

平成 24 年度に実施する福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の
分布状況等調査（第 3 次分布状況調査）の概要

文部科学省 原子力災害対策支援本部
モニタリング班
(独) 日本原子力研究開発機構
福島技術本部

1. 第 3 次分布状況調査の実施項目

- ① 自然環境中における放射性物質の分布予測モデルの確立
- ② 様々な放射性核種の土壌濃度マップの精緻化に向けた追加調査（ヨウ素 131、及びプルトニウム 238、239+240、241 の土壌濃度マップの精緻化
- ③ 走行サーベイを活用した現状における詳細な空間線量率の把握調査

2. 第 3 次分布状況調査の概要

2.1 自然環境中における放射性物質の分布予測モデルの確立

2.1.1 調査の背景・目的

- 文部科学省は、(独) 日本原子力研究開発機構に委託して、昨年 6 月期から実施してきた第 1 次調査、及び現在取りまとめ中の昨年 12 月期から実施してきた第 2 次調査の結果から、福島第一原子力発電所周辺の詳細な放射性物質の分布状況を把握してきたほか、福島県内のいくつかの地域について、様々な自然環境中における放射性物質の移行状況に関する知見を得た。(第 2 次調査の結果は現在、取りまとめ中。)
- 他方で、福島第一原子力発電所の事故前からの経験から、ウェザリング等の効果により放射性物質の沈着状況は長期間にわたって変化していくことが確認されており、現存被ばく線量評価や適切な除染対策の選択、住民の将来設計に貢献するためには、継続的な空間線量率や放射性物質の蓄積量の詳細調査や放射性物質の長期的な影響の詳細把握が可能な、分布予測モデルの確立が必要である。
- そこで、文部科学省では、平成 24、25 年度と継続して空間線量率測定及び土壌への放射性物質の沈着量の詳細調査を実施するとともに、調査箇所周辺の環境における放射性物質の動態挙動を詳細に調査し、放射性物質の分布予測モデルを確立することで、将来における福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質の影響を予測する手法の確立を目指す。

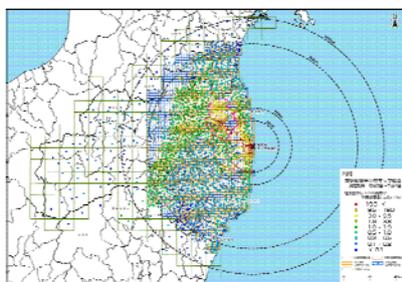
2.1.2 各調査の概要

①台風期前後における福島第一原子力発電所から 80km 圏内の空間線量率、放射性セシウムの詳細な分布状況調査

(調査概要)

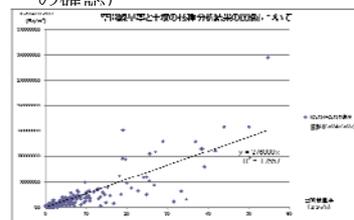
- ・福島第一原子力発電所から 80km 圏内について、1 km メッシュ (6587 箇所) で地上 1m 高さの空間線量率の測定を実施。また、同地域について 5km メッシュ (353 箇所) で放射性セシウムの沈着量を測定。
- ・空間線量率と放射性セシウムの沈着量の相関関係を算出し、1km メッシュでの放射性セシウムの土壌濃度マップを作成。
- ・調査は、台風前後にそれぞれ 1 回実施。

●空間線量率マップ

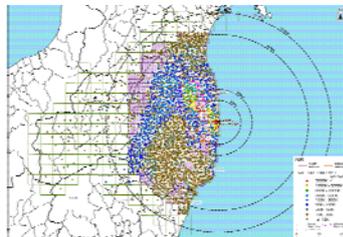


● 5 km メッシュで in-situ 測定

(空間線量率 V S 放射性セシウムの確認)



●放射性セシウムの土壌濃度マップ



(調査主体)

- ・ (独) 日本原子力研究開発機構 (JAEA)

(調査期間)

- ・ 台風期前後

(調査方法)

- 1) 地上 1m 高さの空間線量率の測定
 - ・校正済みの NaI サーベイメータ (空間線量率が $30 \mu\text{Sv/h}$ 以上の箇所では、電離箱を使用)
- 2) 放射性セシウムの沈着量の測定
 - ・ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定[※]

※可搬型ゲルマニウム半導体検出器を環境中に設置し、地中に分布した放射性物質からのガンマ線を検出することにより、土壌中の放射性物質の濃度を求める手法。近くに建物等のない平坦な場所において測定することで、土壌中の平均的な放射能濃度を求めるのに有効な方法。



(調査場所・調査範囲) (現在、各市町村等と調整中)

