

鹿児島市の大気汚染調査 (第13報) 平成11年度調査報告

隈部 康誉*・中島 常憲**・大木 章**

AIR POLLUTION IN KAGOSHIMA CITY (PART13) INVESTIGATION FROM APRIL 1999 TO MARCH 2000

Yasutaka KUMABE, Tsunenori NAKAJIMA and Akira OHKI

Air pollution in Kagoshima City from April 1999 to March 2000 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 $51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$, which was four times higher 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 also quite higher than 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 Fac. of Eng., Kagoshima Univ., 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。

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¹⁻¹²⁾。本論文では、平成11年度の調査結果を報告する。

2000年7月17日受理

* 博士前期課程応用化学工学科専攻

** 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^{13, 14)}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(1 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¹⁵⁾。一方、上記8ヶ所の測定地点において、アルカリろ紙法(フィルターバジ法)¹⁶⁾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。

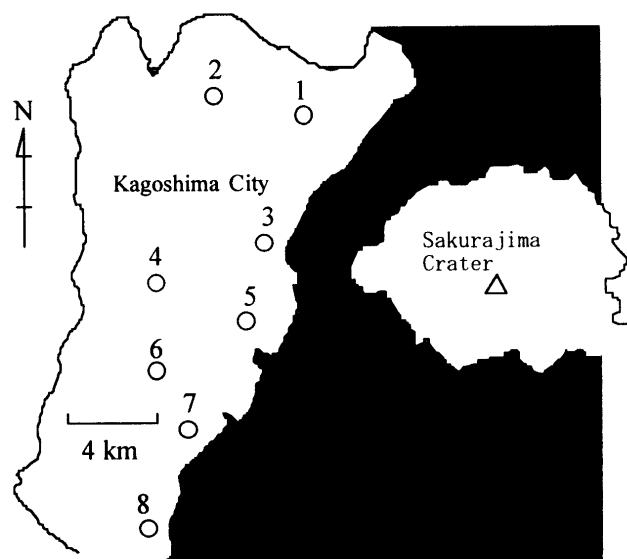


Fig.1 Sampling locations. 1, Yoshino Mid. School; 2, Keno Elem. School; 3, Kagoshima City Hall; 4, Seiryō Mid. School; 5, Fac. of Eng., Kagoshima Univ.; 6, Chuzan Elem. School; 7, City Hall Taniyama Branch; 8, Fukuhira Elem. School

2.2 降下ばいじん量測定方法

前報¹⁵⁾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¹⁵⁾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ジケースより取り出して、文献記載¹⁶⁾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	
4	27.0	392	5.5	25	6.2	31	1.2	3.8	1.8	2.2	-
5	14.4	209	4.5	33	3.7	37	0.6	2.6	2.0	8.4	1.9
6	42.2	613	5.5	25	26.2	51	0.6	0.8	4.5	6.4	-
7	18.7	272	4.7	542	16.1	558	2.5	11.0	4.8	21.1	1.4
8	33.2	482	5.3	125	20.6	146	0.4	0.7	1.3	2.4	-
9	22.8	331	5.2	56	17.5	74	1.4	4.0	1.2	3.5	2.8
10	5.0	73	6.0	30	1.4	31	0.2	3.6	0.7	11.9	-
11	1.0	15	5.6	35	1.2	36	0.1	7.7	0.3	17.2	6.4
12	0.7	10	5.1	69	2.2	71	0.2	27.7	0.4	51.3	-
1	3.4	49	4.9	82	0.8	83	0.5	10.6	1.0	20.2	7.7
2	2.5	36	5.1	46	2.5	49	0.6	15.9	0.3	8.4	-
3	7.2	105	5.8	39	3.6	43	1.0	9.8	0.8	7.8	4.1
Av.	14.8	216	5.3	92	8.5	101	0.8	8.2	1.6	13.4	4.1

