

都内における大気中亜酸化窒素の測定結果について

上 野 広 行 辰 市 祐 久 岩 崎 好 陽

1 はじめに

大気中の亜酸化窒素 (N_2O) は地球環境汚染物質として近年注目されている。大気中の N_2O 濃度は、産業革命以前の濃度は285ppbで安定していたが、その後増加しており、1990年の全地球的な大気中濃度は310ppbといわれている¹⁾。しかしながら、 N_2O の発生源は土壤等の自然発生源から化石燃料の燃焼等の人為発生源まで多種多様にわたっているため、各発生源からの正確な排出量の把握は困難で濃度増加の原因は必ずしも明らかになってはいない。

大気中の N_2O の測定例は比較的多く、日本では平木ら²⁾、広田ら³⁾、古川ら⁴⁾によって測定され、大気中濃度は300~310ppb程度で対流圏ではほぼ一定であることが報告されてきた。近年始められた気象庁¹⁾の岩手県綾里におけるモニタリングによると、1991年及び1992年の年平均濃度はそれぞれ309ppb、313ppbであった。

筆者ら⁵⁾⁶⁾⁷⁾はこれまで固定発生源からの N_2O を調査し、ごみ焼却炉では10ppm、汚泥焼却炉では100ppmという高濃度で排出されていることを報告してきた。この人為的発生源として重要なのは、移動発生源、施肥土壤等である。移動発生源からの N_2O については、近年金子ら⁸⁾によって測定されているがデータが少なく、排出実態は必ずしも十分明らかにされていない。これらの発生源から排出される N_2O 排出量と環境濃度との関係を検討するには多数の地点における調査が必要である。また、モニタリングを行う際にも地域的な濃度分布をおさえておくことは重要である。

ここでは、都内における N_2O の地域的分布を検討するため、飛行船により大気試料を採取し、 N_2O 濃度の測定を試みた。また、自動車排ガスが大気中 N_2O 濃度にどの程度影響を及ぼしているかを検討するため、交差点付近での調査を行った。

2 飛行船による調査

(1) 試料採取方法

1992年7月20日及び7月24日に高度約300mの都内上空で計64試料を採取した。試料の採取はダイアフラムポンプを用い、ソーダ石灰及び塩化カルシウムを通して真空瓶あるいはポリふっ化ビニル製サンプリングバッグに採取した。

また、7月15日に地上の5地点(青梅、東大和、田無、初台、環境科学研究所)でも大気試料を採取した。

(2) 気象条件

7月20日と24日の天候は晴れであった。地上の大気汚染常時測定室の気象データによると、7月20日のサンプリング時の風向は、午前中が北風、午後は東南の風であった。7月24日は東南の風であった。風速は両日とも1から3m/s程度であった。

(3) 分析方法

N_2O の分析にはECD付ガスクロマトグラフを用いた。

表1 N_2O 分析条件

ガスクロ	YANACO-G1800
検出器	ECD ⁶³ Ni 10mCi
充填剤	Porapak-Q 80~100mesh
カラム	Glass 3mm(I.D.)×3m
温度	Column 50°C Det. 340°C
キャリアーガス	N ₂ 25ml/min.

分析条件を表1に示した。試料を液体酸素により200ml濃縮し、ガスクロマトグラフに導入した。濃縮の際には、アスカライトと過塩素酸マグネシウムを通し、二酸化炭素と水分を除去した。標準ガスは、市販の171ppmのものを窒素で希釈して用いた。試料採取時には、NOとNO₂を化学発光法により連続的に測定した。

(4) 結 果

表2 飛行船によるN₂O調査結果

	試料数	平均値 (ppb)	標準偏差 (ppb)
7/20	48	315	9
7/24	15	315	9
合計	63	315	9
7/15(地上)	5	319	6

表2に測定結果をまとめた。採取日の違いによる濃度の差はなく、63試料の平均値は315ppbであった。

63試料の測定値の標準偏差は9ppbであった。この結果からは、測定精度を考えると300m上空のN₂O濃度に有意な地域差はないように考えられた。また、地上の測定結果と比較しても大きな差はなかった。このことは、N₂Oは固定発生源だけでなく、土壌や自動車等からも面的に放出されており、地域的差異が生じにくいという可能性を示している。あるいは、N₂Oは大気中での寿命がおよそ150年と長く、大気中で十分混合されていることも考えられる。



図1 飛行船によるN₂O調査結果(7月20日, 単位:ppb)
◎ 汚泥焼却炉 ○ 都市ごみ焼却炉

個々の測定値を検討するため、地図上に測定結果を示した(図1及び図2)。岩崎ら⁵⁾⁶⁾、上野ら⁷⁾の調査では汚泥焼却炉や都市ごみ焼却炉から、比較的高濃度のN₂Oが排出されていることが明らかにされているが、図1及び図2にはそれらの施設の位置も記載した。汚泥焼却炉に近い一部の地点では330ppm程度の高い測定結果が

