

(論 説)

地域間産業連関モデルによる産業廃棄物排出構造分析

岡山大学環境理工学部 織 田 恭 平
 岡山大学大学院環境学研究所 バドマエバ ケルメン
 岡山大学大学院環境学研究所 阿 部 宏 史[†]

【要 約】

戦後の高度経済成長に伴う工業化の進展や所得水準の向上は国民に豊かな生活をもたらしたが、一方で大量生産・大量消費・大量廃棄を基礎とする社会経済システムが形成されたことにより、地球温暖化や廃棄物処理などの環境問題を深刻化させた。わが国の廃棄物は、家庭やオフィス等から排出される一般廃棄物と産業活動に伴う産業廃棄物に大別される。後者の産業廃棄物は、産業間の中間取引や最終需要と密接に関係しており、産業廃棄物の排出構造を総合的に把握する際には、国全体あるいは地域レベルで、財貨及びサービスの流れを総合的に把握できる産業連関表の利用が有効である。

本研究では、1990年、1995年、2000年の3時点における全国9地域間産業連関表と環境省の産業廃棄物排出量データを用いて、産業廃棄物排出分析用の地域間産業連関モデルを構築するとともに、1990年～2000年の地域経済と産業廃棄物排出の関連を時系列で分析した。その結果、産業部門の中では、建設業と水道・廃棄物処理の2部門が産業廃棄物排出に大きな影響を及ぼしており、種類別では汚泥とがれき類の影響が大きいこと、産業連関モデルに基づく要因分析の結果より、排出係数要因が発生量増加の要因として影響しており、今後の排出抑制に向けては、直接の排出部門における対策が必要であることが明らかになった。さらに、サービス部門が集中する関東経済と相対的に物財部門に特化した地方圏経済における産業連関が、地域間取引を通じて他地域の産業廃棄物誘発を引き起こしていることから、地域間取引をふまえた産業廃棄物の排出抑制が重要であることを示した。

【キーワード】 地域間産業連関分析、産業廃棄物誘発構造、地域経済構造

1. はじめに

わが国では、産業活動の高度化や所得水準の向上に伴うライフスタイルの変化に伴って、大量生産・大量消費・大量廃棄を基礎とする社会経済システムが定着し、そのマイナス側面として、地球温暖化や廃棄物処理等の環境問題が深刻化してきた。国内で発生する廃棄物のうち、産業廃棄物は年間総排出量約4億トンの高水準で推移してお

り、廃棄物処理施設の不足と相まって、不法投棄の類発、廃棄物処理による有害物質の発生などの社会問題を引き起こしている。

日本政府は、このような廃棄物問題に対処するため、2000年に循環型社会形成推進基本法を制定し、様々なリサイクル法を施行してきたが、早急な問題解決は困難な状況にある。

ところで、廃棄物問題は人間社会の生産・消費活動の過程で不可避免的に発生するものであり、現代社会が抱える構造的な環境問題と言える。特に、産業廃棄物の発生には産業間の中間取引が複雑に関係しており、その発生抑制に向けては、経済システムにおける財・サービスの流れをふまえた対策が重要となる。また、産業廃棄物の発生抑制策

[†] 〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1
 岡山大学大学院環境学研究所
 Tel. 086-251-8849 Fax.086-251-8866
 E-mail: abel1@cc.okayama-u.ac.jp

は、生産活動への影響を通じて、経済活力にも影響を及ぼすことから、その実施に際しては、経済循環構造と環境負荷発生との関連を定量的に捉え、モデル化しておく必要がある。そして、この目的のためには、国全体あるいは地域レベルで、財貨及びサービスの流れを総合的に把握できる産業連関表の利用が有効であり、最近では廃棄物問題への応用も試みられている。

例えば、我が国を対象とした事例としては、大平らによる全国産業連関表を用いた分析^{1) 2)}、中村らによる廃棄物産業連関表の作成があり³⁾、廃棄物を含む環境問題への産業連関モデルの応用に関する包括的なテキストも作成されている⁴⁾。また、海外でも、アメリカ合衆国⁵⁾、ブラジル⁶⁾、中国⁷⁾ などにおいて、産業連関モデルを用いた廃棄物分析に関する研究事例がある。

一方、著者らは、全国9地域別の産業連関表と環境省が公表している産業廃棄物排出量データを用いて、産業廃棄物排出分析用の地域産業連関モデルを構築するとともに、既往研究では検討が不十分であった国内地域を対象とする経済循環構造と産業廃棄物発生に関する分析に取り組んできた^{8) 9) 10)}。本研究は、著者らによる地域別産業連関モデルに基づく産業廃棄物構造分析を地域間産業連関モデルの枠組みに拡張するものであり、管見の限りでは、我が国で初めての試みである。そして、1990年～2000年を対象とする分析を通じて、地域間における財・サービスの取引が各地域の産業廃棄物排出に及ぼす影響を主要産業廃棄物の種類別に明らかにするとともに、今後の廃棄物発生抑制に向けた課題を検討する。

2. 研究の構成と分析方法

(1) 使用データ

a) 地域間産業連関表

本研究では、1990年、1995年、2000年の10年間、3時点を対象とする分析を行う。分析の基礎データは、経済産業省が公表している地域間産業連関表を用いるが、2000年の地域間産業連関表は業務の合理化、公表の早期化等の観点から、公式なデータの作成が中止された。しかし、経済産業省は、分析面でのメリットが大きいという理由で、公式のデータではなく、個人が作成したトピック分析用のデータであるとした上で、2000年地域間産業連関表¹¹⁾を公開している。本研究における2000年の分析では、この地域間産業連関表データを使用する。

なお、地域間産業連関表は、各時点での名目値で表記されているため、時系列分析を行う際には分析時点間で貨幣価値を統一する必要がある。本研究では、1990-1995-2000年の全国接続産業連関表を利用してインフレーターを作成し、各時点の値を2000年実質値に変換して使用することとした。

表1は、地域間産業連関表における9地域の定義である。部門分類は、1995年までの地域間産業連関表は45部門、2000年地域間産業連関表は52部門、後述の産業廃棄物排出量データは47部門と統一されていないため、表2に示す32部門を共通分類として部門統合を行った。

表1 地域間産業連関表における9地域の設定

9地域	47都道府県
北海道	北海道
東北	青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島
関東	茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、山梨、長野、静岡
中部	富山、石川、岐阜、愛知、三重
近畿	福井、滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山
中国	鳥取、島根、岡山、広島、山口
四国	徳島、香川、愛媛、高知
九州	福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島
沖縄	沖縄

表2 地域間産業連関表における産業32部門の設定

統合32部門	
1 農業	17 一般機械器具
2 林業	18 電気機械器具
3 漁業	19 輸送用機械器具
4 鉱業	20 精密機械
5 食料品・たばこ・飲料	21 その他の製造業
6 繊維製品	22 建設業
7 製材・木製品・家具	23 電力
8 パルプ・紙・板紙・加工紙	24 ガス・熱供給
9 出版・印刷	25 水道・廃棄物処理
10 化学製品	26 商業
11 石油・石炭製品	27 運輸
12 プラスチック製品	28 通信・放送
13 窯業・土石製品	29 公務
14 鉄鋼	30 その他の公共サービス
15 非鉄金属製品	31 対事業所サービス
16 金属製品	32 その他サービス

図1 国内生産額及び9地域別域内生産額の推移（2000年実質値）

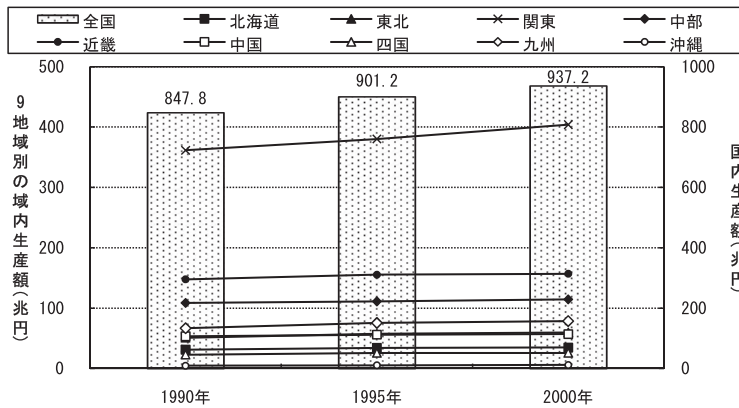
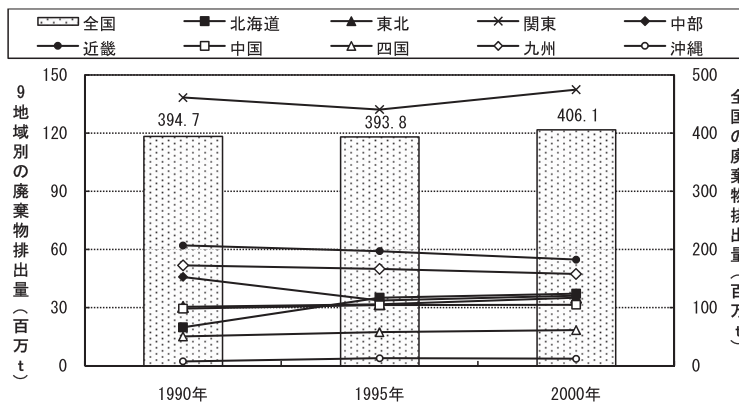


図2 全国及び9地域別の産業廃棄物排出量（総発生量）



b) 産業廃棄物排出量データ

産業廃棄物排出量は、環境省（2001年1月の省庁再編以前は旧厚生省）が実施してきた「産業廃棄物排出・処理状況調査」に基づくデータであり、そのうち1990年、1995年、2000年の5年毎・3時点の産業業種別・産業廃棄物種類別排出量推計表と都道府県別・産業廃棄物種類別排出量推計表を使用する^{12) 13) 14)}。

(2) 生産額と産業廃棄物排出量の動向

図1は、1990年、1995年、2000年の3時点・10年間について、国内生産額及び9地域別域内生産額（2000年実質値）の推移、また図2は、産業廃棄物総排出量の推移を示したグラフである。

図1の国内生産額は、1990～2000年の10年間に847.8兆円から937.2兆円へと緩やかに成長している。9地域の中では、関東の成長が大きい。その他の地域は微増または横ばいであり、経済活動の関東集中が進展していることを表している。

図2の産業廃棄物総排出量は、10年間で394.7百万トンから406.1百万トンに、ほぼ横ばいで推移している。地域別に見ると、関東は生産額増加に比べて産業廃棄物排出量の増加が小さく、中部、近畿、九州の3地域については、域内生産額の増加とは逆に排出量が減少している。

(3) 産業廃棄物種類別排出量と最終処分量

図3は、1990～2000年の3時点における産業廃棄物18種類別の全国排出量、及び2000年の最終処分量を示したグラフである。排出量を見ると、汚泥が特に大きく、次いで動物のふん尿、がれき類、鋳さいが大きな値となっている。最終処分量は、排出量と同様に、汚泥が最も大きく、がれき類とばいじんについても、排出量に対する最終処分量の割合が大きい。一方、動物のふん尿と鋳さいは、排出量が多いものの最終処分量は比較的小さく、再生利用率が高い産業廃棄物と言える。

