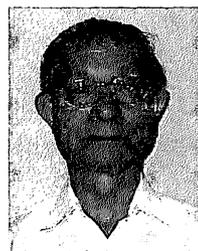


# 東京都の排ガス規制で浮遊粒子状物質の濃度は低減されたか



増田善信

東京都と周辺3県は、2003年10月、ディーゼル車排ガス規制を実施した。この排ガス規制によって東京都のSPM濃度がどれだけ低減されたか。風速や交通量の変化も考慮して検証した結果を報告する。

## 研究の目的

東京都と周辺3県は、2003年10月からディーゼル車排ガス規制（以下「排ガス規制」）を国に先駆けて実施した。これは浮遊粒子状物質（SPM）削減をめざす画期的なものであり、公害患者をはじめ、酸性雨調査研究会（代表幹事：増田善信、本谷勲）や大気汚染測定運動東京連絡会（会長：藤田敏夫）等のねばり強い闘いが反映した結果でもあった。

東京都は04年10月、排ガス規制開始後1年間のSPMの測定結果を示し、「排ガス規制の効果が現れているものと考えられる」との見解を発表した<sup>1)</sup>。これに対し、大気汚染測定運動東京連絡会は、「平成16年（04年）度のSPMとNO<sub>2</sub>濃度が大幅に改善されたのは、平成16年度の東京の風速が異常に強かったためである」として、これに反対する見解を述べた<sup>2)</sup>。

一方、酸性雨調査研究会は05年12月、「SPM濃度低減に関する風速の影響の寄与について」を発表し<sup>3)</sup>、「風の影響を除いても、排ガス規制はSPM等の低減に大きく寄与したものと推定される」として、大気汚染測定運動東京連絡会の見解に反論した。これは東京都区部の03度及び04年度のSPMとNO<sub>2</sub>の濃度を比較し、「風の影響を考

慮してもSPMは約10%の低減効果があったと推定できる」としたものであった。

しかし、この調査は、緊急に行ったため、年度の途中から排ガス規制が実施された03年度と、年度を通じて排ガス規制が行われている04年度を比較しており、不完全なものであった。従って、ここでは過去10年間の値を用い、その経年変化の傾向を含めて排ガス規制の効果を検証し、あわせて大気汚染物質の濃度に対する風速と交通量の影響を考察した。

## 1 資料

検証は年平均値で行った。10年間の経年変化を調べるためには、この10間、測定位置が変わらなかった地点の測定値のみを用いる必要がある。この条件に合う測定点は、SPM、SPM2%除外値<sup>4)</sup>、及び風速などを含む測定局は、一般環境大気測定局（一般局）<sup>5)</sup>では、区部17カ所、多摩地区15カ所、自動車排出ガス測定局（自排局）<sup>6)</sup>5カ所になり、NO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>98%値<sup>7)</sup>、NO<sub>x</sub>については、3地点少ない、区部16カ所、多摩地区13カ所、自排局5カ所になった。統計はこれらの地点の資料を用いてなされた。

なお、この報告で用いたSPM、SPM2%除外値の濃度の単位はmg/m<sup>3</sup>で、NO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>98%値、NO<sub>x</sub>

キーワード：浮遊粒子状物質 (suspended particulate matter), 排ガス規制 (automobile emission), 大気汚染 (air pollution), 風速 (wind velocity), 交通量 (traffic density)

の濃度の単位は ppm であるが、省略してある。

## 2 1995年度から2002年度までの8年間のSPM等の変化傾向

排ガス規制は2003年10月から実施されたので、03年度と04年度について検証した。しかし、この間大気汚染濃度は少しずつではあるが改善されてきているので、経年変化の影響も加味して排ガス規制の効果を検証した。

1995年度から2002年度までの8年間の各測定点のSPM等の濃度の年平均値を用い、最小自乗法によって、1次回帰式を求めた。表1は最小自乗法で求めた区部平均、多摩平均、自排局平均、及び全都平均の1次回帰式の係数である。係数がすべてマイナスであるから、95年から02年までの8年間、大気汚染物質のすべてが改善されていることが分かる。しかし、SPM、SPM 2%値に比べ、NO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 98%除外値、NO<sub>x</sub>の係数の絶対値は小さいので、NO<sub>2</sub>等の改善は微々たるものといえるであろう。

