

# エコロジカルフットプリントに基づく 都道府県別超過環境負荷の算出<sup>1</sup>

谷口 守\*, 阿部 宏史\*, 重兼 薫\*\*

## 1. はじめに

「持続可能な発展」という概念が流布してから既に長い年月が経過したが、その実現のためにどのような施策や政策が求められるのかということについては、十分な検討が行われてきたとは言いがたい。このような持続可能性に関する議論はグローバルな観点に立脚するものが多く、「地球全体でどれくらいの人を養えるか」という視点に基づく研究は既にいくつか見ることができる([3])。特に、現在では持続可能な発展のための指標開発が、その様々な定義に基づいて各所で進められているが、それらの研究の多くは測定範囲が国ごとと規模が大きい。しかし、持続可能性を実現していくための施策は、実際それぞれの地域で実行していく性格のものである。地域レベルで適切な判断を行うための、人間活動を包括したバランスの取れた、持続可能な発展を図るための十分な地域指標が不足しているといえる。各自が居住している地域において、具体的にどれだけ環境容量を超えた生活を行っており、どのような改善の方向性が考えられるかといったローカルな視点に立つ研究が、今求められているといえる。

以上のような観点から、本研究では実際にグローバルなレベルで環境負荷の計測に用いられているエコロジカルフットプリントを、都道府県などの地域レベルで算出する方法を提案し、実際にその方法の適用を行うとともに、得られた結果の内容について考察を行うことを目的とする。

## 2. 分析の全体構成

本研究では、まず、近年研究されている多くの持続可能な発展のための指標について調査し、その内容と傾向を整理した。次に、WWFによって提案されたグローバルなスケールでのエコロジカルフットプリントを参考に、地域レベルでの環境容量と負荷を算出する方法を開発した。指標としてエコロジカルフットプリントを参考にしたのは、食料だけでなく、人間活動に伴う二酸化炭素の排出や都市面積なども考慮できる方法であり、現在の人間活動の水準を環境容量の測定に簡便に反映することが可能なためである。

<sup>1</sup> 本論文は、日本地域学会第40回年次大会における発表論文をもとに加筆・修正したものである。大会での発表に際して、討論者の藪田雅弘教授(中央大学)、足立健夫助教授(専修大学北海道短期大学)、座長の福岡克也教授(東亜大学)より非常に有益なコメントを賜った。ここに記して感謝の意を表する次第である

\* 岡山大学

\*\* 岡山大学大学院自然科学研究科

さらに、本研究ではここで提案した方法を用いて実際のわが国における都道府県レベルでのエコロジカルフットプリントを算出した。この計算を通じ、人間活動によって発生する様々な環境負荷について、その地域で実際どれだけ吸収が可能で、外部へどれだけ環境負荷をかけているかを項目別に定量化した。計算のプロセスにおいては、環境負荷の輸出や輸入といった概念も考慮し、最終的にわが国の都道府県間相互での環境負荷に関する相互依存関係を数値として抽出した。

また、ここで得られた都道府県間の環境負荷に関する依存関係を解釈する上で、本研究ではエコロジカルフットプリント値と各地方における地方交付税受け取り額との相関性を分析した。この分析の視点は、大都市部が自地域で吸収できない環境負荷を地方部に依存している見返りとしての負担金の要素を、現在の地方交付税がその意味として含みえることの検討である。

### 3. 既存指標

#### 3.1 既存指標の整理、分類

持続可能な発展のための指標開発が活発になったのはアジェンダ 21 の採択以降だが、それ以前からこれに関連するいくつかの手法が検討されていた。この中でも環境指標と、環境資源勘定については、持続可能な発展の指標開発の重要な要素となっているものであった。その後、開始された国連機関における持続可能な発展の指標の開発作業では、アジェンダ 21 を拠り所としたことから、持続可能な発展を、環境、経済、社会、制度などの幅広い内容が指標設定の対象となった。この結果、全ての側面を包括した指標群が提案され、また、自然環境の制約を重視した指標につい

表1 持続可能な発展のための主な検討指標

| 指標                   | 内容  |
|----------------------|---|
| エコロジカルフットプリント        | *本文参照   |
| エコロジカルリユクサック(隠れたフロー) | 資源を環境中から採掘し、人間活動に投入するまでの過程で生じる様々な隠れたフロー(資源の採掘や精製の際に廃棄される物質など)を指す。[4], [9]                             |
| CSD 指標リスト            | アジェンダ 21 の章ごとに社会(39)、経済(23)、環境(55)、制度(15)の132の指標から持続可能な発展を捉えようというもの。包括性が高い反面、寄せ集めの要素もある。[9]           |
| SCOPE 指標開発プロジェクト     | アジェンダ 21 の目指す持続可能な発展の達成状況をはかるため、資源、排出、生命維持、暴露の4指標群からなる。[9]  |
| エコスペース               | 将来世代の資源利用権利を侵さない範囲において、各種資源の利用や消費が一人あたり許される許容限度をスペースとして算定したもの。RMNO、ブッパータール研究所、フレンドオブアースなどで採用。[2], [9] |
| 持続可能人口               | 持続可能な社会のモデルを過去の歴史に求め(江戸時代)、当時の活動量から間接的に地域の隠れた環境容量を算出する方法。環境負荷の発生要因もあわせて定量化。[21]                       |
| グリーンGNP・GDP          | GNP等経済指標に環境悪化や資源減耗をも反映するよう修正を加えた指標。環境調整済み国内純生産(EDP)がこれに相当。単一貨幣価値への換算のため、限界も多い。[9]                     |
| 経済福祉指標               | 市場で取引されない家事労働や余暇、環境悪化などをGNPに考慮した指標。[9]  |
| HDI(人間開発指数)          | 平均寿命や知的水準など、社会的側面から持続可能な発展を捉えようとした指標。[9]  |

