

桜島火山活動の健康影響

—学童調査の結果—

宇 田 英 典

鹿児島大学医学部公衆衛生学講座（主任：秋葉澄伯教授）

（原稿受付日 平成9年10月3日）

Health Effects of Sakurajima Volcano Activities on School Children

Hidenori UDA

Department of Public Health (Director : Prof. Suminori AKIBA M.D. Ph. D.)

Faculty of Medicine, Kagoshima University, Kagoshima 890-8520, Japan

Abstract

In order to examine the health effects of Sakurajima volcano activities on children, we conducted a questionnaire survey of school children living in ash-fall and control areas during the period 1991-93. Histories of asthma-like diseases and allergic rhinitis were more prevalent in the children living in ash-fall areas than in control areas. The prevalence of asthma-like diseases was related to SPM concentration while the prevalence of allergic rhinitis was related to the amount of ash-fall and SO₂ concentration. Further studies are necessary to determine the source of SPM and SO₂ in ash-fall area.

Key Words : Sakurajima volcano, ATS-DLD Questionnaire, Asthma-like diseases, Multiple Logistic Regression

緒 言

桜島は鹿児島県本土のほぼ中央に位置する活火山である。その活動は年によって異なるが、近年10年間で最も活発であった1991年には鹿児島気象台の観測によると1年間に295回の爆発が記録され、年間1852 g/m²の降灰量が記録されている¹⁾。火山活動に伴い放出される火山灰等への長期間曝露が人体にどのように影響するかを知る上で、桜島及びその周辺地域住民に於ける健康調査は重要な意義を持っている。本研究では桜島の降灰による健康影響を検討するために小学生を対象に自記式質問票による調査を実施したのでその結果を報告する。

対象と方法

研究対象地域は桜島火山周辺の垂水市、桜島町、鹿児島市と、桜島から40~50km離れた大浦町と川内市の合計5地域である。垂水市から垂水小学校と牛根小学校、桜島町から桜洲小学校と桜峰小学校、鹿児島市から山下小学校、大浦町から大浦小学校、川内市から川内小学校を

選択した。しかし、牛根小学校はこの学区の近くにSPM, SO₂等の測定局がないこと、かつ対象とした学童数が各年次60人前後と少なかったことから解析から除外した。調査は1991-93年の秋に行われた。調査年・地域（学区）別の対象者数、回答者数、回答率をTable 1に示した。

呼吸器症状等の調査にはアメリカ胸部学会の肺疾患に関する標準的質問票（以下、ATS-DLD 質問票²⁾）の小児用質問票の日本語版に若干の変更を加えたものを用いた³⁾。

質問票に含まれている健康状態に関する質問は咳・痰・喘鳴の有無、ぜん息様症状の既往、過去2年間にぜん息・ぜん息性気管支炎・小児ぜん息で医師を受診したことがあるか、過去3年間にかぜや呼吸器の病気で学校を休んだことがあるか、アレルギー性鼻炎の有無や呼吸器・アレルギー疾患等の既往などであった。また、これら症状・既往の出現と関連しうる要因（受動喫煙、家屋の構造、暖房器具の使用、換気の状態、ペットの飼育等）なども質問項目として含まれていた。

本研究で検討に用いた降灰量は鹿児島県・鹿児島市等

Table 1 Number of school children and response rate in the six school districts during the period between 1991 and 1993

School district		1991	1992	1993
Tarumizu*	School Children	865	877	840
	Respondents (response rate)	834 (96%)	779 (89%)	794 (95%)
Ohsyu*	School Children	159	148	150
	Respondents (response rate)	157 (99%)	140 (95%)	147 (98%)
Ohou*	School Children	155	152	131
	Respondents (response rate)	153 (99%)	140 (92%)	124 (95%)
Yamashita*	School Children	480	444	401
	Respondents (response rate)	447 (93%)	312 (70%)	283 (71%)
Ohura	School Children	204	196	198
	Respondents (response rate)	199 (98%)	186 (95%)	193 (97%)
Sendai	School Children		593	569
	Respondents (response rate)		547 (92%)	531 (93%)

