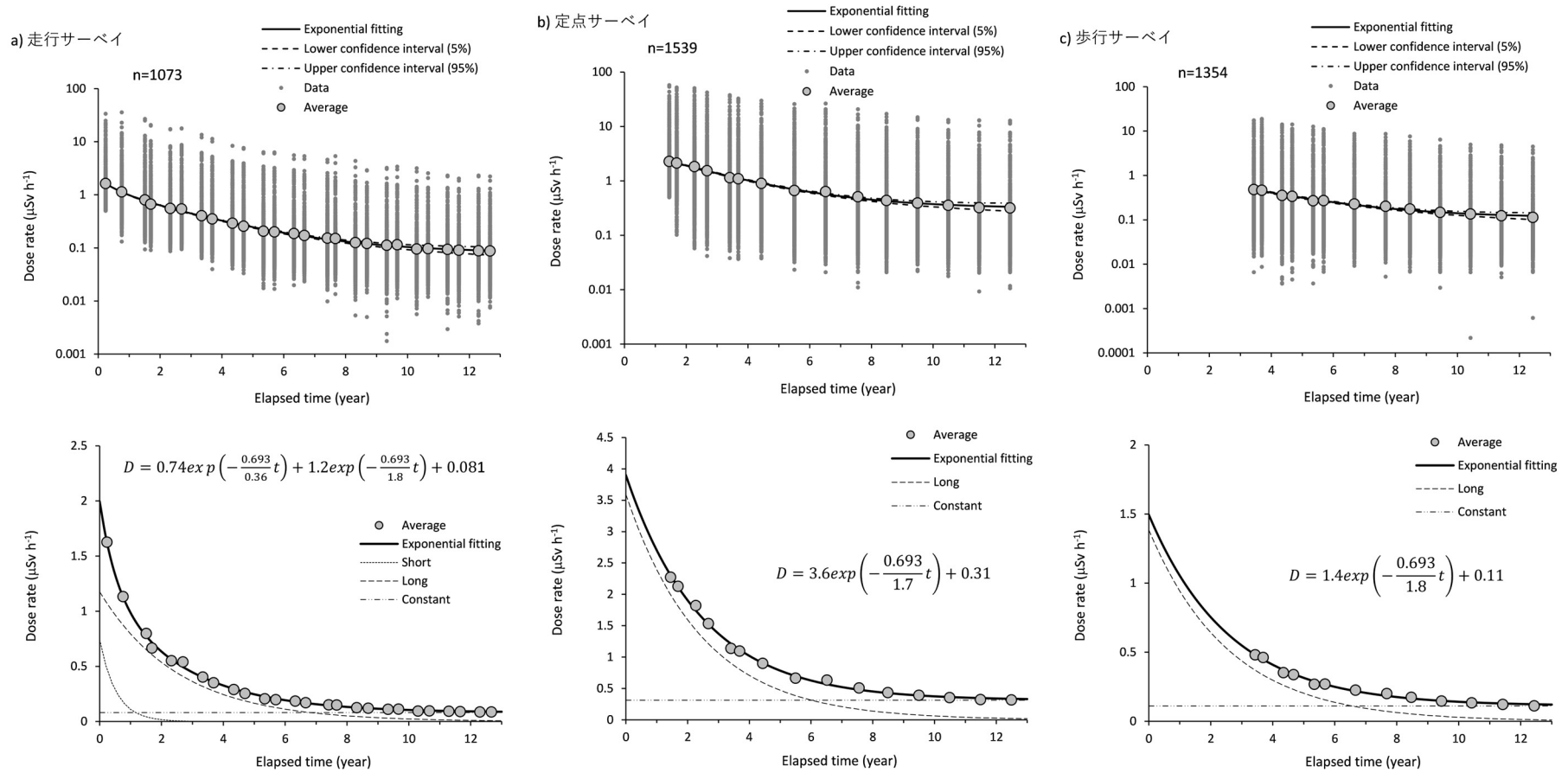


図 5-3 空間線量率変化傾向及び指数関数の近似 (1/2)

(Short : 速い成分、Long : 遅い成分、Constant : 定数項、n : データ数)



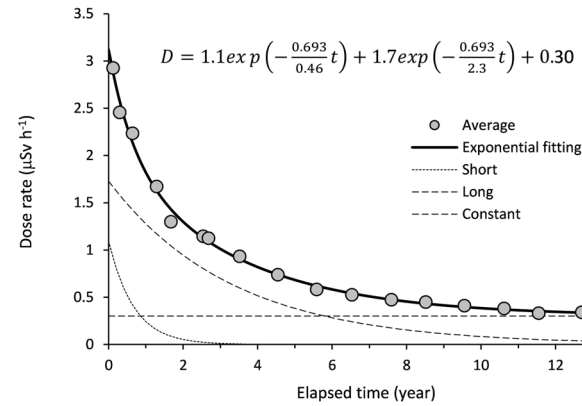
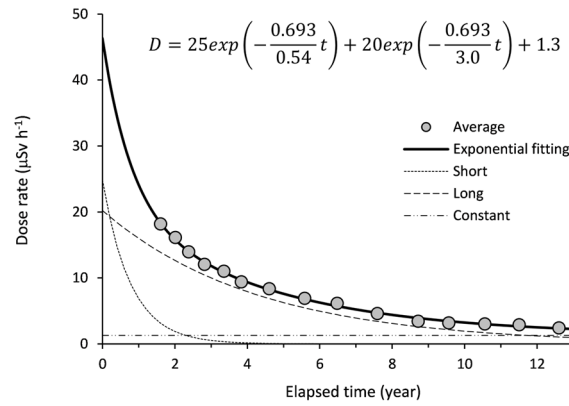
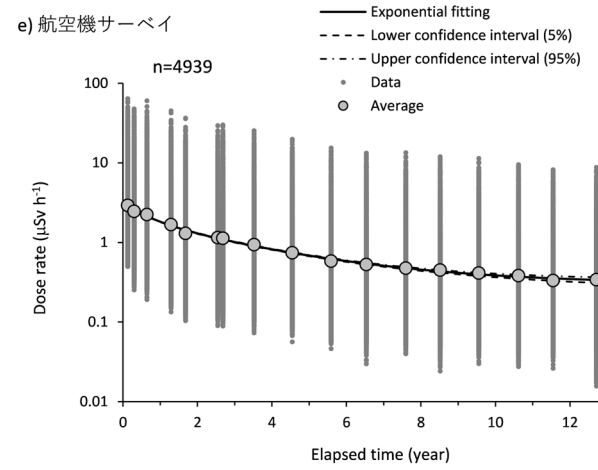
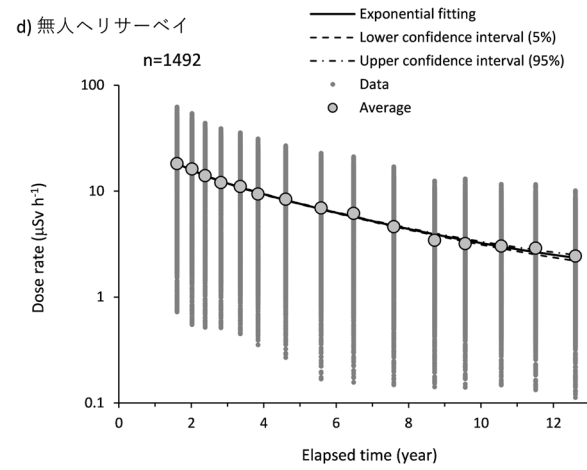


図 5-3 空間線量率変化傾向及び指数関数の近似 (2/2)

(Short : 速い成分、Long : 遅い成分、Constant : 定数項、n : データ数)

## 5.5 放射性セシウム沈着量の実効半減期

可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定による放射性セシウム沈着量に対して指数関数フィッティングした結果を図 5-4 に示す。図に示すようにセシウム 134 は近似曲線と測定データ点の一致性が良く、近似した実効半減期は 1.7 年となった。ばらつき（95%信頼区間：1.5～2.0 年）を考慮するとセシウム 134 の半減期（約 2 年）と近い値であるといえる。セシウム 137 については、実効半減期は 39 年と評価されたが、ばらつきが比較的大きく（95%信頼区間：-8.9～86 年）、フィッティング結果（p 値=0.42）も有意とはいえないため、今後さらなる検討が必要と考える。なお、セシウム 137 について平成 28 年度以降で不連続になっているように見えることに関しては、引き続き個別のデータを精査していく。