The dates of measuring NO₂ was June 3, August 4, September 28, November 30 in 1999, and February 4, April 3 in 2000 (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	
4	27.4	393	5.2	32	12.1	44	2.0	6.0	2.6	7.9	-
5	14.1	202	5.7	15	0.9	16	0.3	1.2	1.6	6.9	2.8
6	40.8	585	5.4	14	26.3	40	0.4	0.6	3.3	4.8	-
7	17.3	248	4.7	178	13.0	191	1.5	7.5	2.5	11.9	2.4
8	36.0	516	5.6	53	13.7	67	0.3	0.5	0	0.3	-
9	23.9	343	5.2	54	14.9	69	0.9	2.5	1.0	2.8	3.9
10	3.8	54	6.0	12	1.1	13	0.1	2.4	0.4	8.2	-
11	0.8	11	5.8	13	0.9	14	0.1	5.4	0.3	25.4	7.1
12	0.9	13	5.2	30	1.4	31	0.3	23.4	0.4	33.9	-
1	3.7	53	4.8	35	0.2	35	0.4	6.9	0.6	10.8	8.6
2	2.6	37	4.9	10	3.8	14	0.6	13.9	0.3	8	-
3	7.2	103	5.5	18	3.1	21	0.4	4	0.6	6.4	6.0
Av.	14.9	213	5.3	39	7.6	46	0.6	6.2	1.1	10.6	5.1

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	
4	27.2	393	4.9	8	10.8	19	2.5	7.6	2.4	7.4	-
5	16.2	234	5.9	24	0.3	24	0.2	0.7	1.2	4.4	14.7
6	40.6	586	5.3	124	27.0	151	0.9	1.3	4.9	7.2	-
7	16.2	234	4.7	95	6.0	101	1.1	5.6	1.3	6.6	8.0
8	29.6	42.7	5.6	330	10.8	341	0.4	0.8	1.2	2.5	-
9	23.6	341	5.2	75	24.7	100	4.3	12.1	1.8	5.2	18.2
10	4.5	65	5.3	76	2.4	78	0.4	8.3	1.3	25.4	-
11	1.1	16	5.8	31	1.2	32	0.1	4.6	0.4	22.1	18.3
12	1.3	19	4.6	102	2.1	104	0.5	30.5	0.6	40.2	-
1	4.0	58	5	55	0.8	56	0.3	5.8	1.0	16.9	16.8
2	2.4	35	5	61	5.3	66	0.6	16	0.7	18.9	-
3	6.6	95	5.5	35	4.1	39	0.5	5.2	0.9	10.4	16.7
Av.	14.4	177	5.2	85	8.0	93	1.0	8.2	1.5	13.9	15.5

Table 4 Seiryō 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	27.2	390	6.8	48	17.9	66	2.3	7.1	4.2	12.9	-
5	13.5	194	7.1	15	3.4	18	0.3	1.2	1.8	8.6	6.1
6	39	559	6.6	64	20.0	84	0.8	1.2	4.1	6.4	-
7	16.8	241	6.2	5	6.8	12	1.1	5.3	1.0	4.7	5.1
8	29.7	426	6.5	98	11.8	110	0.3	0.7	1.1	2.3	-
9	23.6	338	5.6	18	21.7	40	2.9	8.2	1.1	3.2	9.6
10	3.9	56	5.6	42	2.9	45	0.3	6.3	1.3	29.4	-
11	0.8	11	5.6	16	2.7	19	0.2	14.3	0.6	44.4	18.4
12	0.8	11	5.4	30	2.1	32	0.3	35.1	0.5	55.1	-
1	4.2	60	5.5	18	0.5	19	0.3	5.8	1.0	15.8	11.9
2	2.6	37	5.8	14	5.0	19	0.8	20.2	0.6	15.0	-
3	5.7	82	6.0	13	6.0	19	0.7	9.2	1.3	17.5	8.2
Av.	14.0	200	6.1	32	8.4	40	0.9	9.6	1.6	17.9	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	
4	27.1	393	5.5	19	10.2	29	1.8	5.4	4.0	12.2	-
5	16.3	236	5.5	22	1.6	24	0.4	1.6	1.4	5.5	9.0
6	42.8	621	5.1	228	30.1	258	0.9	1.2	11.4	15.9	-
7	18.9	274	5.1	11	6.9	18	1	4.4	1.3	5.6	6.2
8	28.5	413	5.9	145	11.4	156	0.3	0.6	0.6	1.3	-
9	22.7	329	5.7	28	19.7	48	4.5	13.4	2.3	6.7	10.4
10	4.9	71	6.1	117	4.4	121	0.3	5.5	1.7	30.0	-
11	0.9	13	5.9	30	1.0	31	0.1	4.3	0.3	20.7	21.0
12	1.6	23	5.2	47	1.8	49	0.4	18.5	0.7	38	-
1	4.1	59	5.2	30	0.0	30	0.3	4.6	0.6	9.6	14.7
2	2.4	35	5.1	31	4.4	35	0.6	15.3	0.8	21.6	-
3	7.4	107	4.6	18	6.7	25	0.7	6.7	1.2	12.2	8.8
Av.	14.8	215	5.4	61	8.2	69	0.9	6.8	2.2	14.9	11.7

