論　文

独占企業と寡占企業に対する最適環境税

村　田　安　雄
鎌　苅　宏　司

要　約

本稿では、不完全競争経済での独占企業及び寡占企業における環境税の最適税率が部分均衡分析のもとで導出される。まず第2節で、独占企業の生産に伴い発生する汚染物質排出量一単位当たりに新たに環境税を課す場合を次善解の手法を用いて考察する。具体的には、Barnett（1980）に沿って独占企業に対する次善解の最適環境税率がピグー税であれば等しくなるはずの社会的限界損害費用よりも小さくなることが示される。また、この最適税率が一意に或る範囲内に収まることを、Katsoulacos-Xepapadeas（1995）が用いた合理的な諸関数の特定化により明らかにする。続く第3節では、Misiolek（1988）に従い、独占を維持するために独占企業が負担するレント・シーキング費用と独占による死重損失の合計である独占から生ずる社会的損失を最小にするような独占企業に対する最適環境税率をピグー税率との比較において導出する。最後に第4節では、生産物と費用関数において同質的な企業が複数存在し、他の寡占企業の生産量を所与とするクールノー型の寡占企業に対する最適環境税率を、クールノー・ナッシュ均衡において求める。このとき、企業数が多くなればなる程、最適環境税率はピグー税率に近づき、その数が無限大になるとき、それはピグー税率に等しくなることが示される。

キーワード：不完全競争企業；部分均衡分析；環境汚染抑制；次善解
経済学文献季報分類番号：02-26；02-33；13-11；13-15

（目　次）

1. はじめに

企業がその生産に伴って排出する汚染物質（例えば煤煙）に新たに環境税を課せられると、当然にその支払い税額は、従来の生産活動に投入された総資源（原材料や設備磨滅補填）の純生産費用に追加した費用になる。このような環境税の税率の最適値を、独占企業と寡占企業の不完全競争の場合に考察するのが本稿の目的である。その最適税率は汚染物質のもたらす社会的限界損害額よりも低いことが明らかにされるが、その際、企業の汚染物質排出を削減する方策や純生産費用関数についての完全な情報を政府が税率決定に利用するものと想定される。本稿は最初に独占企業の生産に伴う環境税の最適税率を導出する（第２節）が、それは部分均衡分析であり、次善解の手法が用いられ、それ以降も同様の分析と手法に従う。第２節は主に Barnett (1980) に沿って展開されるが、最適税率が一意に或る範囲内に入ることを、我々は諸関数の合理的特定化によって明確にした。第３節は独占企業のレント・シーキング費用などの社会的損失を最小化するように最適環境税率を決定する。さらに第４節では、寡占企業の平均的代表に対して最適環境税が求められ、基本的に第２節での独占の場合の方式に従っている。その結果、寡占企業の企業数が１に近づく程、独占企業の場合に類似し、最適環境税率がピグー税率よりますます低くなり、逆に企業数が多くなる程、最適税率はピグー税率に近づくことが明らかになる。

2. 独占企業に対する最適環境税

いま一独占企業が生産活動に随伴して出す汚染物質の排出量を S とし、それが環境を汚染するために、社会のアメニティを減じることの社会的損害を金額で $D(S)$ と示そう。この企業は一種類の財を生産するとして、その産出量を Y と記し、その財の逆需要関数を $p(Y)$ と表そう。またこの企業が汚染物質の排出を抑制するために使う資源量を A で示し、A を増加させるにつれて S を減少させることができるものとする。したがって S は Y と A の関数である。すなわち

$$S = S(Y,\ A), \qquad \partial S/\partial Y > 0, \qquad \partial S/\partial A < 0 \tag{1}$$

この企業の生産に伴う全資源費用 C は

$$C = C(Y,\ A) \tag{2}$$

と表され、それは A に使われる費用も含む。

政府は S に単位当たり t の環境税を課すると想定して、この企業の利潤 π は

$$\pi = p(Y)Y - C(Y,\ A) - tS \tag{3}$$

になる。企業は t を所与と受けとめて、利潤を極大にするように Y と A を決定する。その Y の

決定は、π の Y についての偏導関数をゼロとする処である。すなわち

$$\frac{\partial \pi}{\partial Y} = p(Y) + p'(Y)Y - \frac{\partial C}{\partial Y} - t\frac{\partial S}{\partial Y} = 0 \tag{4}$$