表1—1次回帰式の係数。

	区部平均	多摩平均	自排局平均	全都平均
SPM平均値	-0.00193	-0.00184	-0.00228	-0.00194
SPM2%値	-0.0057	-0.00435	-0.00632	-0.00525
NO <sub>2</sub>	-0.00058	-0.00031	-0.00047	-0.00046
NO <sub>2</sub> 98%値	-0.00119	-0.00082	-0.00076	-0.00099
NO <sub>x</sub>	-0.00184	-0.00135	-0.0028	-0.00175
風速	0.001224	0.005913	-0.01164	0.001724
気象庁風速				-0.02024

また、SPM、SPM 2%除外値、及びNO<sub>x</sub>の係数の絶対値は、自排局、区部、多摩地区の順で大きくなっているため、交通量の大きい場所ほど改善傾向が著しいことも推測できる。一方、風速の係数から、風は自排局と気象庁では年々弱く、区部、多摩地区では強くなっていたことが伺える。

## 3 この10年間の全般的な状況

この10年間のSPM等の大気汚染物質の濃度がどのように変化し、トレンドはどうであったかを図示しよう。図1は、全都平均のSPM、SPM 2%除外値の10年間の変化とトレンドを示したものである。

SPMの年平均値の変化は小さく、しかもトレンドの線と重なっているため分かり難いが、ほぼ一様に濃度が減少していることが分かる。一方、SPM 2%除外値の濃度は、やや顕著な年々変動をしながら、やはりほぼ一様に減少している。すなわち、排ガス規制以前でもSPM等の濃度がかなり改善されていたことが分かる。

この図で03年度、04年度の値を見ると、いずれもトレンド値を下回っており、平均的に見て、SPM、SPM 2%値が改善されていることが分かる。ここでは図は示さないが、全測定点で図1と同じ図をつくってみると、どこでも実測値の方がトレンドから期待される推定値を下回っていた。すべての測定点で排ガス規制の効果があったのである。

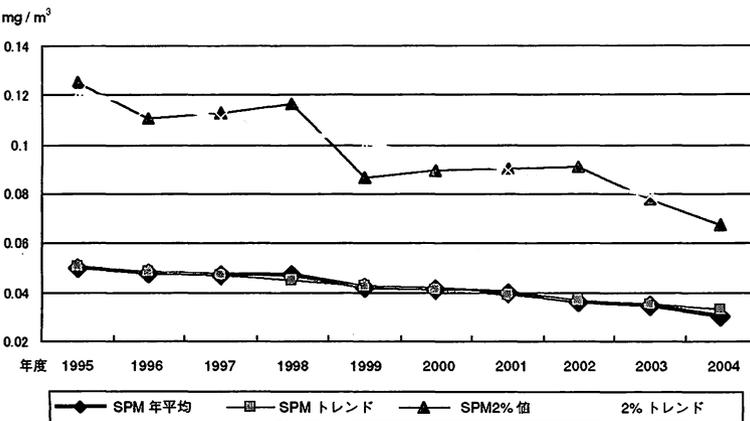


図1—SPM、SPM 2%除外値の10年間の変化とトレンド (全都平均)。

図2は、この10年間の全都平均のNO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 98%値、及びNO<sub>x</sub>の変化とトレンドを示したものである。SPM等ほど顕著ではないが、やはりこの10年間でNO<sub>2</sub>等の濃度も改善されていることが分かる。しかし、NO<sub>x</sub>年平均値、NO<sub>2</sub> 98%値、NO<sub>2</sub>年平均値の順で改善されているが、NO<sub>2</sub>の改善はほんの僅かである。

