

大気汚染の実態と住民意識との関連分析

—その基礎的考察—

統計数理研究所 鈴木 達三
" 大隅 昇
" 高橋 和子

(1977年1月 受付)

Attitudes Toward Environmental Problems

Tatsuzo Suzuki, Noboru Ohsumi, and Kazuko Takahashi

(The Institute of Statistical Mathematics)

An attempt is made in this paper to examine the relationship between how one feels about one's environment and the extent of air pollution as measured by observatories. Although it is important as well as useful to obtain objective assessments of the extent of air pollution as so done by observatories, the objective of our survey was to discover the extent to which residents' attitudes are affected by their perception of the environment in which they live. For example, their perception of the environment is influenced by such factors as the existence of trees and crowded housing.

The results of our survey data indicate the following:

1. The data of pollutants as provided by observatories and the subjective assessment of the environment by those residents who live in the area within walking distance from an observatory are highly correlated. However, there is no correlation between the two among those who live far from an observatory.
2. We found that the subjective assessment of the respondents toward the state of the environment corresponded with the neighboring physical conditions, such as crowded housing.
3. Our finding, based on the "Multidimensional Scaling Analysis", revealed that these environmental factors were related closely to the respondents' attitudinal structure.

<目 次>

1. 問題の背景と研究の概要
2. 調査の概要と方法
 - 2.1 解析対象地域の選択とその概略
 - 2.2 調査の方法
3. 野外調査の分析〔<汚染の実態>と測定データの特徴]
 - 3.1 導電率法による SO_x 測定値の特徴
 - 3.2 地点間の相関〔観測地点が代表する地域の範囲の大きさの見積り〕
4. 実測データの解析
 - 4.1 データの整理, 縮約化
 - 4.2 観測地点の特徴づけ
 - 4.2.1 地域の特徴づけ (その I)
 - 4.2.2 地域の特徴づけ (その II)

注) この研究の一部は、昭和49年度環境庁国立機関公害防止等試験研究費「公害問題におけるデータ解析の方法論に関する研究」および、文部省科学研究費補助金、昭和51年度試験研究(2)183001「社会調査の標準化過程における回答誤差の研究」によるものである。

5. 住民意識調査の分析
 - 5.1 単純集計の結果
 - 5.1.1 <質問A>
 - 5.1.2 <質問B>
 - 5.1.3 <質問C>
 - 5.2 対比分析 (I) [<質問C>と汚染水準]
 - 5.3 対比分析 (II) [<質問D>の分析]
 - 5.4 回答パターンの分析
6. ま と め

1. 問題の背景と研究の概要

環境汚染の中心的な課題の一つである大気汚染に関わる問題は、専門的な立場から様々に議論されている。とくに、昨今の環境問題に対する関心と努力により大気の状態に関しては、数年前に比較して際立って良い方向に向かっているといわれている [5], [7]。しかし、現在までのところ、大気汚染の状態、その地域住民に対する影響の度合などを総合的に評価する方法論が確立されているとはいえない。

大気汚染とその住民に対する影響を考える場合、従来は、特定の高濃度汚染地域全体を一括してとりあげ、その地域の全域を調査対象地域として住民意識調査あるいは健康調査を実施している。

しかし、ここ数年来の傾向をみると、以下の諸点を指摘できる。

- 1) 企業の、公害あるいは汚染防止の設備を改善する努力が進み、汚染の水準が下向きになって、特定の企業だけが、高濃度汚染源となる傾向はへってきた。したがって、
- 2) 汚染源として低水準のものが浮上して考察の対象になる可能性が増した。
- 3) また、測定機器の精度が向上し、これらの低水準の汚染源からのものをひろい上げるようになった。
- 4) そのような汚染源は地域的にみてかなり広範囲に拡散して存在し、地域区分が困難となり、これをどのように考えるべきかが問題になってきた。

このように、汚染現象に関連する要因の変化により、従来のようにいくつかの支配的な汚染源による汚染現象として問題をとらえることは困難になってきた。すなわち、現在の現象解析には、複雑化した汚染現象の現われ方に即応した適切な処理をする必要が生じている。

一方、人の生活環境に対する汚染質の影響力を評価する（人の側からの意識あるいは反応をみる）方法論として、問診形式による健康調査^(*)（たとえば、英国医学研究委員会 (BMRC) によって制定された呼吸器疾患に関する面接用質問票—1966—など）や住民意識調査などがある。

とくに、最近では、これらの汚染の現象解析と住民意識を主体とする方式を結びつけ、両者の結果から総合的な考察をおこなう手法が強く望まれてきている。

このような、環境の汚染状況の実態と、住民意識との対応を考えるとき、

- 1) 現象としての環境汚染の実態の記述、指標化など一連の過程の標準化
- 2) これに対する地域住民の生活環境に対する評価判断の記述、指標化に関する標準化
- 3) 両者の関連をとらえるための方法論の開発

が必要となる。

(*) たとえば「公害健康被害補償法地域指定等基礎調査報告書」(昭和49年3月;千葉市)

ところで、この両者の対応関係を考えると、基本的に重要な点は対象地域の範囲である。

具体的には、たとえば、ある特定の汚染地域をとり上げ、汚染源のごく近隣の範囲のみを対象にして住民意識を調査すれば、汚染源に対する高度な拒否反応が得られる可能性が高い。しかし、意識調査の対象地域を少し拡大すれば、すなわち、汚染源からの影響がそれほど及ばない地域までを含むとすれば、拒否反応の比率は相対的に減少すると考えられる。

したがって、現象を記述する場合「この地域の汚染の水準はこの程度である」という表現が有効となる範囲（地域的な）を特定する作業が必要である。一方、住民意識の方の指標として、たとえば、ある項目に対する賛成率を考えるとすれば、その比率の母体となる集団が地域的にみてもどの範囲を代表するものかにより比率の値が異なる可能性も生じるので、汚染の水準を示す指標が有効であるような地域を明確にする必要がある。

また、汚染現象が前述のごとく、複雑化していると予想され、従来の現象解析が必ずしも実態を正しく表現していないことも十分考えられるので、まず汚染現象の実態を把握することを考え、その記述をどのような観点から進めるのがよいかを検討する必要がある。

われわれは汚染の実態と住民意識との対応を考えるための住民調査を以下の方針で実施した。

まず、ある地域の汚染現象の状態を記述する指標を自動観測局の資料から得る場合、その観測データが代表する範囲の住民の意向を反映するようにしたい。

このため、観測地点を基準にとり、その周辺の一定範囲からランダムサンプルをとり、住民調査によりその観測地点の観測データから得られる指標との対応を考える住民意識の側の指標を得る。

どの範囲をとるかという点は、汚染現象の実態を把握し、その結果により検討する。すなわち、この地域における汚染の水準は何々であるという表現をするときの表現（指標）が有効な範囲が問題であり、この表現された水準の数値の大小に応じ、その地域の住民のこうむる影響がほぼ同様な関係になり得る範囲をとることが望ましい。

従来は、この点が非常にあいまいであり、“どこどこの観測地点のデータでは、どういう水準の汚染であり、この地域の住民はそのような汚染の水準の中に生活しており、……の意識もっている”，というたぐいの調査が主であった。しかも、観測データとして使用するものは自治体等が月報形式でまとめたものを中心に利用し、そのデータのとられたいきさつや、観測地点の詳しい環境情報等は分析の中に反映されていない。

したがって、汚染の水準と住民の意識を関連づけて考察する場合には、地域の対応をより精密に考えた方法論の開発が必要とされる。さらにこの両者を結びつけるという立場からみたと、以下の点に留意した。

1) 大気汚染現象は地域性の強い問題であり、解析対象地域の選択が重要である。選定にあたっては、とくに地理的条件の把握が容易なこと、観測データが整備されていること、地域についての事前知識が豊富であることが望ましい。

2) 野外調査を行なって汚染質、気象データ等の測定状況を実際に観察すること、および、どの範囲ならば環境条件からみて同一地域と認められるか、住民調査の対象地域の範囲が妥当であるかどうかを検討する。

3) また、実際に汚染質データが観測されている自動観測局のデータを種々の観点から分析し、これと野外調査の結果とを対比させ、データの性質を確認し、観測地点の測定データが代表する領域を特定する。そして各地点の近傍から回答者をサンプリングするとき、どの範囲をとるかという地域性の問題についての指針をうる。

2. 調査の概要と方法

2.1. 解析対象地域の選択とその概略

大気汚染の特色の一つとして、地域性と地理的条件があげられる。したがって、データ解析に際して、なるべく対象地域についての種々の知識が多いことが望まれる。そこで 1) われわれの事前知識が豊富であること、2) 地理的条件があまり複雑でないこと、3) 地域の大きさも適当であること、しかも 4) 観測データが比較的整備されていること、などを条件に対象地域を選択した結果、千葉県とくに千葉市が適当であると考えた。

千葉市は(図1)に示すように東京湾沿いに位置する県庁所在地である。地域の特徴としては、湾沿いの地域の大部分が埋立て造成によって拡大された区域であること、京葉工業地帯の一部を占める工場群、内陸部に工業団地あるいは小規模の工場集落地をいくつか含むことなど

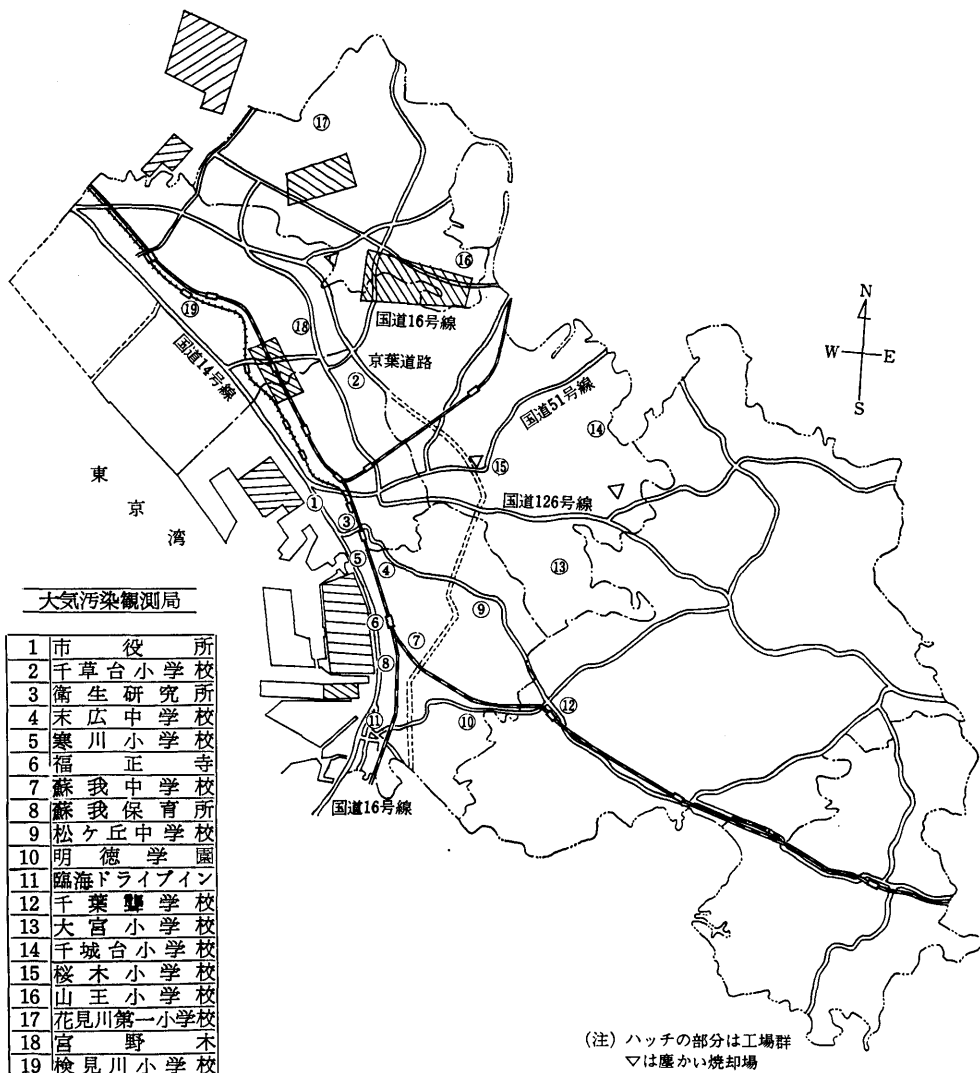


図1 調査地点地図

が挙げられる。また、人口のマンモス化の原因の一つである大型団地、分譲地などの新興開発地域、郡町村の合併により拡大された農業地域等の混在により人口の集中度が地域により均質でない点も特徴の一つといえる。

地理的には、ゆるやかな丘陵もみられるがほとんど平坦といってよく夾雑に入りくんだ地域はない。

また大気汚染自動観測局は、われわれの分析時点では（図1）に示す19個所に配置され、ここで観測されたデータはテレメータで送信される。これを市役所内に設置された中央監視センターで受信し、コンピューターにより整理、分析を行なっている。また企業との協定による発生源監視テレメータ観測局も設置されモニタリングが行なわれている。大気汚染自動観測局（以下、観測地点と呼ぶ）に設置された機器類の条件、測定される特性項目、各地点近傍の環境等の一覧を（表1）にまとめた。個々の地点の特徴は表に挙げたが、共通の特徴として、

1) 種々の制約から、学校等の公共施設の屋上などに機器類が設置されることが多い。このため、観測機器の位置が人の生活大気層よりも高い地点で測定されていることになる。また学校の立地条件はおおむね似た傾向があるので設置条件はほぼ同様の状態にあるといえる。さらに、気象データの測定にあたっては、平地で測定する場合に比して周辺の建物などの影響を受けにくいと思われる。

