

新潟県における浮遊粒子状物質濃度の季節変動

大泉 毅・福崎 紀夫

Keywords : SPM ; 季節変動 ; 降水 ; 酸性成分.

1 はじめに

浮遊粒子物質（粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質、以下、SPM という。）は、大都市とその周辺地域において環境基準の達成率が低い大気汚染物質である¹⁾。関東地域では、初冬に SPM が非常に高濃度となる現象が頻繁に出現し、発生源や気象要因との関係から解析が行われ、対策が検討されている¹⁻³⁾。新潟県においては、SPM そのものによる汚染は深刻化していないが、秋季の稲わら焼却時に高濃度が観測される場合もある。また、酸性物質の生態系への影響を評価する目的でそれらの乾性沈着量を把握するためには、ガスやエアロゾル中の酸性成分濃度を求める必要があり、その意味からも粒子状物質濃度の年変動を把握することは重要である。ここでは、新潟県における SPM 濃度の季節的な変動を明らかにすると共に、その変動の原因について検討する。

2 方 法

新潟県内で1989から1995年度に、 β 線吸収法を用いた自動測定で、1時間値として測定された SPM 濃度を用いて解析を行った。25局（県北・東港地域9局、新潟地域9局、県央地域2局、魚沼地域1局、上越地域4局）の年平均値⁴⁾から経年変化を求めた。また、各地域の市街化局または工業地区周辺局から1局を選定し、月平均値⁴⁾から季節変動をそれぞれ求めた。

SPM 濃度と降水の関係は、国設新津測定局の1時間値データを用いて検討を行った。また、新潟県内3地点で、ハイボリウムエアサンプラーを用い1ヵ月に1日単位で採取した浮遊粉じん中の酸性成分含有濃度⁴⁾について、季節変動を求めた。

表1 SPM年平均濃度の経年変化

年 度	SPM年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)													
	中 条	新発田	太郎代	笹 山	葛 塚	杉谷内	次第浜	別 行	正 庵	国設新潟	東消防署	石山中学	松浜中学	
1989	22	20	28	25	19	33	22	30	23	28	32	29	26	
1990	23	25	32	23	21	37	26	32	21	29	32	29	30	
1991	20	23	28	14	10	27	22	26	22	27	32	28	29	
1992	23	25	27	22	21	28	20	31	21	25	34	26	29	
1993	22	23	31	25	23	29	25	28	18	23	32	29	26	
1994	25	25	31	23	30	30	28	32	22	27	34	32	29	
1995	23	20	29	20	28	26	24	30	24	25	30	27	28	
平均 値	22.6	23.0	29.4	21.7	21.7	30.0	23.9	29.9	21.6	26.3	32.3	28.6	28.1	
標準偏差	1.4	2.1	1.8	3.5	6.0	3.5	2.5	2.0	1.8	1.9	1.3	1.8	1.5	

年 度	SPM年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)													
	木戸中学	内野中学	新生公園	金鉢山	曾野木	長岡工業	燕	六日町	深 谷	西福島	大 崎	青海役場	全国746地点	
1989	31	29	25	23	27	29	32	30	26	36	26	21	37	
1990	29	24	26	29	29	30	32	30	26	37	28	22	38	
1991	29	23	27	27	26	25	27	22	24	35	25	19	39	
1992	30	25	29	28	24	27	26	21	30	28	27	22	36	
1993	29	24	25	27	27	28	28	23	32	29	26	25	36	
1994	31	27	28	30	30	32	25	24	33	27	31	28	37	
1995	29	21	25	26	26	27	21	22	29	27	28	25	35	
平均 値	29.7	24.7	26.4	27.1	27.0	28.3	27.3	24.6	28.6	31.3	27.3	23.1	36.9	
標準偏差	0.9	2.4	1.5	2.1	1.9	2.1	3.6	3.5	3.1	4.2	1.8	2.8	1.2	

