

# 鹿児島市の大気汚染調査 (第 16 報)

## 平成 14 年度調査報告

星野 太作\* 大山 謙二\*\* 中島 常憲\*\* 高梨 啓和\*\* 大木 章\*\*

### AIR POLLUTION IN KAGOSHIMA CITY (PART16) INVESTIGATION FROM APRIL 2002 TO MARCH 2003

Daisaku HOSHINO, Kenji OHYAMA, Tsunenori NAKAJIMA, Hirokazu TAKANASHI and Akira OHKI

Air pollution in Kagoshima City from April 2002 to March 2003 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  $\text{SO}_4^{2-}$ , Cl, and water-soluble matter, as well as for pH.

The average monthly amount of falling dust at eight locations in Kagoshima City was  $6.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ , which was slightly decreased than the value observed in the last fiscal year. Thus, the tendency of low falling dust amount continued, after a period (1999-2000) of relatively high falling dust amount (ca,  $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ ). The weight of water-soluble matter which fell was considerably higher than that for the last fiscal year.  $\text{NO}_2$  air pollution was measured by use of the "filter-badge method". The highest value for  $\text{NO}_2$  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,  $\text{NO}_2$

## 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。

2003 年 xx 月 xx 日受理

\* 博士前期課程生体工学専攻

\*\* 生体工学科

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<sup>1-16)</sup>。本論文では、平成 14 年度の調査結果を報告する。

## 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<sup>17), 18)</sup> 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 ・SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 濃度 ・Cl<sup>-</sup> 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<sup>19)</sup>。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)<sup>20)</sup> による大気中の NO<sub>2</sub> 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。

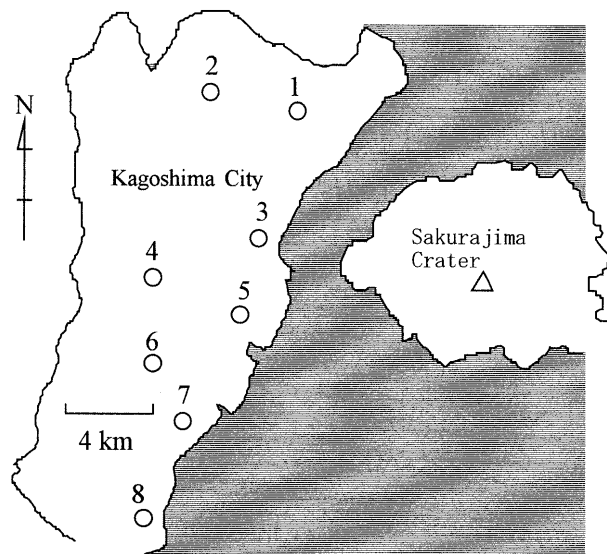


Fig. 1 Sampling locations. 1, Yoshino Mid. School; 2, Keno Elem. School; 3, Kagoshima City Hall; 4, Seiryō Mid. School; 5, Fac. of Eng., Kagoshima Univ.; 6, Chuzan Elem. School; 7, City Hall Taniyama Branch; 8, Fukuhira Elem. School

## 2.2 降下ばいじん量測定方法

文献<sup>19)</sup> に記した方法によった。

## 2.3 降下ばいじん共存雨水中の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup> 定量法

文献<sup>19)</sup> に記した方法によった。

## 2.4 大気中の NO<sub>2</sub> 測定法

東洋ろ紙 (株) 製フィルターバッジ NO<sub>2</sub> 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、NO<sub>2</sub> 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<sup>20)</sup> の方法で NO<sub>2</sub> 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 g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	Water-soluble matter g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	Falling dust g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub> ppb
	l	mm					g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	18.8	273	4.9	0.4	0.5	0.9	0.3	1.3	2.6	9.7	-
5	9.1	132	4.3	1.4	5.7	7.1	0.2	1.4	1.8	14.4	6.8
6	-	-	4.8	0.5	31.3	31.8	0.1	0.2	6.7	13.3	-
7	19	276	5.2	0.9	8.3	9.2	1.0	3.5	0.1	0.4	3
8	15.5	225	6.2	2.1	0.4	2.5	0.8	3.8	0.6	2.7	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.3
10	8.3	121	5.0	3.4	3.6	7.0	0.2	1.8	0.6	4.8	-
11	7.6	110	5.0	1.6	3.4	5.0	0.6	4.6	3.6	29.6	6.4
12	12.1	176	5.6	0.7	3.6	4.3	0.3	1.5	0.3	1.7	-
1	8.2	119	4.7	3.5	1.5	5.0	0.6	6.6	5.3	62.0	8.1
2	7.9	115	5.1	1.1	4.2	5.3	0.3	2.0	2.3	17.5	-
3	13.2	192	4.5	0.3	1.0	1.3	0.2	1.3	4.1	24.3	2.6
Av.	12.0	174	5.0	1.4	5.8	7.2	0.4	2.5	2.5	16.4	5.7

