

ディーゼル車の運行規制に伴う大気中PMの低減効果

環境保全部 小山恒人

1 はじめに

首都圏一斉に開始されたディーゼル車の運行規制(2003年10月)により、ディーゼル車から大気中に排出される粒子状物質(PM)の低減に伴う、大気中の微小粒子(PM_{2.5})濃度の改善が期待されている。浮遊粒子状物質(SPM)については環境基準の設定(昭和47年1月)以来、種々の取り組みが行われてきた。最近のSPM年平均値は長期的にみて低下傾向で推移しており、今回、粒子状物質(特に微小粒子)の主要な人為的発生源であるディーゼル車に対する運行規制による排出規制強化により、汚染改善に向けた取り組みも転換期にさしかかっている。

2 目的

SPMの環境基準達成に向けて効果的な取り組みを推進していくため、道路沿道の国設厚木自動車交通環境測定所(国設厚木)において規制前後の期間にPM_{2.5}の濃度等の変化を調べ、ディーゼル車の運行規制の実施によるPM低減効果について検討した。

3 方法

国道246号線沿道の国設厚木(片側3車線,交通量82,000台/日大型車混入率31%)において2002年9月から2004年4月までの規制前後の期間、表1に示したような2、3週間隔の測定期間(主に月～金、金～月の周期)にPM_{2.5}測定用に試作した簡易サンプラーによりPM_{2.5}等を採取した。PMは3段階(上段より粒径10μm以上(PM(>10))、粒径2.5～10μm(PM(2.5-10))、粒径2.5μm以下(PM_{2.5})に分級捕集した。1、2段目の粗大粒子は47mmのドーナツ型石英繊維ろ紙上にインパクト捕集され、微小粒子のPM_{2.5}は47mmの石英繊維ろ紙上にろ過捕集される。PM_{2.5}試料中の炭素成分はCHNコーダーを用いた熱分離分析法により、ヘリウム気流中600℃で有機炭素と元素状炭素を分離し分析した。

表1 国設厚木におけるPM_{2.5}測定期間

期間	測定期間	測定回数	期間	測定期間	測定回数
2002年9月	9/13～30	5	2003年7～8月	7/7～8/12	9
2002年11月	11/11～25	4	2003年9～10月	9/19～10/3	5
2002年12月	12/13～27	4	2003年11～12月	11/21～12/15	5
2003年1～2月	1/20～2/7	8	2004年正月前後	12/26～1/16	5
2003年3月	3/10～28	5	2004年2～3月	2/9～3/26	6
2003年4～5月	4/21～5/12	6	2004年4月	4/19～30	3

4 結果

4.1 PM2.5及び炭素成分の濃度変動

図1に国設厚木における規制開始前後の期間2002年9月から2004年4月までの粒子状物質の濃度変動を示した。粗大粒子のPM(>10)及びPM(2.5-10)濃度は、それぞれ $13.2 \pm 4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $13.5 \pm 3.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とほぼ同レベルであり、その濃度変動も類似していた。一方、ディーゼル排気粒子や二次生成粒子と関連深い微小粒子のPM2.5の濃度は $35.5 \pm 9.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で変動が大きく、2003年の2~5月で高く、9~10月で低い濃度が観測される変化パターンとなっていた。

PM2.5中の炭素成分の濃度変動を図2に示した。全測定期間中のPM2.5中の有機炭素(OC)濃度は $3.9 \pm 1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、元素状炭素(EC)濃度は $12.0 \pm 3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、EC濃度はOC濃度の3倍程高い濃度で推移していた。ECは大気中の微小粒子(PM2.5)に偏在するが、ディーゼル車の排気粒子の核であると考えられ、大気中において変質が少ないことから排出強度を示す指標性の高いことが知られている。このことから、道路沿道の国設厚木ではディーゼル排気粒子の影響を強く受けているものと考えられる。