3 結果と考察

人為活動に由来する SPM としては、工場や自動車排ガス中の粒子状物質およびガス状で排出された成分が大気中で光化学反応を経て二次的に粒子状に変換されたものがある。自然発生源としては、海塩粒子や土壌粒子が考えられる。

3.1 SPM 濃度の年平均値

表1に新潟県の25局および全国の一般大気測定局746局⁵⁾の SPM 濃度年平均値を示した。新潟県の地点別年平均値は21.6~32.3 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ の範囲にあり、全国平均値 (36.9 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) に比較していずれも低い値を示した。地点差が小さいのが特徴的である。また、この期間での経年変化に一定の傾向はみられない。

3.2 SPM 濃度の季節変動

新潟県内各地域の代表5地点について、月平均値の変動を図1に示した。SPM 濃度は各地点共に、7月に最大値と1月に最小値をもつ変動を示す。この変動からは、秋季の稲わら焼却や、関東地域と同様の初冬季の高濃度現象^{2, 3)}の影響はよみとれない。新潟県の SPM 濃度の変動は、国内他地域の田園地点での測定値⁵⁾に比較して、暖候季に高く寒候季に低く、1月に最低値を示す傾向は一致している(図2)。

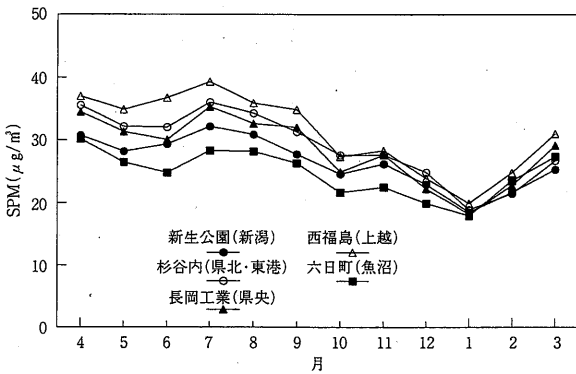


図1 新潟県のSPM濃度の季節変動 (1989~1995年度)

3.3 SPM 濃度と気象要素との関係

大気中成分の拡散に関するパラメータとして、杉谷内測定局で観測した大気安定度(パスキルの分類⁶⁾)の年変動を図3に示した。不安定領域(A~(C-D))の積算時間は、春季から夏季に多く冬季に最も少ない。逆に安定領域(E~G)は春季および初冬に多い傾向にある。初冬季は一年の内で最も大気が安定し、夏季は逆に最も不安定な期間と考えられる。SPM 濃度は、したがって、大気安定度に依存して変動しているとは考えられない。

SPM は降水に捕捉され地上に沈着する。降水の捕捉が SPM の季節変動に与える影響を検討するため、降水時と非降水時に分けて SPM 濃度の月平均値を求め、その季節変動を図4に示した。降水時が非降水時と比べ SPM 濃度が低い傾向が認められるものの、降水時、非降水時とも SPM 濃度は平均値と同様に暖候季に高く寒候季に低い季節変動を示す。このことから、降水による捕捉は SPM 濃度の季節変動を支配している大きな要因とは考えられない。

二次粒子の生成に関与する光化学反応を促進する要因としては、日射が考えられる。図5に杉谷内測定局における SPM 濃度と日射量積算値の関係を示した。両者の関係から、春季から夏季にかけての日射量の増加が、SPM の二次的生成を促進している可能性が考えられた。