The dates of measuring NO<sub>2</sub> was June 4, August 2, October 4, November 29 in 2002, and February 7, April 8 in 2003 (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 <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	19.6	281	4.7	2.4	2.2	4.6	0.4	1.6	0.8	2.9	-
5	8.3	119	4.2	1.1	4.2	5.3	0.2	1.6	2.9	25.6	5.9
6	-	-	5.0	1.6	25.8	27.4	0.1	0.1	4.7	9.3	-
7	19.2	275	5.7	1.4	1.8	3.2	0.5	1.7	0.6	2.0	1.7
8	15.4	221	5.4	1.2	0.2	1.4	0.7	3.3	1.4	7	-
9	0.2	3	6.2	-	-	-	-	-	-	-	7.8
10	6.9	99	5.4	2.7	0.9	3.6	0.1	1.2	0.1	1.0	-
11	6.5	93	5.2	1.5	3.2	4.7	0.6	5.9	0.7	7.2	7.9
12	13.1	188	4.9	0.5	1.4	1.9	0.2	1.1	0.2	1.2	-
1	7.5	108	4.5	0.5	1.2	1.7	0.6	7.8	3.1	39.9	7.4
2	8.6	123	4.8	1.0	5.7	6.7	0.3	1.8	5.4	37.9	-
3	13.5	194	4.6	1.7	0.7	1.7	0.2	1.2	1.1	6.3	4.5
Av.	10.8	155	5.1	1.4	4.3	5.7	0.4	2.5	1.9	12.8	5.9

Table 3 Kagoshima City Hall

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	18.5	267	4.7	0.3	1.6	1.9	0.4	1.5	1.0	4.0	-
5	10.6	153	4.8	1.1	5.5	6.6	0.2	1.1	3.9	26.9	24.5
6	-	-	5	1.6	25.3	26.9	0.1	0.3	7.6	15.1	-
7	20.3	293	6	3.6	4.1	7.7	1.3	4.1	0.0	0.1	9.5
8	13.6	196	5.9	1.6	0.6	2.2	1.2	6.6	2.8	15.0	-
9	1.3	19	6.8	1.4	1.1	2.5	0.0	2.6	1.1	58.5	29.3
10	10.1	146	5.2	39.7	2.1	41.8	0.2	1.4	1.5	10.1	-
11	6.8	98	5.1	2.7	3.5	6.2	0.5	4.7	0.9	8.6	21.2
12	14.7	212	6.5	1.6	7	8.6	0.4	1.6	0.6	2.6	-
1	8.5	123	5	0.7	1.8	2.5	0.7	7.5	3.4	39.1	23.2
2	8.6	124	4.8	1.4	5.0	6.4	0.3	1.8	1.6	11.3	-
3	14.7	212	4.2	2.2	0.7	2.9	0.6	3.1	4.4	23.5	14.6
Av.	11.6	168	5.3	4.8	4.9	9.7	0.5	3.0	2.4	17.9	20.4

Table 4 Seiryō Mid. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
6	-	-	5.8	1.7	26.3	28.0	0.0	0.1	0.7	1.4	-
7	19.6	281	6.1	1.5	4.2	5.7	0.7	2.2	0.4	1.4	4.1
8	10.4	149	5.6	1.9	2.9	4.8	1.7	11.9	0.9	6.5	-
9	2	29	5.5	2.2	1.7	3.9	0.1	2.6	2.9	104	17.2
10	7.4	106	6.4	2.9	2.6	5.5	0.2	1.9	0.9	8.4	-
11	4.9	70	5.6	1.3	3.9	5.2	0.7	8.7	1.8	23.1	16.5
12	11.4	163	6	0.4	4.6	5.0	0.4	2.3	0.7	3.9	-
1	9.4	135	5.2	0.7	3.6	4.3	1.0	10	4.9	51.1	17.6
2	7.2	103	5.1	0.7	4.9	5.6	0.3	2.8	2.6	21.9	-
3	11.1	159	4.9	0.6	1.5	2.1	0.4	2.6	0.4	2.5	4.1
Av.	9.3	133	5.6	1.4	5.6	7.0	0.6	4.5	1.6	22.4	11.4

Table 5 Fac. of Eng., Kagoshima Univ.