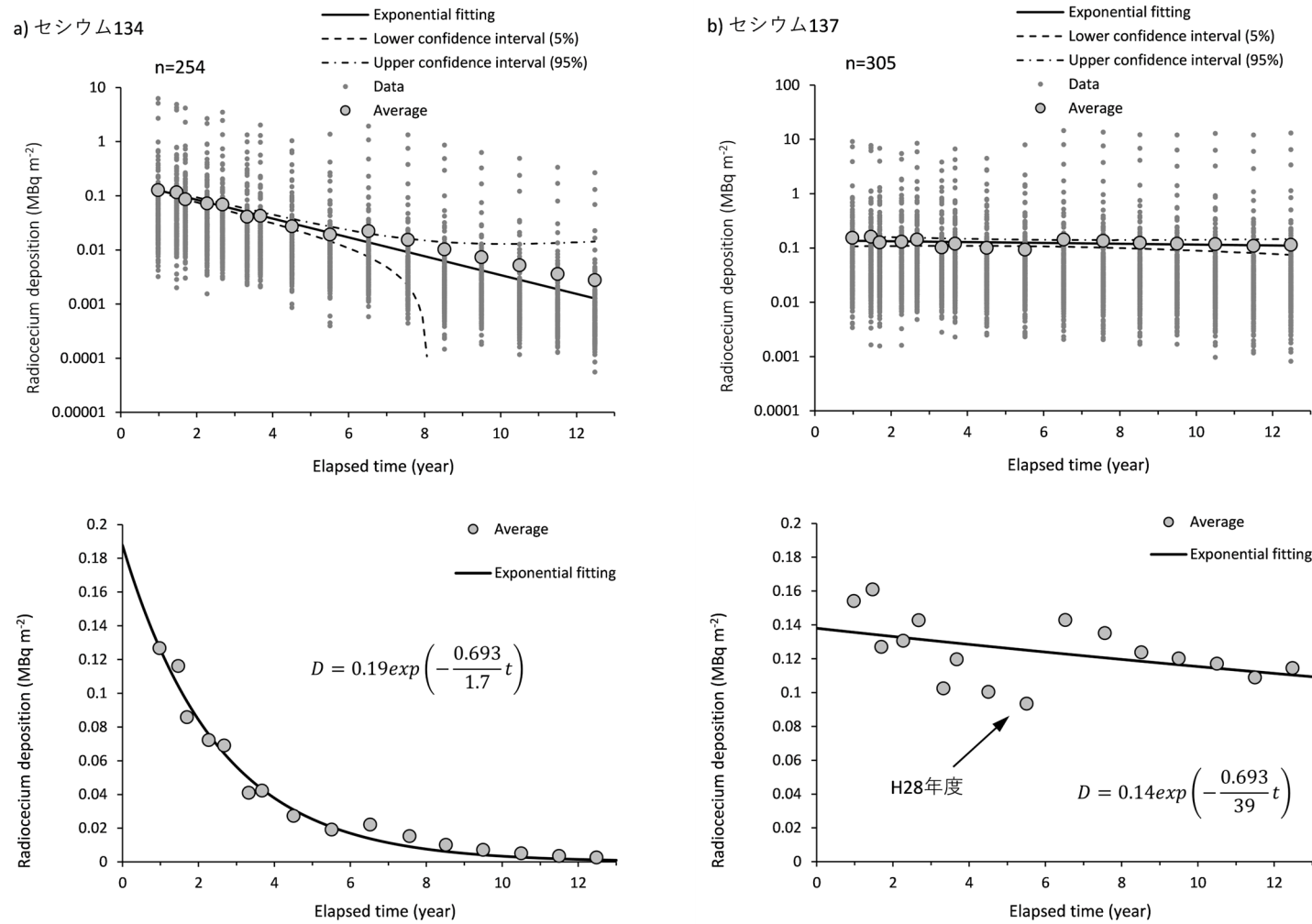


図 5-4 可搬型 Ge 検出器を用いた in-situ 測定結果における放射性セシウムの沈着量変化傾向及び指数関数の近似 (n : データ数)

## 5.6 各測定手法による空間線量率の変化傾向の比較

前節までの実効半減期の評価は、測定手法ごとに評価した結果であり、近似曲線の傾きでは比較できても線量率の高低での比較は難しい。そこで、各測定手法による空間線量率の変化傾向の特徴を考察するため、令和5年度調査の走行サーベイ、歩行サーベイ、定点サーベイ及び航空機サーベイ<sup>28)</sup>全ての測定手法による空間線量率データが存在する基準地域メッシュを抽出することにより、解析対象とする測定場所をできる限り統一した。この方法により可住地域を中心に抽出した1,135箇所を図5-5に示す。なお、各測定手法の測定場所は図5-6に示すように必ずしも一致せず、それぞれの測定手法の測定場所の特徴及び測定データの集計方法には以下のような違いがある。

- ・ 走行サーベイ：舗装された道路上で移動しながら測定し、100 m メッシュ内のデータを平均化
- ・ 歩行サーベイ：道路又は歩道上で移動しながら測定し、20 m メッシュ内のデータを平均化
- ・ 定点サーベイ：未舗装の土壌面の1点で測定
- ・ 航空機サーベイ：エリアの平均値：対地高度300 mの上空を移動しながら測定し、250 m メッシュ内のデータを地上高さ1 mの数値に換算し平均化<sup>28)</sup>

図5-5に示した1,135箇所における各測定手法による空間線量率の平均値について平成23年以降の経時変化及び5.3節に示した方法で評価した指数関数近似曲線を図5-7に示す（航空機サーベイは式(11)、それ以外は式(12)を適用）。このように、空間線量率は航空機サーベイ、定点サーベイ、歩行サーベイ及び走行サーベイの順に大きい傾向にあることが分かる。航空機サーベイと定点サーベイの傾向を見ると、事故後2年目までは減少傾向が似通っていたが、3年目以降両者の差が開き定点サーベイの方が低くなっている。これは、航空機サーベイは300 m上空から直下の半径300 mの円内に入る地域の放射線の平均値を計測しており局所的な線量の勾配がトレースできず、3年目以降に本格化した除染作業による影響の差異を反映しているためと考えられる。また、歩行サーベイは定点サーベイや航空機サーベイに比べ低い傾向にある。これは、家屋周辺で重点的に行われた除染の影響や舗装道路上の放射性セシウムの雨水等による洗い流しが原因と考えられる。走行サーベイについては、他の3測定手法より低い傾向にある。これは、5.4節でも考察したように、舗装道路上の放射性セシウムの洗い流しの影響を受けているものと考えられる。

