

平成 24 年 3 月 13 日

# 「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果」の簡略版について

文部科学省 原子力災害対策支援本部  
農林水産省 農林水産技術会議事務局

## 1. 放射線量等分布マップの作成等に関する報告書（報告書第1編）

### 1.1 放射線量等分布マップの作成等の目的

○本調査は、平成 23 年度科学技術戦略推進費によるプロジェクト「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」の一環として、福島第一原子力発電所（以下、福島第一原発）という。）の事故（以下、「福島第一原発事故」という。）により放出された放射性物質の影響を確認するため、地表面から 1m 高さの空間線量率の測定結果をまとめた「空間線量率マップ」、及び土壌に沈着した放射性核種ごとの放射能濃度の分布状況をまとめた「土壌濃度マップ」※を作成することとした。

○本調査は、文部科学省からの委託事業として、独立行政法人日本原子力研究開発機構を中心に多くの大学や研究機関の協力のもと、実施された。それぞれの調査は、文部科学省に設置した「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」において専門家による妥当性確認を経た上で実施された。

※本マップは、土壌表層近くに残留している単位面積当たりの放射エネルギーの分布状況を示しており、イメージをつかみやすくするため、便宜的に「土壌濃度マップ」と表現している。

### 1.2 調査期間

○本調査は、事故初期の被ばく評価において重要な核種であり、短半減期のため測定が困難になることが予想されたヨウ素 131 を検出すること、梅雨の降雨に伴い、地表面からの放射性物質の流出が起きる前の初期状態を把握することを目的として、平成 23 年 6 月 6 日～7 月 8 日の短期間で空間線量率の測定、土壌採取を実施した。

### 1.3 調査対象範囲

○調査対象範囲は、航空機モニタリングやその他の環境モニタリングの結果を参考にして、福島第一原発から 80km 圏内を 2 km メッシュに、80～100km の範囲及びその範囲外の福島県内を 10 km メッシュに分割し、各メッシュ内で調査箇所を 1 箇所定め、合計約 2,200 箇所、地表面から 1m の高さの空間線量率を測定するとともに、各箇所原則 5 個の土壌試料を採取した。

### 1.4 調査協力者

- ① 空間線量率の測定、及び土壌採取（107 機関、合計 440 名）  
国立大学法人大阪大学、国立大学法人京都大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人東京大学、（独）日本原子力研究開発機構、（独）放射線医学総合研究所、（財）日本分析センターの研究者、電気事業連合会「現地支援チーム」のメンバーほか
- ② 土壌試料の核種分析（21 機関、合計 291 名）  
（財）日本分析センター及び国立大学法人東京大学の研究者ほか  
※アルファ線放出核種及びベータ線放出核種については（財）日本分析センターのみで実施

## 1.5 調査結果及び考察

### (1) 空間線量率の測定結果及び考察

- 福島第一原発から概ね 100km 圏内及びその圏外の福島県内の土壌採取箇所（約 2,200 箇所）において、校正済みの NaI(Tl) シンチレーション式サーベイメータ、及び電離箱式サーベイメータを用いて、地表面から 1m の高さの空間線量率を測定するとともに、GPS から緯度・経度情報（以下、「GPS 情報」という。）を読み取り、これらのデータを基に、各土壌採取箇所における地表面から 1m 高さの空間線量率の分布状況を示した空間線量率マップ（図 1 参照）を作成した。
- また、道路周辺における放射性物質の分布状況を詳細に把握するため、KURAMA システムを用いて同区域の国道や県道を中心に走行サーベイ<sup>※1</sup>を実施し、連続的に測定された道路上の空間線量率の測定結果、及び GPS 情報を基に、道路上における地表面から 1m の高さの空間線量率の分布状況を示した走行サーベイマップ（図 2 参照）を作成した。  
※1：走行サーベイは、道路周辺の空間線量率を連続的に測定するため、車内に放射線測定器を搭載し、地上に蓄積した放射性物質からのガンマ線を詳細かつ迅速に測定する手法。なお、本調査では、京都大学が独自に開発した走行サーベイシステム「KURAMA」を福島県の協力により使用。
- 土壌採取箇所における空間線量率の測定は、ある程度の広さを持った攪乱のない土地を選んで行われたものであり、6～7 月時点の放射性物質の蓄積量を反映した空間線量率の分布について、広域かつ詳細に確認することができた。
- また、走行サーベイによる空間線量率の測定は、6 月時点における人の生活環境の空間線量率について、広域かつ詳細に確認することができた。
- これらの結果は、被ばく線量評価や今後の放射性物質の蓄積量の経時変化を追跡するための貴重な初期データとなることが期待される。
- なお、その後の航空機モニタリングの結果から、本調査で対象とした地域の外側でも、相当量の放射性セシウムが沈着したと考えられる地域が確認されていることから、これらの地域も含めた詳細調査を行うことが必要である。（平成 23 年 12 月から岩手県から山梨県まで調査範囲を拡大して走行サーベイを実施し、現在、空間線量率マップを作成しているところ）

