

第V章 要 約

沿道緑地帯のNO_x大気汚染低減効果を明らかにするため、次の調査を行った。

- ① 沿道におけるNO_x汚染の実態調査。
- ② 公園内のNO₂濃度分布調査。
- ③ 桑園の生産構造とNO₂濃度垂直分布調査。
- ④ 都市域植物群落のNO_x等の低減効果の測定。
- ⑤ 沿道緑地帯の大気汚染低減効果の大きさとそのメカニズムの考察。
- ⑥ 緑地帯及びその他の沿道大気汚染対策の比較評価。
- ⑦ 埼玉県における緑地のNO₂吸収量の推定

以上の調査の結果、沿道緑地帯の内部及び後方では対照地点に比べてNO₂濃度が低下することが明らかとなった。また、その原因が、緑地帯の構造に起因する自動車排ガスの上空への拡散効果によるものであることが実証できた。このことにより、沿道緑地帯は、局地的にはNO₂汚染対策として有効であることが分かった。得られた成果の概要は以下のとおりである。

〔1〕沿道地域におけるNO_x汚染の実態

沿道でのNO_xの濃度変動の特徴を明らかにするため、自動測定機により2カ月間にわたってNO_x濃度を測定するとともに、全国の自排局を対象としたアンケート調査等を実施した。

1 沿道地域におけるNO_xの動態調査

- (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。NO_x濃度は朝夕が高く日中に低下する二山型の変動パターンを示したが、道路端の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、道路から85m地点でも後背地濃度よりNO濃度が18ppb、NO₂濃度が5ppb高く、自動車排ガスの影響がみられた。
- (2) 道路端のNO_x、NO₂濃度は日射量の少ない程、風の弱い程高濃度となり、距離減衰は小さかった。一方、自動車排ガス寄与分のNO₂濃度は日射量が大きい程、風が強い程高濃度となった。また、沿道の自動車排ガス寄与分のNO/NO_x比(Y)は道路端からの距離をXとすると、 $Y = 0.87X^{-0.025}$ で近似でき高い再現性が得られた。

- (3) 以上の結果、沿道におけるNO₂汚染対策としては、道路から住居をできるだけ離すこと、NOから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。

2 全国自排局測定結果からみた交通量とNO_x濃度の関係

全国の都道府県を対象に自排局の測定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) 道路端からの距離(路端距離)と12時間交通量をクロス集計した結果、NO_x、NO₂濃度とも交通量が増加するにしたがって高まり、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)は12時間交通量をX(万台)とすると $Y = 3.1X + 23.5$ で表わされ、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値レベル(23.5ppb)以上の場合、12時間交通量が2万程度で30ppbを超過する可能性が高いことが分かった。
- (2) 道路近傍のNO₂濃度Y(年平均値)はNO_x濃度(年平均値)をXとすると $Y = 2.10X^{0.61}$ で近似でき、NO_x濃度が高濃度の所ほどNO_x濃度が低下してもNO₂濃度の低下が小さくなることが示された。

3 沿道におけるNO₂大気汚染濃度の年平均値と環境基準値の関係

- (1) 全国自排局局のNO₂濃度測定結果によれば、平成2年度のNO₂健康影響のクライテリア上限値(年平均値、30ppb)の達成率は41%であり、NO₂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、濃度が高いほど低下する傾向がみられた。
- (3) 以上のことから、NO₂の環境基準上限値は少なくとも50ppbに改める必要がある。しかし筆者は、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。

〔2〕植物群落によるNO₂大気汚染低減効果

植物がNO₂やO₃等を吸収し大気浄化に寄与していることは既に明らかであったが、野外の緑地帯によってどれだけ大気汚染が低減するかは不明であった。

そこで筆者らは公園や桑園、都市域の二次林、沿道緑地帯内外でNO₂、NO_x濃度等の測定を行い、大気汚染の低減効果を確認し、そのメカニズムについて考察した。

1 都市公園内外のNO₂濃度分布

沿道緑地帯による公園内外のNO₂濃度分布の変化と、その範囲を明らかにするため、2カ所の公園でNO₂濃度分布調査を行った。

- (1) 沿道緑地帯の後方にある公園内のNO₂、NO濃度分布は風向等によって変動したが常に外部に比べて低かった。
- (2) 道路近傍では建物や緑地帯の影響でNO₂濃度分布が著しく変化した。
- (3) 沿道緑地帯による大気汚染の低減範囲をブルーム式で推定した。緑地帯を高さ12mの壁と仮定し、自動車排ガスの緑地帯乗り越え量を60%、横断風出現頻度50%、風速2m/s、大気安定度がDとすると、路端距離50m地点でのNO_x濃度は自動車排ガス寄与分の30%程度が低減した。

