

新大宮バイパス戸田沿道局における浮遊粉じん調査

Measurement of Suspended Particulates Alongside of Route 17 Roadway at the Toda Motor Vehicle exhaust Monitoring Station.

大気科 小川 和雄 石井 達三

要 旨

昭和58年5月から昭和59年4月まで、毎月5日間、新大宮バイパス戸田沿道局で浮遊粉じん調査を行った。その結果、(1)浮遊粉じんの粒径分布は二山型を呈し、1~4月は粗大粒子、7~8月は微小粒子のピークが高かった。(2)重量中位径は $1.3\mu\text{m}$ から $4.8\mu\text{m}$ まで変化し、風速とは正の、湿度とは負の相関関係を示した。(3) β 線吸収式粉じん計及びローポリウムサンプラーの測定値の対応関係は良好であったが、前者がやや低めの傾向を示した。

1 はじめに

浮遊粉じんは、他の多くの大気汚染質に比べて濃度レベルが高く、かつ普遍的に存在しているが、特に道路周辺における汚染は著しく、変異原物質の存在等、質的な危険性も指摘されている。このような道路周辺での浮遊粉じん調査は、近年、数多くなされるようになり、重金属をはじめとする各種有害物質の汚染レベルも、かなり明らかにされてきている^{1)~8)}。

本稿では、浮遊粉じんの発生源、生成機構を知るうえで不可欠の情報となる、粒径分布の季節変化等について、昭和58年度一年間の戸田沿道局上での調査結果を報告し、今後の化学成分調査を含めた汚染機構解明の基礎資料とするものである。

また、昭和57年度に、戸田沿道局に β 線吸収式粉じん計が導入されたことから、その測定結果についても若干検討したので、あわせて報告する。

2 調査方法

国道17号新大宮バイパス沿いにある、戸田市役所美笹支所内に設置された戸田沿道局コンテナ上に、アンダーセンサンプラー、ローポリウムサンプラー及びハイポリウムサンプラーを設置し、昭和58年5月から昭和59年4月まで、毎月5日間を基本に、表1の方法で石英繊維ろ紙上に浮遊粉じんを採取した。ろ紙は恒量後秤量して浮遊粉じん濃度を算出した。また、沿道局コンテナ内に既設の、 β 線吸収式粉じん計の1時間測

定値を、浮遊粉じん採取時間にあわせて平均化し、コンテナ上に設置した粉じん計の測定値と比較検討を行った。

表1 浮遊粉じん測定方法

機 種	吸引流量	吸引時間	採取口高
ローポリウムサンプラー (FKS)	20 ℓ /min	96hr	2.8m
ハイポリウムサンプラー (121A)	1.6 m^3 /min	24hr 4回	3.4m
アンダーセンサンプラー (AN-200)	28.3 ℓ /min	96hr	3.2m
β 線吸収式粉じん計 (A社製)	17 ℓ /min	連続	1.5m

3 調査結果及び考察

3・1 アンダーセンサンプラーによる粒径分布の季節変化

調査期間中、毎月5日間ずつアンダーセンサンプラーで粒径別に浮遊粉じん濃度を測定した結果を図1に示す。同サンプラーで測定された、9月(別調査のため欠測)を除く1年間の浮遊粉じん濃度は $102\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、年平均値は $129\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

浮遊粉じんの粒径分布は、季節によってそれぞれ異なるパターンをみせたが、基本的には、 $2\mu\text{m}$ 付近を谷とし、 $0.85\mu\text{m}$ 付近及び $3.9\sim 5.7\mu\text{m}$ 付近をピークとする二山型のパターンを示した。アンダーセンサンプラーの5段目($2.1\mu\text{m}$)を境として粗大粒子と微小粒子に分割すると、1月から4月までは粗大粒子のピークが微

