

Title	廃棄物処理費用の支払いルールと廃棄物処理政策
Sub Title	Principles of payment for waste treatment and waste disposal policy
Author	細田, 衛士
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	1999
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.92, No.2 (1999. 7) ,p.348(108)- 365(125)
JaLC DOI	10.14991/001.19990701-0108
Abstract	
Notes	小特集：低環境負荷型社会の構築に向けて
Genre	Journal Article
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19990701-0108">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19990701-0108</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

## 廃棄物処理費用の支払いルールと 廃棄物処理政策\*

細 田 衛 士

### 1. はじめに

今、廃棄物政策は転換期を迎えている。「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（「廃掃法」）は改正が重ねられ、「再生資源の利用の促進に関する法律」（「リサイクル法」）、「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」（「容器包装リサイクル法」）、「特定家庭用機器再商品化法」（「家電リサイクル法」）が相次いで成立した。

こうして廃棄物レジームは最近とみに充実化しつつあるように思われる。しかし廃棄物の処理や再資源化のための色々な法律の成立が検討される過程で、常に問題となることがある。中でももっとも議論の集中する問題が、処理・再資源化費用の支払いと負担の問題である。

廃棄物の適正処理や再資源化のための費用をどの経済主体が支払うべきなのか、最終的な費用負担はどのようになるのかということについて議論が白熱化し紛糾することが実に多い。議論の論点を良く見てみると、こうした議論の紛糾は多くの経済学的な誤解に基づいていることに気付かされる。

たとえば費用の支払いと費用の最終的な負担が異なることが、あまり理解されていない。間接税の支払い者と負担者とが必ずしも一致しないのと同じように、廃棄物の処理・再資源化費用の支払い者と負担者は必ずしも一致しない。費用の支払いルールは定めることができても、費用の負担ルールは定めることができない。それは市場が決めることだからである。

また廃棄物の処理・再資源化の費用支払いの問題が公害防止費用の支払い問題と同じ次元で論じ

---

\* 本論文作成に当たり、コンファレンス参加者より有益なコメントを頂いた。大沼あゆみ（東京外国語大学）、小出秀雄（一橋大学）、中村慎一郎（早稲田大学）、山地憲治（東京大学）、山口光恒（慶應義塾大学）の各氏のコメントに感謝する。とりわけ大沼あゆみ氏には貴重なコメントを頂いたにもかかわらず、今回の論文の改訂には多くを活かすことができなかったことを付け加えておきたい。

られることも、甚だしい誤解のもとになっている。いわゆる「汚染者支払い原則」(Polluter Pays Principle 略して PPP) は、外部不経済を内部化するとき費用支払いルールを定めたものであって、廃棄物の適正処理・再資源化の費用を誰が支払うべきかという問題とは、原則的に係りがないのである。現在廃棄物レジームで議論される費用支払いの問題の核心は、より効率的な適正処理・再資源化を促進するためには誰がどのように支払うべきかということであって、いわゆるマーシャル=ピグー流の外部不経済の内部化が問題となっているのではない。

そこで本稿の目的だが、こうした誤解を解くために、ごく簡単な経済モデルによって費用支払いと廃棄物処理の最適化政策を論じることにある。より具体的に言えば、廃棄物処理費用に関するいくつかの代替案を提示し、廃棄物のフロー制御を最適に行なう場合、どの方法によっても資源配分および費用負担の結果が同じになることを示す。この代替案とは(1)消費者が処理費用を排出料金として支払う、(2)生産者が処理費用を生産物価格に上乗せする、(3)企業のイニシアティブによって廃棄物が処理される、(4)所得税を徴収し、税収を廃棄物処理と廃棄物にならない財の補助のために使用する、の4つである。

現実の経済では、どのような処理料金を支払わせるか、あるいはどのような額を価格に上乗せするか、ただちに適正な値が算出できない可能性がある。その場合、適正な値を求めて政策当局は模索を行なわなければならない。この模索過程を考慮にいたした場合、上に挙げた同値の代替案に情報量の上で差が出ることを示す。

尚、ここで言う廃棄物とは、消費者(家庭)から排出される廃棄物(一般廃棄物の一部)を意味しており、本稿では産業活動から排出される廃棄物(産業廃棄物)の問題は考えない。

また、本稿では不法投棄の問題を扱わない。それは不法投棄の問題が廃棄物レジームの中で重要でないからというわけではない。しかし現実の経済で不法投棄が問題となるのは、一般廃棄物よりもむしろ産業廃棄物においてである。本稿の枠組みに不法投棄の問題を組み込むことも可能であるが、モデルを複雑にしないために不法投棄問題を捨象して論を進める。

## 2. 基本モデル — 社会的な最適性 —

### 基本モデル

ここではまず基本モデルと仮定について述べることにしよう。経済には2つの生産過程(つまり2種類の財)と1つの廃棄物処理過程(つまり1種類の廃棄物)があるとする。第1番目の財は、消費されても廃棄物にならないような財とし、廃棄物は第2番目の財を消費することによってのみ生み出されるものとする。生産要素としては1種類の本源的な生産要素(たとえば労働)を考える。

