

鹿児島市の大気汚染調査 (第14報) 平成12年度調査報告

山下 浩幸* 大山 謙二** 中島 常憲** 大木 章**

AIR POLLUTION IN KAGOSHIMA CITY (PART14) INVESTIGATION FROM APRIL 2000 TO MARCH 2001

Hiroyuki YAMASHITA, Kenji OHYAMA, Tsunenori NAKAJIMA and Akira OHKI

Air pollution in Kagoshima City from April 2000 to March 2001 was investigated with particular emphasis on the falling dust (volcanic ash fall) from Mt. Sakurajima.

The falling dust was collected monthly together with rainwater at eight locations in Kagoshima City. After the sample had been filtered, the residue was dried and weighed, and the filtrate was analyzed for SO_4^{2-} , Cl, and water-soluble matter, as well as for pH.

The average monthly amount of falling dust at eight locations in Kagoshima City was $47 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$, which was a little lower than that observed in the last year. But the value was much lower than those before 1993. The weight of water-soluble matter which fell was similar to that for the last fiscal year. NO_2 air pollution was measured by use of the "filter-badge method". The highest value for NO_2 concentration was observed at Kagoshima City Hall., however, this figure still meets the value established as the national environmental standard.

Keywords: air pollution, Kagoshima City, falling dust, NO_2

1. 緒言

著者らは、昭和53年度より、鹿児島市および桜島地区の降下ばいじん量・降下ばいじん成分および大気中の二酸化イオウ濃度などを、桜島の火山・噴煙活動による大気汚染という観点から調査してきた。

昭和62年度より降下ばいじん量の観測地点を鹿児島市内のみにしぼり、主として工場や自動車の排ガスに起因すると考えられる二酸化窒素汚染の調査も加えて、鹿児島市内（桜島地区を除く）の大気汚染という観点から調査を行なっている¹⁻¹³⁾。本論文では、平成12年度の調査結果を報告する。

2001年08月31日受理

* 博士前期課程生体工学専攻

** 生体工学科

2. 実験方法

2.1 調査方法の概要

Fig. 1 に示す鹿児島市内 8 ヶ所の測定地点を設定し、英国規格のデポジットゲージ^{14, 15)}に準ずる降下ばいじん捕集器 (ロートの直径約 30 cm, 容器の容量 20 l, ガラス製) を設置して、毎月末に降下ばいじん・雨水混合試料を採取した。採取試料をろ過し、ろ液について降水量 (l および mm) ・pH ・SO₄²⁻ 濃度 ・Cl⁻ 濃度を測定し、ろ液の蒸発残さ分から降下ばいじんの可溶性成分を求めた。これにデポジットゲージへの総捕集量 (湿性および乾性の総降下量) を乗じて各成分の降下量を算出した。ろ過残さを不溶性成分とし、可溶性成分との合計を降下ばいじん量とした¹⁶⁾。一方、上記 8 ヶ所の測定地点において、アルカリろ紙法 (フィルターバッジ法)¹⁷⁾ による NO₂ 濃度の測定を 2 ヶ月毎に行なった。また、鹿児島市役所 (測定地点 No.3) に設置されている窒素酸化物自動測定記録計 (京都電子工業(株)NX-48), 谷山支所 (測定地点 No. 7) に設置されている記録計 (電気化学計器 (株) GRH-74H) の測定結果とフィルターバッジ法による結果とを比較した。

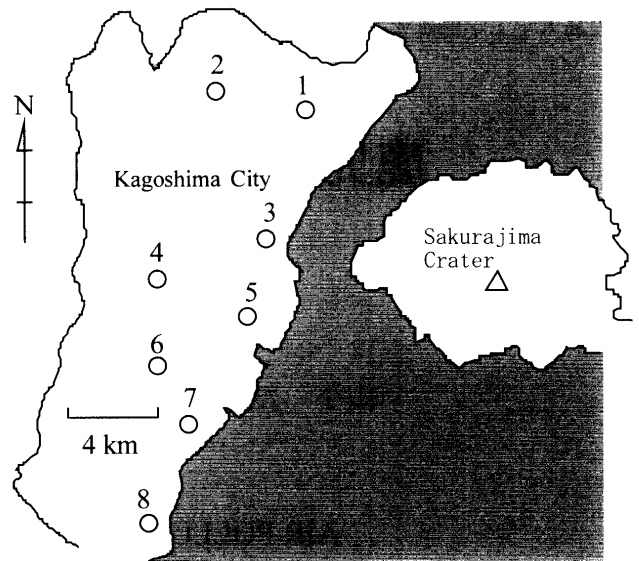


Fig.1 Sampling locations. 1, Yoshino Mid. School; 2, Keno Elem. School; 3, Kagoshima City Hall; 4, Seiryō Mid. School; 5, Fac. of Eng., Kagoshima Univ.; 6, Chuzan Elem. School; 7, City Hall Taniyama Branch; 8, Fukuhira Elem. School

