

# 国道15号線（川崎市内）の自動車からの窒素酸化物排出量と周辺濃度

## NOx Concentrations from Automobiles in the Vicinity of Highway Route 15 in Kawasaki City

広瀬 健二 Kenji HIROSE  
 安藤 仁 Hitoshi ANDO  
 井上 俊明 Toshiaki INOUE

### 1 はじめに

大都市圏における自動車公害は、公害問題の中で未解決で深刻な課題の一つとして残されている。特に窒素酸化物に係る大気環境濃度は、ここ数年、全体的には高濃度レベルで推移している。

現在、窒素酸化物の汚染の実態を詳細に調査し、その大気環境の特徴を把握することにより科学的かつ効果的な環境改善対策を講ずる必要に迫られている。

本調査では、川崎区内で、県道東京大師横浜線に次いで交通量の多い国道15号線周辺の窒素酸化物について梅雨期及び冬期の環境濃度の実態、並びに交通量の実態を調査し、建物密集地の窒素酸化物の拡散状況の基礎資料を収集した。

### 2 調査方法

#### 2.1 調査期間

調査期間は次のとおりである。

梅雨期：1993年6月21日～7月8日

冬期：1993年11月27日～12月10日

詳細な調査日、調査項目は表1に示した。

#### 2.2 調査項目

##### (1) 国道15号線の自動車からの窒素酸化物排出状況調査

交通量調査については、国道15号線南町地区の交通量常時監視装置（トラフィック・カウンター）を利用し6車線（上り3車線、下り3車線）毎に4車種別の台数及び車速を把握し、これらのデータから国道15号線の窒素酸化物排出状況を調査した。

##### (2) 窒素酸化物環境濃度実態調査

簡易サンプラー（PTIO法）によるNO<sub>2</sub>、NOの日平均濃度を把握した。

PTIO法を用いた調査は、国道15号線宮前交差点周辺に梅雨期24地点、冬期23地点にサンプラーを設置して実施した。梅雨期と冬期の調査地点は基本的に同一地点

表1 調査日・調査項目

〈梅雨期：1993年6月21日～7月8日〉

調査項目		調査日	
		6月	7月
		21(月)23(水)25(金)27(日)29(火)1(木)3(土)5(月)7(水) 22(火)24(木)26(土)28(月)30(水)2(金)4(日)6(火)8(木)	
濃度測定	自動測定機	NO、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、O <sub>3</sub> 、（川崎局、市役所前局、新川通局） NO、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、（市労連会館内）	
	簡易サンプラー（PTIO）	NO、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、（全24地点）	
気象測定	風向風速計	風向、風速、温度、湿度（川崎局、田島局、大師局） 風向、風速（市役所前局）	
交通観測	24時間観測	6車線毎、車種別、車速（国道15号線南町地区）	

（※：O、は川崎局のみ）

〈冬期：1993年11月27日～12月10日〉

調査項目		調査日	
		11月	12月
		27(土)29(月)1(水)3(金)5(日)7(火)9(木) 28(日)30(火)2(木)4(土)6(月)8(水)10(金)	
濃度測定	自動測定機	NO、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、O <sub>3</sub> 、（川崎局、市役所前局、新川通局） NO、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、（市労連会館内）	
	簡易サンプラー（PTIO）	NO、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、（全23地点）	
気象測定	風向風速計	風向、風速、温度、湿度（川崎局、田島局、大師局） 風向、風速（市役所前局）	
交通観測	24時間観測	6車線毎、車種別、車速（国道15号線南町地区）	

（※：O、は川崎局のみ）

としたが、冬期は梅雨期に行わなかった鉛直分布の調査を実施したので、地点No. 4, No. 6, No. 7, No. 10, No. 22は場所を変更して実施した。

サンプラーは午前10時に設置し、翌日同時刻に回収する24時間測定を基本とした。ただし、日曜日をはさむ期間は48時間測定とした。

### 2.3 調査地域・地点

調査地区として、商業系地域で交通量が多い幹線道路の宮前交差点を含む川崎市役所（川崎区宮本町）地区周辺、建物密集地区の宮前町周辺、高層建築物が林立する東田町周辺を設定した。

本調査で対象とした地区及び詳細な調査地点を図1に示した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 国道15号線の窒素酸化物排出状況

#### 3.1.1 走行台数について

##### (1) 時間変動

車種別の平均走行台数を図2に示した。

図2より走行台数は、全体として4時頃が最も少なく、8時頃にかけて急激に増加し、その後、13時、16時頃に若干少なくなるものの増加傾向を示し、18時頃にピークをむかえ、その後は減少に向かった。