ての研究が進められる一方、これまでの指標でカバーされることのなかった社会や制度的側面からの検討が相対的に増加した（[9]）。これら最近における指標の具体的内容を表1に示す。

これら諸指標を活用する上では、研究者のみならずひろく一般にもわかりやすいということがまず重要である。その意味で、本研究では環境への負荷を面積というわかりやすい指標に換算し、持続可能な政策を実現する上で最も基本的な役割を担う都道府県などのローカルな政策担当者にとって扱いやすいと思われるエコロジカルフットプリントを適用することとした。

### 3.2 エコロジカルフットプリント

この指標はカナダのプリティッシュ・コロンビア大学のリースらが提唱した指標であり、「人間活動の足跡」の大きさ、つまり資源の供給元及び汚染の吸収源としての環境を、全て面積に換算することにより環境の大きさを測ろうとするものである（[9]）。これは、面積換算により太陽エネルギーを面積ベースでどれくらい取り込んでいるかを表現していると解釈することができる。平成12年現在、エコロジカルフットプリントで計算すると、世界中の人々が日本人と同様の生活をするに地球があと1.7個必要になる（[5]）。このようにフットプリント値が実際の面積を超過している状態でも我々が生活を送れるのは、太陽エネルギーの過去の貯蓄（石油、石炭等）を現在使用しているということが理由である。

WWFが出している「Living Planet Report（生きている地球レポート）」（[24]）ではこの「環境影響範囲=Ecological Footprint: EFP」を指標の1つとして利用している。このエコロジカルフットプリントは、食料や木材を提供する農場や森林、インフラ用地、そして、温暖化を促進する二酸化炭素の排出量を吸収源として換算した森林など、生物生産力のあるエリアを人間がどれだけ利用しているかをエリアの広さとして表現する方法である。その値は、地球の人口規模、一人当たりの平均消費量、そして使用されている技術の資源集約度によって変化する。技術によって、土地の生産性や資源の利用効率が変わってくるからである。現在、資源の利用に際して使用されている技術については、世界的な平均値を用いて試算しており、持続可能な資源利用の地域差は考慮されていない。「Living Planet Report」のエコロジカルフットプリントでは、以下の人間活動が換算されている。

- ① 食物、動物飼料、穀物、植物油およびゴムなどの作物を育てるための耕地面積
- ② 肉や乳製品、皮革、羊毛などを消費するための動物に草を食べさせるための牧地面積
- ③ 木材製品を産出するに必要な森林面積
- ④ 魚類及び海産物を生産するために必要とされる面積
- ⑤ 住宅、輸送および工業生産用建築物を提供するための土地
- ⑥ エネルギー消費を支えるのに必要とされる面積

エコロジカルフットプリントの概念を採用した既存研究はまだ少なく、福田ら（[1]）やLenzen（[7]）があるが、地域レベルでの検討にはまだ未着手か、着手されていてもごく限定的（水利用のみなど）である。

## 4. エコロジカルフットプリントの算出の概要

### 4.1 算出方法

#### (1) 算出の全体構成

本研究では、国内で持続可能な発展のために具体的政策を行う際の情報として利用可能な地域レベルの情報の提供という点から、都道府県を単位とし、都道府県ごとの国内の環境へ与える負担量を最終的に算出することとした。なお、市町村レベルで分析を行うことも考えられたが、今回の検討ではまず国内の各地域での環境負荷の依存状況の概略を知る必要があることから、都道府県を分析単位とした。また、分析目的を達成するだけのデータが、市町村のスケールでは十分提供されていないということも間接的な理由となっている。なお、環境負荷を比較するには、食料、エネルギー等の様々な単位を特定の一つの単位に変換することが不可欠となる。その意味でも、資源の供給元及び汚染の吸収源としての環境を全て土地面積に換算し環境を測定することができるエコロジカルフットプリントの手法を用いた。

#### (2) エコロジカルフットプリントの設定

本研究では、WWFのエコロジカルフットプリントによる定量化の手法を参考に、人間活動による環境への負担量を算出するため、以下の5項目についての必要な土地面積を求めた。

- ① 食物、動物飼料等のための作物を育てるための耕地 ( $x=1$ )
- ② 肉および乳製品のための動物に草を食べさせるための牧場 ( $x=2$ )
- ③ 材木、製紙材料等を収穫するための森林地帯 ( $x=3$ )
- ④ 住宅、工業および輸送構造物を提供するために必要な土地 ( $x=4$ )
- ⑤ 排出された二酸化炭素を固定するために必要な森林面積 ( $x=5$ )

本研究では、日本国内における地域間の環境負担の定量化を行うことを目的とするため、エコロジカルフットプリントの測定を行う。WWFでは、上記の項目に加え「④ 魚を捕らえるための漁場」の面積換算も行っているが、本研究では日本の国内の陸地にのみ着目するため、漁場の面積換算は行っていない。WWFでも、本研究でも、1つの土地は、1つの用途にしか利用できないと考えるため、面積を合計することができる。また、本研究では1年間に消費、生産する面積の算出を行った。

