

# 横浜市公害研究所報

( 第 2 号 )

1978年3月

横浜市公害研究所

## は し が き

横浜市公害研究所報第二号は、創刊号が、「業務報告編」であったので、「研究報告編」とした。

当所は、昭和51年4月の開所であり、業績の蓄積はあまり多いとは伝えない。なかには研究報告としては内容が薄いもの、あるいは、やや直線的思考もみうけられるが、草創を担う若き研究者の意気込みを尊重し、できるだけ原文のまま収録することにした。

本編の編集に当っては、所内に編集委員会を設け、学术论文一般の例にならって、用語や単位、術語等についてはなるべく統一を期した。

次号あたりから所外関係者にも寄稿を求め、社会科学研究室や生物研究室、工学実験室等を有する当所の特色を生かした学際的研究面を充実して、都市環境政策に寄与できる研究を助長して行きたい。

縁あってこの所報を手にした方々から忌憚のないご高評ご叱正を賜わるようお願いする。

昭和53年3月

横浜市公害研究所長

助 川 信 彦

# 目 次

A	総 説	
	“環境計画”と都市自治体の試験研究体制の検討	1
B	部門別調査研究	
第 1	大 気 汚 染	
	I 道路周辺地域への自動車排出ガス影響調査（中区新山下地区）	7
	II 窒素酸化物特殊発生源調査	36
	—小規模燃焼施設—	
	III 複雑な地形下での廃油焼却炉からの悪臭調査と局地的公害問題の住民運動と行政の対応についての一例	40
	IV 相模湾および伊豆諸島海域上での大気汚染物質に関する観測（第一次）	47
	—水平分布と輸送過程—	
	V 横浜市内における大気中の浮遊粉じん、重金属、陰イオンの測定結果と推移	64
	VI 製油周辺の炭化水素（I）	71
	VII 大気汚染規制に伴う分析結果について	89
第 2	騒 音 ・ 振 動	
	I 新山下地区騒音調査結果	95
	II 道路周辺の地形及び建物状況と自動車騒音との関係及びその予測について	101
	III 横浜市の自動車騒音について	107
第 3	水 質 汚 濁	
	I 市内工場及び事業場排水測定結果	113
第 4	地 盤 沈 下	
	I 鶴見川低地の地盤沈下と沖積層	137
第 5	社 会 科 学	
	I 「公害対策・横浜方式」の検討	143
	II 自動車公害の問題性	159

## C 基礎的調査研究

I	浮遊粒子状物質の粒度分布と季節変動 ……………	169
	—デジタル粉じん計のF値と粒度分布および季節変動との関係について—	
II	生物学的手法による工場排水規制方式導入の研究計画 ……………	176
III	魚類の飼育技術に係わる研究 ……………	180
IV	溶存食塩の鯉个体群の成長に及ぼす影響について ……………	187
V	有機塩素系溶剤の分析方法について ……………	191
VI	芳香族アミン類環境調査 ……………	195
VII	水中重金属の高精度分析 ……………	210
VIII	ポリビニールアルコール含有排水の処理方法の検討 ……………	215
IX	排水中の非イオン界面活性剤定量の検討 (1) ……………	219
X	生物指標による水質汚濁の評価方法 (1) ……………	225
	—多様性指数の適用—	



# “環境計画”と都市自治体の試験研究体制の検討

A Discussion on a System and Organization for Environmental Planning in an Urbanized Autonomy

助川 信彦\*

## はしがき

田村明の近著に“都市を計画する”(1977年・岩波書店刊)がある。筆者は、この著書を下敷きにして、混沌と変質と流動のさ中にある巨大都市の自治体行政がもつ試験研究機関のありかたや試験研究そのものの進めかた、行政者と研究者のかかわりなどについて若干の考察を試みたい。

## 1. “環境計画”とは？

前述の著書のなかで田村は、巨大都市のなかで生起している諸問題を、「いまや“都市問題”として分析するよりも、これの解決を前向きにはかってゆく、都市政策を必要とする時代になった。そして政策を実現してゆくためには、都市自治体を中心に、従来の中央支配的“地方行政”の枠か

ら抜け出し、“都市経営”の観点からの運営をすることが必要なのである。都市を計画してゆくなかの全体的総合性・市民性・実践性について“環境計画”という立場からの総合性を回復し、市民による自治体を建設し、また、如何にして計画を、現実を変革し整備する活力があるものとなし得るかについての糸口を見出だしたかった。」と述べている。

これは、執筆のねらいを述べたものだが、田村はさらに都市の政策目標を達成するためには、学際的な科学を打ち樹てながら進む必要があることを指摘し、「人間の環境科学としては、もはや自然環境系の内部だけの従来の動物生態学や植物生態学、あるいは大気、土壌といった自然系だけに

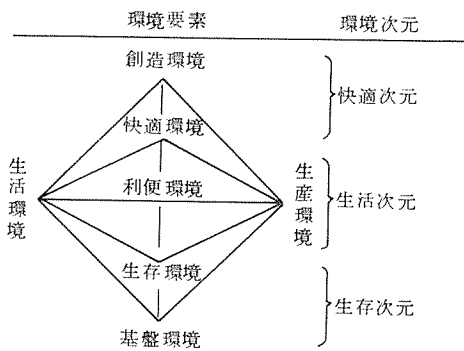
表-1 都市環境評価項目の分類(田村 明)

環 境 要 素		環 境 の 評 価 属 性	環 境 要 素		環 境 の 評 価 属 性
大 項 目	中 項 目		大 項 目	中 項 目	
I 自然環境	1 大 気	空気の質(碑、煤煙、SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 、CO、その他)	V コミュニティ環境	1 空 間	前述
	2 水 域	水の質(pH、硬質、濁度、溶解固形物、BOD、その他)		2 人口密度	集中、分散、土地利用、産児制限、人口移動
	3 植 生	緑被度、活性度、刈込、花		3 土地利用	配置の合理性、相互矛盾、地価
	4 騒 音	強度、連続性		4 ストレス	安心感、圧迫感、阻外感
	5 悪 臭	強度、連続性		5 デザイン	楽しさ、観しめ、敬愛
	6 日 照	日照場所、時間		6 管 理	費用分担、劣力提供、組織、費用
	7 気 候	積雪、降雨、気温、湿度、風向、風力	VI 生活サービス環境	1 教 育	教育機会、教育年限、幼児教育、労働訓練
	8 地形、土壌	高さ、傾斜、地質、土質		2 文 化	観賞行為、創造行為
II 空間環境	1 地下空間	広さ、深さ、用途、耐久性		3 安全、防器	犯罪件数、事故発生、暴動
	2 オープンスペース	広さ、植生、舗装		4 医療保健	予防、治療、緊急医療
	3 構築物空間	広さ、高さ、美観、耐火性		5 商 業	物価、種類、新鮮度、ファッション
	4 建築空間	広さ、高さ、容積、美観、用途、耐火性		6 レクリエーション	スポーツ、ピクニック、観賞
	5 電磁波空間	障害性、乱反射		7 社会福祉	社会的弱者への福祉の風土、施設、サービス
	6 航空格空間	障害性	VII 家 庭	1 家屋条件	広さ、構造、間取り、色、形態
III 交通環境	1 交 通	通勤時間、選択性、混雑度、安全性、料金、審美性		2 庭 園	広さ、樹木、池、花、開放性
	2 通 信	所要時間、確実性		3 設 備	給湯、暖冷房、消火、冷蔵庫
	3 流 通	迅速性、公平性、選択性		4 備 品	家具、置物、カーペット、絵画、ピアノ、テレビ
IV 供給処理環境	1 上 水	水質、水量、普及度		5 害 虫	ごきぶり、のみ、蚊
	2 下 水	処理能力、処理水質、普及度	VIII 職 場	1 接近性	交通機関、混雑度、料金、時間
	3 固形廃棄物処理	処理能力、運搬能力、再成能力		2 安全性	診療所、予防医学、安全装置
	4 電 力	供給能力、電杆の有無、電源施設		3 アメニティ	厚生施設、衛生施設、色彩、雰囲気
	5 ガ ス	供給能力、安全性		4 職場条件	やりがい、所得、自由度
	6 燃 料	供給能力、運搬方法	共 通	要 素	コスト、負担方法

\* 横浜市公害研究所長

(2)

とどまるものではない。人工的技術や人間社会をも自然系のなかにとり込んだ新しい環境科学が産み出されなければならない。」と述べ、「都市を静態的にでなく、動態的にとらえ、実践的に有効に立ち向う」必要性を強調している。また、ハーベイ・パーロフの“大都市における環境評価による分類項目”に田村自身が若干手を加えた表-1を示している。もとより都市の外延には、広大で複雑な環境がひろがっていて、それが都市の活動と重大なかかわりをもっているのではあるが、この表においては、都市居住の人間の側から考えられた項目があげられている。都市の“環境計画”は、新しい環境科学に立脚して、この表-1に示されているような項目についての評価を地道に積み重ねていくことから創めなければならないと思われる。田村は、この点についてつぎのような註釈を加えている。「もちろん、これらの項目は、相互に作用し合い、トレードオフの関係にあるのだから、固定概念で、いくつかの項目について、一方的な絶対評価をすることはできない。」また田村は、環境次元の三段階を挙げ、五つの環境要素を示してその概念図図-1を描き、その展開について述べている。



環境要素とその展開 (田村 明)

図-1

スペースの都合で註釈は省く。ただ、「人類は常により高い次元への環境づくりを求めて努力し

ているが、環境システムのなかでは、高い次元を求めることが足もとを崩していることになりかねない。」という指摘だけを引用しておく。さらに、田村は、環境計画にあたって社会資本投下の重要性にふれながらも、環境計画の観点からの質的評価と全体的影響評価をより重視する必要があることを述べている。実は、残念ながら筆者は、まだこの“環境計画”の概念を十分に消化し、把握してはいない。読者はどうか原著について学ばれたい。

## 2. さる大都市自治体の試験研究機関の意見

田村は、また、都市を計画し、計画を実効あるものとするうえで遭遇しがちな阻害要因をいくつか挙げています。その二三をここに引用すると「セクツ的官庁機構の総合能力の限界、自然科学・社会科学・造型的創造力の未統合、地域住民からの計画形成への努力の欠如」などである。都市自治体の行政各局所属の試験研究機関の業務の総合調整に関しても、その阻害要因には、この指摘と共通の点が多いようである。実例について考えてみよう。先般、さる大都市の首長とその傘下の試験研究機関の代表らとの討議の内容の一端について仄聞するところがあった。もとより仄聞にすぎないから、筆者なりに受けとめた印象の走り書きである。筆者自身も都市自治体のなかの同種の機関の一員であるので、いろいろな先入観念もあり、早合点もあって、思わず知らず、多少のフィクションを混えて述べることになるかと反省される。そこで、以下の記述は、筆者の“創作”と考えて頂いてもよい。文責は全く筆者に帰する。

その自治体の試験研究機関には、つぎのようなものがある。いずれもそれぞれの時代ごとの行政の必要に応じて各局が設置したもので、新旧とどりでその機能も区々だが、主として、自然科学系の技術職員や研究員を擁して、諸験研究にとりくんでいる。建築関係材料検査所・公害研究所・

補装具研究所・老人問題研究所・衛生研究所・工業技術センター・繊維研究所・農業試験場・水産試験場・蚕業試験場・土木技術研究所・清掃研究所等である。それらの試験研究機関に対して、あるとき、その自治体の首長から研究調整の必要があることが告げられた。それに対する試験研究機関側の反応は、つぎのようなもので、かなり云いたいことを云っているという感じであった。「首長は、政治家であるが、研究については素人である。首長がその権限をもって研究に介入してくるとしたら問題である。これまでも試験研究機関は、政治や行政からいろいろと披書をうける来た。研究の必要性のある課題を行政がとりあげなかったために、宙に浮いてしまった研究もかなりある。そのような課題のなかには、機関側が内部でやりくりをして研究を繋いでおいたために、それが問題化したとき、行政側はその研究データをよりどころにして局面を切りぬけることができたというような場合もあった。ちかごろでは、たびたび公害問題などの突発的業務に専門家として動員されて、地に着いた研究が順調に進まなくて困っている。また、研究という以上は、学問を土台とし、学問の進歩に寄与するものでなければならない。行政の役に立つような研究だけをやれと云われても困る。未解明の問題にとりくむと、まず検体の採取の段階から困難に打ちあたり、その試験方法も既知の方法の利用ができないようなケースもでてくる。学問的な基礎がしっかりしていなければ、行政検査のデータでさえ、世人の指弾の的になるだけの結果に終るであろう。行政検査と純粋な研究とは、表裏の関係で結びついている。ここでにわかに一線を画せと云われても簡単にそういうわけには行かない……。」というものであった。以上は一応もっともな意見であるが、少し掘り下げてこれらの発言の問題点を洗ってみよう。首長が研究調整に名を借りて研究の自由を侵そうとしているなどと非難することは、研究者側の思いあがりではなからうか。首長は市民の信任を得てその

座にあるのだし、市民の保護のために、その税金等を有効に生かして使う義務を負っている。試験研究機関に限らず、行政機関の仕事を掌握し、その改善に努めることは、首長として当然の義務であり、また、その権限も有している。試験研究機関は、決して純粋な学問研究の場ではない。また、公害問題などの突発事に専門家として動員されることを迷惑がっている態度もどうかと考えられる。そして、予算獲得について行政側が不熱心で困るといわんばかりの発言をしているが、たしかにそのようなトラブルは絶えないことだろう。(この自治体にもありがちなことだ。)いずれにせよ、行政側と研究側との風通しのわるさを感じられる。だが、一方において、実験条件を単純化した特定の化学物質の検出方法の検討など、基礎的な研究を大学や国や企業などから依頼されると、進んで協力しているようだ。そして、都市住民が現に困っている問題がもちこまれてくると、セクトが違うとか、繁忙でできないとか、専門外だとか云って断わる傾向がある。このようなことでは、研究調整に首長が乗り出して当然だと云えないであろうか。

### 3. さる大都市の首長の意見

上記の試験研究機関側の意見に対するその自治体の首長の反論もかなりきびしいものがあった。「これまでの研究は、物の生産に従事する側の利益に奉仕することに偏ってはいなかったか。もとより、中小企業の生産活動に伴う安全性の確保や公害対策への技術援助やそれらに関連する研究は、これからも重視したい。それ以外の研究は打ち切るべきではないか。これからは、消費者や住民を守るために、食品・繊維・家具・家庭用品などの安全性や毒性の研究に力を入れて欲しい。本来ならば、国や企業が市場に製品が出廻る以前に、このような研究を行ない、安全なものを売るようにすべきである。しかし、現状は必ずしもそのようにはなっていないようだからお願いするのだ。ま

(4)

た、たとえば、補装具研究所は、よい器具を発明し、これを身体障害者に交付し普及を図りながら、身体障害者と共同してその器具をさらに改良して行って欲しい。このように一貫した研究でなければ、十分な成果は得られないと思われる。現に、外国には、そのような形の研究が行なわれているところがあるらしい。わが国では、そうした一貫研究は、制度的に隘路があって出来ないという。どうしたら、そのような隘路を打開できるかを考えてもらいたい。また、農業試験場は、農民のためだけに働くところだと考えずに、公害など市民を守る研究にもとりくんで欲しい。これまでの行政の管理職は、研究の自由を尊重するなど云って、研究業務の内部点検をおそろかにしていたのではないか。そもそも、試験研究機関は、行政機関に所属しており、決して純粋な研究の場ではない。学問のための研究は、国や大学にお願いしようではないか。そのような研究は、即刻おやめ頂きたい。自治体行政において大切な研究のひとつは、社会的弱者を守るための研究である。また研究者ではあっても、自治体職員の一員であり、かつ、一市民でもあるはずだ。云うべきことがあれば卒直に声を挙げて欲しい。研究者だからといって手を拱いていたら、研究費がとれないのは当然だ。説得力のあるデータをもとに行政側に折衝し、その必要性を理解させる努力をはらうがよい。研究者は、積極的に自治体行政に関与してくるべきだ。云うべきことも云わず、局外者のように、行政の批難だけをしているようでは困る。また、研究者が密室にこもって、独善独走の研究を続けることは、かりに、自費を投じてやっているとしても好ましくない。研究者は、研究についての自己の主張や考えかた、行きかたについて、たえず第三者に批判を求めるといふ謙虚さを失わないで欲しい……。」

筆者は、この首長に面識もないし、交際もない。その政治姿勢のすべてを支持するものでもない。まして、首長だからその権限に屈せよと説くので

もない。しかし、ここに引用したこの首長の意見を是とする。この首長は研究者を圧迫したり、研究に不当な介入をしようとしているとは思えない。彼は、社会的弱者の保護などの自己の使命を果すために、その声を代弁し、試験研究機関側に対して、ものの考えかたの変更を求めているようだ。それは、前項の文頭に引用した田村の指摘と共通した考えにもとづくものらしい。まず、セクト的官庁機構の弊害からの脱出を望んでいるようである。そして、また、研究者たちが連帯して創造的な協力を重ねていくことによって、自然科学と社会科学との間の溝を埋め、その統合に寄与することを期待しているのかも知れない。さらに、国や大学など上からの権威の押しつけのような研究に協力することを光栄と感ずるような習性から脱却して、フィールドのなまなましい環境問題の解明に熱意をそそいで欲しいと願っているようだ。研究活動は、研究者自身の意欲にささえられてはじめてよい成果を産み出すものであることをこの首長が知らないはずはない。首長として、これだけの発言を試験研究機関に寄せたことは、それだけ研究者に対して大きな期待を持っていることを示すものとも云えよう。むしろ研究者たちは、このさい奮い起つべきではないか。

このような討論を経て、曲折はあったらしいが、この自治体においては、試験研究機関を対象とする“研究調整機構”を設置することについて、関係者の合意が成り立ったという。その後の消息については全く知らない。

ここで重ねて断っておく。上述のやりとりをどこか特定の自治体にあてはめて興味的に取り沙汰をすることはやめて頂きたい。筆者は自分自身の考えをこのような形で語ったに過ぎないとも云い得るのであるから――。

#### 4. 研究調整のありかたを考える

一体、研究調整とはどんな仕事であろうか。そこには、何か調整の哲学のようなものがあって、

その点についての関係者の大まかな点での共通の理解がなければ、かなり困難な仕事となろう。今、かりに、田村の“環境計画”の考えかたを主軸に据えることについて関係者の合意が得られたとしよう。そうなれば、その自治体の政策目標の達成をめざして、学際的な科学を打ち樹てようとする行政者や研究者の協力体制が産れ易いかも知れない。その場合、既設の研究所には、自然科学系の研究者は多いが、社会科学系の研究者はあまりいないから、その方面の人々の協力を必要とするであろう。まず、その協力者たちに自然科学やそれを土台とする研究手法について一通り理解させなければなるまい。また、自然科学系の研究者が社会科学的研究についても理解をもつ必要がある。そのうえで、それぞれの試験研究機関が日常業務のかたわら、これまでの蓄積をもとにして、それぞれ持ち場を定めて、とりあえず、都市環境の現状評価のデータをまとめる。さらに、関係者がそのデータを検討し、不足なデータを補完するための調査や試験を分担する。そのさい、必要なら同種乃至、異種の専門分野の研究者が集まってプロジェクトを組んでそれらのデータの解析に当り、研究報告をまとめ、さらに行政側と討論して、現状の改善計画や、改善目標達成年次等を検討する。また、市民の有志の意見を吸収して実践上の問題点も明らかにする。こうしてさらに具体的に政策の素案を固め、練り上げて行って為政者の手に渡して選択を委ねる。このようなことができそうである。そうなればこれまでは、行政各局の下請けに過ぎなかった試験研究機関が、その自治体の政策形成に具体的に参画することになり、研究者の士気も昂揚するに違いない。

これは、試験研究機関を今まで通り行政各局に分散して置いたままで、調整によって環境計画的な研究を分担させるやりかたである。そのようなことでは十分に対応できない情勢になれば、統合方策を執ることも考えられる。実現の可能性が大きい統合の構想は、公害・衛生・清掃・資源エネルギー（再利用をふくむ）・緑化・防災・河川及び港湾管理・公園・道路上下水道・市民生活・都市計画など環境関連行政部門の試験研究機関を再編成しつつ逐次一本化していった、仮称“環境（計画）総合研究所”のような機関を設置し、これを自治体行政の企画調整部門乃至環境管理部門のもとに付置するという考えかたであろう。

さらに、抜本策をとるならば、自治体の試験研究者を一堂に集めて首長直属の新しい“都市科学研究所”に所属させることだが、このようにすると、そこに権限的なものも集中し過ぎて問題である。

### むすび

大都市自治体の試験研究機関とその研究者たちは、進んで市民たちのもつ問題に関心を抱き、行政側に接近し、当局の手による機構改革を待つまでもなく、二十一世紀に向けて混迷と変質と流動の歩みをとどめない都市問題の本質を見究めながら、たとえば田村が示しているような“環境計画”的な考えかたをとり入れて、在来の行きかたから脱皮し、都市経営の一端をみずから担うぐらいの意気込みで、研究対象を選択し、相互に提携に努め、要すれば問題ごとに多重構造的なプロジェクトを編成し、その解明にあたることも辞さないという心がまえで、もろともに新しい学際的な市民科学の樹立に参画することをめざして、積極的な研鑽を重ねたいものである。



## I. 道路周辺地域への自動車排出ガス影響調査(中区新山下地域)

## A Study on Auto Exhaust Gas in Areas along a Road

中村 貢\*, 米山悦夫\*, 平野耕一郎\*, 沖津正樹\*,  
鈴木正雄\*, 前田裕行\*, 大田正雄\*, 高橋 潤\*\*

## 1. 目 的

従来から、自動車排気ガスに関する種々の環境影響調査が実施されているが、窒素酸化物(以下 $\text{NO}_x$ という)に関したものは比較的少ない。この理由として、現在一般に用いられているザルツマン法では測定機器の調整や維持が難しく、測定器相互の機差が大きいため、データが比較しにくいことなどが挙げられる。

本調査では、他の測定機も含め調査前に十分機器の調整を実施し、道路からの汚染物質の距離減衰を解明することを目的としている。

又、多項目の汚染物質を測定することにより、自動車による排出物をあわせて調査し、一般大気汚染との関係を究明するものである。

なお、本調査は、同時期に並行して実施されたこの地域の住民健康調査と自動車排気ガスとの関係を究明する資料とすることも同時に目的としている。

## 2. 測定場所及び付近の概要

測定地区は、中区の旧埋立地の一部で、山手、本牧に連なる丘陵が続いている崖下に位置している。

今回の対象道路である主要地方道山下本牧磯子線は、この崖と100m~150m程度離れて平行に本牧へと続いている。この地域には、民家が密集しており、特に高い建物はない。又、道路際と反対側はほとんど倉庫で占められている。

測定に際しては、測定点の位置が解析に大きな影響を与えるため慎重に調査し決定した。

横浜地方気象台の観測結果によるとこの季節の主風向は北風となっている。すなわち風は、道路から崖に向って吹く。

このため、図2-1のように測定場所を決定した。測定場所は、道路にほぼ直角な路地で、路端にプレハブの測定小屋を建てた。又、一部の測定点については、路地周辺の民家を借用した。

図2-2は、道路とガス採取口の位置関係を示す。ガス採取口の高さが一定ではないが、これは借用した場所の条件によるものである。

道路端と称するガス採取口は、車歩道境界の歩道の外側とし、車道端から約3m離れた位置にある。

設置場所は等比級数的になるような距離に配置した。

風上との汚染濃度の違いを知るため、図2-1のように道路の反対側に1ヶ所と、対称として道路からの影響をまったく受けなく、一般大気汚染の濃度を代表する場所と考えられる東北方向に約600m離れた横浜市水道局の船舶給水所を測定点とした。

粉じん、一酸化炭素(以下 $\text{CO}$ という)等の測定地点は、保守等の関係上、新山下2丁目の測定地点と同じ場所とした。

近くに崖があり、風向、風速の影響があると思われるため、図2-1でもわかるように、崖下に近い民家の2階(地上高約6m)と、ビルの屋上(同20m)及び崖上の気象台のデータを比較できるようにした。

\* 横浜市公害研究所大気部門

\*\* 横浜市中保健所(現・横浜市公害対策局大気課)

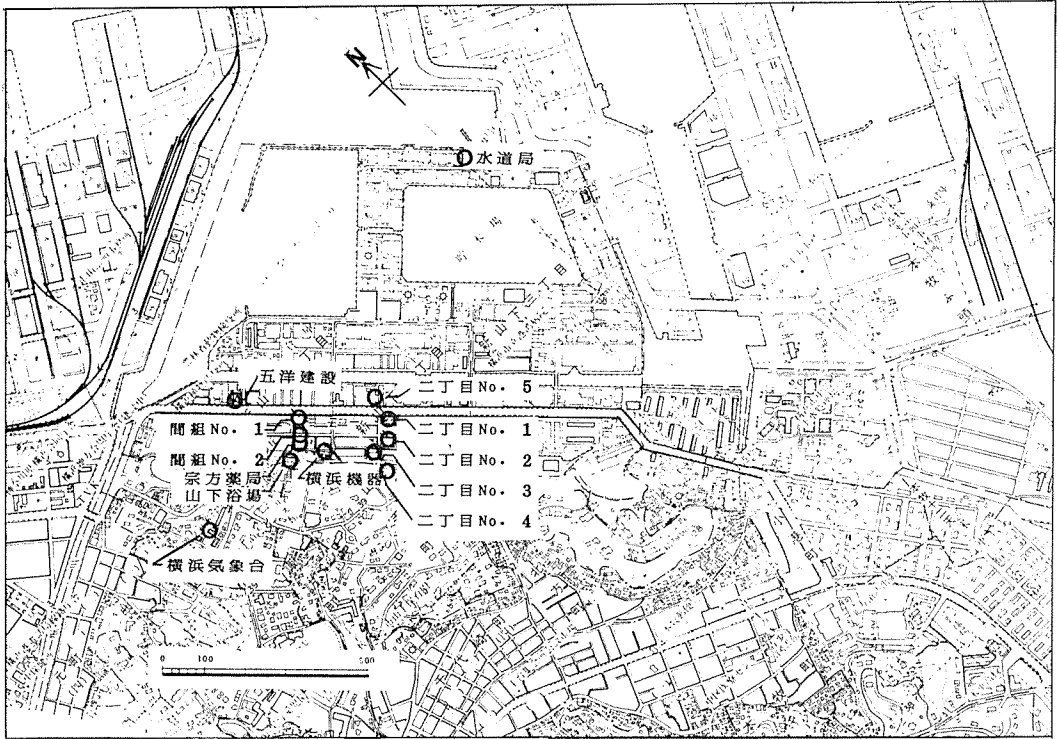


図2-1 測定地点配置図

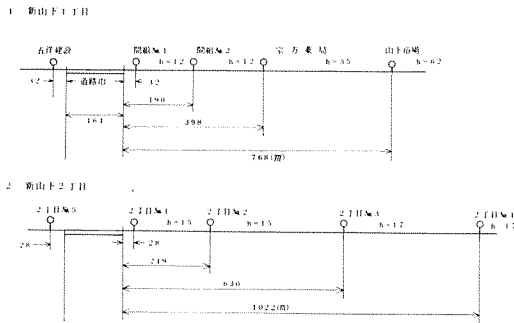


図2-2 測定点の道路からの距離

### 3. 測定期間

- (1) 窒素酸化物, イオウ酸化物及び風向, 風速: 昭和51年10月29日～52年1月7日。
- (2) 浮遊粉じん, 重金属及び陰イオン: 昭和51年12月13日～51年12月18日, 午前10時に汚紙交換による24時間採取。
- (3) 一酸化炭素及び炭化水素: 昭和51年12月13日～51年12月17日, 8時から20時までの12時間を毎時間ごと採取。

- (4) 自動車通過台数: 昭和51年12月14日～51年12月16日, 12月14日の9時から48時間。

### 4. 測定項目及び測定方法

今回の測定ではNO<sub>x</sub>を中心とした自動測定機のほか, 表4-1のような項目について測定した。測定方法は, 測定項目に並記するように, いずれも公害の測定で一般的に使用されている方法である。

データは, 一時間単位の連続又は平均値として使用できるようにした。

ただし, 浮遊粉じんとそれに含まれる重金属及び陰イオンは24時間連続採取による日平均値である。

自動車通過台数は, 4種類の車種とし, 上り下りを1時間につき15分間を2回カウントし, 合計したものを2倍して1時間値としてある。

表4-1 測定項目及び測定法

測定項目	測定法	測定機器の台数	測定機器の製造メーカー名
窒素酸化物 (NO, NO <sub>2</sub> )	ザルツマン法	10	紀本電子, 電気化学
イオン酸化物 (SO <sup>-</sup> )	導電率法	6	紀本電子
浮遊粉じん	ハイボリウム・エアサンプラー法	4	
重金属(Fe, Mn, Cd, Pb, Ni, Cu, V)	ハイボリウムで採取したものについて原子吸光法又は比色分析法		
陰イオン(SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> )	ハイボリウムで採取したものについて比色分析法		
一酸化炭素 (CO)	マイクローバクに採取したものを非分散型赤外分光・微計により分析	1	日立現場
炭化水素 (HC)	マイクローバクに採取したものをFID式トータル炭化水素計により分析	1	柳本
風向風速		2	小笠原, 海上電気
自動車通過台数(乗用, 小型トラック, 大型トラック, バス)			

5. 窒素酸化物自動計測器の較正

ザルツマン法によるNO<sub>x</sub>計は従来から(1)ザルツマン係数が濃度によって変化するという点、(2)現在使用している係数值0.72が現状では低めに評価されていること、(3)NOの過マンガン酸溶液によるNO<sub>2</sub>への酸化効率が各計測器間でばらつくこと、及び、(4)種々の条件下で、指示値に変化が生じることが指摘されている。このように機差の原因になる要因がかなり多いことから各計測器間の指示値が同一ガス濃度に対して、同一濃度評価がしにくいのが現状である。

そこで、本調査に使用するNO<sub>x</sub>計については、各計測器の指示値が同一評価できるように従来からの等価標準溶液による静的較正法の他に、標準ガスによる動的較正法によって、整備、較正した。

(1) 較正の方法

較正に使用したNO<sub>x</sub> (NO及びNO<sub>2</sub>) 発生器等は、すべて20℃、相対湿度50%の恒温室内

表5-1 較正用使用機器等

機器名	機器製造メーカー名	機種名	台数
ザルツマン式 NO <sub>x</sub> 計	紀本電子 電気化学	MODEL-214	9 <sup>台</sup>
		” - 2R	1
		TGA-200 GB-5B	2
二次導出数形紫外(可視) 蛍光・度分析計	LEAR SKILLER INC	S M - 400	1
化学発光式 NO <sub>x</sub> 計	MONITOR LABS INC	MODEL-8440	1
化学発光式 O <sub>x</sub> 計	京都電子	O X - 21	1
標準ガス発生装置	環境理化学研究所	D S - 30	1
ゼロガス発生装置	環境理化学研究所	R G - 30	1
標準ガス	製鉄化学	標準ガスNO ” NO <sub>2</sub> ”	1 1

に設置し、調査に供するすべてのザルツマン式NO<sub>x</sub>計について整備、較正した。

使用計測器は表5-1のとおりである。

(2) 較正のための装置

図5-1に示す装置においてマニホールドをかいて標準ガスを各モニター及び各NO<sub>x</sub>計に導入し較正を行った。又、ガスの吸着を少なくするために配管はテフロン管(PFA)を用い、ガス調圧器はステンレス製を用いた。

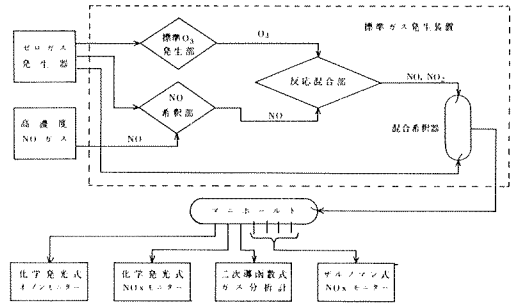


図5-1 窒素酸化物自動計測器(ザルツマン計測器)の較正における装置構成

(3) 較正方法

期間は昭和51年10月1日～11月30日までである。期間中、まず各NO<sub>x</sub>計の故障等を確認すると各計測器の電気的安定を図るために一週間程度試運転をした。故障等を直した後、各NO<sub>x</sub>計の吸収液量や吸引ガス流量が所定量になっているかを確認調整し、吸収液、酸化剤を交換補充し、同時に0.08ppm NO<sub>2</sub>ガス濃度等価標準溶液によって較正した。

次に標準ガス発生装置を用いて0～0.4ppmのNO、NO<sub>2</sub>ガスを発生させ、まずMODEL KMN-2R、MODEL-214、TGA-200(2台)、GP-5Bの計5台のNO<sub>x</sub>計にガスを導入し、指示値から較正用検量線を求めた。同様にMODEL-214 NO<sub>x</sub>計9台についても較正用検量線を求めた。なおNO、NO<sub>2</sub>ガスの標準値は化学発光式NO<sub>x</sub>計の指示値を標準とした。

(10)

(4) 結 果

各NO<sub>x</sub>計に対して校正用検量線(回帰直線式)NO, NO<sub>2</sub> ガスについてそれぞれ表5-2のように求め、この式を用いて測定データを電子計算機により修正した。

なお、表中でNO<sub>x</sub>の台数が多いのは測定途中で交換した機器があったためである。

表5-2 各NO<sub>x</sub>計の回帰直線

測定器の形式	NO <sub>x</sub> の回帰直線	NO <sub>2</sub> の回帰直線
MODEL KHN-2R	Y = 0.831X	Y = 1.091X
MODEL-212	Y = 0.786X	Y = 0.846X
TGA-290	Y = 0.733X	Y = 0.973X
TGA-200	Y = 0.896X	Y = 0.797X
DKK-GP-5B	Y = 0.759X	Y = 0.926X
MODEL-214	Y = 0.993X	Y = 0.723X
MODEL-211	Y = 1.030X	Y = 0.682X
MODEL-214	Y = 1.013X	Y = 0.729X
MODEL-214	Y = 1.040X	Y = 0.724X
MODEL-214	Y = 1.000X	Y = 0.738X
MODEL-214	Y = 1.008X	Y = 0.701X
MODEL-214	Y = 0.987X	Y = 0.707X
MODEL-214	Y = 1.016X	Y = 0.713X
MODEL-214	Y = 0.969X	Y = 0.713X

6. 汚染物質の測定結果

(1) SO<sub>x</sub>及びNO<sub>x</sub>の測定結果と環境基準との比較

表6-1は自動測定器によるSO<sub>x</sub>及びNO<sub>x</sub>の測定結果である。

これによると試料数(N)は800と1,200~1,500に大別されるが、主に1丁目と2丁目における測定期間の違いによるためである。

図6-1~図6-4は各測定点のSO<sub>x</sub>の日平均値の累積度数分布であり、環境基準と比較すると0.04ppmを超える割合は、道路端の間組No.1から、それぞれ53%, 27%, 24%, 3%となっている。

又、同様に図6-5~図6-8は環境基準1時間値0.1ppmとの比較である。環境基準を超える割合は、それぞれ5%, 1.1%, 0.85%, 0.45%となっており、日平均値に比べ超える割合は減少している。

結果から、重油中のイオウ分の規制強化によりここ数年、急激に改善され、市内各測定点で環境基準をほぼ満足している一般大気と比べる

表6-1 硫黄酸化物及び窒素酸化物測定結果

昭和51年10月29日-昭和52年1月6日, 新山下

	N	AVE	MAX	MIN	SD
1. SO <sub>x</sub> (ppb) 五洋建設 間組No.1 宗水2 2 2	636	26	117	4	17
	343	41	178	10	25
	411	32	144	8	18
	599	29	132	6	16
	652	15	108	1	13
2. NO (ppb) 五洋建設 間組No.1 宗水2 2 2	856	121	900	2	119
	1334	107	780	3	97
	1955	66	330	2	57
	1560	51	368	4	48
	1568	56	324	4	48
	864	57	393	3	58
	883	164	830	2	119
	886	90	470	2	70
	881	60	335	2	57
	875	55	315	1	56
3. NO <sub>2</sub> (ppb) 五洋建設 間組No.1 宗水2 2 2	856	60	188	1	27
	1334	58	217	1	30
	1449	54	200	7	25
	1575	54	238	1	25
	1496	38	141	4	17
	864	57	205	8	27
	883	73	275	15	34
	886	67	255	1	30
	881	51	188	3	23
	875	57	240	1	26
4. NO <sub>x</sub> (ppb) 五洋建設 間組No.1 宗水2 2 2	856	181	1024	15	138
	1334	165	898	14	121
	1449	119	404	9	75
	1540	103	501	2	60
	1491	94	369	1	57
	862	114	501	1	76
	883	237	958	2	144
	862	157	637	1	93
	881	112	445	5	72
	875	112	440	1	73

(注) Nは試料数, AVEは平均値, MAXは最高値, MINは最低値, SDは標準偏差をあらわす

と、道路周辺でのSO<sub>x</sub>汚染にかなりの差が認められた。

NOは、環境基準が決められていないため、それとの比較はできないが、道路端の五洋建設、間組No.1, 2丁目No.1では、いずれも平均値で0.1ppmを超えており、本市自動車排気ガス常時監視測定点の値と大差なく、本市の交通量の多い地点に近い汚染といえよう。

NO<sub>2</sub>の環境基準値は、一日平均値が0.02ppm以下とされているが、道路端のNO<sub>2</sub>濃度は、0.06~0.07ppm、最も離れた地点で0.04~0.05ppmと、それぞれ環境基準の2~3倍の値となっている。この季節の市内の大気汚染測定点の値が0.03~0.05ppmであることから、この地区は全体的にやや高い値である。

図6-9~図6-12は、2丁目におけるNO<sub>2</sub>の濃度別頻度割合と累積度数分布である。

道路端では、0.08~0.1ppmが35%で最も

表6-2 浮遊粉じん、重金属等の測定結果  
昭和51年12月13日～昭和51年12月18日,新山下

測定場所	Dust	Pb	Cd	Cu	Mn	Ni	Fe	V	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HC	CO
№1	329	0.39	0.007	0.13	0.31	0.04	8.1	0.052	14.2	9.0	9.2	2.7	3.3
№2	246	0.40	0.007	0.14	0.24	0.03	5.6	0.048	13.8	9.5	10.3	2.6	2.5
№3	211	0.33	0.006	0.21	0.19	0.03	4.7	0.044	11.8	8.6	8.8	2.5	2.1
№4	159	0.31	0.006	0.12	0.15	0.03	3.2	0.040	11.2	7.5	7.5	2.3	1.9
№5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	3.0
鷺 見	117	0.19	0.004	0.07	0.15	0.02	3.0	0.030	11.3	5.4	6.5	-	-
港 北	112	0.19	0.004	0.08	0.10	0.02	2.8	0.022	9.6	5.3	5.2	-	-
中	106	0.17	0.003	0.10	0.08	0.02	2.5	0.023	9.4	5.0	5.1	-	-
保土ヶ谷	115	0.24	0.003	0.05	0.08	0.01	2.4	0.020	10.9	5.8	4.8	-	-
磯 子	110	0.18	0.003	0.12	0.09	0.02	2.5	0.022	10.4	5.2	4.7	-	-
金 沢	95	0.13	0.002	0.04	0.07	0.01	1.9	0.017	9.7	4.8	4.8	-	-
瀬 谷	102	0.13	0.003	0.05	0.07	0.01	2.3	0.017	9.4	5.4	3.7	-	-

単位：浮遊粉じん、重金属、陰イオンはμg/m<sup>3</sup>、H.C.、COはppm  
下段は市内7地点の平均濃度（昭和48年8月から昭和52年2月までの平均値）

多く、0.1ppmを超える割合は2.6%であった。

道路から離れるに従って累積のパターンが変っており、又、全測定点でほぼ100%環境基準値を超えている。

(2) 粉じん、CO等の測定結果

表6-2は、粉じん、重金属(鉛(以下Pbという、他の項目も同様)、カドミウム(Cd)、銅(Cu)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、鉄(Fe)、バナジウム(V))、陰イオン(硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)、塩素イオン(Cl<sup>-</sup>))、HC及びCOの測定結果である。

又、下段は、市内一般大気中の測定結果であ

る。

粉じんは道路端の平均で329μg/m<sup>3</sup>とかなり高い値を示していた。(表6-2)。環境基準値は24時間100μg/m<sup>3</sup>以下とされており、№2、№3地点でも確実に環境基準値を超えている。(今回の調査に用いたハイボリウムエアサンプラーは、粉じん径40ミクロン以上をカットするため、環境基準値の10ミクロン以上カットと比べて、30~40%高めの結果が得られている。)又、公害研究所が定期的に行っている市内の測定点と比べても高い値となっている。(表6-2)

粉じんは道路から離れるにつれて減衰し、100mの地点では道路端の2分の1以下となっている。

金属はMn、Feが粉じんと同様な傾向を示し、Vも確実に減衰しているが、Pb、Cd、Niは道路からの減衰がみられなかった。

陰イオンの中ではSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が粉じんと同様な傾向があり、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>とCl<sup>-</sup>は№2地点の値が最大であった。

HCとCOは道路の反対側に測定点№5を設けて比較したが、道路端では道路の両側とも濃度の差が少なく、いずれも3ppm前後であった。又両物質とも道路から離れるにしたがってゆるやかな減衰をしている。

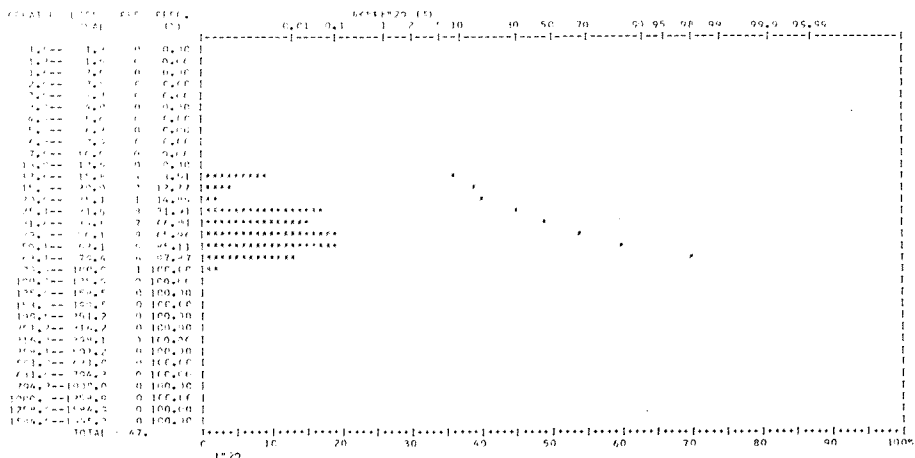


図6-1 SOxの累積度数分布



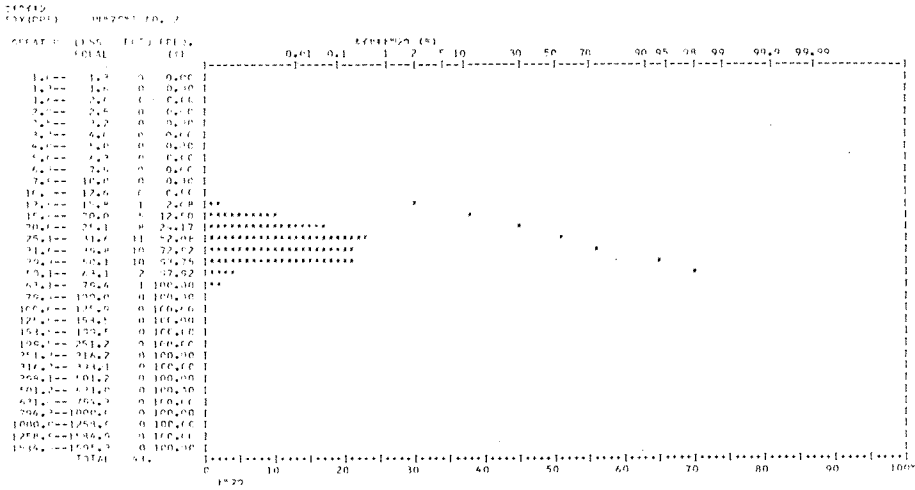


図6-2 SOxの累積度数分布

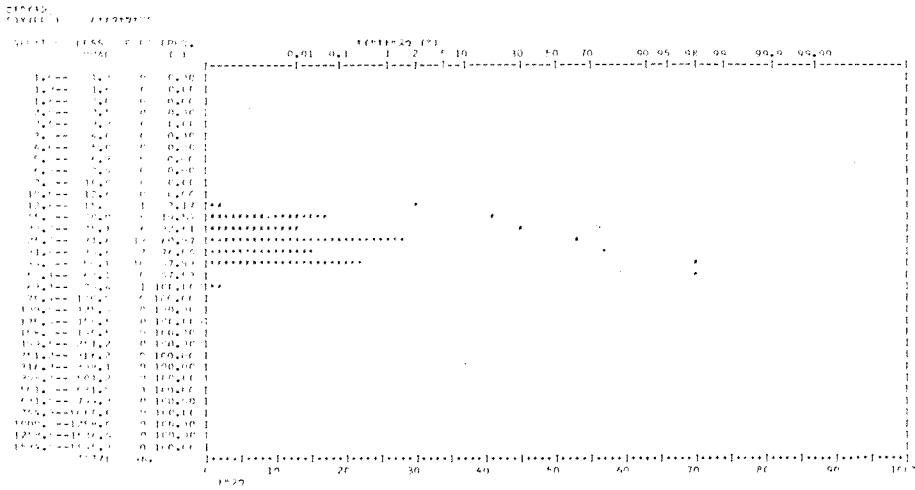


図6-3 SOxの累積度数分布

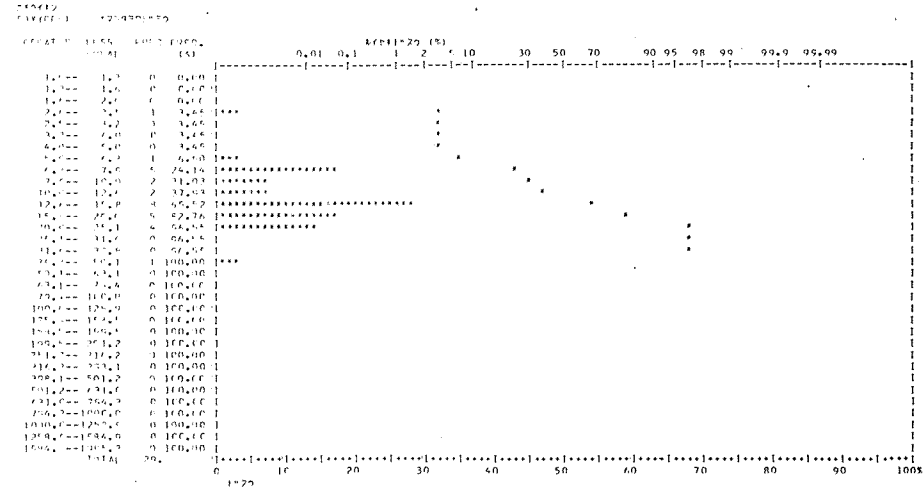


図6-4 SOxの累積度数分布

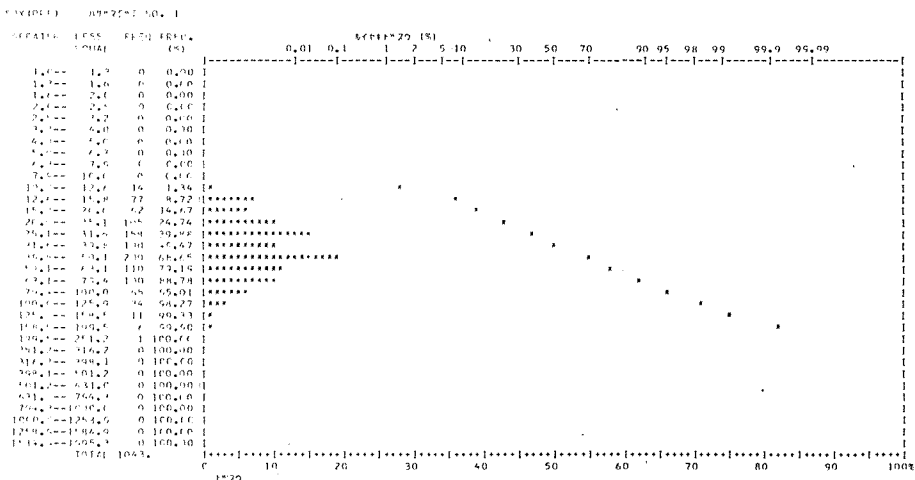


図6-5 SOxの累積度数分布

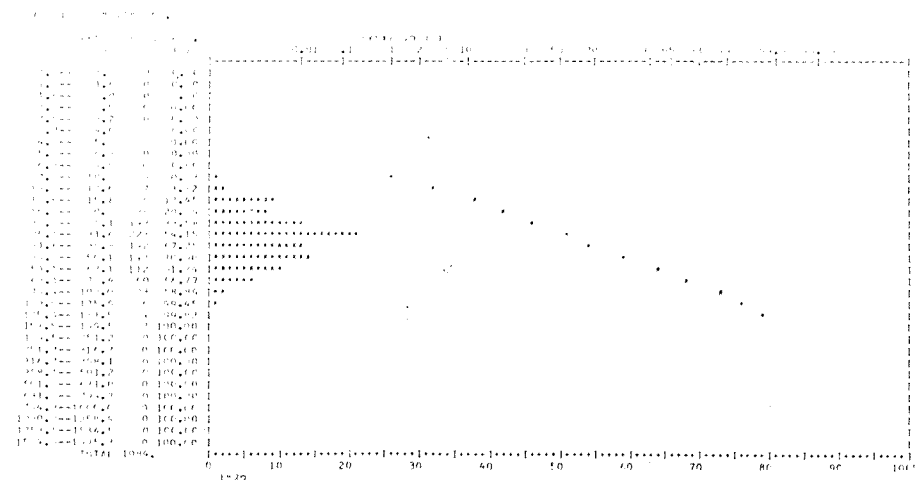


図6-6 SOxの累積度数分布

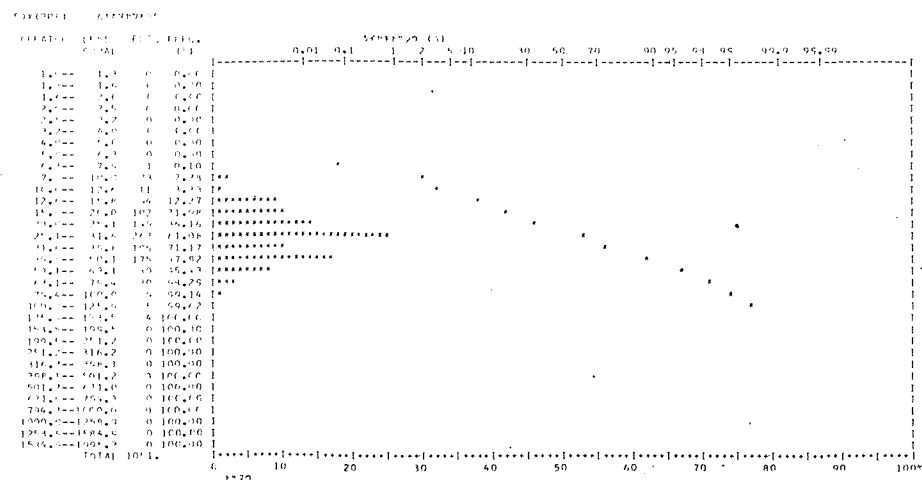


図6-7 SOxの累積度数分布

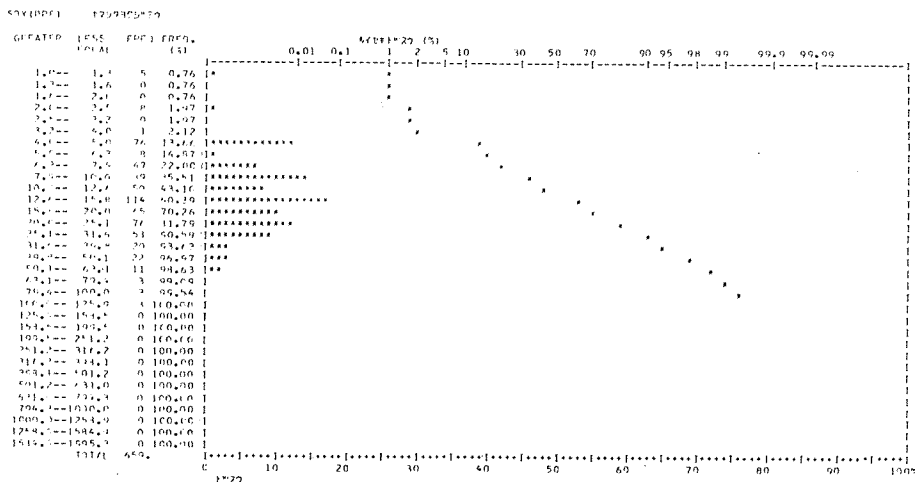


図6-8 SOxの累積度数分布

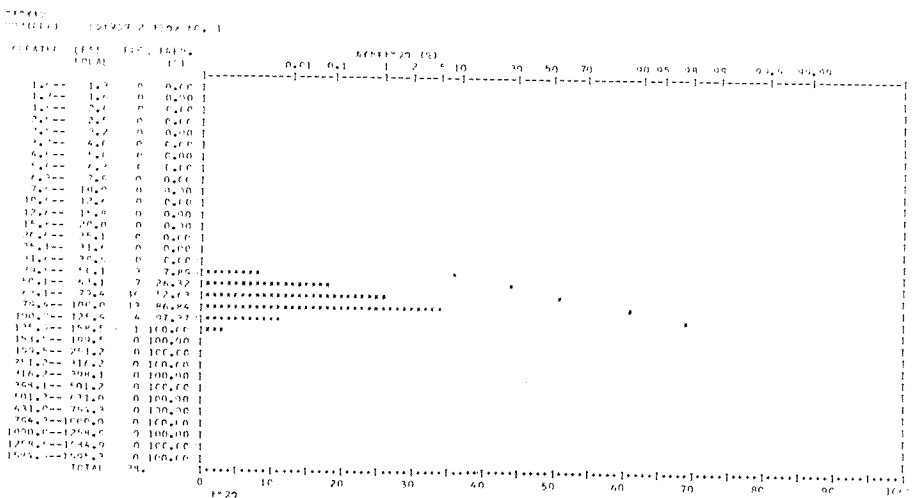


図6-9 NO2の累積度数分布

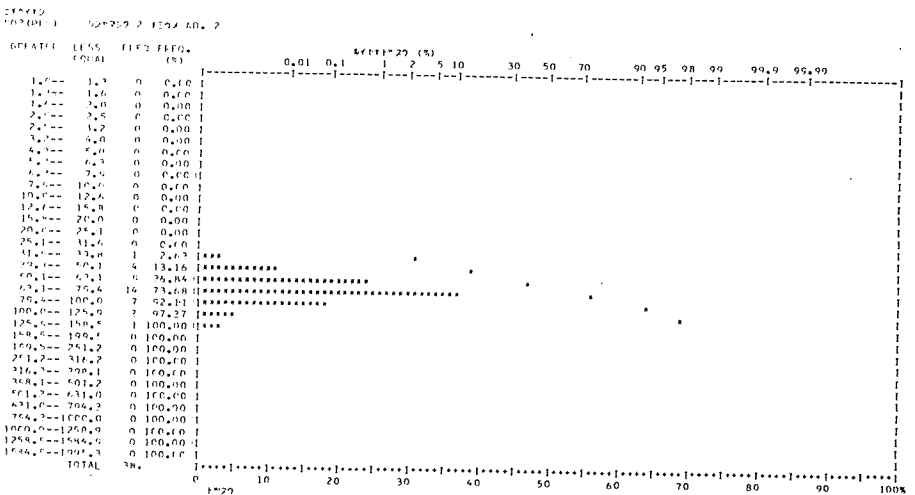


図6-10 NO2の累積度数分布

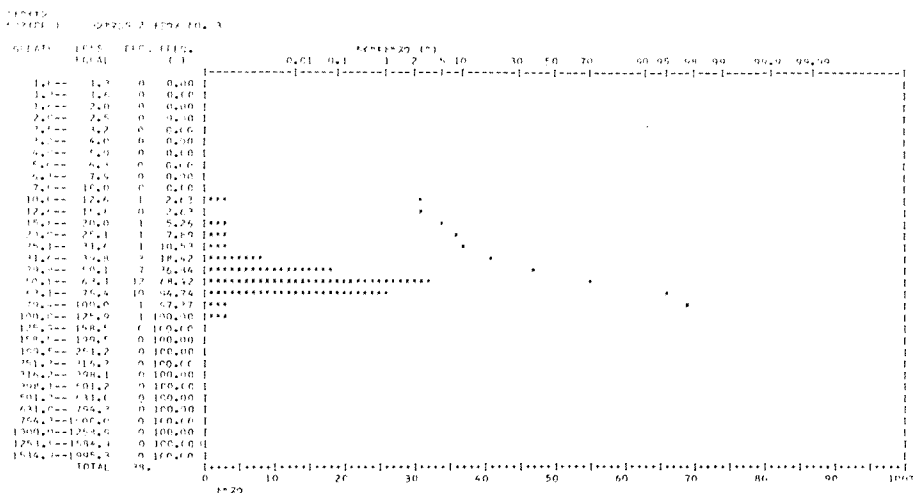


図6-11 NO<sub>2</sub>の累積度数分布

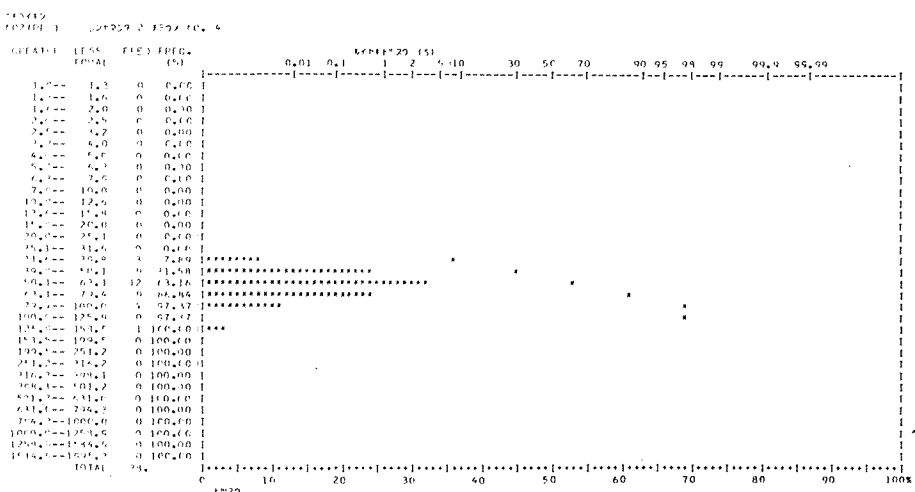


図6-12 NO<sub>2</sub>の累積度数分布

### 7. 自動車通過台数

図7-1は、昭和51年12月14日9時から連続48時間の交通量の時間別平均通過台数をあらわしたものである。

乗用車・小型貨物車・大型貨物車及びバスの4車種について、1時間につき15分間を2回カウントし、加えた値を2倍して1時間値とし、その結果を整理したものである。

表7-1より、1日の自動車通過台数は上下合わせて2万2千台であることがわかるが、横浜市<sup>3)</sup>計画局で別途実施している一般交通量調査と値が

ほぼ一致しており、年間の平均的な値といえる。

又、この台数は本市の主要道路と比べ特に多いものではない。

図7-2は、時間別車種構成比である。大型車の混入率が日平均36%と、本市では、特に高い割合であり、早朝ではこの傾向が強く、大型車は65%を占めている。

1日24時間の時間変化は、深夜に200台/時を割るものが朝7時頃から増加し、9時がピークで1,900台/時を超え、夕方の19時頃まで渋滞しているが、20時を過ると急に減少するサイクルとなっ

(16)

ている。

一部の車は、本牧・磯子方面への通過道路として利用しているが、大部分は本牧埠頭に関係した車であり、大型車は、輸出入の貨物を運搬するコンテナ用トレーラ、トラックが主である。

以上のことから、この道路は、一般道路と異つ

た性格を持っているといえる。

又、ここでは日中ほとんど渋滞した状態であり、昼の12時を除くと、車速が10 km/h 以下におちる（公害研究所騒音部門の新山下地区騒音測定調査による）ため、一般道路と比べ排気ガス量は、交通量の割合からするとかなり多いものと推定される。

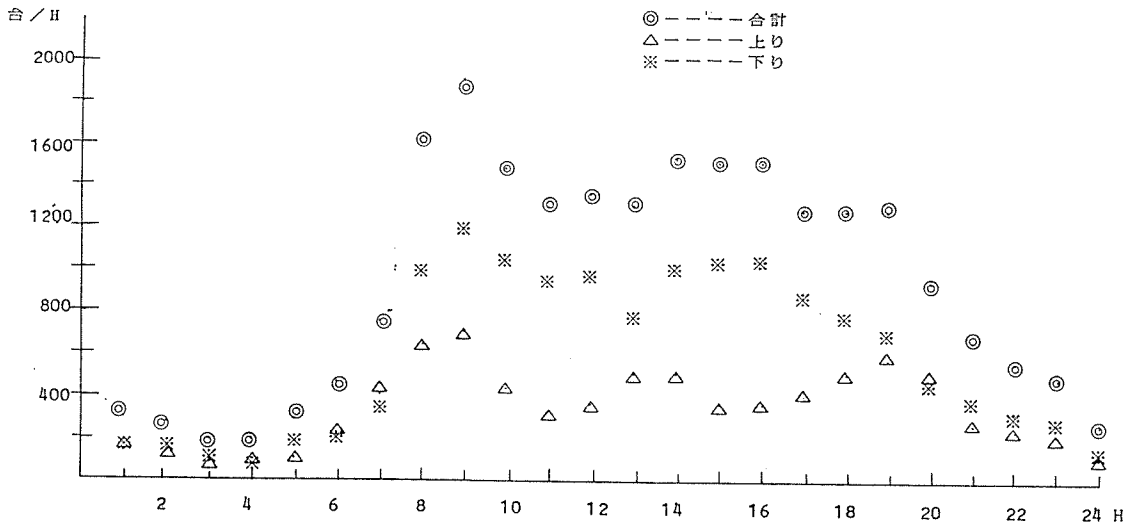


図7-1 時間別自動車通過台数 中区新山下町 測定期間：昭和51年12月14日～昭和51年12月16日

表7-1 自動車通過台数(中区新山下町・山下本牧磯子線)

(1) 車種別通過台数 (24時間当り)

乗用車			小型貨物車			大型貨物車			バス			総合計		
上り	下り	合計	上り	下り	合計	上り	下り	合計	上り	下り	合計	上り	下り	総合計
4626	8191	12817	552	1219	1771	2845	4345	7190	370	503	873	8393	14258	22651

(2) 時間別通過台数

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	時間
297	274	188	182	286	463	756	1624	1904	1483	1298	1359	1304	1531	1410	1409	1282	
18	19	20	21	22	23	24	総合計										
1276	1281	944	661	568	494	275	22651										

測定期間：昭和51年12月14日～12月16日



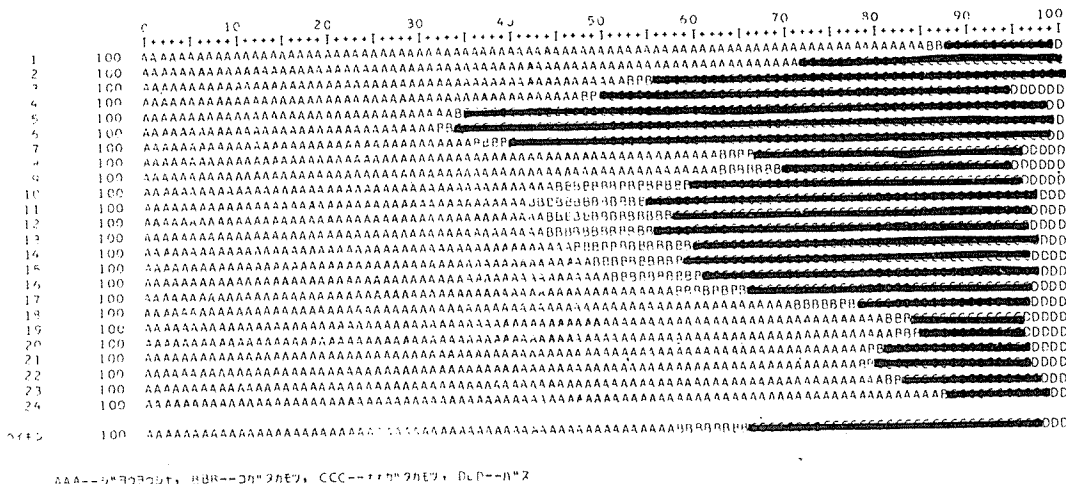


図7-2 時間別の車種別混入率 中区新山下町 測定期間：昭和51.12.14～12.16

### 8. 風向風速の測定結果

11月は先月に引き続いて、全国的に低温傾向にあり、高低気圧の移動が速く変りやすい天候が続いた。12月は、移動性高気圧による好天が続き、その後気圧の動きが速く、雨量も少なく、初冬の小春日和の日が多かった。<sup>1)</sup>

風の測定点は図2-1のように2ヶ所で測定した。山下浴場は二階の屋上で高さ6mで崖にちかい。横浜機器はビルの屋上で高さ20mである。この他、山下浴場から約300m離れた崖の上にある横浜地方気象台のデータを参考にした。

この付近の年間の卓越風はN又はEが主であり、8月にSが多くなる。又、冬は北寄りの風が卓越する。

今回の測定では、測定地域を代表する一般風として考えられる山下機器のデータを中心に解析した。

図8-1によるとNよりの風が主風向であり、N, NNE, NNWで全体の70%を超えており、Sは5%以下であった。

測定2点間における風速の相関係数は0.56であり、場所が近いにもかかわらず、相関があまり見られない。

図8-2によると、山下浴場ではSがほとんどなくなっており、その割合はEと無風に変っている。すなわち、弱いSの時、山下浴場では、崖の影響で無風になるか、又は東側に曲ってから入って来ることがわかった。

図8-3は時間別の風速である。これによると夜半から午前中にかけて1.5m/s～1.8m/s程度であるのに対して午後からやや弱くなり、夕方の16時～19時で1.3m/s～1.4m/sと最も低い値となっている。このように期間中の平均値と比較すると、時間別の差はあまりないといえる。

(18)

W.P.	10	20	30	40
NNE	24.7%	*****		
NE	2.6%	*****		
ENE	0.8%	**		
E	0.9%	**		
ESE	2.5%	*****		
SE	2.2%	*****		
SSE	1.1%	**		
S	2.3%	*****		
SSW	1.2%	**		
SW	1.7%	***		
WSW	1.4%	***		
W	2.6%	*****		
WNW	8.5%	*****		
NW	5.1%	*****		
NNW	20.9%	*****		
N	25.2%	*****		
C	4.0%	*****		

図8-1 風向別頻度 中区新山下町 横浜機器

W.P.	10	20	30	40
NNE	19.8%	*****		
NE	11.1%	*****		
ENE	11.7%	*****		
E	2.4%	*****		
ESE	0.5%	*		
SE	0.5%	*		
SSE	0.5%	*		
S	0.5%	*		
SSW	0.5%	*		
SW	0.5%	*		
WSW	0.7%	*		
W	0.5%	*		
WNW	4.7%	*****		
NW	0.7%	*****		
NNW	10.7%	*****		
N	27.4%	*****		
C	8.8%	*****		

図8-2 風向別頻度 中区新山下町 横浜 山下浴場



図 8-3 時間別風速 中区新山下町 横浜機器

### 9. 道路端からの各物質の減衰

本調査の主目的である道路端からの汚染物質の減衰について解析した。

ここでは、測定した物質のうち NOx について主に考察する。

#### (1) NOxの距離減衰と各測定地点の関係

結果について、その減衰のパターンとして考えられる次の4つの式  $y = ax + b$ ,  $y = a \times b$ ,  $y = a + b \log x$ ,  $y = a + b/x$  についての回帰式を求め、そのうちで相関係数の高いものについて減衰曲線を引いたものである。

図 9-1 と図 9-2 は 1 丁目と 2 丁目における NOx, NO 及び NO2 の減衰曲線である。

これらの図によると NOx は 30 m 付近まで急激な減少を示し、さらに 60~80 m 付近までなだらかに減少が続き 100 m を越えたとほぼ一定となっている。

又、バックグラウンドの測定地点である水道局の値と各測定例の道路から最も離れた測定点では、表 6-1 よりいずれも 0.1 ppm 前後で、ほ

ぼ等しい値となっている。

又、図 9-1 と図 9-2 では、道路端の濃度の違いにより、30 m 付近まではその減衰カーブが異っているが、30 m より離れるとほぼ同様な傾向を示している。

この道路端での濃度の違いは、1 丁目では信号に近いので、ほとんど渋滞しているのに対して、2 丁目では、下り車線が信号後に加速できる場所に測定点が位置しているとの違いによるものであろう。同じ道路であっても測定位置によってかなり濃度が違ってくるのがわかる。

各測定地点間の関係を調べるため、散布図より、バックグラウンドの水道局と両測定列の道路から離れた各測定地点についての比較を行った。

まず、図 9-3, 図 9-4 では相関係数(以下 R という)は 0.53~0.74 と、ある程度の相関が認められるが、かなりのばらつきが見られる。

これらに対して図 9-5~図 9-7 では低濃度から高濃度にかけて一定した関係にあり、相

図9-1 NOxの距離減衰 新山下1丁目

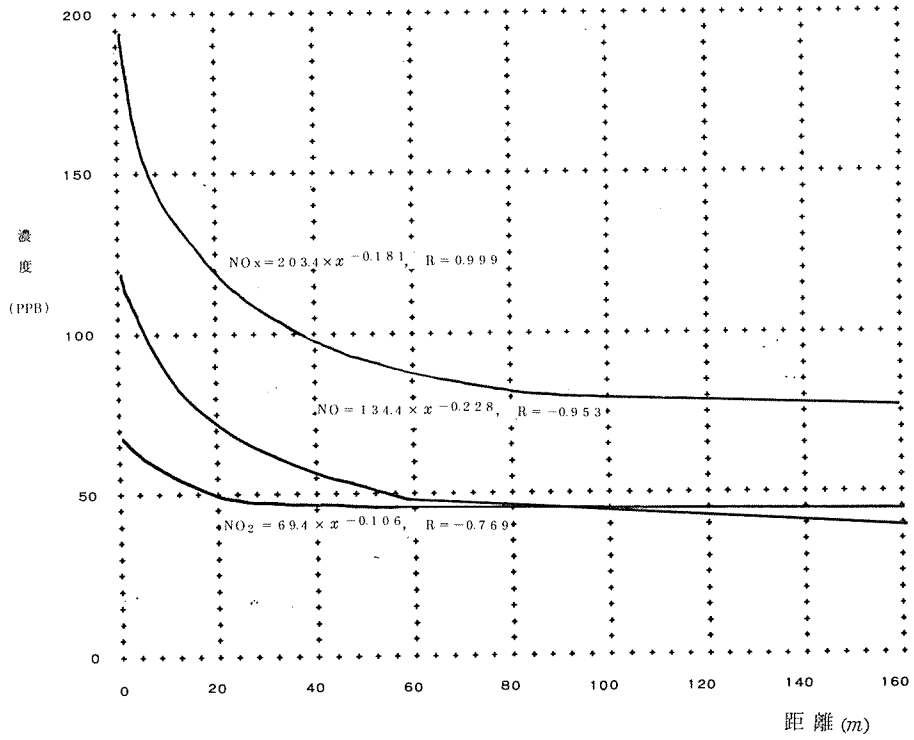
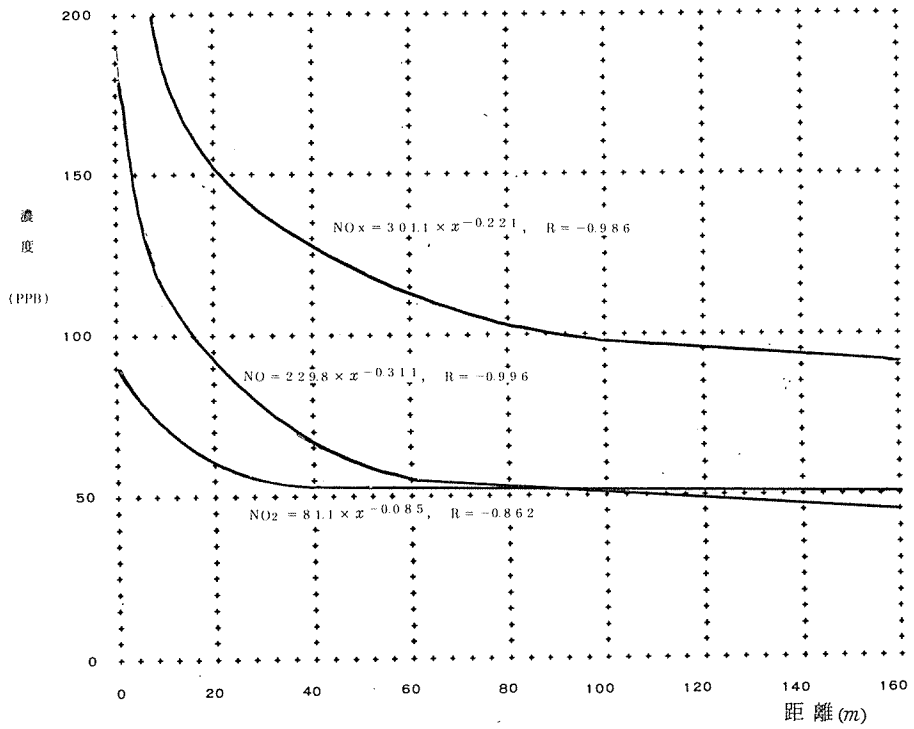
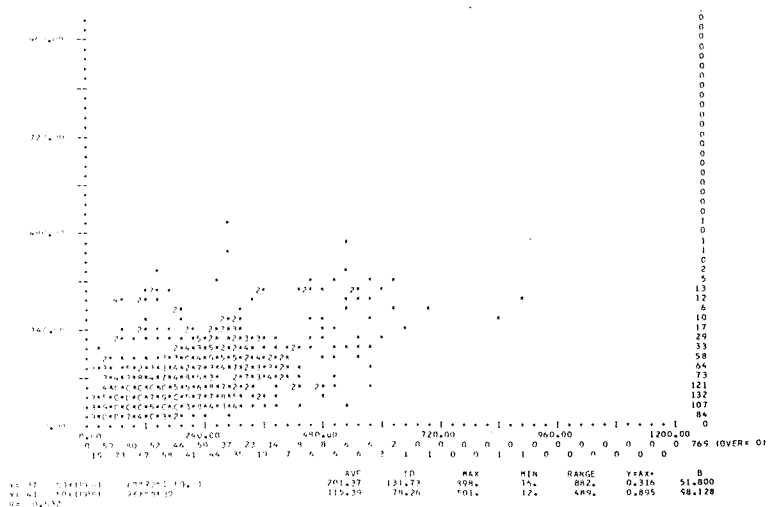


図9-2 NOxの距離減衰 新山下2丁目





注  
 図9-3 NOxの散布図 (図中でC, D, E, F, Gはそれぞれ10, 20, 30, 40, 50) を表しており, 以下図9-16まで同じ

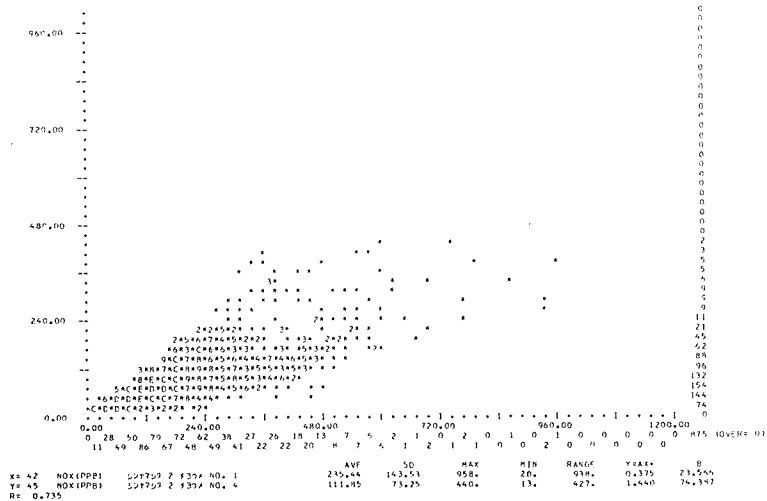


図9-4 NOxの散布図

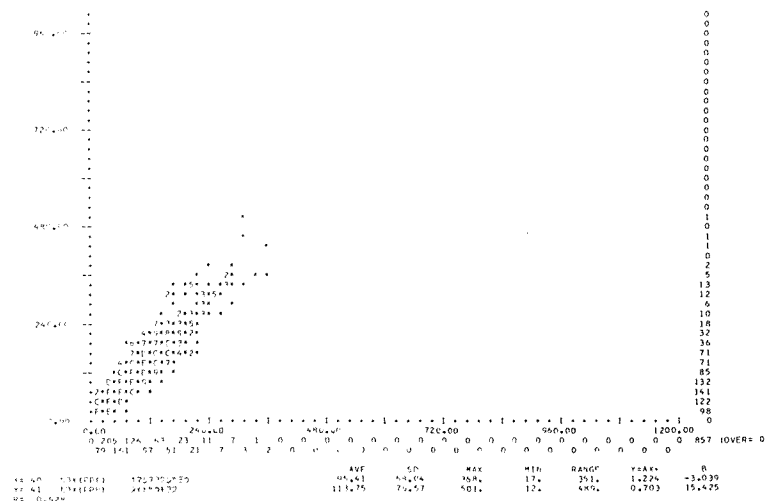


図9-5 NOxの散布図



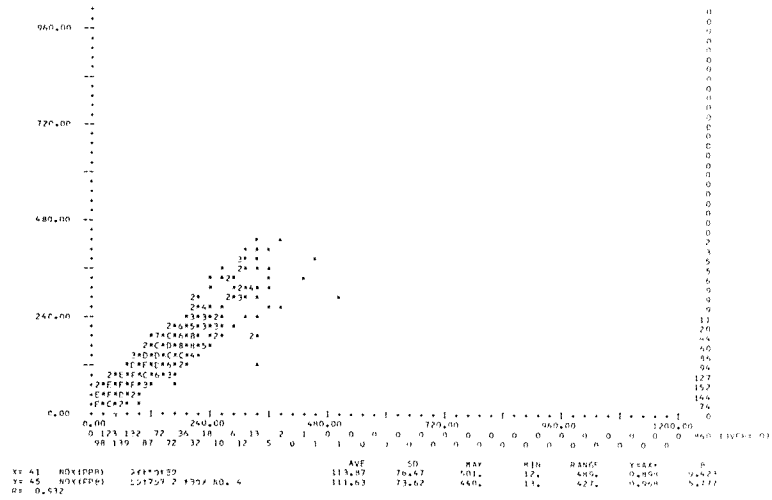


図9-6 NOx の散布図

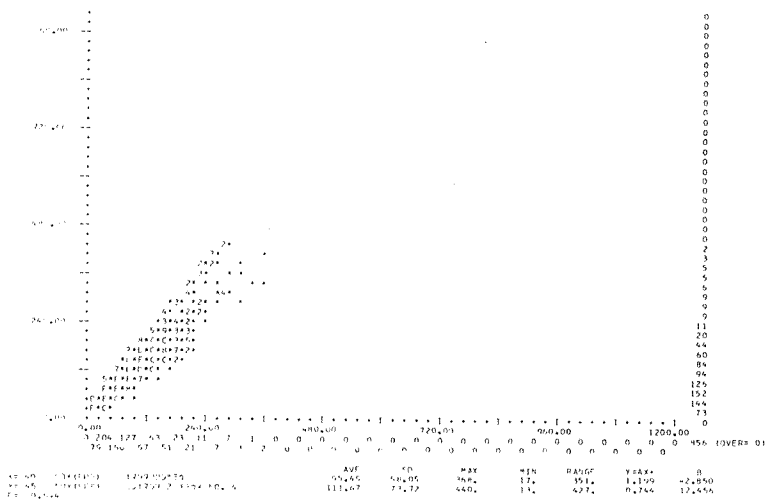


図9-7 NOx の散布図

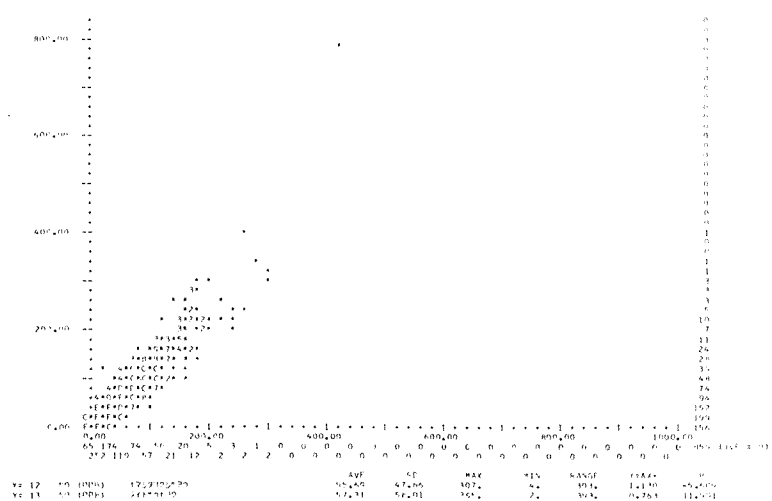


図9-8 NO の散布図

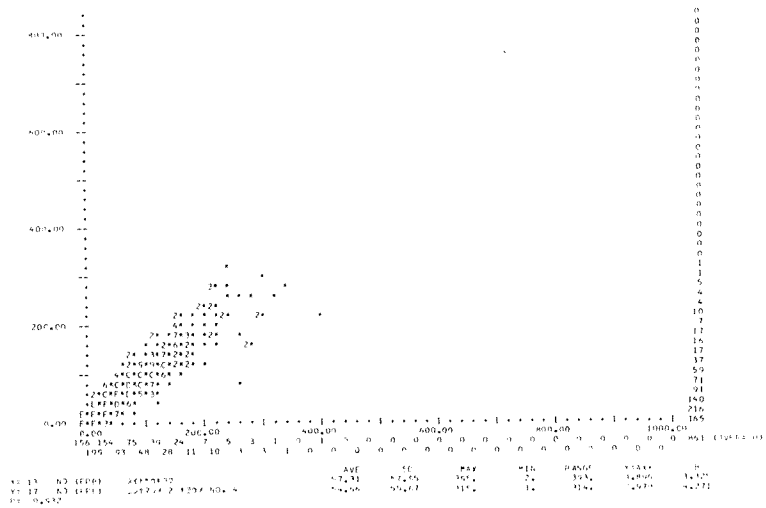


図9-9 NO の散布図

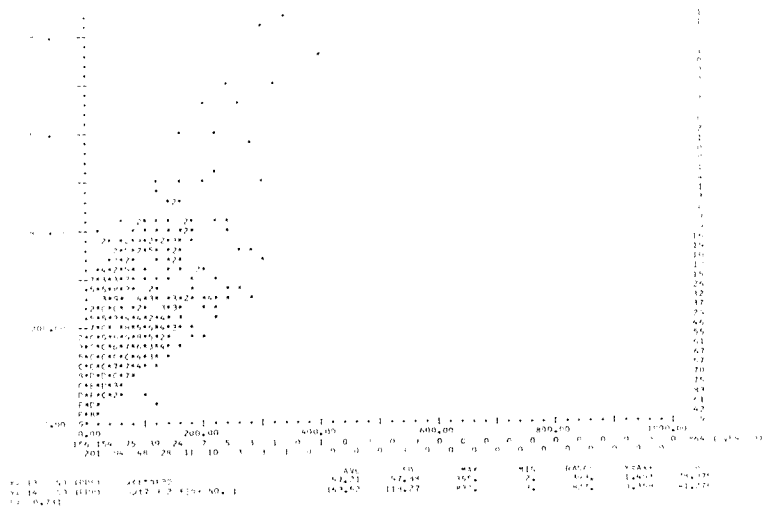


図9-10 NO の散布図

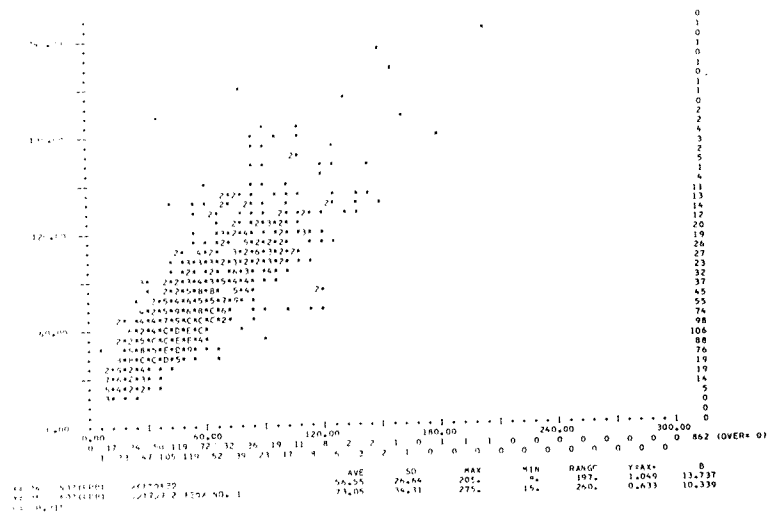


図9-11 NO2 の散布図

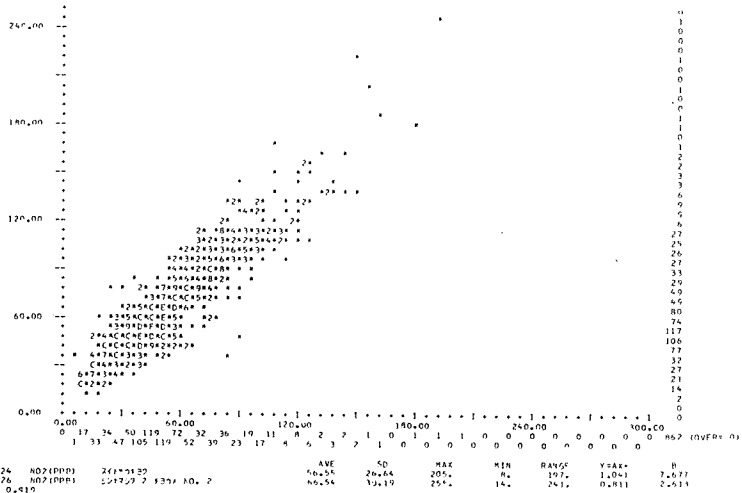


図 9-12 NO<sub>2</sub> の 散 布 図

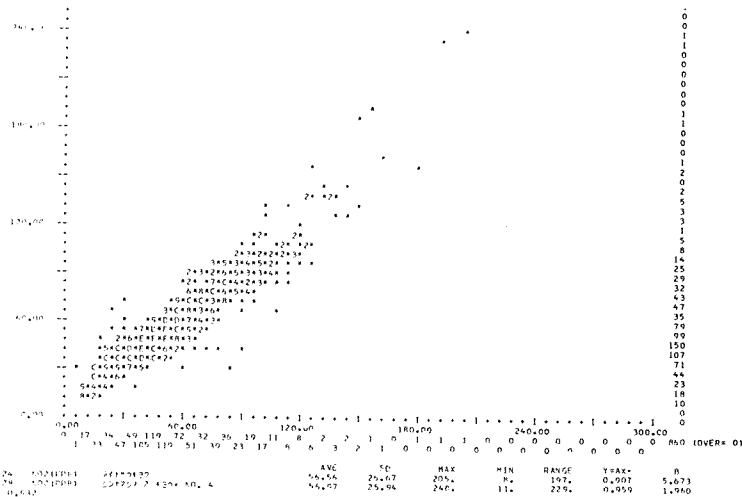


図 9-13 NO<sub>2</sub> の 散 布 図

関係数も 0.93~0.94 と非常に高く、同一の汚染パターンになっている。

又、各列とも道路から離れるにしたがって、Rが高くなっている。

以上のことから、NO<sub>x</sub> は道路端から 30 m 付近までその影響が強く、高濃度に汚染している。さらに 60~80 m 付近まで減衰しながら汚染が認められるが、100 m 以上離れると、道路からの影響はほとんどなくなることが判明した。

(2) NO の距離減衰と各測定地点の関係

同様に図 9-1 と図 9-2 より、道路端からの NO の距離減衰は NO<sub>x</sub> のカーブと類似して

いる。又、図 9-8~図 9-10 は NO の散布図と相関係数であり NO<sub>x</sub> と同様な傾向にある。

自動車の排出口では NO は NO<sub>x</sub> のうち 95%<sup>4)</sup> 以上といわれており、道路端での減衰は NO<sub>x</sub> より大きいことがわかる。

散布図、R は NO<sub>x</sub> と類似しているため説明は省略する。

(3) NO<sub>2</sub> の距離減衰と各測定地点の関係

図 9-1 と図 9-2 より、各列の NO<sub>2</sub> の減衰曲線を見ると、道路からの減衰はなだらかである。

この測定期間中は大気が安定していた関係も

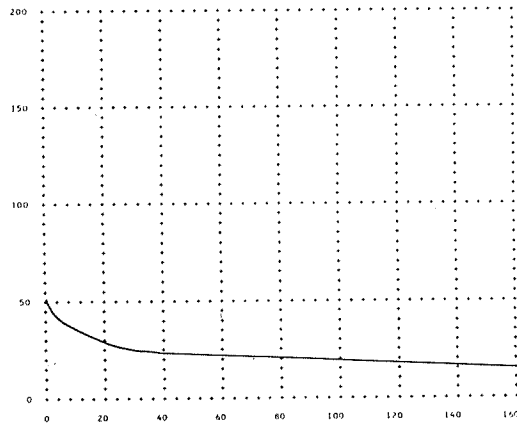


図9-14 SOxの距離減衰

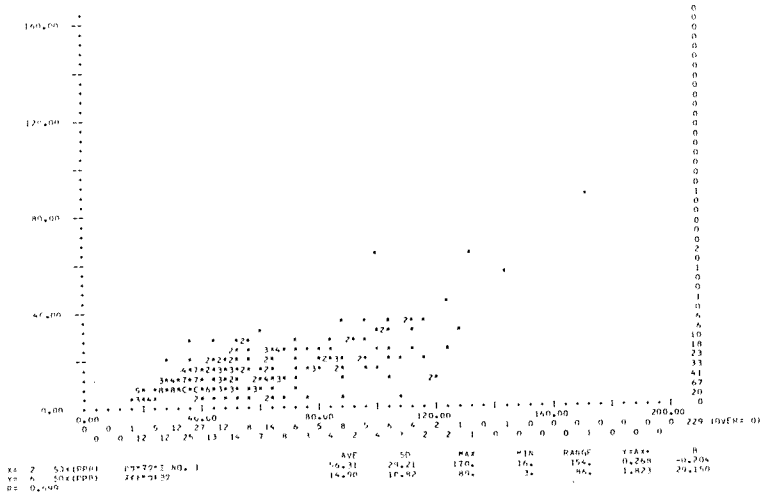


図9-15 SOxの散布図

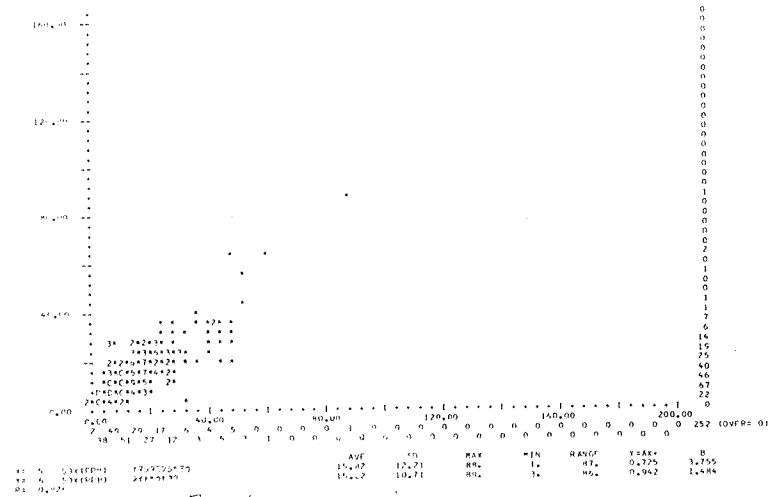


図9-16 SOxの散布図

(26)

あって濃度が高く、2丁目で比較すると道路端から0.073、0.067、0.052、0.057 ppm、水道局で0.057 ppmと測定地点の差が小さい。

このようにNO<sub>2</sub>については、今回の測定では、バックグラウンドの値として0.057 ppmが考えられることから広域大気汚染による寄与が大であり、この地域では、道路からのNO<sub>2</sub>による汚染割合は比較的小さい。

図9-11～図9-13は2丁目の各測定点と水道局との関係を表す散布図である。

先の減衰曲線よりNo.1及びNo.2に道路からの汚染が認められたが、この地点での散布図によると、NO<sub>2</sub>は道路からの局地汚染というより、もっと広域の大気汚染との関係が強く、No.2の地点ではその傾向が一層強くなっている。

水道局とNo.4のNO<sub>2</sub>が共に平均値で0.057 ppmであることから、この値をバックグラウンド値とすると道路端の値0.073 ppmとの差は0.016 ppmとなり、道路から直接由来するNO<sub>2</sub>量は0.02 ppm以下と考えることができる。

しかしながら、大気が安定でない場合は、バックグラウンドの濃度が低くなるため、NO<sub>2</sub>の道路からの排出量が一定であることを考えると相対的に寄与率が高くなるものと思われる。

#### (4) SO<sub>x</sub>の距離減衰と各測定間の関係

図9-14はSO<sub>x</sub>の道路端からの距離減衰である。NO<sub>x</sub>と同様に30 m以内での減衰が著しく、60 m付近まで影響が認められる。

図9-15・図9-16は、バックグラウンドの水道局に対して道路端及び道路端から80 m離れた所とのそれぞれの関係を表している。

これらの図より、SO<sub>x</sub>はNO<sub>x</sub>に比べて相関が小さくなっている。これはSO<sub>x</sub>の主要な発生源である工場の規制強化により、大気環境中の濃度が改善されたため、むしろSO<sub>x</sub>の現在のような低濃度の環境においては、道路からのSO<sub>x</sub>の影響が大であると思われる。

大型車の大部分はディーゼル車であり、その燃

料軽油中にS分を現在0.34～0.38% (一般用)<sup>5)</sup>程度含有しており、法の規制対象外となっている。このため、大型車の交通量の多い道路周辺においては、SO<sub>x</sub>の汚染が問題であろう。

#### (5) 粉じん及び重金属の距離減衰

図9-17は、粉じん及び重金属(Pb, Cd, Mn, Ni, Fe, V)の道路端からの距離による減衰である。各物質とも図の上段から下段に向けて道路から離れた地点の値である。

そのうち減衰のみられるものについて図9-19に示した。

これらの図からCu以外は距離減衰が認められるが、そのうち、Feが最も大きく、粉じん、Mnと続き、この3物質は100 mの地点で1/2以下となっている。

VとNiの減衰は類似したパターンとなっている。

Pbは、No.2地点で道路端より大きくなっているが、測定期日5日間のうち1日だけ何らかの原因で高い値があり、そのため平均値として高い値となっている。

Niは、減衰が認められるが測定地点間の差が小さい。

VもNiと同様な傾向にあり、一定の割合で減少している。

以上のように粉じん及び重金属では、物質によって挙動が異なり、粉じんと重金属のうちFe、Mn、V、Niは発生源が道路に起因するものであると推定できる。これらの物質は、単に自動車排気ガスによるものばかりでなく、車の摩耗・走行による土砂の舞上り等によるものがある。これらの原因による汚染寄与率は不明であるが、粉じん、重金属の減衰が異っているのは、以上のことによるためと推定される。

#### (6) 陰イオン、HC及びCOの距離減衰

図9-18は陰イオンのSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>とHC及びCOの距離減衰である。

