

日・米・アジアの産業・貿易構造変化が CO₂ 排出に及ぼした効果に関する分析

中村英佑¹・森杉雅史²・井村秀文³

¹学生会員 名古屋大学大学院 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

²正会員 工博 名古屋大学助手 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

³正会員 工博 名古屋大学教授 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

近年の経済のグローバル化に伴い、CO₂ 排出の国際移転問題が懸念されている。本研究では、産業連関分析の手法を用いて、日本、米国、アジア諸国間における CO₂ 排出負荷の指標として CO₂ 内包係数を算出し、その経年変化の要因分析を行った。結果として、アジア諸国は、日本、米国、中国との取引において高い CO₂ 内包係数を示し、また、経年的には国家間取引の急激な増加を要因として、CO₂ 内包係数は高まる傾向にあることが明らかとなった。中でも、特に中国との取引拡大に伴う CO₂ 内包係数の増加は顕著であった。

Key Words : globalization, Carbon - Leakage problem, embodied CO₂ emission intensity, I - O Analysis

1. 序論

1980 年代後半以来の通信、運輸、情報分野での技術進歩に伴い、各国は、貿易取引や直接投資など国境を越えたモノと資金の動きを活発化し、産業間の依存関係を深化させることによって経済発展を達成した。いわゆる、経済のグローバル化である。近年では、中国、台湾が相次いで WTO に加盟し、わが国もシンガポールとの間に自由貿易協定を結ぶなど、その勢いはますます加速している。

こうした中、途上国の一部には、先進国による公害輸出を懸念する声がある¹⁾。具体的には、ASEAN 諸国において、日本、欧米、NIES の企業進出の誘致を急ぐ余り、産業廃棄物処理が後回しになり重金属の垂れ流しなどが生じている例が指摘されている。同様に、国際貿易を通じた CO₂ 排出の国際移転問題(炭素リーケージ)が懸念されている。これは、京都議定書での CO₂ 排出削減目標が先進国(移行経済国を含む、以下同様)の限られた国々を対象としたものでしかないため、削減目標達成に向けて先進国が対策を講じた場合、先進国において相当量の CO₂ 排出が削減される一方で、逆に途上国での CO₂ 排出量は増加するという懸念を示している。

ある財・サービスの生産時に、産業間の取引構造を通じて波及する CO₂ 排出負荷を分析する有効な手法として産業連関分析がある。これによると、ある国の産業に生じた需要は、その生産活動のために必要な他国産業の財・サービスの需要として国境を越えて波及する。すると同時に、それらの財・サービスの生産過程におけるエネルギー需要として化石燃料の燃焼が生じ、CO₂ が誘発排出されると考えることができる。これを踏まえると、経済のグローバル化に伴う産業間の依存度の高まりにより、このようにして誘発される CO₂ が増加し、前述の炭素リーケージへと発展することが懸念される。そこで、各国の CO₂ 排出責任を明らかにするために、国家間の取引構造を考慮した CO₂ 排出負荷を正確に把握することが必要となる。

こうした視点から、本研究では、産業連関分析の手法を用いて、過去の貿易取引構造を通じた国家間の CO₂ 排出負荷を数量的に把握し、次いでその経年変化の要因を明らかにすることを目的とする。

このため、まず 1985、1990、1995 年の 3 時点における日本、米国、アジア 8 国を対象とした環境分析用国際産業連関表を作成する。次いで、産業連関分析の手法を用いて、各国産業が単位生産額の生産時に取引構造を通じて直接・間接的に誘発する CO₂ 排出量を算出

して CO₂ 内包係数とし、これを誘発相手国別に分解する。本研究では、このようにして誘発相手国別に求めた CO₂ 内包係数を国家間の CO₂ 排出による環境負荷の指標として用い、1985 年から 1990 年、1990 年から 1995 年の各 5 年間における CO₂ 内包係数の変化の要因分析を行い、国家間の CO₂ 排出負荷の増減がいかなる原因によって説明されるのかを吟味する。