#### (3) 本研究における定義

まず、各都道府県において我々が生活するために必要な食料などの面積を「需要面積」、日本で生産している食料などの面積を「供給面積」と呼ぶこととする。また、この需要面積の各項目の合計を「環境負荷量」、供給面積の各項目の合計を「環境対応量」、これらの差を地域間の「超過フットプリント」と呼ぶこととする。この超過フットプリントが環境負担量を表している。超過フットプリントはその総量と純量という観点から式(1)及び式(4)で定義する。

$$S^k = \sum_{x=1}^5 S_{dx}^k - \sum_{x=1}^5 S_{sx}^k \quad (1)$$

$S^k$ : 都道府県の総超過フットプリント

$S_{dx}^k$ : ( $x=1\sim 5$ ) は都道府県  $k$  の総環境負荷量,

$S_{ex}^k$ : ( $x=1\sim 5$ ): 都道府県  $k$  の総環境対応量

海外からの食料等の輸入量を面積に換算したものを「輸入面積」、海外へ輸出量を面積に換算したものを「輸出面積」と呼ぶこととする。この輸入面積は、日本が海外へ負担をかけている量を表し、海外への輸出面積は海外の負担を軽減している量を表す。また、輸入面積を除いた需要面積を「純環境負荷量」、輸出面積を除いた供給面積を「純環境対応量」と呼び、これらは式 (2)、式 (3) で定義する。

$$S_d^k = \sum_{x=1}^5 (S_{dx}^k - A_{dx}^k) \quad (2)$$

$$S_s^k = \sum_{x=1}^5 (S_{ex}^k - A_{ex}^k) \quad (3)$$

$S_d^k$ : 都道府県  $k$  の純環境負荷量 (輸入面積を除いた需要面積) ( $k=1\sim 47$ )

$S_s^k$ : 都道府県  $k$  の純環境対応量 (輸出面積を除いた供給面積) ( $k=1\sim 47$ )

$A_{dx}^k$ : 都道府県  $k$  の輸入面積 ( $k=1\sim 47$ ) ( $x=1\sim 5$ )

$A_{ex}^k$ : 都道府県  $k$  の輸出面積 ( $k=1\sim 47$ ) ( $x=1\sim 5$ )

総超過フットプリントとは、国内だけでなく、日本の国外への負荷も表したものである。これは、国外へ輸出入された量も面積換算し、含んだ面積であり、式 (1) で表されたものである。もう一方の純超過フットプリントとは、日本国内のみの負荷を表したものであり、国外へ輸出入された量は除いた面積で、式 (4) で定義される。

$$S^k = S_d^k - S_s^k \quad (4)$$

$S^k$ : 都道府県  $k$  の純超過フットプリント

なお、本研究では特定の都道府県間における環境負荷・対応の移出入 (OD) を明示的に扱うものではない (そのことが主目的の研究であるならば産業連関的アプローチを採用する方が望ましい)。本研究で最終的な議論の対象とする環境補償に関する政策は、そのような環境負荷・対応の OD は別に明らかにしなくとも、都道府県別の環境負荷・対応量に関する周辺分布さえ明らかになれば推進可能な性格を有している。

## 4.2 エコロジカルフットプリントの算出方法と使用データ

都道府県別のエコロジカルフットプリントを算出する具体的な手順を図 1 に示す。なお、人口は国勢調査のデータの値を用いた。なお、5 項目すべてについての詳細な解説を行う紙数はないため、本稿では ① 耕地に関する説明を重点的に行い、他項目については特記事項を示すに留めた。

