

第Ⅱ章 窒素酸化物による沿道大気汚染の実態

1970年代前半まで、沿道大気汚染物質のうち、特に注目されて調査されたのは一酸化炭素（以下COとする）についてであった。その多くは環境基準との対比や地点間の比較等の実態調査¹⁴⁾が多く、拡散等を考えた調査¹⁵⁻¹⁸⁾はきわめて少なかった。1970年代後半に入り、NO₂による沿道大気汚染の深刻さが理解されはじめ、全国の自治体が自動車排出ガス測定局（以下、自排局という）を次々に増設していった。その結果、沿道のNO₂濃度レベルは局地的には明確になってきたが、道路からの距離減衰の大きさや交通量とNO₂濃度の関係等は明らかではなかった。そして、NO_x汚染対策といえば、自動車排出ガス規制の強化のみという状況が続いたが、それだけではNO₂の環境基準を達成できないことが次第に明らかになり、他の対策も取り入れる必要が生じてきた。一方、環境アセスメントの実施を望む声も徐々に高まりつつあるなかで、沿道でのNO_xの挙動を把握することが一層必要になってきた。

ここでは沿道NO₂汚染対策実施のための基礎資料を得るため、1977年以降に実施した沿道でのNO_xの動態調査結果をもとに、沿道における距離減衰の特徴を気象条件ごとに明らかにし、さらにNOからNO₂への反応についても気象条件ごとに距離の関数として実用的な近似モデルを作成した。

また、平均的な交通量とNO_x、NO₂濃度の関係等について初めて提示することができた。さらにNO₂濃度の年間98%値で示される環境基準値では環境基準のクライテリアである年平均値30ppb*を達成できず、現行の基準上限値0.06ppm*は変更する必要がある、より一層抜本的なNO_x対策の必要性を提起した。

以上の現状把握に基づき、沿道NO₂汚染対策の方向性が明らかとなった。

*ppb：空気中の体積で10億分の1、ppmは同様に100万分の1を表す。

第1節 沿道地域における窒素酸化物の動態

1 はじめに

近年、沿道のNO_xによる大気汚染は年々深刻さを増している。しかし、その対策としては様々な方法が検討されているが、現状では自動車の排出ガス規制を

強化する以外、ほとんど実施されていない。一方、こうした現状のもとでも、道路建設にあたっては大気汚染の予測計算を実施することが当然のこととなってきているが、多くは既存のブルームやパフといった拡散モデルを現地での検証なしに、適当な拡散パラメータを設定して予測計算したものが多かった。沿道の汚染対策を考えるにしても、大気汚染の予測計算を実施するにしても、基本的には沿道のNO_xによる汚染実態を十分に把握することが不可欠である。そうした意味では、これまで多くの自動車排出ガス測定局が設置されてきたが、環境基準の適否以外にはその測定結果が十分に活用されているとはいい難い、特別なプロジェクトとして沿道でのトレーサー等を用いた拡散調査¹⁹⁻²¹⁾も行われてきたが、拡散モデルの検証に用いられる以外にはほとんど活用されていない。したがって、沿道のNO_x濃度が高いことだけは明らかであったが、距離減衰の大きさや、交通量と濃度の関係等を設置環境や気象条件との関連で、明確に示したものはなかった。沿道大気汚染対策を考える上で、例えば何台の交通量でどれだけNO₂濃度が高まるのか、といったことを問われると、拡散計算を試みなければ分からない、と答えるしかない現状にあった。その拡散計算も、気象条件どおりの拡散パラメータを用いると、きわめて再現性が低かった。

筆者は沿道のNO_x汚染対策を検討するためにはまず、沿道でのNO_xの濃度変動の特徴、即ち、時刻変動や距離減衰、NOからNO₂への転換等を気象条件との関連で明らかにする必要があると考え、図2-1-1に示したとおりNO_xの自動測定機5台を道路際に設置して2カ月間、1時間値の連続測定を行った。以下にその結果を報告する。

2 調査方法

- (1) 調査地点：調査は埼玉県志木市上宗岡の県道浦和所沢線沿道で実施した。道路は2車線で、調査地点の日交通量は27000台である。この付近の地形は平坦で、沿道に建物等の障害物がない、拡散条件のよい場所で、調査期間中の主風向が道路に対して概ね直角になることが予想された。
- (2) 調査期間：1977年10月18日から12月19日までの2カ月間実施した。
- (3) 測定方法：測定項目はNO_x等の汚染物質、気象条件、及び交通量で、詳細は表2-1-1に示すとおりである。

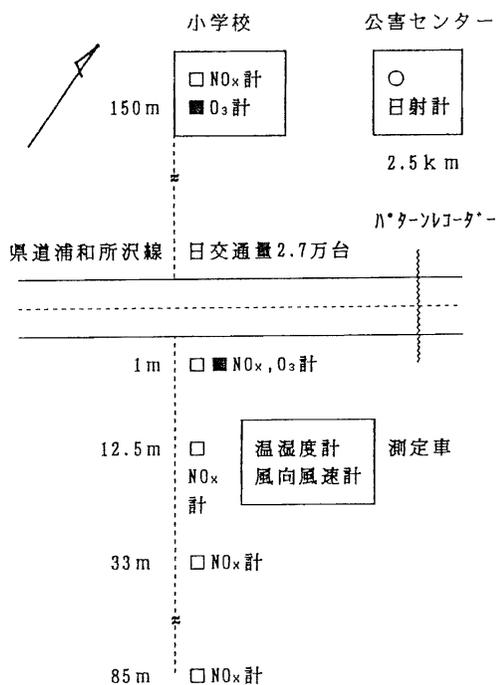


図 2-1-1 浦和所沢線沿道の測定機配置図
(1977年10/17~12/19)

沿道にこれらの自動測定機を専用収納箱に納めて図 2-1-1 のように配置し、それぞれ 1 時間値を連続測定した。特に道路際の濃度変動が大きいと考え、道路に近い所に多く配置した。NOx計は購入直後のものを使用し、あらかじめ約 2 週間の並列運転をして厳密に機差調整を行った。交通量は調査期間中に 1 回、車種 (8 車種) 別時間帯別に 24 時間の台数調査を行うとともに 24 日間にわたり、パターンレコーダーで総交通量を連続計測した。

3 結果及び考察

(1) 調査期間中の風向風速出現頻度

沿道での拡散調査では、基本的には測定機器に対して道路を横断した風の出現頻度が高いことが重要である。もともと関東地方は冬季は北西の風が卓越しているため概ね北東 (以下 NE 等とする) から SW に走る道路の風下側に測定機器を配置した。調査期間中の風向風速の出現頻度の風配図を図 2-1-2 に示す。道路とはほぼ直角になる W から N の風の出現頻度は昼間 (8~18 時) 47%, 夜間が 65%, 平均 57% であった。平均風速は昼間 1.8 m/s, 夜間 1.0 m/s, 平均 1.4 m/s で、全体的には弱風傾向であった。

(2) 交通量

調査期間中に 1 回、24 時間の車種別時間帯別台数調

表 2-1-1 測定地点, 測定方法の概要

道路端からの距離	測定項目	測定方法
道路端から 1m	NO, NO ₂	ザルツマン法 (GPH-74 高さ 1.5m)
道路端から 12.5m (移動測定車)	NO, NO ₂	ザルツマン法 (GPH-74 高さ 1.5m)
	O ₃	ケミルミ法 (M-803A)
	温度, 湿度	白金抵抗法 (TH350TC)
	風向, 風速	微風向風速計 (MV110C 高さ 8.5m)
	日射量	TH11P・AT
道路端から 33m	NO, NO ₂	ザルツマン計 (GPH-74 高さ 1.5m)
道路端から 85m	NO, NO ₂	ザルツマン計 (GPH-74 高さ 1.5m)
道路端から 150m (BG:後背地)	NO, NO ₂	ザルツマン計 (GPH-74 高さ 1.5m)
	O ₃	ケミルミ法 (M-803A)

備考) ザルツマン法は JIS B-7953 によった。

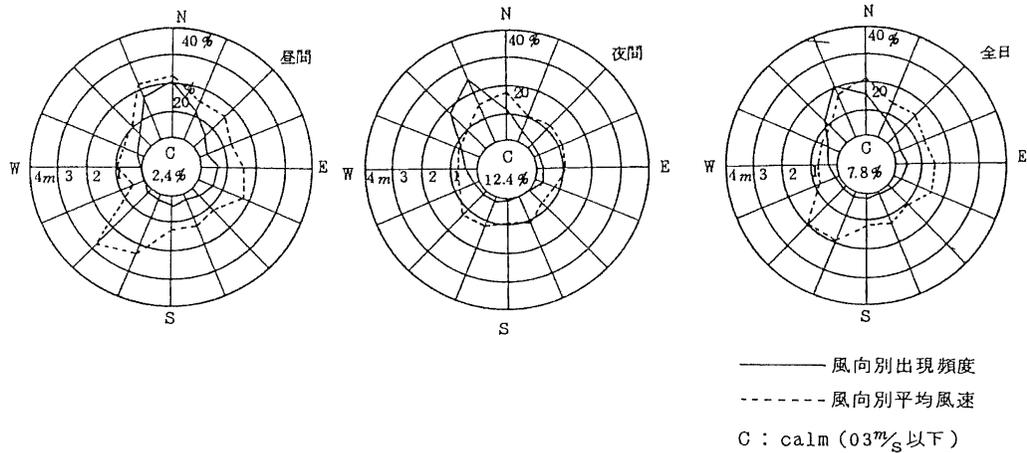


図 2 - 1 - 2 調査期間中の風向風速別出現頻度と平均風速
(1977年10/17~12/19)

