

第 2 章

日本の工場排水対策における下水道の役割

- 大阪市の経験をもとに -

藤倉 良

要約： 工場排水対策としての下水道の意義と，その開発途上国での実現可能性を検討するため，日本の事例研究を行った。大阪市では，全国に先駆けて 1973 年から水質料金制度を導入したことが，企業の節水と水の再利用を促した。北九州市では排水規制が実施される前から，洞海湾で水質が改善されたが，これは水資源の不足による節水と水の再利用が進んだためである。

キーワード： 水質保全，下水道，工場排水，大阪市，洞海湾

はじめに

日本の公害経験が語られる際に中心的テーマとなっているのは，水俣病に代表される工場排水による水質汚濁である。イタイイタイ病や「公害の原点」といわれる足尾鉍毒事件は，土壤汚染の文脈で語られることが多いが，原因は鉍排水による水質汚濁である。

こうした水質汚濁事例は，比較的小規模の工業都市か農村部で発生した公害問題である。静岡県の子の浦が富士市内の製紙工場から排出される廃液によってヘドロで埋まった事件も，同様と考えられよう。

一方，大都市の公害経験として語られるのは，もっぱら大気汚染，とり

わけ二酸化硫黄による汚染問題である。東京都や大阪市などの大都市でも水質汚濁は深刻化したが、産業公害ではなく、家庭排水問題として認識されている。

北九州市や四日市市などの規模の大きな工業都市でも、工場排水による漁業被害は発生したが、公害経験として話題の中心になっているのは、どちらの都市でも大気汚染である。北九州市にある洞海湾は溶存酸素がゼロになり、「死の海」といわれたが、漁民の抗議活動は発生しなかった。四日市市では1950年代から沿岸で獲れた魚の異臭と漁獲量の減少に抗議する漁民の活動が行われたが、これが公害対策のきっかけとはならなかった。

その結果、大阪市、四日市市、北九州市など、公害問題に積極的に取り組んできた諸都市の対策の記録を見ても、記述の多くは大気保全対策にさかれ、水質保全対策に関する記述は相対的にかなり少ない。その理由として、以下が考えられよう。

まず、日本では工場排水が上水源を汚染するということがなかった。近年、中国や韓国で上水源の汚染により水道の使用停止という事態に至り、社会問題化しているのとは対照的である。日本では、工場は主に海岸部に立地し、工場排水は海か川の下流部に排出されてきた。上水源を汚染するような位置に、工場は立地していなかったのである。このため、水俣病やイタイイタイ病など、汚染物質が食品に蓄積された事例以外には、水質汚濁に由来する健康被害が顕在化しなかった。

次に、都市部での水質汚濁問題の原因となっていたのは、生活排水であり工場排水ではなかった。問題となったのは、生活排水に起因する水質汚濁がもたらす悪臭や景観の悪化というアメニティの低下であった。水の汚れで健康被害が発生しているわけでもなく、特定の汚染源があるというのでもないので、都市部で住民が特定の水質汚染源に反対して運動に立ち上がるという状況には至らなかった。大きな社会問題にはならなかったのである。

一方で、大気汚染では市民の健康被害が健在化した。発生源は煙突のあ

る工場や発電所である。一見，市民生活とは無関係な施設から汚染物質が排出されているのを目にすることができるので，大気を汚す工場や，これを容認している行政に対する市民の不満が高まり，陳情，抗議活動，選挙時の野党への支持，訴訟といった形で表された。社会問題化し，多くの市民の関心を集めたのである。

1970年代前半までは国の政策も整備されていなかったもので，大気汚染が顕在化した都市では，市民の不満に対応するために自治体が知恵を絞りながら，それぞれの政治的，社会的状況に応じた政策手段を用いて企業に公害対策を実施させていかなければならなかった。国の制度と矛盾を抱えながら政策が進められていた場合もあるⁱ（藤倉 2002）。首長や自治体のイニシアチブと創意工夫が大きな意味を持ち，環境政策がダイナミックに変動していった時期である。こうして，大気汚染対策が自治体固有の成功体験として語られることとなった。

ダイナミックな政策の変化が生じた大気汚染対策とは対照的に，都市部の工場排水は以前から進められてきた下水道の普及が重要な対策であった。本来，下水道は雨水と生活排水の排除が目的であり，生活排水対策として普及が進められてきた。都市部の水質汚濁の最大の発生源は家庭排水であるから，自治体も下水道の普及に力を入れた。しかし，1970年11月に開催された公害国会で下水道法が改正されて，下水道事業の位置づけに水質保全が明記されてからは，工場排水対策としての下水道の意義も高まった。そして，現在では下水道が工場の個別の排水処理と同等以上に，水質保全上の貢献をしている。

すなわち，都市の工場排水対策では，下水道部門が従来からの計画に従って，普及率を上昇させて改善させた面が大きかった。国が策定した政策の枠組み中で，自治体はそれぞれの事業執行を実施していけばよかったのである。下水道事業には国から補助金も支給されるので，一定の技術力と財源が備わっていれば，どの自治体でも事業を確実に実施できた。そして，毎年の事業成果の着実な積み上げが確実に効果をあげた。国の制度と齟齬

をきたすようなダイナミックな政策転換は、自治体には無用であったといえよう。これが、都市における工場排水対策が公害史の中で、大気汚染対策ほど大きくは取り上げられない理由であると考えられる。

平成 16 年度の大気汚染防止法に基づくばい煙発生施設数と水質汚濁防止法上の特定施設数を表 1 に示した（環境省 2005）。施設数を全国レベルで見ると、後者が前者より 35% ほど多いが、東京都と大阪市では後者が圧倒的に少ない。東京都や大阪市では下水道が完備し、工場の殆どが下水道に接続しているためである。大阪市で水質汚濁防止法の規制を受けている工場は 100 に満たない一方で、およそ 3 千の工場が下水道に接続している。

表 1 平成 16 年度の大気汚染防止法にもとづくばい煙発生施設数と水質汚濁防止法上の特定施設数（カッコ内は全国の施設数に対する割合）

	東京都	大阪市	全国
ばい煙発生施設	9,707 (4.5%)	3,750 (1.7%)	216,954
水質汚濁防止法上の特定施設数	1,100 (0.37%)	83* (0.03%)	292,379*