陰イオンのうちSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は道路端からの減衰が

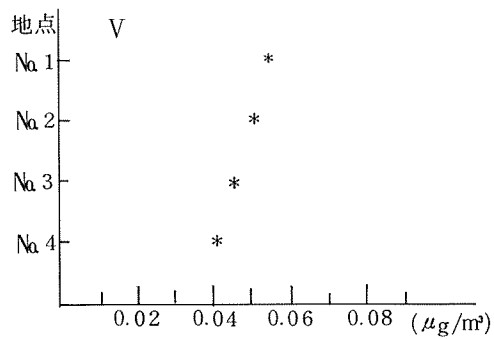
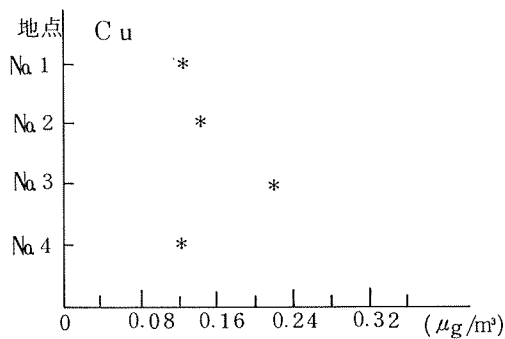
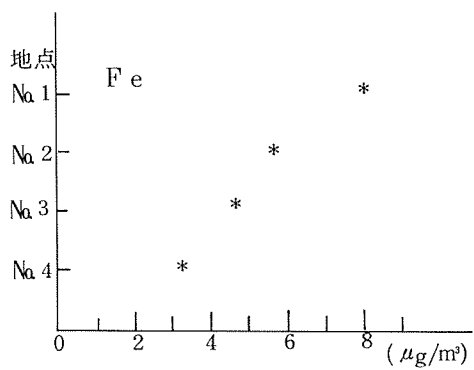
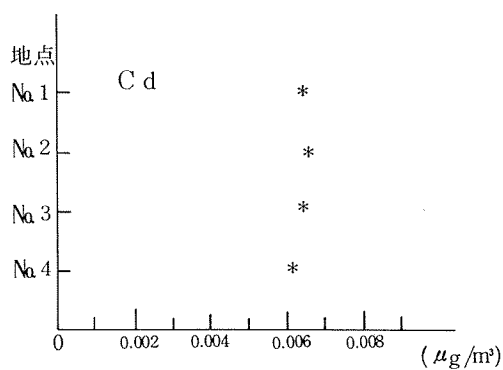
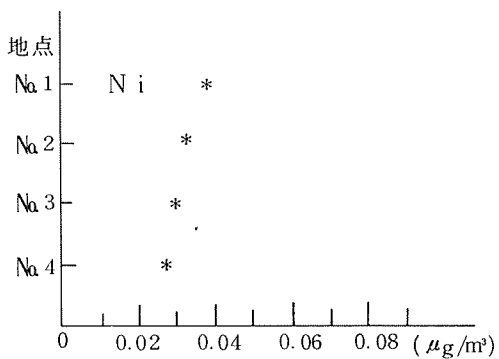
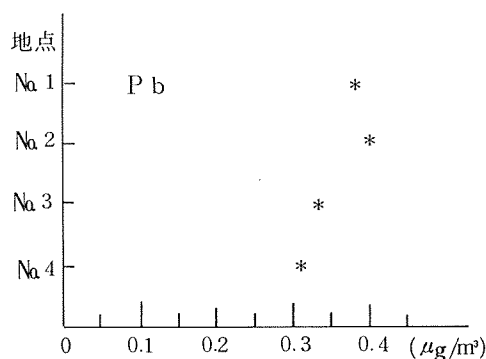
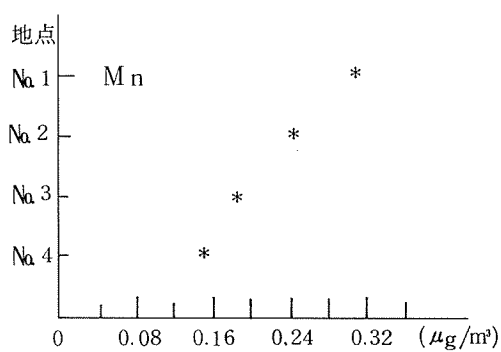
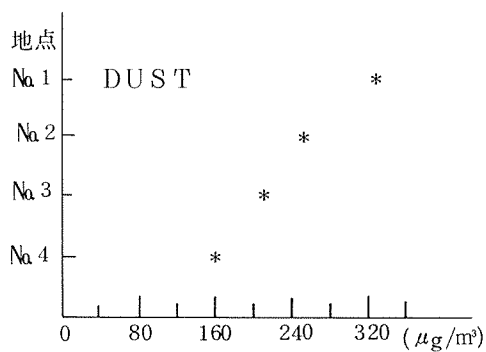


図 9-17 粉じん及び、重金属の測定点別濃度 (新山下 2 丁目)

(28)

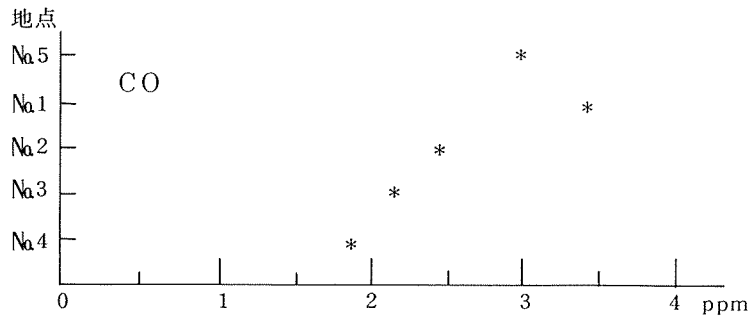
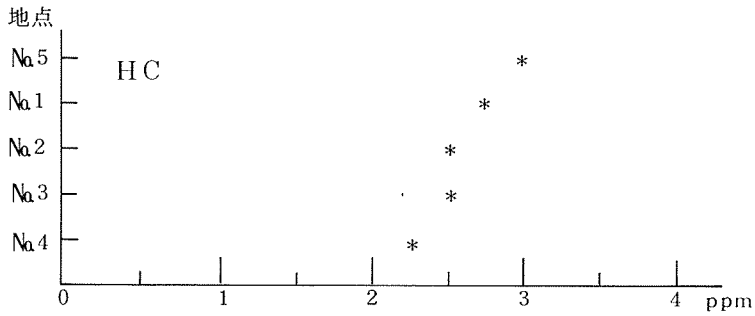
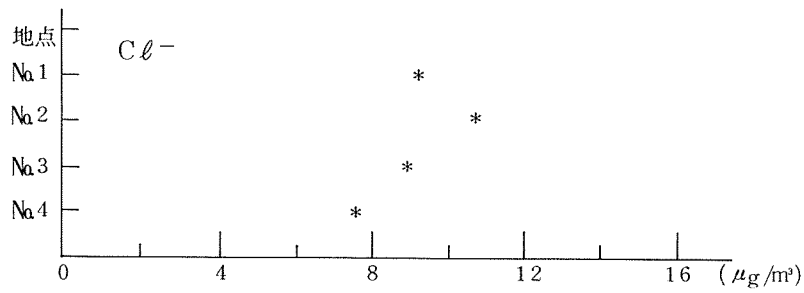
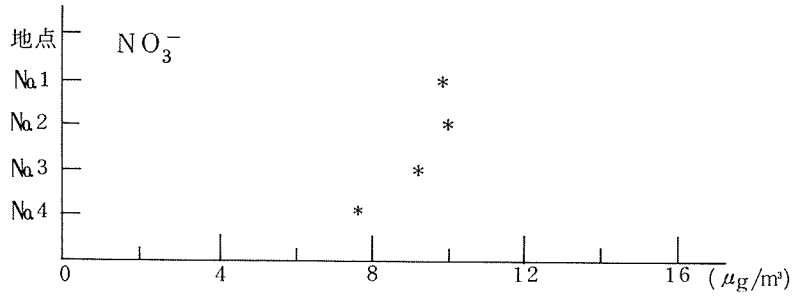
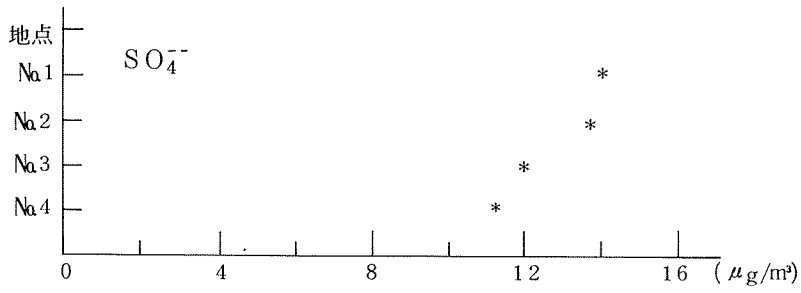


図 9 - 18 陰イオン、炭化水素及び一酸化炭素の測定別濃度  
(新山下町 2 丁目)

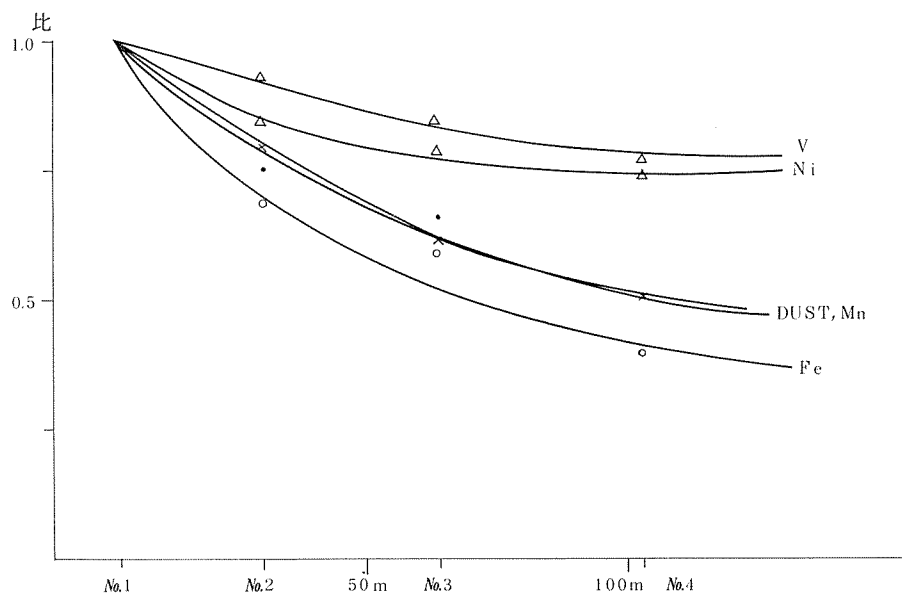


図9-19 道路端からの金属の減衰率

認められるが、 $\text{NO}_3^-$ と $\text{Cl}^-$ はいずれもNo.2の地点が最も高く、道路からの影響については判定できない。

HCとCOの図中で最上段の星印は道路の反対側の地点での値である。

両物質とも道路端において3ppm前後で差が小さい。

HCは、No.4地点と濃度差が1ppm以下となっている。これは、HCのバックグラウンドとしての一般大気濃度が2ppm<sup>2)</sup>程度あるため、道路からの汚染寄与率は小さい。

COはHCに比べ減衰が見られ $\text{NO}_x$ と同様に30m付近までの減衰が大きい。

以上のうちで(5)~(6)の項目のうちでは、測定期間が短かく、正確な判断は難しいが、粉じん等の物質によっては、100m付近まで明かに減衰しているものがあった。

これらのことより推定できることは、 $\text{NO}_x$ 等のガスは拡散しやすいのに比べ、粉じんやそれに吸着、含有されている物質は、まず粒度の大きいものが道路端に落下し、その他のものは風

により、ある程度の距離まで飛散して、一部が大気中に拡散し、他が落下しており、ガスと異なる挙動をしている。

## 10. 風向風速と濃度の関係

類似した調査として、都市の道路近傍での自動車排気ガスの拡散についてEPAでは、COについて風向別に調査し、風向風速による寄与を算出している。<sup>6)</sup>

本調査の対象道路はNEの方位とほぼ直角をなしており、冬期のため主風向がNであり、風下となった割合は85%を超えている。又、無風状態を入れると90%以上となり、道路からの汚染をまともに受けている。

表10-1と表10-2は、各測定点での $\text{NO}_x$ 濃度と風向・風速の関係である。

各測定点とも風が強くなるにつれて、 $\text{NO}_x$ は低くなっており、風速が3m/s以上の時は、NNE~NNWの北風であった。

0.5m/s以下の無風に近い状態になると、風向に関係なく濃度が上昇し、道路端で0.3ppm以上、20m離れた所で0.2ppmと高濃度に汚染される。



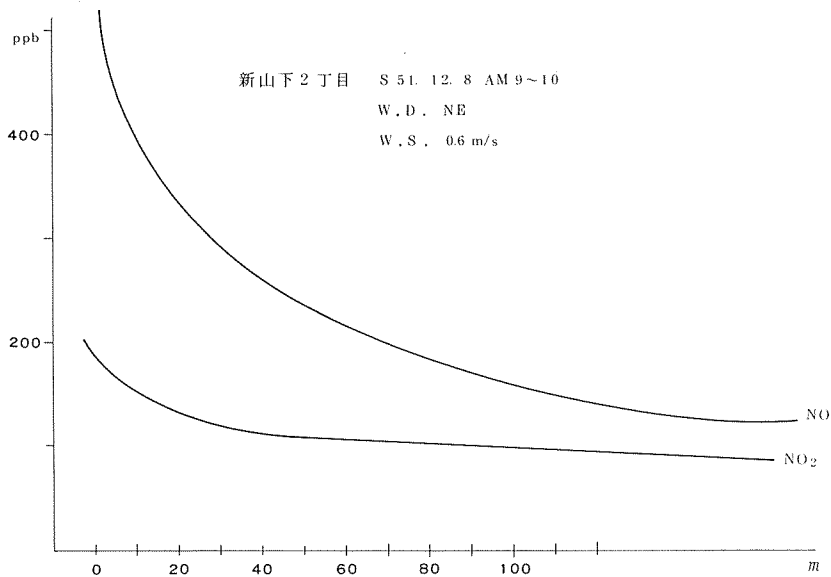


図10-1 特殊条件でのNO及びNO<sub>2</sub>の減衰

主風向がN～Eで風が弱く、朝夕の車の渋滞のひどい時には、道路からの汚染は100 mを超えた地点でも明かに汚染され高濃度になっていることがわかった。(図10-1)

特徴的な傾向として、主風向がWの時全般的に濃度の上昇があり、特にNO<sub>2</sub>では、いずれの地点でも0.09 ppm以上となる。又SO<sub>x</sub>でも同様な条件のとき上昇する傾向がある。

以上のことから、弱い東風の時、東京湾より広域的に汚染物質が流入していることが推定される。

図10-2及び図10-3はNO<sub>x</sub>及びSO<sub>x</sub>の時間別の濃度変化である。これによると道路端の地点で6時頃から上昇し、9時が最高値で18時頃まで続き、その後下降する。このパターンは図7-1の自動車通過台数と時間的に一致している。

NO<sub>x</sub>は、No. 1とNo. 2の地点の変化が類似し、No. 3、No. 4及び水道局では、各時間とも濃度が一致しており、9の道路端の各物質の減衰の結果と同様なことがいえる。

図10-4は水道局及びNo. 4地点のNO及びNO<sub>2</sub>の各時間の測定データである。

この図より両測定点での濃度変化が非常に一致していることがわかる。特に、図中で19時の積算されるデータから読みとれるその1時間内での瞬間値の変化においてもほぼ同一といえよう。

以上のことから、9-1のNO<sub>x</sub>の距離減衰と各測定点間の関係等を併せて考えると、かなり広範囲が同時に汚染され、その範囲は幅が1 km近くになっていることが判明した。

付近に自動車道路が通過していても、100 m以上離れると、汚染は、道路から直接関係せず、ある範囲の局地全体が一つの汚染地帯となって、同一濃度で汚染されることが推定される。

又、すべての測定点で6時頃から濃度が急上昇するが、燃料使用量の大きい大工場では、時間に関係せず一定使用量の工場が多いこと、又、風向風速の解析結果を同時に考えると、各道路からの自動車排気ガスは、一定範囲の地域全体に対して、汚染の寄与が、かなり大きいのではないかと考えられる。

表 10-1 風向・風速別汚染濃度

7001	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	C	AVE.	PPB	
0.5 M/S	148	98	134	161	145	89	105	106	95	90	81	97	97	129	130	116	127	118	PPB	
1.0 M/S	85	98	176	150	85	105	117	90	77	78	49	58	67	83	138	108	0	101		
2.0 M/S	52	78	113	95	84	95	81	51	17	54	37	44	42	46	109	110	0	96		
3.0 M/S	56	90	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	35	94	97	0	77		
4.0 M/S	51	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0	71	0	55	
>5.0 M/S	52	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52		
AVE.	75	88	134	133	150	98	108	92	82	80	63	66	63	82	119	102	127	95		

41 6 NOX (PPB) 21751222

7001	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	C	AVE.	PPB
0.5 M/S	182	109	126	216	192	104	139	208	175	163	97	161	270	146	152	171	173	164	PPB
1.0 M/S	53	87	138	165	92	126	95	125	97	124	43	77	79	80	190	129	0	119	
2.0 M/S	51	97	119	0	100	152	139	45	58	49	0	58	44	57	128	126	0	111	
3.0 M/S	77	106	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	110	0	93	
4.0 M/S	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	66	
>5.0 M/S	44	C	0	0	0	0	0	C	0	C	0	0	0	0	0	0	0	44	
AVE.	83	93	125	176	105	125	128	156	130	130	88	64	72	90	143	121	173	115	

42 6 NOX (PPB) 2175122 2 1222 NO. 1

7001	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	C	AVE.	PPB
0.5 M/S	347	395	342	465	414	232	284	338	374	249	300	327	303	284	263	312	296	312	PPB
1.0 M/S	232	228	242	341	283	328	309	218	265	275	109	151	185	187	307	240	0	251	
2.0 M/S	215	198	214	0	241	330	265	124	141	125	0	115	132	111	228	264	0	229	
3.0 M/S	203	192	0	0	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236	224	0	214	
4.0 M/S	161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	0	171	
>5.0 M/S	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	
AVE.	205	219	247	374	273	296	288	286	299	244	268	217	170	194	252	248	296	239	

表 10-2 風向・風速別汚染濃度

43 6 NOX (PPB) 2175122 2 1222 NO. 2

7001	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	C	AVE.	PPB
0.5 M/S	252	217	239	328	284	145	177	243	167	183	142	200	302	182	168	176	197	200	PPB
1.0 M/S	111	157	201	236	178	196	198	152	181	133	42	82	91	101	214	166	0	161	
2.0 M/S	136	152	172	0	172	201	213	87	86	77	0	81	63	56	163	175	0	155	
3.0 M/S	127	144	0	0	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	152	0	141	
4.0 M/S	97	C	C	C	C	0	0	0	0	0	0	C	C	0	0	115	0	101	
>5.0 M/S	95	C	0	C	C	0	0	C	0	0	0	C	0	C	0	0	0	95	
AVE.	129	156	192	262	185	190	187	190	173	147	125	112	87	110	177	165	197	157	

44 6 NOX (PPB) 2175122 2 1222 NO. 3

7001	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	C	AVE.	PPB
0.5 M/S	140	98	156	287	134	103	130	133	122	152	104	128	293	146	115	198	104	126	PPB
1.0 M/S	112	106	155	156	109	132	91	85	96	123	34	84	105	101	165	138	0	124	
2.0 M/S	103	101	112	0	76	131	34	62	66	60	0	74	54	58	121	131	0	112	
3.0 M/S	51	121	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	117	0	103	
4.0 M/S	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	0	69	
>5.0 M/S	0	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AVE.	93	104	129	189	93	122	108	105	104	126	93	94	93	103	132	128	104	113	

45 6 NOX (PPB) 2175122 2 1222 NO. 4

7001	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	C	AVE.	PPB
0.5 M/S	209	190	116	215	200	96	116	187	145	154	100	121	252	133	154	150	163	155	PPB
1.0 M/S	56	97	131	145	95	118	104	117	95	104	27	60	75	80	180	124	0	118	
2.0 M/S	51	110	124	0	103	132	109	51	58	48	0	65	43	41	132	124	0	112	
3.0 M/S	79	106	0	0	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	104	0	92	
4.0 M/S	59	C	0	0	0	0	0	0	0	C	0	C	0	C	0	78	0	64	
>5.0 M/S	48	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	
AVE.	84	102	125	164	109	114	112	153	119	117	88	77	69	94	146	117	163	113	

表 10-3 時間別の風向頻度

方位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
NNE	26.216	0.15	11.4	81.4	81.4	81.4	81.9	52.4	33.3	93.7	133.0	29.7	76.1	121.0	21.0	26.1	136.4	39.0	36.4	31.3	23.6	23.6	23.6	23.6
N	2.1	2.2	4.7	5.3	5.3	2.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	0.5	3.1	5.6	5.6	3.1	0.5	0.5	0.5
NNE	0.5	2.2	2.4	2.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
E	2.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3.0	3.1	3.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ESE	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
E	2.1	2.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5.3	5.4	5.5	5.6	5.6	5.6	2.1	3.1	3.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SSE	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
S	2.1	2.9	4.7	2.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.9	8.0	8.2	8.2	3.1	3.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SSE	2.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3.1	3.1	5.6	3.1	3.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SSW	0.5	0.5	0.5	2.9	2.9	2.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3.0	3.1	8.2	5.6	5.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
WSW	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3.0	3.1	3.1	0.5	3.1	3.1	3.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
W	2.1	2.2	2.6	0.5	0.5	2.9	2.9	2.9	0.5	0.5	2.9	3.0	5.6	5.6	5.6	5.6	3.1	5.6	3.1	3.1	0.5	0.5	0.5	0.5
WNW	5.3	9.4	11.0	9.1	0.0	7.6	2.9	5.3	7.6	17.4	12.4	10.3	5.5	3.1	3.1	5.6	8.2	5.6	8.2	10.8	10.8	8.1	8.1	9.1
W	5.3	7.4	4.7	5.3	5.3	5.3	2.9	0.5	0.5	2.9	5.4	8.0	8.2	5.6	3.1	0.5	9.2	9.2	8.2	3.1	5.6	8.2	5.6	5.6
WNW	21.5	28.1	17.5	5.29	13.2	8.3	8.6	36.2	31.7	27.8	3.0	0.5	0.5	5.6	8.2	13.3	21.0	8.1	5.6	10.8	10.8	4.26	17.8	7.26
NW	23.1	12.1	2.7	6.31	5.3	3.8	3.1	5.36	2.3	8.3	3.2	2.5	2.5	2.1	2.1	0.21	2.3	6.21	0.21	0.18	4.18	4.26	1.78	7.26
N	11.9	10.9	6.7	0.5	0.5	2.5	5.3	5.3	2.9	2.9	2.9	3.0	0.5	0.5	0.5	0.5	3.1	8.2	8.2	5.6	0.5	0.5	0.5	3.1

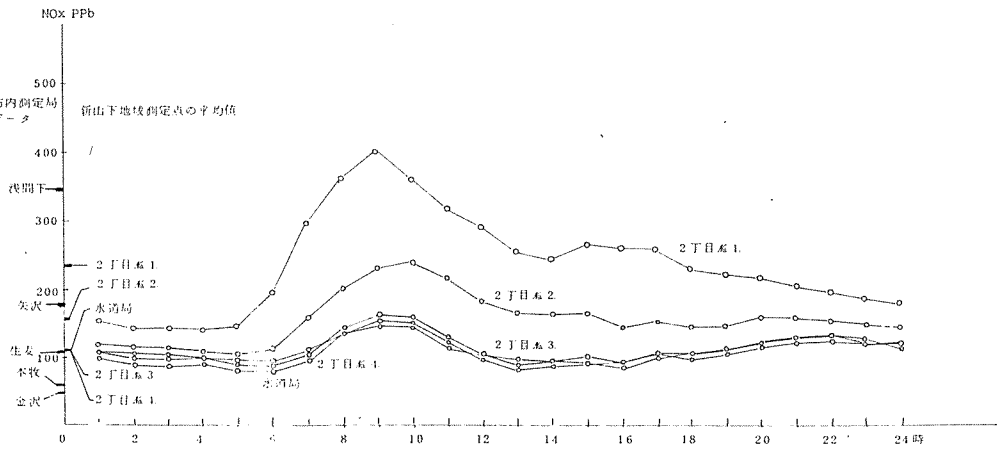


図10-2 NOxの時間別変化(新山下2丁目)と他測定点との比較

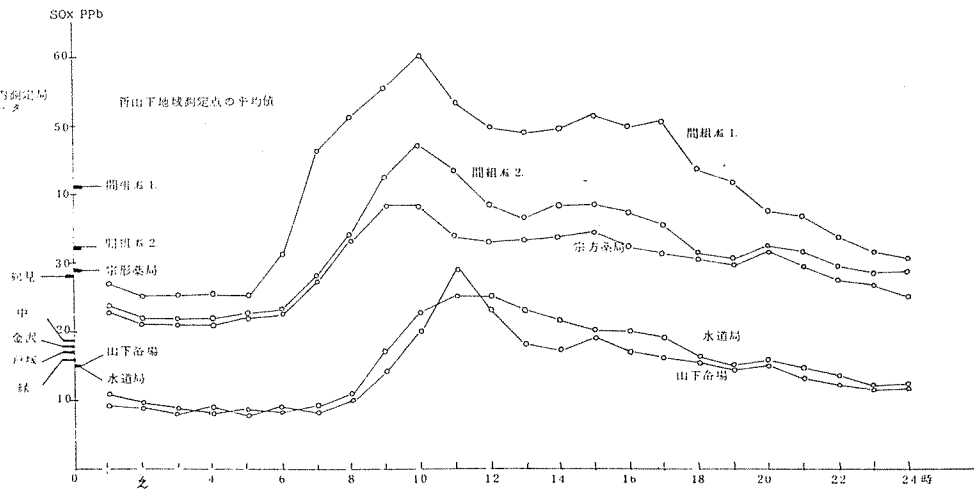


図10-3 SOxの時間別濃度変化と測定点との比較

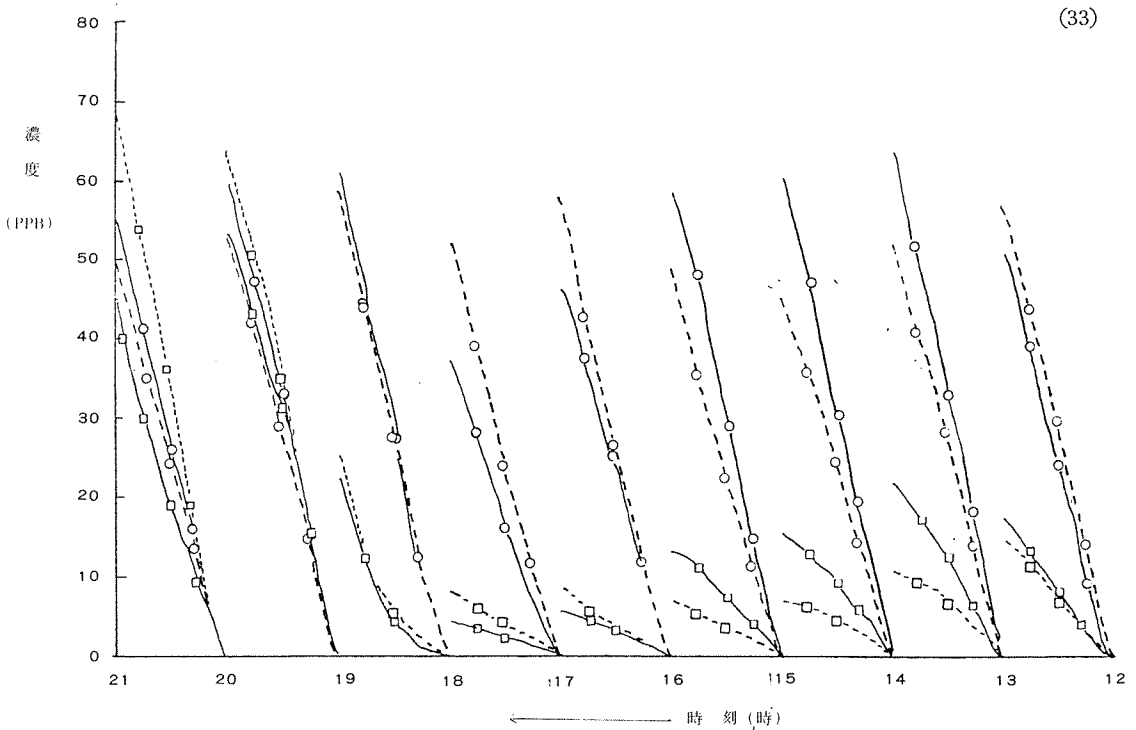


図10-4 二酸化窒素及び一酸化窒素の時刻変化の1例

昭和51年12月19日 12時～21時

—□— 二酸化窒素, 2丁目No. 4    —○— 一酸化窒素, 2丁目No. 4  
 --□-- 二酸化窒素, 水道局    --○-- 一酸化窒素, 水道局

## 11.まとめ

道路からの自動車排気ガスの拡散状況の解析は、従来よりCO等が多く、NO<sub>x</sub>についての例は少ない。これはNO<sub>x</sub>の測定が難しかったことによる。

本調査では使用したザルツマン法のNO<sub>x</sub>連続測定機の事前に考えられる誤差要因について検討し、その結果、測定機の機差を2%以内におさめた。

測定点は、本牧の丘陵の崖の下に近い所で、風向風速とも、崖の影響を受けている。特に崖に近い測定点では、Wの風は入らず、Eの方向に変わっていた。又、この季節の風向は70%以上が北風であり、測定点は、対象道路の風下となっていた。

測定期間中は、大気が比較的安定していたため、測定物質全般にわたって比較的高い値を示した。

全平均でみると、まずNO<sub>x</sub>は、道路端の間組、

2丁目No. 1の地点でそれぞれ0.165 ppm, 0.237 ppmと本市の交通量の多い道路での測定値に近い値である。

NO<sub>2</sub>は道路端で0.06～0.07 ppm、道路から最も離れた測定点で0.04～0.05 ppmとなり、環境基準の2～3倍の値を示した。

SO<sub>x</sub>は、道路端と19 m地点で、環境基準の日平均値の0.04 ppmをそれぞれ53%, 27%の日数で超えており、局地においては、道路からのSO<sub>x</sub>汚染が、今後の重要な問題点であると思われる。

短期間ではあるが、同時に、粉じん・重金属・陰イオン・一酸化炭素及び炭化水素を測定した。

それらの物質のうち、単に自動車排気ガスによるものばかりでなく、走行による摩耗、路面の土砂の舞上り等による影響と考えられるものがあった。

(34)

粉じんは道路端で $329\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度を示し、60 mを越す地点まで環境基準を超えている。

又、測定した物質のうちで、粉じんの他、Mn、Ni、Fe、V及び $\text{SO}_4^{2-}$ が道路から離れるにつれ減少したが、100 mの測定点においても減衰が続いていた。

これらの粒子状物質は、ガスと異なる動向を示し、局所的な汚染により大きく寄与しているものと思われる。

CO及びHCは濃度が3 ppm前後と低く、バックグラウンドの値に近いため減衰の割合が小さかった。

$\text{NO}_x$ の調査例は2、3あるが、いずれも道路近傍の高いことを指摘している。<sup>7,8)</sup>

$\text{NO}_x$ の単位距離あたりの減衰率は、道路からの排出ガス量に関係しており、30 m付近まで減衰のカーブが異なり、又、その付近までの汚染濃度も高いが、100 mを越えると排気ガスの影響がほとんど無く、一般大気汚染のパターンと一致していた。

NOは発生源を道路として測定しているため、 $\text{NO}_x$ に比べ道路端では減衰が著しいが、 $\text{NO}_x$ の変化に類似している。

$\text{NO}_2$ は道路端より30 m付近まで明確に減衰があるが、バックグラウンドの値が高いため、各測定点での濃度差は相対的に低く、道路からの直接の影響は少ない。

これらの測定結果から、この測定点の距離内においては、NOが $\text{NO}_2$ に酸化されることは難しいと推定され、 $\text{NO}_2$ による汚染は一般大気による寄与が大きいと思われる。

弱い東風の時に海上より汚染されている比較的濃度の高い大気が流入し、この地域全体の濃度が同時に上昇することがわかった。又、この地域では、1 km程度離れた地点においても汚染は同一のものであることが判明した。

以上の結果より、自動車排気ガスは、直接には道路から一定の距離まで汚染し、それより離れると影響しないことが判明したが、間接には一定地

域内の各道路から拡散・混合したガスが、その地域の大気汚染に、他の発生源と集合した効果として、かなりの割合で寄与しているものと推定される。

自動車排気ガスの拡散調査では、測定点位置・道路周辺の建物の高さ等が重要であることを大平<sup>9)</sup>は指摘している。

本調査は、市街地での一例にすぎず、これをもってすべての道路に該当させることはできないが、自動車排気ガスによる道路周辺への影響は、広域大気汚染と異なり、かなり共通している部分があると思われる。市街地の道路については、ある程度の参考になるものと思われる。

今後の課題として、走行パターンを決定し、時間別の排出ガス総量を算出することにより、環境濃度とのシミュレーションを行い、汚染物質の挙動をより科学的に究明することが必要であると思われる。

又、今回の調査は $\text{NO}_x$ が中心であったが、人体への影響がある粉じん、 $\text{SO}_x$ について同時に詳細に調査すべきであろう。

なお、調査にあたっては、中保健所・公害対策局大気課の協力を得て実施した。

## 参 考 文 献

- 1) 日本気象協会：神奈川県気象月報，1973～1976
- 2) 横浜市公害対策局：横浜市大気汚染調査報告書，17報，昭和51年度。
- 3) 横浜市計画局：51年度交通量調査報告書，30～31。
- 4) 産業構造審議会公害部会 $\text{NO}_x$ 汚染防止対策小委員会移動発生源対策分科会資料：15，昭和52年9月。

- 5) 中央公害対策審議会大気部会自動車専門委員会資料：335～337, 昭和52年12月。
- 6) EPA: Air pollution Consideration in Residential Planning, Volume 1, Manual, 99～109. 1974.
- 7) 大阪府：低煙源拡散実験調査報告書：昭和52年3月。
- 8) 横浜市公害対策局：道路による大気汚染と拡散シミュレーション報告書，昭和50年度。
- 9) 東京都市群交通計画委員会：東京50 km 圏総合交通体系調査報告書技術部会資料，環境編(2)，565～1972。

## II. 窒素酸化物特殊発生源調査

### —— 小規模燃焼施設 ——

#### Nitrogen Oxides Load Emitted from Small Combustion Equipments for Domestic Use

沖津正樹\*, 太田正雄\*, 佐俣満夫\*, 平野耕一郎\*,  
中村 貢\*, 米山悦夫\*, 渡辺善徳\*\*, 数野賢治\*\*

#### 1. はじめに

窒素酸化物は、ほとんどの燃焼行為に伴って生成されるが、一部の燃焼施設を除き、その排出実態は把握されていない。窒素酸化物は一般家庭、ビル等で汎用されている燃焼施設、器具からも排出される。本調査ではこれら小規模の燃焼施設から排出する窒素酸化物の排出実態を把握し、各種燃料ごとの排出係数を求めた。又、得られた排出係数を用いて、横浜市における一世帯及び横浜市内の年間窒素酸化物排出量を推定した。

#### 2. 方 法

##### (1) 施設の選定

対象施設として、伝熱面積が10m<sup>2</sup>以下のボイラー、風呂ガマ、ストーブ、レンジの4種類について、一般家庭を中心に、工場・ビル飲食店を調査した。一部の器具については、研究所に集め、臨時の実験用煙道を製作し測定した。なお、燃料は、都市ガス、LPG、灯油、重油の4種類とし、測定した施設は、燃料ごとに5ヶ所とした。

##### (2) 測定項目及び測定法

- ア. 水分量・(塩化カルシウムによる吸着法)
- イ. 窒素酸化物・(ケミルミ法・定電位法・亜鉛還元法)
- ウ. 酸素・(磁気力法・定電位法)
- エ. 一酸化炭素(定電位法)

オ. 二酸化炭素(オルザット法)

カ. 二酸化硫黄(定電位法)

キ. 排ガス温度(熱線式風速風温計)

ク. 排ガス流速(熱線式風速風温計)

ケ. 燃料使用量

コ. 大気温度

##### (3) 換算窒素酸化物排出係数の算出方法

ア. 燃料単位容積(又は重量)当りの排出係数(以下、EFとする)

(燃焼発生ガス量を測定した場合)

$$\text{排出係数EF(g/単位容積)} = \text{換算NO}_x(\text{ppm}) \times \frac{46(\text{g})}{22.4(\ell)} \times \text{乾きガス量}(\text{m}^3/\text{h}) \times 10^3 \times 10^{-6} / \text{燃料消費量}(\text{単位容積})$$

(燃焼発生ガス量を測定しなかった場合)

$$\text{EF(g/単位容積)} = \text{換算NO}_x(\text{ppm}) \times \frac{46(\text{g})}{22.4(\ell)} \times A \times 10^{-3}$$

A: 単位容積(又は重量)の燃料を燃焼させたときに発生する乾きガス量で次の値を用いた。

( 重油 13.2Nm<sup>3</sup>/ℓ・都市ガス(6B) 4.06Nm<sup>3</sup>/Nm<sup>3</sup> )  
LPG 21.8Nm<sup>3</sup>/Nm<sup>3</sup>・灯油 10.9Nm<sup>3</sup>/ℓ

イ. O<sub>2</sub>換算窒素酸化物の算出

(ガス燃料を燃焼させるもの)

$$C = C_s \cdot (21 - 5) / (21 - O_s)$$

(液体燃料を燃焼させるもの)

$$C = C_s \cdot (21 - 4) / (21 - O_s)$$

C: 換算窒素酸化物の濃度(ppm)

\* 横浜市公害研究所大気部門

\*\* 横浜市公害対策局大気課

O<sub>s</sub>: 排出ガス中の酸素濃度 (%)

Q<sub>s</sub>: 測定された窒素酸化物の濃度  
(ppm)

ウ. 熱量当りの排出係数

$$EF (\text{kg}/10^8 \text{kcal}) = EF (\text{g}/\text{単位容積}) \times \frac{1}{B} \times 10^5$$

B: 単位容積当りの熱量で次の値を用いた。<sup>1)</sup>

(重油 9,900kcal/ℓ・都市ガス(6B)・5,000kcal/Nm<sup>3</sup>)

(LPG・24,370kcal/Nm<sup>3</sup>・灯油 8,900kcal/ℓ)

### 3. 結 果

小型ボイラーのNO<sub>x</sub>の測定データは、(いずれも、O<sub>2</sub>換算窒素酸化物で示す)都市ガスで10~60ppm, 灯油で10~80ppmと濃度変動が大きい。重油は30~60ppmと少なかった。

SO<sub>x</sub>の濃度は、灯油で0~3ppm, 重油は75~

表-1 施設別の単位燃料及び単位熱量あたりのNO<sub>2</sub>排出量

施設名	燃料名	NO <sub>2</sub> g/1m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> kg/10 <sup>8</sup> kcal
ボイラー	都市ガス	0.84	1.69
	灯油	2.05*	23.0
	重油	1.50*	15.1
風呂ガマ	都市ガス	1.14	2.27
	LPG	6.84	29.0
	灯油	1.97*	10.0
ストーブ	都市ガス	0.11	3.0
	灯油	2.47*	27.8
レンジ	都市ガス	0.52	10.5
	LPG	5.12	21.0
飲食店レンジ	都市ガス	0.49	9.7

(\*印は、NO<sub>2</sub> g/1ℓを表わす)

360ppmと燃料中のS分に比例しているためバラツキが多い。

風呂ガマのNO<sub>x</sub>の濃度は、都市ガスで20~35ppm, LPGで30~50ppm, 灯油が10~50ppmとバラツキている。COについては7ppm前後であり30~60ppmのものも2,3あった。

ストーブ及びレンジのNO<sub>x</sub>の測定値は、都市ガスのストーブで3~26ppm, 灯油のストーブで3~10ppmとバラツキが多い。レンジは都市ガス, LPG共に13~20ppmの範囲で一定していた。

表-1は施設別・燃料種類別の排出係数の平均値である。燃料の種類別に見ると、同一熱量あたりの窒素酸化物排出係数は、LPGがもっとも大きい。また、同種の燃料であっても施設・器具の種類により、排出係数にかなりの差があり、特に都市ガスのストーブの(対流型)の排出係数が小さいのがめだった。

表-2 燃料使用量(49年)

燃種 区名	都市ガス (t <sup>2</sup> )	LPG (ton)	灯油 (kl)	重油 (kl)
鶴見	48,791	4,670	28,095	1,059
神奈川	43,999	4,150	23,652	840
西	45,464	3,740	28,572	1,511
中	65,130	1,420	63,286	3,565
南	42,019	4,500	16,301	412
港南	23,444	2,720	13,153	435
保土ヶ谷	26,159	3,210	19,948	747
旭	26,607	7,310	19,119	659
磯子	36,778	1,400	16,628	631
金沢	26,190	1,700	15,500	589
港北	41,687	6,540	32,023	1,184
緑	30,234	5,910	23,054	821
戸塚	33,074	9,730	32,399	1,133
瀬谷	7,688	4,640	4,646	26
合計	497,264	61,640	336,376	13,612

(横浜市経済局価格対策部50年調べ)

表-2は各区ごとの燃料別の使用量であり、表-3は燃料別に各区ごとのNO<sub>x</sub>量を合計し、世帯数で割ったものであり、一世帯が年間排出するNO<sub>x</sub>量である。一世帯あたり年間で約1kgのNO<sub>x</sub>を排出していることがわかる。

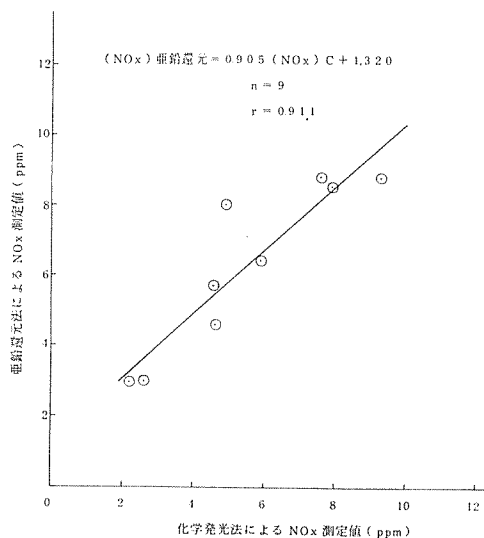
表-4は、市内各区で家庭を中心とした小型燃焼施設と大規模発生源である工場、自動車によるNO<sub>x</sub>の排出量を比較した。これによると鶴見、磯子では家庭の寄与率が0.56~0.24%と低いが、臨海部に位置しているため大手工場のNO<sub>x</sub>排出量が圧倒的に多いためである。これに比べて、南、



表一 三世帯あたりの年間窒素酸化物排出量

区名	世帯数	家庭内窒素酸化物排出量(事業所・商業他除く)				一世帯当りの窒素酸化物排出量 kg/年
		都市ガス (ton)	L P G (ton)	灯油 (ton)	合計 (ton)	
鶴見	71,602	3,093	1,394	2,229	6,716	0.94
神奈川	65,866	2,878	1,241	2,038	6,157	0.94
西	28,900	1,570	1,119	901	3,590	1.24
中	41,667	2,529	425	1,304	4,258	1.02
南	61,717	2,628	1,346	1,921	5,895	0.96
港南	39,874	1,473	813	1,232	3,518	0.88
保土ヶ谷	51,268	1,753	960	1,588	4,301	0.84
旭	55,083	1,821	2,186	1,707	5,714	1.04
磯子	42,075	2,533	418	1,304	4,255	1.01
金沢	38,819	1,779	508	1,209	3,496	0.90
港北	83,993	2,952	1,955	2,608	7,515	0.90
緑	63,155	2,221	1,766	1,968	5,955	0.94
戸塚	91,780	2,308	2,912	2,845	8,065	0.88
瀬谷	26,493	554	1,387	830	2,771	1.05
合計	762,292	30,092	18,430	23,684	72,206	0.95

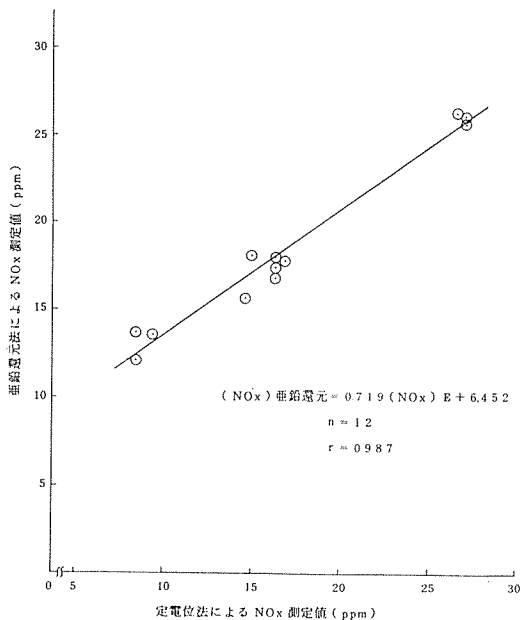
港南、金沢、瀬谷等のいわゆるベッドタウン化した住宅地域においては、6～7%が一般家庭より排出されている。



図一 1 垂鉛還元法と化学発光法による排ガス中の窒素酸化物同時測定結果の比較

表一 4 全市の窒素酸化物排出量に対する家庭からの排出寄与率

区名	民生用窒素酸化物		固定及び移動発生源からの窒素酸化物			排出寄与率	
	家庭	家庭+商業他	固定発生源	移動発生源	合計 (トン/年)	家庭	家庭+商業他
鶴見	672	10,888	10,517.8	1,465.2	11,983.0	0.56	0.90
神奈川	616	9,45	2,300.4	1,489.8	3,790.2	1.58	2.43
西	359	10,09	555	6,689	7,244	4.35	12.23
中	426	18,24	4,075.2	1,234.5	5,309.7	0.78	3.32
南	590	7,64	188	7,666	7,854	6.84	8.86
港南	352	5,32	735	4,461	5,196	6.14	9.29
保土ヶ谷	430	7,09	2,297.5	1,448.9	3,746.4	1.13	1.86
旭	571	8,24	2,633	4,395	12,028	1.45	6.41
磯子	426	6,69	16,777.2	7,41.7	17,518.9	0.24	0.38
金沢	350	5,74	327	5,100	5,427	5.83	9.56
港北	752	11,86	522	1,352.2	14,044	4.93	7.78
緑	596	8,94	1,090	3,445.7	3,554.7	1.63	2.45
戸塚	807	12,16	1,793	2,315.6	24,949	3.08	4.65
瀬谷	277	2,91	309	313.4	3,44.3	7.42	7.79
合計	7,221	125,24	36,783.3	17,138.1	53,921.4	1.31	2.27



図一 2 垂鉛還元法と定電位法による排ガス中の窒素酸化物同時測定結果の比較

同じ住宅地域であっても、高速道路等により交通量の多い緑では、2%弱と寄与率は低くなっている。又、商店、飲食店が多い西では、8%弱がそれらにより排出されている。

市内総平均で見ると家庭によるものが1.31%、商業等を含めると2.27%が本市全体のNO<sub>x</sub>の排出量に対して寄与していることがわかった。

なお、図-1、図-2、図-3は測定に先だち、いくつかの測定方法を検討し得られたものである。

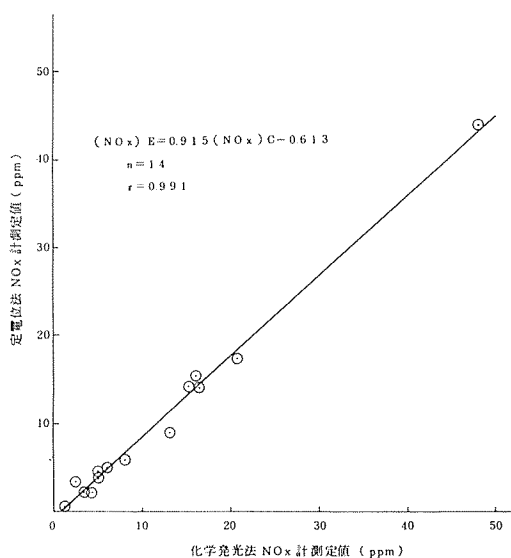


図-3 定電位法と化学発光法による排ガス中の生窒素酸化物同時測定結果の比較

対象施設の窒素酸化物の測定方法として、亜鉛還元法を用いることとし、補助的に化学発光法を用いた。定電位法は10ppm以上の濃度の場合に併用した。

#### 4. おわりに

今回の調査対象は、従来の大型ボイラーや自動車と異なり、燃料の使用量が一時的に集中すること、さらに類似した排出口を持つ住居が密集している地域(団地など)が多くみられること、等の汚染要素を考慮する必要がある。今後環境測定を含めた調査を実施し、一般家庭等から排出される

窒素酸化物が、都市部のバックグラウンドとして環境汚染への寄与率を正確に把握することが課題である。

なお本報告は、昭和51年度環境庁委託調査報告書<sup>2)</sup>の要約である。

#### 参 考 文 献

- 1) 日本熱エネルギー技術協会：施設別類型別大気汚染物質発生量原単位調査報告書(1975)。
- 2) 横浜市公害研究所：窒素酸化物特殊発生源調査報告書(環境庁委託調査)(1977)。

### Ⅲ 複雑な地形下での廃油焼却炉からの悪臭調査と局地的公害問題の住民運動と行政の対応についての一例

An Action of the Residents and the Municipal Government against the Hazard caused by Oder from a Spent-Oil Incinerater in a definite Place which has Complicated Geographical Features.

佐 俣 満 夫 \*

#### 1. はじめに

近時、特に環境アセスメントに関する問題が重要になりつつあるが、そこにおける汚染予測の事前及び事後調査での科学的把握というものが不可欠である。ことに大気汚染に関しては、本市においては臨海部をはじめ複雑な地形をもつ地域が多くあるので、その調査はなおさら綿密に行なわれなければならない。

そこで、ここにそのような複雑な地形下での塗料廃油焼却工場からの悪臭調査を実施した。また、住民からの苦情及びその反対運動と行政サイドでの対応と調査の一例を示し、かかる公害問題解決の難しい側面を報告する。

#### 2. 環境調査（悪臭及び金属腐食調査）

##### (1) 風の流れの方向の推定

昭和49年12月16日～26日、翌50年11月17日～22日の間、本市戸塚測定局と現地2地点の風向風速を調べ、各地点での風向のかたよりにより、図-1に示す現地での工場付近からの住家への風の流れを推定した。

##### (2) 試料採取

工場からの悪臭は、塗料溶剤や未燃焼炭化水素であるため、1ℓ真空ビンに試料ガスを7分

間採取し、GC管へ液体酸素で濃縮後、FIDガスクロマトグラフで固定し、煙道排ガスは、バイパスで導き常温まで下げた後採取した。

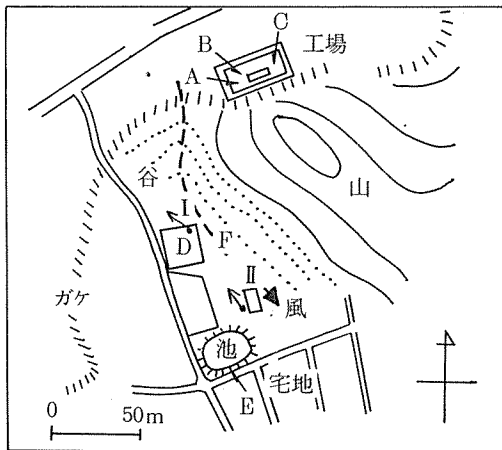


図-1 現地地図

A : 工場入口 B : 焼却炉付近 C : 工場事務所  
D : 宅地付近 E : 池付近 F : 空地  
W1, W2 : 風向風速測定地点  
( 矢印は主風向をあらわす )

##### (3) 腐食量の調査

図-1中、当該工場の北側に面している金属

\* 横浜市公害研究所大気部門

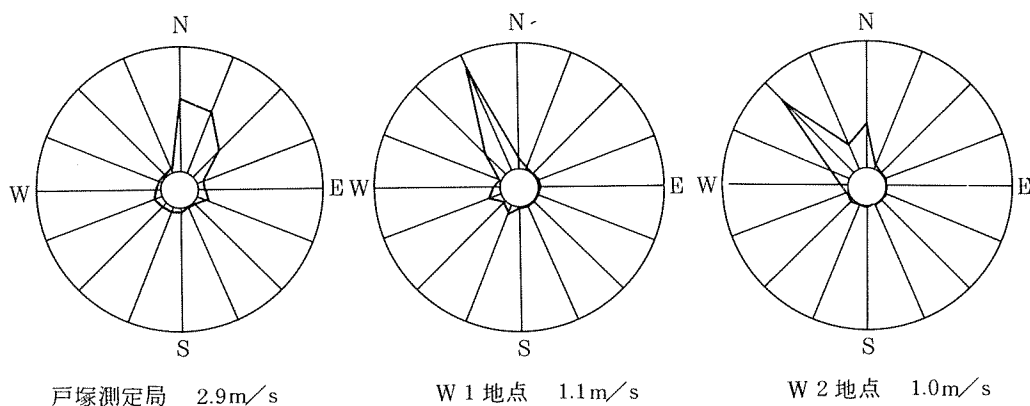


図-2 風配図及び平均風速

加工作業場から、製品が腐食するという苦情があり、昭和51年9月20から10月21日まで同作業場の構造用鉄棒(SR-24)と銅板を、同作業場と本市公害研究所で、それぞれ大気中に暴露しその腐食量を調べた。

## 結 果

### (1) 風の影響

図-2に昭和51年11月17日から22日までの測定における各地点での平均風速と風配図を示す。戸塚測定局は、現地より約南西3Kmにあり、この地域全体の風向、風速を代表しているものといえる。ここでは北又は北北東の風であり各々30%、静穏5%であった。また、地点Iでは主風向は北北西で60%、静穏23%であり、地点IIでは主風向が50%、静穏6%であった。これより図-1中、点線のような山を迂回し谷に落ちこむような風の流れが考えられる。これによる影響は、冬に北風で風が弱いときほど大きく、工場からの臭気が谷に溜りやすいものと推定され、これらの条件のもとでの苦情の量とも一致している。

### (2) 悪臭成分

臭気物質は、大部分が未燃の溶剤物質によるものと推定されるので、工場内および住家地域

のバックグラウンドをみるため、炉停止時で南風の微風時を選んで昭和51年9月20日に測定した結果を、表-1と図-3に示す。測定項目は、よく使用される溶剤成分14物質について分析したうち、検出された9物質について示した。これより、工場敷地内部ではトルエン、ヘキサン、イソプロピルアルコール、ベンゼン等が顕著に検出された。これらは、工場内の排空カン等からのものと考えられる。また、住家付近では、トルエンが10ppbであり、今回の測定中には、地点D、E、Fではまったく臭気は感じられなかった。これからも当住家付近では、バックグラウンド的には、かなりの無臭地帯に近い地域といえる。

表-1

地点	溶 剤 濃 度 (PPb)													
	炉 停 止 時						炉 稼 働 時							
	A	B	C	D	E	F	G1	G2	B	E				
n-ペンタン	6	2	10	2	2	3	1	2	6	1				
n-ヘキサン	180	19	20	2	3	5	2	71	21	16				
イソプロピルアルコール	60	67	44	3	6	4	86	220	1100	26				
メチルエチルケトン	5	7	8	1	1	1	17	15	20	3				
ベンゼン	55	4	2	2	3	3	170	39	7	2				
トルエン	300	130	70	6	14	10	260	580	260	17				
エチルベンゼン	12	13	24	2	1	2	20	42	32	4				
メタ、パラキシレン	14	14	26	3	3	3	23	61	49	8				
オルトキシレン	5	5	9	3	3	6	7	18	16	3				

G1 炉道排ガス 11時50分  
I2 煙道排ガス 12時

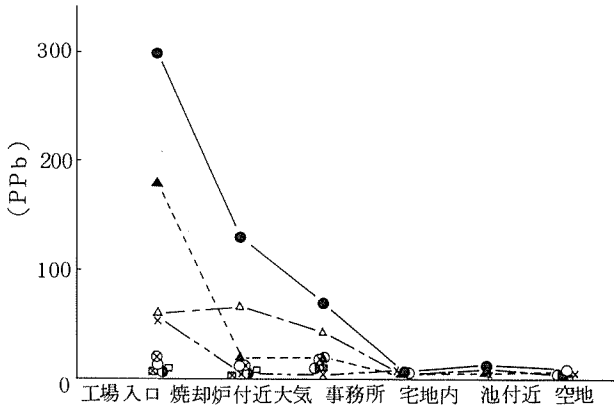


図-3 焼却炉停止時の環境大気中の溶剤濃度

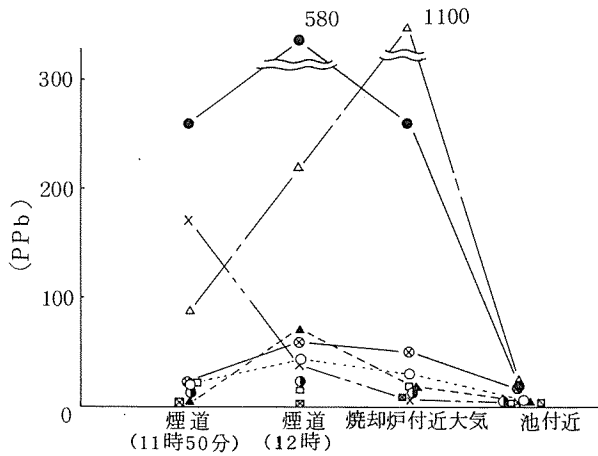


図-4 焼却炉稼動時の煙道排ガス及び環境大気中の溶剤濃度

- トルエン
- △ n-ヘキサン
- △ イソプロピルアルコール
- × ベンゼン
- ⊗ メタ, パラーキシレン
- エチルベンゼン
- ⊠ n-ペンタン
- ◐ オルトキシレン
- メチルエチルケトン

次に、炉稼動中の環境への影響をみるため、稼動時で北からの微風下での測定例（昭和51年10月26日測定）を表-1及び図-4に示す。これにより、煙道排ガスからの未燃炭化水素の組成がわずかの時間でも大きく変化し、炉内の燃焼状態が複雑に変化することがうかがえる。また、炉入口付近での濃度が、煙道中より高濃度に測定された物質がみられる。

これにより、炉からの排ガスの漏れが大きいことがわかる。これは、炉入口付近では不完全燃焼のままの排ガスが吹き出てくることを示している。また、池付近での測定では今回の測定中に多少臭気を感じられた。

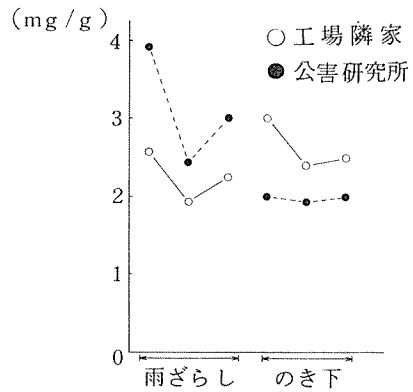


図-5 鉄棒の腐食量, 1ヶ月間大気暴露

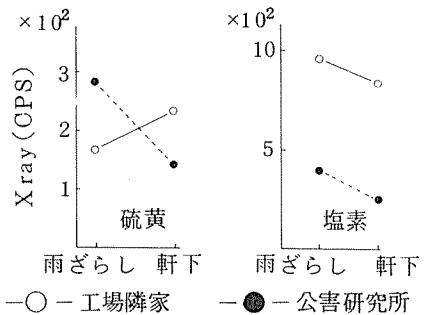


図-6 大気中に暴露した銅片の表面の硫黄量及び塩素量

### (3) 金属の腐食量

鉄棒を雨ざらしにしたものと、のき下につるしたもので、本市公害研究所と工場隣家のものの腐食量は図-5に示すように、 $2\sim 3\text{mg/g}$ であり差はみられない。また溶剤中には、イオウや塩素を含むものも多くあり、同様に大気暴露した銅板について、イオウと塩素をケイ光X線分析法によって半定量的に測定した結果を図-6に示す。これより、イオウによる腐食については、公害研究所と工場隣家で大きな差はないが、塩素による腐食は、本来公害研究所の方が臨海部に近いので海塩粒子の影響が大きいと考えられるにもかかわらず、工場隣家の方が2倍高い値を示している。これは、塩素系排ガスの影響によるものと思われる。

### (4) 環境調査の問題点

一般に、このような特殊な地形下では、工場が操業を始めた後、住民からの苦情があはじめて、環境汚染上問題があるのが発覚するケースが多い。今回の調査はそのほんの一例にすぎない。しかし、環境アセスメントが重要な問題になりつつある今日、このような地形下での科学的環境影響評価は、従来の平地を想定した拡散式やモデルは使用できず、風洞実験やトレーサー実験が考えられるが、いずれも一長一短があり、事前調査にあっては、十分な多方面からの検討が必要である。

## 3. 住民運動の経緯と行政上の対応の一例

当該焼却工場は中小企業であり、また、廃油の完全燃焼の技術的確立も未だ充分でないことのため、悪臭、ばいじん等の大気汚染物質の防止対策が技術的にも経済的にもきわめて難かしい側面をもっており、住民からの苦情に即応できなかったこと。また、同工場は工場団地内の一端に位置し、その工場団地と住居専用地区とが、まったく隣接していること。さらには、地形が複雑であること。

そして、大気汚染防止法、県公害防止条例における事前の許可等にあたり、調査をどこまで行なえば良いのか。また、多くの行政上の乗せ付帯条件を工場側に許可するにあたり、どのようなものをつければ良いのか等々、現在の行政上の体制への問題が残ったが、以下にかかる問題の住民運動の経過と行政上の対応を述べる。

### (1) 住民の苦情と工場側の対応の経過

#### ア. 当該工場の概略

規模・資本金百万円、当該工場従業員5名、作業内容・各種工場からの廃油を焼却炉にて焼却処理すること。焼却炉規模・最大 $500\text{l/h}$ であり、バーナーで噴霧後、炉内壁の無数の穴より強制空気を送り込むことにより、より完全燃焼をさせようとした方式をとっている。

#### イ. 事実経過

(ア) 昭和49年7月、法律、県条例許可。

一般に焼却炉は多様な構造をもち、焼却物、燃焼方法によって発生するばいじん、臭気等は大きく異なる。従って、工場の設置許可にあたって、書類のみで焼却炉について法令の基準を満足する施設であるか否かを判定することは難しい。当工場の申請については、処理装置としてサイクロン、ベンチュリースクラバー、中和塔等の設置を指導し、49年7月に設置許可を出した。この際、燃焼方法によっては、ばいじんの排出基準等を超える可能性があるため、このような場合、及び住民からの苦情が出た時には、焼却炉を一時停止する旨の念書を提出させた。

(イ) 同12月上旬から試運転を開始したが、黒煙が出たため、住民の苦情があり、市立入調査を行なう。これは燃焼方法のテスト中ということでした承した。この間約3ヶ月、この種のテストを工場側で行なう。

(ウ) 昭和50年7月ごろから本格的稼働が始まり、それと同時に苦情が多くなり出す。この時点で、住民側より「なぜ設置にあたり

地元住民に話し合いがなかったのか」という意見が出され、市としては、現在はこの種の説明会は、許可申請者が付近住民の了承をとってくるように指導していたが、今後、住民参加の公害防止という面から充分に問題点を検討しなければならない点である。

(ニ) 同8月～10月にかけて、さらに苦情が多くなり出し、その都度、工場側には停止させ市の立入り調査をくり返す。

この間、工場側との話し合いだけでは、技術的な話に限界があるので、プラントメーカーを呼び、メーカーとしての技術的改善の可能性について見解をたざしたところ、この種の燃焼施設や公害防止装置については、実のところパイロットレベルではうまくいっても実プラントでは実際に稼働させてみないとわからない、との回答があり、現在のメーカー側が、急激に高まった公害問題の中で、その防止技術の確立に追いついていけないという側面と、商業ベース上のバランスによる開発の遅れと云った、社会的問題がここでも如実に表われていた。

(ハ) 同9月30日、市公害対策局が立入り測定を行なった結果、

バイジン濃度	0.15 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
排ガス中の鉛	1.05 $\text{mg}/\text{N m}^3$
〃 カドミウム	0.05 $\text{mg}/\text{N m}^3$
H <sub>2</sub> S	不検出
NH <sub>3</sub>	不検出
HCl	不検出
Cl <sub>2</sub>	1 ppm 以下

であり、法令上の規制値は下まわっていた。

(カ) 同11月18日、同A地区町内会と第一回の住民集会在行なわれ、市側4名、工場側3名、住民側11名参加。

同集会では、工場側の改善と市の指導経過が説明され、住民側からは「なんとかもとの環境にもどしてほしい」、「臭くて食事の中

ど一番困る」、「窓を開けておけない」等の苦情が出された。

(キ) 昭和51年1月、同町内会と第二回住民集会在もたれ、市側4名、工場側3名、住民側19名が参加し、この集会では、住民側からの一方的工場に対する責任の追求が目立ち、苦情としては、「子供がカゼを引きやすくなった」、「子供が学校で鼻炎だと言われた」、「セキが出やすくなった」等、苦情内容も身体や精神的苦痛からの生活破壊を強く訴えるものが多くなり、そして、「改善するのなら、いったいどこまで出来るのか」、「これ以上改善の見込みがないなら移転してほしい」、さらには、「もともと住民無視に近い設置であるから、ただちに解体せよ」等の強い発言も出されたが、工場側より抜本的改善内容を1ヶ月以内に住民側へ提出することで住民側も不本意ながらも台意した。

(ク) 同3月、同町内会と第三回の住民集会在もたれ、市側2名、工場側2名、住民側11名が参加し、その時点では、まだ悪臭はなくなってはおらず、住民側の怒りもかなり高まっていた。ここで工場側より「向う5年間を目途に移転、若しくは完全にその時期に移転を停止する。それまでの間、改善努力をさらに進める」等の改善趣旨の説明があり、ここではじめて工場側は、住民に対し移転せざるを得ないことを明らかにした。しかし、住民側としては、この間の工場の対応への不信感もあり、移転までの時期が長すぎる等の意見のもとに納得が得られず、最終的には市と工場側でつめることとなった。

(ケ) この間、市側としては工場側出席の下で行なった住民集会在が3回、保健所、公害対策局職員による立入り調査と住民との接触は、苦情が多くなるにしたがい常にもたれてきたわけであるが、その中で、「行政からの住民への対応が弱い」といった批判が住民より多

く出された。こうした住民からの批判こそ、環境行政をあずかる者にとって謙虚に耳を傾け、これからの行政指導に反映させていかねばならないところである。

(㉔) この種の悪臭問題は、法令及び県条例の排出基準は満足しており、ただ、県条例の悪臭遵守事項にふれるか否かというところで公署上の法的根拠では手がつけにくく、行政指導上の問題として扱われ、民法上のその受忍限度が問題となる。そこで、市としては、「焼却炉の使用等に係る契約書」として、住民側と工場側の双方の合意に法的義務をもたせるため、昭和53年4月30日までに使用停止するという内容を主な内容とし、同51年10月、横浜地方法務局における公証人をたて、横浜地方裁判所を管轄裁判所とした「公正証書」を町内会と工場とで結ばせ合意をみるにいたった。

## (2) 「公正証書」とその契約内容

「甲」町内会と「乙」株式会社との間で、産業廃棄物焼却炉の使用等について、次のとおり契約を締結する。

第1条 甲及び乙は、乙が悪臭等により当該焼却炉の周辺居住者の生活環境を悪化させていることは、何ら正当な権利に基づくものでないことを確認し、乙は生活環境の悪化防止について最大限の努力を継続し、可及的速やかに当該焼却炉を移転させるなどの抜本的措置を完了するよう努めるものとする。

第2条 乙は、昭和53年8月31日までに当該焼却炉の使用を停止する。

2. 乙は、昭和53年8月31日までに当該焼却炉を明らかに使用不可能な程度まで解体する。

第3条 甲は、乙が前条第2項で定める期限までに当該焼却炉の解体を行わないときは、乙の同意を得て乙の工場内に立入り、直接当該焼却炉の解体を行うことができる。

2. 甲は、前項の解体に要した一切の費用及びこれに関連して甲が負担した費用を乙に対し請求することができる。

3. 乙は、甲が通常の方法により当該焼却炉の解体を行う限り、乙に損害が生じても甲に対し損害賠償を請求することはできない。

第4条 甲は、乙に対し第2条第1項の期限前においても、乙が排出する悪臭等について、適切な防止措置を行うことを要求する権利を留保し、その内容は必要に応じて甲、乙協議して決め、当分の間は別記のとおりとする。

2. 乙は、周辺居住者から排煙による悪臭等の苦情を受けたときは、1時間以内に当該焼却炉の使用を停止すること。

第5条 甲が、この契約書を締結することにより当該焼却炉の周辺居住者は、何ら権利を失なうことなく、また、義務を負うこともない。

第6条 甲及び乙は、この契約に基づく権利、義務について紛争を生じたときは、横浜地方裁判所を管轄裁判所とする。

第7条 甲及び乙は、乙の負担においてこの契約を公証人の認証を受けた契約書として作成するものとする。

別記として、焼却炉使用時における乙の遵守しなければならないものとして、燃焼時間、燃焼方法等を正しく定め、さらに項目7において

甲は、この契約の履行状況を確認するために必要な限度で、乙の同意を得て乙の工場内に立ち入り調査することが出来る。

として、住民の立入り権を認めさせた。

## (3) 住民、工場が直接契約することへの行政指導の意味

ア. 移転されるまでの期間、住民は受忍せざるを得ないが、市が移転を住民に保証する従来の改善計画書、念書などの方式だと、住民に受忍を強いることになる。許可後すぐ問題になったこと、住民側の生活環境が特に良いこと、移転までの期間、改善の余地が少ないことなどを



(46)

考えると、受忍するよう指導することは問題であること。

イ. 改善計画書、念書などの提出を市が受けても、会社が不隠行のとき、何ら法的な措置がとれないこと。

ウ. 法令基準違反がなく、現状程度の悪臭であるならば、私法上の問題として処理した方が実効性があること。

#### (4) この契約について配慮した点

ア. 両当事者が、法的な効力を生じさせる意思で契約を締結したことを明確にする必要があるため、両当事者による契約書を公正証書としたこと。

イ. 単なる使用停止義務では、実際に不隠行のとき問題があるので、解体という作為義務を課して強制執行の可能性をもたせたこと。

ウ. 被害当事者のみを直接の被害者とせず町内会として、万一の訴訟費用など個人に負担がかからないようにするとともに、契約にある程度の客観性をもたせたこと。

エ. 住民側に法的な譲歩が生じないよう和解契約でないことを明確にしたこと。

オ. 町内会一本にしぼり、個人の住民について権利、義務に変動が生じないようにしたこと。

## 4. まとめ

現在、この契約通り工場側も移転準備を続けている。

まず、公害とは単に法規制にかかわるものだけでなく、このような悪臭、騒音、近隣私害等は、人体への直接的影響よりもその精神的影響の方が強い。しかし、それ自体日常生活破壊の大きな原因になっていることは、まことに重大な問題である。そして、これらの問題は、単に法規の強化だけでは決して本質的解決につながらず、この工場の問題一つとっても、現在高度に発展した日本経済の下での生産様式から出る必然的産業廃棄物として、どこかが処理せねばならず、本来、汚染

者負担の趣旨からいえば、企業自身が処理せねばならぬ代物なのである。そうした経済体系の矛盾の一端として、環境と経済発展はかかる公害という矛盾を生み出してきたと言い得るのではあるまいか。

最後に、公害問題は加害者があってはじめて被害者があるという原則、そして、被害者の多くは、ただ一方的にのみ被害を受けているという事実こそが、住民運動の出発点であり、行政も、再度この点にもどって再検討すべき時期である。

なお、当該工場の行政指導にあたっては、本市公害対策局大気課 主査 金子弘之、鈴木昂両氏と共同で行なったものである。

## Ⅳ 相模湾および伊豆諸島海域上での 大気汚染物質に関する観測(第1次)

—— 水平分布と輸送過程 ——

Observation on Atmospheric Pollutants  
over the Sagami Bay and the Izu Islands Sea (Rep. 1)

鶴田 治雄\* 前田 裕行\* 太田 正雄\*  
鈴木 英世\*\*

### 要 約

沿岸地域における陸上・海上間の大気汚染物質の輸送過程の実態を解明するため、研究船により、相模湾および伊豆諸島海域上の大気中の窒素酸化物・オゾンおよび二酸化炭素・フロン12・ベンゾ(a)ピレンに関する観測を実施し、次のような興味深い結果を得た。

- (1) 東京湾沿岸地域で排出された大気汚染物質は、北東風の時には、約150 km離れた風下の伊豆半島南部沖合いにまで、高濃度の汚染気塊として輸送される。
- (2) また、東京湾沿岸地域より相模湾上に輸送された汚染大気中では、日中、光化学反応により生成された高いオゾン濃度が観測され、湾上でも光化学スモッグが発生していることが初めて確認された。
- (3) この汚染大気が、海風により徐々に沿岸地域へ輸送されることにより、沿岸地域は汚染され、オキシダント濃度が高まる。
- (4) これらにより、東京湾沿岸地域で排出される大気汚染物質の影響は、その周辺だけでなく、相模湾沿岸地域から伊豆半島および大島・三宅島方面にまで広範囲に及ぶ場合もあることが、ほぼ確実となった。

### 1. はじめに

沿岸海域上の大気汚染物質に関する観測を、1976年5月下旬に、相模湾および伊豆諸島海域上で、東大海洋研究所の淡青丸を利用して実施した。

この観測の目的は、次の二点である。

(1) 沿岸地域における大気汚染物質の光化学反応を含む陸上・海上間の輸送過程の解明

相模湾沿岸地域では、夏期を中心に南寄りの海風が吹いている時にしばしば、オキシダント(Ox)濃度が高くなり、光化学スモッグ注意報が発令され、多くの人々が被害を受けている。<sup>1)</sup> この時には、必ず前日から当日の朝にかけての一定時間、図1に示すように、陸上からの北寄りの風が吹き続けている。また、東京湾沿岸地域でも、東京湾海風の吹いている時にしばしば、Ox濃度が高くな

\* 横浜市公害研究所大気部門

\*\* 川崎市公害研究所

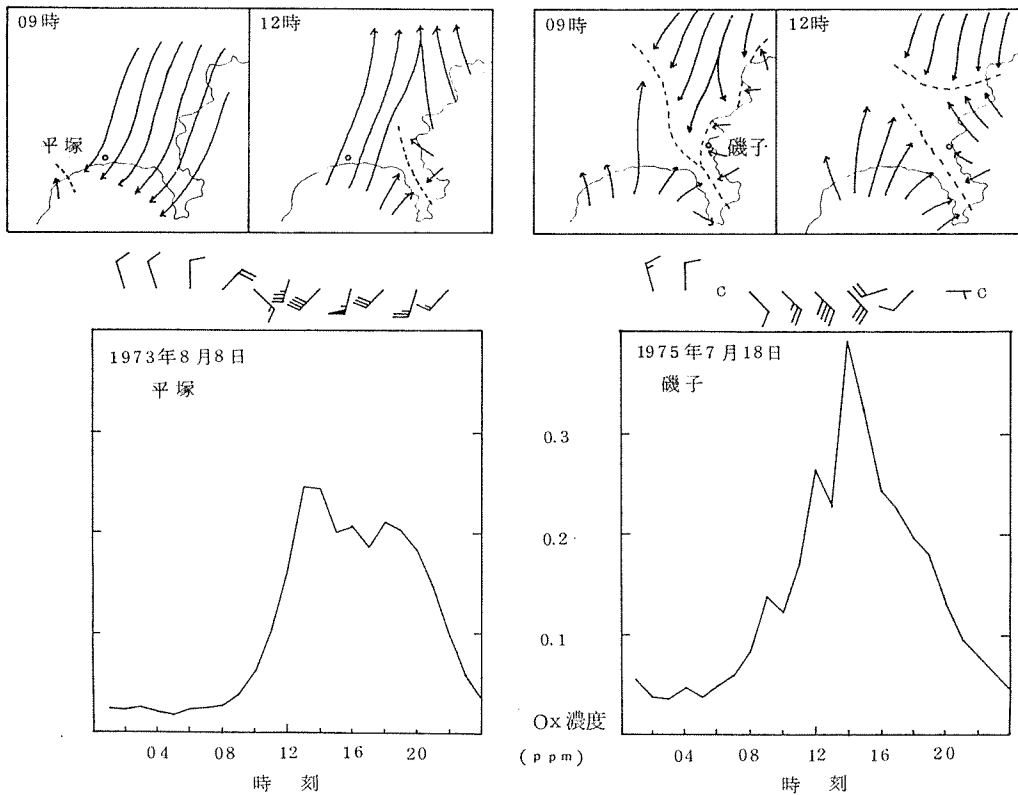


図1；沿岸地域における $O_x$ 濃度の日変化と、その日の09時と12時における神奈川県東部の流線図。<sup>1)</sup> 左は、1973年8月8日(平塚)、右は、1975年7月18日(磯子)の例。

る。1975年7月18日、横浜市東部では、図1に示すように、東京湾海風時に $O_x$ 濃度が最高0.39 ppmにも達して、“警報”が発令され、数千人が被害を受けている。同様な現象は、最近、伊勢湾・大阪湾・瀬戸内海・別府湾等の沿岸地域でも報告されている。<sup>2)</sup>

これらの現象は、いわゆる汚染大気中の光化学反応過程によってひきおこされることはいまでもないが、ではその大気汚染物質はどこからきたのだろうか？ 沿岸地域の風上には船舶を除いて大気汚染物質の発生源は存在しない。それ故、沿岸地域に特有な局地風系である海陸風循環による陸上・海上間の大気汚染物質の輸送過程を同時に考慮しなければならないことを、これらの現象は示唆している。

我が国の沿岸地域の地形は非常に複雑であり、また、大気汚染物質の大発生源である都市や工業地帯のほとんどは、湾や内海の沿岸地域に位置しており、今後も開発が進められようとしている。<sup>3)</sup> それ故、前述した光化学反応を含む大気汚染物質の陸上・海上間の輸送過程を解明することは、大気環境保全の観点から、全国的に共通でしかも我が国特有の課題であるといえよう。

沿岸地域で排出された大気汚染物質が、海風により内陸部へ徐々に輸送されることから生ずる広域大気汚染現象については、比較的はやくから問題にされ、いちおう酸化物や光化学スモッグに関して多くの調査や解析がなされつつある。<sup>4)~6)</sup> また、各自治体による大気汚染常時監視測定網の充実とともに、東京周辺で生成された高濃度の $O_x$

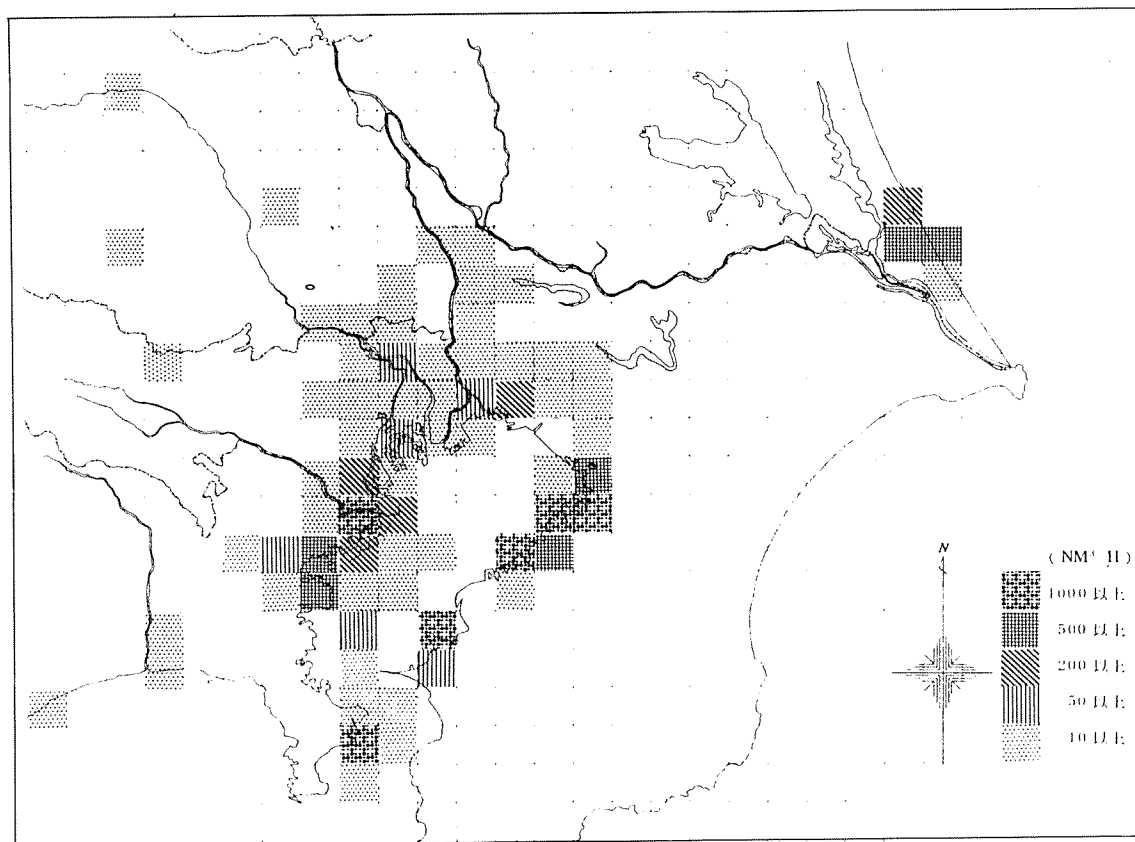


図2；南関東地域における $\text{NO}_x$ の排出量分布(夏，正午；6 kmメッシュ)<sup>6)</sup>。

を含む汚染大気が，強い南寄りの海風により栃木方面にまで輸送されている<sup>7)</sup> ことなどが，次第に判明しつつある。

しかしながら，海陸風循環によって引き起こされる陸上・海上間の大気汚染物質の輸送過程については，海上での資料が皆無に等しいため，その実態は，これまで，全くといってよいほど明らかになっていなかった。

なお，南関東地域における工場や自動車等から排出される窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の排出量の分布は図2<sup>6)</sup> のようである。これによれば，大発生源は東京・千葉・神奈川の東京湾沿岸地域に帯状に集中していることがわかる。発生源の高さは，自動車は地表付近であるが，京浜・京葉工業地帯では，高煙突化のために50～200m前後が多く，大気汚染物質の輸送に際して注意する必要がある。

## (2) 大気汚染物質の海洋上における水平分布

人類の社会活動によって大気中に排出される汚染物質は，多種多様であり，環境への影響もそれぞれ質的に異なっている。それ故，大気汚染度は，出来るだけ個々の物質を測定し，且つ“清浄”な大気中の濃度と比較することにより，総合的に評価することが望ましい。そこで，沿岸海域だけでなく広い範囲にわたって各物質の水平分布を観測することにより，都市域で集中的に排出される大気汚染物質の影響が，どの範囲にまで及んでいるかを把握しようと計画した。

このような観点より，今回の観測では，窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )，オゾン( $\text{O}_3$ )と同時に，次の物質の測定を試みた。

ア．二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )——石炭・石油等の化石燃料の燃焼の結果生成され，対流圏の $\text{CO}_2$

濃度は年々増加しており、地球規模的な平均気温の上昇をもたらす可能性がある」と警告されている。

イ. フレオン12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ )—スプレーや冷蔵庫の冷媒等に大量に用いられているフレオン(主に $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CFCl}_3$ )は、徐々に大気中へ排出されている。この物質は、対流圏では安定なため成層圏にまで運ばれてオゾン層を破壊し、地上に到達する紫外線が増加して皮膚がんの発生率を増加させると警告されている。

ウ. ベンゾ(a)ピレン (BaP)—やはり燃焼による生成物であり、発がん性物質の一つとして知られている。

なお、この観測は、東大海洋研究所および北大理学部との共同観測の一環でもあり、それぞれ海陸風の観測およびエーロゾルの測定を実施した。観測結果の総括的な概要は、すでに報告<sup>8)</sup>されているので、ここでは、前述した目的に沿って報告する。

## 2. 測定および分析

測定項目および測定・分析の機器を表1にまとめた。

### (1) 窒素酸化物・オゾン

測定原理は、 $\text{NO}_x$ については $\text{O}_3$ との反応を利用する化学発光法、 $\text{O}_3$ については紫外吸光法である。 $\text{NO}_x$ 、 $\text{O}_3$ ともにテフロンチューブを通じて大気を吸引し、連続測定を行なった。

表-1 測定項目、測定機器および採取方法

測定項目	測定および分析機器	測定および採取方法
窒素酸化物 ( $\text{NO}$ , $\text{NO}_2$ )	窒素酸化物測定器 M-8140 (MONITOR LABS社)	テフロンチューブにより大気を連続吸引し、チャートレコーダーに連続記録
オゾン ( $\text{O}_3$ )	オゾンモニター M-1003AH (DASIRI ENVIRONMENTAL社)	同上
二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ )	ガスクロマトグラフ 4APTE (島津製作所)	1ℓ真空ビン(バイレックスガラス製)で大気を随時採取、下船後分析。
フレオン12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ )	ガスクロマトグラフ-質量分析計 JMS-D100 (日本電子)	同上
ベンゾ(a)ピレン (BaP)	キイ光分光光度計, MPP-4 (日立製作所)	ハイポリウム・エア・サンブラーにより浮遊粉じんを採取、下船後分析。

### (2) 二酸化炭素

大気採取容器は、容量1ℓのバイレックスガラス製真空ビンを用いた。あらかじめ容器内を真空に脱気しておき、サンプリング時にコックを開き、数秒間で大気を吸引した。下船後、これらの真空ビンから、5mlの試料ガスをガスシリンジにより引き抜き、ガスサンプラーの2mlループに置換したのち、コックの切り換えによってガスクロマトグラフへ導入した。分析条件は、

検出器 TCD  
 カラム シリカゲル60/80メッシュ  
 1.5m×3mmφステンレス  
 カラム温度 95℃  
 キャリアーガス  $\text{N}_2$  1.4kg/cm<sup>2</sup>

である。標準ガスは、高圧ボンベ入り $\text{CO}_2$ 純ガス(濃度検定済)を容量5ℓ真空ビンに純空気希釈し、400~500ppmの範囲のものを作成した。

試料分析感度における標準ガスのピーク高さから、検出限界は、記録紙1目盛(2mm)とすると、5ppmであった。

また、注入誤差については、試料導入にガスサンプラーを用いたので、比較的誤差は少なく、約1~2%であるが、その他標準作成操作等を合わせて総合すると、今回のTCDガスクロマトグラフ分析値の精度は±10ppmである。

### (3) フレオン12

分析は、定性・定量が同時に出来るガスクロマトグラフ-質量分析計(GC-MS)を用いて、S.I.D.(Single Ion Detection)法により実施した。

$\text{CO}_2$ 分析後の1ℓ真空ビン中の残りの試料を、液体酸素を用いてGC管に全量濃縮し、GC-MSへ導入した。

分析条件は、  
 カラム クロモソルブ103,  
 60/80メッシュ,  
 2m×3mmφステンレス  
 カラム温度 100℃

キャリアーガス	He 0.6 kg/cm <sup>2</sup> (100°C)
m/e	85 (CF <sub>2</sub> Cl <sup>-</sup> )
イオン化電圧	27 eV
スリット巾	約 0.3 mm (トップフラットの 状態)
チャートスピード	10 mm/min

なお、この時の検出限界は、0.04 ppbであった。

#### (4) ベンゾ(a)ピレン

浮遊粉じんの採取装置は、スタプレックス社製ハイボリューム・エア・サンプラーAPT-A1タイプを用いた。形は、上部を平坦な屋根とし、大気採取口は波しぶきの直接流入を防ぐため外側にギャラリをつけてある。シェルター内部のフィルターホルダーは、100 mmφの円型ガラス繊維ろ紙を取り付けられるステンレススチール製のものである。

ろ紙は、ガラス繊維ろ紙GB-100R, 100 mmφを用い、あらかじめ恒温室(温度20°C, 湿度50%)内で5日間放置して恒温とした後に重量を測定し、紙袋に保存した。また、測定後のろ紙は遮光して冷蔵庫に保存した。

分析は、ハイボリューム・エア・サンプラーによって浮遊粉じんを採取したろ紙全部を試料に供し、まず最初に真空昇華<sup>9)~10)</sup>を行なった。この時の真空度は0.01 mmHg以上、温度305°C±5°C以内で、40分間昇華を行なった。得られたタール分を(ベンゼン:アセトニトリル)=(1:1)の混合溶液250μlによって全部溶出し、このうち200μlを分取した。

次にこの溶液を26%アセチル化セルロース、キーゼルダールの二層の薄層<sup>11)</sup>に一定量添加し、(メタノール:エチルエーテル:水)=(4:4:1)の混合溶液により10cm展開した。展開後Ba<sub>p</sub>部をかきとり、ジメチルスルホオキシド4mlを添加し、超音波抽出を15分間、遠心沈澱を2,000 rpmで15分間行なって、最終的にBa<sub>p</sub>を溶出する。これをケイ光分光光度計により、ナ

ローベースライン法<sup>10)</sup>を用いて定量した。

なお、その他に、北大理学部がエアロゾル測定を、海洋研究所が日射量・乾湿球温度・風等の観測を各々の研究課題に沿って実施している。

### 3. 観測の概要

予備調査をかねた第1回目の観測を、1976年5月26日から5月31日まで、相模湾・伊豆諸島海域上で、東大海洋研究所研究船「淡青丸」を利用して実施した(KT-76-7次研究航海)。

観測を行なった海域は、北は東京湾沿岸地域の大気汚染物質大発生源地帯をかかえた関東平野に、また、南は太平洋に続いている。この多数の汚染源を一つの面的な汚染源としてとらえ、相模湾上では主として大気汚染物質の輸送過程を、また伊豆諸島海域では大気汚染物質の減衰状態および水平分布を観測した。

観測期間中の地上天気図を図3に示す。この期間は、台風5号・6号によるうねりが大きく、梅雨入りの前で曇りの日が多く、比較的一般風が強かった。船の進路は、その時の気象状況から判断して決定したが、その航跡をいくつかに分けて図4に示した。

### 4. 観測結果とその考察

観測期間中の大気汚染物質の全測定結果を一括してP60~P61に示す(なお参考のため、風および日射量を添えた)。O<sub>3</sub>、二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)、一酸化窒素(NO)は、前30分間の平均値であり、風・日射量は、それぞれ前10分間、前1時間の平均値である。

なお、測定結果の解析に際しては、気象官署および各自治体の大気汚染常時監視測定網の気象および大気汚染物質の資料を参考に用いた。

#### (1) 伊豆諸島海域上におけるNO<sub>x</sub>およびO<sub>3</sub>濃度の水平分布

29日09時に館山を出港して八丈島北方まで南下しその後北上して30日早朝に相模湾に到着し再び館山に戻ったLeg 4におけるO<sub>3</sub>濃度の分

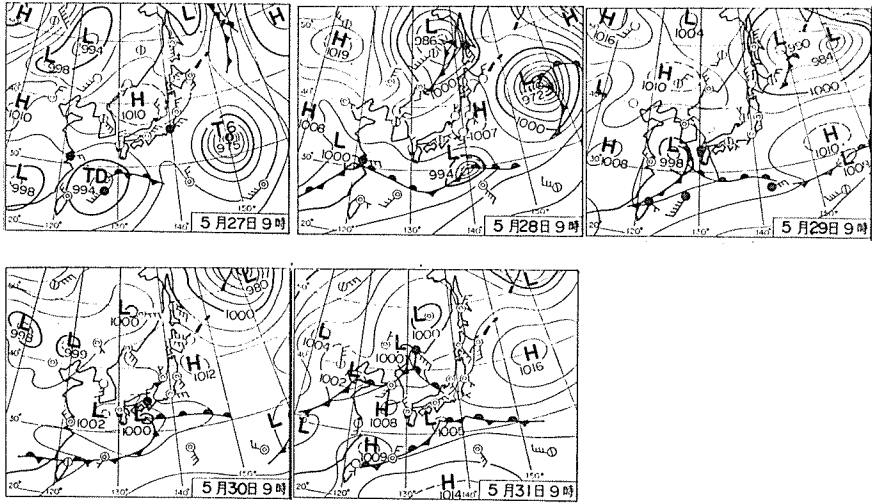


図3；5月27日から5月31日までの09時における地上天気図（日本気象協会発行の雑誌“気象”より）。

布を図5に示す。この期間、P60～P61の図に示すように、5～6 m/secの南寄りの風が吹き続けており、 $O_3$ 濃度はほぼ一様で約30 ppbである。 $NO_x$ 濃度は非常に低く2 ppbあるいはそれ以下である。

$O_3$ のバックグラウンド濃度は、Fabian and Pruchnievicz<sup>12)</sup>によれば、中緯度で20～40 ppbであり、 $NO_x$ は、Robinson and Robbins<sup>13)</sup>によれば、海洋上では1 ppb以下と推定されている。なお、この時の北大理学部の測定によるエーロゾル濃度は、バックグラウンド濃度の4～5倍も高い。これらより、この大気は、比較的汚染されていたものと判断され、台風が通過した後であり、大気が大規模にかきまぜられていたことによるものであろう。

29日は、陸上でも一日中南寄りの風が吹き続けたが、陸上の資料によれば、東京湾沿岸地域は、伊豆諸島海域に比べて少なくとも10倍以上汚染されている。

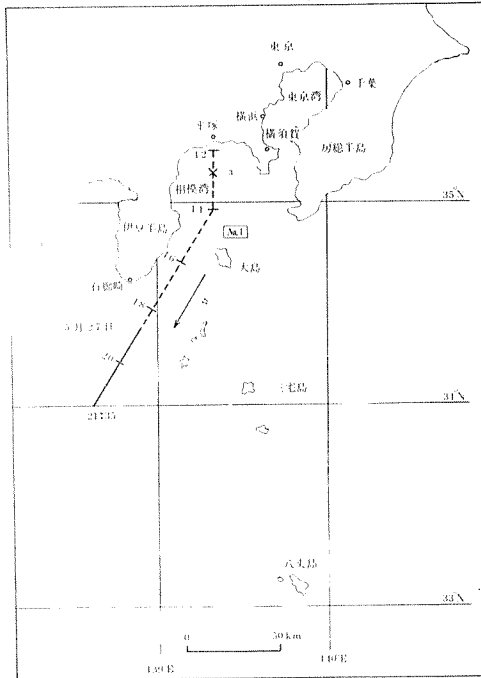
ところで、船が相模湾内に入り、風が南寄りから北寄りに変化した30日05時以後、 $NO_x$ 濃度

が急激に高くなるとともに $O_3$ 濃度は逆に低くなっている。これは、風上の都市域で排出された $NO_x$ を含む汚染大気が直接南下してきたことを示している。

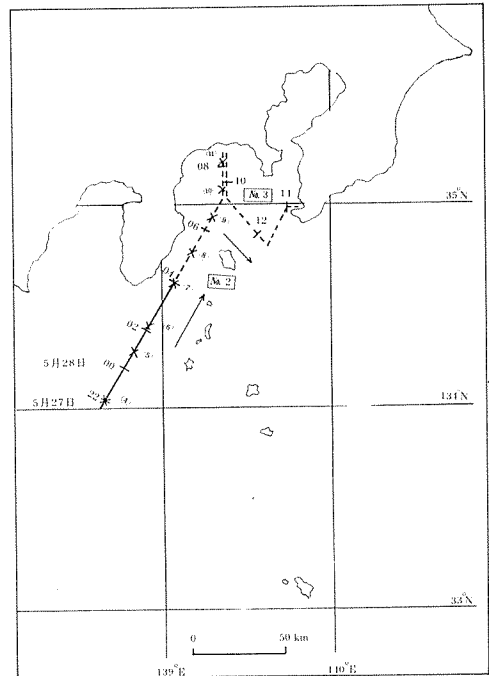
## (2) 相模湾上における $NO_x$ および $O_3$ 濃度の水平分布とその輸送過程

Leg 3における測定結果を図6に示す。

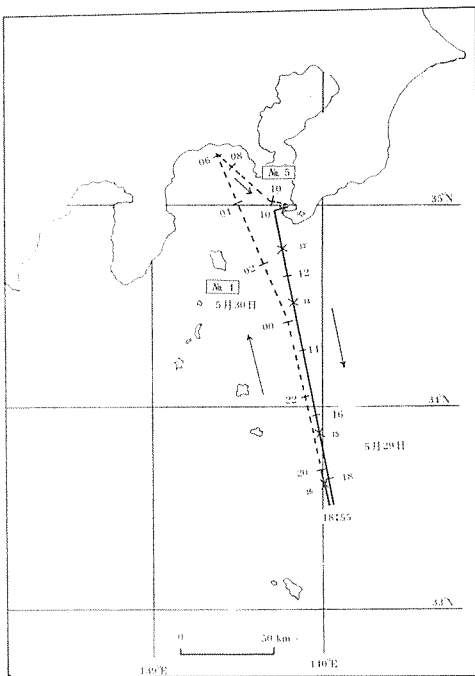
ア. 図7に示すように、5月27日から28日朝にかけて、北東寄りの強い一般風が吹き続けている。28日00時から06時にかけて、伊豆半島南端石廊崎沖 $34^\circ N$ から相模湾に向けて北東に進行中の海上で、 $NO_x$ 濃度が非常に高くなり、最高値は80 ppb(02～04時)に達した。なお、後述するように、04時における汚染大気中の $CO_2$ 濃度は約400 ppmであり、南寄りの風の時に八丈島北方で測定した340 ppmに比べて非常に高い値を示している。この間、船上では北東寄りの風が約6 m/sec吹き続けている。陸上の風の資料より大気の流れを推定すると、海上で $NO_x$ 濃度の高くなりはじめた28日00時の大気は、東京湾沿岸部を6～8時間前の27日16時～



