

25. 日・米・アジアの経済成長と環境資源の相互依存に関する研究

Study on the Interdependence of Environmental Resources and Economic Growth
in Asia-Pacific Region

中村英佑*

Eisuke NAKAMURA

森杉雅史**

Masafumi MORISUGI

井村秀文**

Hidefumi IMURA

ABSTRACT; With progress of economic globalization, countries are strengthening interdependence of not only trade but environmental resources. While some countries are transferring their environmental loads to out of the region, other countries are achieving economic growth by producing goods and services that consume significant resources. We must not neglect the indirect use of environmental resources that are put into the production of goods and services imported from other countries. This paper quantifies interdependence of energy consumption and land use in Asia-Pacific region from 1985 to 1995. As a result, it is shown that the interdependence is formed centering in U.S. and China. Especially, China is taking over the responsibilities for energy consumption and land use.

KEYWORDS; Trade and Environment, Embodied Environmental Loads, Environmental Resources, Interdependence
Energy and Ecological Footprint, Economic Growth

1. はじめに

経済のグローバル化が進む現在、貿易取引の拡大が地球環境に及ぼす影響を無視することはできない。一般に、貿易は国と国とが財・サービスを直接取引することを意味する。しかし、その生産には資源・エネルギーなど様々な生産要素の投入とその結果生じる環境負荷が内包されており、国外から財・サービスを輸入することは生産要素や環境負荷を他国に直接・間接的に依存することを表している。各国は貿易取引だけでなく、環境資源の消費においても相互依存性を強めている。

アジア太平洋地域に着目すると、近年、中国や ASEAN 諸国の工業生産の拡大による飛躍的な経済成長が注目を集めている。とりわけ中国は「世界の工場」との異名を持つに至り、世界貿易における地位を急速に高めている。しかしこの反面、膨大な資源消費を伴う鉄鋼や機械産業の生産拠点が中国に移転され、中国国内での資源消費量が増大傾向にあることも指摘されている。こうした事実を踏まえると、我々の経済活動が地球環境へ及ぼすインパクトや保全対策の責務の議論は、貿易を通じた国外での間接的な資源消費にまで目を向けて行う必要があるといえる。

人類の経済活動の持続可能性を推し量る代表的な指標として、エネルギー消費量や、土地資源に着目したエコロジカルフットプリント¹⁾がある。近代工業社会は、生産、輸送、消費等あらゆる局面で化石燃料を消費している。エネルギーが人類の機械文明を支える典型的な資源である一方、土地は人類の生存基盤となる食糧生産に不可欠な資源である。この他にも、居住地や CO₂ の固定、汚染物質の浄化など土地は様々な形で人類の生活を支えている。こうした認識に基づき、筆者らの研究グループでは、エネルギーや土地など代表的な環境資源に着目し、その国際的相互依存関係を定量化してきた^{2), 3)}。ところが、これらの分析では、環境資源の国際的な依存関係を産業部門単位で明らかにすることができておらず、依存関係の詳細な特徴を把握するに至っていない。

そこで本論文は、日・米・アジア(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)の環境資源の国際的相互依存関係を産業部門ごとに定量化し、その経年変化の特徴を明らかにすることを目的としている。このため、産業連関モデルを応用して、まず各国産業の環境資源消費原単位を算出し比較する。次いで、1985年と1995年の貿易を通じたエネルギーと土地の国際的相互依存関係を定量化し、その時間的変化の特徴を産業部門ごとに考察する。さらに、各国国民1人当たり環境資源消費量と経済レベルを国ごとに比較した上で、環境資源としてのエネルギーと土地が持つ特徴の違いを明らかにすることを試みる。