出所）平成 16 年度大気汚染防止法施行調査及び同水質汚濁防止法施行調査をもとに筆者作成

*) 瀬戸内海法上の特定施設を含む

行政の組織区分で言えば、大気汚染の固定発生源は環境部局が監視しているのに対し、東京や大阪では水質汚濁の固定発生源はほぼ全部が下水道部局の管轄下にあるのである。

工場排水を下水道に集めることができれば、自治体が公共用水域に放流される排水の水質を管理することになり、自治体に能力があれば、それぞれの工場に水質管理をゆだねるよりも水質の信頼性が高まるといえよう。また、下水道料金は工場からみれば環境税的な効果を持っているので、自

治体は料金値上げを行うことで、工場に対して排水量の減少や質の改善に向けた努力を促すことができる。

本稿では、日本の工場排水対策を国と大阪市の下水道整備の観点から分析する。あわせて、北九州市洞海湾の事例を検討しつつ、工場排水処理がどのような背景から行われてきたかについて考察する。最後に、その経験を開発途上国に移転する際の課題について検討する。

第1節 下水道政策と水質保全対策の経緯

1. 戦前の下水道法

日本の近代下水道の歴史は、1891年（明治17年）に着工された東京の神田下水に始まるといわれる。下水道は江戸時代に頻発したコレラや赤痢などの水系伝染病対策として建設された。1900年（明治33年）には、汚物清掃法と同時に下水道法が成立し、都市衛生対策としての下水道が国の制度として確立した。

当時の下水道法の目的は汚水と雨水の排除である（第一条）。そして、市が下水道を築造しようとするときは、内務大臣が認可した（第二条）。

下水道を設けた地域内では、土地利用者には下水道に汚水や雨水の疎通施設を設け、これを管理することが義務づけられた（第三条）。つまり、工場が下水道地域内に立地する場合には、排水を下水道に流さなければならなくなったのである。この規定は、私人に新たに義務を課す厳しいものであるが、明治時代という時代背景がこのような規定の策定を可能としたのであろう。この規定は戦後の新・下水道法にも受け継がれてゆく。

2. 戦後から公害国会までの下水道法

上下水道は、戦前から内務省と厚生省が共管する二元行政で実施されてきた。戦後になっても、それぞれの業務を建設省と厚生省が引き継ぎ、二元行政が継続された。しかし、事業が広範囲に実施されるようになると、その解消が求められるようになった(日本下水道協会 1986)。そして、1957年に、上水道は厚生省、下水道は建設省、ただし、終末処理場は厚生省、工業用水道は通産省という水道行政の「三分割」が閣議決定された。

閣議決定を受けて、関係三省がそれぞれの所掌事業を拡充させる中、建設省は下水道法の全面改正に着手した。1958年に新たな下水道法が公布され、1959年に施行された。新下水道法の目的は「都市の健全な発達及び公衆衛生の向上に寄与」することである(第一条)。旧下水道法に規定されていた下水道地域内の土地利用者に対する設置義務は、新下水道法にも受け継がれた(第十条)。ただし、新法でも目的はあくまで都市衛生と雨水排除であり、下水が流れて行く先の公共用水域の水質保全は意識されていなかった。公共下水道の末端に終末処理場が必ず設置されているというわけではなかった。むしろ、当初は集められた下水が未処理で流される場合の方が多かった。

新下水道法は、公共下水道施設に悪影響を及ぼす下水や下水処理場からの放流水質を悪化させる下水の流入を排除するため、下水道の使用者に除害施設を設けさせることができることを規定し(第十二条)、公共下水道の管理者に対して、除害施設を検査する権限を与えた(第十三条)。

下水道地域内に立地する工場に対して、除害施設の設置と運転を厳格に遵守させることができたならば、この時点で生活排水のみならず、工場排水に由来する水質汚濁を下水道によってかなり軽減できたであろう。しかし、工場に設置する除害施設は下水道を損傷させるような排水の防止対策でしかなかった。また、この時点では、自治体職員が工場の立入検査を行えるのは「日出後日没前に限」られていたし、実際に立入検査が頻繁に行

われた形跡もない。仮に立入検査で除害施設の不備を指摘できたとしても、工場がそれに従わない場合に罰則も規定されていなかった。新下水道法の立入検査や除害施設の設置に係る規定は、後に下水道が工場排水を適正に処理するための根拠となったが、この時点では工場排水対策として実効性をあげることはできなかった。

その後、終末処理場を厚生省所管とした 1957 年の閣議決定では下水道行政に不都合が生じるという主張が自治体などから強く出されるようになった。1966 年には、行政管理庁が下水道の所管を建設省に一元化すべき旨の勧告を出した。これをうけた形で、1967 年に下水道行政は建設省所管に一元化することが閣議了解された（日本下水道協会）。

3. 水質二法

公共用水域に排出される工場排水の規制は 1958 年から始まる。

この年、本州製紙江戸川工場から排出されたパルプ廃液が原因で、漁場に大量の魚が浮いた。この漁業被害をめぐって千葉県浦安の漁民が工場に乱入するいわゆる「江戸川事件」が発生した。このような社会的背景もあって、同年 12 月に「公共用水域の水質の保全に関する法律」（以下、「水質保全法」）と「工場排水等の規制に関する法律」（以下、「工場排水法」）が制定された。前者は経済企画庁、後者は通産省が所管した。

二つの法律は水質二法と呼ばれ、セットで水質保全を図ることを目指していた。まず、水質保全法で汚濁の著しい公共用水域が「指定水域」として指定され、その水域の水質基準（現在でいえば排水基準）が定められた。次に、この水質基準に適合するように、工場排水法が工場から指定水域に排出する排水を具体的に監視することになった。

水質二法は制定当初から、実効性のないザル法であるという指摘がなされていた。理由のひとつとして、水質保全法第 1 条第 2 項に、「前項に規定する生活環境の保全については、産業の健全な発展との調和が図られるよ

うにするものとする」という，後の公害対策基本法でも問題となる「経済発展との調和条項」が明記されていたことがある。しかし，この条項があるからといって，厳しい水質基準を設定することが不可能であったというわけではない。

