

桜島の火山活動による健康影響

脇阪一郎

Effect of the volcanic activities of Mt. Sakurajima on human health

Ichiro WAKISAKA

Abstract

An area covering a radius of 50 km centered on Mt. Sakurajima was divided into 10 regional groups by concentric circles and the mortality figures for all causes and for selected respiratory diseases covering the 15-year period 1968 to 1982 were compared among these regional groups. Patterns for the annual variation of the corrected mortality rates for all causes and for the respiratory disease combined for bronchitis, bronchial asthma and emphysema were reexamined in relation to the volcanic activities of Mt. Sakurajima. In addition, the number of deaths covering the 3-year period 1982 to 1984 in the area combined for thirty-nine cities or towns located around Mt. Sakurajima was investigated for the relationship between the number of weekly deaths and the coincident levels of volcanic air pollution on the basis of every two weeks. Results are as follows;

(1) In the regional groups within about 30 km from Mt. Sakurajima, the number of deaths from bronchitis, emphysema or influenza exceeded significantly the expected mortality for the standard population. Moreover, a consistent declining gradient in the standardized mortality ratios (SMRs) for each of these categories of disease was observed with increasing distance from Mt. Sakurajima among these regional groups, suggesting that the volcanic activities could be associated with the increased mortality from these categories of disease.

(2) The number of deaths from all causes, bronchial asthma, acute bronchitis, lung and bronchial cancer or pulmonary tuberculosis also exceeded significantly the expected mortality in the area as a whole, while the number of deaths from pneumonia was below the expected one not only in the area as a whole but also in each of the regional groups. However, no consistent declining gradient in the standardized mortality ratio for each of these categories of disease was observed with increasing distance from Mt. Sakurajima among the regional groups, suggesting that the volcanic activity was without effect on the mortality for these categories of disease.

(3) In the regional groups near Mt. Sakurajima, a distinct rise in corrected mortality rate of the respiratory disease combined for bronchitis, bronchial asthma and emphysema

* 鹿児島大学医学部公衆衛生学教室

Department of Public Health, Faculty of Medicine, Kagoshima University

occurred in the year (1974) accompanied by the peak in the number of volcanic eruptions, suggested a causal relationship of volcanic air pollution to the mortality for the selected respiratory diseases in the area near Mt. Sakurajima.

(4) Results also obtained with the week-to-week variations in mortality during the 3-year period 1982 to 1984 in the area near Mt. Sakurajima showed that the average number of weekly deaths increased during the following weeks rather than the weeks experienced a weekly maximum of hourly SO_x values as high as 0.2 ppm, suggesting that the excess of mortality would have occurred during the period experienced heavy volcanic air pollution.

日本の代表的な活火山として有名な桜島は、鹿児島県のシンボルであり、観光資源として大きな利益を生み出しているが、噴煙活動に伴う多量の火山ガス並びに火山灰によって農作物は潰滅的ともいえる被害をうけるばかりか爆発時の噴石落下で家屋が倒壊するなど社会生活にも深刻な影響が出ており、危険な地域では居住者の集団移転さえ政治問題として取り上げられるほどである。桜島の西側対岸には県都鹿児島市があり、毎年夏季ともなれば風向によって市の中心街が濃厚な火山灰におおわれることもあって、これが大気汚染の見地から健康にとっても何か被害が出ているのではないかという声が新聞等の報道を通して一部の人々の関心をさそっているが、濃厚な降灰につままれる地域は局地的であり、時間的にも短い、又、何よりもこれが自然現象であることから、被害としては噴石落下や堆積降灰の土石流による災害としてのうけとめ方が優先し、健康影響は1つの幻想にすぎないとの考えが大勢をしめ、行政当局の手で行われている度々の健康調査でも、今までのところ、桜島の火山活動との因果関係を積極的に説明できるような事例の報告はない。

本調査は、昭和43年から57年までの15年間の鹿児島県の死亡統計資料を用い、桜島を中心にして半径5 km ほどの地域区分を行い、各区分地域における死亡像、特に呼吸器系の死因による死亡像について、桜島との距離関係並びに桜島の爆発回数との関係について検討を行い、又、一部の市町村については、昭和57年から59年まで3年間の日々の死亡数をしらべ、火山性大気汚染が高度に出現したときに死亡数の変動に対する影響を短時間ベースで検討したものである。

資 料

年度ごとに市町村単位で集計されている鹿児島県人口動態統計から、総死亡数の外、呼吸器系死因として気管支炎(単分類番号66)、肺気腫(67)、喘息(68)、急性気管支炎(62)、肺炎(63)、インフルエンザ(64)、気管・気管支および肺の悪性新生物(33)および呼吸器の結核(5)の9死因のそれぞれについての死亡数を市町村ごとに転記し、昭和43年から57年まで15年間の合計数をその市町村別・死因別死亡実数とした。一方、これに対応する期待死亡数の算出には、市町村単位の年度ごとの人口構成は分らないので、年度ごとの推定人口の15年間の延人口を求め、その性・年齢構成が、中央年度にあたる昭和50年度センサスにおける人口構成と同じ割合であったとみなして市町村ごとの延人口についての人口構成を求め

