

「発展途上国における工業汚染・都市失業・経済厚生 —分離不可能な効用関数の環境政策改革への含意—」

大 東 一 郎

1. はじめに

21世紀の世界経済ではグローバルな環境保全と発展途上諸国における貧困の軽減 (poverty reduction) とをともに進めることが重要であるとの認識が広がっている。例えば国際連合の「ミレニアム開発目標」には、第1目標として「極度の貧困と飢餓の撲滅」、第7目標として「環境の持続可能性の確保」があげられている。だが、1990年代の環境保全をめぐる国際会議では、発展途上諸国が先進国からの環境保護強化の提案を直ちには受け入れようとしない傾向も見られた (例、1999年のWTOシアトル会議)。そのひとつの理由は、これら諸国が国内の貧困問題を解決 (軽減) するために環境保護よりも国内の経済開発を優先的に考えていることにある。それゆえ、発展途上諸国が国内の貧困を軽減しつつ環境保全を進めるためにどのような経済的条件が満足されるべきかを明らかにすることは、今日ますます重要な基礎的課題となっているといえよう。

発展途上国経済には農村・都市にさまざまな態様の貧困が存在しているが、Lewis (1954) 以来、農村から都市への人口移動を背景として生じる「都市の失業・不完全就労」にも注目がなされてきた。開発経済学の研究において都市失業を含む発展途上国の二重経済は Harris and Todaro (1970) モデルを基礎として分析されており、都市での工業雇用や失業が改善されるためにどのような経済政策が有効なのかを考察されてきた。さらに近年では、発展途上諸国で環境保護を進めるに際しては都市失業層への影響に注意を向けるべきであるとの認識も深まりつつある。例えば Barbier (2002) は、現在の発展途上諸国で懸念される問題として、最も貧困な人々が農村・都市地域の「生態的に脆弱な圏域 (ecologically fragile zone)」に趨勢的に集中してきていることを指摘し、貧困な都市居住者が環境汚染のため危険な健康被害を受けていることに警鐘を鳴らしている。Rao (2000) も、環境保護と貧困軽減の連関を考察する研究はスクオッターのような都市の低所得問題を解決するものでなければならないと主張している。

こうした背景のもと、環境保護政策の効果をハリス・トダロ (HT) 型二重経済モデルを用いて分析する研究が進められている (Dean and Gangopadhyay (1997)、Chao, Kerkvliet and Yu (2000)、Daitoh (2003)、大東 (2004)、Rapanos (2007) 等)。Dean et al.やChao et al.は、木材輸出による森林破壊問題を念頭に置いて、垂直連関のある3財のHT型開放経済モデルを構築し、最適な貿易・

環境政策が都市失業の存在によってどのように修正されるかを考察している。大東 (2004) は、スタンダードな 2 最終財の HT 型モデルで、貿易政策と環境政策とが工業雇用、都市失業、経済厚生を改善するための条件を明らかにしている。しかし、これらの研究の焦点はむしろ「貿易と環境」の関係にあり、環境保護と都市失業の改善とが両立しうるかは第一義的な研究目的とされていない。それに対して Daitoh (2003) は、貿易を捨象した閉鎖経済の HT 型 2 財モデルで環境保護と労働雇用・失業との関係に焦点を合わせた分析を行なっている。そこでは、汚染的な都市工業で汚染税率が引き上げられたとき、どのような経済的条件の下で工業雇用、都市失業、経済厚生が改善されるかが考察されている。とくに、(消費財からの部分効用と汚染の外部不経済に関して)「加法分離可能」な効用関数を仮定して、当初の汚染税率が十分に「低い水準」に設定されているならば、そこから汚染税率を引き上げたとき経済厚生が必ず改善されることが示されている。

この研究で前提とされた「加法分離可能」な効用関数は、従来から貿易と環境、環境と経済成長、二重配当論など多くの理論的研究で用いられてきた。環境政策の経済的効果を比較的容易に、かつ本質を歪めることなく導出できると考えられてきたためである。分離可能な効用関数の仮定はたとえばそれ自体は制限的であっても、そうしたメリットが保証される限り分析上は許されるであろう。だが、加法分離可能な効用関数が定性的な結論を一面的にしか描き出していない場合には、この仮定を緩めより一般的な分析結果を明らかにする必要がある。

本稿の目的は、Daitoh (2003) モデルを汚染が消費の限界代替率を変化させる外部効果をもつような「分離不可能」な効用関数のケースに拡張し、工業汚染税率の引き上げが工業雇用の増加、都市失業の減少、経済厚生の改善をもたらすための経済的条件を導くことである。とくに、厚生改善的な汚染税率の範囲が Daitoh (2003) の結果とは逆に「高い水準」となることを示し、厚生改善的な環境保護政策の可能性が効用関数の分離可能性に依存して大きく異なりうることを例証する。¹ 汚染が限界代替率を変化させる外部効果は近年とくに重要になっている。グリーン消費者、グリーン調達、エコラベル等に見られるように、環境汚染が進むにつれて消費者はクリーンな財への選好を強めている。また、鷲田 (2005) によれば、環境税と消費者選好の「リンケージ効果」は定量的にも無視できない大きさで働きうるものである。