同様に A の決定は下記の式が成立する処である。

$$\frac{\partial \pi}{\partial A} = -\frac{\partial C}{\partial A} - t\frac{\partial S}{\partial A} = 0 \tag{5}$$

これは限界削減費 $(\partial C/\partial A)$ = 限界税額 $(t|\partial S/\partial A|)$ を意味する。

他方、政府は税率 t を決定するのに、この企業の利潤と消費者余剰と当該税収 (tS) の合計から $D(S)$ を差し引いたものを社会的厚生 (W) と考え、これを極大化するものと想定する。消費者余剰は

$$\int_0^Y p(Y)dY - p(Y)Y \tag{6}$$

であるから、W は下記のようになる。

$$W = \int_0^Y p(Y)dY - C(Y, A) - D(S(Y, A)) \tag{7}$$

Y と A は t に依存して変わるので、(7) 式を t について微分して、それをゼロと置くと次のようになる。

$$\frac{dW}{dt} = p(Y)\frac{dY}{dt} - \frac{\partial C}{\partial Y}\frac{dY}{dt} - \frac{\partial C}{\partial A}\frac{dA}{dt} - D'(S)\left(\frac{\partial S}{\partial Y}\frac{dY}{dt} + \frac{\partial S}{\partial A}\frac{dA}{dt}\right) = 0$$

この式に (4) 式と (5) 式の関係を代入して、$\partial C/\partial Y$ と $\partial C/\partial A$ を消去すると、下記のように整理できる。

$$(t - D'(S))\left(\frac{\partial S}{\partial Y}\frac{dY}{dt} + \frac{\partial S}{\partial A}\frac{dA}{dt}\right) - p'(Y)\frac{dY}{dt}Y = 0 \tag{8}$$

これは独占企業の利潤極大行動を折り込んだ社会的厚生最大化の 1 階条件である。これを t について解いた結果を t^* と記すと、それは

$$t^* = D'(S) + \frac{p'(Y)\dfrac{dY}{dt}Y}{\dfrac{\partial S}{\partial Y}\dfrac{dY}{dt} + \dfrac{\partial S}{\partial A}\dfrac{dA}{dt}} \tag{9}$$

となる。いま需要の価格弾力性（の絶対値）を ε と表すと、それは次式で定義される（村田・鎌苅（2000）参照)。

$$\varepsilon \equiv -\frac{dY}{dp}\frac{p}{Y} \tag{10}$$

また t の上昇が Y と A に影響して、それらから S への全効果は下式で表される。

$$\frac{dS}{dt} \equiv \overset{(+)}{\frac{\partial S}{\partial Y}}\overset{(-)}{\frac{dY}{dt}} + \overset{(-)}{\frac{\partial S}{\partial A}}\overset{(+)}{\frac{dA}{dt}} < 0 \tag{11}$$

ところで収入 $(R = p(Y)Y)$ の限界収入 (MR) は

$$\mathrm{MR} \equiv \frac{dR}{dY} = p(Y) + p'(Y)Y = p(Y)\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) \tag{12}$$

となり、これより下記の関係が得られる。

$$\frac{p(Y)}{\varepsilon} = p(Y) - \mathrm{MR}(Y) \tag{13}$$

ここに $\mathrm{MR}(Y)$ は生産量 Y における MR を表す。

(10) 式、(11) 式および (13) 式を (9) 式へ考慮すると、つぎのように書き換えられる（Baumol-Oates（1988）を参照)。

$$t^* = D'(S) - (p(Y) - \mathrm{MR}(Y))\left(\frac{dY}{dt}\right)\Big/\left(\frac{dS}{dt}\right) \tag{14}$$

