



ライフサイクル思考を用いた環境影響の体系的解析 に関する研究 : 地域・生活の視点から

田畑, 智博

(Citation)

環境科学会誌, 28(1):101-104

(Issue Date)

2015

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

©2015 環境科学会. 奨励賞受賞業績 SESJ Award for Young Professionals

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90002808>



奨励賞受賞業績

ライフサイクル思考を用いた環境影響の
体系的解析に関する研究
～地域・生活の視点から～

田畑 智博

1. はじめに

筆者がこれまでに行ってきた「環境影響の体系的解析に関する研究」が、今回奨励賞という大変名誉ある賞を頂く機会を得た。ここでいう体系的解析とは、企業や家庭等の経済的・社会的活動、活動に伴い発生する環境的な影響を体系的に理解すること、そして国や地方公共団体が計画あるいは実施している対策等の有効性を評価し、環境面からより良い方向に導いていくための最適解を導出することであると筆者は考えている（もちろん、経済的、社会的な影響の評価も大事である）。特に、企業や家庭等の活動に伴う種々の影響を時間的、空間的な視点から俯瞰し、包括的な評価を行う考え方であるライフサイクル思考は極めて重要である。筆者は上述の考えのもと、物質フロー分析（MFA）やライフサイクルアセスメント（LCA）を中心としたライフサイクル思考に基づく手法を用いて、環境影響の体系的な理解と解析を目指した研究を行ってきた。

図1に、筆者が上記の考えのもとに行ってきた研

究の位置づけを示す。研究では、資源・エネルギーの供給側である「地域」と資源・エネルギーの需要側である「生活」に、それぞれ視点をのいたケーススタディを行ってきた。これは、持続可能な社会の構築には資源・エネルギー消費量の最小化が重要であり、そのためには供給側と需要側のそれぞれの側から資源・エネルギーの消費量を抑制することが第一であるという考えである。これに基づき、資源・エネルギーの供給側においては、地域の資源循環解析¹⁻¹⁰⁾やバイオマスのエネルギー利活用の評価¹¹⁻¹³⁾を行ってきた。また、資源・エネルギーの需要側においては、消費者のライフスタイルを対象とした評価¹⁴⁻¹⁷⁾を行ってきた。次章以降では、筆者がこれまでに行ってきた主要な研究を地域の視点と生活の視点に分けて、それぞれ概要を説明する。

2. 研究業績

1) 地域の視点

資源循環圏の評価

循環型社会および低炭素社会の構築には、地域に

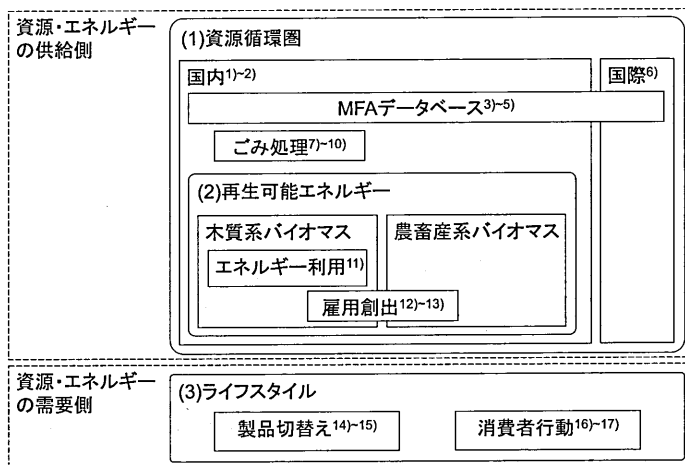


図1 研究の位置づけ

おける取り組みが重要である。この認識のもと、地域の資源循環構造を定量的に解析するとともに、循環型地域社会を実現するための方法を提案するための手法を開発した。筆者が先ず取り組んだのは、地域内の廃棄物の発生分布をもとに、廃棄物処理施設をどの位置にどのくらい設置すれば廃棄物の輸送距離が最小化されるかを検討した研究である。これは、いわゆる資源循環圏の考えに繋がるものであるといえる。研究では、愛知県で発生する紙くずや鉄くずを対象とし、地理情報システム（GIS）、グラフ理論、遺伝的アルゴリズム等の手法を組み合わせることで評価を行った^{1～2)}。