主な結論は 3 点である。第 1 に、都市工業汚染税率の引き上げにより工業雇用が増加するための必要十分条件は、汚染量が減少するにつれて工業品支出シェアが高まるように汚染の消費外部性が働くことである。直観的理由は次のようである。汚染税率の上昇により工業雇用用量が増加するのは、工業生産減少に伴う労働需要の減少量 (産出量効果) より労働と汚染的生産要素の間の代替効果による労働需要の増加量の方が大きい場合である。汚染量の減少につれて工業品支出シェアが高まる

1 分離不可能な効用関数のもつ環境政策への含意を考察する研究には既に Scwartz and Repetto (2000) がある。彼らは消費と余暇の選択に環境の質が影響を及ぼさうという点で分離不可能な効用関数の下では、環境税が強化されるとき労働供給の増加を通じて二重配当の効果が強められることを指摘している。他の先行研究は、鷲田 (2005) を参照されたい。

なら、閉鎖経済では工業生産の減少が緩やかになりマイナスの産出量効果が小さくなるので、工業雇用量が増加するのである。² 第2に、工業雇用が増加する場合、都市失業が減少するための必要十分条件は、農業生産技術の収穫逓減の程度が十分に大きいことである。第3に、経済厚生が改善されるための十分条件は、「当初の汚染税率が十分に『高い水準』に設定されており、かつ汚染の消費外部性が十分に強く働いて工業生産が拡大されること」である。

2. モデル

閉鎖経済のHTモデルを考える。各部門のすべての企業は同質的、消費者は同一の特性をもつと仮定する。農村部門は完全競争的であり、代表的農村企業の生産関数は労働投入量を L_x として

$$x = f(L_x) \quad (1)$$

で表される。労働の限界生産物は正 ($f' > 0$) かつ逓減する ($f'' < 0$) と仮定する。農村生産物 x を価値標準財とし農村労働の賃金率を w_x とすると、農村労働市場の均衡条件は

$$w_x = f'(L_x) \quad (2)$$

都市では工業の賃金率 w_m が制度的に高く固定されている。³ 都市工業では規模に関して収穫一定 (CRS) の生産技術の下で労働 L_m と汚染的生産要素 z を投入して財 y が生産されると仮定する。ここで汚染的生産要素とは、消費者に効用を与える環境ストック (例: 清浄な大気、安全な水、森林等) がそれを使用することで減少するような投入物一般を指している。⁴ 生産関数をコブ・ダグラス (CD) 型に特定化する。

$$y = z^\alpha L_m^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (3)$$

政府が工業企業に z の投入 1 単位当たり τ の汚染税を課すと仮定する。工業企業は一定量の y を生産するための費用を最小にするように各生産要素の投入量を決定する。CRS 技術の下で制約付要素需要関数は y について線形であり、

$$L_m = \left[\frac{\alpha}{1-\alpha} \right]^{-\alpha} \left[\frac{w_m}{\tau} \right]^{-\alpha} y \quad (4)$$

$$z = \left[\frac{\alpha}{1-\alpha} \right]^{1-\alpha} \left[\frac{w_m}{\tau} \right]^{1-\alpha} y \quad (5)$$

となる。なお、 w_m が制度的に高く固定されているため L_m が過少であることに留意しよう。また、工業品価格 p は単位費用に等しくなければならない。

2 この条件についての具体的な検討は第4節末尾を参照のこと。

3 ここでは価値標準財で測った賃金率が固定されているとしているが、実質賃金率が固定されていると考えても定性的な結論は変わらない。

4 汚染を引き起こす変数を投入要素として扱う (z を例えば資本と解釈する) か、生産過程から生じる排出物として扱うかは、本質的な相違をもたらさない (Pethig (1976)、McGuire (1982) 参照)。Copeland and Taylor (1994) は、汚染物質が工業品の結合生産物として生み出されその除去活動が行われると想定して生産関数(3)を導出している。だが本稿モデルでは汚染除去活動は想定せず、分析を明確にする目的で生産関数を特定化している。

$$p = Aw_m^{1-\alpha} \tau^\alpha \quad (6)$$

但し、 $A = 1/\alpha^\alpha(1-\alpha)^{1-\alpha}$ は一定である。⁵

代表的消費者の効用関数は、 D_x 、 D_y をそれぞれ農村生産物、工業品の消費量として、

$$U(D_x, D_y, z) = D_x^{\theta(z)} D_y^{1-\theta(z)} - \frac{z^\gamma}{\gamma} \quad 0 < \theta(z) < 1, \gamma \geq 1 \quad (7)$$

であると仮定する。第1項は消費財からの部分効用を表している。とくに重要なのは、汚染量 z が消費の限界代替率に影響を与える外部効果が関数 $\theta(z)$ によって捉えられている点である。以下では $\theta(z)$ を「汚染の消費外部性関数」と呼ぼう。第2項は、 z の増加が効用水準を低下させる効果を捉えている。 $\gamma \geq 1$ より、(第1項の効果を除いて)汚染の限界不効用は逡増するか一定である。税収は一括方式で消費者に還付され、農村企業の利潤もすべて消費者に分配されると仮定すると、総支出は国民総生産に等しい。

$$D_x + pD_y = x + py \quad (8)$$

工業品の相対需要関数は、

$$p = \Omega(z) \left[\frac{D_x}{D_y} \right] \quad (9)$$

ここで、 $\Omega(z) = [1 - \theta(z)] / \theta(z)$ については、 $\text{sign} \Omega'(z) = -\text{sign} \theta'(z)$ である。