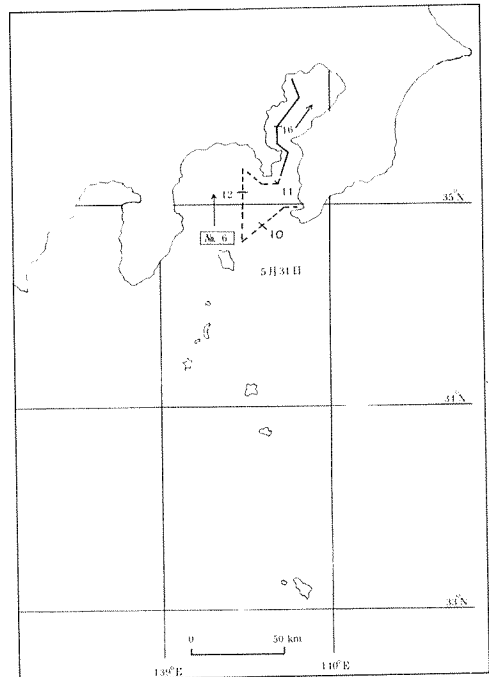
(1) Leg 2



(2) Leg 3



(3) Leg 4



(4) Leg 5

図4；観測海域および淡青丸の航跡図（Leg 1は省略）。数字は時刻を表す。……部分で浮遊ふんじんを採取（Noは試料番号）。x地点でCO<sub>2</sub>，CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>測定のために大気を採取（○の中の数字は，試料番号）。



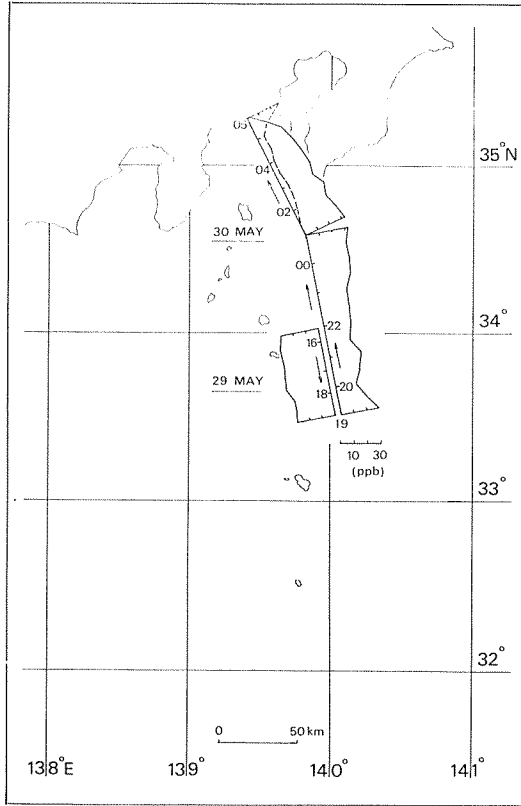


図5；Leg 4におけるO<sub>3</sub> (—), NO<sub>2</sub> (---) 濃度の水平分布(5月29日~5月30日)。

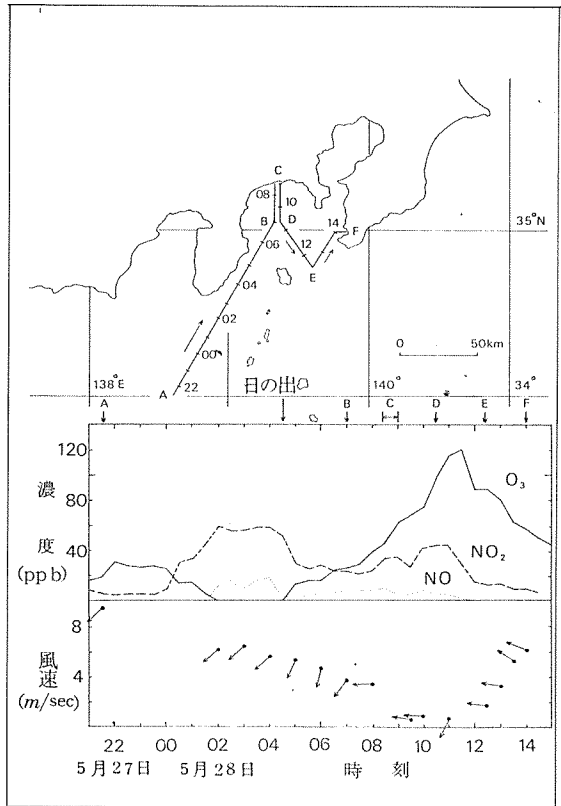


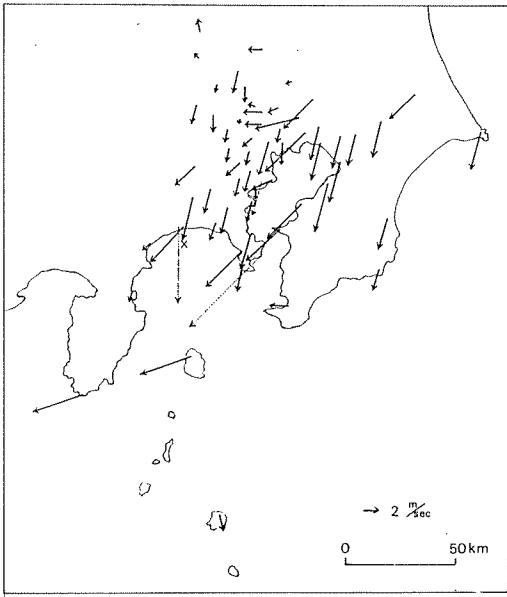
図6；Leg 3におけるO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NO濃度および風の観測結果(5月27日~5月28日)。

18時前後に通過してきたものとみられる。沿岸地域では、この時間頃から風が北寄りになり風速も1~3m/secと弱くなっている。しかし、高さ200m前後では、北~北東の風が4~6m/sec吹いている(図7参照)。これは、移動性高気圧が本州に近づいてきて次第に曇りから晴れてきたため、接地気層が冷却されたためと思われる。

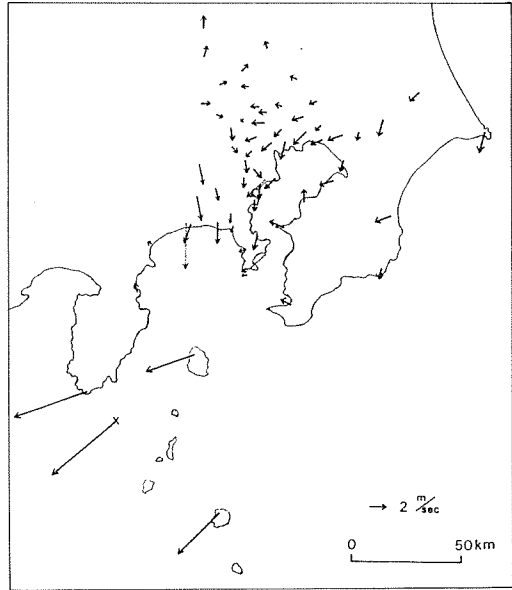
この汚染気塊はどこからきたのだろうか？ 相模湾沿岸地域のNO<sub>x</sub>濃度の時間変化を図8に示した。平塚や藤沢では27日午前中からNO<sub>x</sub>は高くなり、最高は16~20時頃でその後次第に低くなっている。一方、相模湾沿岸地域の東部(長坂で代表した)は、日中は低く、16時前後から高くなり始めて真夜中に最高となっている。その風上にあたる東京湾沿岸西部や京浜地域でも同様の傾向を示すが、さらにその北の東京では、高

濃度の持続する時間は短い。図9は、5月28日00時における南関東地域の地上のNO<sub>x</sub>濃度である。これによれば、東京湾沿岸地域の北部から西部・南部にかけて巾20~30kmの高濃度帯が存在している。図2の排出量分布とこの高濃度域を比較すると、ほぼ一致するが、排出量のほとんどない三浦半島方面へ高濃度域がのびていることと、東京湾東部の千葉県側が排出量は非常に多いが濃度は比較的低い、という特徴がある。

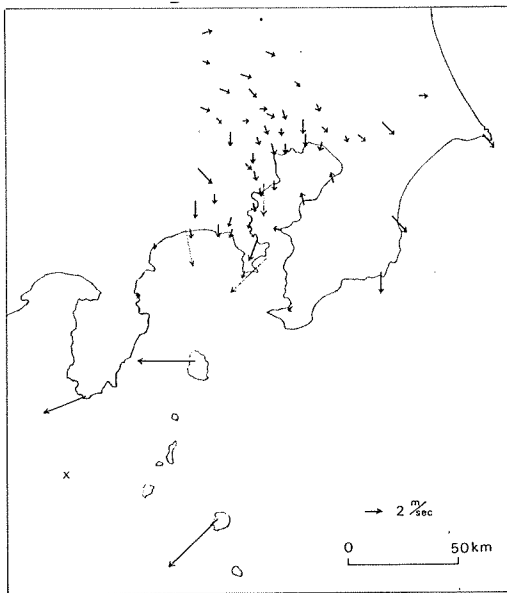
これらより、主に京浜地帯で排出されたNO<sub>x</sub>を含む汚染大気が相模湾上へ運ばれ、海上で吹いている強い北東風により、東京湾より100~150km遠方の風下の海上へ輸送されていったと推測される。一方、三浦半島上空170mの高さでは、北東の6m/sec前後の風が27日夜から28日早朝にかけても吹き続けており、東京湾東部の京



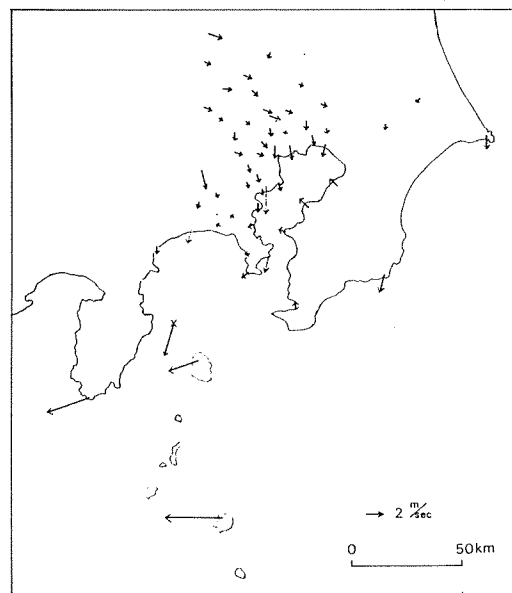
(1) 5月27日12時



(2) 5月27日18時



(3) 5月28日00時



(4) 5月28日06時

図7；南関東地域および伊豆諸島付近における地上および海上の風の状況。なお、矢印は、風の進む方向を示す。---→は、地上約200m前後の高さの風を表わす。

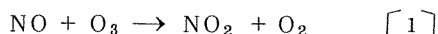
浜工業地帯よりの汚染物質（地上より比較的高いところで排出される）がその風により輸送され、海上で観測された汚染気塊の一部を構成している可能性もあるが、これだけの資料からは判断できない。

東京湾は、図7の28日00時や06時の風の流れから取束場になっており、周辺の汚染物質が東京湾上にも運ばれていることは確実であろう。

船上でのNO<sub>x</sub>濃度は、00時過ぎから低くなりはじめています。これは、船が次第に北上したため、汚染気塊の中心から離れていったことによるものと思われる。しかし、相模湾北部でもNO<sub>x</sub>濃度

は30 ppb 以上であり、Leg 4の南寄りの風の時の大気に比べてはるかに高く、やはり風上の東京・川崎・横浜や相模平野から運ばれてきたNO<sub>x</sub>であろう。

イ. 28日00時よりNO<sub>x</sub>濃度が高くなり始めるとO<sub>3</sub>濃度は低くなり、O<sub>3</sub>が検出限界の1 ppb 以下になるとNO<sub>2</sub>は最高値60 ppb で一定となり、同時に、それまで検出限界以下だったNOが高くなって約20 ppb 存在している。これは、発生源より排出されたNOが、日射のない夜間に主として大気中のO<sub>3</sub>と反応してNO<sub>2</sub>に変化する過程、すなわち、



という反応の結果によるものである。この反応は非常に早く、例えばDavis等<sup>14)</sup>の観測によれば、火力発電所のプルーム中では、夜間の場合、排出してから十数分でNOの大半はNO<sub>2</sub>に変化してしまう。それ故、02~04時における結果は、すでに[1]の反応が終了していることを意味する。つまり、排出時のNO濃度が高く周囲の大気との混合があまりおこなわれないと、その大気中のO<sub>3</sub>がほとんど反応してしまってもまだ未反応のNOが相当量残っていて、比較的“安定”に存在していることを示している。

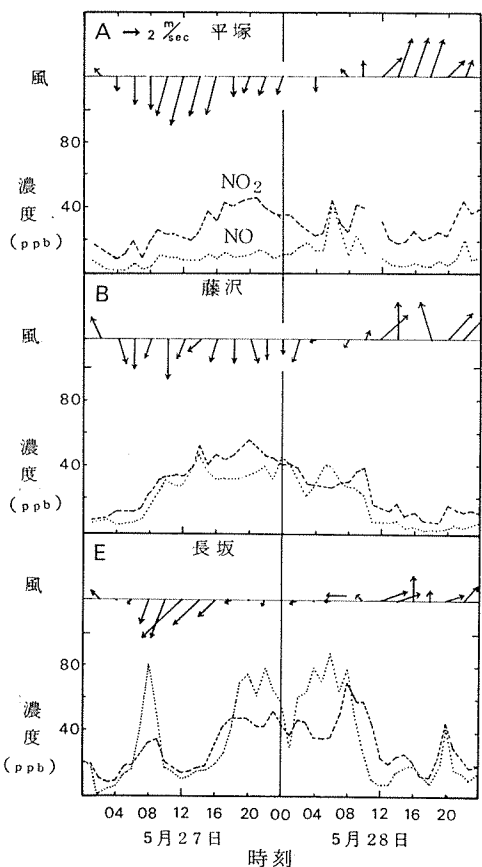


図8；5月27日および28日の、相模湾沿岸地域（A. 平塚、B. 藤沢、E. 長坂）におけるNO（…）、NO<sub>2</sub>（--）濃度と風向風速の日変化。なお、地点の位置は、図10を参照されたい。

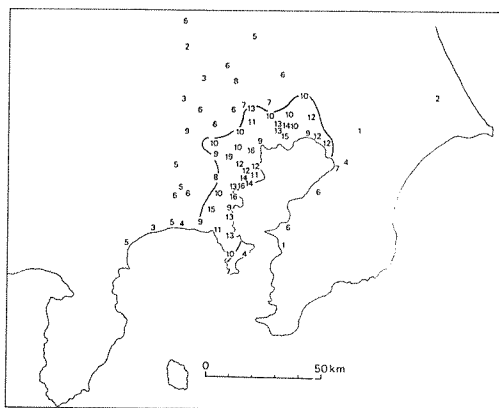


図9；南関東地域における5月28日00時のNO<sub>x</sub>濃度（単位はpphm, 1 pphm = 10 ppb）。

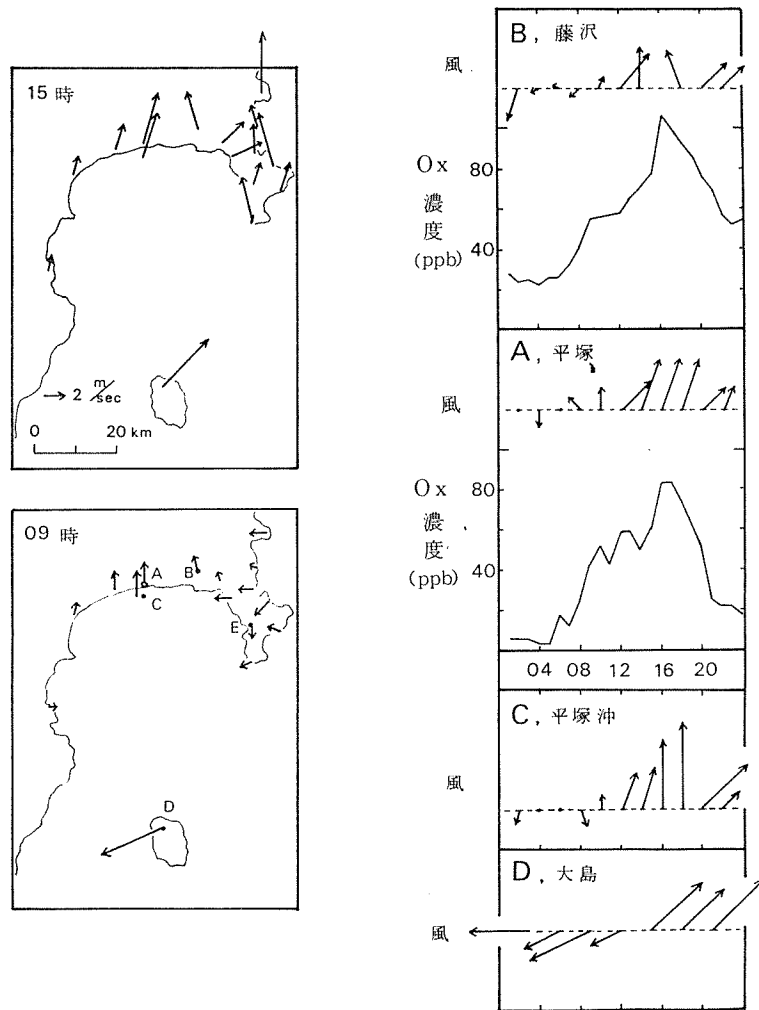


図 10 ; 5月 28 日の、相模湾沿岸地域と大島の  $O_x$  濃度と風の日変化。なお、C 点は、平塚沖 2 km の海上にある、国立防災科学技術センター平塚支所の観測タワーである。

ウ. Leg 3 の後半で、28日 09 時に平塚沖を出発して相模湾を南下するにつれて  $O_3$  濃度が急激に高くなり、相模湾南部の大島北方海上で最高 120 ppb (10時 30分～11時 30分) を観測した。その後は、大島東方から館山へ向かうにつれて  $O_3$  濃度は低くなっている。NO および  $NO_2$  濃度も湾上で高く、最高値はそれぞれ 10 および 40 ppb である。CO<sub>2</sub> の濃度も 400 ppm と、非常に高い。湾内は風がほとんどなく無風状態で、湾南部の大島に近い海上では北東の風が弱いながらもまだ残っている。この日は、移動性高気圧が本

州を通過したため、快晴で日射は最高で  $1 \text{ l y} / \text{min}$  を越えていた。ア. で述べたこととあわせて考えると、夜間から早朝にかけて北～北東風により、東京湾沿岸地帯より排出された  $NO_x$  および炭化水素を含む大気汚染物質が相模湾上に運ばれ、風が弱まるとともに次第に滞留し、日射の増大とともにその汚染大気中で光化学反応が進行して  $O_3$  が大量に生成されたものである。

エ. この日の相模湾沿岸地域における  $O_x$  濃度と風の時間変化を図 10 に示す。この地域では、08 時から 09 時過ぎには、北寄りの陸風から南

(58)

寄りの海風に変化しており、Ox 濃度はその後次第に高くなり、16 時前後に最高 80~100 ppb となり、その後は低くなっている。これは、湾上に滞留している高濃度の O<sub>3</sub> を含む汚染大気が、南寄りの海風により順次湾上から沿岸地域へ輸送されていった結果にほかならない。

一方、大島では 12 時頃まで 5m/sec 前後の東北東の風が吹き続けていたが、15 時には南西の風が 6m/sec も吹いており、その後も一晩中吹き続けている。この強い南風は、沿岸地域に 16 時前後には到達している。この前後に Ox 濃度が最高となってその後減少していることから、相模湾南部にまで広範囲に滞留していた汚染大気は全部この強い南風により沿岸地域を通過して内陸へ運ばれたと推察される。

なお、この日は、東京湾沿岸地域でも日中 Ox 濃度が高くなっているが、これは、前述した現象が東京湾上でも起こっていることを意味している。

### (3) CO<sub>2</sub> の水平分布

測定結果を表 2 に示す。

ア. 三宅島西方で且つ石廊崎沖の 34°N から相模湾へ向かう Leg 3 において、約 1~3 時間の間隔で 8 地点サンプリングを行なった。その結果を図 11 に示す。最南下点の CO<sub>2</sub> 濃度は 329 ppm で最低濃度を示した。その後北上するにつれて徐々に高くなり、04 時頃伊豆半島南東部と大島との間の海上で最高濃度 407 ppm を測定し、さらに北上すると一時濃度は低くなるが、平塚沖で再び高くなり 406 ppm となった。このような変化は、(2)で述べた NO<sub>x</sub> 濃度の変化とよく対応しており、CO<sub>2</sub> が最高を示した 04 時には NO<sub>x</sub> も最高を示しており(図 5, P60~P61の図参照)この時の大気が都市域で汚染されて風下へ輸送されてきたことを裏づけている。最南下点の三宅島西方では、風も強く大気の混合状態が良く、濃度が低くなっており(NO<sub>x</sub> 濃度も低い)、平塚沖との濃度差は 77 ppm ± 10 ppm である。

イ. Leg 4 においては、館山沖から八丈島

表-2 CO<sub>2</sub> の測定結果

試料番号 No	採取日時		濃度, C (ppm)	Leg
	月 日	時 : 分		
1	5月26日	13:50	365	1
2	"	16:10	339	1
3	5月27日	12:45	353	2
4	"	22:00	329	3
5	5月28日	0:53	367	3
6	"	2:15	379	3
7	"	4:00	407	3
8	"	5:19	372	3
9	"	6:20	381	3
10	"	7:15	397	3
11	"	8:05	406	3
12	5月29日	9:15	395	4
13	"	11:05	348	4
14	"	12:40	341	4
15	"	16:30	348	4
16	"	19:40	358	4

※ C ± 10 ppm

注: 試料番号 1, 2 はキャピラリー管により 15 分間採取。その他は数秒間で採取。

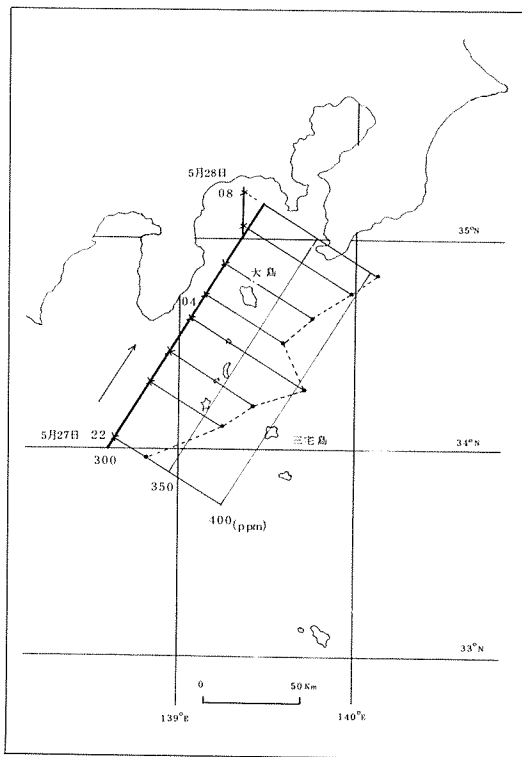


図 11 ; Leg 3 の前半 (三宅島西方の海上から相模湾平塚沖までの間の海上) の CO<sub>2</sub> 濃度の水平分布。

北方海域まで南下する間に、約2～4時間の間隔で5地点サンプリングを行なった。この間、南寄りの風が吹き続けており、館山出港直後は395 ppmであったが、2時間後の大島東方沖では348 ppmと急激に低くなっていて、その後は南下しても340～350 ppmの間であまり変化はない。なお、最南下点付近では358 ppmとわずかに濃度が高くなっているが、これは、航路の折り返し直後であったため、自船の排ガスの影響を受けたためと考えられる。館山沖と八丈島間の濃度差は約50 ppm±10 ppmである。

ウ. 新井等<sup>15)</sup>は、1972年11月に、三宅島から北上して東京湾へ向かう間にCO<sub>2</sub>濃度の測定を実施している。それによれば、大島以北でCO<sub>2</sub>が次第に高くなり、川崎沖では三宅島より73 ppmも高い(なお、この時は、西寄りの風が吹いていた)。今回の観測では、北東の風のときには、大島以南でも都市域の影響を顕著に受けることが明らかになった。

CO<sub>2</sub>のバックグラウンド濃度は、ハワイのマウナロアおよび南極点で長期間測定が実施され、1971年で約325 ppm弱で、1 ppm/年の割合で増加し続けている。<sup>16)</sup>

なお、今回三宅島西方で測定された最低値につ

表-3 CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>の測定結果

試料番号 点	採取日時			濃度, C (ppm)	Leg
	月	日	時 : 分		
3	5月27日		12:45	0.71	2
13	5月29日		11:05	0.44	4
16	〃		19:40	0.25	4

いては、Leg 4の八丈島へ南下の時の観測値と比較しても若干低いと思われ、分析精度範囲内よりも低めに観測されている可能性がある。

#### (4) CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

測定結果を表3に示す。No. 3は、東京湾沿岸地域を通過してきた大気を平塚沖で採取しており、その濃度は、八丈島北方での南寄りの風の時の大気中での濃度 (No. 16) に比べて約3倍近く高い。No. 13の館山沖では、両者の中間位となっている。

フロンについては、今回、日本では初めて測定されたものであり、都市域を通過してきた大気中では非常に高く、人為的な影響が明らかに表われており、今後注目すべきであろう。

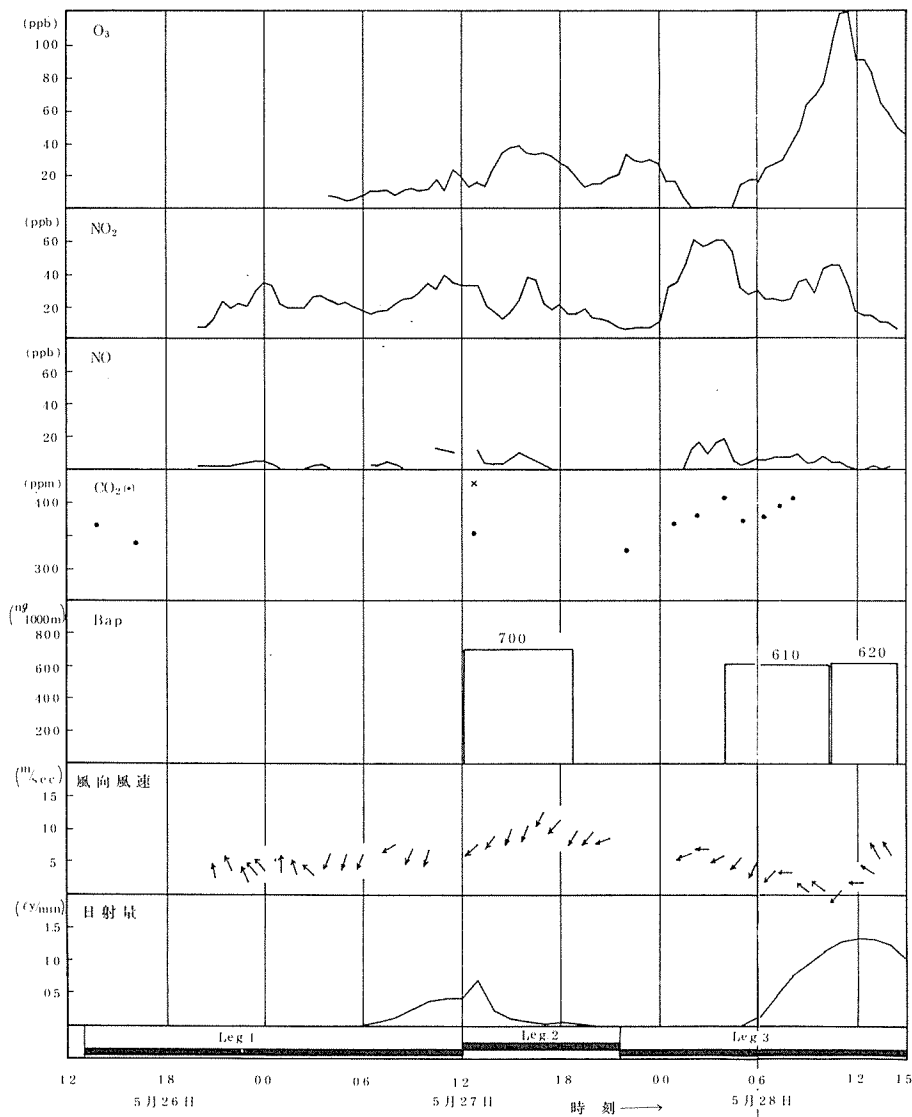
#### (5) ベンゾ(a)ピレン

浮遊粉じんの採取は、全部で6回行なった。その測定結果は表4の通りである。各サンプリング時間中の船の位置は、図4の航跡図の中に点線で示してある。

最も低い濃度は、Leg 4の後半、最南下点の

表-4 Bapの測定結果

サンプル No.	サンプリング		粉じん量		吸引量 m <sup>3</sup>	Bap 含量		Leg
	月 日	時 : 分	mg	ng/m <sup>3</sup>		ng/1000m <sup>3</sup>	ng/mg, dust	
1	5月27日	12:16~ 18:50	19.7	92.4	213	700	7.5	2
2	5月28日	4:05~ 10:20	11.4	66.2	172	610	9.3	3
3	5月28日	10:25~ 14:32	9.9	73.3	135	620	8.5	3
4	5月29日 5月30日	19:50~ 6:20	11.7	31.2	374	52	1.6	4
5	5月30日	6:25~ 11:25	9.4	51.9	181	370	7.2	4
6	5月31日	9:25~ 14:10	6.8	44.1	154	330	7.4	5



図；観測期間中における各項目の測定結果の一覧図。

八丈島北方から相模湾内の平塚沖に至るまでの間の大気中(№4)で測定された。この間、風は前述したようにほとんど一様な南寄りの風で、05時頃から約1時間だけは、都市域を通過してきた北寄りの風である。この時の濃度約 $50 \text{ ng}/1,000 \text{ m}^3$ は、夏期における横浜市内の平均濃度の約 $1/20 \sim 1/50$ 程度で、非常に低い値である。

その他のサンプリングは、全て東京湾或いは相模湾周辺で行なわれた。前半の№1, №2, №3は、全て北東ないし東寄りの風の時に、その時の大気は、(2)で述べたように東京湾沿岸部を通過してきたので著しく汚染されており、濃度も $600 \sim 700 \text{ ng}/1,000 \text{ m}^3$ で、№4に比べて10倍以上も高かった。後半の№5, №6の時も風は北東寄り、海域も相模湾から東京湾および館山沖であったが、Bap濃度は各 $370, 330 \text{ ng}/1,000 \text{ m}^3$ と、前半の約半分であった。これは、船の航路が東京湾沿岸部からの汚染大気を横切る形になったためとも考えられる。

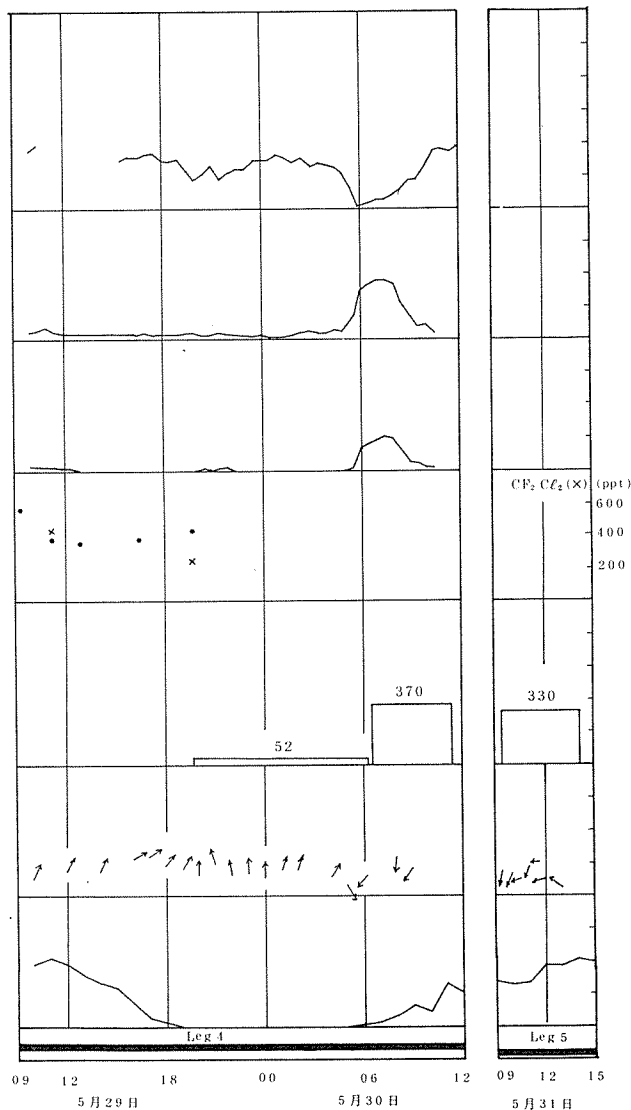
## 5. まとめ

沿岸地域の大气汚染物質の輸送過程を解明するために、相模湾および伊豆諸島海域上での大气汚染物質に関する観測を、初めて試みた。その結果、非常に興味あることがらを得ることができた。それらをまとめるとつぎのようである。

(1) 北東風の時に、相模湾や伊豆諸島北部の海上で、非常に高濃度の $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ , Bapを含んだ汚染大気が観測された。これは、東京湾沿岸地域で汚染された気塊が、北東風によりあまり拡散されずに、東京湾より $100 \sim 150 \text{ km}$ 離れた風下側へ輸送されたためである。

(2) 大規模な南寄りの風が吹き続けると、この海域全体は、東京湾沿岸地域を通過してきた大気に比べてあまり汚染されていない大気におおわれているが、バックグラウンド濃度にまでは減少していなかった。

(3) 今回、日本においては初めてフロン12





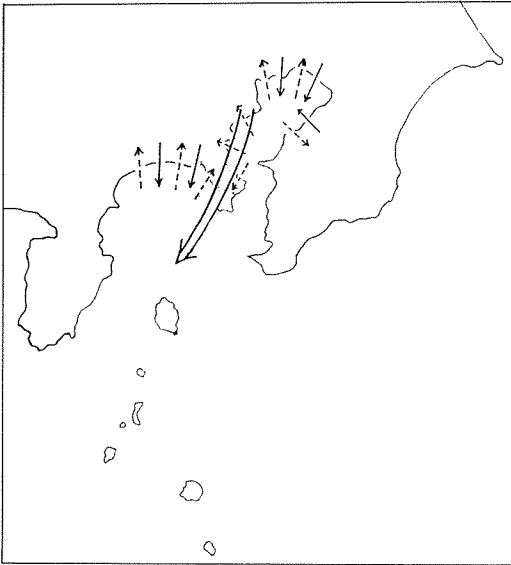


図 12 ; 夜間から朝にかけて、日中の、汚染物質の水平方向の輸送。( → は夜間で、主に  $\text{NO}_x$  , 炭化水素, ---→ は日中で、主に  $\text{O}_3$  )

の測定を実施したが、東京湾沿岸地域を通過してきた大気中では非常に高いことが明らかになった。

(4) 相模湾上での、大気汚染物質の光化学反応を含む輸送過程に関して、次のようなことがわかった(図 12 参照)。

ア. 東京湾沿岸地域で排出される大気汚染物質は、夜間から早朝にかけて、北寄りの風により、面的な拡がりをもった汚染気塊として相模湾(および東京湾)上に輸送される。

イ. この汚染大気中では、 $\text{NO}_x$  (および炭化水素)が高濃度であり、 $\text{O}_3$  は、主として  $\text{NO}$  との反応で消滅するためにその濃度は非常に低い。なお、 $\text{NO}$  は  $\text{NO}_2$  に変化するため、 $\text{NO}_x$  は主に  $\text{NO}_2$  として存在する。

ウ. 日の出とともに、湾内は次第に風が弱くなり、汚染物質は湾上に滞留し、その汚染大気中で光化学反応が進行し、 $\text{O}_3$  が大量に生成される。

エ. 沿岸地域から海風が吹き始めて次第に発達し、湾上の高濃度の  $\text{O}_3$  を含む大気は徐々に沿

岸地域へ輸送される。それ故、沿岸地域の  $\text{O}_3$  (或いは  $\text{O}_x$ ) 濃度が高くなっていく。

オ. 海風の海上への拡がり方はゆっくりで、湾内では比較的長い間無風に近い状態である。

カ. 大島付近を通過する強い南寄りの風が、沿岸地域に到達すると、湾内の汚染大気は全て陸上へ輸送され、その後は、湾内および沿岸地域での  $\text{O}_3$  濃度は低くなる。

キ. 海上が湾になっていると、汚染物質は一段と集中され、また滞留しやすくなっていると考えられる。

ク. 相模湾上は、夜間は  $\text{NO}_x$  (および炭化水素)の、日中は  $\text{O}_3$  の“貯蔵庫”であると推察される。

ケ. 陸上を通過してくる汚染大気中では、 $\text{O}_3$  濃度は、夜間はイ. で述べたように低くなり、日中は光化学反応によって生成されるので高くなる。

コ. 沿岸地域で発生する光化学スモッグは、航空機・排ガスによるものであるという説<sup>17)</sup>が一部で出されているが、今回の観測により、(4)で述べた現象で充分説明できることが明らかになった。

以上のように、気象状況によっては、東京湾沿岸地域で排出された汚染物質により、東京湾や相模湾沿岸地域はもちろんのこと、伊豆半島や大島から三宅島付近まで広範囲に汚染されることが、はじめて観測された。

今回は、海上だけの観測であったが、大気境界層内の立体的状況を把握することは、汚染物質の輸送を解明するに際して不可欠である。今後は、海上と同時に、上層観測も計画して、より総合的に観測を実施して、これらの実態をさらに明らかにしたい。

謝辞：この観測は、最初にもふれたように、東大海洋研究所の淡青丸 K T-76-7 次研究航海として実施されたもので、同船の上之清尚船長はじめ関係者の方々に深く感謝します。

産業医学総合研究所の松下秀鶴先生および横浜国立大学の加藤龍夫助教授には、Bap および CO<sub>2</sub> の分析に際して御指導いただいたことを感謝します。

また、大気汚染常時監視測定資料や気象資料を提供していただいた神奈川県、東京都、千葉県、埼玉県、川崎市、横須賀市および国立防災科学技術センター平塚支所の各機関の関係者の御好意に感謝します。

なお、この研究は科学研究費（特定研究「海洋環境保全」）「大気から海洋への汚染物質の降下に関する研究」の一環としても行なわれたものであり、共同観測で乗船された東大海洋研究所海洋気象部門および北大理学部の方々の御協力、研究代表者の浅井富雄教授の御助言に謝意を表します。

### 参 考 文 献

- 1) 神奈川県公害対策事務局；光化学公害の現状と対策，1972～1976.
- 2) 大気汚染研究全国協議会大会講演集（第18回），1977.
- 3) 都留重人；公害研究，1(2)，1-4，1971.
- 4) 神奈川県臨海地区大気汚染調査協議会；神奈川県臨海地区大気汚染調査報告書，1965～1977.
- 5) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会，一都三県公害防止協議会；一都三県光化学スモッグ共同調査報告書，1973～1976.
- 6) 環境庁大気保全局；南関東大気環境調査報告書，1977.
- 7) 栃木県；栃木県大気汚染環境調査報告書，1974.
- 8) 竹田厚，鶴田治雄，遠藤辰雄ほか；天気，25(1)，33-42，1978.
- 9) 松下秀鶴，江角凱夫，山田郁夫；分析化学，19，951，1970.
- 10) 松下秀鶴；公害分析指針・大気編2-C，61，共立出版，1972.
- 11) Y. Suzuki, H. Matsushita ; *Industr. Health*, 4, 109, 1966.
- 12) Fabian, P. and P.G. Pruchnievicz ; *J. Geophys. Res.*, 82(15), 2063～2073, 1977.
- 13) Robinson, E. and R. C. Robbins ; *J. Air. Poll. Control Assoc.*, 20, 303-306, 1970.
- 14) Davis, D. D., G. Smith and G. Klauber ; *Science*, 186, 733-736, 1974.
- 15) 新井正夫ほか；地理学評論，48(6)，412-417，1975.
- 16) Keeling, C. D. ; *Tellus*, 28, 538, 1976.
- 17) 北川徹三；大気汚染研究，11(4)，19-47，1977.

## V 横浜市内における大気中の浮遊粉じん、 重金属、陰イオンの測定結果と推移

### The Evaluation of Measurement Results of Heavy-Metals and Anions from Suspended Particulates in Yokohama

鈴木正雄\* 太田正雄\*

#### 1. はじめに

大気中の浮遊粉じんは、燃焼施設においてばいじんの排出量規制により漸減していると言われて

いる。  
本調査は、横浜市内の大気中の浮遊粉じんおよび重金属、陰イオン濃度を測定し、これらの汚染物質の分布を把握するために行なったものである。その結果、一部の汚染物質が高い濃度を示す日もあり、横浜市内の大気はまだ満足すべき状態ではないことがわかった。

本調査は横浜市公害研究所が、公害対策局大気課、市内保健所衛生課の協力により昭和51年度に実施したものであるが、実質的には昭和46年度から昭和50年度まで、横浜市衛生研究所と大気課が共同で行なっていた業務を、本研究所設立と同時に移管したものである。本調査の結果の考察は、昭和48年度から3年間の結果も用いて行なった。<sup>1) 2) 3)</sup>

#### 2. 目的

横浜市内の大気中の浮遊粉じんおよび重金属、陰イオンの濃度を測定し、これら汚染物質の経日変化、経年変化、市内の濃度分布、各汚染物質間の関係を把握することを目的としている。

#### 3. 方法

##### (1) 測定場所

横浜市庁舎、および市内の保健所の中から6地点を選び、浮遊粉じんの捕集を行なった。

図1に測定地点の位置と工業地域の分布を示した。

1. 鶴見保健所
2. 港北保健所（総合庁舎）
3. 横浜市庁
4. 保土ヶ谷保健所（総合庁舎）
5. 磯子保健所（総合庁舎）
6. 金沢保健所（総合庁舎）
7. 瀬谷保健所（総合庁舎）

上記観測地点のうち、鶴見保健所は京浜工業地帯の一部をなす古くからの工業地域に、磯子保健所は昭和40年代に開発された比較的新しい工業地域に隣接している。また、瀬谷保健所は周囲に工場がなく、7地点の中で最も汚染の少ないと思われる地点である。

港北保健所、保土ヶ谷保健所、金沢保健所は、付近に島状の工業地域があるが、いずれも、臨海部の工業地域ほど大規模ではない。市庁舎はビルの林立した、横浜市の中心をなす市街地である。

\* 横浜市公害研究所大気部門

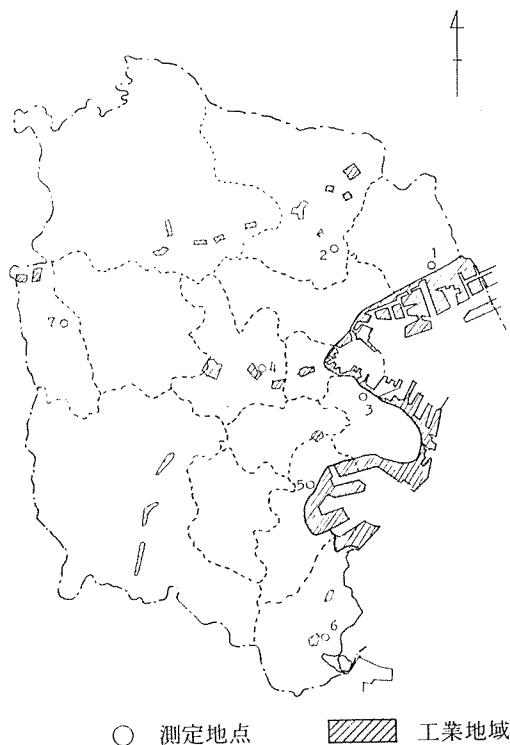


図 1 測定地点および工業地域の分布

## (2) 測定方法

各測定地点の庁舎屋上にハイボリウムエアサンプラー（紀本電子製 10 $\mu$  カットなし）を設置し、午前 10 時から翌日午前 10 時までの 24 時間稼働させ、ガラス繊維濾紙（ゲルマノー A タイプ）上に浮遊粉じんを採取した。

測定は夏期、冬期の各 10 日間、連続して行なった。

夏期：昭和 51 年 8 月 17 日～8 月 26 日

冬期：昭和 52 年 2 月 16 日～2 月 25 日

## (3) 重金属の分析法

分析した重金属は、鉛、カドミウム、銅、マンガン、ニッケル、鉄、バナジウムの 7 種である。分析は採取した浮遊粉じんの一部を以下に述べる方法で処理したのち、バナジウムについては BPA（N-ベンズイルフェニルヒドロキシルアミン）比色定量法で、その他の重金属は、原子吸光光度法（直接法）により定量した。

## （試験溶液の作成）

浮遊粉じんの付着した濾紙から直径 53 mm の円形を 2 枚打ち抜き、これに 4 N 硝酸 30 ml、30% 過酸化水素水 5 ml を加え、沸騰水浴上で 3 時間還流し重金属を溶出した。溶出液をさらに沸騰水浴上で蒸発乾固し、1 N 硝酸 30 ml で再溶解して試験溶液とした。

## (4) 陰イオンの分析法

陰イオンについては、硫酸イオン、硝酸イオン、塩素イオンの 3 種類について分析した。

重金属と同様に、浮遊粉じんの付着した濾紙から、直径 53 mm の大きさで 4 枚打ち抜き、これから陰イオンを水で溶出し試験溶液作成後、硫酸イオンについては陽イオン交換樹脂（アンバーライト IR 120 B）通過後アルセナゾⅢ法で、硝酸イオンは 2,4-キシレノール法で、塩素イオンはチオシアン酸第二水銀法で定量した。

## 3. 結果および考察

今回行なった調査の結果を、夏期、冬期ごとに、測定地点別の平均濃度を求め、表 1-(1)、表 1-(2) に示した。

### (1) 市内の濃度分布

工業地域に隣接した鶴見保健所は、夏期に浮遊粉じん、カドミウム、マンガン、鉄、バナジウム、硫酸イオン、塩素イオンが、冬期にカドミウム、マンガン、ニッケル、鉄、バナジウム、硫酸イオン、硝酸イオン、塩素イオンが、7 測定地点中最も高い濃度を示した。また、金沢保健所は、夏期に浮遊粉じん、鉛、カドミウム、銅、マンガン、鉄、硝酸イオンが、冬期に浮遊粉じん、カドミウム、銅、鉄、バナジウム、硝酸イオンが 7 測定地点中、最も低い濃度であり、これらのことから、臨海部においては、概して鶴見保健所から金沢保健所に近づくにしたがって汚染が低くなると言える。

7 測定地点中で工業地域の影響が最も少ない

表 1-(1) 夏期の濃度

単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

	浮遊粉じん	鉛	カドミウム	銅	マンガン	ニッケル	鉄	バナジウム	硫酸イオン	硝酸イオン	塩素イオン
鶴見保健所	7.9	0.13	0.003	0.05	0.11	0.02	2.3	0.022	10.3	4.5	4.0
港北区総合庁舎	7.5	0.12	0.003	0.06	0.07	0.03	2.1	0.016	8.2	4.9	3.6
横浜市庁	6.6	0.08	0.002	0.04	0.06	0.01	1.5	0.016	8.1	3.9	3.1
保土ヶ谷区総合庁舎	6.7	0.15	0.002	0.04	0.05	0.01	1.4	0.012	7.9	4.2	2.9
磯子区総合庁舎	7.4	0.09	0.002	0.10	0.06	0.01	1.6	0.011	7.9	3.6	2.9
金沢区総合庁舎	6.4	0.08	0.001	0.03	0.04	0.01	1.4	0.013	8.2	3.5	3.1
瀬谷区総合庁舎	6.8	0.09	0.003	0.04	0.06	0.01	1.7	0.010	8.2	4.7	2.9
平均	7.0	0.11	0.002	0.05	0.07	0.01	1.7	0.014	8.4	4.2	3.2

表 1-(2) 冬期の濃度

単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

	浮遊粉じん	鉛	カドミウム	銅	マンガン	ニッケル	鉄	バナジウム	硫酸イオン	硝酸イオン	塩素イオン
鶴見保健所	16.2	0.25	0.005	0.09	0.21	0.02	4.6	0.029	5.5	6.5	7.9
港北区総合庁舎	16.4	0.18	0.003	0.11	0.17	0.01	4.4	0.024	4.8	5.2	5.7
横浜市庁	14.0	0.18	0.002	0.06	0.12	0.02	3.8	0.021	4.7	5.5	5.4
保土ヶ谷区総合庁舎	14.7	0.30	0.004	0.07	0.12	0.02	4.3	0.020	4.5	5.4	4.7
磯子区総合庁舎	13.2	0.16	0.002	0.10	0.11	0.01	3.5	0.019	4.1	5.1	5.0
金沢区総合庁舎	12.0	0.16	0.002	0.05	0.12	0.01	3.4	0.017	4.1	4.4	4.9
瀬谷区総合庁舎	12.9	0.11	0.002	0.05	0.11	0.01	4.0	0.019	4.0	4.7	3.7
平均	14.2	0.19	0.003	0.08	0.14	0.01	4.0	0.021	4.5	5.2	5.3

と思われる瀬谷保健所は、夏期においてバナジウムが、冬期においては鉛、硫酸イオン、塩素イオンが7測定地点中、最も低い濃度となったが、カドミウムは夏期に鶴見と同程度となっている。カドミウムによる汚染は市内広域に広がっていることが推定される。

## (2) 汚染物質の経日変化

汚染物質の経日変化を知るために、浮遊粉じん、および発生源で排出が規制されている鉛、カドミウムについて鶴見保健所、瀬谷保健所の値を経日的にプロットし図2、図3、図4に示した。また、測定期間中の雲量と最多風向、平均風速を図2の下欄に示した。

工業地域に隣接している鶴見保健所と、周囲に工場のない瀬谷保健所とでは、浮遊粉じんの増減のパターンは良く似ている。また、鉛、カドミウムについても同様に増減しているが、冬期においては両地点の濃度差が大きい。

大気汚染は風向、風速によって大きく影響さ

れるが、夏期については23日、24日にそれぞれ平均風速  $6.2\text{ m/s}$ 、 $6.1\text{ m/s}$  と他の日より強い風が吹いており、鉛、カドミウムの濃度が低くなった。これに対し、浮遊粉じん濃度は変らない。これは、工場、自動車等に帰因する重金属を含む浮遊粉じんの濃度が低いのに対して、土壌の舞い上がりの影響を受けたことにより、測定値が高くなったと思われる。したがって、浮遊粉じん濃度に関して考察する場合は、風速の影響を十分考慮する必要がある。なお、一般に土壌中の鉛、カドミウムはそれぞれ  $10\text{ ppm}$ 、 $0.5\text{ ppm}$ <sup>4)</sup> 程度であり、この程度の量では大気中の鉛、カドミウム濃度にはほとんど影響しない(土壌に帰因する浮遊粉じんが  $50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  としても、鉛が  $0.0005\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、カドミウムが  $0.000025\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  である。)

冬期については、17日、18日、23日、24日にそれぞれ、平均風速  $4.4\text{ m/s}$ 、 $4.0\text{ m/s}$ 、 $4.5\text{ m/s}$ 、 $3.5\text{ m/s}$  と同程度の風速で

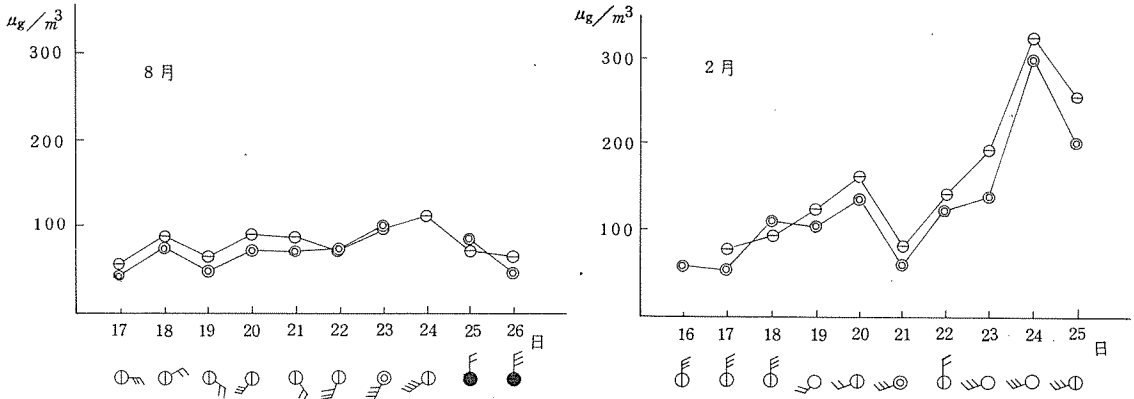


図2 浮遊粉じんの経日変化

- 鶴見保健所    ◎ 瀬谷保健所
  - 平均雲量 2 未満    ① 同 2 以上 8 未満    ◎ 同 8 以上
  - 平均雲量 8 以上で降雨のあったもの
- 矢羽根は平均風速および最大風向を示す。(風速表示は気象庁式)

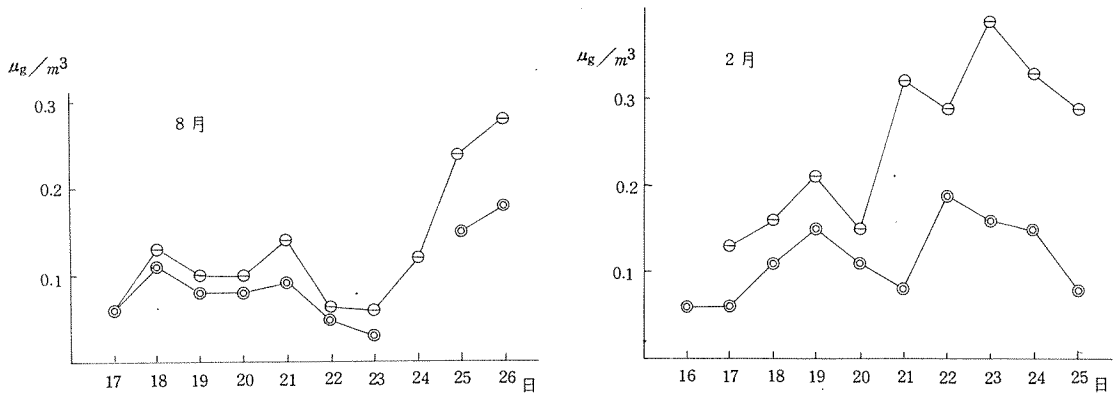


図3 鉛の経日変化

- 鶴見保健所    ◎ 瀬谷保健所

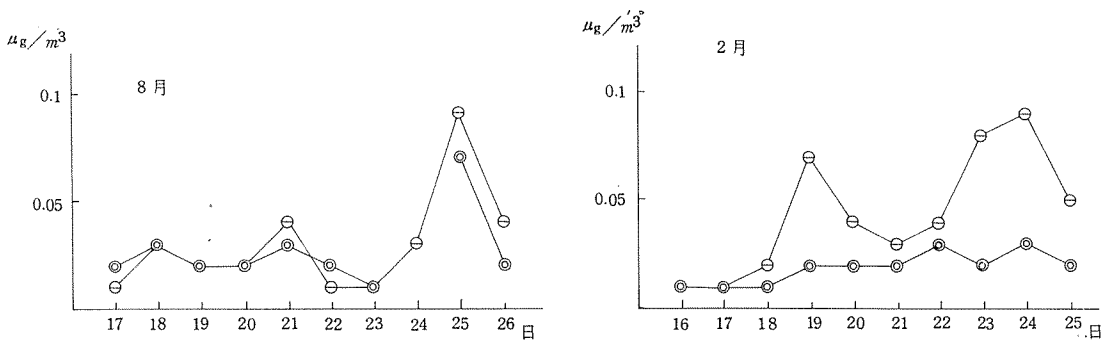


図4 カドミウムの経日変化

- 鶴見保健所    ◎ 瀬谷保健所

表 2. 各汚染物質濃度の経年変化(48年度~51年度)

単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	48年8月	49年3月	49年8月	50年2月	50年8月	51年2月	51年8月	52年2月	夏期平均	冬期平均	総平均
浮遊粉じん	142	128	83	118	92	97	70	142	93	121	108
鉛	-	0.26	0.14	0.18	0.12	0.22	0.11	0.19	0.12	0.21	0.17
カドミウム	-	0.004	0.003	0.004	0.002	0.004	0.002	0.003	0.002	0.004	0.003
銅	-	0.13	0.06	0.05	0.08	0.05	0.05	0.08	0.06	0.08	0.07
マンガン	-	0.12	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.11	0.08	0.09	0.09
ニッケル	-	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
鉄	-	2.9	1.7	3.0	2.1	1.9	1.7	4.0	1.8	3.0	2.5
バナジウム	-	0.024	0.028	-	0.021	0.019	0.014	0.021	0.021	0.021	0.021
硫酸イオン	17.3	11.3	12.6	7.0	11.0	10.7	8.4	4.5	12.0	8.6	10.1
硝酸イオン	7.5	5.9	3.6	3.8	6.3	6.2	4.2	5.2	5.2	5.3	5.3
塩素イオン	1.6	5.7	5.8	5.0	6.3	5.9	3.2	5.3	4.4	5.5	5.0

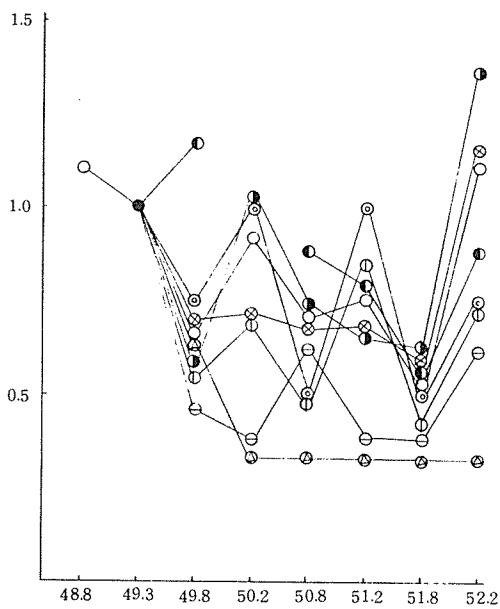


図 5-(1) 汚染物質の経年変化(49年3月の値を1とする)

- Dust    ⊕ Pb    ⊙ Cd    ⊖ Cu
- ⊗ Mn    ⊗ Ni    ⊕ Fe    ⊕ V

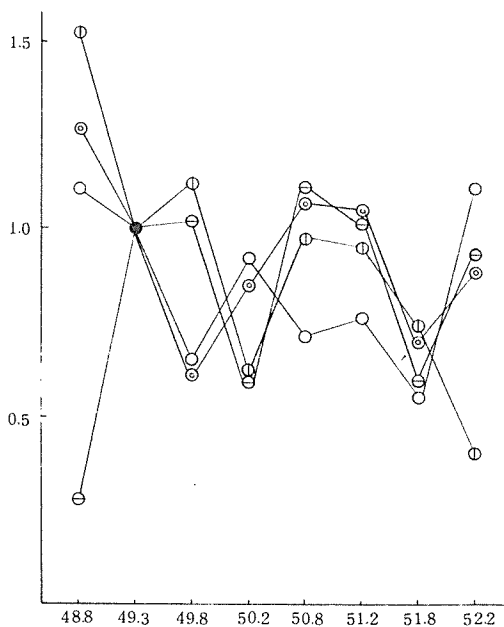


図 5-(2) 汚染物質の経年変化(49年3月の値を1とする)

- Dust    ⊕  $\text{SO}_4^{2-}$     ⊙  $\text{NO}_3^-$     ⊖  $\text{Cl}^-$

あったが、23日、24日に浮遊粉じん、鉛、カドミウムとも17日、18日より高濃度となった。17日と18日、および、23日と24日の最多風向は、前2日がN、後2日がWSWであり、風向が異なっているが、市内の西部の瀬谷は汚染度が低く、西部から汚染物質が運ばれたとは考えにくいので、冬期に特徴的な大気安定度の差が原因と思われる。

### (3) 浮遊粉じん、重金属、陰イオンの経年変化

近年、視程が回復し、大気汚染も改善されつつあると言われている。そこで、昭和48年度から51年度までの値について比較考察した。

表2は浮遊粉じん、重金属、陰イオン濃度の期間平均値を求めたものである。また、図5は、表2の昭和49年3月の濃度を1として、濃度比を経年的にプロットしたものである。昭和51年8月までは、夏期、冬期の変動はあるが、全体として減少する傾向が見られる。しかし、52年2月は浮遊粉じん、マンガン、鉄が49年3月より高くなっており、浮遊粉じん、重金属、陰イオン等の汚染は減少したとは言えない。

### (4) 浮遊粉じん、重金属、陰イオン間の関係

大気汚染物質は一般に対数正規分布をされると言われている。図6は昭和48年8月から52年2月までの浮遊粉じん濃度の分布である。

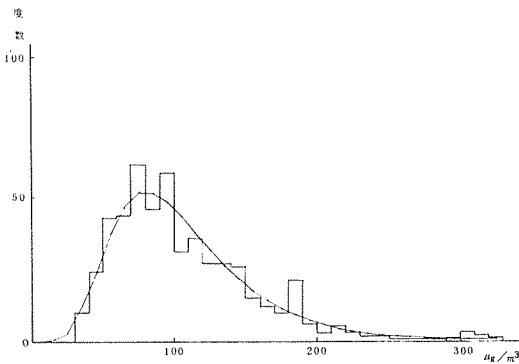


図6 浮遊粉じん濃度の分布

折れ線で示した分布は、濃度分布を対数正規分布と見なした場合の計算値である。

浮遊粉じん濃度は対数正規分布に近い分布を

しており、重金属、陰イオンについても同様であった。そこで、これら汚染物質間関係を調べるため、濃度を対数変換したのち相関係数を求め、表3に示した。表3中、上段は昭和48年8月から52年2月までのすべての試料につ

表3 浮遊粉じん、重金属、陰イオン間の相関係数

上段：全期間  
中段：夏期  
下段：冬期

	Du s t	Pb	Cd	Cu	Mn	Ni	Fe	V	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Du s t	0.61	0.55	0.53	0.79	0.41	0.86	0.60	0.37	0.59	-0.01	
	0.53	0.53	0.63	0.77	0.43	0.80	0.62	0.80	0.59	-0.45	
	0.55	0.16	0.19	0.80	0.15	0.86	0.69	0.27	0.61	0.60	
Pb		0.69	0.13	0.62	0.13	0.17	0.52	0.30	0.60	0.12	
		0.68	0.39	0.58	0.42	0.12	0.52	0.55	0.60	-0.23	
		0.64	0.51	0.52	0.17	0.29	0.56	0.48	0.55	0.61	
Cd			0.34	0.57	0.41	0.10	0.51	0.38	0.54	0.17	
			0.31	0.59	0.42	0.12	0.46	0.49	0.52	-0.19	
			0.33	0.47	0.11	0.22	0.61	0.51	0.55	0.60	
Cu				0.53	0.39	0.48	0.42	0.24	0.37	-0.15	
				0.49	0.36	0.58	0.36	0.36	0.35	-0.03	
				0.58	0.40	0.41	0.51	0.23	0.38	0.11	
Mn					0.51	0.83	0.71	0.25	0.57	0.11	
					0.19	0.85	0.73	0.53	0.56	-0.15	
					0.54	0.77	0.73	0.25	0.51	0.61	
Ni						0.36	0.53	0.39	0.32	0.17	
						0.41	0.48	0.10	0.16	0.01	
						0.32	0.61	0.15	0.50	0.39	
Fe							0.57	0.93	0.16	0.09	
							0.65	0.47	0.51	-0.29	
							0.47	-0.07	0.33	0.37	
V								0.52	0.58	0.01	
								0.68	0.50	-0.19	
								0.51	0.75	0.63	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>									0.51	-0.30	
									0.59	-0.55	
									0.60	-0.50	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>										-0.26	
										-0.57	
										-0.60	
Cl <sup>-</sup>											

いて(試料数  $n = 470$ )、中段は夏期の試料について( $n = 200$ )、下段は冬期の試料について( $n = 270$ )求めた値である。これらの中で高い相関が認められる組み合わせは浮遊粉じんとマンガン(相関係数  $r = 0.79$ )、浮遊粉じんと鉄( $r = 0.86$ )、マンガンと鉄( $r = 0.83$ )であった。これらは互いに密接な関係にあることが推測される。また、浮遊粉じんと硫酸イオンは夏期( $r = 0.80$ )と冬期( $r = 0.27$ )で相関係数が異なっており、硫酸イオン濃度が夏期に高い(表2において他の物質はすべて冬期に高い)ことと関係があると思われる。

なお、浮遊粉じんと重金属、および重金属種間ではすべて正の相関が認められ、同一発生源、



(70)

もしくは発生源が近いことが推測される。

#### 4. おわりに

横浜市内の臨海部では金沢保健所から鶴見保健所に近づくにしたがって汚染が高くなっている。浮遊粉じんと重金属は、高い相関を示した。浮遊粉じん、重金属、陰イオンと風向風速の関係は、今後さらに解析を加える予定である。

#### 参 考 文 献

- 1) 横浜市大気汚染報告書, 14, 180(1973).
- 2) 同 上. 15, 221(1974).
- 3) 同 上. 16, 211(1975).
- 4) 千葉盛人他:公害分析指針水土壤編1-b, 68(1972).

## VI 製油所周辺の炭化水素(1)

### Distribution of Ambient Hydrocarbons in Large Refinery Area

前田裕行\*，沖津正樹\*，鶴田治雄\*

安藤保\*\*，松田啓吾\*\*

#### 要 約

製油所周辺，道路端，構内の総計16地点で採取した大気について，ガスクロマトグラフ分析法により，炭化水素の成分分析を行った。また，周辺地点において連続自動測定機による測定も併わせて実施した。

分析した成分は，以下のものである。

エタン+エチレン，アセチレン，プロパン，プロピレン，イソブタン，n-ブタン，1-ブテン，イソブテン，イソペンタン，n-ペンタン，シクロペンタン，2-メチルペンタン，3-メチルペンタン，メチルシクロペンタン，n-ヘキサン，ベンゼン，トルエン，エチルベンゼン，p-キシレン，m-キシレン，o-キシレン

連続自動測定機では，メタン及び非メタン炭化水素を測定した。

その結果

- (1) 構内の一測定地点で検出された炭化水素成分のうち，プロパン，プロピレン，ブタン類及びペンタン類の濃度の高い日があった。
- (2) 道路端測定地点で，交通量の多い日に検出された炭化水素成分のうち，アセチレンが比較的高かった。
- (3) 構内の北測約500m離れた周辺地点(地点A)における炭化水素自動測定機の測定結果から，風向別にはあまり濃度差がみられなかったが，南風と西風の場合に，その他の風向に比べて，若干非メタン炭化水素濃度の上昇があった。  
しかし，メタン濃度は，上昇があまりなかった。
- (4) 測定地点と気象条件により，炭化水素成分構成と濃度の差異がみられた。

#### 1. はじめに

光化学オキシダント生成に関係する大気中の炭化水素の成分分析は，近年，多く行われるようになった。その中で，発生源周辺の炭化水素濃度調査については，石油化学コンビナートに関するものが多く報告されている。<sup>1)2)3)</sup>しかしながら，一製油所及びその周辺について調査した例は少ない。

そこで今回は，製油所の周辺地点及び構内地点で大気中の炭化水素C<sub>2</sub>～キシレン類までの21成分について定量分析を行い，また，周辺地点で連続自動測定機による測定を併わせて実施した。

この報告は，各測定地点の成分構成の傾向とその濃度レベルを把握することを目的として実施した調査第一報である。

\*横浜市公害研究所大気部門

\*\*横浜市公害対策局大気課

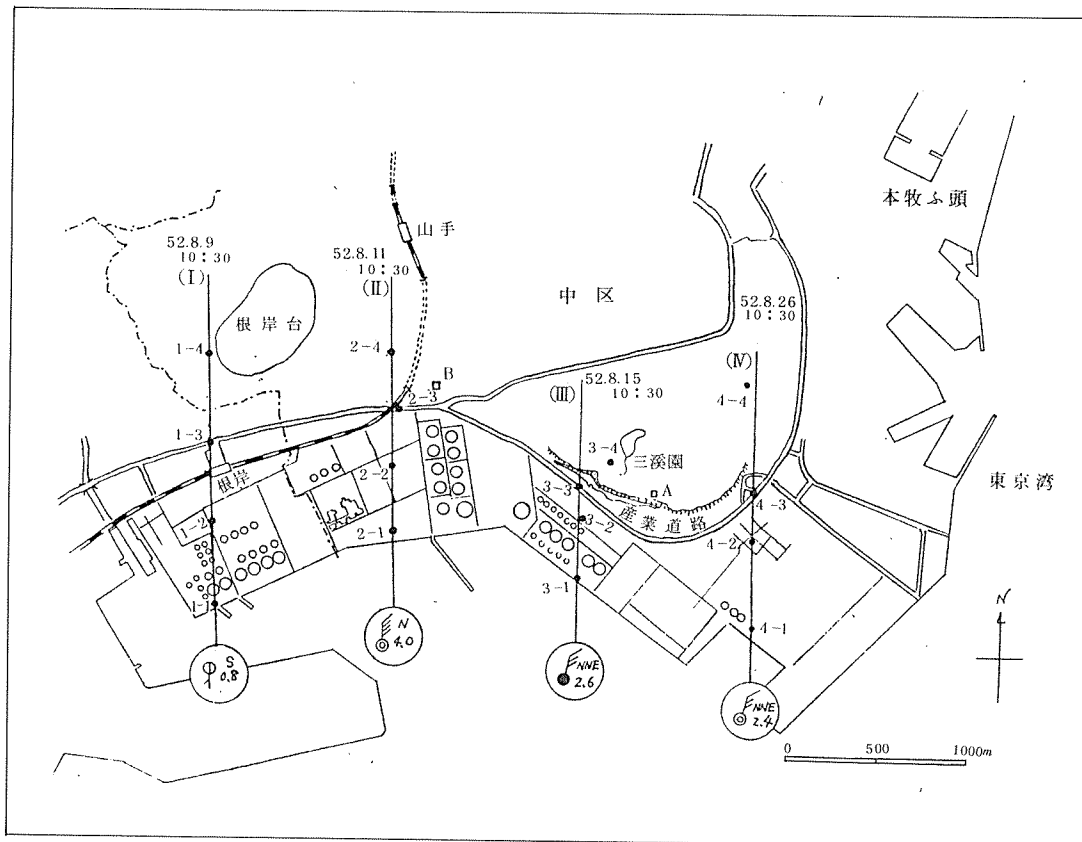


図-1 測定地点と気象条件

## 2. 調査方法

### (1) 調査場所

測定地点を図-1に示した。

製油所構内を南北方向に横断する直線を約1 Kmおきに4本設定し(この線を、以下調査直線I~IVという)、各線上に沿って構内2、産業道路端1、さらに北側の周辺1の各測定地点を選定した。調査は、それぞれの日に調査直線I~IVの4地点について大気の採取を行い、総計16地点について実施した。その地点番号を図-1に示す。

地点Aで、自動測定機による非メタン炭化水素、地点Bでは、風向風速の測定を行った。

また、調査直線のそれぞれにおける南端地点で風向風速の測定を実施した。

産業道路のすぐ北側の地形は、30~40mの崖となっており、その後背に住宅地の多い高台

が続いている。また、構内の南端は、横浜港の一部に面している。

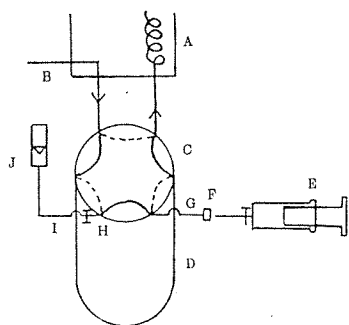
この地域は、北東方向から続いている臨海工業地帯の一隅でもある。

### (2) 試料採取

昭和52年8月9日(火)、11日(木)、15日(月)、26日(金)の4日間行い、それぞれの測定日に、調査直線上の4地点について、地上約1.5mで、毛細管を取り付けた1ℓパイレックスガラス製真空ビンによる同時採取を実施した。採取時刻は、製油所で、原料及び製品の取扱いの比較的多いと思われる午前を選び、10時30分から5分間で真空ビンへ大気を吸引し、試料採取後10時間以内に分析を行った。

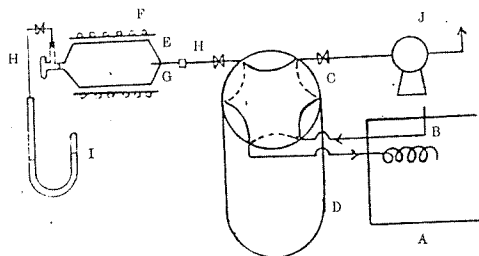
### (3) 炭化水素の分析

#### ア 試料の導入



- A ガスクロマトグラフ
- B キャリヤーガス
- C 六方コック (テフロン-SUS)
- D U字管トラップ
- E 注射筒 (200 ml型)
- F シリコンゴムセプタム
- G 1 mmφテフロンチューブ
- H スクリューコック
- I シリコンチューブ
- J フローメーター

図-2 低級炭化水素分析法



- A ガスクロマトグラフ
- B キャリヤーガス
- C 六方コック (テフロン-SUS)
- D U字管トラップ
- E 1 l真空ビン
- F 加熱円筒
- G 注射針
- H 1 mmφテフロンチューブ
- I 真空マノメーター
- J 真空ポンプ

図-3 芳香族炭化水素分析法

2台のFIDガスクロマトグラフを使用し、1台は低級炭化水素、他の1台を、芳香族炭化水素成分の分析に用いた。前者のガスクロマトグラフへの導入は、図-2の方法により、大型注射筒を用いて真空ビンより試料ガス150 mlを引き抜き、液体酸素冷却のU字管トラップ(3 mmφ×30 cmステンレス管にC-2260/80メッシュを1 ml充填)へ濃縮後、コックの切り換えによって加熱導入(80℃)を行った。後者のガスクロマトグラフへの導入は、図-3の方法により、引き抜いたあとの真空ビンを加熱(120℃)しながら真空ポンプで引き、液体酸素冷却のU字管トラップ(3 mmφ×30 cmステンレス管にC-2260/80メッシュを2 g充填)へ濃縮したあと加熱導入(150℃)を行った。

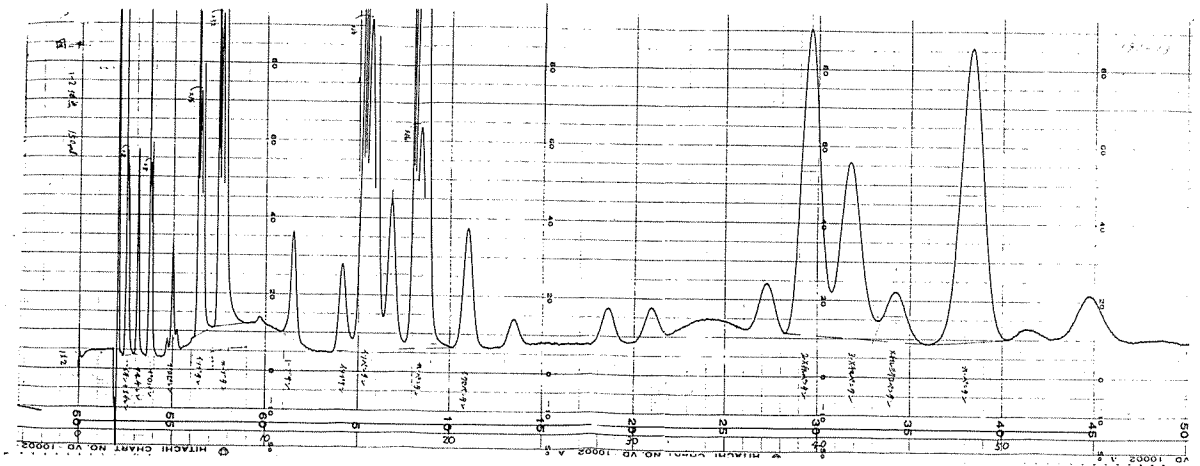
#### イ 低級炭化水素の分析

日立製163型FIDガスクロマトグラフを使用した。長さ3 m、内径3 mmのステンレスカラムにデュラパックタイプn-オクタン/ボラシールC 100/120メッシュ<sup>4)</sup>を充填し、キャリアーガス窒素40 ml/分の流速とし、カラム温度室温で分析を行った。分析した炭化水素は、エタン+エチレン、アセチレン、プロパン、プロピレン、イソブタン、n-ブタン、1-ブテン、イソブテン、イソペンタン、n-ペンタン、シクロペンタン、2-メチルペンタン、3-メチルペンタン、メチルシクロペンタン、n-ヘキサンである。(詳しくは別添資料「実験ノート」を参照されたい。)

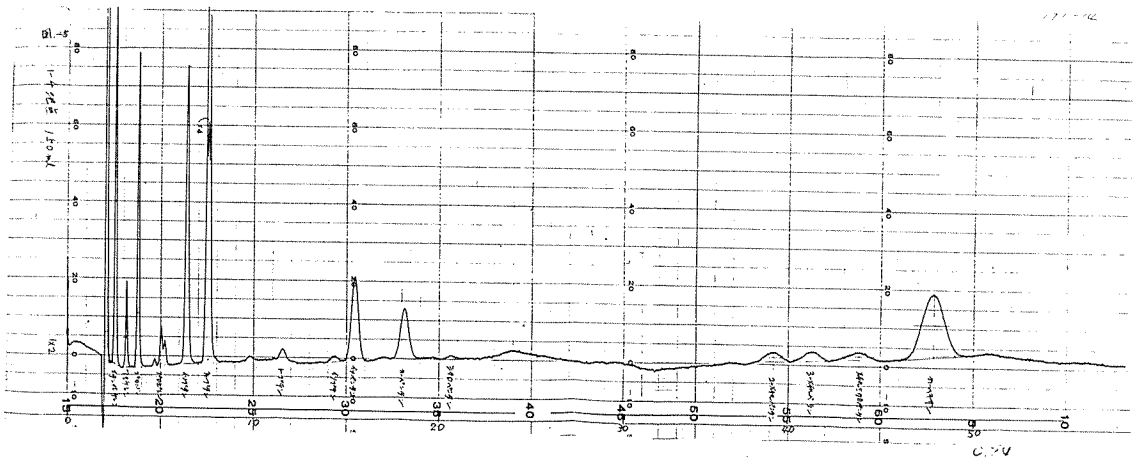
地点1-2と地点1-4のクロマトグラムの一例を図-4及び図-5に示す。

#### ウ 芳香族炭化水素の分析

島津製6AMTF型ガスクロマトグラフを使用した。長さ3 m、内径3 mmのステンレスカラムに5+5%ペントン34+DIDP/ク



図一4 地点1-2のクロマトグラム



図一5 地点1-4のクロマトグラム

ロモソルプW-AW 60/80メッシュを充填し、キャリアーガス窒素50ml/分の流速とし、カラム温度90℃、検出器FIDで分析を行った。

分析した炭化水素は、ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、p-キシレン、m-キシレン、o-キシレンである。

#### エ 検量操作

ガス状炭化水素については、ガスクロエ業社製プッシュ罐入標準ガスを、真空ビンへ注入し、2段希釈によって標準ガスを作成した。液状炭化水素については、純品の一定量を真

空ビンへ注入気化し、2段希釈によって標準ガスを作成した。

以上の様に調整した標準ガスを、それぞれ液体酸素冷却のU字管へ注入し、試料と同様に加熱導入を行い、ピーク高さによる検量線を作成し、絶対検量線法によって定量した。

#### オ 検出限界

試料分析感度 ( $1 \times 2 = 1 \times 2 \times 10^{-12}$  アンペア) で記録紙のフルスケールの1%を検出限界とすると、

エタン+エチレン、アセチレン、プロパン

0.04 ppb

表-1-(1) 製油所周辺の炭化水素濃度

測定日時	昭和52年8月9日 10時30分								昭和52年8月11日 10時30分							
	1-1		1-2		1-3		1-4		2-1		2-2		2-3		2-4	
	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)
エタン+エチレン	5.4	4.5	10.9	2.4	59.2	11.5	4.6	10.1	3.0	4.4	3.5	28	15.9	13.3	7.7	10.5
アセチレン	1.8	1.5	3.8	0.8	63.8	12.3	1.6	3.5	2.2	3.2	2.2	18	10.1	8.4	3.7	5.1
プロパン	5.5	4.6	10.2	2.2	10.3	2.0	3.9	8.6	7.2	10.5	41.6	333	2.2	1.8	3.1	4.2
プロピレン	0.8	0.7	1.7	0.4	15.8	3.1	0.7	1.5	5.5	8.0	26.2	21.0	4.7	3.9	1.7	2.3
イソブタン	2.5	2.1	4.8	1.6	41.7	8.1	6.6	14.5	2.3	3.4	4.0	32	2.8	2.3	2.3	3.2
n-ブタン	35.9	30.2	120.1	26.1	83.1	16.1	5.0	11.0	2.9	4.2	2.6	21	5.3	4.4	4.2	5.8
1-ブテン	0.6	0.5	4.2	0.9	5.6	1.1	0.5	1.1	0.8	1.2	0.9	0.7	1.3	1.1	1.3	1.8
イソブテン	1.5	1.3	8.2	1.8	12.2	2.4	0.7	1.5	2.0	2.9	2.0	1.6	4.4	3.7	4.3	5.9
イソペンタン	3.5	2.9	7.9	1.7	44.5	8.6	2.4	5.3	2.0	2.9	1.9	1.5	5.4	4.5	2.4	3.3
n-ペンタン	2.4	2.0	66.8	14.5	25.1	4.9	1.8	4.0	1.4	2.0	1.4	1.1	3.8	3.2	1.6	2.2
シクロペンタン	7.4	6.2	4.9	1.1	3.9	0.8	0.1	0.2	1.7	2.5	1.9	1.5	1.6	1.3	2.5	3.4
2-メチルペンタン	0.2	0.2	19.1	4.2	17.2	3.3	0.8	1.8	0.9	1.3	0.9	0.7	2.6	2.2	1.0	1.4
3-メチルペンタン	1.1	0.9	9.7	2.1	8.4	1.6	0.7	1.5	0.9	1.3	1.1	0.9	1.6	1.3	0.9	1.2
メチルシクロペンタン	0.9	0.8	4.6	1.0	4.6	0.9	0.9	2.0	0.6	0.9	0.1	0.1	1.0	0.8	0.5	0.7
n-ヘキサン	7.0	5.9	23.4	5.1	18.9	3.7	5.0	11.0	8.9	13.0	9.0	7.2	10.5	8.8	13.4	18.3
ベンゼン	3.4	2.9	7.8	1.7	14.5	2.8	0.3	0.7	8.2	11.9	10.6	8.5	14.2	11.8		
トルエン	6.1	5.1	16.0	3.5	37.5	7.3	5.1	11.2	7.6	11.1	7.3	5.8	14.5	12.1	9.9	13.5
エチルベンゼン	3.3	2.8	5.5	1.2	10.6	2.9	1.5	3.3	2.3	3.4	2.1	1.7	3.8	3.2	3.1	4.2
p-キシレン	1.4	1.2	3.4	0.7	9.2	1.8	0.7	1.5	2.2	3.2	1.7	1.4	4.1	3.4	2.5	3.4
m-キシレン	2.6	2.2	6.8	1.5	20.6	4.0	1.4	3.1	3.8	5.5	2.5	2.0	6.4	5.3	4.1	5.6
o-キシレン	2.4	2.0	3.8	0.8	10.3	2.0	1.3	2.9	2.3	3.4	1.4	1.1	3.8	3.2	2.9	4.0
合計(ppb)	118.7	100.0	459.3	100.0	516.9	100.0	45.6	100.0	68.7	100.0	124.9	100.0	120.0	100.0	73.1	100.0
総炭化水素濃度 (メタン換算・ppm)	0.59		2.46		2.54		0.24		0.41		0.56		0.67		0.42	

空欄は欠測を示す

表-1-(2) 製油所周辺の炭化水素濃度

測定日時	昭和52年8月15日 10時30分								昭和52年8月26日 10時30分							
	3-1		3-2		3-3		3-4		4-1		4-2		4-3		4-4	
	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)	濃度 (ppb)	組成比 (%)
エタン+エチレン	6.9	10.7	5.2	9.2	7.2	12.7	3.8	8.5	12.6		1.69	1.22	7654	223	3.42	19.2
アセチレン	2.7	4.2	3.6	6.4	4.1	7.3	2.5	5.6	5.1		6.2	4.5	74	0.2	4.5	2.5
プロパン	3.4	5.3	3.6	6.4	4.1	7.3	2.1	4.7	8.5		9.0	6.5	3035	88	2.43	13.6
プロピレン	2.3	3.6	2.1	3.7	2.5	4.4	1.3	2.9	4.2		3.3	2.4	20.1	0.6	3.1	1.7
イソブタン	4.0	6.2	4.3	7.6	4.5	8.0	3.0	6.7	5.0		5.5	4.0	5689	1.65	2.18	12.2
n-ブタン	7.0	10.9	7.6	13.5	4.0	7.1	5.6	12.6	9.8		11.7	8.5	14663	4.26	5.36	30.1
1-ブテン	1.3	2.0	0.9	1.6	0.9	1.6	0.5	1.1	1.9		1.0	0.7	39	0.1	1.1	0.6
イソブテン	N.D.		N.D.		N.D.		1.2	2.7	6.8		5.8	4.2	184	0.5	N.D.	
イソペンタン	5.6	8.7	6.1	10.8	6.8	12.0	4.5	10.1	6.3		7.9	5.7	76	0.2	4.8	2.7
n-ペンタン	3.0	4.7	2.9	5.1	3.1	5.5	2.1	4.7	5.0		6.7	4.8	20.5	0.6	3.2	1.8
シクロペンタン	0.4	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.1	0.2	0.4		0.4	0.3	14	0.0	N.D.	
2-メチルペンタン	1.6	2.5	1.6	2.8	1.6	2.8	1.1	2.5	2.9		2.4	1.7	114	0.3	1.8	1.0
3-メチルペンタン	1.0	1.6	0.9	1.6	1.2	2.1	1.0	2.3	1.5		1.6	1.2	84	0.2	1.2	0.7
メチルシクロペンタン	1.0	1.6	0.5	0.9	0.7	1.2	0.8	1.8	1.5		1.2	0.9	60	0.2	0.8	0.5
n-ヘキサン	5.7	8.9	3.6	6.4	4.1	7.3	3.2	7.2	9.0		14.6	10.6	166	0.5	5.4	3.0
ベンゼン											20.4	14.8	1428	42		
トルエン	7.2	11.2	7.6	13.5	5.5	9.7	6.5	14.6			10.3	7.5	491	1.4	6.0	3.4
エチルベンゼン	2.5	3.9	1.5	2.7	1.6	2.8	1.5	3.4			3.7	2.7	48	0.1	3.8	2.1
p-キシレン	2.7	4.2	1.1	2.0	1.1	2.0	0.9	2.0			2.6	1.9	47	0.1	2.3	1.3
m-キシレン	3.6	5.6	1.9	3.4	2.0	3.5	1.7	3.8			4.4	3.2	74	0.2	3.8	2.1
o-キシレン	2.5	3.9	1.2	2.1	1.2	2.1	1.1	2.5			2.7	2.0	41	0.1	2.4	1.4
合計(ppb)	64.4	100.0	56.5	100.0	56.5	100.0	44.5	100.0	(80.5)		138.3	100.0	34387	100.0	178.1	100.0
総炭化水素濃度 (メタン換算・ppm)	0.36		0.30		0.29		0.24		(0.35)		0.75		1.33		0.75	

空欄は欠測を示す

表一 2 調査直線 I における炭化水素の最高, 最低, 平均濃度

S. 52. 8. 09 10:30

炭化水素	最 高		最 低		平 均 (ppb)	変動係数 (%)
	地 点	濃 度 (ppb)	地 点	濃 度 (ppb)		
エタン+エチレン	1-3	59.2	1-4	4.6	200	11.4
アセチレン	1-3	63.8	1-4	1.6	17.8	15.0
プロパン	1-3	10.3	1-4	3.9	7.5	3.8
プロピレン	1-3	15.8	1-4	0.7	1.8	13.5
イソブタン	1-2	48.5	1-4	6.6	30.6	5.3
n-ブタン	1-2	120.1	1-4	5.0	61.0	7.2
1-ブテン	1-3	5.6	1-4	0.5	2.7	8.2
イソブテン	1-3	12.2	1-4	0.7	5.7	8.4
イソペンタン	1-2	79.9	1-4	2.4	32.6	9.9
n-ペンタン	1-2	66.8	1-4	1.8	24.0	11.0
シクロペンタン	1-1	7.4	1-4	0.1	1.1	6.4
2-メチルペンタン	1-2	19.1	1-1	0.2	9.3	9.5
3-メチルペンタン	1-2	9.7	1-4	0.7	5.0	8.2
メチルシクロペンタン	1-2 1-3	4.6	1-1 1-4	0.9	2.8	6.7
n-ヘキサン	1-2	23.4	1-4	5.1	13.6	5.7
ベンゼン	1-3	11.5	1-4	0.3	6.5	8.2
トルエン	1-3	37.5	1-4	5.1	16.2	8.0
エチルベンゼン	1-3	10.6	1-4	1.5	5.2	6.5
p-キシレン	1-3	9.2	1-4	0.7	3.6	9.1
m-キシレン	1-3	20.6	1-4	1.4	7.9	9.7
o-キシレン	1-3	10.3	1-4	1.3	1.5	7.8

表一 4 調査直線 III における炭化水素の最高, 最低, 平均濃度

S. 52. 8. 15 10:30

炭化水素	最 高		最 低		平 均 (ppb)	変動係数 (%)
	地 点	濃 度 (ppb)	地 点	濃 度 (ppb)		
エタン+エチレン	3-3	7.2	3-4	3.8	5.8	2.1
アセチレン	3-3	4.1	3-4	2.5	3.2	2.0
プロパン	3-3	4.1	3-4	2.1	3.3	2.2
プロピレン	3-3	2.5	3-4	1.3	2.1	2.2
イソブタン	3-3	4.5	3-4	3.0	4.0	1.5
n-ブタン	3-2	7.6	3-3	4.0	6.1	2.3
1-ブテン	3-1	1.3	3-4	0.5	0.9	3.1
イソブテン	3-4	1.2	3-1 3-2 3-3	N.D.		
イソペンタン	3-3	6.8	3-4	4.5	5.8	1.5
n-ペンタン	3-3	3.1	3-4	2.1	2.8	1.4
シクロペンタン	3-1	0.4	3-4	0.1	0.3	4.0
2-メチルペンタン	3-1 3-2 3-3	1.6	3-4	1.1	1.5	1.5
3-メチルペンタン	3-3	1.2	3-2	0.9	1.0	1.1
メチルシクロペンタン	3-1	1.0	3-2	0.5	0.8	2.4
n-ヘキサン	3-1	5.7	3-4	3.2	4.2	2.3
ベンゼン						
トルエン	3-2	7.6	3-3	5.5	6.7	1.2
エチルベンゼン	3-1	2.5	3-2 3-4	1.5	1.8	2.4
p-キシレン	3-1	2.7	3-4	0.9	1.5	5.0
m-キシレン	3-1	3.6	3-4	1.7	2.3	3.3
o-キシレン	3-1	2.5	3-4	1.1	1.5	3.9

表一 3 調査直線 II における炭化水素の最高, 最低, 平均濃度

S. 52. 8. 11 10:30

炭化水素	最 高		最 低		平 均 (ppb)	変動係数 (%)
	地 点	濃 度 (ppb)	地 点	濃 度 (ppb)		
エタン+エチレン	2-3	159	2-1	3.0	7.5	6.9
アセチレン	2-3	10.1	2-1 2-2	2.2	1.6	7.2
プロパン	2-2	11.6	2-3	2.2	13.5	12.1
プロピレン	2-2	2.62	2-4	1.7	12.1	8.2
イソブタン	2-2	10	2-1 2-4	2.3	2.9	2.1
n-ブタン	2-3	5.3	2-2	2.6	3.8	2.9
1-ブテン	2-3 2-4	1.3	2-1	0.8	1.1	2.1
イソブテン	2-3	1.4	2-1 2-2	2.0	3.2	3.7
イソペンタン	2-3	5.4	2-2	1.9	2.9	4.9
n-ペンタン	2-3	3.8	2-1 2-2	1.4	2.1	4.9
シクロペンタン	2-4	2.5	2-3	1.6	1.9	1.8
2-メチルペンタン	2-3	2.6	2-1 2-2	0.9	1.1	5.4
3-メチルペンタン	2-3	1.6	2-1 2-4	0.9	1.1	2.5
メチルシクロペンタン	2-3	1.0	2-2	0.1	0.6	5.8
n-ヘキサン	2-4	13.4	2-1	12.9	10.5	1.7
ベンゼン	2-3	11.2	2-1	8.2	11.0	2.2
トルエン	2-3	14.5	2-2	7.3	9.8	2.9
エチルベンゼン	2-3	3.8	2-2	2.1	2.8	2.4
p-キシレン	2-3	4.1	2-2	1.7	2.6	3.4
m-キシレン	2-3	6.4	2-2	2.5	4.2	3.3
o-キシレン	2-3	3.8	2-2	1.4	2.6	3.4

表一 5 調査直線 IV における炭化水素の最高, 最低, 平均濃度

S. 52. 8. 26 10:30

炭化水素	最 高		最 低		平 均 (ppb)	変動係数 (%)
	地 点	濃 度 (ppb)	地 点	濃 度 (ppb)		
エタン+エチレン	4-3	765.4	4-1	12.6	207.2	15.6
アセチレン	1-3	7.4	1-4	1.5	5.8	1.9
プロパン	4-3	303.5	4-1	8.5	86.3	14.5
プロピレン	4-3	20.1	4-4	3.1	7.6	9.4
イソブタン	4-3	568.9	4-1	5.0	150.3	16.1
n-ブタン	4-3	1466.3	4-1	9.8	385.1	16.2
1-ブテン	4-3	3.9	4-2	1.0	2.0	5.9
イソブテン	4-3	18.4	4-4	N.D.	10.3	5.5
イソペンタン	4-2	7.9	4-4	1.8	6.7	1.8
n-ペンタン	4-3	20.5	4-4	3.2	8.9	7.7
シクロペンタン	4-3	1.4	4-1 4-2	0.4	0.7	6.4
2-メチルペンタン	4-3	11.4	4-4	1.8	1.6	8.5
3-メチルペンタン	4-3	8.4	4-4	1.2	3.2	9.5
メチルシクロペンタン	4-3	6.0	4-4	0.8	2.4	8.9
n-ヘキサン	4-3	16.6	4-4	5.4	11.4	3.9
ベンゼン	4-3	142.8	4-2	20.4	81.6	7.5
トルエン	4-3	49.1	4-4	6.0	21.8	8.9
エチルベンゼン	4-3	4.8	4-2	3.7	4.1	1.2
p-キシレン	4-3	4.7	4-4	2.3	3.2	3.3
m-キシレン	4-3	7.4	4-4	3.8	5.2	3.0
o-キシレン	4-3	4.1	4-4	2.4	3.1	2.4

n-ペンタン 0.12 ppb  
であった。

また、芳香族炭化水素については、0.1ppb  
であった。

### 3. 結果及び考察

#### (1) 炭化水素濃度

測定した炭化水素濃度とその組成比率及び総炭化水素濃度（測定した成分についての相対感度<sup>5)</sup>によるメタン換算濃度の合計）を表1-(1)、表1-(2)及び各調査直線についての最高、最低、平均濃度を表2～5に示した。

それぞれの測定地点に寄与する炭化水素の発生源が異なり、また、調査日間の気象条件にも違いがあるので、広い濃度範囲の測定値が得られている。

まず、調査直線別に考察する。

#### ア. 調査直線 I (8月9日)

##### ア. 1 総炭化水素濃度

調査直線 I の総炭化水素濃度を図-6に示す。これにより、地点の比較を行うと、道路際地点1-3の2.54 ppmで最も高く、最低を示した地点1-4 0.24 ppmの約10倍である。また、構内地点1-2は、2.46 ppmと道路際と同程度の濃度であるのに対し、構内地点1-1は、0.59 ppmで地点1-2と比べて低濃度であった。地点1-1は、構内の南端にあり、採取時に南寄りの風であったため低濃度であったと思われる。

##### ア. 2. 調査直線上における炭化水素各成分濃度のばらつき

一般に、発生源周辺での大気中においては、それに起因する成分についての濃度のばらつきは、一般環境に比較して大きい。そこでまず第一に各成分別の変動係数（標準偏差/平均値）を比較してみると大きい順に次のようである。（表2）

アセチレン150% > プロピレン135%

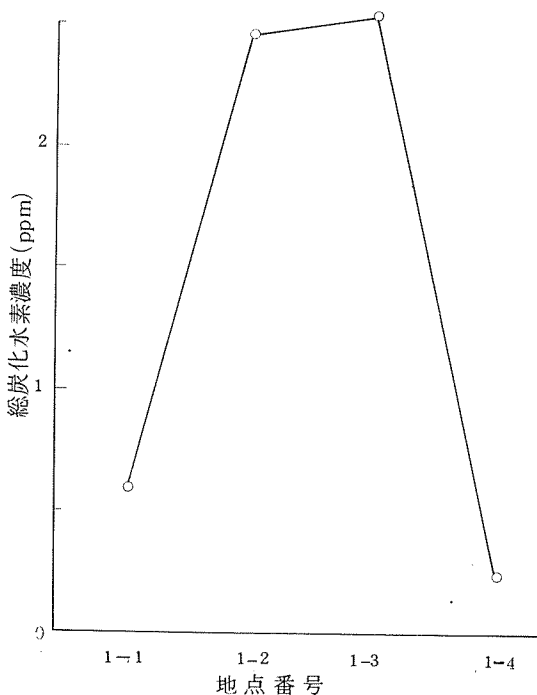


図-6 総炭化水素濃度 8月9日（メタン換算 単位ppm）

>エタン+エチレン114% > n-ペンタン110% > ……………

また、表-2によると地点1-4でほとんどの成分について最低濃度を示した。したがって、構内と道路端では、地点1-4と比べ、変動係数の大きなこれらの成分が、それぞれ発生源に起因することによって大きなばらつきを示していることが推測される。

##### ア. 3. 炭化水素成分の組成比及び濃度による地点の比較

地点別組成のパターンを図-7-(1)~図-7-(3)に示す。これにより、組成比の大きい成分をみると次のようである。



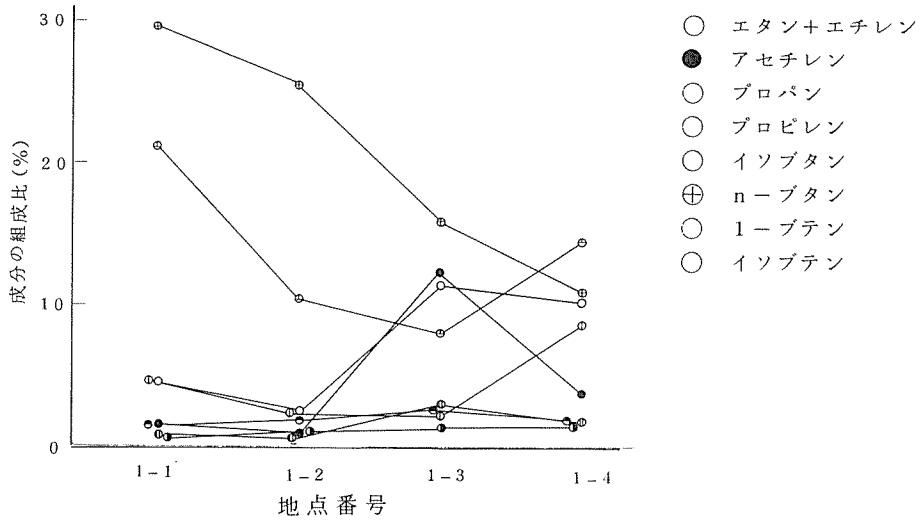


図-7-(1) 成分の組成比 8月9日

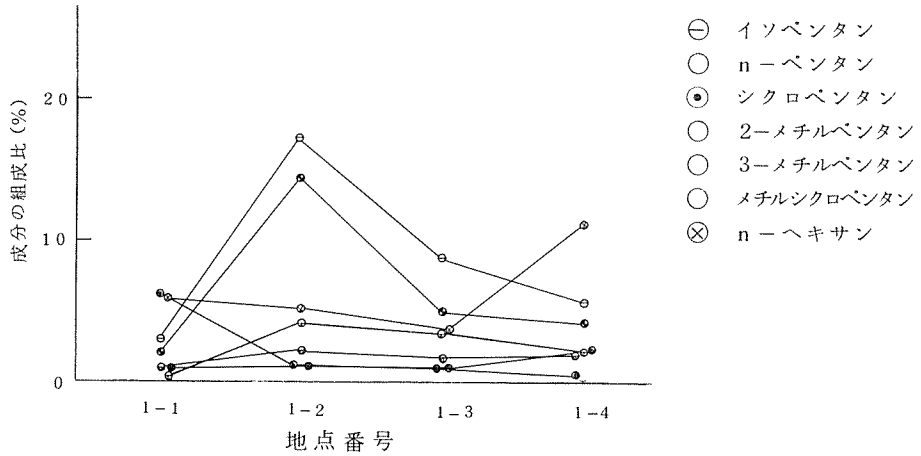


図-7-(2) 成分の組成日 8月9日

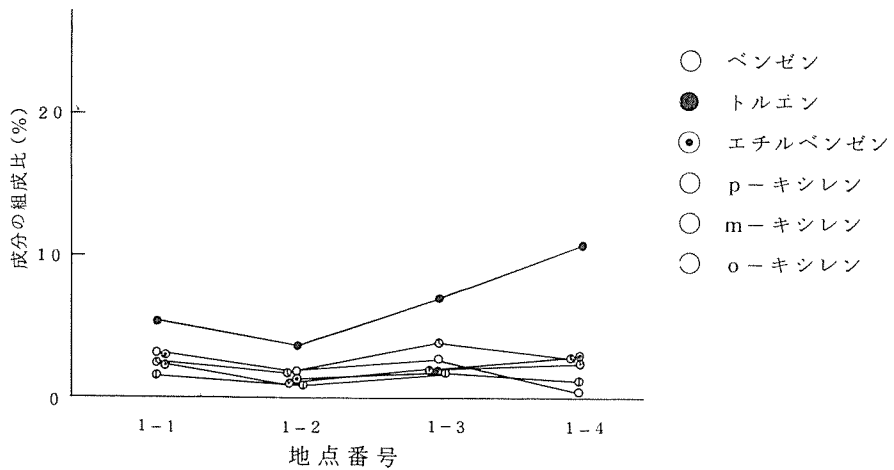


図-7-(3) 成分の組成比 8月9日

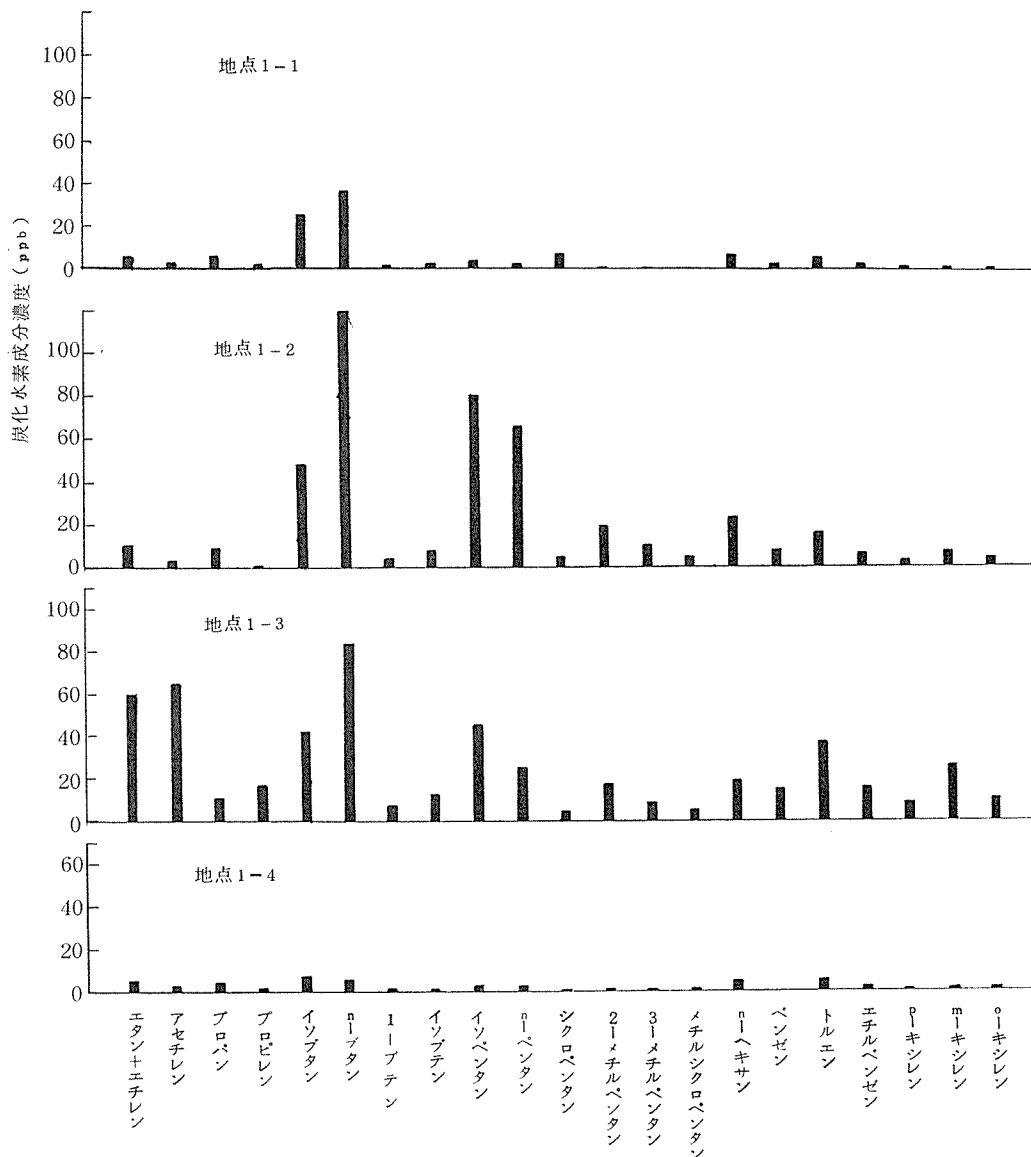


図-8 各測定地点の炭化水素成分濃度

S 5 2 . 8 . 0 9

地点1-1

n-ブタン 30.2% > イソブタン 21.5% >  
 シクロペンタン 6.2% > n-ヘキサン 5.9  
 % > .....

