

金子正洋・ 稲沢太志・

(Masahiro kaneko・ Hutosi inazawa・)

建設省土木研究所

Public Works Research Institute, Ministry of Construction.

SYNOPSIS: We study Laser-Lidar observation system of particulate matter. If we use this system, we can observe many points at the same time. First we explain adequate correlation between extinction coefficient and relative concentration of particulate matter, next carried out the field observation in the road side.

1. はじめに

大気汚染防止法第2条第6項に基づき、人の健康または生活環境に係わる被害を生ずるおそれがある自動車排出ガスとして、一酸化炭素、炭化水素、鉛化合物、窒素酸化物、粒子状物質の5物質が規定されている。このうち、粒子状物質の測定は、現状の装置では一台の測定装置による多点測定が困難であり、器差の影響も無視できないために容易に質のよいデータをとることができない。そこで、一台で多点測定が可能であり精度の高いレーザーレーダ(Laser-Lidar)による測定方法の研究を行う。

2. 研究方法(粒子状物質の消散係数と質量濃度の関係)

Mieの散乱理論により、質量濃度Mと消散係数 α の間に比例関係が成り立つためには次の関係があることが求められる。

$$M/\alpha = \int \rho(a) (3/32) \pi a^3 \cdot n(a) da / \left(\int Q_{ext} \cdot n(a) da \right)$$

$$= \text{constant}$$

$\rho(a)$: 粒径別密度 a : 粒径
 $n(a)$: 粒径分布関数
 Q_{ext} : 減衰断面積

ここで、 M/α はレーザー光の波長、粒子の形状、屈折率および粒径の関数となるが、レーザー光の波長は一定であるからここでは、粒子の形状、屈折率、粒径が問題となる。このうち屈折率と粒径分布については、一般の大気について測定した結果があり月別の変化は小さいことがわかっている。

一方、実際の大気中の質量濃度と消散係数の関係を調べるために、既存の質量濃度測定装置(デジタル粉塵計)とレーザーレーダの同時測定を行った。デジタル粉塵計は、レーザーレーダから、250mと400m離れた同一直線上に設置して、その地点の大気中の粒子状物質の測定を行い、レーザーレーダの送信部は、その直線上でデジタル粉塵計のサンプリング高さにレーザー光を送り出すようにセットされた。測定場所の周辺には特に粒子状物質の発生源もなく、大気中の粒子状物質の濃度分布は水平方向には均質であったと考えられる。測定結果をFig-1に示す。結果より、質量濃度と消散係数は、おおよそ比例関係にあると考えられる。つぎに、この比例係数が妥当なものか否かを検討した。検討の方法は、実測値で得られた質量濃度と消散係数の比と理論計算される質量濃度と消散係

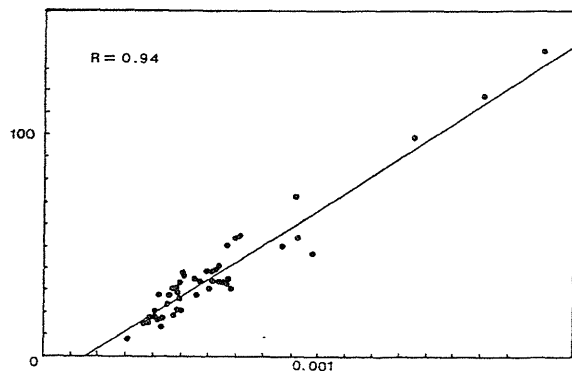


Fig-1 質量濃度と消散係数の関係

数の関係から、粒子の平均的な密度を算出し、既存の実測データと比較することによって行なった。粒径分布および粒子の平均的な屈折率は、一般大気におけるものとして、田中らの値を用い、粒径分布を対数正規分布（平均=0.138 μm 、標準偏差=2.56）とし、屈折率として、 $m_r=1.50$ 、 $m_i=0.02$ を採用した。算出された密度は、 $\rho=0.13$ (g/cm^3)であり、一般の大気中の浮遊粒子状物質の見かけの密度は、 $\rho=0.1\sim 1.0$ (g/cm^3)であるから、実測した値は、この範囲に含まれている。

