

— ノート —

ザルツマン法による二酸化窒素の簡易定量と室内環境評価

田中 智子 岩月 聡史 茶山 健二

Simple Determination of Nitrogen Dioxide and Assessment of Indoor Environment by the Salzman Method

Satoko TANAKA, Satoshi IWATSUKI, Kennji CYAYAMA

要 旨

大気汚染の原因の1つである二酸化窒素は、室内では調理器具や暖房の燃焼などによって発生する。そこで、室内環境の違いにより、二酸化窒素濃度がどのように変化するか調査した。測定は、バイアル瓶を使用した簡易型のザルツマン法を用いた。2家庭で56日間、3箇所の定点観測した結果、両家庭とも床より2mのガスコンロ上の地点で二酸化窒素濃度が一番高かった。また7月から11月の月別観測では、いずれの地点も11月が高い傾向を示した。

キーワード：二酸化窒素 nitrogen dioxide, 調理器具 cookware,
定点観測 fixed point observation, ザルツマン法 saltzman method,
室内環境 room environment

1. 緒言

大気汚染物質のひとつである窒素酸化物は、主にビルのボイラーの排煙や自動車の排気ガスなどに含まれている。窒素酸化物の90%以上は一酸化窒素であるが、空气中で酸化されることにより二酸化窒素に化学変化する。二酸化窒素は、一酸化窒素に比べて毒性が強く肺などの呼吸器系に障害をもたらすことが知られている。

室内では、調理器具や暖房の燃焼によって窒素酸化物が発生する。大気中の二酸化窒素は神戸市のデータ等いくつか報告されている^{1)~3)}。室内環境についての報告⁴⁾もあるが、今回は室内での換気や季節によって二酸化窒素がどのように変化するか。また、家庭環境の違いによってどのような違いが得られるのかという基礎実験を行った。

方法は二酸化窒素を測定する手段として簡易測定が可能なザルツマン法を採用し、兵庫県下2家庭について分析および解析を行った。各家庭の観測地点は、台所とそれに続く居間から3地点を選んで定点観測を行った。観測は2008年7月4日~2008年11月27日に、それぞれ連続1週間の観測を8回すなわち56日間、3地点のカプセル数は168個で2家庭計336個について解析

を行った。

2. 測定地点

神戸市（A宅）と三田市（B宅）それぞれの家庭台所のガスコンロ上、ガスコンロと対角線上、居間のエアコン下の3箇所に設置した。コンロ上は換気扇外側で床から2.0m、その他の地点は床から1.5mとした。

A宅の台所は6帖でコンロは南東側に位置し、南と東には窓があり、西に入り口があるので、東西の風は通る。コンロ対角線上に台所入口があり居間に接しているが、居間とは60cmのアコーディオンカーテンで区切られている。居間は8帖で東側中央にエアコンが設置され、その下にテレビが置かれている。入り口は西にあるが東に窓はない。

B宅の台所は6帖でコンロは南東側で、ダイニングキッチンのため東側が吹きぬけになっている。入り口は北側にあるので、東側のベランダからの風が通る。コンロ対角線に台所入り口があり、続く居間にはエアコンがあり、東側ベランダの横にあたる。

3. 実験

測定方法

二酸化窒素の捕集ビンは20mlバイアル瓶を使用した。バイアル瓶中に縦2cm×横8cmのろ紙を詰め、二酸化窒素の捕集液である50%トリエタノールアミン溶液を300 μ lろ紙にしみ込ませた（写真1）。捕集時間を24時間とし、連続1週間の測定を行った（写真2）。回収した試料に水7ml加え、12時間以上放置した後、ザルツマン試薬を3ml加え溶液の全量を10mlにし、発色した試薬を545nmの吸収波長でマイクロプレートリーダーを用いて測定し、二酸化窒素を定量した。



写真1



写真2

測定機器

分光光度計は日立U-3310とマイクロプレートリーダーを用いた。

試薬

亜硝酸イオン標準液は、亜硝酸ナトリウム1.000 gを水1000mlに溶解し1000ppmとした。ザルツマン試薬はスルファニル酸10 g，酢酸100ml，N-(1-ナフチル)エチレンジアミン2塩酸塩15 gを1000mlとした。トリエタノールアミンは蒸留水で1：1に混合し，50%トリエタノールアミン溶液とした。

検量線

1000ppm 亜硝酸イオン標準液から0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.0ppm に調整し，ザルツマン試薬 3 ml，二酸化窒素捕集液である50%トリエタノールアミン溶液300 μ l および水を加え全量を10mlとし，105分以上放置したのちマイクロプレートリーダーを用いて測定し検量線（図1）を作成した。