地点1-2

n-ブタン 26.1% > イソペンタン 17.4%  
 > n-ペンタン 14.5% > イソブタン 10.6  
 % > .....

地点1-3

n-ブタン 16.1% > アセチレン 12.3% >  
 エタン+エチレン 11.5% > イソペンタン  
 8.6% > .....

地点1-4

イソブタン 14.5% > トルエン 11.2% >  
 n-ブタン  
 n-ヘキサン 11.0% > エタン+エチレン  
 10.1% > .....

地点により組成比に違いが認められる。まず、構内測定地点1-2について上位4成分がn-ブタンを最高にブタン類とペンタン類であった。(n-ブタン120.1ppb、イソブタン48.5ppb、イソペンタン79.9ppb、n-ペンタン66.8ppb)。また、この地点は、南東側にガソリン製品タンク群があり、採取時において弱いガソリン臭のあった場所でもあった。

次に、道路端の地点1-3についてみると、組成比の最も高いものはn-ブタン(83.0ppb)であった。自動車排ガスの組成を詳細に分析している報告<sup>6)</sup>によるとn-ブタンは比較的少ない。<sup>注)</sup>このことは、試料採取時の風向から考えると、構内からの影響とも考えられる。さらに、組成比の第2位にアセチレン、第3位にエタン+エチレンと、C<sub>2</sub>成分の比率が高くなっており、濃度においても明らかな差が認められる。このことは、ガソリンエンジン排気ガスにアセチレン、エチレンの比率が高い<sup>6)</sup>ということからみて、地点1-3は、自動車排ガスの影響を受けていると思われる。したがって、これらの成分は、炭化水素の影響を調べるうえで、特徴的な物質であると思われる。

また、地点1-3で、トルエンとm-キシレンも比較的高い濃度(37.5ppb、20.6ppb)で検出された。また、プロピレンも他の測定地点と比較して高い濃度(15.8ppb)であった。

注) 最近の規制適合車について、排ガス分析を行った報告<sup>7)</sup>によると、C<sub>4</sub>C<sub>5</sub>飽和炭化水素は比較的多く、アセチレンが少ないという結果も得られている。

1. 調査直線Ⅱ(8月11日)

1. 1. 総炭化水素濃度

調査直線Ⅱの総炭化水素濃度を図-9に

示す。

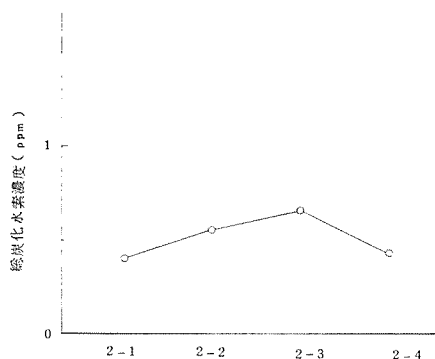
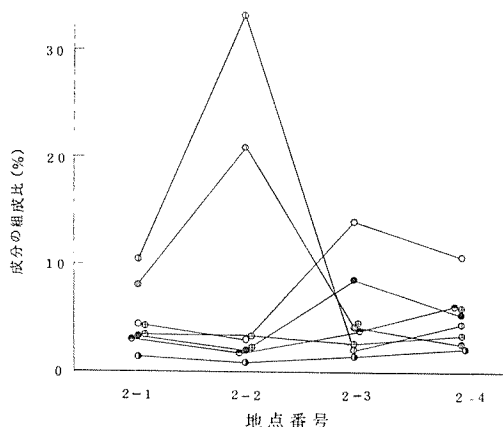


図-9 総炭化水素濃度 8月11日 (メタン換算, 単位 ppm)



- エタン+エチレン
- アセチレン
- ⊖ プロパン
- ⊕ プロピレン
- ⊕ イソブタン
- ⊕ n-ブタン
- ⊖ 1-ブテン
- ⊖ イソブテン

図-10-(1) 成分の組成比 8月11日

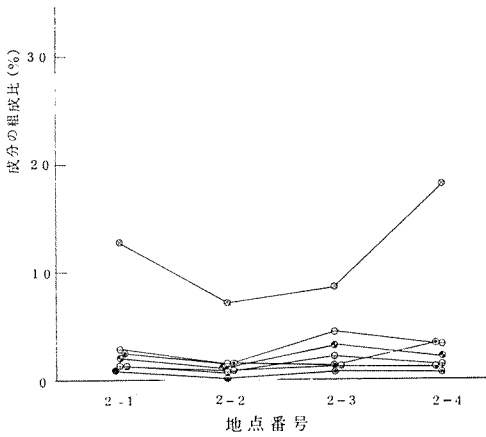
これにより地点の比較をすると、道路端地点2-3で最も高く、0.67ppm、最低は地点2-1の0.41ppmであり、地点2-4と同程度であった。この日の天気は曇りで、風速は調査期間中で最も強く4.0m/sで、北の風であった。濃度は、全般的に低い。

1. 2. 調査直線上における炭化水素各成分濃度のばらつき

4 測定地点間における成分別の変動係数を比較すると、大きいものから

プロパン121% > プロピレン82% > アセチレン72% > エタン+エチレン69% > ... である。(表-3) 前回の測定結果と異なり、C<sub>3</sub>炭化水素成分のばらつきが大きかった。  
イ. 3. 炭化水素成分の組成比及び濃度による地点の比較

地点別組成比のパターンを図-10-(1)~図-10-(3)に示す。これにより組成比の大きなものからみると次のようである。



- ⊖ イソペンタン      ⊕ 3-メチルペンタン
- ⊕ n-ペンタン      ⊕ メチルシクロペンタン
- ⊙ シクロペンタン    ⊗ n-ヘキサン
- ⊕ 2-メチルペンタン

図-10-(2) 成分の組成比  
8月11日

地点2-1

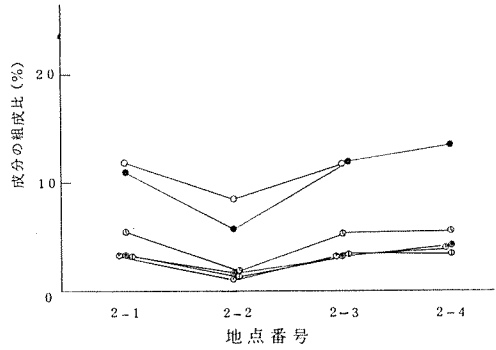
n-ヘキサン13.0% > ベンゼン11.9% > トルエン11.0% > プロパン10.5%

地点2-2

プロパン33.3% > プロピレン21.0% > ベンゼン8.5% > n-ヘキサン7.2%

地点2-3

エタン+エチレン13.3% > トルエン12.1% > ベンゼン11.8% > n-ヘキサン8.8%



- ベンゼン      ⊕ p-キシレン
- トルエン      ⊙ m-キシレン
- ⊙ エチルベンゼン    ⊖ o-キシレン

図-10-(3) 成分の組成比  
8月11日

地点2-4

n-ヘキサン18.3% > トルエン13.5% > エタン+エチレン10.5% > イソブテン5.9%

地点2-2では、プロパン41.6 ppb、プロピレン26.2 ppbと、他の成分と比較して高い濃度を示していた。この地点の北東方向約50mには、球形のLPGタンクが数基あり、測定時刻前後に出荷作業があった。また、それより風下にあたる地点2-1において、他の低沸点成分濃度より比較的高いプロパン(7.2 ppb)、プロピレン(5.5 ppb)が認められた。

また、この地域の環境濃度に近いと思われる風上の地点2-4では、全般的に濃度は低いが、n-ヘキサンが最も高く、13.4 ppb、トルエンは9.9 ppbであった。道路端地点2-3では、エタン+エチレン15.9 ppb、トルエン14.5 ppb、ベンゼン14.2 ppb、n-ヘキサン10.5 ppb、アセチレン10.1 ppb等が比較的高かった。地点2-1は、4地点中、殆どどの成分について最低濃度であった。

ウ. 調査直線Ⅲ(8月15日)

ウ. 1. 総炭化水素濃度

調査直線Ⅲの総炭化水素濃度を図-11

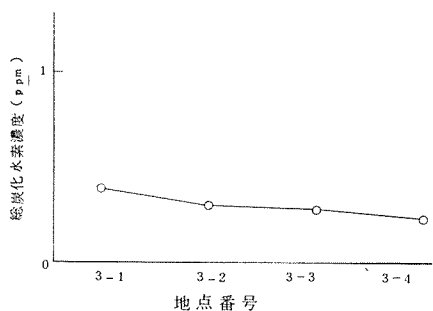


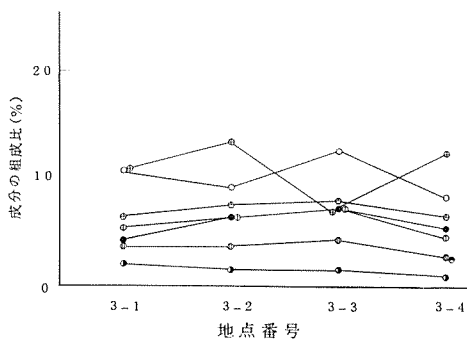
図-11 総炭化水素濃度  
8月15日  
(メタン換算 ppm)

に示す。これにより地点の比較をすると、地点3-1で最高の0.36 ppm, 最低が地点3-4の0.24 ppmで全般的に低く、濃度差は小さかった。

この日の気象条件は、雨天で風向北北東、風速2.6 m/sであった。

ウ. 2. 調査直線上における炭化水素各成分濃度のばらつき

4地点間における成分別の変動係数を比較すると、1 ppb以下のものを除き、最高がp-キシレン50%, 最低が3-メチルペンタン11%と、ばらつきは小さかった。(表4)

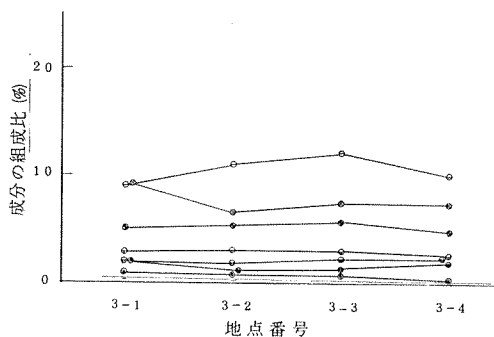


- |            |         |
|------------|---------|
| ○ エタン+エチレン | ⊕ イソブタン |
| ● アセチレン    | ⊕ n-ブタン |
| ⊖ プロパン     | ● 1-ブテン |
| ⊖ プロピレン    | ● イソブテン |

図-12-(1) 成分の組成比  
8月15日

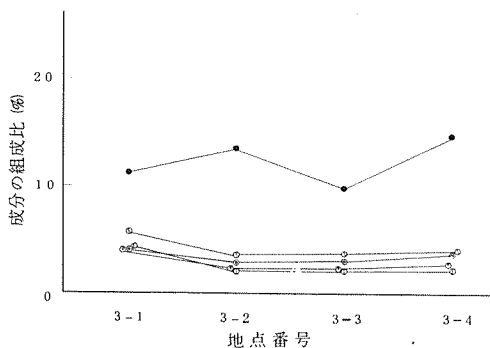
ウ. 3. 炭化水素成分の組成及び濃度による地点の比較

地点組成比のパターンを図-12-(1)-図-12-(3)に示す。これにより組成比の大きなものについてみると次のようである。



- |             |              |
|-------------|--------------|
| ○ イソペンタン    | ⊕ 3-メチルペンタン  |
| ● n-ペンタン    | ⊕ メチルシクロペンタン |
| ● シクロペンタン   | ⊗ n-ヘキサン     |
| ⊖ 2-メチルペンタン |              |

図-12-(2) 成分の組成比  
8月15日



- |           |          |
|-----------|----------|
| ○ ベンゼン    | ⊖ p-キシレン |
| ● トルエン    | ⊖ m-キシレン |
| ● エチルベンゼン | ⊖ o-キシレン |

図-12-(3) 成分の組成比  
8月15日

地点3-1

トルエン11.2% > n-ブタン10.9% >  
エタン+エチレン10.7% > n-ヘキサン  
8.9% >.....

地点 3-2

n-ブタン 13.5% > イソペンタン 10.8%  
 トルエン > エタン+エチレン 9.2% > イソブタン  
 7.6% > ……

地点 3-3

エタン+エチレン 12.7% > イソペンタン  
 12.0% > トルエン 9.7% > イソブタン 8.0%  
 > ……

地点 3-4

トルエン 14.6% > n-ブタン 12.6% > イ  
 ソペンタン 10.1% > エタン+エチレン  
 8.5% > ……

ウ. 1. で述べた様に、全体的に濃度の低い  
 場合には、トルエンが、比較的組成比の上位  
 を占める物質であった。また、地点 3-2、  
 地点 3-1 は、付近に製品タンク群があるが  
 濃度は低かった。さらに、道路端地点 3-3  
 では、エタン+エチレン、イソペンタンの比  
 率が比較的高かったが、交通量も少なく、濃  
 度は低かった。

エ. 調査直線Ⅳ ( 8月26日 )

エ. 1. 総炭化水素濃度

調査直線Ⅳの総炭化水素濃度を図-13  
 に示す。これにより地点の比較をすると。(地  
 点 4-1 は芳香族類が欠測となったので省く)  
 地点 4-3 において 13.3 ppm と最高濃度を  
 示した。また、地点 4-4 では、0.75 ppm  
 と最低濃度であった。

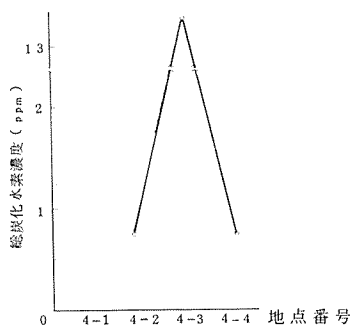
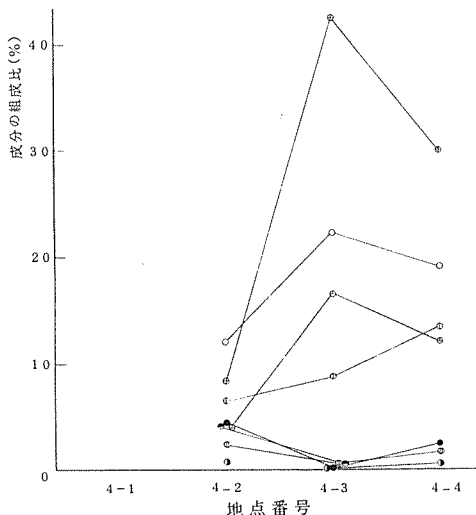


図-13 総炭化水素濃度 8月26日  
 (メタン換算 単位 ppm)

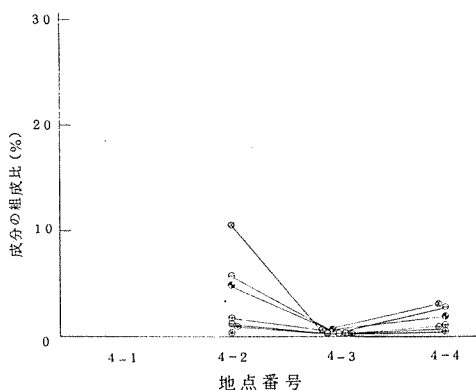
エ. 2. 調査直線上における炭化水素各成分濃度のばらつき

4 地点間の変動係数を比較すると、最も  
 大きなものは、n-ブタン 162% であり、イ  
 ソブタン 161%、エタン+エチレン 156%、



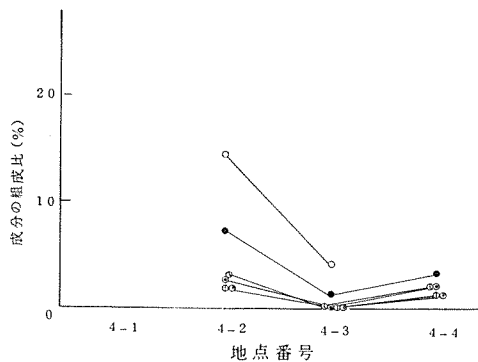
- エタン+エチレン
- アセチレン
- ⊖ プロパン
- ⊕ プロピレン
- ⊕ イソブタン
- ⊕ n-ブタン
- ⊖ 1-ブテン
- ⊖ イソブテン

図-14-1) 成分の組成比  
 8月26日



- ⊖ イソペンタン
- ⊕ n-ペンタン
- ⊖ シクロペンタン
- ⊕ 2-メチルペンタン
- ⊕ 3-メチルペンタン
- ⊖ メチルシクロペンタン
- ⊗ n-ヘキサン

図-14-2) 成分の組成比  
 8月26日



- ベンゼン                      ① p-キシレン
- トルエン                      ② m-キシレン
- ⊙ エチルベンゼン              ③ o-キシレン

図-14-(3) 成分の組成比  
8月26日

プロパン14.5%と、大きなばらつきがある。

(表5)

エ. 3. 炭化水素成分の組成比及び濃度による地点の比較

地点別組成比のパターンを図-14-(1)～図-14-(3)に示した。これにより、地点別に組成比の大きいものについてみると次のようである。

地点4-2

ベンゼン14.8% > エタン+エチレン12.2% > n-ヘキサン10.6% > n-ブタン8.5% > ……

地点4-3

n-ブタン42.6% > エタン+エチレン22.3% > イソブタン16.5% > プロパン8.8% > ……

地点4-4

n-ブタン30.1% > エタン+エチレン19.2% > プロパン13.6% > イソブタン12.2% > ……

ここでは、地点4-3においてn-ブタン1466ppb、エタン+エチレン765ppb、イソブタン569ppbと調査期間中で最も高

い濃度が検出された。この地点は、道路端測定点であるが、採取時には、交通量が少なかった。また、アセチレンは7.4ppbと低く、自動車排ガスによるものではないと思われるが、解析資料等の不足から原因不明である。

(2) 非メタン炭化水素自動測定機による測定  
ア. 非メタン炭化水素濃度

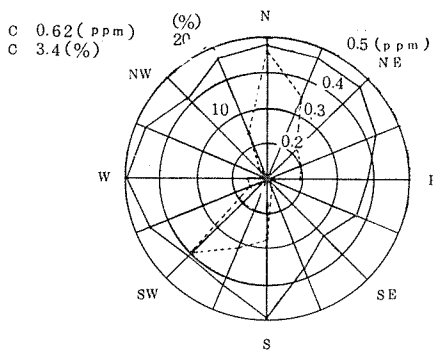
地点Aにおける8月1日～8月31日までの非メタン炭化水素測定値の総平均は、0.46ppmであった。また、最高が28日6時の2.08ppm、最低は、19日8時の0.19ppmであった。

イ. メタン濃度

メタン測定値は、平均1.58ppm、最高2.40ppm、最低1.40ppmと比較的変動は少なく、一様であった。

ウ. 非メタン炭化水素及びメタンの風向別濃度

B地点においての風向風速測定結果をもとにして、A地点の非メタン及びメタンの風向別の濃度、風向頻度を図-15、図-16に示



実線; non CH<sub>4</sub> 平均濃度(ppm)  
点線; 風向頻度(%)  
C; 無風時の non CH<sub>4</sub> 平均濃度及び風向頻度 (ppm) (%)  
試料数 728

図-15 地点Aにおける風向別非メタン炭化水素濃度および風向頻度(S. 52.8)

した。

まず、非メタン濃度についてみると、風向別にはあまり濃度差がみられないが、南風及び西風のときにやや高い濃度を示した。

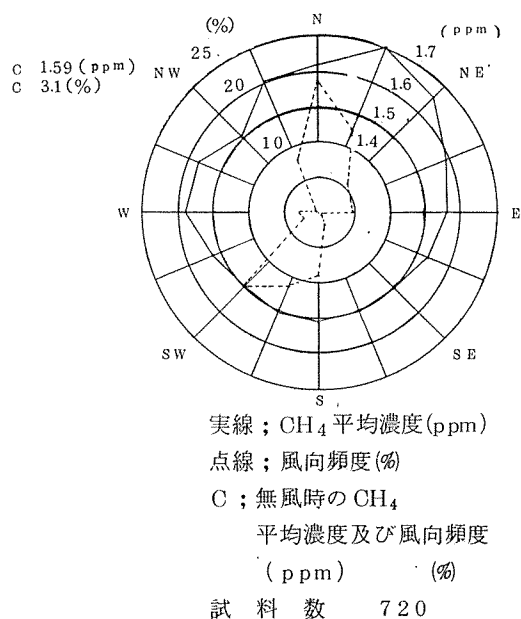


図-16 地点Aにおける風向別メタン濃度および風向頻度 (S. 52. 8)

次に、風向別のメタン測定値についてみると、北北東の風のときに1.70 ppmと最も高い。また、西風のときにやや濃度が高くなっており、非メタン炭化水素の場合と同様であるが、南寄りの風のときには、低く一様であった。

#### 4. まとめ

製油所周辺及び構内における $C_2 \sim$ キシレン類までの炭化水素について、各測定地点の成分構成の傾向と濃度レベルを把握するため、総計16地点での濃度調査を実施した。

また、周辺地点において、非メタン自動測定機での測定も併わせ行った。

(1) 構内の測定地点において比較的多かった炭化水素成分は、測定地点により異なるが、プロパン、プロピレン、ブタン類、ペンタン類であ

り、また、その濃度は気象条件によっても異なり、数10 ppb～100 ppb程度であった。

(2) アセチレンは、交通量の多い日の道路端地点において比較的高い濃度が検出された。

(3) 製油所及び産業道路から、約500m離れた周辺地点では、各成分濃度が数ppb～20ppb程度であった。その中で組成比率の高いものは、トルエンとn-ヘキサンであった。

今回の測定は、第一次調査として一製油所周辺及び構内地点において実施した平面的濃度調査であり、各地点によって、成分組成及び濃度の差異がみられた。

なお、このような調査は、初めて実施したものであり、調査期間、測定地点数、気象条件等において、十分なものとは言えないが、今後の調査のための一助としたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 井上香織, 岡憲司, 田口介, 田島伸子, 辻野喜夫, 西川嘉範, 畑中弘, 吉村健一郎; 堺・臨海コンビナート周辺の低沸点炭化水素濃度, 大気汚染研究, 10, 121-134, 1975.
- 2) 渡辺征夫, 大喜多敏一, 清野茂; 石油コンビナート地区における低級炭化水素の分析, 公衆衛生院研究報告, 20, 107-118, 1971.
- 3) 渡辺征夫, 大喜多敏一; 石油化学コンビナートの排水より揮発する成分の同定, 大気汚染研究, 9, 13-20, 1974.
- 4) H. H. Westberg, R. A. Rasmussen, M. Holden; Gas Chromatographic Analysis of Ambient Air for Light Hydrocarbons Using a Chemically Bonded Stationary Phase, Anal. Chem., 46, 1852-1854, 1974.
- 5) 日本化学会編; 化学便覧基礎編II, 1604-1605, (丸善), 1975.



(86)

6) 八巻直臣, 喜多孝彰, 高橋猛夫, 小早川隆, 坂田衛;自動車排気ガスに含まれる物質に関する研究, 島津評論, 30(1), 41-61, 1973.

7) 社団法人 日本能率協会;ガソリン組成の変化に対応する自動車排出ガス組成変化に関する調査, 炭化水素組成の分析(4),1977.

## ( 実験ノート )

# 化学結合型充填剤の大気中低沸点炭化水素の分析への適用の検討

前田 裕行\*

### 1. はじめに

大気中低沸点炭化水素のガスクロマトグラフ分析のとき, その充填剤として, 通常, 活性アルミナにスクワランをつけた吸着分配型カラム, あるいはDMS等の気-液分配カラム等が使用される。最近, 化学結合型充填剤が開発され, この充填剤を使用して炭化水素を分析し良好な結果を得たのでその検討結果を報告する。

### 2. 化学結合型充填剤

使用した充填剤はデュラバックタイプ n-オクタン/ポラシールCである。これは, 担体シリカ

ビーズに液相を化学結合 Si-O-C させたガスクロ用充填剤<sup>1)</sup>で, 特徴として熱安定性, 分離性が高く, シャープで対称なピークが得られるといわれている。

### 3. 実験方法

#### (1) 標準混合ガスの作成

エタン~ブテン類までの常温でガス状炭化水素については, ブッシュ罐入標準ガスをガスタイトシリンジにより一定量とり, 真空ビンへ注入した。また, イソペンタン~シクロヘキサンまでの液状の炭化水素については, それぞれの

表-1 低級炭化水素混合標準ガスの分析条件

機 種	日立 163型 ガスクロマトグラフ
検 出 器	F I D
カ ラ ム	ステンレス製, 内径3mmφ, 長さ3m 及び2m
充 て ん 剤	デュラバックタイプ n-オクタン/ポラシールC 100 / 120 メッシュ
キャリアガス	窒素 40 ml/分
注入部温度	150℃
カラム温度	室 温
分析標準物質	エタン, アセチレン, プロパン, プロピレン, イソブタン, n-ブタン, 1-ブテン, イソブテン, 1,3-ブタジエン, トランス-2-ブテン, シス-2-ブテン, イソペンタン, n-ペンタン, シクロペンタン, シス-2-ペンテン, 3-メチルペンタン, n-ヘキサン

\* 横浜市公害研究所大気部門

純品をマイクロシリンジで一定量とり、真空ビンへ注入酸化して混合標準ガスを作成した。

## (2) 試料ガスの導入

液体酸素冷却のU字管トラップ(C-22 60/80メッシュ1ml充填)に混合標準ガス数mlまたは大気100ml~200mlを濃縮し、六方コックの切り換えによってガスクロマトグラフへ加熱導入した。また、ガスタイトシリンジによって直接注入も行った。カラム長2mと3mの場合のクロマトグラムを図1、図2に示す。

## (3) ガスクロマトグラフ分析条件

表-1に示した。

## 4. 実験結果及び考察

### (1) キャリアガス流量とカラム長さ

3mm口径のカラムを使用したとき、分析時間、得られるクロマトグラムから最適流量は約40ml/分であった。

カラム長さ2m及び3mとしたとき40ml/分の流量を得るに必要なキャリアガス圧力はそれぞれ3.1, 4.0kg/cm<sup>2</sup>(ゲージ圧)であった。

さらに2mm口径、6mの長さのカラムでは圧力を6.0kg/cm<sup>2</sup>にあげても13ml/分の流量であり、実用的ではない。

### (2) エージング時間及び温度

長さ2mのカラムでは70℃、1昼夜、3mのカラムでは110℃、1昼夜半と異なるエージング条件で分離状態を調べた。

エージング条件により、ブテン異性体の溶出位置が変化することがあったので、必要以上のエージングは避けた方がよいと思われる。

### (3) クロマトグラムの特長

エタンからシクロヘキサンまでの混合標準ガスをカラム温度室温で分析したクロマトグラムから、次のことがわかった。

(ア) エタンとエチレンのピークは重なり、分離できない。

(イ) 酸素ショックはメタンの流出位置にあら

われる。

(ウ) アセチレンは分離されるが、エタン+エチレンのピークに近接するので、エタン+エチレンの量が多いときに注意を要する。

(エ) C<sub>3</sub>からC<sub>6</sub>までの炭化水素の分離は良好である。ただし、ブテンでは1-ブテンは明瞭に分離するが、他のブテン異性体は多少重なりがある。

(オ) 通常の大気中の低沸点炭化水素の分析には大気試料100~200mlでppbレベルの分析が十分可能である。

(カ) 充填剤の分析時のカラム室の温度の変化に対してベースラインの乱れは比較的少ない。室温で分析する場合、1×2の感度(1×2×10<sup>-12</sup>A)(使用したガスクロの最高感度はフルスケール1×1×10<sup>-12</sup>A)で十分安定であった。

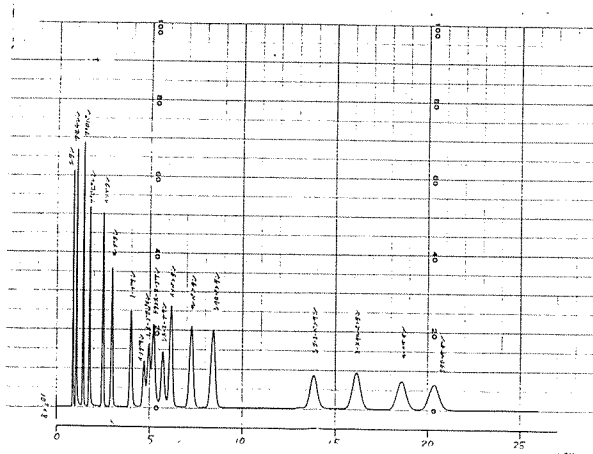
(キ) 試料大気中に含まれる水分は充填剤の性能に大きな悪影響を与えない。

100~150mlの試料大気を脱水処理せずに濃縮したものを連続注入分析しても、ピークの分離に影響はみられなかった。

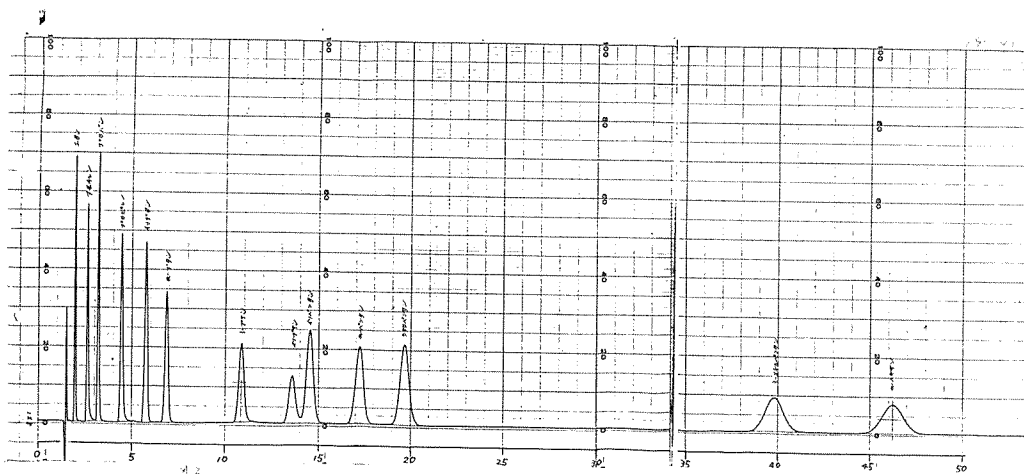
(ク) n-ヘキサンが溶出するまでの所要時間は、2mのカラムでは約30分、3mのカラムでは約50分である。前者では(ウ)に述べたアセチレンはエタン+エチレンの影響を受けることがある。

## 5. ま と め

化学結合型充填剤デュラバックタイプn-オクタン/ポラシールCの大気中低沸点炭化水素分析の応用について検討した。大気濃縮量100~200mlでppbレベルのC<sub>2</sub>~C<sub>6</sub>炭化水素の実用分析に十分な分離特性と感度の安定性を有していることがわかった。



図一 混合標準ガスのクロマトグラム (カラム長 2m)



図二 混合標準ガスのクロマトグラム (カラム長 3m)

### 参 考 文 献

- 1) H. H. Westberg, R. A. Rasmussen, M. Holdren, Gas Chromatographic Analysis of Ambient Air for Light Hydrocarbons Using a Chemically Bonded Stationary Phase, Anal. Chem., 116, 1857-1854, 1974.

## ⅡX 大気汚染規制に伴う分析結果について

### Result of Measurement with the Provision of Air Pollution Act in Yokohama

#### 大気部門

当所大気部門では、横浜市公害対策局とともに調査や分析を行なっている。これら調査を実施したが、内容によっては、行政検体というよりそれぞれ調査研究として報告すべきものもある。

本報はこれらの調査分析について報告する。なお、本研究開設（昭和51年4月）から昭和53年2月末日まで大気部門で大気課とともに処理した検体の数は次のとおりである。

分析項目	検体数
重油中イオウ分	1087
廃油中イオウ分	35
廃油中重金属	174
煙道中ばいじんおよび重金属	16
大気中浮遊粉じんおよび重金属	117
炭化水素	17
悪臭	79
窒素酸化物	311
ア. 発生源	36
イ. アルカリ汚紙法	240
ウ. プレート法	35
計	1,836

#### 1. 重油中の硫黄分分析結果

市内事業所から取去した重油中の硫黄分をアイソトープ法により分析した。規制値を超える重油

についてJIS K-2541（燃焼管-空気法）JIS K-2541で分析した。

表-1に硫黄分濃度別検体数を示す。51年度は硫黄分0.3～0.5%の重油が最も多かった。

52年度は、大気汚染防止法の総量規制基準適用により、低硫黄分重油が使用されるようになり、0～0.3%の範囲の重油が最も多く、平均硫黄分は0.31%と低くなってきている。なお、硫黄分含有量の高い重油は、排脱用重油などが含まれている。

表1 重油中のイオウの濃度分布

イオウ分の 範囲(%)	昭和51年度		昭和52年度	
	検体数	割合(%)	検体数	割合(%)
0～0.1	55	13.6	199	29.1
0.11～0.2	39	9.6	172	25.1
0.21～0.3	61	15.1	103	15.1
0.31～0.4	110	27.2	92	13.5
0.41～0.5	71	17.6	71	10.4
0.51～0.6	10	2.3	17	2.5
0.61～0.7	13	3.2	7	1.0
0.71～0.8	13	3.2	9	1.3
0.81～0.9	13	3.2	6	0.9
0.91～1.0	6	1.5	2	0.3
1.0～2.0	6	1.5	2	0.3
2.0～	7	1.6	3	0.4

#### 2. 廃油中の硫黄，鉛，カドミウムの 分析結果

一般に自動車，塗料工業，各種機械工業で使用されている。潤滑油，切削油等が廃油となり処分が必要となるが，本市内の公衆浴場では，これらの廃油と木材を燃料として使用している例が多い。そこで，大衆浴場で使用されている廃油を抜き取

\* 横浜市公害研究所大気部門

(90)

り分析した。

(1) 硫黄 JIS K-2541 に準じて分析した。  
35 検体を分析した結果、その平均硫黄分は  
0.89% であった。

硫黄分含有量別の検体数を表-2 に示す。

(2) 金属類

金属類を分析した結果を表-3 に示した。鉛  
が 500 ppm をこすものが 6 検体あった。

廃油中の重金属は鉄、亜鉛、鉛の順に多く、  
カドミウムはほとんど検出されなかった。

これらの金属はみな無機状態で含有されている。

3. 煙道中のばいじん及び重金属の測定

(1) N工場焼却炉

1 回目 昭和 51 年 5 月、ばいじん濃度 0.177  
g/Nm<sup>3</sup>、鉛 2.0mg/Nm<sup>3</sup>、カドミウム 0.01mg  
/Nm<sup>3</sup>

2 回目 昭和 52 年 2 月、鉛 2.84mg/Nm<sup>3</sup>、  
カドミウム 0.017mg/Nm<sup>3</sup>

(2) A工場骨材乾燥炉

昭和 52 年 4 月、ばいじん濃度 9.33 g/Nm<sup>3</sup>、  
(神奈川県公害防止条例に基づく改善措置を実  
施)

(3) F工場排気ダクト

本検体は煙道ではないが便宜上ここに分類し  
た。昭和 52 年 4 月 13 検体、項目は鉛、カド  
ミウムであり、すべて神奈川県公害防止条例に  
よる規制値以下であった。

4. 日本鋼管(株)の公害防止協定にかか  
わる測定

測定期間：昭和 52 年 6 月～8 月

測定項目：窒素酸化物

測定方法：PDS 法、ケミルミ法、定電位電解  
法の併用

測定箇所：9ヶ所(横浜市担当分) 36検体

測定濃度範囲 10～90 ppm (NO + NO<sub>2</sub>)

表 2 廃油中の各イオウ分の検体数

イオウ分の範囲(%)	検体数
0 ~ 0.1	1
0.11 ~ 0.2	1
0.21 ~ 0.3	1
0.31 ~ 0.4	0
0.41 ~ 0.5	2
0.51 ~ 0.6	3
0.61 ~ 0.7	5
0.71 ~ 0.8	5
0.81 ~ 0.9	4
0.91 ~ 1.0	4
1.0 ~ 2.0	9

表 3 廃油中の鉛の濃度分布

ppm	検体数	割合(%)
0 ~ 100	68	39
100~ 200	42	24
200~ 300	34	20
300~ 400	14	8
400~ 500	10	6
500~ 600	1	—
600~ 700	1	—
700~ 800	0	—
800~ 900	1	—
900~1000	0	—
1000~2000	2	—
2000~3000	1	—

## 5. 大気中の浮遊粉じん，重金属調査

大気中の浮遊粉じん，重金属の調査はすべてハイボリウムエアサンプラーを用いて行ない，捕集した浮遊粉じんについて重金属を定量した。

### (1) 大倉山地区東海道新幹線周辺調査（検体数20）（昭和51年7月21日～24日実施）

本調査は港北区大倉山の東海道新幹線沿線住民の要望により実施したものである。

調査項目は，浮遊粉じん，鉛，カドミウム，銅，マンガン，ニッケル，鉄の7項目であった。浮遊粉じんの捕集は，午前8時から午後8時までの12時間，図1のように，東海道新幹線をはさんだ4地点で行ない，対照として調査地点から約1km離れた港北保健所を選び同時に測定を行なった。



図1 大倉山地区測定地点

重金属の分析は本報中の市内浮遊粉じん調査と同様，浮遊粉じんを硝酸-過酸化水素水で処理し原子吸光光度法で定量した。結果を表4に示す。

測定期間中を通じて南風が吹いており，新幹線の北側にあるA地点，B地点で銅の濃度が高くなった。他の項目については，港北保健所より高い値のものもあるが，この程度の濃度は，通

表4 大倉山地区調査結果（平均）

単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	浮遊粉じん	鉛	カドミウム	銅	マンガン	ニッケル	鉄
A	73	0.08	0.001	0.24	0.07	0.01	2.1
B	86	0.09	0.002	0.25	0.08	0.02	2.8
C	73	0.07	0.001	0.08	0.06	0.01	2.1
D	78	0.07	0.002	0.05	0.07	0.01	2.3
港北保健所	60	0.07	0.001	0.08	0.04	0.00	1.2

常横浜市内で測定される値である。

### (2) 古河電池㈱工場周辺（検体数42）

（昭和52年3月28日～4月5日）

本調査は昭和46年から実施しており，当時は重金属に対する関心が非常に高まっている時期であった。古河電池㈱に対しては大気課が行政指導をしており，その結果，環境は大幅に改善された。図2，表5は測定地点，測定結果である。

なお，本調査は大気課が採取した浮遊粉じんについて，鉛，カドミウム，ニッケルを定量した。

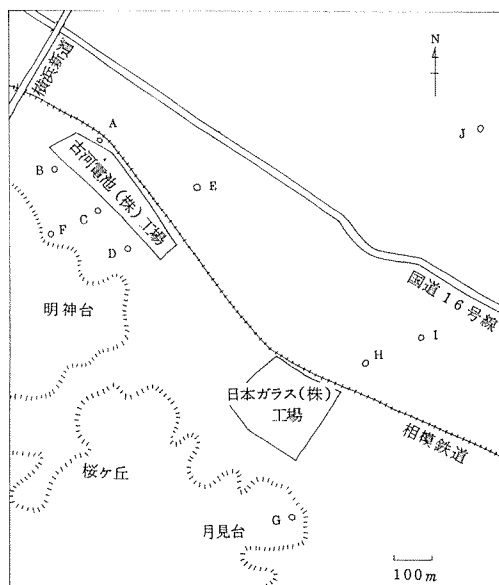


図2 古河電池㈱工場および日本ガラス㈱工場周辺調査の測定地点

工場稼動中は鉛，カドミウムの濃度が高くなっており，周辺に影響を与えていることがわかる。しかし，46年当時の測定値と比較すると鉛，ニッケルの濃度は激減している。

表5 古河電池(株)周辺調査結果(平均)

単位  $\mu g/mg$ 

	稼働中				休業中				昭和56年			
	浮遊粉じん	鉛	カドミウム	ニッケル	浮遊粉じん	鉛	カドミウム	ニッケル	浮遊粉じん	鉛	カドミウム	ニッケル
工場内	108	3.10	0017	003	165	0.87	0001	001	-	-	-	-
A	161	1.19	0030	001	187	0.53	0001	002	-	3.10	0010	0.10
B	110	0.71	0023	000	182	0.09	0000	001	-	5.91	0018	2.38
C	110	0.62	0010	001	192	0.13	0000	001	-	35.5	0017	3.10
D	120	0.63	0013	002	198	0.18	0001	001	-	16.5	0051	1.99
E	108	0.11	0001	001	222	0.20	0000	000	-	-	-	-

なお、測定期間中、工場排気ダクト中の鉛、カドミウムの濃度を測定したところいずれも規制値以下であった。

(3) 日本ガラス(株)工場周辺調査(検体数50)  
(昭和52年8月11日~15日)

日本ガラス(株)工場は前述の古河電池(株)工場の近傍にあり(図2)、周辺の環境に対して、古河電池(株)工場とともに影響を与えていると推測された。そこで、古河電池(株)工場が操業を休止している期間に、図2に示した地点(地点C、Dを除く)で測定を行なった。結果は表6のとおりであった。一般的にカドミウムの濃度が比

表6 日本ガラス(株)周辺調査結果(平均)

単位  $\mu g/mg$ 

	浮遊粉じん	鉛	カドミウム	ニッケル
日本ガラス(株)工場内	61	0.10	0.002	0.00
古河電池(株)工場内	87	1.42	0.006	0.01
A	107	0.36	0.004	0.00
B	93	0.23	0.007	0.04
E	79	0.16	0.003	0.00
F	82	0.17	0.004	0.01
G	80	0.14	0.004	0.00
H	81	0.14	0.004	0.03
I	84	0.15	0.004	0.01
J	95	0.15	0.004	0.00

較的高く、古河電池(株)工場付近の地点A、Bで濃度が高い。

古河電池(株)工場が休業中であるのに、地点A、Bの濃度が高いのは、長期にわたり土壌に蓄積された鉛が風により舞い上がったためと思われる。なお、日本ガラス(株)工場のガラス溶融炉の煙道中の鉛、カドミウム濃度はいずれも規制値以下であった。

## 6. 炭化水素系物質の固定発生源排出量調査

本市では昭和50年4月から、炭化水素系物質の蒸発防止設備設置等指導要綱を施行し、これに基づいて指導、調査を行っている。

対象施設のうち、排ガス量の多い燃焼施設及び多様な溶剤使用施設のうち数ヶ所を選び、排出実態と除去装置の効率を調査するため排出ガス分析を行った。

### (1) 自動車塗装施設

- ア. 乾燥炉出口 32.9 ppm(キレン換算)
- イ. 界面活性剤スクラパー入口 55.7 ppm
- ウ. 活性炭吸着装置入口 25.8 ppm
- エ. 活性炭 // 出口 15.7 ppm

乾燥炉からの排出ガスは、界面活性剤スクラパーを通り、活性炭吸着を経て大気へ放出される。それぞれの除去効率は、

界面活性剤 —— 41.7%

活性炭 —— 39.3%

と、比較的低かった。この原因として、排ガス温度が高いためと、フィルター交換等の保守が不十分であることが考えられる。

### (2) 電線被覆塗装

- ア. 乾燥炉出口 761 ppm(キレン換算)
- イ. 活性炭吸着装置出口 16 ppm
- ウ. 溶剤タンク呼吸口 29 ppm
- エ. 作業環境 22 ppm

活性炭吸着装置の除去効率は、9.98%と良好であった。しかし、塗装工程での溶剤の揮散

が比較的多く、作業室内での濃度は高かった。  
この面での対策が望まれる。

### (3) イオン交換樹脂製造施設

ア. 活性炭吸着装置入口 407 ppm (キレン  
ン換算)  
イ. # 出口 5.2 ppm

除去効率は98.7%と良好であった。活性炭吸着装置の前に、水冷コンデンサーによる溶剤回収装置があるが、比較的效果は少なかった。

### (4) 塩素系溶剤使用施設

ア. ドラクリーニング事業所(パークロルエチレン)

事業所	活性炭吸着装置入口	出口
A	21,000 ppm	7000
B	11,600	140
C	2,600	23
D	8,600	800

事業所より、条例基準(50 ppm)を満足しているものもあるが、多くは、保守の不備により、又、乾燥過程の排ガス濃度が高いため、装置の吸着容量をこえるので、非常に高い濃度の排出もあった。

### (4) 炭化水素系物質の固定発生源調査のまとめ

ア. 溶剤使用施設については、除去装置として活性炭吸着法を多く用いているが、乾燥炉排ガスの除去を目的とする場合が多く、したがって温度が高いため吸着効率が低下する傾向があった。

イ. 事業所によって装置の保守の不十分な場合があった。

ウ. 塗装工程は、クローズドシステムでないこともあり、溶剤の一部は、室内へ揮散していて、全体の排出量を、は握するのにむずかしい面もあった。この場合、各工程での物質収支を細部にわたり検討する必要がある。

## 7. 市民団体による大気汚染測定への協力

市民の手によって、NO<sub>2</sub>汚染度を測定できる

サンプル管を用いた簡易測定法(アルカリろ紙法)の準備、資料等の提供を行った。240検体

## 8. 市内広域109ヶ所、NO<sub>2</sub>プレート法の測定に関わる調査

本市では、市内109ヶ所でのNO<sub>2</sub>広域濃度分布を調査するためNO<sub>2</sub>プレート法(NO<sub>2</sub>の積算分析法)による測定を行っている。これは、従来、試験的に用いられている方法をもとにして保護シェルターを取り付けて改良したものであり、捕集特性が異なる。今までの調査によると、シェルターをつけない場合では、若干濃度が低く得られる傾向がみられる。今後、気象条件による捕集特性等の関係を調査する予定である。35検体

## 9. 悪臭

悪臭調査は、住民からの苦情が生じた時に悪臭防止法に定められた8物質を中心に、発生源、敷地環境での測定を、原則的に法で定められた方法により行った。表7は51年度、52年度の測定結果である。

表7 悪臭調査結果

	測定場所	数	検体数	発生源(ppm)	敷地境界(ppm)
アンモニア	豚	1	10	13~19	ND~0.13
	下水処理場	1	12	0.13	ND~0.09
	事業所(コセ-用)	1	12	640~730	11~34
硫黄化合物	下水処理場	4	24	ND	ND
スチレン	事業所 (ポリスチレン加工工場)	2	12	—	0.001~0.009
アセトアルデヒド	事業所 (複合肥料製造工場)	2	8	—	ND



# I 新山下地区騒音調査結果

## The Measurement Results of Noise in Shin-yamashita, Yokohama

鹿島 教 昭\*

### 1. 調査目的

横浜市中区新山下地区における交通騒音の実態把握、距離減衰の程度を知ることを目的とした。

なお、この調査は、同時期に行われた新山下地区の大気環境調査、住民の健康調査と一連の調査である。

### 2. 調査地点

横浜市中区新山下町2丁目の図-1、図-2に示す地点で調査を実施した。この地区は横浜市中心部から、本牧ふ頭、磯子、根岸方面に通ずる市道山下本牧磯子線(俗に「コンテナ街道」と呼ばれている)の沿線である。車道端を調査地点Aとし、道路に直角に25、50、80m離れた地点B、C、Dと

した。調査地点A、Bは準工業地域、C、Dは住居地域に指定されている。

### 3. 調査方法

#### (1) 測定装置、機器

カートリッジ：B&K社、4133、2台。

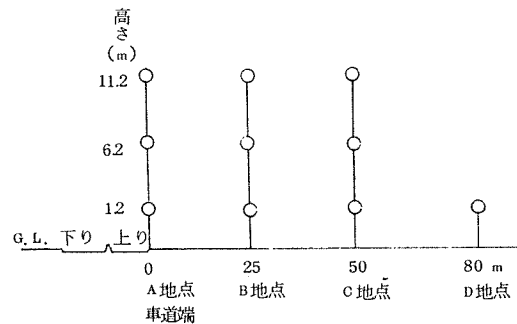


図-2 騒音レベル測定位置

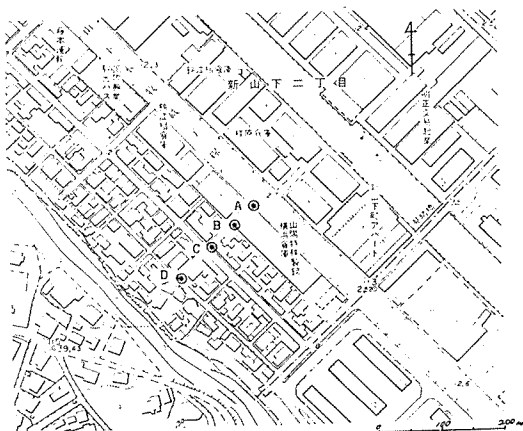


図-1 騒音測定地点位置図

2チャンネル騒音計：ステファングデルスキー社、NAGRA N-SJ 内蔵・指示騒音計：リオン、NA-09・データレコーダ：ステファングデルスキー社、NAGRA N-SJ及びNAGRA 4-2・レベルレコーダ：リオン、LR-03・データ処理機：リオン、SV-70・

#### (2) 水平方向の騒音の測定

調査地点A、B、C、Dの高さ1.2mの位置で同時に、A、B、Cについてはデータレコーダーで録音、Dについてはレベルレコーダに記

\*横浜市公害研究所騒音部門

録した。1回の測定は30分間連続測定とし、表-1に示す時間に実施した。

表1 騒音レベルの測定時間

測定の種類	測定時間
水平方向	11月9日 16時26分-16時56分
	20時30分-21時00分
	23時05分-23時35分
	11月10日 02時05分-02時35分
	04時00分-04時30分
	06時00分-06時30分
高度別、地点A	11月10日 10時00分-10時30分
	地点B 12時05分-12時35分
	地点C 14時00分-14時30分

(3) 高度別騒音の測定

表1に示す時間に高さ1.2, 6.2, 11.2 mの位置で受音し、データレコーダで録音した。

(4) データ処理

データレコーダにより磁気テープに30分間録音された騒音を、5分間毎に6分割し、各5分間のうち、サンプリングタイム0.5秒で500個の録音データを、また、レベルレコーダに記録の場合は、同様に分割した5分間の記録から50個の騒音データを抽出し、次の値を求めた。

- 90%レンジの上端値(記号 L5)
- 80%レンジの上端値(記号 L10)
- 中央値 (記号 L50)
- 80%レンジの下端値(記号 L90)
- 90%レンジの下端値(記号 L95)

(5) 車両通過数及び車速

騒音測定を実施している時間帯の車両通過数を上下線別に、大型車、コンテナ車、バス及び小型車に区分して計数した。

また、無作為に選んだ1台の車両が100 mの距離を走行するに要する時間から車速を算出した。

4. 測定結果

測定結果を図-3~図-13に示した。

5. 考察

(1) 環境基準等との比較

環境基準<sup>1)</sup>、自動車騒音の限度<sup>2)</sup>に測定結果をあてはめると、地点A(車道端)では図-3に示すように、自動車騒音の限度を超えることはない。しかし、4時から21時までの時間帯は道路に面する地域の環境基準を超え、基準を満足する時間は7時間、1日の29%の時間である。

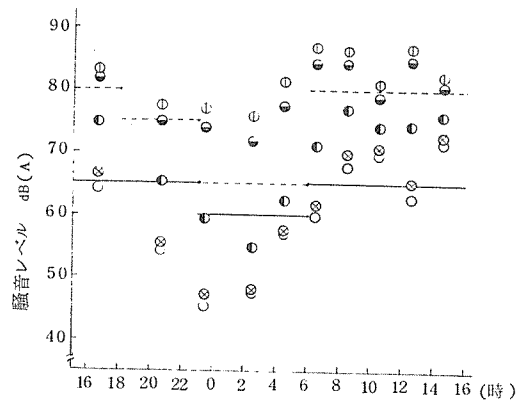


図-3 A地点(車道端)の騒音レベル

● : 道路に面する地域の環境基準  
 ..... : 自動車騒音の限度  
 ⊙ L5 ● L10 ● L50 ⊗ L90 ○ L95

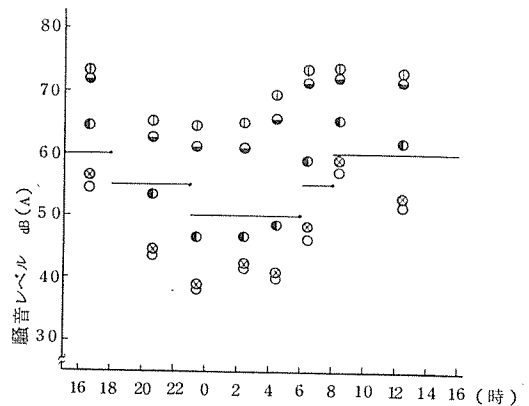


図-4 B地点(車道端から25m)の騒音レベル(受音点高さ1.2m)

————— : 環境基準  
 ⊙ L5 ● L10 ● L50 ⊗ L90 ○ L95

車道端から25m離れた地点Bでは、20時から5時までの9時間は、一般の環境基準を満足する。50m離れた地点Cでは、22時から2時までの4時間、80m離れた地点Dでは20時から5時までの9時間が環境基準を満足する。

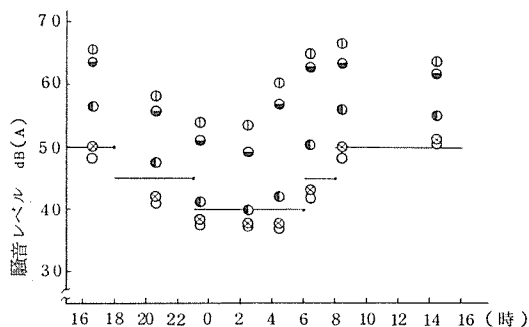


図-5 C地点(車道端から50m)の騒音レベル(受音点高さ1.2m)

————— : 環境基準  
 ○L5 ●L10 ●L50 ⊗L90 ○L95

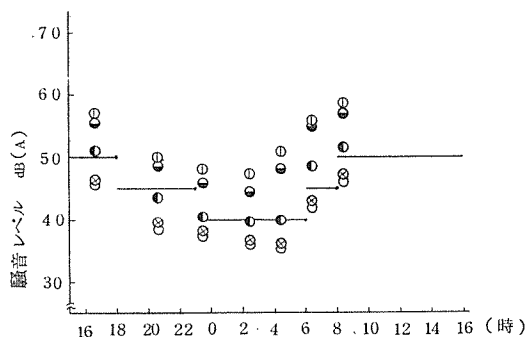


図-6 D地点(車道端から80m)の騒音レベル(受音点高さ1.2m)

————— : 環境基準  
 ○L5 ●L10 ●L50 ⊗L90 ○L95

(2) 騒音レベルの距離減衰

車道端からの距離と地上1.2mの騒音レベルの関係をみると、25m離れた地点では車道端のレベルにくらべ、10~14 dB(A)小さい。通過車両が少ない2時台はレベルの差は10 dB(A)より小さい。

同様に2時台を除き、50mでは18~21 dB(A)、80mでは18~25 dB(A) 減衰している。

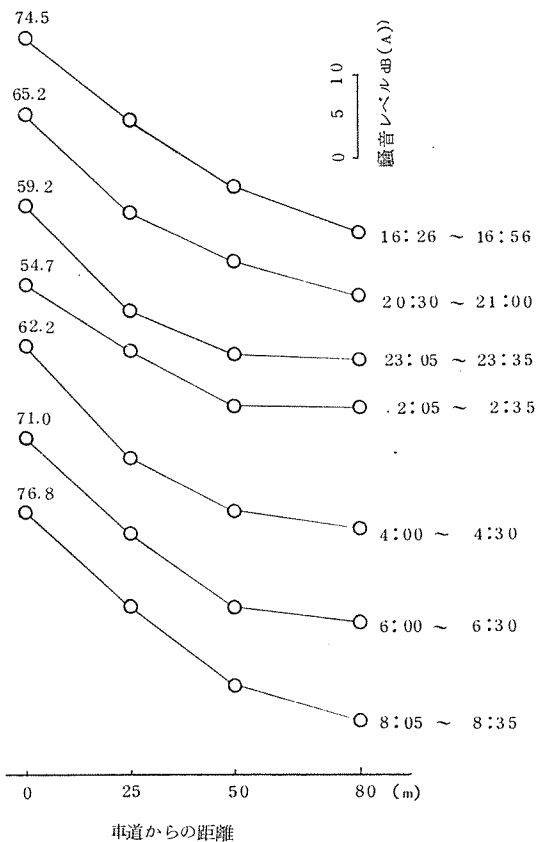


図-7 中央値の車道端からの距離減衰

新山下地区と同様に、道路に沿って住居が密集している上末吉、原宿地区の距離減衰を図-8に示した。車道端から25m、50m、80m離れた地点と車道端との騒音レベルの差は、上末吉で17, 25, 26 dB(A)、原宿では16, 19, 22 dB(A)となっている。この減衰の傾向は、新山下地区の6, 8および16時台の距離減衰の傾向に近い。このことから、よく似た条件のもとでは類似の騒音伝播の傾向を示すと考えてよい。

(3) 高度別騒音レベル

高さ1.2, 6.2, 11.2mの位置の騒音レベルは車道端では、そのレベル差は小さい。車道端から離れるにつれてその差はわずかにひろがるが、50m離れても約3 dB(A)である。

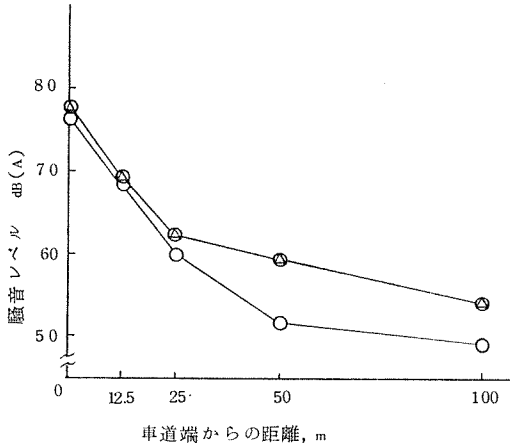


図-8 騒音レベルの距離減衰

- △ 原宿(横浜市戸塚区), 0~50mは住居地域, 50~100mは第1種住居専用地域
- 上末吉(横浜市鶴見区), 0~25mは近隣商業地域, 20~100mは住居地域

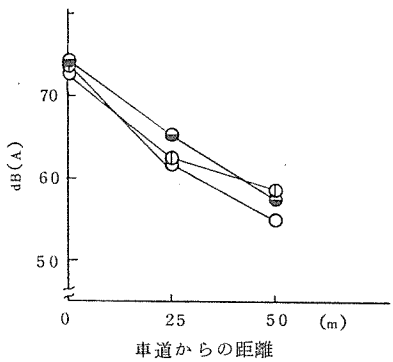


図-9 高度別騒音レベル

- 受音点高さ 1.2m
- 同 6.2m
- ⊖ 同 11.2m

(4) 通過車両数及び車速

通過車両数は上下両方向とも8時がピークとなっている(図-10, 図-11, 図-12)。しかし, 8時以降車両数が減るということではなく, 渋滞が激しくなるために, 通過できる車両数が減るということである。図-13, 図-14に示すように, 10時, 14時頃, 車の渋滞が著しく, 特に上り線の平均車速は2Km/hとなる。

通過車両を車種別にみると, 上り線では4時

から14時にかけて通過車両の50%以上は大型車, コンテナ車, バスであり, 特に10時台は85%を占めた。コンテナ車は4時~14時の時間帯に多くなるが8時台は一時的に少なくなる。10時台のコンテナ車混入率は上り32%, 下り13%であった。他の資料<sup>3)</sup>によれば, 日平均コンテナ車混入率は, 新山下7.4%, 横浜駅前(東海道上り)1.4%, 峰岡町(16号線)

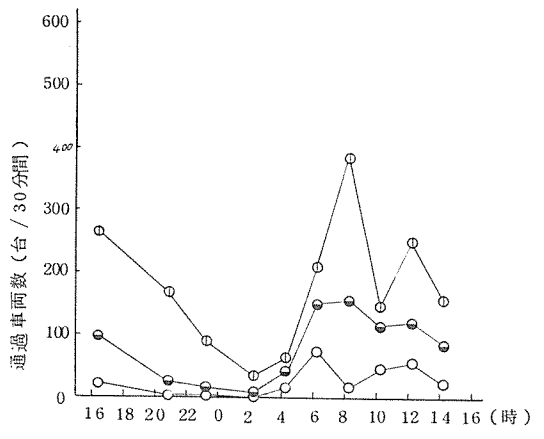


図-10 車両通過数(上り)

- ⊖ 全通過車両数/30分間
- 大型車両数/30分間
- コンテナ車両数/30分間

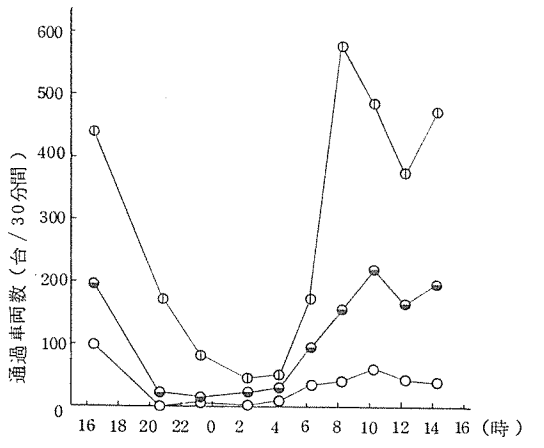


図-11 車両通過数(下り)

- ⊖ 全通過車両数/30分間
- 大型車両数/30分間
- コンテナ車両数/30分間

0.9%, 保土谷町(東海道下り) 0.2% となっており, コンテナ車の多いこの地区の特徴をよくとらえている。

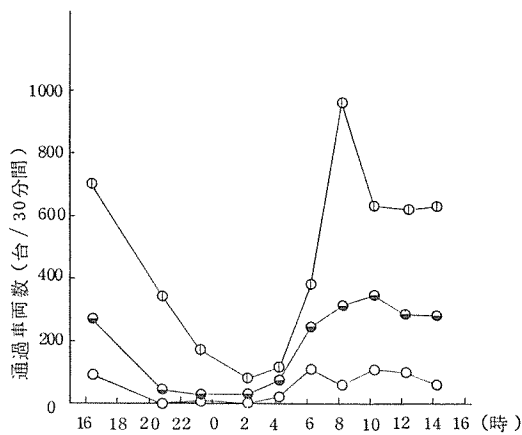


図-12 車両通過数(上下両車線計)

- 全通過車両数 / 30分間
- 大型車両数 / 30分間
- コンテナ車両数 / 30分間

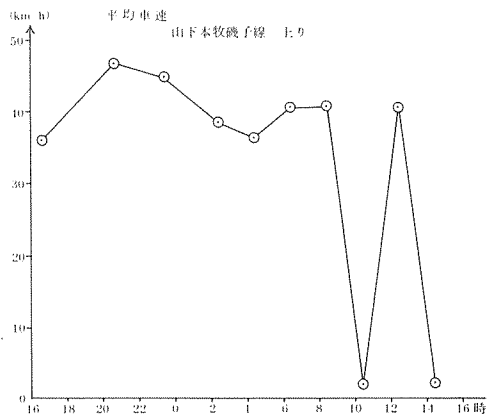


図-13

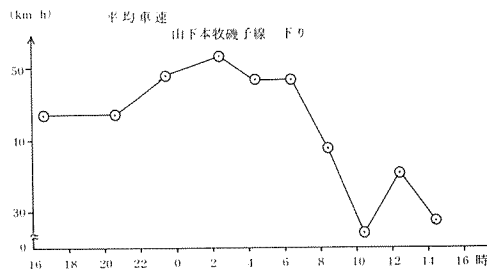


図-14

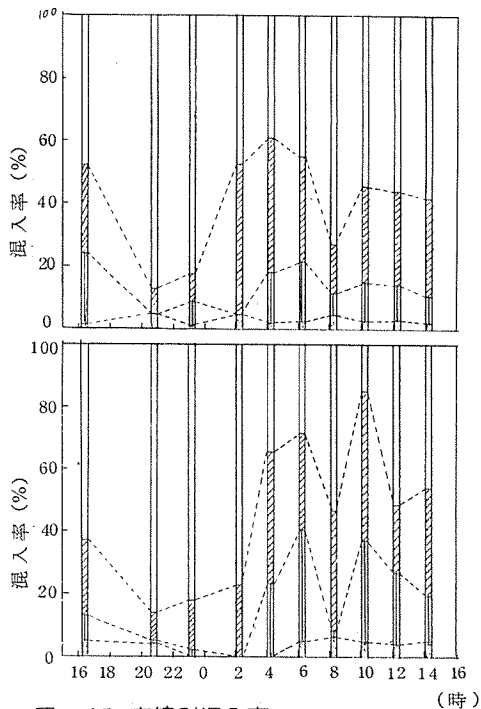
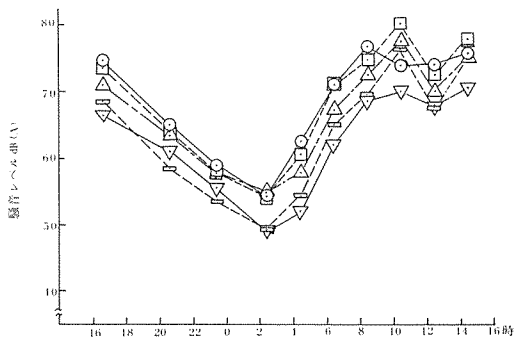


図-15 車線別混入率

上図は下り, 上図は上りの混入率を示す。

- 小型車
- 大型車(バス, コンテナを除く)
- ▨ コンテナ
- バス



- 実測値
- 中央値
- 測定した車速, 交通量及び大型車混入率による計算値
- △ 大型車混入率を現在の半分とする場合但し, その分小型車は増加
- 交通量を現在の半分とする場合
- ▽ 大型車混入率を零とする場合

図-16 車道端の実測値と計算値

(100)

(5) 道路騒音予測式との対応

予測式<sup>4)5)</sup>を用いて計算した車道端での騒音レベルと、実測値を比較してみると、おおむね5 dB(A)以内の差で両者は一致する。この結果を図-16に示す。激しい渋滞時を除き実測値にくらべ計算値は小さい。

予測式により、大型車混入率を0%としたとき、あるいは通過車両数を現在の50%にしたとき、騒音レベルは、24時間平均で6~7 dB(A)小さくなる。このとき車道端でも、18時から7時までの時間帯は道路に面する地域の環境基準を満足する。通過車両の車種別構成比を変える、あるいは通過車量数をコントロールすることにより、ある地域の騒音環境を変化させるという手法も今後考慮すべきであろう。

## 6. ま と め

(1) 新山下地区の車道端の騒音レベルは、自動車騒音の限度以下であるが、道路に面する地域の環境基準以下の時間は21時から4時までであった。

(2) 車道端から25m離れたところで、環境基準を満足する時間帯は、20時から5時まで、50m離れたところでは22時から2時まで、80mのところでは20時から5時までであった。

(3) 通過車両中、大型車の混入率は42%で、他の道路にくらべ高い。コンテナ車混入率は13%であり、全大型車の30%を占めた。

(4) 通過車両数は、2時台に上下線とも最少となる。全大型車混入率が最少となるのは21時台である。

上り線、10時台の全大型車混入率は85%であり、車速は渋滞のため2 Km/hとなった。

5月25日、閣議決定。

2) 総理府・厚生省令第3号、昭和46年。

3) 横浜市計画局資料。

4) 音響学会、道路交通騒音の予測方法に関する研究報告書、昭和50年2月。

5) 石井、音響学会誌、33、426(1977)。

## 参 考 文 献

1) 騒音に係る環境基準について、昭和46年

## Ⅱ 道路周辺の地形及び建物状況と自動車騒音 との関係及びその予測について

Measurement of Traffic Noise around the Several  
Roads of Different Structure and their Comparíson  
with the Level by Predicted Formura

鹿島教昭\* 竹内伍郎\*\* 添田 茂\*\*

### 1. はじめに

近年道路網の発達、交通量の増大により、自動車騒音及び振動に対する市民の苦情が増加する傾向にある。横浜市においても例外でなく道路の新設による生活環境の悪化が懸念されている。また新設の場合、高架や切土等の道路構造が多く採用されるようになってきている。そこで、道路構造による騒音レベルの伝播及び減衰の状況を知るとともに、自動車騒音を予測するための基礎資料を得ることを目的として、この調査を実施した。

### 2. 測定地点の選定と測定点の配置

道路構造を高架、盛土、切土、平坦の4種に分け、各構造について周辺状況が更地である地域と

住居が密集している地域とに分け、計14地点を選定した。表-1にその内訳と地点数を示した。表-1のタイプAとは、図-1から図-4に示すように、対象とする道路に直角に水平方向及び高度方向に測定点を配置した場合である。(以下タイプAという。)また、タイプBとは対象とする道路に直角に地上1.2mにて車道端(0m)、及び車道端から12.5m、25m、50m、100mと離れた5つの位置に測定点を配置した場合で高度方向はない。(以下タイプBという。)タイプBで周辺状況が住居密集の場合の測定点は、対象とする道路に直角な道路上に設けた。

図-3からわかるように、地上高さは地表面を基準(0m)とした。

表1 測定地点数と測定法

道路 構造	近辺状況 タイプ	更 地		住居密集
		A	B	
高 架		2	1	0
盛 土		1	1	0
切 土		1	1	2
平 坦		1	2	2

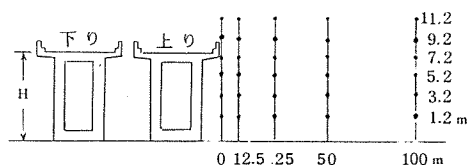


図-1 高架・更地 測定点の配置

\* 横浜市公害研究所騒音部門

\*\* 公害対策局騒音課

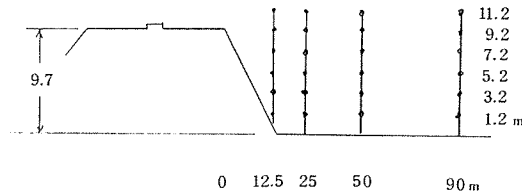


図-2 盛土・更地の測定点の配置

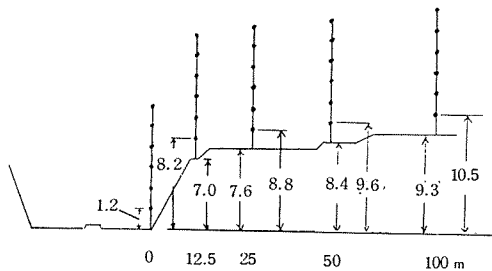


図-3 切土・更地の測定点の配置

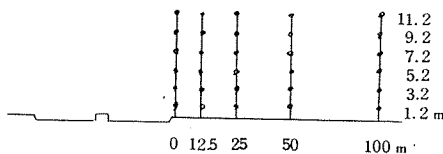


図-4 平担・更地の測定点の配置

### 3. 測定法

#### (1) 騒音の測定法

タイプAの場合の測定は、まず地上1.2mにて水平方向にある5点(盛土の場合は4点)で連続30分測定しデータレコーダに集録した。次に、車道端にて地上高さ3.2mから11.2mまでの5点で連続30分測定し、順次設定した水平距離にて実施した。同時測定は5点のみのた

め騒音測定中は常に車道端レベルを記録した。

タイプBでは地上1.2mの5点で連続30分測定集録した。

#### (2) 交通量及び車速の測定法

騒音測定開始より上下線別に交通量を計測し5分毎に記録した。また、大型車と小型車は2分類法<sup>1)</sup>により区別した。車速は任意の車が一定の間隔を通過するに要する時間より算出した。

### 4. 騒音レベルの結果と考察

騒音レベルは全て中央値で示した。

#### (1) 水平方向別、高度方向別騒音測定(タイプA)

##### ア. 高架

高架の場合の騒音レベルを図-5、図-6に示した。車道端位置で道路側壁の上と下ではほぼ10 dB(A)の差がある。次に、距離との関係を見ると、側壁より上に位置する高さ9.2m、11.2mの騒音レベルは25mまでに急激に減衰し、車道から離れるに従い減衰は小さくなる。水平距離100mで車道端より約15 dB(A)の減衰を示した。

側壁より下に位置する騒音レベルは25mまで徐々に上昇あるいは横ばいの傾向を示す。

水平距離50m以上では6高度とも倍距離3 dB(A)程度の減衰を示した。

##### イ. 盛土

盛土の場合の騒音レベルを図-7に示した。

水平距離12.5mでは地上1.2mと地上11.2mとの位置では23 dB(A)の差があるが、道路から離れるにつれ、その差は小さくなり50mでは5 dB(A)になる。

##### ウ. 切土

切土の場合の騒音レベルを図-8に示した。

車道端では高度差によるレベル差はあまりみられない。音源が見えなくなる位置あたりからレベルの減衰量が著しく大きくなる。車道端から最大の減衰を示すのは100mで、地上1.2



mの場合であり、その減衰量は30 dB(A)である。

エ. 平担

平担の場合の騒音レベルを図-9に示した。

この場合、高度による騒音レベルの差は比較的小さく5 dB(A)~7 dB(A)内にある。

- 地上 11.2.m
- ▽—▽ // 9.2.m
- ◇—◇ // 7.2.m
- // 5.2.m
- △—△ // 3.2.m
- // 1.2.m

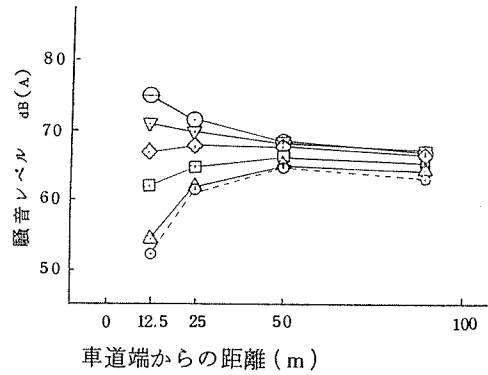


図-7 盛土, 更地の騒音レベル

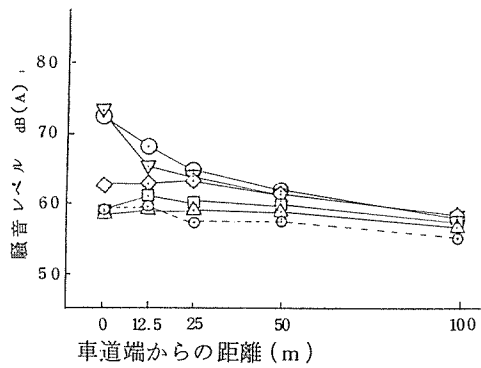


図-5 高架, 更地の騒音レベル(1)

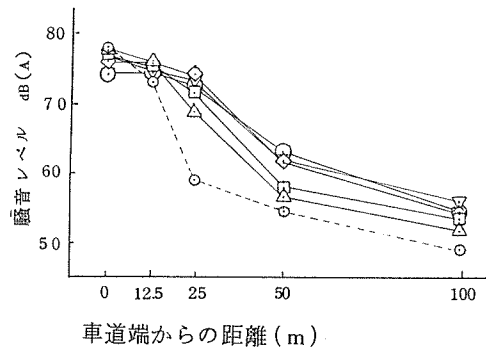


図-8 切土, 更地の騒音レベル

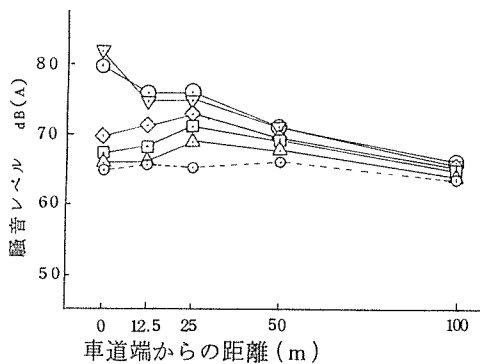


図-6 高架, 更地の騒音レベル(2)

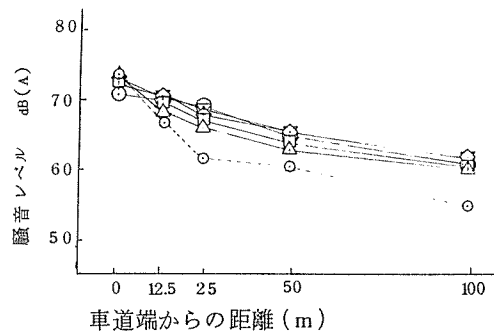


図-9 平担, 更地の騒音レベル

## (2) 地上 1.2mにおける距離減衰

図-10にタイプAの地上1.2mにおける車道端からの距離減衰と、タイプBのそれとを示した。切土の場合、周辺地域が更地であるか住居密集であるかの差は騒音レベルにあまり影響を与えていない。しかし平坦の場合、更地に比べ住居密集地では距離減衰が大きい。

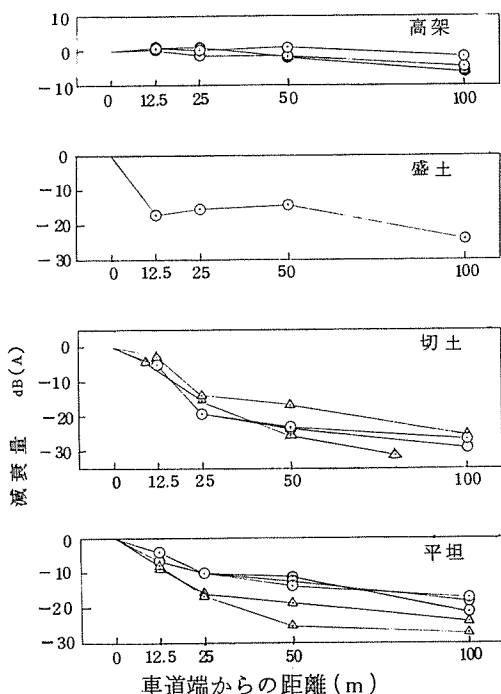


図-10 地上 1.2mにおける距離減衰

○ 更地    △ 住居密集

## (3) 騒音レベルの実測値と計算値との対応の検討

測定により得られた交通量、平均車速、大型車混入率(2分類法)を使用し、道路騒音レベル予測式<sup>1)</sup>による計算値と実測値との比較検討を行った。

## ア. 高架について

実測値と計算値の差を図-11に示した。車道端では音源に近い位置とそれより高い位置での実測値と計算値は良く一致する。しかし、

音源より低い位置では実測値が高くなる。このことは、調査対象とした道路の中央分離帯が開口していたための影響と考えられる。車道端から25m以上離れた位置では、各高さとも実測値が計算値よりも低くなる傾向がある。

## イ. 盛土について

実測値と計算値の差を図-12に示した。車道端レベルがタイプBの1.2mの位置しか得られていないが、それを除くと全般的に実測値は計算値より低い。特に、水平距離12.5mで地上1.2m及び3.2mの位置での実測値が計算値より10dB(A)以上低い測定地点があった。これは法面による吸音効果<sup>2)</sup>とされている。しかし、図-12のH=1.2mに示したように、その効果が顕著でない測定地点もあった。

## ウ. 切土について

実測値と計算値の差を図-13に示した。車道端及び水平距離12.5mの位置では、各高さとも多少実測値が低目であるが計算値とかなり一致する。水平距離50m以上では実測値が低くなる。盛土にみられた法面による吸音効果は無かった。

## エ. 平坦について

実測値と計算値の差を図-14に示した。車道端では各高さとも実測値と計算値は良く一致する。更地の場合、地上1.2mでは車道端から25m位まで実測値が低くなるが、それ以外では実測値と計算値の差は、車道端から100mまでほぼ平らに推移する。

## オ. 補正值について

いずれの道路構造の場合でも、自動車騒音を予測する際、4.(3)に示した実測値と計算値の差が補正值となる。全般に実測値が計算値より低目であるが、車道端では盛土の地上1.2mの位置、そして切土及び平坦の地上1.2mから地上1.1.2mの範囲で実測値と計算値は良く一致した。盛土の場合でも、車道端では平坦と同様な受音状態であるから、地上1.2mから1.1.2m

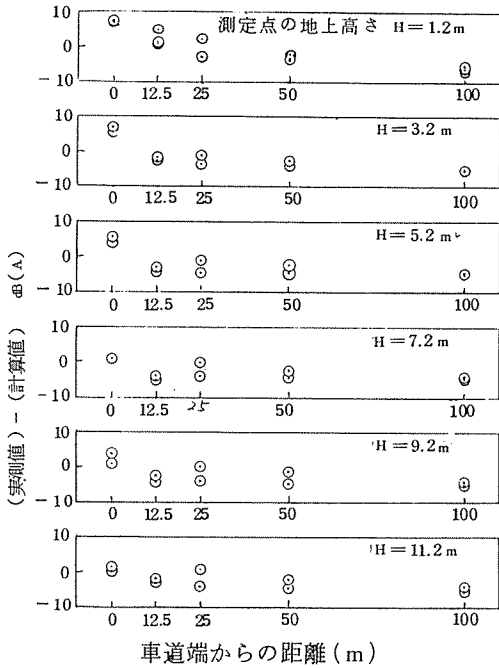


図-11 高架、更地の場合の実測値と計算値の差

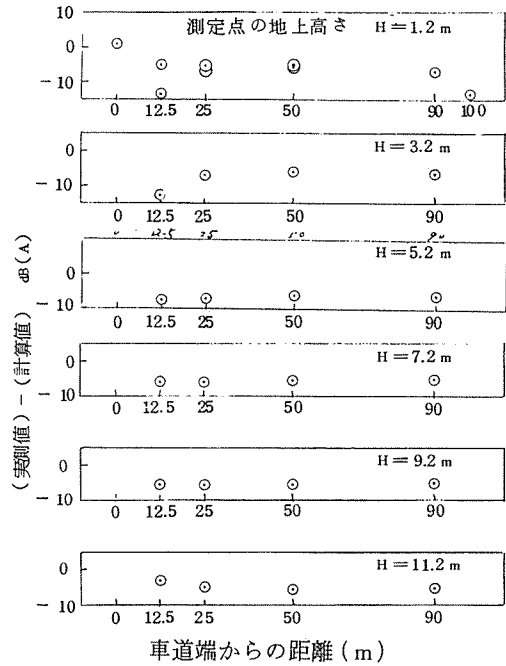


図-12 盛土、更地の場合の実測値と計算値の差

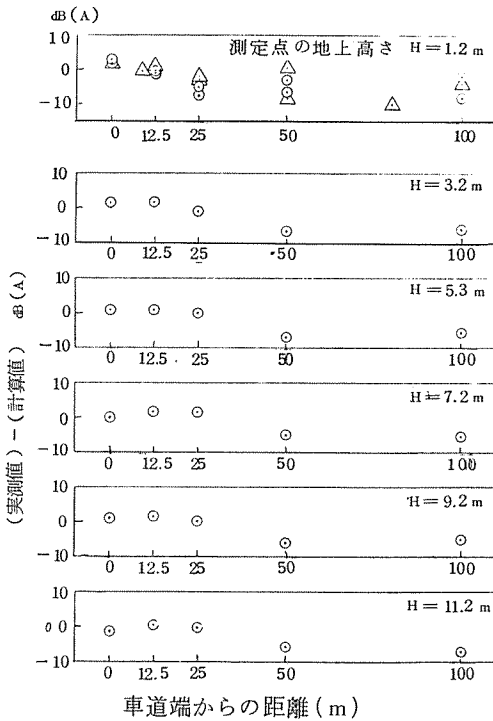


図-13 切土の場合の実測値と計算値の差

○ 更地    △ 住居密集

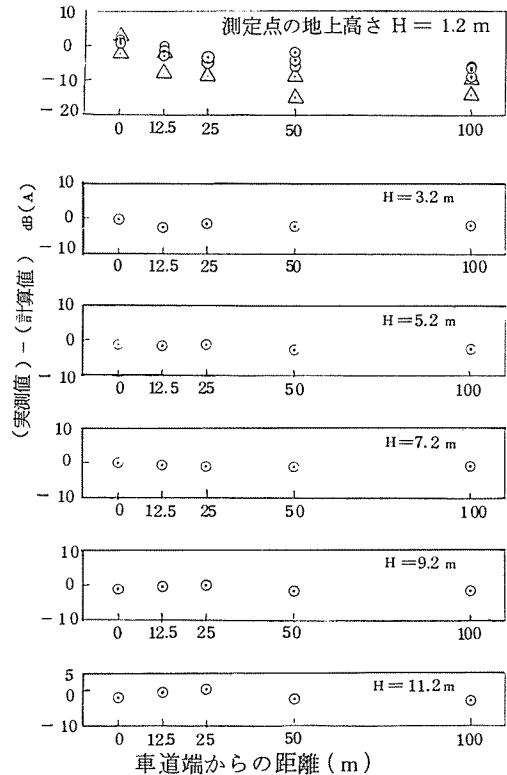


図-14 平坦な場合の実測値と計算値の差

○ ○ 更地    △ △ 住居密集

(106)

の高度範囲で、実測値と計算値は一致すると考えられる。

## 5. おわりに

道路構造別騒音レベルとそれを予測する場合の補正値を求めたのであるが、補正値は我々が集めたデータだけから算出したものであり、測定地点特有の値である可能性がある。従って、他の機関がそのままこの値を利用することは妥当とは云えない。あくまでも参考値と考えていただきたい。

## 参 考 文 献

- 1) 音響学会：道路交通騒音の予測計算方法に関する研究報告書，昭和50年2月。
- 2) 山下他：音響学会講演論文集51，5月，639。

### Ⅲ 横浜市の自動車騒音について

#### A Study on Traffic Noise in Yokohama

鹿島教昭\*      樋高雄治\*  
 竹内伍郎\*\*    添田 茂\*\*

#### 1. はじめに

公害対策局騒音課は、毎年交通騒音振動に関して苦情の発生した地点で測定をおこない、その結果をまとめ、「横浜市交通騒音振動測定結果報告書」<sup>1-6)</sup>として公表している。この報告書は、昭和52年度末までに、昭和45年度から50年度までの6年度分が公表されているが、このうち、昭和45年度版は、環境騒音の実態把握を目的としているため、小学校、中学校を測定地点として選び、自動車騒音を直接の対象としていないものもある。他の報告書は、騒音振動に関する苦情により測定した結果をまとめたもので、交通騒音振動をとりあつかっている。本稿は、これらの報告書をもとに、横浜市における自動車騒音の実態について整理したものである。なお、昭和51年度のデータ（報告書は印刷中）も本稿に使用した。

表-1 主要道路の騒音レベル

単位：dB(A)

道 路 名	騒 音 レ ベ ル	
	昼	夜
東 名 高 速 道 路	63~82	60~74
第 三 京 浜	63~80	54
保 土 谷 パ イ バ ス	58~77	44~59
横 浜 新 道	63~77	44~59
国 道 1 5 号 ・ 首 都 高 速	68~79	57~71
国 道 2 4 6 号	64~79	58~67
国 道 1 号 ( 旧 道 )	70~79	57~68
国 道 1 6 号	60~78	50~70
綱 島 街 道	68~72	54~58
鎌 倉 街 道	64~72	54~59
原 宿 六 浦 線	69~71	49~57

