

福島第一原子力発電所事故に伴う Cs137 の大気降下状況の試算
- 世界版 SPEEDI (WSPEEDI) を用いたシミュレーション -

平成23年9月6日
(独)日本原子力研究開発機構

1. はじめに

第23回原子力委員会定例会議(6月28日)では、福島第一原子力発電所事故によるプラント北西地域の線量上昇プロセスの解析について概説した。その後、中部・関東・東北を含む東日本におけるCs137の広域拡散と地表沈着について4月末までの試算を進め、厚生労働省等にその結果を提供したところである(厚生労働省報道資料, 食品中の放射性物質のモニタリング計画策定のための環境モニタリングデータ等の提供について(8月31日) <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001nif2.html>)。本報告では、その結果とともに、主要な大気放出のあった3月に、日々のどのようなプロセスで、関東及び東北地方にCs137が降下したかを計算シミュレーションにより解析して示す。

2. 計算システムと計算条件

- ①計算システム:世界版 SPEEDI (WSPEEDI)
- ②入力気象データ:気象庁 GPV(MSM)解析データ
(3時間おき、水平格子間隔 地上 0.0625×0.05 deg., 上空 0.1×0.1 deg.)
※気象庁のアメダス、福島第一原発モニタリングカー及び第二原発鉄塔による気象観測データを一部期間で同化に使用
- ③計算領域・格子:東北、関東、及び中部地方を含む領域($690 \times 960 \times 10$ km, 3 km 分解能)
- ④核種放出率:日本原子力研究開発機構が原子力安全委員会に報告した推定値
(5月12日公表、8月22日一部改定)。但し、4月6日以降は放出率推定を行っていないため4月5日の放出率が継続すると仮定。
- ⑤計算期間:2011年3月12日9時~5月1日0時

3. 解析結果

1) 3月末及び4月末までの降下量の推定

解析結果を図1に示す。上記の厚生労働省報道資料を編集したものであり、左が3月末まで、右が4月末までの積算降下量の推定値である。4月中の降下量は3月に比べ格段に小さいため、左右の図はほとんど同じように見える。比較のために、実測である文部科学省の「都道府県別環境放射能水準調査結果」を図内に数値で表示した。両者を比較すると、地点ごとに計算と実測で違いは見られるものの全体の傾向は再現している。一方で、文部科学省の航空機モニタリングの結果(福島・宮城・栃木・茨城)(本資料には未掲載)と比較すると、茨城県では分布をよく再現しているが、宮城県南部から中部、福島県会津地域での明らかな過大評価や、栃木県での過少評価が見られるなど、量的に一致しているわけではなく、この

解析結果はあくまでも分布傾向を概観する上での参考とするレベルである。例えば、文部科学省は、広域航空機モニタリング計画として、積雪期までに青森県から愛知県までモニタリングを実施するとしているが、本計算結果を参考にすれば妥当な設定と考えられる。

2) 関東及び東北地方へのCs137の降下プロセス

主要な大気降下のあった3月1ヶ月の日々の降下量推定値を図2に示す。文部科学省の「都道府県別環境放射能水準調査結果」の日々の測定値と比較するため、当日9時から翌日9時までの24時間の降下量を示している。また、図の右肩に当日の降雨分布(mm/d)も示した。

本シミュレーションから推定されるCs137の降下プロセスは以下のとおりである。

3月12日9:00-13日9:00：1号機の水素爆発の頃に一時的に放出が増加と推定された放射性物質が、12日午後から深夜にサイト北北西方向から宮城沿岸部に拡散・沈着。降雨はなく放射性物質の降下は乾性沈着に起因する。(図2(1)左)

3月13日9:00-14日9:00：主に海上に拡散。(図は省略)

3月14日9:00-15日9:00：14日中は北東の海上へ拡散した後、時計回りに向きを変えて14日夜間から15日朝にかけて南南西の茨城県方向に拡散。降雨はなく放射性物質の降下は乾性沈着に起因する。(図2(1)右)

3月15日9:00-16日9:00：南南西方向から時計回りに向きを変えながら関東、東北へ拡散。高降下量地域は、主に2号機の圧力抑制室付近の爆発音以降に放出が増加したと推定される放射性物質の、降雨による湿性沈着により形成されたと考えられる。福島市周辺及び宮城では予測結果は過大評価になっている。(図2(2)左)

3月16日9:00-20日9:00：主に海上に拡散。(図は省略)

