

日本、韓国、中国における単純化した グリーンGDPと環境クズネッツ曲線*

増 田 信 彦[†]

1. はじめに

東アジアの日本、中国、韓国は世界経済において大きな役割を果たすと同時に、環境的にも多大な影響を与えている。例えば、総国民所得（GNI）の大きさでは2005年に為替レート換算で日本が世界第2位、中国が第5位であり、購買力平価レート換算で中国が世界第2位、日本が第3位であった。また、CO₂排出量では2004年に中国が世界第2位、日本が第4位であった¹⁾。ここでは、これら3カ国における経済と環境の関係を、環境経済勘定の代表的指標であるグリーンGDPおよび環境クズネッツ曲線という二つの手法を使って考察するものである。

まず、日本、韓国、中国における1995年から2005年までの10年間の単純化したグリーンGDPや環境維持費用（Environmental Maintenance Cost, EMC）を試算することにより、持続可能性の視点から3カ国における経済と環境の関係を比較・検証するものである。ここでの持続可能性とは、環境の水準を一定に維持するために必要な費用を意味する環境維持費用の視点からである。本試算で得られた結果によれば、中国や韓国では、高い経済成長率ほどには環境汚染物質の排出量や資源の消費量が増えていないことなどから、単純化したグリーンGDPは増大している。それに対して、日本はバブル崩壊後の長い不況のため、GDPがほとんど伸びなかったことなどから、グリーンGDPもほとんど変化していない。これらのことはグリーンGDPが環境劣化よりも経済成長の影響を受けやすいこ

* 本研究にあたり、一橋大学概算事業「統計・計量分析の新たなプログラム開発と高度実証教育」より経済的支援を受けたことに対して謝意を表す。

† 富山大学名誉教授（前）一橋大学経済学研究科特任教授 E-mail : masudanob@ybb.ne.jp

1) 総国民所得は World Bank, 2007 *World Development Indicators*, CO₂排出量は日本エネルギー経済研究所『エネルギー・経済統計要覧（2007年版）』より。

とを意味する。また、高い経済成長を達成した韓国と中国ではEMCのGDPに対する比率が大きく低下している。このことは、経済成長をすれば、GDPの中より少ない割合を環境保護に支出することで環境の水準を維持できる可能性を示唆している。

次に、環境クズネッツ曲線(EKC)を使って、日本、韓国、中国における経済発展段階の違いから経済と環境の関係がどのように変わっているかを比較・検討している。本試算の結果によれば、SO₂の排出量は、1人当たりGDPが増加すると、中国では増加し、韓国、日本では減少しており、「EKC」の仮説は成り立っているように思われる。それに対して、CO₂の排出量と枯渇性エネルギーの一次消費は、1人当たりGDPが増加すると、いずれの国においても増加しており、EKCの仮説は成り立っていないようである。また、環境劣化と資源枯渇を総合的に表すEMCのEKCを見ると、EKC仮説ははっきりしないように見える。

ここでは、環境クズネッツ曲線にこれまで研究されてきた環境劣化ばかりでなく、資源枯渇あるいは環境劣化と資源枯渇を総合的に考慮する指標を取り入れているところに特色がある。

2. グリーンGDP

グリーンGDPは環境経済勘定における一つの集計値である。

(1) 各種の環境勘定

環境と経済を体系的に関係付ける環境勘定には多種多様な方法があり、それらを表示単位に基づいて分類すると、おおよそ次の三つに大別される。

①物(量)的勘定——環境や資源の状況を主として物量単位で表す勘定で、環境資源勘定、自然資源勘定などがある²⁾。客観的な数値が得られるという大きな長所があるが、エネルギー換算、重量換算、地球温暖化係数など特定の性質を利用して集計できるものを除いて、異なる種類のものを集計できないので、一つずつ列挙しなければならない。また、経済との関係がわからない。

2) 最初の物的勘定の一つにAlfsen, Bye and Lorentsen (1987)があり、日本では富士総合研究所(1998)がある。

- ②貨幣的勘定——環境や資源の状況を貨幣換算して、環境と経済を直接的に関係付けようとするもので、環境経済勘定、93年版環境・経済統合勘定などがある³⁾。環境や経済の状況を一つの貨幣単位で表すので、すべてのものが集計でき、全体としての環境と経済の関係がわかる。また、環境と経済の関係を直接的に結びつけるので、政策のための手段の指標として利用できるものがある。しかし、環境の状況を経済評価する各種の方法が考案されているが、いずれも客観性に難点をもつ。また、必要なデータの入手に手間がかかるものが多い。
- ③ハイブリッド勘定——物量表示の環境データと貨幣表示の経済データを結合したもので、NAMEA などがある⁴⁾。環境の貨幣評価をしないので、数量の客観性を保っている。また、環境と経済の相対的な関係を示しており、経済的増加に対する環境負荷の相対的増加を計算できるので、政策目標として利用できる。ただ、集計できない環境指標について、全体としての環境と経済の関係がわからない。

(2) 環境・経済統合勘定

ここで用いられる方法は貨幣的勘定であり、1993年に国連によって提唱された93年版環境・経済統合勘定(SEEA93)に基づいている⁵⁾。これは環境や資源を主として貨幣的に評価して国民経済計算と連結する勘定であり、国、地域、部門などがその目的やデータ利用可能性などに応じて選択できるように、さまざまなバージョンと柔軟な枠組みを提供している。その中のバージョンIVでは、経済活動がもたらす環境の劣化や資源の減耗は経済活動に伴う費用と見なされる。この費用は実際には負担されていないが、あたかも負担されたかのように金額を推

