

17. アジア太平洋地域の貿易構造と環境負荷に関する研究

STUDY ON THE TRADE ECO-BALANCE IN ASIA-PASIFIC REGION

白土廣信*・水野隆司**・藤倉 良**・井村秀文**

Hironobu SHIRATSUCHI*, Takashi MIZUNO**, Ryo FUJIKURA** and Hidefumi IMURA**

ABSTRACT; This study accounts for the flow of environmental loads pertinent to international trade in goods and services, using energy consumption and associated CO₂ emission as indicators. First exercise is on the trade structure of environmental loads all over the world by using the world trade statistics of IMF. The result shows that there is significant unbalance between advanced and developing countries. Next, the trade balance of environmental loads in the Asia-Pacific region is analyzed by using commodity trade statistics and intensities of environmental impacts that are calculated based on input-output tables of each country. The results of this analysis show that the indirect flow from Asian countries to Japan and U.S.A. is especially large. With the economic development in some Asian countries, the energy embodied in goods exported to the other countries has greatly increased. Furthermore, a similar analysis is made for the forest resource.

KEYWORDS ; trade and environment, development and environment, energy and environment, input-output model, environmental economics

1. はじめに

現在、世界各国の経済は貿易を通じて相互に密接な関係で結ばれている。ここで、貿易とは、財・サービスの直接的取引であるだけでなく、取引される財・サービスの生産に投入された資源・エネルギー、やそれにともなう環境負荷の取引とも考えられる。筆者ら¹⁾は、このような考えに基づき、貿易と環境負荷収支の国際的關係を分析してきた。

ここで、こうした分析に用いられる代表的な手法としては、国際産業連関表を利用する方法がある。しかし、実際には、国際産業連関表は特定の年度や対象地域範囲でしか作成されていない上に、産業連関表と整合のとれた形で他の必要データが整備されていないと言った問題があり、分析の枠組みに制約を加えざるを得ない。このため、本研究では、二酸化炭素 (CO₂) を指標として、大きく次の2つの解析を行う。

!世界貿易表を用いた分析：全世界を対象に、国際貿易表を用いて、一国を一経済部門として扱うことによって世界各国間の環境負荷収支の特徴、年次的変化等を分析する。

”環太平洋地域に着目した分析：日本、米国に東アジア及び東南アジアの諸国を加えた地域に着目し、各国の国別産業連関表と各国間の品目別貿易統計表を利用することによって、対象国間の環境負荷収支を分析する。

2. 世界貿易表を用いた分析

2. 1 分析手法

財の輸出入にともなう内包エネルギー (embodied energy) の流れ (間接エネルギーフロー) に着目して分析する。まず、ある国の最終需要一単位あたりに内包されるエネルギーを求める²⁾。次に、それに貿易取引額を乗じることによって、財の取引に伴うエネルギー移動量を得る。このように、各国間の貿易金額と国別のエネルギー消費量データにより、国際貿易にともなう環境負荷の相互依存関係 (財の輸出入にともなう間接的に流出入する環境資源の収支バランス) を評価する。

