

大気汚染の測定とデータ処理

大平 俊男 宇田川 満

はじめに

地域社会の大気汚染状況を把握するために、各地方自治体において大気汚染測定網を整備しつつある。しかし、これらの測定網は初期の設置目的を十分果たしているであろうか。この点について再度原点に帰り検討を加える必要がある。そこで、測定網の設置目的、設置条件、設置目的に添うようなデータ処理と情報などの問題について検討を加えたので報告する。

1 大気汚染測定網

多くの場合、大気汚染状況を把握するために大気汚染測定網を整備するといわれているが、その内容は決して単純なものではない。大気汚染測定所いわゆる大気のモニタリングステーションは、大気を清浄な姿に戻すための対策を実施していく基礎的な情報を提供する一手段であって、対策そのものではない。モニタリングステーションを数多くつくることによって、大気汚染防止対策が相当進んだという錯覚にとらわれやすいが、それは大きな誤りである。わが国ばかりでなく世界諸国においても、大気汚染の測定所は、大気汚染現象が進みその悪影響が社会問題化してからその地域に設置されてきた。したがってその歴史も浅く、大気汚染の測定そのものに対する考え方が確立されていない。まず測定網の設置目的、設置条件について検討を加えてみる。

(1) 設置目的

米国環境保全庁の資料を参考にして、わが国の大気汚染の現状で設置目的として要求されるものを要約すると、次の4項目に分類される。

- ① 大気にかかわる環境基準適合状況の判定資料に役立つこと。
- ② 大気汚染エピソードを未然に防ぐための緊急時対策を円滑に進めること。
- ③ 非市街地を含めて、地域全体の汚染傾向を把握できるようにすること、とくにこの場合は清浄な大気

中に含まれる各種物質のバックグラウンド値に関する情報が必要である。

- ④ 市街地の土地利用計画および公共輸送機関の設置計画、大気汚染減少施策とその実施後の評価に役立つこと。

以上の諸目的を満足するように、大気汚染測定網は設置・運営管理されるべきである。さらに具体的にその内容を検討すると、まず①の設置目的を満足させるためには多少の統計処理が必要であるが、この項でより大切なのは、大気にかかわる環境基準そのものの意義を十分把握することである。環境庁の資料によれば、環境基準とは“持続されることが望ましい基準”であり、人間環境の最低限度を示すものではなく、最大許容濃度あるいは受忍限度といったものとも概念上異なるものである。なお、科学技術の進歩に、人体影響に関する新たなデータの入手、新しい汚染物質の出現、技術的・経済的に可能な新しい防止技術の開発などの進展に応じ、環境基準について常に適切な科学的判断が加えられ、必要に応じて改定がなされるべきである。

②の目的を満足させるため、わが国の主要汚染地域および米国の都市でも、ここ2～3年前よりテレメータシステムを採用し始めた。わが国の現状で注意しなければならないことは、テレメータシステムがモニタリングステーションにはつきものだという風潮のあることである。本来、テレメータシステムは、緊急性・迅速性を必要とする場合にのみ採用されるものである。大気汚染の場合このシステムを要求するのは、前述の②項の大気汚染エピソードを未然に防止する場合である。とすれば大気の汚染が著しく、人の健康障害が生ずるおそれのある地域にのみ、テレメータシステムは採用されるべきである。前述の①、③、④の目的のためには、必要性はまったくないといっても過言ではない。

③の目的に対しては、わが国のみならず世界の諸国においても、現段階では満たし得るものがないといっても

よいであろう。とくに清浄地域における大気組成を常時連続測定しているステーションは皆無である。“生物の生理機能を阻害するような大気組成の質的量的変化”を大気汚染と定義すると、大気汚染という言葉は、清浄な大気に比較して汚れているということの意味するものである。とすれば、人間も含めて生物の生理機能が阻害されていない清浄地域の大気の質、すなわち、ガス状物質・粒子状物質の組成成分が明らかにされなければ、比較原点がないために、わが国の現状では、〇〇物質が〇〇ppm検出されたというだけで“汚染”という表現をしがちである。これは、大気汚染を科学する立場からは危険な方向である。

わが国で、自然大気の組成を常時測定するステーションは、せいぜい6~10か所で十分であろう。このような測定所は、いわゆるモニタリングステーションといわれる規模ではなく、実験室程度のものが望まれる。必要な計機は、SO₂、CO、NO_x、HC、O_x、浮遊粒子状物質（相対濃度）、風向、風速、温度、湿度など一般の大気汚染測定所で整備されているもののほかに、炭化水素組成成分をみられるようなガスクロマトグラフとか、浮遊粒子状物質の組成分析のでき得る設備一式が要求されるであろう。

④の目的は、大気汚染測定所設置目的のうち、もっとも重要なものである。この目的に添うような情報を観測測定されたデータから抽出する技術がデータ処理といわれるものである。このようにして得られた情報と社会事象、発生源、エネルギー源などのデータを用いて、理論拡散手法、統計処理手法、多次元解析手法などの数学的手法を活用するには、その地域の気象、地形、発生源の分布、各観測・測定の原理、精度などを十分に知ることが大切である。

以上、大気汚染測定網の設置目的の主要なものを示した。これらの目的を十分果たすよう、測定所の配置、数、測定項目などを決定する必要がある。

(2) 測定所の配置、測定項目

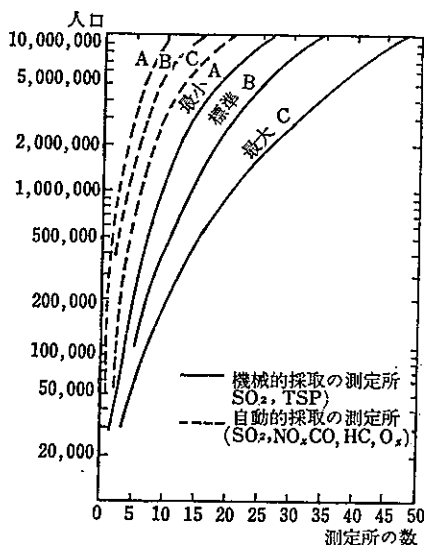
各自治体で設置している測定網は、独自の方法で測定場所、測定所数、測定項目を決定している。この測定網の配置は、そのエリアの汚染の度合を如何様にも表わすことができる。現在まで、その配置、測定項目などの目安となる設置基準はない。これらの点についてふれてみ

よう。

ア 測定所の配置

測定所の数は、汚染の度合とその変化以外に地域の広さによって左右される。まず、①大気の汚染質濃度が環境基準値をこえると予想される地域、②人間以外の生物の生理機能は阻害されるかも知れないが環境基準以下の地域、③地球の表層微生物の生理機能までも阻害されない清浄地域、といった3つのカテゴリーに地域を分類する。この各地域ごとに設置する測定所の数と規模はおのずから異なってくる。この場合一般的なインデックスとしては各地域の面積、人口密度などが考えられる。

