

大都市圏における大気質の将来展望



道路研究部 道路研究官 大西 博文、環境研究部 道路環境研究室長 並河 良治

1. はじめに

自動車は19世紀の終わりに発明され、その後20世紀には絶え間なく改良・開発されてきた。自動車は我々に大きな利便をもたらし、我々の社会経済の発展に大きく寄与した。しかし一方では、自動車の普及につれて自動車排出ガスによる大気汚染が発生してきた。特に、人口・産業が集中している大都市圏では大気汚染問題が深刻である。

本稿では、21世紀の最初にあたって20世紀から引き継いだ自動車排出ガスによる大気汚染の状況と将来展望について論じる。最初に、わが国における窒素酸化物(NO_x)、粒子状物質(PM: 空気中に漂う物質で、粒径は $100\mu\text{m}$ 以下といわれている)による大気汚染の状況を概観してみる。次に、自動車排出ガス規制がこれまでどのように実施されてきたのか、今後どのように強化されていくのか、また大気汚染の発生要因の一つである道路交通量の推移について述べる。最後に、将来予定されている自動車排出ガス規制の強化を考慮して自動車排出ガス量や大気汚染物質の濃度を予測し、大都市圏において大気質がどの程度改善されるか展望する。

2. 大気汚染の状況

図-1は二酸化窒素(NO_2)と浮遊粒子状物質(SPM: 空气中に浮遊する物質で、粒径が $10\mu\text{m}$ 以下のもの)の年平均濃度の経年変化を示している。それらは1970年代及び1980年代の初めには自動車排出ガス測定局(自排局: 幹線道路の沿道に設置されている)でも一般環境大気測定局(一般局: 幹線道路等の排出源から離れて設置されている)でも減少していったが、近年ではあまり変化は見られない。最近の自排局の年平均 NO_2 濃度は約30ppbで一般局の1.5~2倍程度である。また、最近の自排局における年平均SPM濃度は約 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、一般局の約1.2~1.5倍である。

図-2は NO_2 とSPMの環境基準を満足している測定局の割合を示している。 NO_2 の環境基準は1時間濃度の日平均値が40ppbから60ppbの間、またはそれ以下である。また、SPMの環境基準は1時間濃度の日平均値が $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下かつ1時間濃度が $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下である。 NO_2 濃度は一般局の約95%で環境基準を達成している。しかし、自排局では60~70%程度の達成率であり、さらに「自動車から排出さ