2.2 降下ばいじん量測定方法

前報¹⁶⁾に記した方法によった。

2.3 降下ばいじん共存雨水中の SO₄²⁻, Cl⁻ 定量法

前報¹⁶⁾に記した方法によった。

2.4 大気中の NO₂ 測定法

東洋ろ紙 (株) 製フィルターバッジ NO₂ を各測定地点に 3 個ずつ、地上より 1.5 ~ 2 m の位置に設置した。測定地点 No.3 鹿児島市役所および測定地点 No.7 谷山支所の設置分については、自動計測

器の測定プローブの近傍に設置した。24 時間暴露後、NO₂ を吸収したアルカリろ紙をバッジケースより取り出して、文献記載¹⁷⁾の方法で NO₂ の 1 日平均濃度を算出し、3 個の平均を測定値とした。

Table 1 Yoshino Mid. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g · m ⁻² · month ⁻¹	g · m ⁻² · month ⁻¹	g · m ⁻² · month ⁻¹	g · m ⁻² · month ⁻¹	mg / l	g · m ⁻² · month ⁻¹	mg / l	
4	7.3	106	5.1	8	1.6	10	0.1	1.3	0.7	6.3	-
5	21.1	307	5.5	220	8.3	228	1.3	4.1	4.0	13.2	5.4
6	49.6	721	5.8	5	10.4	15	0.4	0.5	2.7	3.6	-
7	25.3	368	6.4	5	11.4	16	0.5	1.4	2.2	6.5	1.3
8	26.9	392	6.2	44	17.2	61	0.4	0.5	1.1	2.7	-
9	15.4	224	5.1	31	9.9	41	0.7	3.2	3.2	15.2	5.9
10	10.9	158	5.6	28	9.5	38	0.3	2.2	0.9	5.4	-
11	3.9	57	5.0	22	3.4	25	0.3	5.4	1.1	18.5	6
12	3.3	48	4.8	8	4.4	12	0.2	6.1	0.7	18.3	-
1	7.4	108	5.3	23	2.6	26	0.6	5.0	1.3	11.0	6.9
2	4.6	67	5.2	8	3.3	11	0.2	3.1	1.9	26.2	-
3	8.2	119	5.3	10	11.4	21	0.8	8.2	1.2	12.3	3.9
Av.	15.3	223	5.4	34	7.8	42	0.5	3.4	1.8	11.6	4.9

The dates of measuring NO₂ was June 2, August 2, October 2, November 30 in 2000, and February 1, April 5 in 2001 (from top to bottom). In the following tables (Table 2-9), the dates are the same.

Table 2 Keno Elem. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	6.7	96	5.0	4	0.8	5	0.1	1.2	0.8	8.1	-
5	19.6	281	5.9	15	2	17	0.6	2.1	0.3	1	5
6	5.3	721	5.2	1	11.2	12	0.4	0.5	4.1	5.4	-
7	25.7	368	6.1	3	6.6	10	0.5	1.4	2.8	8.2	4
8	27.3	392	5.1	266	21.8	288	0.6	1.5	4.3	10.3	-
9	17.2	247	5.0	21	10.4	31	0.7	3.0	3.7	16.0	5.3
10	11.5	165	5.3	150	7.1	157	0.3	2.0	2.0	12.2	-
11	4.5	65	4.5	28	3.8	32	0.4	5.1	1.1	16.0	8.4
12	3.7	53	4.6	6	4.3	10	0.2	3.9	1	23.5	-
1	7	100	5.6	12	2.5	15	0.5	4.5	0.7	6.3	6.2
2	5.1	73	5.4	3	2.4	5	0.2	2.3	1.9	23.8	-
3	8.0	115	5.7	6	7.5	14	0.8	8.3	2.2	22.8	7.9
Av.	11.8	223	5.3	43	6.7	50	0.4	3.0	2.1	12.8	6.1

Table 3 Kagoshima City Hall

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	7.1	102	4.5	9	1.5	11	0.2	2.1	0.8	7.2	-
5	20.7	299	5.8	20	1.8	22	1.1	3.6	0.1	0.2	20.1
6	49.9	721	4.9	3	9.0	12	0.5	0.7	6.5	8.7	-
7	25.5	368	6	11	4.5	16	0.4	1.2	2.0	5.7	12.6
8	27.1	392	4.9	252	50.8	303	3.1	7.4	22.3	53.3	-
9	18.6	268	4.5	41	3.5	45	0.7	2.8	4.8	19.2	16.4
10	10.6	153	4.4	1090	32.7	1123	2.2	14.2	17.9	117.0	-
11	4.1	59	4.8	81	4.7	86	0.5	7.9	2.1	33.3	20.8
12	4.6	66	5	13	5.2	18	0.2	3.9	1.2	21.4	-
1	7.6	110	5.5	31	2.2	33	0.6	4.6	1.9	15.2	12.4
2	4.2	61	5.2	13	5.9	19	0.3	4.6	3.1	46.7	-
3	7.7	111	5.3	16	14.0	30	1.3	13.8	2.2	23.8	24.5
Av.	15.6	226	5.1	132	11.3	143	0.9	5.6	5.4	29.3	17.8

