

經濟論叢

第 166 卷 第 1 号

労働疎外論の一源泉……………	田 中 秀 夫	1
国保保険料(税)賦課政策と 被保険者負担 (1)……………	小 松 秀 和	18
環境政策が国際競争力に及ぼす影響 (1)……………	羅 星 仁	31
企業におけるグリーン購入についての コンジョイント分析……………	坂 上 雅 治	47
廃棄物広域処理の経済性と財政構造 (3)……………	八 木 信 一	65

平成12年 7 月

京 都 大 学 経 済 学 会

環境政策が国際競争力に及ぼす影響（1）

— Stackelberg モデルの場合 —

羅 星 仁

I はじめに

国による環境政策の違いが産業の国際競争力に及ぼす影響を及ぼすかは、Pollution haven, Eco-dumping などの形で古くから議論されている。これまでのところ、少なくとも、マクロ・レベルでは環境政策の違いが一国の競争力に影響を与えているという証拠はないと言われている¹⁾。

しかし、企業のレベルでの分析では環境政策の違いがその企業の国際競争力に影響を与えるという文献は数多く見られている。しかし、その大部分は完全競争市場における自国内での貿易政策（関税）と環境政策が自国の競争力に及ぼす影響を分析している²⁾。

環境保護を目的とする政策手段に関する従来の議論は、量的規制と価格規制がその中心であった。このような文献としては、Weitzman [1974], Roberts and Spence [1976], Kwerel [1977], Baumol and Oates [1988], Pizer [1997] 等があげられる。Weitzman [1974] の基本的な結論は、限界費用曲線が相対的に平の場合は量的規制（quantity-based）のほうが、限界便益曲線が

1) Leonard [1988] の研究は環境基準の差による貿易パターンに対する影響は少ないとしている。しかし、Porter and Van der Linde [1995] はより厳格な環境規制政策は企業にイノベーションと生産効率性の向上をもたらし、長期的には規制を受けていない企業より競争力優位にたつ可能性があるとしている。これに対して、Palmer et al. [1995] はアメリカの実証研究から Porter's の仮説は成立しないとしている。但し、先導者の利益を考慮した場合、この仮説は成立する可能性があるとしている。詳しくは Barker and Köhler [1998] と Jaffe et al. [1995] を参照。

2) 例えば、Baumol and Oates [1988], Krutilla [1991], Copeland [1994], 等を参照。

相対的に平の場合は価格規制 (price-based) のほうが好まれるとしている。また、Roberts and Spence [1976] 及び Kwerel [1977] は完全競争市場を想定し、情報の不完全性を考えた場合、環境政策としては量的規制の方が価格規制より効用極大化の面で好まれるという。

しかし、国際寡占市場では完全競争市場モデルが想定しているのと異なった現象や状況が生じてくる。特に、寡占市場に対する政府の政策介入は、企業間の競争に大きな影響を与えるため、完全競争を前提とした政策の場合とは異なる効果がある。このような不完全市場と戦略的貿易政策を考えた代表的な文献としては Helpman and Krugman [1989] があげられる。

このような議論を国際寡占市場での環境政策に適用した文献としては、Pethig [1992], Keneedy [1994], Carraro, Katsoulacos and Xepapadeas [1996] 等があげられる³⁾。特に、Ulph [1992] は、量的規制と価格規制の議論を拡張し、国際寡占市場における一国の望ましい環境政策の研究を行っている。彼の結論はシュタッケルベルク (Stackelberg) 均衡においては環境税より量的規制の方 (生産者余剰の観点から) が、二段階クールノー・ナッシュ (Cournot-Nash) 均衡では環境税の方が優れているとしている。

環境保護を目的とする政策手段としては、従来、量的規制 (主に直接規制) が主流であった。ところが、地球環境問題が国際政治上の課題として位置づけられるにつれて、環境政策に置いて市場のメカニズムを利用した経済的手段を活用すべきだという議論が世界的に盛んになっている。

このような事情をふまえ、同じ量的規制ながら一方は直接規制で、他方は経済的手段である排出権取引制度を導入した場合を想定し、国際貿易における環境政策の影響を考えた論文が Sartzetakis and Constantatos [1995] [以下 "S-Cモデル" と略す] である。彼らは、クールノーモデルにおいて、許容される汚染量の水準を達成するために、各国が異なる環境政策を導入した場合、その政策の違いが両国企業の国際競争力にどのような影響を与えるかを分析した。

