

令和 5 年度 (2023) 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*，石山 陽子 （東京大学大気海洋研究所海洋化学部門、*現：海洋生物環境研究所）
研究成果概要	<p>研究成果概要</p> <p>I. 海洋における福島第一原発事故由来の人工放射性核種の動態解析</p> <p>2011 年に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故によって環境に放出された放射性核種の陸域—海域間、沿岸—外洋間の再分布と、外洋域を含むの海洋生態系への移行は、国内の自治体等ばかりでなく、海外の懸念事項となっている。原発施設内には、炉内で生じた汚染水から大部分の放射性核種を多核種処理装置（ALPS）で取り除いた処理水が貯留されており、東京電力は、2023 年 8 月よりこれらの処理水の段階的な海洋放出を開始した。放出は厳重な濃度管理のもと行われているが、極微量ながら様々な人工放射性核種が海洋に流出すると推測され、その海洋環境への影響について、国際的な関心が高まっている。本研究では本年度、下記の 2 件について研究を進めた。</p> <p>I-1 福島第一原発からの「処理水」の放出の海洋環境への影響</p> <p>2023 年度は、8 月 3 日から 9 日にかけて実施した新青丸 KS-23-12 次航海と、3 月 22 日から 29 日にかけて実施した KS-24-5 次航海において、福島第一原発周辺の概ね 20 km 圏内の約 20 観測点で実施した。一連の調査は、処理水の主要な残留核種である ^3H や ^{129}I の計測を主な目的としている一方、放出口から 1km~10km の範囲の 3 観測点において、表層海水を 1 点当たり 400L~600L 採取し、海水をマンガンファイバーに通水させることにより、海水中の微量放射性核種 (^{60}Co, ^{106}Ru, ^{144}Ce, ^{126}Sn) をファイバー上に回収し、γ線放出核種を網羅的に計測した。マンガンファイバーは 2 段階で通水させ、各段での濃度差から回収率を推定することとした。当航海は処理水放出の直前に実施されたため、^{137}Cs を除き有意な濃度の γ線放出核種は検出されなかった。2024 年 3</p>

月上旬に採取した試料についても同様で、現段階では、処理水の放出に伴う有意な γ 線放出核種の影響は見られなかった。本課題においては、海底堆積物の高感度モニタリングも継続中であり、処理水放出に伴う連続的な核種蓄積量の変化を、来年度以降の計測で明らかにしていきたい。

II 天然放射性核種をトレーサとした海洋における物質フラックス解析

大気や河川を通じて海洋に運ばれた陸起源物質や、海洋表層で生産された生物粒子の一部は、海水中の懸濁粒子を形成し、凝集・分解を繰り返しながら海底へと運ばれる。海水中を沈降移動する粒子は、海洋表層の汚染物質を効果的に深海へと運ぶ役割を持つため、沈降粒子束の分布を高い空間分解能で明らかにすることは、汚染物質の海洋における行方を追跡するうえで重要である。

海水中の親粒子性天然放射性核種（Be 同位体, Th 同位体等）濃度を計測し、その生成量と存在量の海水柱内での収支から、これらの粒子態の放射性核種の粒子束（単位時間、単位面積当たりの粒子沈降量）を見積もることができる。また、海水をろ過して得られる粒子について、上述の天然放射性核種と任意の目的成分の粒子中での濃度比を計測することで、目的成分の粒子束を間接的に見積もることができる。本研究では、この手法を GEOTRACES（海洋における生物地球化学的循環の理解を深めることを目的とした国際的な研究プログラム）研究航海で採取した試料に適用し、既往研究に比べて高い空間分解能で、粒子態元素の輸送フラックスの解析を試みた。

2023 年度は、2022 年の学術研究船白鳳丸 KH-22-7 航海及び 2023 年の同 KH-23-2 航海で採取した懸濁粒子及び海水試料中の放射能測定を実施した。懸濁粒子試料はメンブレンフィルターに捕集し、 γ 線スペクトロメトリーによって ${}^7\text{Be}$, ${}^{234}\text{Th}$, ${}^{228}\text{Th}$ 等の親粒子性放射性核種を計測した。海水試料中の溶存態放射性核種（特に ${}^{234}\text{Th}$, ${}^{226}\text{Ra}$, ${}^{228}\text{Ra}$ ）は、200-600L の海水をマンガンファイバーに通水し吸着させ、ファイバーのみを持ち帰ってガンマ線を計測した。 γ 線計測後の懸濁物試料は各種元素・成分を分析中であり、得られる結果を統合し、各成分の粒子束データを得る予定である。

現在までに、東経 150 度から 165 度にかけて、赤道から北緯 50 度までの海水中の ${}^{228}\text{Th}$, ${}^{228}\text{Ra}$, ${}^{234}\text{Th}$ の分析を終了させており、(1) 北緯 35 度の表層付近に ${}^{228}\text{Ra}$ の比較的高い (~ 0.2 mBq/L) 水塊が、(2) 北緯 40 度付近の深度 200m 程度までの中層で、 ${}^{228}\text{Th}$ 濃度の比較的高い ($0.06\sim 0.08$ mBq/L) 水塊が存在することがわかった。いずれの核種も、陸棚由来の海水が移動したとみられ、(1) は東シナ海から表層を通じて、(2) は太平洋北西縁辺より中層を通過して、それぞれ海洋内部へと海水が水平輸送されたと推定された。また、海水中の ${}^{228}\text{Th}/{}^{228}\text{Ra}$ 比より、(2) のための海水の移動時間は 2 年から 7 年程度であると見積もられた。

整理番号 I04