た。この市町村別人口構成と標準人口の性・年齢・死因別死亡率を用い、間接法によって市町村別の期待死亡数を個々の死因について算出した。なお、標準人口としては、昭和50年度の全国人口を用いた。一方、桜島南岳を中心にした地域区分にあたっては、半径50 km以内の地域を5 km ごと同心円によって10の地域に区分し、それぞれの区分地域に含まれる市町村の面積割合を求め、これに市町村別に算出した死因別死亡実数ならびに期待死亡数を乗じ、更にそれらを各地域ごとに合計したものを各区分地域内での死亡実数並びに期待死亡数としてSMRを算出した。また、総死因による死亡数と、呼吸器系死因のうち気管支炎、肺気腫および喘息の3死因(簡単分類番号66~68)の合計死亡数については、各区分地域単位で年度ごとに訂正死亡率を算出したが、年度ごとの区分地域の人口構成が分らないため、さきに求めたSMRに標準人口の死亡率をかけて得られる標準化死亡率を、15年間の延人口から得た粗死亡率で割った係数を求め、この係数に年度ごとの粗死亡率を乗じたものをこゝで

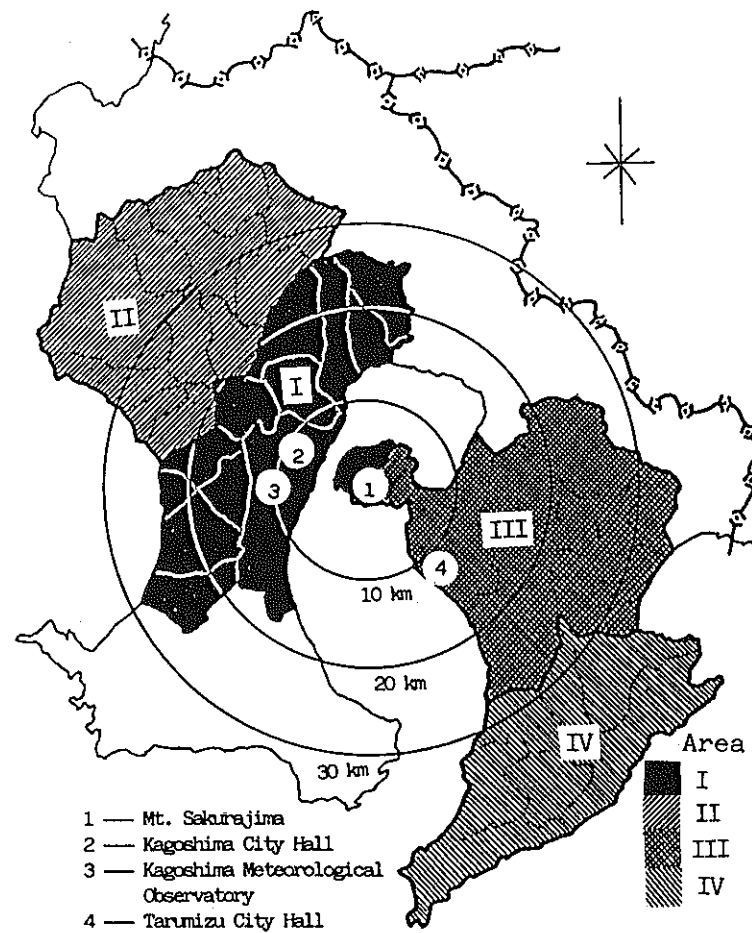


Fig. 1. The study area for the relation of volcanic air pollution to the week-to-week variation in mortality

は年度ごとの訂正死亡率とみなした。

又、昭和57年から59年までの3年間に桜島周辺地域で届出のあった全死亡についての死亡年月日を調査した。この調査は総務庁長官から死亡小票閲覧許可(総承統第180号)を得て、鹿児島市を含む39市町村の全死亡につき、他府県からの転送分を除き、死亡がその市町村でおきた者だけを対象にした。対象にした39市町村は、図1のごとく、桜島からの距離・方角によって東北側と南西側に分け、さらにその各々を桜島から約20~30 kmの距離で二地域に分けた4地域(I, II, III, IV)とし、各地域に含まれる市町村の死亡を合計したのち、さらに1週間を単位にした死亡数として用いた。

桜島の爆発回数は鹿児島地方気象台において記録した年間回数と、昭和57年~59年の3年間については日々の爆発回数と共に同気象台の屋上で測定した日々降灰量の提供をうけた。また、この3年間については、鹿児島市役所と垂水市役所の屋上における公害監視測定点で測定したSO_x濃度について、1日平均濃度と1日の最高値の記録の提供をうけ、これらはそれぞれの地域を代表する火山性大気汚染指標とした。