これを車種別にみると図2に示したとおり、大型貨物は7時、10時～12時頃多く、小型貨物は8時～17時まで、ほぼ一定の平均700台/hの走行台数であった。

乗用車は5時～8時までの通勤時間帯に急激に増加し、その後も19時まで増加傾向を示した。その後は、帰宅時

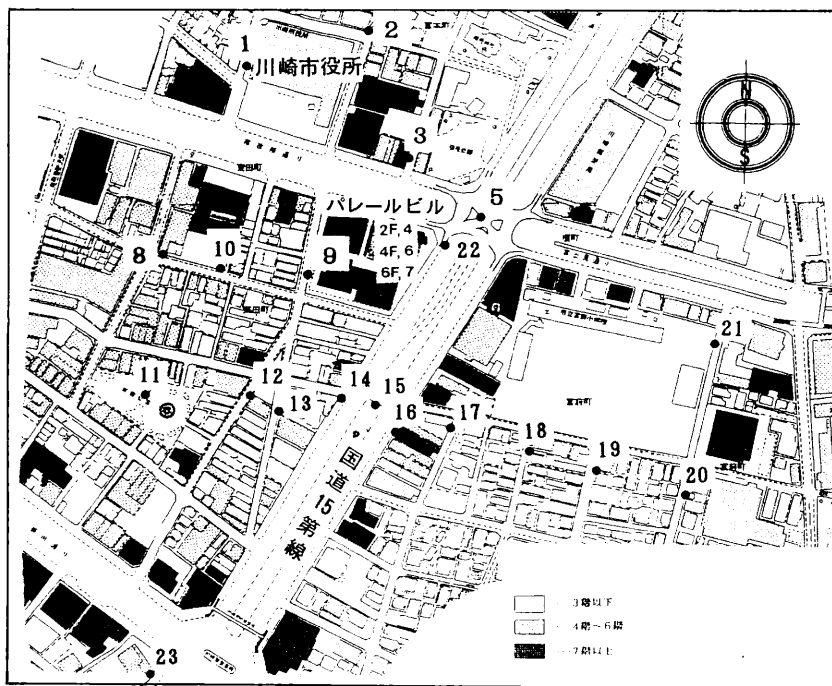


図1 調査地点（地点No.は冬期）

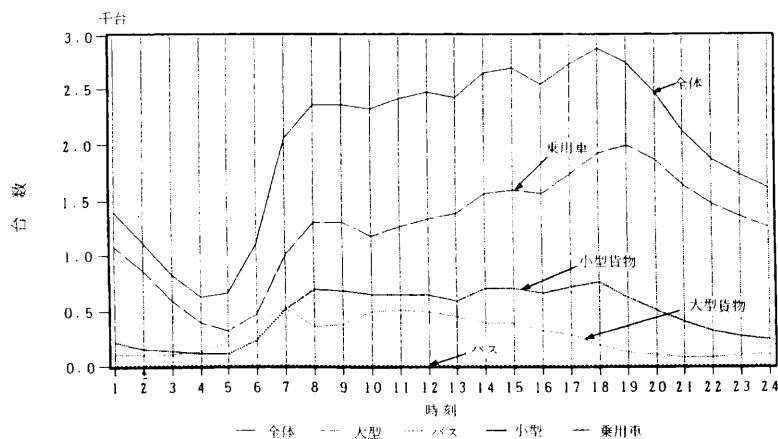


図2 車種別平均走行台数

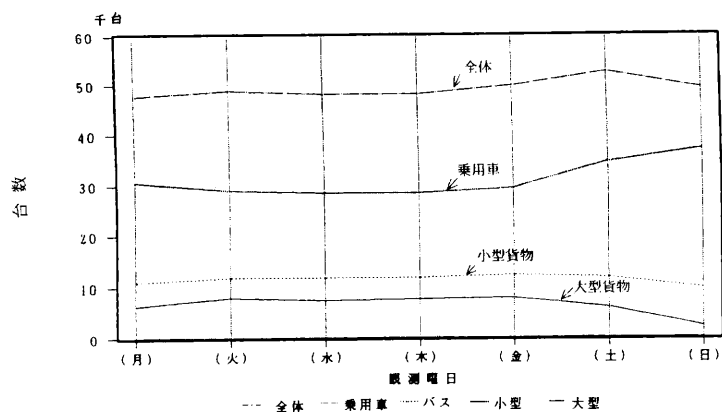


図3 曜日別走行台数

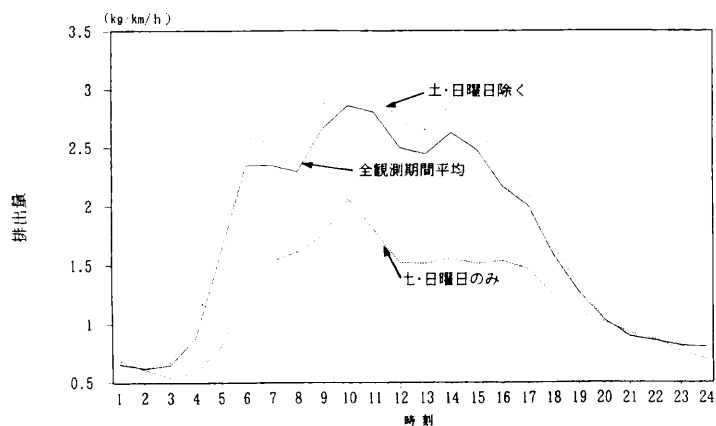


図4 時間別窒素酸化物排出量

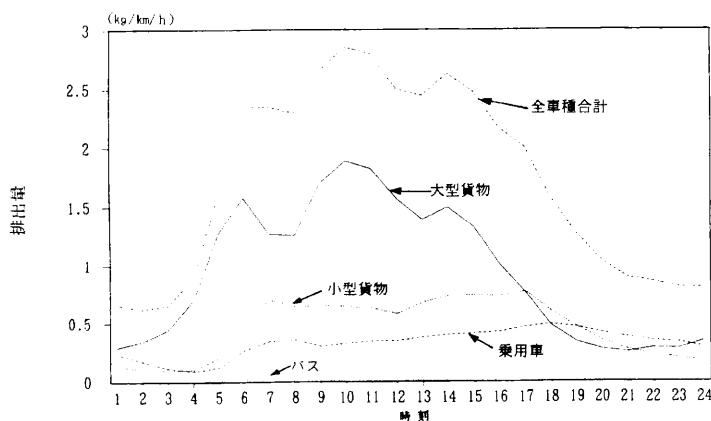


図5 車種別の窒素酸化物排出量

間帯をピークに翌日5時まで減少する。全体に占める乗用車の台数は62%程度であり、グラフから解るように全体の増減は乗用車に左右された。

(2) 曜日及び日変動

曜日及び日変動についての走行台数は図3に示した。走行台数は、月曜日がやや少ないものの一週間の間ほぼ一定で推移した。また日曜日は、台数の寄与率の高い乗用車が增大する(25%程度)ものの大型貨物が大幅に減少するので(平日の約20%)全体として他の曜日とほぼ同様の走行台数であった。

また、冬期も梅雨期とほぼ同様な変動で推移していた。

3.1.2 交通量及び走行速度による窒素酸化物排出量の算出

交通量常時監視装置より得た4車種別走行台数から窒素酸化物の排出量を4段階に区別して算出した(冬期データ使用)。

(1) 区間速度の算出

調査地域である宮前交差点から交通量常時監視装置の設置してある南町までの区間速度の算出については、次の区間速度推計モデル式<sup>1)</sup>に交通量等を代入して求めた。

$$V = f(Q, M, S) = 30.8 - 0.0183Q + 0.275M - 2.17S$$

- V : 区間速度 (km/h)
- Q : 交通量 (台/h/車線)
- M : 規制速度 (km/h、本調査地域の規制速度は60km/h)
- S : 信号密度 (個/km、本調査地域の信号密度は3個/km)

(2) 調査車種の細分化

登録台数の割合を参考に、走行車数を8車種に割り振った。

(3) NO<sub>x</sub>排出量の算出

