

自動車から排出される大気汚染物質の低減の実態

調査研究科 齊藤 伸治

1 はじめに

自動車は人々の移動手段として、また、経済活動を支える物資の輸送手段として大きな役割を担っている。しかし、その利便性と引き換えに大気汚染などを引き起こし、住民の生活環境を損なう原因となってきた。自動車から排出される大気汚染物質の対策として、東京では使用過程車も対象としたディーゼル車排出ガス規制を2003(平成15)年10月から実施しており、都内の大気環境は着実に改善が見られている。2011(平成23)年度においては、浮遊粒子状物質(SPM)、二酸化窒素(NO_2)とともに一般環境大気測定局(一般局)では47局すべて、自動車排出ガス測定局(自排局)では35局中34局で環境基準を達成している。しかし、2009(平成21)年9月に新たに設定された微小粒子状物質($\text{PM}_{2.5}$)については、一般局16局中2局のみ達成、自排局は12局全局で非達成であり、光化学オキシダント(Ox)についても全局で非達成である。これらの問題の一因と考えられるのが自動車排出ガスであるため、今後も対策が必要な状況にある。

自動車から排出される大気汚染物質の量を調べるためには、シャシダイナモメータといった大型の機械に自動車を据え付けて試験を行うのが一般的である。しかし、実際に道路を走行している自動車は、車種や年式、走行距離、運転手の性格など多種多様であるため、実測によって得られる結果と比較することが重要である。当研究所ではこれまで、都内の自動車専用トンネルで測定を行い、実際に走行している自動車から排出される大気汚染物質の実態を調査してきた。今回は2011年度に行なった最新のデータを紹介し、過去の調査結果と比較することで自動車から排出される大気汚染物質の低減の実態について報告する。

2 調査概要

2011年12月15日(木)から20日(火)にかけて片側3車線の自動車専用トンネルにおいて $\text{PM}_{2.5}$ 、窒素酸化物(NO_x)、揮発性有機化合物(VOC)の濃度測定を実施した。図1に示すように、トンネル内の入口側と出口側の2箇所に測定器を設置した。トンネル中の各物質の濃度は、入口側から出口側へ向かうに連れて高くなる。すなわち、入口側に対する出口側の濃度の増分は、その時にトンネル内を走行している自動車から排出されたものである。調査によって得られる濃度データにトンネル内の風速データ、走行量データ等を併せて解析することにより、排出係数(1台あたり1km走行する間に排出する物質の量)が算出できる。このようにトンネルを利用した調査法は、自動車以外の発生源の影響を受けにくい条件のもとで、実際に走行する複数の自動車から排出される大気汚染物質の状況を把握することができる。

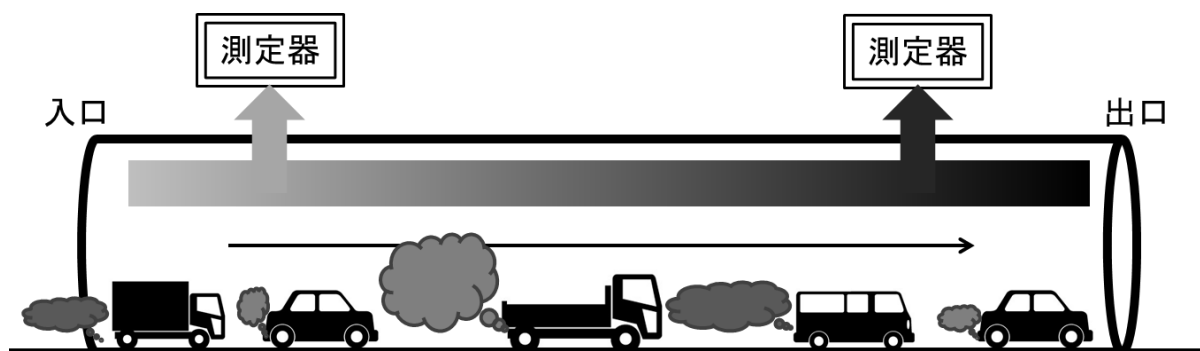


図1 トンネル調査の模式図

3 調査結果

(1) 微小粒子状物質 (PM_{2.5})