2. 既存研究と本研究の位置付け

近年の地球温暖化問題への関心の高まり及び進展する経済のグローバル化に伴い、国家間の CO₂ 排出負荷に関して産業連関分析の概念を用いた研究は数多く行われている。

井村ら²⁾は、国連貿易統計を用いて世界全体のエネルギー及び CO₂ 収支バランスを時系列で算出している。ただし、この研究では世界全域を研究対象としているものの、貿易品目を区分せずに一国の製品を一律に扱っているため各国産業間の貿易構造まで考慮した分析とはなっていない。この点でより詳細な分析を行うためには品目別貿易統計を用いる方法が考えられるが、そのためには各製品の原単位が必要となり現段階ではデータ上の制約がある。

一方 TIWAREE ら³⁾は、アジア国際産業連関表を用いて、環太平洋地域におけるエネルギー及び CO₂ 収支を数量的に算出している。しかし、この研究では 1985 年の一時点の状況を把握しているにすぎず、近年のグローバル化した経済活動が生み出す国家間の CO₂ 排出負荷の変化を理解するためには不十分である。

以上の問題点を考慮し、本研究では、1985、1990、1995 年の 3 時点における日本、米国、アジア 8 国を対象としたアジア国際産業連関表を用いて分析を行う。これにより本研究では、3 時点における各国産業間の貿易取引構造を通じた CO₂ 排出負荷の数量化が可能となる。また、その経年的変化の要因を明らかにすることにより、経済活動のグローバル化とそれに伴う各国産業間の CO₂ 排出負荷の関係を明らかにする。

3. 日・米・アジア間の CO₂ 排出負荷

(1) 本研究で用いたデータ

本研究では産業連関表として、1985、1990、1995 年の日本、米国、インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、中国、台湾、韓国の 10 ケ国 24 産業を対象としたアジア国際産業連関表^{4),5)}を用いた。また、各国産業の CO₂ 排出量には、国際エネル

ギー機関(IEA)の発行している「化石燃料燃焼による CO₂ 排出量データ」(CO₂ Emission from Fuel Combustion)⁷⁾を用いた。これは、各国産業が直接化石燃料(石油、石炭、天然ガス)を燃焼することによって排出する CO₂ 量を集計したものである。これら 2 つのデータでは産業部門区分が互いに異なるが、それぞれ支障のないように統合し、本研究のデータベースとなる環境分析用国際産業連関表を 1985、1990、1995 年の 3 時点について作成した。その概要を図-1 に示す。作成にあたっては、慶応大学産業研究所⁸⁾による産業連関表を CO₂ 排出量の解析のために拡張した環境分析用産業連関表を参考とした。

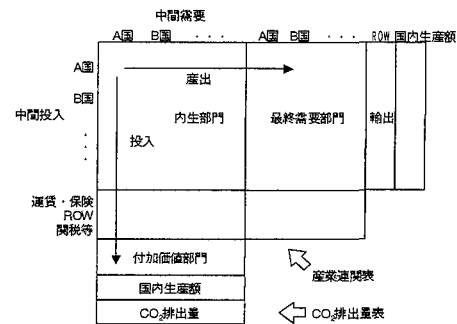


図-1 環境分析用国際産業連関表の概要

(2) 排出係数の算出

まず、各国産業が化石燃料燃焼によって排出する CO₂ 排出量を国内生産額で除し、CO₂ 排出係数⁹⁾とする。これは、各国産業が単位生産額の生産を行うために、化石燃料を燃焼することによって直接排出する CO₂ 量を示す。定式化すると以下ようになる。

$$pCO2_i = \frac{CO2_i}{prd_i} \quad (1)$$

$pCO2_i$: 産業*i*のCO₂排出係数

$CO2_i$: 産業部門*i*のCO₂排出量

prd_i : 産業部門*i*の国内生産額

このようにして算出した CO₂ 排出係数を、各国 24 産業について平均値を求め国別にグラフ化し図-2 に示す。また、その排出起源となる化石燃料(石炭、石油、天然ガス)に CO₂ 排出係数をまとめたものが、表-1 である。

まず図-2 より、突出して高い数値を示しているのが、中国である。その原因としては、表-1 において中国産業の排出する CO₂ の大部分が石炭起源であることからわかるように、中国産業が過度の石炭依存型の生産体制であることが挙げられる。一方で図-2 より、ほとんどの国々において、経年的に CO₂ 排出係数は減少傾

