

ディーゼル車からの窒素酸化物排出実態に関する研究

福岡 三郎 飯田 靖雄 舟島 正直
梅原 秀夫 朝来野 国彦

1 はじめに

大気中の二酸化窒素に関する新しい環境基準は、昭和53年に設定され、その達成期限は昭和60年度とされていた。しかし、東京都、神奈川県、大阪府などの大都市周辺ではNO₂濃度の低減が緩慢で、60年度当初早々には、環境基準の達成が困難であることが明らかとなった。環境大気中のNO₂濃度は、とくに道路周辺で一般環境よりも高く、事態はより一層深刻な様相を呈している。

自動車に対する窒素酸化物(NO_x)規制は、昭和48年度から始まり、以降段階的に規制が強化され、乗用車では未規制時排出量の8%に、また、ディーゼル貨物車では同じく49%に、NO_x排出量が削減されている。それにもかかわらず、このようなNO_x排出量の削減が道路沿道周辺のNO₂濃度低減に結びついていない。その原因としては、種々の要因が考えられるが、その排出ガスの特性からNO_x低減技術がガソリン車より難しいディーゼル車の増加が重要な要因の一つとして考えられる。

そこで、このようなディーゼル車からのNO_x排出実態を、過去の多くの測定データから検討し、明らかにしたので報告する。また、ディーゼル車からのNO₂排出実態について、基礎的な実験を行なったので、その調査結果も併せて報告する。

2 ディーゼル車からのNO_x排出実態

(1) ディーゼル車からのNO_x排出レベル

ディーゼル車は一般に車両が大型で、その排出ガス実態調査を実施できる機関は、自動車メーカーを除けば極めて少ない。そのため地域のNO_x総排出量を算出する際必要なNO_x排出原単位設定のための排出ガス調査台数も、ディーゼル車はガソリン車に比べて少なく、他地方自治体の測定データ等により補完しているのが現状である。今回、筆者らはディーゼル車からのNO_x排出実態を把握

すべく、当研究所の測定データ及び東京都、横浜市、大阪市の3都市が調査委託した54台(一部研究発表済み¹⁾の38台に16台の追加データを加えたもの)のディーゼル車の測定データを整理し、検討を試みた。これらのディーゼル車測定の大部分は、(財)日本車両検査協会で行なわれたものである。同協会の実験施設の概要を表1、表2に、またNO_x規制年次別調査台数内訳を表3に示す。

表1 シャーシーダイナモメータ諸元

型 式	万才自動車特製BCD1100E	
ローラ本数	2×2	
ローラ径	370φ×1,100	
ローラ軸間距離	500mm	
ローラセンタ間距離	1,700mm	
動力吸収部	型 式	水冷うず電流式電気動力計
	吸収トルク	150kg・m(500~1,430rpm)
	吸収動力	300ps(最大)
	最大回転数	2,500rpm
	フライホイール	1,000~10,000kg(250kgとび7枚)

表2 分析計

型 式	堀場製 型式MEXA2300
CO	NDIR 0~1 0~3%
CO	NDIR 0~1,000 0~3,000ppm
CO ₂	NDIR 0~5 0~16%
CO ₂	NDIR 0~2 0~6%
THC	FID 0~100ppm×1~×500(9レンジ)
NOX	CLD 0~10 ×1~500(9レンジ)
精 度	NDIR 再現性 FSの±1%
	FID ゼロドリフト ±1%/8h
	CLD スバンドリフト ±1%/8h

表3 ディーゼル車規制年次別調査台数

規制年次 車種	未規制	49年 規制	52年 規制	54年 規制	57 (58) 規制	計
直噴式	4	3	5	11	5	28
副室式	3	7	5	4	7	26

これらのディーゼル車NO_x排出データのうち、始めに定速条件のNO_x濃度及び6モード値の測定例を表4に示す。比較のために、当研究所で測定した未規制と53年規制のガソリン乗用車のNO_x濃度及び10モード値も併せて表に示した。

ディーゼル車の場合、定速条件は、エンジン負荷が軽

く、加速条件に比べてかなりNO_x濃度は低い。負荷の軽いアイドリング(1D), 20km/h, 40km/hでは、規制年次によるNO_x濃度に差がなく、規制強化の効果が見出しにくい。しかし、定速走行でも80km/hのような高速走行条件では、最新規制年次車程NO_x濃度が低く、6モード値と同様な低減傾向が示されている。それに対して、ガソリン車では、何れの走行条件でも53年規制車は、NO_x濃度が低く、規制の効果が良く現われている。

表4は定速条件における単なるNO_x濃度比較であるが、排出量(g/km)レベルでの差異をつぎにみてみたい。

表5は規制年次別、車種別にNO_x排出量を比較したものである。ディーゼル車については、前述の54台、ガソ

表4 定速条件, 6, 10モードにおけるNO_x濃度

車種	項目	ppm ← → g/km						
		1D	20 km/h	40	60	80	6モード	10モード(M-15)
未規制 乗用車 1,980cc		44	225	1,741	2,690	4,421	—	3.1
53規制 乗用車 三元触媒 1,800cc		25	60	20	100	75	—	0.1
49規制 ディーゼル車 直噴式 10,308cc		61	168	277	386	526	705	9.3
52規制 ディーゼル車 直噴式 13,273cc 10トン車		173	205	220	308	418	676	10.4
54規制 ディーゼル車 直噴式 11,149cc 8トン車		139	187	277	392	322	414	9.0

