

統計的手法に基づく大気中浮遊粒子状物質の成分特性と考察

金沢大学工学部

小森美佳

金沢大学大学院自然科学研究科

畑 光彦

金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 古内正美

1. はじめに

近年,様々な対策により大気環境の改善が進んでいるが,依然として大気中の窒素酸化物,浮遊粒子状物質 (SPM) の濃度は高い状態にある。SPM が人体に有害な物質を含むことを考えると,一般大気環境中での SPM の挙動を解明し,大気環境への影響を評価することが重要である。

そこで本研究はSPMの成分を考察することにより,その発生及び輸送中の変換など大気環境中の挙動を明らかにしようとするものである。研究対象地域は,日本国内4地点(金沢,札幌,東京,北九州)と中国及び韓国に加え,日本海洋上とした。日本海洋上でのサンプリングからは長距離輸送中の変換について考察した。最近検討され始めている複数成分の検討方法をさらに推し進めるため,本研究では複数成分の相関関係をクラスター分析やマハラノビス距離等複数の統計的手法により成分特性を考察した。

2. 分析方法

金沢,東京,札幌,北九州,北京(中国),釜山(韓国)において2004年夏(8月)から2005年春(5月)までの1年間季節ごとに2週間連続して石英繊維フィルター上にSPMを捕集した試料を用いた。測定する成分は捕集した粒子の濃度(TSP濃度),炭素成分(TC,EC,OC),重金属成分,多環芳香族炭化水素(PAHs)とした。

ここでは,分析成分中TSP濃度,測定された4環以上の総PAHs濃度及び何種類かのPAHsの比に着目し,地域による成分の特性を検討した結果を報告する。着目したPAHsの含有比である $[BaA]/[Chr]$ は滞留時間指標として用いられ,この比率が大きいほどBaAの揮発が少ないため発生源の影響を強く受けていると言える。また, $[Flu]/[Pyr]$ は大きいほど $[BghiPe]/[IDP]$ 及び $[BghiPe]/[BaP]$ は小さいほど石炭燃焼の寄与を表す。^{1), 2)}

本研究では統計的手法として自己組織化マップ(SOM)とマハラノビス距離評価というふたつのアプローチにより,地域および季節の影響を特徴付ける成分の検討を試みた。ここでは,データ群として日本と韓国の地域差と黄砂時期と非黄砂時期の季節差をマハラノビス距離で検討した結果を報告する。

3. 結果と考察

まず従来どおりの成分を直接比較検討した結果として,サンプリングを行った地点の3月と11月の総PAHs濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)とPAHsの各成分の含有量比をTable.1に示す。日本国内では3月は11月よりもTSP濃度が高くなり,それとともにほぼ総PAHs濃度も高くなっている。これはアジア大陸で発生した黄砂により砂塵だけでなく砂塵に様々なPAHsが付着し輸送されるものと考えられる。3月の $[BaA]/[Chr]$ を見ると,1.4-0.94である金沢2(市内),札幌1(市内),北九州1(郊外),北九州2(工業地帯)及び北京は発生源が近くにあると考えられ,0.069である金沢1(郊外)付近には発生源となるものがないものと考えられる。しかし,11月の $[BaA]/[Chr]$ の値を見ると,金沢1,金沢3,札幌2,北九州2において大きな値を示し,札幌1,北九州1において小さな値となっている。このことから, $[BaA]/[Chr]$ は工場などの固定的な発生源からの寄与だけでなく,自動車のような流動的な発生源からの寄与も表すと言える。また,3月の金沢3(市内)と札幌1では $[Flu]/[Pyr]$ の値が大きく,札幌2(郊外)と北九州2では $[BghiPe]/[IDP]$ の値が小さい。また,金沢1,3と札幌1では $[BghiPe]/[BaP]$ の値が小さい。しかし本研究では3つの比率に共通する地域がないことから,この比率は明確な石炭燃焼の指標であるとはいえない。

