

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760473

研究課題名(和文) 効率的な資源循環に向けた静脈物流における共同輸送の課題構造に関する研究

研究課題名(英文) Structuring the Issues of Cooperative Transport in Reverse Logistics for Efficient Material Recycling

研究代表者

楽 奕平 (Le, Yiping)

東京大学・サステナビリティ学連携研究機構・特任研究員

研究者番号：20573116

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円、(間接経費) 360,000円

研究成果の概要(和文)：廃棄物リサイクルの過程では高い輸送コストが制約であるため、静脈物流の特徴に適した効率化方策として共同輸送が検討されているが、実際の事例は少数に留まっている。本研究は、静脈物流の実態を把握するとともに、実際の検討事例の分析を基に共同輸送の実現に向けた課題と成功要因の抽出を図ることを目的とした。問題構造化手法を通じて各主体の問題認識を整理分析した結果、成功事例に共通する環境要因として、事業規模が大きいこと、関係する運送事業者数が比較的少数であること等の条件が挙げられた。主体間の利害関係に着目した分析では、共同輸送のインセンティブを内部化することの重要性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The costs required for transportation in the process of waste recycling are very high and become a serious bottleneck for promoting recycling. From the characteristics of reverse logistics for waste transportation, cooperative transport is expected to be an effective way for improving transport efficiency. However, cooperative transport is barely implemented in practices. This research aims to examine the actual situation of reverse logistics, and extracts the issues and successful factors of implementing cooperative transport based on case study of real practices. The stakeholder analysis using problem structuring method finds out that the common external factors of successful cases are large scale of the business while small number of stakeholders involved in cooperative transport. The analysis on the interest of stakeholders indicates the importance of internalizing the incentive of cooperative transport among stakeholders.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木計画学・交通工学

キーワード：共同輸送 静脈物流 課題構造

1. 研究開始当初の背景

いかにして適正かつ効率的な廃棄物の処理を行っていくかという問題は、循環型社会の構築にあたっての重要な課題の一つとなっている。特に、廃棄物の最終処分場について、地域住民との合意形成が進まず建設が難しいことが少なくないために、その数が限られており、単純な埋め立ての処理から、リサイクルへの転換が求められているところである。また、近年、資源・エネルギー政策の面からも、廃棄物は、資源としての活用が期待されていることから、そうした傾向は強まっている。しかしながら、リサイクルの過程において、廃棄物の輸送に要するコストの占める割合は全産業に占める輸送コストの割合と比べて非常に高く、リサイクル推進の制約となっている。すなわち、廃棄物の輸送の効率化とコストの圧縮が循環型社会構築に向けた喫緊の課題である。

生産者から消費者に向かう物の流れを生体に例えて動脈物流と呼ぶのに対し、不要物や回収品が処理工程や再生産者へ向かう流れは静脈物流と呼ばれている。動脈物流については、ビジネスの特性から相当の研究の蓄積があり、コストの最小化やエネルギー消費・環境負荷の軽減に向けた方策についても、多くの研究がなされているところである。一方、静脈物流については、廃棄物処分工程の複雑さ、廃棄物処理に関する規制の特殊性、表面化しないアンダーグラウンドな廃棄物処理の存在などから、十分な研究の蓄積がない状況にある。

また、輸送効率化の具体的アプローチとして、一般に物流分野ではモーダルシフトと共同輸送が有効とされている。モーダルシフトに関しては、相当の進展が見られる動脈物流と比較して、静脈物流については機関分担においてトラック輸送が約 98%と大部分を占め遅れているが、近年は、リサイクルポートの拠点化と海上静脈物流のネットワーク形成が政府主導により進められてきている。しかし、共同輸送の実施に関しては、静脈物流では目立った動きは見られず、その全容もよく知られていない。

2. 研究の目的

本研究は、こうした状況を踏まえ、廃棄物輸送の実態を把握するとともに、輸送の効率化の有効な方策の一つである共同輸送の実現に向けた検討に際しての課題について、事例の分析を元に検討するものである。研究の目的としては、第一に、共同輸送を取り巻く静脈物流の実態を把握することであり、第二に、実際に共同輸送が検討された事例について関係者の問題認識を構造化することを通じて、課題と成功に至る要因の抽出を図るとともに、関係者の利害構造に係る分析を掘り下げ、合意形成を導くための課題を検討することとする。

