

中国の地域別 CO₂ 限界・平均削減費用の推定と 環境政策に対する含意

時政 昺・王 鵬飛

(受付 2010 年 11 月 1 日)

第1節 はじめに

中国は改革開放以来の二十年間、平均9%の経済成長を続けてきており、これにともなって温暖化ガスの発生量は増加の一途をたどっている。CO₂排出量は World Bank の推計で1990年の24.12億トンから2006年には年間60.99億トンに増加し、1990年における世界排出量の11%から2006年には世界の20%を占めるまでになった。これは中国が、化石燃料の中でCO₂の発生が多い石炭を多く消費し、石炭の一次エネルギー消費総量に占める割合が70%近くに達しているためである。

中国のCO₂排出は中国の経済発展によるものであり、その抑制には経済成長の抑制が必要となるが、中国国内でも経済発展に伴う経済格差の発生もおこっていて、温暖化ガス削減のために経済発展抑制は、地域格差問題へ大きい影響与えることも予想され、ほかの経済問題同様マクロ的に解決できるわけではない。各地域の経済状況の違いを勘案して対処することが必要となる。そこで、中国の環境政策を考察する際に不可欠となる地域別の削減負担、つまり限界削減費用や平均削減費用の研究が必要不可欠である。

本論では排出権取引など環境規制を行う際にカギとなるCO₂限界削減費用を中国の現行の省レベルの地域別に推定し、各地域の限界削減費用の特色を述べた。ついで平均削減費用についても推定し限界削減費用と平均削減費用の関連の地域別特色を比較検討した。削減費用は基準年からの削減幅によって大幅に変化するが、各地域に要請されるCO₂削減率に応じて各地域の限界削減費用はどのように変化していくか、つまりどの程度の地域別負担になるのかを分析した。とくに現在の中国の地域差として典型的に取り上げられている中国の、沿岸・内陸の2地域分析でなく都市型、沿海工業型、内陸発展型に応じて地域別特色を明らかにした。最後に現在中国政府の公式の削減目標として提示されているGDPあたり排出量で2020年における2005年比40-45%削減目標を中国全地域の共通の環境質目標として課す場合の地域別負担を考察した。以下第2節で限界削減費用推定方法について述べ、第3節で中国の地域別限界削減費用の推定結果と特色、第4節で平均削減費用の推定方法と結果について、第5節で現在の中国の削減政策のもとでの限界削減費用の推定と中国の環境規制政策への意味

について、最後に結論について取り上げる。

第2節 限界削減費用の推定方法

本節では本稿で取り上げた限界削減費用の推定方法について述べる。

2.1節 地域別の目標汚染削減量

レセプターでの目標 CO_2 濃度については IPCC の計算値などもありさまざま考えうるが、ここでは、以下のようにする。現在日本の削減議論で取り上げられている2020年を基準に考えて、日本の90年比25%減目標に準じて、中国も基準年の何%削減あるいは増加という形で削減を行うとした場合の限界削減費用を推定する。中国は公式には GDP 当たり汚染排出量を2020年において、2005年排出量比0.4~0.45倍削減した水準に抑えるという目標を言明しているので、その目標を達成する場合の、限界削減費用を推定するのが妥当であろう。これについては第5節で取り上げる。ただし、日本始め欧米では排出量そのものを基準年の何%減という形で見るのが通例であるので、本分析でも、 CO_2 排出量を基準年の何%まで抑制という形で議論する。最も厳しい基準年の2005年比30%減少から、もっともゆるい400%増加まで（といっても、増加の大きさ次第では BAU 排出量より、削減となる地域が多いが）に抑える政策をとった場合の限界削減費用の推定を行う。

この削減計画を設定するに当たり、現在データが得られない2009年以降の汚染排出量が、これらの2020年の指定汚染排出量になるよう汚染削減、または増加が要請される計画の出発点と仮定して議論をする。

2.2節 CO_2 限界削減費用推定方法

ここで、中国の限界削減費用の推定方法を中心に説明する。

限界削減費用の推計方法としては、2つの考え方がある。1つは直接各産業の大気汚染削減投資のデータから、削減資本支出（厳密には、この資本支出額を耐用年数で除した減価償却費分が一年間の汚染削減投資額となる）を求め、これに汚染削減活動の経費（運行費）をプラスして求める方法である。これは、個別企業のケースか電力など産業別の大気汚染削減投資のデータが揃っている部門や、中国などについて行うことができる。