結 果

表1は、桜島南岳を中心に半径5 km ごとに区分した10の地域における人口(15年間延人口)、総死因および呼吸器系死因による15年間の死亡数とそれぞれの期待死亡数を示したものである。死亡実数と期待数をくらべ有意差(危険率1%以下)をみとめた場合、大きい値の方に※印を附した。

総死因については、全地域において死亡実数の方が期待値より多いが、これを桜島南岳からの距離関係で見ると、桜島に近い地域では実数と期待数の間に差がなく、遠い地域では実数が期待数より有意に多い。気管支炎の場合も、地域全体としてみると死亡実数は期待死亡数より有意に多いが、各区分地域についてみると、桜島南岳から5 km 未満の地域と40~45 kmの地域においては実数が期待数を有意に上廻り、その他の区分地域にあつては実数と期待数との間に有意差を見出せなかった。肺気腫については、地域全体としての死亡実数は期待数より少ないが有意差はなく、区分地域で見ると、桜島に近い地域では実数の方が期待数より多かったが有意とはいえなかった。喘息の死亡実数はすべての区分地域において期待死亡数より多く、5 km 未満の地域をのぞけばすべて有意差をみとめた。肺炎による死亡実数はすべての区分地域で期待値を下廻り、5 km 未満の地域を除いては有意であった。急性気管支炎については、地域全体としての死亡実数は期待値を有意に上廻ったが、区分地域で見ると、25~30 km 及び40~45 kmの両地域にのみ有意差がみられた。気管・気管支および肺の癌ではすべての区分地域で死亡実数が期待値を上廻っているが、有意差がみられたのは15~20 km, 35~40 km, 40~45 km および45~50 kmの4区分地域であった。インフルエンザについては地域全体としての死亡実数には期待値と比較して差はなかったが、5 km 未満、5~10 km, 10~15 km および15~20 kmの桜島に近い4区分地域では死亡実数が期待値を有意に上廻った。又、呼吸器系の結核による死亡実数はすべての区分地域において期待値を有意に上廻っていた。

Table 1 The mortality figures for all causes and for selected respiratory diseases covering the 15-year period 1968 to 1982 among the regional groups classified by the distance from Mt. Sakurajima

| Distance from Mt. Sakurajima | km | Popula- tion | All causes | | Brobchitis | | Emphysema | | Asthma | | Pheumonia | |
|------------------------------|----------|-----------------|------------|---------|------------|--------|-----------|---------|--------|--------|-----------|------|
| | | | Obs. | Exp. | Obs. | Exp. | Obs. | Exp. | Obs. | Exp. | Obs. | Exp. |
| | | | 5 | 1184461 | 7141.1 | 7198.2 | 78.5* | 46.9 | 25.2 | 20.7 | 90.0 | 70.2 |
| 10 | 1090395 | 6648.7 | 6718.2 | 55.4 | 43.9 | 24.0 | 19.6 | 93.1* | 65.8 | 246.0 | 291.9* | |
| 15 | 2614904 | 16499.1 | 16708.2 | 132.7 | 110.7 | 59.3 | 49.2 | 242.3* | 164.8 | 602.8 | 729.1* | |
| 20 | 3460702 | 23354.4 | 23596.8 | 189.4 | 159.2 | 90.1 | 70.6 | 329.2* | 235.1 | 867.9 | 1027.3* | |
| 25 | 2375182 | 21668.6 | 21758.3 | 163.7 | 156.0 | 72.5 | 68.4 | 327.0* | 225.2 | 788.0 | 973.0* | |
| 30 | 2210373 | 22288.6 | 22092.0 | 170.0 | 161.2 | 58.5 | 69.9 | 365.2* | 230.5 | 840.4 | 1006.5* | |
| 35 | 2413847 | 24232.5* | 23695.8 | 171.9 | 171.3 | 56.3 | 73.7 | 390.0* | 246.0 | 835.4 | 1078.3* | |
| 40 | 2322015 | 23474.0* | 22935.6 | 178.9 | 166.2 | 48.1 | 71.2* | 349.3* | 237.9 | 775.4 | 1043.9* | |
| 45 | 1887598 | 18673.4 | 18670.8 | 168.2* | 136.4 | 35.4 | 57.7* | 276.4* | 193.1 | 657.0 | 852.2* | |
| 50 | 1519607 | 15747.0* | 15105.7 | 115.5 | 111.0 | 35.4 | 46.8 | 255.1* | 156.6 | 562.4 | 687.9* | |
| Total | 21079084 | 179727.4* | 178479.6 | 1424.2* | 1262.8 | 504.8 | 547.8 | 2718.5* | 1825.2 | 6466.0 | 8002.3* | |