1) 地上 1m 高さの空間線量率の測定

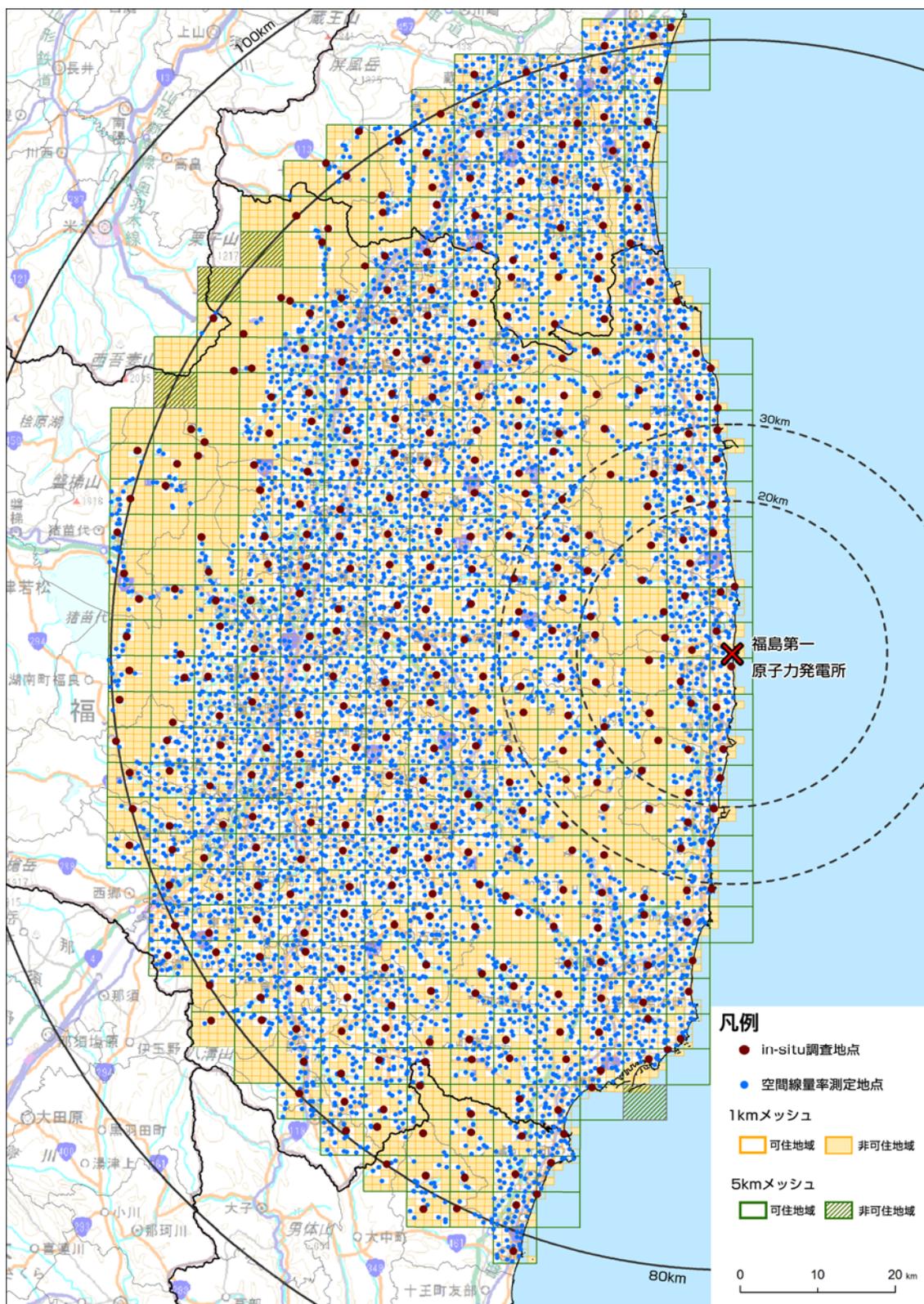
- ・福島第一原子力発電所から 80 km圏内の 6587 箇所 (1km メッシュ)

※今後の空間線量率の変化傾向を確認していく観点で、リアルタイム線量計の設置箇所のうち、996 箇所、可搬型モニタリングポストの設置箇所のうち、446 箇所ですべて空間線量率の測定を実施。

2) 放射性セシウムの沈着量の測定

- ・福島第一原子力発電所から 80 km圏内の 353 箇所 (5km メッシュ)

※第 2 次調査において、ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定を実施した箇所とほぼ同一箇所



【地上1m高さの空間線量率、放射性セシウムの沈着量（in-situ 測定調査）の測定箇所（平成24年度調査）】

②各地域における空間線量率、放射性セシウムの沈着量の変化傾向の把握

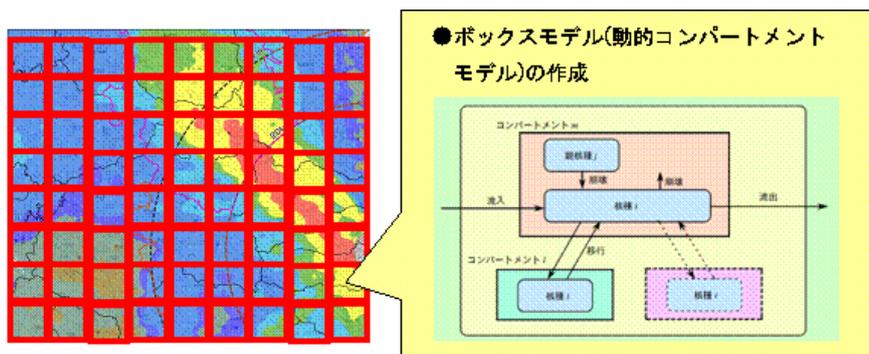
(調査概要)

- ・ 上記①において測定された空間線量率、放射性セシウムの沈着量の結果に加えて、別の予算で実施する福島第一原子力発電所から 80km 圏内の航空機モニタリングの結果（年 4 回実施予定）を基に、各地域における空間線量率、放射性セシウムの沈着量の変化傾向を把握。

※福島第一原子力発電所から 3 km圏内、及びいくつかの河川流域において、無人ヘリコプターを活用して、空間線量率、放射性セシウムの沈着量の詳細測定を実施。

(調査主体)

- ・ (独) 日本原子力研究開発機構 (JAEA)



(ボックスイメージ) ※土地利用等に応じてボックスを設定

●それぞれのメッシュごとの放射性物質の変化傾向を数値化

動的コンパートメントモデルに用いられる
常微分方程式

$$\frac{dY_{m,i}}{dt} = -\left(\sum_{j \neq i} k_{m \rightarrow j} + \lambda_{m,i} + \lambda_i\right)Y_{m,i} + \sum_{j \neq m} k_{j \rightarrow m} Y_{j,i} + \sum_{j \neq i} p_{j \rightarrow i} \lambda_j Y_{m,j} + q_{m,i}$$