図1 人口と測定所数の範囲



ある一定の行政区画における測定所の総数の近似値について、米国の環境保全庁では図1に示すような関係曲線を提示している。これはその地域内の人口と測定所数との関係を、人口階級別に最小・最大値を示したものである。この図からは、東京都のように1,000万人余の人口を有する大都市では、総合測定所の数は最大20か所程度である。

ある地域で必要とする測定所の近似数を求めるもう一つの方法は、その地域の汚染状況をよく表現している諸情報と照合することである。SO₂と浮遊粒子状物質をインデックスとした大気汚染度の測定網に対する、その地域の面積、汚染度合および測定所の数の関係について、¹⁾米国では次の数式を提示している。

$$N = N_x + N_y + N_z$$

$$N_x = 0.0965 \times \frac{C_m - C_s}{C_s} \times X$$

$$N_y = 0.0096 \times \frac{C_s - C_b}{C_s} \times Y$$

$$N_z = 0.0004 \times Z$$

ただし、

X：環境基準より高い値を示す地区の面積(km²)

Y：環境基準より低く、バックグラウンドレベルよりも高い値を示す地区の面積(km²)

Z：現状の濃度がバックグラウンドレベルにある地区(清浄地区)の面積(km²)

N：ある地域を上記の X, Y, Z の3地区に分類したときの、地域全体に必要な測定場数の近似値

C_m：等濃度線最大値 μg/m³ (地上10mの高さの値)

C_s：環境基準値 μg/m³

C_b：等濃度線最小値 μg/m³ (地上10mの高さの値)

(注) この数式は、環境基準とバックグラウンドの値を基準として地域を3つの地区に分割したときに使用する。これに用いる濃度は年間平均値とする。各地域の面積は、その地区の最大・最小濃度を用いて作成した等濃度線図から決定される。この数式は、人口の少ない広大な面積を包含する地域において、バックグラウンドレベルを測定する測定所の数の算出には適用できない。

この数式は、汚染レベルとそのパターン、発生源の地理的分布、気象学的なもの、全国の主要州間の大気汚染防止地域の面積との関係から、米国において導き出されたものである。しかし、CO、NO_x、HC、O_xなどの測定所に適用するには検討の余地があるとしている。

前式を東京23区内に適用し、この地域ではどの程度の浮遊粒子状物質の測定所数が要求されるかを検討してみた。1970年5月から1971年3月までに23区内8か所の地点で、ハイボリュームエアサンプラー法によって調査した浮遊粒子状物質の年間平均濃度は264.6 μg/m³である。わが国の浮遊粒子状物質の環境基準は100 μg/m³である。この場合10μをこえない粒子径のものとしている。ハイボリューム法による測定では10μ以上の粒子径のものも含まれているので、10μ以上の粒子径⁵⁾のものを除外した場合は、測定値の1.7分の1重量濃度という前提において、また、23区内は環境基準をこえる地域であるので、次式を採用した。

$$N_x = 0.0965 \times \frac{(264.6 \div 1.7)}{100} \times 577 \text{ km}^2$$

$$N_x = 30.6$$

すなわち、30か所前後の浮遊粒子状物質の測定所が要求されることになる。都の現状からすると、ほぼ妥当なものであろう。

以上米国で提示された方法を紹介したが、わが国の環境庁が補助金対象とした測定網整備基準を提案している。これによると、モニタリングステーション基準局数は、可住地面積と人口をファクターとして算出する方式を提示している。この方法を用いて東京都の基準局数を算出すると58局となる。

$$\frac{1,455.48 \text{ km}^2}{25 \text{ km}^2} = 58 \text{ 局 (表1参照)}$$

表1 排出基準表、区域別、可住地面積、人口調べ
(人口、昭和47年3月1日現在)

K値ランク	1		K値ランク	4	
K値	6.42		K値	11.7	
区域名	可住地面積	人口	区域名	可住地面積	人口
特別区(23区)	571.19	8,794,322	立川市	24.24	130,141
武蔵野市	10.97	137,181	青梅市	57.18	76,924
三鷹市	16.21	157,260	府中市	29.73	170,870
調布市	20.71	161,712	昭島市	16.82	77,797
保谷市	8.14	85,488	町田市	51.91	224,420
狛江市	6.08	62,557	小金井市	11.18	96,741
			小平市	19.99	139,540
			日野市	24.74	108,395
			東村山市	15.36	100,257
			国分寺市	10.87	82,725
			国立市	7.89	60,859
			田無市	6.59	60,049
			東大和市	12.71	50,062
			清瀬市	9.55	54,107
			東久留米市	11.66	88,308
			多摩市	14.28	48,325
			稲城市	13.49	37,720
			武蔵村山市	12.55	44,402
			福生市	9.94	39,073
			羽村町	8.85	24,463
			瑞穂町	12.95	18,401
			秋多町	17.28	32,632
計	633.30	9,398,520	計	399.76	1,766,211

(注) 可住地面積(総面積から森林、原野、湖沼の面積を減じた面積)に対する人口密度が2,130人(可住地

面積に対する人口密度の全国平均) 以上の場合は可住地面積を25km²で除して得た数を基準局とする。

人口密度が2,130人以下の場合は、可住地面積を25km²で除した値に2,130人に対する当該地域の人口密度の割合を乗じて得た数を基準局数とする。東京都の場合は人口密度が7,723人である。(政令市除外)

$$\frac{11,241,366人}{1,455.48km^2} = 7,723人 \quad 47.3.1 \text{ 現在}$$

東京都で計画している最終整備モニタリングステーションの数は総合測定所22か所、自動車排気ガス測定所33か所、合計55か所となり前記の58か所に近い測定所数となる。

以上紹介したように、単に人口密度と面積から機械的に基準局数および設置場所を定める方法も大気汚染モニタリングネットワークを確立するための一手段とはいえようが、少なくとも前に詳述した設置目的を十分満たすためには、当該地域の汚染の状況をなんらかの方法で予備調査を行ない、その地域の汚染等値線図を作成したうえで、測定所の設置場所と数を決定する配慮がなされるべきであろう。

前述したような観点から、測定場所の数・場所を決定するに際して考慮すべき一般的な事項としては、次のことが考えられる。

- ① 地域全体として必要とする測定所数は、米国環境保全庁、日本の環境庁の提出したいずれの方法でもよいが、各地域に統一性をもたせることが望まれる。
- ② 地域内の汚染最高濃度地区には最低1か所は測定所を設置すべきである。
- ③ 地域内の人口密集地区には、他の地区に比べて多数の測定所が置かれるよう考慮すべきである。
- ④ 地域に侵入する大気汚染を評価するために、その地域の外周上にも測定所を置く必要がある。
- ⑤ 将来の土地利用計画も考慮に入れた配置を行なうべきである。
- ⑥ 大気汚染防止対策の効果判定に役立つよう政策的に配置する考慮を払うべきである。

