

Title	ASSESSMENT OF POTENTIALLY HAZARDOUS PRTR CHEMICALS IN LAKE BIWA-YODO RIVER BASIN OF JAPAN BY USING MULTIMEDIA MODELS
Author(s)	Ariyadasa, Bangamu Hewa Appu Arachchige Kasun Tharaka
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/50512
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

Abstract of Thesis

Name (Bangamu Hewa Appu Arachchige Kasun Tharaka Ariyadasa)	
Title	ASSESSMENT OF POTENTIALLY HAZARDOUS PRTR CHEMICALS IN LAKE BIWA-YODO RIVER BASIN OF JAPAN BY USING MULTIMEDIA MODELS (マルティメディアモデルを用いた琵琶湖淀川流域の有害化学物質の影響評価)
Abstract of Thesis	
<p>A system is needed to predict the behavior, fate and occurrence of environmental pollutants for effective environmental monitoring. Available monitoring data and computational modeling were used to develop computer models of One-box multimedia model (OBMM) and Distributed multimedia model (DMM) based on the mass balance of the emitted chemicals. Various chemical transport mechanisms of emissions, advection, degradation, sedimentation, re-suspension, dry/wet deposition, atmospheric mixing, and particle/ion exchanges in the environmental media of atmosphere, soil, water, and sediment were considered in this models. This study was carried out in the Lake Biwa-Yodo River basin (LBYRB) which provides multiple land uses and also the natural water resource for nearly 13 million of population in the region. Pollutant release and transfer registry (PRTR) data were used as the main emission data source for this study and calculated annual emissions per each chemicals were fed into the models and the models calculated the concentrations in all four environmental media for each of these pollutants.</p> <p>This study was carried out with the main objective to evaluate the behavior, trend, and fate of the PRTR chemicals in LBYRB and to achieve this objective the experiments were carried out in the following order. Firstly, metallic pollutants of lead (Pb) and mercury (Hg) were evaluated for their temporal concentration trends by using OBMM from 1960 to 2005. In order to improve the performance of the OBMM the chemical parameter of water-sediment partition coefficient ($K_d(\text{Hg})$) was experimentally evaluated for Hg by laboratory scale shaking-batch experiments and the $K_d(\text{Hg})$ value was incorporated in the OBMM calculations. A sensitivity analysis was carried out to evaluate the model performance by comparing the calculated concentrations based on different $K_d(\text{Hg})$ values representing soil, sediment, and sand samples. Then the spatial distributions of Hg were evaluated by using the DMM simulations. As the next step, 200 non-metallic PRTR chemicals were evaluated for their temporal concentrations by OBMM simulations for 1998, 2002, and 2008. Based on the calculated concentration trends screening scenarios were developed in order to identify the potentially hazardous PRTR chemicals in LBYRB.</p> <p>From the evaluation of the temporal concentration trends of Pb and Hg, it was observed that both Pb and Hg were accumulating in the soil and sediments, while the atmospheric Pb concentration decreased distinctly around 1975 and the atmospheric Hg concentrations were fluctuating throughout the study span. $K_d(\text{Hg})$ value was evaluated as 80 for the LBYRB and by incorporating this value in the OBMM calculations the model performance was improved. Through the spatial distribution, it was confirmed the accumulation of Hg occurs in the soil and sediment of the southwestern region of the LBYRB while lower atmospheric Hg concentrations were observed in western and northwestern region of the study site. From the screening of non-metallic pollutants by OBMM simulations, seven potentially hazardous chemicals were identified out of the initially considered 200 chemicals while achieving the objectives of this study.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Bangamu Hewa Appu Arachchige Kasun Tharaka Ariyadasa)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	近藤 明
	副 査	教 授	東海 明宏
	副 査	教 授	池 道彦

論文審査の結果の要旨

本論文は、One-Box型マルチメディアモデルと分布型マルチメディアモデルを用いて推定した有害化学物質の琵琶湖淀川流域での環境メディアである大気、土壌、水域、底質の各濃度について検討した研究について論じている。

有害化学物質である水銀や鉛による健康被害は、世界各地で発生しているが、有害金属の環境濃度評価にマルチメディアモデルを用いた研究事例は、非常に少ない。そこで、本論文は、水銀と鉛を対象にマルチメディアモデル開発を実施し、1950年から現在までの水銀と鉛の排出量を統計データとPRTRデータを用いて環境中への排出量を算定し、測定された環境濃度と比較することによりモデルの妥当性を検討している。また、琵琶湖淀川流域の土壌を用いて、水と底質間の分配係数を実験により決定し、このパラメータのモデルにおける重要性を検討している。さらに、金属を除くPRTRデータに登録されている化学物質に対して、One-Box型マルチメディアモデルを用いて、リスクが高い化学物質のスクリーニング方法についても検討をしている。

これらの成果を要約すると以下ようになる。

- One-Box型マルチメディアモデルに、統計データとPRTRデータから作成した1950年から現在までの水銀と鉛の排出量を入力し、大気、土壌、水域、底質での水銀濃度と鉛濃度の経年変動を推定している。計算から得られた環境濃度は、測定された環境濃度の範囲内に存在し、モデルおよび入力データの妥当性を示している。また、規制によって環境中への排出量が激減しても、底質および土壌の蓄積量は、ほとんど減少しないことを明らかにしている。
- 琵琶湖淀川流域内の異なる3種類の土壌タイプを用いて、マルチメディアモデルで感度が高いパラメータである水銀の水と底質間の分配係数の値を実験により決定し、土壌タイプにより100倍異なることを明らかにしている。
- 分布型マルチメディアモデルに、統計データとPRTRデータから作成した1950年から現在までの水銀の排出量を入力し、大気、土壌、水域、底質での水銀濃度の経年変動と空間変動を推定している。計算から得られた環境濃度は、測定された環境濃度の範囲内に存在し、モデルおよび入力データの妥当性を示している。さらに、計算結果は、土壌タイプによる分配係数の重要性を示唆している。
- 金属を除くPRTRデータに登録されている化学物質に対して、1997年、2002年および2008年のPRTR排出量データが継続的に排出されると仮定し、One-Box型マルチメディアモデルを用いて、定常に達した大気、土壌、水域、底質各濃度を推定し、1997年から2008年にかけて濃度減少がなく、濃度が高い物質をリスクが高い化学物質と推定している。実際にこのような化学物質は、高い健康や生態リスクを有しており、このスクリーニング方法の有用性を明らかにしている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に環境科学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。