2つの生産過程の生産関数を以下のようにおく。尚、以下挙げられる諸関数はすべて連続な関数であるとする。

$$y_1=f(l_1) \quad y_2=g(l_2) \quad \text{ここで } f'>0, f''<0, g'>0, g''<0$$

$y_i (i=1, 2)$  は各々の財の生産物の量,  $l_i (i=1, 2)$  は 2 つの生産過程への労働投入量を表わす。

一方廃棄物処理関数は

$$b_s=h(l_3) \quad \text{ここで } h'>0, h''<0$$

と表わされる。ここで  $b_s$  は廃棄物処理過程の処理する廃棄物の量である。

消費側については、次のような想定をする。代表的な消費者を考え、その効用関数を次のように表わす。

$$u=u(c_1, c_2).$$

各々の財の消費量の増加とともに限界効用は低減する、すなわち  $u_{ii}<0 (i=1, 2)$  とし、更に  $u_{12}=u_{21}>0$  を仮定する。ここで  $c_i (i=1, 2)$  は第  $i$  番目の財の消費量を表わす。これらの仮定を次のようにまとめておこう。

$$(A1) \quad u_i>0 \quad u_{ii}<0 (i=1, 2) \quad u_{12}=u_{21}>0$$

また効用関数に関しては次のことも仮定しておく。

$$(A2) \quad \begin{array}{l} \text{与えられた任意の } y_2 \text{ について, } y_1 \rightarrow 0 \text{ のとき, } u_1(y_1, y_2) \rightarrow \infty \\ \text{与えられた任意の } y_1 \text{ について, } y_2 \rightarrow 0 \text{ のとき, } u_2(y_1, y_2) \rightarrow \infty \end{array}$$

ここで  $u_i = \frac{\partial u}{\partial c_i}$   $u_{ij} = \frac{\partial}{\partial c_j} \left( \frac{\partial u}{\partial c_i} \right)$  ( $i, j=1, 2$ ) である。

廃棄物の排出量  $b$ , は第 2 番目の財の消費量の増加関数とし、その増加は比例以上のものと想定する。すなわち

$$b=b(c_2), \quad b'>0 \quad \text{and} \quad b''>0.$$

が成立すると仮定する。

### 社会的最適性

次に社会的最適性を、代表的消費者の効用が最大になる状態として定義しよう。そのために次のような定式化を行なう。

$$(1) \quad \begin{array}{l} \max \quad u(c_1, c_2) \\ \text{subject to} \quad y_1=f(l_1) \quad y_2=g(l_2) \quad c_1=y_1 \quad c_2=y_2 \\ \quad \quad \quad b=b(c_2)=h(l_3) \quad \text{and} \quad l_1+l_2+l_3=l. \end{array}$$

(1) 式のラグランジェアンは次のように書かれる。

$$L=u(f(l_1), g(l_2))+\lambda_1\{b(g(l_2))-h(l_3)\}+\lambda_2\{l-(l_1+l_2+l_3)\},$$

最適化の 1 階の条件として次の式が得られる。

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{\partial L}{\partial l_1} = u_1 f' - \lambda_2 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial l_2} = u_2 g' + \lambda_1 b' g' - \lambda_2 = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial l_3} = -\lambda_1 h' - \lambda_2 = 0 \end{cases}$$

これより最適化の必要条件として次の式が得られる。

$$(*) \quad \frac{u_2}{u_1} = f' \left( \frac{b' g' + h'}{h' g'} \right) = \frac{f'}{g'} \left( \frac{b' g' + h'}{h'} \right)$$

さてここで(\*)が意味することを考えてみよう。そのための次の式が成立することを確認する。

$$l_2 + l_3 = g^{-1}(y_2) + h^{-1}(b) = g^{-1}(y_2) + h^{-1}(b(y_2)) \equiv \phi^{-1}(y_2)$$

あるいは

$$y_2 = \phi(L) \quad \text{ここで} \quad L \equiv l_2 + l_3.$$

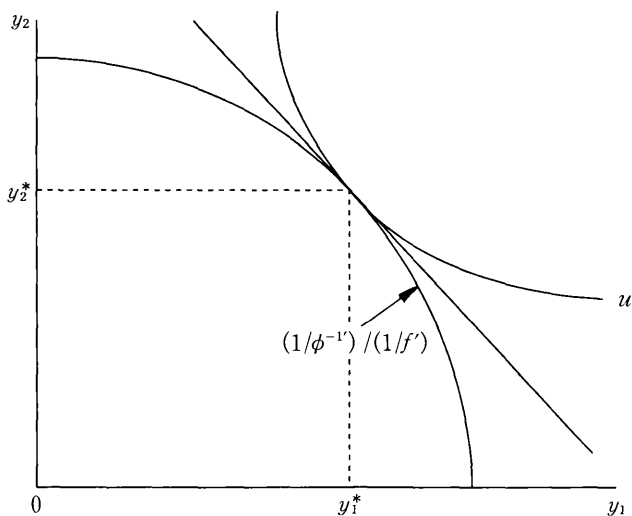
と表わすことができる。ここで関数  $y_2 = \phi(L)$  は第2財の生産のための統合された生産関数を意味している。ここで統合された生産関数とは、第2財の消費にともなって排出される廃棄物の処理までも考慮した場合の生産関数ということの意味する。さてこれらから次のような計算ができる。

$$(3) \quad \frac{dL}{dy_2} = g^{-1}(y_2) + h^{-1}(b) b' = \frac{1}{g'(l_2)} + \frac{b'}{h'(l_3)} = \frac{h' + b' g'}{h' g'} = \phi^{-1}$$

したがって次の式が成立することが分かる。

$$(4) \quad f' \left( \frac{b' g' + h'}{h' g'} \right) = f' \phi^{-1} = \frac{f'}{\phi'}$$

図 1



(4)式から(\*)の右辺は $f'/\phi'$ に等しいことが分かる。ところで、この $f'/\phi'$ は廃棄物の処理をあらかじめ考慮に入れた限界変型率を表している。したがって(\*)の意味するところは、2つの財の限界効用の比が統合された限界変型率に等しいことを意味している。このことは図1に示されている。

### 3. 4つの代替的手法の同値性

本節では、廃棄物処理のための4つの手法、すなわち(1)廃棄物排出料金(排出時に消費者が廃棄物処理料金を支払う)、(2)製品課徴金(廃棄物処理費用をあらかじめ販売価格に上乘せする方法)、(3)企業イニシアティブ(廃棄物諸処理を企業のイニシアティブで行う方法)、(4)所得税と補助金の組み合わせ(所得税をかける一方、廃棄物を生み出さない財に対して補助金を支給する方法)、である。