第2の方法は、このようなデータがない日本のような場合、マクロの産業の粗付加価値データを用いて間接的に限界削減費用を推定する方法である。つまり、汚染削減を、削減装置設置の費用でなく、生産削減により達成しようとするさいに失うことになるであろう粗付加価値を削減費用と考える方法、つまり機会費用アプローチと言うものである。

したがって、汚染削減の限界費用を、各種削減技術や装置のコストを調査して汚染物質 1 単位当たりのコストを出す方法が困難なとき、汚染の生み出す限界粗付加価値を利用して削減コストを求めることが出来ることになる。本分析においてもこの機会費用アプローチに従う。

機会費用アプローチの方法は次のようになる。汚染排出を説明変数とし、粗付加価値を被説明変数とする生産関数を作ったとき、それを汚染排出量で微分したものが、汚染排出の限界価値とみなされる。言い換えると粗付加価値生産関数の導関数を作れば、これが汚染排出の限界利潤関数であり、これが汚染削減からの限界費用に対応する。

なお、ここで注意すべきは、削減費用という際に、基準の大きさからある一定%を削減したときの 1 単位当たりの限界削減費用であるので、基準すなわち BAU 排出水準と比較した場合の限界利潤の違いになる。

次に粗付加価値生産関数に移る。粗付加価値は、汚染排出つまり環境サービスの消費のみならず、投入労働量、資本量、土地量などの生産要素による貢献によっても生み出される。

粗付加価値生産関数にはこれらの要因を入れる必要がある。ところが、これらの生産要素量の変化を明示的に入れると、問題の焦点が他の生産要素の働きに移ってしまう。そこで、A. Yiennaka et al (2001) や中野 (2007) のように、これらの一般の生産要素の投入量を時間の関数とみなして、一括することにする。つまりこれらの汚染物質以外の生産要素の投入量を、時間の関数で代用するのである。すると次のような粗付加価値生産関数を考えることができる。そのほかの生産要素投入量が時間について指数的に増加すると考えるが、それを時間に関する 2 次または 1 次の関数とする。このとき粗付加価値生産関数は次式のようにあらわされる。

$$Y = e^{\alpha} E^b \exp(cT + dT^2) \quad (2-1)$$

ここで E は CO₂ など汚染排出量、 T は時間である。 e^{α} は制度など非経済的な外生的要因。各地域や一国全体の粗付加価値が、CO₂ の排出 E によって生み出されていると想定するのである。

換言すると、

$$Y = E^b$$

という関数が T とともに上方シフトさせられていて、この $\exp(cT + dT^2)$ という上方シフトの要因が、時間 T とともに増加する投入される労働量、資本量、土地の変化や技術進歩を反映するとみるのである。したがって

$$\partial Y / \partial E = b e^{\alpha} E^{b-1} \exp(cT + dT^2) \quad (2-2)$$

がある汚染水準における汚染 1 単位の限界利潤となり、汚染削減の限界費用を測定するのに大きな役割を果たすのである。

ここで、ある削減政策の限界費用の考察をする場合、ある一定の%の（基準年の排出量の 30%

削減や、基準年排出量と同量の1.0など）削減政策がとられた場合の限界削減費用を見る必要がある。それはある削減量（所与の一定％）を想定したときの限界削減費用となる。この値は、上の $\partial Y/\partial E$ の E が一定の％（マイナス30％、マイナス0％）削減された時の値と、BAU汚染量のときの値の差として示される。

すなわち

$$\partial Y/\partial E | \text{一定\%削減されたときの } E - \partial Y/\partial E | \text{BAU のときの } E$$

として定義される。

さて、この生産関数の推定において、(2-1) 式の両辺の対数をとった式

$$\ln Y = \alpha + b \cdot \ln E + c \cdot T + d \cdot T^2 \quad (2-3)$$

を考えて

$$\ln Y = y, \ln E = e$$

とおくと、次のような線形式が得られる。

$$y = \alpha + be + cT + dT^2 \quad (2-4)$$

ここで α , b , c , d はパラメータ。この線形式を最小二乗推定して、(2-4) 式のパラメータを確定し、汚染の限界生産物価値、限界削減費用の導出に持って行こうというのである。

ここで時系列データを用いているので、系列相関があらわれる場合が起こるのでその場合は、データをプレイス＝ウィンステン変換をしたデータについて最小二乗法を適用する一般化最小二乗法に従った。