表5 ディーゼル車とガソリン車のNO_x排出量比較

規制	車種	副室式	直噴式	g/km					
				ガソリン乗用車		軽・中量ガソリン車		重量ガソリン車	
				規制	排出量	規制	排出量	規制	排出量
未規制		1.50 (3)	10.9 (4)	未規制	2.16 (3)	未規制	1.78 (2)	未規制	2.40 (2)
49規制		1.86 (7)	8.42 (3)	48規制	1.96 (3)	48規制	2.20 (2)	48規制	2.99 (6)
52	"	2.97 (5)	8.42 (5)	50 "	1.02 (9)	50 "	1.54 (8)	52 "	3.72 (2)
54	"	1.68 (4)	6.72(11)	51 "	0.69(27)	54 "	1.32(10)	54 "	3.04 (2)
57 (58)	"	1.56 (7)	8.93 (5)	53 "	三元0.16(7) 他 0.39(6)	56 "	1.22(11)	57 "	4.01 (3)

- 注 (1) 副室式は、等価慣性重量3トン換算
 (2) 直噴式 同上 8.5トン換算
 (3) 走行モードは、ディーゼル車、重量ガソリン車はM-15モード、乗用車、軽・中量ガソリン車は10モード
 (4) ()内、測定データ数
 (5) 三元は、三元触媒装着車、他は、三元触媒方式以外のNO_x対策車

リン車については当研究所が測定した100台の、M-15モード及び10モードの測定結果である。表5にみるように、NO_x規制が始まった当初は、小型ディーゼル貨物車よりガソリン乗用車の方がNO_x排出量は多かったが、NO_x排出規制が強化するにつれて、ガソリン車では排出量が著しく少なくなっており、規制の効果がうかがえるが、ディーゼル車では規制年次によるNO_x排出量の差異が、副室式では52年規制以降みられているが、直噴式では明瞭でなく規制強化の効果が見出しにくい。また、直噴式ディーゼル車のNO_x排出量は著しく多く、大型車ではガソリン乗用車の10~20倍の排出レベルとなっている。

このようにガソリン車に比べてディーゼル車でNO_x排出量の低減が顕著でない理由としては、ディーゼル車排ガス中NO_x低減技術のむずかしさがあげられる。ガソリン車の場合、NO_x低減対策としてEGR(排出ガス再循環)装置及び三元触媒装置が開発、実用化されたことにより、NO_x濃度の著しい低減化ができたが、ディーゼル車の場合、EGR装置は、①ディーゼルエンジン燃焼が常に過剰空気のもとで行なわれているために、排気中の酸素濃度が高くNO_x低減効果が少ない。②ディーゼル排出ガスには、カーボン及び腐蝕性ガス(SO₂)が含まれておりエンジン等を腐蝕、損傷しやすいといった理由で採用しにくく、また、三元触媒装置も、カーボン等による目づまり、SO₂等による触媒損傷があるために使用が不可能であり、結局、ディーゼル車のNO_x低減対策は、燃料噴射時期遅延を中心としたエンジン改良に依存しているのが現状である。

(2) ディーゼル車におけるNO_x排出特性

自動車から排出される汚染物質は、走行状態(走行モード)によって著しく変化する。一般的に、燃費の悪い走行モード(平均車速の遅い領域)では、走行距離(km)当りの排出量が多く、平均車速が早くなるにしたがって排出量が少なくなる。NO_xの場合も同様な排出特性である。図1は、当研究所が調査した54年規制適合直噴式ディーゼル車(8トントラック)のNO_x排出特性図で、また、図2は、同じく54年規制適合副室式ディーゼル車(4トントラック)のNO_x排出特性を示したものである。NO_x排出量は平均車速の遅い領域では、速い領域より2倍程度多くなっており、20km/h以上の平均車速ではNO_x排出量にそれ程の差異はなくなっている。何れにしても、平均車速5km/h程度の低速領域では、どの車

種でもNO_x排出量が著しく多いのが特徴である。

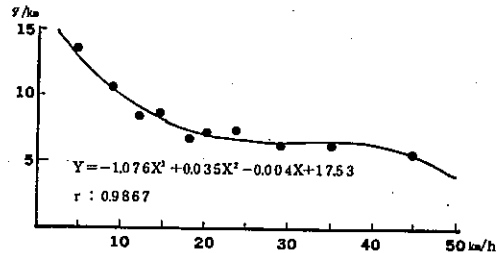


図1 ディーゼル車(直噴)NO_x排出特性

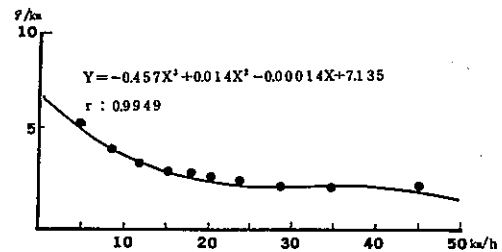


図2 ディーゼル車(副室)NO_x排出特性

3 実走行モードにおけるNO_x排出規制の効果

ディーゼル車に対するNO_x規制は、ガソリン車における規制モードである10モードとはちがって、エンジン負荷状態と回転数の組み合わせにおけるNO_x濃度で行なわれている。表6にディーゼル6モード試験法を示した。