* (独)土木研究所 Public Works Research Institute

** 名古屋大学大学院環境学研究科 Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

2. 分析の枠組み

一般的な産業連関モデルでは、ある産業の財・サービスに最終需要が生じると、これを満たすために自産業の生産が誘発され、その生産活動に必要な中間投入財を生産する他産業にも需要が波及する。すると同時に、生産段階各ステージで資源の消費が誘発される。このため、産業連関モデルを応用すると、各産業がこの一連の生産過程を通じて直接・間接的に消費する環境資源量を全て積算することが可能となる。これをエネルギー消費の分析に適用したのが、Costanza⁴⁾による内包エネルギーの概念である。また、Bicknell⁵⁾は、これをエコロジカルフットプリントの算出に応用している。同様の手法を用いて、本論文では、1985、1990、1995 年のアジア太平洋地域のエネルギーと土地の依存関係を定量化する。分析の土台となる産業連関表は各時点のアジア国際産業連関表^{6), 7), 8)}を用い、これに各国産業のエネルギー消費量^{9), 10)}、耕地、牧地、林地を加えた土地使用面積¹¹⁾を組み合わせ分析を行う。なお、分析対象とするのは日・米・アジア 8 国内のエネルギー消費量と土地使用面積であり、他地域のものは含まれていない。

まず、各国産業の財・サービス 1 単位に内包される環境資源量を式(1)より算出する。これは、各国産業が最終需要 1 単位の生産を行うために必要な環境資源量を示しており、各産業の技術水準とみなすこともできる。本論文では、これを環境資源消費原単位と定義し、地域ごとに比較する。

$$iEEL_i = \varepsilon_j (I - A)^{-1} f_i \quad (1)$$

$iEEL_i$: i 産業の環境資源消費原単位

ε_j : 各産業の単位生産額当たりの環境資源消費量を要素とする行ベクトル

I : 単位行列, A : 投入係数行列, f_i : 第 i 要素を 1, 他を 0 とする列ベクトル

この原単位に各国の最終需要額を乗じると、各国国民が直接・間接的に消費する環境資源量を全て積算できる。

$$EEL_i^{(\alpha)} = \varepsilon_j (I - A)^{-1} F_i^\alpha \quad (2)$$

$EEL_i^{(\alpha)}$: α 国の最終需要を満たすために、 i 産業の生産活動により誘発される環境資源消費量

F_i^α : 第 i 要素を i 産業に生じた α 国の最終需要額, 他を 0 とする列ベクトル

次に、アジア国際産業連関表は地域間表形式で公表されているため、逆行列係数を部分行列に分解する。すると、 α 国の最終需要を満たすために誘発される環境資源消費量を、自国と他国それぞれでの誘発分に分解できる。

$$\begin{aligned} EEL^{(\alpha)} &= \sum_i \varepsilon_j (I - A)^{-1} F_i^\alpha = \sum_i \varepsilon_j \begin{bmatrix} B^{\alpha\alpha} & B^{\alpha\beta} \\ B^{\beta\alpha} & B^{\beta\beta} \end{bmatrix} F_i^\alpha \\ &= \sum_i \varepsilon_j \begin{bmatrix} B^{\alpha\alpha} & B^{\alpha\beta} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} F_i^\alpha + \sum_i \varepsilon_j \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ B^{\beta\alpha} & B^{\beta\beta} \end{bmatrix} F_i^\alpha = EEL_{Dom}^{(\alpha)} + EEL_{From\beta}^{(\alpha)} \end{aligned} \quad (3)$$

$EEL^{(\alpha)}$: α 国の最終需要を満たすために誘発される環境資源消費量

$B^{\alpha\beta}$: β 国の産業が 1 単位の生産を行う際に必要となる α 国の産業の財・サービスを要素とする部分行列

$EEL_{Dom}^{(\alpha)}$: α 国の最終需要を満たすために α 国(自国)で誘発される環境資源消費量

$EEL_{From\beta}^{(\alpha)}$: α 国の最終需要を満たすために β 国(他国)で誘発される環境資源消費量

本論文では、これらを環境資源の消費からみた α 国と β 国の依存関係として評価する。

3. 環境資源の相互依存関係

(1) 環境資源消費原単位

表-1 に、式(1)より算出した各産業のエネルギーと土地の消費原単位を地域ごとに示す。ここで、NIES はシンガポール、台湾、韓国、ASEAN はインドネシア、マレーシア、フィリピン、タイの平均値を示している。

エネルギーと土地の両者で、突出して高い値を示しているのが中国である。平均値と比較すると、中国の原単位は、エネルギーでは日本の約 8 倍、土地では日本の約 27 倍に匹敵する。日本と中国とでは単純にこれだけの技術格差が存在するといえる。エネルギーでは、各地域とも電力・水道・ガスの値が最も大きく、石油・化学製品、鉄鋼などがこ