ここで $p(Y)$ はつねに $\mathrm{MR}(Y)$ より大きいことに留意しよう。(14) 式右辺の第1項は外部不経済（汚染物質）一単位当たりピグー税である。そして (dY/dt) と (dS/dt) は負符号をとるので、(14) 式右辺第2項は符号を含めて、マイナス値をとる。従って

$$t^* < D'(S) \tag{15}$$

であり、独占企業に対する最適環境税はピグー税より税率において小さい。

ところで独占企業の私的限界費用（private marginal cost; PMC と略記）は

$$\mathrm{PMC} \equiv \frac{\partial C}{\partial Y} \tag{16}$$

である。利潤極大条件の一つの (4) 式は、(12) 式の MR と (16) 式の PMC を用いて、

$$\mathrm{MR} = \mathrm{PMC} + \frac{\partial S}{\partial Y}t \tag{17}$$

と書き換えられる。もし (17) 式右辺第2項の t にピグー税の $D'(S)$ を入れると、その右辺全体は社会的限界費用（social marginal cost; SMC と略記）と呼ばれ、またもし t に t^* を入れるとその右辺全体は企業にとっての実効限界費用（effective marginal cost for the firm; EMCF と略記）になる。これらの定義をまとめて明記する。

$$\mathrm{SMC} \equiv \mathrm{PMC} + \frac{\partial S}{\partial Y}D'(S) \tag{18}$$

$$\mathrm{EMCF} \equiv \mathrm{PMC} + \frac{\partial S}{\partial Y}t^* \tag{19}$$

この独占企業の生産量は、

$$\mathrm{MR} = \mathrm{EMCF} \tag{20}$$

の成立する処で決定される。

(20) 式の条件を (14) 式の $\mathrm{MR}(Y)$ へ代入すると、(19) 式右辺の t^* が現れるので、その代入式を t^* について解くと、実際に t^* 値が求められる。その解を得るために、諸関数を特定化しなけ

ればならないが、Katsoulacos-Xepapadeas（1995）の特定化にならって、下記のようにする。

$$p(Y) = \delta - \alpha Y \tag{21}$$

$$C(Y, A) = \sigma Y + \rho A \tag{22}$$

$$S(Y, A) = \nu Y + \beta A^{-1} \tag{23}$$

ここに δ, α, σ, ρ, ν および β はすべて正定数である。

これらの特定化を適用して、(12) 式の MR と (19) 式の EMCF を書き換えると、

$$\mathrm{MR} = \delta - 2\alpha Y \tag{12$'$}$$

$$\mathrm{EMCF} = \sigma + \nu t^* \tag{19$'$}$$

になる。従って (20) 式は

$$\delta - 2\alpha Y = \sigma + \nu t^* \tag{20$'$}$$

と表され、これより t^* に対応する Y の決定値（それを Y^* と記す）は下記のようになる。

$$Y^* = \frac{\delta - \sigma - \nu t^*}{2\alpha} \tag{24}$$

なお以下で t, Y などは暗黙に t^*, Y^* などを意味するものと考えよう。(5) の A 決定式に上記の特定化を適用すると、

$$-\rho + \beta A^{-2} t = 0 \tag{5$'$}$$

となり、これより t に対応して決まる A は、

$$A = \left(\frac{\beta}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}} t^{\frac{1}{2}} \tag{25}$$

である。(24) と (25) の両式より、

$$\left(\frac{dA}{dt}\right) \Big/ \left(\frac{dY}{dt}\right) = \frac{-\alpha}{\nu} \left(\frac{\beta}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}} t^{-\frac{1}{2}} \tag{26}$$

が得られる。(11) 式の変形

$$\left(\frac{dS}{dt}\right) \Big/ \left(\frac{dY}{dt}\right) = \frac{\partial S}{\partial Y} + \frac{\partial S}{\partial A} \left(\frac{dA}{dt}\right) \Big/ \left(\frac{dY}{dt}\right) \tag{11$'$}$$

