

岡山大学院環境学研究科 学生員 ○宇都宮 裕樹
岡山大学院環境学研究科 正会員 阿部 宏史

1. はじめに

わが国では、都市部の食料消費を地方圏の生産が賄うという地域間分業システムが形成されており、農林漁業・食品工業部門における地域間取引を通じて、大都市圏から地方圏への環境負荷の地域間移転が発生している。従って、農林漁業における環境負荷発生構造の分析では、各地域における消費活動に起因する環境負荷発生量を推計し、生産過程で発生する環境負荷との関係を把握しておく必要がある。

このような視点に立つ環境負荷把握の手法としては、エコロジカル・フットプリント(EF)¹⁾が代表的であるが、生産、消費などの経済活動との理論的整合性や土地面積による環境負荷計測の限界等の問題点がある。そして、このような課題を克服するため、最近では、EF概念と産業連関分析を接合し、経済活動と理論的に整合した形でEF指標を算出する研究²⁾が行われている。

本研究では、国及び地域の経済構造と環境負荷発生との関係を総合的かつ整合的に把握できる産業連関表を利用し、農林漁業・食品加工部門を中心とする地域間取引が環境負荷発生に及ぼす影響を分析する。また、土地利用面積と二酸化炭素排出量の2つの指標を用いた分析結果から、EFで使用される土地面積の環境負荷指標としての課題を検討する。

2. 分析手法

本研究では、経済産業省が5年毎に公表している全国及び9地域別の産業連関表を使用し、1990～2000年の5年毎・3時点での分析を行う。

農地面積は農林水産省公表の「農林業センサス」、林業面積は林野庁公表の「林業統計要覧」、食品工業面積は経済産業省公表の「工業統計」に基づくデータを利用する。二酸化炭素排出量データは、国立環境研究所・地域環境研究センターが全国産業連関表に基づいて推計した全国産業部門別の二酸化炭素排出量を利用する。

①地域産業連関モデル

本研究では、式(1)で定義される競争移輸入型の地域

産業連関モデルを使用する。

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

ただし、 \mathbf{X} は地域内生産額列ベクトル、 \mathbf{F}_d は地域内最終需要列ベクトル、 $\hat{\mathbf{M}}$ と $\hat{\mathbf{N}}$ はそれぞれ輸入係数 \mathbf{m}_j 、移入係数 \mathbf{n}_j を要素とする対角行列、 \mathbf{E} と \mathbf{Ec} は輸出額及び移出額の列ベクトル、 \mathbf{A} は投入係数である。

さらに、産業連関モデルを土地利用面積分析に適用するため、式(2)で定義される「土地直接利用面積係数」 d_j を求め、式(3)の土地面積誘発原単位を推計する。

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

$$\mathbf{e} = \hat{\mathbf{d}} \left[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A} \right]^{-1} \quad (3)$$

ここで D_j 、 X_j は部門 j の土地直接利用面積、生産額であり、 \mathbf{e} は土地誘発面積原単位である。 \mathbf{e} を用いてさらに式(4)～(6)を定義する。

$$\mathbf{Y}^{\text{Fd}} = \hat{\mathbf{d}} \left[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A} \right]^{-1} (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{F}_d \quad (4)$$

$$\mathbf{Y}^{\text{E+Ec}} = \hat{\mathbf{d}} \left[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A} \right]^{-1} (\mathbf{E} + \mathbf{Ec}) \quad (5)$$

$$\mathbf{Y}^{\text{M+N}} = \hat{\mathbf{d}} \left[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A} \right]^{-1} (\mathbf{M} + \mathbf{N}) \quad (6)$$

ここで、 \mathbf{M} 、 \mathbf{N} は輸入額、移入額の列ベクトルを表す。式(4)は地域内消費を満たすための必要な土地面積、式(5)は移輸出を生産するための必要面積、式(6)は移輸入を自地域で生産した場合に必要な土地面積を表す。

式(4)と式(5)を足し合わせると、生産活動に必要な土地誘発面積ベクトル \mathbf{Y} が得られる。本研究では式(4)、(6)から消費に着目した「自給仮定土地誘発面積ベクトル」 \mathbf{Z} を推計する。

$$\mathbf{Y} = \hat{\mathbf{d}} \left[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A} \right]^{-1} \left[(\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{F}_d + \mathbf{E} + \mathbf{Ec} \right] \quad (7)$$

$$\mathbf{Z} = \hat{\mathbf{d}} \left[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{A} \right]^{-1} \left[(\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}} - \hat{\mathbf{N}})\mathbf{F}_d + \mathbf{M} + \mathbf{N} \right] \quad (8)$$

また、「二酸化炭素直接排出量」 D_j を用いて、同様に、「自給仮定二酸化炭素誘発量」を推計する。

②環境負荷収支の分析

「自給仮定誘発量 \mathbf{Z} －誘発量 \mathbf{Y} 」で定義される「境負

荷収支」に基づいて、消費と生産による環境負荷発生の差異を地域間で比較する。

3. 分析結果

図1は、全国9地域別の土地指標での環境負荷収支の推移である。北海道、東北はマイナスの値が大きく、土地に対する負荷を過剰に負担している地域と言える。一方、プラスの値が大きく、他地域に環境負荷を負担させている地域としては、関東、中部、近畿の3大都市圏を含む地域が挙げられる。

