

北極海における放射性物質の濃度解析

日本大学大学院 学生会員 ○神谷 徳成
日本大学生産工学部 正会員 和田 明

1. はじめに

近年、旧ソビエト連邦による核廃棄物の投棄や原子力潜水艦の沈没など高いレベルの放射性汚染が北極海で起きていることが明らかになった。これらのことからこの海域の環境影響が問題視されている。

北極海は年間を通してほとんど表面が氷に覆われている特異な海域であり、海洋特性に関してはあまり多くの事が知られていないのが現状である。

本研究ではこの海域における水温、塩分の観測データを利用して、ボックスモデル法により流動解析を行った。さらに流動解析の結果を用いて核種の濃度解析を行った。

2. 北極海の概要

北極海は図-1のように、ユーラシア大陸、北米大陸、グリーンランドに囲まれた面積およそ 1400 万 km²である。スカンジナビア半島、グリーンランド間は 1400 km 離れていて東部はノルウェー海、西部はグリーンランド海と呼ばれている。それに対し、ユーラシア大陸と北米大陸の間には幅約 80 km のベーリング海峡があり、太平洋につながる。水深 1000 m を超える海域は北極海のおよそ 7 割で、残り 3 割は沿岸の広大な大陸棚である。

特徴としては海面が一年を通してほとんど表面が氷により覆われていること、大流入河川があり河川流入量が地球上の 10% にのぼり、閉鎖的な海域であることがあげられる。

3. 放射性物質濃度解析

(1) 流動解析

本研究ではボックスモデル法を用いた。対象領域を適当なボックスに分割し、各ボックスで水温、塩分、河川からの流入量などから海水の流動を解析した。

ボックスは水平方向に 222 km×222 km とし、鉛直方向は、0～50 m、50 m～100 m、100 m～200 m、200～500 m、500 m 以下の 5 層とした。¹⁾

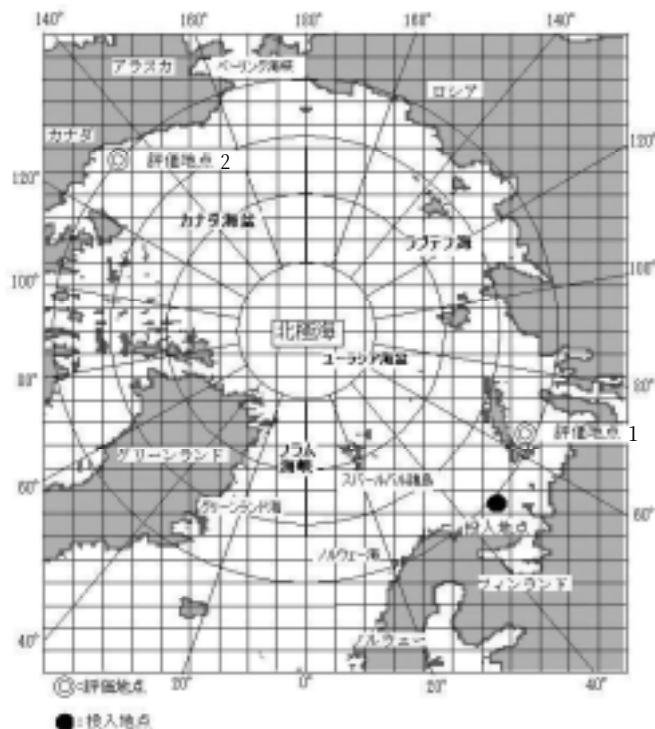


図-1 北極海全域

(2) 対象核種と放出形態

モデル式における核種の分配係数は表-1 のように設定した。

表-1 核種の Kd 値、半減期

	分配係数 (m ³ /g)	半減期 (year)
Cs137	2×10^3	3.0×10
Pu239	1×10^5	2.41×10^4
Tc99	1×10^2	2.13×10^5
Co60	2×10^7	5.27

また放出形態は瞬時に 1TBp 放出することとし、評価地点、投入地点は図-1 に示した通りである。

(3) 拡散モデル

本研究で用いた拡散モデルは流動解析の結果を用いて、沿岸に放出された放射性物質の移流、拡散、崩壊、沈降を考慮し放射性物質の濃度解析を行った。

キーワード 北極海, 放射性核種, 拡散モデル, スキャベンジング

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学大学院生産工学研究科 TEL047-474-2420

沈降についてはスキヤベンジングを適用し、1000 年間における。濃度の時間変化を求めた。

<モデル式>

ボックス i (i=1~N)における濃度の時間変化は次式で表される。

$$V_i \frac{dC_i}{dt} = - \sum_j W_{ij} \cdot C_i - \sum_j W_{ij} \cdot S_i K_d C_i + \sum_j W_{ji} \cdot C_j + \sum_j W_{ji} \cdot S_j K_d C_j + \sum_j A_{ji} \cdot \frac{K(C_j - C_i)}{L_{ij}} - V_i \cdot B \cdot C_i + A_{ui} \cdot V_{down} \cdot S_u K_d C_u - A_{il} \cdot V_{down} \cdot S_l K_d C_l$$

$$A_{ui} \cdot V_{down} \cdot S_u K_d C_u - A_{il} \cdot V_{down} \cdot S_l K_d C_l$$