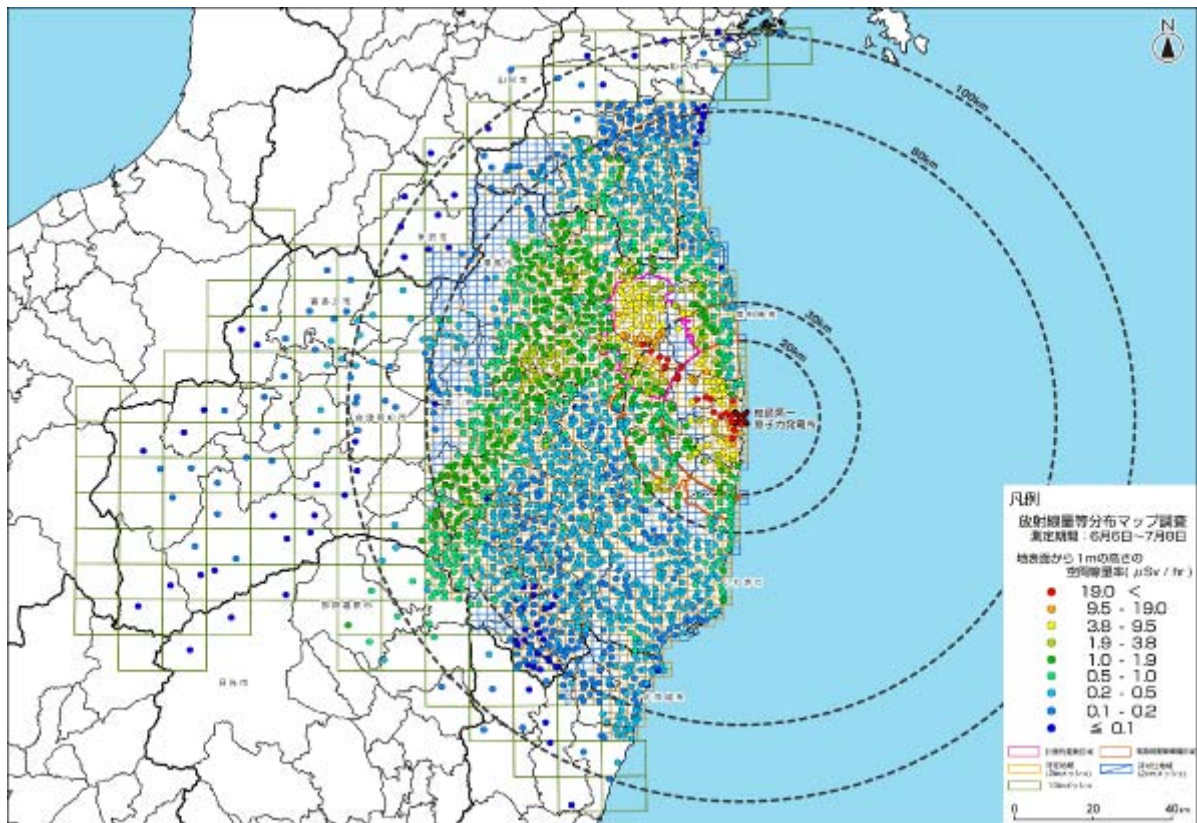


図1. 空間線量率マップ（土壌採取箇所における空間線量率の測定結果に基づく）



図2. 空間線量率マップ（走行サーベイによる連続的な空間線量率の測定結果に基づく）

## (2) 土壤濃度マップの作成結果及び考察

### 1) ガンマ線放出核種の土壤濃度マップの作成結果及び考察

- 採取した約 11,000 個の土壤試料について、Ge 半導体検出器を用いてセシウム 134(図 3 参照)、セシウム 137(図 4 参照)、ヨウ素 131(図 5 参照)、テルル 129m(図 6 参照)、銀 110m(図 7 参照)の五つのガンマ線放出核種の沈着量(単位面積当たりの放射エネルギー)を求め、GPS 情報を基に、各放射性核種の土壤濃度マップを作成した。
- マップの作成にあたっては、各調査箇所では求められた放射能濃度のばらつきの影響を少なくするため、各調査箇所(3m 四方内)で採取された最大 5 試料の測定結果をそれぞれ算術平均して、各調査箇所の土壤に沈着した放射性核種の沈着量とした。
- 放射性セシウムに関しては全ての調査箇所では統計的に有意なデータが得られたが、その他の核種については統計的に有意なデータが得られないケースが存在したため、一定の基準による整理のもと、放射性核種が検出されたと判断された箇所について最も確からしい放射能濃度を求めてマップ化した。
- いずれの土壤濃度マップも、ある程度の広さを持った攪乱のない土地を選んで採取された土壤試料について測定されたものであり、6~7 月時点の放射性物質の濃度分布について、広域かつ詳細に確認することができた。
- これらの結果は、被ばく線量評価や今後の放射性物質の濃度の経時変化を追跡するための貴重な初期データとなること、原子力発電所から初期に放出された放射性プルームの状況の検証、及び地表面への沈着経路の解明に活用されることが期待される。
- なお、ヨウ素 131 の測定結果については、事故直後の影響評価を行う上で重要な基礎データであるが、半減期の短さ(半減期: 8 日)から有意な測定結果が得られていない箇所が多数存在した。そこで、今後、ヨウ素 131 と同時に放出された半減期の長いヨウ素 129(半減期: 1,570 万年)の放射能濃度を求めることで、ヨウ素 131 とヨウ素 129 の放射能濃度の関係を明らかにし、ヨウ素 131 の土壤濃度マップの精緻化を図ることが必要である。(平成 23 年 12 月から本調査で採取した土壤を中心にヨウ素 129 の定量化を行っているところ)