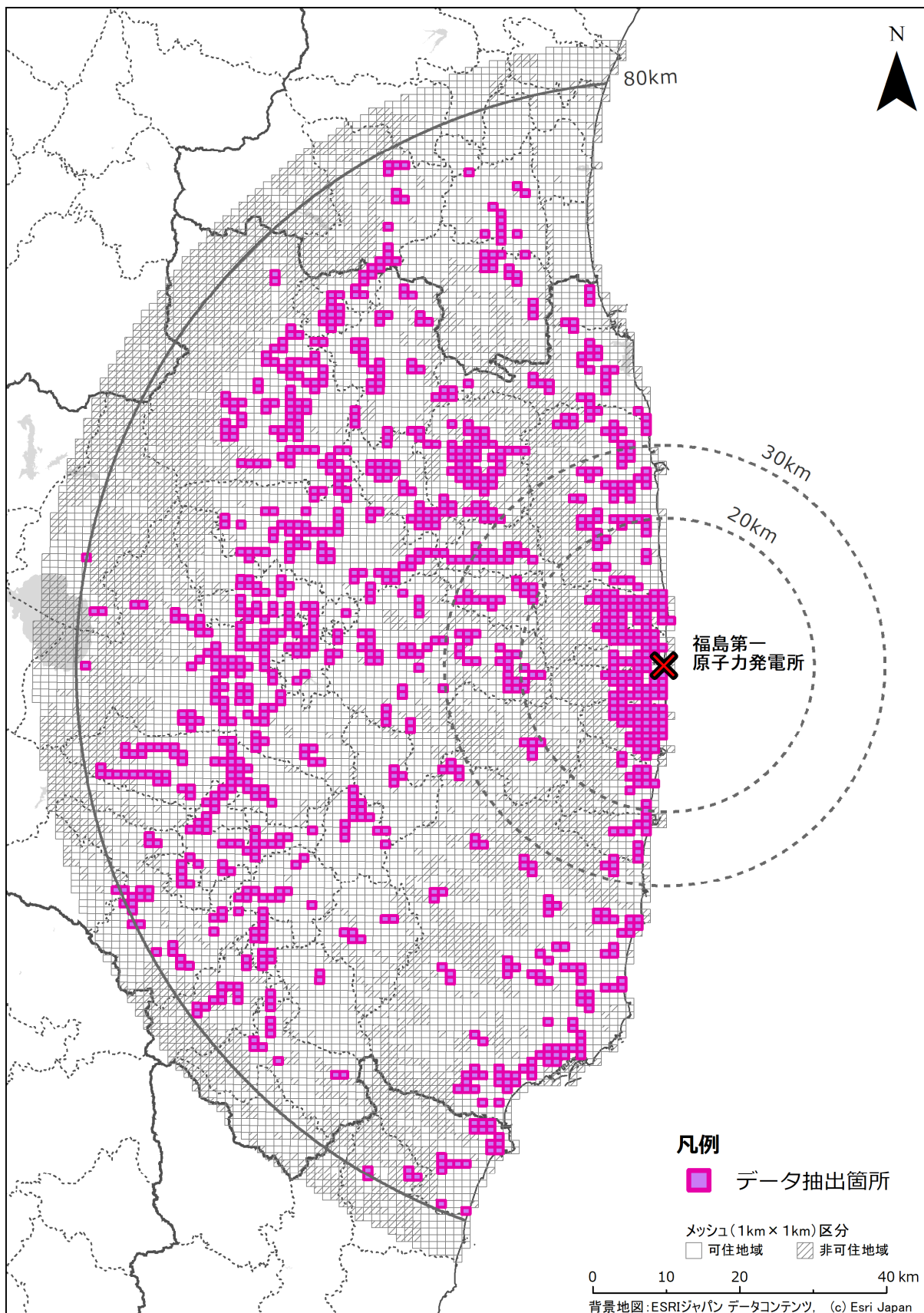


図 5-5 走行サーベイ、定点サーベイ、歩行サーベイ及び航空機サーベイの全測定手法によるデータが存在するデータを抽出した箇所（基準地域メッシュ）

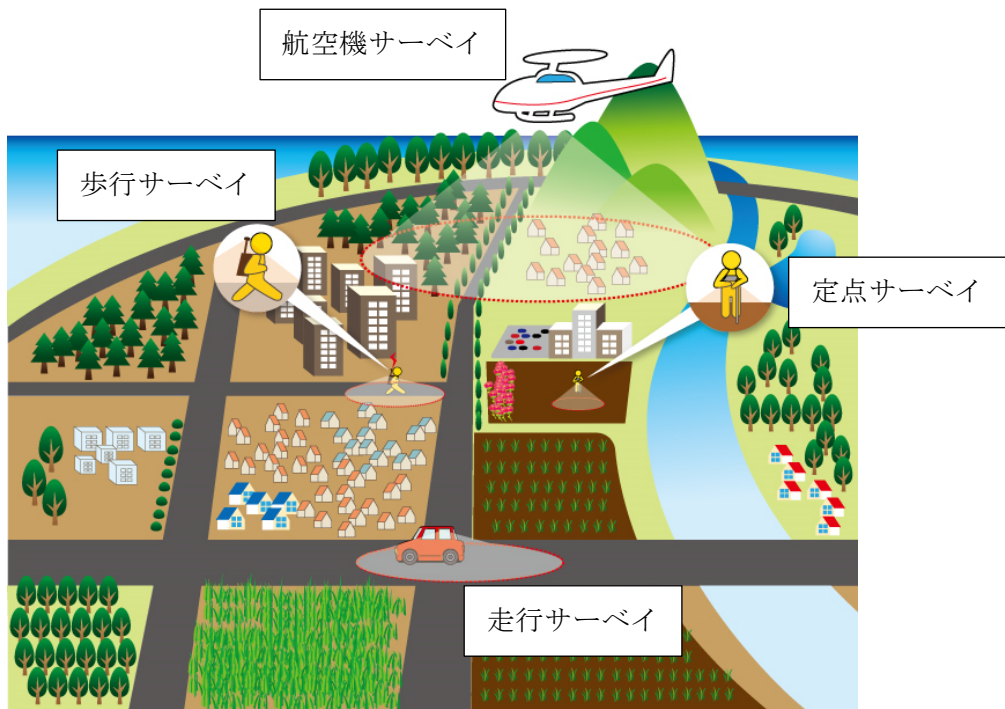


図 5-6 各測定手法の測定状況と測定対象のイメージ

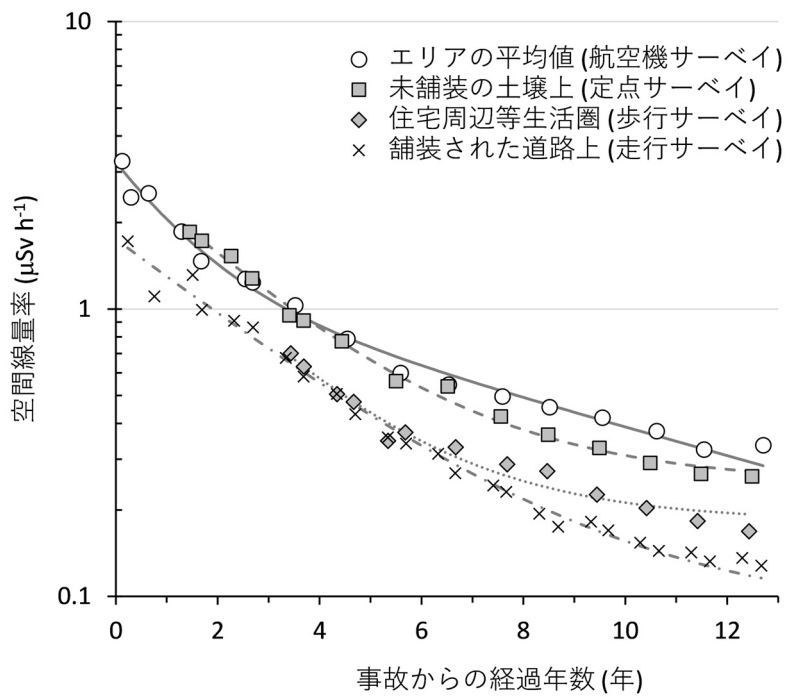


図 5-7 全測定手法によるデータが存在する基準地域メッシュを抽出して解析した空間線量率の変化傾向 (図中の曲線は二項又は一項の指数関数近似曲線)

## 6. 測定箇所の重要度分類のためのスコア化の検討

### 6.1 目的

事故後のモニタリングは、政府の決定する総合モニタリング計画（平成 23 年 8 月 2 日モニタリング調整会議制定）<sup>31)</sup> に則り、関係府省が地方公共団体や原子力事業者等と連携して実施してきた。また政府は平成 27 年度から東日本大震災後 10 年となる令和 2 年度までを「復興・創生期間」と位置付けており、様々な復興のための事業、財源の見直し及び復興事業の整理を実施してきた。そのような状況の中、放射性物質のモニタリングについてもこれまでの実績を総括し長期的視野に立って継続すべきモニタリングの計画策定が求められている。陸域における環境放射線モニタリングの最適な測定箇所は、測定目的、測定方法及び測定点数等によって異なり、住民数や現状の空間線量率などを根拠として地域ごとのモニタリング必要性の重要度を評価することは、今後のモニタリング計画策定において、モニタリングの重要度に見合った費用の配分やモニタリングすべき場所の見落としを防ぐためにも重要であると考えられる。

令和元年度調査において、分布状況調査で得られた放射線モニタリングデータや国勢調査などで提供されているデータ及び既存のモニタリングポストの設置位置情報などを考慮することにより、1 km×1 km で区切った場所のモニタリングの重要度を相対的に評価するスコア化手法を開発した<sup>32)</sup>。「スコア」の設定の目的は、住民や従業者の被ばくに与える地域的な影響度合いの尺度を加えることによって、線量の高低だけでなく総合的に地域の重要度を評価するものである。スコアは、モニタリングデータの誤差や実施回数及び密度等によって大きく変化しないことが望まれる。令和 5 年度調査では、令和 4 年度調査に引き続き、多年度におけるモニタリングデータを使用した場合のスコア評価結果とその変化要因について考察を行った。

### 6.2 総合モニタリング計画

本報告書作成時点での最新の総合モニタリング計画（令和 6 年 3 月 21 日改定）<sup>33)</sup>には、陸域のモニタリングの目的として、以下の内容が示されている。

- ① 人が居住している地域や場所を中心とした放射線量、放射性物質の分布状況の中長期的な把握
  - ② さまざまな被ばく状況に応じた、被ばく線量を低減させるために講じる除染をはじめとする方策の検討立案・評価
  - ③ 将来の被ばくを可能な限り現実的に予測することによる、避難区域の変更・見直しに係る検討及び判断
  - ④ 住民の健康管理や健康影響評価等の基礎資料（周辺住民の被ばく（外部被ばく及び内部被ばく）線量を含む）の蓄積
  - ⑤ 環境中に放出された放射性物質の拡散、沈着、移動・移行の状況の把握
- 関係府省、地方公共団体及び原子力事業者等は、これらの項目に必要なデータの収集に努めることとする。

表 6-1 に最新の総合モニタリング計画で定められている測定種別と担当省庁について示す。

表 6-1 総合モニタリング計画における測定種別及び担当省庁

項目	担当省庁	項目	担当省庁
<p>○福島第一原発周辺を中心とした陸域モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>福島県及び福島近隣県に設置した可搬型モニタリングポスト等の測定結果をインターネットを通じて公開</li> <li>福島県全域において、サーベイメータ等による空間線量率の定点測定及び積算線量計による積算線量の定点測定を実施</li> <li>福島第一原発 80km 圏内における航空機モニタリング実施</li> <li>走行サーベイによる空間線量率の面的測定及び分布マップ作成、福島県内公共施設等でのサーベイメータによる空間線量率測定を実施</li> <li>大気浮遊じんのモニタリング及び指標植物の放射性物質濃度を測定</li> <li>地表面への放射性物質の沈着状況を測定し土壌濃度マップを作成</li> <li>避難指示区域等における詳細モニタリングの実施</li> </ul>	<p>原子力規制委員会 原子力災害対策本部 復興庁 福島県 原子力事業者等</p>	<p>○学校、保育所等のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>福島県内の学校等におけるリアルタイム線量測定システムの測定結果をインターネットを通じて公開</li> <li>福島県内の学校等にて年に一度校庭等の空間線量率を測定</li> <li>屋外プールの水の放射性物質の濃度の測定</li> <li>学校等の給食について、放射性物質を測定するための検査を実施</li> </ul>	<p>原子力規制委員会 文部科学省 福島県 地方公共団体等</p>
		<p>○港湾、公園、下水道等のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>下水汚泥中の放射性物質の濃度の測定</li> <li>東北・関東地方の港湾において空間線量率や海水中放射性物質濃度を測定</li> <li>都市公園等や観光地の空間線量率の測定</li> <li>福島県内の都市公園等や観光地(観光施設・山地・自然・道の駅)における空間線量率を測定</li> </ul>	<p>国土交通省 福島県 地方公共団体等</p>
<p>○水環境</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>福島県並びに近隣県の河川、湖沼・水源地、沿岸等における水質、底質、環境試料の放射性物質の濃度及び海水浴場等における空間線量率測定</li> <li>福島県並びに近隣県の地下水について、放射性物質の濃度を測定</li> </ul>	<p>環境省 福島県</p>	<p>○野生動植物、廃棄物、除去土壌等のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>野生動植物の採取・分析を実施</li> <li>放射性物質汚染対処特措法等に基づく以下の実施 <ul style="list-style-type: none"> <li>水道施設等における廃棄物の調査、廃棄物焼却施設等の排ガス等及び最終処分場等の地下水・放流水の放射性物質濃度の測定</li> <li>廃棄物焼却施設等の敷地境界における空間線量率等の測定</li> </ul> </li> </ul>	<p>環境省 福島県 地方公共団体 事業者等</p>
<p>○海域モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>福島第一原発の周辺の(1)近傍海域、(2)沿岸海域、(3)沖合海域、(4)外洋海域及び(5)東京湾について、海水、海底土及び海洋生物の放射性物質の濃度を測定</li> </ul>	<p>原子力規制委員会 水産庁 国土交通省 海上保安庁 環境省 福島県 東京電力等</p>	<p>○農地土壌、林野、牧草等のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>農地土壌の放射性物質の濃度の推移の把握や移行特性の解明</li> <li>福島県において、森林土壌、枝、葉、樹皮及び木材中の放射性物質の濃度及び空間線量率を測定</li> <li>関係県の牧草等について放射性物質の濃度を測定</li> <li>福島県において、ため池等の放射性物質の濃度を測定</li> </ul>	<p>農林水産庁 林野庁 地方公共団体等</p>
<p>○全国的なモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各都道府県におけるモニタリングポストによる空間線量率の測定結果をインターネットを通じてリアルタイムで公開</li> <li>福島県近隣県で空間線量率の比較の高い地域について、航空機モニタリングを実施</li> <li>月間降下物(雨やほこり等)及び上水(蛇口)について測定</li> </ul>	<p>原子力規制委員会 地方公共団体等</p>	<p>○水道のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>関係都県毎に、浄水場の浄水及び取水地域の原水に関して採取した水を検査</li> <li>福島県内については、水源別に水道水における放射性物質の濃度を測定</li> </ul>	<p>厚生労働省 原子力災害対策本部 地方公共団体等</p>
		<p>○食品のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各都道府県において食品のモニタリングを実施</li> <li>福島県は、食品中に含まれる放射性物質の濃度の詳細な調査を実施</li> <li>食品摂取を通じた実際の被ばく線量の推計調査に資する食品中の放射性物質濃度の調査を継続的に実施</li> </ul>	<p>厚生労働省 原子力災害対策本部 福島県 地方公共団体等</p>



