

# 粉じん発生源寄与に関する調査

伊瀬 洋昭 渡辺 武春 小野塚 春吉  
舟島 正直 朝来野 国彦

## 1 はじめに

土砂の堆積場や生コン工場などから飛散する粉じんは、風によって発じんするほか、敷地内外の路面堆積物がトラックなどの走行に伴って巻き上げられて発生するなど発生機序は複雑であり、湿度条件に大きく左右されることから、定量的な影響予測は難しいとされている。しかし、堆積場や工場の立地条件によっては、周辺住宅地へ飛散する粉じんのため「粉じん公害」として苦情が出されることが少なく、行政が対応を迫られるケースが多い。

今回、われわれはこのような実態を把握する試みとして、砂れき堆積場や生コン工場が国道沿いに立地する地域を選定し、周辺環境の粉じん濃度、降下ばいじん量への発生源の寄与を炭素(C)、アルミニウム(Al)、カルシウム(Ca)などの指標元素を用いて検討を加えた。なお、堆積場からの飛散については、微粉炭堆積場や砕石工場での実測例<sup>1,2)</sup>炭酸カルシウムなどの指標物質を用いたモデル拡散実験<sup>3)</sup>などがすでに試みられているが、今回は、複合発生源寄与推定のための実態の把握に主眼を置いた。

## 2 調査

### (1) 調査日時及び地点

調査は1982年12月17日から24日にかけて、東京都郊外のH町及びT町で実施した。調査対象地域は南北に貫く幹線国道をはさんで生コン工場が2つ、西側に選石工場及び砂れき堆積場が位置し、堆積場の北側に接してB中学校、生コン工場の東側にF団地が存在する。(表1)(図1)

### (2) 測定機器及び配置

図1に示すように、ハイボリュームエアサンプラー(Hi-

Vol)、降下ばいじん計、β線ダスト計、ローボリュームアンダーセンエアサンプラー(Low-Vol アンダーセン)

表1 調査地点及び調査項目

| 調査地点         | Hi-Vol | 降下ばいじん | その他                |
|--------------|--------|--------|--------------------|
| 1 A小学校屋上     | ○      | ○      | β線ダスト計(屋上)         |
| 2 B中学校屋上     | ○      | —      | C社堆積場隣接            |
| 3 C社事務所棟     | ○      | ○      | ダンプ車出入り多し<br>国道に隣接 |
| 4 C社砕石工場南境界  | —      | ○      |                    |
| 5 D社生コン工場南境界 | ○      | ○      |                    |
| 6 E社生コン工場西境界 | ○      | ○      | 国道に隣接              |
| 7 E社生コン工場東境界 | ○      | ○      |                    |
| 8 F団地 西棟屋上   | —      | ○      | β線ダスト計(3階)         |
| 9 F団地 西側地上   | ○      | —      |                    |
| 10 F団地 北棟屋上  | ○*     | ○      | Low-Volアンダーセンサンプラー |
| 11 F団地 東側    | ○      | ○      |                    |

(注) \* 風向別制御器を用いて風向毎にHi-Vol 捕集。

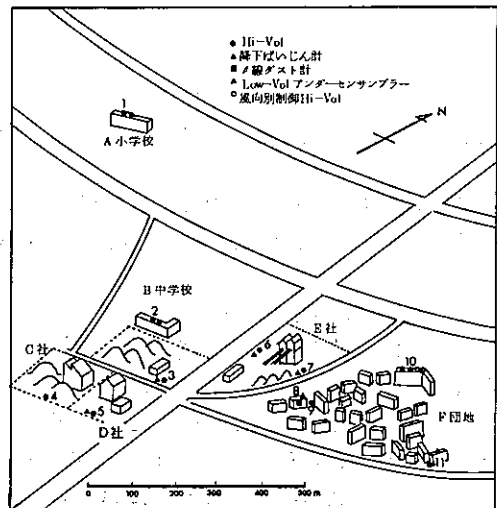


図1 調査対象地域及び測定点

などを配置した。浮遊粉じんの測定はHi-Volを用いて9カ所で行い、そのうち地点10(F団地北棟屋上)では、風向別制御器(WDP-100)を用いて、4方位及び静穏時に粉じん試料を採取した。浮遊粒子状物質の測定は、β線ダスト計(BTG-102)を地点8(F団地西棟3階)及び北西にやや離れた地点1(A小学校屋上)に設置し、1時間値を連続して求めた。降下ばいじんは、簡易降下ばいじん計を9カ所に配置し、翌年2月下旬までの間の降下物を捕集した。浮遊粉じんの粒径分布は、地点10でLow-Volアンダーセンを用いて捕集し求めた。