2) 一方、平地に設置された観測地点はいずれも独立したコンクリートブロック製の小家屋内にコンパクトに機器類が納められている。

表1-(1) 観測地点と測定項目一覧

観測地点番号	観測局名	測定項目と測定機器機種												
		SOx	TD	DD	WD	WV	Ox	NO	NO ₂	CO	HC	温度	湿度	HF
1	千葉市役所	D	—	S	R	R	D	D	D	H	Y	C	O	—
2	千草台小学校	K	K	S	O	O	—	K	K	—	—	—	—	—
3	衛生研究所	K	K	S	O	O	—	—	—	—	—	—	—	—
4	末広中学校	K	K	S	O	O	—	K	K	—	K	O	O	—
5	寒川小学校	K	K	S	O	O	—	—	—	—	—	—	—	—
6	福正寺	K	K	S	O	O	—	K	K	—	—	O	O	—
7	蘇我中学校	K	K	S	O	O	—	—	—	—	—	O	O	—
8	蘇我保育所	K	K	S	O	O	—	K	K	—	—	—	—	KY
9	松ヶ丘中学校	D	—	S	R	R	—	—	—	—	—	—	—	—
10	明德学園	K	K	S	O	O	KY	K	K	—	—	O	O	—
11	臨海ドライブイン	K	K	S	O	O	—	—	—	—	—	O	O	—
12	県聾学校	K	K	S	O	O	—	K	K	—	—	—	—	—
13	大宮小学校	K	K	S	O	O	KY	K	K	—	—	—	—	—
14	千城台北小学校	K	K	S	O	O	—	K	K	—	—	—	—	—
15	桜木小学校	K	K	S	O	O	KY	K	K	—	—	O	O	—
16	山王小学校	K	K	S	O	O	—	K	K	—	—	O	O	—
17	花見川第一小学校	K	K	S	O	O	—	K	K	—	—	O	O	—
18	宮野木	D	—	S	R	R	D	K	K	—	—	O	O	—
19	検見川小学校	K	K	S	O	O	KY	K	K	—	—	—	—	—

(注) 1) SOx (イオウ酸化物), TD (Tape Dust), DD (Digital Dust), WD (Wind Direction), WV (Wind Velocity) Ox (オキシダント), NO, NO₂ (チッソ酸化物), CO (一酸化炭素), HC (炭化水素), HF (フッ化水素)

2) 表中、アルファベットは機器のメーカー名のイニシャル (同じアルファベットは同一メーカーの機器)

表1-2(2) 観測地点の環境要因の一覧表

要因 地点	(1) 主 な 住 宅 形 式	(2) 地 域 の 形 成 時 期	(3) 住 宅 の 密 集 度	(4) 地 域 夾 雑 度	(5) 工 場 群 の 有 無 (視 界 内)	(6) 幹 線 道 路 の 有 無	(7) 緑 地 の 有 程 度	(8) 森 林・耕 作 地 の 割 合	(9) 開 放 度 程 度	(10) そ の 他 の 特 徴	(11) 測 定 器 設 置 場 所
1	集団住宅・一般住宅の混在	海浜埋立地を含む旧海岸沿い	中	中	○	○	×	×	○	ほこりっばい	1*
2	団地	山林造成地	中	低い	×	○	△	△	○		2
3	市街地	旧市街内	高い	高い	○	△	×	×	×		2
4	"	"	"	"	○	△	×	×	△		2
5	"	"	"	"	○	○	×	×	△		2
6	"	"	中	中	○	○	×	×	△		1
7	住宅地	"	"	"	○	○	×	△	△	大工場群に隣接	2
8	住宅地・田畑の混在	比較的新しい	低い	"	○	×	○	○	○	住宅地域のはずれにあり田畑に隣接	1
9	住宅地	"	中	"	×	○	○	○	○		2*
10	"	"	低い	低い	○	×	○	○	○	農家と新興住宅が入り混じっている。	2
11	工場群の一角	"	中	高い	○	○	×	○	○	工場群の一角のドライブイン	2
12	農村部	"	低い	低い	×	○	○	○	○	療養所・病院が森林内に点在する。	2
13	マンモス団地	新しい造成地	中	"	×	×	△	△	○	周辺が農村の典型的マンモス団地	2
14	"	"	高い	中	×	×	△	△	○	地域開発によるニュータウン	2
15	住宅地	古い造成地	"	高い	×	○	△	△	○		2
16	農村・工業団地・住宅の混在	"	低い	中	×	○	○	○	○	工業団地と住宅、農村の混在	2
17	マンモス団地	新しい造成地	中	中	×	×	△	△	○		2
18	新興住宅地	新しい造成地	低い	低い	○	△	○	○	○		2*
19	市街地	古い造成地	高い	中	×	×	△	△	△		2

【記号説明】 (5) ○は「アリ」、×は「ナシ」； (6) ○は「アリ」、△は「やや離れてアリ」、×は「ナシ」； (7) ○は「大きい」、△「中位」、×は「ナシ」
 (8) ○は「大きい」、△は「中位」、×は「少ない」； (9) ○は「大」、△は「中」、×は「小」； (11) 1は平地、2は学校等の屋上、*印は県の標準局

3) 機器類の設置仕様（たとえば風速計ポールの高さ、大気吸入パイプの口径、種類、位置など）は比較的良好に同一条件になるように管理されている。そして同一メーカーの機器類が多く使用され、測定のための重要なポイントである機器類の定期巡回点検保守の管理状態が良好である。

4) (図1)にみられるように、設置地点の地理的配置は比較的良好に分散化されている。などが挙げられる。

2.2. 調査の方法

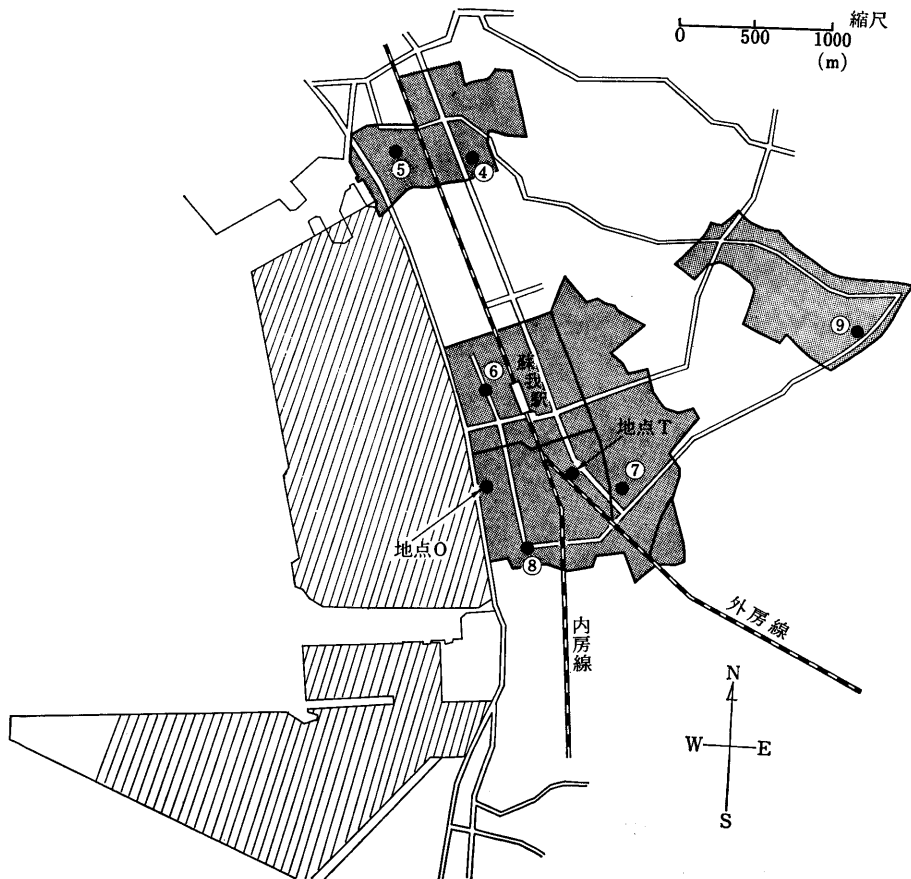
つぎの3つの調査を実施した。

(A) 野外調査による汚染質等の実測

調査期間 昭和49年11月および昭和50年3月中旬～4月中旬まで

調査地域

(図2)に示した千葉市南西部の4地点を取り上げた。うち2地点(6, 8)は自動観測地点



(注) ○内の番号は観測地点番号。ハッチの部分は、工場群
また、ボカシの部分は住民意識調査の対象地域の区分の一例

図2 野外調査の観測地点および住民意識調査の対象地域 <地点④～⑨の部分の拡大>

と同一地点である。大規模汚染源域に近いこと、機器類設置、巡回保守の容易性などを考慮してロケーションハンティングを行ない、残りの2地点を決めた。地点Oは一般の住宅で、南側前面に空地、国道16号線をひかえ、さらに国道をはさんで目前に工場群を望むという非常に環境条件の悪い地点である。地点Tは地点Oより内陸部に向かって直線距離にして約1km程度離れたところにある某薬品販売会社のプレハブ構造建築の2階ベランダで、周囲が空地で、開放度が高い。

調査内容

- 1) 風速・風向（プロペラ型発電式自記風向風速計および風車型微風速計）。
- 2) SO_x 測定（導電率法自動記録計およびSO₂瞬間値記録計（フィリップス社製のポータブル型で、ほぼ正確にSO₂そのものを測定できるといわれている））。
- 3) 気温、湿度、天候その他気象上の特徴のメモをとること。

調査目的

- 1) 自動観測器からのデータの信頼性の検討
- 2) 各観測地点の観測結果と対比させるためにおこなう住民調査の対象地域の範囲の大きさ、およびその妥当性の検討

(B) 自動観測による実測特性量のデータ解析

解析対象データ

- 1) 昭和48年1月～昭和48年12月の全測定データ、および昭和49年4月～7月の測定データ
 - 2) 千葉測候所で観測された上記期間に該当する気象データ
- 実際に準備したデータは昭和48、49年に観測された千葉県全体の観測地点のデータ、昭和48、49年の千葉市内の観測地点の全データであったが、このうちの昭和48年分すべてと昭和49年の一部を利用した。

解析の目的

- 1) 汚染現象の実態の把握。大域的にみた気象および汚染現象の共通性、局所的にみた各観測地点の特徴づけ
- 2) 各観測地点の類型化。類似性・非類似性による地域代表性の範囲の特定化

(C) 住民意識調査

調査実施年月 昭和49年11月

調査方法

観測データと住民意識の対応関係を考察するため、各観測地点における観測データがその地域の環境指標として代表する範囲を知り、その範囲内の住民の意識の指標をうることが狙いである。

この意味で19の観測地点の地域を代表することが望ましい条件であったので、まず白地図上に観測地点を記入し、4.2.項に述べる理由により1～1.5km以内の地域区分を行なった。（(図2)に、地点4～9に対応する区域を太線でかこみボカシで記入してある。）

続いてそれらの町名をリストアップして、住民票をもとに無作為抽出により、1地点75世帯を選び、各世帯の主婦に面接調査を、他の世帯構成員（15才以上）には留め置き調査によ

り調査した。調査の内分けはつぎの通りである。

〔面接法 1,425人 回収1,117人(回収率 78.4%) 有効回収数1,027人
 〔留め置き法 2,316人 回収1,537人(回収率 66.4%) 有効回収数(*)1,111人

3. 野外調査の分析〔<汚染の実態>と測定データの特徴〕

大気汚染の実態を比較的捕えやすい指標の一つとされているイオウ酸化物(SO_x)を中心に野外測定を実施した。得られたデータから観察された要点を説明する。

3.1. 導電率法によるSO_x測定値の特徴

JISの規定により、SO_xの自動観測は大部分が導電率法を採用している。この方式の測定値は通常1時間の連続大気吸入による積分値として記録される。この値がテレメータで送信されるが、計測器に付属している記録チャートの上には一時間の間の累積曲線が記録されている。こうした測定法が使われる理由は、化学反応を利用している上での制約もあるが、主として機器の保守点検、簡略軽便化など自動化のための制約から便宜的に決められた約束であって、実際の汚染質の変化の様相を、十分に反映しているとはいいがたい。

これを裏づけるとともに、SO_xの測定される状態を観察するために、導電率法と瞬間値測定法(これはSO_xではなく、ほぼ正確にSO₂を測定できる)の同時観測を同一地点Tで実施した。測定項目は、Z(導電率法による1時間累積値)、X(瞬間値データの1時間内の面積を積分器で5回読みとりこの平均値)、Y(瞬間値データと同時記録される1時間累積値)の3つである。これらの相関係数を求め、(表2)を得た。

また、瞬間値データの自動記録チャートから下記の特徴が観察された。

表2 瞬間値と一時間値の相関
標本の大きさ n=133 (時間値)

	Y	Z
X	0.9841	0.9435
Y		0.9444

(注) X: 積分値, Y: 連続値, Z: 導電率法

1) 汚染質の現われ方は統計的な意味で定常ではない。つまり、明らかに汚染質が観測される状態とそうではない状態があり、これらの現われ方が局所的にみるときわめて不規則であること。これは丁度、室内に漂うタバコの煙と類似して、汚染質濃度の不均質な塊の部分と汚染質の検出されない部分(これはいわゆるバックグラウンドの状態を指す)とがある。しかし、汚染が激しくなると汚染質が累積され常に汚染状態となる(汚染質の量が定常になることではない)。こうした推量がそうでたためではないことが記録チャートの上に現われる。

2) 丁度汚染質を含む大気を吸入測定中は、その値の変動は激しく振動する。これと同時に測定した汚染質吸込口の近傍の風向、風速と対比させると、両者の変化は非常によく一致している。ここで大切な点は、汚染質を含む大気の塊が出現したときに上の現象が観測されるところで、汚染が認められない大気を吸入測定している場合もかなりあるということである。

3) したがって、測定されたデータは、大気吸入口(観測器の設置点)のごく近傍の大気の動きと、風向、風速を忠実に再現している。

4) しかし、このことは、汚染源との相対関係あるいは因果性の証しとはなりにくい。つまり大気の動きはそれほど定常的とはいいい難いから、たとえ測定が精密であっても得られた情報には汚染源との関係で考えれば相当のノイズが含まれている。

5) 一時間値とは、当然上の様な大気の動きとは無関係に、自動的に系統抽出された測定値

(*) 回収した調査票のうち、同一家族で同一表現していると思われるものなどを除いて、以下の分析に利用した

ータであるから、大気中の汚染質の細かい動きまで捕えてはいない。しかし記録チャート上の累積曲線の上にはこの変化がきれいにみられる。これと、瞬間値データとを併せて観察すると、汚染濃度の高い大気が短時間出現するとき、濃度は低いと比較的長時間持続する場合、濃度の低いものがポツポツと断続的に現われる場合等いろいろのパターンがあることがわかる。(図3)はこうした記録チャートの一部を取り出したもので、汚染質の変化の様子が手にとるようにわかる。