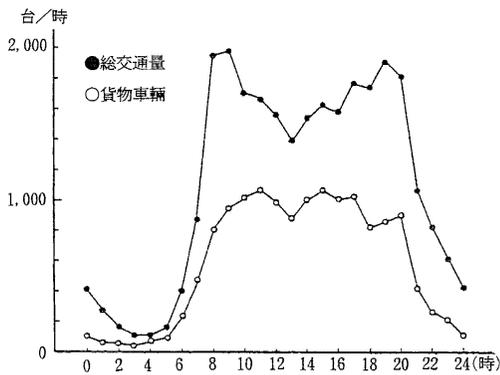


図 2 - 1 - 3 浦和所沢線交通量の時刻変動
(1977年11/18~11/19)

査を実施するとともに、パターンレコーダーによる自動測定を24日間連続実施した。図 2 - 1 - 3 は24時間台数調査の結果を総交通量（以下、交通量という）と貨物車類に分けて示したものである。交通量は朝8時から9時と夜19時から20時にそれぞれ2000台、1900台のピークに達する典型的な二山型の変動を示した。貨物車類の混入率は42%で、朝9時頃から夕方17時頃まで変動が比較的小さかった。

この24時間の車種別時間帯別台数調査とパターンレコーダーによる調査結果を比較してみると相互の近似

性はよく、回帰式は以下のとおりであった。

$$Y = 1.01X + 12 \quad (r = 1.0, n = 24)$$

ただし、Yはパターンレコーダーによる1時間交通量、Xは24時間車種別時間帯別台数調査の1時間交通量である。パターンレコーダーはゴムホースを踏まれた時の圧力の変化を記録するもので、2回踏まれて交通量を1台と数える。大型の6輪トラックは1台半に数えるが、上下線で同時に踏まれることもあるため相殺されて、結果的にはわずかに台数調査よりも多めに数える傾向が示された。このパターンレコーダーの調査結果によると、日交通量の曜日変動は月曜日から金曜日までは、最大で5%程度と小さく、道路交通量の把握には平日の1日だけ詳細な調査をすれば平日の大気汚染との関連を検討するには十分であることが分かった。なお、土曜日は夜間の交通量減少時刻が平日よりやや遅れる傾向がみられた。休日の朝は際だったピークがみられず、夕方6時頃に弱いピークを持つ一山型の変動を示した。

(3) NO_x、NO₂濃度測定結果の概要

調査期間中の各地点別のNO_x測定結果のうち時間最高値、時間最低値及び2カ月間の平均値を表 2 - 1 - 2 に示した。

表 2 - 1 - 2 によれば、NO_x、NO₂濃度とも道路に近いほど高くなることが明らかで、NO_x濃度の平均値では道路から150m離れた地点（以下、後背地と

表 2-1-2 調査期間中のNOx濃度測定結果 (単位ppb)

汚染質	区分	道路端からの距離				
		1m	12.5m	33m	85m	150m
NO _x	平均値	168	115	101	86	68
	(相対値)	100	68	60	51	40
	最高値	648	638	635	556	404
	最低値	14	8	5	5	3
NO ₂	平均値	45	38	37	34	29
	(相対値)	100	84	82	76	64
	最高値	176	155	170	164	152
	最低値	5	5	4	4	3

相対値；道路端1mの濃度を100とした相対値
最高、最低値は道路端1mの値で選定し、他の地点も同一時間の値で示した。

いう)が68ppbなのに対し、道路端1m地点(以下道路端とし、他の地点を○地点という)では168ppbと100ppb高く、約2.5倍となっている。NO₂でも同様で後背地が29ppbなのに対し道路端は45ppbで、約1.6倍の高濃度を示した。少なくともこの2地点の濃度差、即ちNO_xの100ppb、NO₂の16ppbはこの時期の自動車排出ガスの影響と考えられる。また、最高値の道路端の濃度はNO_x、NO₂ともに高いものの、後背地もきわめて高く、地域全体の高濃度汚染時に一層沿道が高濃度になることを示した。最低値も地域全体の低濃度時と道路端の低濃度は基本的には一致しており、さらに最高値、最低値の差の大きさにも示されるように、沿道のNO_x、NO₂濃度は交通量だけでなく、いずれも地域の拡散を支配する気象条件に大きな影響を受けていることが示唆された。

(4) NO_x、NO₂及びO₃濃度と交通量の時刻変動

図2-1-4は調査期間中の交通量の変動と、道路端(O₃は12.5m地点)及び後背地のNO_x、NO₂、O₃濃度の変動の関係を示している。交通量は前述のように朝夕2回のピークを持つ二山型の変動を示すのに対し、NO_x濃度も道路端、後背地ともほぼ同様に变化している。昼間のNO_x濃度の落込みが交通量の落込みを上回っているのは日射により大気が不安定側に变化するためと考えられる。NO₂濃度は交通量の増加にやや遅れて上昇し始め、NO_x濃度のピークより2時間遅れてピークに達し、交通量の減少後は緩やかに低下している。日中の濃度の落込みが小さいのはNO₂がO₃によってNOから生成される量が増加してい

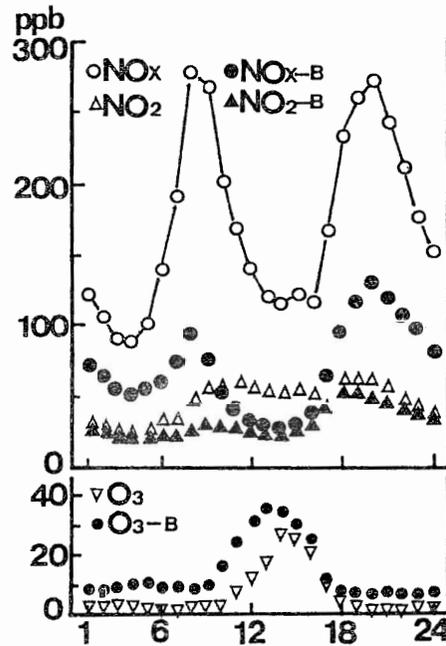


図 2-1-4 道路端及び後背地のNO_x、NO₂、O₃濃度の時刻変動(平均値)

○NO_x: 道路端NO_x, ●NO_x-B: 150m地点(後背地)のNO_x濃度
△NO₂: 道路端NO₂, ▲NO₂-B: 150m地点(後背地)のNO₂濃度
▽O₃: 道路端O₃, ▽O₃-B: 150m地点(後背地)のO₃濃度

るためと考えられ、このことはO₃濃度が日中高まる1山型の変動パターンをとることに裏付けられており、特に沿道のO₃濃度が後背地に比べて低くなっていることからNOの酸化にO₃が消費されていることが明らかである。

図2-1-5は調査期間中の平均値で全地点のNO_x、NO₂濃度の時刻変動及び、各地点の濃度から後背地の濃度を減じた自動車寄与分と考えられる濃度の時刻変動を示したものである。NO_x濃度は道路端に近づくほど朝夕のピークが高まり、時刻変動の幅が大きくなったがNO₂はそれほど地点間の濃度変動幅に大きな差はみられなかった。後背地濃度を減じた時刻変動でもNO_xの変動パターンに大きな変化はなく、道路端に近づくほど自動車排ガスの影響が大きくなることが明瞭に示された。33m地点ではNO_xの自動車寄与分の時刻変動はきわめて小さくなったが85m地点でも、依然として若干は自動車排ガスの影響があることが示された。NO₂の自動車排ガス寄与分の時刻変動では地点濃度の変動パターンと異なり、日中が大きくなる傾向がみられた。即ち、地域全体としては大気の安定度等の拡散条件に影響されて2山型に近い変動パターンを示すが、沿道という発生源近傍の地域では大量のNOを材料にO₃によって次々とNO₂が生成されるため、O₃濃度の高まる日中に自動車寄与分のNO₂濃度が高まるものと考えられる。いずれにしてもNO_x、NO₂濃度とも道路端から30m程度離れば濃度が半減することが示されている。

(5) 風向別のNO_x、NO₂濃度変化

前項で、NO_x、NO₂濃度は沿道では道路に近いほど高濃度であり、急激な距離減衰を示すが、それは気象条件で大きく変動することが示唆された。気象条件のうち風向は、発生源近傍である沿道では特に重要な影響が予想されるため、NO_x、NO₂の全データを風向別に集計し、各地点別の変化を示すとともに、後背地濃度を差し引いた自動車排出ガス寄与分についても表示した(図2-1-6)。概ねNEからSWに走る道路を横断する風向はWSWからN方向NNEまで、これに対して測定機器から道路方向への逆風はENEからS方向SSWまでである。各地点のNO_x濃度は道路横断風時に高く逆風時に低い傾向を示しているが、NO₂濃度では道路端で同様の傾向が見える他は風向の影響はNO_xほど明瞭ではない。これは地域全体の汚染の時刻変動の影響がNO_xに比べて相対的に大きいためと考えられ、後背地の濃度を減じてみると、NO_x、NO₂とも横断風時、特に平行風に近い時に汚染寄与分が大きくなっていることが示された。その影響の大きさは前項でも述べたとおり、道路端で最も大きく、道路から離れるにしたがって小さくなった。し

表2-1-3 W～N風時の自動車排出ガス寄与濃度
(各地点の濃度－後背地濃度, ppb)

汚染質	区分	道路端からの距離			
		1m	12.5m	33m	85m
NO _x	平均値	117	58	43	26
	最高値	471	334	305	252
NO ₂	平均値	16	10	9	6
	最高値	123	65	46	40

かし、85m地点であっても横断風時には比較的大きな影響を受けていることが示されている。しかし、12.5m以上離れると逆風時には自動車の寄与がきわめて小さくなることも示されている。