NO<sub>x</sub>排出量の算出は、年度別平均NO<sub>x</sub>排出算出式<sup>2)</sup>に車種ごとの数値を代入して求めた。

$$NO_x = aV^2 + bV + c \quad (NO_x: g/km, V: 区間速度)$$

1990年と1995年の基準年平均NO<sub>x</sub>排出係数(a, b, c)は「川崎市における今後の窒素酸化物対策について(答申)」<sup>2)</sup>によった。

しかし、本調査は1993年に実施したので、年度の割合いで排出量を算定する必要がある、1990年/1995年を2:3の比率で案分した。

(4) 時間別・曜日別の窒素酸化物排出量

ア 時間変動

時間別排出量を図4に示した。また、車種別の窒素酸化物排出量を図5に示した。

時間別排出量(全観測期間平均)では8時・9時頃に若干低い値であったが、11時にNO<sub>x</sub>排出量がピークをむかえてその後減少した。これは、大型貨物の走行台数の変動パターンと同様の变化であった。曜日を考慮すると、土・日曜日の排出量は全観測期間と比較して全時間平均で67%、ピーク時(11時)で55%までに低下していた。

自動車走行量は15~17時では、むしろ土・日曜日の方が走行台数は多い(この時間帯の乗用車の占有率は74%)にもかかわらず、窒素酸化物排出量が低下していることから、大型貨物と比べ乗用車の排出量寄与率が低く抑えられていた。

車種別にみると全体を通じて大型貨物の寄与率が高い(56%)が、夜間に入り19時以降23時までは、乗用車の排出量の寄与が1位となる。この時間の乗用車の排出量占有率は42%に及んだ。

イ 曜日による変動

曜日別の窒素酸化物排出量を図6に示した。月曜日から金曜日まではほぼ一定のNO<sub>x</sub>排出量で推移した。しかしながら、日曜日は、排出量寄与率の高い大型貨物が減少するので(平日の30%程度)全体としては大幅に減少した(平日の62%程度)。

窒素酸化物排出量についても、梅雨期も冬期とほぼ同様の変動パターンであった。

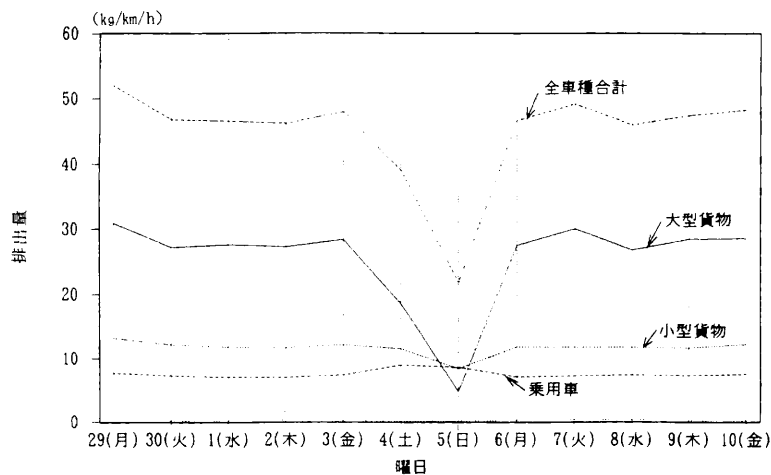


図6 曜日別の窒素酸化物排出量

表2 国道15号線と直行した地点群 (No. 11~22) の道路中央からの距離

No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18	No. 19	No. 20
			道路端	中央分離帯	道路端				
135 m	59	34	7.5	0 m	6.5	53	95	135 m	215 m
	← w方向					E方向 →			