ボックス i (i=1~N)

C_i : ボックス i での核種濃度 (Bq/m³)

V_i : ボックス i での体積 (m³)

L_{ij} : ボックス i と j との平均距離、ボックス中心間の距離 (m)

W_{ij} : ボックス i から j への交換流量 (m³/s)

S_i : ボックス i での SS 濃度 (kg/m³)

K_d : 核種の分配係数 (m³/kg)

B : 核種の崩壊定数 (1/s)

V_{down} : SS の平均沈降速度 (m/s)

k : 拡散係数 (m²/s)

A_{ij} : ボックス i と j の接触面積 (m²)

N : ボックス数

$\sum_j$ は i 以外のボックスで i に隣接するすべてのボックス j についての和をとることを表している。

(4)濃度解析結果

今回の解析結果(図-2)から全体を通していえることは核種の K_d 値、半減期が濃度解析に大きく影響してくると思われる。 K_d 値の大きい核種(Pu239, Co60)はスキヤベンジング効果が強く働き、海底に沈降するため海底層の濃度が高い。半減期の長い核種(Tc99)は比較的広範囲、高濃度で分布している。逆に半減期が短い Co60 は濃度が低下し、放出点から遠い評価地点2では1年目にして海水層、海底層のどちらも低い濃度である。

また Cs137 は水溶性であるため海水中に多く分布している。1000 年後には急激に濃度が下がるがこれは半減期の影響によるものと考えられる。

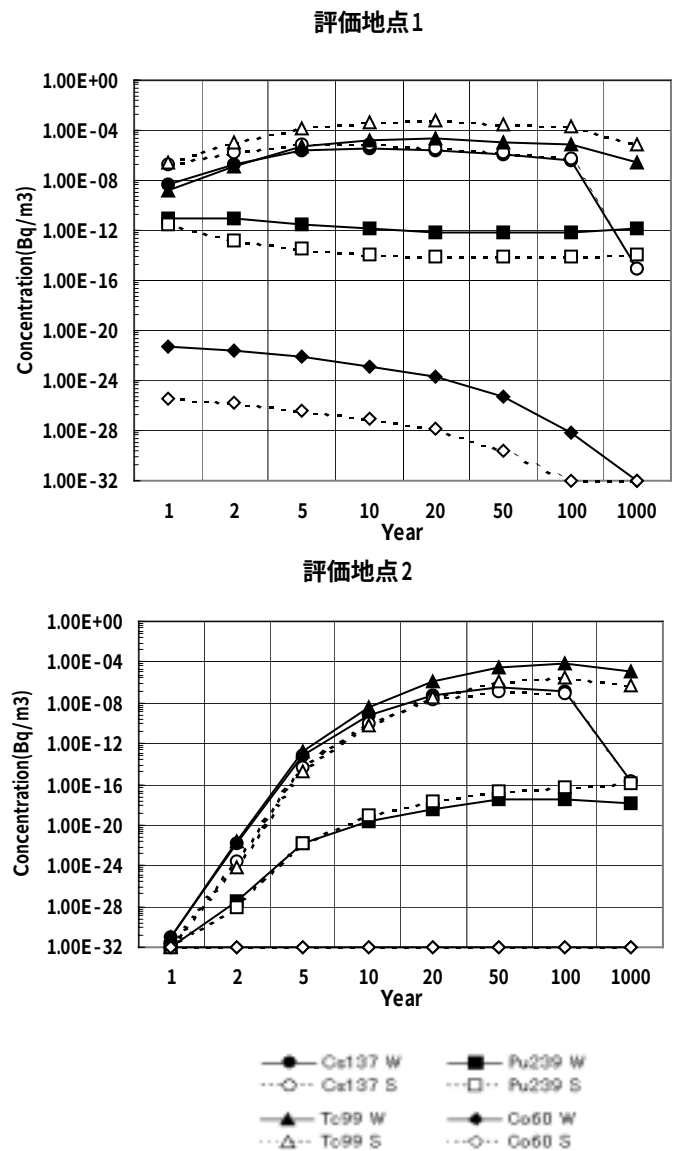


図-2 評価地点における核種濃度解析結果

4. まとめ

本研究ではバレンツ海に放射性物質を投棄した際の拡散状況を把握するため、海水中の濃度解析を行った。放射性核種の挙動は海水流動と核種の性質が大きく影響している。

今後の課題として SS 濃度の設定、他のモデルとの比較、さらに海洋生物への影響評価を行っていきたい。

6. 参考文献

1) 和田明・高野泰隆・山本譲司(1995)：北極海(カ海, バイツ海)の海洋特性—海洋汚染に関連して—, 第3回地球環境シンポジウム講演集, p67~72