この結果から緑地帯を高く高密度にし、自動車排ガスの緑地帯乗り越え量を大きくすることで沿道での低減効果は更に高まることが推察された。

2 桑園内のNO₂濃度垂直分布調査

6月から10月にかけて桑園内のNO₂濃度垂直分布調査及び層別刈り取り調査を実施した。

- (1) 密植桑園と普通植桑園は群落構造に差があり、密植桑園は中層から上層にかけて大量の葉が分布したのに対し、普通植桑園は伸長量が大きく、葉は下層から中層にかけて多く分布した。そのため、密植桑園ではNO₂濃度、風速とも比較的上層からの低下が大きかったのに対し、普通植桑園ではいずれも上層から下層にかけて徐々に低下する傾向がみられた。
- (2) 普通植桑園の葉面積指数をX、NO₂低減率をYとすると、 $Y = 5.76X + 0.58$ ($r = 0.98$)なる関係

がみられた。夏季の密植桑園のNO₂低減率は同一葉面積でもこれを大幅に上回り、少なくともその差は栽植間隔の違いに起因する葉の層別分布の違いの影響と判断された。

この結果は、沿道緑地帯においても、緑地帯の構造がNO₂濃度の低減に影響している可能性が大きいことを示唆している。

3 二次林による大気汚染低減効果

規模の異なる二つの二次林内外でNO₂濃度等を自動測定機等により調査した。

- (1) 夏季の短大東群落内(0.3ha)のNO₂濃度は外部より20%以上低かった。
- (2) 6月から半年間調査した新座市内にある平林寺隣接群落内(4.7ha)のNO₂、NO濃度の低減率は、道路の影響の少ないN系風時(以下N系風時データ)の平均でそれぞれ15.2%、7.6%であった。また夜間のNO₂低減率は19.1%で昼間の約2倍であった。月別のNO₂低減率の最高は8月で21.3%に達し、12月の10.1%の約2倍であった。
- (3) 群落内外のNO₂濃度の経時変化や、群落内外汚染質の濃度差と各種要因との相関分析の結果から、NO₂濃度の低減効果には植物による吸収以上に群落構造や周辺のNO₂濃度、及びそれらに影響を与える気象要因が関与していることが推察された。

一般に、植物は日射が強く気温が高いと活発なガス交換を行うが、野外では同条件が大気の拡散を促進して汚染質濃度を低下させるため、群落内外の濃度差がどう変化するかは、気象条件と群落構造及び植物の活性に影響されるものと考えられる。

4 沿道緑地帯の大気汚染低減効果

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常緑樹からなる上尾運動公園と落葉樹からなる与野公園の緑地帯内外のNO₂濃度等を連続測定した。

(道路の両側にあり、常緑樹からなる上尾運動公園沿道緑地帯)

- (1) 簡易法によるNO₂濃度分布調査では、所々緑地帯が分断された道路の西側では濃度の低減がみられなかったが、連続して密な緑地帯のある東側ではNO₂濃度の低減がみられ、緑地帯の構造が影響していることが示された。
- (2) 自動測定機による約7カ月の測定結果の平均値では、緑地内は対照地点よりNO₂で4.1ppb、NOで