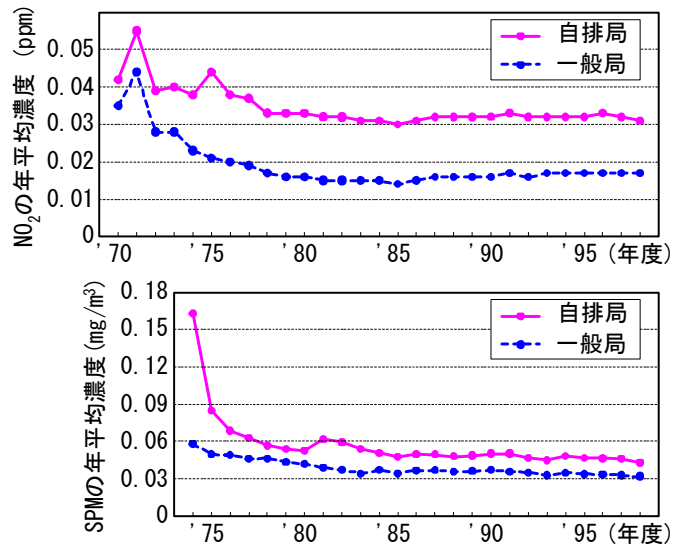


図-1 NO_2 とSPMの年平均濃度の推移

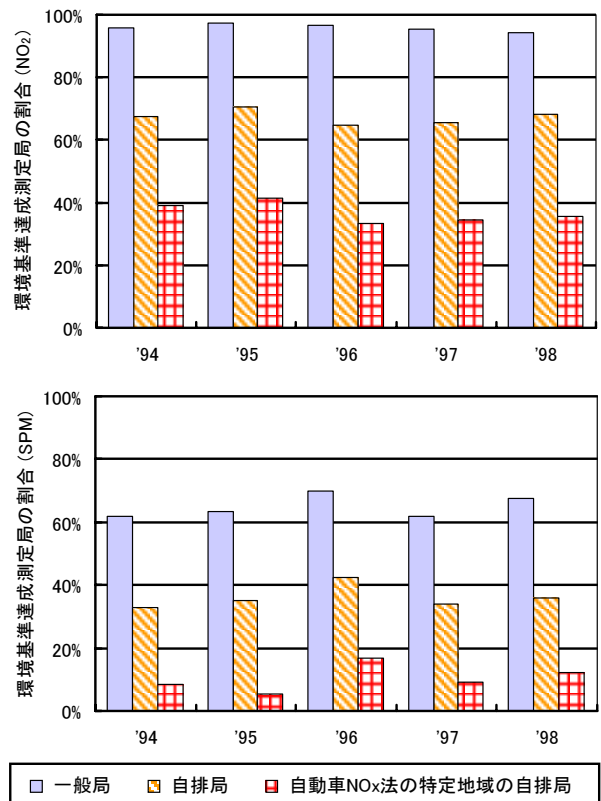


図-2 NO_2 とSPMの環境基準達成測定局の割合

れる窒素酸化物の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法」(自動車NOx法という)の特定地域(東京圏と阪神圏が指定されている)の自排局では30~40%程度の達成率である。一方、SPMに関しては一般局の環境基準達成率は60~70%程度であり、自排局では30~40%程度の達成率となり、さらに自動車NOx法の特定地域の自排局では10%程度の達成率である。

図-1、図-2で見られるように自動車排出ガスの影響のため大気汚染は一般地域より幹線道路の沿道地域の方が厳しい状況となっている。さらに、東京や大阪のように自動車NOx法の特定地域の沿道地域の方がそのほかの地域の沿道地域より状況は厳しいものとなっている。これはそのような大都市圏に巨大な社会経済活動が集中していることにより大量の大気汚染物質が排出されているためである。NO₂とSPMの環境基準達成率を比べてみると、後者の方が悪くなっている。これは、日本では自動車排出ガス規制がNOxに比べPMは遅れて導入され、その結果例えばPMについて未規制の使用過程車がまだ多く走行しているためと考えられる。

図-3は東京圏と阪神圏における1990年と1997年のNOx排出量を示したものである。これによるとNOx排出量は東京圏では221千t/年から212千t/年に、阪神圏では81千t/年から76千t/年に減少している。約4~6%の減少であるが、これは自動車排出ガス規制の強化と1992年に制定された自動車NOx法の施行のためであると考えられる。

図-4及び図-5は1997年におけるNOxとPMの部門別排出量を東京圏と阪神圏について示したものである。NOxの総排出量の約50%は自動車からであるのに対して、PMの場合は約20~30%である。自動車排出ガスの寄与率はNOxよりPMの方が小さいことが分かる。

3. 大気汚染物質排出の影響要因

(1) 自動車排出ガスと燃料の規制

① 窒素酸化物と粒子状物質

大気汚染防止法は自動車に係る一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)、NOx、PMの排出を規制している。NOx及びPMの排出量の許容限度がそれぞれ図-6、図-7に代表的なガソリン乗用車及びディーゼルトラック・バスに関して示されている。NOxの許容限度は最初に乗用車に対して1973年に導入された。それは2.18g/kmで、1978年までに3回強化されて0.25g/kmまでに低下した。さらに2000年には0.08g/kmに低減され、2005年には0.04g/km以下に低減される予定である。

総重量が2.5tを超え、かつ燃料供給装置が直接噴射式のディーゼルトラック・バスに関するNOx排出量の許容限

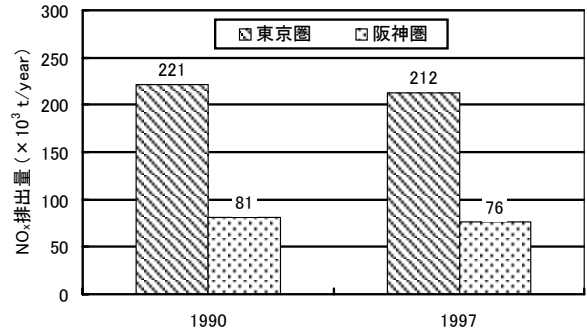


図-3 東京圏と阪神圏におけるNOx総排出量の変化

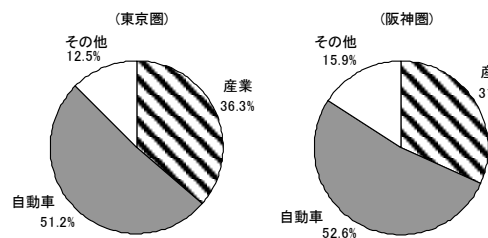


図-4 部門別NOx排出量(1997)