Note: Obs. --- Observed number of deaths
Exp. --- Expected number of deaths
* --- Statistically significant at the 1% level

Table 2 The mutual relations of corrected mortality rate of all causes or respiratory diseases to the number of eruption times or to the distance from Mt. Sakurajima

| Year | ET | Corrected mortality rate of all causes per 10000 population | | | | | | | | | | | Total | R(2) |
|-------|-----|---|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|------|-------|--------|------|
| | | Distance from Mt. Sakurajima (km) | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | | | |
| 1968 | 37 | 6.51 | 6.43 | 6.39 | 6.50 | 6.37 | 6.24 | 6.13 | 6.23 | 6.08 | 6.36 | 6.40 | -0.72* | |
| 1969 | 22 | 6.65 | 6.60 | 6.60 | 6.65 | 6.51 | 6.39 | 6.35 | 6.46 | 6.23 | 6.42 | 6.55 | -0.83* | |
| 1970 | 19 | 6.87 | 6.89 | 6.88 | 6.93 | 6.87 | 6.76 | 6.58 | 6.54 | 6.45 | 6.71 | 6.80 | -0.79* | |
| 1971 | 10 | 6.62 | 6.46 | 6.42 | 6.50 | 6.50 | 6.42 | 6.51 | 6.48 | 6.11 | 6.50 | 6.50 | -0.45 | |
| 1972 | 108 | 6.27 | 6.43 | 6.40 | 6.32 | 6.28 | 6.33 | 6.50 | 6.46 | 6.26 | 6.41 | 6.40 | 0.21 | |
| 1973 | 144 | 6.50 | 6.51 | 6.47 | 6.52 | 6.63 | 6.67 | 6.76 | 6.55 | 6.52 | 6.95 | 6.64 | 0.64* | |
| 1974 | 362 | 6.45 | 6.28 | 6.25 | 6.37 | 6.56 | 6.62 | 6.54 | 6.56 | 6.44 | 6.50 | 6.48 | 0.55 | |
| 1975 | 199 | 6.11 | 6.15 | 6.18 | 6.28 | 6.47 | 6.66 | 6.61 | 6.59 | 6.34 | 6.65 | 6.44 | 0.79 | |
| 1976 | 176 | 6.19 | 6.29 | 6.32 | 6.37 | 6.63 | 6.63 | 6.59 | 6.55 | 6.46 | 6.78 | 6.49 | 0.82* | |
| 1977 | 223 | 6.31 | 6.20 | 6.16 | 6.18 | 6.24 | 6.38 | 6.50 | 6.40 | 6.37 | 6.73 | 6.31 | 0.77* | |
| 1978 | 231 | 5.84 | 5.82 | 5.77 | 5.79 | 5.86 | 6.02 | 6.20 | 6.42 | 6.56 | 6.55 | 6.06 | 0.92* | |
| 1979 | 149 | 5.91 | 6.00 | 6.04 | 5.97 | 5.98 | 6.13 | 6.30 | 6.33 | 6.17 | 6.48 | 6.09 | 0.87* | |
| 1980 | 277 | 6.36 | 6.22 | 6.20 | 6.13 | 5.97 | 6.13 | 6.43 | 6.44 | 6.31 | 6.86 | 6.22 | 0.56 | |
| 1981 | 233 | 5.86 | 5.93 | 5.95 | 5.86 | 5.81 | 6.21 | 6.51 | 6.46 | 6.21 | 6.62 | 6.10 | 0.83* | |
| 1982 | 233 | 5.77 | 5.72 | 5.72 | 5.66 | 5.75 | 5.95 | 6.34 | 6.43 | 6.17 | 6.18 | 5.93 | 0.81* | |
| Total | | 6.26 | 6.24 | 6.23 | 6.25 | 6.28 | 6.37 | 6.45 | 6.46 | 6.31 | 6.58 | 6.35 | 0.81* | |
| R(1) | | -0.56* | -0.65* | -0.64* | -0.63* | -0.46 | -0.21 | 0.11 | 0.21 | 0.38 | 0.17 | -0.51 | | |

Note: ET --- Number of eruption times
R(1) --- Correlation coefficient between corrected mortality rate and number of eruption times.
R(2) --- Correlation coefficient between corrected mortality rate and the distance from Mt. Sakurajima
* --- Statistically significant at the 5% level