堆積粉じん試料は、路面に堆積した物質をかき集めて採取し、風乾後175メッシュでふるい、通過したものを試料として用いた。なお、実際に発じんして飛散する粉じんを得るため、10カット用遠心分級器を装着したHi-Volに、発じんチャンパー、プレフィルターを組合せた装置を用いて、堆積粉じん試料を発じんさせながら1000ℓ/分で吸引し、石英繊維ろ紙上に捕集する方法を行

た。

(3) 分析方法

粉じん捕集濾紙は、常法により20℃、湿度50%の条件下で恒量後秤量を行った。Al, Caほか金属成分の定量は、弗酸分解後、原子吸光分析による。また、Hi-Vol試料や堆積粉じんなどの炭素成分の分析は、元素分析計(CHNコーダーMT-II)に前燃焼炉を増設し、350℃、5分間の加熱によってCO<sub>2</sub>となる揮発・分解性炭素を、850℃5分間の加熱で元素炭素を定量し、それぞれをC<sub>v</sub>, C<sub>E</sub>とした。

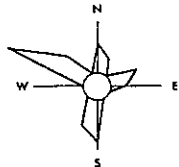
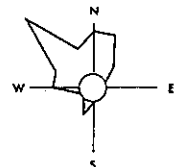
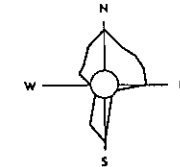
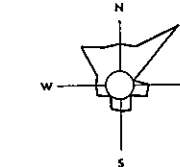
3 結果と考察

(1) 調査期間中の諸条件

調査期間中の天候、湿度、平均風速及び風配図を表2に示す。北ないし西の風が優勢で、22日に降雨がみられたほかは、路面は乾燥状態にあった。

幹線国道の交通量は、21日、22日の両日測定した結

表2 調査期間中の気象

| 項目 \ 期間 | 12月20日<br>~ 21日   | 21日~ 22日  | 22日~ 23日  | 23日~ 24日  |
|---------|---|---|---|---|
| 天 候     | 晴   | 曇のち雨  | 雨のち曇  | 晴   |
| 湿 度     | 6.8%  | 7.4%  | 8.9%  | 5.6%  |
| 平均風速    | 0.81 m/秒  | 1.70 m/秒  | 1.42 m/秒  | 1.61 m/秒  |
| 風配図     |  |  |  |  |
| Calm(%) | 20.8  | 16.7  | 16.7  | 8.3   |

果昼間時間帯(11時~15時)の交通量1540台/時で、普通貨物車以上の大型車の混入率は43.5%と高率であった。

(2) 浮遊粒子状物質及び浮遊粉じん濃度

各地点における浮遊粉じん濃度を表3に、浮遊粒子状物質及び浮遊粉じん濃度の経時変化を図2に示す。浮遊粉じんの平均濃度は、発生源から離れた地点1及び地点11で150μg/m<sup>3</sup>以下であるのに対し、国道沿いの地点6が最も高く、地点3と地点5がこれについて高い値を示している。なかでも地点6では、23日から24日にか

表3 浮遊粉じん濃度及び降下ばいじん量

| 地点 | 浮遊粉じん濃度 (μg/m <sup>3</sup> ) |       |       |       |     | 降下ばいじん量 (t/ha/月) |     |     |
|----|------------------------------|-------|-------|-------|-----|------------------|-----|-----|
|    | 20-21                        | 21-22 | 22-23 | 23-24 | 平均  | 可溶性              | 不溶性 | 合計  |
| 1  | 167                          | 110   | 166   | 149   | 148 | 1.2              | 3.6 | 4.8 |
| 2  | 175                          | 135   | 152   | 152   | 154 | —                | —   | —   |
| 3  | 376                          | 273   | 188   | 339   | 294 | 4.9              | 9.0 | 9.5 |
| 4  | —                            | —     | —     | —     | —   | 5.6              | 4.3 | 4.9 |
| 5  | 245                          | 273   | 200   | 249   | 242 | 12.1             | 3.1 | 4.3 |
| 6  | 606                          | 547   | 259   | 836   | 562 | 6.2              | 5.3 | 5.9 |
| 7  | 208                          | 197   | 153   | 231   | 197 | 2.3              | 6.2 | 8.5 |
| 8  | —                            | —     | —     | —     | —   | 1.4              | 4.4 | 5.8 |
| 9  | —                            | —     | 176   | 202   | 189 | —                | —   | —   |
| 10 | —                            | —     | —     | —     | —   | 1.2              | 3.6 | 4.8 |
| 11 | —                            | —     | 151   | 145   | 148 | 1.2              | 3.0 | 4.2 |