#### 2. 市内の騒音レベル

市内の自動車による騒音レベルを図-1、図-2に示す。図-1は昼間の中央値、図-2は夜間の中央値である。(以下、表中の騒音レベルもすべて中央値である。)また、自動車専用道路や市内でも交通量の多い主要な道路沿線の騒音レベルについては、表-1のようになっている。

もっとも大きなレベルを示すのは、昼間、夜間とも東名高速道路であり、最高値としては、昼間で82 dB (A)、夜間で74 dB (A)となっている。これは、東名高速道路が広幅員(上下で6車線)の長距離自動車専用道路であるということから、交通量、車速、大型車混入率などが、他の一般道路とくらべて大きな値を示すことを考慮すれば、当然

\* 横浜市公害研究所騒音部門  
 \*\* 横浜市公害対策局騒音課

の結果である。他の主要な道路については、昼間で60～81 dB(A)の騒音レベルであり、夜間では、ほぼ50～70 dB(A)の騒音レベルである。

一方、道路に面する地域の環境基準のうち、B地域で、3車線以上の道路に面する地域の夜間の基準である60 dB(A)を一応の目安として、測定結果を比較してみたものが表-2である。この6年間でおこなわれた187件の測定点における結

表-2 夜間60dB(A)を上回る測定地点数 ( )内は%

	46年	47年	48年	49年	50年	51年	計
測定地点数	28	20	33	28	35	43	187
60dB(A)を上回る地点数	16 (57)	11 (55)	17 (52)	7 (25)	21 (60)	13 (30)	85 (45)

果のうち、45%が夜間に60 dB(A)をオーバーしている。40 dB(A)以上の騒音レベルで眠妨害がおこる、とされている<sup>7)</sup>ことを考え合わせるなら、戸外で60 dB(A)の場合、建物により20 dB(A)のしゃ音をすることが必要になる。

また、同じ測定地点、あるいはそう判断できる地点で複数の測定をおこなっている場合の経年変化は、表-3のようになっている。この表で注目

表-3 年度別騒音レベル

単位：dB(A)

測定地点	46年度		47年度		48年度		49年度		50年度		51年度	
	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
緑区長津田	65	60	64	58					64	59		
緑区榎ヶ丘			74	67					72	64	72	63
緑区十日市場			78	74	73	69			70	65	70	66
緑区千草台					71	68	70		63			
旭区万騎ヶ原	61	35			62	41	65	42				
旭区南本宿		66					65	45	63	45		

されることは、緑区の十日市場で騒音レベルが昼夜間とも8 dB(A)、千草台で昼間同じく8 dB(A)の低下を示していることである(千草台に関しては、昭和49・50年度の夜間の測定結果がないため、比較はできないが、おそらく同様の傾向を示すのではないかと想像できる)。これは、十日市場では昭和47年と48年に、千草台では同49年にそれぞれ防音壁の設置がなされているためである。騒音に関しては、10 dB(A)の低下があると人間

の耳には、その大きさが半分に感じられると言われることから考えると、防音壁の効果には、それなりの期待が持てる。その他の測定地点については、大きな経年変化は見られず、良くも悪くもなっていないというのが実情である。

### 3. 環境基準等との比較

今回使用した測定結果と、公害対策基本法の、「環境基準」および騒音規制法の「自動車騒音の限度」との適合・不適合の状況を比較すると、それぞれ表-4、表-5のようになる。

表-4 環境基準との比較

( )内は%

	46年		47年		48年		49年		50年		51年		52年	
	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
適合地点数	2 (7)	9 (32)	0 (0)	6 (30)	1 (3)	9 (27)	5 (18)	16 (57)	13 (37)	18 (51)	6 (14)	17 (40)	27 (14)	75 (40)
不適合地点数	28 (93)	19 (68)	20 (100)	14 (70)	32 (97)	24 (73)	23 (82)	12 (43)	22 (63)	17 (49)	37 (86)	26 (60)	162 (86)	112 (60)

表-5 自動車騒音の限度との比較

( )内は%

	46年		47年		48年		49年		50年		51年		52年	
	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
適合地点数	30 (100)	17 (61)	17 (85)	14 (70)	28 (85)	21 (64)	26 (93)	25 (89)	35 (100)	31 (89)	40 (93)	29 (67)	176 (93)	137 (73)
不適合地点数	0 (0)	11 (39)	3 (15)	6 (30)	5 (15)	12 (36)	2 (7)	3 (11)	0 (0)	4 (11)	3 (7)	14 (33)	13 (7)	50 (27)

環境基準との比較では、全測定点に対し、昼間だと14%、夜間では40%が適合しているにすぎないが、自動車騒音の限度との比較では、昼間で93%、夜間で73%が適合するという結果になっている。このことは、自動車騒音の限度として定められているレベルが、環境基準とくらべて、いかにゆるやかなものであるかを示している。それにもかかわらず、自動車騒音の限度との比較で、夜間では全測定点の1/4の地点で限度のレベルをオーバーしていることは、大きな問題であり、関係行政機関としても、なんらかの対応を迫られていると言えよう。

### 4. 苦情発生の分布

先にも触れたように、今回使用した報告書では、測定地点として、そのほとんどを苦情のあったと

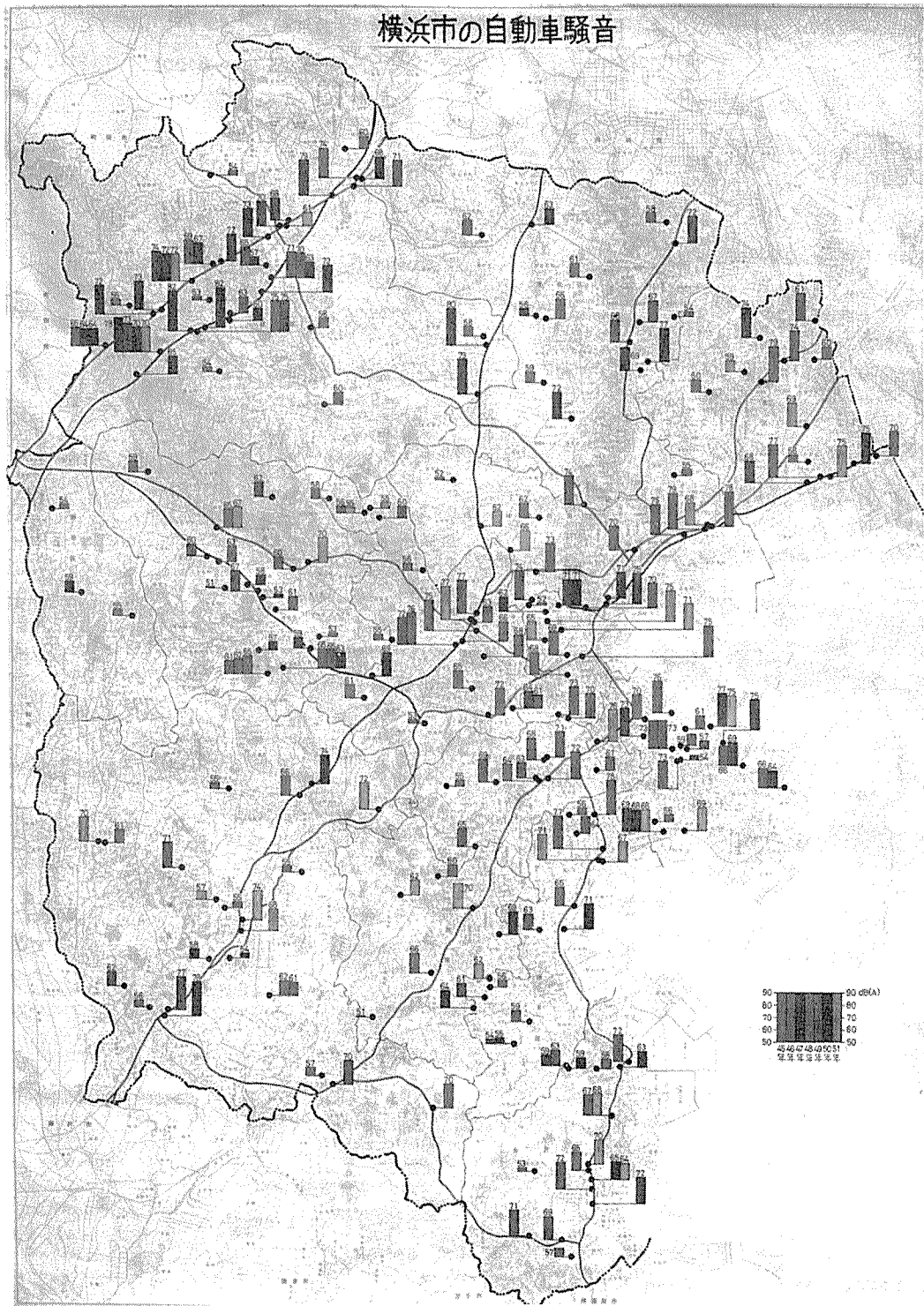


図 1 横浜市の自動車騒音  
その 1 昼間 (8:00~18:00)

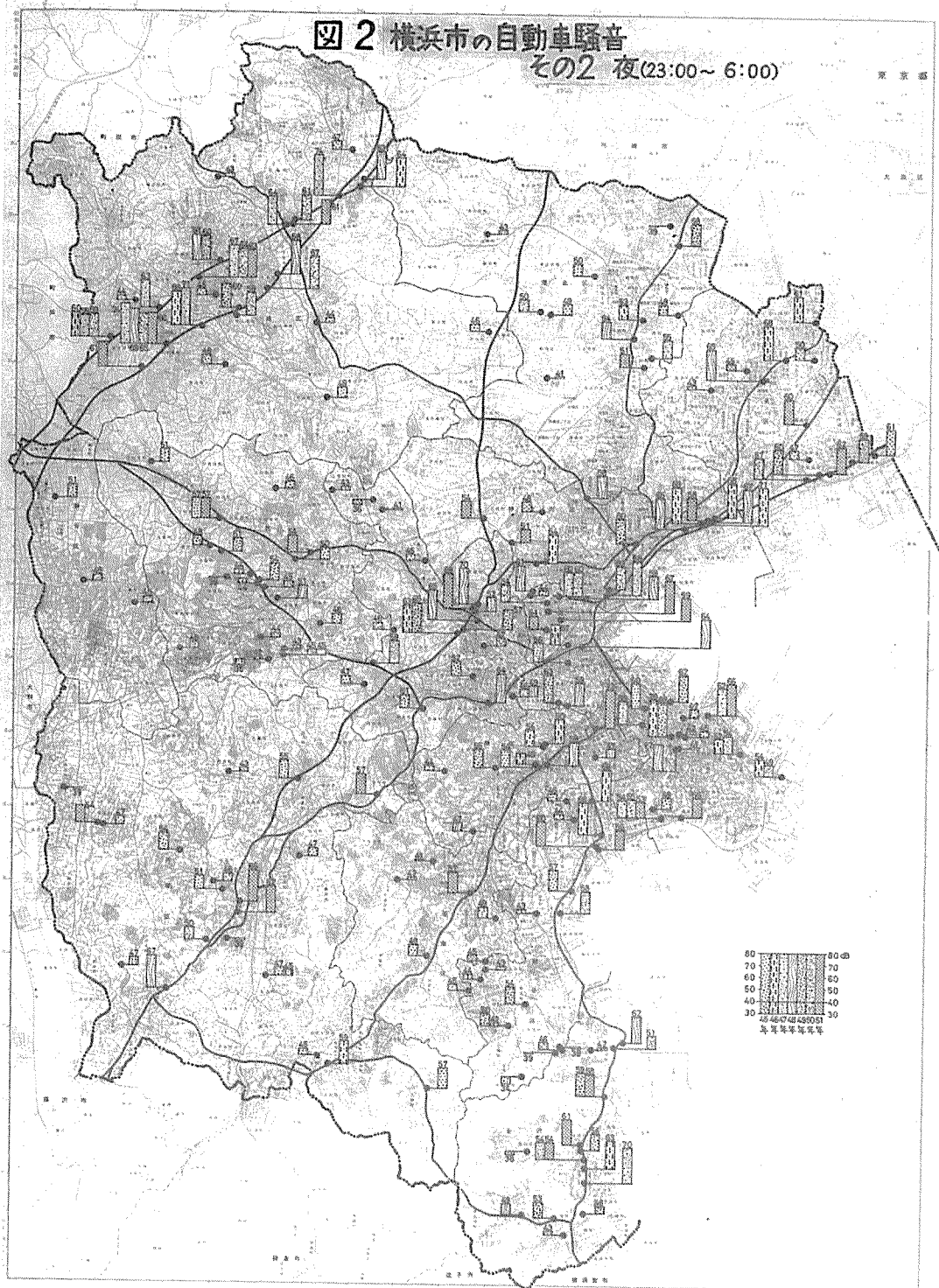


図 2 横浜市の自動車騒音  
その 2 夜 (23:00 ~ 6:00)



ころに限定している。したがって、図-1および図-2は、そのまま市内の自動車騒音に関する苦情発生分布図としても見られるわけである（一部に道路構造別騒音測定等で苦情とは無関係に測定した結果で、報告書には載っていないものも含む。これによる測定件数は昼間で17件である）。

苦情発生分布について考察してみると、東名高速道路、国道246号線沿線の苦情が多く、昔からの市街地を走る街道沿線では、総じて苦情が少ない。東名高速道路、国道246号線沿線は、東急国園都市線の敷設にともない、大規模な土地区画整理がおこなわれ、大量の人口が流入した地域である。良好な環境を求めて移り住んだところが、自動車騒音にさらされることを余儀された人々のいらだちの反映であろう。

これに反して、綱島街道や鎌倉街道のように、住宅の密集地を通過しているにもかかわらず、苦情件数の少い道路があるということは、こういった道路沿線に住む人々に、“慣れ”あるいは“あきらめ”があるからだろうか。

また、幹線道路以外の、たとえば笹山団地や京急富岡団地などの中を走る区画街路についても、苦情が生じているが、このような場所の苦情の原因は、これらの団地内道路が、幹線相互を結ぶ抜け道の役割を果たしている結果によるものと考えられる。騒音レベルは、それほど高い値ではない（昼間で50~60dB(A)、夜間で40~50dB(A)）のだが、本来、団地居住者の生活道路としての機能を果たせばよい道路に、それ以外の通過交通の自動車が混入するということが、団地居住者にとってみれば、腹立たしいことにちがいない。このようなことをなくすには、計画的な道路網の整備をすすめる他はない。

## 5. 最後 に

以上、見てきたように、自動車騒音の実態は、決して楽観できるようなものではない。

昭和48年に横浜市公害対策審議会より高速道

路建設に関する公害防止のための積極的な内容をもった答申<sup>8)</sup>が出され、それ以後の高速道路建設には慎重な態度で臨むようになってきたが、今までは、自動車騒音の対策としては、多くの場合が対症療法によっていたと言わざるを得ない。自動車騒音による被害が顕在化してくると、防音壁を設置したり、速度制限を強化したりする対策がとられてきた。たしかに、自動車騒音による被害を予測し、そのための対策をあらかじめ講じるといことは、現在では大変困難なことである。しかし、今後の道路建設に際しては、対症療法を待つのではなく、積極的な予防策を実施してゆく姿勢をもつべきである。そのためには、公害対策部門が、道路計画の初期の段階からその立案に参加し、公害防止のための提言をしてゆくことが必要である。今後は、そのための具体的な提言を可能にするような研究をすすめてゆきたい。

## 参 考 文 献

- 1) 横浜市内環境騒音測定結果, 第1報 公害資料№33
- 2) 横浜市交通騒音振動測定結果報告, 第2報 公害資料№41
- 3) 横浜市交通騒音振動測定結果報告, 第3報 公害資料№44
- 4) 横浜市交通騒音振動測定結果報告, 第4報 公害資料№54
- 5) 横浜市交通騒音振動測定結果報告書 公害資料№61
- 6) 横浜市交通騒音振動測定結果報告書 公害資料№66
- 7) 長田泰公「労働の科学」30(5), 17, 昭和50年
- 8) 横浜市公害対策審議会答申「高速道路建設に伴う公害対策について」昭和48年6月

# I 市内工場及び事業場排水測定結果

## The Evaluation Measurement Results of Industrial Waste Waters in Yokohama.

石井哲夫\* 齊藤治子\* 下村光一郎\*

市内の水質汚濁防止法規制対象特定事業場の昭和51年度の排水測定結果について、筆者らは以下の通り解析したので報告する。

### 1. 試料の分析方法

- PH：ガラス電極法(K0102-8.1)  
PH指示薬による比色法併用
- 懸濁物質：グラスファイバーフィルターペーパー(GFP)法  
(K0102-10.2.1 備考3)
- 化学的酸素消費量(COD)：  
100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(K0102-13)  
塩素イオンを多量に含む試料については、塩素イオン量に応じ硫酸銀の添加量を増加させて測定を実施した。
- 生物化学的酸素消費量(BOD)：  
(K0102-16)
- n-ヘキサン抽出物質：液-液抽出法  
(K0102-08.2)
- フェノール類：4-アミノアンチピリン法  
(K0102-20.2)
- ふっ素イオン(F<sup>-</sup>)：ランタン-アリザリンコンプレキソン法  
(K0102-28.1)
- 全シアン(T-CN)：ビリジーン-ピラゾロン法  
(K0102-29.2)
- 銅(Cu)：原子吸光光度法  
(K0102-37.2 備考3)
- 亜鉛(Zn)：原子吸光光度法  
(K0102-38.2 備考2)
- 鉛(Pb)：原子吸光光度法  
(K0102-39.2 備考2)
- カドミウム(Cd)：原子吸光光度法  
(K0102-40.2 備考2)
- ニッケル(Ni)：原子吸光光度法  
(K0102-41.2 備考2)
- 全水銀(T-Hg)：原子吸光光度法(還元気法)  
(K-0102-44.1.2.B)
- マンガン(Mn)：原子吸光光度法  
(K0102-46.2)
- 鉄(Fe)：原子吸光光度法  
(K0102-47.2)
- ひ素(As)：グトツアイト法による比色  
(衛生試験法-有害性元素試験法)  
排水基準違反濃度の場合には、ジエチルカルバミン酸銀法(K0102-48.2)により再定量
- アルミニウム(Al)：原子吸光光度法  
王水分解後、N<sub>2</sub>O-アセチレン炎、波長309nm、スリット巾1.9mmで吸光度測定

- ・全クロム (T-Cr) : 吸光光度法  
(K0102-51.1.1)
- ・クロム酸 (Cr<sup>+6</sup>) : 吸光光度法  
(K0102-51.2.1)

## 2. 定量限界濃度

排水規制基準, 測定法における定量限界及び使用検水量等により, 遵守状況調査としては, 表-1のように定めた。

表-1 定量限界濃度

項 目	単 位	定量限界濃度
浮遊物質	mg/l	5
生物化学的酸素消費量	mg/l	3
化学的酸素消費量	mg/l	5
全シアン含有量	mg/l	0.01
全クロム含有量	mg/l	0.3
六価クロム含有量	mg/l	0.1
ヒ素含有量	mg/l	0.025
カドミウム含有量	mg/l	0.02
鉛含有量	mg/l	0.2
銅含有量	mg/l	0.1
亜鉛含有量	mg/l	0.02
鉄含有量	mg/l	0.1
マンガン含有量	mg/l	0.2
ニッケル含有量	mg/l	0.1
ふっ素含有量	mg/l	0.5
全水銀含有量	mg/l	0.0005
フェノール類含有量	mg/l	0.05
アルミニウム含有量	mg/l	0.2
ノルマルヘキサン抽出物質含有量	mg/l	3

## 3. 測定結果

測定結果を業種別に解析した結果を表-2から

表-28に示す。業種の分類にあたっては, 産業分類中分類を中心に, 排水特性を考慮し, 分割又は集台させ, さらに, 産業分類にはない, メッキ業, 表面処理業等も設け, 排水特性にあたって集団化も行なった。

図-1から図-20に, 測定項目ごとに, 業種間の排出濃度のバラツキを示した。

(測定の結果, 排水基準を越えた濃度が測定された事業場については, 公害対策局水質課の要請のもとに, さらに連続した測定を実施し排水基準以内の水質維持のための分析上の資料を公害対策局水質課に供した。

## 4. 統計計算値

平均値:  $\Sigma x_n / n$

$x_n$ : 定量限界以上の測定値

$n$ : 定量限界以上の測定値の数

違反率:  $(m/M) \times 100$

$m$ : 排水基準濃度以上の検体数

$M$ : 全測定検体数

違反値を除く平均値:  $\bar{x}_{n-m} = \Sigma x_{n-m} / n-m$

$x_{n-m}$ : 排水基準以下かつ, 定量限界以上の濃度の測定値

95%信頼区間:

$$\bar{x}_{n-m} \pm t [(n-m)-1, 0.05] \sqrt{\frac{v}{n-m}}$$

## 5. おわりに

単年度の測定結果の解析のみでは, 業種間排水特性に関し, 十分な評価を行うことは, 測定結果の数からも不可能である。しかし, 今後年々測定結果の積上げを行い, さらに, 処理方式別, 工程別等のより細かな解析を行い, 市の水質行政の発展のための基礎資料としてゆく予定である。

表-2 業種別立入調査結果総括表

業種名 水産・畜産食料品製造業

工場事業場数 10

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物					
検体数	10	10	10	10	10					
定量限界以下の検体数	-	3	4	1	10					
最大値	7.7	26	29	50	<3					
最小値	4.9	<5	<3	<5	<3					
平均値*	7.11	14.9	14.3	16.7	<3					
違反数	1	0	0	0	0					
違反率(%)	10	0	0	0	0					
違反値を除く平均値*	7.36	14.9	14.3	16.7	<3					
95%信頼区間	7.36±0.51	14.9±6.2	14.3±11.3	16.7±14.2	-					

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-3 業種別立入調査結果総括表

業種名 パン菓子製造業

工場事業場数 3

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物					
検体数	3	3	3	3	3					
定量限界以下の検体数	-	2	1	1	2					
最大値	7.8	41	38	45	4					
最小値	7.2	<5	<3	<5	<3					
平均値*	7.57	41	21.5	26.0	4					
違反数	0	0	0	0	0					
違反率(%)	0	0	0	0	0					
違反値を除く平均値*	7.57	41	21.5	26.0	4					
95%信頼区間	7.57±0.32	-	21.5±23.3	26.6±26.9	-					

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-4 業種別立入調査結果総括表

業種名 動植物油脂製造業

工場事業場数 8

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物					
検体数	9	9	6	8	8					
定量限界以下の検体数	-	3	1	1	8					
最大値	8.4	26	39	46	<3					
最小値	6.9	<5	<3	<5	<3					
平均値*	7.59	11.0	27.0	29.6	<3					
違反数	0	0	0	0	0					
違反率(%)	0	0	0	0	0					
違反値を除く平均値*	7.59	11.0	27.0	29.6	<3					
95%信頼区間	7.59±0.53	11.0±7.62	27.0±12.20	29.6±13.00	-					

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-5 業種別立入調査結果総括表

業種名 清涼飲料水・砂糖製造業

工場事業場数 5

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物					
検体数	5	5	4	5	4					
定量限界以下の検体数	—	3	1	1	4					
最大値	8.0	30	23	39	<3					
最小値	6.5	<5	<3	<5	<3					
平均値※	7.48	28	16.3	20.6	<3					
違反数	0	0	0	0	0					
違反率(%)	0	0	0	0	0					
違反値を除く平均値※	7.48	28	16.3	20.6	<3					
95%信頼区間	7.48±0.60	28±28	16.3±11.5	20.6±14.1	—					

※ 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-6 業種別立入調査結果総括表

業種名 調味料・その他食料品製造業

工場事業場数 9

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物				
検体数	10	8	10	10	2	6				
定量限界以下の検体数	—	0	1	0	1	6				
最大値	8.2	6400	2800	2200	0.69	<3				
最小値	5.0	6	<3	5.3	<0.01	<3				
平均値※	7.31	818	330	245.7	0.60	<3				
違反数	1	1	1	2	0	0				
違反率(%)	10	12.5	10	20	0	0				
違反値を除く平均値※	7.57	21.3	21.5	21.6	0.69	<3				
95%信頼区間	7.57±0.47	21.3±17.9	21.5±16.7	21.6±14.2	—	—				

※ 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-7-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 無機系化学工業製品製造業

工場事業場数 6

項目	pH	SS	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	As	Cd	Pb	Cu
検体数	8	8	7	1	3	4	2	3	3	4
定量限界以下の検体数	—	4	5	1	3	4	2	3	3	4
最大値	8.3	30	17	<0.01	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	<0.1
最小値	7.2	<5	<5	<0.01	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	<0.1
平均値※	7.57	19.0	15.5	<0.01	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	<0.1
違反数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値※	7.57	19.0	15.5	<0.01	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	<0.1
95%信頼区間	7.57±0.34	19.0±9.14	15.5±2.12	—	—	—	—	—	—	—

※ 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-7-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 無機系化学工業製品製造業

工場事業場数 6

項目	Zn	Fe	Mn	Hg						
検体数	4	4	3	1						
定量限界以下の検体数	1	2	2	0						
最大値	0.51	1.5	0.36	0.0033						
最小値	<0.02	<0.1	<0.2	0.0033						
平均値*	0.22	1.09	0.36	0.0033						
違反数	0	0	0	0						
違反率(%)	0	0	0	0						
違反値を除く平均値*	0.22	1.09	0.36	0.0033						
95%信頼区間	0.22±0.25	1.09±0.57	-	-						

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、 $mg/l$ の単位である。

表-8-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 有機系化学工業製品製造業

工場事業場数 14

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	Cd	Pb	Cu
検体数	19	19	5	19	4	11	5	6	8	6
定量限界以下の検体数	-	6	1	4	3	8	4	5	8	5
最大値	8.2	280	10,000	9,300	0.04	11	0.35	0.3	<0.2	0.54
最小値	6.2	<5	<3	<5	<0.01	<3	<0.2	<0.1	<0.2	<0.1
平均値*	7.47	40.8	2515	706	0.04	9.3	0.35	0.3	<0.2	0.54
違反数	0	2	1	3	0	2	0	0	0	0
違反率(%)	0	10.5	20	15.8	0	18.2	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	7.47	13.8	20.7	24.9	0.04	7	0.35	0.3	<0.2	0.54
95%信頼区間	7.47±0.46	13.8±9.59	20.7±14.3	24.9±16.7	-	-	-	-	-	-

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、 $mg/l$ の単位である。

表-8-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 有機系化学工業製品製造業

工場事業場数 14

項目	Zn	Fe	Mn	Ni	F	Hg				
検体数	7	9	5	6	1	1				
定量限界以下の検体数	0	1	5	5	1	1				
最大値	0.41	4.8	<0.2	0.57	<0.5	<0.0005				
最小値	0.04	<0.1	<0.2	<0.2	<0.5	<0.0005				
平均値*	0.16	1.28	<0.2	0.57	<0.5	<0.0005				
違反数	0	0	0	0	0	0				
違反率(%)	0	0	0	0	0	0				
違反値を除く平均値*	0.16	1.28	<0.2	0.57	<0.5	<0.0005				
95%信頼区間	0.16±0.14	1.28±1.28	-	-	-	-				

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、 $mg/l$ の単位である。

表-9 業種別立入調査結果総括表

業種名 石油製品製造業

工場事業場数 5

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物	T-Cr	Fe	F	フェノール類
検体数	16	16	4	16	16	7	1	1	7
定量限界以下の検体数	-	7	3	12	16	7	0	0	7
最大値	9.1	19	4	71	<3	<0.3	0.11	0.5	<0.05
最小値	7.6	<5	<3	<5	<3	<0.3	0.11	0.5	<0.05
平均値*	8.03	10	4	22.2	<3	<0.3	0.11	0.5	<0.05
違反数	1	0	0	1	0	0	0	0	0
違反率(%)	6.25	0	0	6.25	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	7.96	10	4	6.0	<3	<0.3	0.11	0.5	<0.05
95%信頼区間	7.96±0.90	10±4.7	-	6.0±0.90	-	-	-	-	-

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg / l の単位である。

表-10-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 窯業・土石製品製造業

工場事業場数 9

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物	T-Cr	As	Cd	Pb	Cu
検体数	13	13	2	13	5	5	1	1	5	2
定量限界以下の検体数	-	5	0	8	5	5	1	1	5	0
最大値	9.6	516	78	74	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	0.89
最小値	6.7	<5	8	<5	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	0.16
平均値*	7.69	74.9	43	37	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	0.53
違反数	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	7.69	7.69	50	7.69	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	7.53	11.9	8	27.8	<3	<0.3	<0.025	<0.02	<0.2	0.53
95%信頼区間	7.53±0.44	11.9±8.73	-	27.8 ± 18.47	-	-	-	-	-	0.53±0.52

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg / l の単位である。

表-10-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 業・土石製品製造業

工場事業場数 9

項目	Zn	Fe	Mn	F					
検体数	1	2	4	2					
定量限界以下の検体数	0	0	2	1					
最大値	0.73	1.27	1.8	7.2					
最小値	0.73	0.27	<0.2	7.2					
平均値*	0.73	0.74	1.01	7.2					
違反数	0	0	1	0					
違反率(%)	0	0	25	0					
違反値を除く平均値*	0.73	0.74	0.21	7.2					
95%信頼区間	-	0.74±0.66	-	-					

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg / l の単位である。

表-11 業種別立入調査結果総括表

業種名 鉄鋼業

工場事業場数 5

項目	PH	SS	COD	n-Hex抽出物	T-Cr	( <sup>6</sup> Cr)	Zn	Fe	Mn	
検体数	7	7	7	4	2	2	2	5	1	
定量限界以下の検体数	-	4	4	4	2	2	0	0	0	
最大値	9.4	22	9.8	<3	<0.3	<0.1	0.31	2.7	0.33	
最小値	6.7	<5	<5	<3	<0.3	<0.1	0.21	0.12	0.33	
平均値*	7.85	17.0	7.7	<3	<0.3	<0.1	0.26	1.18	0.33	
違反数	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
違反率(%)	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	
違反値を除く平均値*	7.60	17.0	7.7	<3	<0.3	<0.1	0.26	1.18	0.33	
95%信頼区間	7.60±0.45	17.0±5.0	7.7 ±2.27	-	-	-	0.26±0.07	1.18±1.12		

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-12-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 非鉄金属製造業

工場事業場数 5

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	Cd	Pb	Cu
検体数	10	10	2	10	3	4	2	1	4	4
定量限界以下の検体数	-	5	1	1	2	4	2	1	4	1
最大値	8.3	11	5	47	0.05	<3	<0.3	<0.02	<0.2	1.4
最小値	2.2	<5	<3	<5	<0.01	<3	<0.3	<0.02	<0.2	<0.1
平均値*	7.16	8.0	5	19.0	0.05	<3	<0.3	<0.02	<0.2	0.85
違反数	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	7.71	8.0	5	19.0	0.05	<3	<0.3	<0.02	<0.2	0.85
95%信頼区間	7.71±0.62	8.0 ±2.00	-	19.0±13.2	-	-	-	-	-	0.85±0.62

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-12-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 非鉄金属製造業

工場事業場数 5

項目	Zn	Fe	Mn	Ni	F					
検体数	4	4	2	3	2					
定量限界以下の検体数	0	0	0	2	1					
最大値	1.2	5.4	0.95	0.14	14.6					
最小値	0.07	0.23	0.45	<0.1	14.6					
平均値*	0.58	1.78	0.69	0.14	14.6					
違反数	0	0	0	0	0					
違反率(%)	0	0	0	0	0					
違反値を除く平均値*	0.58	1.78	0.69	0.14	14.6					
95%信頼区間	0.58±0.55	1.78±2.45	0.69±0.37	-	-					

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。



表-13 業種別立入調査結果総括表

業種名 金属製品製造業

工場事業場数 2

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物					
検体数	4	4	2	4	4					
定量限界以下の検体数	-	3	1	3	4					
最大値	8.0	17	15	12	<3					
最小値	6.5	<5	<3	<5	<3					
平均値※	7.38	17	15	12	<3					
違反数	0	0	0	0	0					
違反率(%)	0	0	0	0	0					
違反値を除く平均値※	7.38	17	15	12	<3					
95%信頼区間	7.38±0.68	-	-	-	-					

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-14 業種別立入調査結果総括表

業種名 一般機械器具製造業

工場事業場数 3

項目	pH	SS	COD	n-Hex抽出物	T-Cr	+6Cr	Cu	Zn	Fe	Mn
検体数	4	4	4	4	3	1	3	4	4	1
定量限界以下の検体数	-	3	3	4	3	1	3	0	1	0
最大値	7.6	7	5	<3	<0.3	<0.1	<0.1	0.43	0.70	0.2
最小値	7.0	<5	<5	<3	<0.3	<0.1	<0.1	0.02	0.1	0.2
平均値※	7.35	7	5	<3	<0.3	<0.1	<0.1	0.14	0.51	0.2
違反数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値※	7.35	7	5	<3	<0.3	<0.1	<0.1	0.14	0.51	0.2
95%信頼区間	7.35±0.26	-	-	-	-	-	-	0.14±0.19	0.51±0.20	-

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-15-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 電気機械器具製造業

工場事業場数 7

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	+6Cr	Cd	Pb
検体数	12	7	2	12	3	10	4	3	1	3
定量限界以下の検体数	-	4	0	7	3	10	4	3	0	1
最大値	8.2	51	27	16	<0.01	<3	<0.3	<0.1	0.03	0.92
最小値	6.9	<5	18	<5	<0.01	<3	<0.3	<0.1	0.03	<0.2
平均値※	7.61	16.4	22.5	11.4	<0.01	<3	<0.3	<0.1	0.03	0.92
違反数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値※	7.61	16.4	22.5	11.4	<0.01	<3	<0.3	<0.1	0.03	0.92
95%信頼区間	7.61±0.42	16.4±1.59	22.5±6.36	11.4±3.58	-	-	-	-	-	0.92±0

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-15-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 電気機械器具製造業

工場事業場数 7

項目	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	F				
検体数	4	7	4	1	4	1				
定量限界以下の検体数	4	2	0	1	4	0				
最大値	<0.1	0.19	2.4	<0.2	<0.1	1.0				
最小値	<0.1	<0.02	0.23	<0.2	<0.1	1.0				
平均値*	<0.1	0.14	0.99	<0.2	<0.1	1.0				
違反数	0	0	0	0	0	0				
違反率(%)	0	0	0	0	0	0				
違反値を除く平均値*	<0.1	0.14	0.99	<0.2	<0.1	1.0				
95%信頼区間	0	0.14±0.08	0.99±0.99	-	-	-				

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-16-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 輸送用機械器具製造業

工場事業場数 12

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物	T-Cr	+6Cr	As	Cd	Pb
検体数	14	14	4	14	11	3	3	1	2	3
定量限界以下の検体数	-	8	1	6	10	3	3	1	1	3
最大値	8.2	24	45	25	24	<0.3	<0.1	<0.025	0.02	<0.2
最小値	7.2	<5	<3	<5	<3	<0.3	<0.1	<0.025	<0.02	<0.2
平均値*	7.55	10.5	17.3	16.1	24	<0.3	<0.1	<0.025	0.02	<0.2
違反数	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
違反率(%)	0	0	0	0	9.1	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	7.55	10.5	17.3	16.1	<3	<0.3	<0.1	<0.025	0.02	<0.2
95%信頼区間	7.55±0.34	10.5±6.95	17.3±23.56	16.1±8.33	-	-	-	-	-	-

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-16-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 輸送用機械器具製造業

工場事業場数 12

項目	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	F	Hg			
検体数	2	6	6	2	4	2	1			
定量限界以下の検体数	2	2	2	2	4	1	1			
最大値	<0.1	2.4	4.2	<0.2	<0.1	0.9	<0.0005			
最小値	<0.1	<0.02	<0.1	<0.2	<0.1	<0.5	<0.0005			
平均値*	<0.1	0.75	1.99	<0.2	<0.1	0.9	<0.0005			
違反数	0	0	0	0	0	0	0			
違反率(%)	0	0	0	0	0	0	0			
違反値を除く平均値*	<0.1	0.75	1.99	<0.2	<0.1	0.9	<0.0005			
95%信頼区間	-	0.75±1.10	1.99±1.73	-	-	-	-			

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-17-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 精密機械器具製造業

工場事業場数 2

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物	T-Cr	+6Cr	Pb	Cu	Zn
検体数	4	2	1	4	3	2	1	1	2	2
定量限界以下の検体数	-	1	0	2	3	1	1	1	2	0
最大値	7.6	9	29	17	<3	0.3	<0.1	<0.2	<0.1	0.16
最小値	6.3	<5	29	<5	<3	<0.3	<0.1	<0.2	<0.1	0.11
平均値*	6.88	9	29	11.7	<3	0.3	<0.1	<0.2	<0.1	0.14
違反数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	6.88	9	29	11.7	<3	0.3	<0.1	<0.2	<0.1	0.14
95%信頼区間	688±0.67	-	-	11.7±7.50	-	-	-	-	-	0.14±0.04

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-17-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 精密機械器具製造業

工場事業場数 2

項目	Ni									
検体数	2									
定量限界以下の検体数	1									
最大値	0.23									
最小値	<0.1									
平均値*	0.23									
違反数	0									
違反率(%)	0									
違反値を除く平均値*	0.23									
95%信頼区間	-									

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-18 業種別立入調査結果総括表

業種名 ガス業

工場事業場数 2

項目	pH	SS	COD	T-CN	n-Hex抽出物	フェノール類				
検体数	2	2	2	2	2	2				
定量限界以下の検体数	-	2	1	0	2	2				
最大値	7.5	<5	35	0.26	<3	<0.05				
最小値	7.5	<5	<5	0.07	<3	<0.05				
平均値*	7.5	<5	35	0.17	<3	<0.05				
違反数	0	0	0	0	0	0				
違反率(%)	0	0	0	0	0	0				
違反値を除く平均値*	7.5	<5	35	0.17	<3	<0.05				
95%信頼区間	7.5±0	-	-	0.17±0.13	-	-				

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-19-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(酸・アルカリ洗浄)

工場事業場数 35

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	+6Cr	Cd	Pb
検体数	38	33	3	38	3	26	11	7	1	4
定量限界以下の検体数	-	15	0	17	2	22	11	7	1	3
最大値	11.2	154	60	170	0.01	510	<0.3	<0.1	<0.02	0.22
最小値	3.9	<5	6	<5	<0.01	<3	<0.3	<0.1	<0.02	<0.2
平均値*	7.47	37.1	41.0	37.8	0.01	133.5	-	-	-	0.22
違反数	8	1	0	4	0	4	0	0	0	0
違反率(%)	21.1	3.1	0	10.5	0	15.4	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	7.30	30.2	41.0	15.5	0.01	-	-	-	-	0.22
95%信頼区間	7.30±0.65	30.2±29.8	41.0±30.4	15.5±10.8	-	-	-	-	-	-

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-19-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(酸・アルカリ洗浄)

工場事業場数 35

項目	Cu	Zn	Fe		Ni	P	Arom			
検体数	5	25	28		3	3	5			
定量限界以下の検体数	4	3	6		3	0	0			
最大値	0.98	48	73		<0.1	7.8	47			
最小値	<0.1	<0.02	<0.1		<0.1	5.4	0.3			
平均値*	0.98	3.45	7.74		-	6.67	10.94			
違反数	0	3	3		0	0	-			
違反率(%)	0	11.8	10.7		0	0	-			
違反値を除く平均値*	0.98	0.48	1.59		-	6.67	-			
95%信頼区間	-	0.48±0.61	1.59±1.96		-	6.67±1.20	10.94±20.20			

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-20-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(アルマイト)

工場事業場数 7

項目	pH	SS	COD	抽出物	T-Cr	+6Cr	Pb	Zn	Fe	Ni
検体数	9	9	9	6	3	3	1	1	3	6
定量限界以下の検体数	-	4	4	4	3	3	1	0	0	3
最大値	9.0	38	120	5.5	<0.3	<0.1	<0.2	1.9	4.9	0.88
最小値	2.0	<5	<5	<3	<0.3	<0.1	<0.2	1.9	0.24	<0.1
平均値*	6.56	15.8	42.6	4.75	<0.3	<0.1	<0.2	1.9	2.75	0.46
違反数	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	22.2	0	11.1	16.4	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	6.77	15.8	23.0	4	<0.3	<0.1	<0.2	1.9	2.75	0.46
95%信頼区間	6.77±0.65	15.8±12.5	23.0±22.5	-	-	-	-	-	2.75±2.35	0.46±0.36

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-20-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(アルマイト)

工場事業場数

項目	Al								
検体数	8								
定量限界以下の検体数	0								
最大値	96								
最小値	0.2								
平均値*	13.25								
違反数	—								
違反率(%)	—								
違反値を除く平均値*	—								
95%信頼区間	1325±3347								

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-21-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(エッチング)

工場事業場数 6

項目	pH	SS	COD	n-Hex抽出物	T-Cr	+6Cr	Pb	Cu	Zn	Fe
検体数	6	3	6	1	4	4	2	5	4	6
定量限界以下の検体数	—	0	2	1	4	4	2	3	1	1
最大値	12.0	100	16	<3	<0.3	<0.1	<0.2	3.2	1.2	3.7
最小値	7.3	12	<5	<3	<0.3	<0.1	<0.2	0.48	<0.02	<0.1
平均値*	8.93	52	9.5	—	—	—	—	1.84	0.44	2.14
違反数	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0
違反率(%)	50	33.3	0	0	0	0	0	20	0	0
違反値を除く平均値*	7.3	28	9.5	—	—	—	—	0.48	0.44	2.14
95%信頼区間	73±0	28±226	9.5±4.5	—	—	—	—	—	0.44±0.65	2.14±1.77

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-21-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(エッチング)

工場事業場数 6

項目	Ni	Al							
検体数	2	4							
定量限界以下の検体数	0	0							
最大値	0.19	17							
最小値	0.11	0.2							
平均値*	0.15	8.25							
違反数	0	—							
違反率(%)	0	—							
違反値を除く平均値*	0.15	—							
95%信頼区間	0.15±0.05	8.25±6.87							

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-22-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(塗装)

工場事業場数 9

項目	pH	SS	COD	T-ON	n-Hex抽出物	T-Cr	+ <sup>6</sup> Cr	Cd	Cu	Zn
検体数	9	8	9	1	7	3	1	2	1	6
定量限界以下の検体数	—	1	2	1	5	2	1	2	0	1
最大値	9.2	240	650	<0.01	20	0.94	<0.1	<0.02	13	20
最小値	2.8	<5	<5	<0.01	<3	<0.3	<0.1	<0.02	13	<0.02
平均値*	6.93	76.0	116.5	<0.01	12.5	0.94	<0.1	<0.02	13	63
違反数	2	3	2	0	1	0	0	0	0	2
違反率(%)	22.2	37.5	22.2	0	14.3	0	0	0	0	33.3
違反値を除く平均値*	7.20	15.5	17.4	<0.01	5	0.94	<0.1	<0.02	13	0.98
95%信頼区間	7.20±0.34	15.5±7.55	17.4±1.98	—	—	—	—	—	—	0.98±0.82

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-22-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(塗装)

工場事業場数 9

項目	Fe								
検体数	7								
定量限界以下の検体数	0								
最大値	38								
最小値	0.41								
平均値*	21.3								
違反数	3								
違反率(%)	30								
違反値を除く平均値*	1.52								
95%信頼区間	1.52±1.27								

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-23 業種別立入調査結果総括表

業種名 表面処理業(ドラム缶洗浄)

工場事業場数 7

項目	pH	SS	COD	n-Hex抽出物	Zn	Mn			
検体数	7	7	7	7	3	3			
定量限界以下の検体数		1	0	3	0	0			
最大値	11.4	274	1500	76	0.51	0.47			
最小値	6.5	<5	6.2	<3	0.13	0.33			
平均値*	7.91	58.2	366.8	25.0	0.32	0.41			
違反数	1	1	6	4	0	0			
違反率(%)	14.3	14.3	85.7	57.1	0	0			
違反値を除く平均値*	7.33	15.0	6.2	<3	0.32	0.41			
95%信頼区間	7.33±0.92	15.0±7.0	—	—	0.32±0.19	0.41±0.07			

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-24-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 メッキ業

工場事業場数 43

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	+ <sup>6</sup> Cr	Cu	Zn
検体数	45	45	3	45	35	35	33	32	29	34
定量限界以下の検体数	—	27	0	5	5	32	15	27	7	1
最大値	9.7	180	100	890	3.3	12	30	1.4	9.3	40
最小値	5.9	<5	20	<5	<0.01	<3	<0.3	<0.1	<0.1	<0.02
平均値*	7.3	23.1	59.7	64.1	0.44	9.5	2.43	0.53	1.78	2.14
違反数	3	1	1	8	2	3	2	1	3	5
違反率(%)	6.7	2.2	33.3	17.8	6.0	8.6	6.1	3.1	10.3	14.7
違反値を除く平均値*	7.2	14.3	39.5	18.4	0.21	<3	0.68	0.31	0.89	0.59
95%信頼区間	7.37±0.55	14.3±10.3	39.5±27.6	18.4±14.1	0.21±0.16	—	0.68±0.42	0.31±0.08	0.89±0.70	0.59±0.69

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/1の単位である。

表-24-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 メッキ業

工場事業場数 43

項目	Fe	Ni	F							
検体数	23	31	6							
定量限界以下の検体数	2	11	3							
最大値	4.4	12	11							
最小値	<0.1	<0.1	<0.5							
平均値*	1.11	1.54	8.27							
違反数	0	5	0							
違反率(%)	0	16.1	0							
違反値を除く平均値*	1.11	0.38	8.27							
95%信頼区間	1.11±1.10	0.38±0.18	8.27±3.52							

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/1の単位である。

表-25-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 焼入れ業

工場事業場数 7

項目	pH	SS	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	+ <sup>6</sup> Cr	Pb	Cu	Zn
検体数	7	7	7	4	7	1	1	1	2	4
定量限界以下の検体数	—	2	3	2	6	1	1	0	2	0
最大値	8.3	30	44	0.37	14	<0.3	<0.1	1.6	<0.1	0.79
最小値	6.7	<5	<5	<0.01	<3	<0.3	<0.1	1.6	<0.1	0.07
平均値*	7.53	13.8	27.2	0.36	14	<0.3	<0.1	1.6	<0.1	0.27
違反数	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
違反率(%)	0	0	0	0	7.14	0	0	100	0	0
違反値を除く平均値*	7.53	13.8	27.2	0.36	<3	<0.3	<0.1	—	<0.1	0.27
95%信頼区間	7.53±0.53	13.8±9.15	27.2±16.7	0.36±0.02	—	—	—	—	—	0.27±0.35

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/1の単位である。

表-25-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 焼入れ業

工場事業場数 7

項目	Fe	Ni	F						
検体数	5	1	1						
定量限界以下の検体数	0	0	0						
最大値	6.1	14	1.7						
最小値	0.16	14	1.7						
平均値*	2.22	14	1.7						
違反数	0	1	0						
違反率(%)	0	100	0						
違反値を除く平均値*	2.22	-	1.7						
95%信頼区間	2.22±2.57	-	-						

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-26 業種別立入調査結果総括表

業種名 写真現像業

工場事業場数 9

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	<sup>6</sup> Cr	Fe
検体数	9	7	1	9	7	1	1	0	7
定量限界以下の検体数	-	3	0	0	5	1	1	0	0
最大値	8.2	19	466	230	0.19	<3	<0.3	<0.1	14
最小値	6.4	7	466	32	<0.01	<3	<0.3	<0.1	0.14
平均値*	7.37	12.7	466	85.6	0.13	<3	<0.3	<0.1	5.93
違反数	0	0	1	5	0	0	0	0	1
違反率(%)	0	0	100	55.6	0	0	0	0	11.1
違反値を除く平均値*	7.37	12.7	-	33.0	0.13	<3	<0.3	<0.1	4.59
95%信頼区間	7.37±0.55	12.7±5.31	-	33.0±18.6	0.13±0.09	-	-	-	4.59±2.89

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-27 業種別立入調査結果総括表

業種名 自動式車輛洗滌

工場事業場数 6

項目	pH	SS	BOD	COD	n-Hex抽出物				
検体数	6	6	2	6	6				
定量限界以下の検体数	-	0	0	0	3				
最大値	7.5	50	83	51	63				
最小値	7.0	26	49	9	<3				
平均値*	7.17	33.0	66	24.5	26.0				
違反数	0	0	1	0	3				
違反率(%)	0	0	50	0	50				
違反値を除く平均値*	7.17	33.0	49	24.5	-				
95%信頼区間	7.17±0.20	33.0±11.5	-	24.5±14.4	-				

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。



表-28-(1) 業種別立入調査結果総括表

業種名 下水及びし尿処理

工場事業場数 6

項目	pH	SS	BOD	COD	T-CN	n-Hex抽出物	T-Cr	+6	As	Cd
検体数	7	7	6	7	5	7	6	6	1	6
定量限界以下の検体数	—	5	0	0	3	7	6	6	1	6
最大値	7.5	13	22	16	0.06	<3	<0.3	<0.1	<0.025	<0.02
最小値	6.9	6	3	6.9	<0.01	<3	<0.3	<0.1	<0.025	<0.02
平均値*	7.23	9.5	8.5	10.1	0.04	—	—	—	—	—
違反数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
違反値を除く平均値*	7.23	9.5	8.5	10.1	0.04	—	—	—	—	—
95%信頼区間	7.23±0.21	9.5±5.0	8.5±7.6	10.1±3.2	0.04±0.03	—	—	—	—	—

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

表-28-(2) 業種別立入調査結果総括表

業種名 下水及びし尿処理

工場事業場数 6

項目	Pb	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	F	Hg		
検体数	6	6	6	6	6	6	2	6		
定量限界以下の検体数	6	6	0	2	6	6	1	6		
最大値	<0.2	<0.1	0.14	0.49	<0.2	<0.1	0.8	<0.0005		
最小値	<0.2	<0.1	0.03	<0.1	<0.2	<0.1	<0.5	<0.0005		
平均値*	—	—	0.06	0.38	—	—	—	—		
違反数	0	0	0	0	0	0	0	0		
違反率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0		
違反値を除く平均値*	—	—	—	0.38	—	—	0.8	—		
95%信頼区間	—	—	0.06±0.397	0.38±0.149	—	—	—	—		

\* 定量限界以上の測定値の平均値である。濃度は、mg/lの単位である。

水産・畜産・食品製造業  
 パン・菓子製造業  
 動物油脂・砂糖・糖類製造業  
 清涼飲料水の他食品製造業  
 調味料・化学工業製品製造業  
 有機系工業製品製造業  
 無機系工業製品製造業  
 石油製品製造業  
 窯業・土石製品製造業  
 鉄鋼製品製造業  
 非金属製品製造業  
 一般機械器具製造業  
 電機・電子機器器具製造業  
 輸送機器器具製造業  
 精密機械器具製造業  
 ガス表面処理業  
 (酸・アルカリ)  
 (アルマイト)  
 (エッチング)  
 (塗装)  
 (ドラム缶洗浄)  
 キレ現像車  
 業用車  
 焼入式  
 業用車  
 写真自動式  
 業用車  
 下水処理

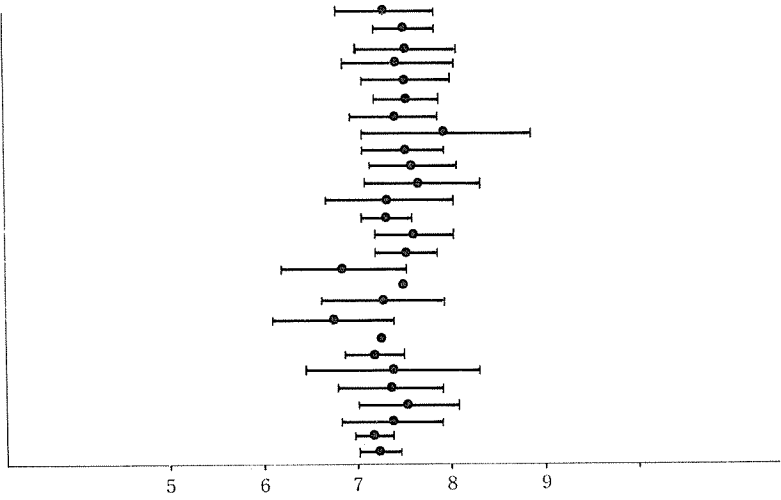


図-1 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 PH)

水産・畜産・食品製造業  
 パン・菓子製造業  
 動物油脂・砂糖・糖類製造業  
 清涼飲料水の他食品製造業  
 調味料・化学工業製品製造業  
 有機系工業製品製造業  
 無機系工業製品製造業  
 石油製品製造業  
 窯業・土石製品製造業  
 鉄鋼製品製造業  
 非金属製品製造業  
 一般機械器具製造業  
 電機・電子機器器具製造業  
 輸送機器器具製造業  
 精密機械器具製造業  
 ガス表面処理業  
 (酸・アルカリ)  
 (アルマイト)  
 (エッチング)  
 (塗装)  
 (ドラム缶洗浄)  
 キレ現像車  
 業用車  
 焼入式  
 業用車  
 写真自動式  
 業用車  
 下水処理

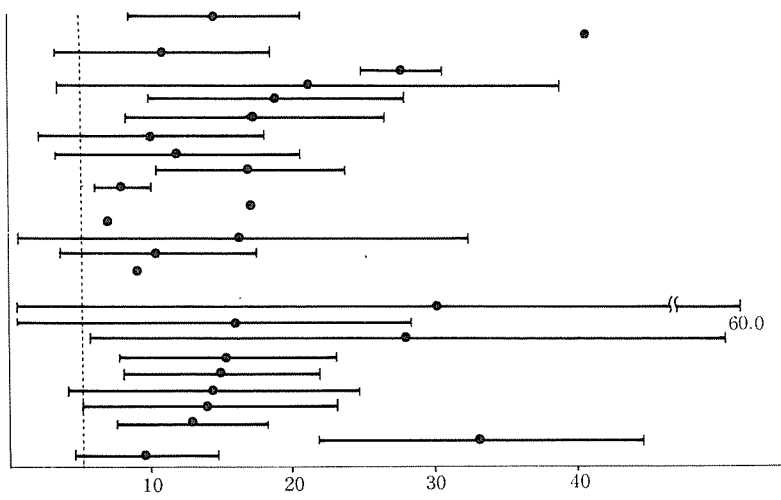


図-2 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 SS)

水産・畜産・食品製造業  
 パン・菓子製造業  
 動物油脂・砂糖・糖類製造業  
 清涼飲料水の他食品製造業  
 調味料・化学工業製品製造業  
 有機系工業製品製造業  
 無機系工業製品製造業  
 石油製品製造業  
 窯業・土石製品製造業  
 鉄鋼製品製造業  
 非金属製品製造業  
 一般機械器具製造業  
 電機・電子機器器具製造業  
 輸送機器器具製造業  
 精密機械器具製造業  
 ガス表面処理業  
 (酸・アルカリ)  
 (アルマイト)  
 (エッチング)  
 (塗装)  
 (ドラム缶洗浄)  
 キレ現像車  
 業用車  
 焼入式  
 業用車  
 写真自動式  
 業用車  
 下水処理

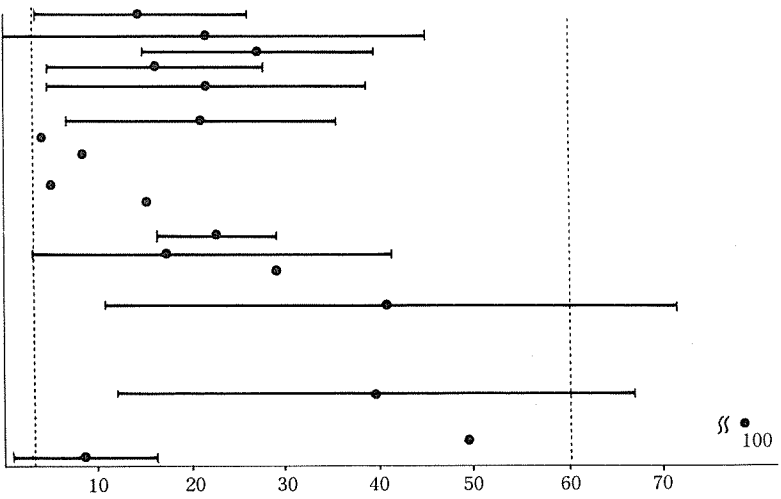


図-3 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 BOD)

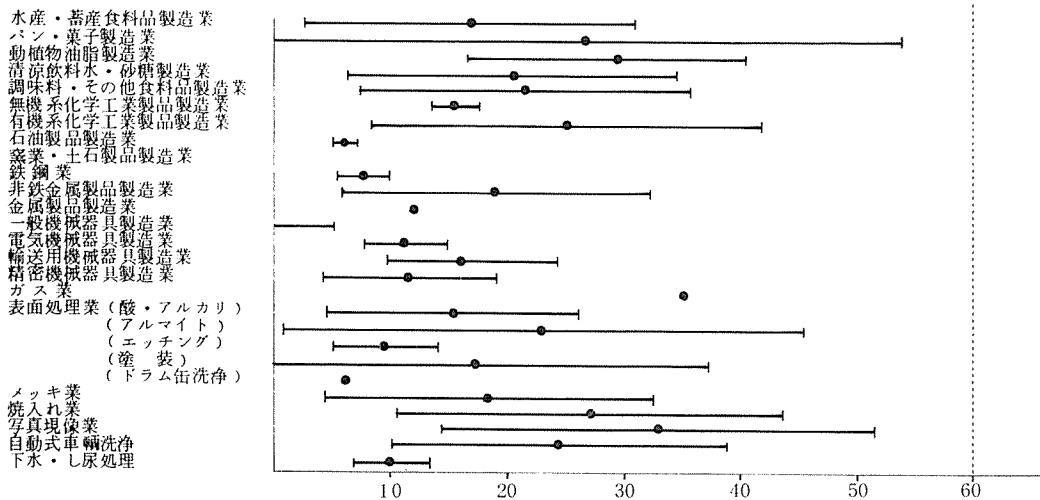


図-4 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 (COD))

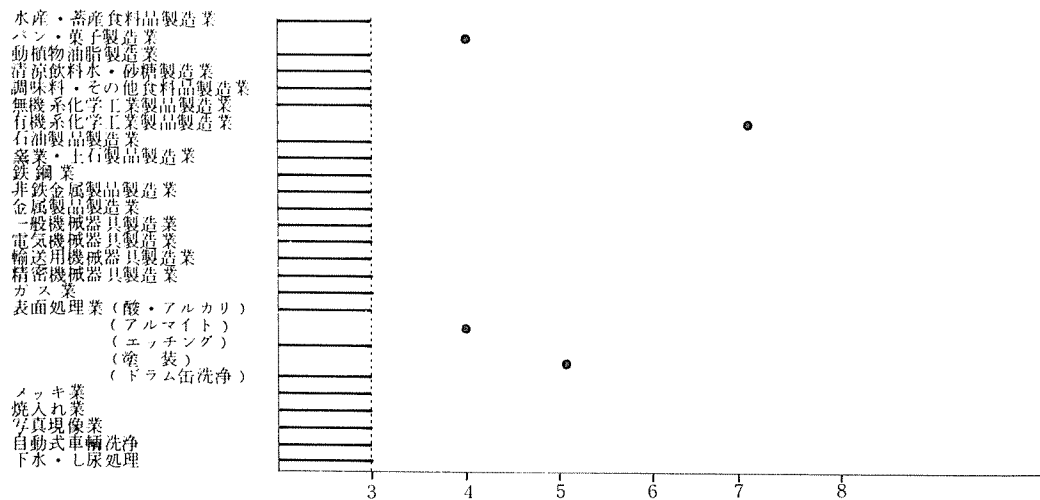


図-5 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 n-Hexene 抽出物)

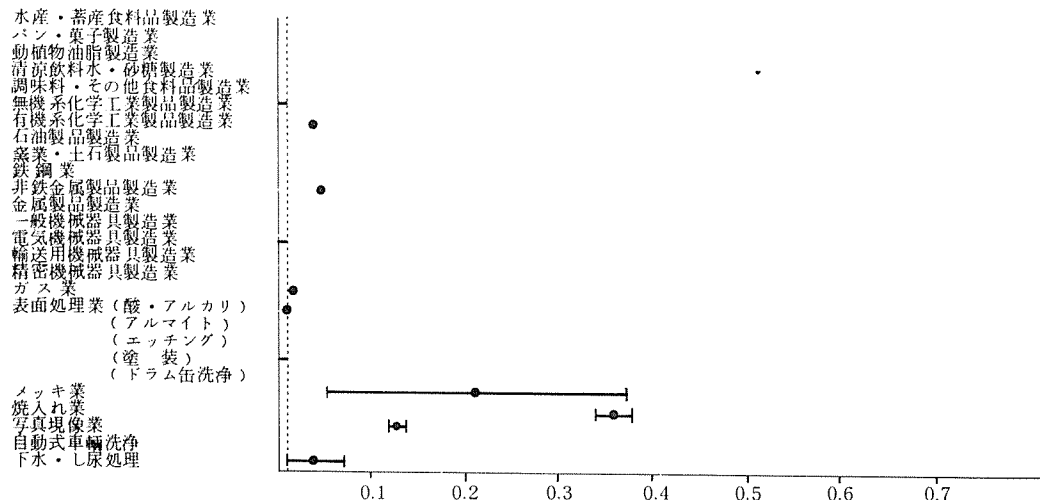


図-6 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 T-CN)

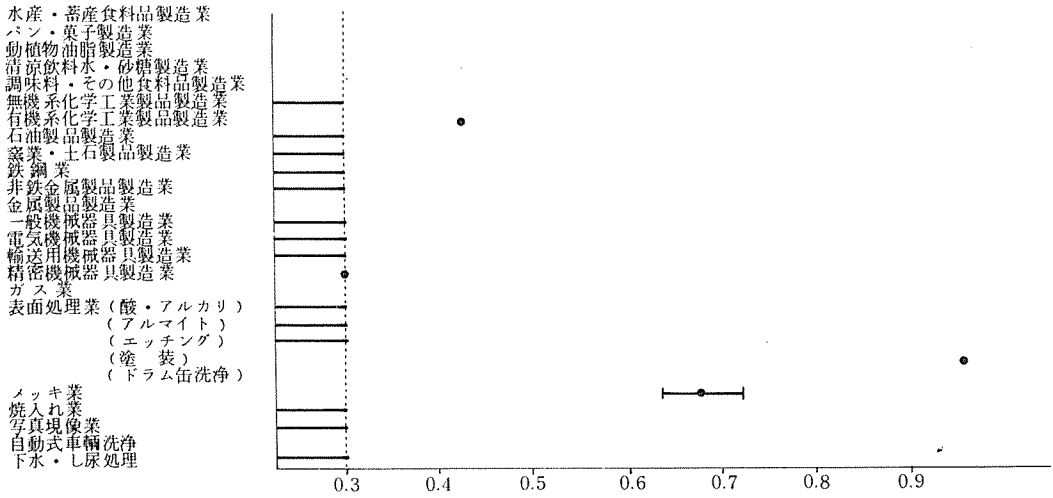


図-7 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 T-Cr)

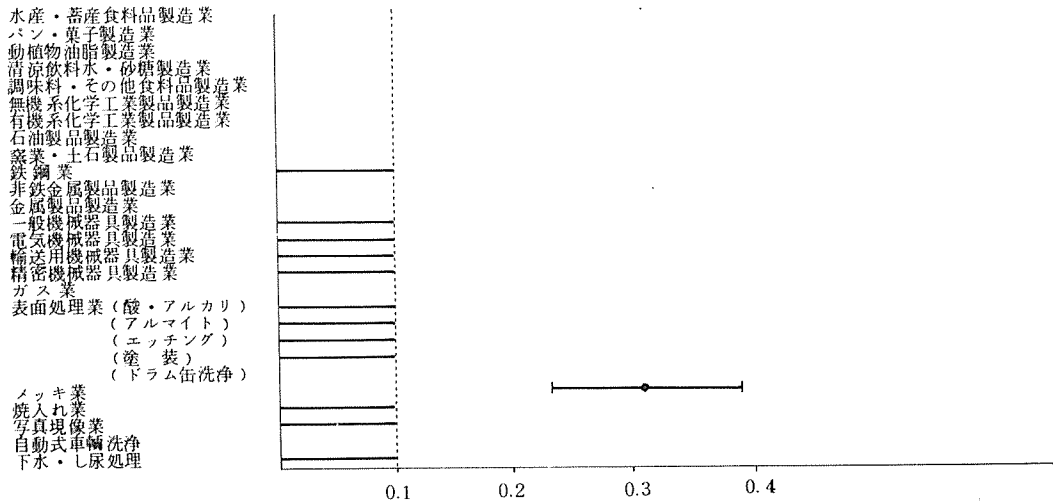


図-8 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 6+C\_r)

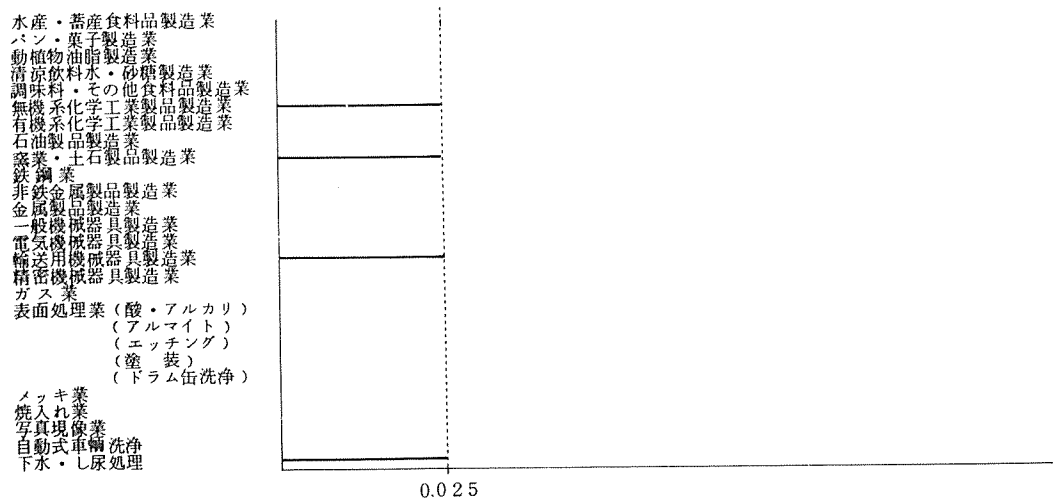


図-9 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 A\_s)

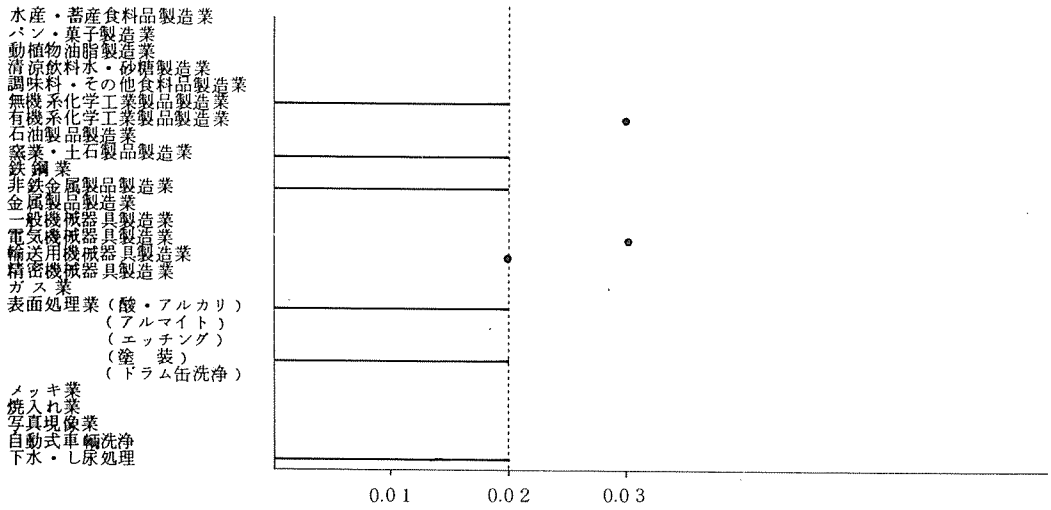


図-10 測定値の業種別95%信頼区間 (項目 Cd)

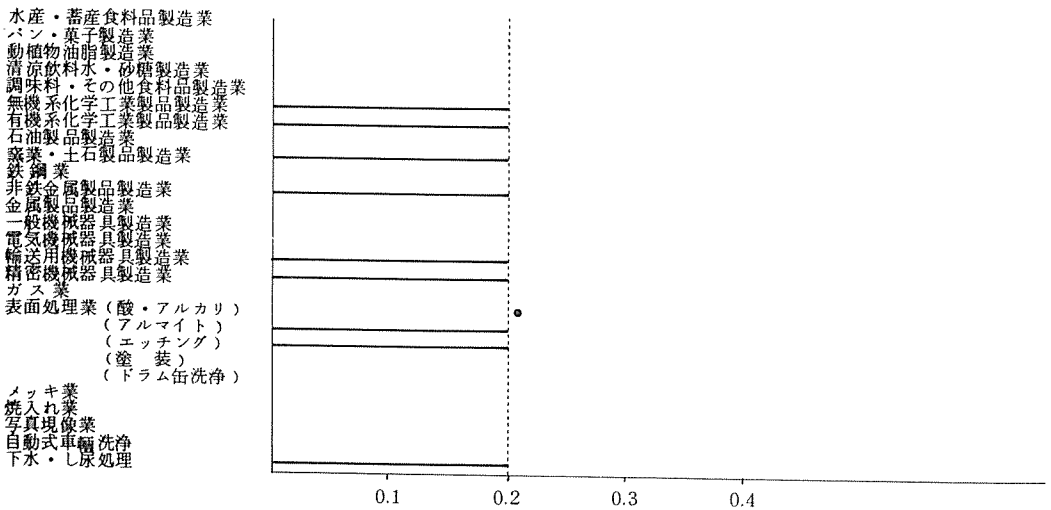


図-11 測定値の業種別95%信頼区間 (項目 Pb)

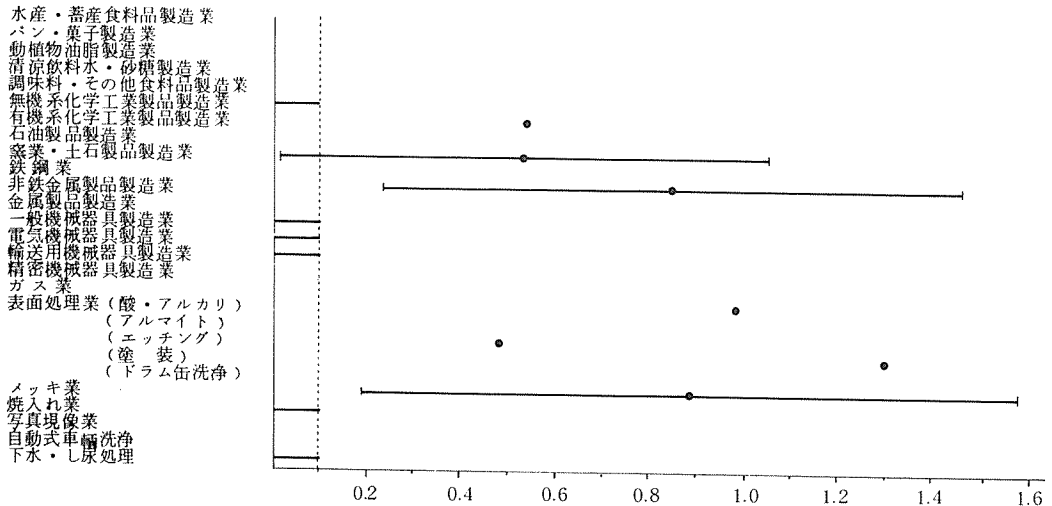


図-12 測定値の業種別95%信頼区間 (項目 Cu)

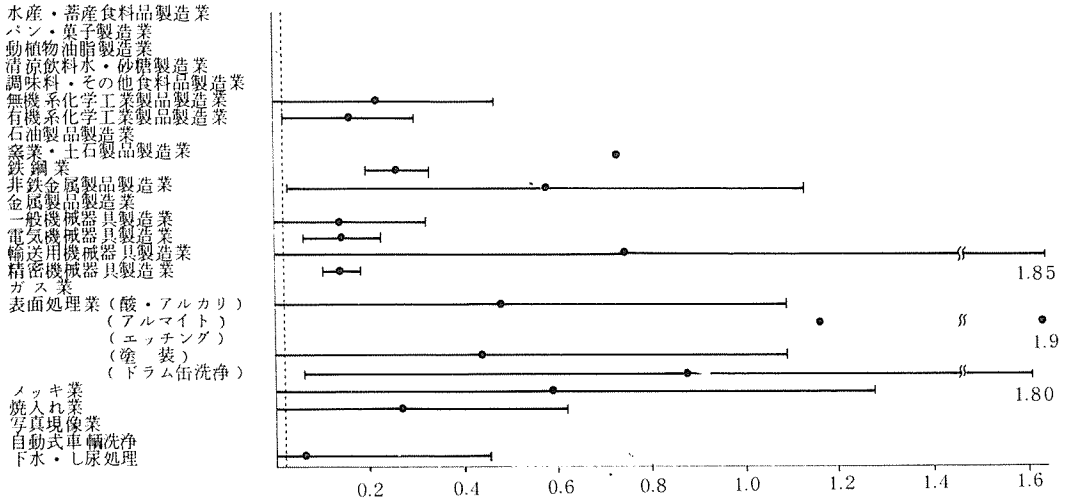


図-13 測定値の業種別95%信頼区間 (項目 Zn)

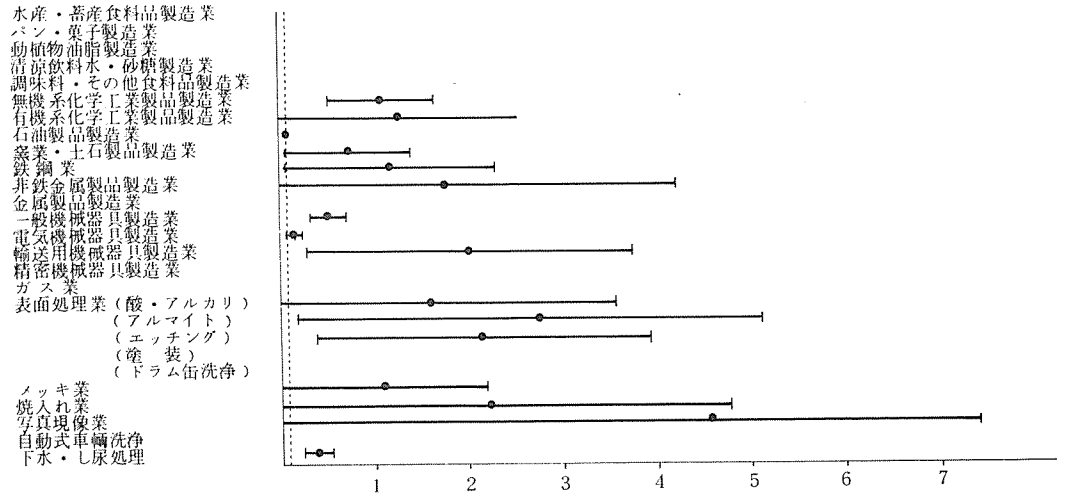


図-14 測定値の業種別95%信頼区間 (項目 Fe)

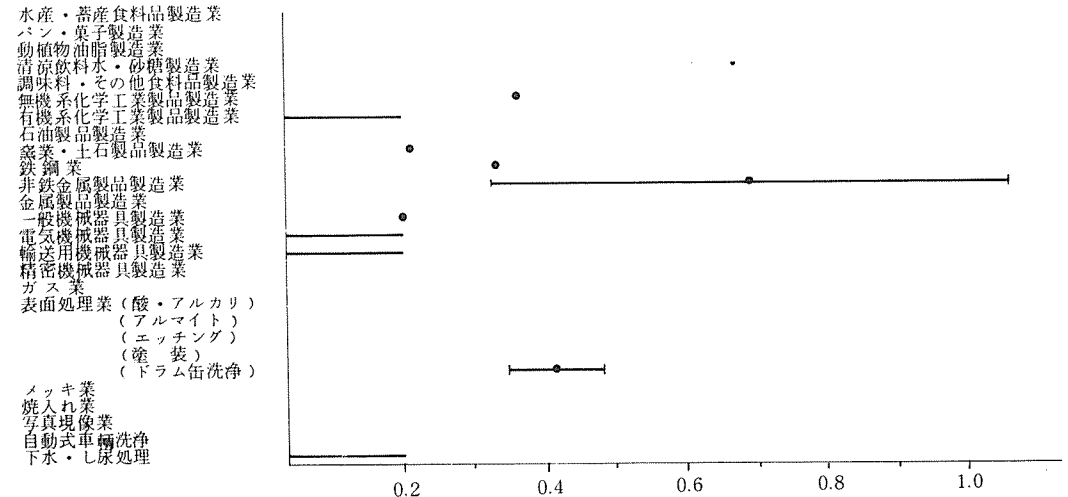
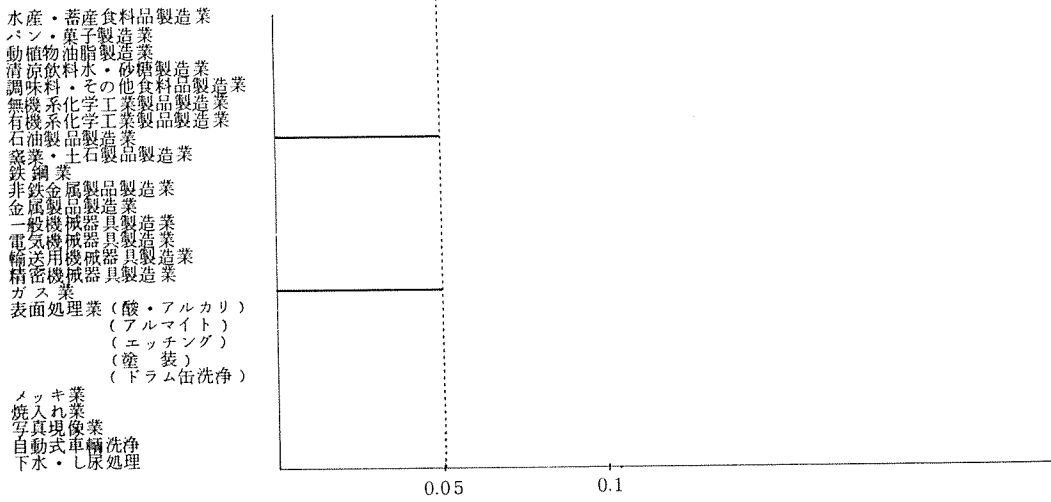
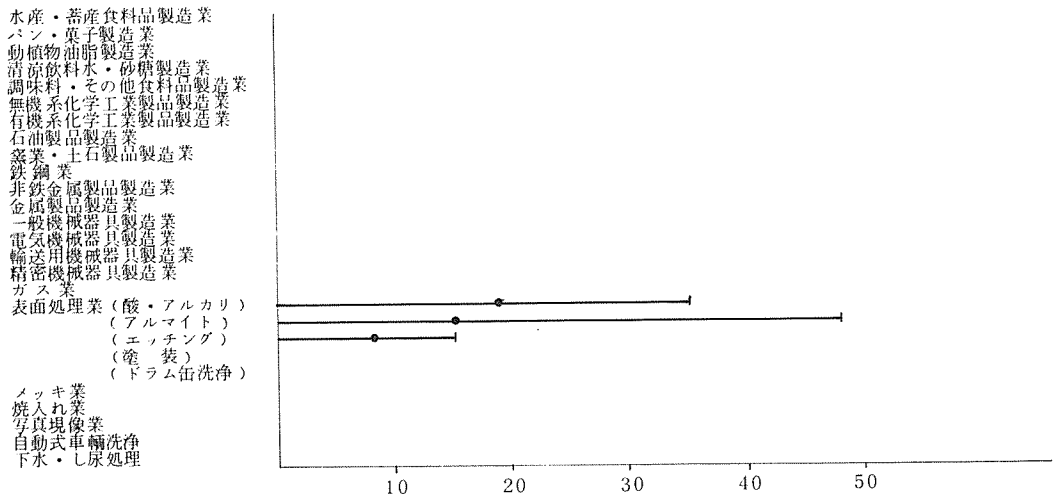


図-15 測定値の業種別95%信頼区間 (項目 Mn)





図一 19 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目フェノール類)



図一 20 測定値の業種別 95% 信頼区間 (項目 Al)



## I 鶴見川低地の地盤沈下と沖積層

Land Subsidence and Recent Deposits in the  
Tsurumi River Lowland

高井健雄\*

## 1. はじめに

横浜市の地盤沈下は、水準測量と観測井によって監視している。市内6ヶ所の観測井の地盤収縮をみると、主に地下水位低下による沖積層の収縮に起因している。<sup>1)</sup> また、水準点変動図によって沈下地域の分布をみても、市西部のM面である相模原台地<sup>2)</sup>でわずかに沈下がみられる以外はすべて沖積地で地盤沈下が生じている。

このような地盤沈下の防止対策のための研究の一つは、沖積層の力学的特性等を決め揚水等による地下水位低下で、沖積層がどれだけ収縮するかを明らかにすることである。しかし、沖積平野全体を対象とする調査に、ある点の土の性質を扱う土質工学的方法は経済的、時間的にみて困難である。そのために、沖積層をボーリング柱状図や現地調査等によって地史的な層相区分を行ない、それらの層ごとの物理、力学試験値と関連づけていかなければならない。

土の性質の区分のしかたは種々あるが、桑原は堆積物の材質に固有な性質を「一次的要因」とし、材質の構成状態または、土の歴史性に関する性質を「二次的要因」とした。<sup>4)</sup> 沖積土の一次的要因のうち粒度については、東京の沖積層では、平均粒径、分級度、対称度などの堆積構造は砂分含有量と関連し、その深度分布より5つの層に分けられるという。<sup>5)</sup> 青木らは、東京の沖積層では海況の変化によってI層(有楽町層)の粘土含有量

が深さとともに増大し、深度20mぐらいで最大になるとした。また、有明海では海水準変動にともなう海況の変化によって洶太度がかわり、歪度は堆積作用の地域性を示すとした。<sup>6)</sup> 二次的要因については、土の工学的性質にその土の受けた履歴が大きく反映している。例えば、多摩川河口部の沖積粘土とその下に埋没している洪積粘土は色調やN値からは判別しがたいが、有効上載圧と圧密降伏荷重との相関をとることによって識別できるといふ。

このように、第四紀地質学的な層相区分と土の土質工学的な特性は密接に関連している。したがって、沖積層の層相区分、堆積環境の研究によって、ある点の土質工学的なデータを、面的に広げることが可能となる。同時に、土質工学的なデータより適切な層相区分ができる。<sup>6)</sup> という。

## 2. 目 的

当研究所では、現在横浜市で地盤沈下量が比較的大きい鶴見川低地の地質構造の研究を行なっている。そのために、鶴見川低地で300本のボーリング柱状図を収集した。本報告では、比較的ボーリングの多い新羽・太尾地域の地層断面図をつくり、埋没地形と沖積層の層相形態の検討を試みた。

## 3. 方 法

\* 横浜市公害研究所地盤沈下部門

まず、鶴見川沖積地の範囲をきめるために2万の1の航空写真で、沖積地と台地・丘陵地を区分した。そして、鶴見川に直行する地層断面を3本としてみた。また、沈下状況との対応をみるため鶴見川、早淵川沖積地の昭和35～50年の水準点年間変動図で、沈下等量線の長軸線を写した。(図-1、図左下の佐江戸地域の長軸線は昭和45～50年)

#### 4. 沖積層の層相区分

鶴見川低地の沖積層の層相区分は池田が東海道新幹線沿い<sup>8)</sup>で、松田が第三京浜国道沿いに行なっている。<sup>7)</sup> 本報告では、松田の区分に準じて調査地域の層相区分をすると、この地域では下から基底礫層、上部泥層、最上部陸成層となる。東京の七号地層にあたる下部砂泥層と中部砂層はない。また、上部砂層は東海道新幹線付近では厚いが、<sup>8)</sup> 断面Iより上流ではなく、上部泥層のすぐ上に、最上部陸成層がのる。

#### 5. 各断面の特徴

##### (1) 断面I-I'

-28m (T. P. -28m, 以後同じ)と、-20mの2つの河谷底があり、基底礫層が堆積している。その上に-28m谷では、黒灰色、N値2～4、-28m谷では、暗灰色、N値6の貝殻を含まない有機質粘性土がのる。その上に上部砂層さらに最上部陸成層がのる。最上部陸成層は、旧河道堆積物と思われる砂層と有機質土と、後背湿地堆積物と思われる有機質土を含む。平坦面は右岸の-13mにある。

##### (2) 断面II-II'

河谷底が、-22mと-18mにある。-18m谷は礫を伴わない。最上部陸成層には、旧河道や後背湿地の砂層、有機質土が多い。平坦面は+2m、-7m、-10m付近にあり、右岸の-7m面は砂礫層の上に火山灰土を4mのせる。これはNo.6、7で柱状図には、暗灰緑、緑

灰のN値5～17の凝灰質粘土と記載されているものである。

##### (3) 断面III-III'

河谷底は-22mと-19mの2つある。基底礫層があるのは-22mで、2つの谷ともうすい黒灰の有機質土をのせる。最上部陸成層はNo.19、18付近で厚く6mに達する。平坦面は-7m、-10m、-16mにある。-7m面のNo.6、7は断面II-II'のと同じである。-16mの面はNo.19とNo.21が同じに見えるが、No.19は「暗灰、N値0の砂礫まじり粘土」とNo.20が「暗灰N値19のシルト混り砂で小礫点在」との記載で、共通点が少なく、ちがう可能性もある。

#### 6. 埋没地形

本谷はIIIのNo.20、IIのNo.9、10をへてIのNo.4にぬけるが、Iの谷の深さは断面II、IIIと比べると6mも深くなっており、柱状図に問題があると思われる。-22mという谷の深さは、第三京浜国道の-16mと東海道新幹線の-38mからみて納得できる値である。支谷は断面IIIのNo.18の-19mの谷は、現在の菊名駅のある谷に続くものと思われる。この谷は、断面IIではなくなっておりNo.9、10の本谷底が特に広がっているの、この付近で本谷に台流していると思われる。断面II-No.13、14の支谷は西側の谷から東-北東にでたものと思われる。断面I-No.2の現鶴見川直下の谷は、どこから続くのかわからない。

平坦面は+2m、-7m、-8～-10m、-16mにみられる。断面II-No.15、16にある+2mの面は縄文海進時の波食台と考えられる。東海道新幹線では+3mにある。-7mの平坦面は、50cmの礫層と4mの厚い火山灰土をのせており、火山灰土層の頂面は-2mある。これは第三京浜国道では-2m、東海道新幹線では-10mにある立川段丘Iとみられる。しかし、一般に鶴見川の立川段丘I面では、火山灰土層は波食によって侵食され礫層以下が残っているので、

なぜ4 mもの厚い火山灰層がのっているかは今後の検討を要する。-8 m~-10 mの面は立川段丘Ⅱが第三京浜国道で-7~-8 m, 新幹線で-11 mにあるので、立川段丘Ⅱに対比される可能性が高い。ただし、断面Ⅱ-Ⅷ8の砂礫層は、色が青灰で礫径5~6 mm; 断面ⅢのⅧ22ではシルト質砂の中に礫径20 mmの角礫が点在しN値が4など、段丘礫層としては疑問な点が多い。断面ⅢのⅧ19, 21の-16 mの平坦面は、第三京浜国道では-11 mに、東海道新幹線では-25 mの立川段丘面より下位の平坦面があるので、それと対比されるかもしれない。

## 7. 埋没地形と沈下パターン

図-1の沈下等量線の長軸線は、いわば「沈下軸」といえるものである。この図と、図-2の3つの断面図を比べると、断面Ⅲ-Ⅷ18の支谷が断面Ⅱ-Ⅷ9, 10の本谷と合流して北西にむかう谷と「沈下軸」がよく一致している。また、他の地域の「沈下軸」についてみても、綱島付近にたくさん沈下軸の重なる部分があり、これらの「沈下軸」に一致する埋没谷がある可能性もある。

## 8. 今後の課題

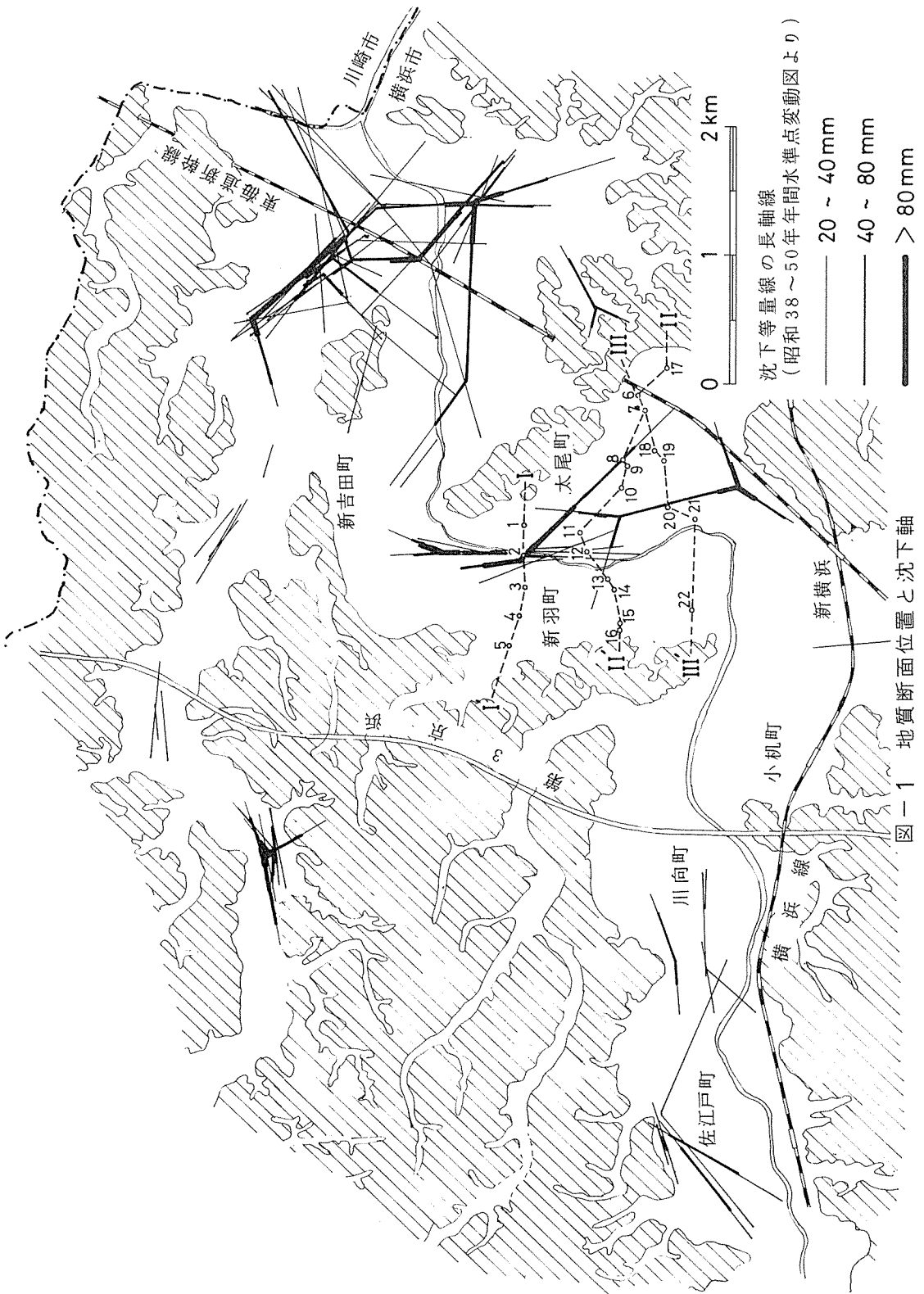
今までに収集したボーリング柱状図によって試験的に断面を書いてみたが、1本のボーリング柱状図によって平坦面、河谷底の深さ、幅などを決めてしまう場合が多く、正確な断面が描けなかった。これを改善するために、不足する部分のボーリングデータをさらに収集する必要がある。また断面は、もっと広範囲で多くとり、全体のおおまかなプロファイルを明らかにして、埋没地形面の連続性を把握しなければならない。そのようにしてとった多くの断面より地域の形成過程をよく理解しないと、沖積層基底等高線図は描けない。

複雑に入り組んだ埋没地形によって沖積層厚が場所によって大きくかわると同時に、沖積層自体の層相も変化に富んでいることが予想される。こ

のような層相の変化と土の工学的性質の変化は対応していると考えられる。そのため、地質学的層相区分と土質工学的性質の検討も並行して検討していかなければならない。

## 参 考 文 献

- 1) 横浜市公害対策局(1977): 昭和51年度地盤沈下調査報告書
- 2) 国土庁土地局(1975): 土地分類図(14), 神奈川県
- 3) 池田俊雄(1966): 沖積層地盤研究の必要性, 第四紀研究, 5, 3-4, pp. 89~91.
- 4) 桑原 徹(1966): 沖積層の土質工学的性質とその意義, 第四紀研究, 5, 3-4, 121~138.
- 5) 都土木技研(1976): 東京の「沖積層」の堆積学的性質について, 昭和50年度都土木技研年報, 221~236.
- 6) 青木滋, 柴崎達雄(1966): 海成「沖積層」の層相区分と細分問題について, 第四紀研究, 5, 3-4, 113~120.
- 7) 松田盤余(1973): 多摩川低地の沖積層と埋没地形, 地理評, 46, 5, 339~355.
- 8) 池田俊雄(1964): 東海道における沖積層の研究, 東北大理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, 60, 1-85.