3月20日9:00-21日9:00：20日の昼までは関東に拡散した後、北西方向へ拡散し、深夜から再び南西の関東方向に拡散。関東地方では20日夜までの乾性沈着と21日朝からの湿性沈着に起因して降下量が増加した。福島県東部は乾性沈着、宮城、山形及び岩手県では湿性沈着に起因した降下量の増加がある。(図2(2)右)

3月21日9:00-22日9:00：関東地方全域に拡散し、降雨による湿性沈着で降下量が増加した。(図2(3)左)

3月22日9:00-23日9:00：22日中は福島県、栃木県に拡散し、23日朝は海上へ拡散。降雨による湿性沈着で降下量が増加した。(図2(3)右)

3月23日9:00-25日9:00：主に海上に拡散。(図は省略)

3月25日9:00-26日9:00：海上からサイト北西方向に拡散した後、南東方向へと反時計回りに向きを変えながら拡散し、降雨によって山形・福島・宮城県の県境を中心に湿性沈着による降下量の増加があった。(図2(4)左)

3月26日9:00-30日9:00：主に海上に拡散。(図は省略)

3月30日9:00-31日9:00：太平洋上から内陸へと拡散し、福島・栃木県を通過中に降雨によって降下した。千葉県での過大評価は、降水量の計算値の過大評価に起因する。なお、3

月 30 日のみ、文部科学省の「都道府県別環境放射能水準調査結果」と整合性をとるため、放出率を調整している。(図 2 (4) 右)

図 1 の積算の降水量と同様に、文部科学省の「都道府県別環境放射能水準調査結果」の日々の降水量(3月19日以降)と比較すると、やはり地点ごとに計算と実測で違いは見られるものの全体の傾向は再現しており、今回の試算は、広域の大気降下のプロセス概要を説明できるものと考えられる。

本推定に基づく、簡単な考察を記す。

- 冬型の季節風の影響で、3月の放出期間の半分は海洋上への拡散となっている。
- 陸域への拡散では、海陸風循環や移動性高低気圧の影響で、1日の間でも風向は時計回り又は反時計回りに大きく変動するケースが多く、放出された放射性物質は広く薄く拡散する傾向にあった。
- 日々、一定量の降下があるわけではなく、3月15日、21日、25日頃の降雨が、陸域への放射性物質の降下増加に影響を与えている。また、降雨帯の分布によって、降下量分布は帯状であったり、事故サイトから遠い地域に降下増加が見られるといった特徴的分布を形成する。
- これらのことは、地域ごとの気象上の特徴を考慮した原子力防災計画の立案や、SPEEDI等での降雨分布予測や降雨沈着モデルの精度向上の重要性を示している。

4. 今後について

大気への主要な放出は3月中に終息しており、現段階では、今回の事故による Cs137 の大気降下量の正確な評価は、現在行われている文部科学省の都道府県別環境放射能水準調査や広域航空機モニタリングなどの実測データに基づいてなされるべきである。計算シミュレーションの現在の役割は、今回のような大気拡散・沈着プロセスの解明を進め、今後の原子力防災対策立案に必要な知見を蓄積することにあると考える。

