

トリエタノールアミンろ紙を用いた二酸化窒素測定（第5報）

—ビル屋外における濃度分布調査—

Studies on the Measurement of Nitrogen Dioxide
by using TEA filter paper (5)
— Field Experiments at around of building in year —

小山 健 三木 正信 久保 正弘
Tsuyoshi KOYAMA Masanobu MIKI Masahiro KUBO
瀬戸 義久 増井 武彦 中野 智
Yoshihisa SETO Takehiko MASUI Satoru NAKANO

プレフィルターとしてポリフロンフィルターを用いる分子拡散原理を応用したトリエタノールアミン（以下「TEA」と略す）ろ紙法による大気中二酸化窒素の簡易測定法を用いて、香川県下で比較的交通量の多い都市域におけるビル屋外の環境中二酸化窒素濃度の動態を把握するため、丸亀市役所庁舎を利用して年間調査を行った。その結果二酸化窒素濃度は4月～6月が最も高く、一方、1月～2月が最も低いこと、また、道路端から50m～60m以遠になると、濃度差がほとんどなくなることがわかった。また、本法は環境測定地点の地域や地点代表性を把握するうえで、有効な手法であることがあきらかになった。

はじめに

環境大気中の二酸化窒素の広域分布調査あるいは道路沿道調査は、多地点を同時に測定する必要がある。このためには、多額の経費を要する自動測定機の代わりに、全国的にTEAを用いる種々様々の簡易測定法^{1～11)}が開発され、広く利用されている。

現在、自動測定機と比較的良好な相関を示しているのは分子拡散の原理を利用した各種サンプラー^{1～6)}であり、最近、環境中二酸化窒素測定に主として用いられている簡易測定法は比較的短期間測定の東京都のディフェージョンサンプラー^{7) 8)}あるいは、1～2日程度の短期間測定には横浜方式PTIO-NOx サンプラー^{9) 10)}及び人体への健康影響の評価の観点からの個人曝露量の測定からスタートしているフィルターバッグ法¹¹⁾¹²⁾などである。これらの手法は環境測定によく利用されている。

すでに筆者らも同目的で、プレフィルターとしてポリフロンフィルターを用いる分子拡散原理を利用した簡便で精度のよいサンプラーを考案し、短期間測定及び秋期の自動測定機との並行測定では精度よく測定できることを前報¹³⁾¹⁴⁾で報告した。さらに、その秋期に引き続いて1か月ごとに測定を実施して、年間を通しての実用実験で、いずれの季節でも1か月間曝露で使用できること¹⁵⁾また、本法と自動測定機による測定値との相関関係につ

いても報告¹⁶⁾したところである。

さて、一般に都市部での二酸化窒素濃度については道路など線源としての自動車の寄与が圧倒的に高く、そのため、平坦道路で見通しのきく場合が少なく高層ビルなどがあるために建物の影響でその拡散は一律ではなく、その濃度分布も複雑であり、濃度把握に種々の問題がある。このような都市構造における長期間にわたる二酸化窒素濃度の動態についてはほとんど調べられていない。

そこで、本簡易サンプラーは任意の期間において大気中二酸化窒素測定が可能であることから、香川県下で比較的交通量が多く、大気汚染常時監視測定局が設置されている丸亀市役所庁舎を利用して、その二酸化窒素濃度の分布と年間の変動を調査した結果について報告する。

実験方法

1. 実験期間

昭和61年10月1日～昭和62年10月1日

2. 実験場所

丸亀市は人口約75,000人の城下町であり、調査地点は主要地方道33号線(旧国道11号線)に面している丸亀市役所庁舎で道路と市役所庁舎建屋の関係を図1に示す。図中の各番号がサンプラーの設置場所である。①～③は道路近傍の地点で、④～⑩は建物屋上の外周の角に設置した。

庁舎に設置されている窒素酸化物自動測定機のサンプリング口は地点⑧の近くである。庁舎の周囲は道路で囲まれ、その一辺は約100mで、特に北側道路は最も交通量が多く、他の3辺の道路は極端に少ない。また、道路をはさんで南側は公園があり、西側には庁舎とほぼ同じ高さのビルがある。