*Ash-Exposed Areas : Areas highly exposed to Sakurajima volcanic ash

が設定した観測地点において、英国規格のデポジットゲージに準ずる降下ばいじん捕集器90リットル容器で降灰を採取・収集した後、恒温乾燥炉で乾燥し、電子天秤で計測したものである^{4,5)}。浮遊粒子状物質 (SPM) は、大気中に浮遊する粒子状物質であってその粒径が $10\mu\text{m}$ 以下のものをいう。本研究では鹿児島県・鹿児島市の設置した自動測定局データを用いた⁶⁾。測定には β 線吸収法が用いられたが、これは SPM をろ紙上に捕集し、ろ紙及び捕集された SPM に β 線を照射し、その β 線吸収量を測定することにより SPM 濃度を求めるものである。SO₂濃度も鹿児島県・鹿児島市の設置した自動測定局の測定結果を用いたが、これは硫酸酸性の過酸化水素水溶液に大気を通すことによって生ずる溶液導電率の変化を測定して得られたものである⁷⁾。質問票による調査が行われた時期の直前12ヶ月間の月別降灰量 (g) の平均、SPM

濃度 (mg/m³)、SO₂濃度 (ppm) を Table 2 に示した。

降灰群を垂水、桜洲、桜峰、山下の各小学校の学童、対照群を川内、大浦の各小学校の学童とした。地域別に各症状を持つ者の割合を比較するために、また、降灰量、SPM 濃度、SO₂濃度と有病率等との関連を検討するためにロジスティック分析を行った。ロジスティック分析では最尤法にてオッズ比を推定し、Wald 統計量に基づく95%信頼区間を求めた⁸⁾。本報で示した P 値は全て両側の P 値である。

結 果

対象者の性・学年別分布を Table 3 に示した。回答者6303人の中で性・年齢の不明なものが173人いたので、これを除外し、更に牛根小学校の164人を除外して残り

Table 2 The amount of ashfall and the concentration of total suspended particle matters (SPM) and sulfur dioxide (SO₂) in the six school districts during the period between 1991 and 1993

School district	1991			1992			1993		
	Ashfall(g)*	SPM(mg/m ³) [†]	SO ₂ (ppm) [‡]	Ashfall(g)*	SPM(mg/m ³) [†]	SO ₂ (ppm) [‡]	Ashfall(g)*	SPM(mg/m ³) [†]	SO ₂ (ppm) [‡]
Tarumizu	501	0.027	0.007	1767	0.026	0.007	141	0.029	0.006
Ohsyu	615	0.035	0.029	987	0.039	0.020	72	0.030	0.015
Ohou	1773	0.027	0.007	1709	0.031	0.005	252	0.031	0.004
Yamashita	266	0.040	0.007	287	0.042	0.009	40	0.039	0.005
Ohura	2	0.027	0.006	7	0.027	0.005	2	0.025	0.004
Sendai				15	0.028	0.008	2	0.028	0.004

* monthly average amount of ashfall during a year

[†] monthly average concentration of SPM during a year

[‡] monthly average concentration of SO₂ during a year

の5966人を対象に解析を行った。

まず、降灰群と対照群で各種症状と既往を持つ学童の割合を比較した (Table 4)。以下の記述では、「過去2年間にぜん息・ぜん息性気管支炎・小児ぜん息で医師を受診したことがある」を「ぜん息等による医師受診」、「過去3年間にかぜや呼吸器の病気で3日以上学校を休んだことがある」を「かぜ等で病欠」と略して記述する。ぜん息等による医師受診、アレルギー性鼻炎は降灰群に多かった。逆にかぜ等で病欠した学童、じん麻疹のある学童は降灰群に少なかった。しかし、ぜん息様症状の既往有りの割合には降灰群と対照群で大きな差は見られなかった。

次に、各種症状・既往が受動喫煙、家屋の構造、暖房器具の使用、台所での換気扇の使用、犬、猫、鳥の飼育等と関連していないかを検討したところ、受動喫煙、家屋の構造、炊事中換気扇使用、部屋の数、犬、猫の飼育などが主な決定要因であった (Table 5)。得られた結果は多数の要因がここで検討した項目と関連していることを示している。Table 6はぜん息等による医師受診の割合を地域別に比べた結果を示している。桜洲と山下の各小学校の学童にぜん息等で医師を受診した学童の多いことが分かる。また、Table 6には共変数 (受動喫煙、家屋の構造、炊事中換気扇使用、部屋の数、犬、猫の飼育) の影響を補正したオッズ比も示したが、補正前に比