(4) 主要産業廃棄物排出量の部門別構成比

表3は、図3で排出量が大きかった主要な産業廃棄物について、2000年における産業32部門別の排出量構成比を求めた結果である。汚泥は水道・廃棄物処理が44.4%を占めているが、他にも排出量構成比が10%前後の部門があるのに対し、鋳さ

い、がれき類、動物のふん尿は、それぞれ鉄鋼、建設業、農業といった1つの産業部門に排出量が集中している。

本研究では、以上の分析結果をふまえて、重量ベースでの排出量と最終処分量が大きい「汚泥」と「がれき類」を種類別産業廃棄物の分析対象とする。

(5) 地域間産業連関モデル

経済産業省が公表している全国9地域間産業連関表を使用すれば、非競争移入・競争輸入型の地域間産業連関モデルを構築することができる¹⁵⁾。

図4に、地域間産業連関表の構成を示す。ここでは、簡単化のため、一国経済を2地域に分割し、2地域間の取引関係を記述する地域間産業連関表の例を示している。3地域以上の地域間産業連関表を考える場合、行及び列方向に地域及び産業の数が増加するが、基本的な構造は変化しない。

表中の上付き添字は地域の記号を表わす。例えば、 x_{ij}^{12} は中間投入であり、地域2の第j産業部門が地域1の第i産業部門の生産物をx単位購入し、中間投入財として用いたことを意味している。また、地域内最終需要 F_i^{12} は、地域2の第i財に対する地域内最終需要のうち、地域1の第i産業から供給される数量を表わす。式(1)～式(5)に、モデルで用いる基本的な記号の定義を示す。

$$\text{生産額列ベクトル： } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^1 \\ \mathbf{X}^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\text{投入係数行列： } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{11} & \mathbf{A}^{12} \\ \mathbf{A}^{21} & \mathbf{A}^{22} \end{bmatrix} \quad (2)$$

地域内最終需要列ベクトル：

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{11} + \mathbf{F}^{12} \\ \mathbf{F}^{21} + \mathbf{F}^{22} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\text{輸出列ベクトル： } \mathbf{E} = \begin{bmatrix} \mathbf{E}^1 \\ \mathbf{E}^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\text{輸入列ベクトル： } \mathbf{M} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}^1 \\ \mathbf{M}^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

以上の記号を用いて、行バランス式を行列表示すると、式(6)のようになる。

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{F} + \mathbf{E} - \mathbf{M} \quad (6)$$

式(6)より、地域内最終需要 \mathbf{F} 、輸出 \mathbf{E} 、輸入 \mathbf{M} が外生的に与えられるとすると地域間産業連

図3 種類別産業廃棄物排出量と最終処分量

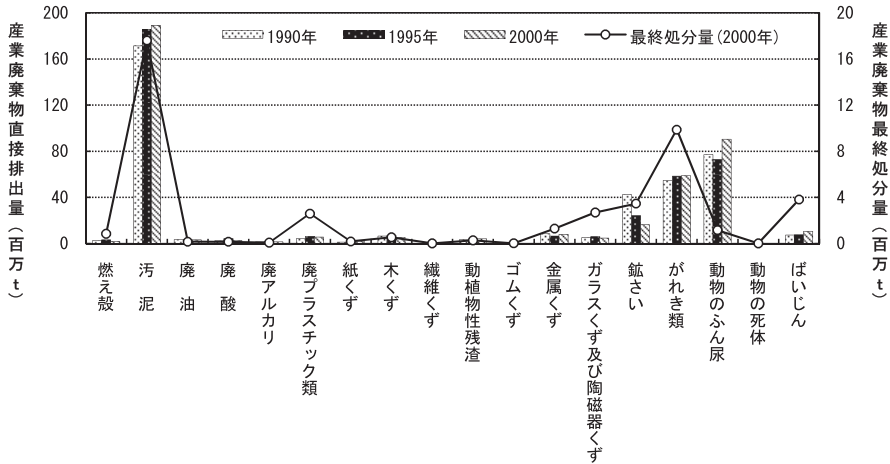


表3 主要産業廃棄物6種類の産業32部門別排出量構成比

2000年全国	汚泥	鋳さい	がれき類	動物のふん尿	ばいじん	その他	総排出量
農業	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.8%	22.4%
林業	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
漁業	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
鋳業	8.3%	6.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	4.1%
食料品・たばこ・飲料	5.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	13.0%	3.8%
繊維製品	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.5%	0.3%
製材・木製品・家具	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	4.8%	0.5%
パルプ・紙・板紙・加工紙	12.8%	0.0%	0.0%	0.0%	3.9%	6.2%	6.7%
出版・印刷	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.6%	0.3%
化学製品	6.9%	0.7%	0.1%	0.0%	5.6%	7.4%	4.2%
石油製品・石炭製品	0.3%	0.0%	0.3%	0.0%	1.9%	0.7%	0.3%
プラスチック製品	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	1.9%	0.2%
窯業・土石製品	4.9%	1.1%	0.5%	0.0%	0.8%	6.6%	3.1%
鉄鋼	2.9%	82.3%	0.6%	0.0%	35.6%	8.5%	6.6%
非鉄金属	1.6%	3.1%	0.0%	0.0%	0.1%	1.3%	1.0%
金属製品	1.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	3.8%	0.9%
一般機械器具	0.2%	1.2%	0.0%	0.0%	0.1%	3.0%	0.4%
電気機械器具	1.5%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	4.3%	1.2%
輸送用機械器具	0.5%	4.4%	0.0%	0.0%	0.6%	4.6%	0.9%
精密機械	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%
その他の製造業	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	1.1%	0.2%
建設業	7.2%	0.3%	97.9%	0.0%	0.0%	19.2%	19.5%
電力	0.6%	0.0%	0.1%	0.0%	50.5%	1.6%	1.8%
ガス・熱供給	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
水道・廃棄物処理	44.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	20.7%
商業	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.1%	0.3%
運輸	0.3%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.7%	0.2%
通信・放送	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
公務	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
その他の公共サービス	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.1%
対事業所サービス	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.1%
その他サービス	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.2%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

図4 地域間産業連関表

地域間産業連関表			中間需要								最終需要				生産額					
			地域1				地域2				地域1		地域2							
			産業1	...	産業j	...	産業n	産業1	...	産業j	...	産業n	地域内最終需要	輸出		輸入	地域内最終需要	輸出	輸入	
中間投入	地域1	産業1	$x_{11}^{1,1}$	...	$x_{1j}^{1,1}$	...	$x_{1n}^{1,1}$	$x_{11}^{1,2}$	...	$x_{1j}^{1,2}$	...	$x_{1n}^{1,2}$	$F_1^{1,1}$	$E_1^{1,1}$	$M_{11}^{1,1}$	$F_1^{1,2}$	$E_1^{1,2}$	$M_{11}^{1,2}$	X_1^1
	
		産業i	$x_{i1}^{1,1}$	...	$x_{ij}^{1,1}$	...	$x_{in}^{1,1}$	$x_{i1}^{1,2}$	...	$x_{ij}^{1,2}$	...	$x_{in}^{1,2}$	$F_i^{1,1}$	$E_i^{1,1}$	$M_{i1}^{1,1}$	$F_i^{1,2}$	$E_i^{1,2}$	$M_{i1}^{1,2}$	X_i^1
	
	産業n	$x_{n1}^{1,1}$	...	$x_{nj}^{1,1}$	...	$x_{nn}^{1,1}$	$x_{n1}^{1,2}$	...	$x_{nj}^{1,2}$	...	$x_{nn}^{1,2}$	$F_n^{1,1}$	$E_n^{1,1}$	$M_{n1}^{1,1}$	$F_n^{1,2}$	$E_n^{1,2}$	$M_{n1}^{1,2}$	X_n^1	
	地域2	産業1	$x_{11}^{2,1}$	...	$x_{1j}^{2,1}$	...	$x_{1n}^{2,1}$	$x_{11}^{2,2}$	...	$x_{1j}^{2,2}$	...	$x_{1n}^{2,2}$	$F_1^{2,1}$	$E_1^{2,1}$	$M_{11}^{2,1}$	$F_1^{2,2}$	$E_1^{2,2}$	$M_{11}^{2,2}$	X_1^2
	
		産業i	$x_{i1}^{2,1}$	...	$x_{ij}^{2,1}$	...	$x_{in}^{2,1}$	$x_{i1}^{2,2}$	...	$x_{ij}^{2,2}$	...	$x_{in}^{2,2}$	$F_i^{2,1}$	$E_i^{2,1}$	$M_{i1}^{2,1}$	$F_i^{2,2}$	$E_i^{2,2}$	$M_{i1}^{2,2}$	X_i^2
...		
粗付加価値	地域1	付加価値	$V_1^{1,1}$	...	$V_j^{1,1}$	...	$V_n^{1,1}$	$V_1^{2,1}$	...	$V_j^{2,1}$	...	$V_n^{2,1}$							
	地域2	付加価値	$V_1^{1,2}$	...	$V_j^{1,2}$	...	$V_n^{1,2}$	$V_1^{2,2}$	...	$V_j^{2,2}$	...	$V_n^{2,2}$							
生産額			X_1^1	...	X_j^1	...	X_n^1	X_1^2	...	X_j^2	...	X_n^2								

関基本モデルは式(7)で得られる。

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} (\mathbf{F} + \mathbf{E} - \mathbf{M}) \quad (7)$$

式(7)の基本モデルでは輸入Mを外生的に扱っているが、輸入Mを競争輸入型として処理することにより、競争輸入型地域間産業連関モデルを構築することができる。

まず、地域sの第i財の輸入 M_i^s が、地域sの第i財に対する地域内需要の合計に比例すると仮定する。第i財についてその比例定数を輸入係数 m_i^s とし、式(8)のように定義する。

$$m_i^s = \frac{M_i^s}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^{rs} X_j^s + F_i^{rs}} \quad (8)$$

輸入係数を対角要素に置いた輸入係数行列 $\hat{\mathbf{M}}^s$ を作成し、さらに $\hat{\mathbf{M}}^s$ を対角要素に配置した新たな輸入係数行列 $\hat{\mathbf{M}}$ を作成する。

$$\hat{\mathbf{M}}^s = \begin{bmatrix} m_1^s & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & m_n^s \end{bmatrix}, \quad \hat{\mathbf{M}} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{M}}^1 & 0 \\ 0 & \hat{\mathbf{M}}^2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

式(9)を用いて式(8)の輸入係数行列を変換すると、式(10)のようになる。

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}^1 \\ \mathbf{M}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{M}}^1 & 0 \\ 0 & \hat{\mathbf{M}}^2 \end{bmatrix} \left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{11} & 0 \\ 0 & \mathbf{A}^{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{X}^1 \\ \mathbf{X}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{11} \\ \mathbf{F}^{22} \end{bmatrix} \right\} \quad (10)$$

