

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00678

研究課題名(和文)循環経済への転換に向けた廃棄物と資源の統合的管理に関する研究

研究課題名(英文)Study of comprehensive management of waste and resource toward circular economy

研究代表者

笹尾 俊明(Sasao, Toshiaki)

岩手大学・人文社会科学部・教授

研究者番号：90322958

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：循環経済への転換に向けた廃棄物と資源の統合的管理の方策と課題について、EU、特にベルギーの先進事例と日本の現状を元に明らかにした。廃棄物の資源・エネルギー利用の効率化のためには、マテリアルリサイクルと熱回収の目指すべきバランスを踏まえた分別収集品目の選択や自治体と民間業者の連携が必要であることを確認した。また古紙市場の時系列分析から、古紙価格や国内利用量・輸出量の決定要因を明らかにした。再生資源取引は様々な品目を包括的に扱うことで、収益変動を緩和できる可能性を示した。一方、容量ベースと比較した場合の重量ベースのごみ処理有料化による継続的な減量効果は、それほど大きくはないことも明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

廃棄物処理と資源管理の政策統合を進める上で、世界最高水準のリサイクル率を低コストで実現しながら、国内ではあまり紹介されることのないベルギーの事例に注目して、調査・分析を行った点は学術的・社会的意義が大きい。また動学的な分析により、従来手法がごみ処理有料化の効果を過大評価していた可能性を示したことは学術的に意義がある。リサイクルや熱回収を見据えた分別収集品目の選択や自治体と業者間の連携の必要性や、時系列分析により古紙の資源取引量や価格の決定要因を明らかにした点は、持続可能な廃棄物資源管理を進める上で社会的意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：The study examined comprehensive management of waste and resource toward circular economy, referring to advanced cases in the EU, particularly Belgium, and Japan. It showed that appropriate selection of sorted waste and collaboration between municipalities and private companies were necessary for efficient use of resource and energy produced from waste. It also clarified the determinants of prices, consumption and export of wastepaper by a time-series analysis of wastepaper markets. In addition, the study indicated that comprehensive treatment of a variety of recyclables could absorb possible fluctuation of resource revenue. On the other hand, the study also showed that introduction of weight-based pricing decreased the amount of residual waste significantly, compared with volume-based pricing, however, the remarkable decrease was observed only in the first year after the introduction.

研究分野：環境経済学

キーワード：循環経済 廃棄物処理 資源循環 計量経済分析

## 1．研究開始当初の背景

わが国は、リデュース・リユース・リサイクルの3 R 推進を旗印として、循環型社会の形成を推進し、リサイクル率の向上や最終処分量の減少などで一定の成果をあげてきた。しかし近年では、廃棄物排出量は横ばいになり、リサイクル率も伸び悩むなど、3 R 推進は停滞傾向にある。また、わが国の3 R 政策は廃棄物処理政策としての側面が強く、3 R 政策のもと整備されたリサイクル市場は国際的な資源需給の影響を受けやすく、資源価格の変動に対し脆弱な面もある。一方、欧州連合（以下、EU）では「資源効率」や「循環経済」の概念を柱に、廃棄物処理のみならず、資源管理や持続可能な生産・消費を含む経済政策の一環として、戦略的に循環型社会の整備を進めている。廃棄物処理政策と資源管理政策、あるいは動脈産業と静脈産業の断絶が引き起こす問題は国内でも従来から指摘されており、持続可能な社会を構築するために両者の有機的連携が不可欠である。

廃棄物処理と資源管理を結びつける上で生産者の取り組みは重要であり、拡大生産者責任の考え方は有効であると考えられる。我が国でもすでに使用済み家電や容器包装廃棄物など一部のリサイクルに拡大生産者責任が導入されているが、今後その適用範囲を広げるべきかどうかは、廃棄物処理政策と資源管理政策を統合する上で重要な論点になりうる。しかし従来の研究では、「循環経済」への転換を想定して、廃棄物処理政策と資源管理政策を統合的に分析しようとする視点は乏しかった。

## 2．研究の目的

本研究では、廃棄物処理の観点に重きが置かれた3 R 政策から、EU で進められているような資源管理の視点を含んだ循環経済へと移行するための方策と課題を明らかにする。具体的には、EU の事例を参考に、費用効果的なリサイクルシステムのあり方を検討する。また、容器包装廃棄物や古紙等を主な対象とした再生資源市場に注目し、再生資源の価格決定メカニズムを分析する。これらの研究をもとに、価格変動に対して強固な再生資源取引市場の整備に向けて、経済的価値を持たないバツズからグッズへと変換させるための課題を明らかにする。併せて、廃棄物として利用されない資源以外の廃棄物の減量やリサイクル促進のための、効果的な経済的インセンティブのあり方についても検討する。

