

産業構造の転換と環境負荷

八 木 信 一

I 「持続可能な発展」の定義と産業構造

国連の「環境と開発に関する世界委員会（通称，ブルントラント委員会）」が87年に発表した報告書，*Our Common Future*（大来佐武郎監訳 [1987]『地球の未来を守るために』福武書店）において提起した「持続可能な発展」をどう捉えるのかについて，これまで諸科学の分野でさまざまな検討がなされてきた。

Pearce et al. [1989] では，これまで経済学の視点から提起された持続可能な発展の定義のなかで主なものを列挙している。しかしこのなかでは，マクロ経済における重要な視点の1つであり，かつ経済政策において示唆をあたえる「産業構造 (Industrial structure)」という言葉をふくめた定義はない¹⁾。だが，資源配分や開発のあり方を考えるためにも，またこれまでの状況をふまえたうえで，持続可能な発展を実現するために採るべき政策内容を具体化するためにも，経済主体としての企業活動や，それらをマクロ経済面からとらえた産業構造の分析は不可欠である。

これまでの環境経済学に関する研究において，産業構造と環境負荷との関係がまったく取り上げられてこなかったわけではない。たとえば，Ayres and Simonis [1994] は産業活動における物質循環を詳細に分析している。また宮本 [1989] では，彼が提起した中間システム論という概念のなかで産業構造の重要性を述べ，先進国から途上国への公害輸出の背景として日本における産業構造の転換を指摘している。

そこで本論文では，環境問題の背景として産

業構造をとりあげ，さらに構造変化という視点から産業構造の転換と環境負荷との関係をとらえた Jänicke et al. [1993] の手法を用いて分析をおこなう。

第II節ではイエニッケの分析方法の内容をのべる。そしてその手法をもちいて第III節では，前半部において高度成長期以降の日本における産業構造が，イエニッケらが言うところのエコロジ的転換を果たしたのかどうかについて，環境負荷要因として最終エネルギー需要を用いて検討する。また，他の先進国間の比較分析もおこなっている。後半部では，先進国クラブといわれる OECD 全体の動向をしらべ，これらの結果とアジア諸国の分析結果を比較することにより，産業構造と最終エネルギー需要との関係について先進国と途上国との間で違いがみられるのか考察する。さらに，アジア諸国のなかで産業構造と環境負荷との関係に特徴をもつ韓国とタイについて別途詳細に分析する。そして最後の第IV節において，本論文のまとめと分析結果にたいする考察をふまえて，今後の課題をのべる。

II 産業構造からみた環境負荷のとりえ方

—イエニッケの分析方法—

環境負荷が少ない産業構造を構築するためには，まずその手がかりとして，これまでの産業構造の変遷とそれにとまなう環境負荷の推移を検討しなければならない。そのなかでは，産業構造を規定するいずれの要因から環境負荷が発生しているのかを分析し，その上で産業構造に関係のある環境負荷は，過去におけるどのような経済事情，もしくは経済政策によってもたらされたのかを考察する必要がある。

1) Pearce et al. [1989], pp. 173-185 を参照。

ところで、環境負荷の推移を産業構造から規定する要因として次の3つがあげられる。第1には、各産業部門内でおこる負荷低減に寄与する技術変化である。第2には、産業部門間の産業構造全体にたいする時系列変化が、各産業の環境負荷をどのように変化させてきたかということがあげられる。そして第3には、経済成長が国民経済にたいする産業全体の規模を変化させる側面がある。つまり、産業部門内での技術変化、産業部門間変化、および経済成長の3つが産業構造の姿を規定する要因であり、またこれらの要因をあらわす変数の変化が、特定の産業構造が環境保全的であるかを評価する重要な基準となるのである。

ベルリン自由大学のイエニッケらは、各産業部門における環境負荷の時系列変化を、産業部門内における技術変化、産業部門間のシェア変化、および経済成長の3つの要因に分解し、各要因の環境負荷の変化への影響度を分析している。そして先進32カ国を対象とし、主に製造業を中心に1970年前半から80年代後半までの期間における最終エネルギー、水、電力の各消費量、土地利用、廃棄物排出量（ただし、国によって取り扱っている産業、期間、および環境負荷内容は異なる）の変化と産業構造の転換との関係を検討している²⁾。そこで用いられている分析手法は以下のようなものである。

まず最初に、なにも制約を置かずに各年の環境負荷量（これを実負荷量とよぶ）を以下の式をつかって計算する。つぎに3つの要因のうち、ある1つの要因が分析の基準年の数値であるとした場合の環境負荷量（これを仮定負荷量とよぶ）を計算する。たとえば、下の式で一番左の項は技術変化をあらわすが、これを70年の値で固定しておき、残り2つの項に各年の値を代入すれば、基準年を70年とし、それ以降技術変化が起こらないと仮定したときの環境負荷量が算出される。産業部門間変化と経済成長についても同様に基準年の値で項を固定してお

けば、それぞれの負荷量を計算することができる。

$$B_i = \sum_{j=1}^n \frac{b_{ij}}{X_{ij}} \cdot \frac{X_{ij}}{X_i} \cdot \frac{X_i}{X_o} \cdot X_o$$

B_i : 比較年 i における産業部門全体をつうじた環境負荷総量

b_{ij} : 比較年 i におけるとある産業部門 j をつうじた環境負荷量

X_{ij} : 比較年 i におけるとある産業部門 j の生産額（付加価値額）

X_i : 比較年 i における産業部門全体の生産額（付加価値額）

X_o : 基準年 o における産業部門全体の生産額（付加価値額）

そして、実負荷量が仮定負荷量よりも大きい場合、その産業部門は対象とした要因については環境負荷型の産業とし、その一方で、実負荷量が仮定負荷量よりも小さい場合、その産業部門は環境負荷軽減型の産業とする。また、これらの各産業部門における実負荷量と仮定負荷量との差を「効果 (Effekt)」とよぶことで、産業構造の転換と環境負荷の変化における各産業部門の相対的影響度をしめしている。

この研究そのものは、環境負荷と産業構造との関係にかんする包括的な研究として類を見ないものであり、その先駆性は評価できる。しかし、Ayres and Simonis [1994] のなかで指摘された以下のような問題も含んでいる。

第1に、分析対象が製造業に限られており、先進国における経済のサービス化という大きな構造変化が分析の対象外になってしまったこと。第2に、国内における経済活動から生じる環境負荷を分析対象としたために、対外活動である輸出入や直接投資を考慮にいれていないこと。そして第3に、各国間におけるデータの整備状況の違いによって国際比較が不十分になっていること、などがある。

本論文では国際比較のうえで一番データが整備されていた、最終エネルギー需要を環境負荷

2) イエニッケらの研究の日本語による概説は、長尾・長岡監訳 [1996]、1-18ページを参照。

の対象としてとりあげ、とくに経済のサービス化という構造転換をとりいれた分析をおこなった。また大まかな分析ではあるが、近年の経済成長によって先進国以上に環境負荷への影響が大きくなっているアジア諸国をとりあげ、先進国と途上国のあいだで産業構造と環境負荷の関係について相違があるのか否かを検討した。

III 分析結果

1 日本における高度成長期以降の変化

ここでは、日本経済が高度成長期に移行してから近年までの1955年から95年までについて、前節で説明したイエニッケらの手法を用いておこなった分析結果を示す。

対象とした産業部門はイエニッケらがとりあげた製造業のほかに、農林水産業、建設業、そして運輸と民生部門をつけくわえた。民生部門はさらに業務と家庭に分類される。業務部門はサービス部門に該当し、国民経済計算における国内総生産の産業分類のなかで、電気・ガス・水道、卸売・小売業、不動産業、およびサービス業の4つの業種をくわえたものとして整理した。また家庭部門については、産業構造を分析対象とする場合には、通常は考慮しないのが適切かもしれないが、本論文では最終エネルギー需要を環境負荷要因としており、かつ佐和[1997]に見るように、近年のエネルギー需要は産業部門よりむしろ家庭部門が大きな増加要因になっているとの指摘もあるため、この部門も分析対象にくわえた^{3), 4)}。

第1図から第3図には、技術変化、部門間変

化、および経済成長の3つの要因ごとに、1955年を基準年度として算出した Effekt 値を10年ごとに掲載している。これら3つの図において、前節で述べた3つの要因はどのような変化を示しているのだろうか。

まず技術変化については、製造業にあたる部門における Effekt 値の著しい減少がみられる。とくに、化学工業、一次金属、および金属機械といった、戦後の日本において経済成長を牽引した産業部門における減少幅の大きさが目立っている。つぎに部門間変化についてであるが、ここでは農林水産業における大幅な減少が目目される。そして、経済成長にともなう産業部門全体への影響では、化学工業と一次金属において高い値を示したが、それ以上に運輸において大きな値がえられた。経済のサービス化をうけて民生(業務)が成長しており、また民生(家庭)部門の増加も著しいことがわかる。これらの各要因の変化から、環境負荷と産業構造との関係にどのような特徴を見出すことができるのだろうか。

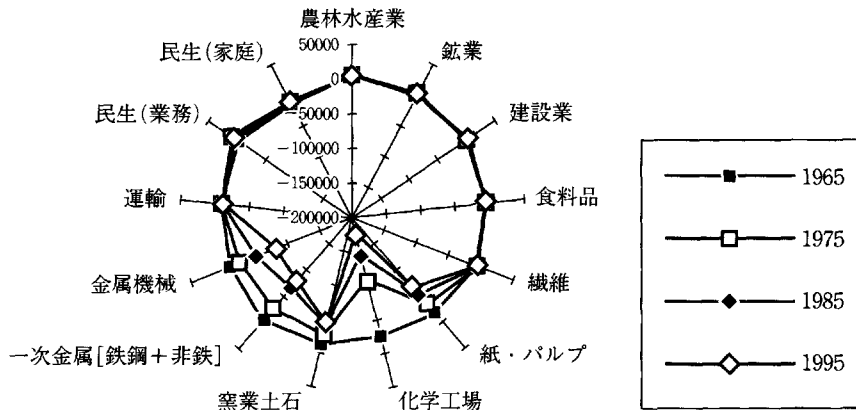
3つの図のもとになった計算結果について、さらに次のような加工をほどこした。まず、技術変化、部門間変化、および経済成長の3つの要因ごとに、各年度の Effekt 値と各年度の前年度の Effekt 値との差をとることによって Effekt 値の対前年度変化をもとめた。そして、これらの前年度変化の値がプラスの年とマイナスの年の数を、高度成長期(1956年から72年)、2度の石油危機をはさんだ安定成長期(1973年から84年)、そして円高不況以降の円高進行期(1985年から95年)の3つの時期ごとに集計する作業をおこなった。これによって、3つの要因が各時期においてエネルギー需要にプラスかマイナスのいずれに強く働いた傾向にあったのかがわかる。このような作業によって得られた結果が第1表である。