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	16.9	245	5.2	1.7	0.5	2.2	0.2	1	0.9	3.6	-
5	10.0	145	5.1	3.2	4.8	8.0	0.1	0.8	3.1	22.9	12.9
6	-	-	5.8	1.8	25.8	27.6	0.1	0.1	8.3	16.5	-
7	23.6	342	6.0	5.4	2.6	8.0	1.2	3.2	2.9	8	6.3
8	6.9	100	5.4	1.3	1.0	2.3	1.4	14.7	2.0	21.8	-
9	0.2	3	5.3	1.5	0.4	1.9	0.0	15.8	0.7	240	20.6
10	9.7	141	5.7	6.4	1.2	7.6	0.2	1.2	0.5	3.1	-
11	5.4	78	5.2	2.7	6.8	9.5	0.6	7.3	1.3	14.5	19.5
12	15.7	228	4.9	1.1	0.5	1.6	0.5	1.9	0.8	3.5	-
1	9.6	139	4.5	1.1	2.0	3.1	0.8	8.2	5.3	53.3	19.1
2	9.2	133	5.1	0.7	4.9	5.6	0.4	2.4	0.8	5	-
3	14.4	209	4.2	0.7	0.4	1.1	0.6	3.5	1.5	8.2	5.8
Av.	11.1	160	5.2	2.3	4.2	6.5	0.5	5.0	2.3	33.4	14.0

Table 6 Chuzan Elem. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	16.1	229	5.7	0.6	1.6	2.2	0.3	1.1	3.5	15.8	-
5	12.1	172	6.4	0.7	6.1	6.8	0.1	0.7	4.3	26.4	10.7
6	-	-	6.0	0.7	27.3	28.0	0.1	0.1	3.2	6.4	-
7	23.3	332	6.3	0.6	5.7	6.3	1.7	4.8	1.4	4	4.4
8	6.1	87	5.9	0.6	3.5	4.1	2.4	29.9	1.8	22.2	-
9	0.3	4	6.0	0.8	1.0	1.8	0.1	26.4	1.3	311	15.9
10	9.7	138	6.2	2.1	2.3	4.4	0.1	1.0	1.7	11.8	-
11	4.4	63	6.3	1.0	4.5	5.5	0.7	10.8	1.5	22.1	17.7
12	15.5	221	5.9	0.8	1.7	2.5	0.5	1.9	1.7	7.1	-
1	9.4	134	5.2	0.3	3.6	3.9	1.1	11.4	4.7	49.3	17.1
2	8.8	125	5.3	0.6	5.4	6.0	0.4	2.4	4.4	30.5	-
3	12.4	177	4.7	0.1	1.6	1.7	0.4	2.3	0.6	3.7	-
Av.	10.7	153	5.8	0.7	5.4	6.1	0.7	7.7	2.5	42.5	13.2

Table 7 City Hall Taniyama Branch

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	16.3	234	5.8	2.3	1.6	2.3	0.3	1.4	0.1	0.2	-
5	12.3	176	5.9	0.3	5.8	6.1	0.3	1.8	4.2	25.6	16.5
6	-	-	6.6	4.6	39.4	44.0	0.3	0.6	6.5	12.9	-
7	23.5	337	6.8	0.6	6.1	6.7	2.3	6.3	0.6	1.7	5.1
8	9.7	139	7.4	6.7	5.3	12.0	3.0	22.7	2.1	16.3	-
9	0.4	6	7.4	6.4	1.7	8.1	0.2	36.1	1.3	238.7	15.9
10	9.7	139	7.0	1.7	1.0	2.7	0.2	1.2	0.6	4.2	-
11	5.4	77	6.0	1.1	3.8	4.9	0.7	8.1	0.8	9.9	15.7
12	14.7	211	5.5	0.6	5	5.6	0.4	1.7	0.9	3.9	-
1	8.3	119	4.8	0.8	2.6	3.4	0.8	9.8	4.6	54.4	14.3
2	9.1	130	4.9	0.2	5.1	5.3	0.2	1.6	1.6	10.9	-
3	13.4	192	5.0	0.2	0.2	0.4	0.3	1.6	4.4	26.2	7.9
Av.	11.2	160	6.1	2.1	6.5	8.5	0.8	7.7	2.3	33.7	12.6