表2-1-3には明確な道路横断風であるW～N風時の後背地濃度を差し引いた地点別自動車排出ガス寄与濃度を平均値及び最高値で示した。

日交通量2.7万台の道路沿道では、道路端の平均値でNO_xが117ppb、NO₂が16ppbも後背地より高くなっている。そればかりか最高値では道路端でNO_xが471ppb、NO₂が123ppbも高いことは、短期間の高濃度暴露の面でも健康影響が危惧される。調査期間が12月上旬という高濃度の時期を含むとはいえ、もっと巨大道路がたくさんある日本では真剣な対策が必要であろう。

(6) NO_x、NO₂濃度の距離減衰と気象条件

沿道のNO_x濃度は風向の影響を強く受けたが、大気の拡散条件に関与していると考えられる日射量や風速の影響について、W～Nの道路横断風のデータを用いて表2-1-4に示した。沿道のNO_x、NO₂濃度は日射量や風速に強く影響されており、道路端で最も濃度が高まるのは昼間の日射量の少ないときで、夜間を上回った。風速では弱風の方が高濃度であった。しかし、後背地濃度を減じた自動車寄与分についてみると若干様相が異なった。NO_x濃度については日射量、風速との関係は沿道濃度と傾向は変わらなかったが、NO₂濃度は道路端では日射が強いほど高濃度と

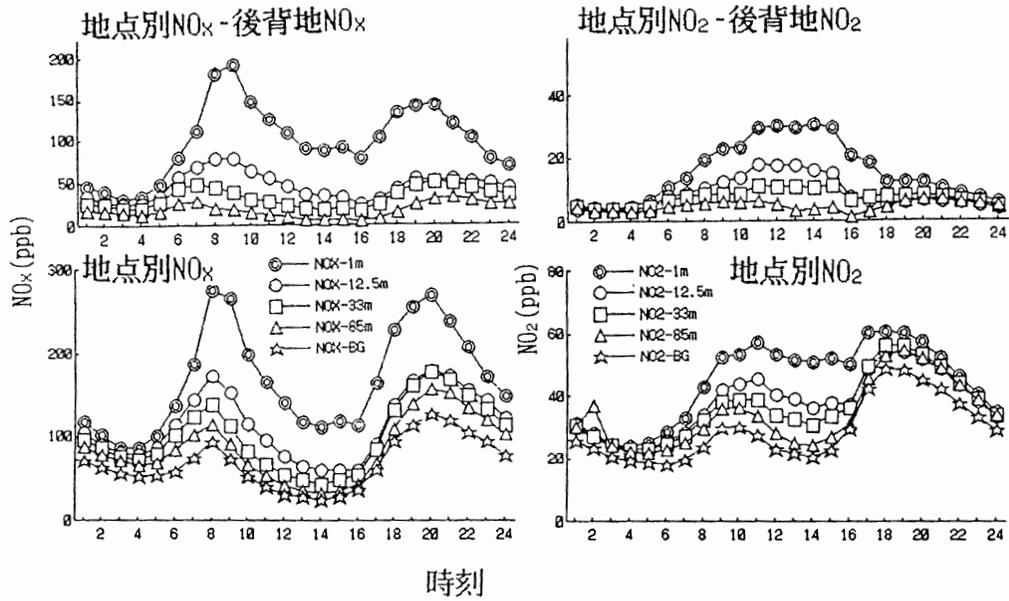


図 2 - 1 - 5 NO_x, NO₂濃度及び自動車排ガス寄与濃度の時刻変動 (平均値)
 自動車排ガス寄与濃度: 各地点から後背地濃度を減じたNO_x, NO₂濃度

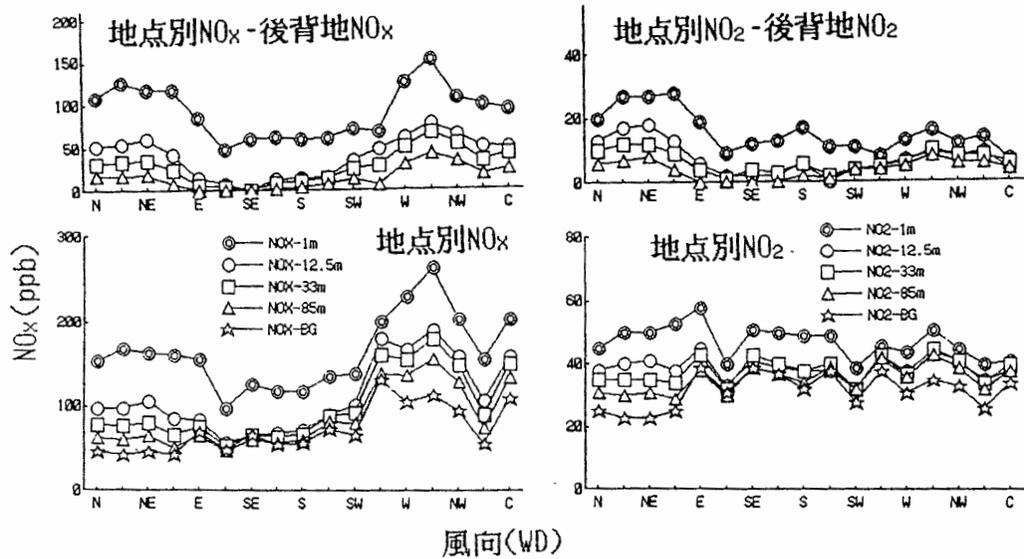


図 2 - 1 - 6 風向別のNO_x, NO₂濃度及び自動車排ガス寄与濃度 (平均値)
 自動車排ガス寄与濃度: 各地点から後背地濃度を減じたNO_x, NO₂濃度

表 2-1-4 道路横断風時の気象条件別濃度及び自動車排出ガス寄与濃度

(後背地濃度を減じた濃度, ppb)

道路端からの距離		(W~N)風時の濃度					(W~N)風時の自動車寄与濃度				
		日射量*			風速(m/s)		日射量*			風速(m/s)	
		-50	24-	夜間	-2	4-6	-50	24-	夜間	-2	4-6
NO _x	1m	98	211	174	203	91	87	154	99	127	74
	85m	23	85	110	112	26	11	24	30	30	10
NO ₂	1m	39	51	40	47	35	30	24	9	15	20
	85m	16	34	37	38	18	7	8	6	7	5

*日射量の単位は調査時点で使用されていたcal/cm²/hで示した。
1m, 85mは道路端からの距離

表 2-1-5 日本式パスキル安定度階級分類

日射量 風速	日中(cal/cm ² /h)			夜間
	>50	49~25	<24	
<2m/s	A	A B	B	D
2~3m/s	A~B	B	C	D
3~4m/s	B	B C	C	D
4~6m/s	C	C D	D	D
6m/s<	D	D	D	D

なった。風速についても2m以下の弱風時より4m以上の強風時のほうが高濃度となった。これは強日射、強風がNO₂の生成反応を促進するため、原料のNO_xの多い道路端では相対的に高濃度となったものと思われる。

しかし、道路から85m地点では同条件が拡散をも促進する条件であるため、NO₂生成の効果が相殺されたものと思われる。

図2-1-7は沿道地域での拡散に及ぼす気象条件の影響を明らかにするため道路端1m地点のNO_x、NO₂濃度を1として道路横断風時の距離減衰の様子を示したものである。なお、図中の安定度分類は、総量規制マニュアル等で用いられている日本式パスキル安定度階級分類表(表2-1-5)を用いた。

NO_xの拡散に及ぼす日射量の影響は大きく、12.5m地点で早くも日射量の大きさによる減衰効果に差が表れている。即ち、距離減衰は夜間が最も小さく、次いで24cal/cm²/h以下となっている。なお、50cal/cm²/h以上はサンプル数が少ないためか、24cal/cm²/h以上との差はみられなかった。最も距離減衰の大きかった24cal/cm²/h以上及び50cal/cm²/h以上時に比べて24cal/cm²/h以下の距離減衰の大きさは、85m地点で約2分の1、夜間では約3分の1であった。

風速もNO_xの距離減衰には同様に大きな影響を与えており、風速が弱いほど距離減衰が小さくなる傾向がみられた。風速6m/s以上になると道路に近い所の減衰が大きいが、85m付近では4~6m/sとほとんど変わらなかった。距離減衰の小さかった風速2m以下時に比べて風速4m/s以上は85m地点で約2倍距離減衰が大きかった。大気安定度による区分では、日中の安定度階級による距離減衰は、BやCがDより小さいなど安定度階級による拡散効果がやや不明瞭であった。これは安定度階級区分が鉛直方向の温位傾度によるものでなく、総量規制のようなもっと広い範囲を対象とした簡易分類だからで、沿道地域のような局地的な拡散には利用価値が低いことが示されたものと思われる。

