

東アジアの都市化と環境問題 北九州モデルの有効性と適用可能性

九州大学工学部教授 井村 秀文
九州大学大学院工学研究科 小林 周平
九州大学工学部助手 松本 亨
九州大学大学院工学研究科 金子 慎治
九州大学大学院工学研究科 中山 裕文

九州大学石炭研究資料センター助教授
外川 健一
松阪大学政治経済学部教授 野上 健治
九州大学工学部助教授 藤倉 良
東亜大学法学部教授 勝原 健

Working Paper Series Vol. 99-7
1999年4月

この Working Paper の内容は著者によるものであり、必ずしも当センターの見解を反映したものではない。なお、一部といえども無断で引用、再録されてはならない。

財団法人 **国際東アジア研究センター**
ペンシルベニア大学協同研究施設

序 東アジアの都市化と環境問題：北九州モデルの有効性と適用可能性

最近の 30-40 年間における東アジアの経済発展は目をみはるものであった。1960 年代から 70 年代初めまでの日本の高度経済成長、それに続く 1970 年代以降の韓国経済の躍進、1978 年に改革・開放政策に転じた中国と、いずれも短期間に目覚ましい経済成長を既に達成、あるいは達成しつつある。また、1980 年代以降の東南アジア諸国（ASEAN 加盟国）の経済成長も急速なものであった。

東アジア諸国の経済成長は工業化とほぼ同義であり、安価で良質かつ豊富な労働力を武器に工業生産を拡大し、世界に製品を輸出することで外貨を獲得し、国民生活の向上を実現してきた。しかし、工業生産のために、空気、水、土壌、自然生態系といった環境資源の保全に配慮せず、それを安価に消費してきた結果、この地域全体を通してさまざまな環境問題を経験することとなった。これを真っ先に経験したのが日本に他ならない。1960 年代末の日本では、全国各地で深刻な公害問題が発生し、国外からは「公害ダンピング」との批判攻撃を浴びていた。その後、何年間かの時間遅れをもって、かつての日本と非常によく似た状況がアジア各国で起きることになった。経済成長について語られる雁行発展パターンモデルが、環境問題の発生とその対策についてもかなりよく適用されるように見えるのである。

工業化を牽引力とした経済成長は、都市への人口集中と、二次・三次産業と一次産業の生産効率のギャップに起因する都市と農村の経済格差の拡大をもたらすことになった。日本においては、都市部から地方への所得移転によって、都市と地方との経済格差は比較的小さく抑えられてきた。それでも、地方の農山村は過疎に苦しみ、これは農林業の営みによって保全されてきた自然生態系の維持・管理を困難にしている。この地域格差の問題は、中国の沿海部と内陸部、東南アジア諸国の首都とその他の地域との間でもっと極端に発生している。

他方、雇用機会と豊かな生活を求めて都市に集まる人口は増大の一途にあり、電力、ガス、水道などの都市インフラの整備が緊急の課題になっている。同時に、生産拡大、生活の豊かさ向上とともに資源・エネルギー消費とそれから発生する汚染物質・廃棄物の量も増大の一途をたどり、生活排水処理のための下水道、ごみ処理施設などの整備に多額の投資が必要となっている。また、農村の近代化は各国の大きな課題であるが、中国では農村をベースとした工業化が郷鎮企業の環境問題を引き起こしている。

工業都市北九州市は、日本の多くの都市の中でも、日本の経済成長と環境問題の発生の正と負の両面を最も典型的に体験した都市であった。北九州市においては、この経験を諸外国、特にアジアの発展途上国の都市に伝達することに力を注いできた。本報告も、そうした視点からの最近の研究成果の報告である。

この報告は、大きくは、「第 1 部 東アジアの環境問題と日本の経験」、「第 2 部 中国の

都市化と環境問題」と「第3部 北九州市の経験とモデル」の3部で構成されている。

第1部は、東アジア、特に日本、韓国、中国で経験した経済と環境に関する経験の比較考究である。この3国には社会的、文化的に共通点がみられる一方で、多くの相違点も見られる。このテーマについては、既にいくつかの研究が行われてはいるが、多様な問題側面について十分な広がりと深さを持って分析がなされているとは言えない。特に、比較的最近に経験したことや現在なお進行中の問題については、評価が難しい。

こうした状況において重要なのは、分析評価の視点・クライテリアである。このため、「第1章 東アジアの環境問題と日本の経験：その研究課題と展望」は、日本の経験を成功体験として単純に自画自賛するのではなく、環境効果、経済効率性、公平性、行政的実行可能性、経済に及ぼすダイナミックな効果、社会的受容性といった普遍性のある視点から評価することの必要性を述べ、これに基づいて、日本の環境管理システムについて考察している。

続いて、「第2章 日本、韓国、中国の経済発展と環境問題の歴史に関する比較考察」においては、DPSEIRモデルによって、3国の歴史を比較考察している。環境問題の発生から問題の認知、対策の実行に移る過程を時間の経過とともに進行する1つのダイナミックなプロセスである。このプロセスを分析する枠組みとして採用されているのが、Driving Force (駆動力)・Pressure (圧力)・State (状態)・Effect (影響)・Response (対応) モデルである。

工業化のためには、道路・鉄道・港湾等の交通システム、電力・ガス等のエネルギーシステムなどのインフラ整備が不可欠であり、インフラ整備のための鉄、セメント等の基礎資材需要が再び内需の拡大と設備投資を喚起するというメカニズムが働く。他方、経済発展とともに都市化が進行するが、都市生活から発生する排水、s 廃棄物などの処理に必要な環境インフラの整備にはなかなか資金が配分されず、都市環境の悪化を招くことは日本の都市が経験しているとおりである。そこで、「第3章 東アジアの都市化とインフラ整備」においては、各国の都市のインフラ整備の進行とその整備水準の比較に視点を置いて論じている。

第2部は中国の都市化と環境問題に着目した研究の報告である。本報告の目的の1つは、日本、特に北九州市の経験を他のアジア都市に伝達することであるが、そのためには、相手国の都市の現状を把握し、理解することが大前提となる。ここでは、都市の生活環境にとって重要な水、空気、エネルギーの3要素に着目し、中国全土の全般的な状況を分析している。

まず、「第4章 中国の都市化と水需要」においては、人口で見た中国の都市化の状況を分析し、工業用水需要及び都市生活用水需要の増大について論じている。また、黄河流域水資源量と水使用量の面的分布図を作成し、水需給バランスについて分析している。

次に、「第5章 中国都市の大気汚染問題」においては、中国の7大経済区別の産業発展戦略の特色を比較し、各地区に所属する都市の産業構造、エネルギー消費構造の違いと大

気汚染との関係を分析している。この結果、国有企業、郷鎮企業、外資企業といった企業形態の違いが、大気汚染の対策レベルに影響を及ぼしていることを指摘している。

また、「第6章 中国の石炭火力発電と環境問題」においては、中国の電力制度の現状、石炭を重要な燃料源とする電力供給システムの問題などについて論じている。また、中国産石炭の品質（S分含有量）と環境対策、特に脱硫対策の困難さ、石炭利用に係る日中協力の可能性と問題点などについて、冷静な視点からの分析を展開している。

さらに、「第7章 都市化の進展に伴うエネルギー消費と産業構造変化分析—上海市及び北九州市の事例」においては、上海と北九州の産業連関表を利用して、両市のエネルギー消費構造を比較分析している。そして、この結果に基づき、都市化度・産業構造の変化、エネルギー消費効率の視点から、両都市の将来像を論じている。

最後の第3部では、北九州市そのものをターゲットにして、その経験とモデルとしての意味を議論している。

まず、「第8章 北九州市の公害対策の背景と技術移転可能性」は、最近北九州市自身によって編纂された「北九州市公害対策史」のエッセンスをまとめたものである。経済構造の変化、環境状況の変化、燃料転換等の対策の実施、産業・行政・市民の対応などの歴史を、データに基づいて詳述している。

最後に、「第9章 北九州市の産業・都市の発展と環境問題」においては、第二次世界大戦後の戦災復興に始まる産業都市北九州の発展の歴史を、経済構造、都市インフラ整備、市の開発政策、公共投資等の多面的な視点から分析するとともに、環境問題を発生させた要因とその解決のために実行された対策の意味を論じている。また、北九州市の公害対策経験の特徴を総括し、それが1つのモデルとしてアジア諸国にとってどのような意味を持つかを論じている。

1997年秋に発生した金融危機によって、アジアの将来を予測することは難しくなっている。現在の経済状況が続けば、経済と環境のいずれにとっても好ましくない事態が懸念される。都市における失業の増大は、スラムの拡大などの形で生活環境の悪化をもたらすし、資金的に苦しい企業には環境対策を実行する余力がない。政府による環境インフラ投資も期待しにくい。筆者には、各国が何時、如何なる方法によってこの経済危機を脱することができるかを論じる力はないが、1つの大局観あるいは期待として、比較的早くに各国が現在の苦境を脱して成長軌道に戻ることを議論の前提に置いている。特に、中国については、ある程度の成長率の低下は不可避としても、タイやインドネシアのような深刻な危機は回避できるものとの見方に立っている。

こうした前提に立つと、来世紀の東アジアについて蓋然的に予想されるのは、一部産業部門が突出的に生産を拡大し、経済成長に寄与する一方で、取り残された多くの部門が発生することである。まず第一に、工業部門と農業部門の生産効率格差が拡大し、農村の相対的貧困化が進行する。それにもなると、都市人口は拡大の一方であるが、都市環境を

改善するために必要な環境投資については、民間部門も政府部門もあまり積極的にはならない恐れがある。特に、生活排水やごみ処理のためには、パブリックセクターの役割が重要であるが、政府の財政力が弱体のままでは、対策は進まない。外資系企業、外国政府や世界銀行等の国際援助機関からの資金援助を受けることに成功した一部の都市では環境改善がある程度進むにしても、その他の圧倒的に多くの部門、地域は取り残されたままという事態になりかねない。また、産業の内部でも近代化に成功した部門と遅れた部門の格差が広がりかねない。日本には中小企業という構造的問題があるが、中国でこれに似ているのが郷鎮企業である。資金力が弱く、それでいて多くの労働力人口を養い、経済成長に寄与しているだけに、その近代化と環境対策は大きな問題である。

問題解決のために必要なのは、法律、基準、行政組織等の体制整備とその執行、対策技術の開発・導入とそれに必要な資金メカニズムの整備、そしてこれら全体が一体的に機能していくための統治能力、すなわち「ガバナンス」である。

日本や北九州市の経験は、経済社会条件が大きく異なる外国にはそのまま適用できないかもしれない。しかし、さまざまな問題を体験し、その解決に成功あるいは失敗してきた経験に基づいて助言、支援できる部分は多いはずである。

本報告は、まだ進行中の研究の報告であり、まだ残された課題も多いが、アジアの環境問題と日本の経験について興味を持つ人に何か参考になればと願う次第である。

(九州大学工学部 井村秀文)

第1章 東アジアの環境問題と日本の経験：その研究課題と展望

九州大学工学部教授 井村 秀文

1. はじめに

東アジアの環境問題のほとんどは最近のわずか数十年間において拡大・顕著化したものである。国によって大きく異なるように見える問題も、長い歴史的な目で見れば、東アジアの地域全体に共通した1つの問題群として包括的に論じることができよう。本論の内容は、こうした視点からの今後の研究課題と展望、なかんずく、そこで重要と思われる分析の視点と枠組みについての問題提起と試論である。本論に続く他の著者の報告において、筆者の問題提起への解答はかなり準備されていると思うものの、まだ十分な研究がなされていないため、今後の研究課題として残されたテーマが圧倒的に多いことをお断りしておかねばならない。

2. 日本の経験の再考

環境対策における日本の経験、特に1960-70年代において日本が体験した深刻な公害問題とその対策の成功については、既にいくつかのレビューや分析が行われている^{1,2,3,4}。ここで、筆者自身、そうした作業のいくつかに参加してきた立場からさらに分析が必要と感じているのは、他の国々、特にアジア諸国にとっての「日本型モデル」の有効性、適用可能性である。確かに日本は成功したかもしれないが、同じモデルがはたして他の国々、特に他のアジア諸国にも有効に適用できるかどうかという問題である。

日本の公害経験についてこれまで行われてきた分析・評価、特に日本人自身による分析に共通している内容は、深刻な問題を発生させたことへの反省と問題解決のために行った官民の努力に対する自己満足である。発生した公害問題の深刻さとその対策、特に公害防止技術の成功があざやかな対比として語られ、世界各国にそれなりの感銘を与えてきたことは確かである。しかし、それだけでは、諸外国、特に発展途上国の人々が抱く真の疑問にはあまり答えていないように思われる。環境対策における成功経験として日本が世界に誇れるのは、実は産業部門での公害対策と省エネルギーという狭い分野でしかないのではないか、日本の成功は日本の特殊な事情の下で成立したものであって他のアジア諸国にはそのまま適用できないか、適用できるとしてもその範囲は限られるのではないか、日本が公害を経験した1960-70年代と現在では問題を取り巻く状況が変化しているのではないかとといった疑問が払拭しきれずに残っている。

最近、日本の環境政策を評価し直そうという新しい動きが見られる。その動機となっているのは、21世紀のアジアと日本の関係を意識し、日本の経験をアジア諸国の持続可能な発展に役立てたいという願いである。このために必要なのは、欧米先進国との対比から日本の環境政策を評価するという分析アプローチではなく、経済条件において日本とは大き

く異なるアジア諸国にとって日本の経験がどこまで有効かという問題意識に立った分析であろう。

ここでアジアを強調する理由の第一は、言うまでもなく日本との地理的、経済的関係の緊密さであるが、もう1つ重要なのは、工業をベースとしたアジア諸国の経済発展パターンに日本の過去の軌跡との類似性が見られることである。まだ工業化の軌道に乗れないでいる多くの発展途上国（たとえば、アフリカ、南アジア、南米の多くの国）に対しては、残念ながら、日本の経験はさほどの有効性を持たないと言わざるを得ない。これに対して、工業化の波に乗ることに成功したアジア諸国は、先進国からの技術移転の効果もあって、今後、日本の過去の経路とよく似た経済発展の道をたどっていくことが予想あるいは期待されるから、日本の経験があてはまる部分もそれだけ多いものと考えられるわけである。さらには、日本を含めたアジアに共通してみられる社会・経済条件の中に欧米とは異なる特徴が見られ、アジアに対しては日本のモデルの方が欧米のモデルよりもよく当てはまるのではないかという仮説も、さらに研究すべき課題である。

3. 分析の枠組み：D P S E Rモデル

環境問題の発生から問題の認知、対策の実行に移る過程は、時間の経過とともに進行する1つのダイナミックなプロセスである。このプロセスを分析する枠組みとしてO E C D、国連C S D（持続可能な開発委員会）などで採用されているのが **Pressure（圧力）-State（状態）-Response（対応）**モデルであるが、最近では、これをさらに詳しくした **Driving Force（駆動力）-Pressure（圧力）-State（状態）-Effect（影響）-Response（対応）**モデルが提案され、D P S E Rの各因子を何らかの数値的指標で評価しようとする試みも行われている。

大気汚染問題を例にとると、D（経済成長・G D P増大）⇒P（化石燃料消費の増大・S O 2の排出量増大）⇒S（大気中S O 2濃度の増大）⇒E（住民健康被害・森林被害）⇒R（法律・規制・基準制定等）という一種の因果関係として記述される。また、何らかの対応がとられれば、その効果がフィードバックされて他の因子に影響が及ぶ。

異なる国、地域、都市などを対象に、環境問題の発生形態、実行されている対策などを比較分析するには、このモデルによってまず定性的な特徴を考察することが必要である。さらには、利用可能な定量的指標で比較検討すること、D P S E Rの因果関係をモデル化することなど課題となる。

このテーマについての試論は、第2章に掲載するとおりである。

4. 評価のクライテリア

ある国、あるいはその中のある都市や地域で採用され実行されてきた環境管理の手法、対策などを総称して環境管理システムと呼ぶことにする。

ある国や都市で採用されてきた環境管理システムを評価するには、評価の視点あるいは

クライテリアが必要であるが、わが国の内部ではこのことをあまり精密に議論することがないままに、自己のシステムを自画自賛してきた嫌いがある。これに対して、最近、OECDにおいて、環境管理のための政策手段を評価するためのクライテリアが議論され、共通的な評価軸についてのコンセンサスが出来つつある^{5,6}。評価対象によって、クライテリア自身も少し異なるのが普通ではあるが、環境管理システムを評価する上でのクライテリアとして以下の項目を設定してみることにする。各クライテリアに応じて、可能な限り定量的に評価することが望まれるが、実際にはなかなか難しい。しかし、定性的な評価であっても、評価軸を明確にしないままに行われることの多かった従来の分析よりは客観性が向上することは間違いない。対象となるシステムとしては、環境環境管理システムの総体を認識しているが、その構成要素となる各種の政策手段、対策技術、あるいは行政部局やある1つの企業や工場内の環境管理システムも同様に対象となり得る。

(1)環境改善効果 (Environmental effectiveness)

そのシステムを導入、実施することによって環境改善の効果があがっているか、また、その効果の程度がどれくらいかである。どんな政策であれ、法律であれ、技術であれ、環境改善にとって効果があることが実証されなければ意味がない。

(2)効率性 (Efficiency)

同じ環境改善を達成するとすれば、出来るだけ費用のかからない方法が望ましい。その意味では、費用対効果 (cost effectiveness) と言い換えてもよい。ただし、効率性の概念を広く定義すれば、対策の直接的コストのみならず、さまざまな利益 (ベネフィット) や、下記(5)の技術革新に及ぼしたダイナミックな効果なども考えて議論することが必要である。費用をかければかけるだけ環境は改善するかもしれないが、一般にはその限界効率性は低下していくのが普通である。

(3)行政的実行可能性 (Administrative feasibility)

システムとして如何に理想的なものであっても、現実に実行可能かどうか問われる。その際の大きな要素は行政コスト (Administrative cost) や取引コスト (Transaction cost) である。たとえば、膨大な官僚機構や組織、人員を必要とするような施策であれば、現実的な実行可能性は低いと言わざるを得ない。

(4)公平性・公正性 (Equity, Fairness)

あるシステムを実行することによってさまざまな主体に影響が及び、それぞれの主体はさまざまな費用負担を求められることになるが、その影響は公平でなければならない。これは、分配 (費用負担や所得配分) の問題に視点を置いた経済学的な公平性の概念に他ならないが、公正性には法的な概念も加味される。公正性の概念をさらに広げれば、社会正義 (Social justice) もそれに含めて考えることができよう。たとえば、大企業だけに一方的に有利なシステムとか、生産者優遇によって消費者に相対的に大きな費用負担を求めるシステムは公平とは言えない。公害企業が汚染を出しつづけて住民に健康影響を及ぼしているとか、政府がそれを放置しているといった事態は、公正性あるいは社会正義に反する。

しかし、何が公平、公正かの判断はその国や地域の基盤となっている社会、文化の根本にかかわる問題であり、必ずしも客観的基準によっては論じられない難しさがある。

(5)ダイナミックな経済効率性 (dynamic economic efficiency)

あるシステムが導入されたことの効果はさまざまなセクターに対して、ダイナミックな効果を持つ。ここで言うダイナミックとは、その効果が現在だけではなく将来にも波及的な影響をもたらすことを意味する。この面で特に注目されるのは、技術革新などを通して経済にもたらす積極的な効果である。

(6)受容性 (Acceptability)

どんなに優れたシステムであっても、社会がそれを肯定的に受容しなければ、システムの導入自体が難しいし、その実施も困難である。しかし、環境対策への受容性が低い（たとえば、一部の利害関係者の抵抗が大きい）ことによって、対策を実施しないというのは本末転倒であるから、環境改善のために必要な施策であれば、むしろ、関係行政機関、企業、市民の側の意識を変革させることによって受容性を高めることを考えるべきである。この意味では、行政、企業、市民という各主体の環境意識の方が問われることになる。

以上のようなクライテリアをあらためて掲げてみることは、国、自治体、企業などのそれぞれが実行してきた対策の意味を客観的に再評価し、その内容を外部者に理解してもらう上できわめて重要である。これまでのところ、わが国ではこうした客観的なクライテリアに基づいて自己評価を行うことはほとんどなされてこなかったからである。

5. 効果と効率

(1) 経済調和条項削除の意味

日本国内における自国の環境政策や環境管理システムに関するこれまでの分析・評価の中心は、もっぱら環境改善効果についてであった。このとおり環境はよくなったのだから成功なのだという論法であったと言える。対策のためにいくら費用がかかったのか、実を言えばもっと費用のかからない効率的な方法もあったのではないかといった議論はほとんどなされてこなかった。

公共事業の決定の場合に典型的に見られることであるが、日本の政策決定においては、複数の代替案を客観的、合理的に比較するという伝統が希薄であり、少ない代替案あるいはあらかじめ決められた唯一の選択肢についての合意形成、根回しにもっぱら精力が注がれる。その結果、実際に導入、実行されているシステムについても、その合理性を裏付ける根拠データが少ない。これは、日本のシステムが合理的ではないということでは決してなく、その決定プロセスにおいてそうした議論が少ないということに過ぎない。しかし、国内だけならこれで済むかもしれないが、日本のシステムを外国に説明し、良いシステムだから是非導入したらよいという提案を行ったりする場合に、説得力に欠けるという問題をひきおこす。この点、米国や欧州諸国の方が、そうした論拠づくりに長じているから、日本型システムの良さが理解されないまま、欧米方式が近隣のアジア諸国にも普及してい

く結果になりかねない。

1970年の公害国会において、旧公害対策基本法のいわゆる経済調和条項が削除されたという歴史的な事件があった。それは、観点を換えれば、環境改善効果を何よりも重視し、効率性の議論はとりあえず棚上げにしておこうという国家的政策判断であったと言えよう。このことは、当時の状況からみれば当然と言える政策判断であったし、このおかげで、コストを理由に公害対策の手をゆるめてはならないという流れができ、産業界における公害対策が飛躍的に前進した。

市場経済において効率性を重視するのは当然であるが、効率性の議論がしばしば、対策を実施しないための理由に使われることが大きな問題である。市場経済における効率性の議論が、市場で取り引きされる財・サービスの価格だけしか考えない「狭義の効率性」によって議論されるところに大きな問題がある。環境という財は市場で取り引きされず、当然その価格もついていないことが多い。汚染された空気や水が市民の健康や生活にどれほどの被害や悪影響をもたらしているか、逆に清浄な空気や水がどれだけのプラスの効果をもたらしているかなどは、外部不経済あるいは外部経済として、市場では考慮されない。

欧米を中心に、環境被害や逆に改善された環境の価値を評価するためのさまざまな手法が研究・開発され、それを用いた報告も多数発表されるに至っているが、そこで提示された数字はあくまでも1つの架空の数字に過ぎず、その信憑性と解釈には常に議論がつきまとう。1960年代末の日本の状況において、環境対策の効率をテーマにすることは、議論をいたずらに混乱させ、対策の実行を妨げることになりかねなかったことは事実であり、当時の政策判断は正しかったと言えよう。

(2) OECDによる評価の意味

その後、日本の環境政策に関する効率性の側面に着目したのは、OECD環境委員会による第一回の日本の環境政策レビュー（報告書の発表は1976年）7であった。公害被害を発生させてしまったという苦い経験から、公害対策のためなら多少費用がかかっても最善技術を導入すべきだというのが、日本国内の一般的考えであったが、経済的効率性を重視するOECDエコノミストの視点は少し違っていた。深刻な汚染を高度の技術的対策によって短期間に克服したことを高く評価しながらも、効率という視点を全く無視したかのごとき日本のアプローチに対して、ところどころ息をのんでいる。

このOECDレビューでは、第二次世界大戦後の日本の高度経済成長と公害問題の関係が分析されるとともに、1960年代末から精力的に実行された対策が速やかに効果を発揮したことが評価されている。ここで採用された手法は、政府・自治体による強力な規制の実施と、民間企業による優れた対策技術の導入であった。特に、技術的対策手法に関しては、厳しい環境対策を求める世論に押される形で、コストはかかっても当時として最善の技術の導入が行われた。1960年代末から70年代にかけて、排煙脱硫・脱硝、自動車排ガス対策（触媒装置）、環境監視テレメータ、環境汚染自動測定などの分野で画期的な技術開発が

行われ、短期間のうちにそれが普及した。特に排煙脱硫装置の普及は目をみはるもので、これによって硫黄酸化物による大気汚染は一気に改善を見た。OECD のレビューでは、こうした日本の取り組みを、3つの面で驚きを持って分析している。第一は世論やマスコミに押される形で非常に厳しい規制を導入したこと、第二はこの厳しい規制をもつばら技術的対策によって満足しようとしていること、そして第三には、こうした取り組み全体が経済的効率にあまり配慮せずに推進されていることであった。

この当時、日本が強く意識していた世界とは欧米の先進諸国であり、公害克服によって日本が名実ともに欧米諸国並みの先進工業国になったこと、東洋の国である日本が欧米と同じ価値観の上に環境対策を熱心に推進したことを、国外に認知してもらうこと、対策の成功について OECD による肯定的な評価をもらうことにレビューの大きな意義があったと言える。この場合の OECD による分析の視点は、他の OECD 諸国、すなわち欧米先進諸国との対比から見た日本の環境政策の評価という枠内におさまっており、この枠組みは、1994 年に行われた OECD による 2 回目のレビューにおいても変わりはなかった。

6. 行政的実行可能性：環境ガバナンス

空気、河川、海、森林といった環境資源のほとんどは、多数の人間が共同利用する公共財の性格を持ち、私的な管理が難しい。良好な環境の維持のためには社会の構成員全体の共同が不可欠であるが、そのための社会的合意が難しく、また、フリーライダー（ただ乗り）を排除する仕組み、たとえば夜中にこっそり排水を垂れ流すような不届き者の取り締まりが必要である。

日本の環境対策が成功した裏には、生活レベルの向上とともに、良好な環境に対するニーズが飛躍的に向上したことで、共同体として環境を管理するために必要な強力な統治システムを整備できたことがあげられる。この環境管理のための統治システムについては、最近「環境ガバナンス」という言葉が広く使用され始めている。発展途上国の環境対策の問題点として広く指摘されている課題として、対策技術の遅れとともに、この環境ガバナンス能力の不備がある。いくら法律で規制基準を定めても、汚染発生源のモニタリングも立ち入り検査も行われず、そのための人員も機器もないという状態では、環境が改善されるはずがない。

環境ガバナンスの問題は、環境だけの問題ではなく、一国の政治・行政のシステム全体の問題である。政治腐敗、コネ、賄賂が横行する国では、環境対策が誠実に実行されるはずがないのである。環境政策における日本の成功を語るなら、比較的清廉に保たれてきた官僚システム、高い教育レベル、戦後の民主主義などの日本社会の特質に触れないわけにはいかない。

行政的実行可能性は、行政の効率性の問題とも密接に関係する。日本の環境行政の体系的な出発点として何と言っても重要なのは 1971 年の環境庁設置である。しかし、環境庁自体は他の省庁に比べて、人員的にも予算的にも小さな役所である。都道府県、市町村レベ

ルにまで根を張った環境監視・モニタリング、工場への立ち入り検査などの行政システムが効果的かつ効率的に機能したことが重要である。また、産業内部においても、各工場ごとに配置された公害防止管理者や、熱管理士といった技術者が底辺から対策を支えた。それが可能であった背景としては、戦後の教育改革で生まれた全国各地の大学で多数の技術者が養成されたことが大きい。

環境対策における教育と人材養成（キャパシティ・ビルディング）の重要性は言うまでもない。これは、日本が行う環境技術協力の重点課題となっている。しかし、多くの発展途上国の場合、限られた数の技術者の派遣や研修員の受け入れだけでは遅々として効果があがらないのも事実である。こうした状況ではあるが、中国だけは他の発展途上国とはかなり状況を異にするように感じられる。その第一は、教育レベルの高さである。巨大な人口から見ればごく一握りかもしれないが、大学進学者の数が多く、理工系重視の教育政策をとっている。個人的には優秀な人材が多いのであるが、現実の環境管理システムは理念優先で実行基盤が弱体のままである。法律や制度は立派であり、官僚機構も整備されているが、現場の足元から対策を支え、実行する体制が弱いのである。その理由としては、何と言っても、巨大な国の統治の難しさがあるように思われる。経済開発では、広東省や上海市といった地方政府に自主性を与えることによって成功を取めた。しかし、これは中央と地方との対立、地域間格差の拡大をもたらす結果になっている。環境対策においても、地方に自主性を与えた分権的なアプローチの方がおそらく効率的と思われるが、地方政府が環境対策に熱心なのも中央からの号令があるからこそという実態もある。1998年の組織改革によって格上げされた国家環境保護局の指導力と地方のイニシアティブの相乗効果が重要である。

7. 公平性・公正性：汚染者負担原則

上で述べたとおり、環境という財は公共財の性格を持つ。こうした公共財の管理あるいはその供給については、ある範囲までは私的な活動、たとえば企業活動に委ねることも可能であるが、政府、自治体等のパブリックセクターの役割も大きい。汚染者負担の原則（PPP）に従えば、工場排水の処理は企業の責任であるが、都市家庭生活排水処理のための下水道整備はパブリックセクターの役割である。また、工場排水についても、工業団地を造成して中小の群小排出源を集約し、そこで共同集中処理を行わせるといった対策を行う場合には、資金援助等の面で公共部門が効果的な役割を果たさなければならない。

OECDによるPPPには2つの意味あいがある。第一は、文字通り、汚染者は自分自身の費用負担で対策を実行すべきであるということであるが、第二は、民間における環境対策に政府補助金をあてることによる国際貿易上の歪を回避することである。日本国内では、主に法的な見地から、汚染という悪い行為をした者に、自己責任で対策をとらせるという公正性あるいは社会正義の視点からPPPが受け取られる傾向が強かった。しかし、OECDが提案した本来のPPPは、汚染者自身に対策をとらせることが環境対策を生産コストに内

部化させ、経済的効率を高める上で望ましいということ、そして、環境対策への政府補助金によって公正な国際競争を歪めてはならないという経済的効率性と国際貿易上の公平性の論拠に基づくものであった。

グローバル化した市場経済システムにおいて、PPP は当然の原則と考えられてきたが、急速に工業化を推し進めつつある発展途上国の実態を考える場合には、その適用範囲及び原則そのものの意味について再検討が求められている。

まず、汚染者に自己責任で対策を実行させるべきという考え方については、先進国であれ発展途上国であれ、抵抗なく受け入れられるに違いない。しかし、汚染者の経済力が弱くて自ら対策を実行する力がないような場合には、社会政策上、厳しい対策の実行を強制できないという問題が発生する。中国では、汚染者負担原則を環境政策の原則として掲げ、それを排污費徴収の根拠にしている。また、淮河の水質改善のために、汚染対策を実行できない郷鎮企業を主とする汚染企業数千社に閉鎖を命じたりしている。しかし、市場経済への移行が完全ではなく、しかも経済基盤の弱い企業が多い現状では、ただ単純に PPP を掲げても有効な対策が実現するとは限らない。競争による効率の向上が市場経済システムの原則であるが、日本を含めた先進各国の歴史を振り返れば、実際には、政府による助成、政府系金融機関による低利融資、政府主導の技術開発による民間への支援が大きな役割を果たしてきた。OECD の PPP においても、これらの措置は例外的措置として認められているわけであるが、中国のような経済社会体制の国では、政府の役割が非常に大きい。しかるに、政府の財政基盤が弱く、また、国土が広大であるために政府による対策が十分に機能していない。

環境対策において、どこまで市場経済原則を貫くかは、中国にとって大きな問題に違いない。最近の中国では、近代経済学がよく学習されているが、市場経済を理論通りに信じて単純にこれを礼賛するのではいけないだろう。最近では、経済学者の間では、市場主義、効率主義に立脚した米国流の環境管理のアプローチを支持する空気が優勢である。たとえば、地球温暖化対策のための排出権取り引きの導入がその好例である。中国国内でも、こうした米国流の手法がよく学習されているが、これがはたして中国の実態に適したものかどうかについては吟味を要する。その際にも、日本自身が採用してきたさまざまな手法の合理的、客観的な評価が必要である。筆者が特に関心を抱くのは、現在の日本では既にその役割を終えたかの感のある政府系金融機関（公害防止事業団（現在は環境事業団）や日本開発銀行）が過去に果たした効果的な役割である。米国流の処方箋では、こうした日本的仕組みは市場経済の効率を損なうものと評価されてしまいそうであるが、そのプラス面については再考を要すると思われる。

東アジアの広域的な大気汚染問題をめぐってこれから論議を呼びそうなのが、PPP（汚染者負担原則）か VPP（被害者負担原則）かというテーマである。貧者が汚染の原因者であり、富者がその被害者である場合には、PPP をふりかざしても一向に対策は実行されず、むしろ VPP の方が迅速に対策が実行され、結果的には両者全体の厚生水準は高まるかもしれ

れない。日本は、円借款等の ODA によって、中国の環境保全対策に多額の援助を実行しているが、これも観点を変えれば VPP に基づいて考えた方が理解しやすいかもしれない。

8. 日本の政策手法：協調的アプローチ

環境政策における日本的なアプローチとして注目されるのが、政府と企業との協調に基づくさまざまな施策の実施である。米国では、市場メカニズムを利用した経済的手法が、環境問題を含め、さまざまな問題の解決に最も効率的であるという信仰が強く、政府と民間の関係も相互不信と対立の図式で理解されるのが普通である。実際、日本における政府の民間企業への行政指導の弊害は広く指摘されているとおりであり、政府による過剰な介入や保護は、民間企業の主体性を損ない、環境対策への意欲をも減退させる恐れがある。しかし、政府と企業の二人三脚によって効果的な環境対策が実行されたという事例も多い。厳しい緊張関係の上で、行政と企業とが、どこまでの対策なら実行できるか、また実行できないかを真剣に話し合っ て対策レベルを決めていくという手法が、日本では頻繁に採用されてきたし、それが成功したケースも多い。地方自治体と企業との公害防止協定に、その例を見ることができる。これを、肯定的に評価すべきか、時代遅れのシステムと見るかは、意見の分れるところである。

対策を要求する政府とそれに抵抗する企業という対立図式では、ゲーム理論でいうところの囚人のジレンマ、非協力的関係に陥ってしまっ て、そのために浪費する交渉コストが大きなものになってしまう。迅速に最善の対策を実行に移すためには、両者が協調の選択をする方がよい。日本では、深刻な公害被害の発生を眼前に見て、政府、特に地方自治体と企業とが協調することで問題解決に成功したと言える。

政府と産業界・企業との話し合いによる問題解決法は、最近欧州諸国において自主的アプローチ（ボランティア・アプローチ）として注目され、具体的に色々な手法が採用され始めた。日本の公害防止協定もその視点から再評価されようとしている⁸。欧州では、米国流の市場主義とは空気が違っ ていて、自主的アプローチに一定の肯定的な評価を与える論調が強い。しかし、政府と企業との密室的談合では困るのであり、先に述べたような政策評価のクライテリアや、システムの透明性、情報の公開性、議会制度との関係からその評価が求められている。

日本では政府と企業が協力して対策を実行したと言っ ても、常に協調が選択されたわけではない。国と産業界の間では、しばしば大きな対立が生じ、政府部内でも省庁間の対立によって無駄なコストが払われてきた。

9. ダイナミックな経済効率性

(1) 環境規制と経済、技術開発

厳しい公害規制が実施されようとしていた 1960 年代から 70 年代にかけて、規制は経済成長を減速させ、国際競争力を弱めるとの論拠から、一部の産業界には激しい抵抗があっ

た。結果的に見れば、厳しい規制はかえって日本企業の技術力を高め、国際競争力を強化させることになった。しかし、すべては結果論である。1960年代末から70年代初めにかけては、電力、鉄鋼、石油化学、紙・パルプ等の産業で全面的に脱硫装置を導入するとなれば、経済成長を減速させ、日本の産業は国際競争の中で生き残れなくなってしまうという主張も相当に強かったのである。これとよく似た議論が現在の韓国で展開されているのは、国の経済発展段階と環境対策の関係を考える上で示唆的である。

厳しい環境規制が経済にプラス効果をもたらしたことがあったという日本の経験がどこまで一般化可能かについては、簡単な結論は下せない。しかし、環境規制の内容を肯定的に評価すれば、それは産業の新しい発展方向を示す指針であり、新しいビジネスチャンスを創り出すものでもある。消費者のニーズに合ったさまざまな製品やサービスを生産するのが企業の役割だとすれば、良好な環境を求める人々のニーズに応えることも立派な生産活動であり、そこに環境産業の大きな発展可能性がある。さらに論を進めれば、そうした環境産業を経済活動の中に内在化させることによってしか、経済と環境の両立した発展はあり得ない。それが簡単にそうならない大きな理由は、物質的に見た生活レベルが低い間は、一般に環境という財に対する人々のニーズが小さいという事実とともに、環境という財の特殊性がある。

(2) 技術のポテンシャル

現在、人類が直面するさまざまな環境問題の中で重要な位置を占めているのは、環境中に蓄積される一方の廃棄物の問題（大気汚染、水質汚染、固体廃棄物）である。この問題解決のためには、法律による規制、経済的手法、教育などのさまざまな手段が動員されなければならないが、最終的に問題を解決するのは技術である。

資源の投入とそれとともに発生する環境負荷を極力小さくしながら、生産あるいは社会的厚生を最大にすることが求められている。この問題を考える上で、資源の投入量（あるいは環境負荷発生量）当たりの生産高（あるいは社会的厚生の水準）を、技術の効率として定義してみよう。この効率を出来るだけ大きくすることが求められるわけであるが、これには概念的に次の5つの可能性レベル（ポテンシャル）が考えられる。その概念を図示したのが図1である。

- ① 市場ポテンシャル (Market Potential) : 現実に実現している市場条件の下で実現可能な効率。
- ② 経済的ポテンシャル (Economic Potential) : 現実の市場の欠陥を是正し、市場の効率を可能な限り向上させることによって達成可能な効率。
- ③ 社会経済的ポテンシャル (Socio-Economic Potential) : 政府による普及啓発活動や環境保全に対する市民の関心の高まりといった効果によって、経済的ポテンシャルからの価格バリエーションを乗り越えて達成される効率。
- ④ 技術的ポテンシャル (Technical Potential) : 現在の最善技術で達成可能な効率。

⑤ 物理的境界 (Physical Limit, Thermodynamic Potential) : 熱力学第二法則 (エントロピーの法則) によって許容される技術の究極的境界。

これは、温暖化対策技術の評価をめぐって現在 IPCC (気候変動に関する政府間パネル会合) で展開されている議論に立脚するものであるが、この概念は、地球温暖化対策以外のあらゆる環境技術、たとえばエンドオブパイプ型の汚染除去技術、リサイクル技術などにもあてはまる。そして、この効率を現在の4倍、さらには10倍にまで高めようというアイデアとして、「ファクター4」や「ファクター10」、9,10 さらには「ゼロエミッション」という標語が提案されている。

(3) 技術の普及

同じ技術でも、その国の経済レベル、技術進歩によるコストダウンなどによって、その位置づけは変わってくる。つまり、ある技術がどの位置付けにあるかは、その国の経済力とその技術のコストとの相対的關係によって決まる。一般的には、当初、研究開発段階の技術的ポテンシャルでしかなかった技術が、その普及とともに、コストダウンし、市場ポテンシャルの水準にまで一般化する。日本における排煙脱硫を例にとれば、1960年代末においては、技術的には可能であってもコスト的にみて広く導入するのは困難な技術であった。しかし、1970年代に入ると、研究開発が進み、深刻な大気汚染の状況を考えると、コストは高くとも導入せざるを得ないと決断が求められた。この時期の排煙脱硫は社会的ポテンシャルのレベルにあったと言えよう。その後、1970年代後半になると、脱硫装置は広範に普及し、それとともに技術も進歩し、コストも低下した。1980年代に入ると、それまでは困難と言われていた石炭燃焼ボイラーの排煙脱硫も可能となり、経済的ポテンシャルからさらに市場ポテンシャルの水準にまで一般化した。排煙脱硫より遅れて導入・普及した排煙脱硝についても同じような変化が見られた。

地球温暖化対策でも、これと同様の変化がみられる。住宅の屋根に設置する太陽電池パネルは、家庭部門における商業電力消費の抑制に大きな可能性を持っているが、太陽エネルギーから電力への変換効率は現在のところ20%ぐらいであり、たとえ全家庭に技術が普及したとしても、それによって実現できる効率には限界がある。それが現在の技術的ポテンシャルであり、技術開発とは、この技術ポテンシャルを高め、物理的境界に可能な限り接近するための努力であると言える。他方、現在のところ、住宅における太陽エネルギー利用のための設備費は相当に割高のため、その普及率は非常に低い。これが現状での市場ポテンシャルである。

太陽電池パネルの価格を下げる方法としては、原料調達、流通などのコストを可能な限り効率化することが考えられる。また、電力事業等における規制緩和によって、家庭で生産した余剰電力の販売が認められれば市場の効率はさらに向上する可能性がある。こうして実現可能なレベルが経済的ポテンシャルである。もし各家庭がただ単に最も安く電力を利用することしか考えないとしたら、太陽電池パネルの普及は経済的ポテンシャルのレベ

ルで止まってしまう。しかし、地球環境のために、たとえ割高でも太陽電池パネルを設置しようという家庭が増えたり、政府が普及のための補助金を用意したりすれば、経済的ポテンシャルより以上の普及が期待され、これが社会経済的ポテンシャルである。

さて、環境対策技術の選択について、上の議論とよく似た問題は随所で起こっている。発展途上国の場合、総じて市場ポテンシャルは非常に低い水準にある。日本の経済力、技術力では市場ポテンシャルのレベルにある排煙脱硫技術も、韓国あたりでまだ社会経済ポテンシャルのレベルであり、中国になると技術的ポテンシャルとしてしか認識されていない。したがって、環境対策技術の普及のためには、「国の経済力を高めること」と「技術のコストを下げること」の両面から戦略を考える必要がある。日本は大気汚染対策では世界的にも優秀な技術を持っている。しかし、発展途上国の経済レベルから見た場合、その価格は高い。発展途上国の経済力、技術力に見合ったローコストのローカルテクノロジーの重要性が指摘される。日本の技術者も、この視点から、現地の技術者と共同で作業することが求められる。

公害対策技術を、生産技術の一部と考えるか、それとは性格の異なるものと見るべきかについては議論の余地がある。日本の ODA（円借款）でも、公害対策は他の生産力拡大投資とは区分して、特別の優遇的低金利を適用している。発展途上国の間では、現在先進国が保有する公害対策技術を、優遇的に（つまり、出来るだけ低い価格で）発展途上国に移転すべきだという要求が高まっている。公害対策技術は、汚染に苦しむ発展途上国の人々の福祉向上、人道的援助のために必要という側面がある。しかし、実際には、生産拡大が公害を深刻化させている面も否定できず、環境援助が生産支援につながる面もある。また、環境対策には、エンドオブパイプの対策とともにクリーンテクノロジーへの転換（生産工程の改善）が重要であり、この段階では環境対策と生産増強とが一体化して区別がつけにくくなる。

要するに、厳しい国際経済競争の立場からは、将来的には生産の競争相手となるかもしれない国に対してどれだけ真剣に支援できるかという問題になる。地理的に隣接しあった東アジア経済圏の中で、この問題をどう考えるかは大きなテーマであるが、1つの参考になるモデルはドイツの対東欧環境協力であろう。同じ経済圏の中で、将来的にはイークォルパートナーとなる相手として考えていく姿勢が求められるのである。

10 対策コスト

(1) 環境対策のマクロ経済影響

環境対策のためのコストが国のマクロ経済に及ぼす影響は確かにあるが、しばしば喧伝されるように大きなものではない。その影響には、マイナス面ばかりではなくプラスもあり、その影響を他の因子による影響と明確に分離して検出することはできなかった。これは、1980年代初めに OECD において行われた分析の総括である¹¹。それでも、環境保全への投資が経済成長にマイナスの影響を及ぼすとの論議は後を立たない。国民の健康や生

態系破壊を放置して経済成長だけを追及することの誤りは自明であるから、経済成長に及ぼす影響の大小を議論して、それによって政策が左右されるとすれば残念である。ただし、ここで必要なのは、同じ費用をどこに何のために使用するのが一番効果的という意味での効率性の議論である。

環境問題と言えはまず大気汚染と水質汚染、次に固形廃棄物問題である。この順番は、汚染物質の拡散の容易さの順番通りである。ここで、それぞれの対策にどれだけの費用がかかるかであるが、以下に記すとおり、日本の経験に基づけば、過去 30-40 年ばかりの間に、大気汚染対策装置のために投資された金額は約 5 兆円、これに対して下水道整備のための費用は 70 兆円に達している。これ以外に、産業部門での排水処理のための投資もあった。結論を言えば、大気汚染対策も大変であるが、都市生活排水処理のための下水道を含めた排水処理対策の方がはるかに巨額の資金を必要とすることである。そして、大気汚染対策は基本的に PPP 原則によって民間企業の責任であるが、下水道整備となるとパブリックセクターの役割が大きく、政府や自治体に資金がなければ対策は進まないことになる。

他方、固形廃棄物対策の面では、消費生活から発生する生活ごみについて製造者責任の考え方が生まれていることである。日本では、生活ごみ（一般廃棄物）の処理は自治体の責任と考えられてきたが、ドイツでは 1994 年の循環経済廃棄物法によって、ごみの処理は自治体と産業（製造者）による 2 つの回収・処理ルートによって行われている。この考え方が浸透すれば、ごみ処理サービスの民営化が効率的なシステムとして導入される可能性がある。

（2）大気汚染対策：日本の経験

日本における 1966 年から 1995 年までのおよそ 30 年間ににおける大気汚染防止対策装置の生産額（支払ベース）を単純に合計すると約 4.7 兆円に達する。その内訳は、集塵装置が 1.6 兆円、排煙脱硫 1.0 兆円、重油脱硫 5,770 億円、排煙脱硝 3,860 億円などである。集塵装置は、大気汚染対策の一番基礎になるものであり、これが全体の約 3 分の 1 を占める。

日本においては、1960 年代前半においては、汚染の激しい地域では硫黄分の少ない原油の生だきが行われた。次いで、1967 年から、原油の精製過程で重油中の硫黄分を除去する重油脱硫技術が導入された。重油脱硫のための設備投資は 1966 年から開始され、1967 年から 1976 年の 10 年間で約 3 千億円に上った。これによって、重油中硫黄分の約 45% が除去できた。重油脱硫の導入によって、1966 年以前は平均 2.6% であった重油中硫黄分が、1970 年には 1.93%、1973 年には 1.43% にと急速に低下した。しかし、重油脱硫によって重油中の硫黄分を減らすには技術的な限界があり、環境基準達成のためには排煙脱硫の導入が不可避となった。また、それと並行して、1969 年から天然ガスの輸入が開始された。

これに対して、排煙脱硫設備への本格的な設備投資は 1970 年に開始された。その金額は、1970 年に 36 億円、1971 年に 82 億円、1972 年に 150 億円、1973 年に 378 億円と増大し、

1974年に1467億円と一挙にピークに達した。その後1975年に950億円、1976年に980億円と大きな額を記録した後、1980年代前半には毎年300～400億円のレベルにあった。その後、1990年代に入ると、1970年代に設置された装置の更新期に入ったこともあり、1993年は700億円、1994年は675億円と金額が大きくなっている。

また、1990年代に入ってから、1970年代半ば以下少なくなっていた重油脱硫への投資が再び活発になっており、1991年～1994年の総額で2,102億円を記録している。

以上は、設備費だけからマクロ的に見た硫黄酸化物対策費用の概要であるが、これをミクロ的に分析するには、建設費（設備投資費用）だけでなく、運転費も含めた計算が必要である。こうした計算例として、ある火力発電所（発電容量300MW、排ガス量100万立方メートルの重油火力発電所）のモデル的な結果を引用すると、重油（重質油）を燃料として、石灰石膏法によって排煙中のSOX濃度を2,000ppmから200ppmにまで脱硫する場合の費用は消費する重油1トン当たり2,600円と見積られている。ちなみに、1993年のC重油の卸売り価格が1キロリットル当たり約19,000円であるから、重油価格の10%以上が脱硫のためにかかることになる。また、重油の硫黄分濃度を1.5%程度とすれば、硫黄1トン当たりを除去する費用が約20万円という大きなものになる。排煙脱硫のみならず、集塵、排煙脱硝も含めた対策費用合計の試算では、発電電力量1キロワット時当たり、1.35円である（表5-2参照）。これは、あくまでもひとつの試算例に過ぎないが、現在、火力発電による発電原価が1キロワット時当たり、約10円なので、その約13%に相当する。

以上に示したとおり、日本において硫黄分を含む化石燃料を燃焼する場合には、その硫黄含有量に応じたコスト負担が必要であり、その額は、燃料価格そのものの10～20%にも相当する。これはマクロ経済に対して燃料価格の上昇とほぼ等価の影響を持つと考えられる。ここで、C重油の卸売り価格の推移を見ると、1973年9,100円だったものが、1974年には19,300円に急上昇し、1982年に61,400円とピークを記録した後、1990年代に入ってから2万円前後と低い水準にある。大気汚染対策コストがマクロ的に見て日本経済に大きな影響をもたらしたかどうかについては、精密な検証が必要である。しかし、石油危機後に石油価格がこのように大きく変動していることを考えると、硫黄対策コストの影響はこの変動による影響に吸収された部分が大いと言えよう。

大気汚染対策のコストとその経済影響について概括してみたが、コストの持つ国民経済的な意味を考えるには、例えば、低硫黄化対策に伴う重油コストの高騰が省エネを誘導する効果や、対策によって回避された健康被害の評価も必要である。また、経済成長に伴って発生する被害とそれを回避するために実施する対策の効果についての動学的な分析が求められる。

（3）下水道：日本の経験

都市の排水処理において決定的に重要な役割を果たしているのが下水道であり、現在、その普及率（人口普及率）は全国で54%、指定都市では96.7%に達している。しかし、日

本で本格的な下水道整備が開始されたのは決して古いことではなく、1963-1967年（昭和38-42年）を対象期間とする第1次の下水道整備五箇年計画が開始されてからであるから、その歴史はまだ40年弱でしかない。そして、その第1次計画の最終年であった1967年当時の下水道普及率は、全国のおよそ11%に過ぎなかったのである。現在は、1996-2000年を対象とする第8次計画が推進されているが、第1次から第8次までの全計画期間（1963-2000年）を通しての事業費（実績額）の合計は71兆円に達している。

下水道整備に関する日本の経験は、都市環境インフラ整備にかかるコストの膨大さとともに、それに要する年月の長さについても示唆的である。指定都市でこそ100%近くに達した普及率ではあるが、人口30-100万人の都市で62.0%、5-30万人の都市で52.1%、5万人以下の都市では23.7%でしかないのである（1995年）。人口の集中した大都市では、下水道による集中的処理が合理的であるが、人口密度の低い小都市や農村地域での下水道整備は費用的に効率的ではなくなり、より小規模な農業集落排水施設（コミュニティ下水道）や合併浄化槽などの設置をあわせて実施していかなければならない。

韓国では、1980年頃から本格的な下水道整備がスタートしているが、人口密度、土地利用状況などの条件が日本と似ており、普及率の増加カーブも日本の経験に似ている。これが中国となると事態は大きく異なる。大きな人口を抱える大都市が多いにもかかわらず、近代的な下水道建設はほとんど実行されていない。最も経済が発展している北京や上海のような都市でも、排水のほとんどは運河や水路を通して川に流しているだけである。一部地区についてのみ管渠が設置されているが、汚水の処理は一次処理か簡単な二次処理の程度である。海から離れた内陸に多くの人口を抱える中国の場合、汚水は川に流され、それは支流から本流へと注ぎ込むから、黄河、淮河、揚子江などの大河の汚染が進んでいる。その一方で、黄河水系では流域の水消費量の増大とともに渇水が頻繁におきるようになっている。河川の流量が減ると、都市の排水は土壌や地下水を汚染することになる。また、太湖のような湖の汚染が深刻化している。

（4）ごみ処理：新しい挑戦課題

ごみを焼却によって減量化し、衛生的に埋め立てようという処理方針をとっているのは、世界中で日本だけだと言ってもよい。酒井伸一氏の近著12によれば、日本国内の焼却施設は1841（1991年）もあるのに対して、米国は148、ドイツは53でしかない。これは、国土利用の形態、海岸及び内陸のごみ埋め立て適地の状況によるものであるが、日本のごみ処理方法は必ずしもアジアの他の国々にとって良いモデルかどうかは分からない。少なくとも、相手がそう思ってくれるかどうかは分からない。焼却・エネルギー回収（サーマルリサイクル）を重視する日本と、物質を物質として回収（マテリアルリサイクル）を重視するドイツとでは、基本の理念が大きく異なる。

中国と韓国のごみ処理施設を見学したことがあるが、そこでは、ごみの山の中で人手で有価物回収を行っており、低い煙突でバッチ式の原始的な焼却炉が目についた。経済成長

を達成し、国土も狭い韓国でのごみ処理問題は日本と非常によく似た様相を呈している。これに対して、中国では下水道の普及もまだまだであり、近代的なごみ処理施設にまでは手がまわっていない。

ごみ処理という業を1つの産業、すなわち「環境産業」として発展させようという革新的なアイデアが北九州市を舞台に展開されている（）。増大一方のごみを効率的な技術で処理するというだけでなく、経済システムの中での資源循環の構造を根本から変革することが重要である。日本で生まれた新しい方式がアジア諸国に移転できることになれば大変すばらしいことである。

1 1. おわりに

日本の国民一人当たり名目 GNP は、現在（1996 年）は4万ドルを超えているが、過去を振り返ると、1970 年で 4920 ドル、1980 年で 10390 ドルというレベルであった。これに対して、現在（1996 年）のアジア諸国の値は、韓国 10610 ドル、マレーシア 4370 ドル、タイ 2960 ドル、中国 750 ドルである。中国の場合、沿海地域に注目すれば、その所得レベルは全国平均の4、5倍の大きさである。経済の発展段階を見る指標として国民一人当たり名目 GNP が適当かどうかについては議論があるが、東アジアの多くの国のレベルが、1960 年代から 70 年代の日本に近いが、場合によってはそれを超えるレベルにまで到達したとの評価は多分あたっているであろう。これは、各国が、産業公害対策について、1960 年代から 1970 年代において日本が直面したのとよく似た状況におかれていることを意味する。

各国の経済レベルに関する上の考察は、各国の実力を過大評価しているかもしれない。しかし、対策の遅れという日本が犯した失敗を回避するには、できるだけ早い段階で対策を実行すべきである。これは、日本の経験から発する各国へのメッセージである。

20 世紀後半、半世紀足らずの短い期間において、人類は経済成長と環境問題をめぐる大きな変化を経験した。1990 年代においては、さまざまな環境問題の中でもとりわけ地球温暖化、熱帯林、生物多様性のような文字通り地球規模の問題に人々の関心が集中した感がある。しかし、発展途上国にとってはまず経済成長が優先である。それは必ずしも環境無視を意味するものではなく、経済成長なしでは環境保全もあり得ないという、ある意味では当然の考え方である。経済成長の実現過程の中に環境への配慮を組み込んでいきたいという意思と意欲は各国とも持っている。しかし、その具体的な方策についての有効な処方箋がなかなか書けないでいるのが実情である。

20 世紀最後の四半世紀におけるアジアの経済発展は目覚しく、工業生産拡大と都市への人口集中にともなうさまざまな環境問題が一挙に顕在化、深刻化することになった。各国におけるこれまでの工業化と経済成長の実績は、環境問題の拡大をもたらした一方で、問題に対する取り組みについての希望を抱かせるものでもある。

北九州市は、公害問題におけるその経験を生かし、21 世紀型の環境産業都市への転換を

目指しつつある。そのための多彩な取り組みの一環として、北九州市公害対策史の編纂が実行に移されているのは慶賀にたえない。これによって、市役所や企業の内部に埋もれていた貴重な史料が発掘され、一般の目に触れることは有意義なことである。しかし、本論で述べたような視点からのシステムの評価はこれからの課題である。

