

秋田県における大気汚染物質の挙動と高層風との関連について

秋田工業高等専門学校 正員 佐藤 悟

1. はじめに

多くの環境汚染問題において、日常生活に大きく関わるものの1つが大気汚染問題である。その汚染物質には実に多くの種類があり、物質間の相互作用やその成因については未だ不明な点が多い。秋田県と秋田市では県内に一般大気測定局を各所に設置し、継続的に各種汚染物質について観測調査を行っている。ここでは県内数カ所の観測結果を主に、代表的な汚染物質の挙動とその特徴について、主に降雨などの気象要因と高層大気との関連から多角的に評価を試みた。

2. 調査方法

解析に使用したデータは、秋田県より提供いただいた県内各地点の自動大気観測局時間データ（1994～2006年）を基に、主に窒素・硫黄酸化物・浮遊粒子状物質(S.P.M.)など、代表的な汚染物質を対象とした。また、大気汚染と関連が深い降雨水質については、本校で実施してきた昭和61年からの調査結果を用いた。なお、降雨量や風速などの気象要素については、同時期・近接地点のアメダス時間データを利用し、高層大気の風速と風向については、秋田管区地方気象台のラジオゾンデによる1日2回の観測データを用いた。

3. 結果及び考察

(1) 降雨による WashOut

窒素・硫黄酸化物は自動車交通など、人為的な影響を最も大きく受け易い汚染物質である。これらは明瞭な時間・日周期をもって変化し、その傾向はほぼ全ての観測局で同一であった。また、降雨などの気象要因の影響も同時に受け、数量化分析Ⅰ類による解析では、風向と降水量による影響が大きい結果が得られている。降雨による大気中汚染物質の除去、いわゆる WashOut 効果では特に窒素酸化物においてその程度は大きく、降雨量と降雨強度に大きく左右された。また、浮遊粒子状物質(S.P.M.)など一部の物質は明瞭な周期成分を持たず、降雨による Washout 効果もほとんど認められなかった。図-1に、2005年度の秋田市

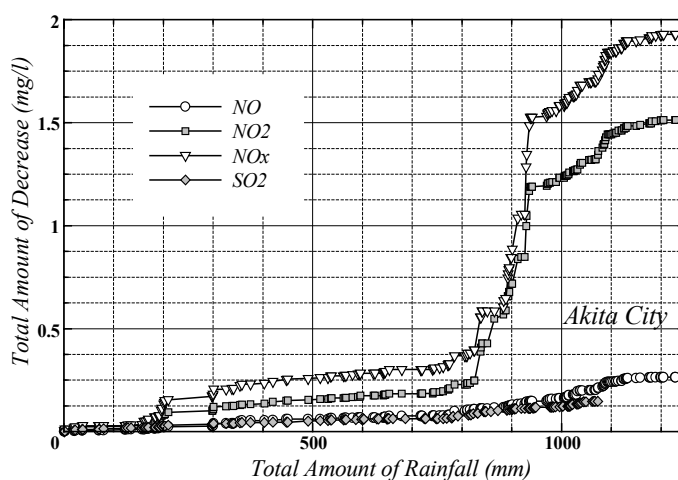


図-1 降雨による WashOut 効果

における1年間の降雨量と、降雨後の濃度減少量を各物質毎に累積して比較したが、特に窒素系の汚染物質においてその減少量は著しく大きい。また、図中には明瞭な不連続点が現れたが、これは降雪による WashOut 効果が現れたもので、雨滴と比べ大きな除去作用を持つことを示している。

(2) 高層風の特徴

秋田県では秋期から冬期にかけ、特に窒素酸化物の濃度が上昇することが知られている。この傾向は県内各地点において共通した現象であり、その主な原因はこの時期から始まる暖房器具の使用などが考えられるが、人為的な活動がほぼ休止する深夜から早朝の時間帯を捉えても同様な傾向が見られる。この原因の1つ