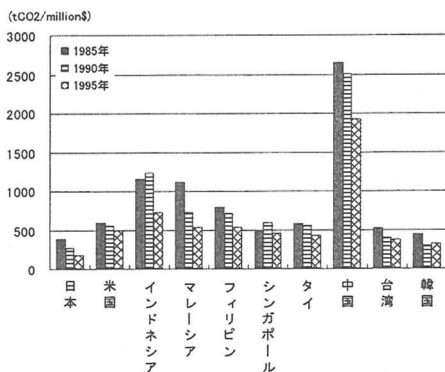


図-2 各国のCO₂排出係数

表-1 各国の起原別CO₂排出係数

	CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /million\$)								
	石炭起源			石油起源			天然ガス起源		
	1985年	1990年	1995年	1985年	1990年	1995年	1985年	1990年	1995年
日本	43	30	22	209	141	96	138	106	66
米国	199	215	199	194	147	116	168	164	173
インドネシア	14	188	124	1052	456	223	87	588	375
マレーシア	2	56	45	936	479	206	163	191	281
フィリピン	151	75	36	612	611	473	24	30	21
シンガポール	0	0	0	472	586	387	2	14	74
タイ	128	128	84	308	287	224	154	148	118
中国	2055	2040	1596	386	352	215	203	137	119
台湾	164	123	138	282	215	177	71	64	57
韓国	134	65	79	263	190	199	39	44	44

向にあることも読み取れる。これは、本来CO₂の排出が化石燃料の燃焼に直接起因しており、その負荷量が化石燃料の消費量に比例するということから説明できる。すなわち、経年的に各国産業が経済発展に伴い環境技術レベル(CO₂換算でのエネルギー効率)を向上させたことが事実として認識できる。またこれとは対象的に、CO₂排出係数が増加している国があることも表-1から読み取れる。1990年のインドネシア、シンガポール、1995年の韓国などがこれに当てはまる。

(3) 内包係数の算出

産業連関分析の概念では、各国産業の財・サービスに対する最終需要が生じた場合、それを満たすために自産業の生産が誘発され、同時に自産業の生産の為に必要な投入財を生産する他産業において化石燃料の燃焼需要が生じ、CO₂が誘発排出されていると考えることができる。この手法を用いると、各産業が最終需要を満たすために生産段階各ステージで誘発するCO₂排出量を積算することが可能となる。そこで、本研究では単位最終需要額当たり誘発されたCO₂排出量をCO₂内包係数²⁾と定義する(文献⁹⁾によれば、CO₂排出原単位、CO₂排出強度と呼ぶこともある)。定式化すると式(2)のようになる。ただし、このようにして算出されたCO₂内包係数は、本研究の対象地域である日本、米国及びアジア8国のみで直接・間接的に排出されるCO₂量であり、その他の国々でのCO₂排出量は含まれていない。

$$eCO2_i = pCO2_j(I - A)^{-1}p_i \quad (2)$$

$eCO2_i$: 産業部門*i*のCO₂内包係数

$pCO2_j$: 産業*j*のCO₂排出係数の行ベクトル

I : 単位行列, A : 投入係数行列

p_i : i 番目を1, 他を0とした列ベクトル

グローバル化した経済活動においては、産業間取引は国境を越えて行われ、その依存度は高まる。本研究では、こうした国際的相互依存度の高まった貿易構造下での国家間のCO₂排出負荷を把握するために、各国産業が単位生産額当たりの生産において他国に誘発するCO₂を算出し、これを国家間のCO₂排出負荷の指標として評価する。そのため、ここではCO₂内包係数を誘発相手国別に求めることを試みる。単純化のため国の数を2国に限定した場合を考えると、式(3)のように式変形することによって表現することができる。

$$eCO2_i = pCO2_j \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} p_i \quad (3)$$

$$= eCO2_{i1} + eCO2_{i2}$$

B_{mn} : レオンチェフ逆行列の部分行列

添え字は、 n 国の m 国に対するレオンチェフ逆行列行列の部分行列を示す。

$eCO2_{ik}$: 産業の k 国に誘発する内包係数

このようにして求めた誘発相手国別CO₂内包係数を各国24産業の平均値でまとめたものが、表-2である。表記上、各誘発国別のCO₂内包係数が比較的高い数値(30 tCO₂/million\$以上)を示した部分及び、合計値においては前期比で増加した個所を網掛けで示す。