参考文献

- ① 地球環境経済研究会編著「日本の公害経験」合同出版、1991
- ② 日本の大気汚染経験検討会編「日本の大気汚染経験」公害健康被害補償予防協会、1997
- ③ S. Matsui, H. Imura and M. Tanaka: "Environmental Pollution Control, the Japanese Experience", United Nations University, 1993
- ④ World Bank: "Urban Environmental Management in Japan", 1986
- ⑤ OECD: Guidelines for the Application of Economic Instruments in Environmental Policy, Background Paper Number 1, Environmental Committee Meeting at Ministerial Level, January 1991
- ⑥ OECD: Recommendation of the Council on the Use of Economic Instruments in Environmental Policy, 1991
- ⑦ OECD 編・環境庁国際課監修「OECD レポート：日本の経験—環境政策は成功したか」(財)日本環境協会、1997
- ⑧ Hidefumi Imura: "The Use of Voluntary Approaches in Japan-An Initial Survey," OECD Environment Directorate, 1999
- ⑨ エルンスト・Vフォン・ワイツゼッカー、エイモリー・B・ロビンス、L・ハンター・ロビンス「ファクター4『豊かさを2倍に、資源消費を半分に』省エネルギーセンター、1998
- ⑩ F. シュミットブレーク「ファクター10『コ効率革命を実現する』シュプリングー・フェアラー東京、1997
- ⑪ 井村秀文「地球温暖化の経済影響をめぐって」季刊環境研究、No.89、pp.68-80、1991
- ⑫ 酒井伸一「このままだと「20年後のゴミ」はこうなる」カタログハウス 20年後シリーズ No.10、カタログ
- ⑬ 環境庁「平成10年版環境白書」大蔵省印刷局、1998

第2章 東アジアの環境問題発生歴史的過程：日本・韓国・中国の比較

九州大学工学部教授 井村 秀文

九州大学大学院工学研究科 小林 周平

1. はじめに

日本、韓国、台湾、ASEAN 諸国、中国を含めた東アジア諸国の経済発展パターンについて、相互にある程度の時間差をもった類似性が見られることは、「雁行発展パターン」として論じられてきたところである(1)。日本の高度経済成長は 1955 年頃に始動したが、約 15 年遅れの 1970 年ごろから韓国経済の躍進が始まり、1980 年代には改革・解放路線に転じた中国の急速な経済発展が始まった。各国で進行している重化学工業化、エネルギー・水資源等の需要拡大、都市化、モータリゼーションなどのプロセスには互いに類似性が見られ、これにともなって、各国における環境問題の発生パターン（たとえば、産業公害の深刻化と対策の実施、都市化と市民生活向上にともなう都市・生活型環境問題の発生）にも類似性が見られる(2)。

とりわけ、日本、韓国、中国の3国は互いに地理的に隣接しており、経済関係の緊密度が増すとともに、環境面でも多くの問題を共有しあうようになっている。日本と韓国はいずれも人口密度が大きく、石油等の資源を海外に依存し、輸出の中心となっている工業製品の品目にも類似性が見られることから、環境問題の発生メカニズムと内容にも似た点が多い。これに対して、中国は、日韓両国に比べればはるかに大きな国土と人口を持ち、全般的な経済発展のレベルは日韓とはかなり異なるものの、沿海地域にある上海周辺、広東省等の特定の地域に着目すれば、その経済成長の速度は急速であり、日韓とよく似た状況が展開しつつある。

3国が相互に一衣帯水の地理関係にあることは、一国の汚染が他国にも影響を及ぼすことを意味する。これは、東アジアの広域的な酸性雨問題の例に見られるように、既に現実の問題となっており、1999年1月には日中韓3国の環境大臣会議がソウルで開催され、今後も定期的な会合がもたれる見込みである。このため、本稿では、日本、韓国、中国の3国に焦点をあてて、1960年代以降の各国の経済発展の軌跡とその環境問題の歴史を振り返ってみる。ただし、限られた紙数で詳細を論じることは不可能なので、あくまでも概括的なレビューに過ぎないことをお断りしておく。

2. 比較考察の視点：DPSEI モデル

日韓中の環境問題の歴史に関する比較分析は既にいくつか試みられてはいるが、まだ必ずしも総合的、包括的な分析が完成したとは言いがたい。また、急速な経済情勢の変化の中で、焦点となる問題そのものが目まぐるしく変化しており、確立した評価が下せる状況でもない。こうした事情ではあるが、本稿では、環境問題の発生をもたらしている要因

(Driving Force : 駆動力)、環境への圧力・負荷 (Pressure)、環境の状態 (State)、環境への影響 (Effect)、問題への対応・対策 (Response) の各因子 (D-P-S-E-R) について、1960年代以降における日韓中3国の歴史を振り返ってみる。

環境問題は様々な要因が複雑に相互関連しあって引き起こされるため、現象メカニズムを体系的に整理し分析することが必要である。D-P-S-E-Rモデルは、様々な要因の関係を体系的に整理するための1つの枠組みであり、これに沿ってさまざまな環境指標を整理する試みもなされている。以下では、この枠組みによって3国の経済発展と環境問題の発生、その対策の導入・実施に関する歴史的過程を比較し、相互の共通性と相違性について考察する。ただし、紙数の制約もあるので、環境負荷Pとしては大気汚染の原因としてのエネルギー消費量、自動車保有台数、都市人口に着目する。また、環境状況Sについても、主に大気汚染に着目する。

3. 環境問題をもたらした要因 (Driving Force)

日本の高度経済成長は1955年頃に始動したが、それを可能にしたのは中東からの安価な石油の大量輸入であった。戦前からの四大工業地帯に加えて、全国各地に工業整備特別地域、新産業都市が建設された。海岸埋め立てによって港湾施設と石油コンビナートを建設するのが典型的な開発パターンであった。工業、特に重化学工業を中心に量産型技術革新による大型化、高速化、連続化が行われ、エネルギー・原材料を輸入し製品を輸出する加工貿易と内需の拡大によって高度経済成長が成し遂げられた。1970年代に入ると、機械産業などの組立型工業やサービス業への構造変化がおり、経済も安定成長期に入った。また、二度のオイルショックを契機に、省エネルギー型の産業構造への転換が進んだ。1980年代は、サービス業への構造変化が一層進み、製造業では高付加価値型の製造業種が発展した。1980年代後半から1990年代には、円高、労働コストの高騰、貿易摩擦などの理由で企業の海外展開が相次ぎ、国内産業の空洞化が問題となった。

韓国では、1960年代に、繊維工業等の軽工業を中心とした工業化が行われた。京仁、蔚山地域では大規模な工業団地造成が行われ、軽工業を中心とする労働集約型の工業化が行われた。これらの工業化は輸出主導のもとに行われ、後の重化学工業化の基となった。1970年代に入ると、政府による民間大企業の育成によって、鉄鋼、石油化学などの基礎素材産業を中心とする重化学工業化が行われた。1980年代には、円高に伴う輸出先導型での工業生産が増加したが、1980年後半には、賃金上昇と共に労働集約型産業の国際競争力が低下した。1990年代にはサービス業への移行がおり、輸出主導とともに内需拡大が進んだ。

中国では、新中国成立後、1950年代から、重工業重視の工業化が行われた結果、1960年における重化学工業の比率は66.6%と高かった。社会主義理念の下に、産業ワンセット主義がとられ、省、地区、県ごとに重化学工業—軽工業—資源産業のセットが形成された。県レベルではセメント、鉄鋼、農業、化学、機械等の5つの部門が「五小工場」と呼ばれていた。しかし、対外的に孤立した閉鎖的な経済体制の下で、産業の近代化は進まず、文

化大革命の混乱もあって生産は停滞をみた。この時代に工業の近代化が進展しなかったことは、その後も老朽化した生産設備を保持し続け、以後の環境対策を困難にする原因ともなった。

1979年に改革・解放路線が開始され、経済特別区や沿海開放都市の設置、外資や先進技術の導入が積極的に行われた。1990年代に入ると、上海浦東地区の対外開放や長江沿岸都市の開放など、全方位開放政策がとられるに至った。これらの政策によって、輸出及び内需向けの軽工業・機械工業が発展するとともに、国内インフラ整備に必要な基礎資材需要も拡大したため、それまで低迷していた重化学工業の生産も急拡大することになった。1992年、社会主義市場経済という理念が発表され、市場経済化に向けた流れはさらに加速されることになった。1997年秋の第15回党大会では、江沢民国家主席が、株式会社など非国有部門を国有企業に変わる新しい牽引役と位置付け、国有企業の効率運営を促す方向性を示した。

環境問題、特に大気汚染、水質汚濁等の公害問題の重要な発生原因として注目されるのは、鉄鋼、石油化学、セメント等の重化学工業である。日本は1970年代前半までは重化学工業を中心とした産業構造であった。しかし、その後は機械工業など加工組立型産業の発展やオイルショックによって省エネルギー型の産業構造へと変化した。これに対して、韓国は1970年代以降、重化学工業への依存度を増している。韓国産業は、自動車や半導体、電子機器などの分野でも目覚ましい発展を遂げており、我々はこれに幻惑されがちなのであるが、実際には重化学工業化依存の韓国経済の体質はむしろ顕著になっている。中国においても、急速な経済発展と需要の増大によって重化学工業の生産量は増加の一途をたどり、粗鋼生産高では1996年に日本を抜いて世界第1位となった。このように、韓国、中国はますます資源・エネルギー多消費型の産業構造へと傾斜している。

一般に、重化学工業は資源多消費型、汚染発生型ではあるが、工場の規模も大きいだけに、集約的な汚染対策を実行しやすい部門でもある。日本の実績が示すとおり、近代的な設備投資と対策技術によって問題克服は可能である。しかし、厳しい国際競争に直面している部門であるため、経済発展の初期段階では、環境対策をなおざりにしてコスト削減をめざすことになりがちである。特に、中国の場合には、生産拡大を急ぎながらも、近代的な設備投資は遅れており、資源・エネルギー効率が極端に悪い老朽施設が多数存在して環境汚染源となっている。しかも、全国に散らばる小規模な工場が多いことが対策を困難にしている。

4. 環境への圧力 (Pressure)

日本では、1950年代後半から1960年代の工業生産拡大期において、そもそも環境問題に対する認識が全く欠如していたため、煤塵やSO₂といった大気汚染物質が大量に排出される結果となった。エネルギー消費量（一次エネルギー換算）は、1961年の9,300万トン（石油換算）から1994年の4.8億トンへと急増した。全国でのSO₂排出量は60年代後半

において 500 万トン弱に達したと試算される。この値は、1980 年代以降は 70-80 万トン程度にまで低下している。経済発展とともに、大都市、特に首都圏への人口集中が進んだ。1970 年代以降、モータリゼーションも急速に進んだ。

北九州市における降下ばいじん量、SO₂ 発生量の経年変化を図 2 に示す。1950 年代から 1960 年代初めまでは、まだ石炭消費量が多かったこともあって、降下煤塵量が極めて大きく、1959 年に市平均で 294 トン/km² という値を記録している（1959 年以前のデータは不明。1975 年には 82 トン/km²）。他方、石油消費の増大とともに SO₂ 排出量が増え、1969 年には市全体で 16.7 万トンという大きな値になった（1969 年以前のデータは不明）。しかし、1970 年代入ると、低硫黄重油の使用、石油からガスへの転換等の対策によって SO₂ 排出量は減少し、1988 年の SO₂ 排出量は 3,500 トンあまりにまで減った。

韓国では、70 年代の重化学工業化によって、エネルギー消費量は、1971 年の 2000 万トン（石油換算）から 1996 年の 1.6 億トンに急増した。全国の SO₂ 排出量は、160 万トン（1994 年）と報告されている。表 1 に 1989 年以降の韓国都市の TSP、SO₂、NO_x 排出量を示す。蔚山、仁川等の工業都市では、海岸埋め立て地に、港湾とセットになった大規模な工業地帯ができ、日本の北九州、鹿島等によく似た光景が実現した。また、70 年代以降、都市への人口集中が進み、とりわけソウルへの一極集中が際立っている。1970 年に 41% であった都市化率は 1995 年には 81% に達している。輸出産業として自動車産業が急成長し、自動車保有台数が急成長した。その反面、地下鉄等の大量交通機関の整備は遅れ気味である。

中国では、工業の発展によりエネルギー消費量は伸び、1971 年に 2.4 億トン（石油換算）であったエネルギー消費は、1994 年には 7.9 億トンに増加した。そのうち、6.1 億トン（約 77%）は固体燃料であり、石炭への依存度が高い。このように、増大する一方のエネルギー需要の多くを石炭でまかなっていること、硫黄含有率の高い石炭が多いこと、さらに古い生産設備が多いことなどから煤塵、SO₂ の発生量が多い。中国都市の工業粉塵、SO₂ 排出量を表 2 に示す。工業粉塵は、発生量は大きいものの、回収量の向上によって大気中への排出量は年々減少傾向にある。北京、大連、広州、上海、成都、杭州、南京などの都市での SO₂ 排出量は 10 万トンをこえている（1992 年）。1980 年代以降の都市を中心にした経済発展は、盲流、民工潮といわれる農村から都市への急激な人口流入を引き起こした。全国の自動車保有台数はまだ多くないのであるが、都市内を走行する自動車台数は多く、交通信号システムの未整備もあって、大都市の道路は慢性的な交通渋滞である。

都市での環境負荷には、産業活動に起因するものと、市民の生活・消費に起因するものがある。日本では、京浜、阪神の工業地帯の例に見るように、かつては東京、大阪のような大都市域に工場が多くあり、工業都市型の問題と消費都市型の問題が同地域に同時に発生していたが、公害問題の発生とともに、都心の工場の多くは郊外に移転された。その一方で、都心には業務系施設が集中し、自動車交通量が急速に増大した。また、市民生活に起因する生活排水、都市ごみの負荷が増大した。結果的には、工業都市型の問題は 1970 年

代以降、急速に沈静化した一方で、大都市を中心に都市・生活型の問題が拡大し、それについては現在なお解決をみていない。

韓国でも、蔚山のような工業都市の問題とソウルのような消費都市の問題の間には比較的画然とした差が見られる。ソウルの場合には、自動車交通の渋滞が市民にとっての大きな関心事であるにもかかわらず、自動車排ガスによる大気汚染問題への関心は日本に比べて低いのが実情である。中国の場合には、都市の多くは工業都市であり、都市の内部と近郊に発電所、工場等が多数立地している例が多い。その上に、北部の都市では冬期の暖房からの負荷が大きい。燃料の約8割が石炭であるため、これが汚染源となっている。しかし、北京では、天然ガスへの燃料転換によって固定発生源からの汚染負荷が減り始めており、残された大問題は自動車である。重慶でも、天然ガスへの転換が検討されている。

5. 環境の状況 (State)

日本では、東京、大阪等の大都市の自動車沿道の多くの地域において、窒素酸化物の環境基準がまだ達成されていない。韓国の工業都市ではまだ硫黄酸化物濃度が高い。中国では、粉塵濃度がまだ非常に高く、健康影響の面ではまずその対策が必要な状況である。参考のため、日本（北九州市）、韓国、中国の都市における大気汚染の状況を図3、表3、4に示す。

日本の大都市では下水道整備によって都市内河川の水質はかなり改善し、多摩川に鮭が戻ってきたといったニュースも聞かれるようになった。しかし、中小都市や農村域における下水道整備には限界があり、琵琶湖をはじめとする湖沼の汚染は依然としてひどい。韓国の都市でも下水道整備が急がれているが、日本と同様その整備には時間がかかるため、水源ダム湖や沿岸域の水質は悪化している。中国の都市では下水道整備がほとんどなされていない上に、黄河流域等では流量が減っている。このため、河川と太湖のような湖沼の汚染が深刻化している。中国の都市に入って真っ先に体験するのが大気汚染であるが、次いで都市内の運河、水路、河川等の多くがドブ川のようになっているのに気づくことが多い。中国の都市の水問題、大気汚染問題については第4章、第5章で詳しく紹介されている。

6. 影響 (Effect)

環境悪化の影響は人体健康影響、生態系影響など広範かつ多岐にわたる。日本は、公害健康被害を身をもって体験した国である。大気汚染による四日市ぜんそく（1961）、水質汚濁による水俣病（1955）、イタイイタイ病（1957）、第二水俣病という四大公害病がその代表である（括弧内は最初の発生年）。

日本は、法律に基づき、公害による健康被害に対する補償を制度化している。図4に、硫黄酸化物による大気汚染と法に基づく補償給付金の推移を示す。大気汚染指定地域に居住する公害病認定患者に対して支払われた補償費は最高時には年間 1,000 億円を記録した

(1988年)が、汚染状況の改善にともない、大気汚染地域の指定は1988年に解除された。また、水俣病を引き起こした企業は現在もなおその補償費の支払いに苦しんでいる。

多くの場合、環境への影響は外部不経済であって、市場には内部化されない。したがって、その影響の金銭価値は、市場で取引される通常の財のように評価されない。これを何らかの方法で計測したり、評価しようというさまざまな試みがなされているが、その面で、日本における健康被害補償の実例は特異な意味を持っている。法律に基づく被害補償額が、汚染の本当の被害コストとみなされるかどうかについては多くの疑問はあるが、汚染による被害、あるいは汚染を除去することの便益を金銭的に評価する上での1つの参考として興味深い。

一方、産業排水、生活排水の流入による漁業被害として、閉鎖水域での赤潮発生があげられる。瀬戸内海では1970年頃から赤潮が発生しており、現在でも年間100件前後の赤潮の発生実件数が確認されている。図4に瀬戸内海における赤潮の実発生件数を示す。赤潮の発生に伴う漁業被害は、昭和47年7月(養殖ハマチ1,400万尾へい死、被害金額71億円)、52年8月(養殖ハマチ330万尾へい死、被害金額30億円)、53年7月(養殖ハマチ280万尾へい死、被害金額33億円)、57年8月(養殖ハマチ38万尾へい死、被害金額約8億円)および62年8月(養殖ハマチ190万尾へい死、被害金額24億円)には播磨灘を中心として、大規模な漁業被害が発生した(3)。

韓国では、政府の強力な産業政策で工業化が進められ、中核的な工業団地の多くも国営である。そこでの環境モニタリングも国主導で進められ、情報公開も遅れたままであった。新聞報道等によれば、工業都市周辺ではかなり深刻な汚染問題が発生し、健康被害も発生したことは想像に難くないのであるが、それらの事情はあまり公にされていない。産業公害による健康被害としては、1977年の光陽湾の汚染による眼病や皮膚病、1980年代の温水地区での「温水病」などがあるが、その実態は明らかになっていない。また、蔚山湾は、工業団地の開発以前には、韓国でも有数の漁場であった。それが、いまでは工場廃水によってすっかり汚染され、漁業はほとんどできないという状態に陥っている(4)。

中国では各地でかなり深刻なレベルの汚染問題が発生していることは、現地を訪問した専門家の目からはほぼ自明なのであるが、データの不足、調査結果の未公開のため、多くの実態は不明のままである。たとえば、東北地方では、1970年代初期に大連湾の汚染や第二松花江の水銀汚染がおり、第二松花江では日本の水俣病と同様の被害もたらされた。また、酸性雨被害の深刻な地域としてよく名前のあがるのが四川省の重慶であり、二酸化硫黄濃度や呼吸器疾患率などは、日本の四日市での最悪の時期よりも高い。さらに、山西省、四川省では工業汚染が農業に深刻な影響を与えている(4)。

産業公害による健康被害など重大な影響は、日本では1950~70年代に発生したが、その後の対策により1980年代以降新たな発生はほとんどみられなくなった。1990年代以降、様々な化学物質による汚染問題として、いわゆる環境ホルモン、ごみ焼却場からのダイオキシン等による健康被害が新たな問題として注目されるようになった。一方、韓国は、1970

年代以降の重化学工業化とともに健康被害などの影響が明らかになり始めた。早い段階から重化学工業化がすすんでいた中国では、改革・開放以前においても重大な影響が存在していたものと推測されるが、その実態が対外的にも公開され始めたのは1980年代以降である。とりわけ、1990年代になると、中国政府自身、深刻な環境問題の発生とその影響を隠さずに発表する姿勢を示し始めている。

7. 対応 (Response)

日本では、1960年代末から1970年代にかけて集中的に環境対策のための法とそれを実施するための組織・制度的な枠組みができた。当初は1949年の東京都公害防止条例など、地方自治体が先導となった。その後、全国的な公害被害の発生や住民運動の高まりとともに、1967年公害対策基本法制定、1971年環境庁設置など公害問題に対する法・制度が整備された。1990年代になると快適環境づくりなど新しい環境問題が取り上げられるようになり、地球環境問題の時代へと変化し、公害対策基本法の時代から環境基本法の時代へと大きく舵を切ることになった。技術面では、クリーナープロダクション技術の導入が1970年代に始まったが、これは2度の石油危機が動機になった面が大きい。下水道、都市公園等の都市生活インフラの整備は、他の先進国と比較すると現在も遅れている。

韓国では、1963年に既に公害防止法ができたが、経済成長第一主義の中、排出量の申告を義務づけるのみの形式的なものであった(2)。1980年代に入ってから、経済成長と環境との調和志向の政策がとられ、法・制度の整備が始まった。1980年に環境庁が設置され、1990年に環境処、1994年に環境部へ格上げとなった。また、1990年には環境政策基本法が制定された。1980年代から、経済成長と環境の調和志向のもとに、広域上水道、下水処理場、住宅建設等の生活インフラの整備が始まっている。経済的手法の利用も重視されている。

韓国の環境政策はもっぱら中央政府主導で進められたが、1994年にはようやく地方自治体制度の改革が行われ、地方自治体による環境行政がようやく第一歩を歩み始めた。現在の韓国には、先進国の仲間入りをして恥ずかしくない部分と、その裏に隠れた後進的な部分が同居している。所得向上とともに、韓国市民の環境問題への関心は高まりつつあるが、厳しい国際競争に残るためには、公害対策にあまり費用をかけたくないという産業界の声も聞かれる。公害対策の効果が十分にあがらないまま同時に生活環境、快適性、地球環境などの問題にも直面している。こうした韓国の実態は、正直な感想として日本の15~20年前の状況によく似ている。ただし、現在の韓国の場合、古いタイプの問題も、地球温暖化問題のような新しいタイプの問題も同時に扱わなければならないから、それだけ大変だと言える。

中国の場合、1970年代は環境行政の模索期であった。1973年に第1回全国環境保護会議が開催され、環境保護と改善に関する若干の規定を決定し、三廃（廃気、廃水、廃棄物）の総合利用が重視された。1980年代は環境行政の基礎づくり期である。1989年環境保護法が正式法となり、PPPの原則による環境対策（排污費）、三同時の原則などが導入された。

現在は、環境政策の効果がまだ十分とはいえ、国際社会からは地球環境問題への対応も要求される状況である。技術的には、現在も古い生産設備が多く使用されていること、さらに多数ある小規模工場が汚染対策不備であることが公害を悪化させる原因となっている。今後はエンドオブパイプよりはむしろクリーナープロダクション技術への飛躍が課題である。また、都市生活インフラの整備は1990年代以降の重要課題となっている。都市別で見ると、下水道延長距離が大きい都市は、北京、天津、慶州、武漢、重慶、瀋陽で、他都市は整備が遅れている。しかし、汚水の処理能力は全体的に低く、簡単な一次処理ぐらいしか行われていない。広大な面積、大きな人口を抱える中国での下水道建設には天文学的な費用が必要となる。時間をかけて壮大な努力を続ける一方で、低コストの技術の開発・導入も大きな課題である。

8. まとめ

本稿では、日本、韓国、中国の3国の最近における環境問題の歴史を比較しつつ振り返った。互いの歴史をレビューしあうことによって、啓発しあう部分が多いに違いないと考えるからである。

日本は1960年代中頃まで、韓国は1970年代までは経済成長重視の政策を取り、環境対策に関する法・整備は未熟なものであった。しかし、公害問題の発生などにより日本は1960年代後半、韓国は1980年代から法・制度の整備が始まり、経済成長重視から経済と環境との調和志向へと変化して行った。中国は、1970年代に環境政策の模索が始まり、1980年代以降、環境政策の整備が進んで行った。

技術面では、日本では1970年代、韓国では1990年代に入ってエンドオブパイプ、クリーナープロダクションの導入が進んだ。中国では、エンドオブパイプ、クリーナープロダクションのいずれも導入はこれからの課題であり、特に郷鎮企業など小規模工場への技術導入をどのように進めるかが問題である。

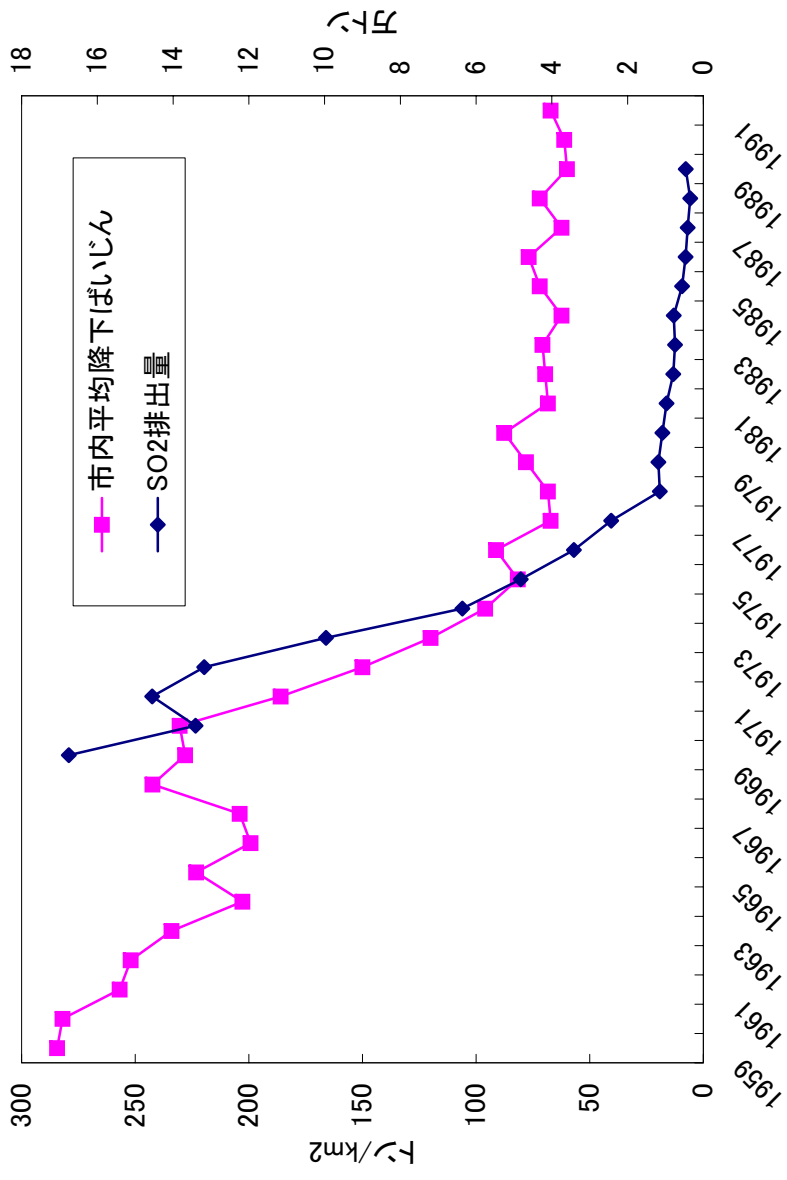
生活インフラの整備は、状況の違いはあるものの3国共通の課題である。下水道整備についてみると、日本は大都市での整備は進んでいるが、中小都市、農村等での整備が遅れている。韓国はソウルを中心に整備が進んでいるが、日本と同様に中小都市、農村等での整備が課題である。中国は、下水道延長距離だけをみると大都市を中心に整備が進んでいるが、処理能力が低くこれからの課題となっている。

生産設備の近代化が図られれば、環境対策も併せて実施可能である。日本、韓国ではそれが進んでいるが、中国では一部の工場を除いては遅れている。設備の近代化のためには、大規模集約化が必要であるが、もしこれが実行されれば不要労働力が大規模に発生し、大きな社会問題を起こしかねないという問題もある。中国の場合、農村部で数を増した郷鎮企業が余剰労働力を吸収し、地域開発にも貢献している。長江デルタや広東省などでは、成功した郷鎮企業の例がよく紹介される。しかし、その経営・資本の形態から考えると、進んだ環境対策の実施は簡単ではない。

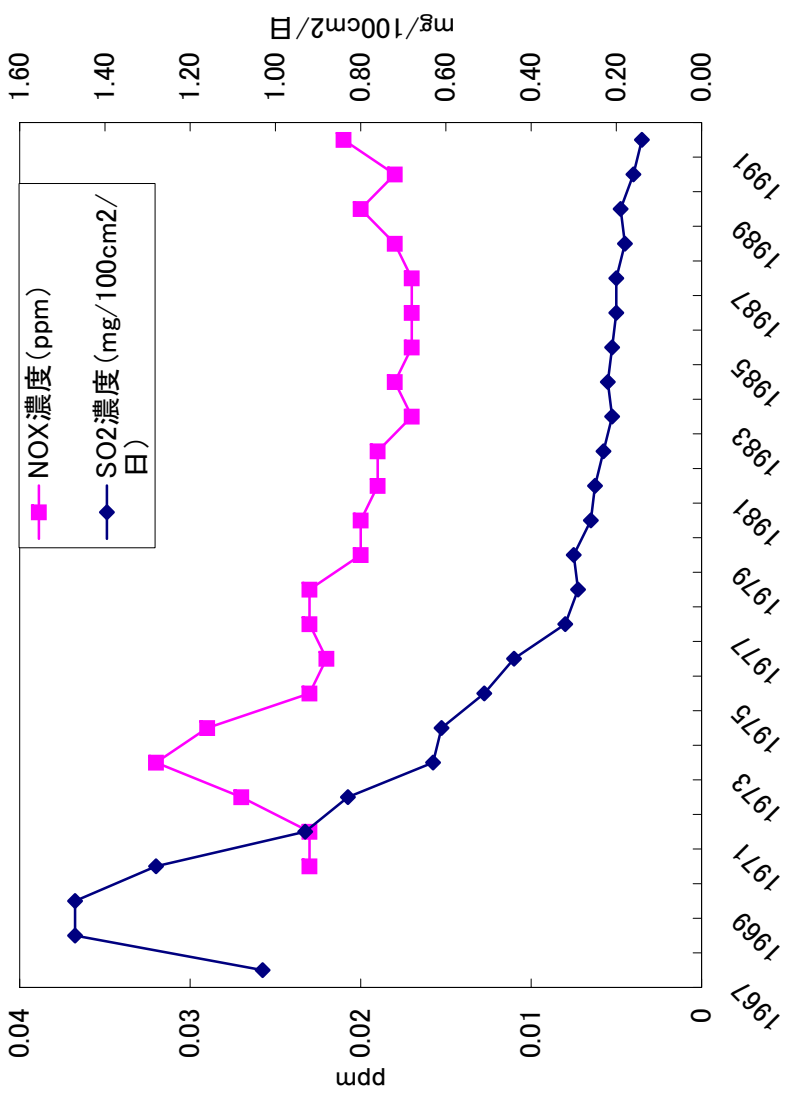
3国ともに、従来からの問題に加えて、地球温暖化問題、化学物質問題などの新しい課題にも同時に取り組まなくてはならなくなっている。また、酸性雨問題のようなアジア地域全体にかかわる問題に共同で取り組む動きも始まっている。

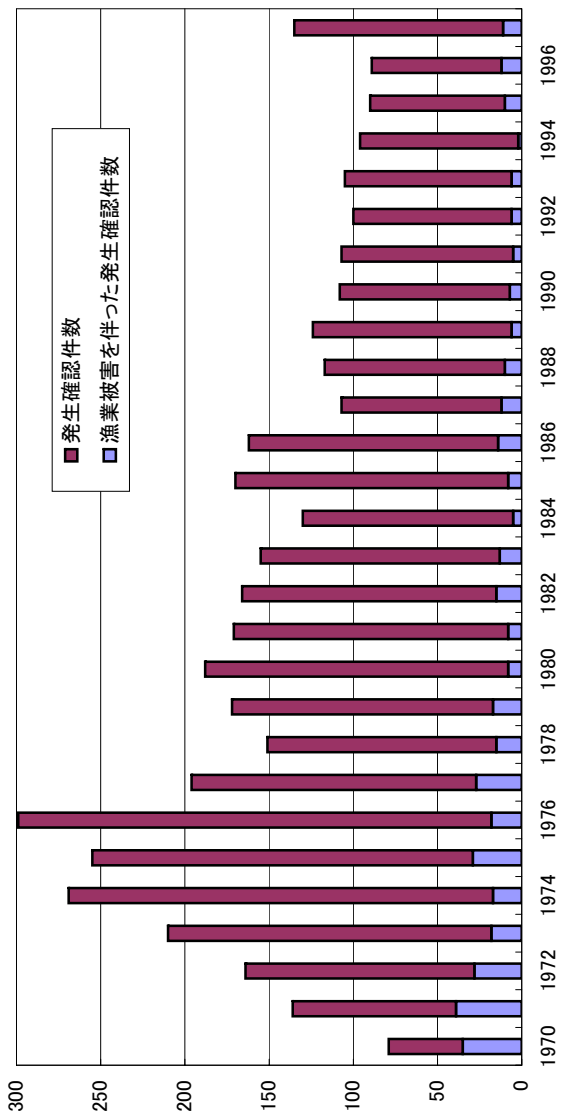
参考文献

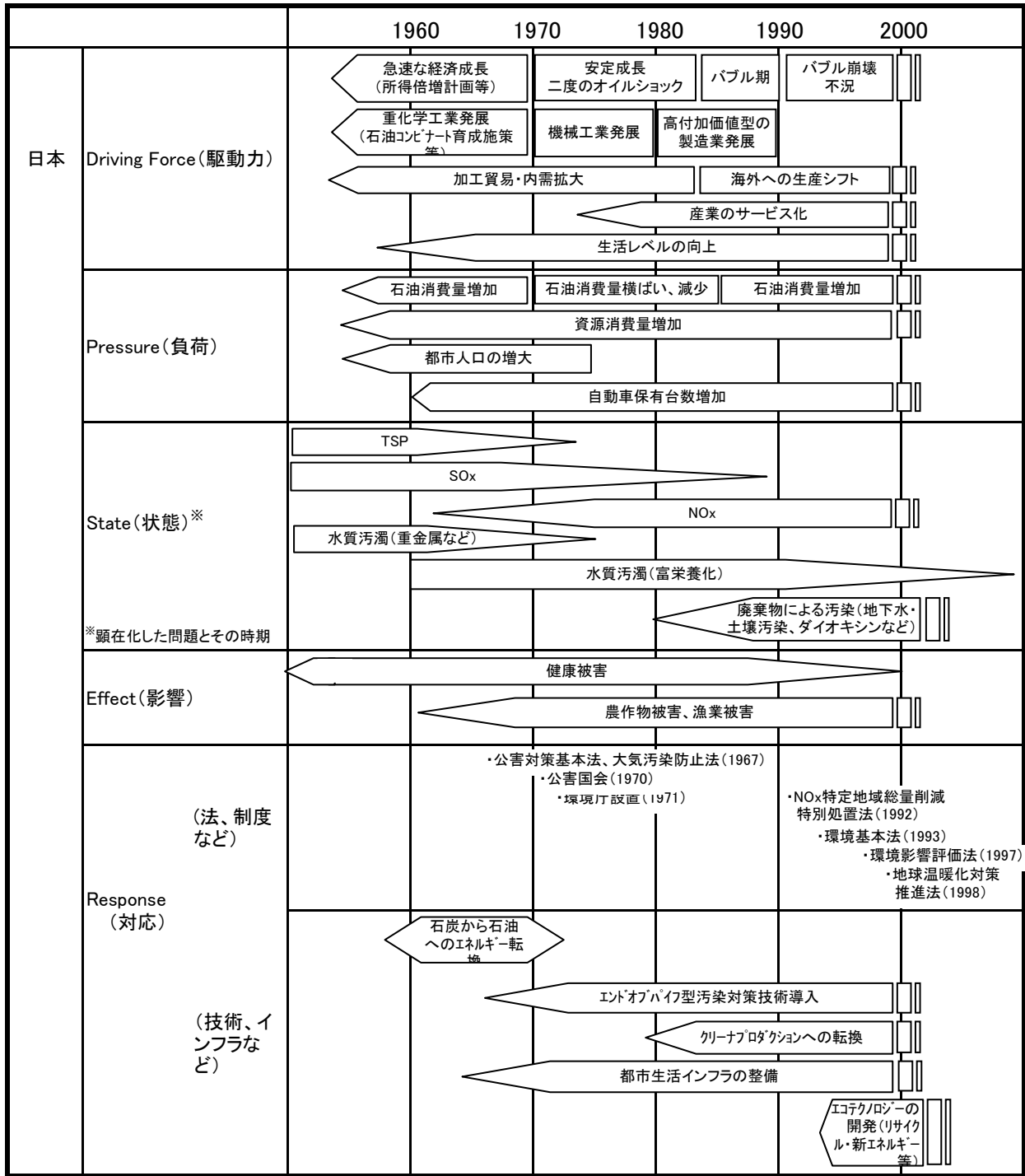
- ① Okita, S.: Steps to the 21st Century, Japan Times・1993
- ② Imura, H. et al: Economic Development, Energy, and Environment in East Asia: A Comparative Study of Japan, South Korea, and China・J. Global Environmental Engineering, Vol.1, pp.79-100, 1995
- ③ 瀬戸内海環境保全協会「平成9年度 瀬戸内海の環境保全 資料集」
- ④ 日本環境会議「アジア環境白書」編集委員会「アジア環境白書 1997/98」東洋経済新報社, 1997
- ⑤ 北九州市企画局企画調整部統計課「北九州市長期時系列統計書」1995
- ⑥ 韓国統計庁「地域統計年報」各年版
- ⑦ 中国国家统计局城市社会経済調査総隊編「中国城市統計年鑑」中国統計出版社, 各年版
- ⑧ 中国環境年鑑編集委員会編「中国環境年鑑」中国環境年鑑社, 1997
- ⑨ IEA「ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES」1998
- ⑩ (財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー計量分析センター編: EDMC/エネルギー・経済統計要覧」1997
- ⑪ 井村秀文、勝原健「中国の環境問題」東洋経済新報社, 1995
- ⑫ OECD 編・環境庁地球環境部企画課、外務省経済局国際機関第二課監修「OECD レポート: 日本の環境政策—成果と課題」, 中央法規出版, 1994
- ⑬ (財)国際東アジア研究センター「東アジアへの視点、北九州発アジア情報 3月号」pp.3-155, 1998
- ⑭ 矢田俊文、朴仁鎬「国土構造の日韓比較研究」九州大学出版会, 1996
- ⑮ 谷浦孝雄「アジア工業化の軌跡」アジア経済研究所, 1991
- ⑯ 藤倉良:北九州市の公害対策史, 環境経済・政策学会 1997年大会報告要旨集, pp.108-113, 1997
- ⑰ 日本の大気汚染経験検討委員会編・環境庁環境保健部保健企画課監修「日本の大気汚染経験—持続可能な開発への挑戦」, 公害健康被害補償予防協会

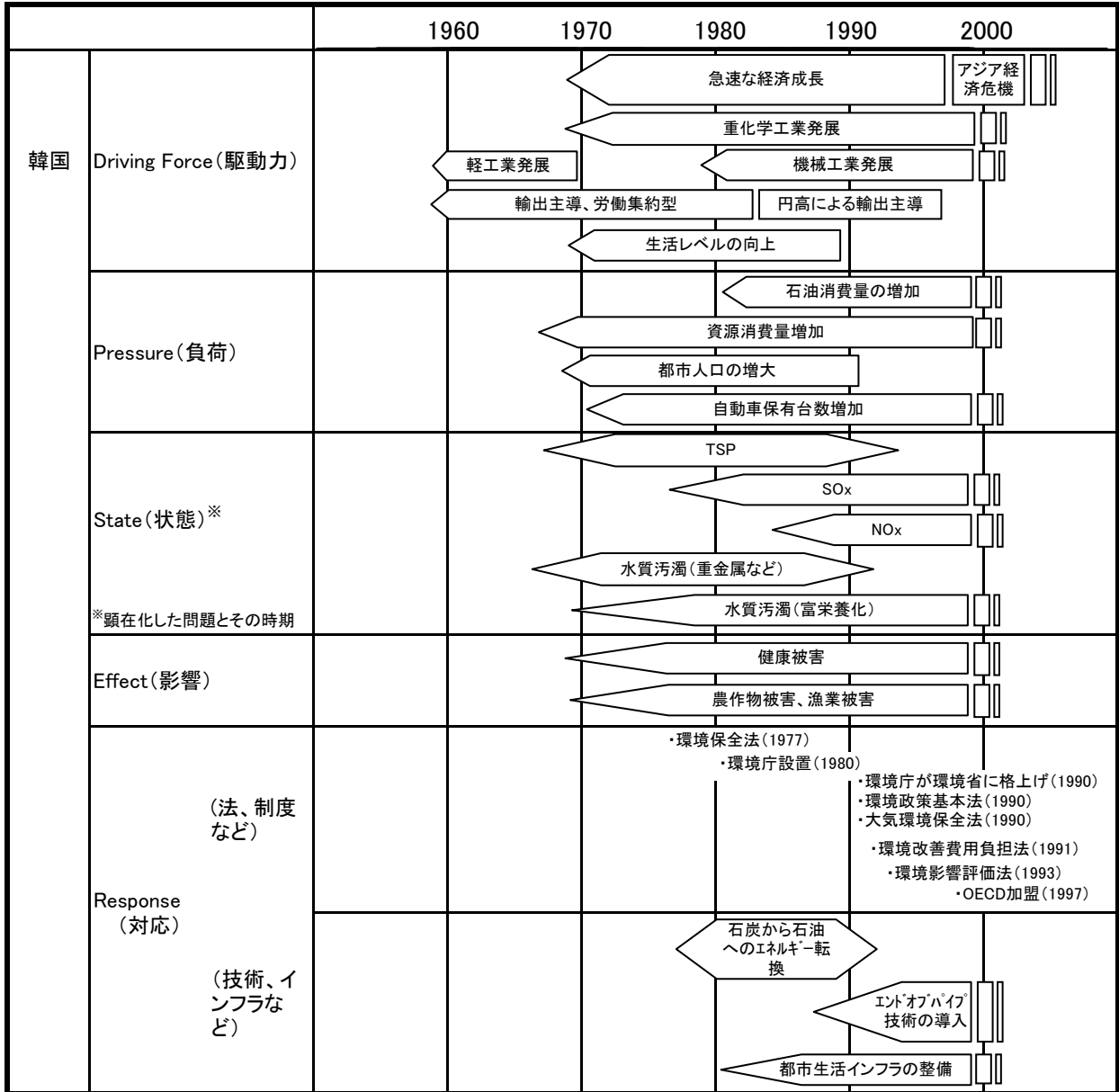


資料) 北九州市長期時系列統計書より作成









		1960	1970	1980	1990	2000
中国	Driving Force(駆動力)			改革・開放政策の 立上げ 都市重視の 経済改革 沿海地域 への広域 展開 全方位開 放	急速な経済成長 重化学工業 生産拡大 機械工業発展 生活レベル向上	
	Pressure(負荷)				石炭使用量増加 資源消費量の増加 都市人口の増大 自動車保有台数増加	
	State(状態) [※]				TSP SO _x NO _x 水質汚濁(重金属など) 水質汚濁(富栄養化) 廃棄物による汚染 (土壌汚染など)	
	※顕在化した問題とその時期					
	Effect(影響)				健康被害 農作物被害、漁業被害	
	Response(対応)	(法、制度 など) (技術、イン フラな だ)			・国家環境保護局設置(1984) ・環境保護法(79年試行、89年正式制定) ・「三同時」制度、排污費徴収制度など ・国家環境保護局が 国家環境保護省に 格上げ(1998)	エンドオブパイプ型 汚染技術の導入 クリーンプロ ダクションへ の転換 都市生 活インフラ の整備

表1 韓国都市のTSP、SO₂、NO_x排出量

単位:万トン

	TSP排出量						
	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
ソウル	4.4	4.8	4.3	2.4	1.8	1.7	1.6
釜山	2.2	2.5	2.2	1.9	2.2	2.3	1.9
仁川	1.0	1.4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
	SO ₂ 排出量						
	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
ソウル	15.1	13.8	12.3	9.7	5.6	4.0	3.7
釜山	11.0	9.0	9.0	9.2	13.5	14.2	15.0
仁川	6.3	8.6	5.8	6.7	6.8	6.6	7.3
	NO _x 排出量						
	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
ソウル	2.2	5.5	3.9	8.4	11.3	11.3	11.2
釜山	10.6	11.3	5.9	9.2	14.2	13.9	9.4
仁川	5.6	5.6	3.9	8.4	9.6	9.7	7.5

資料)「地域統計年報」各年版より作成

表3 韓国都市のSO₂、NO_x、TSP濃度

単位:ppm

	SO ₂ 濃度						
	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
ソウル	0.056	0.051	0.043	0.035	0.023	0.019	0.017
釜山	0.047	0.039	0.038	0.033	0.028	0.023	0.023
仁川	0.065	0.044	0.041	0.036	0.021	0.022	0.023

資料)「地域統計年報」各年版より作成

表4 中国都市のSO₂、NO_x、TSP濃度

単位:mg/m³

	SO ₂	NO _x	TSP
	1996年	1996年	1996年
北京	0.099	0.365	0.117
大連	0.065	0.217	0.072
沈陽	0.108	0.422	0.075
天津	0.094	0.317	0.049
ハルビン	0.025	0.342	0.034
広州	0.065	0.265	0.152
上海	0.054	0.242	0.087
成都	0.070	0.277	0.068
重慶	0.321	0.181	0.040
杭州	0.067	0.265	0.071
貴陽	0.418	0.312	0.056
南京	0.055	0.300	0.050
武漢	0.043	0.195	0.076

資料)「中国環境年鑑」1997年版より作成

表2 中国都市の工業粉塵、SO₂排出量

単位:万トン

	工業粉塵排出量			SO ₂ 排出量	
	1990年	1992年	1996年	1990年	1992年
北京	7.0	6.0	4.6		17.4
大連	6.0	4.0	3.1	22.0	23.0
沈陽	5.0	3.0	0.6	12.4	7.8
天津	18.5	10.0	1.7	8.0	8.1
ハルビン	18.4	1.0	2.0	4.5	4.5
広州	1.2	1.0	0.9	10.3	11.5
上海	7.0	7.0	5.2	41.5	51.4
成都	7.9	6.0	5.3	14.3	14.2
重慶	1.0	1.0	0.7	5.6	4.4
杭州	6.0	5.0	4.2	13.5	12.7
貴陽	0.1	0.7	0.1	3.2	3.9
南京	5.3	2.7	1.5	41.6	34.5
武漢	2.1	2.0	3.0	17.5	8.8

資料)「中国城市統計年鑑」各年版より作成

第3章 東アジアの都市化とインフラ整備

九州大学工学部 助手 松本 亨

1. はじめに

都市環境の改善のためには、交通、下水道、廃棄物収集・処理・処分などのインフラストラクチャー（以下、インフラ）を整備することが不可欠である。しかし、近年急速な経済発展を遂げてきたアジアの諸都市では、業務用ビルや道路、発電設備の建設は進行しても、いわゆる都市環境インフラの整備は後回しにされる場合が多い。また、仮に、現在の日本に近い水準まで都市環境インフラを整備しようとする、その資金需要は膨大である。

アジア諸国は、欧米諸国や日本より遅れて経済発展の軌道に乗ることとなった。このことは、アジア諸国にとって不利な条件ばかりではなく、有利なこともある。それは、先進国の優れた技術を一挙に獲得できること、先進国の経験（成功と失敗）を学習し、もっとも効率的な政策を選択できることであり、これは「後発性の利益」と呼ばれる。これはインフラ整備に関しても、可能性としては当てはまる。インフラ整備のための莫大な資金、インフラが長期にわたって規定してしまう環境負荷発生構造といったことを考えるとき、今後のアジア諸都市の都市インフラ整備のためには、先進国の経験を活かした上で、より効果的、効率的な戦略を提示する必要がある。そのためには、これまでの日本など先進国のインフラ整備過程を再評価することも必要であろう。日本のインフラ整備の経験を振り返ると、経済成長の歩調に比べてインフラ整備が遅れがちで、これが都市環境の悪化をもたらした。また、我が国のこれまで整備してきた交通体系、生活排水・廃棄物処理体系が、現在の価値観に照らして最良のものだったともいいきれない。アジアの諸都市は、こうした経験から学んで、先見性を持った都市計画、インフラ整備計画を実行すれば、優れた都市づくりが行えるはずである。また、インフラはそれ自身が発生する環境負荷と、インフラが規定する都市の環境負荷発生構造の問題があり、供用期間が長いことからそのライフサイクル全体を考えることが不可欠である。本稿では、アジア諸都市の持続可能なインフラ整備戦略の検討のための準備として、これまでの日本・韓国・中国のインフラ整備の歴史を振り返るとともに、特に中国のインフラ整備の現状を分析する。また最後に、インフラのライフサイクルを考慮した場合の視点を考察する。

2. 都市活動とインフラの関係

(1) 東アジア諸国の都市化

1980-96年の16年間、先進国の都市人口の増加率が年率1%に満たないのに対して、発展途上国では年率3.3%の増加を記録している。これに対して、東アジア及び太平洋地域の途上国の都市人口増加率は4.2%で、サハラ以南のアフリカに次いで世界的にも高い水準にある。特に、中国の都市人口増加率は年平均4.3%であり、中国全土の成長率を大きく凌駕していることがわかる（図1、表1）。小島（1996）は、都市問題を深刻化させる人口成長率のラインを2%としているが、中国も韓国もこのラインを超えている。

なお、世界銀行等で報告されている中国の都市人口には都市内の農業人口が含まれておらず、さらには戸籍を持たずに都市に流入している人口（1994年時点で約7,000万人（小島ら 1996））が反映されていないため、実際の都市化率及び都市人口増加率はさらに高い。

東アジアでは、工業化が都市化の牽引力となっていることも特徴とされる。表2は、中国の都市に関して、1990-96年の6年間の変化をみたものである。これは、この間の面積変化のない都市を抽出して分析したものであるが、人口10~100万人の都市では第2次産業生産額でみた工業化率が増加している。100万人以上の都市では減少しているが、これは第3次産業の比率が高まっていることによる。

(2) 都市インフラの役割

都市は、その外部（環境系、または他の人間系）から大量の資源・エネルギーを受入れ、都市活動（Urban Activities）の結果、大量の不要物（廃棄物、排水、排ガス等）を外部に放出する。この一連の過程は、生物の新陳代謝になぞらえて、「都市代謝（Urban Metabolism）」と呼ばれる

(図2)。都市におけるこの代謝活動が円滑に進まないと、都市活動は成立し得ない。

この代謝活動を、円滑に行うことこそ、まさに都市インフラの役割であるといえよう。ここで、代謝活動には、大きく分けて、①物質代謝、②水代謝、③エネルギー代謝がある。これらはそれぞれ、①物流システム及び廃棄物処理システム、②給排水システム、③電力・ガス等のエネルギーシステムといったインフラが、その代謝活動を担っている。

なお、我が国の都市計画法の規定では、都市施設を基盤施設（インフラストラクチャー）と、公園や文化・教育施設、医療・福祉施設等の上物施設（スーパストラクチャー）に分類し、基盤施設についてはさらに以下のように分類している（松下ら 1996）。

- ① 代謝系：水システム系、廃棄物システム系、エネルギーシステム系、情報システム系
- ② 道路系

この中で、道路系に分類される交通インフラについても、都市代謝システムと全く無関係とはいえない。しかし、都市交通は、途上国のみならず先進国においても大きな社会問題であり、それ自身で独自の問題群を形成している。本稿は、どちらかという代謝系に重きを置いた論考とする。

(3) 都市インフラと環境問題

アジアの都市化は、工業化とともに進行していることは先に触れた。それは、都市への大規模な人口と産業（特に第2次産業）の集積が進むことを意味し、都市化とそれによる都市活動の拡大は、まぎれもなく都市代謝を増大させることにつながる。そこで、図2のような都市代謝システムを担うインフラに対する需要は急速に拡大しているが、多くの途上国の都市では、その需要に整備が追いつかない状況にある。

公共投資の効果は、通常、ストック効果（事業効果）とフロー効果（需要効果）に分けて考える。

ここでは、都市インフラと環境問題の関係について、この考え方に関連させて分類してみる。

①インフラのストックに関連するもの

a)インフラの整備不足によって生じる問題

インフラが未整備か、もしくはインフラへの需要に整備が追いつかない状態で発生する環境問題である。安全な飲料水の不足、排水処理施設の不足のために発生する水質汚濁、道路渋滞による大気汚染などが当てはまる。

b)インフラ整備によって規定される運用形態による問題

大規模なインフラの場合、長期にわたって使用に供され、やり直しはきかない。よって、一度整備されると長期間にわたって、その運用形態や社会システムまでも規定してしまうことになる。都市や道路構造などはまさにこれにあたり、問題が生じて後から改善することは容易なことではない。

②インフラのフロー（整備行為）が関連するもの（インフラの建設によって生じる問題）

インフラの建設に際しては、大規模な地形改変、自然環境への影響の他、大量の資源・エネルギーを消費する。この段階に対しては、現在多くの国で環境影響評価が制度化され、事業の実施に先だって、影響の予測や対策がとられることになっている。

都市インフラと環境問題に関して分析するためには、以上のような視点が不可欠であり、そのためにはインフラに関わる全過程（ライフサイクル）を総合的に評価する枠組みが必要となる。

(4) 都市における人間活動とインフラ

環境に関する状態（問題の状況やその要因、対応状況等）を評価するための情報の分類軸としての「DPSERモデル」については、既に第1章、第2章でも取り上げられている。これは、広範な環境情報を、Driving force（駆動力）—Pressure（負荷）—State（状態）—Effect（影響）—Response（対応）という因果関係の流れで整理し、環境の状態を的確に把握するための枠組みである。

これに従って、都市における物質の代謝構造に関わるDPSERを整理してみたものが図3である。ここでインフラは、環境負荷（廃棄物）の発生源であるとともに、人間活動の結果自然界に放出される環境負荷を低減するための対応策（Response）として位置づけられる。後者のようなイン

フラは、しばしば「都市環境インフラ」と呼ばれる。

また、インフラと経済成長の間には相互依存関係があることが知られている (World Bank 1994)。経済発展とその過程での都市化は、インフラへの需要を喚起する大きなファクターであり、またインフラの順調な整備がされなければ経済成長への足枷となる。東アジアの諸都市においても、適切な都市政策、都市インフラ整備政策が望めなければ、増大するインフラニーズを満たせないことによる都市環境問題が深刻化するし、またインフラ不足は経済成長の制約条件ともなりかねないという構図にある。

3. インフラの種類と整備の発展過程

(1) インフラの分類

一口にインフラといっても、かなり性質が異なる。その性質の相違性が、インフラの整備優先度や、整備主体、資金調達方法を異にする要因となる。そこで、まず各種インフラを分類に関する考え方を整理する。

まず、目的や効果によってインフラを分類した例として、日本の公共事業研究会 (1988) がある。それによると、以下のような4分類である。

①国土・生命・財産の保全：治山・治水など

②居住整備・保健衛生：下水道、廃棄物処理、家庭用の水・電力・ガスなど

③産業振興、国土の均衡ある発展：鉄道、高速道路、港湾・空港、産業用の水・電力・ガスなど

④高次のサービス：文化、教育、体育など。

インフラサービスの経済的性格の相違としては、World Bank (1994) は、①外部経済性が高いか、②競争的であるか (ある利用者の消費が他の利用者への供給減少を引き起こす可能性) という二軸を基に分類している。

これに関連して、インフラ整備に対して公共セクターが関与する必然性については、以下のように整理される (日本の公共事業研究会 1988)。

①対価を払わない者を排除できないインフラ (公共財)：治山・治水、公園、一般道路など

②外部経済性の高いインフラ：下水道、廃棄物処理など

③規模のメリットが大きいため、ある程度の事業規模が必要となるインフラ：水道、電力、ガスなど

これらインフラの目的・効果と、公共セクターの関与の必要性の双方が考慮されて、これまでのインフラ整備に対する公共投資が行われてきたといえる。

(2) インフラの発展過程

経済発展の初期には生活の最低水準を維持するための基礎的なインフラや、食糧生産のための灌漑の整備に重点がある。やがて、開発の進捗とともに、産業振興のために電力、道路、通信といったインフラのストックの割合が増加することが知られている (World Bank 1994)。

では、日本・韓国・中国において、これまでどのようなインフラ投資が行われてきたのであろうか。この3か国に関して、現状でそろえることのできたデータを図4～10に示す。