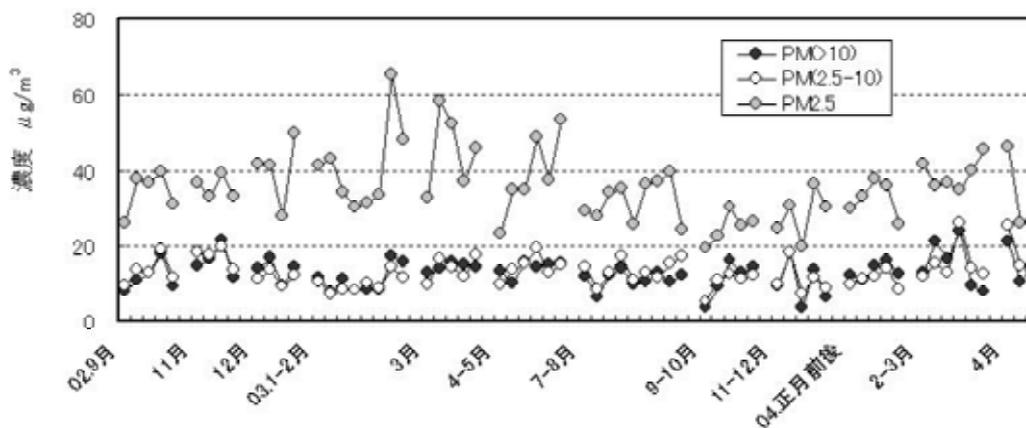


図1 国設厚木における大気中粒子状物質の濃度変動

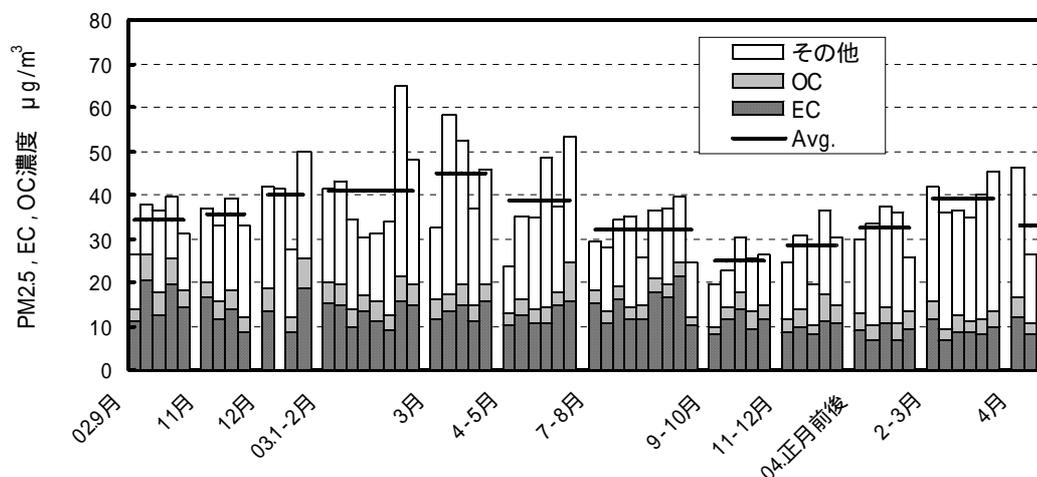


図2 国設厚木におけるPM2.5中炭素成分の濃度変動

4.2 規制の実施に伴う低減効果

規制の開始から半年ほど過ぎた時期において、規制前後における道路沿道でのディーゼル排気粒子の濃度を算出し、規制の実施に伴う低減効果について検討した。なお、ディーゼル排気粒子濃度の期間変化はすべてが規制の実施によるものと仮定した。

ディーゼル排気粒子の大気環境への負荷は、指標成分として一般的に用いられている EC を使用して、次式により概算した。

$$\begin{aligned} \text{ディーゼル排気粒子濃度} &= (\text{PM}_{2.5} \text{中のEC濃度} / \text{ディーゼル排気粒子中のEC含有率}) \times 100 \\ \text{ディーゼル排気粒子負荷率} &= (\text{PM}_{2.5} \text{中のEC含有率} / \text{ディーゼル排気粒子中のEC含有率}) \times 100 \end{aligned}$$

ディーゼル排気粒子中の EC 含有率は、発生源データ(55.7% , 関東地方環境対策推進本部:浮遊粒子状物質合同調査報告書)を採用した。

表 2 に、測定期間をディーゼル車運行規制以前の期間 :2002年9月~2003年3月、期間 :2003年4月~10月及び期間 :2002年9月~2003年10月、規制以降の期間 :2003年11月~2004年4月に区分して各測定期間毎に PM_{2.5} 濃度(算術及び加重平均)及び PM_{2.5} 中の EC、ディーゼル排気粒子(DEP)濃度、含有率を求め示した。各測定期間とも実測定の合計日数は測定期間全体の約40%に相当していた。