表-2において、各国とも中国において誘発するCO₂内包係数が高い数値を示している。これは、前節で示したように中国産業の財・サービスはCO₂排出係数が高く、各国がそれを中間投入財として用いていることが理由として考えられる。ここで、図-3に各国産業の中間投入財に占める他国財の割合を国別に表示する。これからわかるように、各国産業の中国に対する依存度は低い。つまり、各国の中国産業への依存度は低いが、中国で生産された財・サービスのCO₂排出係数が高いために、結果として中国に誘発するCO₂内包係数も高くなる。

次いで高い数値を示したのは、アジア各国が日本、米国に誘発するCO₂内包係数である。この理由としては、日本、米国からの中間投入財のCO₂排出係数は小さいが、図-3からわかるようにアジア8国の産業が日本、米国の中間投入財に強く依存していることが理由として考えられる。他方、合計値では、シンガポール

表-2 各国の誘発国別 CO₂ 内包係数

		各相手国に誘発するCO ₂ 内包係数 (tCO ₂ /million\$)										合計値 (tCO ₂ /million\$)
	誘発相手国	日本	米国	インドネシア	マレーシア	フィリピン	シンガポール	タイ	中国	台湾	韓国	
日本	1985年		17.5	2.2	2.0	0.6	0.9	1.7	23.9	1.4	1.9	52.0
	1990年		11.3	6.0	1.5	0.4	1.0	1.4	19.9	1.3	1.8	44.5
	1995年		8.7	3.1	1.3	0.3	0.5	1.5	14.8	1.1	1.6	32.8
米国	1985年	5.0		0.7	0.4	0.2	0.2	0.3	3.6	1.8	1.6	13.8
	1990年	2.5		4.3	0.5	0.2	0.3	0.4	6.1	1.4	1.0	16.7
	1995年	2.0		1.4	0.9	0.4	0.2	0.5	8.0	1.1	1.1	15.6
インドネシア	1985年	26.4	25.1		1.4	0.3	6.6	0.7	15.9	6.8	5.0	88.2
	1990年	13.2	10.4		1.5	0.4	4.5	0.8	31.4	7.6	3.6	73.4
	1995年	6.4	12.1		1.5	0.1	2.9	0.9	24.9	4.5	5.2	58.5
マレーシア	1985年	37.0	26.6	6.4		1.4	23.4	5.2	42.8	6.8	6.6	156.1
	1990年	21.1	17.2	5.9		0.6	27.0	2.8	43.1	9.6	4.9	132.3
	1995年	15.7	22.4	5.5		0.7	15.6	3.8	36.9	9.7	6.8	117.2
フィリピン	1985年	12.3	29.4	5.4	9.6		1.3	1.1	60.9	4.8	5.3	130.1
	1990年	18.3	26.7	7.9	4.1		5.6	1.0	19.6	12.3	7.8	103.3
	1995年	12.3	28.2	6.1	4.1		5.0	1.7	46.5	13.9	10.4	128.2
シンガポール	1985年	40.8	36.1	24.8	57.8	1.3		8.7	109.8	15.1	8.6	303.0
	1990年	33.9	43.2	40.2	49.2	1.1		11.7	103.8	11.4	6.5	299.9
	1995年	19.3	42.3	23.3	23.3	1.4		8.1	59.2	12.3	9.4	193.1
タイ	1985年	30.7	15.2	2.1	4.0	0.7	6.3		24.5	7.8	5.4	96.7
	1990年	19.6	16.7	3.2	5.2	0.8	12.3		82.0	6.3	5.7	131.8
	1995年	13.6	18.9	2.8	4.4	0.9	6.9		39.0	6.4	6.3	99.3
中国	1985年	16.6	7.3	1.3	1.1	0.2	0.4	0.6		2.0	0.1	29.6
	1990年	5.6	8.2	3.6	4.0	0.2	1.5	1.5		3.9	1.1	29.5
	1995年	5.3	10.3	2.9	1.8	0.2	1.9	1.2		3.4	6.0	33.1
台湾	1985年	28.2	44.7	3.1	4.9	1.1	1.6	1.3	2.5		1.8	89.2
	1990年	19.1	26.1	6.8	3.5	0.8	4.1	1.4	3.0		3.2	78.0
	1995年	13.8	36.1	6.5	3.9	0.6	2.7	1.5	45.5		5.1	115.0
韓国	1985年	34.7	46.2	2.0	4.0	0.7	1.3	0.9	2.6	3.1		95.4
	1990年	15.2	33.5	6.1	5.1	0.5	1.4	1.0	2.0	3.0		67.8
	1995年	8.2	25.1	8.1	4.3	0.5	0.9	1.4	46.0	2.1		96.6