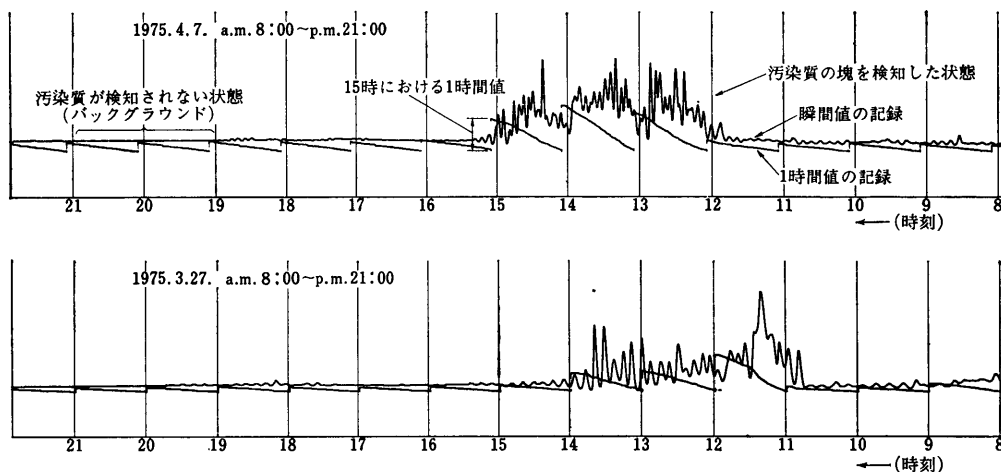


図3 SOx: 瞬間値と1時間値

- (注) 1) 基線は、瞬間値、1時間値それぞれ別個に調整されるので両者の基線は一致しない。
2) 時刻線と記録値のズレは単なる紙送りのズレによるもの。

3.2. 地点間の相関〔観測地点が代表する地域の範囲の大きさの見積り〕

(図4-1, 4-2)は導電率法によるSOxの一時間値を使って作成した地点OとTの地点間散布図である。2つの図は観測時期が異なるにもかかわらずよく似た傾向を示している。また相関係数で見るとかなり関連があるといつてよい。しかも汚染源域に近いとみられる地点OのSOx値の方が高めている。

さらに、風向、風速とSOx値との関連をみるために、第2回目の調査の結果から2地点間の風向頻度クロス表と、風向別に層別し平均値化した風速とSOx値との散布図を作成した。

(表3)は風向クロス表で、これをみれば2地点間の関連は明白である。また、千葉市のデータを使った解析から、3~4月期は風向の変化の激しい季節であることがわかっていたが、ここでもこれを裏づけるように広範囲にわたる風向が出現していることが観察できる。

(図5-1, 5-2)が、風向別にみた風速とSOx値との散布図である。いま図中からSOx値の上位から順に風向をひろい出してみると(0.02ppm以上)、

{ 地点Oの場合: S, WSW, NW, WNW, NNW, N,
 地点Tの場合: WNW, NW, W, NNW, N, S, SW, WSW

となる。これと(表3)のクロス表をつきあわせると、若干の順位の違いはあってもほぼ同一方位の風向の場合に汚染濃度の上昇がみられることがわかる。

また、通常いわれている風速の増加に伴う汚染質の低減は顕著には認められないが、上に選出された方位のグループに対してはこの傾向がみられる。

もう一つの見逃がせない特徴は、無風(calm)時のSOx値の位置である。常識的には無風

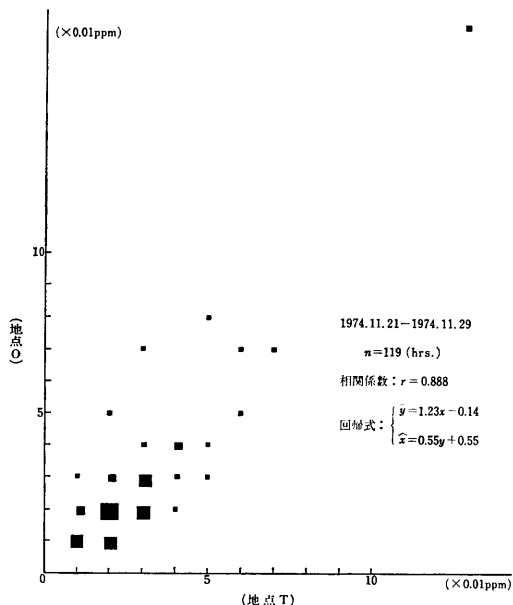
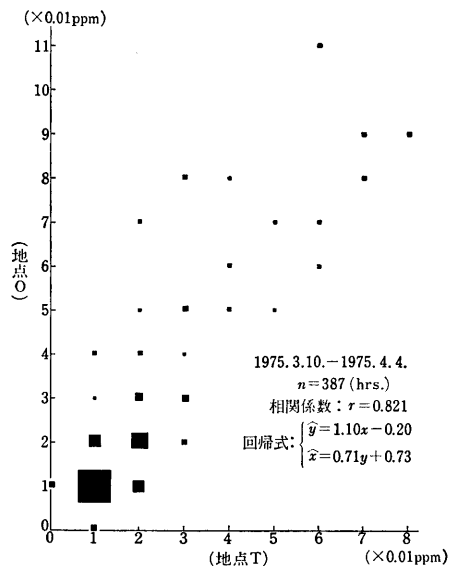


図 4-1 地点間の相関 (測定値 SOx)



(注) マスの大きさは出現頻度の大きさに対応する

図 4-2 地点間の相関 (測定値 SOx)

{表 3} 2 地点間の風向クロス表 (1975.3.19-1975.3.28)

T \ O	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	CALM	計
N	2													2	4	4		12
NNW	1													1	1	4	8	15
NW	5	2	1		1											6	2	17
WNW	2															1		3
W			2	1													1	4
WSW		1		2	2	1												6
SW																		0
SSW																		0
S							1	1			1						1	4
SSE									1									1
SE							3	5	2								3	13
ESE							1	1	8	4								14
E	1								3	2							3	9
ENE										1	3	3					3	10
NE													5	5				10
NNE												1		6	6		2	15
CALM						1				1	1		1	3	1	1	69	78
計	11	3	3	3	3	2	1	5	7	14	9	4	9	17	8	16	96	211

時には大気が澁んで汚染がひどくなると考えられるが実際にはわずかに風が吹いている場合の方が汚染されることがわかる。この現象は1年分の観測データを使った場合にもみられた。

結局、以上の野外調査の資料から、

- 1) 測定値は、測定機器の近傍の大気の状態を的確に表現している。

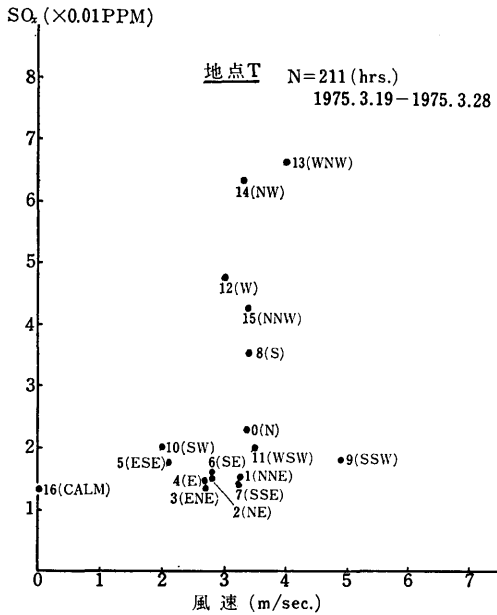


図 5-1 地点 T の風向別散布図

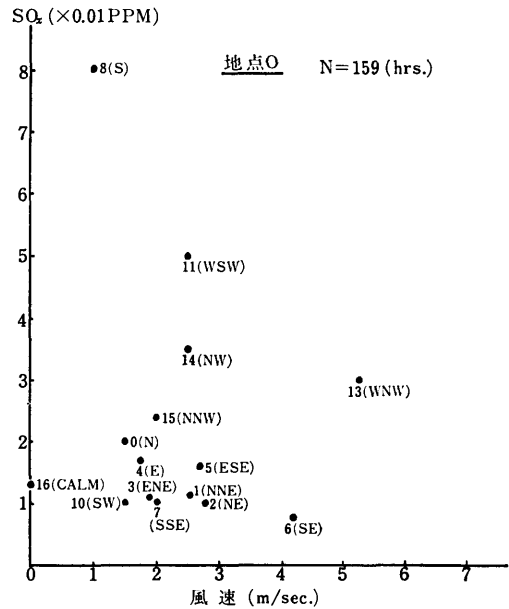


図 5-2 地点 O の風向別散布図

2) したがって、この事実は汚染源との関連で考えるとき、その対応関係をつけることがきわめて困難であることを暗示している。つぎに 1 時間値との関連を検討する。

3) SOx の瞬間値と風向、風速の連続記録値とを対比させると、これらの間の相関はきわめて高い。しかし実際の観測局から送られたデータ処理にあわせて、「SOx の一時間値」、「風向、風速の単位時間内平均値」として眺めた場合、汚染質の細かい状態まで捕えてはいない。

4) 風向、風速などの気象データは局所的であり、瞬間的変動はきわめてランダムと思われるが、平均化した場合、地点が離れていてもよく類似した傾向がみられる、

などの特徴がみられた。

4. 実測データの解析

野外調査の分析結果にみられた現象を参考に、19 個所の観測地点で測定されたデータの解析をすすめた。記録される特性項目は(表 1)に挙げたように種々あるが、ここで対象とした特性は SOx、粉じん (DD: Digital Dust の略、集気筒内の粉じんを光の散乱を利用して光学的に測定する方式)、風向 (WD: Wind Direction)、風速 (WV: Wind Velocity) の 4 項目とし、他の測定項目は必要に応じて参照した。

この理由は、1) 年間を通してデータの欠測が少なく、しかも 2) 各地点とも特性間の対応がとれる形でデータがあるという条件を満たすからである。また汚染質として、性質がよく知られているものが好ましいと考えたことも理由の一つである。

4.1. データの整理、縮約化

分析作業の第一は、膨大な量のデータを観察し易い形に変換するための集計用プログラムパッケージを作ることであった。従来行なわれてきた集計の基本形式は月単位で 1 時間値データ

を一覧表にして、1時間平均値、日平均値、最大・最小値などの統計量を特性ごとに算出した、いわゆる「月報」である。われわれはこうした形式にこだわらずにむしろ野外調査の情報を導入した集計機能を工夫し、パッケージ SAMS (Statistical Air-quality Monitoring System) を作成した。主な機能として、つぎのようなものがある。

(1) 気象データによる照合検索機能

千葉測候所で観測された天候データを利用して、気象条件を与え、条件つきで特性の検索が可能。ただし気象データは1時間単位ではないので、一応気象測定単位上の午前 (a. m. 6:00—p. m. 5:00)、午後 (p. m. 6:00—翌日 a. m. 5:00) 単位で入力した。

(2) 風向、風速、各汚染質 (SO_x, DD, TD, NO_x, CO その他すべて) 等の特性間の相関係数、散布図などの算出。このときオプションにより天候データ、風向別、汚染質の指定濃度水準別などの条件を付加して集約化できる。

(3) 分類のための機能

風向、風速、月、観測地点、午前・午後別などの情報をカテゴリー化して、これを使って各汚染質を分類するための AID (Automatic Interaction Detector) 法、各特性を利用して適当な距離、類似度を求めこれをもとに分類をはかるクラスター分析の方法など。

(4) 情報の図式化表現

データ処理の結果の観察を迅速容易化するため、なるべく図式化して情報を表わすようにした。

この他種々の機能によりデータ処理が可能であるが、これらについては別に報告したので、ここでは集計分析から得られた知見の要点だけを抜粋する [1]。

4.2. 観測地点の特徴づけ

データにみられる傾向に2つの性格があると思われた。すなわち、一つは広域的にみて現象としてどこにも現われる共通のもの、いま一つは、地点に特有のもので、前者は観測データのもつ共通の性質としての性格をもち、後者は観測データの地域代表性としてどの範囲の地域と対応するかという点と関連している。

前者の顕著な例に気象データの類似性、規則性がある。

たとえば、風向の地点間クロス表、各地点の風向ベクトル図を作成する。これを、各地点とも、月別、季節別に比較するときわめて類似した傾向をみせる。また風速も、月別に時間別平均値、日別平均値を算出して時系列グラフを作ると良く類似している。(図6)は風向ベクトル図の一例であるが、地点間の類似性、季節の特徴など明確に現われている。

また SO_x, DD 等の汚染質にもこうした傾向がみられる。たとえば、散布図、相関係数などから、地点3のような特異な地点でない限り、各地点ともよく似ていることがわかる。

一方、気象データのような自然的要因と、汚染質等の人工的(と思われる)要因とを多元的に対比させた場合、上の個々の分析でみられた類似性が薄れて、前述の第2の性格が現われ、現象はきわめて複雑になる。この理由として、

(1) 各観測地点に負荷される汚染の度合を汚染源と対応させて考えたとき、局所的にみて各汚染源の寄与の度合の見積りが不確定的であること。

(2) 汚染源がわかったとしても、そこと観測地点の間に介在する種々の環境要因を十分考えに入れなければならない。たとえば、機器類の標準化の程度、近傍の住宅密集度、工場化の度合、開放度等々、多くの要因が考えられる。

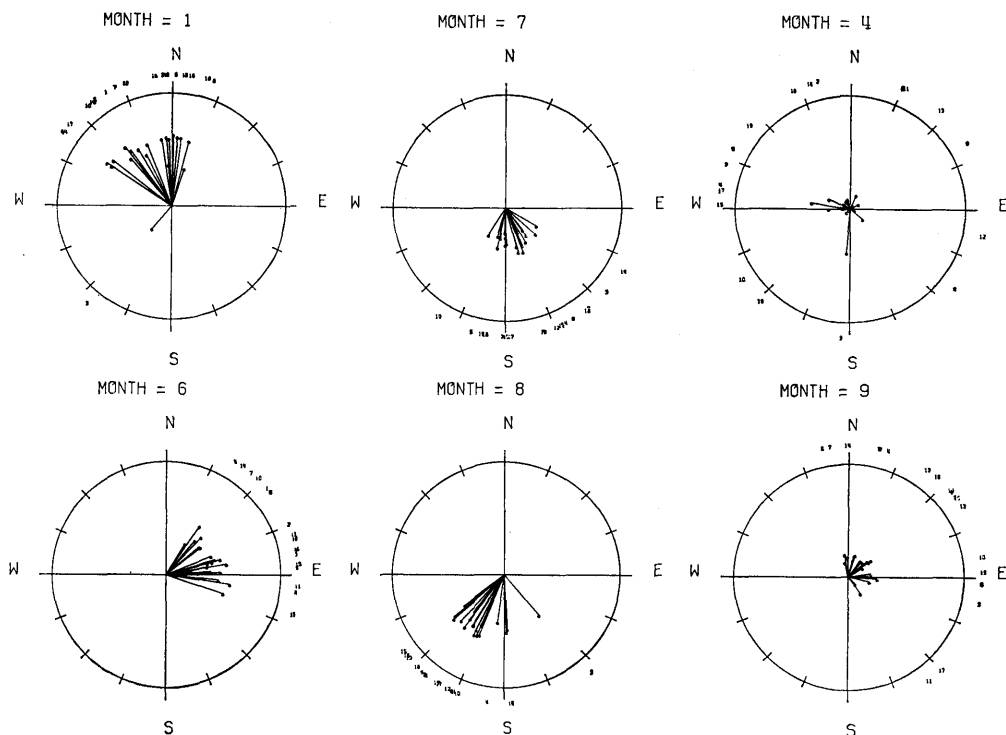


図6 風向ベクトル図

- (注) 1) 季節の特徴がきわめてきれいに観察される。たとえば、4、9月は風向が不安定である。
 2) また、1、8月は、それぞれの季節特有の風向が現われている。
 3) 6月は雨の多い月で、東風が多くなるが、この傾向がよくみえる。
 4) SO_xの出現頻度表のクラスターと比較すると月の傾向がどんなものであるかよくわかる。
 たとえば、同じ夏期でも7月と8月はやや異なる傾向がみられるなど。