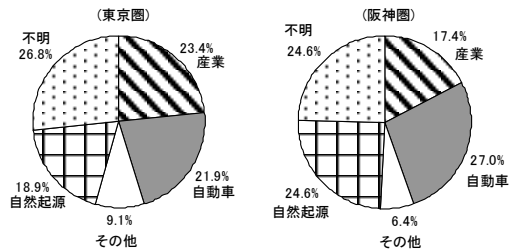


図-5 部門別PM排出量(1994)

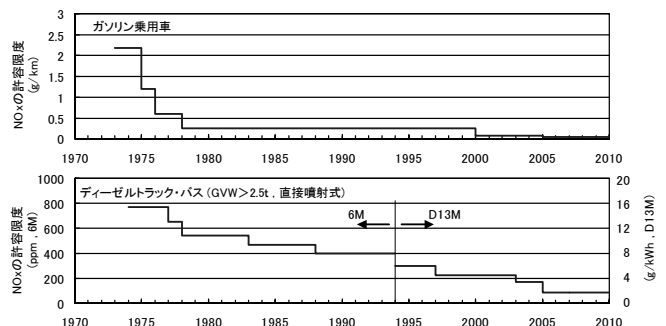


図-6 自動車排出ガス量の許容限度 (NOx)

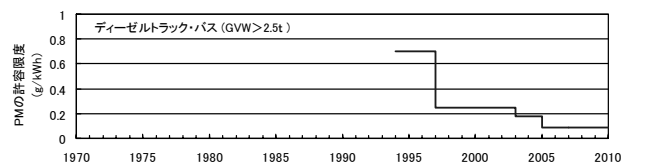


図-7 自動車排出ガス量の許容限度 (PM)

(図-6、7は中央環境審議会報告書「将来の自動車排出ガスの総合的な対策について」(2000)より作成)

● 研究動向・成果

度は1974年に初めて導入され、試験モード6Mで770ppmであった。その後1988年までに4回強化され、400ppmまで低下した。さらに1997年には改定された試験モードD13Mで4.5g/kWhに低減され、2003年には3.38g/kWh、2005年には1.69g/kWhに低減される予定である。

総重量が2.5tを超えるディーゼルトラック・バスのPM排出量の許容限度に関しては、その導入は1994年と新しく、0.7g/kWhであった。1997年には0.25g/kWhに強化された。さらに、2003年には0.18g/kWh以下に、2005年には0.09g/kWh以下に低減される予定である。ガソリン自動車のPM排出量はディーゼル自動車に比べて非常に少ないため、許容限度は設けられていない。

これらを踏まえるとガソリン乗用車の許容限度はかなり小さく、大気汚染に及ぼす影響は小さいと考えられる。一方、ディーゼル自動車のNOxやPM排出量の許容限度はこれまでの規制強化にもかかわらずまだ大きい。これが近年の大都市圏における大気汚染の一つの要因であると考えられる。特に、PMによる大気汚染に関しては自動車排出ガス規制は1994年に導入されたばかりで、NOxに比べると非常に遅かった。このことはPMに関して未規制のディーゼル自動車はまだ道路を走っていることを意味する。しかしながら、2005年までにディーゼル自動車のPMとNOxの排出量の許容限度が大きく低減される予定であり、将来の大気汚染の改善に明るい展望を与えてくれる。

②燃料

大気汚染防止法は、また、自動車燃料に含まれる硫黄の濃度も規制している。これは、燃料に硫黄が含まれると、排出ガスの浄化対策が技術的に困難になるためである。1997年には、軽油の硫黄含有量が重要比で0.2%から0.05%に強化されている。さらに、2004年には、ヨーロッパ諸国における現在の規制と同等の0.005%に強化される予定である。これにより、2005年に実施予定のディーゼル自動車の排出規制の強化が可能となる。

