

中国におけるSO_x排出の地域構造分析 - 省市レベルの多地域産業連関表(MRIO)を用いて - *

Regional structure analysis of SO_x emission in China -using China multi-regional input-output tables- *

奥田隆明**・幡野貴之***

By Takaaki OKUDA **・Takayuki HATANO ***

1. はじめに

1970年代末以来の「改革開放」政策が功を奏し、年平均10%前後の経済発展を遂げている中国は、2000年には名目GDPで世界6位、輸出額では世界7位にランクされる経済大国となった。そして2001年にはWTO加盟と北京五輪開催決定(2008年)を実現し、13億の人口を要する巨大市場としてますます世界経済における中国の存在感は拡大している。しかし、高度成長の陰で持続可能な発展を阻害する諸問題、特に環境問題が深刻化している事実を見逃してはならない。そして中でもエネルギー大量消費に伴い生じる大気汚染問題は喫緊の対策課題となっている。

このような状況に対し、中国政府は1989年制定の環境保護法を基本法規として大気を含めた環境汚染監視体制を敷いており、また技術面でも汚染物質の低減・除去装置等の更新・新設を鋭意進めている。しかし、近年の中国環境状況公報による政府見解を見ると「都市部での環境汚染は依然として進行し、同時に農村部にも蔓延している」(1996年)から「全国における環境汚染の悪化趨勢が総体的に基本制御されはじめている」(1999年)と改善の兆しは伺えるものの、依然として厳しい状況にあることに変わりない¹⁾。また、環境設備投資も大都市や経済発展著しい東部沿海部地域など一部地域で見られるが、内陸部はじめ多くの地域では十分な対応はできていない現状にある²⁾。これら状況から、中国における環境政策を効果的なものにするには空間や経済といった地域単位の格差を考慮すべきといえる。

*キーワード：産業連関表、環境負荷、中国

**正員、工博、名古屋大学大学院環境学研究科
(名古屋市千種区不老町、TEL052-789-4654)

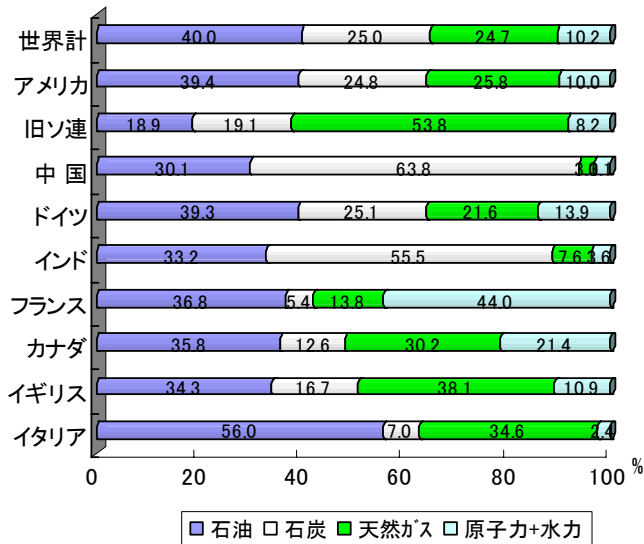
***学生員、農修、名古屋大学大学院環境学研究科
(名古屋市千種区不老町、TEL052-789-3223)

中国の環境汚染に関する調査研究は、国内外の研究機関を問わずこれまで多く実施されている。特に産業および経済活動の視点から産業連関表を用いた環境分析は日本でも多くなされている^{3),4)}。しかしこれら研究の多くは中国全土を1地域と捉えて解析しており、省市レベル等の地域単位の分割して行なわれていない。したがって地域間の産業連関が誘発する環境負荷については情報が得られていないのが実情である。

そこで本研究では、これまで筆者らが開発してきた1997年中国省市レベルの地域間産業連関表をベースにし、省市単位での硫黄酸化物(SO_x)の動向を解析することを目的としている。なお地球規模では二酸化炭素(CO₂)による影響が甚大ではあるが、CO₂はSO_xに比べ移動発生源(車両など)の寄与が高いため地域固有の問題と捉えにくいことが本研究で環境負荷物質としてSO_xを選んだ理由である。以降の論文構成は、第2章で中国の大気環境を、第3章では環境に係る産業連関分析を概観する。第4章では本研究の解析で用いる中国の地域間環境産業連関表推計方法を解説する。そして第5章では、推計表を用いてSO_x発生を誘発する地域特性を解析する。