NO<sub>2</sub>等の03年度、04年の実

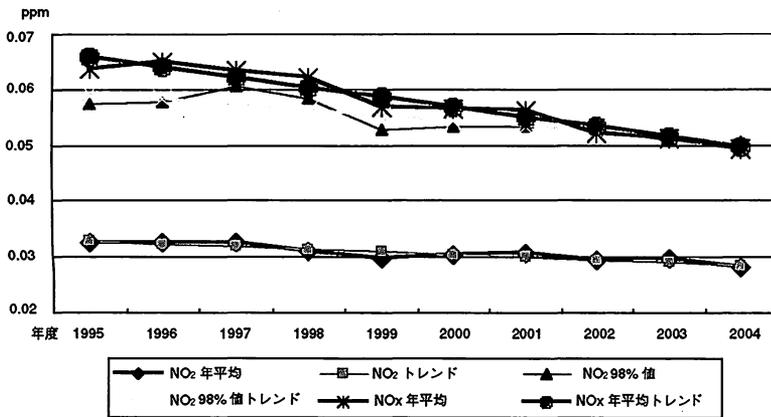


図2—NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>98%値, NO<sub>x</sub>の10年の変化とトレンド(全都平均).

測値は、推定値とほとんど変わらない。排ガス規制はSPM等についての規制であって、NO<sub>2</sub>等を規制したものではないから当然であるが、NO<sub>2</sub>についての規制も強める必要があることが分かる。

#### 4 ディーゼル排ガス規制の効果

次に、この1次回帰式を用いて03年度、04年度の推定値を求めた。その推定値は過去8年間の変化傾向(トレンド)から期待される03年度、04年度の値であるので、この推定値と実測値を用いて、03年度、04年度年の変化率を

$$\text{変化率} = (\text{実測値} - \text{推定値}) / \text{実測値} \quad (1)$$

で計算する。もしこの値が負であれば、風速や交通量の変化を無視すれば、8年間のトレンドから見ても、SPM等の濃度が改善されたことになる。

表2は03年度の、表3は04年度のSPM等の変化率をパーセントで示したものである。03年度は、排ガス規制の効果がまだ半分しかない年だが、自排局のSPMが16%近くも改善されている。一方、多摩地区ではSPMの濃度が3%以上も増えている。これは風速が1%も弱く、風による拡散の効果が小さかったためであろう。

04年度は排ガス規制の効果が全面的に現れ、しかも風が場所によって3%も強かったことも加わって、すべての地点で、SPM, SPM 2%除外値のすべてが改善されていた。特に自排局ではSPMは約29%, SPM 2%除外値は約27%も改善された。一方、NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 98%値, NO<sub>x</sub>は、新しい規制が

されていないにもかかわらず、自排局を除いて改善されていた。これは風が例年になく強く、風による拡散が大きかったためであろう。その中で、自排局のみが2~3%悪化したのは、風が相対的に弱かったためと考えられる。

これらの事実から、03年10月のディーゼル排ガス規制により、03年度、04年度のSPM濃度は、風の影響を考慮

に入れても、著しく低減されたと結論していいであろう。

表2—2003年度の低減率(%)。

	区部平均	多摩平均	自排局平均	全都平均
SPM	-1.69868	3.370624	-15.9624	-2.09199
SPM2%値	2.482486	-1.55922	-14.2628	-1.6465
NO <sub>2</sub>	3.486898	-0.88863	1.513605	1.92016
NO <sub>2</sub> 98%	-1.20521	0.950338	-2.67587	-0.68104
NO <sub>x</sub>	-0.24647	-4.99066	0.933368	-0.70749
風速	-0.31117	-1.01658	-0.49788	-0.72141
気象庁風速				-2.30415

表3—2004年度の低減率(%)。

	区部平均	多摩平均	自排局平均	全都平均
SPM	-7.1988	-5.75258	-28.7341	-10.1014
SPM2%値	-2.79159	-10.8488	-26.7422	-9.43209
NO <sub>2</sub>	-2.23373	-3.53625	2.630385	-1.20253
NO <sub>2</sub> 98%	-0.8519	-0.25993	2.311739	0.149232
NO <sub>x</sub>	-1.87849	-3.8823	2.047707	-0.50843
風速	3.134278	3.583801	0.21322	2.967865
気象庁風速				14.83269

#### 5 風速の影響

風の強さによる大気汚染物質の濃度の変化を正確に求めることは極めて困難である。ここでは排ガス規制が行われる以前の95年度から02年度までの8年間の資料を用いて風速の変動に対するSPM等の変動を調べてみた。

