

学 位 論 文 要 旨

学位論文題目 都市生活ごみ処理システムに関する包括的な持続可能性評価—効率・環境・経済・社会的側面からの中国における実証研究—
申 請 者 氏 名 汪 章博

本研究は、急速な都市化と経済成長に伴い深刻化する中国の都市生活ごみ問題に着目し、持続可能な都市生活ごみ処理システムの構築に向けた実証分析を行ったものである。国連の予測によれば、2050年までに世界人口の68%が都市部に居住し、都市生活ごみの排出量は現在の20.1億トンから38億トンへと増加するとされている。中国においても、都市化率は1949年の10.64%から2022年には65.22%に達し、都市生活ごみの年間排出量は2.4億トンを超えている。これらの背景から、持続可能なごみ処理システムの構築が喫緊の課題となっている。

序章では、先行研究の分析を通じて、持続可能な都市生活ごみ処理システムを「資源の効率的な循環利用を促進し、環境負荷の低減を達成し、経済的持続可能性を確保し、社会的受容性と協力を兼ね備え、さらに効率化を求めるシステム」と再定義した。また、先行研究では技術革新、資源回収効率の向上、および環境影響評価が中心であり、社会的側面の評価が不足している点を指摘し、本研究の位置づけとして、効率、経済、環境、社会の各側面を統合した包括的な評価を行うこととした。

第1章では、データ包絡分析法と Malmquist 生産性指数を用いて、2003年から2022年までの中国30省の都市生活ごみ処理システムの効率性を評価した。インプット指標として金銭的資源、人的資源、物的資源、技術的資源を、アウトプット指標として生活ごみ処理量および焼却・生ごみ資源化処理量を設定した。分析の結果、13省が効率的な資源配分を達成している一方、17省では資源配分の見直しや技術革新が必要であることが明らかになった。また、全体的な生産性は微減傾向にあり、特に技術進歩の停滞が生産性低下の主因であることが示された。

第2章では、ごみ分別政策を実施している46都市を対象に、環境・経済的側面からの評価を行った。環境面では無害化、減量化、資源化の3つの目的に基づく指標を設定し、経済面では資源投入と処理能力の関係を指標化した。エントロピー重み付け法により各指標のウェイトを算出して TOPSIS 法を用いて各都市の総合評価を行い、都市規模に応じたごみ処理システムの課題と改善点を明らかにした。結果として、資源化処理能力の向上、ごみ排出量の減少、効率的な収集・運搬体制の整備がパフォーマンス向上に不可欠であることが示された。

第3章では、社会的側面の評価指標として、住民満足度に関する指標を構築し、杭州市、寧波市、南昌市、宜春市の4都市でアンケート調査を実施した。一元配置分析により、ごみ分別収集システムに対する住民満足度を問う16項目において、都市間で統計的に有意な差が認められた。そして、因子分析と共分散構造分析により、「ごみステーションの管理と美化」や「情報提供と啓発」が総合満足度および住民の分別行動に強い影響を与えることが確認された。また、住民の属性（性別、年齢、居住年数など）が満足度や分別行動に影響を与えることが示され、個別の政策策定に活用できる知見が得られた。

第4章では、住民の分別行動の規定因を解明するため、社会心理学と経済学の視点を統合したモデルを構築した。上海市でのアンケート調査結果を基に、因子分析と共分散構造分析を行い、「分別行動に伴うコスト評価」が分別行動を阻害する主要な要因であり、「個人規範」が分別行動を促進する強力な要因であることが明らかになった。さらに、政策の厳格な実施が個人規範に影響を与え、分別行動を促進することが示された。

第5章では、効率、環境・経済、社会の各側面を統合した評価フレームワークの構築を提案した。具体的には、中国の主要25都市を対象として、生活ごみ処理システムを「効率」

「環境」「経済」「社会」の4側面から評価し、エントロピー重み付け法により各側面のウェイトを算出した後に、TOPSIS法を用いて各都市の総合スコアを算出した。そして、各側面の相関関係と、GDP、一人当たりの可処分所得、分別政策導入の長さ、人口数が各側面に与える影響を明らかにするため、相関分析や重回帰分析を行った。その結果、上位都市の特徴としては、社会面（住民参加やごみ分別インフラ等）と経済面（コスト効率や財政の持続可能性）が比較的高いレベルで維持されており、さらに効率・環境との間にも好循環を生み出している点が挙げられる。そして、効率と経済の間に有意な負の相関、環境と社会の間に有意な正の相関が認められた。また、分別政策実施期間の長さは環境面での評価を押し上げ、GDPと人口は社会面や経済面に対して有意な影響を与えていることが示された。

本研究の成果は、中国における持続可能な都市生活ごみ処理システムの構築に向けた科学的な政策提言を行うものであり、各都市のごみ処理システムの改善と改革を促進する実践的な指針を提供する。また、効率・環境・経済的評価だけでなく、社会的側面を統合した総合評価システムの重要性を明らかにし、都市間比較を通じて普遍的な課題と解決策を提案した。これにより、持続可能な都市生活ごみ処理の実現に向けた科学的基盤を築いた。