Table 3 Sex and age distribution of subjects in the ash-exposed and control areas

School district	Grade											
	1		2		3		4		5		6	
	boy	girl	boy	girl	boy	girl	boy	girl	boy	girl	boy	girl
1991												
Ash-Exposed Area*	132	120	128	126	140	116	137	109	153	150	147	133
Control Area†	16	14	10	18	25	17	19	16	14	17	16	17
1992												
Ash-Exposed Area*	101	98	110	93	121	103	124	103	131	103	144	140
Control Area†	62	61	56	50	69	67	63	63	60	62	55	65
1993												
Ash-Exposed Area*	97	81	116	103	116	99	126	111	134	107	145	113
Control Area†	66	49	57	53	55	55	70	68	61	66	65	59

*Ash-Exposed Area : Tarumizu, Ohshyu, Ohou, Yamashita

†Control Area : Ohura, Sendai

Table 4 Frequency of complaints and medical history in the ash-exposed and control areas

Complaints or medical history	Ash-Exposed Area	Control Area	OR*	95%CI*	P-value
	+ / Respondents	+ / Respondents			
Cough	2179 / 4276	859 / 1651	1.0	0.9-1.1	0.520
Sputum	933 / 4254	344 / 1643	1.1	0.9-1.2	0.369
Wheezing	533 / 4281	180 / 1645	1.2	1.0-1.4	0.118
Asthma History	349 / 4296	123 / 1644	1.1	0.9-1.3	0.461
Seen by Physicians with Asthma†	328 / 4310	91 / 1656	1.4	1.1-1.8	0.004
Absent from School‡	901 / 4297	404 / 1649	0.8	0.7-0.9	0.005
Urticaria	719 / 4290	319 / 1647	0.8	0.7-1.0	0.022
Allergic Rhinitis	974 / 4251	277 / 1634	1.4	1.2-1.7	0.000

*OR : Odds ratio and 95% confidence interval obtained from multiple logistic regression analysis adjusting for sex and age

†Seen by physicians with asthma-like diseases during the past two years

‡Absent from school with common cold or respiratory diseases during the past three years

Table 5 The association of complaints and medical history with lifestyles and related factors

		Cough	Sputum	Wheezing	Asthma History	Seen by Physicians with Asthma [†]	Absent from School [§]	Urticaria	Allergic Rhinitis
Passive Smoking									
—		1	1	1	1	1	1	1	1
+	OR [†]	1.1	1.1	1.3*	1.1	1.3*	1.0	1.1	1.0
	(95%CI)	(1.0-1.2)	(0.9-1.3)	(1.1-1.6)	(0.9-1.4)	(1.1-1.7)	(0.8-1.1)	(0.9-1.2)	(0.9-1.2)
++	OR	1.5*	1.4*	1.5*	1.4*	1.8*	1.0	1.1	1.0
	(95%CI)	(1.3-1.7)	(1.1-1.6)	(1.2-2.0)	(1.1-2.8)	(1.3-2.3)	(0.9-1.2)	(0.9-1.3)	(0.8-1.2)
House Structure									
Wooden Frame		1	1	1	1	1	1	1	1
Alumi Sash Frame	OR	0.9	1.2	1.7*	1.8*	1.8*	1.3	0.9	1.4*
	(95%CI)	(0.8-1.2)	(0.9-1.6)	(1.2-2.5)	(1.1-2.8)	(1.1-3.0)	(1.0-1.7)	(0.7-1.3)	(1.0-1.8)
Ferrocon House	OR	0.9	1.2	1.5*	1.6*	1.6	1.5*	1.2	1.2
	(95%CI)	(0.8-1.2)	(0.9-1.6)	(1.1-2.3)	(1.0-2.5)	(1.0-2.7)	(1.1-1.9)	(0.9-1.5)	(0.9-1.6)
Heating System									
—		1	1	1	1	1	1	1	1
+ Ventilation	+ OR	1.0	0.9	0.8	1.2	1.0	1.1	0.8	1.0
	(95%CI)	(0.8-1.2)	(0.8-1.2)	(0.6-1.0)	(0.8-1.7)	(0.7-1.4)	(0.9-1.4)	(0.7-1.1)	(0.8-1.2)
—	OR	1.0	0.9	0.8	0.9	0.8	1.0	0.9	1.0
	(95%CI)	(1.0-1.1)	(0.8-1.1)	(0.7-1.0)	(0.8-1.2)	(0.7-1.0)	(0.9-1.2)	(0.8-1.1)	(0.9-1.2)
Ventilation during Cooking	OR	0.8*	0.9	1.1	1.3*	1.1	0.9	1.2*	1.1
	(95%CI)	(0.7-1.0)	(0.8-1.1)	(0.9-1.3)	(1.0-1.6)	(0.9-1.4)	(0.8-1.0)	(1.0-1.4)	(1.0-1.3)
Number of Rooms ≤ 4	OR	1.2*	1.1	1.2*	1.3*	1.3*	1.2*	0.9	1.1
	(95%CI)	(1.1-1.3)	(0.9-1.2)	(1.0-1.5)	(1.1-1.7)	(1.0-1.6)	(1.0-1.4)	(0.8-1.1)	(0.9-1.3)
Pet Animals									
Dogs	OR	1.0	1.4*	1.2	0.8	1.2	1.0	0.7*	0.9
	(95%CI)	(0.7-1.3)	(1.0-1.9)	(0.8-1.8)	(0.5-1.4)	(0.7-2.0)	(0.7-1.4)	(0.5-1.0)	(0.6-1.2)
Cats	OR	1.3*	0.9	0.8	0.9	0.7	1.2	1.4*	0.6*
	(95%CI)	(1.0-1.6)	(0.7-1.2)	(0.6-1.1)	(0.6-1.3)	(0.5-1.1)	(1.0-1.6)	(1.1-1.7)	(0.5-0.8)

