

植物群落の大気浄化効果に関する研究（第5報）

松本 利恵 小川 和雄 高野 利一

1 はじめに

筆者らは、緑地帯による大気汚染の低減効果を明らかにするため、昭和59年度より数カ所の緑地帯において野外調査を行ってきた。^{1)～3)}

前報で、与野公園沿道緑地帯内外におけるNO_x、Dust濃度の連続自動測定結果などから、沿道緑地帯の及ぼす効果について報告した。

本報では、これと一部平行して行った簡易NO_xサンプラーによる公園内外の濃度分布調査結果について報告する。

2 調査方法

この調査は、埼玉県与野市内の国道17号バイパス（日交通量79,900台）沿い、東側にある与野公園において、

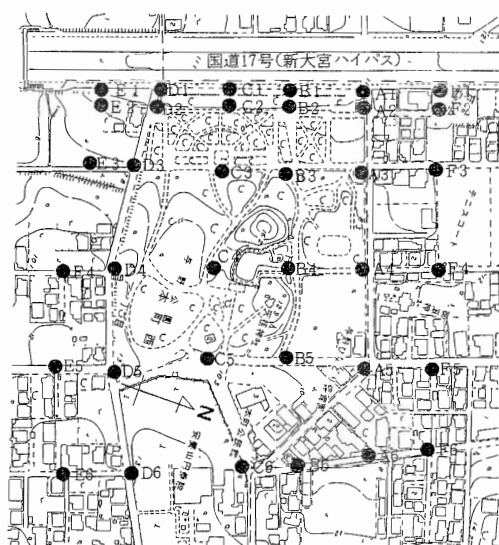


図1 調査地点

昭和62年7月から昭和63年6月までの1年間実施した。

測定地点は、与野公園内外に国道に対して垂直及び平行線上になるように位置した6×6の格子目上の36地点である（図1）。測定地点は、北側からFi・A1・Bi・Ci・Di・Eiとし、道路側からi=1,2,……,6として、A1のように呼ぶこととする。また、A1～F1は歩道をはさんでいるが以後道路端と考える。

測定方法は、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）⁴⁾を雨水防止用シェルターに取り付け、各地点で木の枝等高さ約2.5mのところを設置した。原則として午前10:00から翌日午前10:00までの24時間暴露を、毎月2回連続して実施した。

3 結果および考察

3・1 与野公園内外のNO・NO₂濃度測定結果

昭和62年7月から昭和63年6月に測定した各地点のNOおよびNO₂の平均濃度と公園内の低減率を表1に示す。

緑地帯の大気汚染低減効果の評価には、どこを対照にするかが重要であるが、野外調査では理想的な対照地点の設定は難しい。今回の調査では、公園の南北両側に対照点を設定して測定を行ったが、立地条件が違うため異なった挙動を示した。また、対照地点は細い道路上にあり、そこを通過する自動車の排ガスの影響を若干受けているが、国道の排出量に比べればきわめて微少なものである。

低減率は、道路からほぼ等距離にある南北の対照点濃度（〔E_i〕および〔F_i〕）それぞれについて求めた。このとき公園内濃度は、B_i地点とC_i地点の平均濃度（〔BC_i〕）を用いた。南北どちらを対照にするかで低減率は異なるが概ね公園内の方が低濃度となった。

公園内の6点（B₂～B₄, C₂～C₄）と南北対照の6点

表1 与野公園内外の平均濃度及び低減率（1987.7-1988.6, 単位：ppb）

i	道路からの距離(m)	道路からの北側対照 境界線 公園内 境界線 南側対照 濃度差							低減率(%)			
		F	A	B	C	D	E	F-BC	E-BC	(1-BC/F)×100	(1-BC/E)×100	
NO	1 道路端	0	132.5	126.3	121.9	125.6	106.9	93.5	8.7	-30.3	6.6	-32.4
	2 公園内	12	71.6	69.0	64.8	63.5	56.9	64.1	7.4	-0.1	10.3	-0.2
	3 "	54	44.5	37.1	37.6	34.7	37.8	40.2	8.3	4.0	18.7	10.0
	4 "	120	36.5	34.9	29.6	30.8	32.9	33.1	6.3	2.9	17.3	8.8
	5 境界線	180	34.5	29.7	29.1	29.8	34.7	34.2	5.1	4.8	14.8	14.0
	6 後方対照	240	32.0	31.9	28.9	34.9	44.4	32.4	0.1	0.5	0.3	1.5
NO ₂	1 道路端	0	46.3	46.4	44.0	45.5	43.6	42.1	1.5	-2.7	3.2	-6.4
	2 公園内	12	39.0	35.8	36.2	35.8	33.7	36.3	3.0	0.3	7.7	0.8
	3 "	54	32.9	30.9	30.0	31.4	30.6	31.0	2.2	0.3	6.7	9.7
	4 "	120	30.5	27.8	28.2	28.8	29.3	29.4	2.0	0.9	6.6	3.1
	5 境界線	180	28.9	27.4	26.8	27.6	29.4	29.9	1.7	2.7	5.9	9.0
	6 後方対照	240	27.1	26.2	27.8	28.0	30.3	28.0	-0.8	0.1	-3.0	0.4