日本の値は、建設物を造るのに要した全ての費用を集計しており、いわゆる工事受注金額よりも大きい。また、中国も都市建造物の新規建造投資と維持管理投資を集計している。韓国の値は、政府予算であり、限定されたものになる。なお、金額は日本は建設工事費デフレーターによって1980年価格に、また、韓国と中国は、GNPデフレーターによって1987年価格に実質化している。日本の場合、「その他」にあたる部分を除くと、最大の投資先は道路である。また、鉄道・港湾・空戸といった運輸セクターへ投資が大きい。そのような中で、60年代以降、生活環境施設への投資額が年々増加しているのが目立つ。一般的には、1975年あたりから、産業インフラ重視から、生活インフラ重視へと政策の転換がはじまったと言われる。図中にはないが、90年代に入ってから、特に廃棄物関連の投資額の急増が目立つ (公共投資総研 1998)。

韓国については集計できたデータが時間的にも限定されるが、やはり道路が占める位置が断然大きい。なお、下水道関連施設が明示されていないが、広域上水道に含まれていると思われる。

また、中国の投資額の推移であるが、これは、中国全土の投資額ではなく、都市 (城市) 部のみのものである。したがって、投資額の増加には、「城市」の対象とする範囲自体が拡大している

ことも含まれていることには注意が必要である。投資の割合を見ると、70年代には、供水（農業・工業用水、上水）の占める割合が大きい、次第に道路やエネルギー関連の投資が増えていることがわかる。これは、まさに先に触れた World Bank（1994）の理論を踏襲している。排水や衛生関連施設に対する投資は、まだほんのわずかである。

建設投資と GNP の比較であるが、ここで示した期間では、日本で 4.2-6.7%、韓国で 1.6-2.2%（ただし政府予算のみ）、中国で 0.2-1.5% である。ただし、先述したとおり中国の投資額は都市部のみであり、筆者の試算では、農村部を含めると 4%前後になる。

（3）東アジアのインフラ整備状況

次に、これまでのインフラへの投資の結果、都市インフラの普及がどのように進んできたか、3か国を比較してみる。

①水供給

図 11 は、日韓中の上水普及率（人口普及率）の推移である。日本のカーブはきれいな S 字を描いている。中国の値が高いが、これは都市のものであり、全国的には低い。

韓国においては、都市化・産業化の進展に伴う水質の悪化、浄水施設の不足、送・配水施設の不足等が問題となっている（アジア産業研究所 1992）。

これは中国も同様であり、特に大陸国家であることから、大河を舞台に取水と排水が繰り返されるため、下流域の水質は大きな問題である。なお、第 9 次 5 カ年計画には、2000 年の都市の上水道普及率を 96%、町村で 42% に引き上げるとされている。

②排水処理

図 12 は、日本と韓国の下水普及率の推移である。日本では、67 年に人口普及率が約 10% だったところから、約 30 年かけて 50% を超えた。政府の整備計画では、2002 年末に 66% を目標としている。しかし、人口規模によりかなりばらつきがあり、100 万人規模の政令指定都市ではほぼ 100% に近い普及率なのに対して、5 万人以下の都市では未だに 20% 代である。一方、合併浄化槽の普及率は、1995 年で 8% であるが、これを 2002 年末に 14% に整備する計画である。

韓国でも、下水道の普及は遅れているが、近年の伸びは日本を上回る。ただ、終末処理場となると 91 年時点で全国で 45 カ所と決して多いとは言えず、大きな都市以外は進んでいないものと思われる（アジア産業研究所 1992）。

中国の生活排水の処理率は、人口 10 万人以上の都市で試算したところ、約 20% であった（1996 年）。ただし、第 9 次 5 カ年計画には、2000 年には都市汚水集中処理率を 25% にすると謳われている。

③廃棄物処理

図 13 は日本の一般廃棄物処理の推移である。このように日本の処理方法は圧倒的に焼却減容処理を採用している。しかし、近年中小規模の焼却炉からのダイオキシン排出の問題や資源の有効利用への要請から、焼却場の集約化や資源のリサイクル推進といった政策の転換が図られているところである。政府の整備計画では、2002 年末にごみの再利用率 15%（1995 年 10%）、ごみ発電実施率 55%（95 年 42%）となっている。

これに対して、韓国、中国ではほとんど焼却処理は実施されていない。図 14 は韓国における生活系廃棄物の処理方法の推移であるが、ほとんどが埋立である。これは中国も同様であり、厨芥ゴミの飼料への再利用のほかは、ほとんどが埋立場まで運搬されて埋め立てられる。それも、衛生理立も多くなく、ただの集積（オープンダンピング）である場合が多い。ただ、中国でも、大都市の周辺では埋立場を確保することが困難になってきており、大規模な焼却場の建設が計画されている。ただし、ここでもコスト面の制約が大きい。

図 15、16 は中国の都市におけるゴミ及びし尿収集・処理の現状を示したものである。1990-96 年の間に 1 人あたりのゴミ収集量は約 1.35 倍になっている。し尿収集量が減少しているが、これは下水道の普及によると考えられる。なお、第 9 次 5 カ年計画には、都市の生活ごみ・し尿の無害化処理率を 2000 年に 50%（1995 年で約 45%）にすると謳われている。

④都市ガス

図 17 は都市ガス普及率を示したものである。中国の値がかなり高いが、これは都市部のみの普及率であることと、石炭ガス・液化石油ガスを含んだ数字であることによる。

4. 中国の都市インフラ整備の現状分析

(1) これまでの都市建設政策の概観 (小島ら 1996 による)

1978 年から 1980 年にかけて、都市計画の方針転換があった。それまでは、工業建設プロジェクトが都市計画に優先していたが、それ以降、都市計画の中に工業建設プロジェクトが従属するという考え方になった。それまで、都市政策が重視されてこなかった結果、70 年代末の都市社会資本は荒廃を極めていた。

1978 年以降、各都市で都市計画が一斉に策定されるようになったが、そこでは、生活関連施設の建設が重視されたことが特徴的である。また、50 万人以上の大都市は拡大抑制、30~50 万人の中規模都市は高度に発展させ、それ以下の小都市を積極的に拡大させていく方針がとられた。その中で、上下水道、電気、交通運輸に関連したインフラ建設を工場建設より前に行うこと等が決められた。

また、1990 年代になって、農村の社会資本建設も政策に位置づけられるようになった。これは、郷鎮企業の成長に伴い社会資本整備が急務となったことと、農民の大都市への流入を防ぐために農村部内の町に吸収する意図があったためである。そこでの町村計画は、市の建設計画と結合させ、都市総体計画の中で建設を進めることが原則となっている。

(2) 行政区別・人口規模別のインフラ整備状況

ここで、中国の行政区域概念を整理しておく (図 18)。

中国で 1980 年代半ば以降に起きた急激な都市化は、実は 100 万人以下の規模の都市で顕著である。さらに、1984 年に政府は「建制鎮」と呼ばれる町への農民の移住を許可した (小島ら 1996)。そのため、このレベルの小都市の人口増加がかなり高いことが懸念される。

以上のような認識から、ここでは、中国都市のインフラ整備状況を、人口規模別及び行政区別にみる。

表 3 は、都市のデータをもとに、人口規模別に生活汚水の処理率及び生活ごみ・し尿の無害化率を比較したものである。これによると、あまり差が大きくはないが、人口規模の小さい都市ほど処理率が低いことがわかる。

表 4 は、行政区別のインフラ整備状況を整理したものである。1 人あたりの指標でははっきりでないが、用水普及率を見るとかなり差がついている。データが限られており他のインフラの整備状況は伺い知れないが、おそらく用水普及率と同様、もしくはそれ以下であろう。建制鎮レベルの人口増加が激しいとすると、ここでのインフラ整備の遅れは大きな問題といえる。

(3) 都市人口の増加と都市インフラ整備の関係

都市人口の増加がインフラへの需要圧力を増加させることは既に述べた。ここでは、都市の人口増加率とインフラストックの増加率を比較することで、都市が新たな人口を受け入れる際に、それ以上の速度でインフラを整備しているかどうかを分析する。対象が都市環境インフラの場合、それは図 3 の DPSEI のフレームにおける妊猿=燃猿7関係をみることになる。

使用したデータは、都市データのうち、90~96 年の間に面積変化のない都市を対象としたものである。データの信頼性を考慮して、人口 100 万人以上の都市に絞った (図 19 : 54 都市、図 20 : 55 都市)。

その結果を、図 19 と 20 に示す。この縦軸は、弾性値といって、対象とするインフラストック (もしくはインフラサービスの享受人口) の増加率を人口増加率で除したものである。1 ならば、人口増加とインフラストックの増加スピードが同じと解釈でき、それを下回る場合、インフラ整備が人口増加に追いついていないことになる。ただし、これはあくまで対象期間の期首 (1990 年) からの変化分をみているもので、期首時点でインフラが不足しているか否かは表現していない。グラフを見ると、どちらも人口増加率との反比例関係が確認できる。つまり、人口増加率の高い都市ほど、弾性値が低い傾向にある。

5. 今後のインフラ整備戦略に向けた新たな視点

(1) ライフサイクルを見据えた視点 (Life Cycle Thinking)

東アジアの都市におけるインフラへの需要拡大は急速である。都市環境改善のためにはインフラ整備は急務であるが、冒頭で述べたように、日本並のインフラ整備は資金的にも容易ではない。また、一度整備されるとやりなおしはきかない。そのため、今後のインフラ整備にあたっては、将来を見据えた的確な戦略をもつ必要がある。

また、現在の途上国には日本がインフラ整備を行ってきた時期と異なった背景があることも大きな意味をもつ。それは、工業化による産業公害と、爆発的なモータリゼーションへの対処や都市ゴミの増加といった都市的課題とともに、地球温暖化等の地球的課題が同時に解決すべき課題として存在していることである。環境庁は、地球的課題と地域的課題とを同時に解決する政策のことを *co-Policy Linkage* 狼=称して、アジア地域において推進すべき政策に挙げているが (Environment Agency 1997)、インフラ整備にも同じことが言える。地域的課題の解決と同時に、資源・エネルギー問題もについても考慮される必要がある。

ここで、都市インフラと環境問題の関係を総合的に考慮するためには、インフラのライフサイクルに目を向けることが有効であることは「2.」で触れたとおりである。これにより、インフラの全サイクル (建設、運用、廃棄) において発生させる資源消費・環境負荷や環境改善効果を明らかにできるほか、必要なコストについてもライフサイクルで考えることには大きな意義がある (Life Cycle Cost)。

(2) 北九州市と中国深せん市のインフラと LCA

環境負荷をライフサイクルにわたって評価する手法として LCA (Life Cycle Assessment) がある。この発想は元々さまざまな消費財や工業製品を念頭に生まれたものであるが、その考え方や手法を、土木構造物や建築物等の施設 (社会資本)、あるいはそうした施設の集合体としての一つの地域や都市に対して適用する試みが盛んに行われている (例えば、松本ら 1998)。

図 21 は、LCA の概念を示したものである。この図のように、LCA は評価対象による影響を時間的拡がりとして全ライフサイクル、領域の拡がりとして他産業や地域全体にまで拡げて評価する手法である。評価指標は限定されるものではないが、インフラの場合エネルギー消費量と CO₂ 排出量が採用されることが多い。

ここで、北九州市と深せん市の排水処理状況を比較する (図 22)。両市の人口規模及びその変化の影響を無視できるように 1 人あたりで比較している。ただし、データの制約上、北九州市の数字は実際の処理量であり、深せん市の数字は処理能力であるため、実際には深せん市の処理量はこの値より少ない。また、処理率ではなく処理量であるため、水消費量の相違も影響しているものには注意が必要である。しかし、気象的条件等の違いはあるにしても、今後の水消費量の伸びを考えると、単純に処理率で比較することも必ずしも正確とは言えない。これを見ると 1997 年の深せん市は北九州市の 1970 年代初頭のレベルにあることがわかる。

この排水処理システムに対して LCA を適用したものが図 23 である。北九州市の下水道システムのライフサイクル CO₂ を評価した。なお、建設・維持分については耐用年数 (土木・建設設備 50 年、電気設備 20 年など) で除した数字である。

空気調和・衛生工学会 (1997) によると、下水の建設 0.018kg-C/m³/年、維持管理 0.33kg-C/m³/年、浄化槽 (5 人槽) の建設 0.018kg-C/m³/年、維持管理 0.185kg-C/m³/年、浄化槽 (500 人槽) の建設 0.0091kg-C/m³/年、維持管理 0.251kg-C/m³/年という結果がでている。これは管渠を含めていないので、実際にはもっと下水道と差があるだろう。

深せん市が現在図 23 の上昇カーブの裾野にあることを考えると、どの技術を選択するかは今後の重要な課題である。

(3) おわりに：インフラ整備戦略に向けて

① サステイナブルシティ

これからの都市づくりに関して、鉄 *ustainable Cities* 狼=いうキーワードがよく使われる。これは持続可能な都市ということになるだろうが、その意図するところは様々である。

Byrne, J. (1994) は、これまでの大規模で、経済効率優先・産業インフラニーズ優先の技術システムではなく、中規模、非集中型で、ユーザー (消費者) 優先の技術システムを選択することがサステイナブル・モデルであるとしている。この論に立てば、これまでの先進国において指向

されてきたインフラのモデルも当然見直されることになる。今後の大量のインフラ整備が待ち受ける東アジア諸都市においては、都市の持続可能性、環境効率性を向上させながら発展することが重要かつ戦略的事項となっている。

②ディマテリアライゼーション

省資源や脱物質社会という語で語られることが多いが、物質を消費することは、それが何であれ少なからず環境に悪影響を及ぼすという考えが背景にある。この単位サービス生産あたり物質投入量 (Material Input per Unit of Service: MIPS) を少しでも抑えようというコンセプトがある (シュミット=ブレイク F. 1997)

図 24 は中国の建設向け資源消費量である。これの国内全消費量に占めるシェアは、鋼材で 29%、セメントで 40%、木材で 16% である。今後インフラ整備が進むとさらに飛躍的に伸びることは容易に想像できる。インフラ整備においても資源消費の抑制は今後考慮されるべきことの 1 つである。

また、「ゼロエミッション」というコンセプトも潮流の 1 つとなっている。この考えも必ずしも都市レベルの議論だけとは限らないが、工場内や産業間も含めて、これまでの単線的な生産→消費のラインではなく、複数のラインを複合的に組み合わせることにより、資源・エネルギーの消費効率や環境負荷量を大きく改善することを目指すものと理解できる。これからのインフラ整備には、はじめからこのような考え方が取り入れられたものとなるべきであろう。

③戦略的環境アセスメント

欧州、特にオランダ政府において 90 年代に入って検討されている環境評価制度に、戦略的環境アセスメント (Strategic Environmental Assessment: SEA) がある。これは、政策・計画・プログラム (Policies, Plans, Programs: 3Ps) を対象とした環境アセスメントである。例えば、発電所の立地や施設設計が固まってから行われる事業アセスではなく、電源立地計画や国の長期エネルギー需給見通しのレベルを評価すると考えるとわかりやすい。

この制度においてもライフサイクル分析への拡張が課題となっている (サドラー B. ら 1998) が、インフラを対象とした LCA においても、その総合戦略への適用が検討されているところである (松本ら 1997)。これについては、日本にとっても大きな課題であるが、途上国における今後のインフラ整備計画への適用にこそ大きな意義があると認められよう。

④インフラ投資

近年、アジアの途上国では BOT (Build-Operate-Transfer) 方式をはじめとした PFI (Private Finance Initiative) と呼ばれる民間資金主導型のインフラ整備方式が盛んに行われてきた。これは資金不足に悩む途上国にとっては有効な手段となってきた。この方式には、収益性の高い事業に民間資金が導入される分、政府財源を他の分野に振り向けることができる利点がある反面、経済効率を追求するあまり、質や安全性の側面や環境対策の軽視等が懸念されている。また、採算性の高いところから先行整備されることによるネットワーク性の欠如や、適切な維持管理の軽視などもデメリットとして懸念されている (BOT インフラ整備研究会 1997)。

図 25 は、中国都市の維持・建設資金の収入源内訳である。これによると、外資の占める位置はまだ小さい。中国では、BOT 方式で内外のディベロッパーに社会資本や生活関連諸施設の付帯施設まで責任を負わせる方式を、1980 年から採用している。例えば、住宅開発の販売収益、鉄道や道路の建設を行わせる方式であり、1991 年で都市社会資本建設資金の 50% 以上を占めているとの情報もある (小島ら 1996)。

韓国でもインフラ投資への財源不足を理由に、「民間資金導入法」が 1994 年に制定されている。しかし、現段階では利益率の上限が規制されている、政府によるリスクテイクが不十分などの短所も指摘されている状況にある (BOT インフラ整備研究会 1997)。

今後、両国とも国内外の民間資金の導入が進むことも予想されるが、デメリットも踏まえた公共部門との適切な補完戦略が必要といえる。

参考文献

①アジア産業研究所：韓国経済・産業データハンドブック' 92-' 93、1992

②井村秀文：インフラ整備のライフサイクルと環境負荷、『地球環境と巨大都市』所収、岩波書店、1998

- ③空気調和・衛生工学会地球環境に関する委員会：持続可能な社会を支える建築設備のために、1997
- ④公共投資総研：公共投資の長期計画&21世紀へのキーワード、1998
- ⑤小島麗逸、幡谷則子編：発展途上国の都市政策と社会資本建設、アジア経済研究所、1996
- ⑥小島麗逸：世界の中のアジア・中国、現代アジア研究所、1996
- ⑦サドラー B.、フェルヒーム R. (原科幸彦監訳)：戦略的環境アセスメント、ぎょうせい、1998
- ⑧シュミット=ブレーク F. (佐々木建訳)：ファクター10、シュプリング・フェアラーク東京、1997
- ⑨中国国家計画委員会：第9次5カ年計画と2010年への長期目標
- ⑩張 益：上海市における生活ごみ処理の現状と計画、アジア太平洋都市サミット第2回実務者会議、福岡市、1997
- ⑪日本の公共事業研究会編：図説日本の公共事業、財団法人経済調査会、1988
- ⑫松下 潤、赤間 薫：都市開発における代謝系施設の計画フレーム再構築に関する研究—量的整備から質的整備への転換、環境システム研究、Vol. 24、pp. 350-358、1996
- ⑬松本 亨、井村秀文：都市インフラ整備のLCA、クリーンエネルギー、Vol. 7、No. 1、pp. 37-45、1998
- ⑭松本 亨、井村秀文：インフラストラクチャを対象としたLCA (ILCA) の現状と課題、環境科学会1997年会講演要旨集、pp. 246-247、1997
- ⑮李 南勲：韓国における廃棄物の処理現状 (私信)、1996
- ⑯BOTインフラ整備研究会：BOT方式によるインフラ整備、ぎょうせい、1997
- ⑰Byrne, J., Y. Wang, B. Shen and X. Li: Sustainable Urban Development Strategies for China, Environment and Urbanization, Vol. 6, No. 1, pp. 174-187, 1994
- ⑱Environment Agency: A Long-term Perspective on Environment and Development in the Asia-Pacific Region, Final Report of Eco Asia, 1997
- ⑲World Bank: World Development Report 1994
- ⑳World Resources Institute: World Resources 1996-97

データ項目	都市人口		全人口		都市化率		年平均人口増加率		GNP/cap.		GNP
	millions		millions						US\$		US\$ millions
	1980	1996	1980	1996	1980	1996	都市	全体	80-96	1996	1996
World	1,743	2,619	4,427	5,754	39.4%	45.5%	2.58%	1.65%	80-96	4,968	28,583,721
low & middle income	1,140	1,918	3,602	4,835	31.6%	39.7%	3.31%	1.86%		1,225	5,924,712
East Asia & Pacific	288	558	1,359	1,732	21.2%	32.2%	4.21%	1.53%		897	1,553,518
China	192	377	981	1,215	19.6%	31.0%	4.31%	1.35%		671	815,412
China以外	96	181	378	517	25.5%	35.0%	4.02%	1.98%		1,428	738,106
Europe & Central Asia	249	317	428	478	58.3%	66.4%	1.52%	0.69%		2,341	1,118,817
Latin America & Carib.	232	358	358	486	64.9%	73.7%	2.74%	1.93%		3,860	1,875,727
Middle East & N. Africa	84	159	175	276	47.9%	57.4%	4.06%	2.89%		-	
South Asia	198	337	902	1,266	22.0%	26.6%	3.37%	2.14%		379	480,044
Sub-Saharan Africa	87	189	379	596	23.0%	31.7%	4.95%	2.87%		512	305,131
high income	604	701	825	919	73.2%	76.3%	0.94%	0.68%		24,762	22,756,455
Japan	89	98	117	126	76.1%	78.1%	0.63%	0.46%		36,506	4,599,700
Korea	22	38	38	46	57.1%	81.5%	3.48%	1.20%		10,539	484,777

(出所) World Development Indicators 1998

(注) 都市人口の定義は、各国で必ずしも一致していない。

	年平均人口増加率	年平均工業化率		工業率の 変化 (ポイント)	都市数
		1990	1996		
100万人以上	1.30%	54.0%	53.8%	-0.2	61
50～100万人	1.17%	56.0%	56.8%	0.8	90
10～50万人	1.64%	54.7%	57.4%	2.7	98
計	1.33%	54.7%	55.3%	0.7	249

(出所) 中国国家统计局城市社会経済調査総隊データより作成

	生活汚水 平均処理 率	都市数	生活ご み・し尿 平均無害 化率	都市数
100万人以上	24.1%	104	56.4%	114
50～100万人	19.1%	148	42.7%	153
10～50万人	18.7%	142	39.4%	170
計	22.0%	394	49.2%	437

(出所) 中国国家统计局城市社会経済調査総隊データより作成

	城市	县城	建制镇	集镇	村庄
人口 : 万人	37,790	6,747	9,296	6,332	82,858
用水普及率 : %	93.0	87.1	74.2	49.9	26.3
污水处理率 : %	19.7	-	-	-	-
生活ゴミ・し尿無害化率 : %	43.5	-	-	-	-
1人あたり排水管長 : km/万人	2.9	3.6	6.6	5.8	-
1人あたり公衆便所設置数 : 座/万人	3.0	4.6	8.9	10.1	-
1人あたり清掃車 : 車/万人	1.0	1.4	1.7	0.8	-
1人あたり建設投資 : 元/人	214	106	776	411	173

(出所) 中国城郷建設發展報告1996より作成

第6章 中国の都市化と水需要

九州大学大学院工学研究科

金子 慎 治

1. はじめに

1980年代にはじまった中国の急速な経済発展は、1992年に年成長率14.2%を記録した後、ここ数年徐々に安定化してきた。とはいえ、現在のアジア経済の危機的状況にあつて、なお年成長率7.6%（1997年）と高い水準を維持している。

こうした急速な経済発展の結果、資源・エネルギー消費が増大し続ければ、それにとともなう汚染物質や廃棄物の発生量も増大し、環境への圧力は強まる一方となることが懸念される。ここで、資源・エネルギー消費の大部分は、大消費地である都市部において集中的に行われるから、問題の発生と対策の両面から鍵となるのは都市の環境管理である。

中国では、1980年から1995年までの15年間に人口都市化率（総人口に対する市区人口）は約20%から30%へと増加している。国連が行った中国の総人口の中位推計によれば、1995年から30年後の2025年に約15億人になるとの予測である。もし都市化がこれまでのペースで進行すれば、都市人口は現在の約3.6億人から7.5億人と、2倍以上に増大する（3.9億人の増）。さらに、急速な経済成長の結果、国民の生活レベルや消費水準の向上も急速である。こうして、都市人口の増加と一人当たり消費水準向上の相乗効果により、都市における資源・エ

ネルギー需要は増大の一途をたどる。これによつてもたらされる影響は、中国自身の国家的問題であることを超えて、世界全体にとつても重要な意味を持つようとしている。

このような視点から、いち早く中国の動向に注目してきたのがレスター・ブラウン（ワールドウォッチ研究所所長）である。彼は、中国の食糧不足を予測、警告し⁽¹⁾、世界的にさまざまな議論を巻き起こした。さらに、彼は近年のレポートの中で、中国における水不足問題に着目し⁽²⁾、急速な都市化・工業化による都市用水需要の大幅な増加が農業用水を圧迫することを指摘するとともに、その結果として食糧生産力の低下が起きることを懸念している。実際、黄河の断流といわれる現象（河口付近で河川が干上がってしまう現象）は、90年代に入り深刻さを増しており、一つの原因として流域の都市における水使用量の増大が指摘されている⁽³⁾。一方、皮肉なことに、長江流域では、水源地域の森林を伐採し過ぎたこと、都市化によつて遊水機能を持っていた湖沼の面積が減少したことなどから深刻な洪水の発生を体験することとなった（1998年）。

水資源問題あるいは水環境問題には、大きく分けて2つの側面がある。すなわち、質的側面と量的側面である。質的側面とは言うまでもなく水質の問題である。中国における水質管理については、1984年に制定された「水質汚染防止法」に基づいて明確な方針が掲げられ、実行されている⁽⁴⁾。現在、その効果や実績について多くの課題が指摘されているが⁽⁵⁾、⁽⁶⁾、対策の方針自体は比較的明瞭である。つまり、問題の原因と対策について地域的に差異が少ないこと、技術

的な対策方法について完成度が高いこと、先進諸国に豊富な経験があることなどを考えると、問題解決は資金調達が重要ということになるからである。

これに対して、水の量的な側面については、中国政府は将来の大幅な需要増加を予測しており（最近の研究成果は例えば、中国科学院（1996）⁽⁷⁾）、長期的な計画に基づいて優先的に取り組むべき政策課題の一つと位置付けている⁽⁸⁾。水資源の管理には、需要抑制と供給拡大の両面からの取り組みが必要である。まず、供給については、地域的な特性、特に自然条件に大きく左右されるため、全国レベルで一元的に管理することは難しく、地域の特性に合った対策が必要である。産業や人口と水資源賦存量の地理的分布の間にはギャップがある。ある地域の水需要をまかなうためには、他地域から導水することが考えられるが、それは全国的な水資源需給の不均衡をもたらしかねない。

他方、需要面についても、地域や都市ごとの水需要構造を明らかにすることが求められる。中国では近年の急速な経済成長にともなう工業化と都市化によって、都市の水需要は高まる一方である。他方、巨大な人口を支えるために必要な食糧を生産することも必須の政策課題であるから、灌漑のための農業用水を減らすことはできない。むしろ、ブラウンが指摘するように、経済成長による都市部の豊かな食生活を支えるため、食糧増産の圧力は今後、大幅に高まるとみられる。中国の水需給バランスを考える場合、こうした都市と農村、工業と農業という国家のあり方まで含めた大局的な社会状況をも考察の対象に入れる必要がある。

る。

本稿では、特に経済発展による都市化がもたらす水需要量の増加をどう見積もり、それにどう対処していくかを長期的課題に据え、都市化と長期的な水需給バランスに関するいくつかの考察材料を示す。そして、それらの材料をヒントにして、中国の水需給についての今後の展望と研究課題について述べる。

2. 水需給問題を考える視点

（1）フレームワーク

水需給バランスをモデル化し、評価するためのフレームワークを図1に示す。

<図1 水需給バランス評価のためのフレームワーク>

需要モジュールは、経済成長、人口、産業構造、生活水準やライフスタイルなど人間活動に起因するさまざまな要因と農業用水、工業用水、生活用水の需要量の関係を分析するものである。

一方、水供給量を把握するために、降水量から地表水と地下水までの水の挙動を定量的に追跡するのが賦存量推計モジュールである。これは、気温、降水量、蒸発散、地下浸透量、表面流出量などの自然の要因で構成される。ただし、これら水資源の賦存量が総て、あるいは直ちに利用できるわけではない。公共投資や技術など水供給のためのインフラがどの程度整備されているかにより、供給できる量が決まる。こうした賦存量をもとに実際に供給される、あるいは供給可能な水量をモデルによって推計するのが、供給可能量推計モジュールであ

る。このモジュールは主に社会経済の要因によって構成される。

水需給バランスの評価は、賦存量推計モジュールと供給可能量推計モジュールにより算出される用途ごとの供給可能水量と、需要量推計モジュールにより求められる用途ごとの水需要量とを相互に比較することによって可能となる。ただし、こうした方法を実際に適用するに際しては、さまざまな地域あるいは都市の持つそれぞれの事情を考慮しなくてはならない。また、本フレームでは十分論じられない問題がある。例えば、慢性的な水不足が常態になっている地域では、需要は押さえられるであろう。あるいは、水供給のためのインフラ整備への投資が積極的に行われるであろう。

(2) 空間的視点

ある都市の水需給バランスを評価することを考えてみよう。この場合、需要量については、その都市の人口、経済力やライフスタイル、産業構造などをもとに行政単位で算出することが可能である。一方、供給量については、その都市で使用する水を取水する河川の流量がまず問題となる。河川の流量を算定するためには、行政区分とは無関係の流域単位で考えなくてはならない。また、その都市が含まれる流域以外の流域から河川水を導水して利用する場合もある。さらに、もう一つの供給源である地下水は、本来、流域とは必ずしも一致しない地下水帯の分布を考えなくてはならない。このように水需給バランスでは、特に供給側の空間スケールの整合をとることが問題となる。

中国では、黄河や長江といった巨大河川の水に依存している都市が多い。下流域の

都市では、上流の農村地帯で灌漑用水使用量が大幅に増加すれば、当然その影響を受ける。また、上流の都市から汚染排水が流されれば、下流の都市での処理負担は増し、用途が限定されるなどの影響もある。したがって、中国において都市の水需給バランスを考える場合、対象とする都市に限定した空間的枠組みを超え、こうした巨大河川流域間の水のやり取りをも含めた広範囲で考えることが必要となる。しかし、降水から河川流までの自然の流出過程は、流域面積が広大であるため、時間的には長期にわたり、また、支流が多いため複雑である。これを都市単位と同等の細密さで捉えることは困難である。したがって、広範囲の水の動きについては、ある程度マクロな視点から大きな動きを捉えざるをえない。

中国のこうした事情を考慮すると、都市化による水需給バランスへの影響を評価するためには、空間スケールの異なるモデルを組み合わせる用いることが求められる。

2. 都市化と水使用量

(1) 都市化の進展

中国の都市は「城市」と表記される。典型的な都市は、「建成区」と言われる都市インフラの充実した中心地区(市街地に相当)とその周辺の「市区」と言われる行政区、さらに周辺の市管轄県(農村部)を加えた「地区」と言われる圏域によって構成される。「地区」はもちろん、「市区」にも、多くの農村部が含まれており、感覚的には日本の県に近い⁽⁹⁾。この地区と市区のいずれの範囲も都市として扱われる場合がある。

また、都市化を示す指標についてはさまざまなものがあるが、ここでは、市区人口を指標とすることによって、これまでの都市化の進行情況を概観する。すなわち、以下で言う都市は市区を意味する。ただし、中国の統計によれば、従来、都市あるいは都市化の指標として市区人口が使われていたが、1991年以降は市区内の非農業人口を採用することが多くなっている。したがって、現在と1991年以前の都市化を人口によって比較する場合には注意が必要である。

<表1 中国の規模別都市数>

表1は、中国の規模別都市数の経年変化である。1990年までの市区総人口規模別都市数（中国統計年鑑）に加えて、城市統計年鑑の市区総人口を基に都市数を集計した1996年の値をも考慮している。都市数は1980年から現在までの約15年間に3倍以上に増加している。1985年までは10～30万人規模の都市が最大であったのに対し、1990年には50～100万人規模の都市が最も多くなっており、現在ではそれらの都市が全体の約40%を占めている。図2によって、人口規模別都市数の累積比率の経年変化をみると、こうした変化の過程がよく分かる。1980年から1995年にかけて曲線が右にシフトしており、規模の大きな都市の割合が相対的に増加していることがわかる。特に、10万人以上100万人以下の規模の範囲で大きな変化がみてとれる。

<図2 人口規模別都市数の累積比率の経年変化>

(2) 水使用量の増大

このような都市の増加や人口規模の拡大にとともに、都市用水の需要も大幅に増加

している。そのため、急速に水供給インフラの整備が進められている。図3に、都市用水供給量の推移を示す。1985年から1990年の5年間に供給能力及び供給実績ともに大幅な増加を示している。用途別にみれば、生活用水は現在もなお増加しているが、生産用水（工業用水）はそれほど増加していない。この背景には、工業部門での再利用量（中国では回用量と表記）の増加など水利用効率の改善がある。しかし、統計的に把握されている供水量は、自来水会社と言われる水道会社によるものに限られており、その他に相当量の自家用水が使用されているため、後述するように全体量の把握は困難である。

<図3 都市用水供給実績>

工業用水と生活用水の使用量を4つの要因に分解し、1980年を100とした場合の1995年までの15年間の変化をみたのが図4である。工業用水は使用量（補給量）の代わりに廃水排出量を用いている。さらに、全都市についての廃水排出量の経年値が入手できないため、農村を含めた全国値を用いている。もし、都市だけでみればさらに急速な増加になるはずである。工業については1990年から1995年間の急速な生産額（図中の○）の拡大に対して廃水排出原単位（図中の●）が減少しつづけていることから、大幅な技術進歩が伺える。一方、都市生活用水は所得の増加と共に一人当たりの使用量（図中の■）は増加の一途をたどる。供水人口（図中の□）も都市化及び供水インフラの整備と共に増加しつづけると予想されることから、今後も生活用水使用量は益々増加することになる。

<図4 都市用水の要因の変化>

3. 都市の水需要構造

(1) 工業廃水量

工業用水は自来水公司（水道会社）から供給されるほか、各企業が相当量の自家用水を保有している。自家用水は政府の取水許可証によって管理され、河川、地下水を水源としている。現在、各企業の使用量の実態は政府の統計に含まれていない⁽⁶⁾。そのため、最新の統計（1996年のデータ）から得られる工業用水関連のデータの相互関係について整理したのが図5である。

<図5 中国の統計をもとにした工業用水のフロー>

処理プロセスを含む排水プロセスについては、比較的データがそろっている。しかし、自来水公司による供給以外の自家用水や生産にともなう減耗量についての情報（図中の※印）が欠如している。したがって、使用量を表すデータを得ることはできない。そこで、ここでは廃水排出量を用いて重回帰分析を行う。

分析に用いるデータは1996年の工業廃水排出量である。被説明変数（Y）は、工業廃水排出量を工業生産額で除した工業廃水排出原単位とする。説明変数としては、表2に示す9つの変数を用いる。ただし、ここでの分析対象都市は、全666都市中、データの不足している都市を除いた486都市である。

<表2 工業用水の分析要因>

表3に重回帰分析の結果を示す。説明変数の間で多重共線性が認められた場合には、適宜変数を除外する。ここでは、一人当た

りGDPが除外されている。得られた重回帰モデルによって推計される工業廃水排出原単位と実績値との相関係数は0.68である。

<表3 工業用水の重回帰分析の結果>

単位の異なる各説明変数が工業廃水排出原単位の決定要因として、どの程度影響しているかを比較するために、各説明変数を標準化して求めた標準偏回帰係数を用いる（図6）。この標準偏回帰係数は、各説明変数が1標準偏差だけ変動したときに、標準化された工業廃水排出原単位が何単位変動するかを表す。

<図6 工業用水の影響要因の比較>

業種を考慮した標準廃水排出原単位が正方向に最も大きく、次いで平均降水量が大きい。つまり、工業廃水排出原単位にとって、業種構成が最も重要な要因である。また、企業規模及び企業形態がマイナス要因として寄与していることから、大企業や外資系企業の多い都市では、工業廃水排出原単位は小さくなる。他方、回用量（再利用量）が多い都市は工業廃水排出原単位が大きい。さらに、各省の省都や沿海開放都市、経済特区都市などで政策的、財政的に優遇されていることは、工業廃水排出原単位を大きくする要因になっている。以上をまとめると、降雨量の多いほど、また政策的、財政的に優遇された都市ほど工業用水の供給能力が高く、そうした都市に工業用水を多量に使用する業種が集まっている。そのため、水使用量の絶対量が大きく、回用量（再利用量）も多くなる。また、規模が大きい企業や外資系企業は、工業用水使用に関して技術レベルが高く、効率的に利用していると考えられる。

(2) 生活用水

一人当たり生活用水供給量を被説明変数(Y)として、重回帰分析を試みる。ここでは、市区全体の生活用水供給量を生活用水人口で割ったものを一人当たり生活用水供給量とする。説明変数としては、表4に示す8つの変数を用いる。ただし、ここでの分析対象都市は、全666都市中、データの不足している都市を除いた655都市である。

<表4 生活用水の分析要因>

表5に重回帰分析の結果を示す。多重共線性により、平均気温と普及率が除外された。得られた重回帰モデルにより推計される一人当たり生活用水使用量と実績値との相関係数は0.55である。

<表5 生活用水の重回帰分析の結果>

図7に示す標準偏回帰係数により、各説明変数の影響をみると、ここで対象とした総ての説明変数がプラスの要因として作用していることがわかる。中でも、生活用水の供給量は降水量との関係が深い。次いで自来水生産能力である。さらに、生活水準をあらわす一人当たりGDPや都市化の指標である非農業人口比率や人口密度なども生活用水の消費水準にプラスに効いている。このことから、一人当たり生活用水使用量を増加される複数の要因が同時に影響していることがわかる。

<図7 生活用水の影響要因の比較>

4. 黄河の断流現象

(1) 黄河流域と水資源

黄河は全長5,460km(約17倍)、流域面

積752,400km²(約45倍)にも及ぶ(カッコ内は我が国の代表的な河川である利根川との比較)中国第2の巨大河川である(図8)。

<図8 黄河流域>

図9は、黄河流域の水資源量の地理的分布を示したものである。ここでの水資源量とは、地点ごとの月別降水量から蒸発散量を差し引いた量をいう。広域の水資源量を簡便に推計するゾーンスウェイト法⁽¹⁾による推計結果である。ただし、相対的な分布を把握することはできるものの、厳密な量についての精度はそれほど高くないことに注意が必要である。水資源の豊かな地域は上流に集中しており、それに比べ下流域では水資源に乏しいことが分かる。

<図9 黄河流域の水資源量の分布>

この水資源量は、年間をとおした総量であるため、もう少し詳細な時間変化をみる必要がある。時間的に水資源量が変化する大きな要因は、降水量と河川流量の2つである。河川流量を追跡することが難しいので、ここでは降水量の変化をみることにする。

<図10 黄河流域全体の月別降雨量>

図10は、黄河流域全体の降水量の月変化をみたものである。ほとんどの降雨が6月から9月にもたらされる。また、黄河上流付近の寒冷地帯であるため、冬季の降水は氷河や雪といった状態にあり、冬の間は河川に流れ出すことはない。春以降の雪解けによって流れ出すのである。一方、降水量の長期変化としては、最近の降雨量の減少が挙げられる。文献³によれば、1990年から1997年の黄河流域の降水量は、例年に比べ10%~21%減少している。特に1997年

の降水量は、例年より 13%~41%減少している。

(2) 黄河流域の水使用量

図 11 は、1990 年の黄河流域の人口分布であり、それぞれは都市あるいは県である。流域全体で約 1 億 5 千万人に上る。人口 50 万人以上の大都市（色の濃い都市）は、黄河下流域と支流の渭河流域に集中している。

<図 11 黄河流域の人口分布>

次に、統計によって黄河流域の水使用量の推計してみる。都市及び県単位での推計結果を地図上に表示することにより、使用量の空間分布を把握する。工業用水と生活用水は、主に都市での水使用であることから、都市での使用に限定して都市用水とする。よって、ここでは水使用量の面的分布図を農業用水と都市用水について作成する。

農業用水は、ほとんどが灌漑用水である。そこで、まず「中国分県農村経済統計概要（1991 年）」から、黄河流域に含まれる都市及び県の有効灌漑面積のデータを得る。その値に黄河流域の単位灌漑面積当たりの平均灌漑用水量（8,175m³/ha、「中国水資源利用」⁽¹⁰⁾）を乗じることにより、農業用水の使用量を求める。

工業用水は、工業廃水排出量と等しいとする。都市用水量は、工業廃水排出量と都市生活用水量の合計とする。それぞれは中国城市統計年鑑（1992 年）から得られる。

<図 12 黄河流域の農業用水と都市用水の分布>

図 12(a)、(b)は農業用水と都市用水の推計結果を示したものである。下流域では農業用水が集中的に使われていることがわかる。これは、この地域が中国で最も早くか

ら農業が営まれた地域であり、灌漑率も際立って高いためと考えられる。一方、内蒙古での農業用水の多さも、この地域での灌漑率の高さによるものである。都市用水については、大規模な都市用水利用が、上流、中流、下流にそれぞれ点在している。これらの地域は、大きく 5 つに別れ、上流から蘭州市、包頭市、太原市、西安市、済南市をそれぞれ中心とした地域である。そのうち、太原市、西安市は支流（汾河、渭河）からの利用である。内陸地域ではそれほど都市用水の使用量は大きくないが、沿海地域では比較的大きい値を示している。

ここでは、黄河流域の水資源需給バランスの悪化が断流とどのような関係にあるのかを評価するためにいくつかの空間情報を作成した。水資源量と使用量の面的な分布をマクロな視点から比較してみると、水資源の豊富な地域と大規模に使用する地域とは一致していない。前述のとおり、降水が雨季に集中すること、水資源の最も豊富な地域が寒冷地帯であることなどが原因で、水資源の時間的な変化も複雑であると考えられる。より詳細な分析のためには、こうした上流で供給された水が、中流、下流で消費されながら渤海湾へ達する水の流れを追跡しなくてはならない。

(3) 黄河断流の状況

黄河下流において、最初の断流が記録されたのは 1972 年の 4 月 23 日で、山東省の利津観測所（前出の図 7 参照）で観測され、19 日間に及んだ。黄河下流で 1972 年から 1997 年の 26 年の中で断流が発生しなかったのは僅かに 6 年で、5 年のうちの 4 年は断流が発生していることになる。

表6は利津観測所における断流の観測状況を示したものであるが、20年間、累計で70回発生し、その総日数は908日に上る。断流が発生した年のみの平均では、毎年45.4日間断流が発生していることになる。特に1991年から1997年にかけては毎年断流が発生しており、総日数717日、年平均で102.4日である。

<表6 黄河下流域（利津：最下流観測地点）の断流の観測状況>

観測記録から、発生期間が長くなっている。1972年から1991年までは早くても4月に発生していた断流が、92年以降になると、殆どの年で2月もしくは3月に発生している。最後の断流が終わる時期も8月から12月へと遅くなっている。次に、一回の断流日数も増加し、長期化している。1972年から1991年の断流は平均で15日（断流が発生した年での平均）であったのが、92年以降には102.4日に増加し、特に過去3年間の発生日数は際立って多い。

図13は黄河下流における断流の長さをグラフにしたものである。1981年は例外として、1995年以降の長さはそれまでの年のおよそ2倍ほどに増加している。10年ごとの平均の長さでみれば、70年代は242km、80年代は256kmであったものが、90年代には427kmに増加している。また、黄河の年間観測流量の低下も顕著に表れている。

<図13 黄河の断流の距離>

表7は花園口及び利津における年間流量の観測データをまとめたものである。50年代には花園口で482.5億m³であった年間流量が、1997年には143.0億m³、利津では50年代に480.6億m³であったのが、97年には18.5億m³と大幅に減少している。

<表7 年間流量の実測値>

表8は断流日数の月別の分布を示したものである。70年代、80年代の月別の断流は4月～6月の3ヶ月に集中していたが、90年代には2月～7月と10月に集中している。1997年の黄河下流における断流は、降雨と河川流量が平年に比べ明らかに少なかったこともあり、観測史上最も厳しいものであった。この年の最初の断流は利津において2月7日と過去最も早い時期に発生し、延べ日数は過去最多の226日にも及び、回数も過去最多の13回発生した。断流の発生した期間も2月から12月と11ヶ月に及んでいる。断流の長さも過去最長であり、最上部は開封柳園口まで延び、全長は約700kmに至った。この年、満水期にも断流が起こったことは、歴史上稀に見るものであった。

<表8 黄河下流域（利津：最下流観測地点）の月別断流日数>

5. まとめと今後の課題

福岡市が平成6年8月4日～翌年5月31日までの295日に及ぶ大渇水を経験したことは記憶に新しい。福岡への人口集中と一人当たりの生活用水量の増加がもたらした結果である。福岡の水の供給は河川に頼っているため、降雨量が少ない年には常に水不足に陥る危険がある。水資源開発により新規の水資源が確保できるのであれば、開発の速度を超えるような急速な人口増加を避ければよい。しかし、これ以上水資源を確保できない場合には、水資源の制約から人口増加を止めなくてはならない。これが

水資源からみた都市の人口規模の限界である。一方、これを産業で考えた場合には、同じように産業規模の限界がある。

中国では、急速な工業化と都市化が進んでいる。そこで懸念されるのは、水資源開発に追いつかないまま工業化、都市化が進行すること、さらにこれ以上水資源を確保することが困難なレベルにまで需要が増加してしまうことである。もしこのような慢性的な水不足に陥れば、発展のボトルネックになる可能性がある。

経済発展や社会構造の変化にともなう将来の水需要を長期的に見積もることは、重要であるが困難な作業である。本報告で示した結果について、さらに精度を高めるためには以下のような課題がある。まず、工業用水については前述のとおりプロセス全体の収支バランスを明らかにすることである。生活用水については、都市近郊の農村に関するデータが必要である。さらに生活用水の用途に関する情報（例えば、水洗便所の普及など）や事業系の水使用に関するデータも必要となる。次に、いくつかの経済圏や流域単位などの地域ごとの分析が必要である。こうした分析結果が複数年集まれば、時間的な変化を知ることができるため、将来予測の向けた有用な基礎資料となる。

供給側については、流域単位での流出モデルが不可欠である。まず、人為的な影響のない状態で河川流量を算出するモデルを作成し、次に、そこから各地点での農業用水や各都市での都市生活用水を引くという構造になる。本稿では取り扱わなかったが、農業用水についても灌漑の普及や効率的な運用、土地利用変化から作付け品目に至る、

さまざまな影響を考慮してモデル化することが望まれる。

参考文献

- 1 Lester R. Brown: "Who Will Feed China?: Wake up call for a small planet", W. W. Norton & Company, 1995
- 2 Lester R. Brown and Barian Halweil: "China's Water Shortage Could Shake World Food Security", World·Watch, Vol. 11, No. 4, pp.10-21, 1998
- 3 蛎効国「黄河下流断流状況及び対策」、1998
- 4 井村秀文、勝原健「中国の環境問題」、東洋経済新報社、1995
- 5 横浜工業館「上海水処理産業ガイドブック」、1995
- 6 金淞、鐘震：厳しい現実に直面する中国の排水の現状、産業と環境、Vol. 25、No. 3、pp. 37-49、1996
- 7 中国科学院「中国 21 世紀水問題方略」、1996
- 8 "China's Agenda 21: White Paper of Chinese Population, Environment and Development toward 21st Century", 1994
- 9 中山裕文：中国の都市化と都市基盤整備の現状、東アジアの視点、3月号、pp. 92-98、1998
- 10 中国水利電力部「中国水資源利用」、水利電力出版社、1986
- 11 榎根勇「水と気象」、朝倉書店、1989

人口規模	1980	1985	1990	1996
200万人以上	13	13	17	18
100～200万人	22	44	78	139
50～100万人	36	85	154	260
30～50万人	50	78	113	158
10～30万人	80	93	81	75
10万人以下	16	11	15	16
総計	217	324	458	666

記号	変数	単位	説明
Y	工業廃水排出原単位	トン/万元	
X ₁	平均気温	K	メッシュデータから作成
X ₂	平均降水量	mm	メッシュデータから作成
X ₃	業種を考慮した標準排水原単位	トン/万元	業種別廃水排出原単位の全国平均値を用いた場合の工業全体の排出原単位
X ₄	企業規模	億元/企業	総工業生産額を総企業数で除す
X ₅	企業形態(外資系企業比)	-	総工業生産額を外資系企業が生産額で除す
X ₆	工業生産総値	億元	
X ₇	一人当たりGDP	元/人	
X ₈	工業廃水処理回用量	万トン	
X ₉	行政区分ダミー	0、1	各省の省都、沿海開放都市、経済特区都市は1、それ以外は0とする

修正済決定係数0.460、修正済重相関係数0.678

記号	変数名	標準偏回帰		T 値	判 定
		偏回帰係数	係数		
X ₁	平均温度	-0.321	-0.083	1.938	
X ₂	平均降水量	0.007	0.161	3.597	**
X ₃	業種を考慮した標準排水原単位	1.145	0.615	16.670	**
X ₄	企業規模	-0.002	-0.084	2.264	*
X ₅	企業形態	-7.478	-0.061	1.533	
X ₆	工業生産総値	-0.000	-0.112	1.751	
X ₈	工業廃水処理回用量	0.000	0.129	2.293	*
X ₉	行政区分ダミー	6.507	0.081	2.078	*
	定数項	81.332		1.977	*

**：1%有意、*：5%有意

記号	変数	単位	説明
Y	一人当たり生活用水量	トン/人	生活用水人口一人当たり生活用水量
X ₁	平均気温	K	メッシュデータから作成
X ₂	平均降水量	mm	メッシュデータから作成
X ₃	非農業人口比率	-	市区全体の非農業人口を総人口で除したもの(都市化の指標)
X ₄	一人当たりGDP	元/人	市区全体の一人当たりGDP
X ₅	人口密度	万人/km ²	市区全体の人口密度
X ₆	年末自來水生産能力	トン/人	一人当たりの自來水生産能力
X ₇	普及率	-	市区全体の生活用水人口を総人口で除したもの
X ₈	行政区分ダミー	0、1	各省の省都、沿海開放都市、経済特区都市は1、それ以外は0とする

修正済決定係数0.300、修正済重相関係数0.547

記号	変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	T 値	判定
X ₂	平均降水量	0.023	0.336	9.693	**
X ₃	非農業人口比	16.718	0.125	2.870	**
X ₄	一人当たりGDP	0.001	0.108	2.823	**
X ₅	人口密度	59.510	0.149	4.052	**
X ₆	年末自來水生産能力	7.346	0.156	4.017	**
X ₈	行政区分ダミー	12.496	0.092	2.460	*
	定数項	18.319		6.709	**

**:1%有意、*:5%有意

年	断流時間		対象期間 (日)	断流回数 (回)	断流日数(日)		
	最初	最終			全日	一時的	総計
1972	4月23日	6月28日	66	3	15	4	19
1973							
1974	5月14日	7月11日	58	2	18	2	20
1975	5月31日	6月27日	27	2	11	2	13
1976	5月18日	5月25日	7	1	6	2	8
1977							
1978	6月3日	6月27日	24	4		5	5
1979	5月27日	7月9日	43	2	19	2	21
1980	5月14日	8月24日	102	3	4	4	8
1981	5月17日	6月29日	43	5	26	10	36
1982	6月8日	6月17日	9	1	8	2	10
1983	6月26日	6月30日	4	1	3	2	5
1984							
1985							
1986							
1987	10月1日	10月17日	16	2	14	3	17
1988	6月27日	7月1日	4	2	3	2	5
1989	4月4日	7月14日	101	3	19	5	24
1990							
1991	5月15日	6月1日	17	2	13	3	16
1992	3月16日	8月1日	138	5	73	10	83
1993	2月13日	10月12日	241	5	49	11	60
1994	4月3日	10月16日	196	4	66	8	74
1995	3月4日	7月23日	141	3	117	5	122
1996	2月14日	12月18日	307	6	123	13	136
1997	2月7日	12月31日	327	13	202	24	226

年	花園口	利津
50年代平均	482.5	480.6
86	291.9	157.4
87	227.9	108.4
88	356.5	193.9
89	425.4	241.8
90	364.7	264.4
91	241.4	122.5
92	267.3	133.7
93	305.1	184.7
94	305.3	217.0
95	239.0	136.7
96	277.3	155.2
97	143.0	18.5

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1972					15							19
1974			4	5	4	11						20
1975				1	12							13
1976				8								8
1978					5							5
1979				5	7	9						21
1980				2	5		1					8
1981				12	24							36
1982					10							10
1983					5				17			5
1987												17
1988					4	1						5
1989					5	14						24
1991					1							16
1992				15	30	26	1					83
1993	4	2	16	18	26				2			60
1994				3	30				13			74
1995				18	30	1						122
1996				30	30	23						136
1997	16	30	20	22	30	15						226
	22	20	7	16	30	31	21	26	28	21	4	
合計	42	97	73	155	273	131	23	26	60	21	7	908

第5章 中国都市の大気汚染問題

九州大学大学院工学研究科 中山裕文

1. はじめに

改革開放以来、中国は沿海部の大都市を中心として急速な経済発展を遂げつつあるが、その原動力として重要な役割を果たしているのは都市での工業部門の急成長である。GDP（市区総生産）の中国国内上位100都市についてGDPの産業別構成比をみると、7割以上の都市で第二次産業比率が50%を超えている。つまり、中国の大都市のほとんどは工業都市であるといえよう。工業都市の成長はすなわち、資源・エネルギーの大量消費につながり、排出される汚染物質の量も大きくなる。

現在、中国の都市では様々な環境問題が起きているが、その中でもSO₂や煤塵による大気汚染は特に深刻な問題であり、その大部分は電力業と工業部門からの排出に起因している。都市の大気汚染状況をみると、1996年において、SO₂の3級国家基準濃度(0.1mg/m³)を上回る都市が23都市、TSPの3級基準(0.3mg/m³)を上回る都市が41都市あった¹⁾。大気汚染物質濃度が3級基準を超える都市についてその人口を合計すると、SO₂では3,651万人、TSPでは6,695万人となり、これだけの都市人口が汚染された大気環境のもとで生活していることになる。中国では今後も引き続き工業化・都市化が進むものと考えられるが、大気汚染対策が遅れたままであれば、被害を受ける人口はさらに増加することになる。このように、中国の都市における大気汚染対策は緊急の課題であり、日本政府による対中国環境援助の重点もここに置かれている。

都市の大気汚染物質の排出量と工業部門の業種構造は密接な関係がある。例えば、華北や東北地域の都市は、重化学工業を基幹産業としているため、単位生産当たりのエネルギー消費量が大きく、その結果発生する汚染物質の量も多い。中国は経済発展・国土建設の途上にあり、そのためには、鉄、セメントなどの基礎素材がさらに大量に必要である。したがって、基礎素材型重工業の生産拡大も当分の間必要であり、この地域では産業公害対策が都市環境改善の大きな課題でありつつあるであろう。逆に深圳などの東南沿海地域の都市では、高付加価値加工産業の振興に熱心であり、エネルギー原単位は比較的小さい。大気汚染を分析するには、まず、このような都市の業種構造とエネルギー消費構造の関係を分析することが必要である。さらに、企業の所有形態や規模も汚染の対策レベルに影響を与えていると考えられる。例えば、先進的な技術を持つ外資系企業の工場は、旧式の国有工場と比べると、汚染対策設備は格段に進んでいる。また、企業規模の小さい郷鎮企業は、汚染対策に資金がまわらないことが多い。このように、企業の所有形態と汚染対策レベルとは密接な関係があると考えられる。

本稿では、上記の視点から、中国の都市における大気汚染の発生メカニズムと対策状況について考察する。具体的には以下の諸点について分析を行う。

- (1) 地域別産業発展戦略と産業構造
- (2) 経済区別にみた都市の汚染排出構造
 - ①工業部門の業種構造とエネルギー消費構造
 - ②工業企業の所有形態
 - ③汚染対策レベル
- (3) 主要5都市（北京、大連、上海、重慶、深圳）のSO₂排出増減に

関する要因分析

本稿では、大気汚染物質として、工業部門から排出されるSO₂を対象とする。したがって、分析対象となる都市は工業生産活動が活発で潜在的に汚染排出量が多いと考えられる都市に限定される。具体的には、工業生産額が100億元以上の都市が対象である（図1参照）。

中国は国土が広大なため全国一律の分析では地域別の特色が分析できない。一方、個別の都市ごとに分析するのでは、都市の数が多すぎる。このため、経済区ごとに分割して分析することによって、国あるいは地域の産業政策が地域の特色ある産業構造に及ぼした影響を定量的に検出することを目指す。経済区の分け方としてはいくつかの方法がある²⁾が、ここでは、第9次5ヵ年計画で提唱されている7大経済区を採用する（図2）。ただし、上記計画では長江デルタと長江流域経済区は一つの経済区にまとめられているが、本分析においては、これをさらに沿海部の「長江デルタ」と内陸部の「長江流域」に分割して、その違いを見る。

工業生産額100億元以上の都市の分布をみると、環渤海経済区、長江経済区（長江デルタと長江流域経済区）、東南沿海経済区の3地域に集中している。そこで、本報告ではこれらの地域にの結果のみを示す。

