

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目

中国における資源再生利用の環境影響の定量評価に関する研究—古紙と廃プラスチックを事例として—

氏 名

魯 希

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、中国における資源再生利用の環境影響の定量評価に関する研究であり、次の2点を主たる目的としている。第一の目的は、現状の技術を前提に、リサイクルの環境効率性を確認することである。第二の目的は、廃棄物管理策の一つとしてのリサイクル活動促進政策による廃棄物最終処分量の抑制効果を評価することである。中国における代表的な再生資源である古紙と廃プラスチックを事例として、資源再生利用の環境影響を定量的に評価したうえで、再生利用の促進政策による環境負荷の低減効果を評価する。

上記の研究目的に従い、本論文は7章から構成される。各章の要約は以下のとおりである。

第1章では、研究の背景、問題意識、目的と方法を述べる。具体的には、まず第1節において、研究の背景として、2010年以降、中国における廃棄物問題が顕在化してきた事実、および深刻化する廃棄物に対して中国政府が積極的な姿勢を示し、廃棄物管理政策と循環型経済促進策の一環とした、資源の再生利用による廃棄物の減量化効果が大きいと期待されていることを説明する。中国における廃棄物の構成、処理方式が抱える問題点、市民の廃棄物に対する意識などの説明を通して現状を浮き彫りにし、中国の廃棄物問題の特徴を明らかにしたうえで廃棄物抑制策の一環として認識されているリサイクル活動の位置づけを述べる。続いて、リサイクル産業の発展とその環境影響について論述し、その上で、その効果はどの程度なのか、他の廃棄物管理政策との組み合わせによって、直面する廃棄物問題をどの程度緩和することができるのかといった、効果の検証が重要な研究課題であることを述べる。最後に、問題意識を論述し、研究目的および方法を明示している。本研究の研究方法としては、まず、目的1を実現するため、製品に関する資源の採取から製造、使用、廃棄、輸送などすべての段階、いわゆる「ゆりかごから墓場まで」の環境影響を定量的、客観的に評価する手法であるライフサイクルアセスメント(LCA)手法を用いる。また、目的2を実現するため、廃棄物のマテリアルフローを描く廃棄物産業連関表の中国版を推計し、そのうえで、廃棄物産業連関数量均衡モデルに基づいて、リサイクル向上政策および廃棄物処理政策、それら政策の組合せを実施する場合のシミュレーションを行い、全国の廃棄物埋立面積と容積の低減効果を考察する。

第2章では研究の理論的枠組と先行研究を整理し、本研究の意義を取りあげる。

まず、リサイクルの意義をめぐる、2つの視点、エコノミーとエコロジーの視点について説明した上で、本研究の考察は研究目的、リサイクルの環境効率性の確認とリサイクル促進政策の環境負荷低減効果の評価に鑑み、エコロジーの視点に立って展開することを述べる。具体的には、エコノミーの視点は、地球上の資源には限りがあると認識し、リサイクルを経済活動の持続可能な発展を図るための有効手段として位置づけ、環境の価値を貨幣価値で評価する。一方、エコロジーの視点は、人間社会を生態系の一つと見る。この考え方に基つくと、リサイクルは代謝循環の「分解者」として、生態系の物質とエネルギーのバランスを維持するために、欠かせない存在と考えられる。次に、リサイクルの在り方を論じるために、「廃棄物」と「再生資源」の定義、および経済における取引の流れを一連の繋がり、すなわち連鎖として捉える考え方、「静脈資源」という概念について取り上げる。続いて、先に示したエコノミーとエコロジーの2つの視点に基づく環境影響の評価手法について概説し、本研究が採用するエコロジーの視点に立った評価手法であるライフサイクルアセスメントおよび廃棄物産業連関分析について整理した上で、最後に、本研究の位置づけと意義を提示する。

第3章では、広東省の塗工白板紙を事例として、LCA手法を通じて、紙リサイクルの環境影響を定量的に評価し、リサイクルの環境的効率性を検証する。具体的には、中国の広東省にある製紙企業の事例を用いて、「リサイクルなし」、「一回循環リサイクル」、「複数回循環リサイクル」の3つのシナリオを想定した上で、「1tあたりの塗工白板紙」の素材調達、製紙、廃棄、古紙回収と輸送の各段階を含むライフサイクルにおける環境負荷を定量的に評価している。分析結果は以下の3点に集約できる。

①現在の技術を下に、環境負荷を抑制するためにシナリオに順位をつけるとすれば、複数回循環リサイクル、一回循環リサイクル、リサイクルなしとなる。すなわち、古紙のリサイクルの環境効率性が良いということが明らかになった。

②環境負荷のカテゴリーでは、「エネルギー」、「地球温暖化」、「酸性化」、「富栄養化」、「廃棄物」（固形廃棄物の総排出）と「光化学オキシダント」の各カテゴリーで、古紙のリサイクルが進むほど、環境負荷の低減効果が大きくなる。