表6 ディーゼル6モード測定法

No.	運 転 条 件	重み係数
1	原動機を無負荷運転している状態	0.355
2	原動機を最高出力時の回転数の40%の回転で全負荷運転している状態	0.071
3	原動機を最高出力時の回転数の40%の回転数でその負荷を全負荷の25%にして運転している状態	0.059
4	原動機を最高出力時の回転数の60%の回転数で全負荷運転している状態	0.107
5	原動機を最高出力時の回転数の60%の回転数でその負荷を全負荷の25%にして運転している状態	0.122
6	原動機を最高出力時の回転数の80%の回転数でその負荷を全負荷の75%にして運転している状態	0.286

分析法: CO, NO_xはNDIR法

HCは加熱型水素炎イオン化分析法

各運転モードにおける重み係数との関係で、負荷が重く回転数の大きい第6の運転モードにおけるNO_x加重平均濃度が高くなると思われ、次いで、全負荷状態の第4、第2の運転モードにおけるNO_x加重平均濃度が高いものと思われる。したがって、ディーゼル6モード値は、かなり負荷のかかったエンジン状態の時のNO_x濃度に大きく影響されていると考えられる。

中央公害対策審議会大気部会自動車公害専門委員会資料⁹⁾によれば、NO_x49年規制ディーゼル車では、ディーゼル6モード値(ppm)と過渡運転のM-15モード値($\frac{g}{km}$)とは、かなり良い相関(相関係数副室式:0.757, 直噴式:0.606)があって、6モード値が低減すれば、一

定の相関のもとにM-15モードにおけるNO_x排出量も減少するとしている。そこで、筆者らはNO_x52年規制対策車以降のディーゼル車について、6モード値と過渡運転におけるNO_x排出量との関係を検討した。検討した過渡運転は、ガソリン車の10モードに相当するM-15モードと、市街地実走行モードのうちもっとも平均車速の遅い低速領域(平均車速東京:4.4km/h, 横浜:8.0km/h, 大阪:5.0km/h)及びもっとも平均車速の早い高速領域(平均車速東京:45.4km/h, 横浜:36.8km/h, 大阪:60km/h)の3走行モードである。また、検討の対象とした車両は、52年規制以降の対策車で、6モード測定を行っている副室式10台、直噴式17台のディーゼル車である。

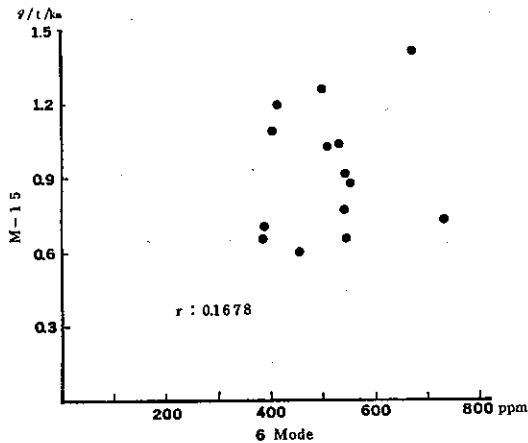


図3-1 6モード値とM-15モード値の関係(直噴式)

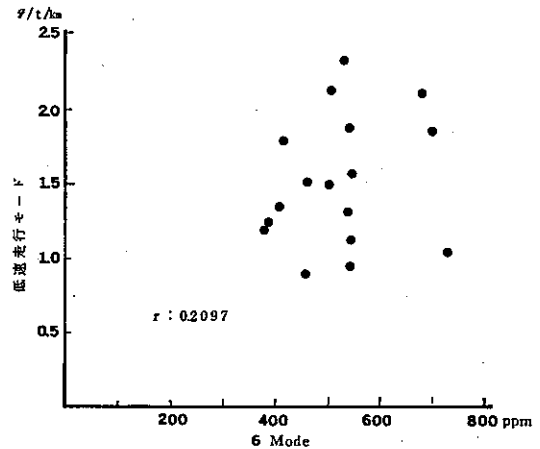


図3-2 6モード値と低速走行モード値の関係(直噴式)

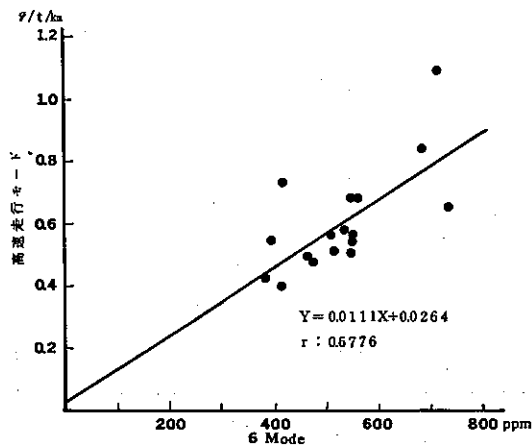


図3-3 6モード値と高速走行モード値の関係(直噴式)