(3) 野外調査の結果にみられるように、汚染質は大気中に均質にしかも定常的に分布しているとは考え難く、観測機器の近傍の汚染質の状況が測定結果となってあらわれること。

(4) 各項目の測定値の測定条件が各項目によって異なること、たとえば、風向、風速等は1時間中の最終10分間の連続観測の平均値を「1時間値」として記録しているが、SO_x等の汚染質の測定値は1時間の累積値を「1時間値」としている。つまり、測定値は既にかかなりの加工がなされているものであること。

などが挙げられる。

したがって、地点の類型化を行なう場合、あるいは、類似性、非類似性からみて、地域代表として考えられる地域の範囲はどの程度の広さになるかを検討する場合これらの点を十分考慮した方法論が必要となった。このため、二つの方法でデータを加工分析し類型化および地域の特定化を試みた。

4.2.1. 地域の特徴づけ(そのI)

天候データにより明らかに汚染濃度が低下すると思われる場合(雨とそれに類するもの)をすべて原データから削除する。さらに、風向が支配的であると思われるので、風向別に各特性を平均値化する。こうして簡略化したデータについて、SO_x、DDと風速との二次元散布図を

月別、午前・午後別、地点別に求め、これを利用して、つぎのような方式で地点類型化を行なう。

(手順1) 二地点 i, j の (汚染質) \times (風速) の散布図を重ね合わせたものを考える。そして風向ごとの点間の平方ユークリッド距離を求める。もし、どちらかの地点に対応する風向が欠落している場合、その風向は考えない。

(手順2) 風向ごとに求めたすべての距離の平均距離 d_{ij} を求め、これで二地点、 i, j 間の距離を表わす。

(手順3) すべての地点間の距離を算出し、距離表 $D=(d_{ij})$ ($i, j=1, 2, \dots, 19$) を作る。これをもとにクラスター分析を行なう。方法として、Ward 法を利用した。

7月(午前)

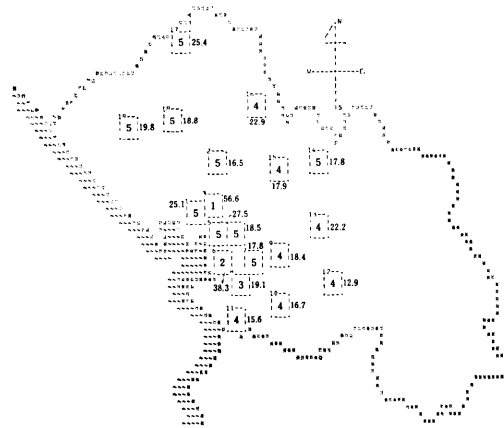


図 7-1

2月(午前)

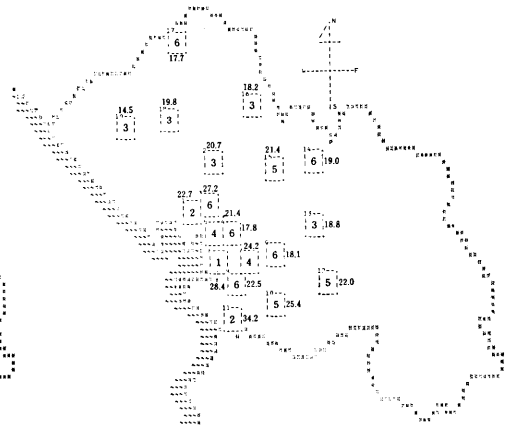


図 7-2

(図7) 実測データによる地点の類型化

(注) セル内の番号はクラスター番号, 外の数字は SOx 値 ($\times 0.01$ ppm)

この方式で得られた類型化の一例が (図 7-1, 7-2) である。これは、7 月 (午前)、2 月 (午前) の分類結果で、図中の数字は SOx の月平均濃度である。SOx の値、各地点の地域的 (隣接) 情報などから判断するとそれぞれの特徴をよく捕えている。この方式で地点類型ができるが、さらに年間を通してみた月別、地点別の特徴を把握するため、つぎの分析を行なった。

4.2.2. 地域の特徴づけ (その II)

まず、地点別、月別に SOx 値のある値以上 (この値を閾値と呼ぶことにする) が発現した頻度 (時間数) を求め、さらにこのときの風向、風速、天候、午前・午後別などの条件をすべて検索集計した。(閾値の決定は 0.01 きざみで行っている。後述の通り)

(表 4-1, 4-2) は閾値として 0.04, 0.05 (ppm) を与えた場合の頻度表をもとにクラスター分析を行ない分類したものである。クラスターリングの方法は、J. A. Hartigan の Direct clustering と筆者の一人が考えた Two-way aggregation 法を併用した [2], [3]。図中の行列内の分割線は Direct clustering によるものであり、周辺に示したクラスターの識別線は Two-way aggregation 法 と Direct clustering の結果から記入した。

また (表 5-1, 5-2) はそれぞれ 0.05 ppm 以上の SOx 値が現われた風向の頻度表、午前・午後別の出現頻度表である。

(その I), (その II) の結果を総合すると、

表 4-1 閾値が 0.05 ppm のとき

		(月)											
		6	10	2	1	3	5	4	9	12	11	8	7
(観測地点番号)	7	4	2	40	47	20	23	23	8	5	25	19	29
	17	6	2	13	8	12	4	9	3	22	12	20	60
	12	1	11	41	23	20	16	27	13	9	11	23	21
	14	1	3	25	15	18	32	31	12	19	30	29	37
	15	14	6	29	18	34	46	47	36	10	35	38	31
	13	5	8	34	23	26	25	46	17	37	18	46	54
	2	13	5	20	8	15	28	19	15	27	7	53	11
	1	1	2	20	5	7	12	13	17	17	6	58	37
	16	3	4	19	10	17	21	43	9	17	50	68	69
	19	4	4	8	1	7	6	6	4	30	8	18	37
	18	2	5	10	4	4	4	18	31	66	24	116	27
	10	4	5	44	28	7	21	26	7	44	105	22	36
	9	3	14	6	8	7	17	39	17	43	68	40	43
	8	5	43	38	21	52	9	0	20	167	122	33	49
	11	6	8	85	82	58	32	26	8	179	72	27	35
	6	29	26	53	60	92	140	127	106	129	78	275	169
4	23	9	23	8	92	83	77	59	88	64	215	78	
5	41	31	28	29	54	89	116	61	27	7	305	156	
3	44	21	38	45	32	106	109	101	34	31	492	299	

1) 各地点を全体的にみると、風向が非常に支配的である。これに対し、風速の傾向は非常につかみにくい。

2) 雨量の多かった6, 10月は全般的に汚染の水準は低下している。しかし地域の特徴は保存されている。

3) 各地点ごとにみると、汚染の現われ方に、夏型、冬型、常時型等いくつかのタイプがみられる。これを観測地点の相対的位置関係（(図1)参照）と対応させてみると、調査対象地域に対し相対的に特定汚染源の影響力は少ないことがみとめられる。

4) 各地点の汚染発現の必要条件と、近傍の環境要因を対比させると、各地点とも汚染源域とみられる地域が、近隣に存在する。汚染源の多様性、汚染源の広域拡散化を裏づけている。などが観察される。さらに、個々の地点の特徴をひろくと、

地点(7, 8) : SW↔NW系の風向のとき汚染度が高く、S↔SE系の風に対しては汚染質があまり検出されない、

地点(14) : 内陸部の団地内の開放度の高い環境にありながらSO_x値が高く、SW↔SE系の風で汚染が高くなることから、汚染源は複雑化している。

地点(16, 17, 18) : いずれもS↔W系の風で汚染される。これと、近くの工場群の配置を考えると興味がある。また、地点18はとくに8, 12月に汚染度が高い。この地点の位置と周囲の工場群の配置をくらべるとよく対応する。

地点(10, 11, 12) : SW↔SE系の風ではほとんど汚染されず、むしろ初冬から冬にかけて

表 4-2 閾値が 0.04 ppm のとき

		(月)											
		10	6	2	1	3	4	5	9	12	11	8	7
(観測地点番号)	12	18	5	48	35	29	35	17	17	16	22	33	34
	17	4	12	19	11	20	13	15	7	60	15	38	102
	14	6	9	38	19	29	35	42	19	30	45	43	62
	19	8	8	17	6	13	14	18	9	54	17	46	63
	13	11	9	44	28	36	55	32	20	64	40	64	70
	7	4	4	52	67	34	33	30	11	17	39	29	47
	16	7	9	36	22	30	67	44	26	40	66	105	106
	2	14	24	37	18	23	30	54	29	49	26	107	38
	1	10	7	35	22	17	32	27	50	32	33	130	93
	15	8	28	46	26	42	65	76	61	30	48	79	51
	10	12	6	65	42	20	36	33	11	94	163	30	41
	9	19	6	27	20	25	63	30	27	87	111	60	49
	18	20	3	27	12	8	39	26	94	121	61	201	57
	11	24	10	127	120	84	36	39	17	253	104	43	47
	8	81	9	55	41	64	0	22	44	249	171	64	81
	4	16	39	36	22	113	104	95	97	135	98	290	117
	6	34	40	69	83	107	148	152	130	191	127	311	197
	5	42	61	46	52	65	147	108	89	48	22	352	186
3	31	84	53	79	57	158	148	142	68	48	581	351	

おこり易い W↔N 系の風によって汚染が多発する。類似した傾向が地点 8 にもみられる。

地点 (4, 5, 6) : 大規模汚染源域に隣接, しかも幹線道路を面前にひかえているという地点である。しかもこれらの領域が広範囲に広がっているため、あらゆる方位の風に対して汚染が多発する。したがって年間を通して、きわめて悪い状態にある。

地点 (3) : 年間を通じてデータが不規則な変動をみせる。これは機器設置環境に問題があり、事実最近設置変更が行なわれたところ。たとえば、冬に他の地点では発生しにくい S 系の風が頻発する (これは市街地のため、近隣の建物の影響が考えられる)。しかし興味ある点は記録チャートの観察から、SO_x 値の高低と風向がよく一致することが認められた。

以上のような簡単な記述統計的手法を種々利用することでデータの傾向を観察する方法をとった。また、前述のごとく観測地点の環境情報が非常に重要と考えられたので、全観測地点の実地検証を行ない、機器の設置状況、近傍の様子を観察記録したが (表 1)-(2) 参照、これらの情報が類似点、非類似点の検討に当り非常に役立った。

以上を野外調査の結果と合わせて考えると、

- 1) 測定結果に支配的な影響を与える大規模汚染源との対応関係もそれ程強くみられないし、
- 2) 各地点の観測データにはそれぞれの地点の近隣関係を反映するような特徴が含まれている。したがってそれぞれの観測地点を含む地域を 1つの住民意識の場合の測定単位と考えることができる。

表 5-1 風向・出現頻度と回答比率との対応

地点	風向								
	N	NNE NE ENE	E	ESE SE SSE	S	SSW SW WSW	W	WNW NW NNW	CALM
1	5 4.3 1.8	8 4.3 3.6	1 4.3 1.8	7 4.3 14.6	22 14.9 30.9	138 19.2 14.5	3 8.5 1.8	11 2.1 0.0	0 27.7 43.6
2	3 0.0 0.0	9 0.0 0.0	1 0.0 2.0	11 4.0 6.8	5 23.5 22.7	150 19.6 20.1	24 5.9 4.5	11 4.0 6.8	3 15.7 31.8
3	31 0.0 0.0	114 0.0 2.3	74 0.0 0.0	327 11.7 14.0	190 41.9 30.2	555 4.6 16.3	4 4.7 0.0	6 0.0 0.0	8 25.6 41.9
4	6 0.0 0.0	13 0.0 0.0	4 0.0 1.7	59 0.0 1.7	191 37.9 27.1	416 39.1 40.7	44 5.8 5.1	25 0.0 3.4	0 10.1 27.1
5	1 0.0 0.0	5 0.0 0.0	1 0.0 0.0	18 0.0 5.6	35 65.9 36.1	788 29.3 30.5	59 2.4 5.6	22 0.0 5.6	8 0.0 8.3
6	32 2.3 3.6	25 0.0 3.6	4 2.3 3.6	14 0.0 7.1	22 13.6 7.1	627 40.9 50.0	245 20.5 7.0	262 6.8 0.0	8 4.5 32.1
7	2 1.4 2.9	4 1.4 3.9	0 1.4 1.9	11 4.1 8.7	14 5.4 3.9	169 16.3 20.4	10 21.6 16.5	18 12.3 3.9	13 27.0 34.0
8	7 1.9 0.0	51 0.0 1.7	2 0.0 1.7	19 9.3 5.0	4 31.5 10.0	251 28.7 35.0	40 5.6 15.0	160 0.0 5.0	4 20.4 43.3
9	1 0.0 0.0	4 0.0 2.9	1 1.8 1.5	9 1.8 8.8	6 7.0 10.3	177 26.3 25.0	121 3.5 1.5	56 7.1 4.4	1 17.5 42.6
10	6 1.5 2.4	20 1.5 2.4	2 1.5 0.0	10 1.5 6.0	15 3.1 6.0	174 4.6 15.7	52 6.2 15.7	41 0.0 9.6	5 3.1 28.9
11	21 14.8 0.0	18 1.9 9.3	0 1.9 0.0	16 3.7 1.9	14 16.7 11.1	192 5.6 11.1	59 14.8 5.6	274 14.9 25.9	2 16.7 40.7
12	1 1.7 3.7	11 0.0 2.4	1 0.0 0.0	9 3.3 6.1	9 6.7 1.2	91 8.3 18.4	57 1.7 6.2	22 8.3 9.8	17 38.3 42.0
13	2 0.0 3.7	5 2.0 5.6	1 2.0 0.0	11 3.9 5.6	11 13.7 5.6	175 23.5 18.5	52 5.9 5.6	69 2.0 9.4	5 29.4 38.9
14	0 5.3 3.3	4 5.3 5.0	2 0.0 0.0	19 0.0 1.7	36 3.5 6.7	176 12.3 16.7	2 24.6 5.0	3 5.3 5.0	6 8.8 36.7
15	2 3.7 1.6	8 5.6 14.7	0 0.0 1.6	10 5.6 6.5	8 20.4 13.1	232 24.1 27.9	44 1.9 4.9	20 9.3 3.6	2 5.6 26.2
16	9 4.8 4.7	4 0.0 4.7	1 0.0 0.0	3 9.7 4.6	8 19.4 14.0	192 4.8 25.7	58 12.9 2.3	39 1.6 7.0	11 1.6 27.9
17	2 0.0 0.0	3 4.3 0.0	2 0.0 2.4	5 2.1 17.1	11 19.1 0.0	108 6.4 2.4	20 0.0 0.0	12 0.0 2.4	7 29.8 58.5
18	2 10.2 0.0	10 3.4 8.5	4 3.4 1.4	21 0.0 11.4	11 13.6 7.1	210 8.5 15.7	11 6.8 2.9	34 1.7 7.2	0 35.6 44.3
19	0 2.6 1.5	3 0.0 4.4	0 0.0 4.4	5 2.6 10.3	5 31.6 25.0	72 21.1 4.4	25 10.5 2.9	20 0.0 0.0	1 18.4 45.6