それでも、われわれの推定においては、すべてが(2-3)の対数線形式に従って妥当な解が得られたわけではない。決定係数や推定係数の t 値、DW 比の値が良くない場合には、モデルの修正を行った。修正方向としては、時間変数を2次ではなく、1次とする場合、GDPのラグつき変数を新たに説明変数として導入する場合の、2つの方法を取り入れた。前者の場合は、

$$Y = e^{\alpha} E^b \exp(cT)$$

すなわち

$$\ln Y = \ln \alpha + b \ln E + cT$$

となる。

後者の場合は、

$$Y = e^{\alpha} E^b \exp(cT) Y_{-1}^d$$

すなわち

$$\ln Y = \alpha + b \cdot \ln E + c \cdot T + d \cdot \ln Y_{-1}$$

として定式化される。こうして、いくつかの地域（北京、天津、河北、山西、内蒙古）以外の地域にかんしては T については2次式によって、福建においては、前期のGDPを含む式

に従った。そのほかの大部分の地域は T の 1 次式で回帰推定した。

2.3節 限界削減費用のデータと推定方法

この式を推定するのに必要となるデータは、各地域の粗付加価値と、CO₂ 排出量である。地域の粗付加価値は『中国統計年鑑』各年版から得られる。後者は中国国家统计局の『能源統計年鑑』各年版掲載の地域別エネルギー消費量から、それに中国社会科学院の発表している係数をかけて推定した。

表1 エネルギー源別 CO₂ 排出係数

	石 炭	石 油	天然ガス
排出係数	0.7476C-t/t	0.5825C-t/kl	0.4435C-t/1000m ³

したがって CO₂ 排出はエネルギー起源の排出量である。本論文では、サンプル期間は、1995～2008年とした。

こうして、例えば北京に関し回帰分析を行った結果を記すと以下ようになる。

シフト項が T の 2 次式である場合次のようになる。() 内は t 値

$$\ln Y = 0.53856 + 0.83766 \ln E + 0.04T + 0.00666T^2$$

(0.12446) (1.5459) (1.9924) (3.8125)

$$R^2 = 0.8999 \quad DW = 2.064$$

こうして北京の場合

$$Y = e^{0.538596} E^{0.83766} \exp(0.04T + 0.00666T^2)$$

が得られる。

この推定のため、データを中国政府の中国能源統計年鑑より得られる北京のエネルギー消費のデータに基づき、それに表1の一定のC排出係数を乗じて、1991年から2008年のC排出量を以下のように導出した。

表2 北京の CO₂ 排出量

	C トン		C トン
1995	2,995.08	2002	2,897.64
1996	3,070.86	2003	3,038.74
1997	2,694.00	2004	3,359.10
1998	2,962.62	2005	3,439.07
1999	2,963.05	2006	3,456.52
2000	3,043.63	2007	3,561.33
2001	2,998.36	2008	3,437.04

これと北京の GDP データを用いて回帰分析を行い粗付加価値生産関数を導出した。ただしデータの系列相関の存在がみられるので、プレイス=ウィンステン変換をしたデータに対し回帰分析を適用した。

2.4節 中国の限界削減費用曲線の推定結果

ここでは、北京の各削減率に対する限界削減費用曲線を示す。その方法は、BAU 排出量の場合と、2020年排出量が、2005年比の、360%、300%、250%、200%、150%、100%、70%になることが要請されことに応じて、失った限界利潤（さらに1単位の追加削減を必要とするときの費用）がどの程度多くなるかにより、限界削減費用が表される。限界削減費用は次の表のようになる。

表3 北京の限界削減費用

万元/C-t

	▲0.3C	1.0C	1.5C	2.0C	2.5C	3.6C
2209	0.0159	0.0049	-0.0076	-0.0164	-0.0232	-0.0343
2010	0.0402	0.0123	-0.0191	-0.0412	-0.0583	-0.0858
2011	0.0772	0.0235	-0.0365	-0.0787	-0.1111	-0.1633
2012	0.1336	0.0407	-0.0630	-0.1353	-0.1907	-0.2798
2013	0.2197	0.0667	-0.1031	-0.2210	-0.3111	-0.4555
2014	0.3515	0.1065	-0.1642	-0.3513	-0.4937	-0.7213
2015	0.5540	0.1674	-0.2575	-0.5501	-0.7721	-1.1255
2016	0.8668	0.2614	-0.4011	-0.8551	-1.1985	-1.7433
2017	1.3530	0.4071	-0.6231	-1.3261	-1.8560	-2.6937
2018	2.1138	0.6346	-0.9688	-2.0582	-2.8767	-4.16607
2019	3.3131	0.9924	-1.5112	-3.2050	-4.4734	-6.4642
2020	5.5324	1.5593	-2.6865	-5.5339	-7.6528	-10.9542
平均	1.2143	0.3564	-0.5701	-1.1977	-1.6681	-2.4072