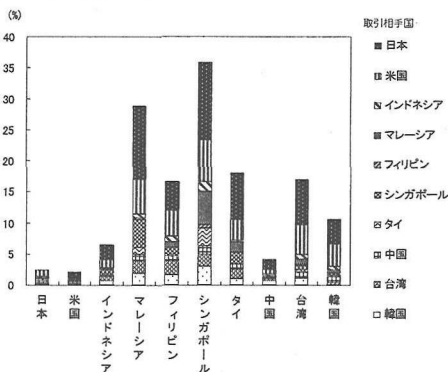


図-3 中間投入財に占める他国財の割合(1995年)

の CO₂ 内包係数が高い数値を示していた。

また、CO₂ 内包係数の合計値が経年的に増加しているのは、1990 年の米国、タイ、1995 年フィリピン、中国、台湾、韓国であり、これらの国々は、CO₂ 内包係数で評価すると、経済のグローバル化と共に、他国に与える CO₂ 排出負荷を進展させていることが窺える。

4. CO₂ 内包係数の変化要因分析

(1) 分析手法

本章では、前述した CO₂ 内包係数の変化要因を明らかにする。式(2)で示したように、CO₂ 内包係数は、CO₂ 排出係数とレオンチェフ逆行列の積で算出される。よって CO₂ 内包係数を経年的に比較すると、その変化要

因は、CO₂ 排出係数の増減とレオンチェフ逆行列の増減に分解できる。その要因分析には式(4)を用いる。

$$dX = P_2 B_2 - P_1 B_1$$

$$= (P_2 - P_1) \left(\frac{B_2 + B_1}{2} \right) + \left(\frac{P_2 + P_1}{2} \right) (B_2 - B_1) \quad (4)$$

dX : 2時点間のCO₂内包係数の変化

P : CO₂排出係数

B : レオンチェフ逆行列

添え字は、各時点を示す。

式(4)の第2式において、第1項はCO₂排出係数の変化による要因、第2項はレオンチェフ逆行列の変化による要因をそれぞれ示す。前述したようにCO₂排出係数は各国産業のエネルギー及び環境負荷の技術レベルそのものを示す指標であることから、第1項は各国産業の環境技術レベル変化の要因を意味する。また、レオンチェフ逆行列は、ある産業に単位額の基礎需要が生じたときに他の財・サービスに波及する需要の大きさを示すので、第2項は各国産業間の依存度の変化要因を意味する。

このようにして求めたCO₂内包係数の変化要因の分析結果を、1985年から1990年、1990年から1995年のそれぞれの期間についてグラフ化すると、図-4、5、6、7のようになる。それぞれ、正の領域はCO₂内包係数増加に寄与、負の領域はCO₂内包係数減少に寄与していることを意味する。

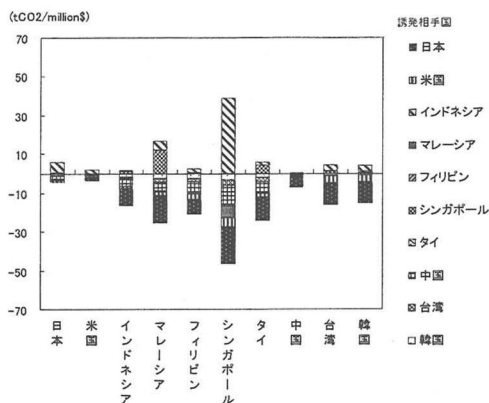


図-4 環境技術レベル要因(1985年~1990年)