2. 地域別産業発展戦略と産業構造

(1) 7大経済の発展戦略

表1に示した7大経済区の発展戦略を順にみていくと、まず、「環渤海経済区」では山西省の石炭をはじめとする豊富な地下資源を利用して、中国の総合エネルギー基地としての機能を高めていく戦略がたてられており、産業政策としてはエネルギー多消費型の重工業に重点がおかれている。また、「長江デルタ地域」や「東南沿海地域」を中心とした沿海地域では、進んだ対外開放を利用して、ハイテク産業の導入、金融などのサービス産業を発展させることが謳われている。内陸部では、「西北地域」、「東北地域」、「西南地域」、「中部地域」などでエネルギーなど鉱物資源開発や資源、エネルギー多消費型産業を発展させることがめざされている³⁾。

図3は各経済区における都市（市区）の工業生産額と業種別構成比を示したグラフであ

る（県の工業生産は含んでいない）。ここで用いた都市の工業生産データは 19 業種に分かれていたが、簡単にするため 4 つの業種（①鉱業、②軽工業、③基礎素材型重工業、④機械工業）にまとめた（表 2 参照）。

最も工業生産規模が大きいのは、長江デルタ経済区で、次いで環渤海、東南沿海の順になっている。長江デルタ、長江流域、環渤海、東南沿海の 4 経済区の都市だけで、中国の都市全体の工業生産額の実に 7 割以上を占めている。

各経済区の工業部門の業種構造をみてみよう。

まず、工業生産が最大規模の長江デルタ経済区をみると、鉱業を除いた 3 業種が均等に配分された構造をとっており、その中では機械工業の比率が高い。長江流域経済区では、基礎素材型重工業の比率が約 50%を占めている。環渤海経済区では基礎素材の比率が高く、東南沿海経済区では軽工業と機械工業の比率が高い。

（2）業種構造による都市の類型化

前項では、業種別の工業生産値について各都市の合計値を求め、経済区ごとの業種構造を分析した。その値は各都市の生産額の合計値であるため、工業生産が極めて大きい都市がある場合、その経済区の業種構造は大都市の業種構造に反映されたものとなる。そのため、この方法では、各経済区にどのような業種構造をもつ都市がどれだけ存在するのかを分析することができない。そこで、業種構造タイプ別に都市を類型化し、類型別の都市数を数えることによって各経済区がどのような業種構造をもつ都市によって構成されているかを分析する。

類型化の指標としては、工業部門の業種別構成比（鉱業、軽工業、基礎素材型重工業、機械・鉱業の構成比）を標準化したものを用いた。また、類型化手法としてはクラスター分析を用いる。ただし、ここでのクラスター分析は Ward 法による階層的な手法であり、クラスター間の距離は平方ユークリッド距離である。

類型化の結果、業種構造のタイプを 9 つに分けることができた（表 3）。この結果をもとに、各経済区の業種構造別都市数をカウントしたものが図 4 である。結果について述べると、まず、長江デルタ経済区では、3 業種（基礎素材、軽工業、機械）均等型、基礎素材・軽工業型、基礎素材・機械型の 3 つのタイプの都市が多い。この地域では、電子機器などのハイテク産業の導入を進めているが、都市の工業基盤となっているのは基礎素材型重工業であることがうかがえる。また、長江流域でも基礎素材型の都市が多い。環渤海経済区をみると、基礎素材特化型、基礎素材・機械型の都市が多い。環渤海経済区の都市の工業基盤は基礎素材型重工業であり、その性格は長江デルタよりさらに強い。東南沿海経済区では、機械特化型、機械・軽工業型、3 業種均等型などの都市が多く、都市の工業基盤は機械工業であるといえる。

鉄鋼やセメントなどの基礎素材型重工業では、その生産過程において多量の化石燃料や鉱石が消費され、排出される汚染物質の量も多い。基礎素材型重工業が多い環渤海や長江

デルタ経済区の都市では、産業公害対策が都市環境改善のための中心課題となる。

3. 経済区別にみた都市の業種構造、企業の所有形態と大気汚染対策状況

ここでは、①都市の工業部門業種構造、②工業企業の所有形態、③大気汚染対策レベルに関する数値データに基いて定量的に大気汚染状況の把握を試みる。また、①～③の相互関係をみながら各経済区ごとの特性を考察する。以下に各指標の計算手法について説明する。

①都市の工業部門業種構造

まず、式(1)を用いて都市の工業部門業種構造を最終エネルギー消費原単位の形で定量化する。最終エネルギー消費原単位とは、その都市が1単位の工業製品を生産するのに必要なエネルギー(最終エネルギー)の量であり、これによりその都市がエネルギー的にみてどのような業種構造であるかを把握することができる。鉄鋼や化学など、エネルギー多消費型産業の比率が高い都市では、最終エネルギー消費原単位は大きくなる。各都市について計算した結果をヒストグラムにまとめたものが図6(環渤海経済区の場合)である。

$$f^n = \left(\sum_i f_i \cdot p_i^n \right) / P^n \quad (1)$$

(f_n :都市nにおける最終エネルギー消費原単位, f_i :業種iの最終エネルギー消費原単位, p_i^n :都市nにおけるi業種の工業生産額, P_n :都市nにおける全業種の工業生産額, i :業種(1~19))

②工業企業の所有形態

都市の工業生産額を国有企業、集体企業(主に郷鎮企業)、その他類型経済企業(主に外資系企業)の3つの所有形態に分け、それぞれのシェアを計算する。環渤海経済区についての結果を散布図にしたものが図7である。この図は、横軸が国有企業比率、縦軸はその他類型経済企業比率である。したがって、原点に近いほど集体企業の比率が高くなっている。

③大気汚染対策レベル

業種構造が同じ都市同士で汚染物質排出量を比較しても、実際に排出される汚染物質の量は異なる。これは、工業の生産技術レベルや汚染物質除去装置の設置状況が異なるためである。ここでは、各都市のSO₂対策レベルを定量的に表すことを試みる。まず、各都市において業種別工業生産額と業種別SO₂排出原単位(全国平均の原単位)とを乗じてSO₂排出ポテンシャルを計算する。計算手法を式(2)に示す。次ぎに、その値と実際のSO₂

排出量とを比較することによって、その都市の SO2 対策レベルを表そうするものである。これは、エネルギー消費効率、燃料中 S 分、SO2 除去率などを総合的に表す指標と解釈される。図 8 は、上記の方法により計算した SO2 排出ポテンシャルを横軸に取り、縦軸に統計から得られた実際の排出量データを取ったものである。グラフの対角線は排出ポテンシャルと実際の排出量が一致する直線であり、この線よりも左に行くほど対策レベルが低く、右に行くほど対策レベルが高いものと解釈できる。

$$E^n = \sum_i e_i \cdot p_i^n \quad (2)$$

(E^n : 都市 n の SO2 排出ポテンシャル, e_i : 業種 i の単位生産額あたり SO2 排出量, p_i^n : 都市 n における業種 i の工業生産額, i : 業種 (1~19))

次ぎに、①~③の計算結果について各経済区ごとに考察する。

(1) 環渤海経済区

図 6~8 はそれぞれ、①都市の工業部門業種構造、②工業企業の所有形態、③大気汚染対策レベルを、前述した手法により定量化して図示したものである。

図 6 をみると、環渤海経済区の都市は、長江デルタや東南沿海に比べてエネルギー多消費型の都市が多い。2.(2)で行った業種構造別の類型化においてもこの経済区には基礎素材型重工業が多いが、その構造的特色を明確に表す結果となっている。また、図 7 をみると、国有企業のシェアが高い都市が多いことがわかる。

図 8 をみると、ほとんどの都市が SO2 対策レベルの平均値を表す対角線よりも左側にプロットされている。つまり、平均的な都市よりも SO2 排出量が多く、対策レベルが低い。

以上をまとめると、環境渤海経済区では、基礎素材型産業に重点をおいたエネルギー多消費型の都市が多く、もともと SO2 が発生しやすい業種構造をとっているが、それに加えて汚染対策も進んでいない都市が多いと言える。また、この経済区の企業の大部分は国有企業である。国有企業に汚染排出超過の罰則を与えても、企業の所有者が国であるために罰則の効果が薄く、環境対策へのインセンティブが働きにくいといわれており、この結果はこれを証明しているとも解釈できる。

(2) 長江デルタ・長江流域経済区

長江デルタ経済区には、さまざまな業種構造を持つ都市がある(2.(2)参照)が、単位工業生産額当たり最終エネルギー消費でみれば中位の都市が多い(図 10)。企業形態でみると(図 11)、国有、集体、その他類型が交じり合っており、多様な都市があるが、他の 2 経済区と比べると、集体企業のシェアが高い都市が多い。SO2 対策レベル(図 12)をみると、対策レベルの高い都市と低い都市がある。

以上の結果をまとめると、長江デルタには、多様な業種構造・企業形態をもつ都市が存

在しており、対策レベルも都市によって差が大きい。このため、この地域では都市の特性に応じた対策が必要となる。

ただ、他の2経済区と比べて集体企業（主に郷鎮企業）のシェアが高い都市が多い。集体企業の生産規模は、国有企業や外資系企業に比べて小さく（約10分の1）、そのために汚染対策にまで資金がまわらない場合が多い。このような都市では、集体企業の対策を如何にとるかが問題解決のカギとなろう。

長江流域は、エネルギー多消費型の都市が多い。また図11をみると、重慶の対策レベルが著しく低いことがわかる。

（3）東南沿海経済区

東南沿海経済区では、機械工業や軽工業に基盤をおいた都市が多く（2.（2））、最終エネルギー消費原単位は小さい（図14）。また、この経済区の特徴として、その他類型経済企業（主に外資系企業）の比率が高い都市が多い（図15）。汚染対策レベルをみると、ほとんどの都市が平均値を表す対角線よりも右側にある（図16）。つまり、SO₂排出量が少なく、対策が進んでいると言える。

これらの結果をまとめると、東南沿海経済区では、機械工業や軽工業に基盤をおいた都市が多く、もともとSO₂が発生しにくい業種構造をとっているが、加えて汚染対策も進んでいることがわかる。また、この地域は外資系企業が多い。中国では、外資系企業の工場を建設する際、自国の排出基準に適合する汚染対策装置と同等の設備の設置を要求することが多い。そのため、外資系企業の進出は、先進的な生産技術、汚染対策設備を獲得するチャンスでもある。Matsumoto et al.(1998)4)は、外資系企業の進出が中国のエネルギー消費原単位の改善に寄与していることを定量的に考察しているが、汚染対策についてもこれと同様のことが考えられる。

4. 主要5都市（北京、大連、上海、重慶、深せん）のSO₂排出増減に関する要因分析

ここでは、具体的な都市を取り上げ、汚染排出量の経年変化についての要因分析を行う。取り上げる都市は、北京（環渤海経済区）、大連（環渤海経済区）、上海（長江デルタ経済区）、深セン（東南沿海経済区）、重慶（長江流域経済区）の5都市であり、各経済区の代表的な都市である。

汚染排出の増減量を、除去要因、原単位要因、生産額要因の3要因に分解し、それぞれの要因が都市の汚染排出増減にどの程度寄与したかを分析する。具体的な計算手順を以下に示す。

工業生産活動に伴って発生する汚染物質の総量 x は、次式のように表される。

$$x = \frac{x}{y} \cdot \frac{y}{z} \cdot z \quad (3)$$

(x : 汚染排出量, y : 汚染発生量 (=排出量+除去量), z : 工業生産額)

ここで、 x/y は汚染排出率 (1-汚染除去率/100), y/z は汚染発生源単位を表す。

上式から、ある期間における X の変化分 ΔX は次のように要因分解できる（二次以上の交絡項は省略）。

$$\Delta x = \Delta \left(\frac{x}{y} \right) \cdot \frac{y}{z} \cdot z + \frac{x}{y} \cdot \Delta \left(\frac{y}{z} \right) \cdot z + \frac{x}{y} \cdot \frac{y}{z} \cdot \Delta z \quad (4)$$

= 汚染除去要因（汚染除去率の変化による変化分）
+ 原単位要因（汚染発生原単位の変化による変化分）
+ 生産額要因（工業生産額の変化による変化分）

以下、この式によって、SO₂ 排出量の経年的増減に対する各要因の寄与度を分析する。

分析結果を図 17 に示す。これをみると、北京、大連、上海では、原単位の改善による減少量に比べて工業生産額の拡大による増加分が大きく、それが排出量の増加につながっている。これらの都市では除去要因の寄与度は小さい。一方、重慶では、原単位の改善に加えて除去要因も寄与しており、これらの要因による減少量が工業生産の拡大による増加量を上回っているため、全体としての排出量は減少している。

5. おわりに

本研究では、中国の都市における大気汚染問題について、都市の業種構造、企業形態、大気汚染対策レベルの 3 つの視点から比較分析を行った。その結果についてまとめてみる。

中国には業種のみで様々な都市があるが、経済区ごとに見ると共通した性格がみられた。環渤海経済区の都市ではエネルギー多消費型重工業が多く、企業形態で見ると国有企業の比率が高い。結果として、SO₂ 対策レベルが遅れている都市が多くみられた。また、長江デルタ経済区には多様な都市があり、それぞれに応じた対策が必要となるが、特に重視すべき問題は集体企業の対策である。一方、これら 2 つの経済区と比べて、東南沿海経済区は、対策レベルが高い都市が多い。これは、エネルギー消費の小さい業種構造をもつ都市が多いこと、外資系企業の比率が高いことなどが影響していると考えられる。

また、各経済区の主要 5 都市を具体的に取り上げ、各都市の SO₂ 排出量の増減について要因分析を行った。その結果、SO₂ 発生原単位の改善による SO₂ 減少量に比べて工業生産額の拡大による SO₂ 増加分が大きく、結果的には排出量が増加していること、除去率は平均して低く SO₂ 対策への寄与度は小さいことがわかった。

中国政府は、「国家環境保護”九五”計画と 2010 年遠景目標」5)で、2000 年の SO₂ の排出量を 1995 年の排出量以下に抑え、2000 年から 2010 年にかけて本格的な改善を行うとしている。その中の計画の一つに「汚染物排放総量控制計画」がある。この計画では、将来時点における中国全体の SO₂ 排出量が設定されており、それが各省級政府（省・自治区・直轄市）の目標値として分配され、それがさらに下級地方政府に分配されるという構造になっている。地方政府は、割り当てられた目標値に基づいて具体的な SO₂ 対策計画を立案し、

実行する。各都市における目標が達成できれば、全国目標も達成できるという図式である。ここで重要な点は、全体としての目標値をどのようにして各都市に配分するかである。実現可能な目標値を設定するためには、様々な環境指標に基いた都市間比較分析が必要となる。本稿においても、都市の業種構造、企業形態、大気汚染対策レベルの 3 つの視点から比較分析を行ったが、今後はさらに詳細な情報を取り込んだ分析が必要となろう。

参考文献

- ① 中国環境年鑑編集委員会 編：『中国環境年鑑 1997』，中国環境年鑑社，1997 年
- ② 栗林純夫 編著：『中国の地域経済 沿海から内陸へ』，JETRO，1994 年
- ③ 大原盛樹：「地域発展戦略と外資・外国援助の役割」（石原享一 編：『中国経済の国際化と東アジア，アジア経済研究所』，1997 年）
- ④ T.Matsumoto and H.Imura：Foreign-affiliated Firms and Environmental Problems in China:Environmental Implications of Foreign Direct Investment, Journal of Global Environment Engineering, Volume 4, June 1998
- ⑤ 国家環境保護局，国家計画委員会，国家経済貿易委員会：『国家環境保護“九五”計画和 2010 年遠景目標』，中国環境科学出版社，1996 年

表1 7大経済区の発展戦略

環渤海	優位性	豊富な地下資源(石炭)
	戦略	支柱産業を育成。エネルギー基地・輸送幹線を建設し、エネルギーを他地域にも提供させる
	産業	重化学工業、エネルギー産業
長江デルタ及び長江沿岸	優位性	長江で海へアクセス。重厚な工業基盤。高い技術水準。
	戦略	東西南北をつなぐ総合的な経済地帯とする。長江中上流地域では工業基盤と資源を活用。投資開発区の建設。
	産業	エネルギー多消費型産業、ハイテク産業、伝統工業の高度化
東南沿海	優位性	進んだ対外開放、遠海航路集中、農業資源(熱帯、亜熱帯)
	戦略	対外経済関係をさらに発展させ、高付加価値加工産業と農業を新興。
	産業	軽工業、ハイテク産業
西南および華南の一部	優位性	水力発電、鉱物資源、農林水産資源、「三沿」の地理的優位
	戦略	外向き型経済、熱帯、亜熱帯作物生産
	産業	発電、高エネルギー消費産業、「三線」企業改造、設備産業
東北	優位性	比較的整った交通と重化学工業基盤、土地とエネルギー資源
	戦略	重化学工業と農業の基地。旧工業基地の改造、農業資源の総合開発
	産業	重化学工業
中部5省	優位性	交通の利(長江、幹線)、農業、工業基盤
	戦略	三峡水利センター、水力・火力発電
	産業	水、エネルギー多消費型産業、大量輸送型産業、自動車、機械、電子、農産物加工
西北	優位性	東アジアと中央アジアを結ぶ。エネルギー資源、鉱物資源、土地資源
	戦略	基礎が薄弱、自力発展能力に格差、自然の障害
	産業	地場資源を利用した重化学工業、ユーラシア・ランド・ブリッジと国境貿易

(出所)大原盛樹:「地域発展戦略と外資・外国援助の役割」(石原享一 編:『中国経済の国際化と東アジア, アジア経済研究所』, 1997年)³⁾をもとに作成

表2 工業部門各業種の4業種への統合

鉱業	鉱業
軽工業	食品・飲料・煙草製造業 紡績業 皮革、毛皮製造業 印刷業 その他製造業
基礎素材型 重工業	石油加工及びコークス製造業 製紙及び紙製品業 化学工業 医薬工業 化学繊維工業 ゴム製品業 プラスチック製品業 非金属鉱物製品業 黒色金属精錬圧延加工業 有色金属精錬圧延加工業
機械工業	金属製品業 機械工業

表3 都市の業種構造類型化の結果

	業種構成比率(%)			
	鉱業	軽工業	基礎素材 型重工業	機械工業
鉱業特化	76.3	3.7	15.9	4.0
軽工業特化	0.0	65.4	17.9	16.7
基礎素材特化	4.5	13.0	68.8	13.7
機械特化	0.2	17.9	16.2	65.7
基礎素材・軽工業	2.1	40.5	39.8	17.5
基礎素材・機械	1.4	17.8	37.7	43.1
機械・軽工業	1.5	36.8	18.9	42.9
三業種均等	0.8	36.0	30.7	32.6
四業種均等	20.5	27.9	29.6	22.1

表4 都市の業種構造類型化の結果

(単位:排出量, 除去量は万トン, 除去率は%)

	1992年			1996年		
	排出量	除去量	除去率	排出量	除去量	除去率
北京	20.0	0.5	2.6	21.2	0.9	4.1
大連	9.1	0.3	2.9	10.1	0.6	5.6
上海	35.6	3.9	9.9	43.3	5.6	11.4
深せん	0.2	0.0	0.7	1.9	0.0	0.0
重慶	44.9	4.3	8.8	24.3	12.5	33.9

第6章「中国における石炭火力発電と環境問題」¹

九州大学石炭研究資料センター助教授 外川 健一

1. はじめに

1997年12月開催の第3回気候変動枠組み条約締結国会議（京都会議：COP3）での結論は、日本をはじめ先進諸国に対して、20世紀型の化石エネルギー依存型の発展パターンからの転換が求められたということの意味している。そしてCOP3を受けて発表された1998年6月11日発表の、資源エネルギー庁・総合エネルギー調査会需給部会中間報告では、「『経済成長と環境保全』の両立が21世紀に直面する最も重要な課題」であると指摘している。そしてこの新しい長期エネルギー需給見通しの基本は、3E-エネルギー安定供給（Energy Security）、エネルギーコストの低減等を通じた経済成長（Economic Growth）、環境保全（Environmental Protection）の調和的な発展である。そしてこれら3Eのトレードオフの関係を、電力中央研究所のグループらが「トリレンマ」と称し、トリレンマの克服こそが、まさに人類の危機を回避する基本である²と訴えている。

エネルギー安定供給（Energy Security）、エネルギーコストの低減等を通じた経済成長（Economic Growth）の観点からみれば、石炭は他の化石燃料に比べて、賦存量が多く、比較的広い地域にわたって賦存していることから、他の化石エネルギーに比べて、経済性・供給安定性の面で、優位な立場にあるとされている。しかし環境保全（Environmental Protection）の面に関していえば、天然ガス・石油に比べ石炭はその汚染は移出係数が高いことが知られている。しかし、アジア諸国の一次エネルギーに対する石炭比率は1995年現在で56.1%（世界：28.8%）であり、日本エネルギー経済研究所の研究によれば、2010年になっても54.8%（世界：27.3%）と縮小するものの、その比率は依然として高いと予想されている。このように21世紀には、アジア・太平洋地域での、電力用一般炭を中心とした石炭需要の飛躍的増大が見込まれることに加え、域内産炭国の採炭条件も悪化するだろうということを踏まえれば、環境に配慮したアジア太平洋諸国の石炭資源開発への協力は、日本のエネルギー戦略上、大きな課題である。

ところで、経済発展の著しい中国経済を考察する際、中国の電力業にターゲットを絞って考察することは中国の環境問題を検討する上で必要不可欠の課題である。とくに中国の電力業に占める石炭火力発電の位置づけは、温暖化問題・酸性雨問題の深刻さを考慮すると非常に大きいことは明白である。中国は1次エネルギー供給に占める石炭の比率が約4分の3ときわめて高い（表1）。「注意すべき点は、石炭生産量のエネルギー総生産量に占める割合が絶えず増大し、石油・天然ガスのシェアが低下し続けていることだ³。この現象は世界のエネルギー生産構造の変化とは反対の傾向である⁴ことは注目すべきであろう。また、表2に中国の電力供給量の推移と火力発電の占める位置づけを示したが、ここでも火力発電のウエイトが全体の80%前後で推移していることが分かる。

表1 中国のエネルギー供給量の推移と石炭の占める位置づけ

表2 中国の電力供給量の推移と火力発電の占める位置づけ

2. 中国の電力制度

1996年3月に開催された第8期全国人民代表大会第4回会議で承認された「国民経済と社会発展についての第9次5ヶ年計画」（以下「9・5計画」と略す）では、1996年から2000年までの5年間を対象期間とするもので、中国のGNPを1995年の5兆7600億元から、2000年には8兆5000億元まで（年平均成長率8%）増加させるこ

とをうたっている。それに合わせて国民経済を支えるエネルギー産業へは「節約と開発をともに堅持し、節約を第1に据える。エネルギー生産と消費の構造を大々的に調整する。先進技術を普及させ、エネルギーの生産効率を高める。エネルギー開発と環境対策とを同時に進め、エネルギー製品価格を引き続き整える。エネルギー建設は電力を中心とし、石炭を基礎とし、石油・天然ガスの資源探査、開発を強化し、新エネルギーを積極的に発展させる。」という方針を決め、具体的に9・5目標を策定した。そして9・5期間中のエネルギー総量に占める電力の割合は、95年の31.6%から38.6%に伸びるものとされ、電源構造は火力が増加、水力は減少、原子力が約1割を占めるとしている⁵。もっとも、1996年頃から発電量の増加率とGDP弾性値の低下が観察されている。これについては経済活動の停滞に加え、省エネルギーの進展や製造業、とくにエネルギー多消費型素材産業のウエイトの低下による構造変化が原因ではないか、という指摘もある⁶。なお、1996年末現在運転中の100万KW以上の大型火力発電所は36箇所にもものぼり、また、同時期に建設中の100万KW以上の大型火力発電所は、既設とほとんど同じ数の35箇所である⁷。

ところで、中国における石炭資源の分布は、大まかには経済発展の遅れた西北部に偏在し、経済の発展地域は東南部沿岸にあることから、「稳住東部、發展西部」⁸のスローガンのもと「北炭南送」・「西炭東送」という石炭の輸送構造を持っているといえる。山東・河南・河北3省、さらには東北地区は石炭埋蔵量が比較的多く、これを利用する大型の石炭火力発電所が稼働・建設されているが、まだまだ自給自足の域には達していないとされている。将来は埋蔵量も多く採炭条件の比較的良い、山西・陝西・内モンゴ西部・寧夏などの地区で採掘する石炭を、華南・華東・東北・華中に大量輸送する必要があるという⁹。

さて、9・5計画の実施を目標に、計画経済時代に生み出されたシステムをそのまま引き継いでいる側面が多々ある中国の電力業にも、大幅な制度改革が行われつつある。1988年6月、旧水利電力部のうち電力部門と石炭工業部・石油鉱業部・核（原子力）工業部の4工業部が統合し、「能源部」が発足した。そして「能源部」の下、各電力網に「電業管理局」や「電力工業局」が設置され、さらにそれらの内部に「電力公司」（電力連合公司、省電力公司）が併存し、発電や売電などの企業経営機能を担う制度が形式的にはできたが、その権限は曖昧なものであった¹⁰。その後政府機構の改革により能源部は解体され、1993年「電力工業部」が発足した。そして従来の「電力公司」を基礎として、かなり広い範囲の自主権、具体的には国家が承認した投資規模内の債権・株式の発行、外貨利用、銀行借款ができる「電力集团公司」が設立した¹¹。さらに、電力の需要家はもはや電力企業の管理対象ではなく、そのサービス対象であるという意識がもたらされるようになり、電力企業の業務改善と盗電など需要家の不正の徹底した取り締まりのため、1995年12月、業界基本法である「中華人民共和國電力法（「電力法」）が交付された¹²。「電力法」では、電力業の中央レベルでの行政機能と企業経営機能の分離が明確となり、後者は1997年1月に設立された「国家電力公司」として、「電力工業部」の管轄下にあった電力公司・研究所・学校も管轄することになった¹³。中央レベルでは、この「国家電力公司」により地域をまたぐ全国規模の送電線網、大型発電所の建設・運営が行われており、各地域にある5大電力集団（東北・華北・華東・華中・西北）は各地域内の電力融通、省間の送送電設備の建設・運営を、また各電力公司は省内の発・送電設備の建設・運営を行っている¹⁴。発電部門については大きく分けると、国家投資により建設された発電所（発電設備容量の約82%）と、電力公司・地方政府・華能集団・外資などの共同出資で建設された合弁発電所（発電設備容量の残り約18%）の2種類¹⁵がある。前者は組織的に電力公司の傘下となっており、会計も電力公司と一体となっている。後者は経営管理こそ電力公司に委託しているものもあるも、原則的に独立経営、独立採算となっており、契約により電力公司に売電している¹⁶。

実際、電気事業は基本的にはなお国有のままであるが、市場経済への転換に伴って以下のような変化が起こるだろうと見られている。①電力網と発電所の採算分離が行われ、近い将来、発送配一体化のモデルに変わること。②企

業の株式制が進み、資金調達のため、電力会社の従業員を含め株主の多元化が実施されること。③発電量の増大に応じて、卸売り部門での競争が逐次に実現されること¹⁷。

なお、電力料金制度は 1976 年に制定された計画経済に基づくものが依然として採用されているようであり、部分的な手直しが加えられたものの、基本的には変わっていないようである¹⁸。しかし「社会主義市場経済体制の要求に沿うような新料金制度を確立する」¹⁹ため、料金制度改革も徐々に進行しつつある。

3. 火力発電所をめぐる環境問題—硫黄酸化物対策を中心に

中国では、産業活動に起因する大気汚染、水汚染、廃棄物を「三廃」と、大気汚染、森林破壊、産業廃棄物、都市騒音の問題を「四害」と称し、とくに大気汚染が最も重視されている。そして、中国の大気汚染の主因は都市における工場用及び家庭暖房用の石炭燃焼であり、SOX と煤塵が主たる汚染物質である²⁰。電力産業においても、次第に環境保全対策を重視するようになっており、業界環境保全協定も制定されている。そして電力を中心としたエネルギー多消費型産業において、電気集塵機を設置したことなどにより、工業煤塵の排出量も、1990 年の 1,324 万 t から 1996 年には 758 万 t にまで減少している。酸性雨問題も、とくに硫黄分の高い石炭燃焼の多い重慶市・貴陽市の周辺で被害がみられる。表 3 に中国の地域別の石炭資源の硫黄の分布を示した。

表 3 中国の石炭資源の硫黄の分布 %

また、中程度・高程度の硫黄含有石炭（以下「硫黄炭」と省略）の各種硫黄分の地域別平均含有量を表 4 に示した。

中国石炭工業クリーンセンターの成 玉●氏は、この表から得られる結論として以下の 4 つを指摘している²¹。

①中国の石炭は、低硫黄炭と超低硫黄炭とが中心であり、全高硫黄炭の占める割合は、少ない。全国の石炭埋蔵量中の、硫黄の平均含有率は 1.11%、商品炭では 1.08%である。このうち、燃料炭の埋蔵量中の硫黄の含有率は 1.15%、燃料用商品炭で 1.00%である。また、原料炭の埋蔵量中の硫黄の含有率は 1.03%、コークス用商品炭は 1.10%である。

②各地区の石炭中の硫黄含有量の格差はやや大きい、北から南に、東から西に向かって徐々に増加する傾向にある²²。

表 4 中国の中程度・高程度の硫黄炭の各種硫黄分の平均含有率 %

③中国の石炭では、硫黄または硫化鉄鉱の含有する割合が比較的大きく、相当な部分を選炭によって除去することが可能である。そのため現段階では、商品炭の硫黄と灰の含有量を低くするよう、先端技術の開発に強く力を入れる。

しかし、わが国の資源・エネルギー庁の資料によれば、中国では選炭率が 20%と低く²³、高硫黄分・高灰分の石炭を直接ボイラーで使用しているという。火力発電所では 4 億トン前後の石炭が脱硫装置をほとんど付けないまま燃焼されており、2000 年には火力発電所だけで、6 億トンを燃焼させることになりそうだ²⁴という報告もされている。しかし実のところ、排煙脱硫装置がすべての石炭火力発電所に設置されているような国は、日本を除いてほとんどない。中国から偏西風によって注ぎうるであろう酸性雨の被害の顕在化を恐れるわが国としては、なんとしても中国での脱硫装置の普及を願いたいのだが、今までに中国に日本の ODA で設置した脱硫装置がまるで稼働していない²⁵。その理由は一言で言うと、脱硫装置は、お金が掛かるわりにはそれ自身から何も生産されないからだという。

すなわち脱硫装置を付けたからといって、発生する電気の量が増えるというのではなく、むしろ脱硫装置を動かす動力がいるから、発生した電気の一部をその動力用に持っていかねばならなくなり、販売できる電力の量も減るので普及しないのだという指摘²⁶である。もう1つ注目すべき見解は「1980年代に進んだエネルギー産業における市場経済化は、産業組織を更に小規模分散型へと進めたことによってスケールメリットの喪失、過小投資を引き起こし、環境汚染の深刻化を招いた。」²⁷という堀井伸浩氏の指摘である。中国では改革・開放以降のエネルギー需要増加に対しては、石炭供給サイドとしては生産規模・投資規模の小さな郷鎮炭鉱が中心的役割を、石炭需要サイドとしては規模の利益のはたらかない小規模かつ発電効率の悪い石炭火力発電所が中心的役割を果たしたという。とくに慢性的電力不足に悩む地方においては、比較的投資額が少なく、かつ回収期間の短い中小規模の発電所への投資が進められ、固定費用の必要な脱硫装置の投資などはなかなか進まなかったという見解である²⁸。そこで、除去効率が日本で使用されているような95-99%のものをではなく、70-80%のものを中国国産の部品で製造できるような技術協力が1994年から開始されている。また、他産業への連関を通じて、排煙脱硫措置の普及を試みる方法も模索されている。たとえば、瀋陽市郊外康平県に広がるアルカリ土壌に、排煙脱硫石こうによる土壌改良剤を添加させることにより、不毛の地にとつともろこしなどの穀物を増産させようとする実験が行われている²⁹。

もう1つの留意点は、カネのある国（日本）では、高品質（低硫黄）の石炭を、環境対策をしながら使用し、カネのない国（途上国）では低品位炭をそのまま使用せざるを得ない状況にあるという点である³⁰。日本の消費ベースでの国内炭の平均硫黄分は1987年では1.07%であるのに対して輸入炭のそれは0.61%であった³¹。中国国内でも同様に、カネのある意識の高い大企業、たとえば大規模な石炭火力発電所が高品質（低硫黄）の石炭を使用しており、そしてそのような発電所の方が、排煙脱硫装置を付けるポテンシャルがまだ大きいと考えられるのではないだろうか³²。一方カネのない小工場のボイラーや民生部門の暖房では、低品位炭をそのまま使用せざるを得ない状況にある。たとえば、重慶市は中国有数の重化学工業都市であり、そこでのSO₂排出量はすでに年間100万トンを超えており、これは日本の総人為起源発生量よりも多いという。これは重化学工業が市街地に立地するという都市構造にも大きな原因がある。また重慶市街地の大気汚染は、大規模工場や発電所に帰因するものよりも、むしろ中小工場・民生施設の影響が大きいと推定されている³³が、これは汚染源として民生が無視できないということを物語っている。

目下、中国での石炭火力発電所の環境対策として、2000年までに石炭消費量が多く汚染のひどい中小の発電所合計800万KWを廃棄し、低硫黄炭の比率を高めて、硫黄含有率を平均0.1ないし、0.2ポイント下げ、二酸化硫黄の排出量を合計70-80万トン減少させたいという政策が公となっている³⁴。

さらに低品位炭の燃焼による大気汚染の問題同様、大量の石炭灰の発生を招いており、こうした問題へ対応も急務である。石炭灰の処理に関しては、河川に放出したり、耕地を汚染しており、各地で被害もでていているという³⁵。1995年の国有炭鉱におけるボタの発生量は、1億1790万トン、県以上の鉱工業企業における石炭灰発生量は1億9750万トンにのぼるといふ（『中国環境年鑑1996年』p.483）。李志東氏は、ボタ・石炭灰のもたらす環境問題として①土地利用の問題＝石炭灰やボタの累積放置により、多くの耕地の使用が妨げられていること、②ボタの自然燃焼による発火の問題、③石炭灰の河川への投棄が行われ、水質汚濁を起こしていることの3つを強調している³⁶。

李氏は中国の石炭に起因する環境問題の本質的な解決のためには、「脱石炭化」が重要であると指摘している。李氏という「脱石炭化」とは、低硫黄・高品質の石炭をクリーン・コール・テクノロジーを駆使して使用することは否定していない。すなわち、現時の中国の1次エネルギーに占める石炭依存度が75%という極めて高いこと、そして低品位炭が原炭のまま、何の環境対策もされずに使用されていることを重視し、この状況から一刻も早く脱却せよという警鐘である。しかし、この「脱石炭化」はこれまで中国の堅持したエネルギーセキュリティの危険をおかす

可能性があることをも念頭に置くべきだとしている。李氏によれば脱石炭化によるメリットは以下の5つである。

①省エネルギー効果。現在の中国の技術では発電効率、熱変換効率、化学製品への転換などにおいては、石油・天然ガスの方が石炭よりはるかに高いという。

②汚染物質排出量の削減効果。とくに、二酸化炭素・二酸化硫黄・煤塵・ふん塵の排出量に関しては、石炭は石油・天然ガスよりも明らかに不利である。

③資源破壊の抑制効果。石炭資源の採掘がもたらす鉱害問題（土地陥没などの問題）や水質破壊、植生破壊、および石炭資源の濫掘をできるだけ防ぐことができる。

④輸送緩和効果。石炭輸送の問題、とりわけ輸送に使用される石炭消費を小さくすることができる。

⑤以上の総合経済効果。省エネルギーはエネルギーコストの削減効果をもたらし、輸送緩和は輸送投資の節約を、汚染物質の削減と資源破壊の抑制は、環境投資の節約と環境悪化に伴う経済損失の抑制効果を持つという。たとえば、二酸化硫黄の排出量を削減するために脱硫装置の設置が必要となるが、「脱石炭化」が進むことにより、低品位炭の使用そのものがなくなるため、これらに必須の筈の脱硫装置の設置自体が不必要となる可能性がある³⁷。

しかし李氏も、この「脱石炭化」への道のりが、エネルギー安全保障上の問題（石炭代替エネルギーの安定供給の問題）・炭鉱閉山による失業問題の面でその徹底が難しいことを認めている³⁸。そして中国の「脱石炭化」により、エネルギー効果と環境改善効果が、同時に期待できる³⁹かもしれないが、短中期的には国際的な石油・天然ガスの需要逼迫・価格上昇を招く危険性をはらんでいる。

4. おわりに

冒頭で、トリレンマの克服がエネルギー問題と環境問題を解決する上で重要であるという指摘を紹介した。そして李氏は、石炭というエネルギー資源に負うところが大きな現在の中国において、トリレンマの解決策に関する試論的な結論として、以下の4点を指摘している⁴⁰。若干重複するところもあるが改めて記しておきたい。

①脱石炭化は省エネルギー効果、環境効果と経済成長効果を同時にもたらすので、中国のトリレンマ問題を解決するために、脱石炭化を推進する必要がある。

②脱石炭化に伴うエネルギー安定供給の問題は、石炭代替エネルギーの主役を、短中期的には石油と天然ガス、超長期的には非化石エネルギー、にすることによって解決できる。石油と天然ガスの大量輸入に伴うエネルギー安全保障の問題は、資源国との利益共有型戦略の実施、世界平和の促進と総合国力の増強を通じて解決できる。これらは脱石炭化の可能性を保証する要因である。

③中国の脱石炭化は、短中期的には世界の石油天然ガス市場に需給逼迫と価格上昇をもたらしかねないというマイナスの影響も予想されるが、世界におけるトリレンマ問題の解決と持続可能な成長の実現に寄与するというプラスの影響も期待できる。とくに、酸性雨問題、温暖化問題などの石炭起因の地球環境問題の解決に大きく寄与できる。その意味では、中国の脱石炭化は中国の問題だけではなく、世界全体の問題でもあり、その実現を促進するために、先進国も協力する必要がある。また、地球温暖化防止条約国会議京都議定書に書かれているクリーン開発メカニズムが機能すれば、途上国への協力メカニズムがさらに整えよう。それを睨みながら、近隣日本にとって、乗り遅れることのないよう、早急な対策が望まれよう。

④90年代以降、自発的な脱石炭化がすでに進展している。この流れを加速させるために、政府が脱石炭化の必要性和可能性を正しく認識し、環境保護システムの再構築の一環として、脱石炭化の促進策を打ち出すことが必要であろう。

ところでいまや「持続可能な発展 (Sustainable Development)」は、環境問題に対する政策的アプローチを行う上

での、万国共通のスローガンの様相を呈している。では持続可能な発展の本質とは何か。実はこれは環境経済学上の大きな問題であるが、現在その解釈として次の3つが基本的なものとされているようである。第1は自然資源を重視した解釈であり、それがもつ自浄作用を市場システムの下でいかに維持していくかという点にポイントがある。代表的論者としてイギリスのピアース (Pearce, D.) らがいる。第2は世代内格差の是正、具体的には環境に関する南北問題の解消に主眼をおいた考え方である。第3は世代間の公平性を重視した解釈である⁴¹。ブルントラント委員会の報告書でも「持続可能な発展とは、将来世代が自らの欲求を充足する能力を損なうことなく、今日の世代の欲求を満たすことである。」と、将来世代への配慮がはっきりと記されている。

そのようなこともあり、以下の佐和隆光氏の指摘を紹介することによって、本論文を締めくくりたいと思う。「私が言いたいのは素材の無駄づかいの防止であって必要な素材までも節約せよと言っているわけではむろんない。ついでに言えば、近時、公共投資の無駄が折に触れて指摘されるようになったが、公共事業の無駄を省くことによる省エネルギー効果と CO2 排出削減効果には、実に見るべきものがある」⁴²。私たちの市場システムは、実に短期的な景気変動に反応する。本年度末に日本政府が大量の赤字国債を出してでも実施した、公共投資を中心とした大型経済対策は、「持続可能な発展」といかに調和しようと考えるべきなのだろうか？

(謝辞) 本論文の執筆に当たり、長岡科学技術大学計画経営系助教授 李 志東氏、九州大学工学部附属環境システム科学研究センター教授 井村秀文氏、久留米大学経済学部教授 鈴木岑二氏には研究の遂行に当たって多くのアドバイスをいただいた。記して深謝したい。なお、中国のデータの作成、資料の翻訳に関しては九州大学大学院工学研究科博士後期課程在学中の中山裕文さん、同大学大学院比較社会文化研究科博士後期課程在学中の伊藤佳世さん、同大学大学院比較社会文化研究科修士課程在学中の孟 向群さん、西南学院大学大学院経営学研究科研究生の村上理映さんにご協力いただいた。また、本学石炭研究資料センター、財団法人日本エネルギー経済研究所、国際東アジア研究センター、財団法人九州経済調査協会の図書室の方々には資料の閲覧等で並々ならぬお世話になった。記して感謝する。

1 本論文は平成 10 年度九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト (略称: P & P) B タイプ 課題番号: 09065 「アジアの石炭問題と日本の石炭産業に関する総合的検討」(研究代表者: 東定宜昌石炭研究資料センター教授) の研究成果の一部、外川健一担当分をリライトしたものである。

2 電力中央研究所編著『人類の危機トリレンマ—エネルギー濫費時代を超えて—』、1997 年等。

3 もっとも、最近 2 年間は石油・天然ガスともわずかながらシェアを回復している。

4 陳 乗正「中国のエネルギー産業の現状と発展戦略」『FORECAST』(中国経済評価センター日本連絡事務所) 第 22 号、1996 年、pp. 6～7。

5 邪 穎「第 16 章 中国」(所収 『海外諸国の電気事業 第一編』社団法人海外電力調査会、1998 年、p. 428。

6 小島 靖「急速に変化する中国の電力市場の投資環境」『エネルギー経済』第 24 巻第 8 号、1998 年 8 月、pp. 30-31。

7 邪 穎前掲論文、pp. 440-441。

8 中国政府の経済開発のスローガンであり、「東部を安定させ、西部を発展させる」という意味を持つ。沿岸部は非常に経済成長の速度が大きく、それに伴ってのエネルギー需要も加速度的に増加している。

9 中山裕文氏は、中国の過去から現在までの経済変化の趨勢がそのまま維持された場合には、石炭輸送に関して、現在の鉄道による石炭輸送方式のままでは、将来の各地域で発生する石炭需要のすべてを満たすことは難しいと指摘している。そして、経済発展の著しい沿岸地域でのエネルギー供給を確保するためには、海外からの輸入に依存する事態もあり得るとしている。(中山裕文・井村秀文「中国の石炭需要とその輸送に関する将来予測」『土木学会環境システム研究』第 25 号、1997 年、pp. 301-302。)

10 小島、前掲論文、p. 34。

-
- 11 小島、前掲論文、p. 34。
- 12 以下、最近の中国電力業の管理体制改革については、邪 穎「第 16 章 中国」（所収 『海外諸国の電気事業 第一編』 社団法人海外電力調査会、1998 年、pp. 425-458 を参照にした。
- 13 なお、「電力工業部」は 1998 年 3 月に撤廃された。
- 14 小島、前掲論文、p. 32。
- 15 厳密に言えば、ほかに金属・石油・化学などの大型企業の多くが自家発電設備を保有しており、余剰電力は各電力会社に売電されている（*小島、前掲論文、p. 33。）。
- 16 小島、前掲論文、p. 33。
- 17 邪 穎、前掲論文。
- 18 邪 穎、前掲論文、p. 456。
- 19 邪 穎、前掲論文、p. 458。
- 20 勝原 健「韓国・中国の工業化と環境問題：日本型モデルからの教訓」『東アジアへの視点 北九州発アジア情報』第 9 巻第 1 号、1998 年、38 ページ。
- 21 成 玉●「石炭のクリーン・コール・技術の普及と実用化」（原文中国語）『中国煤炭』第 24 巻第 4 期、1998 年 4 月、p. 13。なお、本論文の和訳は日中エネルギー交流会機関誌『日中エネルギー交流』第 15 号、1998 年に掲載されており、そちらも参照した。
- 22 中国の省別 SOX の排出量の推計を行った鷺津（池田）明由氏は、四川省の排出量が極端に多く、中国全体の 14% を占めるとしている。鷺津（池田）明由「中国の省別 CO₂ および SOX 排出量の推計について」『早稲田社会科学研究』57 号、1998 年。
- 23 輸出用の石炭も選炭していないケースが多く、この意味でも品質管理上の問題が残されている。
- 24 野上健治「中国産業の発展状態と環境問題」『東アジアへの視点 北九州発アジア情報』第 9 巻第 1 号、1998 年 27 ページ
- 25 新田義孝・西宮 昌・田中 隆「待ったなしの地球環境」（所収 依田 直監修・ 電力中央研究所編著『循環型社会—持続的発展への条件—』 電力新報社、1998 年、p. 31。）
- 26 吉田篤司「中国の石炭事情とその課題」『日中経協ジャーナル』第 53 号、1998 年、pp. 50-57。
- 27 堀井伸浩「エネルギー・環境問題の中期的展望—市場経済への移行と産業組織の構造問題—」（所収 栗林純夫・高橋 宏『中国における持続的成長の可能性』 人と文化社、1998 年。）、p. 76。
- 28 堀井前掲論文、pp. 83-91。
- 29 新田・西宮・田中、前掲論文、pp. 31-32。
- 30 インドネシアも、高品位の石油は輸出に回して外貨を稼ぎ、本国では低品位の石炭を使用する傾向にあるといえよう。
- 31 科学技術庁科学技術政策研究所『アジアのエネルギー利用と地球環境』1992 年、p. 426。
- 32 小島 靖氏によれば、2000 年電力環境保護工作会議では、「脱硫公司」を設立すること、そして現在 100 万 kw 程度の発電容量にしか対応していない排煙脱硫装置を、2000 年までに発電容量 1,000 万 kw に拡充させること、1998 年からは、規制区域内では石炭燃焼含硫量が 1% 以上の火力発電所の親設を禁止し、既存のものについても、2010 年までに何らかの排出削減措置をとることを義務づけたという（小島、前掲論文、p. 31。）。
- 33 溝口次夫「中国の大気汚染の現状と将来」『自動車研究』第 21 巻第 1 号、1999 年、p. 9。
- 34 邪 穎前掲論文、p. 450。
- 35 野上前掲論文、27 ページ。
- 36 李氏の調査によると、県単位の鋳工業企業が 1995 年に 156 万トンのフライアッシュを河川に排出しているという。また、ボタや石炭灰の長期放置は、地表水と地下水の水質を汚染する可能性が高いという。
- 37 国家環境保護局は、2010 年、2020 年の石炭依存度を、それぞれ 68%、63% となるとしている。
- 38 これらの問題は日本の炭鋳縮小過程で、たえず政策議論がされてきた点でもある。
- 39 これらの効果は、「脱石炭化」がされなかったときの、酸性雨被害・温室ガス排出量を考えれば、国際的にも指示されよう。しかし、石炭代替エネルギーとしての原子力発電の推進が、中国で本格的に開始されるならば、それはあらたな国際的安全保障問題と発展するであろう。
- 40 李 志東『中国の環境問題と環境保護システム』 東洋経済新報社、1999 年出版予定。
- 41 川島庸子「Sustainable Development とは何か」（所収 植田和弘編著『地球環境キーワード—環境経済学で読み説く—』 有斐閣双書、1994 年、p. 7。
- 42 佐和前掲書、p. 90。

表1 中国のエネルギー供給量の推移と石炭の占める位置づけ

年	エネルギー生産総量	エネルギー生産総量に占める割合 (%)			
	(万トン標準炭)	石炭	石油	天然ガス	水力発電
1952	4,871	96.7	1.3	-	2.0
1957	9,861	94.9	2.1	0.1	2.9
1962	17,185	91.4	4.8	0.9	2.9
1965	18,824	88.0	8.6	0.8	2.6
1970	30,990	81.6	14.1	1.2	3.1
1975	48,754	70.6	22.6	2.4	4.4
1978	62,770	70.3	23.7	2.9	3.1
1980	63,735	69.4	23.8	3.0	3.8
1985	85,546	72.8	20.9	2.0	4.3
1986	88,124	72.4	21.2	2.1	4.3
1987	91,266	72.6	21.0	2.0	4.4
1988	95,801	73.1	20.4	2.0	4.5
1989	101,639	74.1	19.3	2.0	4.6
1990	103,922	74.2	19.0	2.0	4.8
1991	104,844	74.1	19.2	2.0	4.7
1992	107,256	74.3	18.9	2.0	4.8
1993	111,059	74.0	18.7	2.0	5.3
1994	118,729	74.6	17.6	1.9	5.9
1995	129,034	75.3	16.6	1.9	6.2
1996	132,616	75.2	17.0	2.0	5.8
1997	131,989	74.3	17.4	2.3	6.0

資料) 『中国統計年鑑1998年版』 p. 251。

表2 中国の電力供給量の推移と火力発電の占める位置づけ

単位：億KWh

	1980	1985	1990	1995
供給可能量	3,006.3	4,117.6	6,230.4	10,023.4
生産量	3,006.3	4,106.9	6,212.0	10,077.3
うち水力	582.1	923.7	1,267.2	1,905.8
(%)	19.4	22.5	20.4	18.9
うち火力	2,424.2	3,183.2	4,944.8	8,043.2
(%)	80.6	77.5	79.6	79.8
うち原子力				128.3
(%)				1.3
輸入量		11.1	19.3	6.4
輸出量 (-)		0.4	0.9	60.3
消費量	3,006.3	4,117.6	6,230.4	10,023.4

表3 中国の石炭資源の硫黄の分布 %

炭種 (または区分)	超低硫黄炭 ≤0.50	超低硫黄炭 0.50~1.00	低硫黄炭 1.01~1.50	中低硫黄炭 1.51~2.00	中硫黄炭 2.01~3.00	中高硫黄炭 ≥3.00	高硫黄炭以上
全国	48.60	14.85	9.30	5.91	7.86	8.54	
燃料炭	39.35	16.43	16.68	9.49	7.65	7.05	
コークス用炭	55.16	13.71	4.18	3.29	8.05	9.62	
華北炭	42.99	14.40	16.94	10.74	8.88	3.57	
東北炭	51.66	14.04	19.68	1.92	2.05	0.00	
華東炭	46.67	31.14	3.70	3.20	4.72	9.21	
中南炭	65.20	12.42	7.66	2.34	5.50	6.71	
西南炭	13.22	10.71	7.52	2.68	17.40	43.61	
西北炭	66.23	6.20	2.50	4.01	9.31	9.98	

資料) 『中国煤炭』第24巻第4期、1998年4月、p. 13。

表4 中国の中程度・高程度の硫黄炭の各種硫黄分の平均含有率 %

炭種 (または区分)	硫化第二 鉄硫黄	有機 硫黄	硝酸塩 硫黄	石炭埋蔵量中の 平均硫黄含有率	商品炭中の 平均硫黄含
全国	1.61	1.04	0.11		
燃料炭	1.69	0.94	0.13		
コークス用炭	1.54	1.12	0.09		
華北炭	1.39	0.98	0.13	1.03	0.92
東北炭	1.91	0.62	0.17	0.47	0.54
華東炭	1.09	0.98	0.09	1.08	1.12
中南炭	1.62	1.46	0.12	1.17	1.18
西南炭	2.62	0.74	0.11	2.43	2.13
西北炭	1.14	1.59	0.09	1.07	1.42

資料) 『中国煤炭』第24巻第4期、1998年4月、p. 13。

第7章 都市化の進展に伴うエネルギー消費と産業構造変化分析

—上海市及び北九州市の事例—

松阪大学政治経済学部教授 野上 健治

1. はじめに

日本、NIES、およびアセアン諸国や中国を含めた東アジアの工業化と経済発展のプロセスは、欧米諸国とは異なる社会経済、文化的背景の下で、第2次大戦後以降において、比較的短期間に急速に拡大してきた。しかもその経済発展に見られる一般的特徴は、都市化と工業化が密接に関連して同時に進行していること、及び都市部と農村部の間に大きな所得格差が生じていること等がある。都市は経済発展の中心であり、生産活動、消費活動の両面において重要な役割を果たす一方、交通混雑や環境問題等の外部不経済をもたらした。

都市化の進展に伴って人口が増大し、そこに立地する企業の生産活動の水準が高まるにつれてエネルギー消費量も増加する。そのなかで使用される石油や石炭といった化石燃料から大気中に放出される二酸化炭素による地球温暖化現象は、近年、とくに問題となっている。現代人の生活は、電気やその他のエネルギーなどをつくり出すエネルギー源として、さらには、多様な製品の原材料としての化石燃料に、大きく依存しているが、同時に、環境保護のために化石燃料の消費を抑制しようという課題が大きくなっている。

本研究においては、東アジア諸都市において、都市化の進展による地域経済のエネルギー消費効率とその変化を、当該地域における企業の生産活動の現場と、家計消費等の最終需要側とに分けて、産業連関分析の手法を用いて定量的に分析するとともに、都市化の進展と産業構造の変化の関連性について検討する。次章以下、分析の対象地域として、上海市と北九州市を取り上げ、相互に比較しながら、都市化の分析、産業構造変化の分析、エネルギー消費と産業構造分析、そして最後に、両地域の都市化度による産業構造変化について検討していく。

上海市は中国第一の経済都市として発展している。一方、北九州市は、我国有数の工業都市として発展しつつも、1960年代～70年代に発生した深刻な公害問題に対しては、地域の産・官・住民一体となって克服した実績と経験をもっている。

2. 都市化の分析

都市化は、現代における最も典型的な地域変化のひとつである。一般的には、都市化とは、農村から都市への地域変化、つまり農村的事象が都市的事象に変化することをさしているといえよう。地域経済に関していえば、非都市経済（農村経済）が、より複合化した都市経済に変化することをさす。つまり都市化の進展により、人口が増大する。それに伴い、地域住民の価値観も多様化し、消費構造もより多様化、高度化していく。そのニーズに合わせて、地域の産業構造も1次産業から2次～3次産業へシフトしていき、より多様

化、高度化していく。都市型産業がさらに人々を農村部から都市部に吸引し、都市化が進展するというスパイラル現象が起きているのである。

都市化の定量的分析は、人口学、都市地理学、都市社会学などの分野で種々試みられているが、その多くは、都市人口（市部人口または DID 人口）を基礎とするものである。ここでは、大友[1]にもとづいて、もっとも一般的に用いられている都市化率の定義を採用して都市化の定量的分析を行う。

(1) 都市化率（都市化の水準）と都市化の速度

都市化度（都市化の水準）（以下、『都市化率』という）を表す指標としては、当該地域の総人口(PT)に占めるその地域の都市人口(PU)の割合を用いる。

即ち、都市化率を U とすれば、

$$U (\%) = (PU / PT) \times 100 \quad (1)$$

として表される。

都市化の進展は、この都市化率の時系列推移によってとらえられることになる。

また、2 時点間の特定期間に都市化がどの程度進展したかの測度が、『都市化の速度』である。

都市化の速度を計測するひとつの方法は、次式で表される。

$$Ta = (Ut + n \cdot Ut) / n \quad (2)$$

ここで、Ta : 都市化の速度、Ut+n : t + n 年の都市化率、Ut : t 年の都市化率、n : 期間年数。

(2)式は、始期つまり t 年における都市化率によって影響を受け、すでに都市化率の高い地域では、都市成長の継続の可能性があるにもかかわらず、都市化の速度は小さく表されるという難点がある。

都市化の速度を表すもうひとつの方法は、いわば、都市化率の平均変化率を計算するものである。

即ち、Tm を連続的平均変化率の方法による都市化の速度とすれば、

$$Tm = (\ln Ut + n \cdot \ln Ut) / n \quad (3)$$

により示すことが出来る。ここでは、都市化の速度は(3)式の方法に従って計算する。

(2) 北九州市及び上海市の都市化率及び都市化の速度

表 2-1 及び表 2-2 は、それぞれ北九州市及び上海市における都市化率の時系列推移を表したものである。

北九州市の場合は、人口集中地区(DID)人口（総理府統計局、国勢調査報告）による実質的な都市化率を計測し、上海市の場合は、都市人口（中国城市年鑑）による都市化率を計測した。

北九州市は 1963 年（昭和 38 年）旧 5 市が合併して誕生した製造業中心の 100 万都市であり、表 2-1 によれば、誕生直後の国勢調査報告による 1965 年の都市化率は、すでに、85.5%という高水準を記録し、1980 年 85.9%、1990 年 88.7%、1995 年 89.9%と微増し、高位安定状態を維持している。1980 年～90 年の 10 年間の都市化の平均速度は、1 年間当たり 0.32%であった。北九州市は、都市化の成長曲線上において、すでに成熟期に入っているということが出来よう。