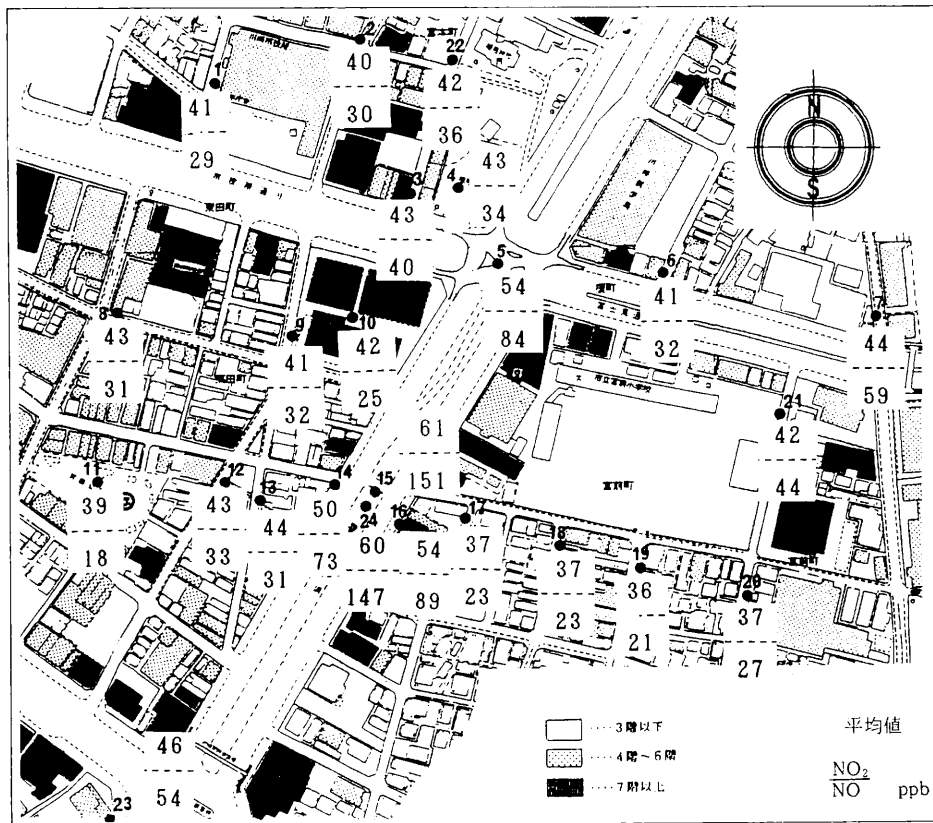


図7 調査結果 (梅雨期-平均値)