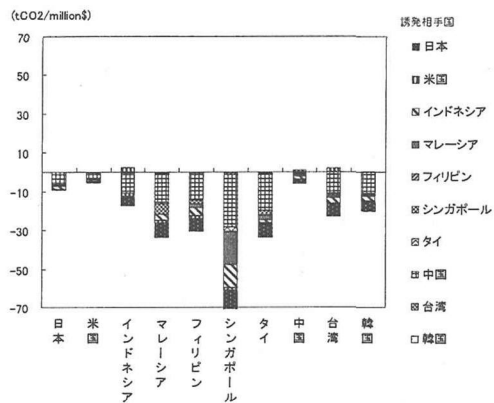


図-6 環境技術レベル要因(1990年~1995年)

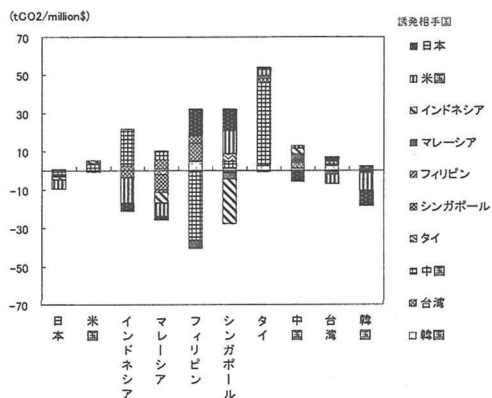


図-5 産業間依存度要因(1985年~1990年)

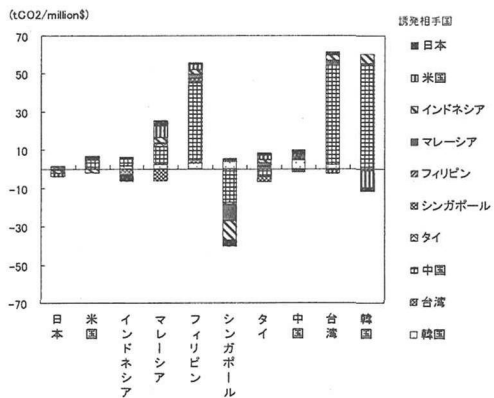


図-7 産業間依存度要因(1990年~1995年)

(2) 1985年から1990年の要因分析

まず図-4 から、日本の CO_2 排出係数の減少が各国の CO_2 内包係数を減少させる方向に寄与しており、その傾向は際立って高いことがわかる。逆に、インドネシアとシンガポールの2国は、図-2 で示したように CO_2 排出係数が増加しているため、各国産業がこの2国に誘発する CO_2 内包係数も高めている。これは、インドネシア産業が石炭依存度を高めたこと、シンガポール産業が単位生産額当たりの石油消費量を増加させたことが理由である。

次いで図-5 は、1985年から1990年にかけて各国産業間の依存度の変化が CO_2 内包係数に与えた影響をグラフ化している。これによると、タイは他国産業への依存度を大幅に高めることによって、 CO_2 内包係数を増加させている。その結果表-2 で示したように、タイの CO_2 内包係数の合計値は1985年から1990年にかけて増加傾向にある。また、インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポールは、依存度の変化は比較的大きいが、増加と減少が諸国に対して相殺する形にな

っており、結果として CO_2 内包係数への影響は低い。

以上を踏まえると、表-2 より、1985年から1990年にかけてタイと米国を除くすべての国で CO_2 内包係数は減少していたが、それには日本の CO_2 排出係数の減少が大きく寄与している。また、その傾向はアジア8国全体について当てはまり、アジア諸国の中間投入財に占める日本の割合の高さが伺える。加えて、米国、タイの CO_2 内包係数の増加は、他国産業への依存度の高まりに起因する。特にタイでは、中国産業への依存度が大幅に増加していることが注目された。

(3) 1990年から1995年の要因分析

まず図-7 から、 CO_2 排出係数はほとんどの国で CO_2 内包係数の減少に寄与していることが見て取れる。特に、日本と中国の CO_2 排出係数の減少は大幅に各国の CO_2 内包係数を改善に向かわせている。また、1985年から1990年には増加傾向にあったインドネシアとシンガポールの CO_2 排出係数も、ここでは減少に寄与している。これは、図-2 で示したように、1990年から