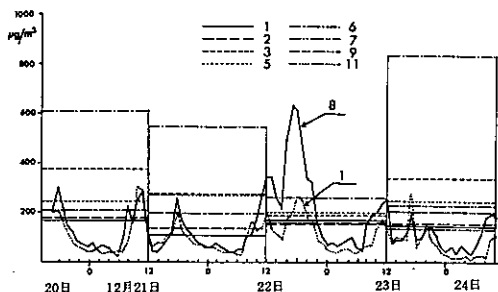


図2 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質濃度の変化

けて地点11の約5.8倍の836 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という高濃度が出現した。この時の平均湿度は56%と最も低かったが、調査期間中の地点間の濃度差は湿度の上昇とともに小さくなる傾向がみられた。

一方、浮遊粒子状物質濃度は、地点8で平均143 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と地点1の平均94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に比べ高くなる傾向であったが、22日の午後5時に地点3で630 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に達した際には、その差は423 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ にも及んだ。静穏時で、かつ降雨により路面堆積物の舞い上がりが押さえられた状況下で、このように局地的な濃度の上昇がみられたことは、自動車排気ガスなどの比較的近傍の煙源の寄与によるものと推察される。この時間帯を含む22日から23日にかけての浮遊粉じん濃度は浮遊粒子状物質の平均濃度にほぼ一致し、10 $\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子が少なかったことを示している。

(3) 浮遊粉じん成分濃度

浮遊粉じん濃度が高かった23日から24日にかけての浮遊粉じんの成分濃度を表4及び図3に示す。元素炭

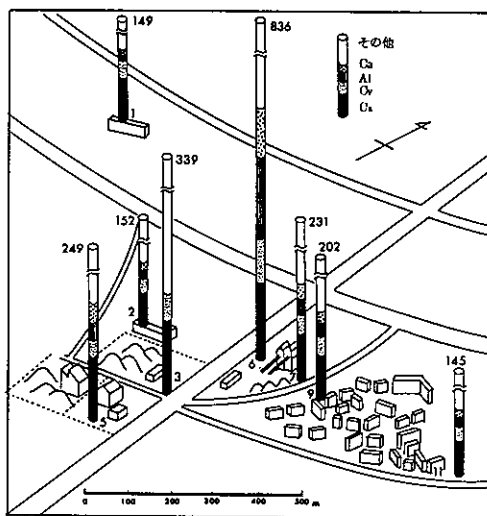


図3 浮遊粉じん組成 単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (12月23日~24日)

素(C<sub>E</sub>)濃度は地点6の44.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を最高に、浮遊粉じん濃度が高い地点ほど高くなる傾向があるが、組成比でみると逆に地点6の5.3%が最低になっている。大型ディーゼル車の排気ガス粉じん中のC<sub>E</sub>組成比についての福岡ら<sup>4)</sup>の報告値19~64%(Na5)を合わせ考えると、国道の沿道付近ではディーゼル排気ガス由来のC<sub>E</sub>成分の濃度が高いものの、それを上回るその他の寄与が大であると考えられる。これらの地点のAlやCaの成分濃度はいずれも高く、組成比が路面堆積物のそれに近い点などから、風や車両の走行に伴う路面堆積物のまきあげの寄与が最も大きいと推察される。

つぎに、21日から24日まで地点10で風向別に採取した浮遊粉じん及び成分濃度を表5及び図4に示す。出現率では西風時が63.8%と高く、静穏時が16.1%、北風時15.2%であった。浮遊粉じん濃度は、静穏時が511 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と飛び抜けて高く、西風時が68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も低かった。静穏時のC<sub>E</sub>濃度は123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と浮遊粉じんの24.1%を占め、C<sub>V</sub>を加えた炭素組成比は33.0%と高率であった。一方、AlやCaの組成比は他風向に比べ低いことが特徴的である。また、工場・堆積場が風上となる西ないし南方向からの風の際には、AlやCaの組成比は増加し、主風向の西風時には、Alが1.75%、Caが1.64%であった。また、出現率は低いが、南風時には、Ca成分が4.71%、Alが2.58%と高い比率を示した。