注) 低減率は、公園内の2地点(B・C)の平均濃度を用いた。

(E2-E4, F2-F4)の平均値で比較した公園内の平均的な低減率は、NO 9.9%・NO₂ 4.5%となった。NOがNO₂より低減率が大きい値となったのは、対照地点の近くを通過する自動車の排ガスの影響を受けたことも一因と考えられる。

また、調査をおこなった1年間の北側対照(Fi)・公園内(BCi)・南側対照(Ei)の距離減衰を比較すると図2のようになる。

道路端では、E1地点のNO濃度が他の2点に比べてかなり低い値となっている。これは、各地点の立地条件の違いによるものと考えられる。BCiはきょうちくとう、さつき、つつじ等の低木が高木の裾を覆った比較的高密度の沿道緑地帯を持ち、Fiは道路沿いに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。Eiは、道路から120m地点(i=4)までは数件の住宅が点在するだけの平坦地となっている。したがって、

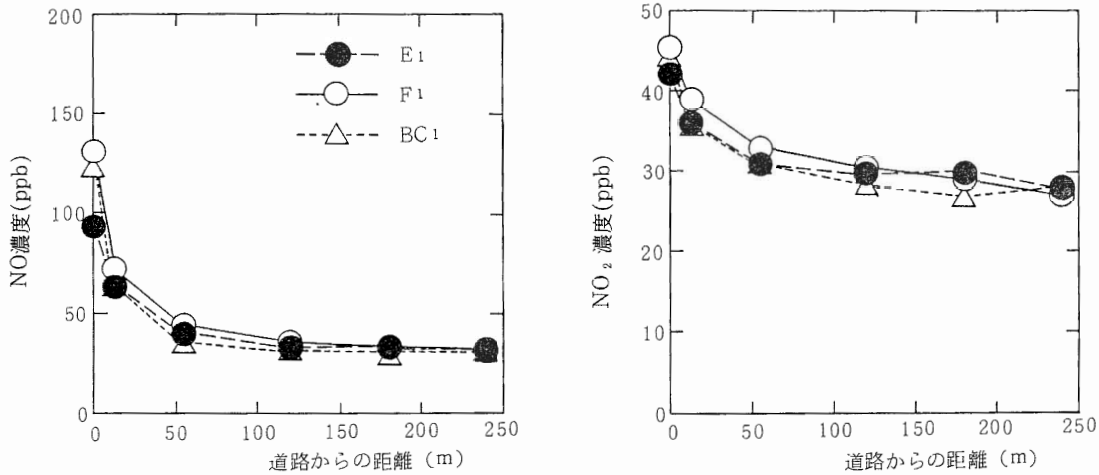


図2 NO, NO₂ 濃度の距離減衰

BC₁及びFiは緑地帯や家屋が障害物となるためNO_xが滞留して道路端が高濃度となりやすく、逆に障害物の少ないE₁は拡散が起りやすいので低濃度になったと推察される。

道路付近での距離減衰のおもな要因が、拡散効果によると考えられるE_iと緑地帯の遮へい効果によると考えられるBC_iは、12m地点ではほぼ同濃度となっている。しかし、54-180m地点(i=3,4,5)では[E_i] > [BC_i]となった。

沿道に障害物が存在するBC_iとF₁について比較すると、BC₁の12m地点の距離減衰率 $((1 - [BC_2]) / [BC_1]) \times 100$ はNO48.1%, NO₂19.6%, Fiの12m地点の距離減衰率はNO46.0%, NO₂15.8%となりBC₁の方が大きかった。これはFiの沿道雑木群落にはBC₁の沿道緑地帯に見られるような低木の覆いがないため、雑木群落中にNO_xが流れ込みそのまま滞留するためと思われる。