こうして C トン当たり -2.41万~1.21万元の限界削減費用になるが、CO₂ トンあたりでは、-0.45~0.227万元である。

第3節 中国の地域別 CO₂ 限界削減費用の推定結果

本節では北京だけでなく中国の地域別の CO₂ 限界削減費用の推定結果を示す。結果を地域の類型別に示す。

中国の地域を経済発展の度合いで次のように区分する。1人当たり GDP を経済発展の指

標にとり、都市型、沿海工業型、内陸発展途上型および特別型と、4つの地域に分ける。都市型は直轄市のうち、北京、天津、上海という最も経済発展が進んでいて、最も1人当たりGDPの高い地域である。この地域の1人当たりGDPは平均で3万元/年を達成している。次いで沿海工業型では、これは発展の著しい沿岸部の地域の中でも第2次産業の発展において顕著な地域である。都市型の次に1人当たりGDPの高い地域であり、1人当たりGDPは都市型の1/2で、平均が1.5万元以上となっている。江蘇、浙江、福建、山東、広東の5地域である。さらにGDPが沿海工業型の1/2で平均が7,500元の地域を、内陸発展途上型の地域とする。さらにデータの少ないチベットは除いたが、青海、新疆、寧夏の3地域も削減量のデータで大幅な変動が見られたり、データの欠落が見られたため推定において、他の方法を利用せざるを得ない地域であるため、その他地域とした。

表4 地域別限界削減費用

万元/C-t

都市型	0.352364	広西	0.250182	雲南	0.093111
天津	0.4550	重慶	0.246339	湖南	0.079428
北京	0.3564	江西	0.221121	貴州	0.054347
上海	0.245713	陝西	0.214657	黒竜江	0.050433
沿岸工業地帯型	0.431154	四川	0.212523	その他型	0.198144
広東	0.861643	河南	0.204078	新疆	0.382121
海南	0.501076	吉林	0.159501	青海	0.21007
浙江	0.482554	安徽	0.133153	寧夏	0.002241
江蘇	0.36591	山西	0.122853		
山東	0.258285	湖北	0.120993		
福建	0.117455	河北	0.1136		
内陸発展途上型	0.202866	甘肅	0.111455		
内モンゴ	0.458198	遼寧	0.094632		

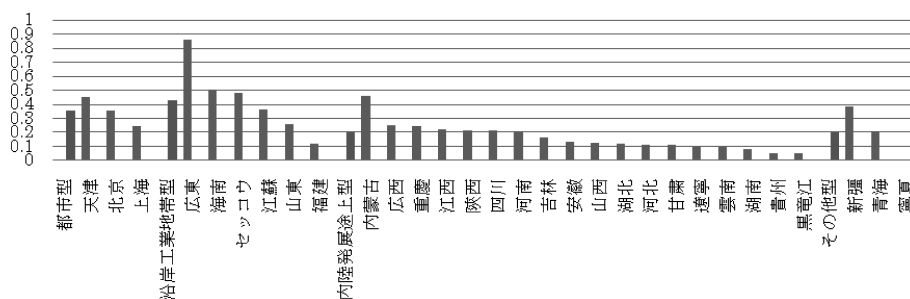


図1 地域別限界削減費用

■限界削減費用, 万元/C-t

各地域の限界削減費用は上の図に示される。ここで限界削減費用の地域的特質についてみておこう。前節の方法により、中国各地域の CO₂ 限界削減費用を推定したが、中国の地域格差問題との関係で、ここでは、中国の限界削減費用の地域の特徴を見ておきたい。2020年において2005年の排出量と同量に抑える場合の限界削減費用を見る（表4）。それでも BAU 排出量に比べ大きな削減となる。

まず最も限界削減費用が高いのが広東0.861643万元/C トンであり、最も低いのが、寧夏0.002241万元/C トンと、その格差は384倍に及ぶことがわかる。ただ、ここで地域別特色をさらに見やすくするため、この地域類型の違いによる限界削減費用を見たとき、沿岸工業型が0.431154万元/C トンと最も高く、ついで、都市型0.352364万元/C トン、内陸発展途上型が0.202866万元/C トンとなり、その他型は0.198144万元/C トンと最も低い値を示した。