イ 試料採取位置

各汚染物質に対する試料採取位置、測定法等についてわが国の環境基準では次のように定めている。

- 1) イオウ酸化物について³⁾

① 大気中におけるイオウ酸化物の測定にあたっては、その測定網の位置、試料の採取および操作等について技術上の原則に適合するよう最善の努力をばらうこと、なお測定方法については、当面、導電率法によるものとする。

② ①の測定結果に基づき地域の大気汚染の状況が環境基準に適合しているか否かを判断する場合には、地域の特性を総合的に勘案して、2ないし3地点の測定結果より行なうものとする。なお、地形その他の事情に応じて示される局地汚染については、一地点の測定結果により当該地区の大気汚染状況が環境基準に適合しているか否かを判断するものとする。

2) 一酸化炭素について²⁾

① 一酸化炭素濃度の標準的測定方法としては、非分散型赤外分析計を用いる方法を採用するものとする。ただし、前述の方法と同等の測定結果が得られることを示し得る他の方法を用いることを妨げるものではない。

② 測定の方法については、局地汚染のみならず地域汚染をも対象とし、一酸化炭素による汚染傾向の把握、人への影響の判定、一酸化炭素汚染防止対策の樹立とその効果の評価に、測定結果が有効に利用されるような場所を選定すること。

同基準の資料編⁴⁾では、試料採取位置について次のように勧告している。

COによる環境汚染の実情からして、現状では次の2つの測定網形式を考えるのが適当であろう。すなわち

(ア) CO排出源に近い場所におけるCO汚染の評価のための測定点

(イ) 地域全体におけるCO汚染の評価のための測定網

(イ)の目的のためには、大気汚染防止法第22条に基づき、一般のいわゆる総合測定所に測定機を配置することによりであろう。

(ア)の目的の場合、すなわち大気汚染防止法第20条に規定する目的に対しては、おのずから(イ)の場合の試料採取位置とは異なる。COのように自動車排気ガスに起因する汚染物質は、発生源対策の効果の評価と、その場所(道路周辺)で日常生活を営む住民のばくろ量とその影響の推定に役立つように測定点を選ばねばなら

らない。このような考え方から、道路周辺のCO測定は、交差点とか道路に沿った場所で、歩道と住民の境界上の地上1～3mの高さから試料大気を採取することが望ましい。

3) 浮遊粒子状物質について⁵⁾

- ① 浮遊粒子状物質の測定は、標準粒子により所定の方法で校正された測定機を用いて行なう。
- ② 測定点は、浮遊粒子状物質による大気汚染の状況を適確に把握し得ると認められる地点に設け、採取口は原則として地上3～10mの高さに置くものとする。

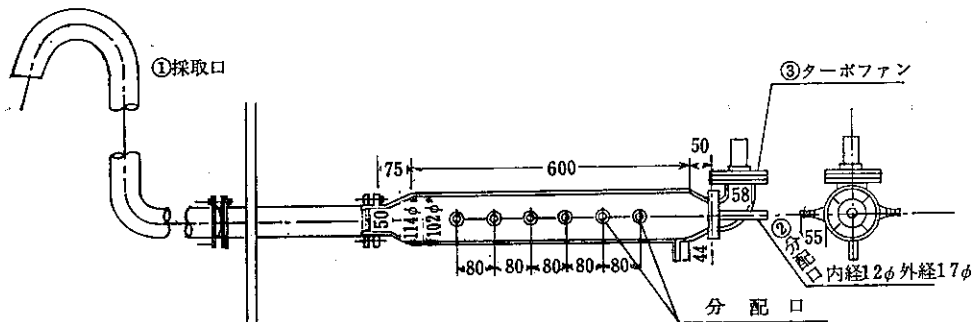
以上のように、測定対象の汚染物質ごとに測定点に関するニュアンスが異なっている。しかし、自治体においては15～25m²程度の測定室をつくり、そのなかに各種の測定機・観測機器を収納して、大気汚染の常時監視を行なっている。したがって、各汚染物質ごとに測定点を変

えたり、試料大気の採取口の高さを変えることは不可能であり、無意味でもある。ただし、大気汚染防止法第20条に規定する自動車排気ガスの局所汚染に対する常時監視用の測定所と、同法第22条に規定するその地域全体の汚染状況を常時監視する測定所とは分けて考えるべきである。現状では、この2つのカテゴリに入る測定所が混同されている傾向がみられる。

採取位置について一般的な注意事項として、次のようなことがいわれている。

- ① すべての方向からの乱気流の影響をさけるため、試料大気の採取口は、建物あるいは他の障害物から少なくとも3m程度離すべきである。
- ② 測定所の周辺には、煙突、排気筒、その他の汚染物質放出施設があってはならない。
- ③ 試料大気採取口の位置は、地上から2～10mの範囲であることが望ましい。

図2 被験空気採取分配装置の例



- ④ 各測定機の試料大気は図2のような方法で一括吸引し、室内に分配する方式が望ましい。

しかしながら各自治体においては、測定所設置にあたって種々の弊害からこれらの基本的な事項すら満たし得ない場合が多い。今後の問題としては、早急にこれら試料採取口についても統一された基準を設け、既設のものについては、基準位置との差異を把握するよう心掛けることが望まれる。

ウ 測定項目、測定方法

従来大気汚染物質の常時測定は、大気汚染として表面化され、しかも自動連続測定が可能なものに限られていた。事実現在ある自動測定機の歴史は浅く、総合的な大気汚染測定所も昭和41年ごろから始められ、ようやくこ

こ3、4年前から本格的な測定に入った(表2参照)。したがって、測定方法、測定精度にもまだ多くの検討すべき問題が残されている。ここでは分析法にはふれず、総合的な大気汚染測定網・自動車排気ガス測定網などについて具備すべき測定項目、測定機器を挙げる。

＜総合測定所＞

この測定所は大気汚染防止法第22条に規定するもので地域全体の汚染状況を把握するものである。したがってこの測定所の具備すべき測定観測機器には、次のようなものが挙げられる。

- ・イオウ酸化物測定機(導電率法)
- ・窒素酸化物測定機(ザルツマン法)
- ・一酸化炭素(非分散型赤外分析法)

表2-1 総合測定所設置状況

場所	年	37年	38年	39年	40年	41年	42年	43年	44年	45年	46年	47年	48年
都庁前(千代田)					(総合化) テレメータ アナログ (3月)						Ox5月		計画
靴谷(大田)		大田区役所		靴谷移設		テレメータ アナログ	(総合化)				Ox5月		
城東(江東)						テレメータ アナログ		(総合化)			Ox5月		
世田谷(世田谷)			世田谷保健所			テレメータ アナログ		(総合化)	世田谷区役所		Ox5月		
国設(新宿)						テレメータ (総合化) アナログ							
板橋(板橋)					板橋東保健所	テレメータ アナログ		(総合化)	板橋区役所		Ox5月		
荒川(荒川)					荒川保健所	テレメータ アナログ				(総合化)	Ox5月		
江戸川(江戸川)					江戸川保健所	テレメータ アナログ				(総合化)	Ox5月		
八王子(八王子)										(総合化)	Ox5月		
渋谷(渋谷)										(総合化)			
立川(立川)					立川保健所					(総合化)	Ox8月		
田無(田無)		日立中研		田無移設						(総合化)	Ox5月		
町田(町田)										(総合化)	Ox8月		
練馬(練馬)												(総合化)	
中野(中野)												(総合化)	
府中(府中)												(総合化)	
小平(小平)												(総合化)	
調布(調布)												(総合化)	
青梅(青梅)										Ox8月 Oxのみ		(総合化)	
中央(中央)													総合予定
港(港)													総合予定
目黒(目黒)													総合予定