以上

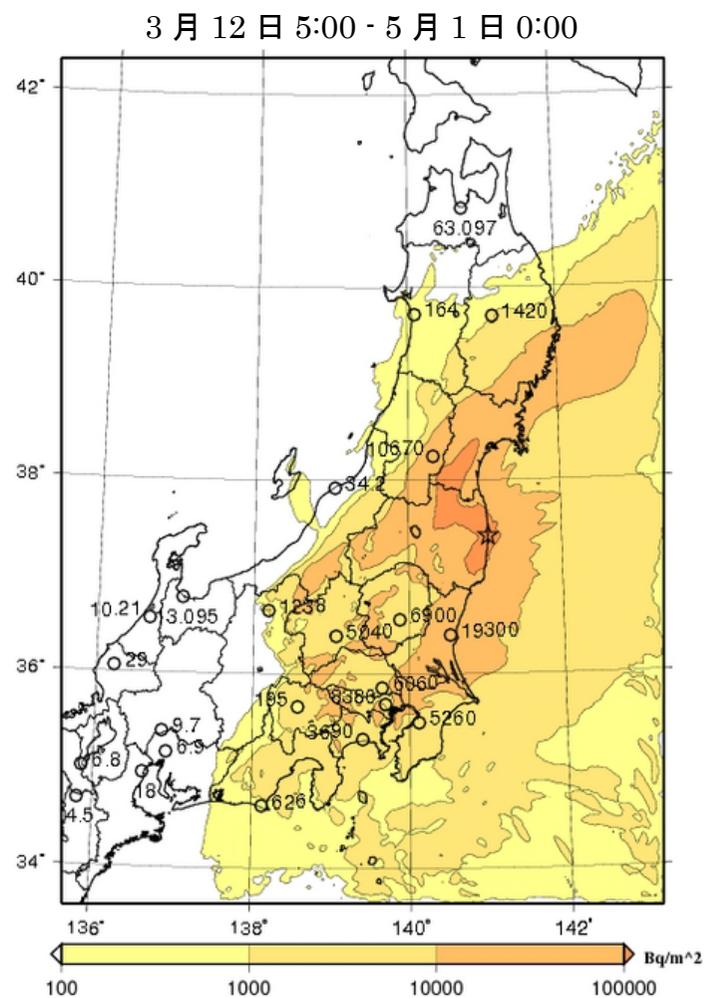