3. 実測結果

これまでの研究成果を用いた大型ディーゼル車の排気粒子の測定例を紹介する。

レーザレーダから140m離れた場所に設置した大型ディーゼル車の排気粒子の測定を行なった。実験は、ほぼ弱風時に行なったので、粒子の発生源近傍に消散係数のピークがきていれば、測定が正しく行なわれていることが確認されるが、Fig-2に示すように予想通りの結果が得られている。また、レーザレーダから約300m離れた河川橋梁部の一般国道近傍で粒子状物質の測定を行なった結果をFig-3に示す。この図のように消散係数の距離減衰は道路の手前側は大きく、道路の向こう側では手前に比べて小さくなっているのは、測定時の風向が、レーザレーダから道路方向にあったからであると考えられる。

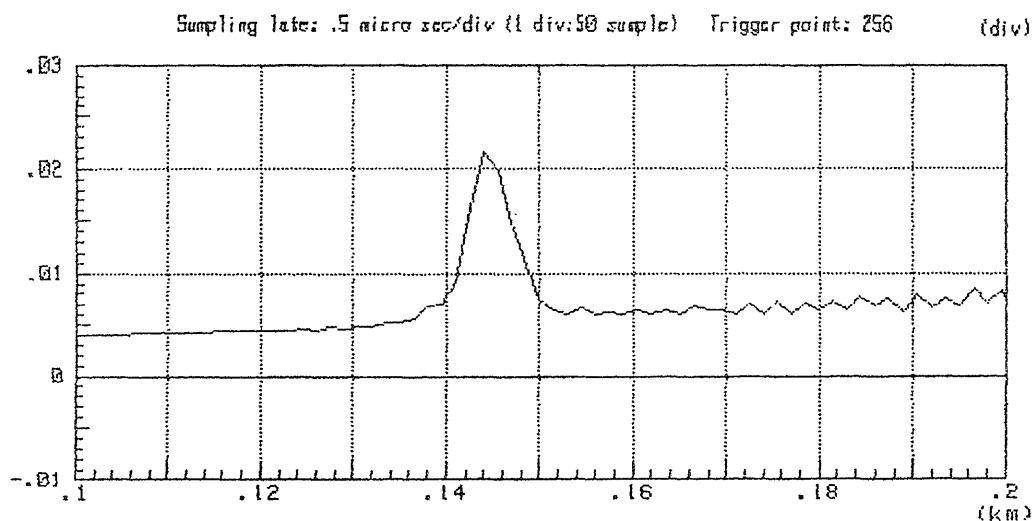


Fig-2 ディーゼルエンジン排気粒子の測定例

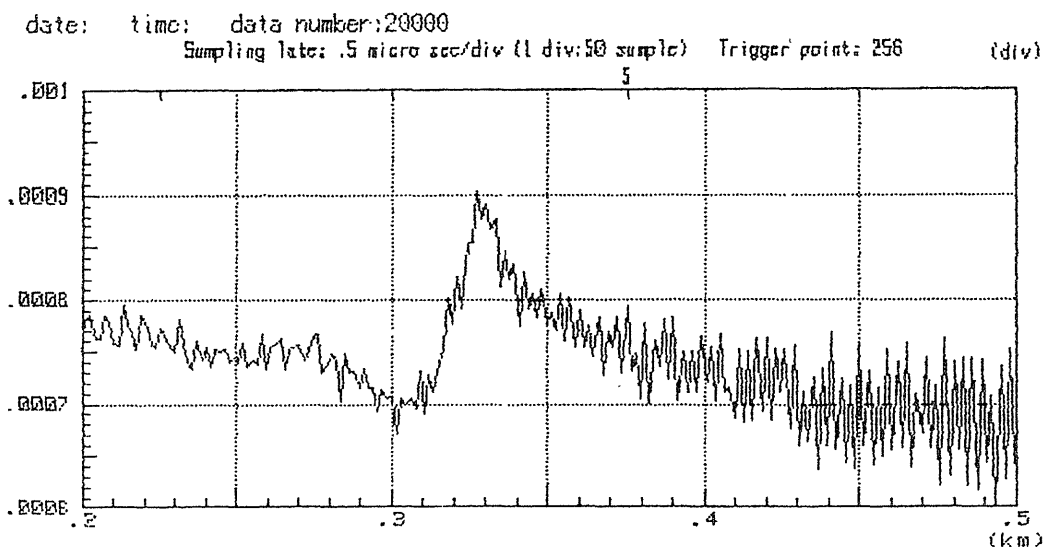


Fig-3 沿道の粒子状物質の測定例