◎44年 テレメータ改良 (デジタル方式による総合伝送)

◎新設箇所についても同時にテレメータ化完了

- ・全炭化水素 (FID法)
- ・オキシダント測定機 (中性ヨウ化カリウム法)
- ・浮遊粒子状物質相対濃度測定機 (散乱光方式)
- ・風向, 風速, 温度, 湿度, 紫外線

近い将来追加されるべき項目

- ・オゾン測定機 (ケミルミ)
- ・PAN類測定機
- ・アルデヒド測定機
- ・ハイボリューム, またはローボリュームエアースンプラー

将来の問題としては, 全炭化水素成分分析, 放射性物質についても測定体制を考慮する必要があり, 規模も有人の実験室程度のものが必要となるであろう。

◀自動車排気ガス測定所▶

◎杉並自動車排気ガス測定所 46年5月, Ox設置

◎石神井区立図書館 47年9月, Ox設置

この測定所は自動車排気ガスの線発生源とみなしうる道路近傍に設置するもので, 自動車排気ガス対策の効果判定に大きな意義をもたしているものであり, したがってこの測定所の具備すべき測定機器は次のようなものである。

- ・一酸化炭素測定機 (非分散型赤外分析法)
- ・全炭化水素 (FID方式, メタンと全炭化水素の分別測定が望ましい)
- ・窒素酸化物 (ザルトマン法)
- ・交通量測定機
- ・風向, 風速,

この測定所は道路の近傍に設置されるべきで, 道路から離れると, 自動車排気ガス発生源強度の監視の目的を満たし得なくなる。

(3) 今後の問題点

表2-2 自動車排気ガス測定所設置状況

場所	44年	45年	46年	47年	48年
日比谷(千代田)	●				→
上野(世田谷)	●				→
春日町(文京)	●				→
向島(墨田)	●				→
大森(大田)		●			→
品川(品川)		●			→
杉並(杉並)		●	9.5月		→
池袋(豊島)		●			→
尾立(尾立)		●			→
柳町(新宿)		●			→
中原口(品川)			●		→
初台(新宿)			●		→
大塚横町(台東)			●		→
亀戸(江東)			●		→
中番合(新宿)			●		→
宮前(北)			●		→
菅戸八丁目(葛飾)			●		→
大塚橋(目黒)			●		→
武蔵野(武蔵野)			●		→
日野(日野)				●	→
松原橋(大田)				●	→
碑文谷(目黒)				●	→
大原(世田谷)				●	→
豊玉(練馬)				●	→
大和町(板橋)				●	→
一之江(江戸川)				●	→
高井戸(杉並)				●	→
東村山(東村山)				●	→
国立(国立)				●	→
北町(練馬)					設置予定
八成橋(練馬)					設置予定
天沼(杉並)					設置予定
瑞穂(瑞穂)					設置予定

◎45年 自動車排気ガス測定所テレメータ化

◎以後 測定所設置と同時にテレメータ化

これまでモニタリングネットワークの設置目的、設置条件等について検討を加えてきたが、現在各自治体では大気汚染測定網の設置に力を注ぎ、規模の差異はあるにしても、昭和47年11月現在、全国の都道府県で設置されている大気汚染関係の測定所は894ステーションに及んでいる(表3参照)。

設置目的の項で詳述したように、大気汚染測定網の設置が積極的な公害防止の手段とはなり得ないという立場

から考えて、必要以上にモニタリングステーションの増設は避けるべきであろう。なぜならば、過剰なデータは処理操作を著しく複雑なものとし、適切な判断を困難なものとする傾向があり、必要かつ最小限のデータこそ正しい判断と手段をすみやかに導き出すものである。したがって、公害に関するモニタリングステーションの増設に力を注ぐより、既設のステーションの必要性和その効用についての再検討のほうが先決である。

東京都で現在設置されている総合測定室は、従来SO₂、浮遊粒子状物質のステーションとして選定されたものであり、後に必要性にかんがみ総合化されたものである。したがって総合測定所として適切であるとは思われない。本来の目的であるSO₂については、その場所がモニタリングステーションとして適切であるか否かについてSO₂地域代表性の研究で検討されているが、現在なお個々のステーションについて明確な解答は出されていない。またNO_x、CO、O_xなどの汚染物質については皆目わかっていない。とくに二次的に生成されるO_xについては、その被害分布と測定場所の問題について種々の論議がなされているが結論は出ていない。ただ測定場所について若干の検討が加えられている程度である。

一方自動車排気ガスステーションは、現在のところ単に主要交差点周辺の自動車排気ガスによる汚染の状況を把握する程度で、積極的な防止対策の手段を講ずる判断資料とはなっていない。

局地的な高濃度汚染を防止し、汚染物質の分散を図る自動車迂回作戦のような防止策をとるならば、各主要交差点のすべてにモニタリングステーションを設置し、常時監視が必要となるであろうが、このような防止手段は単に汚染物質の分散を図るだけで、汚染物質の絶対量を減少させるものでなく良策でない。

交差点周辺の自動車排気ガスによる局所汚染は、道路構造、建物の状態、自動車の走行状態、台数、および気象条件によってある程度の濃度推定が可能である。したがって、類似した形態を有する交差点では同一の気象条件のもとでは同様な汚染状況を示すと考えられるから、このような場所について重複してモニターする必要はない。また広い範囲での汚染絶対量の減少を図る自動車流入制限などの積極的な防止手段の判断資料は、気象データと総合測定所のデータがあれば十分であり、あらため

表3-1 全国大気・水質測定所設置状況

(1972.11)