われわれは、この4つの方法が社会的最適性を達成するという意味で、同値であるということを示そう。もちろん当然の事ながら、4つの方法が同値であるためには、料金等のパラメータの設定が社会的最適性を保証する水準になければならない。

#### 手法I 廃棄物処理料金

廃棄物処理料金が、廃棄物排出時に排出者である消費者に課せられたとしよう。今この料金を、単位当たり $t$ であるとする。この手法は、消費者の消費行動には影響を及ぼすものの、通常の財を生産する企業には直接的に影響を与えない。したがって生産者の通常の利潤最大化行動の定式化の結果、次の式が導かれる。これは限界生産力原理に他ならない。

$$(5) \quad \frac{1}{p_1} = f' \quad \text{and} \quad \frac{1}{p_2} = g'$$

我々は、通常の一般均衡理論の想定と同じく、生産から得られる利潤は全て消費者に帰属するものとする。また、簡単化のため、廃棄物処理過程の利潤も(もしそうしたものがあつたら)消費者に帰属するものと想定する。社会全体の総利潤 $\Pi$ は各過程(企業)の利潤 $\Pi_i$ ( $i=1, 2, 3$ )である。ここで $\Pi_1 = p_1 y_1 - l$ かつ $\Pi_3 = t b - l_3$ である。ここで $t$ は廃棄物処理料金である。明らかに $\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3$ が成り立たねばならない。

消費者の予算制約式は次のように表わされる。ここで貸金率は、ニューメーラール(価値尺度財)として、1に設定されている。

$$(6) \quad p_1 c_1 + p_2 c_2 + t b(c_2) = l + \Pi$$

消費者は(6)式にしたがいつつ、効用 $u(c_1, c_2)$ を最大化すると考える。この定式化より、次の式が得られる。

$$(7) \quad \begin{cases} u_1 - \lambda p_1 = 0 \\ u_2 - \lambda (p_1 + b't) = 0 \end{cases}$$

ここで $\lambda$ は、最大化の際につくるラグランジェアの乗数である。(5)と(7)から次の式が得られる。

$$(8) \quad \frac{u_2}{u_1} = f' \left( \frac{1 + b'g't}{g'} \right)$$

次の節で、 $t$ が適当な区間から選ばれるとき上の式を満たす唯一の解が存在することを示す。

さてここで $t$ が次の(9)式で表わされる値に設定されたとしよう。

$$(9) \quad t = \frac{1}{h^*} = (h^{-1})^*$$

ここで $h^*$ は前節で得られた、つまり社会的最適性を満たすような水準での、廃棄物処理過程の限界廃棄物処理量を表わす。したがって、その逆数である $1/h^* = (h^{-1})^*$ は最適な限界廃棄物処理費用を意味することになる。

したがって次の式を得る。

$$(10) \quad \frac{u_2}{u_1} = f' \left( \frac{h^* + b'g'}{h^*g'} \right),$$

この式は、(\*)と形式的には同じ形をしていることが分かる。したがって、廃棄物処理料金が(9)式の定式化によって定まるとき、この廃棄物処理スキームは社会的な最適性を達成できると予想できる。実際この予想が正しいことを示すことができる。

このことを証明するために、多少迂回的なやり方だが、次のような論法をとる。まず社会的な最適性を達成する料金と資源配分は、市場均衡の条件を満足することを示す。次に実際市場均衡が存在すること、しかもある区間から選ばれた任意の処理料金に応じて資源配分が一意に定まることを示す。したがって、最適性を達成するように廃棄物処理料金を定めた場合、その市場均衡は社会的な最適性を達成することが示せるのである。

ここではまず証明の前段、つまり社会的最適性を満たす料金と資源配分は、市場均衡条件をすべて満たすことを証明する。後段の一意的市場均衡料金と資源配分の存在証明は、次の節で行なうことにする。

さて $(l_1^*, l_2^*, l_3^*, y_1^*, y_2^*, b^*, c_1^*, c_2^*, \lambda_1^*, \lambda_2^*)$ が社会的最適性を満たすような労働投入量、生産量、廃棄物処理量(廃棄物排出量)、消費量そしてラグランジェ乗数のベクトルであるとしよう。このベクトルが市場均衡条件をすべて満足することは次のようにして示すことができる。まず2つの財の価格と廃棄物処理料金を次のように定める。

$$(11) \quad p_1^* = \frac{1}{f'(l_1^*)}, \quad p_2^* = \frac{1}{g'(l_2^*)}, \quad t^* = \frac{1}{h'(l_3^*)}$$

また新たに  $\lambda$  を次のように定める。

$$\lambda = \lambda_2^*$$

ここで  $-\lambda_1^* h^* - \lambda_2^* = 0$  が成立していることに注意する。そうすると次の式が成立することが分かる。

$$\begin{aligned} u_1^* - \lambda^* p_1^* &= \{u_1^* f'^* - \lambda_2^*\} p_1^* = 0 \\ u_2^* - \lambda^* (p_2^* + b'^* t^*) &= u_2^* - \lambda_2^* \left( \frac{1}{g'^*} + b'^* \frac{1}{h'^*} \right) \\ &= p_2^* \left\{ u_2^* g'^* - \lambda_2^* - \lambda_2^* b'^* \frac{g'^*}{h'^*} \right\} \\ &= p_2^* \{u_2^* g'^* - \lambda_2^* + \lambda_1^* b'^* g'^*\} = 0 \end{aligned}$$