閉鎖経済での財市場の均衡条件は $D_x = x$ かつ $D_y = y$ であるが、ワルラス法則(8)を考慮し、独立な方程式として後者のみを考える。

$$D_y = y \quad (10)$$

労働市場の均衡は、

$$L_m + L_u = L_c \quad (11)$$

$$L_x + L_c = L \quad (12)$$

$$w_x = \frac{w_x L_m}{L_c} \quad (13)$$

ここで、 L_c 、 L_u 、 L はそれぞれ都市人口、都市失業、総人口(一定)である。(13)はHarris and Todaro (1970)の期待賃金率均等化仮説(農村都市間で期待賃金率が等しくなる時両地域の人口配分が決まること)を表す。これを「HT条件」と呼ぼう。

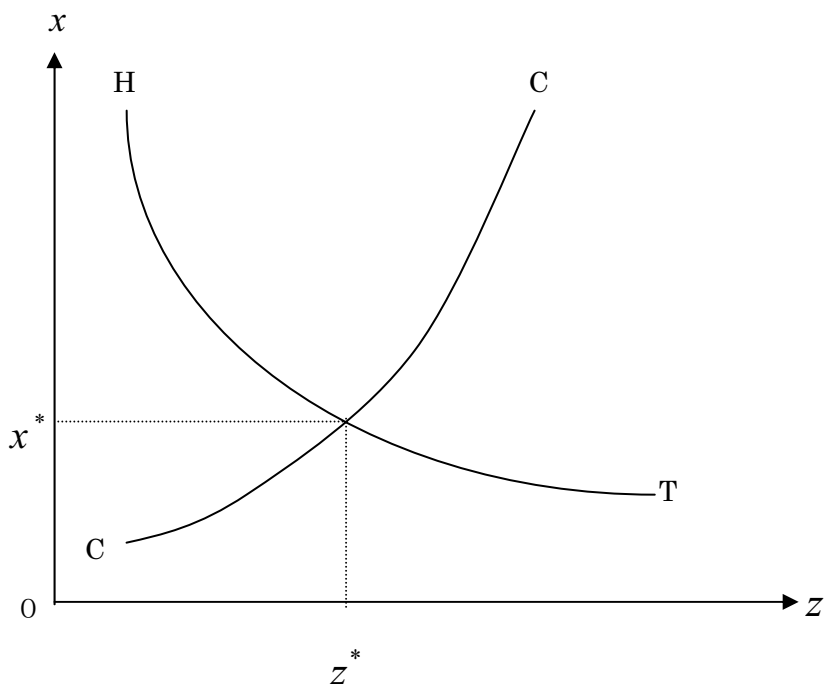
一般均衡は、 τ 、 w_m 、 L を所与として、方程式(1)、(2)、(4)、(5)、(6)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)を同時に満足する $(x, w_x, p, y, D_x, D_y, L_m, L_u, L_c, L_x, z)$ の組み合わせにより与えられる。それが一意に存在することをみよう。まず、(6)と(9)から、

⁵ w_m と τ は所与であるから、この条件は専ら p の調整によって達成される。

$$\Omega(z) \left[\frac{x}{y(z; \tau)} \right] = Aw_m^{1-\alpha} \tau^\alpha \quad (14)$$

を得る。但し $y(z; \tau)$ は(5)から y を z と τ の関数として表したものである。これは財市場の均衡

図 1. 一般均衡の存在



と整合的な (x, z) の軌跡を表し、図 1 の曲線 CC で示される。その傾きは、

$$\frac{dx}{dz} = \frac{p y_z(z; \tau) - x \Omega'(z)}{\Omega(z)} \quad (15)$$

である。但し $y_z(z; \tau)$ は z に関する偏微分係数である。仮に $\Omega'(z) = 0$ であるとする、(15)はプラスの符号をもつ。すなわち、汚染の消費外部性が働かなければ、 z が大きいほど y も大きい((5)と(9)を参照)ため x も大きい。このとき曲線 CC は右上がりである。汚染外部性が働くとしてもこの基本的な性質が覆されないケースを考えるため、本稿を通して次の仮定をおく。⁶

仮定 1. 任意の $(x, z) > 0$ について、 $p y_z(z; \tau) > x \Omega'(z)$ が成り立つ。

6 この仮定は均衡が安定であるための十分条件にもなっている。

特に、任意の $z > 0$ について $\theta'(z) \geq 0$ が成り立つとき、仮定 1 は必ず満足される。次に、関数 g を $g(x) = f^{-1}(x) = L_x$ で定義する (ただし $g'(x) > 0$)。さらに関数 $h(x)$ を $w_x = f'(g(x)) = h(x)$ で定義する (ただし $h'(x) < 0$)。労働市場の均衡と整合的な (x, z) の軌跡は、HT 条件より

$$h(x)[L-g(x)] = \left[\frac{1-\alpha}{\alpha} \right] \tau z \quad (16)$$

で表され、右下がりの曲線 HT で示される。以上より、一般均衡は(14)と(16)を同時に満足する点 (x^*, z^*) によって与えられる。仮定 1 の下でこの一般均衡は一意に存在する。