一見して経済発展と高い限界削減費用の相関が見受けられる。工業地域が最も限界削減費用が高いのは、CO₂ の削減つまりエネルギーの削減により、GDP の減少が大きく出るからである。これに対して都市型では、第3次産業が発展しているため、GDP 生産に対する CO₂ の寄与分は工業地域ほど大きくないので、限界削減費用は工業地域ほど高くない。さらに、内陸発展途上地域では、産業構成上第2次産業などのエネルギー消費集約的産業が少ないので、汚染集約的な産業も少なく、CO₂ 消費抑制政策の影響はあまり受けないと見られる。ただ、一人当たり GDP 格差が工業地域と内陸地域で2倍であったのに対し、限界削減費用の格差は2.12倍と若干高めであるもののほぼ同一になっている。また都市型と内陸地域の所得格差は4.2倍見られたのに、限界削減費用の格差は1.73倍にとどまっている。

次に同じ地域型内の限界削減費用を見ると、都市型や沿海工業型地域では経済発展とともに限界削減費用が低くなる傾向がある。これは、経済の発展している沿岸工業地域では GDP とエネルギー消費に伴う CO₂ 排出量が多いが、設備の省エネ化が進み GDP あたりのエネルギー消費量や汚染量が少ないため限界削減費用は少なくなるからである。これに対し、逆に内陸発展途上地域でも、内モン、広西、四川、重慶、吉林は0.2万元/C トン以上の高い限界削減費用となるが、これはエネルギー産業などが地域の中心産業であったり、汚染排出的産業の比重が高いという事情で GDP が低い割にはエネルギー消費と汚染排出が大きく、汚染原単位が大きいからだと考えられる。一方湖南、湖北、貴州、黒竜江などでは低い限界削減費用を持つ。

一般的には、沿岸工業型や都市型では、経済発展とともに汚染排出が減少して、1人当たり GDP と汚染水準の削減に向けての努力との関係を示す環境クズネツ曲線の右下がり部分に該当していると考えられる。

これに対し、内陸発展途上地域は汚染排出量の多いエネルギー資源である石炭などに依存する割合が多く、石油化、ガス化に遅れていると考えられる。とくに高い限界削減費用を持

つ内蒙古、広西、江西、陝西、吉林、黒龍江、山西、四川の各地域は1人当たりGDPが7,500元/年で内陸発展途上型の地域の平均以上の値を取っていて、内陸発展地域において限界削減費用が経済発展とプラス相関を持つことが分かる。これらのことから、内陸発展途上地域は1人当たりGDPと、汚染水準の削減に向けての努力との関係を示す環境クズネツ曲線の右上がり部分に該当していると考えられよう。

第4節 平均削減費用の推定と限界削減費用

4.1節 平均削減費用の推定方法

次に地域別の限界削減費用と平均削減費用の関係を見てみよう。

平均費用の定義は、粗付加価値生産関数において、粗付加価値の値を汚染量で割ったもの、つまり染排出量当たりGDPの大きさと計られる。つまりGDP当たり汚染量である汚染原単位の逆数である。ただし、削減費用というときは、限界費用と同様に、汚染水準をBAU汚染量のときの平均費用とそこから基準年の値の一定量という目標水準まで汚染を抑制しなければならぬ時の平均費用の差でみる。したがって限界削減費用を導出した場合と同様に、

$$\text{GDP/CO}_2 \mid \text{抑制された水準のCO}_2 \text{ 排出量} - \text{GDP/CO}_2 \mid \text{BAUのCO}_2 \text{ 排出量}$$
として導出される。

こうして各排出基準の下での地域別の平均削減費用を求めると次のようになる。

表5 地域別平均削減費用

		万元/C-t			
都市型	6.907574	広西	1.536916	黒竜江	0.097625
上海	0.498689	貴州	0.119803	湖南	0.171042
天津	1.410734	陝西	0.448381	湖北	0.219592
北京	18.8133	内蒙古	0.543765	河南	0
沿岸工業地帯型	0.781531	重慶	0.323051	その他型	0.231296
広東	1.536916	河北	0.230999	青海	0.309527
海南	0.205781	四川	0.366255	新疆	0.382121
浙江	0.909175	甘肅	0.251537	寧夏	0.002241
山東	0.359786	江西	0.440113		
江蘇	0.711425	遼寧	0.311103		
福建	0.966101	吉林	0.525622		
内陸発展途上型	0.371776	雲南	0.169891		
山西	0.426534	安徽	0.509813		

平均削減費用の突出して高い地域として北京がある。これは北京の場合には、時間 T の 2 次式タイムトレンドの指数式によって資本や労働または技術進歩という成長要素が増大することを仮定したモデルであることのほかに、回帰式を推定したもとのデータの年の1995年～2008年において特に政府が積極的に排出抑制政策を採用したため、少ない CO₂ から大きな GDP が生み出された経済構造にあったという特殊事情によると思われる。

