

沿道周辺における自動車排ガスの挙動に関する調査研究（第1報）

藤島 直司 小玉 幹生

1 はじめに

自動車排ガスに含まれる窒素酸化物による大気汚染が大きな問題となっている。

昭和48年から数次にわたる国の規制により自動車排ガス中の窒素酸化物の排出量は、ガソリン乗用車においては1/10以下になったものの、大気環境中における二酸化窒素は減少しているとはいえず、昭和60年度においては全国自動車排出ガス測定局の23.2%が環境基準の上限値（0.06 ppm）を超過している⁽¹⁾。

一方、本県においては、二酸化窒素濃度は環境基準のゾーン以下となっており、とくに問題はないが、今後自動車保有台数、交通量の増加⁽²⁾等が予想されるので窒素酸化物濃度の上昇が憂慮される。

このため、主要道路周辺で窒素酸化物濃度やオゾン濃度を測定し、自動車排ガスの拡散や反応についての挙動を把握するとともに、自動車排ガスが環境大気中の窒素酸化物濃度に与える影響過程を検討した。

2 調査方法

2.1 調査時期

窒素酸化物濃度は季節により変動することから⁽³⁾、その調査時期を低濃度期の8月、高濃度期の12月、およびその中間の10月に設定し実施した。

第1回目 昭和61年8月1日～17日

第2回目 昭和61年10月8日～27日

第3回目 昭和61年11月28日～12月17日

2.2 調査地点および概要

県環境技術センター前の国道7号線の道路端から16mと100mの2地点を設定した。

この附近の幹線道路は国道7号線であり、道路幅は4車線（片側2車線）で12時間の交通量は36,000台となっている⁽⁴⁾。

後背地は秋田運河とその対岸に丘陵地が続いており、固定発生源および他の道路からの影響は少ない。

また、風向はSE系とNW系の風が卓越しており季節風の影響がみられ年間平均風速は3.3m/sとなっている。



図一 調査地点 (×印)

2. 3 調査項目および方法

窒素酸化物 紀本電子工業㈱ MODEL-214

ザルツマン試薬による吸光光度法

オゾン ダイレック㈱ MODEL1006-AHJ

紫外線吸収法 253.7nmの波長域でのオゾンによる紫外線の吸収をもとにオゾン濃度を測定

風向・風速 光進電気工業㈱ MV-110

プロペラ型風向風速計

測定機の設置高さ 20m

3 調査結果および考察

3. 1 平均濃度

調査結果の平均値を表一1に示した。ただし8月の16m地点のオゾンの値は、測定機の異常により8月1日～6日までを欠測とし、7日～17日の値を用いた。

表一1 平均濃度

項 目	8 月		10 月		12 月	
	16m	100m	16m	100m	16m	100m
NO	15	4	29	16	29	15
NO ₂	13	8	22	15	20	17
NO _x 比%	46	67	43	48	41	53
O ₃	23	27	18	25	17	26