続いて、資源循環構造を体系的に把握し、循環型社会の形成度合いを評価、検討するための手法の開発に取り組んだ。これを目指すため、産業、家庭等の部門への（からの）原材料、製品、廃棄物等の物

質の投入量（産出量）、そして部門間での物質の投入産出構造を表形式で把握・解析可能なマテリアルバランス表を開発した（図2）^{3～5)}。本表は国民経済計算体系（SNA）産業連関表をベースとして開発しており、例えばごみ排出抑制等を実施した場合の波及効果を、投入産出式を用いて分析することが可能である。研究成果の一例として、図3は、名古屋市における1998年度と2001年度の物質フローの評価結果である。名古屋市は、1999年に「ごみ非常事態宣言」を発令し、ごみ分別を徹底した。結果として最終処分量は大幅に削減されたが、これを物質フローでみると、ごみのリサイクルや最終処分を名古屋市外に依存することでごみ処理対策が成り立っていることが伺える（図3）。また、パーソナルコンピュータの大部分が中国で製造されていることに着目し、日本で排出された廃PCを中国に輸

	物質			部門					環境負荷物質
	原材料	中間・最終製品	廃棄物	産業部門	廃棄物処理部門	最終消費形成部門	移輸出	在庫・固定資本・物質の放出及びストック	
物質	原材料	中間・最終製品	廃棄物						
部門	産業部門	廃棄物処理部門	最終消費形成部門						
	移輸入								
	在庫・固定資本								
総計									

図2 マテリアルバランス表

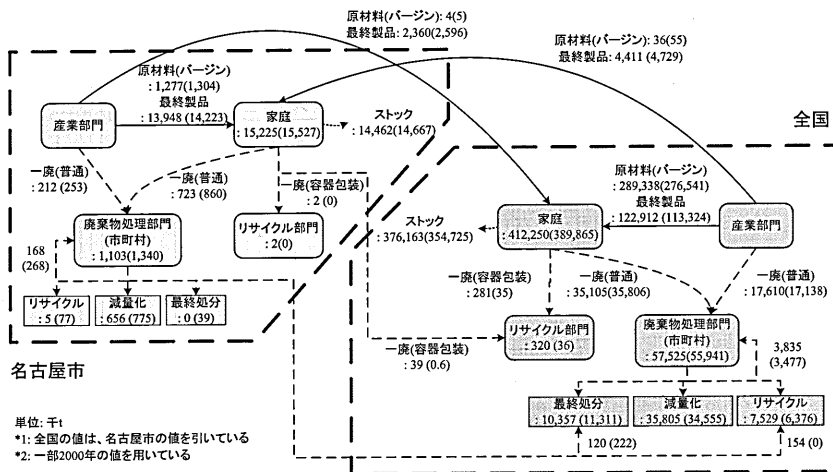


図3 名古屋市内外の物質フロー

出してリサイクルすることを想定した場合の、国際的な CO₂ 削減効果の評価にも取り組んだ⁶⁾。

ごみ処理システム

筆者はまた、資源循環を構成する重要な要素であるごみ処理システムを対象として、LCA 手法を用いてごみ処理に伴う環境影響評価を行った^{7~10)}。例えば、岩手県某地域を対象としたごみ処理広域化のケーススタディでは、数理最適化モデルを用いて CO₂ 排出量と最終処分量をバランスよく削減するための方法論を提案した^{8~9)}。結果の一部は、当該自治体のごみ処理計画に反映されている。さらに、ごみからのエネルギー回収 (Waste-to-Energy) の可能性にも着目し、LCA の考え方をを用いて積極的なエネルギー回収によりごみ焼却に伴うカーボンフットプリントをゼロにするための理論的条件を明らかにした¹⁰⁾。

再生可能エネルギーシステム

筆者は木質バイオマスのエネルギー利活用にも着目し、人工林の間伐から燃料加工、石炭火力発電所での石炭混焼までのライフサイクルを考慮した CO₂ 削減効果を検討した。和歌山県某地域を対象として、GIS により人工林の空間分布を明らかにするとともに、木材の伐採・運搬、燃料加工、流通等に関する実験データを用いてインベントリ分析を行った。その結果、CO₂ は特に燃料加工において多く排出されるものの、石炭使用量の削減効果により、ライフサイクル全体で大幅な CO₂ の削減が期待できることがわかった¹¹⁾。

