

表 4.1-2 核種ごとの放出率 (Bq h⁻¹) 時間変化

放出開始時刻 UTC	放出終了時刻 UTC	I-131	Te-132	Cs-137	Cs-134	I-133
3/11 20:00	3/12 00:30	3.7E+13	6.4E+13	3.7E+12	3.7E+12	7.1E+13
3/12 00:30	3/12 06:30	1.7E+13	2.8E+13	1.7E+12	1.7E+12	2.8E+13
3/12 06:30	3/12 07:00	3.0E+15	4.8E+15	3.0E+14	3.0E+14	4.5E+15
3/12 07:00	3/13 14:00	8.4E+13	1.2E+14	8.4E+12	8.4E+12	7.9E+13
3/13 14:00	3/14 02:00	3.6E+13	4.2E+13	3.6E+12	3.6E+12	1.8E+13
3/14 02:00	3/14 02:30	3.0E+15	3.3E+15	3.0E+14	3.0E+14	1.2E+15
3/14 02:30	3/14 12:30	2.3E+13	2.4E+13	2.3E+12	2.3E+12	8.1E+12
3/14 12:30	3/14 15:00	1.3E+15	1.3E+15	1.3E+14	1.3E+14	3.8E+14
3/14 15:00	3/14 22:00	3.5E+14	3.8E+14	4.0E+13	4.0E+13	8.9E+13
3/14 22:00	3/15 01:00	3.0E+15	2.7E+15	3.0E+14	3.0E+14	6.6E+14
3/15 01:00	3/15 04:00	8.0E+13	7.1E+13	8.0E+12	8.0E+12	1.6E+13
3/15 04:00	3/15 08:00	4.0E+15	3.4E+15	4.0E+14	4.0E+14	7.2E+14
3/15 08:00	3/16 21:00	2.1E+14	2.1E+13	3.0E+12	3.0E+12	2.1E+13
3/16 21:00	3/19 06:00	4.1E+14	4.7E+13	1.0E+13	1.0E+13	9.9E+12
3/19 06:00	3/20 18:00	3.8E+14	1.1E+14	3.5E+13	3.5E+13	2.3E+12
3/20 18:00	3/21 12:00	1.4E+14	3.4E+13	1.4E+13	1.4E+13	3.8E+11
3/21 12:00	3/22 14:00	4.1E+14	9.5E+12	4.7E+12	4.7E+12	5.8E+11
3/22 14:00	3/23 15:00	7.1E+14	1.4E+13	8.9E+12	8.9E+12	4.7E+11
3/23 15:00	3/24 15:00	1.9E+14	3.7E+12	2.9E+12	2.9E+12	6.1E+10
3/24 15:00	3/26 02:00	5.6E+13	1.2E+12	1.2E+12	1.2E+12	7.5E+09
3/26 02:00	3/28 01:00	4.0E+12	1.2E+11	1.7E+11	1.7E+11	1.6E+08
3/28 01:00	3/29 12:00	7.5E+12	2.3E+12	4.7E+12	4.7E+12	8.7E+07
3/29 12:00	3/30 02:00	1.5E+13	3.4E+12	8.8E+12	8.8E+12	8.4E+07
3/30 02:00	3/30 15:00	1.8E+14	4.8E+13	1.4E+14	1.4E+14	6.8E+08
3/30 15:00	3/31 13:00	2.4E+13	1.3E+12	4.5E+12	4.5E+12	5.4E+07
3/31 13:00	4/02 00:00	1.8E+12	3.7E+11	1.6E+12	1.6E+12	1.7E+06
4/02 00:00	4/04 00:00	1.8E+12	9.2E+10	5.8E+11	5.8E+11	5.0E+05
4/04 00:00	4/07 08:00	7.0E+11	1.3E+10	1.4E+11	1.4E+11	2.9E+04
4/07 08:00	4/13 14:00	7.0E+11	1.1E+10	3.5E+11	3.5E+11	9.5E+02
4/13 14:00	4/30 15:00	7.0E+11	4.8E+08	1.8E+11	1.8E+11	2.3E-01

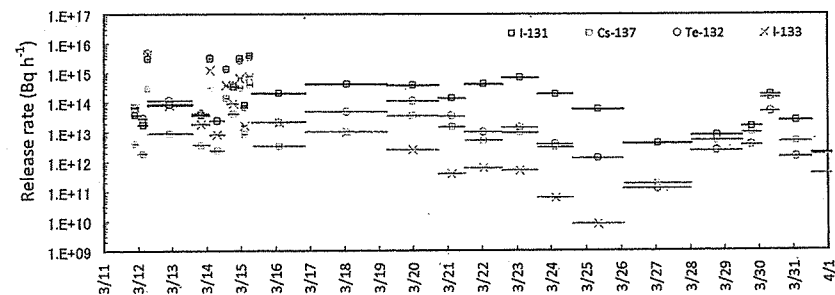


図 4.1-3 核種ごとの放出率時間変化

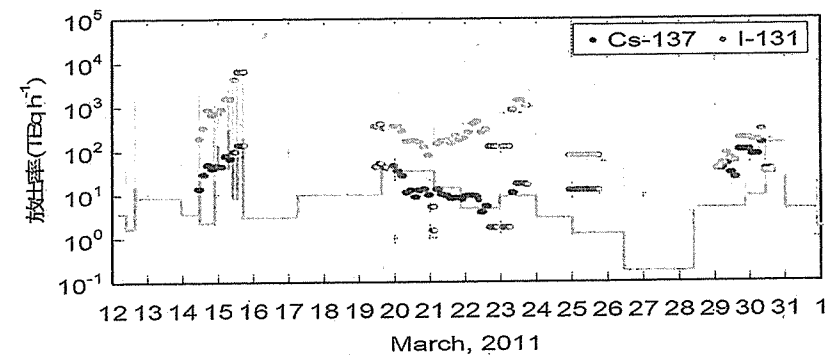


図 4.1-4 名古屋大学による放出率推定結果 (平尾他, 2012) と原子力機構の放出率推定結果 (Terada et al., 2012) の比較

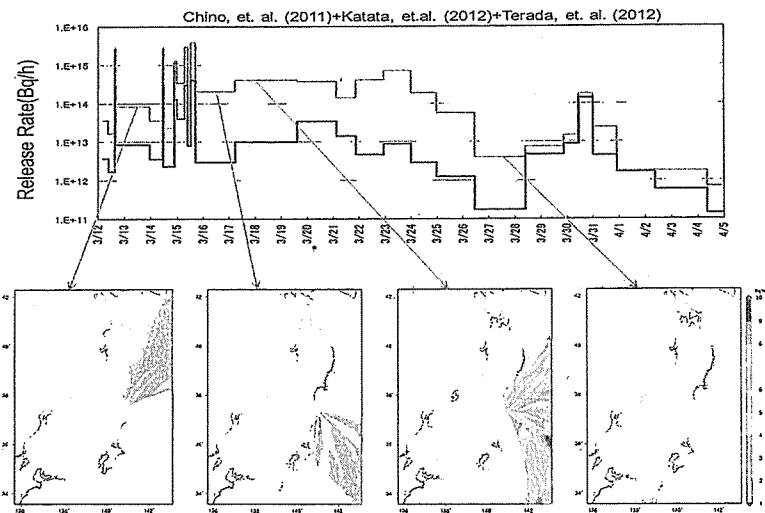


図 4.1-5 プルームが海上に流れていた期間の放出率の不確実性の影響が及ぶ範囲

4.2 大気拡散シミュレーション計算

(1) 計算条件と気象場計算の妥当性確認

大気拡散シミュレーションにおいては、被ばく線量評価の対象範囲が、放出源を中心とした半径 250km の陸上であるため、大気中濃度等を計算する領域を、図 4.2-1 に示すように東西 690 km × 南北 960 km、水平方向の空間分解能を 3km とした。日本域の大規模場では西風が卓越していることから、放出地点から西向きに陸上に流れたブルームは、最終的には東に流れていく。計算領域を西側に広くとることにより、評価対象範囲から西方に抜けたブルームが、風向きが変わって評価対象領域に再流入するケースも考慮可能とした。対象期間は、平成 23 年 3 月 11 日 00 時から 4 月 30 日 24 時までとした。

領域気象モデル MM5 を用いた気象場計算においては、気象庁数値予報格子点値 (GPV-MSM：地上 5 km 格子、上空 10 km 格子、3 時間間隔) により、初期および境界条件を設定するとともに、気象庁アメダスデータの地上気象観測値、福島第一および第二原子力発電所における風向風速観測値を同化することにより、気象場の再現計算を行った。気象計算の妥当性を確認するために、地上観測による降水、風向、風速、および気温と計算値の比較を行った (降水：図 4.2-2、風向：図 4.2-3、風速：図 4.2-4、気温：図 4.2-5)。これらの比較から示されるように、気象計算により実際の気象場、特に拡散計算で重要となる降水と風向を概ね再現できている。ただし、細かく見ると変化の出現時刻や大きさに相違があり、拡散計算の評価の際には考慮が必要である。

(2) 拡散計算における沈着過程の検討

拡散計算における不確実性の要因として、沈着計算で考慮するプロセスおよびそのモデルパラメータが特に重要と考えられる。原子力機構の解析では、航空機モニタリングによる ^{137}Cs 沈着量分布との比較において、当初、宮城県における過大評価と群馬県および栃木県における過小評価があった。これは湿性沈着過程において鉛直方向の状態の違いを考慮せず一律の降水洗浄率を用いていたことに起因すると考えられたため、事故時の実際の天候も加味し、氷相と液相、雲中と雲下の洗浄率の相違を考慮するとともに、霧の沈着の影響も取り入れる試験計算を実施し、沈着量分布の再現性を向上できることを示した (Nagai et al., 2012)。拡散計算における沈着過程の改善と不確実性の影響を検討するために、沈着過程と関連する放射性核種の大気中存在形態、乾性沈着パラメータ、および湿性沈着パラメータについて文献調査を行った。

放射性核種の大気中存在形態としては、福島第一原子力発電所事故およびチェルノブイリ原発事故時に放出されたものを測定して得られたデータが論文として発表されている。 ^{131}I および ^{133}I は、ガス状 (I_2 , CH_3I) と粒子状 (SO_4^{2-} が担体の可能性) が存在する。 ^{137}Cs は、粒子状 (SO_4^{2-} が担体) で存在することが測定された (Kaneyasu et al., 2012)。 ^{132}Te については、チェルノブイリ原発事故時に ^{137}Cs に近い平均粒径が測定されている (Baklanov

and Sorensen, 2001)。これらの文献も含めて、放射性核種の代表粒径の測定結果を表 4.2-1 にまとめた。

WSPEEDI の大気拡散モデル GEARN における乾性沈着過程は、次式によって計算される。

$$\frac{dq_n}{dt} = -kv_dq_n$$

ここで、 q_n は粒子 n の放射能量、 v_d は乾性沈着速度、 k は各粒子の沈着への寄与率で地上からの距離の関数で与えられる。乾性沈着速度は、測定に基づくパラメータであり、文献値を表 4.2-2 にまとめた。これより、草地における乾性沈着速度 v_d は、ガス状ヨウ素で、 0.6 cm s^{-1} 、粒子状ヨウ素・セシウムで、 0.1 cm s^{-1} という値が一般的である。WSPEEDI の大気拡散モデルでは、これまで、ヨウ素をガス状と粒子状に区別せずに、混合物として中間的な乾性沈着速度 (0.3 cm s^{-1}) を用いていた。今回の調査結果を受け、ガス状と粒子状を独立して計算し、それぞれの乾性沈着速度を設定可能な計算方法を検討した。また、上記の乾性沈着速度は草地での値であり、森林における乾性沈着速度は 5 倍程度になるという報告もあることから (Garland, 2001)、土地利用データに基づき、森林地帯では乾性沈着速度が 5 倍になるようにモデルを改良した。

湿性沈着過程は、以下の式で計算される。

$$\frac{dq_n}{dt} = -\Lambda q_n$$

$$\Lambda = \alpha P_r^\beta$$

ここで、 Λ は洗浄係数、 P_r は降水強度、 α 、 β は観測に基づくパラメータであり、文献値を表 4.2-3 にまとめた。これより、以下のように α 、 β を設定した。

- ・ガス状放射性ヨウ素：(α , β) = (8.0×10^{-5} , 0.6)
- ・粒子状物質：以下の 3 つのパターンでパラメータを変化させる。
 - 最大値：(α , β) = (1.2×10^{-4} , 0.5)
 - 中間値：(α , β) = (3.4×10^{-5} , 0.59)
 - 最小値：(α , β) = (1.6×10^{-5} , 0.5)

これら 3 パターンの洗浄係数の降水強度に対する変化を図 4.2-6 に示す。また、洗浄係数は氷相で 1/10 程度になるという報告もあることから (Hongist, 1998, Mayron and Ryall, 1996)、原子力機構の湿性沈着過程についての試験計算 (Nagai et al., 2012) における氷相と液相の洗浄係数の相違を考慮した計算も実施することとした。