3) 最初の貨幣的勘定の中に Repetto et al. (1989) があり、日本では日本総合研究所 (1995) がある。

4) 最初のハイブリッド勘定の一つに NAMEA があり (例えば、De Haan, Keuning and Bosch (1994) を参照)、日本では日本総合研究所 (2004) がある。

5) 詳細は United Nations (1993) を参照。環境・経済統合勘定は2003年に改訂され (SEEA2003)、そこでは物的勘定、貨幣的勘定、ハイブリッド勘定を含むように拡張されている (United Nations et al. (2003))。

計するため、帰属環境費用と呼ばれる。

(3) 帰属環境費用の評価法

環境劣化の帰属環境費用の評価法として、市場評価法、維持費用評価法、仮想的評価法(CVM)などがあるが、ここでは維持費用評価法を使用する。維持費用評価法は自然資産を劣化または減耗する前の水準に維持しようとする必要となる費用であり、これは防止費用であったり、復旧費用であったりする。また、維持費用評価法は自然資産を一定の水準に維持することを意図するので、持続可能性の概念に沿っているという特徴をもっている。

次に、資源枯渇の帰属環境費用の評価法として、現在価値法、純価格法、使用者費用法などがあるが、ここでは純価格法(あるいはその類似法)を用いる。純価格法は、価格から費用を引いた純価格に資源の変化量を掛けて計算する。この評価法は、競争的市場の均衡において現在価値法と同じになる⁶⁾。この評価法は、現実の競争的均衡は少ないという問題があるものの、枯渇性資源では資源の価格と費用、生産量のみが必要なので、現在価値法の簡便法としてよく用いられる。

(4) グリーンGDP

SEEA93では、勘定の中で一つの集計値として環境調整済国内純生産が計算でき、それは一種のグリーンGDPと考えられる。環境調整済国内純生産の計算の手順は、大きく三つに分けられる。

- ①国民経済計算においてすでに計算されている国内総生産(GDP)から固定資本減耗を引いて国内純生産(NDP)を計算する。ここでのGDPは名目GDPを用いる。というのは、帰属環境費用を実質で推計することは非常に困難なため、名目で推計されており、それに合わせるためである。
- ②経済活動に伴う環境劣化や資源枯渇を、維持費用評価法により帰属環境費用として経済的(貨幣的)に評価し、環境維持費用(EMC)とする。
- ③持続可能性の指標の一環として、国内純生産から環境維持費用を控除すること

6) Landefeld and Hines (1985) を参照。

により、ある種のグリーン GDP である環境調整済国内純生産 (EDP) を求める。

3. 単純化したグリーン GDP の推計方法

ここでは、中国や韓国におけるグリーン GDP の推計をするための第一歩として、単純化したものを試算している。それは、経済と環境・資源の相互関連をマクロ数値的な面から検討しようとしたものである。しかし、グリーン GDP を推計するにはあまりにも統計データが不足するため、非常に限られた環境と資源を単純化した形で試算せざるを得なかった。日本についてはより詳細な統計データが利用可能であったが、比較ベースを揃えるため、同様にしている。

また、グリーン GDP として環境調整済国内純生産 (EDP) を試算するが、その推計方法は、主として SEEA93 に基づく旧経済企画庁の方式を採用している⁷⁾。

(1) 汚染物質等の選定

環境維持費用を計算するために取り上げた汚染物質等として、大気汚染の SO₂、地球温暖化の CO₂、枯渇性エネルギーの石油、石炭のみが考慮されている。SO₂ と CO₂ は排出削減費用から、石油と石炭は純価格法から推計している。

(2) コストデータ

環境維持費用を試算するためには、環境汚染物質の除去費用や資源の生産コストのデータが必要であるが、中国や韓国でそれらに関する統計を入手することは極めて困難であった。そこで、入手困難なものについては他国におけるデータを使用せざるを得なかった。そして、その国の貨幣単位に換算する際に為替レートを使用する場合と購買力平価レートを使用する場合の両方を試算している。しかし、どちらのレートを使用するかにより、特に中国で大きな差が出てきた⁸⁾。

7) 日本総合研究所 (1995, 2001) を参照。その推計手法や除去費用原単位などを使用している。

8) 国際間で統計データを比較をする場合、あるいは他国の統計データを自国で利用する場合などに、変換のためのレートが必要となる。その代表的なものとして、為替レートと購買力平価 (PPP) レートがある。国によってはどちらを使用するかによって大きく異なる結果をもたらす。本推計で用いた World Bank による 2000 年の変換比率は次のようになっている。

(3) 環境維持費用の推計

大気汚染や温暖化の帰属環境費用である環境維持費用の推計において、

$$\text{環境維持費用} = (\text{排出量} - \text{自然吸収量}) \times \text{除去費用原単位}$$

という形で計算を行なっている。これは、除去費用が除去量に関して線形であることを意味する。実際には、除去費用は非線形（通常、逓増的）であり、自然浄化作用の推計には別の困難がある。これから、より現実的な費用関数を開発する必要がある⁹⁾。

(4) 二重計算の調整

地球温暖化をもたらすCO₂排出を削減する費用と石油や石炭といった枯渇性エネルギーの枯渇費用の多くは重複している。というのは、現在CO₂排出を削減する方法は主として省エネルギーあるいは再生可能エネルギーへの代替であり、これらはエネルギーの枯渇も減らすからである。そこで、二重計算を避けるために、それぞれの環境維持費用の該当する費用全体に対する比率で、該当する最大の環境維持費用を比例的に配分している。

