

植物群落の大気浄化効果に関する研究（第7報）

松本 利恵 小川 和雄 高野 利一

要 旨

沿道緑地帯による大気汚染低減効果を明らかにするために、1987年から1989年にわたって主要道路沿道にあり構造の異なる緑地帯を有する与野公園・北浦和公園・別所沼公園と、防音壁を有する原市団地において、NO・NO₂同時測定用サンプラーを用いて窒素酸化物の濃度分布を測定した。

その結果、植物のNO₂吸収能力に加え、沿道緑地帯の構造に起因する遮閉効果等によりNO_x濃度が低減することが分かった。

1 はじめに

沿道大気汚染対策の1つと考えられる緩衝緑地帯で、どれだけ窒素酸化物濃度が低減できるかを明らかにするために、筆者らは1984年から県内数カ所の緑地帯で実測を行ってきた。その結果、主要道路では、沿道緑地帯を構成する植物が吸収すると考えられる量よりも大量に自動車排ガスとして窒素酸化物が放出され、汚染質の濃度低減には緑地帯による遮閉効果など構造に起因する要因も大きいことが分かってきた。^{1)~4)}

本報では、これらの調査のうち1987年から1989年にかけて行った主要道路沿道にある3カ所の公園内外における窒素酸化物の濃度分布調査と、遮閉効果を確認するために行った防音壁周辺の窒素酸化物濃度分布調査について報告する。

2 調査方法

2・1 調査地点および調査期間

調査地点および調査期間は次のとおりである。

各地点の測定点付近の略図を図1に、主要道路に面する各公園の緑地帯（以下沿道緑地帯という）の略図を図2に示す。

2・1・1 与野公園

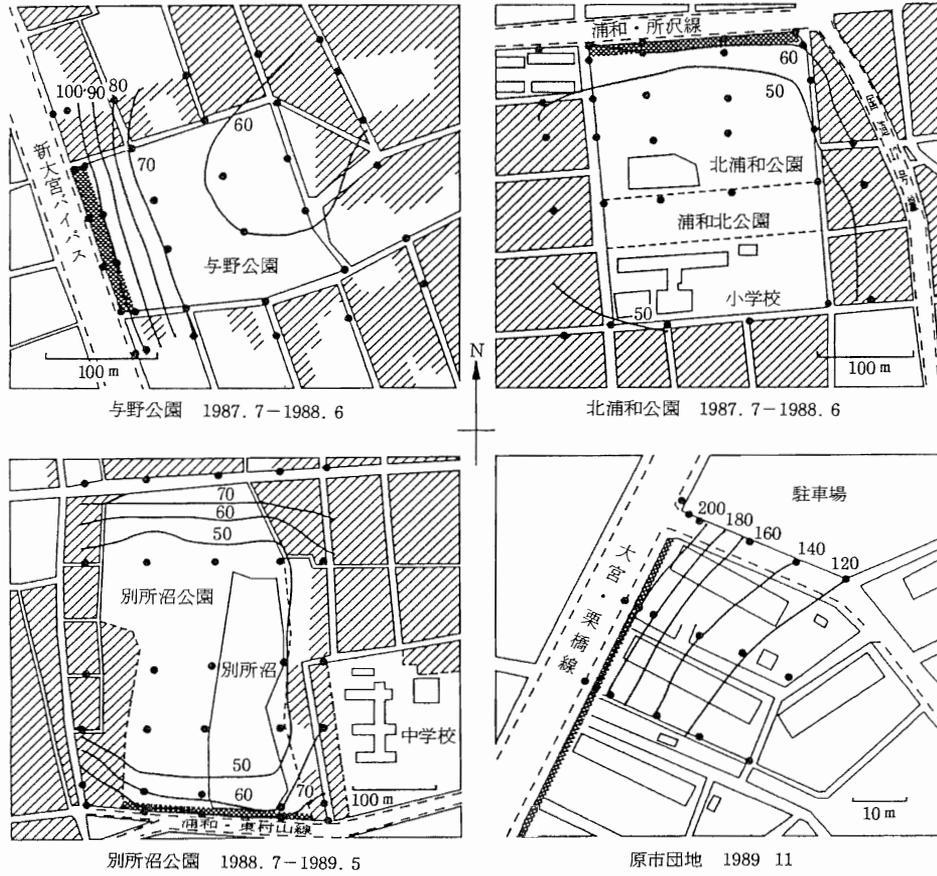
1987年7月から1988年6月まで公園内外36地点で毎月2回測定を行った。公園西側に面して国道17号新大宮バイパス（日交通量約8万台、昭和63年度秋季全国交通情勢調査による）がある。対照は公園の南北両側とした。北側対照は道路に面して小規模な雑木群落があり、その後方が住宅地となっている。南側対照は道路から約120mまでは住宅が数軒点在するだけの平坦地であり、その後方は住宅地となっている。

