

放射性物質の分散シミュレーションに影響を及ぼす 沿海域海況変動過程とその再現性*

升本 順夫**、##・津旨 大輔†・郭 新宇††・内山 雄介#・宮澤 泰正##

Near Coastal Ocean Variability Affecting Radionuclide Dispersion Simulation and Their Reproducibility in Numerical Models

Yukio Masumoto, Daisuke Tsumune, Xinyu Guo, Yusuke Uchiyama
and Yasumasa Miyazawa

福島第一原子力発電所から漏洩した¹³⁷Cs分散シミュレーションのモデル相互比較と、伊方発電所および浜岡原子力発電所周辺海域での仮想シナリオ実験から、分散シミュレーションに影響を及ぼす沿海域海況変動過程とその再現性について検討した。その結果、対象とする海域や季節によって重要な変動過程が大きく異なること、モデルによりそれらの再現性が異なることが分かった。より実用的な結果を得るためには、複数モデルによるアンサンブルシミュレーションなどの手法が必要と考えられる。

Near coastal ocean processes are considered in terms of their roles in ¹³⁷Cs dispersion and their reproducibility in numerical models, through a model intercomparison for the Fukushima Daiichi case and scenario experiments in regions near Ikata and Hamaoka. Results demonstrated that key processes differ among different regions and seasons. The extent to which each model reproduces the key processes also differed significantly among the models. An ensemble calculation with a multi-model simulation would be necessary to obtain results for more practical purposes.

キーワード：沿海域海況変動, 分散シミュレーション, モデル相互比較, 放射性物質

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う津波により、東京電力福島第一原子力発電所（以降「福島第一」と略す）が甚大な被害を受け、大気海洋環境中へ放射性物質が漏れ出したことは記憶に新しい。大気中への放射性物質の漏洩に対しては、以前から緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）を用いて、緊急時対応を視野に入れた分散予測をルーチン的に行っていた。しかしその一方で、福島第一からは海洋へも多くの放射性物質が漏洩したにもかかわらず、緊急時を考慮し

た海洋内での放射性物質分散シミュレーションは国内では全く行われていなかった。福島第一事故の場合には、研究用に用いていた沿海域海況シミュレーションモデルを暫定的に用いて対応するしかなかった。

このような状況を踏まえ、海洋環境汚染に対する総合的な対応のために何が必要かの議論がなされるようになった。研究コミュニティからの貢献としては、総合的な対策を行うための基礎データ、特に分散過程の情報を提供することが求められる。しかし、この基礎データとして何をどのように提供するのかについては、誰に対する提供なのか、どのように使われるのかを明確にした上で、どの程度の不確定性（ゆらぎ）を含んでいるかの情報を合わせて提供する必要がある。一般に、このような基礎データを利用する側は1か0かの明確な情報を求める傾向があるが、分散シミュレーションの不確定性から、そのような情報提供は不可能であることを理解してもらうことが重要である。

では、この不確定性（ゆらぎ）は何から来るのか。シミュレーションモデルの違いや用いる外力の違いなど

* 2016年7月4日受領, 2016年7月25日受理

** 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

† 電力中央研究所環境科学研究所

†† 愛媛大学沿岸環境科学研究センター

神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻

海洋研究開発機構アプリケーションラボ

連絡先：升本順夫, 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

E-mail: masumoto@eps.s.u-tokyo.ac.jp

の技術的な側面もあるものの、海洋分散過程が沿岸・陸棚域の多様な変動現象の総和としてもたらされること、その多様な現象のどれが支配的な要素となるかは、限られた領域や期間であったとしても、場所や時間によって変わることなど、海洋変動そのものに依拠するところが大きい。特に、太平洋の西岸付近に位置し、縁辺海にも面して複雑な海岸地形を持つ日本の場合、代表的な変動過程そのものが場所と時間（季節や経年的な変動も含む）によって大きく異なることが簡単に推し測れる。

