

平成23年9月21日

## 文部科学省による放射線量等分布マップ (ヨウ素131の土壤濃度マップ)の作成について

文部科学省 原子力災害対策支援本部  
モニタリング班

### 1. 本調査の実施目的

文部科学省は、地表面に沈着した放射性物質による住民の健康への影響及び環境への影響を将来にわたり継続的に確認するため、梅雨が本格化し、土壤の表面状態が変化する前の時点において、東京電力(株)福島第一原子力発電所から概ね100km圏内の約2,200箇所で、空間線量率を測定するとともに、各箇所5地点程度で表層5cmの土壤を採取し、土壤についてゲルマニウム半導体検出器を用いて核種分析を実施した。(空間線量率の測定結果は8月2日、12日に公表済み、放射性セシウムの土壤濃度マップについては8月30日公表済み)

なお、ヨウ素131の測定結果について、文部科学省内に設置した「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」(別紙1)において、測定結果の妥当性の検証やマップ化の方向性について検討を行い、結果をまとめた。

### 2. 本調査の詳細

- 土壤採取日：第1期6月6日～6月14日  
第2期6月27日～7月8日
- 土壤採取者：国立大学法人大阪大学、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、電気事業連合会「現地支援チーム」ほか(詳細は、8月2日、12日公表済の放射線量等分布マップの作成に向けた調査の協力組織一覧参照)
- 核種分析者：(財)日本分析センター及び国立大学法人東京大学ほか19機関(詳細は8月30日公表済の放射線量等分布マップ(土壤濃度マップ)の作成に向けた核種分析の協力組織一覧参照)
- 対象項目：単位面積あたりの地表面へのヨウ素131の沈着量【Bq/m<sup>2</sup>】

### 3. 本調査の結果

採取した土壤について、ヨウ素131の核種分析結果をまとめた「土壤濃度マップ」※は別紙2のとおりである。

※本マップは、土壤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「土壤濃度マップ」と表現している。

なお、上記の土壤濃度マップの作成にあたっては、以下の条件のもとに作成した。

- 平成 23 年度科学技術戦略推進費「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」『放射性物質の分布状況等に関する調査研究』において、文部科学省が 6 月 6 日から 7 月 8 日までに採取した土壌の核種分析結果をもとに作成した。
- 土壌の採取方法、核種分析の手法は別紙 3 のとおりである。
- 土壌の核種分析にあたっては、全国 21 研究機関のゲルマニウム半導体検出器を用いた。
- 今回の調査結果は、第 1 期土壌採取期間から第 2 期土壌採取期間までの日数があいていることから、マップを作成するにあたっては、第 1 期土壌採取の最終日である 6 月 14 日時点で半減期を考慮して放射能を補正した。
- 各土壌採取箇所におけるヨウ素 131 の地表面への沈着量は、同一箇所では採取された複数の土壌試料の核種分析結果を算術平均した値を使用した。なお、核種分析結果には検出限界値以下の値が含まれるため、以下の要領で求めた各箇所のヨウ素 131 の沈着量の値をマップ作成に使用した。(別紙 4 参照)
  - ①同一箇所では採取した複数試料の核種分析結果が全て検出下限値以下の場合、その採取地点の測定結果は不検出と見なす。
  - ②同一箇所では採取した複数試料の核種分析結果が全て検出下限値以上の場合、それらの値を算術平均した値を使用する。
  - ③同一箇所では採取した複数試料の核種分析結果のうち、1 試料でも検出下限値以上の値が存在する場合、その他の試料が検出下限値以下であったとしても、検出下限値以上の測定値及び検出下限値以下の場合に得られる参考値を算術平均した値を使用する。
- 4 月に実施した航空機モニタリングの結果において、東京電力(株)福島第一原子力発電所から 80km 圏内に、放射性物質の沈着量が多い箇所が集中していることが確認されたことから、原則として、80 km圏内は 2km メッシュに 1 箇所の地点について調査を実施し、80~100 km及びこの圏外の福島県においては、10 kmメッシュに 1 箇所の地点について調査を実施した。