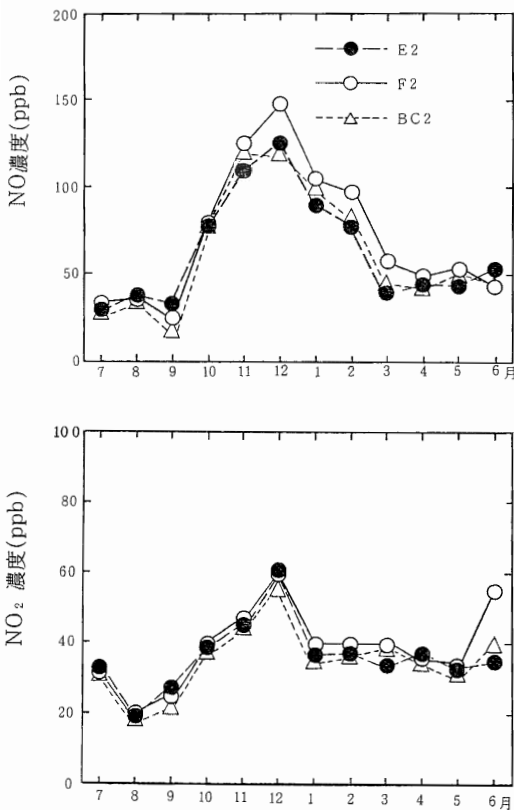


図3 道路から12m地点におけるNO, NO₂濃度の経月変化

また対照点どうしで比較すると、道路近くでは拡散しやすいE_iの方が低濃度となったが、道路から離れるにつれて逆転している。

3・2 NO, NO₂濃度及び低減率の季節変化

図3 道路から12m地点におけるNO, NO₂濃度の経月変化

道路から12m地点における公園内外の濃度の経月変化を図3に示した。それぞれの12m地点は、公園内(BC₂)は沿道緑地帯内に、北側対照(F₂)は沿道雑木群内に、南側対照(E₂)は平坦地内にある。

各地点の濃度とも、冬期、特に12月が高く、夏期は低くなっている。NO濃度について比較すると、道路に近く発生源の影響が大きいため、E₂のほうがBC₂より低濃度となることが多くなっている。特に、冬期の方がその割合が大きい。NO₂濃度はほぼ公園内が低濃度となり、対照点はF₂の方が高濃度となっている。

公園の植物は落葉樹が多く冬期は落葉するため、夏期とは緑地帯の構造と活性の状態が大きく異なる。そこで、落葉期(12-3月)とその他の時期について比較を行った。公園内の低減率は表2のとおりである。

表2 季節別低減率

対照	i	道路からの距離(m)		着葉期		落葉期	
		NO	NO ₂	NO	NO ₂		
北側(F)	2	12	7.1	8.8	13.9	6.2	
	3	54	27.3	5.2	9.3	9.1	
	4	120	18.2	8.1	16.3	4.3	
南側(E)	2	12	3.3	1.2	-4.4	0.2	
	3	54	15.7	1.8	4.2	0.0	
	4	120	10.4	6.4	7.2	-1.4	

(単位: %)

注) 着葉期: 1987.7-11, 1988.4-6

落葉期: 1987.12-1988.3

落葉期の低減率が概ね低くなったが、これは植物の吸収能力の低下によるためだけでなく、落葉して沿道緑地帯の空間が増加したところに、平均的に夏期には公園から道路に向かうことの多かった風が、冬期は逆となり、公園内に汚染物質が流れ込みやすくなったためと考えられる。