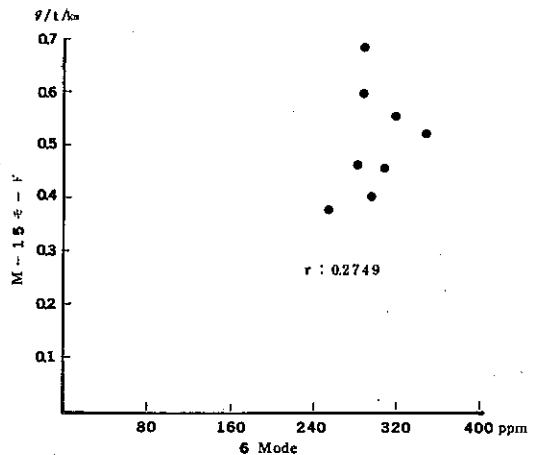


図4-1 6モード値とM-15モード値の関係(副室式)

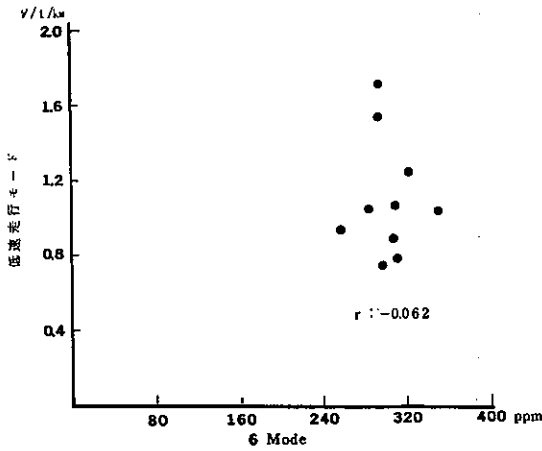


図4-2 6モード値と低速走行モード値の関係(副室式)

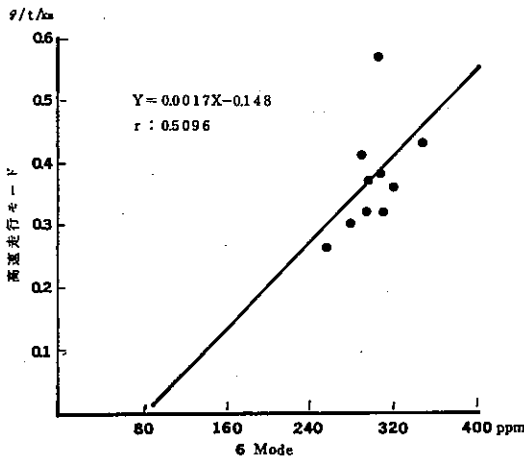


図4-3 6モード値と高速走行モード値の関係(副室式)

図3, 4に上記の3走行モードと6モード値との相関図をエンジン型式別に示した。図にみるとおり、NO_x52年規制以降のディーゼル車では、直噴式、副室式ともに、6モード値とM-15モード値、低速走行モード値とに相関があるとは言えない。しかし、高速走行モードでは、比較的両者の相関は良く、直噴式では相関係数が0.7に近い数値となっている。このように、6モードとM-15モード、低速走行モードとの間の相関が悪いということは、排出規制の実質的效果が、これらの走行領域では表われていないことを示唆している。

さらに図5は、各規制年次における排出基準にみるNO_x低減率と、54台のディーゼル車の6モードNO_x濃

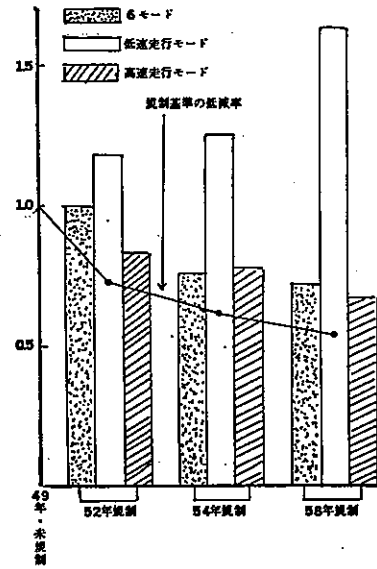


図5-1 実走行モードにおけるNO_x低減率の推移(直噴式)

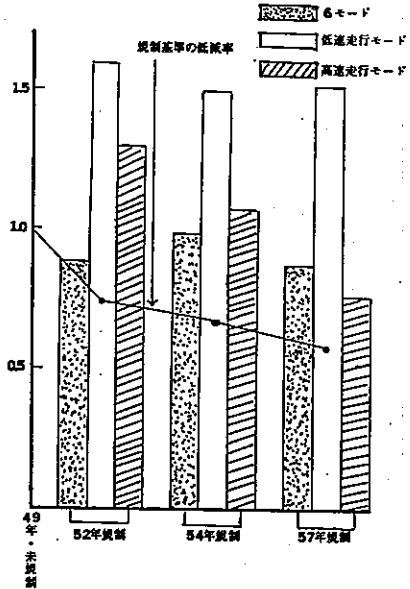


図5-2 実走行モードにおけるNO_x低減率の推移(副室式)

度、低速走行モード及び高速走行モードにおけるNO_x排出量の低減率(未規制・49年規制に対する)を示したものである。調査台数も少なく、また、各走行モードにおける平均車速も都市により若干差異があることなど