(注) 各欄とも、上段が、風向の出現頻度(実測データ:時間値)、中段は、面接、下段は留め置き、それぞれに対応する回答比率(パーセント)。

3) 各観測地点のデータがその地域の環境(汚染状況の)指標として代表できる有効な範囲は、それほど広くないものとみられる。

たとえば、論拠の1つとして、SO_x値の地点間相関を挙げることができる。(表6)は(図2)にとりあげた地点4~9までの相関係数表である。相関行列のうち、上三角行列が1月の午前、

表 5-2 午前・午後別出現頻度 (SOx が 0.05ppm 以上となったとき)

月	地点																							
地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
1	5	20	6	12	11	1	25	18	11	2	6	16												
2	7	0	19	0	13	1	16	1	17	1	11	0	9	12	20	40	9	6	5	0	6	0	23	1
3	43	1	37	1	22	2	79	3	61	11	31	2	164	2	250	33	53	6	16	0	21	1	27	4
4	8	2	21	1	61	10	54	30	40	45	9	13	25	135	93	242	27	48	5	5	37	10	58	7
5	28	0	22	2	34	31	71	23	41	43	23	14	73	53	130	122	18	32	14	4	4	27	18	30
6	45	1	6	20	45	48	18	18	83	175	43	17	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
7	32	15	37	8	15	34	20	27	21	45	4	11	27	62	17	90	6	46	2	6	12	19	3	45
8	4	15	32	3	37	5	0	3	9	2	4	0	40	2	30	2	15	2	26	0	80	13	121	2
9	7	17	5	6	1	15	28	0	17	0	3	1	39	9	37	3	11	5	12	17	46	42	34	46
10	21	1	42	1	6	6	25	11	20	0	4	0	36	4	22	3	7	6	5	2	56	22	38	9
11	64	18	38	21	16	18	27	2	16	1	1	0	21	2	23	0	13	1	11	2	11	32	9	41
12	18	1	29	3	18	4	43	0	24	0	3	0	48	0	43	0	14	0	6	0	14	0	31	0
13	14	5	22	5	15	8	30	3	22	1	1	2	33	6	23	3	10	3	3	2	17	4	16	6
14	16	1	24	3	24	3	41	1	29	10	8	0	24	4	26	6	19	2	6	0	20	13	9	3
15	2	2	5	10	6	17	6	6	17	6	7	7	7	7	12	17	17	0	0	15	15	1	1	1
16	10	0	17	2	14	3	29	12	3	3	36	32	32	32	8	8	4	4	34	11	11	11	11	11
17	7	0	10	2	11	3	8	14	3	9	2	0	46	33	14	36	3	1	2	0	3	16	18	6
18	4	1	9	3	4	1	12	1	3	1	2	4	17	14	58	6	18	0	4	0	11	9	39	4
19	1	0	6	1	7	0	6	6	4	1	2	0	29	10	14	58	4	13	4	1	4	13	20	27
20	0	0	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	8	4	0	0	0	0	4	4	4	10	10

(注) 各セルの左上が午前 (a.m. 6:00-17:00), 右下が午後 (18:00-翌日 a.m. 5:00) に対応

表 6 SOx 値の地点間相関係数行列

	(地 点 番 号)					
	4	5	6	7	8	9
(地	1.0000	0.7407	0.8373	0.6274	0.4529	0.5814
点	0.8083	1.0000	0.7141	0.4949	0.3524	0.5853
番	0.6734	0.6236	1.0000	0.7457	0.5228	0.7618
号)	0.5858	0.5194	0.7099	1.0000	0.6167	0.7759
	0.6495	0.6034	0.7493	0.8087	1.0000	0.6119
	0.4788	0.4607	0.6374	0.58293	0.6809	1.0000

(注) 上太字行列が1月(午前), 下細字行列が7月(午前)に対応する。

下三角行列が7月の午前に対応する。1月の支配的な風向が、N↔NW系、7月のそれがSW↔SE系であることを念頭に((図6)参照)各相関係数を観察すると、データから見る限りでは地点間の距離がおおよそ1~1.5km以内にある地点間のSOx値の関連が高く、離れた地点では、関連が薄れることがわかる((図2)参照)。また、野外調査の結果も、これを裏づけている。

5. 住民意識調査の分析

アンケートの質問内容は多岐にわたるので、ここでは既述の分析と対比させる目的で用意した項目 1) 汚染現象に共通にみられた規則性を一般住民がどう意識しているかということ<質問A>, 2) 汚染状況の評価(<質問B>, <質問C>), 3) どのようなものと汚染現象とを結びつけて考えているか<質問D>, について解析をすすめる。

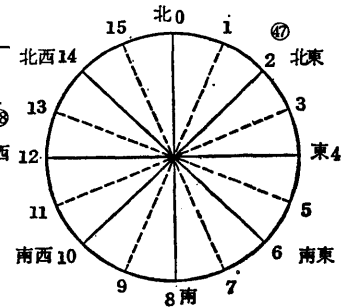
5.1. 単純集計の結果

まず、大気汚染と天候の関連をどう考えているかを質問した。

5.1.1. <質問 A>

一般に大気汚染と天気との関係は深いといわれていますが、この地区ではどのような場合に空気の汚れがひどくなると感じますか。

- (1) 1日のうちではいつ頃ですか。
 1 朝 2 午前中 3 昼 4 午後 5 夕方 6 夜 ④
- (2) 平日と休日ではどうですか。
 1 平日 2 休日 ④
- (3) 季節ではどうですか。
 1 春 2 夏 3 秋 4 冬 5 その他〔記入〕
- (4) 〔別紙4提示〕天候ではどうですか。
 1 晴 2 うす曇り 3 曇り 4 雨 5 大雨 6 その他〔記入〕 ④
- (5) 〔別紙5提示〕湿度や温度に してはどうですか。
 1 暑い時 2 蒸し暑い時 3 はだ寒い時 4 寒い時 ④
- (6) 風の強さに関してはどうですか。
 1 風が強い時 3 風のない時(なき)
 2 風が弱い時 4 その他〔記入〕 ④
- (7) 風向に関してはどうですか〔方向は円の中心に向かって〕 ④



各選択肢の回答比率の傾向はつぎの通りである (表7) 参照。

- (i) 項目 (1) の問いに対して、「昼」、「午後」の比率が高い。たとえば、面接法の場合 (昼) + (午後) で、ほとんどの地点が 35~55% に達する。
- (ii) 項目 (2) に対しては、「平日」の比率が多いがこれは至当といえる。
- (iii) 汚染の起こりやすい季節を問う項目 (3) では、「春」、「夏」を指摘する回答者が多い。
- (iv) また「天候」については、「晴れ」、「曇り」、「うす曇り」とするものが多数を占めるが、「曇り」+「うす曇り」が晴よりもかなり比率が高く出る点の特徴といえる。
- (v) 「湿度、温度」については、圧倒的に「むし暑い」ときが多く、これに「暑い」ときが続く。

以上から、汚染に対する回答者の考え方の大すじがみえる。つまり、「気温が高めで、むし暑く、うす曇りの日」に汚染がひどいという一つの意識の典型がみられる。

ところで項目 (1)~(5) の回答比率の傾向として興味ある点は、いずれも、(DK) + (その他) の比率の現われ方が比較的高い地点群 (9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18) と、それ程でない残りの地点群とに大別される。留め置き法の場合、通常みられる DK の減少という現象が現われているが、それでもこの地点群間の差が観察される。

「風向」については面接法と留め置き法の場合で質問方式がやや異なる。面接の場合には、回答者に風向を示してもらい、これを調査員がジャイロコンパスで実際に読みとるという方式をとった。一方、留め置きの場合には、こうしたことは出来ないので方位図を示しそれに直接記入してもらった。したがって、調査方式の差は若干存在するが、両者の傾向は一致する。

「風の強さ」の結果は、面接の場合には「風が強いとき」の比率が圧倒的に多く、「風が弱いとき」も含めて考えると、回答者の中の大多数の人が風があるときに汚染がひどいと考えていることになる。この質問の面白い点は、他の項目と違って、留め置きの場合の傾向が面接の場合とかなり異なることである。それは、留め置きの場合、「風のないとき」と回答する比率がかなり高く表われることである。これは、面接がすべて主婦であり、留め置きの場合に比べて

表7 <質問A>の集計の一部(面接の場合)

質問 地点	「1日のうちいつ頃か」					「平日と休日」		「季節は」				サン プル 数
	昼	午後	夕方	その他	DK	平日	DK	春	夏	その他	DK	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	31.9	36.2	14.9	4.3	10.6	72.3	6.4	14.9	46.8	14.9	8.5	
2	7.8	39.2	25.5	0.0	27.5	60.8	35.3	19.6	41.2	2.0	29.4	
3	18.6	25.6	18.6	4.7	25.6	74.4	18.6	16.3	32.6	14.0	32.6	
4	18.8	21.7	23.2	4.3	17.4	79.7	10.1	30.4	26.1	7.2	29.0	
5	29.3	14.6	12.2	14.6	14.6	78.0	4.9	9.8	41.5	34.1	9.8	
6	15.9	29.5	11.4	2.3	22.7	47.7	43.2	27.3	34.1	13.6	13.6	
7	2.7	25.7	27.0	5.4	10.8	87.8	10.8	39.2	18.9	23.0	4.1	
8	3.7	48.1	11.1	13.0	7.4	81.5	7.4	20.4	46.3	25.9	5.6	
9	14.0	22.8	15.8	3.5	38.6	47.4	36.8	19.3	29.8	10.5	24.6	
10	9.2	4.6	6.2	7.7	69.2	16.9	72.3	12.3	3.1	12.3	70.8	
11	13.0	29.6	18.5	16.7	11.1	72.2	13.0	11.1	37.0	16.7	14.8	
12	6.7	26.7	10.0	0.0	43.3	60.0	40.0	25.0	25.0	10.0	35.0	
13	7.8	29.4	27.5	7.8	21.6	68.6	21.6	25.5	25.5	13.7	21.6	
14	7.0	24.6	14.0	1.8	52.6	35.1	59.6	28.1	7.0	10.5	47.4	
15	11.1	22.2	7.4	5.6	48.1	40.7	51.6	42.6	14.8	7.4	25.9	
16	11.3	14.5	3.2	1.6	62.9	33.9	66.1	21.0	9.7	11.3	53.2	
17	4.3	21.3	8.5	14.9	48.9	48.9	48.9	36.2	14.9	6.4	38.3	
18	13.6	22.0	16.9	13.6	30.5	54.2	28.8	45.8	20.3	5.1	20.3	
19	21.1	23.7	15.8	0.0	23.7	55.3	31.6	44.7	18.4	5.3	26.3	

質問 地点	「天候は」				「湿度、温度は」			「風の強さ」					サン プル 数
	晴れ	うすく もり	曇	DK	暑い	むし暑 い	DK	強い	弱い	ない	その他	DK	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	29.8	21.3	38.3	8.5	44.7	29.8	8.5	51.1	12.8	27.7	2.1	6.4	47
2	27.5	21.6	19.6	31.4	7.8	64.7	27.5	51.0	9.8	15.7	0.0	23.5	51
3	18.6	30.2	32.6	18.6	27.9	44.2	25.6	53.5	9.3	25.6	2.3	9.3	43
4	39.1	29.0	13.0	17.4	17.4	59.4	17.4	79.7	4.3	10.1	0.0	5.8	69
5	58.5	0.0	19.5	12.2	29.3	39.0	19.5	97.6	2.4	0.0	0.0	0.0	41
6	18.2	25.0	27.3	29.5	13.6	47.7	31.8	75.0	11.4	4.5	0.0	9.1	44
7	6.8	15.1	58.9	6.8	12.2	67.6	7.5	50.0	17.6	27.0	0.0	5.4	73
8	11.1	33.3	44.4	5.6	13.0	64.8	16.7	44.4	31.5	20.4	0.0	3.7	54
9	12.3	45.6	10.5	24.6	8.8	57.9	24.6	47.4	7.0	17.5	7.0	21.1	57
10	13.8	4.6	6.2	70.8	10.8	9.2	73.8	15.4	4.6	3.1	4.6	72.3	65
11	24.1	16.7	31.5	11.1	20.4	44.4	13.0	72.2	5.6	16.7	1.9	3.7	54
12	21.7	25.0	23.3	30.0	1.7	51.7	35.0	38.3	1.7	38.3	0.0	21.7	60
13	11.8	41.2	29.4	13.7	11.8	58.8	15.7	43.1	9.8	29.4	0.0	17.6	51
14	21.1	10.5	8.8	59.6	8.8	28.1	56.1	59.6	1.8	8.8	1.8	28.1	57
15	20.4	22.2	7.4	40.7	14.8	25.9	42.6	66.7	5.6	5.6	0.0	22.2	54
16	11.3	0.0	12.9	74.2	3.2	9.7	75.8	53.2	12.9	1.6	0.0	32.3	62
17	10.6	14.9	19.1	51.1	19.1	29.8	46.8	29.8	2.1	29.8	0.0	38.3	47
18	27.1	27.1	22.0	18.6	23.7	45.8	20.3	52.5	5.1	35.6	0.0	6.8	59
19	13.2	21.1	21.1	39.5	10.5	47.4	39.5	65.8	2.6	18.4	0.0	13.2	38

(1027)

べ在宅率が高いことを考慮すると、きわめて当然な結果で、いわばその地域にいる時間が長く在宅時の日常体験の豊富な層の方がよりよく実態をつかんでいることを裏づけている。