ここで、貿易表としてはIMF作成の"Direction of Trade Statistics" (世界91カ国を対象)³⁾を、各国の一次エネルギー

* 福岡市役所 Fukuoka City

** 九州大学工学部環境システム工学研究センター

Institute of Environmental Systems, Kyushu University

表1 国際貿易を通じての地域間エネルギー収支勘定（単位：百万TOE、1990年）

From \ To	西欧	カナダ	米国	日本	オーストラ リア・N.Z.	アフリカ	発展途上 アメリカ	中東	アジア	東欧	旧ソ連	輸出計
西欧	249.18	3.15	24.40	7.42	2.70	7.44	4.68	6.49	14.93	11.67	5.57	337.6
カナダ	4.30	—	34.50	2.58	0.32	0.29	0.64	0.19	2.09	0.10	0.35	45.4
米国	38.01	28.68	—	16.80	3.37	1.75	16.07	2.78	20.88	1.42	1.07	130.8
日本	10.22	1.10	14.90	—	1.33	0.50	1.38	0.83	14.55	0.39	0.42	45.6
オーストラリア・N.Z.	2.33	0.24	1.67	3.54	1.13	0.09	0.19	0.39	3.65	0.12	0.14	13.5
アフリカ	12.44	0.30	4.18	1.83	0.15	0.48	0.38	0.26	1.03	0.24	0.05	21.3
発展途上アメリカ	10.50	0.85	22.97	2.59	0.15	0.28	5.21	0.52	1.78	0.42	0.27	45.5
中東	4.69	0.06	1.78	7.59	0.35	0.47	0.52	2.60	4.89	0.56	0.83	24.3
アジア	39.16	3.21	44.48	36.22	3.70	2.60	2.62	3.78	97.44	2.55	5.37	241.1
東欧	30.49	0.27	2.20	0.72	0.13	0.87	0.58	1.94	2.63	10.42	13.64	63.9
旧ソ連	28.90	0.17	1.27	3.65	0.04	0.74	0.19	0.70	4.59	14.42	—	54.7
輸入計	430.23	38.04	152.35	82.92	13.37	15.53	32.47	20.48	168.48	42.30	27.70	1,023.9

表2 各地域のエネルギー収支バランス（単位：百万TOE、1990年）

	直接 投入	国内消費 ・投資	輸出	輸入	輸入-輸出	輸出/国内 消費・投資 %	輸入/国内 消費・投資 %	(輸入-輸出) / 国内消費・投資 %
西欧	1,366	1,458	338	430	92.6	23.2	29.5	6.3
カナダ	211	203	45	38	-7.3	22.3	18.7	-3.6
米国	1,920	1,941	131	152	21.5	6.7	7.8	1.1
日本	428	466	46	83	37.3	9.8	17.8	8.0
オーストラリア・N.Z.	102	102	14	13	-0.1	13.2	13.1	-0.1
アフリカ	142	136	21	16	-5.8	15.7	11.4	-4.3
発展途上アメリカ	362	349	46	32	-13.1	13.1	9.3	-3.7
中東	168	164	24	20	-3.9	14.8	12.5	-2.4
アジア	1,155	1,082	241	168	-72.6	22.3	15.6	-6.7
東欧	381	359	64	42	-21.6	17.8	11.8	-6.0
旧ソ連	1,343	1,316	55	28	-27.0	4.2	2.1	-2.0
世界	7,578	7,578	1,024	1,024	0.0	13.5	13.5	0.0

(注) 純投入＝国内消費・投資＋輸出－輸入

ギー消費量についてはIEA統計⁴⁾を用いた。輸出入金額データはF.O.B.価格に統一した。すなわち、商品の国間輸送、保険に係わる寄与分は考慮されていない。

この方法では、貿易品目を区別せずに一国の製品を一律に扱うため、国による細かな貿易構造の対比は行えない等の欠点がある。しかし、一定の分析枠組みのなかで現実に解が提供できるという意味で有用であり、ひとつの評価指標を提供するものである。

2. 2 分析結果

上記の方法により、1990年の国際貿易を通じての地域間エネルギー収支勘定（貿易による間接的エネルギーの流入）を求め、その国別収支を全世界を12の地域（国）にわけて集計した結果を表1に示す。また、地域ごとの流入バランスを集計したのが表2である。

筆者らの以前の分析²⁾では、国際貿易表そのものを最初から12地域に集約して計算したが、本論文では国別の計算を行った結果を12地域に集約しており、その点では改善されていると言ってよい。ただし、得られた計算結果には大きな差異は見られない。すなわち、表1、2の結果が示すように、全体に流入とともにより大きいのはEU諸国を含む西欧地域である。輸出入収支では、西欧、米国、日本といった先進国がおしなべて入超なのに対して、アジア、アフリカ、発展途上アメリカといった発展途上地域は出超である。日本への流入に着目するとアジア地域からが最も大きく、次いで米国からとなっている。流出については対米、対アジア地域が大きい。また、流入の全体収支では37.3百万TOEの流入超過となっている。一方アジア地域に着目すると、対西欧、対日、対米、自地域内貿易が大きい。

