

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01890

研究課題名(和文) 東日本大震災により海洋環境に放出された残留性有機汚染物質の動態解明と影響評価

研究課題名(英文) Dynamics and impact assessment of persistent organic pollutants released into the marine environment by the Great East Japan Earthquake

研究代表者

高澤 嘉一 (Takazawa, Yoshikatsu)

国立研究開発法人国立環境研究所・環境計測研究センター・主任研究員

研究者番号：40391122

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,700,000円

研究成果の概要(和文)：東北三陸沖の海域にて投げ込み式大量ろ過装置を用いた残留性有機汚染物質の捕集を試みた。その結果、ヘキサクロロシクロヘキサン類(HCHs)は各層(10m、250m、500m)において最も濃度が高く(68～110 pg/L)、特にbeta-HCH(41～65 pg/L)は優勢であった。各層における検出濃度に着目すると、表層水と比較して底層水中で高濃度を示す傾向はbeta-HCHを除いては確認されず、今回観測した海域においては陸域由来の海底堆積物がこれらの有機汚染物質の供給源となっている可能性は低いことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの研究では海洋表面において一部の残留性有機化学物質の断片的な分布の把握に留まる研究が多く、水深200m以深の中層・深層水の汚染調査はほとんど報告されていない。本研究は、化学物質の海洋汚染実態を正確に把握・評価するため、二次的汚染を極力抑え、なお且つ深度別採水を実行可能な投げ込み式的大量海水ろ過装置を用いて深度別の鉛直分布を得ることにある。残留性有機化学物質の海洋における分布状況の把握に留まらず、その分布を決める海水循環や物質循環を海洋学的視点から解析し、対象地域における残留性有機化学物質の動態予測と検証に繋げることで、地域連携を基盤とした海洋環境の管理手法の構築に貢献する。

研究成果の概要(英文)：We attempted to collect persistent organic pollutants in the sea area off Sanriku, Tohoku, using a throw-down mass filter. As a result, hexachlorocyclohexanes (HCHs) had the highest concentrations (68-110 pg/L) in each layer (10 m, 250 m, and 500 m) and beta-HCH (41-65 pg/L) was particularly dominant. From the detected concentrations in each layer, there was no tendency to show higher concentrations in the bottom water than the surface water, except for beta-HCH, suggesting that land-derived marine sediments are unlikely to be the source of these organic pollutants in the observed area.

研究分野：環境化学

キーワード：海洋モニタリング 鉛直分布 投げ込み式海水ろ過装置

1. 研究開始当初の背景

海洋は陸域よりも三次元的な広がりが大きく、表層から深層までの鉛直分布と三次元的動態の考察を抜きにした海洋学的研究は存在しないといえる。しかしながら、これまでの研究では海洋表面において一部の残留性有機化学物質の断片的な分布の把握に留まる研究が多く、水深200m以深の中層・深層水の汚染調査はほとんど報告されていない。化学物質の海洋内動態という観点において、本研究の最大の特色は、残留性有機化学物質の海洋汚染実態を正確に把握・評価するため、深度別の採水を行いその鉛直分布を得ること、深度別にどのような有機化学物質が存在するのかを網羅的に調査することにある。また、分析法の観点からは、採水時の化学物質による二次的汚染を極力抑え、なお且つ深度別採水を実行可能な投げ込み式の大量海水ろ過装置の開発が、既存研究の限界をブレイクスルーできる重要なポイントと考えている。本装置については、海洋中の粒子捕集用のろ過装置を入手し、昨年度までは、これを残留性有機化学物質の捕集に特化した装置への改造を継続的に続けてきた。現在は、残留性有機化学物質の捕集に適した部材交換、流路変更、捕集剤の選定、捕集流速の最適化、破過容量の算出といった装置の基本性能に関する検討事項を一通り終えた段階にある。また、残留性有機化学物質の海洋における分布状況の把握に留まらず、その分布を決める海水循環や物質循環を海洋学的視点から解析し、対象地域における残留性有機化学物質の動態予測、さらにはその検証に繋げることで、地域連携を基盤とした海洋環境の管理手法・評価システムの構築に貢献する。