続いて、ライフサイクルの社会的側面にも着目した研究を行った。例えば、木質バイオマスの生産に

は雇用の安定確保も必要不可欠であると認識し、他産業の余剰人員を林業に移し、林業の業務に従事してもらうという人材移転の考え方を提唱した。これを建設業に適用し、建設業から林業への人材移転の可能性について検討した。この際、間伐材の集材・運搬等に必要となるスキルと建設業の作業内容と比較し、作業内容とスキルが類似している場合は人材移転が可能と考えた。切捨間伐材の集材・運搬に必要な人員数、建設業の余剰人員数を推計し、上記の方法で比較を行った結果、全国で約 12,140 人が人材移転可能であることがわかった¹²⁾。また、農業従事者数が減少、高齢化していることにも着目し、農業従事者数の将来変化が農畜産系バイオマス生産量に及ぼす影響の評価も行った¹³⁾。

2) 生活の視点

地域を対象とした研究と平行して、家庭での取り組みを対象とした評価を行っている。例えば、白熱電球から電球形 LED ランプへの切り替えに伴う CO₂ 削減効果や経済性を評価した^{14~15)}。この評価のため、アンケート調査により家庭の用途別 (居間、キッチン等) での電球使用本数や使用する電球の種類、1 日あたりの使用時間等を明らかにした。また、これを踏まえて白熱電球から電球形 LED ランプへの切り替え結果を試算した結果、一戸あたり年間で約 41kg (集合住宅)、約 73kg (戸建住宅) の CO₂ 削減が可能であることがわかった (図 4)¹⁵⁾。

また、生活行動が環境影響に及ぼす効果についても分析している。例えば、ごみの排出抑制に関する意識調査やごみ排出抑制対策の実施による CO₂ 削減効果の推計¹⁶⁾、消費者の節約行動とリバウンド

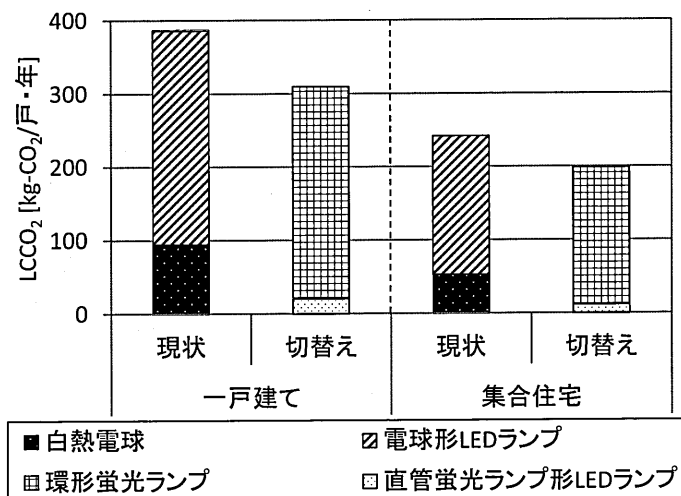


図 4 光源商品の切り替えによる LCCO₂ の変化

効果に伴う CO₂ 排出量増加の可能性に関する検討にも携わっている¹⁷⁾。

3. 今後の取り組み～地域と生活の融合～

以上は地域と生活に視点を当てた研究であるが、現在は、地域と生活の視点を融合させて、環境的・経済的・社会的な側面から包括的な評価を行うための研究を展開している。その一例が、南海トラフ巨大地震等の今後発生しうる自然災害を事例とした、災害廃棄物発生量の事前予測や発生後の処理に関する研究である。我が国は自然災害が非常に多い国である。持続可能な社会を構築していくために、自然災害やそれに伴い発生する災害廃棄物を避けることはできない。災害廃棄物の処理は、国・自治体の責務である。しかし、発災の場所によって、家庭が廃棄物発生源になるケースも多いと想定される。その場合、災害廃棄物の撤去や分別等には地域住民の協力が欠かせない。また、防災の観点からも地域住民の協力は必要不可欠である。本研究を通じて、地域や家庭における役割の明確化を目指していきたいと考えている。