今回の調査で得られたディーゼル車のPM_{2.5}の排出係数を図2に示す。同一のトンネル(以下、トンネルAとする)で1998(平成10)年に実施された調査結果と、2001(平成13)年、2003(平成15)年、2010(平成22)年に別のトンネル(以下、トンネルBとする)で実施された調査結果を示している。また、シャシダイナモメータを用いた試験の結果等から算出した都内自動車排出ガス量の推計値を併せて示している。トンネルAでは1998年の0.41g/台kmから2011年の0.05g/台kmへと大きく減少がみられた。トンネルBでも2001年(0.10g/台km)、2003年(0.05g/台km)、2010年(0.03g/台km)と減少がみられた。推計値と比較すると、1998年と2010年はトンネル調査の結果とよく一致していた。一方、2005年の推計は2001年、2003年のトンネル調査よりも値が大きい結果となった。

(2) 窒素酸化物 (NO_x)

ディーゼル車のNO_xの排出係数を図3に示す。トンネルAでは1998年の4.98g/台kmから2011年の2.60g/台kmへとほぼ半減していた。トンネルBでも、2003年(3.3g/台km)から2010年(2.0g/台km)にかけて減少がみられる。推計値と比較すると、1998年はトンネル調査の結果が推計値を上回っていたが、2010年では下回る結果となった。

トンネル調査では、NO_xをNOとNO₂に分けて測定することができる。そこで、NO、NO₂別の排出係数を求めたところ、ともに排出係数は減少しているが、NO_xに占めるNO₂の割合がやや増加していることがわかった(図3)。従来、排出ガス中のNO_xのおよそ1割がNO₂と言われてきたが、その割合が変化している可能性がある。

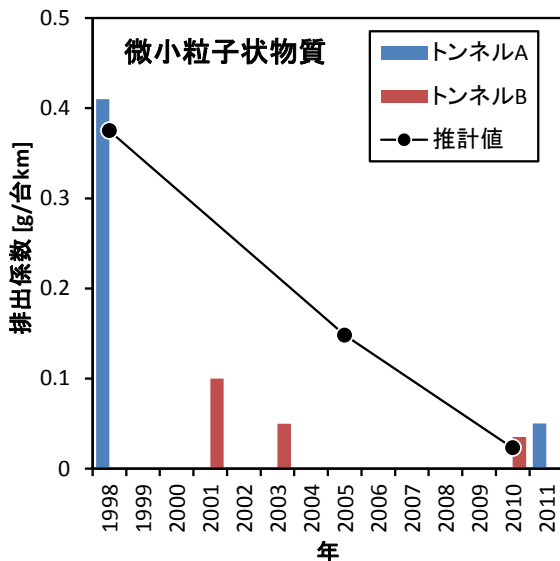


図2 微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の排出係数の推移。トンネル調査の結果と台上試験等に基づく推計値(時速40km/h、普通貨物車)を示す。

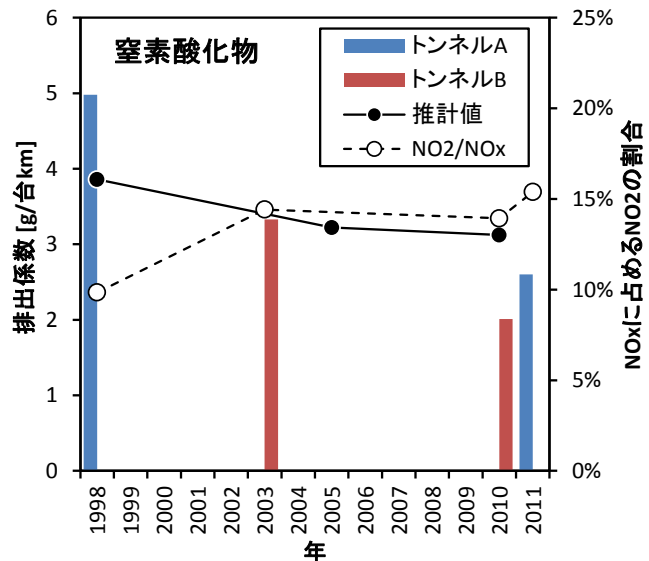


図3 窒素酸化物 (NO_x) の排出係数の推移。トンネル調査の結果については、NO_x に占めるNO₂の割合も示す。

(3) 揮発性有機化合物 (VOC)