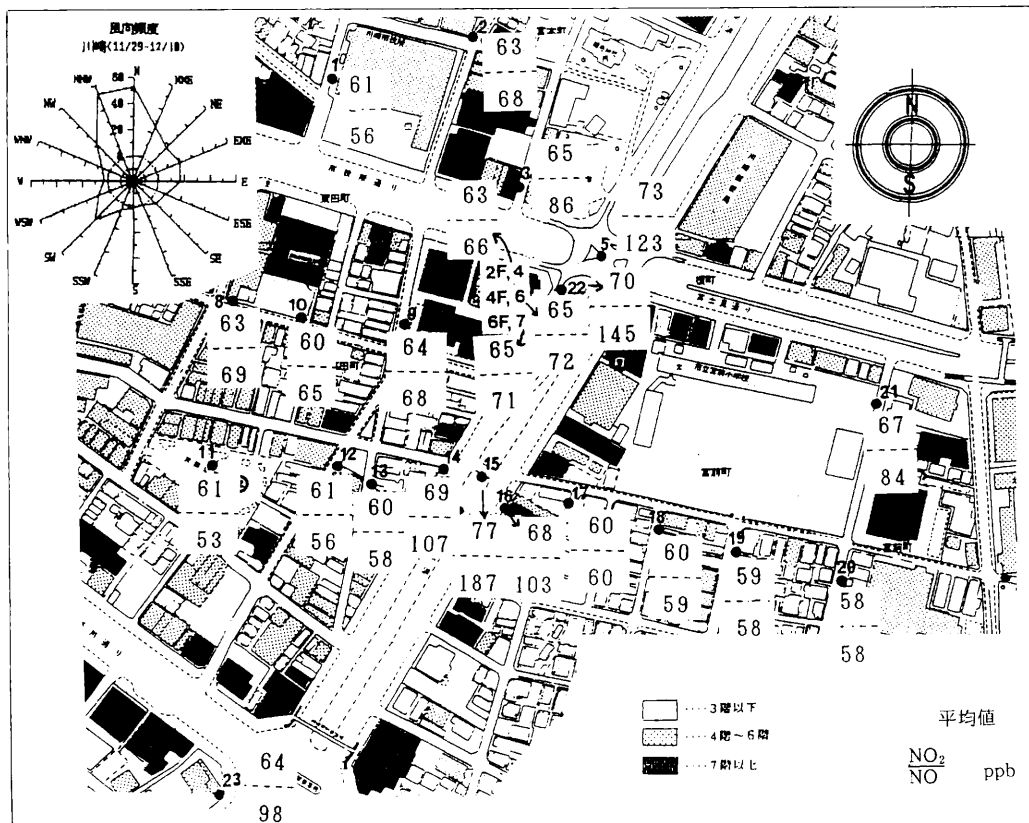


図8 調査結果 (冬期-平均値)

3.2 国道15号線周辺の窒素酸化物濃度調査

P T I O法調査期間中の平均濃度を、梅雨期は図7、冬期は図8にそれぞれ調査図面上に示した。

3.2.1 道路中央からのNO<sub>2</sub>及びNOの濃度減衰

国道15号線と直行した地点群(No. 11~22)の道路中央からの距離を表2に示した。また、梅雨期調査の道路中央からの距離とNO<sub>2</sub>、NO濃度(平均値)の関係を図9に示した。

梅雨期では、NO<sub>2</sub>濃度は中央分離帯で60ppbであったが、道路端では50~54ppbになり、30m以上離れた地点では30~40ppbの濃度レベルであった。一方、NO濃度は中央分離帯では147ppbと相対的に高い濃度であったが、道路端では約半分程度の濃度になり、30m以上離れた地点では20~30ppbの濃度レベルであった。

冬期調査結果を図10に示した。道路中央濃度はNO<sub>2</sub>で77ppbと梅雨期よりは高い濃度であったが、濃度減衰の傾向は梅雨期とほぼ同様であった。また、NO濃度は道路中央濃度は187ppbであり、濃度減衰は梅雨期と同一傾向を示した。

次に、NO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の存在比(NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>)を求め、図11に示した。NOが高濃度であるほど発生源の影響を強く受けているので<sup>3)</sup>、NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比は低いほど発生源の影響が強いと考えられる。

中央分離帯ではNO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比は約0.3であり、道路端では約0.4であった。このことから道路中央と道路端では、移動発生源の直接の影響が明らかに出ている。

また、道路中央から30m以上離れた地点ではNO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比は、梅雨期は0.6~0.7、冬期は0.5~0.6とほぼ同一レベルの値であり、移動発生源の直接の影響が少なくなっていた。

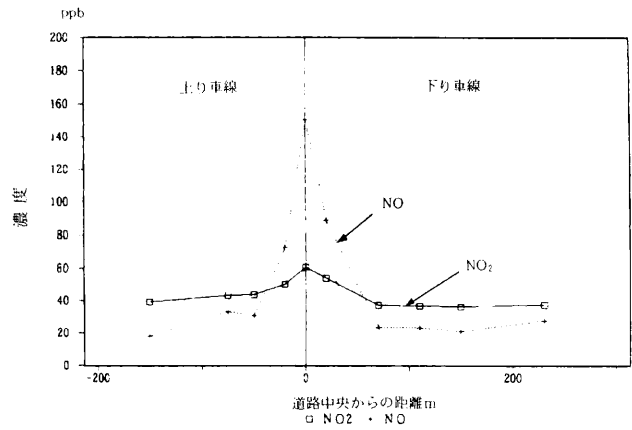


図9 道路中央からの距離とNO<sub>2</sub>、NO濃度 (梅雨期-平均値)

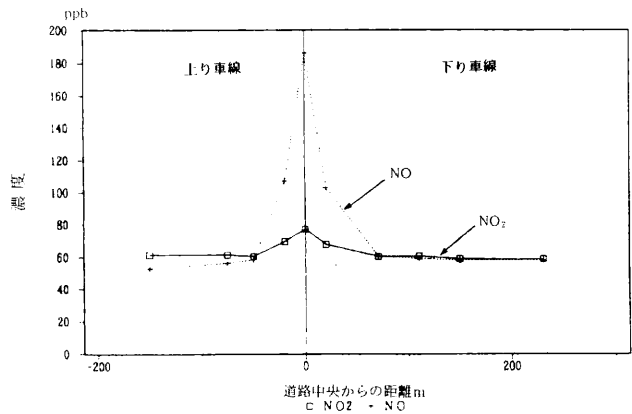


図10 道路中央からの距離とNO<sub>2</sub>、NO濃度 (冬期-平均値)