他方、中国の上海市については、1992 年、国家統計局、国家経済体制改革委員会、国務院発展研究センター、社会科学院等が共同で設置した『中国都市社会経済発展レベル評価センター』によって、中国 187 都市の総合的な発展レベルに対して科学的な評価を行い、中国都市総合力ベスト 50 を選出したが、その中で、上海市は、ナンバーワンに評価された。ちなみに、2 位は北京、3 位広州、以下武漢、深鋤という順であった。

表 2-2 によれば、改革・開放政策が開始された直後の 1980 年の上海市の都市化率は 57.4%、そして 1981 年は 57.6%、その後 11 年経過後の 1992 年は 63.6%と、都市化率は上昇してきた。1981 年～1992 年の 11 年間の都市化の平均速度は、0.9 %/年であり、ほぼ同時期の北九州市に比較して、3 倍のスピードで都市化が進展していたことになる。

実は、この 1992 年には、有名な登小平の南巡講話により、改革開放政策が一層、加速され、上海市においても浦東地区の開発等が始まった年である。それによって、上海市の都市化が急テンポで進展することになったのである。そうして、表 2-2 に示されているように、1978 年の改革開放政策以来、年々漸増してきた都市化率が 1993 年以降急激に上昇し、1995 年には 69.3%、1996 年には 70.0%を記録するまでになったのである。我国の 1995 年の国勢調査報告(DID 人口ベース)によれば、千葉県 70.4%、愛知県 73.8%、兵庫県 73.4%の都市化率となっており、近年の上海市は、日本の大都市の存在する県とほぼ同じレベルの都市化率となっている。驚異的な都市化の速度であり、成長曲線上の成長期にある。

3. 産業構造変化の分析

表 3-1 は、北九州市の 1980 年と 1990 年の産業連関表である。原表はいずれも名目値であるから、1980 年表については、90 年表との変化が直接分析できるように、原表を、「経済活動別国内総生産デフレーター（90 年基準）」（『国民経済計算年報平成 10 年版』）によって実質化している。

表 3-2 は、上海市の 1981 年、1992 年の産業連関表である。北九州市の場合と同様に、1981 年表は、原表を、「産業部門別生産指数」（中国統計年鑑）によって、1992 年価格基準

で実質化している。

上海市の産業連関表は、1981年表はMPS方式、1992年表はSNA方式で作成されたものであり、特に、三次産業部門の数字には整合性がとれていないと思われる。しかしながら、詳細な部門別の比較分析はべつにして、全体的なマクロの比較分析には両者の連関表の比較は有意義だと考えている。

以下の分析は、これらの産業連関表のデータに基づいて行われている。

(1) 総生産額の部門別構成比の変化

表3-3及び表3-4は、それぞれ北九州市、上海市における総生産額の部門別構成比を示している。北九州市の場合は1980年、1990年の構成比であり、上海市の場合は、1981年、1992年の構成比である。

①北九州市の場合

1980年の総生産額に占める一次、二次、三次産業の割合は、それぞれ1.0%、61.8%、36.5%となっており、二次産業の中では、製造業が52.9%、及び土木・建築が8.9%を占めている。製造業の中では、鉄鋼の割合が29.4%で、飛び抜けており、化学、機械、窯業土石部門が続いている。1980年当時の北九州市の産業構造の特徴は、「一次産業のウェイトは、極めて低く、二次産業6割強、三次産業4割弱」の構成であり、典型的な工業都市ということが出来る。

1990年になると、一次、二次、三次産業の割合は、それぞれ0.8%、53.6%、44.9%と変化し、1.0%だった一次産業は0.8%まで構成比がさらに減少し、二次産業は63.4%→53.6%と10ポイントも減少した。一方、三次産業については、35.4%→44.9%と逆に10ポイント増加した。我国の代表的な工業都市であった北九州市が、1980年～1990年の10年間に大きくその産業構造を転換させた。即ち、二次産業全体では辛うじて50%強の構成比を維持しているが、製造業については45%となって、5割を切り、三次産業へのシフトが顕著になってきたのである。早晩、サービス産業の生産額が、全体の半分以上を占めるようになるであろう。都市としての成熟期に入っているといえる。

②上海市の場合

1981年の総産出額に占める一次、二次、三次産業の構成比は、それぞれ4.6%、79.6%、15.8%であり、二次産業の中では、製造業76.0%、建築3.6%という構成になっていた。1981年当時の上海市の産業構造は二次産業（特に一般機械、電気機械、紡績、鉄鋼、化学部門等のウェイトが高い）が総生産額の四分の三以上を占めており、三次産業のウェイトはまだかなり低いものであった。

1992年になると、それぞれの構成比は、2.3%、71.9%、25.8%となり、一次産業は、2.1ポイント、さらに、二次産業は7.7ポイント減少し、その分、三次産業が10ポイント構成比を増加させている。1992年時点では、二次産業が70%以上を占めているものの、三次産業の増加傾向はかなり強い。中国政府の方針として、将来、香港にとって代わって世界の金融セン

ターをめざしていることや、ハイテク技術センター化構想等を考慮すれば、近い将来、上海市の産業構造は三次産業を中心とした産業の高度化が容易に想定される。

(2) 市内最終需要構造の部門別構成比の変化

表 3-5、表 3-6 は、それぞれ北九州市及び上海市の域内最終需要（内需）構造の部門別構成比を表す。北九州市の場合は、1980 年と 1990 年の構成比及びその変化の度合い、また、上海市の場合は、1981 年と 1992 年の構成比及びその変化の度合いを示す。

①北九州市の場合

表 3-5 によれば、1980 年の一次、二次、三次産業の最終需要の構成比は、それぞれ、1.5%、62.7%、35.7%であったが、1990 年では、1.1%、61.5%、37.2%に変化し、80 年から 90 年にかけて一次、二次産業は最終需要の構成比が低下、逆に、三次産業は最終需要の構成比は上昇している。

製造業の中では、紙・パルプ・印刷・出版部門、機械部門（一般機械、電気機械、輸送用機械）、金属製品、あるいはその他の製造業等が 0.6 ポイント以上上昇している。一方、鉄鋼、食料品、非鉄金属、石油製品等が 0.3 ポイント以上低下しているが、とりわけ、鉄鋼は 21.1%から 15.1%へと実に 6 ポイントも低下しており、食料品も 1.7 ポイントの低下が見られる。二次産業の構成比低下の主要因は、鉄鋼業、食料品及び土木・建築部門（3.2 ポイント減少）等である。北九州域内の投資需要面での鉄離れ現象を統計上からも認識できる。

三次産業についてみると、商業・サービス部門が 32.6%から 35.7%と 3.1 ポイントも構成比が上昇しており、逆に、電力・ガス・水道は 3.1%から 1.6%と構成比は 1.5 ポイント低下している。最終需要の多くを家計消費が占めていることを考慮すれば、消費面での省エネが進んでいくことが見て取れる。

②上海市の場合

表 3-6 に示されているように、上海市の 1981 年から 1992 年への一次、二次、及び三次産業の最終需要の構成比の推移は、それぞれ、1.7%→3.8%、81.5%→69.2%、及び 16.8%→27.0%となっている。つまり、一次産業は 2.1 ポイントの上昇、二次産業は 12.3 ポイントの減少、そして三次産業は 10.2 ポイントの上昇である。

上海市の場合は、都市化プロセスの成長期にあり、人口の増大に伴う、農業製品の消費量の増大や、サービス産業への急速な産業政策等が影響しているものと思われる。

4. エネルギー消費と産業構造分析

化石燃料の消費効率を、企業の生産活動や家計の消費活動などに分けて分析するためには、各産業部門の生産技術を反映する投入構造や、最終需要構造のデータが統一的に表さ

れている産業連関表の利用が極めて有効である。

(1) 化石燃料消費量の推移

まず、表 3-1 及び表 3-2 から北九州市と上海市の化石燃料の消費動向をみておく。化石燃料消費部門として「石炭・亜炭」、「原油・天然ガス」、「石油・石炭製品」、「電力」部門の合計生産額の推移を表 4-1 に示す。

前章の冒頭で説明したように、両市の産業連関表は、北九州市の場合は 1990 年価格、上海市の場合は 1992 年価格で実質化しているため、数字は数量ベースの変化推移を意味している。

表 4-1 によれば、北九州市の場合、市内企業の生産活動に伴う、原燃料需要（中間需要）が 4 割強も減少している一方で、家計消費など最終需要の化石燃料消費量は 15%減少している。

上海市の場合、域内の生産活動に伴う原燃料需要は、11 年間に 3.7 倍にも達し、また、最終需要の化石燃料消費量は 1.6 倍に増大している。

以上のことから、北九州市の場合は、80 年から 90 年へかけて、すでに成熟期に入っている都市として、都市化率も 85.9%から 88.7%（表 2-1）へと微増しており、それに伴って、地域経済活動水準も上昇し、エネルギーの需要も増大するはずであるが、生産・操業技術の改善・改良や様々な技術革新により、産業部門におけるエネルギーの消費効率を向上させ、消費量の増大を抑制していることが理解できる。また、最終需要面の省エネ効果もかなり上がってきつつあることが分かる。

一方、上海市の場合は、第 2 章で述べたように、81 年から 92 年にかけて 11 年間で、都市化率は 57.6%から 63.6%へと年率 0.9%の都市化の速度を記録し、ほぼ同時期の北九州市の 3 倍のスピードで都市化が進展してきた。都市化の成長曲線のうち、上海市のこの時期はまさに成長期にかかっていたといえる。

この期間、域内の企業の生産活動に伴う原燃料需要（中間需要）は、大幅に増大したが、生産第一主義の方針の下に、エネルギーの消費効率向上対策、あるいは環境対策といったことは実際上、あまり講じられていない。家計消費等の最終需要面においても、石炭を主燃料として使用しており、都市化率が上昇するにつれて、化石燃料の消費量が増大していることがよく分かる。

(2) 化石燃料消費効率の変化分析

ここでは、北九州市、上海市の経済を対象として、経済企画庁経済研究所[2]、長谷部[3]、及び、大久保・浅利[4]の方法に基づいて、化石燃料の消費効率の変化を分析する。分析方法の詳細は上記参考文献を参照されたい。

ある時点の最終需要が化石燃料消費部門の生産や移輸入をどれだけ誘発するかという関係をみる基本的な指標として、化石燃料誘発係数を用いている。

化石燃料誘発係数は、誘発された生産額を最終需要総額で除して得られる。化石燃料消費部門は、「石炭・亜炭」、「原油・天然ガス」、「石油・石炭製品」、「電力・ガス・水道」部門である。

この化石燃料誘発係数を用いることで、ある時点の化石燃料消費効率を比較することができ、さらに、その係数の相違を投入構造（生産技術構造）の変化要因と、最終需要構造（最終需要項目の構成比）の変化要因とに要因分解して分析できる。

- 本研究では、(1)投入構造と最終需要構造の全体的な分析
(2)投入構造の変化の産業部門別寄与度の分析
(3)最終需要構造の産業部門別分析

について、第3章で述べた北九州市の80年、90年の産業連関表（表3-1）及び、上海市の81年、92年の産業連関表（表3-2）を用いてそれぞれ計算を行った。以下に、その分析結果を述べる。

（3）北九州市及び上海市の化石燃料消費効率とその変化

①北九州市の場合

(1)投入構造要因と最終需要要因及びその変化

この分析は、化石燃料誘発係数を、産業の生産技術を反映する投入構造の要因と、家計消費などの最終需要の要因に分け、北九州市の場合は、80年から90年にかけての誘発係数の変化が、全体としてそれぞれどの要因によってどの程度説明されるのか、を見る総論的な分析である。

表4-2は、その分析結果である。表の第1列目は、その年の誘発係数それ自体であり、第2列と第3列目は、その年の基本式に、それぞれ80年の投入係数、80年の最終需要構成を代入したものである。即ち、係数の差の行の2列目が最終需要構造による変化を、3列目が投入構造による変化を表していることになる。

表4-2から、まず誘発係数それ自体の変化を比較すると、80年の0.2386から90年の0.1220へと、化石燃料の消費効率が約48.9%向上していることがわかる。さらに、80年と90年の間の消費効率の改善(0.1166)の内訳としては、投入構造の変化によるもの(0.0686)が26.6%、最終需要によるもの(0.0574)が22.3%となっている。

つまり、北九州市の場合、化石燃料の消費効率の改善の54%が、技術革新などによる生産技術の変化によって生じており、最終需要の構成による部分は46%となっている。全体的に、かなりバランスのとれた改善が進められていることが分かる。

(2)投入構造の変化の産業別寄与

ここでは、化石燃料誘発係数の要因のうち、投入構造要因を産業部門毎に見て、生産技術や生産方法に関して、各産業部門が化石燃料の消費効率の改善にどの程度寄与したのかを分析する。

具体的には、80年のある一つの産業部門の投入係数を、これに対応する90年の投入係数

に変化させた場合に、経済全体の化石燃料誘発係数をどの程度変化させるかを、産業別に順次計算する。

計算手続きとしては、80年の投入係数の第1列目から順番に、比較年次である90年の投入係数行列の第1列目と入れ換えていき、各部門について化石燃料誘発係数を計算し、それを80年の化石燃料誘発係数と比較していく。これによって、産業部門毎の化石燃料消費効率への貢献度を分析できる。

分析結果を表4-3に示す。

表4-3の第1列目は誘発係数それ自体を、第2列目は80年の誘発係数との差を、第3列目は2列目の結果をもとに計算した寄与率を表す。

表4-3によれば、化石燃料の消費効率の改善に対する寄与率の大きかった部門は、鉄鋼が群をぬいて88.2%の寄与率を示し、続いて、化学16.2%、機械5.2%、窯業・土石4.0%等があげられる。北九州に立地する鉄鋼メーカーや化学メーカー等（化石燃料を直接、燃料として消費する部門や加工する部門）を中心に、省エネルギー型の生産技術の採用や、生産・操業方法への改善がなされていると考えられる。本章の4-1でも述べたように、北九州市は、全体として、生産技術面の消費効率の改善はかなり進んでおり、特に、直接化石燃料を消費する部門で大きな改善がなされていることがわかる。

(3)最終需要構造の産業部門別分析

この分析は、前(2)の投入構造の場合と同様に、最終需要構造についても各産業部門ごとの貢献度を調べようとするものである。

具体的には、例えば、最終需要項目の一つである民間消費支出への各産業別の売上額構成比を80年から90年へと変化させたとき、化石燃料消費部門の化石燃料誘発係数に対してどのように影響するか（家計の消費スタイルが、省エネ型の消費構造になっているか、あるいはエネルギー多消費型になっているか）を分析する。これを、順次、移出など他の最終需要項目について計算した。

表4-4に分析結果を示す。この表の第1列目は、各産業部門毎に80年から90年に最終需要構成が変化した場合の化石燃料誘発係数を、第2列目は80年の誘発係数との差を、第3列目には2列目の結果を基にした寄与率を、第4列目以降は80年、90年の最終需要構成比（市内最終需要と移輸出）を表している。

表4-4によると、最終需要構成の変化による消費効率の改善に対する寄与率の大きい産業部門は、電気・ガス・水道58.1%及び鉄鋼49.6%が飛び抜けており、続いて、石炭製品8.9%、土木・建築4.1%となっている。逆にマイナスの寄与が大きい部門は、化学の-13.6%や機械の-6.3%であり、金属製品-1.0%、その他の製造業-0.6%、商業・サービス・運輸-0.5%となっている。

(4)産業部門別考察—北九州市のまとめ

以上の(2)、(3)の分析結果から、北九州経済における化石燃料消費効率とその変化に対して貢献度の大きい産業部門についてみると、

まず、鉄鋼があげられる。鉄鋼は、鉄離れ現象の中で生産量が減少しているが、投入構造の変化の産業別寄与率でも、最終需要構成の部門別寄与率でも、それぞれ 88.2%、49.6%と大きく貢献している。

一方、化学、機械は、生産活動現場（中間投入構造）における化石燃料の消費効率の改善には 16.2%、5.2%と大きく寄与しているが、反面で、民間消費や移輸出等の最終需要への売上が直接・間接に増加し（最終需要構成比の増加）、最終需要構成の部門別寄与率はマイナスの 13.6%、6.3%とエネルギー消費効率改善の観点からは最大の阻害要因になっている。

また、窯業・土石、金属製品、紙パ・印刷・出版、その他の製造業、及び商業・サービス・運輸も化学、機械と同様の傾向を示している。つまり、中間投入構造における化石燃料消費効率の改善には、それぞれ、4.0%、1.2%、0.2%、0.2%、2.2%と寄与しているものの、最終需要構成の部門別寄与率は、それぞれ、-0.2%、-1.0%、-0.3%、-0.6%、-0.5%となっている。

電力・ガス・水道及び土木・建築は小幅ながら、鉄鋼部門と同様の傾向で投入構造における化石燃料消費効率の改善には 1.6%、1.0%の貢献度を示している。しかし、最終需要構成の部門別寄与率では 58.1%、4.1%となっており、電力・ガス・水道部門は、鉄鋼部門を越えて最大の寄与率を示している。

以上のことから、化学、機械、その他の製造業等の最終需要構成の部門別寄与率がマイナスになっている部門は間接的に、かなりのエネルギー消費を誘発していることが考えられる。他方、電力・ガス・水道部門については、生産現場での化石燃料の消費効率の改善とともに、家計消費や移輸出等の最終需要への売上が直接・間接に減少し（最終需要構成比の減少：市内需要は 2.36%→2.08%、移輸出 3.94%→0.94%）、省エネ型になっているということになる。つまり、消費面でも省エネが進んでいることが分かる。

(1)の最後にも述べたように、全体として見れば、北九州市は生産現場においても、最終需要面においてもバランスのとれた、エネルギー消費効率の改善が進められているといえよう。

②上海市の場合

上海市の場合は、81年と92年の産業連関表を利用するが、以下に説明する分析結果の表の見方等は、北九州市の場合と全く同様である。

(1)投入構造要因と最終需要要因及びその変化

分析結果を表 4 - 5 に示す。化石燃料誘発係数それ自体の変化を比較すると、81年の 0.1679 から 92年の 0.1226 へと、化石燃料の消費効率が 27%向上している。さらに、81年と 92年の間の消費効率の改善(0.0453)の内訳としては、投入構造の変化によるもの(0.0194)が 10%、最終需要によるもの(0.0329)が 17%となっている。つまり、上海市の場合、化石燃料の消費効率の改善のうち、37%が技術改善等の生産技術の変化によるものであ

り、63%が最終需要の構成によって生じている。

北九州市の場合とは逆に、投入構造の変化による消費効率の改善のウェイトが小さく、技術革新等による生産現場でのエネルギー消費効率の改善があまり進んでいないことが分かる。

(2)投入構造の変化の産業別寄与

表4-6は、産業部門別の投入構造の変化による化石燃料消費効率の改善に対する寄与率を示す。寄与率の大きい部門は電力が一位で69.8%を示し、続いて、石炭製品29.7%、農業26.5%、機械22.7%、その他製造業14.2%、石炭採掘10.3%となっている。一方、マイナスの寄与が大きい部門としては、商業・サービス・運輸、石油加工、鉄鋼、紡績・繊維製品等がある。

全体として、上海市は、生産技術面の消費効率の改善は遅れているが、部門別にみれば、電力部門や石油加工部門等は、他の部門に比して相対的に、生産現場でのエネルギー消費効率の改善が進んでいるといえる。

(3)最終需要構造の産業部門別分析

表4-7は最終需要構造の産業部門別寄与率を示す。

表4-7の中で、左の三つの列は最終需要全体のものであり、中及び右の三つの列は、その内訳として内需（消費及び固定資本形成）構造と移輸出構造の変化による産業部門別のエネルギー消費効率の改善に対する寄与率を示す。

最終需要全体の構成の変化による消費効率の改善に対する寄与率の大きい産業部門は、石油加工が極端に大きく133.4%となっているが、上海市域内の需要構造の変化による寄与率はわずか2.79%であり、大半が移輸出の変化による寄与率（130.6%）であった。次いで、電力33.9%、紡績24.3%、金属製品9.7%の寄与率であるが、それぞれ内訳を見ると、電力部門については、内需5.16%、移輸出28.8%、紡績部門については、内需12.9%、移輸出11.3%、金属製品では内需-0.39%、移輸出10.1%であった。

逆に、マイナスの寄与率を示した部門は大きい順に、石炭製品-42.0%、石炭採掘-30.1%、機械-13.6%、商業・サービス・運輸-10.5%、化学-7.3%、農業-2.9%、鉄鋼-1.1%、食料品-1.0%である。各部門の寄与率の内訳を見ると、農業部門を除いた全ての部門で、内需変化による寄与率はプラスとなっており、移輸出変化によるマイナスの寄与率が内需変化のプラスを上回っているのである。

即ち、石油加工、電力、紡績、金属製品等は上海市外への移輸出が81年から92年にかけて大きく減少したことによって、エネルギー消費量の削減に大きく寄与することになったが、反面、石炭製品、石炭採掘、機械、商業・サービス・運輸、化学、食料品、鉄鋼、紙・パ、農業部門等の域外への移輸出が増大し、結果としてエネルギー消費量の増大を招き、寄与率はマイナスとなっているのである。

一方、内需についてみると、農業-0.43%、金属製品-0.39%、非鉄金属-0.17%、石油採掘-0.01%の4部門以外は、すべて内需変化によるエネルギー消費効率は改善されている。特に、紡

績、機械、食料品、電力部門はそれぞれ 12.9%、12.6%、6.8%、5.2%の寄与率となっている。

(4)産業部門別考察—上海市のまとめ

以上の分析結果から、上海市の経済における化石燃料消費効率の改善に対する貢献度のパターン別に主要な産業部門を分類してみると以下の付表のようなになる。

即ち、第1分類は投入構造の変化の寄与率はプラス、最終需要構造の寄与率はマイナスになった産業部門で、この分類に属する部門は、省エネ型の生産技術の採用や生産方法への改善がされていると考えられる。

第2分類は、寄与率がともにプラスの部門で、この分類に属する産業部門は、生産現場及び最終需要構造での消費効率の改善に貢献している部門である。

第3分類はともにマイナスの部門、つまり、エネルギー多消費型の生産方式であり、かつ間接的にかなりのエネルギー消費を誘発している部門ということが考えられる。

そして第4分類は投入構造要因はマイナス、最終需要構成の寄与率がプラスの産業部門であり、これは、エネルギー多消費型の生産構造の部門ではあるが、反面で、最終需要への売上げが直接・間接に減少し（最終需要構成比の減少）、消費面での省エネが進んでいると考えられる。

この付表から、例えば、電力・ガス・水道についてみると、電力やガスを生産する現場での化石燃料の消費効率が大幅に改善されている（投入構造要因による寄与率が大きい）と同時に、最終需要への売上げも直接・間接に減少し、消費面でも省エネが進んでいると考えられる。

5. まとめ—上海、北九州両市の比較

（都市化度、産業構造の変化及びエネルギー消費効率から見た都市の将来像）

これまで、北九州市及び上海市を対象として都市化度、その速度、そしてそれに伴う産業構造の変化、さらにそれらの変化に伴う、エネルギー消費効率の変化とその改善に対する産業部門の貢献度について調べてきた。

ここでは、本研究のまとめとして、それぞれの分析結果から、両都市を比較して、それぞれの都市像を描いてみよう。

表5-1に比較表を示しているが、北九州市は都市化率が高位安定的に推移しており、都市化の速度も年率にして0.3%とかなりスローテンポである。つまり、前述したように、都市化の成長軌道上では、すでに、成熟期に入った都市といえる。重工業都市として発展してきた北九州市は、日本の高度成長期にはその先頭にたってGDPの伸びに貢献してきたが、やがて日本経済が重厚長大型から軽薄短小型の産業構造へと転換していく中で、鉄鋼や化学等の需要の減少から北九州市の経済構造も徐々に加工組立型産業、サービス産業へと変化しつつある状況が、読み取れる。

それとともに、高度成長時代には、大気汚染、水質汚濁といった産業公害の問題も発生し、その克服のために、産業界、行政、住民が一体となって取り組み、成功を収めた貴重な経験も有しており、現在、産業公害についてのトラブル、問題はない。それだけ、北九州経済における企業も住民も環境汚染源としての化石燃料の消費効率の向上のために、長年にわたって対策に取り組み、生産操業技術の改善等を行ってきたのである。つまり、第4章の結果によれば、エネルギー消費効率の改善については、企業側によるものが55%、住民側によるものが45%の寄与率と理解してもまちがいはない。都市経済として、バランスのとれた省エネ型の生産構造及び消費構造といえる。

北九州市は、今後も、人口100万人の成熟都市として、企業も住民も省エネ型の経済マインドをもち、産業構造は、加工組立型産業やサービス産業へ軸足を移しながら、ゆるやかに都市化を進展していくことになる。

一方、上海市は、都市化率は81年57.6%、92年63.6%であり、その間の都市化の速度は0.90%/年で、第2章でも述べたように、ほぼ同時期の北九州市の3倍のスピードで都市化が進展してきた。成長曲線上では、まさに成長期にあるといえる。

中国でナンバーワンの経済都市であり、1992年以降、中国政府の政策として、ますます経済成長が加速しており、同時に、都市化にも拍車がかかっている。反面、経済成長を優先するあまり、環境対策や省エネ対策等が現実問題としてかえりみられていないといえる。1978年の改革・開放政策以来、急ごしらえで経済発展を促してきたため、産業基盤が脆弱であり、生産操業技術に関しても北九州市に比較して相当遅れている。第4章の分析結果のエネルギー消費効率の改善に対しても、企業の生産技術による寄与率の低さがめだつ。

経済の規模が拡大して安定的な成長軌道に乗ってくれば、企業も住民も所得が増大し、生産技術の改善や省エネ対策、環境対策にも真剣に取り組むようになる。

しかしながら、香港に代わって国際金融センター化をめざしている上海市は、将来の大国際都市への発展に向けて、現在は助走期間ととらえることもできる。二次産業では、政府はハイテク産業中心の産業構造を計画しており、第3章の分析結果によると、サービス産業及びハイテク産業を中心とした産業の高度化の兆しが見えている。

上海市は、今後、都市化のテンポが速まって、成熟期を迎えることになるが、それとともに、サービス産業、ハイテク産業を中心とした産業構造の高度化がいつそう進展するだろう。しかし、都市化の進展、産業構造の高度化にともなって生じている環境問題を避けて通ることは出来ず、その対策・処理で一時経済が停滞することも有り得るだろう。

6. おわりに

本研究は、東アジアの代表的な都市において、都市化の進展とそれに伴って生じる、環境に配慮した産業構造の変化、及びエネルギー消費構造の変化等についてできるだけ整合性のとれた形で、定量的に分析することを目的としたものであった。これに関しては、過去に公害を克服した経験をもつ成熟都市の北九州市、そして、極めて大きな潜在力を秘めな

がら、現在、成長期にある上海市のそれぞれの産業構造の特徴、あるいは、企業や住民のエネルギー消費効率の改善に関する貢献度の違い等、かなり興味ある結果が得られた。

しかし、第 3 章の冒頭にも述べたように、上海市の場合（というより中国全体の統計の問題であるが）、産業連関表は MPS 方式による作成と、その後の SNA 方式による作成との概念の違いによるデータの不整合があり、とくにサービス部門等は注意する必要がある。今回のようなマクロの傾向分析という目的に対しては、特別に、支障をきたさないと考えているが、今後、より詳細な部門別の比較分析を行うためには、その整合性の確保対策も避けては通れない。中国における時系列経済分析の宿命的課題といえよう。

ところで、筆者は、当初は、もう一つ別の狙いももっていた。即ち、都市化の進展とそれともなつて生じる環境に配慮した産業構造の変化との因果関係をなんとかして定量的に見つけることである。換言すれば、産業構造の変化を、都市化の進展及び住民の消費パターンの変化、あるいは環境に配慮した業種別企業マインドの強さ等によって定量的に説明できないか、つまり、これらの変数間で、何らかの関係式を導くことができるのではないかと考えていた。

今回は間に合わなかったが、現在取り組んでいる *intangible* な課題が処理できれば、別の機会に、報告したいと考えている。

参考文献

- ① 大友 篤著『地域分析入門』（改訂版）、東洋経済新報社
- ② 経済企画庁経済研究所「環境・エネルギー・成長の経済構造分析」、『経済分析』第 134 号、1994
- ③ 長谷部勇一「経済構造変化と環境の要因分析—産業連関分析を適用して」、『エコノミア』44-1、1994
- ④ 土居英二・浅利一郎・中野親徳編著『はじめよう地域産業連関分析』、日本評論社
- ⑤ 上海市外国投資工作委員会編集『上海投資案内』、上海市、1996
- ⑥ 総理府統計局「国勢調査報告」
- ⑦ 中国国家統計局「中国統計年鑑」
- ⑧ 〃 「中国城市年鑑」
- ⑨ 〃 「中国工業経済統計年鑑」
- ⑩ 経済企画庁「国民経済計算年報」
- ⑪ 上海市統計局「上海統計年鑑」

表2-2 上海市の都市化の推移

	総人口 (万人)	都市人口 (万人)	都市化率 (%)
1970	1,073	580	54.1
1975	1,077	604	56.1
1980	1,147	659	57.5
1981	1,163	670	57.6
1982	1,181	685	58.0
1983	1,194	699	58.5
1984	1,205	719	59.7
1985	1,217	736	60.5
1986	1,232	752	61.0
1987	1,250	768	61.5
1988	1,262	782	61.9
1989	1,277	803	62.9
1990	1,283	810	63.1
1991	1,287	815	63.3
1992	1,289	820	63.6
1993	1,295	856	66.1
1994	1,299	879	67.7
1995	1,301	902	69.3
1996	1,304	913	70.0

表2-1 北九州市の都市化の推移

	総人口 (万人)	都市人口 (万人)	都市化率 (%)
1960	98.6	79.9	81.0
1965	104.2	89.1	85.5
1970	104.2	88.0	84.4
1975	105.8	89.2	84.3
1980	106.5	91.5	85.9
1985	105.6	90.6	85.7
1990	102.6	91.0	88.7
1995	102.0	91.7	89.9

表3-1 北九州市の産業連関表 1980年 (単位:100万円、1990年価格)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	農林・水産	石炭・亜炭	原油・天然ガス	その他の鉱業	食料品	製糸・紡績・織物・繊維製品	製材・木製品・家具	パルプ・紙・印刷・出版	化学	石油製品	石炭製品	窯業・土石製品	鉄鋼	非鉄金属
1	1,998	0	0	22	83,101	1,081	22,215	2	49	0	1	0	0	0
2	0	0	0	10	0	0	0	0	484	0	91,044	3,437	43	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	390	875	0	0	0	0
4	0	0	0	28	2	0	0	2	4,333	0	466	13,104	87,626	5,624
5	2,537	0	0	0	91,407	0	0	0	1,060	0	0	16	0	115
6	1,016	0	0	111	240	5,913	279	433	429	0	39	282	604	188
7	140	0	0	54	322	11	11,959	140	2,991	0	35	681	488	333
8	111	0	0	63	2,167	103	1,063	45,369	2,991	0	117	1,845	1,186	161
9	649	0	0	284	2,091	702	1,340	1,990	113,713	4	101	932	11,470	2,079
10	12,267	0	0	10,366	3,511	281	493	500	56,328	43	25,973	29,832	51,324	6,690
11	0	0	0	11	2	0	0	0	24,265	0	41,219	4,199	255,360	29
12	29	0	0	0	4,234	0	159	1	1,886	0	86	34,178	18,297	205
13	23	0	0	7	5	0	153	0	0	10	0	2,983	1,257,736	40
14	0	0	0	0	73	0	33	333	1,586	0	56	1,849	24,601	25,044
15	207	0	0	356	1,901	100	1,152	24	844	4	714	140	118	88
16	1,843	0	0	2,653	1,145	-22	470	1,202	4,955	2	1,754	2,480	12,875	558
17	409	0	0	14	1,028	137	933	320	1,651	3	0	0	0	3
18	80	0	0	144	619	53	91	275	2,268	1	589	601	9,180	220
19	82	0	0	694	2,876	177	1,032	1,163	28,927	7	2,133	12,582	83,387	2,819
20	4,039	0	0	5,792	33,862	2,552	8,068	17,451	50,418	42	19,559	20,300	150,710	6,452
21	1,964	0	0	789	2,951	248	1,023	984	3,969	17	8,855	343	42,329	1,729
22	27,394	0	0	21,398	231,538	11,440	50,462	70,363	300,963	997	192,741	2,007,335	52,378	0
23	20,847	0	0	16,257	107,579	13,400	22,826	61,626	-25,479	971	128,082	39,952	392,536	13,215
24	47,741	0	0	37,655	339,116	24,841	73,289	131,989	275,484	1,968	320,823	169,734	2,399,871	65,593
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	金属製品	機械	その他の製造業	土木・建築	電力・ガス・水道	商業・サービス・運輸	分類不明	内生部門計	消費	固定資本	移輸出	最終需要計	(控除)移輸入	市内生産額
1	0	0	30	410	0	11,860	78	120,848	43,177	1,506	25,298	69,981	-143,088	47,741
2	0	2	0	0	3,667	79	9	98,774	51	-2,270	0	-2,218	-96,556	0
3	0	0	0	0	32,323	0	18	33,606	0	760	0	760	-34,366	0
4	593	1,815	11	10,384	-6	1	372	124,354	0	-693	18,392	17,699	-104,398	37,655
5	0	0	59	0	0	42,810	509	138,635	257,731	-159	197,719	455,291	-254,810	339,116
6	370	1,568	93	6,239	332	10,419	3,199	31,754	95,712	2,372	10,366	108,450	-115,364	24,841
7	329	1,029	525	38,802	496	11,335	431	67,518	6,627	7,836	27,536	41,999	-36,228	73,289
8	447	2,122	153	2,477	787	57,929	839	119,933	15,576	363	67,898	83,838	-71,782	131,989
9	1,273	6,311	2,474	3,110	306	26,855	2,261	177,945	13,408	6,587	196,304	216,299	-118,760	275,484
10	4,113	4,586	240	13,054	193,091	100,285	3,496	516,473	63,957	-6,106	1,971	59,823	-574,328	1,968
11	66	634	0	5,869	11,699	272	1,305	344,930	73	-7,765	86,185	78,493	-102,600	320,823
12	1,668	5,747	131	56,567	135	2,273	772	126,369	2,189	4,260	91,503	97,952	-54,588	169,734
13	40,169	48,349	78	21,234	0	208	9,523	1,380,517	0	2,602	1,219,008	1,221,610	-202,256	2,399,871
14	9,285	15,402	107	4,491	151	6	166	83,233	693	2,810	43,462	46,965	-64,605	65,593
15	10,577	10,629	60	58,238	161	3,623	2,425	91,362	7,349	9,784	108,047	125,180	-50,733	165,809
16	1,418	83,973	205	21,718	4,309	39,043	3,616	184,298	46,087	154,633	209,128	409,848	-256,392	337,753
17	108	3,775	1,656	6,396	108	9,232	719	26,493	15,941	3,254	4,220	23,414	-36,643	13,265
18	508	883	37	784	12,061	40,398	378	69,170	0	656,279	0	656,279	0	725,449
19	3,674	6,083	354	5,454	5,428	48,552	2,131	207,556	70,500	0	110,496	180,996	-47	388,505
20	22,383	58,314	2,106	88,837	51,704	459,417	17,161	1,019,969	1,461,729	43,124	379,225	1,884,079	-310,862	2,593,186
21	2,684	7,586	382	5,720	1,162	41,782	0	124,516	0	1,189	5,045	6,234	-75,797	54,953
22	99,665	258,811	8,703	349,785	317,912	906,378	50,210	5,088,255	2,100,800	880,370	2,801,802	5,782,971	-2,704,203	8,167,023
23	66,144	78,943	4,562	375,664	70,593	1,686,808	4,743	3,078,768	0	0	0	0	0	0
24	165,809	337,753	13,265	725,449	388,505	2,593,186	54,953	8,167,023	0	0	0	0	0	0

表3-2 上州市の産業連関表 1992年 (単位:100万円、1992年価格)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	農林水産	石炭採掘	石油・天然ガス採掘	その他採掘	食品・飲料・タバコ	繊維・縫製・皮革	木製品	製紙・印刷・出版	化学	石油加工	コーラス・石膏製品	建築材料	鉄鋼
1 農林水産	58,367	0	0	0	263,641	307,805	7,020	101,854	75,990	3	2	1,782	109
2 石炭採掘	1,949	0	0	0	2,730	6,261	588	6,648	6,990	0	13,913	2,831	4,449
3 石油・天然ガス採掘	19	0	0	0	0	332	36	0	5,640	99,412	0	626	5,383
4 その他採掘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,683
5 食品・飲料・タバコ	73,793	0	0	0	62,474	3,297	17	72	41,157	2	14	31	279
6 繊維・縫製・皮革	11,987	0	0	0	657	1,301,446	445	52,251	47,398	92	81	984	8,487
7 木製品	2,242	0	0	0	238	1,334	14,678	4,231	530	18	20	546	657
8 製紙・印刷・出版	1,708	0	0	0	25,850	13,700	1,625	72,894	46,534	60	0	14,380	72
9 化学	51,406	0	0	0	35,449	310,740	7,218	19,579	490,041	285	344	14,280	5,642
10 石油加工	43,646	0	0	0	870	2,755	93	6,912	25,929	14,837	2,745	9,030	2,804
11 コーラス・石膏製品	23	0	0	0	279	1,070	154	818	10,141	0	2,985	2,699	18,787
12 建築材料	6,282	0	0	0	4,371	1,597	1,074	280	6,941	80	68	50,067	38,373
13 鉄鋼	3,902	0	0	0	9,433	5,484	15,143	7,845	9,739	1,242	401	20,340	512,261
14 非鉄	237	0	0	0	175	345	45	5,833	25,679	23	17	4,049	94,245
15 金属製品	27,557	0	0	0	1,510	11,345	4,741	1,975	35,758	449	278	1,292	18,891
16 機械・電気・電子	19,140	0	0	0	7,795	12,989	1,286	648	12,029	697	75	8,115	13,371
17 その他	6,309	0	0	0	1,775	6,339	947	4,905	38,136	356	242	521	5,507
18 建設	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 電力	11,509	0	0	0	2,840	22,167	507	6,155	40,413	3,866	2,462	4,741	40,410
20 商業・サービス・運輸	28,176	0	0	0	65,269	90,038	34,785	28,999	97,691	23,593	18,982	25,123	92,024
21 内生活部門計	348,251	0	0	0	485,356	2,892,105	90,381	321,899	1,020,096	145,016	42,629	161,438	874,433
22 付加価値部門計	351,174	0	0	0	1,035,897	8,222,042	61,034	115,991	731,990	127,272	12,858	148,950	556,954
23 生産額	699,425	0	0	0	621,253	2,921,146	151,415	437,890	1,751,997	272,288	55,486	310,388	1,431,387

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	金属製品	機械・電気・電子	その他	建築	電力	商業・サービス・運輸	内生活部門計	消費	固定資本	移輸出	最終需要計	移輸入	市内生産額
1 農林水産	2,805	3,828	11,053	6,110	4	4,574	844,661	24,933	51,933	47,700	124,566	-269,802	699,425
2 石炭採掘	1,126	4,790	2,482	159	26,359	1,448	83,614	7,248	-484	33	6,797	-90,411	0
3 石油・天然ガス採掘	165	241	468	1	35,651	0	148,140	0	1,247	1,610	2,858	-150,997	0
4 その他採掘	3	7	0	0	0	0	22,077	0	-697	25	-672	-21,405	0
5 食品・飲料・タバコ	257	583	5,169	20	0	63,911	251,091	348,492	20,361	201,414	570,268	-200,106	621,253
6 繊維・縫製・皮革	15,293	10,531	6,495	510	188	1,606	1,459,749	303,596	167,068	1,059,745	1,530,408	-69,011	2,921,146
7 木製品	4,921	18,761	247	38,720	82	6,857	94,319	24,001	6,200	40,567	70,769	-13,673	151,415
8 製紙・印刷・出版	16,823	30,859	14,959	65	0	846	244,149	59,787	16,963	149,835	226,586	-32,844	437,890
9 化学	23,113	117,540	21,956	20,836	356	13,109	1,136,089	95,490	7,726	584,597	687,813	-71,905	1,751,997
10 石油加工	2,887	10,798	5,700	11,942	34,651	36,869	213,152	1,271	9,995	175,667	186,933	-127,797	272,288
11 コーラス・石膏製品	6,855	2,972	206	38	1	1,134	48,338	5,626	1,332	371	7,329	-181	55,486
12 建築材料	1,081	18,071	20,452	95,489	148	5,221	250,525	24,719	2,453	75,242	102,444	-42,581	310,388
13 鉄鋼	216,452	331,156	3,494	73,597	1,537	28,848	1,243,460	1,138	-4,313	360,954	357,779	-169,852	1,431,387
14 非鉄	138,975	120,880	978	2,114	508	3,154	733,520	0	-5,373	50,230	44,857	-265,421	512,955
15 金属製品	43,762	155,825	6,466	48,789	3,519	12,159	377,458	21,261	-1,565	309,175	328,871	-9,053	697,276
16 機械・電気・電子	5,557	389,703	9,230	6,778	936	80,176	573,000	157,968	709,200	805,634	1,672,801	-88,516	2,157,285
17 その他	16,456	24,255	12,000	6,171	506	5,198	131,846	59,653	6,175	25,297	91,125	-3,167	219,304
18 建設	0	0	0	0	0	0	0	0	552,542	0	552,542	0	552,542
19 電力	11,329	30,449	12,393	561	0	3,047	205,506	14,413	0	36,481	50,894	-5,631	250,769
20 商業・サービス・運輸	53,400	100,191	8,426	101,560	26,639	71,803	878,046	634,529	120,654	522,674	1,277,857	0	2,155,902
21 内生活部門計	560,959	1,370,839	142,175	413,460	131,086	339,958	8,938,738	1,784,155	1,661,417	4,447,252	7,892,824	-1,632,353	15,199,209
22 付加価値部門計	136,317	786,446	77,630	139,082	119,683	1,815,944	6,260,471						
23 生産額	697,276	2,157,285	219,804	552,542	250,769	2,155,902	15,199,209						

表3-3 北九州市の総生産額の部門別構成比

	1980年	1990年
農林水産業	0.6	0.5
石炭・亜炭	0.0	0.0
原油・天然ガス	0.0	0.0
その他の鉱業	0.5	0.4
第一次産業計	1.0	0.8
食料品	4.2	2.5
皮革・繊維・織物・繊維製品	0.3	0.2
製材・木製品・家具	0.9	0.9
パルプ・紙・印刷・出版	1.6	2.0
化学	3.4	5.1
石油製品	0.0	0.0
石炭製品	3.9	1.7
窯業・土石製品	2.1	1.9
鉄鋼	29.4	20.9
非鉄金属	0.8	0.6
金属製品	2.0	2.6
機械	4.1	7.0
その他の製造業	0.2	0.5
土木・建築	8.9	7.7
第二次産業計	61.8	53.6
電力・ガス・水道	4.8	3.7
商業・サービス・運輸	31.8	41.2
第三次産業計	36.5	44.9
分類不明	0.7	0.6
合計	100.0	100.0

表3-4 上海市の総生産額の部門別構成比

	1981年	1992年
農林水産業	4.6	2.3
石炭採掘	0.0	0.0
石油・天然ガス採掘	0.0	0.0
その他採掘	0.0	0.0
第一次産業計	4.6	2.3
食品・飲料・タバコ	4.1	4.0
紡績・縫製・皮革	19.2	9.5
製材・木製品・家具	1.0	0.9
製紙・印刷・出版	2.9	3.3
化学	11.5	10.9
石油加工	1.8	1.1
コークス・石炭製品	0.4	0.6
建築材料	2.0	1.2
鉄鋼	9.4	9.1
非鉄金属	3.4	1.9
金属製品	4.6	2.4
機械・電気・電子	14.2	21.6
その他の製造業	1.4	0.8
建築	3.6	4.7
第二次産業計	79.6	71.9
電力	1.6	1.6
商業・サービス・運輸	14.2	24.2
第三次産業計	15.8	25.8
合計	100.0	100.0

表3-5 北九州市の最終需要の部門別構成比

	1980年	1990年
農林水産業	1.2	0.9
石炭・亜炭	0.0	0.0
原油・天然ガス	0.0	0.0
その他の鉱業	0.3	0.2
第一次産業計	1.5	1.1
食料品	7.9	5.2
皮革・靴・繊維・縫製・繊維製品	1.9	1.2
製材・木製品・家具	0.7	0.9
パルプ・紙・印刷・出版	1.4	2.1
化学	3.7	5.9
石油製品	1.0	0.3
石炭製品	1.4	1.2
窯業・土石製品	1.7	1.8
鉄鋼	21.1	15.2
非鉄金属	0.8	0.7
金属製品	2.2	2.7
機械	7.1	14.9
その他の製造業	0.4	1.2
土木・建築	11.3	8.1
第二次産業計	62.7	61.5
電力・ガス・水道	3.1	1.6
商業・サービス・運輸	32.6	35.7
第三次産業計	35.7	37.2
分類不明	0.1	0.2
合計	100.0	100.0

表3-6 上海市の最終需要の部門別構成比

	1981年	1992年
農林水産業	1.6	3.2
石炭採掘	0.1	0.4
石油・天然ガス採掘	0.0	0.0
その他採掘	0.0	0.2
第一次産業計	1.7	3.8
食品・飲料・タバコ	7.2	8.1
紡績・縫製・皮革	19.4	8.6
製材・木製品・家具	0.9	0.8
製紙・印刷・出版	2.9	2.2
化学	8.7	8.6
石油加工	2.4	0.4
コークス・石炭製品	0.1	0.6
建築材料	1.3	0.6
鉄鋼	4.5	3.9
非鉄金属	0.6	0.2
金属製品	4.2	1.9
機械・電気・電子	21.2	23.8
その他の製造業	1.2	3.8
建築	7.0	5.9
第二次産業計	81.5	69.2
電力	0.6	0.2
商業・サービス・運輸	16.2	26.8
第三次産業計	16.8	27.0
合計	100.0	100.0

表4-1 化石燃料消費部門の合計生産額推移

	北九州市(百万円)		上海市(百万元)	
	1980年	1990年	1981年	1992年
中間需要	1,201,339	436,341	698,750	2,571,540
最終需要	317,853	192,603	254,811	417,640
総需要	1,519,192	628,944	953,561	2,989,180

表4-2 化石燃料誘発係数の変化（北九州）

	誘発係数	最終需要構造変化要因 A=1980	投入構造変化要因 F=1990
1980年	0.2386	0.2386	0.2386
1990年	0.1220	0.1812	0.1700
係数の差	0.1166	0.0574	0.0686
改善率(%)	48.9	22.27	26.61

表4-3 投入構造要因の産業別分析（北九州）

	誘発係数	変化分	寄与率 (%)
農林水産業	0.2386	0.0000	0.0
石炭・亜炭	0.2386	0.0000	0.0
原油・天然ガス	0.2386	0.0000	0.0
その他の鉱業	0.2393	-0.0007	-1.1
食料品	0.2392	-0.0006	-1.0
製糸・紡績・織物・繊維製品	0.2387	-0.0001	-0.1
製材・木製品・家具	0.2386	0.0000	0.0
パルプ・紙・印刷・出版	0.2385	0.0001	0.2
化学	0.2286	0.0100	16.2
石油製品	0.2404	-0.0018	-3.0
石炭製品	0.2488	-0.0102	-16.5
窯業・土石製品	0.2361	0.0025	4.0
鉄鋼	0.1841	0.0545	88.2
非鉄金属	0.2380	0.0006	0.9
金属製品	0.2378	0.0008	1.2
機械	0.2354	0.0032	5.2
その他の製造業	0.2385	0.0001	0.2
土木・建築	0.2380	0.0006	1.0
電力・ガス・水道	0.2376	0.0010	1.6
商業・サービス・運輸	0.2372	0.0014	2.2
分類不明	0.2381	0.0005	0.9
合計		0.0619	100.0

表4-4 最終需要構造の産業別分析結果（北九州）

	誘発係数	変化分	寄与率 (%)	市内最終需要構成比(%)		移輸出構成比(%)	
				1980年	1990年	1980年	1990年
農林水産業	0.2386	0.0000	0.0	1.50	0.98	0.90	0.79
石炭・亜炭	0.2386	0.0000	0.0	-0.07	0.00	0.00	0.00
原油・天然ガス	0.2386	0.0000	0.0	0.03	0.00	0.00	0.00
その他の鉱業	0.2385	0.0001	0.1	-0.02	0.00	0.66	0.42
食料品	0.2379	0.0007	1.3	8.64	6.33	7.06	3.78
製糸・紡績・織物・繊維製品	0.2386	0.0000	0.1	3.29	1.92	0.37	0.31
製材・木製品・家具	0.2386	0.0000	-0.1	0.49	0.58	0.98	1.35
パルプ・紙・印刷・出版	0.2388	-0.0002	-0.3	0.53	0.46	2.42	4.05
化学	0.2464	-0.0078	-13.6	0.67	0.69	7.01	12.14
石油製品	0.2383	0.0003	0.5	1.94	0.60	0.07	0.04
石炭製品	0.2335	0.0051	8.9	-0.26	0.08	3.08	2.59
窯業・土石製品	0.2387	-0.0001	-0.2	0.22	0.11	3.27	3.83
鉄鋼	0.2102	0.0284	49.6	0.09	0.09	43.51	33.13
非鉄金属	0.2384	0.0002	0.3	0.12	0.03	1.55	1.39
金属製品	0.2392	-0.0006	-1.0	0.57	0.63	3.86	5.24
機械	0.2422	-0.0036	-6.3	6.73	14.17	7.46	15.68
その他の製造業	0.2389	-0.0003	-0.6	0.64	1.42	0.15	0.89
土木・建築	0.2363	0.0023	4.1	22.01	15.04	0.00	0.00
電力・ガス・水道	0.2053	0.0333	58.1	2.36	2.08	3.94	0.94
商業・サービス・運輸	0.2389	-0.0003	-0.5	50.48	54.78	13.54	13.05
分類不明	0.2387	-0.0002	-0.3	0.04	0.01	0.18	0.38
合計		0.0574	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表4-5 化石燃料誘発係数の変化（上海）

	誘発係数	最終需要構造変化要因 A=1981	投入構造変化要因 F=1981
1981年	0.1679	0.1679	0.1679
1992年	0.1226	0.1350	0.1485
係数の差	0.0453	0.0329	0.0194
改善率(%)	27.0	16.97	10.03

表4-6 投入構造要因の産業別分析（上海）

	誘発係数	変化分	寄与率 (%)
農業	0.1602	0.0077	26.5
石炭採掘	0.1649	0.0030	10.3
石油採掘	0.1682	-0.0003	-0.9
その他採掘	0.1679	0.0000	0.0
食品	0.1655	0.0024	8.1
紡績	0.1707	-0.0028	-9.4
木製品	0.1682	-0.0003	-1.0
製紙	0.1659	0.0020	7.0
化学	0.1697	-0.0018	-6.1
石油加工	0.1747	-0.0068	-23.2
石炭製品	0.1593	0.0086	29.7
建材	0.1698	-0.0019	-6.5
鉄鋼	0.1724	-0.0045	-15.6
非鉄	0.1659	0.0020	7.0
金属	0.1653	0.0026	9.0
機械	0.1613	0.0066	22.7
その他製造業	0.1638	0.0041	14.2
建築	0.1669	0.0010	3.5
電力	0.1476	0.0204	69.8
商業	0.1811	-0.0132	-45.2
合計		0.0292	100.0

表4-7 最終需要構造の産業別分析結果（上海）

	最終需要合計			内需(消費、固定資本形成)			移輸出		
	誘発係数	変化分	寄与率 (%)	誘発係数	変化分	寄与率 (%)	誘発係数	変化分	寄与率 (%)
農業	0.1689	-0.0010	-2.9	0.1681	-0.0001	-0.43	0.1687	-0.0008	-2.5
石炭採掘	0.1778	-0.0099	-30.1	0.1678	0.0001	0.30	0.1779	-0.0100	-30.4
石油採掘	0.1676	0.0003	1.0	0.1679	0.0000	-0.01	0.1676	0.0003	1.0
その他採掘	0.1679	0.0000	0.0	0.1679	0.0000	0.00	0.1679	0.0000	0.0
食品	0.1682	-0.0003	-1.0	0.1657	0.0022	6.76	0.1705	-0.0026	-7.8
紡績	0.1599	0.0080	24.3	0.1637	0.0043	12.93	0.1642	0.0037	11.3
木製品	0.1678	0.0001	0.3	0.1678	0.0001	0.24	0.1679	0.0000	0.0
製紙	0.1679	0.0000	0.1	0.1668	0.0011	3.47	0.1690	-0.0011	-3.4
化学	0.1703	-0.0024	-7.3	0.1663	0.0016	5.01	0.1720	-0.0041	-12.3
石油加工	0.1240	0.0439	133.4	0.1670	0.0009	2.79	0.1250	0.0429	130.6
石炭製品	0.1817	-0.0138	-42.0	0.1678	0.0001	0.27	0.1818	-0.0139	-42.3
建材	0.1670	0.0009	2.7	0.1677	0.0002	0.72	0.1673	0.0007	2.0
鉄鋼	0.1683	-0.0003	-1.1	0.1669	0.0010	3.00	0.1692	-0.0013	-4.1
非鉄	0.1675	0.0004	1.1	0.1680	-0.0001	-0.17	0.1675	0.0004	1.3
金属	0.1647	0.0032	9.7	0.1680	-0.0001	-0.39	0.1646	0.0033	10.1
機械	0.1724	-0.0045	-13.6	0.1638	0.0041	12.56	0.1765	-0.0086	-26.2
その他製造業	0.1675	0.0004	1.2	0.1674	0.0005	1.58	0.1680	-0.0001	-0.4
建築	0.1676	0.0003	0.9	0.1671	0.0008	2.51	0.1684	-0.0005	-1.6
電力	0.1567	0.0112	33.9	0.1662	0.0017	5.16	0.1584	0.0095	28.8
運輸	0.1714	-0.0035	-10.5	0.1672	0.0008	2.29	0.1721	-0.0042	-12.8
合計		0.0329	100.0		0.0193	58.59		0.0136	41.3

表5-1 北九州市と上海市の比較

		北九州市		上海	
		1980年	1990年	1981年	1992年
都市化率		85.9%	88.70%	57.60%	63.60%
都市化速度		0.32%/年		0.90%/年	
総生産額構成比	一次産業	1.0%	0.8%	4.6%	2.3%
	二次産業	61.8%	53.6%	79.6%	71.9%
	(製造業)	52.9%	45.9%	76.0%	67.2%
	三次産業	36.5%	44.9%	15.8%	25.8%
	全産業	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	(化石燃料消費部門)	8.7%	5.4%	3.8%	3.3%
最終需要構成比	一次産業	1.5%	1.1%	1.7%	3.8%
	二次産業	62.7%	61.5%	81.5%	69.2%
	(製造業)	51.4%	53.4%	74.5%	63.3%
	三次産業	35.7%	37.2%	16.8%	27.0%
	全産業	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	(化石燃料消費部門)	5.5%	3.1%	3.2%	1.6%

第8章 北九州市の公害対策の背景と技術移転可能性

九州大学工学部助教授 藤倉 良

1. はじめに

アルシュ・サミット以来、環境ODAは日本の国際協力の重要な柱となっている。地球サミットを経て今日に至るまで環境ODAの位置付けは高まりこそすれ、低下することはない。1997年6月に開かれた国連環境開発特別総会で、橋本総理大臣は今後の環境協力構想を包括的にとりまとめた構想である「21世紀に向けた環境開発支援構想（ISD構想）」の推進を宣言した。同年9月には環境プロジェクトに係る円借款供与条件の大幅な緩和が行われ、続く12月の地球温暖化防止京都会議では、環境案件に対するさらなる優遇措置が発表されている。

日本の環境ODAの中で公害対策は中心的存在である。高度経済成長期に日本が経験したような激甚な産業公害が工業化をすすめる開発途上国に顕在化している。これらの諸国が問題に対処するために、日本の技術と経験を移転することが有効であろうと考えられている。これまでに日本政府は、プロジェクト方式技術協力のほか、円借款や技術協力などODAの各分野で公害対策に関する技術移転を進めている。

しかし、産業振興策や景気浮揚策と違い、公害対策は開発途上国ではなかなか受け入れられないし、根づかない。日本やその他先進国の法制度や技術を開発途上国に持ち込んでも、利用されずに無駄に終わってしまう可能性も高い。移転した公害対策が本当に根付いていくかどうかは、その国の社会的・経済的事情によって大きく異なる。日本の経験を見ても、各都市がどのように公害を克服していったかは、都市によってアプローチが異なっている。都市の社会状況等が異なっていたためである。