沈下等量線の長軸線  
(昭和38~50年間水準点変動図より)

- 20 ~ 40 mm
- 40 ~ 80 mm
- > 80 mm

図一 1 地質断面位置と沈下軸

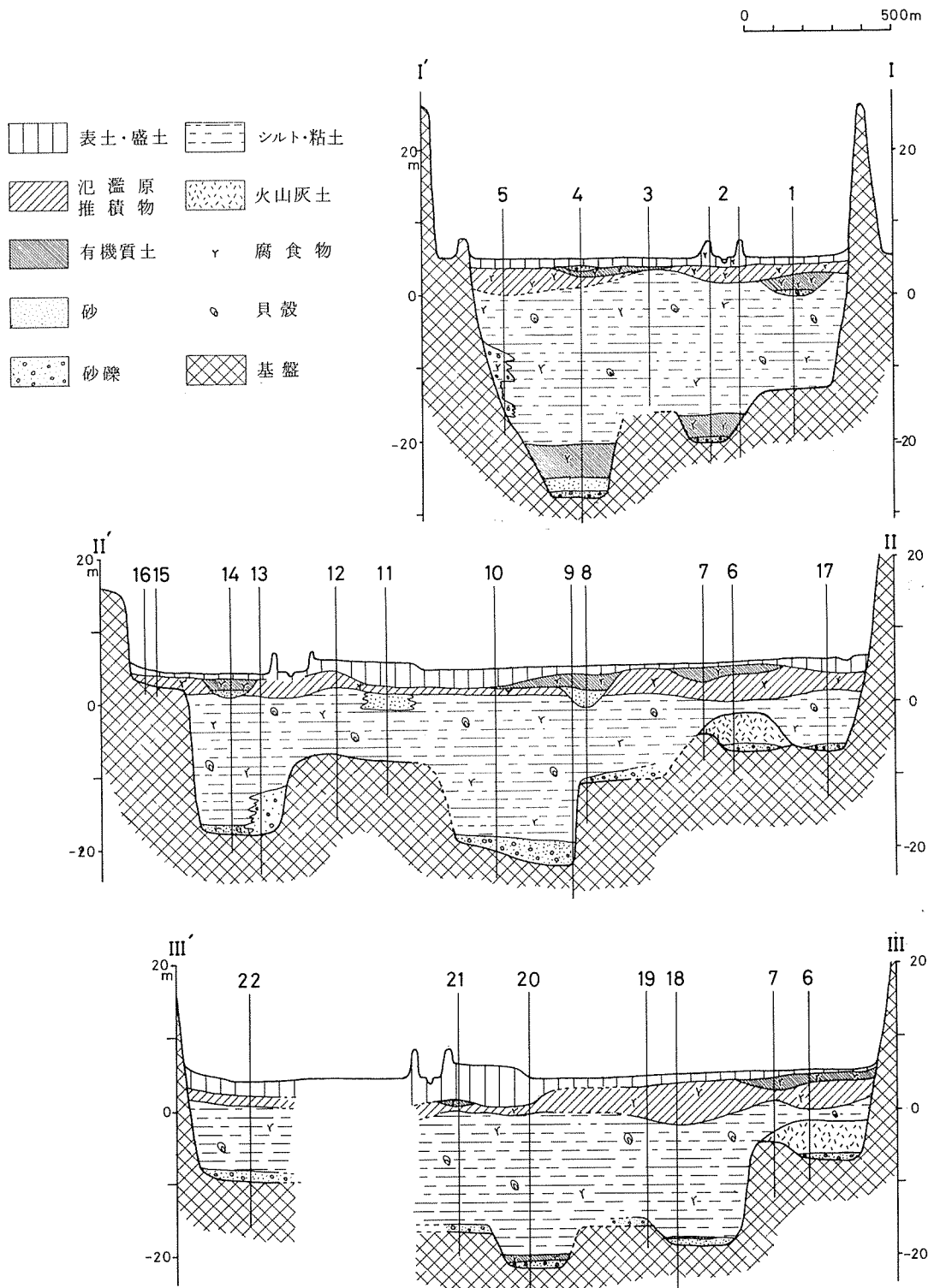


図-2 地質断面図

## I 『公害対策・横浜方式』の検討

戒 能 通 敏<sup>\*</sup>

### 1. はじめに

雑誌「世界」が、「国民生活を豊かにする」と題して、都市問題・地域問題に関する 12 の論説を連載したのは、1962～64年（昭和 37～39 年）のことであった。<sup>1)</sup> ちょうどこの時期以降、革新自治体というもの各地に誕生している。そして、公害対策が自治体行政の中で大きな比重をしめるようになった。<sup>1</sup>60 年代の後半といえば、日本経済の超高度成長が神をも恐れぬバベルの塔をさらに破局にむかってのぼりつめていった時で、「昭和 35 年から 40 年までの 5 年間のズレ……（公害に対して）出足のおそかったこと」<sup>2)</sup> を指摘する声もあったが、ともあれ、「公害行政は……ゼロから出発」<sup>3)</sup> していった。「公害対策・横浜方式」という言葉が使われるようになったのも、この頃 1964・65 年当時のことである。

本稿の意図は、この 15 年近い間に「横浜方式」がたどった道をすべてあとづけ何らかの一義的な評価を下そうとするものではなく、必ずしもない。むしろ、横浜市の公害行政が当面する課題を整理する目的で、従来の展開過程における主要な論点のいくつかを提示し、今後の総合的検討に資せんとするのみである。なお、すでに 1955～69 年における神奈川の公害問題については、横浜市立大学経済研究所により「京浜工業地帯公害年表」2 巻がまとめられている。これらに加えて、別に行政側の資料集成なども行ないたいと考えている。

### 2. 「公害対策・横浜方式」とは

用語がどの範囲までを含めてのことであるかは問題で、何時、誰が、どのような意味で使い始め

たのかも、実は余り定かでない。行政の中で自認されたものとして最も古いものの一つでは、1965 年 2 月に衛生局（公害センター）が発行したリーフレット<sup>4)</sup> に、「本市においてはいわゆるヨコハマ方式と呼ばれる契約方式で、現行法の基準以上の公害防止基準を守ることに企業体の良識に訴え、保証をとりつけている云々」とある。

主に公害防止契約（協定）というものをとりあげて「横浜方式」と称することが、比較的広く行なわれてきた。「公害と東京都」<sup>5)</sup> は、東京都が 1968 年 9 月に東京電力（株）との間でとりかわした「火力発電所の公害防止に関する覚書」についてふれた中で、「類似の形をとった公害防止協定として、1964 年 12 月に横浜市が根岸・本牧地帯における火力発電所建設に関して電源開発株式会社および東京電力株式会社との間で締結したものがあつた。この『横浜方式』とも『飛鳥田方式』ともよばれたケースにおいては、横浜市民の自発的な運動がかなり大きく盛り上がり、これが横浜市の背後からの支えになったと考えられている。この点、『東京方式』の場合には、ことがあまりに急速調に運ばれすぎたうらみなしとはしないようである。」としている。自治省の報告書<sup>6)</sup> もまた、「……昭和 39 年 12 月に……協定を公害防止に対して本格的に活用する『横浜方式』がスタートしたが、この方式は、昭和 43 年 9 月……（東京都によって）拡充され（硫黄酸化物の排出量規制を定めた内容を指すものか——引用者）、公害防止対策の有効な手段としてクローズアップされるとともに全国に普及していった。」という

のである。

ところが、当の横浜市では、行政とその周辺とから、「横浜方式」というものをもう少し広く規定し直そうとする主張もなされてきた。公害センターが発行した論文集<sup>7)</sup>の中では、「地方自治体は、公害規制についてほとんどなんの権限もっていないといってよい。このような無権利状態をうち破り、地域住民の福祉を積極的に守っていくために、自治体がどのようにして公害規制力を獲得していくかが現在問題になっている。そうした状況のもとで、横浜市は公害対策について独自の試みを行ってきた。そして、のちにそれは公害規制の一つの定式として、ジャーナリズムによって横浜方式と名づけられた。」<sup>8)</sup>と述べ、「自治体がイニシアチブをとって公害を規制していくという横浜方式」<sup>9)</sup>、「事前防止の手をうつのが横浜方式のポイント」<sup>10)</sup>、「横浜方式の拡大と進展をはかる」<sup>11)</sup>などとするものがある。理念的なものを強調することでは、「横浜市既設工業地域公害対策調査会」の報告<sup>12)</sup>が、「公害対策としての、いわゆる『横浜方式』は根岸・本牧工業地域造成を契機として、地域住民の安全、健康保持ならびに生活環境保全の要請にもとづき、〈科学技術の総合的活用〉、〈それらを中心とする関係資料の公開〉、〈関係行政・研究機関の提携強化〉の三原則によって進められてきた。わたくしどもはこの『公害対策・横浜方式』を支持する姿勢である。」としている。当局者が個人名で発表した論文では、もっとはっきりと、「本来、横浜方式は公害防止契約の締結にとどまるものではなく、事態の推移に応じて千変万化するものでなければならない」<sup>13)</sup>というのである。

公害対策技術同友会発行の「公害および労働災害年表」<sup>14)</sup>が、1964年の項で「横浜市公害センター発足。(いわゆる『横浜方式』のはじまり。すなわち、公開の原則、事前調査、生活環境基準など。)」としたのも、このような区々の論議を反映しているのであろうか。「有名な『横浜方式』

といわれる『公害対策路線』に共通する基本的態度」<sup>15)</sup>を激しく批難される宮崎省吾氏は、「公害防止協定づくり」<sup>16)</sup>を「横浜方式」の一属性あるいは特徴と考えておられるようである。

さて、地名を冠して「～方式」と称するものとしては、1958・59年頃に、教員の勤務評定に関して「神奈川方式」ということがいわれたのを思い浮べることもできよう。この「方式」もまた、ことを何らか修正するもの(ヴァリエーション)として登場し、かつ一定の積極的評価とともに、限界が指摘されていたものであった。それにしても、あえて「横浜方式」というような呼称が続けられてきたことには、自治体が公害防止契約の形式を採用したという目新しさ(住民と工場との間では、1950年高知パルプに関する公害防止協定がある。)以外にも、二つの大きな理由が考えられるのである。

第一に、横浜市の公害行政そのものに、やはり多少の独自性があり、注目に値する点があったのではないか。「三割自治下の現状において、自治体が苦肉の策として案出したのが、横浜方式である。」<sup>17)</sup>というのだが、他の資料<sup>18)</sup>のうちでは、横浜市の公害行政イコール横浜方式というに近い言い方もなされているのである。それでは一体、その時々々の公害政策はどのようなものであるとされ、そして現実には何が残されてきたのであるか、問われるところであろう。

第二に、解きがたい対立・矛盾を解決する可能性、ないしはせめてその期待を表現する意味があったのではないか。1964年11月の「朝日ジャーナル」は、「自治体は公害を防げないか——横浜市根岸コンビナートの新しい試み」を掲げたが、これによると、「横浜市は、根岸コンビナートの発電所建設を“突破口”として、国と企業とに強力に働きかけ、公害のないコンビナート建設に意欲をもやしている。市町村は、その気にさえなれば、公害を防ぐのに、決して非力ではない。新産都市、工業整備特別地域など、工業建設をひかえ

る地方自治体にとって、それは大きな教訓を残している。」<sup>19)</sup>(傍点引用者)とされ、また「四日市ではドブへ捨てられ、三島・沼津で宙へとんだ人間のチエを、アスカダの横浜で回復できるかどうか」<sup>20)</sup>と、この調和的な期待を述べている。「横浜方式」は、果してどのような役割を担ってきたのであったか。

以下、節をあらため、経過に沿って少しくこれらの点を探ってみることとする。

### 3. 横浜市 of 公害行政の展開と「横浜方式」

#### ① 1963年以前

すでに、1952年3月から「神奈川県事業場公害防止条例」が施行され(東京都、大阪府に次ぐもの)、1953年には拡声放送などを制限する「横浜市騒音防止条例」が登場(取締りは警察が担当)している。しかし前者は、知事が事業場公害審査委員会に諮問して除害を必要かつ適切と認めたもののみを「公害」とし(第2条)、「公害」が生じたときの行政措置を定める(第4条)程度のもので、市町村は書類の経由のみを分担した。この当時、鶴見区鶴見町で鋳物銃専用高炉の建設をめぐる争いがあった。1954年朝日製鉄高炉設置反対期成同盟が発足、陳情や区民大会をくりかえし、会社側は県条例に基づく事前調査を県に依頼、曲折があったが、結局1956年になって、同社と期成同盟と県との間で、(市は立会い)、1957年から2カ年に限り操業を認める旨の覚書がかわされた。しかし、その約束は守られず、20年後の今日になってなお懸案とされている。この問題は、複雑な背景を有するのであるが、有効な対処が行なわれなかった一つの事例を示すものともなっている。1951年以前から、米軍関係者の間で「横浜ぜんそく」というものが知られるようになったが、県や市が対策に乗り出したという記録はない。

むしろこの時期、市政の主な関心は「重化学工

業の振興」<sup>21)</sup>「完備した港湾を有する工業都市としての確立に基盤を置かなければならない事は必然であり、このことは本市の多年の宿願でもあった」<sup>22)</sup>という言葉に象徴されるようなものだったのであろう。1946年当時、港湾施設の90%、全市街地面積の27%が接収され、「接収解除運動が実を結んだのは昭和30年(1955年)になってからのことであり、それだけ横浜における経済活動の復興がおくれていた。」<sup>23)</sup>

1957年3月に発表された「横浜国際港都建設総合基幹計画書」は、当時約120万人の人口が1990年において250万人まで増加すると予想し、「現市街地周辺の広大な農地を近代的農耕地帯として保持」<sup>24)</sup>する等としながらも、やはり「臨海工業地帯造成計画」を中心に組み立てられている。すなわち、「……現横浜港湾内においては既存工業地帯に連続した最適の埋立地として鶴見区大黒町地先海面213,490坪と中区本牧町地先海面363,000坪並びに鶴見区鶴見川左岸46,310坪の埋立を行い、商工業港湾用地としての造成を図ると共に、更に根岸湾を第2工業港湾として航路浚渫による土砂により中區間門町、磯子区根岸町地先海面526,060坪並びに磯子区磯子町杉田町地先海面990,360坪、計1,516,420坪の埋立を行い、合計2,139,220坪の臨海工業地帯を造成し、これに主として近代重化学工業を誘致し、港湾及び工業都市としての横浜市百年の基礎を計画しておくことが必要」<sup>25)</sup>というものである。そして、「根岸湾工業地帯埋立と本牧町地先埋立による臨海工業地帯造成計画について…併せ計画されることが必要条件」のものとして、「イ.現在の国鉄桜木町線を延長し、桜木町大船間貨客線の新設をすること」「ロ.電力及び工業用水の供給、工業排水の設備のこと」<sup>26)</sup>をあげている。この埋立計画は拡張しつつ進行し、1961年大黒町地先24万坪余(80万㎡)の埋立地が竣工、東京電力、新亜細亜石油、日東化学、大洋漁業などが誘致され、1963年3月の「横浜国際



港都建設総合基幹計画(改訂案)では、「根岸湾1,833千坪,金沢地先2,200千坪,本牧ふ頭関連用地961千坪,計4,994千坪」という計画(金沢地先を除いては当時施工中)が示された。

一方,1957年頃から経済局産業振興課を窓口にして,工場適地紹介のパンフレットを発行する等,「工業生産の拡充発展」<sup>27)</sup>を求めてきたが,1960年には「横浜市工場誘致条例」が施行され,「(事業者が)当該工場の操業のために必要とする道路,水道,下水道または排水路等の整備工事を施行した場合において,本市がその整備工事費の一部を負担する」(第3条)ことになった。なお,この条例は「横浜市大黒町地先臨海工業用地に係る固定資産税の免除に関する条例」(1955年)及び「横浜市根岸湾臨海工業用地にかかる固定資産税の免除に関する条例」(1959年)を適用される者については,適用しない,とのことであった。

このような急の工業振興策に対して,公害対策は無きに等しく,わずかに次のようなことをあげられる程度である。

- 1956年8月 デポジット・ゲージ法による降下ばいじんの測定開始
- 1958年9月 二酸化鉛法による硫黄酸化物の測定開始
- 1960年12月 市長の諮問機関として「横浜市公害対策委員会」を設置,庁内に「横浜市公害対策連絡会議」を設置
- 1961年5月 神奈川県事業場公害防止条例の改正により,一部事務が委任され,以後苦情処理に取りくむ。
- 1961年6月 衛生局公衆衛生課に公害担当の技術者を配置
- 1962年7月 衛生局が浮遊ばいじん濃度と学童の健康状態を調査(～8月)

この時期にも,事態の深刻な結果を予測した人

々が居た。1960年4月,磯子区医師会から「根岸湾臨海工業地帯造成事業に伴い発生する公害を防止する施策に関する陳情書」<sup>28)</sup>が市長に提出されたのである。横浜市医師会による鶴見,神奈川地区の「環境性呼吸器疾患」の予備調査をふまえ,1930年ベルギー国ミューズバレー,1948年米国ピッツバーグ,1952年英国ロンドンに於けるような激しい大気汚染,スモッグ事件発生の恐れなしとしない,というのであった。しかし,同12月の市の回答は,進出を予定している各社から「善処」「努力」「なるべく貴意に副うよう配慮」「公害を発生する事項は少ない」「特に留意」等の表明があったとし,「県条例が効果的に実施されることを期待し……本市も資料を県に提供する等の方法により協力」「現行の法令の規制により,その効果を期待」「充分指導監督するよう(県に)申し入れを行う」「新たに設ける制度(公害対策委員会のことか?)を活用」するという内容だったのである。そして,この陳情書にしてからが,「日本経済自立達成の為,臨海工業地帯造成の必要性に就いては異論の無い所でありますが……」と,当時の一般的な風潮を物語っているのであった。1962年12月に磯子区保健指導委員会が同趣旨の陳情をするが,やはり無視同然の扱いを受けている。同保健指導委員会も「双手をあげて賛意を表し協力を惜しまない」というように,根岸湾工業地帯の造成そのものを否定する組織的な動きは,ついに生まれることがなかった。

## (2) 根岸・本牧工業地域の公害対策

1963年以降のくわしい経過については,すでにくりかえし明らかにされてきている。<sup>29)</sup>中区磯子区環境衛生保全協議会を中心とする住民運動の取りくみについては,同協議会の記録<sup>30)</sup>が刊行されている。また,電源開発(株),日本石油精製(株),東京瓦斯(株)などの各社も公害防止契約の締結経過に関する資料集を残しており,その他,大気汚染や気象条件に関する調査報告,磯子区医師会による健康調査報告等,資料が最も豊富な時期

である。

ここでは、これらの要約ということはずに、特徴的なことだけを示しておきたい。

1963年横浜市会第3回定例会（9月18日～26日）は、新市長飛鳥田一雄が「市政への考え方について」はじめて公けに見解を表明したのであったが、「子供を大切に市政」「だれでも住みたくなる都市づくり」などを約束したうえで、公害対策については質問に答えるかたちでふれられている。すなわち、（9月21日、関音三議員に対して）「……工業化ということは非常に重要であります。しかし……工業化をいそぐのあまりそこに焦点が行き過ぎて市民の生活環境それ自身に対しての配慮というものがときに欠けたきらいがないとしない。……私は工業化を推し進めるということに何ら不満はありません。しかしそれとバランスをとってそれと見合う形で市民生活を守る、市民の生活環境を守ることがまず行なわれなければならぬと考えておりますので、単なる工業基盤強化政策にしかすぎないと批評されがちなの（国際港都）総合基幹計画についても市民生活を十分に配慮をした総合的な町づくりに変えていかなければならない。」、（同日、大久保英太郎議員に対して）「（国際港都総合基幹計画について）……いままでのものは工業基盤の整備を中心とした土木計画ではないだろうか。これを市民の生活環境整備による福祉計画を中心としたものに組み直していこう。したがってこの場合第1部が福祉計画、第2部が産業基盤の整備というような構成を考えてみたい。そうすることによっていままでの作業を生かしながらおかつゆがみのない都市づくりになっていくだろう。（傍点引用者）」「……埋め立て事業については少なくとも現在私たちが持っている計画、根岸、磯子湾を埋め立て、さらに本牧を埋め立て、そして富岡の海域を埋めるということまで大体決定をいたしているようでありますので……扇島の埋め立てを含めて大体これで臨海工業地帯の造成は終

わるべきではないだろうか。」「公害対策というのは子供を大切にしていって市政という非常に大きな体系的な将来への方向というよりはもう私たちが毎日鼻の先にぶつかっている当面の問題じゃないだろうか。……すなわち公害問題はあすと言わずきょうから取り扱いたい。……しかし理論的には子供を大切に市政の中で扱うべきであったかもしれない。」ということであった。<sup>31)</sup> 要すれば、多少の「政治的配慮」があったのにもせよ、従来の「工業化」政策そのものを変更するというよりは、公害対策を追加、補足として実施する趣旨であると説明されていた。

翌1964年4月になって、日本石油精製(株)根岸製油所が操業を開始するや、前年来の住民運動は一層活発にくりひろげられていったこと、発足したばかりの公害係を中心に大気汚染の予測調査が行なわれたこと、根岸湾埋立地進出企業や国の「監督官庁」との間で精力的な折衝が重ねられたこと、そして1961年に締結された東京電力(株)との間の埋立地売買契約書中の一条項を手がかりとして、1964年12月に公害防止契約書第1号が取りかわされたことなどについては、先に述べた諸資料にゆずり、ここでくりかえさない。

この当時横浜市の立場を理論的に支えた「根岸・本牧地区公害問題調査グループ」の報告に関連したことのみ、簡単にふれる。野口雄一郎、山本幹夫、清水嘉治、桜井毅の各氏に意見を求めるにあたって、市は衛生局公害係の手になる公害白書を提出している。同書は、「少なくとも新たに造成される工業地帯において『四日市』の二の舞を踏むことは許されないと考える。本編は……本市における公害の実態及び施策の状況を把握することによってその成果と欠陥を明らかにし、併せて可能な限り本牧、根岸工業地域の公害の予測を行ない、今後の対策の基礎資料を提供することを目的として作成した」<sup>32)</sup>とし、「将来の横浜市の大気は現状のまま推移するならば全市にわたって現在における川崎鶴見方面の既成臨海工業地区と同

様の汚染にさらされ、<sup>33)</sup> ……全市的に住民の肺機能が障害されることは明らかである。<sup>34)</sup>」というものであった。これを受けた前記調査グループは、よく知られている「公害対策に関する(9項目の)提言」(後述)に先立ち、次のように指摘する。「……根岸・本牧工業地帯の計画は、住宅地区・商業地区・風致地区に密接して工業地帯を造成するという危険な計画であるにもかかわらず、かならずしも十分な調査と慎重な企画と配慮のもとにすすめられたものではなかった。それは当時の所得倍増計画の影響もあって、生産中心主義であった。地域住民の生活や福祉との調和にたいしては、十分なる配慮がなされなかった。……慎重な配慮と確固なる見通しを欠いた結果として市当局は工場の行動を規制する手段をほとんど失い、進出企業が地域住民に与える影響を、防止あるいは転換させることは困難になっている。現在の市当局の手には……法的に有効な規制手段は何も残されていないといってよい。市当局としては、企業の良心に期待をかけるより外には、有効な手段はないといわなければならない。しかも……国の公害対策は……地域住民にたいして、まったく誠意を欠いたものである。……横浜市が真剣に公害問題ととりくむ場合に同時に、国の公害行政といかにとりくむかという困難な課題に直面しなければならない。」<sup>35)</sup> (傍点引用者)「そもそも根岸・本牧地区は横浜市における市民の憩いの場であった。それを工業化するのが間違いなのである。<sup>36)</sup>」「公害問題の根本的対策は、もともと本牧・根岸湾の埋立造成、ならびに進出企業とくに公害問題を発生する石油精製や火力発電関係会社の進出を防止することから始めなければならなかったのである。だが、当時、大多数の地元民は、こうした巨大企業の進出計画について少しも知らされていなかった。むしろ旧市政が、市民を無視して、一方的な工場誘致を強行したところに、公害発生の出発点があったのである。公害防止市民運動は、根本的には旧市政の工場誘致政策の批判から始め

るべきであった。だが今日、巨大企業の一部が操業を開始している以上、公害防止運動は、厳しい公害を発生する可能性の多い企業監視をすることが大切である。」<sup>37)</sup>「『大企業歓迎 公害はご免』という矛盾した感情は、この際猛省し、新たな次元で、公害防止運動が必要であろう。とにかく事態は急速に進んでいる。……強力な市民運動を推進力にすることが必要である。」<sup>38)</sup>

そして、「現在横浜市当局が法的に有効な規制手段を失っているという現実を卒直に認めた上で、なお市当局としての努力の方向を明らかにしたものの」として、以下の提言が示される。<sup>39)</sup> ①市当局は、工業立地計画・都市計画を再検討する必要がある、②火力発電所の立地を変更することが必要である、③公害に対する観測網を整備強化すること、④住民の健康管理体制を強化し、緊急施設を設置すること、⑤市独自の公害防止基準を設定し、行政指導を強化すること、⑥横浜市の公害対策行政機構を強化する必要がある、⑦公害の基礎的及び応用的研究を充実するために、公害研究所を設置することが望ましい、⑧市当局は、国の公害対策に対して、積極的に発言すべきである、⑨市当局は公害問題に対して〈公開の原則〉を堅持すべきである、というのである。

庄司光、宮本憲一両氏による「恐るべき公害」(岩波新書)が刊行されたのは1964年4月のことであった。同書でも大きくとりあげられた四日市コンビナートの公害の実態が、当時の横浜市と横浜市民とに決定的な影響をもたらしたと推察される。ほとんどすべての資料が、四日市の再現への不安を表明している。一方、企業の側にとっては、この年三島・沼津でおこったことが多大の意味をもっていたはずである。「当時、三島沼津において公害問題が粉砕したために、政府の調査団は工業立地を可とするという結論を出したのに、企業体は進出を断念するということがあった。そのために、根岸進出企業体においても、地元横浜市当局の同意をとりつけ、地元住民に対しては、

市当局の責任で理解させてもらう方が賢明であると考えたようである。」<sup>40)</sup> 宇井純氏もこのことを「この事件(三島・沼津コンビナート反対運動の成功)が企業と政府に与えた衝撃は大きいものであった。このままでは今後の工業立地に重大な支障をもたらすという危機感は、さすがにこれまで企業保護の空気になれ切っていた財界にもある程度滲透した。」<sup>41)</sup>と述べている。

もし、「公害対策・横浜方式」の発案を、市の公害白書作成(1964年6月30日)と学者グループの提言発表(同年7月15日)との時点におくとすれば、それは上記のような特殊の背景下で、すでに形成されつつあった巨大工業地域に対して、公害(主に大気汚染)を軽減する「あの手この手」を自治体行政の力でくり出していった過程として、その限度内でとらえるべきものと思う。当初から「公害のないコンビナート建設」を意図する新しい「地域開発の方式」が、「横浜方式」として創出されたというわけではなかったはずである。しかし、当時としての積極性がこのような誤解を招いたこともあったのであろう。因みに、野口雄一郎氏は、電源開発(株)との公害防止契約締結に至る経過を述べた中で、「プラスの評価」の一つとして、「少なくとも国に対する自治体の態度の前例として今後に大きく作用するだろうこと」<sup>42)</sup>をあげたが、単純に「プラス」となし得るか否か、疑問がないわけではない。

### (3) 既設工業地域への対処、扇島問題

公害センター(1964年12月1日)を中心として行政機構の整備がすすめられていった。根岸本牧地区については、各社の増設の機会に公害防止契約が結ばれた。大気汚染を中心に観測網が整えられた。1966年大気汚染集中監視装置を導入、同時に市独自の大気汚染注意報制度を定めた。

1964年から「中小企業公害除去設備資金助成要綱」を施行した。1966年には「自動車排気ガス浄化装置設備普及運動」を推進、設備資金助成要綱を定めた。この時期、行政の取りくみのほとん

どは、1964年に発足した「横浜市公害対策協議会(委員30名、専門委員として北川徹三、宍戸昌夫両氏らを含む。)」の議を経てすすめられた。また、1964年10月の助役依命通達により、「(各局の)公害に関係する起案文書は、衛生局長(公衆衛生課、のちに公害センター)に合議する」ものとされた。なお、ここに列記したことのうち、自動車排気ガス浄化装置の普及は、1968年まで続けられ、実績としては余り大きなものを残さなかったようであるが、「……自動車の普及による排気ガスは、いまや都市公害の元兇とまでいわれるにいたっている。……横浜市が試みているように自治体もやればやれる。この新しい公害問題に対して、自治体は敢然と挑戦すべきである。」<sup>43)</sup>と述べて、高く評価する意見もある。

1966年5月、石油廃物の海上漂流に起因して首都圏一帯にメルナブタン臭が流れたことから、同年7月、悪臭公害防止運動が展開された。鶴見・神奈川両区の悪臭パトロールが、学者・市民をまじえて実施され、県下の関係市に対する呼びかけ、国への要望などが行なわれた。<sup>44)</sup>

1968年には、「公害相談員制度」というものがつくられ、9名の相談員が委嘱されている。「市当局の求めに応じて助言、提言、意見などを寄せる」とされ、神戸市の公害紛争あっせん員に倣うものでもあったようだが、1970年3月に報告書<sup>45)</sup>を出した後は、動きが見られない。「横浜方式」にとって、第三者の「あっせん」などは、むしろ迂遠なものだったためであろうか。

前後して1967年7月、横浜都市科学研究グループ5名の学者(野口雄一郎、緒形昭義、山賀岑朗、森口実、桜井毅の各氏)が「横浜市の工業化進展にともなう公害災害の諸問題について(根岸本牧工業地帯を中心として)」<sup>46)</sup>の提言を寄せた。「横浜市の生活環境の現状は、前回調査を行なった昭和39年にくらべると、その後における市当局の公害に対する真剣な努力と適切な措置にも拘らず、必ずしも改善の跡が著しいとは考えら

れず、一部については悪化の傾向を辿っている」として、「1. 市は独自の生活環境基準を公表し、規制方式を確定公開する必要がある、2. 市は公害測定体制の合理化を図るとともに、広域的な測定監視体制を整備することが必要である、3. 市は周辺市街地の安全を確保するために工業地域を有効に遮断するための方法を立案し、防災計画を周知させるよう努力すべきである、4. 市は公害・災害防止のための発言力を確保するために、公害・災害防止地域を設定する必要がある、5. 市は公害対策行政機構の一層の充実をはかるとともに、都市科学研究所を設置する必要がある、6. 市は中小企業にたいし、融資や団地化などによって公害災害防止施設の協同化を推進する必要がある、7. 市は排気ガス及び騒音対策としての自動車交通の規制等について、本格的に取り組む必要がある、8. 市は公害問題の複雑多様化にともない、無視された要素の解明に努めなければならない、9. 市は市民の安全を守るためには、生産・輸送規模の巨大化を規制する必要がある、10. 市は『公開の原則』を国に要求すべきである、11. 市はLNG利用工場設置の問題については慎重な配慮が必要である、12. 市は原子力船定係港の建設については、その立地条件および汚染事故の性格等を考慮し、厳密な検討を加える必要がある。」というものであった。このうち第12項に関しては、別に原子力問題の専門家(服部学氏ら)の意見もあり、日本原子力船開発事業団に対して、根岸湾へ地区を「むつ」の母港とする「貴意にそえません」との回答をした(同月)。この提言により、根岸・本牧地区の対策は、ほぼ方向が定まったと見てよい。LNG専焼の東京電力榑南横浜火力発電所、東京瓦斯榑根岸工場のLNG基地に関する公害防止契約が、この月締結されている。しかし、都市問題への対処を示唆する点については、容易に具体化しがたい部分を残し、本質的な点にふれるたびに「それはそれとして」とすることが多くなる。

同年、市および住民がかねて国に強く要求してきた「川崎横浜地区産業公害総合調査」が実現した(通産省、神奈川県、川崎市、横浜市による)。しかし、「その結果については、(通産省に)再三照会しても調査未了ということで回答がなく、本年(1969年)2月14日突然公表をした。<sup>48)</sup>」この、通産省による発表<sup>48)</sup>は、一方的であるとともに非常にゆるやかな内容のもので、「調査対象85工場平均で47年(1972年)について予測された(亜硫酸ガスの)汚染濃度に対しおおむね3~4割その着地濃度の改善を図ることを期待している。」というものであった。これに対して市は、閣議決定をみたばかりの環境基準(硫黄酸化物)は3年ぐらいで達成したい(国は既成工業地域について10年以内を目途とする。)とし、あわせて基礎資料の提供・公開を要請した。通産省は「企業秘密」を理由にこれを拒み続け、事態が公けになった後はじめてその一部を市に提供した。

前年、公害対策協議会の答申に「市当局は鶴見神奈川臨海地区の既設工場の公害対策を年次計画を作って着実に推進すべきである。」とあったことにもより、この年「横浜市既設工業地域公害対策調査会」が発足した(武藤暢夫、大森薫、緒形昭義、栗原操、小林義隆、高橋輝一郎、田中武、森口実の各氏)。1970年2月、同調査会は35工場の調査をふまえた提言を示した。<sup>49)</sup>

「1. 市は、対象地域の公害対策を実施する場合、広域対策との関連を考慮するとともに、京浜工業地帯の長期的展望の視点をもふまえて、対象工場の施設の更新、移設、分散を積極的に誘導し、すみやかに公害発生源そのものを消滅、除去するよう努めるべきである。

2. 市は、対象地域をふくむ全市の公害対策について基本構想を樹立し、その一環として対象工場の診断、助言、指導等を適切に行ないうるような総合的機構を特設すべきである。

3. 市は、国に対して対象地域の公害対策を具体的に提示し、その線にそって法制上の措置を進め、

財政援助等を強化拡大するよう強く要請するべきである。

4. 市は、隣接する関係行政機関および研究機関との広域的な観点からの連係を行ない、共同の監視測定、共同調査ならびに相互協調性のある施策をすみやかに実行するべきである。
5. 市は、対象地域内の空間を合理的に利用するという観点に立ってそのビジョンを確立し、一方各汚染源の生活環境汚染に対する影響の程度を明確化して、対象工場にそれぞれ社会的な責任を自覚させるよう指導すべきである。
6. 市は、対象地域の 대기汚染源を海岸線にそって地帯別にグループ化する構想を検討し、環境汚染監視体制を強化するとともに、この発生源グループの汚染濃度の監視およびその公示体制を確立すべきである。
7. 市は、対象地域についての 대기利用計画にもとづき、企業の協力を得やすくする方策を樹立するとともに時限的汚染源対策構想（汚染削減計画）を公表し、積極的にその目標達成の有無、可能性をチェックする等必要な指導を行なうとともに、企業の努力を正しく評価しうる体制を確立するべきである。
8. 市は、対象地域の沿岸の水質汚濁が、これ以上進行しないように下水道計画および廃棄物対策を進め、かつ、国に対してこの水域を水質保全上の指定水域とするよう要請するとともに、市独自の立場から強力に具体的な措置を講ずるべきである。
9. 市は、国および関係行政機関と協力して、広域的な水質汚濁防止計画の樹立を急ぐべきである。
10. 市は、環境汚染源を都市廃棄物総体として把握しとりわけ、対象地域における産業廃棄物の質量およびその移動、再利用、処理、処分等の実態を究明し合理的な処理体制を確立するよう努力するべきである。」

通産省の「総合調査」が、硫酸化物による大気汚染についてのみのものであったのに比し、この調査は、不十分なから「立地／大気汚染／排水

と廃棄物」をカバーしている。以来、この地域の主要工場についての行政指導が進展していった。

往時大きな力を発揮した住民運動については、「……市の配慮に対して住民は、ようやく信頼感をもって、公害反対の旗はおろさないが、しばらく事態を静観しようという態度になっていった。」<sup>50)</sup>あるいは「公害測定値や調査結果の公開の原則が横浜市当局や新設大手工場で守られているので、工場新設反対の矛をおさめて静観しているのが実情」<sup>51)</sup>とされた。事実、1969年3月中区磯子区環境衛生保全協議会が通産大臣あて、産業公害総合調査の基礎資料を県・市に示すよう要請したことが目に着く程度である。

やはり1969年3月のこと、「最近の新鋭製鉄所に比して生産性が劣るほか、公害対策面等種々の問題を生じて」いるとして、日本鋼管扇島移転の正式な申入れがあった（約550㎡の埋立造成）。翌1970年9月に神奈川県、川崎市、横浜市の三者と同社との間で硫酸化物対策を主体とする公害対策の大綱妥結をみるまでの経過を示すものとして、「調査季報」所収の行政資料<sup>52)</sup>があげられる。横浜市長の提唱で、1969年7月、県、川崎、横浜三者の首脳が会合し（運輸省二港建局長も出席）、「①日本鋼管の扇島埋立は、公害を防除するためには止むを得ないのではないかと思われるが、なお公害、跡地利用等条件について充分今後検討を加えて結論を出す。②上の目的のため県、両市三者の『扇島埋立対策協議会』をつくり、条件等を煮つめる予定である。③さらに将来の大きな問題として、京浜工業地帯の全体を考えるために、三者のほか『二港建』も加えて『京浜工業地帯長期展望研究会』を発足させる。」との確認をしたことから事態は展開していく（当日横浜市は「京浜工業地帯の展望と問題点」と題する資料を提出している。）。この会合について、前掲の行政資料は、「……第1項の結論は『埋立を認めたと誤解されるむきもあったが、これは、あくまでも、公害防除として必要にして十分な内容、

(152)

条件をそなえた時のことであり、この条件を充たさない限り、埋立は認められないとの態度である。<sup>53)</sup>と説明している。その後、同協議会は、横浜市の主張を容れて「(根岸、磯子等の工業地帯で、いわゆる横浜方式として要求してきた)亜硫酸ガス複合着地濃度0.01 ppm」<sup>54)</sup>を申入れることにした。この目標をめぐる1年有余の厳しい折衝が続けられたのである。1970年5月には、京浜地区21の団体が「京浜に青空をとり戻す会」を結成、対策協議会の後押しをして5年前の中区磯子区に匹敵する運動を開始した。その要求により、8月の対策協議会は従来の非公開を改め、新聞記者に限ってではあったが、公開されることになった。日本鋼管(株)と三者との公害防止協定は1970年12月に調印された。なお、「京浜工業地帯長期展望研究会」については、「十分活動することなく、大局的広域的長期的な展望をふまえての議論が十分できなかった」<sup>55)</sup>という。また、この協定はその後数次の改定を経てきているが、以前ほど盛んな運動を背景に多くの注目を集めて交渉が進むということは、なかったようである。「青空の会」も「静観」を続けているものであろうか。

「鉄は国家なり」というならば、「公害対策・横浜方式」は、その鉄にも一矢を報いたと評価される。ただ、もとよりこのような巨大発生源の公害対策は、今後なお多くの課題を残すものであること、いうまでもない。

#### (4) 新貨物線問題

1966年4月、国鉄当局が第三次計画の一環として東海道新貨物線敷設計画を発表した。品川-平塚間既設の貨物専用線は、客用に転用する、というのである。横浜市内においては、現在線に併行させることが困難なので、鶴見、神奈川、港北、保土ヶ谷、戸塚の各区を経由する貨物専用の別線(13.7 Km)を、1971年10月までに敷設する、とされた。予定沿線区域では、篠原・菊名地区におこった反対運動が波及して、13団体の反

対同盟が生まれ、1967年10月にはその連合協議会が結成されるに至った。その反対理由は、①この別線計画は間接的に東海道線の混雑緩和のためであると説明されているが、本質的な対策とはいえないのではないか、②この程度のことなら、現在の平塚-品川貨物専用線をラッシュ時だけ貨客併用とすればこと足りのではないかと、③それをあえて別線にするのは、首都圏周辺の貨物輸送力の抜本的強化が真のねらいなのではないかと、④国鉄予算の大部分は貨物輸送力の強化につきこんでいるのは理解しがたい、⑤貨物輸送への投資を削って、通勤対策にまわすことはできないのか、いずれにせよ、横浜市の住宅地域のまん中に貨物線を通すことに反対であり、現在の国鉄第三次長期計画を通勤本位に組みかえることを要求するというものである。<sup>56)</sup>

「横浜市においては、県とともに神奈川県輸送力増強促進を国鉄に要請してきたが、横浜新貨物線の具体的路線に賛成したわけではない。市民の生活環境保全の立場から、市公害センターに騒音振動影響調査を実施させ、その結論が出てから、市としての態度をきめると、市長が42年(1967年)8月市議会で声明した。」<sup>57)</sup>

「市公害センターは市計画局と協力して、既設の貨物路線について……調査を進めた。……これらの調査資料をもとに、横浜国立大学の工学部と協同して交通公害研究会を特設して……騒音振動の影響の予測のための解析を行ない、その被害を最少限度にとどめるための対策についても具体的な提案をまとめることにした。昭和43年(1968年)8月10日、交通公害研究会(主任佐藤教授)は、報告書を市長のもとに提出した。」<sup>58)</sup>

一方、「社会科学的検討」として、清水嘉治、広岡治哉の両氏に提言を求めたところ、次のような意見が寄せられた。「1. 国鉄当局は、新貨物線計画にあたって関係住民の意向を十分に尊重すべきである。2. 国鉄当局の全体計画は、都市計画、都市問題との関連で実施されるべきである。

3. 国鉄当局は、今日の都市公害が複合化し、累積悪循環する性格を十分に考慮して、計画を再検討すべきである。」としたうえで、「留意されるべき事項」として、「1. 新貨物線の建設は必要だが、その路線選定は横浜市の都市計画（新規開発、再開発を含む）との斉合性をもっておこなわれる必要がある。新貨物線建設と並行して旧貨物輸送施設の整理、再編成とこれによる都心再開発への協力が望まれる。2. 国および横浜市は、首都圏の鉄道、道路の抜本的増強のための路線を可及的速やかに決定し、全体都市計画と調和しうるように幹線交通路予定線を位置づけ、計画的な市街地、住居地域の造成を進めるべきである。3. 新貨物線建設にあたっては公害防止のために万全の措置を講じるとともに必要に応じて側道、緩衝地帯の建設を考慮すべきである。4. 公害補償について考慮すべきである。」と指摘した。<sup>59)</sup>

市は、この報告書と提言とを、国鉄及び反対同盟に提示したが、両者の話し合いは進展しなかった。翌1969年3月から6月まで、神奈川県の出合いのもとに市主催による両者の会談が8回にわたって行なわれたが、計画そのものについての意見一致はみられなかった。同7月、市は、「当面の通勤混雑対策について」及び「自治体の権限について」の見解を示しながら、「今回、国鉄の提案している東海道線の増設は、たとえ、通勤混雑の抜本的解決にならないとしても……全体の住民の立場からみるならば……当面必要やむをえざるものである。この場合……貨物線を別線にするもやむをえないものと考えられる。国鉄は……関係住民に対してあらゆる面から十分な対策、補償をおこなうことを要望する。」との立場を明らかにした。<sup>60)</sup>

1972年5月には、「国鉄新貨物線別線部分に係る環境整備ならびに公害防止の諸条件について」7項目の申入れを行ない、国鉄から「基本的に了解」した旨の回答を得ている。反対同盟連絡協議会から離れて沿線に結成された各地区の「横浜新

貨物線公害対策協議会」は、国鉄当局と個別の折衝に入った。<sup>61)</sup>

このような経過について、横浜新貨物線反対同盟の組織を存続させた人たちから強い批判が続けられていることは、周知のところである。宮崎省吾氏は、「横浜市の対応は……公害の多い少ないだけに解消してしまう……『公害すりかえ論』である。」<sup>62)</sup>とされる。

横浜市が「必要やむをえない」と判断した事業について、その結論に背けない運動が始めて登場したのである。そのような結論では、「社会科学的検討」とは何であったのか、ただ「言ってみただけ」なのか、という疑問をさらに超えて、「地域エゴがなぜ悪いのか、皆が、地域エゴをはりあって、はじめて公共福祉がはだか出て来るであろう、という論理」<sup>63)</sup>が提起されたとき、それは「公害対策・横浜方式」の全く予定していないものだったのである。このような「外からの批判」を咀嚼し、くすることは、未だに成功していない。

高速道路建設に関しても、ほぼ同様のことが言えるのではないかと。詳しくふれる余裕はないが、「公害高速二号線反対住民団体連絡協議会」の陳情書（1974年）によると、「……昭和48年6月1日付で横浜市公害対策審議会より横浜市長あてに答申が出され基準が示されましたが、その第一章の基本的考え方はある程度納得し得る内容であります。第二章環境基準及び公害の防止条件等については……私達住民は全面的に了解が出来かねます。……公害による犠牲者がたとえ一人出たとしても、この道路は人道上許されません。」というのである。この言葉を借るなら、これまで「第二章」の内容（それはもとより完全無欠であるはずがない。）によって「第一章」のことまで決定してきた、と言えなくもない。

#### (5) 1970年公害国会以後のこと

自治体の権限は相当に伸長した。1972・73年には四大公害裁判で原告勝訴の判決が相次いだ。しかし、「無権利状態」のもとで権限の主体的拡



(154)

張として形成されたと説明される「公害対策・横浜方式」にとって、この時期についても吟味すべきことは非常に多い。

公害行政組織は急速に大きくなった。1973～76年には、市公害対策審議会の答申・建議が多く提出された。市は独自の環境目標を設定した。従来の公害防止契約に加えて、硫黄酸化物や窒素酸化物などの対策につき指導要綱が定められた。<sup>64)</sup>

また、時期はさかのぼるが、金沢地先の埋立てについて、非常に資料が乏しいながら、是非ふれておく必要がある。<sup>65)</sup>

しかしながら、これらはすべて別の機会に譲ることにして、次に、今後の検討の方向を少しく述べておく。

#### 4. 「公害対策・横浜方式」点検の視角

以上の経緯を概観したからといって、あい変わらず主題の定義・概念は左程明瞭にならないのであるが、第一には、やはり「高度経済成長」下の公害政策とその実践であったことがあげられるであろう。横浜市の公害行政のうちで特徴的なものも、公害発生源の増加・拡大とともに生み出されてきた、というのは矛盾というより皮肉なことである。公害防止契約のほとんどは工場新增設の容認と引替えに締結されたものであった。もとより一自治体が、国の経済政策そのものを変更できるものではない。しかし、見方によっては「横浜方式」というものなしに「東洋一の石油精製工場」の造成や鉄鋼コンビナートのスクラップ・アンド・ビルドや3火力発電所の新増設などは果し得なかった、とも言うことができよう。さりとして、その評価は今にわかにかし得るものではなく、それぞれの時期において有したであろう意義と限界とをケースごとに見るべきこと、いうまでもない。田中角榮といえば、誰も彼を「環境保護派」に数える者はいなからうが、「工業基地の建設にさいしては、規制を守ると約束した企業にだけ立地を認め、地方自治体との間に厳格な公害防止協定を締結させ

る。」<sup>66)</sup> という程度のことは言うのである。問題は、このような矛盾、背理をどのように明らかにしていくか、ということである。かって、「四日市のように」なることは防止し得た。それは、まさしく「公害の多い少ない」を扱うものであったのである。しかし、その限界を自認するなら、「横浜方式」への過大な期待を戒め、その自己革新がはかられなくてはならない。公害対策が以前より進んだとはいっても、例えば多くの水俣病患者が放置されている、公害裁判で認められたのは本当の激じん公害の一部についての「救済」だけである。横浜市においても、開発と環境とを比べて後者が勝利したとは断じ難い。「ヴァリエーションによる解決方式」には、不当な受忍を求める「調和条項」へと墮する危険が潜むものである。「あなたには明白な『公害病』にならないでいる権利がある」(それすらも定かでないが)というのでは、余りに貧しい。この意味では、先に経過の中でふれたことのうち、理念だけ述べられて実現しなかったことがらについて、再検討することが重要であろう。「不況下でも公害対策を後退させない」と宣言するだけでは足りないのである。

第二に、「横浜方式」には、公害発生源に対する行政指導の独自性が認められるはずである。しかし、その定式化には必ずしも成功していない、不安定なところがある。したがって、公害対策基本法を頂点とした国の公害対策行政が「整備」されてきた現在、それとは異質なものであるというのではなく、同じ次元の発想の中で、横浜市が採用した基準がベターであったことが多いという程度のことにならないとも限らない。もし、国の行政内部において「通産省 vs 環境庁(厚生省)」という図式が描けるものであるとすれば、後者の立場をいささか拡張し徹底したものであった、とでもなるのだろうか。だが、「横浜方式」には自治体固有の規制力を獲得していく目的意識と創意工夫の実績とがあったことは、否定し得ないはずである。初期の公害防止契約が、たとえ硫黄酸化物対策を主な内

容とするものにとどまっていたのだとしても、その改善のためには工場の内部にかなり立入った検討を加えた結果であることがうかがえるのである。汚染物質ごとの排出基準を定めてはいても、企業活動の規制までは法律の想定しないところである。工場の複雑な工程全体の低公害化を保障する、公害防止のための企業の行動準則を規定していく、ということを用意するならば、課題は至るところにあるといわねばならない。「排水中での魚類飼育」の条項（1974年以降）などもこの点で評価されようが、なお新しい試み、創意工夫がこらされるべきである。土地と空気と水との企業による独占、取奪を放置しておいて、安心、安住すべき法定基準の所在を求めるなどは、論外であろう。

第三に、なんととっても市の行政の権威が確立していったことがあげられる。そして、その中では行政の非常な専門化（分化）が避け難く進行していった。恣意というのではないにしても、良かれ悪しかれ「官僚制の優越」を読みとることができるのである。しかし、そのみでは民主主義がおびやかされ、素人としての一般民衆の接近可能性を閉すことになる。専門化した行政機構の中では全体の脈絡が見失われ、狭い視野から市民生活の根本に関する判断を下すことになる危険性無しとはしない。また、自治体行政の自己革新とはいっても、それは、いわば「官僚制」の外から持込まれた批判を抜きにしては、全く不可能であろう。この関連でも、「公開の原則」に欠ける点はなかったか、仔細なチェックが必要である。「根岸・本牧」の当時に比べ、近時行政資料の公開が滞っていることもあるのではないか。特に、公害発生源のデータは、当時よりもずっと豊富であるにもかかわらず、あるいはその故にこそ、役所のファイルから出てこないことがある。PPMや公害測定機器は、古代エジプトの神官たちのナイル計のように大衆の眼から隠しておくものでは、絶対がない。

第四に、公害行政が始動するにあたっての方向

の選択、決定における「方式」の問題がある。すでに見たとおり、従来この「決定」はその時々の変った条件のもとで別様になされているはずである。工場の新増設や開発の是非の判断は、公害行政とは別の次元で下されてきたのであるが、それを含めて「公害対策・横浜方式」と称することには、矛盾と混乱とがありはしないか。では、一体その決定のプロセスはどのようなものであるべきなのか。その解決が、実は最近流行の「環境アセスメント」に関する論議の中で最重要な点であると考えられる。そうでなくて単なる事前予測ということであれば、「横浜方式」にはすでに実績がある。あとは、できるだけ完璧なチェック・リストをつくれればよいことになろう。けれども、決定についての妥当な「方式」を生み出すことができないとしたら、環境権や地域自治の発想、主張が、いつまでも外在的な批判にとどまっているにちがいない。

その他、なお論点は多々残されているであろうが、ようやく15年間の経過の整理に手を着けたばかりで、今後の作業の課題としたい。

今日我々が逢着している諸困難、すなわち、対策の範囲が拡がるにつれかえって焦点が分散していくかのような公害行政の一種の行きづまり、有効な手段が加えられることなく肥大化し、深刻化していく都市の問題、一切の幻想を吹き飛ばすまで続くとも見える経済危機の進行などの中で、何か「オープン・セサミ」というような言葉を探し求めるのは無益なことである。「横浜方式」といっても、常に両様の評価が可能であって、格別な名案ばかりでなかったこと、既述のごとくである。いうまでもなく、内容を伴わぬ「方式」というものはあり得ない。ここで「内容」とは、現実の公害問題を解決することに他ならない。「公害との戦い」である。最早「方式」一般や巧みなすり抜けを論ずる余地はない。都市行政の中から生まれた「横浜方式」の積極性を、市民の中において再生せしめる必要がある。だが、それにしても我々

は、どうあれ現在までの到達点から新たな出発をしていかななくてはならない。そのためにこそ、訓話の学でない文字通りの「歴史的総括」が、多くの人々の参加のもとで行なわれるべきものである。特に、住民運動の側からの鋭い指摘を求めたいと思う。

### 参 考 文 献 ・ 資 料

- 1) 後に「住みよい日本 - 国民生活の診断 -」という標題で刊行された。(1964年6月, 岩波書店)
- 2) 神岡浪子「公害-自治体における責任と対策」(1966年2月, 「都市問題」第57巻第2号所収) p. 29
- 3) 前同 p. 25
- 4) 「健康なハマ№17〔公害シリーズ2〕」
- 5) 東京都公害研究所「公害と東京都」(1970年3月) p. 633
- 6) 自治大臣官房企画室「地方公共団体の公害対策」(1971年5月) p. 73
- 7) 横浜市公害センター「公害対策・横浜方式」(1968年3月, 公害資料№13)
- 8) 前掲所収, 助川信彦「横浜の現況とその新しい展開-横浜方式推進の主導力」p. 2
- 9) 前同 p. 4
- 10) 前同 p. 14
- 11) 前同 p. 15
- 12) 横浜市公害センター「横浜市既設工業地域公害対策調査報告書」(1970年2月, 公害資料№23) p. 1
- 13) 助川信彦「都市自治体と公害対策-横浜市における都市環境づくりの姿勢を主題として-」(1971年, 自治大学校「自治研修」5月号所収) p. 30
- 14) 飯島伸子編(1970年), その後「公害・労災・職業病年表」(1977年)として全く面目を一新した。
- 15) 宮崎省吾「〈公共性〉とはなにか」(1976年, 中村紀一編著「住民運動“私”論」学陽書房) p. 62~69
- 16) 前 同
- 17) 横浜市公害センター「工場公害を考える」(1970年6月, 公害資料号外) p. 4
- 18) 例えば, 前出「公害対策・横浜方式」(公害資料№13)
- 19) 朝日ジャーナル 1964年11月29日号(篠山豊記者による。) p. 87
- 20) 前同 p. 90
- 21) 横浜市「市政概要1961年版」(1962年3月) p. 7
- 22) 前 同
- 23) 横浜市総務局「市民生活白書39-新しい横浜への展望」(1964年3月) p. 15
- 24) 「横浜国際港都建設総合基幹計画書」p. 3
- 25) 前同 p. 68
- 26) 前 同
- 27) 横浜市経済局「横浜の工業-工業適地の紹介」(1957年8月) p. 3
- 28) 陳情書と回答とは, 横浜市衛生局公害係「横浜市における公害の実態と予測-根岸本牧工業地区をめぐる諸問題の解明のために——」(1964年7月, 公害資料№1)に収録されている。
- 29) 前出「公害対策・横浜方式」(公害資料№13) 横浜市公害センター「根岸・本牧工業地区の公害問題について-横浜市根岸湾埋立地火力発電所建設に伴う公害問題の経過-」(1964年12月, 公害資料) 横浜市公害センター「根岸・本牧工業地区における火力発電所立地にともなう公害問題の経過」(1965年2月, 公害資料号外) 横浜市公害センター「公害防止契約第一篇」(1970年5月, 公害資料№25)など
- 30) 横浜市中区磯子区環境衛生保全協議会「ヨコ

- ハマの公害－中区磯子区環境衛生保全協議会の歩み－」(1969年8月)
- 31) 「横浜市会会議録」第16～18号
- 32) 前出「横浜市における公害の実態と予測－根岸本牧工業地区をめぐる諸問題の解明のために－」(公害資料№1) p. 2
- 33) 前同 p. 48
- 34) 前同 p. 59
- 35) 横浜市総務局調査室「根岸・本牧工業地域の公害問題について」(1964年7月公害資料№2) pp. 1～2
- 36) 前同 p. 6
- 37) 前同 p. 42
- 38) 前同 p. 44
- 39) 前同 pp. 46～55
- 40) 前出「工場公害を考える」(公害資料号外) p. 6
- 41) 宇井純「企業と公害対策」(1973年5月, 岩波講座「現代都市政策Ⅵ 都市と公害・災害」所収 p. 131
- 42) 野口雄一郎「根岸・本牧地区の公害問題」(1965年4月, 財団法人統計研究会「公害研究委員会研究報告書 昭和39年度」所収) p. 45
- 43) 前出, 神岡浪子「公害－自治体における責任と対策」p. 38
- 44) 横浜市公害センター「悪臭公害と取り組む」(1967年5月, 公害資料№7)は, ユニークな報告書である。その他, 衛生局「健康なハマ№22<公害シリーズ4>悪臭を追放しよう!－悪臭公害防止運動－」
- 45) 横浜市公害モニター「公害相談(第一報)」(1970年3月, 公害資料№21)
- 46) 横浜市総務局調査室「調査季报」第16号(1967年11月)所収
- 47) 横浜市公害センター「川崎・横浜地区産業公害総合調査にもとづく改善指導について－問題点とその後の経過－」(1969年3月)
- 48) 通商産業省「川崎・横浜地区産業公害総合調査にもとづく改善指導について」(1969年2月)
- 49) 前出「横浜市既設工業地域公害対策調査報告書」(公害資料№23)
- 50) 前出「工場公害を考える」(公害資料号外) p. 6
- 51) 前出「川崎・横浜地区産業公害総合調査にもとづく改善指導について－問題点とその後の経過－」
- 52) 田村明「日本鋼管扇島移転の公害防止」(1970年11月, 横浜市企画調整室「調査季报」第27号所収)
- 53) 前掲 p. 73
- 54) 前同
- 55) 前同 p. 77
- 56) 以上は横浜市公害センター「メモ・横浜新貨物線問題の経過」(1968年8月)から
- 57) 前掲
- 58) 前同
- 59) 「東海道新貨物線計画に関する提言」(1968年8月)
- 60) 横浜市「新貨物線問題について」
- 61) 横浜市公害対策局「横浜新貨物線建設に係る環境整備並びに公害防止に関する地区別要求書及び回答書集録集」(1974年3月, 公害資料№47)
- 62) 前出, 宮崎省吾「<公共性>とはなにか」p. 63
- 63) 東大工学部助手会公開自主講座実行委員会「公害原論 公開自主講座第6学期3－公害・住民・革新自治体」(1973年5月)から, 宇井純氏の要約
- 64) 横浜市公害対策局「公害との戦い」昭和48年版(1974年3月), 同49年版(1975年3月), 同50年版(1976年3月), 同51年版(1977年3月)など参照
- 65) 例えば「金沢地先埋立事業についての飛鳥田市長説明記録(日時・昭和44年12月11日, 場所・柴漁業協同組合研修所)」は, 論ずべき点を多く含む資料である。

(158)

66) 田中角榮「日本列島改造論」(1972年6月,  
日刊工業新聞社) p. 100

## Ⅱ 自動車公害の問題性

森 清 和<sup>\*</sup>

はじめに

自動車公害問題は、公害問題であるとともに都市問題そのものであり、その公害問題の解決は、同時に都市問題そのものの解決を志向するものでなければならない。すなわち、自動車公害の諸々の解決策の導入は、それが同時に市民の人間的生活を保障する都市共同体の構築を可能ならしめるものでなければならない。またそのようなものでなければ自動車公害そのものの根本的解決も不可能である。本稿は、かかる視点にもとづいて、自動車公害論の理論展開の準備作業として、自動車公害の問題性について若干の検討を試みるものである。

自動車公害、すなわち自動車交通にともなう公害の現象形態は、大気汚染、騒音、振動をはじめとして、悪臭、低周波騒音、電波障害、ライトや道路照明による光公害、高架道路による日照障害や通風障害、水質汚染、土壌汚染、地盤沈下、さらには熱汚染等々ときわめて多種多様である。すべての公害現象を含んでいるといっても過言ではない。また、その現象の多様さのみならず、自動車交通量の増加と道路の建設によって、自動車公害はますます広域化するとともに、深刻さを増している。この多様性、広域性、深刻性で特徴づけられる自動車公害の解決は急務であり、現代社会の主要課題である。その解決は、自動車及び道路の各々の質的側面と量的側面へのアプローチによる汚染物質の発生量等の抑止と削減によることを原則として、ケースによっては被害者側にアプローチし、緩衝地帯の設置や被害者救済を図ること

などによって行なわれる。このことは、現代の経済水準や技術水準をもってすれば決して不可能とは言えないであろう。にもかかわらず、自動車公害はきわめて大きな解決困難性を呈している。ある意味においては、そのことが神話化しつつあるといってもよいほどである。以下、解決困難性をもたしている主要な問題点について検討を行いつつ、自動車公害の問題性について考えていくことにする。

### 1. 公害源としての自動車と道路

自動車公害の問題性を明らかにするうえで、最初に検討しなければならない課題は、公害源に関する問題、つまり公害源としての自動車と道路との関係についての問題である。

自動車交通にともなう公害の発生源は何か、自動車であるか道路であるか、どちらに責任を帰すべきなのか、一見、自明の問題にみえてこれほど混乱を来たしている問題はないといつてよからう。ここで問題とするのは、窒素酸化物汚染、騒音、日照障害等々の個々の公害現象が、直接的にどこから発生するかということではない。個別的に現象をとらえれば、それぞれ自動車、道路、あるいはその双方などのケースがあり、発生源を特定することはさして困難ではない。それは自然的因果関係の問題であり、自然科学の対象である。ここで検討しようとする問題は、それら公害現象を総体としてとらえたときの公害源の規定である。自動車が公害源であることは誰しもが否定しない。従って、主に問題は、道路が公害源であるか、ま

\* 横浜市公害研究所社会科学部門

たあるとすれば自動車とどういう関係にあるか、ということになる。具体的に云えば、排気ガス汚染に対しても道路は公害源としての責任を有するか否か、道路建設は自動車公害と直接的に関係があるのか、それともないのかといった問題である。最近では、自動車交通にともなう公害は自動車が悪いのであって道路が悪いのではない、という道路の責任をまったく回避した論理は陰を潜めてきたが、依然として自動車公害における道路の関係が十分にとらえられているとは云いがたい状況である。

自動車と道路との公害源としての関係の問題は、輸送のための「手段」とその輸送手段が機能する「場」との関係の問題である。いうまでもなく、いかなる公害といえども場の媒介なくしては発生しえない、というよりも公害源となりうる活動そのものが成立しえない。だが、交通、ことに都市の交通における場の問題は、他の活動の場と著しく性格を異にする。物質的生産を行う工場の公害問題と比較してみよう。

物質的生産の場でもある工場用地においても、臨海工業地帯の埋立てによって造成された工場用地のように、それ自体が自然を破壊し、入浜権を奪い、自然の浄化能力を低下させており、場自体が重大な公害・環境問題を惹起しているなど、場の問題は重要性を増している。これなどは、高架道路が日照や通風の障害源となるのと同じ性質の問題である。しかし、工場活動の場合には、一般的に用地そのものが公害源になるとは、少くとも概念的にはいえないであろう。工場用地は、汚染物質を排出する媒介項としての機能を果たしているにすぎない。単純な媒介項としても道路問題は重要である。日本の場合、欧米諸国と比較して道路率が低いなどといわれており、道路面積が絶対的に少ないかのように思われがちであるが、工場用地が約 1,260 km<sup>2</sup> であるのに対して、道路面積は約 5,210 km<sup>2</sup>、このうち自動車交通が不可能な面積を約 1,000 km<sup>2</sup> とみても、自動車公害の

発生場となりうる面積は工場の数倍もある。<sup>1)</sup> だが、根本的な問題は、面積比ではなく、その関係の相違にある。

工場用地は、工場の生産活動を存立させる基盤としての一般的労働手段であり、通常、生産の目的や計画に合わせて事後的に立地場所が選定され、造成される。一般的労働手段という意味では道路もまたそうであるが、工場用地は私的に所有されて、消極的に単に生産の場所を提供するにとどまらず、生産活動の定常性の保障が要求される。従って、工場用地は、なによりも限定された機能を果たすべく閉鎖系であることが基本となる。実際にも、企業活動の機密保持も加わって、ヘイなどによって境界が明確にされる場合が多い。それ故、資本主義社会においては経済的動機が最優先されるためになかなかそのようにはなっていないが、都市内に立地しなければならない必然性はないし、概念的には都市における市民の生活空間と隔絶して立地することも可能である。すなわち、工場の立地問題によって公害を相当程度に回避することも可能である。

しかし、道路では事情が一変する。「人間のコミュニティは常に最初の公道に沿ってスタートした」<sup>2)</sup> ともいわれるように、もっとも現代の道路、ことに幹線道路はコミュニティの形成ではなく破壊に作用しているが、とはいえ道路がコミュニティの、そしてあらゆる人間的活動の存立の基盤であることには変りない。都市の諸活動を保障する公共的な社会資本としての道路は、本来的に市民の生活空間と分離することはできない。自動車に占有され、道路を使用する輸送手段が単一化され、遊び場の機能やオープンスペースの機能などの都市の多目的空間としての存在を奪われた今日においても、依然として道路は通勤、通学、買物、そして物資の輸送など多様な機能を果たしている。工場用地のように都市の外部に道路を立地することはできない。例外があるとすれば、道路機能が特化された産業道路、あるいは高速道路のよ

うな自動車専用道路だけであろう。道路が市民の生活空間の中に網の目のごとくはりめぐらされることによって、はじめて都市の成立は可能となるのである。都市化がすすみ都市機能の発露が要求されればされるほど、道路は必要とされるのである。都市内の市民生活の存立基盤としての道路は、市民生活に対しても、またそれを利用する輸送手段に対しても、開放されている、というより開放されていなければならないのであって、道路は都市の不可欠な条件として都市と分離することはできない。つまり、工場用地＝場は手段たる工場との関係だけでもって存在するのに対し、道路は単にそれを使用する輸送手段の機能の場としてのみならず、市民生活の場として、二重の意味において場として機能するのであり、手段に対しても、また市民生活に対してもあらゆる意味において開放系であることが要求されるのである。ここに、道路と工場用地との場としての根本的な相違がある。

この道路が開放系で、市民生活と不可分に結び付き、そして立地によって公害問題の発生を回避することが極めて困難であるということは、道路が公害発生場となつてはならないことを意味している。道路の建設・管理者には、道路からの公害発生を防止する責務があるといえるであろう。その意味においては、神戸市の自動車公害防止条例が、現在のところ必ずしも有効に機能しているとはいいがたいが、この道路管理者の責任に関連して、「道路環境管理権」の概念を提起したことは、高く評価されてしかるべきであろう。<sup>3)</sup>

なお、誤解を生じないために付言しておく、ここでは道路が道路を使用するものに対してだけでなく、道路の本性上において市民生活と深く結び付いているが故に、そこから公害が発生すれば道路にも責任がある。公害という側面から見る限り自動車と道路は一体的関係にあるということ、従って道路建設・管理者の道路環境を管理する責任は重いということを述べているのであって、道

路それ自体を全面的に否定することを述べているのではない。もちろん、市民生活にかかわりがなく、また道路環境が管理されなくなれば、そのような道路は否定されてもしかるべきとはいえず。<sup>4)</sup>

## 2. モータリゼーションと交通権

自動車公害は、交通公害ともいわれるように、交通問題の一環としての側面を有している。そして、このことが自動車公害問題の解決の困難性を大きく規定する要因となっている。ここでは、この交通と公害との関係について、交通権との絡みで論じることにする。

人は良好な自然的・社会的・文化的環境を享受しうる権利、すなわち環境権ともいうべき基本的権利を有している。環境権は、公害・環境問題の原点といってもよい。ところで、工場公害のように資本の論理から直接に発生している公害問題においては、加害者と被害者、環境権を侵害している者と奪われている者とが明確に区分されており、環境権あるいは反公害の論理でもって多くの場合は十分に対応できる。しかしながら、交通公害ともいわれる自動車公害問題においては、環境権論だけでは十分に論理的に対応しきれない側面がある。それは、自動車公害が交通問題であり、外面的に市民と市民との対立、市民的利益との対立という側面を呈するからである。「新しき都市の自由は、自由なる交通にもとづき、自由なる交通を妨害するあらゆる専制的束縛からの解放にもとづく。それが市民的自由と呼ばれたのもそのゆえである」<sup>5)</sup>とは、羽仁五郎氏がその著『都市』において引用するマウレルの言葉であるが、マウレルの叙述によるまでもなく、自由なる交通は都市の本質を構成する重要な要因である。この限りにおいて、この自由なる交通は、市民の基本的権利たる自由権の一つとして保障されなければならない。そして、馬車、鉄道、船、自動車等の私的あるいは公共的な輸送手段や道路網の発達等による交通



の発展は、この市民的自由の確立をもたらしてきた。自動車公害は、この自由なる交通と市民生活との対立として現象する、言い換えれば国家や企業と市民との対立ではなく、個人権利相互間の対立として現象するがために、フィジカルな生存権を含む環境権を優先するとしても、市民の合意形成ということが重要な課題となってくる。ここに、自動車公害問題の公害問題としての特異性と困難性が生じてくることになる。

ところで、この問題を単純に市民生活の環境と交通との対立の問題として定立し、市民相互の権利調整の問題に還元するならば、大きな混迷と泥沼におちいるであろう。そこには自動車交通を無条件に交通にかかわる基本的権利の行使としてとらえ、環境と自動車交通との調和を図ることが意図されている。だが、ここで改ためて自動車交通と市民の交通の権利との関係を問い直してみる必要がある。

確かに、市民の日常生活は自動車に多くを依存しているし、老人や身障者の移動性を保障するなど、自由なる交通の発展に大きな寄与をなしてきたことは否定しがたいであろう。しかし、現代のモータリゼーションによって輸送手段を自動車化し、道路を専有した自動車交通は、依然として自由なる交通に寄与しているといえるであろうか。歩行者や自転車の安全を脅かし、路面電車の撤去を強制し、路面の最後の公共交通たるバス交通をも破壊しつつある自動車交通は、いまや自由なる交通の反対物に転化しているといえるであろう。人の交通は、目的、距離、時間それぞれ多種多様であり、交通する人もまた多種多様である。この多様性を保障してはじめて自由なる交通は成立するのであり、そのためには輸送手段も多様であり、選択可能であることが不可欠であろう。自動車は輸送手段のなかではもっとも多様性と弾力性に富んだものとはいえ、そのみではあらゆる交通に対応することができないし、輸送手段を単純化し、自動車化すれば、老人、子供、主婦をはじめとする自動車

の非保有者や非運転者などの交通貧困階層問題が惹起するであろう。<sup>6)</sup>モータリゼーションの進行による交通体系の自動車化は、自由なる交通の発展ではなく、死を意味しているといわざるを得ない。この都市の本質的要因たる自由なる交通を破壊し、逆に制限された、特定人の交通体系をもたらさんとしているモータリゼーションは、基本的権利たる市民的自由の拡張に対立するものといえるであろう。

自動車公害は、かかる論理のなかで発生しているのであり、それは単純に環境と交通との調和の問題には解消しえないのである。環境と交通との調和を志向するまえに、まず、交通そのもののあり方を問い直す必要があるといえる。そして、この交通体系の再検討にあたっては、交通権（ないし移動権）ともいうべき概念の確立が必要であろう。

交通権（移動権）という概念は、一般的には、恐らく湯川利和氏が『マイカー亡国論』で「移動権」としてではあるが、提起されたのが最初ではないかと思われるが、<sup>7)</sup>新しい権利概念である。一般に、新しい権利概念はそのことが著しく侵害されることによって生れてくる。環境への著しい侵害が環境権概念を、水際線の私的所有と破壊が入浜権という概念を、著しい騒音が静穏権を、そして歩行者への自動車による侵害が歩行者権という権利概念を形成させてきたように、いま、モータリゼーションによる自由なる交通への侵害は、市民の交通権への侵害としてとらえることができよう。従って、この交通権という概念が成立するものとするれば、環境権からアプローチされる自動車公害の解決という課題は、同時的に市民の交通権の確立の問題として定立されることになり、少なくとも論理のうえでは、環境と交通の調和、市民権利間相互の調整といったジレンマから抜けることが可能となろう。自動車公害問題は市民の基本的権利の相互間の対立から生じたものでなく、環境と交通にかかわる基本的権利の双方が侵害されている

ところに自動車公害の根本的な問題性が存在するといえるのである。

なお、交通権の確立を志向するにあたっては、単に市民的自由、自由権とだけ結びつけ、その範囲に限定してしまうのではなく、松下圭一氏が『市民自治の憲法理論』（岩波新書）で述べている基本的人権を構成する社会権のなかの社会資本（道路）の「共用権」との複合的な権利としてとらえることが重要であろう。その意味では、バス専用路線の指定や、車線削減による歩道・自転車道設置や、大阪府の『大都市における自動車問題に関する調査研究報告書』（49年3月）における「路面使用優先の原則の確立（人＞自転車＞公共交通＞タクシー＞一般車）」という提言などは、現実化には相当の困難がともなうであろうが、共用権との関連で交通権をとらえる接点として追求していく必要がある。また、このような交通権という権利概念が、先に述べた道路環境管理権などと関連づけられて展開されることも重要であろう。法律の解釈権や運用権などが自治体に制度的に保障されていない現段階では、極めて困難であろうが、地方自治法の第2条第3項第2号<sup>8)</sup>の条項などは、自治体が交通権や道路環境管理権の確立を目指す場合の一つの論拠になるのではないかと考えられる。

### 3. 生産物公害としての自動車公害

これまで、自動車公害と道路及び交通との関係について述べてきた。自動車公害は道路公害、交通公害という側面をもち、道路あるいは交通問題と切り離し得ないが、根源的な問題はやはり自動車そのものである。そもそも自動車が排気ガスや騒音などを排出しなければ、公害問題は少なくとも発生し得ないのである。では、自動車が公害源であるという意味をどのように把握すればよいであろうか。次に、この問題について検討してみたい。

自動車公害は、一般に工場公害の固定発生源に対して、移動発生源として区別されている。この

固定と移動との相違は、公害防止対策上、決定的な意味をもってくる。公害防止対策の原則は、いうまでもなくそもそも公害を出さない、汚染物質を系外に排出しないということであるが、固定発生源の場合においては、クローズド・システム化が出来ず、排ガスや汚水を系外に排出せざるを得ないとしても、事後的に別の場所に公害防止装置を設置することにより、公害発生を未然に防止することも可能である。すなわち、工場公害においては、第一段階として生産プロセス内において、第二段階として系外の公害防止装置の設置によって、さらには第三段階として工場立地によって、それでも防止しえない場合は生産を中止せざるを得ないが、諸々の方法によって公害問題に対処しうる。しかしながら、移動発生源たる自動車においては、騒音、振動のように道路構造の改良や防音壁の設置、あるいはスピード制限などの方法によってある程度低減の可能なものもあるが、それさえも限度があり、一般に光化学スモッグや都市大気汚染に示されるように、一旦、自動車から系外に排出されれば、事後において公害防止対策を講じることは不可能であり、事前に自動車自体の系内で防止対策を講じる他はない。公害防止技術という側面からみると、自動車はこのような移動性のゆえの制約という特質を有している。

ところで、この特質を有している自動車が十分な公害対策が講じられず、現代の最大の公害源となっているということは、一体、何を意味しているのだろうか。

まず、自動車が商品であり、最終的な生産物であるということを考えてみる必要がある。工場公害は、生産過程から発生する。生産過程から廃棄物が排出されることは（工場外にはない）、現代の技術体系では避け難いことである。しかし、その廃棄物の何たるかを予測し、有害物を環境に放出しない措置をとることは可能であり、そこに生産の統御者たる生産者に注意義務、安全管理義務が発生する。しかし、自動車は商品であり、最

最終的な生産物であって、所有者の意思と能力でもってしては、交通ルールを守る等きわめて限られた範囲でしか作用し得ず、それにとまなう公害発生を未然に防止することは到底できない。近年、プラスチック公害、洗剤公害、あるいは食品汚染や薬害等、かかる消費過程における最終的な生産物による公害、災厄が増大してきている。これらの公害は、生産者の注意義務、安全管理義務のカテゴリーの範囲に含まれることであろう。だが、わが国においては、製造物責任ということがやっとな問題となりだしたばかりで、あまり追求されていないが、今後はこのような視点からも自動車公害問題を取り上げていく必要がある。

しかも何よりも問題なのは、自動車の場合には、その使用の過程から発生することである。プラスチック公害は最終的な生産物であるといっても、その大量廃棄に起因するのであり、使用自体が公害問題を惹起することは、用途の違いがなければまず発生しないであろう。食品汚染や薬害等においても、使用によって災厄が発生するとはいえ、有害性が判明すれば原則として発売禁止等の措置がとられる。一般に製造物責任の追求は弱いとはいえ、最終生産物が災厄をもたらすことが明らかとなれば、それは欠陥商品として取扱われ、販売や製造が中止される。当然の事であろう。にもかかわらず、自動車においては、欠陥商品としても扱われず、といってその公害防止対策に最大の積極的な努力が払われているようにも思われぬし、逆に生産や販売が推進されているのである。このような公害は、消費公害というよりも、むしろ生産者の責任を明確にする意味においても生産物公害と呼ぶ方が適切であろう。

ところで、自動車公害を生産物公害と規定し、自動車メーカーの公害責任を追求することに対して、自動車は便利で必要なものであるという自動車擁護論、あるいは自動車産業は基幹産業であって日本経済の担い手であるという自動車産業擁護論からの反論が予測される。これら擁護論に対す

る批判は、すでに華山謙氏<sup>9)</sup>が展開しているところであり、ここで改めて論じることはしないが、一言述べておけば、仮に自動車あるいは自動車産業の社会的有用性を認めるとしても、そのことによって基本的権利たる環境権や交通権が奪われる性質のものではないであろうということである。

#### 4. 自動車公害の構造的性格

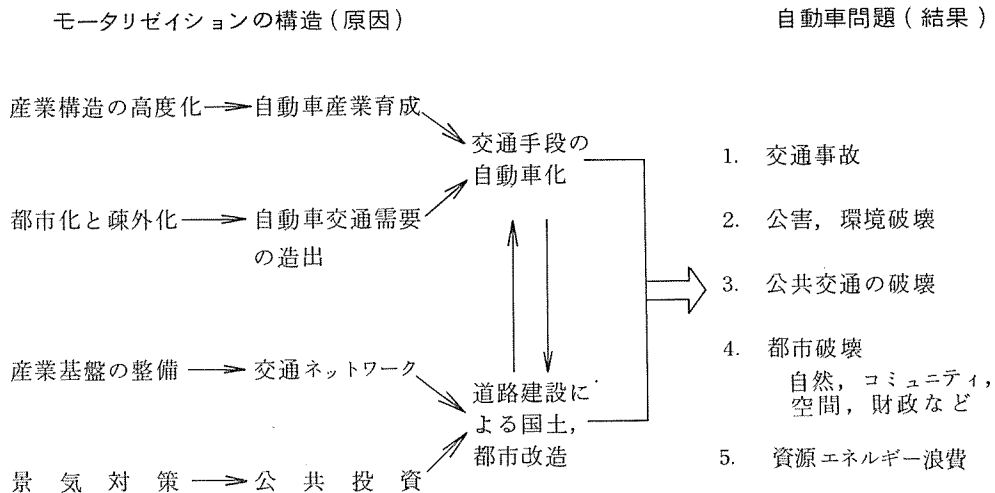
これまでにおいて、自動車公害が道路問題であり、交通問題であり、かつ生産物公害の問題であることを明らかにしてきた。しかし、何よりも自動車公害の問題性を根本的に規定しているのは、その構造的な性格である。次に、その構造的な性格について概観しておこう。

自動車公害問題の構造的な性格は二様である。第1は、自動車公害をはじめとし、モータリゼーションによって惹起された諸々の自動車問題の発生過程における構造的な性格である。第2は、第1の発生過程における構造的な性格であるが、自動車公害という災厄自体が重層的な自動車問題の一環であるという構造的な性格である。まず、第1の側面について検討しよう。

次の図は、モータリゼーションによる自動車問題の発生フローを图示したものである。

モータリゼーションの進展は、自動車台数の増加だけをとりえれば、電気洗濯機やテレビなどの電化製品の急速な普及と普及率の傾向は類似しているが、モータリゼーションと電化製品等の耐久消費材の普及の構造と大きく異なっている。モータリゼーションは自動車の大量生産、大量販売だけでは成立しない。交通手段の自動車化の条件、場として、社会資本たる道路の建設が必要である。ことに日本においては馬車の時代をもたなかったために、自動車化のための急速な道路建設が不可欠な条件であったといえよう。このように自動車台数の増加と道路建設が相互に依存しつつ循環的に押しすすめられてきたところに、モータリゼイ

## 自動車問題発生フロー



ションの特徴がある。言いかえれば、そもそもにおいて構造的であることが刻印されていたといえよう。

また、その構造的性は自動車と道路との関係だけではない。その各々についても同じである。自動車産業は鉄鋼産業や石油化学産業などとともに産業政策のなかで戦略産業として位置づけられ、育成されてきたし、需要の面においても同様である。よく、自動車は自由の空間で利便性のすぐれたものである、そのために売れるのであり、売れるからつくるのだという意見が聞かされる。その側面は否定しないが、そのことだけをとらえてみるのは皮相的である。アメリカほどではないが、公共交通が整備されず、スプロール郊外の拡大などによる保有強制、高層ビル建設を核とする都心部再開発や産業立地政策などによる交通需要の跛行的な造出、大量販売を支える手厚い信用制度などについても着目する必要がある。さらに、自動車ことにマイカーの効用については、プライバシーも確保されない居住条件、職場での労働疎外、あるいは都市からの疎外などの、それを効用と意識させ、保有欲求をつくりだしている経済的、社会的、文化的な背景、それが自動車化のために政策的に

押しすすめられたものではないにせよ、その現代社会の根底に根ざす構造的な問題性を等閑視してはならないであろう。

道路建設についても、産業基盤や都市基盤の整備からの交通ネットワークづくり、自動車市場を創出するための道路づくり、それらに加えて近年では道路への膨大な公共投資が経済政策の重要な支柱となっているという側面、つまり自動車優位によるモータリゼーション化ではなく道路優位によるモータリゼーション化に転換しつつあることには留意しておく必要がある。

このようなモータリゼーションの構造的性格は、経済政策、産業政策、道路政策、運輸政策、都市計画政策等によってもたらされたものである。それら政策が根本的に転換されない限り、今後ともモータリゼーションは進行するであろうし、自動車公害の解決もますます困難の度合いを深めるのではないかと考えられる。この意味においては、ジョルジュ・フリードマンが、「自動車という怪物を統御できるのは、国家以外にはないかもしれない。……ところがこの公共的な力、国家とか自治体とかは、必要な一連の対策（そのあるものは大衆の意にそわないものにならざるをえない）を

とるところか、害毒を奨励する始末なのだ。自動車は、経済的決定や集団心理の問題を越えて、今や根本的に政治の問題である」<sup>10)</sup> という指摘が妥当するであろう。

次に、第2の構造的性について見ておこう。

一般的に言って、公害という災厄が単独で現象することは少なく、多くの場合、労働災害や自然破壊や自治体の破壊などと関連して生起している。自動車公害も例外ではない。先の図でも簡単に示してあるが、モータリゼーションによる交通手段の自動車化と道路建設による国土と都市の改造は、都市に限ってみても、フィジカルに生存権を脅かし奪う交通事故や公害をはじめ、公共交通の衰退による通勤・買物難、そして都市であるが故に不可欠な存在である自然やオープンスペースの破壊、コミュニティの破壊、自治体財政の道路建設と公営交通の赤字による圧迫、あるいは自動車を利用した犯罪の増加などによる都市の破壊、さらには資源エネルギー浪費等々、様々な災厄をもたらしている。これら諸問題はすべてモータリゼーションの展開過程のなかで直接的に惹起されたものであり、それぞれの災厄一つひとつが密接に相互依存的な関係にあり、構造的な性格のものである。すなわち、自動車公害は重層的構造的な自動車問題の一側面としてあらわれたものに他ならない。

自動車公害問題を、かかる自動車問題の構造的性において把握することは、解決策を志向していく場合きわめて重要である。工場公害、例えば塩化ビニールによる公害は、その工場における塩ビによる労働災害と密接な関連性は有しているが、それぞれを独立した問題としてアプローチすることが可能であろう。だが、構造的な自動車問題にあっては、そうは行かない。自動車公害が道路問題、交通問題であることは、先に述べたところでもあるが、そこにおいても明らかなように、自動車公害問題の解決へのアプローチにおいては他の諸問題との関連性を十分に把握し、かつ、他の問題にどのような影響を及ぼすかを検討したうえでなされ

なければならない。なぜならば、個々の現象に対する解決策が他の問題と対立するなど、トレード・オフの関係が生じることが多々あるからである。例えば、もっとも典型的な例は交通安全対策としての歩道橋やガードレールの設置が、歩行権を侵害するとともに自動車交通量の増加に拍車をかける場合であろう。また公害対策を例にとれば、幹線道路対策の最後の決め手とさえ言われている緩衝地帯の設置は、それをグリーンベルトでおこなうとすれば緩衝としての有効性を発揮させるには片側で50~100mの中が必要であるが、公害問題は解決するとしてもコミュニティは根底から破壊されかねないであろう。トレード・オフ関係は、単に異なった問題間だけではない。公害問題の内部においてもある。防音壁と日照、道路のトンネル化と局地的な排ガス汚染等である。ところで、様々なトレード・オフ関係を有するからと言って、事前にすべての影響関係を評価することは不可能に近く、理想的な解決策を発見するまで対策を講じないとすればこれまた問題であろう。何らかの基軸が必要であろう。

自動車公害をはじめとする自動車問題の根本的な解決を志向していくうえでの統一的な原理ともいべきものは、恐らく都市論、あるいは自治体論であろう。先のG・フリードマンが「この狂態は——それはとりわけ都市とその周辺とともに変ってきた現実のなかで露わになるが——〈街〉を破壊すると同時に自動車の可能性そのものを食いつぶしている。都市は自動車のためにつくられたものではない。この機械の密度がある段階に達すると、都市生活は、その必要な機能、人間関係と人間性の発展にたいする適応機能を致命的にそこなう」<sup>11)</sup>と述べているように、いまや自動車そのものの存在が都市の、従ってまた都市の本質たる市民と対立するにいたっているといえよう。かかる意味において、自動車問題は本質的に都市問題であると規定される。また、都市問題として把握することによって、諸々の自動車問題を包括的

にとらえることも可能となろう。そこでは、都市と自動車との関係において、自動車に適合した都市か、都市に適合した自動車か、ということが第一義的な課題となる。すでに述べてきたことからとも言えるように、前者、つまり自動車に適合した都市はありえない。自動車時代のコミュニティを志向したラドバーン方式など部分的な解決は、ニュータウンなどでは可能かもしれないが、自動車化に対応した都市は都市であって都市ではない。ルイス・マンフォードの概念を借りて言えば「反都市」<sup>12)</sup> 以外なものでもないであろう。自動車化を否定する以外に都市の再生はないといえる。自動車化の否定、モータリゼーションの抑止——そのことによって自動車問題も解決への道もひらかれるが——この問題が現代における都市問題の最大の課題といっても過言ではないであろう。だが、ここで重要なのは、自動車化の否定によって都市の再生が可能となるということではなく、逆に都市共同体の建設を目指すことが、真に市民自治にもとづく自治体づくりを志向していくことが、そしてそのことによってのみ自動車化の否定、自動車問題の体系的な解決も可能になるであろうということである。

## おわりに

以上、自動車公害の問題性を明らかにすべく、第1には、公害発生源として自動車と道路との関係は一体であり、道路の環境管理が重要であること、第2には、自動車公害は環境(権)と交通(権)との単純な対立ではなく、自動車交通そのものが市民の基本的権利たる交通権を侵害し、その侵害から公害が惹起していること、第3には、自動車公害は最終的な生産物の使用から発生する生産物公害であり、自動車資本の責任が追求されなければならないこと、第4には、自動車公害問題は構造的な自動車問題の一現象形態であり、発生メカニズムにおける政治問題的性格の把握の必要性と、その自動車問題を都市問題として把握

することが重要であること、などについて概観してきた。

そこにおいて結論的に言えることは、自動車公害問題の解決は、問題がきわめて複合しているために非常に困難ではあるが、一方において、自動車資本や国の責務を明らかにして自動車の低公害化とモータリゼーション化政策の転換を図るとともに、他方において〈みち〉の見直しや交通権の具体化を都市共同体の建設と結合して押しすすめていくなれば、決して不可能ではないであろうということである。

## 参 考 文 献

- 1) 工場用地は『昭和50年工業統計表(用地・用水編)』、道路面積は『建設統計要覧1977』による。  
なお、推定の域を出ないが、窒素酸化物の単位面積当りの排出原単位は、主要幹線道路と大規模工場(但し、電力は除く)とほぼ同じレベルにあると予測される。
- 2) 篠原一『市民参加』、岩波書店、195頁。
- 3) 宮本憲一氏は、この神戸市自動車公害防止条例(昭和51年4月)について、「この条例は、……これまでは道路の規制権は警察(公安委員会)や陸運局にあると考えられていたが、市道の所有者は市であるという認識のもとに、市道から環境保全をおこない、これによって、他の国道や高速道路の公害も抑制しようと考えたのである。この条例も、法律上問題があり、また公安委員会などの異論もあって、実行には障害があるようだ。しかし、道路を工場と同じように考え、しかも、道路は自治体自らが管理するという方向をうちだしたことは、新しい行政のあり方をしめすといつてよい。」と述べている。

道路公害問題研究会編『道路公害と住民運

動』, 自治体研究社, 307頁。

- 4) バイパス建設問題についていえば, バイパスはそのことでもって即, 既設道路の公害対策(交通量削減)とは結びつかない。それには余りに今日の潜在的な自動車交通需要や自動車保有率が高すぎる。といて, 一律にバイパス建設を否定することも問題である。バイパスと同時に既設道路において物理的あるいは制度的な交通量の削減措置がとられ, かつバイパスの環境保全が十分なされうならば, 建設自体は否定されないであろう, ということである。

- 5) 羽仁五郎『都市』, 岩波書店, 70頁。

- 6) この交通貧困階層(the transportation poor)問題については, 湯川利和氏の「モータリゼーションの本質」(西山卯三他編『国土と人権』, 時事通信社所収)において詳しく論じられている。

なお, 新交通システムのテキストともなっているアメリカ住宅開発省のレポート『明日の交通』(邦訳, 日本道路協会発行)は, 主にこの交通貧困階層問題からアプローチされている。

- 7) 湯川利和氏は「社会の全成員の生活権の一つを構成する移動の権利を保障するのは, その社会の義務である」(『マイカー亡国論』, 三一書房, 48頁)と, 移動権の概念を提起し, 公共交通体系の水準の向上の重要性を述べられる。また, 先の論文「モータリゼーションの本質」では, 「いずれの近代国家の憲法も, 明確に宣言していないにしても, 万人に平等に『就業・就学などの多様な機会提供の場に接近する』権利, つまり移動する権利を, 生存権の重要不可欠な一部として承認しているはずである」(前掲書, 162頁。)と述べている。

どちらかというと, 湯川氏は, 交通貧困階層の移動困難性に関連して移動権論を展開されているといえるが, 今日の自動車化過程は

手段としての移動のみならず目的としての移動も侵害しており, 歩行権なども包摂する包括的な概念として捉える方が適切ではないかと考える。かかる意味で, ここでは移動権ではなく交通権という概念を用いた。

なお, 吉野正治氏は「交通の確保は生活権・営業権の問題であるといつてよい。交通権という言葉があつてもよい。交通権の保障, 平たく言えば, 市民の足を保障すること, その市民生活的必要を確保すること……」(『人間のための都市の計画』, 三一書房, 147頁)と「交通権」という概念を用いられているが, 基本的人権との関係が多少ははっきりしていないように思われる。

- 8) 「公園, 運動場, 広場, 緑地, 道路, 橋梁, 河川, 運河, 溜池, 用排水路, 堤防等を設置し若しくは管理し, 又はこれらを使用する権利を規制すること。」
- 9) 華山謙『環境政策を考える』, 岩波書店, 93頁以降。
- 10) ジョルジュ・フリードマン『力と知恵』上, 人文書院, 78頁。
- 11) ジョルジュ・フリードマン, 前掲書, 75頁。
- 12) ルイス・マンフォード『歴史の都市・明日の都市』, 新潮社, 408頁。

# I 浮遊粒子状物質の粒度分布と季節変動

—— デジタル粉じん計のF値と粒度分布  
および季節変動との関係について ——

Size Distribution and Seasonal Variation  
of Airborne Particulated Matters

平野 耕一郎\*

## 要 約

粉じん濃度及び粒度分布からみたF値の経週変化を調査し、これら相互にどのような関係があり、また、季節や気象的要因がどのように影響しているか、同時に、年間を通して粉じんがどのような粒度分布変化するものか検討した。

粒度分布の変化は季節によってはっきりした差が生じ、特に、4 $\mu$ 付近の粒子径と0.43 $\mu$ 以下の粒子径の粉じん粒子が多いことが計測され、また、春先の黄砂現象の時は特異的な粒度パターンになることが判った。F値は粒度分布変化と同様に、4～11月は1.2前後で、12月～3月は1.4以上の値を示し、季節によってはっきりした差がみられた。特に、粒度分布が粒子径の大きい方にピークが偏るとF値も大きくなることから、F値の計測は季節変動を考慮し、年2回以上の計測が必要と考えられる。

## 1. はじめに

浮遊粉じんの計測器には種々の測定原理による方法がある。日本では、光散乱法によるデジタル粉じん計が、国内の多くの大気汚染常時監視測定局に設置され、横浜市においても市内20ヶ所の測定局に設置され、浮遊粉じんを常時測定している。しかし、デジタル粉じん計は重量濃度を直接測るものではないことから粉じんの粒子特性により、濃度値に誤差を生じることが、既に他の研究機関等によって指摘されてきた。また、粉じんは、その発生源の種類によって化学的組成や物理的性質が違い、地域特性・季節変動・気象要因等の多くの要因の影響をうけて、濃度も粒度分布も複雑に変化し、不明確な点も多い。従って、このような複雑な粉じん特性から環境中の粉じん濃度の計測値が、直接法であるローボリューム・エア・サンプラー法と間接法（相対濃度法）のデジタル粉

じん計法では一致を見ない。すなわち、ロー・ボリューム・エア・サンプラーによって直接濾紙の上に汙過捕集し、秤量計測する方法と粉じん濃度が光の散乱量に比例すると云う原理を利用したデジタル粉じん計の濃度値が一致しない。

そこで、直接法による濃度と間接法による濃度の比、すなわち、一般にF値と云われる係数を求め、このF値によって直接法である汙過捕集の濃度とデジタル粉じん計の値が同一濃度評価できるようにしようとする方法が全国で行われている。

今回、年間を通して、F値がどのように変化するか、また、粉じん濃度および粒度分布がどのように変動するか調査し、F値と粉じん濃度および粒度分布がどのような関係になっているか、季節変動や気象要因がどのように影響しているか検討した。

\* 横浜市公害研究所大気部門



## 2. 調査方法

### 調査期間

昭和51年5月17日から52年6月6日まで

### 調査実施場所

横浜市公害研究所4階ベランダ(写真1)

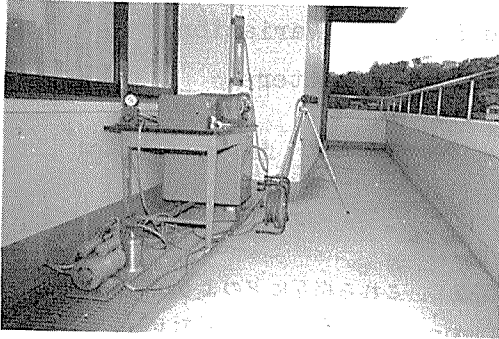


写真1 測定機器(その1)

### 調査に使用した濾紙

ロー・ボリューム・エア・サンプラー用

ミリポア製 AP-20 55mmφ

アンダーセン・エア・サンプラー用

・分級ステージ№0～7：東洋濾紙製

GB-100R 80mmφ

・バック・アップ・フィルター：東洋濾紙製

GB-100R 47mmφ

調査項目に記載したそれぞれの機器を並列設置し、毎週月曜日の11時から翌週の月曜日の10時までの1週間連続測定した。ロー・ボリューム・エア・サンプラーおよびアンダーセン・エア・サンプラーについては毎日午前9時にチェックし、所定吸引量(ロー・ボリューム・エア・サンプラー：20ℓ/min, アンダーセン・エア・サンプラー：28.3ℓ/min)になるよう調整した。毎週月曜日の濾紙の交換時にロー・ボリューム・エア・サンプラーの10μカット用多段分粒装置部分とアンダーセン・エア・サンプラーの分級装置部分を超音波洗浄装置によって付着粉じん等の汚れを除去した後に、次の測定に使用した。濾紙の秤量については、捕集前・捕集後に室温20℃, 湿度50%の恒温室に保存し、1週間以上自然乾燥した後、濾紙を秤量した。なお、ロー・ボリューム・エア・サンプラーからの試料はマイクロ天秤(メトラ製)で、アンダーセン・エア・サンプラーからの試料はセミ・マイクロ天秤(メトラ製)で秤量した。

本調査に使用しているアンダーセン・エア・サンプラーは写真3および表1のとおりで、分級ステージが8段の装置である。そのままの装置構成では0.43μ以下の粒子を捕集できないので、9

### 使用機器及び調査項目

使用機器	使用機器メーカー	測定項目
デジタル粉じん計 (写真1・2)	柴田化学製 A632型	粉じん濃度
多段分粒式ロー・ボリューム・エア・サンプラー(写真1・2)	柴田化学製	10μ以下の粉じん量
アンダーセン・エア・サンプラー(写真1・3)	高立機器製 KA-200型	粒度別粉じん量
温湿度計 (写真4)	太田計器製	温度・湿度

段目にバック・アップ・フィルター装着用として  
4.7φの濾紙ホルダーを用いて0.43μ以下の全  
粒子を捕集した。

デジタル粉じん計の感度校正については、ロー・  
ボリューム・エア・サンプラーの濾紙交換の時に、  
標準散乱板によって常に行った。なお、参考のため  
に図1にデジタル粉じん計の検出部の構造を示  
しておく。

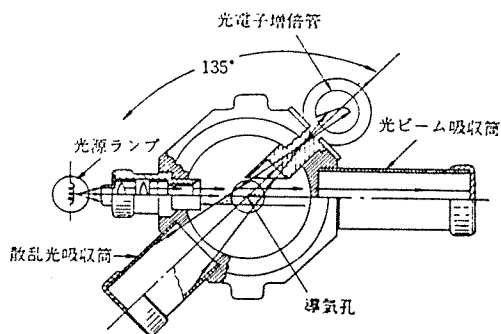


図-1 デジタル粉じん計の検出部の構造  
(化学同人“大気汚染の自動分析”より)

表 1 アンダーセン・エア・サンプラー  
の各分級ステージ採取粉じん粒度

分級ステージ	ノズルの太さ (in)	セット風速 (ft/set)	採取粉じん粒度 (μ)
No. 0	0.456	1.77	>11
1	0.0456	3.54	7.0~11
2	0.0360	5.89	4.7~7.0
3	0.0280	9.74	3.3~4.7
4	0.0210	17.31	2.1~3.3
5	0.0135	41.92	1.1~2.1
6	0.0100	76.40	0.65~1.1
7	0.0100	141.34	0.43~0.65
8	バックアップフィルター用として濾紙ホルダー使用 (4.7φ)		0.43<

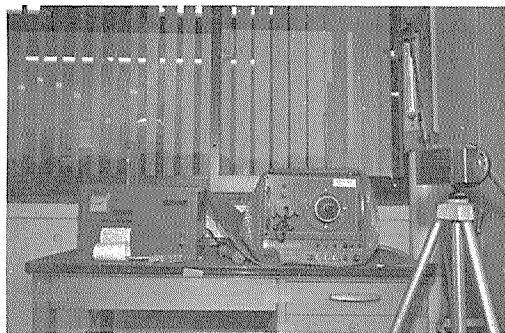


写真 2 測定機器 (その 2)

