

氏 名	ひら い やす ひろ 平 井 康 宏
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2211 号
学位授与の日付	平成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科環境工学専攻
学位論文題目	物質循環・廃棄物処理システムの統合評価手法の構築

論文調査委員 (主査) 教授 高月 紘 教授 武田 信生 教授 森澤 眞輔

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、環境問題の解決上重要な課題である物質循環・廃棄物処理システムの統合評価手法構築をテーマに、手法開発と事例研究を行ったものであり、4章からなっている。

第1章は序論であり、本論文の背景と目的ならびに章節構成を示している。

第2章は、評価手法の構築について述べており、3節からなっている。

第2章1節では、物質循環・廃棄物処理システムを評価した既往研究およびそこで用いられた手法についてレビューし、本論文で用いる評価手法のフレームワークを提示している。

本論文が用いる評価手法は、物質循環・廃棄物処理に伴う環境問題の諸相を DPSIR (Driving force-Pressure-State-Impact-Response) フレームワークで捉え、それら諸相を3種の手法 (MFA/SFA (Material Flow Analysis, Substance Flow Analysis), LCA (Life Cycle Assessment), RA (Risk Assessment)) を用いて評価するものである。

第2章2節では、DPSIRのうちP-S-Iをつなぐモデルの1つとして、ダイオキシン類および重金属類の環境運命・曝露モデルを作成し、環境に放出された化学物質のうちヒトに摂取される比率を係数 (摂取比率) として算出している。また、モデル予測値と実測値との比較を通じて、モデル検証を行っている。

第2章3節では、DPSIRのうちI-Rをつなぐモデルの1つとして、異種の環境影響領域 (地球温暖化と埋立地消費など) 間の重み付け係数を作成している。重み付け手法としては、政策目標値と現状の環境負荷量との乖離を指標とする Distance-to-Target 法 (DtT 法) と、環境負荷物質の排出回避に要するコストを指標とする対策コスト法の2種類を用いている。

対象とした環境影響領域は、地球温暖化、大気汚染、埋立地の需給逼迫、有害物質による健康影響の4領域であり、対策コスト法では計18種の対策コストを示している。また、DtT法と対策コスト法との比較を通じ、前者では、対策コストが高く削減が困難になる問題には低い削減率が設定されるなどのバイアスが生じることを指摘している。

第3章では、上記手法を用いた事例研究を行っており、3節からなっている。

第3章1節では、化学物質の運命予測を必要とする事例研究として、ヘキサクロロベンゼンの底質濃度トレンド解析・発生源推定を行っている。これまで未着手であったヘキサクロロベンゼンの排出インベントリを過去50年にわたって推定し、排出量トレンドと底質コアトレンドとの差違を動態モデルによって説明している。

第3章2節では、化学物質への曝露評価を必要とする事例研究として、PCB 廃棄物の保管継続・処理促進に対するリスク比較を行っている。モデル推定値とモニタリングデータの比較により、保管継続時の PCB 排出量の上限を与え、排出量推定の不確実性を減らしている。また、個人曝露量および集団曝露量の地理的分布を検討し、PCB 処理のリスク評価において局地的な効果と大局的な効果の双方を考慮することの必要性を指摘している。

第3章3節では、異種環境影響領域の総合的評価を必要とする事例研究として、生ごみの資源化・処理方式の LCA 比較

を行っている。2章2節で作成した動態モデルを用いて、生ごみ焼却によるダイオキシン類の影響と堆肥農地還元による重金属類の影響とを比較し、温暖化・酸性化・埋立地消費・有害物質の健康影響にかかる環境負荷を対策コスト法によって総合評価している。その結果、焼却あるいは堆肥化の前段にメタン発酵を加えることで環境負荷を低減できること、焼却埋立と堆肥化とではトレードオフがあるものの、堆肥化による埋立地消費削減の効果が温室効果ガス増加の影響を上回ることを示している。

第4章は、結論であり、本論文について得られた成果を要約し、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、環境問題を解決する上で重要な課題である物質循環・廃棄物処理システムの統合評価手法構築をテーマに、手法開発と事例研究を行ったものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. ダイオキシン類および重金属類の環境運命・曝露モデルを作成し、環境に放出された化学物質のうちヒトに摂取される比率を摂取比率として算出した。また、Co-PCBの曝露量を説明する要因として、家畜用魚粉飼料の重要性を指摘した。
2. 異種の環境影響領域間の重み付け係数を、Distance-to-Target法と、対策コスト法の2種類を用いて作成した。
3. ヘキサクロロベンゼンの排出インベントリを過去50年にわたって推定し、排出量トレンドと底質コアトレンド実測値との差を動態モデルによって説明づけた。
4. PCB廃棄物の保管継続に伴う環境中PCB濃度をモデルにより推定し、モニタリングデータとの比較により、保管継続時のPCB排出量の上限を与えた。また、処理施設周辺であってもPCB処理に由来する個人曝露量は、保管継続に伴う曝露量の上限推定値より低いとの結果を得た。
5. 生ごみの資源化および処理方式4種をLCAにより比較し、焼却あるいは堆肥化の前段へのメタン発酵の追加が環境負荷を低減することを示した。また、焼却埋立と堆肥化との比較では、堆肥化による埋立地消費削減の効果が、温室効果ガス増加の影響を上回ることを示した。

以上要するに、本論文は、化学物質の排出から環境中濃度の変化を経てヒトへの曝露に至る一連の過程を物質収支モデルによって記述し、排出インベントリ・モニタリングデータ・底質コア濃度・トータルダイエットスタディなどの諸情報を統合的に活用する手法を示すとともに、異種の環境問題間の重み付けによって物質循環・廃棄物処理システムの代替案比較における環境面からの統合評価を可能としたものであり、得られた成果は、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年1月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。