3) 独占に関する議論は Buchanan [1969], Misiolek [1980] を参照。

その分析によると、直接規制を導入した国より排出権取引制度を導入した国の方が、政策導入後の市場シェアが大きくなるとしている。この分析結果に基づいて、カナダが直接規制を、アメリカは排出権取引制度をそれぞれ実施した場合、アメリカの企業の国際競争力が強化されるとしている。従って、自由貿易の下では自国の国際競争力を維持するためには、環境基準だけではなく相手国の環境政策の形態も考慮しなければならぬと結論づけている。

最近、地球温暖化の問題と関連して、国際的に温室ガスの排出量を減らそうという動きが活発になっている。各国別の削減量を巡って、先進国と途上国の意見の食い違いが生じているため、どのような基準を採択するかは今後の課題といえよう。ところで、削減量が決まった後に各国で問題となるのは、どのような政策を持って削減目標を達成した方が望ましいかということである。本稿では、シュタッケルベルクモデルによってこのような問題を分析することを目的としている。

既存の論文と違う点は、S-C モデルでは先進国間の環境制度の差による競争力を分析するため、クールノーモデルで分析しているのに対し、本稿では先進国と途上国間の問題を分析するため、シュタッケルベルクモデルを用いている。というのは、現在の世界経済システムが先進国主導であると考えられるので、途上国は先進国の生産量を所与として自国の生産量を決めるのに対し、先進国は途上国の生産量をも考慮して生産量を決めるのがより現実的であるためである。

また、S-C モデルを含めて多くの論文が、環境規制の内容を、汚染の許容量を同じくするものとしているのに対し、本稿では汚染の削減率を同じくするものとして分析する⁴⁾。特に、既存の論文では直接規制と環境税に関する議論が多いが、本稿では、直接規制と排出権取引制度を取り上げて、その政策の違

4) 例えば、COP3(第3回締約国会議)で合意されたように、地球環境問題の場合は各国の事情を考慮して二酸化炭素排出量の削減率が決まるのが普通である。各国における削減率は異なるが、本稿では環境政策の差異による影響を分析するのが主な目的であるため、その削減率は同水準であると仮定する。

いが国際競争力に及ぼす影響を分析することを目的とする⁵⁾。すなわち、本稿は企業の生産活動に付随して発生する環境汚染を問題にし、その企業が国際貿易を行うという二国二企業モデルを構築した上で、先導者 (leader) である先進国が排出権取引制度を、追随者 (follower) である途上国は直接規制を導入した場合の効果を分析したものである。また、両国の規制前後の市場シェアと利潤をパラメーターの関数で求めて、その増減の条件を明らかにするのが目的である。

このような分析結果は、国際貿易が行われる場合、貿易比重の高いかつ汚染集約的産業 (日本の場合は鉄鋼産業など) に新しい環境政策を導入したり、その変更を行う際に考慮すべき点として、自国の与件だけでなく、競争相手国の環境政策も考慮に入れるべきであることを意味するものである。

本稿の構成は次のようである。第Ⅱ節では分析対象である直接規制と排出権取引制度の理論を解説する。第Ⅲ節で、本稿での基本モデルについて述べる。第Ⅳ節で、環境規制の違いが国際競争力に及ぼす影響を分析する。第Ⅴ節はその結果をまとめる。

Ⅱ 直接規制と排出権取引制度

OECD [1989] では、環境保護を目的とする環境政策手段を大きく、直接規制、経済的手段、普及・啓発の三つに分けている。環境政策としての直接規制とは、汚染発生者の経済活動に影響を及ぼすことにより、環境の質の改善を狙った規制の措置である。環境経済理論では直接規制は静的にも動的にも非効率的であると批判されている⁶⁾。しかし、従来、直接規制が主流であったのはその単純性と直接性による。また、直接規制は、局所的・時間的な汚染及び生命・健康・生物種に被害を与える汚染の制御に適しているとも言われている⁷⁾。