Table 4 Seiryu Mid. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	5.6	80	5.6	7	2.4	9	0.2	3.0	1.1	12.9	-
5	20	287	6.0	5	5.2	26	0.7	2.5	0.4	1.5	7.9
6	50.3	721	6.3	2	18.6	21	0.8	1.1	4.4	5.8	-
7	25.7	368	6.2	4	11.0	15	0.8	2.2	2.3	6.6	5
8	27.3	392	5.7	9	15.9	25	0.4	0.8	3.2	7.6	-
9	11.4	163	5.6	13	10.0	23	0.6	3.7	3.2	20.7	8
10	9.2	132	4.6	157	15.6	173	0.9	6.7	6.1	45.9	-
11	4.8	69	5.2	19	5.6	25	0.4	5.0	1.8	24.4	16.2
12	4.9	70	5.3	13	5.9	19	0.2	3.4	1.9	33.3	-
1	5.9	85	6.1	30	1.5	32	0.6	6.4	2.0	21.6	8.4
2	3.6	52	5.4	8	3.8	12	0.3	4.6	2.4	42.5	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
Av.	15.3	220	5.6	24	8.7	35	0.5	3.6	2.6	20.3	9.9

Table 5 Fac. of Eng., Kagoshima Univ.

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	9.0	131	4.6	6	0.8	7	0.2	1.8	1.1	7.8	-
5	19.2	278	5.9	8	3.9	12	0.7	2.4	0.1	0.2	10.9
6	49.7	721	5	2	11.9	14	0.5	0.7	3.3	4.4	-
7	25.4	368	5.8	5	6.9	12	0.5	1.6	3.2	9.3	5.2
8	27.0	391.5	5.7	7	10.1	17	0.2	0.4	3.0	7.1	-
9	14.2	206	4.6	27	10.2	37	0.4	2.2	3.7	19.3	10.3
10	10.4	151	3.9	554	39.8	594	2.4	16.1	23.9	158.4	-
11	4.2	61	4.3	39	5.6	45	0.3	4.9	1.9	29.3	18.1
12	4.6	67	4.9	8	4.9	13	0.2	4.5	1.5	27.8	-
1	8.3	120	5.8	16	1.5	18	0.4	3.3	0.7	5.2	10.9
2	4.2	61	4.2	13	4.1	17	0.3	5	2.9	42.8	-
3	7.6	110	5.2	7	12.1	19	1	11.1	2.4	25.6	16.2
Av.	15.3	222	5.0	58	9.3	67	0.6	4.5	4.0	28.1	11.9

Table 6 Chuzan Elem. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	CF		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	9.0	128	5.4	2	1.2	3	0.2	1.3	0.9	7.1	-
5	17.0	242	6.3	6	3.9	10	1.2	4.9	0.5	2.1	8.3
6	50.6	721	5.8	1	15.7	17	0.5	0.7	3.7	5.0	-
7	25.8	368	6.1	4	5.9	10	0.6	1.8	2.3	6.6	5.3
8	27.5	392	5.8	5	17.6	23	0.3	0.8	2.3	5.4	-
9	13.0	185	5.4	14	9.2	23	0.7	3.8	3.2	18.6	8.3
10	9.0	128	5.7	17	6.5	24	0.2	1.4	0.9	6.8	-
11	4.9	70	5.4	10	3.2	13	0.2	3	1.0	12.8	17.2
12	4.7	67	5.5	3	4.9	8	0.2	3.7	1	18.3	-
1	7.4	105	6.4	7	2.9	10	0.5	4.3	0.4	3	10.6
2	3.6	51	5.3	4	4.9	9	0.2	3.4	2.6	46.4	-
3	8.0	114	5.6	3	12.3	15	1.4	14.4	1.7	18.4	14.4
Av.	15.0	214	5.7	6	7.4	14	0.5	3.6	1.7	12.5	10.7

Table 7 City Hall Taniyama Branch

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	CF		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	9.6	138	5.6	1	1.9	3	0.2	1.3	1.2	8.3	-
5	16.8	241	6.8	2	11.3	13	2.1	8.5	0.3	1.3	13.8
6	50.3	721	5.8	1	19.4	20	0.6	0.8	3.7	5.0	-
7	25.7	368	6.6	2	11.7	14	0.9	2.5	1.7	4.9	9.8
8	27.3	392	5.9	0	24.7	25	0.8	1.9	1.6	3.9	-
9	15	215	5.6	8	10.5	19	0.4	2.1	4.3	21.4	9.7
10	11.1	159	5.5	6	5.7	12	0.2	1.1	1.1	7.2	-
11	5.3	76	5.1	3	4.2	7	0.2	2.4	1.1	13.0	19.5
12	5.0	72	5	3	4.4	7	0.2	3.9	1.3	21.9	-
1	8.7	125	5.8	3	1.0	4	0.4	3.2	0.2	1.4	10.5
2	3.8	54	5.0	5	9.4	14	0.3	5.4	3.9	64.3	-
3	8.2	118	5.6	6	13.6	20	1.0	9.9	1.4	14.1	6.2
Av.	15.6	223	5.7	3	9.8	13	0.6	3.6	1.8	13.9	11.6