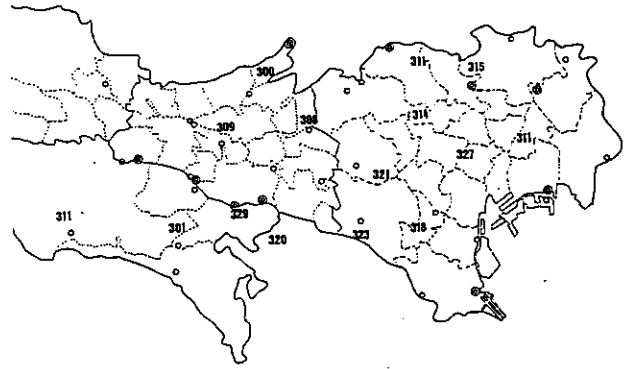


図2 飛行船によるN₂O調査結果(7月24日, 単位:ppb)
◎ 汚泥焼却炉 ○ 都市ごみ焼却炉

みられ局地的に排ガスの影響を受けている可能性が示唆されたが、結論を出すにはさらに精度の高い調査分析を行う必要がある。

また、63試料の採取地点を都心部、それ以外の区部、多摩地域に分けると、それぞれ平均で317ppb、316ppb、312ppbであり、大きな差はないものの、都心の方が高い傾向にあった。このことは、固定発生源や施肥土壌等の少ない都心部でも自動車等から少なからぬN₂Oが放出されている可能性を示している。

平木ら²⁾は、都市大気中でのNO、NO₂とN₂Oの間には高い相関関係が成立し、移動発生源等の人為的発生源の影響を受けていると報告している。しかし、飛行船で試料採取と同時に測定したNO、NO₂とN₂Oの間には相関関係は見られなかった。このことは、300m上空でのN₂Oはバックグラウンド濃度が高いため、人為的発生源からの影響が大気中濃度にあらわれにくいこと、大気中でよく混合されていることを反映している。

3 交差点における調査

(1) 調査地点

調査地点は、板橋区大和町交差点と世田谷区大原交差点の二か所である。大和町交差点は、南北に中仙道が通り、その上を首都高速5号線が走っている。これに環7通りが直行しており、3重立体交差構造になっている。大原交差点は、環七通りと甲州街道が直行し、甲州街道の上を首都高速4号線が走っている。両地点とも、都内でも交通量が多くNO_x等の汚染が激しく、自動車排ガスの影響が現れやすいと考えられるため、調査地点として選定した。

(2) 試料採取

試料採取地点は交差点の中心、及び中心から100m、300mの地点で行った。採取方法は飛行船による調査の場合と同様である。分析方法は大和町交差点の試料については飛行船による調査の場合と同様であるが、分析精度を上げるため、各試料は2回分析し、平均をとった。また、大原交差点の試料は異なる機種のカクロマトグ

表3 N₂O分析条件

ガスクロ	HP5980
検出器	ECD ⁶³ Ni 10mCi
充填剤	モレキュラーシーブ13X80~100mesh
カラム	Glass 4mm(I.D.)×2.4m
温度	Column 190°C Det. 340°C
キャリアーガス	N ₂ 20ml/min.

ラフを用いて分析した。分析条件を表3に示した。この場合の分析精度は、同一試料を5回分析した場合の変動係数で0.98%であった。なお、大原交差点での試料はCOを赤外線吸収法により分析した。

(3) 結果

大和町交差点における測定結果を図3に、大原交差点

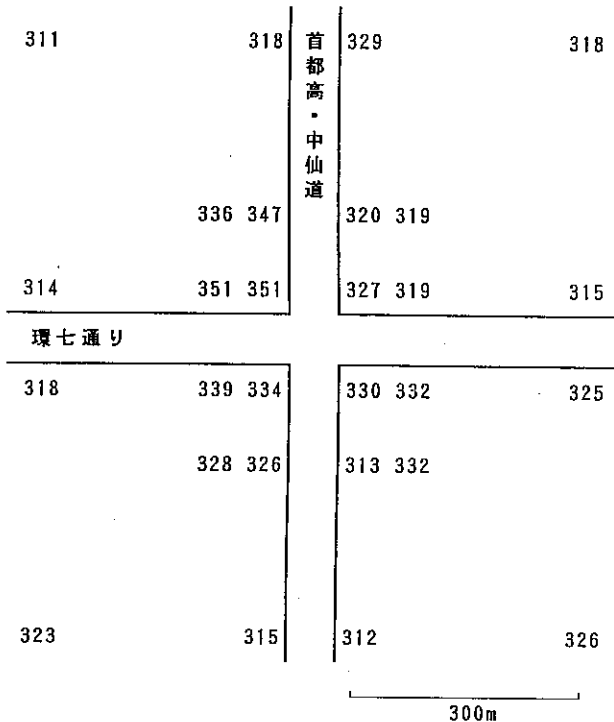


図3 大和町交差点におけるN₂O測定結果(単位: ppb)

