

# ◎ 1 高知市丸の内地域における浮遊粒子状物質の解析

大気科 竹内 青二  
 川村 速雄  
 川田 常人  
 原田 浩平

## 1 緒言

浮遊粒子状物質は固定発生源における燃焼や生産過程により発生するもの、自動車等移動発生源により発生するもの、土砂の舞い上がり、花粉等自然現象に起因するものなどが考えられるが、高知市丸の内地域における汚染について目安をつけるために以下の調査解析を行った。

測定地点及び主要工場地域は図-1に示すとおりである。

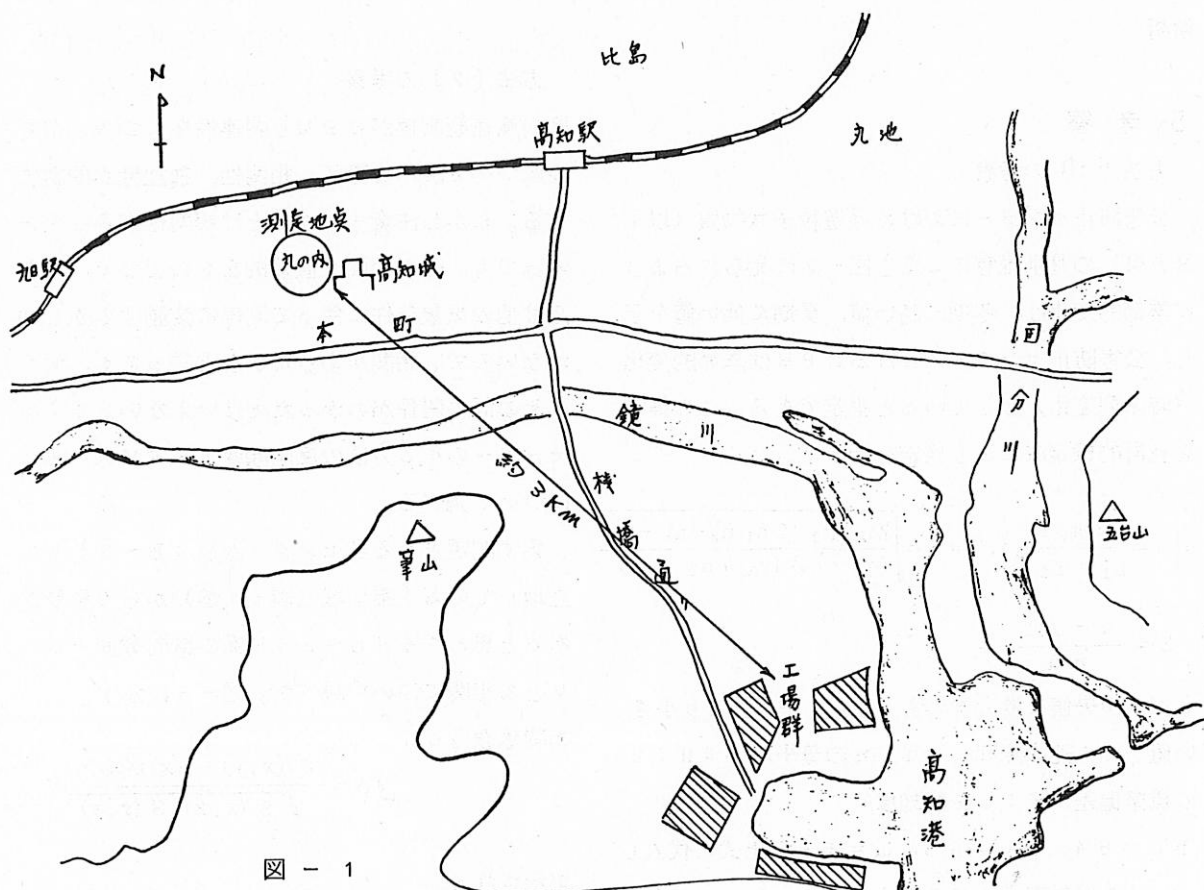


図 - 1

## 2 装置

愛知時計電氣製 Hi-Vol エア-サンプラー  
直示天秤  
東洋紙 GB100R

## 3 測定

環境庁により定める方法により測定  
昭和49年1月から12月まで一年間、公害防止  
センター屋上で測定を行った。

## 4 解析方法

方法〔1〕 昭和49年1月～12月までの月平均値による月別推移

方法〔2〕 風向風速との関連

方法〔3〕 一年間のデータの統計的処理及び解析

## 5 考察

方法〔1〕の考察

公害防止センターにおける浮遊粒子状物質（以下SPM）の月別推移によると図-2に見られるように季節的变化は、冬期に高い値、夏期に低い値を示し、公害防止センターにおけるSPMは季節的变化（時系列変化）をしていると推定できる。この推定を統計的検定法により検定を行った。

$$\mu_u = \frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} + 1, \quad \sigma_u = \sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)(n_1 + n_2 - 1)}}$$

$$Z = \frac{u - \mu_u}{\sigma_u}$$

$n_1$  : 中央値より大きい値  $n_2$  : 中央値より小さい値  
 $u$  : 連の総和  $\mu_u$  :  $u$ の母平均  $\sigma_u$  :  $u$ の標準偏差  $Z$  : 5%棄却域