- $Y_{m,i}, Y_{m,j}$: コンパートメント m 内の核種 i, j の存在量 (atom)
- $Y_{j,i}$: コンパートメント l 内の核種 i の存在量 (atom)
- $k_{m \rightarrow j}$: コンパートメント m からコンパートメント l への核種 i の移行係数 (s^{-1})
- $k_{j \rightarrow m}$: コンパートメント l からコンパートメント m への核種 i の移行係数 (s^{-1})
- $\lambda_{m,i}$: コンパートメント m からの核種 i の除去係数 (s^{-1})
- λ_i, λ_j : 核種 i, j の崩壊定数 (s^{-1})
- $p_{j \rightarrow i}$: 核種 j の崩壊の際の核種 i への分岐比 (-)
- $q_{m,i}$: 核種 i のコンパートメント m への流入係数 (atom s^{-1})

③放射性物質の移行メカニズム調査（モデル地域調査）

（調査概要）

- ・福島第一原子力発電所周辺の自然環境中における放射性物質移行メカニズムの解明に向け、これまでの調査と同様に川俣町山木屋地区をモデル地域として、自然環境中に蓄積した放射性物質の森林内外、土壌浸食、土中移行、地下水への移行、河川への移行、河川から河口への移行の全体的な状況について詳細に調査を実施。
- ・また、平成24年度から、浪江町、二本松市、福島市、郡山市についてもモデル地域として追加し、土壌からの放射性物質の巻き上げ等、主要な放射性物質の移行要因の状況把握に向けた調査を実施。
- ・これらの結果を基に、様々な土地利用に応じた「狭い範囲における放射性物質の移行モデル」を作成。

（調査主体）

- ・筑波大学 他

（調査期間）

- ・年間を通じて実施

（調査方法）

- 1) 様々な土地利用の土壌中における放射性物質の深度分布調査
- 2) 森林中の放射性物質の移行状況調査
- 3) 様々な土地利用区画からの土壌侵食
- 4) 森林・土壌等の自然環境からの放射性物質の飛散量の測定
- 5) 土壌水、地下水、渓流水、湧き水を通じた放射性物質の移行状況調査
- 6) 森林流域から流出する浮遊砂の放射性セシウム濃度とその時系列特性の確認調査
- 7) 水田から河川への浮遊砂を通じた移行状況調査
- 8) 河川から海洋への移行状況調査
- 9) 湖沼及び貯水池での放射性物質の堆積状況調査

④放射性物質の移行状況の全体調査

(調査概要)

- ・本調査では、福島第一原子力発電所から 80 km圏内における放射性物質の移行モデルを作成するため、上記③で調査対象としたモデル地域に加えて、モデル地域以外の地域についても、将来の放射性物質の沈着量に影響を与えそうな放射性物質の土中移行、河川中移行、田畑等を通じた移行について、網羅的な調査を実施。(③の項目で作成する「狭い範囲における放射性物質の移行モデル」を補正することを想定)

(調査主体)

- ・(独) 農業環境研究機構、筑波大学、日本分析センター 他

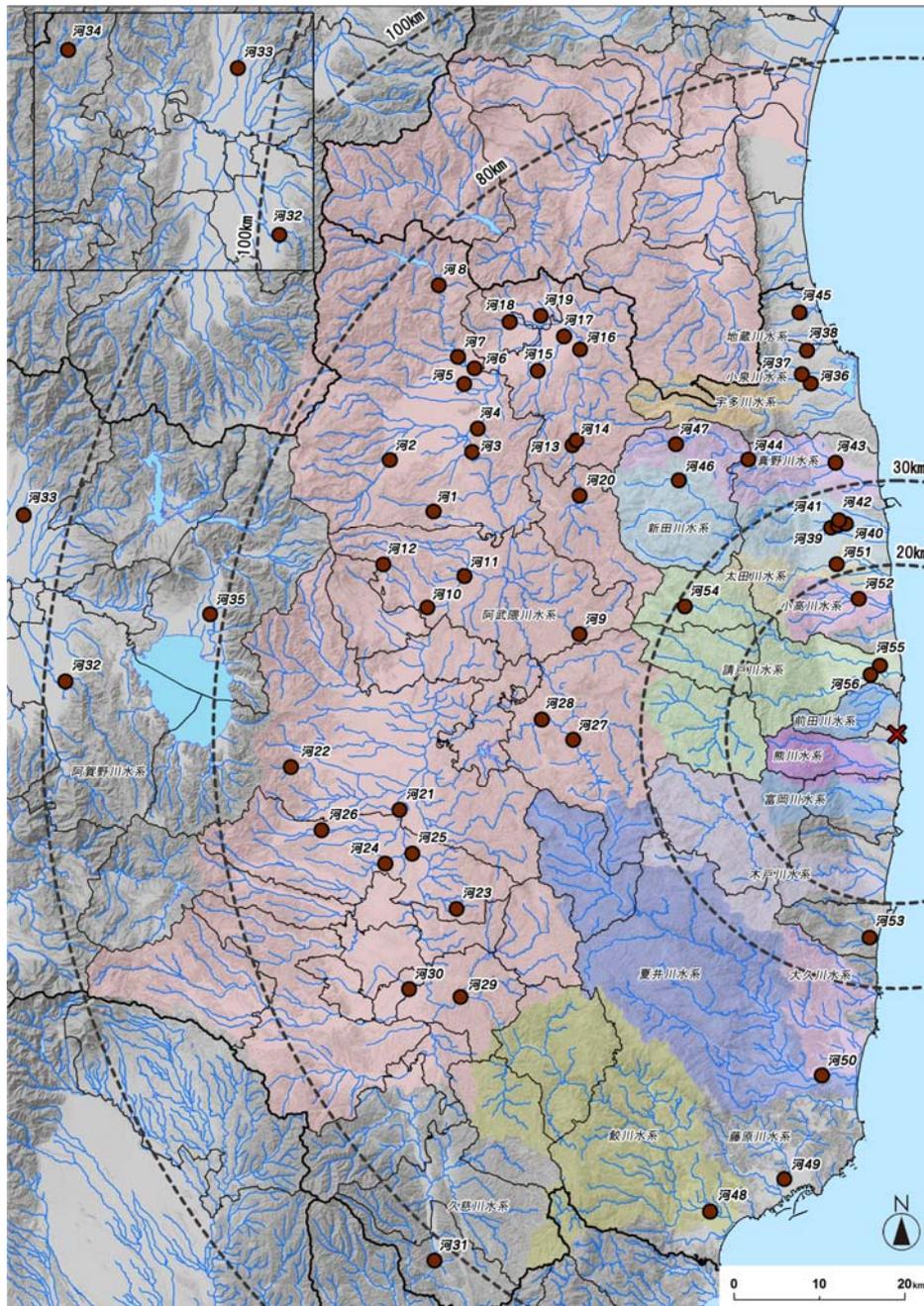
(調査期間)