* P<0.05

† Odds ratio and 95% confidence interval were obtained from multiple logistic regression analysis adjusting for sex and age

‡ Seen by physicians with asthma-like diseases during the past two years

§ Absent from school with common cold or respiratory diseases during the past three years

Table 6 Frequency distribution of school children having seen by physicians with asthma-like diseases during the past two years

School district	asthma-like diseases/Respondents	OR*	95%CI*	Adjusted OR [†]	95%CI [†]
Tarumizu	165/2407	1.2	1.0-1.6	1.2	0.9-1.6
Ohshyu	49/444	2.1	1.5-3.1	2.1	1.4-3.0
Ohou	18/417	0.8	0.5-1.3	0.7	0.4-1.2
Yamashita	96/1042	1.8	1.3-2.4	1.9	1.4-2.6
Control Areas	91/1656	1.0		1.0	

* Odds ratio and 95% confidence interval were obtained from multiple logistic regression analysis adjusting for sex and age.

† Adjusted for passive smoking, house structures, ventilation during cooking, and number of rooms and pet animals, in addition to sex and age.

べて大きな変化は認められなかった。

Table 7はアレルギー性鼻炎を持つ者の割合を地域別に比べた結果を示している。垂水、桜洲、山下の各小学校ではアレルギー性鼻炎を持つ者が多かった。また、共変数の影響を補正したオッズ比は補正前のオッズ比と大きく異なっていた。降灰群で低かったかぜ等で病欠する学童の割合と、じん麻疹のある学童の割合についても同様の検討を行ったが、前者は垂水、桜峰の各小学校でのみ対照群より少なく、また、後者は山下を除く三小学校（垂水、桜洲、桜峰）で対照群より少なかった。（結果は表示していない）

次にぜん息等による医師受診とアレルギー性鼻炎について調査直前の12ヶ月間の月当たり平均降灰量、SPM濃度、SO₂濃度との関連をロジスティック分析で検討した。ぜん息等による医師受診の割合は単変量解析では、SPM濃度、SO₂濃度と統計学的に有意な正の関連を示した（Table 8）。しかし、多変量解析ではSPM濃度とのみ統計学的に有意な関連を見た。また、アレルギー性鼻炎は単変量解析では降灰量、SPM濃度、SO₂濃度のいずれとも統計学的に有意な関連を示したが、多変量解析では降灰量、SO₂濃度との間に統計学的に有意な関連が見い出された。なお、これらの結果は共変数の影響