3. 研究の方法

本研究では、まず公的に整備された統計調査データ、および関係者への聞き取り調査により日本のおかれている静脈物流の状況として、共同輸送を取り巻く廃棄物収集運搬業界の現状を把握する。さらに、共同輸送の実現に向けた検討に焦点をあて課題と成功要因の導出を行い、今後の共同輸送促進に資する施策の方向性について分析を行う。具体的には、第一ステップとして、具体的事例において、関係者へのインタビューを通じて課題認識の明示化を図る問題構造化手法を用いて事例横断的な共通項及び事例固有の特殊要因を同定する。第二ステップとして、関係者のヒアリングに基づき、事例ごとに各関係主体が有する利害認識を明らかにし、これを主体相互に関連させることにより、共同輸送の実現に対するインセンティブの分析を行う。

4. 研究成果

(1) 静脈物流の実態

共同輸送の実現性に関しては、既存の研究では、静脈物流では「輸送ロットが小さく」、また、「到着日時指定の運送が少なく速達性が求められない」という特徴があるため、共同輸送を図る場合には、一つの車両で複数の需要先を巡回して貨物を集荷するミルクラン方式の回収が適しているとされている。そのような分析にもかかわらず、実際には共同輸送は進んでおらず、その理由として、廃棄物処理法による規制のほか共同輸送に参加する排出者のネットワークが構築されていないといったことが挙げられている。しかしながら、現実にはどのようなケースでは共同輸送が成り立つかといった検証は行われていない。また、収集運搬を行うサービス供給側の現状や、関係者間の利害構造について、検討がなされていない。このため、共同輸送を現実に普及させていくことを検討するためには、静脈物流産業を取り巻く現状を把握することがまず必要である。

静脈物流産業の現状としては、産業廃棄物処理事業が行政許可を要することから、許可業者の総数が把握可能である。このうち、収集運搬事業者の数は 2010 年時点では、約 28 万社に上っている。環境省が実施した実態把握のアンケート調査に基づく推計（産業廃棄物処理業者検索システムに収録されている事業者数を母集団とする拡大推計）では、収集運搬の市場規模は、売上高ベースで約 2.6 兆円の規模である。これは動脈物流では、一般貨物自動車運送事業者数が 5.7 万社、産業規模が 11.7 兆円であることと比べると、静脈物流産業は売上高に比して事業者数が多いことがわかる。すなわち、静脈物流では事業者数が過剰である可能性が示唆され、事業の再編により運送を効率化し得ることがうかがわれる。

また、従業員数についても、環境省のデー

タによれば、サンプル調査であることに注意を要するが、図1に示すとおり、収集運搬事業のみを行う静脈物流事業者は従業員10人未満の規模で全体の90%に上る。動脈物流では、若干区分に違いがあるが、従業員10人以下の事業者でも46%であり、静脈物流事業者は非常に零細であることがわかる。逆に100人以上の規模の事業者となると、静脈物流では0.1%と非常にまれであるが、動脈物流では2.8%となっている。

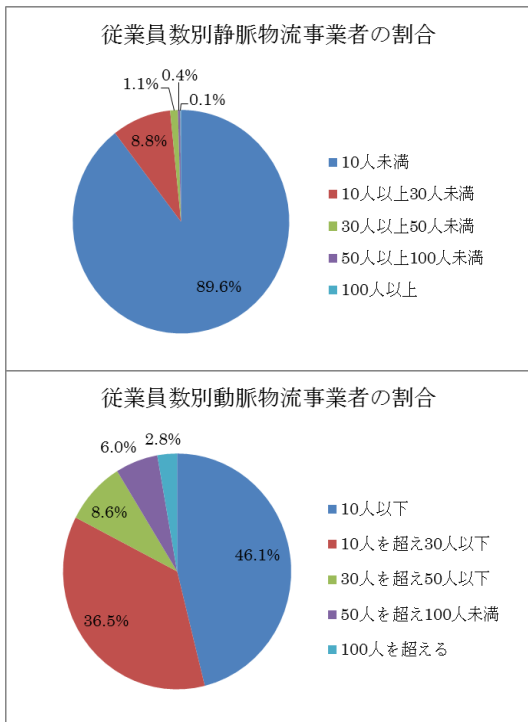


図1. 従業員数別事業者の割合（静脈物流と動脈物流の比較）

出所：産業廃棄物処理業実態調査、環境省；貨物自動車運送事業者数、国土交通省

こうした実態は、共同輸送の実施にあたり問題となる。動脈物流のように、従業員数が千人を超える事業者が30社超も存在するような状況であれば、自前のネットワーク資源を活用し、自社あるいはグループ内での輸送効率化が図られやすい。しかし、零細企業が乱立する静脈物流では、互いに利害が対立するため、輸送ネットワークの統合すなわち共同輸送は進みにくい。(2)において、こうした利害構造について、事例を基に詳細分析を行う。