2. 中国の大気環境状況

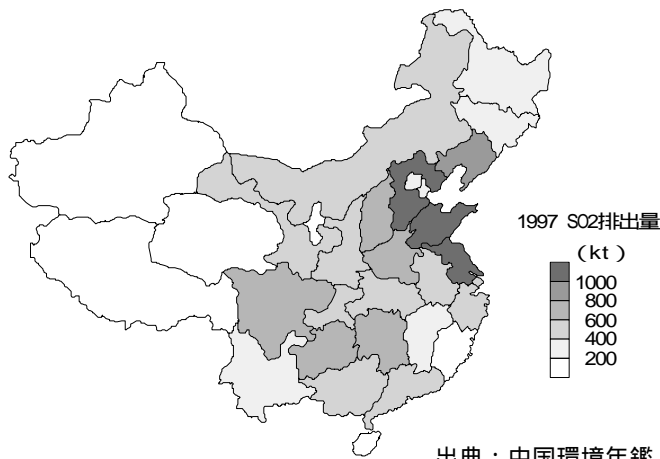
SO_x発生は石炭や石油などの化石燃料の燃焼によるものである。図-1では中国および世界主要国の一次エネルギー利用状況を示している。2000年における一次エネルギー消費量で中国はアメリカ、旧ソ連に次いで世界3位(石油換算で7.5億トン)である。先進国では石油が最も使用比率が高いエネルギー源であるが、中国とインドに限っては石炭利用率が他のエネルギー源に比べ高い。とりわけ中国で採掘・使用される石炭は硫黄含有量が高いため、硫黄酸化物(SO_x)が原因の大気汚染とこれより派生する酸性雨被害は甚大である。



出典：電気事業連合会

図 - 1 世界の一次エネルギー消費比率

2 次エネルギーである電力消費で概観すれば、中国はアメリカに次ぐ世界第 2 位の消費量(1.2 兆 kWh)であり、また最近 10 年間(1989-1999 年)の消費量成長率では OECD 加盟国が 1.2-1.4 倍であるのに対し中国は 2.1 倍と驚異的な伸びを示している。このように使用エネルギー源組成の特異性と経済成長に後押しされる高エネルギー需要が、中国における大気汚染をますます悪化させる要因となっている。



出典：中国環境年鑑

図 - 2 省市区別の SO₂ 排出量(1997 年)

図 - 2 には省市区別の SO₂ 排出量(1997 年)を示しているが、排出量が多いのは経済活動が盛んな東部沿海地域と石炭産生地である南部内陸地域(重慶市、四川省)である。東部沿海部では活発な生産活動を支える一次、二次エネルギー需要が多いこと、四川省等の南部内陸地域は安価でアクセス容易な石炭原料を多く利

用できることが SO₂ 排出量の大きさに反映されていると考えられる。

3 . 環境の産業連関分析に関する既往研究

環境分析用産業連関表(環境 IO 表)は、1970 年に W. Leontief により考案された公害分析用産業連関表に端を発する。Leontief は汚染因子を経済活動に伴う副産物として捉え、かつ汚染因子除去活動を通常の経済活動とは分離して IO 表に記述する手法を採用し、このようなタイプの環境 IO 表は拡張 Leontief モデルと呼ばれている。これに対し、CO₂ などの地球温暖化ガスを対象とした IO 分析には汚染物質除去産業が計上されていない簡略型(一般化 IO 表)が利用されることが多い。吉岡ら⁴⁾によれば、環境 IO 表を用いた分析事例は欧米を対象にしたものが大半を占め、対象物質も大気に限れば CO₂ が最も多いがその他に粒子状物質、SO₂、NO_x、CO、HF と多岐に渡っている。中国を対象にしたものでは CO₂、SO_x、煤塵についての分析^{3), 5)-6)}を挙げることができるが、前述したようにこれら分析は中国全土を 1 単位と扱ったものである。

4 . 地域間環境産業連関表の推計

(1) 中国省市区レベルの地域間産業連関表の推計

中国国家统计局は 1997 年に省市区レベルの地域産業連関表(29 省市区、38 産業)を推計している。この地域産業連関表を奥田・橋本⁷⁾および奥田ら⁸⁾の方法にしたがい競争移入型の地域間産業連関表として推計した。なお、今回は解析を簡略化するために産業分類を 11 産業として行なっている。表 - 1 に産業分類を、表 - 2 には地域分類を示す。

(2) SO₂ 排出原単位の推計

SO₂ の原単位推計では既に 44 産業分類について行なわれている³⁾が、1987 年時点の推計値であるため 10 年後である 1997 年当時とは特に工業部門での排出状況が更新されていると考えられる。よって本研究では前述既存値を利用しつつ SO₂ の排出原単位(kg/万元)を以下の手法で再推計した。