問題であったのは，指定水域として指定されない水域には法規制が全く課せられないことであった。指定は，「当該水域の水質の汚濁が原因となって人の健康を保護し，若しくは生活環境を保全するうえで看過し難い影響が生じ，若しくは関係産業に相当の損害が生じているもの又はそれらのおそれのある（第５条）」水域のみが対象となる。すなわち，問題が顕在化した事後の対策だけが規定されていて，将来の水質汚濁を未然防止するという機能がなかったのである。しかも指定のためには，関係する五省が経済企画庁所管の審議会で調整し，意見が一致してはじめて実施できる（橋本 1988）という，複雑な手続きが求められていた。

いったん指定水域にされれば，水質基準が各事業場に課せられることになるので，関係各省の利害が絡んで指定水域の設定作業は容易に進まなかったであろうことが想像される。最初に指定がなされたのは，法律の制定後４年が経過した 1962 年のことであり，それも問題の発端となった江戸川の上流と下流の他，淀川上流，木曽川上流の４水域だけであった。指定はその後も進まず，1966 年の時点で指定されたのは 20 水域の 10 河川に留まっていた。

こうして，水質二法は公共用水域の汚濁を防止することはできず，高度経済成長の中，全国で問題が顕在化してきた。

4. 公害国会前後

各地で深刻化する公害や，静岡県三島市・沼津市の石油コンビナート建設計画の挫折などを受け，政府は 1967 年に公害対策基本法を制定した。この基本法も，水質保全法同様に経済発展との調和条項が盛り込まれている

上，公害対策を主管する官庁を決められず，実効性に欠けた面があった。

しかし，政府として公害に対して取り組む政策の枠組みが形成され，環境基準の導入が決定された意義は大きい。即効性に欠けてはいたが，1970年の公害国会以降に進められた国としての本格的公害対策の基礎となった。

水質環境基準¹¹は1970年4月に制定され，同年5月には水質二法が改正された。これにより，水質保全法による規制対象事業場の拡大や，指定水域の指定要件の改正が行われた。工場排水規制法における特定施設も追加され，同法による規制権限の全てが通産大臣から都道府県知事に委譲された。

指定水域の指定もここから急速に進み，1970年度に29水域が追加され，水質汚濁防止法の制定によって水質二法が廃止される1971年6月までに，全国で81水域が指定水域となった。規制対象項目も，1962年に指定された江戸川水域ではpH，COD，SS（浮遊物質）の3項目でしかなかったものが，1971年に指定された旭川・吉井川水域では18項目に増えている。

1970年11月に開会された公害国会では，14の公害関連法が成立・改正された。水質二法は廃止されて水質汚濁防止法が制定された。従来の指定水域制度は廃止され，公共用水域の全てが規制対象となり，排水基準の違反者に対しては直罰が課せられることになった。

下水道法も公害国会で改正され，公害法としての性格をも合わせ持つことになった。主な改正点は以下のとおりである。

目的に「公共用水域の保全に資する」ことが追加され，公共下水道は終末処理場を有するか流域下水道に接続することが要件とされたこと（第一条）。

環境基準を達成するために，都道府県が建設大臣の承認を得て流域別下水道計画を定めること（第二条）。

流域下水道に関する規定を整備したこと（第二十五条）。

政令で定める量または水質の下水を公共下水道に排出する者は，そ

の量と水質を下水道管理者に届けるとともに、水質の測定が義務付けられたこと（第十二条）。

下水道地域内の汲み取り便所は、下水処理開始から３年以内に水洗化すること（第十一条）。

下水道使用量について、水量だけでなく水質についても使用料を徴収できることを明らかにしたこと（第二十条）。

ここで初めて下水道が水質保全の手段として位置づけられ、都市の水質改善の原動力となった。事業者による工場排水モニタリングが義務付けられた上、水質による使用料を新たに追加する自治体が現れた。これが、事業者の水の節約とリサイクルを促す効果を発揮した。具体的には以下で大阪市の事例から検証する。

第２節 大阪市の下水道対策

１．歴史

大阪市の下水道の歴史は１６世紀末期から始まる。１５８３年、豊臣秀吉は大坂城と城下町の建築に着手したが、大坂は淀川と大和川によって形成されるデルタ地帯であったため、水はけが悪く、雨水の排除が当初からの課題であった。このため、下水道が市内を並行する道路の間の家屋と家屋の背中合わせになるところに、東西と南北の方向に建設された。このような配置から「背割下水」といわれたり、都市計画の実行者名から「太閤下水」といわれたりした。

江戸時代に入ってから背割下水は建設され続け、その一部は戦後まで使用された。

戦後の大阪市の下水道普及の原動力となったのは水洗便所普及事業である。１９４７年ごろまでは食糧増産が求められ、尿尿の農地還元が進められて

きた。しかし、1949 年頃から化学肥料が普及し始めて農地還元が停滞し、尿処理が課題となってきた。

1951 年、水洗便所に関する業務が清掃局から土木局に移管され、普及が加速する。1955 年に貸付金制度が、1958 年には助成金制度が創設され、水洗化が重点項目として推進された。公害国会で改正された下水道法が水洗便所への改造義務を規定してからは、市は助成金制度を充実させるなど、体制の整備・強化に努め、下水道普及と水洗化を強力に進めることになった。その結果、1978 年には南区で水洗化 100% が達成され、82 年に西区、83 年に東成区で水洗化 100% が達成された。

大阪市の下水道普及率（市の陸地面積に対する処理区域面積の比率）と水洗便所普及率（全市戸数に対する水洗化戸数の比率）及び全国の下水道普及率を図 1 に示す。下水道普及率は 1960 年代後半から 70 年代前半まで毎年数ポイント上昇している。下水道は整備には多額の費用がかかる上、用地収容も伴うので、普通は短期間に急増させることはできない。大阪市内でこのように急速に下水道普及率が上昇した背景には、戦前までに張り巡らされていた合流式下水道の存在がある。古い下水道の末端に処理場はなく未処理のままで放流されていたが、ここに終末処理場を建設することで、新規に管路を敷設しなくても整備が完了できたのである。

水洗便所普及率も下水道普及率とほぼ並行して上昇しているが、1975 年度には前年度から 12.7 ポイント上昇して一気に 90% を超えた。1973 年度に普及率が 75% を超えてから、さらに普及を進めるために、市が 1974 年度から低所得世帯に対する特別助成制度を開始した。これによって、1975 年に低所得世帯での普及が急速に進んだためと考えられる（大阪市下水道局 1990）。