2・1・2 北浦和公園

1987年7月から1988年6月まで公園内外32地点で毎月2回測定を行った。公園北側に面して浦和・所沢線（日交通量約2万台）、東側に国道17号（日交通量約2万台）がある。調査は浦和・所沢線の影響に注目して行うこととし、対照は国道17号の影響の小さい公園西側とした。対照は道路に面して鉄筋5階建の集合住宅が建ち、その後方は住宅地である。

2・1・3 別所沼公園

1988年7月から1989年5月まで公園内外30地点で毎月（奇数月）に2回測定を行った。公園南側に面して浦和・東村山線（日交通量約2万台）がある。対照は公園の東西両側の住宅地とした。



● 測定地点 ■ 沿道緑地帯・防音壁 ▨ 住宅等密集地

図1 測定地点略図および調査期間の平均NO_x濃度分布(単位:ppb)

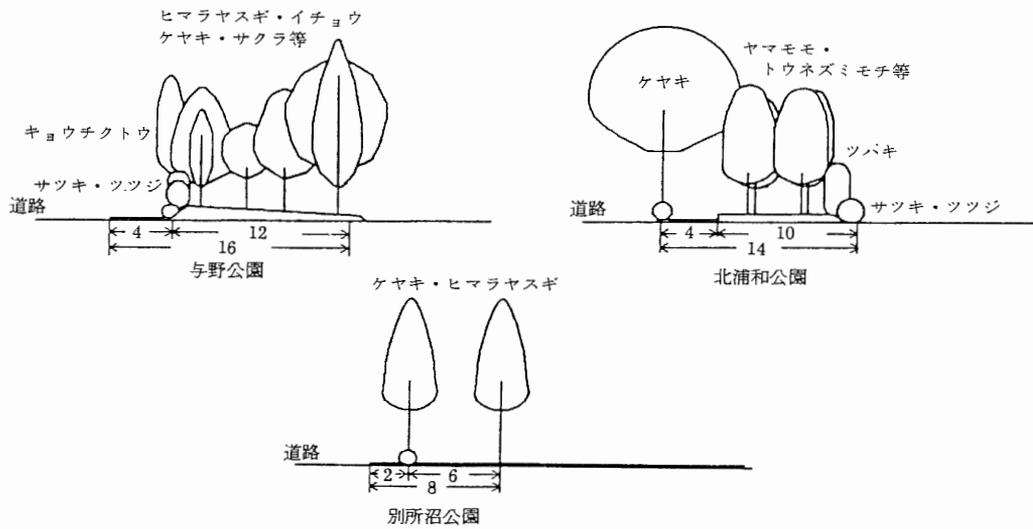


図2 沿道緑地帯略図(単位:m)

2・1・4 原市団地

1989年11月に団地内外18地点で2回測定を行った。ここは、団地西側の大宮・栗橋線（日交通量約5万台）に沿って高さ3mの防音壁を有する。対照は北側の駐車場（平坦地）とした。なお、この駐車場に出入りする車の影響は、大宮・栗橋線の交通量と比較すると、きわめて小さいので無視できると考えた。