3. 環境政策と労働市場

本節では、工業汚染税率の引き上げにより過少な工業雇用と都市失業という 2 つの労働市場の歪みが弱められるための必要十分条件を明らかにする。

3.1 環境保護と工業雇用

仮定 1 の下で、比較静学の結果は、(14)および (16)から、

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{1}{D} \left[\frac{1-\alpha}{\alpha} \right] \{ z[p y_z(z; \tau) - x \Omega'(z)] - p y(z; \tau) \} \quad (17)$$

$$\frac{dz}{d\tau} = \frac{1}{D} \left\{ -b(x) \left[\frac{1}{\tau} \right] p y(z; \tau) + \left[\frac{1-\alpha}{\alpha} \right] z \Omega(z) \right\} < 0 \quad (18)$$

ここで、 $D = -\Omega(z)[(1-\alpha)/\alpha] \tau + [p y_z(z; \tau) - x \Omega'(z)] b(x) < 0$ 、 $b(x) = h'(x)[L-g(x)] - h(x) g'(x) < 0$ である。(17)より、工業雇用量が増加するための必要十分条件が汚染の消費外部性関数 $\theta(z)$ の性質によって規定されることが導かれる。

命題 1：都市工業の生産関数がコブ・ダグラス型であるとき、汚染税率 τ の引き上げによって工業雇用量が増加するための必要十分条件は、汚染量の減少により工業品支出シェアが高まること、すなわち、当初の均衡において

$$\theta'(z) > 0 \quad (E)$$

が成り立つことである。

(証明) (13)より $dL_m/d\tau = [(L_x f'' - w_x)/w_m](dL_x/d\tau)$ なので、 $dL_m/d\tau > 0$ であるための必要十分条件は $dx/d\tau < 0$ 、(17)より $z[p y_z(z; \tau) - x \Omega'(z)] > p y(z; \tau)$ である。両辺を $p y$ で割り、(9)を代入すると、

$$\frac{z}{y(z; \tau)} y_z(z; \tau) - \frac{z}{\Omega(z)} \Omega'(z) > 1$$

(5)より得られる $[z/y_z(z; \tau)] y_z(z; \tau) = 1$ をこれに代入すると、 $[z/\Omega(z)] \Omega'(z) < 0$ となる。これ

は $\theta'(z) > 0$ と同値である。

(証明了)

命題 1 が成り立つ経済学的理由を考えてみよう。 τ の引き上げは、汚染の生産要素と労働との間の代替効果および産出量効果を通じて工業雇用量に影響を及ぼす。2 要素モデルで生産要素は代替的であるから、 τ の上昇による代替効果は工業雇用量を増加させる方向に働く。他方、産出量効果は工業生産 y が増加（減少）するときには工業雇用量を増加（減少）させる方向に働く。よって、工業生産が減少するケースで工業雇用量が増加するのは、産出量効果が代替効果に比べて十分に小さい場合である。この産出量効果が小さいことを保証するのが条件(E)である。まず、仮に $\Omega(z)$ が z の影響を受けないとすれば、(9)より相対需要、したがって相対生産量 (x/y) は p と同じ率で上昇する。ここで z の減少による $\Omega'(z) < 0$ の影響を考慮すると、(x/y) の上昇率は p の上昇率よりも低くなる。つまり、汚染の消費外部性 ($\theta'(z) > 0$) は工業品の相対需要量の減少傾向を抑制するように働くのである。そのため工業品の生産量の減少も緩やかに（産出量効果は小さく）なり、工業雇用量は増大する（工業生産が増加する場合には工業雇用量は大きく増加する）。

より具体的な例で言えば、汚染税率の上昇は汚染排出を伴う資本財を割高にするから代替効果を通じて工業労働需要を増加させる。他方、汚染税率上昇により工業生産コストが高まり工業品相対価格が押し上げられるので、工業品の相対需要量が減少する。したがって閉鎖経済では工業品の相対生産量も減少し、この産出量効果が工業労働需要を減少させる方向に働く。このときもし汚染外部性が工業品支出シェアを高めるならば工業品相対需要量の減少は弱められ、産出量効果による工業労働需要の減少傾向は小さくなる。そのため、代替効果が優越し工業労働需要は増加するのである。

ここで、条件(E)が生産関数の CD 型への特定化に依存していることには注意が必要である。一般的な CRS 生産関数の場合には、この条件は代替効果と産出量効果を共に明示的に含む形になり、加えて産出量効果の大きさは $\theta(z)$ の性質だけでなく p の上昇の程度にも依存する形になる (Daitoh (2002)を参照)。すなわち、 τ の引き上げによって p が十分に小さな率でしか上昇しない場合に、工業品の相対需要量の減少が緩やかに（産出量効果が小さく）なり工業雇用量は増大する。

3.2 環境保護と都市失業

このモデルでは都市失業は汚染の消費外部性 $\theta(z)$ から独立に決まる。そのため、条件(E)の下で都市失業が改善されるための条件は、Daitoh (2003) と同じものになる。⁷

命題 2 (Daitoh (2003)): 都市工業で汚染税率が引き上げられたとする。(i) 都市工業雇用量が増加

⁷ 証明と詳しい説明は Daitoh (2003) を参照。

するならば、都市失業率は必ず低下する。(ii) 都市工業雇用量が増加するとき、都市失業が減少するための必要十分条件は、農村賃金率の弾力性 $\eta = (L_c/w_x) (dw_x/dL_c)$ が次式を満たすことである。

$$\eta > \frac{w_m - w_x}{w_x} \quad (19)$$

直観的にいえば、(19)の下では農村から都市への人口移動に伴い w_x が急速に上昇するから、少量の人口が都市に移動しただけで期待賃金率は均等化する。そのため都市失業が減少するのである。これより、都市失業が減少するための必要十分条件は、農村の労働限界生産物曲線が急な傾斜をもつこと、農村生産技術が強い収穫逓減を示すことである。