れに続いている。日本の平均値は最も低く、日本産業の技術水準の高さが窺える。一方、土地では各地域とも農林水産業が最も大きく、食品、材木・木製品などがこれに続いている。また、原単位の小さい日本とNIES、原単位の大きい米国、中国、ASEAN に大きく分類でき、相対的に国内土地資源の豊富な後者が生産要素として土地を浪費する傾向にあることが読み取れる。

表-1 各国・地域の産業部門別の環境資源消費原単位 (1995 年)

エネルギー							土地						
産業部門	日本	米国	中国	NIES	ASEAN	平均値	産業部門	日本	米国	中国	NIES	ASEAN	平均値
農林水産業	114	244	483	183	128	150	農林水産業	0.207	3.648	3.438	0.140	2.604	0.021
鉱業	107	156	1114	141	96	422	鉱業	0.001	0.007	0.101	0.001	0.009	0.433
食品	79	235	657	143	181	422	食品	0.043	1.015	1.435	0.048	0.885	0.565
繊維・革製品	90	265	658	216	197	422	繊維・革製品	0.001	0.129	0.702	0.001	0.035	0.015
材木・木製品	60	324	920	107	186	422	材木・木製品	0.017	0.583	0.352	0.001	0.588	0.015
パルプ・紙製品	112	300	1240	192	247	422	パルプ・紙製品	0.001	0.091	0.334	0.001	0.033	0.015
石油・化学製品	191	531	1980	389	326	422	石油・化学製品	0.001	0.026	0.193	0.001	0.024	0.015
鉄鋼	143	293	1947	240	303	422	鉄鋼	0.001	0.011	0.095	0.001	0.011	0.015
機械・輸送機械	85	196	955	120	395	422	機械・輸送機械	0.001	0.011	0.123	0.001	0.012	0.015
電力・水道・ガス	772	2239	6760	3213	4203	422	電力・水道・ガス	0.001	0.010	0.075	0.000	0.013	0.015
建設	68	164	1107	129	152	422	建設	0.002	0.053	0.120	0.001	0.056	0.015
運輸	89	416	878	237	411	422	運輸	0.001	0.012	0.142	0.001	0.018	0.015
サービス	46	119	728	98	167	422	サービス	0.002	0.030	0.233	0.001	0.095	0.015
平均値	150	422	1494	416	538		平均値	0.021	0.433	0.565	0.015	0.337	

単位:toe/US\$

単位:ha/US\$

表-2 エネルギー収支バランス (1995 年)

FROM	TO	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	米国	香港	EU	ROW	合計
インドネシア	56.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.4	2.5	2.1	0.6	0.8	5.2	69.1
マレーシア	0.2	12.3	0.1	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	1.7	4.1	1.0	1.7	5.7	28.9
フィリピン	0.0	0.2	18.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	1.1	2.6	0.5	0.8	2.6	27.0
シンガポール	0.3	0.6	0.1	8.9	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.7	1.5	0.9	0.6	6.1	20.8
タイ	0.2	0.3	0.1	0.4	41.2	0.4	0.3	0.2	0.2	2.3	2.8	0.8	1.2	8.9	59.1
中国	1.7	1.3	0.8	1.5	2.2	578.6	2.3	6.3	29.1	27.1	37.8	11.8	56.0	756.5	
台湾	0.4	0.5	0.3	0.3	0.5	1.1	34.9	0.4	2.4	4.4	5.8	1.4	7.6	60.0	
韓国	0.5	0.5	0.2	0.4	0.5	2.1	0.6	97.9	3.8	4.9	2.8	2.0	15.3	131.6	
日本	0.9	1.4	0.4	0.8	1.7	2.6	2.0	2.6	390.1	11.5	3.4	4.3	16.7	438.3	
米国	1.3	2.4	0.9	1.4	1.9	4.1	3.6	5.9	18.6	1578.0	4.6	16.4	149.5	1788.5	
合計	61.5	19.7	21.6	14.6	49.0	590.2	44.7	114.5	452.3	1639.0	58.2	41.1	273.6	3379.8	

単位:Mtoe

表-3 土地収支バランス (1995 年)