ここで、式(10)における0は $n \times n$ のゼロ行列を表している。また、式(2)の投入係数行列及び地域内最終需要列ベクトルを、式(11)と式(12)のように変換する。

$$\mathbf{A}^* = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{11} & 0 \\ 0 & \mathbf{A}^{22} \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\mathbf{F}^* = \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{11} \\ \mathbf{F}^{22} \end{bmatrix} \quad (12)$$

式(11)、式(12)を用いて、式(10)を行列表示すると、次式を得る。

$$\mathbf{M} = \hat{\mathbf{M}} (\mathbf{A}^* \mathbf{X} + \mathbf{F}^*) \quad (13)$$

式(13)を式(6)に代入すれば、以下のようになる。

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{F} + \mathbf{E} - \hat{\mathbf{M}}(\mathbf{A}^*\mathbf{X} + \mathbf{F}^*) \quad (14)$$

式(14)を \mathbf{X} について解き、整理すると、式(15)の「非競争移入・競争輸入型地域間産業連関モデル」を得る。

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A} + \hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}^*)^{-1}(\mathbf{F} + \mathbf{E} - \hat{\mathbf{M}}\mathbf{F}) \quad (15)$$

次に、式(15)の地域間産業連関モデルを産業廃棄物排出分析用モデルに拡張する。

まず、産業廃棄物統計から得られる部門別排出量を記号 D_j で表し、式(16)に示すように、 D_j を部門 j の生産額 X_j で除することにより、単位生産額当たりの産業廃棄物排出量を表す「産業廃棄物排出係数」 d_j を求める。

$$d_j = D_j / X_j \quad (16)$$

なお、先に述べた環境省の産業廃棄物統計では、産業部門と産業廃棄物の種類をクロスした全国単位の排出量、および都道府県と廃棄物の種類をクロスした排出量の2種類の表が公表されており、地域別・部門別・種類別の3項目をクロスした排出量を直接得ることはできない。

そこで、本研究では、産業廃棄物排出係数 d_j が国内各地域で同一と仮定する。また、その妥当性を検証するために、排出係数と地域別・部門別の生産額から、地域別・種類別の産業廃棄物排出量を推計した上で、産業廃棄物排出統計に掲載されている排出量との相関分析を行った。その結果、後の実証分析で分析対象とする廃棄物については、0.9前後の高い相関係数値が得られたことから、上記の仮定に大きな問題はないと判断した¹⁰⁾。

次に、係数 d_j を式(17)のように行ベクトル表示し、式(15)の左から乗じることにより、式(18)に示す産業廃棄物排出分析用の地域間産業連関モデルが得られる。

$$\mathbf{d} = [d_1 \cdots d_j \cdots d_n] \quad (17)$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{d}(\mathbf{I} - \mathbf{A} + \hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}^*)^{-1}(\mathbf{F} + \mathbf{E} - \hat{\mathbf{M}}\mathbf{F}) \quad (18)$$

ただし、 \mathbf{d} は d_j を対角要素とする行列であり、「産業廃棄物排出係数行列」と呼ぶ。

式(18)の産業廃棄物排出係数行列とレオンチェフ逆行列の積 $\mathbf{d}(\mathbf{I} - \mathbf{A} + \hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}^*)^{-1}$ は、1単位の最終

需要(本研究では2000年実質価格で百万円)の追加に対して、直接・間接に排出される産業廃棄物排出誘発量(トン/百万円)を表しており、「産業廃棄物誘発原単位」 e_j と呼ぶ。

また、式(18)を用いると、全国9地域間について、地域内最終需要列ベクトル \mathbf{F} を消費、投資、輸出の最終需要項目別に細分化し、産業廃棄物誘発量を求めることができる。

(6) 産業廃棄物誘発量変動の要因分析

次に、2時点の地域間産業連関表を用いて、要因分析の方法^{16) 17)}を適用すれば、以下の数式展開に示すように、時点 $t \sim t+1$ における産業廃棄物誘発量の変動 $\Delta\mathbf{Y}$ を、「排出係数要因」、「投入係数要因」、「最終需要要因」の各要因に分解して検討することができる。

ここで、要因分析は、2時点間における産業廃棄物誘発量の増加分あるいは減少分を、最終需要項目(消費、投資、移出、輸出)の変化や、投入係数、輸入係数、移入係数、産業廃棄物排出係数等の変化に帰着させ、誘発量変動に対する寄与度を検討することを目的としている。

まず、基準年次を $t+1$ とし、比較年次を t とすると、2時点間の誘発量の量は、式(19)で表すことができる。

$$\Delta\mathbf{Y} = \mathbf{Y}^{t+1} - \mathbf{Y}^t \quad (19)$$

時点 $t \sim t+1$ における排出誘発量の変動 $\Delta\mathbf{Y}$ は、以下の式(20)に示す産業廃棄物排出係数、レオンチェフ逆行列、最終需要の積で表わされる。

式(19)を以下のように展開すれば、時点 $t \sim t+1$ における産業廃棄物誘発量の変動 $\Delta\mathbf{Y}$ を、「排出係数要因」、「投入係数要因」、「最終需要要因」の各要因に分解して検討することができる。

$$\begin{aligned} \Delta\mathbf{Y} &= \mathbf{Y}^{t+1} - \mathbf{Y}^t \\ &= \mathbf{d}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}\mathbf{F}^{t+1} - \mathbf{d}^t\mathbf{B}^t\mathbf{F}^t \\ &= (\mathbf{d}^{t+1} - \mathbf{d})\mathbf{B}^{t+1}\mathbf{F}^{t+1} + \mathbf{d}^t(\mathbf{B}^{t+1} - \mathbf{B}^t)\mathbf{F}^{t+1} \\ &\quad + \mathbf{d}^t\mathbf{B}^t(\mathbf{F}^{t+1} - \mathbf{F}^t) \\ &= \Delta\mathbf{d}\mathbf{B}^{t+1}\mathbf{F}^{t+1} + \mathbf{d}^t\Delta\mathbf{B}\mathbf{F}^{t+1} + \mathbf{d}^t\mathbf{B}^t\Delta\mathbf{F} \end{aligned} \quad (20)$$

ただし、 \mathbf{B} は地域間産業連関モデルにおけるレオンチェフ逆行列 $(\mathbf{I} - \mathbf{A} + \hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}^*)^{-1}$ 、また \mathbf{F} は最終需要 $(\mathbf{F}_d + \mathbf{E} - \hat{\mathbf{M}}\mathbf{F}_d^*)$ であり、右辺第1項は「排出係数の変動」 $\Delta\mathbf{d}$ による影響、第2項は「投入係数の変動」 $\Delta\mathbf{B}$ による影響、第3項は「最終需

要の変動」 ΔF による影響を表している。

式(20)の要因分析は、基準とする時点を変更して、以下のように展開することも可能である。

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y^{t+1} - Y^t \\ &= d^{t+1}B^{t+1}F^{t+1} - d^tB^tF^t \\ &= (d^{t+1} - d)B^tF^t + d^{t+1}(B^{t+1} - B^t)F^t \\ &\quad + d^{t+1}B^{t+1}(F^{t+1} - F^t) \\ &= \Delta d B^t F^t + d^{t+1} \Delta B F^t + d^{t+1} B^{t+1} \Delta F \quad (21) \end{aligned}$$

なお、以上の式(20)と式(21)による2つの要因分析では、各要因の計算結果がわずかに異なる。そこで、本研究では、2つの要因分析式を適用して求めた要因値の平均値を使用する。

3. 産業廃棄物排出動向の分析結果と考察

(1) 全国の部門別産業廃棄物排出動向

1990年、1995年、2000年の3時点について、32部門別の産業廃棄物直接排出量、産業廃棄物誘発原単位、並びに産業廃棄物誘発量の推移を、産業廃棄物全体、汚泥、及びがれき類について図5～図13に示す。

図5～図7の直接排出量は、各産業部門から直接排出される産業廃棄物量であり、図5の産業廃棄物全体について見ると、農業、建設業、水道・廃棄物処理の各部門が突出している。また、図5

図5 32部門別産業廃棄物直接排出量の推移（産業廃棄物全体）

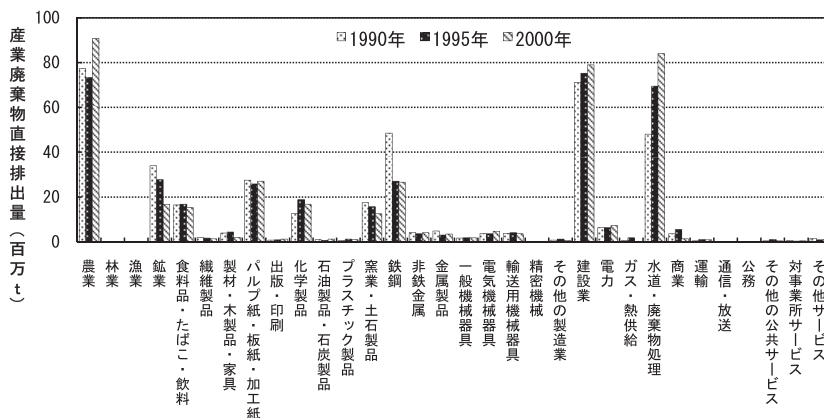
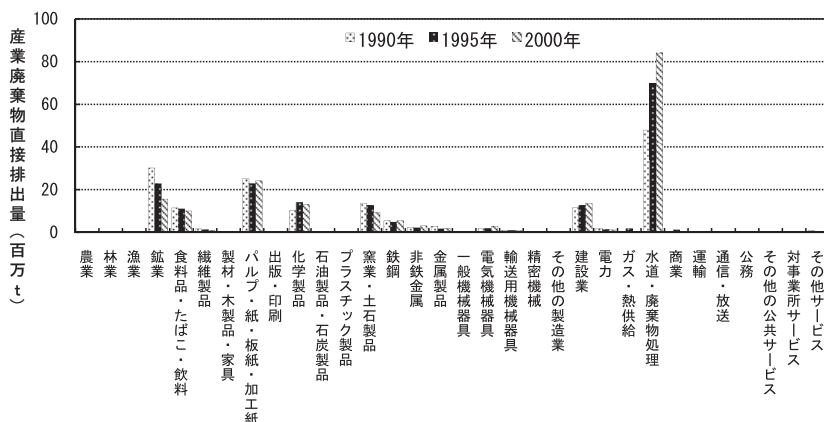


図6 32部門別産業廃棄物直接排出量の推移（汚泥）



と図6～図7の比較から、水道・廃棄物処理、建設業の総排出量には、それぞれ汚泥、がれき類が大きく影響しており、総排出量の約70～80%を占めている。なお、農業は、表3にも示したように、動物のふん尿が占める割合が大きい。

