

II-84

大気中の窒素酸化物濃度と降雨の関連について

秋田高専 正 員 佐藤 悟

1. はじめに

近年、様々なメディアで取り上げられる「環境問題」はいまや現代を象徴する語句となり、我々の興味の対象はより身近な環境汚染問題に向かいつつある。ところで窒素酸化物質には人体に直接的影響を及ぼすものや地球の温暖化の原因となるもの、オキシダントの生成に関与する物質など多くの種類がある。これらの中で二酸化窒素(NO_2)は刺激性のガスで、高温燃焼を伴う際に発生する物質であり、自動車の排気ガスや火力発電所や身近な例ではストーブの燃焼時に多く発生する。また環境中では硝酸を形成する前駆物質でもあり、いまや一般的な語句となった「酸性雨」の一原因とも言われる。酸性雨が発生する原因には多くのものがあるが、この二酸化窒素もその大きな要因を占める。本報では、大気中の二酸化窒素濃度変化をおよそ2年間にわたる定点観測から示し、その変動の特徴と降雨水質との関連を各種気象要因と関連させて示す。

2. 調査方法

大気中の二酸化窒素の測定方法は、吸着物質としてトリエタノールアミンを染み込ませたろ紙を多孔質撥水性膜がリフィルで覆い、24時間環境中へ放置した後、ザルツマン試薬で定量分析を行った。この方法は環境庁公定法であるザルツマン法を一部簡略化したものであるが、公定法とは良好な相関を示す。調査期間は1994年9月から同年12月まで、また1995年4月からは現在なお継続中であり、調査間隔は休日をのぞきほぼ毎日を原則とした。調査地点は人為的影響を極力排除できる位置を選び、本校（海岸線まで約2km）の2F屋上とした。また、秋田市を離れた県内複数の地点にも観測点を設け、延べ3ヶ月間の観測も実施した。降雨の採水には、無降雨時の塵芥混入を防ぐ構造の無電源自動分取装置を本校2Fに設置し、約1mm降雨毎の採水を最大で8mmまで行った。分析項目は硝酸性窒素（二次微分スペクトル法）、 SO_4^{2-} と電気伝導率、pH、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} の各陽イオン（上水試験法）と、1995年度からはガイガーミュラー管法による放射能量の測定を行った。採水調査期間は1991年から現在まで継続中であり、今回は94,95年度について報告する。

3. 調査結果および考察

図-1に、1994年後半から実施した二酸化窒素付着量の経日変化を、観測が複数日にかかる場合には総付着量を平均して示した。この年度の二酸化窒素付着量は10月中旬頃より増加を始め、11月中旬より徐々に

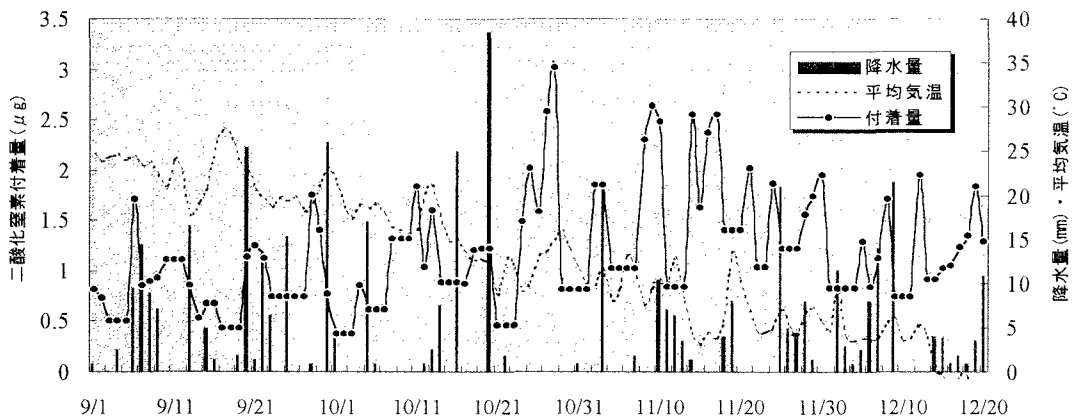


図-1 秋田市における窒素酸化物付着量の推移 (1994年度)

ではあるが、一転して減少する傾向を示した。秋期初期にみられたこのような二酸化窒素付着量の増加は、その原因の一つとして居住環境中で使用される暖房器具からの放出量が増加することが考えられた。しかしさらに気温が低下（燃料消費量が増加）する11月中旬以降に付着量が減少していく傾向は、単に暖房器具からの放出量の増加だけを原因とした説明では不十分である。一方、短期的変化の特徴では、降雨の後に付着量が減少する様子が認められる。いわゆる降雨による Wash Out 効果と思われる。

