

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 奥野 亜佐子

本論文は「再生製品の価値を考慮した家庭系廃プラスチックのリサイクルの評価方法の構築と適用」と題し、家庭系廃プラスチックのリサイクルの改善策を導出するための評価方法を構築することを目的として、具体的には、家庭系廃プラスチックの大部分を占めるプラスチック製容器包装のリサイクルの問題を整理して全体像を把握した上で、変更すべき要因を抽出し、そこから複数のシナリオを設定し、さらに再生製品の価値を考慮した評価項目を加えた評価方法を構築し、設定したシナリオを実際に評価したものである。

第1章は「序論」である。研究の背景と研究目的、及び論文構成を述べている。

第2章は「既存の知見」である。家庭から排出されるプラスチック製容器包装廃棄物に関する法制度整備の社会的背景、法制度の現状と問題、既存の評価手法に関する知見、評価事例等についてまとめている。

第3章は「現状分析と評価項目・シナリオの設定」である。プラスチック製容器包装のリサイクルには、消費者や自治体、特定事業者、再商品化事業者、再商品化製品利用事業者といった様々な立場の主体が関係しているが、これらの主体のヒアリング資料を基にリサイクルについての問題の要素の因果関係を整理し、プラスチック製容器包装のリサイクルの問題の全体像を把握した後、それらの問題群の改善策として、収集対象物の変更、材料リサイクルの残渣の利用、店頭回収の導入の3点に絞り込み、分別対象物や収集方法、リサイクル方法についての種々の組み合わせを勘案して、計 253 の評価シナリオを設定している。またそれらのシナリオの評価項目として、環境負荷削減効果（化石資源消費量・CO₂排出量）、社会コスト（制度的枠組みの問題に起因したコスト）、拡張環境効率（再生製品の価値／化石資源消費量・再生製品の価値／CO₂排出量）を、独立した評価項目として選定している。

第4章は「環境負荷削減効果の評価」である。LCA（Life Cycle Assessment）におけるシステム拡張の中のクレジット法を用いて、「リサイクルする際の環境負荷」から「再生製品により代替された新規製品を製造する際の環境負荷」を控除することで、各シナリオの環境負荷削減効果（化石資源消費量・CO₂排出量）を定量的に評価している。一例として、化石資源消費量はガス化を行うシナリオが小さく、CO₂排出量はセメント原燃料化や固形燃料化を行うシナリオが小さいという結果を得た。また、各リサイクル手法に投入されるプラスチックの組成を考慮したモデルを利用することで、店頭回収の導入による効果の違いを定量的に示した。

第5章は「社会コストの評価」である。制度的枠組みの問題に起因したコストを社会コ

ストという用語を用いて計上し、具体的には、自治体の分別収集や選別保管、焼却に係るコストと、再商品化事業者の落札価格（つまり、特定事業者の負担コストにあたる）について定量的に評価している。その結果の一例として、自治体がプラスチック分別収集をせず、プラスチックを可燃ごみとして収集して焼却発電を行うシナリオの社会コストが小さく、その中でも、質の高いプラスチック製容器包装の店頭回収と組合せたシナリオの社会コストがより小さくなるという結果を得た。

第6章は「拡張環境効率の評価」である。対象を製品ではなく製品素材として製品素材のライフサイクルを追うことで、環境効率の概念をリサイクルによって製造される再生製品まで拡張させることを可能にしている新たな概念の提案である。具体的には、拡張環境効率として、家庭系廃プラスチックが廃棄されてからリサイクルを経て製品素材が最終的にCO₂になるまでを評価範囲として、再生製品の販売価格をリサイクルに伴う化石資源消費量やCO₂排出量で除することで算出している。この拡張環境効率は、LCAのシステム拡張の方法を用いたリサイクルの環境負荷削減効果の評価において考慮が困難な製品価値という視点を導入した評価方法であり、『リサイクルが製品製造としてどれだけの環境負荷をかけてどれだけの価値を生み出すか』という観点の評価を与える独創性の高いものである。

第7章は「総合評価の方法の提示と導き出されたシステム」である。社会全体への影響として評価した社会コスト、環境負荷削減効果、拡張環境効率の結果について、項目ごとに最もよいシナリオを1、最も悪いシナリオを0として相対比をとり、それぞれの項目に重み付けが与えられている場合で、シナリオごとに重み付け後の社会コスト、化石資源消費或いは二酸化炭素排出量をベースにした環境負荷削減効果及び拡張環境効率による3軸レーダー図を、化石資源消費ベースと二酸化炭素排出量ベースで2葉作成し、それぞれの面積を算出してシナリオ間に順位をつけ、両方で上位に含まれるシナリオを抽出している。さらに抽出されたシナリオから、分別対象物は全国で統一することと各主体への影響を考慮することで、重み付けの異なる場合を想定した具体例としてのいくつかのリサイクルシステムを提示することに成功している。一例として、全ての評価項目が等しい重みであるとした場合では、全ての家庭系廃プラスチックを分別対象とし、分別収集されたプラスチックをコークス炉化学原料化・ガス化・セメント原燃料化によりリサイクルし、さらに発泡トレーや透明容器を店頭回収により材料リサイクルするリサイクルシステムを提示している。

第8章は、「結論」である。

以上要するに、本論文は、製品のライフサイクルをリサイクル過程にまで拡張してその価値を考慮した「拡張環境効率」という新概念を提示し、また独立した評価軸を3軸に絞り込むことにより、二次元図形として一般市民にも直感的に把握しやすかつ普遍性が高い総合的評価方法を構築したもので、独創性の高い研究であると評価できる。また、本研究で得られた知見は、都市環境工学の学術の発展に大きく貢献するものである。

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。