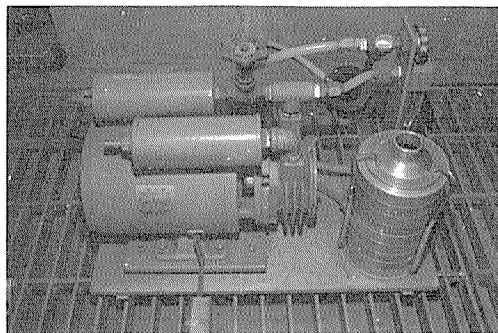


写真 3 測定機器 (その 3)

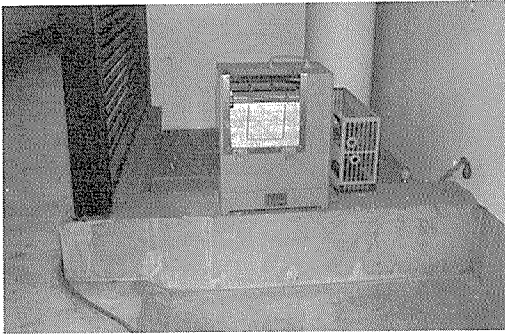


写真4 測定機器(その4)

#### 4. 結果および考察

##### (1) 粒度分布の季節変動とその特性

図2にアンダーセン・エア・サンプラーの各分級ステージまでの積算粉じん量の経過変化を示した。図2では、粒度分布特性は四季を通じてかなり違っている。特に、12月から1月にかけてNo.2ステージの4 $\mu$ 付近の粒度に特徴的な濃度ピークの偏りが現れている。また、10月ごろから3月にかけて、バック・アップ・フィルター部分の0.43 $\mu$ 以下の粒径の粉じんが、他の季節に比べて2倍程度高

くなっていることが判る。

次に、3月14日から21日のサンプリング・データは、特に粉じん量も多く、粒度分布も他と違って、特異的な違いをもっていることが図2から判る。この違いは、第18回の大気汚染全国協議会の他の調査研究機関の研究報告でも指摘されていたように、測定期間中、3月16日にかなりひどい黄砂現象が生じたことから黄砂特有の粒度分布特性からきたものと推定される。特に、この時の粒度分布は、図3から判る通り4.0 $\mu$ 付近に大きなピーク濃度を持ち、通常よくみられる二山型の粒度分布形態と違って、一山型の大きな粒子径に偏りを持った粒度分布形態を呈していた。

当調査の結果から2月・3月の粉じん量の増加は人為汚染のみならず、自然界からの汚染の影響も多少なりと考えられる。そして、冬季は比較的粉じん量が多く、特に3月時期に粉じん量が多くなることや粒度分布に特異的なパターンが出現することは、季節風等の気象的要因による自然界からの汚染(土砂の舞上り・海塩粒子等)と推測される。

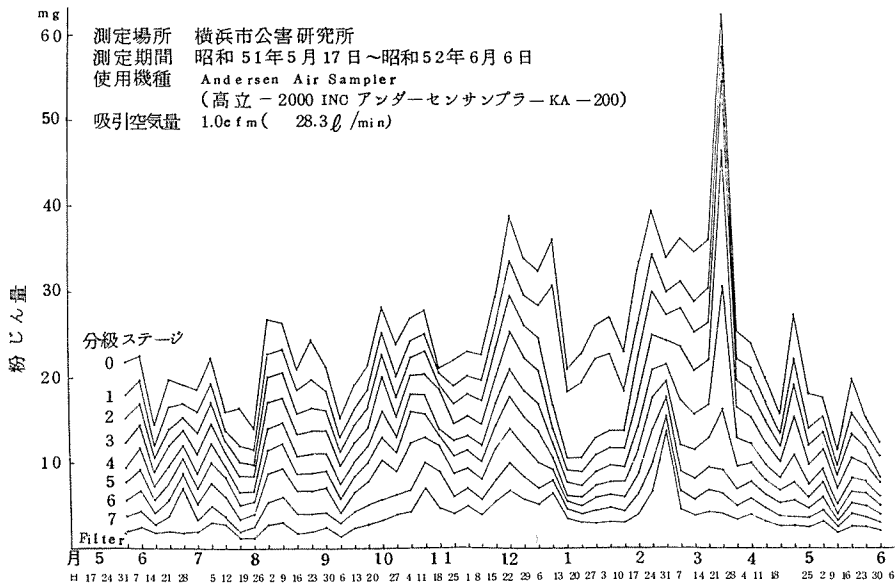


図2 各分級ステージまでの積算粉じん量の経過変化

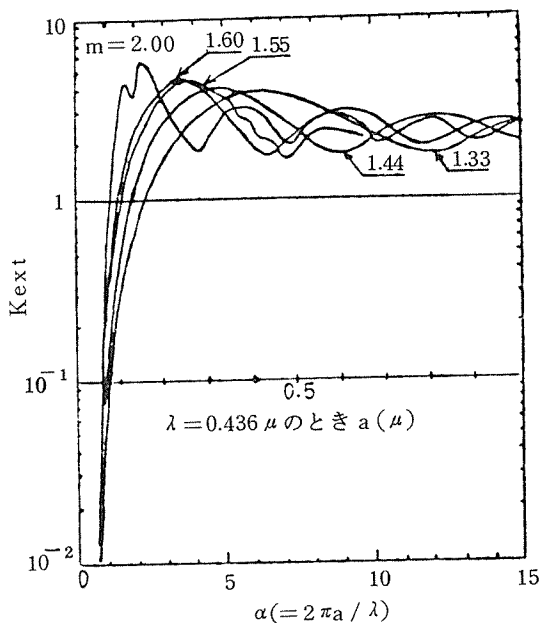


図 5 非吸収性粒子の散乱係数

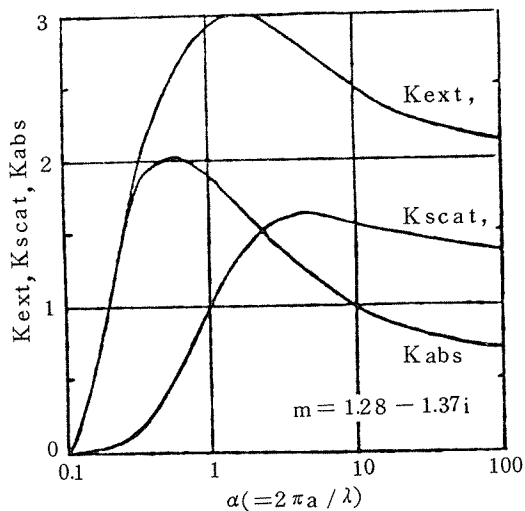


図 6 吸収性粒子の散乱吸収係数

(養賢堂“エアロゾル工学”より)

λ : 光の波長  
a : 粒 径

(4) F値と温度・湿度の関係

図7に測定期間中の温度・湿度の経過変化を示す。ただし、気温は3・6・12・15・18・21・24時の8回平均、湿度は3・9・15・21時の4回平均の値を計測日数の7日平均として図中に示した。

F値の係数は夏季は低く、冬季は高いことがF値の季節変動特性として、前にも述べた

通りである。温度・湿度の場合は逆に夏季は高く、冬季は低いことは周知の通りである。従って、F値と温度・湿度の関係は、図4・図7からも判るとおり、逆相関の関係にある。特に、従来から指摘されているように、デジタル粉じん計の指示値が湿度の影響をかなり受けていることが、この調査研究からもはっきりと云える。

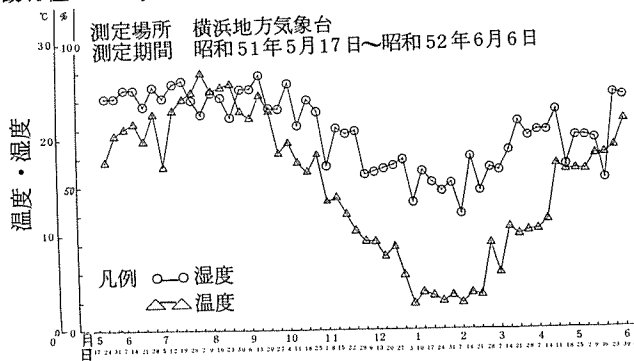


図 7 温度・湿度の経過変化

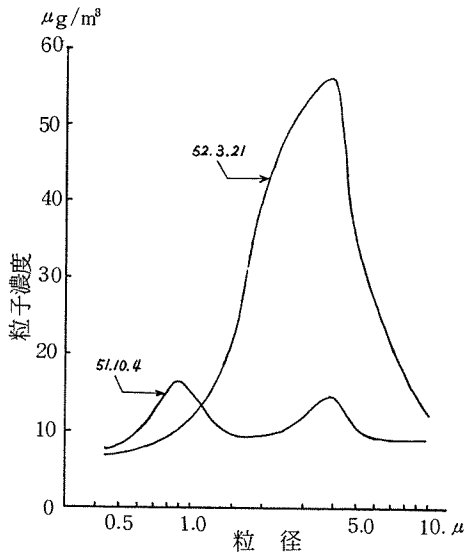


図 3 浮遊粒子状物質の粒度分布例

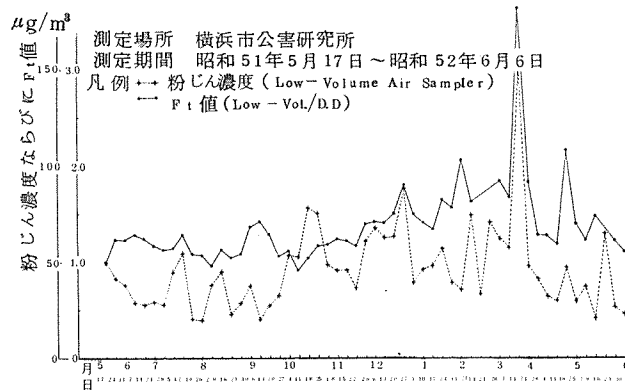


図 4 粉じん濃度ならびに Ft 値の経週変化

## (2) F 値の季節変動特性

図 4 のロー・ボリューム・エア・サンプラーによって計測したデータと F 値についての経週変化を示した。図 4 を見ると、夏季の 6・7・8 月の F 値は平均で約 1.15 程度の値であり、秋季の 9・10・11 月は 1.12、冬季の 12・1・2 月は 1.59、春季の 3・4・5 月は 1.45 である。ただし、前にも述べたように 3 月 14 日から 3 月 21 日の黄砂現象時の F 値の計測データは 3.65 と値が通常値より大きいことから異常値として計算値から除外した。従って、年間を通して F 値の変動をみると、4 月から 11 月にかけて当研究所付近の係数値は 1.2 前後で割合と変動の少ない値を呈するようである。また、12 月から 3 月にかけては、1.4 より大きい値を示すことが多い。

## (3) F 値と粒度分布の関係

粒度分布が粒子径の大きい方に偏ると F 値も同時に大きくなる。なぜなら、図 5・図 6 のとおり、光散乱法の粉じん計測では、粒子径（または、粒度分布）が一定ならば、光散乱強度は粒子濃度に比例する。しかし、粒子の光散乱強度は粒径が  $0.2 \mu$  以上ではあまり変わらないことから、粒度分布が通常の分布形態と異って、どちらかの粒子径の方に偏ると、散乱強度が粒子濃度に比例できなくなる。ま

た、粒子によっては光の吸収の増加によって散乱強度を弱め、粉じんの直接計測法であるロー・ボリューム・エア・サンプラー法による濃度値に対し、間接法のデジタル粉じん計の濃度値が小さく指示されるため、F 値を高めに評価するものと推測される。同様に粒子径がバック・アップ・フィルター以下で、特に  $0.1 \mu \sim 0.2 \mu$  以下の粒子になれば、光の散乱強度は急激に減少することからも F 値を高く評価するものと推定できよう。

#### (5) 粒度分布と温度・湿度の関係

粒度分布の季節変動特性は前述したとおり、季節的特性を有していることが判った。また、温度・湿度も季節特性を持っていることは周知のとおりである。従って、粒度分布が温度・湿度の影響を受けることが推測されるが、粒子状物質の発生源・発出源等の違いによっても粒度分布が変動することから一概に温度・湿度の影響が大きいと云えない。そこで、次の調査課題として今後さらに詳しく解明したい。

#### 4. ま と め

図2からも判るとおり、粒度分布は季節によって異なることが当調査結果から判った。特に、冬季と夏季では、はっきりとした差があり、冬季は4 $\mu$ 付近に大きな分布のピークの偏りが存在することと0.43 $\mu$ 以下の粒子が多いことが判った。

F値は粒度分布や温度・湿度などの他の影響要因と併せて、季節変動が明らかであることから、F値の計測は、季節を考慮して年2回以上の期間に分けた測定にするか、または年間を通じての測定から算出するべきものと考えられる。

当調査研究は初年度より3年間継続する予定で、現在も調査研究中である。今回は、中間報告としてF値に注目して解析してみた。次の時点では、粉じんの粒度分布を中心に組成分析や形態分析も加味して、よりこまかな解析をしたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 日本分析化学会関東支部：公害分析指針，大気編2-b，P62，(1974)
- 2) 荒木峻：大気汚染の自動分析，P181，(1974)
- 3) 芳任登記子他：大気汚染全国協議会第18回講演要旨集，P266，(1977)
- 4) 高橋幹二：基礎エアロゾル工学，P170，(1972)
- 5) 日本気象協会横浜支部：神奈川県気象月報，1976，5～1977，6

## Ⅱ 生物学的手法による工場排水 規制方式導入の研究計画

A Project to Introduce a New System  
for Wastewater Regulation by Biological Means

鈴木重之\*

### 1. はじめに

自然界は様々な要素の調和により成り立っており、生き物は人間も含めてその調和の中に生活している。それは化学反応で言えば平衡の状態とも言えるであろう。その平衡を人間は自らの手で崩し、かつ、人間だけは自然のない状態にも順応あるいは適応できると考えがちであった。現実には身辺から緑が無くなり、水辺が無くなっても日々の生活は続けられている。しかし、巨大な過密都市でも全球的に見れば大きな自然の一部であり、自然界としては、まだ、かろうじて調和が保たれており、地球全体としては平衡機能を完全には失っていない。このような状態は適応性における人間の優秀さと、自然全体としての調和あるいは平衡機能に対する人間の甘えである。

このことは、人間の手によって自然を破壊する余地がまだあると言うことを意味するのではなく、その調和機能を失わせてはならないことを意味する。また、都市が巨大化すれば、都市の中に自然の調和機能を再び呼びもどす必要が生じてくる。水環境におけるその必要性が水質汚濁防止である。

横浜市は水質汚濁の目標を表-1に示すような数値で示すと同時に市民にとってより具体的な目標として「釣りや水遊びがたのしめる水や海を市民の手にとりもどす」ことを掲げている。この目標を達成することにより快適な生活環境が確保され、かつ、安全な水域が確保されるものである。したがって、工場等から排出される水の安全性を確認する必要性が生じ、その手段としては現行の

理化学的手法に生物学的手法を加えようとしたものである。

このような考え方を公害防止協定に盛り込み、昭和52年度末をその達成目標とし行政側で作業を進め、その一部を「工場排水等に係る魚類飼育指針」として公表した。しかしながら、工場排水規制に対する生物学的手法の導入については未だ解決しなければならない問題が山積していると考えられる。これら問題点を公害研究所が主となって研究を行ない、その成果を逐次規制に反映させつつ本手法の完成を目指すものである。

### 2. 対象生物

生物検定(バイオアッセイ)を環境問題に適用する場合には対象とする生物に考慮をはらわなければならない。すなわち、まず対象とする環境が限られているか否かにより取り扱う生物が左右される。本研究の場合は当然水環境そのものの安全性を確保することにあるのであるから、水生生物に限定され、さらに魚の生息する水域を目差しているものであるから魚類を第一義的に取りあげなければならない。なお、魚種の決定に当っては、その水域において代表的分布を示すもの・経済的に最も価値の高いもの等を基準とする。横浜市の場合を考えると前者を基準とし、さらに、研究資料の多さ・入手の容易さ・飼育の容易さ・研究所だけではなく工場がその敷地内で飼育すること等を考慮して魚類を決定しなければならない。また、

\* 横浜市公害研究所副主幹

表一. 横浜市 域における 質達成目標

項	目	目 標 値
健康項目	シ ア ン	検出されないこと
	アルキル水銀	〃
	有機リン	〃
	カドミウム	(ppm) 0.01以下
	鉛	(〃) 0.1以下
	六価クロム	(〃) 0.05以下
	ヒ素	(〃) 0.05以下
	総水銀	(〃) 0.0005以下
	P C B	検出されないこと
生活環境項目	P H	6.5以上, 8.5以下
	BOD(遊離COD)	(ppm) 5以下(2以下)
	S S	(〃) 5以下
	D O	(〃) 5以上
その他の項目	ク ロ ム	(〃) 0.05以下
	大腸菌群数 (MPN/100ml)	5,000以下
	NH <sub>3</sub> -N	(ppm) 0.5以下
	鉄(Fe <sup>2+</sup> )	(〃) 0.3以下
	マンガン(Mn <sup>2+</sup> )	(〃) 0.05以下
	銅(Cu <sup>2+</sup> )	(〃) 1.0以下
	亜鉛	(〃) 1.0以下
	フッ素	(〃) 0.8以下
	フェノール	(〃) 0.005以下
	陰イオン活性度	(〃) 0.5以下

研究の進み具合に合わせて、食物連鎖等の生態系全体を考え、藻類その他の生物を対象としなくてはならない。また、魚種についても、淡水域と海水域の区別をする必要があるであろう。

以上のような方向性を踏えて、横浜市内水域のような環境に生息する代表的な魚種で、同一母集団から多数同時に入手できるものとして“コイ”を選定した。

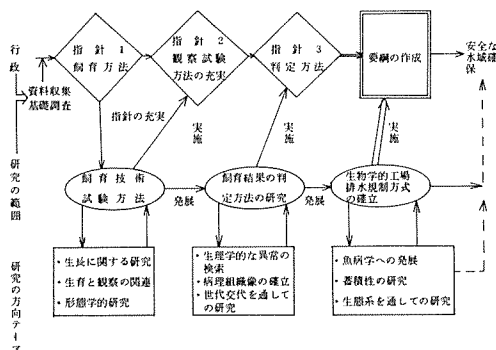
### 3. 研究の発展段階と研究テーマ

本研究は図一に示すように、工場排水規制に生物学的手法を導入し、その確立を企てるもので、行政的措置を一つ一つ裏付けて行くという実務的要請に応えるものである。

この実務的研究を通して学問的には未だ開かれていない魚病学の基礎を確立して行くという使命もある。

#### (1) 飼育技術

従来の飼育技術は量を増やすことに主眼を置いた増殖ないしは養殖技術か、錦鯉等の観賞価値を高めるための技術である。本研究の



図一 研究の発展段階と研究テーマ

場合は“正常な生育”を目指すものであって、これら技術は当然参考とするところは多々あるが、研究の目的に適した飼育を確立しなければならない。この“正常”とは何かを追求することが究極的には本研究の根本になるものであるが、飼育技術の面では当面の課題は一年間の継続飼育を確実にすることである。それには、ア.飼育開始時の選別・薬浴 イ.飼育段階に合せた給餌 ウ.工場排水の塩濃度における飼育 エ.水温の変化または不変化に対する措置などを確立する オ.最終的には飼育面からみると、完全な世代の交代がなされることを確認しなくてはならない。

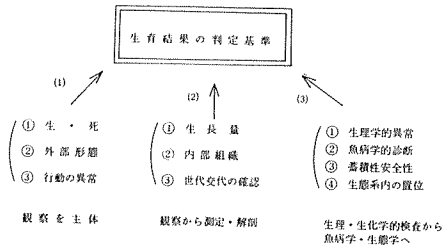
#### (2) 飼育結果の判定基準

飼育結果の判定は第1に生死によるものであるが、“正常”な生育と言う面から考えると、ただ生育したというだけでなく図二に示すようあらゆる面から検討しなくてはならない。

#### ア. 正常な生育の追求

研究の発展段階に応じて“正常である”と言うことの裏付け資料が科学的データとして集積されてくるのであろうが、当面は生長量の測定方法の検討が必要である。前述のように、従来は養殖面から生長量が研究されており、基準となるものをどう設定するかが問題となる。生長量は体長・体重・





図一 2 判定基準作成へのアプローチ

肥満度等で表現されるが、野生型の場合と飼育型の場合の差異とそれぞれの項目の意義を検討し、どのように基準化するか、さらに他の項目をどう取りあげるかを検討する。

ついで、外部形体学的な発達過程の研究が必要であるが、これは過去の研究結果を相当に活用できると考えられる。さらに、内部形体学研究は後述する病理組織学的研究と一体のものとして進めなければならない。また血液検査等が生理機能に関する研究を通じて正常さを追求することになるが、これも病理学的な研究と一体になるものである。

イ. 異常な生育の判定方法

何を正常とし、何を異常とするかは議論のあることであるが、一つには明らかに病気になる組織像の標本を整理することであろう。すなわち病理組織学的研究がそれである。さらに、特定物質と病理の関連性を研究し、工場排水中に含有される物質と病気との関係を明らかにすることである。もちろん、生長の異常および外部形態の異常も明らかにしなくてはならない。

ウ. 行動の解析

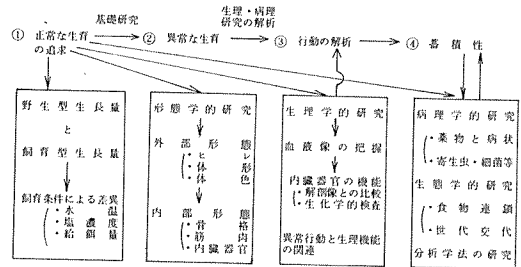
生物は環境が不都合なものになった場合には、まず、嫌忌行動を示すもので、その嫌忌度の強弱により順応性が決定される。すなわち、一見特別な有害性を示さない水でも魚が忌避するようなものは環境として

適したものではない。

エ. 蓄積性の研究

魚類が一応外見的または場合によっては内部的に異常を示さない場合でも、さらに詳しい検討を要する問題に、有害物質の蓄積性の問題がある。すでに、水銀問題・PCB問題でその一部が明らかになりつつあるように、微生物から人間に到る生態系の各段階では、その安全性は異なった表われ方をしており、一つの生態的段階が一見何ともなくとも次の段階で異常となつて表われることは応々にしてあり得ることである。この蓄積性の研究は生体濃縮の研究でもあり、かつ、生体試料の分析方法の研究でもある。

以上の①～④の各テーマの発展方向と小テーマ一例を図一3に示す。



図一 3 具体的テーマの展開

4. おわりに

本研究の目指すところは水界における生物の正常な生育を保証できる排水の放流を確保することであり、そのために基礎的な面を含めて研究を進めるものである。このことは、結果としては、工場排水規制のための生物学的手法の一方法の開発と言う研究と、魚病学の一分野の開発と言う二つの面を持つことになろう。特に後者は学問的には発展性があり、重大な意義があると考えられる。それだけに、未開発あるいは未完成の研究を用いると言う批判も生ずると思われるが、今、最も大切なことは、「現在用いることのできる最良の技

術を用いて「水質汚濁を防止することであると考える。しかも水質汚濁防止の目標を水域の安全性の確保と言う点に設定することが重要と考える。さらに具体的な各研究の発展段階に合わせて利用できる簡易な手段を用いて行くことである。

この研究は、たんに生物学的な面だけでなく、それを裏付ける化学的手法・分析技術の発達を必要とするものであり、さらに、この安全性に応え得る水処理技術の開発を促すものである。

### Ⅲ 魚類の飼育技術に係る研究

#### A Study on Rearing Technic of Fish for Experiment

水尾寛己<sup>\*</sup>, 福島悟<sup>\*</sup>, 畠中潤一郎<sup>\*</sup>, 鈴木重之<sup>\*</sup>

昭和52年12月末日において、「工場等の排水に係る魚類飼育指針」を公表した。

この指針は「基本条件」および「管理基準」から構成されており、「基準条件」は飼育の方式・指標魚・飼育池の規模等注入水の条件等について、「管理基準」は試験の前段階としての薬浴や予備飼育・給餌・池の維持・観察・測定等について定めている。

また、敷地内に対照区と排水区の二面の池を設置し、所定の指標魚(コイ)を統一した条件で飼育管理することとしている。

この指針作成の目的は、工場排水の環境に対する安全性であり、(1)全汚染物質について (2)微量の濃度まで (3)連続的に (4)長時間にわたり魚類を指標にし、その影響による反応を見る方法により、総合的に工場排水を評価することにある。

指針の対象工場としては、今日の水質汚濁の主要な発生源である、1日数千トンから数十万トンの水を使用する石油・ガス・電気・鉄鋼・食品等の用水型産業であり、当面は、公害防止契約締結工場である。

これらの工場から排出される水質を考えた場合、法律や条例で規制されている項目・未規制で有害と思われる項目・成分不明な物質が総合された形で、また高温とか無酸素排水というように物理的に自然と不調和な形で排出されている場合が多い。

したがって、実際にこのような排水で魚類を飼育し、安全性の確認試験を実施していくためには、少くとも、排水中に含有する毒物以外の飼育上重要な因子・水温・酸素等については、最善の条件で望まなければならない。

さらに、この飼育試験は1年間でもって判定するのであるから、少くとも、急性・亜急性的に毒性があってはならない。

以上をふまえて、石油精製・ガス製造・自動車・研究所から各1事業場づつ選び、水温・溶存酸素・無機塩類等についての水質試験と排水の急性・亜急性毒性試験を1972年7月25日から8月24日までの約1ヶ月間にわたっておこない、工場排水の環境に対する安全性評価をおこなう上での魚類飼育上の問題点について検討したので報告する。

#### 1. 調査対象事業場の概要

調査対象事業場の作業内容等を表1・2に示した。Aは都市ガスの精造・供給をおこなっている事業場である。この事業場は、主として石炭ガス製造工程において発生するシアン化合物・硫黄化合物・アンモニア・フェノール類等を含有した約 $2,000\text{ m}^3/\text{日}$ の排水を発生している。52年末の公害防止契約における水質の目標値は、BOD、CODで $10\text{ mg}/\ell$ 以下、CN $0.1\text{ mg}/\ell$ 以下、フェノール類 $0.02\text{ mg}/\ell$ 以下、油分 $2\text{ mg}/\ell$ 以下で、目標排水量は約 $1.100\text{ m}^3/\text{日}$ である。また、53年末の目標排水量は $0\text{ m}^3/\text{日}$ である。排水処理方法は活性汚泥処理後、活性炭吸着を行う方式で24時間連続運転である。

Bは、原油処理能力10万バレル/日の石油精製事業場で、主に油分を含んだ日量約 $5,000\text{ m}^3$ の排水が発生している。52年末の水質目標値はCOD・BODで、 $10\text{ mg}/\ell$ 以下、油分で $1\text{ mg}/\ell$ 以下、水量は $2,400\text{ m}^3/\text{日}$ である。

Cは、研究所で、52年末までに実験系排水と

\* 横浜市公害研究所水質部門

生活系及び空調等の排水を分別し、実験系排水は、全量循環のクローズドシステム方式を導入している。その他の排出水は、生活系排水で一部循環使用している。52年末の目標水質はCOD・BODで5mg/ℓ以下、ノルマルヘキサン抽出物質1mg/ℓ以下で、排水量は8,000m<sup>3</sup>/日である。

Dは、自動車部品製造の事業場で、主に油分を含んだ工程排水(日量約1,000m<sup>3</sup>)とその他排水2,155.0m<sup>3</sup>/日からなっている。目標水質はCOD, BODで3mg/ℓ以下、ノルマルヘキサン抽出物質で1mg/ℓ以下で排水量は10,000m<sup>3</sup>/日である。

表一 調査対象事業場の作業内容等

項目 事業場	業種	主な廃液の種類	処理方法	稼働時間
A	ガス製造	ガス液等	活性汚泥→活性炭	24時間
B	石油精製	含油汚水	油水分離→活性炭	〃
C	研究	研究・生活汚水	活性汚泥→活性炭	〃
D	自動車製造	含油汚水	油水分離→活性炭	〃

表一 2 調査対象事業場の水質

(mg/ℓ)

項目 事業場	pH	SS	COD	ノルマルヘキサン抽出物	CN	Pb	Zn	Cr	Ch	Ni	フェノール
A	6.99	7.9	148	—	2.6	不検出	—	—	—	—	0.68
B	6.56	9.4	332	6.5	—	—	—	—	—	—	0.68
D	7.79	2.0	32.5	<5	0.01	—	0.09	不検出	不検出	0.07	—

※ 分析値は50年度の立入調査結果による。  
C事業場については欠測。

※ — は欠測を示す。

## 2. 試験項目および方法

### (a) 理化学試験

pH：pH比色法

水 温：温度計による

(JIS K-0102, 4.2)

溶存酸素(Do)：ウインクラーアジ化ナトリウム変法

(JIS K-0102, 24.3)

COD：100℃における過マンガン

酸カリウム酸素消費量

(JIS K-0102, 13)

NH<sub>4</sub>-N；水蒸気蒸留，インドフェノール

青法

(JIS K-0102, 17.1)

蒸発残留物：全蒸発残留物

(JIS K-0102, 10.6)

導電 (25℃)：導電率計による

(JIS K-0102, 9)

### (b) 急性毒性試験

魚類を用いた急性毒性試験は、JIS K-0102, 55, 工場排水試験方法の規定に準じておこなった。ただし、希釈段階は設けず、原水100%の条件でおこなった。

#### (1) 器具および装置

##### ◎ 試験容器

硬質の円筒ガラス水槽，試験容量約20ℓ(口径400mm, 深さ300mm)

##### ◎ 恒温設備

恒温水槽内に，試験容器を設置し，飼育水の水温を一定に保持。(設定温度に対する変動は±2℃で制御されている。)(幅1,200mm, 長さ2,500mm, 深さ300mm)

##### ◎ 順応水槽

供試魚の順応のための水槽として200ℓの容量の水槽を2個使用した。

必要に応じて，温度調節・空気送入を実施した。

#### (2) 供試生物

供試生物は「工場等の排水に係る魚類飼育指針」で選定されているコイを用いた。入手先は，神奈川県淡水魚増殖試験場で購入後，約1カ月間，順応水槽中で飼育し，2週間以上，試験水温(25℃)になじませたものを用いた。試験魚の大きさは約1gの体重のものを用いた。また，供試1日前に給餌を中止した。

#### (3) 試験条件

◎ 試験水温は「魚類に対する毒性試験法」及びJIS K-0102, 55では20℃から28℃の範囲と定められており，「魚

介類の体内における化学物質の濃縮度試験法」では $25 \pm 2$ ℃と定められている。また、工場排水の場合、水温がかなり高いことなどを考慮して $25 \pm 2$ ℃とした。

◎ 試験水槽中での魚体数及び水量

1試験水槽に、魚体数は10尾とした。試験水槽中の水量は、供試魚体の重さによって決定され、今回は、魚体の重さが水2ℓに対して約1gに保った。

水量当りの魚体重に関しては、アメリカの下水道協会発行の「Standard Methods」において、魚体の重さが水2ℓに対して1g以下、できれば3ℓに対して1g以下が望ましいとされている。

◎ 排水の希釈率

今回の対象事業場排水においては、今後、排水において、長期間の魚類飼育を実施する予定ですので、本試験においては、希釈は行わず、原水のみとした。対照として使用した水は、蒸留し、イオン交換をおこなった水20ℓに無機塩類を添加した「人工軟水」である。「人工軟水」の作製法を以下に示す。

A液：塩化カルシウム $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
26.1gを水に溶かして100mℓとする。

B液：硫酸マグネシウム $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  17.7g、硫酸ナトリウム $\text{K}_2\text{SO}_4$  11gを水に溶かして100mℓとする。

純水20ℓに対し、A液とB液を2.0mℓずつ、および炭酸水素ナトリウム $\text{NaHCO}_3$  0.5gを加えてよくかき混ぜて調整。

◎ 空気の送入

理化学試験の結果は、各事業場とも、溶存酸素が少ない傾向を示しているの

本実験においては、試験中、試験水の毒性が変わってしまう問題はあるが、連続的に空気を送入する方式を使用した。

(4) 試験操作

試験容器中に排水を20ℓ入れ、連続散気の条件のもとで、水温が $25$ ℃になった時点で、供試魚を1尾ずつ、アトランダムに10尾になるまで水槽に入れる。

試験結果として、24時間・48時間の生存魚体数を記録した。

(C) 亜急性毒性試験 — 30日間毒性試験 —

(1) 器具および試験条件等

(b)急性毒性試験の(1)・(2)・(3)と同じ。

(2) 試験操作

事業場排水(試験水)20ℓを硬質円筒ガラス容器中に入れ、供試1日前から給餌を中止した体重約1gのコイ10尾を用いて、試験水を3ないし4日に1度の割合で新しいものと取り換える方式で、約30日間飼育を続け、生存率等の観察を行った。また、散気を連続的におこない、給餌は3～4日に1度の割合で、魚体重の3%与えた。

同上の方法で対照を設けた。対照水としては(b)急性毒性試験に使用したのと同じである。使用した餌は日本農産工業㈱のコイ2号である。

3. 試験結果および考察

(a) 理化学試験結果

対象事業場の排水を3日又は4日おきに、30日間の連続測定した結果を図-1・2・3、及び表-3・4・5に示す。次に測定した項目について魚類飼育上の評価を以下にのべる。

(1) pH

測定されたpHの範囲は、A事業場7.2から8.2、B事業場7.2から8.5、C事業

場 7.2 から 8.2, D 事業場 7.2 から 7.6 であった。4 事業場ともわずかにアルカリ側に傾いている。

魚類の生育にあたる pH の影響については、五十嵐・田村等により検討されており、五十嵐によれば、「pH 6.7 より酸性、8.6 よりアルカリ性となれば魚類に有害作用を生じる」と述べており、また、田村は海産魚の呼吸量に対して、「pH の調整用として用いる酸および苛性ソーダは pH 値の変化としてよりも薬品として有害な作用がある」と指摘している。

今回の測定結果では、pH の範囲としては、魚類に有害な作用を及ぼすことはないと思われる。しかし、田村の指摘した排水の pH 調整に使用される苛性ソーダ等の魚類に及ぼす影響については、現在まで明確されていないため、さらに検討していく必要がある。

(2) 水 温

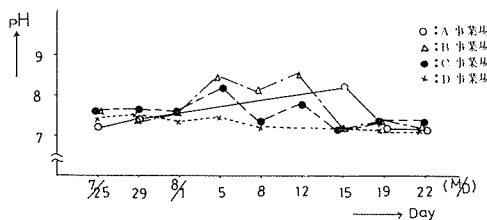
魚類等変温動物は、環境温度に支配され、体温が変化する。水温は、魚類の生命現象にとってきわめて重要な意義を持っている。

Pitt はコイの選択水温として 32℃ が最も適合していると述べており、また、田村は函館・沖縄のコイの比較において、水温の順応範囲に差があることを呼吸量で示している。コイの高温致死温度については不明であるが、BRETTによれば、コイ科魚類の大部分は 30℃ 以上に達している。高温致死温度は順応水温により異なるため、工場排水でコイを飼育する場合には、危険率を考え、水温設定をおこなう必要があると考えられる。今回の調査結果では、2 事業場において 32℃ 以上の水温が全測定時に測定されており、何らかの対策を講じる必要があると思われる。

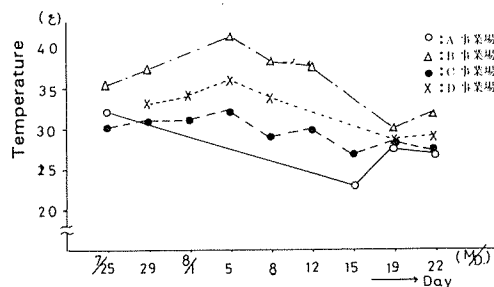
(3) 溶存酸素 (DO)

水中に溶存する酸素は魚類の生息にとり、不可欠である。魚の必要酸素量は、水中の炭酸量や pH および水温によって、かなり異なってくる。コイの場合、水中の溶存酸素 (DO) が 2mg/l 以下になると「鼻上げ」をし、危険な状態となる。最低 4mg/l 以上の DO が必要とされている。

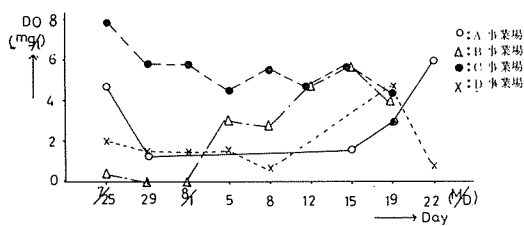
今回の調査結果では、1 事業場を除いて全ての事業場で DO が 2mg/l 以下の濃度を記録している。この原因は、水温が高いことなどが考えられるが、はっきりした原因は不明である。DO 濃度を増加させる対策としては、自然落差および散気などがあげられるが、今後飼育の実施にあたっては、試験条件および、現場の操業状態を考慮して選択しなければならない。



図一 各事業場排水における pH



図二 各事業場排水における水温



図三 各事業場排水における DO

(4) NH<sub>4</sub> - N

アンモニア化合物の毒性は魚類により異なるが、一般に水産動物に対し、最低2.5mg/ℓ付近、普通30mg/ℓ以上となれば、死亡するといわれている。(五十嵐)

今回の調査では、A事業場ではNH<sub>4</sub> - N濃度は9.5から26.5mg/ℓ以上と高い値を示しており、B事業場では1.6から3.6mg/ℓ、D事業場では0.9から2.6mg/ℓであった。C事業場は0.1mg/ℓ以下と低い値を示していた。

NH<sub>4</sub> - Nは未規制項目であるが、工場排水の安全性からは規制が当然必要とされるものと考えられる。

(5) COD

有機汚濁の指標として規制されている項目で、このCOD値を下げることは、未規制で有害な有機物質も相対的に減少することを意味し、魚類飼育上、重要である。今回の調査では、目標達成期限には致っていないが、C事業場を除いて、公害防止契約目標水質に達していない状況であった。

(6) 導電率・全蒸発残留物

今回、調査した事業場排水においては、全蒸発残留物と溶解性蒸発残留物がほぼ同一の値を示している(表-6)。そこで、塩分濃度の指標として、導電率と全蒸発残留物濃度を用いた。今回の調査結果では、A事業場においては、電導率4.2から9.0mℳ/cm、全蒸発残留物3,400から4,000mg/ℓ、B事業場では、0.93から9.2mℳ/cm、全蒸発残留物569から6,020mg/ℓ、C事業場では0.46から0.71mℳ/cm、全蒸発残留物362から490mg/ℓ、D事業場では、0.31から0.8mℳ/cm、全蒸発残留物320から623mg/ℓと、A・B事業場において変動しており、C・D事業場では低く安定し

た値を示していた。塩類の淡水魚類に対する影響に関しては、資料が少なく、魚類指標による工場排水の安全性を評価していく上で、今後、検討していく必要がある。

表-3 各事業場におけるNH<sub>4</sub> - N

事業場	測定日(月/日)	7/25	29	8/1	5	8	12	15	19	22
A		16.9	>26.5	—	—	—	—	9.5	21.0	26.0
B		2.1	3.6	3.1	2.7	2.6	2.4	1.7	1.6	2.0
C		<0.6	<0.6	0.07	0.05	0.01	0.1	0.05	0.05	0.0
D		2.2	2.3	2.6	2.1	0.9	—	—	1.2	2.3

表-4 各事業場排水における導電率および全蒸発残留物

(mℳ/cm)

事業場	測定日(月/日)	7/25	29	8/1	5	8	12	15	19	22
A		7.5	9.0 (3,848)	—	—	—	—	4.2	7.1 (3,453)	9.0 (3,973)
B		3.5	2.6	3.9 (2,272)	9.2 (6,020)	5.4 (3,177)	3.9	1.2	0.93 (569)	1.4 (584)
C		0.46	0.59	0.56 (362)	0.71 (457)	0.62 (450)	0.65	0.6	0.66 (460)	0.67 (490)
D		0.31	0.49	0.52 (320)	0.61 (420)	0.88 (623)	—	—	0.64 (467)	0.82 (250)

注 ( )内は全蒸発残留物(mg/ℓ)

表-5 各事業場排水におけるCOD

(mg/ℓ)

事業場	測定日(月/日)	7/25	29	8/1	5	8	12	15	19	22
A		7.9	27.2	—	—	—	—	19.2	33.4	46.5
B		5.6	8.3	3.9	4.4	4.4	4.4	9.1	7.8	6.1
C		<3.0	4.3	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
D		1.65	—	1.84	9.0	21.6	—	—	11.2	12.3

表-6. 調査対称事業場排水中の蒸発残留物

(mg/ℓ)

事業場	項目	全蒸発残留物	溶解性蒸発残留物
A		4,190	4,150
B		2,980	2,970
C		—	—
D		623	618

(b) 急性毒性試験結果

表-7に示すとおり、5回の試験において、

3事業場においては、24時間・48時間急性毒性は認められなかった。A事業場については、5回中3回、30分から1時間ぐらゐの間に半数近く死亡し、その後、除々に死亡した。水質の測定値から、A事業場においてNH<sub>4</sub>-Nの濃度がかゝり高かったので、それによる死亡が充分考えられたので、pHとの関係について検討してみた。

図-4に示すとおり、pHが9.0では1分間、8.6では2分間、7.4では30分とpHを上げるほど毒性の急激な増加が見られ、アンモニアによる急性毒であることが明らかとなった。pH5.3では、3日間飼育したが急性毒性は見られなかった。

A事業場の死魚の所見は、排水に暴露されると、まず、体色の暗化が全魚に現われ、一部に眼球の突出した魚も現われ、最後に「鼻上げ」状態となり、水面に横になった状態で死亡した。

(C) 亜急性毒性試験結果 — 30日間毒性試験 —

図-5に示すとおり、B・C事業場において、19・20日頃から急激に魚が死に始めた。

B事業場では30日目で50%致死、D事業場では26日目で90%致死であった。C事業場においては、25日目に1尾死魚が見られたが、その後、死亡魚が発生しなかった。また、対照においても、28日目に1尾、死亡した。しかし、図からみて、B・D事業場については、実験上の問題はあるが、一応、排水の魚に対する影響があると思われた。

対照、C事業場での死因としては、3~4日に全部の水を入れかえていること、および3~4日に1度の給餌、試験魚の健康状態等の問題があげられる。

死魚の所見は、B・D事業場とも、外部形態的に特徴があり、背こけ・ひれの先端部の暗化・体色の暗化が見られ、また、えらは暗赤色であった。

表一 7 各事業場排水における急性毒性試験 (生存率 %)

事業場	測定回数 1		測定回数 2		測定回数 3		測定回数 4		測定回数 5	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
A	0	0	0	0	0	0	50	50	70	60
B	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
C	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

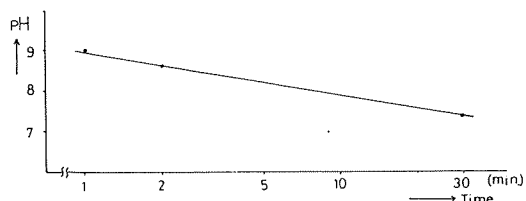


図-4 A事業場排水の急性毒性の発現時間とpHとの関係 (NH<sub>3</sub>-Nの濃度: 265 mg/l) ※ pHは希硫酸および苛性ソーダで調整

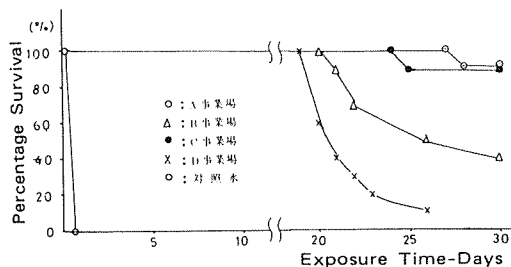


図-5 各事業場排水の魚類への影響 — 30日間毒性試験 —

4. 工場排水での魚類飼育の実施にあたって

今回、工場排水での魚類飼育を、実際に実施させるための予備調査として、水質および毒性試験をおこなった。その結果、各事業場によって、水温・溶存酸素等の水質および魚への毒性がかゝりちがっていることが明らかになった。

市内には、1,000 m<sup>2</sup>以上の事業場が50~60ヶ所ほどあり、これらの事業場が実際に魚を指標として、工場排水の安全性を確認しようとした場合、少くとも、まず、今回おこなったような試験を、



(186)

事業場側で事前に調査することが重要であることが明らかになった。

水質試験によって、飼育条件に係る具体的検討課題がはっきりするとともに、急性・亜急性毒性試験によって、長期間飼育の可能性を事前に把握することが可能となるわけである。

事業場からの排水水においては、我々の周知の物質以外に、未知な危険な物質が含まれているかも知れないわけであり、現在の規制項目に限定せず、工場排水の安全性確保に努める必要がある。

工場排水の人間の生命・生存に対する安全性が、魚を指標とただけで確保されるという保障はないわけであるが、少くとも魚に異常が見られる排水であってはならないのである。

今回、試験結果をまとめるにあたっては、事業場側でも試験等がおこなわれることを前提に、試験項目・方法については少しくわしく記載した。

新社 東京(1967)

- 8) 田村正 外囲の変化が魚類に及ぼす影響, 第11報, 総合考察水, 科研, 報21-35(1950)
- 9) PITT, T.K.T GARSIBE and R.L. HEPBURN, Temperature Selection of the Carp (Cyprinus Carpiol) Canada Jour Zool 34, 555-557 (1956)
- 10) 田村正 外囲の変化が魚類に及ぼす影響について, 第6報, 北水会, 水学, 雑, 51, 61-71 (1943)
- 11) BRETT, J. R. Some principles in the thermal requirements of fishes, Quart. Rev. Biol, 31(2), 75-87 (1956)

## 参 考 文 献

- 1) 工場排水試験方法 JIS-K0102 日本規格協会(1971)
- 2) 工場等の排水に係る魚類飼育指針 横浜市(1977)
- 3) 魚類に対する毒性試験法 農政B第2735号(1965)
- 4) 魚介類の体内における化学物質の濃縮度試験 総理府 厚生省・通商産業省令第1号(1974)
- 5) Stand Methods, PART 800 BIOASSAY METHODS FOR AQUATIC ORGANISMS, American Public Health Association, 685-871 (1976)
- 6) 田端健二 水棲生物による工場排水の毒性試験方法(その1)-魚類によるTIm試験法について 工業用水49-56(1975)
- 7) 五十嵐彦三 汚水化学総論, 内田老鶴圃

## Ⅳ 溶存食塩の鯉個体群の成長に及ぼす影響について

### Growth of Fish Population in Different Salt-Level Water

島中潤一郎\*、水尾寛己\*、福島 悟\*

#### 1. はじめに

多くの生物は、その種がもっとも生存に適した場所を選んで自然界に分布しているように見える。具体的に個々の種類の生物を観察しても、生理的な機能・構造、さらには行動上での特徴が、それが生息する環境に適応している見事さは驚くばかりである。さらに、環境条件が一定に保たれず、絶えず変動するにしても、生物には、ある範囲内で自らの生活を維持する機能が具わっている。例えば、水棲動物の体内の水分調節機能がそうである。淡水中に生息する魚類の体内には、絶えず周囲の水界から水が流入し、海水中に生息する魚類では逆に、体内の水分が外へ向って流出する傾向がある。これは魚類の体内の体液組成と、周囲の水界の成分組成の相違によって生ずるものである。WARRENはこれを“水界に生息する生物には、体内が不断に水分欠乏の危険にさらされているものと、不断に、水分過剰にさらされているものがある”<sup>1)</sup>と述べている。しかし、このような状況に対して、魚類は、周囲の水界とは独立に、体内の体液組成を保つ諸機能をもつ。概念に幅濶はあるものの、排出作用・浸透圧調節機能・Ionic Regulationなどがそうである。魚類は餌から得られたエネルギーを成長や運動にふり向ける他、これらの機能に対し、その一部を割り当てる。従って、生息する水界の水質（特に、塩分等の無機イオン濃度など）によって、同量の餌を摂取していても、魚類の成長に差異が生ずることが充分考えられる。ところで、横浜市が行なった工場排水に関するある調査では、排水の無機塩濃度が数 1000 mg/l に達するものも認められた。今回の実験は、

工場排水中に含まれる無機塩が、先にふれた機作を通じて、どのように魚類の成長に影響を与えるかということについて検討することを目的とした。

横浜市では、市内の大手事業場との間に公害防止協定を締結し、公害対策の法的不備をおぎなうための一つの柱としている。その中では、「工場から排水は充分、魚が生息できる水質を保持する」ことがうたわれ、企業側の具体的な対応として、排水による魚類飼育の実施が盛り込まれている。この実験の結果は、無機塩類を含む工場排水の評価において、飼育した魚類の成長に関する指標の有効性について、いくつかの示唆を与えることになる。なお、実験においては、実際に例もあり、一般的にも工場排水に含まれる可能性が高く、比較的、魚類の生理的な機作が明らかな食塩を、無機塩の典型として、使用した。

#### 2. 方 法

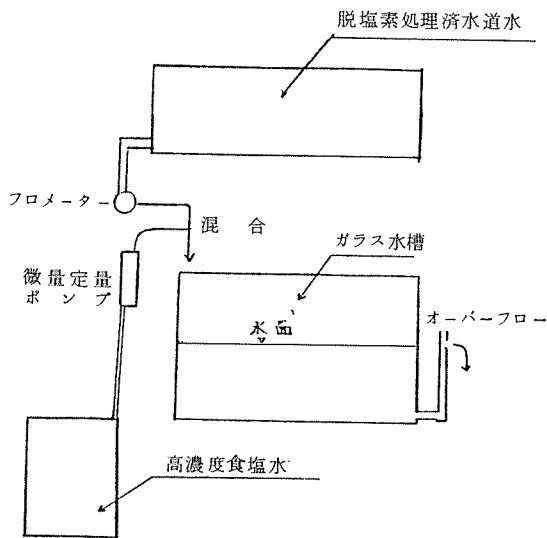
実験は、それぞれ異ったレベルで食塩濃度を設定した5つの水槽で、鯉を20尾づつ飼育し、成長量の指標となる体重・体長を一定期間ごとに測定した。実験の方法の主だった項目について以下に記す。

##### (1) 実験装置および食塩濃度の設定

実験装置の概要を図-1に示す。水槽は直方体・硬質ガラス製200ℓのものを用いた。水槽に高濃度食塩水と脱塩素処理上水道水を注入し、連通管を用いたオーバーフローで、水槽内の水容量を100ℓとする流水式の飼育実験とした。水槽内の食塩濃度は注入する高濃度食塩水と脱塩素処理上水道水の比率を操作すること

\* 横浜市公害研究所水質部門

によって設定した。設定濃度は  $0\text{mg}/\ell$ ,  $50\text{mg}/\ell$ ,  $500\text{mg}/\ell$ ,  $2500\text{mg}/\ell$ ,  $5000\text{mg}/\ell$  の5段階とした。食塩は日本専売公社販売の精製塩（純度99%）を使用した。上水道の脱塩素処理は活性炭を用いて行なった。流水式による1日あたりの水槽内の水の交換率は6回とした。



図一 実験装置の概要

## (2) 使用魚

当才魚のマゴイを用いた。実験開始3ヶ月前より養成したマゴイを、実験開始1週間前に各水槽に移し、その後に食塩水の注入を開始することで、魚が急激な塩濃度変化にさらされることをさせた。しかし、その反面、厳密な濃度設定をして実験を開始することにはならなかった。

## (3) 飼育条件

水温は  $25^\circ\text{C}$  に設定し、飼育中は、エアストーンを用いて水槽内に散気を行なった。給餌は、横浜市が昭和52年12月に公表した“工場等の排水に係る魚類飼育指針”の給餌率表にもとづき、成魚用ペレット径3mmの合成飼料を、実験開始から30日目までは  $5\text{g}$  づつ、30日目から45日目までは  $6\text{g}$  づつ、原則として1

日2回与えた。ただし、魚体の体重・体長を測定した日は給餌を中止した。

## (4) 魚体重・体長の測定

測定は、実験開始時・21日目・45日目の3回行なった。測定はマスイ剤を使用せずに行なった。体重は魚体をガーゼでくるみ、上ざらばね秤で計測した重さと、ガーゼのみの重さの差から算出した。体長はノギスを用いて測定した。

水槽内の水容量に対して、飼育魚の体重等による飼育尾数を決定する際など、飼育全般の様式については、アメリカ水道協会編による、“Standard Methods”を参考とした。また、各水槽に魚を入れるにあたっては、一つの水槽に一度に20尾の魚を入れてしまうのではなく、250尾の鯉の集団から5尾づつ網ですくい出し、それぞれの水槽にランダムな順序で放すようにした。これは、鯉の大きさ・その他、各水槽内に異った鯉の集団ができるのをさけるためである。

## 3. 結 果

### (1) 塩濃度と体重について

各水槽中のマゴイの集団について測定された体重の平均値・標本標準偏差を表-1に示す。各水槽とも、実験開始時から45日間で、当初の平均体重に比べて2.09倍 ( $0\text{mg}/\ell$  すなわちコントロールの水槽) から、1.66倍 ( $5000\text{mg}/\ell$ ) の成長が認められた。各水槽の実験開始時の平均体重を1として、その後の体重の推移をグラフにしたものを図-2に示す。

### (2) 塩濃度と体長

体重と同様、各水槽の鯉群について、平均体長・標本標準偏差を表-2に示す。また、実験開始時の各水槽の平均体長を1として、45日間の体長増加をグラフにしたものを図-3に示す。45日間で平均体重は1.14倍 ( $5000\text{mg}/\ell$  添加群) から1.24倍 ( $0\text{mg}/\ell$  すなわちコントロール)

表一 各水槽中のマゴイ集団について測定された平均体重および標準偏差

単位はg, ( )内数値は変動率% (標準偏差/平均値×100%)

測定期間	0mg/ℓ		50mg/ℓ		500mg/ℓ		2500mg/ℓ		5000mg/ℓ	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
0 日目	8.65	2.76 (3.22)	8.87	3.18 (3.59)	8.48	2.38 (28.1)	8.35	3.22 (38.6)	9.33	3.22 (3.45)
2 1 日目	12.67	4.67 (3.69)	13.07	4.31 (3.30)	12.35	3.23 (2.62)	11.12	4.36 (3.92)	12.70	4.24 (3.34)
4 5 日目	18.05	6.77 (3.75)	17.30	5.44 (3.14)	16.27	4.29 (2.64)	15.17	6.49 (4.28)	15.45	4.86 (3.15)

表二 各水槽中のマゴイ集団について測定された平均体長および標準偏差

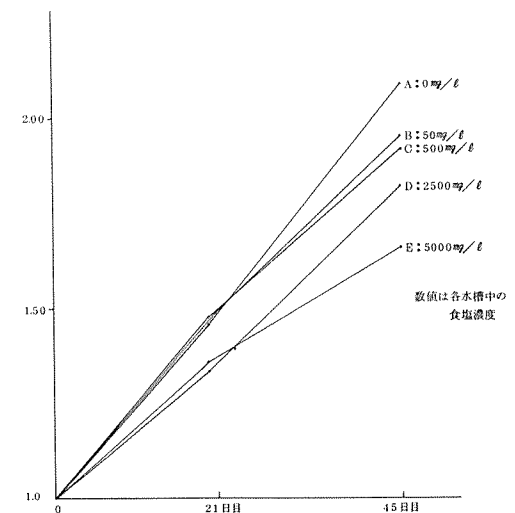
( )内数値は変動率% (標準偏差/平均値×100%)

測定期間	0mg/ℓ		50mg/ℓ		500mg/ℓ		2500mg/ℓ		5000mg/ℓ	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
0 日目	2.47	1.4 (5.7)	2.35	2.5 (10.6)	2.50	2.2 (8.8)	2.54	1.8 (7.0)	2.46	1.4 (5.7)
2 1 日目	2.69	2.5 (9.3)	2.62	2.1 (8.0)	2.73	2.3 (8.4)	2.86	2.7 (9.4)	2.72	3.5 (12.9)
4 5 日目	2.65	2.1 (7.9)	2.54	2.1 (8.3)	2.70	1.9 (7.0)	2.76	1.6 (5.8)	2.80	2.2 (7.9)

表三 各水槽中のマゴイ集団について算出された平均肥満度および標準偏差

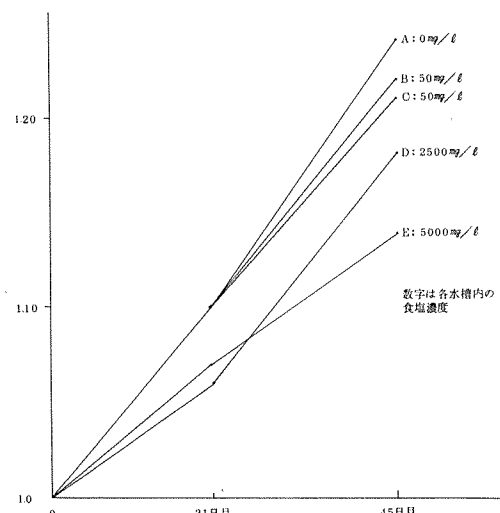
単位はcm, ( )内数値は変動率% (標準偏差/平均値×100%)

測定期間	0mg/ℓ		50mg/ℓ		500mg/ℓ		2500mg/ℓ		5000mg/ℓ	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
0 日目	6.99	0.78 (11.2)	7.14	0.87 (12.2)	6.92	0.64 (9.2)	6.81	0.91 (13.4)	7.15	0.91 (12.7)
2 1 日目	7.69	0.98 (12.7)	7.85	0.97 (12.4)	7.63	0.74 (9.7)	7.20	0.96 (13.3)	7.68	0.98 (12.8)
4 5 日目	8.70	1.19 (13.7)	8.72	1.02 (10.2)	8.39	0.77 (9.2)	8.04	1.13 (14.1)	8.13	1.02 (12.5)



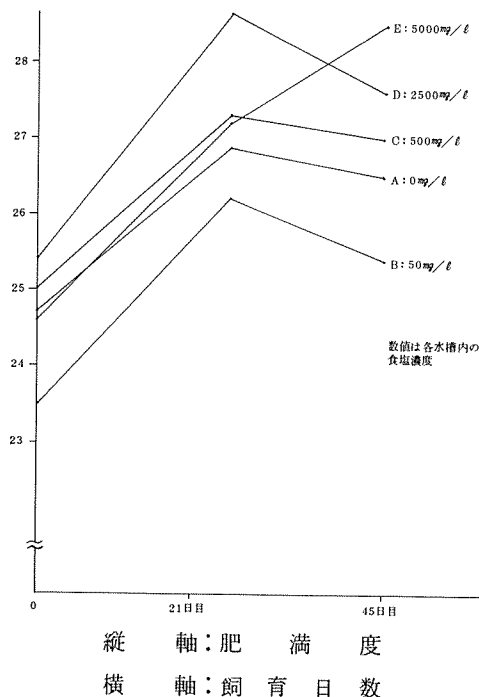
縦 軸：各水槽の実験開始時の平均魚体重を1として、各測定時の魚体重の比率  
横 軸：飼 育 日 数

図一 2 各水槽の平均魚体重の増加



縦 軸：各水槽の実験開始時における平均魚体長を1として、各測定時の平均魚体長の比率  
横 軸：飼 育 日 数

図一 3 各水槽の平均魚体長の増加



図一 4 各水槽の平均肥満度

の範囲で増加している。

(3) 塩濃度と肥満度

肥満度は次の式によって定義される一つの指標である。肥満度：  $= (\text{体重}) / (\text{体長})^3 \times 1000$ 。各個体の体重・体長の測定値をもとに個体ごとの肥満度を算出し、各水槽別に、その平均値・標本標準偏差を求め、表一 3 に示した。また、数値の変動をグラフ化したものを図一 4 に示す。

4. 考 察

表一 1・2・3 から明らかなように、各水槽内の個体群の個体間にも、体重・体長・肥満度にかなりの差異がある。しかし、水槽間における各平均値の差異が、実験因子によって生じた因子間変動か、あるいは何回も全く同じ条件で実験をくりかえした際にも生じうる単なる誤差変動か検討する必要があった。

そこで、対照 (0 mg/l 濃度) の水槽に対して、

他の水槽の魚体重・体長の平均値が有意な差をもつかどうか、Student の t 分布による有意差検定を行なった。有意水準 (0.10) で行なった結果を表一 4・5 に示す。それによれば、体重・体長の平均値でみる限りにおいては、45 日という短い飼育期間にもかかわらず、あきらかに高濃度な食塩水中の魚類成長に対して負の影響を与えていることがわかる。従って、無機塩を含む工場排水に対して、魚類を飼育した際の、体重・体長は評価の手段として有効となろう。これは、図一 2・3 のグラフを見ても理解されよう。しかし、肥満度については、図一 4 の上では、50 mg/l 濃度の水槽を除いては、45 日目で、水槽内の食塩濃度と肥満度の関係が逆転しているものの、実験開始時より水槽間における平均値の変動が大きく、濃度との一定の関係を客観的にとりだすことはできなかった。ただし、別の実験によれば、無機イオン濃度の高い工場排水で魚類を飼育した際、多数のせこけ状態の魚が出現し、今回の実験結果とは反する傾向が見られた。これは“単なる育ちの悪さ”と“病的な育ちの悪さ”を肥満度が標示することになる可能性を暗示している。今回は実験期間も短く、塩濃度による成長の遅れが量的なものから質的なものへ転化する事象を観察するには致らなかった。

表一 4 コントロールに対する各水槽の魚体重平均値の有意差検定

食塩濃度	50 mg/l	500 mg/l	2500 mg/l	5000 mg/l
測定期日				
0	—	—	—	—
21	—	—	—	—
45	—	—	※	※

— 有意差なし  
※ 有意差あり

表一 5 コントロールに対する各水槽の魚体重平均値の有意差検定

食塩濃度	50 mg/l	500 mg/l	2500 mg/l	5000 mg/l
測定期日				
0	—	—	—	—
21	—	—	※	—
45	—	—	※	※

## V 有機塩素系溶剤の分析方法について

## The Determination Methods of Chlorinated Organic Solvents

福 島 博\*

## 1. はじめに

1973年「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」が立法化され、未規制物質を含む各種の化学物質の安全性を判断・評価し、その使用を規制するための法律が作られた。この法律の中に盛られている試験方法のうち、生分解試験・濃縮度試験の結果からPCB(ポリ塩化ビフェニル)、PCN(ポリ塩化ナフタレン)、HCB(ヘキサクロルベンゼン)等の有機塩素化合物が最も注目すべき物質として取り上げられることになった。<sup>1)</sup>これらはいずれも、一般に有機ハロゲンと呼ばれるもので、そのうちいくつかは、蓄積性・慢性毒性を有しており、化学的にも興味ある物質である。また廃棄物の海洋投棄を規制する条約の中では、水銀・カドミウムとともに有機ハロゲンが規制対象物質として含まれている。<sup>2) 3)</sup>横浜市においても公害防止協定の中で有機ハロゲンの排出を禁止しており、今回その第1歩として急性毒性を有しているといわれる低級有機ハロゲン、特に有機塩素系溶剤の分析方法について検討を試みた。

文献等<sup>4) 5)</sup>によれば、活性汚泥処理水を砂濾過に通した後に塩素消毒した三次処理水の中に、これら塩素系の物質が生成され、魚に対して毒性を持つ場合があることが知られており、また環境庁による全国的な分析結果のまとめ<sup>6)</sup>によると、大都市や工業都市においてはかなりの割合で検出され、その濃度レベルは数ppb( $\mu\text{g}/\ell$ )という報告がある。

## 2. 試薬及び装置

## (1) 試 薬

・クロロホルム( $\text{CHCl}_3$ )、トリクロロエ

チレン( $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$ )、テトラクロロエチレン( $\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$ )、1,1,1-トリクロロエタン( $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ )、四塩化炭素( $\text{CCl}_4$ )：特級試薬を標準物質として用いた。

- ・n-ヘキサン、アセトン、エチルエーテル：いずれも残農用試薬を用いた。
- ・これら標準物質は全て常温で液体であり、n-ヘキサンを用いて希釈し、それぞれ $1\mu\ell/\ell$ の標準を作成した。更にこの単品の標準を適宜混合希釈して、混合標準 $0.2\mu\ell/\ell$ (但し、 $\text{CCl}_4$ は $0.04\mu\ell/\ell$ )を作成した。
- ・精製水：蒸留後、イオン交換した水を使用した。
- ・充てん剤：20% Silicone DC-200 Chromosorb WAW-DMCS 80~100メッシュ、Chromosorb 101 80~100メッシュ

## (2) 装 置

標準物質の検出に際しては、ガスクロマトグラフ島津4CMI-E電子捕獲型検出器付-(以下ECD-GCとする)を使用した。

## 3. 各標準物質の用途及び生産高

塩素系溶剤は主に炭化水素から誘導される塩素化炭化水素であり、他の溶剤に比べ安定で、ほとんど引火性がないという特徴をもっている。

これらは開放系で使用されることにより大気中に放散され、雨によりwash outされたり、水に少し溶けるため排水中にも含まれ環境中に放

表一 1 塩素系溶剤の用途・生産高<sup>7)8)</sup>

物質名	M.P (°C)	B.P (°C)	用途・生産高
$\text{CHCl}_3$	-63.2	61.2	冷媒・フッ素樹脂の製造・医薬・溶剤・有機合成 20,000トン('74)
$\text{CHCl}_2=\text{CCl}_2$	-86.4	86.9	溶剤・殺虫剤・抽出剤・脱油脂洗浄・ドライクリーニング 9,043.9トン('74)
$\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$	-2.2	12.1	溶剤・原毛洗浄・医薬・塗料・ドライクリーニング 53,000トン('74)
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	-32.5	74.1	金属の常温蒸気洗浄・エアゾール用・繊維のしみ抜き 45,600トン('73)
$\text{CCl}_4$	-23	76.7	フロン・クロロホルムの製造・機械の洗浄・溶剤・消火剤 50,836トン('74)

出されているものと思われるが、この種の物質の分解性については確かめられていない。

#### 4. 実 験

##### (1) 分析方法

検水 40ml を 50ml 共栓付 メスシリンダーに正確にはかり取り、n-ヘキサン 10ml で抽出する。激しく振とうした後静置し、n-ヘキサン層を一定量 (5ml) 取り、これを分析用試料として ECD-GC で定量する。

##### (2) 検出方法

充てん剤として吸着型の Chromosorb 101,<sup>9)</sup> 80~100メッシュ、2m ガラスカラムを用いた。また、キャリア-N<sub>2</sub> 1.4kg/cm<sup>2</sup> カラム温度 150°C、注入口温度 180°C、Range 10<sup>2</sup>, 2, パルス巾 10KHz を設定条件として定量操作を行なった。

#### 5. 結果及び考察

##### (1) 抽出溶媒の検討

エチルエーテルを抽出溶媒として用いると溶媒の揮散が激しく、また溶媒のみを GC に注入すると妨害ピークがかなり顕著に現われるので不適当と考えられる。溶媒を n-ヘキサンに変えると妨害ピークが減少し、また一般の溶剤の中では比較的無害と思われるので、これを使用した。

##### (2) ガスクロマトグラフィー条件の選定

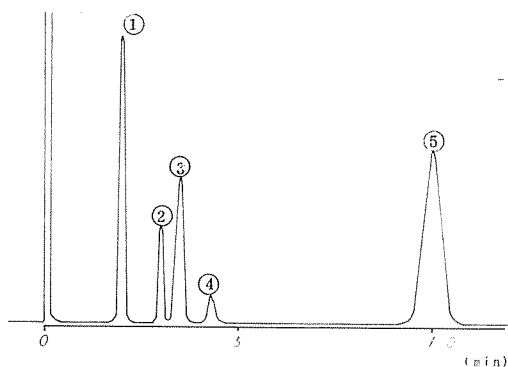
###### ア. 分配型カラム

充てん剤として 20% Silicone

DC-200 Chromosorb W AW-DMCS

80~100メッシュ、2m ガラスカラムを用いた。また、キャリア-N<sub>2</sub> 0.4kg/cm<sup>2</sup> カラム温度 80°C、注入口温度 100°C

Range 10<sup>2</sup>, 36, パルス巾 2.5KHz を設定条件として定量を行なったところ、感度的には絶対量として数 10pg (ピコグラム) 程度まで検出でき、また分離も良好である (図-1)。しかしながらカラム温度が低いため最初に現われる①のピークは n-ヘキサンの妨害ピークと  $\text{CHCl}_3$  (クロロホルム) とが重なったものとなり、 $\text{CHCl}_3$  の定量が困難になる。また前に述べたエチルエーテルを用いた場合、③の  $\text{CCl}_4$  (四塩化炭素) のピークの位置に溶媒のピークが重なり、定量が難しい。



- ①: クロロホルム + n-ヘキサン
- ②: n-ヘキサン
- ③: 四塩化炭素
- ④: トリクロロエチレン
- ⑤: テトラクロロエチレン

図-1. 分配型カラムを用いた時のガスクロマトグラム

##### イ. 吸着型カラム

4.(2)の検出方法で述べた充てん剤を使用した。カラム温度が高いためア)の分配型カラムを使用した際に現われた n-ヘキサン自身の妨害ピークは全て最初の溶媒ピークに吸収され、標準物質 5 成分の定量が可能となる。しかし、欠点としては ng (ナ

ノグラム) オーダーまでしか検出されない  
ので、分配型カラムに比べ感度が落ちること、  
また保持時間が倍以上になることがあ  
げられる。(図-2)

以上のことから、抽出溶媒として n-ヘ

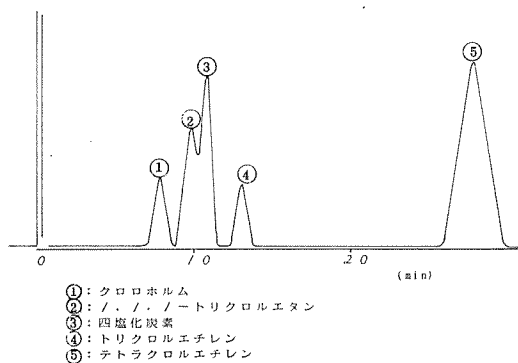


図-2 吸着型カラムを用いた時の  
ガスクロマトグラム

キサン(残農用)を用い、充てん剤として  
吸着型を用いる方法が適当であると考えら  
れ、この方法における検出限界は1~2ppb  
( $\mu\text{g}/\text{l}$ )程度となる。

### (3) K. D濃縮における回収率について

これら物質の分析では一般に検出限界を下げ  
るため多量の検水を用い分析を行なうが、一番  
沸点の高い  $\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$  (テトラクロルエチ  
レン)でもK. D濃縮における回収率は40%  
であり、その他の物質はほとんど回収できな  
かった。従って、分析においてK. D濃縮操作  
を用いることはできない。

### (4) 添加回収率について

標準物質をアセトンに溶解して作成した  
 $1\mu\text{l}/\text{l}$  (但し、 $\text{CCl}_4$   $0.2\mu\text{l}/\text{l}$ )の標準

表 - 2

物質名	回収率 (%)					平均値
$\text{CHCl}_3$	99.4	99.4	101.5	100.4	97.8	99.7
$\text{CHCl} = \text{CCl}_2$	93.5	93.0	94.6	96.2	96.0	94.7
$\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$	91.5	95.6	91.5	97.7	96.7	94.6
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	91.8	93.6	92.3	97.0	96.3	94.2
$\text{CCl}_4$	90.7	91.7	90.5	93.9	95.5	92.3

溶液  $2\text{ml}$  を精製水に添加し、4.(1)の方法に  
従って分析を行ない  $n=5$  で添加回収率を求め  
たところ、いずれも90%以上とほぼ満足でき  
る結果が得られた。その結果を表-2に示す。

### (5) 標準物質の時間経過による揮散・減少 について

低沸点揮発性有機物質は本来閉鎖系で検水を  
加温・気化させた後、発生したガスを液体酸素  
で冷却したG. C用トラップ(充てん剤として  
セライト-22等が多く用いられている)に捕  
集し、その後トラップを加温しG. Cカラムに注  
入するという一般の大気関係の分析方法が適  
当であるが、操作がやゝめんどうである。この  
ため抽出のみの簡単な操作で標準物質が回収  
できるかどうか、また、精製水に標準物質を  
添加した場合、時間の経過によりどの程度減  
少がみられるかについて検討した。まず第1  
番目の問題については、添加回収率の結果か  
ら十分満足できるものと考えられる。次に  
 $1\text{l}$  共栓付メスリンダーに標準物質を加え、  
その時点をとし、その後の物質の減少即ち  
試料の保存性について調べた。その結果を  
図-3に示す。

図からわかるように全ての物質は低沸点と  
いう性質のため、常温でも時間の経過に従  
って減少していく様子がわかる。従って、  
採水後検水を放置しておくことはできず、  
できるだけ早く抽出をし分析を行なうこと  
が必要となる。なお、この実験中、図-2  
のG. Cチャートのピーク④、⑤の間に未  
知のピークが現われ、時間が経過するに  
従いしだいに大きくなる傾向を示した。こ  
の物質については標準物質の分解性と共  
に、今後検討を要する。

### (6) 実排水についての検討

水道水について4.(1)に示した分析方法に  
従い、分析を行なったところ少量の  
 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$  又、5種類の標準物質以外  
に未知物質の存在が認められた。次に  
実排水として市内の大手3工場の排水を  
分析したが予想に反し妨害もなく、



(194)

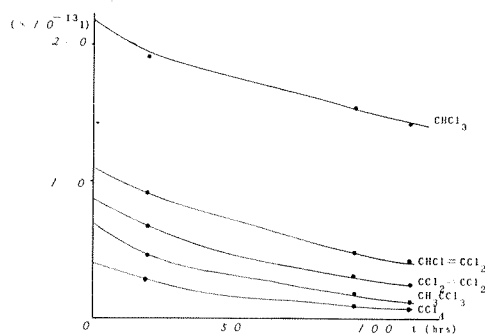


図-3. 塩素系溶剤の水中での経時変化

$\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$  が検出された。また、市内河川の一例として鶴見川の河川水 5 検体を分析したところ、このうち 2 検体から数 ppb の  $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$ ,  $\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$  が検出された。これは環境庁が先にまとめた都市地域での濃度レベルとほぼ一致しており、この値は都市河川における汚染の指標値としての意味をもつものと思われる。

## 6. おわりに

これらの物質は、低沸点であるため前処理操作を多くすればそれだけロスが大きくなることが考えられるので、n-ヘキサンで抽出を行い、吸着型充填剤を用いて、ガスクロマトグラフィーで定量を行なったところ、妨害もなく、また回収率は 92% 以上と、ほぼ満足できる結果となった。なお、今後の問題点としては、水道水から検出された物質の確認とそれにあわせて、標準物質の環境における分解性の問題、またこれ以外の有機塩素系物質についての種々の検討が必要となろう。

## 参 考 文 献

- 1) 北野他：「化学物質の安全性の評価」  
ぶんせき 7, 420 (1977)

- 2) 西 他：「ヘキサン溶液中の有機ハロゲンの定量」分析化学 11, vol. 26, 757, (1977)
- 3) 西末雄：「産業廃棄物中の有機塩素化合物の分析方法」第 43 回県用廃水技術研究会資料
- 4) 三村他：「流入下水への塩素添加による塩素化有機物の検索」  
日本公衆衛生学会 (1977)
- 5) 三村他：「三次処理水に関する衛生学的研究」日本公衆衛生学会 (1977)
- 6) 「ケミカルアセスメント—環境における化学性物質の存在」環境庁保健調査室発行
- 7) 「溶済ポケットブック」有機合成化学協会編
- 8) 「溶済便覧」槇書店
- 9) 浜田他：「水道水中の低沸点水難溶性有機塩素化合物の分析法」ガスクロ工業(株)資料

## Ⅵ 芳香族アミン類環境調査

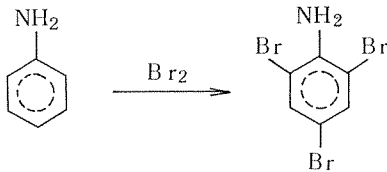
The Level of Aromatic Amines in River and Sea in Yokohama

二宮勝幸<sup>\*</sup>、大場栄次<sup>\*</sup>、福島博<sup>\*</sup>、石井哲夫<sup>\*</sup>

### 1. はじめに

PCBによる環境汚染が大きな問題となつて以来、化学物質による汚染がクローズアップされている。しかし、他の化学物質については、ほとんど環境調査が行なわれていない。今回、芳香族アミン20種類についてその汚染状況の把握のため環境調査を行なったので報告する。

芳香族アミンの分析は、奥村<sup>※</sup>等の方法によつた。その分析法は芳香族アミンのベンゼン環への臭素置換反応を利用したもので、アニリンでは次のような反応式となる。



このように臭素化することによってECD-GCで感度良く分析するものである。更に、芳香族アミン類の臭素置換反応速度の差から、即ち、臭素化処理において臭素の濃度をコントロールすることにより臭素化の割合を変えて、同一物質から異なる誘導体ピークが得られる。このことを利用して、芳香族アミン20種類を同時に定性・定量できるわけである。

しかし、この分析法は操作が非常に複雑なので、改良の余地があるであろう。

調査地点は市内河川・3地点(A・B・C)と横浜港・1地点(D)を選び、各調査地点での試料採取は半径50m以内の範囲で、できるだけ分散された状態になるように水質と底質を各々計5

点採取した。

表一1 調査地区

調査地点	調査地区名	試料数	
		水質	底質
A	鴨子川(横浜市地区西川島町上逆田橋)	5	5
B	鶴見川(横浜市緑区佐江戸落合橋付近)	5	5
C	鶴見川(横浜市港北区南川島町大綱橋)	5	5
D	横浜港	5	5
計		20	20

採水にはバンドーン型採水器を、採泥にはエックマンバージ型採泥器を使用した。試料運搬保存容器はガラスビンを用い、芳香族アミンの分解性



図一1 調査地区概況図

\* 横浜市公害研究所水質部門

※ 奥村為男・永井迪夫 — 大阪府公害監視センター

を考慮して、できるだけすみやかに分析した。すみやかに分析できない場合は冷蔵庫に保存し、24時間以内に分析した。

調査地点周囲の状況

- A : 帷子川の中流域に位置し、上流と下流に染色工場が計20社程あるが、1km程度離れており、染料の直接的な影響は受けていない環境である。
- B : 鶴見川の上流域に位置し、本流・谷本川と支流・恩田川の合流点であり、付近には中小の事業場があるが、芳香族アミンの汚染の少ないと推察した地域である。
- C : 鶴見川の下流域に位置し、1km程上流には主として金属・メッキ関係の中小事業場がある。調査地点周辺は野球ができる程広い河川敷となっており、比較的良好な環境である。
- D : 都市型河川である帷子川・大岡川が流入しており、それらの下流域には各種工場が散在している。横浜港沿岸には、造船工場2ヶ所及び埠頭多数がある。更に、船舶の往来も激しい。

3. 分析法

(1) 試薬

ア. 標準試薬

次の市販品をそのまま用いた。

- ア ニ リ ン
- N-メチルアニリン
- N・N-ジメチルアニリン
- N-エチルアニリン
- o-クロルアニリン
- m-クロルアニリン
- p-クロルアニリン
- o-トルイジン
- m-トルイジン
- p-トルイジン
- o-アニシジン
- m-アニシジン

- p-アニシジン
- 2・3-キシリジン
- 2・5-キシリジン
- 3・4-キシリジン
- 3・5-キシリジン
- 2・4-ジクロロアニリン
- 3・4-ジクロロアニリン
- α-ナフチルアミン

イ. その他の試薬

- エチルエーテル
- 酢酸エチル
- ピリジン
- 臭素
- 無水硫酸ナトリウム
- 無水亜硫酸ナトリウム
- 硫酸アンモニウム
- 水酸化ナトリウム
- 塩酸

残農用があるものは、それを用いた。

ウ. 標準溶液調整要領

50ml・褐色メスフラスコに、ア)の標準試薬を各々酢酸エチルにより、100μg/mlに調整。GCの保持時間・ECDに対する相対的感度を考慮して、次の4つの混合標準原液を50ml 褐色メスフラスコに調整。いずれも冷暗所保存。

・検量線の作成

上記のA・B・C・Dの混合標準原液をエチルエーテルで10倍希釈し、これを混合標準液とする。混合標準液を1~5ml取り、臭素化し、混合標準A・B・C群はカラム温度150℃で、D群は190℃で測定を行なった。

エ. 臭素化試薬の調整

1%臭素溶液

100ml 共栓付メスシリンダーに10%ピリジン・エーテル溶液を1mlとり、エ

表一 2. 混合標準原液濃度

群	化 合 物 名	濃 度 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
A	2・4-ジクロロアニリン	4
	p-トルイジン	4
	p-クロロアニリン	4
	p-アニシジン	6
	m-トルイジン	8
	N-メチルアニリン	10
	o-トルイジン	12
	o-クロロアニリン	2
	ア ニ リ ン	2
	B	3・4-キシリジン
3・4-ジクロロアニリン		12
N・N-ジメチルアニリン		20
2・5-キシリジン		24
C	N-エチルアニリン	8
	o-アニシジン	14
	2・3-キシリジン	24
D	m-クロロアニリン	1.2
	m-アニシジン	2
	3・5-キシリジン	2
	$\alpha$ -ナフチルアミン	12

ーテルを加えて99mlとし、水で十分に冷却する。使用直前に臭素1mlを加え、これを1%臭素溶液とする。

#### 0.01%臭素溶液

1%臭素溶液の調整と同時にしない、最

後の臭素1mlを1%臭素溶液1mlに変える。これを0.01%臭素溶液とする。

〔注〕 これらの溶液は、使用中も充分冷却しておき、調整して30分以内に使用する。

#### オ. 臭素化反応停止液

無水・亜硫酸ナトリウム、10gを水で溶かして、100mlとする。(10%亜硫酸ナトリウム溶液)

#### (2) 器具および装置

##### ア. 器 具

20ml・共栓付試験管、20ml・共栓付レシーブ管(K・D濃縮器直結)、分液ロート(100ml・200ml・500ml・2l) 100ml・共栓付三角フラスコ

##### イ. 装 置

K・D濃縮装置一式・水蒸気蒸留装置一式  
・ガスクロマトグラフィー  
島津製 4CM-IE型 (ECD)  
日立製 163型 (ECD)

#### (3) 操作方法

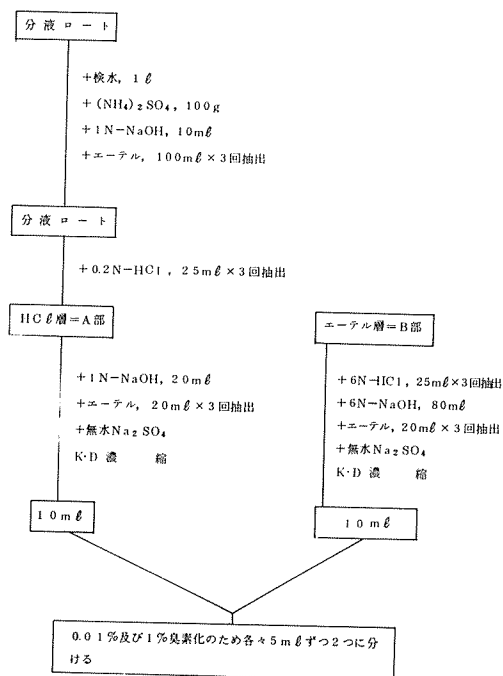
##### ア. 水 質 処 理

検水1lを分液ロートにとり、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  100gと1N-NaOH、10mlを加え、エーテル100mlで抽出を3回繰返す。エーテル層を別の分液ロートにとり、0.2N-HCl、25mlで抽出を3回繰返す。HCl層をA部とし、エーテル層をB部とする。

A部に1N-NaOH、20mlを加え、エーテル20mlで抽出を3回繰返す。エーテル層を合わせ無水 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ で脱水し、KD濃縮装置で濃縮して、10mlにする。  
0.01%及び1%臭素化のため、5mlずつ2つに分ける。

B部を6N-HCl、25mlで抽出を3回繰返す。HCl層を別の分液ロートにとり、6N-NaOH、80mlを加え、エーテル

20 ml で抽出を 3 回繰返す。脱水以下、  
A 部と同様に操作する。



[注] A 部と B 部に分けるのは、臭素化処理した時に GC で同じ R.T を与えるものをあらかじめアミン類の塩基性の差を利用して、分離しておくためである。

図-2 水質処理フロー

### イ. 臭素化処理

#### 1%臭素溶液による臭素化

水質処理後の試料、5 ml を氷で充分冷却し、1%臭素溶液、5 ml を加え振盪して、10分間 0℃ に保持する。臭素化反応停止液、5 ml を加え、激しく振盪する。その全量を 100 ml 分液ロートに移し、水層を捨て、無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> で脱水する。エーテル層を 20 ml 試験管に移し、これを ECD-GC で定量する。GC には、その 1~5 μl を注入する。希釈が必要な場合は、10 倍または 100 倍希釈し、その 1~5 μl を注入する。

#### 0.01%臭素溶液による臭素化

[1%臭素溶液による臭素化]において、1%臭素溶液を 0.01%臭素溶液とし、以下同様に操作する。

A 部・B 部について、各々 1% 及び 0.01% 臭素化を行なうので、1 試料につき合計 4 本の ECD-GC 用サンプルができることになる。

### ウ. 底質処理

底質、200 g を蒸留フラスコにとり、1N-NaOH、10 ml と蒸留水、100 ml を加える。水蒸気蒸留を留出速度 40 ml/min 程度で行ない留分、200 ml をとる。その適当量を取り、以下 3-3-ア), イ) の操作に従う。

なお、底質の場合は、乾泥単位の濃度で表示のため、別途、含水率を求める。

### エ. ガスクロマトグラフ設定条件

項目	条 件	
装 置	4CM-I B型	163型
検 出 器	ECD	ECD
キャリアガス	N <sub>2</sub> , 40 ml/min	N <sub>2</sub> , 40 ml/min
カ ラ ム	2m×3φガラスカラム	2m×3φガラスカラム
充 填 剤	シリコーンOV-17, 3% クロモゾルPW, AW-DMCS 80/100メッシュ	シリコーンOV-17, 3% クロモゾルPW, AW-DMCS 80/100メッシュ
カラム温度	150℃	190℃
導入部温度	250℃	250℃
検出部温度	250℃	250℃
レ ン ジ	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>
アッテネーター	32	16

4CM-I B型は、カラム温度 150℃ に固定し、混合標準 A・B・C 群検知に、163型はカラム温度 190℃ に固定し、混合標準 D 群検知に使用した。

### オ. 定量方法

各々のピークの R.R.T (Relative Retention Time) を求め、次の要領で定量を行なう。

## ◎カラム温度150℃測定

- A 群 { (1) 2・4-ジクロロアニリン  
(2) p-トルイジン  
(3) p-クロロアニリン  
(4) p-アニジジン  
(5) m-トルイジン  
(6) N-メチルアニリン  
(7) o-トルイジン
- B 群 { (8) o-クロロアニリン  
(9) アニリン  
(10) 3・4-キシリジン  
(11) 3・4-ジクロロアニリン  
(12) N・N-ジメチルアニリン  
(13) 2・5-キシリジン
- C 群 { (14) N-エチルアニリン  
(15) o-アニジジン  
(16) 2・3-キシリジン

1%臭素溶液で処理したアニリンピーク  
(2・4・6-トリブロムアニリン)のR<sub>r</sub>T  
を1.00とする。

## ◎カラム温度190℃測定

- D 群 { (17) m-クロロアニリン  
(18) m-アニジジン  
(19) 3・5-キシリジン  
α-ナフチルアミン

1%臭素溶液で処理した、m-トルイジン  
ピークのR<sub>r</sub>Tを1.00とする。

同一物質が臭素化の程度により数本の誘  
導体ピークとなって現われるものもあり、  
非常に複雑となる。

図-3・4に芳香族アミンの誘導体の、  
相対保持時間(R<sub>r</sub>T)図を、図-5~10  
に、そのガスクロマトグラフを示す。

定量はピーク高法で行ない、次の条件の  
ピークを用いた。

表-3. 定量用ピーク(カラム温度150℃)

化合物	部	臭素溶液濃度(%)	R <sub>r</sub> T
(1)	B	1	0.40
(2)	A	0.01	0.45
(3)	A	1	0.62
(4)	A	0.01	0.84
(5)	A	1	1.68
(6)	A	0.01	0.57
(7)	A	0.01	0.71
(8)	B	1	0.64
(9)	A	1	1.00
(10)	A	1	0.88
(11)	B	1	1.66
(12)	A	1	0.40
(13)	A	0.01	1.14
(14)	A	0.01	0.62
(15)	A	0.01	1.04
(16)	A	0.01	1.30

表-4 定量用ピーク(カラム温度190℃)

化合物	部	臭素溶液濃度(%)	R <sub>r</sub> T
(17)	A	1	1.52
	B	1	1.52
(18)	A	1	1.29
(19)	A	0.01	1.63
	A	0.01	2.85

注) ピークに重なりがある場合は、別の  
条件から求められるピークで補正を  
行なった。

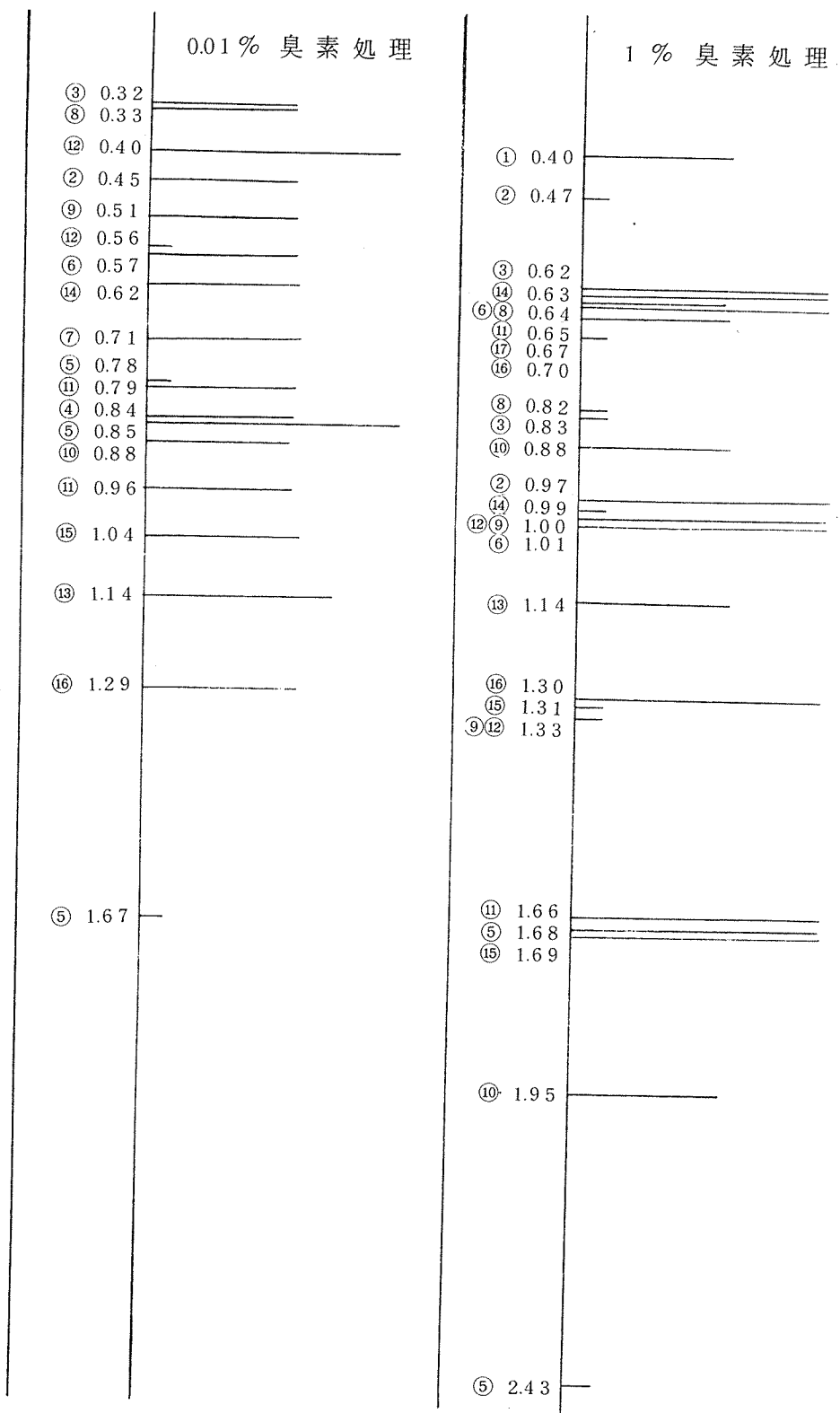


図-3 R.R.T 図 (カラム温度 150℃, R.R.T ⑨ = 1.00)

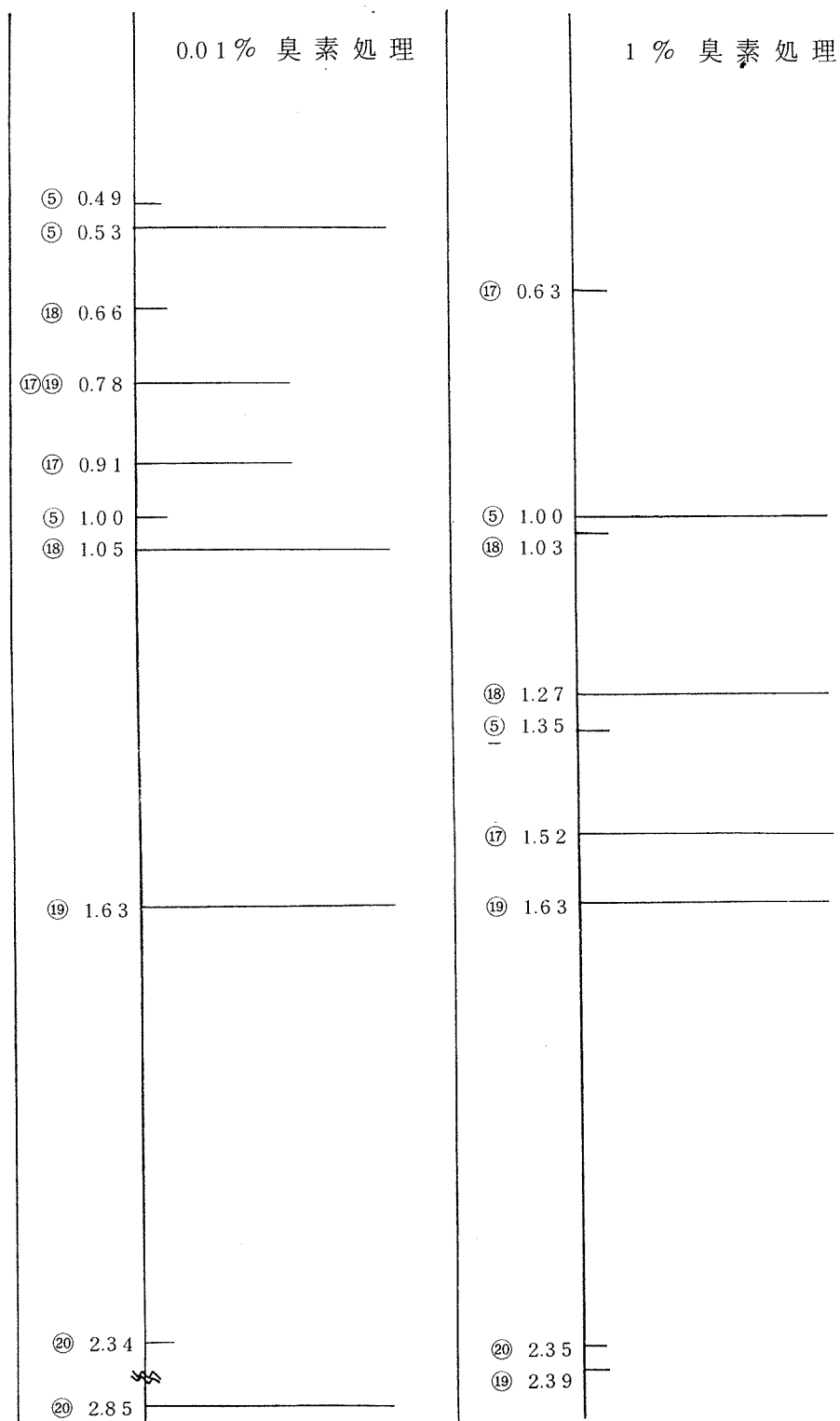


図-4 R.R.T 図 (カラム温度 = 190°C, R.R.T ⑤ = 1.00)



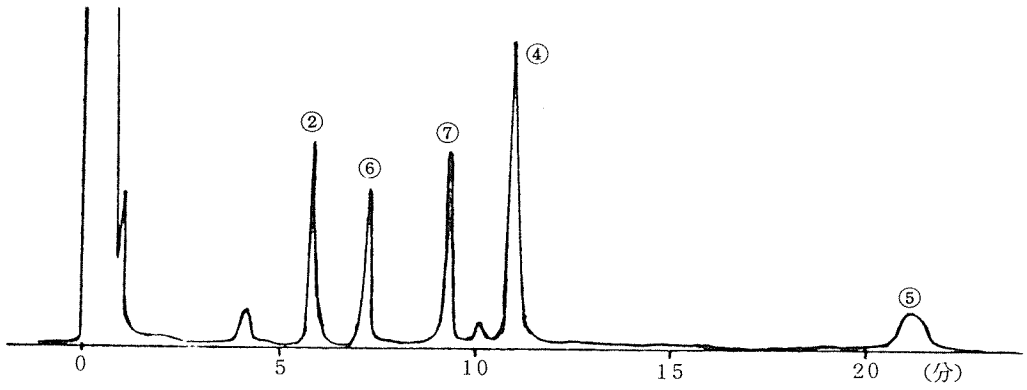


図-5 標準A群-0.01%臭素処理のGC

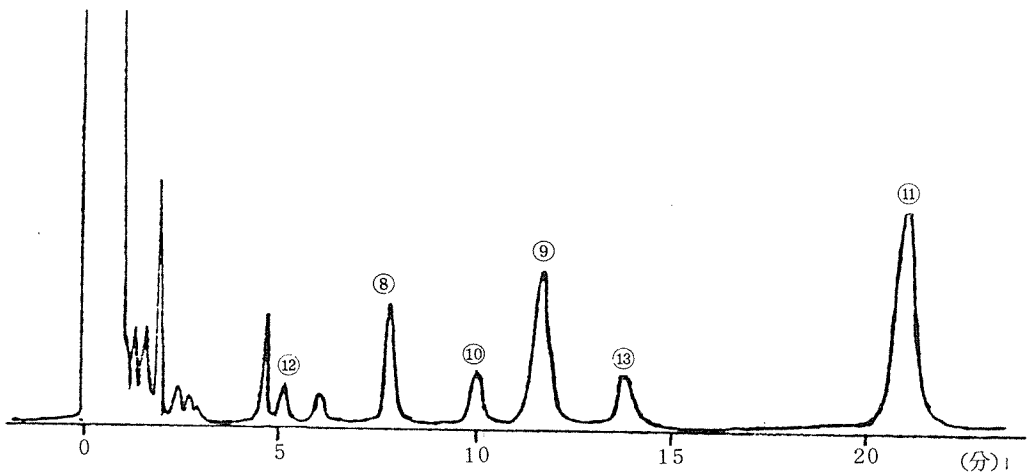


図-6 標準B群-1%臭素処理のGC

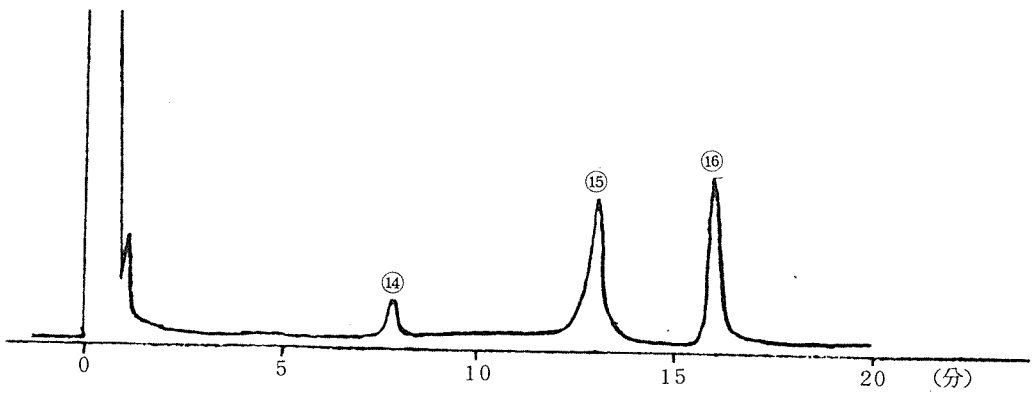


図-7 標準C群-0.01%臭素処理のGC

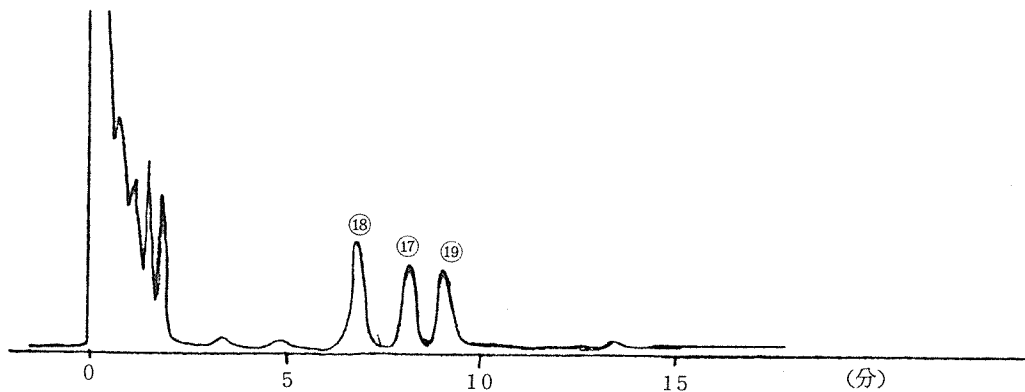


図-8 標準D群-1%臭素処理のGC

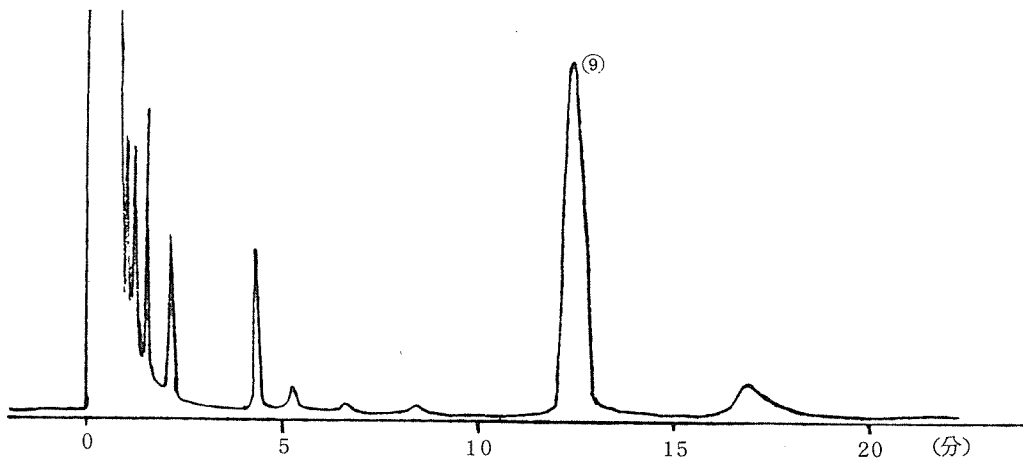


図-9 サンプル・A地点No.2水質・A部-1%臭素処理のGC

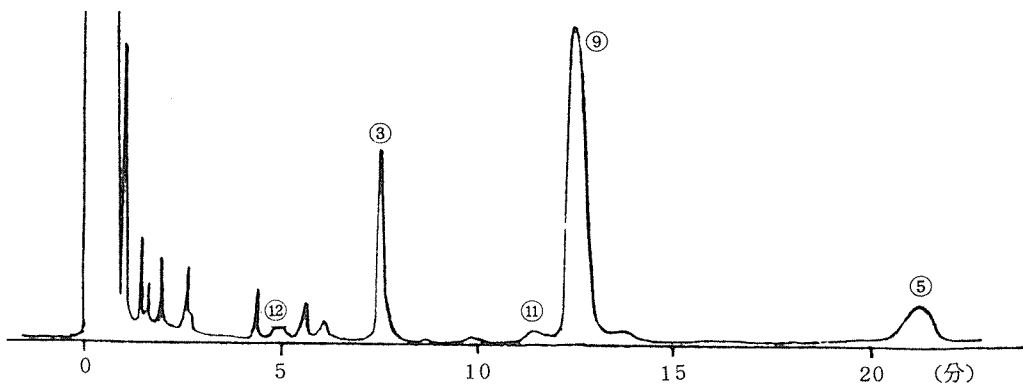


図-10 サンプル・D地点No.3底質・A部-1%臭素処理のGC

一例としてアニリンの検量線を図-11に示す。

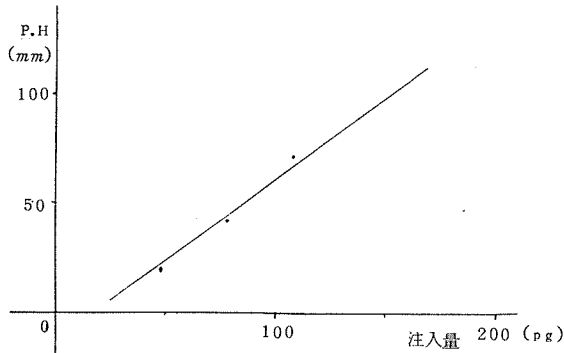


図-11 アニリンの検量線

#### 4. 考 察

この分析法は、酸と塩基をかなり使用するので、試料中に芳香族アミンを原料とした合成物質が含まれていると、加水分解等の作用により、それ由来する芳香族アミンが検出される可能性がある。しかし、今回は、そのようなことはないとして、以下、考察を試みた。

##### (1) 水 質

検出された物質は、アニリン、3・4-ジクロロアニリン、m-クロロアニリンの3種類であり、特にアニリンは20検体全て検出された。これは、アニリンの検出限界が低い(0.00003  $\mu\text{g}/\ell$ )ためだけでなく、使用量が多いこと(1976年: 39,502トン<sup>1)</sup>)、水溶性が大きいこと(20℃: 3.4 ml/100 ml)に原因しているであろう。又、その濃度は、A地点(帷子川)では平均して0.9 ng/mlで、他地点(0.2 ng/ml)の4~5倍の値を示している。

##### (2) 底 質

N-メチルアニリン、N・N-ジメチルアニリン、m-アニシジン、2・5-キシリジン、3・4-キシリジンを除く16種類の芳香族アミンが検出された。水質と同様、アニリンは全検体検出され、帷子川では平均して0.4  $\mu\text{g}/\text{g}$

(乾泥単位)程度あり、他地点の値より1桁から2桁大きい値を示している。p-クロロアニリンも、帷子川では他地点の数倍から十数倍の値を示している。その他、o-トルイジン、p-アニシジン、m-トルイジンでも同様な傾向が見られる。

しかし、m-クロロアニリン、o-クロロアニリンでは逆にD地点(横浜港)の方が、他地点より数倍から十数倍大きい値を示し、2・3-キシリジン、o-アニシジンでは、ほとんど横浜港においてのみ検出されている。

このように検出された芳香族アミンの種類及び濃度において、帷子川と横浜港とは特異な差が見られる。

地点別検出数をみると、多い順に横浜港(D地点-49検体)、帷子川(A地点-33)、鶴見川・下流(C地点-28)、鶴見川・上流(B地点-16)となり、試料の一般状況と良く対応している。

#### 5. おわりに

本調査と同時に行なわれた他都府県の調査結果において、芳香族アミンの検出された地域は、東京都・大阪府であり、他県ではほとんど全て検出されていない。このように特徴的に大都市での汚染が見られた。芳香族アミンのほとんどは、人口密集地帯の消費生活と関連が深い染料・医薬品等の化学物質の合成原料として使用されており、今回の調査で、芳香族アミンが微量であるが、検出されたということは、合成物質が環境に放出された後、何らかの変化を受けて原料、即ち芳香族アミンに復帰したものと思われる。

水質中のレベルに比し、底質中のレベルは数例を除き数十~数百倍とPCB等に見られた難分解性物質の汚染模様(数百~数万倍)と異なり、近接している。

又、帷子川が鶴見川の2地点と比較して、芳香族アミンの汚染が大きいのは、帷子川が典型的な

都市型河川であることと、周辺に捺染業が多いこととの関連性があると思われる。

今後は、芳香族アミン類の反応性・分解性をも考慮した調査が必要であろう。

なお、本調査は「昭和51年度・化学物質環境調査」に基づいたものである。

## 参 考 文 献

- 1) 「ケミカル アセスメント・環境における化学物質の存在」昭和52年版・環境庁環境保健部保健調査室

表一5 水質調査結果(その1)

単位 P.P.M.

