

産業廃棄物の地域間相互誘発構造からみた処分量抑制と費用負担に関する研究

Evaluation of Regional Inter-Repercussions to Reduce Industrial Waste Induced by Inter-Regional Activity

盛岡 通*

吉田 登*

○庵原 一水**

Tohru MORIOKA* Noboru YOSHIDA* Issui IHARA**

ABSTRACT: These days, the shortage of final disposal site is one of the most serious problem in Japan. Waste derived from households is to be disposed by local government and industrial waste by the sectors in the district, while the waste is released due to provide goods and services with various final demand beyond the district. This causes inter-regional environmental dependence. In this study, patterns of interdependent structure of industrial waste induced by final demand is evaluated by using Input-Output Analysis. First, the interrelation between internal and external demand in domestic 8 regions is estimated using waste intensity of each industry. As a result, various sectors' inducement in sludge waste which has great share in final disposal was observed reflecting inter-regional economic transaction. Second, reducing volume and costs of treatment and disposal of the sludge waste were examined taking consideration of polluter's pay principle.

KEYWORDS: Industrial Waste, Ecological Rucksack, Regional Interdependence, Input-Output Analysis

1.はじめに

平成元年以降、我が国の一般廃棄物の処分量は僅かながら減少し、産業廃棄物についてはほぼ横這いの状況にあるが、最終処分場の残余容量が逼迫する深刻な状況は依然として改善されていない。地球規模で影響を及ぼす CO₂ とは異なり、環境負荷因子としての廃棄物は最終的な影響範囲の限定される等の特性を有する。また、ライフサイクルの観点からは、廃棄される以前の財の生産・流過程において他地域の産業・都市活動への依存が無視できないほど大きいにも関わらず、水や電源立地ほどには可視的でない相互依存のフローを有するという特徴が挙げられる。それ故に、これまで最終財・サービス供給の上下流での責任を明確にした広域での連担管理を困難にし、結果として自区内での処分地を確保しにくい地域では不法投棄を招くなど、国全体で見た場合に必ずしも効率的な運営が図られてこなかった。

このような問題背景に基づき、本研究では産業廃棄物の排出および廃棄物処理処分施設の分布に着目し、投入産出分析を用いて産業廃棄物誘発の地域間相互依存構造の分析評価を行う。他地域型モデルを用いる利点として、Carrying Capacity と福祉のパイの分配に関する地域間での検討が可能となる事が挙げられる。産業廃棄物の受け皿である最終処分場は地域的な環境インパクトが顕著であり環境的な容量に大きく制約されると考えられる。また、適正処理の困難性や廃棄物処理処分施設の NIMBY 現象は費用負担における問題の側面を有している。

こうした観点から、産業廃棄物の地域間の誘発構造と処理処分

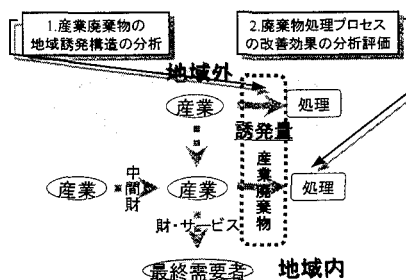


図1. 研究の対象および目的

* 大阪大学工学研究科環境工学科 Dept. of Environmental Eng., Graduate School of Osaka University

** 日本環境技研株式会社 Japan Environmental Systems Co., Ltd.

施設の分布の検討は廃棄物処理処分計画およびその費用負担の検討に大きく寄与できるものとする。本研究の目的は、第一に産業廃棄物誘発からみた地域間の相互依存の分析を行うことであり、第二に前段の分析結果を基に、廃棄物の処理プロセスの制御とその費用分担を検討するものである。