なお、この地点における自動車の通過台数は昭和60年度香川県管内国道県道自動車交通量図によれば、20,090台/12hである。

3. 実験方法

実験に用いた簡易サンプラー、TEAろ紙及び試薬の調製並びに分析操作などは、前報のとおりであり、特記事項は次のとおりである。

サンプリング方法は、図1のように丸亀市役所庁舎上及び自動車駐車場の各地点で紀本式シェルター内に簡易サンプラーを懸垂し、半月毎に回収した。

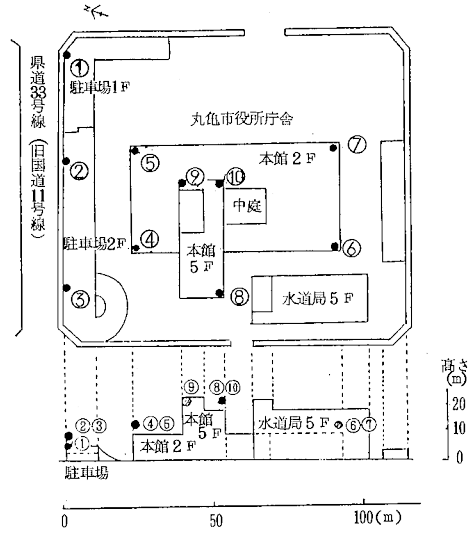


図1 測定地点図

表1 TEAろ紙法による大気中二酸化窒素及び風向・風速の測定結果

測定地点	61年						62年					
	10月		11月		12月		1月		2月		3月	
	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半
1 駐車場1F	21.4	22.1	23.5	21.1	20.2	22.1	15.6	17.6	20.2	15.7	22.1	26.6
2 駐車場2F	19.5	20.1	21.3	18.6	19.5	19.6	13.9	15.8	19.1	14.1	19.7	24.8
3 駐車場2F	19.9	19.9	22.0	18.6	19.5	20.4	14.9	16.0	19.8	14.9	20.7	25.5
4 駐車場2F	17.9	18.2	21.1	17.1	17.7	19.1	12.6	14.0	17.0	12.4	19.1	23.4
5 本館2F	16.0	16.4	20.5	16.6	17.7	18.4	11.6	13.8	16.5	12.3	17.8	23.8
6 本館2F	14.7	16.4	12.2	16.1	16.6	17.4	11.6	13.4	16.9	11.8	17.1	21.2
7 本館2F	14.4	16.1	15.7	16.3	16.1	17.4	11.2	13.7	15.8	11.1	16.6	22.3
8 本館2F	14.9	15.2	10.4	15.8	16.1	16.8	10.9	12.7	15.7	10.8	16.7	22.5
9 本館5F	14.6	15.7	18.2	15.3	16.4	17.5	10.9	12.7	15.4	11.3	15.5	22.1
10 本館5F	13.5	15.8	17.3	15.4	16.0	16.9	10.7	12.2	15.0	11.0	16.7	22.5
平均	16.7	17.6	18.2	17.1	17.6	18.6	12.4	14.2	17.1	12.5	18.2	23.5
最小	13.5	15.2	10.4	15.3	16.0	16.8	10.7	12.2	15.0	10.8	15.5	21.2
最大	21.4	22.1	23.5	21.1	20.2	22.1	15.6	17.6	20.2	15.7	22.1	26.6
自動測定機(ppb)	15.3	16.6	21.4	19.5	20.1	20.9	14.6	18.3	20.3	15.3	19.9	24.4
月平均風速(m/s)	1.7		1.5		1.7		2.3		1.9		1.9	
最多風向(頻度%)	SE (17.8)		SE (13.7)		NE (12.2)		NW (18.4)		WSW (16.5)		WSW, NW (13.1)	
無風頻度(%)	8.9		12.3		6.8		5.0		9.6		11.4	

TEAろ紙法測定値NO₂($\mu\text{g}/100\text{cm}^3$)