$n_1 = 84$ ,  $n_2 = 85$ ,  $u = 53$ を上式に代入し  
 $u = 53$ に対応する $Z$ の値は、 $Z = -5.015$   
この検定での棄却域は $Z < -1.64$ を満足しない  
 $Z$ 値から成るから、連による検定では、この標本は

時系列である。上記の検定により季節的变化をしているといえる。

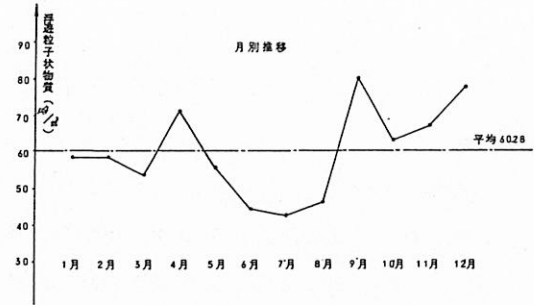


図-2

方法〔2〕の考察

風向風速観測値がSPMと関連性をもつ等、関連性について調べる際に、相関性、独立性が問題になる。しかし注意すべきことは相関性があったとしても、その相関は直接的なものでなく、たとえば他の気象条件に伴って同様に変動するかも知れないので、相関があったからと言っても、すぐにその間の関係がわかったとはいえない。まず当センターの16方位の風向頻度とSPMとの関連について調べる。

まず問題となる当センターからSE～SSEに立地している工業地域（図-1参）からの影響があると思われるSE～SSE風の風向頻度とSPMとの相関について調べた。図-3に示す。

相関係数 $\gamma_0$ は

$$\gamma_0 = \frac{S(x, y) - S(x)S(y)/n}{\sqrt{S(x, x)S(y, y)}}$$

で示される。

$y$ にSPM,  $x$ に風向頻度,  $n$ に12を上式に代入し $\gamma_0$ を求めると $\gamma_0 = -0.4838$ となり

$\gamma(12-2, 0.05) = 0.5760$ であるから、 $|\gamma_0| < \gamma$ となり両者には相関があるとは言えない。これは工業地域が当センターから3 km程度離れており、ガスの場合と異なりSPMはガスより密度が大きく拡散が少ないためと思われる。同様に他の方位について調べると当センターにおいて最高頻度のW風の風向頻度、そしてWSW風の風向頻度に相関が見られた。それぞれ相関係数は $\gamma_w = 0.7274$ 、 $\gamma_{ws} = 0.6056$ である。風向頻度とSPMの関連は、図-4、図-5に示す。

これは当センターのSW~Wの方向に当センターより高い高知城跡公園があり(図-1参)土砂の舞い上り、花粉等自然現象に起因するものと思われる。16方位の風向頻度とSPMとの相関係数を図-6に示す。

同様に16方位の平均風速とSPMとの関連について調べたが、相関はみられなかった。

以上述べたように、SPMと風向、風速との2者の関連性について、調べたが実際には、SPMに影響を与える因子としては、多くのものが考えられる。この場合、問題としている一つの因子以外が大体ランダムに影響していると考えられる場合には、これらを誤差として単回帰分析をすることもできる。しかし他の要因の影響が大きい場合には重回帰分析を行うとよい。

SPM、風向頻度、風速についてSPMと風向頻度において、最も相関があるW風における重回帰分析を行った。

一般に $y = ax_1 + bx_2 + C$ の関係があるとして〔 $y$ : SPM,  $x_1$ : 風向頻度,  $x_2$ : 風速〕  
 $a, b, c$ を求めると $a = 2.82$ ,  $b = -8.68$ ,  $c = 16.95$ となる。つぎに、回帰係数に意味があるかどうかを統計的に検定を行なうことが必要である。 $a, b$ について有意性検定を行うと、 $t_1 = 3.2494$ ,  $t_2 = -0.4680$ となり $t(12-$

$3, 0.05) = 2.262$ であるので $|t_1| > t$ ,  $|t_2| < t$ となり、風向は関連があるが、風速は関連性があるとはいえない。WSW風についても同様に検定を行ったが、結果はW風の場合と同じであった。