5) 直接規制と環境税に関する文献としては、Buchanan and Tullock [1975] を参照。

6) 直接規制に対する批判を行った文献としては、Eckersley [1995]、Golub [1998] を参照。

7) 植田・岡・新澤 [1997] 129ページ。

しかし、地球環境問題の環境保全のために市場メカニズムの活用が不可欠となり、この際、より高い経済的効率性の達成のためには直接規制よりも経済的手段の役割が重要となってきた。OECD [1994] によると、経済的手段とは、環境にプラスに作用するように、経済主体が選択しうる様々な行為の費用と便益に対して影響を及ぼす手段のことである⁸⁾。経済的手段には課税、補助金、課徴金、排出権取引などがある。しかし、経済的手段によっても最適な汚染水準が実現できないと多くの経済学者によって指摘されている。その主な根拠としてあげられているのが情報保有の非対称性である。すなわち、情報の非対称性がある場合は直接規制も経済的手段も資源配分の効率性を保証しないことである。但し、動学的効率性を基準にすると、経済的手段の方が直接規制より技術革新を促すインセンティブが働くという見解がある。

経済的手段の中で最近注目を集めているのが排出権取引制度である。排出権取引 (Emission Trading) は Dales [1968] によって提案され、理論的な定式化は Montgomery [1972] によって行われた。排出権取引制度は、理論上は量的規制と併用された課徴金と同じ効果を持つ。また、情報の非対称性の問題を回避する一つの方策でもある。Koutstaal and Nentjes [1995] は排出権取引制度の長所を次のように要約している。

1. 排出権取引制度は総汚染量が増加しないことから効果的である。
2. 排出権取引制度は排出権が取引されることによって社会的な総費用が最小化され、汚染削減は効率的に分配されることから効率的である。
3. この制度は動学的にも技術革新のインセンティブが働くため効率的である。
4. 無償で初期配分される (Grandfathering) と、その排出源の費用負担が減ることによって、環境政策実施に対する産業の抵抗が減る⁹⁾。

8) OECD [1994] を参照。

9) Grandfathering の問題として指摘されるのは進入障壁と初期配分の基準設定の問題がある。従って、汚染集約産業は Grandfathering で、その他の部門 (消費者部門、汚染集約的産

また、インフレーションと経済成長に対する自動調整機能を持っているとして
いる。これらは全て国内に限って発生する効果である。

しかし、国際貿易が行われる時の環境政策の違いが及ぼす影響に関する分析
も重要な研究分野である。それは次節で分析することとし、以下ではまず、国
際貿易のない時に、ある一定の汚染量を減らすために、直接規制を行った場合
と、排出権取引制度を導入した場合において、国内の生産量がどのような影響
を受けるかを分析してみよう。

分析を簡単にするために、独占企業によって全ての財が供給されているとし
よう。規制前の生産量を Q とし、生産量1単位あたりに γ だけの汚染が発生
すると仮定しよう。そうすると、規制前の汚染排出量 E は $E = \gamma Q$ となる¹⁰⁾。
そして、規制の内容を現在の排出量の θ 比率だけ減らすものとする、規制
後に許容される汚染の量 \bar{E} は、

$$\bar{E} = (1 - \theta)\gamma Q \quad (1)$$

となる。

次に、規制が導入されると、それを遵守するために、企業が汚染削減努力を
しなければならない。一般に、企業は財の生産量削減によって排出量を削減す
るか、あるいは汚染防除施設の設置等、費用をかけて排出量を削減することが
できる。本稿では、規制が導入されると企業は生産量1単位あたりに α だけ
の汚染量を減らすと仮定する。そうすると、企業の削減努力による全体の削減
量 A は、 $A = \alpha Q$ となる。

ところで、削減努力には費用が掛かる。ここでは、削減費用関数 (Abate-
ment Cost) を削減量の逓増関数であると仮定する。分析を簡単にするために、
(2)式のような2次関数であるとしよう。

、業ではない産業部門)はAuctionが望ましいという意見もある。また、進入障壁の問題を解決す
るための政策としては政府が排出権市場の中央銀行の役割をし、進入企業の排出権を保有すれば
いい。経済学的には機会費用の概念を適用すれば分析上の問題は生じない。詳しい議論は
Tietenberg [1985], Koutstaal [1997] を参照。