窒素酸化物濃度は16m地点が100m地点よりも高い値を示しているが、オゾン濃度は逆に100m地点が高い値を示しており、道路端におけるオゾンの消費を示唆している。

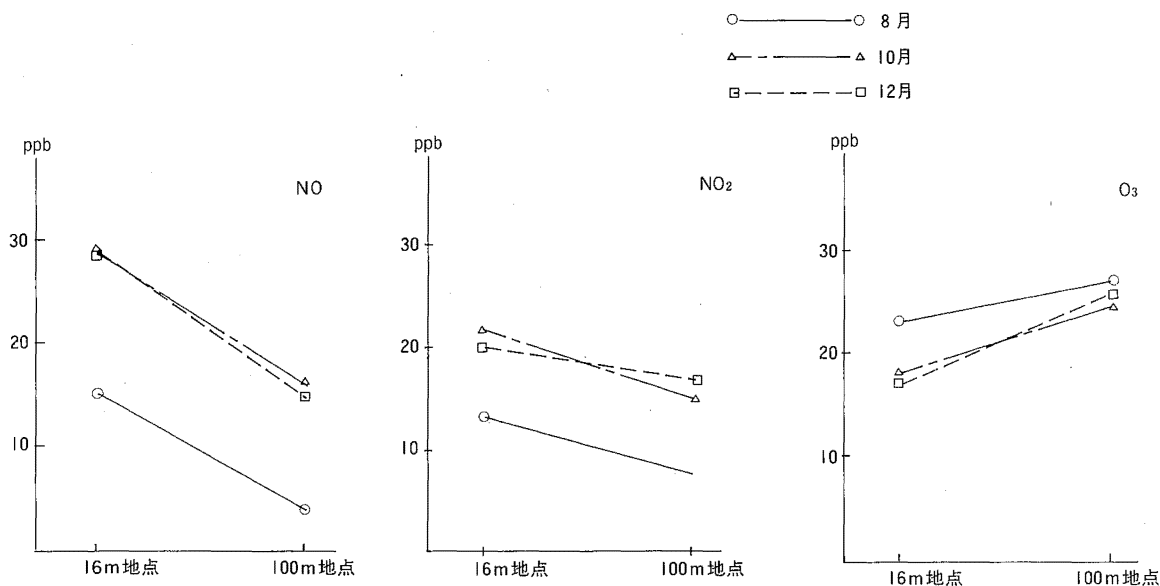
窒素酸化物濃度は10月、12月が8月よりも高く季節による変動がみられるが、NO₂/NO+NO₂比（以下NO_x比）は各調査期間とも大きな差はみられない。

