

## 審査の結果の要旨

氏名 原 美永子

近年、産業活動のみならず民生活動においても環境負荷の低減が求められ、様々な研究開発が進められている。しかし、環境負荷低減のために取った様々な対策が環境保全にどの程度貢献しているのかについては明確でない場合が多い。本研究では、製品のライフサイクルにおける人体影響を適切な指標によって表現する手法の開発、および自由度の高い評価法である時間消費法において設定されたシナリオ中の検討要素の重み付け係数の決定により、多面的に環境影響評価を行うことを目的としている。本論文は、有害重金属含有民生品である鉛はんだ基板を含む電気製品および水銀蛍光灯を対象とした、廃棄ステージにおける環境影響のシミュレーション計算、基板・はんだおよび六価クロムめっきを施した電器部品からの重金属溶出実験、および「時間消費法」の手法開発とその評価例に関する研究の部分から成り、全七章から構成される。

第一章は序論であり、本研究の背景および目的、および研究全体の概要を述べている。

第二章では、LCA (Life Cycle Assessment) の主要項目について説明を行い、現存する LCIA 手法について解説・比較している。これに基づき、LCIA (Life Cycle Impact Assessment) 構築に必要なカテゴリや分類化、特性化について言及している。

第三章では、鉛はんだの廃棄ステージにおける鉛の大気排出、およびそれに伴う人体健康への影響を、鉛の環境排出総量、エネルギー消費、ならびに廃棄物発生量を設定したシナリオごとに推算した結果を述べている。推算の結果、はんだの鉛を銀、ビスマス、銅で代替することによって低減される人体環境影響はバックグラウンド値に比較して無視できる程度に小さいこと、また鉛はんだを含む製品の処理における環境影響を全体的に低減させるためには、資源回収が有効であることが明らかとなった。

第四章では、リスク試算の精度を上げる目的で、最終処分場や不法投棄地における湖沼・降雨・海水への溶出を模した実験を行った結果を述べている。プリント配線板、各種はんだおよび各種クロムめっき部品を試料とした溶出実験を行い、最終処分場に埋立て処分された重金属含有製品の環境への影響について評価している。実験の結果、それぞれの重金属の溶出量は溶媒によって大きく異なることから、処分場の立地および処理形態によって影響に差が生じること、また直接埋立ては必ずしも最適な処理方法ではないことを提言している。

第五章では、LCIA 手法の一つである「時間消費法」を用いて、各種データ区分に関する重み付け係数を決定し、「時間消費法」に関するデータ蓄積および検討課題の抽出を行っている。算出した重み付け係数、および「時間消費法」以外の重み付け係数を用いて比較

のための環境影響を算出し、重み付け係数の違いが与える影響を検討し、他の手法による評価結果と比較している。その結果、日本における環境負荷を考える際には、固形廃棄物の環境影響を加味した LCIA 重み付けが重要であることが示唆され、本手法の妥当性が確認されている。

第六章では、使用済み水銀蛍光灯の処理について、リサイクル率を向上させた場合を仮定し現状との環境影響を比較している。使用済み水銀蛍光灯の回収は直接埋め立てより多くのエネルギーを必要とするが、回収を行うことによってのみ環境放出される水銀量を減少させることが可能であること、さらに廃棄物量の減容には焼却の効果は小さく回収が効果的であることを明らかとしている。この推算により、廃棄製品等から放出される有害金属の大気中濃度および廃棄ステージにおけるエネルギー消費量の予測が可能であることを明らかにしている。

第七章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題ならびに展望について述べている。

以上、本論文は、多様な検討項目の重み付けを含めた環境影響評価システムを構築し、それにより鉛はんだ、水銀蛍光灯など有害重金属を含有する製品の廃棄ステージにおける環境影響を定量的に評価できることを明らかにしたものである。本研究で得られた知見は、人間生活および産業活動によって生じる環境負荷の低減のための指針を与えるものであり、環境化学での今後の進展に大きく貢献するものと認められる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。