県名	環境大気汚染測定室				自動車排気ガス測定室				水質測定室			
	46年度設置数	47年度設置数	48年度以降設置予定数	計	46年度設置数	47年度設置数	48年度以降設置予定数	計	46年度設置数	47年度設置数	48年度以降設置予定数	計
北海道	2	2	5	9								
北海	5	1	15	21					0	0	12	12
青森	7	3(廃止1)	3	12	0	0	1	1				
岩手	4	6	5	15					1	2	3	6
宮城	11	12	19	42								
秋田	1	2	7	10	0	0	4	4	0	0	18	18
山形	20	0	3	23					1	0	3	4
福島	13	3	23	39					2	2	14	18
茨城	4	6	6	16								
栃木	7	6	8	21	0	0	1	1				
群馬	14	2	0	16	1			1				
埼玉	19	1	8	28					1	0	21	22
東京	15	6	3	24	20	6	7	33	11	4	18	33
神奈川	35	3	13	51	20	0	5	25	3	0	0	3
新潟	24	6	0	30								
富山	18	7	10	35		1	1	2	1	0	0	1
石川	7	6	11	24	5	1	2	8				
福井	7	1	9	17	7	1	9	17				
山梨	1	0	2	3								
長野	3	5	3	11	0	0	1	1	0	0	12	12
静岡	12	4	0	16					0	1	2	3
岐阜	4	4	3	11	1	0	2	3				
愛知	36(-3)	9	7	49	10	0	4	14	4	0	8	12
三重	4	6	0	10								
滋賀	2	1	9	12	0	0	3	3	0	1	14	15
京都	20	5	0	25								
大阪	29	5	12	46	2	0	0	2	1	0	0	1
兵庫	49	4	2	55	13	3	4	20	1	1	3	5
奈良	1	3	0	4								
和歌山	24	1	6	31								
鳥取	0	0	1	1								
島根	1	0	0	1					1	0	0	1
岡山	33	6	26	65	3	0	22	25	1	0	0	1
広島	14	16	36	66	1	2	0	3				
山口	33	8	0	41								
徳島	2	0	13	15								
香川	8	2	0	10								
愛媛	27	2	0	29								
高知	26	4	5	35					0	25	25	50
福岡	34	5	8	47	2	0	0	2	1	0	3	4
佐賀	2	2	0	4	2	0	0	2				
長崎	5	0	8	13	1	0	0	1				
熊本	7	2	2	11	0	0	0	1				
大分	25	3	3	31								
宮崎	8	0	0	8								
鹿児島	2	0	15	17					0	0	20	20
沖縄												

(注) 全国公害行政協議会調

表3-2 全国テレメータシステム・緊急時通報システム装置状況

(1972.11)

県名	データ通信システム			緊急時			協力工場			工場			住民への周知方法
	テレメータ方式を採用している		その他	緊急時発令時の通報		発生源監視装置の有無	測定項目		設置経費		補助費		
	有線	無線	有	同時通報	その他	有	取付予定	設置工場数	設置経費(千円)	全額補助	補助率	なし	
北海道	○			○	○	○	○	13	SO ₂ 重油	5,620			ラジオ, テレビ等にて周知させる 換附中
青森県		○	48			○	○						
岩手県		○	52			○	○						
宮城県		○				○	○	10	SO ₂	5,000			ラジオ, 警報ランプ 広報車等
秋田県		○	50			○	○						電話, 有線放送, 広報車等
山形県		○	50			○	○						
福島県		○	50			○	○						
茨城県		○				○	○	100					テレビ, ラジオ, 広報車, 拡声機等 同時通報装置(無線)
栃木県		○				○	○	250	SO ₂ 重油	1,500		50%	同時通報装置, 無線, 街頭電光表示
群馬県		○	49			○	○						テレビ, ラジオ, 放送車等 報道機関等を通じて
埼玉県		○				○	○						ラジオ, テレビ
千葉県		○	48			○	○	5	SO _x	4,800			
東京都		○				○	○						報道機関 報道機関等
神奈川県		○	50			○	○						電話, 報道機関
新潟県		○				○	○	37	SO _x	8,250	○		
富山県		○				○	○	16	SO ₂ , O ₃ , S分等				報道機関
石川県		○				○	○						ラジオ, テレビ等
福井県		○				○	○						無線, 電話, 広報車等
山梨県		○				○	○						
長野県		○				○	○						
静岡県		○				○	○						
岐阜県		○				○	○						
愛知県		○	50			○	○						
三重県		○				○	○						
滋賀県		○				○	○						
京都府		○				○	○	43	SO ₂ , CO等	2,500		50%	
大阪府		○				○	○						

タから抽出することが大切である。ここでは大気汚染を中心に、必要な情報と統計処理について検討を加えてみる。

(1) データの量と質

大気汚染関係のデータを大別すると、直接大気汚染につながる発生源、汚染現象（気象を含む）、影響などを主体とする基本的なものと、社会事象を主体としたものがある。前者は汚染メカニズム解明のために、後者は発生源強度、影響強度の推定および大気汚染の将来予測に役立つものである。

ア 汚染現象解明のためのデータ

汚染現象解明のためのデータは、大気汚染測定所からのデータが大部分であり、東京都の場合は表4に示す如く、1時間に約1,000、年間で8,760,000という膨大なものとなる。この他に東京管区気象台、館野高層気象台、気象庁予報部の気圧配置のデータがある。これらのデータは当然収納されるべきであり、実際に電算機に収録されている。モニタリングネットワークのデータは、あくまでも地域別の現状把握のデータであるから、汚染メカニズム解明の目的としては完全ではない。したがって研究分野で入手した立体的な測定値とか、ある地区における平面的なきめの細かい濃度分布、気流調査、トレーサー実験結果などのデータの役割は大きい。

イ 社会事象

すべての公害現象は、人間社会におけるエネルギー活動の副産物と考えられる。したがって発生源、汚染現象の基本的なデータだけでは個々の現象の解明はできたとしても根本的な防止策は見出せない。まして将来予測ともなると、公害そのものが社会活動そのものに左右されるものであり、社会活動の将来予測なしに公害を予測することは不可能である。したがって、社会事象のデータは基本的なデータと同様に欠かすことはできない。表5に関連のある社会事象のデータで当研究所で収録している主なものを示す。

(2) 基本的な統計処理

当研究所でこれまで行なってきた汚染の傾向、汚染メカニズム解明のための情報抽出の手段、すなわち統計処理の基本的な項目を次に示す。

ア 大気汚染物質データの処理

- ① 各汚染物質ごとの平均値、分散値、標準偏差、

表4 モニタリングステーション伝送データ数 (1時間)

1972. 4. 1 現在

	局数	データ数	移動平均	三点平均	合計
SO ₂	19	20	(48時間) 20		40
NO ₂	23	23			23
NO	23	23	(8時間)(24時間)		23
CO 競合	13	17	2 2	2	23
自動車	20	60	20 20	20	120
Dast	17	17			17
Ox	15	15			15
風 向	15	19×4	(1時間平均)		95
風 速	15	19×4	19		95
温 度	15	26×4	26		130
湿 度	13	13×4	13		65
紫 外 線	4	4×4	4		20
交通 量	11	39			39

幾何学平均値（月別、季節別、年別、昼夜別。以下いずれも同様）

- ② 時刻別の平均値、分散値、標準偏差
- ③ 汚染物質濃度階級の分類（出現頻度）……1時間値、日平均値、曜日別
- ④ 昼夜別高濃度持続時間の分類
- ⑤ 各汚染物質相互間の濃度相関
- ⑥ 各汚染物質累積度数分布（対数正規）