Table 8 Fukuhira Elem. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	CF		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	9.9	143	5	2	0.4	2	0.2	1.1	0.8	5.2	-
5	19.1	276	6.1	2	3.6	6	0.7	2.4	1.1	3.9	5
6	49.9	721	5.0	0	16.4	16	0.4	0.5	5.0	6.6	-
7	25.5	368	6.1	1	4.5	6	0.5	1.6	2.0	5.7	1.6
8	18.9	273	5.0	0	9.6	10	0.1	0.5	1.1	3.9	-
9	13.7	198	5.0	2	11.7	14	0.5	2.5	4.2	22.8	4.5
10	9.7	140	5.2	2	3.2	5	0.2	1.4	0.6	4.6	-
11	5.6	81	4.8	2	2.9	5	0.2	2.0	0.7	7.5	6.2
12	5.7	82	5.3	1	35.7	37	0.2	3	0.5	7.6	-
1	8.9	128	6.1	2	0.7	3	0.5	3.3	1.3	9.1	6.4
2	3.4	49	5.3	3	6.8	10	0.1	2.1	2.9	52.5	-
3	8.6	124	5.8	3	10.7	14	1.2	11.2	0.9	8.9	15.5
Av.	14.9	215	5.4	2	8.9	11	0.4	2.6	1.8	11.5	6.5

Table 9 Average data for 8 locations

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	CF		SO ₄ ²⁻		NO ₂
	l	mm		g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	g·m ⁻² ·month ⁻¹	mg/l	ppb
4	8.0	116	5.1	5	1.3	6	0.2	1.6	0.9	7.9	-
5	19.2	276	6.0	35	5.0	42	1.1	3.8	0.9	2.9	9.6
6	44.5	721	5.5	2	14.1	16	0.5	0.7	4.2	5.6	-
7	25.6	368	6.2	4	7.8	12	0.6	1.7	2.3	6.7	5.6
8	26.2	377	5.5	73	21.0	94	0.7	1.7	4.9	11.8	-
9	14.8	213	5.1	20	9.4	29	0.6	2.9	3.8	19.2	8.6
10	10.3	148	5.0	251	15.0	266	0.8	5.6	6.7	44.7	-
11	4.7	67	4.9	26	4.2	30	0.3	4.5	1.4	19.4	14.1
12	4.6	66	5.1	7	8.7	16	0.2	4.1	1.1	21.5	-
1	7.7	110	5.8	16	1.9	18	0.5	4.3	1.1	9.1	9.0
2	4.1	59	5.1	7	5.1	12	0.2	3.8	2.7	43.2	-
3	8.0	116	5.5	7.3	11.7	19.0	1.1	11.0	1.7	18.0	12.8
Av.	14.8	220	5.4	38	8.8	47	0.6	3.8	2.6	17.5	9.9

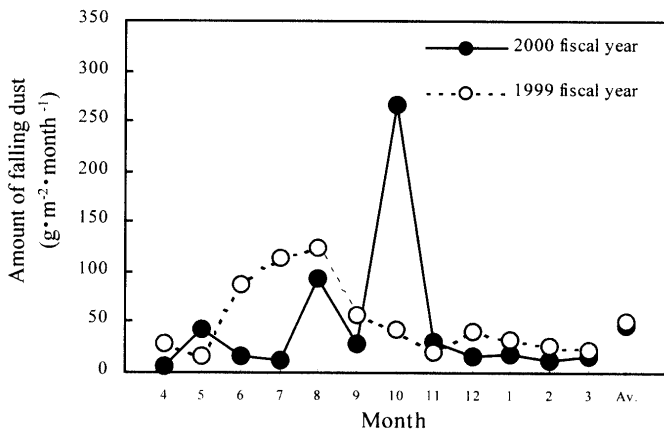


Fig.2 Average amount of falling dust for 8 locations in Kagoshima City.

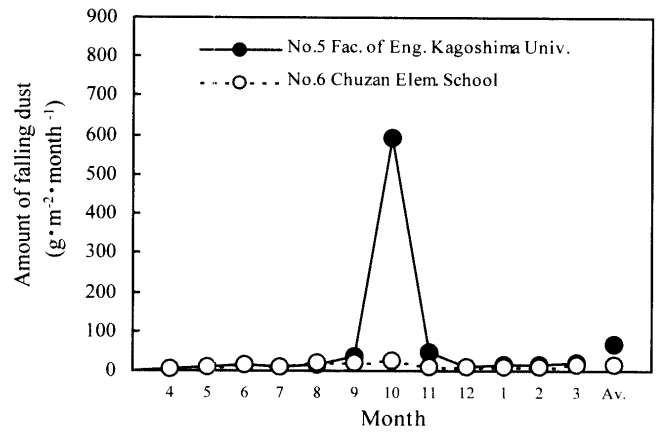


Fig.5 Monthly amount of falling dust at No.5 Monthly amount of falling Fac. of Eng., Kagoshima Univ. and No.6 Chuzan Elem. School

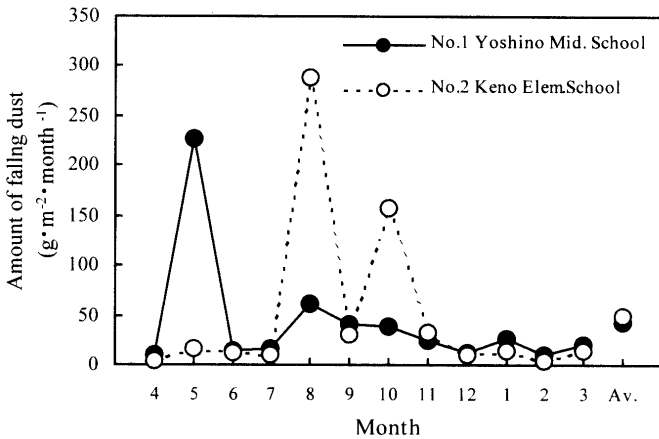


Fig.3 Monthly amount of falling dust at No.1 Yoshino Mid. School and No.2 Keno Elem. School