## 6.3 地域スコア化によるモニタリング代表性評価

今後の陸域における空間線量率等測定ポイントの重点化・最適化に資するため、これまでに得られたモニタリング結果を基にモニタリング代表性の高い場所を選定する評価方法として地域スコア化手法について検討してきた。

### 6.3.1 地域スコア化手法

スコア化とは、医療分野の疫学研究などで用いられる「傾向スコア」<sup>34)</sup>の考え方に代表されるように、単位の異なる数値情報を相互比較するために数値集団ごとに一定の評価値（スコア）を与える手法である。分布状況調査では、地域の代表性を相互比較するため、空間線量率や人口密度などの性質が異なる情報を統合する方法としてスコア化手法を令和元年度から採用してきた。

測定ポイントの選定には、住民等ステークホルダーとの共通理解の醸成が必要である。ここでは、そのための基礎資料として、地域の特徴を加味し、相対的に代表性について議論する基礎情報となるスコア化による評価手法について検討例を示す。また、スコアに使用するパラメータや数値の重みづけ方法について令和元年度調査の技術検討会で検討した結果<sup>32)</sup>を紹介する。

スコア評価の対象範囲としては、福島県及び80 km 圏内とし、対象範囲を1 km×1 kmの基準地域メッシュに区切った（全15,646メッシュ）。スコアのパラメータとして以下の4項目を選定した。

#### ①空間線量率：基準地域メッシュ内の最大空間線量率

令和4年度に取得された空間線量率の測定結果を基に福島県及び80 km 圏内について基準地域メッシュごとの空間線量率（最大値）を抽出した結果を図6-1に示す。空間線量率の最大値を求める際に使用した測定データの出典を表6-2に示す。最大値としたのは、メッシュごとに測定の点数にばらつきがあること及び空間線量率の数値から被ばく線量への換算時に過小評価となることを避けるためである。各測定結果は測定時期が異なるが半減期の補正はしていない。

#### ②事故前の人口密度：平成22年度の国勢調査結果<sup>35)</sup>

#### ③避難指示区域：令和5年4月1日における避難指示区域

#### ④ランドマーク：平成26年度におけるランドマークの個数

ランドマーク：幼稚園/児童館/保育所/小学校/中学校/高等学校/高等専門学校/短期大学/大学/特別支援学校/市町村役場/公的集会施設/医療機関/駅/保護施設/身体障害者更生援護施設/知的障害者援護施設/精神障害者社会復帰施設/商業施設（売り場面積500 m<sup>2</sup>以上）。データの詳細参照先については表6-3に示す。

表 6-2 図 6-1 の作成に使用した空間線量率測定データ一覧

空間線量率測定データ	実施主体	文献
福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について	原子力規制委員会	36)
放射性物質の分布状況等調査における走行サーベイ、定点サーベイ及び歩行サーベイによる空間線量率の測定	原子力規制委員会	37)
東京電力株式会社福島第一原子力発電所の 20 km 以遠の空間線量率の測定結果	原子力規制委員会	38)
環境放射線モニタリング・メッシュ調査結果情報	福島県	39)
森林におけるモニタリング調査結果について	福島県	40)
福島県環境放射線モニタリング調査（観光地第 17 回）結果	福島県	41)

表 6-3 ランドマークデータの詳細情報

データ項目	年度	引用データ
幼稚園/児童館/保育所	平成 18 年	国土交通省国土数値情報 <sup>42)</sup> 公共施設データ
小学校/中学校/高等学校 高等専門学校/短期大学 大学/ 特別支援学校	平成 25 年	国土交通省国土数値情報 学校データ
市町村役場	平成 26 年	国土交通省国土数値情報 市区町村役場データ
公的集会施設	平成 22 年	国土交通省国土数値情報 市町村役場等及び公的集会施設データ
医療機関	平成 26 年	国土交通省国土数値情報 医療機関データ
駅	平成 29 年	国土交通省国土数値情報 鉄道時系列データ
保護施設/身体障害者更生援 護施設/知的障害者援護施設/ 精神障害者社会復帰施設/ その他	平成 18 年	国土交通省国土数値情報 公共施設データ
商業施設	平成 26 年	経済産業省 商業統計メッシュデータ <sup>43)</sup>

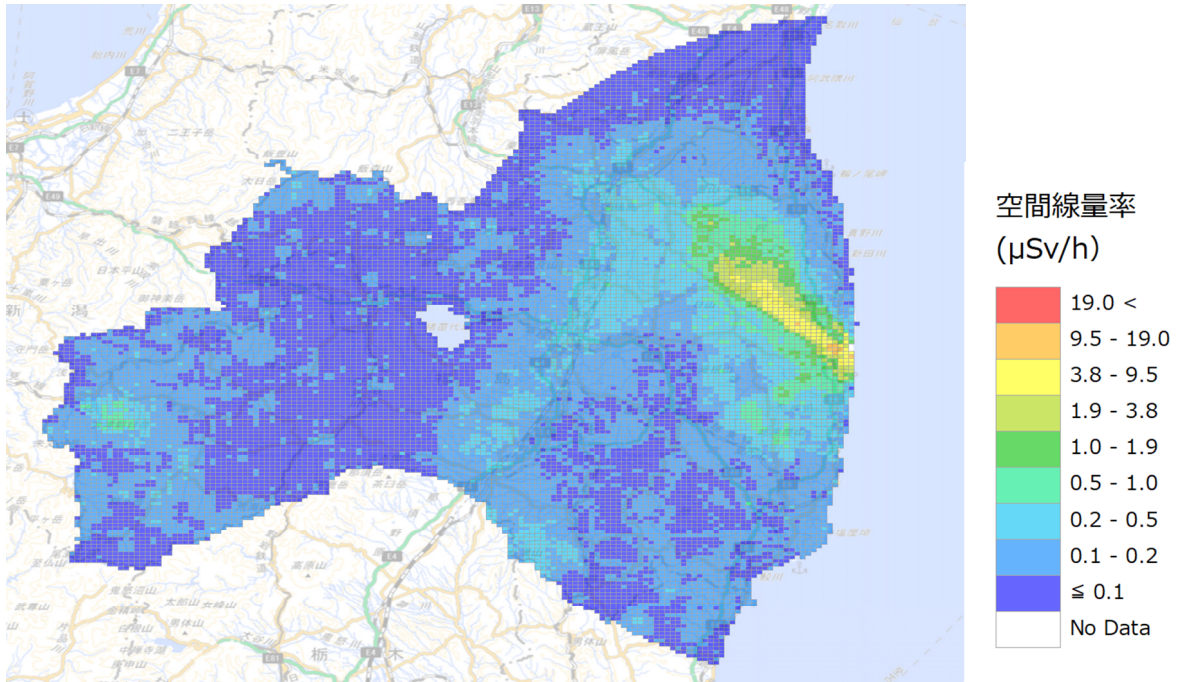


図 6-1 基準地域メッシュ内の最大空間線量率マップ（令和 4 年測定データ）  
 （天然放射性核種による空間線量率寄与を含んでいる。背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図。）

### 6.3.2 スコアの評価例

6.3.1 項に示したスコアのパラメータ①～④の情報に対し、表 6-4 に示すようにパラメータごとに 0～5 までの 6 段階でスコアを付与した。①空間線量率については全体の分布傾向を考慮した。②人口密度については、全体の分布傾向を考慮し、100 人/km<sup>2</sup> 付近を中央の階級とした。③避難指示区域については、該当する場所をスコア 5 とし、避難指示区域以外の場所はスコア 0 とした。④ランドマークについては、メッシュ内に 1 箇所でもあれば 3 以上、5 箇所以上でスコア 4 及び 10 箇所以上でスコア 5 とした。