### (1) 食物、動物飼料等のための作物を育てるための耕地

耕地面積を求めるために、まず、我々が消費した食料の重量から 1 ha あたりの作物生産量を算

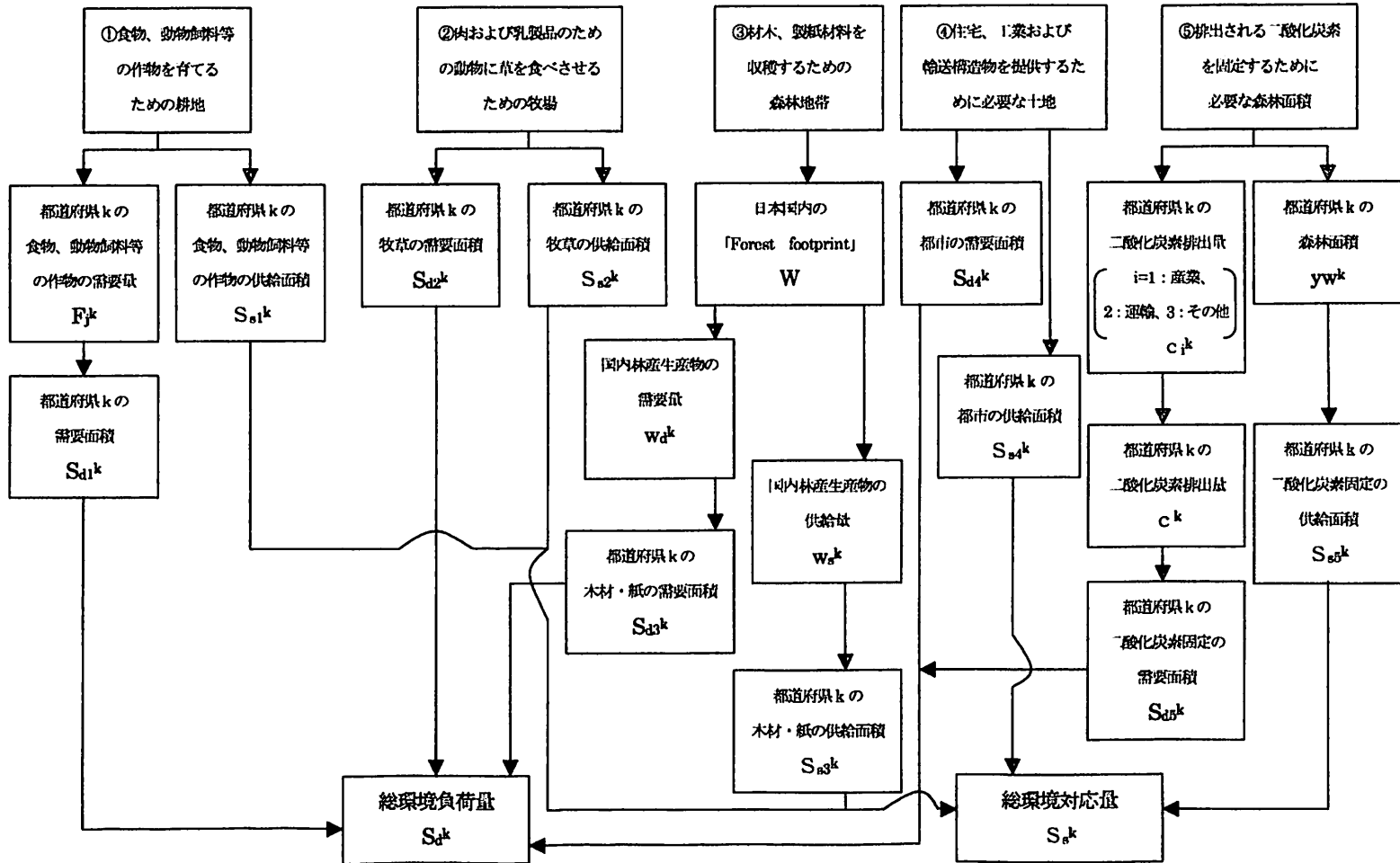


図1 総環境負荷量、総環境対応量の算出フロー

出する。その際、より正確な値を求めるために、可能な限り作物種別に耕地面積を特定し、算出を行った。また、1 ha あたりの作物生産量は、その年毎の気候等により変動するため、平成 10 年、平成 11 年、平成 12 年の 3 年分の作物量、収穫量のデータ [19] を使用し平均の値を用いた。1 ha あたりの作物生産量は、式 (5) 式 (6) で定義される。

$$\alpha_i = \frac{1}{m} \sum_{t=r}^{r+m-1} \frac{x_t}{y_t} \quad (5)$$

$$\beta_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\alpha_i \times \frac{f_i}{f_j}) \quad (6)$$

$\alpha_i$ : 作物小分類  $i$  の 1 ha あたりの作物生産量 (ton/ha)

$m$ : 収穫量、作付面積の考慮年数

$x_t$ :  $t$  年の収穫量 (ton)                       $y_t$ :  $t$  年の作付面積 (ha)

$\beta_j$ : 作物大分類  $j$  の 1 ha あたりの作物生産量 (ton/ha)

$n$ : 作物大分類  $j$  における作物小分類  $i$  の項目数

$f_i$ : 作物小分類  $i$  における一人当たりの供給粗食料 (ton/年)

$f_j$ : 作物大分類  $j$  における一人当たりの供給粗食料 (ton/年)

$\beta_j$  を求める際、飼料作物においては作物大分類、作物小分類の供給粗食料の値がないため、作物小分類を合計した平均の値を用いている。また、輸出入量データは通商白書 ([23]) の値を用いる。

① 需要面積 ( $S_{ki}^k, S_{ki}^i$ )

一年間に人間が食べる作物の量は、農林水産省の「平成 13 年度食料需給表」の「1 人 1 年当たり供給粗食料 (kg)<sup>2</sup>」 ([13]) より求めた。動物の飼料作物については、農林水産省の「飼料をめぐる情勢」 ([14]) 中から飼料の需要量 (H13 年) を用いた。各都道府県の需要面積 ( $S_{ki}^k$ ) は以下の (7) 式で定義した。なお、本研究では、居住する都道府県に関係なく、野菜や、穀物等を 1 人あたり同じ量食べていると仮定している。なお、計算には人間の食物だけでなく、動物資料作物についても考慮を行っている。

$$S_{ki}^k = \sum_{j=1}^n (F_j^k / \beta_j) \quad (7)$$

$S_{ki}^k$ : 都道府県  $k$  の食糧に関する総需要面積 (ha)

$F_j^k$ : 作物大分類  $j$  の都道府県  $k$  ごとの需要量 (ton/年)

各都道府県の輸入面積 ( $A_{ki}^k$ ) は、各都道府県の需要面積 ( $S_{ki}^k$ ) と同様に、各都道府県の人口に比例して必要な面積である。したがって、式 (8) で表される。

<sup>2</sup> 供給粗食料とは、食用として供給される食料 (粗食料) のことである。食用として供給される食料 (粗食料) のうち、人間の消費に直接利用可能な部分 (通常の食習慣において廃棄される部分を除く可食部分) のことを供給純食料といい、次式により算出する。

粗食料 = 国内消費仕向け量 - (飼料用 + 種子用 + 加工用 + 減耗量)