2.環境費用としての産業廃棄物の内部化の理論

環境問題における費用負担の原則は 1972 年に OECD によって示された汚染者負担の原則、いわゆる PPP (the Polluter Pays Principle) とされている。PPP では直接の汚染原因者が環境保全に係る費用を負担するものとされているが、その手段は直接的な規制、課徴金あるいは消費者への転嫁も認めるものであり、環境費用を市場メカニズムによって配分する一つの根拠となる。本研究では生産者側で発生する産業廃棄物を最終財・サービスに帰属させるが、これは財の提供に伴い発生する廃棄物を環境費用として便益受容者に上乗せして費用の内部化を行い、PPP を促進させる事で持続可能な消費へのインセンティブを与えて、それによりグリーン購入などの製品選択が拡大して最終的には産業のエコロジー化などの社会的効率の向上を図るものであり、これはピグー税が目指す社会的費用の内部化や、MIPS (Material Input Per Service unit) にみられる物質集約度における Ecological Rucksack の概念¹⁾と関連する。こうした観点から、本研究の分析においては生産活動が最終需要によって喚起されると見なす産業連関分析を適用するが、金銭タームの産業連関表を用いるため環境インパクトの質の記述を行うものではなく、また、間接波及の区別や費用の資本循環による新たな経済的波及については取り扱わないものとする。

3.産業廃棄物誘発構造の産業連関分析の手法

本研究では経済活動に伴う波及的な産業廃棄物排出量を算出するため、既報²⁾と同様に 1990 年地域間産業連関表³⁾を分析に用いた。地域間産業連関表は同時に複数の地域を対象として、当該地域だけでなく地域間相互の財・サービスの取引関係を記述している。この結果、消費・投資等の最終需要による地域別・産業別の生産波及構造の解明が可能となる。

ここでは逆行列係数を $\{I-(A-MA)\}^{-1}$ 型とし、輸入分を除く生産額に対して国内で実質的に誘発される産業廃棄物の誘発量を計量した。単位生産額当たりの廃棄物排出量については全国 43 都道府県の廃棄物実態調査⁴⁾からの推計値を用い、直接及び間接的な廃棄物誘発強度を算出する。なお、分析の際の部門分類数については、地域間産業連関表 (46 部門) 及び産業廃棄物実態調査 (32 分類) を統合して 30 部門とし、地域数は九州と沖縄を統合して全国 8 地域とした。

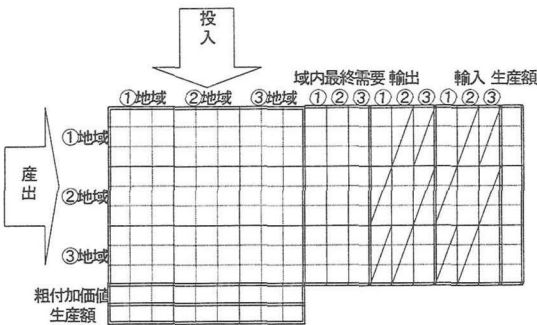


図 2. 地域間産業連関表の雛形 (非競争移入・競争輸入型)

4.産業廃棄物誘発における地域間相互依存の分析

4.1.各地域の産業廃棄物排出構造

廃棄物の誘発構造を分析するに当たり、まず各地域の直接排出量の把握を行う。各都道府県の実態調査から推計した 1990 年における各地域の業種別産業廃棄物排出量を図 3 に示す。ここでは業種数を 14 分類に集約している。排出量の最も多い地域は関東の 1 億 5300 万 t であり、全国に対する比率は 39% で、次いで排出量の多い近畿 (5600 万 t) の 3 倍

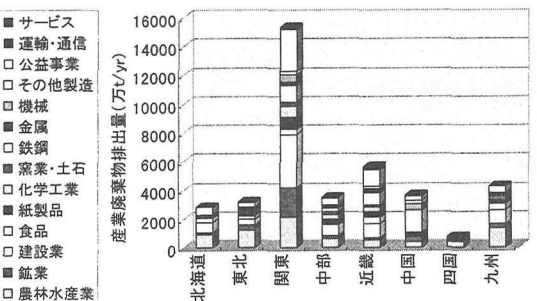


図 3. 各地域の業種別産業廃棄物発生量

弱のウェイトを占めている。各地域の業種別排出量の構成を見ると、関東・中部・近畿では建設業が最も多く、中国では鉄鋼業、他の4地域では農業の排出量が全体の30～50%を占めている。産業別の排出量構成は各地域で異なるが、いずれの地域でも建設業及び公益事業はそれぞれ10%前後の比重を占めている。