以上の文献調査より、大気拡散モデルの乾性沈着および湿性沈着過程のパラメータは、表 4.2-4 にまとめたように設定し、解析を実施することとした。

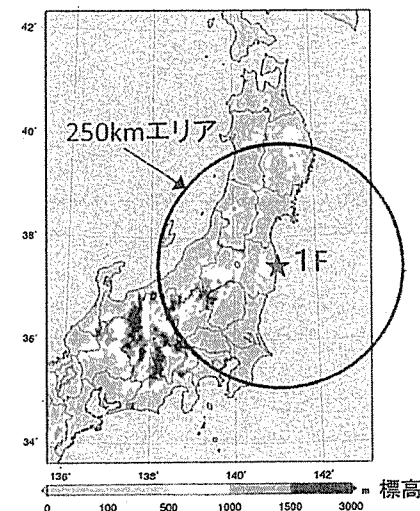


図4.2-1 大気拡散シミュレーションの計算領域

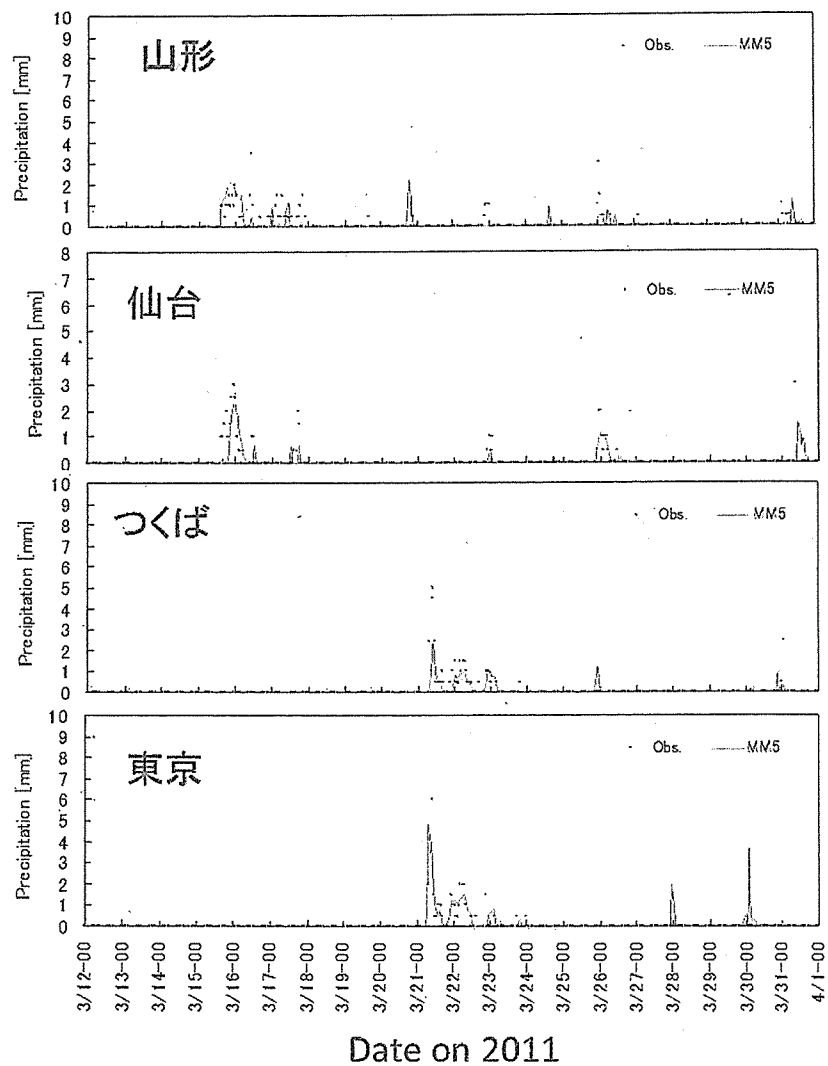


図 4.2-2 地上観測の時間降水量と計算値の比較

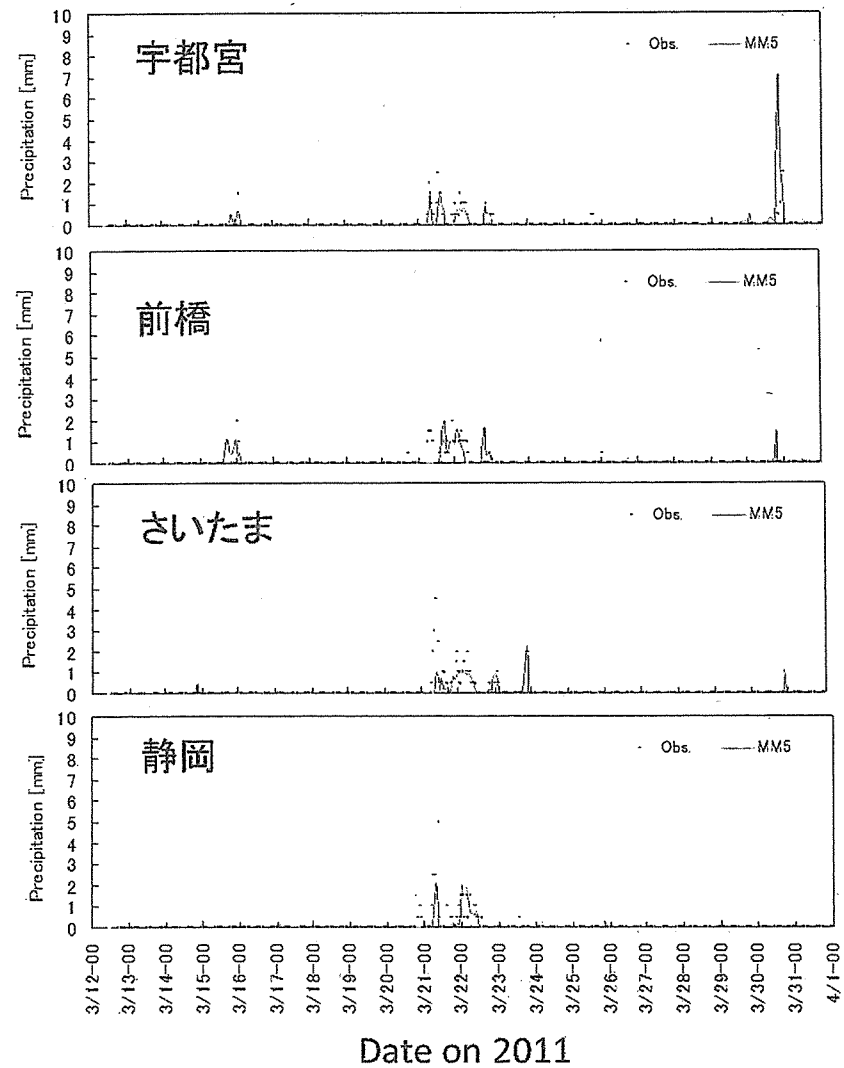


図 4.2-2 地上観測の時間降水量と計算値の比較 (つづき)

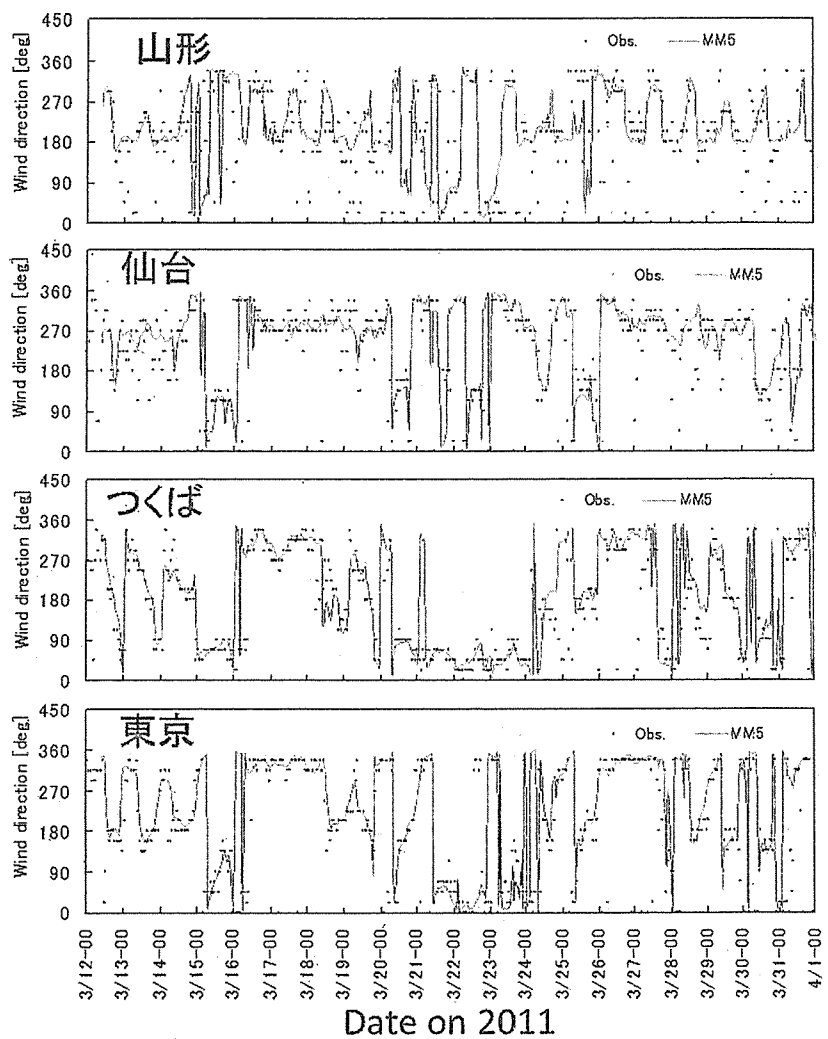


図 4.2-3 地上観測の風向と計算値の比較

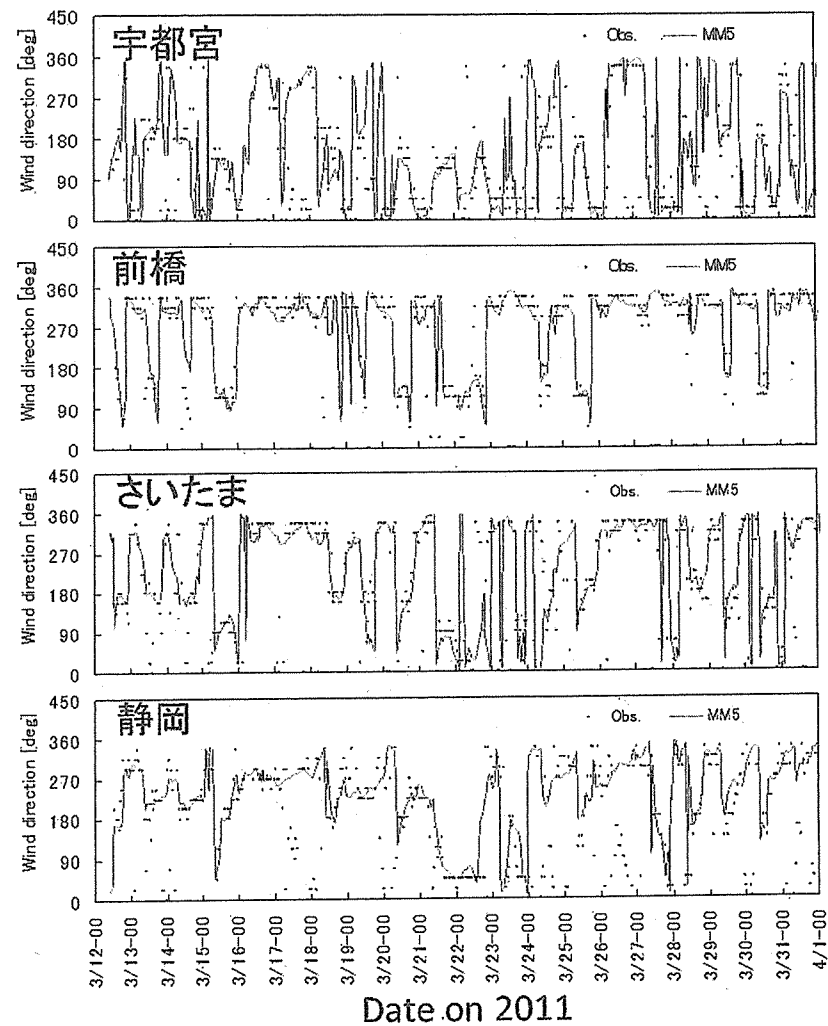


図 4.2-3 地上観測の風向と計算値の比較 (つづき)

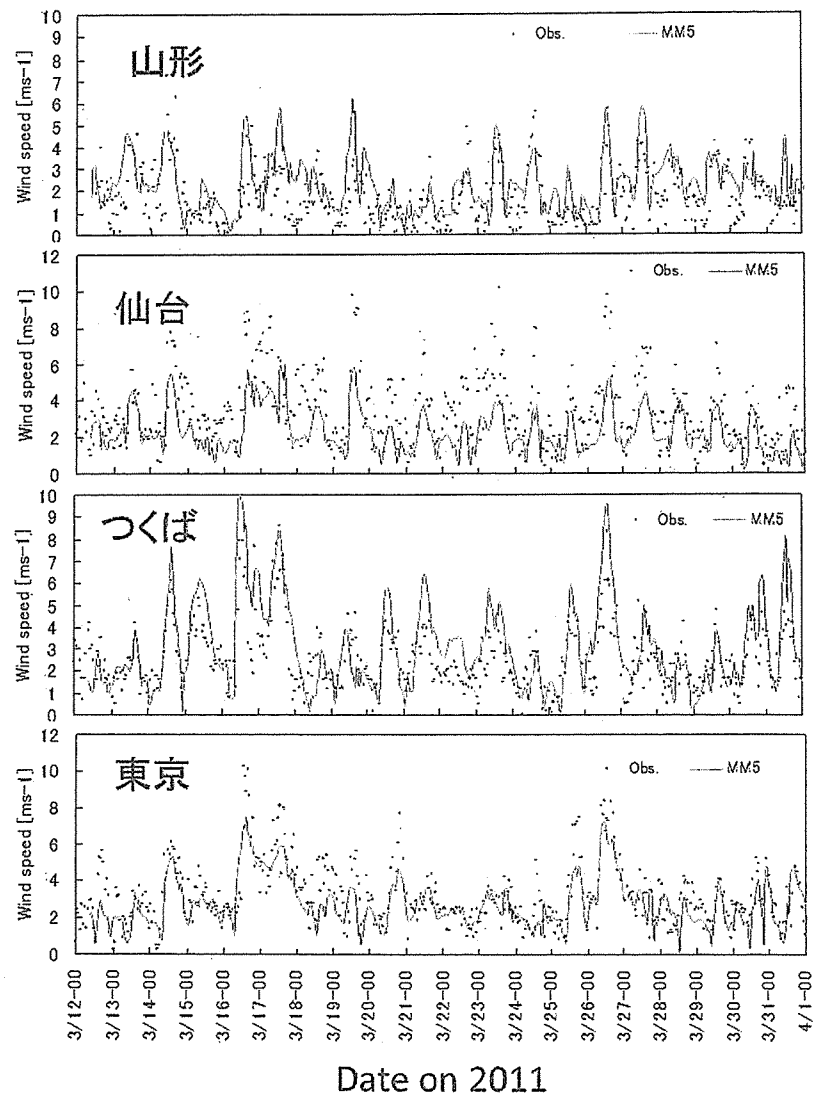


図 4.2-4 地上観測の風速と計算値の比較

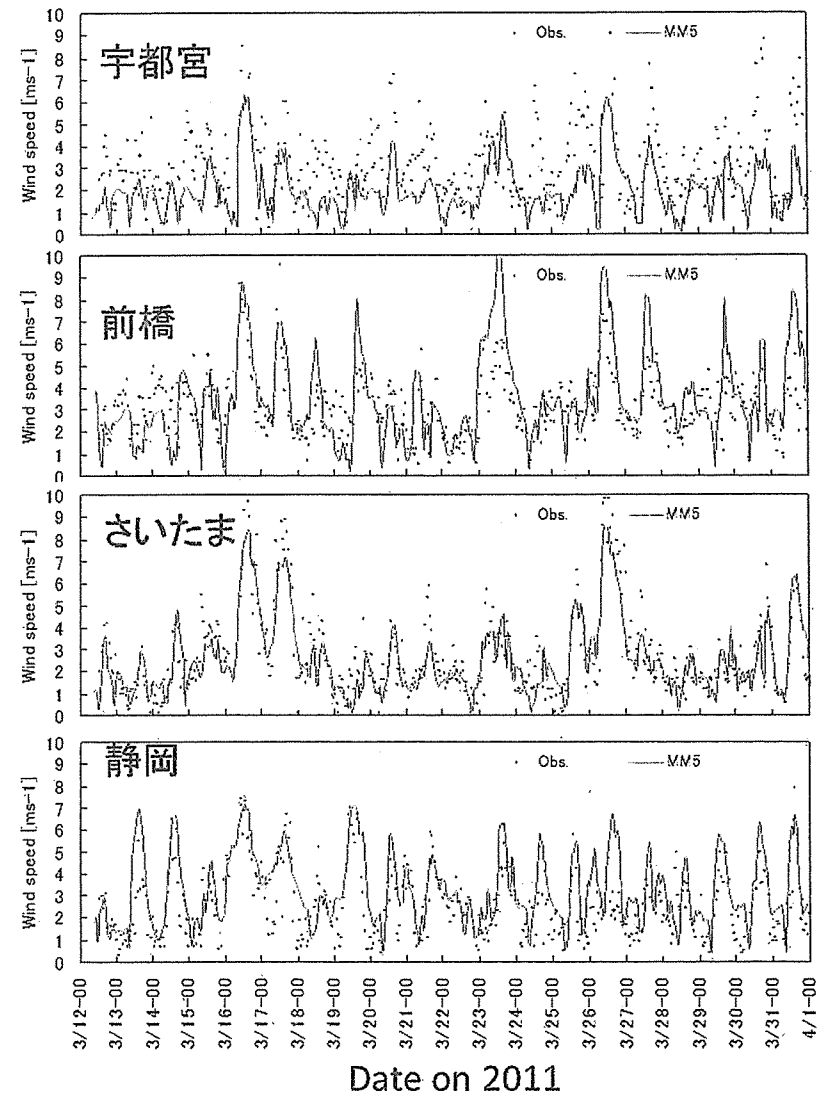


図 4.2-4 地上観測の風速と計算値の比較 (つづき)