## 3．研究の方法

大きく2つのアプローチから研究に取り組んだ。1つ目は、EU とその主要加盟国の1つであるベルギーにおける循環経済に向けた取り組みに関する制度的な分析と実証分析である。具体的には、(1)EU の循環経済に関する研究サーベイ、(2)ベルギーにおける容器包装廃棄物のリサイクル制度の分析、(3)ベルギー・フランダース地方における重量制有料化および廃棄物焼却税の廃棄物減量効果についての研究を行った。(1)ではEU の循環経済の概念や関係する取り組みについて、主に欧州委員会（European Commission）などの公表資料をもとに調査した。(2)では、世界最高水準のリサイクル率を達成しているベルギーにおける容器包装廃棄物のリサイクル制度の実態や特徴について、同制度の運営組織であるフォスト・プラス（Fost Plus）の公表資料や同組織へのヒアリング調査に基づいて分析・考察を行った。(3)では、ベルギー・フランダース地方の307自治体を対象に、2015年までの11年間のパネルデータを用いて、重量ベースの有料化を含む一般廃棄物処理の有料化による減量効果を推定した。推定に際しては、廃棄物排出量が政策導入に影響を与えている可能性や過去の排出量の影響を受けている可能性があることから、内生性を考慮した動学的な分析を行った。

もう1つのアプローチは、日本における廃棄物・リサイクル政策の実証分析である。具体的には、(4)分別収集やごみ処理有料化等の廃棄物政策が廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収に与える影響に関する分析と、(5)国内における再生資源の価格・数量に関する時系列分析を行った。(4)では、循環経済またその移行過程において、廃棄物・資源のマテリアルリサイクルとエネルギー回収の両立が重要であるとの立場から、資源ごみの分別収集やごみ処理有料化等が廃棄物焼却施設における発電と熱利用に与える影響について、技術的要因や人口密度などを考慮して分析した。具体的には、国内の一般廃棄物焼却施設を対象としたパネルデータなどを用いて、以下の3つの分析を行った。廃棄物処理量と焼却能力を投入財、発電量と熱供給量を産出財とした場合の効率性スコアを計算し、その決定要因を2段階 DEA (Data Envelopment Analysis: 包絡分析法) を用いて分析した。発電量と熱供給量を被説明変数とした計量経済分析を行った。さらに、廃棄物のエネルギー利用が進むヨーロッパ諸国の廃棄物焼却によるエネルギー利用状況について、公表資料をもとに調査・分析を行った。(5)では、古紙を代表事例として、取引価格や国内利用量・輸出量を決定する要因や時系列的なトレンドを明らかにするために、2009年1月から2018年12月までの古紙に関する月次データを用いた計量経済分析を行った。対象とした紙・古紙は、新聞紙・雑誌・段ボールの3種類である。これらの分析を通じて、今後起こりうる資源価格の変動に対して、柔軟に対応可能な再生財市場のあり方について検討した。

以上の検討結果を踏まえて、廃棄物処理の観点に重きが置かれた3R政策から、資源管理の視点を含んだ循環経済へと移行するための方策と課題について考察した。

なお当初、製造業を対象とした資源生産性の実証分析についても実施を予定していたが、使用可能なデータの妥当性や分析対象を検討した結果、当初の方法では業種に大きく依存した結果にしかならないと予想されたことから、分析方法を上述のように見直した。また、2018年度前半にベルギー・ブリュッセルにて在外研究の機会に恵まれたことから、同国における廃棄物処理・資源循環政策に注目し、一部の研究については同国の研究者と共同で研究を行うこととした。

#### 4. 研究成果

上記(1)～(5)の各研究方法に基づく主な研究成果は以下のとおりである。

(1)EUの循環経済では、日本の循環型社会形成推進政策のように廃棄物の適正処理・有効活用など環境分野に特化せず、経済・産業政策の一環として分野横断的な取り組みがなされ、政策ビジョンが明確・かつ広範であることなど特徴的な点が見出された。

(2)ベルギーでは、自治体による廃棄物収集を活用しながらも、容器包装廃棄物の収集費用については全額フォスト・プラスを通じて事業者が支払う仕組みを採用している。それでも収集・選別の効率性を維持し、資源価値の高い品目も容器包装リサイクルの対象とすることで、グリーンマークのライセンス料金を支払う事業者にも過度な負担とはなっていない。こうしたベルギーの制度は、日本の容器包装リサイクルの環境負荷と社会全体の費用の低減をさらに進める上でも参考になる点が多い。

(3)ベルギー・フランダース地方におけるごみ処理有料化に関する実証分析では、動学パネル分析手法の1つであるバイアス修正最小二乗ダミー変数モデルによる推定結果が、統計学的な信頼性が最も高いと判断された。その結果によると、重量ベースの有料化は容積ベースのそれと比べ、導入初年度に24～25%の大きな減量効果が確認されるものの、継続的には3%の減量効果にとどまることが

明らかにされた。静的モデルを用いて推定した場合、これらの減量効果は過大に評価されることもわかった。

(4) の分析から、資源ごみ分別や有料化は効率性スコアには影響せず、溶融処理・24時間連続運転・運転年数の短さなどの技術的要因と人口密度の大きさが効率性スコアを上昇させることなどを明らかにした。 の分析から、プラスチック製容器包装の分別はエネルギー回収に影響しないが、紙製容器包装の分別収集はエネルギー回収に影響するなど、品目による違いを確認できた。 の分析から、廃棄物処理量の約半分を焼却しているオランダ・フィンランド・スウェーデン等で、そのほとんどがエネルギー利用されていると同時に、マテリアルリサイクルの比率も高いことなどがわかった。