- ・年間を通じて実施

(調査方法・調査箇所)

1) 河川水中の放射性物質の放射能濃度の変化傾向の確認調査(日本分析センター、筑波大学)

- ・これまでに実施した第1次調査、第2次調査に引き続き、福島県内の56箇所の河川調査箇所において、台風期前後で河川水(56箇所:56試料)、河底土(河川水採取箇所のうち、10箇所:10試料)を採取。採取した河川水56試料について、放射性セシウムの放射能濃度を測定するとともに、56試料のうち10試料程度についてストロンチウム90の放射能濃度の測定を実施。
- ・また、河底土10試料について放射性セシウムの放射能濃度を測定するとともに、各調査箇所における放射性物質の濃度の変化傾向を把握。

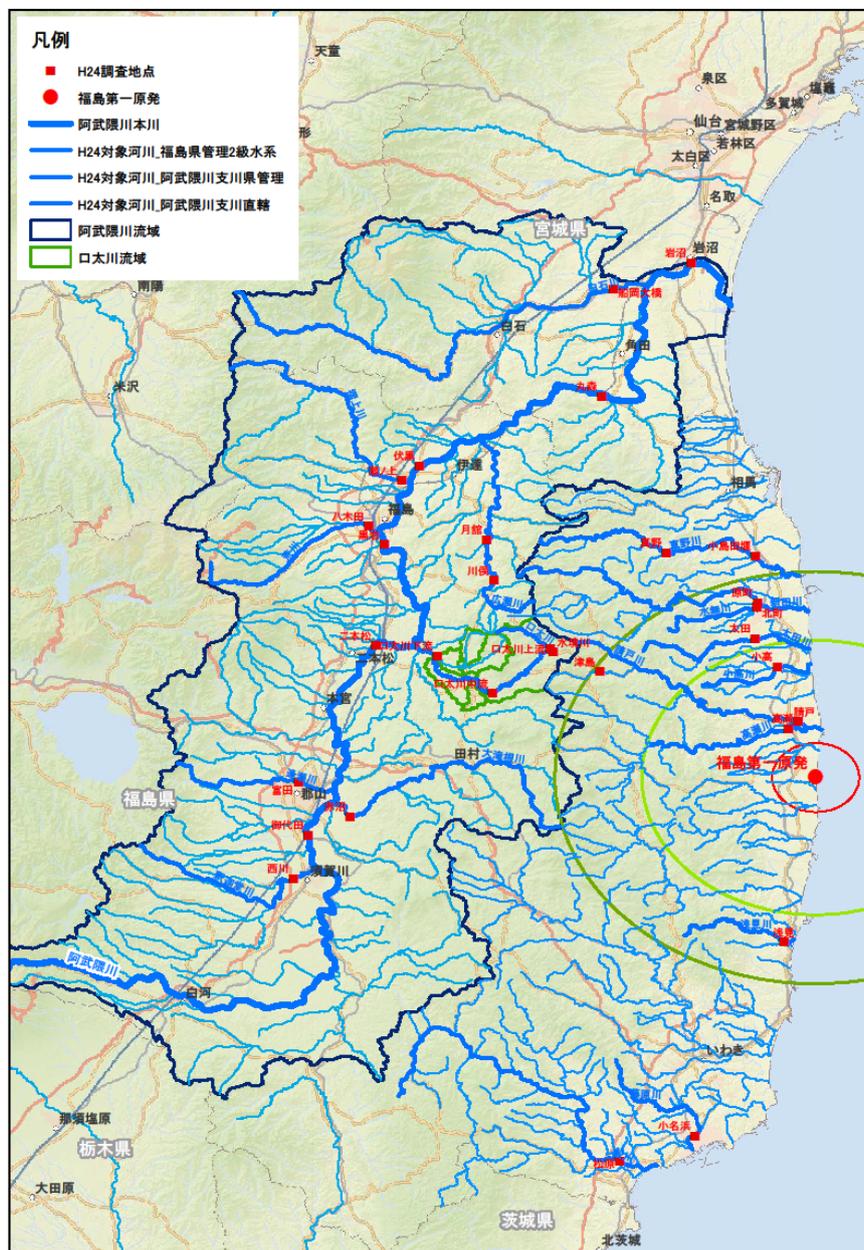


【河川水中の放射性物質の放射能濃度の変化傾向の確認調査箇所
(平成 24 年度調査)】

2) 土砂流出に伴う、河川における放射性物質の移行状況調査 (筑波大学)