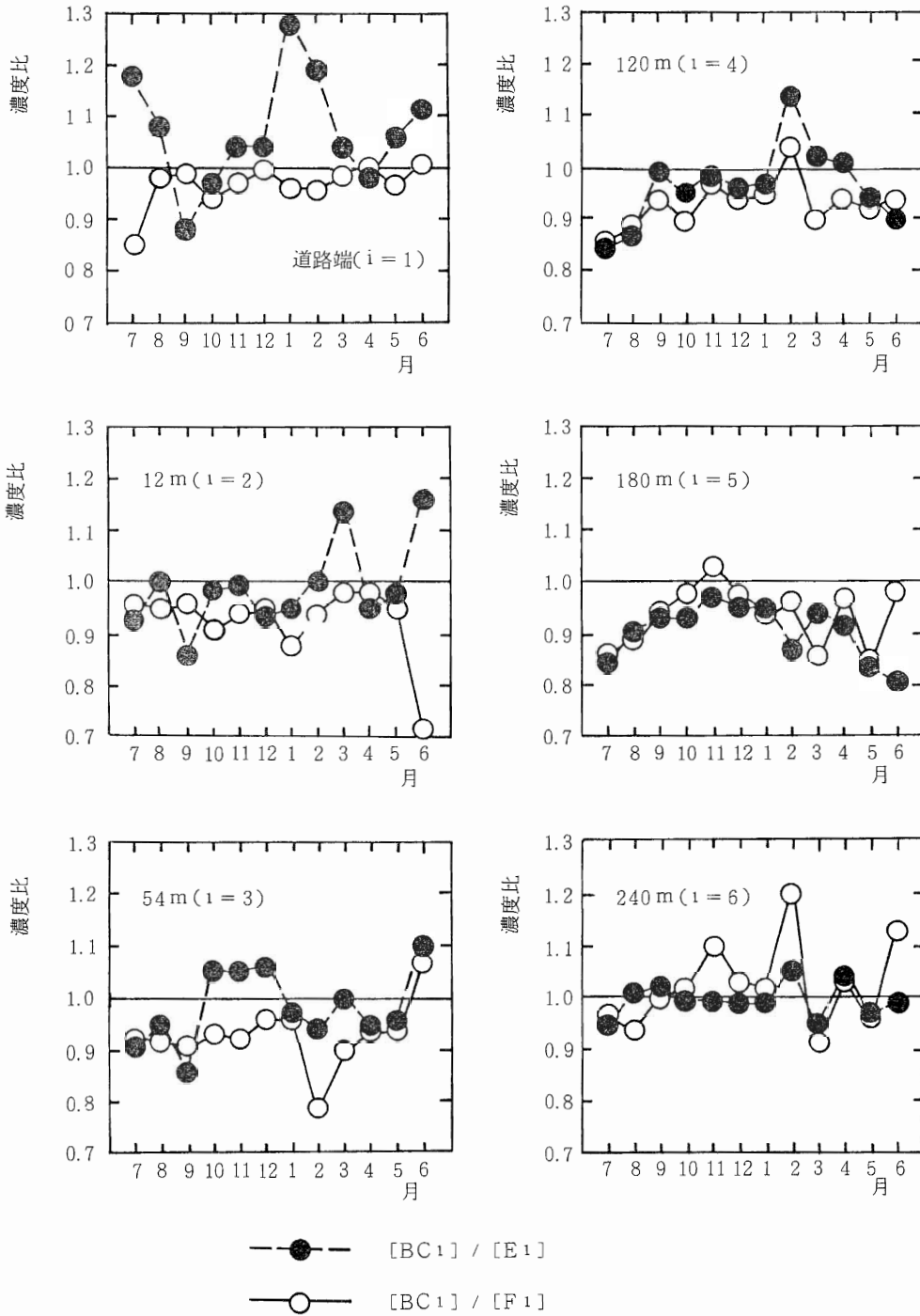


図4 公園内外のNO₂濃度比の経月変化

3・3 NO₂の距離別濃度比の経月変化

公園のNO_x低減効果を見るために、植物の光合成時に吸収され、対照点近くを通る自動車の排ガスの影響が相対的に小さいと思われるNO₂について、道路からの距離別に公園内(BC_i)と南北対照(E_i・F_i)の濃度比の経月変化を示す。(図4)

また、公園が直接自動車排ガス発生源である幹線道路に接しているため、風の影響がかなり大きいと思われる。そこで、調査期間中の風向を、与野公園に最も近い常時監視測定局である公害センターにおけるデータを用いて、大きく次の4方向に分けて考える。

- 1) 道路と平行に公園北側から吹く風(N系平行風) NW-NNE
- 2) 1)の逆風(S系平行風) SE-SSW
- 3) 道路と垂直に道路側から吹く風(横断風) SW-WNW
- 4) 3)の逆風(逆風) NE-ESE