試料番号	調査地点	調査試料	採取年月日	水深(m)	試料の一般状況	調査物質										
						3.4-キシリジン	アモニン	2.5-キシリジン	3.4-ジクロロアモニン	N-メチルアモニン	9-ニシジン	2.3-キシリジン	m-ニシジン	3.5-キシリジン	m-クロロアモニン	α-ナフチルアモニン
1	梶子川	A 1	52	0.8	1.4 v 透明 22 cm	<0.0007	0.00079	<0.00005	<0.00003	<0.00006	<0.00008	<0.001	<0.00003	<0.00005	<0.00002	<0.0007
2	〃	A 2	329	〃	〃 21	〃	0.00092	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
3	〃	A 3	〃	〃	〃 25	〃	0.00096	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	〃	A 4	〃	〃	〃 18	〃	0.00088	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
5	〃	A 5	〃	〃	〃 16	〃	0.0011	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
6	鶴見川	B 1	4.5	0.5	〃 21	〃	0.00026	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
7	〃	B 2	〃	〃	〃 19	〃	0.00021	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
8	〃	B 3	〃	〃	〃 21	〃	0.00023	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
9	〃	B 4	〃	〃	〃 22	〃	0.00019	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
10	〃	B 5	〃	〃	〃 23	〃	0.00014	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
11	〃	C 1	4.12	0.8	1.5 v >30	〃	0.00030	〃	0.00032	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
12	〃	C 2	〃	〃	〃 22	〃	0.00025	〃	<0.00029	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
13	〃	C 3	〃	〃	〃 >30	〃	0.00028	〃	0.00038	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
14	〃	C 4	〃	〃	〃	〃	0.00029	〃	0.00042	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
15	〃	C 5	〃	〃	〃	〃	0.00018	〃	<0.00029	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
16	横浜港	D 1	4.25	1.8	1.7 v	〃	0.00020	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.00021	〃	〃
17	〃	D 2	〃	1.8	〃	〃	0.00017	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.00027	〃	〃
18	〃	D 3	〃	1.7	〃	〃	0.00011	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.00034	〃	〃
19	〃	D 4	〃	1.8	〃	〃	0.00026	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.00022	〃	〃
20	〃	D 5	〃	1.9	〃	〃	0.00011	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.00023	〃	〃
検出数(項目別)						0/20	20/20	0/20	3/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	5/20	0/20

表一6 水質調査結果(その2)

試料番号	調査地点	調査試料	採取年月日	水深(m)	試料の採取状況	単位ppm/l										検出数					
						P					N					O		検出数	地点別		
						2,4-ジクロロペン	ピイ	アト	メチル	オト	クロ	ペン	ニ	シ	ト	メチル	ニ			シ	ア
1	梶子川	A 1	52	0.8	1.4℃ 透明度22cm	<0.00003	<0.00002	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00003	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00007	1/20		
2		A 2																	1/20		
3		A 3																	1/20	5/100	
4		A 4																	1/20		
5		A 5																	1/20		
6	田見川	B 1	4.5	0.5															1/20		
7		B 2																	1/20		
8		B 3																	1/20	5/100	
9		B 4																	1/20		
10		B 5																	1/20		
11		C 1	4.12	0.8	1.5℃ >30														2/20		
12		C 2																	1/20		
13		C 3																	2/20	8/100	
14		C 4																	2/20		
15		C 5																	1/20		
16	磯浜港	D 1	4.25	18	17℃ >30														2/20		
17		D 2		18	>30														2/20		
18		D 3		17	>30														2/20	10/100	
19		D 4		18	>30														2/20		
20		D 5		19	>30														2/20		
検出数(項目別)						0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	28/400	

表一7 底質調査結果(その1)

単位 PP/P

試料番号	調査地点	調査試料	採取年月日	水深(m)	試料の状況	物質											
						3.4-キシリジン	アニン	2.5-キシリジン	3.4-ジクロロアニン	N-エチルアニン	9-アニン	2.3-キシリジン	11-アニン	3.5-キシリジン	10-クロロアニン	α-ナフチン	
1	種子川	A 1	52	0.8	一般状況 砂泥 下水臭	<0.004	0.0082	<0.003	<0.001	<0.003	<0.003	<0.005	<0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.004	
2		A 2	3.29	0.28		0.49	0.014	0.0022	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0022	<0.0001	0.0022	<0.0001		
3		A 3		0.50		0.064	<0.003	0.0027	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0027	<0.0001	0.0027	<0.0001		
4		A 4		0.41		<0.001	0.017	0.0061	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0061	<0.0001	0.0061	<0.0001		
5		A 5		0.50		0.031	<0.003	0.0047	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0047	<0.0001	0.0047	0.027		
6	鶴見川	B 1	4.5	0.5	無臭	<0.001	0.0025	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.004	
7		B 2		0.0037													
8		B 3		0.14		0.0045	0.0088	0.0038	0.0088	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038
9		B 4		0.0080		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
10		B 5		0.0046													
11	種子川	C 1	4.12	0.8	砂泥 下水臭	<0.001	0.0019	<0.001	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
12		C 2		0.0016		0.014	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	
13		C 3		0.11		0.0098	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	
14		C 4		0.072		0.026	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	
15		C 5		0.021		0.0077	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	
16	桐浜港	D 1	4.25	18	砂泥 下水臭 H <sub>2</sub> S臭	0.026	0.058	0.011	0.058	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	
17		D 2		0.085		0.047	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	
18		D 3		0.049		0.052	0.015	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
19		D 4		0.056		0.070	0.0094	0.034	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	
20		D 5		0.26		0.061	0.037	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	
検出数(項目別)						0/20	20/20	0/20	14/20	6/20	6/20	4/20	6/20	6/20	13/20	1/20	

表一8 底質調査結果(その2)

試料番号	調査地点	調査試料	採取年月日	水深(m)	試料の採取状況	調査項目										検出数	
						2,4-ジクロロア ニリン	p-トルイジン	N,N-ジメチルア ニリン	o-トルイ ジン	p-クロロ ア ニリン	p-ニ シジン	m- トルイ ジン	N,N- メチルア ニリン	o-クロロ ア ニリン	試験別	地点別	
1	梶子川	A 1	52.3.29	0.8	砂泥 下水臭	<0.001	<0.0007	<0.003	<0.003	<0.001	<0.0007	<0.001	<0.0007	<0.001	<0.0003	1/20	
2		A 2					0.0060	0.029	0.12	0.0036	0.017	0.0036	0.017		9/20		
3		A 3					0.015	0.046	0.27	<0.0007	0.024	<0.0007	0.024		7/20	33/100	
4		A 4					<0.0007	0.032	0.052	0.0055	0.038	0.0055	0.038		7/20		
5		A 5					0.0088	0.046	0.050	0.0042	0.031	0.0042	0.031		9/20		
6	鶴見川	B 1	4.5	0.5	無臭		<0.0007	<0.003	<0.001	<0.0007	<0.001	<0.0007	<0.001		1/20		
7		B 2													1/20		
8		B 3						0.011	0.014	0.0017	0.016	0.0017	0.016	0.0030	10/20	16/100	
9		B 4						<0.003	0.0030	<0.0007	<0.001	<0.0007	<0.001	<0.0003	2/20		
10		B 5							0.0060						2/20		
11		C 1	4.12	0.8	地下水臭				0.001						3/20		
12		C 2							0.0070					0.0010	5/20		
13		C 3					0.0047		0.010		0.0082		0.0082	0.0013	8/20	28/100	
14		C 4					0.011	0.018	0.0096	0.0065	0.0065		0.0065	0.0017	9/20		
15		C 5					<0.0007	<0.003	0.0084		<0.001		<0.001	<0.0003	3/20		
16	柳原池	D 1	4.25	1.8	へび H <sub>2</sub> S臭				0.016		0.0023		0.0023	0.0030	7/20		
17		D 2		1.8			0.0038		0.013		0.0050		0.0050	0.0080	10/20		
18		D 3		1.7			0.016		0.045		0.0065		0.0065	0.0056	10/20	49/100	
19		D 4		1.8			0.0096	0.014	0.046		0.010		0.010	0.0058	11/20		
20		D 5		1.9			0.046	0.011	0.055		0.0085		0.0085	0.0055	11/20		
検出数(項目別)						2/20	9/20	9/20	8/20	17/20	4/20	12/20	9/20	9/20	126/400		

単位 mg/l



## Ⅶ 水中重金属の高精度分析

### A A Precise Analytical Method for Heavy-metals at the Level of $\mu\text{g-per-Litter}$

大場 栄次\*

#### 1. はじめに

水質汚濁対策の進歩とともに、近年、公共用水域の重金属濃度は低下し、J I S等の金属分析法では定量できない程度にまで水質は改善されている。しかし、水域環境の定量的な把握のためには、さらに微量濃度の測定が必要とされる。本報告においては現在広く使用されている原子吸光光度法を検出方法とし、ppb(10億分の1)オーダーの重金属の高精度(くりかえし精度の変動率5%以下)の分析方法を検討したので報告する。又、検討の過程で高精度と併せて簡易化も行なえることが可能となったので、簡易化についての検討結果もあわせて報告する。

#### 2. 実験方法

##### (1) 装置

原子吸光分析装置は、島津製AA-620型を使用し、バーナー型式は予混合型で、空気-アセチレンフレーム・スリット幅1.9mmの条件で測定した。

##### (2) 試薬

###### ア. 標準試薬

亜鉛	和光特級(粒状)	99.975%
カドミウム	和光(粒状)	99.999%
鉛	和光(粒状)	99.999%
塩化第二銅	和光特級(2水塩)	9%
塩化第二鉄	和光特級(6水塩)	9%
ニッケル	和光(粒状)	99.5%
マンガン	和光(粒状)	99.99%

上記の標準試薬のうち亜鉛・カドミウム・鉛・

マンガン・ニッケル(以下成分名は記号で表わす)は5%硝酸溶液で洗浄後、水洗い・アセトン洗いで硫酸デンケーター中に24時間以上保ちその約1gを正確に秤量した。次にNiのみは酸に難溶なため沸騰水浴上で濃硝酸15mlに溶解し、Zn・Cd・Pb・Mnは10規定(以下Nとする)硝酸10mlに溶解し、正確に100mlにした。Cu・Feは $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  3.68g,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  4.84gを正確に秤量して10N硝酸10mlに溶解後正確に100mlに調整した。これらを標準原液とし、こときの各成分の濃度は10,000mg/lとなる。この希釈調整に使用した水は蒸留水をイオン交換したものである。また今回の全ての実験にこの水を使用した。

##### イ. その他の試薬

硝酸	和光超特級
硫酸	和光超特級
塩酸	和光超特級
アンモニア水	和光超特級

クエン酸=アンモニウム 原子吸光分析用  
ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム

(以下DDTCとする) 原子吸光分析用  
酢酸-n-ブチル 原子吸光分析用  
ブロムクレゾールパープル 和光特級

##### ウ. 調整試薬

標準液:標準原液を段階的に希釈して、各成分濃度を次に示す通りに調整した。

\*横浜市公害研究所水質部門

Zn	0.15	ppm
Cd	0.15	〃
Pb	3	〃
Cu	1	〃
Ni	0.9	〃
Fe	2	〃
Mn	1.5	〃

アンモニア水(1+1)：濃アンモニア水1と水1の割合で混合した。

ブロムクレゾールパープル(3%溶液)：ブロムクレゾールパープル3gをエチルアルコール50mlに溶解し、水で100mlにした。

DDTC溶液：DDTC 1.3gを水に溶かして100mlにした。

王水：硝酸1と塩酸3の容量比で混合した。

クエン酸二アンモニウム溶液(10%)：クエン酸二アンモニウム10gを水80mlに溶かして分液ロートに移し、BCP2~3滴加えて希硝酸かアンモニア水(1+1)で微紫色までPHを調整して全量100mlにする。次にDDTC溶液2mlを加え酢酸-n-ブチル10mlで激しく振り混ぜ、試薬に含有している金属を酢酸-n-ブチル層に移し除去する。次に濾紙で濾過して微ほうをとって取り除き使用した。

### (3) 使用器具

コニカルビーカー	300ml
ケルダールフラスコ	〃
抽出瓶	〃
分液ロート	200ml・300ml

上記の使用器具は全てアルカリ系洗剤(商品名メルク)に10時間浸した後水洗いして、3%硝酸10時間浸して水洗い、室内乾燥後使用した。

### (4) 定量操作法

水に亜鉛を段階的に添加して同一試料を三種類の器具で酸分解を行ない、図-1に従って抽

出後測定を行なった。次にZn・Cd・Pb・Cu・Ni・Fe及びMnを混合した試料にして酸分解後図-1・図-2に従って抽出・溶解測定を行なった。分解操作に用いた器具は各々300ml容量のコニカルビーカー・ケルダールフラスコ・抽出瓶の3種類である。抽出瓶の形状を図-3に示す。この容器に試料溶液を入れ、試験操作に従って操作したのち、振とう分離後水を加えて有機溶媒層を上部に移動させ、分取または直接噴霧するための容器で神奈川県統一分析法指定の容器である。次にこの抽出瓶を用いて環境試料を図-2に従って測定操作した。

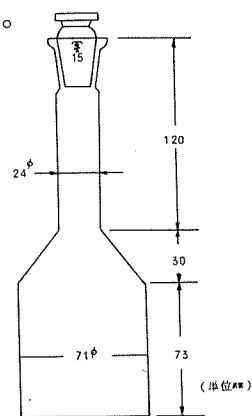


図-3 抽出瓶

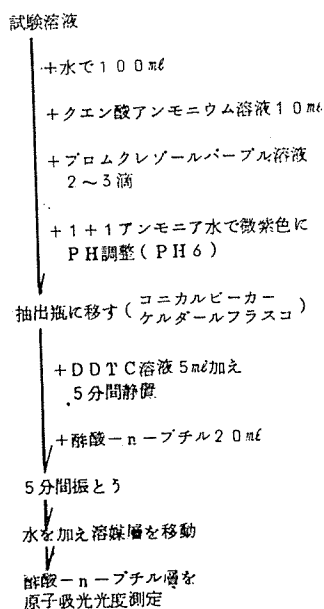
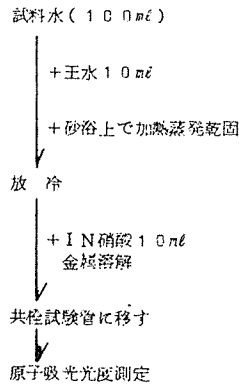


図-1 抽出操作手順



図一 2 酸溶解操作手順

### 3. 実験結果および考察

コニカルビーカー・ケルダールフラスコ・抽出瓶を用い、亜鉛を 0, 1, 3, 5  $\mu\text{g}$  を添加し、全量を 100ml とし、硝酸 10ml, 硫酸 10ml を加え砂浴上で硫酸白煙が発生するまで加熱分解後、水で約 100ml として DDTC-酢酸-n-ブチルで抽出測定した結果を表一・表二に示す。この実験結果から変動係数 (%) が 10ppb で 9.1, 50ppb で 0.4 と抽出瓶を用いた方法が測定結果の安定性が良いのと同時に、抽出容器に試料の移し替えが不必要なため操作上の簡易化ができた。次にこれら 3 種類の各々の分解用器具について試料 10 検体まとめて行なう操作時間と、砂浴 (36 × 40 cm) 1 個で酸分解を行なえる検体数と時間の比較を図一 4, 表一 3 に示す。検体数の増加にしたいが、抽出瓶を用いた方法が抽出器具の省略、使用器具の洗浄などで明確に全操作を通じて、40 分間時間の短縮ができたことなどから、時間短縮に有利となる。以上の結果から抽出瓶を用いる方法を採用して混合成分試料と一般環境試料の河川水・海水・工場排水について測定操作したときの結果の安定性と検出限界濃度を検討した。結果を表一 4・表一 5 に示す。なお、有機溶媒抽出は Zn・Cd・Pb・Cu・Ni として、Fe および Mn は DDTC

キレートが不安定なため、王水分解・蒸発乾固後 1N 硝酸 10ml で溶解して測定操作した。Fe および Mn の DDTC-酢酸-n-ブチル抽出による安定性についての実験結果は表一 6 に示す通りで、Fe は各 pH 域によって抽出に差があり、変動係数 (%) も大きくなった。Mn も同結果となった。このときの実験操作は酸無添加未分解水溶液で行なった。

混合成分試料・環境試料の抽出瓶による操作は ppb レベルのオーダーで安定した結果を得ることが可能となり、充分環境試料分析に適應できることが明らかになった。

### 4. おわりに

分析精度の向上と操作の簡易化を同時に行なえることは、分析者にとって最善のことと考える。その実行により使用器具の省略、それに伴う破損率・洗浄・操作時間などの減少、それに分析結果の信頼性が高くなっていく。以上のことが今回の検討により解決されたものと考えられる。日本規格協会 K 0102-1971 によれば、原子吸光度法の定量範囲と精度で、使用機器・バーナーの様式・燃料系・その他の条件によって異なるが一般に、定量限界が Zn で 50ppb, 変動率が 10% 前後となっていることなどから、本法の方が定量限界・精度面で向上しており、操作上の面でも簡略されている。

精度向上と操作の簡易化を行なうには、全操作にわたり、同一容器で行なうことで解決された。抽出瓶の形状からみて砂浴上との接触面積が大きいため試料加熱時に沸騰蒸発が早く、口部が細長管のため成分の混入・飛沫が少ないものと考えられる。

表一 各種器具による結果の比較 (亜鉛)

器具	項目	Bℓ			0.01μg/ml			0.05μg/ml		
		標準偏差	変動率(%)	誤差率(%)	標準偏差	変動率(%)	誤差率(%)	標準偏差	変動率(%)	誤差率(%)
コニカルビーカー		0.57	5.8	1.50	0.37	1.8	2.9	0.33	4.5	6.4
ケルダールフラスコ		0.053	1.0	3.3	0.16	9.5	6.3	0.055	0.80	-0.15
抽出瓶		0.054	1.1	1.8	0.15	9.1	3.8	0.028	0.40	1.0

注一：各々について n = 10

注二：検水 = 100 ml

注三：値はピーク高から算出

表二 酸無添加未分解水溶液との比較 (亜鉛)

器具方法	項目	Bℓ			0.03μg/ml		
		ピーク高(cm)	標準偏差	変動率(%)	ピーク高(cm)	標準偏差	変動率(%)
スルダールフラスコ		2.3	0.32	1.4	6.8	0.58	8.5
抽出瓶		2.2	0.29	1.3	6.4	0.15	2.4
未分解水溶液		0.36	0.014	3.9	5.2	0.030	0.58

注一：各々について n = 10

注二：検水を 100 ml とし、未分解水溶液と各種器具の結果

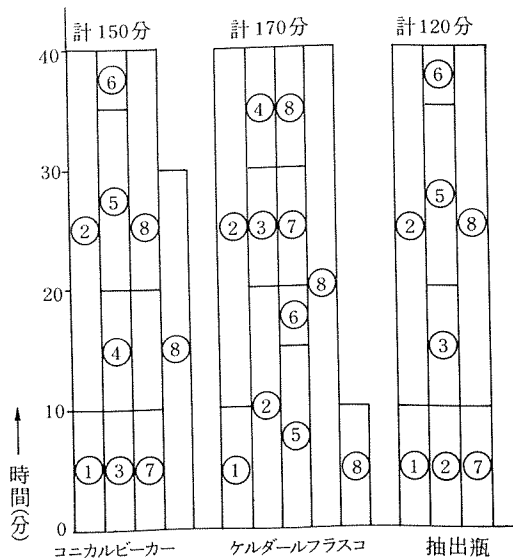
表三 酸分解操作の時間と検体数

器具	時間・検体数	時間 (分)	検体数
コニカルビーカー		30	12~16
ケルダールフラスコ		50	5~6
抽出瓶		40	12~16

注一：36×40 cm 四方のサンドバス 1 個で行なった。

注二：硝酸・硫酸各々 10 ml 分解, 硫酸白煙で分解停止

注三：検水 = 100 ml



- ① 試料調整      ② 分解      ③ PH調整
- ④ 抽出容器への移し      ⑤ 塩析・抽出
- ⑥ 測定準備      ⑦ 測定      ⑧ 器具洗浄

注一：10 検体として、検水 100 ml とした。

図一 各種器具による測定操作時間の比較

表四 混合成分試料測定による各成分の結果

No	項目	成分	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Fe	Mn
1	濃度 (μg/ml)		0	0	0	0	0	0	0
	標準偏差		2.1	0.29	0.4	0.78	0.075	0.13	0.11
	変動率 (%)		7.1	1.8	1.2	4.7	3.8	1.2	2.9
	誤差率 (%)		6.6	2.7	1.4	1.80	3.5	-5.0	1.20
2	濃度 (μg/ml)		0.00074	0.00075	0.015	0.0050	0.0045	0.010	0.0075
	標準偏差		1.2	0.29	0.51	0.17	0.21	0.21	0.040
	変動率 (%)		4.1	6.3	4.5	1.1	3.5	3.4	0.40
	誤差率 (%)		-1.9	-5.6	-0.53	-1.1	-6.1	-3.9	-1.5
3	濃度 (μg/ml)		0.0022	0.0023	0.045	0.015	0.014	0.031	0.023
	標準偏差		2.3	0.35	0.22	0.29	0.26	1.4	0.82
	変動率 (%)		6.0	3.0	0.83	0.63	1.6	8.1	2.8
	誤差率 (%)		-3.3	-2.6	-0.74	-4.3	-2.9	3.7	-0.70
4	濃度 (μg/ml)		0.0037	0.0038	0.074	0.025	0.023	0.051	0.038
	標準偏差		3.7	0.57	1.0	3.1	0.26	0.73	0.61
	変動率 (%)		7.5	3.0	2.4	3.8	0.94	2.7	1.2
	誤差率 (%)		2.2	1.3	0.047	1.4	1.3	-1.3	0.26

注一：各々について n = 5

注二：検出限界濃度は No2 の値とする

注三：検水 = 100 ml

注四：項目の濃度以外の値はピーク高から算出

表五 環境試料分析による各成分の結果

No	項目/成分	亜鉛	カドミウム	鉛	マンガン
1	μg/ml	空実験	空実験	空実験	空実験
	標準偏差	0.36	0	0.21	0
	変動率 (%)	6.03	0	1.3	0
2	μg/ml	0.030	0.030	0.79	0.40
	標準偏差	0.70	0.082	1.7	0.75
	変動率 (%)	2.3	0.36	7.8	3.7
3	μg/ml	0.089	0.90	2.4	1.2
	標準偏差	0.60	0.60	3.1	0.75
	変動率 (%)	0.77	0.89	4.8	1.2
4	μg/ml	0.15	0.15	4.0	2.0
	標準偏差	0.46	0.70	2.1	1.2
	変動率 (%)	0.37	0.62	2.1	1.1
5	μg/ml	0.075	0.050	0.69	0.40
	標準偏差	0.78	0.24	0.33	0.047
	変動率 (%)	1.2	0.62	1.7	0.23
6	μg/ml	0.11	0.11	1.1	0.23
	標準偏差	1.2	0.65	1.3	0.047
	変動率 (%)	1.2	0.73	4.2	0.41
7	μg/ml	0.54	0.71	5.1	2.4
	標準偏差	0.12	0.66	0.42	0.094
	変動率 (%)	0.25	1.2	2.8	0.78

注一 No 5・6・7 は河川水・海水・工場排水  
No 1・2・3・4 は標準溶液

注二 検水量 = 50 ml

注三 標準偏差・変動率はピーク高からとする

(214)

表一 6 DDT C-酢酸-n-ブチル抽出時の安定性

成分	pH 項目	1.5	3	5	7	9	11
Zn	ピーク高 (cm)	0.31	0.70	7.6	7.3	7.1	0.42
	変動率 (%)	2.6	21	14	12	12	63
Cd	ピーク高 (cm)	0.15	2.8	6.9	6.9	6.9	6.9
	変動率 (%)	8.8	28	0.44	0.60	0.0	15
Pb	ピーク高 (cm)	0.2	17.7	1.9	1.9	1.9	1.8
	変動率 (%)	5.4	21	0.50	0.46	0.30	3.6
Cu	ピーク高 (cm)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	変動率 (%)	0.24	0.63	0.42	0.53	0.73	0.78
Ni	ピーク高 (cm)	7.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	変動率 (%)	3.6	0.21	0.43	0.84	0.37	0.16
Fe	ピーク高 (cm)	5.20	14.0	21.0	21.2	1.1	-
	変動率 (%)	2.8	3.5	0.50	1.9	1.1	-
Mn	ピーク高 (cm)	-	-	0.09	0.49	1.24	10.5
	変動率 (%)	-	-	7.3	2.2	9.3	4.9

注-1: 各成分濃度は同一

注-2: 各成分の濃度 Zn      6  $\mu$ g/200ml  
                                  Cd      //      //  
                                  Pb     160      //  
                                  Cu      40      //  
                                  Ni      40      //  
                                  Fe      80      //  
                                  Mn      //      //

注-3: 各々について n = 3

### 参 考 文 献

- JIS K 0102-1971 工場排水試験法・同解説  
 // Z 8402-1974 分析・試験の許容差通則  
 公害関係の分析法と解説 S. 47. 2. 5 発行  
 神奈川県公害対策事務局  
 原子吸光分析 講談社 S. 51. 4. 25 発行  
 保田和雄・長谷川敬彦著  
 標準試料ハンドブック 産業図書 S. 48. 6. 25 発行  
 日本分析化学会・標準試料研究懇談会  
 超微量成分分析-水- 産業図書 S. 49. 6. 20  
 第3刷 高橋武雄編著  
 抽出分離分析法 講談社 S. 50. 11. 2 第3刷発行  
 赤岩英夫著

### 定量分析の実験と計算

1. 定量分析概論・重量分析法 改定版

高木誠司著 共立出版社

S. 51. 2. 20 発行

## Ⅷ ポリビニールアルコール含有排水の処理方法の検討

### A Research on the Reduction of Waste for Industrial Waste Water Poly Vinyl Alcohol

野木一男\*, 遠田和雄\*

#### 1. はじめに

昭和49年および50年に公害対策局において、「捺染染色加工業の排水処理処分について」, 第1・第2報を報告したが, その中で最も処理が困難な物質として取り上げられたのは, 界面活性剤および糊剤として使用されている水溶性高分子化合物であった。

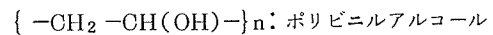
そこで, これら2種類の難処理物質のうち特に精練工程を有する事業場で問題となっている水溶性高分子化合物の処理方法の検討を開始した。

最初に, 現場調査を行ったところ, 横浜市内には精練工程を有する事業場が5社あるがその中で, 工場に持込まれる生布に使用されている糊剤の内容を把握しているのは1社(F社)だけであった。また糊剤の中でもポリビニールアルコール(PVA)の占める割合の多いことが判明した。

PVA含有排水はCODが高く, 従来の排水処理技術では処理が困難な物質である。F社では1日の総合排水量は約260 m<sup>3</sup>あり, 原水のCOD値は1000mg/l近くに達する。また濃厚廃液(5~10 m<sup>3</sup>/日)を分別した場合にはそのCOD値は, 20,000~30,000mg/lになることが調査により判明した。しかもCOD負荷の大部分を占めるのはPVAであると推定される。そこで最初の処理対象物質をPVAにしぼり, PVA含有排水の硫酸ナトリウムおよびホウ酸ナトリウムによる凝析処理方法を検討したのでその結果について報告する。

#### 2. ポリビニールアルコール(PVA)について

PVAはポリ酢酸ビニルの加水分解によって得られる無色の粉末で, 下記のような化学式を持ち, 水に可溶性有機高分子化合物である。



日本では, はじめ国産合成繊維ビニロンの原料として着手され, ついで繊維用原料以外の利用としては, ナイロンの経糸のサイジング剤として, アメリカにおける利用方法の追跡から始まった。その後, 上記以外にも種々の用途が開発され, 現在のPVAの需要分野は表-1に示すとおりである。(昭和45年度わが国での総需要量349,633t)

表-1 PVAの需要分野

繊維加工用	40%
紙加工用	20%
乳化安定剤用	13%
接着剤用	12%
その他	15%

「ポパール」高分子刊行会

なお, 精練工場の排水処理で問題となっているのは, 経糸用サイジング剤として使用されたPVAである。

#### 3. F社の現況

F社に搬入される生布の現況は表-2に示すとおりである。

表-2より, F社に持込まれる生布の約30%

\* 横浜市公害研究所水質部門

にはサイジング剤としてPVAが単独で使用されていること、またF社の精練工程で排水中へ移行するサイジング剤の50%強がPVAであることが判明した。

表-2 F社に搬入する生布の現況

生布搬入社名	生布重量 千kg	サイジング剤の成分 (%)			
		コンスターチ	PVA	フタル樹脂類	その他
S社	197	51.6	21.3	21.3	5.8
D社	191	-	90.5	-	9.5
H社	124	27.8	60.3	3.8	8.0
他社(複数)	100	-	不	明	-
全社あたり	612	26.6	56.6	9.1	7.7

#### 4. 処理薬剤の選択

PVA水溶液の凝析に要する各種塩類の最低濃度については表-3に示すとおりである。

表-3 PVA-117の5%水溶液凝析に要する各種塩類の最低濃度

	凝析に対する最低塩濃度		凝析効果 (1/N.)
	N.	g./l.	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.0	66	1.00
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.7	50	1.43
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.7	61	1.43
ZuSO <sub>4</sub>	1.4	113	0.71
CuSO <sub>4</sub>	1.4	112	0.71
FeSO <sub>4</sub>	1.4	105	0.71
MgSO <sub>4</sub>	1.0	60	1.00
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1.0	57	1.00
KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0.9	58	1.11
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	0
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6.1	490	0.16
NaNO <sub>3</sub>	3.6	324	0.28
KNO <sub>3</sub>	2.6	264	0.38
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	3.6	255	0.28
HNO <sub>3</sub>	-	-	0
NH <sub>4</sub> Cl	-	-	0
NaCl	3.1	210	0.32
KCl	2.6	194	0.38
MgCl <sub>2</sub>	-	-	0
CaCl <sub>2</sub>	-	-	0
HCl	-	-	0
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.4	77	0.71
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	1.4	136	0.71
Potassium Citrate	0.8	38	1.25
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.8	165	1.25

10%塩類水溶液10ccにPVA-117の5%水溶液を2滴下し、直ちに振盪して白濁沈澱を生ずる最低塩濃度を求めた(測定温度30°C) 「ポパール」高分子刊行会

表-3より、硫酸ナトリウム・硫酸カリウム・クエン酸カリウムおよびホウ酸がPVA水溶液の凝析に有効であることがわかる。この4種の薬品の中で、硫酸カリウムおよびクエン酸カリウムは比較的高価であるに対して硫酸ナトリウムおよびホウ酸は兼価であるので硫酸ナトリウムおよびホウ酸を選択した。

さらに表-4により、繊維加工用に最も需要の多い重合度1,000以上のPVAに対して、凝析に必要なホウ砂(ホウ酸ナトリウム)の濃度がホウ酸に比して1/3~1/8で良いことを考慮し、最終的には硫酸ナトリウムおよびホウ酸ナトリウムを選択し、薬注量等の検討を行うことにした。

表-4 ホウ砂、ホウ酸によるゲルの発生

PVA水溶液濃度(%)	PVAの平均重合度(°C)	10		8		5		3	
		硼酸	硼砂	硼酸	硼砂	硼酸	硼砂	硼酸	硼砂
2010	20	2.7	0.1	3.1	0.2	4.0	0.5	4	1.2
2010	60	>12	0.6	>12	3.1	>12	7.3	>12	18
1470	20	4.0	0.3	4.5	0.5	5.0	1.0	>5	1.5
1470	60	>12	4.6	>12	7.6	>12	15	>12	>20
980	20	4.5	0.8	4.5	0.9	5.0	1.2	>5	1.7
980	60	>12	1.3	>12	14	>12	18	>12	>20
300	20	5	1.0	5	1.3	>5	1.5	>5	2.0
300	60	>12	1.5	>12	>20	>12	20	>12	>20

PVA水溶液と硼酸(または硼砂)水溶液を等量混合し、ゲル化した場合の硼酸(または硼砂)水溶液の濃度を示す。

#### 5. 実験方法

##### (1) 試料および試薬

##### ア. 試料

PVA(平均重合度1,750, 鹼化度88±1%)を水道水に溶解し20g/lの濃度に調整したものを試料とした。この試料原液のCOD値は17,100mg/lであった。

##### イ. 試薬

硫酸ナトリウム溶液:無水硫酸ナトリウム100gを水で1lとする(10%)。  
ホウ酸ナトリウム溶液:四ホウ酸ナトリウム40gを水で1lとする(4%)。

1%硫酸・1%水酸化ナトリウム:pH調整用

## (2) 処理方法

予備実験により、上記試料500mlに対し、硫酸ナトリウム溶液250ml、ホウ酸ナトリウム溶液100mlをそれぞれ単独に作用させた場合には凝析効果が全く認められなかったが、硫酸ナトリウム溶液125ml + ホウ酸ナトリウム溶液25mlの混合溶液を作用させた場合には凝析効果が認められた。そこで、実際の工場排水を処理する場合には処理薬剤の添加量は可能な限り少ない方が望ましいことを考慮した上で、硫酸ナトリウムおよびホウ酸ナトリウム混合液で最も処理効果の高い混合比および添加量を求めるための検討を行うことにした。

処理方法：1ℓビーカーに試料500mlをとり、ジャーテスターを用いて、180rpmの回転速度で攪拌しながら、硫酸ナトリウム溶液およびホウ酸ナトリウム溶液を加え、30分間攪拌後、12時間室温に静置する。静置後ガーゼで戸過して凝析物を除去し、戸液を処理水とした。なお、除去率はCOD値(100℃KMnO<sub>4</sub>法)を指標として算出した。

## (3) 結果および考察

## ア. 硫酸ナトリウムの最適薬注量

試料にホウ酸ナトリウム溶液の一定量(25ml)を加え、これに硫酸ナトリウム溶液の添加量を種々変化させて加え、凝析効果に対する硫酸ナトリウムの最適薬注量を検討した。結果は表-5、および図-1に示すとおりで、硫

表-5 硫酸ナトリウムの添加量とCOD除去率

	ホウ酸ナトリウム溶液 (ml)	硫酸ナトリウム溶液 (ml)	処理水のCOD値 (mg/l)	COD除去率 (%)
1	25	25	7950	53
2	25	50	2310	86
3	25	75	1540	91
4	25	100	1140	93
5	25	125	856	95
6	25	150	767	96

酸ナトリウム溶液の最適薬注量は除去率95%以上を示した、125~135mlであった。

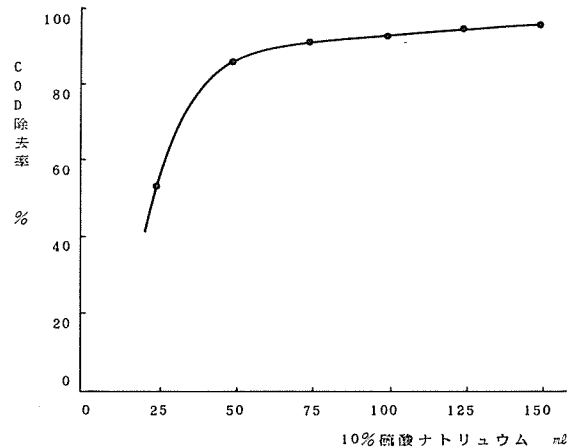


図-1 硫酸ナトリウムの添加量と除去率

## イ. ホウ酸ナトリウムの最適薬注量

試料に硫酸ナトリウム溶液の一定量(125ml)を加え、これにホウ酸ナトリウム溶液の添加量を種々変化させて加え、凝析効果に対するホウ酸ナトリウムの最適薬注量を検討した。結果は表-6および図-2に示すとおりで、ホウ酸ナトリウムの最適薬注量は、硫酸ナトリウムと同様に除去率95%以上を目標とした場合、25ml~35mlであった。

表-6 ホウ酸ナトリウムの添加量とCOD除去率

	硫酸ナトリウム溶液 (ml)	ホウ酸ナトリウム溶液 (ml)	処理水のCOD値 (mg/l)	COD除去率 (%)
1	125	5	11900	30
2	125	10	4080	76
3	125	15	2040	88
4	125	20	1370	92
5	125	25	856	95
6	125	30	760	96
7	125	35	545	97
8	125	40	519	97



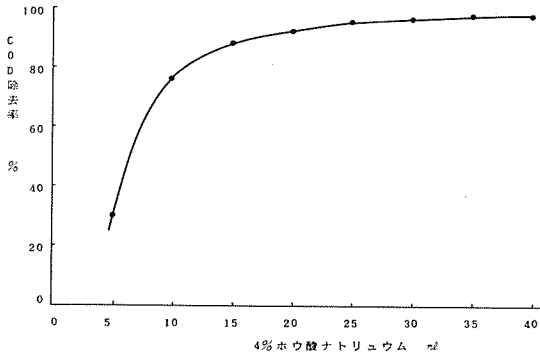


図-2 四ホウ酸ナトリウムと除去率

表-7 処理効果に対する pH の影響

試料	硫酸ナトリウム溶液 (ml)	ホウ酸ナトリウム溶液 (ml)	pH	処理水の COD 値 (mg/l)	COD 除去率 (%)
1	125	25	6.0	822	95
2	125	25	7.0	837	95
3	125	25	9.0	852	95
4	125	25	10.0	836	95
5	125	25	11.0	731	96

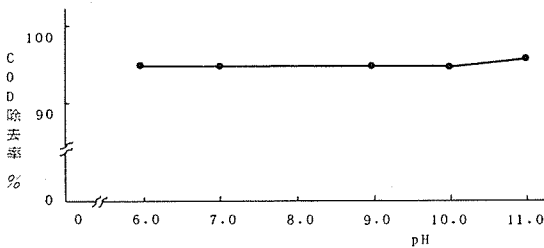


図-3 pH の影響

エ. 処理効果に対する温度の影響

(3)ウと同じ薬注量で、処理効果に対する温度の影響を検討した。なお、温度条件は実際の廃液が発生する状況を考慮して 20℃～60℃とした。

結果は表-8 および図-4 に示すとおりで、20℃～60℃の範囲では処理効果に大きな差は認められなかったが、20℃の場合が、他に比較してやや優った。

ウ. 処理効果に対する pH の影響

(3)アおよび(3)イで得られた結果から試料 500ml に対して、硫酸ナトリウムおよびホウ酸ナトリウムの薬注量をそれぞれ 125ml, 25ml とし、試料の pH を変化させた場合の処理効果を検討した。結果は表-7 および図-3 に示すとおりで、pH6～11 の範囲では処理効果に対する影響はほとんどみられなかった。

表-8 処理効果に対する温度の影響

試料	硫酸ナトリウム溶液 (ml)	ホウ酸ナトリウム溶液 (ml)	温度 (°C)	処理水の COD 値 (mg/l)	COD 除去率 (%)
1	125	25	20	856	95
2	125	25	30	997	94
3	125	25	40	965	94
4	125	25	50	1170	93
5	125	25	60	1220	93

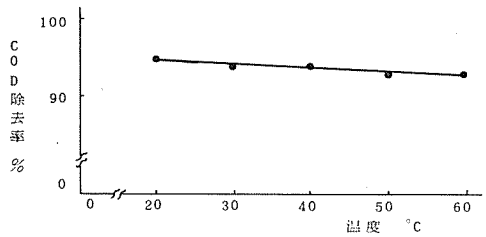


図-4 温度の影響

(4) 実排水の処理例

繊維の精練工場の実排水について(3)ウと同じ薬注量で処理した結果は表-9 に示すとおりであった。

この実排水の処理例の除去率が上記試料における除去率よりも低いのは、実排水中に存在する PVA 以外の COD 源によるものと思われる。

表-9 実排水の処理例

実排水	処理前 COD mg/l	処理後 COD mg/l	除去率%
A	26,700	5,500	79.4
B	25,400	5,900	76.8

## 6. おわりに

PVAの濃厚排水の処理条件としては試料500 mlに対して10%硫酸ナトリウム125ml(18.5 g/lに相当)および4%ホウ酸ナトリウム25ml~35ml(1.5 g/l~2.1 g/lに相当)が最適薬注量であり, そのPVA除去効果は温度・pHにほとんど影響を受けないことが判明した。

今回検討した処理条件では, 薬注量が多いため, 大量の排水には対処しきれないが, 濃厚な廃液を分別処理できる場合には応用できるものと思われる。

## IX 排水中の非イオン界面活性剤定量の検討(1)

## Analytical Methods for Nonionic Detergents

飯塚 貞 男\*

## 1. はじめに

界面活性剤の用途は、家庭用洗剤はもとより、その多様な性質から、産業界の多くの分野で用いられており、その量も増加する一方である。反面それらの河川・海域等環境に及ぼす影響が社会問題となっている。<sup>1)</sup> 筆書らは、界面活性剤含有排水の処理技術を研究するにあたり、先ずその処理効果の判定のための、非イオン界面活性剤の定量方法について検討した。

市内の精練・クリーニング・捺染等の事業所で使用されている非イオン界面活性剤は、ほとんどがポリオキシエチレン縮合型(POEn)である。POEnの定量方法は、幾つか報告されており、生分解度試験法に採用されているものもある。

しかしPOEnは多種類あるため、一般的な定量方法はなく、排水中の定量方法については、確立されていない。そこで、比較的簡単で、検出感度のよいPOEnの定量であるコバルト・チオシアネート比色法<sup>2)</sup>について検討し、実試料に応用し、知見を得たので報告する。

## 2. 実験方法

## (1) 試 薬

- ・ポリオキシエチレンドデシルエーテル：エチレンオキサイド付加モル数 3.5.7 及びその混合物
- ・イオン交換樹脂：アンバーライト E-100 1RA-401 をそれぞれ所定の方法で再生し、アルコール型にした後、1:1.2 の割合で混合する。
- ・活性アルミナ：350℃ で2時間加熱活性化

化後使用する。

- ・塩化ナトリウム
- ・ベンゼン
- ・メタノール・酢酸エチル溶離液： 酸エチルとメタノールを容量比 1:1 で混合する。
- ・コバルトチオシアネートアンモニウム液：チオシアネートアンモニウム 620g と硝酸コバルト 280g を水に溶かして 1ℓ とする。この液はベンゼンで2回抽出後分析に使用する。

## (2) 前処理操作

## ア. イオン交換樹脂方法

POEnが0~2,000μgの範囲になるように試料を正確に分取して、水溶上で2ml程度まで濃縮後、エタノール少量を加えて、200mm×15mmφのカラムに15cmのところまで充てんさせたイオン交換樹脂へ、エタノール溶液を吸着させる。次いで300mlのエタノールを2ml/minの割合で流出させ、流出液をビーカーに集め検液とする。

## イ. アルミナカラム法

イオン交換樹脂法と同様、試料を濃縮後、メタノール・酢酸エチル溶液を加え、アルミナカラムへ吸着させ、さらに300mlを流出させ、検液とする。

## (3) 分析 方法

2-2項で前処理した試料を、K-D濃縮器で溶媒を除いた後、水を加えて100mlとする。300mlの分液ロートに移し、コバルトチオシアネートアンモニウム溶液 15ml

\* 横浜市公害研究所水質部門

と塩化ナトリウム40gを加え、1分間振とうする。15分間放置後、ベンゼン20mlを加え、再び1分間振とうする。2層を分離後、ベンゼン層を2,000rpmで5分間遠心分離させた後、10mm石英セルにとり、322nmで吸光度を測定する。なお試料と平行して、標準及び空試験も同様な操作で行なう。

### 3. 結果及び考察

コバルト・チオンアネート法を工場排水等の実試料に応用するには、次の問題がある。対象とする試料中には定量を妨害する物質が混入しているため、試料を直接分析できず、何らかの前処理を行ない、除去しなければならない。次にPOEnはオキシエチレンの重合度により、吸光度が異なる。そのため標準のPOEnの重合度と試料中のそれとが異なる場合、正しい値を得ることができず、処理効果を判定する場合問題が生じる。これらの問題について検討し、コバルト・チオンアネート法を実試料分析に応用した。

#### (1) 妨害物質

POEnをコバルト・チオンアネート法で定量する場合、試料中に、4級アンモニウム塩・アルキル硫酸塩などが共存すると、定量に影響を与えるとされている。<sup>4)</sup> そこでどの程度それらの化合物が、定量に影響するのかを確認するために、POEnとして $C_{12}H_{25}-O-(CH_2-CH_2-O)_7H$ を用いて、その水溶液に上記の妨害物質を添加し、2-3の項で示す方法に従ってPOEnを定量し、回収率をみた。結果を表-1に示したが、アルキル硫酸塩は20 $\mu$ g添加で回収率が50%以下であり負の妨害を示す。一方4級アンモニウム塩は、正の妨害を示す。対象としている試料中にはこれらの妨害物質の含有が予想され、除去する必要がある。除去方法としては、一般にイオン交換樹脂あるいは、活性アルミナによる除去が考えられており、それらについて検討してみた。

表-1 妨害物質を添加したときのPOEn 200 $\mu$ gの回収結果

妨害物質	妨害物質	POEn: ポリオキシエチレン・ドデシルエーテル		
	添加量 ( $\mu$ g)	含有量 ( $\mu$ g)	収量 ( $\mu$ g)	収率 (%)
	0		200	100
ラウリル硫酸ナトリウム	20	200	79	40
	100		53	26
	300		48	24
塩化ラウリルビリジニウム	0	200	200	100
	20		420	210
	100		830	420
	300		1330	670

#### (2) 害物質の除去

ア. イオン交換樹脂及び活性アルミナによる水中からのPOEnの回収

試料中のアルキル硫酸塩等の妨害物質は、その分子構造によりイオン交換樹脂や活性アルミナによく吸着される。その吸着原理から、実験対象としているPOEn化合物は、樹脂などとの相互作用が弱く、ほとんど吸着されないと推定される。そこで妨害物質の除去効果を検討するにあたり、POEnのみ含有の系で定量した場合の回収率について実験した。POEnとして $(C_{12}H_{25}-O-(CH_2-CH_2-O)_7H)$ を用い、その500 $\mu$ gをイオン交換樹脂と活性アルミナのそれぞれにつき、所定の方法で処理し、定量した結果を表-2に示した。

両方法とも、回収率・再現性ともに良好な値を示し、回収率は活性アルミナで97%

表-2 POEnの回収結果

活性アルミナ		イオン交換樹脂	
POEn含有量 ( $\mu$ g)	回収率 ( $\mu$ g)	POEn含有量 ( $\mu$ g)	回収率 ( $\mu$ g)
500	485	500	508
	492		468
	478		480
	460		494
	490		474
	495		
$\bar{x}$	483	$\bar{x}$	485
$\sigma/\bar{x}$ (%)	2.4	$\sigma/\bar{x}$ (%)	3.0
平均回収率 %	97	平均回収率 %	96

イオン交換樹脂で96%あった。この結果、POEn化合物は、この2つの除去法では、吸着等による影響が少ないことが確かめられたと同時に、定量までの各操作過程でのPOEnの損失も少ないことがわかった。

そこで、POEn溶液に妨害物質を添加し、同様な実験方法でPOEnを定量し、回収率から妨害物質の除去効果を検討した。

#### イ. イオン交換樹脂及び活性アルミナによる妨害物質の除去効果

表-1で示す妨害物質をPOEn ( $C_{12}H_{25}O(CH_2 \cdot CH_2 \cdot O)_7H$ )含有の水溶液にそれぞれ添加し、前項と同様な方法で、POEnを定量し、回収率から除去効果を検討した。結果を表-3に示す。結果から明らかなように、活性アルミナ法では、4級アンモニウム塩は吸着できず、表-1で示す結果と同様、正の妨害を示したが、アルキル硫酸塩の除去効果は良好で、POEn単独系の値とほぼ一致した値を示した。一方イオン交換樹脂法では、POEnの回収率は、アルキル硫酸塩添加で94%、4級アンモニウム塩で92%であった。この値は、POEn単独の回収率と比較すると、いくらか低めの値を与えたが、いずれも測定誤差範囲内であり、除去効果があったといえる。

表-3 害物質添加後のPOEnの回収実験結果

妨害物質	妨害物質 添加量(μg)	POEn 含有量(μg)	回収量及び回収率 n=5	
			アルミナ(μg)	交換樹脂(μg)
ラウリル 硫酸ナトリウム	100	500	$\bar{x}=474$ ・95%	$\bar{x}=473$ ・94%
塩化ラウリル ピリジニウム	100	500	$\bar{x}=1,200$	$\bar{x}=462$ ・92%

この他妨害物質としてABSが挙げられているが、これは、イオン交換樹脂に吸着する報告は数多くあり、本法でも十分除去可能である。この結果工場排水等の実試料の

場合、妨害物質として、ABSやアルキル硫酸塩を含有する試料が多いと予想されるが4級アンモニウム塩を含有する試料も多少あるため、総合的に判断して、イオン交換樹脂法が実試料分析に応用可能と考え、この方法を前処理操作として実試料分析に使用した。

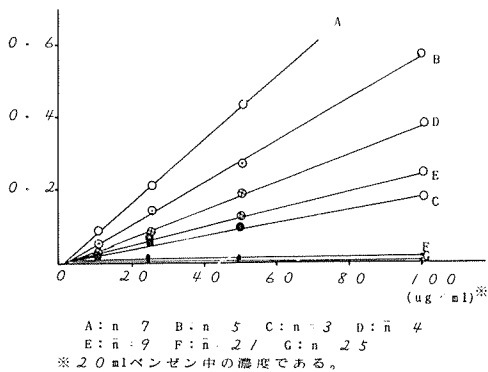
#### (3) オキシエレチンの付加モル数による吸光度の違い

妨害物質の影響の他に、コバルト・チオンアネート法を実試料分析に応用するにあたっての問題は、POEnのエチレンオキサイドの重合度によって、吸光度が異なることである。<sup>2)</sup> そのため試料中のPOEnの重合度と標準のそれが同じ値でないと、正確な濃度が得られない。図-1は、POEn ( $C_{12}H_{25}O-(CH_2CH_2 \cdot O)_nH$ )の重合度が一定な純物質と、平均重合度で表示されているものそれぞれについて、所定の方法で吸光度を測定した結果を示したものである。図からわかるように重合度が均一の純物質の場合、ある重合度の値までは、重合度の増加と吸光度とは比例する。しかし、実試料中のPOEnのように重合度が不均一な場合、平均重合度が高くなるに従って吸光度が同一濃度では、低くなる傾向があり平均重合度が21以上のものは、100ppmで吸光度が0.02以下であった。これらに関する考察はなされているが、<sup>5)</sup> 重合度が不均一なPOEnの吸光度は各重合度の組成比に大きく影響される。そのため平均重合度が等しくても、各重合度の割合が異なると吸光度が違ってくる。まして各事業所で使用するPOEnは多種類あり、平均重合度や疎水基の構造も異なることが予想され、標準を決定するには、困難となる。そのため実際行なわれている方法としては、1) 河川中のPOEnの測定報告書や、生分解度試験法にみられるように、試料中のPOEnの重合度等を見捨て、一定の標準を定めて測定する。<sup>2):6)</sup> 2) イオン交換樹脂等に吸

着されないものを全非イオン界面活性剤とみなし、重量分析で測定する。<sup>2),3),4)</sup> POEnの測定を行わずCODの値で処理技術評価をする。<sup>8)</sup> などの方法がとられているが、POEnの処理効果を判定する定量法としては、いずれも十分とはいえない。そこで吸光度の誤差を小さくする手段として、各事業所毎のPOEnを標準として使用する方法を選んだ。これにより、POEnの重合度や疎水基の構造等が、試料中のものとそれほど大きな違いがないと思われ、またPOEnの処理効果を判定するには、合理的な方法と考えられる。従って実試料分析にあたっては、この方法を用い検討した。

#### 4. 実試料への応用

実試料として、市内の事業所の排水を用い、条

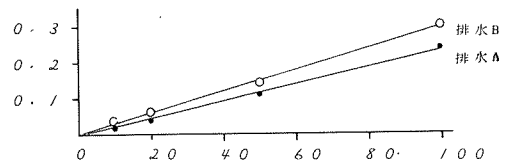


図一 各重合度の POEn 吸光度

件として、1) 使用している POEn が得られること。2) 排水中に含まれる物質が大体把握できること。これらを満たす事業所排水を選び、採水し、分析した。結果を表一4に表したが、再現性はいずれも満足すべきものであった。また使用している POEn の親水基はいずれもアルキルフェノール系で、検量線は、図一2で示す濃度の範囲では直線関係が認められた。一方排水Aに同種の POEn を添加し、回収実験を行ない、結果を表一5に示したが、良好な回収率を与えた。このことからこれらの排水中の妨害物質としては、A B S 及びアル

表一4 事業所排 中の POEn の分析結果

試料名 濃度	排水 A	排水 B
濃度	2 5.6	5.4
$\mu\text{g}/\text{ml}$	2 6.7	5.4
	2 9.7	6.7
	2 8.2	5.9



図一2 排水 A・B の各 POEn の検量線

表一5 実試料に添加した POEn の回収実験結果

項目 試量	初濃度 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	添加量 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	理論値 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	結果 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
排水 A	27.6 $\pm$ 1.6	40	67.6 $\pm$ 1.6	67.8
				65.6
				58.9

キル硫酸塩が主であったが、これらが妨害物質である系の試料を対象とする限り、除去が可能であり、また事業所毎の POEn を標準として定量することは、吸光度による誤差を少なくすることがわかった。このように本法で POEn の処理効果を量的な変化で判断するには有効である反面、処理による POEn の構造変化については何も示さない。処理効果を総合的に判断するには、構造解を併用する必要がある。今後の課題は、本法を各種の実試料に応用し、さらに改良していくと同時に、構造解析のできる分析法についても検討していく方針である。<sup>9)</sup>

#### 5. おわりに

実試料中の POEn の定量を、コバルト・チオンアネート法を用いて検討した。問題となったのは、1) 妨害物質の影響、2) POEn の重合度による

(224)

吸光度の違い、の2点であった。妨害物質は、イオン交換樹脂を用いることにより、除去が可能であった。吸光度に関しては、各事業所のPOEnを標準として使用することにより、測定誤差を小さくできた。この結果本法で、POEnの処理効果を総量の変化で判断することは、有効であることがわかった。しかし実試量には、本法での定量を妨げる要因が他にある可能性もあるため、試料には充分注意を払う必要がある。また本法ではPOEnの生分解や処理等による構造変化が測定できないため、処理技術を総合的に判断するには、本法は充分とはいえない。構造解析のできる分析法も併用していく方針である。

## 参 考 文 献

- 1) 日本地域社会研究編：日本洗済公害レポート，1977
- 2) 日本工業標準調査会：合成洗済の生分解度試験法 J I S K 3363, 1974
- 3) 界面活性剤分析研究会編：界面活性剤分析法，1976
- 4) 高橋越民他：界面活性剤ハンドブック，1976，工学図書
- 5) Sekine: Analyst, vol, 543 ~ 548, guly 1976
- 6) 小林規夫：環境庁資料，1977
- 7) 日本工業標準調査会：合成洗済試験法 K 3362, 1970
- 8) 横田文昭：公害，vol.12, No.6, 1977
- 9) 中村 淳：日本化学会誌，vol.21, No.1, 1972

## Ⅸ 生物指標による水質汚濁の評価方法(1)

—— 多用性指数の適用 ——

A Discussion on Biological Index

Applied for the Evaluation of Water Pollution - (1) -

福嶋 悟\*

## 1. はじめに

従来の生物を用いた水質汚濁評価は、主に汚水生物体系(Saprobiesystem)や、生物指数(Biotic Index)により行われてきた。

近年、これら定性的情報による方法とは別に、群落構造により決定される定量的情報である多様性指数(Diversity Index)が、水質汚濁評価に有効とされてきている。しかし、その有効な範囲は、Wilhim<sup>1)</sup>も示すように、一部の汚濁水域を対象とした場合に限定されている。

本報では、非汚濁水域を含めた広域な水系の水質汚濁評価方法として、多様性指数の適用方法について検討した。

## 2. 水質汚濁評価方法

Kolkwitz u. Marsson<sup>2)</sup>により提案された汚水生物体系の水質階級は、一般に強汚濁域(P-olysaprobic zone)、強中汚濁域( $\alpha$ . Mesosaprobic zone)、弱中汚濁域( $\beta$ . Mesosaprobic zone)、貧汚濁域(Oligosaprobic zone)と4区分され、多くの研究者により、種別にどの水質階級に多く生育するかが検討され、指標種がリストアップされてきた。

指標種による水質汚濁評価方法は、かなり提案されている。代表的ないくつかをあげると、Kolkwitz u. Marsson<sup>2)3)4)</sup>の、どの水質階級に属する種が多いかにより水質階級を決める方法、Fjerdingstad<sup>5)</sup>の優占種により水質階級を決める方法、Pantle u. Buck<sup>6)</sup>の水質階級の

指標種の相対出現頻度から数値で表わす方法などがある。これら水質階級を基本とした方法とともに、Beck<sup>7)</sup>の生物指標が今日わが国で広く用いられている方法である。

生物指数は、種を非耐汚濁性種(Intorelant species)と、耐汚濁性種(Torelant species)の2群に分け、前者の種数をA、後者の種数をBとして、 $2A+B$ の値で示される。生物指数は、種の数により決定されるので、出現する種数を正確に把握するための採集面積・計数個体数等の規定が必要である。採集場所の環境とともに上記規定は、水生昆虫を対象として、津田<sup>8)</sup>により、ケイ藻類を対象として、福嶋<sup>9)</sup>によりなされた。

指標種を用いる方法や、生物指数の問題点として、優占種として出現する種でも、指標種としてリストされてなかったり、リストアップされていても、研究者の主観の相違により、異なる水質階級の指標種とされたり、いくつもの水質階級の指標種とされている種が多い。このようなことは、実際とは異なったり、あいまいな評価に結びつく可能性が強い。生物指数の種を2群に分ける方法は、主観の入る余地がほとんどなく、同一種が研究者によって異なる分類区分の指標種とされることは少ないが、群落構成種間の個体配分についてまったく考慮されていない。

上記の様な方法とは別に、食物網の複雑さや安定性と関係している生態系の複雑さ、つまり、群落構造を数値で表わす多様性指数が、水質汚濁評

\* 横浜市公害研究所水質部門



価に用いられている。多様性指数の計算式はいろいろあるが、重要なことは、環境変化等による群落構造の変化に応じ、異なる値を示すことである。森谷<sup>10)</sup>モデル群落を用い多くの多用性指数について検討し、 $-\sum_{i=1}^S n_i/N \log_2 n_i/N$ でもとめる Shannon の式と、 $1/N \log_2 N / n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdots n_S$ でもとめる Brillouin の式が、群落構造の相違に応じて、異なる数値を示すとしている。

### 3. 多様性指数と水質階級・生物指数との関係

1976年8・9月と1977年2月の2回、鶴見川・帷子川・大岡川・境川の4水系のべ63地点(図-1)の付着藻類の植生調査を実施した。

解析の結果、得られた資料のうち、付着藻類の絶対量が少なく、少数個体の計数しかできず、正確な群落構造を把握できなかったと考えられる地点を除く57地点の、Shannon の多様性指数



図-1 調査地点

(以下単に多様性指数と記す)、生物指数、及び水質階級をもとめた(表-1)。

多様性指数を水質階級別に分けると(表-2)、強~強・中汚濁域で0.8~3.3、弱中汚濁域で3.7~4.1を示し、この両水域の間で多様性指数は明らかに区分されるが、貧汚濁域の多様性指数は、0.4~4.7を示し、全水質階級別に多様性指数を区分することはできない。

多様性指数と生物指数との間に、危険率1%で正の相関関係が認められる(図-2)。生物指数が広域な水系の水質汚濁評価に有効な指数であれば、当然多様性指数も有効であるが、両指数とも貧汚濁域で、強~強・中汚濁域での値より低い値を示すことがあり、生物指数、多様性指数の

表-1 各調査地点の水質階級・生物指数・多様性指数

地点番号	水質階級	生物指数	多様性指数
1(S)	$\alpha_m <$	2.7	2.8
1(W)	$\alpha_m <$	2.6	3.1
2(S)	$\alpha_m <$	1.3	2.1
2(W)	$\alpha_m <$	1.8	2.7
3(S)	$\alpha_m <$	2.0	3.1
3(W)	$\alpha_m <$	2.9	3.6
4(S)	$\alpha_m <$	1.6	2.5
4(W)	$\alpha_m <$	2.1	2.6
5(S)	$\alpha_m <$	1.7	2.4
5(W)	$\alpha_m <$	2.0	3.0
6(S)	$\beta_m$	3.2	4.1
6(W)	0	2.2	2.7
7(W)	$\alpha_m <$	1.6	2.0
8(S)	$\alpha_m <$	1.6	2.7
8(W)	$\alpha_m <$	1.4	2.3
9(S)	0	2.6	4.2
9(W)	0	2.2	2.8
10(S)	$\alpha_m <$	2.1	3.0
11(S)	$\alpha_m <$	1.2	2.0
11(W)	$\alpha_m <$	0.9	1.9
12(S)	$\alpha_m <$	1.7	2.4
12(W)	$\beta_m$	2.5	3.7
13(S)	$\alpha_m <$	2.0	2.4
13(W)	$\alpha_m <$	1.7	2.2
14(S)	$\alpha_m <$	1.0	2.2
14(W)	$\alpha_m <$	0.9	2.0
15(S)	0	4.8	4.7
15(W)	0	2.3	1.4
16.1(S)	$\alpha_m <$	0.6	1.0
16.2(S)	$\alpha_m <$	0.6	1.3
16.2(W)	$\alpha_m <$	0.3	0.9
16.3(S)	$\alpha_m <$	0.4	1.2
16.3(W)	$\alpha_m <$	1.8	0.8

(次頁へつづく)

地点番号	水質階級	生物指数	多様性指数
17(S)	α <sub>m</sub> <	9	1.4
17(W)	α <sub>m</sub> <	9	2.0
18(S)	α <sub>m</sub> <	8	1.3
18(V)	α <sub>m</sub> <	23	3.2
19(S)	α <sub>m</sub> <	6	1.6
19(W)	α <sub>m</sub> <	6	1.4
20(S)	α <sub>m</sub> <	7	0.9
21(S)	α <sub>m</sub> <	16	2.7
21(W)	α <sub>m</sub> <	17	0.8
22.1(W)	α <sub>m</sub> <	13	0.8
22.2(S)	α <sub>m</sub> <	6	1.2
22.2(W)	α <sub>m</sub> <	19	2.2
22.3(S)	α <sub>m</sub> <	8	1.4
22.3(W)	α <sub>m</sub> <	9	0.9
23(S)	α <sub>m</sub> <	17	2.4
23(W)	α <sub>m</sub> <	17	1.6
24(W)	0	8	0.4
25(S)	β <sub>m</sub>	34	3.8
25(W)	0	28	1.3
26.1(S)	α <sub>m</sub> <	6	1.5
26.1(W)	α <sub>m</sub> <	11	1.1
26.2(W)	α <sub>m</sub> <	4	0.8
26.3(S)	α <sub>m</sub> <	5	1.6
26.3(W)	α <sub>m</sub> <	12	1.2

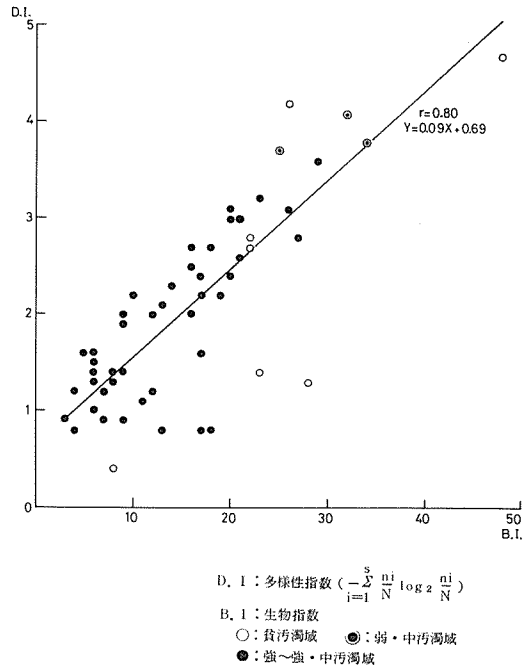


図-2 多様性指数と生物指数との関係

(S): '77.8 ~ 9    α<sub>m</sub>< : 強～強・中汚濁域  
 (W): '78.2    β<sub>m</sub> : 弱中汚濁域  
 0 : 貧汚濁域

$$\text{多様性指数} : - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

表-2 水質階級別の多様性指数の範囲

水質階級	多様性指数
強～強・中汚濁域	0.8 ~ 3.3
弱・中汚濁域	3.7 ~ 4.1
貧汚濁域	0.4 ~ 4.7

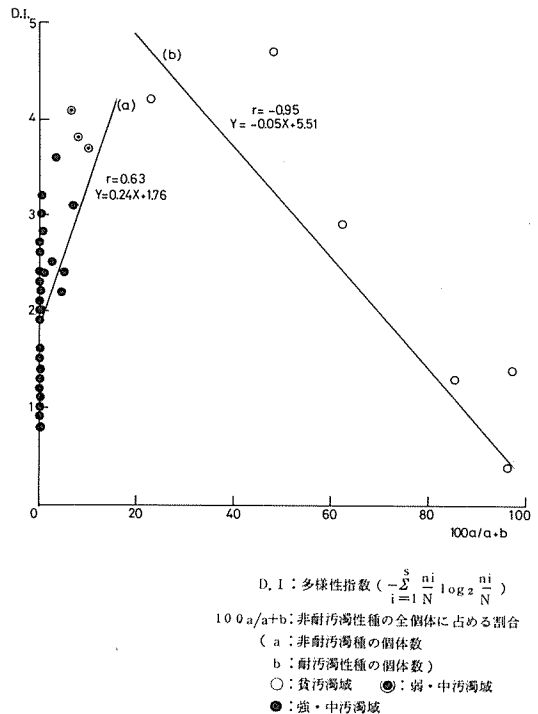


図-3 多様性指数と非耐汚濁性種の全個体に占める割合

両者とも、平面的な値の比較だけで、広域な水系の水質汚濁評価はできない。

#### 4. 多様性指数の水質汚濁評価への適用

多様性指数の値は、表-2・図-2に示したように、貧汚濁域を除く水域では、汚濁というストレスの増大とともに低下する。貧汚濁域でも、低栄養塩濃度・低水温がストレスとして働き、同様な傾向を示すことがあると考えられる。貧汚濁域から強汚濁域まで含む広域な水系の水質汚濁評価は、平面的な値の比較だけではなく、ストレスの質的な情報を指標として導入することにより有効なものとなると考えられる。

汚濁に対する耐性の有無から決められた非耐汚濁性種の全個体に占める割合は、強～弱・中汚濁域では低く、貧汚濁域では高い。そして、多様性指数との間に、強～弱・中汚濁域で、危険率0.1%で正の相関関係が、貧汚濁域では危険率1%で負の相関関係が認められる(図-3)。つまり、非耐汚濁性種の全個体に占める割合は、汚濁という人為的な影響を強く受けている水域では非常に低く、人為的な影響を受けていない水域では高くなり、極めて高い割合を示す場合は、1種でそのほとんどを占めてしまうため、多様性指数の値は低くなる。この様に人為的な影響を受けていない水域で多様性指数が小さくなることは、低水温時に見られる現象である(表-3)。

表-3. 貧汚濁域の群落構成要素と水温

地点番号	全種数	非耐汚濁性種数	非耐汚濁性種の全個体を占める割合(%)	非耐汚濁性種のうち多量個体数を占める割合(%)	水温(℃)
9(S)	21	5	22.5	7.5	19.5
15(S)	40	8	30.1	10.6	21.0
6(W)	21	1	4.2	4.2	6.0
9(W)	19	3	6.17	3.60	8.0
15(W)	15	8	9.67	7.95	2.5
24(W)	6	2	9.61	9.51	7.5
25(W)	21	7	8.54	8.25	11.0

以上の結果より、非耐汚濁性種の全個体に占める割合を、定性的ではあるが、ストレスの質的な情報として、多様性指数とともに表示することにより、広域な水系の水質汚濁評価を正しく行なうことができると考えられる。

水系別に地点ごとに、多様性指数と非耐汚濁性種の全個体に占める割合を図示し、水質汚濁評価

図とした(図4.1～4.8)。このような方法により、多様性指数の値が同様に低い地点でも、その意味の相異は明瞭となる。

従来の定性的情報による水質汚濁評価を行なうための、採集方法等の規定はされているが、定量的情報である多様性指数により、水質汚濁評価を行なう場合、より厳密な規定が必要であろう。

#### 5. まとめ

- 1976年8・9月と1977年2月の2回、鶴見川帷子川・大岡川・境川の4水系の付着藻類の植生調査を行なった。
- その資料からもとめられた汚水生物体系の水質階級、生物指数、及び多様性指数の関係を検討した結果、強～強・中汚濁域でもとめられた多様性指数の値と同様な値を、貧汚濁域でもとめられ、水質階級を多様性指数で区分することはできない。多様性指数と生物指数との間に、正の相関関係が認められ、両者とも平面的な値の比較だけで、広域な水系の水質汚濁評価はできない。
- 非耐汚濁性種の個体数の全個体数に占める割合は、強～弱・中汚濁域で低く、貧汚濁域で高い傾向が認められる。
- 多様性指数とともに、ストレスの質的な情報として、非耐汚濁性種の全個体数に占める割合を表示することにより、広域な水系の水質汚濁評価を正しく行なうことができると考えられる。

この報文の一部は第14回水処理生物学会大会で発表した。

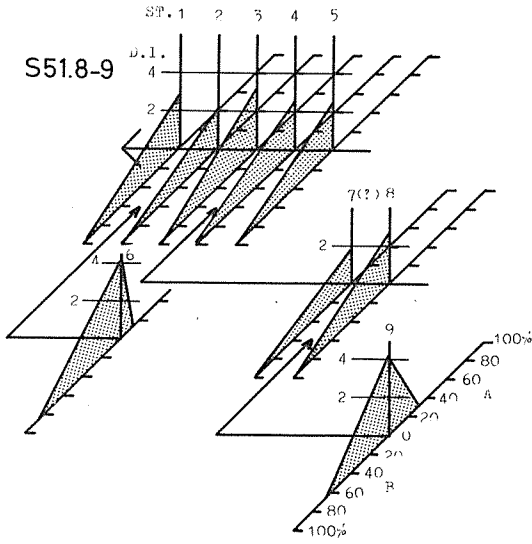


図-4.1

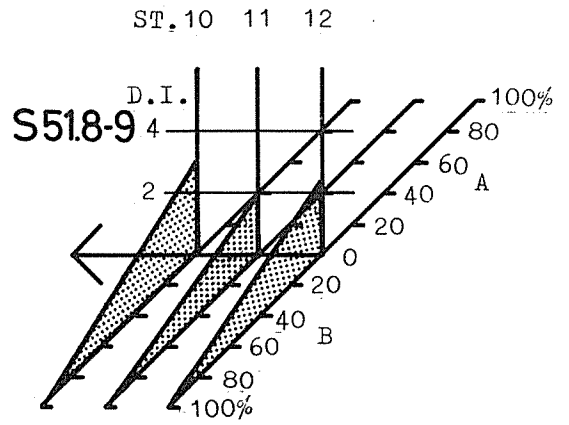


図-4.3

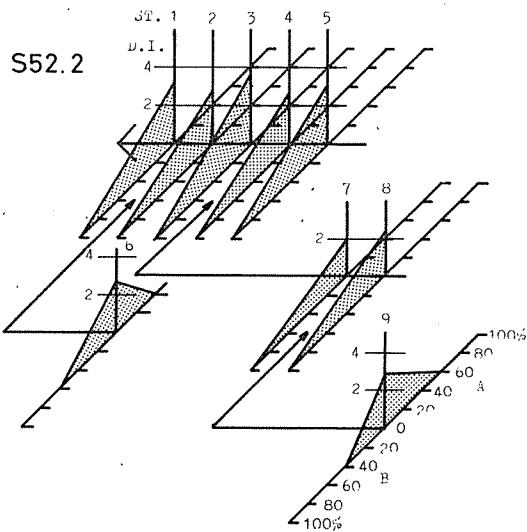


図-4.2 鶴見川の水質評価図

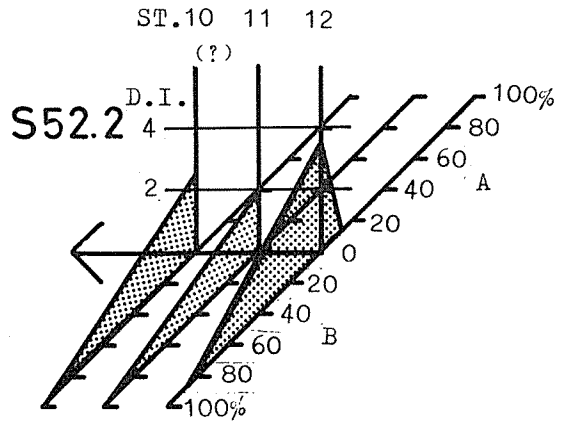


図-4.4 帷子川の水質評価図

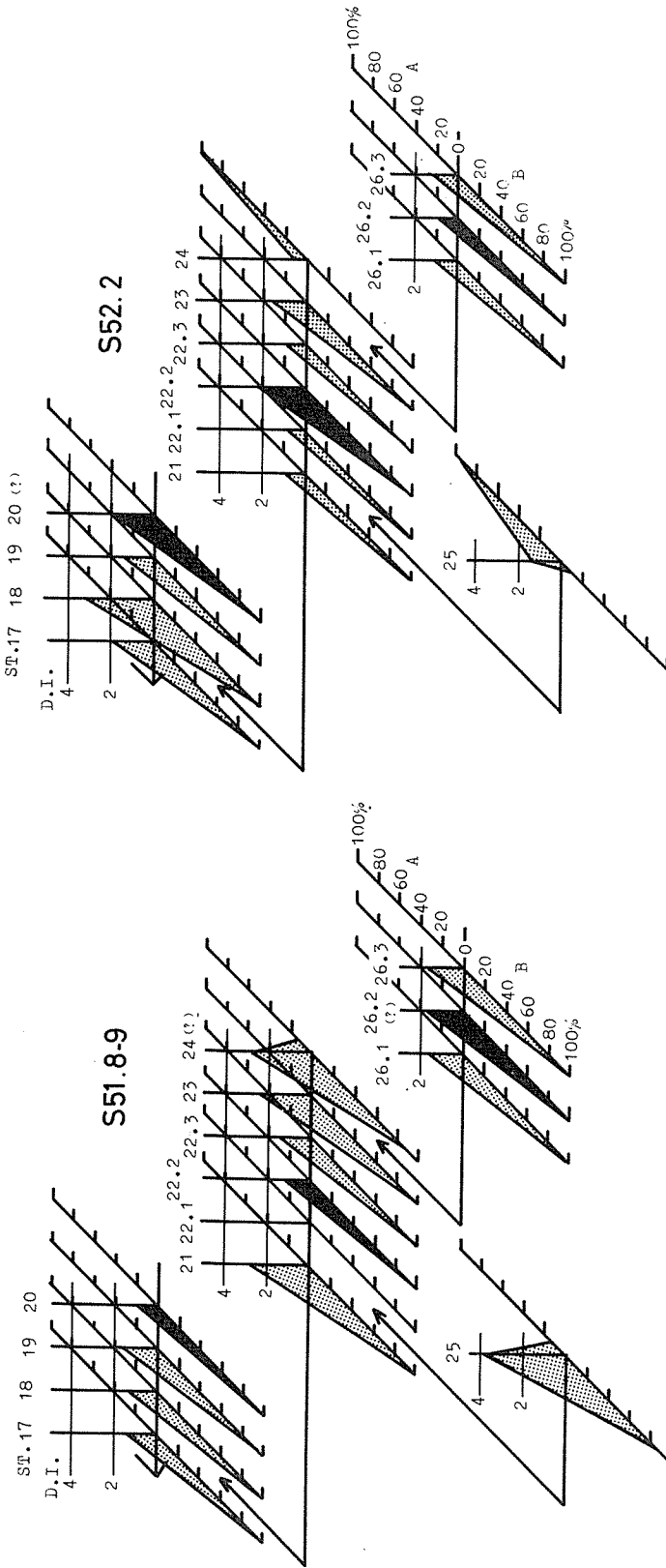


図-4.6 境川の水質評価図

図-4.5  
( st 2 2.1は未調査 )

参 考 文 献

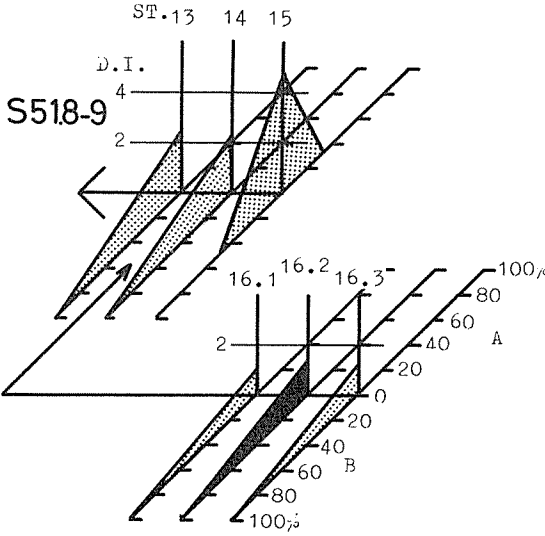


図 - 4.7

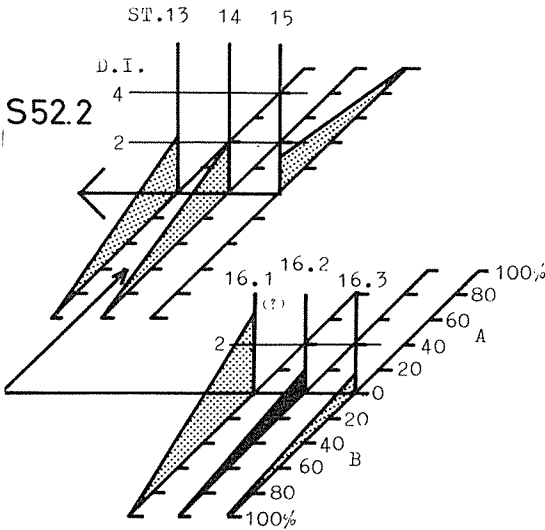


図 - 4.8 大岡川の水質評価図

X軸：河川の流れの方向，Y軸：+方向・非耐汚濁性種の出現率，-方向・耐汚濁性種の出現率

Z軸：多様性指数  $(-\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N})$ ，

■：事業所等排水放流点，？：正確な付着藻群落構造を把握できなかった地点

( 図 4 - 1 ~ 図 4 - 8 は同様 )

- 1) Wilhm, J. L. et al. (1966) : 岡田光正・須藤隆一(1976) : 生物種の多様性指による水質汚濁の評価・用水と廃水, 18(6)712Pによる。
- 2) Kolkwitz, R. u. Marsson, M. (1902) : Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. K1. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserveruersorgung u. Abwässerbesichtigung I.
- 3) Kolkwitz, R. u. Marsson, M. (1908) : Oekologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. Deutsch Bot. Ges., 26A. 505P
- 4) Kolkwitz, R. u. Marsson, M. (1909) : Oekologie der tierischen Saprobien. Beiträge sur Lehre von der biologischen Gewasserbeurteilung. Int. Rev. Hydrobiol., 2. 126P
- 5) Fierdingstad, E. (1963) : Limnological estimation of water pollution levels. WHO, EBL, 10. 30PP
- 6) Pantle, R. u. Buck, H. (1963) : Die biologisch Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas., U. Wasserfach, 96. 604P
- 7) Beck, W. M. (1955) : Suggested method for reporting biotic data. Sew. and Indrtr. Wastes, 27.1193F
- 8) 津田松苗(1961) : ベック氏法の再検討・淡水生物, 7. 4 P
- 9) 福島 博(1965) : 微細藻類植生による鉍毒調査法・藻類実験法・393 P
- 10) 森谷清樹(1976) : 多様性指数による水域環境の生態学的評価・用水と廃水,18(6)792 P

正 誤 表

ページ・行	誤	正	ページ・行	誤	正
はしがき 3	伝	云	P.180 左上 4	「基準条件	「基本条件」
P. 2 右上 16	社 科学	社 会 科 学	P.181 左下 7	Do	DO
P. 2 右下 2	諸 験 研 究	試 験 研 究	P.182 左上 12	Methodrs	Methods
P. 3 左上 12	被害をうける来た	被害をうけて来た	P.183 左上 12	と指摘している。	と指摘している。しか し、pHに対する耐性に はかなり幅をもってい るようである。
P. 3 左下 5	掘り下げ	掘り下げ			
P. 7 右下 13	対 称	対 照			
P. 9 左上 8	き  れ  て	さ  れ  て			
P.15 左上 5	小型貨物車,大型貨物車	小型貨物車,大型貨物車	P.183 右上 9	2 mg/l 以下	一応, 2mg/l 以上
P.19 左上 8	$y = ax + b$	$y = axb$	P.183 右上 10	この原因は,	このDOが低い原因は,
P.40 右上 2	固 定	分 析	P.186 左下 8	Stand	Standard
P.40 図-1の説明	W1, W2	I, II	P.186 左下 6	Health	Health
P.41 左下 10	主風向が50%	主風向が北西で50%	P.189 図2	数値は各水槽中の食 塩濃度	数値は各水槽内の食塩 濃度
P.41 左下 1	よのと推定	ものと推定	(ただし書き)	塩濃度	濃度
P.48 右下 4	いちおう酸化物	いおう酸化物	P.190 右下 2	致らなかった	到らなかった
P.56 左上 11	汚 染 汚 塊	汚 染 気 塊	P.193 左上 11	一般に検出限界を下 げるため	一般に検出限界を上げ るため
P.64 右上 4	浮 遊 紛 じん	浮 遊 粉 じん			
P.64 右上 14	観 測 地 点	測 定 地 点	P.194 右上 14	「溶済ポケットブック」	「溶剤ポケットブック」
P.78 図-7-(1) 中	○ プロパン	① プロパン	P.194 右上 15	「溶済便覧」	「溶剤便覧」
	○ プロピレン	② プロピレン	P.204 左下 5	アリニン	アニリン
	○ イソブタン	③ イソブタン	P.204 右上 2	アリニン	アニリン
	○ 1-ブテン	④ 1-ブテン	P.205 左下 3	アセスミント	アセスメント
	○ イソブテン	⑤ イソブテン	P.210 左下 5	9%	99.9%
P.78 図-7-(2) 中	○ n-ペンタン	⑥ n-ペンタン	P.210 左下 4	9%	99.9%
	○ 2-メチルペンタン	⑦ 2-メチルペンタン	P.216 表-3下	5%水溶液を2滴下し,	5%水溶液を2滴滴下し,
	○ 3-メチルペンタン	⑧ 3-メチルペンタン	P.216 表-3下	「ポパール」	「ポパール」
	○ メチルシクロペンタン	⑨ メチルシクロペンタン	P.216 表-4下	…… 硼酸 (または硼 砂) 水溶液の濃度を 示す。	…… 硼酸 (または硼砂) 水溶液の濃度を示す。 「ポパール」高分子刊 行会
P.78 図-7-(3) 中	○ p-キシレン	⑩ p-キシレン			
	○ m-キシレン	⑪ m-キシレン			
	○ o-キシレン	⑫ o-キシレン			
P.85 右上 18	田 口 介	田 口 圭 介	P.220 右上 14	水溶上で2 ml	水溶上で2 ml
P.96 図 - 3	…… : 自動車騒音~	----: 自動車騒音~			
P.96 図 - 3	: 道路に面する~	——: 道路に面する~	P.223 右上 1	事業所排 中のPOEn	事業所排水中のPOEn
P.101 右肩	(101)	横浜市公害研究所報 第2号(101)	表-4の表題	の分析結果	の分析結果
P.105 右下 1	◎○更地△△住居密集	◎ 更地 △ 住居密集			
P.107 題字	Traffic	Traffic			
P.108 左上 10	騒音レベルで眠妨害	騒音レベルで睡眠妨害	P.224 左上 15		
P.114 右上 12	供した。	供した。)	17		
P.128 表-28-(1)	$T-Cr^{+6}As$	$T-Cr^{+6}Cr As$	19	洗 済	洗 剤
P.172 図2のタイトル	経 週 変	経 週 変 化	21		
P.177 表-1	横浜市 域における 水質達成目標	横浜市水域における 水質達成目標	26		
			P.231 右上 2	1) Wilhm	Wilhm

## 編 集 後 記

調査研究については、遂次、全所員の出席のもとに、毎月開催している所内会議において、発表するとともに質疑を行ない、たゆまぬ日常の研究とあわせ、研鑽を積んでいるところです。

さて、研究所は昭和51年4月に発足し、研究施設の整備など研究体制の準備のかたわら、調査研究をすすめてきましたが、所報のかたちで、今回はじめて研究成果をとりまとめる機会を設けました。いざとりまとめるとなると、編集委員会においても、研究内容・編集方法・掲載形態等に関し、議論が続出し、編集方針のとりまとめから実際の論文の編集作業まで、膨大な作業量となったが、全所員の連携と、きたんのない所員相互の指摘などにより、所報第2号(研究報告編)の誕生をみました。

今後は、第2号を基礎に一段と充実したものを発刊したいものと考えています。

所報編集委員会