キーワード：大気汚染，高層風，周期成分

連絡先：〒011-8511 秋田市飯島文京町1-1 秋田工業高等専門学校 環境都市工学科 Tel 018-847-6068

として、変化のバックグラウンドとも呼ぶべき大気汚染が及んでいるとの仮定の下、次に高層風、いわゆる偏西風の特徴について考察した。図-2 に、高度約 5000 m 付近における風向（方位角）の頻度を 1 年間にまとめて示したが、本県では南西～西北西から吹き付けるものが多く、またこの傾向は季節風が卓越する秋期以降に増加するようである。同様に、表-1 は高度別の風速の特徴を相関行列で比較したが、概して地表面付近では比較的無相関と思われる状況が、また高度が 1000 m を越える付近より高度間の相関は強くなる。参考までに、風向の相関では逆に低層付近ほど高度間の相関は強いようである。なお、高層部での風速は 30 m/sec を越える場合が多く、時速では 100 km/h 超となる。偏西風がもたらす環境汚染問題としては、「もらい公害」に代表されるグローバルな大気汚染に加え、中国大陆からの黄砂移流問題が話題となる。気象観測衛星 NOAA からの衛星画像を利用し、熱赤外差画像（AVI : Aerosol Vapor Index）から現れる黄砂を、画像解析手法の 1 種 PIV (Particle Image Velocimetry) 法で移流ベクトルを推定し、その方向と速度を求めたが、この手法でも今回と同様な偏西風の特徴が得られた。これらの事実は、汚染物質の一発生源とされる朝鮮半島や中国大陆などにおいて、上空を流れる偏西風にこれら汚染物質が到達した場合、わずか数時間～十数時間程度で本県上空にまで達することを意味している。

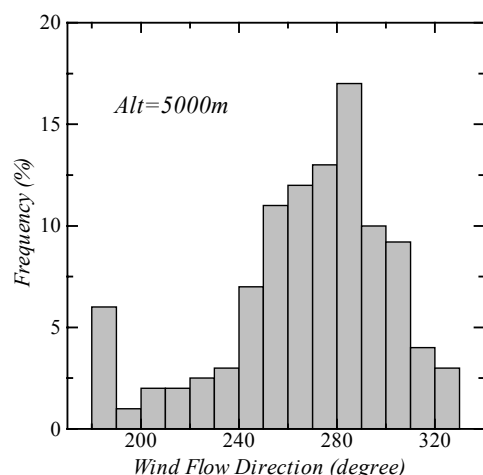


図-2 高層風の風向

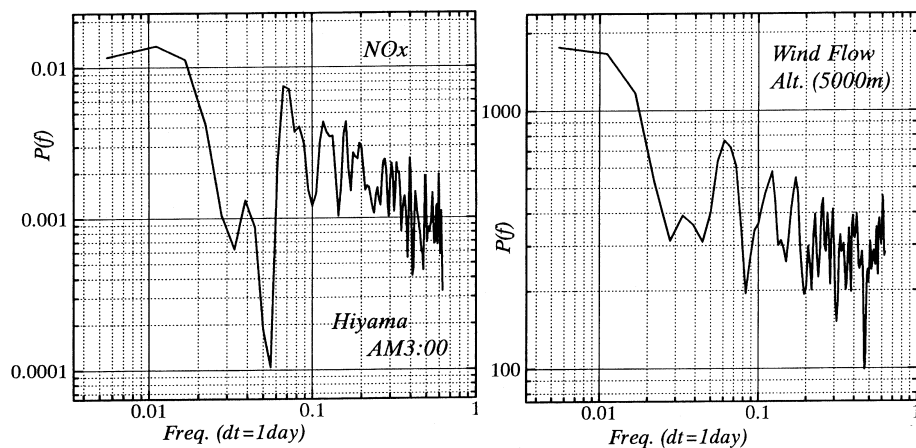
表-1 高度別風速相関表

高度	0m	200m	500m	1000m	2000m	3000m	4000m	5000m	6000m
0m	1.000								
200m	0.158	1.000							
500m	0.764	0.197	1.000						
1000m	0.661	0.207	0.873	1.000					
2000m	0.213	0.089	0.614	0.747	1.000				
3000m	0.201	0.093	0.490	0.598	0.962	1.000			
4000m	0.226	0.088	0.502	0.584	0.926	0.963	1.000		
5000m	0.199	0.077	0.285	0.314	0.733	0.769	0.804	1.000	
6000m	0.231	0.110	0.407	0.440	0.817	0.865	0.917	0.803	1.000

(3) 高層風と汚染物質濃度変化の類似性

図-3 左に、一例として日本海を間近に位置する秋田県能代市檜山地点において観測された NO_x について、その変化に含まれる周期成分をパワースペクトルで示した。檜山は県内全ての観測地点で、いずれの測定項目についてその濃度が最も小さく、県内では大気汚染の程度が軽微な地点の 1 つである。ここでは年間の観測データから、人為的な活動がほぼ無視できる時間帯を深夜午前 3 時と仮定し、本図ではその時間帯が示す周期成分について示している。同様に、図-3 右は高度

5000 m 付近での風速変化に現れる周期成分を、同様な手法で 1 年間の特徴を示したものであるが、両者には非常に類似した周期成分が、特に長い周期となるものに複数現れていることが分かる。また、SO₂ 変化についてもほぼ同じ傾向のスペクトルピークが現れ、これらのピークはいずれも人為的な活動を原因とする周期成分とは異質なものと思われた。このように、両者の変化パターンにはいくつかの類似性が認められ、地表面で観測されるいくつかの大気汚染物質のバックグラウンド濃度に、高層風が何らかの影響を及ぼしていることが予想された。

図-3 高層風と NO_x の周期成分