から、厳密な比較はしにくいですが、各走行モード共に排出基準どおりの低減率が得られていない。ただ、6モードと高速走行モードは、低減傾向が良く似ており、排出基準どおりではないが、54年規制以降低減傾向がみられている。ところが、低速走行モードでは低減傾向が顕著でなく、直噴式では未規制・49年規制に比べむしろ規制年次が進むにしたがいNO_x排出量が増加する傾向がみられている。NO_x排出量の低減率が低速走行モードで低いことは、低負荷、低速走行の多い大都市の交差点周辺におけるNO_x高濃度汚染に、ディーゼル車の寄与している割合が大きいことを示唆しており、注目されることである。

低速走行モードのNO_x排出量が6モード値と相関が低く、また、各規制年次における低減率も低速走行モードは6モードと異なる傾向を示しているが、その原因として、6モード値を決定しているエンジン条件と低速走行モードにおけるエンジン使用領域とが異なることが大きいと考えられる。図6は直噴式ディーゼル車の未規制・

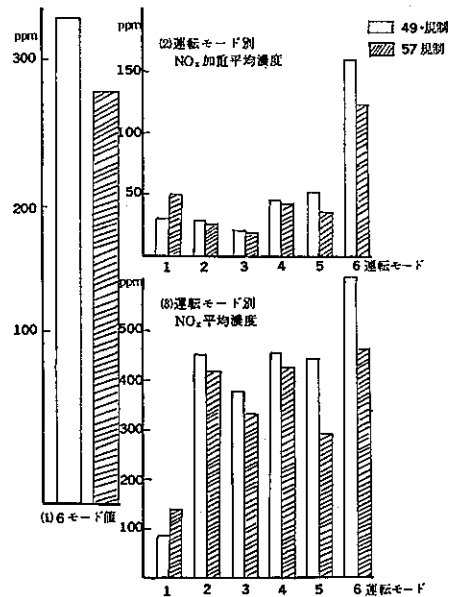


図7 49年規制と57年規制のNO_x 6モード値各運転モード別比較

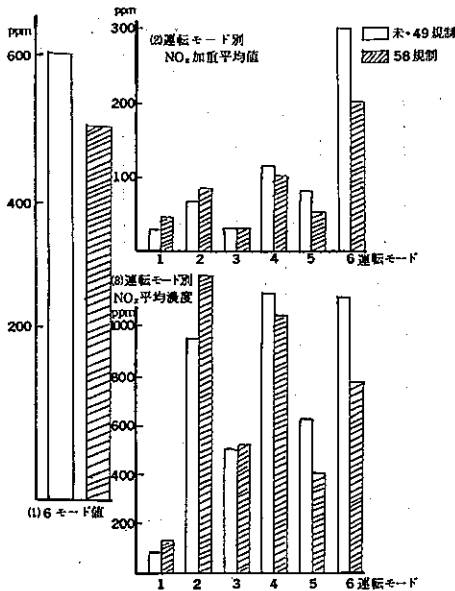


図6 未規制・49年規制と58年規制におけるNO_x 6モード値各運転モード別比較

49年規制適合車(4台)と58年規制適合車(5台)の6モード測定における各運転モード別NO_x単純平均濃度と、加重平均濃度を示したもので、また、図7は、同じく副室式ディーゼル車の49年規制適合車(6台)

と57年規制適合車(7台)の同様グラフである。図6にみるとおり、直噴式ディーゼル車の6モード値全体では、未規制・49年規制適合車に比べ58年規制適合車は、100 ppm程度NO_x濃度を低減させているが、各運転モード別にみるとその低減傾向は必ずしも一様ではない。エンジン負荷が軽いか或いは回転数の小さい第1～第3の運転モードではNO_x加重平均濃度の規制年次による低減がみられていず、むしろ、第1、第2の運転モードでは、58年規制適合車の方が濃度が高くなっている。58年規制適合車のNO_x加重平均濃度が、49年規制以前の車両より低下しているのは、第4以降の運転モードで、とくに、エンジン負荷も重く、もっとも回転数の大きい第6の運転モードにおけるNO_x低減割合が著しく、6モード値全体の低減割合に匹敵する濃度低下がみられている。以上述べたのは加重平均濃度であり、重み係数の大きい第6運転モードに偏重した濃度分布となるが、これを単純平均濃度でみると、49年規制以前の車両では、第4、第6の運転モードNO_x濃度が他運転モードに比し高いのが特徴であったが、58年規制適合車では、第6の運転モードではNO_x濃度がかなり低減しているのに対し、第4の運転モードでは濃度変動少なく、また、第2の運転モードではむしろNO_x濃度が高くなって

いるのが注目される。

図7の副室式ディーゼル車における各運転モード別NO_x濃度低減傾向も、直噴式ディーゼル車の場合とほぼ同じで、第1, 2, 3運転モードのNO_x濃度の低減傾向が顕著でなく、第5, 第6の運転モードにおけるNO_x濃度の規制年次による低減が著しい。

さらに、52年規制以降のディーゼル車に対して、6モード測定値のうちエンジン負荷の軽い第1と第3の運転モードの加重平均値と低速走行モードのNO_x排出量との関係を検討したところ、図8に示すような結果が得られた。6モード値との相関が悪かった低速走行モードの

