

エアロゾルの元素組成の広域濃度分布測定調査 平成 14 年度調査

斉藤勝美 世良耕一郎^{*1} 太田幸雄^{*2}

秋田県環境センター

010-8572 秋田県秋田市山王三丁目 1-1

^{*1}岩手医科大学サイクロトロンセンター

020-0173 岩手県岩手郡滝沢村字留が森 348-58

^{*2}北海道大学大学院工学研究科

060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目

1 はじめに

「東アジアにおけるエアロゾルの大気環境インパクト（微粒子の環境影響）」の「エアロゾルの間接的地球冷却化効果」に関する研究の一環として東アジア海域の離島（福江島，宮古島，奄美大島，父島）で，2002 年 6 月～2003 年 1 月の間に捕集されたエアロゾルを対象に，荷電粒子励起 X 線（PIXE）法により元素分析をし，元素特徴を検討した。

2 試料および方法

元素分析の対象エアロゾル試料は，Fig.1 に示す福江島，宮古島，奄美大島および父島において，2002 年 6 月～2003 年 1 月の間に，サンプリングフォトメータ（Fig.2）によりポリカーボネート・メンブレンフィルター（Nuclepore[®]，pore size: 0.4 μm ）に捕集されたものである。エアロゾル試料の元素分析は，（社）日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンター（NMCC）で行った。スモールサイズのサイクロトロンからの 2.9MeV のプロトンビーム（6 mm ϕ ）を真空チャンバー内で照射試料（エアロゾルを捕集

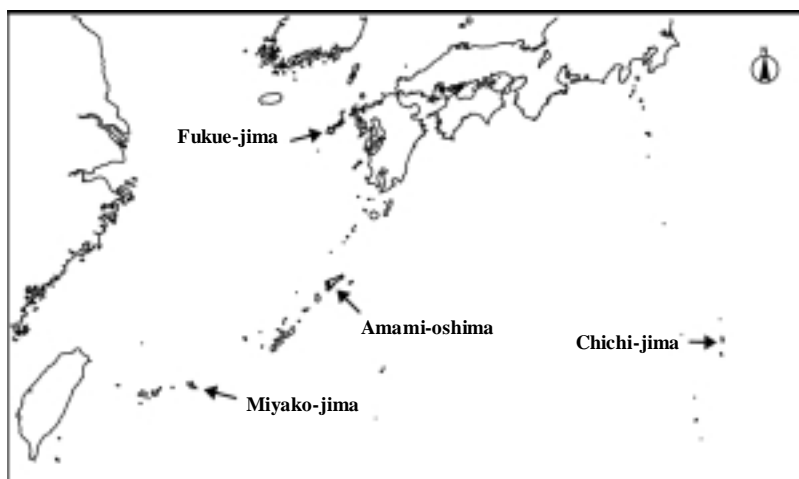


Fig. 1. Map of the southwest area of Japan, with the location of sampling site.

したフィルターを Mylar[®] film に貼り付けたもの)に照射し、これにより発生した特性X線を低エネルギー用と高エネルギー用の2台の Si (Li)検出器で同時に測定してスペクトルを得た。これらのスペクトルを取得した際のビーム電流値は 45-60 nA, 電荷量は 18-44 μ C, また照射は概ね 10 分程度であった。スペクトルから検出元素のピーク面積を解析するには解析プログラム”SAPIX”¹⁾, ピーク面積から定量値を求めるには Nuclepore-Br 法²⁾によった。



Fig. 2. Sampling photometer.

3 結果

福江島, 宮古島, 奄美大島および父島で捕集したエアロゾルからは, 29 元素: Na, Mg, Al, P, Si, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Sr, Y, Nb, Mo, Cd, Hg, Pb が定量され, すべての離島の捕集エアロゾルから定量された元素は P, Cl, Ti, Cr, Co, Cu, Ga, As, Se, Sr, Y, Nb, Mo, Cd, Hg を除く 14 元素であった。主要元素は Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Fe, Zn, Pb であった。Table 1~4 に分析結果を示した。各離島の主要元素に V, Mn, Ni, Br を加えた 14 元素について濃度変動をみると, 父島では 14 元素すべてが同じ濃度変動を示している。福江島では Na-Mg-Ca, Al-Si-Mn, Ni-V および Zn-Pb, 宮古島では Mg-S-Zn-Pb, Al-K-Ca-Mn-Fe および Si-V, 奄美大島では Mg-Si-Fe-Br と S-K-Ca-V-Mn-Zn-Pb が同じ濃度変動を示している。