を補正しても同様であった。ぜん息等による医師受診の割合を経年的に検討したところ、1991年、92年、93年の調査で、桜洲では各々11%、9%、13%、山下では各々10%、7%、10%であり、SPM濃度の経年的変化とは必ずしも対応していなかった。

考 察

桜島周辺地域の小学校学童では対照群に比べ、過去2年間にぜん息等による医師受診有りと答えた学童とアレルギー性鼻炎を持つ学童が多く、逆にかぜで3日以上病欠する学童、じん麻疹を持つ学童が少なかった。ぜん息等による医師受診の割合は桜洲、山下の各小学校に多く多変量ロジスティック分析ではSPM濃度と関連していた。経年変化の解析では両者に明確な対応は見られなかったが、これは過去2年間の既往だけを聞いたためかも知れない。アレルギー性鼻炎の有病率は垂水、桜洲、山下の各小学校に多く降灰量、SO₂濃度と関連していた。

ぜん息等による医師受診が降灰群に多いのに、ぜん息様症状の既往を持つ学童の割合が両群で差がなかったことは興味深い。ぜん息様症状の既往を持つ学童のなかで、過去2年間にぜん息等で医師を受診したことのある学童の割合は降灰群の方が対照群より高かった。この結果は、

Table 7 Frequency distribution of school children with allergic rhinitis

School district	Allergic Rhinitis/Respondents	OR*	95%CI*	Adjusted OR†	95%CI†
Tarumizu	542/2373	1.4	1.2-1.7	1.4	1.2-1.7
Ohshyu	123/436	1.9	1.5-2.5	1.9	1.5-2.5
Ohou	79/412	1.2	0.9-1.5	1.1	0.9-1.5
Yamashita	230/1030	1.4	1.1-1.7	1.5	1.2-1.8
Control Areas	277/1634	1.0		1.0	

* Odds ratio and 95% confidence interval were obtained from multiple logistic regression analysis adjusting for sex and age.

† Adjusted for passive smoking, house structures, ventilation during cooking, and number of rooms and pet animals, in addition to sex and age.

Table 8 Regression analyses of the past history of having seen by physicians with asthma-like diseases and allergic rhinitis on the amount of ashfall, the concentration of total suspended particle matters (SPM) and sulfur dioxide (SO₂)

	Simple Regression Analysis			Multiple Regression Analysis		
	Regression Coefficient	SE	P-value	Regression Coefficient	SE	P-value
Seen by Physicians with Asthma*						
Ashfall	-86.3	78.8	0.268	25.9	87.3	0.767
SPM	28	8.9	0.002	30.7	10.1	0.003
SO ₂	28.4	9.1	0.003	20.5	10.2	0.051
Allergic Rhinitis						
Ashfall	134.5	49.5	0.007	141.6	52.4	0.007
SPM	13.1	6.2	0.035	11.4	6.7	0.085
SO ₂	25.4	6.5	<0.001	19.7	7.0	0.006

*Seen by physicians with asthma-like diseases during the past two years

同じような症状でも降灰群では対照群に比べて医師を受診する割合が高いことを示唆しているとも考えられる。

火山活動に伴う降灰粉じん等の健康影響については不明な点が多い。セントヘレンズ火山噴火後に成人を対象に行われた疫学調査では噴火後、急性の呼吸器症状が見られ、また既往に慢性呼吸器疾患を持っていた者で症状の悪化がみられた^{9,10)}ものの、持続的影響の存在は報告されていない。しかし、子どもではぜん息様症状が増加したとの報告もある¹¹⁾。1995年のニュージーランドのルアペフ火山の噴火後の自記式調査票による調査でもぜん息様症状等のはっきりした有訴者の増加は認められていない¹²⁾。

火山活動に伴い放出される火山灰等へ長期に曝露されることにより、人体がどのような影響を受けるかを知る上で桜島及びその周辺地域住民に於ける健康調査は重要な位置を占めている。これまで、この問題に取り組んできたのは鹿児島大学の協阪らの研究グループと帝京大学の矢野らの研究グループである。