この表からイエニッケらが指摘しているように、重化学や機械産業におけるエコロジック的構造転換が高度成長期以降の日本経済において実現されたことがわかる。なぜなら、これらの産

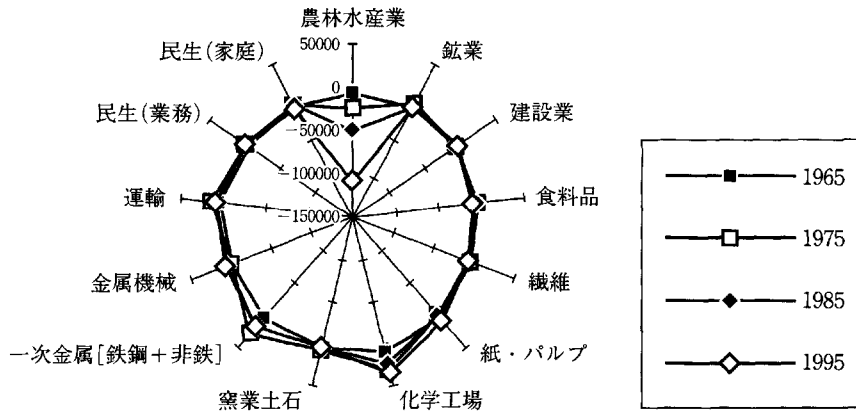
3) 民生の家庭部門にかんする Effekt 値の計算は、第II節でとりあげた計算式において、産業部門の生産額のところの家計最終消費需要額(それが統計にない場合には、民間最終消費需要額)をあてはめ、さらに産業部門全体の生産額のところ国内需要額をあてはめることにより行った。

4) 計算のための統計資料として、環境負荷量については『総合エネルギー統計』から得られる日本における最終エネルギー消費量を、また産業部門と民生部門の生産額については『国民経済計算年報』から得られる実質国内総生産(1990年基準)を利用した。これら2つの資料は年度データである。なお、最終エネルギー需要の単位は 10^{10} kcalである。

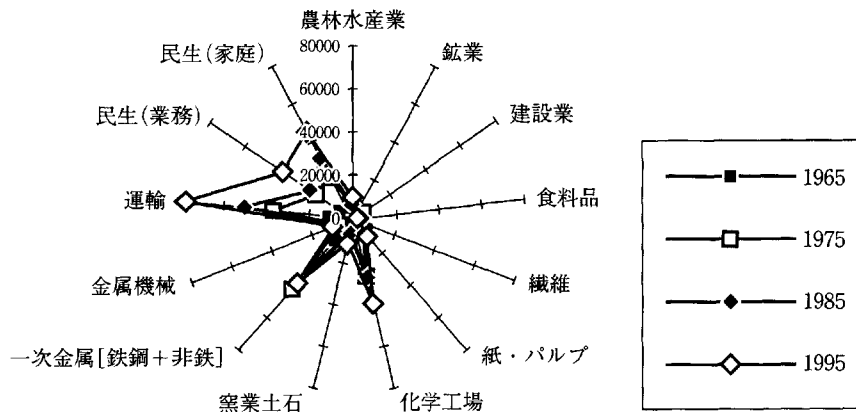
第1図 日本における高度成長期以降のEffekt値(技術変化)



第2図 日本における高度成長期以降のEffekt値(部門間変化)



第3図 日本における高度成長期以降のEffekt値(経済成長)



第1表 日本における高度成長期以降の Effekt 値の対前年度変化

	1956-72 Techno		1973-84 Techno		1985-95 Techno		1956-72 Sector		1973-84 Sector		1985-95 Sector		1956-72 Macro		1973-84 Macro		1985-95 Macro	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
農林水産業	15	2	6	6	8	3	0	17	3	9	2	9	17	0	7	5	8	3
鉱業	6	11	5	7	9	2	8	9	3	9	1	10	14	3	7	5	9	2
建設業	16	1	8	4	8	3	15	2	2	10	6	5	17	0	8	4	8	3
食品	10	7	4	8	6	5	4	13	7	5	1	10	17	0	6	6	7	4
繊維	8	9	4	8	6	5	9	8	4	8	3	8	17	0	5	7	7	4
紙・パルプ	0	17	2	10	5	6	17	0	6	6	6	5	17	0	6	6	8	3
化学工業	0	17	5	7	5	6	17	0	6	6	9	2	17	0	7	5	9	2
窯業土石	2	15	4	8	4	7	15	2	4	8	6	5	17	0	7	5	7	4
一次金属	8	9	5	7	2	9	13	4	5	7	5	6	17	0	5	7	6	5
金属機械	0	17	1	11	3	8	14	3	9	3	8	3	17	0	9	3	8	3
運輸	3	14	5	7	7	4	14	3	6	6	6	5	17	0	10	2	11	0
民生(業務)	15	2	3	9	6	5	8	9	9	3	10	1	17	0	8	4	10	1
民生(家庭)	1	16	4	8	5	6	4	13	5	7	3	8	17	0	11	1	11	0

注：項目における表記は、Techno：技術変化（単位負荷量）、Sector：部門間変化、Macro：経済成長をそれぞれしめす。

業に属する紙・パルプ、化学工業、窯業土石、および金属機械は、技術変化では対前年度変化がマイナスとなった年度が多いにもかかわらず、部門間変化と産業部門全体の変化はプラスとなった年度が多いからである。そしてこれらの産業は、経済成長やそれをうけての産業部門の拡大と最終エネルギー需要との間にイェニックが言うところの「無関連である (delink)」という性質が成りたっているといえる。

しかしこれら以外の産業、とくにイェニックらが分析の対象にしなかった産業については、重化学や金属機械のような無関連性はほとんど見られない。たとえば、減反政策などの産業構造調整が行われている農林水産業では、構造調整などの政策面や後継者不足といった業界をとりまく環境の変化により、部門間変化は他の産業にくらべてマイナスの値をとった年度が著しく多いが、その一方で、技術変化では大きなプラス要因となっている。これは、設備の近代化や化学肥料の生産過程における大量投入など、産業におけるエネルギー集約化がすすんだ結果

である。

また、第1表のなかの建設業をみると、安定成長期の部門間変化をのぞいたすべての期間、および要因においてプラスに作用しており、環境負荷に大きな影響をあたえている産業であることがわかる。日本においては景気対策として公共事業が頻繁に実施されるが、そのことが環境負荷に少なからず影響をあたえていることがわかる。

一方、近年他の産業部門にくらべてエネルギー需要の増加率が高いと言われる運輸と民生の各部門についてはどうであろうか。

運輸部門については、技術変化は時期を経るごとにプラスの年度が増えており、単位環境負荷量は増加しつづけている。また、部門間変化と産業部門全体のマクロ成長がプラスの方向に働いていることから、この部門におけるエネルギー需要の増加傾向はかなり大きなものであったと言える。

民生部門（業務）では、技術変化では安定成長期において大きくマイナスの方向を示したも

の、近年においてはプラスの年度が多くなっている。経済のサービス化をうけて部門間変化および経済成長が大きくプラスに作用していることを考えると、運輸部門とならんで今後の大きな負荷要因になることが予想される。民生部門（家庭）については、家電製品の多機能化やそれともなう待機電力の増大などをうけて、技術変化においてプラスの年度が多くなってきている。しかし、部門間変化はマイナスの方向に働いていることから、運輸部門や民生部門（業務）ほどエネルギー需要の増加に寄与するものではないことがわかった。

さらに技術変化、部門間変化、および経済成長の3つの要因においてプラス、もしくはマイナスの変化の組み合わせを考え、環境負荷との関係から分類したものを第2表に示している。

組み合わせは全部で8つあり、さらにそれらは産業部門の拡大や経済成長はプラスであるが、環境負荷が軽減される「成長と環境負荷の無関連」、産業部門の縮小や経済成長の停滞をうけて環境負荷が軽減する「成長と環境負荷の関連（マイナス）」、産業部門の拡大や経済成長をうけて環境負荷が増大する「成長と環境負荷の関

連（プラス）」、そして部門や経済全体の状況とは関係なく環境負荷が増大してしまう「構造的環境負荷」の4つに分けることができる。そして、分析対象とした産業部門それぞれにこれらの特徴をあてはめたのが第3表である。

この表から全対象期間において成長と環境負荷の無関連性が実現でき、エコロジック構造転換が達成されている産業部門は紙・パルプ、化学工業、および金属機械であることがわかる。そして、無関連が実現できた背景をこれらの部門における技術変化から見れば、その中心は生産施設の運転改善や燃料源の変更、および生産工程の改変をつうじた省エネルギー対策であった。

具体的には、紙・パルプ産業では省熱対策として、排熱回収と回収熱の利用促進や加熱設備の密閉と保温対策の強化が、また省電力対策として洗浄工程の改善による希釈水用電力の節約などがおこなわれた。石油化学産業では、燃焼空気比の低減などをはじめとする運転改善や排熱回収の強化などがはかられた。また鉄鋼産業でも、加熱炉燃料の低減、排熱回収設備の導入、および連続鋳造設備の拡充により省エネルギー