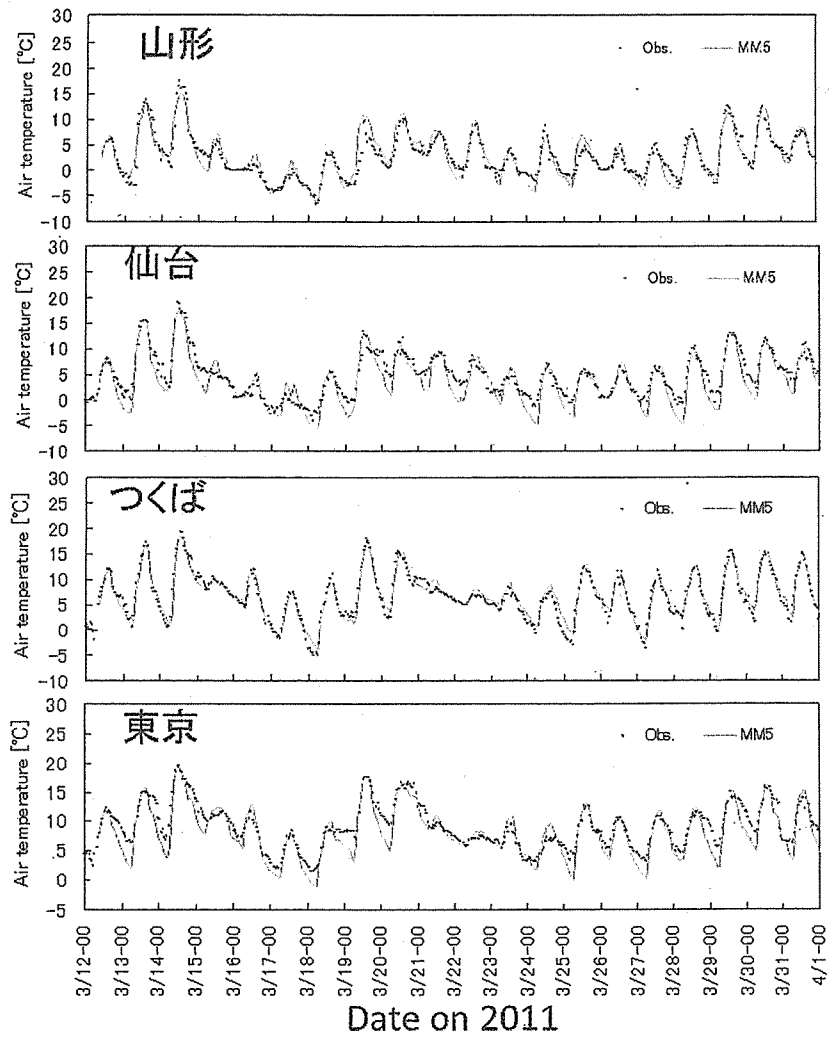


図 4.2-5 地上観測の気温と計算値の比較

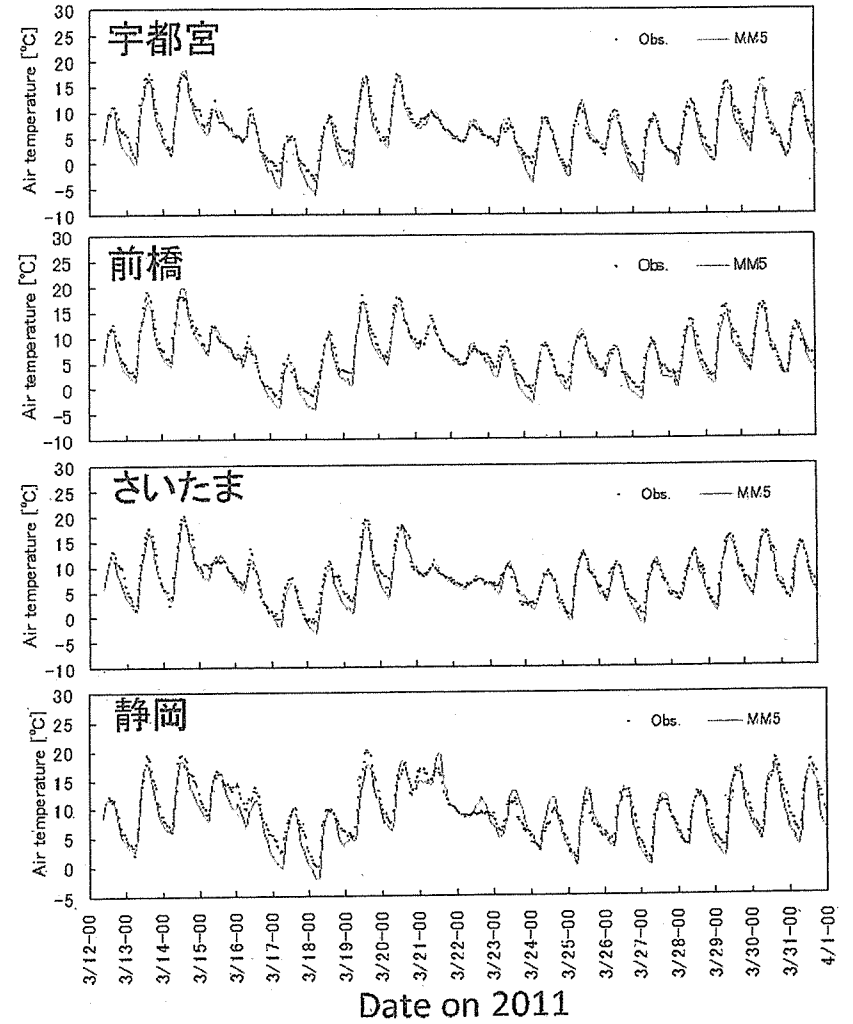


図 4.2-5 地上観測の気温と計算値の比較 (つづき)

表 4.2-1 放射性核種の代表粒径

Radionuclides	Aerodynamic diameter (mm)		Sources of accident	Place	Reference
	Average	Range			
Cs-134, Cs-137	0.58	0.53 – 0.63	FNPP1*	Tsukuba, Japan	Kaneyasu et al. (2012)
Cs-137	0.44	0.32 – 0.56	FNPP1*	Fukushima, Japan	反町ら (2012)
Cs-137	0.68	–	Chernobyl	–	Baklanov and Sorensen (2001)
Cs-134	0.59	–	Chernobyl	–	Baklanov and Sorensen (2001)
I-131	0.48	–	Chernobyl	–	Baklanov and Sorensen (2001)
Te-132	0.81	–	Chernobyl	–	Baklanov and Sorensen (2001)
Cs-137	0.79	0.65 – 0.93	Chernobyl	–	Jylhä (1991)
Particulate iodine	0.45	0.33 – 0.57	Chernobyl	–	Jylhä (1991)

*Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant

表 4.2-2 放射性核種の乾性沈着速度

Radionuclides	Deposition velocity, v_d (cm s ⁻¹)	Particle diameter (μ m)	Land surface	Reference
Gaseous elemental iodine	0.6	–	Grass	Baklanov and Sorensen (2001)
	0.1 – 2.0	–	Grass	Sehmel (1980)
Particulate iodine	0.1	0.48	Grass	Baklanov and Sorensen (2001)
	Cs-137	0.05	Grass	Baklanov (1999), Garland (2001)
Cs-134	0.1	0.68	Grass	Baklanov and Sorensen (2001)
	0.04 – 0.5	–	Grass	Sehmel (1980)
	0.12	0.59	Grass	Baklanov and Sorensen (2001)
Other aerosols	0.2	Accumulation mode	Grass	Raes et al. (1991)

表 4.2-3 放射性核種の湿性沈着パラメータ

Radionuclides	α	β	Particle diameter (μ m)	Reference
Gaseous elemental iodine	8.0×10^{-5}	0.6	–	Brenk and Vogt (1981)
	8.2×10^{-5}	0.6	–	Belot et al. (1988), Caput et al. (1993)
Particulate I-131	7.0×10^{-5}	0.69	–	Jylhä (1991)
Particulate I-133	1.6×10^{-5}	0.5	–	Jylhä (1991)
Particulate Cs-137	3.4×10^{-5}	0.59	–	Jylhä (1991)
Particulate Cs-134	2.8×10^{-5}	0.5	–	Jylhä (1991)
Aerosols	1.2×10^{-4}	0.5	1.0	Brenk and Vogt (1981)
	4.0×10^{-5}	1.0	< 1.0	Belot et al. (1988), Caput et al. (1993)

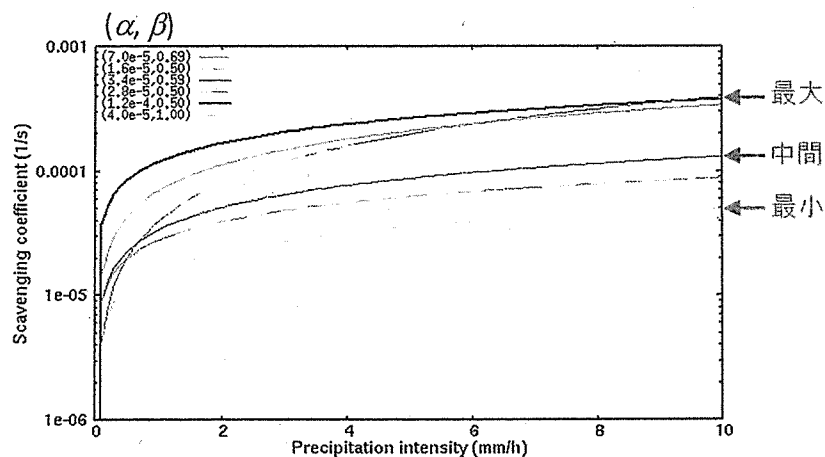


図 4.2-6 洗淨係数の降水強度に対する変化

表 4.2-4 大気拡散解析で使用する放射性核種の沈着パラメータ

Radionuclides	v_d (cm s ⁻¹)	α	β
Gaseous iodine	0.6	8.0×10^{-5}	0.60
Particulate iodine and cesium	(Max)	1.2×10^{-4}	0.50
	(Mid)	3.4×10^{-5}	0.59
	(Min)	1.6×10^{-5}	0.50

4.3 大気拡散シミュレーション結果の評価

WSPEEDI で計算した空間線量率、空气中核種濃度、および ¹³⁷Cs 沈着量分布と測定値を比較することにより、予測精度を評価した。大気中に放出された放射性物質の拡散と地表汚染形成過程については、公開ワークショップ「福島第一原子力発電所事故による環境放出と拡散プロセスの再構築」(原子力機構, 2012) における参加機関の議論により、航空機モニタリングで測定された ¹³⁷Cs 沈着量分布を形成した主要なプルームの動きと沈着過程を以下のようにまとめた。また、その様子を図 4.3-1 に示す。

- ① 3月12日：南相馬を通過して海上に流れ、女川原子力発電所周辺を通過し乾性沈着。
- ② 3月15日：未明に放出されたプルームが沿岸部を南下し、いわき市から茨城県北部で乾性沈着。
- ③ 3月15-16日：上記が茨城付近から関東平野内陸部に流れ、群馬県、栃木県で湿性沈着。午前中に放出されたプルームは南西から西方に流れ、福島県中通りで湿性沈着。午後には放出された高濃度プルームが原子力発電所北西方向に流れ湿性沈着し、高線量地域を形成。
- ④ 3月20日：北西方向に流れた後北東に向かい、宮城県北部から岩手県南部を通過する際に湿性沈着。
- ⑤ 3月21日：海上を南下し、茨城県南部から千葉県北西部を通過する際に湿性沈着し、この地域のホットスポットを形成。

ここでは、この結果をベースに、プルーム通過およびその際の沈着の再現性について評価を行う。

(1) 空間線量率・空气中核種濃度時系列との比較

空間線量率と空气中核種濃度の比較に用いたデータの測定地点を図 4.3-2 および表 4.3-1 に示す。空間線量率の時系列の比較においては、①の事象については、南相馬における測定値との比較(図 4.3-3)、②の事象については、第二原発、いわき、北茨城、および水戸における測定値との比較(図 4.3-4)、③の事象については、さいたま、甲府、宇都宮、および前橋における測定値との比較(図 4.3-5)、および郡山、飯館、福島、および南相馬における測定値との比較(図 4.3-6) ⑤の事象については、第二原発、いわき、北茨城、および水戸における測定値との比較(図 4.3-7) を、代表的な例として示す。

この比較においては、測定地点に該当する計算格子の他に、測定地点から 3 km または 9 km の範囲に含まれる計算格子の値も示している。これは、空間で離散的な測定データとの比較では、プルームの通過位置がわずかにずれただけでも測定値の再現性が大きく低下することを考慮して、そのようなケースとずれの程度を把握するために行ったものである。これらの結果から、東日本の各地点での時間変化は概ね再現できているが、期間や地域によっては、プルーム通過時刻に 2、3 時間程度のずれがあるケースや、通過位置が数メッシュずれているケースがあることがわかる。また、3月15日夜中から16日に南下したプ

ームについては、図 4.3-8 に示すように、東海上に大きくずれた予測となっており、実測データの再現性が低い。このケースについては気象場計算の再現性向上が必要であり、拡散計算における設定による改善は期待できない。気象場計算の再現性向上のためのモデル改良および計算手法の検討は、今後の課題である。大気拡散シミュレーション結果を用いた被ばく線量評価においては、このようなブルーム通過の時間空間的なずれによる不確実性を考慮する必要がある。

空気中核種濃度の時系列については、東海村（JAEA）における 3 月 14 日～17 日と 20 日～21 日のブルーム通過時の ^{131}I 大気中濃度測定値と計算値の比較を図 4.3-9 に示す。この比較においても、測定地点に該当する計算格子の他に、測定地点から 18 km の範囲に含まれる計算格子の値も示している。時間変化の再現性は空間線量率と同様な傾向であったが、定量的には過小評価となっているケースもあり、放出源条件の不確実性の影響も示唆される。

(2) ^{137}Cs 沈着量分布との比較

航空機モニタリングによる ^{137}Cs 沈着量分布との比較においては、WSPEEDI のオリジナル版では、測定値をファクター10 の範囲で再現しているが、宮城県における過大評価と群馬県および栃木県における過小評価があった（図 4.3-10）。なお、放出源条件の不確実性の影響を評価する上での参考として実施した他の 2 つの放出源条件による沈着量分布も示したが、基本放出源条件を用いた場合の方が実測値の再現性が高く、妥当な条件であるといえる。

前述の「4.2(2) 拡散計算における沈着過程の検討」を反映した解析結果により、 ^{137}Cs 沈着量分布の計算結果がどの程度変化するかを図 4.3-11 に示す。湿性沈着過程において、粒子状物質の最大洗浄係数を用いることで群馬県と栃木県における過小評価が、氷相の洗浄係数を 1/10 にすることにより宮城県における過大評価が、それぞれ改善されることがわかる。宮城県における過大評価については、計算では 3 月 15 日に放出された高濃度ブルームが上空を通過し、雪に取り込まれて沈着していたことから、氷相の洗浄係数が小さくなることにより、沈着量が減少して改善した。この結果から、氷相の洗浄係数を小さくしたケースにおいて、放出タイミングに応じて粒子の状態が変化すると仮定し、洗浄係数を最大から最小の間で変化させることにより、沈着量分布の再現性をさらに向上できることが示唆される。その 1 例として、3 月 16 日までは最大の洗浄係数、それ以降最小の洗浄係数を用いることで再現性が向上したケースを図 4.3-12 に示す。今後、大気中核種の存在形態と沈着過程を解明することで、モデルの予測精度を向上することが期待される。

拡散計算における沈着過程の変更により、航空機モニタリングによる ^{137}Cs 沈着量分布の再現性が向上可能であることが示されたが、これにより内部被ばく線量評価に使用する地上付近の大気中核種濃度計算にどの程度の影響があるかを調べてみた。ここでは、最大限の影響の幅を把握するために、放射性核種が全てガス状のケースと全て粒子状のケース

の相違（図 4.3-13）、氷相の洗浄係数を 1/10 にすることによる相違（図 4.3-14）、さらに粒子状における最大洗浄係数のケースと最小洗浄係数のケースの相違（図 4.3-15）を、地上付近の大気中濃度積算値の比較により示す。

放射性核種が全てガス状から全て粒子状に変更（図 4.3-13）することにより、沈着量が大幅に増加しているが、地上付近の大気中濃度積算値も大きく増加している。これは、沈着により大気中の放射性核種が除去されることを考えると、除去量が増えたのに濃度も増えているという一見矛盾する結果となっているが、沈着過程の相違と除去量の 3 次元的な分布に起因する妥当な結果である。表 4.2-4 にまとめた沈着パラメータを用いると、放射性核種が全てガス状の場合、粒子状に比べて乾性沈着速度が 6 倍であるが、降水による洗浄係数は粒子状の最大ケースより小さい。このため、放射性核種が全てガス状から全て粒子状になると、乾性沈着は大幅に減少するが湿性沈着は増加することになる。湿性沈着では雲および降水により上空の大気からも放射性核種が除去され沈着量も多くなるのに対して、乾性沈着では地上付近の大気中核種が除去されて沈着することにより、沈着量は少なくとも地上付近の大気中濃度についての減少は大きくなるためである。従って、放射性ヨウ素については、ガス状と粒子状の割合が変わることにより、地上付近の大気中濃度が大きく変わるため、内部被ばく線量評価への影響が大きくなる。

氷相の洗浄係数を 1/10 に変更（図 4.3-14）することにより、 ^{137}Cs 沈着量分布の宮城県における過大評価が改善されるが、地上付近の大気中濃度積算値はほとんど変化していない。これは、氷相による洗浄過程変更の影響は、気温が低い上空のブルームに限定されるため、地上付近の大気中濃度はほとんど変わらなかったためである。したがって、氷相の洗浄係数変更による ^{137}Cs 沈着量分布の再現性向上は、内部被ばく線量評価に対してはほとんど影響しないと考えられる。

粒子状における最大洗浄係数と最小洗浄係数の相違（図 4.3-15）では、沈着量の減少に伴い地上付近の大気中濃度積算値が増加するという、通常想定される結果となっている。特に、③3 月 15-16 日および⑤3 月 21 日のブルーム通過時に湿性沈着が支配的になっていた地域において、沈着量および地上付近の大気中濃度積算値の変化割合が大きくなっており、内部被ばく線量評価において注意が必要である。