表 - 1 産業区分

No	産業名	対象となる産業
1	農林水産業	農業・畜産業・林業・水産業
2	鉱業	金属鉱業・非金属鉱業・石油・天然ガス・石炭
3	食料品	食料品
4	化学	化学・石油石炭製品
5	金属	鉄鋼・非鉄金属・金属・
6	機械	一般機械・輸送機械・電気機械・電子機械・事務機械・機械修理
7	その他製造業	繊維・衣服・木材・木製品・パルプ・紙・加工品・窯業・土石・その他手工業
8	建設業	建築
9	公益事業	電力・熱供給・ガス・水道
10	商業・運輸	商業・運輸
11	サービス	飲食業・金融保険・教育文化・その他サービス

表 - 2 地域区分

No	省市区名	No	省市区名	No	省市区名
1	北京市	11	浙江省	21	重慶市
2	天津市	12	安徽省	22	四川省
3	河北省	13	福建省	23	貴州省
4	山西省	14	江西省	24	雲南省
5	内蒙古自治区	15	山東省	25	陝西省
6	遼寧省	16	河南省	26	甘肅省
7	吉林省	17	湖北省	27	青海省
8	黒龍江省	18	湖南省	28	寧夏回族自治区
9	上海市	19	広東省	29	新疆維吾爾自治区
10	江蘇省	20	広西壮族自治区	30	その他地域

$$\hat{E}_{r,i} = \frac{X_{r,i}}{\sum_r X_{r,i}} \times E_i \quad \text{式 (1)}$$

$\hat{E}_{r,i}$: 地域r、産業iにおけるSO₂排出量一次

推計値 (万トン)

$X_{r,i}$: 地域 r における産業 i 生産額 (万元)

$\sum_r X_{r,i}$: 産業 i の全国生産額 (万元)

E_i : 産業 i からの SO₂ 全国排出量 (万トン)

すなわち、式(1)では各産業の全国排出量を生産額で地区別に按分していることを示す。しかしこの一次推計値の産業合計および地域合計はそれぞれの統計値とは乖離しているため、その差が最少となるようにバランスを取ることで二次推計値とする。この作業により得られた二次推計値を各地域の産業別生産額で除することで排出原単位が推計される。

$$\hat{e}_{r,i} = \frac{\tilde{E}_{r,i}}{X_{r,i}} \quad \text{式 (2)}$$

$\hat{e}_{r,i}$: 地域 r、産業 i における SO₂ 排出原単位推計値 (kg/万元)

$\tilde{E}_{r,i}$: 地域r、産業iにおけるSO₂排出量二次推計値 (万トン)

なお、1997年統計に産業別排出量が掲載されていない産業(第1次、第3次)については、排出処理技術が10年間で大きく変化していないと仮定し既存の推計値³⁾を用いた。本推計で使用したデータソースは以下のとおりである。

- ・1997年の省市区別および産業別SO₂排出量
- ・産業別の全国および地区生産額

5 . 分析結果

(1) SO₂排出を誘発する最終需要地域分布

図 - 3 には、各地域で排出されたSO₂がどの地域の最終需要により誘発されているかを示している。なおここでいう排出量は、先に挙げた11産業によるSO₂排出量の合算値である。東部沿海地の生産拠点とされている江蘇省をみれば、河北、山東、安徽省をはじめとした周辺地域の最終需要が江蘇省のSO₂発生を引き起こしていることがわかる。これら他地域の最終需要によるSO₂発生量は江蘇省での全発生量117万トンのうち59%(69万トン)を占めるが、そのうち海外需要によるものは17%(20万トン)に及ぶ。すなわち、輸出品生産のためのSO₂排出量が全体の約6分の1を占めていることがわかる。

内陸部地域でのSO₂排出状況を見ても、経済的に優位な東部沿海地域における最終需要が排出を誘発していることがわかる。ここでは一例として甘肅省を取り上げる。甘肅省におけるSO₂排出量63万トンのうち、

東部沿海地域の最終需要による誘発排出量は約6分の1の11万トンである(他地域の最終需要による排出量は全体の52%である33万トン)。すなわち、他地域からの誘発排出量のうちの3分の1が東部沿海地域によるものであることがわかり、東部沿海地域の内陸部への経済的影響力の大きさが伺える。