第2表 Effekt 値の変化の組み合わせと構造変化の特徴

ケース	技術変化	部門間変化	経済成長	状況の説明	特徴
1	-	+	+	経済が成長し、さらにそれ以上に特定部門が成長するが、単位負荷量は減少する。	成長と環境負荷の無関連
2	-	+	-	経済は停滞するが、特定部門は相対的に成長する。しかし、単位負荷量は減少する。	成長と環境負荷の無関連
3	-	-	+	経済は成長するが、特定部門は相対的に停滞し、それをうけて単位負荷量も減少する。	成長と環境負荷の関連（マイナス）
4	-	-	-	経済が停滞し、さらにそれ以上に特定部門が停滞し、単位負荷量が減少する。	成長と環境負荷の関連（マイナス）
5	+	+	+	経済が成長し、さらにそれ以上に特定部門が成長し、それをうけて単位負荷量も増加する。	成長と環境負荷の関連（プラス）
6	+	+	-	経済が停滞するが、特定部門は相対的に成長し、それをうけて単位負荷量が増加する。	成長と環境負荷の関連（プラス）
7	+	-	+	経済は成長するが、特定部門は相対的に停滞する。しかし、単位負荷量は増加する。	構造的環境負荷
8	+	-	-	経済は停滞し、さらにそれ以上に特定部門が停滞する。しかし、単位負荷量は増加する。	構造的環境負荷

第3表 Effekt 値の変化からみた日本における構造変化の特徴

(年度)	1956-72	1973-84	1985-95
農林水産業	構造的環境負荷	構造的環境負荷*	構造的環境負荷
鉱業	成長と環境負荷の関連 (マイナス)	成長と環境負荷の関連 (マイナス)	構造的環境負荷
建設業	成長と環境負荷の関連 (プラス)	構造的環境負荷	成長と環境負荷の関連 (プラス)
食料品	構造的環境負荷	成長と環境負荷の無関連*	構造的環境負荷
繊維	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の関連 (マイナス)	構造的環境負荷
紙・パルプ	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の無関連*	成長と環境負荷の無関連
化学工業	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の無関連*	成長と環境負荷の無関連
窯業土石	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の関連 (マイナス)	成長と環境負荷の無関連
一次金属	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の関連 (マイナス)	成長と環境負荷の関連 (マイナス)
金属機械	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の無関連
運輸	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の無関連*	成長と環境負荷の関連 (プラス)
民生(業務)	構造的環境負荷	成長と環境負荷の無関連	成長と環境負荷の関連 (プラス)
民生(家庭)	成長と環境負荷の関連 (マイナス)	成長と環境負荷の関連 (マイナス)	成長と環境負荷の関連 (マイナス)

注1)：項目における表記は、Techno：技術変化(単位負荷量)、Sector：部門間変化、Macro：経済成長をそれぞれしめす。

2)：*は当該期間において、上記の3つの項目のいずれかについてプラスとマイナスが同年数となるケースをしめす。

対策を強化していった。だが、この鉄鋼に非鉄をくわえた一次金属産業については第3表をみると、第1次石油危機を経た安定成長期以降、「成長と環境負荷の無関連」から「成長と環境負荷の関連(マイナス)」へとその特徴が変化してきている。

さらに、農林水産業、鉱業、建設業、食料品、繊維、運輸、および民生部門(業務)については近年において無関連性は見られず、それどころか構造的環境負荷産業に該当する場合が多い状況にある。したがって、日本における高度成長期以降のエネルギー需要を産業構造という観点からみたばあい、一部の重化学および金属機械においてはエネルギー需要の減少と各産業部門の成長が両立する「エコロジック的構造転換」が達成されたが、その他の産業ではこのような産業構造の転換は確認できなかった。

以上のような本節における分析結果は、イエニッケらの先行研究と比較して違いを見せているのであろうか。イエニッケらの研究では、一般的にみて日本以外については、エコロジック的

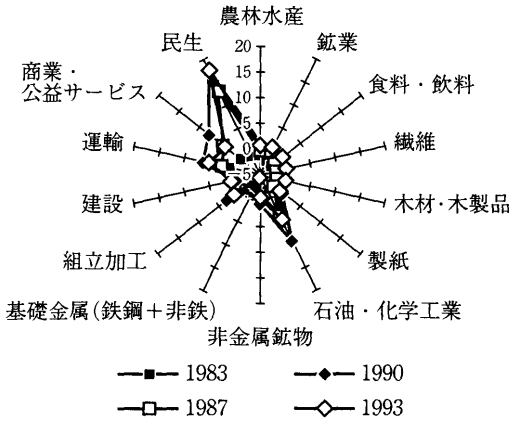
構造転換は成功していないという結論を導いている。そして、日本においてこのように他国に例を見ないエコロジック的構造転換が成功した理由を、通産省による一連の構造調整を目的とした産業政策が環境保全という側面に副作用をもたらしたというところに求めている。

だが、本節の高度成長期以降における日本の分析では、イエニッケらが指摘する構造転換の成功部門は彼らが対象にした製造業のなかの一部のみであって、他の産業部門については衰退産業とされる農林水産業や鉱業などでは構造的環境負荷を、また近年の経済のサービス化をうけるかたちで、運輸および民生(業務)では成長と環境負荷の関連がプラスになる状況をそれぞれ示しており、産業部門全体を考慮した場合、日本経済をエコロジック的構造転換の成功事例とすることには更なる検討を要すると筆者は考える。

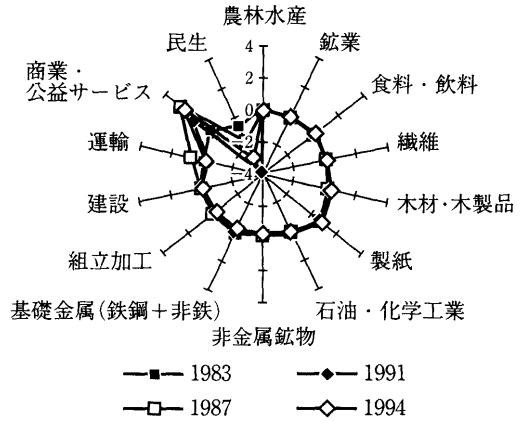
2 先進国間の比較分析

ここでは、他の先進国における構造変化と環

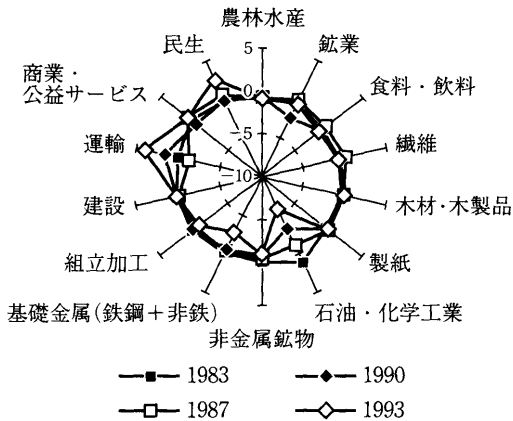
第4図 (西)ドイツにおけるEffekt値の変化(技術変化)



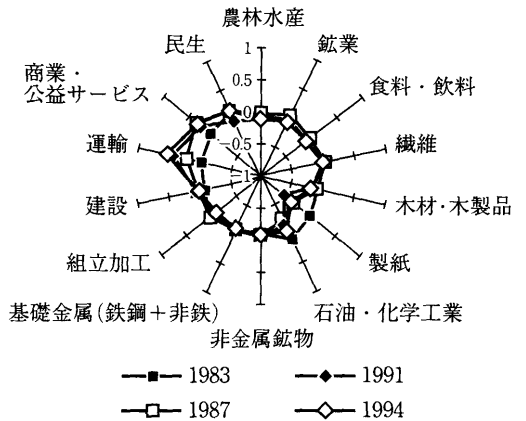
第7図 フランスにおけるEffekt値の変化(技術変化)



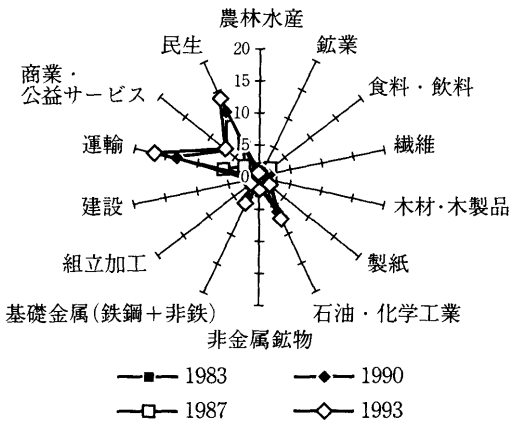
第5図 (西)ドイツにおけるEffekt値の変化(部門間変化)



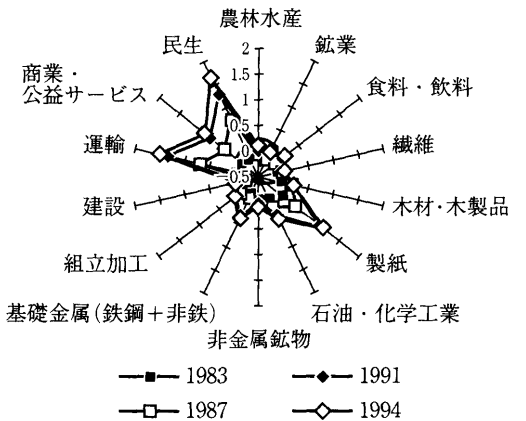
第8図 フランスにおけるEffekt値の変化(部門間変化)



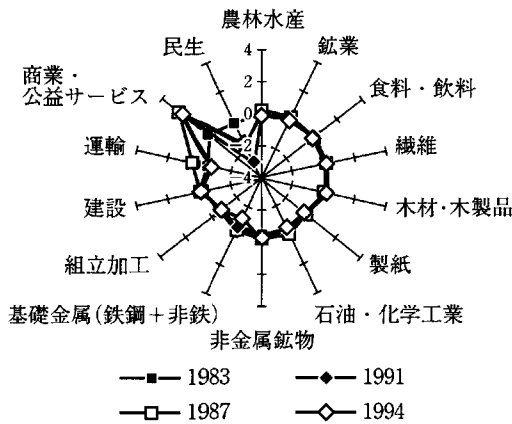
第6図 (西)ドイツにおけるEffekt値の変化(経済成長)



