

II-196 大気環境基準について (その3)

関西大学工学部

正員 庄司 光

京都大学原子炉実験所

正員 O 塚谷 恒雄

I. 大気汚染に係る環境基準の合理的な設定については汚染物質の人体・動植物への影響、大気性状の測定およびその評価、汚染物質の排出状態および排出基準などの研究課題がある。特に大気汚染モニタリングのあり方については、汚染の様相を把握し対策・管理の目標を設定し、その効果を判定するうえで重要な課題である。本稿ではいおう酸化物などの大気汚染測定網について考察を加える。

II. 現在、わが国で広く使用されているいおう酸化物の測定法を分類すると、1ヵ月を単位として結果が出る二酸化鉛 (PbO_2) 法と、1時間を単位として結果が出る導電率法 (自動測定記録計法) の2つに大別される。導電率法については、近年のテレメーター装置の開発に伴ない、迅速に大量のデータが得られつつある。これは、ある地域の長期間の汚染濃度の変動を調べるものである。大気中の汚染物質は空間的・時間的に分布しているもので、その測定にあたっては次の問題点をもつ。オ一に、測定は対象とする地域の汚染濃度の情報を十分に把握するものでなければならない。しかしその場所における測定値がその周辺の地域の汚染度を代表しない危険性が大きく、とくに都市において地物の影響を局所的に受ける場合や、特殊な汚染源の影響を受けるときがある。

オ二に、大気汚染の影響は大別して微量長期の慢性的な被害と、短時間高濃度の急性的な被害がある。したがって測定は、長期的濃度変動と短期的濃度変動を併せ記録する方式のものでなければならない。現在各地で使用されている導電率法によるいおう酸化物の測定方式は、通気量 $1 \sim 2$ l/min, 平均時間1時間で、建物屋上等に設置されている。これらは測定機や、個人的操作の相異によってもデータに差異が起ってくる。

III. いま測定点の数を p とし、1地点における観測値 X_{ij} の個数を N とする。 ($i=1, 2, \dots, p$, $j=1, 2, \dots, N$) X_{ij} はすべての i について標準化されているとする。標準化の条件は、 j に関する平均が 0 であり、 j に関する分散が 1 であることである。従って任意の i と i' についての観測値の共分散は相関係数 $r_{ii'}$ に等しく、 $r_{ii'}$ を要素とする $p \times p$ 行列は 相関行列 R である。

p 個の变量が一次変換行列 $A = \{a_{ij}\}$ によって共通因子 ζ_j ($j=1, 2, \dots, N$) に変換されたとする。

$$\left. \begin{aligned} \zeta_1 &= a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1p} X_p \\ \zeta_2 &= a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2p} X_p \\ \zeta_p &= a_{p1} X_1 + a_{p2} X_2 + \dots + a_{pp} X_p \end{aligned} \right\} \quad (\text{for each } j, j=1, 2, \dots, N)$$

このとき、次のことが知られている。

相関行列 R のランクが q ($\leq p$) であり、 ζ_i の分散を λ_i とするとき、データ全体の分散 p は q 個の因子による $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_q$ でつぎてしまう。

すなわち

$$\sum_{i=1}^q \lambda_i = \sum_{i=1}^p \text{Var.}(X_i)$$

λ_i と変換行列 A の列ベクトルは、それぞれ相関行列 R の固有方程式を解いて得られる

固有値、および固有ベクトルである。
 相関行列 R が非正則の場合のランク q は p より小であって、 $p-q$ 個の λ は 0 となる。
 このような R が得られるモニタリングネットワークでは、濃度変動の情報には十分に得られることになるが、現実にはこのケースは少ない。

IV. 現在大規模な大気汚染自動測定網を備えているのが国の都市のうち、東京都および大阪市について述べれば次のとおりである。

東京都は都区内 23 区 (572 km²) で 11 カ所のいおう酸化物自動測定機を備えており (うち東京タワー 3 点)、大阪市 (203 km²) は同じく 11 地点を有している。