各国ごとの一人当たりGDPと一人当たりCO₂排出量の関係について、消費・投資に伴う分及び輸出入収支（輸入－輸出）に着目してプロットしたのが図1、図2-1、図2-2である。一般的傾向として、一人当たりGDPの増大

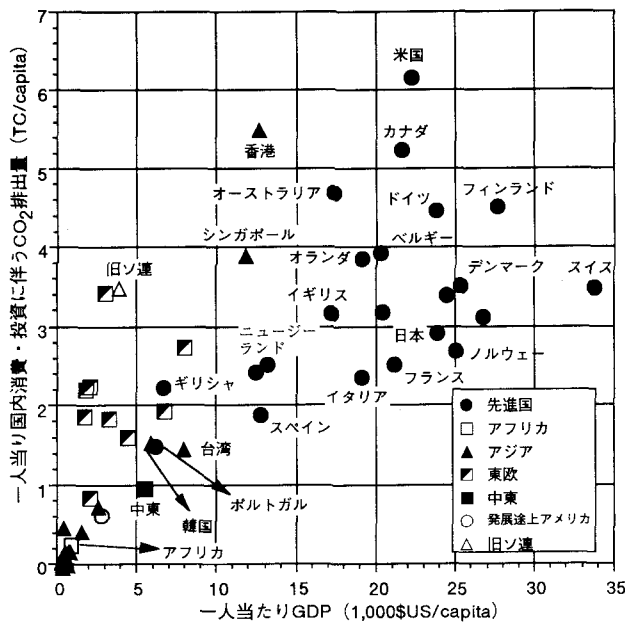


図1 一人当たりGDPと一人当たり国内消費・投資に伴うCO₂排出量 (1990年)

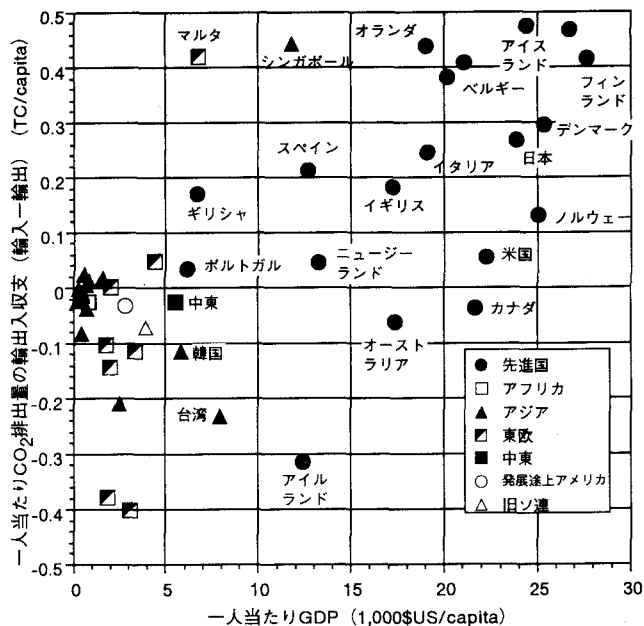


図2-1 一人当たりGDPと一人当たりCO₂排出量の輸出入収支 (世界、1990年)

とともに、消費・投資による排出量は増大する傾向にある。また、先進国はほとんどの国で流入超過となっている。これは、国際的な環境負荷収支の視点からみた場合、他地域の環境負荷を肩代わりすることによって、アジアや発展途上地域が経済発展を遂げていることを意味し、環境負荷についての国際収支の不均衡を示すものである。