2・2 測定方法

分子拡散を利用したNO・NO₂同時測定用サンプラー（PTIO-NO_x サンプラー）⁵⁾を雨水防止用シュルターに取り付け、各測定点で木の枝等高さ約2.5mのところ設置した。原則として午前10時から翌日午前10時までの24時間暴露を、2回連続して実施した。

3 結果及び考察

3・1 公園内外のNO₂濃度等測定結果

公園内外のNO₂濃度等の測定結果を表1に示す。

また各測定点の年平均値によるNO_xの濃度分布を図1に、公園内と対照のNO・NO₂濃度の距離減衰を図3に示す。

各公園とも、主要道路からの自動車排ガスによる著しい距離減衰は道路から約100m地点までで、その後方の濃度変化は小さい。また各公園の後方においては若干濃度が高くなった。別所沼公園の後方対照は別の小規模道路の影響で特に高濃度となっている。

低減率は、公園内濃度と対照濃度の相対的な関係で決まるため、自動車排ガスの影響を直接受ける沿道緑地帯の前方（以下道路端という）の低減率は、緑地帯の遮閉能力が対照より小さく、公園側が相対的に低濃度になりやすい北浦和公園・別所沼公園は正の値となり、逆に緑地帯の方が遮閉能力の大きい与野公園は負の値となっている。

公園内ではNO_xの低減率で与野公園5-11%、北浦和公園8-11%、別所沼公園で16-40%を示した。また低減率を夏期（5・6・7・8月）と冬期（12・1・2・3月）で比較すると全体的に夏期の方が大きくなっている。これは、夏期は植物の活動が活発でNO₂の吸収が盛んであること、及び冬期は沿道地帯を構成する樹木の落葉により遮閉効果が低下することにより、冬期より夏期の低減率が大きくなると考えられる。

表1 NO・NO₂・NO_x濃度の平均値および低減率

| 道路からの距離 (m) | | 公園内年平均濃度 | | | 対照年平均濃度 | | | 境界線年平均濃度 | | | 年平均低減率 | | | 夏期平均低減率 | | | 冬期平均低減率 | | |
|----------------|------|----------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|----------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|
| | | NO | NO ₂ | NO _x | NO | NO ₂ | NO _x | NO | NO ₂ | NO _x | NO | NO ₂ | NO _x | NO | NO ₂ | NO _x | NO | NO ₂ | NO _x |
| 与野公園 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 道路端 | 124 | 45 | 169 | 113 | 44 | 157 | 117 | 45 | 162 | -10 | -2 | -8 | -6 | -1 | -5 | -19 | -5 | -15 |
| 16 | 公園内 | 64 | 36 | 100 | 68 | 38 | 106 | 63 | 35 | 98 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 3 | 5 |
| 55 | " | 37 | 31 | 68 | 42 | 32 | 74 | 38 | 31 | 68 | 12 | 3 | 8 | 24 | 2 | 12 | 2 | 5 | 3 |