1995 年にかけて、ほぼすべての国の CO₂ 排出係数が減少しているためである。

また、図-5 と図-7 を比較すると、より多くの国が産業間の依存度を高めることによって CO₂ 内包係数の増加に寄与していることが指摘できる。特にフィリピン、台湾、韓国は、中国への依存度の高まりが主要因と指摘される。表-2 に示したように、CO₂ 内包係数の合計値が 1990 年から 1995 年にかけて増加したのは、フィリピン、台湾、中国及び韓国である。中国を除く 3 国の CO₂ 内包係数が増加したのは、中国の CO₂ 排出係数の減少に伴う CO₂ 内包係数よりも急速に、3 国が中国への依存度を高めたことが原因と言える。

(4) CO₂ 排出の国際移転

前述したように、炭素リーケージに代表される CO₂ 排出の国際移転問題は、主として京都議定書において CO₂ 排出削減目標の設定された先進国から途上国に CO₂ 排出拠点が移転されることから生ずると言われている。しかし本研究上では、1985 年から 1990 年の 5 年間に於いて、そうした先進国である日本と米国が、アジア 8 国に CO₂ の誘発を極端に増加させた傾向はない。むしろ、アジア 8 国は日本と米国との取引を行うことによって、それらの国で誘発する CO₂ 内包係数を減少させている。また、1990 年から 1995 年の 5 年間に於いても、日本と米国はアジア 8 国において CO₂ の誘発を増加させてはいない。増加傾向にあるのは、フィリピン、台湾、韓国が中国に対してであり、その要因は、もっぱら中国産業への依存度が増加したためと考えられる。従って、必ずしも本研究の対象期間である 1985 年から 1995 年において、CO₂ 排出削減目標の課せられた先進国から途上国に対して CO₂ 排出の国際移転が起こったとは断言し得ない。

一般に、近年進展している経済のグローバル化という現象は、各国産業間の貿易取引が増加するプロセスと定義できよう。これを踏まえると、フィリピン、台湾、韓国が中国産業に対して過度に依存し、結果として誘発する CO₂ 内包係数を増加させたことは、経済のグローバル化に伴う環境負荷増加の一例と言えることもできる。しかし、これは通説の炭素リーケージで代表される、CO₂ 排出削減目標の課せられた先進国から途上国への CO₂ 排出移転とはまた装いが異なるように見受けられた。それでも、フィリピン、台湾、韓国からより一人当たり所得の低い中国に誘発する CO₂ 内包係数が増加していることは危惧すべき事態であり、言わば、狭義の炭素リーケージとみなせよう。

以上の分析結果からわかるように、過去の経済のグローバル化に伴う貿易構造の変化により、CO₂ 排出の国際移転が生じたことは明らかである。しかし、これ

までの自由貿易体制の確立により我々が多大な恩恵を享受したこともまた事実であり、これ自体の善悪を直ちに判断することはできない。そうした中、本研究の分析結果は、これまでに実現された自由貿易体制が環境面においてどのような影響を与えたかを示す事後分析の一例であり、本研究で算出した国別の CO₂ 内包係数は、炭素リーケージを数量的に把握する一つの指標といえる。今後、先進国が京都議定書の CO₂ 排出削減目標達成に向けて政策を立案する際、貿易取引構造を考慮した CO₂ 排出負荷を示す指標である CO₂ 内包係数が一つの評価指標となる。

本研究での対象期間は 1995 年までであり、現時点においても経済のグローバル化は進展し続けている。特に中国は、世界の工場としての地位を確立しつつある。このことを踏まえると、各国が中国産業への依存度を高めることにより、さらなる CO₂ 排出による環境負荷の増加が懸念される。しかし、本研究のアプローチではデータによる制約を非常に強く受けるため、現段階では分析不可能であり、今後の課題として残される。