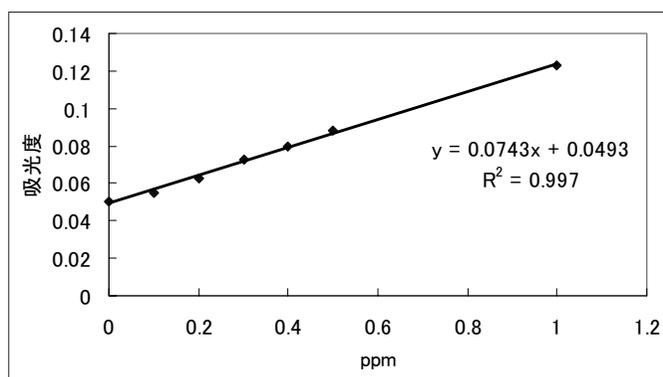


図1 ザルツマン法による検量線

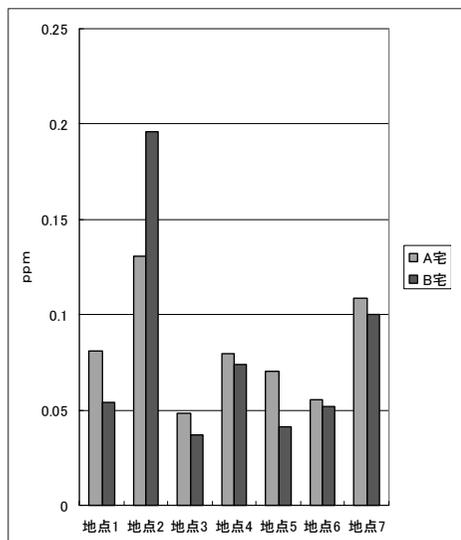
4. 結果

4.1. 測定地点の検討

室内の二酸化窒素量を測定するにあたり，測定地点を決定するため7地点での予備実験を行った。測定位置は，それぞれの家庭の間取りよりできるだけ同じ条件となるようにし，床より1.5mの地点を基準とした。地点1は，ガスコンロ上にある換気扇の下で床より1.5mの所とした。地点2はガスコンロ上換気扇の横で床より2 mとした。地点3は，台所6畳のガスレンジの対角線にあり，両家ともその位置に電子レンジが置いてある。地点3～7は床から1.5mの高さで，それぞれガスコンロからほぼ同程度離れた位置とした。測定は，連続7日の二酸化窒素量を測定し総量を求め図2に ppm として示した。

結果から二酸化窒素量が最も多かったのは，地点2のガスコンロ換気扇横で床より2 mでA宅では二酸化窒素1週間総量0.13ppm，B宅では0.19ppmであった。これは，調理時にガスコンロより排出されているため当然の結果と言える。また，同じガスコンロ上でも1.5mの換気扇内より2.0mの換気扇横の地点の濃度が高かったのは，ガスコンロより排出された二酸化窒

素は、横にも流れ上部に滞留していることが推察される。最も少なかったのは地点3のガスコンロと対角線上の位置で、1週間総量は、それぞれ0.04ppm、0.03ppmだった。そこで、今後の測定を地点2と3と条件が同じエアコン下の地点5と決定した。



- 地点1：ガスコンロ上換気扇の下で床より1.5mの地点
- 地点2：ガスコンロ上換気扇横で床より2.0mの地点
- 地点3：ガスコンロと対角線上で1.5mの地点
- 地点4：居間の中央で1.5mの地点
- 地点5：エアコン下で1.5mの地点
- 地点6：ガスコンロより0.9m離れ床より1.5mの地点
- 地点7：ガスコンロより1.8m離れ床より1.5mの地点