つまり消費者の主体的均衡条件は満足されている。また次の式が満たされるから、予算制約式も満たされている。

$$\begin{aligned} p_1^* c_1^* + p_2^* c_2^* + t^* h^* &= \frac{f^*}{f'^*} + \frac{g^*}{g'^*} + \frac{h^*}{h'^*} \\ &= l + \left( \frac{f^*}{f'^*} - l_1 \right) + \left( \frac{g^*}{g'^*} - l_2 \right) + \left( \frac{h^*}{h'^*} - l_3 \right) \\ &= l + \Pi \end{aligned}$$

もちろん社会的最適条件の定義から、各財、廃棄物処理、本源的生産要素に関する需給均衡条件が満たされている。したがって廃棄物処理料金が  $t = \frac{1}{h'^*} = (h^{-1})^*$  に設定されているとき、社会的最適性を満たす解は、市場均衡の条件をすべて満たしていることが示された。

これに加えて、もしそのように設定された廃棄物処理料金のもとで一意的市場均衡解が存在することが示されれば、この解は社会的最適解以外にはありえない。しかしこの点については次の節で証明する。

## 手法Ⅱ 製品課徴金

次に、販売される際に廃棄物処理費用が製品価格に上乗せされる、いわば製品課徴金という手法を簡単に見てみよう。したがって消費者は廃棄物処理費用を製品購入時に支払うことになる。この手法において製品課徴金率（価格上乗せ率）を  $q$  とおくと、消費者が第2財の製品購入時に支払うべき額は  $c_2 p_2$  ではなく  $(1+q)c_2 p_2$  である。消費者の予算制約式は

$$(12) \quad c_1 p_1 + (1+q)c_2 p_2 = l + \Pi$$

のようになる。ここで  $\Pi$  は利潤所得であり、賃金率は1にとってある（労働が価値尺度財）。利潤は次のように表わされる。

$$\Pi = (p_1 y_1 - l_1) + (p_2 y_2 - l_2) + \{t' h(l_3) - l_3\},$$



ここで単位当たりの廃棄物処理費用  $t'$  は、廃棄物処理の収支が均衡するように設定されると想定しよう。その場合、 $qc_2p_2 = b(c_2)t' = h(l_3)t'$  が成り立つから、 $t' \equiv \frac{qc_2p_2}{h(l_3)}$  と設定されることになる。これはとりも直さず、廃棄物処理費用が製品に上乗せされた費用によってカバーされるということの意味する。

効用最大化から次の式が導かれる。

$$(13) \quad \frac{u_1}{u_2} = \frac{(1+q)p_2}{p_1}$$

生産者行動は、この課徴金によって直接影響を受けることはない。したがって利潤最大化より次の式を得る。

$$(14) \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{f'}{g'}$$

(13)、(14)の2つの式から次の式を得る。

$$(15) \quad \frac{u_1}{u_2} = (1+q) \frac{f'}{g'}$$

ここで  $\frac{u_1}{u_2} = f' \frac{b^*g'^* + h^*}{h^*g'}$  が成立するように、 $q = \frac{b^*g'^*}{h^*}$  と定めてみよう。これは、しかし(\*)に他ならない。したがって製品課徴金の水準が  $q = \frac{b^*g'^*}{h^*}$  という値に設定されたとき、この解は社会的な最適性を満たす解である。但し言うまでもなく、市場均衡解が存在しなければ意味がない。

### 手法Ⅲ 企業のイニシアティブによる廃棄物処理

次に考える手法は、消費者が廃棄物を排出した後、廃棄物になる生産物を生産した企業が自ら廃棄物を処理するという手法である。ここではそれを「企業のイニシアティブによる廃棄物処理」と呼んでおこう。実際の経済では、かならずしも企業自体が処理するとは限らず、廃棄物処理企業に処理を依頼することもあり得る。

どちらにせよ重要なことは、消費者が廃棄物処理に係る費用を直接支払う必要がないということである。この場合消費者の効用最大化問題は次のように書かれる。

$$\begin{aligned} \max \quad & u(c_1, c_2) \\ \text{s.t.} \quad & p_1c_1 + p_2c_2 = l + \Pi \end{aligned}$$

但し利潤  $\Pi$  は

$$\Pi = (p_1y_1 - l_1) + (p_2y_2 - l_2 - l_3)$$

と表される。これよりただちに  $p_1/p_2 = u_1/u_2$  を得る。

第1企業と第2企業の利潤はそれぞれ

$$\Pi_1 = p_1y_1 - l_1 \quad \Pi_2 = p_2y_2 - l_2 - l_3$$

である。第2企業の利潤の計算で賃金支払いが計算されているのは、第2企業があらかじめ廃棄物処理費用を支払うことを組み入れているからである。廃棄物は全て処理することを前提としているから、

$$h(l_3) = b$$

が成立していることに注意すべきである。第2企業の利潤  $\Pi_2$  は次のように変換できる。

$$\Pi_2 = p_2 g(l_2) - l_2 - h^{-1}(b(g(l_2))),$$

これは  $l_3 = h^{-1}(b) = h^{-1}(b(y_2)) = h^{-1}(b(g(l_2)))$  が成立するからである。第2企業の利潤最大化行動から次の式が得られる。

$$p_2 = \frac{h' + b'g'}{h'g'}.$$

第1企業の利潤最大化行動から導かれるのは  $p_1 = 1/f'$  であるから、結局次の式が得られる。

$$(16) \quad \frac{u_1}{u_2} = \frac{p_1}{p_2} = f' \left( \frac{h' + b'g'}{h'g'} \right).$$

ここで  $\lambda_1^*$  と  $\lambda_2^*$  を次のように定めよう。

$$\begin{cases} \lambda_1^* = -\frac{\lambda_2^*}{h'} = -\frac{u_1}{h'b'} \\ \lambda_2^* = \frac{u_1}{p_1} = \frac{u_2}{p_2} \end{cases}$$