3. 環太平洋地域に着目した分析：商品別貿易データからみた環境負荷収支

3. 1 分析手法

上では、環境負荷収支をマクロ的に評価し、国別にその特性をみた。しかし、一国一経済部門（一財）とみなしているため、国ごとの細かな貿易構造との関係を見ることはできない。このため、ここでは環太平洋地域の幾つかの国に着目し、国別の産業連関表とエネルギー消費データから求められる環境負荷の原単位（ある産業の最終需要1単位が誘発する環境負荷量）と商品別・相手国別輸出入データを結合することによって、国同士の環境負荷収支を分析する。対象国としては、産業連関表^{5) 6)} が入手可能な以下の7ヶ国、すなわち、日本・米国・中国・韓国・インドネシア・シンガポール・タイを選んだ。

ある国 i において、産業 k の需要1単位が誘発する環境負荷を $\epsilon_i^{(k)}$ とする。国 j が産業 k の生産物を $X_{ij}^{(k)}$ 単位輸入したとき、国 j は国 i に対して、 $E_{ij}^{(k)} = \epsilon_i^{(k)} \cdot X_{ij}^{(k)}$ の環境負荷を発生させたとみることができる。そこで、ここでは $X_{ij}^{(k)}$ として国連が作成した国際貿易統計⁷⁾ を、 $\epsilon_i^{(k)}$ については各国産業連関表から算出した結果を使用して計算する。ただし、各国の産業連関表は特定の年度でしか整備されていないことが多い。この場合には、各国のGDPあたりの環境資源消費量の伸び率によって全産業部門を一律に補正した。計算手順を図3に示す。また、産業連関表の部門分類と国連商品別貿易統計の分類との対象については、一対一で対応しているものとそうでないものがある。本研究では図4に示すように、それぞ

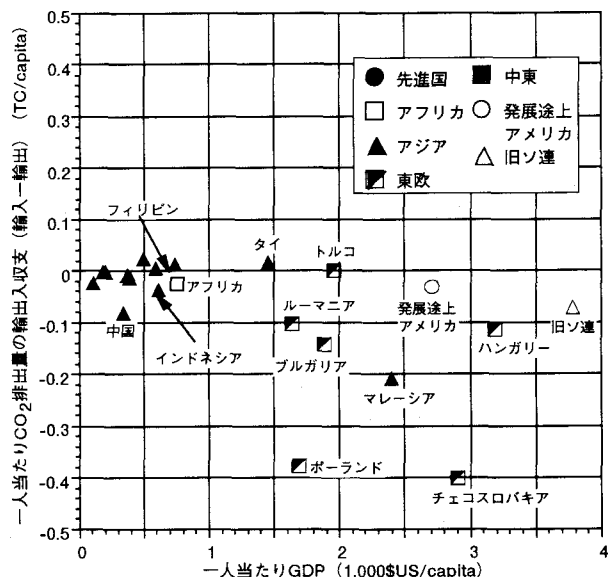


図2-2 一人当たりGDPと一人当たりCO₂排出量の輸出入収支 (発展途上地域、1990年)