4. 単純化したグリーンGDPの試算結果の概要

(1) 環境維持費用

ここでは、三カ国における為替レートと購買力平価レートで換算して推計した環境維持費用の推計結果の概略について述べる。

①日本

表1で示されるように、日本の環境維持費用は1995年からの10年間にほとんど変化していないが、これはその間経済が停滞したためと考えられる。環境維持費用の中ではCO₂と石油が大きい。また、為替レートと購買力平価の間で違いが非常に小さくなっている。

為替レート 1\$ = 107.8円 = 1,131.0 ウォン = 8.3 元

購買力平価レート 1\$ = 153.7円 = 629.3 ウォン = 1.8 元

9) この推計方法については、田丸 (1996) を参照。

表1 日本の環境維持費用 (単位:十億円)

	年	計	SO ₂	CO ₂	石炭	石油
為替レート	1995	2353	39	1422	40	852
	2000	2413	36	1499	44	835
	2005	2400	34	1569	49	748
購買力平価	1995	2367	39	1229	50	1049
	2000	2413	36	1295	54	1028
	2005	2371	34	1355	60	922

出所:資源エネルギー庁『総合エネルギー統計』、日本エネルギー経済研究所『エネルギー・経済統計要覧』、日本総合研究所(2001)、International Energy Agency, *World Energy Investment Outlook*, World Bank, *World Development Indicators*, International Energy Agency, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*, 環境省資料、IEA資料などから推計。

(注)一部欠落した統計数値については推計した値を用いる。(以下同様)

環境維持費用の数値の中には幅をもつものもあるが、単純化のため中間値としている。(以下同様)

②韓国

表2で示されるように、韓国ではこの10年間に環境維持費用は全体もSO₂以外の個別も増加している。SO₂で激減しているのは、環境対策によりその排出量が大幅に減少したためである。環境維持費用の中ではCO₂と石油が大きい。また、購買力平価に比べて為替レートの場合に大きくなっているのは、他国の環境汚染物質の除去費用を使用したためと考えられる。

表2 韓国の環境維持費用 (単位:十億ウォン)

	年	計	SO ₂	CO ₂	石炭	石油
為替レート	1995	11081	677	5847	190	4366
	2000	12110	235	6755	252	4868
	2005	12869	218	7309	294	5048
購買力平価	1995	4324	264	2282	74	1704
	2000	4726	92	2636	98	1900
	2005	5022	85	2852	115	1970

出所:同上書、Korea Energy Economics Institute, *Yearbook of Energy Statistics*, Korean Ministry of Environment, *Environmental Statistics Yearbook*, Korea National Statistical Office, *Korea Statistical Yearbook*などから推計。

③中国

表3で示されるように、中国ではこの10年間に高い経済成長のために環境維

持費用は大幅に増加している。その中ではCO₂が圧倒的に大きな割合を占めている。また、購買力平価に比べて為替レートの場合に環境維持費用が非常に大きくなっているのは、他国の環境汚染物質の除去費用を使用したためと購買力平価に比べて安い中国元のためと考えられる。

表3 中国の環境維持費用 (単位: 億元)

	年	計	SO ₂	CO ₂	石炭	石油
為替レート	1995	5980	167	5157	138	518
	2000	6157	176	5089	129	762
	2005	9038	225	7554	224	1034
購買力平価	1995	1048	167	668	118	96
	2000	1086	176	659	110	141
	2005	1585	225	978	191	191

出所: 同上書、National Bureau of Statistics of China, *China Statistical Yearbook*, National Bureau of Statistics and National Development and Reform Commission, *China Energy Statistical Yearbook*, General Administration of Customs of China, *China's Customs Statistics*, 中国環境年鑑編輯委員会『中国環境年鑑』, 雷明(1999)などより推計。

(2) 環境調整済国内純生産

ここでは、三カ国における国内総生産(GDP)、国内純生産(NDP)、環境調整済国内純生産(EDP)、環境維持費用(EMC)について、為替レートで換算する場合と購買力平価レートで換算する場合に分けて、それらの概要と比較を考察する。

①日本

表4は、日本における国内総生産、国内純生産、環境調整済国内純生産の比較と変化を表したものである。また、それらの変化を図示したものが図1A、図1Bである。日本はバブル崩壊後の長い不況のためGDPがほとんど増加しなかったことと、環境維持費用がほとんど変化しなかったことから、EDPも10年間ほとんど変化していない。固定資本の減耗分に比べて環境維持費用は小さいことがわかる。また、為替レートと購買力平価の間でEDPの違いがほとんどない。

表 4 日本の 1995 年と 2005 年の概要と比較 (単位：百億円)

	1995年	2005年	年平均成長率
国内総生産 (GDP)	49,327	50,140	0.16%
固定資本減耗 (対国内総生産)	8,912 (18.1%)	10,482 (20.9%)	1.6%
国内純生産 (NDP)	40,415	39,658	-0.19%
環境維持費用 (為替レート) (対国内総生産)	235 (0.48%)	240 (0.48%)	0.21%
環境調整済国内純生産 (EDP)	40,180	39,418	-0.19%
環境維持費用 (購買力平価) (対国内総生産)	237 (0.48%)	237 (0.47%)	0.0%
環境調整済国内純生産 (EDP)	40,179	39,421	-0.19%

出所：同上書、内閣府経済社会総合研究所『国民経済計算年報 (Home Page)』などから推計。
(注) いずれの数値も名目値である。

図 1 A 日本の国内所得の比較
(為替レートの場合)