### ① 放射性セシウムの土壤濃度マップに関する考察

- 同一箇所 5 試料の放射能濃度の平均値に対する標準偏差の比率(変動係数)を確認したところ、図 8 のように、変動係数の平均値は 36%で、中には 100%を超える場合もあり、同一箇所では採取された試料であっても放射性セシウムの沈着量の変動が大きいことが確認された。

この理由としては、各箇所における放射性物質の降下状況の違い、土質の違い、及び土壤内の有機物の存在等により放射性物質の沈着状況が異なることが想定される。

- セシウム 134、セシウム 137 の沈着量の合計値と土壤の採取地点における空間線量率を比較した結果、一定の相関があることが確認された(図 9 参照)。今後、セシウム 134、セシウム 137 の放射能濃度の比率を算出するとともに、地中への核種移行の度合いを適

切に評価することで、空間線量率の測定結果からセシウム 134、セシウム 137 の沈着量を概算することが可能であることが確認された。

## ② ヨウ素 131 の土壌濃度マップに関する考察

- 福島第一原発の事故に伴うヨウ素 131 の地表面への沈着状況について確認するため、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率について場所ごとの違いを確認したところ、図 10 に見られるように、福島第一原発から南方（以下、「福島第一原発南方」という。）に位置する調査箇所は福島第一原発から北方（以下、「福島第一原発北方」という）に位置する調査箇所に比べて、ヨウ素 131 の地表面への沈着量は多くはないものの、福島第一原発南方沿岸部では、福島第一原発北方や福島第一原発南方内陸部とは異なる比率で地表面に沈着している傾向が確認された。この理由としては、
  - ・放射性プルームの放出時期の違いにより、プルームに含まれるヨウ素 131 とセシウム 137 の比率や放出された際の化学形態が異なっていたこと
  - ・ヨウ素 131 及びセシウム 137 の地表面への沈着時における天候が異なっていたことなどが考えられる。