Table.1 PAHs の濃度と含有比

場所	TSP Co. (μg/m ³)		T-PAHs		[BaA]/[Chr]		[Flu]/[Pyr]		[BghiPe]/[IDP]		[BghiPe]/[BaP]	
	3月	11月	3月	11月	3月	11月	3月	11月	3月	11月	3月	11月
金沢1	44.500	34.100	7.982	32.567	0.069	79.888	0.003	0.053	1.222	122.037	0.748	165.007
金沢2	48.800	36.000	4.062	37.931	1.301	0.548	2.307	0.605	1.210	151.012	1.202	168.054
金沢3	68.550	46.400	9.725	1.726	0.740	49.994	78.502	68.168	1.578	1.179	0.874	1.540
札幌1	84.300	84.700	10.442	3.217	1.006	0.150	23.083	1.091	1.112	0.945	0.894	1.093
札幌2	53.400	67.500	7.328	0.941	0.633	112.404	0.233	108.360	0.747	0.977	0.848	1.421
東京	52.250	64.700	12.834	1.726	0.679	49.994	0.001	68.168	1.352	1.179	5.613	1.540
北九州1	157.250	20.500	10.357	4.066	1.407	26.912	0.537	3.546	1.088	3.557	1.958	4.517
北九州2	136.450	91.100	12.369	4.369	0.960	973.316	0.592	0.440	0.977	3.962	2.621	5.175
釜山	61.550	63.800	7.323	1.594	0.195	0.000	0.367	205.158	1.050	45.689	1.335	45.689
北京	274.400	362.900	100.635	473.665	0.562	2.751	0.379	0.621	1.660	1.741	1.131	0.376

より明確な指標を解明するために、マハラノビス距離を用いてこれらの比率を考察した。その結果の一部を Fig.1 に示す。TSP 濃度 (μg/m³) と総 PAHs 濃度 (μg/m³) に対する各含有比の日本と韓国の重心間のマハラノビス距離を計算したところ TSP 濃度 (μg/m³) と総 PAHs 濃度 (μg/m³) の双方において [Flu]/[Pyr] での明確な距離の差が現れた。つまり TSP 濃度 (μg/m³) と [Flu]/[Pyr] 及び総 PAHs 濃度 (μg/m³) と [Flu]/[Pyr] の関係を比較することによって日本と韓国の地域性を見ることが出来る。その他の含有比では日本と韓国の地域性を明確に示すことはできない。さらにマハラノビス距離を用いて黄砂時期と非黄砂時期を比較した結果を Fig.2 に示す。黄砂影響を明確に表す含有比としては [BaP]/[Pyr] が挙げられる。TSP 濃度 (μg/m³) と総 PAHs 濃度 (μg/m³) どちらも重心間の距離が大きく黄砂の影響を示す指標としては、TSP 濃度 (μg/m³) と [BaP]/[Pyr] 及び総 PAHs 濃度 (μg/m³) と [BaP]/[Pyr] を比較すればよいといえる。

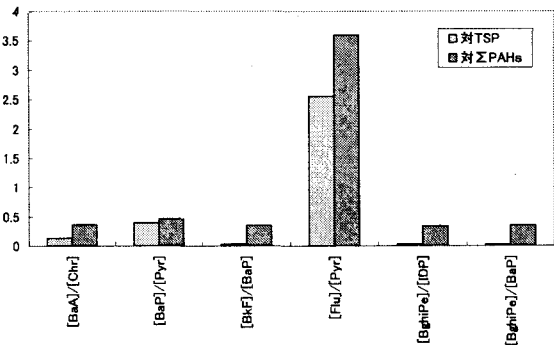


Fig.1 日本・韓国間のマハラノビス距離

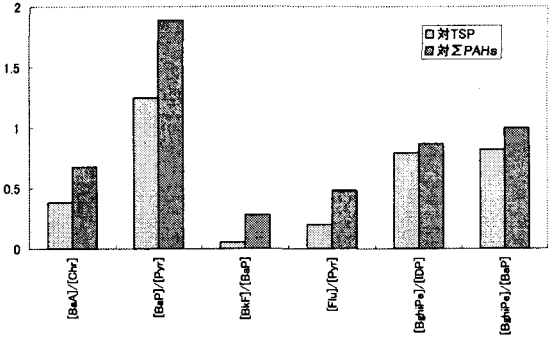


Fig.2 黄砂時期・非黄砂時期間のマハラノビス距離

4.まとめ

マハラノビス距離を用いて成分の特性を比較検討することにより、日本と韓国の地域性及び黄砂影響の評価を有効に行うことができることが示された。さらに、クラスター分析と因子分析等統計的手法を組み合わせることにより発生源の推定などより詳細な成分の特性を考察することも可能であると考えられる。

参考文献

- 1) Kodama, Y. (1991) Atmospheric benzo[a]pyrene in Fukuoka, Japan j. jpn. Soc. Air Pollut., 26, 105-119
- 2) Yunker, M. B., snowdon, L. R., MacDonald, R. W., Smith, J. N., Fowler, M. G., Skibo, D. N., McLaughlin, F. A., Danyushevsky a, A. I., Petrova, V. I. and Ivanov, G. I. (1996) Polycyclic aromatic hydrocarbon composition and potential source for sediment samples from the Beaufort and Barents Seas. Environ. Sci. Technol., 30, 1310-1320