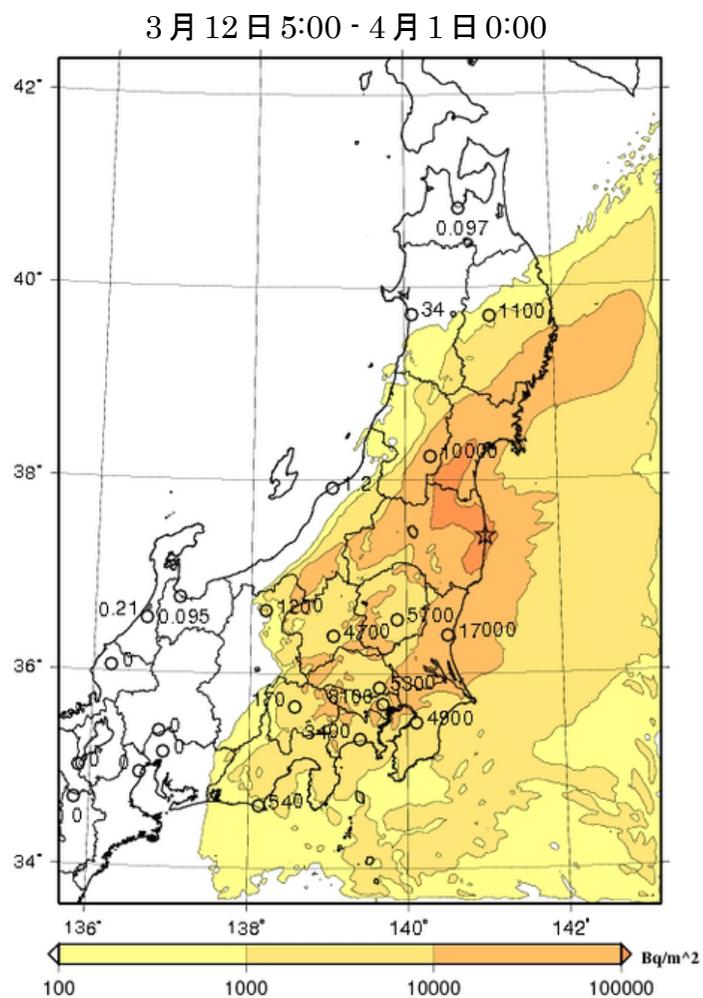
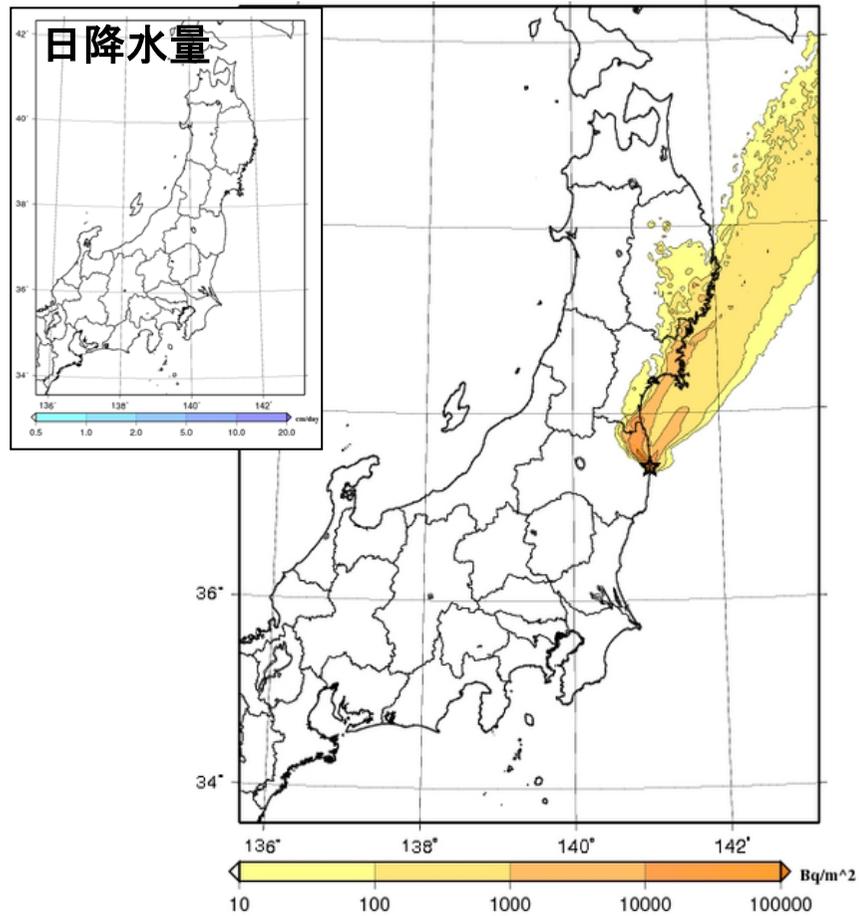