NO₂濃度の距離減衰も、後背地濃度のレベルに対して自動車排ガスの付加分がNO_xより小さいので、距離減衰がNO_x濃度より小さい傾向を示すが、気象

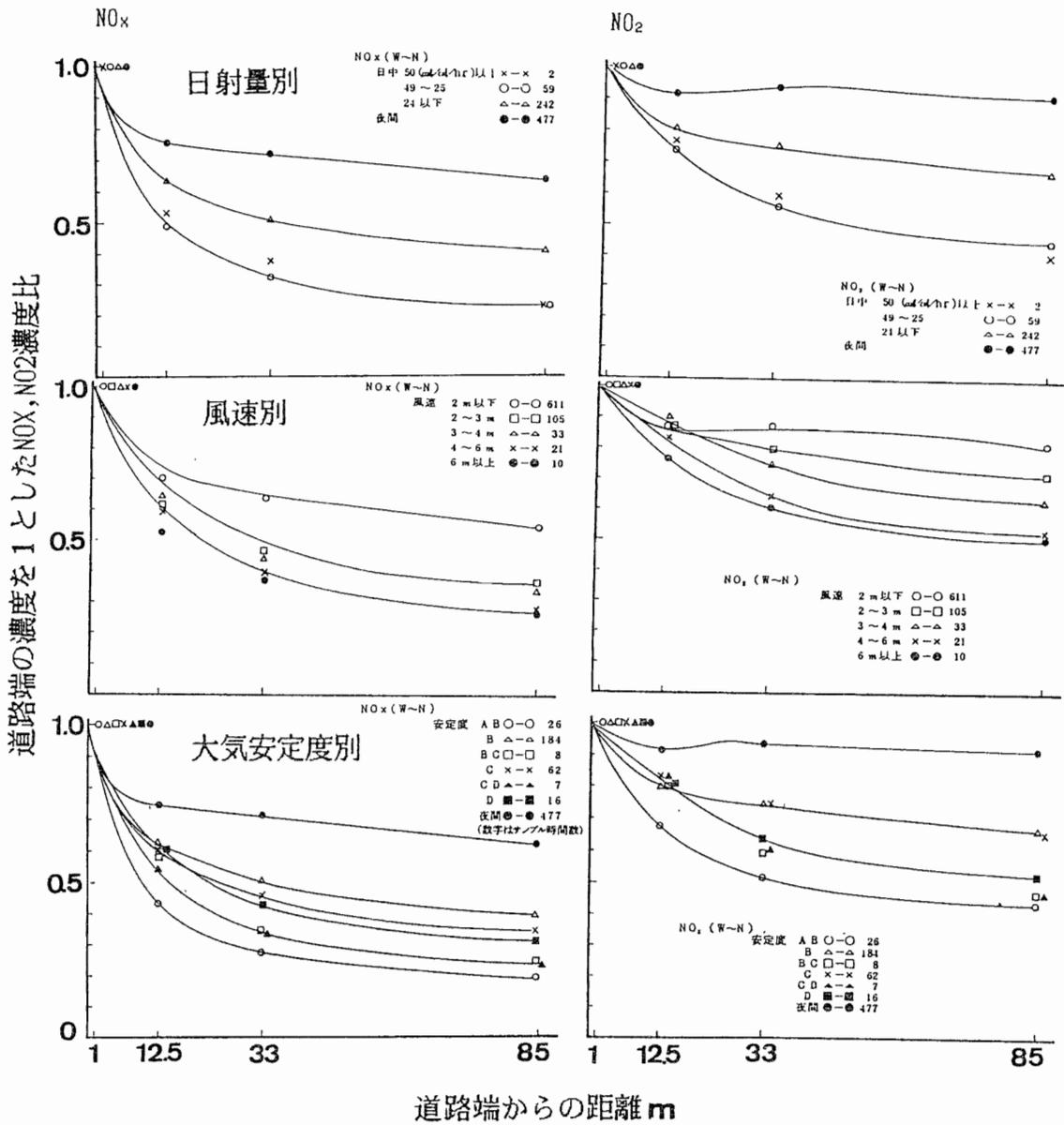


図2-1-7 道路横断風時(W~N風)のNO_x, NO₂濃度の気象条件別距離減衰

条件に対する傾向はNOxと全く同様の結果であった。

(7) NO/NOx比 (%) の変動と気象条件

自動車から排出されたNOxの大半はNOといわれている。それが移流、拡散しながらO₃と反応してNO₂に変化するので、沿道地域では場所により、あるいは気象条件によりNO/NOx比 (%) の値は大きく変化するものと考えられる。そこで図2-1-8にW~Nの道路横断風時のデータと後背地濃度を減じた自動車排ガス寄与分のデータを用いてNO/NOx比 (%) の変化を示した。横断風時のデータを日射量区分したものは、日射量24cal/cm²/h以下とそれ以上で初期

値と低下の割合がことなり、日射の強い25cal/cm²/h以上の初期値、即ち道路端は0.6強と、NO₂への酸化が非常に早いことが示唆されており、85m地点では0.3程度と、ほとんど一般環境なみの値となった。風速階級別でも風速が強いほど初期値が小さく距離による低下が著しかった。

一方、自動車排ガス寄与分のデータのうち、O₃の少ない夜間と風速2m以下のNO/NOx比 (%) の初期値はいずれも0.9程度であり、この値が自動車排ガスに含まれるNOx中のNOの割合の近似値を示しているものと考えられる。この日射量区分によれば、自動車排ガス中のNOは25cal/cm²/h以上の時は道路端から85m地点ですでにその50%程度がNO₂に変化して

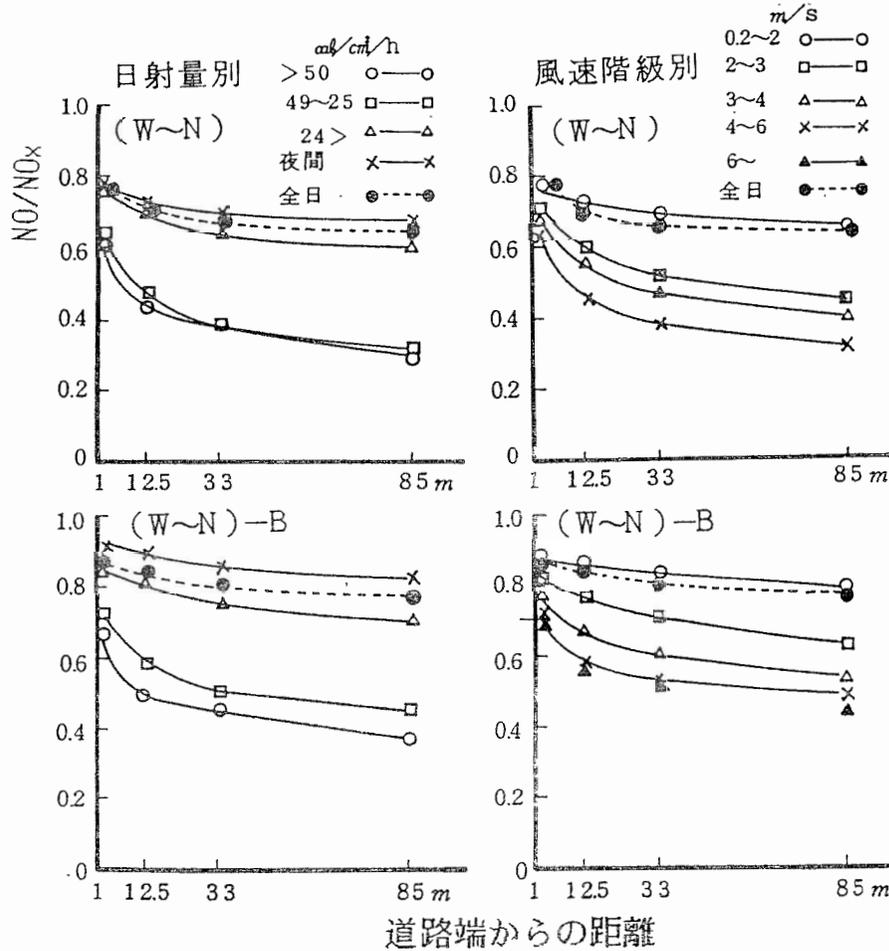


図2-1-8 道路近傍におけるNO/NOx値の日射量、風速による変化
 (W~N); 風向W~Nの時のデータ
 (W~N)-B; 風向W~Nの時のデータで、各地点の濃度から後背地 (BG) 濃度を引いたもの (概ね自動車の寄与分)

表 2-1-6 道路近傍における日射量, 風速階級別NO/NOx値の近似式

区 分	風速, 日射量区分	回 帰 式	相 関 係 数
W~N風時 t地点の NO/NO _x 値	2m/s未満	$Y_t = 0.77X^{-0.034}$	0.99
	2-3m/s	$Y_t = 0.74X^{-0.108}$	0.97
	3-4m/s	$Y_t = 0.70X^{-0.117}$	0.98
	4-6m/s	$Y_t = 0.65X^{-0.155}$	0.99
	6m/s以上	$Y_t = 0.63X^{-0.154}$	0.99
	50cal/cm ² /h以上	$Y_t = 0.62X^{-0.159}$	0.99
	49-25cal/cm ² /h	$Y_t = 0.67X^{-0.165}$	0.99
	24cal/cm ² /h以下	$Y_t = 0.77X^{-0.054}$	0.98
	夜間	$Y_t = 0.78X^{-0.032}$	0.99
	全日	$Y_t = 0.74X^{-0.046}$	0.99
W~N風時の 自動車排ガス 寄与分だけの NO/NO _x 値(後 背地濃度を引 いた後の NO/NO _x 値)	2m/s未満	$Y_t = 0.88X^{-0.022}$	0.92
	2-3m/s	$Y_t = 0.85X^{-0.058}$	0.94
	3-4m/s	$Y_t = 0.78X^{-0.078}$	0.98
	4-6m/s	$Y_t = 0.72X^{-0.091}$	1.00
	6m/s以上	$Y_t = 0.70X^{-0.097}$	0.98
	50cal/cm ² /h以上	$Y_t = 0.67X^{-0.127}$	0.99
	49-25cal/cm ² /h	$Y_t = 0.73X^{-0.105}$	0.99
	24cal/cm ² /h以下	$Y_t = 0.86X^{-0.040}$	0.93
	夜間	$Y_t = 0.92X^{-0.022}$	0.90
	全日	$Y_t = 0.87X^{-0.025}$	0.95

X : 道路端からの距離 (m)

Y_t : W~N風時の t 地点の $(NO)_t / (NO_x)_t$ 、W~N風時(自動車排ガス寄与分)の t 地点の $\{(NO)_t - (NO)_{BG}\} / \{(NO_x)_t - (NO_x)_{BG}\}$

いるのに対し、夜間では10%程度しか変化していないことが示されている。風速区分でも4m/s以上では、85m地点で約50%近くがNO₂に変化しているのに対し、2m以下ではやはり、10%程度しかNO₂に変化していないことが示されている。