オゾン濃度は季節による変動はみられない。

NO_x比はいずれも100m地点が高い値を示しており、自動車排ガスによる環境大気中の二酸化窒素濃度の上昇を示唆している。

3. 2 距離減衰

図一2に各測定項目別の距離減衰を示した。



図一 2 距離減衰

一酸化窒素が最も減衰が大きく、二酸化窒素、オゾンの順となっている。

二酸化窒素が一酸化窒素よりも減衰が少ないのは、拡散過程での化学反応による二酸化窒素の生成が示唆される。

距離減衰に季節による違いはみられず、ほぼ等しい差で減衰している。

昼夜別（昼8時～19時、夜20時～7時）にみると8月は一酸化窒素とオゾンが夜高い減衰率を示し、12月は3項目とも昼が高い減衰率を示した。

10月は一酸化窒素のみ昼が減衰率が上がったが、その他の項目には差がみられなかった。

3. 3 時刻別変化

図一 3 に一酸化窒素および二酸化窒素の調査期間別の時刻別変化を示した。

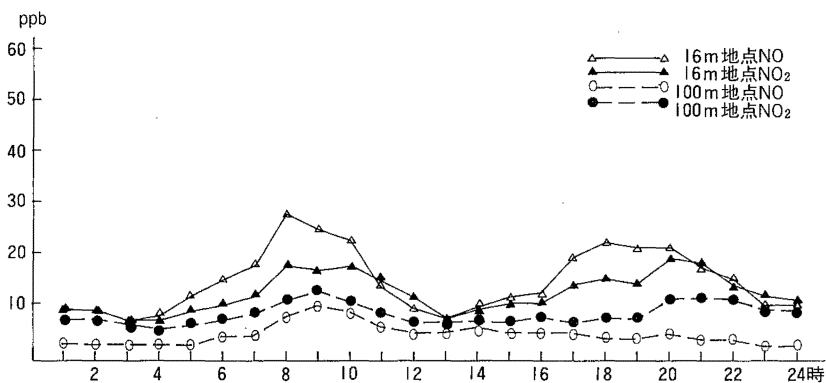


図 3-1 窒素酸化物経時変化（8月）

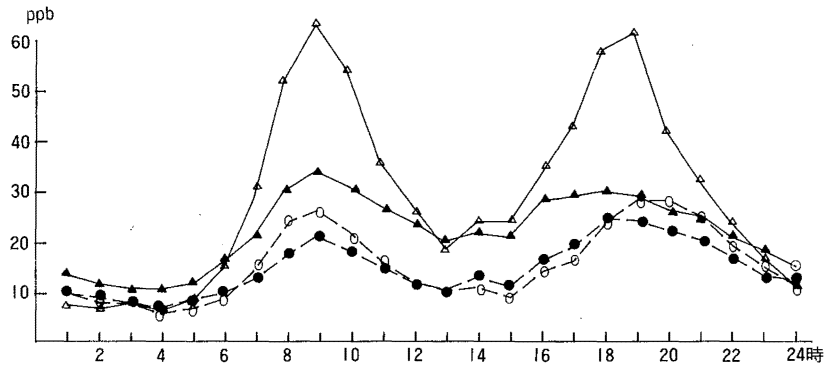


図 3—2 窒素酸化物時刻別変化 (10月)

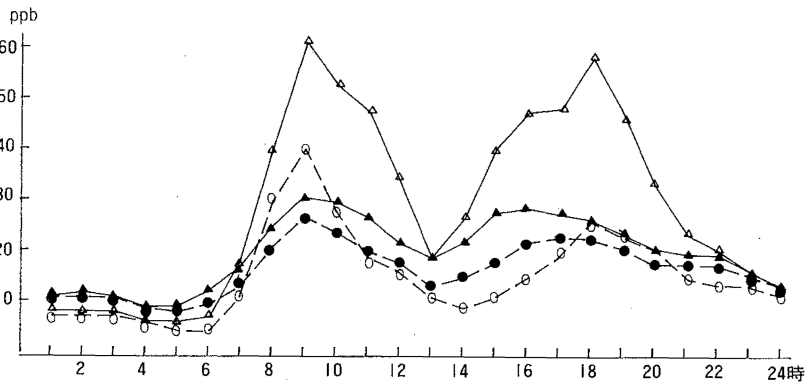


図 3—3 窒素酸化物時刻別変化 (12月)

一酸化窒素、二酸化窒素とも交通量の朝夕の増加の影響を受けて朝夕にピークを示す二山型の変動パターンを示しており、特に16m地点の一酸化窒素の変動が大きい。

これは、自動車排ガス中の窒素酸化物のうち大部分は一酸化窒素であるため、自動車排ガスの影響を最も強く受けたためと推察される。⁽⁵⁾

二山のピークは、朝は8～9時、夕方は18～19時にかけて出現しており、一酸化窒素と二酸化窒素、および16m地点と100m地点で、ピークの時間的なずれはみられない。

図一4 にオゾン濃度とNOx比の時刻別変化を示した。

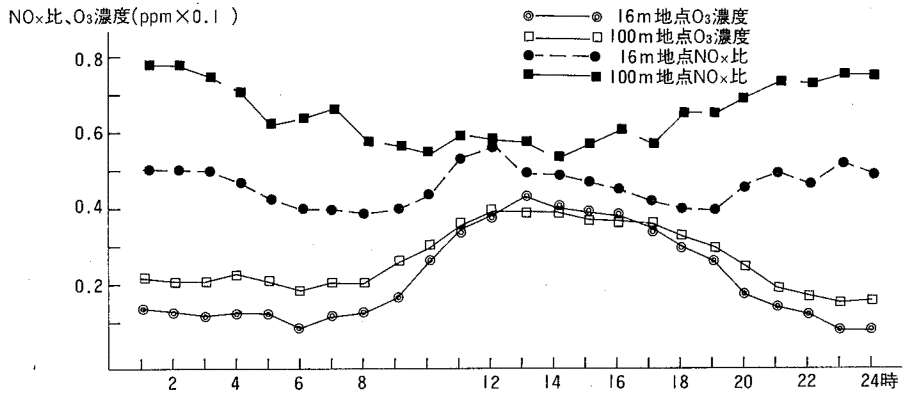


図4-1 NO_x比とO₃濃度の時刻別変化(8月)