学位論文審査の概要と結果

報告番号	東アジア博 甲 第176号	氏 名	汪 章博
論文題目	都市生活ごみ処理システムに関する包括的な持続可能性評価 —効率・環境・経済・社会的側面からの中国における実証研究—		

(論文審査概要)

I 学位論文の内容

本学位論文は、都市生活ごみ処理システムを循環型経済に適応する持続可能性の観点から包括的に評価することを目標に、中国公式の各種統計、またインタビューならびにアンケート結果などの実地で行った調査データをもとに実証分析を行なった研究である。本論文の構成は、以下のとおりである。

序章

第1章 中国都市生活ごみ処理システムの効率性評価に関する研究

第2章 中国都市生活ごみ処理システムの環境・経済面の評価に関する研究

第3章 中国都市生活ごみ分別収集システムに対する住民満足度調査

第4章 都市住民の生活ごみ分別行動の規定因モデルの分析

第5章 生活ごみ処置システムの包括的評価

終章

参考文献

付録1～5

序章において、中国の急速な経済発展と都市化の進行による都市生活ごみの排出増加とこれへの対応が喫緊の課題となっていることと、「循環型経済への転換」という中国経済の政策課題を背景として、本研究の実践的な意義を確認する。他方、中国の都市生活ごみ処理システムが不適切なごみ処理に起因する環境汚染問題への対応として急速に整備されているが、そのシステム自体が生産ベースに偏っていることを批判し、先行研究に対しても効率性、環境、経済、社会の4側面について個別に評価するものにとどまっていると指摘し、都市生活ごみ処理システムに関する持続可能性について独自にこれを定義し、関連して4つの側面を包括的に考慮して持続可能性を評価する枠組みを構築することを学術的貢献とする。

第1章では、まずは効率性の観点に注目して、『中国統計年鑑』および『中国都市建設統計年鑑』のデータに基づいて、中国30省（直轄地、自治区を含む）の都市生活ごみ処理システムを対象に、データ包絡分析法とMalmquist生産性指数を用いた効率性分析を行う。インプット4指標（市容環境衛生のためのインフラへの投資額、市容環境衛生専用車両台数、水・環境・公共施設管理産業の従業員数、無害化処理能力）とアウトプット2指標（生活ごみ収集量、焼却・生ゴミ資源化処理量）を用いた分析の結果、非効率性を示す17の省を特定し、さらにインプットの過剰またはアウトプットの不足が見られる省に分類した。そして、こうした非効率性が設備の運用体制や業務フローなどの「管理手法」の非効率に起因する可能性を示唆している。

第2章では、環境と経済の両面からの検討を行うにあたり、従来の先行研究がライフサイクルアセスメントあるいはコスト・ベネフィット分析のいずれかに偏り、両側面のバランスを考慮した分析がないことを批判し、またこれらの分析手法のデータ需要の大きさ、都市間比較の困難性、現場での利用の難しさも問題点として指摘する。そして環境面として無害化、減量化、資源化の3目標、経済面としてコスト効率性と財政的持続可能性の2目標に基づいた評価指標をそれぞれ選び出し、政府発表の公式統計に基づいて両側面を分析する枠組みを構築している。各指標の分析にあたっては、エントロピー重み付け法とTOPSIS法を組み合わせたデータ駆動的な分析手法を用いて各指標の正規化を行うと同時に、各指標を統合した総合評価を示している。また、上述の各指標には相互に補完関係があり、多面的な対策を同時に強化することが全体的な評価向上に資することを見出している。

第3章では、社会的側面として新公共経営の観点から住民満足度に注目している。華東地域の規模の異なる4都市（杭州市、寧波市、南昌市、宜春市）を選び、大小都市間でそれぞれの住民満足度や

分別行動、制度運用、住民意識の差異が生まれるのかを明らかにするべく、オンラインアンケート調査を実施している。そして得られた回答に対して因子分析と共分散構造分析を行い、「ごみステーションの管理と美化」「情報提供と啓発」「ごみ運搬時の問題点」の3因子が総合満足度に影響を与える一方で、「情報提供と啓発」「ごみ排出と分別の利便性」の2因子が分別行動に有意に影響を与えることが明らかにされている。また、「ごみステーションの管理と美化」「ごみ運搬時の問題点」そして総合満足度が分別行動に直接促進するわけではないとの結果を得ている。さらに、個人属性別にも共分散構造分析を施し、性別、年齢、同居人数、居住年数といった属性が満足度や分別行動に影響していることを明らかにしている。