Table 8 Fukuhira Elem. School

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	16.1	232	5.3	0.8	0.2	1.0	0.3	1.2	1.3	5.7	-
5	13.3	192	4.8	0.0	5.0	5.0	0.1	0.7	4.5	25.1	7.8
6	-	-	6.2	0.1	27.8	27.9	0.0	0.1	8.7	17.2	-
7	23.6	341	6.6	0.3	10.6	10.9	2.9	8.0	0.5	1.4	2.7
8	8.7	126	5.9	0.5	3.1	3.6	3.1	26.5	1.6	13.3	-
9	0.2	3	7.3	0.6	0.6	1.2	0.0	14.5	0.6	210.1	4.2
10	7.6	110	6.0	0.2	2.5	2.7	0.2	1.8	1.4	12.0	-
11	6.0	87	5.0	0.2	3.3	3.5	0.9	9.0	1.7	17.2	7
12	14.6	211	5.5	0.2	1.4	1.6	0.6	2.4	2.2	9.8	-
1	12.5	180	4.7	0.7	3.9	4.6	1.2	9.5	6.1	47.5	6.7
2	10.2	147	4.9	0.6	5.4	6.0	0.4	2.4	2.0	12.1	-
3	14.2	3	4.8	0.2	1.8	2.0	0.3	1.4	1.5	8.2	3.1
Av.	11.5	148	5.6	0.4	5.5	5.8	0.8	6.5	2.7	31.6	5.3

Table 9 Average data for 8 locations

Month	Precipitate		pH	Water-insoluble matter	Water-soluble matter	Falling dust	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>2</sub>
	l	mm		g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	g·m <sup>-2</sup> ·month <sup>-1</sup>	mg/l	
4	17.5	252	5.2	1.2	1.2	2.2	0.3	1.3	1.5	6.0	-
5	10.8	156	5.1	1.1	5.3	6.4	0.2	1.2	3.5	23.8	11.8
6	-	-	5.7	1.6	28.6	30.2	0.1	0.2	5.8	11.5	-
7	21.5	310	6.1	1.8	5.4	7.2	1.5	4.2	0.8	2.4	4.6
8	10.8	155	6.0	2.0	2.1	4.1	1.8	14.9	1.7	13.1	-
9	0.7	10	6.4	2.2	1.1	3.2	0.1	16.3	1.3	193.8	14.8
10	8.7	125	5.9	7.4	2.0	9.4	0.2	1.4	0.9	6.9	-
11	5.9	85	5.4	1.5	4.1	5.6	0.7	7.4	-	-	14.0
12	14.0	201	5.6	0.7	3.2	3.9	0.4	1.8	0.9	4.2	-
1	9.2	132	4.8	1.0	2.5	3.6	0.9	8.9	4.7	49.6	14.2
2	8.7	125	5.0	0.8	5.1	5.9	0.3	2.2	2.6	18.4	-
3	13.7	168	4.6	0.8	0.9	1.6	0.4	2.1	2.5	14.3	6.1
Av.	11.0	156	5.5	1.8	5.1	6.9	0.6	5.2	2.4	31.3	10.9

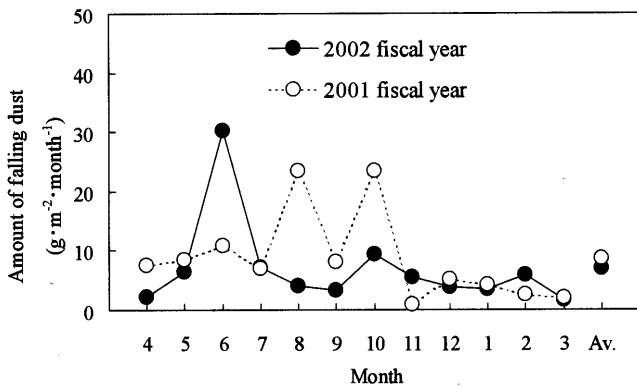


Fig. 2 Average amount of falling dust for 8 locations in Kagoshima City.