これから次の式が得られる。

$$\begin{aligned} u_1 f' - \lambda_2^* &= u_1 f' - \frac{u_1}{p_1} = u_1 (f' - f') = 0 \\ u_2 g' + \lambda_1^* b' g' - \lambda_2^* &= u_2 g' - \frac{\lambda_2^*}{h'} b' g' - \lambda_2^* = \lambda_2^* \frac{1 + h^{-1} b' g'}{g'} g' - \frac{\lambda_2^*}{h'} b' g' - \lambda_2^* \\ &= \lambda_2^* + \lambda_2^* h^{-1} b' g' - \frac{\lambda_2^*}{h'} b' g' - \lambda_2^* = 0 \end{aligned}$$

定義により

$$-\lambda_1^* h' - \lambda_2^* = 0$$

が成り立つ。この場合、明らかに社会的最大化の定式化(1)は市場均衡におけるものと同じである。したがって社会的最適条件(2)は満足されていることが分かる。企業イニシアティブによる廃棄物処理は、常に社会的最適条件を満たすのである。

#### 手法Ⅳ 税と補助金の組み合わせ

社会的な最適条件を導くにあたって、われわれは第2財（廃棄物を発生させるという意味で環境負

荷の大きい財)と第1財(廃棄物を発生させないという意味で環境にやさしい財)の相対価格を、(\*)で表わされているように変化させることが必要であることを示した。この相対価格の変化は、第2財の消費によって発生する廃棄物処理費用を織り込んだものであることは言うまでもない。

このことを考えると、ただ単に所得税をとって市町村の清掃局あるいは委託処理業者が処理をするのでは、社会的最適性を保証できないことは言うまでもない。仮に市町村の清掃局ないし委託処理業者が効率的に操業してもそれは無理である。なぜなら2つの財の相対価格が変わらず、このため(\*)が満たされないからである。

しかし所得税を徴収し、税収の一部を廃棄物の処理費用にあて、一部を環境にやさしい第1財の購入への補助金として使うという方法が考えられる。こうすれば廃棄物の処理を行ないつつ、2つの財の相対価格が(\*)が満たされるようにできるかもしれない。ここでは実際それが可能であることを示す。すなわち所得税率と、環境にやさしい第1財への補助金の率を適当に決めれば、最適性を満足することを証明しよう。

所得税率を  $\tau$ 、第1財への補助金率を  $s$  としよう。この場合消費者の可処分所得は  $(1-\tau)(I+\Pi)$  と表わされる。ここで、 $\Pi_i = p_i y_i - l_i (i=1,2)$  である。第1財の購入については補助金があるため、消費者が第1財の購入に支払う額は  $(1-s)p_1 c_1$  である。したがって消費者の予算制約式は、 $(1-s)p_1 c_1 + p_2 c_2 = (1-\tau)(I+\Pi)$  である。税金の一部は廃棄物の処理に用いられなければならないから、次の式が成立しなければならない。

$$(17) \quad \tau(I+\Pi) = s p_1 c_1 + l_3$$

消費者の効用最大化行動は

$$(18) \quad \begin{aligned} \max \quad & u(c_1, c_2) \\ \text{s.t.} \quad & (1-s)p_1 c_1 + p_2 c_2 = (1-\tau)(I+\Pi) \end{aligned}$$

と表現される。(17)式があるため、先に示した予算制約式は次の式と同値であることに注意したい。すなわち

$$(1-s)p_1 c_1 + p_2 c_2 = (1-s)p_1 y_1 + p_2 y_2$$

である。通常の定式化にしたがって、次の式を得る。

$$\begin{cases} u_1 - \lambda(1-s)p_1 = 0 \\ u_2 - \lambda p_2 = 0 \end{cases}$$

この式から、ただちに次の式が成立することが分かる。

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{(1-s)p_1}{p_2}$$

一方でそれぞれの企業は2つの財を  $p_1$  と  $p_2$ 、で販売することができるから、利潤最大化行動の結果次の式が得られる。

$$f' = \frac{1}{p_1} \quad g' = \frac{1}{p_2}.$$

したがって

$$(19) \quad \frac{u_1}{(1-s)u_2} = \frac{g'}{f'}$$

が成立する。

さて社会的最適な解を、以上の手法を組み込んだ市場均衡解として実現できることを示そう。すなわち適当に定められた所得税率と補助金率のもとで、最適状態が市場均衡として実現できるという訳である。

まず社会的最適解のベクトルを  $(l_1^*, l_2^*, l_3^*, y_1^*, y_2^*, b^*, c_1^*, c_2^*, \lambda_1^*, \lambda_2^*)$  としよう。定義より、明らかに次の式が成り立つ。

$$u_1^* = c_1^*, \quad y_2^* = c_2^*, \quad l_1^* + l_2^* + l_3^* = l, \quad b^* = h(l_3^*)$$

そこで  $p_1^*, p_2^*$  そして  $s^*$  を定めると、

$$(20) \quad p_1^* \equiv \frac{1}{f'(l_1^*)} \quad p_2^* \equiv \frac{1}{g'(l_2^*)} \quad s^* \equiv \frac{b'(c_2^*)g(l_2^*)}{b'(c_2^*)g(l_2^*) + h'(l_3^*)}.$$

となる。また  $\lambda^*$  を次のように定めよう。

$$\lambda^* \equiv \frac{\lambda_2^*}{(1-s^*)} - \lambda_1^* h'(l_3^*) - \lambda_2^* = 0$$

すると次の式が成り立つ。

$$u_1^* - \lambda^* (1-s^*) p_1^* = u_1^* - \lambda_2^* p_1^* = p_1^* (u_1^* f'^* - \lambda_2^*) = 0$$