## ③ テルル 129m、銀 110m の土壌濃度マップに関する考察

- 福島第一原発の事故に伴うテルル 129m、銀 110m の地表面への沈着状況を確認するため、セシウム 137 に対する各核種の沈着量の比率について場所ごとの違いを確認した。
- その結果、テルル 129m については、図 11 に見られるように、福島第一原発南方は福島第一原発北方に比べセシウム 137 の沈着量は多くないものの、福島第一原発南方沿岸部では、福島第一原発北方や福島第一原発南方内陸部とは異なる比率で地表面に沈着している傾向が確認された。なお、福島第一原発南方沿岸部の内陸の一部の地域においては、セシウム 137 に対するテルル 129m の沈着量が顕著に高い傾向にあった。
- また、銀 110m については、セシウム 137 の沈着量と明確な相関関係は確認できなかったが、福島第一原発北方及び福島第一原発南方の沿岸に沿って、セシウム 137 に対する銀 110m の沈着量の比率が周辺より比較的高い傾向であることが確認された。
- これらの理由としては、
  - ・発電所からの放射性物質の放出時期の違いにより、形成された放射性プルームに含まれるテルル 129m、及び銀 110m とセシウム 137 の比率や放出された際の物理的・化学的形態が異なっていたこと
  - ・テルル 129m、及び銀 110m、並びにセシウム 137 の核種組成等が異なるいくつかの放射性プルームがそれぞれ通過した時の天候が異なっていたことなどが考えられる。