イ 気象データの統計処理

- ① 風向（16方位、静穏）の出現頻度（昼夜別にそれぞれ、曜日別、月別、季節別、年次別に算出。以下同様）
- ② 風速階級別の出現頻度
- ③ 平均風速
- ④ 上層（東京タワー64～250m、川口90～310m）
下層（東京タワー2～64m、川口5～90m）別、
逆転強度別、気温逆転発生頻度

ウ 汚染物質と気象との関係についての統計処理

- ① 風向別、風速階級別、汚染濃度階級別出現頻度（昼夜別にそれぞれ、月別、季節別、年次別。以下同様）
- ② 風向別、風速階級別汚染物質濃度平均、標準偏差
- ③ 上層・下層別気温逆転強度別、汚染物質濃度階級別出現頻度

表5 社会事象集録データ

項 目	分 類	資 料
面積(東京都) (m ²)	地 域 別 地 域 目 別	東京都統計年鑑 (S35~42)
人口(〃)(人)	地 域 別	同 上
人口密度(〃) (人/km ²)	同 上	同 上
出生(〃)(人)	同 上	同 上
死亡(〃)(人)	同 上	同 上
自然増加(〃) (人)	同 上	同 上
社会増加(〃) (人)	同 上	同 上
工場数(〃)	地 域 別 産 業 別	東京都工業統計年鑑 (S35~42)
同 上	産 業 別 規 模 別	同 上
石油製品販売量 (燃料油) (kl LPGのみ)	都道府県別 燃料油種類別	・石油統計年報より (通産省) 日本石油連盟集計資料(LPGを除く) S35~45 ・LPG 資料年報 (石油化学新聞社) (通産省;未確認) S37~42
卸売物価指数	都道府県別 類別	日本銀行統計局 S35~42
消費者物価指数基 準年度 S40年	都道府県別 (県庁所在 都市別) 消費品別	総理府統計局 S35~42
道路の延長(東京都) (m)	地 域 別 幅 員 別	東京都統計年鑑 S35~42
道路の面積(〃) (m ²)	地 域 別 幅 員 別	同 上
自動車台数 (台)	月 種 別 車 種 別	運輸省自動車局 管理課
従業員数(東京都) (人)	地 域 別 産 業 別	東京都工業統計年鑑 (S35~42)
同 上	地 域 別 規 模 別	同 上
同 上	産 業 別 規 模 別	同 上
工業製品出荷額 (〃)	地 域 別 産 業 別	同 上

〃	産 業 別 規 模 別	同 上
発電設備(東電) (MW=1000kW)	火力, 水力 別	東京電力手帳1969 (S35~42)
使用電力量 (MW/H)	月別(4月 ~翌3月)	東京都統計年鑑
ガス供給量(東京都) (1000m ³)	地 域 別 月 別 (1月 ~12月)	同 上 (S35~42)
〃 (10 ⁶ kカロリー)		同 上
製造品出荷額等 (百万円) 少数点以下切捨て	都道府県別 産 業 別	工業統計年表
道路延長(km) 少数点以下切捨て	都道府県別 幅 員 別	道路統計年報 建設省道路局 (S35~42)
自動車種類別保有 台数(1台)	都道府県別 車 種 別	運輸省大臣官房 自動車局管理課 「陸運統計要覧」 S35~42
分配所得(東京都) (百万円)		東京都統計年鑑 S35~41 東京都都民所得 推計結果
生産所得(〃) (百万円)	産 業 別	同 上
個人所得(〃) (百万円)		同 上
個人支出(〃) (百万円)	支 出 別	同 上
道路面積(〃) (m ²)	地 域 別 舗 装 種 類	東京都統計年鑑 S35~42
製造工業生産指数	都道府県別 類 別	通産省大臣官房 統計調査部統計 解析課 ・S35~38 S35=100によ る指数 ・S38~42 S40=100によ る指数
ゴミ処理量(kg)	月 別 地 域 別 処 理 別	東京都清掃局清掃 局月報 S35/4~42/3
人 口(1000人)	都道府県別	総理府統計局都道 府県人口の推計
面 積(km ²)	同 上	日本統計年鑑
製造事業所数 (1個)	都道府県別 産 業 別	通産省工業統計表 産業編 S35~41

製造事業所数 (1個)	都道府県別 規模別	通産省大臣官房 工業統計表産業編
主要死因別死者 数(人)	死因別	東京都統計年鑑 都衛生局業務部 普及課

エ 気圧配置と気象との関係についての統計処理

- ① 気圧配置別、風向出現頻度（昼夜別について、それぞれ月別、季節別、年次別。以下同様）
- ② 気圧配置別、風速階級別出現頻度
- ③ 気圧配置別、気温逆転強度別出現頻度

オ 気圧配置と汚染物質濃度との関係についての統計処理

- ① 気圧配置別・汚染物質濃度（日平均）、階級別出現頻度（月別、季節別、年次別）
- ② 気圧配置別高濃度出現頻度

この基本的な統計処理例は、モニタリングネットワークからのデータを電算機を用いて年毎に行なったものであるが、その他の調査結果についても同様な統計処理を施し、目的に応じた情報を得ている。

3 大気汚染現象解明のための数学的手法と情報

前記の基本的な統計処理手法だけでも大気汚染の現状の把握と、ある程度の汚染機構の解明に役立つ情報を提供し得るが、大気汚染機構の解明から汚染防止手段、将来予測ともなると、単に基本的な統計処理手法から得られる情報のみでは結論は得られない。

大気汚染現象を説明する数学的手法には、さきの統計処理手法のほかに「理論拡散手法」さらに「多変量解析手法」が挙げられる。以下これらの手法と必要な情報について検討を加える。

(1) 数学的手法に必要な情報

理論拡散手法あるいは多変量解析手法を用いて、大気汚染現象を説明し、防止手段・将来予測などを求めるにしても、まず必要な情報を確保することが先決問題である。

前項で示したように、汚染状況、気象要素、社会事象等についてのデータは数多く確保されているが、はたして十分といえるであろうか。まずこの点から検討を加える。

ア 発生源関係の情報

発生源関係の情報は、汚染機構、都市大気汚染濃度予

測にとってもっとも有効な情報である。しかしこの種の情報が最も数少なく、また不正確でもある。この点について欠点を指摘すると次のようになる。

① 発生源の数および分布状況が明確でない。

発生源のうち、ばい煙発生施設については、法律・条例で一定規模以上の対象施設に対して届出の義務が課せられているため、その数、分布の状況はある程度把握しているが、その他についてはまったく不明である。

② 燃料消費量の情報が不明確である。

エネルギー源としてもっとも多く使用されている石油系燃料の消費量は、法律・条例対象施設についてのみある程度把握されているが、実際に消費されている量は不明である。ただ石油系燃料販売実績のみが消費量を推定する唯一の情報である。