及び

$$\begin{aligned} u_2^* - \lambda^* p_2^* &= u_2^* - \frac{\lambda_2^*}{1-s^*} p_2^* \\ &= u_2^* g'^* p_2^* - \frac{b'^* g'^* + h'^*}{h'^*} \lambda_2^* p_2^* \\ &= p_2^* \left\{ u_2^* g'^* - \left( \frac{b'^* g'^*}{h'^*} \lambda_2^* + \lambda_2^* \right) \right\} \\ &= p_2^* \{ u_2^* g'^* + b'^* g'^* \lambda_1^* - \lambda_2^* \} = 0 \end{aligned}$$

である。需給均衡条件は成り立っているから、次の予算制約式も成立している。

$$(1-s^*) p_1^* c_1^* + p_2^* c_2^* = (1-s^*) p_1^* y_1^* + p_2^* y_2^*$$

こうして、所得税と、環境に優しい財への補助金という組み合わせの手法において、社会的最適性を市場均衡として実現できることが分かった。これだけでは、市場均衡がすべて社会的最適条件を満たすかどうか分からない。しかし後で示す通り、市場均衡は一意に決まるから、市場均衡解は、税率と補助金率が適正に決められている限り社会的に最適なのである。

ところで最適な所得税率は次のように決められる。

$$t^* = \frac{s^* p_2^* y_2^* + l_3^*}{p_1^* y_1^* + p_2^* y_2^* + l_3^*}$$

#### 4. 一意な市場均衡の存在と最適料金の模索

本節では、上の4つのどの手法をとろうとも市場均衡が一意に定まることを示す一方、最適な廃棄物処理費用一価格体系への模索過程が安定的であるための調整ルールを提示することにする。我々はここで手法Iと手法IVのみを取り上げる。他の手法についてはここでの議論が直接的に応用可能であるからである。

また市場均衡の一意性の議論を用いると、4つの手法が資源配分、実質的相対価格に関してまったく同じ結果をもたらすことを示される。

##### 手法 I

まず手法Iから考えよう。体系が一貫しているためには、次の式が成立しなければならない。

$$(21) \quad \begin{aligned} \frac{p_2}{p_1} &= \frac{u_2}{u_1} = \frac{f'}{g'} + f' b' t \\ l_1 + l_2 + l_3 &= l \quad c_1 = y_1 = f(l_1) \quad c_2 = y_2 = g(l_2) \\ b(c_2) &= h(l_3) \end{aligned}$$

我々は、一定の区間の範囲から  $t$  を選ぶ限り、(21)式には解が1つしかないことを示す。

(21)の最後の式から次の式が成立する。

$$(22) \quad l_3 = h^{-1}(b(c_2)) = h^{-1}(b(y_2))$$

これより次の式を得る。

$$(23) \quad f^{-1}(y_1) + g^{-1}(y_2) + h^{-1}(b(y_2)) = l.$$

さて  $\Psi_L$  と  $\Psi_R^t$  を次のように定義しよう。

$$\Psi_L \equiv \frac{u_1(y_1, y_2)}{u_2(y_1, y_2)} \quad \Psi_R^t \equiv \frac{g^{-1}(y_2)}{f^{-1}(y_1)} + \frac{b'(y_2)}{f^{-1}(y_1)} t$$

(23)式を  $y_1$  で偏微分すると次のようになる。

$$(24) \quad \frac{dy_2}{dy_1} = -f' \frac{h' + b' g'}{g' h'} < 0$$

$\Psi_L$  と  $\Psi_R^t$  を  $y_1$  で偏微分すると次の式を得る。

$$\frac{d\Psi_L}{dy_1} = \frac{\{u_{21} + u_{22} \frac{dy_2}{dy_1}\} u_1 - \{u_{11} + u_{12} \frac{dy_2}{dy_1}\} u_2}{(u_1)^2} > 0$$

そして

$$\frac{d\Psi_R^t}{dy_1} = \frac{(g^{-1''} + b'') f^{-1'} \frac{dy_2}{dy_1} - (g^{-1'} + b') f^{-1''}}{(f^{-1'})^2} < 0$$

ここで以上の符号は、仮定 (A1) 及び生産関数と廃棄物処理関数に関する仮定から確定される。また仮定 (A2) から次のことが成り立つ。

$$y_1 \rightarrow 0 \text{ のとき } \frac{u_2}{u_1} \rightarrow 0 \quad \text{また} \quad y_2 \rightarrow 0 \text{ のとき } \frac{u_2}{u_1} \rightarrow \infty$$

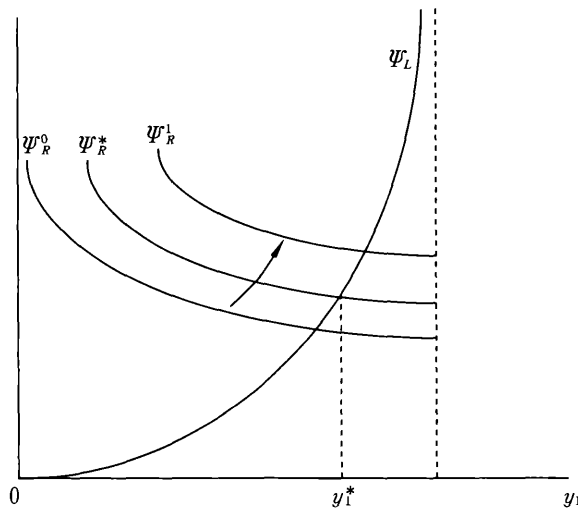
である。

したがって結局図 2 が得られる。2つの曲線の交わる点が市場均衡を表わす点になっている。この点は任意の非負の  $t$  について一意に定まることが分かる。特に  $t$  を  $t = \frac{1}{h'(l_3^*)} \equiv t^*$  と定めると、市場均衡解は、社会的最適解と同じものになる。したがって市場均衡解は、このとき社会的最適解となるのである。

もちろん  $t$  が上のように定められないとき、市場均衡解は決して社会的最適にはならない。そのような場合、政策当局者は  $t$  を動かすことによって、社会的最適性が満たされるように、価格体系を誘導しなければならない。そのためにはどのような調整ルールが必要であろうか？