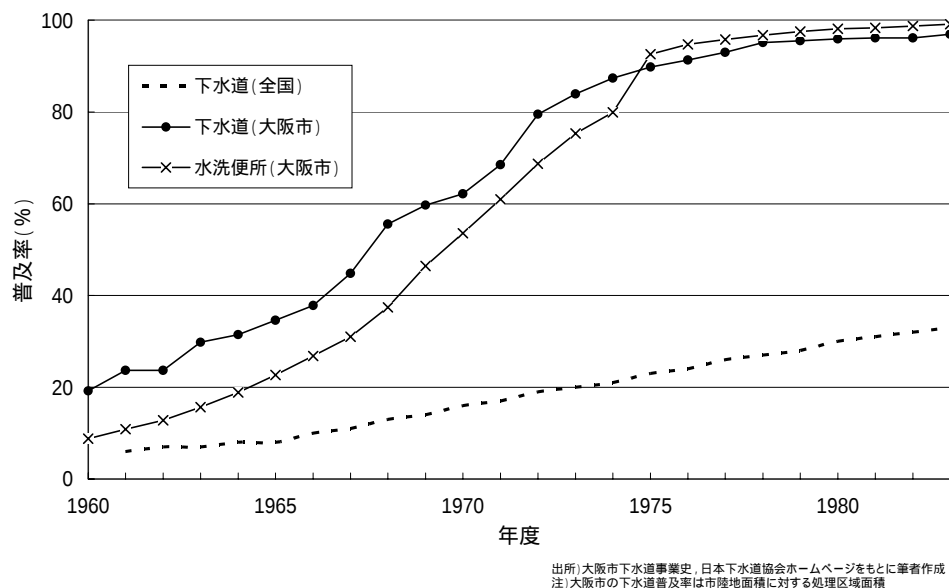


図1 下水道と水洗便所の普及率推移

下水道未整備地区や終末処理場のない管路に接続された排水区域が、処理区域になれば家庭や工場に対して新たに下水道料金が課せられることになる。しかし、料金の賦課に対して市民や工場主から強い反発はおきなかったようである。北九州市などの都市では、下水道料金の課徴を不服とした提訴がおきていたが、そのようなことは大阪市ではなかった。排水区域であれば、下水道への接続を拒否したら、これまで行われてきた雨水の排除も行えなくなり、市民や工場にとっても不利益になるということもあり、下水料金の徴収に応じたのであろう。

例外として、大正区の工業地帯に立地していた鉄鋼所からは自社を処理区域に入れないでほしいとの要望が出されていた。工場の目の前は海であり、排水のBODは低いので自社内で処理して海に放流するほうが経済的負担は少ないためである。このため、市は工場の敷地を排水区域には入れたが、処理区域にはしなかったⁱⁱⁱ。

2. 市内の水質

大阪では江戸時代に掘割が多数，開削されて水上交通が発達した。「江戸の八百八町」「京都の八百八寺」と並んで，「浪華の八百八橋」と呼ばれ，「水の都」として知られてきた。しかし，明治中期に淀川の大改修が行われて 1909 年には新淀川が完成した結果，市内中小河川に流れる水量が減少し，市内各所で水が停滞して川が異臭を放つようになった。

市立衛生試験所は 1904 年に日本で最初の河川水質調査を行い，それ以降も，中小河川の水質（総アンモニア，固形物量など）を測定している。この結果からも，明治末期から大正，昭和初期にかけて水質が悪化してきたことを伺うことができる。1936 年に実施された調査では，京橋における寝屋川河川水の約 20%は工場排水，30%は家庭排水であると推定されている。

戦後の復興期を経て，1960 年代の高度経済成長期に入ると，汚濁はさらに深刻化し，1963 年には淀川流域が，1965 年には大和川水域が水質二法による指定水域となった。しかし，水質環境が改善されるまでには，さらに時間を要した。1969 年には淀川下流，神崎川上流，寝屋川，大阪市内が水域指定された。水質が最も悪化したのは 1970 年前後であり，特に寝屋川流域の汚濁は著しかった。京橋付近の寝屋川下流では B O D が 65mg/L に達し，支川の平野川でも 200mg/L を超えることが少なくなかった。

大阪市の水道は市の上流から取水しており，市内の汚濁が水道水質に影響を及ぼすことはなかった。また，一部地域を除けば汚染源は主に家庭排水であった。このため，特定の工場に排水処理対策や操業停止を求めるといような住民運動の記録は見られない。1953 年から記録されている公害苦情件数を見ても，1960 年代前半までは水質に係る苦情が公害苦情全体の 2 割を占める年もあったが，1960 年代後半以降の公害苦情は騒音，振動，大気汚染，悪臭が大半を占めている。1970 年代後半からは水質汚濁に関する苦情はほとんどなくなり，半分以上は騒音・振動に関するものになった。水質汚濁に由来する悪臭に係る苦情があることを加味しても，他の公害に

比して水質が苦情件数に占める比重は小さい。

市内河川の水質が改善されたのは終末処理場の整備によるところが大きい。1967年には下水道普及率は45%に達したが、終末処理場で活性汚泥法（いわゆる高級処理）が採用されていた処理場は2ヵ所だけであり、残りは沈殿法（いわゆる簡易処理）であった。1968年に第一次下水道整備5ヵ年計画が実施され、同年、下水道普及率は50%を越えた。1972年には第二次5ヵ年計画が進められ、下水道が急速に普及すると共に、12の終末処理場の高度化が完成して、市内河川の水質は、急速に改善の方向に向かった。

下水道の整備以外にも河川水質の浄化策は講じられた。水門操作によって清浄な水の導入も行われた。道頓堀川では、水門操作によって汚染された寝屋川の水の流入を止め、エアレーションによる直接浄化の試みも行われた。（大阪市環境保健局 1994）

3. 下水道による工場排水処理

1959年に改正された下水道法の施行を受けて、1960年に大阪市は下水道条例を改正し、下水道に放流される工場排水の水質基準を定めた。条例で定められた項目は、pH、BOD、SS、油分、フェノール類、温度、要素消費量の7項目である。さらに、工場から排出される汚水の合計量が終末処理場で処理される汚水量の4分の1を超える場合には、シアンとクロムの2項目が水質項目に追加されることとなった。