| 120 | " | 30 | 29 | 59 | 35 | 30 | 65 | 34 | 29 | 62 | 14 | 3 | 9 | 19 | 10 | 14 | 12 | 2 | 8 |
| 180 | 境界線 | 30 | 27 | 56 | 34 | 29 | 64 | 32 | 28 | 61 | 12 | 7 | 12 | 18 | 13 | 15 | 12 | 7 | 10 |
| 240 | 後方対照 | 32 | 28 | 60 | 32 | 28 | 60 | 38 | 28 | 66 | 0 | 0 | 0 | 12 | 1 | 6 | 4 | -1 | 2 |
| 北浦和公園 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 道路端 | 41 | 30 | 71 | 74 | 40 | 115 | 37 | 30 | 67 | 45 | 25 | 38 | 55 | 34 | 48 | 25 | 12 | 21 |
| 15 | 公園内 | 28 | 28 | 56 | - | - | - | 29 | 28 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | " | 21 | 25 | 46 | 25 | 26 | 51 | 25 | 27 | 52 | 16 | 4 | 10 | 18 | 1 | 8 | 12 | 6 | 9 |
| 100 | " | 19 | 24 | 43 | 22 | 25 | 47 | 24 | 26 | 50 | 14 | 4 | 9 | 24 | 5 | 13 | 11 | 2 | 7 |
| 160 | " | 20 | 24 | 44 | 24 | 26 | 49 | 23 | 25 | 48 | 17 | 8 | 10 | 37 | 4 | 19 | 4 | 3 | 4 |
| 300 | 後方対照 | 24 | 26 | 49 | 26 | 26 | 51 | 23 | 26 | 49 | 8 | 0 | 4 | 14 | 3 | 5 | 10 | 1 | 6 |
| 別所沼公園 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 道路端 | 43 | 32 | 76 | 105 | 40 | 145 | - | - | - | 59 | 20 | 48 | 61 | 20 | 48 | 56 | 17 | 46 |
| 15 | 公園内 | 26 | 29 | 55 | 58 | 34 | 92 | - | - | - | 55 | 15 | 40 | 63 | 15 | 41 | 47 | 9 | 34 |
| 100 | " | 18 | 27 | 45 | 26 | 29 | 55 | - | - | - | 31 | 7 | 18 | 41 | 11 | 21 | 23 | 6 | 15 |
| 180 | " | 19 | 26 | 45 | 26 | 28 | 54 | - | - | - | 27 | 7 | 17 | 43 | 6 | 19 | 22 | 7 | 15 |
| 310 | " | 18 | 25 | 43 | 25 | 28 | 52 | - | - | - | 28 | 11 | 17 | 35 | 8 | 17 | 20 | 9 | 15 |
| 410 | 後方対照 | 66 | 34 | 100 | 59 | 33 | 92 | - | - | - | -12 | -3 | -9 | -4 | 3 | -4 | -27 | -3 | -18 |

