



Title	Development of Generalized Multimedia Model for Analyzing Harmful Environmental Chemicals
Author(s)	李, 昇運
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/96083">https://doi.org/10.18910/96083</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 （ 李 昇 運 ）

## 論文題名

Development of Generalized Multimedia Model for Analyzing Harmful Environmental Chemicals  
(環境中有害物質評価のための汎用型マルチメディアモデルの開発)

## 論文内容の要旨

本論文では、環境汚染物質の空間的・時間的濃度分布の計算をシミュレートするために、汎用型マルチメディアモデルを開発した。日本の琵琶湖淀川流域を研究対象として、モデル方程式の構築、排出量の推計、コンピュータ計算により、流域内の環境汚染物の濃度を求めた。該当モデルを特性の異なる3つの汚染物質に適用し、汚染物質の動態を導き出し、対象流域内の空間分布を予測した。計算値と実測値を比較することにより、モデルの再現性を検証した。本研究は、該当モデルが環境汚染の規制や学術研究に広く利用できると結論づけた。一方、本研究では、汎用型マルチメディアモデルの欠点を発見し、改善のための提案を行った。本論文は序論、本文4章及び総括結論で、全6章から構成される。

序論は、今までの環境モデルと専攻研究の概要について述べ、本論文の目的と意義を明らかにした。

第1章は、マルチメディアモデルの構造と特性、メディアにおける物質移動のプロセスと計算フローを紹介した。モデルは環境を4つの媒体（大気、土壌、水、底質）に分類して、汚染物の放出、移動、循環に着目し、各メディアにおける濃度を計算する。対象地域を紹介したうえ、計算用入力データと使用したデータベース又は地域関する変数を示した。

第2章では、鉛を対象汚染物として、鉛の毒性、鉛の主要な発生源を述べた。対象汚染物の環境特徴に基づいて、各メディア間における挙動を示して、モデルを再構築した。汚染物質の特性に関するモデルの変更と使用したデータも示した。国の統計から、研究流域への排出量を推定し、経年変動の特徴を示した。上記のデータを利用して、1957年から2016年まで、環境媒体における鉛濃度を算出した。計算結果により、流域内における鉛濃度は年々減少しているが、土壌や底質には沈着が見られる。空間分布により、鉛は都市部や高速道路などの人口・工業密集地に集中していた。一方、風や水流による鉛の拡散もある程度生じていた。実測値との比較により、該当モデルの再現性を検証した。

第3章では、水銀を研究対象として、水銀の毒性、水銀の主要な発生源を述べた。水銀の化学特性、環境中に存在する形態、特に鉛と水銀の環境特性（単体とイオン）との区別に基づいて、モデルを再構築した。公的な情報源から、流域への排出量を推定し、水銀の経年変動を示した。データを利用して、1957年から2016年まで60年間の環境媒体における水銀濃度を算出した。計算結果により、土壌や底質における水銀濃度は沈着が見られた。越境汚染により、大気における濃度が上昇する傾向を示した。空間分布により、水銀は都心部や淀川本流付近などの人口・工業密集地に集中していた。モニタリング地点近辺の濃度測定値と計算値の比較により、空間分布の再現性が良いことを明らかにした。

第4章は、モデルを有機汚染物質に適用するために、2種類のサルファ剤を研究対象とした。2種類のサルファ剤の毒性、主要な発生源（家畜の種による違い）、モデルにおける無機重金属と有機物との違いを述べた。サルファ剤の消費量を収集し、流域での排出量を合理的に推定し、排出量の経年変動を示した。有機物の環境特性に基づいて、モデルを再構築し、無機重金属から有機物へと適用範囲を広げた。排出量を含むデータを利用して、2005年から2015年まで、環境媒体における2種類のサルファ剤濃度を計算した。計算結果により、有機汚染物質の空間挙動を明らかにした。

総括結論では、第1章から第4章までの結論を纏めて本論文を総括し、今後の展望を示した。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 李 昇 運 )			
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	准教授	嶋寺 光
論文審査の結果の要旨			
<p>本論文は、環境汚染物質の空間的・時間的濃度分布を把握するために、大気、土壌、水域、底質の4つの媒体から構成される汎用型マルチメディアモデルを開発している。研究対象領域は、日本の琵琶湖淀川流域をとっている。特性の異なる3つの汚染物質を対象に、排出、媒体間移動、移流を含むモデル方程式の構築、排出量の推計を行い、数値計算により、対象流域内の環境汚染物の時空間濃度を算出し、実測値と比較することにより、モデルの再現性を検証することを目的としている。</p> <p>第1に、環境汚染物質として鉛を取り上げ、鉛の毒性、鉛の主要な発生源について言及し、鉛の環境特性に基づいて、各メディア間における挙動をモデル化している。1945年から2016年にかけて、有鉛ガソリンからの鉛の排出、焼却炉からの鉛の排出、PRTRからの鉛排出を推計し、対象流域の時空間排出量を明らかにしている。このデータを用いて、1957年から2016年までの大気、土壌、水域、底質における鉛濃度を推定し、実測値との比較により、モデルによる再現性を明らかにしている。計算結果は、流域内における大気、水域の鉛濃度は年々減少しているが、土壌、底質の鉛濃度の減少が少ないこと、都市部、工業密集地、高速道路などの人口が集中している地域の大気鉛濃度が高いことを明らかにしている。</p> <p>第2に、環境汚染物質として水銀を取り上げ、水銀の毒性、水銀の主要な発生源について言及し、水銀の化学特性、特に環境中でガス状水銀、金属水銀、二価水銀の形態で存在する特性に基づいて、各メディア間における挙動をモデル化している。1945年から2016年にかけて、アセトアルデヒド製造や苛性ソーダ製造からの水銀の排出、焼却炉からの水銀の排出、PRTRからの水銀排出を推計し、対象流域の時空間排出量を明らかにしている。このデータを用いて、1957年から2016年までの大気、土壌、水域、底質における鉛濃度を推定し、実測値との比較により、モデルによる再現性を明らかにしている。計算結果は、流域内における大気、水域の鉛濃度は年々減少しているが、土壌、底質の鉛濃度の減少が少ないこと、都心部や淀川本流付近などで、相対的に水銀濃度が高いことを明らかにしている。</p> <p>第3に、環境汚染物質として有機汚染物質である2種類のサルファ剤を取り上げ、サルファ剤の毒性、サルファ剤の主要な発生源(家畜の種による違い)について言及し、モデルにおける重金属類と有機汚染物質との違いを明らかにしている。サルファ剤の消費量データと流域の土地利用データから、対象流域の時空間排出量を明らかにしている。このデータを用いて、2005年から2015年までの大気、土壌、水域、底質におけるサルファ剤濃度を推定し、取り上げた2種類のサルファ剤の環境残留性が、小さいことを明らかにしている。</p> <p>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。</p>			