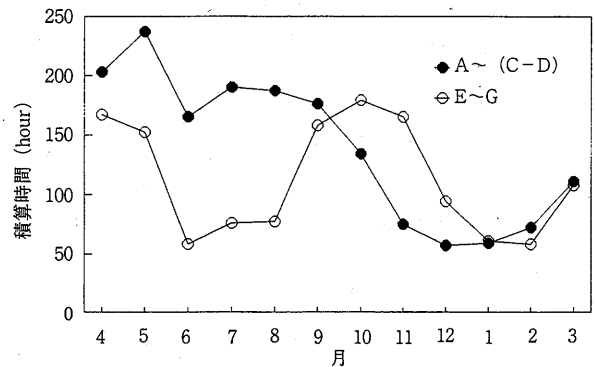


図3 大気安定度の季節変動(杉谷内, 1993年度)
A~(C-D): 不安定領域, E~G: 安定領域

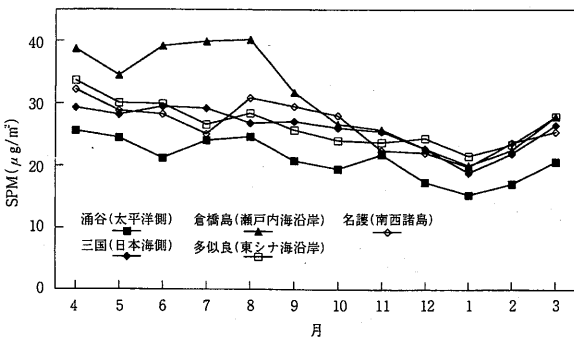


図2 全国の地域別SPM濃度の季節変動(1989~1995年度)
ただし、名護は1991~1995年度平均値、多似良は1990~1995年度平均値

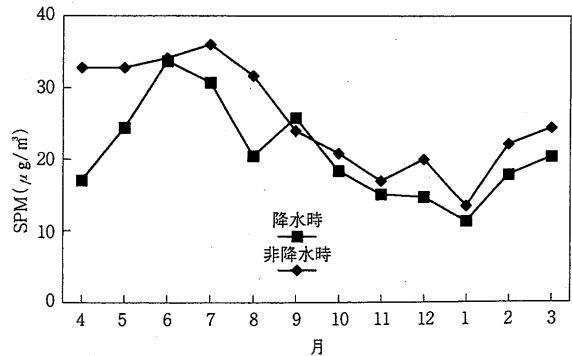


図4 降水時と非降水時のSPM濃度(新津, 1996年)

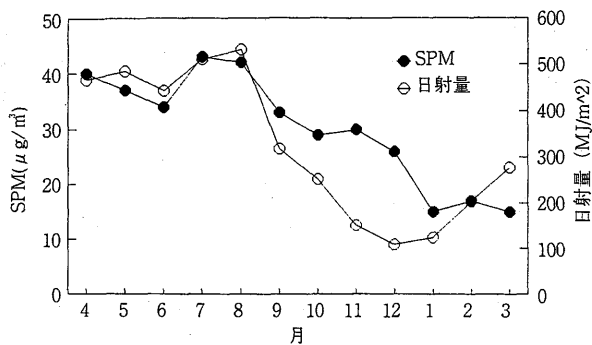


図5 SPM濃度と日射量の相関 (杉谷内, 1994年)

既報⁷⁾で述べたように、新潟県における硫黄酸化物や窒素酸化物の排出量の季節変動は小さいものと考えられる。人為由来の粒子状物質排出量についても同様と仮定すると、SPM濃度の季節変動は、自然由来の粒子状物質発生量と人為由来のガス成分を前駆体とした大気中の粒子状物質の生成に依存しているものと考えられる。自然発生源のうち、海塩粒子は冬季に発生量が増加すると考えられるが、 $10\mu\text{m}$ 以上の粒子を多く含むため、SPM濃度の上昇に対する寄与は小さいものと推測される。土壌粒子は、地表面が乾いた状態が多い夏季に発生量が多いと考えられる。また、二次的に生成される粒子も暖候季に多く生成され、これらのことが夏季のSPM濃度の上昇に影響していると推測される。

3.4 エアロゾル中の酸性成分

酸性成分の乾性沈着量を見積もるためには、粒子状の酸性成分濃度を求める必要があるが、SPMについては酸性成分測定は行われていない。ここでは、粒子状物質に含まれる酸性成分の含有割合を把握するために、1ヵ月に1日単位で採取されている浮遊粉じんについて、酸性成分の含有濃度を求めた。1989から1996年度に新潟県内3地点で採取した浮遊粉じん中の硫酸と硝酸イオンの含有濃度の月平均値の変動を図6に示した。硫酸イオンは、同時に測定した塩化物イオン濃度を用いて海塩由来成分を差し引いた非海塩性成分として求めた。