#### 4. 考察

- 今回採取した土壌は、ある程度の広さを持った攪乱のない土地を選んで採取し、測定されたものであり、6~7 月時点のヨウ素 131 の沈着状況の分布を広域かつ詳細に確認することができた。そのため、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、並びにこれらの結果を踏まえた被ばく線量評価等に活用されることが期待される。
- 福島第一原子力発電所から北方に位置する調査箇所と南方に位置する調査箇所におけるセシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率について比較したところ、別紙 2 に見られるように、南方は、北方に比べてヨウ素の地表面への沈着量は多くはないものの、別紙 5 に見られるように、南方沿岸部では、北方や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。

## 5. 今後の予定

- 本調査では、ヨウ素 131 の半減期（半減期：8 日）が短いため、有意な測定結果を多数の測定箇所を得られなかったことから、今後、これまでに文部科学省が測定してきたヨウ素 131 の測定結果を加えるとともに、加速器質量分析装置を用いて測定されたヨウ素 129 の結果からヨウ素 131 の沈着量を推定することで、これらの結果を総合的に活用し、より詳細なヨウ素 131 のマップの作成を目指す。
- ヨウ素 131、放射性セシウム以外の放射性核種については、現在、測定結果の妥当性の確認及びマップの表現方法等について専門家の意見を踏まえた検討を行っており、今後、測定結果の妥当性を確認し、マップの表現方法等が決定しだい、公表する予定である。
- 先日、森林内における放射性物質の移行調査について発表したところであるが、その他の環境における放射性物質の移行調査については、測定結果を9月中に取りまとめしだい、公表する予定である。

## 放射線量等分布マップの作成等に係る検討会について

### 1. 開催の目的

「環境モニタリング強化計画」（平成 23 年 4 月 22 日 原子力災害対策本部）及び「原子力被災者への対応に関する当面の取組方針」（平成 23 年 5 月 17 日 原子力災害対策本部）に基づき、事故状況の全体像の把握や区域等の解除に向けて活用するため、放射線量等分布マップを作成する。

当該マップの作成にあたり、技術的検討を行うことを目的として「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」を開催する。

### 2. 検討内容

- 放射性物質の分布状況を把握するための「線量測定マップ」作成に係る技術的事項
- 土壌表層中の放射性物質の蓄積状況を把握するための「土壌濃度マップ」作成に係る技術的事項
- 農地土壌における放射性物質の蓄積状況を把握するための「農地土壌放射能濃度分布マップ」作成に係る技術的事項
- 地表面からの放射性物質の移行状況（河川、地下水等の水圏への移行、地表面等からの巻き上げ、土中への移行等）の確認に係る技術的事項