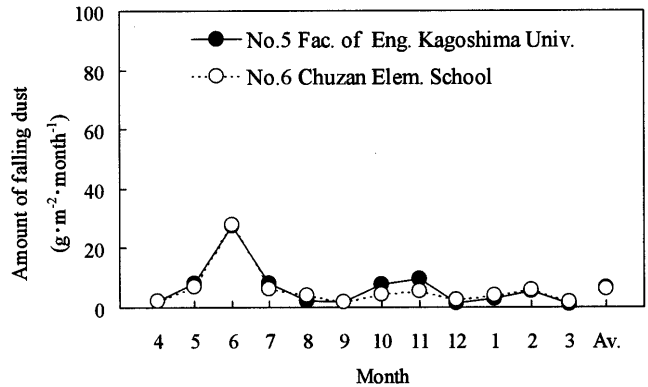


Fig. 5 Monthly amount of falling dust at No.5 Monthly amount of falling Fac. of Eng., Kagoshima Univ. and No.6 Chuzan Elem. School.

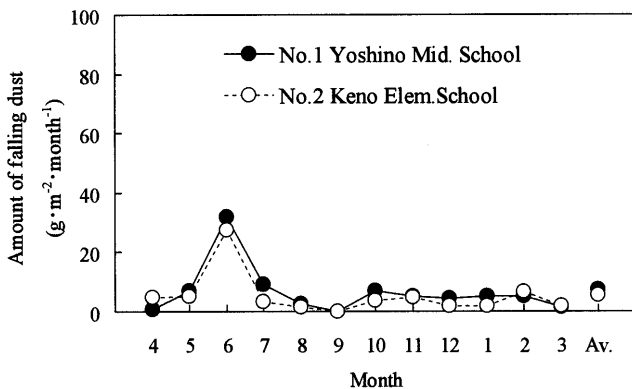


Fig. 3 Monthly amount of falling dust at No.1 Yoshino Mid. School and No.2 Keno Elem. School.

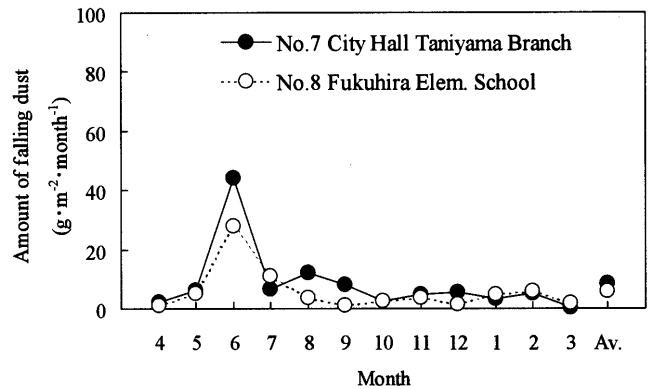


Fig. 6 Monthly amount of falling dust at No.7 City Hall Taniyama Branch and No.8 Fukuhira Elem. School.

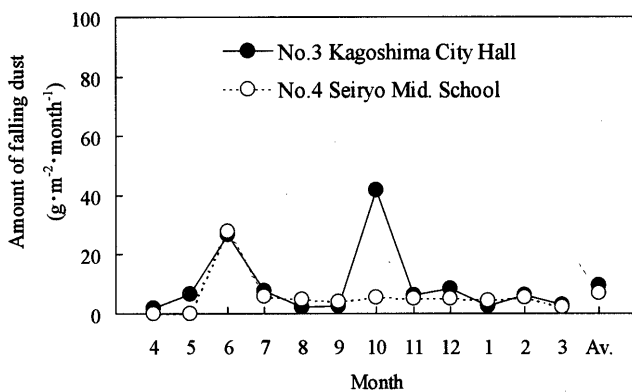


Fig. 4 Monthly amount of falling dust at No.3 Kagoshima City Hall and No.4 Seiryu Mid. School.