に (26) 式と前記の特定化を考慮すると次のようになる。

$$\begin{aligned} \left(\frac{dS}{dt}\right) \Big/ \left(\frac{dY}{dt}\right) &= \nu + \beta A^{-2} \frac{\alpha}{\nu} \left(\frac{\beta}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}} t^{-\frac{1}{2}} = \nu + \frac{\rho\alpha}{t\nu} \left(\frac{\beta}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}} t^{-\frac{1}{2}} \\ &= \nu + \frac{\alpha}{\nu} (\rho\beta)^{\frac{1}{2}} t^{-\frac{3}{2}} \end{aligned} \tag{27}$$

最後に、$p(Y) - \mathrm{MR}(Y) = \alpha Y = \frac{1}{2}(\delta - \sigma - \nu t)$ と (27) 式を (14) 式へ代入して下式が得られる。

$$t = D'(S) - \frac{\frac{1}{2}(\delta - \sigma - \nu t)}{\nu + \frac{\alpha}{\nu} (\rho\beta)^{\frac{1}{2}} t^{-\frac{3}{2}}} \tag{28}$$

(28) 式を t について明示的に解くことは困難であるので、(28) 式を変形して、t と $D'(S)$ の位置関係を明確にしたい。(28) 式の変形過程が以下に示されて、(29) 式に到達する。

$$(\nu+\alpha\nu^{-1}(\rho\beta)^{\frac{1}{2}}t^{-\frac{3}{2}})(D'(S)-t)=\frac{1}{2}(\delta-\sigma-\nu t)$$

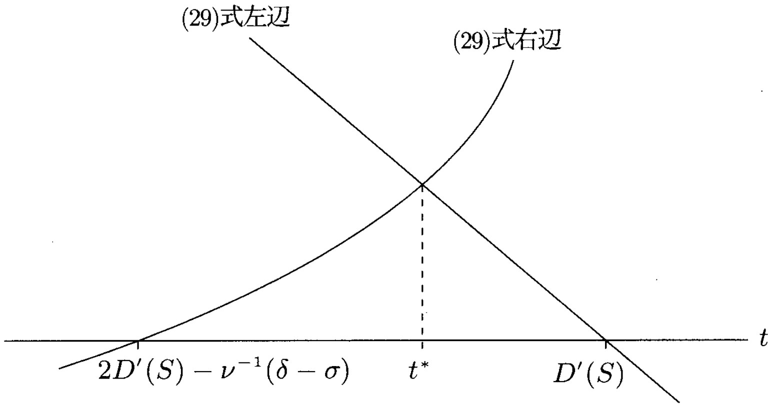
$$\alpha\nu^{-1}(\rho\beta)^{\frac{1}{2}}(D'(S)t^{-1}-1)t^{-\frac{1}{2}}-\frac{1}{2}\nu t=\frac{1}{2}(\delta-\sigma)-\nu D'(S)$$

$$\alpha\nu^{-1}(\rho\beta)^{\frac{1}{2}}(D'(S)t^{-1}-1)=\left[\frac{1}{2}\nu t+\frac{1}{2}(\delta-\sigma)-\nu D'(S)\right]t^{\frac{1}{2}}$$

$$\alpha\nu^{-1}(\rho\beta)^{\frac{1}{2}}(D'(S)-t)=\frac{1}{2}\nu t^{\frac{3}{2}}\left[t-\left\{2D'(S)-\nu^{-1}(\delta-\sigma)\right\}\right] \tag{29}$$

(29) 式の左辺は、$t=D'(S)$ においてゼロをとる右下がりの直線を描き、また右辺は $\{2D'(S)-\nu^{-1}(\delta-\sigma)\}$ においてゼロをとる右上がりの凸曲線を描く。