図 2 を見てみよう。すると次のことに気付く。もし  $t$  が  $t > t^{**}$  のように定められているのであれば、 $y_1$  は  $y_1^*$  よりも大きいはずである。したがって  $y_2$  は  $y_2^*$  よりも小さくなる。したがって  $h'(l_3) > h'(l_3^*)$  が成り立つ。よって次の式が成立する。

図 2



$t$  が増加すると  $\Psi_R$  で表わされる曲線は上方にシフトし、このため均衡で決まる  $y_1$  は増加する。

$$t > t^* = \frac{1}{h'(l_3^*)} > \frac{1}{h'(l_3)}$$

逆にもし  $t < t^*$  が成り立つのであれば、

$$t < t^* = \frac{1}{h'(l_3^*)} < \frac{1}{h'(l_3)}$$

が成り立つ。したがって次の様な調整ルールが得られる。

**調整ルール 1**：廃棄物処理料金を任意の値に設定する。このとき財の価格が調整されて財の需給均衡が成立し、かつ廃棄物はすべて廃棄物処理過程で処理されるとする。もし廃棄物処理料金  $t$  が廃棄物処理過程の限界費用  $\frac{1}{h}$  より小さいのであれば、料金  $t$  を上げる。もし廃棄物処理料金が廃棄物処理過程の限界費用  $\frac{1}{h}$  より大きい場合  $t$  を下げる。そうすれば市場均衡解は、社会的最適解に収束する。

#### 手法 IV

次に手法IVを考える。一意の市場均衡が存在することを示すには、次の式を考えれば良い。

$$(25) \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{(1-s) u_2}{u_1} = \frac{f'}{g'}$$

$$l_1 + l_2 + l_3 = l \quad c_1 = y_1 = f(l_1) \quad c_2 = y_2 = g(l_2)$$

$$b(c_2) = h(l_3)$$

ここで  $\Gamma_L^s$  と  $\Gamma_R$  を次のように定義しよう。

$$\Gamma_L^s \equiv \frac{(1-s) u_2}{u_1} \quad \text{そして} \quad \Gamma_R \equiv \frac{f'}{g'}$$

前と同じ手法を用いて次の図3を描くことができる。

仮定 (A2) より、市場均衡が一意に決まることが分かる。 $s$  が増加するに連れて、 $\Gamma_L^s$  で表わされる曲線は下方にシフトする。こうして  $y_1$  は増加する。

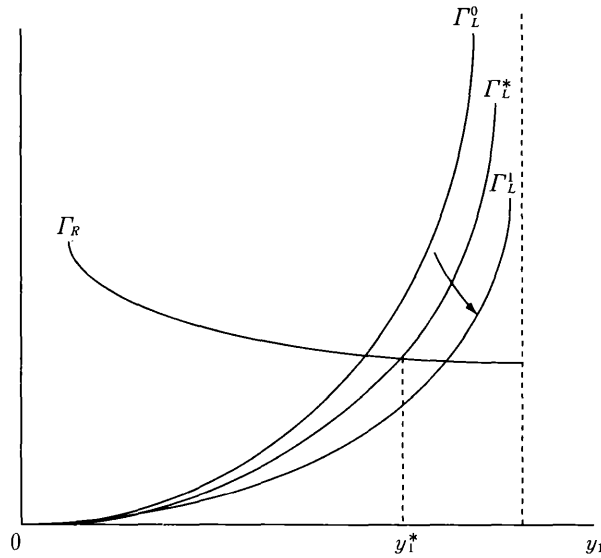
市場均衡は、 $0 < s < 1$  を満たす任意の  $s$  について存在し、一意である。もし  $s$  が(20)のように定められるならば、市場均衡解は社会的最適性を満たす。もし  $s$  がそれ以外の値に定められるのであれば、市場均衡解は存在しても社会的最適ではない。

この手法において、調整ルール1と同じ様なルールをもって、最適な補助金率  $s^*$  をシュートするようができる。

このことを示すために  $\sigma(s)$  を次のように定めよう。

$$(26) \quad \sigma(s) \equiv \frac{b'(y_2(s))g'(l_2(s))}{b'(y_2(s))g'(l_2(s)) + h'(l_3(s))}$$

図 3



$s$ が増加すると  $\Gamma_L$  で表わされる曲線は上方にシフトし、このため均衡で決まる  $y_1$  は増加する。

市場均衡で決まる変数はすべて  $s$  の関数として表わされることに注意しよう。したがってもし  $s$  が変化すれば、 $\sigma(s)$  も変化することになる。作り方から、 $s^* = \sigma(s^*)$  が成り立つ。これは  $s^*$  が  $\sigma(s)$  の不動点であることを示している。

(22)と(23)が成立するから、これを用いると、 $y_2(s)$ と $l_3(s)$ は結局は $y_1(s)$ だけで表わされる。したがって次の式を得る。

$$\frac{d\sigma}{ds} = \frac{d\sigma}{dy_2} \frac{dy_2}{dy_1} \frac{dy_1}{ds}$$

ここで我々は、(24)式と図2から次の不等式が成立することを知っている。

$$\frac{dy_2}{dy_1} < 0 \quad \text{および} \quad \frac{dy_1}{ds} > 0$$

したがって、 $\frac{\partial \sigma}{\partial s}$  の符号を確定するために知るべきは  $\frac{d\sigma}{dy_2}$  の符号ということになる。実際、それを以下のように計算することができる。

$$\frac{d\sigma}{dy_2} = \frac{b''(y_2)g^{-1''}(y_2)(h'(l_3))^2 - (b'(y_2))^2 g'(l_2) h''(l_3)}{h'(l_3)(b'(y_2)g'(l_2) + h'(l_3))^2} > 0$$