水質基準は策定されたが、工場排水の水質モニタリング体制は整っていなかった。公害国会で下水道法が再度改正されたのをを受けて1972年に大阪市下水道条例が改正されるまでは、市による定期的な水質モニタリングは行われていなかった。大阪市の資料に除害施設必要事業場数が現れるのは1973年からである。それまでは、市は市内の事業場について除害施設の設置必要性の有無を把握していなかったと思われる。

大阪では戦後の復興で工場が再開されてから水質モニタリングが行われ

るようになるまで、悪質な汚水流入による下水道施設の破損や事故がたびたび発生した。特に悪質であったものとして、1960年の強酸性排水によるポンプ場施設の損傷事故、1967年の下水管爆発事故（原因不明）、1969年の酸性排水による下水道施設の損傷や油脂による下水道の閉塞、二スの不法投棄による悪臭、1970年のメッキ工場からの未処理酸性廃液による下水管損傷などがある。

市は1972年に工場排水規制業務を推進するため、水質調査課を新設し、工場排水の定期的モニタリングを開始した。2名1班の専従パトロール班が編成されて、工場立ち入り検査が行われた。同じ頃、大阪府警にも公害課が設置され、下水道部と連携して違反摘発が行われた。1973年には水質調査課に45名（うち化学系23名）が配置され、1978年には57名（うち化学系33名）にまで増員されている。立ち入り工場件数は同期間にのべ3,165から6,172に増加し、除害施設設置率も47.5%から95.4%にまで増えた（表2）。

監視必要工場には、年平均1～3回の監視が実施された。除害施設が未設置の事業者には施設設置の指導を行い、設置済みの者には維持管理の指導を行った。通常の違反は軽微なものであったが、連続的な違反や除害施設の故意の停止、未処理水のバイパス放流、濃厚廃液の夜間投下などの悪質な事例もあり、これらにたいしては改善命令や排水停止命令などの行政処分が下されている。

2002年時点では、市内には下水道法と大阪市下水道条例に基づく立入検査の対象事業場数は約3,000あり、これらにたいして年間のべ8,600回の立入検査が行われた。平均立入回数は一事業場あたり年間2.9回となる。立入検査を行う職員は係長級6名、係員32名の合計38名であり、係員のうち14名はもっぱら監視調査を行っている。単純に2人1組のチームが巡回しているとすれば、8,600回の立入検査をチーム数で割ると、一チームあたり年間452回となる、勤務日一日あたりおよそ2ヵ所の検査を行ってことになる。違反件数は80年代初頭の60%前後に減少しているが、年数

回に及ぶ行政指導の結果、事業者の意識が向上してきたものと考えられる。いずれにしても、事業場の指導・監督には相当な行政コストがかかっていることが伺われる。

表 2 1973 年から 1978 年までの除害施設設置状況と規制体制

年度	下水道普及率（％）	除害施設 必要事業 場数	除害施設 設置率 （％）	立入工場 件数（延 べ）	行政処 分件数 ＊	水質調査 課職員数 （人）
1973	83.9	1,300	47.5	3,165	32(0)	45
1974	87.4	1,945	69.9	4,286	43(1)	50
1975	89.8	2,101	77.9	6,199	36(0)	52
1976	91.3	2,558	85.3	5,504	24(0)	56
1977	93.0	2,623	91.0	5,118	15(3)	55
1978	95.1	2,704	95.4	6,172	27(1)	57

注）行政処分件数は改善命令と排水停止命令の合計数。カッコ内は排水停止命令数（内数）

出所）大阪市下水道事業誌（第 3 巻）

4. 特徴的な施策

水質使用料

1970 年の下水道法改正を受けて、大阪市は全国に先駆けて水質使用料の徴収を 1973 年に開始した。一般家庭排水の B O D は最大でも 200mg/L 程度であるので、公平性の観点からこれを超過する濃度の排水を排出する者から別途料金を徴収する制度である。対象となるのは月間排出量 1,250 以上の事業場のうち、B O D または C O D、あるいは S S 濃度が 201 - 2,600mg/L までの範囲のものである。濃度が 2,600mg/L を超える事業場には除害施設の設置が求められる。

水質使用料の対象となる事業場は 1978 年時点で 165 事業場であり，徴収された金額の合計は 784,732 千円になった。一事業場あたりの平均は 5 百万円弱であり，軽くない負担である。これが企業に節水を促す結果となり，徴収開始から 10 年間に対象となる水量は 5 分の 1 以下に減少した。この間に料金が 3 度にわたって値上げされているので，実徴収額はほぼ横ばいである。

大阪市内の工場が下水道に排出した排水の総量と事業場あたりの量を図 2 に示す。工場数は 1974 年の 33,892 を最高に減少の傾向にあり，1983 年には 32,656 と 5.1% 減少したが，同期間に総排水量は日量 581,931 から 233,676 と 59.8% と半分以下に減少している。総排水量の減少は一工場あたりの排水量の減少でほぼ説明できる。工場排水の大幅な減少の原因として，1973 年のオイルショックによる景気後退の他に，水質使用料と 1972 年から導入された下水道使用料の逦増制度とが考えられる。経済的手法の一つとしての下水道料金の効果と言えよう。

此花区にある住友化学旧本社工場（染料，肥料の製造）では下水道料金の負担を減じるため，20 億円以上の投資を行って水の再利用をすすめた。この結果上下水使用量は数万トンレベルであったものが数千トンのレベルにまで減少した。下水道料金の負担を嫌って，市外に移転した昭和製紙のような例もある。

此花下水処理場では，計画 1 日最大汚水量が 168,000 であり，建設当初は受け入れる排水量の 60% を主要 10 社の排水が占め，1974 年には日最大汚水量が 157,400 に達した。しかし，その後流入水量は減少し続け，1977 年以降は 10 万トンを下回るようになった。この低稼働率に対処するため，処理区域を拡大するとともに下水処理場間のネットワークが構築されるようになった。