- ・ 福島県内の 30 箇所の河川調査箇所において、河川における土砂流出(浮遊砂)を定期的に採水し、当該試料の放射性セシウムの放射能濃度を測定するとともに、河川中を流れる放射性セシウムの輸送量について測定。

- ・また、環境省により採取された河底土サンプルの粒度分析を行い、河底を流下する土砂に伴う放射性セシウムの移行状況について調査を実施。

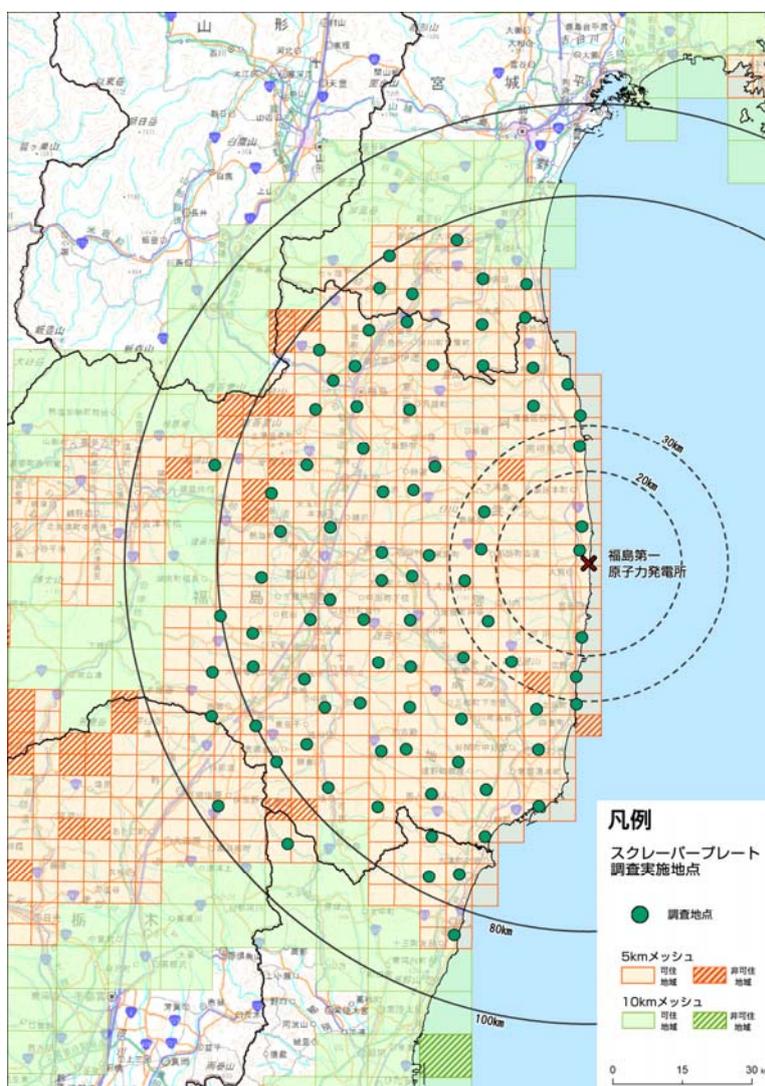


【土砂流出に伴う、河川における放射性物質の移行状況調査の調査箇所(平成 24 年度調査)】

3) 土壌中の放射性セシウムの深度分布調査（日本原子力研究開発機構）

- ・ これまでに実施した第2次調査に引き続き、福島第一原子力発電所から80 km圏内の84箇所において、台風期前後にスクレパープレート※（土壌採取器）等を用いて、深さ方向の土壌試料の採取し、ゲルマニウム半導体検出器を用いて深度別のセシウム134、セシウム137の放射能濃度の測定を実施する。

※スクレパープレート：5 mm 間隔で土壌を削り取って土壌を採取する装置。IAEAにおける土壌断面中の放射性物質の分布を測定する標準的な測定方法。



【土壌中の放射性セシウムの深度分布調査の調査箇所（平成24年度調査）】

4) 農村地域の放射性セシウム動態調査（農環研、農研機構、福島県農業総合センター）

- ・福島県内4ヵ所での農業用水路や河川における水量及び懸濁物質濃度、及び放射性セシウムの放射能濃度を測定。
- ・また、警戒区域などにおける放射性物質の移行状況を確認するため、不作付け農地の植生調査を実施。
- ・さらに、これらの結果を基に、農地での放射性セシウム濃度分布の長期的な将来予測を行うため、表流水による土壌粒子の輸送過程などを表現する流域スケールの放射性物質の移行モデルの作成を検討。
- ・調査箇所としては、①モデル検証のための作付け地域の集水域として郡山市中田地区、②不作付け地域の集水域として飯舘村比曽地区、③灌漑・排水路の集水域として伊達市梁川地区、④貯水池の調査として、浪江町大柿ダムを選定。

⑤放射性物質の分布予測モデルの開発（日本原子力研究開発機構）

（調査概要）

- ・上記②の項目で得られた空間線量率、放射性セシウムの沈着量の変化傾向を基に、福島第一原子力発電所から80km圏内における、放射性物質の分布予測モデルを開発。
- ・放射性物質の分布予測モデルの開発にあたっては、各地域におけるモデルの精緻化に向けて、上記③、④の項目で得られた放射性物質の移行状況調査結果を踏まえ、土地利用状況の特性に応じた「狭い範囲における放射性物質の移行モデル」を必要に応じて、放射性物質の分布予測モデルに反映。
- ・これらの結果から、自然環境中における将来の放射性物質の長期的影響（空間線量率分布等）を把握するための手法を確立。（完成は平成25年度を予定）