このような、道路端からのNO/NO_x比の変動をモデル化したものを表2-1-6に示した。前述のとおり、弱風化や低日射等によってNO₂への変化が遅れることがべき乗近似式に明瞭に示されている。本式は平均値レベルでの「大気汚染予測」の経験式としては

十分な精度を持っており、沿道のNO₂濃度予測に際し、自動車排ガス寄与分のNO₂予測や、道路近傍のNO₂濃度レベルの予測にも直接活用することが可能である。

以上の結果から、交通量2.7万台程度の沿道でも冬季には短期暴露のクライテリアに達するほどの高濃度となること、その距離減衰は気象条件で変化するが、概ね30m程度までが大きいこと、沿道では自動車排ガス中のNOのNO₂への変化は日射や風速が強い程進むこと等の沿道環境対策上のヒントが得られた。

摘要

- (1) NO_x、NO₂濃度は道路に近いほど高く、明確な距離減衰を示した。また、調査期間中の最高濃度はNO_xが648ppb、NO₂が176ppbときわめて高かったが、この時は後背地濃度もそれぞれ404ppb、152ppbと高く、地域の高濃度汚染時に沿道が一層高濃度になることが示された。
- (2) 沿道のNO_x濃度は朝夕高く日中低下する二山型の変動パターンを示したが、NO₂は朝2時間遅れてピークに達し、日中の落込みが幾分小さい変動パターンを示した。しかし、沿道NO₂濃度から後背地のNO₂濃度を差し引いた自動車排ガス寄与分の時刻変動は日中がピークの一山型のパターンを示した。また、85m地点でも調査期間中の平均では後背地濃度よりも高く、自動車排ガスの影響がみられた。
- (3) 沿道のNO_x濃度は風向の影響を受け、道路横断風時に高く、逆風時に低下した。道路横断風時には85m地点でも自動車排ガス寄与分のNO_x、NO₂濃度が期間平均値で各26ppb、6ppbみられたが、逆風時には12.5m地点でも自動車排ガスの影響は小さかった。
- (4) 道路端のNO_x、NO₂濃度は日射量や風速の影響を受け、日中の日射量の少ない程、風の弱い程高濃度となり、その時の距離減衰は小さかった。しかし、自動車排ガス寄与分だけでみるとNO₂濃度は日射量が大きい程、風が強い程高濃度となる傾向を示した。
- (5) 沿道のNO/NO_x比は日射量や風速に影響され、道路端からの距離を説明変数とする、べき乗近似式では相関係数0.97以上の高い再現性が得られた。さらに自動車排ガス寄与分の夜間の近似式の定数項は0.92であり、これが自動車排ガス中のNO/NO_x比と概ね一致するものと推定された。
- (6) 以上の結果から、沿道におけるNO_x対策としては道路からできるだけ生活空間を離すこと、NOのNO₂への変化を抑制することが有効であることが示された。また、冬期や朝夕の汚染が著しいため、緑地帯によるNO₂汚染対策の困難性も予想された。

第2節 全国自動車排ガス測定局測定結果からみた道路交通量と二酸化窒素濃度の関係

1 はじめに

1980年代後半になると、全国の多くの自治体には自動車排出ガス測定局（以下、自排局という）が設置され、自動車排出ガスによる沿道大気汚染の常時監視が行われている。自動車の走行する道路は発生源であり、その近傍は濃度変動が大きいことは既に第1節で示した。ところで、自排局は各自治体の考え方や都合しだいで設置されているため、同じ程度の交通量の道路に設置してある自排局間でも測定結果には大きな隔たりがあり、なかなか沿道のNO₂汚染を交通量との関係で一般化することが困難であった。

そこで筆者は、こうした異なる設置環境に着目して、沿道NO₂汚染の実態を、その原因である交通量や、他の設置環境との関係で明らかにし、沿道汚染対策の基礎資料とするため全国の都道府県を対象に、S55年度²²⁾に引続きS63年度の全国自排局常時監視結果及びその設置環境等についてアンケート調査を実施し、交通量やその他の設置環境とNO_x、NO₂濃度の関係等についてとりまとめ、以下に示すように全国平均レベルでの交通量と沿道NO₂汚染の関係を明らかにすることができた。

2 調査方法

全国交通情勢調査が行われたS55年度とS63年度を対象に、2回にわたり全国の自排局のNO₂測定結果及び設置条件等について各自治体にアンケート調査を実施し、交通量及び、その他の設置条件とNO_x、NO₂濃度等の関係について集計、解析した。アンケートに記載のなかった交通量については当該都道府県の道路関連部局に問い合わせて補充した。解析にあたっては、S63年度の全国の一般環境局NO_x測定結果、及び1984年以降の埼玉県内一般環境測定局測定結果²⁴⁾も使用した。

3 調査結果及び考察

(1) 全国自排局の設置状況と問題点

昭和63年度の全国自排局298局のうち必要事項に記載のあった有効回答自排局数は277局であった。アンケート結果による全国自排局の設置条件を表2-2-1に示す。全国の自排局のうち55局は交差点に、通常の単路の道路端には206局が設置されていた。しか

表 2-2-1 自動車排ガス測定局の設置条件

区 分	局 数
道路条件	
単 路	206
100m以内に 同規模路有	(70)
交差点	55
不 明	16
車線数	
2車線以下	66
～4車線	139
～6車線	54
～8車線	11
～12車線	3
不 明	4
採気口高さ	
2 m以下	88
～4 m	133
～6 m	30
～8 m	9
～10m	3
10.1m以上	12
不 明	2
路端採気口 間の距離	
5 m以下	174
～10m	46
～20m	27
～30m	7
～40m	2
～50m	6
51m以上	12
不 明	3
調査局数	277

し、そのうちの70の自排局はその地点から100m以内に同規模道路があり、若干は測定結果にその影響を受けているものと考えられる。道路の規模別では4車線以上の大規模道路に多く設置される傾向にあり、2車線以下の道路を対象にした自排局は66カ所であった。

採気口の位置については、道路端からの距離が5m以下の自排局が174局と最も多かった。しかし100局はそれ以上離れており、特に20m以上離れている局が50

表 2-2-2 自動車排ガス測定局採気口の高さとNO_x, NO₂濃度 (ppb)

高 さ	NO _x	NO ₂
4 m以下	94.4	33.0
～6 m	90.3	32.0
～8 m	84.9	30.7
～10m	79.0	31.5
～20m	72.9	34.4

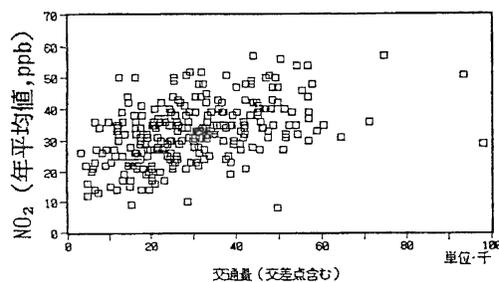


図 2-2-1 全国自排局のNO₂濃度と交通量の関係 (S63年度の測定結果)

局以上、51m以上離れた局が12局もあったが、これらは自排局とはいえない。都市部では自排局の設置にあたって困難も多いが、後述のように道路端からの距離や地上高(表2-2-2)などについては濃度への影響があることから、少なくとも採気口の位置は改善していく必要がある。

(2) 交通量とNO_x, NO₂濃度の関係

沿道におけるNO₂汚染を考えるうえで、最も基本となるのが交通量との関係である。しかし、沿道の環境はそれぞれ全く異なっていることもあり、図2-2-1に示すとおり、両者の関係は極めてばらついている。

表2-2-3に自排局に最も近い一般環境局の濃度階級区分と対象道路の交通量区分でNO₂濃度をクロス集計したものを示した。個々にはサンプル数が少ないためばらつきが大きいですが、平均値レベルでは交通量が増えるほど、後背地、即ち近傍一般環境局の濃度が高くなるほど自排局のNO₂濃度が高まっていく傾向が明らかに示されている。

表 2-2-3 自排局に最も近い環境局のNO₂濃度、交通量ランク別自排局のNO₂濃度（単位 年平均値ppb）

		12 時 間 交 通 量								局 数	
		～1万	～2万	～3万	～4万	～5万	～6万	～8万	8万1～		平均
環境局	～10ppb	13	14	22	36					19.3	7
	～15ppb	18	27	27	30	40				27.2	53
	～20ppb	26	29	29	27	31	38			28.8	44
	～25ppb	26	28	34	32	34	29			31.1	58
	～30ppb	35	37	38	36	35	36	31		36.2	45
	～35ppb		50	41	41	46	49	35	36	42.5	36
	～40ppb		51	49	49	46	56			48.3	16
	41ppb～									51.0	1
	平均	25.0	29.6	32.9	34.4	39.9	38.5	34.0	40.0	33.2	
局 数	19	62	73	51	36	14	3	2		260	

表 2-2-4 交通量、路端距離別自排局のNO₂濃度（単位 年平均値ppb）

		12 時 間 交 通 量								局 数	
		～1万	～2万	～3万	～4万	～5万	～6万	～8万	8万1～		平均
道路端 からの 距 離	～0m	30	33	30	24	51	37			35.0	12
	～5m	26	29	34	36	38	42	33	51	33.0	158
	～10m	13	25	27	36	40	44		29	32.0	43
	～20m		29	26	29	31	29			28.0	26
	～30m		31		27		30			28.0	7
	～50m		23	40	32	35	32			32.0	8
	51m～	17	22	28	34	40				27.0	13
	不 明										9
	平均	24.7	27.9	31.7	33.9	38.3	39.5	33.0	40.0	32.6	
局 数	18	58	66	58	44	19	2	2		276	

