

## 論文審査の結果の要旨および担当者

|      |   |   |   |
|------|---|---|---|
| 報告番号 | ※ | 第 | 号 |
|------|---|---|---|

氏 名 魯希 (Lu Xi)

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—

### 論文審査担当者

主査 名古屋大学 教授 藤川清史  
委員 名古屋大学 教授 梅村哲夫  
委員 名古屋大学 准教授 新海尚子  
委員 滋賀県立大学 准教授 林宰司

# 論文審査の結果の要旨

## 1. 論文の概要と構成

本論文は、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例にとって、リサイクルの環境効率性を確認することと、リサイクル促進政策による廃棄物最終処分量への抑制効果を評価することを目的としている。

この論文は7章で構成されている。第1章では、研究の背景・問題意識・目的と方法が述べられている。2010年以降、急速な工業化、都市化、生活水準の向上に伴い、中国国内における廃棄物の排出量は急激に増加しているが、廃棄物からの資源のリサイクル率は低い。そのため、中国では埋立地不足と不適切な処理による環境汚染が起こっている。そこで、廃棄物管理政策の推進および資源の再生利用による廃棄物の減量化が期待されている。ただ、資源のリサイクルは工業生産の一過程であるため、環境負荷を高める懸念もある。従って、本研究では、リサイクルの環境効率性を確認することを第1の目的とする。その上で、リサイクル促進政策による廃棄物最終処分量への抑制効果を評価することを第2の目的とする。

第2章では、先行研究を紹介し本研究の方法と意義がまとめられている。

第3章では、LCA(ライフサイクル・アセスメント、ある製品の環境負荷を製造、流通、消費、廃棄を通したライフサイクルで評価する手法)による古紙リサイクルの環境影響評価を行っている。筆者は広東省の製紙企業を実地調査し、広く用いられている「塗工白板紙」を事例として、リサイクルの環境効率性を検証した。具体的には、「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、「1t当たりの塗工白板紙」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での環境負荷を評価した。その結果、リサイクルを行うことで、「エネルギー」、「地球温暖化」、「酸性化」、「富栄養化」、「廃棄物」と「光化学オキシダント」で、古紙のリサイクルが進むほど、環境負荷が低減する一方、「大気汚染」、「水質汚濁」では環境負荷を高めることがわかった。また、総合的には「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」の順で環境効率性が良いことが確認されている。

この章の内容は、魯希(2015)「LCAによる中国紙リサイクルの環境負荷に関する定量的評価—広東省の塗工白板紙を事例として—」『国際開発研究フォーラム』46-6, pp.1-18として刊行されている。

第4章では、LCAによる廃プラスチックリサイクルの環境影響評価を行っている。筆者は、広東省の環境研究院の協力を得て、広東省のプラスチック製造企業を実地調査し、広く用いられている「PVC板」を事例として、リサイクルの環境効率性を検証した。具体的には、紙のケースと同様に、「リサイクルなし」、「一回循環リサイクル」、「複

## 論文審査の結果の要旨

数回循環リサイクル」の3つのシナリオを想定した上、「1t当たりの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での環境負荷を評価した。その結果、リサイクルが進むほど「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」で、環境負荷が低下するが、「エネルギー」と「水質汚濁」で環境負荷を高めることがわかった。また、総合的には「複数回循環リサイクル」、「1回循環リサイクル」、「リサイクルなし」の順で環境効率性が良いことが確認されている。

第5章では、中国版廃棄物産業連関表(WIOT)の作成手順が示されており、データの出所、表の推計方法、および、廃棄物産業連関分析のモデルについて説明されている。研究に用いたWIOTは、2007年の産業連関表全国表(135部門表)を45産業部門に統合したものを基礎にしている。それに廃棄物処理部門(破碎、焼却、埋立)と21種類の廃棄物の純排出量と廃棄物の埋め立て容積を加えた。