10) 各国とも同じ製品を生産しているため、生産物1単位当たりの汚染排出量も同じであると仮
定する。

$$C = (\alpha Q)^2 \quad (2)$$

ここで直接規制(CAC: Command and Control)が企業に課された場合を考えてみよう。そうすると、企業は規制の下で利潤を最大化しなければならないため、企業の最大化問題は(3)式のように表せる。

$$\text{Max}_{Q>0, \alpha>0} \pi = (a-bQ)Q - cQ - \alpha^2 Q^2 \quad (3)$$

$$\text{subject to } \bar{E} = E - A$$

ここで、 $p = a - bQ$: 逆需要関数

cQ : 生産費用

この場合の、ラグランジュ関数は、

$$L = (a-bQ)Q - cQ - \alpha^2 Q^2 + \lambda(\bar{E} - \gamma Q + \alpha Q) \quad (4)$$

ここで、 λ : ラグランジュ乗数

となり、一階条件は、

$$\frac{\partial L}{\partial Q} = a - 2bQ - c - 2\alpha^2 Q + \lambda(\alpha - \gamma) = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = -2\alpha Q^2 + \lambda Q = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \bar{E} - \gamma Q + \alpha Q = 0$$

となる。

これを整理すると、企業の最適生産量と削減量は、

$$Q^{\text{CAC}} = \frac{a-c-\lambda\gamma}{2b}, \quad A^{\text{CAC}} = \frac{\lambda}{2} \quad (5)$$

となる。

次に環境規制政策として、排出権取引制度(TEP: Tradable Emission Permits)が導入された場合を考えてみよう。政策当局が許容排出量に等しい排出権を無償で初期配分(Grandfathering)するとしよう。そうすると、純排出権需要は企業の実際排出量と排出権の初期保有量の差で表せる。すなわち、 $NE^d = E - \bar{E}$ である。ここで、排出権市場は完全競争市場であると仮定し、

その価格を p^e とすると、この場合の企業の利潤最大化式は次のように表せる¹¹⁾。

$$L = (a - bQ)Q - cQ - a^2Q^2 - p^e(\gamma Q - \alpha Q - \bar{E}) \quad (6)$$

ここで、 $E = \gamma Q$ は現在の排出量、 $A = \alpha Q$ は企業の削減量、 $\bar{E} = (1 - \theta)\gamma Q$ は許容排出量を表す。

前と同じ方法で、企業の最適生産量と削減量を求めると、

$$Q^{\text{TEP}} = \frac{a - c - p^e \gamma}{2b}, \quad A^{\text{TEP}} = \frac{p^e}{2} \quad (7)$$

となる。

ここで、(5)式と(7)式の生産量を比べると、 λ と p^e だけ異なることが分かる。ところが、 λ と p^e は、規制の限界的強化（許容排出量の限界的減少）による企業の利潤の減少分を意味するものであり、完全情報を持っている政策当局は、企業が規制水準を守らない場合に排出権取引市場の価格だけの経済的制裁を課することができるため、両制度の実質的差異はなくなる。従って、完全情報を持つ一国内の場合では、汚染を削減するために直接規制と排出権取引制度のどちらを導入しても、最適生産量は同じであることになる。しかし、国別に違った環境政策を導入する二国モデルの場合には、 λ と p^e が異なるため、その政策の効果も両者の相対的大きさによって変わる可能性がある。

III モデル

ここでは、シュタッケルベルクモデルに基づいて、環境政策の違いが各国の経済変数にどのような影響を及ぼすかを分析する。環境規制と国際貿易を考える時、最も問題になるのは環境規制が国際競争力に与える影響である。特に、環境政策が途上国の国際競争力へ及ぼす影響は地球環境問題の解決のためにも重要な研究分野である。二国モデルではよくクールノーモデルが利用されるが、本論では途上国と先進国の情報と国際市場への影響力の違いを反映するため、