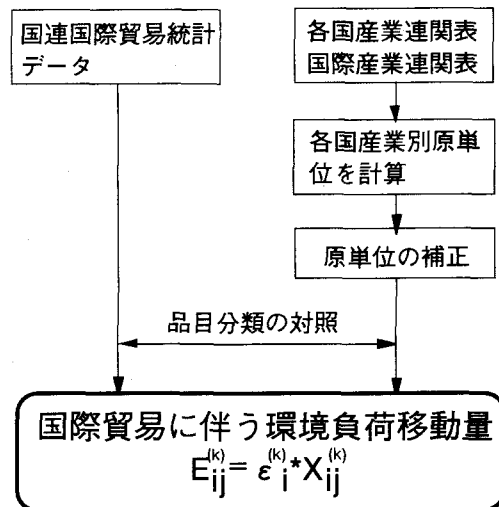


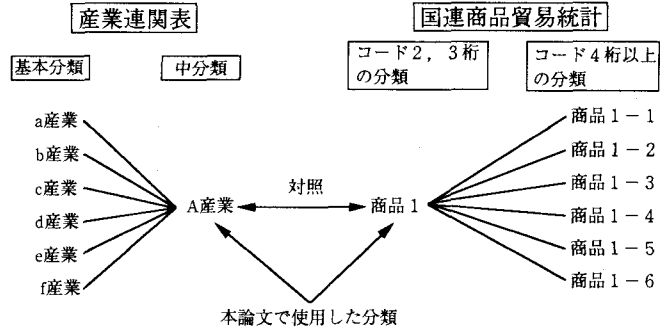
図3 計算手順

れの基本分類に基づいて両者の分類の対応づけを行った。

3. 2 分析結果

計算対象国についての財の輸出入に伴う内包エネルギー収支構造を示したのが表3である。なお、本分析においては、鉱物性燃料（石油、石炭等のエネルギーそのもの）の移動量は商品移動量から取り除いている。これをみると、アジア諸国から日本及び米国への輸出が大きい。また、日米関係では、米国から日本へのフローの方が日本から米国へのフローよりも大きい。これは、化学製品・非鉄金属（主にアルミニウム）などの産業が原因となっており、金銭ベースで見た場合の米国の対日貿易赤字とは逆の結果となっている。

最近におけるアジアの経済成長には目覚ましいものがある。こうした経済発展と貿易、環境負荷の国際的関係は興味もたれる課題である。そこで、アジアNIE Sの代表である韓国に着目してみる。図4は、韓国の一人当たりGDPと一人当たり輸出（対米国、対日本、対タイ）をみたものであり、表4は対日本についての商品別一人当たりの輸出にともなうエネルギー需要量である。これらによると、経済成長にともない、輸出に付随するエネルギー需要が増大しており、その中でも化学製品・工業製品などによる伸びが目立っている。特に、対日貿易においては鉄鋼・金属製品の輸出に伴うエネルギー需要の増大が著しい。これは、韓国において化学製品・工業製品などのエネル



- CASE1. A産業と商品1が対応（1対1の対応）
 - CASE2. A産業と商品1～5が対応（産業連関表中分類と国連統計コード4桁以上の分類）
 - CASE3. d産業と商品1が対応（産業連関表基本分類と国連統計コード2、3桁以上の分類）
 - CASE4. b産業と商品1～3が対応（産業連関表基本分類と国連統計コード4桁以上の分類）
- CASE1～CASE4いずれの場合もA産業と商品1が対応していると仮定した。

図4 部門の対応

表3 計算対象国間のエネルギー収支勘定（単位：百万TOE、1990年）

To \ From	米国	日本	東南アジア*	中国	インドネシア	韓国	シンガポール	タイ	輸出計
	米国	日本	東南アジア*	中国	インドネシア	韓国	シンガポール	タイ	
米国	—	17.70	12.46	2.19	0.85	5.75	2.60	1.08	30.16
日本	13.87	—	11.43	1.86	1.20	4.17	1.90	2.29	25.30
東南アジア*	12.73	13.83	8.75	0.56	1.01	2.06	2.98	2.13	35.31
中国	5.75	7.00	5.30	—	0.46	1.75	1.60	1.49	18.05
インドネシア	0.48	0.93	0.89	0.16	—	0.15	0.49	0.10	2.30
韓国	4.53	4.27	1.56	0.30	0.38	—	0.46	0.41	10.36
シンガポール	0.46	0.18	0.35	0.05	0.10	0.07	—	0.14	1.00
タイ	1.51	1.44	0.65	0.05	0.06	0.10	0.44	—	3.60
輸入計	26.60	31.53	32.64	4.61	3.06	11.98	7.48	5.50	90.77