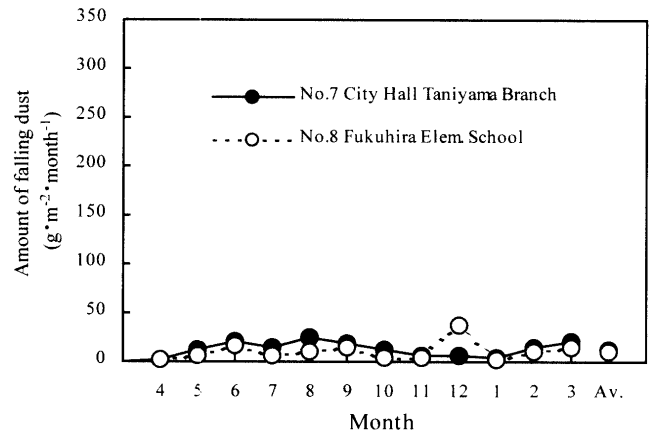


Fig.6 Monthly amount of falling dust at No.7 City Hall Taniyama Branch and No.8 Fukuhira Elem. School.

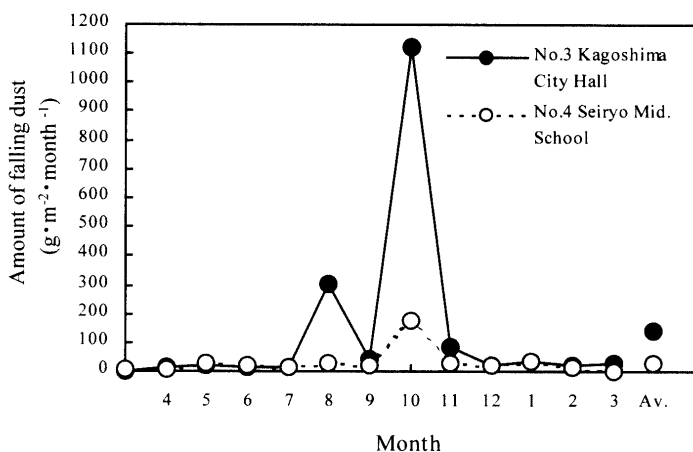


Fig.4 Monthly amount of falling dust at No.3 Kagoshima City Hall and No.4 Seiryu Mid. School.

3. 実験結果と考察

測定結果を Table 1-8 に、8 測定地点の平均値を Table 9 に示す。1 年間の測定中にはやむをえぬ事情で欠測値となった場合もあったが、そのデータを除いて平均値を求めた。

3.1 降下ばいじん量

Fig.2 に、Table 9 より得られた平成 12 年度の鹿児島市内 8 測定地点平均の月別降下ばいじん量を示す。また、Fig.3-6 に測定地点別の月別降下ばいじん量を示し、Fig.7 に各々の地点の年平均降下ばいじん量をまとめた。Fig.8 に、鹿児島市内平均と桜島全島平均の年度別降下ばいじん量を示す。大都市における降下ばいじん量は $5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ 前後である¹⁸⁾。

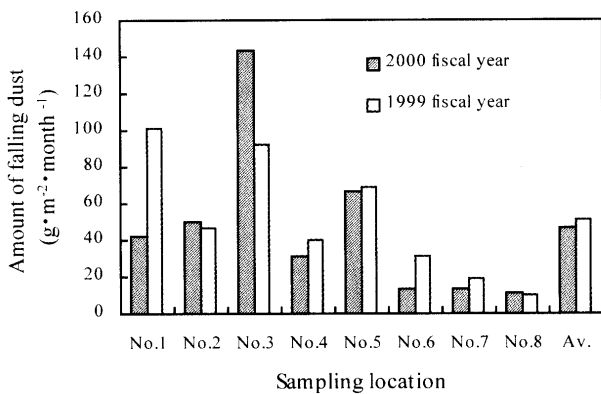


Fig.7 Average amount of falling dust at each location.