調査期間中に観測された48の1時間値データを各方向に分類した風向別出現回数と、平均風速を図5に示す。

図4及び図5より、道路端では[BC₁] / [F₁]に比べて[BC₁] / [E₁]の変動が大きく、道路側から公園側に向かう風の出現回数のグラフと似た挙動を示している。これは、道路側から風が吹くと、道路から運ばれたNO_xが緑地帯の遮へい効果により滞留してBC₁及びF₁地点では濃度が増加し、逆に平坦地のE₁地点では拡散しやすくなり濃度が減少するためと考えられる。

[BC_i]と[E_i]を比較すると、180m地点(公園後方境界線, i=5)までは、道路から離れるにつれて[E_i] > [BC_i]の傾向を強め、横断風の影響すなわち発生源の影響が小さくなる。夏期は冬期より[BC_i] / [E_i]の値が小さくなっている。240m地点(公園後方住宅地, i=6)では、ほとんど同濃度となった。

[BC_i]と[F_i]を比較すると、180m地点までは[F_i] > [BC_i]であるが、公園外である180-240m地点は[BC_i] > [F_i]となった。

濃度比の変動のしかたを比較すると、道路に近い所では発生源の影響が大きいため[BC_i] / [E_i]の変動が大きく、[BC_i] / [F_i]は1年を通じて比較的安定している。それが道路から離れるにつれて2つの濃度比が似た挙動を示すようになっていく。

以上のことより、直接発生源の影響を受けて非常に高濃度となる道路端付近では物理的な拡散効果に支配され、道路から離れたところでは植物による吸収作用

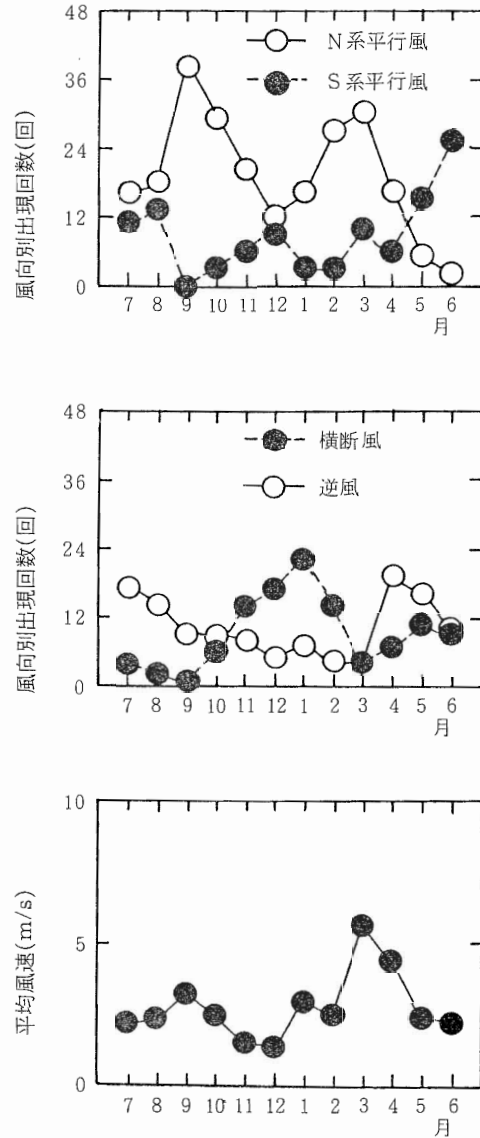


図5 調査期間中の風向別出現回数及び平均風速(常時監視データ)

と物理的な作用の両方によって公園内のNO_xが低減されると推測できる。ただし、両者の効果の割合はこのデータからは、不明である。また、今回の調査では、公園後方住宅地でのNO₂濃度の低減効果は見られなかった。



昭和62年8月10日
 風向別出現回数
 横断風 2 逆風 2
 N系平行風 6 S系平行風 13
 平均風速 2.1 m/s



昭和62年8月11日
 風向別出現回数
 横断風 0 逆風 12
 N系平行風 12 S系平行風 0
 平均風速 2.7 m/s



昭和63年1月11日
 風向別出現回数
 横断風 15 逆風 0
 N系平行風 6 S系平行風 3
 平均風速 3.8 m/s



昭和63年1月12日
 風向別出現回数
 横断風 7 逆風 7
 N系平行風 10 S系平行風 10
 平均風速 2.0 m/s

図6 風向によるNOx濃度分布の違い(単位:ppb)