各地域の産業廃棄物排出量と生産額の対全国比を比較すると、関東・中部・近畿の3地域では生産額の比率より排出量の比率が低く、他の地域では逆に比率が高い（図4）。これは前者における農業及び鉱業の生産額に対するウェイトが低く、サービス業のウェイトが高いことに起因するものと考えられる。

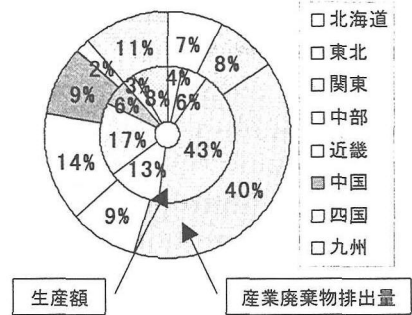


図4. 各地域の排出量及び生産額の全国比

4.2. 地域間の廃棄物誘発構造の分析

次に、産業連関分析より得られた地域別・産業部門別誘発強度に域内外の最終需要額を乗じることにより誘発量の各地域別内訳を求め、産業廃棄物誘発に関する地域間の相互依存構造を定量的に把握する。

図5に域内外への誘発量を示す。正の誘発量は域内への依存、負の誘発量は域外への依存を表し、移入に伴い域外依存が高まると地域内の直接排出量は本来の誘発量より少なくなる。域内・域外ともに最も誘発量が多いのは関東で、近畿、中部が続く。最終消費に伴う域内外誘発量に対する域外誘発量の割合は、それぞれ、北海道（20.2%）、東北（25.5%）、関東（14.0%）、中部（21.0%）、近畿（21.6%）、中国（22.9%）、四国（25.4%）、九州・沖縄（20.9%）で、関東では域外への依存度が低く、東北や四国では依存度が高い構造として捉えられる。

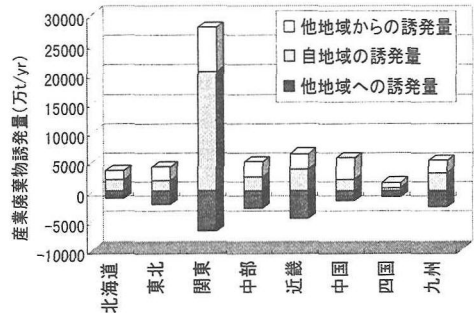


図5. 域内外最終需要別の産業廃棄物誘発量

次に各地域の自地域内での誘発量および他地域との誘発量の収支を図6に示す。円グラフの大きさは各地域の実際の排出量を表しており、その内訳は当該地域自身の誘発量と、他地域との誘発収支から構成されている。ここで誘発収支とは域外への誘発量と域外から誘発された量の差のことを指す。地域別にみると、中国が他地域から大きく誘発されているが、これは瀬戸内に素材型産業が集積していることに起因するものと考えられる。また、関東の産業廃棄物が近畿などに誘発されているが、これらの地域の建設関連財への需要による波及効果が関東に強く及んでいるためである。