(5)古紙を対象とした時系列分析の結果、自己相関係数の推移は時間経過とともに減衰していくこと、偏自己相関係数は2期目以降概ね0に近い値をとることを確認し、ベクトル自己回帰モデルを用いることの妥当性を示した。そして、原系列の対数階差(変化率)をとった場合、データ系列に単位根が存在しないことを確認し、グランジャー因果性検定により以下のような変数間の相互作用が観察された。まず、古紙消費量に影響を与える変数として、新聞紙と段ボール紙では古紙価格および古紙と新品の在庫量が、さらに段ボール紙では紙生産、古紙輸出量と輸出価格が挙げられた。古紙価格に影響を与える変数としては、全品目で輸出価格に加え、段ボール紙では古紙在庫量が挙げられた。古紙在庫量に影響を与える変数として、全品目で古紙輸出量が、段ボール紙では古紙輸出量が挙げられた。古紙輸出量に影響を与える変数として、新聞紙では古紙の在庫と輸出価格が、雑誌と段ボール紙では古紙の消費量・価格と新品の価格が、さらに段ボール紙では古紙の在庫量が挙げられた。古紙輸出価格に影響を与える変数として、全品目で古紙在庫が、新聞紙では新品価格と古紙輸出量が、雑誌では古紙の消費量・価格と新品の在庫が挙げられた。

以上の成果を踏まえ、廃棄物処理の観点に重きが置かれた3R政策から、資源管理の視点を含んだ循環経済へと移行するための主な方策と課題は以下のようにまとめられる。

- ・廃棄物の資源・エネルギー利用を効率的に促進するためには、マテリアルリサイクルと熱回収の目指すべきバランスを考えて、分別収集品目を選択することが重要である。
- ・再生資源の輸出を含む取引量は国内外の資源価格や在庫量等の変化による影響を受け、その程度は品目により異なる。このため、従来どおり市町村や一部事務組合が資源廃棄物を収集することを前提とした場合は、自治体と民間業者(処理業者及び生産者)とが連携して、廃棄物資源管理を進める必要がある。
- ・リサイクル市場は海外の経済状況の影響を受けやすく、逆有償も含め資源価値が変動しやすい。このことを踏まえれば、生産者責任組織(日本では日本容器包装リサイクル協会)は様々な品目の資源を包括的に扱うことで、ある品目の資源価格が下落した場合でも他の品目による資源売却益で損失を相殺できる可能性がある。したがって、現在の日本のように、逆有償物のみを当初の再商品化対象とするのではなく、元々資源価値を有する資源廃棄物も含めた取り扱いについて検討する余地がある。
- ・海外では日本のように容量ではなく、重量ベースのごみ処理有料化も導入され、廃棄物減量のインセンティブとして注目されているが、容量ベースの有料化とした比較した場合の継続的な減量効果はそれほど大きくはなく、実施費用とのバランスを考慮することが重要となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 笹尾俊明	4. 巻 30
2. 論文標題 ベルギーにおける家庭系容器包装廃棄物のリサイクルの現状と日本への示唆	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 廃棄物資源循環学会論文誌	6. 最初と最後の頁 38-47
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3985/jjsmcwm.30.38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 笹尾俊明	4. 巻 11(1)
2. 論文標題 ごみ焼却エネルギーの利用促進とリサイクル推進の両立 - 市民に過度な負担をかけないごみ収集・処理のあり方 -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 環境経済・政策研究	6. 最初と最後の頁 70-75
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14927/reeps.11.1_70	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Toshiaki Sasao	4. 巻 2
2. 論文標題 How Does Municipal Solid Waste Policy Affect Heat and Electricity Produced by Incinerators?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Detritus (Multidisciplinary Journal for Waste Resources & Residues)	6. 最初と最後の頁 133-141
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31025/2611-4135/2018.13650	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 笹尾俊明
2. 発表標題 古紙市場に関する時系列分析
3. 学会等名 第30回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiaki Sasao and Simon De Jaeger
2. 発表標題 Does Weight-based Pricing on Municipal Waste Contribute to Waste Reduction? Dynamic Panel Analysis in Flanders
3. 学会等名 環境経済・政策学会2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹尾俊明
2. 発表標題 容器包装リサイクル再考ーベルギーFost Plusの事例からの示唆ー
3. 学会等名 環境経済・政策学会2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshiaki Sasao
2. 発表標題 How does municipal solid waste policy affect heat and electricity produced by incinerators?
3. 学会等名 Sardinia 2017 Symposium (16th International Waste Management and Landfill Symposium) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 笹尾俊明
2. 発表標題 廃棄物焼却施設の熱利用及び発電の効率性とその決定要因
3. 学会等名 第28回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

岩手大学人文社会科学部 環境経済論 笹尾俊明研究室 ウェブサイト  
<https://jinsha.iwate-u.ac.jp/~kankyou/sasao/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----