さらに、「風があるとき」(「強い時」+「弱い時」)と回答した人達が、実際に汚染質が飛来すると思われる方位として指摘した風向を集計し、見易くするため方位を8群にまとめた。これと実際にSOx値が0.05ppm以上になったときの年間風向別の出現頻度を集計して、地点別に回答比率と対比させた一覧表が(表5-1)である。これをみると、各地点の環境をよく反映している。とくに、冬型の汚染の起こりやすい、地点8, 11, 18などは確かにN↔E系の風を指摘する回答者の比率も高く現われている。

また、5.1.2~3でのべるように環境要因に左右される傾向がみとめられるが、住民は汚染源がどの方向にあるかを的確につかんでいることが分る。

5.1.2. <質問B>

あなたの住んでいる地区は、千葉市の他の地区とくらべて空気はきれいだと思えますか。
 1 きれい 2 まあきれい 3 少し汚染されている 4 かなり汚染されている

この質問の回答比率の傾向は、面接、留め置きとも類似している。まずDKの比率が減り、(きれい)+(まあきれい)の比率が大半を占める地点と、(すこし汚染)+(かなり汚染)の比率が大半を占める地点とに大別される。これを図示すると、〈質問C〉の「大気汚染」の場合と類似の傾向を示す。

つぎに、大気に関連した質問に限定せずに、やや異なった公害に関連した項目を質問した。

5.1.3. <質問C>

千葉県にお住まいになって次の点はどうですか。

		ひどい	ややひどい	まあまあだ	特に感じない	無関係DK
○ (1)	大気汚染	1	2	3	4	5
(2)	川の汚染	1	2	3	4	5
(3)	海の汚染	1	2	3	4	5
○ (4)	騒音	1	2	3	4	5
(5)	振動	1	2	3	4	5
(6)	地盤の沈下	1	2	3	4	5
○ (7)	悪臭	1	2	3	4	5
(8)	植物の被害	1	2	3	4	5
○ (9)	粉じん、ほこり	1	2	3	4	5

(図8-1~8-4)は、「大気汚染」、「粉じん」、「騒音」、「悪臭」について、(ひどい)+(ややひどい)、(ひどい)の回答比率を面接、留め置きを対比させて示したものである。

まず「大気汚染」をみると、〈質問B〉の結果と同様に大きく2つの群にわかれる。一つの群は地点(1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11)で、大規模な工場群に隣接した地域である。残りの地点は大部分が内陸部にある。「粉じん」の場合はやや違った傾向がみられる。とくに地点(14, 15, 16, 18, 19)などの回答比率が高い。また(ひどい)だけをみると、面接(主婦)の比率が留め置きに比して高い。これらの地点は、いずれも周囲に広範囲にわたって農作地(畑など)が住宅と混在している地域で、日頃砂ぼこりの被害が多いことで知られている。さらに、「騒音」の場合には、はっきりした層別化の傾向はみられないが、回答比率の順位に特徴がある。たとえば回答比率が高い地点はいずれも幹線道路に隣接した地域にある。一方、地点(14, 10)などはこうした影響をほとんど受けにくい地点といえる。また、「悪臭」をみると、地点(4, 5, 6)は当然として、地点(16, 17, 18)等のように、近くにゴム、アルコール、新建材など

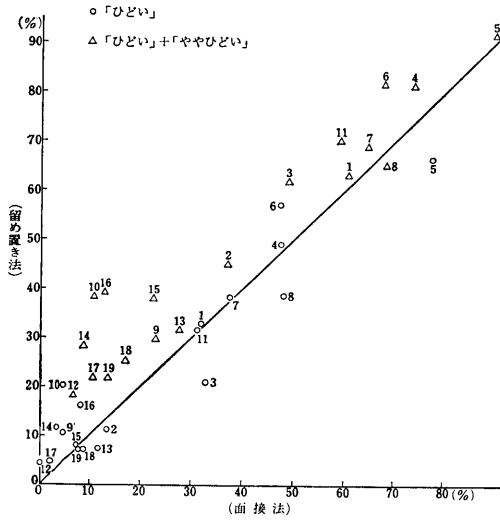


図 8-1 <質問 C> 「大気汚染」

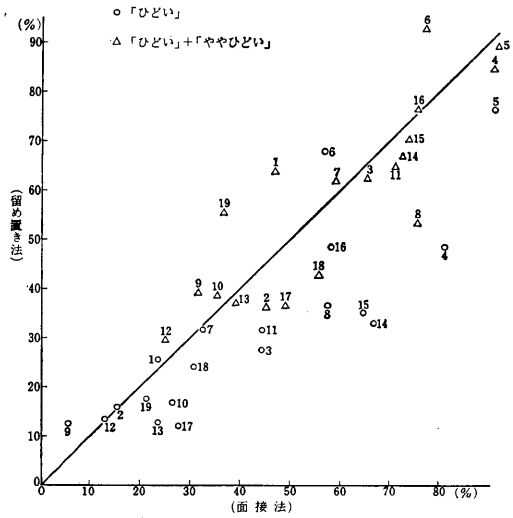


図 8-2 <質問 C> 「粉じん, ほこり」

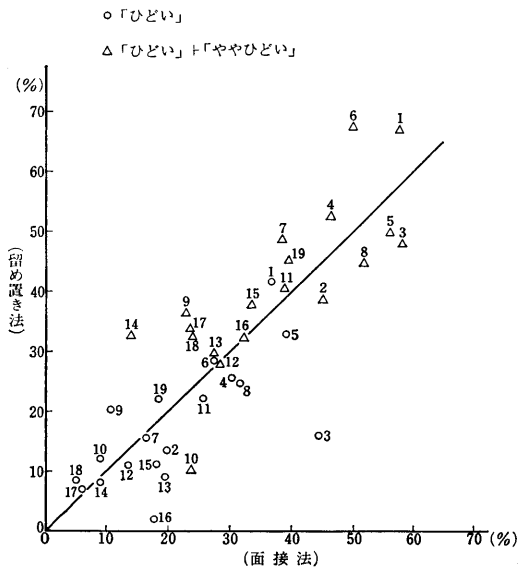


図 8-3 <質問 C> 「騒音」

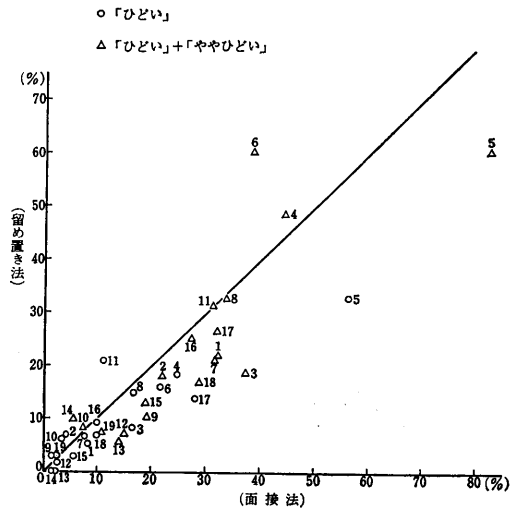


図 8-4 <質問 C> 「悪臭」

(注) 図中の数字は地点番号を示す。

悪臭を発生しやすい工場群をひかえている地域で、「ひどい」の回答比率が高く、しかも主婦のほうが高めに現われている。この点は、自由回答の結果にもみられ、企業名を実際に指摘する回答者もあった。

以上を整理すると、

(1) <質問 A> の結果を実際の現象と対比させてみると、i) 汚染の水準の高い地点では回答の妥当性も高まる、ii) したがって、(その他)+(D.K.)の比率の大小は、環境要因(汚染

の状況)と関連している。

(2) <質問B> および <質問C>- (1) は質問文は多少異なるが、地点ごとにみた結果はよく一致している。しかし、大気汚染の実際の現象(汚染水準)と対比させて量的にみた場合には、環境要因の影響が認められる。

(3) 「騒音」、「悪臭」、「粉じん」に対する回答結果は各項目ともそれぞれの環境要因に応じて変化している。

(4) 回答者は、日常生活を通して身近に経験するきわめて現実的な体験をもとに環境の状況を的確に捕えており、これが<質問A>~<質問C>の結果に反映されている。

しかしながら、この結果だけから汚染の実態に対する住民意識の構造を探ることは難かしい。他方、既述のように実測データだけから地域の特徴づけを行なうことにも限界がある。ここに、大気の質の評価と人の意識とを関連させて汚染の実態を計量的に観察する新しい方式が必要となる。

5.2. 対比分析 (I) [<質問C> と汚染水準]

回答結果と環境要因の関連を調べる手初めとしてまず<質問C>とSO_x, DDの関連を分析した。このとき指標として何を採択するかが問題となる。通常利用される指標として年平均値、月平均値等があげられるが、ここでは、つぎの3種を取りあげた。

(a) 地点別に算出した月別平均値。このとき単純に求めた平均値と、気象条件(天候、風向など)の条件づきのもとでスクリーニングしたデータから求めた平均値とを考える。

(b) (a) で求めた各地点ごとの年間最大値を使う。

(c) 汚染質測定値に、ある閾値を与えて、これをこえた回数(時間数)つまり出現頻度を地点別、月別に算出し、この出現頻度情報を利用する。

(a)~(c)を、SO_x, DDについて算出し、これを、<質問C>の「大気の汚染」、「粉じん」の回答比率(ひどい)+(ややひどい)にそれぞれ対応させて散布図を作成し、これらを観察した。この結果、(c)が散布図内の各地点の特徴をよく反映する指標として適切でありこれを使うことにした。(c)を採用するとき閾値の与え方が問題となる。たとえば、SO_xの汚染質の水準を0.01 ppm単位で変化させながら、ある値のときに、それを越える出現頻度を(地点)×(月)のクロス表として算出する。この表から地点別に最大頻度の月を選び、これと、「大気の汚染」に対する回答比率との散布図を作る、この方式で、汚染質の水準を0.01 ppmきざみで段階的に変えたとき、水準が0.08 ppm以上の場合には頻度ゼロが多くなって傾向がつかめない。一方、0.03 ppm以下に水準を置くと大部分のデータがひろい出されて、やはり地点の特徴があいまいになってしまう。結局、0.04~0.06 ppm付近が適当で、この範囲の閾値を使う限り、散布図内の点の相対的布置に変化がみられなかった。(図9-1, 9-2)は閾値を0.05 ppmに設定して作成した(最大頻度)×(大気の汚染)の散布図である。これらの図をみると、面接法、留め置き法とも非常に類似した布置を示し、しかも地点をいくつかの群に分類できる。たとえば、

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{第Ⅰ群 } G_1 : & (1, 7) \\ \text{第Ⅱ群 } G_2 : & (10, 18) \\ \text{第Ⅲ群 } G_3 : & (2, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19) \\ \text{第Ⅳ群 } G_4 : & (4, 8, 11) \\ \text{第Ⅴ群 } G_5 : & (3, 5, 6) \end{array} \right.$$

の5つの群に分けられる。それぞれの群に、次の特徴がみられる。

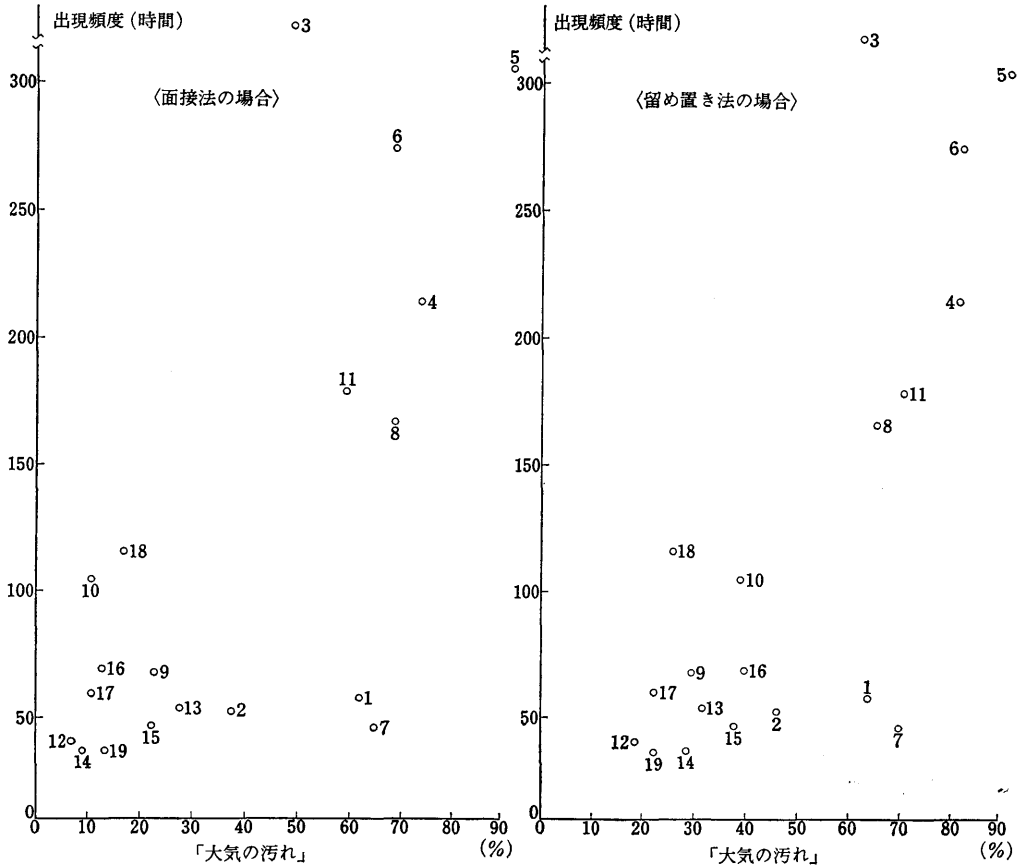


図 9-1 図 9-2
 図 9 SOx 出現頻度 (0.05 ppm 以上) と <質問 C> 「大気の汚れ」

まず、興味ある群は G₁, G₂ である。G₁ の地域の住民は「汚染がひどい」と訴えているにもかかわらず、SOx の出現頻度はそれ程高くはない。これと対照的に、G₂ は、汚染の度合いが高い地域にもかかわらず、地域の住民はそれほど汚染がひどいとは意識していない。

また G₃, G₄, G₅ は、予想される結果を示している。すなわち人の意識と、実際の汚染の程度がうまく一致している群といえる。

すなわち、環境要因として、回答結果に正に作用するものと、負に作用するものがある。これらの要因として緑地化の程度、開放度、地域夾雑度等が考えられる。

ところで汚染質として、DD を取り上げた場合、SOx にみられたような明確な傾向は現われなかった。とくに、DD の実測データだけを対象に、風向、風速、SOx 等の諸特性との関連を調べたが、これといってはっきりした特徴がみられなかった。その上、DD の測定値は同種類の汚染質の測定指標である TD (Tape Dust : DD と測定方式が異なるが、やはり粉じん測定の方法とされている) の測定値との間に強い関連がみられなかった。「粉じん」の回答比率に現われた特徴と、実測された DD の測定値の性質との間には大きな差異があることが示唆された。