平成 29 年度の各種データを基に評価したスコアマップ例を図 6-2～6-5 に示す。マップには便宜上、5 段階の色分けでスコアを示している。図 6-2 には①空間線量率のスコアマップを、図 6-3 には①+②の空間線量率及び事故前の人口密度のスコアを合計したスコアマップを、図 6-4 には①+②+③の空間線量率、事故前の人口密度及び令和元年時点の避難指示区域のスコアを合計したスコアマップを、図 6-5 にはさらに④ランドマークを含めた 4 つのパラメータによるスコアを合計した結果を示している。図 6-5 を見ると、17 以上のスコアを示す地点は、令和元年時点で避難指示区域となっている大熊町、双葉町や富岡町に存在している。スコア 13～16 を示した地点は、大熊町、双葉町や富岡町の中心部周辺や比較的空間線量率は低いながら人口の多い中通り地域の福島市や郡山市の市街地であることが分かる。

表 6-4 スコア付与例

パラメータ	スコア					
	5	4	3	2	1	0
①空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	> 0.29 (1-1605 位)	0.29-0.19 (1606-3412 位)	0.19-0.15 (3413-5217 位)	0.15-0.13 (5218-6783 位)	<0.13 (6784-15423 位)	測定情報がない (222 箇所)
②人口密度 (人/ $\text{km}^2$ )	>294 (1-1601 位)	294-129 (1602-3213 位)	129-57 (3214-4804 位)	57-19 (4805-6438 位)	<19 (6439-7418 位)	0 (8227 箇所)
③避難指示区域	避難指示区域	-	-	-	-	避難指示区域以外
④ランドマーク	>10 箇所 (1-29 位)	9-5 箇所 (30-234 位)	4-1 箇所 (235-2280 位)	-	-	ランドマークなし

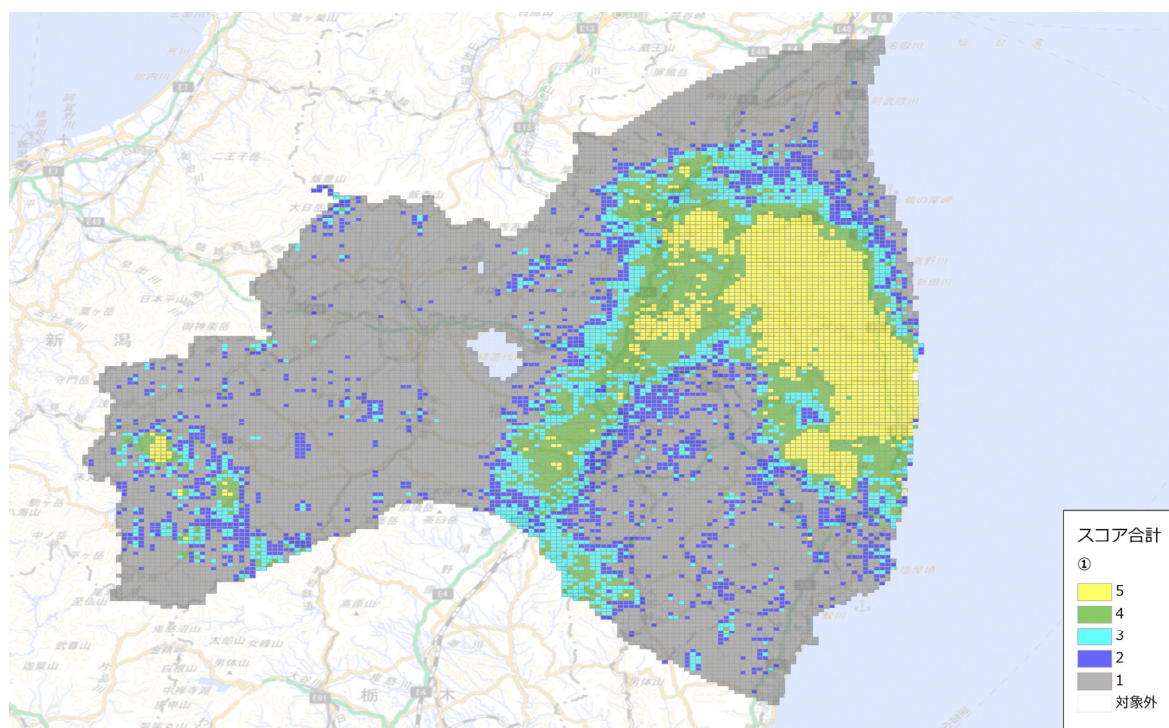


図 6-2 平成 29 年度に測定された空間線量率のスコアマップ例<sup>44)</sup>  
(背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

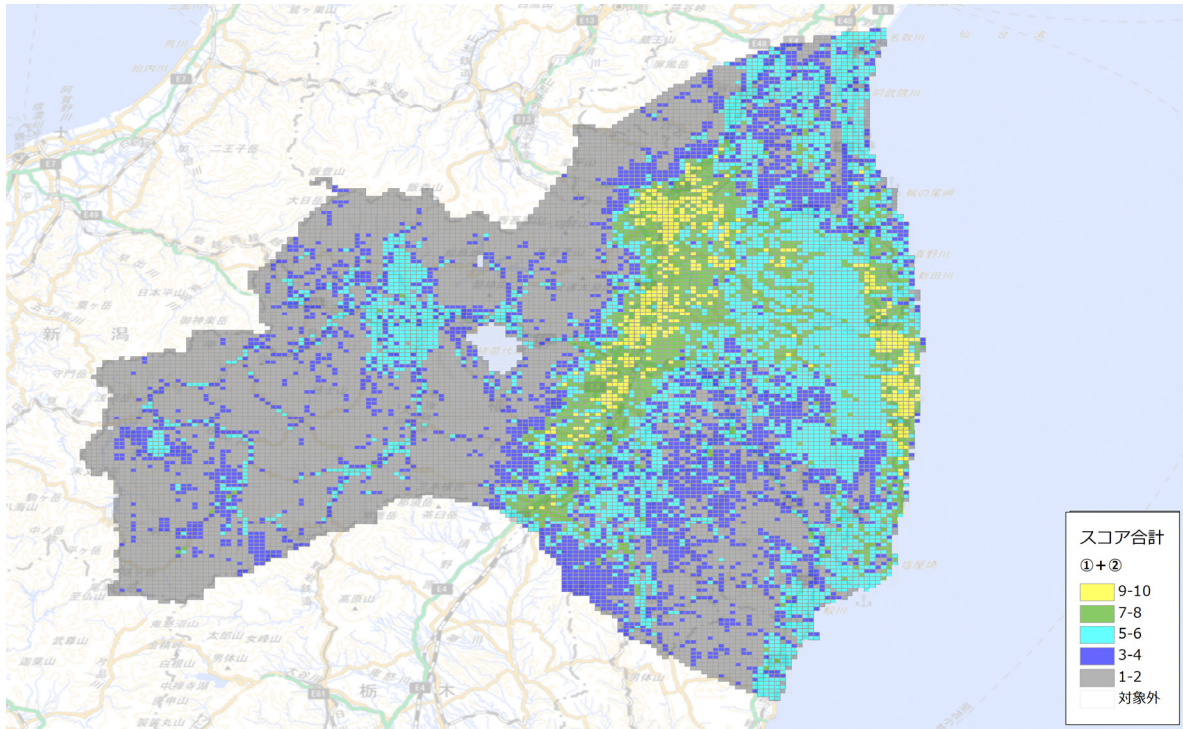


図 6-3 平成 29 年時点における空間線量率及び事故前の人口密度のスコアを合計したスコアマップ例 44) (背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

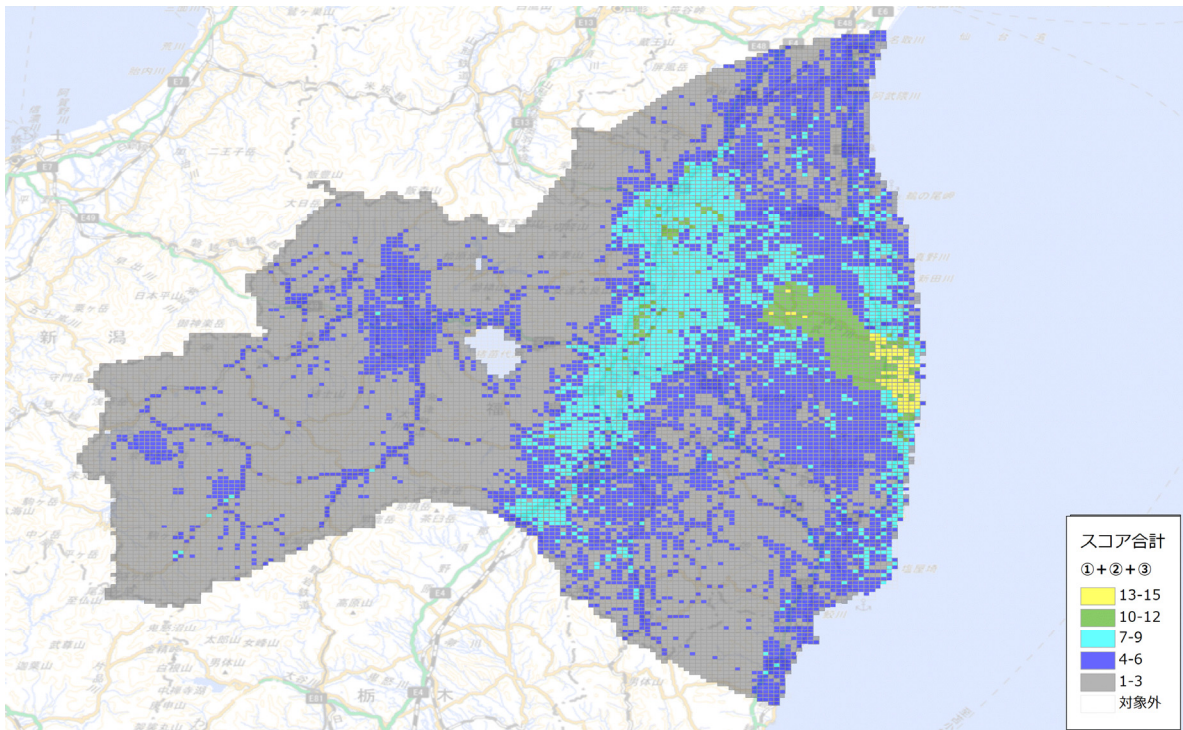


図 6-4 平成 29 年時点における空間線量率、事故前の人口密度及び避難指示区域のスコアを合計したスコアマップ例 44) (背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