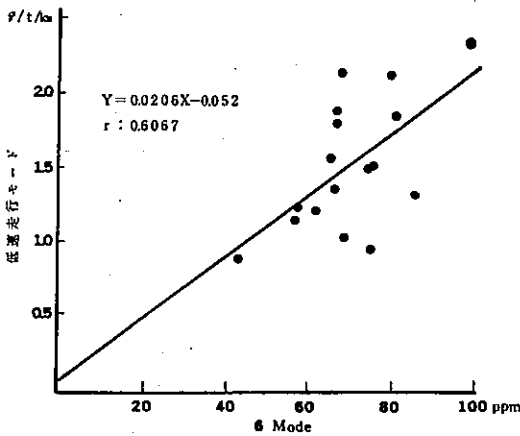


図8-1 第1, 第3運転モード加重平均値と低速走行モード値の関係(直噴式)

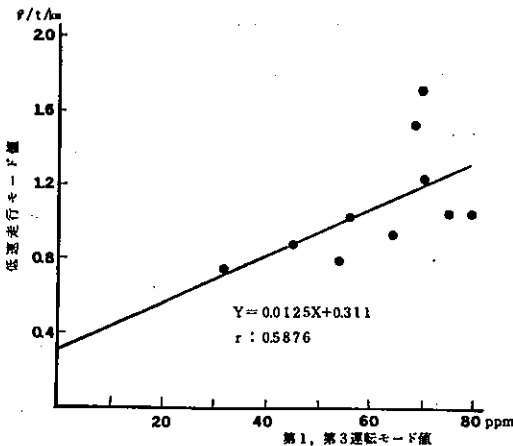


図8-2 第1, 第3運転モード加重平均値と低速走行モード値の関係(副室式)

NO_x排出量も、エンジン負荷の軽い運転モードとの相関は図8にみるとおり比較的良く、低速走行時のNO_x排出量を低減させるには、ディーゼル6モードのうちでも第1, 第3といったエンジン負荷の軽い運転モードにおけるNO_x濃度を下げることが必要であることがわかった。

つぎに、都市走行モードにおけるディーゼル車のエンジン使用領域がどのように分布しているかが問題となるが、表7は当研究所の3.6ℓ直噴エンジンを使用して、都内実走行パターンそれぞれについてエンジン

表7 都市走行状態におけるエンジン回転数及び負荷頻度分布

rpm 負荷	0 ~1000	1000 ~1400	1400 ~1800	1800 ~2200	2200 ~2500	2500 ~3400
90~100	0.01	② 0.04	0.21	④ 0.52	0.11	0.01
70~90	0.00	0.16	1.16	1.50	0.34	⑥ 0.25
50~70	0.01	0.44	2.08	2.58	1.20	0.32
30~50	0.98	1.26	4.74	8.05	3.32	5.56
0~30	① 26.93	③ 1.53	5.36	⑤ 6.84	3.02	0.26
マイナス 負荷	3.15	5.22	7.48	5.53	1.85	0.22

注(1) マイナス負荷は低速状態に対応する。

(2) 丸数字は6モード対応負荷回転数。

回転数と負荷の分布特性を求めた結果¹⁰⁾である。表7にみるとおり東京都の実走行モードでは、エンジン負荷50%以上のいわゆる高負荷領域のエンジン使用頻度は10%程度で、残りの90%はエンジン負荷50%以下の中、低負荷領域となっている。もちろん、車両の積載状態、道路構造等によりエンジン負荷は著しく変わるものであるが、少なくとも大都市の交差点周辺では、低速走行が多く、それ程の高負荷領域は必要としないものと思われる。

4 ディーゼル車排出ガス中のNO₂/NO_x比

沿道周辺において、NO₂濃度が顕著に低減していない発生源の要因として、しばしば、NO₂/NO_x比の大きいディーゼル車の増加があげられている。自動車排出ガス中のNO₂測定は、技術的にむずかしく(CVS法が使えない、NO₂が凝縮水にとけやすいなど)、その排出実態は必ずしも明らかでない。NO₂測定のなかでは、定速条件の測定が濃度変動も少なく行ないやすい。表8は筆者らが測定した3台のディーゼル車と1台の直噴ディーゼルエンジンの定速条件におけるNO₂, NO_x濃度並びに

表8 ディーゼル車におけるNO₂/NO_x比

走行条件		単位 ppm				
車種		I D	20km/h	40km/h	60km/h	80km/h
ディーゼル 乗用車(渦室 式) 1951cc	NO _x	170	151	211	227	292
	NO ₂	43	26	23	27	27
	比	0.25	0.17	0.11	0.12	0.09
大型トラック 直噴式 排気量 13273cc	NO _x	189	215	229	322	454
	NO ₂	44	52	47	65	59
	比	0.23	0.24	0.21	0.20	0.13
大型バス 直噴式 排気量 10308cc	NO _x	74	178	281	391	560
	NO ₂	29	48	74	73	30
	比	0.39	0.27	0.26	0.15	0.05
直噴エンジン 排気量 3600cc	NO _x	192	150	230	390	700
	NO ₂	54	30	40	30	18
	比	0.28	0.20	0.17	0.08	0.03

NO₂比率を示したものである。分析法はケミル法(NO_x NO 測定, NO₂ 差量)及び紫外線吸収法(NO, NO₂ 同時測定)を併用している。表8にみるとおり、ディーゼル車のNO₂濃度はおおむね20~70 ppmの範囲にある。NO₂の比率はID, 20 km/hといった低速, 低負荷時に大きくなり、NO_x全体の20%以上を占めていることが多い。小池らはID時のNO₂比率は、15%程度と報告しているが、その値と比較すると筆者らのID時のNO₂比率はやや大きい。一方、80 km/h等高速時にはNO₂の比率は著しく少なくなる。以上のデータは何れも定速時のデータで負荷も軽く、NO_x排出濃度も低いレベルにあるが、加速時には、さらにNO_x濃度が増えと共に、NO₂比率は著しく下がるものと思われる。