非海塩性硫酸イオンの浮遊粉じん中含有濃度は $50\text{--}200\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ の範囲で変動し、7月に最大値を示し初冬季に低い傾向にあった。硝酸イオンの含有濃度は $20\text{--}80\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 程度であり、1月に最低値を示し、春季に高い傾向にあった。

浮遊粉じんは1ヵ月に1日の採取であるため、粒子状の酸性成分そのものの指標としては、時間代表性に乏しいと考えられる。今後、少なくとも月に2週間かそれ以上の採取により、粒子状の酸性成分濃度を求める必要がある。

4 ま と め

新潟県におけるSPM濃度は、全国平均値に比較して低い傾向にあるが、季節変動は国内の他の田園地域と類似しており、7月に最大値、1月に最小値を示した。その変動

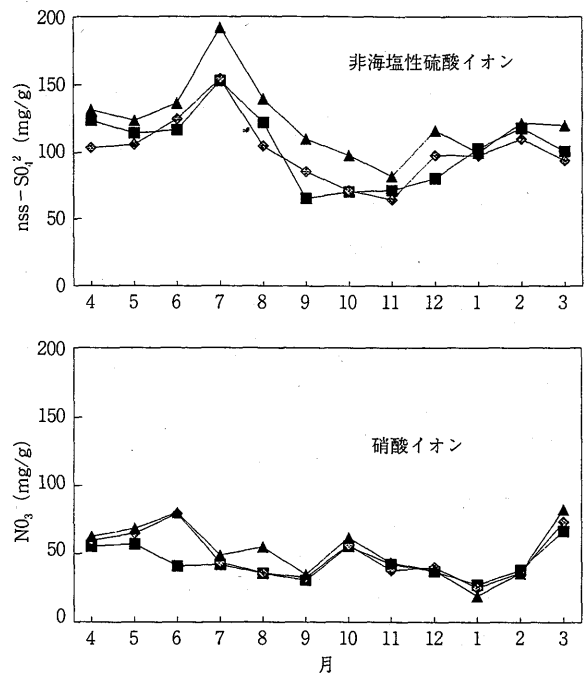


図6 浮遊粉じん中酸性成分濃度の季節変動 (1989~1996年度)

■: 笹山, ◆: 西福島, ▲: 糸魚川

の原因は、大気安定度の程度や降水による捕捉の効果よりは、土壌粒子や日射量の変動に伴う二次的生成の影響が大きいものと考えられた。

非海塩性硫酸イオンと硝酸イオンは、それぞれ5~20%、2~8%を占める浮遊粉じんの主要成分であり、その割合は非海塩性硫酸イオンが7月に最大値を示し、硝酸イオンが1月に最低値を示した。

酸性物質の乾性沈着量を把握する目的でエアロゾル中の成分濃度を求めるためには、粒径による分別を行わず、より長いスパンで粒子状物質の採取を行う必要があると考えられる。

文 献

- 1) 環境庁編, 平成7年度版環境白書(各論), 大蔵省印刷局, p.81 (1995).
- 2) 兼保直樹他, 大気汚染学会誌, **29**, 80 (1994).
- 3) 吉門 洋, 大気汚染学会誌, **29**, 351 (1994).
- 4) 新潟県環境生活部環境対策課, 大気汚染測定結果報告平成元年度版(1989)から平成7年度版(1995).
- 5) 環境庁大気保全局大気規制課, 一般環境大気測定局測定結果報告平成元年度版(1989)から平成7年度版(1995).
- 6) 環境庁大気保全局大気規制課編, 窒素酸化物総量規制マニュアル(改訂版), 公害研究対策センター(1993).
- 7) 大泉 毅, 福崎紀夫, 平成8年度新潟県衛生公害研究所年報, **12**, 105 (1996).