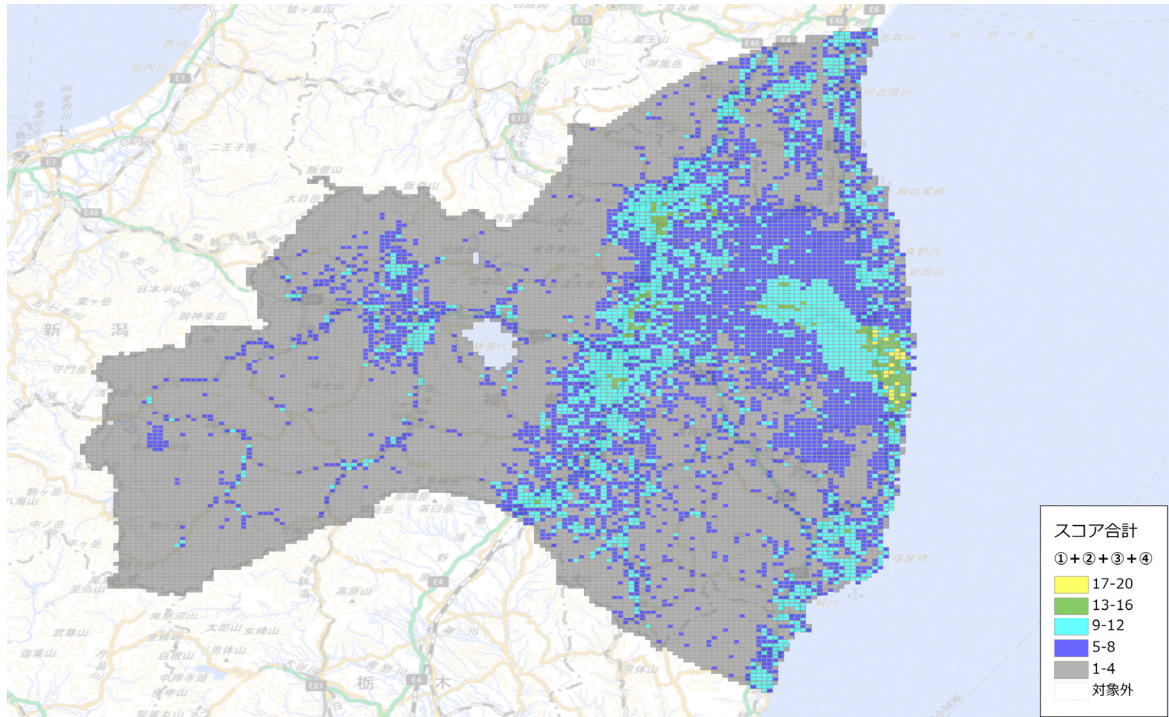


図 6-5 平成 29 年時点における空間線量率、事故前の人口密度、避難指示区域及びブランドマークのスコアを合計したスコアマップ例<sup>44)</sup> (背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

### 6.3.3 年度別のスコア評価例

スコアが年度の測定結果によって大きく変動しないかどうかを評価するため、6.3.2 項に示した平成 29 年度時点におけるスコア評価の結果(図 6-5)と平成 30 年度から令和 4 年度の 5 年間ににおける放射線モニタリングデータ等を用いたスコア評価の結果とを比較した。スコア評価は、実際に除染等で線量率が下がった場合にスコアの変動があることは許容されるが、線量率の測定条件や測定場所の増減で大きく変動しないことが望ましい。本項では、そのような測定条件や測定ポイントによる影響の程度について考察する。

平成 30 年度から令和 4 年度に得られたモニタリングデータを加味したスコアマップについて、それぞれ図 6-6～図 6-10 に示す。なお、図 6-6～図 6-9 (平成 30 年度から令和 3 年度まで)は令和 4 年度調査の報告書<sup>44)</sup>からの引用である。これら図のスコアマップは、平成 29 年度のスコアマップ(図 6-5)と全体的な傾向については一致している。

平成 30 年度から令和 4 年度の各年度のスコアについて、平成 29 年度から変動(+5～-5)が生じたメッシュ数を表 6-5～表 6-9 に示すとともに、ヒストグラムとして図 6-11 に示す。なお、表 6-5～表 6-8 及び図 6-11(a)～(d) (平成 30 年度から令和 3 年度まで)は令和 4 年度調査の報告書<sup>44)</sup>からの引用である。令和 3 年度までの検討では、スコアが±2 となるメッシュは高スコア(13 以上)では確認されなかった。令和 4 年度に得られたモニタリングデータを用いた検討では、特定復興再生拠点区域の解除後についての検討に先立ち、避難指示区域境界データの詳細化及び見直しを行った。特定復興再生拠点区域解除前(表 6-9(a))においてスコアが±5 となった 17 メッシュは、区域境界部の見直しにより避難指示区域であるか区域外であるかが変化した影響によるものである。特定復興再生拠点区域解除後(表 6-9(b))

は区域解除によりスコアが-5 となったメッシュが 10 メッシュ以上確認された。また、スコア 12 以下で±2 を超える箇所は、年度によって山間部や海岸線沿いのデータで位置情報に若干の違いが生じ測定データの存在するメッシュが異なる等のデータ集計上の誤差が大きくなる場所のみであることが分かった。この結果から、本手法は、継続的なモニタリングデータを使用することによって、変動の少ないある一定のモデルを提示することができるものと考えられる。一方、メッシュ内に測定データの有無が年度によってばらつきがあるような場所では、スコアの変動がありうるため注意が必要である。

表 6-5 平成 29 年度からスコアに変動が生じたメッシュ数（平成 30 年度）<sup>44)</sup>

スコア	+5	+4	+3	+2	+1	+0	-1	-2	-3	-4	-5
17-20	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
13-16	0	0	0	0	4	128	14	0	0	0	0
9-12	0	0	2	12	176	1586	240	12	1	0	0
5-8	0	0	2	24	244	3091	435	35	4	0	0
1-4	0	1	28	202	787	7448	825	110	8	0	0
0	0	0	0	0	0	204	0	0	0	0	0

表 6-6 平成 29 年度からスコアに変動が生じたメッシュ数（令和元年度）<sup>44)</sup>

スコア	+5	+4	+3	+2	+1	+0	-1	-2	-3	-4	-5
17-20	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
13-16	0	0	0	0	4	129	13	0	0	0	0
9-12	0	0	1	7	137	1643	233	7	1	0	0
5-8	0	1	7	27	249	3065	441	43	0	1	1
1-4	0	0	35	319	1034	7260	690	66	5	0	0
0	0	0	0	0	0	204	0	0	0	0	0

表 6-7 平成 29 年度からスコアに変動が生じたメッシュ数（令和 2 年度）<sup>44)</sup>

スコア	+5	+4	+3	+2	+1	+0	-1	-2	-3	-4	-5
17-20	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
13-16	0	0	0	0	1	127	18	0	0	0	0
9-12	0	0	0	13	159	1598	247	10	2	0	0
5-8	0	0	1	7	287	3051	445	39	3	1	1
1-4	0	3	30	168	875	7510	734	81	8	0	0
0	0	0	0	0	0	204	0	0	0	0	0

表 6-8 平成 29 年度からスコアに変動が生じたメッシュ数（令和 3 年度）<sup>44)</sup>

スコア	+5	+4	+3	+2	+1	+0	-1	-2	-3	-4	-5
17-20	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
13-16	0	0	0	0	3	126	17	0	0	0	0
9-12	0	0	2	12	178	1580	245	11	1	0	0
5-8	0	0	1	25	256	3033	464	53	2	0	1
1-4	0	1	33	274	1187	7195	671	45	3	0	0
0	0	0	0	0	0	204	0	0	0	0	0

表 6-9 平成 29 年度からスコアに変動が生じたメッシュ数（令和 4 年度）

(a) 特定復興再生拠点区域解除前

スコア	+5	+4	+3	+2	+1	+0	-1	-2	-3	-4	-5
17-20	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	1
13-16	0	0	0	0	2	124	17	0	0	0	3
9-12	0	0	2	31	194	1534	241	21	3	0	3
5-8	8	1	0	50	310	2941	463	59	2	0	1
1-4	0	1	49	299	1175	7079	685	115	6	0	0
0	1	0	0	0	0	203	0	0	0	0	0

(b) 特定復興再生拠点区域解除後

スコア	+5	+4	+3	+2	+1	+0	-1	-2	-3	-4	-5
17-20	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	6
13-16	0	0	0	0	2	118	17	0	0	0	9
9-12	0	0	2	31	194	1534	241	21	3	0	3
5-8	6	1	0	50	310	2943	463	59	2	0	1
1-4	0	1	49	299	1175	7079	685	115	6	0	0
0	1	0	0	0	0	203	0	0	0	0	0