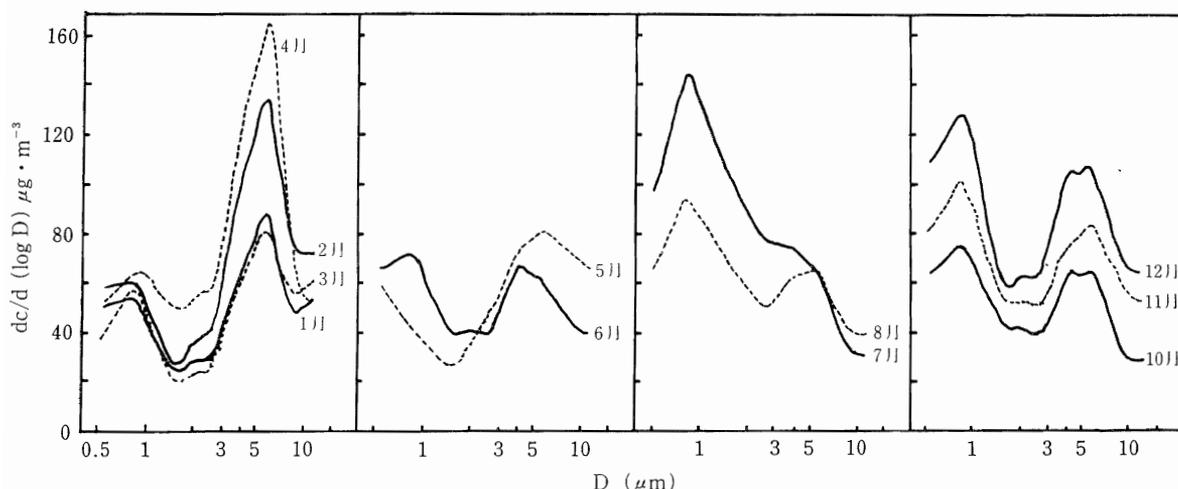


図1 粒度分布の季節変化

小粒子のピークを上回っており、特に2月と4月はその傾向が著しかった。6月は二つのピークがほぼつりあい、7月、8月は逆に微小粒子のピークが高まって、粗大粒子のピークは小さくなった。10月から12月にかけては、粗大粒子のピークが高まり、微小粒子のピークが低下したが、全体としてはやや微小粒子のピークがまさる傾向を示した。

浮遊粉じんの粒径分布を対数正規分布と仮定し、対数確率紙上にプロットした累積頻度曲線から求めた重量中位径(MMAD)と、風速、湿度の季節変化を図2に示す。

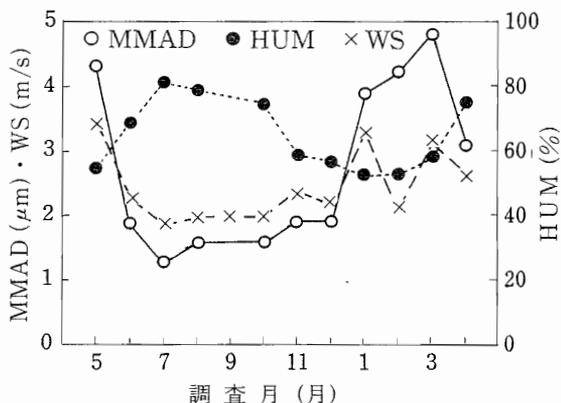


図2 MMAD, HUM, WSの季節変化

重量中位径の年平均値は $2.8\mu\text{m}$ で比較的大きかった。^{9,10)} 6月から12月にかけての重量中位径は $1.3\mu\text{m}$ から $1.9\mu\text{m}$ とやや小さめであったが、1月から5月にかけては

$3.1\mu\text{m}$ 以上、最高 $4.8\mu\text{m}$ に達した。この重量中位径の変化と湿度及び風速の変化の間には、一見して関連性が推察される(図2)。すなわち、湿度との関係では、重量中位径の小さかった6月から12月の間は比較的高湿度で、重量中位径の大きかった1月から5月はやや低湿度という、負の相関関係がみられた。しかし、高湿度であった6月から10月の調査期間中は降雨時間が長かったことから、湿度そのものの影響とするよりは、降雨の洗浄効果による粗大粒子の減少と解釈すべきであろう。