国内消費仕向け量 = 国内生産量 + 輸入量 - 輸出品 - 在庫の増加量 (または、+ 在庫の減少量) [12]

$$A_{ki}^* = \sum_{j=1}^8 \{A_{ij} \times (p^k/P)\} \quad (8)$$

$A_{ij}$ : 作物大分類  $j$  の輸入面積 (ha)

$A_{ki}^*$ : 都道府県  $k$  の食物、動物飼料等のための作物を育てるための耕地の輸入面積 (ha)

## ② 供給面積 ( $S_{ki}^*$ , $S_{ki}'$ )

日本国内での食物生産における供給面積 ( $S_{ki}^*$ ) を求める。これは統計局 HP のデータ「都道府県別農作物の作付面積及び稲収穫量(平成 12 年)」([20]), 「都道府県別の耕地面積(平成 12 年)」([17]) に基づいた。なお、各都道府県の輸出面積 ( $A_{ki}^*$ ) は、全国ベースで算出した輸出面積を各都道府県で生産している作付面積に比例して都道府県に配分した。

### (2) 肉および乳製品のための動物に草を食べさせるための牧場

総需要面積 ( $S_{ki}^*$ ) の算出においては、「LIVING PLANET REPORT」([24]) の「Grazing land footprint」、農林水産省の「平成 13 年度食料需給表」の「1 人 1 年当たり供給粗食料(kg)」([13]), 通商白書の輸入量 ([23]) の値を用い、牧草面積への換算を行った。

### (3) 材木、製紙材料等を採取するための森林地帯

統計データにおいて木材の需給量は、木材の材積に換算されており、これを「LIVING PLANET REPORT」([24]) 「Forest footprint」の値を用いることで森林の面積に置き換えた。具体的に、各都道府県の需要面積 ( $S_{ki}^*$ ) は式 (9) で表される。

$$S_{ki}^* = W \times (w_a^k / W_a) \quad (9)$$

$w_a^k$ : 都道府県  $k$  の日本国内の林産生産物の需要量 (1,000 m<sup>3</sup>)

$W_a$ : 日本国内の林産生産物需要量 (1,000 m<sup>3</sup>)

$W$ : 「Living Planet Report」: 日本国内の「Forest footprint」(ha)

$S_{ki}^*$ : 都道府県  $k$  の材木、製紙材料等を採取するための森林地帯の総需要面積 (ha)

各都道府県の輸入面積 ( $A_{ki}^*$ ) は、海外からの全輸入量を人口により各都道府県に配分し、この都道府県  $k$  の林産生産物の輸入量により「Forest footprint」を用いて面積換算する。

### (4) 住宅、工業および輸送構造物を提供するために必要な土地

統計的に厳密に対応するデータは存在しないため、都市計画区域 ([22]) の面積を代理指標とした。また、便宜的に  $S_{ki}^*$ ,  $S_{ki}'$  とともに同じ値を用い、輸出入している面積は無いものとした。

### (5) 排出された二酸化炭素を固定するために必要な森林面積

日本の二酸化炭素排出量は平成 12 年度現在 12 億 3,700 万トンであり ([6]), この値を都道府県別に配分する方法をとった。具体的には、産業・運輸部門では産業の生産額、車の保有台数より、その他については人口によった。面積換算の際には、森林の二酸化炭素吸収量 (バイオマス成長量) [15] を導入した。また、日本国内にある森林によって吸収できなかった分については、日本国土から流出している (二酸化炭素吸着のための輸入面積) と考えた。



## 5. 分析結果

### 5.1 各都道府県の環境負荷量と環境対応量の算出結果

各都道府県の総環境負荷量と総環境対応量を求めた結果を図2及び図3に示す。これらの結果から、東京、大阪を初めとする人口規模の大きい都道府県で総環境負荷量が大きく、北海道で総環境対応量が大きくなっていることが読み取れる。