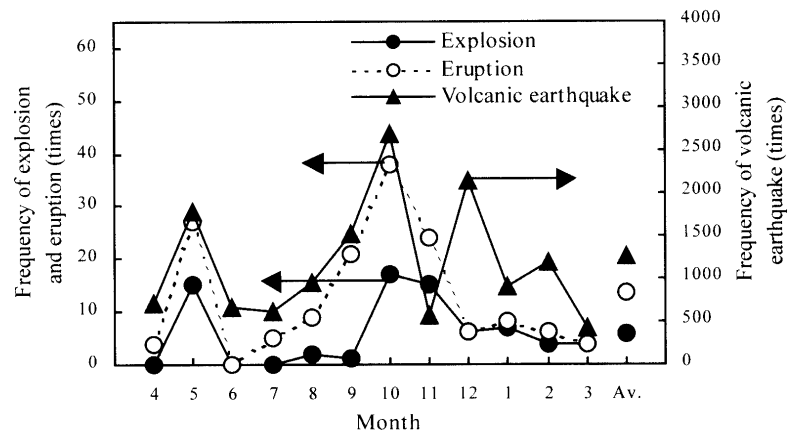


Fig.9 Frequency of explosions, eruptions, and earthquakes of Mt. Sakurajima

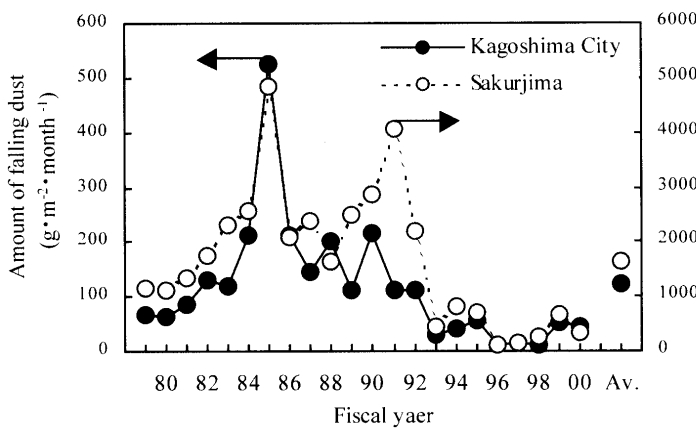


Fig.8 Average amounts of falling dust in Kagoshima City (cav. for 8 location) and in Sakurajima (cav. for 14 locations).

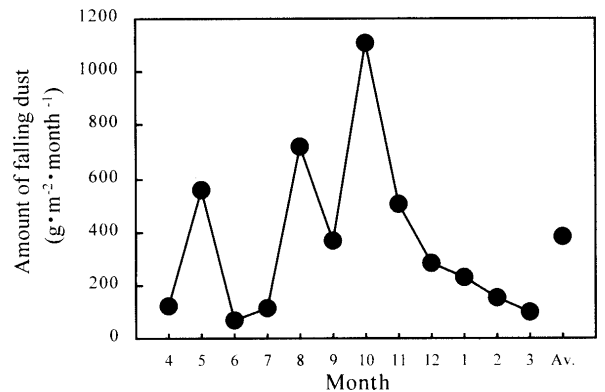


Fig.10 Average amount of falling dust for 14 locations in Sakurajima.

鹿児島市における降下ばいじん量は少ない時期でも $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ 以上であり、そのほとんどが桜島起源の火山灰であると考えられる。

本年度の鹿児島市内 8 測定地点の年平均降下ばいじん量は、 $47 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であった。平成 8 年度から 10 年度までは非常に低い降下ばいじん量 ($13\text{-}14 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$) あったが、平成 11 年度 $51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ 、平成 12 年度 $47 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ と若干高くなった。しかし、平成 4 年度以前の高降下ばいじん量の時代に比べればはるかに低い量である。

鹿児島市における測定地点は、桜島火口より西側に位置しているため、降下ばいじんは東風がよく吹く夏季に多く、冬季に少ないのが普通である。本年度もこの傾向があるが、特に 10 月に降下ばいじん量が多かった。Fig. 7 に示すように、本年度の測定地点別降下ばいじん量は昨年度に大体匹敵するが、No. 1 吉野中学校においては本年度は昨年度より低く、No. 3 鹿児島市役所では高かった。

Fig.9 に、鹿児島地方気象台提供の資料よりまとめた桜島の月別爆発・噴火回数および火山性地震回数を示す。(爆発・噴火は、鹿児島地方気象台の定義で以下のとおりである。爆発：音、体感空振、噴石、爆発地震のいずれかがあり、微気圧計に感じるもの；噴火：鹿児島地方気象台分類の噴煙量 3 以上のもの。) 本年度の爆発 71 回、噴火 152 回、火山性地震 14,189 回は、昨年度の爆発 327 回、噴火 520 回、火山性地震 19,019 回に比べて、いずれも減少し、桜島の活動は低下していると考えられる。

Fig.10 に、鹿児島県消防防災課提供のデータよりまとめた桜島全島(高免、園山、黒神、有村、湯之、持木、桜島口、小池、湯の平、武、西道、二俣、二俣上、赤水の 14 測定地点)における月別平均降下ばいじん量を示す。これらの測定地点は桜島のほぼすべての方向に平均して配置されており、Fig.10 に示す降下ばいじん量の月別変化は、季節的な変動というよりも桜島の活動そのものを反映しており、

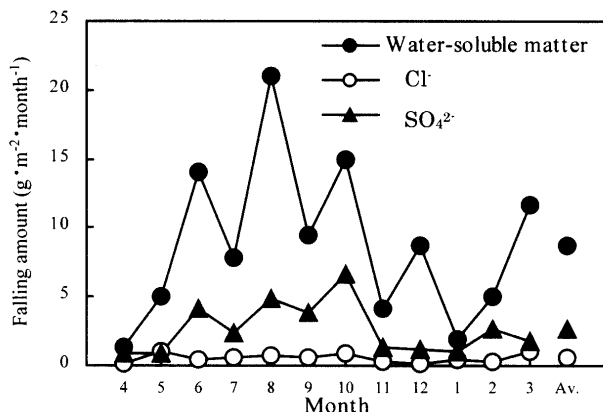


Fig.11 Average amount of falling water soluble matter, SO_4^{2-} , and Cl^- for 8 locations in Kagoshima city.