但し交差点の場合、両道路の合計交通量

沿道の大気汚染で最も基本的かつ重要な課題は交通量とNO_x、NO₂濃度の関係であり、沿道のNO₂汚染対策を考える上でも最も必要な情報であろう。一方、道路建設に伴う大気汚染のアセスメントでは、大気の拡散モデルによってNO_x濃度を予測し、そこに統計モデルや反応モデルを当てはめてNO₂濃度を予測するが、結局はモデルの精度の良否や気象条件等の不確定要素が多く、精度の高い予測結果はきわめて少ない。

ここでは沿道のNO₂汚染対策の基礎資料としてこのような交通量とNO₂濃度の関係を実測値から把握するため、表 2-2-4 に濃度に影響する採気口の道路端からの距離（以下、路端距離という）と12時間交通量を階級区分してでクロス集計した結果を示した。

それぞれの自排局の後背地濃度は全く異なるが、平均値でみるとNO_x、NO₂濃度とも交通量が増加するにしたがって濃度が高まり、路端距離が離れるにしたがって、低下する傾向が明確に示された。

自排局の濃度がどうなるかは前述の後背地濃度の影響も大きいですが、全国平均では近傍環境局のNO₂濃度は平均22.9ppbであり、その場合12時間交通量が3万台を超えると多くの自排局で、NO₂のクライテリア30ppbを超過することが示されている。しかし、採気口が道路端から5m以内の一般的な自排局では、交通量2万台程度で30ppbを超過する可能性が高い。もちろんその他の設置条件が異なるので個々の区分には相当ばらつきもある。図 2-2-1 の交通量とNO_x濃

度の散布図でみると交通量が3万台の時NO₂濃度は概ね20ppb以上50ppb未満の範囲内にある。5万台を超えると大半の自排局が30ppb以上となった。もちろん、例えば地域全体が高汚染である都市部では後背地濃度が既に30ppbを超過しているところが多く、当然、ほとんどの自排局で少ない交通量でも30ppbは超過していた。即ち、基本的にはある特定の沿道のNO₂濃度は、単純化すれば後背地のNO₂濃度に当該道路の自動車排ガス起源のNO₂が上積みされて決定され、道路端から採気口までの拡散距離に影響されるものと考えることができる。このことから既に筆者は、交通量、後背地NO₂濃度、路端距離を説明変数とした重回帰モデルを提案²²⁾しているが、本稿の目的は簡便な交通量とNO₂濃度の関係を提示することにある。したがって、沿道のNO₂濃度を最も簡易に推定するには当該道路の交通量区分ごとのNO₂濃度に近傍一般環境局と全国平均後背地NO₂濃度約23ppbとの濃度差を加算すれば得られる。また、表2-2-4の交通量区分の中央値(X)と平均NO₂濃度(Y)の関係は $Y=3.1X+23.5$ ($r=0.99$)と表すこともでき、定数項23.5は全国平均後背地NO₂濃度にはほぼ等しいので、12時間交通量1万台につき、約3.1ppbのNO₂濃度が高まることを示している。もちろん後背地のNO₂濃度と23.5ppbの差を加えれば予測したい道路沿道のNO₂濃度が概ね推定できることになる。

(3) S55年度とS63年度における交通量とNO₂濃度の関係の変化

表2-2-5はS55年度とS63年度の全国のアンケート調査で回収された同一の166局で交通量とNO_x濃度等の関係の変化を平均値で表したもので、NO_x濃度ではS63年はS55年に較べて、同じ交通量に対し、明らかに低下している。これに対してNO₂濃度の年平均値は両年度でほとんど変わらず、98%値では交通量の多い区分で幾分低下傾向がみられた。そのためNO₂/NO_x(%)はS55年に比べてS63年の方が大きくなった。この原因は1つには自動車からのNO_x排出量の減少ということが考えられるが、それにも係わらずNO₂濃度が低下しないのは、もともと沿道大気中にNOがO₃にくらべて過剰にあることと、さらに排ガス中のNO₂の排出量割合が増加したことが一因となっているためではないかと考えられる。事実、近年著しく増加しているディーゼル車の排ガス中のNO₂の割合はガソリン車に比べて高いことが報告²³⁾されており、こうしたことが反映した結果と思われる。

(4) 関東地方におけるNO₂汚染の広域化

後に第3節で示すように、関東地方の埼玉、千葉、神奈川の3県の達成率はS55年度が47.4%、H1年度が39%とかなり悪化したのに対し、東京は達成率その

表2-2-5 S55, S63年度同一測定局の交通量ランク別NO_x, NO₂濃度
(年平均値, ppb, n=166)

12時間交通量		～1万	～2万	～3万	～4万	～6万	～8万	8万以上	平均
NO _x 濃度	S55	71.0	92.4	105.6	113.5	137.1	136.0	152.0	110.6
	S63	69.1	84.8	97.9	106.0	116.7	134.0	141.0	100.3
NO ₂ 濃度	S55	27.1	30.4	34.9	35.5	40.9	31.3	54.0	35.0
	S63	28.8	30.9	34.6	36.5	40.7	41.0	51.0	35.5
NO ₂ (98%)	S55	46.5	51.6	58.6	63.0	69.0	64.3	94.0	60.0
	S63	47.1	51.4	56.9	61.3	65.5	71.3	84.0	58.5
NO ₂ /NO _x (%)	S55	41.8	36.5	34.9	35.0	33.5	24.8	35.5	35.2
	S63	43.6	39.4	37.3	37.2	36.6	33.7	36.3	37.9
対象自排局数		11	40	36	32	43	3	1	166

注；交通量はS63年秋期の全国交通情勢調査結果

表 2-2-6 道路近傍のNO_x (X) とNO₂ (Y) 濃度の関係
n = 271

車線数区分	近似式
2車線	$Y = 2.18X^{0.59}$ (r=0.88)
4車線	$Y = 2.20X^{0.60}$ (r=0.90)
6車線	$Y = 2.54X^{0.58}$ (r=0.83)
路端距離区分	近似式
5m以下	$Y = 2.25X^{0.59}$ (r=0.89)
10m以下	$Y = 1.22X^{0.73}$ (r=0.91)
10m以上	$Y = 1.56X^{0.70}$ (r=0.78)
TOTAL	$Y = 2.10X^{0.61}$ (r=0.90)

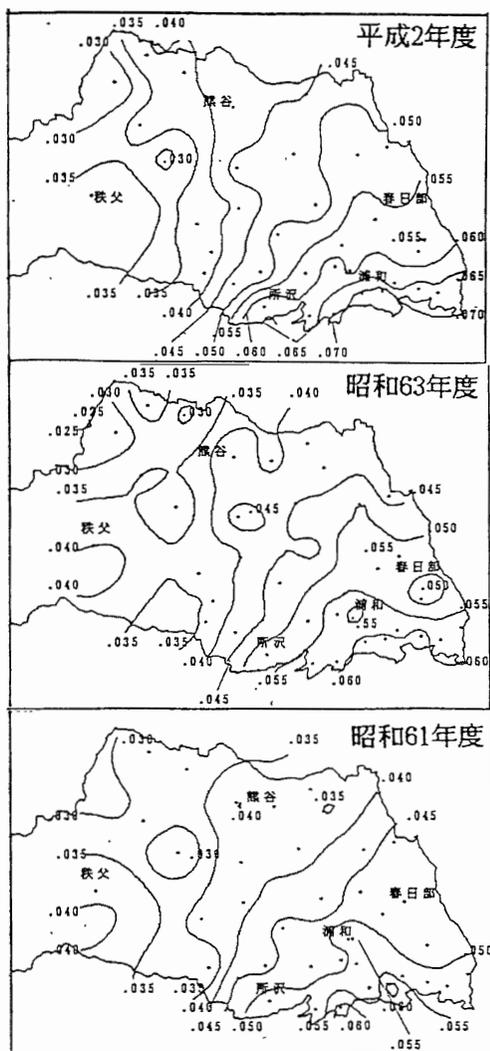


図 2-2-2 埼玉県におけるNO₂濃度(98%値)分布の推移

ものは極めて悪いものの、S55、S63年度とも約16%台、H1年度は19.4%と、横ばいからやや改善の状況となっており、周辺地域でのNO₂汚染の悪化が懸念される。図2-2-2は加重一次補完法²⁶⁾で作成した、埼玉県における一般環境局のNO₂濃度98%値の分布で、近年のNO₂汚染の北上が示されている。即

ち、S61、S63年度は東京隣接地域の一部に60ppbのラインがみられたにすぎなかったが、H2年度には県南部に70ppbのラインが出現しただけでなく、45ppb、あるいは50ppbのラインが県北の東部まで侵攻した。S61年度の35ppbのラインはH2年度には40ppbに、同じく40ppbのラインは45ppbに、50ppbのラインは60~65ppbのラインにまで悪化している。この結果は、都区内の道路交通容量がすでに限界に達しているのに対し、相対的に道路交通容量に余裕のある埼玉等の周辺地域での走行台キロの増加が大きいためと考えられ、今後も周辺地域の汚染の悪化が危惧される。

(5) 沿道におけるNO_xとNO₂濃度の関係

表2-2-6にNO_x濃度を説明変数とした車線数、路端距離によるNO₂濃度のべき乗近似式の例を示した。同じNO_x濃度であっても車線数や路端距離によって定数項が変化しており、NO₂濃度も変化することが示されたが、道路近傍に限ればNO₂濃度は $Y = 2.10X^{0.61}$ (r=0.90) で概ね近似できた。いずれの式によってもNO_x濃度が高濃度な地点ではNO_x濃度を大幅に低下させてもNO₂濃度の変化量が小さくなることが明瞭であり、高濃度地点ほどNO_x排出量の削減によってNO₂濃度を低下させることが著しく困難であることが示された。