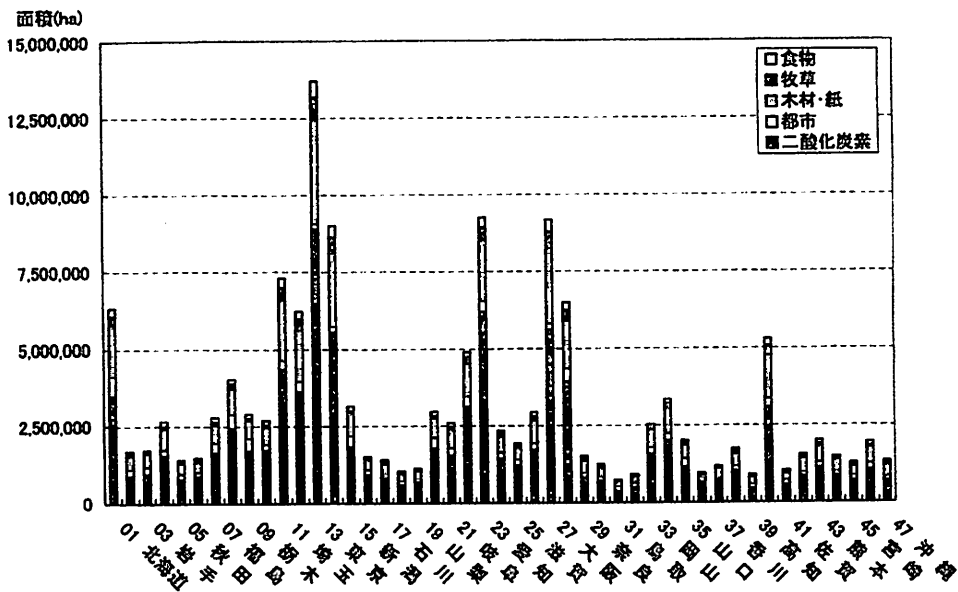


図2 都道府県別総環境負荷量

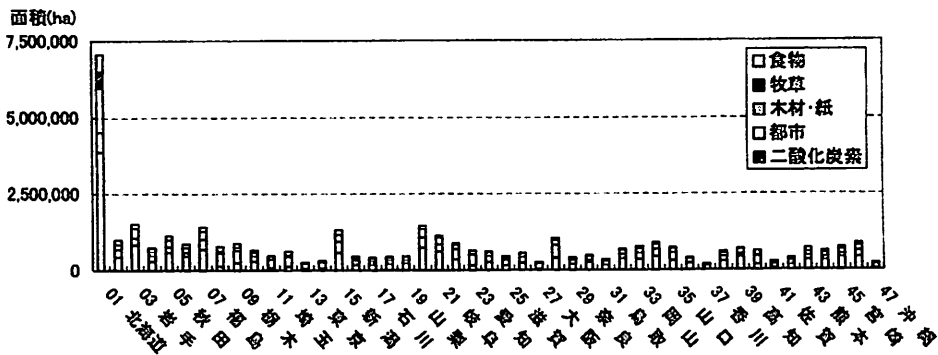


図3 都道府県別総環境対応量

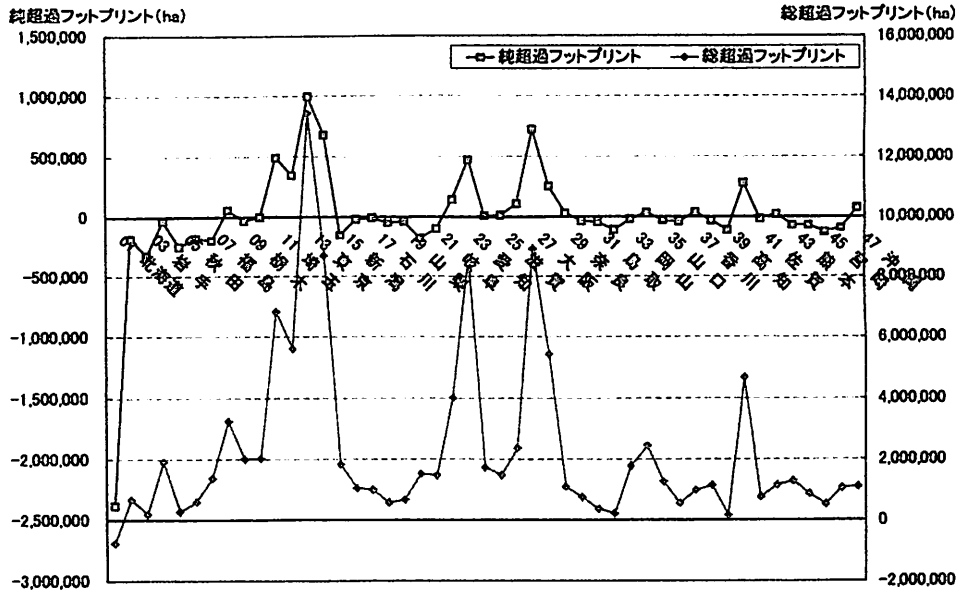


図4 都道府県別超過フットプリント

## 5.2 総超過フットプリント，純超過フットプリントの算出結果

以上の結果をもとに，総，純超過フットプリントを求めた。これらを図4に示す。この結果からわが国の総超過フットプリント値で負の値を示しているのは北海道のみであり，北海道以外の都府県はすべて海外に依存していることがわかる。また，純超過フットプリントの数値を見ると，関東，近畿地方の環境負荷を東北，中部，中国・四国，九州・沖縄地方が補っている構造になっていることがわかる。

## 5.3 純超過フットプリントと環境補償の概念

以上の分析結果より，純超過フットプリントが正である場合は他都道府県に環境負荷を及ぼし，負の場合は他からの環境負荷を相対的に受け入れている訳であるから，その値に従って都道府県間で環境補償の概念を新たに導入することも不可能ではない。本節では面積表示されている純超過フットプリント値を金額換算することにより，このような環境補償の概念を実スケールで捉えることを試みた。具体的には，わが国の平均的な地代を面積表示されたフットプリント値にかけ合わせて金額換算を行った。利用した数値としては，独自の方法でウェイト付けされて算出された平成13年のわが国における平均的な土地資産額（[11]）から土地資産総額（1,455.5兆円）を求め，それを利率（ $i=0.02$ ）を仮定して地代に割り戻しを行った。

このようにして得られた各都道府県が受け取る（支払う）1年当たりの環境補償額の分布パターンを様々な角度から検討したところ，現在各都道府県が受け取っている地方交付税の金額及び分布パターンと興味深い見かけ上の相関があることが明らかになった（ここでは各市町村が受け取っている地方交付税もその市町村が所属する都道府県に合算し，各都道府県の実受取平均値を