図1　独占企業の最適環境税率



ところで δ は需要曲線の $Y=0$ における値であって、それは (18) 式の SMC より大きいことは明らかであるので、

$$\sigma+\nu D'(S)<\delta \tag{30}$$

が成立する。従ってまた下記の不等式も成立する。

$$2D'(S)-\nu^{-1}(\delta-\sigma)<D'(S) \tag{30$'$}$$

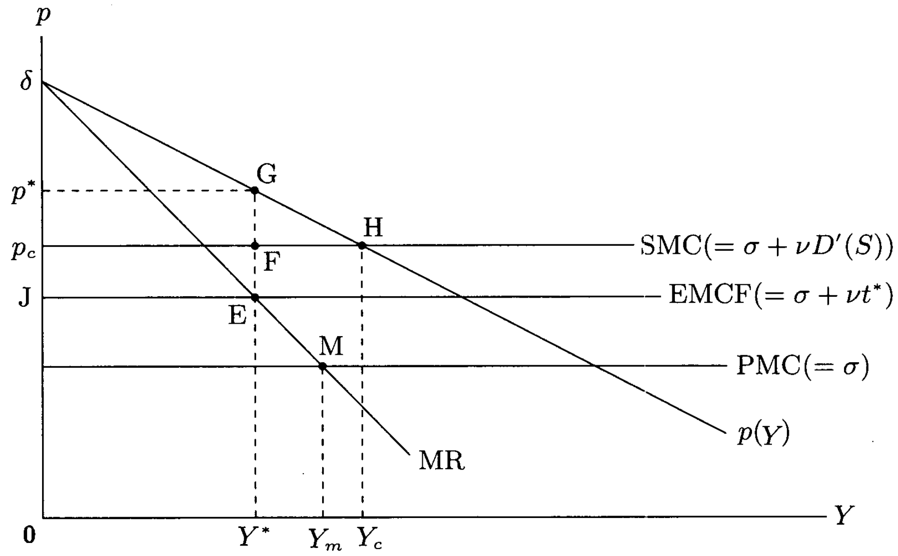
かくして図1に描かれるように、(29) 式の左辺と右辺が一致する点は唯一つであって、その点での t が t^* を表し、(15) の制約よりも狭い

$$2D'(S)-\nu^{-1}(\delta-\sigma)<t^*<D'(S) \tag{31}$$

の範囲に t^* が位置することが分かった。この t^* に対応して決定される生産量は (24) 式で与えられ、その時の独占価格を p^* と記して、Y^* と p^* を図2に示そう。E点は (20) の均衡条件が満たされている点であって、p^* は

$$p^*=p(Y^*) \tag{32}$$

図 2　環境税を課税される独占企業



を表す。環境税が無いときの独占企業の生産量は MR=PMC の処（M 点）で決まる Y_m である。Y^* は Y_m より少ないことが図 2 で明らかである。

完全競争の企業に政府がピグー税 $D'(S)$ を課税する場合の企業の生産量は、逆需要曲線と SMC の線（供給曲線）の交点 H における Y_c である。前記の特定化関数を用いると、それは

$$\delta - \alpha Y_c = \sigma + \nu D'(S) \tag{33}$$

を満たす Y_c である。この完全競争と比べた独占による死重損失（deadweight loss）は FGH の三角形の面積に等しく、独占利潤は

$$\pi = \text{矩形 } \mathrm{EJ}p^*\mathrm{G} = (p^* - \mathrm{EMCF})Y^* \tag{34}$$

である。

3.　レント・シーキング費用を考慮する最適環境税

独占利潤を維持するための活動として、他企業の参入を阻止する行動や、政府による輸入制限政策の実施のための政治的活動があって、これらは社会的資源の浪費と考えられ、レント・シーキング（rent seeking）と言われる。

独占から生ずる社会的損失（social loss）は、独占企業が支払うレント・シーキング費用（RSC と略記）と、独占企業を完全競争企業の視点で見た独占による死重損失（DWL と略記）の合計であって、それを L と記そう。すなわち

$$L = \mathrm{DWL} + \mathrm{RSC} \tag{35}$$

政府は L を最小にするように独占企業に環境税を課すものとしよう。その結果として得られる

であろう税率 t は、当然に前節の t^* とは相違するが、図2を利用して諸概念を図示するために、本節で最後に導出される税率も t^* と記す。我々は Misiolek（1988）の考え方に沿って、RSC は利潤 (π) の一定割合 (λ) と想定する。すなわち

$$\mathrm{RSC} = \lambda\pi \tag{36}$$

前節での諸関数の特定化を用い、(19′) と (24) の式を考慮すると、

$$\begin{aligned}\pi &= (p(Y^*) - \mathrm{EMCF})Y^* \\ &= (\delta - \alpha Y^* - \sigma - \nu t^*)Y^* \\ &= (2\alpha Y^* - \alpha Y^*)Y^* \\ &= \alpha(Y^*)^2\end{aligned} \tag{37}$$