### 3. 庶務

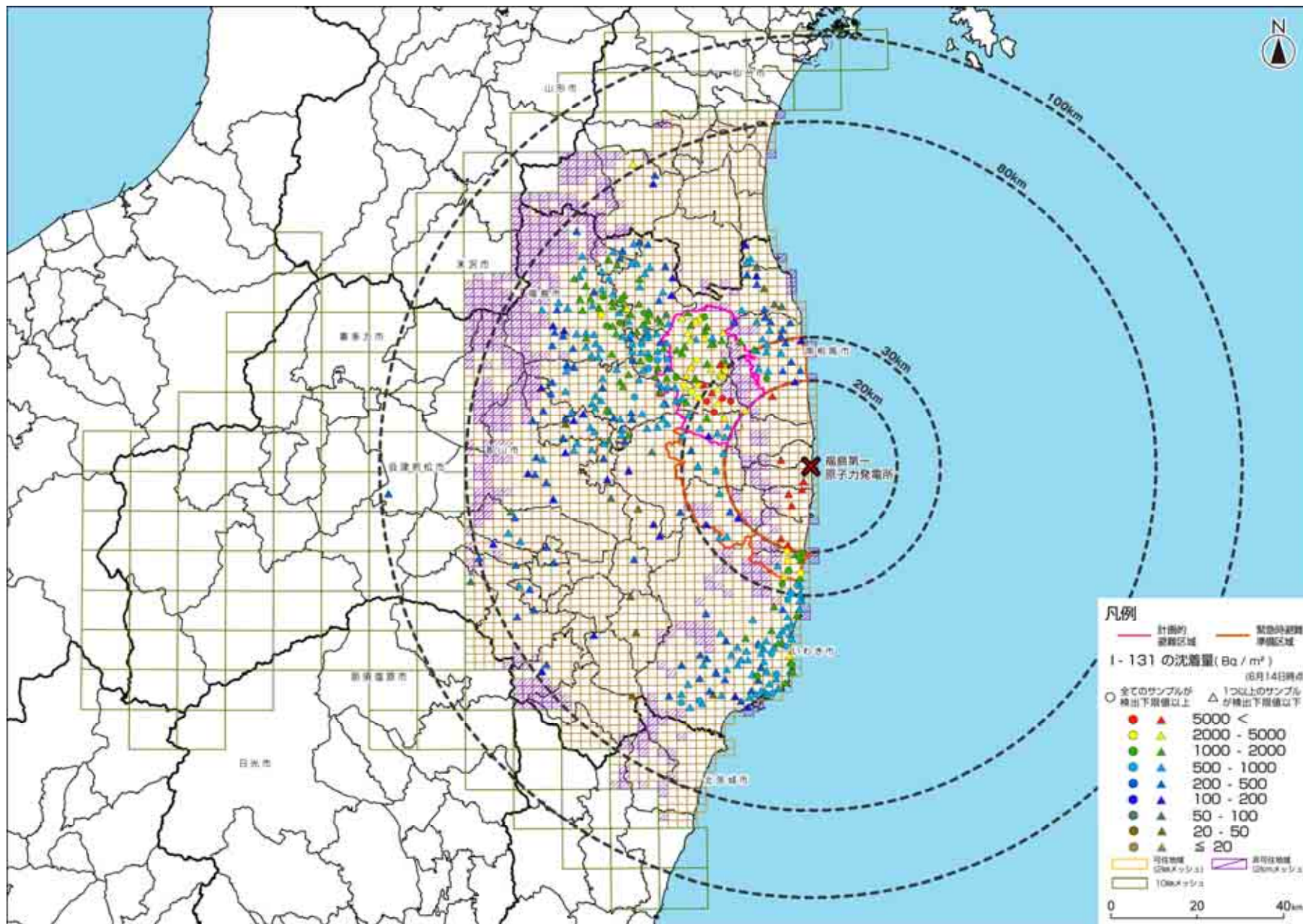
委員会の庶務は、科学技術・学術政策局原子力安全課において処理する。

#### 4. 検討会構成員

名前	所属
池内 嘉宏	財団法人 日本分析センター 理事
木村 秀樹	青森県 環境生活部 原子力安全対策課 副参事
小山 吉弘	福島県 生活環境部 原子力安全対策課 課長
斎藤 公明	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 福島支援本部 上級研究主席
柴田 徳思	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 J-PARC センター 客員研究員
下 道國	藤田保健衛生大学 客員教授
杉浦 紳之	独立行政法人 放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究 センター センター長
高橋 隆行	福島大学 副学長（研究担当）・附属図書館長
高橋 浩之	東京大学 原子力国際専攻 教授
高橋 知之	京都大学 原子炉実験所 原子力基礎工学研究部門 准教授
茅野 政道	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門 副部門長
長岡 鋭	財団法人 高輝度光科学研究センター 安全管理室長
中村 尚司	東北大学 名誉教授
長谷部 亮	独立行政法人 農業環境技術研究所 研究統括主幹
久松 俊一	財団法人 環境科学技術研究所 環境動態研究部 部長
村松 康行	学習院大学 理学部 化学科 教授
吉田 聡	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 運営企画ユニット ユニット長