条件(E)と(19)とが同時に満足される場合には、汚染税率の引き上げにより労働市場の2つの歪みがともに弱められるから、経済厚生は必ず改善される。だが、そうでない場合には経済厚生が改善されるとは限らない。そこで、経済厚生が改善されるためのより一般的な十分条件を明らかにしよう。

4. 経済厚生

本節では、汚染税率の引き上げにより経済厚生が改善されるための十分条件を導く。まず、 $x = py/\Omega(z)$ を用いれば、間接効用関数は

$$V = x^{\theta(z)} y^{1-\theta(z)} - \frac{z^\gamma}{\gamma} = \left[\frac{p}{\Omega(z)} \right]^{\theta(z)} y - \frac{z^\gamma}{\gamma}$$

となる。これを全微分して両辺を $d\tau$ で割れば、

$$\frac{dV}{d\tau} = \left[\frac{p}{\Omega(z)} \right]^{\theta(z)} \frac{dy}{d\tau} + y \frac{\theta(z)}{\Omega(z)} \left[\frac{p}{\Omega(z)} \right]^{\theta(z)-1} \frac{dp}{d\tau} + \frac{\partial V}{\partial z} \frac{dz}{d\tau}$$

各変数の変化率をハット記号で表すと、補論Aより、

$$\frac{\partial V}{\partial z} = y \theta(z) \left[\frac{p}{\Omega(z)} \right]^{\theta(z)} \left\{ \hat{\theta}(z) \log \left[\frac{p}{\Omega(z)} \right] - \hat{\Omega}(z) \right\} - z^{\gamma-1} \quad (20)$$

但し、 $\hat{\theta}(z) = \theta'(z)/\theta(z)$ また $\hat{\Omega}(z) = \Omega'(z)/\Omega(z) = -\hat{\theta}(z)/[1-\theta(z)]$ である。経済厚生が改善されるための十分条件は、「 $dy/d\tau \geq 0$ かつ

$$\hat{\theta}(z) \log \left[\frac{p}{\Omega(z)} \right] \leq \hat{\Omega}(z) \quad (21)$$

が成り立つこと」である。

はじめに、 $dy/d\tau \geq 0$ が経済厚生改善につながり得る理由は、労働市場の歪みの観点から説明できる。すなわち、 $dy/d\tau \geq 0$ であるときには、代替効果だけでなく産出量効果も工業の労働需要量を増加させるから工業雇用量は大きく増加し、過少な工業雇用という労働市場の歪みが大きく弱められるのである。⁸ また、同じことを生産物サイドから見れば、汚染税率が引き上げられると p は

上昇するから、 $\Omega(z)$ の上昇が十分に小さければ (x/y) は高くなる。このとき、 $dy/d\tau \geq 0$ の下では x は y より大きな率で増加する必要があるので、両財の消費から得られる部分効用の増大効果が非常に大きくなり、 p の上昇による厚生悪化の効果を上回ると考えられる。⁹

次に、 $dy/d\tau \geq 0$ となるのはどんな場合かを、汚染の消費外部性関数 $\theta(z)$ の形状の点から説明しよう。第1に、閉鎖経済の下で $dy/d\tau \geq 0$ は工業品需要量 D_y が増加することに等しい。 τ が引き上げられると p が上昇するから、消費の代替効果により D_y は減少傾向をもつ。第2に、 τ が引き上げられると z が低下するから工業品支出シェア $(1 - \theta(z))$ が上昇する。これを通じた正の所得効果により D_y は増加する傾向をもつ。 $dy/d\tau \geq 0$ が成立するのは、工業品支出シェア $(1 - \theta(z))$ が大きく上昇して正の所得効果が代替効果を上回る場合である。ところが、 τ の引き上げによる z の減少効果は小さいことが、次の補題1（証明は補論Bを参照）から分かる。¹⁰

補題1： $dy/d\tau \geq 0$ は、次式と同値である。

$$1 - \alpha \geq |\hat{z}|/|\hat{\tau}| \quad (\text{Y})$$

正の所得効果が代替効果を上回るほど強く働くためには、汚染の消費外部性関数 $\theta(z)$ の形状が z の小さな減少に対して $\theta(z)$ の値が大きく低下するようなものであること、すなわち関数 $\theta(z)$ が十分に急な正の傾斜をもつことが必要である。

では、条件(Y)の下で(21)が満足されるための十分条件を求めよう。まず、補題2を示す。

補題2： 条件(E)は条件(Y)が成り立つための必要条件である。

(証明) 仮定1の下では z の投入量は必ず減少する。もし L_m も減少するとすれば y も減少する。それゆえ、 $dy/d\tau \geq 0$ のためには L_m が増加する($dx/d\tau < 0$)必要がある。(証明了)