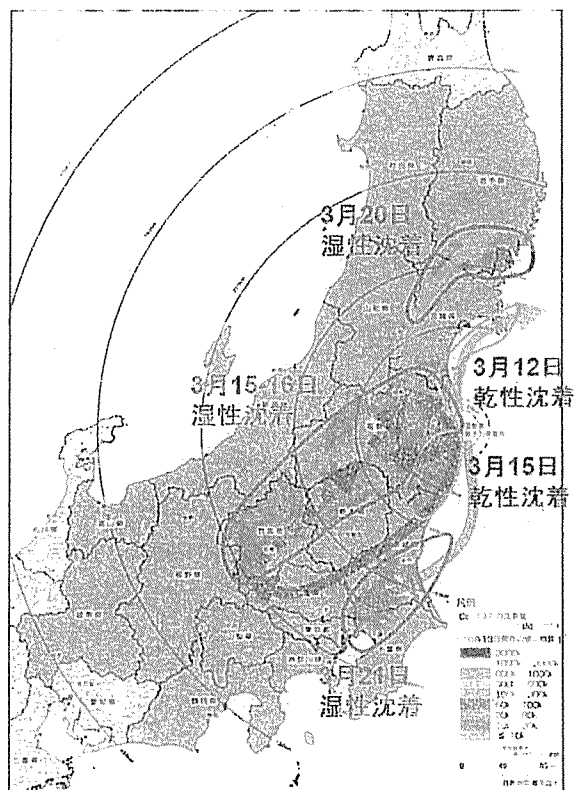


図 4.3-1 ^{137}Cs 沈着量分布を形成した主要なプルームの動きと沈着過程

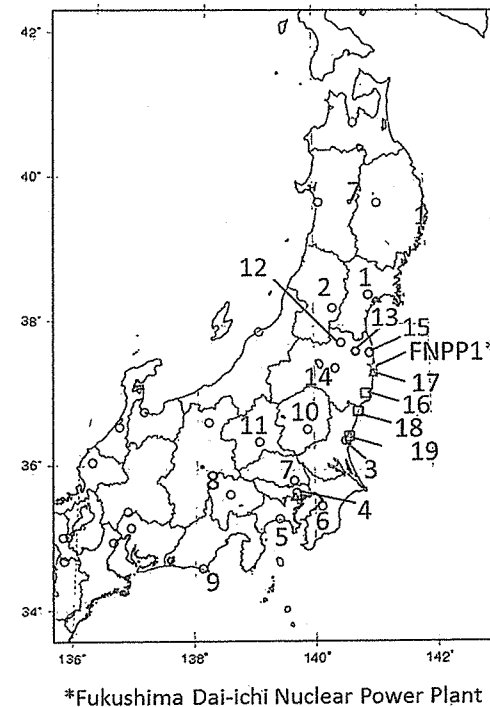


図 4.3-2 空間線量率と空气中核種濃度の比較に用いたデータの測定地点

表 4.3-1 空間線量率と空气中核種濃度の比較に用いたデータの測定地点

No.	Data	Sampling sites	Prefectures	Data sources
1	Air dose rate	Sendai	Miyagi	MEXT
2		Yamagata	Yamagata	MEXT
3		Mito	Ibaraki	MEXT
4		Shinjuku	Tokyo	MEXT
5		Chigasaki	Kanagawa	MEXT
6		Ichihara	Chiba	MEXT
7		Saitama	Saitama	MEXT
8		Koufu	Yamanashi	MEXT
9		Shizuoka	Shizuoka	MEXT
10		Utsunomiya	Tochigi	MEXT
11		Maebashi	Gunma	MEXT
12		Fukushima	Fukushima	Fukushima Pref.
13		Iitate	Fukushima	Fukushima Pref.
14		Koriyama	Fukushima	Fukushima Pref.
15		Minami-soma	Fukushima	Fukushima Pref.
16		Iwakishi-taira	Fukushima	Fukushima Pref.
17		FNNP2**	Fukushima	TEPCO
18		Kita-ibaraki	Ibaraki	Ibaraki Pref.
19	Dust sampling	JAEA Tokai	Ibaraki	JAEA (JAERI, JNC)

**Fukushima Dai-ni Nuclear Power Plant

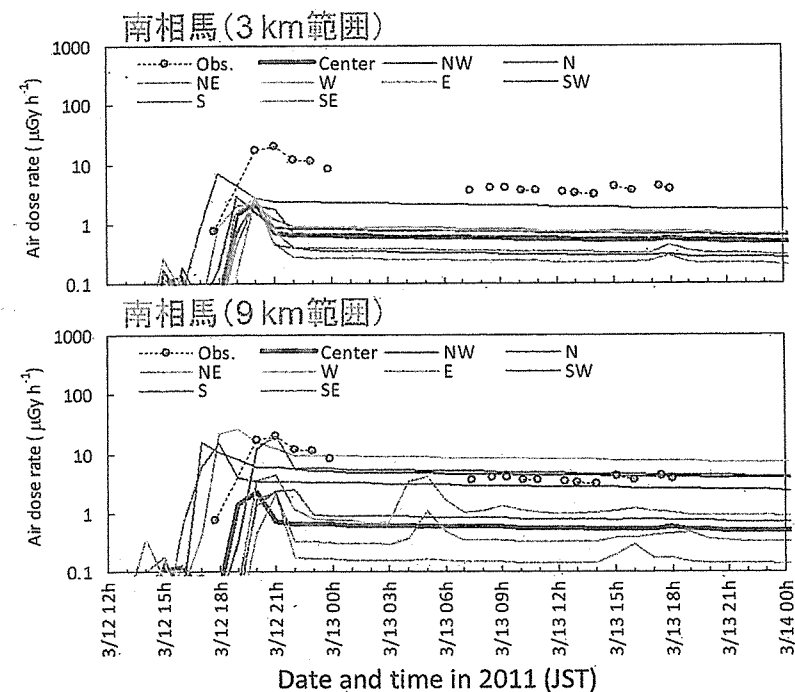


図 4.3-3 南相馬における 3 月 12 日のプルーム通過時の線量測定値と計算値の比較 (計算値は、観測点の格子と 3 km および 9 km 範囲内の格子の値を示している。)

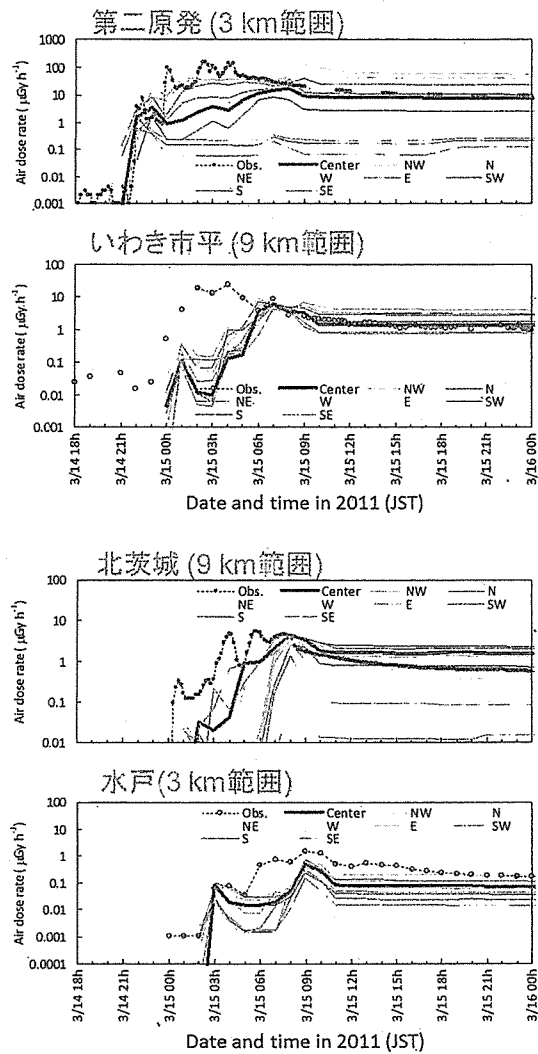


図 4.3-4 第二原発、いわき、北茨城、および水戸における 3 月 15 日のプルーム通過時の線量測定値と計算値の比較 (計算値は、観測点の格子と 3 km または 9 km 範囲内の格子の値を示している。)

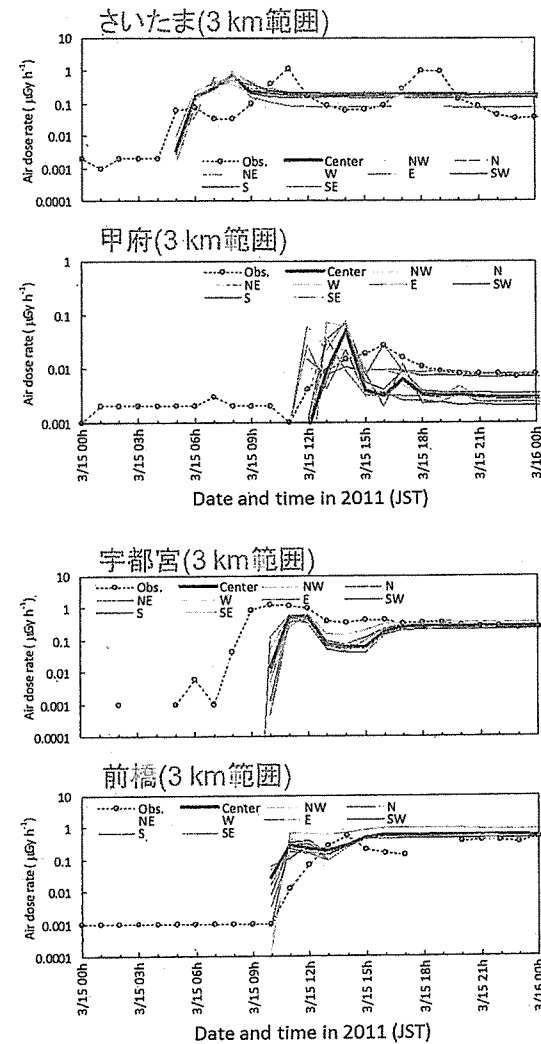


図 4.3-5 さいたま、甲府、宇都宮、および前橋における 3 月 15 日のプルーム通過時の線量測定値と計算値の比較 (計算値は、観測点の格子と 3 km 範囲内の格子の値を示している。)

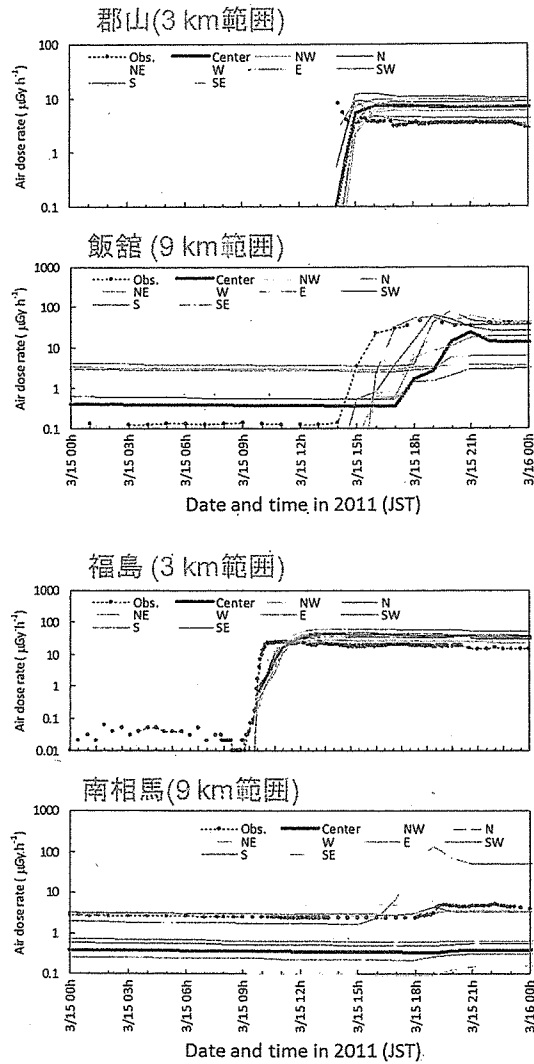


図 4.3-6 郡山、飯館、福島、および南相馬における 3 月 15 日のプルーム通過時の線量測定値と計算値の比較（計算値は、観測点の格子と 3 km または 9 km 範囲内の格子の値を示している。）

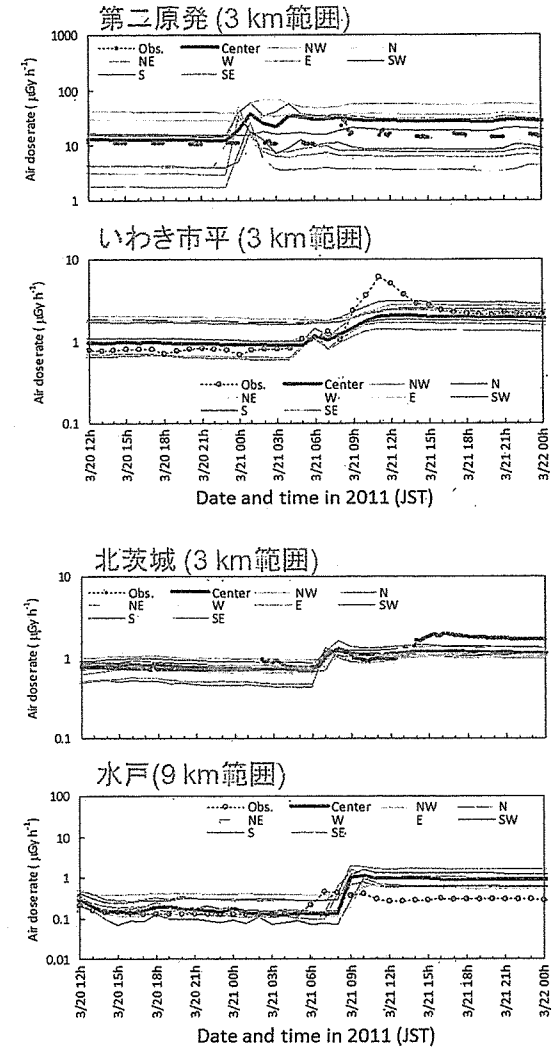
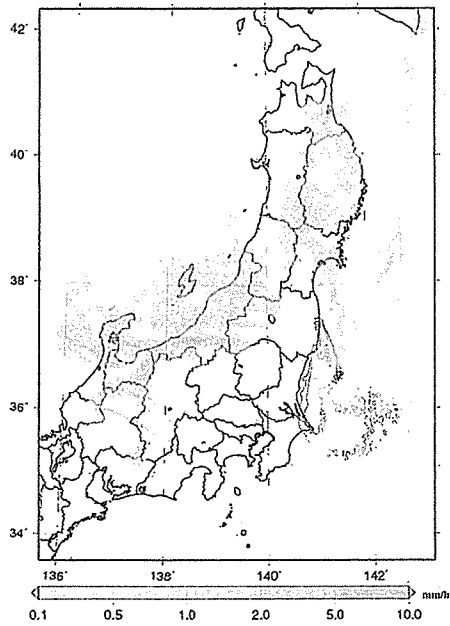


図 4.3-7 第二原発、いわき、北茨城、および水戸における 3 月 15 日のプルーム通過時の線量測定値と計算値の比較（計算値は、観測点の格子と 3 km または 9 km 範囲内の格子の値を示している。）

9:00 JST on 16 March



いわき市平 (18 km範囲)

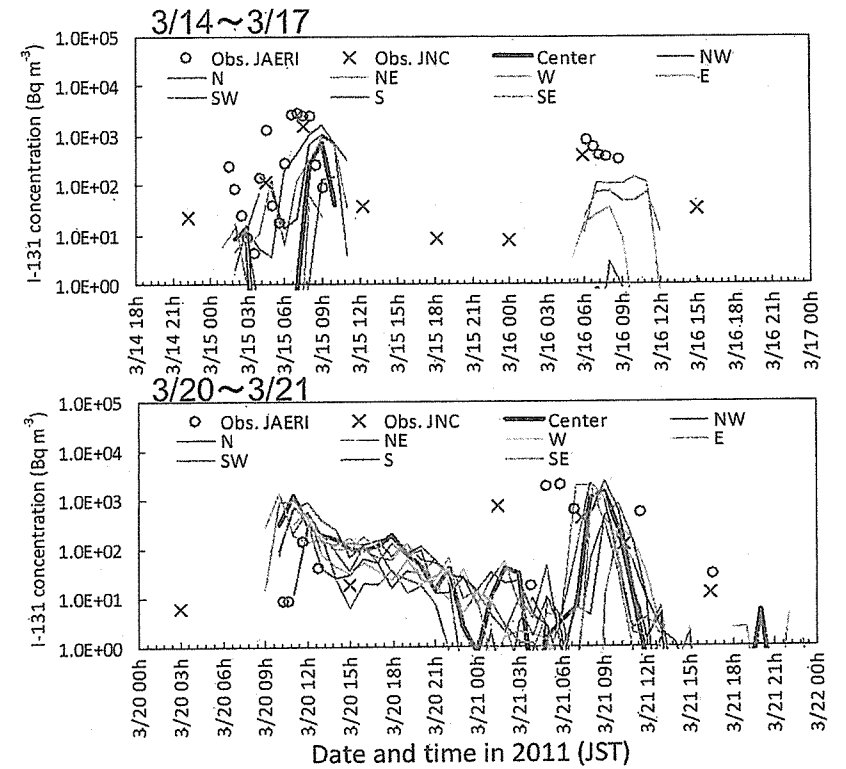
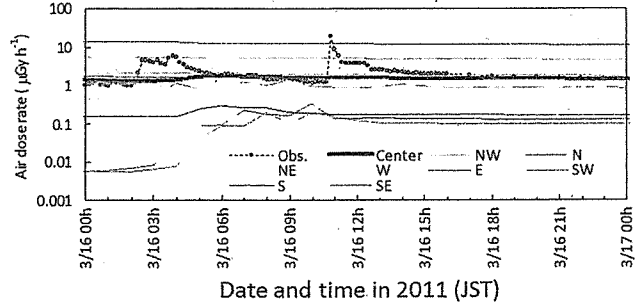