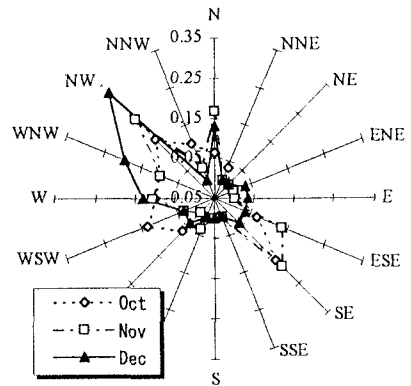
表－1には、この期間の降雨水質変化の一部を硝酸性窒素と pH、 Mg^{2+} について、一降雨の平均水質濃度を用いて示した。この調査期間中の pH の最低値は 4.5 (94/11/19)、硝酸性窒素の最大値は 10 日ほど晴天が続いた直後の降雨での 1.035(mg/l) (94/10/31)であった。周知のように、降雨は晴天が続いた後の降り始めにおいて非常に汚染され、今回も瞬間的にはこれらの値を大きく上回る例も観測された。図－1と比較対照して興味深いのは、pH と硝酸性窒素濃度、二酸化窒素付着量がそのピークが生じた時期がほぼ一致したことであり、いわゆる原因と結果を観測できたものと思われる。

図－2は10月から12月までの風向変化を、月別の発生頻度を軸に示したものである。図からわかるように、この時期は朝鮮半島・中国大陸から日本海を経て吹き付ける季節風が、10月と11月は西方向から、12月に入ってから北西方向から大きな比率を占める。表－1に併記した降雨中の Mg^{2+} イオンもこの時期に増加をはじめ、その起源の大部分が季節風とともに運ばれる海塩粒子にあるものと想像された。なお他の Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} イオンもほぼ同じような挙動をみせた。海岸線まで僅かな距離に加え、風上に特に大きな窒素酸化物の排出源が存在しない本観測地で、このような季節固有の増減が観測された原因の一つとして、地球規模の環境問題を扱う際に話題となる「もらい公害」があげられる。過年度、国立環境研が実施した日本海上空(500m～3000m)での観測では、西北西の風とともに通常の約 10 倍もの窒素・硫黄酸化物が日本本土へ飛来することが報告されている。現時点においてこのような窒素酸化物の増加原因を断定することは難しいが、いわゆる国境を越えた大気汚染問題が秋田市においても生じていることが、今回までの観測から推察できるものと思われた。

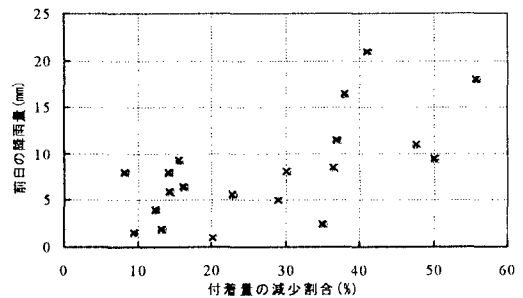
図－3には前日の降雨量と翌日の二酸化窒素付着量の減少割合を示し、降雨による Wash Out 効果を示した。Wash Out 効果には雨滴の大きさや大気中の二酸化窒素濃度、さらには気温や降雨強度なども影響するが、両者には弱いながらも正の相関関係が認められ、降雨により大気が洗浄される様子がわかる。なお 1995 年度の観測結果については講演時に発表する予定である。

表－1 降雨水質変化 (1994 年度)

Date	NO ₃ -N	pH	Mg ²⁺
8/31	0.188	6.7	0.041
9/04	0.197	6.7	0.034
9/06	0.261	5.8	0.246
9/21	0.128	6.5	0.071
9/29	0.568	7.1	0.114
10/12	0.625	5.7	0.803
10/13	0.366	7.7	0.898
10/17	0.272	5.5	0.368
10/21	0.366	4.8	0.132
10/31	1.035	5.3	1.138
11/11	0.783	5.4	0.363
11/19	0.387	4.5	0.447
11/26	0.128	4.6	0.292
11/28	0.112	5.8	0.152
12/03	0.185	5.1	0.222
12/15	0.203	4.9	0.198



図－2 風向変化(1994 年度)



図－3 降雨量と二酸化窒素付着量(1994 年度)