(敬称略、50音順)

# ヨウ素131の土壤濃度マップ



## 土壌の採取方法及び土壌試料中の核種分析の手法について

### 1. 土壌の採取方法

- 土壌は、可能な限り3m×3m の範囲で採取しやすい位置の中から5 地点程度選定し、採取した。その際、できるだけ等間隔に採取するように心がけた。
- 事前調査により、ヨウ素131、セシウム134、137は、地表面から5cm以内の土壌中に存在することを確認したことから、U8容器を用いて、地表面から5cmの深さまで土壌を採取することとした。採取した土壌は良く攪拌した後に、U8容器に封入した。
- 福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の沈着状況を把握するため、土壌試料採取位置に細かい雑草などの植生が生えている場合は、雑草も含めて土壌採取を行った。また、根系層もあわせて土壌試料として採取した。
- 採取した土壌試料は、判別のため、試料番号等のラベル、土壌の種類及び土色が判断できるように写真に撮り、記録した。また、土壌試料を封入した袋に、試料番号、採取年月日、時刻、採取者を記載したラベルを添付し、他の土壌試料との取り違いが起こらないように注意した。
- 土壌試料の核種分析時の参考にするため、土壌試料採取容器表面の線量当量率を測定し、記録した。
- 土壌採取に使用した綿手袋及びゴム手袋は、土壌試料採取の都度必ず交換することで、二次汚染及び試料間の放射性核種の混合の防止に努めた。
- 土壌試料採取に使用した道具類は二次汚染防止のために、採取の都度、除染を行った。
- 土壌試料採取容器が完全に密封されていることを確認し、アルコールティッシュ等で容器表面を除染した上で、袋に封入して、土壌試料を分析機関に輸送した。輸送にあたっては、L 型輸送物の規準に準拠した。