### 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 14 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<sup>21)</sup>。鹿児島市における降下ばいじん量は  $5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  を超える場合がかなりあり、桜島起源の火山灰が寄与していると考えられる。

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、 $6.9 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  であり、平成 13 年度の値  $8.6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  よりやや減少した。平成 8~10 年度は  $13\sim 14 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  の低降下ばいじん量であったが、平成 11 年度~12 年度は  $50 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  前後で比較的降下ばいじん量が高くなった。平成 13 年度からはまた低降下ばいじん量となり、この傾向が本年度も続いた。Fig. 8 に示すように、鹿児島市

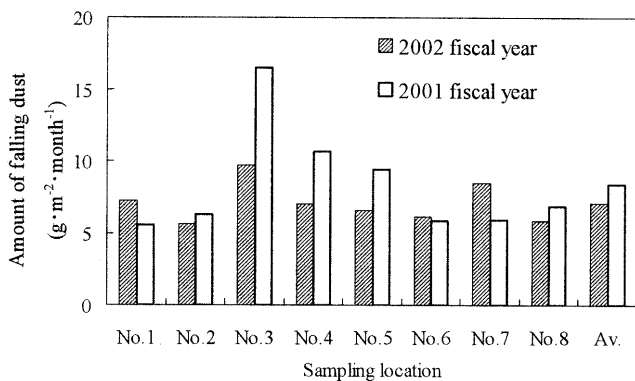


Fig. 7 Average amount of falling dust at each location.

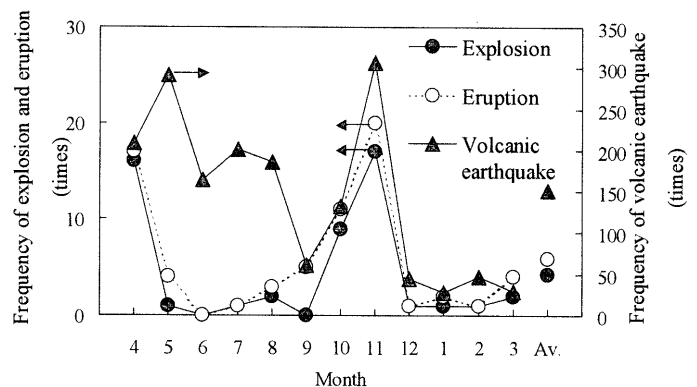


Fig. 9 Frequency of explosions, eruptions, and earthquakes of Mt. Sakurajima.

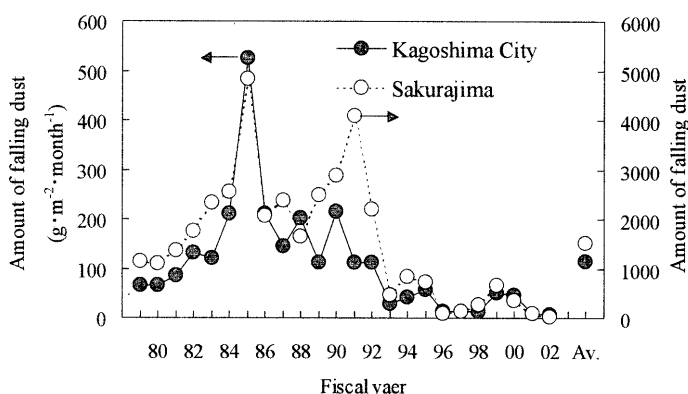


Fig. 8 Average amounts of falling dust in Kagoshima City (av. for 8 locations) and in Sakurajima (av. for 14 locations).

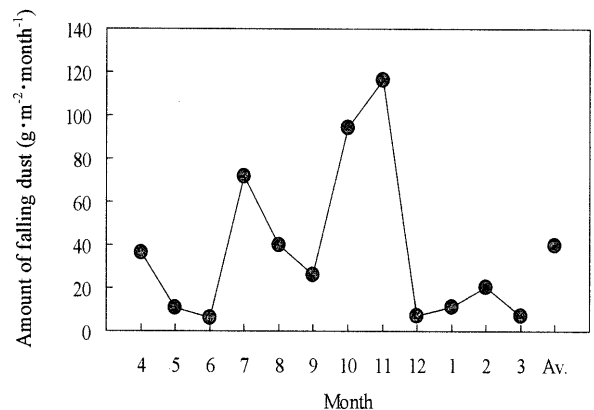


Fig. 10 Average amount of falling dust for 14 locations in Sakurajima.