表4 風向別浮遊粉じん成分濃度

| (地点10 12月21日~24日)                    |         |                 |                |                 |                |                |           |
|--------------------------------------|---------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------|
| 単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ( )内は百分率 |         |                 |                |                 |                |                |           |
| 方位                                   | 浮遊粉じん濃度 | C <sub>a</sub>  | C <sub>v</sub> | C合計             | Al             | Ca             | 備考        |
| N                                    | 115     | 19.8<br>(17.3)  | 8.8<br>(7.7)   | 28.6<br>(25.0)  | 1.03<br>(0.90) | 0.26<br>(0.22) | 出現率 15.2% |
| E                                    | 200     | 13.3<br>(6.7)   | 7.8<br>(3.9)   | 21.1<br>(10.5)  | —              | —              | 1.6%      |
| S                                    | 108     | 14.7<br>(13.6)  | 12.2<br>(11.3) | 26.9<br>(24.9)  | 2.78<br>(2.58) | 5.08<br>(4.71) | 3.4%      |
| W                                    | 68      | 14.1<br>(20.9)  | 4.7<br>(7.0)   | 18.8<br>(27.8)  | 1.19<br>(1.75) | 1.11<br>(1.64) | 63.6%     |
| C                                    | 511     | 123.0<br>(24.1) | 45.6<br>(8.9)  | 168.6<br>(33.0) | 4.49<br>(0.88) | 2.63<br>(0.52) | 16.1%     |

表5 地点別浮遊粉じん成分濃度

(12月23日~24日)  
単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( )内百分率

| 地点 | 浮遊粉じん濃度 | $\text{C}_B$   | $\text{C}_V$  | C合計            | Al            | Ca            |
|----|---------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| 1  | 149     | 24.2<br>(16.3) | 9.7<br>(6.5)  | 34.9<br>(23.5) | 3.6<br>(2.4)  | 2.4<br>(1.6)  |
| 2  | 152     | 18.2<br>(11.9) | 8.0<br>(5.3)  | 26.2<br>(17.2) | 4.9<br>(3.2)  | 4.9<br>(3.2)  |
| 3  | 339     | 40.4<br>(11.9) | 14.3<br>(4.2) | 54.7<br>(16.2) | —             | —             |
| 5  | 249     | 25.7<br>(10.3) | 9.3<br>(3.7)  | 35.0<br>(14.1) | 10.0<br>(4.0) | 11.0<br>(4.4) |
| 6  | 836     | 44.4<br>(5.3)  | 24.2<br>(2.9) | 68.6<br>(8.2)  | 46.5<br>(5.6) | 28.3<br>(3.4) |
| 7  | 231     | 27.6<br>(11.9) | 11.1<br>(4.8) | 38.7<br>(16.7) | 8.7<br>(3.8)  | 8.1<br>(3.5)  |
| 9  | 202     | 25.7<br>(12.8) | 10.3<br>(5.1) | 36.0<br>(17.9) | 7.5<br>(3.7)  | 7.3<br>(3.6)  |
| 11 | 145     | 19.8<br>(13.6) | 8.2<br>(5.6)  | 28.0<br>(19.3) | 5.1<br>(3.5)  | 4.4<br>(3.0)  |

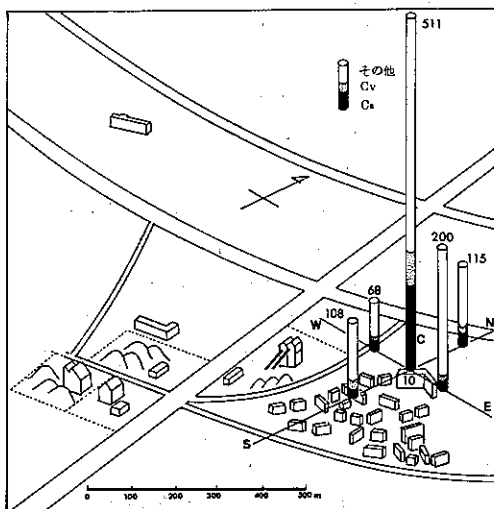


図4 風向別浮遊粉じん組成 単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (12月21日~24日)