3・4 濃度分布に対する横断風及び逆風の影響

前述のとおり、道路を発生源とするNO_xの公園による低減効果に対して、横断風の及ぼす影響はかなり大きいと考えられる。そこで、前項と同様にして分類した風向出現回数が、逆風が横断風より多く出現した8月11日と、逆に横断風が逆風より多く出現した1月11日について、それぞれ連続して調査を行った8月10日、1月12日との比較を行った。

各調査日についてNO_x濃度分布を図6に示す。

8月11日の風向別出現数は、24回の観測のうち、横断風がまったく出現せず、逆風が12回であった。8月10日は、横断風・逆風とも2回である。両日を比較すると、8月11日は道路から公園側へNO_xが広がりにくいため全体的に低濃度である。道路端についても、平坦地と植樹帯の及ぼす効果の差があまり現れていない。

8月は、B2及びE2地点においてザルツマン計による

連続測定を行っているので、調査日の各地点のNO_x濃度と風向の経時変化を図7に示す。これを見ても、逆風の出現している時は低濃度であり、地点間の濃度差がほとんどない。

逆に、1月11日は横断風の出現数が15回、逆風の出現数が0回と、道路から公園の方向へNO_xが運ばれやすくなっている。横断風・逆風とも7回ずつ出現した1月12日と比較すると、道路端では1月11日の方が、沿道緑地帯のある地点と平坦地の地点との濃度差が大きい。公園内ではわずかであるが1月11日の方が低濃度となっている。

また、1月12日は公園内の方が公園後方の住宅地より低濃度となっているが、1月11日は後方住宅地の方が低濃度となっている。これは、1月11日は平均風速も大きいので、道路を発生源とするNO_xの距離減衰が、ほとんど風による拡散に支配されているためと考えられる。

4 まとめ

緑地帯による大気汚染の低減効果を明らかにするための調査の一環として、簡易NO_xサンプラーを用いて国道17号バイパス沿いの与野公園内外の濃度分布調査を、昭和62年7月から昭和63年6月に行った。

公園内外にかかわらず、気象条件や立地条件によって濃度分布は異なる傾向を示した。

調査期間中の公園内の南北両側の周辺地に対する平均的な低減率は、NO₉9.9%・NO₂4.5%であった。

夏期のほうが冬期（落葉期）より公園内の低減率は大きかった。

公園の後方地点への低減効果は観測されなかった。

緑地帯の低減効果は、直接発生源の影響を受ける道路付近では緑地帯の持つ遮へい能力等の物理的な作用に負うところが大きく、道路から離れ発生源の影響の小さくなったところでは植物の吸収作用と物理的作用の両方によるものと考えられる。

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Ⅰ，埼玉県公害センター年報，〔12〕，45-51,1985
- 2) 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Ⅱ，埼玉県公害センター年報，〔13〕，56

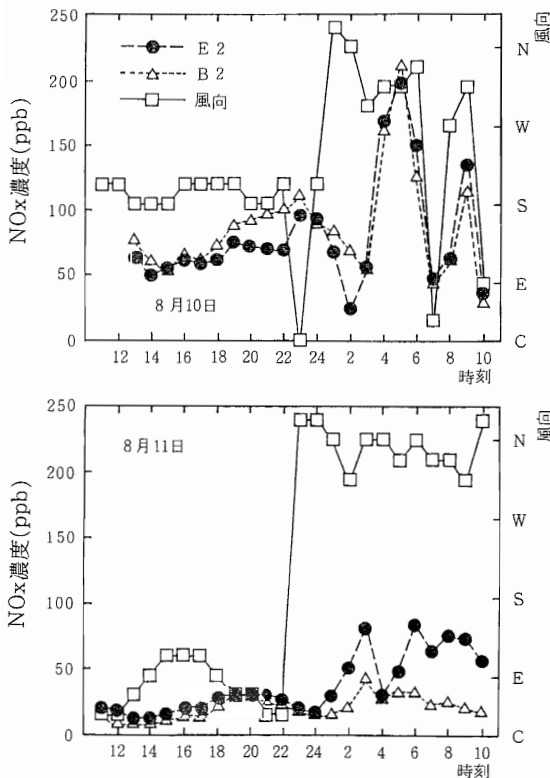


図7 ザルツマン計で計測したNO_x濃度及び風向の経時変化

-62,1986

3) 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Ⅲ，埼玉県公害センター年報，〔14〕，48-54,1987

4) 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