北九州市は高度経済成長期には四大工業地帯の一つに数えられ、日本の中心的工業地帯であった。また、同時に著しい公害にも直面した。1970年前後から、同市は官民一体となった公害対策に乗り出し、公害問題は解決された。現在、その経験と技術が中国大連市他、東アジア諸都市に移転されているが、北九州市が公害対策を行った背景を解析しておくことは、技術移転を円滑に進める上で重要なことととえられる。本稿では、北九州市において公害対策が成功した背景、要因を検討することを目的とする。

2. 経済構造

北九州市は鉄鋼、セメント、化学など素材関連産業の大企業を中心とした工業都市である。第二次産業の北九州市におけるシェアは、1975年で45.8%であった。1980年代には減少しながら40%前後を推移したが、全国平均よりは一貫して1から5ポイント高い。五市合併により北九州市が成立した1963年時点のシェアは49.8%であり、同年の全国平均である41.0%より8.8ポイン

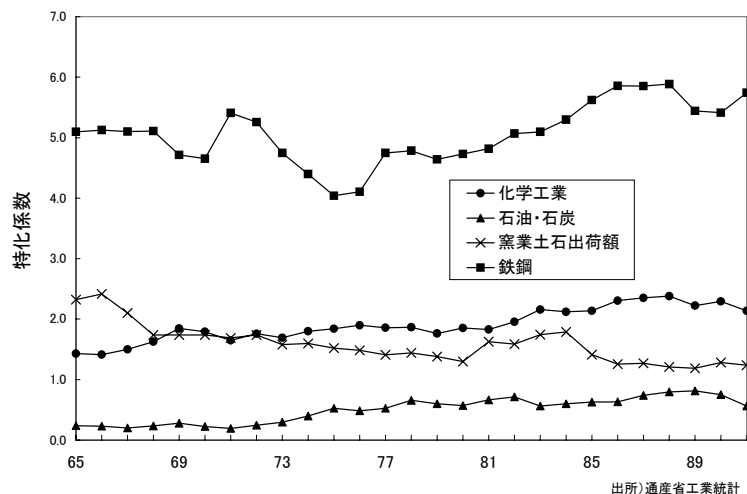


図1 北九州の製造業の特化係数

ト高かった。

その産業構造は、製造業における業種構成に特徴的に現れる。図1は市内製造業の特化係数である。これを見ると鉄鋼業では1970年代半ばに4.0まで低下するものの、それ以外は一貫して5.0以上で推移しており、優位性が明らかである。化学工業も特化係数は1以上であり、80年からは2を超えて上昇傾向にある。窯業・土石は68年には2.0を下回り、減少

傾向にあるが、1.0以上を保っている。このほかに北九州の特化係数が高い業種として、図1には示さなかったが一般機械製造業があり、1980年代以降は1.0以上で推移している。図1に示した四業種は素材産業であり、環境負荷の大きな業種である。これら四業種は北九州の経済において大きな位置を占め、シェアは減少傾向ではあるものの製造業出荷額の60%以上を占めつづけている。

これら四種の製造業の地理的な分布をみるために、各区別の製造品出荷額を比較する(図2)。旧八幡市と旧戸畑市に相当する3つの区にこれらの業種が集中している。1993年度の製造品出荷額について全製造業に対する四業種のシェアを比較すると、市全体の平均である50.9%を上回っているのは、若松区(51.0%)、八幡東区(88.6%)、八幡西区(62.2%)、戸畑区(67.2%)の市の西側に位置する四区である。とりわけ、八幡東区では鉄鋼業の全業種に占めるシェアは88.5%であり、製造業は八幡製鉄所に依存しているといっても過言ではないほどの依存率の高さである。このような産業構造が旧八幡市と旧戸畑市で公害が発生する要因になった。また、当時の両市の経済がこの業種に依存していたということは、同時にこれらの大企業の市に対する影響力も大きかったことをも示唆している。

北九州はまた、大企業を中心とした構造をとっている。1972年当時の製造業出荷額のシェアを事業所の規模別に見ると、従業員数300人以上の事業所が67.8%を占め、全国平均値の48.8%を大きく上回っている。小企業のシェアが特に小さく、従業員30人未満の事業所は6.2%で、全国平均の17.8%と比較すると3分の1程度である。

北九州の産業構造を公害の発生と対策の面からは次のようにまとめられるだろう。まず、素材産業を中心とする工業都市である。高度経済成長期まで、これらの業種は環境に大きな負荷を与えてきており、当時から産業公害の発生しやすい産業構造にあったといえる。地理的には、これらの業種は八幡製鉄所若松製鉄原料工場が若松区に移転するまでは、旧八幡市と旧戸畑市に集中して立地していた。したがって、この地域での著しい公害が発生した。一方で対策面からみると、大企業が中心であるため、少数の大規模な事業場が対策を実施すれば汚染のかなりの部分が削減される構造にあった。また、大企業であったから、当時は資金的な余裕もあった。したがって、いったん企業が合意すれば環境浄化は急速に進むという背景があった。この点は、多数の町工場、中小企業が立ち並ぶ東京都大田区や大阪市とは状況が異なっている。

3. 社会的背景

戦前戦後の日本の公害史を振り返ると、その殆どは住民運動に端を発している。19世紀末から20世紀初頭にかけて発生した足尾鉍毒事件は、被害を受けた農民の運動に始まっている。同時期に足尾と同じ銅精練によ

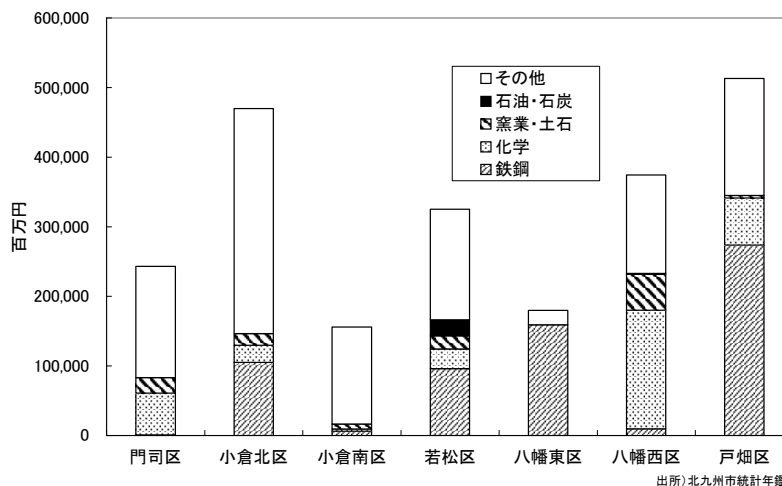


図2 区別製造品出荷額(1993年度)

る煙害問題が四国の別子銅山でも発生しているが、こちらでも被害を受けた農民団体による陳情と紛争が問題解決の端緒となった。戦後の復興期から高度経済成長期に移行しようとしていた 1958 年には、漁業被害をめぐって千葉県浦安の漁民が製紙工場に乱入する江戸川事件がおこった。これをきっかけにして、同年 12 月に「公共用水域の水質の保全に関する法律」と「工場排水等の規制に関する法律」が制定された。さらに、石油コンビナートによる大気汚染が深刻化した四日市の場合も、最初に被害にあい活動を起したのは異臭魚により被害を受けた漁民であった(IGETT1992)。水俣では 1950 年代中ごろから奇病が発生していることが報告され、水俣産の魚が売れなくなったことから漁民たちは水俣病の原因究明を要求してデモ行進を行った(宇井 1968)。政府が公害対策基本法を 1967 年に制定したのも、三島・沼津の両市に建設を予定していた石油コンビナート建設計画が、市民の反対運動によって中止されたことが原因であったと指摘されている(庄司 1975)。

一方、北九州の住民運動は「低調」であった。同じような大気汚染を経験した四日市市、大阪市、川崎市などでは健康被害を受けた住民が市や県、国などを相手取って訴訟をおこしているが、北九州ではなかった。原因の一つとして、北九州の公害があまりに日常化していたために、市民は大気汚染に慣れてしまったことが考えられる。市民は生活が向上したのは、工業発展のたまものであると認識していたし、そのためには公害はやむをえないものと考えていた。八幡製鐵所の労働者は南九州出身者が多く、彼らは退職すると故郷に帰って農業に戻っていった。八幡は住む場所ではなく働く所だったから、公害もそれほど意識されなかった。もうひとつの理由は、市民の企業に対する遠慮である。北九州市では新日本製鐵を中心とする大企業群が市の経済と政治に強い影響力をもっていた。住民が公害問題に対して公然と異をとることは容易なことではなかった。

しかし、次第に工員が退職後も八幡に住み着き子供を育て、その子供も八幡に働くようになり、八幡が生活の場になるとともに、公害も意識されるようになった。北九州で最初に公害に疑問をいだき、活動を開始したのは主婦であった。洗濯物が干せない、家の中が汚れるという生活面から公害を強く認識するようになった。子供たちが黒や灰色を多用した絵を描き、病気がちになって学校を欠席するようになり、婦人達は公害を生活の問題として考えるようになった。

戦後の占領下、北九州には福岡軍政部から教育担当官が派遣されて、新しい婦人会の運営指導が行われている。戸畑の婦人会では、英語にたんのうな日本人女性が指導者にいたことから、米国人教育担当官との間で意志疎通が円滑にすすんだ。その結果、戸畑婦人会では民主主義について早くから学習会が行われ、小グループの学習が進められる。このような学習の積み重ねにより、婦人会のメンバーは自らが抱えている困難について学習し、それにどう対処すべきかを考える方法を身につけていった。

この当時、日本発送電(後の九州電力)中原発電所が戸畑市にあり、その黒煙や白煙は周辺住民を悩ませていた。1950 年、中原婦人会は、発電所に近いほど、またプレッシャーの騒音が著しいときほど洗濯物のシーツやワイシャツについた汚れがひどいということ、自主的な勉強会の中から明らかにした。しかし婦人会のメンバーには発電所幹部の婦人達が多く、会社には直接苦情を申し立てにくかった。そこで地元出身の市議会議員に要請して 1951 年の議会ではばいじん問題を取り上げさせた。戸畑市長はこれを受けて会社に働きかけた結果、発電所に当時の金額で一億円の集塵装置が設置された。戦後復興期における北九州の公害反対運動は、このようにして婦人会の活動から始まっている。それも、直接事業所に抗議するのではなく、間接民主主義を利用して議員を使うという、当時としては画期的なアプローチがとられている。

戸畑の三六婦人会も行政を活用しつつ、公害に取り組んだ。八幡製鐵所戸畑製造所内にある日鉄化学戸畑工場のカーボンブラック工場からのばい煙とピッチコークス炉からの悪臭がひどく、婦人会メンバーは戸畑市長との懇談会に子供のかんだ鼻紙や汚れた障子紙、雑きんなどを見せて対策を迫っている。このような活動にうながされ、1961 年に戸畑市長が地元代表と上京して日鉄化学本社に改善を要求した。しかし、問題はなかなか解決されなかった。このため三六婦人会は九州工業大学の名誉教授の指導を受けて公害の実態調査を始めた。500 人のメンバーが普通に洗濯した白布とのり付けした白布計 24 枚を物干しに干して汚れを比較したり、ワ

イシャツの空き箱を利用したりして降下ばいじんを調査した。この結果や証拠写真などをもとに工場に改善を迫った。このような動きに対して、県、市の斡旋もあり、1963年12月に日鉄化学と住民が和解に至る。この和解はばい煙規制法に基づく和解ではなく、両者が自主的に締結したものである。公害に関する企業責任という考えが、まだあまり一般化していなく、規制する制度もなかった時代に、住民と企業が交渉により公害について和解した例は、全国でも珍しいケースであろう。

続いて婦人会は、二酸化硫黄による児童の健康影響を懸念し、状況調査を山口大学教授の指導を受けて行った。その結果、1961年度から64年度までの3年間では、戸畑の小学校の児童病欠率と大気汚染度の間に相関関係があることが明らかになる（林1971）。さらに、地域で市民アンケートを実施し、有効回答817世帯のうち562人に喘息と気管支炎の患者がいることが明らかにした。また、市内で雨どいや窓枠が容易に腐食する実態をさらに科学的に分析しようと試みた。その結果、汚染地区に1ヶ月間雨ざらしにした試料の重量は鉄では増加し、ブリキでは減少していることを明らかにした。当時、さびない金属として宣伝されていたステンレスにも汚染地区でかなりの腐食が認められた。

婦人会は、このようにして得られた学習の成果を市民に公表した。また、実態を撮影した映画を作成し、映写会やマスコミを通して公害の現状を市民に訴えていった。こうした婦人会の活動をきっかけとして、市民の公害に対する意識が高まったのである。

1967年の市長選挙に初当選した当時、谷市長にとっては、当面の優先課題は公害対策ではなく、前年から続いていた不況を脱するための地域経済の浮揚だった。公害対策に関する実質的な権限は市には殆どなかったし、谷市長自身も公害対策は県の仕事であると考えていた。しかし、婦人会の活動やマスコミの報道などにより高まった市民意識により、1971年に行われた市長選挙の最大の争点は公害対策になった。谷市長は、10の選挙公約の第1番目に「公害防止条例を改正する。総合的な公害防止計画をたて、環境基準の早期達成につとめる。環境衛生研究所を建設する」として、公害対策の推進を訴えた。対立候補は共産党の推薦する無所属の三浦氏ただ一人であり、一騎打ちの選挙となった。

三浦氏は選挙公報で「私は、公害を日本一にするような市政ではなく、市民と手をつなぎ、市民中心の『街づくり』に、全力をつくす決意です」と公約している。三浦氏は7つの公約の第1番目として「公害防止条例を根本的にあらため、大会社の公害をきびしくおさえて、青い空、きれいな水をとりもどします」と訴えた。この選挙では谷市政の公害対策が対立候補の攻撃材料となったのである。それまでの北九州市議会選挙では共産党の基礎票は3万票程度で、多くても5万票程度しか得票できなかった。しかし、この選挙で三浦氏は18万8,596票を獲得している。当選した谷氏の得票は29万5,633票で得票率は61.1%であった。こうして、公害対策は市当局にとっても最重要事項となった。

4. 官民一体の公害対策

高度経済成長に伴って各地で極端な被害が顕在化し、マスコミがこれを報じるようになって、市民意識も反公害へと変化していった。横浜、東京、川崎、大阪など工業地帯を抱える大都市では、反自民、反公害をキャッチフレーズにした革新候補が、次々に現職の保守首長にとってかわっていった。これに危機感を抱いた佐藤内閣は1970年に公害国会を召集し、14の環境関連法を成立させ、環境庁を設置した。続いて、71年のイタイイタイ病と新潟水俣病、72年の四日市公害、73年の水俣病の各地方裁判決で原告患者側の勝訴が相次いだ。こうしたことが企業意識にも決定的な影響を及ぼした。

このような状況の中で、日本一の公害をかかえる北九州市も、保守系の市長であるからといって、公害対策に手を抜くわけにはいかなかった。公害がさらに悪化したら、次の選挙で現職が落選し、革新系の市長が誕生してもっと厳しい要求を突き付けてくる可能性は高い。これは企業にとっても最悪のシナリオである。北九州市内の企業は、京浜地区に立地している工場が自治体からいかに「ひどい」要請や規制を求められているか

を聞かされていた。東京の本社も革新自治体が増えることに対する危機感を強めていた。自分たちが支援した市長を守るためにも、企業は市の指導に従わざるをえない状況にあった。

市は公害対策を最重点課題とし、企業もこれに応えざるをえない立場に追い込まれた。官民の「利害」が一致し、北九州市の公害対策が本格化することになった。市内では公害対策がつぎつぎに実施されていった。1969年に通商産業省は、戸畑地域の工場立地や響灘臨海埋立地の開発計画が進む中、洞海湾とその周辺地域の汚染状況を予測するため、北九州地域産業公害総合事前調査を実施した。1970年には大気汚染防止法に基づくスモッグ警報の発令権限が県から市への移譲されている。これらがきっかけとなり、1970年に北九州市、福岡県、福岡通商産業局と市内の企業30社32工場が参加して作られた大気汚染防止連絡協議会は、大気汚染の規制実施に関する事前協議や情報交換の場として活用された。大企業中心の北九州市では、この協議会の会員32工場だけで市内の硫黄酸化物発生量の97%を占めていた。協議会で合意がとられた対策ならば確実に実施できるし、その結果、市の大気を浄化できることも明らかである。企業の側から見ても、行政の行おうとする規制措置が企業にとって本当に行えるものかどうか、企業サイドからの意見を述べることができた。

規制を実施する前に、規制する側の市と規制される側の企業が相談する場を設けるということは、ともすれば「なれあい」の場を設けることともなりかねない。しかし、当時は市内のみならず日本全国が「反公害」の雰囲気につつまれていた。市側が協議会に提示する規制案に対して、企業側からは反対意見や厳しい議論も出たようであるが、最終的には市側が提示した方向性に収束していった。

この協議会での最大の成果といえるものは、1972年に行政と47社54工場が一括して締結した公害防止協定である「硫黄酸化物に係る公害の防止に関する協定」であろう。公害防止協定の本体は数条からなる極めて簡単なものである。そして、協定の核心は公表されない別紙計画書である。計画書に記載されている項目のすべてが規制の対象であった。法令による届け出段階で協定内容に違反していないかが、計画書によってきめ細かく審査された。そうしてはじめて、届け出が受理されるシステムである。届け出内容に基づいて立ち入り調査も行われる。協議の場があったことと、立ち入り調査による監視が徹底していたために、法令に基づく根拠を持たせなくても効果的な対策が行えたのである。

企業であれ行政であれ、日本の組織は、決定するまでには時間がかかるが、いったん決めたことについては、一丸となって徹底的にやりぬくという性格を日本の組織は持ち合わせている。企業内でも、いったん対策を打つことが合意されれば徹底的にやった。新日鐵の場合、社内でのコンセンサスが得られ環境担当の組織ができてからは、環境問題に極めて熱心に取り組むようになった。社内が必要なことであると認められれば、公害対策は工場間の競争にさえなった。社内のライバルとの競争のテーマになったのである。

5. 二酸化硫黄対策

1960年代前半までの北九州の公害といえば降下ばいじんである。特に汚染がひどかった城山地区では、1965年に日本の最大値でもある80トン/km²/月を記録した。しかし、60年代中葉から国内の企業が燃料を国産の石炭から安価になり供給も安定している輸入の石油に切り替えはじめ、石炭の使用量は急速に減少した。これに伴い、市内の降下ばいじん量も減少することになった。一方、石油の使用量が増加することにより、「白いスモッグ」といわれた二酸化硫黄による汚染が深刻化しだした。

(1) 燃料転換

二酸化硫黄対策として有効な手段としては、燃料の低硫黄化、省エネルギー、排煙脱硫がある。この中で、省エネルギーは使用燃料を減らすことにほかならず、燃料コストの削減にもなり、最も良い対策であるといえる。ところが当時の日本の企業には、省エネルギーを行おうとする意欲に乏しかった。燃料の価格が安かった

からである。1973年に第一次オイルショックがおこるまでは、原油価格は非常に安く、とりわけ新日鐵のような大企業にとってエネルギー価格は殆ど問題にならなかった。省エネルギーのためにわざわざ金や労力を使おうとするを企業はなかった。排煙脱硫技術も1970年代中頃までは確立された技術になっておらず、実用性に乏しかった。したがって、1970年代前半までの日本では、二酸化硫黄を削減するための手段としては低硫黄燃料への切り替えしかなかった。

重油の低硫黄化は1960年代末から通産省が行政指導を行っている。1969年に通産大臣の諮問機関である総合エネルギー調査会は「低硫黄化計画」をまとめる。この計画は、重油燃料を供給する石油業者に対して油種別に供給量と平均硫黄含有率を定め、燃料を使用する需要者に対して燃焼地点別に使用量と硫黄含有率の目標を定め、さらにこの低硫黄化を実施するための長期的指針を定めている。1968年にばい煙規制法に代わって制定された大気汚染防止法や1969年に閣議決定された硫黄酸化物に係る環境基準などを念頭においた措置であると考えられる。

政府は低硫黄化を促進するため、重油脱硫装置及び排煙脱硫装置の技術開発の取り組みを促進する。日本開発銀行などの政府系金融機関による低金利の融資、特別償却、固定資産税の減免などによって、これらの装置の設置を支援した。その結果、1975年前後には重油脱硫装置の設置が進み、脱硫重油の供給量は拡大する。しかし、当時の重油脱硫装置（間接脱硫）の技術的限界は1.7%であって、それより低硫黄のものは低硫黄原油の輸入に頼らざるを得なかった（寺尾1994）。

重油脱硫装置の設置が進むまでの1970年代前半までは、大気汚染対策のために需要が高まった低硫黄重油の供給量が不足しがちになる。そのため低硫黄重油の高硫黄重油に対する相対的価格は上昇する。二酸化硫黄対策が本格化する前の1960年代までは、低硫黄重油と高硫黄重油の価格差は、数パーセント程度であった。1969年時点の新日本製鐵の購入価格を比較すると、硫黄分0.3%のインドネシア産ミナス重油は1キロリットルあたり6,100円であり、高硫黄重油の5,900円とは3%の価格差しかなかった。この価格差が、1973年には61%にまで拡大する（図3）。

北九州市は低硫黄重油の確保が困難ななかで、まず着地濃度対策として煙突の集合高層化を優先する。高煙突は一部の地域に発生する高濃度汚染にはとりにあらずの効果がある。1969年には、戸畑共同火力が120メートルの高層煙突を設置している。続いて市は、1970年に硫黄酸化物濃度が高まった緊急時の措置としての「北九州市大気汚染緊急時対策実施要綱」を制定した。こうして、市から企業に対する低硫黄燃料転換への指導が強化されるようになった。

市は、企業から排煙脱硫装置の設置について相談を受けた際には、脱硫装置からの廃棄物による二次公害や安全性の観点から非常に厳しい対応をとった。排煙脱硫装置の実用化のめどがついたのは1974年頃であったが、その頃にも、市はその技術的開発状況について否定的に評価していた。測定値の信頼性を問題視し、排出基準の担保としては認めないという方向で望んでいた。排煙脱硫装置による対策を考える企業に対しては、装置が故障で停止した場合にもすぐに対応できるようにバックアップの設置を求めた。また、装置のすべてが機

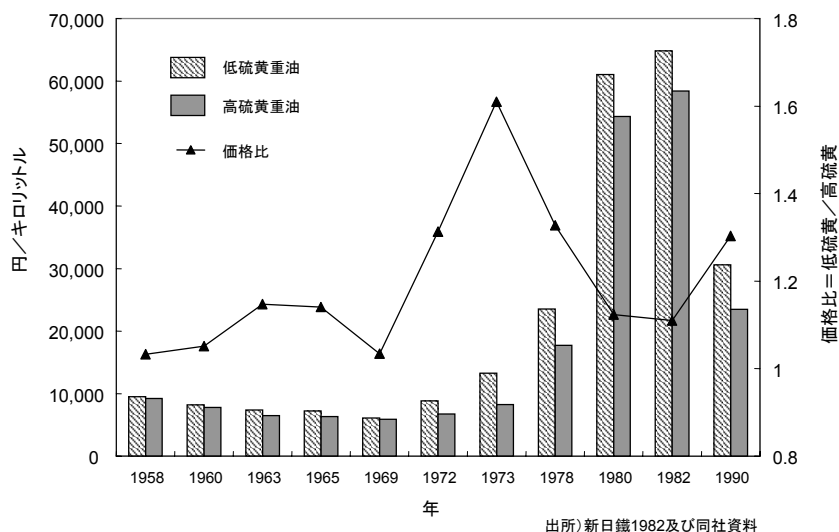


図3 硫黄含有量別重油価格

能しなくなった場合には操業自体を停止するように求めた。

市内の企業にとっては、排煙脱硫装置の設置に市側が否定的である以上、低硫黄燃料への転換を選択せざるを得なかった。しかし、産油国から自社までの原油輸入ルートを確認している新日鐵のような大企業は別として、一般の企業は低硫黄燃料の価格の高騰とその確保に苦しんだ。特に 1973 年の第一次石油ショック以降は、たださえ石油の供給が不足しているところに、低硫黄燃料の確保は大きな負担であった。市内のある企業は 1970 年から 1975 年までの間に二酸化硫黄排出量を 6 分の 1 に削減することを市から求められた。そこで、それまで使用していた燃料を低硫黄の C 重油、A 重油と白灯油に転換した場合の費用を試算した。その結果、負担の増加分は経常利益の半分に相当することがわかる。しかし最終的に、この企業は大幅な経費増大を受け入れ、燃料の転換に踏み切っている。会社側としてもぎりぎりの決断であったろう。

市内で使用された液体燃料に含まれる硫黄含有量と全国に供給された重油中の硫黄分、非精製用として輸入された低硫黄重油の硫黄分を図 4 に示す。低硫黄の非精製用重油の輸入量は全体の 7～8% に満たない。これを見ると北九州市では、全国で供給される重油よりはるかに硫黄分の少ない液体燃料を使用していることがわかる。間接脱硫による当時の技術的限界は 1.7% であるので、市内の製造業の多くが、それより低硫黄で供給量の少ない高価な低硫黄燃料を使用していたのである。

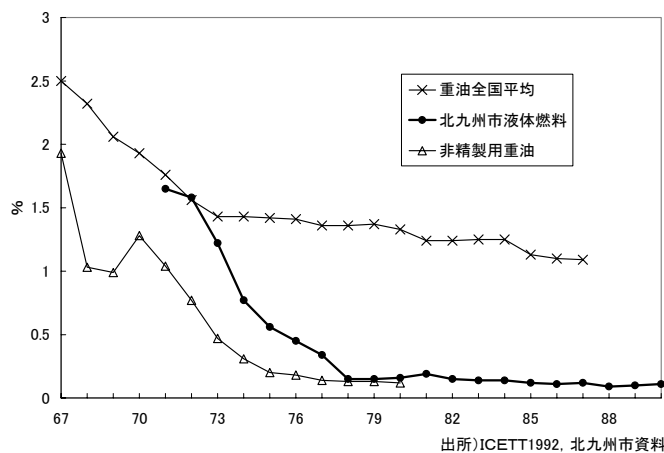
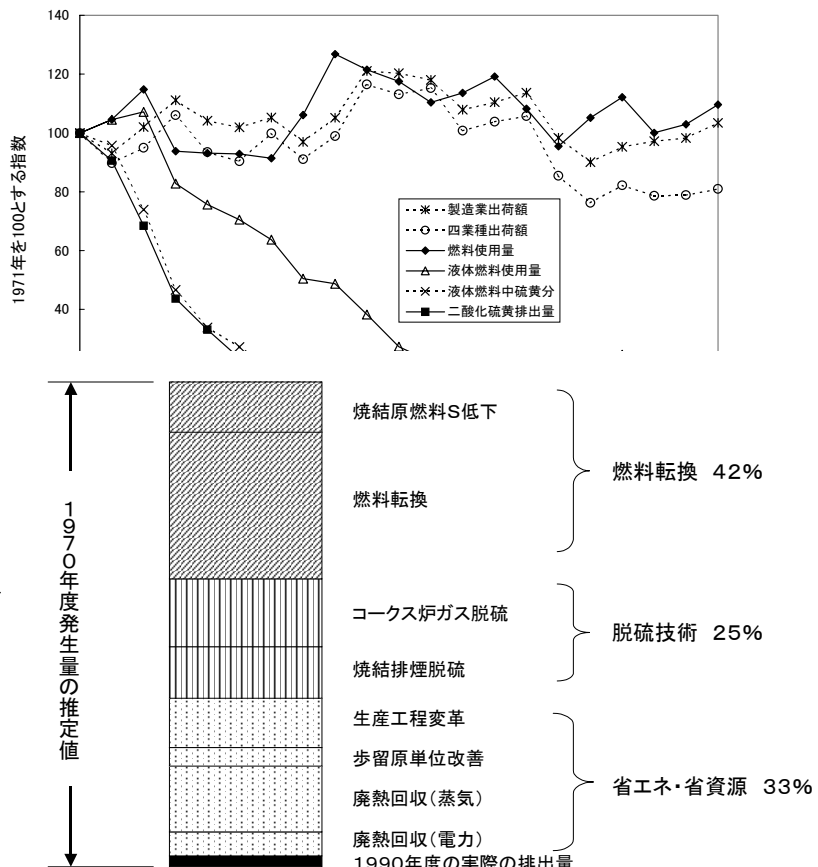


図4 燃料の硫黄含有量(%)

市の燃料低硫黄化への指導が功を奏し、1970年代には市内で使用される燃料中の硫黄分は急速に低下し、これに平行して二酸化硫黄排出量も低下した(図5)。液体燃料使用量が最大となったのは1973年であるが、大気中の硫黄酸化物濃度は、それより数年早く低下している。市内の製造業は過去20年間に実質ベースでほぼ同額の生産を行っているが、燃料中の硫黄分を下げることで、二酸化硫黄の大幅な削減を達成できた。

(2) 省エネルギー

当初は企業に省エネルギーに対する意欲はなかったが、1973年の第一次オイル



出所)九州大学 1996

図6 八幡製鉄所の二酸化硫黄削減

ルショックで状況は一変する。新日鐵は 74 年年頭に、80 年度までに 73 年度比で 10%のエネルギー削減を目標とした「エネルギー10%削減5カ年計画」を打ち出す。これに向け現場では、操業努力、省エネルギー投資、新技術の開発などが社をあげて行われた。その結果、1978 年度上半期までで目標を2年前倒して、10.4%のエネルギー削減を達成した(新日鐵 1982)。八幡製鐵所では80 年度前期のエネルギー消費削減率は15%を超える。その後も原油価格の高値安定や第二次オイルショックなどがあり、八幡製鐵所は様々な省エネ努力を続け、1987 年度下半期には最大 27.5%のエネルギー削減を記録した。

このような徹底的な省エネに向けた努力が、同時に二酸化硫黄の削減に大きく寄与することになった。新日鐵の試算によると、八幡製鐵所の 1970 年から 1990 年までの 20 年間の二酸化硫黄削減効果は、省エネ・省資源技術によるものが 33%、低硫黄燃料への転換によるものが 42%、排煙脱硫によるものが 25%である(図 6)。鉄鋼業では、原料として石炭を使用しなければならないため、焼結設備などには排煙脱硫装置が欠かせない。しかし、そのような業種であっても、排煙脱硫の寄与は 4 分の 1 にすぎない。むしろ省エネの寄与が 3 分の 1 と、排煙脱硫よりも二酸化硫黄の削減寄与が大きいのである。

6. 洞海湾

北九州の洞海湾は、かつてはクルマエビ、クロダイ、スズキ、カキなどの漁業資源に恵まれた「豊かな海、クルマエビの宝庫」であった。白砂青松の景色は美しく、干潟、藻場、アシ原などの多様な生態系が形作る豊かな景観であった。今世紀に入ると八幡製鐵所が建設され、港湾と航路が次々と整備されるようになる。周辺の都市化が進むにつれ、洞海湾からとれる海産物の需要は高まり 1928 年には漁獲高がピークに達した。その年以降、漁獲量は急速に減少し、4 年後には半減し、1942 年頃になると漁獲はまったくなくなる。第二次大戦で湾岸周辺の工場が打撃を受けてから復興までの期間、湾内の水質は一時的に改善し、1949 年頃には再び魚影が見られるようになった。しかし、戦後の復興、高度経済成長とともに水質はさらに悪化し、1963 年までには、若戸大橋から湾奥部の漁業権が消滅した(山田 1997)。

洞海湾の場合、漁民が工場や行政に漁業補償を求めた記録が見つからない。何もおこらないまま、漁業権が自然に「消滅」していったように見える。なぜ、抗議や紛争が起こらなかったのかをはっきりと示す証拠が見つからないが、全くの寒村に突如として工場群が立ち並んだということが要因ではなかったかと考えられる。明治時代に八幡村の人口はたかだか 1 千人であった。それが戦争直前の 1930 年には 26 万人の大都市に急成長した。洞海湾の漁獲量が減少し始めた 1930 年代には、人口はすでに 16~17 万人を数えている。新たに増えた人口は、工場やそれに関連する業種に従事する人とその家族であろう。魚が採れなくなってきたときには、漁業関係者は洞海湾周辺では少数派になっていたと考えられよう。市民の多数が工場や、それに関係する職業に従事し、八幡製鐵所が市の行政にも大きな影響力を及ぼしている中で、漁民が公然と工場排水を問題にするのは難しかったと考えられる。また、全国的に知られた漁場であった東京湾や伊勢湾の場合と洞海湾とでは漁業規模が違ったことも、水質汚濁が問題化しなかった一因であろう。

漁業権が消滅してしまった後には、洞海湾に対する市民の関心が集まることもなかった。それは洞海湾の水質がさらに悪化することを意味した。1969 年に水質保本法に基づいて洞海湾が水域指定されるまで、この海に排出される工場排水には何の規制もなかった。湾の岸壁は殆ど工場の敷地で囲まれていて、一般市民が湾に直接に接する機会も少ない。水質の悪化に気がつくこともあまりなかった。工場から見れば、市民や市役所から注文がつかないので、何を海に流そうと問題はなかった。

洞海湾の湾奥部周辺の住民が悪臭苦情を申し立てるようになるのは 1965 年頃からである。新聞にも取り上げられ、これをきっかけとして、市は初めての理化学的な水質調査を 1966 年に行う。その結果、湾奥部から湾奥部にわたって水深 3 メートルでは、溶存酸素がゼロ、浮遊物質量が 765~1,082mg/l と、生物の生息できない「死の海」となっていたことが明らかになった。

当時の水質二法と呼ばれる水質保全法と工業排水規制法で工場排水を規制するためには、まず水質保全法に基づいて水域指定されなければならなかった。水域指定されてはじめて、工業排水規制法による排水規制を各工場にかけることができたのである。北九州市と福岡県は水質保全法を所管する経済企画庁に対して、洞海湾の水域指定を要望する。経済企画庁は1968年に3回の予備調査、翌1969年に2回の本調査を行う。その結果、CODの最高値は74.1mg/lに達していたことが明らかになった。汚染がひどいといわれた川崎、名古屋、大阪などの10mg/l程度を大きく上回っていた。ヘドロの名を全国に知らしめた静岡県富士市の田子の浦でヘドロ処理を開始した翌年（1972年）に港内のCODを測定した記録が残されているが、最大でも30mg/lを下回っている（富士市1997）。新聞で「汚染日本一」と報じられたとおり、洞海湾の水質汚濁は日本で最悪のものであった。現在の環境基準では、それぞれ「検出されないこと」、0.01mg/lとなっているシアンとヒ素も、それぞれ最高値として0.64mg/l、0.15mg/lが記録されている。

経済企画庁の水質調査は同庁の委託を受けて福岡県が実施して取りまとめられ、結果は翌年の1970年3月に経済企画庁に送られた。しかし、経済企画庁と県は「社会的影響を恐れて」、その結果を公表しなかった。水域指定が必要なほど汚濁が進んでいるかどうかを決めるための水質調査であったが、調べてみるとあまりに汚濁が進んでいて、手後れだから指定を見送った方がよいのではないかとの意見が経済企画庁内部にあったとも言われている。しかし同年5月に読売新聞に調査結果を「抜かれて」しまい、洞海湾の問題は新聞紙上をにぎわすことになる。洞海湾の16検体中のCOD、フェノール、シアンの最大濃度はそれぞれ、400mg/l、45.0mg/l、25.0mg/lであった。排水はほとんど処理されないまま流されていたことを伺わせるものである（山田1997）。

洞海湾は1969年により早く水域指定されて、まずメチル水銀の排出が規制される。1970年9月には、対象項目はカドミウムやシアンなど9つに拡大され、同年11月にCODなどの生活環境項目も規制対象となる。さらに、1971年に水質二法に代わって水質汚濁防止法が施行され、北九州市に工場への立ち入りの権限が与えられる。

ところが、洞海湾の水質はそれより早く改善している。湾内4地点のCOD濃度が最大だったのは1969年である。翌年からは、水質は急速に改善する。規制基準が設定されてから企業が排水処理を開始したとするならば、湾内の水質の改善はもう少し遅くともよさそうである。実際には湾岸の企業は環境対策としてではなく、資源回収の意味で廃水処理を初めていたのである。

八幡製鐵所の場合、水源には恵まれていたが設備拡張で用水需要が急増した。これに対処するため、「昭和三十年代まで鋭意海水の利用と淡水の戻水回収を図って」きている。冷延設備から大量に排出されるパーム油の回収は1959年から、酸洗廃液の回収は1965年前後から、ヨークス安水処理は1969年から開始している。1970年には水の再利用率は約80%に達している。水の再利用の促進と廃水処理の結果、同製鐵所から排出されるCODは1970年には日量約70トンであったが、翌年には半分以下の約30トンにまで減少している。規制が開始された1972年にはさらに10トンにまで減少した（八幡製鐵所1980）。

こうして水質は改善されていったが、難しい問題が残されていた。底質である。経済企画庁が行った水質調査のときには底質も調査されていて、汚染が深刻であることがわかっていた（山田1997）。けれども、洞海湾はすでに「死の海」となって漁業権も消滅し、水俣のように湾内でとれた汚染魚が市場に大量に出回ることは考えられない。また、排水処理が功を奏して水質は良くなっているのだから、底質は放置しておいても問題になる可能性は小さい。しかし、海水に有害物質が溶け出していないということは、底質は取り除かない限りいつまでも汚染された状態でありつづけるということも意味していた。底質を除去するためには大規模な工事が必要であるし、底質に関する基準もなかった。一方で、1968年に魚介類に蓄積されたメチル水銀化合物が水俣病の原因であるとの厚生省の見解が公表され、世間は公害病に強い関心を持っていた。底質の浚渫を本当に実施するかどうかは、政治的判断にまかされていた。1970年、谷市長は市議会議員とともに上京し、対策を佐藤栄作首相に求めた。この「直訴」が功を奏し、国からの調査費が認められて洞海湾の底質の浚渫事業が動

き始める。

1971年1月には、底質には有害物質が極めて高濃度に蓄積していることが明らかになる。シアン、カドミウム、ヒ素、総水銀の最高濃度はそれぞれ、327mg/kg、603mg/kg、670mg/kg、551mg/kg というものであった。これは、当時の日本の海域における最高値である。除去する底質を決める基準は、後に環境庁が通達を出しているが、そこでは底質から水中に溶出する有害物質の量が指標として用いられている。ところが、洞海湾では底質の水銀の平均濃度は49.5mg/kgと高いにもかかわらず、水銀は全く溶出しなかった。溶存酸素ゼロという「死の海」であったため、水銀は嫌氣的な状況で水に溶けない硫化物の形になって蓄積されていたと考えられる。

溶出する水銀がゼロであると、溶出量は底質の汚染を判断する基準として使えない。そこで、水銀によって汚染されている徳山湾の例などを参考にした30mg/kgという値を除去のための基準とされた。水銀汚染に対する科学的な知見にも乏しい中で、安全サイドに立って割り切った基準である。

次の課題は浚渫した底質の捨て場所と費用負担の問題である。洞海湾では航路確保のための浚渫も行われているが、1970年以降、各企業の浚渫土砂は湾外持ち出し禁止となっている。そこで、底質も湾内で処理することになる。事業は公害防止事業費事業者負担法に基づいて行われた。費用負担の割合は、汚染の寄与に応じて管理組合の諮問機関である費用負担審議会が算定し、企業が71%を、国、県及び市が残りの21%を負担することになった。総額は26億円という莫大なものになった。費用があまりに高額だったため、八幡製鐵所は自社が所有する西八幡船溜を埋立地として提供することにした。こうして、総事業費は18億円で圧縮された。

総事業費の71%に相当する12億8千万円は、洞海湾に50m³/日以上排水を流している19社で分担することに決められる。企業間の分担方法は、自主的に決めることとなったが、その折衝は「難航」をきわめる。最終的には、新日鐵、三菱化学、旭硝子の大手3社が約13億円を負担することで決着した（八幡製鐵所1980）。工事は1972年と73年の2年間に総額18億円をかけて完了する。このような水質浄化と底質除去が功を奏し、洞海湾の環境は急速に改善されていった。水質基準の設定から14年目の1983年にはクルマエビ漁が再開され、年間50トン、約3,500万円の水揚げを記録する。

7. 日本の公害対策の背景

日本も北九州市も、公害の未然防止には失敗した。日本の経験は健康被害や生態系への影響が顕在化してからの「後始末」の経験である。しかし、1970年代の集中的な官民の公害防止と省エネに向けた投資は、世界で最も汚染物質発生量の少なくエネルギー効率が高い産業を日本に築き上げた。この「成功」要因として考えられることは、以下を指摘することができよう。

まず、社会経済的背景としての民主主義と高度経済成長があげられよう。公害企業に対する漁民、農民、健康被害者などの始まった抗議活動は、全国的な市民運動に発展していったが、その背景には民主主義があった。また、1960年代の高度経済成長は一面で公害の原因となったが、続く1970年代に集中的な公害対策を行うための資本蓄積を企業にもたらしていた。業績は総じて右上がりであり、企業は設備の更新、拡大を行う必要があった。この機会に、より環境負荷の小さい生産設備に切り替えていくことができた。さらに、2度のオイルショックが省エネ型の産業構造を作り、結果的に汚染物質排出量の削減をもたらしていった。

行政の側では、地方公共団体の能力の高さが指摘できる。国の制度は1970年の公害国会で整備されたが、地方公共団体が先駆的に対策に取り組んできた地域では、汚染レベルはその数年前から徐々に低下している。産業公害対策は、発生源に対する日常のきめ細かい指導が基本となる。工場事業場が1カ所あるいは数カ所に集中していれば、対策・指導は比較的容易である。しかし、広い国土に数多くの発生源が散在している場合、対策の実施には多くの人員と手間が必要である。日本の地方公共団体はこの課題を解決していった。発生源に対する指導や一般環境モニタリングを行うためには、高度の技術的知識が必要である。そのような能力を有し

た人材を地方公共団体は確保していた。日本では地方公共団体職員と民間企業の賃金格差がそれほど大きくなく、公務員の社会的地位が高く評価されていることが、その要因であったといえる。

国レベルで見ると、各種の行政施策の中に公害防止の観点が見込まれて始めて、効果が期待できる。このためには、政府部内での緊密な連携が不可欠である。この意味で、日本の官庁は「タテ割り」と言われつつも効果的に連携してきたといえる。日本の政府では、政策を決定するまでに時間がかかる。しかし、いったん国として決定したことは、当初その政策案に反対していた官庁であってもきわめて誠実に実行する。施策案の段階で実効性を考えつつ関係各省庁が徹底的に議論して最終案を決定してきた。また、協議の間には、事業官庁は所管する業界団体に対して提案された政策の実効性について意見を公式、非公式にもとめ、彼らの意見も反映させようとする。その結果、決定された事項は官公庁だけでなく、関係する企業においても確実に実行されるシステムになっている。

日本が公害を解決した過程では、行政だけでなく企業の果たした役割を軽視することはできない。地方公共団体の指導が始まるまでは、汚染物質を排出し続け公害を拡大した企業であったが、対策を行うことが企業内あるいは国民的な合意となったあとは、きわめて誠実に公害対策を行っていった。重要なことは、膨大な対策費用を投じながらも、経営を成り立たせていったことである。むしろ、日本の製造業は公害対策や省エネ対策を行いながら国際競争力を高めていった。その原動力となったのは日本企業の高い技術水準とモラルである。伝統的に技術者に対して高い地位を与えてきた日本の製造業では、技術者の意欲が高く、公害対策についても積極的な技術開発が行われてきた。また、開発途上国の企業では公害防止のような高い技術力を必要としながらも生産に直接関与しない地味な仕事は評価されないことが多い。しかし、日本では排水処理のような生産に直接関与せず、いわば単調な作業を行いつづける技術者に対しても、その努力は高く評価されてきた。このような企業内の「風土」が、急速な環境改善を可能としてきたといえよう。

8. 北九州の経験の移転可能性

北九州は大企業の素材産業からなる企業城下町であり、公害に対して最初に異を唱えるはずの農民も漁民も少数であったという特徴がある。住民運動は婦人会の活動に始まっている。反対する人が少なかったから公害が深刻化してしまったともいえる。その一方で、大企業中心であるから、少数の事業場を規制できれば汚染の殆どの部分を制御できたという構造を有していた。北九州はこのように独特な環境にあり、その経験を他の開発途上国の都市に直接適用することは困難であるかもしれない。しかし、大企業中心の類似の状況下にあるような都市では、その経験は参考になるであろうし、全く異なった状況下で公害に苦しむ都市は、何が問題となっているかを考えるうえでの参考になろう。

(1) 環境教育

北九州の経験からまず学べることは環境教育の重要性である。北九州市の婦人会における学習活動は環境教育の一つの形を代表しているともいえよう。婦人たちは生活の場において、公害がなぜ、どのように問題となるのかということ、大学教官や社会教育主事らの指導により実習という形で学習していった。そして、議員への陳情や自ら作成した8ミリ映画の映写会などを通じて実態を広く市民に訴えることにより、行政を公害対策に向かわせていった。一方、洞海湾の水質汚濁問題は問題が表面化することも、対策が講じられるのも遅れた。これは、洞海湾が市民生活から離れた場所にあり、渡し舟を利用するほかには一般市民は殆ど湾に接触することがなかったためである。知れない汚染は対策が遅れる。市民の知識の有無が対策の実施時期を決めるといってしめすものであろう。

北九州のような学習会活動が他の諸国で行われるようになるためには、市民やNGOによる自主的な取り組みが行えるような基盤づくりが必要である。東アジア諸国では、近年、政府も積極的に環境教育を進めている

が、教材、教育できる人材、教育法などについて問題を抱えているところが多い。環境教育の知識と経験は、多額の経費をかけなくても各国で共有することが可能である。教育関連の国際協力はさかんに進められているが、環境教育はまだ始められたばかりである。この分野での国際協力をさらに推進すべきであろう。

(2) 官民の協力

市民からの圧力を受けて対策を行いはじめた北九州市は、行政と企業とが協議会を作り、そこで実現可能な対策案を決めて実施するというアプローチをとった。ここには行政側の強いリーダーシップと行政と企業間の相互信頼関係があった。この方式は法令に基づかなくても、協定あるいは単なる申し入れだけで効果的な公害対策が行えるというモデルを示すものである。実施困難な法制度をむやみに制定するより、このようなアプローチがとれる体制ができていれば、より確実な対応が可能となるであろう。ただし、この方式を可能とするためには、以下のような基盤が整っていることが不可欠である。

まず、行政側に企業が納得できるだけの対策案を提示する能力がなければならない。行政は地方政府でなくとも中央政府でもその出先機関でもかまわないが、行政官は企業の有能な技術者と対策案について提案し、議論し、説得できる能力を有していなければならない。そのようなことを行える能力を持った行政官が不可欠である。このためには、行政官の訓練が重要なポイントである。日本の場合には、当たり前に行われている人事異動時の事務引継ぎが全く行われていない国も少なくない。担当者が代わってしまうと、それまで蓄積された経験はすべて前任者が持っていき引き継がれることがない。職員を訓練し、さらに職務によって得られた経験や知識を組織が蓄積するようなメカニズムを作ることが大切である。

法令に基づかないことでも、決められたことは実行する意志が企業側になければならない。この点は、開発途上国で公害対策を進める上で、おそらく大きな障害となる点であろう。ただし、先進国から企業が進出する場合には、受け入れる側の途上国政府は強い姿勢で環境対策を求めているようであるし、企業側もそれに応えるだけの技術を持っている。現地企業であっても、タイなど国によっては大企業がすでに本格的な公害対策を始めているところもある。大企業が政府と癒着しているような国でなければ、大企業から対策を進めることは現実的アプローチである。大企業中心の北九州では大きな問題にならなかったが、中小企業対策はおしなべて困難である。企業側に対策をしたいという意志があっても、技術も資金もないということが多い。このような場合には何らかの技術的、経済的支援策が必要である。

企業と行政の間に信頼関係と緊張関係があることが必要である。北九州の場合には、市長と企業との間の関係が良好であった。これに協議会などの場を通じて十分な意見交換を積み重ねてきたことが大きかったと考えられる。現地企業と行政とが、自由に意見交換する場を設けることができるかどうか課題である。

(3) 燃料転換

北九州市の大気汚染は燃料転換によって改善された。降下ばいじんは石炭から石油に転換することで解決した。その一方で、石油の使用量が増大するに伴い二酸化硫黄による汚染が深刻化したが、二酸化硫黄対策として、市は徹底して燃料転換を企業に求めた。石油化学工業の比重の小さい北九州市では、石油は主に燃料用に用いられている。従って燃料を低硫黄の液体燃料に転換し、さらには天然ガスへ転換することにより二酸化硫黄排出量の大幅な削減を行うことができた。

残念なことにアジアで、この方式が適用できる国は限られている。アジアでは依然として石炭が安価かつ主要なエネルギー源であり、この傾向は今後も変化することはないだろうと見られている。特に中国は豊富な石炭資源を主要エネルギー源と位置づけ、総エネルギーの70%前後を石炭に依存する構造は来世紀にも大きく変化しないだろう。また、変化させようとしてもできないだろう。

北九州で行われたような燃料転換による大気汚染対策を移転するためには、石炭の脱硫のようなクリーン・

コール・テクノロジーの開発と普及が不可欠である。また、重油の脱硫はすでに確立された技術としてあるので、それを普及することは大気汚染対策として大きな効果が期待できる。

北九州のような条件がそろっている都市は多くはないかもしれないが、大規模な工場が集中している都市では、経験を移転する可能性はあるだろう。大企業が行政と政治的に癒着しているようなことがなければ、大企業の工場の対策を優先的に行い、それから中小企業対策を実施することは現実的なアプローチといえる。途上国では中央政府の縦割りの弊害が多く、民主化も必ずしも進んでいるとはいえない国が多い。そのような国に対しては、環境教育に対して地道に支援すると共に、地方政府の能力強化を支援することが、公害対策技術そのものの移転と同様に重要なことではないだろうか。

付記

本稿は筆者が執筆した「北九州市公害対策史解析編」第3章及び第4章をもとにとりまとめたものである。

参考文献

- ① ICETT（国際環境技術移転研究センター）（1992）「四日市公害・環境改善への歩み」
- ② 宇井純（1968）「公害の政治学」，三省堂
- ③ 九州大学工学部環境システム工学研究センター（1996）環境コストと産業・企業，IES Report No. 5
- ④ 庄司光，宮本憲一（1975）「日本の公害」，岩波書店
- ⑤ 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所エネルギー部（1982），「エネルギー部 60 年の歩み」
- ⑥ 寺尾忠能（1994）「開発と環境 4・第 8 章 日本の産業政策と産業公害」，アジア経済研究所
- ⑦ 林栄代（1971）「八幡の公害」，朝日新聞社
- ⑧ 富士市生活環境部公害課（1997）「富士市の環境」
- ⑨ 八幡製鐵所所史編さん実行委員会（1980）「八幡製鐵所八十年史・部門史」
- ⑩ 山田真知子（1997）「洞海湾の環境改善」，瀬戸内海研究フォーラム in 福岡，pp. 17-24

第9章 北九州市の産業・都市の発展と環境問題

東亜大学法学部教授 勝原 健

1. 北九州市の地理的位置と歴史的背景

地理的に見ると、北九州市は、日本の西端に位置しており、九州への玄関口であるとともに、アジアへのゲート・ウェイでもあるという交通の要衝に位置している。

また、歴史的に見ると、1901年（明治34年）に、北九州市の八幡——当時は、人口2000人の小さな漁村に過ぎなかった——に、官営八幡製鉄所が置かれて、ドイツの技術を導入して製鉄業がスタートした。又、旭硝子や、三菱化学等の事業所が置かれるなど素材型産業の集積が見られ、このことによって、北九州市は、日本の産業革命及近代資本主義の担い手となり、京浜、東海、阪神と並ぶ日本の四大工業地帯の一つとして発展することとなった。

戦後においては、占領軍による民主化政策の一環である過度経済力集中排除法によって、戦時体制下の国策会社の日鉄（1934年大合同で成立）が民間会社である八幡製鉄、富士製鉄の二社に分割された1950年以降、自由競争経済下で八幡製鉄所の圧延設備の合理化に始まり、世界最新鋭設備による大型化・高速化・連続化の技術革新を内包した臨海一貫製鉄所（Coastal Integrated Steelworks）の埋立地への建設や三菱化成（現在の三菱化学）などの化学工業、旭硝子、日本セメント、東洋陶器（現在の東陶機器）などの窯業・土石業、金属製品業など素材産業を中心とし、これを安川電機などの産業用電機・機械などの関連産業が支えるという形での重化学工業化が、1950年以降約20年間も持続した日本経済の未曾有の高度成長を背景にしてこの由緒ある北九州市において進められた。

このような意味において、北九州市は、かつて下村治博士がいみじくも名づけた“日本経済の歴史的勃興期”をダイナミックに推進するエンジンであったのである。

2. 産業都市・北九州市の発展と構造変化

以下に示すように、産業都市北九州市の発展の軌跡を検証してみると、いくつかの特徴が指摘できる。そこで、まず最初にファクト・ファインディングを要約してみよう。

（1）ファクト・ファインディングの要約

第一は、日本経済の最終需要構造が高度成長期（1955年から1970年頃まで）の「投資が投資を呼ぶ」といわれた投資主導型から、1970年代以降の低成長期に入って以後、大きく転換を見せたこと、1973年、1979年と2度にわたる石油危機後にマイクロ・エレクトロニクス革命が進展したことに対応して、「北九州市の産業構造も、鉄鋼や化学のシェアが下がり、代わってメカトロニクスなどの一般機械や、精密機械のシェアが上昇するなどの顕著な変化が出てきた」ことである。（図1、図2）

第二は、臨海製鉄所やエネルギー革命に後押しされた石油化学コンビナートなどの重化学工業が、全国総合開発計画（1962年）による拠点開発方式の対象に選ばれた新産業都市（15）と工業整備特別地域（6）、それもとくに「太平洋ベルト地帯」に新たに立地していったので、全国に占める北九州市の工業出荷額や主力産業である鉄鋼、化学の出荷額のシェアはいずれも下がったけれども、特化係数で見ると鉄鋼は、予想に反して高い水準から更に上昇するなど、「北九州市の工業の比較優位はいぜんとして鉄鋼、化学にある」ことである。（図3）

第三は、ごく最近になって、将来の産業構造の大きな変化を予感させる新しい産業の萌芽がようやく見られ始めたことである。

この点を若干敷衍してみよう。北九州市の経済は、1985年以降の円高不況とバブル経済の崩壊後の長期不況を背景にして、高炉の休止など鉄鋼・化学といった基幹産業が大打撃を受け相次ぐリストラを行うなど未曾有の危機を迎えた。

しかしながら、過去に蓄積された技術力や、潜在成長力の高いアジアとの関係を生かした新たな産業都市としての飛躍を目指す動きが始まっている。

一番目は、既存産業の多角化である。例えば、レジャーランドやホテル事業への進出、情報関連部門の分社化などがこれである。

二番目は、新たなリーディング・カンパニーの登場である。例えば、企業誘致により、加工組み立て型産業の立地が進むとともに、独自技術を有する成長企業が台頭し始めた。半導体のリードフレーム、カーエアコン、海底ケーブル、住宅地図とカーナビゲーション・システム、家庭用プラスチック製品などがそれである。

三番目は、新規成長産業への取り組みである。例えば、産学協同で頭脳産業の集積を図る「北九州テクノセンター」、輸入品を活用した国際流通拠点である「アジア太平洋インポートマート（AIM）」や一大環境産業コンビナートを響灘地区に作る「北九州エコタウン計画」などがそれである。

これらは、将来の産業構造の転換に繋がる可能性を秘めた胎動であると考えられる。

（2）北九州市の産業構造変化と都市化の進展、都市基盤の整備

一戦後の戦災復興と都市基盤整備（1945～1954）

この時期の、国家の重要な政策は、物資不足と悪性インフレに対処するため1947年に始まった石炭と鉄鋼の生産を相互循環的に上昇させ、拡大再生産を図ることを狙った傾斜生産方式と基幹産業（石炭、鉄鋼、電力、海運など）に対する集中的な資金供給を行った復興金融公庫（1951年以降は、日本開発銀行）の設立であった。

この政策は、石炭と鉄鋼それに国際港を持つ北九州地域にとって有利に作用したため、その経済回復と都市基盤の整備が進められた。また、1950年に勃発した朝鮮戦争による特需ブームは、北九州地域のみならず日本経済の再建を加速した。