においては、92年度までの  $100 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  を超える高降下ばいじん量の期間以降は数年毎に  $50 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  前後の期間と  $10 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  前後の期間を繰り返している。

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。本年度は一年を通して降下ばいじん量は少なかったが、6月は降下ばいじん量が比較的多かった。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、いくつかの測定地点では昨年度よりも増加したが、全体的にはやや減少した。

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通りである。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 51 回、噴火 69 回、火山性地震 1,700 回は、昨年度の爆発 104 回、噴火 137 回、火山性地震 2,817 回に比べても、かなり減少していることより、明らかに桜島の火山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. 9 とおおよそ対応している。桜島全島の年平均降下ばいじん量は  $27 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  であり、昨年度の値  $78 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  よりかなり減少しており、桜

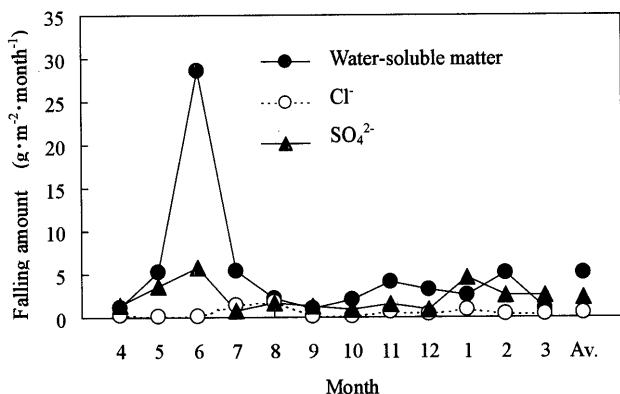


Fig. 11 Average amount of falling water soluble matter,  $\text{SO}_4^{2-}$ , and  $\text{Cl}^-$  for 8 locations in Kagoshima city.

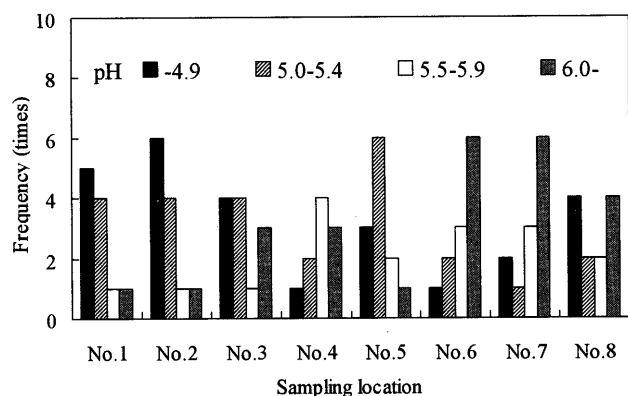


Fig. 12 Frequency of pH at each location.

島の火山活動の低下と対応している。Fig. 8 に桜島全島平均の年度別降下ばいじん量を併せて示すが、93 年度以降の比較的高い降下ばいじん量の期間と低降下ばいじん量期間の繰り返しは、鹿児島市内の場合と対応している。

### 3.2 可溶性成分, $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ 降下量および pH

Fig. 11 に 8 測定地点平均の可溶性成分,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  の月別降下量を示す。本年度の可溶性成分,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  の年平均降下量はそれぞれ  $5.1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$ ,  $2.4 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$ ,  $0.6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  であり、昨年度のそれぞれの値  $3.3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$ ,  $1.9 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$ ,  $0.3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{month}^{-1}$  より増加した。これまでの研究により、 $\text{SO}_4^{2-}$  降下量はある程度桜島の降灰量に関係するが、可溶性成分および  $\text{Cl}^-$  降下量は桜島降灰量とはほとんど関係が無いことが分かっている。可溶性成分,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  降下量ともこれまでの値の変動範囲内であった。

Fig. 12 に、測定地点別の pH の段階別頻度を示す。

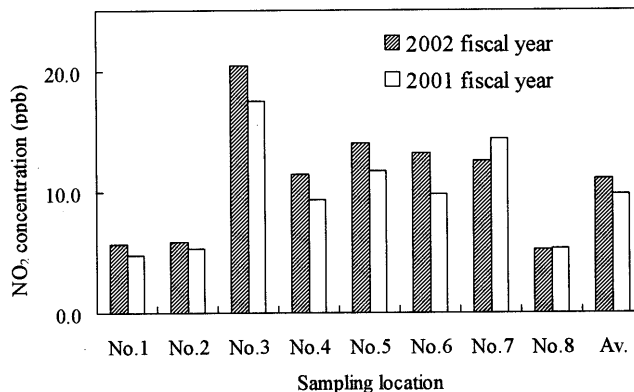


Fig. 13 Average concentration of  $\text{NO}_2$  for 8 locations in Kagoshima City.