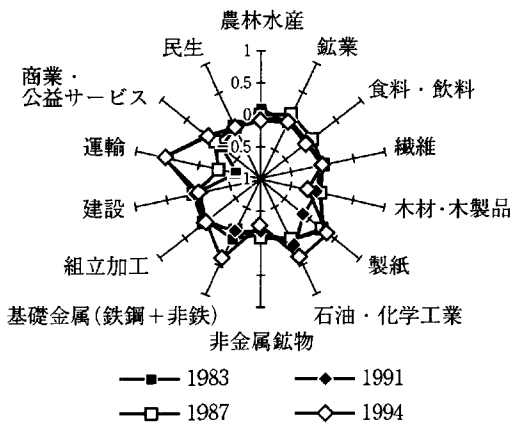
第9図 フランスにおけるEffekt値の変化(経済成長)



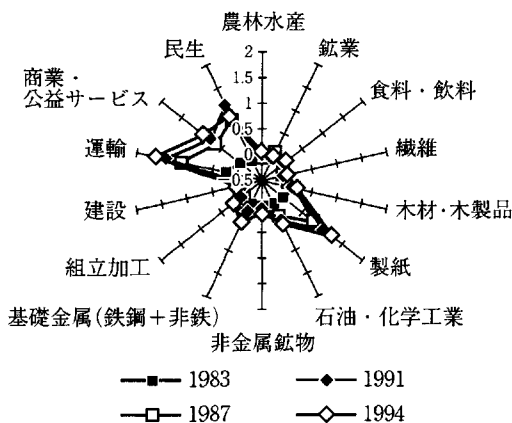
第10図 スウェーデンにおけるEffekt値の変化
(技術変化)



第11図 スウェーデンにおけるEffekt値の変化
(部門間変化)



第12図 スウェーデンにおけるEffekt値の変化
(経済成長)



境負荷との関係を検討する。対象国にはデータの関係上、ドイツ、フランス、およびスウェーデンをえらび、最終エネルギー需要を環境負荷要因として、1982年から94年（ドイツはデータの関係上、93年）までの各産業ごとの Effekt 値を計算した。そして、これらの計算結果のなかから、いくつかの年の Effekt 値をえらんでその変化をみたものが第4図から第12図である⁵⁾。

各要因の変化をみてみると、まず技術変化については農林水産業と重化学産業ではあまり目立った変化はないが、商業・公益サービス業については各国ともプラスの値をとった。部門間変化については、第1次産業および一部をのぞく第2次産業でマイナスとなっているが、商業・公益サービス業、および運輸についてはプラスの値をとった国が多い。最後に経済成長についてみると、運輸および民生部門は各国とも大きなプラス要因となっている。産業部門においては、ドイツでは石油・化学工業において他に比べてプラスの値が大きくなっているが、フランスとスウェーデンでは製紙業の大きさが目立つ。

以上の傾向をあわせて考えると、農業やその周辺産業については部門自体は縮小しているが、これらの部門のエネルギー需要の減少は頭打ちとなっている。このことは、さきほど日本を対象にしておこなった分析のところでのべた農林水産業における構造的環境負荷が、他の先進国にも見られることをしめしている。

また、重化学産業では技術変化がすすんでおり、これらの部門においてエネルギー効率化が進展しているようにみえる。しかし、部門間変

5) なお、ここでの計算のために必要なデータは、環境負荷量として IEA (International Energy Agency) から発行されている *Energy Balances of OECD Countries* から得られる最終エネルギー消費量を、また生産額については OECD が発行している *National Accounts of OECD Countries* から得られる各国の実質国内総生産を利用した。対象国については両データとも全て年次データである。なお、基準物価年次はドイツ (1991年)、フランス (1980年)、スウェーデン (1990年) であり、また最終エネルギー需要の単位は各国とも Million tonnes of oil equivalent (Million toe) である。

化においてマイナスの値となっている産業部門が多いことから、これらの部門については部門縮小によるエネルギー需要の減少か、もしくはエネルギー多消費部門の海外移転などがエネルギー需要を減少させた主な要因であると考えられる。商業部門については、経済のサービス化をうけて部門自体が拡大することにもない、エネルギー需要が増大する様子を各国とも確認できる。

3 先進国と途上国との比較分析

森田・松岡 [1997] によれば、アジア太平洋地域における一次エネルギー消費量は、1990年にくらべて2025年では2.3倍から3.8倍に増加するという推計をおこなっており、この地域における今後のエネルギー需要の増大を予測している。

しかしこれまでにおいても、とくに東南アジアの各国は急速な工業化をテコにした経済発展により、エネルギー需要の値を年々大きくしている⁶⁾。したがって、今後増加が予想されているエネルギー需要を抑制しつつ経済発展を実現するという、成長と環境負荷の無関連性をこれらの地域で実現するうえでも、これまでの東南アジアにおける産業構造と環境負荷との関係をとらえ、そこにおいて先進国の産業構造の転換や環境保全にかんする技術移転がどのように影響してきたのかを分析する必要がある。

とくに、技術から法制度にいたる、環境対策にかんする先進国と途上国とのあいだの取り組みの違いは、先進国のエコロジー的構造転換を介して途上国への公害輸出を発生させる原因ともなる。たとえば、寺西 [1992] に見るように、日本の重化学工業でのエコロジー的構造転換は公害や環境にたいする法的規制がない、もしくは緩い途上国への工場移転などの公害輸出によって実現された可能性があることも見逃すことはできない。

そこで、ここでは今までと同様に、最終エネルギー需要を環境負荷要因とし、まず「先進国クラブ」である OECD 全体の Effekt 値の推移を農業、工業、商業、および民生の4部門にわけて分析する。さらに、これらの結果とアジア諸国（韓国、シンガポール、タイ、マレーシア）の分析結果を比較し、産業構造とエネルギー需要の関係について先進国と途上国との違いを述べる。

第13図から第15図には、1970年を基準年次とした OECD 全体での Effekt 値の推移を示している。第13図の技術変化については、かつて工業部門がそして近年では民生が一番大きなマイナス値をとっている。これらの次に商業、そして農業の順番でマイナス要因がつづくが、農業については80年代中盤以降、数値がプラスの状態に推移している。

部門間変化は第14図に示しているが、工業が大きなマイナス要因となっており、農業もマイナスの値となっている。だが、先進国における経済のサービス化をうけて商業はプラスの値となっており、民生部門もプラス面で作用している。最後に、経済成長がもたらす各産業部門への影響についてであるが、第15図をみるとすべての産業部門でプラス要因となったが、なかでも工業部門の数値が大きい。民生もプラスの値をとっている。

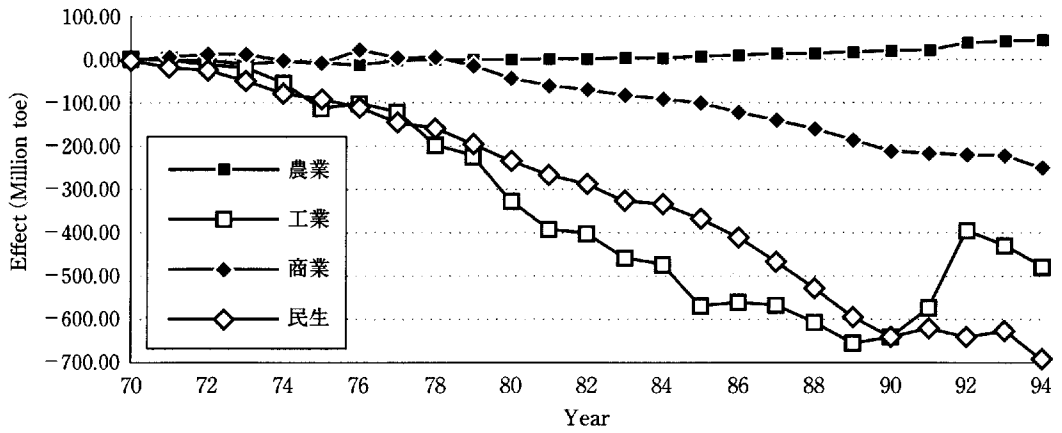
以上の傾向と第2表における構造変化の分類をふまえると、OECD 全体としては、商業と民生では「成長と環境負荷の無関連」が、工業については「成長と環境負荷の関連（マイナス）」が、そして農業では「構造的環境負荷」がそれぞれ見られる。これらの先進国における近年の産業構造とエネルギー需要の関係にたいして、途上国ではどのような状況にあるのだろうか。

第16図から第19図には、前述したアジア4カ国における国民1人あたりの国内総生産額と、全産業にたいして各産業部門がしめる付加価値額の割合をそれぞれ示している⁷⁾。これらを見

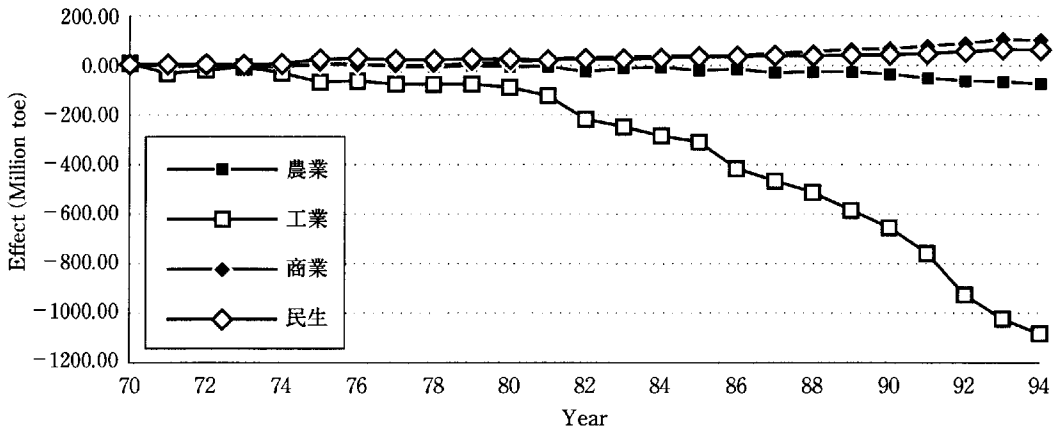
6) 大西 [1998] によれば、1971年から94年における一次エネルギー需要量の年平均増加率は、日本 (1.71%) にたいして韓国 (8.48%)、台湾 (7.74%)、タイ (9.30%)、マレーシア (8.57%) となっている。

