

N1 マルチメディアモデルを用いた琵琶湖・淀川流域の水銀の挙動解析

Evaluating the evaluating behavior of mercury by using multimedia model in Lake Biwa-Yodo river basin

指導教員 近藤 明教授・共生環境評価領域

28H12017 越智 英貴(Hideki OCHI)

Abstract: In this study, one box multimedia model and distributed model for evaluating the environmental behavior of mercury were developed and applied to Lake Biwa-Yodo river basin. The model includes four media of atmosphere, soil, water body and sediment. The mercury emissions for 1959-1990 and for 1991-2009 were estimated from the mercury usage data and the PRTR database, respectively. The long range atmospheric transport of mercury from the outside of the basin was also considered. The calculated value was compared with the measured values. It was found that both models could reasonably predict mercury concentration in atmosphere, soil, water, and sediment. It was also found that there were a lot of mercury accumulated for a long time in sediment. It is needed to get the accurate parameter of Distribution coefficient for water-sediment which depends on particle size because the concentration of mercury in sediment remarkably affects other media, especially water body to increase the accuracy of multimedia model.

Keywords: multimedia Model, one box model, distributed model, mercury, distribution coefficient

1. はじめに

近年我々人間の産業活動に伴い、様々な有害化学物質が環境中に排出されている。このような化学物質の環境濃度を推定し、人の健康や生態系へのリスクを評価し、適正に管理・監視することが求められている。水銀はかつて熊本県水俣市で水俣病を引き起こしたように生態系に悪影響を及ぼすため、ヒト健康リスクを考える対象として重要な化学物質であり、2013年世界的な水銀規制を目指す「水銀に関する水俣条約」が採択されたように、現在世界中で注目を集めている化学物質である。以上を踏まえて本研究では、対象化学物質を水銀、対象領域を琵琶湖・淀川流域として、各メディアの物質の存在量を計算できるマルチメディアモデルを構築しその妥当性を検討した。

2. モデルの概要

本研究では、対象領域を1つの箱と仮定し、各媒体における濃度は均一と仮定している One Box 型マルチメディアモデルと、対象領域を3次メッシュに区切った分布型マルチメディアモデルを構築した。構築したモデルは、大きく大気、土壌、水域、底質の4つのメディアで構成され、分布型モデルは対象領域を1km²に分割している。ただし、琵琶湖は北湖と南湖を box として扱っている。このモデルはマスバランスに基づいており、基礎方程式はメディア内の水銀の排出フラックス、メディア間の物質移動のフラックスと沈着・沈降フラックス、そしてメッシュ間の移流フラックスの和で成り立っている。また、フラックスのうち平衡と、沈降・流出フラックスは隣接するメディア間での循環であるため各メディア間との総和で表される。

3. 排出量の推計方法

PRTR データに含まれる事業所の排出量、住所を用いて1991年～2009年の排出量を推計した。それ以前のものについては貴田¹⁾が推定した多量に使われていた用途の水銀の使用量から過去の水銀使用量を推計した。対象領域である琵琶湖・淀川流域内全体での排出量を推計したのち、分布型マルチメディアモデルに入力するために、用途別に各用地に分配した。流域外からの流入については中国からの影響が大きいいため、過去の流入大気濃度を中国のGDP変化率に比例させて推定した。

4. 分配係数測定実験

式(1)で定義される水域-底質間の分配係数を測定するため、土壌100g、蒸留水200mlをガラス瓶に

入れ、水銀 200 μ l を滴下し、最大 30 日間振とうさせた。その後、日本インスツルメンツ社のマーキュリーRA-2A を用いて還元気化原子吸光光度法により水域、底質の濃度を測定した。

測定結果を Fig.1 に示す。測定結果に従い、本研究では分配係数を 80 として計算を行った。

$$Kd = \frac{Hg_{sediment}}{Hg_{water}} \quad (1)$$

Kd:分配係数(-)、Hg_{sediment}:底質の水銀濃度(μ g/kg)、Hg_{water} 水域の水銀濃度(μ g/kg)