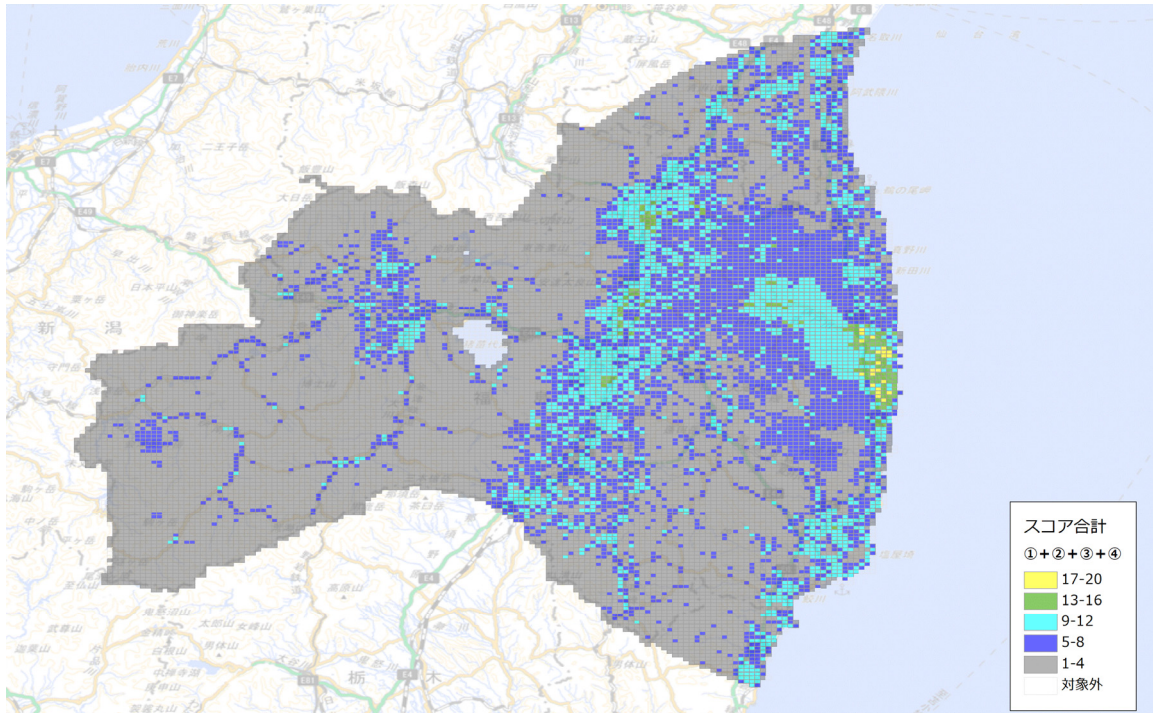


図 6-6 平成 30 年時点における空間線量率、事故前の人口密度、避難指示区域及びランドマークのスコアを合計したスコアマップ 44)

(背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

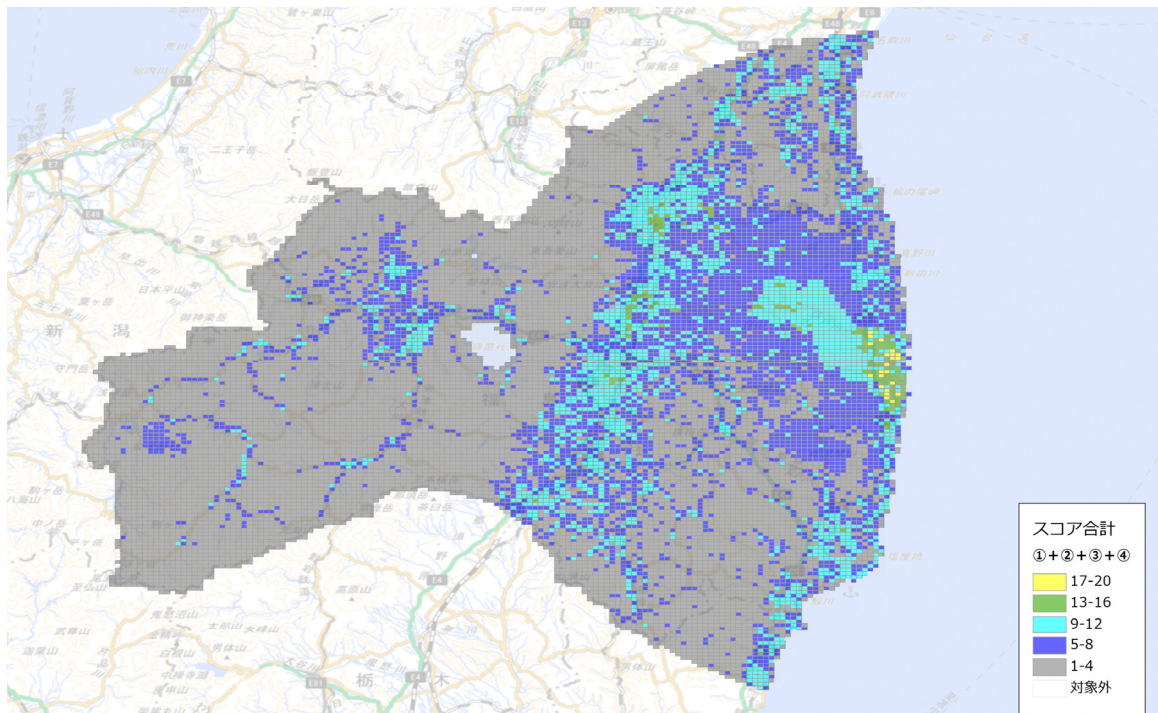


図 6-7 令和元年時点における空間線量率、事故前の人口密度、避難指示区域及びランドマークのスコアを合計したスコアマップ 44)

(背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

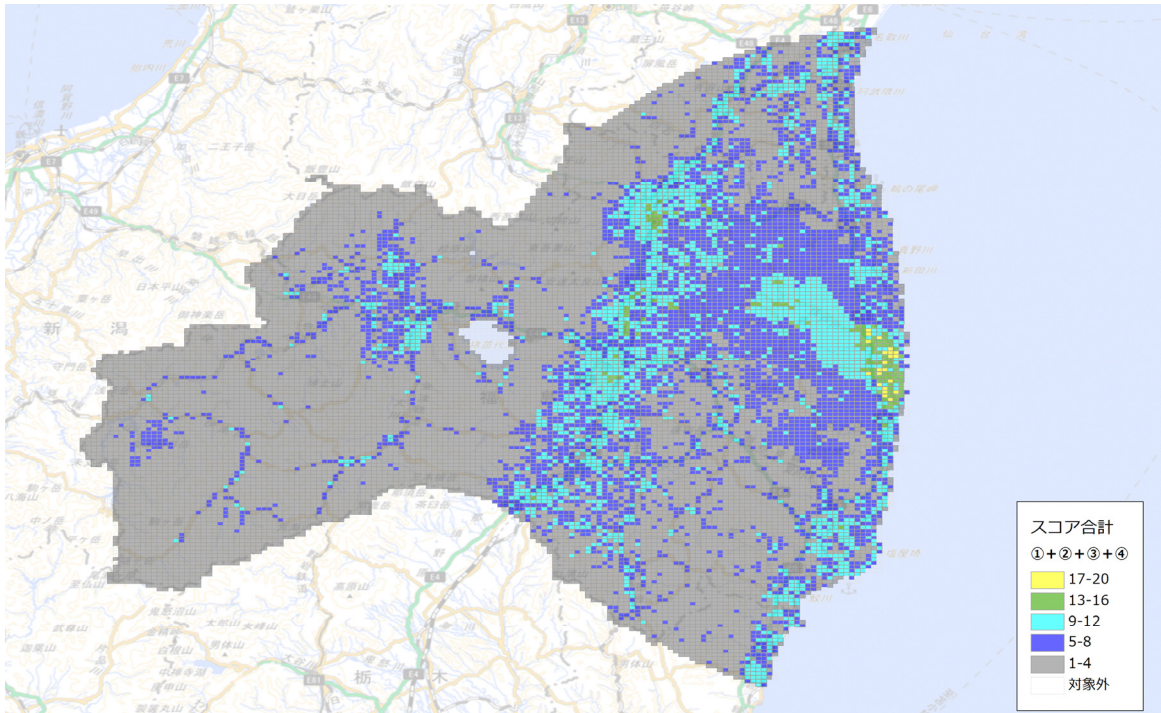


図 6-8 令和 2 年時点における空間線量率、事故前の人口密度、避難指示区域及びランドマークのスコアを合計したスコアマップ 44)

(背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

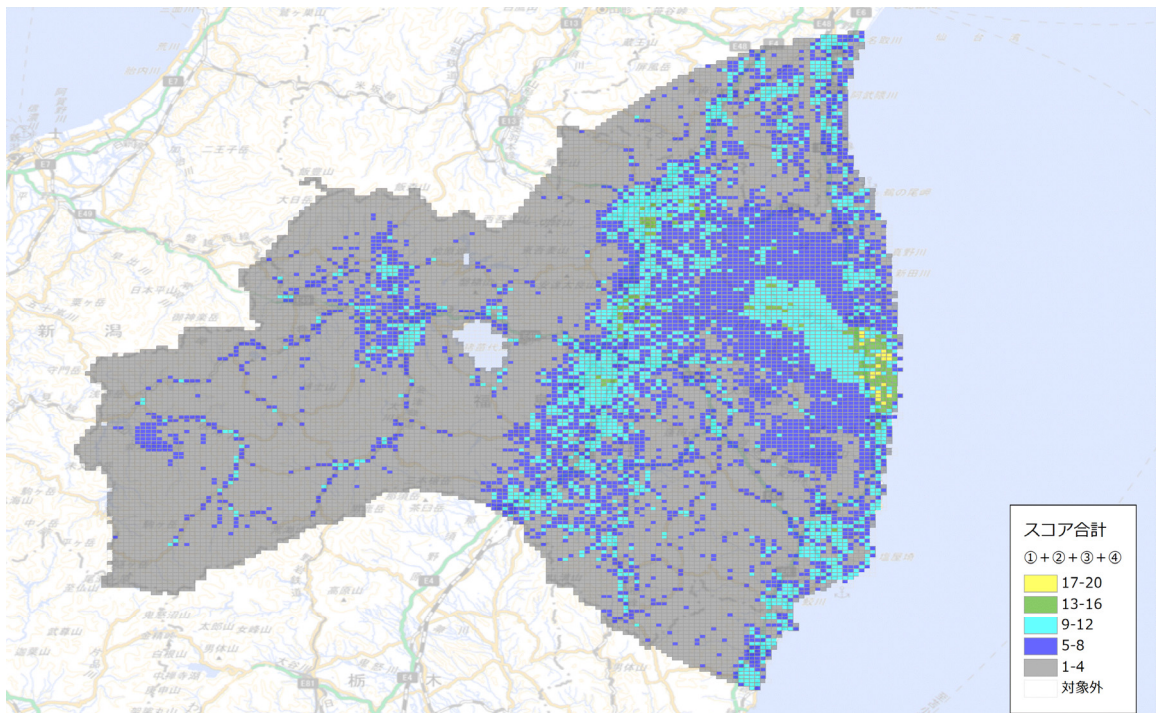


図 6-9 令和 3 年時点における空間線量率、事故前の人口密度、避難指示区域及びランドマークのスコアを合計したスコアマップ 44)