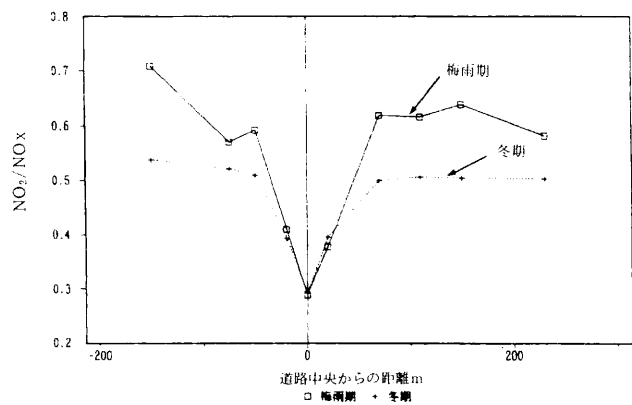


図11 NO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の存在比(NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>)

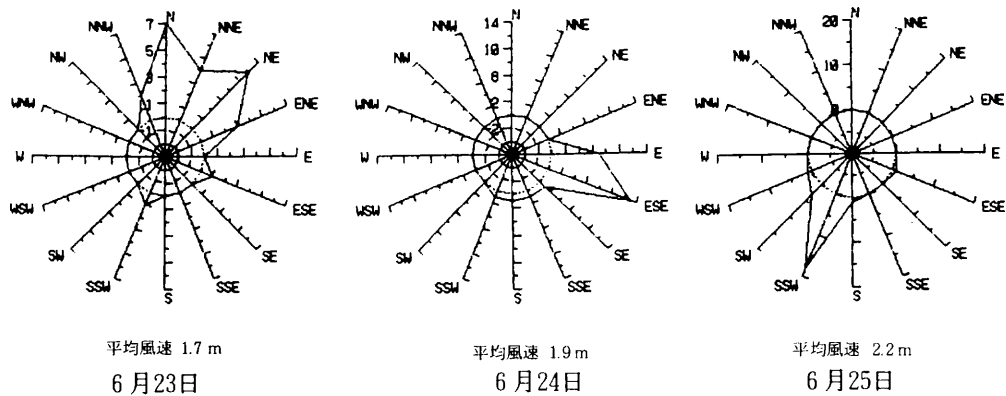


図12 6月23, 24, 25日の風向・風速

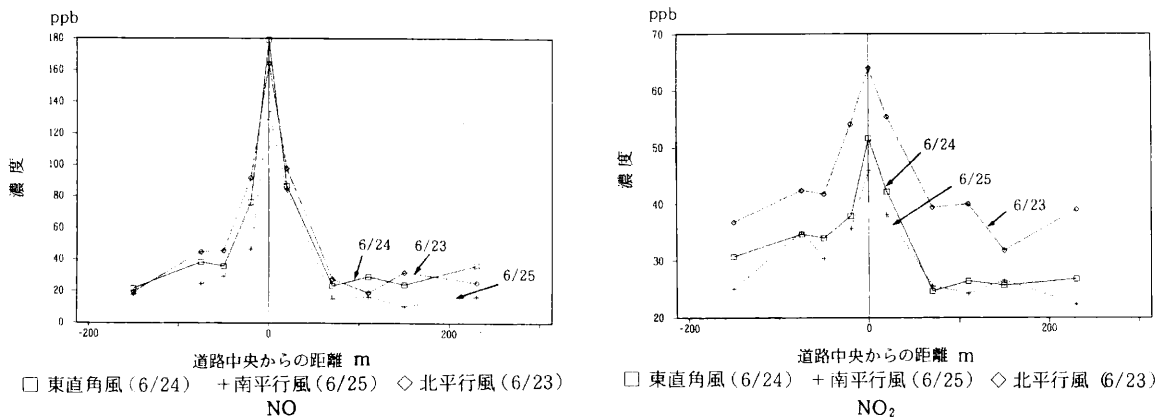


図13 道路中央からの濃度分布  
(6月23, 24, 25日)

### 3.2.2 風向別による窒素酸化物濃度への影響

今回のPTIO法調査は、朝10時から翌日の10時までの24時間調査であるので、月曜日から木曜日の週日の窒素酸化物排出量は、ほぼ同じであると考えられる。

そこで週日においては幹線道路周辺の窒素酸化物濃度に影響を与える主要な要素として風向を設定し、月曜日から木曜日の中で風向が一日中一定している日を抽出して、窒素酸化物の拡散を考察した。

梅雨期調査期間の中で、6月23、24、25日の風向は図12に示すように23日はN～NE(平均風速1.7m)、24日はE～ESE(平均風速1.9m)、25日はSSW(平均風速2.2m)の一定した風向であり、6月23日は道路に対して北系の平行風、25日は南系の平行風であり、24日は東系の直角風であった。

この3日間の道路中央からの濃度分布を図13に示した。この図から明らかなように、北系の平行風の時NO<sub>2</sub>は全般に高い濃度であった。また、南系風の時は比較的低い濃度であり、東系風は南系風より少し高いレベルの濃度であった。

この調査地点群についてみると、地点群の南と北では発生源として顕著な相違はみられない。しかし、このような地域であるにも係わらず、道路に平行な南と北の風向時にNO<sub>2</sub>濃度レベルが違っていた。