5. 計算結果と考察

OneBox 型マルチメディアモデルにおける 2009 年の計算結果と実測値の比較を Fig.2 に、分布型マルチメディアモデルにおける 2009 年の計算結果を Fig.3 に分布型マルチメディアモデルの計算結果と実測値の比較を Fig.4 に示す。OneBox 型マルチメディアモデルでは全てのメディアで水銀の挙動が再現できた。分布型マルチメディアモデルでは大気と土壌の計算値は過小評価の傾向はあるが、実測値との誤差は 1 桁以内に収まっており、計算値は概ね大気、土壌の濃度を再現している。底質において計算値は実測値に比べて 1 桁または 2 桁過大評価をする傾向にある。底質濃度は分配係数に大きく依存するため、計算で分配係数を一定としたことが過大評価の原因と考えられる。

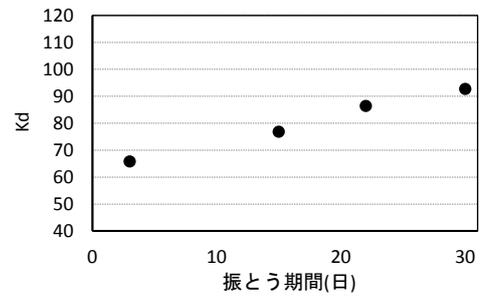


Fig.1 振とう期間と分配係数の推移

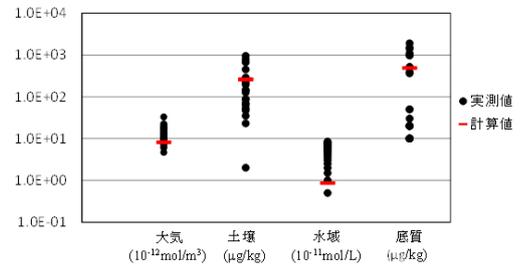


Fig.2 OneBox型モデルにおける2009年の計算値と実測値の比較

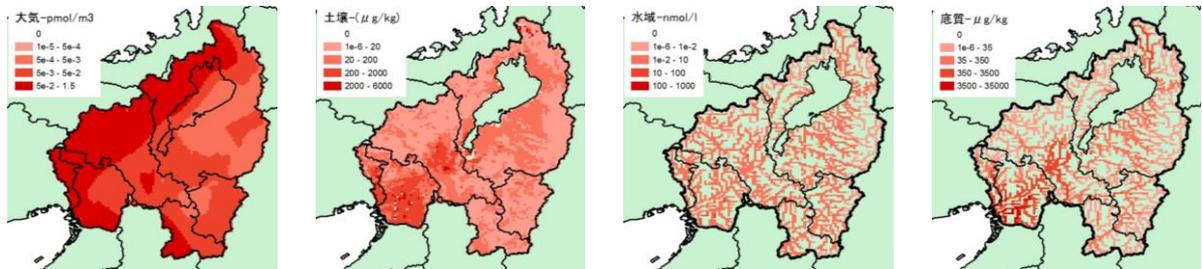


Fig.3 分布型モデルにおける2009年の琵琶湖淀川流域における水銀濃度の分布

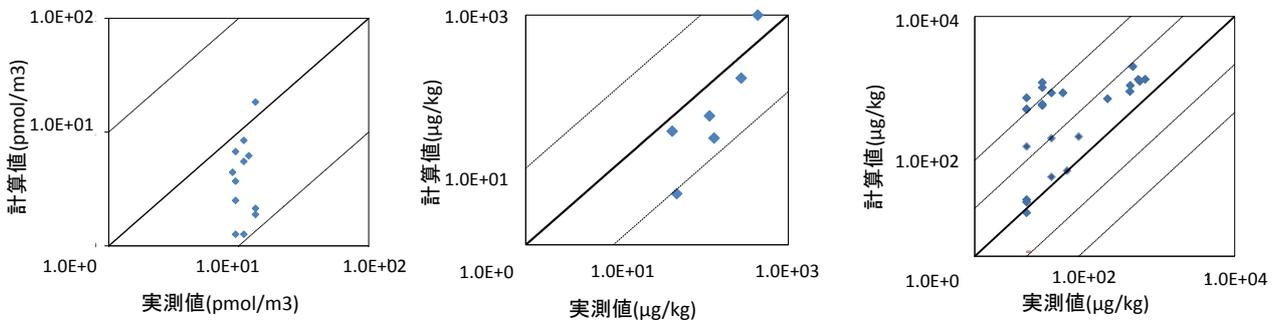


Fig.4 分布型モデルにおける2009年の琵琶湖淀川流域の水銀濃度の計算値と実測値の比較 (左から大気、土壌、底質)