（調査主体）

- ・（独）日本原子力研究開発機構（JAEA）

2.2 様々な放射性核種の土壤濃度マップの精緻化に向けた追加調査（ヨウ素 131、及びプルトニウム 238、239+240、241 の土壤濃度マップの精緻化）

2.2.1 調査の背景・目的

- 文部科学省では、第 1 次調査及び第 2 次調査においてヨウ素 131、及びプルトニウム 238、239+240、241 について分析を実施し（第 2 次調査においては、ヨウ素 129 の測定を通じたヨウ素 131 の沈着量の再構築の実現性を確認）、ヨウ素 131、及びプルトニウム 238、239+240 の分布状況を記した土壤濃度マップを作成した。（第 2 次調査の結果については取りまとめ中）
- 他方で、ヨウ素 131 については、調査開始時期の影響もあり、ゲルマニウム半導体検出器を用いた測定スペクトル中の放射性セシウムのコンプトン成分の妨害により、福島第一原子力発電所から 30 km 圏内の最も分布状況を知りたい箇所について十分な結果が得られなかったほか、プルトニウム 238、239+240 については、測定に時間を有するため、事故由来のプルトニウムの分布状況について詳細に確認できるまでの結果が得られていない。
- そこで、文部科学省では、平成 24 年度の調査において、第 1 次調査において、ヨウ素 131 の結果が得られていない土壤試料を中心に、ヨウ素 129 の測定を通じたヨウ素 131 の放射能濃度の再構築を実施していくほか、プルトニウム 238、239+240、241 について追加調査を実施し、プルトニウム 238、239+240 の土壤濃度マップの精緻化に努める。

2.2.2 各調査の概要

①ヨウ素 129 の測定を通じたヨウ素 131 の土壤濃度マップの精緻化

（調査概要）

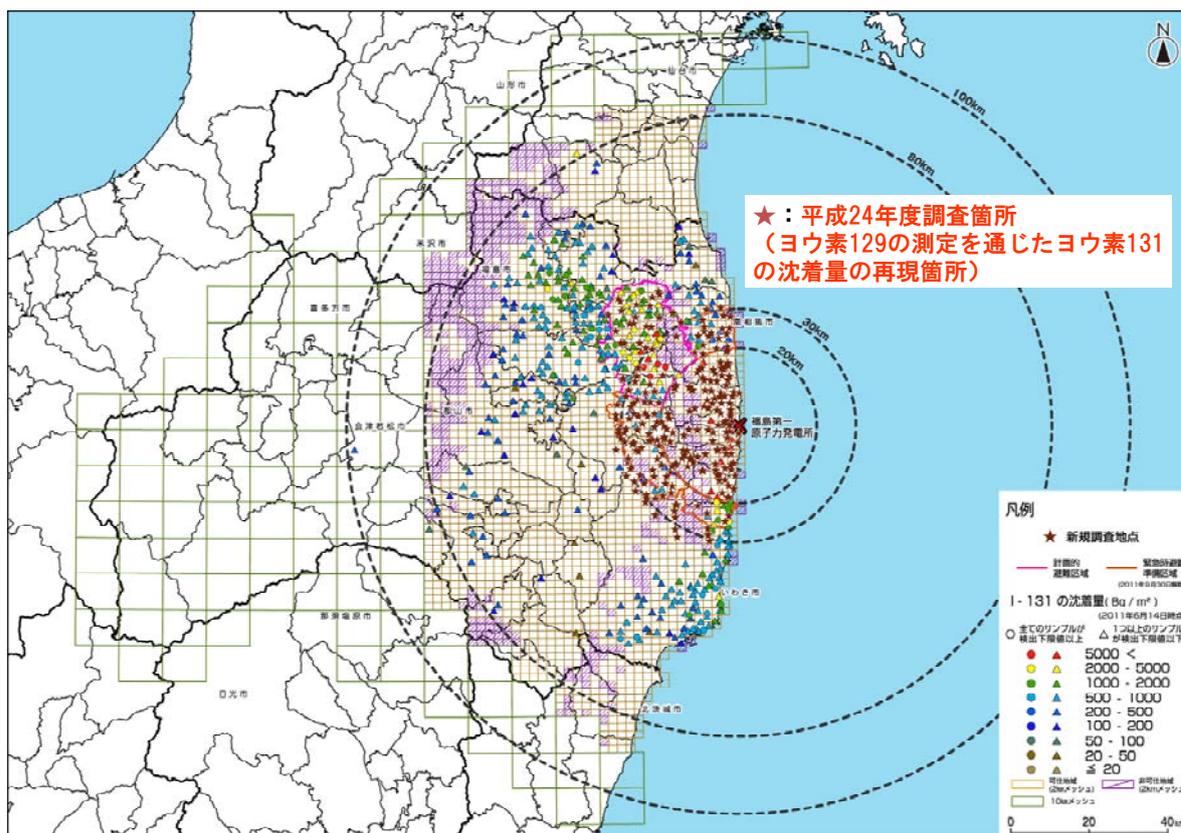
- ・文部科学省において、昨年 12 月期から実施してきた第 2 次分布状況調査において、ヨウ素 129 とヨウ素 131 との沈着量は相関があり、ヨウ素 129 の測定結果を通じて、半減期が短いため、既に測定が困難なヨウ素 131（ヨウ素 131：半減期 8 日）の沈着量を算出することが可能であることが確認されてきている。（現在、結果は取りまとめ中）。
- ・そこで、平成 24 年度の調査においては、平成 23 年 6 月期に実施した第 1 次調査において、有意な測定結果を得ることが出来なかった、福島第一原子力発電所から 30 km 圏内の土壤試料を中心に、ヨウ素 129 の沈着量を測定し、ヨウ素 131 の沈着量を再構築することで、ヨウ素 131 の土壤濃度マップの精緻化を図る。
- ・また、ヨウ素は土壤への吸着特性が高いことから、ある時期に測定されたヨウ素 131 の沈着量について物理的減衰を考慮して補正することで、事故発生初期のヨウ素 131 の沈着量の再現が可能か検討する。

