研究成果報告会 -ふくしまの環境回復に係るこれまでの取組-2015年11月9-10日



海洋における物質動態のモデル開発



小林卓也, 乙坂重嘉*, 川村英之: 原子力基礎工学研究センター 環境動態研究グループ

*email: otosaka.shigeyoshi@jaea.go.jp



1.E-1

1.E-2

1.E-3

原子力基礎工学研究センター 環境動態研究グループでは、福島第一原発事故以前から開発を進めている海洋物質移行予測モデルを福島周辺海域に適用し、時間的 ・空間的に連続したデータの取得が困難な海洋での放射性核種の分布を、数か月から数十年までの幅広い時間スケールについて予測することを目指しています。海域 ごとに特徴が異なる海底での核種の挙動をより精度よく予測するために、20回以上の海洋調査によって、モデル構築・検証のためのデータを取得しています。





表 事故によって放出した¹³⁷Cs及び¹³¹Iの総放出量 (PBq = 10¹⁵Bq)

		¹³⁷ Cs (PBq)	¹³¹ l (PBq)
放出量	大気 (3/12 - 5/1)	13	200
	海洋 (3/26 - 6/30)	3.5	11
沈着量	陸上	5.8	74
	海 洋	7.6	99
太平洋への総放出量		11	110
Kobayashi <i>et al.</i> (2013)			

- 太平洋に運ばれた放射性Csの約7割は、事故直後に大気経由で沈着
- 残りの3割は、事故後の1か月以内に港湾から流出

2. 海水中の放射性Cs濃度分布の時間変化

1.E-6 1.E-5 1.E-4 1.E-3 1.E-2 1.E-1 1.E+0 1.E+1

Observed surface Cs-134 (Bq/L)

による推定値(縦軸)と 海洋観測に

図1-3 表層海水中¹³⁴Cs濃度のモデル

よる実測値(横軸)との比較の例



図3-2(左)海底堆積物中の¹³⁷Cs存在量の分布(2011年10月, Bq/m²) 図3-2(中)海底堆積物中の¹³⁷Cs総量の深度帯毎の分布 図3-3(右) 採泥の様子(マルチプルコアラー) データはOtosaka and Kato (2014a; 2014b) による.

4. 海底堆積物及び海産生物中の放射性Cs濃度の時間変化



- 堆積物中の放射性Cs濃度は時間と共に緩やかに減少
- 底生魚類中の濃度変化への連動性も示唆されるが、生物への移行率は低い



2011年3月から5月までの ¹³⁷Csの海表面濃度 (Bq/L). 図中 の矢印は, 気象庁気象研究所の 海洋データ同化システムMOVE で計算された海流 (m/sec) (Kawamura *et al.*, 2014)

- 事故発生直後、放射性Csは大気中を主に北東方向に輸送され、太平洋の広い範囲 に沈着
- 福島第一原発施設から漏洩した高濃度の放射性Csを含む海水は、沿岸付近で南北 ulletに拡散し、その後黒潮続流によって東方に輸送
- 黒潮続流から外れた放射性Csは数ヶ月間にわたって停滞

5. 海底堆積物中の放射性Csの行方

141°E

142°E

143°E



生物擾乱等により、堆積物上層の放射性Csは下層に鉛直輸送 沿岸堆積物の放射性Csのごく一部は、再浮遊して沖合間に水平移動



放射性Csは事故直後にどこに、どのくらい運ばれたか?

- 事故後の半年以内に約11PBqの¹³⁷Csが太平洋に沈着・放出
- 海水中の放射性Csの約2%が海底に沈着、その多くは沿岸域に堆積

その後、どのように移行しているか?

- 放射性Csの大部分は海水に溶けた状態で広範囲に移流・拡散
- 堆積物中での移動は遅く、一部は堆積物下層へ、残りの一部は沖合へ
- 福島周辺海域では、沿岸堆積物が主要な放射性Csのリザーバー



2011年3月から11月にかけての137Csの動きと存在量 (単位: PBq = 10¹⁵Bq)



2013年から2014年における137Csの動きと存在量 (単位: TBq = 0.001PBq = 10¹²Bq)

生物への移行率は極めて低い

今後の計画

- 陸域からの供給量が相対的に増加: 福島チームとの相互協力を推進
- 海底付近での核種挙動をより正確に解析
- シミュレーションによる将来分布予測

引用文献 (青字は当グループから公表されたもの)	Otosaka, S. and T. Kobayashi (2013). Environ Mon. Assess. 185, 5419-5433.	Yamaguchi, M. <i>et al</i> . (2014) <i>J. Environ. Radioact</i> . 135 , 135-146.
Buesseler et al. (2015). Environ. Sci. Technol. 49 , 9807-9816.	Otosaka, S. and Y. Kato (2014a). Environ. Sci.: Proc. Impacts 16, 945-1156.	原子力規制庁 (2013) <i>第15回特定原子力施設監視•評価検討会資料</i> .
Kawamura, H. <i>et al</i> . (2011). J. Nucl. Sci. Technol. 48 , 1349-1356.	Otosaka, S. and Y. Kato (2014b). Radiocesium derived from the Fukushima Dai-ichi nuclear Power Plant	小林・乙坂 (2015). 福島第一原子力発電所港湾堆積物からのCs-137の溶出に関する検討.日本原子力
Kawamura, H. <i>et al</i> . (2014). <i>J. Environ. Radioact</i> . 136 , 64-75.	accident in seabed sediments: Inventories and their temporal change. 2014 Ocean Sciences	学会2015春の大会, 茨城大学.
Kitamura, M. <i>et al</i> . (2013). <i>Biogecosci</i> . 10 , 5729-5738.	Meeting, Honolulu, HI.	水産庁 (2015). http://www.jfa.maff.go.jp/j/housyanou/kekka.html
Kitamura, A. <i>et al</i> . (2014). <i>Anthropocene</i> 5 , 22-31.	Otosaka, S. et al. (2014). Environ. Sci. Technol. 48, 12595-12602.	鈴木 (1997). <i>海洋生物と炭素循環,</i> 東京大学出版会, pp.193.
Kobayashi, T. <i>et al</i> . (2013). <i>J. Nucl. Sci. Technol</i> . 50 , 255-264.	Sarmiento, J. and N. Gruber (2005). Ocean Biogeochemical Dynamics, Princeton Univ. Press, pp.504.	西原ら (2012). <i>日本原子力学会和文論文誌</i> 11 , 13-19.

謝辞

本研究は、気象庁気象研究所、京都大学、水産総合研究センター中央水産研究所、東海大学、(公財)日本海洋科学振興財団との共同研究のもとで実施しました。海洋調査においては、学術調査船 白鳳丸・淡青丸、東北海洋生態系調査研究船 新青丸(海洋研究開発機構・東京大学大気海洋研究 所)、海洋地球研究船みらい(海洋研究開発機構)、第三開洋丸(芙蓉海洋開発(株))、モニタリング船せいかい(JAEA)のご協力を得ました。本研究の遂行にあたり、多くの皆様にご協力・ご助言をいただきました。記して謝意を表します。