図 4.3-9 東海村 (JAEA) における 3 月 14 日～17 日と 20 日～21 日のプルーム通過時の ^{131}I 大気中濃度測定値と計算値の比較 (計算値は、観測点の格子と 18 km 範囲内の格子の値を示している。)

図 4.3-8 上: 大気拡散計算による ^{131}I 地上濃度分布 (赤色コンター) と降水量分布 (青から紫の面塗)、下: いわきにおける 3 月 16 日のプルーム通過時の線量測定値と計算値の比較 (計算値は、観測点の格子と 18 km 範囲内の格子の値を示している。)

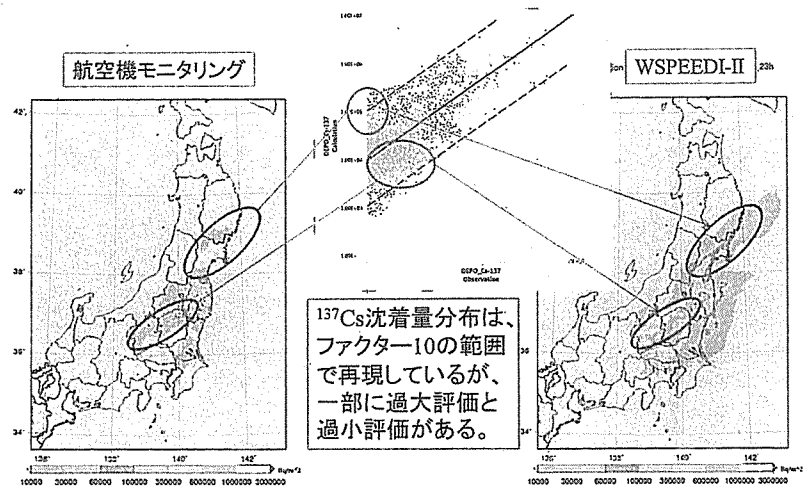


図 4.3-10 航空機モニタリングによる¹³⁷Cs沈着量分布とWSPEEDIによる基本放出源条件および他の放出源条件2 ケースによる計算値の比較

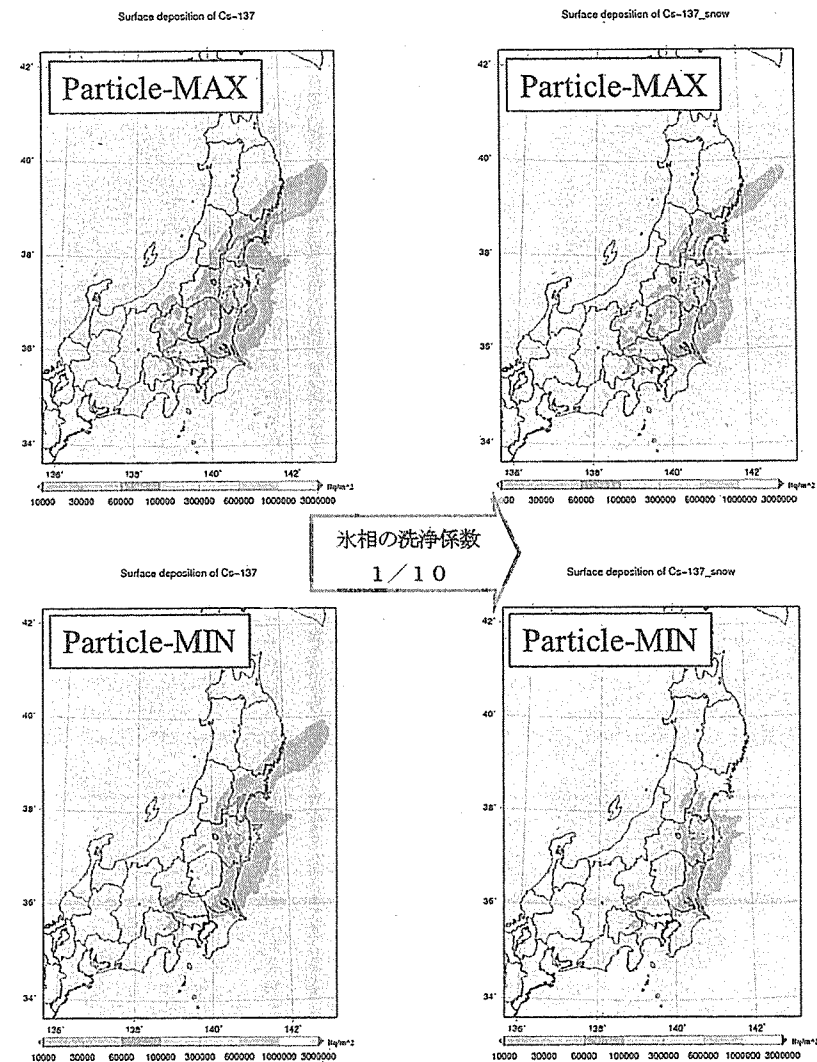


図 4.3-11 湿性沈着過程の変更による¹³⁷Cs沈着量分布計算値の変化

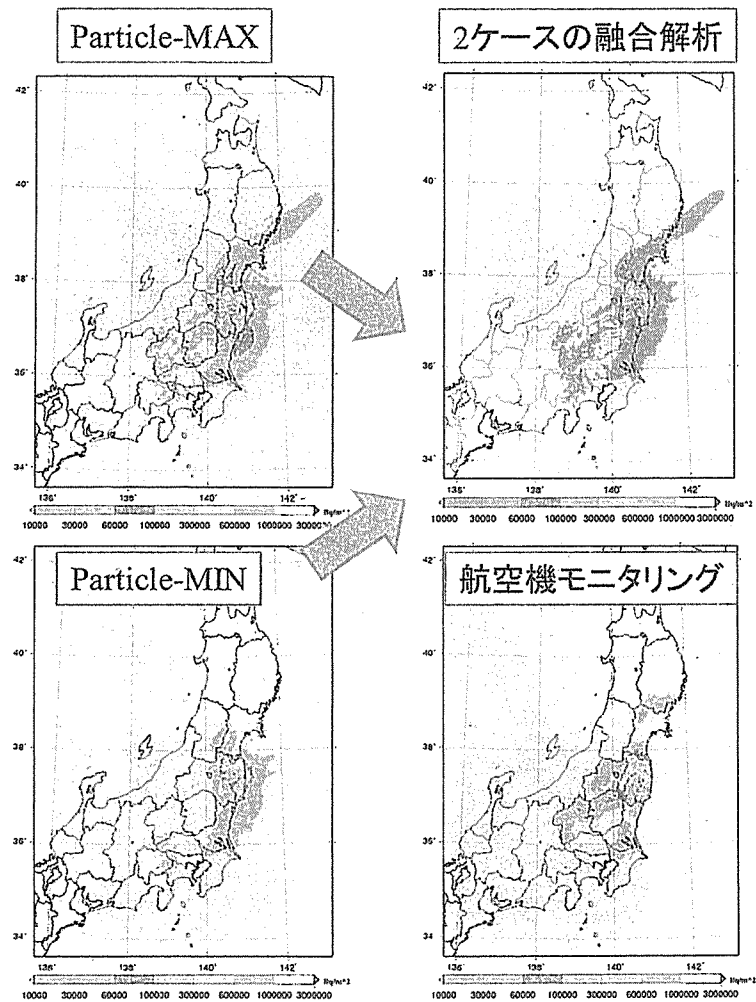


図 4.3-12 湿性沈着過程の変更による¹³⁷Cs 沈着量分布計算値の再現性向上

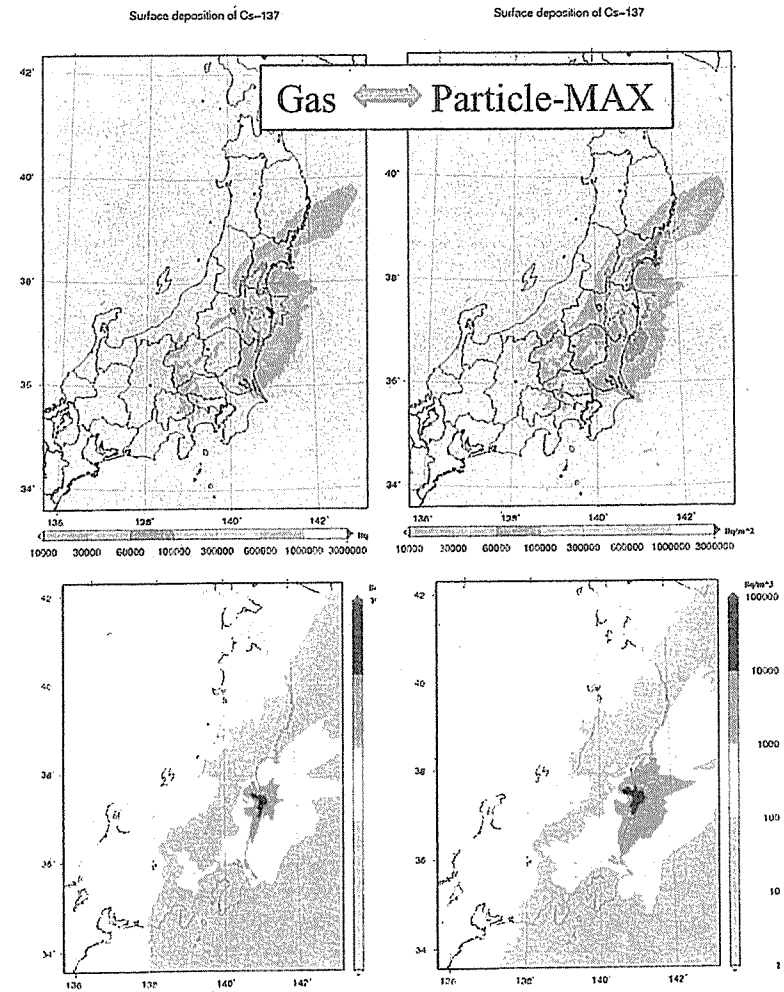


図 4.3-13 湿性沈着過程の相違（全てガス状と全て粒子状）による地上付近の大気中濃度積算値への影響（上：沈着量分布、下：地上付近の大気中濃度積算値）

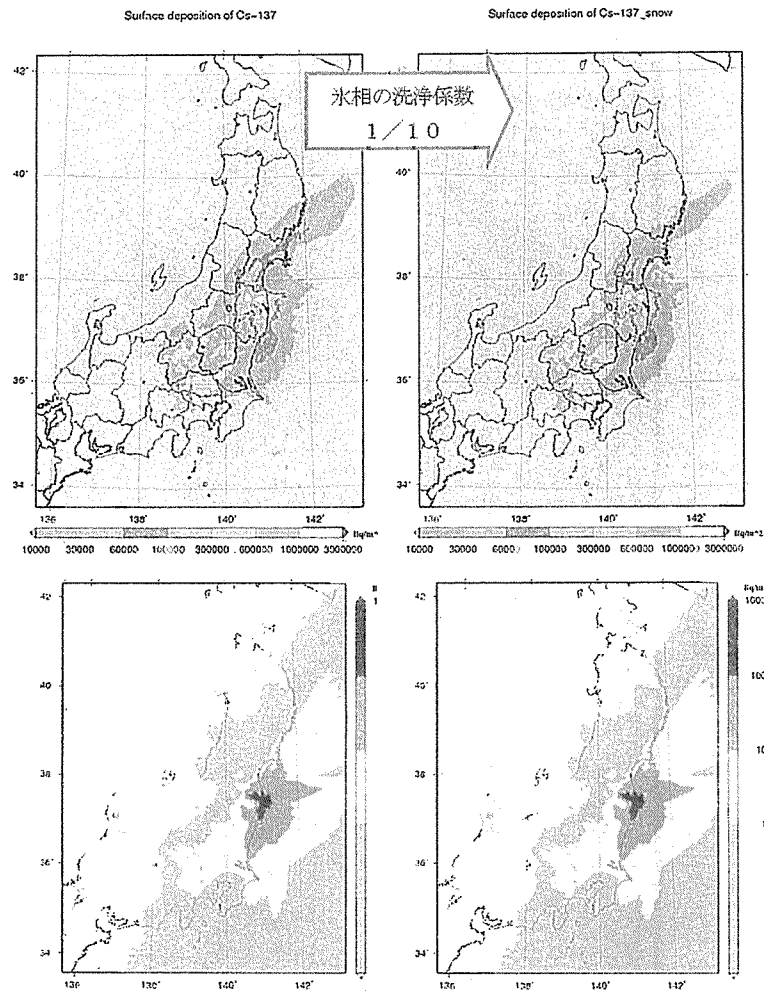


図 4.3-14 湿性沈着過程の相違（氷相の洗浄係数を1/10に変更）による地上付近の大気中濃度積算値への影響（上：沈着量分布、下：地上付近の大気中濃度積算値）

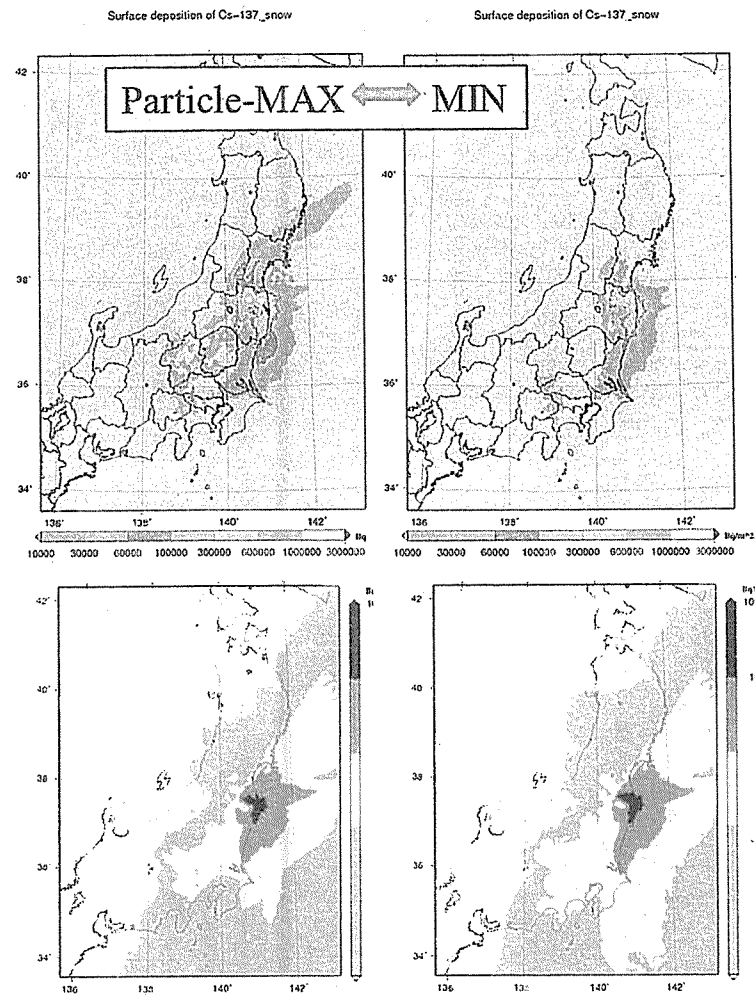


図 4.3-15 湿性沈着過程の相違（粒子状における最大洗浄係数と最小洗浄係数）による地上付近の大気中濃度積算値への影響（上：沈着量分布、下：地上付近の大気中濃度積算値）

4.4 時系列大気中放射性物質濃度マップの構築

WSPEEDIの大気拡散シミュレーションで計算した地上付近の核種毎の大気中濃度分布および地表沈着量分布を、水平方向（東西・南北それぞれ）の3km間隔、毎時刻（正時～正時の1時間における平均値）で出力し、時系列大気中放射性物質濃度マップを作成した。この際に、図4.4-1に示すように計算手法を工夫し、大気拡散計算は単位放出条件により実行し、後から放出源条件を設定可能なデータベース形式の出力とした。また、前述の「4.2(2) 拡散計算における沈着過程の検討」を反映した解析結果により、ガス状や粒子状の物質に対するパラメータを設定したケース毎にデータベースを作成し、各ケースの結合により、任意のガス・粒子割合を対象とした拡散解析結果を作成可能とした。