参考文献

- 1) K. Sera, T. Yanagisawa, H. Tsunoda, S. Hutatukawa, Y. Saitoh, S. Suzuki and H. Orihara, “Bio-PIXE at Takizawa Facility (Bio-PIXE with a Baby Cyclotron)”, *Int. J. PIXE*, **2**, 325-330 (1992).
- 2) K. Sera, S. Futatsugawa and K. Saitoh, “Method of quantitative analysis making use of bromine in a Nuclepore filter”, *Int. J. PIXE*, **7**, 71-85 (1997).

Table 1. Elemental concentrations (ng/m³) of the atmospheric aerosols at Fukue-jima

Element	Sampling period								
	2002/8/1- 2002/8/23	2002/8/23- 2002/9/11	2002/9/11- 2002/9/13	2002/9/13- 2002/10/4	2002/12/15- 2002/12/17	2002/12/17- 2002/12/17	2002/12/17- 2002/12/20	2002/12/20- 2002/12/29	2002/12/29- 2003/1/12
Na	698	1190	335	926	468	590	100	149	140
Mg	94	146	68	148	77	144	21	18	29
Al	28	120	125	147	123	160	19	12	62
Si	106	465	660	842	355	667	105	67	199
P					20				
S	779	2380	4620	3770	2070	4520	565	462	1620
Cl									
K	51	174	244	301	352	385	39	23	189
Ca	32	57	56	88	65	87	11	8	35
Ti	0.7	2.3	1.3	5.3	3.5	2.9	0.2	0.3	2.1
V	2.1	2.9	7.2	5.2	1.2	2.9	0.5	0.3	0.9
Cr	0.1		0.7	4.0	0.1		0.4		0.3
Mn	0.3	3.9	6.1	8.7	6.3	8.7	1.0	0.7	4.7
Fe	11	56	89	136	6	98	12	9	44
Co	0.1		0.6	0.5	0.4	0.5	0.1		0.1
Ni	0.7	1.0	3.3	2.2	0.4	1.3	0.2	0.1	0.4
Cu	0.2	1.3	1.9	2.9	2.3	2.4	0.3	0.1	1.3
Zn	2.1	30.1	36.8	51.9	43.3	44.5	5.6	3.3	22.1
Ga		0.3	0.2	0.5	0.6	1.4	0.1	0.1	0.5
As	0.3	3.2	4.8	3.3	2.2	2.6	0.2	0.2	1.2
Se	0.2	0.8	1.3	1.1	1.1	1.4	0.1	0.1	0.7
Br	0.5	1.6	1.4	3.2	2.6	3.3	0.5	0.5	3.0
Sr	0.6	0.3	0.3		0.7	1.1		0.1	0.4
Y		0.3	0.4						0.4
Zr									
Nb									
Mo				1.6				0.1	0.2
Ag									
Cd									0.7
Ba									
Hg									
Pb	1.2	15.1	20.5	21.7	32.5	32.8	3.7	2.0	17.7
Total	1808.1	4651.1	6283.8	6470.1	3633.2	6756.8	884.9	755.9	2374.7
Sample Vol.	281.348 m ³	42.69 m ³	35.486 m ³	22.833 m ³	56.249 m ³	22.637 m ³	122.588 m ³	311.655 m ³	450.658 m ³

Table 2. Elemental concentrations (ng/m³) of the atmospheric aerosols at Miyako-jima