(3) 高度経済成長と北九州市の誕生（1955～1973）

高度成長期は、日本経済の先進国へのキャッチ・アップの時期であり、外国からの導入技術をベースとしながらもこれを十分に咀嚼したうえで、これに改良を加えるというタイプの技術革新が開花し、電力、鉄鋼、造船、合繊、石油化学、鉄鋼、家電、自動車などつぎつぎに新技術・新産業が誕生するなど、「投資が投資を呼ぶ」と言われた未曾有の設備投資ブームとなった。（表1）

そして、このような産業の展開は、最初は京浜、阪神、東海、などの大消費地を中心に行われたが、その後、日本初の「全国総合開発計画」（1962年）のもとに拠点開発方式が採られ、15の「新産業都市」と6の「工業整備特別地域」が指定され、とくに「太平洋ベルト地帯」への新鋭臨海製鉄所や石油化学コンビナートなどの重化学工業の立地に重点を置きながら進められた。

そのため、四大工業地帯の一角を占めていた北九州地域は、相対的な地位の低下を見せることになった。例えば、地元の鉄鋼メーカーのシェアは、1955年の24%から1965年には17%弱に低下したのである。

ここで、このような高度成長期における北九州地域の相対的な停滞の原因は何かを整理してみると以下の点が指摘できる。

第一は、鉄鋼業の原料立地としての地理的な優位性の喪失である。すなわち、中国大陸との貿易が途絶した上に、原料炭や鉄鉱石の輸入や、製品の輸出先が、太平洋沿岸の米国やオーストラリア等へとシフトしたことによって、北九州の地理的優位性が失われた。実は、八幡製鉄所も、東京本社で経営戦略上決定された関西の堺や関東の君津への消費立地型進出に対しては、その持てる経営資源を割いて応援したのであった。

第二は、エネルギー革命による石炭の地位の低下である。石炭化学の地位の低下と太平洋ベルト地帯での石油化学コンビナートの展開は、北九州の化学の地位を大きく低下させた。

第三は、関東や関西などの大市場からの遠隔地にあることの地理的不利である。このことが、いわゆる耐久消費財を中心とする機械工業の消費立地型発展の趨勢に対して大きな制約条件となった。

では、都市基盤整備の状況についてはどうであったのかを見てみると、全国総合開発計画の実施により、北九州五市の道路、港湾、上水道等の都市基盤施設の整備は、さらに促進された。これはこの計画が、既存の大工業地帯と開発拠点とを交通・通信施設により有機的に連絡させ工業の分散化を図ることを狙っていたからに他ならない。

この時期に世界にも類を見ない五市の対等合併により北九州市が1963年に誕生した。そして、1965年には、「北九州市長期総合基本計画」が策定され、3つの都市像、つまり「市民が作る都市」、「生産を担う都市」、「生活を誇る都市」の実現を目指して、多核的新都市の形成が開始された。また、翌年には、これを具体化した「長期計画実施五か年計画」（1966～1970年度）がスタートした。そして、若戸大橋、関門橋の供用開始、

国鉄コンテナ専用貨物駅の開業、北九州市庁舎の開設など百万都市にふさわしい大規模施設が次々と建設された。また、道路は、1964年を初年度とする「道路整備五カ年計画」によって整備されていった。

(4) 安定成長への移行と高福祉都市形成期（1974～1986）

日本経済は、1970年代に入って経済の成熟化と二度にわたる石油危機によるエネルギー価格の高騰によって、成長スピードの減速と民間設備投資の停滞を招き、その結果、第一に、産業構造面で素材型産業から加工組立型産業へのシフトと第三次産業のウエイトの急速な増加（サービス経済化）が起こった。（表2、表3）

第二に、省エネルギー型技術革新及びマイクロ・エレクトロニクス技術革新による、プロセス・イノベーションとプロダクト・イノベーションの両方が相次いで起こった。

このことは、重厚長大から軽薄短小へという産業構造の転換を、サプライサイドから促進したのである。このような背景の下で、1980年代以降の日本の製造業構成比（実質ベース）の増加は、もっぱら電気・電子産業によってもたらされるなど成長産業が大きく変わってきたのである。

また、以上の状況を反映して総資本形成の購入材別構成比を見てみると、高度成長期の建設活動中心からしだいに機械機器のウエイトが高まる結果となっている。（図4）

このように日本経済が大きく転換する中で、北九州市ではその産業構造がどのように変わったのかをここで検討してみよう。

図2の「北九州の主な製造業の構成比の推移」に示すとおり、北九州市の産業構成比で大きなシェアを占めているのは、伝統的に主力産業であった鉄鋼、化学、窯業・土石、の三業種である。次に、シェアの変動を見てみると、鉄鋼の大幅減少を中心とする素材型産業のシェアと食料品のシェアが下がり、代わって一般機械を中心とする加工組立産業のシェアが上昇を見せているのが特徴的である。

しかしながら、図3の「北九州市産業別出荷額特化係数」で明らかになったように、「北九州市の鉄鋼の特化係数」の動きが、1975年以降予想に反して5前後から6前後へと顕著に上昇していることは注目に値する。また、化学も特化係数は、2以上で漸増傾向にある。窯業土石は、減少傾向にあるけれどもいぜんとして1以上を維持している。

では、これらの事実をどのように解釈すべきであろうか。

第一は、いぜん北九州市が、素材型産業に特化していること、つまり「素材型産業に比較優位がある」ということである。

第二は、北九州市で最大の出荷額をもっている鉄鋼のシェアは確かに低下したけれども、全国平均で見た鉄鋼のシェア・ダウンはもっと大きいこと、つまり北九州市の産業構造転換のスピードは全国平均より遅く、しかも両者間の差は拡大しているということの意味している。

この間において、北九州市の人口は、高度成長期の1955年から、1965年ぐらい

にかけて増加を見せた後、横ばい状態になっており、その後1979年の106.8万人をピークとして産業の流出、近隣都市のベッドタウン化などから減少に転じている。(図5)

このような背景のもとに、経済・社会のニーズの変化に対応した多種・多様な産業への取り組みが既に始まっているが、このことは後述する。

次に、北九州市の産業連関表(43部門表)を時系列接続ができるようにその一部を組み替えて、1975~1980年、1980年~1985年、1985年~1990年の三つの時期における産業別生産額の増加要因分析を試みてみよう。この分析方法は、産業別生産額の変化要因を①移輸入代替②技術変化③地域内最終需要変化(合計、民間消費、総固定資本形成の別)④移輸出変化の4つに分解して、それぞれの要因の産業別生産額変化への増加寄与分を計算する方法である。

分析結果の詳細は、(表5)、(表6)、(表7)に示すとおりである。では「これらの表から読み取れることは何か」について、金額的に見て圧倒的に大きい「鉄鋼圧延製品」を取り上げて以下に解析してみよう。

第一に、1975年~1980年については、この時期は、石油危機後の民間投資の長期低迷の時期であったため、総固定資本形成の生産増加寄与率は大きくない。生産増加に最も大きく寄与したのは、移輸出(その内訳を別に調べてみると、移出が圧倒的に大きい)である。この背景には、この時期が①日本戦後史上初めての工場の地方への自主的分散期であること、②公共投資による経済調整政策が、赤字国債増発に支えられて実施されたことが挙げられる。また技術変化要因が、かなり大きいプラスの値を示しているのは、ビッグ・プロジェクトを標榜した国の第二次全国総合計画(1969年以降)の下で、北九州市でも前述したような大型の公共工事が行われた結果、プロダクト・ミックス変化効果が大きく効いて鉄鋼消費原単位が上昇した結果になったものと考えられる。

第二に、1980年~1985年については、技術変化が一転して生産増に対する大きなマイナス要因となっている。これは、二度の石油危機によって生じた軽薄短小化のニーズが、マイクロ・エレクトロニクス革命の下でようやく本格的に実現できたものと考えられる。

また、総固定資本形成が生産増に対してマイナスに転じたこと、および移・輸出変化が前期に比べて増加寄与幅が大きく減少したことは、①1980年がいわゆる「日本の財政再建元年」と位置づけられて財政のいわゆる「ゼロ・シーリング」が始まり、全国的に公共工事が減退したこと、また②東京一局集中傾向が始まったことの影響が大きいと考えられる。

第三に、1985年~1990年については、「プラザ合意」の下で2年間に円がドルに対して7割もの大幅な上昇を見せたため、第一次石油危機以降の大幅な省エネ効果も薄れて鉄鋼業の国際競争力が大きく減少した結果、アジアの新興工業国からの輸入浸透が始まったため、移輸入代替が初めて大きなマイナスに転じたものと考えられる。

このような経済情勢変化および市民の価値観の多様化などの社会的変化を背景に、19

74年に北九州市は基本的構想・長期構想を策定した。そこでは、「豊かな暮らしを守る高福祉都市」、「安全で快適な生活環境を持つ都市」、「活力ある産業・貿易都市」、「市民の手で作る都市」という4つの都市像が定められた。そして、この構想に基づいて、市民が利用する大型公共施設すなわち、総合体育館、美術館、福祉文化センター、中央図書館、歴史博物館、自然史博物館、市民会館、交通科学館などが相次いで開設され、市民生活の充実、高度化が実現していった。

因みに、この期間の北九州市の人口は、1975年の105.8万人から、1980年には、106.5万人に増加したが、1985年には105.6万人に減少している。

(4) バブル経済の形成・崩壊と北九州市ルネッサンス構想期（1987～現在）

日本経済にとってこの時期は、先進五カ国による1985年9月のプラザ合意（Plaza Accord）とドル売りの協調介入に始まる急速かつ大幅な円高による不況とその後の大型バブル景気の形成と破壊の時期であり、また前期に引き続きエレクトロニクス化・情報化、新素材、バイオテクノロジーなどハイテク型技術革新が進展した。

地域経済は、①「東京一極集中」の進展および市街地が虫食い状に郊外へ拡大する「スプロール現象」（Sprawl Phenomenon）②福岡など地方の中核都市の成長（いわゆる「ミニ一極集中」現象）が大きな流れとなった。

北九州市の経済は、円高不況を背景にして高炉の休止など鉄鋼・化学といった基幹産業が大打撃を受け、未曾有の危機を迎えた。

しかしながら、蓄積された技術力や、成長力の高いアジアとの関係を生かした新たな産業都市としての飛躍を目指す動きが始まっている。

第一は、既存産業の新展開である。例えば、スペース・ワールドのようなレジャーランドやホテル事業への進出、成長産業と目される情報関連部門の分社化がそれである。

第二は、新たなリーディング・カンパニーの登場である。例えば、企業誘致により、加工組み立て型産業の立地が進むとともに、独自技術を有する成長企業が台頭し始めた。半導体のリードフレーム、カーエアコン、海底ケーブル、住宅地図とカーナビゲーション・システム、家庭用プラスチック製品、医療機器などがこれである。

第三は、新規成長産業への取り組みである。例えば、産学協同で頭脳産業の集積を図る「北九州テクノセンター」、輸入品を活用した国際流通拠点である「アジア太平洋インポートマート（AIM）」の開設（1998年4月）、一大環境産業コンビナートを響灘地区に作ることを狙った「北九州エコタウン計画」がそれである。

1987年に策定された国の「第四次全国総合開発計画」は、「多極分散型国土」を目指し、人口の東京圏への集中鎮静化を企図しているが、この背景の下で、北九州市は新たに当選した末吉新市長の手によって1988年末に、長期総合計画である「北九州市ルネッサンス構想」（Vision of the Kitakyushu Renaissance）を策定した。この構想は、町づくりの視点を、北九州市発足以来の「多核都市の形成」は、合併以前の五市へのバランスに配慮

するあまり、都市の中核が弱いとの反省に立って、「均衡に配慮した集中型都市の形成」へと転換した。また、21世紀を展望した三大プロジェクトとして、①周防灘海上2500m級の滑走路を備えた「新北九州空港」の建設促進、②東九州自動車道の建設促進、③学術研究都市の整備促進を掲げている。

この構想に基づき、既に（財）国際東アジア研究センターや、北九州国際会議場の開設、民間活力導入によるテーマ・パークであるスペース・ワールドが開業している。また、都市基盤の充実も進められており、若戸大橋の4車線拡幅開通、北九州都市高速道路の全線供用開始、長年閉鎖されていた北九州空港の定期便再開と増便などが実現している。

そして、いよいよ本年（1998年）4月には、小倉駅にアミューズメント・プラザ（最新の大型ショッピング・センター）と新ステーション・ホテルが誕生し、これにあわせて都市交通手段であるモノレールが小倉駅まで延伸され開業した。さらに、10月には大型のマルチメディア・ドームがオープンした。

このように、北九州市の街作りの方向は、地域全体の均衡の取れた発展に配慮しつつ、都心・副都心地区に、商業機能、業務機能、サービス機能、コンベンション機能、行政機能などの集積を図ることによって、大都市としての機能の強化を総合的都市計画の一環として推進している。具体的には、市内を9つの地域に分けてゾーニングを行い、それぞれの特長を生かした整備を進めている。

今後の主要プロジェクトを挙げてみると、新北九州空港の建設（2005年10月開港）、東九州自動車道の建設、響灘環黄海圏ハブポート構想の推進、北九州学術・研究都市の整備、紫川マイタウン・マイリバー整備事業、小倉駅北口地区整備推進事業などがある。（北九州市都市計画局「北九州市の都市計画」1997年参照）

3. 北九州市の環境問題の歴史的展開

以上のような経済社会的な背景の下で、環境問題はどのような展開を見せたのであろうか。まず最初に、北九州市の環境問題の歴史的な流れを典型的に要約し、その後で環境問題の状況と対策の歴史を時期ごとに検討してみよう。

（1）北九州市の環境問題の歴史的な流れの類型化

(1) 1960年代の高度成長期に激化し、1970年代に劇的に減少した大気汚染と洞海湾の水質汚濁などの「産業公害」

(2) 1970年代以降のモータリゼーションによる大気汚染、騒音や生活排水などによる紫川の汚染、増大する廃棄物処理など、都市化とライフスタイルの変化に伴って新たに起こってきた「都市型公害」

(3) 1980年台の後半から顕在化し始めた酸性雨や地球温暖化などの「地球環境問題」の重要性に対する認識が、北九州市でもしだいに広まってきた。（「北九州市アジェンダ21」の策定は、1996年3月）

(4) 1990年代になると、「持続的発展」という認識の広がり为背景にして、ごみの減量化と「リサイクル型社会」への挑戦が始まった。

また、環境国際協力が北九州市行政の大きな柱として掲げられるようになった。

(2) 北九州市の環境問題—その状況と対策の歴史の変遷

以下では、北九州市の環境問題が、これまで見てきた北九州市の経済成長スピードの変化、重化学工業化と産業構造の高度化、都市化の進展などを背景にしながらどのように現われ、これに対してどのような行政や企業の対策が取られてきたのか、社会的成熟化とともに、住民運動はどのように盛り上がったのか、その効果はどうであったのか——などについて以下に要約しながら歴史的に回顧してみよう。

①五市合併以前の対応（1950年代～1963年頃まで）

北九州の公害は、「七色の煙」から始まった。「煙濛々天に漲る」と八幡市歌にも歌われ、八幡製鉄所を描いた1960年頃の映画の題名が「この天の虹」（木下恵介監督）とされるなど、かつては市民の誇りであり繁栄のシンボルであった煙は、やがて降下煤塵となり一変して市民を悩ませることとなった。戦後の復興期を過ぎ、1955年～1970年の高度成長期になると、煤塵、煤煙、亜硫酸ガス、悪臭などの大気汚染や工場排水による水質汚濁が各所で激しくなってきた。とくに、鉄鋼、化学、窯業、電力等の大企業が立地する八幡市城山地区、戸畑市中原・三六地区において多量の降下煤塵、煤煙、悪臭などの被害が深刻化した。

戸畑市中原・三六地区では、婦人会の公害反対運動が、1950年頃から起こり、被害の実態調査を基に汚染企業に対する改善要求、行政への陳情が続けられたが、住民運動は、しだいに広がりを見せ、戸畑市内の13の婦人会から構成される協議会が、約6000人の組織を挙げて、これらの公害反対運動に取り組んだ。洗濯物が黒く汚れ、室内に煤塵が積もり、健康被害をも強く意識した主婦たちは、当該工場に勤務する夫と、公害反対運動との板挟みに悩みながらも、「青空を取り返したい」（*Let's want our blue skies back* 煤j) というスローガンのもとに、地道な公害実態調査などの活動と行政への陳情を粘り強く行った。（*Women and the Environment, Kitakyushu Forum on Asian Women, 1995* 参照）

また、洞海湾では、1950年頃から漁獲が無くなり、1956年には、若戸大橋以西の漁業権が放棄されるに至ったが、周辺企業からの大量の工場排水のみならず、都市生活排水も流入するようになり、汚染が進行した。

これらに対する行政の対応は、大気汚染の測定が1959年によく53箇所が選定され、測定が開始されたという初期的段階にあり、煤煙の監視にしても1951年以降、八幡市や戸畑市で、保健所にそれぞれ一人の監視要員が置かれ、バイクで市内を巡回し煙突からの排煙濃度をリングルマン・チャートを使用して測定、監視を行うに止まっていた。

②産業公害の激化とスモッグ警報による対応（1960年代半ば～1960年代後半）

この時期には、前述したように大規模な拠点開発が行われ、公害が全国土にわたって広がった。そのため、公害問題への対処が国民的課題となった。

北九州でも城山地区での降下煤塵、亜硫酸ガスによる大気汚染が急速に社会問題化し、さらに洞海湾は、マスコミから「死の海」と報道されるなど公害問題への住民の認識が急速に高まった。公害に対する苦情、陳情件数を見ると、1960年に24件だったものが、1964年には、168件、1970年には、386件と急増したのも、公害の激化と市民の公害に対する関心の高まりを裏書きしている。

このような状況下で、国においてはこれまでのような個別対応ではなく、総合的、計画的行政の必要性が認識されるようになり、1967年には、「公害対策基本法」が制定された。この法律は、国の公害への基本姿勢を示すと同時に、環境基準の設定、特定地域における公害防止計画の策定という行政措置に関する規定が置かれているところに特色がある。

北九州では、1963年の五市合併による北九州市の誕生以来、以下のことに注力した。

第一は、公害行政組織の整備や「公害対策審議会」の設置などの体制整備を図った。

第二は、汚染状況の的確な把握のために、大気汚染調査、大気汚染の健康へ及ぼす影響調査等の基礎的調査の継続的实施を行った。

第三は、煤煙規制法対象工場を中心に煤煙施設の診断、指導を行ったり、大気汚染緊急措置対策を定めるなど公害防止対策の充実・強化に努めたことである。また、県知事権限であったスモッグ警報（緊急措置）に加えて、スモッグ予防対策として、北九州市長による「スモッグ注意報」発令の制度化も行った。

また、洞海湾については、1956年の漁業権の放棄（若戸大橋から湾奥部）が行われたが、その後汚濁は更に進行し、1965年頃から、湾億部での悪臭の苦情も出始め、また、湾内停泊船舶の耐用年数短縮化の問題が起こった。1966年の第一回洞海湾水質調査で、その汚濁の激しさが証明されたが、その後の調査で、湾内の化学的酸素要求量がきわめて高いこと、シアン、ヒ素等の有害物質による高濃度汚染があることが判明し、以後、「死の海・洞海湾」と呼ばれるようになった。

1969年に、洞海湾の一部が、「水質保全法」に基づく指定水域に定められた。さらに、工場排水規制法による、規制が始まった。

また、河川については、主たる汚染源である家庭排水対策として、下水道の整備が行われた。1963年に、「下水道整備5カ年計画」がスタートし、1967年に「トイレット市長」をスローガンにして谷市長が当選したこと、北九州市が1967年から「受益者負担金制度」を導入して建設省からの補助金が優先的に配分されたこと、後の1970年末の「公害国会」で「水質汚濁防止法」が成立したことなどの要因が重なり合って、下水道普及率は、1970年に20%となりその後も急速に普及していった。

③大気汚染防止法に定める県知事権限の北九州市長への委譲と公害防止体制の確立（19

70年～1975年頃)

1970年末のいわゆる「公害国会」において、「公害対策基本法」の一部改正を含む13の公害関連法が制定・改正された。また、1971年には、「環境庁」が発足した。1970年代の前半は、公害環境立法、環境行政の面においても、まさに大きな変革の時期であった。

北九州市においても、1970年を「公害対策元年」として位置づけ以下の諸政策を打ち出し、公害防止体制の確立を図ったのである。すなわち、第一に、法律や県条例ではカバーされない施設に対するいわゆる「横出し規制」を含む「北九州市公害防止条例」の制定、および公害監視体制の整備等に積極的に取り組んだ。

1970年2月に、市の永年の念願であった「大気汚染防止法に定める県知事権限」が北九州市長に委譲され、これによって市独自がより迅速で、きめ細かな対応をとることが可能になったことは、北九州市の公害対策史上極めて重要な出来事であった。

具体的に言えば、大気汚染関係では、1970年に、①市庁舎内における公害監視センターの完成、②大気汚染警報装置の設置、③公害パトロール・カーの配置と煤煙発生施設の立ち入り検査の強化などがそれである。

また、水質汚濁については、1971年に施行された国の「水質汚濁防止法」および県知事から北九州市長への権限委譲に基づいて①公共用水域の常時監視義務が北九州市に課されるとともに、工場・事業場への立ち入り検査権限与えられた。

また、河川の主たる汚染源である生活排水への対策として、1967年に策定された「第二次下水道5か年計画」によって、本格的な公共下水道事業に取り組むことになった。その結果、下水道普及率は、1970年に20%、1975年には、45%と急速に上昇した。その結果、「河川環境基準適合率」もそれに比例して上昇していった。(図6)

第二に、「公害対策局」を1971年に設置し、光化学スモッグ、自動車排気ガスによる鉛公害、カドミウム汚染産業廃棄物による新しい公害の発生など複雑多様化してきた各種の公害に対処するための組織体制の拡充・整備を行った。

第三に、1970年に「北九州市大気汚染防止連絡協議会」を設立した。これは、市の大気汚染防止対策の徹底と企業の考え方について、相互の意思疎通を図り、公害防止の目的を達成することを狙ったものであり、この協議会のメンバーは、福岡通産局、福岡県、北九州市、企業（工場）であった。参加企業は、スモッグ注意報、警報発令の際、二酸化硫黄排出量の規制を受ける30社32工場（当時）で、市の煤煙排出量の97%を占めていた。この協議会は、行政と企業の連絡会議として、北九州市の大気汚染対策に対してきわめて重要な役割を果たした。また、協議会に参加した企業の中心的存在として、八幡製鉄所のように、地元企業の中心的存在であり、しかも最終的には大局的な見地にたって率先して方針を決めた企業のリーダーシップの存在がかなり大きな影響力を持ったことは見逃せない。

第四に、1967年以降、北九州市が相次いで企業（工場）と「公害防止協定」を結ん

だことである。この「公害防止協定」は、公害防止条例の規定に基づき、当該企業の合意に裏打ちされた非権力的な行政手段として、実務的に、法律に規定する以上のいわゆる「上乘せ規制」などを行い、公害防止の実効性を確保することを狙ったものであり、1979年度までに155件締結された。実際の手続きは、まずこの協議会を開いて、協定の素案を事前に企業側に情報提供する。これに対する企業側の意見を求め、その実行可能性について協議する。厳しい反対意見なども当然であるが、多少の変更はあっても最終的には、双方の信頼関係に基づいて行政側の要請した方向に収束していくことになった。

第五に、1972年に、「北九州地域公害防止計画」が策定された。この計画によって、北九州市は、発生源の規制および指導強化、下水道および公園緑地の整備、住工分離の促進、自然環境の保護などの諸施策を、初めて総合的、計画的に推進するようになったのである。

④公害防止対策の積極的展開（1970年代半ば～1980年代前半）

1970年後半には、①公害防止関係法令の制定、②規制の強化、③監視体制の整備などの積極的な施策による環境汚染改善の効果はしだいに現われ始め、大気では、まず硫黄酸化物について、次いで窒素酸化物についても、全観測局で環境基準を達成するなど、産業公害による環境汚染は大幅に改善されてきた。

第一に、大気汚染については、じゅうらいの法令・条例による硫黄酸化物規制は、施設ごとの排出口の高さに応じて排出量を規制するいわゆる「K値規制」であったが、1974年の法改正により硫黄酸化物の「総量規制」が導入されたことに伴って、北九州市等の区域が総量規制の地域に指定され、総量規制基準と燃料使用基準が告示された。

さらに、北九州市では、法による総量規制を補完するため、風洞実験の結果に基づき一社全重合濃度を、0.007ppmとする着地濃度規制により、市内の主要57工場と1977年、硫黄酸化物についての「公害防止協定」を一括して締結したのである。

他方、窒素酸化物規制は、1973年の大型施設を対象とする第一次規制から1983年の第五次規制に至るまで、対象施設の種類、規模拡大、排出基準の強化が行われた。

北九州市では、法に基づく全国一律の基準のみでは、将来にわたって窒素酸化物についての環境基準を維持することは困難であるとの考えから、1985年、「北九州市窒素酸化物対策指導要綱」を制定した。この要綱に基づき、大規模工場については、窒素酸化物の総量を規制し、その他の工場については、低NO_xバーナー等の窒素酸化物低減対策などを指導し環境基準の維持に努めた。

第二に、水質汚濁については、国の「水質汚濁防止法」による規制が強化される中で、1985年、湖沼に関する窒素、リンの規制が実施され、北九州市でも、12の湖沼が規制対象になり、これらの流域内にある特定事業場が、リンに関する排水基準の適用を受けることとなった。北九州市では、市民に無リン洗剤を使用するよう指導・啓発を行ってきた。

第三に、「住工分離事業」という都市計画的手法を公害対策の目的で導入したことが注目される。すなわち、北九州市には、大企業の下請などの小規模工場と住居が入り込んだいわゆる「住工混在地区」が多く、騒音公害が、深刻な問題となっていた。このため、北九州地域公害防止計画」では、住工分離を促進する地域を定め、1974年から、1984年にかけて工場の集団移転を進めた。これに伴い、工場団地造成に関連する道路、上下水道、公園等の環境整備を実施した。

⑤都市型環境問題の顕在化と快適環境の創造へ（1980年代）

この時代になると、都市化の進展と生活様式の変化に伴って、自動車公害を始めとする交通公害や、近隣騒音などの都市・生活型の公害が多発するようになった。人々の意識は、潤いのある、快適な環境をもとめるようになってきたのである。

人口集中地域の面積は、前出の図5に示したとおり、1960年 7880ha、1970年 11230ha、1980年 14120ha、1990年 15280ha、1995年 15440ha というふうに高度成長期に急増した後、緩やかな伸びながら漸増している。

また、北九州市の自動車の保有台数は、モータリゼーションを反映して、1970年17万台、1980年30万台、1990年45万台、1995年53万台（一世帯当たり普及率、1.36台）と直線的に増加した。（図7）

自動車排出ガス中の窒素酸化物については、日本版マスキング法と呼ばれた1978年規制が厳しい規制をしていたためこれに任せ、市独自の対策は約75%を占めていた固定発生源対策に注力された。

この時期で画期的なことは、公害行政の重点が、これまでの「公害対策中心」から、積極的に「快適な環境の創造」へと方向転換することになったことである。

このような変化の中で、北九州市は以下のような政策を打ち出した。

第一に、「グリーン北九州プラン」の策定により、大規模な都市緑化を積極的に推進し、1985年に「OECDの環境白書」によって紹介されたように、「灰色の町」から、「緑の街」へと変貌を遂げた都市として、世界に紹介されたのである。

第二に、公害の防止、自然環境の保全、快適な環境づくりという新しい観点から「北九州市環境管理計画」を、1986年に作成した。北九州市は、1987年に環境庁の行った「星空の街コンテスト」において、大気環境が良好な都市として「星空の街」に選定された。

また、洞海湾では、100種類以上の魚介類の棲息が確認され、市内を流れる紫川では、天然鮎の遡上や、白魚の産卵が見られるほどきれいになってきている。

6) 「自動車公害対策基本計画」の策定、資源循環型社会への挑戦、環境国際協力の推進（1980年代～1990年代）

北九州市の、自動車公害問題は、NO_xや、COなどについて、1970年代にかなり改善さ

れたとはいえ、今なお主要幹線道路を中心にいぜんとして騒音、排気ガス等の公害問題が発生している。そこで、1990年に、「北九州自動車公害対策基本計画」（目標年次、2005年）を策定し、これに基づいた「自動車公害対策中期計画」を策定し、①自動車構造対策、②自動車交通対策、③沿道対策の3分野から有効な方策を研究中である。

また、ごみ処理についても、これまで①一般ごみ、②空き缶、空き瓶などの資源ごみ、③粗大ゴミに分けて計画収集をしてきたが、1997年11月から、新たにペット・ボトルの分別収集を実施しゴミの再資源化を促進している。また、基本的に大切なごみの減量作戦にも取り組んでおり、近くごみ収集の有料制も導入する。

さらに、北九州市は、通産省によって、承認されたエコタウン事業へのスタートをきった。これは、教育・基礎研究基盤の整備を図るとともに、響灘地区に一大環境産業コンビナートの集積、実証研究およびベンチャー企業のインキュベーションのセンターの構築を狙った日本で初めての野心的な試みであり内外の注目を集めている。

また、北九州市は、1980年代以降、今日まで国際集団研修、専門家派遣、国際会議の開催など環境分野での国際協力を積極的に推進してきている。それは、かつての厳しい環境汚染を、市民、企業、大学および行政が一体となって克服してきた過程で、①省エネルギー、②燃料転換、**Cleaner Production Technology**、**End of Pipe Technology** 等による公害防止、③資源再利用——などに関する多くの経験や技術、さらには行政による環境マネジメント・システム等を蓄積してきたからに他ならない。

(財)北九州国際研修協会（1992年、北九州国際技術協力協会 **KITA** に改称）は、1990年度から国際協力事業団（**JICA**）の委託を受けて、1986年度から「産業環境対策コース」、1988年度から「産業排水処理技術コース」を開設し、北九州市もこれに講師の派遣など積極的に協力した。

また、1990年度からは、北九州市が **JICA** の委託を受けて、「大気汚染源モニタリング実習コース」、「生活排水対策コース」、「廃棄物処理実習コース」の3コースを開設した。

さらに、環境国際協力をいっそう効果的に推進するために、**KITA** を拡充・強化し、またこれを母体に、「**KITA** 環境協力センター」を設立し、環境国際研修、専門家派遣、企画・調査等の事業を開始した。

このような北九州市における公害克服と環境国際協力への積極的な取り組みが世界的にも評価されることになり、1990年には、国連環境計画（**UNEP**）から「グローバル500」を受賞した。また、1992年のブラジルのリオでの地球サミットにおいて、「国連地方自治体表彰」を受賞した。

北九州市は、「北九州市ルネッサンス構想」に基づき、良好な環境の保全と快適な環境創造のためのさまざまな取り組みを進めているが、同時に開発途上国に対する環境国際協力をさらに積極的に進めていく方針を明確に打ち出している。

とくに、友好都市大連市との環境国際協力は、「大連環境モデル地区整備計画」として結実した。この事業は、地方自治体レベルの連携から発展した我が国初の本格的環境 **ODA** 案

件である点が注目されている。

4. 北九州市の環境改善要因の分析

——大気汚染改善のケースを中心として——

これまで見てきたところから明らかになったように、北九州市では1960年代後半から行政と企業が協力して環境改善に取り組んだ結果、1970年代後半には、大気汚染、水質汚濁などの産業公害は一応の改善を見せた。

そこで、この章では北九州市における「大気汚染改善のケース」を取り上げ、「改善の直接的要因」の分析を試みる。大気汚染とその改善は、①降下煤塵と②二酸化硫黄排出量との削減で顕著であった。そこで、以下では「これら両者の削減の直接的要因は何であったのか」について分析してみよう。

(1) 降下煤塵

降下煤塵による汚染が、社会問題化したのは、高度成長期の1960年代に入ってからである。1961年における日鉄化学（戸畑）の煤煙と悪臭への住民の防止請求、1963年における、日本セメント（門司）の降灰やちりに対する住民の損害賠償・対策施設設置の要求、小野田セメント（八幡）の粉塵の被害に関する紛争などがそれである。

1963年に「ばい煙規制法」の第一次指定地域に北九州市が指定された当時、この法律の適用対象工場の煙突559本のうちで、集塵装置を設置済みの施設は、381しかなく、残りの178施設と本法対象外の1000の中小施設には、まったく対策が施されていないかったという。（藤倉 良「北九州市の公害対策史」による）

この原因を考えてみると、第一に、1960年代は、前述したようにやっと大気のモニタリングが開始されたばかりの時期であり、法規制は不十分であったこと、第二に、公害の激甚地域以外では、市民や企業の公害に対する意識もまだ低かったことが大きかったといえよう。

降下ばいじん量が減少し始めたのは、1967年以降である。この時期は、①日本のエネルギー源が、石炭から割安で使用メリットも大きい重油に本格的に転換された時期であると同時に、②日本の石油精製業が、環境問題の深刻化を背景に、重油脱硫を開始した時期でもある。政府のエネルギー政策も大きな転換を見せていた。

このような事実関係を踏まえた上で、北九州市の固体燃料使用量（カロリー・ベース）と降下ばいじん量との関係を図8に示す。固体燃料使用量が減少し、それに伴って降下ばいじん量が目に見えて減少していることが分かるであろう。

このように見てくると、結局のところ、「石炭から重油への燃料転換効果によって、降下ばいじん量が顕著に減少を見せた」と結論づけることができる。（図9）

(2) 二酸化硫黄（SO₂）の排出量

① 北九州市のケース

「エネルギー革命」といわれる「石炭から重油への燃料転換」は、すでに見たように降下ばいじん量を低下させたものの、他方で二酸化硫黄の排出量増大という望まじからざる結果を招くこととなった。これに対して、1970年代を中心に、行政努力と、企業の協力、これを可能にした技術開発があった。そこで、この問題を①マクロと②ミクロの双方から以下で分析してみたい。

(ア) マクロ的分析

ここではまず、二酸化硫黄の排出量に影響する各ファクター間に以下のような関係式が成立することに注目する。

二酸化硫黄排出量 = 工業出荷額 * 燃料使用量 / 工業出荷額 * 二酸化硫黄排出量 / 燃料使用量

すなわち、

二酸化硫黄排出量 = 出荷額あたり燃料消費原単位 * 燃料消費あたり二酸化硫黄排出量
という関係がある。

北九州市の保有するデータから、これらの各ファクターは計算できる。したがって、この関係式を利用して、1970年代と1980年代とに分けて「二酸化硫黄排出量の変動要因分析」をすることができる。

その結果は、表9および図10に示した。これらの図表から以下のような特徴的な事実が明らかになった。

第一に、北九州市の二酸化硫黄排出量は、1970年代に、劇的に大きく削減された。1980年代になると、ほとんど削減されていない。

第二に、北九州市の、1970年代の二酸化硫黄排出量削減要因としては、圧倒的に大きいのは、「燃料消費あたり二酸化硫黄排出量」の削減効果であり、「出荷額あたり燃料消費量」の削減効果がこれに次ぐ。

つまり、二酸化硫黄排出量削減要因としては、①前者の低硫黄燃料（低硫黄重油、低硫黄原料炭、天然ガスなど）への「燃料転換効果」プラス「排煙脱硫装置など末端処理」の合計効果が圧倒的に大きかったこと、②石油危機による石油価格の未曾有の高騰を背景とした後者の「省エネルギー効果」も単独としてはかなり有効であったことが分かった。

ただし、前者については、後述のミクロ分析および八幡製鉄所のケースから考えて、平均的に見ると、燃料転換効果の方が、割高で十分普及しなかった末端処理よりも効果が大きかったと推定される。

第三に、工業出荷額は、規模拡大効果で二酸化硫黄排出量に対して、増加要因となっている点で他の二つの要因とは異なっている。しかし、それほど大きくはなく省エネルギー効果を打ち消す程度である。

(イ) ミクロ的分析

二酸化硫黄などの削減に向けて、北九州市では、どのような対応が取られたのか。すでに見たところから明らかになったように、これには、①環境法・制度の整備、②環境行政組織・体制の強化、③環境行政指導の強化、④行政と企業間の連絡・協議体制の整備などがあった。

北九州市で、二酸化硫黄の排出量がピークを打ったのは1969年～1971年であるが、これが減少に転じたのは1972年からである。そこで、1970年代前半に焦点を合わせて、主な出来事を以下に整理してみよう。

1970年 「大気汚染防止法」の知事権限が市長に委嘱。スモッグ警報の発令開始

「公害対策連絡協議会」発足（会長：市長、市内の企業30社がメンバー）

「公害防止条例」制定。公害監視センター設置、公害パトロールカーで、モニタリング開始

1971年「公害対策局」設置。「公害防止条例」の全面改正・強化

1972年 硫黄酸化物に関し、市と市内の54工場間で「公害防止協定の締結」

1973年「工場緑化協定」締結開始 内容は、工場敷地の10%を5年間で緑化

1973年～1975年 市から各事業所に、繰り返し硫黄酸化物削減、低硫黄燃料使用を要請、二酸化硫黄削減計画書を提出させ、燃料転換などを行政指導。

企業サイドは、低硫黄重油、灯油、ガスなどへの燃料転換、排煙脱硫装置などのコストとメリットとを比較した上で方針を決定。

これらの公害対策手段には、北九州市がきわめて実効性のある行政指導を周到かつ強力に推進した様子が浮き彫りされている。以上の結果、1970年代において、北九州市で使用される燃料中の硫黄分は、急速に低下し、これに伴って二酸化硫黄排出量も低下した。

図11は、北九州市の製造業出荷額、液体燃料使用量、液体燃料中硫黄分、二酸化硫黄排出量の関係をグラフ化したものであり、以上の関係がはっきりと示されている。

ミクロ的分析によるこの結論は、前述したマクロ的分析の結果を裏付けしているということができる。

②大企業・八幡製鉄所のケース

八幡製鉄所は、内外の情勢を十分見定めた上で、環境保全対策を「きわめて重要な問題」として位置づけた。そこで社内で、綿密な「環境マスター・プラン」を作成し、全社的な環境対策委員会（委員長は、副社長）の下にばい騒音、脱硫、排水、分析、焼結NOXという6つの専門分科会を設置して、①工程別汚染実態の定量的把握、②汚染発生メカニズムの解析③適正処理技術対策検討④設備計画マニュアル作成を行った。また、このような検討を踏まえて、適切な原燃料使用計画を作成したのである。このように、多方面から鋭意環境対策を推進したのである。

その際、どのような姿勢で取り組んだのであるかを如実に物語るものとして、環境マスタープランの結びの文句に、「国が重視する環境政策への協力」、「指導的企業としての責任」「今後できる限りの技術力を駆使して、国の目標と、企業の利益とを両立させるための積極的方策を開発する」という表現がある。

換言すれば、八幡製鉄所は、国の政策、市民の福祉を十分考慮に入れた上で、リーディング企業としての使命感を持って全社的に総力を挙げて環境対策に取り組み、低公害型生産技術（C.P.技術）、排煙脱硫技術、さらに排煙脱硝技術などを独自の技術で開発することに成功を収めたのである。

ここで、1970年度から1990年度の20年間に、硫黄酸化物がどのような要因で削減されたのかを、八幡製鉄所が行った要因分析で検討してみよう。

八幡製鉄所の1990年度の硫黄酸化物の排出量は、607トン/年であった。そこで、1990年度と同じ生産量において、本格的な硫黄酸化物対策前の1970年度における硫黄酸化物排出量を資産すると27575トン/年となった。この20年間に削減された、約27000トン/年の硫黄酸化物対策について、要因別効果の割合は、①燃料転換による効果が42%、②省エネルギー、省資源化技術による効果が33%、③排ガス・副生ガスの脱硫処理による効果が25%と計算される。（図12）

このように、高炉（Blast Furnaces）における還元剤（Reducing Agents）としてのコークスを製造するための原料炭（Coking Coal）と鉄鉱石（Iron Ore）を主原料とする八幡製鉄所の場合でも、それ以外に、高炉への重油吹き込みや、加熱炉（Reheating Furnaces）、自家発電用のボイラーへの重油燃料使用があった。そのため、硫黄酸化物排出量削減要因としては、①燃料転換効果が最大であること、②省エネルギー・資源化の生産技術開発の効果がこれに次いで大きいこと、③鉄鋼製造設備末端での汚染除去方式の効果が一番小さいことになった。

このことは、費用効率性（Cost-effectiveness）から見ても、きわめて合理的な企業行動であったと評価することができる。

因みに、上述した燃料転換は、高硫黄重油から低硫黄重油へ、さらに硫黄を含まない液化プロパンガス（LPG）や、液化天然ガス（LNG）へと転換していったものである。

また、省エネルギー・資源化を可能にしたのは、いわゆる低公害型生産技術（Cleaner Production 技術、略して、C.P.技術）であり、具体的には、転炉（LD Converter）製鋼法の導入・普及とOG法（Oxygen Converter Gas Recovery System）の開発、連続 casting（Continuous Casting）法の導入による工程の省略・連続化、さらに廃熱回収利用などの技術革新がその典型であった。

これらのいわゆるC.P.技術によって、八幡製鉄所は、製鉄プロセスの効率化、品質向上と同時に、高い集塵効率および省エネルギーを達成し、環境対策の面でも成果を上げることができたのである。

5. 「北九州市モデル」の性格と特徴の評価

——住民、行政、企業の対応とリーガル・システム (Legal System) ——

この章では、これまでの分析結果を踏まえて、「北九州市モデル」とは結局何であったのか。その本質的性格と特徴は何なのか。どういう理由で産業公害克服が短期間にこれほどまでに顕著な成果をあげることができたのか。——これらの問題について考察してみたい。

これまでの分析を総合してみると、「北九州市モデル」の特徴というのは、結局のところ、①「環境改善技術の特徴」②「環境規制方法の特徴」③「環境マネジメント・システムとしての特徴」④「企業側の協力姿勢とモラル」⑤「市民運動とマスコミの貢献」という5つに要約することができる。すなわち、①まず最初に市民運動が始まり、市民が客観的な事実を冷静に調査して粘り強く公害防止運動を進めたこと、②これに対して市当局がいち早く組織・制度の充実やモニタリング強化、さらにスモッグ警報という情報開示手段の採用によって市民の環境意識の高揚を図るなどきわめて強いリーダーシップを発揮して公害防止策推進のエンジン役を果たしたこと、③環境規制方法は、最近注目されてきている経済的手段 (Economic Instruments) ではなく、専ら直接規制 (Command and Control) に頼ったが、行政の方針の浸透、企業の協力を得るために「公害防止連絡協議会」という優れて実践的な協議の場を設け、これを活用するという形で官民のコンセンサス作りに成功を収めたこと、④具体的には、法や条例による規制に加えて、世界的にもユニークな「公害防止協定」を締結して企業の公害防止の実効性を担保したこと、⑤マスコミも市の環境行政を支援したこと、⑥四大公害訴訟で無過失責任が認められる中で、企業が公害企業のレッテルをはられることに負い目を感じてきたこと⑦企業は、いったん決まった公害防止協定は、市の行政指導を受けながら、燃料転換やCP技術の開発で誠実に守っていったこと——などが「北九州市モデル」の核心を成していると考えられる。

以下では、これらの内容について、最も重要なポイントの整理を試みてみよう。

(1) 「環境改善技術の特徴」

大気汚染のケースについてみると、煤塵については、「石炭から石油へ」、SO₂ については、「石油から、LS 石油、LPG、LNG へ」という燃料転換の効果が大きく、これに、CP 技術が併用され、割高な末端処理 (End of Pipe) は、技術と資金力のある企業の場合に採用されたという傾向があった。

(2) 「北九州市モデル」の環境規制方法の特徴

法令・条例による直接規制 (Command and Control) に加えて、きわめてユニークな行政と企業との間の「公害防止協定」(Pollution Control Agreement) が中心的な役割を演じた。ただし、OECD などが精力的に研究しているいわゆる経済的手段 (Economic Instruments) は、北九州市では他の日本の都市と同様に使っていない。

この北九州市の「公害防止協定」の法的性格は、「紳士協定」(Gentlemen Agreement)であるとする考え方もあるが、単なる紳士協定ではなく法的拘束力のある (Legally binding) 「契約」(Contract)であると言う解釈の方が妥当であろう。いうまでもなく、このような契約の拘束力は、ローマ法の *Pacta sunt servanda* に由来する西欧資本主義社会の基本理念であり、この協定を結ぶことによって、企業には法律で規定する以上の義務が賦課されるが、「その内容に合理性があり、対等関係で、自発的な意思で合意されている限り違法ではない」とする説が有力である。(例えば、阿部泰隆・淡路剛久編「環境法」有斐閣、1996年)

(3) 「北九州市モデル」の環境マネジメント・システムとしての特徴

(1)北九州市による公害防止に対する強い信念と強力な行政指導能力、それを支えた技術・研究所スタッフによる汚染データの提示など科学的根拠にもとづく実証的姿勢が発揮した説得力

(2)連絡協議機関として特徴ある「大気汚染防止連絡協議会」を設けて、そこで行政と企業が十分議論した上でのコンセンサス作りができたこと。そして、それを支えた協議会でのまとめ役の役割を果たした八幡製鉄所のようなリーダーシップを持った大企業の存在。

(3)行政による「住工分離事業」という都市計画的手法の併用

「住工混在地区」に対して、中小・零細工場群の集団移転先の用地確保、道路、上下水道、公園などの環境整備を行うという都市計画的手法を併用することで、騒音公害が深刻な特定中小・零細工場地域の公害防止政策の一環としたこと。

(4)「スモッグ警報」による行政の情報開示政策

「スモッグ警報」という行政主導型の早期情報公開システムによって、企業は迅速な対策を迫られ、また市民は、公害の実態を的確に把握することができたこと

(4) 「北九州市モデル」を支えた企業側の協力姿勢とモラル

①その背景を形成している日本社会全体の変化——法令の整備、環境行政姿勢の変化、企業意識の変化——

「北九州市モデル」を支えた「企業側の協力姿勢とモラル」の背景には、日本社会全体における以下に述べるような潮流の変化が起こっており、このことが強い追い風となっていたという事情の存在をまず指摘しておきたい。すなわち、第一は、国家による法令整備の開始・進展である。とくに、1970年のいわゆる「公害国会」において、一連の環境関連法が成立したことは画期的であり、その後も法律の強化や整備が進められていったのである。

第二は、環境行政上、1972年に OECD が提唱した PPP 原則（公害防止費用は、汚染者が負担するという原則）が環境白書でも取り上げられ、日本でも広まってきたこと、

また、いわゆる「四大公害訴訟」が大きな社会的な反響を呼ぶとともに、民法の不法行

為における「過失責任の原則」を公害防止について大きく進展させた「無過失損害賠償責任判決」が出て企業側が敗訴したことを企業トップが極めて重く受け止めたこと、企業は社会から「公害企業」というレッテルを貼られることを回避し、逆に環境に配慮することを示すことで企業イメージの防御を図る姿勢に転じてきたこと——を指摘できる。（三橋規宏「環境経済入門」日本経済新聞社、1998年を参照）

②「いったん決れば、それは守る」という北九州市企業のモラルの高さ

地元企業は、当初は市行政の強い姿勢に戸惑い、反発を隠せなかったが、議論を重ねるうちに行政の強い姿勢を感じ取り、しだいに信頼関係が醸成されていった。しかし、本社が東京にある企業の場合、北九州工場は東京本社を説得するという、もう一つのきわめて高いハードルを乗り越えなければならなかったのである。法律論一つとっても、東京本社には通常法律の専門家がいて「公害防止協定」の適法性が社内で問題にされたのはその一例である。

北九州市の企業は、高度の技術を持った企業ばかりではなかったが、以上のような初めて経験する苦難のプロセスを乗り越え、いったん協定が結ばれたら、「決まったことは守る」という企業のモラルは極めて高かった。そのために企業は、燃料転換や、CP技術開発など必死の技術的努力を行って公害削減目標を達成したのである。（北九州市公害対策局「公害行政の歩み」、1981年を参照）

③石油価格高騰下で、必要不可欠であった企業の省エネ型操業・設備導入が実は公害削減効果を併せ持ったというタイミングの良さ

石油危機による石油価格高騰という背景下で、どうしても必要であった省エネルギー型操業努力・技術開発や、投資回収期間が短いため最優先された省エネ型技術革新投資が、実は公害削減効果を併せ持ったというタイミングの良さに恵まれたことが指摘できる。

④大企業の側に高度成長期に強めた体力がまだ残っていたうに、中小企業は、日本開発銀行、中小企業金融公庫、公害防止事業団などの政府系金融機関に加えて、北九州市が1968年に創設した「公害防止資金融資制度」による特別支援（限度額1000万円～2000万円、割安な金利）によって、公害対策投資資金の調達が可能となったこと

（5）「着実に粘り強い市民運動とマスコミ報道の貢献」

戸畑地区の婦人会を中心とする公害反対の市民運動は、左翼系の先鋭分子によって先導されたものではなく、普通の市民が止むに止まれずして立ち上がったものであること、それがエモーショナルにならずに、冷静に汚染の実態を仔細に調査し、その健康への影響などを真摯に学習していった着実に粘り強い市民運動であったこと、マスコミ報道も積極的にこのような動きを支援したこと、そのことが行政や、企業の姿勢にも大きな影響を与えることができたこと

以上のように、「北九州市モデル」の特徴を整理することができよう。

因みに、この北九州モデルのような「直接規制」と経済的手段の代表としての「環境税」を取り上げ、それらの「コスト・ファクター」を John Bowers の *Sustainability and Environmental Economics*、1997によって比較してみると、「直接規制」は、「環境税」に対して資源配分の効率性の低さから、資源配分コストは確かに高くつくという欠点があるが、法規制の遵守コスト（コンプライアンス・コスト）についてみると、①モニタリング・コスト、②法律の実施コスト（エンフォースメント・コスト）の両者とも、環境税より安くてすむという長所を持っていることを見逃してはならないと考える。なお、技術開発へのインセンティブについては、両者ともあるとされているが、動的に見れば環境税の方が技術開発意欲の持続性がより強いという意見が多い。

6. 「北九州市モデル」のアジア諸国への適用可能性の評価と受入国の条件整備

最近、環境面での国際協力が重要になってきたこと、とくに実際に公害克服に取り組み苦闘しながらこれを克服してきた経験と環境行政のノウハウが蓄積されている地方自治体を中心となった「地方対地方」の環境国際協力の重要性がクローズ・アップされてきた。

このような背景の下で、これまで詳しく検討してきた産業公害克服の典型である「北九州市モデル」が、アジア諸国へ適用可能かどうかは次に問題となる。その場合、たとえその全面的適用が困難であるとしても、何らかの点が適用できるのではないか。もし適用する場合には、どのような条件が必要であろうか。このような条件の整備に対する日本の役割は何か。この章では、これらの問題について考察してみたい。

(1) 「北九州市モデル」の発展途上国への適用可能性の評価

① 「北九州市モデル」のコンセプトの整理

「北九州市モデル」の発展途上国への適用可能性を考えるに当たって、まずそのコンセプトを、車にたとえて考えてみよう。すなわち、①エンジン②ハンドル③トラックという切り口から整理しておきたい。

第一は、その対象領域（ドメイン）は何かである。

ここで「北九州市モデル」という場合に、それが対象とするのは、主として伝統的な「産業公害」である。もちろん北九州市も都市型公害や地球環境問題に鋭意取り組んできたが未だ未解決の問題も多く、ここでは対象外とする。

第二は、「北九州市モデル」の環境政策手段としての特徴は、「直接規制」であり、排出課徴金や環境税などの「経済的手段」ではない。

第三は、環境対策実施にあたって、いわば「エンジン」役は誰だったのかである。

ここで、強力なリーダーシップと環境マネジメント能力を発揮し企業をリードしたのは、何といても地方政府（北九州市）の環境行政当局であったといわねばなるまい。つまり、強力なエンジンの存在が大きかったのである。

第四は、実際の環境対策の推進に当たった「ハンドル」役は誰だったのかである。それは、言うまでもなく、企業であり、市行政の要請・行政指導の理解に努め、最終的にはこれを受け入れて、燃料転換や CP 技術、End-of-Pipe Technology などの技術開発に全力投入したのである。

第五は、「トラック」役、つまり環境対策のための周辺条件整備としては、何が行われたのかである。

この点については、北九州市の場合①法律や条例②いわゆる「上乘せ」、「横出し」といわれる法律や条例よりも厳しい規制を内容とする行政と企業間の「公害防止協定」の締結③この「公害防止協定」を可能とする官民のコンセンサス作りの場である「連絡協議会」の設置④住民の環境意識の向上を背景とする婦人運動などの住民運動の盛り上がりとマスコミの支援等があったことを指摘できよう。

以上の分析から明らかになったように、「北九州市モデル」は、対象領域は、「産業公害型環境問題」であり、政策手段は、「直接規制型」である。そして、エンジンとしての市行政の強いリーダーシップの下に、ハンドルとしての企業の協力姿勢と技術力、資金力がフルに発揮されたものであり、そのためのトラック（環境整備作り）作りに対して、地方の環境問題に通暁した市行政の立場からのきめこまかい運用上の工夫が織り込まれたものである。換言すれば、「北九州市モデル」というのは、上記の意味でのエンジン、ハンドル、トラックのトライアングル（三角形）が三者の緊密な協力の下に出来上がったものであり、いわば Trinity Model（三位一体型モデル）であると言えよう。

②「北九州市モデル」の発展途上国への適用可能性

この問題を検討するためには、発展途上国の場合、上記のエンジン、ハンドル、トラックのそれぞれについて北九州市のような状況にあるのかどうかを検討すればよい。

第一に、エンジンについてはどうか。ここでとくに問題なのは、一般的にみて、地方自治の成熟度が低く、地方の環境行政も組織・体制が弱体で、環境マネジメント能力が低いところが多い。このような状況では、いくら地方行政に強い意志があっても、環境行政が強力なリーダーシップを発揮するところまではいきにくい。

第二に、ハンドル役の企業の状況はどうか。企業は、一般に資金力に乏しく、また技術開発力も弱いケースが多い。

また、日本が、積極的に省エネ投資を行った 1970 年代の石油価格の高騰した環境と異なり、石油価格の低迷傾向が続いており、当時ほど省エネ投資のインセンティブが強くない。

第三に、トラックについては、基本的には、法律が基準であり、せいぜい条例どまりである。それより厳しい公害防止協定を締結するような状況に無い。また、住民の環境意識も一般に低く、法的救済を求める提訴件数も多くない。

このように見てくると、「北九州市モデル」をそのままの形で発展途上国へ適用すること

は、一般的には、現状ではきわめて困難であるといわざるをえない。

しかしながら、これまでの検討を通じて、同じような産業公害に悩む発展途上国の都市の場合において、「北九州市モデル」の構成要素のうち、もし移転できた場合には必ずや実効性が高いと考えられるものがあることを指摘しなければならない。

例えば、モニターリング能力など地方行政の環境マネジメント能力の強化、省エネルギーや歩留まり向上技術、石炭ボイラーの燃焼や鉄鋼製造プロセスなどでの CP 技術、企業の計画的な人材養成等がそれである。

このことの政策的インプリケーションは何か。以下の3点を強調しておきたい。

第一に、発展途上国の地方の環境マネジメント能力構築への北九州市行政の環境国際協力の必要性である。

第二に、発展途上国の企業に対する、CP 技術、省エネルギー、End-of-Pipe 技術等の移転と人材育成への協力である。その主体は、北九州市の企業、KITA（北九州国際技術協力協会）等が中心になるべきであろう。

第三は、資金不足に悩む発展途上国が多いが、これら諸国への資金協力はもとより一地方自治体の手に余るところであり、日本国の資金協力、とくに OECF を通じる円借款（例、下水道整備など）、輸出入銀行を通じるアンタイト・ローン等がその有力な候補となり得よう。

そして、これらの国際協力を行う上での要諦は、相手国の経済の発展段階、地方自治の成熟度、住民の環境意識の成熟度、技術水準、賦存エネルギーの種類と量、貯蓄率と不足資金の調達ソースなど各方面に目配りを聞かせた相手国の立場への十分な配慮である。なぜならば、「持続可能な国際協力」のためには、このような配慮が不可欠であるからである。

そして、アジアの各都市を実際に現地調査してみると、一口にアジアの発展途上国の環境問題といっても、都市によってその特性が異なっており、その抱えている環境問題も実に多様であることに気がつく。したがって、このような各都市の実状を踏まえた最適な環境対策モデルへの国際協力の必要性が今後ますます重要になっていくものと考えられ、それとともに「北九州市モデル」等による「地方対地方」の国際環境協力の役割もいっそう大きくなっていくことになるだろう。