4月		5月		6月		7月		8月		9月		平均	最小	最大
前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半			
31.0	26.2	28.8	31.5	29.8	28.6	28.2	20.2	24.7	19.9	25.3	24.4	23.6	15.6	31.5
28.4	25.3	25.5	29.6	26.0	26.2	26.5	22.6	22.1	20.1	19.7	21.2	21.6	13.9	29.6
28.5	26.9	26.8	29.7	26.8	26.3	27.3	23.5	24.0	19.5	21.8	22.1	22.3	14.9	29.7
25.5	23.5	24.3	25.9	23.5	22.7	24.8	21.0	19.3	17.1	17.1	18.1	19.7	12.4	25.9
25.4	22.3	22.7	25.4	22.2	21.0	23.0	19.0	20.5	14.2	17.3	17.9	18.8	11.6	25.4
25.9	17.1	21.2	23.3	21.7	19.8	20.6	19.1	18.5	15.0	15.3	15.5	17.4	11.6	25.9
25.4	20.9	22.2	23.4	21.0	21.1	21.8	18.0	18.5	13.9	15.8	16.3	17.7	11.1	25.4
24.8	20.9	21.5	25.4	21.0	21.1	23.7	19.4	18.6	14.0	15.7	15.5	17.5	10.4	25.4
25.4	21.5	22.8	24.7	21.8	22.4	22.8	19.3	18.9	15.9	17.6	15.9	18.1	10.9	25.4
24.0	21.1	22.3	25.2	21.1	19.7	22.3	20.4	18.3	14.2	18.3	15.4	17.7	10.7	25.2
26.4	22.6	23.8	26.4	23.5	22.9	24.1	20.3	20.3	16.4	18.4	18.2	19.5		
24.0	17.1	21.2	23.3	21.0	19.7	20.6	18.0	18.3	13.9	15.3	15.4		10.4	
31.0	26.9	28.8	31.5	29.8	28.6	28.2	23.5	24.7	20.1	25.3	24.4			31.5
27.8	25.2	23.3	27.4	21.4	18.2	17.2	16.3	15.6	13.2	11.7	13.5	19.1	11.7	27.8
1.5		1.4		1.6		1.3		1.4		1.6		1.7	1.3	2.3
無風(13.7)		無風(13.4)		N(14.8)		無風(12.8)		SE(15.5)		SE(14.1)				
13.7		13.4		12.8		12.8		10.4		7.3		11.5	5.0	15.5

実験結果と考察

1. 時期別濃度変動

今回の実験結果を表1に示す。また、図2に年間を通しての各階層別の二酸化窒素濃度変動を示す。表1で、同一時期における全10地点の平均値は、1月前半が12.4 μg で最低であり、4月前半と5月前半の26.4 μg が最高であり、2.1倍の差があった。全国的にザルツマン法の自動測定機による環境大気中の二酸化窒素濃度は春季に高濃度になることが知られている。これは気象条件による大気中での拡散が原因しているといわれている。本法は風速の影響をあまり受けないが、温度の影響が多少みられるので、夏季に比べて冬季には吸着量が若干少なくなることを前報¹⁶⁾で報告している。このことを考慮しても、測定値は冬季に低く、春季に高く、自動測定機と同様な結果であった。つまり、周辺に大規模な二酸化窒素の固定発生源がないので、発生源としては、線源の県道33号線であり、この自動車交通の通過台数が年間ではほぼ同一であるとすると、気象条件そのものを反映していると思われる。

2. 測定地点間濃度

同一時期における10地点の測定値の差を見ると、11月前半を除き、その最大値に対する最小値の割合は、61~79パーセントの範囲にあり、その平均は71パーセントであった。

つぎに、各階層別の濃度を比較すると、1月~3月にかけての冬季には、各階における濃度変動が小さく、各々よく一致している。これは、この時期の平均風速が年間で一番強く、1.9~2.3 m/sを示していることから、速く均一化されたために地点間の濃度差が小さくなったものと思われる。逆に4月~6月の風速の弱い時期では、特に、道路近傍ほど濃度差が大きかった。しかし、最上階の5階屋上では、この影響も小さく3地点とも年間を通してよく一致した濃度であった。

3. 濃度分布

ここで、最も濃度の低い1月前半、最も濃度の高い5月後半及び年平均値の濃度分布を図3に示した。県道の道路端では局所的に濃度の高いところもあるが、県道から離れるにしたがって濃度差が小さくなっている。年平均値の濃度分布では、庁舎の中心付近地点⑧、⑨及び⑩と県道からさらに離れた地点⑥、⑦では、ほぼ同一の濃度であった。このことは、この調査地点では発生源である線源の県道33号線から50m~60m以遠になると、二酸化窒素濃度がほぼ一定になることを示している。