11) ここでは、分析対象産業以外にも多数の産業が存在し、そこから生じる汚染は同様なもの（例えば CO_2 ）であると仮定している。

シュタッケルベルクモデルを用いて分析する。まず、モデルでの諸仮定を整理してみよう。

第1に、各国には同じ商品を生産する独占企業だけが存在し、先進国（以下“B国”と略す）の企業は先導者、途上国（以下“A国”と略す）の企業は追随者であると仮定する。そして、汚染削減の国際協約に同意した時には、先進国は排出権取引制度を、途上国は直接規制を導入するとする。

第2に、国際協約によって決められる汚染削減量は、現在の汚染量の一定比率によって計算されるとしよう。規制前の生産量を $Q_i (i=A, B)$ とし、生産量1単位当たり γ だけの汚染物質が出るとすると、規制前の汚染排出量 E_i は $E_i = \gamma Q_i$ となる¹²⁾。そして、規制の内容を現在の排出量の θ 比率だけ減らすものとする、規制後に許容される汚染の量 \bar{E}_i は、

$$\bar{E}_i = (1 - \theta) \gamma Q_i \quad (8)$$

なる。

第3に、規制が導入されると、それを遵守するために、企業が汚染削減努力をしなければならない。一般に、企業は財の生産量削減によって排出量を削減するか、あるいは汚染防除施設の設置等、費用をかけて排出量を削減することができる。本稿では、規制が導入されるとA国の企業は生産量1単位当たり α (B国は β) 単位だけの汚染量を減らすと仮定する。そうすると、A国の企業の削減努力による全体の削減量 A は、 $A = \alpha Q_A$ (B国は $B = \beta Q_B$) となる。

第4に、削減努力には費用が掛かる。ここでは、削減費用関数 (Abatement Cost) を削減量の逓増関数であると仮定する。分析を簡単にするために、(2)式のような2次関数であるとしよう。

$$C_A = m(\alpha Q_A)^2 \quad (9)$$

$$C_B = n(\beta Q_B)^2 \quad (10)$$

ここで、 m と n は削減技術の水準や汚染削減の容易さを表すものである。削減技術の面では先進国の方が途上国より優越であるが、汚染削減の容易さの

12) 脚注10)を参照。

面では途上国の方が優越であるため、両者の相対的大きさは事前的に決められない。本論では、その両者の大きさの違いによって環境政策の効果がどのように異なるかを分析することも重要な目的としている。

第5に、両国ともに生産の限界費用は c として一定であると仮定しよう。

以上の仮定のもとで、途上国の企業は先進国企業の生産量を所与のものとして考えて生産量を決めるのに対し、先進国の企業は途上国企業の生産量（反応関数）を知った上で、自己の利益を最大化することになる。

ケース1：環境規制がない場合

まず、環境規制がないときの利潤最大化問題を考えてみよう。途上国の企業が追随者ならば、その企業の利潤は次のようになる。

$$\pi_A = (a - bq_A - bq_B)q_A - cq_A \quad (11)$$

ここで、 $p = (a - bq_A - bq_B)$ は国際市場での逆需要関数である。

利潤最大化の一階条件から、

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_A}{\partial q_A} &= a - 2bq_A - bq_B - c = 0 \\ q_A &= \frac{a-c}{2b} - \frac{1}{2}q_B \end{aligned} \quad (12)$$

q_A の生産量が得られる。ここで、 $a-c > 0$ と仮定する。

一方、先導者である先進国企業（B国）の生産量も以下によって得られる。

$$\pi_B = [a - b(\frac{a-c}{2b} - \frac{1}{2}q_B) - bq_B]q_B - cq_B \quad (13)$$

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial q_B} = a - \frac{a-c}{2} - \frac{1}{2}bq_B - \frac{1}{2}bq_B - c = 0$$

$$q_B = \frac{a-c}{2b} \quad (14)$$

(14)式から得られたB国の生産量を(12)式に代入してA国の生産量を求めると、 $q_A = \frac{a-c}{4b}$ になる。従って、世界の全体生産量は、

$$Q_W = q_A + q_B = \frac{a-c}{4b} + \frac{a-c}{2b} = \frac{3(a-c)}{4b} \quad (15)$$