③ 化学工場、金属表面処理工場、印刷工場などから排出される有機・無機の有害ガスの排出絶対量が不明である。

④ 各発生施設のエミッションファクターが不明である。したがって発生施設の大気汚染に対する寄与率がまったく判っていない。

⑤ 各発生施設の活動状況（日変化、曜日変化、季節変化）が明らかでない。

イ 大気汚染測定結果、気象観測結果

大気汚染の状況、気象観測に関するデータは、かなり数多く集積されており、基本的なデータ処理で汚染物質間、汚染物質と気象要素との関係が明らかにされているが、はたして満足し得るものであろうか。たとえば、人体被害、植物被害、器物損傷などの面から考えた場合、各汚染物質濃度の表示は1時間平均値が最良であるか否か、また各汚染物質1時間平均値と風向、風速10分間平均値との関係をみることで、汚染物質の移流・拡散を正確に捕え得るかどうかが、これらの問題を含め検討すべき事項は数多く残されている。検討すべき事項、および欠如している情報の主なものを示すと次のようになる。

① 汚染物質・気象要素の測定場所、数の適否の検討が十分ではない。

② 測定方法、測定項目は適当であるか。

③ 高層に至る気象観測が行なわれていない。

現在東京タワー、川口放送塔で下層大気のみ気象観

測を行なっているが、300m以上の上層大気の大気観測のデータは館野の高層気象台のデータのみである。

- ④ 各汚染物質の垂直濃度分布のデータが不足している。
- ⑤ 現在常時測定している項目のほかに、PAN類、アルデヒド、炭化水素成分分析などの重要な汚染物質のデータが不足している。

ウ その他の情報

大気汚染現象の解明に数学的手法を用いる場合、単に発生源、汚染物質濃度、気象要素、社会事象のデータのみでは不可能であり、少なくとも気象学・燃焼工学・流体力学・化学反応論などある程度確立された現象ごとの理論が必要である。各分野での研究はかなり進んでいるが、これらの現象が総合された大気汚染現象の立場からの研究は数少ない。少なくとも次の事項について、大気汚染現象の立場からの研究が望まれる。

- ① 地形、都市構造と気流との関係
- ② 地表温度分布と局地的上昇・下降気流との関係
- ③ 海陸風前線と下降気流
- ④ 建物構造と乱気流
- ⑤ 燃焼施設構造と燃焼ガス
- ⑥ 光化学反応速度と生成・消滅メカニズム
- ⑦ 工業化学と排出ガス
- ⑧ 風洞実験と相似律

以上各項目ごとに情報の不足、欠点などを指摘したが少なくともこれらのものについては、情報の収集に全力を傾ける必要がある。

(2) 数学的解析手法

現在のように深刻な問題にまで進展した環境汚染に関しては、もはやすべての情報収集が満足されるまでの時間的余裕は与えられない。したがって、現在ある情報を最大限に利用して大気汚染に対処していかなければならない。これらの情報を基に現象解明の手段としての統計手法、多変量解析手法の応用について検討を加える。

ア 理論拡散手法の応用

従来から大気汚染現象の基礎として煙突からの煙の拡散について論ぜられ、数多くの研究レポートがあるが、単純な点汚染源あるいは線汚染源としての煙の拡散を対象としたものであって、大都市のように不均等に分布している面汚染源による大気汚染現象を説明する手段とは

なり得ないが、その応用面での価値は大きい。

大都市のように複雑な大気汚染現象の説明を試みるものとして、煙の拡散式を基礎とした都市大気汚染モデルが数多く報告されている。plume model, puff model に代表されるこれらの都市大気汚染モデルは、複雑な要素による汚染現象を合理的に数式化し、大気汚染の濃度予測などの試みに利用されている。

一方自動車排気ガスによる大気汚染現象についても、渡辺健次⁹⁾、安藤武夫¹⁰⁾、近藤次郎¹¹⁾、山本剛夫ら¹²⁾によって一般の拡散方程式を基に、風洞実験・野外調査結果から、交差点周辺・道路沿の局地的大気汚染濃度予測式を導き出している。今のところ実際に利用できる精度は得られてはいない。また光化学反応による大気汚染現象はさらに複雑な汚染メカニズムを呈しており、生成メカニズムについてはチャンバー実験などで検討されているが、今もって解明されない部分が多い。こうなると、もはや理論式によるオキシダント濃度予測は期待できない。現在のところ反応速度論を導入し、三次元的拡散式を用いての濃度予測モデル式¹³⁾、また一次汚染物質濃度、気象条件(M. M. D)からオキシダント濃度予測式¹⁴⁾を導き出した例があるが、光化学による大気汚染現象の究明は今後に残された重要な課題である。

イ 統計解析手法の応用

大気汚染現象は大きくわけて次のような4つのプロセスに分解できる。

- ① 汚染物質の排出メカニズム
- ② 汚染物質の排出量
- ③ 排出源からの拡散メカニズム
- ④ 拡散された結果による汚染物質の環境濃度

①の汚染物質排出メカニズムは、光化学スモッグ・悪臭など2、3の例を除けばある程度解明されており、統計的手法の応用はみられない。②の汚染物質の排出量については、エミッションファクターの推定および決定に際して統計処理が必要である。もっとも燃料とくに重油系燃料消費量の情報が欠如しているため、まず消費量の推定を販売実績あるいは、社会事象を指標とした多変量解析手法を用いて推定してやる必要はあるが、ともかく燃料・原料消費量にエミッションファクターをかければ、汚染物質の総排出量はマクロ的に求めることができる。③の拡散のプロセスについては統計そのものを使用しているわけではないが、拡散係数の決定などには、統計の

力をかりなければならない。④の汚染物質による環境汚染濃度の解明については、統計的アプローチが唯一の手段である。したがって社会事象、エネルギー活動の変化による将来予測、科学技術の進歩、公害防止のための規制効果などの将来予測には統計的手段がもっとも有効となる。

大気汚染関係でよく用いられる多変量解析手法には、重回帰分析、因子分析、主成分分析、成分分析、分散分析、ソシオメトリックスなどがある。これらの多変量解析手法は大気汚染現象を説明する要因の種類により当然とり得る手法も異なる。

大気汚染現象を説明する要因には2種類がある。

- ・量的な特性（濃度値のように数をあてはめうるもの）……変数
 - ・質的な特性（風向、気圧配置のようなカテゴリーのもの）……属性
- ただし、濃度値などもランク等に分ければ、必ずしも変量でなく属性にもなりうる。