FROM	TO	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	米国	香港	EU	ROW	合計
インドネシア	130813	401	284	556	159	849	665	783	4746	3814	1282	2320	8660	155333	
マレーシア	126	14699	246	753	481	870	688	498	3175	1592	857	709	6337	31033	
フィリピン	17	16	19799	12	11	33	57	80	679	1698	319	344	1247	24314	
シンガポール	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4
タイ	161	184	95	213	24005	364	267	152	1773	1746	583	790	5093	35425	
中国	727	599	268	671	572	584197	589	3034	18775	9912	20245	4446	23113	667148	
台湾	10	8	20	7	11	11	2012	14	140	103	167	22	325	2850	
韓国	24	8	10	12	13	97	20	6936	364	179	175	54	577	8469	
日本	18	27	12	22	34	102	49	64	28639	248	117	89	383	29803	
米国	2097	1052	1281	499	1147	5108	4260	5618	36681	552564	4321	8294	89954	712876	
合計	133994	16994	22014	2746	26432	591630	8608	17181	94973	571857	28064	17069	135691	1667255	

単位:1000ha

(2) 環境資源収支バランス

表-2, 3 に、1995 年の環境資源収支バランスを示す。各表とも列方向の国の最終需要を満たすために行方向の国で誘発された資源消費量を示し、表中の値は貿易に付随して移動する環境資源の仮想的な流入を表している。表記上、アジア太平洋地域内の値(対角成分除く)は上位 10 ヶ所、合計値は上位 3 ヶ所を網掛けで示す。

エネルギーでは、米国を中心とした流入と中国からの流出が大きい。合計値でもこの 2 国の値は突出しており、米国と中国はアジア太平洋地域のエネルギー消費の中核であることが窺える。とりわけ中国から日本と米国への流出は大きく、

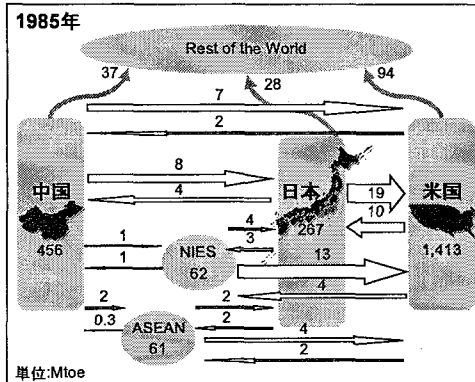


図-1 エネルギー収支フロー

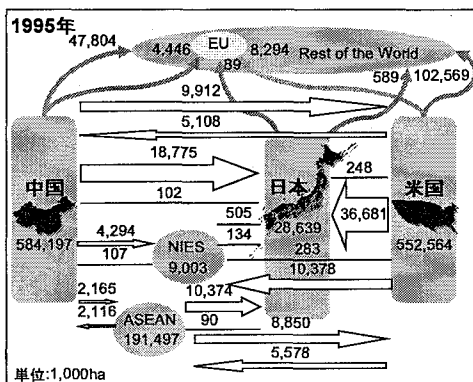
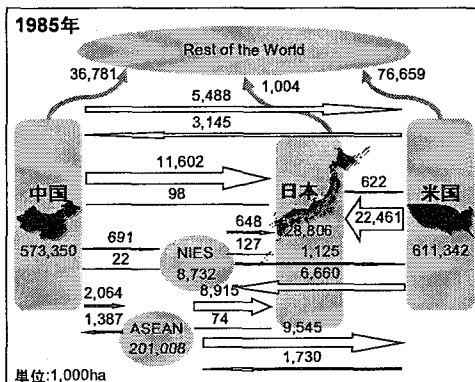
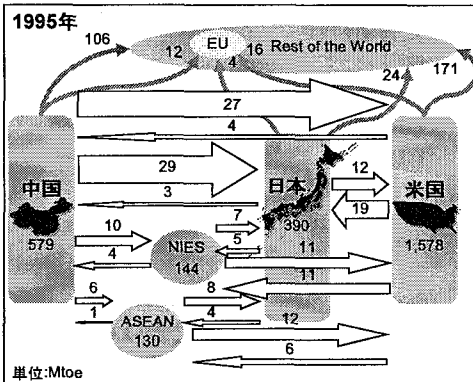