5.3. 対比分析 (II) [＜質問D＞の分析]

以上から汚染質、とくに SO_x の水準と住民の意見および環境要因の三者の間に、密接な関係があることがわかった。ここで、上の各質問の関連分析にみられた回答構造を次の＜質問D＞により項目別に細分して調べた。

＜質問 D＞

この地区にお住まいになっていて、次のようなことを日常感じますか。1 はい、2 いいえのどちらかでお答えください。

1. 最近星が見えにくくなった	1 はい	2 いいえ
2. もやがかかって遠くが見えにくくなった	1 はい	2 いいえ
3. 洗濯物が汚れやすくなった	1 はい	2 いいえ
4. 建物のいたみが激しい	1 はい	2 いいえ
5. 屋根や雨トヨがいたみやすくなった	1 はい	2 いいえ
6. タタミや窓ガラスが汚れやすくなった	1 はい	2 いいえ
7. 庭木や街路樹が季節はずれの落葉をする	1 はい	2 いいえ
8. せきがよくでる	1 はい	2 いいえ
9. のどや鼻が時々いたむ	1 はい	2 いいえ
10. 暑い日に目がチカチカする	1 はい	2 いいえ
11. せきやたんが出やすくなってなかなかとまらない	1 はい	2 いいえ
12. 時々粉じんが空から落ちてくる	1 はい	2 いいえ

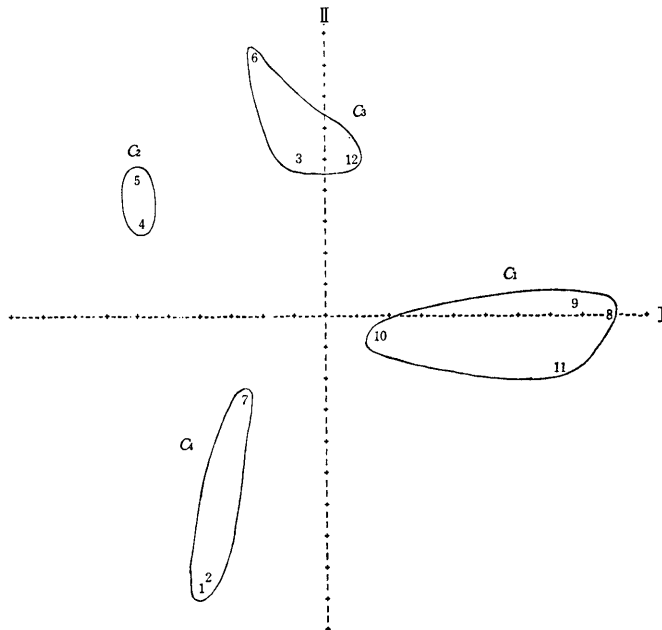


図 10

まず、項目相互の関連度をみるため、パターン分類を行なった。(図10)は面接の結果であるが、明らかにいくつかのグループがみられる。これをクラスター分析を利用してグループ化して、次の4つのクラスターにまとめた。

$$\begin{array}{l} \text{クラスター} \quad \text{項目番号} \\ \left\{ \begin{array}{l} C_1 = (8, 9, 10, 11) \\ C_2 = (4, 5) \\ C_3 = (3, 6, 12) \\ C_4 = (1, 2, 7) \end{array} \right. \end{array}$$

留め置きの場合も、布置に多少の違いがみられたが、同じクラスターを得ることができた。

C_1 は「せきができる」、「のどや鼻が時々いたむ」等の健康上の被害の訴えの項目から構成されている。 C_2 は、「建物のいたみが激しい」、「屋根や雨トヨがいたみやすい」といった、住居外観の被害に関連するもの、一方、 C_3 は「洗濯物」、「タタミや窓」の汚れ、「粉じん」といった日常生活を通してよく目につく、あるいは気になる被害現象がまとまっている。残りの C_4 は「星がみえにくい」、「遠くがみえにくい」等の項目で自然現象の変化といった、前の3つのクラスターに比較してやや日常生活のことから離れた項目が集まっている。

こうして面接、留め置きそれぞれの〈質問D〉の項目間の関連を知ることが出来た。

次に、この結果を利用して、回答者の回答パターンの流れ(筋道)を分析した。まず上の分類結果を利用して、各回答者の回答パターンを4項目に縮元化した。すなわち、ある人があるクラスター内の項目のうちのどれか一つに反応していた場合には、そのクラスターに「反応あり」と考える。この処理をクラスター $C_1 \sim C_4$ について行なえば、各人の回答パターンは $2^4 = 16$ 通りの(0, 1)型パターンのどれかにあてはまる。こうして、すべての回答者のパターンを再構成する。

一方、地点を5.2.の分類結果を利用して、5つの地点群に分ける。こうして得られた(回答パターン)×(地点群)の出現頻度表が(表8)である。

まず、この表をもとに、地点群間の相対的な関連を知りたい。そこで、Späthの方法[4]により、地点群間の距離を求めた。

〈地点群間の距離算出の手順〉

(手順1) (表8)の頻度表(データ行列)の各要素を a_{ik} ($i=1, 2, \dots, m; k=1, 2, \dots, n$), データ行列を $A=(a_{ik})$ とおく。

(手順2) $A=(a_{ik})$ の各列ベクトルに次の尺度変換をほどこす。

$$\alpha_k = \min_i a_{ik}, \quad \beta_k = \max_i a_{ik} \text{ を求め}$$

$$a_{ik} \rightarrow h \cdot \left(\frac{a_{ik} - \alpha_k}{\beta_k - \alpha_k} \right) \quad (i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n)$$

(ここで $h > 0$) .

これにより各列は区間 $[0, h]$ 内に入る数値となる。

(手順3) こうして求めた回答パターンごとのプロフィールを考へて、地点群 p と q との間の距離を次のように定義する。

$$d_{pq} = \sum_{j=1}^m \sum_{l=j+1}^m c_{pqjl} \quad (p, q = 1, 2, \dots, n)$$

$$c_{pqjl} = \begin{cases} 1 & ((a_{ip} - a_{jp})(a_{iq} - a_{jq}) < 0 \text{ のとき}) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

すなわち、 c_{pqjl} はプロフィール j とプロフィール l の交叉の有無を数えたことになる。

(手順4) 次の基準の最小化をはかる。

ある地点群の並べ方 (q_1, q_2, \dots, q_n) に対して、

表 8-1 群別回答パターンの分布 (面接)

群 回答パ ターン	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₄ ' (K ₄ +K ₅)	計
1111	20 (16.5)	5 (4.0)	22 (4.6)	49 (38.3)	42 (23.7)	91 (29.8)	138 (13.4)
1110	10 (8.3)	2 (1.6)	12 (2.5)	15 (11.7)	26 (14.7)	41 (13.4)	65 (6.3)
1101	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (1.3)	1 (0.8)	1 (0.6)	2 (0.7)	8 (0.8)
1100	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (0.4)	1 (0.8)	1 (0.6)	2 (0.7)	4 (0.4)
1011	21 (17.4)	9 (7.3)	32 (6.7)	13 (10.2)	16 (9.0)	29 (9.5)	91 (8.9)
1010	23 (19.0)	3 (2.4)	28 (5.9)	8 (6.3)	31 (16.7)	39 (12.8)	93 (9.0)
1001	3 (2.5)	6 (4.8)	24 (5.0)	1 (0.8)	2 (1.1)	3 (0.9)	36 (3.5)
1000	9 (7.4)	12 (9.7)	40 (8.4)	2 (1.6)	12 (6.8)	14 (4.6)	75 (7.3)
0111	3 (2.5)	1 (0.8)	7 (1.5)	9 (7.0)	8 (4.5)	17 (5.6)	28 (2.7)
0110	1 (0.8)	4 (3.2)	10 (2.1)	5 (3.9)	5 (2.8)	10 (3.3)	25 (2.4)
0101	1 (0.8)	0 (0.0)	4 (0.8)	0 (0.0)	1 (0.6)	1 (0.3)	6 (0.6)
0100	0 (0.0)	2 (1.6)	8 (1.7)	1 (0.8)	1 (0.6)	2 (0.7)	12 (1.2)
0011	5 (4.1)	4 (3.2)	27 (5.7)	4 (3.1)	6 (3.4)	10 (3.3)	46 (4.5)
0010	7 (5.8)	15 (12.1)	56 (11.7)	8 (6.3)	12 (6.8)	20 (6.6)	98 (9.5)
0001	4 (3.3)	9 (7.3)	33 (6.9)	6 (4.7)	3 (1.7)	9 (2.9)	55 (5.4)
0000	14 (11.6)	52 (41.9)	166 (34.8)	5 (3.9)	10 (5.6)	15 (4.9)	247 (24.1)
計	121	124	477	128	177	305	1027 (100.0)
構成比率	(11.8)	(12.1)	(46.4)	(12.5)	(17.2)	(29.7)	(100.0)

表 8-2 群別回答パターンの分布 (留め置き)

群 回答パ ターン	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₄ ' (K ₄ +K ₅)	計
1111	62 (39.2)	22 (14.4)	64 (12.3)	76 (71.0)	87 (50.2)	163 (58.2)	311 (28.0)
1110	6 (3.8)	3 (1.9)	5 (0.9)	2 (1.9)	7 (4.0)	9 (3.2)	23 (2.1)
1101	2 (1.3)	2 (1.3)	4 (0.8)	2 (1.9)	7 (4.0)	9 (3.2)	17 (1.5)
1100	1 (0.6)	3 (1.9)	6 (1.1)	0 (0.0)	2 (1.2)	2 (0.7)	12 (1.1)
1011	12 (7.6)	16 (10.5)	51 (9.8)	8 (7.5)	14 (8.1)	22 (7.8)	101 (9.1)
1010	8 (5.1)	11 (7.2)	30 (5.8)	2 (1.9)	4 (2.3)	6 (2.1)	55 (4.9)
1001	4 (2.5)	11 (7.2)	30 (5.8)	2 (1.9)	5 (2.9)	7 (2.5)	52 (4.7)
1000	16 (10.1)	9 (5.9)	46 (8.8)	4 (3.7)	7 (4.0)	11 (3.9)	82 (7.4)
0111	7 (4.4)	3 (1.9)	17 (3.3)	4 (3.7)	8 (4.6)	12 (4.3)	39 (3.5)
0110	1 (0.6)	0 (0.0)	2 (0.4)	1 (0.9)	1 (0.6)	2 (0.7)	5 (0.4)
0101	2 (1.3)	1 (0.7)	7 (1.3)	1 (0.9)	2 (1.2)	3 (1.1)	13 (1.2)
0100	0 (0.0)	1 (0.7)	7 (1.3)	0 (0.0)	2 (1.2)	2 (0.7)	10 (0.9)
0011	4 (2.5)	7 (4.6)	15 (2.9)	0 (0.0)	3 (1.7)	3 (1.1)	29 (2.6)
0010	5 (3.2)	4 (2.6)	14 (2.7)	0 (0.0)	7 (4.0)	7 (2.5)	30 (2.7)
0001	7 (4.4)	29 (18.9)	87 (16.7)	3 (2.8)	5 (2.9)	8 (2.8)	131 (11.8)
0000	21 (13.3)	31 (20.3)	135 (26.0)	2 (1.9)	12 (6.9)	14 (5.0)	201 (18.1)
計	158	153	520	107	173	280	1111 (100.0)
構成比率	(14.2)	(13.8)	(46.8)	(9.6)	(15.6)	(25.2)	(100.0)

(注) () 内はパーセント

$$S(q_1, q_2, \dots, q_n) = dq_1q_2 + dq_2q_3 + \dots + dq_{n-1}q_n \rightarrow \text{minimize}$$

となる地点の並べ方 (q_1, q_2, \dots, q_n) をさがす。ここで、 $d_{pq} = d_{qp}$ であるから、 $S(q_1, q_2, \dots,$

$q_n) = S(q_n, q_{n-1}, \dots, q_1)$ となって, $n!/2$ 通りの順列について調べればよい.

上の基準が最適のときの距離表 $D = (d_{pq})$, $(p, q = 1, 2, \dots, n)$ を使って Kruskal の MDSCAL により地点群間の布置を求める.

表9 群間の距離表

(面接法)						(留め置き法)					
	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅		G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅
G ₁	0	29	26	20	9	G ₁	0	19	19	14	15
G ₂	29	0	7	41	37	G ₂	19	0	10	27	26
G ₃	26	7	0	39	33	G ₃	19	10	0	27	27
G ₄	20	41	39	0	11	G ₄	14	27	27	0	14
G ₅	9	37	33	11	0	G ₅	15	26	27	14	0

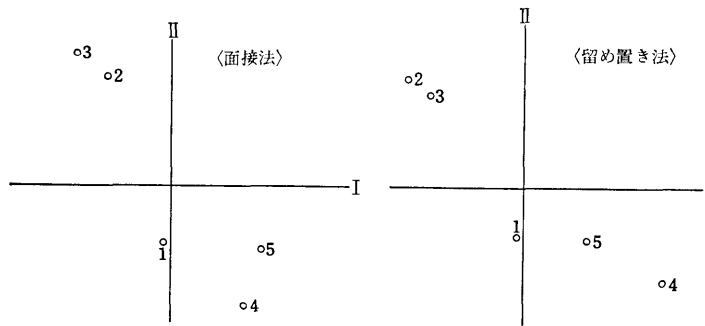


図 11 MDSCAL の結果
(注) 図中の数字は, G₁~G₅ に対応する.

(表 9)は上の方法で, $m=16, n=5, h=10$ として算出した距離表であり, (図 11)は MDSCAL の結果えられた 2次元の布置である. 図をみると, (図 9-1, 9-2) でみられた地点群の布置とよく似ている. まず全体は, 「汚染されている」と感じている群 (K₁, K₄, K₅) と, 「汚染はそれほどではない」と思っている群 (K₂, K₃) に大別される. また, K₁ は K₄, K₅ とやや異なった性格のグループであることがうかがわれる. ここで興味ある点は, 5.2. では「大気の汚れ」対「SO_x の出現頻度」の関連から導いた G₁~G₅ の群の相対的關係がまったく別の <質問 D> の回答パターンだけから, 環境情報を考慮しないでとり出されたことである. 面接, 留め置きの両者とも, ほぼ同一の布置がみられることも特徴である.