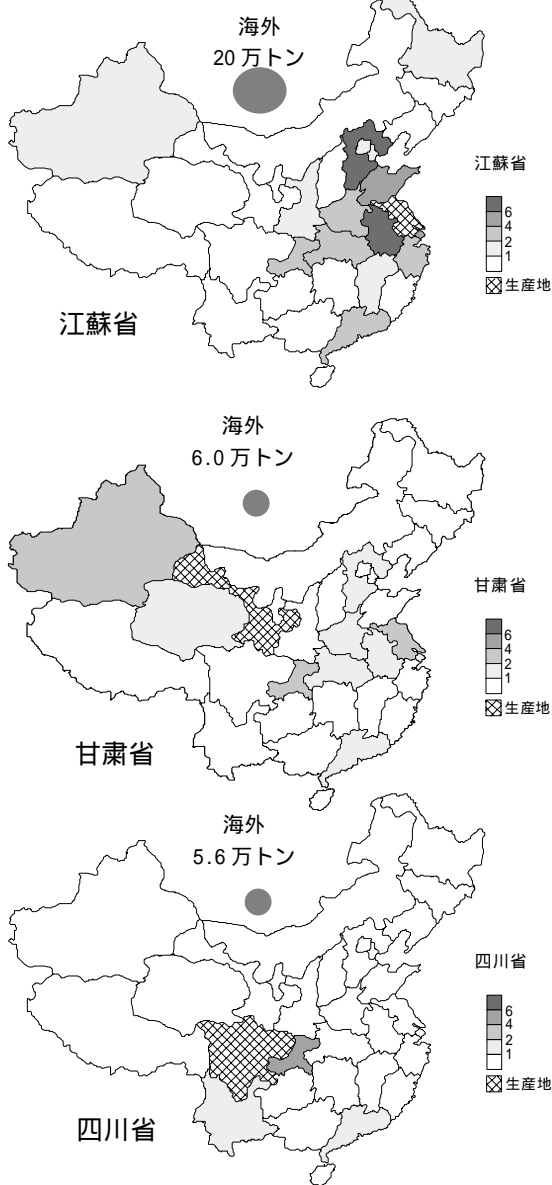


図 - 3 SO₂ 排出誘発地域分布

(2) 輸出によるSO₂排出地域の分布

図 - 4 では、中国からの輸出品生産がどの地域のSO₂排出を誘発しているかを示したものである。輸出品生産によるSO₂排出量は全土で263万トンの及ぶ。1997年に排出されたSO₂の約15%に相当する。地域別に見れば生産活動が活発な東部沿海地区の省市に集中しており、順に山東省、広東省(共に26万トン)、遼寧省(22万トン)となっている。しかしながら、輸出品生産の影響を受けていない地区は西部内陸部わずかな地

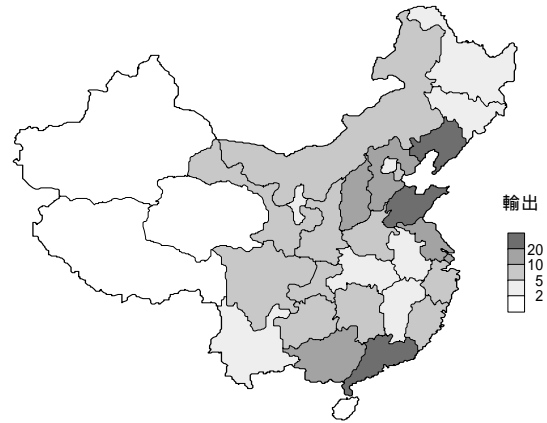


図 - 4 輸出による SO₂ 排出地域の分布

域であり、ほとんどの地区ではその影響を大きく受けていることがわかる。改革開放政策の進展とWTO加盟による市場開放が進めば、この割合はますます高くなると考えられる。

参考文献

- 1) EDMC：アジア各国における経済とエネルギー需給の状況 - 中国(2001), (財)日本エネルギー経済研究所計量分析部, <http://www.ieej.or.jp/edmc/public/01China.pdf>
- 2) 国家環境保護総局：中国環境統計年報2001, 2002
- 3) 黒田昌裕, 木地孝之, 吉岡完治, 早見均, 和田義和：中国のエネルギー消費と環境問題, 通商産業研究所, 1996
- 4) 吉岡完治, 大平純彦, 早見均, 鷺津明由, 松橋隆治：環境の産業連関分析, 日本評論社, 2003
- 5) 早見均, 木地孝之：「日中環境問題の産業連関分析(1) - 日中共通分類によるエネルギー・大気汚染物質のI-O表の作成 -」, イノベーション&I-Oテクニーク(現「産業連関」), No.5 (2), 13-27, 1994
- 6) Hayami, H. and Kiji, T. : An input-output analysis on Japan-China environmental problem: Compilation of the input-output table for the analysis of energy and air pollutants, J. Applied Input-Output Analysis, vol. 4, 23-47, 1997
- 7) 奥田隆明, 橋本浩良：地方生活圏レベルの地域間産業連関表の推計, 第28回土木計画学研究発表会・講演集, 2003
- 8) 奥田隆明, 種蔵史典, 幡野貴之, 斉舒暢：中国省市レベルの地域間産業連関表の推計とその分析, 第28回土木計画学研究発表会・講演集, 2003