第6章では、廃棄物管理政策の廃棄物最終処分量の抑制効果が分析される。ここでは、直近の第12次五カ年計画に定められ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次五カ年計画の目標値」、「未回収廃プラスチックの100%焼却」という4つの政策を想定した。シミュレーションの結果、廃棄物問題の解決には、リサイクル活動の促進が効果的であり、第12次五カ年計画の政策目標が実現されれば、廃棄物問題が緩和されることが明らかになった。

第7章では、環境負荷の低減政策についての提言を行っている。第1に、リサイクル産業の促進政策としてリサイクル企業の育成を促進すること、第2に、環境負荷を低下させるためリサイクル企業の廃水処理技術などの技術を向上させること、第3に、廃棄物抑制政策の効果を高めるために、廃棄物の分別収集システムの構築、回収率の向上、焼却施設の増設が必要である。

### 2. 評価

本研究では、中国を対象にリサイクルの環境効率性とリサイクル政策の推進によってごみの最終処分量が削減できることが確認された。学位論文として以下のように評価すべき点を含んでいる。

#### 1)リサイクルの環境効率の推計

これまで、中国での現状の技術を前提とした紙および廃プラスチックのリサイクルのLCA(ライフサイクル・アセスメント)が行われることはなかった。本研究は中国におけるこの種の研究では初めての分析であり、「リサイクル活動を総合的に評価すると、環境負荷を低下させる」という結論を得た意味は大きいと考えられる。

## 論文審査の結果の要旨

### 2) 廃棄物産業連関表の推計

廃棄物産業連関表の考え方は早稲田大学の中村教授の発案である。日本ではいくつかの地域で推計され、それを基にした応用例があるが、中国での推計例はなかった。本研究は中国の廃棄物産業連関表の最初の推計例であり、中国での動脈産業と静脈産業を分析対象に含めたうえで、リサイクルの推進とごみの最終処分量の関係を推計した意味は大きいと考えられる。

このように、ライフサイクル・アセスメントと廃棄物産業連関分析という手法を用いることで、中国の廃棄物削減策としてリサイクル推進を肯定的に評価する結論を得た。しかし、本研究には次にあげるようにいくつかの課題がある。

#### 1) データの代表性

紙のリサイクルおよびプラスチックのリサイクルの環境効率性を分析するに当たって、対象としたのは広東省の1企業であり、データの代表性としては問題がある。より一般的な結論を得るためには複数の企業での調査が求められる。

#### 2) 輸入廃棄物の取り扱い

中国では古紙や廃プラスチックの輸入が多い。現在では、廃棄物の処理やリサイクルは1国で完結しているわけではなく、国際的な分業体制の枠組みで考える必要がある。また、やや技術的なコメントであるが、本研究では中国のプラスチック生産が増加すると日本から廃プラスチックの輸入も増加する構造になっており、それは必ずしも現状を反映しているとはいえないであろう。

#### 3) 総合的な環境負荷の評価

筆者はリサイクルの総合的な環境負荷の評価を行ったとしているが、中国のマニュアルでは統合されない指標もあり、ごみの焼却は新たな環境負荷を発生させることも考えられる。さらなる「総合的な環境負荷の評価」を行う必要があるだろう。

#### 4) 費用面の考慮

本研究はリサイクルと廃棄物処理の物量面に焦点が当てられているが、費用面については考慮されておらず、費用と効果の分析を組み入れることが望まれる。実際、現状では廃棄物の約半分が不法投棄されているが、それも回収して焼却するとなると焼却場と処分場の建設には多くの費用がかかることが予想される。

ただし、これらの改善はかなり大掛かりな研究組織を必要とするものであり、本学位請求論文提出者が今後の研究活動の中で行なうべき将来的研究課題であろう。本論文の博士論文としての価値を損なうものではないと考えられる。

### 3. 結論

以上の評価により、本論文は博士（国際開発学）の学位に値するものである。