Table 6 Chuzan 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	27.6	393	5.7	6	10.2	16	1.8	5.5	2.6	7.9	-
5	15.6	222	6.3	4	0.2	4	0.2	0.7	0.9	3.7	8.2
6	38.2	544	6.2	47	16.9	64	0.6	0.9	4.0	6.3	-
7	18.9	269	6.0	4	7.2	11	1.2	5.1	0.7	3.1	2.4
8	26.8	382	6.0	87	10.1	97	0.3	0.8	1.1	2.5	-
9	19.2	273	5.7	46	17.8	64	2.8	9.8	1.4	4.8	9.8
10	4.7	67	6.5	34	2.3	36	0.3	4.9	1.1	20.3	-
11	0.9	13	5.8	11	1.6	13	0.1	5.4	0.4	26.1	18.6
12	1.3	19	5.8	20	1.5	22	0.3	18	0.6	36	-
1	3.4	48	5.9	19	0.9	20	0.3	6	0.4	7.9	12.4
2	2.6	37	6.3	11	3.6	15	1.8	43.2	0.6	13.6	-
3	6.7	95	5.8	6	10.4	16	0.5	6.1	1.3	14.8	9.8
Av.	13.8	197	6.0	25	6.9	32	0.9	8.9	1.3	12.3	10.2

Table 7 City Hall Taniyama Branch

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	27.2	390	5.5	4	7.5	12	1.6	4.8	3.0	9.3	-
5	16.0	229	5.8	1	4.6	6	0.3	1.3	0.3	1.2	12.3
6	42.8	614	6.0	8	24.8	33	0.6	0.8	2.6	3.7	-
7	23.0	330	6.4	2	10.7	13	1.9	7.0	1.3	4.7	7.2
8	27.4	393	7.1	31	18.6	50	0.6	1.2	0.9	1.9	-
9	23.3	334	5.9	9	31.1	40	7.7	22.3	3.8	10.9	15.4
10	3.3	47	5.9	14	1.7	16	0.1	3.9	0.4	11.3	-
11	1.7	24	5.6	13	2.3	15	0.1	2.5	0.6	20.3	16.9
12	1.7	24	5.8	11	1	12	0.2	11	0.3	16.6	-
1	4.3	62	5.7	8	1.0	9	0.2	3.6	0.3	5.5	12.9
2	3.2	46	5.5	7	3.9	11	0.6	11.0	0.1	2.2	-
3	7.9	113	6.1	2	5.6	8	0.7	6.7	2.4	23.1	15.6
Av.	15.2	217	5.9	9	9.4	19	1.2	6.3	1.3	9.2	13.4

Table 8 Fukuhira 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	27.2	393	5.4	3	3.3	6	1.3	3.9	2.5	7.6	-
5	16.5	238	5.9	1	0.3	1	0.2	0.8	0.4	1.3	4.8
6	46.2	667	6.0	3	13.9	17	0.6	0.8	1.6	2.0	-
7	23.6	341	6.0	1	12.8	14	2.2	7.6	1.3	4.5	4.5
8	30.0	433	6.0	13	7.0	20	0.2	0.4	2.3	4.6	-
9	23.4	338	5.6	4	23.8	28	5.4	15.6	3.4	9.6	6.2
10	3.4	49	5.6	5	0.5	6	0.1	2.4	0.5	13.2	-
11	1.8	26	6.0	6	0.8	7	0.1	1.7	0.4	14.2	7.4
12	1.2	17	5	7	1	8	0.2	13.1	0.2	13.1	-
1	4.6	66	5.1	3	0.1	3	0.3	4.8	0.6	8.4	7.3
2	3.8	55	5.5	3	4.8	8	0.8	12.4	0.2	2.6	-
3	7.0	101	5.6	2	3.9	6	0.3	3.6	0.5	5.6	8.2
Av.	15.7	227	5.6	4	6.0	10	1.0	5.6	1.2	7.2	6.4