- 4.3ppb低く、低減率はNO₂が14.1%、NOが10.3%であった。
- (3) 緑地内の月平均NO₂濃度は各月とも対照地点よりも低く、濃度差は11-12月の6ppbが最高で、8月の2ppbが最低であった。低減率の最高は10月の17%、最低は8月の11%であった。
- (4) 風速0.3m/s以下の静穏時の低減率の最大はNO₂が7月、NOが6月でそれぞれ27%、36%に達し、秋から冬にかけては幾分低下した。
- (5) 沿道緑地帯のNO₂吸収量は前面道路走行車から排出されるNO_x量の0.9~1.6%と推定され(濃度寄与はその3分の1程度)、NO₂低減率を著しく下回った。
- (6) NO₂濃度等の低減率は風向によって変動した。道路横断風時や静穏時に樹冠上部のNO₂、NO濃度が相対的に上昇した。逆風時にはストリートキャニオン現象が発生して低減率は低下した。
- (7) 以上の結果、沿道緑地帯による大気汚染低減効果は主に緑地帯の構造のもつ遮閉効果と、それに起因する自動車排出ガスの上空方向への拡散によると考えられ、移流拡散条件を左右する大気安定度や風向の影響が大きかった。

(道路の片側にあり、落葉樹からなる与野公園沿道緑地帯)

- (1) 6月以降約半年間の平均値で、緑地内は対照よりもNO₂が2.7ppb、NOが1.4ppb低く、低減率はNO₂が7.0%、NOが2.2%であった。緑地内のNO₂濃度は7月に対照を上回り、低減率が-1.5%となった他は各月とも対照を下回り、9月に最高値12.9%を示した。緑地内のNO濃度は6、7、8、11月に対照を上回り、負の低減率となった。低減率の最小値は8月の-14%、最高値は9月の7.7%であった。
- (2) 8月、11月の各測定点の風向別濃度及び低減率を求めたところ、道路横断風時に樹冠上部のNO濃度が対照上部を上回り、緑地帯による鉛直上空方向の拡散効果が確認されたが、緑地内にもNOが滞留し負の低減効果を示すことが多かった。一方、NO₂濃度は両月とも全風向で緑地内が対照を下回ったが、樹冠上部のNO₂濃度は、8月は対照上部を上回り、11月は同レベルか幾分低い傾向を示した。
- (3) 長期平均的には沿道緑地帯によるNO₂濃度等の低減効果が確認されたが、道路側側面に空間の多い

緑地帯であったため、気象条件によっては自動車排出ガスの侵入、滞留によって緑地内がしばしば高濃度となった。

- (4) 緑地帯によるNO₂等低減効果は大気安定度の出現頻度とO₃濃度の月変動を考慮して検討した結果、緑地帯の構造に起因する遮閉能力と、緑地帯内外の大気拡散速度のバランスによって変動し、さらに緑地内外のO₃濃度によるNO₂生成速度の変化が関与するものと推察された。したがって沿道大気汚染対策として緩衝緑地帯を設置しようとする場合、緑地帯の構造には充分配慮する必要がある。

以上の調査結果から、沿道緑地帯は道路からの距離を離すことによって自動車排ガスの影響を低下させるとともに、自動車排ガスの一部を遮閉して上空方向へ拡散させる効果をもち、残りの、緑地内を通過する自動車排ガスも緑地内の風速の低下によって減少し、平均的には緑地帯後方のNO₂濃度が低下することになった。また、緑地帯内部ではO₃濃度の低下によってNO₂の生成が遅れ、外部の対照に比べNO₂濃度が低減するが、緑地帯側面の構造や、緑地帯内外の移流拡散条件を変化させる気象条件によっては、緑地帯内に自動車排ガスが滞留してNO_x濃度が高濃度になることもあった。

5 埼玉県における緑地のNO₂吸収量

- (1) 埼玉県におけるNO_x排出量に対し、緑地のNO₂吸収量は約7%であった。
- (2) その結果、大気中のNO₂濃度は平均で1.26ppb程度低下しているものと推定された。

6 主な沿道汚染対策の効果比較

沿道緑地帯によってNO₂濃度が上尾では4.1ppb、14%、与野では2.7ppb、7%低減した。このうち、植物による吸収の割合はわずかであるが、NO₂の高濃度汚染の続く幹線道路の局地的対策としては有効性が確認された。この沿道緑地帯と同じ効果を上げるためには、交通量を上尾で50%、与野で18%も1年間を通して削減しなければならない。また、走行改善では速度を安定的に10km/h速めてもNO₂濃度は3%程度しか改善されず、しかもそのためには交通量をかなり削減しなければならない。自動車排ガス規制も、猶予期間の長さや買い換えまでのタイムラグがあるため、規制効果は消去され、NO₂濃度の現状維持が精いっぱい