風速は重量中位径とほぼ同一の変動パターンをみせており、図3に示した両者の相関関係は、風が強いほ

$$y = 1.79x - 1.7 \quad \gamma = 0.77^{**} \quad (n = 11)$$

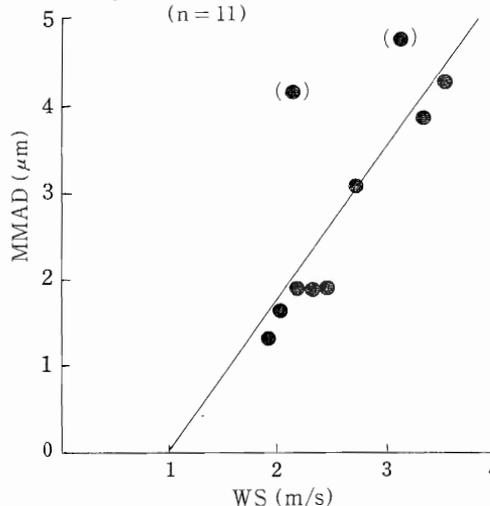


図3 MMADとWSの相関

ど重量中位径が大きくなることを示し、風による土壌の舞い上りに起因するものと考えられる。図中、2月と3月(()内)が回帰直線から大きくはずれているが、2月は降雪後、路面にたい積した土壌の舞い上りの影響、3月は平均風速こそ高くはないが、日平均風速5.3 m/sの春一番の影響を受けたものと考えられ、これを除くと両者の相関関係は一層高まった($\gamma = 0.99, n = 9$)。

以上の結果をもとに、粒径分布の季節変化の特徴について推察すると、7月から8月の微小粒子のピークは、二次生成物質の生成と弱風傾向や降雨による粗大粒子の減少、10月から12月の微小粒子のピークは、大気安定化による広域汚染の影響、1月から4月の粗大粒子のピークは、季節風や春一番等、風による路面土壌の舞い上りの影響と考えることができよう。

3・2 β 線吸収式粉じん計の測定結果に与える粒径分布、気象要因の影響

昭和57年度に β 線吸収式粉じん計が初めて県内に導入されたので、他種粉じん計との比較、及び気象要因の影響等について若干の検討を行った。

図4に、 β 線吸収式粉じん計(図中 β 線と記す)及び

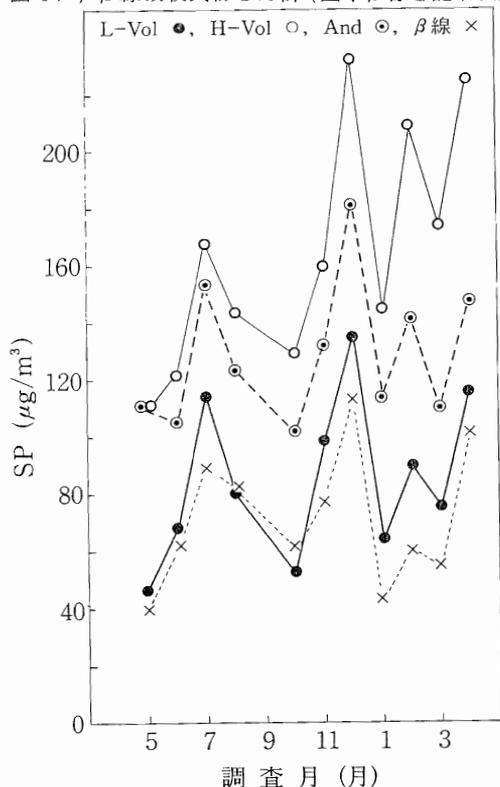


図4 機種別浮遊粉じん測定結果

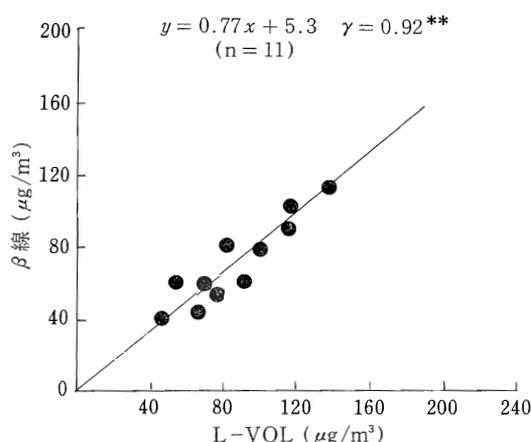


図5 β 線吸収式粉じん計及びローボリュームサンプラーの測定値の相関

ハイボリュームサンプラー、ローボリュームサンプラー、アンダーセンサンプラー(図中、H-Vol, L-Vol, Andと記す)による季節別浮遊粉じん測定結果を示す。