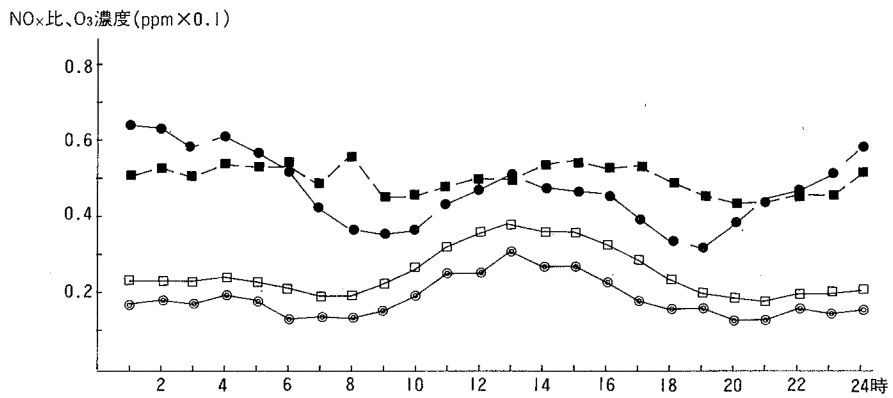


図4-2 NO_x比とO₃濃度の時刻別変化(10月)

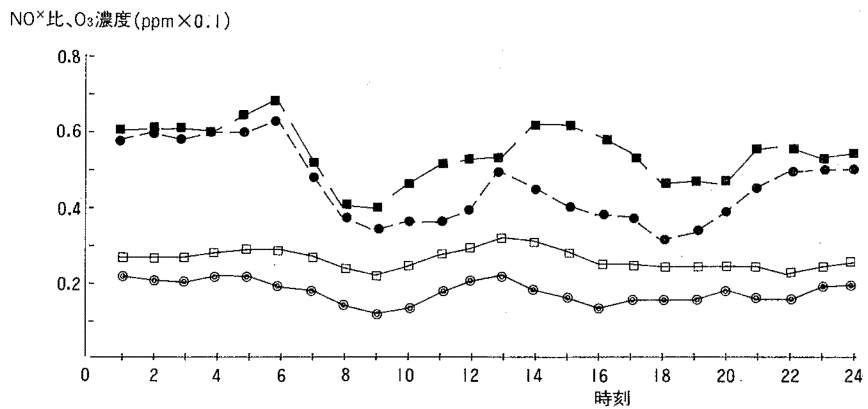


図4-3 NO_x比とO₃濃度の時刻別変化(12月)

オゾン濃度の時刻別変化は、各調査期間とも13時にピークをもつ山型の変動パターンを示している。

8月、10月は山型がはっきりしているのに対し12月は平坦に近い形となっている。

また8月は16m地点、100m地点とも11時から17時までほぼ等しい濃度で推移しており、みかけ上一酸化窒素によるオゾンの消費がみられないが、これは炭化水素によるオゾンの生成反応が関与しているものと思われる。⁽⁵⁾

10月、12月は16m地点と100m地点のオゾン濃度は、ほぼ一定の間隔で推移しており、一酸化窒素によるオゾンの消費が24時間継続しておこなわれていることが示唆される。

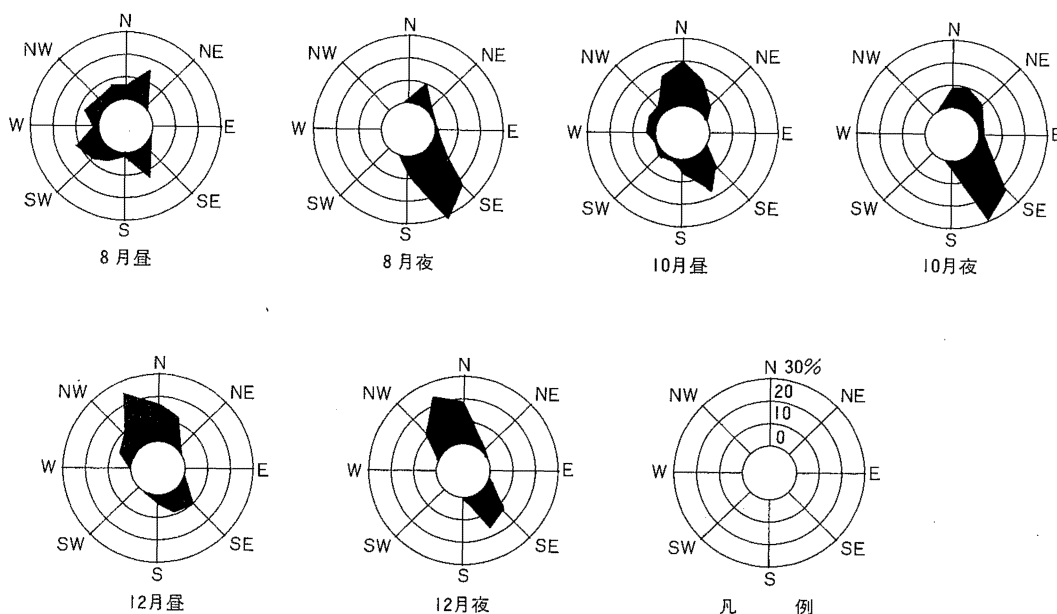
16m地点と100m地点の時刻別変化は、8月は昼が両地点ともほとんど差がなくほぼ等しい値で推移しているが、10月、12月は昼にやや差が拡大しており8月とは異なっている。