第4章では、住民の分別行動がどのような要因によって影響を受けるのか、その規定因分析を行う。従来の先行研究について、内的要因を重視する心理学的分析や、制度などの外的要因に注目する経済学的分析として分類し、広瀬（1994）において提唱されたモデルに内的要因（環境リスク認知、実行可能性評価など）と外的要因（政策執行評価、分別施設の利便性）を統合的に取り込んで、「個人規範」や「分別行動」がこれらの因子からどのように影響を受けるかを示す仮説モデルを構築し、中国・上海市において実施した現地検分とインタビュー調査、そしてオンラインアンケート調査の結果によってこのモデルの妥当性を検証している。調査結果に因子分析、共分散構造分析を行った結果、分別行動へ影響する内的要因として「個人規範」「実行可能性評価」「分別行動に伴うコスト評価」「社会規範評価」、同じく外的要因として「政策執行評価」が有意な影響を与えることを明らかにし、さらに外的要因の「政策執行評価」が内的要因である「生活ごみ問題の認知」「個人規範」「実行可能性評価」に影響することを見出している。個人属性として、年齢50歳以下、収入5000元以下、専門学校卒、居住年数3年以下、郊外居住者といった属性の回答者の分別行動への参加率が他よりも低下する傾向を明らかにし、これらを踏まえた分別行動促進のための政策提言を行なっている。

第5章では、第1章から第3章までの分析をさらに統合して、都市生活ごみ処理システムの総合的な持続可能性評価の枠組みを構築している。データが入手可能な中国25都市の効率、環境、経済、社会の4側面に関する指標に対して、エントロピー重み付け法とTOPSIS法を用いて総合スコアとして算出し、現在の中国における対象都市の都市生活ごみ処理システムへの評価を行なっている。上海市、蘇州市、深圳市が上位となり、全体としては社会面に関する指標において各都市間のばらつきが大きく、総合評価に影響を与えるものとなっている。また上記4側面について、効率と経済の間に有意な負の相関、また環境と社会の間に有意な正の相関を見出しており、設備投資に際して慎重なコスト評価と長期的な財政計画、そして（分別行動の促進の観点からも）住民満足度や分別に関わる施設設備の重要性をそれぞれ指摘する。さらに分別政策実施期間の長さが環境的側面に、人口規模が経済的側面に、都市のGDP規模が社会的側面にそれぞれ有意な正の影響を与え、他方で人口規模が社会的側面に有意な負の影響を与えることが明らかにされている。

そして終章において、これまでの議論を総括し、学術的意義、政策的・実務的インプリケーション、本研究の限界と今後の展望を示す。

II 学位論文の評価

1. 創造性

持続可能性や循環型経済に関する先行研究の蓄積を十分に咀嚼した上で、これに対して効率、環境、経済、社会の4側面から包括的に持続可能性を評価する枠組みを構築しており、またその枠組みについてもデータの利用可能性と現場での操作の容易さを考慮した新規な手法を独自に考案した点は十分に評価できる。この点において、本研究テーマ並びに関連研究分野への貢献は明らかであり、創造性において達成されている。

2. 論理性

第4章において、先行研究においてよく用いられるモデルの不備を補うように拡張された仮説モデルを構築し、これをアンケート調査によって得られたデータに基づいて適切に検証している。また、他の章においても、自らの分析から得られた結果に対して、適切な考察が加えられており、論理性において達成されている。

3. 厳格性

先行研究は日本語文献、英語文献、中国語文献にわたって十分に蒐集されており、それらの貢献と問題点についても十分に理解した上で、自らの研究上の問いを設定している。また、データについて

も中国におけるデータ入手の制約を十分に理解した上で、可能な限り信頼のおける公的発表をもとにして分析がなされている。したがって、厳格性において達成されている。

4. 発展性

本学位論文の都市生活ごみ処理システムの持続可能性評価という試みについては、持続可能性をどのようにして評価するか、どのような指標を選択し、どのような手法で包括的・総合的に評価するか、といった点について未だ課題が残されている部分はある。しかし、システムを全体的に評価し、その整備状況や達成状況を一覽的に提示することによって問題の所在を可視化することは、政策全体を管理していく上で重要な貢献となるものであり、今後更なる洗練と発展を期待することができる。したがって、発展性において達成されている。

Ⅲ 全体の評価と審査結果

世界人口の増加と同時に生じている都市化の世界的な進展によって、都市問題の解決がこれから焦眉の課題となる。そのなかでも、地球上での人間活動の持続可能性という観点から資源の循環的利用（循環型経済への移行）、廃棄物処理の効率化と資源化、減量化は重要な課題と認識されている。こうした背景において、中国における都市生活ごみ処理システムの持続可能性評価をテーマとした本学位論文は、実際上の政策課題への対応を果たすのみでなく、これまでの先行研究の蓄積に対して、総合的な持続可能性評価指標という新たな手法を提示し、これをデータ駆動的に分析するという学術的意義をもつものとして必要な水準を達成している。こうした研究は今後注目されるであろうし、その意味で重要な一石を投じる萌芽的な研究と言える。これらと上記Ⅱにおける評価を総合的に判断して、審査委員会における審査委員の合議の結果、本学位論文全体について博士号に必要な十分な水準を達成できていると評価する。

以上より、審査委員会は学位論文審査結果を「合」と判定する。

論文審査結果

☒ 合・否

審査委員 主 査

(氏名)

山手 勝也

(氏名)

石 龍 潭

(氏名)

朝 水 宗 彦

(氏名)

角 田 由 佳