本論では、福島第一からの放射性物質、特に放射性セシウム137 (^{137}Cs)に関する分散シミュレーションを例に、福島沿海域での海洋変動過程を示し、それらがどのように分散過程に影響を及ぼしていたか、また異なるモデルによるシミュレーション結果の共通点と相違点を検討する。さらに福島沖海域とは異なる状況の例として静

岡県の浜岡および愛媛県の伊方周辺海域に着目し、代表的な沿海域海況変動現象を概観するとともに、異なるモデルによるシミュレーション結果の比較を行う。

2. 福島第一からの放射性物質の分散シミュレーション

福島沿海域における放射性物質の分散に影響を及ぼす海況変動には、海岸付近の波浪や沿岸流などの数メートルから数十メートル規模の現象から、大陸棚上を岸に沿って伝播する陸棚波 (Kubota *et al.*, 1981¹⁾など) や東方から西進して来る中規模渦 (例えば Itoh and Yasuda, 2010²⁾など)、津軽海峡を抜けて来る津軽暖流の沿岸分枝などが考えられる。また福島沖は、南は黒潮、北は親潮の西岸境界流が複雑に影響し合う混合水域として知られており (川合, 1972³⁾)、これらの多様な海洋変動を精度良く表すことが求められる。現在多く用いられている

Table 1 Key specifications of eleven models participating in the model inter-comparison of ^{137}Cs dispersion for the Fukushima Daiichi case.

Model	Resolution (degrees)	Dispersion model type	Atmospheric Fallout	Direct discharge	Reference
CRIEPI	1/120 x 1/120	Euler	CRIEPI	CRIEPI type (3.5 PBq)	Tsumune <i>et al.</i> (2012) ⁷⁾ , (2013) ⁸⁾
GEOMAR	1/8 x 1/10	Euler	N/A	Instant release (2.3 PBq)	Dietze and Krist (2012) ⁹⁾
IRSN	1/48 x 1/60	Euler	IRSN pX	IRSN (26.9 PBq)	Bailly du Bois <i>et al.</i> (2012) ¹⁰⁾
JAEA	1/54 x 1/72	Lagrangian	JAEA	JAEA type (3.5 PBq)	Kobayashi <i>et al.</i> (2007) ¹¹⁾
JCOPET	1/36 x 1/36	Euler	JAMSTEC	CRIEPI type (6.0 PBq)	Miyazawa <i>et al.</i> (2012) ¹²⁾
KIOST	1/60 x 1/60	Euler	N/A	JAEA type (3.8 PBq)	Zhang and Baptista (2008) ¹³⁾
Kobe U	1 km x 1 km	Euler	N/A	CRIEPI type (6.9 PBq)	Uchiyama <i>et al.</i> (2012) ¹⁴⁾
MSSG	1/55.6 x 1/55.6	Lagrangian	N/A	CRIEPI type (5.7 PBq)	Takahashi <i>et al.</i> (2008) ¹⁵⁾
NIES	1/20 x 1/20	Euler	NIES	CRIEPI type (3.6 PBq)	Higashi <i>et al.</i> (2015) ¹⁶⁾
WHOI-2D	1/10 x 1/10	Lagrangian	Stohl <i>et al.</i> (2012) ¹⁷⁾	JAEA type (16.2 PBq)	—
WHOI-3D	1/10 x 1/10	Lagrangian	N/A	JAEA type (16.2 PBq)	Rypina <i>et al.</i> (2013) ¹⁸⁾

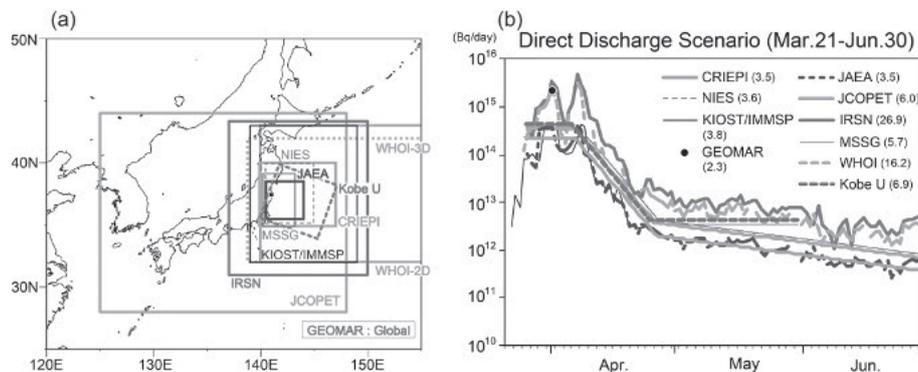


Fig. 1 (a) Domains of dispersion models for the Fukushima Daiichi case and (b) time series of direct discharge scenarios used for each model.