Element	Sampling period					
	2002/6/5- 2002/7/6	2002/7/6- 2002/7/18	2002/7/18- 2002/8/7	2002/12/2- 2002/12/2	2002/12/2- 2002/12/3	2002/12/3- 2002/12/26
Na	602	1960	742	1250	860	723
Mg	89	265	114	297	253	80
Al	23	70	40	245	86	34
Si	71	285	167	591	897	118
P			5			
S	299	1450	759	1640	1820	533
Cl	337	298	17	23		18
K	40	163	58	186	123	50
Ca	32	94	43	147	60	44
Ti	1.0	3.2	1.8	4.6		1.2
V	0.6	1.5	1.1	3.6	5.5	0.6
Cr	0.1	0.6	0.1			
Mn	0.2	1.8	0.6	4.1	2.1	0.8
Fe	10	35	21	85	44	17
Co				0.9		
Ni	0.3	0.6	0.5	0.4	0.6	0.2
Cu	0.1	0.7	0.3	0.8	0.8	0.2
Zn	1.5	12.5	4.3	17.0	14.6	4.9
Ga		0.2		0.5		0.1
As		0.6	0.1			0.4
Se	0.1	0.4	0.2		0.4	0.1
Br	1.1	3.3	1.3	11.0	16.9	1.3
Sr	0.5	1.3	0.6	1.0		0.4
Y	0.1	0.3				
Zr						
Nb						
Mo			0.1			0.1
Ag						
Cd						
Ba						
Hg	0.1	0.4	0.2			0.2
Pb	0.9	6.9	1.4	12.0	10.4	2.7
Total	1509.6	4654.3	1978.6	4519.9	4194.3	1630.2
Sample Vol.	403.925 m ³	108.533 m ³	196.282 m ³	11.428 m ³	7.99 m ³	227.79 m ³

Table 3. Elemental concentrations (ng/m³) of the atmospheric aerosols at Amami-oshima

Element	Sampling period				
	2002/6/20- 2002/6/28	2002/6/28- 2002/7/10	2002/7/10- 2002/7/15	2002/7/15- 2002/7/21	2002/7/21- 2002/9/4
Na	363	830	1470	2030	1210
Mg	64	102	227	276	243
Al	10	5	18	126	35
Si	123	55	259	421	244
P					
S	1170	248	1450	791	2190
Cl		1010	1250	941	461
K	58	38	172	121	172
Ca	35	31	109	102	146
Ti	0.8	0.3	2.5	5.0	3.1
V	1.6	0.4	1.0	0.6	2.8
Cr		0.3	1.0	0.4	0.3
Mn	0.7	0.1	1.9	1.1	1.4
Fe	14	3	27	51	42
Co	0.2				0.1
Ni	0.6	0.2	0.6	0.3	1.2
Cu	0.4		0.5	0.2	0.7
Zn	5.5	0.4	11.4	2.6	6.4
Ga			0.1		
As	0.1		0.5		0.2
Se	0.2	0.1	0.5	0.2	0.4
Br	0.7	1.7	4.6	3.8	3.3
Sr	0.3	0.5	1.8	1.2	2.1
Y			0.4	0.1	0.1
Zr					
Nb				0.1	
Mo				0.2	0.2
Ag					
Cd					
Ba					
Hg			0.4	0.4	0.2
Pb	3.9	0.9	10.1	4.2	4.0
Total	1852.0	2326.9	5019.3	4879.4	4769.5
Sample Vol.	96.798 m ³	206.975 m ³	66.497 m ³	75.641 m ³	105.814 m ³

Table 4. Elemental concentrations (ng/m³) of the atmospheric aerosols at Chichi-jima

Element	Sampling period				
	2002/12/9- 2002/12/10	2002/12/10- 2002/12/18	2002/12/18- 2002/12/22	2002/12/22- 2002/12/30	2002/12/30- 2003/1/10
Na	6070	876	1350	608	663
Mg	795	102	173	76	72
Al	743	33	67	22	15
Si	2420	114	338	95	66
P		4			
S	12600	844	2500	821	568
Cl					
K	758	69	229	59	34
Ca	385	32	67	32	21
Ti	18.9	0.7	1.8	0.7	0.5
V	9.6	0.6	1.4	0.6	0.3
Cr	1.1				
Mn	20.5	1.3	4.2	1.1	0.6
Fe	332	14	44	14	8
Co			0.2		
Ni	3.0	0.1	0.3	0.2	0.1
Cu	5.6	0.3	1.3	0.2	0.1
Zn	137	7.6	28.3	6.1	3.0
Ga	0.7	0.1	0.4	0.1	0.1
As	4.9	0.4	1.2	0.6	0.2
Se	3.6	0.2	0.7	0.1	0.1
Br	12.8	1.8	5.0	1.6	1.1
Sr	4.3	0.4	0.9	0.3	0.1
Y					
Zr					
Nb					
Mo					0.1
Ag					
Cd				0.4	
Ba					
Hg					
Pb	65.7	4.9	20.4	3.5	1.8
Total	24390.7	2106.4	4834.1	1742.5	1455.1
Sample Vol.	13.85 m ³	173.246 m ³	54.873 m ³	212.446 m ³	276.198 m ³