5.4. 回答パターンの分析

上の分析だけでは, 各群を構成する回答者の回答の流れの傾向をつかむことは非常にむづかしい. そこで, PÖSA により, 5つの群の回答パターンの布置を作ってみた. この結果が, (図 12) である. 図中の (1011) 等のパターンの並び方は, 既述のパターン分類の結果から求めたクラスターに対応し, 左から (C₁, C₂, C₃, C₄) となっている. 面接, 留め置きとも初めの 3つの群は既に求めた G₁~G₃ に対応している. また, K₄ と K₅ は, いずれも回答者が「汚染がひどい」と感じ, 実際の汚染の度合も高い地域であるからまとめて考えてよいと判断し, プールして群 K₄' とした. 留め置きの K₄' を除いては, いずれも二次元内に布置をおさめることができた. 留め置きの K₄' もパターン (0111) を無視すれば二次元内におさめることができる.

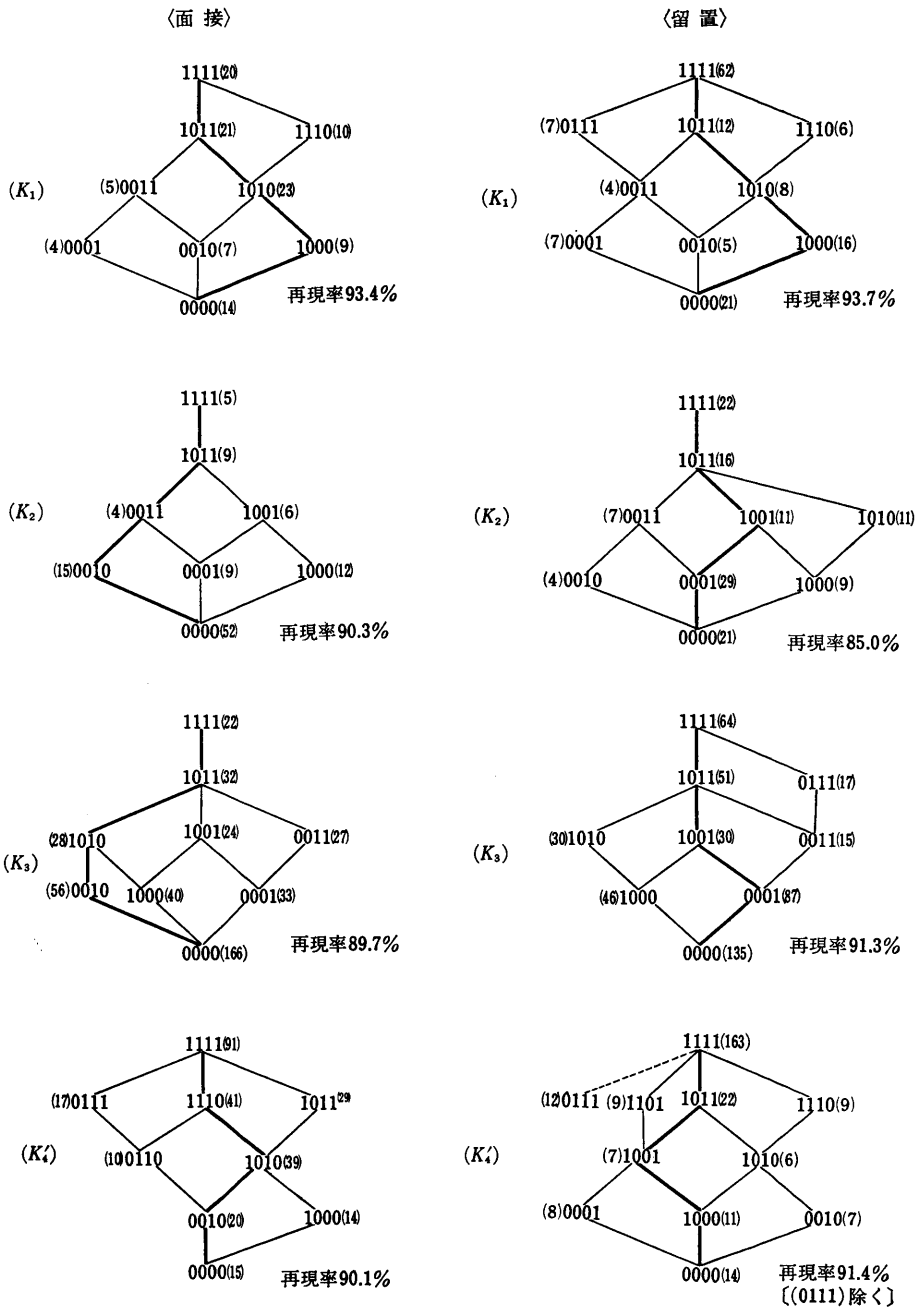


図 12 P₀SA による群別の布置

また、各布置の再現率はそれぞれ図中に示した通りで、いずれもかなり高く、回答パターンの流れを的確に表現しているとみてよい。

ところで、P₀SA で求めた布置から「回答の流れ」をみるとは、ベクトル束の中のパターンの反応の動きをみることといえる。したがって P₀SA 流に考える限り、各パターンの出現頻

度は情報として寄与しないが、回答の中心的流れをみるために頻度の大小があるので頻度の高い流れ(東)を、図中に太く記入した。

これらの布置を順を追って観察すると、まず、 K_1 、 K_2 、 K_3 は、面接と留め置きとの間で、きわめて類似した布置をみせる。とくに、 K_1 の場合、大勢を占めるパターンの流れは、面接、留め置きとも、

(1111) ← (1011) ← (1010) ← (1000) ← (0000) となり、いわば、日
 ↑ ↑ ↑ ↑
 (建物) (星, モヤ) (洗濯物, タタミ) (セキ, ノド, タン)

常とかく汚れていると考え、これが健康被害にまで及ぶと感じている人が中心を占める群といえる。

この回答パターンのスケールは、 K_4' にも含まれ、しかも中心的流れの一つとなっている点の特徴である。もう一つの特徴は、 K_2 、 K_3 では表われにくい C_2 (「建物のいたみ」, 「屋根のいたみ」) を含むパターン、たとえば (1110)、がみられることである(とくに、 K_4' の面接に多い)。また、 K_4' は K_1 にくらべ、かなり複雑な布置を示す。こうしたことを総合すると、 K_4' は、「とにかく、汚染のひどい地域に住んでいる」ことを、感覚的にもまた体験としても持っている群といえる。これに対し、 K_1 は、実際の汚染もあるかもしれぬが、不満が先に立つ群といえる。

次に K_2 をみると、留め置きの (1010) を除いて、面接、留め置きの両者は全く一致する。また、この群は、頻度が全体に分散してこれといった強い意見の流れはないが、健康被害に重点をおくタイプと、「洗濯の汚れ」, 「タタミの汚れ」, 「星がみえにくい」……等の被害に注目するタイプである。また、主婦層の被害意識が薄く((0000)が多い)、在宅率の少ない留め置き層に被害を意識する者の割合が高い。この傾向は、 K_3 にもみられる。しかし、何といても、 K_3 の特徴は、面接と留め置きの回答の中心的流れに大きな差がみられる(つまり、主なスケールが違っている)ことである。面接の場合は、圧倒的に、 C_3 、 C_1 を中心としたスケールが強い。つまり、実被害を訴えるタイプである。これに対し、留め置きの場合には、 C_4 (「星が見えにくい」, 「遠くが見えにくい」等)の漠然とした認識に始まり、 C_1 の「セキが出やすい」, 「ノドが痛む」に続く。これ以外に、 C_3 (「洗濯の汚れ」, 「粉じん」等)、 C_2 (「建物、屋根のいたみ」)と続く流れもあるが、 C_2 が現われる点に特徴がある。また留め置きの K_3 の布置は在宅率の低い群の典型的パターンといえる。

結局、4つの群 $K_1 \sim K_4'$ の回答パターンから、

- (1) 各群に、それぞれの特色がある。
- (2) 回答パターンの布置をみる限り、面接、留め置きの差よりも、群の差の方が際立っている。換言すると、群の分け方に意味がある。
- (3) 回答の流れ(一次元のスケール)に沿って回答頻度をみることで、面接と留め置きの調査対象集団の間の差(換言すれば主に在宅率の大小の差)がみえる。

などがわかり大気汚染に対する意識構造に関連する現象を的確に把むことができた。

6. ま と め

以上の限られた分析から得られた知見を整理する。

A) まず、汚染現象の実測データの問題がある。汚染に限られた原因あるいは汚染質によって発生するものであれば、その測定値が汚染の程度を測る指標の役割りをする。しかし、既にみたように実測データは、従来行なわれてきたような解析法では現状にあった実態解明には有効ではない。このため、大局的立場からどんなに精密なモデルを作り解析したとしても実態の

説明はむずかしい。しかし、各観測地点の測定データは近傍の大気汚染状況をよく代表しているため、この観点から地域区分をうまく行ない地点間の相互関連をつかむことでデータに潜む規則性をかなりのところまで記述できる。地点の特徴づけがかなりうまく行なえたことがこの一つの証しであり、しかも特定の特性 (SO_x , WD など) に限ってみると個々の観測地点の測定状況はきわめてよく、地点の近傍の大気の状態をよく表現していることがわかった。汚染現象の実態を記述するには、いくつかの大規模汚染源だけを考慮に入ればよいという状況ではなく、現状はきわめて複雑であることが分析を通して明らかにされた。また、単純に、大量データのもつ利点を生かし、地点別の傾向、特徴づけを通して実態をとらえることが、現象をよく理解する有効な手段であることがわかった。既存の公開資料を参照するだけでなく、生の実測データを分析することによりはるかに高い情報がえられる。

B) 一方、汚染の実態を人の感覚を基礎にして測ろうとした場合、深く考えないで質問項目を作成し単にその回答結果から判断するだけではきわめて危険であることもわかる。この一つの典型が〈質問B〉と〈質問A〉の回答比率に如実に現われている。〈質問B〉は、いわばごく普通の質問であるが、結果は「汚染されている」と感ずるか、「汚染されていない」と感ずるかに大別され、しかも回答比率が量的にみて環境要因の影響をうけるので誤まりのない情報をひきだすことが困難である。しかし〈質問A〉のように実測データの解析から得た情報をうまく質問に盛り込むことにより、ひとびとの汚染に対する認識の度合をかなりのところまで引き出せる。〈質問A〉についていえば、D.K. に対する回答比率の地点ごとの差異が一つの重要な情報であり、これにより本当に汚染の実被害に対する認識の程度が測れる。また、回答可能であった人については、その回答比率と、実測データの水準がよく一致する。また、「風向」の質問では、16方位という非常に細かい区分で質問を設定したにもかかわらず、実測とよく一致する。

C) さらに〈質問C〉のように他の公害現象に関連する項目を取り入れ、地点ごとの回答比率の動きと、地点ごとの近傍の環境情報とを対比させたとき、両者の関連性は高い。こうした現象からみて、従来あまり問題にされていなかった観測地点の環境要因のもつ情報を汚染現象に応じて類型化すること、および数量化することが今後の汚染現象解析にとって重要である。同時に、環境要因を考慮することは人を対象にする調査の調査項目作成にとっても、調査結果を解析するときにも極めて重要であることがわかった。

D) 住民意識と実測データの対比分析で、指標として月平均値、日平均値といった計量化された数値よりも、「月別にみた年間最大出現頻度」を考えることで、各地点の特徴づけが明らかになったが、これは必ずしもすべての汚染質についていえることではなく、 SO_x にこの傾向が顕著にみられる。住民の心理的状況を考慮すると、この結果は、まことに興味深い。今後は平均値などの総量に関連した指標ばかりではなく、“閾値論的観点”からの指標作りをすすめる必要がある。

E) 〈質問D〉の結果は、現状の実測データの解析では計量化しきれない汚染の実態あるいは被害状況を、実測データを参考にいくつかの段階にわけて（あるいはスケールをとり入れて）質問文を作ることで、被害意識の構造の解析が可能となることを示している。とくに SO_x を指標にして導いた5つの群の特徴を保存したまま、それぞれの群の回答構造の性格づけができたことは重要な点である。

F) さらに、強調したい点は、

1) 観測地点の測定データは近傍のみの代表値として有効であることがわかった。この点は、汚染源の不確実性が高まり、大規模汚染源の情報のみで汚染現象の記述がむずかしくなった現状では、とくに重視すべきことである。

2) 汚染情報を環境の一指標とみて、住民側の評価と関連づけるときには、「調査地域の特定化」が重要となり、この対応が明確化されて初めて、全体的に有効な情報となりうること、である。

G) 測定状況の詳細（使用機器、保守状況、記録保管の状況等）に立ち戻れるという意味で入手可能なデータは分析段階では48年度、及び49年度の一部しか得られなかった。住民調査の実施時点を含む実測データをすべて分析することは出来なかった。

今後の環境問題等のデータ解析にあたっては、測定データの管理システムのより一層の整備が望まれる。

以上、本研究は公害問題におけるデータ解析をすすめるにあたって、実測データ、環境要因および地域住民の意識の三者の関連を基本的な立場から考察したものであるが、主として単年度のデータにもとずいた分析結果であるから、もとより断定的結果は慎むべきであり、なお、今後の検討の余地が十分残されている。

本研究にあたって、多くの方々の御協力をえた。とくに、千葉県公害研究所の伊藤道生、吉成晴彦の両氏には大変お世話になった。また、千葉市環境部の白石課長（当時）をはじめ、川村、杉山氏等の皆様にもお世話になった。このほか、研究の過程で統計数理研究所の水野欽司、林文、諸井博和、桂康一の諸氏のご協力をえた。

さらに集計にあたっては、日本大学の松下久君にお手数をかけた。

ここにあわせて謝意を表します。

最後に、細部にわたり有益な助言をいただいたレフェリーに深謝いたします。

参 考 文 献

- [1] 鈴木達三、大隅 昇：「公害問題におけるデータ解析の方法論に関する研究（大気汚染データのとり方とその解析）」（環境庁「昭和49年度、環境保全研究成果集」、1975）。
- [2] Hartigan, J. A. : Clustering Algorithm, John Wiley, 1975.
- [3] 大隅 昇：「データ行列の Two-way aggregation の一方法について」、応用統計学, Vol. 3, No. 1, 1974.
- [4] Späth, H. : Cluster-Analyse-Algorithmen, Oldenbourg Verlag, 1975.
- [5] 千葉市大気関係環境基準設定専門委員会：「千葉市大気関係環境基準設定に関する報告」（昭和49年、50年）。
- [6] 鈴木達三、大隅 昇：「大気汚染データ解析におけるサンプリングの問題点」（京大数理解析研究録 272, 1976. 4.）。
- [7] 千葉県衛生部公害対策局編：千葉県公害白書（昭和46年、47年、48年、49年版）。