ただし

公園内濃度 道路から等距離にある公園内測定点の平均濃度 (単位 ppb)
 対照濃度 道路から等距離にある対照測定点の平均濃度 (単位 ppb)
 境界線濃度 道路から等距離にある公園境界線上測定点の平均濃度 (単位 ppb)
 低減率 = (1 - 公園内濃度 / 対照濃度) × 100 (%)
 夏期 5・6・7・8月
 冬期 12・1・2・3月

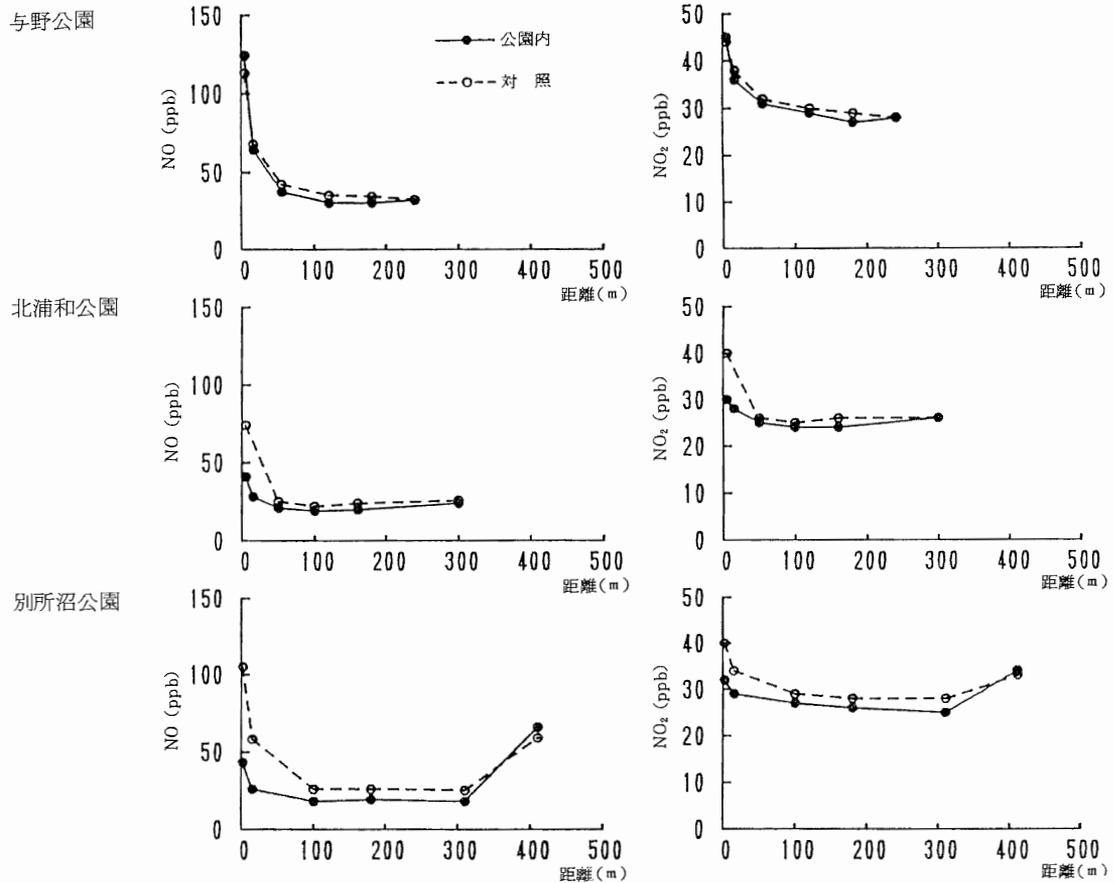


図3 NO・NO₂濃度の距離減衰（公園）

3・2 公園によるNO・NO₂低減率の経月変化

道路端・公園内のNO・NO₂低減率および平均風速・O_x濃度の経月変化は図4のとおりである。風向・風速・O_x濃度は、与野公園については公害センター測定局、北浦和公園・別所沼公園については浦和測定局（浦和市役所）の常時監視結果を用いた。

また、風については主要道路から公園側へ垂直方向に吹く風（以下垂直風という）の影響が最も大きいと考えられる。そこで図5の様に風向が道路に対して θ の角度をなし、風速が u (m/s)の風が吹くとき、道路と垂直方向の風速は $u \cdot \sin \theta$ (m/s)となるので、各時間毎に $u \cdot \sin \theta$ を求め測定期間中の平均値を垂直風の強さの指標として、調査期間中の平均風速と併せて図4に示した。この値は、期間中を通して垂直風が強ければ正の値、逆風が強ければ負の値、平行風・風向不安定・静穏の場合は0に近くなる。

3・2・1 与野公園

与野公園の4 m地点のNO₂の低減率は、他の月と比べて著しく強風であった3月を除いて、垂直風が強いほど小さくなる傾向が見られる。NOについてもNO₂ほど顕著ではないが同様の傾向を示している。これは、垂直風が強いと道路から汚染質が運ばれやすく、沿道緑地帯の遮陰効果によりその汚染質が滞留するのに対し、対照は風により拡散が進みやすいため、緑地帯がある方が相対的に高濃度となるためと思われる。

道路の影響が弱まった120 m地点では、NOについては平均風速が大きいほど低減率が大きくなることから、拡散効果が濃度低減に有効な要因になっていると思われる。また、NO₂については夏期の方が冬期より低減率が大きくなっていることから植物のNO₂吸収能力が有効な要因と思われる。