基準法であるローボリュームサンプラーの測定値の年平均値を100とすると、ハイボリュームサンプラーの測定値は、約2倍の192、アンダーセンサンプラーは150であったが、粒径 $11\mu\text{m}$ 以下の粒子では127であった。 β 線吸収式粉じん計は、表1に示したとおり、採取口の高さが1.5mと他の粉じん計より低いため、単純に比較はできないが、83と最も低かった。 β 線吸収式粉じん計と、基準法であるローボリュームサンプラーの測定値の回帰式は、前者を y 、後者を x とすると $y = 0.77x + 5.3$ 、 $\gamma = 0.92$ で、 β 線吸収式粉じん計の測定値は、ローボリュームサンプラーの測定値に比べてやや低めであったが、両法の対応関係は直線性を有し、比較的良好であった。

これまで浮遊粒子状物質の常時監視に主に用いられていた光散乱法による相対濃度を、重量濃度に補正するためF値(質量濃度変換係数)がローボリュームサンプラーによって求められているが、これにならって、 β 線吸収式粉じん計等の測定結果から、仮りに「Ft値」を求め、季節別に表わすと図6のとおりである。

8月と10月を除き、 β 線吸収式粉じん計はローボリュームサンプラーに比べ測定値が低い「Ft値」が高く、特に1月から3月は1.36から1.49に達した。この時期は、粗大粒子の濃度が高く、微小粒子の濃度が低いことから(図1)、「Ft値」が浮遊粉じんの粒径に影響されている可能性も考えられるため、アンダーセンサンプ

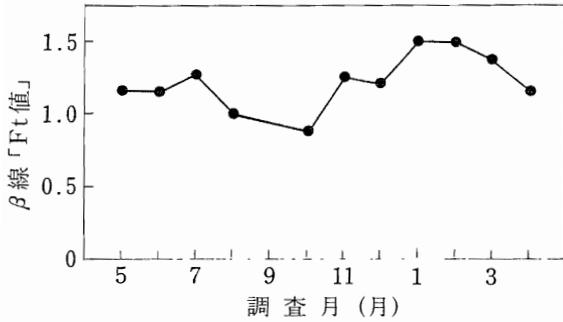


図6 β線吸収式粉じん計「Ft値」の季節変化

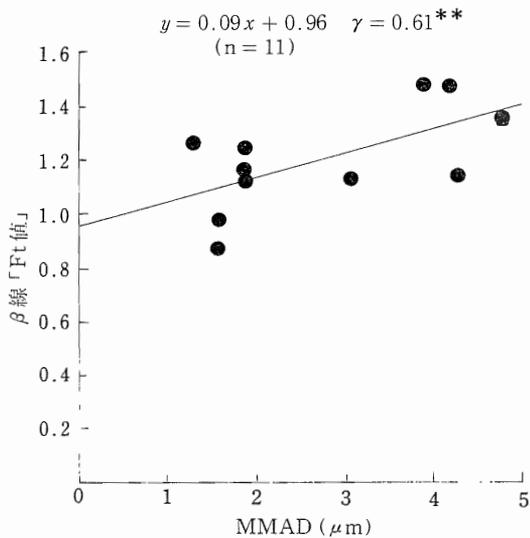


図7 β線吸収式粉じん計の「Ft値」とアンダーセンサンプラーによるMMADの相関

ラーによる重量中位径との関係を調べたところ、図7のとおり統計的には有意な結果となった。

また、粒径 $2.1\mu\text{m}$ 以下、 $2.1\mu\text{m}$ 以上、及び $11\mu\text{m}$ 以上の浮遊粉じん量との相関をみると、それぞれ相関係数が、 -0.20 、 0.53 、 0.68 となり、かさねて粗大粒子が多いほど、「Ft値」が大きくなるという傾向が示された。

風速、道路横断風頻度、湿度等の気象要因との関係の中では湿度との間に相関がみられ(図8)、湿度が高いほど「Ft値」が低く、1に近づく傾向を示した。しかし、3・1で述べたように粒径と湿度の間には相関関係があり、平均湿度約60%を超えると、すなわち、本調査では降雨が多いと粗大粒子がかなり低下する傾向にあることから、見かけ上、湿度と「Ft値」の相関となって現われた可能性も考えられる。