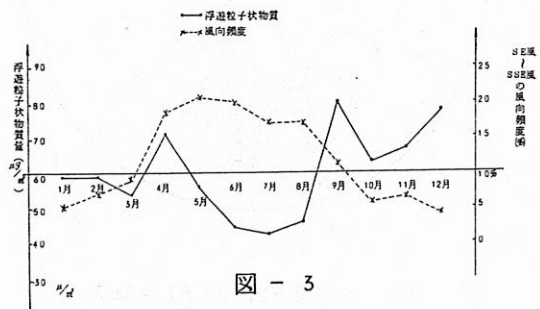


図-3

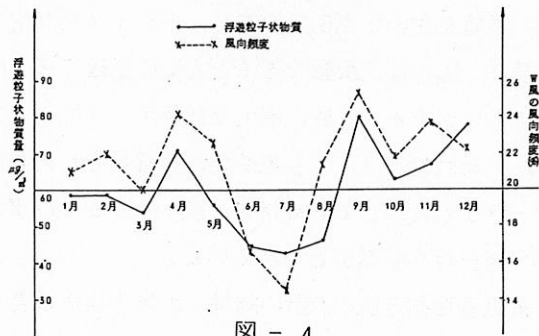


図-4

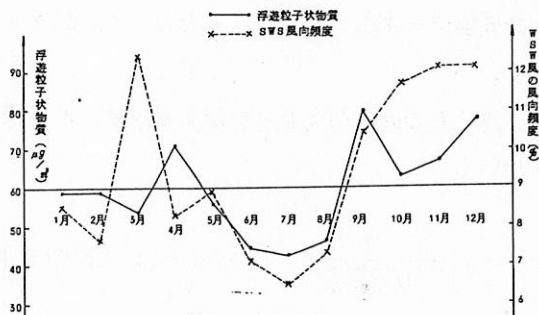
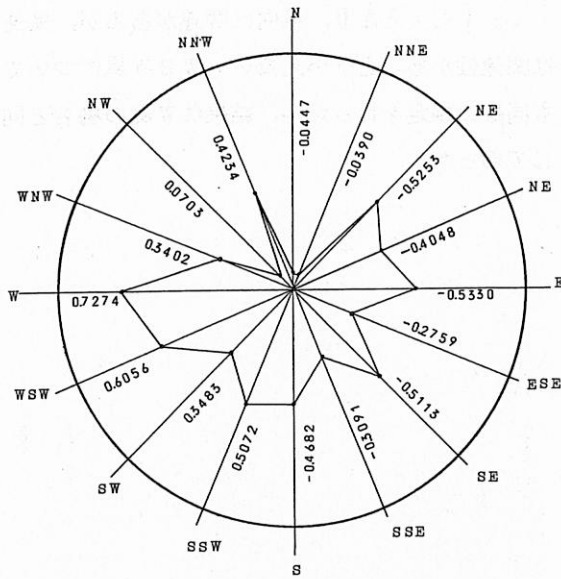


図-5

16方位の相関係数



$$r(12-2, 0.05) = 0.5760$$

$$r(12-2, 0.10) = 0.4973$$

図-6

方法〔3〕の考察

膨大な数値データからある事象の分析を行う場合、収集数値を生のまま直接吟味し、分析に必要な情報を読みとるのは、煩雑であるとともに正確さに欠けるきらいがある。一般に膨大な数値データに対しては、「統計処理」により集約化、明確化された数値データをもとにして必要情報の読みとりおよび事象の分析を行う手順がとられている。

最近各種測定値の統計の結果、大気汚染物の濃度が対数正規分布であらわされることがわかってきた。当センターにおけるS49年のSPMが正規分布あるいは対数正規分布するか検定を行った。生データ、対数変換データのヒストグラムを図-7、図-8に示す。

正規分布の適合の度合を検定する場合、 $\chi^2$  検定を用いる。

$$F_i = N \int \frac{C_i}{C_i - 1} \frac{1}{\sqrt{2\pi S}} \text{EXP}\left\{-\frac{(x - \bar{x})^2}{2S^2}\right\} dx$$

$F_i$ : 期待度数,  $f_i$ : 観察度数,  $N$ : 観察総度数

$\bar{x}$ : 標本平均,  $S^2$ : 標本分散

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i} \text{ を求める。}$$

まず生データの正規分布の適合の検定を行う。

( $N = 171$ ,  $\bar{x} = 59.40$ ,  $s = 20.22$ )

$\chi_0^2 = 273.95$  であり,  $\chi_{0.05}^2 = (11 - 3, 0.05) = 15.507$  であるから,  $\chi_0^2 > \chi_{0.05}^2$  となり正規分布しない。図-7で明らかである。次に対数変換データについて正規分布の適合の検定を行う。

( $N = 171$ ,  $\bar{x} = 4.05$ ,  $s = 0.3432$ )

$\chi_0^2 = 9.093$  となり  $\chi_{0.05}^2 = 15.507$  であるから,  $\chi_0^2 < \chi_{0.05}^2$  となり  $N(4.05, 0.3432)$  の対数正規分布をする。