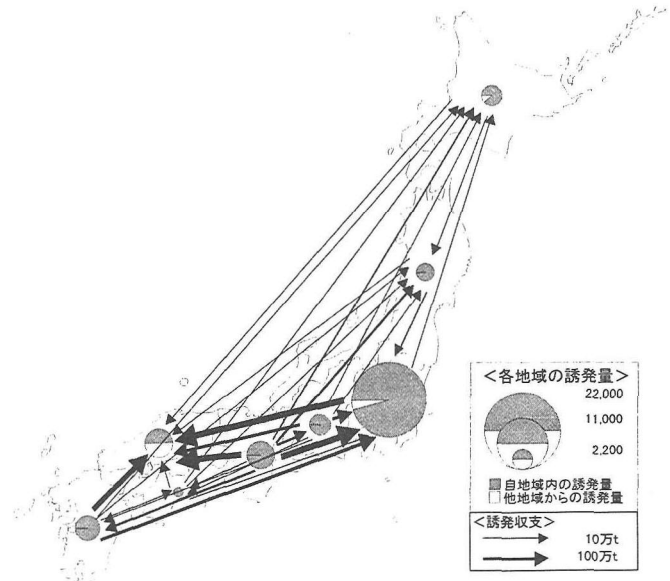


図6. 各地域の産業廃棄物誘発量と地域間誘発収支

次に種類別の産業廃棄物の誘発構造について、排出量の多い汚泥・建設廃材・鉱滓を対象としてその誘発構造を定量化した。各廃棄物の誘発構造を図 7 に示す。汚泥は産業廃棄物全体と同様の構造となったが、建設廃材については域内外での誘発構造は殆ど認められなかった。これは、汚泥についてはほぼ全ての産業において排出されるため、産業間での誘発構造が産業廃棄物全体での構造と類似するに対し、建設廃材については排出量の殆どが建設業に集中しているが、建設業は中間財を産出せず他産業からの誘発を受けないためと考えられる。また、鉱滓に関しては中国の鉱業および鉄鋼業が他地域から大きく依存されている構造が明らかとなった。

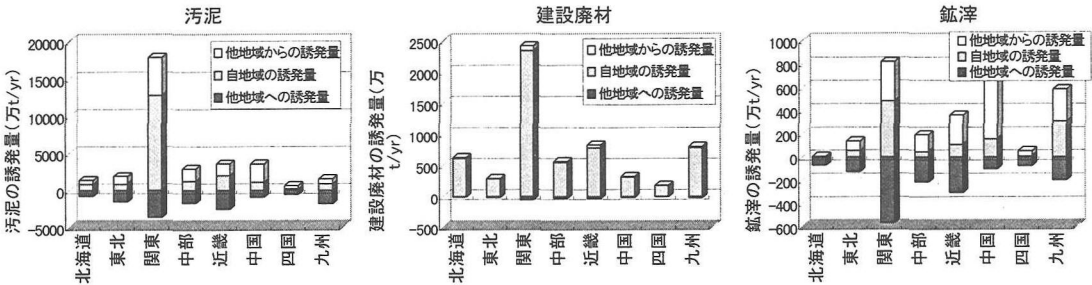


図 7. 各地域の汚泥・建設廃材・鉱滓の誘発量

5.地域間依存を考慮した廃棄物管理における改善分析

5.1.産業廃棄物削減ポテンシャルの検討

本研究では廃棄物最終処分量の削減にあたり、まず各地域の廃棄物削減可能性を検討し、続いて産業廃棄物の誘発構造を考慮した方策の分析評価を行う。各地域の最終処分場残余年数は全国平均では 2.3 年で、地域別にみると関東・中部では残余年数が 2 年以下となっている。

ここでは現状の技術水準の範囲内で、1)排出源抑制、2)中間処理率向上の 2 つの観点から、各地域が最も効率的な地域の水準を達成した場合の廃棄物削減可能性について検討する。図 8 に示すように、1)は各業種別に生産額当たりの排出強度が最も小さい地域の値を他の全ての地域に適用して排出源での削減可能性を対象とするものであり、2)は各種別廃棄物について最終処分率が最も低い地域の値を他地域に適用するものである。

1)について、各業種別排出強度を最小化した場合の残余容量の変化を図 9 に示す。これより、排出源抑制によって全国では最終処分量が 45%削減され 2.1 年の延命化が可能となり、関東・中国といった残余容量が逼迫した地域での効果が認められた。次に 2)について、種類別廃棄物の中間処理率を最大化した場合の残余容量の変化を図 10 に示す。この場合、中間処理の促進によって、全国では最終処分量が 56%削減、