経年的な変化を見ると、建設業、水道・廃棄物処理ともに排出量が増加傾向にあるが、水道・廃棄物処理の排出量増加が特に大きい。

図8～図10の産業廃棄物誘発原単位は、各産業部門に1単位（本研究では百万円）の最終需要が発生した場合に、部門間の中間取引を通じて直接・間接に排出される産業廃棄物量である。ここでは、地域間産業連関モデルを用いて9地域別・

32部門別の誘発原単位を求め、各部門について9地域の誘発原単位を平均した結果を示す。

図8の産業廃棄物全体の結果を見ると、鉱業の誘発原単位が最も大きく、次いで水道・廃棄物処理、農業の値が大きくなっている。鉱業は、1990年から1995年にかけて誘発原単位が増加したが、1995年から2000年にかけて大きく減少している。

図3に示した種類別産業廃棄物排出量からも明らかのように、汚泥の排出量が産業廃棄物全体の半分近くを占めていることから、図9に示す汚泥の誘発原単位は、産業廃棄物全体の誘発原単位と類似した傾向を示している。さらに、がれき類の排出元は、ほとんどが建設業であるため、図10の

図7 32部門別産業廃棄物直接排出量の推移（がれき類）

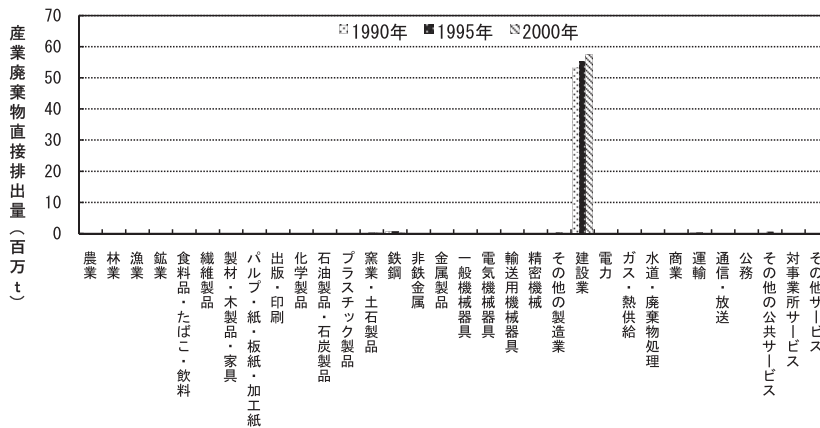
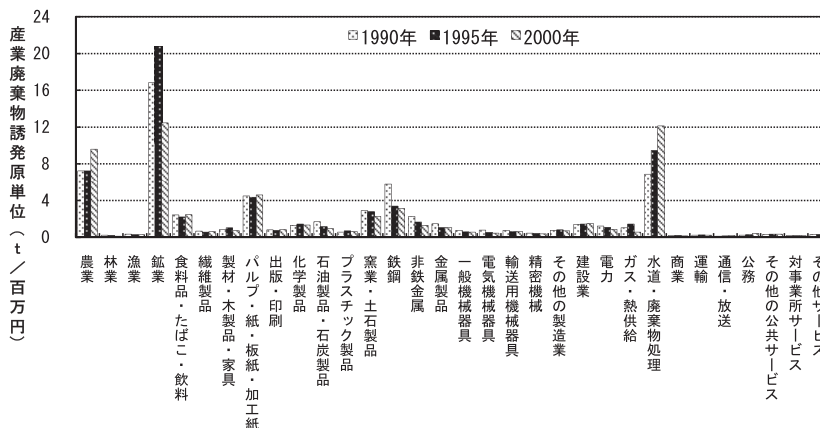


図8 32部門別産業廃棄物誘発原単位の9地域平均値の推移（産業廃棄物全体）



がれき類に関する誘発原単位は、建設業の値が突出している。また、3時点の推移を見ると、増加が継続している。

図11～図13の産業廃棄物誘発量は、図8～図10の産業廃棄物誘発原単位に最終需要額を乗じて得られる値であり、各産業部門に対する最終需要が、部門間の中間取引を通じて直接・間接に誘発する産業廃棄物量を表す。

図11の産業廃棄物全体の誘発量は、建設業が突出して大きく、次いで食料品・たばこ・飲料の値が大きい。これらの2部門のうち、建設業は直接排出量も大きいのに対して、食料品・たばこ・飲料は、直接排出量に比較して、誘発量の方がかなり大きい。また、1995年から2000年にかけて、水道・廃棄物処理は直接排出量が大きく増加する一

方で、誘発量は減少していることから、建設業、食料品・たばこ・飲料等の部門への最終需要増加が、水道・廃棄物処理やその他多くの部門の産業廃棄物誘発に影響したことが推察される。

図12の汚泥については、建設業、その他サービス、その他の公共サービス等の部門において直接排出量よりも誘発量が大きく、これらの部門への最終需要が他部門における汚泥の排出を誘発していることが分かる。

図13のがれき類は、建設業の誘発量が図10の直接排出量と同様に突出しており、他部門の誘発量がかなり小さい。従って、建設業に対する最終需要が他部門のがれき類排出に及ぼす影響は非常に小さく、最終需要のほとんどが建設部門からのがれき類排出に影響していると言える。

図9 32部門別産業廃棄物誘発原単位の9地域平均値の推移（汚泥）

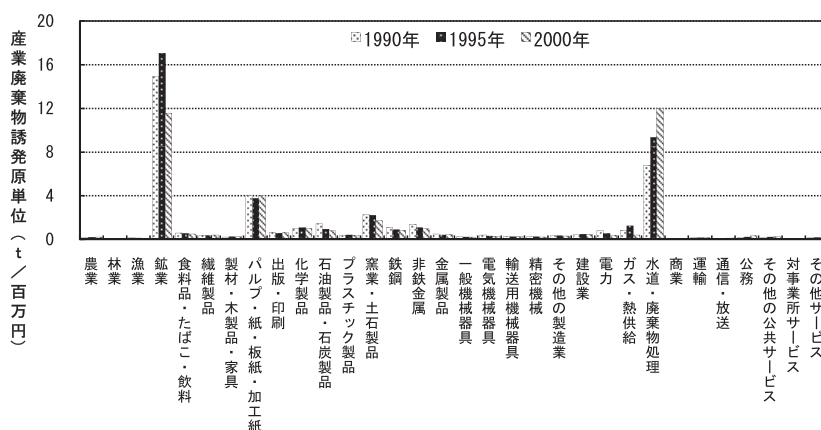


図10 32部門別産業廃棄物誘発原単位の9地域平均値の推移（がれき類）

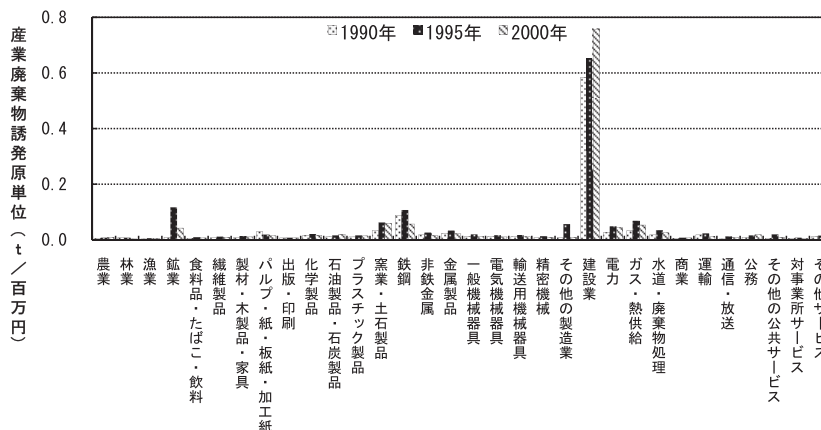


図11 32部門別産業廃棄物誘発量の推移（産業廃棄物全体）

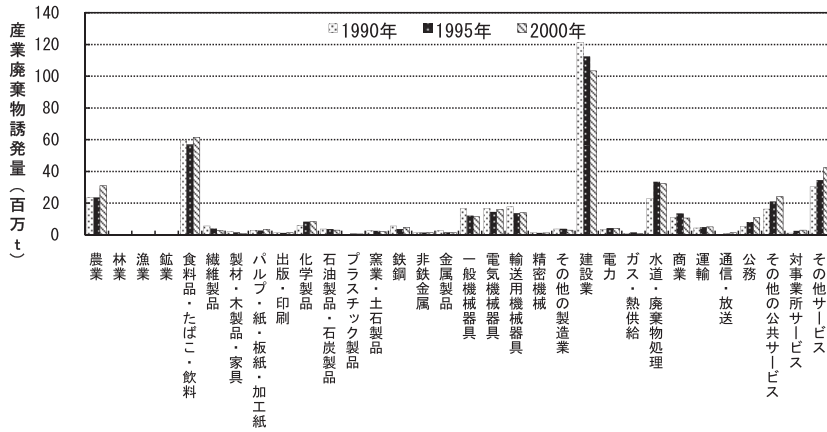


図12 32部門別産業廃棄物誘発量の推移（汚泥）

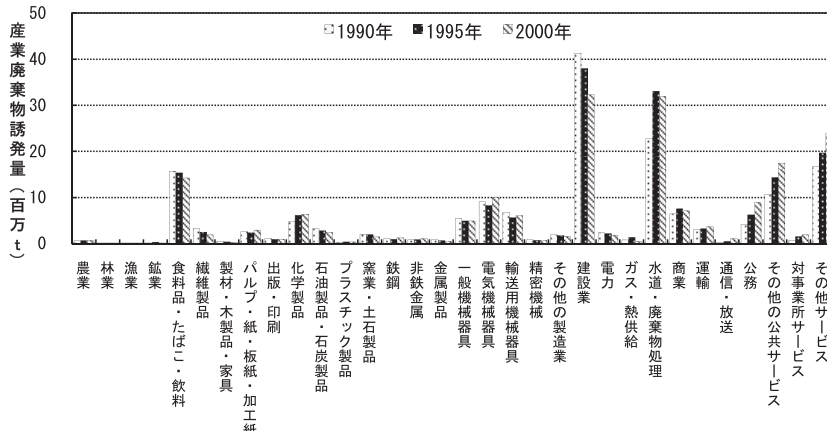
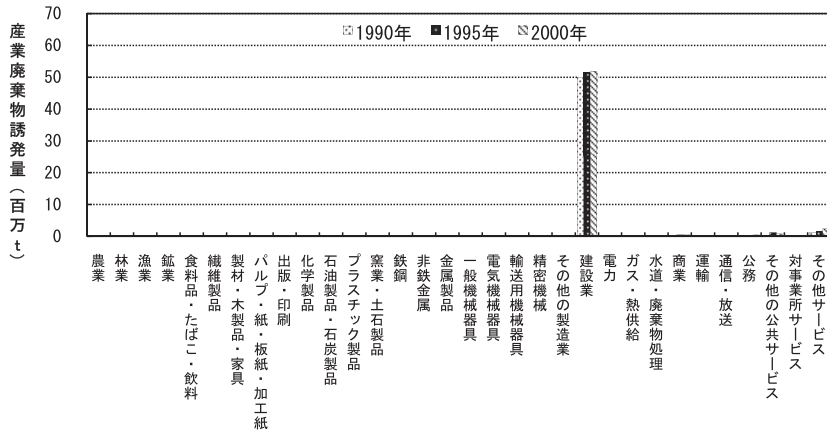