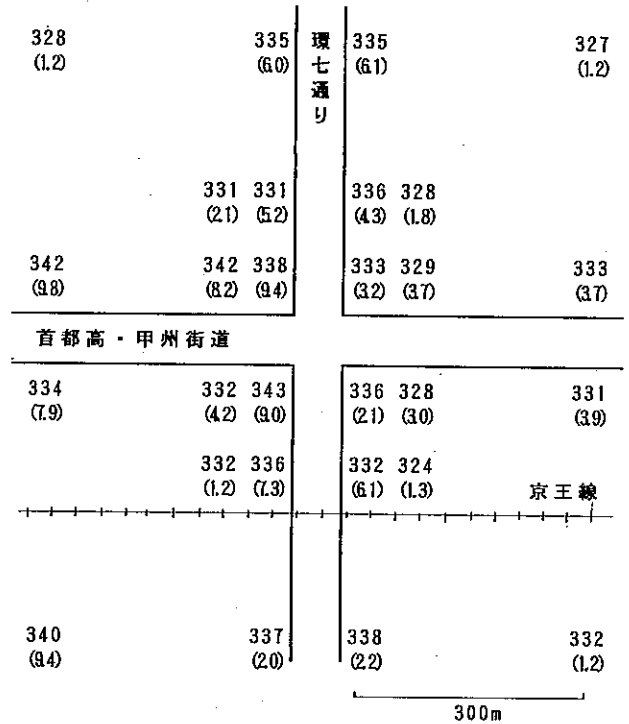


図4 大原交差点におけるN₂O測定結果(単位: ppb) ()内はCO(ppm)

における測定結果を図4に示した。図3からわかるように大和町交差点から300m離れた地点では、最も低いところで311ppbという値であった。これは、飛行船による測定結果から考えてほぼバックグラウンド濃度といえることができる。これに対し、交差点の中心部及び道路際では高いところで350ppb程度の値が得られ、分析精度を考慮しても明らかに自動車排ガスの影響がみられた。

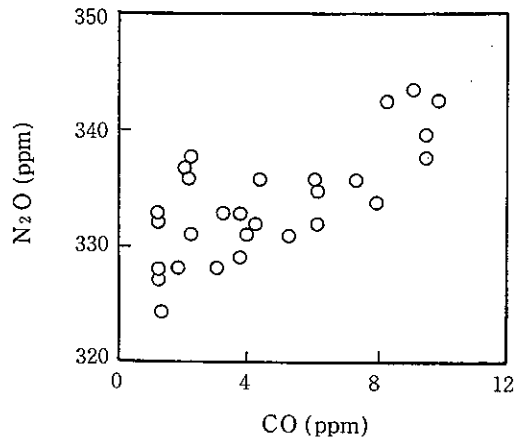


図5 大原交差点におけるCOとN₂Oとの関係

大原交差点の測定結果は大和町に比べ濃度差が少なかったが、中心部と後背地とでは、10ppb程度の差がみられた。自動車排ガスの影響をより詳しくみるため、やはり自動車が発生源であるCOとN₂Oとの関係を図5に示した。多少ばらつきがあるものの、正の相関関係がみられ、COが1.5ppm程度で自動車排ガスの影響が少ない場所ではN₂Oは330ppb程度、COが10ppm近く排ガスの影響が大きいところではN₂Oは340ppb程度になっていた。ここで後背地で330ppbと飛行船調査に比べ濃度が高いのは、交差点周辺で広範囲に汚染されていたためと考えられる。

以上のように、N₂OとCOの相関関係が認められたが、更に多地点で調査を行いN₂OとCOあるいはNO_xと一定の相関関係が得られれば、COあるいはNO_xとN₂O排出量の比が推定できる。すなわち、このような調査からも自動車からのN₂O排出量の推定が可能となるであろう。

謝 辞

飛行船による調査にあたり、警視庁航空隊の皆様にご多大なご協力をいただいたことに深く感謝します。

参考文献

- 1) 気象庁編：地球温暖化監視レポート1992(1993)。
- 2) 平木隆年ら：都市大気中N₂Oの連続測定、兵庫県公害研究所研究報告、15,p6~10(1983)。
- 3) 広田道夫ら：ガスクロマトグラフ法による対流圏及び成層圏微量化学成分の分布の測定、気象研究技術報告、18,11~28(1986)。
- 4) 古川修：ガスクロマトグラフィーによる環境大気中一酸化二窒素(N₂O)の測定、日本環境衛生センター所報、17,50~55(1990)。
- 5) 岩崎好陽ら：固定発生源から排出されるN₂Oに関する検討、東京都環境科学研究所年報1990,p25-28。
- 6) 岩崎好陽ら：固定発生源からのN₂O排出状況とその生成に関する考察、大気汚染学会誌、27,p85~91(1992)。
- 7) 上野広行ら：ごみ焼却炉からの亜酸化窒素及びメタンの排出要因の検討、東京都環境科学研究所年報1992,p3~8。
- 8) 金子幹広ら：自動車排ガス及び大気中の一酸化二窒

素の挙動、産業公害、28,422~429(1992)。