(2)自動車交通量

図-8は日本における1975年から1998年までの年間自

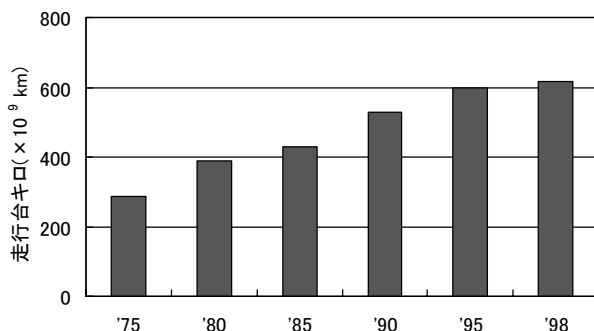


図-8 日本の年間自動車走行台キロの推移
(自動車統計年報(運輸省、1999)より作成)

動車走行台キロを示したものである。走行台キロは1975年の2,860億台キロから1998年の6,140億台キロまで約2.2倍に増加している。乗用車の増加率が約190%であるのに対して、貨物車は約80%と小さい。一方、自動車保有台数は1975年の2,910万台から1998年の7,370万台へと約2.5倍に増加している。

4. 大気質の将来展望

(1)窒素酸化物と粒子状物質の排出量

図-9は東京圏の自動車から排出されるNOxとPMの総量を予測したものである。この排出量の計算は将来の自動車交通量と排出係数を予測することにより行った。将来の自動車交通量は最新の走行台キロの伸びを将来に当てはめて予測した。また、将来のNOxとPMの排出係数は将来の自動車排出ガス規制の強化や将来の年式別自動車保有状況を考慮して予測した。この予測によると、自動車交通量の増加にもかかわらず排出係数が低減されるためNOxの総排出量は1994年の63,900tから2010年の26,000tまで、またPMの総排出量は1994年の6,500tから2010年の1,400tにまで減少する。このように自動車からのNOxおよびPMの排出量は、それぞれ2010年までに1994年の約60%及び約78%削減されると予測される。

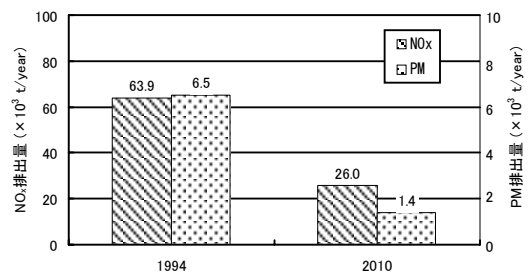


図-9 東京圏における自動車排出ガス量 (NOx, PM) の現況と将来

(2)大都市圏における大気質

①二酸化窒素の環境濃度

上記のとおりNOxとPMの排出量は大幅に減少すると予測されるが、それではこれによりこれらの環境濃度はどの程度低下するのかを見てみよう。

図-10は将来の東京圏における27箇所の自排局と36箇所の一般局でのNO₂の環境濃度を予測したものである。ここでは、自動車からの排出量は上記のとおり減少するとし、工場・事業所、家庭等その他の排出源からの排出量は現況どおりとして予測計算した。自排局におけるNO₂の年間98%値は1994年の67.5ppbから2010年の52.0ppbへと約23%減少している。同様に一般局では、NO₂の年間98%値は同期間に57.6ppbから43.6ppbへと約24%減少している。これらの予測によると、NO₂の環境濃度は自動車から

のNOx排出量の減少ほどには減少しない。これは、自動車以外からの排出量が現状のままとしていること、及び大気中における一酸化窒素(NO)からNO₂への変換のためである。

一方2010年の濃度を箇所別に見てみると、自排局では27箇所のうち25箇所が、また一般局では36箇所すべてが環境基準(年間98%値で60ppb以下)を達成すると予測される。

②浮遊粒子状物質の環境濃度

同様に図-11は将来の東京圏における23箇所の自排局と36箇所の一般局でのSPMの環境濃度を予測したものである。自排局におけるSPM濃度の年間2%除外値は1994年の148.9 μg/m³から2010年の107.6 μg/m³へと約27%減少している。同様に一般局では、SPM濃度の年間2%除外値は同期間に120.3 μg/m³から105.3 μg/m³へと約12%減少している。これらの予測によると、SPMの環境濃度もまた自動車からのPM排出量の減少ほどには減少しない。これは、NOxの場合の理由の前者と同じである。