つぎに、58年規制3.6ℓ直噴エンジンを用いての、エンジン負荷別のNO₂/NO_x比の実験結果について述べる。

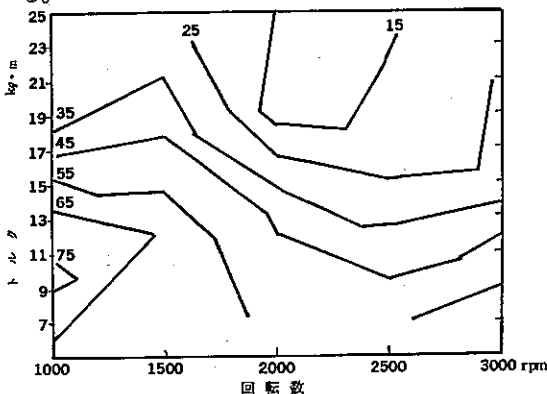


図9 エンジン負荷別NO₂濃度線図

図9は、エンジン負荷別NO₂等濃度線図である。図9にみるとおり、NO₂濃度は低負荷, 低回転数で高く、トルクが増え、負荷がかかってくるにしたがいNO₂濃度は低くなる傾向にある。とくに、トルクが20 kg・mをこえ回転数が2,000~3,000 rpmになると、NO₂濃度は著しく低くなる。また、図10は軸トルクとNO₂/NO_x比との関係を示したものである。軸トルク10 kg・mを境にNO₂比率は10%前後又はそれ以下となり、15 kg・m以上のトルクでは、比率は2%以下となっている。

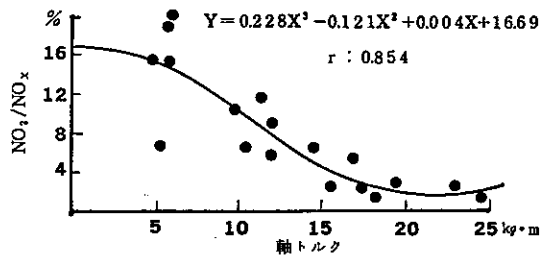
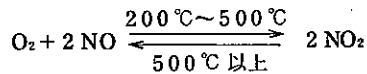


図10 軸トルクとNO₂比との関係

以上のような現象を解析するためには、NO₂の生成要因を明らかにする必要がある。一般的にエンジンのシリンダーの中で生成されるNO_xは全てNOである。エンジンから排出され、マフラーから外気へ出るまでの過程で、種々の要因でNOの一部がNO₂に変換されるが、この場合のNO₂生成温度条件は、次式で決定される。¹²⁾



500℃以上では、NO₂はNOとO₂に分解される側に傾き、200℃~500℃では、NO₂が生成される温度条件となる。NO₂が比較的速く生成されるための条件としては、①排ガス温度が500℃以下200℃に近いこと、②NO, O₂濃度が高いこと、③反応時間(滞留時間)が長いこと、の3点にしばられる。①と②の要因について、前述のディーゼルエンジン負荷別実験で、NO₂濃度との関係を検討したところ、図11, 12に示すような結果が得られた。図にみるとおり、排出ガス温度は低い程NO₂濃度は高い負の相関が示されており、また、O₂濃度も高い程NO₂濃度が高くなっており、この2つの要因がNO₂生成に重要な関係をもっていることが確かめられた。ただ、NO濃度は、自動車排出ガス中では、排ガス温度、O₂濃度とは逆相関関係にありNO₂濃度を高める要因とは

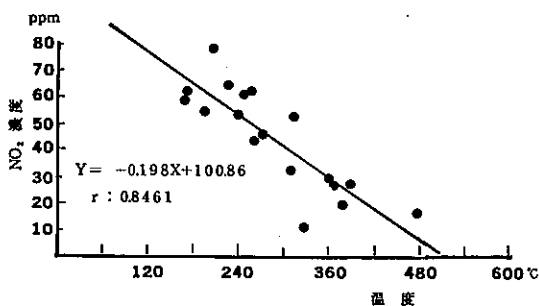


図 11 NO₂濃度と排ガス温度との関係

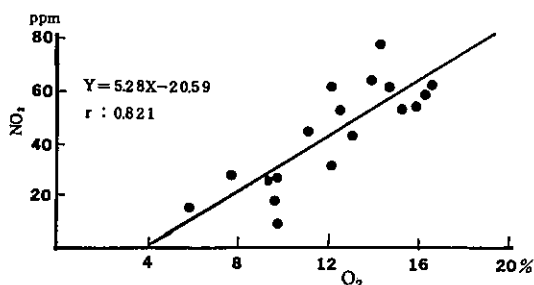


図 12 NO₂濃度とO₂濃度の関係

なりにくい。

最後に実走行モードにおけるNO₂排出比率について検討してみたい。前述したとおり、実走行モードで通常用いられているCVS法が、NO₂測定ではバック内でNO酸化があるため使えないので、ここでは実走行モードのNO、NO_xの連続平均濃度を0.5秒毎のサンプリング測定で求め、NO、NO_x濃度の差からNO₂濃度を算出した。