7) 各国の基準物価年次は次のとおり。韓国 (1990年)、ノ

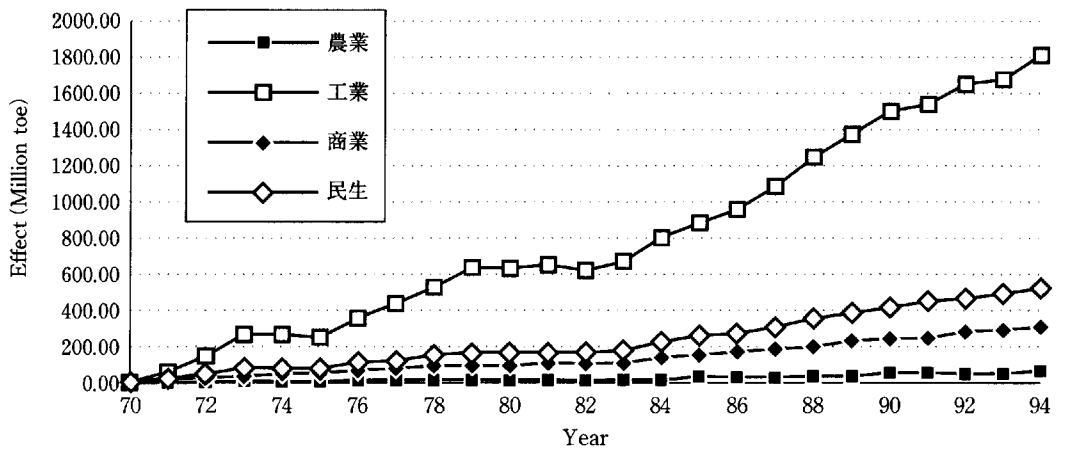
第13図 OECD全体での Effekt値の変化(技術変化)



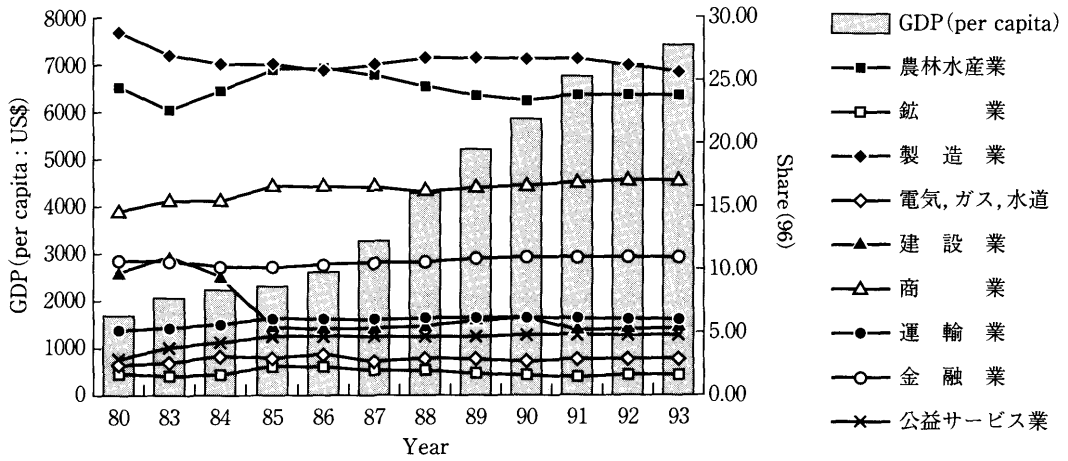
第14図 OECD全体での Effekt値の変化(部門間変化)



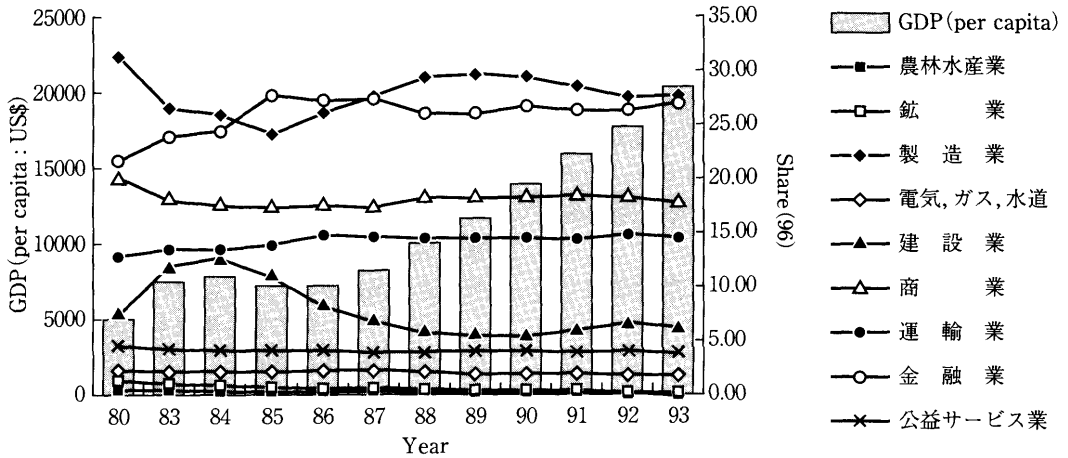
第15図 OECD全体での Effekt値の変化(経済成長)



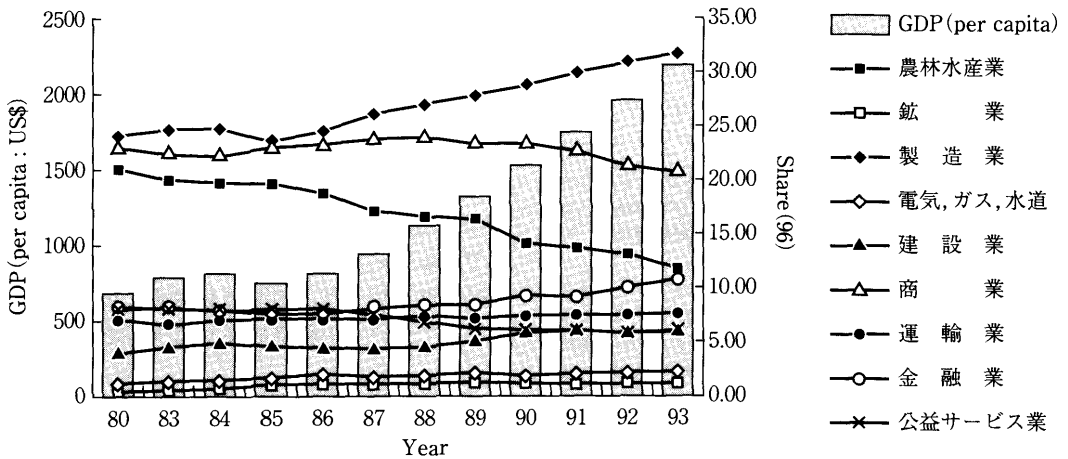
第16図 韓国における国内総生産の変化と産業構造



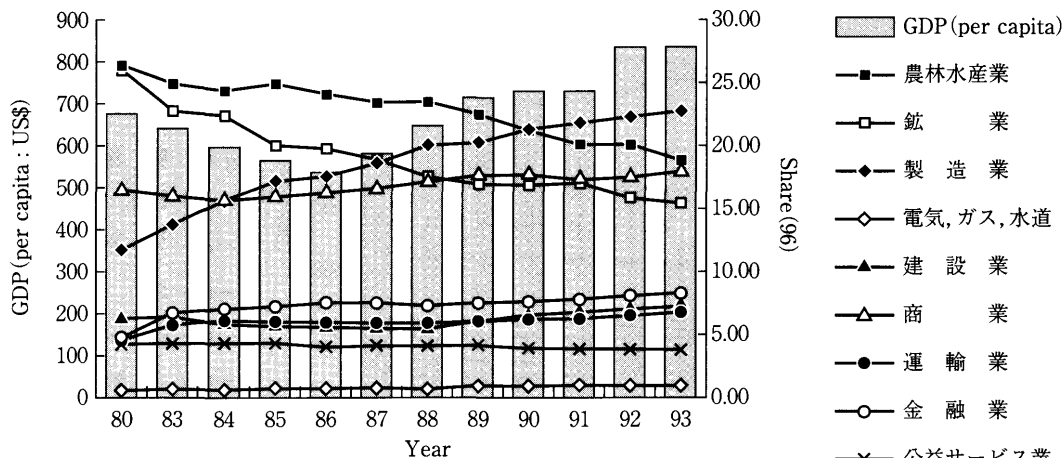
第17図 シンガポールにおける国内総生産の変化と産業構造



第18図 タイにおける国内総生産の変化と産業構造



第19図 マレーシアにおける国内総生産の変化と産業構造



ると、韓国とシンガポールは1人あたりの国内総生産が高く、それと同時に産業構造も商業、運輸、および金融の各部門においてシェアが増加している。とくに、都市国家としてはやくから経済のサービス化を進展させてきたシンガポールについては、これら3部門で国内総生産の過半数を占めるにいたっている。

タイとマレーシアについては、農業部門でシェアの低下が見られる一方で、工業部門におけるシェアが大きく、さらにサービス部門においても少しずつではあるがシェアは増加している。したがって、対象としたアジアの国々では、工業化による経済発展から経済のサービス化へと産業構造が転換している国と、依然として工業化がすすんでいる国とが混在している状況にあることがわかる。つぎに、これらの国々における Effekt 値の変化を見ることにする⁸⁾。