東京都区内 11 カ所のいおう酸化物濃度変動の相関分析を行なった結果の一例を図 1 に示す。

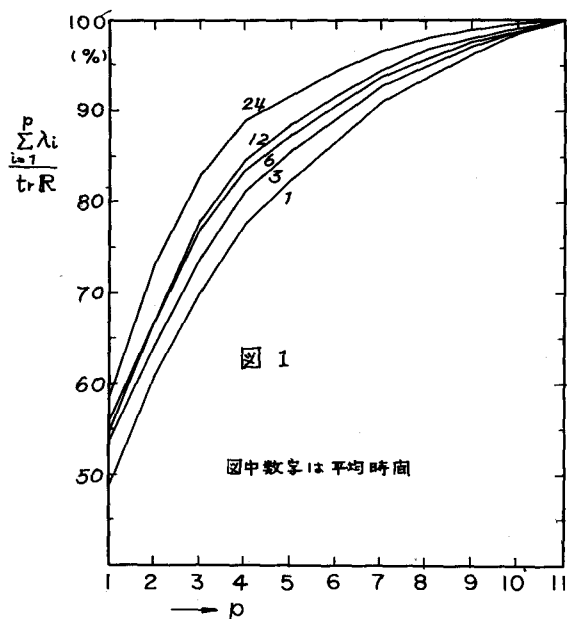


図 1 は、 p 個の固有値を大きさの順に

$\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_p$ とおき、平均化時間別に全変動に対して占める主成分の割合が示されている。平均化操作は前報の結果に従って幾何平均を採り、相関行列を計算するための観測値は濃度の対数値をとった。同図に依れば、短時間高濃度汚染の観測には測定網の拡充が必要である一方、平均化時間が 24 時間程度の濃度変動はオ 5 成分までで全変動の 90 % が説明できる。またオ 1 成分の固有値は他に比して特に大であり、50 % を越すものが多い。

図 2 は、固有ベクトルから得られる一次変換の係数を図示したものである。これは 1 時間平均値の対数値相関行列から求めたもので、固有値の大きさに従って順序つけたものである。 ζ_1 の係数以外はみな変化がはげしい。

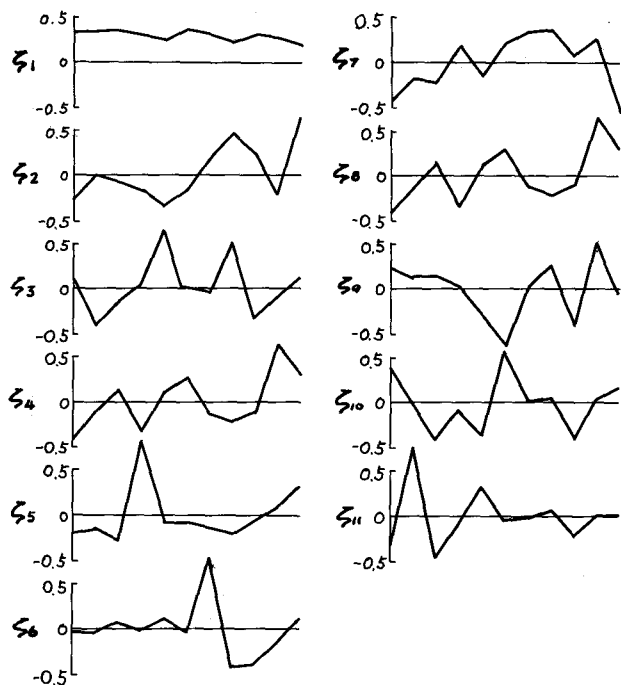


図 2 各成分の変換係数

地域的相関分析の詳細については、講演会当日に発表する。本稿で使用した計算資料は東京都公害研究所、大阪府公害室の提供のものである。計算は京都大学電子計算機 OKITAC-5090H にて行なった。

文献 1) 庄司・塚谷 昭和 45 年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集