(背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

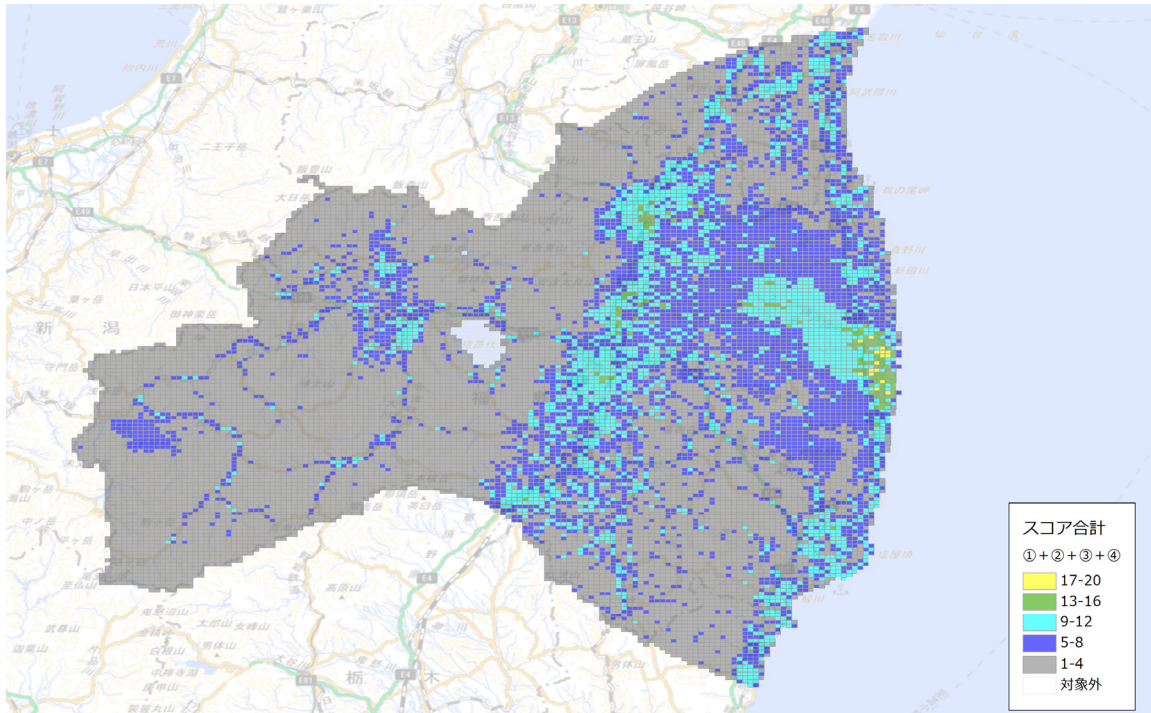


図 6-10 令和 4 年時点における空間線量率、事故前の人口密度、避難指示区域及びランドマークのスコアを合計したスコアマップ

(背景地図：国土地理院発行 2.5 万分 1 地形図)

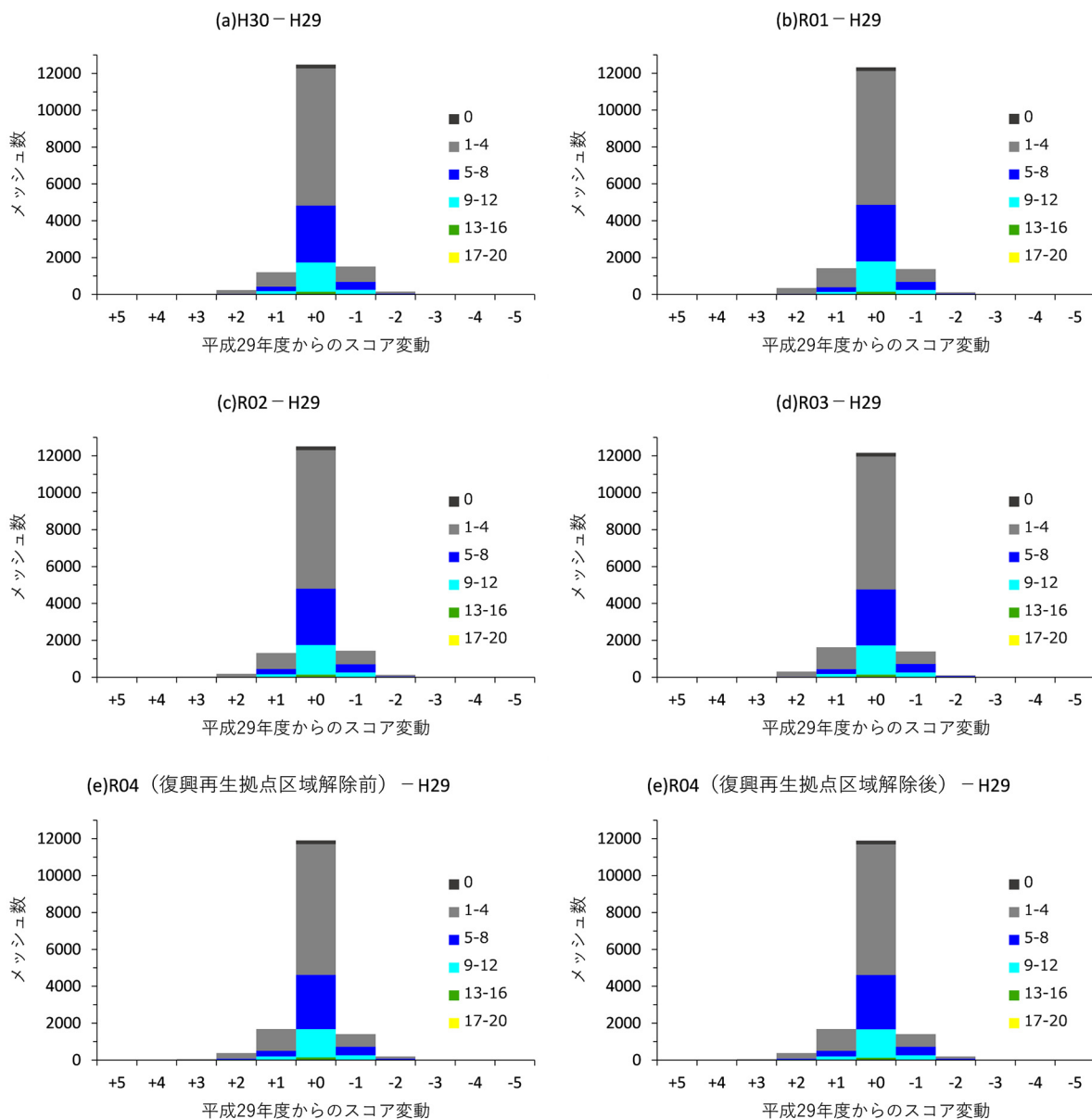


図 6-11 平成 29 年度に対する各年度のスコア変動

((a) 平成 30 年度-平成 29 年度<sup>44)</sup>、(b) 令和元年度-平成 29 年度<sup>44)</sup>、(c) 令和 2 年度-平成 29 年度<sup>44)</sup>、(d) 令和 3 年度-平成 29 年度<sup>44)</sup>及び(e) 令和 4 年度-平成 29 年度。令和 4 年度は特定復興再生拠点区域の解除前及び解除後とした。)

#### 6.4 評価結果のまとめ

本検討では、現在実施されている空間線量率や土壌中の放射性物質濃度の測定の状況を整理するとともに、測定に際しエリアの代表性を評価する方法案を提示した。事故から 10 年以上経過し、政府機関、研究機関、関係自治体により陸域のモニタリングが実施されたことにより、大量のデータが蓄積されている。現状の空間線量率の測定は、有人ヘリコプターを用いた航空機サーベイや車両を用いた走行サーベイ等様々な手法が採用されているが、手法の特徴を考慮

してそれぞれの地域に適したモニタリング手法を選定すべきと考える。現状の空間線量率の数値は、避難指示区域を除いて、全体としては低い水準であることが確認されている。このような状況を踏まえると、6.3節で示したような評価手法を元に測定頻度とポイント数と配置の見直しを行うことは有効と考えられる。ただし、空間線量率の測定の目的は「住民の安全・安心のための基礎データ」という一面もあり、モニタリングデータの科学的な評価結果だけでは測定ポイントの重点化・最適化に対して住民の理解が得られない可能性があることに留意が必要である。