図1 3月12日5時から4月1日0時まで（左）及び5月1日0時まで（右）のセシウム137の積算沈着量予測。
 厚生労働省掲載図 (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001nif2-att/2r9852000001niva.pdf>) を加工。
 図中の数値は文部科学省による環境放射能水準調査結果（右図については、3月、4月の降下量の合算）。
http://radioactivity.mext.go.jp/ja/monitoring_by_prefecture_fallout/2011/04/1306949_072914.pdf

3月12日9:00 - 13日9:00



3月14日9:00 - 15日9:00

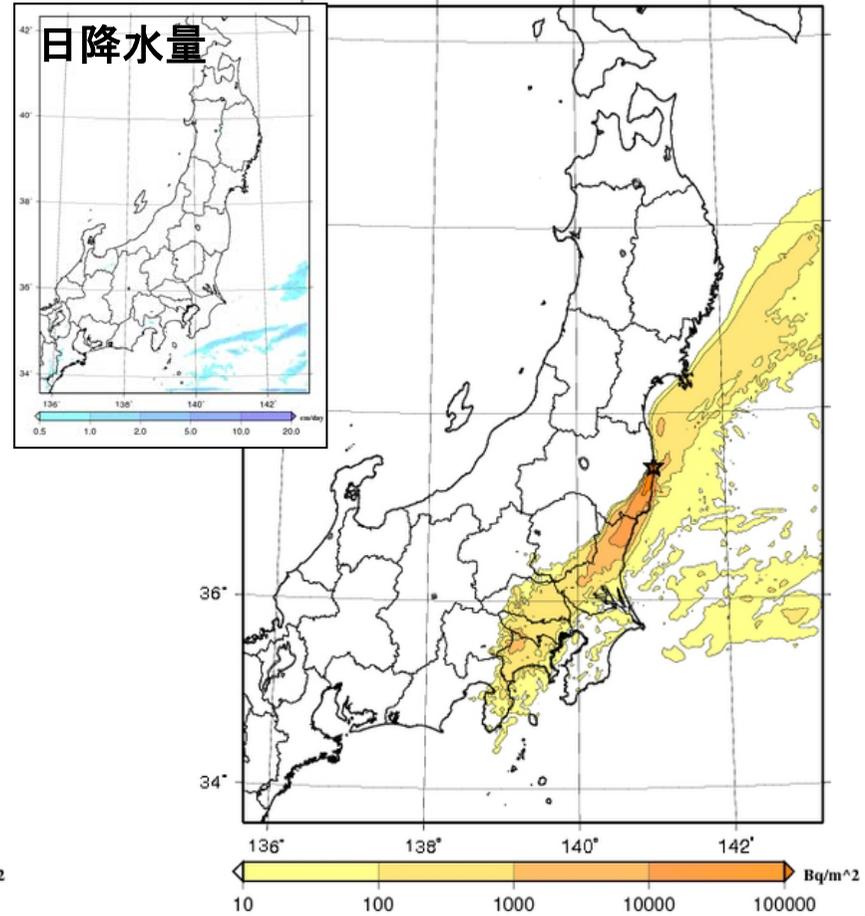
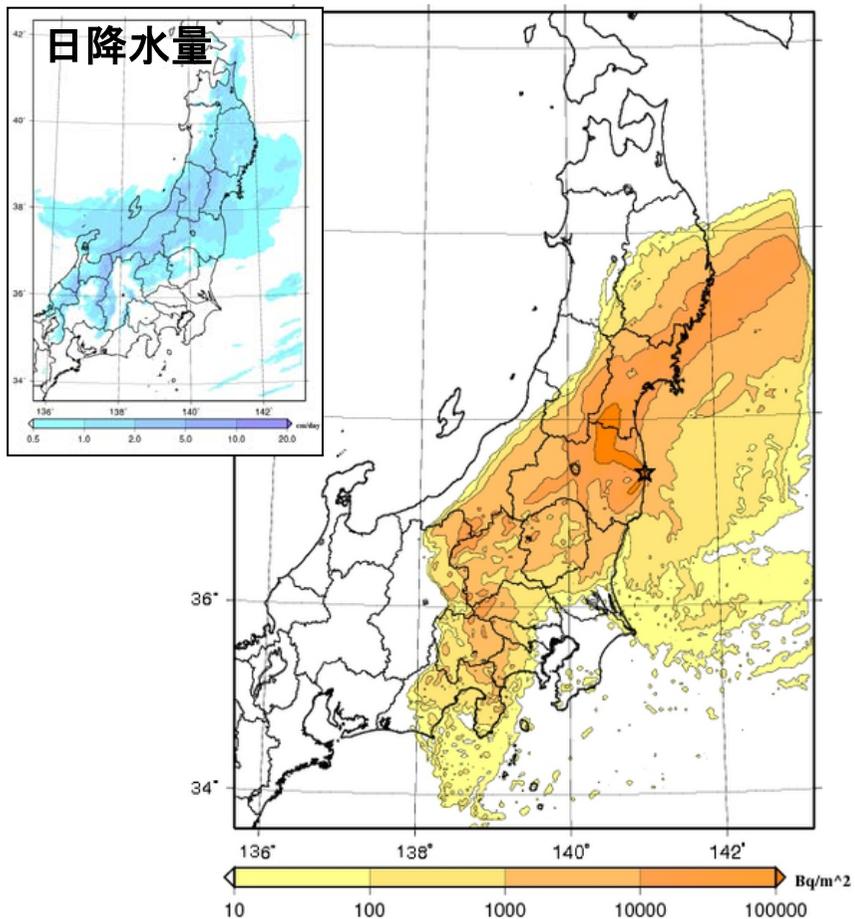


図 2(1) 3月1ヶ月間で、陸域に大量の放射性物質の降下があったと予測される日のセシウム137の降下量と降水量の予測。
(左図：3月12日9時から3月13日9時まで、右図：3月14日9時から3月15日9時まで)