図13 32部門別産業廃棄物誘発量の推移（がれき類）



(2) 地域間の産業廃棄物誘発構造

式(18)に示した産業廃棄物排出分析用の地域間産業連関モデルを用いると、9地域、32部門、最終需要項目(消費、投資、輸出)のそれぞれをクロスした形で、産業廃棄物誘発量を求めることができる。

表4、6、8は、1990年、1995年、2000年の地域間産業連関モデルを用いて、産業廃棄物全体、汚泥、がれき類のそれぞれについて、地域別、最終需要項目別の誘発量を求め、地域別の最終需要項目別構成比として整理した結果である。各表では、最終需要項目を消費、投資、輸出の3項目に分解し、さらに最終需要の発生地域を自地域(「地域内」と記す)、及び自地域以外の8地域(「他地域」と記す)に分類して示している。

また、表5、7、9は、表4、6、8において、「他地域」として一括表示した誘発量を詳細に検討するために、最終需要発生地域を9地域別に示した産業廃棄物誘発量構成比である。ここでは、紙幅の都合上、消費、投資、輸出の最終需要3項目を合計した結果を表示している。

表4の産業廃棄物全体は、9地域ともに自地域内における消費、投資の割合が大きい。北海道、東北、四国においては、他地域の消費による誘発割合も20%以上となっている。表5の最終需要発生地域別誘発量構成比を見ると、東北は関東の最終需要による誘発が大きく、他の地域においても関東の最終需要による誘発が見られた。経年的に見ると、自地域内の消費需要による誘発割合が、1990年～2000年にかけて全地域で増加している。一方、他地域の消費による誘発割合は横ばい、或いは減少傾向にある。また、投資は、自地域、他地域ともに構成比が減少している地域がほとんどであり、バブル経済崩壊による投資低迷の影響が表れている。

表6の汚泥は、表4の産業廃棄物全体と類似した傾向を示しているが、9地域ともに自地域内における消費による誘発割合が50%前後と大きい。経年的変化を見ると、地域内における消費による誘発割合が全地域で増加する一方で、他地域の消費に起因する誘発割合が多く地域で減少している。これは、表7の最終需要発生地域別誘発量構成比に示されるように、関東で発生した最終需要による他地域への誘発割合の減少が大きく影響し

た結果である。

表8と表9のがれき類は、各地域ともに自地域内の投資による割合が90%前後と突出しており、図7と図10にも示されたように、建設業への投資需要によるがれき類の誘発は自地域内にとどまる傾向がある。経年的に見ると、1990年～1995年にかけて、全ての地域において投資による誘発量の割合が減少しているが、1995年～2000年は、関東、近畿の大都市圏を除く地域で増加している。

(3) 産業廃棄物誘発量の変動要因分析

図14～図22は、式(11)の要因分析に基づいて、全国と各地域における産業廃棄物排出量を、排出係数、投入係数、最終需要の3要因に分解した結果である。

図14～図16の産業廃棄物全体について見ると、1990年～1995年の間は、投入係数要因がマイナスに寄与したのに対して、排出係数要因及び最終需要要因はプラスに寄与している地域が多い。

1995年～2000年は、1990年～1995年の間に概ねプラスであった最終需要要因による影響が、全国及び多くの地域でマイナスに転じる一方、排出係数要因による寄与は2期間で増加している。地域別に見ると、投入係数要因と最終需要要因は、関東、近畿の大都市圏における変動幅が大きい。

図17～図19の汚泥に関しては、投入係数要因と最終需要要因が、産業廃棄物全体とほぼ同様の傾向を示しているが、1995年～2000年の排出係数要因による影響は、1990年～1995年に比べて小さくなっている。排出係数は生産額当たりの汚泥排出量で定義されるため、生産額増加に対する汚泥排出量の増加が縮小したことを表している。

図20～図22のがれき類は、排出係数要因が1990年～1995年、1995年～2000年の2期間ともにプラスとなっているが、経年的には微減傾向にある。投入係数要因は、全国の値がマイナスからプラスに転じており、地域別では、関東のマイナスからプラスへの動きが顕著である。ただし、投入係数要因の大きさは、図20の排出係数要因や図22の最終需要要因と比較すると小さく、がれき類の誘発量全体に対する投入係数要因の影響は小さい。最終需要要因に関する変動量は、バブル崩壊後における投資の低迷を反映してマイナス幅が拡大する傾向にあり、特に近畿の変動が大きい。

表4 最終需要項目別・最終需要発生地域別の産業廃棄物誘発量構成比（産業廃棄物全体）

総発生量		最終需要項目						
		地域内			地域内	他地域		他地域
		消費	投資	輸出	需要合計	消費	投資	需要合計
北海道	1990年	38.4%	38.5%	1.4%	78.3%	20.6%	1.1%	21.7%
	1995年	40.9%	37.2%	1.1%	79.1%	20.0%	0.9%	20.9%
	2000年	44.9%	32.8%	1.2%	78.9%	20.1%	1.0%	21.1%
東北	1990年	35.7%	36.0%	4.1%	75.8%	22.0%	2.3%	24.2%
	1995年	39.6%	34.5%	3.2%	77.3%	19.9%	2.9%	22.7%
	2000年	43.2%	27.2%	4.8%	75.1%	22.7%	2.2%	24.9%
関東	1990年	38.8%	38.3%	9.8%	86.9%	9.1%	4.0%	13.1%
	1995年	47.5%	32.6%	8.1%	88.2%	8.8%	3.0%	11.8%
	2000年	48.5%	29.9%	9.0%	87.5%	9.4%	3.1%	12.5%
中部	1990年	27.5%	30.3%	16.4%	74.2%	17.6%	8.2%	25.8%
	1995年	34.7%	29.1%	14.5%	78.3%	16.0%	5.7%	21.7%
	2000年	36.8%	27.9%	15.2%	79.9%	14.8%	5.3%	20.1%
近畿	1990年	37.4%	31.8%	12.0%	81.3%	13.3%	5.5%	18.7%
	1995年	43.4%	32.7%	8.4%	84.5%	11.9%	3.6%	15.5%
	2000年	46.1%	27.8%	10.3%	84.2%	12.2%	3.5%	15.8%
中国	1990年	31.1%	31.6%	12.4%	75.1%	19.3%	5.5%	24.9%
	1995年	35.6%	29.6%	13.4%	78.6%	17.3%	4.1%	21.4%
	2000年	38.6%	27.1%	14.7%	80.4%	15.9%	3.7%	19.6%
四国	1990年	34.2%	30.1%	6.1%	70.3%	26.2%	3.5%	29.7%
	1995年	35.8%	29.8%	7.1%	72.6%	24.8%	2.6%	27.4%
	2000年	38.2%	24.6%	9.4%	72.2%	25.8%	2.0%	27.8%
九州	1990年	42.8%	30.7%	6.8%	80.4%	17.5%	2.1%	19.6%
	1995年	46.1%	30.1%	6.4%	82.6%	15.7%	1.7%	17.4%
	2000年	48.1%	25.7%	8.1%	81.8%	16.7%	1.5%	18.2%
沖縄	1990年	46.5%	41.0%	4.9%	92.4%	7.6%	0.0%	7.6%
	1995年	51.2%	36.6%	4.9%	92.6%	7.3%	0.1%	7.4%
	2000年	53.3%	34.6%	2.2%	90.1%	9.7%	0.2%	9.9%

表5 最終需要発生地域別の産業廃棄物誘発量構成比（産業廃棄物全体）

年次	排出地域	最終需要発生地域									合計
		北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	
1990	北海道	78.3%	2.3%	9.7%	2.4%	4.4%	1.1%	0.4%	1.4%	0.0%	100.0%
	東北	1.5%	75.8%	15.9%	2.0%	2.6%	0.6%	0.5%	1.0%	0.1%	100.0%
	関東	1.0%	2.1%	86.9%	2.9%	3.4%	1.4%	0.6%	1.6%	0.1%	100.0%
	中部	0.9%	1.8%	12.0%	74.2%	6.6%	1.4%	0.9%	2.1%	0.2%	100.0%
	近畿	0.8%	1.1%	7.8%	3.4%	81.3%	1.9%	1.1%	2.4%	0.2%	100.0%
	中国	0.6%	1.1%	7.1%	2.9%	7.4%	75.1%	1.9%	3.5%	0.2%	100.0%
	四国	0.6%	1.7%	8.7%	2.8%	9.5%	3.4%	70.3%	2.8%	0.1%	100.0%
	九州	0.5%	1.1%	6.8%	2.0%	5.9%	2.5%	0.7%	80.4%	0.2%	100.0%
	沖縄	0.2%	0.5%	3.0%	0.5%	1.7%	0.3%	0.2%	1.1%	92.4%	100.0%
1995	北海道	79.1%	2.2%	10.2%	2.1%	3.5%	1.3%	0.4%	1.2%	0.0%	100.0%
	東北	1.4%	77.3%	15.3%	1.7%	2.4%	0.6%	0.4%	0.9%	0.0%	100.0%
	関東	1.0%	2.0%	88.2%	2.5%	3.0%	1.1%	0.5%	1.4%	0.1%	100.0%
	中部	0.9%	1.6%	10.3%	78.3%	5.4%	1.2%	0.7%	1.5%	0.2%	100.0%
	近畿	0.8%	0.9%	6.5%	2.8%	84.5%	1.6%	1.0%	1.8%	0.1%	100.0%
	中国	0.5%	1.0%	6.1%	2.2%	6.5%	78.6%	1.5%	3.4%	0.2%	100.0%
	四国	0.5%	1.5%	8.0%	2.9%	9.4%	2.6%	72.6%	2.5%	0.1%	100.0%
	九州	0.4%	0.9%	6.2%	1.7%	5.2%	2.3%	0.6%	82.6%	0.3%	100.0%
	沖縄	0.2%	0.4%	2.8%	0.5%	1.8%	0.3%	0.1%	1.3%	92.6%	100.0%
2000	北海道	78.9%	1.7%	12.3%	1.7%	3.6%	0.5%	0.2%	1.0%	0.0%	100.0%
	東北	1.5%	75.1%	16.6%	1.8%	2.8%	0.7%	0.5%	1.0%	0.1%	100.0%
	関東	1.2%	2.1%	87.5%	2.8%	3.3%	0.9%	0.5%	1.6%	0.2%	100.0%
	中部	0.7%	1.2%	9.6%	79.9%	5.6%	0.8%	0.7%	1.4%	0.1%	100.0%
	近畿	0.7%	0.7%	6.5%	3.0%	84.2%	1.7%	1.1%	1.9%	0.1%	100.0%
	中国	0.7%	0.8%	6.1%	1.6%	5.1%	80.4%	1.5%	3.6%	0.2%	100.0%
	四国	0.5%	1.1%	6.6%	3.1%	9.3%	4.3%	72.2%	2.6%	0.1%	100.0%
	九州	0.3%	0.8%	5.8%	1.0%	5.8%	3.5%	0.5%	81.8%	0.4%	100.0%
	沖縄	0.2%	0.4%	4.4%	0.8%	1.7%	0.2%	0.2%	1.9%	90.1%	100.0%