次に、(9)を変形した $p(\tau)/\Omega(z(\tau)) = x(\tau)/y(\tau) = \phi(\tau)$ の両辺の対数をとると、 $\log[p(\tau)/\Omega(z(\tau))] = \log \phi(\tau)$ である。これを(21)に代入すると、 $\hat{\theta}(z) \log \phi(\tau) \leq \hat{\theta}(z)/[\theta(z) - 1]$ となる。補論Cより、条件(Y)の下で(21)が満足されるためには $\hat{\theta}(z) > 0$ でなければならないから、両辺を $\hat{\theta}(z) > 0$ で割ると、

$$\log \phi(\tau) \leq 1/[\theta(z(\tau)) - 1] \quad (22)$$

を得る。条件(Y)の下では $dy/d\tau > 0$ かつ(補題2より) $dy/d\tau < 0$ であるから、 $\phi'(\tau) = (x/y)$

8 後出の条件(Y)はCD型生産関数への特定化の影響を受けているが、この論理は一般性をもつ。

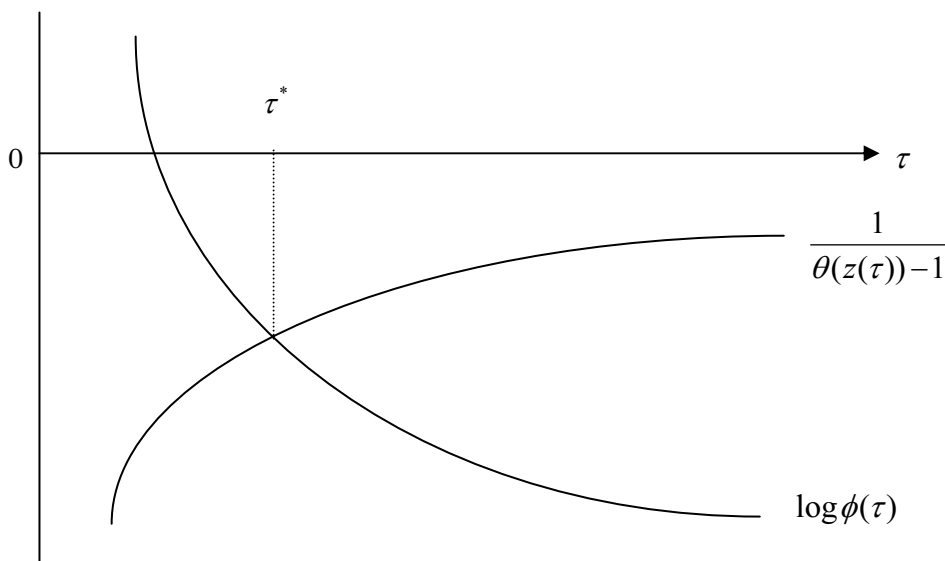
9 逆に、 $\Omega(z)$ の上昇が十分に大きく (x/y) が低下する場合には x が y より大きな率で増加するとはいえないから、生産物サイドからの説明よりは労働市場の歪みからの説明の方がより本質的であろう。

10 (5)より、 $|\hat{z}|/|\hat{\tau}|$ が小さいことは汚染税率の引き上げによる y の増加効果が強いことを意味するから、補題1は直観的にも自然な内容である。

$\{\hat{x}(\tau) - \hat{y}(\tau)\} < 0$ である。よって (22) の左辺は τ の減少関数である。他方、 $\hat{\theta}(z) > 0$ より右辺は τ の増加関数である。図 2 より、 $\log \phi(\tau) = 1/[\theta(z(\tau)) - 1]$ を満たす汚染税率の値を τ^* と定義したとき、汚染税率 τ が高い範囲 $[\tau^*, \infty)$ に設定されているなら (22) が成り立つことが分かる。¹¹ よって、次の命題を得る。

命題 3：当初の均衡において $\theta'(z) > 0$ が十分に大きく $dy/d\tau \geq 0$ が成立すると仮定する。当初の汚染税率 τ が十分に高い範囲 $[\tau^*, \infty)$ に設定されているならば、さらに τ を引き上げるにより経済厚生は改善される。

図 2. 厚生改善的な汚染税率の範囲



命題 3 が成り立つ直観的な理由を考えよう。まず、条件 (Y) の下では、汚染税率の引き上げは工業雇用量を大きく増加させる。したがって、過少な工業雇用という労働市場の歪みが大きく軽減され、経済厚生は大きく改善される。他方、当初の τ が高い水準に設定されている場合、均衡での汚染量 z は小さいから、 $\theta'(z) > 0$ を考慮すれば、工業品への支出シェア $(1 - \theta(z))$ は大きい。 τ が高いときには消費からの部分効用 $u = x^{\theta(z)} y^{1-\theta(z)}$ に占める工業品消費の比重が大きくなっている（但し、 p と $\Omega(z)$ がともに高いから、 τ が低いときと比べての (x/y) の大小関係、したがって $x^{\theta(z)}$ と

¹¹ $\theta'(z) > 0$ かつ $0 < \theta(z) < 1$ の下では、 τ の上昇とともに $\frac{1}{[\theta(z(\tau)) - 1]}$ は -1 に漸近するが、それによってこの税率の範囲に追加的な制約が課されることはない。