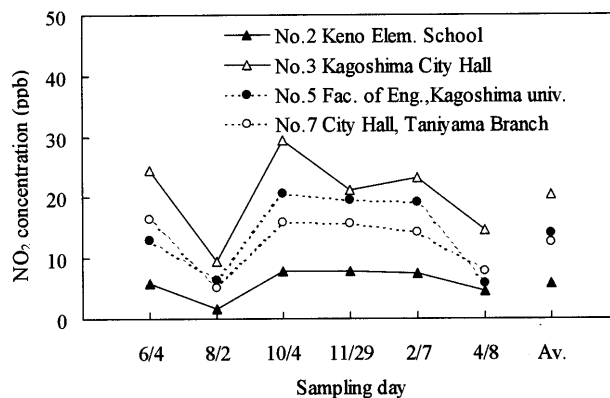


Fig. 14  $\text{NO}_2$  concentrations at 4 locations.

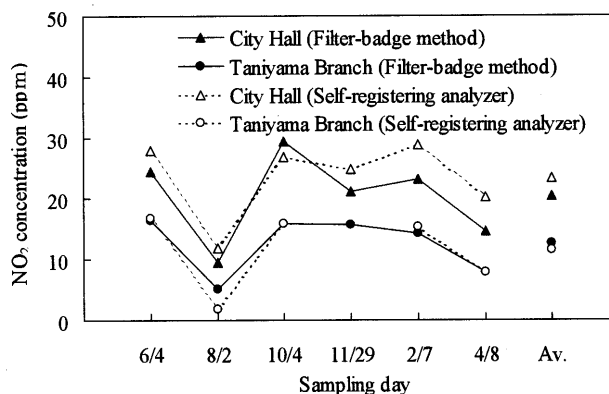


Fig. 15 Comparison between the data from Filter-badge method and those from self-registering  $\text{NO}_2$  analyzer.

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 17 回で、本年度は 26 回であり、共存雨水が酸性を示す場合はやや増加した。

### 3.3 大気中の NO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 濃度は 10.9 ppb であり、昨年度の値 9.8 ppb よりやや高くなった。最も NO<sub>2</sub> 濃度が高いのは No. 3 鹿児島市役所であり、また No. 4 西陵中学校、No. 5 鹿大工学部、No. 6 中山小学校、No. 7 谷山支所も高い値を示した。これらの測定地点は、交通量の多い道路近くに位置しており、高い NO<sub>2</sub> 濃度は自動車排気ガスの影響である。今回の測定で最も高い NO<sub>2</sub> 濃度を記録したのは平成 14 年 10 月 4 日 No. 3 鹿児島市役所の 29.3 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<sub>2</sub> 濃度の日変動を示す。NO<sub>2</sub> 濃度の高い測定地点においては、かなりの日変動があり、また鹿児島市内の NO<sub>2</sub> 濃度は大体連動して変動していた。

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<sub>2</sub> 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

鹿児島市における年平均降下ばいじん量は  $6.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$  であり、昨年度よりの低降下ばいじん量の傾向が継続していた。平成 11～12 年度は  $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$  前後の降下ばいじん量であったが、これ以降現在まで低降下ばいじん量が続いている。大気中の NO<sub>2</sub> 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) 大木 章, 中村 透, 中島常憲, 前田 滋: 鹿児島市の降下ばいじんおよび二酸化窒素汚染の調査 (1987 年-1996 年の 10 年間のまとめ), 鹿児島大学工学部研究報告, **40**, 93 (1998).
- 13) 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).
- 14) 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).



- 15) 山下浩幸, 大山謙二, 中島常憲, 大木 章: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 14 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **43**, 131 (2001).
- 16) 岩下 章, 大山謙二, 中島常憲, 大木 章: 鹿児島市の大気汚染調査 (第 15 報), 鹿児島大学工学部研究報告, **44**, 113 (2002).
- 17) W. Leithe, 新良宏一郎: 大気汚染の測定 1 版, 化学同人, pp. 110, 164 (1973).
- 18) 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).
- 19) 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).
- 20) 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, p.59 (1984).
- 21) S. Maeda, M. Imayoshi, A. Ohki, the late T. Komaki, T. Takeshita, Proceedings of Kagoshima International Conference on Volcanoes, Kagoshima, 686 (1988).