### 2. 土壌試料の核種分析の手法

- 土壌試料中の放射能濃度の測定は、放射エネルギーが既知の標準線源を用いて校正したゲルマニウム半導体検出器（Ge 検出器）を用いて行った。
- 測定は、短半減期核種を検出することを考慮し、最長1時間まで測定を実施した。また、短半減期核種が検出下限値以下であったとしても、得られた見かけの放射能の値の情報も合わせて示すこととした。（ $< A_{LD}$ （検出下限値） $Bq/m^2$ ；  $A \pm B Bq/m^2$ ）
- 各土壌試料の測定後は、必ず、検出器の試料を置く遮蔽体内部を除染するか、または検出器に放射性物質が付着していないことを確認した。

### 3. 分析結果の確認体制

- 測定および分析は、土壌試料の測定時における試料の取り違えの防止、及び測定結果の信頼性の確保するため、作業項目毎のチェックリストを測定記録簿として作成し、複数人でチェックした。
- 核種同定のためのスペクトルの解析手法をいつでもチェックできるように、スペクトルデータからカウント数、標準試料の測定結果すべてを保管し、各測定機関の責任ある者が

集計し、取りまとめ機関において、解析手法および結果を独立にチェックした。

#### 4. 核種分析結果の相互比較について

○総試料数の 3%の試料について、日本分析センターと他の機関、東京大学と他の機関とで、同一試料を相互に測定した。



## ヨウ素 131 の土壌濃度マップに使用する各調査箇所の沈着量の値について

### 1. 1 背景

○本調査期間中（6月6日から7月8日）に採取された土壌試料については、ヨウ素 131 の半減期が短い（半減期 8 日）ことに伴い、ゲルマニウム半導体検出器では、有意な値を検出できない調査箇所や装置の有する検出下限値以下の値しか得られない調査箇所が多数存在した。特に、福島第一原子力発電所から 20 km 圏内の土壌試料の測定においては、ヨウ素 131 の放射能に比べて、セシウム 134, 137 の放射能が非常に大きいことから、ゲルマニウム半導体検出器によるスペクトル測定において、セシウム 134, 137 からのガンマ線の影響<sup>\*</sup>により、ヨウ素 131 の検出下限値が引き上げられ、ヨウ素 131 について、検出下限値以上の測定結果を得ることができなかった。

※ゲルマニウム半導体検出器は、放射性同位体から放出される特定のエネルギーを持ったガンマ線をエネルギー別に検出し、電気信号等に変換した上で、その強度から放射エネルギーを測定する。他方で、複数種類のエネルギーを同時に測定する場合、別のガンマ線のエネルギーの影響がその他のガンマ線のエネルギーの検出の際にノイズとして加わる。このため、測定したい核種に比べて、別の核種の放射能が非常に大きい場合、別の核種によるノイズが非常に大きくなり、測定したい核種の放射能を有意に検出することが困難になる。

### 1. 2 ヨウ素 131 の土壌濃度マップに使用する各調査箇所の沈着量の値について

○各調査箇所で採取した複数の土壌試料のうち、いつかの地点で検出下限値以上の測定結果が得られた調査箇所は 400 箇所以上であり、ヨウ素 131 の沈着量の分布状況を確認することが可能であることから、土壌濃度マップを作成するにあたっては、以下の要領で求めた各調査箇所の沈着量の値をマップの作成に使用することとした。

