

環境効率性に着目した産業廃棄物の排出構造分析

岡山大学大学院環境学研究科 学生員 ○杉原 亮太
 岡山大学大学院環境学研究科 正会員 阿部 宏史
 岡山大学大学院環境学研究科 学生員 新家 誠憲

1. はじめに

廃棄物は、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。また、産業廃棄物は廃棄物処理施設の不足、処理における環境リスクなど様々な問題に直面しており、循環型社会形成のための対策を立てるためには、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。

本研究では、著者らによる既往研究^{1)~2)}をふまえ、国内各地域の経済循環構造と廃棄物排出の関係を総合的に把握することができる地域産業連関モデルを利用し、国内各地域の経済構造と産業廃棄物排出との関係について、環境効率性指標を導入した分析を行う。さらに産業廃棄物排出量の変動要因分析の内容について詳細化を行う。

2. 使用データと分析方法

研究の基礎データは、経済産業省が5年毎に公表している全国9地域別の産業連関表と環境省による産業廃棄物排出量データを用いる。

(1) 地域産業連関モデル

$$\mathbf{X} = [\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A}]^{-1} [(\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{F}_d + \mathbf{E} + \mathbf{E}_c] \quad (1)$$

ここに、 $\mathbf{X}$ は地域内生産額列ベクトル、 $\hat{\mathbf{M}}$ は輸入係数 m_j を要素とする対角行列、 $\hat{\mathbf{N}}$ は移入係数 n_j を要素とする対角行列、 $\mathbf{F}_d$ は地域内最終需要列ベクトル、 $\mathbf{E}$ は輸出列ベクトル、 $\mathbf{E}_c$ は移出列ベクトル、 $\mathbf{I}$ は単位行列、 $\mathbf{A}$ は投入行列である。

ここで、式(1)の産業連関モデルを産業廃棄物排出構造分析に適用するために、環境省の産業廃棄物排出量データを47部門に再集計し、各部門における「産業廃棄物直接排出量」 D_j を求める。そして、式(2)に示すように、 D_j を部門 j の国内生産額 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。

$$d_j = D_j / X_j \quad (2)$$

本研究では、産業廃棄物排出係数 d_j が全国で同一と仮定した上で、地域内の最終需要から直接・間接に誘発される産業廃棄物誘発量ベクトル $\mathbf{Y}$ を、式(3)の地域産業連関モデルを用いて推定する。

$$\mathbf{Y} = \hat{\mathbf{d}} [\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A}]^{-1} [(\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{F}_d + \mathbf{E} + \mathbf{E}_c] \quad (3)$$

(2) 環境効率性の分析

環境効率性は「産業廃棄物誘発量/生産誘発額」と定義する。従って、その数値が大きいほど環境効率が悪いことを示す。この指標値を産業廃棄物種類別に求め、各産業部門間の差異について検討する。

(3) 産業廃棄物排出量の変動要因分析

産業廃棄物排出量の変動要因を4つの要因に分解して、地域経済の動態的变化が産業廃棄物排出構造に及ぼす影響を検討する。ここで、2時点における産業廃棄物排出量の変動 $\Delta \mathbf{Y}$ は、次式(4)のように表される。

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{Y} &= \mathbf{Y}^{t+1} - \mathbf{Y}^t \\ &= [\hat{\mathbf{d}}^{t+1}(\Delta \mathbf{B}) + (\Delta \hat{\mathbf{d}})\mathbf{B}^t]\mathbf{F}^t + \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}(\Delta \mathbf{F}) \\ &= \hat{\mathbf{d}}^{t+1}(\Delta \mathbf{B})\mathbf{F}^t + (\Delta \hat{\mathbf{d}})\mathbf{B}^t\mathbf{F}^t + \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}(\Delta \mathbf{F}) \\ &= \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}[\hat{\mathbf{P}}^{t+1}(\Delta \mathbf{A}) + (\Delta \hat{\mathbf{P}})\mathbf{A}^t]\mathbf{X}^t + (\Delta \hat{\mathbf{d}})\mathbf{B}^t\mathbf{F}^t + \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}(\Delta \mathbf{F}) \\ &= \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}[\hat{\mathbf{P}}^{t+1}(\Delta \mathbf{A}) + (\Delta \hat{\mathbf{P}})\mathbf{A}^t]\mathbf{X}^t + (\Delta \hat{\mathbf{d}})\mathbf{B}^t\mathbf{F}^t + \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}(\Delta \mathbf{F}) \\ &= (\Delta \hat{\mathbf{d}})\mathbf{B}^t\mathbf{F}^t + \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}(\Delta \mathbf{F}) + \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}\hat{\mathbf{P}}^{t+1}(\Delta \mathbf{A})\mathbf{X}^t + \hat{\mathbf{d}}^{t+1}\mathbf{B}^{t+1}(\Delta \hat{\mathbf{P}})\mathbf{A}^t\mathbf{X}^t \end{aligned} \quad (4)$$

式(4)のうち、第1項は排出係数($\hat{\mathbf{d}}$)の変動による効果、第2項は最終需要($\mathbf{F}$)の変動による効果、第3項は投入係数($\mathbf{A}$)の変動による効果、第4項は移輸入率の変動、すなわち自給率($\mathbf{P}$)の変動による効果を表す。

3. 分析結果

図1は1990年-2000年の3時点における産業廃棄物種類別の全国排出量の推移、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、汚泥に次いで、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、汚泥とがれき類が排出量と同様に大きい値であるのに対し、動物のふん尿は排出量に比べて最終処分量はかなり小さいため、再生利用率が高い廃棄物であることが分かる。