データベースの作成方法は、「4.1(1)放出率時間変化の設定」により設定した核種ごとの放出率時間変化（表4.1-2）において、放出率が一定の1区分（例えば、第1区分は3月11日20:00UTC～3月12日00:30UTCで、全部で30区分ある。）について、その期間だけ全核種ともに単位放出率（1Bq h⁻¹）で放出した計算を実行し、大気中濃度、沈着の計算値の有無にかかわらず全対象期間について1時間間隔で核種ごとの濃度、沈着量、空間線量率の計算結果を出力する。この計算を放出率一定の30区分全てについて実行し、出力結果を放出率一定の区分と関連づけたディレクトリ構成で格納しデータベース化する。データベースから設定した放出源条件の計算結果を作成する際には、放出率一定の各区分について設定された各核種の放出率を、その区分に関連付けられたディレクトリに格納された全時刻・核種ごとの濃度、沈着量、空間線量率の出力結果に乗じた後、同一時刻の出力結果を合算する。これにより、初めに放出源条件を設定して拡散計算を実行した場合とほぼ一致する出力が得られることを確認している。

この計算方法により、モデルパラメータを変更した各ケースについてもデータベース化を行い、以下の9ケースのデータベースを作成した。

- ・ケース0：WSPEEDIオリジナルモデル
- ・ケース1：放射性核種が全てガス状
- ・ケース2：放射性核種が全て粒子状で最大の洗浄係数
- ・ケース3：放射性核種が全て粒子状で中間の洗浄係数
- ・ケース4：放射性核種が全て粒子状で最小の洗浄係数
- ・ケース5：氷相を考慮し、放射性核種が全てガス状
- ・ケース6：氷相を考慮し、放射性核種が全て粒子状で最大の洗浄係数
- ・ケース7：氷相を考慮し、放射性核種が全て粒子状で中間の洗浄係数
- ・ケース8：氷相を考慮し、放射性核種が全て粒子状で最小の洗浄係数

これらの各ケースに適用する放出源条件を調整して作成した各ケースの出力結果を融合することにより、任意のガス・粒子割合を対象とした拡散解析結果の作成が可能となる。

データベースの構成と設定した放出源条件の計算結果の作成方法については、付録に記載した。このデータベースを用いて作成した、評価対象核種¹³¹I、¹³⁷Cs、¹³³I、¹³²Teそれぞれについての地上付近の大気中濃度積算値を図4.4-2に示す。ここでは、基本放出源条件とともに、「4.1(2)放出源条件の不確実性」における検討結果に基づき、ブルームが陸上に流れた期間の放出率を3倍とした不確実性の影響が最大となるケースを示した。これらのケースの他に、データベースを用いて、様々な放出源条件、核種組成、ガス・粒子割合での濃度分布を作成し、それぞれのケースによる内部被ばく線量評価を行うことで、大気拡散シミュレーションを用いた内部被ばく線量評価の不確実性を調べるができる。また、これらの結果を活用し、大気拡散計算における沈着過程の改良や放出源条件の精査を行うことで、拡散解析およびそれを用いた内部被ばく線量評価の精度向上を図ることが今後の課題である。

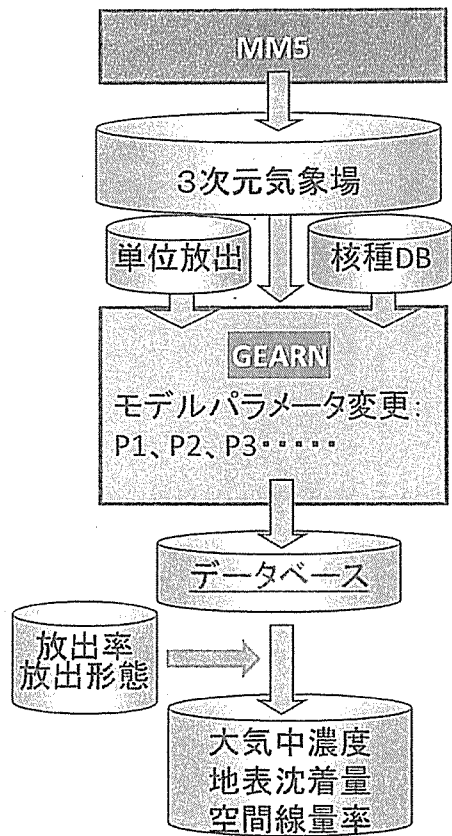


図4.4-1 時系列大気中放射性物質濃度マップ作成時の大気拡散モデルの計算フロー

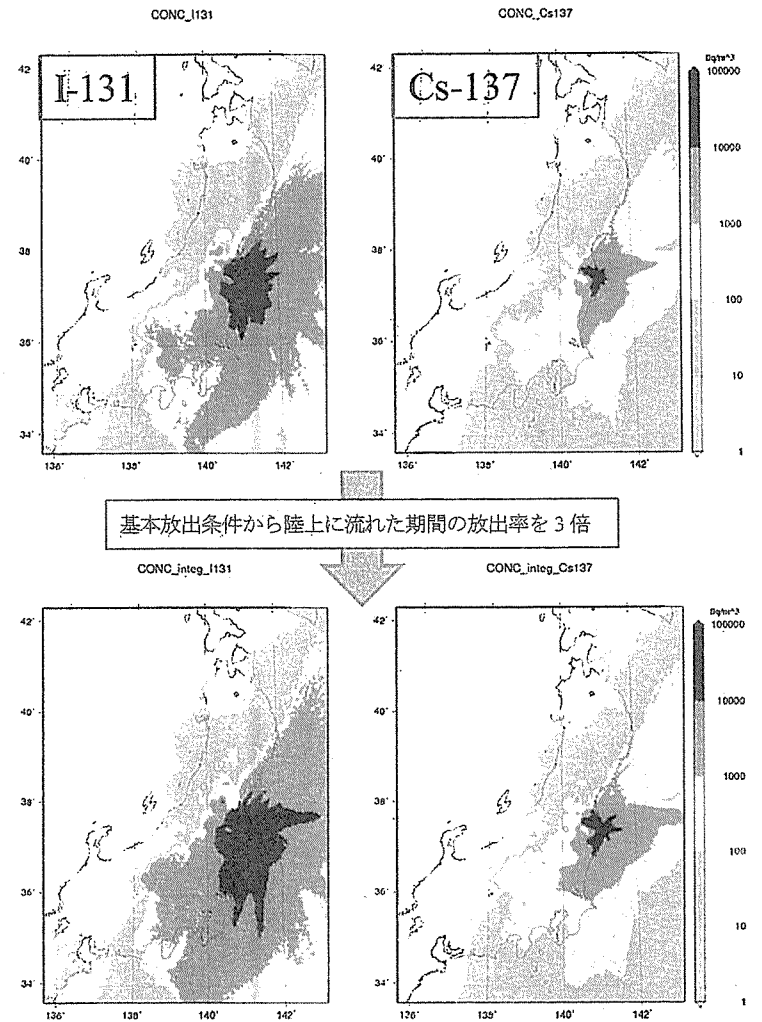


図4.4-2 放出源条件の不確実性の地上付近の大気中濃度積算値への影響

参考文献 (第4章)

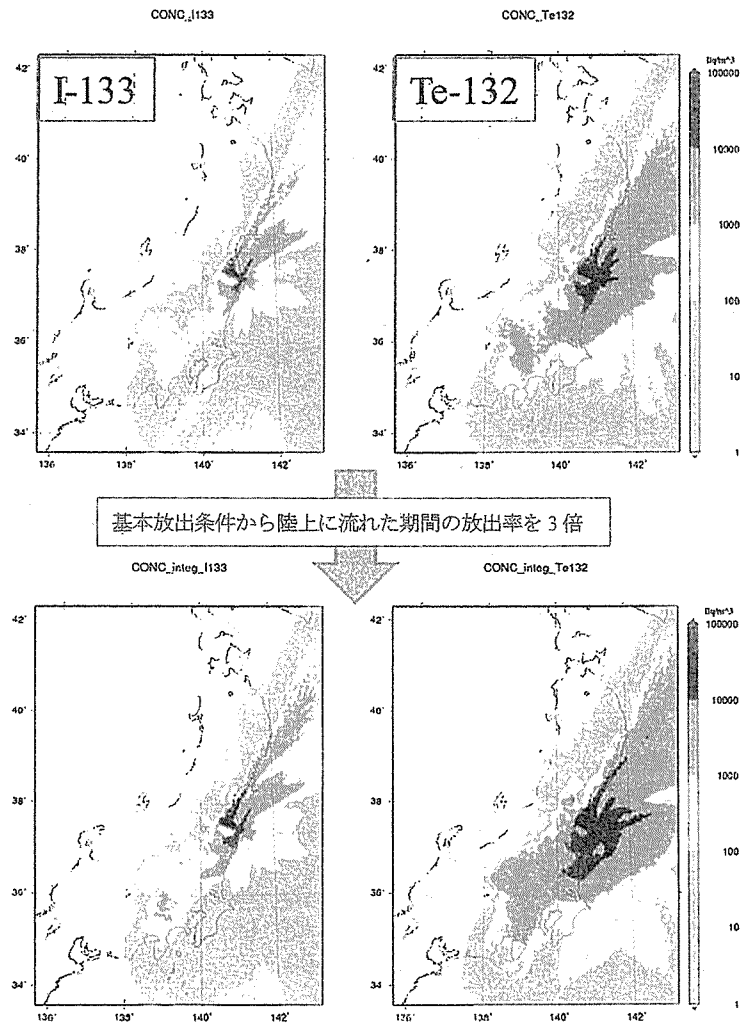


図4.4-2 放出源条件の不確実性の地上付近の大気中濃度積算値への影響 (つづき)

Baklanov, A.: Parameterisation of the deposition processes and radioactive decay: A review and some preliminary results by the DERMA model, DMI Scientific Report, No. 99-4, Copenhagen, Denmark (1999).

Baklanov, A. and J.H. Sorensen: Parameterisation of radionuclide deposition in atmosphere long-range transport modeling, *Phys. Chem. Earth.* 26, 787-799 (2001).

Belot, Y., C. Caput, and J. Guenot: Etude bibliographique du lavage par la pluie des radionucléides particulaires et gazeux émis en situation accidentelle, Technical report, IRSN et EDF (1988).

Brenk, H.D., and K.J. Vogt: The calculation of wet deposition from radioactive plumes, *Nuclear Safety*, 22, 362-371 (1981).

Caput, C., H. Camus, D. Gauthier, and Y. Belot: Etude expérimentale du lavage de l'iode par la pluie, *Radioprotection*, 28, 15-22 (1993).

Chino, M., H. Nakayama, H. Nagai, H. Terada, G. Katata, and H. Yamazawa: Preliminary estimation of release amount of ^{131}I and ^{137}Cs accidentally discharged from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant into the atmosphere, *J. Nucl. Sci. Technol.*, 48, 1129-1134 (2011).

Chino, M., H. Terada, G. Katata, H. Nagai, H. Nakayama, H. Yamazawa, S. Hirao, T. Ohara, M. Takigawa, H. Hayami, and M. Aoyama: Reconstruction of the atmospheric releases of ^{131}I and ^{137}Cs resulting from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, *Proceedings of the 1st NIRS Symposium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident*, NIRS-M-252, 127-135 (2012).

Garland, J.A.: On the size dependence of particle deposition, *Water Air Soil Pollut Focus* 1, 323-332 (2001).

Hirao, S., H. Hibino, T. Nagae, J. Moriizumi, and H. Yamazawa: Estimation of uncertainty in the release rate of I-131 and Cs-137 from FDNPS estimated from environmental data, *Proceedings of the International Symposium on Environmental monitoring and dose estimation of residents after accident of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Stations* (2012).

Hongisto, M.: HILATAR, A regional scale grid model for the transport of sulphur and nitrogen compounds. Description of the model. Simulation results for the year 1993, *Finnish Meteorological Institute, Helsinki*, No 21 (1988).

Jylhä, K.: Empirical scavenging coefficients of radioactive substances released from Chernobyl, *Atmos. Environ.*, 25A, 263-270 (1991).

Kaneyasu, N., H. Ohashi, F. Suzuki, T. Okuda, and F. Ikemori: Sulfate aerosol as a potential transport medium of radiocesium from the Fukushima nuclear accident, *Environ. Sci. Technol.*, 46, 5720-5726 (2012).

Katata, G., M. Ota, H. Terada, M. Chino, and H. Nagai: Atmospheric discharge and dispersion of

radionuclides during the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. Part I: Source term estimation and local-scale atmospheric dispersion in early phase of the accident, *J. Environ. Radioactiv.*, 109, 103-113 (2012a).

Katata, G., H. Terada, H. Nagai, and M. Chino: Numerical reconstruction of high dose rate zones due to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, *J. Environ. Radioactiv.*, 111, 2-12 (2012b).

Maryon R.H., and D.B. Ryall: Developments to the UK nuclear accident response model (NAME), Department of Environment, UK Met Office, DoE Report # DOE/RAS/96.011 (1996).

Nagai, H., M. Chino, H. Terada, and G. Katata: Atmospheric dispersion simulations of radioactive materials discharged from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant due to accident: Consideration of deposition process, *Proceedings of the 1st NIRS Symposium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident*, NIRS-M-252, 137-149 (2012).

Raes, F., C. Tassone, G. Grippa, N. Zarimpas, and G. Graziani: Updating long-range transport model predictions using real-time monitoring data in case of nuclear accidents with release to the atmosphere, *Atmos. Environ.*, 25A, 2807-2814 (1991).

Sehmel, G.A.: Particle and gas dry deposition: A review, *Atmos. Environ.*, 14, 983-1011 (1980).

Stohl, A., P. Seibert, G. Wotawa, D. Arnold, J.K. Burkhardt, S. Eckhardt, C. Tapia, A. Vargas, and T. J. Yasunari: Xenon-133 and caesium-137 releases into the atmosphere from the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant: determination of the source term, atmospheric dispersion, and deposition, *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 2313-2343 (2012).

Terada, H., G. Katata, M. Chino, and H. Nagai: Atmospheric discharge and dispersion of radionuclides during the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. Part II: Verification of the source term and analysis of regional-scale atmospheric dispersion, *J. Environ. Radioactiv.*, 112, 141-154 (2012).

反町篤行, 岡光昭, 細田正洋, 田副博文, 床次真司: 福島県における放射性エアロゾルの粒径分布測定, 大気環境学会年会講演要旨集, F0071B (2012).

西原健司, 岩元大樹, 須山賢也: 福島第一原子力発電所の燃料組成評価, JAEA-Data/Code 2012-018, 日本原子力研究開発機構 (2012).

日本原子力研究開発機構: 公開ワークショップ「福島第一原子力発電所事故による環境放出と拡散プロセスの再構築」, <http://nsed.jaea.go.jp/ers/environment/envs/index.html> (2012).

平尾茂一, 山澤弘実: 環境モニタリングデータに基づく放射性ヨウ素・セシウムの大気放出量推定, <http://nsed.jaea.go.jp/ers/environment/envs/FukushimaWS/taikihoushutsu1.pdf> (2012).