図-2 土地収支フロー

マレーシアやフィリピンの国内全体のエネルギー消費量と同程度である。これは、中国が他国のエネルギー消費の肩代わりを担う状況を如実に示すものである。一方、土地では国内土地資源の豊富な米国、中国、インドネシアからの流出が大きい。この流出先としては、国土の狭小な日本や韓国、台湾など典型的な農産物輸入国が中心を占めている。特に日本への流出は大きく、これは日本の食糧自給率の低さ及び木材輸入量の膨大さを反映したためとみられる。

(3) 環境資源収支フロー

環境資源収支バランスの経年変化の様子を把握するため、先の環境資源収支バランスを図-1, 2 に 1985 年と 1995 年の環境資源収支フロー図として整理した。各図において、NIES にはシンガポール、台湾、韓国、ASEAN にはインドネシア、マレーシア、フィリピン、タイが含まれ、アジア太平洋地域内の矢印の太さはフローの大きさに比例している。また、アジア国際産業連関表のデータ制約から EU へのフローは 1995 年のみを示す。

エネルギーでは、1985 年に日本と米国の間のフローが最大であったものが、1995 年には中国から他地域へ流出するフローが大部分を占めている。すなわち、エネルギー収支フローは日米中心型から中国流出型に劇的な変化を遂げたものとみられる。とりわけ日米間のフローに着目すると、1985 年は日本から米国へのフローが大きい、1995 年にはこれが逆転している。一方、土地においては国内土地資源の豊富な米国、中国、ASEAN から日本と NIES に流入する傾向にあり、経年的にこの傾向の強まる方向にフローが増加している。近年、中国からの急速な輸出増加が注目を集めているが、環境資源の消費でみても中国はひとつの極として存在感を強めていることが確認できる。

(4) 環境資源収支フローの産業部門別特徴

図-3, 4 に、日米間のエネルギー収支フローを産業部門別に示す。米国から日本へのフローは機械・輸送機械、運輸、食品などが大きく増加傾向にある一方、日本から米国へのフローは機械・輸送機械が大部分を占め減少傾向にある。日本からのフローが工業製品のみの特化する一方、米国からは工業製品だけでなく食品や農林水産物など多様な産業のフローが大きい。同様に図-5, 6 に、中国から日本と米国へのエネルギー収支フローを産業部門別に示す。これらは概ね増加傾向にあるが、

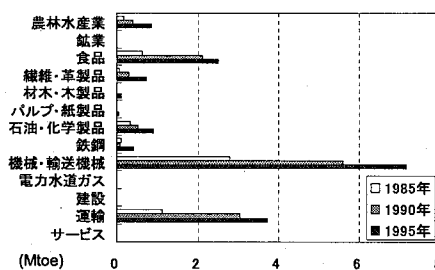


図-3 エネルギー収支フロー(米国から日本)

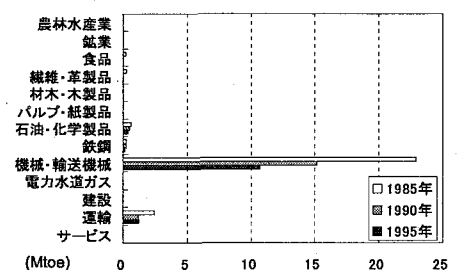


図-4 エネルギー収支フロー(日本から米国)

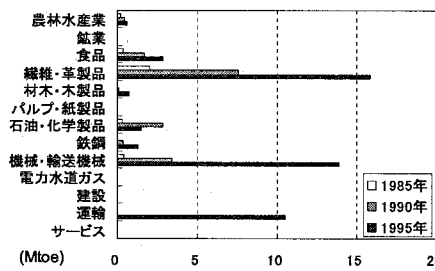


図-5 エネルギー収支フロー(中国から日本)

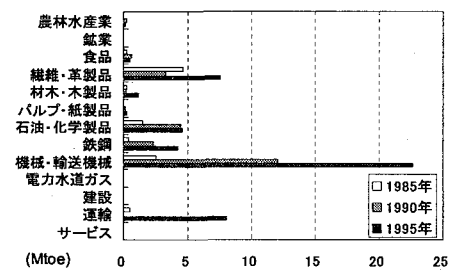


図-6 エネルギー収支フロー(中国から米国)