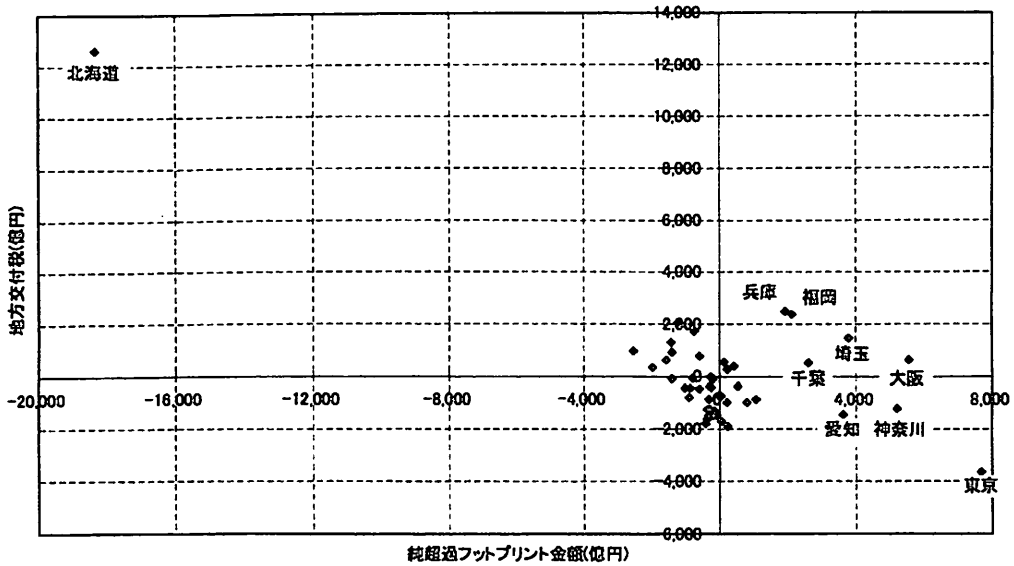


図5 金額換算後の都道府県別純超過フットプリント値と地方交付税

便宜的に受取額ゼロと表現して検討を行った)。実際の両者の関係は図5に示す通りであり、相関係数は $-0.741$ となる。なお、地方移転的な要素を有する財源には、地方交付税の他にも国庫支出金や地方債が存在する。本研究ではこれらの中で地方交付税が最も金額的に大きな割合を有することに加え、国の政策の代行という要素が強い国庫支出金や、財政収入不足の調整的な役割が強い地方債に比較し、地方交付税が最も地域間再配分実現のための要素が強い財源であることを理由に、地方交付税のみに着目した検討を行っている。

なお、地方交付税は、各都道府県、市町村の人口や、税収、寒冷地、山村部などの地域の様々な要因により交付額が決定されるもので([16])、本研究でその内容には立ち入ることは主旨ではないが、少なくとも環境補償の観点から創設されたものではない。しかし、あくまでも見かけ上の分布パターンから、他のルールから決められた現行の地方交付税が環境補償の要素を内在しているという解釈を展開することは、あながちの外れではないということが本分析の結果示されたといえる。このような結果が得られた理由として考えられるのは、地方交付税を多く受け取っている都道府県は、一般的に都市的な土地利用を必要とする経済的な活動量が相対的に小さく、そのことが森林や農地などの環境負荷を吸収する役目を持つ土地利用を多く残すことにつながったことによるものと類推できる。なお、近い将来において、環境補償的な財源移転の必要性が粗上にあがった際には、現行の地方交付税によるシステムから緩やかな見直しを行っていく手順をとったとしても大きな矛盾はなく、また現行の移転パターンを大きく変更する必要性も小さいことが示されたといえる。

## 6. ま と め

本研究では、従来グローバルな観点で導入されていたエコロジカルフットプリントの概念をローカルな環境負荷指標として再構成することを試みた。具体的に得られた成果は下記の通りである。

- 1) 粗いレベルではあるが、地域レベルで政策の方向性を議論するには十分活用可能なエコロジカルフットプリントの算出法を提案することができた。
- 2) 分析の結果、わが国の総超過フットプリントと純超過フットプリントのギャップは大きく、全体として海外に環境負荷の吸収の多くを頼っていることが明らかになった。
- 3) 環境対応量が大きいのは東北地方や特に北海道であり、これらの地域は他の都道府県の環境負荷を背負っていることが明らかになった。政策的な観点にたつと、これら他地域の環境負荷を背負っている地域については、それに見合う環境補償がなされても然るべきであるという一つの論拠になりえると考えられる。
- 4) 純超過エコロジカルフットプリントと地方交付税額との見かけ上の相関性は高く、現行の地方交付税が環境補償としての要素を内在しているという議論もありえることを示した。

以上のように、本研究から得られた成果は、今後地域レベルで環境容量や持続可能性を議論の喚起が進む際に重要な情報となることが期待できる。なお、今後の課題としては、詳細な項目における一層の精度の向上をはかるとともに、環境補償の制度的な担保方策などについて具体的に考究を深める必要がある。