図2は産業廃棄物総排出量について、2000年全国における産業廃棄物直接排出量と誘発量との関係を示した散布図である。畜産農業、下水道業は直接排出量が誘発量を大きく上回っているのに対し、食料品製造業、その他のサービス業などは直接排出量よりも誘発量の方が大きく、これらの産業への最終需要の変動が、その他の部門の排出構造に大きく影響している。

図3は産業廃棄物総排出量について、2000年全国における産業廃棄物誘発量と環境効率性との関係を示した散布図である。下水道業と畜産農業は、他産業に比べて環境効率が悪く、指標値は、下水道業は約22t/百万円、畜産農業が約12t/百万円である。一方、食料品製造業、建設業については、環境効率は良いと言えるが、産業廃棄物誘発量が大きいいため、いずれも問題のある産業と考えられる。

図4は、1990年-2000年の産業廃棄物総量の排出量変動を4要因に分解した結果である。各地域で排出係数が大きな増加要因となっているが、関東・近畿においては、最終需要が大きな減少要因となっている。

4. まとめ

産業廃棄物の排出に関しては、排出量の大きいがれき類、汚泥、また最終処分量の大きいばいじんなどの影響が大きく、各産業部門の影響、排出量変動に対する各要因の影響等に差異が見られる。従って、廃棄物の排出抑制に向けては、建設業、電力業、下水道業における産業部門や最終需要項目の影響が多様であることから、産業間や地域間の取引も考慮した対策が必要である。

参考文献

- 1) 阿部宏史, “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, 環境情報科学センター, 2004年.
- 2) 阿部宏史, 新家誠憲, “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, 環境情報科学センター, 2005年.

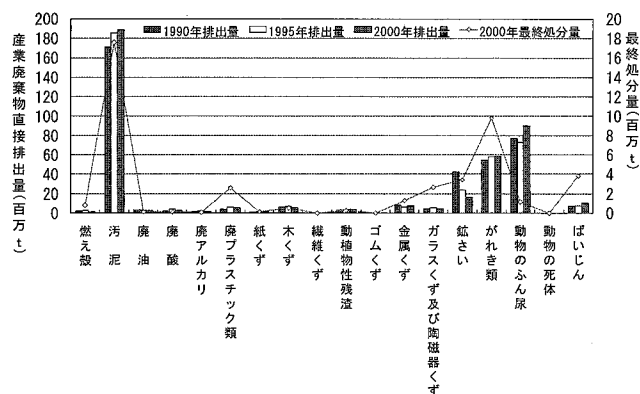


図1 産業廃棄物排出量の推移と最終処分量

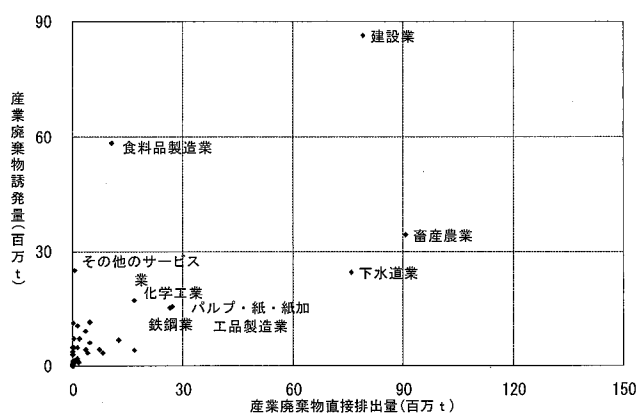


図2 直接排出量・誘発量(2000年全国)

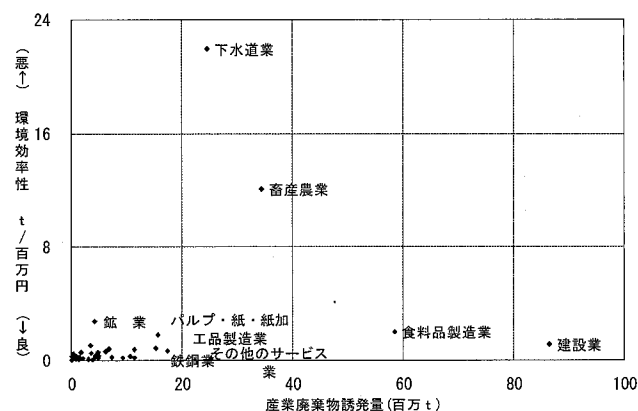


図3 誘発量・環境効率性(2000年全国)

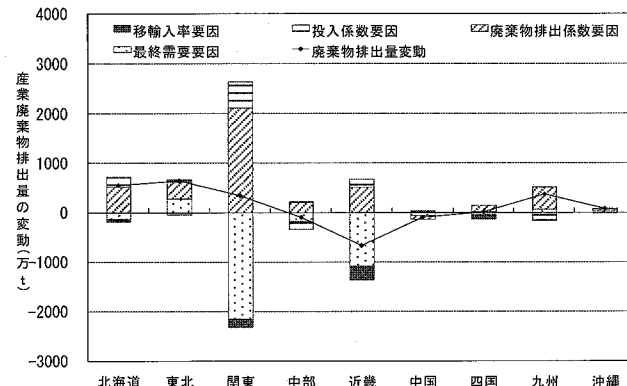


図4 1990年-2000年 要因分解 総排出量