が導出される。他方、DWL は (21) 式を考慮に入れて、

$$\begin{aligned}\mathrm{DWL} &= \frac{1}{2}(p(Y^*) - p(Y_c))(Y_c - Y^*) \\ &= \frac{1}{2}(\delta - \alpha Y^* - \delta + \alpha Y_c)(Y_c - Y^*) \\ &= \frac{1}{2}\alpha(Y_c - Y^*)^2\end{aligned} \tag{38}$$

になる。(36)・(37)・(38) の各式を (35) 式に代入して、

$$L = \frac{1}{2}\alpha(Y_c - Y^*)^2 + \lambda\alpha(Y^*)^2 \tag{39}$$

が得られる。この L を t^* について偏微分し、それをゼロとする t^* を求めよう。

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial t^*} &= \frac{\partial L}{\partial Y^*}\frac{dY^*}{dt^*} \\ &= (2\lambda\alpha Y^* - \alpha(Y_c - Y^*))\left(-\frac{\nu}{2\alpha}\right) \\ &= \frac{1}{2}\nu(Y_c - Y^*) - \lambda\nu Y^* = 0\end{aligned} \tag{40}$$

になるが、最小化の2階条件として、

$$\frac{\partial^2 L}{(\partial t^*)^2} = \frac{\partial\left(\dfrac{\partial L}{\partial t^*}\right)}{\partial Y^*}\frac{dY^*}{dt^*} = \left(\frac{1}{2} + \lambda\right)\frac{\nu^2}{2\alpha} > 0 \tag{41}$$

が成立するので、(40) 式を満たす t^* は L を最小にする。

(40) 式の中の Y_c と Y^* にそれぞれ (33) 式と (24) 式を代入して、下記のように順次に整理で

きる。

$$2(\delta-\sigma-\nu D'(S))=(1+2\lambda)(\delta-\sigma-\nu t^*)$$

$$(1-2\lambda)(\delta-\sigma)-2\nu D'(S)=-(1+2\lambda)\nu t^*$$

$$\nu t^*=\frac{2\nu D'(S)}{1+2\lambda}-\frac{1-2\lambda}{1+2\lambda}(\delta-\sigma)$$

$$\nu t^*=\nu D'(S)-\frac{1-2\lambda}{1+2\lambda}(\delta-\sigma-\nu D'(S))$$

$$\nu t^*=\nu D'(S)-\frac{1-2\lambda}{1+2\lambda}\alpha Y_c \tag{42}$$

ここで需要の価格弾力性の定義式 (10) に、$p'(Y)=-\alpha$ を考慮すると、

$$\begin{aligned}-\alpha Y_c&=-p(Y_c)/\varepsilon\\&=-(\sigma+\nu D'(S))/\varepsilon\end{aligned} \tag{43}$$

になる。(43) 式を (42) 式へ代入し、両辺を $\nu D'(S)$ で割ると次式が得られる。

$$\frac{t^*}{D'(S)}=1-\frac{\sigma/(\nu D'(S))+1}{\varepsilon}\frac{1-2\lambda}{1+2\lambda} \tag{44}$$

(44) 式は最適な環境税をピグー税との比率で表示しており、(44) 式右辺第 2 項が 1 より小さな正値をとれば、その比率も 1 より小さな正値をとる。もし $\lambda=0.5$ であれば、その比率は 1 に等しくなる。恐らく λ は 0.5 より十分に小さな正値をとるであろう。例えば $\lambda=0.2$、$\varepsilon=3$、そして $\sigma=\nu D'(S)$ とすれば、t^* の $D'(S)$ に対する比率は 5/7 になる。