日米共に機械・輸送機械、繊維・革製品のフローが大きい。既に指摘したように経年的にフローは日米中心型から中国流出型へと変遷したが、産業部門ごとにこの様子を考察すると、これは米国が日本からの機械・輸送機械のフローを減少させ中国への依存を強めたことと、日本が中国の繊維・革製品、機械・輸送機械に急激に依存度を高めたことが要因とみられる。また、日米間のフローの逆転現象は、特に機械・輸送機械において米国が日本から中国に依存先をシフトさせたことが要因と思われる。とりわけ日本から米国へのフローの減少には、プラザ合意後の円高に伴う日本の輸出産業の不振が寄与した可能性が指摘できる。

図-7, 8, 9 に、米国、中国、ASEAN から日本への土地収支フローを産業部門別に示す。米国からは農林水産業と食品、中国からは繊維・革製品、ASEAN からは食品と農林水産業、材木・木製品のフローが大きい。これらは全て土地集約的な産業である。日本は最大の土地フロー流入国であったが、これは日本が相対的に不足する耕地や牧地、林地を生産要素として多用する産業において、他地域への依存を強めた結果といえる。中でも米国から日本へのフロー増加には、日本の市場開放の一環として行われた牛肉・オレンジの自由化が影響を与えたものとみられる。

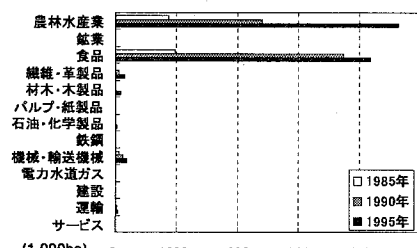


図-7 土地収支フロー(米国から日本)

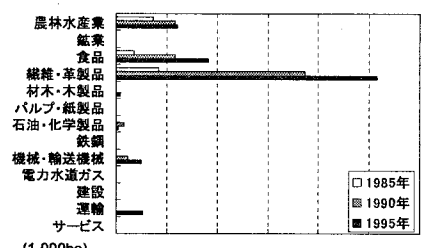


図-8 土地収支フロー(中国から日本)

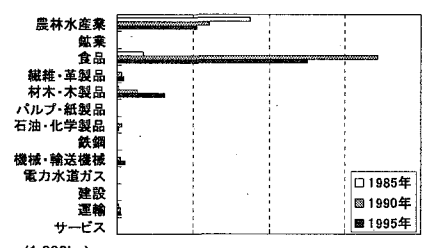


図-9 土地収支フロー(ASEAN から日本)

4. 経済成長、貿易と環境資源

次に、環境資源の相互依存関係を各国の経済レベルの観点から考察する。このため、各国の1人当たりGDPと1人当たり環境資源消費量を国ごとに比較する。また、貿易取引の拡大に伴い他国の環境資源消費に大幅に依存することも起こり得るため、貿易に付随して仮想的に移動する環境資源の流出入差を国ごとに比較する。

(1) 経済成長と環境資源

図-10に、各国の1人当たりGDPと1人当たり環境資源消費量を示す。1人当たりGDPは1995年の金額に実質化したものを用いている。エネルギーでは、日本と米国を除けば、シンガポール、台湾、韓国などNIES諸国に続き、ASEAN諸国と中国がほぼ線形に配置されており、各国が経済成長に伴い1人当たりエネルギー内包量を増加させていることが読み取れる。また、全体の平均値と比較すると、米国に次いで日本、シンガポール、韓国、台湾など経済レベルの比較的高い国々が平均値を超えており、エネルギー消費における先進国と開発途上国との格差が窺える。

一方、土地では、エネルギーのように経済レベルとの相関関係を確認することはできない。米国を除けば、各国は概ね横並びに位置しており、国内土地資源の豊富な中国、ASEANと、国内土地資源の乏しい日本、NIESとの差はそれほど大きくない。エネルギーが人類の機械文明を支える一方、土地は有史以来行われている農業や牧畜など食糧生産に主として投入される。生活水準が向上すれば人々は膨大なエネルギーを投入して生産される嗜好品を消費することが可能となるが、生存を維持するために摂取すべき栄養量に大きな差は生まれない。このため、生活水準の違いが土地使用面積に与える影響はエネルギーよりも小さく、経済レベルとの相関関係も薄いと推察される。