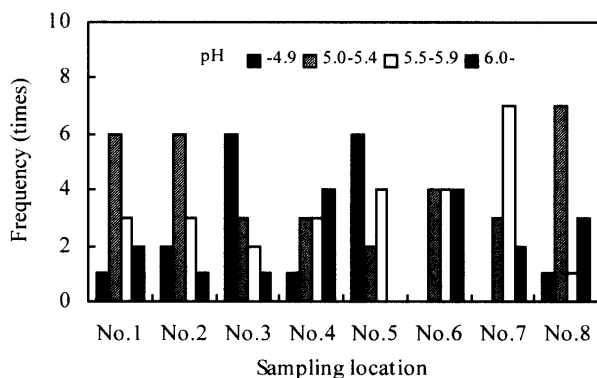


Fig.12 Frequency of pH at each location.

Fig.9 とかなり対応している。桜島全島の年平均降下ばいじん量は $342 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度の値 $658 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ より大きく減少しており、桜島活動の低下と対応している。

3.2 可溶性成分， SO_4^{2-} ， Cl^- 降下量および pH

Fig. 11 に 8 測定地点平均の可溶性成分， SO_4^{2-} ， Cl^- の月別降下量を示す。これらの成分は、農作物や金属の腐食に悪影響をおよぼすと考えられる。本年度の可溶性成分の年平均降下量は $8.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度の値 $7.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ と比べて増加した。 SO_4^{2-} の年平均降下量は $2.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ で昨年度の値 $1.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ と比べて増加した。また、 Cl^- の年平均降下量については、本年度が $0.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度の値 $0.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ と比べて減少した。 SO_4^{2-} の降下量については、降下ばいじん量の多い 8～10 月 (Fig.2) に多くなっており、降下ばいじんに吸収された亜硫酸ガスの共存雨水中への溶出等が主原因であろう。

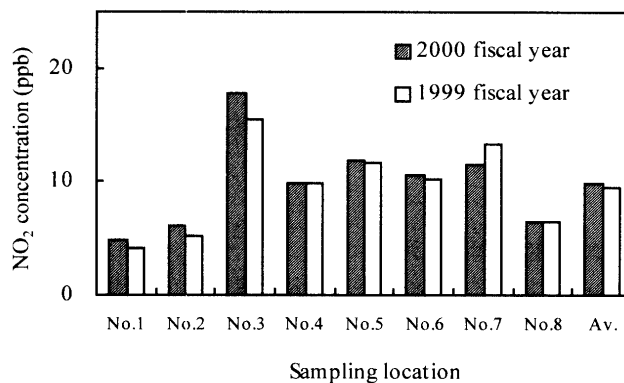


Fig.13 Average concentration of NO_2 for 8 locations in Kagoshima City.

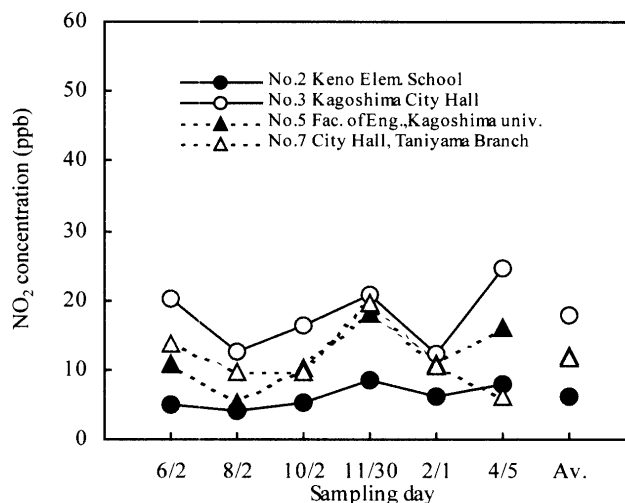


Fig.14 NO_2 concentrations at 4 locations.

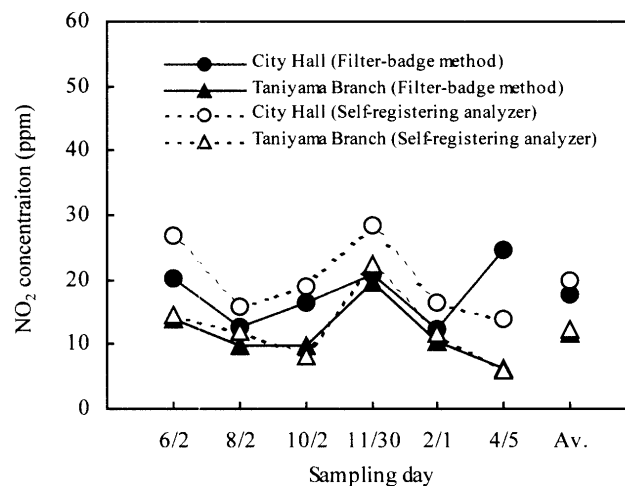


Fig.15 Comparison between the data from Filter-badge method and those from self-registering NO_2 analyzer.