沿海域海況再現モデルでは水平格子間隔が1 km 前後となっているものが多く、波浪や沿岸流による海岸近傍の現象は取り入れられないものの、数キロメートルよりも大きな陸棚波や中規模渦、主要海流系は再現可能である。

現在、福島第一からの放射性物質の分散シミュレーションを行っている沿海域海況再現モデルは、国内外の多数の研究者あるいは研究グループにより構築されている。ここでは、それらの中から10機関、11モデル (Table 1) の結果について比較を試みた結果を紹介する (モデルの仕様も含めた詳細は、日本学術会議 (2014)⁴⁾を参照のこと)。研究プロジェクトとしての組織的なモデル比較ではなく、既存の計算結果を持ち合わせての比較となっているため、各モデルの領域 (Fig. 1 (a))、格子間隔、海底地形、計算期間、境界条件、放射性物質の漏洩シナリオ (Fig. 1 (b)) など、多くの要素で異なる条件となっていることに注意が必要である。ただし、多くのモデルの側面境界条件としてデータ同化プロダクトが用いられていること、さらに幾つかのモデルでは内部領域においても同化プロダクトへの緩和を行っていることか

ら、基本的な海況場に根本的な違いは見られない。また、これらのモデルにより得られた2011年4月21日から30日の10日平均の海面での¹³⁷Cs分布をFig. 2に示す。海洋への直接漏洩が発生してから1ヶ月後には、多くのモデルで福島沖の高濃度域と、宮城県から茨城県にかけての沿岸域で南北方向に広がる共通の傾向が見られる。その一方、この1ヶ月の間の沿岸に沿う流れの向きがどのようにになっているかに依存して、高濃度域の重心が北に偏る場合、南に分布する場合、福島沖に留まる場合と、領域内規模 (数十~数百キロメートルの規模) ではモデル間の違いが明確に現れている。この沿岸域の流れには、津軽暖流からの南下流や親潮分枝の強さ、陸棚波の振幅や位相の再現性が大きく寄与していると考えられる。また、人工衛星観測から、この時期には茨城県沖に直径150 km 程度の高気圧性循環を伴う中規模渦が存在していることが示されており、この中規模渦が適切に再現されたモデルと不完全、あるいは全く再現できないモデルとで、茨城県沿岸付近の濃度分布に大きな違いが見られることも明らかとなった (例えばFig. 2 (d)とFig.