5. まとめ

本受託事業では、東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、環境中に放出された放射性物質のうち、ヨウ素等の短半減期核種による事故初期段階における内部被ばく線量を評価するために、線量推計に必要な大気中放射性物質濃度の時空間分布データベースを大気拡散シミュレーションにより構築した。

事故時におけるヨウ素等の短半減期核種の放出源条件については、これまでに公表されている情報や文献に基づき調査・整理し、大気拡散計算の入力条件として整備した。計算対象核種は、放出量推計に基づく内部被ばく線量への寄与率を考慮して、 ^{131}I 、 ^{133}I 、 ^{132}Te 、 ^{137}Cs とし、 ^{137}Cs については、沈着量データとの比較に利用することとした。放出率の時間変化は、原子力機構による ^{131}I 、 ^{137}Cs の推定結果を用い、他の短半減期核種 (^{133}I 、 ^{132}Te) は、 ^{131}I 、 ^{137}Cs との放射能比率から設定した。また、この放出率がファクター3程度の幅を持つとして、放出源情報の不確実性の影響評価を行った。

大気拡散シミュレーションは、大気中濃度等を計算する領域を、東西 690 km×南北 960 km、水平方向の空間分解能を、3km とし、対象期間を、平成 23 年 3 月 11 日 00 時から 4 月 30 日 24 時までとした。WSPEEDI で計算した空間線量率、空気中核種濃度、および ^{137}Cs 沈着量分布と測定値を比較することにより、予測精度を評価した。空間線量率の時系列の比較においては、ブルーム通過時刻を 2、3 時間程度の範囲で、通過位置を数メッシュの範囲で概ね再現した。空気中核種濃度の時系列についても時間変化の再現性は同様な傾向であったが、定量的には過小評価となっているケースもあり、放出源条件の不確実性の影響も示唆された。航空機モニタリングによる ^{137}Cs 沈着量分布との比較においては、宮城県における過大評価と群馬県および栃木県における過小評価が、湿性沈着過程の氷相と液相の洗浄率設定を変えることによって改善されることが示された。また、大気中核種の存在形態による乾性沈着速度と洗浄率の違いも考慮した解析を行なった。

上記の大気拡散シミュレーションで計算した地上付近の核種毎の大気中濃度分布および地表沈着量分布を、水平方向 3km 間隔、毎時刻で出力し、時系列大気中放射性物質濃度マップを作成した。この際に、モデル出力方法の工夫により、後から放出源条件を設定し、ガス・粒子割合を対象とした拡散解析結果を作成可能なデータベース形式とした。

以上の解析結果は、放出源条件およびモデル計算の不確実性が含まれており、線量推計の概算値を得るためには利用可能であるが、十分に精度が高いとは言えない。今後、さらなるモデル改良と放出源条件の精査を行い、精度の高い解析を進める必要がある。

1. データベースの構成

大気拡散シミュレーションによる大気中放射性物質濃度マップの整備作業で作製したデータは次に説明する形式で保存されている。

- ① 保存されているデータの上位ディレクトリ名に case**がある場合は表1の沈着パラメータを使用した計算結果であることを表す。
- ② 保存されているデータの上位ディレクトリ名に rain がある場合は氷相の洗浄係数を考慮していない結果であることを表す。
- ③ 保存されているデータの上位ディレクトリ名に snow がある場合は氷相の洗浄係数を取り入れた結果であることを表す。
- ④ 保存されているデータのひとつ上のディレクトリ名にある rr**の rr に続く2ケタの数字は、単位放出を行った期間が放出率一定の区分の何番目であるかを表す。例えば、番号が01の場合は、第1区分で単位放出を行ったことを表す。

表1 case ごとの沈着パラメータ

<ul style="list-style-type: none"> ● case00 の沈着パラメータ：WSPEEDI オリジナルモデル <ul style="list-style-type: none"> DATA DRYVG/0.0, 0.003, 0.001/ DATA WETVG/0.0, 5.0E-5, 5.0E-5/ DATA WETP/0.0, 0.80, 0.80 /
<ul style="list-style-type: none"> ● case01 の沈着パラメータ：放射性核種が全てガス状 <ul style="list-style-type: none"> DATA DRYVG/0.0, 0.006, 0.006/ DATA WETVG/0.0, 8.0E-5, 8.0E-5/ DATA WETP/0.0, 0.60, 0.60 /
<ul style="list-style-type: none"> ● case02 の沈着パラメータ：放射性核種が全て粒子状で、最大の洗浄係数 <ul style="list-style-type: none"> DATA DRYVG/0.0, 0.001, 0.001/ DATA WETVG/0.0, 1.2.0E-4, 1.2E-4/ DATA WETP/0.0, 0.50, 0.50 /
<ul style="list-style-type: none"> ● case03 の沈着パラメータ：放射性核種が全て粒子状で、中間の洗浄係数 <ul style="list-style-type: none"> DATA DRYVG/0.0, 0.001, 0.001/ DATA WETVG/0.0, 3.4E-5, 3.4E-5/ DATA WETP/0.0, 0.59, 0.59 /
<ul style="list-style-type: none"> ● case04 の沈着パラメータ：放射性核種が全て粒子状で、最小の洗浄係数 <ul style="list-style-type: none"> DATA DRYVG/0.0, 0.001, 0.001/ DATA WETVG/0.0, 1.6E-5, 1.6E-5/ DATA WETP/0.0, 0.50, 0.50 /

2. 設定した放出源条件の計算結果の作成方法

データベースから設定した放出源条件の計算結果を作成する際には、放出率一定の各区分について設定された各核種の放出率を、その区分に関連付けられたディレクトリに格納された全時刻・核種ごとの濃度、沈着量、空間線量率の出力結果に乗じた後、同一時刻の出力結果を合算する。この処理を行うプログラムの構成と使用手順を以下に記述する。

2.1 プログラム構成

プログラムは、出力作成を行うプログラム (sum_GEARN.f90) と、実行の制御および各種条件設定を行うシェルスクリプト (run_sum_GEARN.sh、namelist_make.sh、para_sum_GEARN.sh)、放出率設定ファイル (irate.data)、および環境設定ファイル (sum_GEARN.conf) から構成される。シェルスクリプト run_sum_GEARN.sh により出力作成処理を開始し、namelist_make.sh により出力変数名のリストを作成する。para_sum_GEARN.sh は、出力作成プログラム sum_GEARN.f90 の実行を制御する。

(1) 設定ファイル

出力作成処理を実行する際、あらかじめ編集する必要があるファイルは放出率設定ファイル irate.data および環境設定ファイル sum_GEARN.conf の2つである。

放出率設定ファイル irate.data の例を表2に示す。一行目に核種数と核種名を記述する。二行目以降に放出率一定の各区分 (30 区分: 期間固定) の開始日時と終了日時 (yyyymmdd hhmmss: 世界標準時)、およびその期間での各核種の放出率 (Bq h⁻¹) を記述する。行の末尾は放出高さを表す。

環境設定ファイル sum_GEARN.conf の例を表3に示す。設定項目と値は tab で区切られている。一行目の work_dir はシェルスクリプトと設定ファイルが保存されているディレクトリを指定する。二行目の data_dir はデータベースの単位放出計算結果ファイルが保存されているディレクトリのひとつ上のディレクトリを指定する。四行目の target_dir は data_dir に保存されている1つの期間の単位放出結果が保存されているディレクトリ名を指定する。五行目の program_name は出力作成処理を行う Fortran プログラム sum_GEARN.f90 をコンパイルして作成した実行ファイルを指定する。六行目の output_path は処理結果を出力するディレクトリを指定する。七行目の irate_file は放出率設定ファイルを指定する。

表2 放出率設定ファイル rrate.data

SI131	I133	Cs137	Te132	Xe133
20110311	200000	20110312	003000	3.7E+13 7.1E+13 3.7E+12 6.4E+13 0.0E+00 20.0
20110312	003000	20110312	063000	1.7E+13 2.8E+13 1.7E+12 2.8E+13 0.0E+00 120.0
20110312	063000	20110312	070000	3.0E+15 4.5E+15 3.0E+14 4.8E+15 0.0E+00 50.0
20110312	070000	20110313	140000	8.4E+13 7.9E+13 8.4E+12 1.2E+14 0.0E+00 120.0
20110313	140000	20110314	020000	3.6E+13 1.8E+13 3.6E+12 4.2E+13 0.0E+00 120.0
20110314	020000	20110314	023000	3.0E+15 1.2E+15 3.0E+14 3.3E+15 0.0E+00 150.0
20110314	023000	20110314	123000	2.3E+13 8.1E+12 2.3E+12 2.4E+13 0.0E+00 20.0
20110314	123000	20110314	150000	1.3E+15 3.8E+14 1.3E+14 1.3E+15 0.0E+00 120.0
20110314	150000	20110314	220000	3.5E+14 8.9E+13 4.0E+13 3.8E+14 0.0E+00 120.0
20110314	220000	20110315	010000	3.0E+15 6.6E+14 3.0E+14 2.7E+15 0.0E+00 20.0
20110315	010000	20110315	040000	8.0E+13 1.6E+13 8.0E+12 7.1E+13 0.0E+00 20.0
20110315	040000	20110315	080000	4.0E+15 7.2E+14 4.0E+14 3.4E+15 0.0E+00 20.0
20110315	080000	20110316	210000	2.1E+14 2.1E+13 3.0E+12 2.1E+13 0.0E+00 20.0
20110316	210000	20110319	060000	4.1E+14 9.9E+12 1.0E+13 4.7E+13 0.0E+00 20.0
20110319	060000	20110320	180000	3.8E+14 2.3E+12 3.5E+13 1.1E+14 0.0E+00 20.0
20110320	180000	20110321	120000	1.4E+14 3.8E+11 1.4E+13 3.4E+13 0.0E+00 20.0
20110321	120000	20110322	140000	4.1E+14 5.8E+11 4.7E+12 9.5E+12 0.0E+00 20.0
20110322	140000	20110323	150000	7.1E+14 4.7E+11 8.9E+12 1.4E+13 0.0E+00 20.0
20110323	150000	20110324	150000	1.9E+14 6.1E+10 2.9E+12 3.7E+12 0.0E+00 20.0
20110324	150000	20110326	020000	5.6E+13 7.5E+09 1.2E+12 1.2E+12 0.0E+00 20.0
20110326	020000	20110328	010000	4.0E+12 1.6E+08 1.7E+11 1.2E+11 0.0E+00 20.0
20110328	010000	20110329	120000	7.5E+12 8.7E+07 4.7E+12 2.3E+12 0.0E+00 20.0
20110329	120000	20110330	020000	1.5E+13 8.4E+07 8.8E+12 3.4E+12 0.0E+00 20.0
20110330	020000	20110330	150000	1.8E+14 6.8E+08 1.4E+14 4.8E+13 0.0E+00 20.0
20110330	150000	20110331	130000	2.4E+13 5.4E+07 4.5E+12 1.3E+12 0.0E+00 20.0
20110331	130000	20110402	000000	1.8E+12 1.7E+06 1.6E+12 3.7E+11 0.0E+00 20.0
20110402	000000	20110404	000000	1.8E+12 5.0E+05 5.8E+11 9.2E+10 0.0E+00 20.0
20110404	000000	20110407	080000	7.0E+11 2.9E+04 1.4E+11 1.3E+10 0.0E+00 20.0
20110407	080000	20110413	140000	7.0E+11 9.5E+02 3.5E+11 1.1E+10 0.0E+00 20.0
20110413	140000	20110430	150000	7.0E+11 2.3E-01 1.8E+11 4.8E+08 0.0E+00 20.0

表3 環境設定ファイル sum_GEARN.conf

work_dir	/work/WSPDB/SUM_GEARN/RUN
data_dir	/work/WSPDB/tr_all/rain/case00
target_dir	ir
program_name	./SRC/sum_GEARN
output_path	./OUT
log_dir	./LOG
rrate_file	/work/WSPDB/SUM_GEARN/RUN/rrate.data

(2) シェルスクリプト run_sum_GEARN.sh

シェルスクリプト run_sum_GEARN.sh の処理の流れは以下のとおりである。

- ① 環境設定ファイル sum_GEARN.conf を読み込み環境変数の設定を行う。
- ② シェルスクリプト namelist_make.sh を実行して変数名リストの作成を行う。
- ③ 実行ファイルで読み込む name list の作成を行う。
- ④ 出力先のディレクトリに出力ファイルのひな形として、単位放出計算結果のファイルの最初の放出期間の結果をコピーする。
- ⑤ シェルスクリプト para_sum_GEARN.sh を実行する。

(3) シェルスクリプト namelist_make.sh

シェルスクリプト namelist_make.sh は、処理を行う変数名のリストを作成する。処理の流れは以下のとおりである。

- ① 放出率設定ファイル rrate.data から処理を行う核種名を取得する。
- ② 取得した核種名から処理を行う変数名を取得する。
- ③ 変数名に対応する次元と核種番号を取得して変数名リストを作成する
(核種番号は放出率ファイルの一行目で何番目に指定した核種であるかを表す。)

(4) シェルスクリプト para_sum_GEARN.sh

シェルスクリプト para_sum_GEARN.sh は、run_sum_GEARN.sh で設定した hh の値によって出力作成処理を行うファイルを指定して処理を実行する。

(5) 出力作成プログラム sum_GEARN.f90

Fortran プログラム sum_GEARN.f90 は、コマンドライン引数の NetCDF ファイルに対して重ね合わせ処理を行うプログラムである。処理の流れは以下のとおりである。

- ① namelist から使用するデータベースのディレクトリと変数の総数、出力先のディレクトリ、放出された核種数、ログファイルの出力先、放出率設定ファイルのパスを読み込む。
- ② コマンドライン引数で指定した NetCDF ファイル名の出力ファイルを開く。
- ③ 変数名リスト var_name.list と出力用の NetCDF ファイルから変数名、核種番号、次元の大きさを取得する。
- ④ 使用するデータベースのディレクトリのリストを読み込む。
- ⑤ 使用するデータベースのディレクトリから出力用の NetCDF ファイルと同名の NetCDF ファイルを開く。
- ⑥ 開いた NetCDF ファイルから変数の値を読み込む。
- ⑦ 変数の値にディレクトリごとに関連付けられた放出率を掛けて変数を作成し、同一時刻の出力結果を合算する。

- ⑧ 作成した結果を出力する。

2.2 実行手順

設定した放出源条件の計算結果を作成する手順は次の通りである。

- ① プログラム一式およびデータベースを展開する。
- ② 環境設定ファイル `sum_GEARN.conf` の編集を行う。
- ③ 放出率設定ファイル `rrate.data` の編集を行う。
- ④ シェルスクリプト `run_sum_GEARN.sh` を実行する。

- 東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所（茨城県東海村）での空气中放射性物質の濃度測定結果

出典：日本原子力研究開発機構東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所放射線管理部による「福島第一原子力発電所事故に係る特別環境放射線モニタリング結果－中間報告（空間線量率、空气中放射性物質濃度、降下じん中放射性物質濃度）－」より、環境省放射線健康管理担当参事官室が抜粋

JAEA-Review 2011-035

Fig.5, Fig.9, Fig.10

本ページ (p107) のホームページ掲載については、著作権者の未了解のため、以下の URL から 7 頁の Fig.5、11 頁の Fig.9 及び Fig.10 をご覧ください。

<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2011-035.pdf>

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (1/12)

Table with columns for sampling start/end (採取開始/採取終了), radionuclide (核種), and concentration (濃度) for various isotopes (Tc, Te, I, Cs) at different locations (120m, 132, 131, 133, 134, 136, 137) on March 15-17, 2011. Includes a note 'ND: 定量下限値未満'.

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (3/12)

Table with columns for sampling start/end (採取開始/採取終了), radionuclide (核種), and concentration (濃度) for various isotopes (Tc, Te, I, Cs) at different locations (120m, 132, 131, 133, 134, 136, 137) on March 18-21, 2011. Includes a note 'ND: 定量下限値未満'.

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (2/12)

Table with columns for sampling start/end (採取開始/採取終了), radionuclide (核種), and concentration (濃度) for various isotopes (Tc, Te, I, Cs) at different locations (120m, 132, 131, 133, 134, 136, 137) on March 15-18, 2011. Includes a note 'ND: 定量下限値未満'.

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (4/12)

Table with columns for sampling start/end (採取開始/採取終了), radionuclide (核種), and concentration (濃度) for various isotopes (Tc, Te, I, Cs) at different locations (120m, 132, 131, 133, 134, 136, 137) on March 21-24, 2011. Includes a note 'ND: 定量下限値未満'.