| Acute Bronchitis | | Lung cancer | | Influenza | | Pulmonary Tuberculosis | |
|------------------|-------|-------------|-------|-----------|--------|------------------------|--------|
| Obs. | Exp. | Obs. | Exp. | Obs. | Exp. | Obs. | Exp. |
| 21.4 | 25.3 | 19.8 | 14.3 | 184.9* | 146.0 | 152.3* | 100.5 |
| 25.0 | 23.5 | 19.2 | 13.3 | 174.4* | 137.5 | 136.1* | 94.4 |
| 64.7 | 59.0 | 46.6 | 33.4 | 431.6* | 342.7 | 328.5* | 234.5 |
| 90.4 | 84.4 | 68.0* | 47.7 | 582.3* | 486.6 | 477.1* | 331.4 |
| 98.9 | 82.3 | 51.8 | 45.9 | 486.1 | 452.1 | 402.3* | 302.1 |
| 114.0* | 84.7 | 56.8 | 47.1 | 465.8 | 459.1 | 379.8* | 305.4 |
| 109.7 | 90.9 | 60.0 | 50.4 | 490.9 | 487.6 | 422.0* | 325.8 |
| 125.4 | 87.7 | 67.8* | 48.8 | 468.5 | 472.6 | 423.0* | 316.2 |
| 97.8* | 71.4 | 73.8* | 39.6 | 373.6 | 383.8 | 456.6* | 257.0 |
| 774.2 | 58.0 | 61.2* | 32.2 | 317.1 | 310.0 | 297.1* | 207.0 |
| 821.5* | 667.2 | 525.4* | 372.7 | 3975.2 | 3678.0 | 3474.8* | 2472.3 |

| Corrected mortality rate of respiratory diseases per 100000 population | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Distance from Mt. Sakurajima (km) | | | | | | | | | | Total | R(2) |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | | |
| 20.65 | 16.96 | 16.71 | 17.56 | 19.56 | 19.71 | 15.95 | 16.73 | 17.08 | 17.19 | 18.02 | -0.41 |
| 18.06 | 17.03 | 16.83 | 17.89 | 18.53 | 16.70 | 16.43 | 15.22 | 14.80 | 15.42 | 16.83 | -0.78* |
| 17.02 | 18.64 | 17.92 | 18.36 | 19.35 | 18.24 | 16.96 | 19.23 | 19.03 | 15.90 | 18.41 | -0.10 |
| 12.87 | 15.22 | 15.57 | 15.09 | 15.00 | 15.15 | 13.82 | 12.26 | 13.35 | 15.42 | 14.47 | -0.16 |
| 17.22 | 15.23 | 15.33 | 16.21 | 16.89 | 14.30 | 15.22 | 17.29 | 18.32 | 17.76 | 16.46 | 0.43 |
| 19.40 | 16.95 | 17.06 | 16.60 | 16.89 | 16.71 | 17.06 | 15.69 | 15.10 | 16.02 | 16.59 | -0.79* |
| 19.66 | 18.74 | 19.40 | 18.20 | 15.54 | 17.03 | 14.73 | 12.59 | 14.99 | 14.53 | 16.04 | -0.88* |
| 17.94 | 15.33 | 14.82 | 15.73 | 13.53 | 13.67 | 15.21 | 16.41 | 13.59 | 16.24 | 14.99 | -0.27 |
| 19.97 | 15.54 | 15.39 | 15.72 | 16.56 | 17.67 | 14.47 | 16.04 | 14.58 | 16.96 | 15.98 | -0.36 |
| 21.81 | 17.67 | 17.20 | 15.94 | 15.93 | 17.17 | 13.22 | 9.19 | 10.85 | 10.33 | 14.19 | -0.92* |
| 12.10 | 13.18 | 13.94 | 12.83 | 11.80 | 12.79 | 14.51 | 14.09 | 14.41 | 15.54 | 13.31 | 0.72* |
| 15.01 | 15.16 | 15.48 | 14.48 | 11.73 | 13.88 | 14.88 | 11.12 | 12.61 | 13.75 | 13.45 | -0.58 |
| 13.79 | 14.53 | 14.70 | 13.16 | 10.64 | 11.09 | 13.70 | 12.40 | 12.65 | 16.66 | 12.88 | 0.03 |
| 15.90 | 16.00 | 15.94 | 14.59 | 11.06 | 13.54 | 16.62 | 14.01 | 15.12 | 15.30 | 14.38 | -0.14 |
| 11.12 | 12.96 | 13.43 | 13.01 | 11.72 | 11.75 | 12.99 | 13.44 | 14.24 | 13.05 | 12.66 | 0.51 |
| 16.73 | 15.86 | 15.92 | 15.58 | 14.91 | 15.31 | 15.00 | 14.43 | 14.75 | 15.37 | 15.21 | -0.79* |
| -0.06 | -0.18 | -0.07 | -0.40 | -0.64* | -0.46 | -0.43 | -0.47 | -0.43 | -0.31 | -0.57* | |