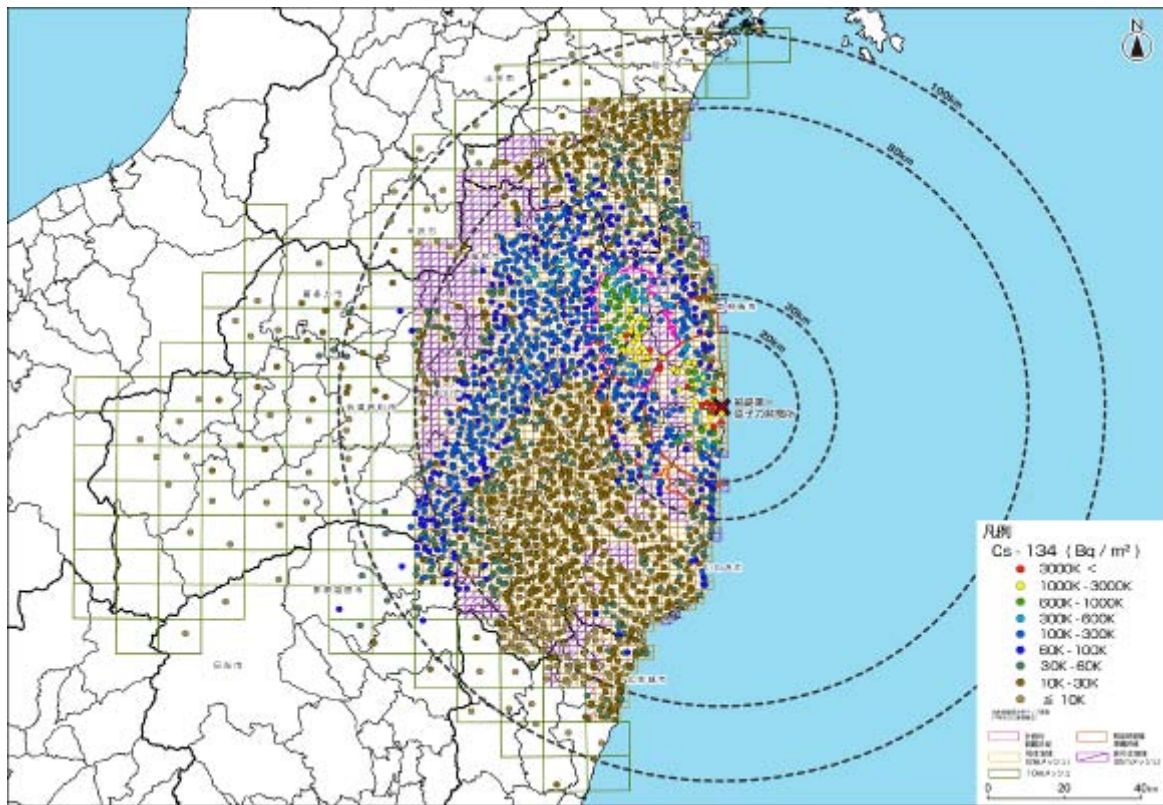


図3. セシウム 134 の土壌濃度マップ（平成 23 年 6 月 14 日時点に放射能濃度を換算）

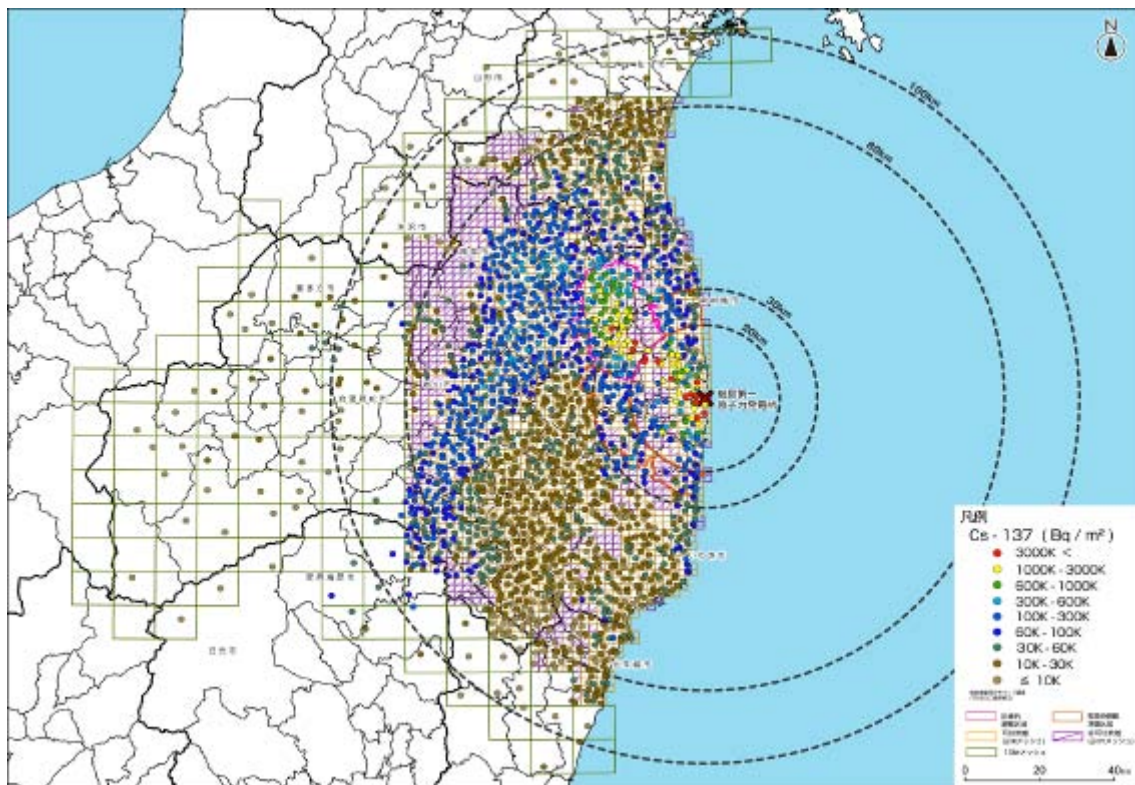


図4. セシウム 137 の土壌濃度マップ（平成 23 年 6 月 14 日時点に放射能濃度を換算）