以下にどのような場合に多変量解析、数量化理論が用いられるかを表6に示す。

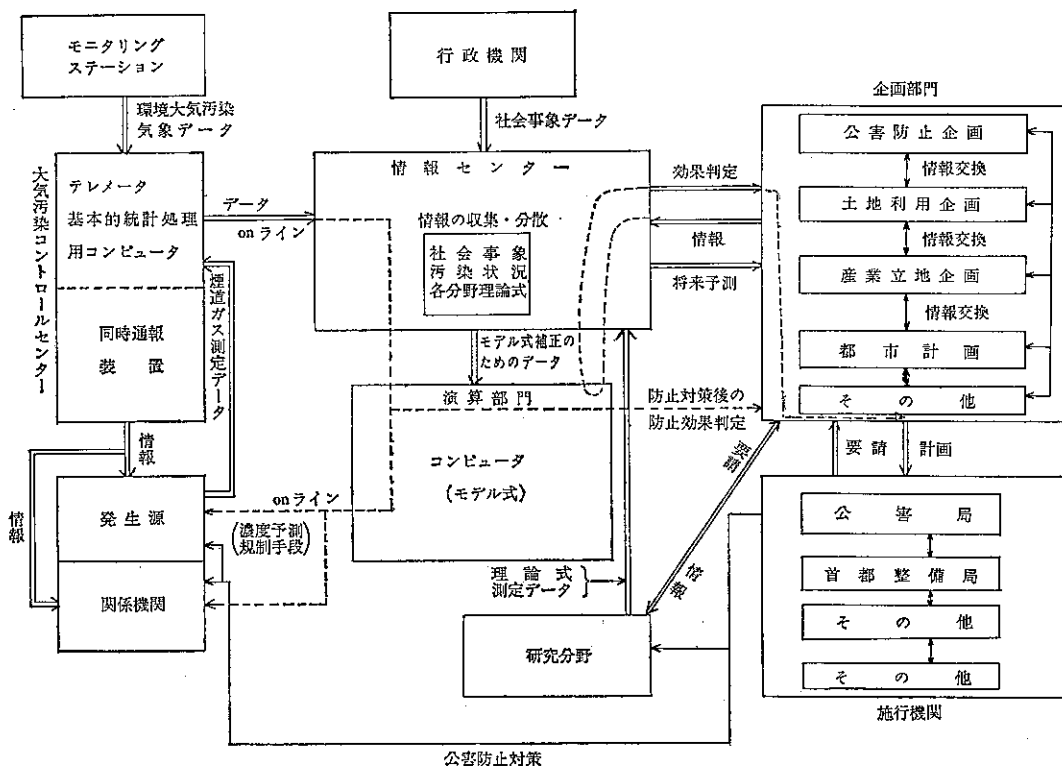
表6 要因と多変量解析手法

現象のパターン		手 法
外部基準	特 性	
変 数	変 数	重回帰分析
変 数	属 性	数量化理論Ⅰ類
属 性	変 数	判別関数
属 性	属 性	数量化理論Ⅱ類
な し	変 数	主成分分析 因子分析
な し	属 性	ソシオメトリックス、数量化理論（グルーピング）

当研究所でこれまで応用されてきた多変量解析手法と対象の主なものを例示する。

- ・重回帰分析……
 - 石油系燃料消費量の推定¹⁵⁾
 - 道路上CO濃度予測¹⁶⁾
 - SO₂将来濃度予測モデル¹⁷⁾
 - Ox濃度予測モデル¹⁴⁾
- ・成分分析… SO₂地域代表性^{6),7)}
- ・因子分析… Ox汚染パターンのグルーピング¹⁸⁾
- ・ソシオメトリックス 汚染物質相互間のグルーピング¹⁹⁾

図3 公害防止に関するシステムフローチャート



以上代表的な数学的手法と応用について紹介したが、必要な情報の不足、とくに燃料消費量など発生源に関する情報の欠如は、著しく大気汚染現象の解明を困難なものにしている。将来はこれらの情報の確保と精度の高い大気汚染予測モデル式の確立に全力をつくすべきであろう。

4 ま と め

これまで、測定網、データ処理、情報等について述べてきたが、今後は、公害によるエピソードを未然に防ぎ破壊された都市環境の回復が最大の目的となる。そのためには確たる情報と精度の高い環境汚染将来濃度予測モデル式の確立が必要であり、これらが達成された後はじめて大型コンピュータの導入とONラインでの将来予測・公害防止対策が確立され得るであろう。

図3に将来考えられる公害に関する一連のシステムを示す。

参 考 文 献

- 1) Guidelines : air Quality Surveillance Networks ; Environmental protection Agency ; office of Air Programs Research Triangle park ; North carolina Mag—1871
- 2) 環境庁大気保全局：大気汚染にかかわる環境基準関係資料 昭和47年2月
- 3) 生活環境審議会：イオウ酸化物による大気汚染防止のための環境基準の設定について（答申）
- 4) 生活環境審議会公害部会、一酸化炭素環境基準専門委員会：一酸化炭素による環境汚染の環境基準に関する専門委員会報告 昭和44年9月
- 5) 生活環境審議会公害部会、浮遊粉じん環境基準専門委員会：浮遊粒子状物質による大気汚染の測定と人への影響 昭和46年6月
- 6) 大平俊男：東京都大気汚染監視所における亜硫酸ガス濃度の地域代表性に関する研究、大気汚染研究 第3巻第3号 1969

- 7) 大平俊男他：亜硫酸ガスに関する常時測定点の地域代表性について、東京都公害研究所年報、第3巻 1972
- 8) 宇田川満：オキシダント測定場所の現状とその問題点に対する考察、東京スモッグに関する調査研究 第2報 昭和47年3月
- 9) 渡辺健次：排気ガスの大気乱流拡散Ⅰ 船舶技研研究報告 第4巻第6号 S.42.
：排気ガスの大気乱流拡散Ⅱ 船舶技研研究報告 第5巻第3号 S.43.5.
：排気ガスの大気乱流拡散Ⅲ 船舶技研研究報告 第6巻第5号 S.44.9.
- 10) 安藤武夫：自動車排気ガスの道路周辺平坦地における拡散現象の観測、空気清浄第9巻第1号 S.46.1.
- 11) 近藤次郎：自動車排気ガスの拡散、第3回乱流シンポジウム要旨集 S.46年度
- 12) 山本剛夫：自動車排気ガス拡散伝播モデル、交通工学的自動車公害防止策に関する研究報告書、大阪府公害監視センター、大阪府公害対策課 S.46.5.
- 13) 日本機械学会：自動車排出ガスによる大気汚染に関する研究 S.46.5.31
- 14) 森口実、福岡三郎：オキシダント濃度の統計的予測、東京スモッグに関する調査研究第2報 S47.3.
- 15) 高密度地域における資源利用と環境保全の調和に関する勧告、“SO₂放出量の推定”科学技術庁資源調査会資料 1972年
- 16) 大平俊男、宇田川満：道路周辺の自動車排気ガス汚染と建物構造について、交通工学 1972 No.2
- 17) 東京都大気汚染現象調査結果の統計処理について、東京都公害研究所 S.45.2.
- 18) 福岡三郎、舟島正直他：オキシダント汚染傾向のパターン分類、東京スモッグに関する調査研究第2報 S.47.3.
- 19) 大平俊男：汚染現象からみた大気汚染質濃度と相互関係、東京都公害研究所年報 第1巻 第1部大気編