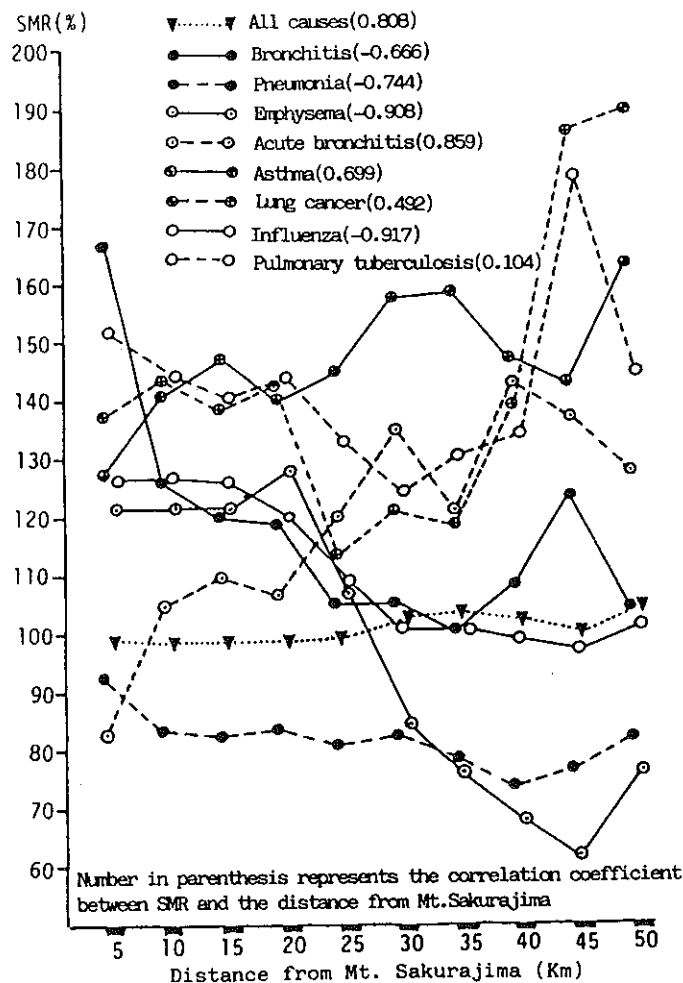


Fig. 2 Standardized mortality ratios for all causes and for selected respiratory diseases by the distance from Mt. Sakurajima

以上の各死因について区分地域ごとに求めた SMR 値を桜島からの距離に対応させたのが図 2 である。これによると、呼吸器系疾患の死因のうちで、気管支炎、肺気腫、肺炎およびインフルエンザの 4 死因の各 SMR 値については、桜島南岳からの距離が近い地域の方が遠い地域にくらべて高い値をとる傾向を示しており、距離と SMR 値との間に得られる負の相関係数は有意であって、特に気管支炎の SMR 値では、桜島にもっとも近い地域で最高値を示し距離 30 km までの範囲では距離に関して直線的な勾配傾向がみられた。喘息の SMR 値はどの区分地域も高い値をとるが距離との間には正の有意相関がみられ、また、総死因および急性気管支炎の SMR 値も距離との間には正の有意相関を示しており、これら死因については、対象地域内では桜島からの距離の遠いほど死亡率が高くなる関係にある。

表 2 は、各区分地域ごとに、総死因の訂正死亡率および呼吸器系死因のうちの気管支炎、

肺気腫、喘息の 3 死因をあわせた訂正死亡率の年次変動を桜島の爆発回数と対応させたものである。桜島南岳の活動は昭和 43 年から 46 年までは比較的少なかったが、47 年から活発となり、49 年度の爆発回数はこの 15 年間での最高 362 回を記録しており、以後平均して年間 200 回前後の爆発をくりかえしている。

総死因の訂正死亡率の経年変化は、どの区分地域においても軽微な変動にとどまっているが、桜島に近い区分地域では経年的に低下傾向をとっているのに対して、遠い区分地域ではわずかではあるが上昇傾向のみられるところもある。区分地域ごとに求めた訂正死亡率と桜島爆発回数との間の相関係数は、30 km までの 6 地域では負の値をとり、その中でも 20 km までの 4 地域では有意であった。距離的に遠い地域ではこの相関は正に転ずるが有意の相関とはいえない。また、各年度ごとに求めた距離と訂正死亡率との間の相関係数は、爆発回数の少なかった昭和 43 年から 46 年までは負の値をとり、そのうち、43、44、45 年度は有意であったが、爆発回数がふえた 47 年度以降は正の値に転じてその殆んどは有意であった。したがって、総死因の訂正死亡率からは桜島の爆発が死亡率を高めていることを疑わせる関係は全くないどころか、むしろ爆発回数の多い年ほど桜島に近い地域ほど死亡率が低いという矛盾した結果になる。