（注）東南アジアは、中国、インドネシア、韓国、シンガポール、タイの合計

表4 韓国の商品別一人当たり輸出に伴うエネルギー需要量（対日）

	10 ⁻³ TOE/capita	1980	1990	1980/1990
食料品・飲料及たばこ	3.73	7.94	2.13	
非食品原材料・動植物性油脂	0.99	0.92	0.93	
化学製品	1.07	6.46	6.03	
工業製品	5.27	53.68	10.19	
皮革	0.06	0.06	0.99	
ゴム製品	0.10	0.29	2.81	
木材、コルク製品	0.19	0.04	0.21	
紙および板紙	0.06	0.11	1.91	
織物用繊維の糸	2.55	4.11	1.61	
非金属製品	0.33	3.43	10.26	
鉄鋼	1.64	42.85	26.06	
非鉄金属	0.16	0.44	2.75	
金属製品	0.17	2.34	13.43	
機械類・輸送用機器	2.10	10.30	4.91	
原動機	0.11	0.35	3.09	
特殊産業用機械	0.05	0.25	5.30	
金属加工機械	0.06	0.16	2.58	
ポンプおよび遠心分離機	0.07	0.47	7.10	
事務用機器	0.08	0.40	5.09	
通信、音響機器	0.42	1.35	3.18	
電気機械	1.14	6.42	5.61	
道路走行車両	0.06	0.87	13.43	
その他の輸送機器	0.10	0.04	0.37	
雑製品	3.92	20.06	5.12	
特種取扱品	0.07	0.36	4.85	
合計	17.15	99.72	5.82	

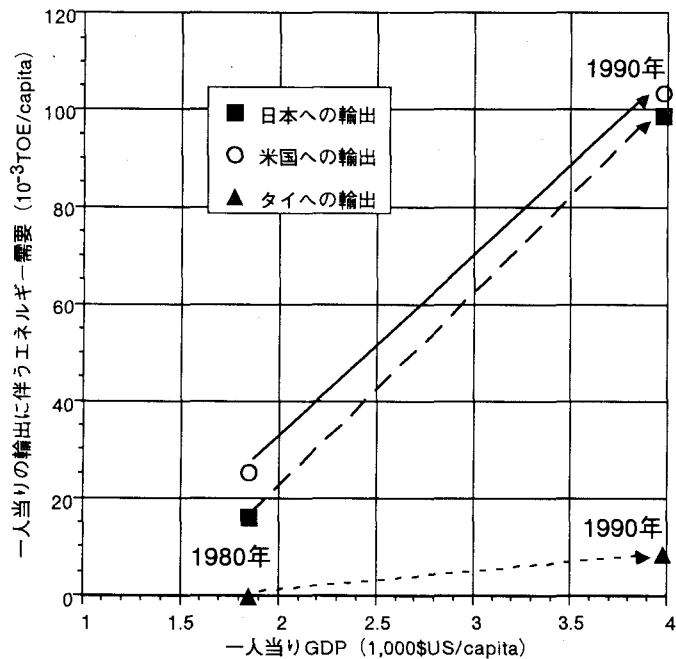


図5 韓国の一人当たりGDPと一人当たり輸出に伴うエネルギー需要

ギー多消費型産業が伸び、それが日本からの需要を賄っていることを示す。見方によれば、エネルギー多消費型製品の生産について、日本の肩代わりをすることによって韓国産業が成長してきたと言えよう。

表5は、日本・中国・韓国の三国間の商品別エネルギー収支勘定を示す。これを見ると、日韓では、化学製品・工業製品・機械類といった二次産物同士の取引の占める割合が大きく、内包エネルギー収支はほぼ均衡している。日中については、中国から日本への輸出にともなう内包エネルギーのフローの方が日本から中国へのそれよりも大きい。中国から日本への内包エネルギーフローの大きな部分は、工業製品や雑製品等の輸出にともなうものである。韓中の関係も日中のそれとよく似た構造を示している。このように、貿易を通じて日本が中国に対して環境負荷を発生させていることがわかる。つまり、近年の中国の高度経済成長は、日本等の先進国の環境負荷を肩代わりすることによって達成されているといえる。