(2) 共同輸送の事例分析：共同輸送を取り巻く環境要因の構造化

静脈物流における共同輸送の実態に関しては統計的資料が存在しないが、環境省、国土交通省及び地方自治体をはじめとする行政関係者に対し聞き取り調査を行い、定量的に把握できるほどの事例の蓄積が無いことを確認した。このため、静脈物流における共同輸送の課題に関して、共同輸送を検討した主要事例について、実際に検討に携わった関

係者に聞き取り調査を行うこととした。調査を実施したのは、「首都圏建設副産物における小口巡回共同回収システム（以下「建設副産物小口回収事業）」、「複写機、複合機、デジタル印刷機の回収機交換システム（以下「オフィス機器回収機交換事業）」、「東京都が行う地域共同回収の社会実験（以下「東京都地域回収事業）」、「札幌市環境事業公社による共同回収（以下「札幌市共同回収事業）」の事例についてである。なお、これらの事例はいずれも事業系の廃棄物に係るものである。家庭系一般廃棄物は廃棄物処理の制度体系上、地方自治体が一元的に処理をしており、排出曜日調整、時間指定、地域単位の収集作業割り当て等による輸送の最適化が図られている。他方、事業系一般廃棄物と産業廃棄物は、排出者と個別運搬業者が個別に契約するのが一般的であり、輸送の重複がある。このため、静脈物流における輸送効率化の中心課題は、こうした事業系廃棄物に係るものである。

これらの事例に係る聞き取り調査のアプローチとして、問題構造化による分析を行った。問題構造化手法とは、特定の主体（個人または組織）によって認識されている問題構造をインタビューによって把握することにより、各主体のフレーム（問題を捉える枠組み）を明示化する手法である。本手法は、元来、公共政策における課題抽出の支援を行うことを狙いとして、加藤らの研究チームにより開発されたものである。

分析の第一ステップとして、事例の評価にあたり、共同輸送の実現性の比較のため、「検討したが断念」、「検討中」、「社会実験等に着手」、「社会実験等を実施し、賛意を得た」、「本格的に事業を実施」という分類により、各事業の進捗度を整理した。続いて、これらの事例について、各主体とのインタビューにおけるブレインストーミングを通じ、事例横断的な共通項及び事例固有の特殊要因を同定することを目的として、環境要因を抽出した。すなわち、関係主体（輸送事業者、排出者、規制当局、処理事業者）、既存事業規模（排出規模、輸送規模、関係者数、地域範囲）、実施期間（検討時期、事業開始時期、実施期間長）、賦存廃棄物（廃棄物分類、対象規制、回収頻度）、地域特性（市街地成立時期、人口密集度、経済規模）といった分類軸を、各関係実務者によって認識されている問題意識を基に抽出し、横断的に整理した。

以上の整理を互いに結びつけることにより、共同輸送の実現性を高める要因の同定を図りつつ、特殊要因等、留意すべき事項を明らかにするため分析を講じた。最も進捗度の高い事例としては、オフィス機器回収機交換事業、札幌市共同回収事業が挙げられ、いずれも「本格的に事業を実施」の段階にあり、実施期間もそれぞれ10年以上の蓄積がある。これらに共通する事項としては、事業規模が大きいこと、輸送事業者が数としては少

数であることが挙げられる。

具体的には、オフィス機器回収機交換事業については、1999年頃から取組が始められ、首都圏を中心としたものが、現在は、北海道、東北、九州、沖縄など全国範囲に波及し広域的事業が展開されており、最大規模の事例と言える。加えて、輸送対象がビジネス機器の回収であることから輸送事業者は大手の動脈物流事業者が主として行っており、数としては限られる。

また、札幌市共同回収事業については、比較的都市機能の分散している札幌市の全域をカバーしており、やはり輸送規模・地域範囲が大きい。輸送事業者については、環境事業公社が一元的に輸送を管理しており、共同輸送実施以前においても広範囲な市域に7社の輸送事業者が存在するのみであった。