3月15日9:00 - 16日9:00



3月20日9:00 - 21日9:00

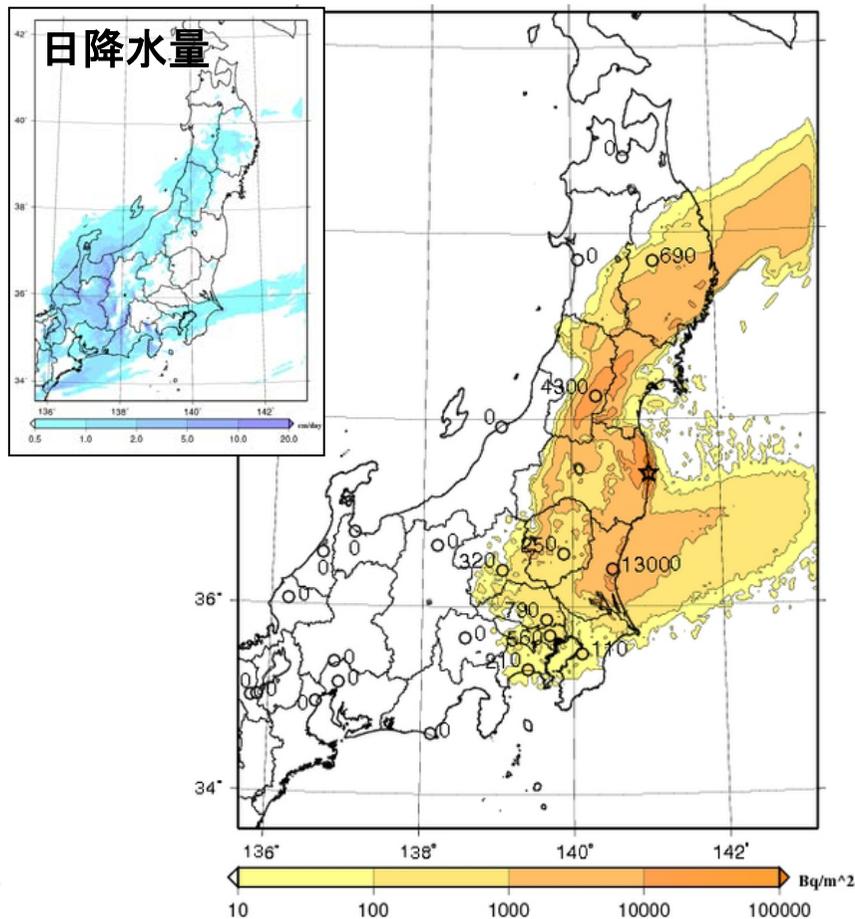


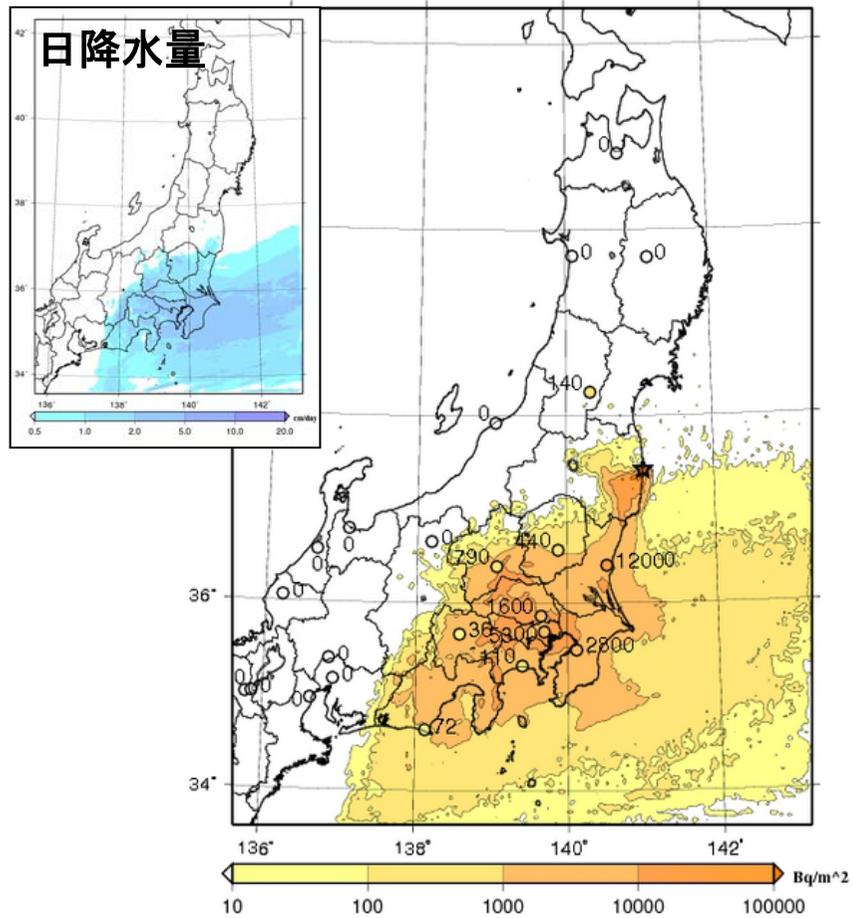
図 2(2) 3月1ヶ月間で、陸域に大量の放射性物質の降下があったと予測される日のセシウム 137 の降下量と降水量の予測。

(左図：3月15日9時から3月16日9時まで、右図：3月20日9時から3月21日9時まで)