図2 設置場所の異なった二酸化窒素濃度

4.2. 室内二酸化窒素量の測定

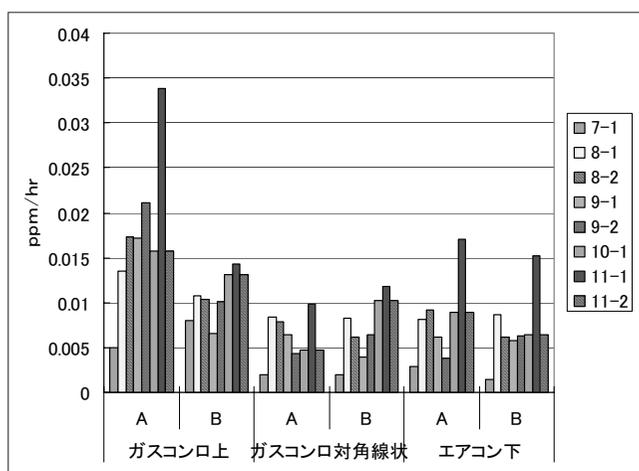


図3 設置場所の違いによる二酸化窒素濃度変化

我が国の二酸化窒素の環境基準は、1時間あたり0.040ppm～0.060ppm レベルまたはそれ以下と決められている。そこで本調査では、室内の二酸化窒素レベルがどの程度であるのかを目的に行ない、結果は二酸化窒素1週間の合計を算出し、1時間値を求め図3と4に示した。

7月から11月の8回の連続1週間の二酸化窒素1時間値の変化は、図3の通りである。56日

間の平均濃度の高かった場所は、1時間値としてガスコンロ上で、A宅では 0.017 ± 0.008 ppm、B宅では 0.011 ± 0.003 ppmであった。次に高かったのはエアコンの下でそれぞれ 0.008 ± 0.004 ppmと 0.007 ± 0.004 ppmであり、ガスコンロ対角線状が最も低く、A宅では 0.006 ± 0.003 ppm、B宅では 0.007 ± 0.004 ppmであった。室内でもあり、いずれの測定地点でも室外環境基準の15

～40%であった。また、場所による違いは認められなかったが、11月の1回目が6地点とも測定濃度が一番高くなっており、中でもA宅のガスコンロ上は、1時間値0.034ppmとかなり高い濃度であった。

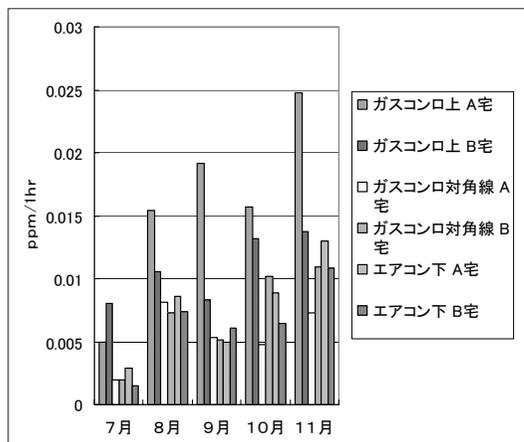


図3 設置場所の違いによる二酸化窒素濃度変化

次に、月別による変化では、測定期間が7月～11月と季節的には暑い時期での測定であったため、両家とも全体的に7月が低く11月が高い傾向が見られた。8月と9月が7月に比べ高くなっているのは、7月は4日からと初旬の測定であったが、8月から暑くなりクーラー使用のため家屋の開放が少ないことが考えられる。また、11月が一番高かったのは、冬季は他の季節と比べて室内濃度が上昇する傾向があるという報告もある⁴⁾。今回の二酸化窒素の発生源は、

主に調理器具によるものと推測され、11月は寒くなっているため、暖かい料理が好まれたことより、ガスコンロの使用時間が長くなったことが主原因ではないかと考えられる。

5. まとめ

室内二酸化窒素の濃度をバイアル瓶を使用したザルツマン法で測定した。測定は、7月から11月にかけて二家庭で3地点の定点観測において56日間行なった結果、次のようなことが分った。

二酸化窒素の1時間値は、地点では床から2mでガスコンロ上の濃度が一番高かった。また月別では11月が高く7月が低かった。7月より8月と9月で高かったのは、クーラー使用により部屋が密閉されていたことが考えられる。これらより同一室内でも場所や季節により二酸化窒素濃度が異なることがわかった。しかし、個人の生活環境を調査するには、今後1年間を通じた調査を行なう必要性を感じた。

参考資料

- 1) 井上靖彦 (2007) 東大阪大学周辺の大气中の二酸化窒素濃度のシミュレーションと測定, 東大阪大学, 東大阪大学短期大学部教育研究紀要第5号, 33-35
- 2) 大歳恒彦, 阿部 勉 (2002) 簡易測定法による大気環境・室内二酸化窒素 (NO₂) 濃度測定を試みー東北公益文科大学における冬季調査例一, 東北公益文科大学総合研究論集3, 29-37
- 3) 後藤隆雄 (2000) TEA 捕集管を用いた居住地14地点で1年間測定した二酸化窒素濃度の特徴。大気環境学会誌, 35 (4), 250-261
- 4) 春日 斎, 松木秀明 (1992) 室内空気汚染と健康問題。大気汚染学会誌, 27, 65-73