表 2 ディーゼル車運行規制前後期間別PM_{2.5} , EC , DEP濃度及び低減率

期間No.	測定期間	測定回数	測定日数	算術平均	加重平均			
				PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(%)	DEP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(%)	DEP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(%)
'02年9月~'03年3月	26	81	39.4±9.3	38.6	13.3	34.5	24.2	62.7
'03年4~10月	20	79	32.3±9.7	31.7	12.9	40.7	23.2	73.2
'02年9月~'03年10月	46	160	36.3±9.6	35.2	13.1	37.2	23.7	67.3
'03年11月~'04年4月	19	69	33.5±7.2	33.6	9.0	26.8	16.2	48.2
低減率 (-) / × 100				13.0(%)	32.3(%)	33.0(%)		
(-) / × 100				4.5(%)	31.3(%)	31.6(%)		

PM_{2.5} の期間別平均(加重平均)濃度は、規制以前の期間 , では、それぞれ 38.6、31.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、両期間を通じた期間 では35.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。規制以降の期間 では33.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、規制以前の期間 及び期間 と比べると PM_{2.5} 濃度の低減率は、それぞれ13%、4.5%と計算された。

PM_{2.5} 中の EC の濃度は規制以前の期間 , では、それぞれ13.3±3.2(変動係数0.24)、12.9±3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (変動係数0.26)とよく一致していたが、規制以降の期間 では9.0±1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (変動係数0.19)となり変動係数も小さく、規制以前の期間と比べ EC 濃度は低下しているものと考えられた。それに伴い、PM_{2.5} 中の EC の含有率は、期間 , から期間 にかけて、それぞれ7.7、10.4%減少した。

PM2.5 中の EC を指標成分として前述の式により概算した DEP 濃度の期間変化を図 3 に示した。DEP 濃度は、規制以前の期間、で、それぞれ24.2、23.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、期間 では23.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。規制以降の期間 では16.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、規制以前のほぼ1年間となる期間 と比べても濃度の低下が明らかであった。これらの結果から規制以降の期間 における DEP 濃度の低減率は規制以前の期間 と比較すると31.6%と推定された。PM2.5 中への DEP による負荷を見積もると規制以前の期間 では67%であったのに対して、規制以降の期間 では48%と低くなった。

5 まとめ

首都圏一斉に開始されたディーゼル車の運行規制から半年を過ぎた時期に、県内道路沿道での PM2.5 濃度変化から規制の実施に伴う低減効果について検討し、以下の結果が得られた。

(1) 国設厚木における PM2.5 中の元素状炭素を指標成分として概算したディーゼル排気粒子濃度は、規制以前のほぼ1年間となる2002年9月～2003年10月では23.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、規制以降となる2003年11月～2004年4月では16.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と明らかな濃度低下が認められ、規制の実施に伴うディーゼル排気

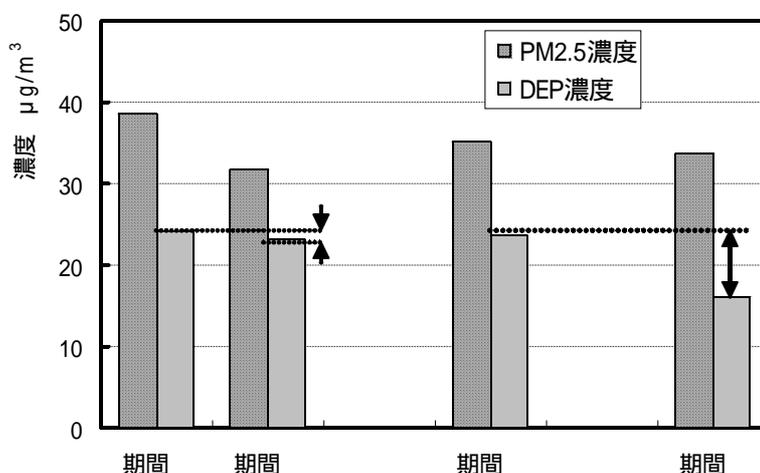


図 3 規制前後期間におけるDEP濃度の低減

粒子の低減率が31.6%と推定された。SPM の低減、環境基準への適合に向け、ディーゼル車をはじめとした今後の低減対策の着実な展開が望まれる。

(2) 現状ではディーゼル排気粒子の負荷については、元素状炭素を指標とした評価が適切と考えられる。さらに規制効果を明らかにしていくためには、微小粒子(PM2.5)中の炭素成分組成の把握と共に、ディーゼル排気粒子の成分組成についても最近の排ガス対策等により変化が考えられるため、あわせて検討していく必要がある。

参考文献

- ・ 小山恒人：環境管理,37,24-28(2001)
- ・ フジテクノシステム：地球環境調査計測辞典,第 2 巻陸域編(2003)
- ・ 神奈川県公害防止推進協議会：浮遊粒子状物質対策調査事業報告書(PM2.5 に係る実態調査)(2004)