Fig.12 に、測定地点別の pH の段階別頻度を示す。鹿児島市内北部において共存雨水が低い pH を記録した回数が多かった。昨年度は全測定地点について pH 4.9 以下を記録した回数が、のべ 10 回であったのに対し、本年度は 17 回であった。すなわち、本年

度は共存雨水が酸性を示す場合がかなり増加した。特に、降下ばいじん量や SO_4^{2-} 降下量が多い場合に低 pH の傾向が高く、前述した亜硫酸ガスの共存雨水中への溶出により pH が下がると考えられる。

3.3 大気中の NO_2 汚染

Fig.13 に、フィルターバッジ法による鹿児島市内 8 測定地点の大気中 NO_2 濃度測定値の平均を昨年度の場合とあわせて示す。本年度の鹿児島市内 8 測定地点平均 NO_2 濃度は 9.9 ppb であり、昨年度の値 9.5 ppb よりもやや増加した。最も NO_2 濃度が高いのは No.3 鹿児島市役所であり、また No.5 鹿大工学部、No.7 谷山支所も高い値を示した。これは、これらの測定地点が交通量の多い幹線道路の近くに位置しているため、自動車の排気ガスの影響と考えられる。今回の測定で最も高い NO_2 濃度を記録したのは平成 13 年 4 月 5 日 No.3 鹿児島市役所の 24.5 ppb であったが、この値も環境基準（1 時間値の 1 日平均値が 40 ~ 60 ppb またはそれ以下）は満足していた。

Fig.14 に、No.2 花野小学校、No.3 鹿児島市役所、No.5 鹿大工学部、No.7 谷山支所における NO_2 濃度の日変動を示す。 NO_2 濃度の高い測定地点においては、比較的大きな日変動があることがわかった。また、鹿児島市内の NO_2 濃度は大体連動して変動している。

Fig.15 に、No.3 鹿児島市役所および No.7 谷山支所におけるフィルターバッジ法と自動計測器による NO_2 濃度測定値の比較を示す。フィルターバッジ法は 24 時間暴露による測定であり、自動計測器のデータは 1 時間毎に測定したものを 24 時間平均したものであり、その誤差を考えれば、No.7 谷山支所のデータはかなり良い一致を示している。No.3 鹿児島市役所のデータはフィルターバッジの測定値が、自動計測器のそれよりも少し低く出ているが変化の傾向は類似していた。

4. 結 論

桜島降灰については、年平均降下ばいじん量が $47 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度とほぼ同じ量であった。近年低降下ばいじん量の傾向が続いていたが、昨年度から桜島の火山活動がやや活発化している傾向がみられる。大気中の NO_2 汚染に関しては、すべての測定値が環境基準よりかなり低い値であり、

現在のところ鹿児島市の汚染は比較的少ないと結論される。

終わりに、調査にご協力いただき、また貴重なデータを提供していただいた鹿児島市役所、鹿児島県庁、鹿児島地方気象台の関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 前田 滋, 大木 章, 竹下寿雄: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 1 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **30**, 141 (1988).
- 2) 前田 滋, 大木 章, 竹下寿雄: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 2 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **31**, 53 (1989).
- 3) 大木 章, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 3 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **32**, 75 (1990).
- 4) 大木 章, 中 建介, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 4 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **33**, 79 (1991).
- 5) 大木 章, 中 建介, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 5 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **34**, 39 (1992).
- 6) 中 建介, 大木 章, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 6 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **35**, 29 (1993).
- 7) 大木 章, 中 建介, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 7 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **36**, 73 (1994).
- 8) 大木 章, 中 建介, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 8 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **37**, 74 (1995).
- 9) 近藤靖範, 大木 章, 中 建介, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 9 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **38**, 75 (1996).
- 10) 中村 透, 大木 章, 中島常憲, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 10 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **39**, 76 (1997).
- 11) 中村 透, 大木 章, 中島常憲, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 11 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **40**, 67 (1998).
- 12) 海平泰司, 大木 章, 中島常憲, 前田 滋: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 12 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **41**, 133 (1999).

- 13) 隈部康誉, 大木 章, 中島常憲 : 鹿児島市の大気汚染調査 (第 13 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **42**, 193 (2000).
- 14) W. Leithe, 新良宏一郎 : 大気汚染の測定 1 版, 化学同人, pp. 110, 164 (1973).
- 15) 大気汚染研究全国協議会編 : 大気汚染ハンドブック (1) 測定編 5 版, コロナ社, pp.38, 145 (1971).
- 16) 竹下寿雄, 前田 滋, 下原孝章 : 鹿児島市及び桜島の大气汚染調査 (第 1 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **21**, 140 (1979).
- 17) 堀 素夫, 鈴木 伸, 榎木義一, 樋口伊佐夫 : 大気環境のサーベイランス測定・設計・解析, 東京大学出版会, 59 (1984).
- 18) S. Maeda, M. Imayoshi, A. Ohki, the late T. Komaki, T. Takeshita, Proceedings of Kagoshima International Conference on Volcanoes, Kagoshima, 686 (1988).