図2は、二酸化炭素誘発量を指標とした全国9地域別環境負荷収支の推移である。値がマイナスで、環境負荷を負担している地域は、北海道、四国、九州である。一方、関東、近畿は、プラスの値が大きく、負荷負担を他地域に過剰に移転している地域と言える。

図3は、2000年時点で、土地誘発原単位と二酸化炭素誘発原単位を比較した結果である。土地誘発原単位は米、麦類、いも・豆類、砂糖原料作物等の農業部門において値が大きい。しかし、野菜・花き・花木類は、土地誘発原単位が小さい一方で、二酸化炭素誘発原単位は大きく、上記の部門とは異なる結果である。

図4は、2000年時点における土地指標及び二酸化炭素指標を用いて、各地域の環境負荷収支を比較した結果である。土地指標で見ると、北海道、東北のマイナスが大きい。二酸化炭素誘発量は、九州や四国のマイナスが大きい。また、沖縄の土地指標はプラスであるが、二酸化炭素誘発量は収支がほぼ均衡している。

4. まとめ

本研究の結果より、農林漁業・食品工業部門において、北海道、東北、四国、九州の地方圏は、関東、中部、近畿の大都市圏地域の消費に起因する環境負荷を負担していることが明らかになった。また、野菜・花き・花木類などのエネルギー集約型農業部門では、土地面積と二酸化炭素排出量の間で、異なる傾向の環境負荷発生状況となっており、EFで使用される土地面積のみでは、環境負荷発生量の指標として不十分なケースがあることも示された。

参考文献

1) Wackernagel, Mathis, William E. Rees, 『エコロジカル・フットプリント 地球環境持続のための実践プランニング・ツール』(和田喜彦監訳), 合同出版株式会社, 2004年。

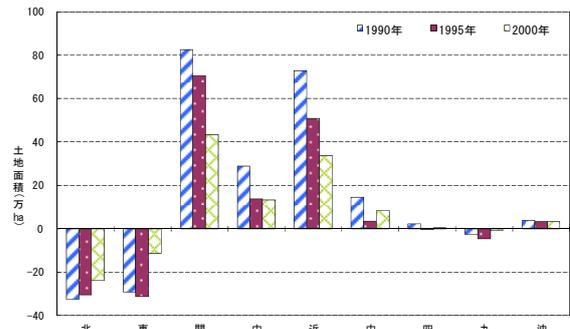


図1 土地指標の環境負荷収支(全国9地域)

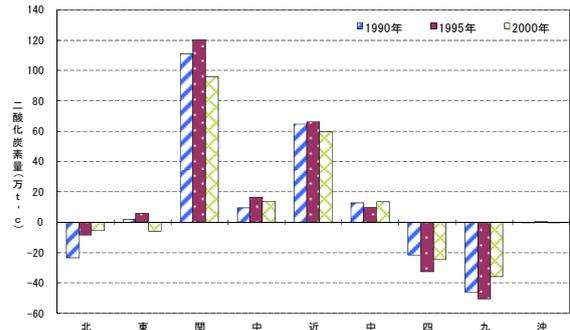


図2 二酸化炭素指標の環境負荷収支(全国9地域)

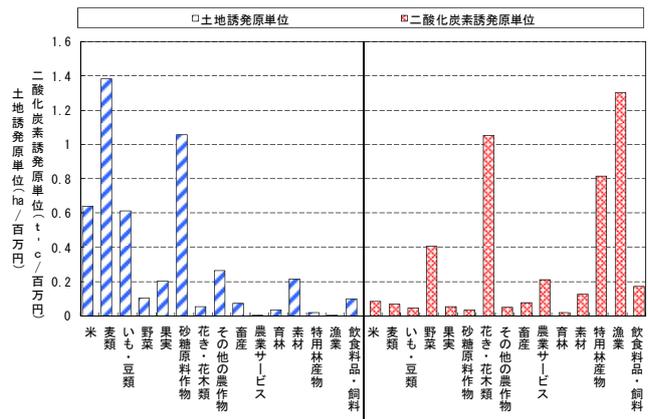


図3 誘発原単位の比較(2000年全国)

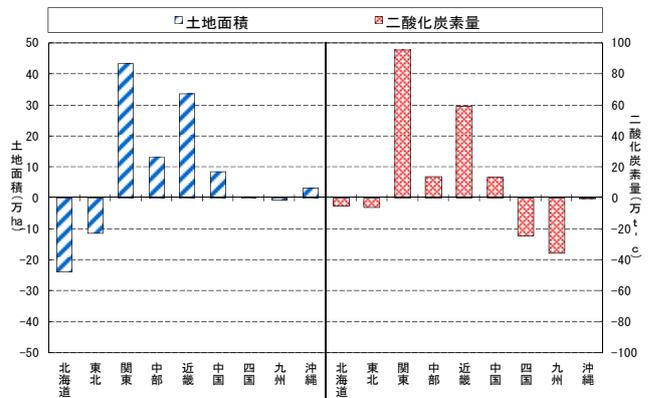


図4 環境負荷収支の比較(2000年全国9地域)

2) 例えば,

余川雅彦, 加賀屋誠一, 内田賢悦, 『エコロジカル・フットプリント 算出のための産業連関分析に関する研究』, 都市計画論文集, No. 41-3, pp. 199-204, 2006年。