表5 日本・中国・韓国間の商品別エネルギー収支（1990年）

From \ To	単位：1000TOE	日本	中国	韓国	合計
日本	食料品・飲料及びたばこ	—	3	5	8
	非食品原材料・動植物性油脂	—	31	54	85
	化学製品	—	300	1,236	1,536
	工業製品	—	1,165	1,599	2,764
	機械類、輸送用機器	—	315	1,127	1,442
	雑製品・特殊取扱品	—	45	154	199
	小計	0	1,859	4,175	6,034
中国	食料品・飲料及びたばこ	820	—	151	971
	非食品原材料・動植物性油脂	801	—	99	900
	化学製品	985	—	307	1,292
	工業製品	2,509	—	1,019	3,528
	機械類、輸送用機器	563	—	141	708
	雑製品・特殊取扱品	1,321	—	28	1,349
	小計	6,999	0	1,565	8,564
韓国	食料品・飲料及びたばこ	341	1	—	342
	非食品原材料・動植物性油脂	39	29	—	68
	化学製品	277	50	—	327
	工業製品	2,301	196	—	2,497
	機械類、輸送用機器	442	28	—	470
	雑製品・特殊取扱品	875	2	—	877
	小計	4,275	306	0	4,581

3. 3 森林資源の収支

環境負荷発生の国際的責任の視点からみた場合、ある国Aの財・サービス需要によって他国Bの木材が伐採された場合、国Aは国Bにおいて減少した森林減少に責任を負うべきである。また、国Aから国Bへの財・サービスの移動には、その財・サービス需要によって誘発された森林減少という環境負荷が内包されていると考えられる（内包環境負荷）。そこで、エネルギーについて行ったのと同様の方法によって、国際貿易を通じてある国が他の国の森林資源に及ぼしている影響を分析する。

筆者らの以前の解析では、ある国の経済活動のために投入される森林資源の量を表す指標としてその国に賦存する森林の面積を用いた。これは、その国に賦存する総体としての森林資源の恵みによってその国の木材産業が存立しているとの考えに基づくものであるあった。しかし、環境負荷の指標としては、森林面積の減少量あるいは木材の伐採量を採用する方がより適切と考えられる。しかし、森林面積については、伐採した後に植林すれば統計上では面積が増大することもある。そこで、ここでは、木材の伐採量を指標として採用する。すなわち、この場合の図3のεi(k)の意味は、単位生産当たりの最終需要によって誘発される木材伐採量となる。

この方法により求めた計算対象地域の森林資源収支を表6に示す。図6において、インドネシアから各国への森林に及ぼす環境負荷フローをみると、インドネシアの木材生産量の20%は日本の需要に対応するためのものであり、これは対象としている国の中では最大である。

表6 森林資源の輸出入収支（単位：百万㎡、1990年）

From \ To	米国	日本	韓国	中国	タイ	インドネシア	輸出計	木材生産量
米国	—	102.00	13.34	6.93	0.44	0.51	123.21	501.0
日本	0.31	—	0.07	0.02	0.03	0.02	0.45	29.8
韓国	0.30	0.28	—	0.01	0.01	0.01	0.62	6.6
中国	6.32	7.85	0.69	—	0.37	0.16	15.39	277.0
タイ	1.40	2.16	0.09	0.09	—	0.02	3.76	37.7
インドネシア	14.57	34.76	7.72	10.57	0.25	—	67.87	171.5
輸入計	22.91	147.05	21.92	17.62	1.09	0.71	211.31	1,023.6