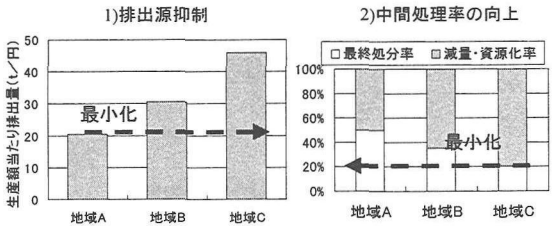


図 8. 廃棄物削減ポテンシャルの検討方法

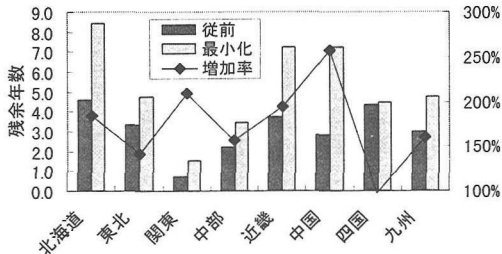


図 9. 排出源抑制による残余容量の変化

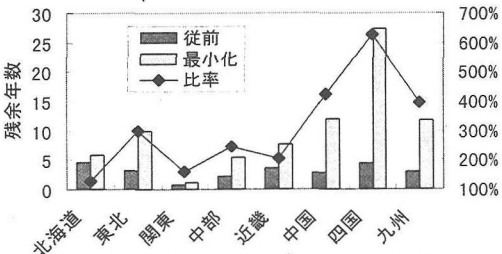


図 9. 中間処理率の向上による残余容量の変化

3.2 年の延命化がされる。特に中国・四国・九州などの比較的処分場容量の多い地域において、大幅な延命化が可能となる。

5.2.最終処分量削減のシナリオ

具体的な廃棄物削減方策の設定については、まず排出量及び最終処分量に対するウェートから汚泥を対象として、有機性汚泥の溶融による減量化のポテンシャルを検討する。汚泥を対象とするのは、図 11 に示すように産業廃棄物排出量の全体の 5 割を占めており最終処分に対するインパクトが大きい点に加え、前述した誘発構造からも明らかなように地域間の依存を象徴する指標物質の性格を有するものであり、減量化による中間処理の促進が不可欠と考えられる事にある。

汚泥の最終処分量削減施策としては、中間処理の向上による減量化の促進を検討する。まず、各地域の排出量と中間処理量から汚泥の削減可能性を算出し、減量化処理の可能性に相当する処理施設の設置を行った場合の費用の算定と誘発量からの域外地域の負担率を検討した上で、現状のまま最終処分場の確保するケースと比較する。表 1 およびに図 12 汚泥の排出構造における地域間の誘発量の収支を示す。グラフ、表ともに①当該地域が他地域から誘発された量（正数）、②他地域に対して誘発した量（負数）、③他地域との誘発量の収支（①＋②）を表している。これより、自地域内の最終需要に伴う汚泥の排出を域外に依存する地域と、他地域の誘発量を肩代わりしている地域がある事が窺える。