都市型、沿海工業型、内陸発展途上型に区分けした場合の特色を見ておこう。平均削減費用において、北京を除いても都市型が0.9547万元/C トンと最も高く、次いで、沿海工業型の0.7815万元/C トン、内陸発展途上型0.3717万元/C トンの順になる。おおよそ、限界削減費用とほぼ同じ傾向の値になっているが、その地域内分布状態は限界削減費用と平均削減費用でかなり異なる。沿海工業型で広東、福建、浙江、江蘇、内陸発展途上地域で広西、安徽、内モンゴ、吉林、江西、陝西が高い平均削減費用となる。

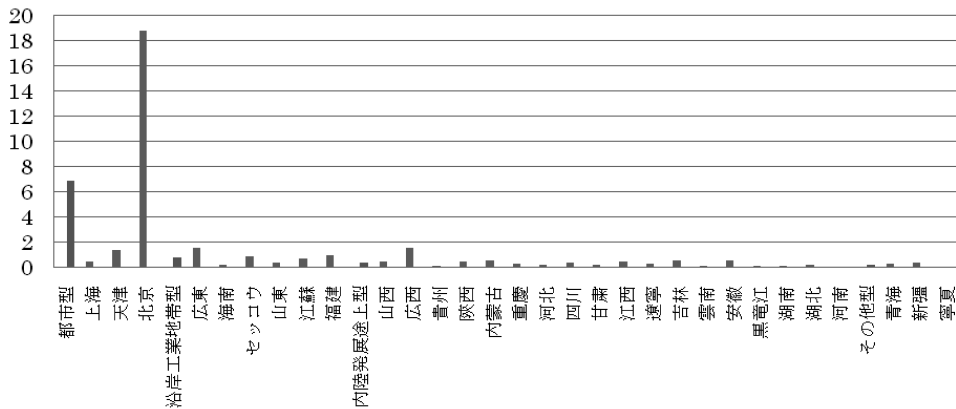


図2 地域別平均削減費用
■平均削減費用, 万元/C-t

平均費用は、CO₂に関する粗付加価値生産関数を考えたときに CO₂ 当たり粗付加価値の値を用いて導き出される。平均削減費用と限界削減費用の違いについて、粗付加価値生産関数において、BAU 水準の CO₂ 当たり粗付加価値と限界付加価値の違いのほかに、ある CO₂ 排出水準まで削減された点における CO₂ 当たり粗付加価値と限界付加価値の違いとの2つの効果が合成されたため、地域によりこの2つの値はかなり乖離する。上の表5では、2020年における削減された汚染排出量を2005年の排出量と同一においた場合の平均削減費用を見たものである。

各地域における、平均削減費用と限界削減費用の動きを汚染削減量に対し描いてみると、図6のようになるが、ここでは沿岸工業型、内陸発展型、都市型から代表例を掲げる。平均削減費用、限界削減費用とも、CO₂ 削減量が増すにつれて増加する。さらに大部分は平均削

減費用が限界削減費用を上回っており、寧夏、河南、重慶と内モンゴだけ2曲線が交わる点を持つ。

通常の生産・費用理論の平均費用と限界費用の関係では平均費用の右下がりの部分において、限界費用が平均費用を下回るが、ここでは平均費用が通増している部分においても、限界費用が平均費用を下回っている。これは平均費用、限界費用の定義の違いからくる。もし