## 参 考 文 献

- [1] 福田篤史, 森杉雅史, 井村秀文 “日本のエコロジカルフットプリントー土地資源に着目した環境指標に関する研究ー” 【環境システム研究論文集】 Vol. 29, 2001, pp. 197-206.
- [2] JACES: 環境容量とは? <http://www.jaces.org/ecosp/whatisecosp.html>.
- [3] ジョエル・E・コーエン【新「人口論」生態学のアプローチ】、農文協、1998.
- [4] 環境省編【平成10年版環境白書】、1998.  
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/hakusyo.php3?kid=210>.
- [5] 環境省編【平成13年版環境白書】、2001, pp. 37~40.  
[http://www.hakusyo.maff.go.jp/books\\_b/WN01H110/html/SB1.6.htm](http://www.hakusyo.maff.go.jp/books_b/WN01H110/html/SB1.6.htm).
- [6] 環境省 HP: 2000年度の温室効果ガス排出量について。  
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2002ghg.pdf>.
- [7] Lenzen, M., et al.: Assessing the Ecological Footprint of a Large Metropolitan Water Supplier, *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 46, No. 1, pp. 113-141, 2003.
- [8] 三井情報開発株式会社総合研究所情報環境研究センター環境政策グループ HP  
[http://research.mki.co.jp/eco/keyword/footprint\\_other.htm](http://research.mki.co.jp/eco/keyword/footprint_other.htm).
- [9] 森口祐一「岩波講座 地球環境学第10巻「持続可能な社会システム」」、岩波書店、1998年6月、第3章(3.3~3.5)、pp. 97~126.
- [10] 森田恒幸・川島康子 “「持続可能な発展論」の現状と課題”【三田学会誌】85巻4号、pp. 4-33.
- [11] NIKKEI NET HP: 景気ウォッチ。  
[http://www.nikkei.co.jp/keiki/kataru/20030122c761m000\\_22.html](http://www.nikkei.co.jp/keiki/kataru/20030122c761m000_22.html).

- [12] 農林水産省 HP: 平成 11 年度食料・農業・農村の動向に関する年次報告<用語説明>.  
[http://www.hakusyo.maff.go.jp/books\\_b/WN01H110/html/SB1.6.htm](http://www.hakusyo.maff.go.jp/books_b/WN01H110/html/SB1.6.htm).
- [13] 農林水産省 HP: 平成 13 年度 食料需給表- <http://www.maff.go.jp/jukyuhyou.html>.
- [14] 農林水産省生産局畜産部 HP: 飼料をめぐる情勢 <http://lin.lin.go.jp/maff/frame03.html>.
- [15] 森林総合研究所四国支所 HP: 温暖化と森林の二酸化炭素吸収  
<http://www.ffpri-skk.affrc.go.jp/co2/index.html>.
- [16] 総務省 HP: 地方交付税制度の概要 <http://www.soumu.go.jp/c-zaisei/gaiyo.html>.
- [17] 総務省統計局・統計センターHP: 日本の統計「都道府県別の耕地面積 (平成 12 年)」.  
<http://www.stat.go.jp/data/nihon/zuhyou/n0600800.xls>.
- [18] 総務省統計局・統計センターHP: 日本統計年鑑「木材需給 (平成 12 年)」.  
<http://www.stat.go.jp/data/nenkan/zuhyou/y0636000.xls>.
- [19] 総務省統計局・統計センターHP: 日本統計年鑑「農作物作付面積及び生産量 (H10 年~H12 年)」  
<http://www.stat.go.jp/data/nenkan/zuhyou/y0615000.xls>.
- [20] 総務省統計局・統計センターHP: 日本統計年鑑「都道府県別農作物の作付面積及び稲収穫量 (平成 12 年)」 <http://www.stat.go.jp/data/nenkan/zuhyou/y0614000.xls>.
- [21] 谷口 守・阿部宏史・足立佳子 “地域レベルでの環境容量の試算と環境負荷の要素分解—石高データを活用した「成長」と「環境」のアンチノミー分析—”【土木計画学研究論文集】No. 19, 2002 年, pp. 255~264.
- [22] 都市計画協会「都市計画年報 平成 13 年」, 2000-2001.
- [23] 通商産業省編「平成 13 年版通商白書 (各論)」, 2001 年.
- [24] WWF ジャパン: LIVING PLANET REPORT 2002.  
[http://www.wwf.or.jp/lib/publication/downloadfiles/lpr/FinalLPR\\_2002\\_pp\\_01-36.pdf](http://www.wwf.or.jp/lib/publication/downloadfiles/lpr/FinalLPR_2002_pp_01-36.pdf).

## Prefectural Balance Sheet of the Environment : Study Based on the Ecological Footprint

Mamoru TANIGUCHI\*, Hirofumi ABE\* and Kaoru SHIGEKANE\*\*

The argument on the index for sustainable development is active internationally after United Nation Conference on Environment and Development in 1992. However, The intelligible and operational index of sustainable development could not be found, especially in the local level.

In this paper, first of all, it arranged and classified main existing index for sustainability. This study adopt the environmental capacity according to all prefectures using one of the new indexes of "The Ecological Footprint" which is developed in University of British Columbia in Canada. The Ecological Footprint measures the amount of the globe's biological productivity an individual or a country occupies in a given year. In this paper, Ecological Footprint calculations are based on five categories: "Arable land", "Pasture", "Forest area for product paper or timber", "Urbanized area" and "Forest area for assimilate CO<sub>2</sub>", in prefectural scale. Furthermore, Exports and imports are also considered to calculate Ecological Footprint. Correlation analysis between Ecological Footprint and tax allocated to prefectural government is also examined.

The results show that the value of Ecological Footprint is relatively large compared with the environmental capacity in each prefecture, excluding Hokkaido. It is also clarified that Ecological Footprint that was produced from metropolitan area could be covered by local prefectures. Moreover, from correlation analysis, tax allocated to local prefectural governments could be interpreted as the subsidy for environmental balance from metropolitan area.

---

\* Okayama University

\*\* Okayama University, Graduate School of Natural Science & Technology