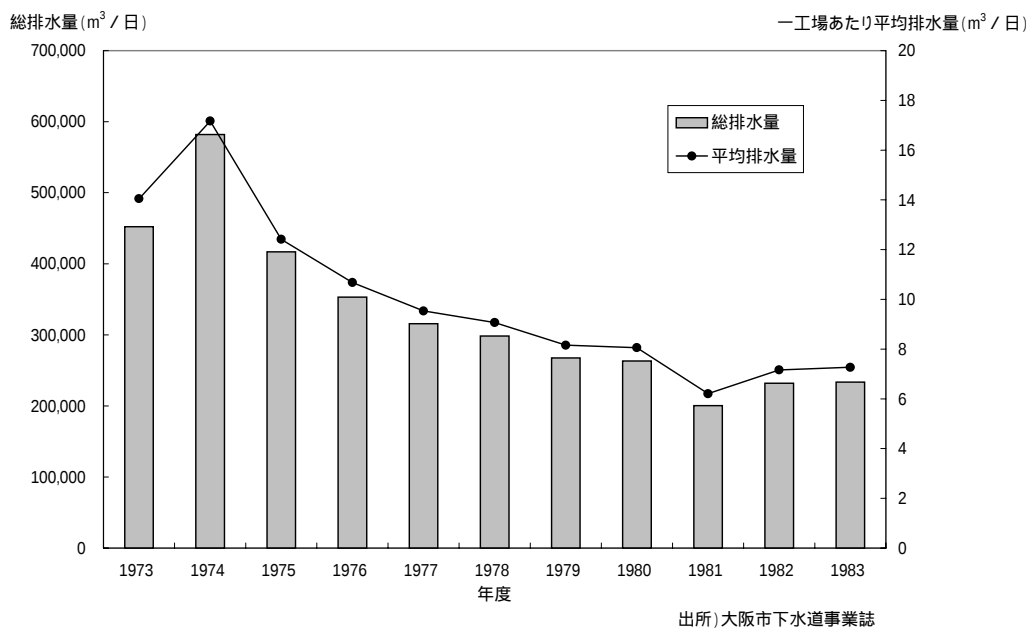


図2 大阪市の工場下水排水量

国及び他自治体との連携

上下水道に携わる職員が自らを「水道人」「下水道人」と称することがある。下水道関係職員の間には所属を超えた連帯感がある。機関間の人事交流には長い歴史があり、意思疎通はすみやかである。

大阪市は下水道整備の先進自治体として、技術職員を国の機関や他の地方自治体に派遣してきた。1964年の新潟地震による下水道復興事業のために新潟市に職員を派遣して以来、1984年までの20年間に、北九州市や奈良県など2県7市の自治体や、万国博覧会協会など3団体に述べ34名の中堅クラスの技術者を派遣してきた。1972年に設立した日本下水道事業団（1974年までは下水道事業センター）には、1984年までに累計60名の技術者が出向し、国内の下水道整備に技術的な貢献を行っている。このようにして、大阪市が蓄積した技術とノウハウが他の関係機関で共有することができた。

第3節 北九州市洞海湾

北九州市は1960年代に降下ばいじん量の日本で最悪の記録を持つなど、激しい大気汚染に直面した。市内にある洞海湾も激しい水質汚濁が発生していた。主要原因は工場から湾へ直接排出される排水であったが、湾岸の工場の排水処理の実施によって解決した。以下にその経緯を示す。

かつて洞海湾はクルマエビ、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。1928年には洞海湾の漁獲高がピークに達した。

しかし、それ以降、漁獲量は急速に減少し、4年後には半減し、1942年頃には漁獲はまったくなくなった。第二次大戦で湾岸周辺の工場が打撃を受けてから復興するまでの期間、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が、戦後復興、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。

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は少なかった。このため、洞海湾の汚濁に対する市民の関心が集まることもなかった。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。北九州市環境科学研究所に保存されている公害関連の新聞記事の中で、最初に洞海湾の汚濁を報じたものは、1966年8月の悪臭についての小さな記事である。

北九州市が初めての理化学的な水質調査を行ったのは1966年である。その結果、湾央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。

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し、これを受けて、経済企画庁は1968年に3回の予備調

査，翌 1969 年に 2 回の本調査を行った。その結果，C O D 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，大阪など海域の 10mg/L 程度を大きく上回っていた。シアンとヒ素も，それぞれ最高値として 0.64mg/L，0.15mg/L が記録された。工場排水の調査結果では，16 検体中の C O D，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。排水が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（山田 1997）。

1970 年 6 月に水質審議会（洞海湾部会）が設置され，11 月に洞海湾の水質指定が告示され，まずメチル水銀などの有害排水が規制された。一般工場排水は 1 年後の 1971 年から規制されることになった。このときの規制基準は，カドミウムやシアンなどの有害物質については現行の水質汚濁防止法の基準とほぼ一致している。C O D は 10～60mg/L であり，現行の一律排出基準である 100～120mg/L よりかなり厳しい。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て，北九州市に工場への立ち入りの権限が与えられた。

C O D に対する規制は一般工場排水ということで 1971 年 11 月から始まったが，洞海湾の水質はそれより前から急速に改善した。湾内 4 地点の C O D 濃度が最大であったのは 1969 年である。規制基準が設定されてから企業が排水処理に着手したならば，湾内の水質の改善が始まるのは 1972 年以降になるはずである。湾岸の企業は環境対策としてではなく，資源回収の意味で排水処理をそれより前から始めていたのである。

洞海湾に面している最大の工場は新日本製鐵八幡製鐵所である。八幡製鐵所は水源に恵まれていたが，増産と設備拡張に伴い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が 1959 年から，酸洗廃液の回収が 1965 年前後から，さらにコークス安水処理が 1969 年から開始された。その結果，1970 年には水の再利用率は約 80% に達した。排水量は 1970 年を 100 とすると，1976 年には 70 まで減少した。

1970 年には日量約 70 トンであった C O D 排出量が , 翌年には約 30 トンにまで減少し , 1972 年にはさらに 10 トンにまで減少している (八幡製鐵所 1980 , 新日本製鐵株式會社 1981)。

洞海湾内の 4 地点の環境モニタリングポイントにおける C O D 値を図 3 に示す。C 類型(環境基準 : 8ppm 以下) にあてはめられている 3 地点では , 規制開始の翌年の 1972 年にはすべて環境基準を達成している。B 類型(環境基準 : 3ppm 以下) の 1 地点も 1975 年には環境基準を達成した。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した。

