

【5-1405】水銀の全球多媒体モデル構築と海洋生物への移行予測に関する研究 (H26～H28)

鈴木 規之 (国立研究開発法人 国立環境研究所)

1. 研究開発目的

本研究では、超微量分析技術による遠洋観測と安定同位体分析による水銀形態の起源推定など新たな研究手法を導入し、これを POPs (残留性有機汚染物質) 研究によって実績のある全球多媒体モデル手法と融合することで、新たな水銀の全球多媒体モデルを構築し、国際的な行政課題にこたえることをめざす。サブテーマ(1)では、POPsの全球多媒体モデル FATE に水銀動態諸過程を導入して水銀の全球多媒体動態を記述するモデル (FATE-Hg) を構築する。また、サブテーマ(2)(3)(4)と密接に連携して遠洋海域での生物移行モデルを開発して全球多媒体モデルに統合する。サブテーマ(2)では、安定同位体分析および形態別詳細分析により、大気-海洋また海洋-生物の媒体間動態過程を明らかにし、多媒体環境また海産生物中の水銀の起源を明らかにし、モデルのプロセス記述の基礎を与えることを目標とする。サブテーマ(3)では、遠洋・沿岸海域での水銀の大気-海洋間のフラックス観測、沿岸域動態・生物移行の観測・実験を行うことにより、大気-海洋間および生物動態データを取得しサブテーマ(1)の多媒体環境モデルおよび生物移行モデル構築・検証する基礎を確立する。サブテーマ(4)では、大気中形態別水銀の連続観測および沈着量調査を国内で実施し、モデルの大気検証データを得て、また観測手法を確立する。これらから新たな水銀の全球多媒体モデルを構築し、例えば排出量の削減による、環境の各媒体の濃度・存在量や海洋生物中の濃度などの応答を予測可能な技術的手段を提供することを目的とする。

2. 研究の進捗状況

(1) 水銀の全球多媒体モデルおよび海洋生物移行モデルの構築

水銀の全球多媒体モデル (FATE-Hg) の構築では、FATE に大気-海洋における水銀プロセス (大気と海洋における形態変化、乾性・湿性沈着、大気-海洋間のガス交換、海洋低次消費者への生物移行) を導入した。また、入力データ (人為起源の排出量、気候データ、反応物質濃度) を整備し、試験的なシミュレーションを実施した。生物移行動力学モデルで記述対象とする水銀の化学形態、魚種を検討し、当該魚種にかかる食物網構造情報 (食性)、環境媒体の特性として水温と溶存酸素濃度の情報を収集した。動力学モデルは、濃度変化を一次速度論で記述するマスバランスモデル式を採用することとし、パラメーターの検討を進めている。

(2) 水銀の安定同位体分析による媒体間動態の検討

日本近海とインド洋で表層回遊魚のキハダマグロと中深海水層回遊魚のメバチマグロの筋肉片を採取した。国際標準生物試料を用いて水銀同位体分析の前処理方法の確立を図り、表層と中深海水層に生息する魚類中の水銀同位体組成の相違から、海洋の鉛直構造に起因する水銀動態の違いを顕示した。また水俣湾に生息する沿岸魚を採取して、一部の水銀同位体分析を実施し、遠洋環境と沿岸環境の水銀動態と生物移行過程の違いを明らかにしつつある。

(3) 遠洋・沿岸地域での水銀の動態観測と解析

H26 年度は沿岸域として研究対象としている玄界灘において 2014 年 10 月に水銀放出フラックスの観測と海水試料採取、並びに海水中水銀の形態別分析を実施した。事前にモノメチル水銀 (MMHg) 分析法の改良を行い、溶存態 MMHg の検出限界濃度 (3σ) を 0.8 pg/L まで向上されることができた。また、粒子態 MMHg の分析法についても検討し、検出限界濃度 0.5 pg/L を達成した。玄海灘海水中の MMHg の鉛直分布を調べた結果、下層において溶存 MMHg 濃度が上昇する傾向があることがわかった。底泥の有無や水質観測の結果から、下層における再無機化に伴う MMHg の溶出が起こっていると推察された。また、水銀フラックスは他の海域 (水俣湾、瀬戸内海) に比べて低いこともわかった。しかしながら、

水銀フラックスについては季節変動があるため、夏季に再調査を実施する予定である。一方、玄界灘で採取された動物プランクトンや魚介類中の水銀分析も実施し、概ね全国平均値(厚生労働省, 2010)よりも低いことを明らかにした。炭素・窒素安定同位体比の分析も実施し、総水銀の生物蓄積に関する情報も得た。

(4) 大気中水銀の連続観測によるモデル検証

Tekran 社製連続測定装置を用いて、これまで知見が不十分であった本邦日本海側地域に属する新潟県柏崎市において、大気中元素態水銀、酸化態水銀及び粒子状水銀濃度を初冬から初春季に連続測定を行うとともに、通年にて水銀の湿性沈着量を測定した。得られた日平均値は、それぞれ、1.49 ng/m³、1.78pg/m³、7.75pg/m³であり、降水中の平均水銀濃度は 6.7ng/L、週毎平均湿性沈着量は 472ng/m²であった。大気中濃度は収集した文献値中では低い値に属し、降水中濃度及び沈着量は同程度であった。一方、粒子状水銀の粒径分布には明確な季節変動が見られ、乾性沈着量を推算する場合には季節変化を考慮しなくてはならないことが示唆された。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

遠洋環境における水銀濃度の鉛直分布と生物移行プロセスに関して理解を深める情報を提供した。また妊婦が摂取量を制限されている大型魚類や深海魚の水銀含有量が高くなる要因に関する情報を提供した。

動態モデル開発と検証に関わる諸課題は、現時点ではモデル・プログラム開発や観測、データ取得を進めている段階であり、具体的な環境政策への貢献に至っていないが、次年度以降具体的な開発とその計算結果等が得られてくる段階において環境政策に対して、対策効果の予測等の貢献とすることを目標としている。

4. 委員の指摘及び提言概要

全体として目標に沿って順調に研究成果が出ているものと評価される。サブテーマ(1)の骨格モデルにサブテーマ(2)–(4)が具体的にどう接続されるかを明確化しながら、モデル検証に向けて骨格モデル担当グループと他の測定・解析グループ間との連携を強めた研究推進が望まれる。モデルへの導入パラメータの信頼性や代表性についても充分精査し、国際的にも妥当性が評価されるモデルの構築に向けた研究計画に沿って、最終的には水銀対策に生かせる有用なモデル構築を実現してほしい。

5. 評点

総合評点： A