将来、当センターのS49年度の評価あるいは比較検討を行う場合、月平均、年平均、標準偏差の比較検討では、正しい評価はできないと思われる。そこでS49年度のデータを評価できるように処理しなければならない。そうして初めて、将来のデータと比較検討ができる。

評価の仕方として、SPMが、人為的、自然的環境において、管理状態におかれていると解釈し、月別における、 $\bar{x} - R$  管理図を作成しデータ処理を試みた。 $\bar{x} - R$  管理図を図-9に示す。

将来、その一年間の管理図とS49年度の管理図を比較検討することにより、環境の変化がある程度解るかもしれない。

つぎにSPMの環境基準は日平均  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1時間値  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と定められているが、当センターにおける日平均値  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の観測日数は、7日である。この測定値を不良値とみなし、その不良率の推定を行った。

サンプル不良率  $\rho = 7/171 = 0.04094$  となり母不良率  $P$  の確率95%の信頼限界は

$$\rho - 1.96 \sqrt{\frac{\rho(1-\rho)}{N}} \leq P \leq \rho + 1.96 \sqrt{\frac{\rho(1-\rho)}{N}}$$

となる。

上式に  $\rho = 0.0409$ ,  $N = 171$  を代入して  $P$  を求めると,  $0.01124 \leq P \leq 0.07063$  となり, すなわち年365日測定を行なったとすれば, 環境基準値をオーバーする日数は95%の信頼限界で4日~26日と推定できる。

注.

管理図を作成する場合, サンプルが正規分布することが前提になっているので, データを対数変換を行い, 作図を行なった。

## 6 おわりに

本稿は1ケ年間のデータを解析したものであり測定地点も1ケ所であり, 今後, 十分に高知市内の汚染を把握できるように測定点をふやすようにしたい。また経年的な変化がみられるように長期間にわたり計画された調査が必要である。

さらに大気中の重金属等についても調査が必要である。SPM, SOx, NOx, O<sub>3</sub>, CO, 風向風速等, 大気汚染に関係がある要素について多変量解析等を行い, 同時に固定発生源の影響についても十分に把握したい。

## 参考文献

- 環境汚染分析法 I 大喜多敏一・箕河原徳夫  
 初等統計学 P・Gホーエル  
 統計的方法 石川馨・藤森利美・久米均  
 大気汚染調査報告書 高知県生活環境部公害課

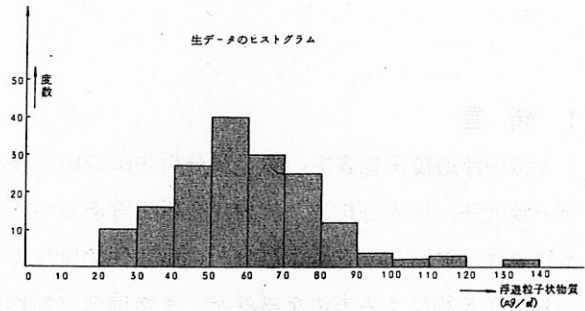


図 - 7

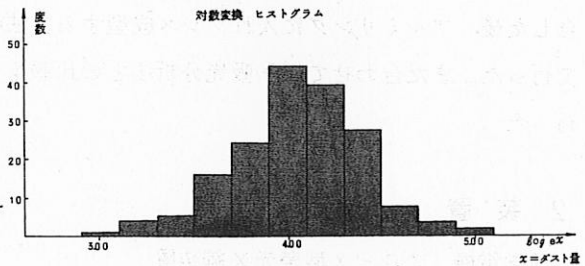


図 - 8

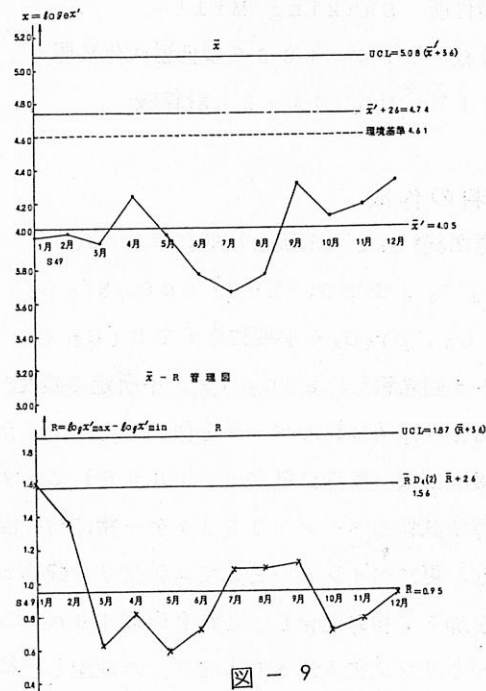


図 - 9