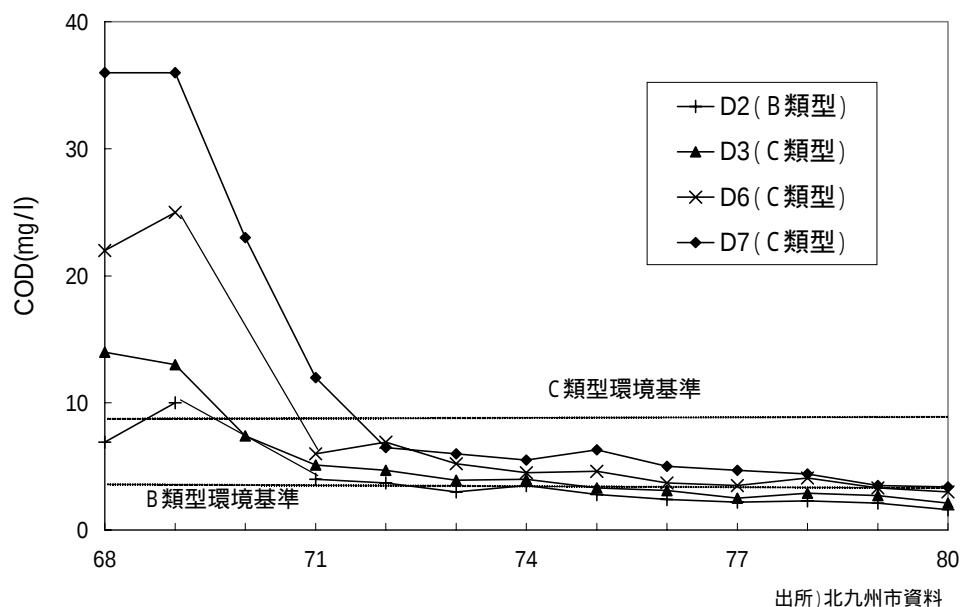


図3 洞海湾の水質(COD)の変化

工業用水の使用料は 1963 年 4 月から 1973 年 7 月までの間 , 据え置かれていた。工業用水使用料が 1970 年前後に企業に節水を促したとは考えにくい^{iv}。高度成長期後半の需要拡大に対応するために水の再利用が必要となり , その結果として洞海湾の水質が改善されたと考えることが妥当であろう。

北九州市は 1970 年代に下水の普及率を急速に高めた。1970 年の下水道

普及率は 20% にすぎなかったが、10 年後の 1980 年には 70% 弱にまで伸びた（北九州市 1998）。その結果、市内中心部を流れる紫川の水質も改善されたが、この河川の汚濁原因は生活排水であった。現在、市の下水道普及率はほぼ 100% に達しているが、八幡製鐵所などの洞海湾を囲む大型の工場は現在も下水道地域から除外されている。各工場で排水処理を行って湾に放流しているからである。湾の汚濁が深刻であった当時の汚濁負荷のおよそ 70% は工場由来と考えられ、洞海湾の水質改善は下水道よりも工場の水の再利用の進捗に負うところが多い^v。

第 4 節 発展途上国支援の観点から見た工場排水の下水道処理

1. メリット

先進国、発展途上国にかかわらず、水供給量が需要に比して不足している状況に直面すれば、企業には節水と水の再利用の動機が発生する可能性がある。これは、水質管理が適正に行われているか否かという問題とは無関係である。洞海湾の事例はこれを示唆している。ただし、実際に節水や再利用に結びつくのは、日本のように水の利用権が厳密に定められて運用されている状況にあるか、そこまでいかなくても、中国北部やレバノンのように慢性的水不足に直面し、かつ、行政機関に一定の能力があって、水利用を管理できる国・地域に限られるであろう。早い者勝ちで水源に近い者から先に自由に取水できる国では、水不足が水質管理に結びつくことを期待することはできない。

発展途上地域で下水道に流されている工場排水の量がどれほどあるかについては、情報が少なく、現時点で明らかにすることはできなかった。しかし、この地域の下水道普及率は低いので、それほど多く流されてはいないであろう。ここでは、工場排水を下水道が受け入れる場合のメリットと

課題について検討する。タイでは、バンコク市内に立地している中小企業を工業団地に移転させ、そこでの排水を集団処理しているが、このような例も広い意味での下水による受け入れと考えることができよう。

下水道を整備できる経済力のある国や都市であれば、ある程度の行政能力も期待できる。そのような状況にあることを前提において考察を行う。下水道地域内で工場が下水道施設に接続することを義務化した場合のメリットとしては、次が考えられる。

下水道使用料を徴収することで、工場に節水や水の再利用の動機付けが行われる。

食品製造業や製紙業など、排水の主成分が有機物である工場では、BODが極端に高くない限り、工場内に排水処理施設を設置・運用する必要がなくなる。

こうしたメリットを享受するためには、どのような体制が必要となるであろうか。

まず、行政機関の連携について検討する。下水道を担当する部局（例えば公共事業省）と環境管理を担当する部局（例えば環境省）とは異なることが一般的である。日本でも、1971年に環境庁が設置されたとき、建設省下水道部を環境庁に移管することが検討されたが、最終的には実現しなかった経緯がある。日本のように行政機関間での連携が比較的良いところは開発途上地域では少なく、縦割り行政の弊害が大きいことはよく指摘されている。このような場合、下水道部門がどこまで環境に配慮した法令の策定・運用ができるか、終末処理場の排水の水質が排水基準に適合させるようにするかは、ひとつの課題となろう。日本の経験を省みても、下水道部門が水質環境保全を明確に意識したのは、公害国会で下水道法の目的に水質保全が加えられてからである。省庁間の連携を促進するようなメカニズムが必要である。

工場のモニタリングは、日本においても専従職員をおいて確実に実施できているのは政令指定都市など一部の自治体に限られているのが現状である。大阪市のように多大な行政コストのかかるモニタリングの実施を期待することはできない。しかし、公共用水域に排出されている排水も同様にモニタリングできていない状況であるから、どちらがよりましなモニタリングができるかという点に帰着するだろう。下水道を積極的に建設している国や都市であれば、下水道部局には環境部局よりも手厚い人員と予算が振り向けられている可能性がある。そうであれば、工場排水のモニタリングは下水道部門にまかせ、環境部局はそれ以外の排ガスや廃棄物の監視に資源を当てるのが合理的と考えられるのではないだろうか。

下水道が整備され、ある程度の工場排水モニタリングが実施できれば、水質の問題はかなり改善することが期待できよう。また、そうすることにより、利点の にあげた下水道使用料を節約しようとする動機が働き、水の節約や再利用に結びついていくことも期待できよう。