4. 寡占企業に対する最適環境税

少数の巨大企業が市場に在って、同種の生産物を供給し、それぞれの企業の行動が他のそれと関連し合っている寡占経済において、企業の排出する外部不経済に対する課税について考察しよう（Ebert（1991）を参照）。

いま当面の寡占企業はすべて同じ費用関数に従って、同量の生産と汚染物質を生み出すものと考え、そのような企業数を $n(\geqq 2)$ としよう。第 i 企業の生産量を y_i、それと同時に排出する汚染物質の量を s_i と記すと、当面の産業の生産量 Y と汚染物質排出量 S は、

$$Y=\sum_{i=1}^{n}y_i,\qquad S=\sum_{i=1}^{n}s_i \tag{45}$$

である。また第 i 企業の生産に伴う全資源費用 c_i の費用関数は下記の通りとする。

$$c_i=c(y_i,\ a_i) \tag{46}$$

ここに費用関数の形 c は各企業に共通で、a_i はこの企業が汚染物質の排出を抑制するために使う資源量を表す。s_i は y_i が大きいほど、また a_i が少ないほど、多くなると考えられ、その関数

は各企業共通とする。すなわち

$$s_i = s(y_i,\ a_i),\ \partial s_i/\partial y_i > 0,\ \partial s_i/\partial a_i < 0 \tag{47}$$

独占の場合と同様に、市場での価格は逆需要関数 $p(Y)$ で表され、S によって生じる社会的損失は $D(S)$ と表され、政府は汚染排出量単位当たり t を課税する。

当面の寡占の下での各企業は各自の利潤を極大にするように生産を決定するが、その際に他の全寡占企業の生産量は不変であるとのクールノー型を想定しよう。つまり第 i 企業がその生産 y_i を決める時に、当該産業の残りの生産量 $(Y-y_i)$ は不変と想定するので、

$$\frac{\partial(Y-y_i)}{\partial y_i} = 0 \tag{48}$$

である。第 i 企業の利潤 π_i は独占企業の場合と同様に、つぎのように定義される。

$$\pi_i = p((Y-y_i)+y_i)y_i - c(y_i,\ a_i) - ts(y_i,\ a_i) \tag{49}$$

この企業は $(Y-y_i)$ と t を所与と受けとめて、π_i を極大化するように y_i と a_i を決定する。まず y_i について π_i を偏微分してゼロと置くと、(48) 式に留意して、下記のようになる。

$$p'(Y)y_i + p(Y) - c_y(y_i,\ a_i) - ts_y(y_i,\ a_i) = 0 \tag{50}$$

ここに c_y と s_y はそれぞれ c と s を y_i について偏微分したものを表す。ところで、各寡占企業はここでは同規模であると考えられているので、

$$y_i = Y/n,\ a_i = A/n \qquad \left(A \equiv \sum_{i=1}^{n} a_i\right) \tag{51}$$

である。従って (50) 式は下記のように表される。

$$p'(Y)\frac{Y}{n} + p(Y) - c_y\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right) - ts_y\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right) = 0 \tag{50'}$$

もう一つの利潤極大の1階条件は、π_i を a_i について偏微分してゼロと置いた次式である。

$$-c_a(y_i,\ a_i) - ts_a(y_i,\ a_i) = 0 \tag{52}$$

ここに c_a と s_a はそれぞれ c と s の a_i に関する偏微係数を示す。(50′) 式と同じように (52) 式は

$$-c_a\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right) - ts_a\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right) = 0 \tag{52'}$$

と書き換えられる。

(50′) 式と (52′) 式はクールノー・ナッシュ均衡の必要条件をなす。なお以下の分析では交差偏微係数 $c_{ya},\ c_{ay},\ s_{ya},\ s_{ay}$ はすべてゼロと想定される。π_i 関数は y_i と a_i に関して狭義凹関数であると想定されるので、利潤極大の2階条件として下記の2つの不等式が成立する。

$$p''(Y)y_i + 2p'(Y) - c_{yy}(y_i,\ a_i) - ts_{yy}(y_i,\ a_i) < 0 \tag{53}$$

$$-c_{aa}(y_i,\ a_i) - ts_{aa}(y_i,\ a_i) < 0 \tag{54}$$

さて当面の寡占の下での社会的厚生は、独占の場合の (7) 式と同様に、つぎのようになる。

$$W=\int_0^Y p(Y)dY-nc\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right)-D\left(ns\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right)\right) \tag{55}$$