協阪らは1984年4月-1985年3月の国民健康保険の受療記録を用いて桜島町と桜島から約50km離れた大浦町の呼吸器疾患等の受療数を比較している。その結果、桜島町のSO₂濃度とぜん息様疾患患者の出現頻度との間に正の相関が見つかった¹³⁾。また、協阪らは鹿児島県の学校身体検査の一覧表からぜん息有病率を検討し、ぜん息が桜島南岳か鹿児島市近くで多いことを報告した¹⁴⁾。協阪らは桜島とその周辺地域の死亡率についても検討を行っており¹⁵⁻²⁰⁾、気管支炎死亡率が桜島に近い地域ほど高いものの、降灰量との間には明確な関連は見られず、火山活動に伴って排出されると推定されるSO₂濃度との間に正の関連があると報告している。協阪らは、また、1982-84年の毎週の死亡率を検討しSO₂が0.2 ppmを超えた翌週には全死因死亡率が例外なく増加していることを報告した¹⁸⁾。また、その後の調査でも1980-86年の月別死亡率がその月の平均SO₂濃度と関連していることを示している^{19,20)}。

矢野らは桜島火山活動の健康影響を調べるために1981年9月に降灰量の異なる三つの地域に住む30-59歳の女性2006人の調査を行った。この自記式調査票(ATS-DLD 質問票の日本語版)を用いた調査の結果によると桜島地域では慢性気管支炎が少なく、不特定の呼吸器症状を訴えるものが多かった²¹⁾。矢野らはその後1985年に、この研究結果を確認する目的で前回とは異なる曝露地域と対照地域に住む30-59歳の女性1008人を対象に再調査を行った²²⁾。ただし、住民は当該地域に3年以上居住している者に限られた。再調査結果でも曝露地域で非特異的呼吸器症状が対照地域に比べ若干多かったものの、他には顕著な差が認められなかったことから、彼らは降灰

は顕著な健康影響を生じないと結論づけている。この理由として、矢野らは降灰粒子が大きすぎて気管の奥に侵入できないこと、また、高濃度の時期が短いこと、実験的にも火山灰が生物学的に影響を与えないことなどを挙げている。降灰地区の森林作業者は木々に降り積もった火山灰を振り落とす作業をするなど、作業中に高いレベルの火山灰に曝露されるが、これらの作業者に呼吸器疾患の増加はなく、また、呼吸機能も正常範囲であった²³⁾。同様の調査はセントヘレンズ火山でも行われているが、噴火後一秒率(FEV_{1.0}%)に一過性の影響が見られたのみであった。曝露量との間にも正の相関は見られなかった^{9,10)}。

仮屋らは桜島南岳山麓地帯住民(n=66)と埼玉県大宮市住民(n=73)の剖検肺を比較した²⁴⁾。肺内粉塵沈着量は加齢とともに増加していた。沈着量は鹿児島の方で低かったが、これは肺に沈着され易いとされる10μm以下の粒子が火山灰では4%以下に過ぎないためと考えられる。一方、気道の形態変化、杯細胞過形成、扁平上皮化生の頻度は鹿児島で多く、また、喫煙者で多かった。桜島の火山灰の組成は硫酸が主成分で、これにアルミニウムをはじめ多種類の微量金属と硫酸イオンを含むものの²⁵⁾化学的な毒性はまず考えられないといわれている²⁶⁾。桜島の降灰にはシリカがあまり含まれておらず、従って、けい肺症を起こす可能性は低いとも言われている²⁷⁾。白川らは桜島の灰を動物に吸入させ肺の繊維化を含む様々な変化が生じうることを示したが²⁸⁾、彼らの用いた曝露量は地域住民への曝露量をはるかに超えたものであった。

桜島周辺地域の降灰量は桜島の爆発回数にほぼ比例し、また、火口からの距離に従い急激に減少する²⁹⁾。しかし、10μm以下のSPM濃度は降灰量とは関係していない。西井らは垂水(火口から12km)、鹿屋(火口から30km)、串良(火口から35km)、志布志(火口から50km)の4ヶ所でSPM濃度の測定を行い、100μg/m³を超えるSPM濃度の観測頻度は火口から比較的離れた地点に位置する串良で最も高かったことから、これらの粒子は比較的遠くまで運ばれると結論づけている³⁰⁾。火口から比較的離れた地域で観察される高濃度のSPMが桜島火山活動に由来するか否かは議論の分かれる所である。東らは鹿屋市の4つの地域で調査を行い作業時にSPM濃度が高くなる採石・碎石場の周辺地域住民で呼吸器症状の増加が見られなかったことなどから、採石・碎石場由来のSPMの影響は無視できると結論づけている³¹⁾。SPM濃度については車等の移動発生源による影響も考えられる。三浦らはこの点を検討するために鹿児島市と鹿児島県の東側を占める大隅半島の各地のSPM濃度を比べ、人口密度も低く交通量も少ない大隅半島各地で鹿児島市と比べ高いSPM濃度が観察されることから、この地域

