

2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：海洋環境中での放射性核種の動態に関する研究

英文：Behavior of radionuclides in the marine environment

研究代表者 乙坂 重嘉（東京大学大気海洋研究所海洋化学部門）

参加研究者 白井 厚太郎，杉原 奈央子（東京大学大気海洋研究所海洋化学部門）

研究成果概要

東京電力福島第一原子力発電所事故では、大気への放出及び海洋への直接漏洩によって多くの放射性核種が環境中に放出された。代表的な事故由来の放射性核種である Cs-137 の環境への総放出量は 15-20 ペタベクレルで、そのうちの約 3 割は福島県を中心とした陸域に沈着し、残りの 7 割は海洋に運ばれたと推定されている。政府等のモニタリングや多くの大学・研究機関の努力により、事故由来放射性核種の環境中での分布状況や存在状態等が浮き彫りにされてきた。

しかしながら、特に沿岸域においては、事故直後の放射性核種の生物への影響や、海底付近での生態系への中・長期的な放射性核種の移行過程について不確かな点が残されており、福島県を中心とした被災地の懸念事項となっている。一方で、これらの課題は、通常のモニタリング調査結果からのみでは解析が困難であり、少量の試料に記録された情報の精密な分析を要する。

本課題では、これらの少量試料に記録された事故由来放射性核種の情報を、宇宙線研究所の微弱放射能測定設備で計測し、下記の 3 項目について解析を進めた。

(1) 海水-海底堆積物境界付近における放射性セシウムの挙動解明

2015 年から 2018 年にかけて福島周辺海域における 17 観測点において採取した海水、海底堆積物、間隙水中の Cs-137 濃度を調査し、福島第一原発事故によって海底に沈着した放射性セシウムの海水中への放出の効果を評価した。間隙水中の Cs-137 濃度は 33 ~ 1934 mBq L⁻¹ で、海底直上水（海底から約 30 cm までの間の海水）の 10 から 40 倍であった。多くの観測点で、海底直上水と間隙水との間には Cs-137 濃度に正の相関がみられた。間隙水と堆積物間の見かけの分配係数は、 $[0.9-14] \times 10^2 \text{ L kg}^{-1}$ であり、採取

年による差は見られなかった。これらの結果は、間隙水と堆積物間での Cs-137 の平衡が比較的短期間で成立された後、間隙水中の Cs-137 が海底上に徐々に拡散することが示唆された。これらの観測結果に基づく海底付近での Cs-137 の収支計算から、堆積物中の Cs-137 の約 6% が一年間に脱離・拡散すると推定された。

(2) 沈降粒子試料の分析による陸—海間の放射性核種輸送フラックス解明

沈降粒子の計測では、福島県いわき市の沖合約 50 km (北緯 37 度 00 分、東経 141 度 24.9 分、海底水深 210 m) の観測点で、2017 年 6 月から 2018 年 6 月にかけて採取した 39 期間の沈降粒子試料を採取した。事故由来の放射性核種として 2 つの放射性セシウム同位体 (Cs-134, Cs-137) の濃度を、沈降粒子の特性の指標として、主要成分 (生物起源ケイ酸塩、生物起源炭酸塩、陸起源ケイ酸塩、有機物) と Pb-210 の濃度を測定した。沈降粒子からは観測期間を通して Cs-137 濃度が検出され、Cs-137 濃度は明瞭な季節変動を示した。沈降粒子中の Cs-137 濃度は、冬季から春季にかけて高く、2017 年 12 月に期間中で最大の値 (110 Bq kg⁻¹, 放射能は 2011 年 3 月 11 日に減衰補正) を示した。冬季の沈降粒子は、他の期間に比べてわずかに有機物濃度が高く、タンパク質や糖酸といった、比較的分解の進んでいない海洋起源の成分で構成されていた。夏季から秋季にかけて Cs-137 を取り込んで観測点付近の海底に蓄積した有機物が、晩秋季から冬季にかけての海底付近の擾乱に伴って陸棚上を再移動したと推測された。

(3) 二枚貝の分析による生物試料中の放射能モニタリング

二枚貝の殻は付加成長するため、その殻の放射性核種を成長方向に沿って分析することで、経時変化の履歴を復元できる可能性がある。本研究は福島県から採取されたカワシンジュガイの放射性核種の分析により、特に観測データが得られていない事故直後の 1～2 か月間における事故由来放射性核種の福島周辺海域における動態と生物への移行状況の解明を目的とした基礎実験を行った。昨年度までの実験で、カワシンジュガイの殻皮が付いたままの試料と除去を行った試料を比較した結果、Cs-137 は殻皮部分に濃集していることが明らかとなった。令和 2 年度では、濃集部位についてより詳細な検討を行った。殻皮が付いたままの貝殻、漂白剤で殻皮を除去した際の殻皮+漂白剤の画分と炭酸塩である貝殻、をそれぞれ比較した結果、9 割以上の Cs-137 は殻皮に取り込まれており、炭酸塩の貝殻にはほとんど取り込まれていないことが明らかとなった。