環境資源の依存関係は、各国・地域の経済レベル、歴史的に受け継がれてきた賦存量、人口等様々な要因が複雑に絡み合った結果構成される。このため、各国の1人当たり環境資源消費量には差が生まれる。ところが、米国の値は突出して大きく、米国のライフスタイルが膨大な環境資源消費の上に成立していることを示唆している。

(2) 貿易と環境資源

図-11に、各国1人当たりGDPと環境資源の流出入差を示す。エネルギーでは、日本と米国の流入超過、中国の流出超過が特徴的である。経年変化では、日本が流出超過から流入超過に転じる一方、中国は流出超過傾向を強めている。米国は一貫して流入超過の位置にある。既に示した環境資源収支フローの分析結果において、エネルギー収支フローは日米中心型から中国流出型に変化していた。この結果、日本が流入超過国に転じると同時に、中国は急激に流出超過傾向を強めた。見方を変えれば、中国は他国のエネルギー消費の肩代わりを担う傾向を急速に強めたといえる。

土地では、豊富な米国、中国、ASEANと、乏しい日本、NIESとの立場の違いが鮮明に表れている。土地資源の豊富な米国、中国、ASEANが一貫して流出超過にある一方、土地資源の不足する日本、NIESは流入超過にある。とりわけ米国の流出超過傾向と日本の流入超過傾向は顕著であり、この傾向は強まり

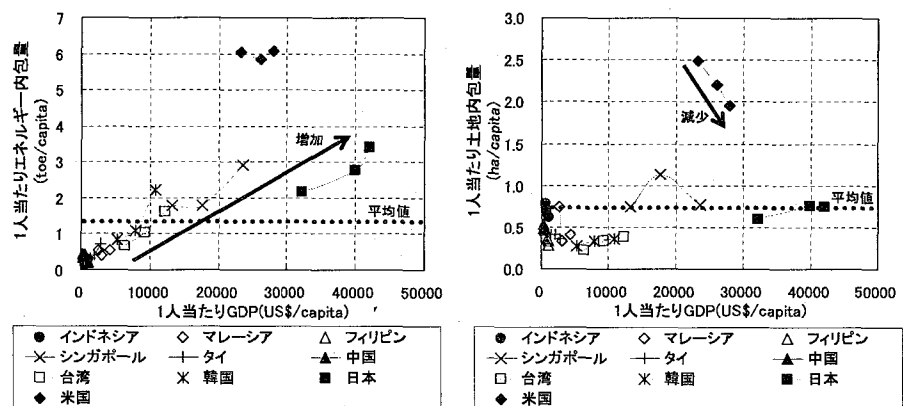


図-10 経済レベルと1人当たり環境資源消費量

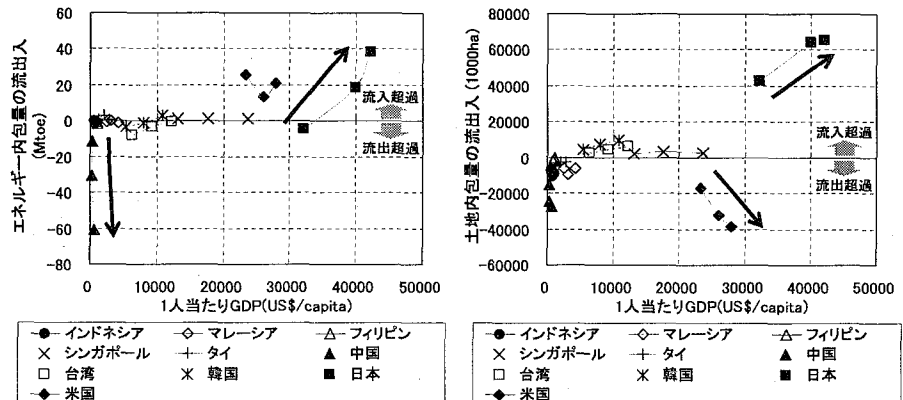


図-11 経済レベルと環境資源の流出入差

つつある。先述したように、各国の1人当たりの土地内包量は、国内土地面積が国により大きく異なるにもかかわらず、米国を除けばほぼ同程度であった。この要因は、ここで示されたように、相対的に土地資源の不足する国々が貿易を通じて他国の豊富な土地資源への依存性を強めたためとみられる。