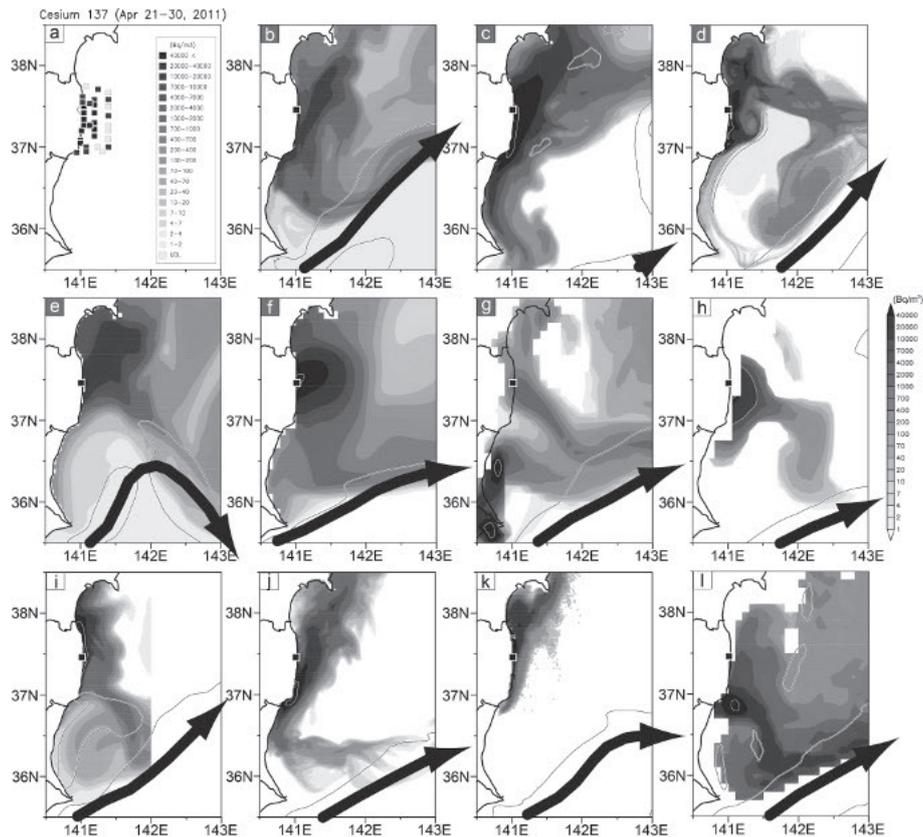


Fig. 2 Horizontal distribution of surface ¹³⁷Cs averaged during April 21 and 30, 2011. (a) monitoring observations, (b) to (l) results of dispersion simulation from eleven models. Thick arrows in (b) to (l) indicate schematic location of the Kuroshio axis in each model result. Models in (b) to (g) include ¹³⁷Cs input from atmospheric deposition, and models in (h) to (l) consider only direct discharge into the ocean from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant.

2 (h)の違い)。また Fig. 2 には、各モデルで再現された黒潮の流軸位置を太い矢印で模式的に表している。側面境界条件での制約はあるものの、モデル内部領域での様々な特性の違いから、黒潮流軸の再現性も多様であることが分かる。しかし、多くのモデルで共通する特徴として、¹³⁷Cs の高濃度域の南限が黒潮位置によって規定されていることが挙げられる。これは、移流や拡散によって徐々に南へと張り出した¹³⁷Cs は、黒潮の北側で東向きの強流帯に取り込まれてしまい、黒潮を直接横切る物質循環経路は見られないことによる。ただしさらに東方の海域では、流路の不安定性や中規模渦活動により南北方向への¹³⁷Cs の分散過程が強化され、黒潮流軸以南への広がりが見られることに注意されたい。このように、それぞれのモデル結果で共通点があるものの、相違点も多く認められる。これらのモデルの結果を何らかの形で利用する場合には、それぞれのモデルで再現性の良い部分と悪い部分があることを十分踏まえた上で用いなければならないであろう。

Fig. 2 (b)から(g)の6モデルでは、福島第一から一旦大気へ放出されたものが海面を通じて流入した大気沈着の影響も取り入れられているが、Fig. 2 (h)から(i)の5モデルにはその影響は考慮されていない。前者のグループでは、海洋に比べて短時間で広がる大気中の¹³⁷Cs 分布を反映して、海洋でも広い範囲に¹³⁷Cs が分布しているが、その値は10 Bq m⁻³程度であり、直接漏洩による¹³⁷Cs 濃度 (10,000 Bq m⁻³以上) に比べて小さいことが分かる。

3. その他の海域についての検討

前節では福島第一から漏洩した¹³⁷Cs の分散過程に着目して鍵となる海洋変動現象を見たが、他の海域においても同じ変動現象が同程度に重要になるかは自明ではなく、また宮城-福島-茨城沖海域では考慮されていない