になる。よって均衡市場価格は、

$$p = a + \frac{3c}{4} \quad (16)$$

となる。そして両国企業の利潤は、

$$\pi_A = \frac{(a-c)^2}{16b}, \quad \pi_B = \frac{(a-c)^2}{8b} \quad (17)$$

次に、途上国の消費者余剰をみるとA国の消費者余剰(Consumer's Surplus)は、

$$CS_A = \frac{1}{2} \left[\frac{3(a-c)^2}{4} \right] \quad (18)$$

で表せる¹³⁾。このとき、生産に伴う外部不経済が発生するならば、純消費者余剰は、次のようになる。

$$NCS_A = \frac{9(a-c)^2}{32b} - e \gamma \frac{a-c}{4b} \quad (19)$$

ここで、 e は、汚染量1単位当たりの被害を表すもので、両国において同じであると仮定している。

ケース2：先進国のみ環境規制政策を導入した場合

次に、先進国のみ環境規制政策が実施される場合を考えよう。排出権取引プログラム(Emission Trading Program)は1970年代にアメリカで既存の規制の問題を修正する過程で形成されたが、最近地球温暖化の議論の中で排出権取引制度が導入され、国際的にも脚光を浴びている。1998年京都で開かれたCOP3(第3回締約国会議)を通じて、Annex Iに属している国は排出権取引を行うことに合意している。排出権市場に参加しない国の環境政策は各国に委ねている。

このような事情をふまえ、ケース1と同じような条件で、先進国企業のみ環

13) 途上国の生産量は自国の供給量に等しいと仮定し、先進国の生産量を自国への供給量と見なすことによって途上国における消費者余剰が求められる。(上の結果は、簡単化のため $b=1$ と仮定してから導出したものである。)

境規制政策として排出権取引制度が導入された場合を想定して分析を行う。この場合は先進国企業のみに関税が賦課されるのと同一な結果を得られる。

簡単化のために、消費者の需要曲線を $p = a - (bq_A + bq_B)$ とする。両国の限界費用は c で一定である。すると、途上国企業及び先進国企業の利潤最大化問題は次のようになる。

$$\text{Max}_{q_A > 0} \pi_A = (a - bq_A - bq_B - c)q_A \quad (20)$$

$$\text{Max}_{q_B > 0, \beta > 0} \pi_B = \left[a - b \left(\frac{a-c}{2b} - \frac{q_B}{2} \right) - bq_B - c \right] q_B - n\beta^2 q_B^2 - p^e (\gamma q_B - \beta q_B - \bar{E}) \quad (21)$$

これらを整理すると、均衡供給量は、

$$q_A^* = \frac{a-c+2p^e\gamma}{4b}, \quad q_B^* = \frac{a-c-2p^e\gamma}{2b} \quad (22)$$

が得られる。よって市場均衡価格は、

$$p^* = \frac{a+3c+2p^e\gamma}{4} \quad (23)$$

となる。そして両国の利潤は、

$$\pi_A^* = \frac{(a-c+2p^e\gamma)^2}{16b}, \quad \pi_B^* = \frac{(a-c)^2 - 4p^{e2}\gamma^2}{8b} - \frac{p^{e2}}{4n} \quad (24)$$

途上国の消費者余剰 CS は、

$$CS_A^* = \frac{1}{2} \left\{ \frac{3(a-c) - 2p^e\gamma}{4} \right\} \quad (25)$$

となる¹⁴⁾。

ケース3：両国が環境規制政策を導入した場合

ここでは汚染削減に関する国際協約に合意が得られ、各国が環境規制政策を導入した場合を分析する。直接規制は各国で環境規制政策の主流となっており、現在も途上国では主な環境政策としての位置を占めている。従って、本稿では

14) 脚注13) 参照。

途上国(A国)は環境規制政策として直接規制を、先進国(B国)は排出権取引制度を導入する場合を想定し、その政策の違いが各国の国際競争力にどのような影響を及ぼすかを分析する。この際、B国における排出権市場は完全競争であると仮定しよう。この仮定は、本稿の分析対象である企業(産業)以外の産業部門でも汚染が発生しているが、その汚染の性質が同一である(例えば、二酸化炭素)ことを意味するものである。