、シンガポール (1985年)、タイ (1988年)、マレーシア (1978年)。なお、1人あたり GDP および各対象国の対米ドル為替レートは、経済企画庁調査局編 [1998] のデータを使用した。

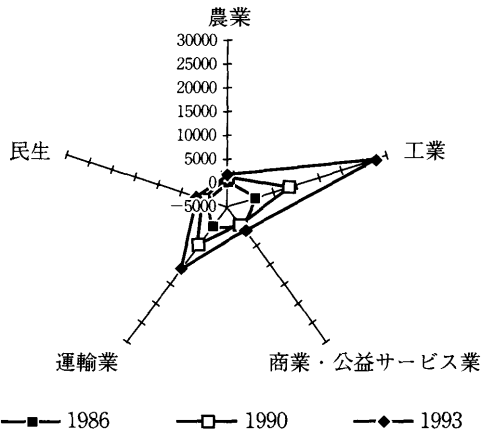
8) 基準年次は各国とも1985年である。またデータの都合上、シンガポールとマレーシアについては農業部門の結果が得られなかった。なお使用した統計データは、最終エネルギー需要については IEA (International Energy Agency) から発行されている、*Energy Balances of non-OECD Countries* から、また生産額については、国連が発行している *National Accounts* からそれぞれ得た。

第20図から第31図にかけて、アジア4カ国における Effekt 値の計算結果を示している。まず最初に経済成長にともなう産業部門の変化についてみると、これらの国々の特徴として工業と運輸における値の急激な上昇があげられる。先の第15図で OECD 全体を対象としたときの計算結果を見たが、それとおなじく工業部門の成長は途上国の多いアジアにおいても確認できる。運輸部門についても、先進4カ国で得られた分析結果と同様な傾向をしめしており、経済発展の水準に関係なくとくに工業と運輸が大きな役割を果たしていることがわかった。また韓国では、先進国の共通した特徴である民生部門からの近年における環境負荷の増大がみられる。

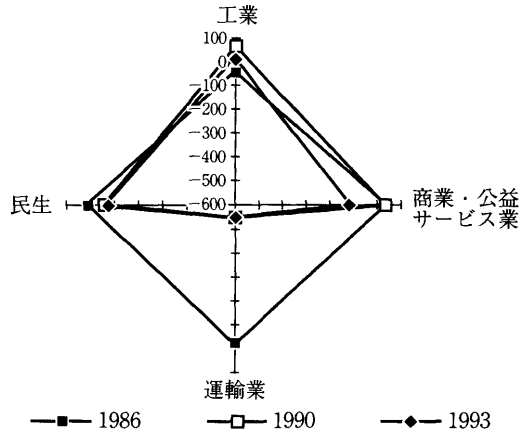
次に部門間変化であるが、ここでは韓国およびシンガポールとそれ以外の国で傾向が異なっている。それは、これらの国では工業部門において減少傾向がみられるが、他の2カ国については依然として工業部門における上昇傾向が確認できるということである。しかしその一方で、運輸部門の拡大はどの国にも共通してみられる。そして、以上の経済成長や部門間変化をうけ

、両データとも対象国については全て年次データである。最終エネルギー需要の単位は各国とも Thousand tonnes of oil equivalent (Thousand toe) である。

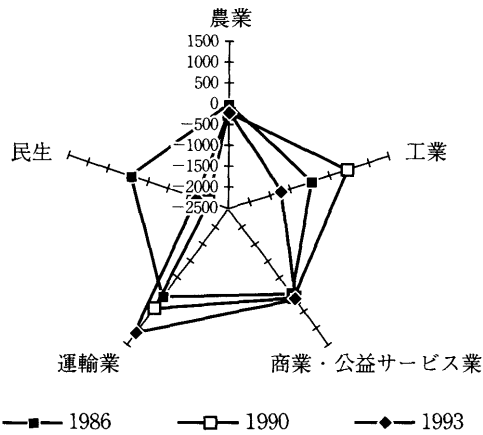
第20図 韓国におけるEffekt値の変化(技術変化)



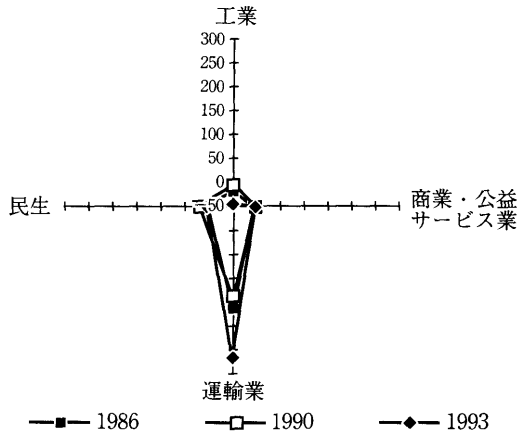
第23図 シンガポールにおけるEffekt値の変化(技術変化)



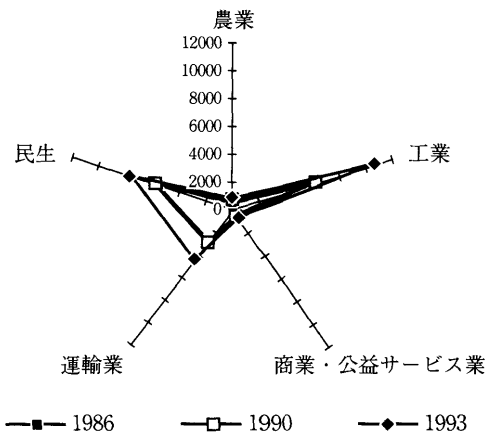
第21図 韓国におけるEffekt値の変化(部門間変化)



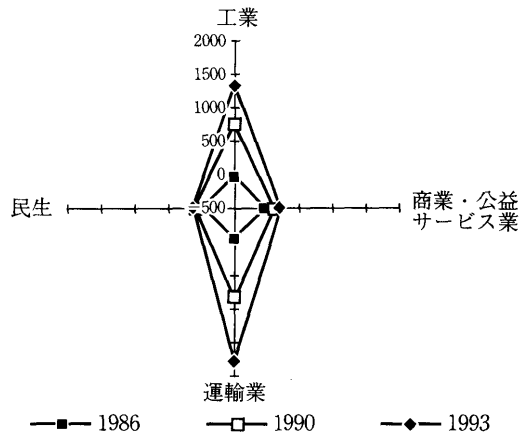
第24図 シンガポールにおけるEffekt値の変化(部門間変化)



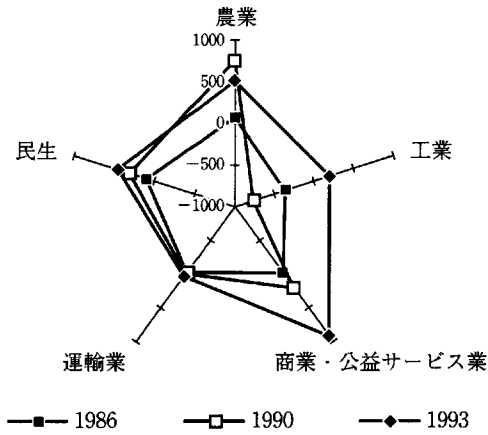
第22図 韓国におけるEffekt値の変化(経済成長)



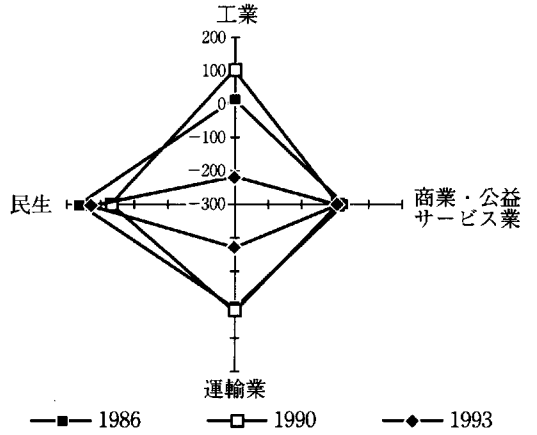
第25図 シンガポールにおけるEffekt値の変化(経済成長)



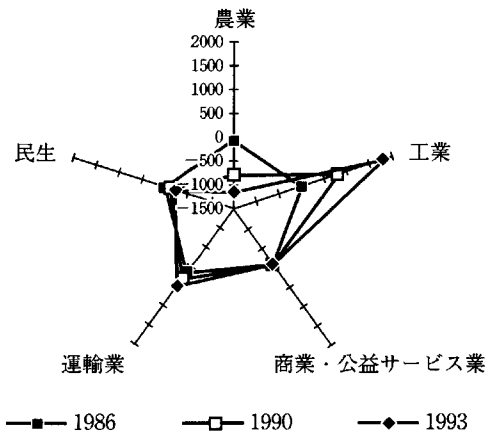
第26図 タイにおけるEffekt値の変化(技術変化)



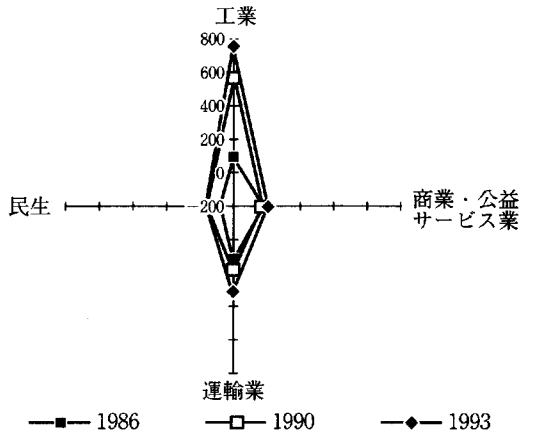
第29図 マレーシアにおけるEffekt値の変化(技術変化)