2. 研究の目的

2011年3月に発生した東日本大震災では、巨大津波が東北地方太平洋沿岸を襲い、福島第一原子力発電所の炉心溶融をはじめとして甚大な被害をもたらした。発電所から漏洩した放射能による環境・生態系汚染は、社会的にも強い関心事であり、震災から5年を経てもなお、被災地は農産物や水産物に対する深刻な風評被害に苦しんでいる。津波によって陸域から海洋環境に放出された物質は放射性物質だけではなく、例えば栄養塩や我々の日常生活・産業活動で使用された多種多様な人為起源の化学物質もあわせて放出されたと推測される。“化学物質による汚染”に着目した海洋の調査・研究は、環境省による海洋環境モニタリング、あるいは水産庁による一部食用魚種のモニタリングなど非常に限定的・断片的であり、特に海洋の鉛直断面という視点から解析した調査は未だ実施されていない。震災被害の大きかった石巻など仙台湾周辺では、重化学工業地域や製糸工場などが多数被災しており、津波とともに大量の化学物質が海洋に放出され、残留性の強い一部の化学物質は現在も湾内や周辺沖合に留まっている可能性がある。環境中に放出された化学物質は、大気・陸水・海水等の動的な環境コンパートメントにインプットされることで、主たる放出源である陸域から離れた外洋域に輸送されることが知られている。地球全体で考えると莫大な容積を有する海洋は残留性有機化学物質の主たる蓄積場所であると推測されるが、海水中の存在量は極端に低いため、十分な精度で測定されているとはいえない。例えば、日本周辺の沖合海域で実施された残留性有機化学物質の汚染調査事例は極めて限定的であり、三次元的な海洋環境内動態を理解する上で必須な海水中の鉛直分布に至ってはわずか2例しか存在していない。その理由としては、大量採水の必要性に加えて、甲板作業時の二次的汚染、採水器具・採水流路の材質からの汚染等が挙げられる。そこで、本研究では残留性有機化学物質の二次的汚染を避けるため、投げ込み式の大量海水ろ過装置を開発し、仙台湾を含む関東地方から東北地方に及び太平洋沿岸を対象として、本装置により残留性有機化学物質を網羅的に捕集し、その鉛直分布を明らかにする。

3. 研究の方法

調査研究船を利用して東北沖・三陸沖合での実海域調査を実施する。投げ込み式の大量海水ろ過装置を用いて水深5~500m程度までの鉛直的な試料採取を実施する。同装置を目的とする水深に投入して、粒子態及び溶存態として存在する残留性有機化学物質を捕集し、捕集剤を冷凍保存して国立環境研究所に持ち帰り、前処理と測定を行う。試料の一部は、PCBやリン酸エステル、難燃剤など残留性汚染物質のターゲット分析に用いる。その一方で、各深度にどのような有機化学物質が存在するのかを把握すべくGCxGC/高分解能飛行時間型質量分析計(HRTOFMS)によるノンターゲット分析も実施する。GCxGC/HRTOFMSは通常のGC/MSに比べて極めて高い成分分離能と同定精度を有しており、国内における環境分析への応用は、申請者の研究グループが最初に取り組んだ実績がある。また、本航海では海洋基礎データ(水温、塩分、溶存酸素、栄養塩など)や海水の動態解明に有効な化学トレーサー(例えば炭素・酸素同位体比など)用の採水もあわせて実施する。

4. 研究成果

東日本大震災では、津波によって陸域から海洋環境に多種多様な人為起源の化学物質が放出されたと推測される。本研究では、海洋中の残留性有機化学物質の捕集に適した投げ込み式の大量海水ろ過装置を開発し、仙台湾周辺の太平洋沿岸を対象に残留性有機化学物質の鉛直分布を明らかにすることを目的とした。2017年~2020年にかけて調査船を利用して三陸沖及び仙台湾にて通水捕集を実施した。海水中の残留性有機化学物質の捕集は、事前に大型水槽を用いて流速等の最適化を行った投げ込み式の海水大量ろ過装置を用いた。表層から底層(10m、250m及び500)まで各層において通水捕集を実施した。測定対象物質を限定しないノンターゲット分析で

は、ライブラリーサーチのマッチファクターや分子イオンの m/z 値における理論値との差、登録されているリテンションインデックス (RI) と実測保持時間より算出した RI とのずれを確認しながら化合物同定を進めた。その結果、臭素や窒素、硫黄を含んだ様々な化合物が同時に検出された。各層における特徴的な化合物として、表層水ではイソプロチオランや 4-(ジメチルアミノ)安息香酸エチルが、底層水では 5-プロモ-1H-インドールや 5,7-ジプロモ-1H-インドールなどの臭素化インドール類が挙げられた。また、両層に共通する化合物として、ピロキロンやメチルフェネチルカルバメート、2-メチルメルカプトベンゾチアゾールが確認された。一方、残留性有機化学物質のターゲット分析では、ヘキサクロロシクロヘキサン類 (HCHs) は各層において最も濃度が高く (68 ~ 110 pg/L) 特 に beta-HCH (41 ~ 65 pg/L) は優勢であった。ヘキサクロロベンゼンやクロルデン類も 0.2 ~ 35pg/L の濃度範囲で検出された。各層における検出濃度に着目すると、表層水と比較して底層水中で高濃度を示す傾向は beta-HCH を除いては確認されなかったことから、今回観測した海域においては、海底堆積物がこれらの有機汚染物質の供給源となっている可能性は低いことが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高澤嘉一、家田曜世、荒巻能史
2. 発表標題 海水中の微量有機汚染物質分析技術の開発
3. 学会等名 つくばテクノロジー・ショーケース
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高澤嘉一、家田曜世、荒巻能史
2. 発表標題 仙台湾における残留性有機汚染物質の定量的観測
3. 学会等名 日本環境化学会 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高澤嘉一
2. 発表標題 NISTデータベースを用いた網羅的定性法の紹介
3. 学会等名 広島県保健環境センター 第2回緊急時環境調査手法研修会（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	荒巻 能史 (Aramaki Takafumi) (00354994)	国立研究開発法人国立環境研究所・地球環境研究センター・主任研究員 (82101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	家田 曜世 (Ieda Teruyo) (40761078)	国立研究開発法人国立環境研究所・環境計測研究センター・ 研究員 (82101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関