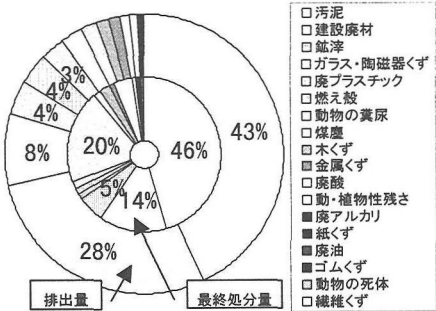


図 11. 種類別廃棄物の排出・処分の比率

表 1. 各地域間の有機性汚泥の誘発量および誘発収支（表）

当該地域	区 分	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	合計
北海道	域外→域内	0.0	10.6	84.6	7.2	31.0	9.8	3.2	9.1	155.6
	域内→域外	0.0	-26.5	-131.3	-27.2	-54.7	-10.8	-5.7	-19.3	-275.5
	誘発収支	0.0	-15.8	-46.6	-20.0	-23.6	-1.1	-2.5	-10.2	-119.9
東北	域外→域内	26.5	0.0	151.8	11.8	44.9	17.0	6.6	15.2	273.8
	域内→域外	-10.6	0.0	-116.4	-15.4	-22.7	-5.7	-3.6	-10.1	-184.4
	誘発収支	15.8	0.0	35.4	-3.6	22.2	11.3	3.0	5.2	89.4
関東	域外→域内	131.3	116.4	0.0	82.2	300.7	127.1	49.3	128.8	935.8
	域内→域外	-84.6	-151.8	0.0	-208.0	-246.4	-86.8	-49.2	-163.9	-990.7
	誘発収支	46.6	-35.4	0.0	-125.8	54.2	40.3	0.2	-35.1	-55.0
中部	域外→域内	27.2	15.4	208.0	0.0	122.0	34.2	12.8	38.4	457.9
	域内→域外	-7.2	-11.8	-82.2	0.0	-38.3	-9.6	-5.2	-16.0	-170.4
	誘発収支	20.0	3.6	125.8	0.0	83.7	24.6	7.5	22.4	287.6
近畿	域外→域内	54.7	22.7	246.4	38.3	0.0	78.5	29.5	83.7	553.9
	域内→域外	-31.0	-44.9	-300.7	-122.0	0.0	-65.4	-36.4	-91.9	-692.3
	誘発収支	23.6	-22.2	-54.2	-83.7	0.0	13.1	-6.8	-8.2	-138.4
中国	域外→域内	10.8	5.7	86.8	9.6	65.4	0.0	10.7	44.0	233.0
	域内→域外	-9.8	-17.0	-127.1	-34.2	-78.5	0.0	-18.4	-48.1	-333.1
	誘発収支	1.1	-11.3	-40.3	-24.6	-13.1	0.0	-7.7	-4.2	-100.1
四国	域外→域内	5.7	3.6	49.2	5.2	36.4	18.4	0.0	14.6	133.1
	域内→域外	-3.2	-6.6	-49.3	-12.8	-29.5	-10.7	0.0	-15.8	-127.9
	誘発収支	2.5	-3.0	-0.2	-7.5	6.8	7.7	0.0	-1.2	5.2
九州	域外→域内	19.3	10.1	163.9	16.0	91.9	48.1	15.8	0.0	365.1
	域内→域外	-9.1	-15.2	-128.8	-38.4	-83.7	-44.0	-14.6	0.0	-333.9
	誘発収支	10.2	-5.2	35.1	-22.4	8.2	4.2	1.2	0.0	31.2

（単位：万 t/year）

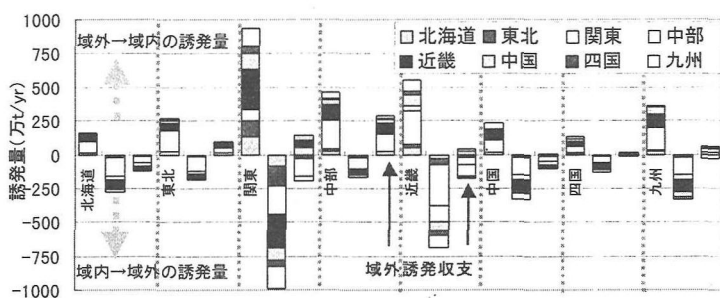


図 12. 各地域間の有機性汚泥の誘発量および誘発収支（グラフ）

次に、排出される有機性汚泥について各地域の排出量と処分量を整理する。有機性汚泥について最終処分物は全て中間処理残さとして仮定して溶融処理による減量化を行うものとする。各自治体の実態調査における排出量および処理処分率から求めた、各地域の有機性汚泥の排出量および最終処分量の推計値を表 2 に示す。なお、ここでは排出後の汚泥の中間処理や最終処分に伴う地域間の越境移動については考慮していない。

表 2. 各地域の有機性汚泥の最終処分状況（万 t/year）

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
排出量	639	337	3914	273	1730	302	120	796
最終処分量	50	28	117	24	217	101	9	155

汚泥の処理処分費用の算定の条件を表 3 に整理する。

表 3. 有機性汚泥の処理処分費用算定の条件⁵⁾

項 目	数 値	備 考
単位量当たりの最終処分費用	12500円/t	広域処分を想定
単位量当たりの溶融化処理費用	41000円/t	建設費＋維持費
溶融処理による減容率	40% (1/2.5)	現状の技術水準1/2～1/3の平均値