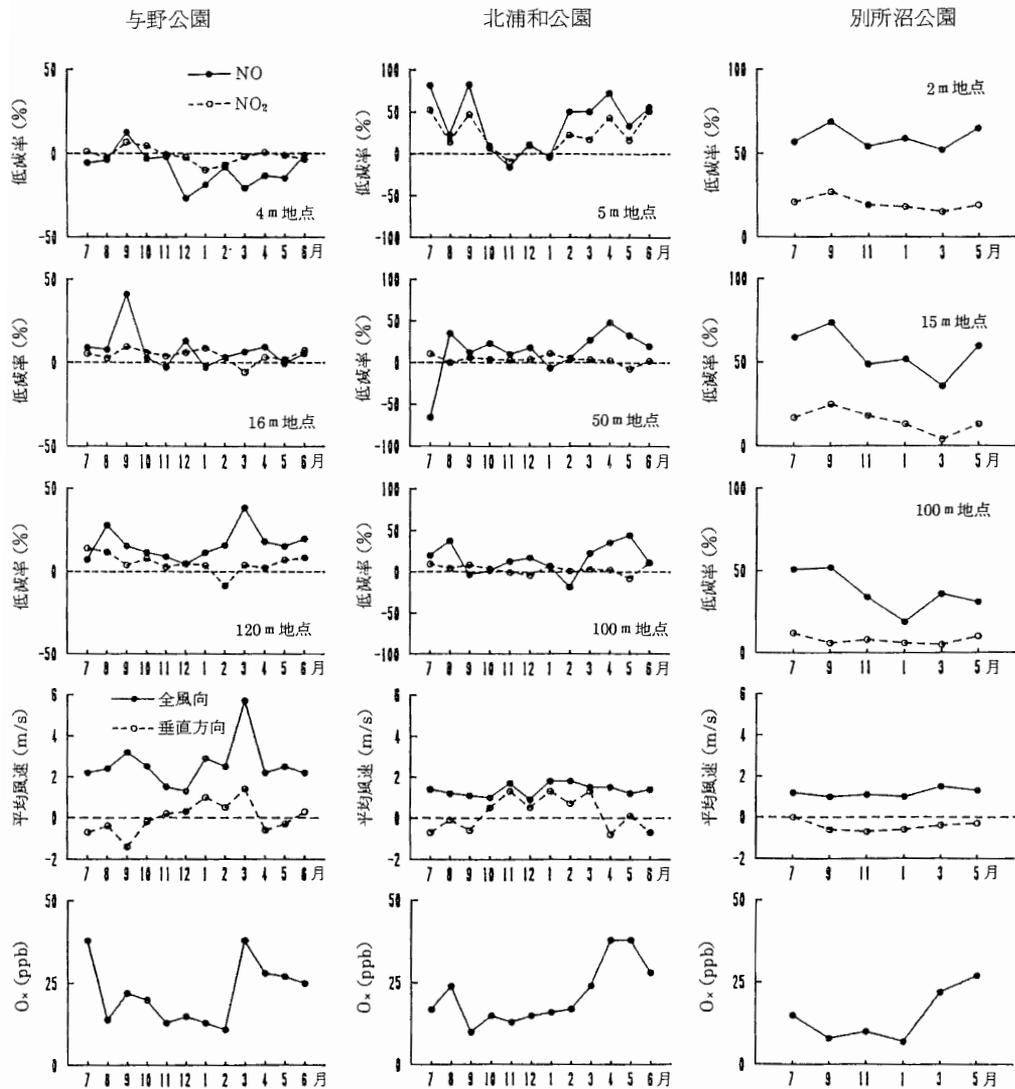


図4 NO・NO₂低減率および平均風速・O₃濃度の経月変化

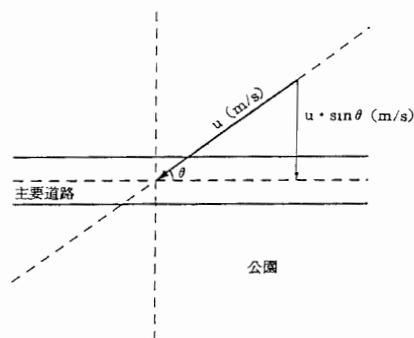


図5 斜風の場合の垂直方向風速

3・2・2 北浦和公園

北浦和公園では、5 m地点の低減率はNO・NO₂ともに垂直風が強い程低い値となっている。これは沿道緑地帯が図2に示すとおり低木が後方の裾を覆う構造となっているため、垂直風によって緑地帯内に汚染質が流れ込み、そのまま滞留するためと思われる。