Table 9 Average data for 8 locations

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	27.2	392	5.6	18	9.8	28	1.8	5.5	2.9	8.4	-
5	15.3	221	5.8	14	1.9	16	0.3	1.3	1.2	5.0	7.5
6	41.6	599	5.8	64	23.2	87	0.7	1.0	4.5	6.6	-
7	19.2	276	5.5	105	9.9	115	1.6	6.7	1.8	7.8	4.7
8	30.2	386	6.0	110	13.0	123	0.4	0.7	1.1	2.2	-
9	22.8	328	5.5	36	21.4	58	3.7	11.0	2.0	5.8	9.5
10	4.2	60	5.9	41	2.1	43	0.2	4.7	0.9	18.7	-
11	1.1	16	5.8	19	1.5	21	0.1	5.7	0.4	23.8	14.3
12	1.2	17	5.3	40	1.6	41	0.3	22.2	0.5	35.5	-
1	4.0	57	5.3	31	0.5	32	0.3	6.0	0.7	11.9	11.5
2	2.8	40	5.4	23	4.2	27	0.8	18.5	0.5	11.3	-
3	7.0	100	5.6	17	5.4	22	0.6	6.4	1.1	12.2	9.7
Av.	14.7	208	5.6	43	7.9	51	0.9	7.5	1.5	12.4	9.5

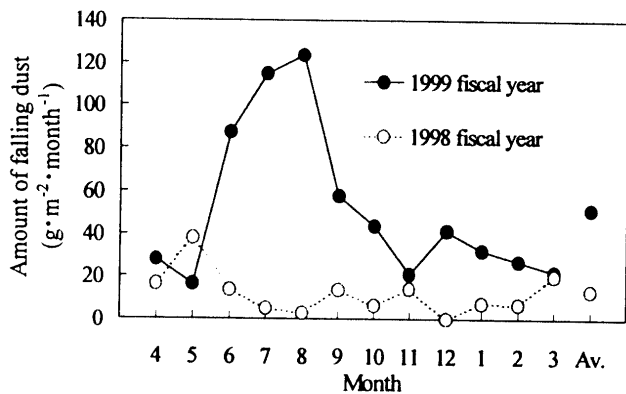


Fig. 2 Average amount of falling dust for 8 locations in Kagoshima City

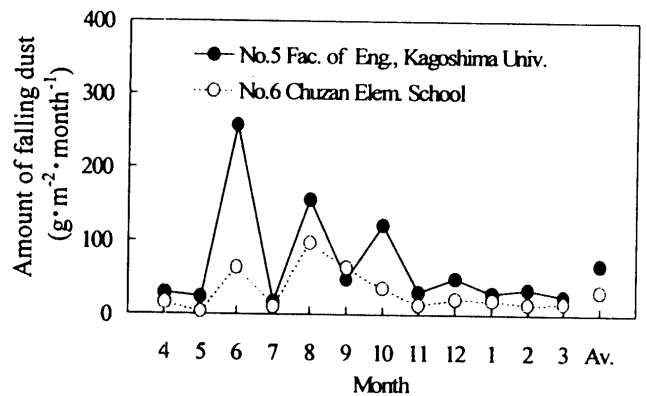


Fig. 5 Monthly amount of falling dust at No. 5 Fac. of Eng., Kagoshima Univ. and No. 6 Chuzan Elem. School

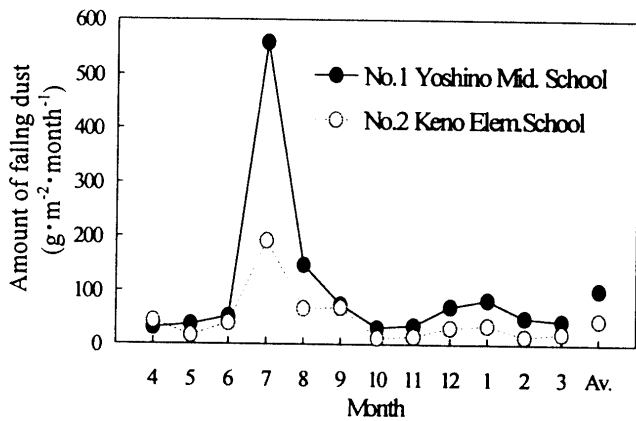


Fig. 3 Monthly amount of falling dust at No. 1 Yoshino Mid. School and No. 2 Keno Elem. School