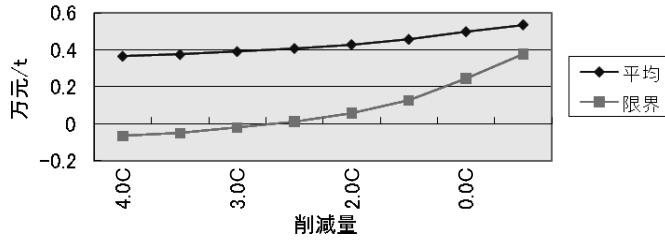


図3 上海の限界・平均削減費用

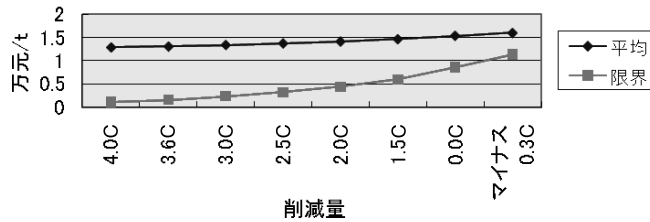


図4 広東の限界・平均削減費用

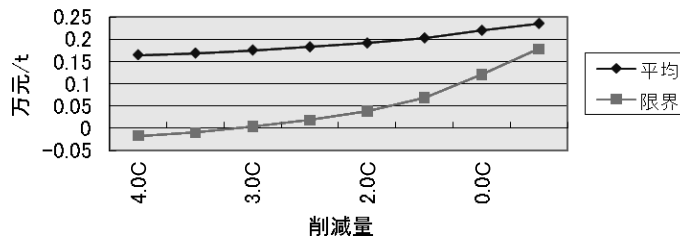


図5 湖北の限界・平均削減費用

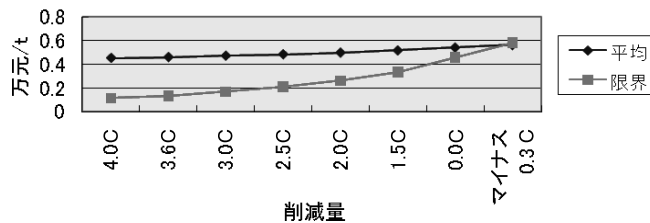


図6 内モンゴの平均・限界削減費用

表 6

限界削減費用	削減率	限界削減費用	削減率	限界削減費用	削減率			
北京	-	浙江	0.1499	2.8 C	海南	0.3061	2.0C	
天津	-	安徽	0.0357	2.0 C	重庆	0.0202	3.2C	
河北	-0.0071	3.4C	福建	0.1470	0.25C	四川	0.0317	2.5C
山西	-	江西	0.0139	2.8 C	贵州	0.0069	2.5C	
内蒙古	-	山东	0.0885	2.8 C	云南	0.0364	2.0C	
辽宁	-0.0284	3 C	河南	0.0530	2.8 C	陕西	-	-
吉林	-	湖北	0.0299	2.2 C	甘肃	-0.0006	3 C	
黑龙江	-	湖南	0.0002	2.5 C	青海	0.0670	2.8C	
上海	-0.0200	3 C	广东	0.1800	3.4 C	宁夏	0.0015	3.4C
江苏	0.0245	3.4C	广西	0.0551	2.2 C	新疆	0.0206	2.8C
					全国平均	0.0634		

この中で大きい限界削減費用を持つ地域は、海南0.30万元/t、次いで、広東、浙江、福建であり0.15万元/tを超えている。山東、青海が平均の0.0634万元/tを超えている。これは福建の-0.25%以外は、もっとも厳しい海南でも2005年比2.0倍、他のプラスの削減費用となる主な地域でも、ほぼ2005年比2.8倍のCO₂排出水準である。

つまり各地域が2005年の2.0倍以上から3.4倍までCO₂排出を行ってもCO₂の対GDP比は2005年の0.6倍にも達しないことを示す。

これは対GDPのCO₂排出原単位という基準では、GDP水準を高くすればするほど基準達成が容易になるというのが大きい理由であろう。われわれのGDPモデルでは、GDPの予想推定値を求めるために1995~2008年データによってパラメータを確定したので、この間の中国の高度成長経済を前提に2009~2020年までの経済経路を作成したこと。さらに、汚染物質以外の生産要素の成長のタイムトレンドも1995~2008年と同様に維持できると仮定したこと。この2つの理由のため、2020年のGDPの予測推定値が大きく上昇しているので、CO₂のGDP比が低く現れたことによる。

第6節 ま と め

以上述べたことをまとめよう。現時点の中国各地域の汚染削減目標及び限界削減費用に基づいて限界削減費用を推定し以下の結果を得た。

①本論文では、中国に関して行政地域区分別に限界削減費用を推計した。サンプル期間は、1995~2008年とした。A. Yiennaka et al (2001) や中野 (2007) のように、粗付加価値生産

関数を考え中国の限界削減費用を推定をした。

各地域の粗付加価値は『中国統計年鑑』各年版から得た。CO₂排出量は中国の『能源統計年鑑』掲載のエネルギー消費量に、中国社会科学院の推定した係数をかけて推定した。

②以上にもとづいて中国各地域の CO₂ 限界削減費用を確定したが、中国の地域格差問題との関係で、ここでは、中国の限界削減費用の地域的特徴を見ておきたい。2020年において2005年の排出量に抑える場合の限界削減費用を見る。

まず最も限界削減費用が高いのが広東0.861643万元/Cトンであり、最も低いのが、寧夏0.002241万元/Cトンと、その格差は384倍に及ぶことがわかる。地域類型の違いによる限界削減費用を見たとき、沿岸工業型都市型が0.431154万元/Cトンと最も高く、ついで、都市型0.352364万元/Cトン、内陸発展途上型が0.202866万元/Cトン、その他型は0.198144万元/Cトンと最も低い値を示した。一見して経済発展と高い限界削減費用の相関が見受けられる。