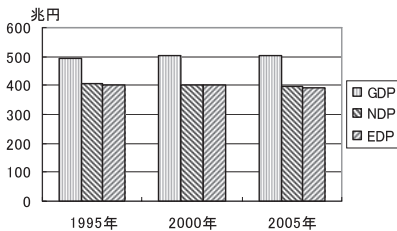
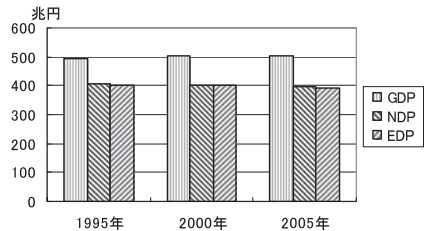


図 1 B 日本の国内所得の比較
(購買力平価の場合)



②韓国

表 5 は、韓国における国内総生産、国内純生産、環境調整済国内純生産の比較と変化を表したものである。また、それらの変化を図示したものが図 2 A, 図 2 B である。韓国においては、10 年間に環境維持費用は増加したが、それ以上に経済が成長した結果、図 2 A, 図 2 B のように、EDP も大きく増加している。また、固定資本の減耗分に比べて環境維持費用は小さくなっている。さらに、為替レートによる EDP が購買力平価によるものよりわずかに小さくなっている。

表5 韓国の1995年と2005年の概要と比較 (単位: 百億ウォン)

	1995年	2005年	年平均成長率
国内総生産 (GDP)	39,884	80,662	7.3%
固定資本減耗 (対国内総生産)	4,085 (10.2%)	11,073 (13.7%)	10.5%
国内純生産 (NDP)	35,799	69,589	6.9%
環境維持費用 (為替レート) (対国内総生産)	1,108 (2.8%)	1,287 (1.6%)	1.5%
環境調整済国内純生産 (EDP)	34,691	68,302	7.0%
環境維持費用 (購買力平価) (対国内総生産)	432 (1.1%)	502 (0.62%)	1.5%
環境調整済国内純生産 (EDP)	35,367	69,087	6.9%

出所: 同上書などより推計。

(注) いずれの数値も名目値である。

図2A 韓国の国内所得の比較
(為替レートの場合)

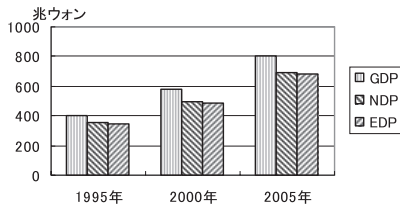
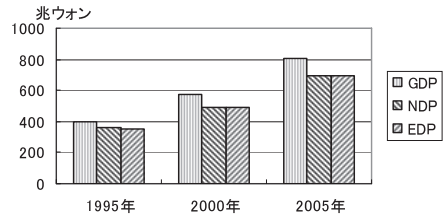


図2B 韓国の国内所得の比較
(購買力平価の場合)



③中国

表6は、中国における国内総生産、国内純生産、環境調整済国内純生産の比較と変化を表したものである。また、それらの変化を図示したものが図3A, 図3Bである。中国においては、10年間に汚染物質の排出量や枯渇性エネルギーの消費量の増加により、環境維持費用も相当増えたが、それ以上に経済成長した結果、EDPも大きく増加している。また、為替レートによる場合環境維持費用が過大評価される傾向があるため、そのEDPが購買力平価によるものより小さくなっている。中国においては、この点で為替レートをそのまま適用することには問題があるように思われる。

表 6 中国の1995年と2005年の概要と比較 (単位: 億元)

	1995年	2005年	年平均成長率
国内総生産 (GDP)	60,794	183,085	11.7%
固定資本減耗 (対国内総生産)	7,596 (12.5%)	30,063 (16.4%)	14.7%
国内純生産 (NDP)	53,198	153,022	11.1%
環境維持費用 (為替レート) (対国内総生産)	5,980 (9.8%)	9,038 (4.9%)	4.2%
環境調整済国内純生産 (EDP)	47,218	143,984	11.8%
環境維持費用 (購買力平価) (対国内総生産)	1,048 (1.7%)	1,585 (0.9%)	4.2%
環境調整済国内純生産 (EDP)	52,150	151,437	11.2%

出所: 同上書、National Bureau of Statistics of China, *Input-Output Tables of China* などより推計。

(注) いずれの数値も名目値である。

図 3A 中国の国内所得の比較
(為替レートの場合)

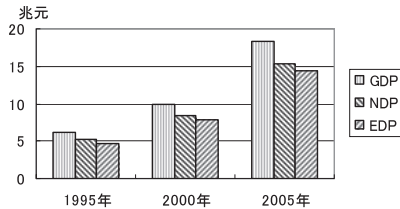
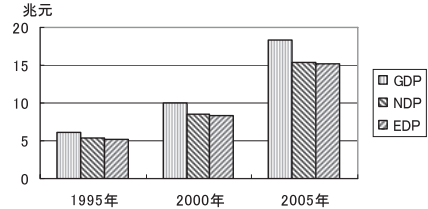


図 3B 中国の国内所得の比較
(購買力平価の場合)



(3) 環境維持費用の対GDP比

図 4 A は為替レートの場合、また図 4 B は購買力平価の場合の 3 カ国における環境維持費用の対 GDP 比を示している。この比率は GDP の中でどれくらいの割合を環境保護に費やせば環境の水準を維持できるかを意味する。

図4A 環境維持費用のGDP比
(為替レートの場合)

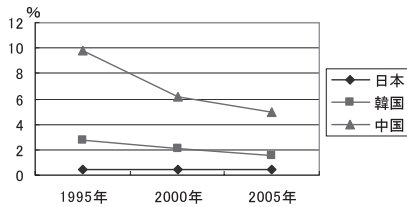
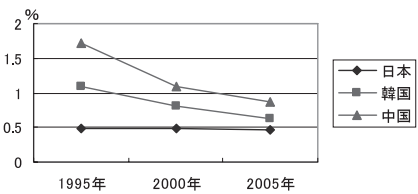


図4B 環境維持費用のGDP比
(購買力平価の場合)



ほとんど経済成長しなかった日本では比率はほとんど変化していないが、高い経済成長を達成した韓国と中国では比率が大きく低下し、日本の比率に近づいている。このことは、経済成長をすれば、GDPの中のより少ない割合を環境保護に支出することにより環境の水準を維持できる可能性を示唆している。

また、為替レートの場合と購買力平価レートの場合では、韓国と中国で数値に大きな違いが出ている。

(4) 試算結果の解釈

①試算結果の概要

日本、韓国、中国の単純化したグリーンGDP(EDP)を試算した結果から目につくのは、10年間の中国と韓国における高い経済成長と、その結果としてEDPも大きく増加していることである。それに対して、日本はバブル崩壊後の長い不況のため、経済がほとんど成長しなかったこともあり、EDPもほとんど変化していない。このことは、環境維持費用がGDPやNDPに比べて小さいため、EDPが経済成長に大きく依存していることから生じている。環境維持費用が小さい理由の一つは、統計データを入手するのが困難であるため、非常に限られた汚染物質や資源しか考慮しなかったことがある。しかし、それらを考慮しても、その排出量などの増加率が経済成長率より小さければ、同じような結果が得られるであろう。

②数式による説明

表5と表6で示されるように韓国と中国ではGDPの成長率が環境維持費用の

増田信彦・日本、韓国、中国における単純化したグリーン GDP と環境クズネツ曲線 (13)

増加率を大幅に上回っている。すなわち、高い経済成長率ほどには汚染物質の排出量や資源消費量などが増加していない。このような状況のもとでは、ある条件が満たされれば、次のことが数式で示される。

(i) $\Delta \text{GDP}/\text{GDP} > \Delta \text{EMC}/\text{EMC}$ ならば、 $\Delta \text{EDP} > 0$ 。ここで Δ は変化量を示す。

単純化のために固定資本減耗の対 GDP 比 d を一定と仮定する。すなわち、 $\text{NDP} = (1 - d)\text{GDP}$ 。

$\text{GDP} = Y$, $\text{EDP} = E$, $\text{EMC} = M$ で示すと、 $E = (1 - d)Y - M$ 。

$\Delta E = (1 - d)\Delta Y - \Delta M = (1 - d)Y\{\Delta Y/Y - \Delta M/(1 - d)Y\} = (1 - d)Y\{\Delta Y/Y - (\Delta M/M)(M/(1 - d)Y)\} > (1 - d)Y\{\Delta Y/Y - (\Delta M/M)\} > 0$

($\Delta M > 0$ の場合、 $(1 - d)Y - M = E > 0$ より。 $\Delta M < 0$ の場合、自明。)

したがって、GDP の成長率が環境維持費用の増加率より大きければ、絶えず EDP は増加することになる。このことが、グリーン GDP が環境劣化よりも経済成長の影響を受けやすい原因と考えられる。

(ii) $\Delta \text{GDP}/\text{GDP} > \Delta \text{EMC}/\text{EMC}$ ならば、 $\Delta(\text{EMC}/\text{GDP}) < 0$ 。

$\Delta(M/Y) = (\Delta M \cdot Y - M \cdot \Delta Y)/Y^2 = (M/Y)(\Delta M/M - \Delta Y/Y) < 0$

したがって、GDP の成長率が環境維持費用の増加率より大きければ、GDP の中より少ない割合を環境保護に支出することにより、環境の水準を維持できることを意味する。

5. 環境クズネツ曲線

日本、韓国、中国の環境と経済の関係を分析する第2の手法として、環境クズネツ曲線を用いる。

(1) 環境クズネツ曲線 (EKC)

環境クズネツ曲線は、経済発展と環境劣化の間に逆U字型曲線の関係があるという仮説である。すなわち、1人当たりの所得が増加すると、低い発展段階では環境劣化が進むのに対して、高い発展段階では環境が改善するというものである。この名前はクズネツによる経済成長と所得不平等の関係に似ていることに由来する。もしこの仮説が成り立てば、経済発展は最終的に環境に良いことにな

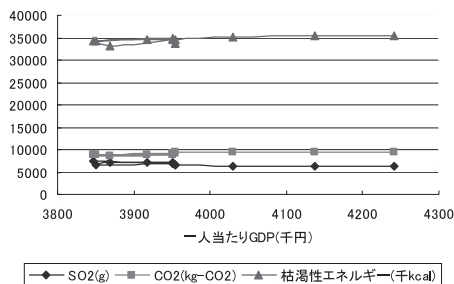
るが、これまでの研究によると、環境の種類によって成立するものとしらないものがあるというのが一般的である¹⁰⁾。

(2) 環境クズネッツ曲線の作成

ここでは、経済発展の指標として、1人当たりの実質GDPを用いる。環境指標としてグリーンGDPの試算で用いたSO₂とCO₂の排出量に加えて、資源枯渇として枯渇性エネルギーの一次消費量を取り上げる。いずれも1人当たりで表す。SO₂とCO₂については、環境の質を表すものとしてそれらの大気中の濃度の方が望ましいと思われるが、国全体のデータが得やすいためと除去量を通じてコントロール変数として使用できるために、ここでは排出量を使用する。また、これまで環境クズネッツ曲線ではエネルギー消費量がよく用いられたが、エネルギー消費量は豊かさを表す性質も持っており、問題になるのはエネルギーの枯渇なので、ここでは枯渇性の一次エネルギー消費量を用いる。そこに含まれているのは石油、石炭、天然ガスである。

データの使用期間は、グリーンGDPの試算と同じ1995～2005年の10年間とする。

図5 環境クズネッツ曲線（日本）



出所：同上書、総務省統計局『人口推計年報（Home Page）』などから推計。

10) 例えば、Grossman and Krueger (1991), Shafic and Bandyopadhyay (1992), 松岡、松本、河内 (1998) を参照。

6. 各国における環境クズネッツ曲線の試算結果の概要

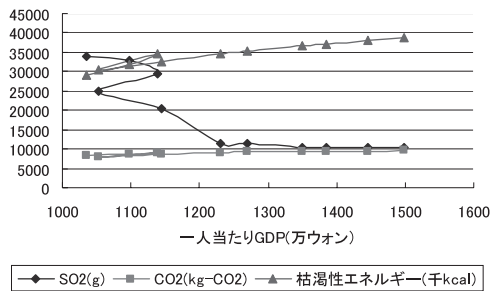
(1) 日本の環境クズネッツ曲線

図5で示されるように、日本では1人当たりGDPが増加すると、1人当たりのSO₂の排出量はわずかに減少しているが、1人当たりCO₂の排出量と1人当たり枯渇性エネルギーの一次消費量はわずかに増加している。

(2) 韓国の環境クズネッツ曲線

図6で示されるように、韓国では1人当たりGDPが増加すると、1人当たりのSO₂の排出量は大きく減少しているが、1人当たりCO₂の排出量と1人当たり枯渇性エネルギーの一次消費量は増加している。

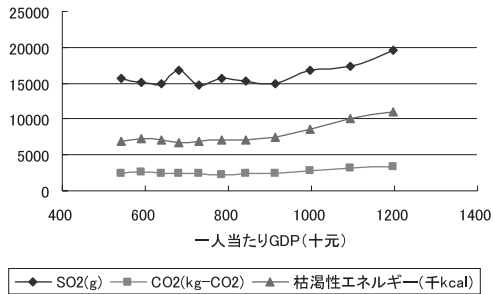
図6 環境クズネッツ曲線 (韓国)



(3) 中国の環境クズネッツ曲線

図7で示されるように、中国では1人当たりGDPが増加すると、1人当たりのSO₂の排出量、1人当たりCO₂の排出量、1人当たり枯渇性エネルギーの一次消費量のいずれも増加している。特に、SO₂においても増加しているところが、日本や韓国と異なっている。

図7 環境クズネツ曲線 (中国)



7. 汚染物質等毎の環境クズネツ曲線

ここでは、日本、韓国、中国の3カ国における経済と汚染物質排出量等の関係と比較するために、それぞれの国の1人当たりGDPを2000年のレートでドルに換算する。その際、代表的な換算方法として為替レートと購買力平価レートで試算する⁸⁾。また、国の間で1人当たりGDPに大きな差があるので、それらの自然対数をとったもので比較する。それに合わせるために汚染物質等についても、1人当たりの排出量等の自然対数をとる。

(1) SO₂の環境クズネツ曲線

①為替レートの場合

1人当たりGDPを為替レートでドルに換算すると、SO₂の環境クズネツ曲線は図8Aのようになる。左のグラフは中国で、1人当たりGDPが増加すると、1人当たりのSO₂の排出量も増加している。真ん中のグラフは韓国で、1人当たりGDPの増加とともに中国より高かった1人当たりのSO₂の排出量が急激に低下しているが、まだ日本より高い。右のグラフは日本で、1人当たりGDPが増加すると、1人当たりのSO₂は減少している。SO₂の場合、経済が発展すると、初期の段階では汚染は進むが、ある程度の段階になると減少しており、環境クズネツ曲線の仮説が満たされているように思われる。

図 8A SO₂の環境クズネッツ曲線
(為替レートの場合)

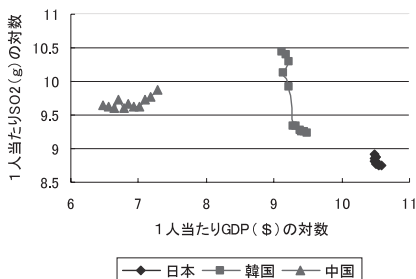
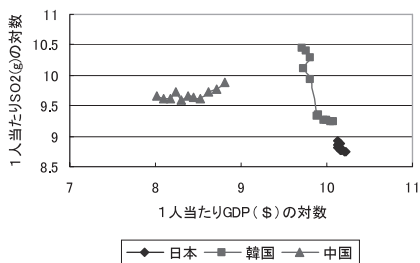


図 8B SO₂の環境クズネッツ曲線
(購買力平価の場合)



②購買力平価の場合

1人当たりGDPを購買力平価でドルに換算すると、環境クズネッツ曲線は図8Bのようになる。形状が為替レートの場合に似ているが、逆U字型により近くなっているように思われる。これは購買力平価を使うと、3カ国の間の1人当たりGDPの差が小さくなることから生じている。

(2) CO₂の環境クズネッツ曲線

①為替レートの場合

3カ国の1人当たりGDPを為替レートでドルに換算して、CO₂の環境クズネッツ曲線を求めると、図9Aのようになる。左の中国、真ん中の韓国、右の日本の間で、1人当たりGDPが大きいほど、1人当たりCO₂の排出量が多くなっているが、逓減的である。いずれの国においても、1人当たりGDPが増加すると、1人当たりCO₂の排出量が多くなっており、時系列では環境クズネッツ曲線の仮説は成り立ちそうにない。

図9A CO₂の環境クズネツ曲線
(為替レートの場合)