VOCの代表的な成分の排出係数を図4に示す。PM_{2.5}、NO_xは主にディーゼル車から排出されているのに対し、VOCはディーゼル車とガソリン車の両方から排出されている。ただし、ディーゼル車とガソリン車ではVOCの種類によって排出される量が異なる。ディーゼル車については、ホルムアルデヒドの排出係数が最も大きい。1998年(40mg/台km)から2011年(6.3mg/台km)にかけて減少していた。ホルムアルデヒドに次いで、ベンゼン、1,3-ブタジエン、トルエンの排出係数が大きかったが、2011年の調査では、ほぼゼロであった。ガソリン車については、トルエンの排出係数が最も大きく、ディーゼル車を上回っていた。2001年(14mg/台km)、2010年(12mg/台km)の調査では、

1998年(9.4 mg/台 km)よりも高い値となっていたが、2011年(5.1 mg/台 km)には減少していた。トルエンに次いで、キシレン、ベンゼンの排出係数が大きかったが、いずれも今回の調査で減少がみられた。

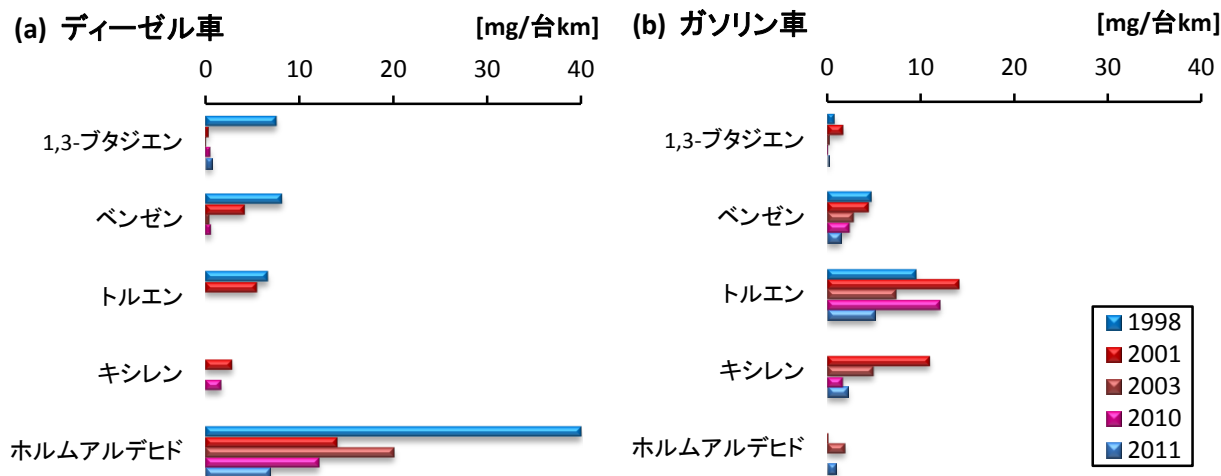


図4 揮発性有機化合物(VOC)の排出係数の推移。(a) ディーゼル車、(b) ガソリン車

4 おわりに

トンネル調査の結果、実際に走行している自動車から排出される大気汚染物質の量は、近年、大きく減少していることが確認された。NO_xについては、NO、NO₂ともに排出係数は減少していたが、NO_xに占めるNO₂の割合は増加の傾向が見られた。VOCについては、成分ごとの排出係数を求めたところ、主要成分についてはいずれも減少していることが確認された。しかし、自動車の排出ガスが一因と考えられる光化学オキシダントやPM_{2.5}等の大気汚染問題については、未だ十分な改善が見られておらず、今後の調査で原因物質の排出状況を引き続き注視していく必要がある。

用語説明

シャシダイナモメータ

回転するローラー上に自動車の駆動輪を載せ、道路上での走行状態を実験室内で再現することのできる機械装置。

微小粒子状物質 (PM_{2.5})

大気中を浮遊する粒子状物質のうち、粒径が2.5μm(1μmは1mmの1/1000)以下のもの。呼吸時に気管内の深部まで到達するため、健康影響が大きいと考えられている。

窒素酸化物 (NO_x)

一酸化窒素(NO)と二酸化窒素(NO₂)をひとくくりにした呼称。大気中に約78%存在する窒素と約20%存在する酸素が高温下で化合することによってNOが生成され、さらに酸素と結びついてNO₂となる。光化学オキシダントの原因物質。

揮発性有機化合物 (VOC)

大気中に気体として存在するベンゼンやホルムアルデヒドなどの有機化合物の総称。その種類は100種類以上もあり、中には発がん性など人体に有害な影響を及ぼすものも多い。光化学オキシダントの原因物質。