2. 問題点

一方、工場排水を下水道が引き受けることの問題点として、次が指摘されている。

金属加工業のように排水に重金属が多く含まれていたり、強酸性の廃液が発生したりする工場には除害施設を設置し、適正に運転させなければならない。

あらゆる排水を下水道に集め、それを管路で海岸まで移送し、海に放流する流域下水道のような下水道の場合、河川に戻されて再利用される水がなくなり、地域内での水の利用効率が低下する。

下水道料金は施設の建設費用が含まれていない場合が一般的であり、汚染者負担の原則が貫かれない。

高濃度の排水を低濃度の下水に混ぜてから処理することは効率が悪い（中西 1979）。

まず についてである。下水道施設を損傷するような悪質な廃液を流す事業場を特定することは容易ではないが、下水道部門にすれば自らの施設を守るためにモニタリングを実施するという動機も発生するかもしれない。そうであれば、食品製造業や製紙業のような有機物が排水汚濁物質の主体となっている工場のモニタリングはとりあえず置いておき、重金属や強酸、強アルカリなどの廃液を流す可能性のある業種を重点的にモニタリングするという方法も考えられる。もちろん、こうした対象事業場の優先順位付けを行うためには、どの工場が何を製造し、どのような排水をどのくらい排出しているかという基本的な情報を整備することが必要である。

問題点の は、メリットの と裏腹の関係にある。食品工場に排水処理施設を設置させて維持管理させながら公共用水域に排出させて処理の効率性の追求と汚染者負担の原則を貫くか、工場には下水の維持管理料のみを負担させて、高濃度の排水は下水に受け入れ、下水道運営主体が処理するのかという問題である。この点は行政の哲学、原理原則に係ることになるが、開発途上国の水質汚濁問題がなかなか改善しないことを考えれば、下水を建設しそれを管理できる能力のある地域であれば、効率性や汚染者負担の原則よりも水質改善の緊急性が優先する場合も少なくないであろう。

3.ODAとして実施する上での課題

最後に、このような計画を日本がODAとして支援する場合の課題を検討する。

従来型の工場排水案件、水質保全案件はプロジェクト方式技術協力型で汚染物質の化学分析技術を移転することに重点がおかれてきた。しかし、上記で検討した下水道による工場排水処理を進めるためには、化学分析技

術だけにとどまらず，工場の立ち入り検査のノウハウなど行政上の技術も重要になってくる。

このような技術・ノウハウはコンサルタントではなく地方自治体に蓄積されている。しかし，地方自治体には人材をODAに提供するだけの余裕がなく，国際協力を積極的に行おうとする動機を有する自治体は限られている。また，言語の問題もあって，現地で十分な活動を行える人材は極めて限られている。こうした人的資源の確保が課題となる。

金額ベースでみると日本の環境ODAの中では下水道プロジェクトが大きなシェアを占めている。設計・施工に関する技術も蓄積されている。一方で，発展途上地域の下水道に対する要望は依然大きく，下水道プロジェクトが今後も日本の環境ODAの中心的存在でありつづけることは間違いないだろう。ここで言う下水道プロジェクトは円借款による建設が中心であり，雨水と生活排水の排除と処理が中心課題であることは当然であるが，技術協力をリンクさせて，工場排水対策の面も合わせもつプロジェクトを進めることを検討することにも意義があろう。

謝辞

本稿の作成にあたり，井上和雄大阪市環境局環境部土壌水質課課長代理，片山恒雄北九州市建設局理事，鎌田寛子国際協力事業団国際協力専門員，武貞一彦元大阪市下水管理部長（肩書きはヒアリング当時）各位のお話を参考にさせていただきました。また，（財）大阪市下水道技術協会から，『大阪市下水道事業誌（第3巻）』を無償でご提供いただきました。お礼申し上げます。

i 1960年代から70年代前半にかけての、大気汚染対策では国の制度と自治体の政策との間に次のような問題が発生していた。横浜市が締結していた公害防止協定が、法的に問題があるという指摘があった。ばい煙規制法が市町村長に規制権限を委譲していないことを、大阪市が問題視していた。三重県は国の制度にない硫黄酸化物の総量規制を導入し、これが違法の可能性があると考えられた。

ii 当初、健康項目はシアン、メチル水銀、有機リン、カドミウム、鉛、6価クロム、ヒ素の7項目、生活環境項目はpH、BOD（湖沼、海域はCOD）、浮遊物質、溶存酸素、大腸菌数の5項目であった。

iii 現在、この鉄鋼所はなくなっている。

iv 1963年から1973年までは、基本料金、特定料金ともに5.5円/であった。これらが1973年7月に8.5円/に改定され、1976年にはさらに15.0円/まで引き上げられた。

v 洞海湾の水質改善後にも高濃度の重金属を蓄積した底質が残り、その除去を誰の負担でどのように行うかが課題として残されていた。このとき汚染の寄与は企業分が71%と算定され、対策費用の同率を湾岸の企業が負担し、残りを国、県及び市が負担することになった。最終的には、新日鐵、三菱化学、旭硝子の大手3社が約13億円を支出した（八幡製鐵所1980）。

参考文献

< 日本語文献 >

大阪市環境保健局 [1984] 『大阪市公害対策史』ぎょうせい。

大阪市下水道局 [1990] 『大阪市下水道事業史 (第3巻)』大阪市下水道技術協会。

環境省 [2005] 『平成16年度大気汚染防止法施行調査』及び『同水質汚濁防止法施行調査』環境省。

北九州市 [1998] 『北九州市公害対策史』北九州市。

新日本製鐵株式會社 [1981] 『炎とともに』新日本製鐵株式會社。

中西準子 [1979] 『都市の再生と下水』日本評論社。

日本下水道協会 [1986] 『日本下水道事業誌 (行財政編)』日本下水道協会。

橋本道夫 [1988] 『私史環境行政』朝日新聞社。

藤倉良 [2002] 「日本の地方公共団体の硫黄酸化物対策 - 高度経済成長期に実施された公害防止協定と行政指導 - 」(寺尾忠能・大塚健司編, 『「開発と環境」の政策過程とダイナミズム - 日本の経験・東アジアの課題 - 』研究双書 No.527, アジア経済研究所, 37 - 78 ページ)。

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』17-24 ページ)。

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』新日本製鐵株式會社。