粒子状物質成分濃度の粒径依存性

- PM 2.5 の化学組成 -

溝畑 朗, 伊藤憲男 (大阪府立大学・先端科学研究所)

米国では新たに大気エアロゾル粒子に関する環境指標 PM 2.5 が設定され, この PM 2.5 に関する環境基準 (NAAQS : Natinal Ambient Quality Standards) が 1997 年 7 月に公布された。これは 80 年代から始められた D.Dockery & J.Schwartz(Harvard Scholl of Public Health), G.Thurston & K.Ito(New York University), A.Pope(Brigham Young University)による疫学調査の結果, 米国 151 都市圏地域と死亡率との関係において, 攪乱要素はあるが,

「改訂前 NAAQS の濃度レベルにおいても, PM と死亡率や疾病の増加との間に統計的な関係がある」ことが示されたことによっている。また, 個人に対するリスクでは,

「喫煙によるよりは小さいが, 典型的な環境リスクである大気や水中の有害化合物や発癌物質によるよりも大きい」ことが示された。但し, 原因物質の解明は今後の大きな課題である。

健康影響を考えると, 単にエアロゾル粒子の化学成分濃度のみでなく粒径に関する情報が極めて重要であり, 著者らはアンダーセンサンプラーを用いて大気エアロゾル粒子の粒径分布観測を続けている。捕集試料に中性子放射化分析法, イオンクロマトグラフ法, 熱分離炭素分析法を適用して, 30 余元素, 水可溶性イオン 8 種, および炭素成分の濃度を測定した。Table に掲げた PM および PM2.5 の化学成分濃度は, 1993 年 4 月から 1995 年 2 月までの期間に, 四季ごとに捕集した 8 試料 (採取期間合計 4 月間) の分析結果をまとめたものである。PM2.5 の期間平均濃度は $29.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。主成分は炭素であり, 元素状 26 % と有機性 4.7 % で 30 余% を占めた。また, 水可溶性イオンでは, 硫酸塩 15 %, 硝酸塩 5.1 % など 8 成分でほぼ 30 % に達した。金属元素では 1 % を超えるものはなく, 0.1 % が Fe(0.87%), Zn(0.46%), Al(0.41%), Mn(0.11%), 他の有害金属では, Cr(81ppm), Cu(0.05%), As(82ppm), Se(28ppm), Cd(42ppm) であった。これら成分の詳細な粒径依存性を考察する。

Table Chemical constituent concentration in PM and PM2.5 measured at Sakai, Osaka in the period from Apr. 1993 to Feb. 1995.

	PM		PM2.5 (Dp<2.5um)		PM		PM2.5 (Dp<2.5um)		
	Gt (ng/m ³)	X/PM (%)	Cf (ng/m ³)	Cf/Gt X/PM (%)	Gt (ng/m ³)	X/PM (%)	Cf (ng/m ³)	Cf/Gt X/PM (%)	
PM	50900	(=100%)	29700	(59) (=100%)	<i>Element (continued)</i>				
<i>Carbon</i>					Ni	6.9	(0.013)	4.0	(58) (0.013)
Cor	2400	(4.7)	1400	(58) (4.7)	Cu	25	(0.050)	14	(57) (0.048)
Cel	10500	(20.6)	7620	(73) (25.7)	Zn	190	(0.38)	140	(71) (0.46)
<i>Water soluble ion</i>					As	3.0	(0.0060)	2.5	(81) (0.0082)
Cl ⁻	1280	(2.5)	644	(50) (2.2)	Se	0.92	(0.0018)	0.82	(89) (0.0028)
NO ₃ ⁻	2460	(4.8)	1520	(62) (5.1)	Br	14	(0.027)	11	(78) (0.036)
SO ₄ ²⁻	5260	(10.3)	4520	(86) (15.2)	Rb	2.3	(0.0046)	1.1	(47) (0.0037)
NH ₄ ⁺	1600	(3.2)	1570	(98) (5.3)	Mo	2.6	(0.0050)	1.5	(58) (0.0049)
Na ⁺	670	(1.3)	210	(31) (0.70)	Ag	0.33	(0.00064)	0.27	(84) (0.00092)
K ⁺	380	(0.75)	310	(81) (1.0)	Cd	1.4	(0.0028)	1.3	(88) (0.0042)
Mg ²⁺	91	(0.18)	23	(26) (0.078)	Sb	6.0	(0.012)	4.7	(78) (0.016)
Ca ²⁺	700	(1.4)	160	(22) (0.52)	I	4.4	(0.0087)	4.0	(91) (0.013)
<i>Element</i>					Cs	0.23	(0.00046)	0.14	(58) (0.00046)
Na	860	(1.7)	230	(27) (0.78)	Ba	23	(0.045)	7.3	(32) (0.025)
Al	1040	(2.0)	120	(12) (0.41)	La	0.70	(0.0014)	0.16	(23) (0.00055)
Cl	1300	(2.6)	670	(51) (2.3)	Ce	1.5	(0.0029)	0.40	(26) (0.0013)
K	600	(1.2)	330	(54) (1.1)	Sm	0.091	(0.00018)	0.013	(14) (<0.00000)
Ca	1300	(2.6)	96	(7) (0.32)	Eu	0.018	(0.00004)	0.0033	(18) (<0.00000)
Sc	0.17	(0.00034)	0.019	(11) (0.00006)	Lu	0.0064	(0.00001)	0.0010	(16) (<0.00000)
Ti	86	(0.17)	12	(14) (0.040)	Hf	0.11	(0.00022)	0.016	(14) (0.00005)
V	10.5	(0.021)	7.7	(73) (0.026)	Ta	0.050	(0.00010)	0.0086	(17) (0.00003)
Cr	6.4	(0.012)	2.4	(38) (0.0081)	W	0.79	(0.0015)	0.28	(36) (0.00096)
Mn	54	(0.11)	32	(58) (0.11)	Hg	1.4	(0.0028)	1.3	(96) (0.0045)
Fe	1010	(2.0)	260	(26) (0.87)	Th	0.19	(0.00037)	0.020	(11) (0.00007)
Co	0.77	(0.0015)	0.29	(38) (0.00098)	U	0.067	(0.00013)	0.020	(30) (0.00007)