図13は、上記の方法で3.6ℓ直噴ディーゼルエンジンの都内実走行モードにおけるNO₂/NO_x比特性を示したものである。図にみるとおり、平均車速5km/h付近ではNO₂比率は20%程度で、その後平均車速は速くなるにしたがって比率は下がり、平均車速20km/h以上で

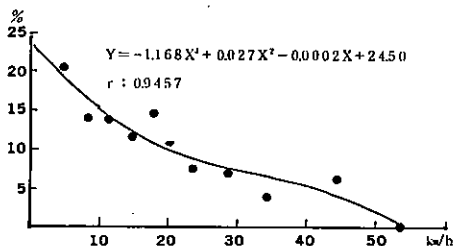


図 13 NO₂/NO_x 比特性

は、比率も10%を下回るようになり、50km/h以上の平均車速では、NO₂比率は著しく小さくなる。さらに図14は、各平均車速におけるNO₂比率を、NO₂排出量(g/km)ベースに置き換えたものである。図にみると

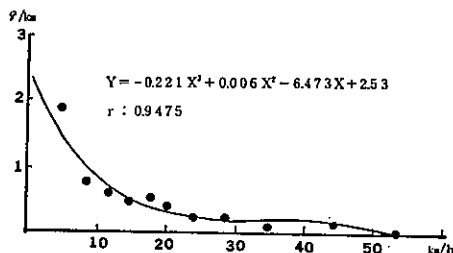


図 14 NO₂ 排出特性

おり、NO₂排出特性はNO_x排出特性をさらに極端にしたもので、10km/h以下の走行領域でNO₂排出量は著しく多くなるが、20km/h～50km/hの走行領域ではほぼ一定になっている。

このように低速走行領域でNO₂濃度が多くなる現象は前述したNO₂生成要因で十分説明できる。すなわち、低速走行領域では排ガス温度が低く、O₂濃度も高い。また排ガス量が少ないために滞留時間も長くなり、よりNO₂生成量が多くなるものと思われる。

5 まとめ

① ディーゼル車からのNO_x排出実態について、規制年次別に調査した結果、実走行モードの排出量では、排出規制どおりのNO_x低減率が得られていないことがわかった。とくに低速走行モードでは、NO_x排出量が排出規制モードである6モードのNO_x濃度と相関が低く、また、未規制・49年規制車に対して、むしろ最近の規制年次車の方がNO_x排出量が多くなる傾向が示されている。これは、ディーゼル車のNO_x低減対策が、6モードのなかでもっとも効果的なエンジン負荷の重い領域を中心に行なわれていることに起因するものである。

② エンジン負荷の軽い低速走行領域においてもNO_x濃度の低減化をはかるためには、低負荷、低速走行領域をもカバーした実走行モードによるNO_x排出規制を検討すべきであると考えられる。

③ ディーゼル車排ガス中NO₂濃度は、低速走行領域程その比率が著しく高く、NO₂/NO_x比が20～30%に達する場合もある。しかし、50km/h以上の平均車速

では、NO₂濃度の排出は著しく少なく、ガソリン車と同様の2～3%になっている。

④ 以上述べたように、低速走行領域で排出規制効果が表われにくく、また、NO₂比率も高いことは、自動車のディーゼル化が進む中で、大都市の交差点周辺における渋滞時のNO_x汚染に大きな影響をもたらしているものと思われる。

なお、本調査研究を行なうにあたり、ディーゼル車排出ガス量調査結果資料を提供していただいた、横浜市公害対策局、大阪市環境保健局、東京都環境保全局ならびに(財)日本車両検査協会の職員の方々に、深甚なる謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 舟島正直他：ディーゼル車汚染物質排出実態における6モードと市街地走行モードとの関係，昭和60年11月 第26回大気汚染学会講演要旨集 1985
- 2) (財)日本車両検査協会：ディーゼル自動車の排出ガス実態報告書，昭和52年3月
- 3) 大阪市環境保健局：移動発生源窒素酸化物排出実態調査報告書，昭和53年10月
- 4) 大阪市環境保健局：都市走行における自動車排出ガス低減効果試験報告書，昭和58年3月
- 5) 大阪市環境保健局：都市走行における自動車排出ガス低減効果試験報告書，昭和60年3月
- 6) 横浜市公害対策局：自動車排出ガス量調査報告書，昭和59年12月
- 7) (財)日本車両検査協会：自動車排出ガス排出係数算出調査報告書，昭和59年11月
- 8) (財)日本車両検査協会：自動車(使用中)の排出ガス実態調査報告書，昭和59年11月
- 9) 中央公害対策審議会大気部会自動車公害専門委員会：「自動車排出ガス許容限度長期設定方策について」に関する説明資料，昭和52年12月
- 10) 芳住邦雄他：都市における自動車の走行状態，産業公害 Vol 20 No 9 (1984)
- 11) 小池章介他：ディーゼルエンジンにおけるNO₂/NO_x比排出傾向，第16回交通安全公害研究所発表会講演概要，1985.11 運輸省交通安全公害研究所
- 12) 疋田 強：高速反応序説，内燃機関Vol 11(1972)