図1 北九州市の工業発展の推移

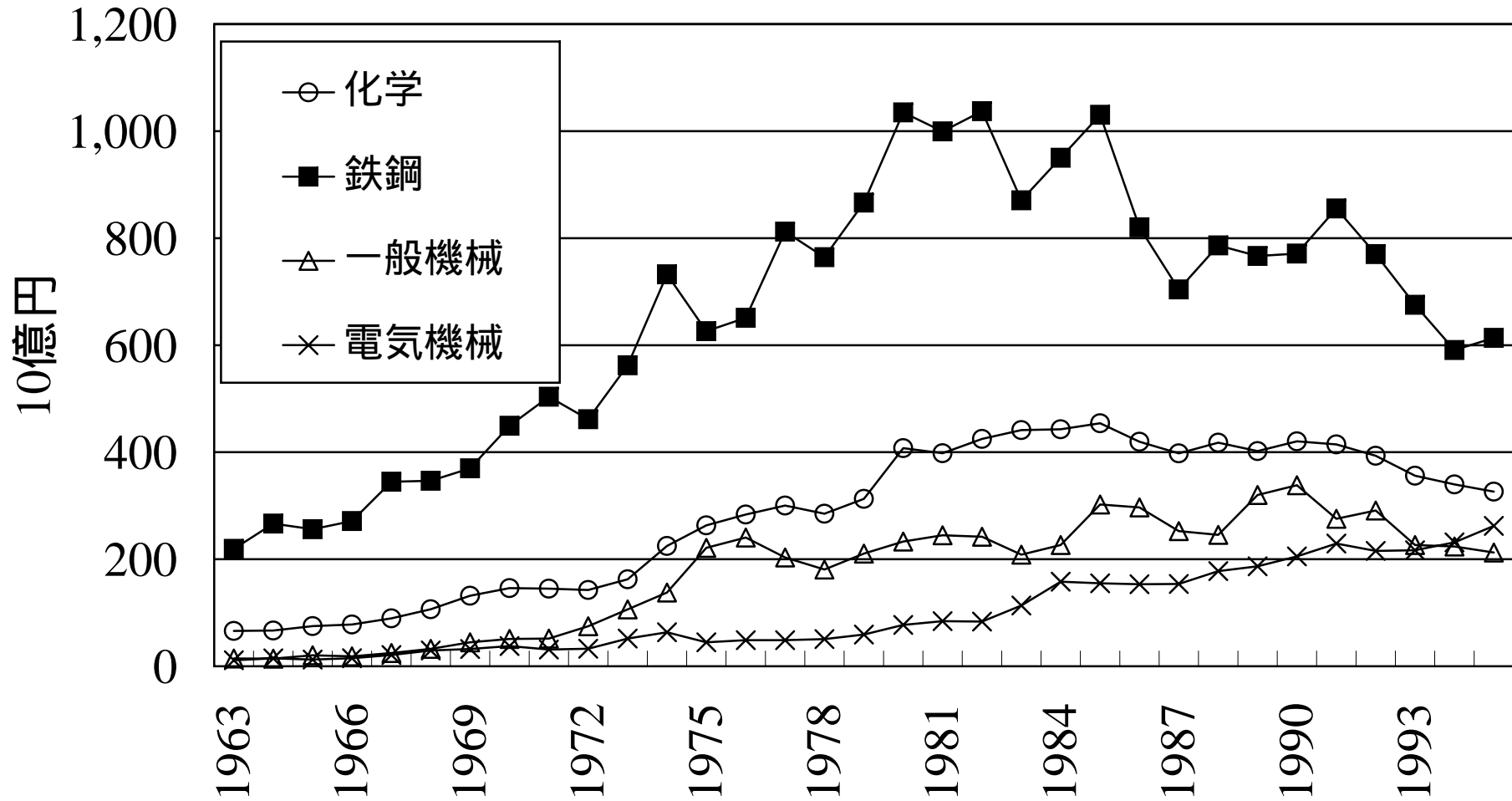


図2 北九州の主な製造業の構成比の推移

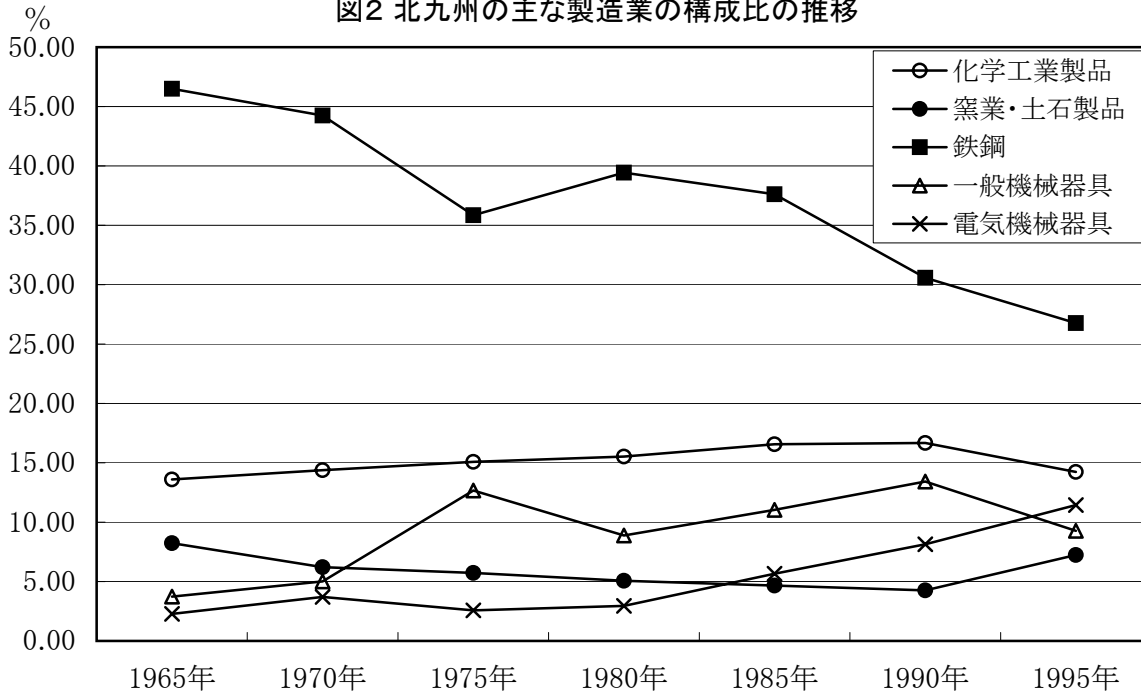


図3 北九州の主な製造業の特化係数

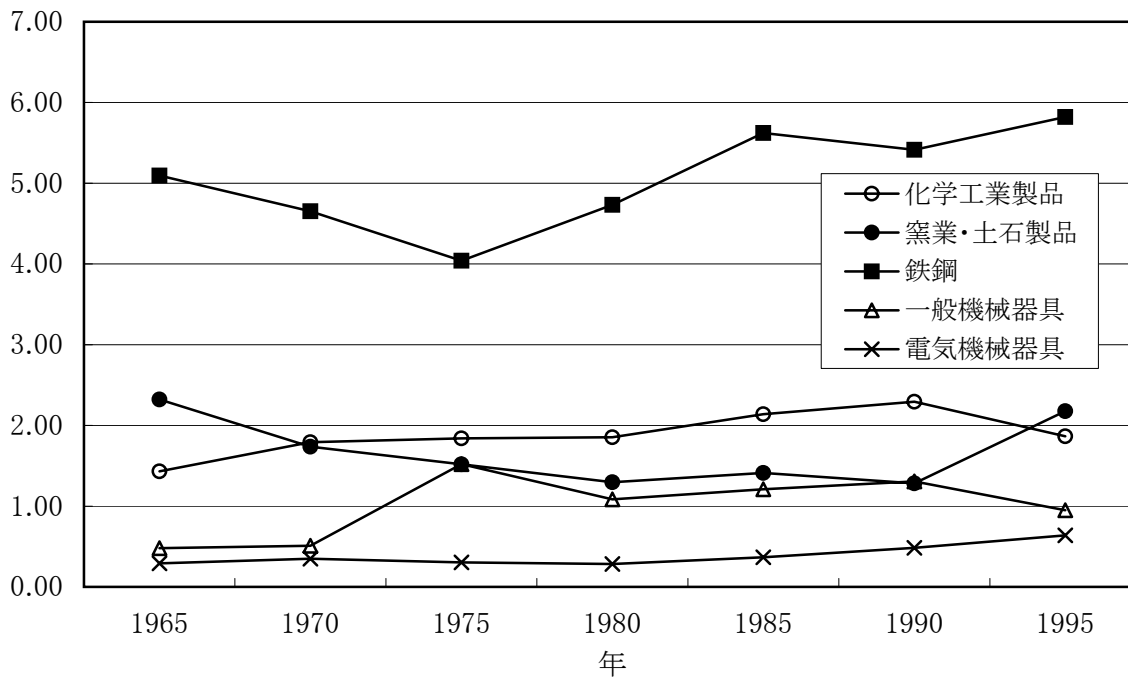


図4 形態別総資本形成の構成比

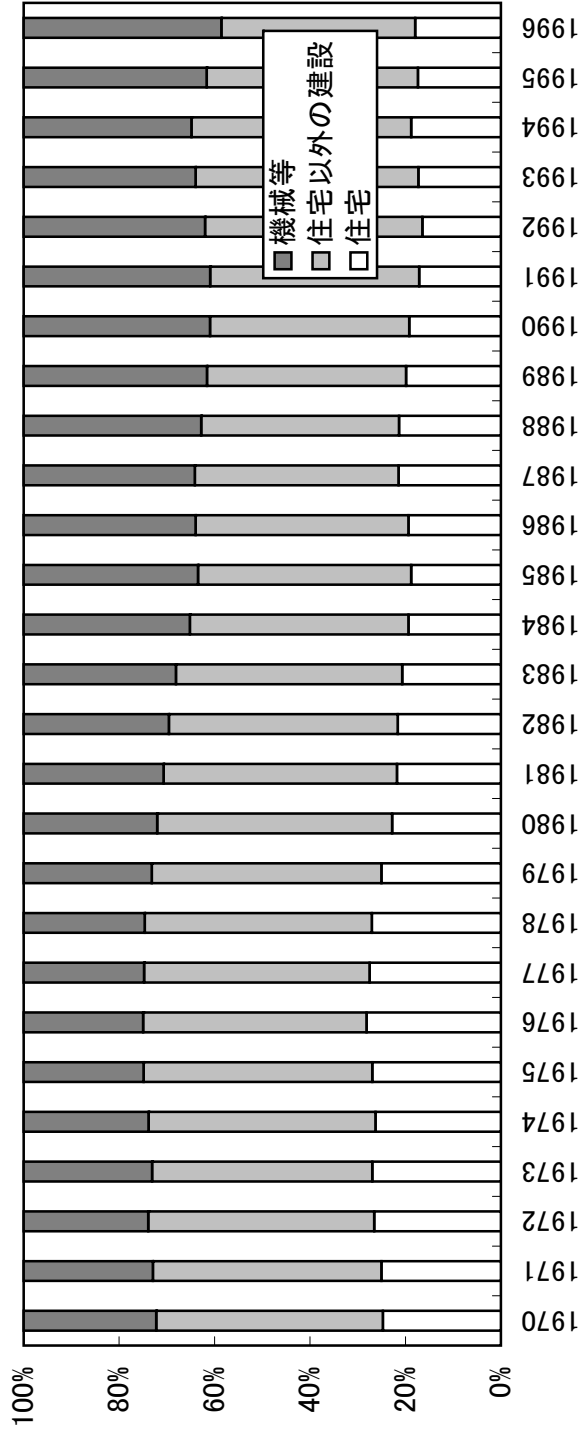


図5 北九州市の人口, DID人口, DID面積

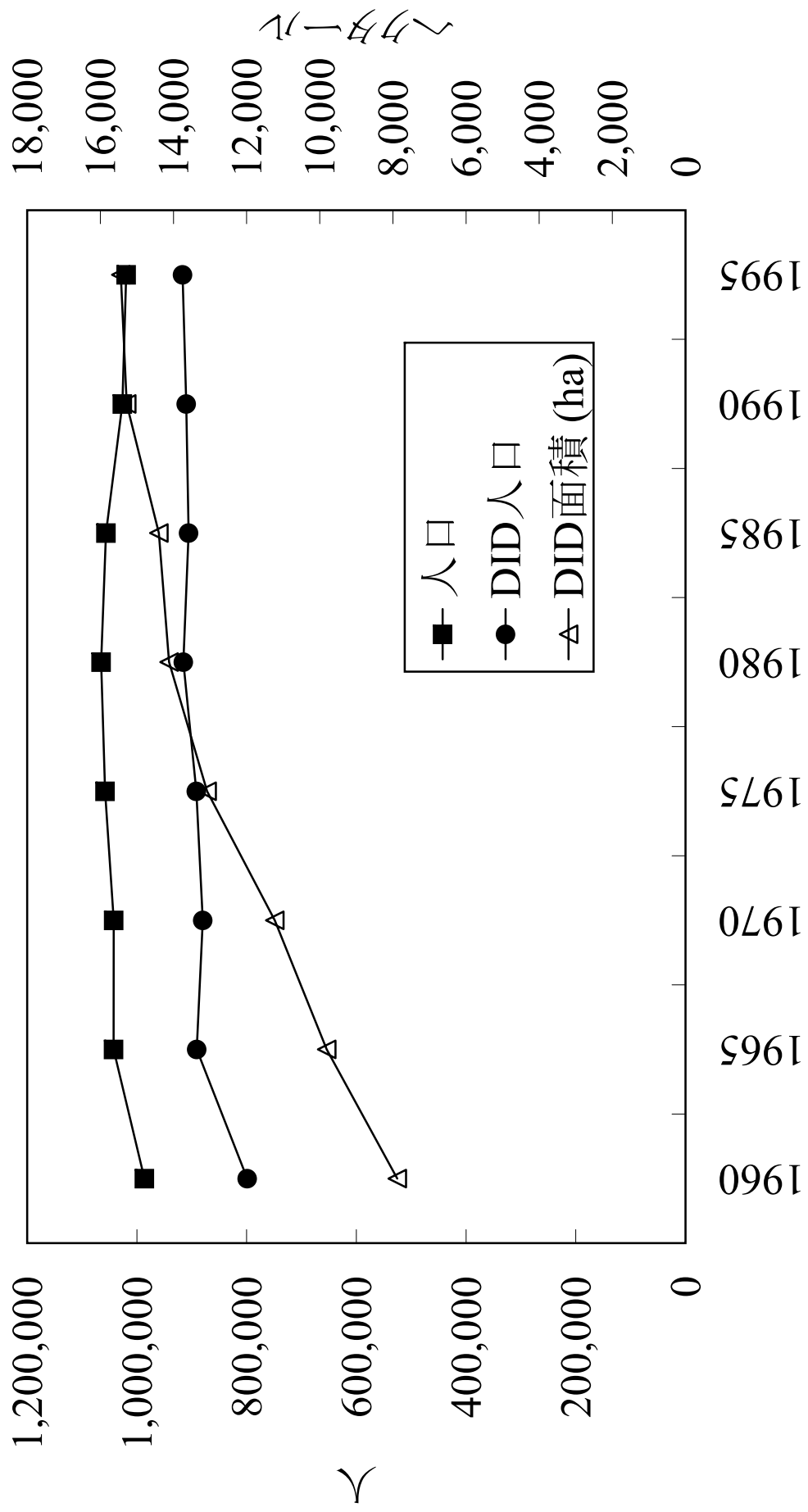
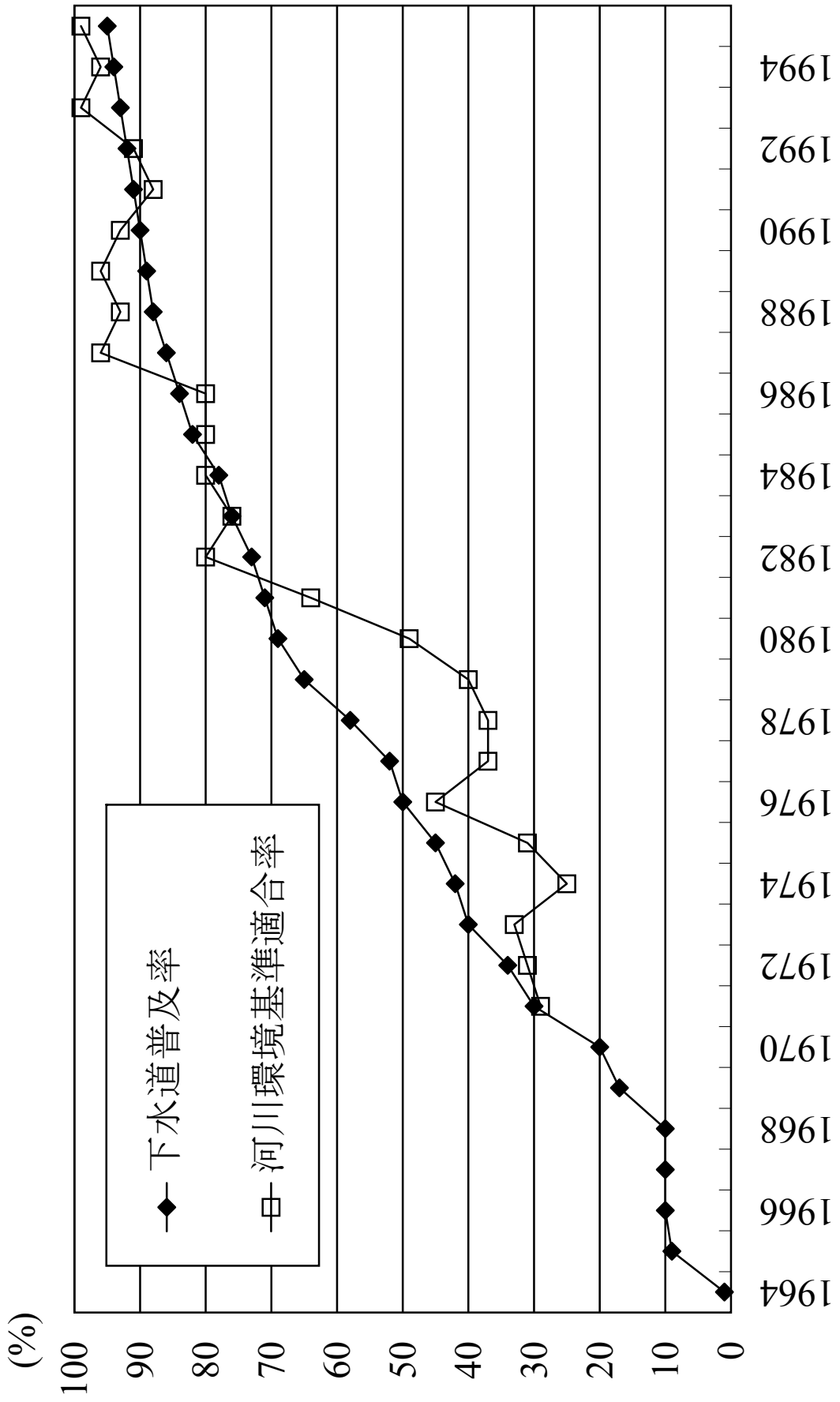
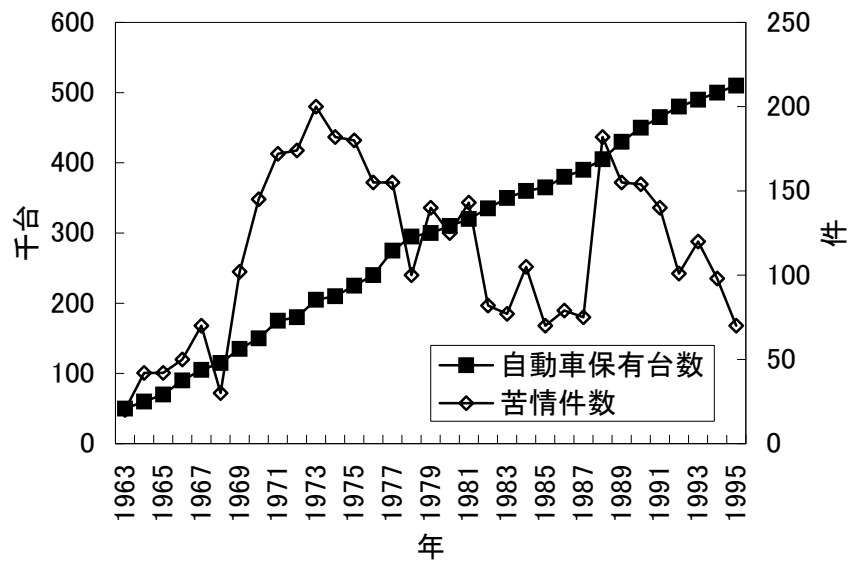
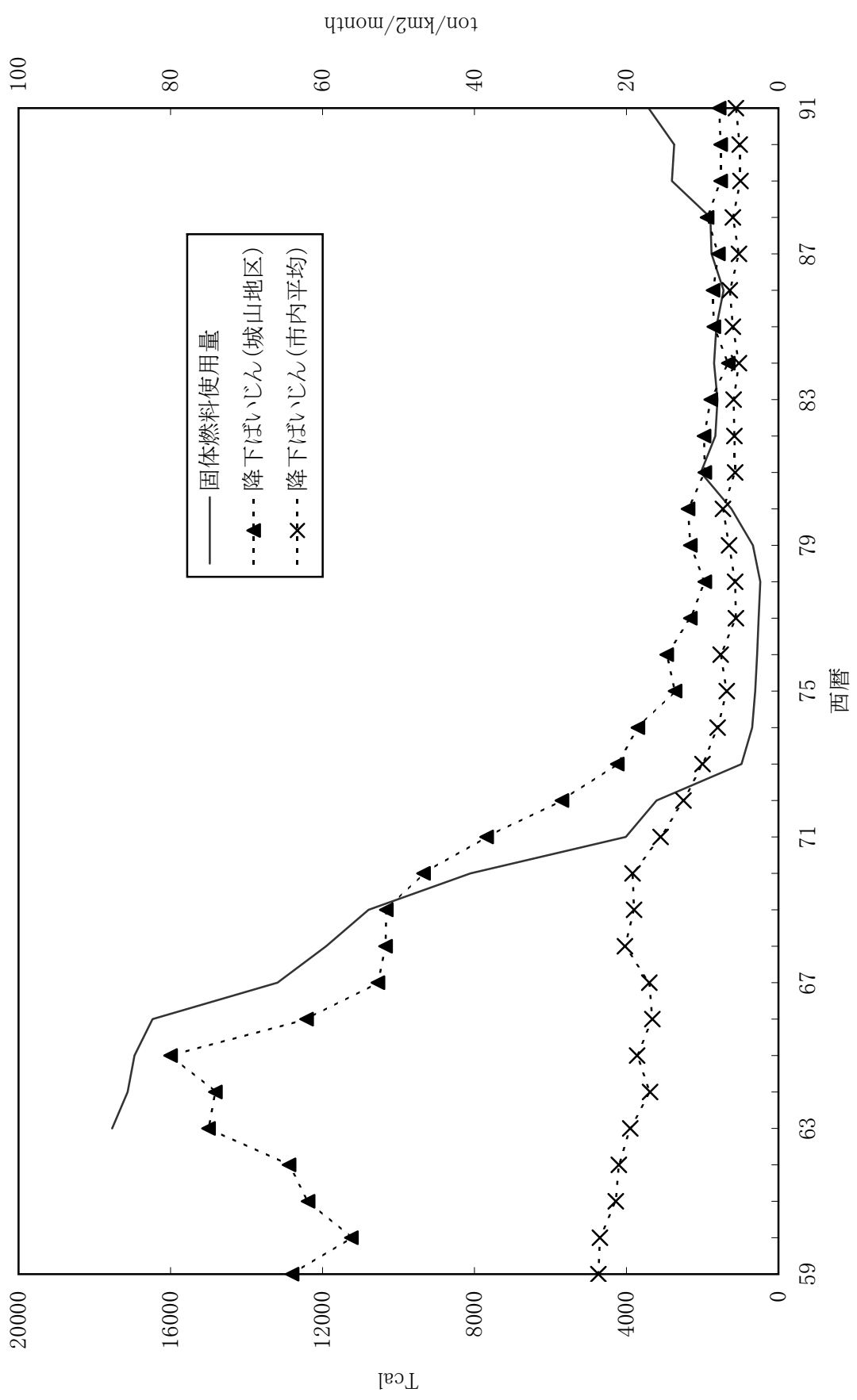


図6 北九州市の下水道普及率と河川の水質







資料)北九州市「北九州市公害対策史解析編」

(10^{10} kcal)

図9 北九州市のエネルギー消費の推移

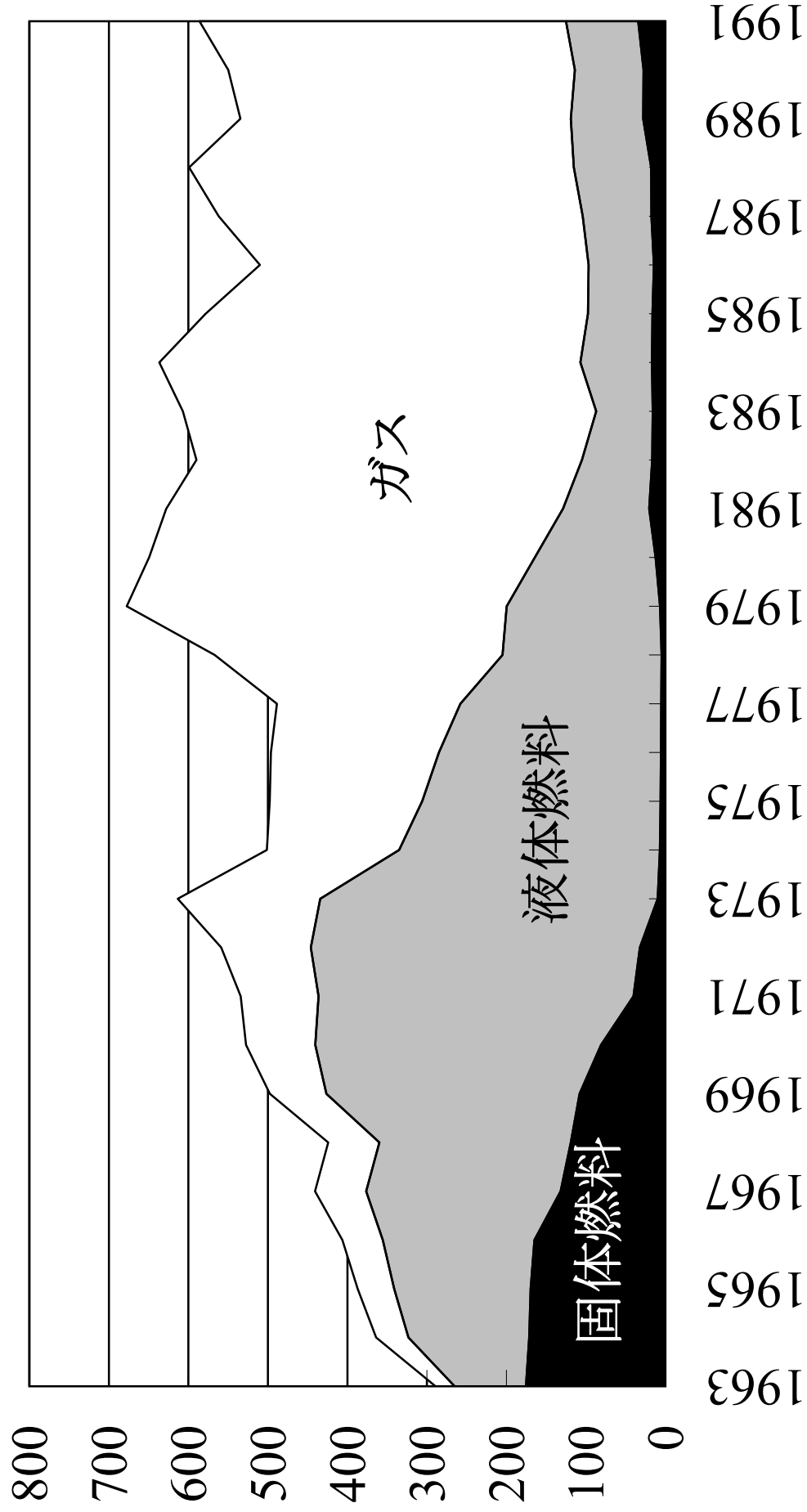


表9 二酸化硫黄排出量の変動要因分析 (トン)

	第1要因 燃料消費あたり SO ₂ 排出量	第2要因 出荷額あたり 燃料消費量	第3要因 出荷額	合計
1970年代 (70~79年)	-173,806	-68,878	66,797	-175,886
1980年代 (80~89年)	-5,413	-4,033	1,470	-7,976

(資料) 北九州市公害白書、北九州市提供のデータをもとに計算

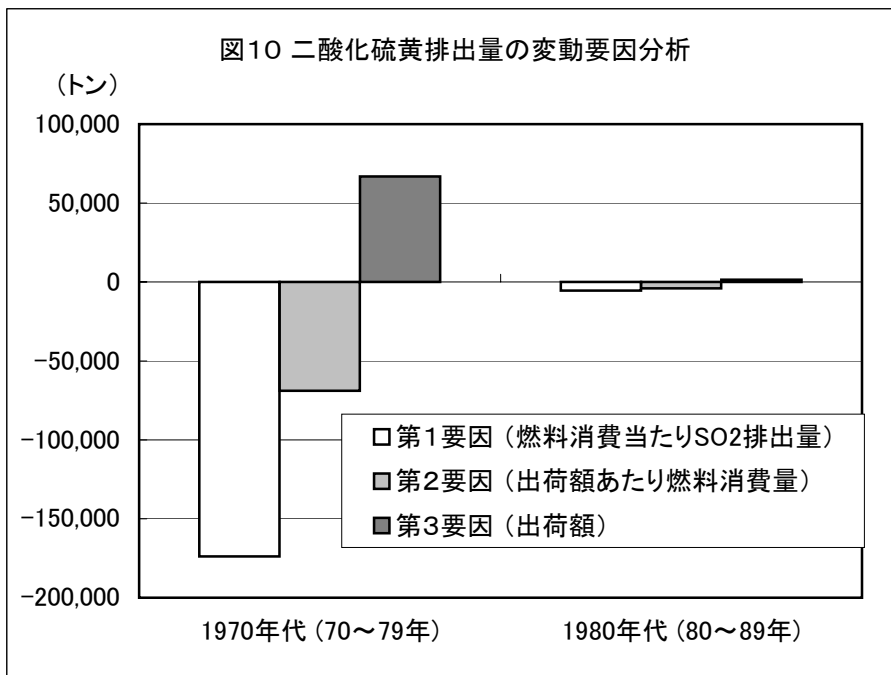
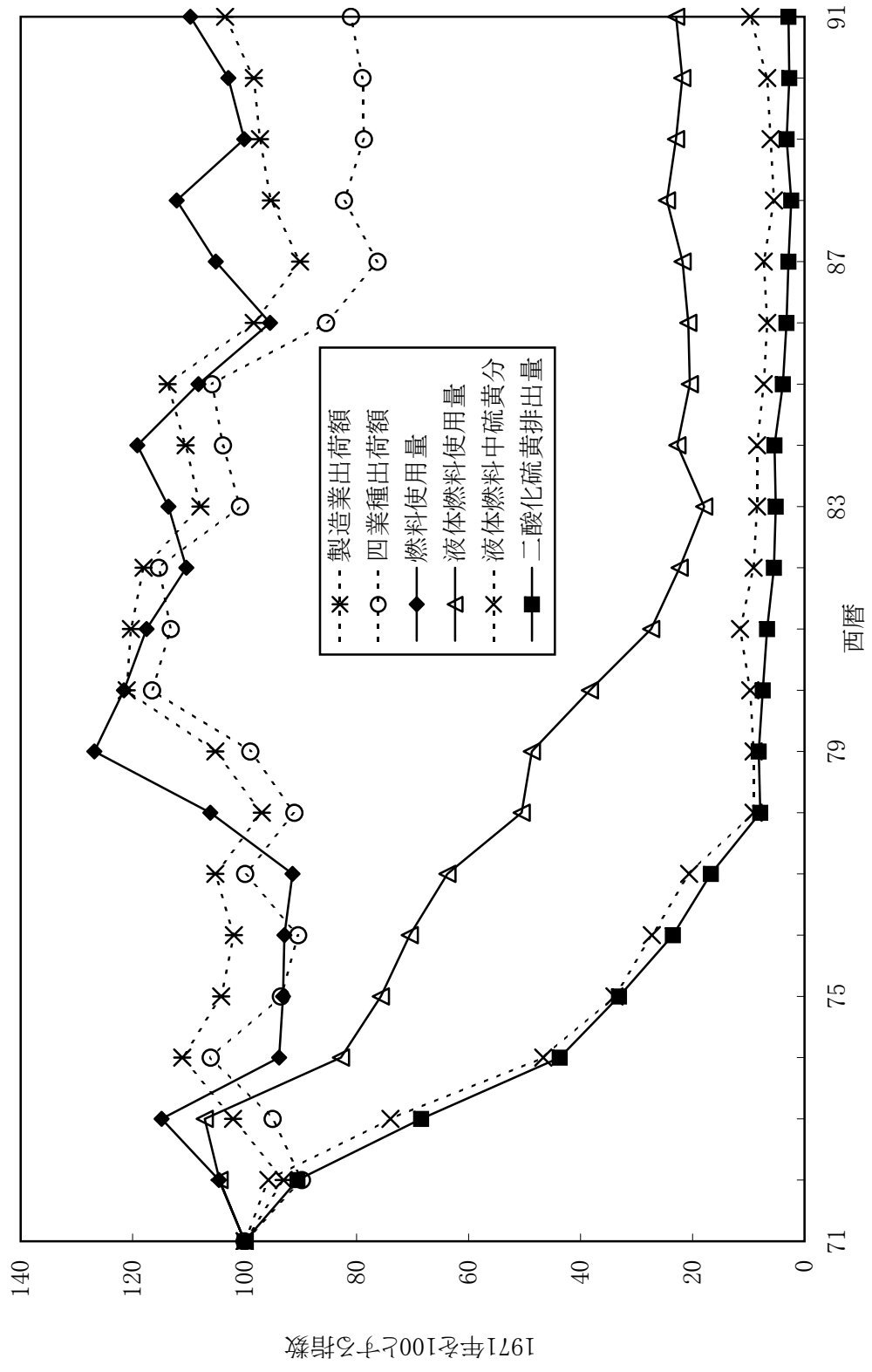


図11 製造業出荷額と二酸化硫黄発生量



資料)北九州市「北九州市公害対策史解析編」

図12 SO₂の削減対策と効果試算例

廃熱回収（電力）	・高炉TRT	（ 1382 t/y ）	省エネ・省資源技術	(33%)	硫黄酸化物対策
廃熱回収（蒸気）	・コークス炉CDQ ・焼結廃熱ボイラー	（ 3728 t/y ）			
歩留原単位改善	・焼結設備操業改善	（ 1054 t/y ）			
生産工程変革	・連続鑄造化率向上	（ 2816 t/y ）			
焼結排煙脱硫		（ 2930 t/y ）	脱硫技術	(25%)	
コークス炉ガス脱硫		（ 3840 t/y ）			
燃料転換	・重油Sの低下 ・重油→LPG ・重油→LNG	（ 8335 t/y ）	原燃料S分低減	(42%)	
焼結原燃料S低下	・高S鉱石の配合調整	（ 2880 t/y ）			
1990年度SO ₂ 排出実績（ 607 t/y ）					
総量(1970年度推定量（ 27575 t/y ）					

※ 効果試算：平成2年度粗鋼生産ベース

平成2年度SO₂実績量＋昭和45年度～平成2年度までの主要対策効果の試算量
 (資料) 新日鉄八幡製鉄所

表1 実質国内総支出の対前年度増加率(%)

	1955~60	1960~65	1965~70	1970~75	1975~80	1980~85	1985~90	1990~95
国内総支出	8.9	9.1	10.9	4.5	4.3	3.4	4.8	1.4
国内需要	9.1	9.0	11.0	4.3	3.8	2.8	5.5	1.5
民間需要	10.6	9.0	12.0	3.9	3.8	3.3	6.0	0.7
民間最終消費支出	8.5	8.6	9.2	5.3	3.9	3.1	4.4	2.1
民間固定資本形成	21.6	11.7	19.8	2.1	3.2	4.1	9.9	-2.2
住宅	14.5	18.0	14.6	5.7	-0.6	-1.3	9.2	-2.3
企業設備	25.5	8.5	22.8	0.2	5.2	6.2	10.1	-2.2
民間在庫品増加	54.0	-1.0	34.2	-37.5	34.6	-2.8	11.5	-17.1
公的需要	4.7	8.7	7.2	5.9	3.9	0.4	3.1	5.1
政府最終消費支出	3.3	5.3	4.4	5.4	4.1	2.5	2.5	2.3
公的固定資本形成	12.1	16.1	12.1	6.0	4.3	-2.6	4.0	8.5
住宅	10.1	21.7	17.1	4.9	-5.4	-2.1	0.2	8.7
企業設備	12.2	17.8	9.1	4.7	2.4	-8.1	0.3	9.4
一般政府	12.3	14.4	13.9	7.0	6.2	-0.3	5.4	8.2
公的在庫品増加	-22.8	13.6	-196.0	-212.4	-200.9	-188.7	-10.6	13.4
財貨・サービスの純輸出	30.9	2.7	18.2	-12.6	-220.6	28.4	-22.2	-1.0
財貨・サービスの輸出	11.1	15.1	17.1	9.0	9.5	6.9	3.5	4.1
財貨・サービスの輸入	15.6	11.8	17.4	5.6	4.2	0.5	11.5	4.6

(出所) 経済企画庁「平成10年版 国民経済計算年報」

表2 実質国内総支出の構成比(%)

	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995
国内総支出	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
国内需要	100.7	101.7	101.2	101.7	100.7	98.6	95.8	99.0	99.2
民間需要	73.6	79.4	79.4	83.3	81.0	79.2	79.0	83.6	80.7
民間最終消費支出	65.4	64.2	63.0	58.1	60.4	59.2	58.5	57.5	59.3
民間固定資本形成	8.0	13.8	15.6	22.9	20.4	19.4	20.0	25.5	21.2
住宅	3.2	4.1	6.1	7.2	7.6	6.0	4.8	5.9	4.9
企業設備	4.8	9.7	9.5	15.7	12.8	13.4	15.3	19.6	16.3
民間在庫品増加	0.2	1.4	0.8	2.2	0.2	0.6	0.4	0.6	0.2
公的需要	27.0	22.2	21.8	18.4	19.7	19.4	16.8	15.5	18.5
政府最終消費支出	21.2	16.2	13.6	10.1	10.5	10.4	10.0	9.0	9.3
公的固定資本形成	5.0	5.8	8.0	8.4	9.1	9.1	6.7	6.5	9.1
住宅	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3
企業設備	2.0	2.3	3.5	3.2	3.2	2.9	1.6	1.3	1.9
一般政府	2.8	3.2	4.1	4.7	5.3	5.8	4.8	5.0	6.9
公的在庫品増加	0.8	0.1	0.2	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
財貨・サービスの純輸出	-0.7	-1.7	-1.2	-1.7	-0.7	1.4	4.2	1.0	0.8
財貨・サービスの輸出	3.2	3.6	4.7	6.1	7.5	9.6	11.4	10.7	12.2
財貨・サービスの輸入	3.9	5.2	5.9	7.8	8.2	8.2	7.1	9.8	11.4

(出所) 経済企画庁「平成10年版 国民経済計算年報」

表3 特殊分類別の生産者価格国内総生産構成比 (%)

経済活動の種類	1970	1975	1980	1985	1990	1995
産業	88.4	88.4	88.7		90.9	90.8
農林水産業	5.1	4.5	3.2	2.9	2.4	2.0
鉱業	0.6	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2
製造業	25.7	24.4	25.1	26.8	26.8	26.0
1) 軽工業	12.9	11.9	10.9	10.5	9.2	8.0
① 素材型	2.2	1.9	1.7	1.8	1.7	1.5
② 加工型	10.7	10.0	9.2	8.7	7.5	6.5
2) 重工業	12.9	12.5	14.2	16.4	17.6	18.0
③ 素材型I	4.1	4.0	2.8	3.3	3.0	3.0
④ 素材型II	4.3	3.8	4.4	3.8	3.7	3.6
⑤ 加工型	4.5	4.7	7.0	9.2	10.9	11.3
(再掲) 素材型 (①+③+④)	10.5	9.7	8.9	8.9	8.4	8.2
加工型 (②+⑤)	15.2	14.7	16.2	17.9	18.4	17.8
建設業	12.3	12.0	10.3	8.3	9.6	9.2
卸売・小売業	8.7	10.1	12.5	11.7	12.9	12.9
サービス業	14.4	13.5	13.9	15.2	14.1	15.5
その他のサービス業	21.6	23.5	23.3	24.0	24.8	25.1
政府サービス	9.8	9.6	9.3	8.6	7.2	7.1
対家計民間非営利サービス	1.8	1.9	2.0	2.0	1.9	2.1
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(再掲) 第一次産業	5.1	4.5	3.2	2.9	2.4	2.0
第二次産業	38.6	36.8	35.9	35.4	36.7	35.4
第三次産業	56.3	58.6	61.0	61.6	60.9	62.6

(注) 第一次産業は農林水産業。第二次産業は鉱業、製造業及び建設業。

①素材型はパルプ・紙、窯業・土石。②加工型は食料品、繊維、その他の製造業。③素材型Iは化学、石油・石炭製品。
 ④素材型IIは一次金属、金属製品。⑤加工型は一般機械、電気機械、輸送機械、精密機械。第三次産業は第一次及び第二次以外の産業、政府サービス及び対家計民間非営利サービス。その他のサービス業は、電気・ガス水道業、金融・保険業、不動産業、運輸・通信業。

(出所) 経済企画庁「平成10年版 国民経済計算年報」

表4 全国の製造品出荷額構成比（単位：%）

	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995
食料品	12.54	10.36	11.87	10.49	7.74	7.03	7.88
飲料・飼料・たばこ	0.00	0.00	0.00	0.00	3.24	3.19	3.47
繊維工業製品	8.82	6.36	5.07	3.78	3.05	2.42	1.38
衣服・その他の繊維製品	1.50	1.39	1.71	1.41	1.38	1.40	1.68
木材・木製品	3.58	3.23	2.84	2.54	1.52	1.43	1.38
家具・装備品	1.36	1.46	1.55	1.41	1.07	1.26	1.17
パルプ・紙・紙加工品	3.79	3.29	3.30	3.17	2.78	2.73	2.78
出版・印刷・同関連品	3.10	2.90	3.27	3.25	3.36	3.90	4.27
化学工業製品	9.50	8.02	8.19	8.37	7.75	7.27	7.63
石油製品・石炭製品	2.77	2.59	5.94	7.08	4.88	2.57	2.49
プラスチック製品	0.00	0.00	0.00	0.00	3.03	3.24	3.44
ゴム製品	1.28	1.11	1.12	1.16	1.13	1.13	1.07
なめし革・同製品・毛皮	0.59	0.50	0.51	0.47	0.39	0.39	0.31
窯業・土石製品	3.55	3.58	3.77	3.91	3.31	3.32	3.32
鉄鋼	9.13	9.51	8.87	8.34	6.69	5.65	4.60
非鉄金属	3.95	4.43	3.07	3.78	2.41	2.42	2.12
金属製品	4.66	5.40	5.16	4.96	4.94	5.74	5.77
一般機械器具	7.77	9.85	8.33	8.20	9.12	10.27	9.77
電気機械器具	7.80	10.62	8.49	10.36	15.39	16.86	17.92
輸送用機械器具	9.68	10.54	11.61	11.62	13.64	14.49	14.45
精密機械器具	1.30	1.29	1.36	1.61	1.65	1.59	1.34
その他の製品	3.32	3.58	3.98	4.10	1.53	1.70	1.76
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

(資料)通商産業大臣官房調査統計部『工業統計表』

表5 北九州市の生産額の成長要因(1975~80年)

単位:100万円(名目価格)

	生産額の増減(実績値)	生産額の増減(計算値)	移輸入代替	技術変化	地域内最終需要変化		移輸出変化	誤差(%)	
					民間消費支出	総固定資本形成			
合計	2,244,347	1,664,647	478,521	-178,372	729,153	428,921	236,490	635,345	26
農林・水産	-1,414	-930	13,088	-1,751	1,624	1,144	413	-13,891	34
石炭・亜炭	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	13
鉱業(除石炭・亜鉛)	14,381	9,186	2,484	-1,245	711	140	590	7,237	36
食料品	32,510	33,988	29,774	3,119	22,024	21,607	103	-20,929	-5
製紙・紡績	21	11	-74	3	25	-6	0	57	49
織物	110	89	-168	24	2	-16	5	232	19
繊維既製品身廻品	6,505	6,348	784	-127	1,586	1,457	212	4,105	2
製材・木製品・家具	26,374	24,898	8,698	-815	9,187	1,605	6,260	7,827	6
パルプ・紙	3,138	3,153	11,286	1,369	1,594	791	352	-11,096	0
印刷・出版	29,632	28,463	12,812	488	-773	-1,637	267	15,935	4
皮革・同製品	-3	-3	7	0	2	2	0	-11	-4
ゴム製品	477	331	-521	128	50	71	25	673	31
基礎化学製品	55,781	46,089	34,212	-13,955	4,215	380	333	21,616	17
石油化学製品	19,849	19,179	2,793	24,403	2,194	92	25	-10,211	3
化学繊維原料	17,963	17,833	1,006	6	389	22	6	16,433	1
化学肥料	8,937	9,527	590	550	495	12	3	7,892	-7
最終化学製品	14,744	14,438	6,094	53	1,270	1,107	113	7,020	2
石油製品	60	-5	-479	80	42	45	4	352	109
石炭製品	11,067	-42,154	16,905	-65,386	1,409	684	1,610	4,919	481
窯業・土石製品	24,872	20,517	9,091	4,767	14,659	1,592	10,431	-8,000	18
銑鉄・粗鋼	87,688	-176,732	-41,233	-219,003	-5,824	1,001	4,236	89,328	302
鉄鋼圧延製品	456,117	366,388	-2,964	102,949	22,404	1,181	6,821	243,998	20
鑄造品	55,610	52,094	1,855	2,600	-2,326	284	214	49,966	6
非鉄金属	53,103	48,487	15,517	1,938	1,031	291	467	30,001	9
金属製品	65,846	63,539	14,741	1,116	5,937	1,384	7,507	41,744	4
一般機械	-28,851	-34,164	-25,260	4,166	-33,330	766	-11,214	20,260	-18
重電機器	17,412	16,999	6,906	-95	-2,427	23	-2,592	12,615	2
軽電機器	29,043	27,936	17,175	180	1,719	2,148	-636	8,863	4
自動車	3,896	2,562	-7,956	-1,208	7,825	6,553	1,377	3,901	34
その他の輸送機械	5,160	3,885	10,227	1,241	-2,201	1,814	-4,014	-5,382	25
精密機械	605	593	534	-157	467	284	175	-251	2
その他の製造業	2,381	2,216	5,234	359	719	336	432	-4,096	7
建築	107,794	99,509	8,300	-21,267	112,476	10,814	100,735	0	8
土木	81,958	81,958	0	0	81,958	0	81,958	0	0
電力	222,760	201,466	43,996	47,010	13,499	10,730	1,864	96,962	10
ガス・水道	29,207	26,610	2,472	12,589	11,717	11,681	434	-167	9
商業	200,597	178,809	116,002	22,730	98,299	83,478	8,654	-58,223	11
金融・保険・不動産	158,010	126,760	60,518	-45,535	102,003	93,818	5,490	9,774	20
サービス	305,573	286,430	62,718	24,333	189,514	147,471	7,381	9,866	6
公務	28,585	28,415	525	674	30,369	-498	14	-3,153	1
運輸	53,664	30,676	4,108	-62,370	33,271	25,652	5,926	55,667	43
分類不明	43,185	39,255	36,724	-2,333	1,347	620	509	3,517	9

表6 北九州市の生産額の成長要因(1980~85年)

単位:100万円(名目価格)

	生産額の増 減(実績値)	生産額の増 減(計算値)	移輸入代替	技術変化	地域内最終需要変化			移輸出変化	誤差(%)
					民間消費支 出	総固定資本 形成			
合計	276,383	240,661	-222,821	134,519	100,891	320,640	-188,329	228,071	13
農林・水産	9,053	8,214	-6,381	-2,267	363	555	-341	16,498	9
石炭・亜炭	1	1	1	0	0	0	0	0	7
鉱業(除石炭・亜鉛)	580	1,802	-13,848	4,113	-50	193	-209	11,587	-211
食料品	-11,906	-14,400	-30,395	-5,877	19,284	19,574	-112	2,588	-21
製紙・紡績	-181	-177	72	14	-31	-4	0	-231	2
織物	728	730	661	-182	-49	8	-4	300	0
繊維既製品身廻品	-3,358	-3,527	-2,005	1,116	329	253	29	-2,966	-5
製材・木製品・家具	-10,319	-11,931	-14,429	-6,700	-1,901	1,426	-1,758	11,099	-16
パルプ・紙	-1,451	-6,664	-12,718	-4,632	981	1,668	-362	9,706	-359
印刷・出版	22,481	19,062	-17,795	4,789	1,139	1,610	-287	30,928	15
皮革・同製品	-16	-16	-38	3	19	19	0	-1	-2
ゴム製品	-720	-777	-624	194	227	231	-15	-573	-8
基礎化学製品	121,097	107,316	-24,076	-4,579	-3,737	601	-78	139,708	11
石油化学製品	-73,853	-70,793	-19,598	125	-951	109	-14	-50,370	4
化学繊維原料	-35,266	-35,541	-923	-775	-107	14	-1	-33,736	-1
化学肥料	10,462	8,731	-185	3,292	-1,845	34	-1	7,468	17
最終化学製品	33,365	32,029	-1,425	1,556	1,407	1,533	-127	30,491	4
石油製品	431	455	890	-141	-8	-8	-4	-286	-6
石炭製品	-36,734	-19,352	12,703	-17,783	360	432	-869	-14,632	47
窯業・土石製品	-20,845	-22,628	-18,192	-18,369	-5,338	1,405	-5,376	19,270	-9
鉄鋼・粗鋼	-221,212	-151,520	-21,078	33,971	-1,221	-170	-3,561	-163,192	32
鉄鋼圧延製品	6,047	-8,097	70,447	-95,332	-7,637	406	-3,405	24,426	234
鋳鍛造品	2,085	-2,303	-1,000	887	1,803	95	382	-3,993	210
非鉄金属	-43,737	-43,202	-13,108	-4,664	-801	461	-759	-24,629	1
金属製品	-27,536	-29,494	-32,126	2,066	-5,429	-43	-5,319	5,995	-7
一般機械	60,877	55,164	-10,288	-1,422	16,315	359	15,015	50,558	9
重電機器	4,112	3,674	-8,431	-948	-119	7	9	13,172	11
軽電機器	38,117	35,750	-18,808	-278	8,053	1,520	6,631	46,783	6
自動車	1,071	809	-7,079	-12	1,131	2,214	-1,103	6,768	24
その他の輸送機械	-13,283	-12,317	-8,590	-1,694	3,776	-816	5,304	-5,809	7
精密機械	1,693	1,625	425	6	324	25	250	870	4
その他の製造業	2,766	1,973	-6,470	1,941	1,389	1,261	140	5,112	29
建築	-86,224	-88,971	-2,763	8,727	-94,935	4,916	-99,637	0	-3
土木	-27,059	-27,059	0	0	-27,059	0	-27,059	0	0
電力	14,209	5,921	-5,473	6,035	9,973	12,776	-1,813	-4,614	58
ガス・水道	17,635	15,222	-249	3,965	11,515	12,784	-545	-10	14
商業	29,357	14,809	-65,342	14,878	5,889	52,408	-39,141	59,385	50
金融・保険・不動産	73,294	61,883	-50,149	36,246	49,230	57,184	-6,305	26,556	16
サービス	258,034	232,339	16,103	54,659	110,808	137,544	-8,866	50,768	10
公務	12,296	11,888	722	244	10,922	671	-33	0	3
運輸	146,286	146,764	68,642	129,080	-3,354	5,565	-8,075	-47,605	0
分類不明	24,008	23,272	20,098	-7,732	225	1,819	-910	10,680	3

表7 北九州市の生産額の成長要因 (1985~90年)

単位：100万円（名目価格）

	生産額の増減（実績値）	生産額の増減（計算値）	移輸入代替	技術変化	地域内最終需要変化		移輸出変化	誤差(%)	
					民間消費支出	総固定資本形成			
合計	200,823	239,816	-498,942	-73,141	783,833	208,139	359,437	28,067	-19
農林・水産	-18,725	-17,725	3,438	-2,941	-459	-659	162	-17,763	5
石炭・亜炭	0	0	0	0	0	0	0	0	29
鉱業（除石炭・亜鉛）	-8,168	-6,210	18,379	-7,736	198	-29	119	-17,051	24
食料品	-32,386	-29,379	2,259	2,575	-3,644	-7,434	340	-30,570	9
製紙・紡績	31	6	58	-52	-1	-4	2	0	82
織物	-1,098	-1,171	-626	113	-6	-24	11	-652	-7
繊維既製品身廻品	7,029	7,076	1,966	-1,537	749	192	258	5,898	-1
製材・木製品・家具	14,775	14,650	1,997	2,487	6,132	-71	5,448	4,035	1
パルプ・紙	5,349	4,424	-5,094	840	1,393	453	436	7,285	17
印刷・出版	20,254	19,728	689	1,788	3,404	978	769	13,846	3
皮革・同製品	197	197	177	0	21	16	0	0	0
ゴム製品	24,194	23,751	4,593	3,430	659	280	232	15,069	2
基礎化学製品	-174,964	-169,365	-408	-24,294	1,988	94	201	-146,652	3
石油化学製品	114,333	112,888	-2,316	3,680	-100	10	20	111,624	1
化学繊維原料	0	0	0	0	0	0	0	0	6
化学肥料	-12,672	-11,567	993	-1,293	1,030	22	3	-12,298	9
最終化学製品	14,414	14,171	-7,045	-355	1,071	357	299	20,500	2
石油製品	599	591	920	-673	12	-27	20	332	1
石炭製品	-16,438	-15,901	-15,171	-45,462	5,198	-111	228	39,534	3
窯業・土石製品	16,864	16,812	4,700	76	4,049	-69	4,159	7,986	0
銑鉄・粗鋼	-184,169	-173,939	-145,333	-28,532	2,579	268	1,952	-2,652	6
鉄鋼圧延製品	-213,620	-212,961	-213,180	5,100	7,970	159	4,651	-12,851	0
鑄鍛造品	-21,441	-27,435	1,252	-6,531	1,510	39	1,180	-23,666	-28
非鉄金属	11,504	10,619	-3,337	673	239	-124	341	13,044	8
金属製品	88,370	87,318	24,038	1,757	9,456	-127	6,127	52,066	1
一般機械	4,470	2,022	-40,803	-11,681	14,705	255	11,547	39,801	55
重電機器	30,458	29,971	6,206	1,251	1,503	183	1,342	21,011	2
軽電機器	42,963	42,478	-8,457	-1,666	2,902	527	2,069	49,699	1
自動車	-22,454	-21,776	-4,368	-1,628	2,054	146	1,969	-17,834	3
その他の輸送機械	2,824	3,067	-1,666	-2,603	1,804	632	27	5,532	-9
精密機械	415	397	-1,448	-96	414	21	403	1,528	4
その他の製造業	-3,982	-4,012	-2,553	-2,499	907	56	412	133	-1
建築	173,590	176,467	-1,852	8,364	169,955	3,279	164,229	0	-2
土木	-12,457	-12,457	0	0	-12,457	0	-12,457	0	0
電力	-85,160	-72,953	-15,342	5,394	4,163	-2,083	3,314	-67,168	14
ガス・水道	4,657	5,924	-2,386	1,137	7,138	2,837	1,381	35	-27
商業	104,755	104,701	-19,162	-32,123	153,784	53,603	84,389	2,201	0
金融・保険・不動産	80,516	85,912	40,825	-30,360	68,181	48,773	13,389	7,265	-7
サービス	225,793	225,805	-114,807	174,846	182,220	83,589	36,892	-16,454	0
公務	77,187	77,362	-82	-460	77,904	627	110	0	0
運輸	-34,354	-26,963	-3,995	-63,146	60,868	20,417	20,990	-20,690	22
分類不明	-22,628	-22,706	-2,001	-20,985	4,340	1,086	2,474	-4,060	0