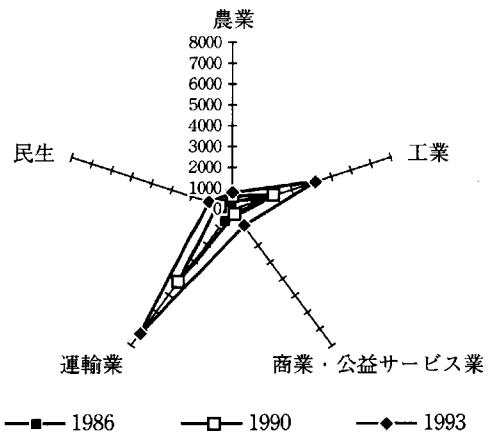
第27図 タイにおけるEffekt値の変化(部門間変化)



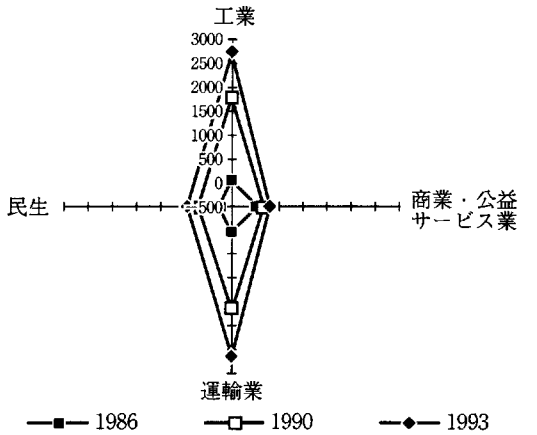
第30図 マレーシアにおけるEffekt値の変化(部門間変化)



第28図 タイにおけるEffekt値の変化(経済成長)



第31図 マレーシアにおけるEffekt値の変化(経済成長)



て、単位負荷量をしめす技術変化についてはどのような傾向がみられるのであろうか。じつは、この部分は各国でさまざまな違いをみせているのである。

まず韓国については、工業と運輸で増加傾向を示している。シンガポールについては、工業や民生においては値の変化はさほど見られない一方で、とくに運輸においてマイナス傾向が進展している。またタイについては、工業や商業のみならず民生や農業においても増加している。さらにマレーシアでは、工業と運輸で減少傾向が確認される。

よって、以上のアジア諸国における各要因の動きをまとめると、経済成長を実現していく過程において、工業と運輸の両部門が大きなエネルギー需要部門となったことは対象としたアジア各国で共通している。しかし部門間比率をみると、そこには経済のサービス化が進展しており、工業の比率が低下してきている韓国やシンガポールと、依然として工業部門からのエネルギー需要の割合が大きいタイとマレーシアの2つにわけることができる。さらに、このような経済成長や部門間変化の影響をうけて、単位負荷量をしめす技術変化がどのような傾向を示しているのかは各国で異なる動きをみせている。

そこで次にこれらのアジア諸国のなかで、サービス経済化がすすんでいるにも関わらず工業部門からの単位負荷量が増大している韓国と、運輸をのぞく対象部門で単位負荷量が増加傾向を示したタイをとりあげ、産業構造とエネルギー需要との関係においてどのような特徴があるのかを先程より詳細にわけた産業部門で見ることにする。

第32図から第34図には韓国について、また第35図から第37図にはタイについて、両方とも1988年を基準年次とした場合の分析結果をそれぞれ示している。

まず技術変化における韓国の Effekt 値をみると、先進国ではそのほとんどにおいてマイナス要因になっている製造業に属する産業が、韓

国では反対に多くの産業でプラス要因となった。とくに、化学におけるプラス値の大きさが目立っている。タイについては、農業と工業および商業に属する産業部門の約半数において全期間でプラスの値をとった。

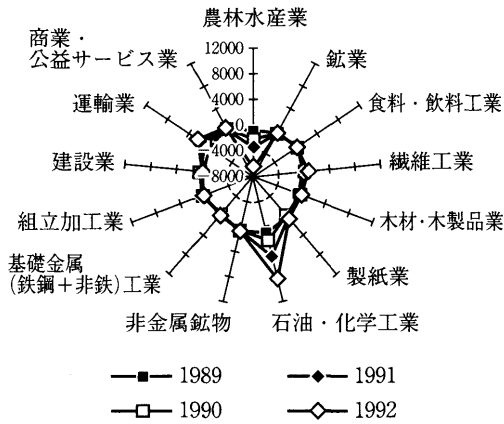
次に部門間変化であるが、韓国については工業化からサービス経済へ経済構造がシフトしていることを反映して、工業部門はそのほとんどがマイナス要因となっている一方で、商業や運輸については対象期間のすべてでプラス要因となっている。

タイについては工業化が進展しているとはいえども、対象期間中において一貫して値が上昇傾向にあった産業は非金属鉱物と組立加工業、および建設業の3つのみであった。また、農業部門はマイナス傾向にある。さきの技術変化の項における農業部門の傾向を考えると、末廣[1993]に見るように、NAIC (Newly Agro-Industrializing Country: 新興農業関連工業国)といわれるほど農業部門が工業化において主要な役割をはたしたタイ経済は、近年のエネルギー需要の動向から見れば、その農業において構造的環境負荷という深刻な問題をひきおこしているのである。

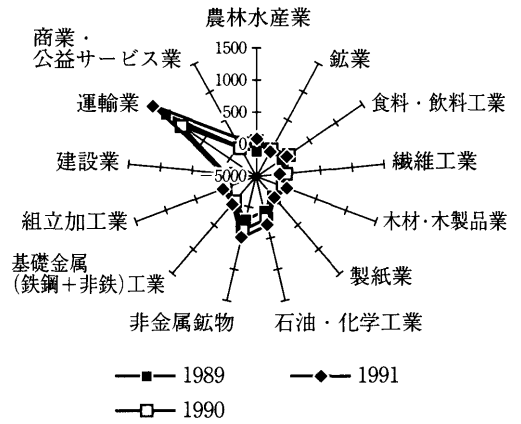
最後に、経済成長がおよぼす影響については両国ともプラス要因に作用している。そのなかで、農業、非金属鉱物、基礎金属、運輸、そして民生部門は韓国とタイともに大きな値となっている。

以上の各要因ごとの変化から、韓国とタイでは日本においてみられた経済成長と環境負荷との無関連性は発見できなかった。さらに、韓国におけるいくつかの工業部門では構造的環境負荷の状況にある。またタイについては、農業やその周辺産業でとくに深刻な構造的環境負荷がおこっており、今後の国民経済と環境保全との関係において大きな問題になることが予想される。そして、韓国における構造的環境負荷は、先進国において開発された省エネルギー技術が十分には吸収されていないこと、タイにおいてはそれにくわえて先進国のサービス経済化にと

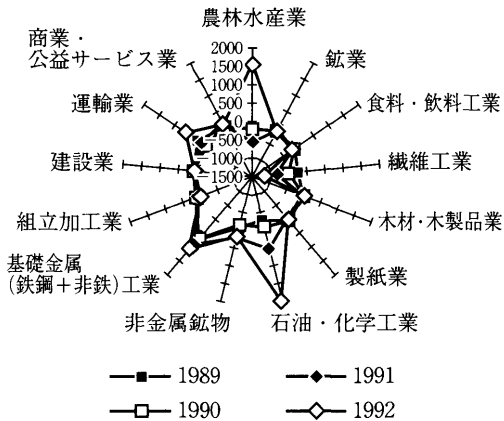
第32図 韓国におけるEffekt値の変化(技術変化)



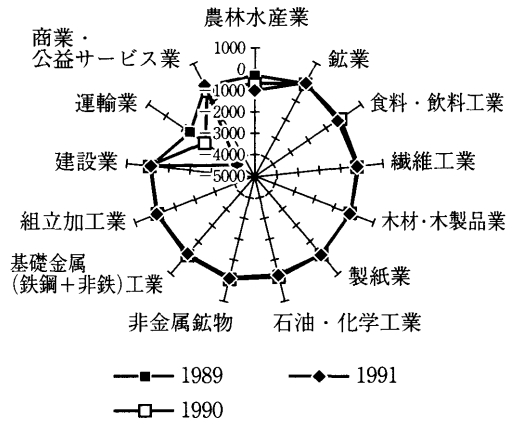
第35図 タイにおけるEffekt値の変化(技術変化)



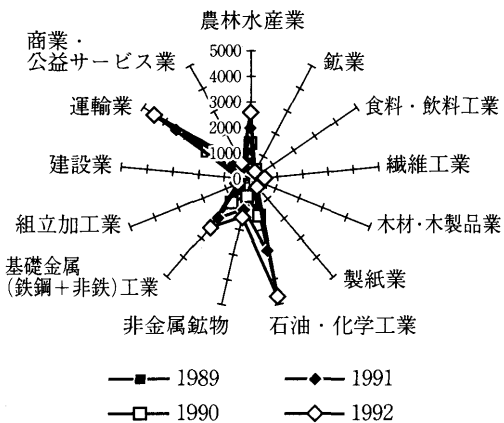
第33図 韓国におけるEffekt値の変化(部門間変化)



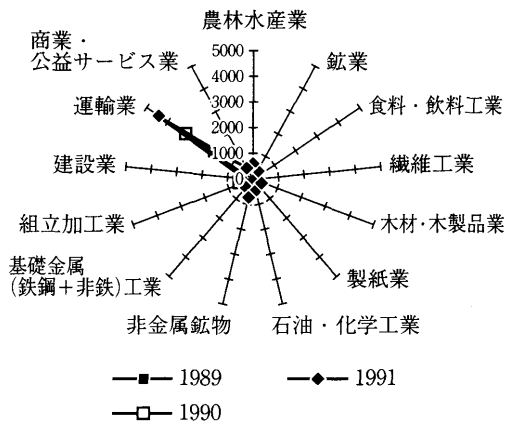
第36図 タイにおけるEffekt値の変化(部門間変化)



第34図 韓国におけるEffekt値の変化(経済成長)



第37図 タイにおけるEffekt値の変化(経済成長)