5. 結論

本論文では、1985年、1990年、1995年のアジア太平洋地域を対象として、貿易を通じた環境資源の相互依存関係を定量的に把握し、この時間的変化の特徴を産業部門ごとに明らかにした。得られた結果を、以下にまとめる。

- 1) 環境資源の相互依存関係は、米国と中国を中心に形成されていた。エネルギーでは米国、中国からの流出、土地では米国、中国、ASEANからの流出が大きいことが示された。経年変化に着目すると、エネルギーは日米中心型から中国流出型に変化し、土地は米国、中国、ASEANからの流出が拡大傾向にあることが確認できた。
- 2) 環境資源の依存関係の経年変化を産業部門別に分析すると、エネルギーでは、日本からの流出が工業製品に特化する一方、米国からは工業製品だけでなく食品や農林水産業など多様な産業からの流出が大きいことが示された。また、経年的に増加傾向にあった中国からのエネルギーの流出は、機械・輸送機械、繊維・革製品で大きいことがわかった。一方、日本の国外土地資源への強い依存は、農林水産業、食品、材木・木製品など土地集約的な産業において土地資源の豊富な米国、中国、ASEANへの依存を強めた結果であることが確認できた。
- 3) 環境資源の依存関係を、経済成長と貿易の観点から考察した。この結果、各国は経済成長に伴い1人当たりエネルギー内包量を増加させており、経済レベルとエネルギー消費量との相関関係が窺えた。ところが、土地資源は経済レベルとの関係は薄く、国家間格差も比較的小さいことが確認できた。
- 4) 貿易を通じた環境資源の流出入差を比較した結果、エネルギーでは中国、土地では米国からの流出超過が特徴的であった。これは、中国と米国が他国の環境資源消費の肩代わりを担うといった事実を示すものである。近年、「世界の工場」と形容される中国からの輸出増加が注目を集めているが、環境資源の消費においても中国からの流出は大きく、今後の中国の動向がアジア太平洋地域の資源環境問題に強い影響を与えるものと思われる。

本論文の分析結果は、大局的な環境資源の依存関係を把握するという点で一定の意義を持つといえる。しかしながら、ここで示した依存関係の量的な分析だけでなく、生産性や効率性の観点からこれを吟味することも重要である。また、一次産業で使用される土地資源のみを用いて分析を行ったため、工業製品やサービスの生産に投入される土地を考慮することができなかった。これらの問題点は、今後の課題として検討していきたい。

参考文献

- 1) Wackernagel, M.・Rees, W. E.: *Our Ecological Footprint*, New Society Publishers, Gabriola Island, British Columbia, pp.159, 1996
- 2) 井村秀文, 森口祐一, 白土廣信, 坂井徹: 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 Vol.21, pp.58-65, 1993
- 3) 中村英佑, 森杉雅史, 井村秀文: 国際的相互依存と環境公平性に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.31, pp.395-403, 2003
- 4) Costanza, R.: Embodied Energy and Economic Valuation, *Science*, Vol.210, No.4475, pp.1219-1224, 1980
- 5) Bicknell, K. B.・Ball, R. J.・Cullen, R.・Bigsby, H. R.: New Methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy, *Ecological Economics*, Vol.27, pp.149-160, 1998
- 6) Institute of Developing Economies・JETRO: *ASIAN INTERNATIONAL INPUT - OUTPUT TABLE 1985*, 1992
- 7) Institute of Developing Economies・JETRO: *ASIAN INTERNATIONAL INPUT - OUTPUT TABLE 1990*, 1998
- 8) Institute of Developing Economies・JETRO: *ASIAN INTERNATIONAL INPUT - OUTPUT TABLE 1995*, 2001
- 9) IEA・OECD: *Energy Balances of OECD countries*, 2002
- 10) IEA・OECD: *Energy Balances of non OECD countries*, 2002
- 11) FAO: FAOSTAT, <http://apps.fao.org/default.html>