での高い SPM 濃度は車等の移動発生源で説明することはできないとしている³²⁾。しかし、本報で示したように1991-93年のデータについて見てみると鹿児島市の SPM 濃度は大隅半島地域より高い傾向が認められる。一方、SO₂濃度の分布は桜島の爆発回数と明確な関連を示さず火口からの距離とも必ずしも一致しない³²⁾ものの、桜島町など桜島火口の極く周辺地域では1時間値が1ppmを超えることも稀でなく、これら地域の SO₂ 濃度は火山活動の影響を受けているものと考えられる。しかし、その他の SO₂ 発生源の影響がどの程度あるか等についても今後更に検討する必要がある。

結 論

ぜん息様症状の既往を持つ学童の割合は降灰群と対照群とは殆ど変わらなかったが、過去2年間にぜん息等による医師受診の経験のある学童の割合は降灰群で高かった。ぜん息等による医師受診の割合は降灰量とは関連しておらず、SPM 濃度と最も強く関連していたが、SPM 濃度の経年変化とは対応していなかった。また、アレルギー性鼻炎の有病率は降灰群に高く、降灰量や SO₂ 濃度と関連していたが、SPM や SO₂ がどの程度、桜島火山の活動に由来するものかについては今後更に検討する必要がある。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始丁寧なご指導を頂きました鹿児島大学医学部公衆衛生学講座秋葉澄伯教授に深謝の意を表します。

文 献

- 1) 鹿児島県の地震と火山, 鹿児島県地震火山調査研究協議会 1996; 19.
- 2) Ferris BG. Recommended Respiratory Disease Questionnaires for Use with Adults and Children in Epidemiological Research. American Review of Respiratory Disease 1978; 118: 7-52.
- 3) 公害対策協力財団, ATS-DLD 小児用質問票と気管支ぜん息. 1985; 3-15.
- 4) Leithe W, 新良宏一郎. 大気汚染の測定 1973; 164: 110.
- 5) 大気汚染ハンドブック(1)測定編, 大気汚染研究全国協議会 1971; 145: 38.
- 6) 鹿児島県保健環境部: 環境大気測定結果, 環境白書(鹿児島県), 平成3年版~平成5年版, (有文化印刷, 鹿児島市).
- 7) 環境庁大気保全局, 大気汚染防止法法令研究会, 逐条解説大気汚染防止法, 東京: 株式会社ぎょうせい 1984; 441-2.
- 8) Armitage P, Berry G. Statistical Methods in Medical Research. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994.
- 9) Buist AS, Bernstein RS, Johnson LR, Vollmer WM. Evaluation of physical health effects due to volcanic hazards: human studies. Amer. J. Publ. Health 1986; 76 (Suppl): 66-75.
- 10) Baxter PJ, Ing R, Falk H, Plikaytis B. Mount St. Helens eruptions: the acute respiratory effects of volcanic ash in a North American community. Arch. Environ. Health 1983; 38: 138-43.
- 11) Kraemer MJ, McCarthy MM. Childhood Asthma Hospitalization Rates in Spokane County, Washington: Impact of Volcanic Ash Air Pollution. J. Asthma 1985; 22: 37-43.
- 12) Bradshaw L, Fishwick D, Kemp T, Lewis S, Rains N, Slater T, et al. Under the volcano: fire, ash and asthma? NZ. Med. J. 1997; 110: 90-91.
- 13) 脇阪一郎, 柳橋次雄, 泊 惇, 安藤哲夫. 桜島の火山活動が呼吸器系その他の疾病像に及ぼす影響. 大気汚染学会誌 1987; 22: 251-59.
- 14) 脇阪一郎, 柳橋次雄, 泊 惇, 安藤哲夫. 桜島火山活動が学童の健康に及ぼす影響. 日本公衛誌 1983; 30: 101-8.
- 15) 脇阪一郎, 柳橋次雄, 泊 惇, 安藤哲夫. 呼吸器系疾患による死亡率に及ぼす桜島の火山活動の影響. 日本公衛誌 1983; 30: 109-15.
- 16) 脇阪一郎, 柳橋次雄, 小野雅司, 平野靖史郎. 死因統計からみた桜島火山活動の人体影響. 大気汚染学会誌 1985; 20: 120-27.
- 17) 脇阪一郎, 柳橋次雄, 泊 惇, 安藤哲夫, 坂本峰至. 桜島火山活動が死亡像にあたえる影響. 日本公衛誌 1984; 31: 548-56.
- 18) 脇阪一郎, 柳橋次雄. 火山性大気汚染暴露地域における死亡数の週変動. 大気汚染学会誌 1986; 21: 322-29.
- 19) 脇阪一郎, 柳橋次雄, 泊 惇, 安藤哲夫. 呼吸器疾患の死亡像に及ぼす火山性大気汚染の影響. 日衛誌 1988; 42: 1101-10.
- 20) 脇阪一郎, 柳橋次雄, 泊 惇, 佐藤祐美, 波多野浩道. 火山性大気汚染暴露地域における呼吸器系疾患の死亡パターンについて. 日本公衛誌 1989; 36: 316-23.
- 21) Yano E, Yokoyama Y, Nishii S. Chronic pulmonary effects of volcanic ash: an epidemiologic study. Arch. Environ. Health

