

東京湾における近年の河川由来放射性物質の濃度解析

日大生産工 ○中村 倫明

日大生産工 落合 実
日大名誉教授 和田 明

1 まえがき

平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災に伴い、東京電力(株)福島第一原子力発電所から放出される放射性物質が環境へ与える影響について、今なお懸念が続いている。大気へ放出された放射性物質の一部はフォールアウトにより陸地や海面に沈着する。陸地に沈着した放射性物質も時間を掛けて河川に集約され、やがて海へ流入することが考えられる。その後、放射性物質は海洋生物や海底生物に蓄積され、やがて人へも影響がおよぼす。東京湾は閉鎖性が強く、河川流入量が多いことから放射性物質の影響が懸念される。

本研究では、河川から湾に流入した物質が懸濁粒子に吸着し沈降する過程、海底に蓄積した放射性物質は溶解・沈着を繰り返しながら、長期的には海底土に堆積するという特徴を考慮したモデルを展開して、30 年後の放射性物質拡散状況の把握及び国際放射線防護委員会(ICRP)の評価手法による人への影響評価を行うことを目的とする。

2 太平洋における数理モデルの概要

本研究では海水中的懸濁態を解析するために構築されたClegg&Whitfield Modelと海底土の放射性物質拡散解析のために構築されたOECD_NEA Modelとをカップリングしモデルを展開した(図-1参照)。Clegg&Whitfield Modelでは海水中を3様態(溶存態、大粒子吸着態、小粒子吸着態)に分けて計算し、懸濁態の中で粒子の大きい大粒子吸着態が下層へ沈降することとしている。ONCE_NEA Modelは海底を3層(粒子層、生物攪乱層、拡散層)に分け、上層である海水からの物質を拡散、吸着、溶出、生物攪乱による拡散、埋没の効果によって計算する。

計算に用いた諸条件については表-1 のとおりである。拡散係数、沈降速度については

著者ら¹⁾を基に、負荷量は大塚らを参考に懸濁態、溶存態に分けて設定した。

表-1 拡散計算の諸条件

項目	設定値
入力した流速	年平均流 ¹⁾
メッシュ	東西:3.804km, 南北:4.623km
	鉛直:8 層
拡散係数	水平渦動拡散係数 30.0 [m ² /s] ⁶⁾
	鉛直渦動拡散係数 1.0×10 ⁻⁴ [m ² /s] ¹⁾
懸濁物質の濃度	実測値に基づく
沈降速度	大粒子 S=20(m/d) ¹⁾
負荷量 ¹⁾	核種 ¹³⁷ Cs
	流入地点 江戸川, 荒川, 多摩川
	流入量 懸濁態: 3.65×10 ¹¹ [Bq/year] 溶存態: 1.27×10 ¹¹ [Bq/year]
放射性物質の半減期	30 年
放射性物質の分配係数	2.0×10 ⁻³ m ³ /g
大気からのフォールアウト	考慮しない
計算時間	30 年間

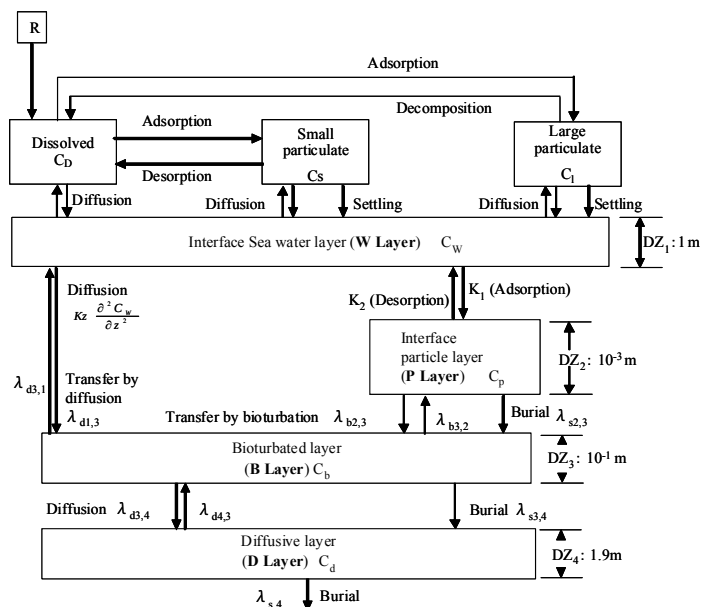


図-1 モデル概念

Concentration Analysis of ¹³⁷Cs Release from River
Inner Bay of TOKYO

Tomoaki NAKAMURA, Minoru OCHIAI, and Akira WADA

3 汚染水における放射性物質濃度解析

湾内の 30 年間の物質収支（マスバランス）を図-2 に示す。これによれば、30 年後のマスバランスは、約 1%が海水中に存在し、約 25%が東京湾口から外界へ流出する。海底には 53%が存在し P 層に 0.1%、B 層に 6.9%、D 層に 42.6%となった。