なお、地点10における粉じんの粒径分布は、図5にしめすような二山型で2.1  $\mu\text{m}$ 以下の割合は66.1%であった。

(4) 降下ばいじん量及び組成

各地点における降下ばいじん量は表1及び図6に示すように、国道および工場に隣接する地点における降下量が多い点では浮遊粉じんと共通するが、浮遊粉じんに比べて距離による減衰が著しく、周辺地点では同時期の立川における降下ばいじん量4.86  $\text{t}/\text{km}^2$  <sup>5)</sup> とほぼ一致するレベルまで低減している。このことは、降下ばいじん

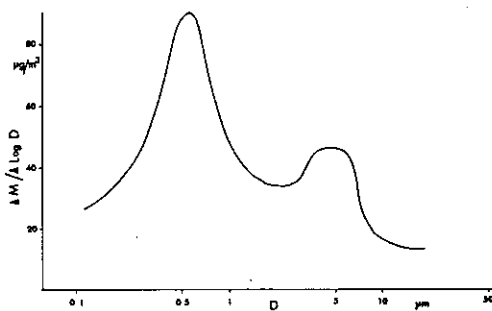


図5 浮遊粒子状物質の粒径分布 (地点10 12月21日~24日)

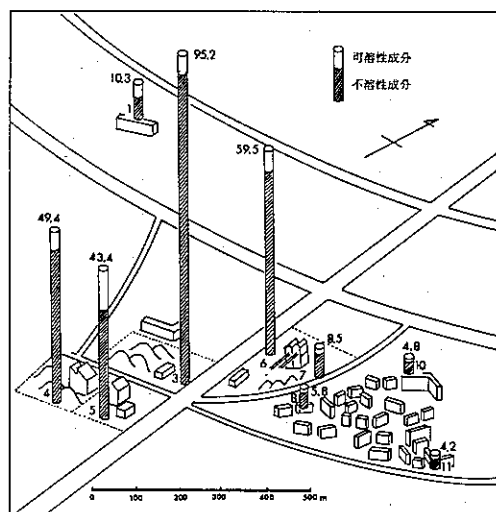


図6 降下ばいじん量 単位  $\text{t}/\text{km}^2/\text{月}$  (昭和57年12月21日~58年2月25日)

が浮遊粉じんに比べ粒子が大きく、沈降速度が速いためと考えられる。

降下ばいじんの成分別降下量は、表6のとおりである。Alは、地点3で6760  $\text{kg}/\text{km}^2/\text{月}$ と最も高く、選石工場・堆積場や国道沿道においていずれも2  $\text{t}/\text{km}^2/\text{月}$ を超える降下量であった。Caは地点5で水溶性Ca成分が多く、組成比29%であった。また、地点7では不溶性Caが3630  $\text{kg}/\text{km}^2/\text{月}$ 、組成比59%と著しく高かった。Pbに関しては、道路からの距離減衰傾向が明確で浮遊粉じん中の  $\text{C}_B$  濃度の傾向と類似している。これらの降下量を同時期の立川 <sup>5)</sup> Pb 1.32  $\text{kg}/\text{km}^2$  と比較すると、団地内では立川とほぼ同一レベルにあることがわかった。

表6 降下ばいじん成分別降下量

| 地点 | 単位 kg/km <sup>2</sup> /月 |      |      |      |      |      |
|----|--------------------------|------|------|------|------|------|
|    | 可溶性                      |      |      | 不溶性  |      |      |
|    | Al                       | Ca   | Pb   | Al   | Ca   | Pb   |
| 1  | 5                        | 470  | 0.16 | 480  | 78   | 3.15 |
| 3  | 1                        | 1950 | 0.03 | 6760 | 2280 | 5.09 |
| 4  | 4                        | 1670 | 0.07 | 3130 | 1540 | 3.24 |
| 5  | 3                        | 3530 | 0.01 | 2470 | 670  | 4.96 |
| 6  | 2                        | 1750 | 0.04 | 3930 | 1170 | 6.00 |
| 7  | 0                        | 410  | 0.07 | 489  | 3630 | 2.08 |
| 8  | 22                       | 410  | 0.56 | 344  | 50   | 1.02 |
| 10 | 21                       | 280  | 0.63 | 278  | 35   | 1.39 |
| 11 | 9                        | 220  | 0.21 | 222  | 35   | 1.13 |