上記の最終処分対象全量に対し溶融化に相当する減量化中間処理を行った後に最終処分した場合、施設の建設および運転維持を含めた費用は新たに最終処分場を確保する場合（765 億円）と比較して 4.28 倍(3,275 億円)になるが、処理により最終処分量が 2/5 に減容化されるため最終処分量は減少し、結果として最終的な費用は 3.67 倍（2,816 億円）必要となる。この結果、産業廃棄物全体に対して 7%の最終処分量の削減が可能となる。従来の最終処分費用と溶融化処理費用、および誘発構造を考慮した費用の各地域毎の分担を表 4 に整理する。なお、ここで言う負担差額とは、最終消費地域の責任を財・サービスの生産段階にまで遡って厳格に課した場合の拡大責任下での処理費用の負担額と、現状での処理費用の負担額との差額を意味する。これは、例えば大阪湾岸自治体のように、生産・流通・消費過程の複雑な相互依存関係を有する地域で現に行われている広域での廃棄物処理処分では、単に生産者責任に基づく費用負担では今後廃棄物抑制が進められた場合に生産セクターの多い地域と消費者の多い地域とで過度の負担の格差を招くおそれがある。このような問題は今後展開が予想される広域の処理処分では重要な課題となる事が想定されるものであり、誘発構造に基づく費用配分はこうした観点から公平な費用負担のあり方を検討する際の指標としての意味を持つ。

表 4. 地域間相互依存を考慮した溶融化処理費用（億円）

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
最終処分費(従前)	63	36	147	30	271	13	12	194
溶融処理化費用	231	131	540	111	999	47	44	714
誘発考慮費用	295	83	570	-43	1073	100	42	697
負担差額	64	-48	29	-154	74	53	-3	-17
変化率(誘発考慮前→考慮後)	128%	63%	106%	-39%	107%	213%	95%	98%

溶融化の費用を各地域の誘発収支に基づき配分を行うと、中部は全ての排出量を他地域から誘発されているため費用はマイナスとなるのに対して、中国は北海道以外の全ての地域に依存しており、分配前に比較して 2 倍以上の費用を負担する必要が生じる。また、最終処分量の多い関東・近畿については負担額が微増する結果となった。

6.まとめ

本研究では地域経済圏と一つの主体とみなして産業活動に伴って排出される廃棄物を Ecological Rucksack として最終需要地域に帰属させて産業連関分析を適用することで地域間相互誘発構造を定量的に把握すると共に、誘発構造を考慮した廃棄物処理処分のあり方について検討を行った。その結果、①産業廃棄物の域外への誘発構造は各地域によって異なる、②各種類別の廃棄物は排出業種の構成と連関構造により誘発構造が大きく異なる、③排出源抑制および中間処理促進により 50% の最終処分量削減可能性が認められる、④誘発構造を考慮した場合地域によっては廃棄物処理費用の負担が大きく変化する、などの結論を得た。最後に今後の課題としては、環境費用の最終需要主体への帰属の理論について検討を加えると共に、廃棄物処理・処分過程の産業連関モデルへの内生性、MFA（マテリアルフロー分析）研究に見られる他地域連担に対応した環境経済勘定との関係などが挙げられる。

謝辞

本研究の分析に際しては、厚生省・建設省並びに各都道府県廃棄物関係部局の担当者の方々に、産業廃棄物に関する多数の統計資料をご提供していただきました。ここに記して感謝を表します。

出典および参考文献

- 1) F. シュミットーブレック：ファクター 10，シュプリングーフェアラク東京，pp1-373 (1997)
- 2) 盛岡通、吉田登、庵原一水：資源投入と廃棄物誘発からみた地域間相互依存の分析，環境システム研究 Vol. 25，pp397-402 (1997)
- 3) 通商産業大臣官房調査統計部：平成 2 年地域間産業連関表 ―作成結果報告書― (1997)
- 4) 各都道府県：産業廃棄物実態調査報告 (1989～1997)
- 5) 土木学会広域処分小委員会：平成 8 年度広域最終処分場計画調査・廃棄物海面埋立環境保全調査報告書 (1997)
- 6) 厚生省水道環境部産業廃棄物対策室：産業廃棄物の排出および処理状況について
- 7) 土木学会広域処分小委員会：平成 7 年度広域最終処分場計画調査・廃棄物海面埋立環境保全調査報告書 pp36-44 (1996)