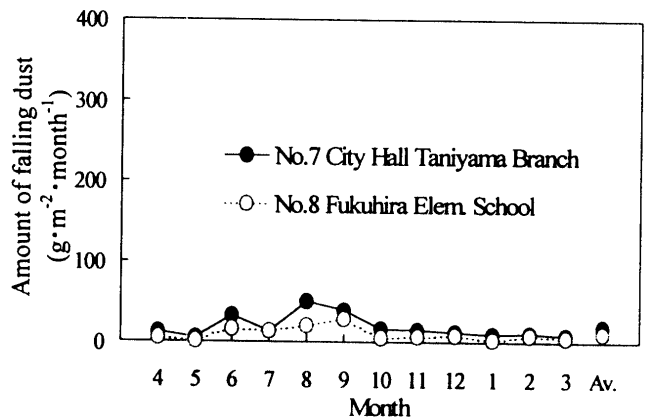


Fig. 6 Monthly amount of falling dust at No. 7 City Hall Taniyama Branch and No. 8 Fukuhira Elem. School

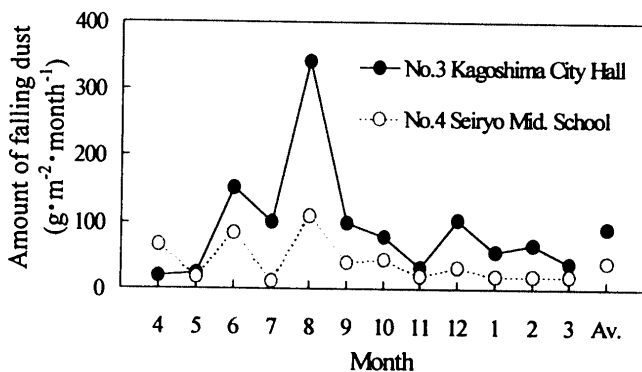


Fig. 4 Monthly amount of falling dust at No. 3 Kagoshima City Hall and No. 4 Seiryō Mid. School

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 11 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

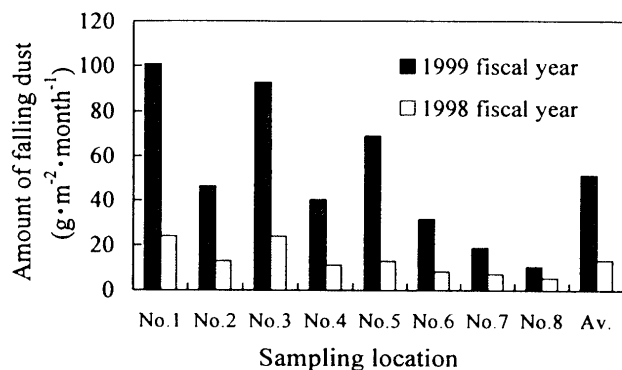


Fig. 7 Average amount of falling dust at each location

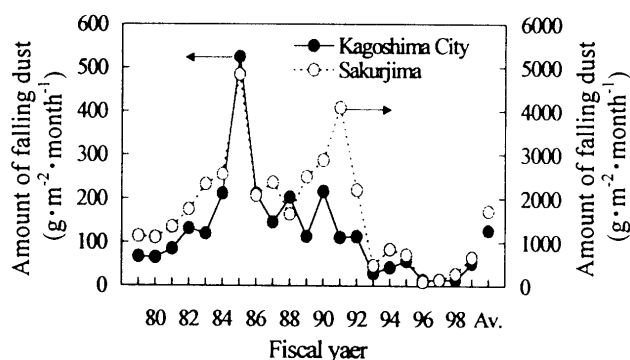


Fig. 8 Average amount of falling dust in Kagoshima City (av. for 8 locations) and in Sakurajima (av. for 14 locations)

である¹⁷⁾。鹿児島市における降下ばいじん量は少ない時期でも $15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ 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、 $51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、平成10年度の値 $13 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ よりも大きく増加し、平成8年度より続いていた低降下ばいじんの傾向が増加に転じた。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の、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。本年度は特に夏季の降下ばいじん量が昨年の10倍程度多かった。Fig. 7に示すように8箇所すべてにおいて、降下ばいじん量が平成10年度よりも大きく増加した。これらの原因は後述するように桜島の火山活動が活発であったことが挙げられる。

Fig. 8に'78年度からの鹿児島市内平均の降下ばいじん量を示す。'85年度に $500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$