計算開始から 30 年までの間に海水層、W 層、P 層、B 層は 5 年以降で既に濃度が一定となり、十分収束している。一方で、層の厚さが大きい D 層については増加傾向がみられる。また、崩壊等の効果によって 30 年後の東京湾における放射性物質の存在割合は 79.4%となっている。

図-3 に 30 年後の海水表層における放射性物質濃度平面分布を示す。河川から流入した放射性物質は、荒川・中川沖において 0.010Bq/L 程度であるが、富津岬沖では 0.005Bq/L となっており、湾口では 0.001Bq/L となっている。この値は原子力規制庁が発表している海水中濃度と同レベルであり、海水濃度は現時点も 30 年後も低い値で推移していることとなる。

4 放射性物質による人類への影響評価

放射性物質の負荷によって、懸念されることは魚類などに濃縮した放射性物質を間接的に体内に取り込むことである。そこで、国際放射線防護委員会(ICRP)による計算式を用いて、今回の汚染水の放出が人体に影響を与えるかについて検討を行った。

$$D_i = 365 H_{ik} W_j C F_{kj} C_k$$

ここで、 D_i ：海洋生産物(i)を 1 年間摂取したことによる線量(Sv/y)、 H_{ik} ：Cs(k)1Bq を経口摂取したときの預託実効線量当量(Sv/Bq)、 W_j ：海洋生産物を 1 年間摂取する量(g/day)、 CF_{kj} ： ^{137}Cs に対する魚の濃縮係数(g/cm³)、 C_k ：海水濃度(Bq/cm³)である。

今回の放射性物質の計算結果によれば、2 年後の放射性 ^{137}Cs は海水の最大濃度で $7.00 \times 10^{-3}\text{Bq/L}$ （海水第1層）、30年後の海水の最大濃度で $1.0 \times 10^{-2}\text{Bq/L}$ （海水第1層）である。この値から算出された線量は $5.6 \times 10^{-4}\text{mSv/y}$ 、 $8.0 \times 10^{-4}\text{mSv/y}$ である。これは、汚染水の影響を受けた魚介系のみを摂取した場合でも ICRP が定めた限界値(1mSv/y)より相当小さい値となることを示している。

5 まとめ

本研究では、東日本大震災の影響に伴う福島第一原子力発電所の放射性汚染水がもたらす海洋への中期的な影響について検討を行った。このモデルを用いて実施した放射性汚染水の計算結果及び影響評価については、以下に示すとおりである。

- (1) 東京湾における拡散分布は河川由来の放射性物質に依存している可能性が高い。
- (2) 海水濃度は以前低く、海底土における高濃度は河口周辺に留まることが考えられる。
- (3) ^{137}Cs の人体への影響は放射性物質の影響を受けた魚介系のみを摂取した場合でもほぼないと考えられる。

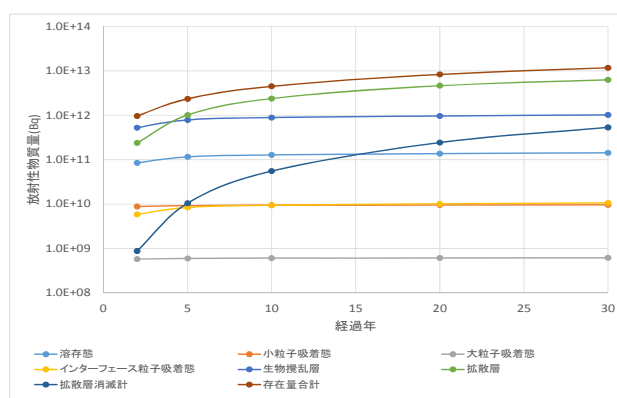


図-2 30 年間のマスバランス

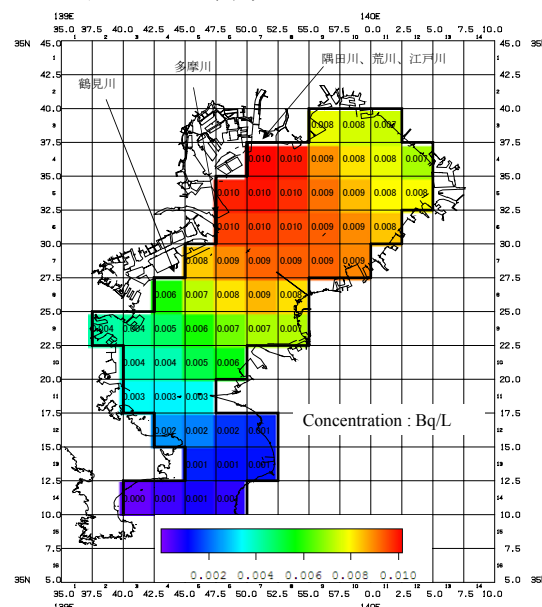


図-3 30 年後の ^{137}Cs 濃度計算結果(表層)

「参考文献」

- 1) 中村倫明, 落合実, 鷺見浩一, 和田明: 福島前面海域における放射性汚染水の濃度解析, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 71, No.4, pp.I_691-I_696, 2015.