5. 結論

本研究では、日本、米国、アジア 8 国間の貿易取引を通じた CO₂ 排出負荷と、その経年変化の要因を分析した。この結果、以下の知見を得た。

- (1) CO₂ 排出係数は、石炭依存の強い中国産業の値が高い数値を示した。そのため、各国とも中国との取引により多量の CO₂ を誘発していた。また、アジア諸国は中間投入過程において日本と米国への依存度が高いため、これらの国に誘発する CO₂ も多いことが明らかとなった。
- (2) 1985 年から 1990 年の 5 年間に於いて、日本の環境技術レベルの向上は、他国の誘発する CO₂ の減少に大きく寄与していた。しかしながら、米国とタイは、他国産業への取引依存度を急激に高めた結果、CO₂ 排出負荷を増加させた。
- (3) 1990 年から 1995 年の 5 年間に於いて、日本と中国の環境技術レベルの向上は、CO₂ 排出負荷の減少に大きく寄与していた。しかし、フィリピン、台湾、韓国の 3 国は、特に急速に中国産業への依存度を高めた結果、これらの国が引き起こす CO₂ 排出負荷は増加した。
- (4) CO₂ 排出の国際移転問題に関しては、本研究の対象期間である 1985 年から 1995 年において、必ずしも CO₂ 排出削減目標の課せられた先進国から途上国へ CO₂ 排出拠点の移転が起きているという事実は確認できなかった。しかし、フィリピン、台

湾、韓国がより一人当たり所得の低い中国に対して CO₂ 内包係数を増加させる傾向は確認でき、これを狭義の炭素リーケージとみなすことも可能である。

註

本研究で算出した CO₂ 排出係数及び CO₂ 内包係数は、単位生産額当たりの財・サービスの生産時に直接的及び直接・間接的に排出される CO₂ 量である。これらの数値は、本研究で用いた各種データが金額ベースであるため、編集時の為替レートや物価水準の影響を受ける。そのため、時系列分析の妥当性については議論がある。この問題を打破するためには物量ベースの統計データを用いた分析が必要であるが、現時点において世界数カ国を網羅しかつ産業間取引の物流まで考慮したものは整備されていない。

参考文献

- 1) 環境庁：環境白書平成 11 年版，1999
- 2) 井村秀文，森口祐一，白土廣信，坂井徹：国際貿易に付随する環境負荷移動に関する考察：エネルギーと CO₂，環境科学会誌 Vol.7(3)，pp.225-236，1994
- 3) Ram Sharma TIWAREE and Hidefumi IMURA : INPUT-OUTPUT ASSESSMENT OF ENRGY CONSUMPTION AND CARBON DIOXIDE EMISSION IN ASIA，環境システム研究 Vol.22，pp376-382，1994
- 4) Institute of Developing Economies，JETRO : *ASIAN INTERNATIONAL INPUT - OUTPUT TABLE 1985，1992*
- 5) Institute of Developing Economies，JETRO : *ASIAN INTERNATIONAL INPUT - OUTPUT TABLE 1990，1998*
- 6) Institute of Developing Economies，JETRO : *ASIAN INTERNATIONAL INPUT - OUTPUT TABLE 1995，2001*
- 7) IEA/OECD: *CO₂ Emission from Fuel Combustion 1995-1996*，1998
- 8) 慶応義塾大学産業研究所：環境分析用産業連関表，慶応大学出版会，1996
- 9) 近藤美則，森口祐一：産業連関表による二酸化炭素排出原単位，国立環境研究所，1998

DOES SUCH TRADING STRUCTURAL CHANGE AS WORLD - WIDE GLOBALIZATION AFFECT ENVIRONMENT WORSE OFF? -A CASE STUDY OF JAPAN, U.S.A. AND ASIAN COUNTRIES-

Eisuke NAKAMURA, Masafumi MORISUGI and Hidefumi IMURA

In recent years globalization has proceeded, and there is growing concern about Carbon-Leakage problem. In this paper we have calculated the index of embodied CO₂ emission intensity among Japan, U.S.A. and Asian countries, which was derived from the I - O table originally, and also factors of its change were examined. As a result, it was found that Asian countries had heavily induced the CO₂ emission loads on Japan, U.S.A. and China, and major factor of the change for the worse of it was sudden increase of the trade with foreign countries. In particular, increase of the trade with China seems to cause several countries worse off about it.