まず、この8年間の経年変化の影響を除去するため、前述の1次回帰式で、風速をはじめSPM等

の95年度から02年度までの推定値を計算し、式(1)で年ごとの変化率を求める。次いで、風速の変化率がプラスの年(増大年)と、マイナスの年(減少年)に分け、それぞれに対応する平均値を求める。すると、風速増大年と減少年に対するSPM等の濃度の減少率と増大率がえられる。その全都平均を示したのが表4で、1%の風速の増減に対する濃度の変化率をパーセントで示してある。

表4— 風速1%の変化に対するSPM等の濃度の変化率(%)。

風速	1%増大	1%減少
SPM	-0.77477	0.640519
SPM2%値	-1.2845	0.671637
NO <sub>2</sub>	-0.30467	0.257156
NO <sub>2</sub> 98%	-0.47395	0.349754
NO <sub>x</sub>	-0.87996	0.774915

この表から風速が増大する場合も、減少する場合も、風速1%の変化に対し、SPM等の濃度の変化はせいぜい1%程度で、最大でもSPM2%除外値の1.28%であることが分かった。04年度の風速は約3%増大している。従って、04年度の全都平均のSPM等の濃度の減少率10%のうち、交通量を無視すれば、約7%が排ガス規制による効果と考えていいであろう。しかし、これはあくまでも年平均値に対してであり、個々の日の大気汚染物質の濃度に対する風速の影響はもっと大きいと思う。

04年度の自排局平均では、風速の変化がわずか0.2%であるので、交通量を考えなければ、その影響は1%以下とし、SPMが28%、SPM2%除外値が26%低減されていたと結論できる。

なお、大気汚染測定運動東京連絡会は気象庁(東京、大手町)の風を用いて、04年度のSPM濃度の低減は、風が異常に強かったためであると主張している。確かに表3の04年度の気象庁の風は14%という異常な強さであった。しかし、この異常な強さの風は都内のアメダスでは観測されておらず、気象庁(東京管区気象台技術課)もその異常さを認めながら、その理由はわからないという。従って、この異常な値を用いて風の影響を云々す

るのは適切ではないと思う。風による濃度の変化を調べるためには、SPM等を測定している地点で同時に測定されている風を利用すべきである。

## 6 交通量の影響

個々の日の大気汚染物質の濃度は交通量に大きく影響されると考えられる。しかし、東京都全体では年間を通じて交通量を調査したものはない。幸い、警視庁は1年に1日だけ、10、11月のウィークデイの交通量の調査を行っている。ここでは、たった1日の都県境の交通量を、その年度の東京都全体の平均の1日交通量とみなし、その変化とSPM等の濃度との対応を調べてみた。

その際、交通量をSPM等と同程度のオーダーにするため、交通量の1000万分の1の値を用い、SPM等の統計と同様に、95年度から02年度までの8年間の交通量の1次回帰式を求め、風速の影響を求めたときと同じ手法で、交通量1%の増減に対するSPM等の濃度の変化率を求めた。

表5は交通量の1次回帰式の係数と、03年度と04年度の交通量のトレンドからの変化率を示したものである。たった1日の交通量を用いているので、断定的なことは言えないが、1次回帰式の係数が負であるので、この8年間、交通量が減少傾向にあったことが分かる。

表5— 交通量の1次回帰式の係数と03年度、04年度の交通量の変化率(%)。

1次式の係数	03年度	04年度
-0.00067	-5.399747	-1.316662

03年度と04年度の交通量は、過去8年間のトレンド以上に減少している。03年度の交通量が5%以上も減少しているのは、交通量の測定を排ガス規制が開始された直後の03年10月に実施したためであろう。従って、この値をそのまま03年度の交通量の年平均値と考えることは出来ないと思う。

表6は交通量1%の変化に対するSPM等の濃度の変化率を示したものである。交通量が増えればSPM等の濃度は増大し、減れば減少するはずであるが、必ずしもそうはなっていない。恐らくこれ