沿岸工業型や都市型では、経済発展とともに汚染排出が減少する、1人当たりGDPと、汚染水準の削減に向けての努力との関係を示す環境クズネツ曲線の右下がりに部分該当していると考えられる。

内陸発展地域において限界削減費用が経済発展とプラス相関を持つことが分かる。これらのことから、1人当たりGDPと、汚染水準の削減に向けての努力との関係を示す環境クズネツ曲線の右上がり部分に内陸発展途上地域が該当していると考えられよう。

③限界削減費用と関連する平均削減費用を導出した。2020年において2005年比0.0%削減の場合の平均削減費用を求めた。平均削減費用において、北京を除いても都市型が0.9547万元/Cトンと最も高く、次いで、沿海工業型の0.7815万元/Cトン、内陸発展途上型0.3717万元/Cトンの順になる。おおよそ、限界削減費用とほぼ同じ傾向の値になっているが、その地域別分布状態は限界削減費用と平均削減費用でかなり異なる。沿海工業型で広東、福建、浙江、江蘇、内陸発展途上地域で広西、安徽、内蒙古、吉林、江西、陝西が高い平均削減費用を持つ。

平均削減費用と限界削減費用は、いずれもCO₂削減量が増すにつれて増加する。さらに大部分は平均削減費用が限界削減費用を上回っており、寧夏、河南、重慶と内蒙古だけが2曲線が交わる点を持つ。

④中国は2009年11月、CO₂削減の温暖化対策として排出するCO₂の量を対GDP比で見て2020年までに2005年の値の0.55~0.6倍に抑えるという方針を打ち出した。そこで本稿では、この目標を達成するための地域別限界削減費用を推定した。

19地域のみが対GDP比で見て2020年までに2005年の値の0.55~0.6倍に抑えるときにプラスの限界削減費用を持つにすぎない。高い限界削減費用の値は海南0.30万元/Ct、次いで、広東、浙江、福建であり0.15万元/Ctを超えている。山東、青海が平均の0.0634万元/Ctを超えて

いるに過ぎない。これは福建の-0.25%以外は、もっとも厳しい海南でも2005年比2.0倍、他のプラスの削減費用となる主な地域でも、ほぼ2005年比2.8倍の CO₂ 排出水準である。ただしわれわれの GDP モデルでは、GDP の予想推定値を求めるために1995～2008年データによってパラメータを確定したので、この間の中国の高度成長経済を前提に2009～2020年までの経済モデルを作成したこと、さらに、汚染物質以外の生産要素の成長のタイムトレンドも1995～2008年と同様に維持できると仮定したこと。この2つの理由のため、2020年の GDP の予測推定値が大きく増加しているので、CO₂ の GDP 比が低く現れたことによる。

最後に残された問題点について述べる。第一に、CO₂ 削減費用の推定については、われわれのように、機会費用を用いる方法でなく、CO₂ 削減技術のコストをさまざまなエネルギー利用分野から、積み上げて導出することがなされている。これについては、炭酸ガス貯留、燃料電池、太陽光発電などでエポックメイキングな技術が出現するときなどは、とくに重要となる。ここでは、とりあえず、削減費用導出のために、機会費用という近似計算によった。しかし、電力など産業部門別削減費用の導出の際は、削減技術に応じた限界削減費用を利用することに意味がある。

第二に、CO₂ 排出量のデータを導出するにあたり、各国各地域のエネルギー消費データから排出係数を掛けて導出した。これは機会費用方式による推定の場合非エネルギー使用からの排出を含まないため、CO₂ 排出の過小評価、CO₂ 限界削減費用の過大評価につながる。

参 考 文 献

- 中野牧子「地球温暖化対策としての経済的手段と規制的手段の費用比較」『国民経済研究』190巻5号（2007）、pp. 73-83
- 羅 朝揮・時政 昺「中国各地域、日本、韓国間 SO₂ 排出権取引の便益推定」時政 昺・細江守紀編『応用経済学の課題と展開』勁草書房、2009、pp. 166-184
- Yiennaka, A., H. Furtan and R. Gray, "Implementing the Kyoto Accord in Canada: Abatement Costs and Policy Enforcement Mechanisms", *Canadian Journal of Agricultural Economics* 49 (2001), pp. 105-126
- 時政 昺・王 鵬飛・許 磊「日中韓地域別 CO₂ 排出権取引の利益推計」日本応用経済学会報告論文（2009）