- ①同一箇所で採取した複数試料の核種分析結果が全て検出下限値以下の場合、その箇所では、統計的に有意な値を一つも得ることができなかったことから、その箇所の測定結果は不検出と見なした。
- ②各調査箇所で採取した複数の土壌試料のうち、最低 1 試料でも検出下限値以上の有意な測定結果が得られた場合、その箇所でヨウ素 131 が検出されたと判断し、以下の要領で各調査箇所のヨウ素 131 の沈着量の値を決定した。
  - ・同一箇所で採取した複数試料の核種分析結果が全て検出下限値以上の場合、それらの値を算術平均した値を使用した。
  - ・同一箇所で採取した複数試料の核種分析結果のうち、1 試料でも検出限界値以上が存在する場合、各調査箇所の沈着量について最も確からしい平均値を算出することを念頭におき、検出下限値以下の場合に得られた参考値も使用して算術平均することとした。なお、統計的なばらつきにより、マイナスの参考値が得られている場合は、その地点の測定結果を 0 として各調査箇所の平均値を算出する際に使用した。また、検出下限値以下の場合において、参考値を記載していない場合も同様に、その地点の測定結果を 0 として扱った。

## 土壌採取箇所におけるセシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率について

### 1. 目的

地表面へのヨウ素 131 の沈着状況について確認するため、福島第一原子力発電所から北方に位置する調査箇所と南方に位置する調査箇所におけるセシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率について比較した。

### 2. 調査結果

#### ①セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率について

ヨウ素 131 の測定結果が得られている調査箇所について、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率を図示した。(参考 1 参照)

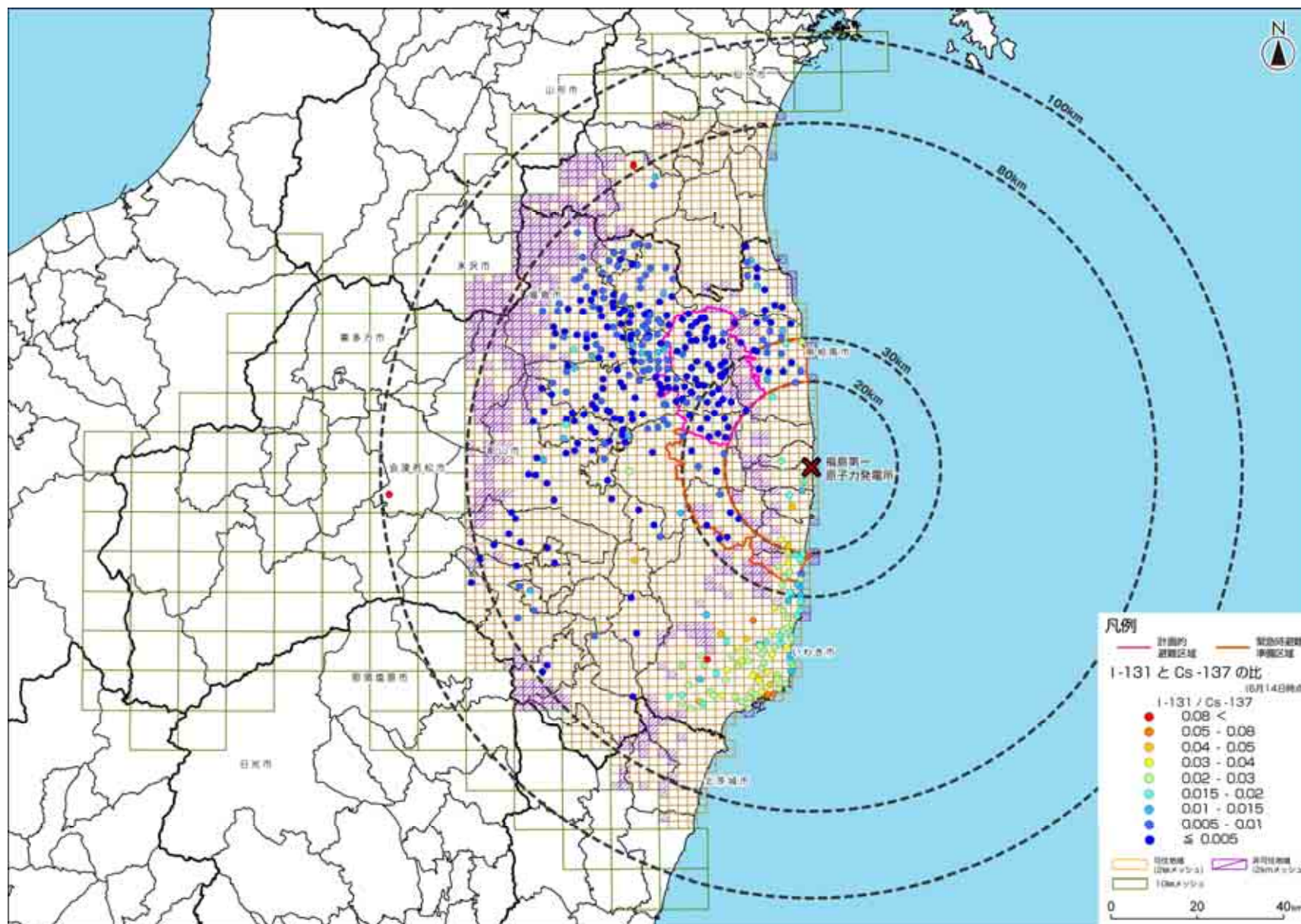
その結果、緯度方向で南方に位置し、経度方向で福島第一原子力発電所より西側 34 km 未満に位置する調査箇所（以下、「南方沿岸部」と言う。）は、同じく南方に位置し、経度方向で福島第一原子力発電所より西側 34 km 以西に位置する調査箇所（以下、「南方内陸部」と言う）、及び北方に位置する調査箇所（以下、「北方」と言う。）と比較して、別紙 2 に見られるようにヨウ素 131 の沈着量は多くはないものの、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率が比較的高い傾向があることが確認された。