(調査主体)

- ・ 学習院大学、東京大学

(調査箇所)

- ・ 福島第一原子力発電所から 30 km圏内の土壤試料を中心に、昨年 6 月期に採取した土壤試料 (約 300 試料) についてヨウ素 129 の測定を実施



【ヨウ素 129 の測定を通じたヨウ素 131 の土壤濃度マップの精緻化に向けた調査箇所(平成 24 年度調査)】(背景地図：文部科学省が昨年 6 月期に実施した第 1 次調査におけるヨウ素 131 の土壤濃度マップ(平成 23 年 9 月 21 日公表)

②プルトニウム 238、239+240、241 の土壤濃度マップの精緻化

(調査概要)

- ・ 文部科学省では、昨年 6 月期、及び現在取りまとめ中の昨年 12 月期からの調査において、プルトニウム 238、239+240 について分析を実施し、地点数は限られるものの、福島第一原子力発電所の事故に伴うプルトニウム 238、239+240 が原子力発電所から北西方向に分布していることを確認。
- ・ そこで、平成 24 年度の調査では、プルトニウム 238、239+240 の分布状況を詳細に把握するため、100 試料について土壤を採取し、分析を実施する。

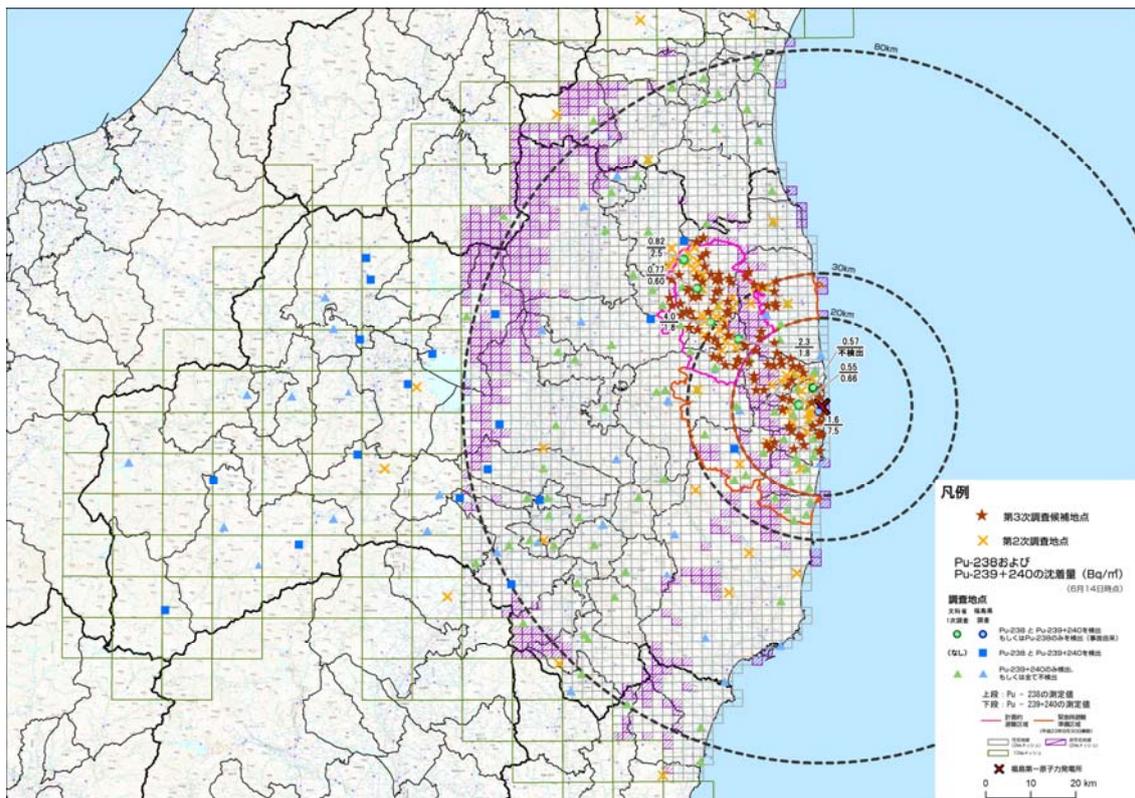
- ・また、プルトニウム 241 は低エネルギーのベータ線しか放出しないため、検出下限値を下げるのが難しく、精度の良い測定が困難である。
- ・そこで、平成 24 年度の調査では、平成 24 年度の調査でプルトニウム 238、239+240 の分析用に新たに土壌試料を採取する箇所において、プルトニウム 241 の分析用に土壌試料を採取し、プルトニウム 238、239+240、241 の沈着量の比率を求めることで、この比率を基にプルトニウム 241 を分析していない箇所におけるプルトニウム 241 の沈着量を推定可能か検討する。

(調査主体)

- ・日本分析センター

(調査箇所) (現在、各市町村等と調整中)

- ・調査箇所はこれまでの調査（第 1 次調査、第 2 次調査）において事故由来のプルトニウム 238、239+240 が検出された箇所の周辺を中心に、新たに土壌試料を採取し、分析を実施。



【プルトニウム 238、239+240、241 の土壌濃度マップの精緻化

(平成 24 年度調査：調査箇所)】(背景地図：文部科学省の第 1 次調査におけるプルトニウム 238、239+240 の測定結果 (平成 23 年 9 月 30 日公表) に加え、福島県による調査 (平成 24 年 4 月 6 日公表) の結果を記載したマップ)