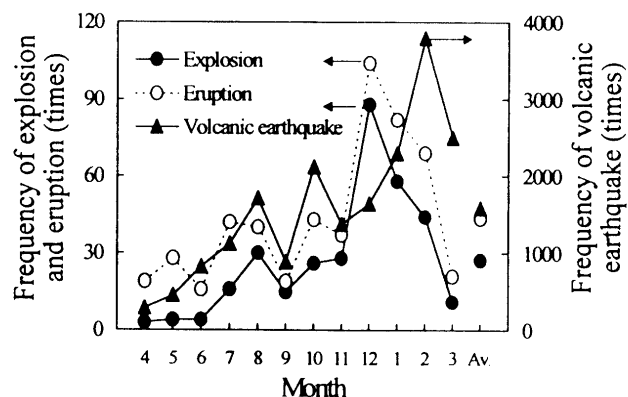


Fig. 9 Frequency of explosions, eruptions, and earthquakes of Mt. Sakurajima

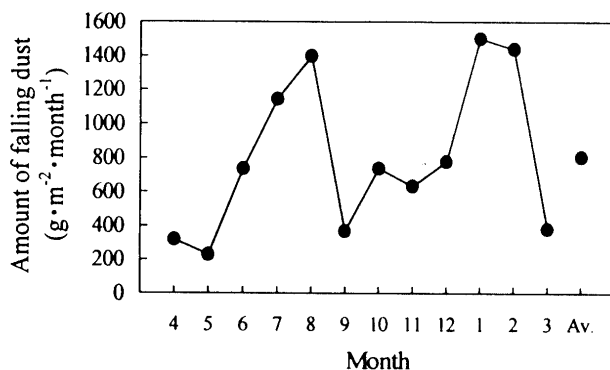


Fig. 10 Average amount of falling dust for 14 locations in Sakurajima

以上の降下ばいじん量を記録し、その後減少傾向にあったが、本年度は、 $51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ でありやや上昇した。

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327回、噴火520回、火山性地震19,019回は、昨年度の爆発102回、噴火165回、火山性地震5,512回に比べて、いずれも大きく増加した。

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

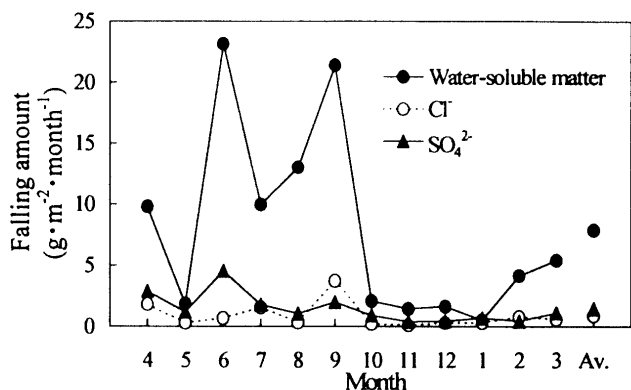


Fig. 11 Average of falling water-soluble matter, SO_4^{2-} , and Cl^- for 8 locations in Kagoshima City

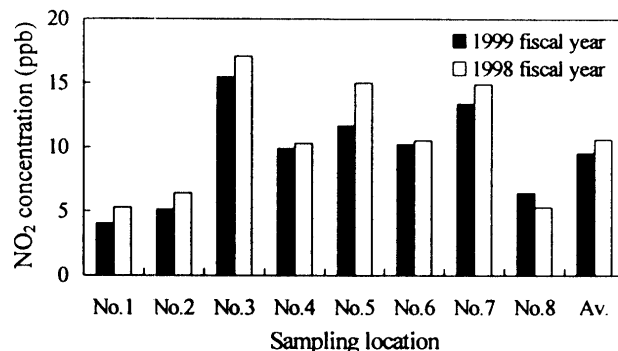


Fig. 13 Average concentration of NO_2 for 8 locations in Kagoshima City

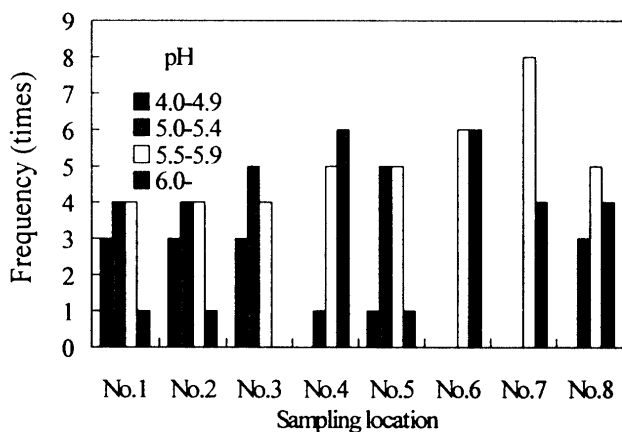


Fig. 12 Frequency of pH at each location

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. 9 に示す桜島の活動とほぼ対応している。桜島全島の年平均降下ばいじん量は $658 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度の値 $272 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ より大きく増加した。