現象が重要となる可能性も否定できない。そこで、海況が大きく異なると考えられる愛媛県の伊方発電所 (以下「伊方」) 周辺 (瀬戸内海の内海環境) および静岡県浜岡原子力発電所 (以下「浜岡」) 周辺 (黒潮と黒潮内側域環境) 海域に対して、サンプル数は少ないものの同様のモデル比較を行い、特徴的な傾向の同定を試みた。本節の比較で用いるモデルは、前節の比較にも用いられた4つのモデルを基礎として、異なる海域へそれぞれ適用したものである (Table 2)。放射性物質の放出シナリオとしては福島第一の場合を単純化したものとし、放出開始時から11日間一定値 (2.2×10¹⁴ Bq day⁻¹) を与え、その後の放出は無いものとする。また、分散シミュレーションに用いる流況場は各モデルで再現された2013年のものを用い、2月、5月、8月、11月の各月の1日0時 (UTC) から放出が始まったとして、その後1ヶ月間の計算を行った。

3.1. 伊方周辺海域

伊方周辺海域の2月および8月におけるシミュレーション結果から、1ヶ月後の海面での¹³⁷Cs の空間分布を Fig. 3 に示す。伊方周辺海域では、短周期変動として潮流に伴う岸に沿う方向の往復運動が卓越するものの、数週間の時間規模の流動場には弱い拡散効果としてのみ効いてくる。一方、季節によって弱いながらも平均的な循環が存在しているため、2月には伊方周辺に留まるか、豊後水道方面の西方へ広がる傾向が示されている。一方、8月にはより広範囲、あるいは東方への広がりを見せている。定量的な評価は今後の研究課題となるものの、このような季節的な分布の違いには、冬季の強い北西季節風の影響や、夏季に伊予灘などで発達する底部冷水 (例えば Chang *et al.*, 2009⁵⁾ など) に伴う反時計回りの循環による影響が考えられる。また、黒潮の一部が瀬戸内海を通過すると考えられている瀬戸内海通過流の影響も可能性として挙げられる (例えば駒井ほか, 2008⁶⁾)

Table 2 Key specifications of models for inter-comparison of ¹³⁷Cs dispersion in the Ikata region (A, B, and C) and Hamaoka region (C and D).

Model	Base model	Resolution (degrees)	Wind	Tide	Side Boundary Condition	Others
A	ROMS	1/120 x 1/120	NuWFS	TPX7	JCOPE2	
B	POM	1/80 x 1/120	JMA MSM	4 components	Kuroshio region diagnostic model	21 River inputs
C	ROMS	600m x 600m	JMA MSM	TPX7	JCOPE2	
D	POM	1/108 x 1/108	JMA MSM	8 components	JCOPE2	River inputs

など)。この通過流については、側面境界条件として与えられる黒潮の強さや構造が影響を及ぼしていることが考えられるが、そのメカニズムや流量、物質循環やトレーサー分布への影響については未解明である。福島第一の場合と同様に、このような鍵となる変動過程の再現性がモデルによって異なるため、Fig. 3に示されるモデル間での違いがもたらされている。

3.2. 浜岡周辺海域

浜岡周辺海域の2月および11月におけるシミュレーション結果から、1ヶ月後の海面での ^{137}Cs の空間分布および水平流速ベクトルの分布をFig. 4に示す。結果を

比べた2つのモデルで、黒潮は2月には直進流路を取り、11月には紀伊半島から伊豆海嶺付近までの海域で大きく蛇行した流路となっている。このような黒潮の変動は、気象庁による50 m深海流図にも現れており、両モデル内で現実的に再現されていると言えよう。2月の場合、いずれのモデルにおいても黒潮の強流域の北側に ^{137}Cs の分布が限られている点で共通している。しかし ^{137}Cs 濃度が比較的高い領域を比べると、モデルCでは紀伊半島寄りに偏り、黒潮北縁に沿って東へと流されているが、モデルDでは伊勢湾入り口付近と伊豆半島の東から大島周辺に見られる。このような違いは、沿岸