はたった1日の交通量をその年度の平均の交通量としたためであろう。しかし、大きく見積もっても交通量1%の増減に対し、最大でも1.5%程度の増減と考えられる。

03年度は別として、04年度は交通量の減少は1.3%であるので、SPM等の濃度の減少はせいぜい2%未満と考えられる。従って、風が強かったことによる効果3%と、交通量の減少による効果2%を考慮すると、排ガス規制による効果で、04年度の全都平均のSPM、SPM 2%除外値の濃度は約5%低減されたと結論していいであろう。一方、自排局平均では、交通量の減少を考慮に入れてもSPMは26%、SPM 2%除外値は24%低減されたと考えられる。

表6——交通量1%の変化に対するSPM等の濃度の変化率(%)。

交通量	1%増大	1%減少
SPM	1.440843	-1.59169
SPM2%値	-0.98996	-0.17063
NO <sub>2</sub>	-0.11668	0.050199
NO <sub>2</sub> 98%値	1.148071	-1.32164
NO <sub>x</sub>	1.017335	-1.10555

## 結論

- ① この10年間、交通量の減少傾向を考慮に入れても、大気汚染物質の濃度は年々減少してきている。これは長年のわれわれの運動の成果である。
- ② 大気汚染物質の年平均濃度に対する風速の影響を求めた結果、年平均風速の1%の変化に対し、せいぜい1%程度の増減でしかないことが確かめられた。
- ③ 交通量とSPM等の濃度の関係も調べた。1年に僅か1日の交通量調査であるので断定的なことは言えないが、大きく見積もっても、交通量1%の増減に対しSPM等の濃度の増減は1.5%程度である。
- ④ 03年10月から実施されたディーゼル車排ガス規制によって、03年度、04年度ともSPM濃度の著しい改善が認められた。特に、04年度は、

風速や交通量の影響を考慮に入れても、全都平均で約5%低減されたと考えられる。

- ⑤ ディーゼル排ガス規制の効果は交通量の多いところほど大きく、自排局平均では24~26%も低減されていた。
- ⑥ この10年間、NO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>98%値、NO<sub>x</sub>の濃度は、ほんの僅かな減少傾向があるが、ほとんど変化していない。
- ⑦ 排ガス規制によってSPMはかなり低減されたが、まだまだ不十分であり、特に、PM10以下の超微粒子の規制は全くされていない。また、NO<sub>2</sub>の規制も東京都は全く手をつけていない。従って、超微粒子の規制と、NO<sub>2</sub>の規制を強める必要がある。

謝辞：本稿をまとめるにあたって酸性雨調査研究会の皆さん、特に権上かおる、大谷国夫の両氏の援助を受けた。改めて感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) ディーゼル車規制開始後1年間の大気汚染状況 (SPMについて (速報)), 東京都環境局, 2004年10月1日。
- 2) きれいな空気が欲しい—第56回大気汚染測定調査結果報告, 大気汚染測定運動東京連絡会, 2005, 10月1日。
- 3) 雨のつぶやき—酸性雨調査研究会報 No.14の別冊, 酸性雨調査研究会, 2005年12月。
- 4) SPM 2%除外値とは、1年間の日平均値のうち、高い方から数えて2%の範囲にある測定値を除外した後の最高値をいう。例えば、年間の有効測定日が335日の場合、その2%は6.7日、これを四捨五入して最高濃度日から7番目の日までを除外し、8番目に高い日平均値が2%除外値である。
- 5) 一般環境大気測定局 (一般局) とは、環境基準の適合状況の把握、大気汚染対策の効果の確認など地域全体の汚染状況を把握するための測定局で、設置にあたっては、地域内の代表値が得られるよう、特定の発生源の影響を受けないような場所を選定しなければならないとされている。
- 6) 自動車排出ガス測定局 (自排局) とは、自動車から排出される有害大気汚染物質による大気の汚染状況を把握するための資料を得るための測定局で、人が常時生活し、活動している場所で、自動車排出ガスの影響が最も強く現れる道路端又はこれにできるだけ近接した場所に設置することが望ましいとされている。
- 7) NO<sub>2</sub>98%値とは、1年間の日平均値のうち、低い方から98%目に当たる値。例えば、年間の有効測定日が335日の場合、その98%は328.3日、これを四捨五入して低い方から328番目の日平均値が98%値である。

(ますだ・よしのぶ：元気象研究所，気象学)