NO_x比の時刻別変化をみると、8月は16m地点と100m地点のNO_x比が12時にほぼ等しい値を示し、12時以前、以降とも値が離れていくのに対し、10月、12月は13時と夜から朝にかけて16m地点と100m地点のNO_x比の値が近づくというほぼ似たような変動を示している。

10月、12月の変動は夜間の交通量の減少に伴ない窒素酸化物の排出量が減少し16m地点も自動車排ガスの影響が少なくなるためと推察されるが、8月の変動にこの推察があてはまらないのは、風速・日射量・雲形などの窒素酸化物の拡散や化学反応に係る因子が複雑に影響しあっているためと考えられる。

図一5に各調査期間における昼夜別（昼8時～19時、夜20時～7時）の風配図を示した。

図一5 昼夜別風配図



これをみると12月は昼夜ともNNWが主風向であるが、8月と10月は昼と夜では風配図が大きく異なっている。

8月の主風向は昼も夜もSSEであるが風配図は異なり、10月は昼の主風向はN、夜の主風向はSSEとほぼ逆の風向となっている。

ここで、昼と夜とで主風向が逆になっている10月と、昼も夜も主風向が変わらない12月の窒素酸化物の時刻別変化を比べてみてもほぼ似たような二山型の変動パターンを示しており両者に風向の違いによる差はみられない。

このことは、自動車排ガスは発生位置が低く自動車の走行によりかく乱されるため固定発生源よりは風向の影響を受けにくいことと、10月の昼の主風向はN、夜はSSE、12月は昼夜ともNNWと調査対象道路に対しほぼ平行風となったため、結果として風向の影響があらわれなかった。

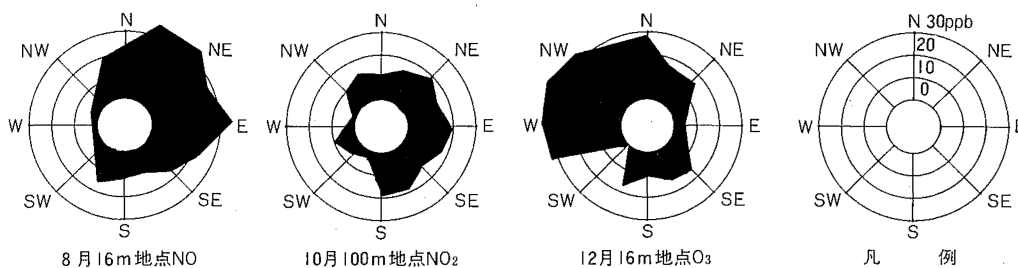
3. 4 風向別平均濃度

一般に測定点が発生源の風下になると濃度は高くなり風上になると濃度は低くなる。

本調査では、NE～ENEの風のときは風下になり窒素酸化物濃度は上昇しオゾン濃度は減少し、SW～WSWの風のときは風上となり窒素酸化物濃度は減少しオゾン濃度は増加するはずである。