政府は、各企業がクールノー・ナッシュ均衡の状態にあるものとして、(50′) と (52′) の両式が成立していると想定して、(55) 式の W を t について微分したものをゼロと置くことによって、最適な t を求める。すなわち

$$\begin{aligned}\frac{dW}{dt}&=p(Y)\frac{dY}{dt}-c_y\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right)\frac{dY}{dt}-c_a\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right)\frac{dA}{dt}\\&\quad-D'(S)\left[s_y\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right)\frac{dY}{dt}+s_a\left(\frac{Y}{n},\ \frac{A}{n}\right)\frac{dA}{dt}\right]=0\end{aligned} \tag{56}$$

へ (50′) 式よりの

$$c_y=p'(Y)\frac{Y}{n}+p(Y)-ts_y \tag{50''}$$

および (52′) 式よりの「限界削減費＝限界税額」の関係

$$c_a=-ts_a \tag{52''}$$

を代入すると、

$$-\frac{Y}{n}p'(Y)\frac{dY}{dt}+(t-D'(S))\left(s_y\frac{dY}{dt}+s_a\frac{dA}{dt}\right)=0 \tag{56'}$$

が得られる。

ところで

$$\frac{ds}{dt}=s_y\frac{d(Y/n)}{dt}+s_a\frac{d(A/n)}{dt} \tag{57}$$

であるので、

$$s_y\frac{dY}{dt}+s_a\frac{dA}{dt}=n\frac{ds}{dt}=\frac{dS}{dt} \tag{57'}$$

となる。(57′) を (56′) 式へ代入して、t について解くと、つぎのようになる。

$$t=\frac{p'(Y)\dfrac{dY}{dt}\dfrac{Y}{n}}{\dfrac{dS}{dt}}+D'(S) \tag{58}$$

(58) 式に需要の価格弾力性の定義式 (10) を考慮すると、下記の表現が得られる。

$$t=D'(S)-\frac{p(Y)}{n\varepsilon}\left(\frac{dY}{dt}\right)\Big/\left(\frac{dS}{dt}\right) \tag{59}$$

n が 1 であれば、(59) 式は独占企業に対する税率の (14) 式と同じになることは明らかである。また n が大きくなる程、(59) 式右辺の絶対値は小さくなるので、t は $D'(S)$ に近づく。そして n が無限大になると、その t は $D'(S)$ に等しくなって、完全競争企業に対する税率を表す。

〔謝辞〕本稿の研究について、鎌苅は大阪学院大学より平成14年度研究助成費を受けたことに謝意を表します。

参考文献

〔1〕Barnett, Andy H. (1980) "The Pigouvian tax rule under monopoly," *American Economic Review*, 70 (5), pp.1037–1041.

〔2〕Baumol, William J., and Wallace E. Oates (1988) *The Theory of Environmental Policy* (2nd ed.), Cambridge Univ. Press, Chap. 6.

〔3〕Ebert, Udo (1991) "Pigouvian tax and market structure: The case of oligopoly and different abatement technologies," *Finanzarchiv*, 49 (2), pp.154–166.

〔4〕Katsoulacos, Yannis and Anastasios Xepapadeas (1995) "Environmantal policy under oligopoly with endogenous market structure," *Scandinavian Journal of Economics*, 97 (3), pp.411–420.

〔5〕Misiolek, Walter S. (1980) "Effluent taxation in monopoly markets," *Journal of Environmental Economics and Management*, 7 pp.103–107.

〔6〕村田安雄, 鎌苅宏司（2000）『ミクロ経済学から公共経済学へ』、八千代出版、§3.3－§3.4。