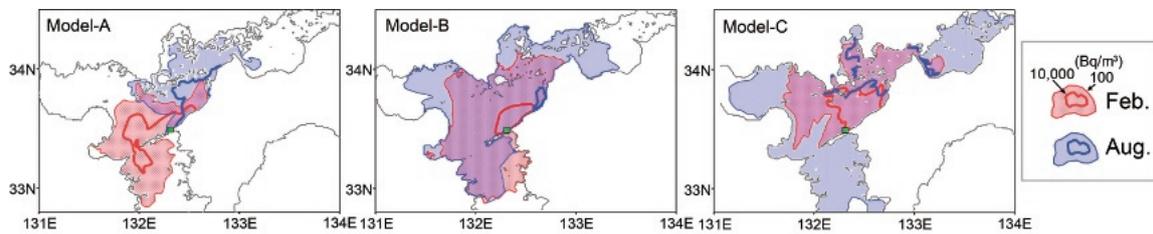


Fig. 3 Horizontal distribution of surface ^{137}Cs for three models used for the Ikata case. Red (blue) regions show distribution for February (August). Green dots indicate the location of the Ikata Power Plant.

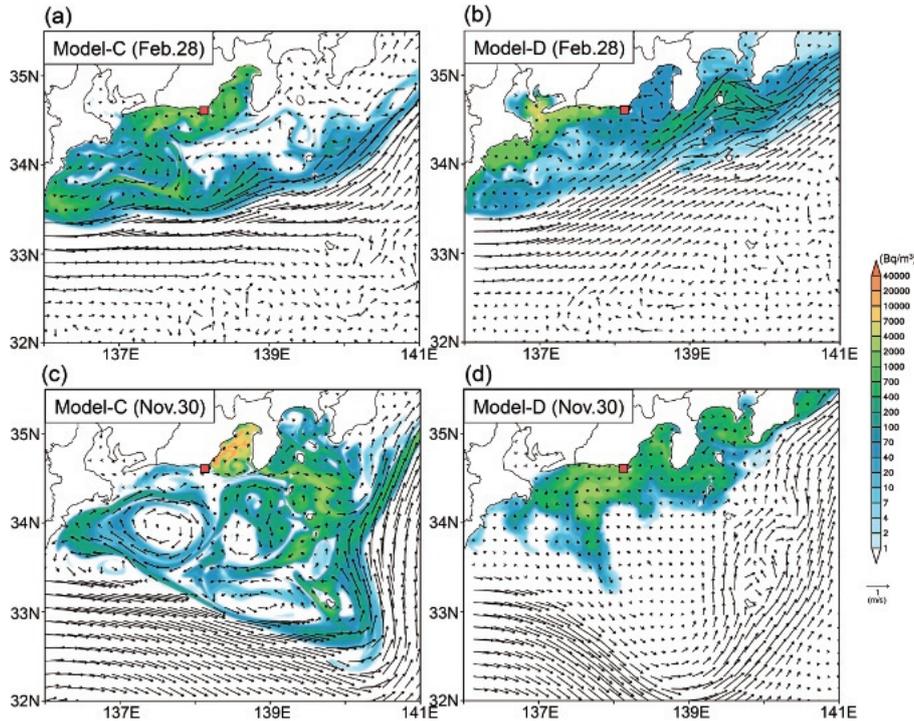


Fig. 4 Horizontal distribution of surface ^{137}Cs for two models used for the Hamaoka case. (a) Distribution on February 28, 2013, 1 month after starting discharge in the February integration, of Model-C. (b) Same as (a), but for Model-D. (c) Distribution on November 30, 2013, 1 month after starting discharge in the November integration, of Model-C. (d) Same as (a), but for Model-D. Red dots indicate the location of the Hamaoka Nuclear Power Plant. (The color figure can be seen in the PDF version of the article.)

域での東西流の違いと、東経138度付近から東側での黒潮の流路の一部が八丈島付近から分岐して大島付近を通過する流れを作るか、八丈島周辺を東進するかの違いが大きく寄与していると考えられる。

一方、11月の場合には、モデル間での違いがさらに大きい。モデルDにおいては、東経138度付近で一部南側へ張り出しているものの、蛇行のない2月と同様に沿岸域に捕捉されながら東西に分布している。これは、黒潮内側域で中規模渦などの擾乱が少なく、岸に沿って東西方向の流れが卓越する傾向を持つことによるものと考えられ、黒潮内側域の水平流速場も弱いことが分かる。一方、モデルCでは黒潮内側域での渦活動が活発であり、これに伴う比較的強い流れによってストリーマーのような構造が多く見られる。この渦活動により、内側域の広い範囲に¹³⁷Csが分布していると考えられる。