風向別平均濃度の一例を図－6に示した。

図－6 風向別平均濃度



これをみると窒素酸化物はNNE～SSEまでE系統の風のときに濃度が高くなり、NE～ENEの風のときに特に高くなるわけではない。

オゾンについても同様でSSW～NNWまでW系統の風のときに濃度が高くなりSW～WSWの風のときに特に高くなるわけではない。

風向が90度違ったとしても、どちらも風上側もしくは風下側であれば平均濃度はほぼ等しいことがわかる。

3. 5 窒素酸化物とオゾンの相関

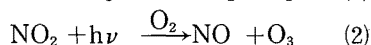
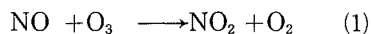
一酸化窒素濃度、二酸化窒素濃度およびNOx比とオゾン濃度の1時間値の相関を表-2に示した。

表-2 窒素酸化物とオゾンの相関

項 目	月 地 点	8 月		10 月		12 月	
		16m	100m	16m	100m	16m	100m
NO		-0.43	-0.41	-0.47	-0.53	-0.32	-0.58
NO ₂		-0.48	-0.35	-0.51	-0.56	-0.31	-0.82
NOx比		-0.18	0.18	0.43	-0.02	0.32	0.20

一酸化窒素、二酸化窒素とも12月の100m地点の二酸化窒素の値を除いて-0.31~-0.58と弱から中程度の負の相関がみられる。

本調査のように、沿道周辺における窒素酸化物を調査対象とする場合は、文献によれば⁽⁶⁾距離にして500m以内、時間にして10分以内であるからNO-NO₂変換をもたらす反応としては



の2つの反応を考慮すればよく、特に(1)が主反応であるとされている。

(1)の反応をみると、一酸化窒素濃度が高くなると、それだけオゾンは消費され二酸化窒素濃度が高くなり、窒素酸化物濃度とオゾン濃度には負の相関が生じることになり、表-2の結果と一致する。

ただ、図-3、4でみるとおり、窒素酸化物とオゾンの時刻別変化のパターンが、二山型と一山型に異なるので相関はあまり良くない。

二酸化窒素は、一酸化窒素とオゾンとの反応によって生成された二次生成物であるから、オゾン濃度とNOx比にも何らかの相関があるのではないかと考えられたが表-2からは相関があるとはいえない。

このことは、図-3から明らかなように、一酸化窒素の変動が二酸化窒素の変動よりも大きく、したがってNOx比の変動が二次生成された二酸化窒素よりも一酸化窒素の影響を多く受けるためと、図-4に示したオゾン濃度とNOx比の時刻別変化のパターンが異なるためと推察される。

4 ま と め

本調査の結果

(1)窒素酸化物濃度は16m地点が高く、オゾン濃度は100m地点が高く、道路端におけるオゾンの消費を示唆している。

(2)窒素酸化物濃度は季節による変動がみられるがオゾン濃度およびNOx比には季節による変動

はみられない。

(3)NO_x比は100m地点が高く、自動車排ガスによる一般環境中の二酸化窒素濃度の上昇を示唆している。

(4)二酸化窒素の距離減衰は一酸化窒素よりも小さく拡散過程における二酸化窒素の生成が示唆される。

(5)窒素酸化物の時刻別変化は朝夕にピークをもつ二山型のパターンなのに対し、オゾンは13時にピークをもつ一山型のパターンとなっている。

(6)オゾン濃度の16mと100m地点の時刻別変化のパターンが8月と10月、12月では異なるものとなった。

(7)風向が90度違っても、どちらも風上側もしくは風下側であれば風向別平均濃度はほぼ等しい。

(8)窒素酸化物濃度とオゾン濃度は負の相関がみられたが、時刻別変化が異なるため相関は弱から中程度となっている。

オゾン濃度とNO_x比は相関がみられない。

参考文献

- (1)昭和60年度自動車排出ガス測定局測定結果報告
- (2)昭和61年秋田県環境白書
- (3)昭和60年度秋田県環境技術センター年報
- (4)建設省全国道路交通情勢調査
- (5)公害と対策 vol 19 No.9
- (6)第26回大気汚染学会講演要旨集