また、東系風である24日は、風下側の方が濃度レベルが低い結果であり、風上・風下の影響は観測されなかった。

また、NOについては北系風・東系風はほぼ同濃度レベルであったが、南系風は濃度レベルが少し低い結果であり、これについても風向による顕著な相違はみられなかった。

### 3.2.3 窒素酸化物濃度の日変化

調査地点ごとの窒素酸化物濃度の日変化について、宮前交差点を囲む地点と国道15号線を挟んで対称となる地点(No. 2, No. 5, No. 11, No. 15, No. 18)と田島環境測定所のNO<sub>2</sub>、NO濃度を折れ線グラフ(冬期)で図14に示した。

これらの地点の窒素酸化物濃度は、平日に高く、週末に低い傾向を示している。しかし12月1日は平日にも係

わらず窒素酸化物濃度は低いが、この日は風速が平均3mと強い風が吹いており、この影響であると考えられる。

風向・風速は測定日ごとに変動していることから、道路(交差点)を主要な発生源と考えた場合、風上・風下の影響があれば各地点の変化傾向が違うはずである。しかし、国道15号線周辺の窒素酸化物の日変化は、各地点ともほぼ同様の傾向を示した。

また、今回の調査地域と田島環境測定所とは2km以上離れているが、ほぼ同様の日変動を示していた。これらのことから幹線道路近傍の窒素酸化物濃度に影響を与える要因としては、広範なものが考えられる。

### 3.2.4 本調査における特徴的な地点の考察

#### (1) 歩道橋上(No. 5)とその周辺地点

宮前交差点をX型に横断する歩道橋「ハローブリッジ(測定地点高さ7.5m)」上にNo. 5を設置した。NO<sub>2</sub>、NOともに周辺の地点よりは高いが、交差点直近の稲毛公園内No. 4と比べると平均値でNO<sub>2</sub>は12ppb、NOは50ppb高い濃度であった。

国道15号線中央分離緑樹帯内のNo.15などと比較すると、平均値でNO<sub>2</sub>は6ppb、NOは67ppb低い濃度であった。この濃度差は、調査地点の高度の影響もあると考えられる。

#### (2) 高層ビル群内の広場(No. 10)とその周辺地点

パレービル群(10~20階のビル群)の真ん中にある広場にNo.10を設置した。稲毛公園の中にある調査地点(No. 4)とパレー広場は、市役所通りを挟んで対称の位置にあるが、パレー広場は公園に比べNOは低い濃度であった。またNO<sub>2</sub>は同レベルであった。

また周辺の地点に比べてもNOは低濃度であった。これはビルに囲まれているため、移動発生源の影響を直接的に受けていないためと考えられる。

しかし6月24日は、NO<sub>2</sub>、NOともにパレー広場の方が高濃度であり、特にNOは15ppbも高い濃度であった。この日の風向はESEの風であり、この方向にパレービル群はビルの吹き抜けがある。このことから、ビルの吹き抜けに沿った風向の時は、国道15号線の移動発生源の影響を強く受けNO<sub>2</sub>濃度が高くなったと考えられる。

#### (3) 窒素酸化物濃度の鉛直分布

高度による窒素酸化物の濃度変化を調査するために、パレービル外壁に調査ポイントを設置した。高度は、No. 4(5m)、No. 6(12.5m)、No. 7(20.2m)である。また、移動発生源近傍の濃度を調査するために車道端に調査地点(高度1.5m・No. 22)を設置した。

鉛直分布の調査結果を図15(平均値)に示した。この

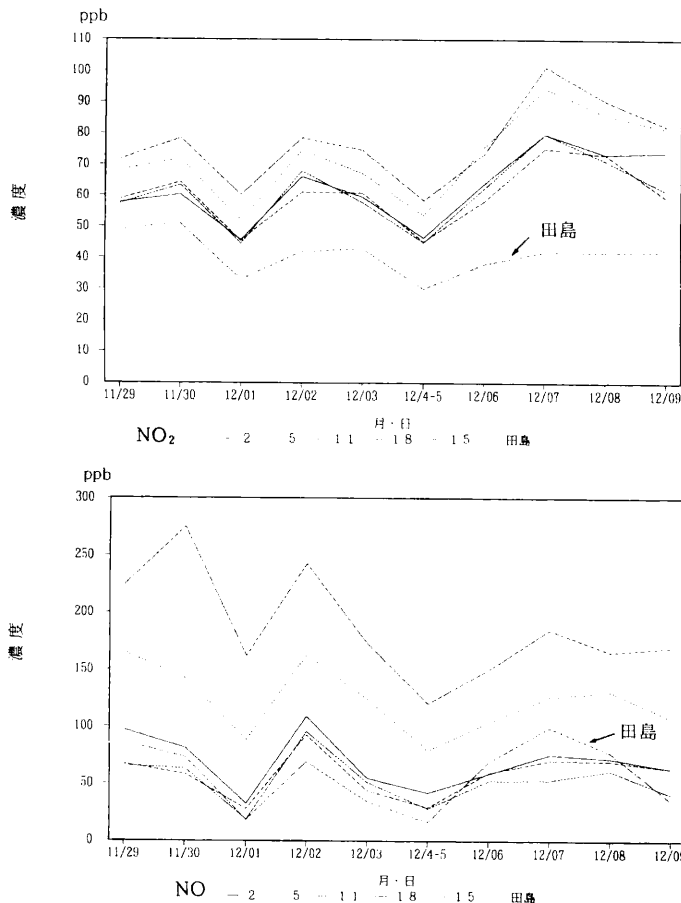


図14 窒素酸化物濃度の日変化(冬期)