#### ②北方及び南方（内陸部、沿岸部）におけるヨウ素 131 とセシウム 137 の沈着状況の詳細比較

ヨウ素 131 とセシウム 137 の沈着状況を詳細に比較するため、北方及び南方（内陸部、沿岸部）に位置する調査箇所のヨウ素 131 とセシウム 137 の沈着量をグラフ化した。(参考 2 参照)

その結果、北方における、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率の平均値は 0.0059 程度であるのに対し、南方沿岸部における、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率の平均値は 0.024 程度であり、南方沿岸部では、北方に比べて、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率が高い傾向であることが確認された。他方で、南方内陸部における、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率の平均値は 0.0082 程度であり、北方に比べて、セシウム 137 に対するヨウ素 131 の沈着量の比率が若干高い傾向であることが確認された。

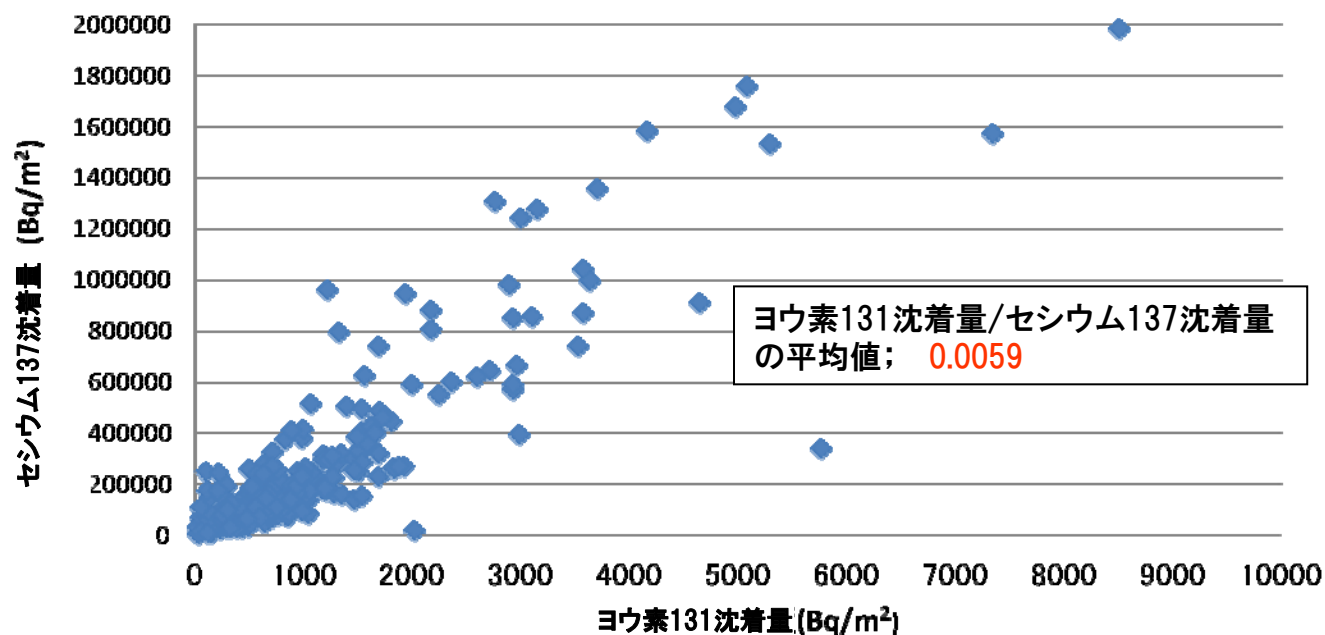
# セシウム137に対するヨウ素131の沈着量の比率について



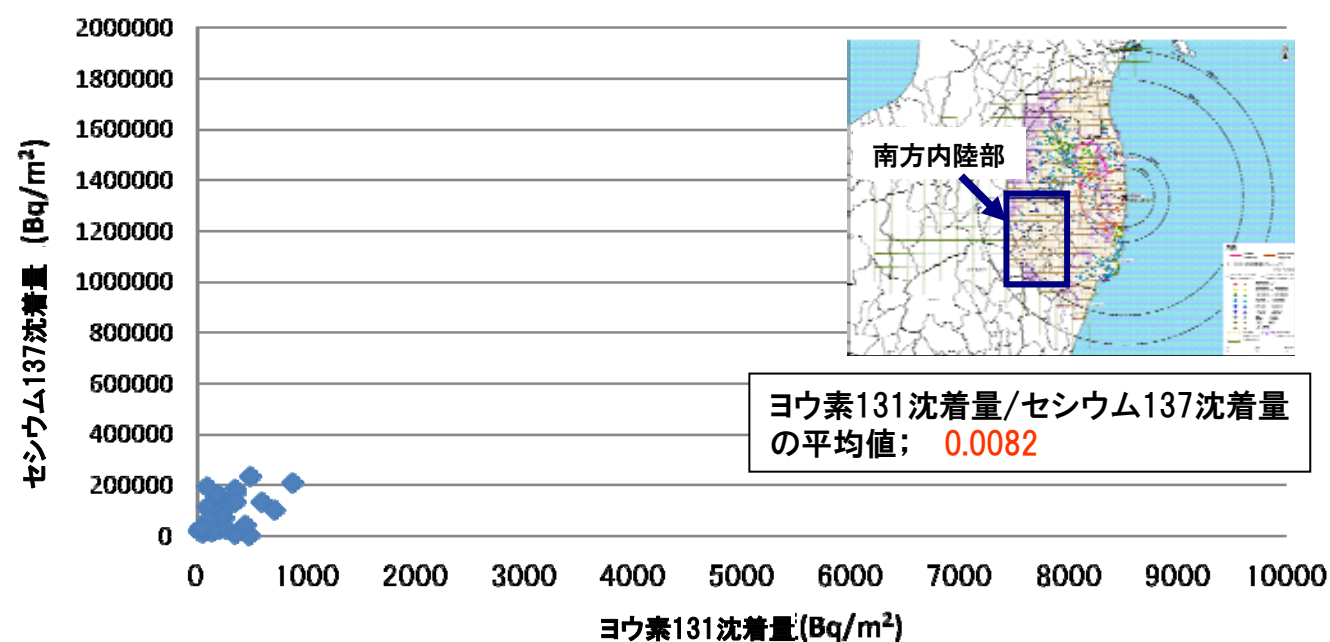
(参考2)

## 北方と南方(内陸部, 沿岸部)におけるヨウ素131の沈着量とセシウム137の沈着量との関係

### ①北方におけるヨウ素131とセシウム137の沈着量の関係



### ②南方内陸部におけるヨウ素131とセシウム137の沈着量の関係



# 北方と南方(内陸部, 沿岸部)におけるヨウ素131の沈着量とセシウム137の沈着量との関係(つづき)

## ③南方沿岸部におけるヨウ素131とセシウム137の沈着量の関係