表6 最終需要項目別・最終需要発生地域別の産業廃棄物誘発量構成比（汚泥）

総発生量		最終需要項目						
		地域内			地域内	他地域		他地域
		消費	投資	輸出	需要合計	消費	投資	需要合計
北海道	1990年	51.4%	32.2%	2.0%	85.6%	13.9%	0.5%	14.4%
	1995年	54.4%	31.8%	1.5%	87.7%	11.7%	0.6%	12.3%
	2000年	61.6%	24.1%	1.8%	87.5%	11.9%	0.6%	12.5%
東北	1990年	43.4%	33.1%	5.6%	82.2%	15.2%	2.7%	17.8%
	1995年	50.0%	29.0%	4.2%	83.2%	14.0%	2.8%	16.8%
	2000年	55.3%	21.6%	7.1%	84.0%	13.2%	2.8%	16.0%
関東	1990年	47.6%	30.1%	10.6%	88.3%	7.9%	3.9%	11.7%
	1995年	57.1%	23.7%	8.8%	89.6%	7.4%	3.0%	10.4%
	2000年	57.0%	21.0%	10.4%	88.4%	8.2%	3.4%	11.6%
中部	1990年	35.8%	24.5%	16.4%	76.7%	15.9%	7.4%	23.3%
	1995年	44.0%	21.3%	15.2%	80.4%	14.3%	5.3%	19.6%
	2000年	46.0%	19.5%	17.2%	82.7%	12.0%	5.3%	17.3%
近畿	1990年	47.9%	23.2%	11.2%	82.3%	13.0%	4.7%	17.7%
	1995年	54.8%	22.4%	8.9%	86.1%	10.7%	3.2%	13.9%
	2000年	56.3%	17.5%	11.1%	84.9%	11.6%	3.4%	15.1%
中国	1990年	40.3%	25.4%	12.2%	77.9%	17.1%	5.0%	22.1%
	1995年	46.5%	21.5%	14.0%	82.0%	14.4%	3.6%	18.0%
	2000年	50.0%	18.4%	16.2%	84.5%	11.9%	3.6%	15.5%
四国	1990年	41.7%	25.8%	8.9%	76.4%	20.3%	3.2%	23.6%
	1995年	46.3%	23.9%	10.0%	80.3%	17.3%	2.5%	19.7%
	2000年	50.2%	17.3%	14.0%	81.5%	16.5%	2.0%	18.5%
九州	1990年	52.6%	27.6%	7.5%	87.8%	10.0%	2.2%	12.2%
	1995年	56.1%	25.1%	7.7%	88.9%	9.4%	1.7%	11.1%
	2000年	60.6%	19.9%	10.1%	90.6%	7.8%	1.6%	9.4%
沖縄	1990年	53.2%	34.4%	8.1%	95.7%	4.2%	0.1%	4.3%
	1995年	60.4%	27.6%	7.2%	95.2%	4.7%	0.1%	4.8%
	2000年	65.2%	24.7%	3.0%	92.9%	7.0%	0.1%	7.1%

表7 最終需要発生地域別の産業廃棄物誘発量構成比（汚泥）

年次	排出地域	最終需要発生地域									合計
		北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	
1990	北海道	85.6%	2.0%	6.8%	1.4%	2.7%	0.4%	0.2%	0.8%	0.0%	100.0%
	東北	1.2%	82.2%	11.9%	1.5%	1.9%	0.4%	0.2%	0.7%	0.0%	100.0%
	関東	0.9%	2.0%	88.3%	2.5%	3.0%	1.0%	0.5%	1.7%	0.1%	100.0%
	中部	0.9%	1.5%	11.2%	76.7%	5.5%	1.2%	0.8%	2.1%	0.1%	100.0%
	近畿	0.8%	1.0%	7.4%	3.1%	82.3%	1.8%	1.0%	2.3%	0.2%	100.0%
	中国	0.5%	0.9%	6.6%	2.5%	6.2%	77.9%	1.7%	3.7%	0.1%	100.0%
	四国	0.4%	0.9%	7.7%	2.5%	6.5%	2.7%	76.4%	2.7%	0.1%	100.0%
	九州	0.3%	0.5%	4.6%	1.3%	3.1%	1.8%	0.6%	87.8%	0.2%	100.0%
沖縄	0.0%	0.1%	1.8%	0.2%	0.8%	0.2%	0.1%	1.0%	95.7%	100.0%	
1995	北海道	87.7%	2.0%	6.2%	1.1%	1.9%	0.4%	0.2%	0.6%	0.0%	100.0%
	東北	0.9%	83.2%	11.6%	1.3%	1.8%	0.4%	0.2%	0.6%	0.0%	100.0%
	関東	1.0%	1.8%	89.6%	2.2%	2.6%	0.9%	0.5%	1.4%	0.1%	100.0%
	中部	0.9%	1.4%	9.6%	80.4%	4.4%	1.0%	0.6%	1.5%	0.2%	100.0%
	近畿	0.7%	0.8%	5.9%	2.5%	86.1%	1.4%	0.9%	1.7%	0.1%	100.0%
	中国	0.4%	0.7%	5.4%	1.9%	4.8%	82.0%	1.3%	3.4%	0.1%	100.0%
	四国	0.3%	0.7%	6.1%	2.0%	6.2%	1.9%	80.3%	2.5%	0.1%	100.0%
	九州	0.2%	0.4%	4.3%	1.0%	2.9%	1.6%	0.5%	88.9%	0.2%	100.0%
沖縄	0.1%	0.1%	1.9%	0.2%	1.0%	0.2%	0.1%	1.2%	95.2%	100.0%	
2000	北海道	87.5%	1.4%	7.4%	1.0%	1.9%	0.3%	0.1%	0.4%	0.0%	100.0%
	東北	0.9%	84.0%	10.9%	1.0%	1.8%	0.4%	0.3%	0.6%	0.0%	100.0%
	関東	1.2%	2.0%	88.4%	2.3%	2.8%	1.0%	0.5%	1.6%	0.1%	100.0%
	中部	0.7%	1.0%	8.4%	82.7%	4.6%	0.8%	0.6%	1.3%	0.1%	100.0%
	近畿	0.7%	0.7%	6.1%	2.8%	84.9%	1.7%	1.1%	1.9%	0.2%	100.0%
	中国	0.5%	0.6%	4.9%	1.4%	4.0%	84.5%	1.1%	2.8%	0.2%	100.0%
	四国	0.3%	0.6%	5.3%	1.9%	4.6%	2.5%	81.5%	3.2%	0.0%	100.0%
	九州	0.2%	0.4%	3.4%	0.7%	2.6%	1.5%	0.4%	90.6%	0.2%	100.0%
沖縄	0.1%	0.1%	3.6%	0.2%	1.0%	0.1%	0.1%	1.9%	92.9%	100.0%	

表8 最終需要項目別・最終需要発生地域別の産業廃棄物誘発量構成比（がれき類）

総発生量		最終需要項目						
		地域内			地域内	他地域		他地域
		消費	投資	輸出	需要合計	消費	投資	需要合計
北海道	1990年	3.8%	95.3%	0.1%	99.2%	0.7%	0.1%	0.8%
	1995年	6.6%	92.2%	0.2%	98.9%	1.0%	0.1%	1.1%
	2000年	6.4%	92.2%	0.1%	98.8%	1.1%	0.1%	1.2%
東北	1990年	3.7%	94.7%	0.4%	98.8%	0.9%	0.3%	1.2%
	1995年	6.8%	90.4%	0.6%	97.8%	1.8%	0.4%	2.2%
	2000年	4.8%	93.0%	0.6%	98.5%	1.2%	0.3%	1.5%
関東	1990年	5.8%	91.4%	1.4%	98.6%	0.9%	0.5%	1.4%
	1995年	8.2%	88.2%	1.7%	98.1%	1.2%	0.6%	1.9%
	2000年	9.6%	87.0%	1.5%	98.2%	1.2%	0.6%	1.8%
中部	1990年	3.8%	91.1%	2.2%	97.2%	1.7%	1.2%	2.8%
	1995年	6.5%	87.1%	2.9%	96.6%	2.2%	1.2%	3.4%
	2000年	5.8%	89.5%	2.3%	97.6%	1.5%	0.9%	2.4%
近畿	1990年	6.1%	90.2%	1.7%	97.9%	1.3%	0.8%	2.1%
	1995年	8.4%	87.4%	1.6%	97.5%	1.8%	0.8%	2.5%
	2000年	10.5%	85.4%	1.7%	97.6%	1.8%	0.6%	2.4%
中国	1990年	3.7%	92.7%	1.5%	97.9%	1.4%	0.7%	2.1%
	1995年	7.2%	87.5%	2.5%	97.2%	2.0%	0.9%	2.8%
	2000年	5.6%	90.6%	1.9%	98.1%	1.4%	0.6%	1.9%
四国	1990年	3.9%	93.8%	0.7%	98.4%	1.1%	0.4%	1.6%
	1995年	6.6%	90.3%	1.1%	98.0%	1.5%	0.5%	2.0%
	2000年	5.0%	92.4%	1.1%	98.5%	1.2%	0.3%	1.5%
九州	1990年	4.5%	93.4%	0.8%	98.8%	0.9%	0.3%	1.2%
	1995年	8.5%	88.6%	1.3%	98.3%	1.3%	0.4%	1.7%
	2000年	7.5%	90.1%	1.2%	98.8%	1.0%	0.2%	1.2%
沖縄	1990年	4.9%	93.8%	0.4%	99.1%	0.8%	0.0%	0.9%
	1995年	6.4%	92.3%	0.6%	99.2%	0.8%	0.0%	0.8%
	2000年	5.1%	93.8%	0.3%	99.2%	0.8%	0.0%	0.8%