③リサイクルを促進する場合、「資源枯渇」（水資源）、「大気汚染」、「水質汚濁」のカテゴリーにおいて環境負荷を引き起すため、それぞれの負荷因子を抑制する必要がある。

第4章では、広東省のPVC板を事例として、LCA手法を通じて、廃プラスチックリサイクルの環境影響を定量的に評価し、リサイクルの環境的効率性を検証する。具体的には、中国の広東省にあるプラスチック製造企業の事例を用いて、「リサイクルなし」、「一回循環リサイクル」、「複数回循環リサイクル」の3つのシナリオを想定した上で、「1tあたりのPVC板」の素材調達、製紙、廃棄、古紙回収と輸送の各段階を含むライフサイクルにおける環境負荷を定量的に評価している。分析結果は以下の3点に集約できる。

①現在の技術を下に、環境負荷を抑制するためにシナリオに順位をつけるとすれば、複数回循環リサイクル、一回循環リサイクル、リサイクルなしとなる。すなわち、廃プラスチックのリサイクルの環境効率性が良いということが明らかになった。

②環境負荷のカテゴリーでは、「資源枯渇」、「地球温暖化」、「酸性化」、「富栄養化」、「大気汚染」、

「光化学オキシダント」と「廃棄物」の各カテゴリーで、廃プラスチックのリサイクルが進むほど、環境負荷の低減効果が大きくなる。

③リサイクルを促進する場合、「エネルギー」、「水質汚濁」のカテゴリーにおいて環境負荷を引き起すため、それぞれの負荷因子を抑制する必要がある。特に、化学薬品の投入は水質汚濁の原因となるため、PVCペレットの生産技術向上に取り組む必要がある。

第5章は、次章の分析に必要な道具である中国版廃棄物産業連関表（中国版WIOT）を試作し、表の作成手順やデータ推計の詳細、廃棄物産業連関分析の拡張モデルについて説明するための章である。推計した中国版WIOTは、2007年の産業連関表全国表（135部門表）に基づいたものであるが、廃棄物処理部門（3部門）とし、45産業部門に統合した「45産業部門、3廃棄物処理部門、21廃棄物、2環境負荷因子」となっている。

第6章では、第5章で推計した中国版廃棄物産業連関モデルに基づく政策の廃棄物最終処分量の抑制効果分析を行っている。具体的には、まず、現状政策の実施状況と最新の五か年計画に定めた目標値に基づいて、「古紙リサイクル率の向上」、「廃プラスチックリサイクル率の向上」、「廃棄物処理産業の第12次五か年計画の目標値」、「未回収廃プラスチックの100%焼却」という四つの政策（リサイクル促進政策または廃棄物処理政策）を想定してシミュレーションを行い、単独の政策と政策の組合せの15シナリオで廃棄物最終処分量の削減に伴う廃棄物埋立地と埋立容積の節約効果を分析している。

政策および政策の組合せ実施のシミュレーションにより、次の3点が明らかになった。第一に、廃棄物問題の解決には、リサイクル活動の促進と廃棄物焼却施設の増設が効果的であること；第二に、現状の政策目標を実現できれば、一定の程度で廃棄物問題を緩和することになること；第三に、複数の政策を同時に実施する場合は、政策効果の重複現象が生じる可能性があることである。

最後に、第7章では、結論として、第3章と第4章のリサイクルの環境効率性に関する分析結果および第6章のリサイクル促進政策による廃棄物最終処分量の抑制効果分析結果をまとめた上で、環境負荷の低減化という視点から、中国における資源再生利用の今後の促進政策に関する提言を行っている。本研究が示す提言は3つある。第一に、リサイクル産業の促進政策の方針としては、現行政策を継続実施してリサイクル企業の育成を促進するとともに、回収産業を対象とした同様の優遇政策を実施すること。第二に、リサイクル企業を対象とする環境政策に関して、環境負荷を一層に抑制するために、リサイクル企業を対象して、廃水や廃棄の末端処理技術を向上する措置とリサイクルの生産技術イノベーションを支援する政策が推奨されること。第三に、廃棄物抑制政策に対しては、現行政策の効果が限定的であるという問題点を踏まえて、政策の実施範囲の拡大廃棄物の分別収集システムの構築、回収率の向上、焼却施設の増設を加速すること。それと並行して、経済成長に比例して急増している産業系廃棄物の削減を図るために、産業系廃棄物の処理業者に経済的インセンティブを供与する、廃棄物に起因する環境汚染の発生源企業に対する責任追及などの措置も必要であることである。最後に提示したデータベース上の課題、およびフレームワークを拡張して分析モデルを精緻化する必要性は、今後の研究課題である。