以上の結果は、β線吸収式粉じん計が粒子径の大き

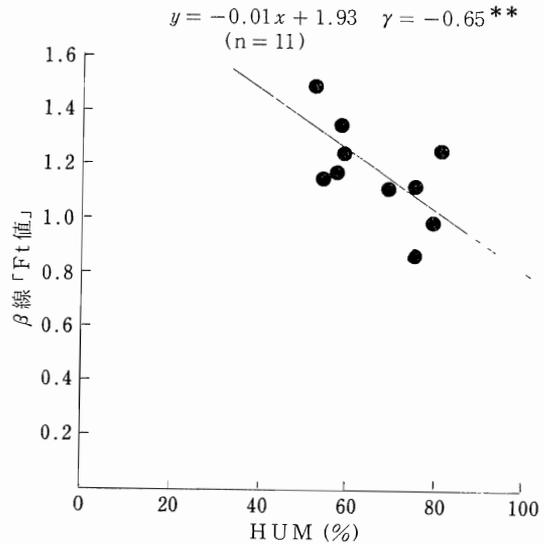


図8 β線吸収式粉じん計の「Ft値」と湿度との相関

さ、特に粗大粒子によって影響される可能性と、光散乱型のように湿度に影響される可能性を示唆するものと考えられるが、今後、これらがβ線吸収式粉じん計に共通の現象であるのか、そうだとすれば、どのようなメカニズムに起因するのか等、その原因を明らかにしていく必要がある。

4 まとめ

昭和58年5月から59年4月まで、毎月5日間、新大宮バイパス沿いの戸田沿道局コンテナ上で、浮遊粉じんの粒径分布調査を実施するとともに、既設のβ線吸収式粉じん計の測定結果について若干の検討を行った。

- (1) アンダーセンサンプラーで測定した年間の浮遊粉じん濃度は $102\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、年平均値は $129\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。
- (2) 浮遊粉じんの粒径分布は二山型を呈し、1月から4月までは粗大粒子、7月から8月は微小粒子のピークが高かった。
- (3) 浮遊粉じんの重量中位径は、季節により $1.3\mu\text{m}$ から $4.8\mu\text{m}$ まで変化し、年平均値は $2.8\mu\text{m}$ であった。
- (4) 重量中位径と風速とは正の、湿度とは負の相関関係がみられたが、後者は降雨による粗大粒子の洗浄効果の反映と考えられる。
- (5) β線吸収式粉じん計の測定結果は、ローボリウムサンプラーの測定結果に比べ、やや低い傾向にあったが、両法の対応関係は直線性を有し、良好であつた。

た。

- (6) β 線吸収式粉じん計の「Ft値」は、アンダーセンサーによる重量中位径と相関がみられるため、今後、粒子依存性の有無について、設置環境を含めた調査が必要である。

文 献

- 1) 広野富雄他：自動車専用トンネル、交差点および走行自動車内空気のベンゾ(a)ピレンおよび重金属について、大気汚染研究, 12 (4) (1977)
- 2) 山田豊他：道路近傍における浮遊粉じん金属の挙動 (I~II), 京都府衛生公害研究所年報 23~24 (1978~1979)
- 3) 新井久雄他：自動車排出ガスによる道路周辺での大気汚染に関する研究 (第5報), 横浜市公害研究所報 6 (1981)
- 4) 新井久雄他：同誌 (第7報), (1982)
- 5) 福岡三郎：自動車からの粒子状物質の排出実態, 産業公害, 17 (4) (1981)
- 6) 小川和雄他：道路周辺における浮遊粉じん汚染について (第1報), 埼玉県公害センター年報 [9] (1982)
- 7) 小川和雄他：同誌 (第2報), [10] (1983)
- 8) 西村哲治他：東京都の土砂中の変異原性とBaP含量, 大気汚染研究, 19 (3) (1984)
- 9) 小山恒人：神奈川県における大気中浮遊粉じんについて, 全国公害研究会誌, 5 (2) (1980)
- 10) 田中茂他：都市大気中における粒子状物質, 塩化物, 硝酸塩, 硫酸塩の大気濃度および粒度分布の季節変動, 大気汚染研究, 19 (2) (1984)