図中の数値は文部科学省による環境放射能水準調査結果（以下、URLは同じ）。

http://radioactivity.mext.go.jp/ja/monitoring_by_prefecture_fallout/2011/03/index.html

3月21日 9:00 - 22日 9:00



3月22日 9:00 - 23日 9:00

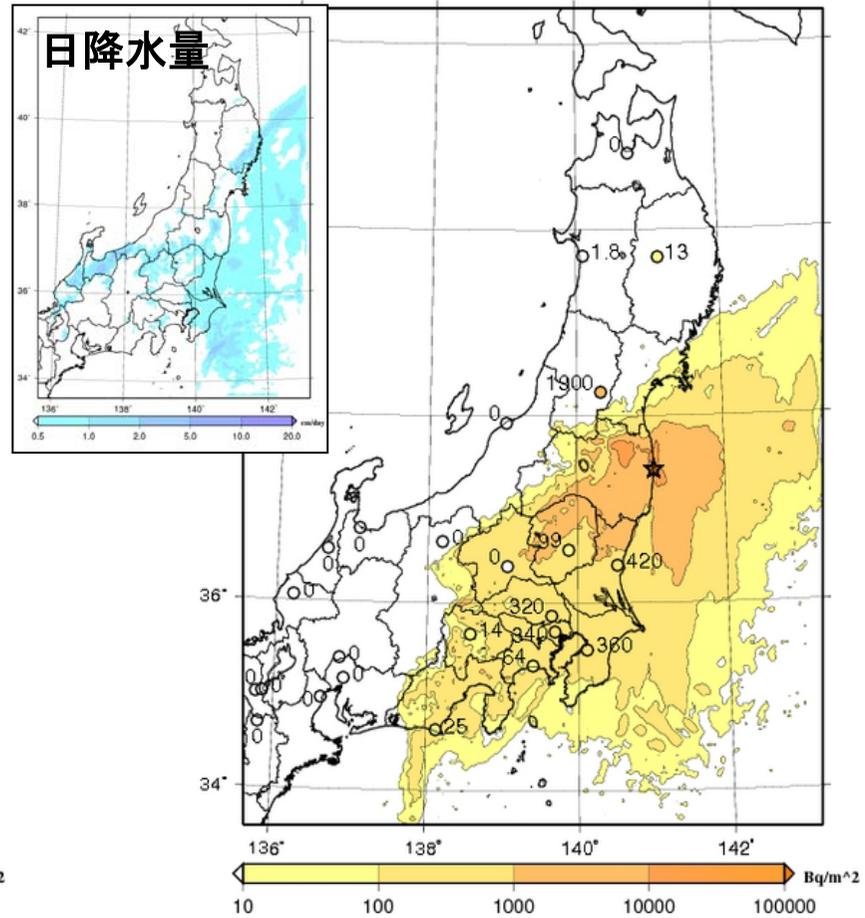
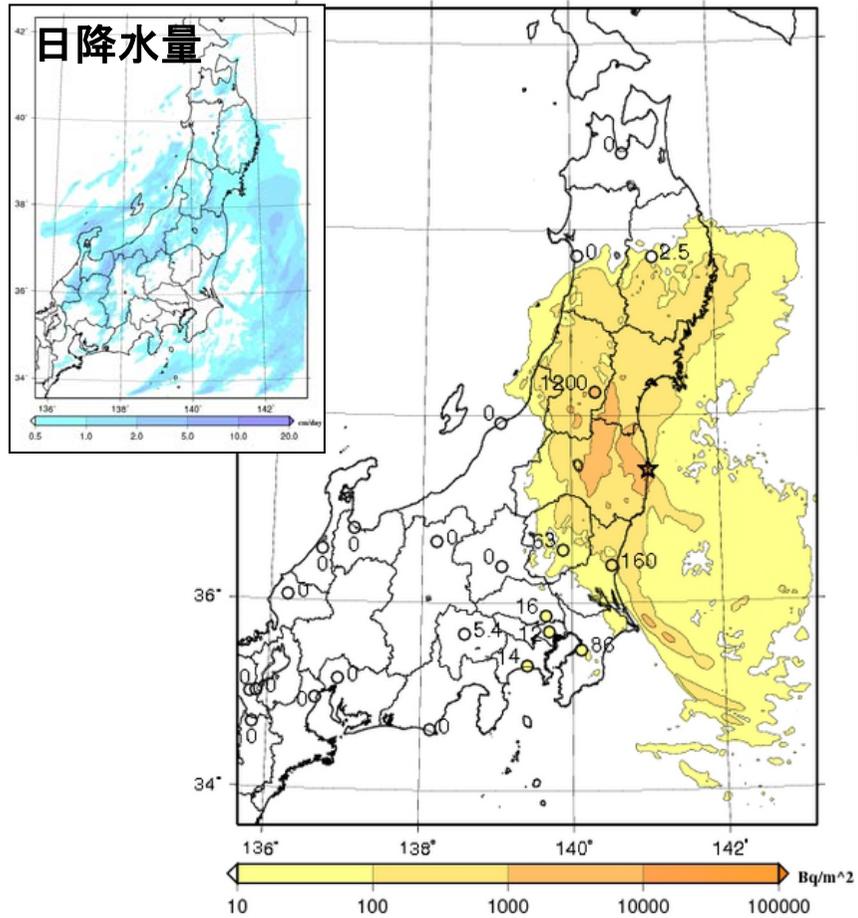