このように浜岡周辺海域においては、潮流や季節風の影響よりも、黒潮流軸の位置（蛇行しているか直進しているか）や、黒潮内側域での中規模渦などの擾乱の活動度が分散過程に重要であることが示された。

4. おわりに

福島第一から漏洩した¹³⁷Cs分散シミュレーションのモデル相互比較と、伊方および浜岡周辺海域での仮想シナリオ実験から、分散シミュレーションに影響を及ぼす沿海域海況変動過程とその再現性について検討した。その結果、対象とする海域によって重要な変動過程が大きく異なること、モデルによりそれらの再現性が異なることが分かった。放射性物質等の分布状況は、過去の流れ場の履歴を反映したラグランジュ的なものであるため、流れ場に含まれる小さな誤差でも、それが蓄積されて大きな違いとなる可能性がある。ランダムな誤差の場合には誤差同士で打ち消しあう可能性も否定できないが、多くのモデルで系統的な誤差が残っていることを考えれば、流れ場の違いによるモデル間の差を小さくすることはかなり難しい問題と考えられる。より精度の高い結果を得るためには、流速場の正確な把握と再現が不可欠である。そのためには、中規模渦はもちろん、さらに小さなサブメソスケール現象についても、個々の現象の振る舞いや統計的性質を理解しておくことが必要となろう。

また日本の周辺海域は、黒潮のような強い流れに影響を受ける海域や、内海のように比較的穏やかで潮流の影響が大きい海域、季節的な風の影響を強く受ける海域など、場所や時間によって多様な流れの状況が現れる。伊方や浜岡周辺海域では、福島の知見をそのまま適用することは出来ないことを示している。この点については、他の海域も含めて、今後さらに検討しなければならない

であろう。

モデルにより結果が異なる「不確定性（ゆらぎ）」がある場合、基礎情報として何を示す必要があるのかも検討する必要がある。このような不確定性に伴う違いは、例えば水温や栄養塩などの広がりに関しては、その許容範囲の大きさによって大きな問題にならないかもしれないが、放射性物質や汚染化学物質などではわずかな違いが大きな影響を与えかねない。情報提供の視点からも、慎重に対応することが求められるであろう。

謝 辞

本研究は住友財団環境研究助成133119の補助を受けて行った。

参 考 文 献

- 1) Kubota, M., K. Nakata and Y. Nakamura (1981): Continental shelf waves off the Fukushima coast Part I: Observations. *Journal of Oceanographic Society of Japan*, **37**, 267-278.
- 2) Itoh, S. and I. Yasuda (2010): Characteristics of mesoscale eddies in the Kuroshio-Oyashio extension region detected from the distribution of the sea surface height anomaly. *Journal of Physical Oceanography*, **40**, 1018-1034, doi: 10.1175/2009JPO4265.1.
- 3) 川合英夫 (1972): 黒潮と親潮の海況学. p. 129-320, 海洋物理Ⅱ, 海洋科学基礎講座編集委員会編, 東海大学出版会, 東京.
- 4) 日本学術会議 (2014): 報告「東京電力福島第一原子力発電所事故によって環境中に放出された放射性物質の輸送沈着過程に関するモデル計算結果の比較」. 日本学術会議総合工学委員会原子力事故対応委員分科会, 103pp.
- 5) Chang, P.-H., X. Guo and H. Takeoka (2009): A Numerical Study of the Seasonal Circulation in the Seto Inland Sea, Japan. *Journal of Oceanography*, **65**, 721-736.
- 6) 駒井克昭・金キョンヘ・池原貴一・日比野忠史 (2008): 瀬戸内海における通過流の経年変動. 海岸工学論文集, **55**, 土木学会, 406-410.
- 7) Tsumune, D., T. Tsubono, M. Aoyama and K. Hirose (2012): Distribution of oceanic ¹³⁷Cs from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant simulated numerically by a regional ocean model. *Journal of Environmental Radioactivity*, **111**, 100-108, doi: 10.1016/j.jenvrad.2011.10.007.
- 8) Tsumune, D., T. Tsubono, M. Aoyama, M. Uematsu, K. Misumi, Y. Maeda, Y. Yoshida and H. Hayami (2013): One-year, regional-scale simulation of ¹³⁷Cs radioactivity in the ocean following the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Biogeosciences*, **10**, 5601-5617, doi: 10.5194/bg-10-5601-2013.
- 9) Dietze, H. and I. Kriest (2012): Cs-137 off Fukushima Dai-ichi, Japan - model based estimates of dilution and fate. *Ocean Science*, **8**, 319-332, doi: 10.5194/os-8-319-2012.
- 10) Bailly du Bois, P., P. Laguionie, D. Boust, I. Korsakissok, D. Didier and B. Fievet (2012): Estimation of marine source-term following Fukushima Dai-ichi accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, **114**, 2-9, doi: 10.1016/j.jenvrad.2011.11.015.