規模が大きいほど、効率化のメリットが大きいのみならず、共同化による輸送ロットの拡大等に耐えうる体力のある事業者の存在確率が高まり、また、輸送事業者が少数であるほど共同輸送の要諦である関係者間のコンセンサスの形成は比較的容易であると理解されている。逆に、地域的範囲が小規模であること、輸送事業者が多数であることは、課題として認識をされている。これらは、同時に、静脈物流業界が事業の零細性という特徴を有することから、必然的に生じる課題である。すなわち、静脈物流において、共同輸送が容易に進まないことは構造的問題であることが導かれる。

事例の成功に係る特殊要因についても言及する必要がある。オフィス機器回収機交換事業については、対象規制の面で、家電リサイクル法の立法以前から事業を進めたため、廃棄物処理法制上の追加的規制コストとして、積替保管施設の許可といった手続きコスト負担を免れている点や、既存物流倉庫の活用メリット等がある。また、札幌市については、検討に着手した契機として市条例の制定が挙げられるが、これは廃棄物処理法の改正が背景にあり、時期的な好機を捉えたものといえる。加えて、札幌市の地域特性として、社会的流入人口が大きく新興市街地も多いことなどから、排出者と輸送事業者との関係性において地域密着性が比較的低いことも挙げられる。インタビューでは、共同輸送が顧客再配分を伴うため、排出者と事業者が密接なかかわりを有する場合には、共同輸送化による関係性の変化に対する許容度が低いことが課題として多く挙げられた。

固有課題としては、廃棄物の種類に起因する課題があるというのが関係者の共通理解であった。建設副産物小口回収事業では、建設副産物において排出量の変動が大きいことが確実な回収に支障を及ぼすといったことが明らかとなっている。特殊な廃棄物を輸送するものとしてオフィス機器回収機交換事業のような成功事例はあるが、関係者の認識として、特殊な廃棄物の運搬については、

運搬事業者と排出者との結びつきが強く共同輸送が実現しにくい傾向にある。このため、事業系一般廃棄物を中心として共同輸送を検討することが有望であると考えられる。

(3) 共同輸送の実施に係る利害構造の分析
分析の第二ステップとして、各事例における課題を掘り下げて、各主体の利害認識に基づく主体間関係分析を行った。これは、内因的なインセンティブ構造に着目し、課題解決の方法論を探るものである。

共同輸送の効用として認識されているものは、主体ごとに異なっており、また、事例ごとにも若干の相違がある。ほぼ全ての事例において、排出者では料金の低減が期待されること、地方自治体を中心とする行政主体ではリサイクルの推進による廃棄物の減量や輸送効率化による温室効果ガスの削減といったことが共通して認識されている。ただし、厳密には温室効果ガスの削減については、当該地域は直接の恩恵を受けるものではないが、住民の意識啓発、PR効果といった面で実務上のメリットがあると理解されている。また、排出者については、負の効用に係る認識も挙げられた。建設副産物小口回収事業では、共同化により廃棄物の収集時間が拘束され、分別・保管に追加的コストが掛かることが指摘されている。東京都地域回収事業においても、輸送共同化によって従来の回収事業者との関係性が新たな事業者へ置き換わることにより、事業者の信頼性への懸念が生じることが挙げられた。

輸送事業者の効用に関しては、事例ごとに大きく異なるが、東京都地域回収事業に代表されるように、デメリットとして市場縮小を懸念する主体が多い。他方、オフィス機器回収機交換事業では、特定の運搬事業者が市場のドミナントであるため、逆に市場拡大、全国展開という結果となっている。札幌市共同回収事業では、地域部の運搬事業者の不在という供給過少の状況にあり、市場の変化に関しては中立的であった。

共同輸送の実現にあたっては、第一ステップで検討したような、所与の条件に加えて、このような関係者間の利害が完全にではないにせよ一致する必要があると考えられる。関係者の認識構造についての分析から、共同輸送の構造的課題として、一般に共同輸送の推進主体となる行政の効用が廃棄物の減量や温室効果ガスの削減といった外部性の高いものであり、実施主体である運搬事業者のインセンティブに繋がらないことが大きい。この点について、より進捗度の高い事例においては、利害の一致がインセンティブの内部化により図られている。具体的には、オフィス機器回収機交換事業では、機器の下取りを行うシステムであるため回収・運搬する製造者自らが運搬コストをプールしながら負担している。このため、自ら運搬を効率化するインセンティブが働く構造になっている。ま

