

東京電力福島第一原子力発電所事故に係る ^{137}Cs 海洋拡散シミュレーション

1. 緒言

放射線管理部環境監視課では、原子力施設からの排水放出や、放射性物質輸送船事故等による放射性物質の海洋放出を想定した拡散研究を実施し、海洋環境放射能による長期的地球規模リスク評価モデル (Long-term Assessment Model of Radionuclides in the Oceans; LAMER 「ラ・メール」: 仏語で海を意味する。) を構築した。[1]

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災後に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故によって大気及び海洋に放出された放射性物質について、LAMER を用いた海洋拡散シミュレーションによって、海水中濃度及び海産物摂取による内部被ばく線量を試算したので、その結果を報告する。



外務省からの要請を受け、平成 24 年 10 月に EU で開催された「福島事故の海洋環境影響に関する会議」にて研究成果を発表し、EU の海産物輸入一部制限解除に貢献した。

2. LAMER の概要

LAMER は年平均三次元流速場と移流拡散モデル、スキャベンジングモデル (放射性核種が粒子態に吸脱着し、鉛直下方に輸送される過程) を組み合わせて放射性核種に適用し、海洋放出放射能の年オーダーの拡散を評価する。平成 16 年度には、大気圏内核実験からの ^{137}Cs 及び $^{239,240}\text{Pu}$ 降下量から海水中放射性物質濃度を計算し、日本分析センターが公開している環境放射能データベースで検索した実測値と比較・検討した結果を報告している (図 1)。[2]

3. 計算条件

拡散計算においては、海洋への直接放出量及び大気からの海面への沈着量の時間分布、空間分布が必要であるが、現在のところそれらに関する情報が不足している。そのため、政府から報告されている大気放出量の半分と海洋への直接放出量 (表 1) が平成 23 年 4 月 1 日に発電所沖合から一度に放出される点線源として簡易的に取り扱った。水平及び鉛直拡散係数は大気圏内核実験の海洋拡散シミュレーションを用いて最適化された $1.3 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ を用いた。また、I, Cs の評価が主であるためスキャベンジング過程は考慮せず、遠洋域での評価であることから、河川からの放射性物質の流入も考慮していない。

内部被ばく線量については、太平洋での海水中 ^{137}Cs の最高濃度を IAEA TRS422 に示される濃縮係数を用いて海産物中濃度とし、日本人の平均的な海産物摂取量、実効線量係数を乗じて試算した。

4. 計算結果

1, 3, 7 年後 (2012, 2014, 2018 年) の表層海水中の ^{137}Cs の濃度分布を図 2 に示す。1 年後 (平成 24 年 4 月) の太平洋の海水中 ^{137}Cs 濃度は、最も放射能濃度の高いもので 0.023 Bq/L と予測された。これは現在のバックグラウンド (BG) の放射能濃度 (約 0.002 Bq/L) に比べれば約 10 倍となるが、1957 年時点の日本近海における ^{137}Cs 濃度のピーク時より低い (図 3)。 ^{137}Cs を含む水塊は、黒潮及び黒潮続流並びに北太平洋海流によって太平洋を東に移流・拡散していき、3 年後の水塊の中心は北太平洋東部へ移動し、7 年後にはすべての海域における福島事故起源の濃度が 0.002 Bq/L よりも小さくなると予測された。

図 4 に深度別の最高濃度の経年変化を示す。水深 300~400m の濃度は時間経過とともに上昇し、10 年後の 2021 年頃に表層と同程度になり、さらに水深 900~1000m の濃度が表層と

同程度になるのは約 30 年後と計算された。

遠洋にて漁獲された海産物摂取による内部被ばくは、平成 24 年 4 月の最高濃度 (^{134}Cs ; 0.020 Bq/L、 ^{137}Cs ; 0.023 Bq/L) を用い、平成 20 年の国民健康・栄養調査から日本人の平均値摂取量を使用して試算した結果、年間約 $1.8 \mu\text{Sv}$ となった。(表 2)

5. 参考文献

- [1] LAMER：海洋環境放射能による長期的地球規模リスク評価モデル, JAEA-Data/Code 2007-024 (2008)
- [2] フォールアウトを用いた放射性物質海洋拡散シミュレーションー日本周辺海域の ^{137}Cs 及び $^{239,240}\text{Pu}$ 濃度についてー, 第 46 回環境放射能調査研究成果発表会 (2004)

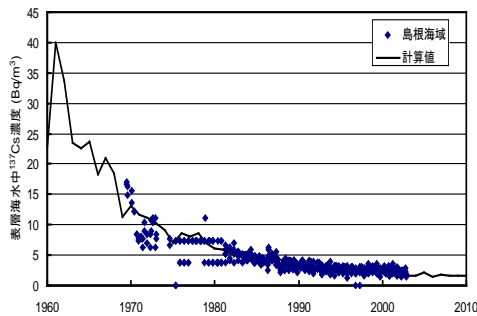


図 1 島根県沖における核実験起源の表層海水中 ^{137}Cs 濃度 [2]

表 1 LAMERに入力した海洋投入量 (単位 Bq)

核種	大気からの沈着		海洋への直接放出		合計
	3/11-16	4/1-6	5/10-11		
^{131}I	$1.6\text{e}17 \times 0.5 = 8.0\text{e}16$	2.8e15	8.5e11		8.28e16
^{134}Cs	$1.8\text{e}16 \times 0.5 = 9.0\text{e}15$	9.4e14	9.3e12		9.95e15
^{137}Cs	$1.5\text{e}16 \times 0.5 = 7.5\text{e}15$	9.4e14	9.8e12		8.45e15

表 2 海産物による内部被ばく試算結果 ($\mu\text{Sv}/\text{年}$)

核種	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	合計
内部被ばく	$3.8\text{e}-12$	1.0	0.82	1.8

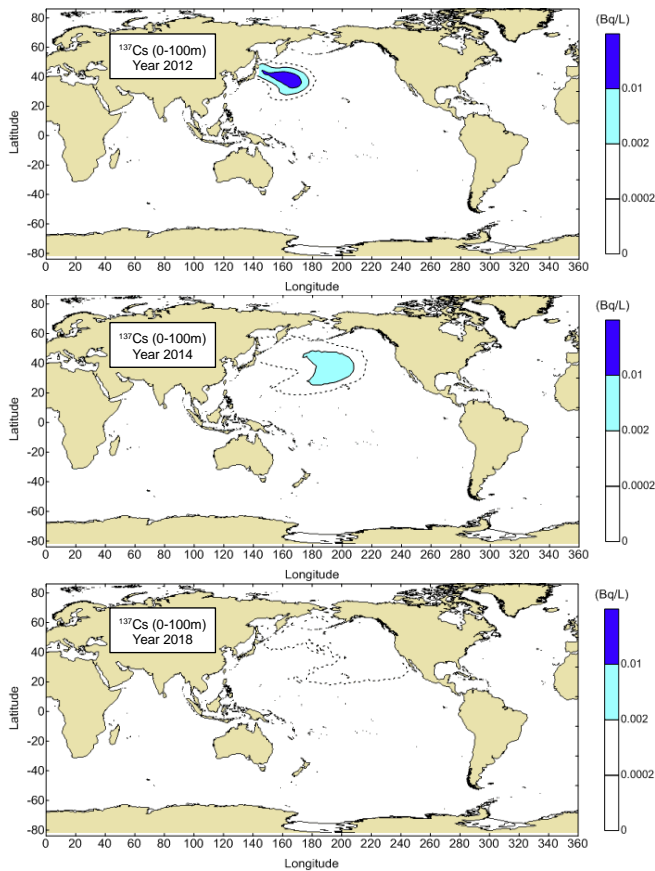


図 2 表層海水中の ^{137}Cs の濃度分布ー1, 3, 7 年後ー

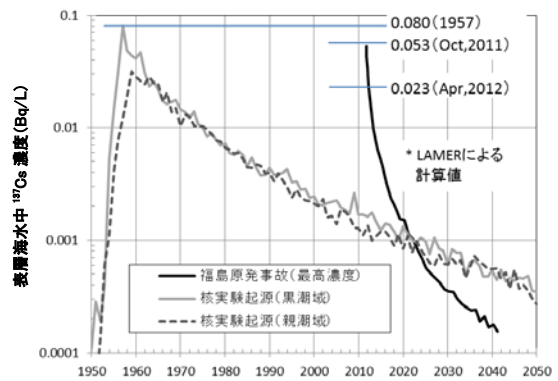


図 3 太平洋における表層海水中 ^{137}Cs 濃度の経年変化

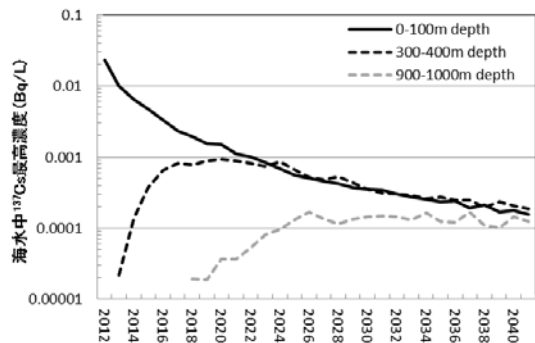


図 4 深度別 ^{137}Cs 最高濃度の経年変化