次に、排出量(汚染量)は単位生産量に伴って発生すると仮定する。このような生産量当たりの排出量を γ とし、分析を簡単にするため両国において γ は同一であると仮定する。従って、規制が導入される前の各国の排出量は、途上国の場合は、 $E_A = \gamma \frac{a-c}{4b}$ で、先進国の場合は、 $E_B = \gamma \frac{a-c}{2b}$ である。

ここで、二国が国際協約によって、現在の排出量の一定比率を減らすことに合意したとしよう。その比率を θ で表すと、各国が達成しなければならない排出量は、途上国が $\bar{E}_A = (1-\theta)\gamma \frac{a-c}{4b}$ で、先進国が $\bar{E}_B = (1-\theta)\gamma \frac{a-c}{2b} = 2\bar{E}_A$ となる。つまり、合意前の先進国の生産量が途上国の2倍であったため、先進国に許容される排出量は途上国の2倍となるのである。

そうすると、直接規制に直面する途上国の企業は、 $\bar{E} = \gamma q_A - \alpha q_A$ の制約の下で、利潤を最大にするための (q_A^{**}, α^{**}) を選択することになる。すなわち、その利潤最大化の問題は、

$$\text{Max}_{q_A^{**}, \alpha^{**}} L_A = (a - bq_A - bq_B)q_A - cq_A - m\alpha^2 q_A^2 + \lambda(\bar{E} - \gamma q_A + \alpha q_A) \quad (26)$$

のように表せる。

そして、その一階条件を求め、整理すると、

A国の生産量 q_A^{**} と汚染削減量 A_{λ}^{**} は次のようになる。

$$q_A^{**} = \frac{a-c-\gamma\lambda}{2b} - \frac{q_B}{2b}, \quad A_{\lambda}^{**} = \alpha^{**} q_A = \frac{\lambda}{2m} \quad (27)$$

一方、B国は(27)式の途上国の生産量を知った上で、自国の利潤最大化を図るため、B国の利潤最大化問題は次のように表せる。

$$\max_{q_B > 0, a > 0} L_B = \left[a - b \left(\frac{a-c-\gamma\lambda}{2b} - \frac{q_B}{2} \right) - bq_B \right] q_B - cq_B - n\beta^2 q_B^2 - p^e (\gamma q_B - \beta q_B - 2\bar{E}) \quad (28)$$

ここで、 p^e は排出権取引市場での競争価格であり、 $p^e (\gamma q_B - \beta q_B - 2\bar{E})$ は、企業が許容量より多い汚染量を排出する時に、その超過分を市場で買わなければならないことを意味するものである。同じくB国の規制後の生産量と削減量を求めると、

$$q_B^{**} = \frac{(a-c) + \gamma\lambda - 2p^e\gamma}{2b}, \quad A_B^{**} = \beta^{**} q_B^{**} = \frac{p^e}{2n} \quad (29)$$

となる。

ここで得られたB国の生産量を(27)式に代入して、A国の最適生産量を求めると、

$$q_A^{**} = \frac{(a-c) - 3\gamma\lambda + 2p^e\gamma}{4b} \quad (30)$$

になる。従って、世界生産量と均衡市場価格は次のようである。

$$Q^{**} = \frac{3(a-c) - \gamma\lambda - 2p^e\gamma}{4b}, \quad p^{**} = \frac{a + 3c + \gamma\lambda + 2p^e\gamma}{4} \quad (31)$$

両国の利潤は生産シェアと共に次稿で分析する。

参考文献

- Barker, T. and Köhler, T. [1998] *International Competitiveness and Environmental Policies*, Edward Elgar.
- Baumol, W. J. and Oates, W. E. [1988] *The Theory of Environmental Policy*, second editions, Cambridge University Press.
- Buchanan, J. M. [1969] "External Diseconomies, Corrective Taxes and Market Structure," *American Economic Review*, 59, pp. 174-177.
- Buchanan, J. M. and Tullock, G. [1975] "Polluters' Profits and Political Response: Direct Controls versus Taxes," *American Economic Review*, 65, pp. 139-147.
- Carraro, C., Katsoulacos, Y. and Xepapadeas, A. (eds.) [1996] *Environmental Policy and Market Structure*, Kluwer Academic Publishers.