50 m地点と100 m地点では、NOの低減率はO₃が高濃度のとき大きくなる傾向を示し、NO₂の低減率はそれと逆の傾向を示している。これは、O₃の大部分を占めるO₃が関与する反応 $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ の進行によって、住宅の密集している刈照よりも空間の多い公

園内のほうがガスの混合が起こりやすいなど好条件にあるためと思われる。与野公園・別所沼公園では風など他の要因による影響が大きいためこの関係は現われなかった。

3・2・3 別所沼公園

別所沼公園では、平均風速・垂直風速の測定期間中における変化が少なく風の影響は見られなかった。別所沼公園は他の2つの公園に比べて低減率が大きくなっている。これは別所沼公園の沿道緑地帯にほとんど遮閉効果がなく、さらに公園のほぼ東側半分が沼となっているため拡散が非常に進みやすい条件となっているのに対し、対照は拡散しにくい上に西側対照が交差点の影響を受けているためと考えられる。また、2m地点のNOを除いて夏期の方が低減率が大きくなっていることから、植物の大気浄化機能と拡散効果が一緒に機能しているものと考えられる。

以上のようにNO・NO₂の低減効果は、沿道緑地帯や公園の構造によって異なるが、道路近くでは遮閉・拡散効果の影響が大きく、ある程度離れた所ではさらに植物のNO₂吸収能力やNO→NO₂反応の進み方が影響している事が推測された。

3・3 防音壁によるNOx低減効果

沿道に高さ3mの防音壁を有する原市団地における高さ2mでのNO・NO₂濃度の距離減衰は図6のとおりである。道路端では与野公園のときと同様に対照の方が平坦地の拡散効果により低濃度となったが、防音壁直後からNOx低減率として10-26%低減した。このことから公園の沿道緑地帯の場合もその遮閉効果によるところが大きいことが確認された。

また、道路端と防音壁直後の5m地点における高さによるNO・NO₂濃度の変化を図7に示した。防音壁のある所では、道路端は高所ほどNO・NO₂ともに濃

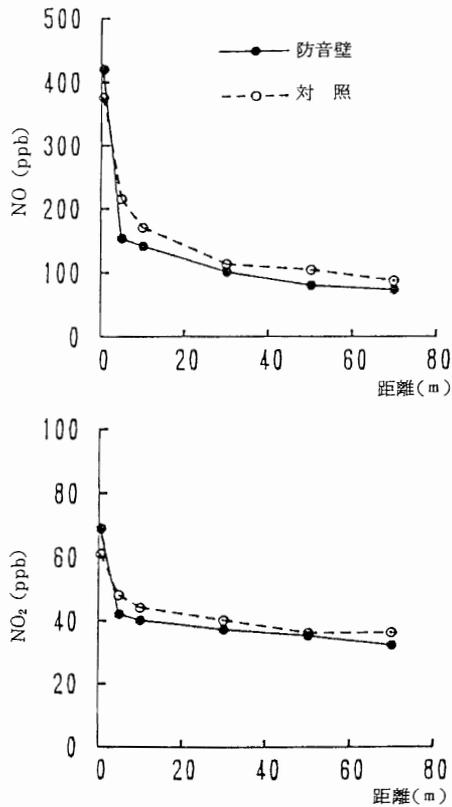


図6 NO・NO₂濃度の距離減衰
(原市団地)