2.3 走行サーベイを活用した現状における詳細な空間線量率の把握調査

(調査概要)

- ・ 文部科学省では、平成 23 年 12 月から実施した第 2 次分布状況等調査において、福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の影響に関する全体像の把握のため、(独)日本原子力研究開発機構に委託して、空間線量率が約 $0.2\mu\text{Sv/h}$ 以上の地域を中心に、「KURAMA システム」を用いて、走行サーベイを 2 回実施し、道路上の空間線量率を測定した。
- ・ その結果、詳細な空間線量率マップを作成することができた。(平成 24 年 3 月期から各都県、市町村と協力した実施した走行サーベイの結果については、現在、取りまとめ中。)
- ・ 他方で、本走行サーベイは、各市町村からの継続実施に関する要望が多い。
- ・ そこで、平成 24 年度においても、引き続き、空間線量率が約 $0.2\mu\text{Sv/h}$ 以上の地域を中心に、走行サーベイを実施し、現状における詳細な空間線量率の状況について確認していくほか、各地域における空間線量率の変化傾向を確認していく。

(調査主体)

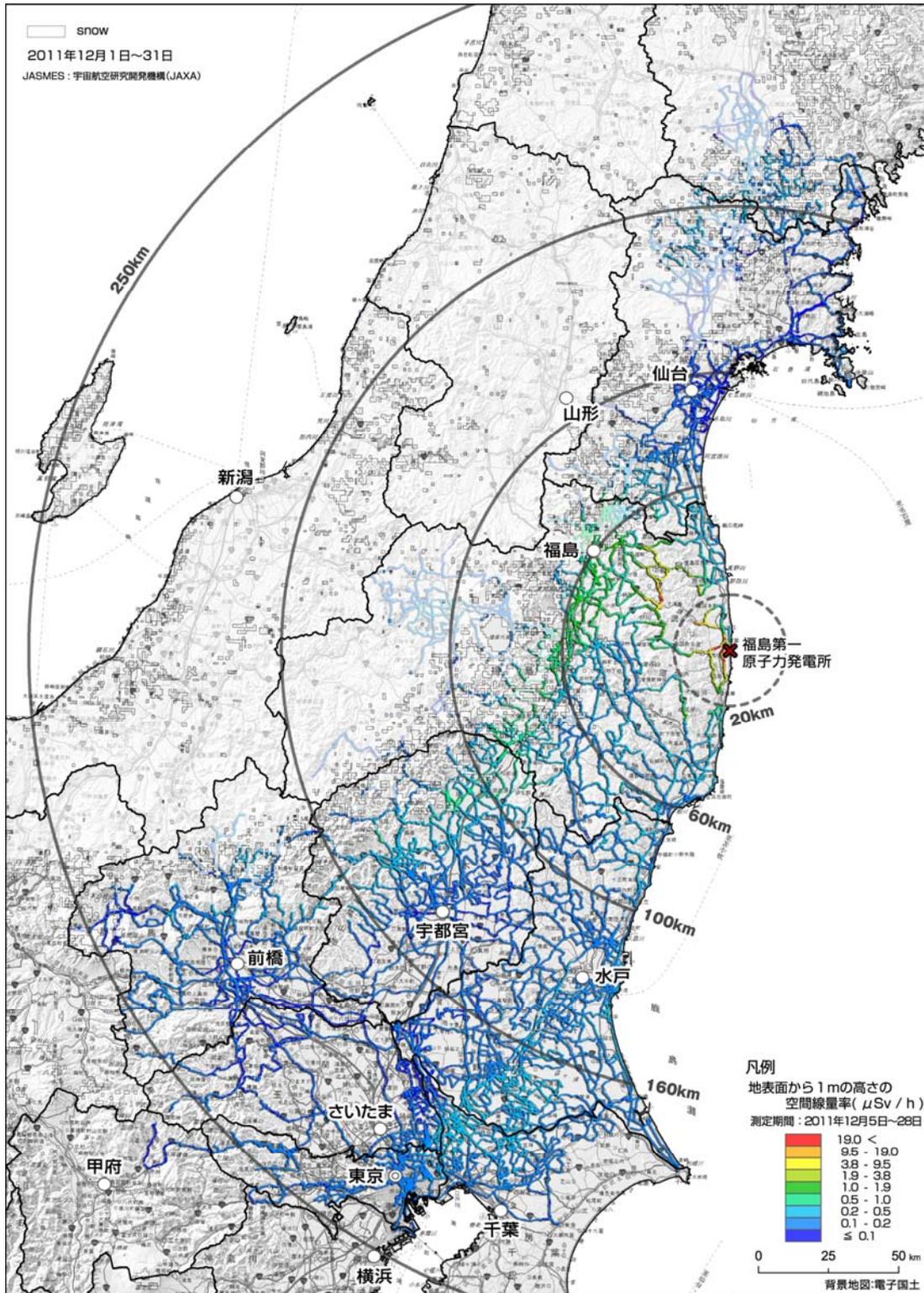
- ・ 日本原子力研究開発機構

(調査期間)

- ・ 年 2 回 (台風期前後)

(調査箇所) (現在、各市町村等と調整中)

- ・ 空間線量率が約 $0.2\mu\text{Sv/h}$ 以上の地域 (天然核種の影響を含まない) を中心に走行サーベイを実施。



【昨年12月期に実施した走行サーベイによる道路上の空間線量率の測定結果】

※本マップには天然核種による空間線量率が含まれている。

※実線で囲われた白色の領域は積雪のあった箇所を表しており、当該地域の地表面から1m高さの空間線量は、雪の遮蔽により、雪が無い時に比べて減少している可能性がある。

※空間線量率が1 μSv/h以下の箇所は天然核種の影響により、高めに評価しているものと考えられる。