いであった。

既に明らかのように現状の沿道のNO₂汚染は1つの対策で解決できる状況にないことは明白である。あらゆる対策を総合的に実施してはじめて可能になるものと考えられ、そうした対策の1つとして沿道緑地帯は局地的には大きな効果を発揮するものと考えられる。

7 緑地帯によるNO₂濃度低減予測の可能性

沿道緑地帯は構造が複雑なため、従来の拡散モデルによるNO₂濃度低減の予測は困難と考えられた。しかし、経験式による予測例を示したように、今後測定例を増やすことにより、予測精度の向上が可能となるう。

8 NO₂汚染対策としての沿道緑地帯の条件

NO₂汚染対策としての沿道緑地帯は、周辺の環境条件に充分配慮したものである必要があり、以下の条件が必要であろう。

- ① 緑地帯はできるだけ連続して分断されていないこと。
- ② 冬季にも効果をあげるため、常緑高木を中心とすること。
- ③ 道路側の緑地帯側面を生け垣状の常緑樹で被うこと以上の条件を備えていれば、あとはそのスペースの広さによって落葉樹等を組み合わせて植栽すればよい。

文 献

- (1) 環境庁大気保全局：大気汚染健康影響継続観察調査報告書（昭和61～平成2年度），1991
- (2) 小野雅司：第58回日本衛生学会総会講演集，P210，1988
- (3) 竹本和夫：第28回大気汚染学会講演要旨集，P170，1987
- (4) 常啓寛：第26回大気汚染学会講演要旨集，P140，1985
- (5) 厚生統計協会：国民衛生の動向，P83，1991
- (6) A. Clide Hill：A Sink for Atmospheric Pollutants, J. Air Pollut. Control Assoc., 21, P341-346
- (7) 陸上植物による大気汚染環境の評価と改善に関する基礎的研究，国立公害研究所研究報告，10，1979
- (8) 戸塚績・近藤矩朗・相賀一郎：植物の大気環境浄化機能に関する研究，国立公害研究所特別研究報告82，1985
- (9) 菅原淳・相賀一郎：植物の大気環境浄化に関する研究，国立公害研究所特別総合報告，108，1987
- (10) 荒木眞之・佐々木長儀・本木茂・岡上正夫：オゾン濃度減衰に及ぼす樹林の効果，林試研報，321，P51-87，1983
- (11) 久野春子・寺門和也・宮田和恭：都市内人工コナラ林の生長過程と環境への影響，人間と環境，11(2)，P31-44，1985
- (12) 三澤彰：緑地帯の大気浄化機能に関する研究—特に自動車走行に伴う粉じんの葉面吸着量について—，造園雑誌，44(4)，P191-202，1981
- (13) 辰巳修三・西村直人：交通量過密、過疎地点の街路樹葉部に付着する汚染物質について，造園雑誌，34(11)，P9-14，1970
- (14) 横浜市公害対策局：自動車排ガス汚染について街路調査結果No.3，1975
- (15) 永田倫子他：都内11交差点における鉛濃度と一酸化炭素濃度，東京都公害研究所年報，2，P44-61，1971
- (16) 日本機械学会：「自動車排ガスによる大気汚染報告書」，1971
- (17) 日本自動車研究所：「風速の影響を考慮した交差点付近の自動車排ガス拡散モデル」，1972
- (18) 自動車排ガスの調査研究委員会：「自動車排ガスの調査研究報告」，1975
- (19) 環境庁：「自動車排ガスによる大気汚染の実態調査と汚染予測」，1972
- (20) 小林以策：トササーガスによる拡散実験方法について，第18回大気汚染研究協議会講演要旨集，P408，1977
- (21) 日本道路公団：「トササーガスによる野外大気汚染拡散実験」No.2，1977
- (22) 小川和雄・竹内庸夫：道路周辺における窒素酸化物汚染について，全国公害研会誌，10，(1)，P39-44，1985
- (23) 環境庁大気保全局：「一般環境大気測定局測定結果報告書」（昭和63年度版），1989
- (24) 埼玉県環境部：「大気汚染常時監視測定結果報告書」（昭和60年度～平成元年度），1985-1990年