表9 最終需要発生地域別の産業廃棄物誘発量構成比（がれき類）

年次	排出地域	最終需要発生地域									合計
		北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	
1990	北海道	99.2%	0.1%	0.5%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	東北	0.1%	98.8%	0.8%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	100.0%
	関東	0.1%	0.2%	98.6%	0.3%	0.4%	0.1%	0.1%	0.2%	0.0%	100.0%
	中部	0.1%	0.2%	1.4%	97.2%	0.7%	0.2%	0.1%	0.2%	0.0%	100.0%
	近畿	0.1%	0.1%	0.9%	0.4%	97.9%	0.2%	0.1%	0.3%	0.0%	100.0%
	中国	0.1%	0.1%	0.7%	0.2%	0.5%	97.9%	0.2%	0.3%	0.0%	100.0%
	四国	0.0%	0.1%	0.5%	0.2%	0.4%	0.2%	98.4%	0.2%	0.0%	100.0%
	九州	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%	0.3%	0.2%	0.1%	98.8%	0.0%	100.0%
沖縄	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	99.1%	100.0%	
1995	北海道	98.9%	0.1%	0.6%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	東北	0.1%	97.8%	1.6%	0.2%	0.2%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	100.0%
	関東	0.2%	0.3%	98.1%	0.4%	0.5%	0.2%	0.1%	0.3%	0.0%	100.0%
	中部	0.2%	0.3%	1.7%	96.6%	0.7%	0.2%	0.1%	0.3%	0.0%	100.0%
	近畿	0.1%	0.1%	1.1%	0.5%	97.5%	0.3%	0.1%	0.3%	0.0%	100.0%
	中国	0.1%	0.1%	0.9%	0.3%	0.7%	97.2%	0.2%	0.5%	0.0%	100.0%
	四国	0.0%	0.1%	0.7%	0.2%	0.6%	0.2%	98.0%	0.2%	0.0%	100.0%
	九州	0.0%	0.1%	0.7%	0.1%	0.4%	0.2%	0.1%	98.3%	0.0%	100.0%
沖縄	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	99.2%	100.0%	
2000	北海道	98.8%	0.1%	0.8%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	東北	0.1%	98.5%	1.1%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	100.0%
	関東	0.2%	0.3%	98.2%	0.4%	0.5%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	100.0%
	中部	0.1%	0.2%	1.2%	97.6%	0.6%	0.1%	0.1%	0.2%	0.0%	100.0%
	近畿	0.1%	0.1%	1.0%	0.4%	97.6%	0.3%	0.2%	0.3%	0.0%	100.0%
	中国	0.1%	0.1%	0.6%	0.2%	0.5%	98.1%	0.1%	0.3%	0.0%	100.0%
	四国	0.0%	0.1%	0.4%	0.1%	0.4%	0.2%	98.5%	0.2%	0.0%	100.0%
	九州	0.0%	0.1%	0.5%	0.1%	0.3%	0.2%	0.1%	98.8%	0.0%	100.0%
沖縄	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	99.2%	100.0%	