もない、かつてはそれらの国にあったエネルギー多消費型の産業が移転するという国際分業体制の確立によって形成されたものとする。

IV まとめと考察

以上、イェニックらの手法をもとにして、産業構造と環境負荷の関係について分析してきた。まとめると、日本の高度成長以降における環境負荷と産業構造の転換との関係は、イェニックらが述べているように製造業、とくに化学工業と金属機械において経済成長と環境負荷との無関連性というかたちで、本論文においても確認できた。

しかし、その他の部門においてはこのような無関連性はあまり見られず、産業によっては経済成長をうけた部門変化、および部門間変化は縮小しているが環境負荷量は増大するという、筆者の分類でいうところの構造的環境負荷の状況をしめした。そこでは、環境負荷の原因が産業構造の転換以外の部分で発生しており、各産業分野における経済政策の内容やその産業がおかれている状況を個別に見る必要がある。たとえば、論文にも指摘したように、日本における農林水産業が構造的環境負荷の状況にあるのは、部門自体の経済規模が縮小している一方で、農業基本法にもとづいた生産性上昇のために、設備の近代化、人工肥料や農薬といった化学物質の大量投入をおこなったという背景があると考えられる。

また先進国間での分析では、経済のサービス化によって商業や運輸部門における環境負荷が増加している一方で、製造業部門ではサービス化の煽りをうけるかたちで部門自体の経済規模が縮小し、その結果として環境負荷が減少していることを確認できた。さらに農業部門における構造的環境負荷は、対象とした日本のみならず先進国共通の状況であり、地球環境保全における農業の役割を考えるうえで注目すべき傾向であると言える。

先進国と東南アジアを対象とした途上国との比較分析では、先進国におけるサービス部門へ

の産業構造の転換と、途上国における工業化の進展がわかった。しかし、途上国の対象として取り上げた東南アジア諸国については、サービス経済化が進展しているシンガポール、サービス化の進展が著しいが製造部門のシェアも大きい韓国、さらに工業化における農業部門の果たす役割が大きいタイ、そして工業化の進展がめざましいマレーシア、といったかたちで産業構造という側面だけ見ても東南アジアにおける発展の多様性を知ることができた。

しかし、環境負荷と産業構造の転換という側面からこれらの途上国を見た場合、とくに先進国との比較において明らかな違いがみられた。それは経済の動向にかかわらず、多くの途上国において環境負荷が増加してしまう産業構造を抱えているということである。韓国とタイをとりあげて分析した結果、韓国においては製造業における構造的環境負荷が、またタイでは製造業に属する産業のみならず、タイ経済の特徴である農業とその周辺産業における構造的環境負荷がそれぞれ存在することがわかった。

以上のような現象は、公害輸出との関係で議論される先進国と途上国とのあいだに形成された国際分業体制の影響のみならず、先進国が導入している環境保全技術を途上国において吸収できるようなシステムがさほど形成されていないことにもその要因がある。韓国とタイにおける近年の Effekt 値の推移から、国際分業体制から生じる環境負荷をしめす「成長と環境負荷の関連（プラス）」と、先進国の環境保全技術を吸収できていない「構造的環境負荷」の双方が多くの産業分野でみられた。

政策面から考えれば、北村 [1993] が指摘しているように、現在の途上国においては公害防止や環境保全に寄与するような外国からの企業投資にたいする整備より、むしろ外国資本の導入による経済発展を達成すべく投資促進措置が優先されることで、途上国のみならず資本を提供する先進国においても、企業の海外投資に対して環境面でのチェック機能があまり働いていないことに以上のような深刻な現状の原因の一

端をもとめることができるのではないだろうか。

つぎに本論文をつうじて、今後、環境負荷を産業構造の転換という視点から研究するうえで課題となったことをいくつかあげる。

第1に、本研究において用いたイェニックらの分析手法についてであるが、第Ⅱ節で既述したような問題がある一方で、同節でしめした要因分解の式をみると、計算結果の単位は環境負荷の指標として用いたものと同じになる。このことは、とくに各国間の比較分析において為替レートの影響を考慮することなく、分析が可能になるという点で長所がある。

だが、この長所はあくまでも貿易や直接投資といった国際間における経済活動を考慮しない場合のものであって、それは現実の国民経済の姿とは異なる。イェニックらも貿易を考慮した分析を試みてはいるが、納得のいくレベルまでには至っていない⁹⁾。

第2に、イェニックらがもちいた要因分解の式では、産業連関の視点がまったく考慮されていない。現実の経済活動においては、その活動を維持し発展させるために数多くの産業部門がそのなかに入り込んでおり、それらの産業部門がいかにして相互依存しながら国民経済を支えているのかという側面は重要である。そしてここでは、産業連関のすがたをとらえた産業連関表による分析が不可欠となる。

この分野ではわが国でも数多くの研究蓄積があり、例えば化石燃料消費を題材にした植田ほか [1994] の分析では、日本では他の先進国以上に石油危機をうけた投入構造要因の変化によって、省エネルギー化が進展したことを指摘している。また、投入構造要因より影響は少ないが最終需要要因に関する長谷部 [1994] の分

析によると、近年ではCO₂などの環境負荷物質の排出において、相対的には民間固定資本形成がプラス要因、円高をうけた輸出減と輸入増がマイナス要因にそれぞれ働いていることを示している。

だが以上のような産業連関分析では、イェニックらの手法のように毎年のデータ分析ができないこと、また途上国では連関表が未作成である国も多いため国際比較研究に制限が生じるという問題がある。

しかし以上のような課題を乗り越えつつ、産業構造という側面から環境負荷のメカニズムを解明していくことは、環境保全のための社会経済システムを構築するにあたって、国民経済レベルから有力な視点をあたえてくれると考える。

国民経済と環境負荷との関係には、開発経済学で説明されるクズネッツの逆U字仮説が成立するとの議論がある。そこでは、1人あたりの国民所得が増加するにつれて、ある所得額までは工業化などの進展や公衆衛生施設の未整備などをうけて環境負荷が増加するが、それ以降は環境規制の強化やそれを受けるかたちでの環境汚染防止技術の進歩、それらの技術を導入できる経済水準に至ること、および人々の環境にたいする価値観の変化などにより、所得の増加とともに負荷量が減少していくという説明がなされる。

しかし植田 [1996] が指摘しているように、もしそのような「環境クズネッツ仮説」が先進国のみならず、途上国においても実現されるようになれば、いずれかの地点において全体の汚染量が環境容量をこえる状況となってしまいかねない。そのような危機的な状況をさけるためには、先進国と途上国とを問わず、国民経済を環境保全という視点から再設計する必要がある。その際に、これまで本論文で分析してきた環境負荷と産業構造の関係は、国ごとの違いを把握しつつ、より環境負荷の少ない国民経済を形成するための制度設計や政策課題を検討する際に有力な題材をあたえてくれるものとなる。

9) 長岡・長尾訳 [1996] には、環境負荷に影響をあたえる産業が途上国に移転したのか否かを、純輸出額(輸出額-輸入額)の国内消費額にたいする割合の変化をもって分析したイェニックらの研究が紹介されている。しかし純輸出という貿易額のみでは、輸出品および輸入品それぞれの環境負荷量を除外してしまうこと、および先進国の多国籍企業における産業内貿易を考慮しないことなど分析上の問題をかかえており、よって純輸出額のみをもって公害輸出の状況を把握することは不十分である。

参考文献

- イエニッケ・ビンダー・メンヒ著, 長岡延孝・長尾伸一訳 [1996] 「グリーンな産業政策と『汚染産業』の将来」『大阪経大論集』大阪経大学会, 第46巻第6号, 425-455ページ。
- 植田和弘 [1996] 『環境経済学』岩波書店。
- 植田和弘・長谷部勇一・鷲田豊明・寺西俊一・宮崎誠司・家田 忠 [1994] 「環境・エネルギー・成長の経済構造分析」『経済分析』経済企画庁経済研究所, 第134号。
- エネルギー・資源学会編 [1997] 『エネルギー・資源ハンドブック』コンパクト版, オーム社。
- 大西 広 [1998] 『環太平洋諸国の興亡と相互依存』京都大学学術出版会。
- 北村かよ子 [1993] 「外国資本移動と公害」(小島麗逸・藤崎成昭編『開発と環境—東アジアの経験—』開発と環境シリーズ1, アジア経済研究所), 45-58ページ。
- 経済企画庁調査局編 [1998] 『アジア経済1998』大蔵省印刷局。
- 佐和隆光 [1997] 『地球温暖化を防ぐ』岩波書店。
- 末廣 昭 [1993] 『タイ 開発と民主主義』岩波書店。
- 寺西俊一 [1992] 『地球環境問題の政治経済学』東洋経済新報社。
- 長谷部勇一 [1994] 「経済構造変化と環境の要因分析」『エコノミア』横浜国立大学経済学会, 第44巻第4号。
- 宮本憲一 [1989] 『環境経済学』岩波書店。
- 森田恒幸・松岡 譲 [1997] 「アジアの環境問題の現状と展望」『環境情報科学』26(3), 2-7ページ。
- 渡辺利夫編 [1998] 『アジア経済読本』第2版, 東洋経済新報社。
- Ayres, E. U., and U. E. Simonis [1994] *Industrial Metabolism*, United Nations University Press.
- Jänicke, M., H. Mönch, T. Ranneberg and U. E. Simonis [1989] "Structural Change and Environmental Impact. Empirical Evidence on Thirtyone Countries in East and West," *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 12 No. 2, pp. 99-114.
- Jänicke, M., H. Mönch und M. Binder [1993] *Umwelentlastung durch industriellen Strukturwandel?*, edition sigma, Berlin.
- Jänicke, M., and H. Weidner eds. [1995] *Successful Environmental Policy*, edition sigma, Berlin. (長尾伸一・長岡延孝監訳『成功した環境政策—エコロジック成長の条件—』有斐閣, 1998年)。
- Pearce, D., A. Markandya and E. Barbier [1989] *Blueprint for a Green Economy*, Earthscan Publications Ltd., London. (和田憲昌訳『新しい環境経済学—持続可能な発展の理論—』ダイヤモンド社, 1994年)。