呼吸器系死因の訂正死亡率も、どの区分地域についても経年的に低下する傾向を示しているが、年度によってかなり大きく変動している。この死亡率と桜島の爆発回数との間の相関係数はどの地域もすべて負の値をとるが、桜島からの距離が近い地域では数値が極めて小さくて殆んど無相関ともいえるのに対し、距離が遠い地域では値が大きくなっており、中でも 20~25 km の地域の負相関係数は有意である。したがって、この相関係数からは桜島の爆発回数と呼吸器系死亡率の間には量と反応の関係は見出せない。しかしながら、距離と合計死亡率の間には負の有意相関があって、距離が近いほど呼吸器系死亡率が高い関係があり、更にこの関係を年度ごとにみると、昭和 44、48、49 および 52 年度の死亡率は距離に関して有意の負相関があり、53 年度の死亡率は距離との間に正の有意相関を示したが、その他の年度では死亡率と距離との間に有意の相関はみられなかった。殊に、爆発回数が最も多かった 49 年度は桜島に最も近い地域の死亡率がもっとも高く、つづいて 10~15 km、5~10 km、15~20 km の地域の順になっており、この 4 地域ではその前後の年にくらべて死亡率が上昇している。また 5 km 未満の地域では 49 年から 52 年までの 4 年間に連続して 10 区分地域の中でもっとも高い死亡率を示している。

昭和 57 年から 59 年まで 3 年間における死亡数の変動を、その間における桜島の活動の変動に対応させて示したのが図 3 である。上から、桜島の爆発回数、降灰量（鹿児島気象台屋上）SO_x 濃度の最高値、同平均値及び死亡数であって、それぞれ 1 週間を単位として平均あるいは累積値として示したものである。

爆発回数は、最高 1 週間 21 回を含めて 15 回以上が 10 週あり、昭和 57 年の秋と 59 年秋はやや活動が沈静化しているが、殆んど毎週数回以上の爆発をみており、特に昭和 57 年末から 58 年にかけての活動は活発であった。降灰量は、測定地点の位置関係で桜島の風下にあたった時に多くなるため、爆発回数とは無関係に高い値が出現しており、3 年間でもっとも多かったのは昭和 54 年 6 月 1~7 日の 1614 g/m²、次いで次週 8~14 日の 754 g/m² とつづき、