$y^{1-\theta(z)}$ との大小関係までは明らかではない)。

この状態から τ が引き上げられると、 $dy/d\tau \geq 0$ から y が増加するとともに、 z の減少によって工業品支出シェア $(1 - \theta(z))$ も上昇する。しかも、このとき $\theta'(z) > 0$ は十分に大きいので、工業品支出シェアの上昇は著しい。これにより、消費からの部分効用の中で当初から比重の大きかった工業品消費によって規定される部分 ($y^{1-\theta(z)}$) が顕著に上昇し、消費からの部分効用全体が上昇する。そのため当初の汚染税率が十分に高い水準に設定されていれば経済厚生が改善されるのである。¹² 逆に τ が低い水準に設定されていると、当初の工業品支出シェア $(1 - \theta(z))$ が小さいため、 τ の引き上げによって工業品の消費量やそのシェアが増加するとしても、消費からの部分効用が高まるとは限らない。なお、汚染税率の範囲 $[\tau^*, \infty)$ の導出は、CD 型生産関数の特定化には依存しておらず、一般的な CRS 生産関数の場合にも妥当する。

命題 3 は次のような経済学的含意をもつ。Daitoh (2003) により、加法分離可能な効用関数の下では厚生改善的な汚染税率の範囲が「低い税率」に対応することが示されていた。それに対して、汚染量が消費の限界代替率に歪みを与えるような分離不可能な効用関数の下では、それが「高い税率」に対応することが分かった。すなわち、厚生改善的な環境政策改革の可能性 (汚染税率の範囲) が効用関数の分離可能性に依存して大きく異なりうることが例証されたのである。

なお、命題 3 ではあくまでも $\theta'(z) > 0$ が十分に大きいことが前提となっている点に注意しよう。当初の汚染税率 τ が $[\tau^*, \infty)$ に設定されていても $\theta'(z) > 0$ が十分に大きな値をとっていないければ、経済厚生が改善されるとは限らない。汚染量の変化に伴って発展途上国の消費者の選好にこうした変化が生じるかを判断するには、実証研究を待たねばならない。彼らが環境汚染に対処する主な方法は、栄養状態の改善、エアコンの使用、ミネラルウォーターの購入であるとされている (India Infrastructure Report 2002)。汚染が深刻になるにつれて、消費者が栄養状態の改善を図るべく農村生産物 (例えば野菜、果物、穀物等の食糧) への支出シェアを高める効果が強いなら、このケースが妥当するかもしれない。

5. おわりに

本稿では、都市工業から汚染が生じるような HT 型閉鎖経済モデルで、汚染の外部性が効用水準を低めるだけでなく消費の限界代替率を歪めるような「分離不可能」な効用関数を仮定して、汚染税率の引き上げが工業雇用、都市失業、経済厚生を改善するための条件を明らかにした。第 1 に、工業雇用が増加するための必要十分条件は、汚染量の減少により工業品への支出シェアが高まるように汚染の消費外部性が働くこと、これにより工業生産での産出量効果が (労働と汚染的生産要素の間の) 代替効果よりも小さいことである。第 2 に、工業雇用が増加する場合、都市失業が減少す

¹² 命題 3 での十分条件が満足されている限り汚染税率の引き上げは厚生改善的だが、都市失業が拡大する可能性はある点に注意しよう。

るための必要十分条件は、農業生産技術が十分に強い収穫逓減を示すことである。第3に、経済厚生が改善されるための十分条件は、「当初の汚染税率が十分に『高い水準』に設定されており、かつ汚染量の減少により工業品支出シェアが急速に上昇して工業生産が拡大されること」である。これは、「加法分離可能な効用関数の下では厚生改善的な汚染税率の範囲が『低い水準』の税率に対応する」という Daitoh (2003) の結果と対照的である。これより、厚生改善的な環境政策改革の可能性が効用関数の分離可能性に依存して大きく異なりうることが例証された。なお、この結果は CD 型生産関数への特定化には依存しておらず、一般的な CRS 生産関数の場合にも妥当する。

最後に、最適環境税・補助金政策について付言しておこう。汚染排出が存在しない HT モデルでの最適政策は、都市工業部門への賃金補助金とそれと同率の農業部門への賃金補助金（または人口移動制限）の組み合わせであることがよく知られている (Bhagwati and Srinivasan (1974))。前者は過少な工業雇用量を増加させる役割、後者は都市失業を解消（過大な農村都市間人口移動を抑制）する役割を果たす。ここで、都市工業で汚染排出が存在することを考慮に入れると、この政策の下では汚染的要素の投入が過大な均衡が生じているはずだから、これを抑制するため汚染税の導入が必要となる。しかしそれにより工業での労働雇用が増加すると、農村から人口が移動して都市失業が発生する可能性がある。そこで最適政策としては、農業部門への賃金補助金を都市失業が生じないように常に調整することを前提として、都市工業での汚染的要素投入の減少による経済厚生に限界的な増加分と労働雇用の減少による経済厚生に限界的な減少分とが均等化するように、汚染税率と都市工業への賃金補助金率を組み合わせることが考えられるであろう。今後の研究の方向性としては、開放経済モデルでの分析（例えば大東（2004））が考えられよう。

補論 A:(20)の導出

はじめに、 $K(z, p) = \left[\frac{P}{\Omega(z)} \right]^{\theta(z)}$ とおく。両辺の対数を取り z について偏微分すると、

$$\frac{1}{K(z, p)} \frac{\partial K}{\partial z} = \theta'(z) \log \left[\frac{P}{\Omega(z)} \right] - \theta(z) \frac{\Omega'(z)}{\Omega(z)}$$

整理すると、

$$\frac{\partial K}{\partial z} = K(z, p) \theta(z) \left\{ \frac{\theta'(z)}{\theta(z)} \log \left[\frac{P}{\Omega(z)} \right] - \frac{\Omega'(z)}{\Omega(z)} \right\}$$