- 11) Kobayashi, T., S. Otsuka, O. Togawa and K. Hayashi (2007) : Development of a non-conservative radionuclides dispersion model in the ocean and its application to surface cesium-137 dispersion in the Irish Sea. *Journal of Nuclear Science and Technology*, **44**, 238-247.
- 12) Miyazawa, Y., Y. Masumoto, S. M. Varlamov and T. Miyama (2012) : Transport simulation of the radionuclide from the shelf to open ocean around Fukushima. *Continental Shelf Research*, **50-51**, 16-29.
- 13) Zhang, Y. and A. M. Baptista (2008) : SELFE : A semi-implicit Eulerian-Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation. *Ocean Modelling*, **21**, 71-96.
- 14) Uchiyama, Y., T. Ishii, D. Tsumune and Y. Miyazawa (2012) : Oceanic dispersion of radioactive cesium-137 from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, **68**, 931-935. (in Japanese with English abstract)
- 15) Takahashi, K., X. Peng, R. Onishi, M. Ohdaira, K. Goto, H. Fuchigami and T. Sugimura (2008) : Impact of coupled nonhydrostatic atmosphere-ocean-land model with high resolution. p. 261-274, In, *High Resolution Numerical Modelling of the Atmosphere and Ocean*, K. Hamilton and W. Ohfuchi, Eds, Springer-Verlag.
- 16) Higashi, H., Y. Morino, N. Furuichi and T. Ohara (2015) : Ocean dynamic processes causing spatially heterogeneous distribution of sedimentary caesium-137 massively released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Biogeosciences*, **12**, 7107-7128, doi : 10.5194/bg-12-7107-2015.
- 17) Stohl, A., P. Seibert, G. Wotawa, D. Arnold, J. F. Burkhart, S. Eckhardt, C. Tapia, A. Vargas and T. J. Yasunari (2012) : 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. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **12**, 2313-2343, doi : 10.5194/acp-12-2313-2012.
- 18) Rypina, I. I., S. R. Jayne, S. Yoshida, A. M. Macdonald, E. Douglass and K. Buesseler (2013) : Short-term dispersal of Fukushima-derived radionuclides off Japan : Modeling efforts and model-data intercomparison. *Biogeosciences Discussions*, **10**, 1517-1550, doi : 10.5194/bgd-10-1517-2013.

質 疑 応 答

問：モデルの相互比較から，放射性核種の計算に最もふさわしいモデルの構築は可能か？

（九州大学応用力学研究所，磯辺 篤彦）

答：それぞれのモデル結果で共通点があるものの，相違点も多く認められることを考えれば，これらのシミュレーションのうちどの結果が「最も良い」結果であるかを選ぶことは出来ない．ある海域で最良のモデルが他の海域でもそうである保証もない．現状では，1つのシミュレーション結果だけを見ては不十分で，複数の結果で共通する特徴，異なる分布を明確にしつつ，天気予報のように確率論的な扱いをせざるを得ないと考える．