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (5/12)

採取開始:		2011/3/24 8:00	2011/3/24 21:00	2011/3/25 8:00	2011/3/25 21:00	2011/3/26 8:00	2011/3/26 21:00	2011/3/27 8:00	2011/3/27 21:00
採取終了:		2011/3/24 21:00	2011/3/25 8:00	2011/3/25 21:00	2011/3/26 8:00	2011/3/26 21:00	2011/3/27 8:00	2011/3/27 21:00	2011/3/27 21:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)
Te-129m	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	2.0E-01	ND	ND	ND	ND	ND
Te-132	放射性	ND	ND	2.0E-01	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	8.8E-02	1.4E-01	1.3E-01	3.6E-02	6.4E-02	5.3E-02	2.2E-02	ND
I-131	放射性	ND	ND	2.6E+00	1.1E+00	2.8E-01	2.3E-01	1.9E-01	ND
	合計	3.2E+00	2.8E+00	4.8E+00	2.9E+00	6.7E-01	6.2E-01	6.7E-01	ND
I-133	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-134	放射性	1.1E-01	1.7E-01	1.4E-01	6.9E-02	1.2E-01	7.9E-02	3.7E-02	ND
	合計	1.9E-01	2.9E-01	2.3E-01	1.5E-01	2.0E-01	1.5E-01	1.1E-01	ND
Cs-136	放射性	ND	ND	8.0E-03	8.4E-03	1.1E-02	1.2E-02	9.8E-03	8.4E-03
	合計	1.0E-02	3.0E-02	2.4E-02	2.8E-02	2.0E-02	2.0E-02	1.3E-02	ND
Cs-137	放射性	7.9E-02	8.1E-02	8.8E-02	8.1E-02	8.1E-02	8.0E-02	8.2E-02	ND
	合計	2.1E-01	3.0E-01	2.8E-01	1.6E-01	2.1E-01	1.8E-01	1.2E-01	ND

ND:定量下限値未満

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (6/12)

採取開始:		2011/3/27 21:00	2011/3/28 8:00	2011/3/28 21:00	2011/3/29 8:00	2011/3/29 21:00	2011/3/30 8:00	2011/3/30 21:00	2011/3/31 21:00
採取終了:		2011/3/28 8:00	2011/3/28 21:00	2011/3/29 8:00	2011/3/29 21:00	2011/3/30 8:00	2011/3/30 21:00	2011/3/31 8:00	2011/3/31 21:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)
Te-129m	放射性	ND	ND	ND	ND	3.8E-01	5.7E-01	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	3.8E-01	5.7E-01	ND	ND
Te-132	放射性	ND	ND	ND	ND	3.8E-01	5.7E-01	ND	ND
	合計	1.8E-02	1.7E-02	2.0E-02	1.3E-02	8.7E-02	2.1E-01	7.9E-02	ND
I-131	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	3.9E-02	3.2E-02	2.2E-02	2.8E-02	2.5E-02	ND	ND	ND
I-133	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	5.7E-02	4.9E-02	4.2E-02	4.0E-02	1.1E-01	2.1E-01	7.9E-02	ND
Cs-134	放射性	2.0E-01	2.8E-01	3.9E-01	2.8E-01	1.3E+00	1.9E+00	7.9E-01	ND
	合計	9.7E-01	1.1E+00	1.8E+00	1.3E+00	1.9E+00	4.4E+00	2.9E+00	ND
Cs-136	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	1.2E+00	1.3E+00	2.0E+00	1.3E+00	3.1E+00	8.3E+00	3.7E+00	ND
Cs-137	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	3.2E-02	4.0E-02	1.0E-01	5.0E-02	1.0E+00	2.7E+00	9.4E-01	ND

ND:定量下限値未満

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (7/12)

採取開始:		2011/3/31 8:00	2011/3/31 21:00	2011/4/1 8:00	2011/4/1 21:00	2011/4/2 8:00	2011/4/2 21:00	2011/4/3 8:00	2011/4/3 21:00
採取終了:		2011/3/31 21:00	2011/4/1 8:00	2011/4/1 21:00	2011/4/2 8:00	2011/4/2 21:00	2011/4/3 8:00	2011/4/3 21:00	2011/4/3 21:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)
Te-129m	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Te-132	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I-131	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	8.4E-02	1.2E-01	2.4E-01	2.1E-01	8.2E-02	2.2E-02	1.9E-01	ND
I-133	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	4.1E-01	3.1E-01	5.7E-01	7.2E-01	4.3E-01	6.4E-02	2.5E-01	ND
Cs-134	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	4.9E-01	4.3E-01	8.1E-01	9.2E-01	5.2E-01	8.6E-02	4.4E-01	ND
Cs-136	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-137	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	3.8E-03	ND	1.0E-01	5.7E-02	ND	6.7E-03	5.7E-02	ND

ND:定量下限値未満

空気中で検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (8/12)

採取開始:		2011/4/3 21:00	2011/4/4 8:00	2011/4/4 21:00	2011/4/5 8:00	2011/4/5 21:00	2011/4/6 8:00	2011/4/6 21:00	2011/4/6 21:00
採取終了:		2011/4/4 8:00	2011/4/4 21:00	2011/4/5 8:00	2011/4/5 21:00	2011/4/6 8:00	2011/4/6 21:00	2011/4/7 8:00	2011/4/7 8:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)
Te-129m	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Te-132	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	8.8E-03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I-131	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	8.8E-03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I-133	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	3.7E-01	8.6E-02	3.2E-02	5.4E-02	8.6E-02	3.5E-02	1.1E-01	ND
Cs-134	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	4.5E-01	2.0E-01	1.5E-01	3.1E-01	3.1E-01	2.2E-01	4.8E-01	ND
Cs-136	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	8.2E-01	2.9E-01	1.8E-01	3.8E-01	4.0E-01	2.5E-01	5.9E-01	ND
Cs-137	放射性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	1.4E-01	4.5E-02	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND:定量下限値未満

空气中検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (9/12)

採取開始:		2011/4/7 9:00	2011/4/8 9:00	2011/4/9 9:00	2011/4/10 9:00	2011/4/11 9:00	2011/4/12 9:00	2011/4/13 9:00	2011/4/13 9:00
採取終了:		2011/4/8 9:00	2011/4/9 9:00	2011/4/10 9:00	2011/4/11 9:00	2011/4/12 9:00	2011/4/13 9:00	2011/4/14 9:00	2011/4/14 9:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)
Tc-129m	粒子状	ND	1.3E-01	6.0E-01	ND	ND	1.1E-01	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	1.3E-01	6.0E-01	ND	ND	1.1E-01	ND	ND
Te-132	粒子状	ND	6.2E-03	2.6E-02	ND	ND	3.6E-03	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	6.2E-03	2.6E-02	ND	ND	3.6E-03	ND	ND
I-131	粒子状	4.6E-02	2.9E-01	1.1E+00	1.5E-01	7.0E-02	2.5E-02	3.0E-02	ND
	揮発性	2.1E-01	9.5E-01	4.0E+00	4.6E-01	2.3E-01	1.0E-01	1.4E-01	ND
	合計	2.5E-01	1.2E+00	5.1E+00	6.3E-01	3.0E-01	1.3E-01	1.7E-01	ND
I-133	粒子状	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-134	粒子状	8.7E-03	6.3E-01	1.8E+00	1.4E-01	1.0E-01	1.1E-02	8.0E-03	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	8.7E-03	6.3E-01	1.8E+00	1.4E-01	1.0E-01	1.1E-02	8.0E-03	ND
Cs-136	粒子状	ND	2.0E-02	5.3E-02	ND	4.0E-03	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	2.0E-02	5.3E-02	ND	4.0E-03	ND	ND	ND
Cs-137	粒子状	8.0E-03	7.3E-01	2.1E+00	1.5E-01	1.1E-01	1.3E-02	1.1E-02	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	8.0E-03	7.3E-01	2.1E+00	1.5E-01	1.1E-01	1.3E-02	1.1E-02	ND

ND:定量下限値未満

空气中検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (11/12)

採取開始:		2011/4/21 9:00	2011/4/22 9:00	2011/4/23 9:00	2011/4/24 9:00	2011/4/25 9:00	2011/5/2 9:00	2011/5/9 9:00
採取終了:		2011/4/22 9:00	2011/4/23 9:00	2011/4/24 9:00	2011/4/25 9:00	2011/5/2 9:00	2011/5/9 9:00	2011/5/16 9:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)
Tc-129m	粒子状	ND	1.7E-01	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	1.7E-01	ND	ND	ND	ND	ND
Te-132	粒子状	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I-131	粒子状	1.7E-02	4.5E-01	8.3E-01	1.1E-02	2.4E-03	2.6E-03	ND
	揮発性	8.2E-02	9.9E-01	2.6E-02	3.9E-02	1.5E-02	2.3E-02	2.7E-03
	合計	9.9E-02	1.4E+00	3.5E-02	5.0E-02	1.7E-02	2.6E-02	2.7E-03
I-133	粒子状	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-134	粒子状	1.3E-02	8.2E-01	ND	8.1E-03	3.2E-03	2.5E-02	1.6E-03
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	1.3E-02	8.2E-01	ND	8.1E-03	3.2E-03	2.5E-02	1.6E-03
Cs-136	粒子状	ND	1.4E-02	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	1.4E-02	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-137	粒子状	1.7E-02	8.8E-01	ND	1.2E-02	3.8E-03	3.1E-02	1.7E-03
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	1.7E-02	8.8E-01	ND	1.2E-02	3.8E-03	3.1E-02	1.7E-03

ND:定量下限値未満

空气中検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (10/12)

採取開始:		2011/4/14 9:00	2011/4/15 9:00	2011/4/16 9:00	2011/4/17 9:00	2011/4/18 9:00	2011/4/19 9:00	2011/4/20 9:00
採取終了:		2011/4/15 9:00	2011/4/16 9:00	2011/4/17 9:00	2011/4/18 9:00	2011/4/19 9:00	2011/4/20 9:00	2011/4/21 9:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)	濃度(Bq/m ³)
Tc-129m	粒子状	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Te-132	粒子状	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I-131	粒子状	1.3E-01	7.1E-03	7.2E-03	2.9E-01	3.2E-01	6.6E-03	8.1E-02
	揮発性	4.4E-01	8.5E-02	3.6E-02	5.4E-01	1.2E+00	2.4E-02	2.9E-01
	合計	5.8E-01	7.2E-02	4.6E-02	8.3E-01	1.5E+00	3.1E-02	3.8E-01
I-133	粒子状	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-134	粒子状	1.1E-01	ND	2.2E-03	1.6E-01	4.0E-01	ND	7.4E-02
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	1.1E-01	ND	2.2E-03	1.6E-01	4.0E-01	ND	7.4E-02
Cs-136	粒子状	ND	ND	ND	ND	4.8E-03	8.2E-03	ND
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	ND	ND	ND	ND	4.8E-03	8.2E-03	ND
Cs-137	粒子状	1.3E-01	ND	2.3E-03	1.8E-01	4.7E-01	ND	9.4E-02
	揮発性	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	合計	1.3E-01	ND	2.3E-03	1.8E-01	4.7E-01	ND	9.4E-02

ND:定量下限値未満

空气中検出された主要な放射性物質の濃度の測定結果 (12/12)

採取開始:		2011/5/16 9:00
採取終了:		2011/5/23 9:00
核種	性状	濃度(Bq/m ³)
Tc-129m	粒子状	ND
	揮発性	ND
	合計	ND
Te-132	粒子状	ND
	揮発性	ND
	合計	ND
I-131	粒子状	2.1E-03
	揮発性	3.7E-03
	合計	5.6E-03
I-133	粒子状	ND
	揮発性	ND
	合計	ND
Cs-134	粒子状	7.0E-03
	揮発性	ND
	合計	7.0E-03
Cs-136	粒子状	ND
	揮発性	ND
	合計	ND
Cs-137	粒子状	8.7E-03
	揮発性	ND
	合計	8.7E-03

ND:定量下限値未満

参考1-8

○ 大洗研究開発センター（茨城県大洗町）での空气中放射性物質の濃度測定結果

出典：日本原子力研究開発機構東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所放射線管理部による「福島第一原子力発電所事故に係る特別環境放射線モニタリング結果-中間報告（空間線量率、空气中放射性物質濃度、降下じん中放射性物質濃度）-」より、環境省放射線健康管理担当参事官室が抜粋

JAEA-Data/Code 2013-006

Fig.8.1, Fig.8.2, Fig.8.3

本ページ (p112) のホームページ掲載については、著作権者の未了解のため、以下の URL から 12 頁の Fig.8-1、13 頁の Fig.8-2 及び Fig.8-3 をご覧ください。
<http://www.jaea.go.jp/fukushima/pdf/JAEA-Data-Code-2013-006.pdf>

Result of atmospheric radioactive concentration at MP6 (unit: Bq m⁻³)

Sampling time (2011)		Length	Volume	Method	Te-129m	Te-132	I-131	I-133	Cs-134	Cs-136	Cs-137
Start	Stop	(h)	(m ³)								
3/14 14:35	3/15 4:22	13	9.7E+01	HE-40TA	9.9E-01	8.0E+00	4.4E+00	ND	1.0E+00	1.6E-01	8.9E-01
				CHC-50+CP-20	*	*	*	*	*	*	
				Total	-	-	-	-	-	-	
3/15 4:22	3/21 9:00	148	5.6E+02	HE-40TA	4.7E+00	1.8E+01	2.1E+01	ND	8.2E+00	1.1E+00	7.7E+00
				CHC-50+CP-20	ND	ND	4.5E+01	ND	4.6E-03	ND	1.0E-02
				Total	4.7E+00	1.8E+01	6.6E+01	ND	8.2E+00	1.1E+00	7.7E+00
3/21 9:00	3/28 9:00	168	6.4E+02	HE-40TA	3.0E-01	3.1E-01	3.6E+00	ND	2.3E-01	2.1E-02	2.3E-01
				CHC-50+CP-20	ND	ND	8.0E+00	ND	4.9E-03	ND	7.5E-03
				Total	3.0E-01	3.1E-01	1.2E+01	ND	2.4E-01	2.1E-02	2.3E-01
3/28 9:00	4/1 13:55	100	3.9E+02	HE-40TA	1.5E-01	5.1E-02	4.5E-01	ND	7.1E-01	2.6E-02	6.4E-01
				CHC-50+CP-20	ND	ND	2.6E+00	ND	2.2E-03	ND	2.3E-03
				Total	1.5E-01	5.1E-02	3.0E+00	ND	7.1E-01	2.6E-02	6.4E-01
4/1 13:55	4/4 9:00	67	2.6E+02	HE-40TA	ND	4.6E-03	1.4E-01	ND	8.2E-02	2.7E-03	6.8E-02
				CHC-50+CP-20	ND	ND	8.3E-01	ND	ND	ND	3.6E-03
				Total	ND	4.6E-03	9.7E-01	ND	8.2E-02	2.7E-03	7.2E-02
4/4 9:00	4/11 9:00	168	6.4E+02	HE-40TA	3.7E-02	ND	6.3E-02	ND	1.2E-01	3.0E-03	1.1E-01
				CHC-50+CP-20	ND	ND	7.1E-01	ND	ND	ND	9.1E-04
				Total	3.7E-02	ND	7.7E-01	ND	1.2E-01	3.0E-03	1.1E-01
4/11 9:00	4/18 9:00	168	6.1E+02	HE-40TA	1.3E-02	ND	9.2E-02	ND	8.3E-02	1.7E-03	7.5E-02
				CHC-50+CP-20	ND	ND	1.5E-01	ND	1.7E-03	ND	1.5E-03
				Total	1.3E-02	ND	2.4E-01	ND	8.4E-02	1.7E-03	7.7E-02
4/18 9:00	4/25 9:00	168	6.3E+02	HE-40TA	1.8E-02	ND	3.4E-02	ND	1.5E-01	2.0E-03	1.4E-01
				CHC-50+CP-20	*	*	*	*	*	*	
				Total	-	-	-	-	-	-	-
4/25 9:00	5/2 9:00	*	*	HE-40TA	*	*	*	*	*	*	*
				CHC-50+CP-20	*	*	*	*	*	*	*
				Total	-	-	-	-	-	-	-
5/2 9:00	5/9 9:00	168	6.4E+02	HE-40TA	ND	ND	1.6E-03	ND	2.0E-02	ND	1.9E-02
				CHC-50+CP-20	ND	ND	2.6E-02	ND	6.4E-04	ND	4.7E-04
				Total	ND	ND	2.8E-02	ND	2.0E-02	ND	1.9E-02
5/9 9:00	5/16 9:00	168	6.3E+02	HE-40TA	ND	ND	5.3E-04	ND	1.6E-02	ND	1.6E-02
				CHC-50+CP-20	ND	ND	1.1E-02	ND	4.9E-04	ND	5.4E-04
				Total	ND	ND	1.2E-02	ND	1.6E-02	ND	1.6E-02
5/16 9:00	5/23 9:00	168	6.3E+02	HE-40TA	ND	ND	1.2E-03	ND	1.6E-02	ND	1.6E-02
				CHC-50+CP-20	4.7E-03	ND	1.1E-02	ND	ND	ND	ND
				Total	4.7E-03	ND	1.2E-02	ND	1.6E-02	ND	1.6E-02
5/23 9:00	5/30 9:00	168	6.4E+02	HE-40TA	2.8E-03	ND	1.1E-03	ND	1.9E-02	ND	1.9E-02
				CHC-50+CP-20	ND	ND	1.3E-02	ND	2.7E-04	ND	ND
				Total	2.8E-03	ND	1.4E-02	ND	1.9E-02	ND	1.9E-02
5/30 9:00	6/1 11:31	50	2.0E+02	HE-40TA	ND	ND	7.4E-04	ND	2.3E-02	ND	2.4E-02
				CHC-50+CP-20	ND	ND	4.1E-03	ND	2.1E-03	ND	2.4E-03
				Total	ND	ND	4.8E-03	ND	2.5E-02	ND	2.6E-02

1) "ND" represents not detected
 2) "*" represents missing value
 3) "-" represents not evaluated

参考1-9

- 東海研究開発センター（茨城県東海村）での空气中放射性物質の濃度測定結果

出典：日本原子力研究開発機構東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所放射線管理部による「福島第一原子力発電所事故に係る特別環境放射線モニタリング結果－中間報告（空間線量率、空气中放射性物質濃度、降下じん中放射性物質濃度）－」より、環境省放射線健康管理担当参事官室が抜粋

JAEA-Data/Code 2012-010

Figure 3.2-5

本ページ (p117) のホームページ掲載については、著作権者の未了解のため、以下の URL から 27 頁の Figure 3.2-5 をご覧ください。

<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Data-Code-2012-010.pdf>

JAEA-Data/Code 2012-010

Figure 3.2-1(b)

本ページ (p119) のホームページ掲載については、著作権者の未了解のため、以下の URL から 23 頁の Figure 3.2-1(b) をご覧ください。

<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Data-Code-2012-010.pdf>