したがって  $\frac{d\sigma}{ds}$  は負ということになる。そうすると、次のことが成り立つ。

$$s \cong s^* \Leftrightarrow s \cong \sigma(s)$$



これより次のような調整ルールが成り立つ。

**調整ルール 2**：補助金率  $s$  を任意の値に定める。このとき財の価格が調整されて財の需給均衡が成立し、かつ廃棄物はすべて廃棄物処理過程で処理されるとする。もし補助金率  $s$  が  $\sigma(s)$  より小さいなら、 $s$  を増加させる。逆にもし  $s$  が  $\sigma(s)$  より大きいならば、 $s$  を小さくする。そうすれば市場均衡解は、社会的最適解に収束する。

さてここまでの議論の意味を少し説明しておこう。まず市場均衡解の一意性と社会的最適解とについて、次のようにまとめることができる。もし廃棄物処理料金、製品課徴金、所得税率と第1財への補助金率が適正に定められているならば、市場均衡の資源配分状態は4つの手法についてすべて同じであり、しかもそれは社会的最適解の資源配分状態に等しい。この意味で4つの手法は同値である。したがって相対価格も各手法にかかわらず等しく、最適なシャドープライスを反映している。

それぞれの手法が採用された場合に成立する価格を、添え字 I, II, III 及び IV によって表わすと、次のようになる。

$$\frac{u_2^I}{u_1^I} = \frac{p_2^I + b'(y_2^*) t^*}{p_1^I}, \quad \frac{u_2^{II}}{u_1^{II}} = \frac{p_2^{II}}{p_1^{II}}, \quad \frac{u_2^{III}}{u_1^{III}} = \frac{(1+q^*)p_2^{III}}{p_1^{III}}$$

$$\frac{u_2^{IV}}{u_1^{IV}} = \frac{p_2^{IV}}{(1-s^*)p_1^{IV}}$$

特に次の式が成立する。

$$(27) \quad p_2^I + b'(y_2^*) t^* = p_2^{II} = (1+q^*)p_2^{III} = \frac{p_2^{IV}}{1-s^*}$$

すなわち、もし廃棄物処理費用ないし第2財への補助金という項を考慮した場合、第2財の価格は、4つの手法にかかわらず等しい。

最適価格体系への調整過程についてだが、上に述べた2つのルールは処理料金、課徴金、補助金といったパラメータを調整することによって、市場均衡解を最適解に収束させることができる。つまりどの手法であろうが、そして当初は最適状態にない場合であっても、パラメータをうまく調整することによって最適解に誘導することができるのである。

しかしながら、この調整過程を進めるための情報量となると、多少の違いが出てくる。企業イニシアティブによる廃棄物処理の場合、政策パラメータを調整する必要など全くない。そもそもはじめから最適点をシュートしてしまうからである。(もちろんこれは極めて抽象的な論理の水準での話しである。)

廃棄物処理料金という手法では、調整において廃棄物処理過程の限界費用に関する情報が必要で

ある。他方、所得税と補助金の組み合わせという手法では、もっと多くの情報が必要である。つまり廃棄物生産関数、廃棄物処理関数、第2財の生産関数についての情報が必要なのである。もし情報費用を考慮するならば、4つの手法について実効性と効率性の観点で相違が生じることになるであろう。

## 5. 結 論

本論文では廃棄物処理費用支払いについて4つの異なった手法を提示した。すなわち(1)消費者が廃棄物処理料金を支払うという方法(廃棄物処理料金)(2)廃棄物処理費用が生産物価格に上乗せされる方法(製品課徴金)(3)企業の責任によって廃棄物処理がなされるという方法(廃棄物処理の企業イニシアティブ)(4)所得税をかけ、税収の一部を廃棄物の処理に、一部を第1財購入の補助金に用いるという方法(所得税と補助金の組み合わせ)、である。

結論は、料金、課徴金、所得税率、補助金率などの政策パラメータを適正に定めれば、4つの手法は全く同じ結果をもたらす、社会的最適状態を市場で実現するのである。このことは、支払い方法にかかわらず費用負担は全く変わらないということを示している。

しかしながら、政策パラメータの適正な値への誘導という調整過程の問題を考えると話しは違ってくる。現実の経済では、政策当局ないし企業は、適正な処理費用を目指して模索しなければならないが、それには情報が必要である。情報収集費用は、4つの手法で異なることが示された。この調整過程にまつわる情報費用のことを考えると、企業のイニシアティブによる廃棄物処理が最も望ましいように思われる。

最後に、本モデルでは費用支払いを論じる際に「汚染者支払い原則」について何も言及してこなかった。はっきり言ってしまえば、適正処理の範囲で費用支払いの問題を論じる際には、「汚染者支払い原則」は全く関係ないと言ってよい。適正処理がなされている限りでは、外部不経済は生じていないからである。問題の核心は、同じ適正処理でも社会的費用の大きさが異なるということなのであって、それは外部性の問題とは関係ないのである。もちろん不法投棄や不適切処理まで問題の範囲に含めるのであれば、外部不経済の問題を考えなくてはならない。しかしそれは現在問題になっている費用支払いの論議とは別問題である。このことを忘れてしまうと、議論は混乱するばかりであろう。

(経済学部教授)

## References

- Baumol, W. and W. Oates (1992) *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Dobbs, I. M. (1991) "Litter and waste management : Disposal taxes versus user charges", *Canadian Journal of Economics*, Vol. 24, pp. 221-227.
- Fullerton, D. and T. C. Kinnaman (1995) "Garbage, recycling and illicit burning or dumping", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 29, pp. 78-91.
- Hanley, N., J. F. Shogren, and B. White (1997) *Environmental Economics in the Theory and Practice*, Macmillan, London.
- Koide, H. (1998) "Externality of recycling and the optimal combination of economic instruments", read at the third annual meeting of the Society for Environmental Economics and Policy Studies.