図 2(3) 3月1ヶ月間で、陸域に大量の放射性物質の降下があったと予測される日のセシウム 137 の降下量と降水量の予測。
(左図：3月21日9時から3月22日9時まで、右図：3月22日9時から3月23日9時まで)。
図中の数値は文部科学省による環境放射能水準調査結果。

3月25日9:00 - 26日9:00



3月30日9:00 - 31日9:00

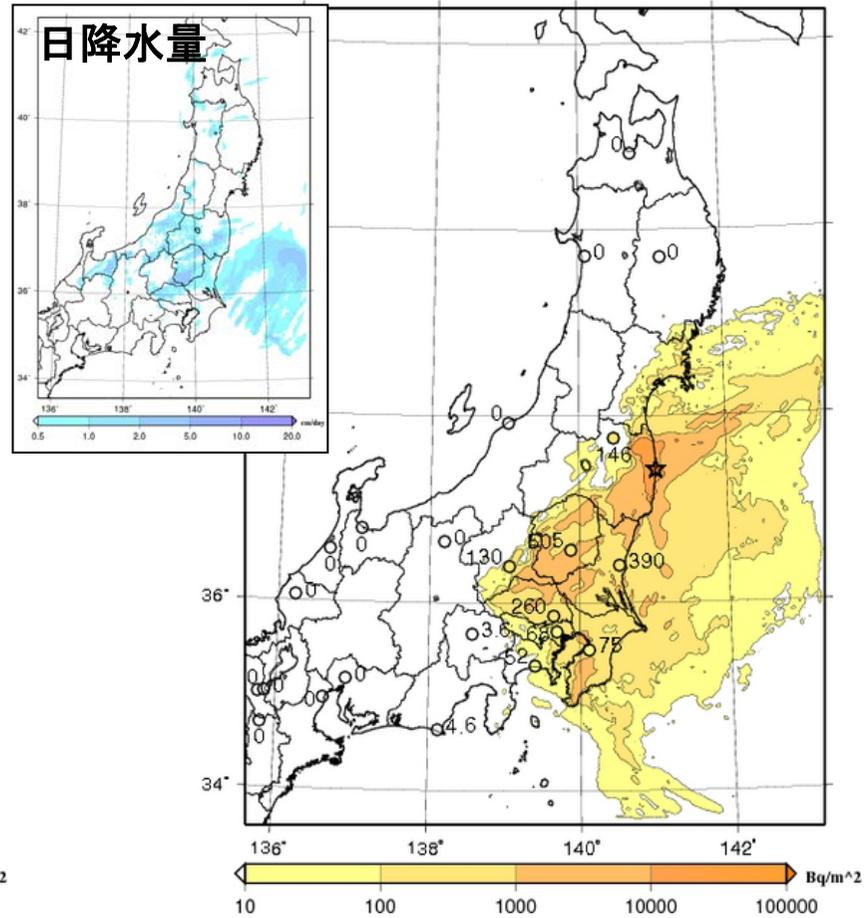


図2(4) 3月1ヶ月間で、陸域に大量の放射性物質の降下があったと予測される日のセシウム137の降下量と降水量の予測。(左図: 3月25日9時から3月26日9時まで、右図: 3月30日9時から3月31日9時まで)。図中の数値は文部科学省による環境放射能水準調査結果。