- Copeland, B. R. [1994] "International Trade and the Environment: Policy Reform in a Pollution Small Open Economy," *Journal of Environmental Economics and Management*, 26, pp. 44-65.
- Dales, J. H. [1968] *Pollution, Property and Price*, Toronto, University of Toronto Press.
- Eckersley, R. (ed.) [1995] *Markets, the State and the Environment: Towards Integration*, Macmillan.
- Golub, J. (ed.) [1998] *New Instruments for Environmental Policy in the EU*, Routledge.
- Helpman, E. and Krugman, P. [1989] *Trade Policy and Market Structure*, MIT Press. (大山道広訳『現代の貿易政策』東洋経済新報社, 1992年)。
- Jaffe, A. S., Peterson, P., Portney, P. and Stavins, R. [1995] "Environmental Regulation and the Competitiveness of U. S. Manufacturing: What does the Evidence Tell Us?," *Journal of Economics Literature*, 23, pp. 132-163.
- Keneedy, P. [1994] "Equilibrium Pollution Taxes in Open Economics with Imperfect Competition," *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, pp. 49-63.
- Koutstaal, P. and Nentjes, A. [1995] "Tradable Carbon Permits in Europe : Feasibility and Comparison with Taxes," *Journal of Common Market Studies*, 33, pp. 219-233.
- Koutstaal, P. [1997] *Economic Policy and Climate Change*, Edward Elgar.
- Krutilla, K. [1991] "Environmental Regulation in an Open Economy," *Journal of Environmental Economics and Management*, 20, pp. 127-142.
- Kwerel, E. [1977] "To Tell the Truth: Imperfect Information and Optimal Pollution Control," *Review of Economic Studies*, 44, pp. 595-601.
- Leonard, H. J. [1988] *Pollution and Struggle for the World Product*, Cambridge University press.
- Merrifield, J. D. [1988] "The Impact of Selected Abatement Strategies on Transnational, the Terms of Trade, and Factor Rewards: A General Equilibrium Approach," *Journal of Environmental Economics and Management*, 15, pp. 259-284.
- Misiolek, S. W. [1980] "Effluent Taxation in Monopoly Markets," *Journal of Environmental Economics and Management*, 7, pp. 103-107.
- Montgomery, W. D. [1972] "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs," *Journal of Economic Theory*, 5, pp. 395-418.
- Nugent, R. A. [1997] "Teaching Tools: A Pollution Rights Trading Game," *Eco-*

- conomic Inquiry*, 35, pp. 679-685.
- OECD [1989] *The Application of Economic Instructure for Environmental Protection: Summary and Conclusions*, Paris, OECD.
- OECD [1994] *Managing the Environment: The Role of Economic Instruments*, Paris, OECD.
- Palmer, K., Oates, W. and Portney, P. [1995] "Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm?," *Journal of Economic Perspectives*, 9, pp. 119-132.
- Pethig, R. [1976] "Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage," *Journal of Environmental Economics and Management*, 2, pp. 160-169.
- Pethig, R. (ed.) [1992] *Conflicts and Cooperation in Managing Environmental Resources*, Springer-Verlag.
- Pizer, W. A. [1997] "Prices vs. Quantities Revised: The Case of Climate Change," *Resource for the Future, Discussion Paper*, pp. 98-02.
- Porter, M. and Van der Linde, C. [1995] "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship," *Journal of Economic Perspectives*, 9, pp. 97-118.
- Roberts, M. and Spence, M. [1976] "Effluent Charges and Licenses under Uncertainty," *Journal of Public Economics*, 5, pp. 193-208.
- Sartzetakis, E. S. and Constantatos, C. [1995] "Environmental Regulation and International Trade," *Journal of Regulatory Economics*, 8, pp. 61-72.
- Tietenberg, T. H. [1985] *Emission Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy*, Resources for the Future, Washington, D. C.
- Ulph, A. [1992] "The Choice of Environmental Policy Instruments and Strategic International Trade" in *Conflicts and Cooperation in Managing Environmental Resources*, ed. by Pethig, R., Springer-Verlag.
- Weitzman, M. L. [1974] "Prices vs. Quantities," *The Review of Economic Studies*, XLI, pp. 477-479.
- 植田和弘・岡 敏広・新澤秀則 [1997] 『環境政策の経済学』日本評論社。