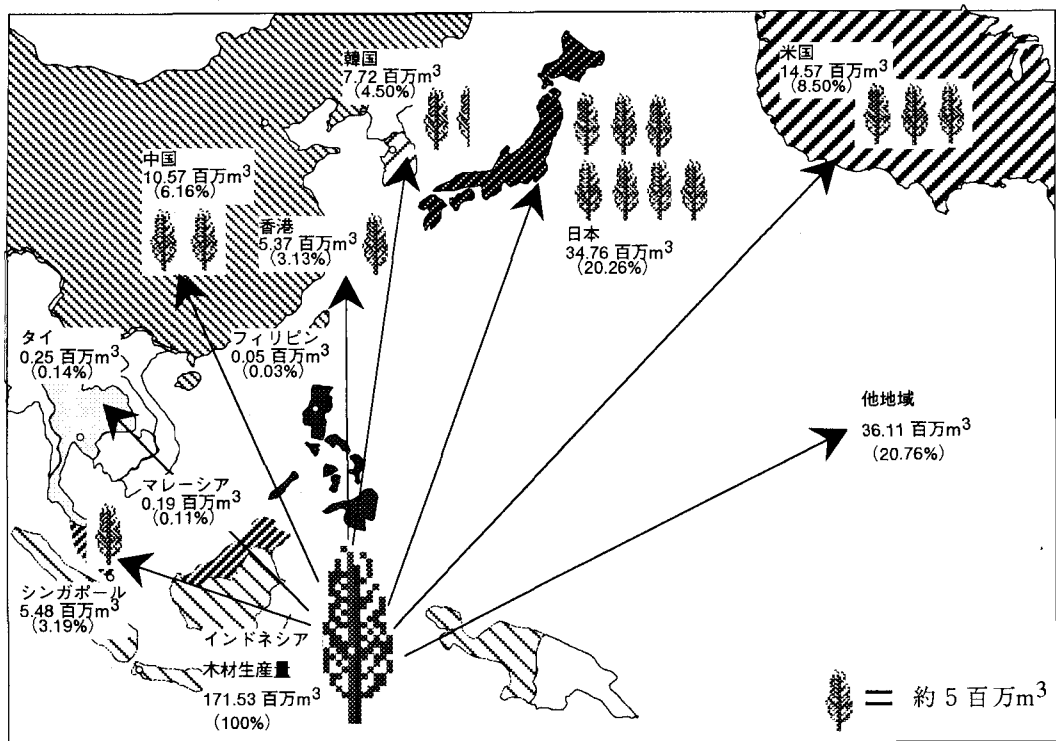


図6 インドネシアから各国への輸出に付随する森林資源負荷フロー

4. まとめ

エネルギー消費とそれに伴うCO₂を指標として、国際貿易に付随する環境負荷移動の地域（国）の収支勘定を評価した。

まず、世界貿易表を用いた計算により、全世界各国を対象とした環境負荷収支構造を示した。その結果、米国、日本、西欧といった先進国とアジア、アフリカなどの発展途上地域との間に存在する不均衡を示した。

次いで、環太平洋地域に着目し、各国ごとの産業連関表と貿易統計を用いた分析を行った。その結果、アジア各国から米国、日本への内包エネルギーフローはその逆向きのフローよりも顕著に大きい。また、森林資源について、インドネシア及び米国での木材伐採量の約20%は、日本からの財・サービス需要によって誘発されている。なお、この計算の精度を上げるためには、産業連関表の部門分類と商品別貿易統計の商品分類との対応について改善が必要である。

参考文献

- 1) 井村秀文・森口祐一・白土廣信・坂井 徹 (1993) : 環境資源の国際的相互依存に関する研究、環境システム研究、第21巻、pp. 58-65
- 2) 井村秀文・森口祐一・白土廣信・坂井 徹 (1994) : 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、第3巻第4号、pp. 225-236 [注. この論文において、純投入=国内消費・投資-輸出+輸入となっているのは誤りで、純投入=国内消費・投資+輸出-輸入（本論文表2（注）のとおり）が正しい。これに応じて、環境科学会誌論文の表3、5、6の数字は訂正が必要。]
- 3) IMF (1990) : "International Financial Statistics Yearbook 1990"
- 4) 日本エネルギー経済研究所 (1994) : エネルギー・経済統計要覧、pp. 188-220
- 5) アジア経済研究所 (1985) : 日本・韓国、日本・中国、日本・タイ、日本・シンガポール、日本・インドネシア国際産業連関表
- 6) 通商産業調査会 (1985) : 日本・米国産業連関表
- 7) 国際連合 (1980、1990) : 国際商品貿易統計