表7 路面堆積物成分

| 地点           | 組成 % (Pbはppm)  |                |      |     |      |      |
|--------------|----------------|----------------|------|-----|------|------|
|              | C <sub>E</sub> | C <sub>V</sub> | C合計  | Al  | Ca   | Pb   |
| 3 175メッシュ    | 0.05           | 0.03           | 0.08 | 3.8 | 20.2 | 20   |
| 10μ以下        | 4.05           | 0.15           | 4.20 | 2.6 | 20.6 | 1670 |
| 7 175メッシュ    | 2.05           | 0.23           | 2.28 | 6.5 | 7.5  | 38   |
| 10μ以下        | 4.61           | 1.14           | 5.75 | 3.3 | 13.0 | 2670 |
| 国道わき 175メッシュ | 1.15           | 0.09           | 1.24 | 6.4 | 2.5  | 71   |
| 10μ以下        | 1.91           | 1.09           | 3.00 | 4.5 | 2.8  | 8410 |

#### (5) 堆積粉じん組成

道路や工場敷地内の路面堆積物の組成は、表7に示すように、175メッシュで処理した堆積物と、発じん後、10μカットし、再捕集した堆積物の組成とでは、かなり異なっていることがわかった。炭素成分やPb成分は微細粒子に多く含まれること、Al成分については微細粒子の組成比が低いこと、Ca成分は工場敷地内堆積物中に大きな割合を占めることなどの特徴がみられる。

今回の調査では浮遊粉じん濃度や降下ばいじん量の実態把握ならびにそれらの組成と路面堆積物の組成などとの関連から、定性的な発生源寄与の推定にとどめたが、局地的な発生源寄与をより明らかにするためには、当該地域の路面堆積物の粒度別組成やバックグラウンド濃度を明らかにするとともに、移動発生源をはじめとする周辺の固定発生源の発生原単位に関する知見を一層深めていくことが必要と思われる。また、気象条件による発生機序の変化についてもあわせて究明することが必要と思われる。

なお、本調査の実施にあたり、東京都多摩環境保全事務所大気保全課の穴沢忠博、森本信孝、今本信之、梶原

久広、小林貞各氏に多大な協力をいただいたことを記し、感謝の意を表す。

## 4 まとめ

(1) 粉じん発生源の周辺環境へ及ぼす影響に関する知見を得ることを目的に、選石工場、砂れき堆積場、生コン工場などが交通量の多い幹線道路沿いに立地する地域を選定し、元素炭素(C<sub>E</sub>)、Al、Caなどを指標にして複合発生源の寄与を推定するための実態調査を行った。

(2) 浮遊粉じん濃度は、低湿度条件下において道路に隣接する敷地境界で最高836μg/m<sup>3</sup>と、対照地点の5.8倍に達する地点があったが、地点間の濃度差は湿度の上昇とともに小さくなる傾向が見られた。C<sub>E</sub>、Al、Caなどの組成から、乾燥時の浮遊粉じんの高濃度は、風や車両の走行に伴う路面堆積物のまきあげの寄与が最も大きいと推察した。一方、静穏、降雨時に浮遊粒子状物質が局地的に高濃度になる現象も確認され、自動車排気ガスなどの比較的近傍の煙塵の寄与と推察した。

(3) 周辺団地屋上で風向別に浮遊粉じんを採取した結果、静穏時に511μg/m<sup>3</sup>、そのうちC<sub>E</sub>が24.1%と高率であった。また、工場・堆積場が風上にきた場合に、AlやCaの組成比がやや高くなる傾向が見られた。

(4) 降下ばいじん量は、道路側の工場敷地境界で2t/km<sup>2</sup>/月を超えたが、距離減衰は浮遊粉じんよりも著しく、団地内では、ほぼ一般環境のレベルにあることがわかった。

(5) 路面堆積物の組成は、粒径によって異なり、C<sub>E</sub>やPbは微細粒子に、Alは粗大粒子に多く含まれ、発生源寄与の推定にあたっては、発じん成分の組成に注目する必要があることがわかった。

## 参考文献

- 1) 岡部義信ら：揚貯炭施設からの炭じん飛散に関する検討、電力中央研究所報告(1982)
- 2) 米国商務省：Source Assessment Crushed Stone, PB-284029, (1978)
- 3) 計測科学研究所：堆積場からの粒子状物質飛散状況実態調査報告書(昭和56年度環境庁委託調査)(1981)

- 4) 福岡三郎ら：ディーゼル車からの粒子状炭素の排出  
実態について，第25回大気汚染学会講演要旨集，  
578 (1984)
- 5) 東京都公害研究所：浮遊粒子状物質等測定データ集，  
132 (1984)