- 1986 ; 41 : 94-9.
- 22) Yano E, Yokoyama Y, Higashi H, Nishii S, Maeda K, Koizumi A. Health effects of volcanic ash: a repeat study. *Arch. Environ. Health* 1990 ; 45 : 367-73.
- 23) 矢野栄二, 東 博文, 西井俊治, 小泉 明, 横山泰彦. 桜島火山灰降灰地区森林作業者の呼吸機能. *日本公衛誌* 1987 ; 34 : 251-54.
- 24) Kariya M. Is there any effect of volcanic eruptions of Mount Sakurajima on human lungs? — histopathological investigation and measurement of intrapulmonary particulate deposits amounts. *Tohoku J. Experiment. Med.* 1992 ; 166 : 331-43.
- 25) 竹下寿雄, 前田 滋, 下原孝章. 鹿児島市および桜島の大気汚染(降灰)調査(第1報)昭和53年度調査報告. *鹿児島大学工学部研究報告* 1979 ; 21 : 137-60.
- 26) Heppleston AG, Wright NA, Stewart JA. Experimental Alveolar Lipo-proteinosis Following The Inhalation of Silica. *J. Pathol.* 1970 ; 101 : 293-307.
- 27) Yano E, Takeuchi A, Nishii S, Koizumi A, Poole A, Brown R, et al. In vitro biological effects of volcanic ash from Mount Sakurajima. *J. Tox. Environ. Health* 1985 ; 16 : 127-35.
- 28) Shirakawa M, Fukushima R, and Kyushima K. Experimental studies on the effects of Mt. Sakurajima volcanic ashes on the respiratory organs. *Jpn. J. Ind. Health* 1984 ; 26 : 130-46.
- 29) 西井俊治, 三浦邦彦, 矢野栄二, 小泉 明. 桜島火山噴出物の拡散状況(第一報) — ピエゾバランス, HVA 測定データによる検討 *日衛誌* 1982 ; 37 : 301.
- 30) 西井俊治, 矢野栄二, 小泉 明, 横山泰彦, 東 博文. 火山灰中浮遊粒子状物質の挙動に関する研究. *日本公衛誌* 1986 ; 33 : 398-401.
- 31) 東 博文, 横山泰彦, 矢野栄二, 西井俊治, 小泉 明, 大井 玄, 他. 火山灰健康影響評価における交絡因子の検討. *日本公衛誌* 1986 ; 33 : 141-43.
- 32) 三浦邦彦, 矢野栄二, 西井俊治, 小泉 明. 桜島火山噴出物の拡散状況(第2報). *日衛誌* 1982 ; 37 : 302.