文 献

- 1) 田畑智博・後藤尚弘・藤江幸一・井村秀文・薄井智貴 (2002) : 発生源空間分布から見た廃棄物輸送・再資源化施設の適正配置に関する研究, 環境システム研究論文集, 30, 315-322.
- 2) Naohiro Goto, Tomohiro Tabata, Koichi Fujie, Tomotaka Usui (2005) : Creation of a Recycling-based Society Optimized on Regional Material and Energy Flow, Energy, 30, 1259-1270.
- 3) 田畑智博・井村秀文 (2006) : 循環型地域社会形成支援のためのマテリアルバランス表の開発とその適用に関する研究, 環境科学会誌, 19(4), 329-343.
- 4) 田畑智博・岩本 薫・奥田隆明・森杉雅史・井村秀文 (2003) : 地域廃棄物管理のためのマテリアルバランス表の作成, 環境システム研究論文集, 31, 287-296.
- 5) 田畑智博・奥田隆明・井村秀文・中山絵理 (2004) : 資源循環の観点からみた「ごみ非常事態宣言」後の名古屋市のごみ処理政策の評価, 環境科学会 2004 年会講演要旨集, 92-93.
- 6) 吉川拓未・田畑智博・白川博章・井村秀文 (2007) : 日中間の国際資源循環構造の把握と合理化に関する研究～E-waste を対象として～, 環境科学会誌, 20(4), 265-278.
- 7) 田畑智博・後藤尚弘・胡 洪堂・藤江幸一 (1999) : 循環型社会構築の為の再資源化技術の評価, 環境科学会 1999 年会講演要旨集, 50-51.
- 8) 田畑智博・井原智彦・中澤 廣・玄地 裕 (2009) : 一般廃棄物処理システムの設計における評価と意思決定の支援を志向した LCA 手法の適用, 日本 LCA 学会誌, 5(1), 54-67.
- 9) Tomohiro Tabata, Tatsuo Hishinuma, Tomohiko Ihara, Yutaka Genchi (2011) : Life Cycle Assessment of Integrated Municipal Solid Waste Management Systems, Taking Account of Climate Change and Landfill Shortage Trade-off Problems, Waste Management & Research, 29(4), 423-432.
- 10) Tomohiro Tabata (2013) : Waste-to-Energy Incineration Plants as Greenhouse Gas Reducers: A Case Study of Seven Japanese Metropolises, Waste Management & Research, 31(11), 1110-1117.
- 11) Tomohiro Tabata, Hitoshi Torikai, Mineo Tsurumaki, Yutaka Genchi, Koji Ukegawa (2011) : Life Cycle Assessment for Co-firing Semi-carbonized Fuel Manufactured Using Woody Biomass with Coal: A Case Study in the Central Area of Wakayama, Japan, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(6), 2772-2778.
- 12) 辻 佑機・坂口卓司・田畑智博 (2013) : 建設業から林業への人材移転による切捨間伐材のエネルギー利用促進可能性の評価, 木学会論文集 G(環境), 69(6), II_167-II_173.
- 13) 左近祐佳子・田畑智博 (2014) : 農業従事者数の変化が農畜産系バイオマス生産量に及ぼす影響の評価～兵庫県におけるケーススタディ～, 土木学会論文集, G(環境)70(6), II_371-II_380.
- 14) 田畑智博・白川博章・河尻耕太郎・井原智彦 (2010) : 低炭素型製品に対する消費者の価格受容性の評価-LED 電球を事例として, 環境情報科学論文集, 24, 463-468.
- 15) 田畑智博・文 多美 (2012) : 住宅での家庭用光源商品の使用実態を考慮した家庭用光源商品の切り替え対策の環境的・経済的評価, 環境科学会誌, 25(5), 367-377.
- 16) Tomohiro Tabata (2012) : Waste Prevention or Waste Recycling? Survey of Consumers' 3R Acceptability, Proceedings of the ISWA World Congress 2012, Thumb drive.
- 17) Kotaro Kawajiri, Tomohiro Tabata, Tomohiko Ihara: Potential of Changing Consumption and Its Environmental Impact by Saving, Journal of Industrial Ecology, Accepted.