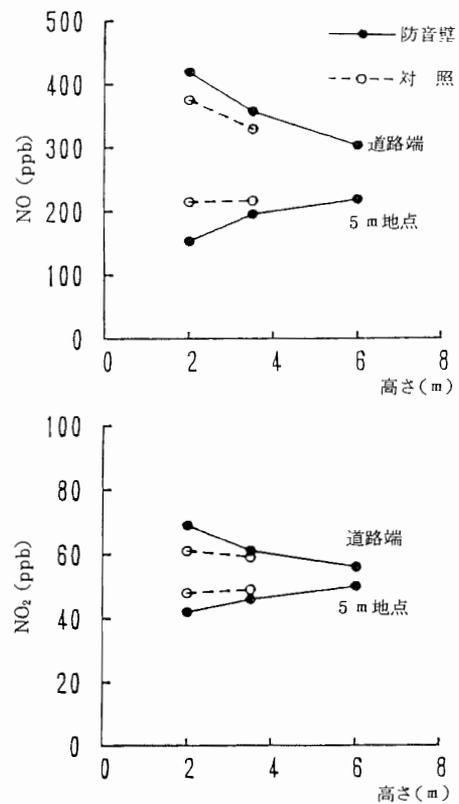


図7 NO・NO₂濃度の高さによる変化
(原市団地)

度は低下し、5 m地点は逆に高所ほど高濃度となっており、防音壁の遮閉効果が大きい道路から排出されたNO_xの水平方向の拡散が妨げられ鉛直方向に拡散している様子が示されている。これと同様な状態は、与野公園で自動測定機（ザルツマン計）を用いて沿道緑地帯内部と樹冠上部で測定した結果²⁾にも現れている。対照では、道路端はNOが防音壁のある所と同様に高所の方が低濃度となっているが、他は高さによる濃度差はほとんどなかった。

原市団地は、1年のうちでも高濃度となる11月に測定を行ったことにもよるが、他の3つの公園と比べてNO_x濃度がかかなり高く、NO_xにNOが占める割合も高い値となっている。これは、沿道の防音壁に加えて団地の建物も遮閉物として機能し拡散を妨げているため、自動車排ガスの影響が一層強くなっているためと思われる。

以上の様に、沿道緑地帯のほかに防音壁の遮閉能力を用いても高さ2 m程度のところでは低減効果があることが示された。しかし、沿道の自動車排ガス対策として防音壁の様な完全な遮閉物を用いた場合、汚染質はその場に滞留するか、または上方に運ばれることになるので、道路沿いに高層住宅等が存在する場合などは注意が必要となる。

4 まとめ

1987年から1989年にわたって主要道路沿道にあり緑地帯を有する与野公園・北浦和公園・別所沼公園と防音壁を有する原市団地において、NO・NO₂同時測定用サンプラーを用いて窒素酸化物の濃度分布を測定し、次の結果が得られた。

(1) 公園では、道路端の濃度は沿道緑地帯の構造や対照の状況による物理的な遮閉・拡散効果により左右された。

公園内ではNO_xで与野公園5～11%、北浦和公園8～11%、別所沼公園で16～40%の低減効果を示した。

(2) 沿道に存在する緑地による低減効果は、道路近くでは沿道緑地帯の拡散・遮閉効果が大きく影響し、道路からある程度距離が離れるとさらに植物のNO₂吸収能力やNO→NO₂反応の影響も現れた。

(3) NO₂吸収能力を持たない防音壁も高さ2 mでは公園の沿道緑地帯同様の低減効果を示した。

(4) 植物には防音壁など人造物と比べて精神的な安ら

ぎを与えるなどの効果もあるので、緩衝施設を設置する場合、植物群落と防音壁などを組み合わせて高さや拡散・遮閉能力を調節し沿道環境にあったものを作るのが理想と思われる。

文 献

- 1) 小川和雄・高野利一：植物群落の大気浄化効果に関する研究（第3報），埼玉県公害センター年報，[14]，48-54，1987.
- 2) 小川和雄・高野利一・松本利恵：植物群落の大気浄化効果に関する研究（第4報），埼玉県公害センター研究報告，[15]，63-71，1988.
- 3) 松本利恵・小川和雄・高野利一：植物群落の大気浄化効果に関する研究（第5報），埼玉県公害センター研究報告，[15]，72-79，1988.
- 4) 小川和雄・松本利恵・高野利一：中規模沿道緑地帯の窒素酸化物低減効果，日本環境学会誌，16(1)，2-10，1990.
- 5) 平野耕一郎ら：NO・NO₂の簡易測定法，環境と測定技術，12(12)，32-39，1985.