摘要

沿道NO₂汚染の実態を交通量等の設置環境との関係で明らかにし、沿道汚染対策の基礎資料とするた

め、全国の都道府県を対象に全国自排局常時監視結果及びその設置環境等についてアンケート調査を実施し、以下の結果を得た。

(1) 自排局の採気口の位置については、道路端からの距離が5m以下の自排局が174局と最も多かった。しかし20m以上離れている局が50局以上、51m以上離れた局が12局もあり、濃度への影響があることから今後は改善していく必要がある。

(2) 路端距離と12時間交通量を階級区分してクロス集計した平均値でみると、NO_x、NO₂濃度とも交通量が増加するにしたがって濃度が高まり、路端距離が離れるにしたがって低下する傾向が示された。NO₂濃度Y(年平均値, ppb)は12時間交通量をX(万台)とすると、 $Y=3.1X+23.5$ で表され、交通量が1万台増加するとNO₂濃度が3.1ppb高まることが示された。

後背地濃度が全国平均レベル(23.5ppb)のとき、採気口が道路端から5m以内の一般的な自排局では、12時間交通量が2万台程度で30ppbを超過する可能性が高いことが示され、それ以上の交通量の道路では局地的な対策の必要性があらためて示された。

(3) NO_x濃度の年平均値は、S63年度はS55年度に比べ、同じ交通量に対して明らかに低下したが、NO₂濃度の年平均値では両年度でほとんど変わらず、そのためNO₂/NO_x(%)はS55年度に比べてS63年度の方が大きくなった。この原因は既に沿道ではNOが過剰にあることと、自動車からのNO_x排出量が減少したにもかかわらず、排ガス中のNO₂の排出量割合が増加したためと考えられる。

(4) 道路端のNO_x濃度をXとするとNO₂濃度Yは $Y=2.10X^{0.61}$ で近似できたが、NO_x濃度が高濃度な地点ほどNO_x排出量の削減によってNO₂濃度を低下させることが困難であることが示された。

第3節 沿道における二酸化窒素濃度の年平均値と環境基準値との関係

1 はじめに

深刻な沿道のNO₂汚染の対策を考える時、まず、達成すべき目標濃度をどの程度に設定するかがきわめて重要である。一般的には環境基準値が健康を守るうえで、達成すべき数値となるが、現在のNO₂環境基準値は昭和53年の改定以来、なにかと議論をよんだ経

緯があった。

環境庁長官の「二酸化窒素の人の健康影響に関する判定条件等について」の諮問を受けて作成、承認された「二酸化窒素に係る判定条件等についての中央公害対策審議会専門委員会報告」²⁷⁾では、二酸化窒素の長期暴露のクライテリアとして「種々の汚染物質を含む大気汚染の条件下において二酸化窒素を大気汚染の指標として着目した場合、年平均値として0.02~0.03ppm」を提起し、同時に、新しい知見の集積による一定期間ごとの評価検討の必要性を付言している。

この報告は3月22日に同会長より環境庁長官に答申され、環境庁は「1時間値の1日平均値が0.04ppm~0.06ppmのゾーン内またはそれ以下」という環境基準を定めた。このことについて環境庁は、新基準の施行にあたっての「環境基準達成の方途について」²⁸⁾の中で、「1日平均値と年平均値は高い関連性があり、1日平均値で定められた環境基準0.04ppm~0.06ppmは年平均値0.02~0.03ppmに概ね相当する」と、その根拠を示している。しかし、現実の沿道のNO₂汚染では、環境基準の上限値である日平均値60ppbの達成率とクライテリアの上限値である年平均値30ppbの達成率には大きな開きがあることが指摘^{29) 30)}された。本来、この二つの達成率は一致しなければならないが、これまで問題にされたことはなかった。また、最近の環境庁の調査では「年平均値が30ppbを超すと喘息様症状の新規発症率が高まる」¹⁾ことが報告されており、あらためて環境基準値が重要な意味を持ってきている。

そこで筆者はまず、沿道のNO₂汚染の全国的状況について、自排局の常時監視結果をもとに環境基準の達成状況とクライテリアの達成状況についてあらためて評価し、緑地帯による沿道NO₂汚染対策を進めるうえで、現行のクライテリアを達成して健康を維持できるNO₂濃度の目標値を明らかにするため、NO₂濃度の年平均値と環境基準値である日平均値の年間98%値(以下、98%値という)の関係等について解析した。

2 調査方法

環境庁が発行している昭和55年度以降平成2年度までの「自動車排出ガス測定局測定結果報告書」³¹⁾をもとに、NO₂濃度の過去からの環境基準及びクライテリアの適合状況について再検討した。さらに昭和63年度の全国の一般環境局NO₂濃度測定結果³²⁾を含めて、年平均値と98%値の関係等について最小二乗法等

により解析した。また、全国交通情勢調査が行われた昭和55年度と63年度を対象に2回にわたり全国の自動車排出ガス測定局（以下自排局という）のNO₂濃度測定結果及び設置条件等について各自治体にアンケート調査を実施し、汚染の推移及び道路端からの距離（以下、路端距離という）による年平均値と98%値の関係の変化等について解析した。

3 結果及び考察

(1) 全国自排局におけるNO₂環境基準及びクライテリアの達成状況

昭和55年度以降平成2年度までの11年間で、全国の自排局（車道局を除く）は233局から314局に増加している。その中で98%値が61ppb以上の環境基準非達成局は図2-3-1に示すように年々増加している。しかし60ppb以下の上限值達成局も増加しており、達成率では昭和55年度が62%であったが、60年度が最大77%に改善し、以後、63年度が68%、平成2年度が64%と、日本全国では徐々に低下してきている。関東地方の1都3県に限ってみると昭和55年度が33%で、60年度の最大56%を経て63年度が39%、平成2年度が27%と推移している。

一方、NO₂環境基準上限値のクライテリアである年平均値30ppbの全国の達成率（図2-3-2）は、平成2年度は41%であり、同年の98%値の達成率64%

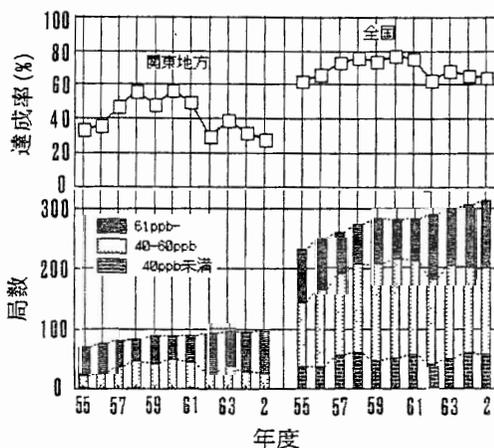


図2-3-1 全国自排局のNO₂汚染状況と環境基準達成率の推移
（自動車排出ガス測定局測定結果報告書³¹⁾より作図）

を20%以上も下回った。このことは環境基準上限値である日平均値の60ppbを達成しても、クライテリア上限値の年平均値30ppbは達成できないところが多いことを意味し、重大な問題をはらんでいる。経年変化でも、昭和55年度の達成率48%が60年度には54%に改善されたが、以後は低下して63年度が42%と、逆にやや悪化傾向を示している。関東地方では55年度の達成率は15%で60年度には過去最高の36%となったが、以降は低下し平成2年度は20%となった。

即ち、本来ならば環境基準として用いられている「日平均値の年間98%値」の達成率とそのクライテリアである年平均値の達成率は一致しなければならないが、実際には経年的にみても全く一致せず、現環境基準値では多くの自排局で、健康を維持するために提起されたNO₂のクライテリアを達成できないことが示された。

(2) NO₂濃度の年平均値と98%値の関係

NO₂濃度の年平均値と98%値の関係が概ね1:2の関係にあるということは以前から経験的に知られていた。しかし沿道では、現行の環境基準値は前述のとおり、クライテリアを正しく反映していないことが分かった。昭和53年の「二酸化窒素に係る判定条件等についての専門委員会報告」²⁷⁾中の1-2-3項「環境大気中濃度の出現分布」では様々なレベルのNO₂濃度測定値間の関係について回帰式とその相関係数が示されている。これによると、昭和48年から50年の一般環境局の常時監視測定結果延べ1114局分のデータから、年平均値(X)と98%値(Y)の関係として、 $Y = 1.82X + 0.45$ (pphm, $r = 0.919$)の式が導き出されている。確かにこの式によれば、クライテリアの年平均値30ppbに相当する98%値は59.1ppbであり、環境基準を60ppb以下としても平均値としては誤りとはいえない。しかし、同じ一般環境局でも昭和63年度の測定値では両者の関係は $Y = 1.70X + 6.62$ (図2-3-3, $r = 0.905$, $n = 1352$)であり、年平均値30ppbに対応する98%値は57.6ppbで、環境基準値60ppbとの差が開いてきている。また、NO₂の環境基準は安全率を見込んでいないので、全ての地域で、特に高濃度地域でクライテリア30ppbを達成する必要がある。そのための98%値は一般環境局だけで考えても図2-3-3に示されるように平均値の57.6ppbではなく、概ね50ppb以下とするのが妥当である。

一方、高濃度汚染が続く自排局では両者の関係は一

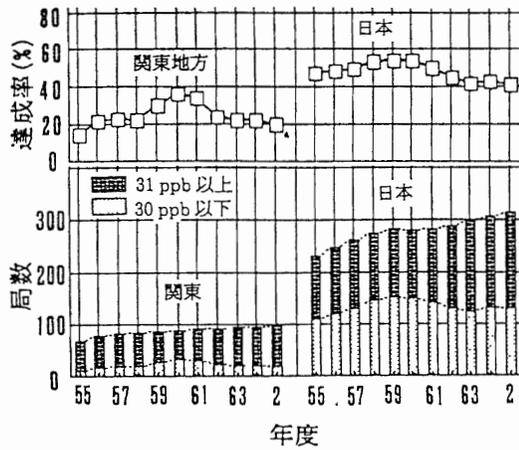


図2-3-2 全国自排局のNO₂クライテリアの達成状況
(自動車排出ガス測定局測定結果報告書³¹⁾より作図)