た、札幌市共同回収事業の事例でも、リサイクルを積極的に推進する市が公社を設立し、包括的に信頼性を担保することで、排出者のメリットを確保している。それだけでなく、料金設定に責任を有する市・公社が運搬を管理し、個別料金の不均一を解消し透明化することによって、排出者のインセンティブを取り込んでいる。

なお、排出者からの信頼性を担保するための他の手法としては、東京都地域回収事業では、収集運搬の契約変更手続きや料金徴収方法など公的スキームの整備が方策として提案されている。

(4) 考察：共同輸送の促進方策の方向性

静脈物流の共同輸送については、技術的な課題の認識は多くなかったことから、関係者の合意形成が重要かつ困難な課題であると考えられる。合意形成が成立するためには、第一ステップの分析で明らかのように、地域規模、事業者数、対象廃棄物の種類など所与の環境条件がある程度整っていることが望ましい。このため、長期的観点からは、好条件の揃っている地域に重点的に資源を投資し、成功事例を蓄積していくことが適当であると考えられる。その際、リサイクルの推進や気候変動の抑制といった政策目的とは別に、効率的輸送によるコスト削減のメリットを運搬事業者や排出者に還元するインセンティブ内部化の仕組みを組み込むことが合意形成のために必要である。これには、例えば、協力する運搬事業者で料金をプールする協同組合方式などが考えられるが、競争政策上の課題を精査し、排出者のメリットも合わせて確保する仕組み（料金設定に行政が関与し透明性を担保するなど）することが必要である。あるいは、運搬事業者が零細であり事業規模が小さい事によって、市場分割及び地域独占による市場性の欠如が現実起きており、排出者から料金の不均一などについての不満が存在することから、排出者側の協働による価格交渉力の向上による市場化の方向性が考えられ、今後実証事業等の検討の際に、需要側へアプローチを転換することも必要である。

(5) 結論

本研究では、廃棄物輸送の実態の把握と、共同輸送の実現に係る課題と成功要因の分析を行った。静脈物流産業の現状としては、零細な事業者が乱立し、非効率な現状であるとともに、効率化が図りにくいという負のスパイラルの中にある。このため、共同輸送による静脈物流の効率化の必要性は高いが、同時に困難さを内在している。

共同輸送を推進していくための方策を検討するにあたっては、日本において実施された共同輸送の事例の蓄積が非常に限られることが明らかとなった。このため、聞き取り調査を中心とする事例分析を行った。

問題構造化手法により各関係者の認識を基に事例を横断的に整理し分析した結果、成功事例に共通する環境要因として、事業範囲が広域で規模が大きいこと、関係する運送事業者の数が比較的少数であることといった条件が挙げられた。

利害関係者相互の関係性に着目した課題構造化の分析においては、共同輸送を推進する主体にインセンティブが内部化されていることが重要であることが明らかとなった。経済的なインセンティブに関しては、例えば、協力する運搬事業者で料金をプールする協同組合方式などが考えられる。

全体的には共同輸送事例の蓄積の乏しさや固有事情の影響の大きさが明らかとなったが、成功事例で先行している地方行政等の公的主体が中心となり、好条件の揃っている地域に重点的に資源を投資、成功事例を蓄積していき、知見を共有していくことが重要と考えられる。また、今後の研究上の課題としては、静脈物流産業の情報のデータベースを整備し、好条件の揃う地域を特定していくことが必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Yiping Le, Jongjin Yoon, A Case Study of Cooperative Transport in Reverse Logistics for Efficient Material Recycling in Japan, Proceeding of American Society of Civil Engineers, 査読有, 2013, 379-385, DOI: ISBN 978-0-7844-1315-9
- ② Jongjin Yoon, Yiping Le, Analysis of the Transport Efficiency of Reverse Logistics in Japan, International Journal of Urban Science, 査読有, 17, Issue 13, 2013, 399-413, DOI; ISSN 1226-5934 (Print), 2161-6779 (Online)

[学会発表] (計 2 件)

- ① Yiping Le, Jongjin Yoon, A Case Study of Cooperative Transport in Reverse Logistics for Efficient Material Recycling in Japan, The Fourth International Conference on Transportation Engineering, Oct. 19~21, 2013, Chengdu, China
- ② Yiping Le, The Current Situation and Issues of Reverse Logistics for Waste management in Japan, The 4th International Conference on Transportation Logistics, Aug. 23~25, 2012, Busan, Korea

6. 研究組織

(1) 研究代表者

楽 奕平 (Le, Yiping)
東京大学・サステイナビリティ学連携研
究機構・特任研究員

研究者番号：20573116

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし