

No. 954

経済成長か、環境保全か
-中国経済を事例として-

by

鄭 小平

October 2001

経済成長か、環境保全か —中国経済を事例として—

筑波大学社会工学系

鄭 小平

1. はじめに

経済成長か、それとも環境保全か。この問題は常に発展途上国を悩ませてきた。中国も例外ではあるまい。改革・開放政策が実施されはじめた1980年以降、国内の生産性が大幅に上昇し、高い経済成長を実現してきた。2000年までの20年間、国民総生産（GNP）の年平均伸び率は9.7%に達し、その規模は実に6.3倍にも膨らんだ。こうした高度経済成長はもちろん、国民のひとり一人にも所得の増大をもたらし、2000年の一人当りの国内総生産（GDP）は7,065元に上り、米ドルに換算すると約851ドルになることで、世界銀行の基準によれば、中国は中位収入国の下位グループに入ることになった（参考文献1）。

しかし、経済成長は中国の人々に豊かさをもたらすとともに、深刻な環境汚染を引き起こしていることも周知の通りである。1995年における工業からの廃水、COD、廃ガス、SO₂、固形廃棄物の排出量は1986年よりそれぞれ11.8%、5.9%、39.3%、56.5%、16.3%と増えた（参考文献2）。その影響で、全国のほとんどの河川、湖および地下水が多かれ少なかれ汚染され、大部分の都市において大気汚染が深刻化しつつあり、酸性雨が観測された地域は国土面積の1/3に及んでいる。このような環境汚染による経済損失は巨大な規模に上っている。世界銀行の試算では、1995年の環境汚染による損失は約540億米ドルで、GNPのおよそ7.7%を占めている（参考文献3）。もしこの数値が正しいとすれば、それは近年中国の経済成長率とほぼ匹敵している。言い換えれば、中国の経済成長による富の増大は、皮肉にも環境破壊による損失によって打ち消されてしまうことになる。

果たして、このような解釈が適切なのか。それより、そもそも経済成長と環境保全との関係はどうあるべきなのか。といった問題は世界中から注目を集めている。それに、今年の3月、中国の全国人民代表大会（日本の国会に相当）において承認された第10回国民経済と社会発展5ヵ年計画（「十五計画」）では、今後5年間の経済成長率を7%と掲げている。このような成長目標を達成するためには、一体どれぐらいの環境破壊による損失を覚悟しなければならないのか。経済成長と環境保全という2大目標をどのようにすれば達成できるのだろうか。こういった問題は、21世紀において持続可能な発展を目指す中国にとっても全世界にとっても極めて重大な課題である。

本稿は、これらの課題に対して経済成長と環境汚染に関する環境経済学の基本的な考え方を回顧した上、環境汚染を考慮した生産関数に基づく理論モデルを提示するとともに、中国の経済成

長と環境汚染に関する統計データによる検証と政策分析を行い、幾つかの有益な答えを提供しようとするものである。

2. 経済成長と環境汚染に関する既存の理論

さて、環境経済学では、経済成長と環境汚染との関係について主として環境汚染における数量的な側面と費用的な側面からとらえようとする考え方が既に存在している（参考文献4と5）。

まず、数量的な側面に関する考え方においては、環境汚染を経済活動の規模に比例するものと仮定している。それによると（参考文献4の第5章を参照）、もし X を一国の経済活動の規模、 W を経済活動からの廃棄物の排出量とすると、両者の関係は次のような関数式で表すことができる。

$$W = f(X) \quad (1)$$

この関係は簡単に図1のような形で示すことができる。そこには、横軸と縦軸はそれぞれ経済活動の規模と廃棄物の排出量を意味するが、 W_0 は自然環境が吸収できる廃棄物の量を表している。

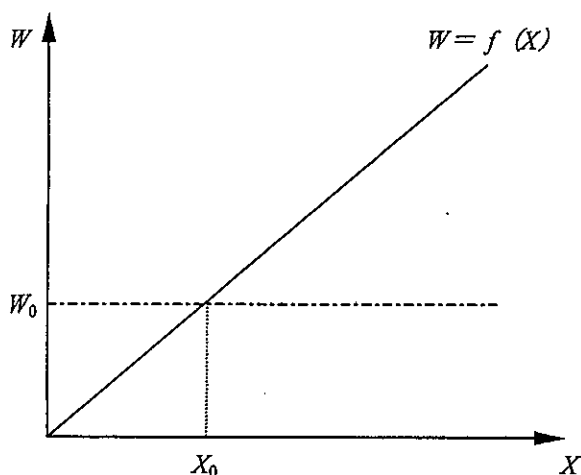


図1 経済活動規模と廃棄物排出量との関係

このような考え方によれば、 W_0 に対応して、自然環境に汚染を引き起こさないような最大経済活動の規模（つまり、閾値） X_0 は存在しているが、経済活動の規模がそれを超えると、吸収しきれなくなった廃棄物は自然環境の中に蓄積されていき、環境に対する汚染現象が発生してしまうのである。さらに、経済成長につれて、経済活動の規模が拡大し、廃棄物の排出量も次第に増えて、環境汚染や環境破壊をたちまち深刻化させてしまうものと考えられる。

この考え方は、単純なモデルを使っているわりに、環境汚染の発生原因と、経済成長と環境汚染との関係を簡潔に説明している。しかし、現代社会では、すでにあちこちで環境汚染の問題が

発生しており、つまり、ほとんどの国の経済活動規模は既に環境汚染を引き起こさないような閾値を超えてしまっているのが事実である。こうした中で、経済活動の規模をその閾値にまで抑制することは、もはや不可能であろう。それよりも、むしろ環境汚染をこれ以上に深刻化させないような、一定の経済活動規模(あるいは経済成長の速度)を示すことがより現実的と考えられる。残念ながら、この点に対しては、今の考え方は何も明らかに示していないのである。

ところで、環境汚染を一定の程度まで容認し、環境汚染にかかわる全ての費用が最小になるようにその一定の環境汚染の水準を求めようとしているのは、環境汚染の費用的な側面をとらえている考え方である。これによると、一国の環境汚染にかかわる全ての費用は、汚染による損害の費用と、汚染を防除するための費用からなっている。今、汚染の水準を W とし、それによる損害費用の関数 D を

$$D = g(W) \quad (2)$$

とおき、汚染防除費用の関数 C を

$$C = h(W) \quad (3)$$

とする時、環境汚染にかかわる総費用 T は

$$T = D + C = g(W) + h(W) \quad (4)$$

となる。この総費用を最小にするような W の値が存在すれば、それを最適環境汚染水準と呼ぶことができる(参考文献6)。

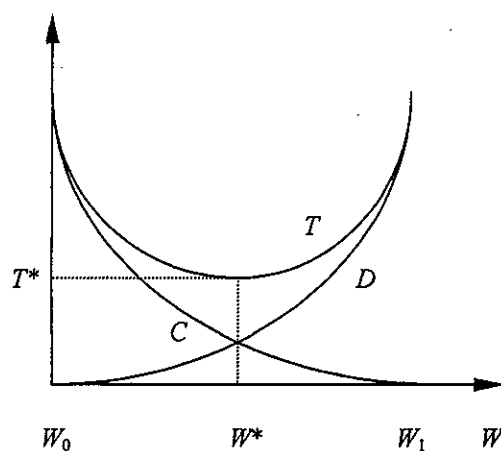


図2 最適汚染水準の決定

実際、汚染による損害費用は、汚染の増加とともに増大するものと考えられるので、(2)式は図2の曲線 D で表される。また、汚染防除の費用は汚染の水準を減らすほど余計にかかると考えられるので、(3)式は図2の曲線 C のように表される。したがって、この2つの曲線を合計した総費用の関数は、曲線 T によって示される。この図からも分かるように、総費用を最小にするような最適環境汚染水準 (W^*) が存在する。すなわち、汚染防除の対策が全く講じられ

ない (W が W_1 となる) 時は、汚染防除費用はゼロになるが、汚染による損害費用は極めて大きいものとなる。一方、汚染水準をゼロにする (W が W_0 となる) ような対策をとれば、汚染による損害費用はゼロになるが、逆に汚染防除費用はばく大になる。社会的な総費用を最小にするためには、一定の環境汚染水準 (つまり、最適環境汚染水準 W^*) を定め、それに対応するような経済活動の規模を実現する必要があると考えられる。

ところが、このような一国の最適環境汚染水準を示すことは、実践上において極めて困難な作業と思われる。環境汚染にかかわる総費用のうち、汚染防除費用はともかく、汚染による損害費用の推計は非常に難しいとされているからである。環境汚染の発生は、そもそも経済主体間において意識せずと与え合う負の影響 (つまり、外部不経済性) によるものであり、その効果あるいはそれによる損害はどこまで正確に測定できるかは疑問である。したがって、現在の環境価値の測定技術では、一国の最適環境水準を正確に算出することは、ほぼ不可能とも考えられる。

このように、一国の経済成長と環境汚染 (環境保全) との関係についての検討は、さらに様々な工夫が必要である。ここから示されるのが、経済成長と環境汚染の変化率に着目した試みである。

3. 経済成長と環境汚染に関する理論モデル

一国の経済成長と環境汚染についての検討は、まず経済活動の規模と環境汚染の水準との数量的な関係をとらえる必要がある。その上で、さらに適切な価値判断の基準を導入して、どれぐらいの環境汚染水準ならば容認可能かなどを分析すれば良いと考えられる。このような考え方のもとで、本稿では環境汚染を考慮した生産関数のアプローチを提案する。その理論モデルは次のように展開される。

まずは、 t 年における一国の国内総生産を $Y(t)$ として、次のようなコブ・ダグラス型の生産関数をもって定義する。

$$Y(t) = e^{At} K(t)^\alpha L(t)^\beta W(t)^\gamma \quad (5)$$

ここで、 $K(t)$ と $L(t)$ はそれぞれ資本と労働の投入量であるが、 $W(t)$ は環境要素の消費量を表す。 $W(t)$ はどのようなデータを使えば良いかについて様々な考え方があるが、経済活動から廃棄物を排出し環境を汚染していることの本質を考えれば、ある代表的な産業廃棄物の排出量を使っても良いと思われる。 e は指数関数の底であるが、 A は一国の技術進歩の速度を表すパラメータである。また、 α 、 β 、 γ も全てパラメータで、それぞれ資本、労働、環境の諸要素による総生産額への寄与度を意味する。

次に、(5) 式に対して時間に関する微分を施すと、

$$dY = AY(t) + \frac{\alpha Y(t)}{K(t)} dK(t) + \frac{\beta Y(t)}{L(t)} dL(t) + \frac{\gamma Y(t)}{W(t)} dW(t) \quad (6)$$

が得られ、それを次のように書き換える。

$$\frac{dY(t)}{Y(t)} = A + \alpha \cdot \frac{dK(t)}{K(t)} + \beta \cdot \frac{dL(t)}{L(t)} + \gamma \cdot \frac{dW(t)}{W(t)} \quad (7)$$

この結果によると、一定期間における国内総生産の成長率は、技術進歩の速度および、資本、労働、環境諸要素の消費（投入）量の変化率に依存することである。もし（7）式を実際の統計データで推計することができれば、一国の経済規模の拡大（すなわち経済成長）と環境汚染の進展状況との関係を定量的に把握することができることになる。また、この推計結果に基づいて、経済成長と環境汚染とをめぐり様々な価値判断と政策分析ができるものと考えられる。

4. 理論モデルの検証と政策分析

ここでは、前節で示された理論モデルに対して、中国の社会経済に関する統計データを用いて、その有効性を検証し、さらに検証結果に基づき中国の経済成長と環境保全についての政策分析を試みる。

4. 1 理論モデルの検証

まず、検証に使われる中国の社会経済に関する統計データは、次の通りである（参考文献7と8より）。

$\frac{dY(t)}{Y(t)}$: 国内総生産（GDP）の実質伸び率（1986-99年）

$\frac{dK(t)}{K(t)}$: 全国固定資産投資の伸び率（1986-99年）

$\frac{dL(t)}{L(t)}$: 全国従業者数の伸び率（1986-99年）

$\frac{dW(t)}{W(t)}$: 全国工業からの廃水（ W_1 ）、廃ガス（ W_2 ）と固形廃棄物（ W_3 ）の

排出量（生産量）の伸び率（1986-99年）

これらのデータを使って、重回帰分析法により理論モデルの（7）式は次のように推計される。

$$\frac{dY(t)}{Y(t)} = 6.891 + 0.131 \frac{dK(t)}{K(t)} - 0.206 \frac{dL(t)}{L(t)} + 0.049 \frac{dW_1(t)}{W_1(t)} + 0.157 \frac{dW_2(t)}{W_2(t)} - 0.024 \frac{dW_3(t)}{W_3(t)}$$

(6.462) (6.555) (-2.136) (0.416) (1.647) (-0.344)

DW = 3.006 $\tilde{R}^2 = 0.854$ (8)

ここで、()内は t -値、DW はダービン・ワトソン統計量、 \tilde{R}^2 は自由度調整済み決定係数である。この結果をみると、工業廃水 (W_1)、廃ガス (W_2) と固形廃棄物 (W_3) の排出量 (生産量) の増加率に関する推計値は統計的な有意性が低いことが分かる。その原因は、この3系列のデータは互いに相関していることが考えられる。実際、表1に示されるように、工業廃ガスと廃水および固形廃棄物との間に比較的高い相関性が見られている。

表1 各変数間の相関係数行列

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1) GDP 伸び率	1.000					
(2) 固定資産投資伸び率	0.875	1.000				
(3) 従業者数伸び率	-0.464	-0.287	1.000			
(4) 廃水排出量伸び率	0.265	0.190	0.257	1.000		
(5) 廃ガス排出量伸び率	0.404	0.122	-0.010	0.513	1.000	
(6) 固形廃棄物生産量伸び率	-0.080	0.053	-0.002	0.250	-0.350	1.000

そこで、先の推計結果の中で統計的な有意性が比較的高い廃ガス (W_2) を残し、廃水 (W_1) と固形廃棄物 (W_3) を削除して、再度重回帰分析を行い、次のような推計結果を得た。

$$\frac{dY(t)}{Y(t)} = 6.513 + 0.132 \frac{dK(t)}{K(t)} - 0.190 \frac{dL(t)}{L(t)} + 0.187 \frac{dW_2(t)}{W_2(t)}$$

(11.786) (7.613) (-2.391) (3.183)

$$DW = 2.826 \qquad \tilde{R}^2 = 0.880 \qquad (9)$$

これは、統計学的にも経済学的にも比較的良好な推計結果である。まず、統計学的には、各回帰係数が高い有意性をもっており、回帰方程式の説明力も大きい。また、ダービン・ワトソン統計量の値から、時系列相関の仮説は棄却できないものの、受容もできないこととなっている。次に、経済学的には、国内総生産の増加に対して、固定資産投資と従業者数の増加はそれぞれプラスとマイナスに働いていることが検出される。これは、現在の中国経済において資金が不足しているが、労働力は逆に余っていることをよく反映している。さらに重要なのは、工業廃ガスの増加は国内総生産の増大にもプラスの影響を与えていることが推定されることである。これは、近年の中国経済の成長はある程度、産業廃棄物の排出、そして環境要素を大量に消費、あるいは環境を汚染していることの上に成り立っているという事実と一致していると思われる。

この推計結果を使って1986-99年の国内総生産を予測し、予測結果と実績との比較を示しているのが図3である。この図からも分かるように、推計結果を使った予測は実績とほぼ一致していることから、本稿で提示した理論モデルは中国の経済成長と環境汚染に関して一定の説明力を

有していることが言えよう。

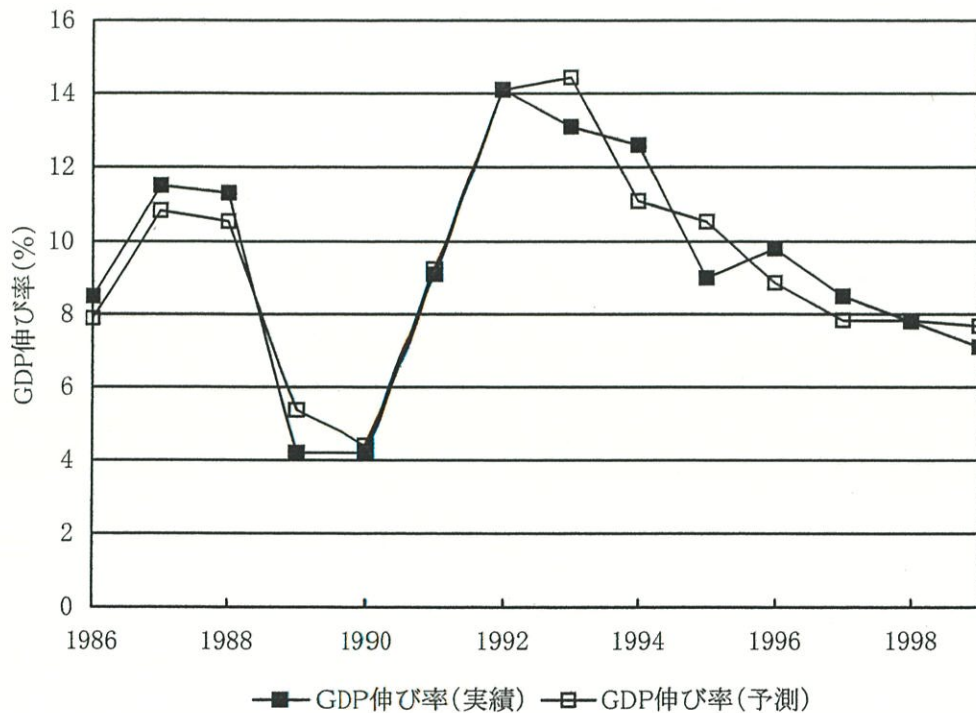


図3 GDPに関する予測と実績との比較

4. 2 推計結果に基づく政策分析

今の推計結果に基づいて、中国の経済成長と環境保全の問題に関する政策分析を行うには、(9)式の中の数値をさらに吟味する必要がある。

(9)式によると、固定資産への投資が1%増えると、GDPを0.132%押し上げる効果がある。逆に、全国の従業者数が1%増加すると、GDPを0.19%減少させることになっている。また、0.187%のGDPの成長を達成するためには、廃ガスのような産業廃棄物の排出(あるいは、環境汚染の度合い)を1%増やせざるをえないことである。(9)式の中の定数項は、GDPの成長に対する技術進歩の貢献を表している。すなわち、1986-99年の間に、毎年の技術進歩は約6.513%のGDPの成長をもたらしている。中国経済にとっては、このような技術進歩は、単に新しい産業技術の導入だけではなく、むしろ改革・開放政策がもたらした市場経済システムの樹立、人々の労働意欲の向上、教育や科学技術の普及なども含めて、広く解釈すべきである。1980年代以来の中国経済は、年平均で約10%の成長を続けてきたが、そのうちの約7%は、こうした改革・開放政策による広義的な技術進歩に負っていると考えられる。

ここでは、このような経済成長の仕組みは今後も継続していくものと仮定して、2005年までの経済成長と環境保全に関する政策分析を試みよう。

今年3月の全国人民代表大会において承認された「十五計画」では、2001年から2005年までの国内総生産の年平均成長率を7%としている。一方、持続可能な発展を目指して、2005年における主要汚染物の排出総量を2000年より10%、つまり年平均にして2%減少させることも明記している。また、今後5年間のマクロ経済のコントロール目標には、新規の雇用を約4000万人増やし、すなわち、毎年800万人で約1%の従業者数の純増を実現することもあげられている。そして、5年間の固定資産投資については、投資の比率を35%としているが、2000年価格ベースに換算すると、5年間で約19.3兆元の投資規模になり、年平均では約6.2%の増加と予想されている（参考文献1より）。果たして、このような経済成長と環境保全の目標が同時に実現できるであろうか。

ところで、1995-99年の5年間は、GDPの年平均増加率が8.44%であったが、固定資産投資額は毎年12.02%で増えてきた。また、全国の従業者数は毎年0.99%の伸び率を示しているのに対して、工業廃ガスの排出量の年平均伸び率は3.39%であった。これらの実績値の中で、中国の人口構成は簡単に変えられないことを考慮すると、恐らく従業者数の増加率は今後5年間もあまり変わらないことが考えられる。したがって、今後5年間における経済成長と環境保全に関する分析は、主にGDP、固定資産の投資、工業廃ガスの排出量に関するものに絞られる。

まずは、推計結果の(9)式を使って、「十五計画」の中で示された主要汚染物排出総量の削減目標について分析してみよう。(9)式について、工業廃ガス排出量の伸び率を-2%として、固定資産投資と従業者数の伸び率をそれぞれ計画通りの6.2%と1%とすると、GDPの増加率は6.8%と算出される。これは、わずかながら「十五計画」の経済成長目標である7%を下回る。実際、(9)式によれば、従業者数と廃ガスについての設定を変えない場合、GDPの増加率を7%に達させるためには、固定資産投資の年平均伸び率は少なくとも7.8%となる必要がある。もちろん、より一般的に言えば、さらなる改革・開放政策の進展による広義的な技術進歩がさらに1%以上の経済成長をもたらすことができれば、こうした固定資産投資の増加と同様な効果をもつものと考えられる。したがって、「十五計画」で示されている経済成長と環境保全の目標の達成には、固定資産への投資または改革・開放政策の進展をさらに促進していく必要がある。

今の分析結果からは、年率7%の経済成長と2%の汚染物排出の削減を同時に達成することは難しいことが分かる。では、主要汚染物の排出量を現在の水準に維持する（つまり、工業廃ガスの伸び率を0%とする）場合は、経済成長はどうなるであろうか。(9)式に従えば、固定資産投資の伸び率を6.2%とすると、GDPの増加率が7.1%と算出される。また、固定資産投資をこの5年間の実績通りに12.02%とすると、GDPは毎年約7.9%で増えていくという計算結果になる。すなわち、主要汚染物の排出量を現在の水準より増加させないという環境保全の政策を取れば、年率7%の経済成長目標は達成できるものと考えられる。ちなみに、工業廃ガスの伸び率を過去5年間の実績と同様の3.39%と設定すると、固定資産投資の伸び率をそれぞれ6.2%と

12.02%とする場合、GDPの増加率はそれぞれ7.8%と8.5%と算出される。すなわち、現在の環境汚染の状況をそのまま放置した場合、固定資産投資を計画あるいはこれまでの実績の通りに行えば、7%の経済成長目標は容易にできるということである。しかし、本稿の冒頭でも述べたように、中国の環境汚染はすでに深刻な状況にあり、主要汚染物排出量の増加傾向をそのまま容認することは、持続可能な発展を目指すという観点から、社会的に受け入れられないことであろう。

このように、経済成長と環境汚染との間に、一定のトレード・オフの関係が存在していることは中国経済の実践からも明らかになる。このような関係を(9)式の推計結果に基づいて示すと、図4のようなになる。この図においては、固定資産投資および従業者数の伸び率を一定とする場合は、工業廃ガス排出量の伸び率が高いほどGDPの成長率も高くなることを示している。ところが、先の議論では、工業廃ガスのような主要汚染物排出量の増加を年平均にして0%以下に抑えることは環境保全政策にとって必要である。一方、経済成長については、年率7%のGDP増加は、2005年に国民一人当たりのGDPが1000米ドルを超えるための必要条件とされている。したがって、

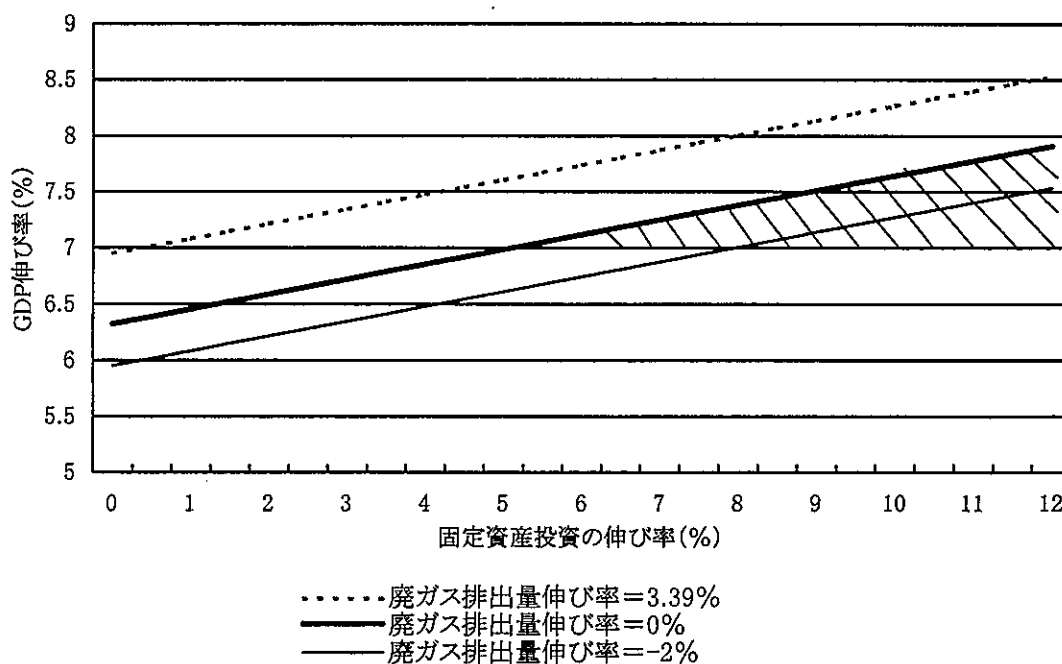


図4 持続可能な発展となる条件

これらの経済成長と環境汚染の必要条件を同時に考慮すると、図4の中の斜線部分は、これらの条件を満たす領域となる。この領域は、言わば過去15年間(1986-99年)の経済成長の実践から示された、経済成長と環境保全とのバランスがとれた状態、あるいは、いわゆる持続可能な発展そのものと解釈できよう。このような持続可能な発展を実現するためには、固定資産への投資

が果たす役割が大きい。また、これまでの議論からも示唆されたように、改革・開放のさらなる進展は図4で示されたこの領域の形を大きく変えることもありうるため、経済成長と環境保全を同時に達成させるもう一つ重要な政策として考えられる。

5. むすびに

本稿では、経済成長か、それとも環境保全かという基本命題について、従来の環境経済学による基本的な考え方を回顧し、その限界と問題点を指摘する上、環境汚染を考慮した生産関数のアプローチによる理論モデルを提案した。このモデルにおいては、産業廃棄物の排出量を環境要素の消費量としてとらえ、資本、労働といった伝統的な生産要素とともに、生産活動に投入され、生産物の産出に貢献するものとした。これによって、生産量の増大（あるいは、経済の成長）と環境汚染の進展（つまり、廃棄物排出量の増加）との関係を数量的に表現することができた。

この理論モデルについて、さらに中国の経済成長と環境汚染に関する時系列の統計データを用いて実証を試みた。その結果、1986-99年の間においてGDPの成長に対して、固定資産投資、従業者数および工業廃ガス排出量の増加は寄与していることが検出され、理論モデルが現実に関して一定の説明力をもっていることが示された。この実証結果に基づいて、中国の「十五計画」において掲げられている経済成長と環境保全との目標に関する政策分析を行い、今後の5年間に於いて年率7%の経済成長と2%の主要汚染物排出量の削減を同時に達成するためには、固定資産への投資あるいは改革・開放政策による広義的な技術進歩をさらに促進していく必要があることを示した。また、経済成長と環境保全とを同時に実現する、いわゆる持続可能な発展となる条件は何かを指摘し、そのための政策についても考察を加えた。

参考文献

1. 国家発展計画委員会編、『第十五回国民経済と社会発展計画に関する500題解答』、中国計画出版社、2001年
2. 曹東、王金南ほか著、『中国工業汚染経済学』、中国環境科学出版社、1999年
3. World Bank, *Clear Waters and Blue Skies: China's Environment in 21st Century*, Washington DC, 1997.
4. A. M. Hussen, *Principles of Environmental Economics*, Routledge, New York, 2000.
5. Jeroen C.J.M. van den Bergh (ed.), *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, 1999.
6. R. Prud'homme, *Le Menagement de la Nature*, Brodas, Paris, 1980. (高木健次郎監修、松山恒見訳、『自然と人間の共存』、千曲秀出版社、1982年)

7. 国家統計局編、『中国統計年鑑』(各年版)、中国統計出版社
8. 編集委員会編、『中国環境年鑑』(各年版)、中国環境年鑑社
9. 李志東著、『中国の環境保護システム』、東洋経済新報社、1999年
10. 小島麗逸編、『現代中国の構造変動6:環境—成長への制約となるか』、東京大学出版会、2000年
11. 鄭小平著、『地域政策の理論と実践』、大学教育出版社、2001年