変化率をハット記号で表すと、

$$\frac{\partial K}{\partial z} = \theta(z) \left[\frac{P}{\Omega(z)} \right]^{\theta(z)} \left\{ \hat{\theta}(z) \log \left[\frac{P}{\Omega(z)} \right] - \hat{\Omega}(z) \right\}$$

したがって、 dz の係数は

$$\frac{\partial V}{\partial z} = y \theta(z) \left[\frac{P}{\Omega(z)} \right]^{\theta(z)} \left\{ \hat{\theta}(z) \log \left[\frac{P}{\Omega(z)} \right] - \hat{\Omega}(z) \right\} - z^{\gamma-1}$$

補論 B：(Y)の導出（補題 1 の証明）

(5)を全微分して整理すると、

$$dy = \left[\frac{1-\alpha}{\alpha} \right]^{1-\alpha} \left[\frac{\tau}{w_m} \right]^{1-\alpha} \left\{ dz + \left[\frac{1-\alpha}{\tau} \right] z d\tau \right\}$$

両辺を y で割ると、 $\hat{y} = \hat{z} + (1-\alpha)\hat{\tau}$ である。 $dy/d\tau \geq 0$ であるための必要十分条件は、 $\hat{z} + (1-\alpha)\hat{\tau} \geq 0$ であるが、 $\hat{z} < 0$ に注意すると、 $1-\alpha \geq |\hat{z}|/|\hat{\tau}|$ となる。

補論 C：必要条件 $\hat{\theta}(z) > 0$ の証明

条件(Y)の下で(21)が満足されるためには、 $\hat{\theta}(z) > 0$ が必要なことを示す。まず、

$$\phi(\tau) = \frac{P(\tau)}{\Omega(z(\tau))} \text{ であるから、 } \phi'(\tau) = \frac{P'(\tau)\Omega(z(\tau)) - P(\tau)\Omega'(z(\tau))(dz/d\tau)}{\Omega(z(\tau))^2} \text{ である。ところが、}$$

条件 (Y) の下ではつねに $\phi'(\tau) < 0$ が成り立つから、 $P'(\tau)\Omega(z(\tau)) < P(\tau)\Omega'(z(\tau))(dz/d\tau)$ でなければならない。 $P'(\tau) > 0$ かつ $dz/d\tau < 0$ であるから、 $\Omega'(z(\tau)) < 0$ である必要がある。よって、 $\hat{\theta}(z) > 0$ が必要である。

参考文献

Barbier, Edward B., "Development, poverty and environment," in Jeroem C.J.M. van den Bergh ed. *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Edward Elgar Pub., (2002): 731-744.

Bhagwati and Srinivasan, "On Reanalyzing the Harris-Todaro Model: Policy Rankings in the Case of Sector-Specific Sticky Wages," *American Economic Review* 64 (1974): 502-508.

Chao, Chi-Chur, Joe R. Kerkvliet and Eden S. H. Yu, "Environmental Preservation, Sectoral Unemployment, and Trade in Resources," *Review of Development Economics* 4 (2000):39-50.

Copeland, Brian R. and Scott M. Taylor, "North-South Trade and the Environment," *Quarterly Journal of Economics* 109 (1994):755-787.

Daitoh, Ichiroh, "Consumption Externality of Pollution and Environmental Policy Reform in the Dual Economy" presented at the Fall Meeting of Japanese Economic Association (2002).

Daitoh, Ichiroh, "Environmental Protection and Urban Unemployment: Environmental Policy Reform in a Polluted Dualistic Economy," *Review of Development Economics* 7 (2003): 496-509.

大東一郎、「二重経済における汚染外部性と環境政策改革」、PRI Discussion Paper Series (No. 2A-16)、財務省財務総合政策研究所 (2002).

大東一郎、「発展途上国における環境政策と貿易政策：二重経済における厚生改善的政策の条件」、石井安憲編『グローバル化下の経済・政策分析』、有斐閣 (2004).

Dean, Judith M. and Shubhashis Gangopadhyay, "Export Bans, Environmental Protection, and

- Unemployment," *Review of Development Economics* 1 (1997): 324-336.
- Harris, John R. and Michael P. Todaro, "Migration, Unemployment and Development: A Two-Sector Analysis," *American Economic Review* 60 (1970):126-142.
- 3iNetwork, *India Infrastructure Report 2002: Governance Issue for Commercialization*, New Delhi, Oxford University Press (2002).
- Lewis, Arthur W., "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour," *The Manchester School of Economic and Social Studies*, May (1954):139-191.
- McGuire, Martin C., "Regulation, Factor Rewards, and International Trade," *Journal of Public Economics* 17 (1982):335-354.
- Pethig, Rudiger, "Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage," *Journal of Environmental Economics and Management* 2, (1976):160-169.
- Rao, P. K., *Sustainable Development: Economics and Policy*, Blackwell Publishers Ltd. (2000).
- Rapanos, Vassilis, "Environmental Taxation in a Dualistic Economy", *Environment and Development Economics* 12 (2007) : 73-89.
- Scwartz, Jesse and Robert Repetto, "Nonseparable Utility and the Double Dividend Debate: Reconsidering the Tax-Interaction Effect," *Environmental and Resource Economics* 15 (2000): 149-157.
- 鷺田豊明、「環境税と消費者選好のリンケージ効果について」、<http://washida.net/paper/linkage/linkage.html> (2005).