

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 志水 章夫

現代の人間活動が環境に大きな負荷を与えていることは今や周知の事実である。その環境負荷を軽減するために循環型の社会を形成していくことの重要性が指摘され、様々な法制度に反映されつつある状況にある。しかしながら、いわゆるリサイクルに関しては、環境面での効果が十分に検討されておらず、またリサイクルの過程での様々な障害の内容が十分に検討されないまま、実施だけが促進されようとしているきらいがある。本研究では、典型的なリサイクルの例として古紙を利用したトイレットペーパーを取り上げ、そのリサイクル過程で生じる環境負荷をライフサイクルアセスメントの手法を用いて詳細に調査、解析を行ったものである。本研究では、リサイクル過程に沿って、回収に関与している事業者の実態調査、古紙を原料としたトイレットペーパー製造工程の詳細なライフサイクル解析、最終的な消費者の古紙由来トイレットペーパー選択行動の解析を行い、リサイクルの過程全体を通じた解析を行っているところに、これまでの研究にない大きな特徴がある。

本論文は「トイレットペーパーへの古紙利用から見た紙の循環利用システムのライフサイクルアセスメント」と題し、全7章からなる。

第1章「序章」では、本研究の背景、目的、意義を述べている。とりわけ、リサイクルと環境問題を取りまく今日の背景を示した上で、本研究の目的を明確化している。

第2章「紙リサイクルシステムの現状とその評価手法」では、紙のリサイクルについての国内外の動向をとりまとめるとともに、リサイクルプロセスの評価の手法について既往の研究をまとめている。また、本研究で用いる手法であるライフサイクルアセスメント(LCA)についてもその原理などをレビューしている。

第3章は「古紙再生製品に関する市場の動向と消費構造」である。本章においては、市場において古紙由来のトイレットペーパーとバージンパルプ由来のものがどのように競合するかを消費量や価格などの統計データを元にミクロ経済学の手法を用いて解析している。そして、家計とトイレットペーパー消費の関係を所得効果と両種のトイレットペーパーの間の代替効果に分けて整理できることを示している。この解析の結果、消費者による古紙由来のトイレットペーパーの選択はバージンパルプ由来のものとの価格比で説明できること、換言すれば、低価格でなければ古紙由来のトイレットペーパーが購入されないことが定量的に明らかになった。

第4章は「紙の製造プロセスにおける環境影響に関する実態調査」である。この章では、実際の古紙由来のトイレットペーパーを製造している15の工場を対象にして調査した結果を詳細に解析している。ここでは、原料となる古紙の種類によって工程を整理す

るとともに、各製造工程における環境負荷発生量を把握している。これら、古紙を原料とした中小の工場についての環境負荷の調査はこれまでになく、そのデータ自身が貴重であるが、本論文ではこの調査結果が6章において行われるLCA比較のための基礎データとなっている。

第5章は「古紙回収プロセスにおける実態調査と構造解析」であり、様々な業態の事業者が関与している古紙の回収プロセスを実態調査の結果を元に解析している。実態調査として情報を得た130の事業者は、零細なものから、他の事業も合わせて行う大規模なものまでがあり、また業務系の古紙を扱うものから家庭から発生する古紙を巡回して回収するものを含み、また回収した古紙の納入先も様々である。このように複雑な古紙回収事業者を類型化するために数量化III類の手法を用いてカテゴリー分類を行った。また、回収・輸送過程で生じる輸送由来の環境負荷をも実態調査から評価した。このような調査に基づく回収業態の解析はこれまでほとんど行われておらず、とりわけこれらを類型化した点で本研究は貴重な解析になっている。

第6章は「古紙由来100%トイレットペーパー製品のLCA分析」である。本章では、これまでの章で得られた知見のうち、環境負荷の部分を中心としてとりだして、古紙の回収、トイレットペーパー製造と最終的な消費に伴う環境負荷をエネルギー消費量と二酸化炭素排出量を中心にして評価している。ここではバージンパルプ由来のトイレットペーパーを対象として比較しているが、紙がバイオマス由来の製品であることから、その環境負荷の比較に当たっては固有の困難で複雑な点がある。本章では、これらの困難性を克服するための評価手法を整理して示すとともに、古紙由来のトイレットペーパーの環境面での優位性を定量的に示し、かつ環境負荷の内訳を明示することに成功している。

第7章は「結章」で、研究成果を総括している。

本研究は、従来明確に解析されていなかった古紙由来のトイレットペーパーのリサイクルシステムの全過程における環境負荷を客観的、かつ定量的に示すことに成功している。この手法はまた他のリサイクルシステムの評価に広く用いられるものであり、その独創性、有用性、発展性、得られた成果には大きなものがある。本論文は環境工学の発展に大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。