図14 産業廃棄物排出量変動の要因分析（産業廃棄物全体）：排出係数要因

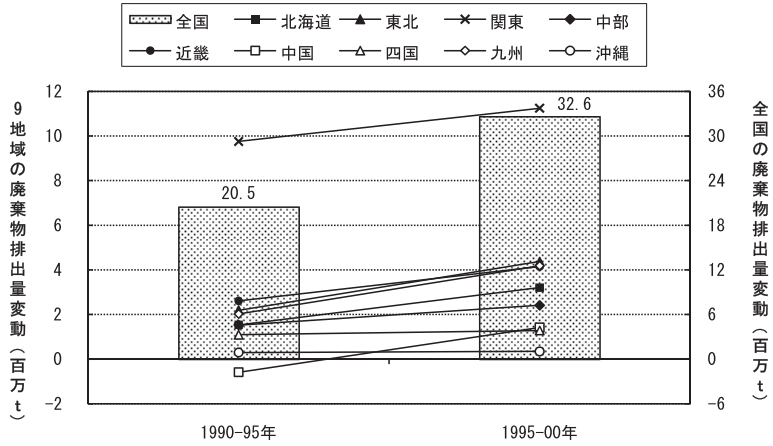


図15 産業廃棄物排出量変動の要因分析（産業廃棄物全体）：投入係数要因

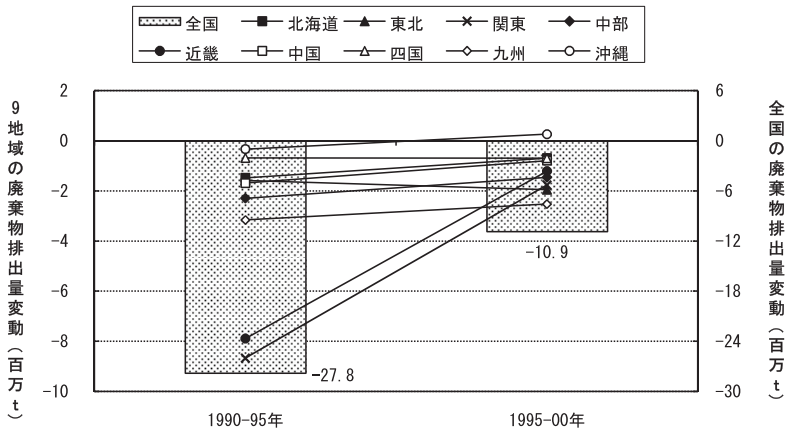


図16 産業廃棄物排出量変動の要因分析（産業廃棄物全体）：最終需要要因

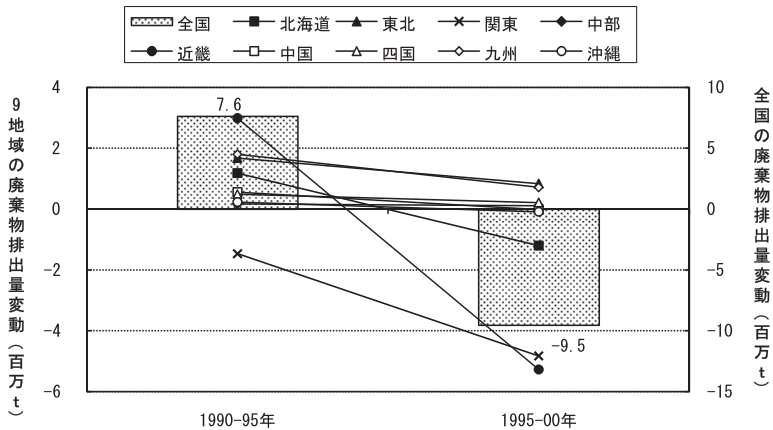


図17 産業廃棄物排出量変動の要因分析（汚泥）：排出係数要因

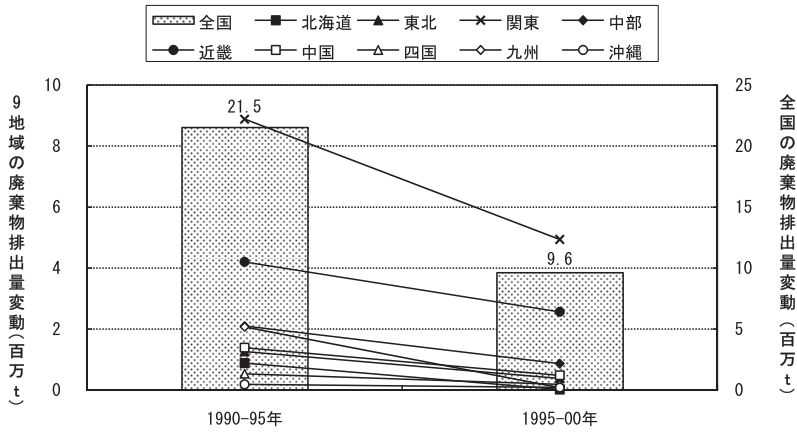


図18 産業廃棄物排出量変動の要因分析（汚泥）：投入係数要因

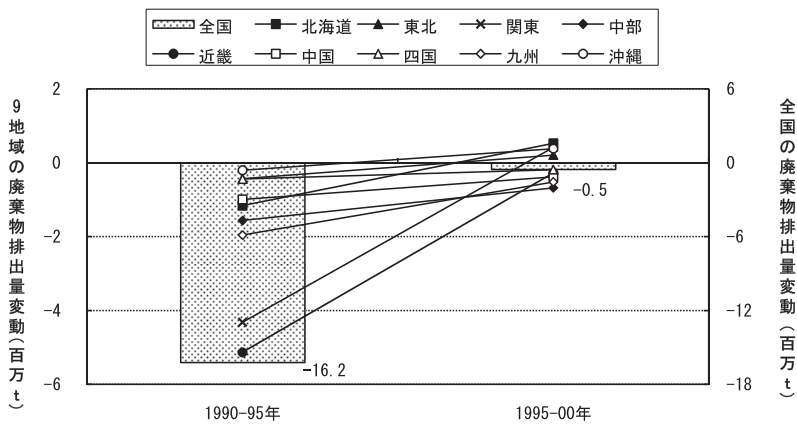


図19 産業廃棄物排出量変動の要因分析（汚泥）：最終需要要因

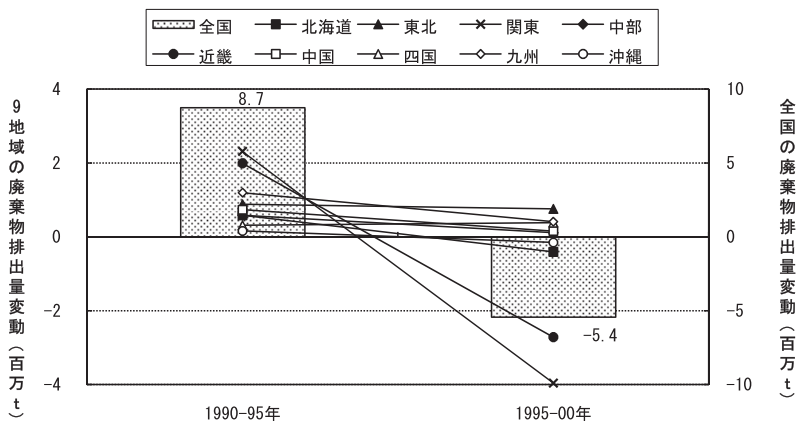


図20 産業廃棄物排出量変動の要因分析（がれき類）：排出係数要因

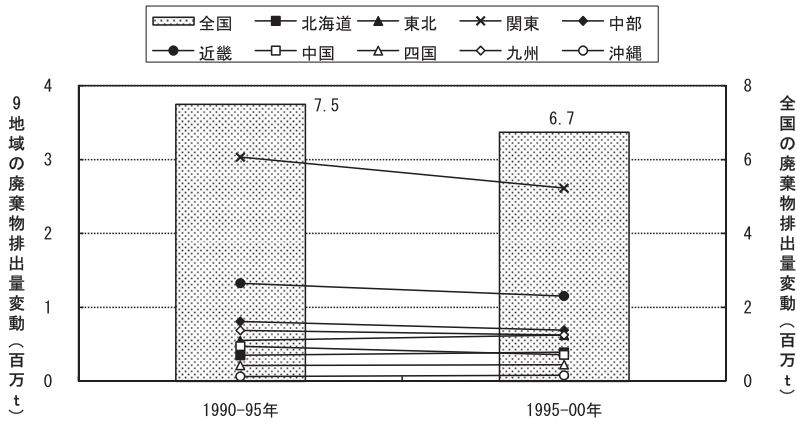


図21 産業廃棄物排出量変動の要因分析（がれき類）：投入係数要因

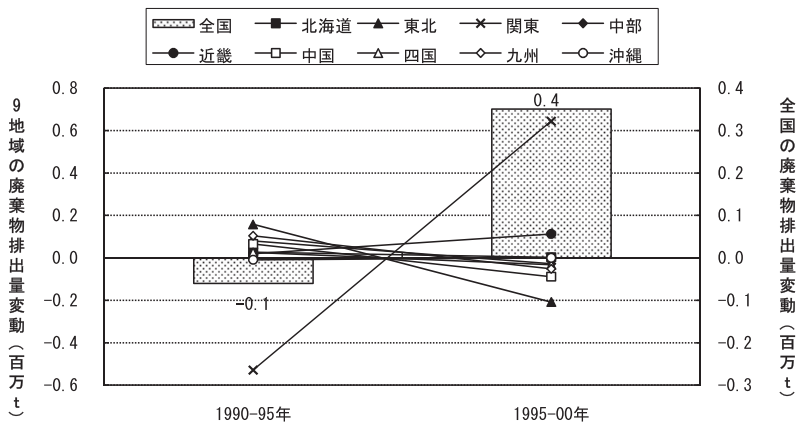
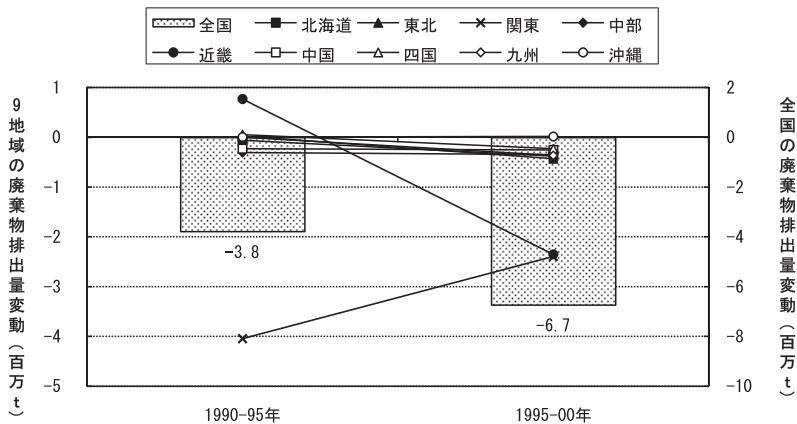


図22 産業廃棄物排出量変動の要因分析（がれき類）：最終需要要因



4. まとめ

本研究では、1990年、1995年、2000年の3時点を対象として、経済産業省による全国9地域間産業連関表と環境省による産業廃棄物排出量の2つのデータに基づく地域間産業連関モデルを構築し、産業廃棄物の直接排出量、誘発原単位、誘発量、最終需要項目別誘発量、誘発量の変動要因などの指標を用いて、地域経済の変動と産業廃棄物排出量との関係を分析した。

まず、本研究で得られた主な知見を要約する。

- ①わが国の国内生産額は、バブル経済崩壊後も増加を示したが、増加割合は小さく、地域別に見ると、関東への集中が継続している。産業廃棄物排出量についても、9地域の中では関東の排出量が突出しているが、各地域の排出量は経年的に横ばい、または減少傾向にある。
- ②産業廃棄物の直接排出量と誘発量を産業部門別に比較した結果、産業廃棄物全体については、農業、建設業、水道・廃棄物処理の各部門で直接排出量が大きく、これらは重量ベースの排出量が大きい動物のふん尿、がれき類、汚泥の排出に起因している。また、誘発量の分析結果より、食料品・たばこ・飲料、及びその他サービスを始めとする第3次産業の部門は、直接排出量に比較して誘発量が大きく、これらの部門への最終需要が、水道・廃棄物処理、農業、鉄鋼等の他部門における産業廃棄物排出量を誘発する原因となっていることが明らかである。一方、がれき類は、建設業からの直接排出量がほとんどであり、他部門からの誘発量が小さく、汚泥とは異なる傾向を示している。
- ③全国9地域ごとに、最終需要3項目（消費、投資、輸出）別の産業廃棄物誘発量を求め、さらに最終需要の発地域を自地域と他地域に分けて誘発量構成比を検討した結果、産業廃棄物全体と汚泥については、東北や四国などの地方圏で、他地域の消費需要により誘発される廃棄物量の割合が大きいことが明らかになった。この理由として、サービス部門が集中する関東経済と相対的に物財部門に特化した地方圏経済における産業連関が、地域間交易を通じて他地域の産業廃棄物誘発を引き起こしていることが考え

られる。一方、がれき類は、自地域内における建設業への投資需要による誘発割合が大きく、他地域や他部門からの影響は小さい。

- ④全国と9地域における産業廃棄物排出量を、排出係数、投入係数、最終需要の3要因に分解して検討した結果、1990～1995年の廃棄物全体に関しては、投入係数要因による誘発量減少が見られたのに対して、排出係数要因による誘発量への寄与はプラスであり、経年的にも増加する傾向が見られた。また、汚泥とがれき類については、排出係数要因のプラス幅が縮小しているものの、誘発量増加に対する寄与はプラスとなっている。最終需要要因については、バブル経済崩壊後の需要低迷を受けて誘発量増加への寄与度が小さい。

次に、以上の分析結果に基づいて、若干の政策的知見を述べる。

- ①産業廃棄物の直接排出量と誘発量の比較結果に示されたように、各産業部門や地域における産業廃棄物排出抑制では、産業廃棄物の種類による排出構造の差異を考慮した対策が必要である。特に、汚泥は第3次産業部門への最終需要に起因する誘発量が大きく、地域間交易による影響も大きいことから、排出抑制に向けては、誘発量の大きい部門や地域における最終需要調整が課題と言える。一方、がれき類は、建設業からの直接排出量がほとんどであり、他部門や他地域からの誘発量が小さいため、建設業における排出抑制やリサイクル促進が対策の中心的課題となろう。
- ②要因分析の結果によれば、バブル経済崩壊後の需要低迷を受けて、最終需要が産業廃棄物誘発量増加に及ぼす影響が低下する一方で、排出係数要因の影響が高まっている。従って、経年的に見ると、排出係数要因の影響を低下させるために、産業廃棄物を直接排出する部門での排出削減やリサイクルなどの対策が重要になりつつあると言える。

以上の分析結果に示されたように、地域間産業連関モデルは、地域経済構造及びその変動と産業廃棄物排出との関連を定量的に把握するツールとして有効と言える。今後の検討課題としては、政策的知見を充実していくために、産業廃棄物排出量削減に関する政策シミュレーション分析への展

開、各産業廃棄物の再生利用を考慮した分析への拡張などが考えられる。データの利用可能性の問題も残されているが、今後検討していきたい。

参考文献

- 1) 大平純彦・庄田安豊・木村富美子 (1998) “産業廃棄物の産業連関分析”、『産業連関－イノベーション&I-Oテクニーク－』、Vol.8、No.2、pp.52-63.
- 2) 大平純彦・庄田安豊・木村富美子 (1999) “生産誘発に伴う産業廃棄物量産業廃棄物の－産業連関分析 (2)－”、『産業連関－イノベーション&I-Oテクニーク－』、Vol.8、No.4、pp.21-33.
- 3) 中村愼一郎 (2002) 『廃棄物経済学をめざして』、早稲田大学出版部.
- 4) 吉岡完治・大平純彦・早見均・鷺津明由 (2003) 『環境の産業連関分析』、日本評論社.
- 5) Xue, H., Kumar, V. and Sutherland, J.W. (2007), “Material flows and environmental impacts of manufacturing systems via aggregated input-output models”. *Journal of Cleaner Production* 15, 1349-1358.
- 6) Pimenteira, C.A.P., Carpio, L.G.T., Rosa, L.P. and Tolmansquim, M.T. (2005), “Solid wastes integrated management in Rio de Janeiro: input-output analysis”, *Waste Management* 25, 539-553.
- 7) Chen, Z.M., Chen, G.Q., Zhou, J.B., Jiang, M.M. and Chen, B. (2009), “Ecological input-output modeling for embodied resources and emissions in Chinese economy”, *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, doi:10.1016/j.cnsns.2009.08.001.
- 8) 阿部宏史 (2004) “地域産業連関モデルによる産業廃棄物排出構造の分析”、『環境情報科学論文集』、No.18、pp.477-482.
- 9) 阿部宏史・新家誠憲 (2005) “主要産業廃棄物の排出抑制に向けた地域経済の課題分析”、『環境情報科学論文集』、No.19、pp.527-532.
- 10) 阿部宏史・新家誠憲 (2006) “地域産業連関モデルによる産業廃棄物誘発構造の時系列分析”、『環境情報科学論文集』、No.20、pp.433-438.
- 11) 新井國枝・尾形正之 (2006) “平成12年試作地域間産業連関表の概要”。
(http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/tiikiio/result/result_sl.html)
- 12) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 (1998) 『産業廃棄物排出・処理状況調査報告書・平成7年度実績』 (<http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo.html>)
- 13) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 (2003) 『産業廃棄物排出・処理状況調査報告書・平成12年度実績』 (<http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo.html>)
- 14) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 (2008) 『産業廃棄物排出・処理状況調査報告書・平成17年度実績』 (<http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo.html>)
- 15) 土居英二・浅利一郎・中野親徳 (1996) 『はじめよう地域産業連関分析』、日本評論社.
- 16) 得津一郎・藤川清史 (2001) “産業連関分析入門 (5)－スカイライン分析と産業構造変化の分析－”、『産業連関』、Vol.10、No.1、pp.61-75.
- 17) 阿部宏史・谷口守・永禮拓也・新家誠憲 (2004) “地域産業連関表に基づく二酸化炭素排出変動の要因分析”、『地域学研究』、第34巻、第1号、pp.1-24.

*本稿は、投稿時に2人の匿名レフェリーによる査読という要件を満たしたものである。

Structural Analysis of Industrial Waste Emissions using Inter-Regional Input-Output Models

Kyohei ODA

Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University

Kermen BADMAEVA

Graduate School of Environmental Science, Okayama University

Hirofumi ABE[†]

Graduate School of Environmental Science, Okayama University

Abstract

The high rates of post-war economic growth, industrialization and rapid urbanization led to the emergence of an industrial waste problem in modern Japan, which linked with mass production, unsustainable consumption and resource use.

The input-output analysis is a useful tool to examine the economic structural problems concerning the economic growth, the industrial structure and its relationship with industrial waste generation on regional level. This paper aims to examine the regional economic structure and industrial waste emissions in Japanese regions. The data from inter-regional input-output tables and data of industrial waste emissions amount by industry for years 1990, 1995 and 2000 are employed for the analysis.

The empirical study has revealed that according to the structural decomposition analysis, the growth of industrial waste emissions in each region and especially in Kanto region was mainly caused by an increase in final demand. The industrial science improvement and industrial waste control based on special characteristics of each type of waste are vital to renovate the regional economic.

Key words : Inter-Regional Input-Output Model, Industrial Waste Emissions, Regional Economic Structure

[†] abel@cc.okayama-u.ac.jp