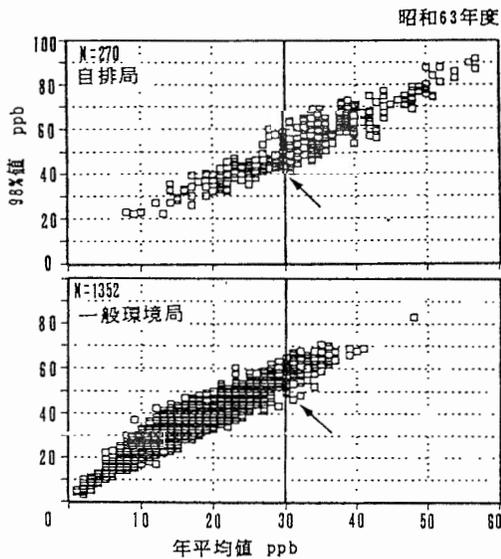


図2-3-3 自排局及び環境局におけるNO₂年平均値と98%値の関係
(一般環境局³²⁾及び自動車排出ガス測定局測定結果報告書³¹⁾より作図)

般環境局とはかなり異なっている。即ち、昭和63年度の年平均値と98%値の関係は $Y=1.51X+5.51$ ($r=0.93$, $n=270$)で、一般的に言われていた1:2の関係にはなく、クライテリア30ppbに対応する98%値

は50.9ppbであり、大半の自排局がクライテリアを達成する98%値は概ね40ppbである。

(3) 98%値と年平均値の関係の変動要因

98%値と年平均値の関係が、自排局と一般環境局で異なることが明らかとなったが、両局の違いは自排局が道路近傍に設置されていることと、その結果、一般的には一般環境局に較べて濃度レベルが高い傾向にあることである。

そこでまず、濃度レベル毎の、98%値と年平均値の比(98%値÷年平均値)(以下、98%-年平均値比という)を測定局種類別に算出して表2-3-1に示した。その結果、一般局でも98%値と年平均値の比は単純に2:1ではなく、濃度レベルによって変化しており、年平均値20ppb以下の低濃度域では98%-年平均値比が平均2以上となっているが、21ppb以上では逆に2以下の割合が増え、31ppb以上40ppb以下の区分では平均1.84であった。自排局でも年平均値20ppbを超えるとほとんどが2以下となり、濃度レベルが高い区分ほど98%-年平均値比が小さくなる傾向がみられた。さらに、測定局の種類別に比較してみると、10ppb以下では各測定局間の98%-年平均値比に差がないが、21ppb以上、特に31ppb以上になると98%-年平均値比の平均値の差が大きくなる傾向がみられる。また、自排局に最も近い近傍環境局では概ね自排局と環境局の中間値であった。このように一般環境局と自排局では年平均値の濃度レベルが同じであっても98%-年平均値比が異なる傾向がみられ、同比が必ずしも濃度にだけ依存しているわけではないことが示唆された。

次に、道路からの距離の影響を検討するため、道路から自排局採気口までの距離区分別に年平均値と98%値の関係を求めるとともに、自排局に近い一般環境局、さらに自排局と環境局を合わせた全局で年平均値と98%値の回帰式を求めた(表2-3-2)。その結果、道路端から5m以下の普通の自排局ではクライテリア上限値の年平均値30ppbに対応する98%値は49.7ppbであり、さらに10m以下が50.1ppb、20m以下が52.8ppbと、道路端から離れるにしたがってクライテリアに対応する98%値が大きくなることが明瞭に示されている。

以上の結果、98%-年平均値比は濃度レベルによって変化するが、異なる種類の測定局間では同一の濃度レベルであっても98%-年平均値比が異なっており、

表 2-3-1 NO₂の年平均値レベルと（98%値/年平均値）比（S63年度）

NO ₂ 濃度レベル (年平均値)	環 境 局	自排局の近 傍 環 境 局	自 排 局
10ppb以下	2.58 (354)	2.43 (6)	2.53 (3)
20ppb以下	2.21 (628)	2.12 (99)	1.97 (22)
30ppb以下	1.97 (304)	1.91 (104)	1.70 (83)
40ppb以下	1.84 (65)	1.91 (53)	1.64 (117)
50ppb以下	—	—	1.56 (39)
51ppb以上	—	—	1.57 (11)
全 デ ー タ	* 2.23(1351)	* 1.99 (262)	* 1.68 (275)

備考) 自排局及び近傍環境局はアンケート調査で回答のあったもののみを集計した。()内は測定局数

*印: 全データの自排局と環境局、近傍環境局間の平均値の差は有意であった(有意水準1%)。

表 2-3-2 自排局採気口の道路端からの距離別年平均値(X)と98%値(Y)の関係
(S63年度)

道路端から の距離	回 帰 式	相 関 係 数	クイテリヤに対応 する98%値	局 数
1m以下	$Y=1.50X+2.52$	0.96*	47.4ppb	27
1.1~5m	$Y=1.44X+6.36$	0.94*	49.7ppb	146
5.1~10m	$Y=1.36X+9.23$	0.96*	50.1ppb	40
10.1~20m	$Y=1.57X+5.88$	0.92*	52.8ppb	27
20.1~50m	$Y=1.41X+11.25$	0.86*	53.6ppb	15
50.1m以上	$Y=1.49X+9.80$	0.93*	54.5ppb	13
全自排局	$Y=1.51X+5.51$	0.93*	50.9ppb	270
近傍環境局	$Y=1.65X+6.70$	0.93*	56.2ppb	262
全測定局	$Y=1.48X+9.39$	0.95*	53.7ppb	1627

備考) 道路からの距離別の回帰式はアンケート調査に回答のあった測定局のみ用いた。全測定局は一般環境大気測定局及び自動車排出ガス測定局測定結果報告のデータを用いた。

*印: 0.1%以下の危険率で有意

それには道路端からの距離が大きな影響をあたえていることが明らかとなった。その原因は、年平均値が日常の汚染レベルを表すのに対し、98%値は気象条件等による地域全体の高濃度日に相当し、道路に近い高汚染の自排局では高汚染日との濃度比が小さくなるためと考えられる。

4 おわりに

全国の常時監視局測定結果をもとにNO₂濃度の年平均値と98%値の関係を解析した。その結果、NO₂年平均値に対応する98%値は濃度レベルや道路端からの距離で変化することが分かった。さらに、現行のNO₂環境基準上限値（日平均値の年間98%値、60ppb）では自排局の多くでクライテリア（年平均値30ppb）を達成することができず、NO₂のクライテリア上限値に相当する98%値は、最小二乗法による回帰直線上では50.9ppb（S63年度）であった。しかし、健康を維持するためのクライテリアは高汚染地域でこそ達成される必要がある。したがって、安全率を見込んでいない環境基準上限値では、クライテリアそのものに対する議論とは別に、現行の98%値で表すと、大半の自排局がクライテリアを達成できる40ppbが適切と考えられる。この目標値の達成は極めて困難であるが、一層、抜本的な対策の実施によって対応していく必要がある。

現在、都市部の呼吸器系疾患の主因がNO₂と特定されたわけではないが、SPM等を含む複合大気汚染の代表として自動車起源のNO₂対策を実施することは重要である。

なお、98%値は前述の諸条件で変動するため、本来の環境基準は年平均値で定めるのが正確である。しかし、年平均値では1年間測定しなければ結論がだせない欠点があることも事実であり、そのため一般的には短期的な評価が可能な日平均値を基準とすることもやむを得ないものと考えられている。それにしても環境庁が年間「6000時間に満たない測定局については、環境基準による大気汚染の評価の対象とはしない」²⁸⁾としていることは大きな矛盾である。少なくとも環境基準超過側の判断は可能であり、その限りでは短時間測定局も有効と解釈すべきであろう。

摘 要

1978年にNO₂の環境基準が改訂されたが、その健康影響をめぐっては多くの議論があった。また、近年

のNO₂汚染の深刻化で健康影響が懸念されており、改めて環境基準の達成と基準値そのものの適否が重要になってきている。そこで本研究では、NO₂の健康影響のクライテリアに用いられている年平均値と、環境基準値に採用されている日平均値の年間98%値の関係について検討し、以下の結果を得た。

- (1) 全国の自動車排出ガス測定局のNO₂濃度測定結果によれば、クライテリアの上限値（年平均値、30ppb）の達成率は、平成2年度は41%であり、環境基準上限値（日平均値の年間98%値、60ppb）の達成率64%と大きな開きがあった。
- (2) NO₂の年平均値（X）と98%値（Y）の関係は、高濃度汚染の続く沿道では $Y = 1.51X + 5.5$ （昭和63年度）の直線で表わすことができ、年平均値30ppbに対応する回帰直線上の98%値は50.9ppbであった。この関係はNO₂濃度レベルや測定局採気口の道路端からの距離によって変化し、年平均値に対応する98%値は、道路に近いほど、濃度が高いほど小さくなる傾向がみられた。
- (3) 即ち、NO₂の健康影響のクライテリアに関する議論は別にしても、大気汚染濃度の出現確率からは日平均値の年間98%値は60ppbではなく概ね50ppbである。しかし、安全率を見込んでいない環境基準値としては、大半の測定局がクライテリアを下回る40ppbが妥当と考えられる。
- (4) したがって、健康を維持できるNO₂濃度の達成は一層困難であるが、目標達成の困難さに見合った抜本的な対策を実施することが必要であろう。