なお、庁舎に設置されている窒素酸化物自動測定機のサンプリング口は地点⑧の近くにあるので、この区画に

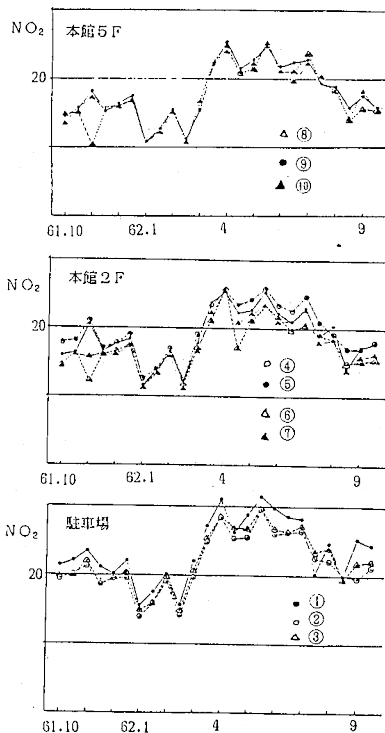


図2 階層別二酸化窒素濃度の変動

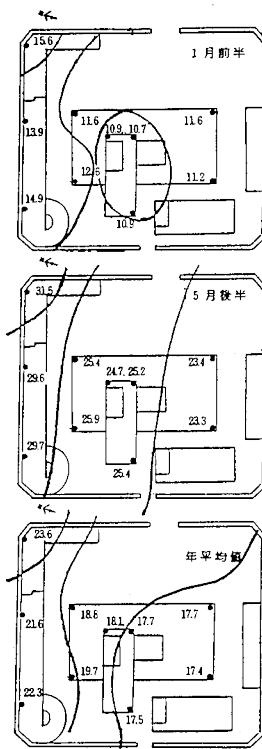


図3 二酸化窒素の濃度分布

おける平均的な二酸化窒素濃度の常時監視が行われていることがあきらかになった。

ま と め

プレフィルターとしてポリフロンフィルターを用いる分子拡散原理を応用したTEAろ紙法による大気中二酸化窒素の簡易測定法を用い、都市空間における二酸化窒素濃度の動態を把握するため、丸亀市役所庁舎を利用してビル屋外の二酸化窒素濃度分布調査をおこない、次のことがあきらかになった。

1. 年間測定の結果二酸化窒素濃度は4月～6月が最も高く、1月～2月が最も低かった。
2. 年平均値で、二酸化窒素濃度は県道33号線から50m～60m以遠になると、濃度差がほとんどなくなった。
3. 環境測定地点の地域や地点代表性を把握するうえで、この簡易測定法が有効な手法であった。

本調査の実施にあたりご協力をいただいた丸亀市役所の方々に深謝します。

なお、本報告は第33回四国公衆衛生学会（昭和63年2月8日、於徳島市）で発表したものである。

文 献

- 1) 柳沢幸雄, 西村肇: 大気汚染学会誌, 15, 8, 316 (1980)
- 2) 青木一幸: 東京都公害研究所年報, 38 (1980)
- 3) 前田裕行, 平野耕一郎: 横浜市公害研究所報, 6, 23 (1981)
- 4) 中土井隆, 岡三知夫, 馬島富行他: 大気汚染学会講演要旨集, 443 (1982)
- 5) 近藤紘之, 柳川正男: 大気汚染学会講演要旨集, 435 (1984)
- 6) 船井正敏, 近藤潔, 中土井隆他: 大気汚染学会講演要旨集, 562 (1986)
- 7) 松本幸雄, 新藤純子, 廣崎昭太他: 大気汚染学会講演要旨集, 313 (1987)
- 8) 飯田靖雄, 二瓶久雄: 大気汚染学会講演要旨集, 308 (1987)
- 9) 佐藤賢二他: 大気汚染学会講演要旨集, 310 (1987)
- 10) 松本徹他: 大気汚染学会講演要旨集, 311 (1987)
- 11) 今野和彦, 佐藤夫二男, 相原良之他: 大気汚染学会講演要旨集, 334 (1986)
- 12) 中井里史, 佐藤俊哉他: 大気汚染学会講演要旨集, 537 (1985)
- 13) 小山 健, 大津和久, 申田光祥他: 香川県公害研究センター所報, 10, 41 (1985)
- 14) 小山 健, 三木正信, 久保正弘他: 香川県公害研究センター所報, 10, 47 (1985)

15) 小山 健, 三木正信, 久保正弘他: 香川県公害研究センター所報, 11, 43 (1986)

16) 小山 健, 三木正信, 久保正弘他: 香川県公害研究センター所報, 11, 49 (1986)