図から明らかなように、NO<sub>2</sub>は高度5mで63ppbと地上1.5mよりも7ppb濃度が下がり、それ以上の高度では65ppbと濃度が少し上昇する傾向であった。NOは高度5mで道路沿道濃度の半分以下の濃度になり、それ以上の高度では高度5m地点よりは7ppbほど濃度が高い結果であった。

高度5m地点は前面は空間になってはいるが、その先に横断歩道橋の通路がある地点であり、この構造物の影響も考えられるが、高度5m地点の濃度が低い原因ははっきりしない。

#### 4 まとめ

- (1) 走行台数は、全体として4時頃が最も少なく、8時頃にかけて急激に増加し、その後も増加傾向を示し、18時頃にピークをむかえた。その後は減少に向かった。これを車種別に見ると大型貨物は7時、10時～12時頃多く、小型貨物は8時～17時までほぼ一定で平均700台/時間の走行台数であった。乗用車は5時～8時までの通勤時間に急激に増加した。その後は、19時まで増加傾向を示した。全体に占める乗用車の台数は62%程度であった。
- (2) 走行台数の曜日および日変動は、月曜日がやや少ないものの一週間の間ほぼ一定で推移した。また、日曜日は大型貨物が大幅に減少するが、乗用車が増えるので、走行台数は他の曜日とほぼ同様であった。
- (3) 時間別の窒素酸化物排出量は、11時頃にNO<sub>x</sub>排出量はピークを向かえた。また、車種別の窒素酸化物排出量は、全般を通じて大型貨物の寄与率が高い(56%)結果であった。
- (4) 曜日別の窒素酸化物排出量は、月曜日から金曜日まではほぼ一定で推移した。しかしながら、日曜日は、排出量寄与率の高い大型貨物が減少するのでNO<sub>x</sub>排出量は全体としては大幅に減少した(平日の62%程度)。

- (5) 道路中央からの距離とNO<sub>2</sub>、NO濃度の関係は、梅雨期では、NO<sub>2</sub>濃度(平均値)は中央分離帯で60ppbであったが、道路端では50～54ppbになり、30m以上離れた地点では30～40ppbのレベルの濃度になった。NO濃度(平均値)は中央分離帯では147ppbと相対的に高い濃度であったが、道路端では約半分程度の濃度になり、30m以上離れた地点では20～30ppbの濃度レベルであった。

冬期の道路中央濃度は、NO<sub>2</sub>で77ppbと梅雨期よりは高い濃度であったが、濃度減衰の傾向は梅雨期とほぼ同様であった。また、NOの道路中央濃度は187ppbであり、濃度減衰は梅雨期と同一傾向を示した。

- (6) 道路に対して風上・風下の関係にある地点を比較しても、風向によるNO<sub>x</sub>濃度への影響を示すデータは観測できなかった。
- (7) 交差点付近の鉛直分布は、NO<sub>2</sub>は高度5mで63ppbと地上1.5mよりも7ppb濃度が下がり、それ以上の高度では65ppbと濃度が少し上昇する傾向であった。NOは高度5mで道路沿道濃度の半分以下の濃度になり、それ以上の高度では少し高い濃度であった。
- (8) 今回の調査結果から、幹線道路周辺の窒素酸化物濃度に影響を与える要因について、今後さらに詳細な解析が必要と思われる。

#### 文 献

- 1) 川崎市：窒素酸化物等に係わる広域拡散シミュレーション調査報告書，109(1987)
- 2) 川崎市：川崎市における今後の窒素酸化物対策について(答申)，100～102(1988)
- 3) 広瀬健二，岩淵美香，吉田謙一，井上俊明：川崎市内幹線沿道の窒素酸化物実態調査，川崎市公害研究所年報，26，7～15(1993)

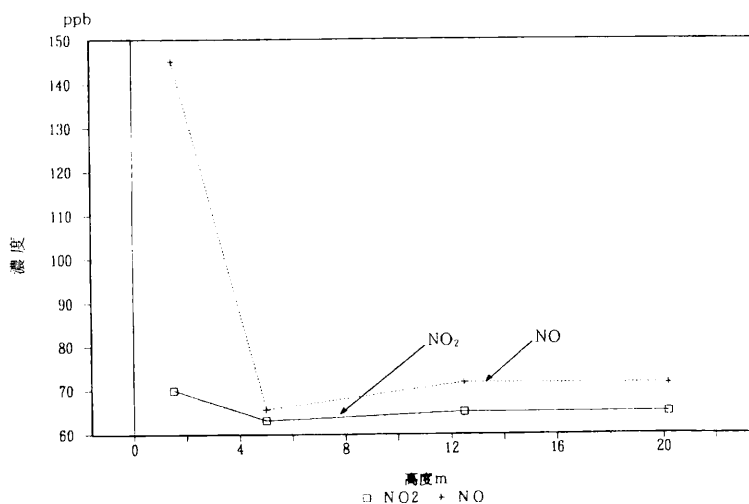


図15 鉛直分布の調査結果 (平均値)