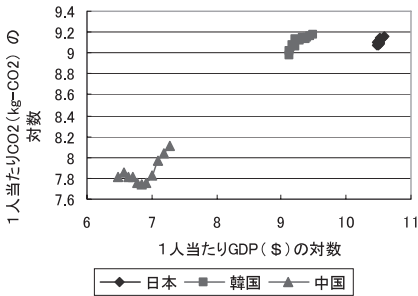
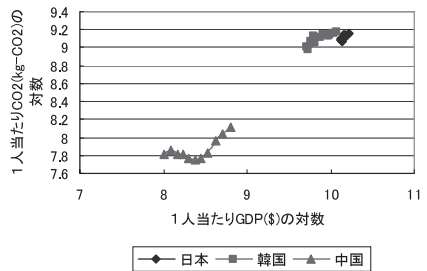


図9B CO₂の環境クズネツ曲線
(購買力平価の場合)



②購買力平価の場合

3カ国の1人当たりGDPを購買力平価でドルに換算して、CO₂の環境クズネツ曲線を求めると、図9Bのようになる。3カ国の間で1人当たりGDPが大きいほど、1人当たりCO₂の排出量が多くなっているが、日本と韓国との差はほとんどない。

図10A 枯渇性エネルギー消費の
環境クズネツ曲線 (為替レートの場合)

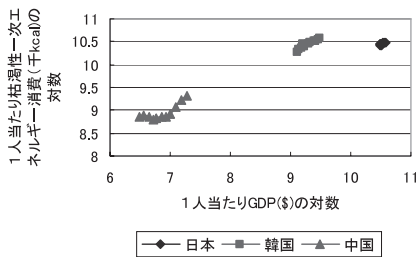
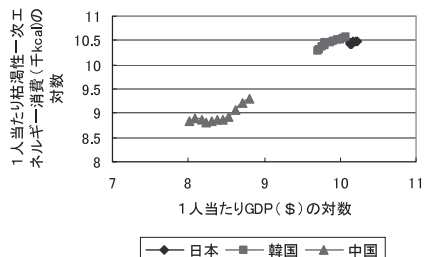


図10B 枯渇性エネルギー消費の
環境クズネツ曲線 (購買力平価の場合)



(3) エネルギー枯渇の環境クズネツ曲線

①為替レートの場合

3カ国の1人当たりGDPを為替レートでドルに換算して、エネルギー枯渇の環境クズネツ曲線を求めると、図10Aのようになる。中国と韓国・日本の間で1人当たりGDPが大きいほど、1人当たり枯渇性エネルギーの一次消費量は

増田信彦・日本、韓国、中国における単純化したグリーン GDP と環境クズネッツ曲線 (19)

多くなっているが、韓国と日本の間ではほとんど差がなくなっている。一見、環境クズネッツ曲線の仮説に近づいているように見えるが、いずれの国においても、1人当たりGDPが増加すると、1人当たり枯渇性エネルギー消費量は多くなっており、時系列では環境クズネッツ曲線の仮説は成り立たないように思われる。

②購買力平価の場合

3カ国の1人当たりGDPを購買力平価でドルに換算して、エネルギー枯渇の環境クズネッツ曲線を求めると、図10Bようになる。購買力平価の場合のCO₂の環境クズネッツ曲線によく似ている。

8. 環境維持費用の環境クズネッツ曲線

これまでの環境クズネッツ曲線の分析では、ほとんど個々の汚染物質あるいは特定の性質を利用して集計可能な汚染物質の環境クズネッツ曲線、すなわち一人当たりGDP等が増加するとき個々の汚染物質あるいは集計可能な汚染物質がどのようになっているかを検証したものであった。ここでは、環境汚染と資源枯渇を総合する指標の環境クズネッツ曲線について考察する。具体的には、グリーンGDPの試算の際に使われた環境維持費用の環境クズネッツ曲線である。すなわち、一人当たりGDPが増加するときに、環境の水準を維持するために汚染物質の除去等の環境保護に必要な総費用がどのようになるかを分析する。環境維持費用は単純化したグリーンGDPの試算で使用されたデータをそのまま使用する。

①為替レートの場合

3カ国の1人当たりGDPを為替レートでドルに換算すると、環境維持費用の環境クズネッツ曲線は図11Aようになる。3カ国とも1人当たりGDPが大きくなるほど、1人当たり環境維持費用は高くなっており、時系列では環境クズネッツ曲線の仮説は成立していないようである。ただクロスセクションで見ると、わずか3カ国であるが、1人当たりGDPが大きくなるにつれて、環境維持費用は中国より韓国が大きく、韓国より日本は小さくなっており、環境クズネッツ曲線の仮説に当てはまっている。

②購買力平価の場合

3カ国の1人当たりGDPを購買力平価でドルに換算して、環境維持費用の環境クズネツ曲線を求めると、図11Bのようになる。日本の環境維持費用がほとんど変わらなかったことを除いて、おおよそ為替レートの場合と同じである。

図11A 環境維持費用の環境クズネツ曲線
(為替レートの場合)

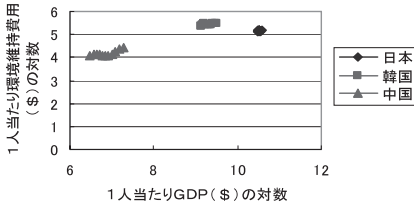
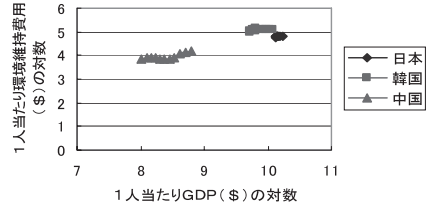