測定局を箇所別に見てみると、2010年において自排局では23箇所のうち4箇所が、また一般局では36箇所のうち15箇所が環境基準(年間2%除外値で100 μg/m³以下)を達成するのみと予測される。

5. 考察とまとめ

上記のとおり自動車からのNOxやPMの排出量は2005年までに予定されている非常に厳しい規制強化のため激減すると予測される。しかし、NO₂やSPMの環境濃度はその排出量のように低減しないと予測される。これは工場・事業所や家庭等の排出源からの排出量が自動車のように減少しないと考えられるからである。逆にそれは自動車のように規制強化が予定されていないため増加するかもしれない。さらに良い大気質を得るためには他の排出源にも自動車のような排出規制強化が必要であると考えられる。また、少数の自排局では環境基準を達成するほどには濃度が低下しないと予測されるが、このような箇所では交通の分散・円滑化、脱硝装置の設置等局所的対策を検討することが望まれる。一方では自動車排出ガス量は今後の規制強化どおりに減少するかどうか監視する必要がある。

PMに関しては、土壌粒子等自然起源の粗大粒子(PMの中で粒径が大きなもの)を含まず主として自動車排出ガス等燃焼起源の微小粒子(PMの中で粒径が小さなもの)を含むPM_{2.5}(粒径が2.5 μm以下の粒子状物質)の規制を早く導入することが重要である。このことによりSPMだけの規制によるよりも微小粒子の排出源への対策が効果的に講じることができるようにとなると考えられる。

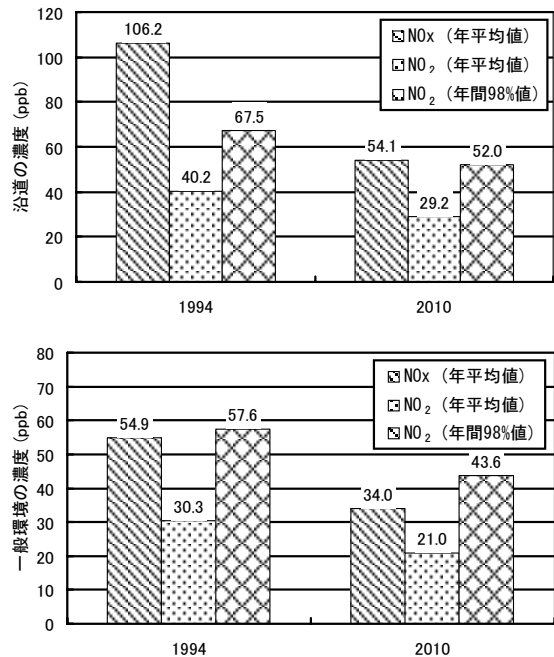


図-10 東京圏におけるNOxとNO₂の環境濃度の現況と将来

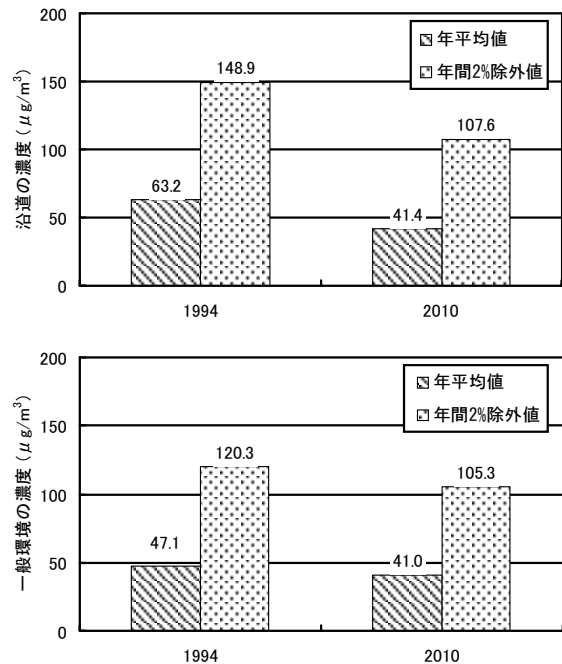


図-11 東京圏におけるSPM濃度の現況と将来

【参考文献】

- 1) 環境庁:環境白書(平成12年版)、(株)ぎょうせい、2000
- 2) 中央環境審議会: 将来の自動車排出ガスの総合的な対策について、2000
- 3) 環境庁: 地方公共団体による大気汚染物質の監視結果、2000