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 $7.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度の値 $4.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ より約 2 倍増加した。 SO_4^{2-} の年平均降下量は $1.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ で昨年度の値 $1.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ と比べて

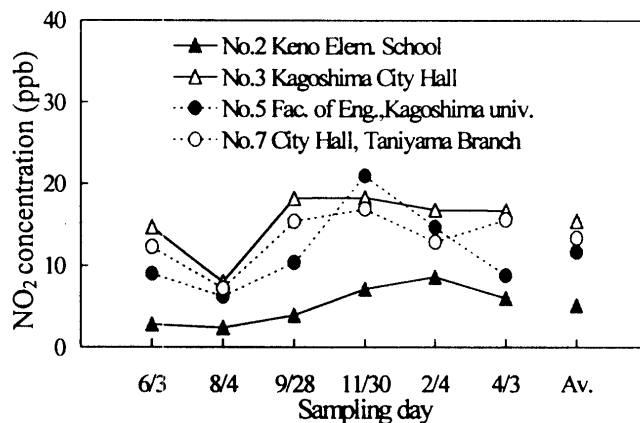


Fig. 14 NO_2 concentrations at 4 locations

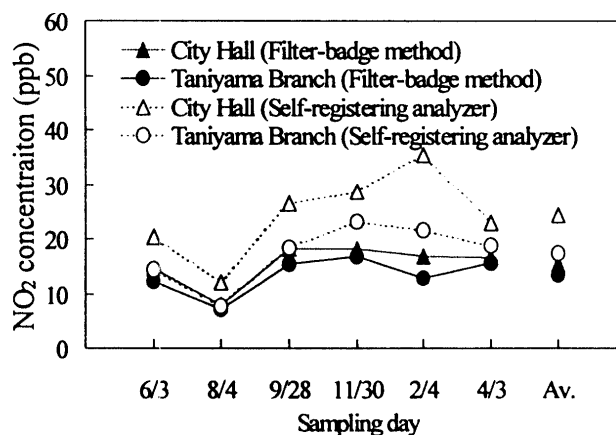


Fig. 15 Comparison between the data from Filter-badge method and those from self-registering NO_2 analyzer

やや増加した。また、 Cl^- の年平均降水量についても、本年度が $0.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度の値 $0.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ と比べて増加した。 SO_4^{2-} の降水量については、降下ばいじん量の多い6~9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. 12に、測定地点別のpHの段階別頻度を示す。鹿児島市内北部のNo. 1~No. 3において共存雨水がpH 5程度を記録した回数が多かった。前年度は全測定地点についてpH 4.0~4.9を記録した回数が、のべ1回であったのに対し、本年度は10回であったことから、共存雨水が酸性を示す場合が大幅に増加した。前述したように、本年度は降下ばいじん量が昨年度に比べて多く、降下ばいじんより亜硫酸ガスのような酸性成分が共存雨水中に溶出したためであろう。

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9.5 ppbであり、昨年度の値10.6 ppbよりもやや減少した。最も NO_2 濃度が高いのはNo. 3の鹿児島市役所であり、またNo. 5の鹿大工学部、No. 7の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。平成11年度において最も高い NO_2 濃度を記録したのは平成11年11月30日No. 5鹿児島大学工学部の21.0 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かなり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 $51 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ であり、昨年度の約4倍の値であった。近年低降下ばいじん量の傾向が続いていたが、今年度は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, 76 (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, 87 (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, 85 (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) W. Leithe, 新良宏一郎:大気汚染の測定1版, 化学同人, pp. 110, 164 (1973).
- 14) 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).
- 15) 竹下寿雄, 前田 滋, 下原孝章:鹿児島市及び桜島の大気汚染調査(第1報), 鹿児島大学工学部研究報告, 21, 140 (1979).
- 16) 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).
- 17) S. Maeda, M. Imayoshi, A. Ohki, the late T. Komaki, T. Takeshita, Proceedings of Kagoshima International Conference on Volcanoes, Kagoshima, 686 (1988).