図11B 環境維持費用の環境クズネツ曲線
(購買力平価の場合)



9. 終わりに

ここでは、二つの新しい結果が得られたと考えている。

- ①経済成長をすれば、汚染物質の排出量等の増加率は経済成長率より低くなる傾向があり、グリーンGDPは環境劣化よりも経済成長の影響を受けやすくなる。
- ②経済成長をすれば、同様にしてGDPの中のより少ない割合を環境保護に支出することにより環境の水準を維持できる可能性がある。

しかし、それらにはいくつかの但し書が付いている。まず、ここで推計の対象となっているものは、環境の中でも汚染物質の排出量や枯渇性エネルギーの消費量など数値化されやすいもので、生態系など数値化が困難なものは入っていない。次に、韓国と中国におけるデータの入手が困難なこともあり、対象の数が非常に限られているなど単純化したものになっていることがある。また、汚染物質の除去費用原単位や枯渇性エネルギーの生産コストについては限られたデータからのものを使用せざるを得なかった。

次に、ここでは為替レートと購買力平価レートによる換算を絶えず対比させながら、考察をしてきた。一般に、経済取引に基づく経済規模を表すには為替レートが、生活水準を表すには購買力平価レートが適していると言われているが、どちらのレートを使用するかにより、特に中国の場合、結果に大きな違いが出てく

増田信彦・日本、韓国、中国における単純化したグリーン GDP と環境クズネッツ曲線 (21)

る。どちらかという、環境や資源を取り扱う場合には、購買力平価の方がより適合しているように思われる。

グリーン GDP など環境経済勘定ははまだ発展途上の段階にあり、いくつかの難点を抱えているが、環境保護の費用を組み込むことにより、環境政策においてある種の費用便益の視点を可能にする環境勘定であるといえる。これから、より現実的な費用関数を開発し、データを整備することにより、政策手段のための指標として役立つ可能性があると考えている。

[参考文献]

Alfsen, K.H., T. Bye and L. Lorentsen (1987), *Natural Resource Accounting and Analysis : Norwegian Experience 1978-1986*, Central Bureau of Statistics of Norway.

General Administration of Customs of China, *China's Customs Statistics*.

Grossman, G.M. and A.B. Krueger (1991), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement," Working Paper No.3914, National Bureau of Economic Analysis.

De Haan, M., S.J.Keuning and P.R. Bosch (1994), "Integrating Indicators in a National Accounting Matrix including Environmental Accounting (NAMEA) ; An Application to the Netherlands," in Statistics Canada, *National Accounts and the Environment*, Papers and Proceedings from a Conference, London, England.

International Energy Agency, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*.

International Energy Agency, *World Energy Investment Outlook*.

Korea Energy Economics Institute, *Yearbook of Energy Statistics*.

Korea National Statistical Office, *Korea Statistical Yearbook*.

Korean Ministry of Environment, *Environmental Statistics Yearbook*.

Landefeld, J.S. and J.R. Hines (1985), "National Accounting for Non- Renewable Natural Resources in the Mining Industries," *Review of Income and Wealth*, Vol.31, No.1, 1-21.

National Bureau of Statistics of China, *China Statistical Yearbook*.

(22) 一橋経済学 第2巻 第1号 2007年7月

National Bureau of Statistics of China, *Input-Output Tables of China*.

National Bureau of Statistics and National Development and Reform Commission of China, *China Energy Statistical Yearbook*.

Repetto, R., W. Magrath, M. Wells, C. Beer and F. Rossini (1989), *WASTING ASSETS : Natural Resource in the National Income Accounts*, World Resource Institute.

Shafic, N. and S. Bandyopadhyay (1992), "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence", *Background Paper for World Development Report*, World Bank.

United Nations (1993), *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting (Interim Version)*, (経済企画庁経済研究所国民所得部訳『国民経済計算ハンドブック：環境・経済統合勘定』経済企画協会、1995年)。

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, OECD and World Bank (2003), *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003 (Final Draft)* (Home Page).

World Bank, *World Development Indicators*.

資源エネルギー庁『総合エネルギー統計』。

総務省統計局『人口推計年報 (Home Page)』。

田丸征克 (1996) 「環境・経済統合勘定 (1) - 開発の背景と勘定の概要 -」、『ESP』経済企画協会、1996年1月号。

中国環境年鑑編輯委員会『中国環境年鑑』。

張宏武 (2003) 『中国の経済発展に伴うエネルギーと環境問題—部門別・地域別の経済分析—』 溪水社。

内閣府経済社会総合研究所『国民経済計算年報 (Home Page)』。

日本エネルギー経済研究所『エネルギー・経済統計要覧』省エネルギーセンター。

日本総合研究所 (1995) 『平成6年度経済企画庁委託調査 国民経済計算体系に環境・経済統合勘定を付加するための研究報告書』。

日本総合研究所 (2001) 『平成12年度内閣府委託調査 環境・経済統合勘定の確立に関する研究報告書』。

日本総合研究所 (2004) 『平成15年度内閣府委託調査 SEEAの改訂等にもなう環境経済勘定の再構築に関する研究報告書』。

増田信彦・日本、韓国、中国における単純化したグリーン GDP と環境クズネッツ曲線 (23)

富士総合研究所 (1998) 『平成9年度環境庁委託業務結果報告 環境資源勘定策定に関する基礎調査報告書』

松岡俊二、松本礼史、河内幾帆 (1998) 「途上国の経済成長と環境問題:環境クズネッツ曲線は成立するか」『環境科学会誌』 Vol.11, No.4, 349-362 頁。

雷明 (1999) 『持続発展下綠色核算:資源-経済-環境総合核算』地質出版社。