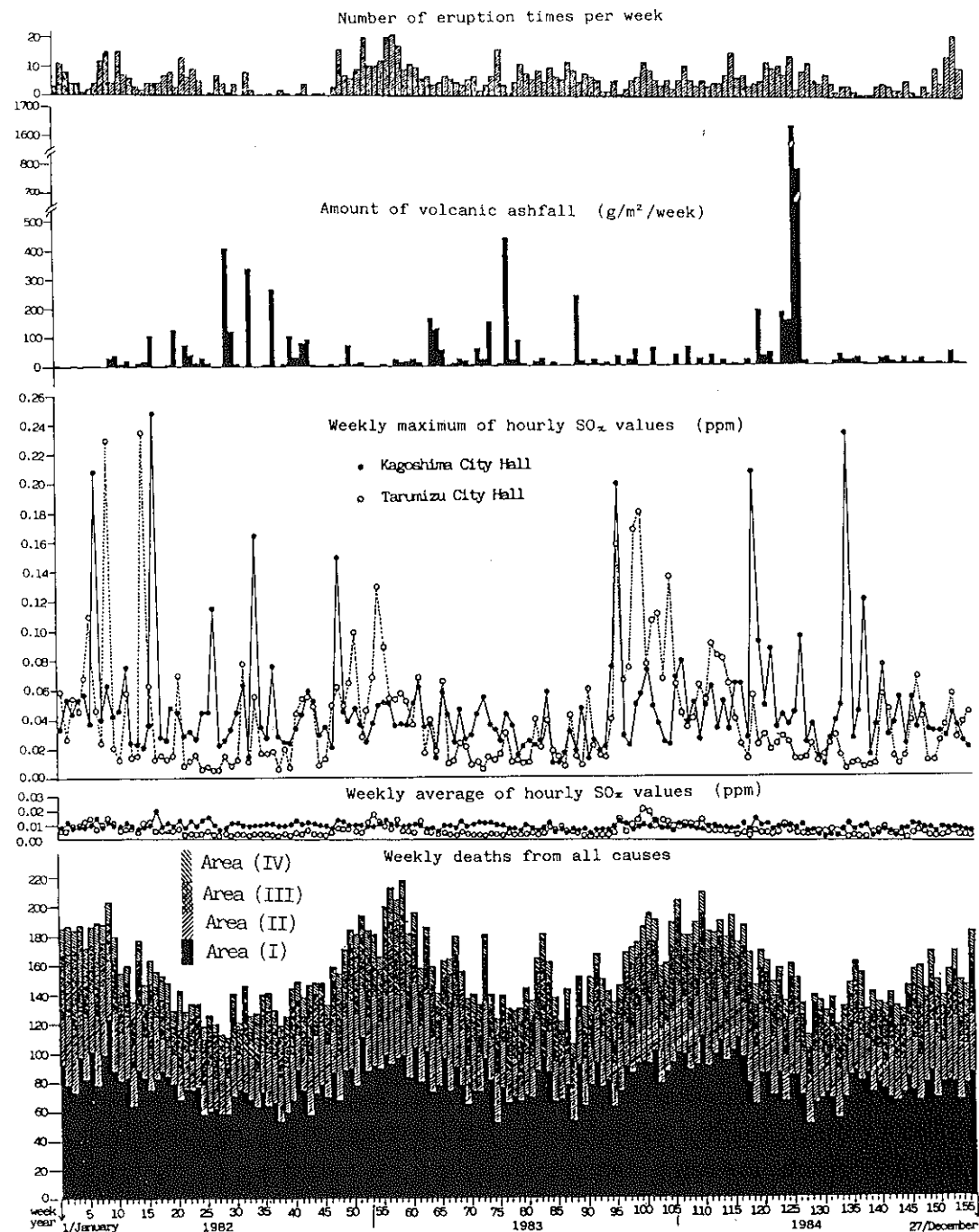


Fig. 3 The week-to-week variations of eruption times, volcanic ashfall, maximum of hourly SO_x, average of hourly SO_x and death from all causes during the 3-year period (156 weeks) 1982 to 1984

300 g/m²以上を記録した週が5回みられる。SO_x濃度の1時間値の最高値をみると散発的に高濃度が出現しており、鹿児島市役所屋上の位置では0.2 ppm以上の値を記録した週は5週、垂水市役所屋上の位置では2週であり、0.1 ppm以上の値をとると前者では4週、後者では7週になるが、いずれもその出現の時期が両測定地点でくちがっている。これより低い最高値では両測定地点で出現時期が一致する週もみられる。SO_x濃度の平均値は極めて低い水準で殆んど変動なく推移しており、特に垂水市役所屋上での水準は常に鹿児島市役所屋上の水準より低く、バックグラウンド値は極めて低いものとみてよく、0.02 ppmをこえる週は殆んどないが、最高値が極めて高い週では平均値も0.02 ppmをこえていることがある。

死亡数の変動には、時系列としてみると1年間を周期とする規則性がみられ、夏季に死亡数が少く冬季に多くなることは一見して明らかであるが、この季節変動の中で不規則な増減がくりかえされている。死亡数の季節的な変動については降灰量もSO_x濃度も一見して全く無関係のごとくみえ、特に鹿児島市役所屋上でのSO_x最高値、あるいは鹿児島気象台屋上での降灰量測定値をとって地域〔I〕の死亡数の変動と対応させたとき、夏季に汚染指標に高い値がみられるけれどもこの季節は死亡数の少い時期にあたり、垂水市役所屋上でのSO_x値を地域〔III〕の死亡数変動と対応させると、共に冬季に高い傾向があるので、SO_x濃度によるものか季節性によるものか区別できない。

そこで、〔I〕から〔IV〕の各地域ごとに、連続する2週間を単位に死亡数の増減関係をしらべ、3年間の156週を順次1週ずつ移動させたときにできる155組の対につき、SO_xの最高値、降灰量及び爆発回数との関係をしらべたのが表3～5である。

表3では、SO_x最高値を4段階(0.2 ppm以上、0.1 ppm以上、0.05 ppm以上及びそれ未満)に分け、それぞれの濃度が出現した週の死亡数をその前週の死亡数、あるいはその後週の死亡数と比較したときの増減関係をかかげたものである。鹿児島市役所屋上で測定したSO_x濃度を指標にとった場合、0.2 ppm以上の週は5週、0.1 ppm以上の週は4週、0.05 ppm以上の週は33週で、のこりの113週ではそれ未満の濃度である。又、垂水市役所屋上での測定値をとると、0.2 ppm以上の週が2週、0.1 ppm以上の週が7週、0.05 ppm以上の週が37週で、のこりの109週ではそれ未満の濃度である。観測地点の桜島との位置関係からみて、鹿児島市役所屋上での測定値は地域〔I〕を代表し、地域〔II〕も方角では一致するが距離的には遠い関係にあるが、地域〔III〕、〔IV〕にとってはこの観測値は汚染の指標とはなり得ないことは汚染地域が風向に左右されることから明白である。これと反対に垂水市役所屋上での測定値は地域〔III〕を代表し、地域〔IV〕も方角が一致するが距離的には遠い関係にあり、地域〔I〕〔II〕は反対方角にあたるためこの観測値では代表されない。

鹿児島市役所屋上で観測し得たSO_x最高値によって、前週の死亡数と比較してみると、地域〔I〕においては、0.2 ppm以上の濃度を観測した5週については、増加しているのが3週で減少(不変を含む)しているのが2週であり、0.1 ppm以上の濃度を観測した4週では増加が2週、減少が2週で増減が相半ばしているので、高濃度のSO_x値が出現した週の死亡数が前週にくらべてふえているとはいえないし、SO_x濃度に関しての死亡数の増加・減少の分布には有意の偏りは見出せない($\chi^2=0.14$, $f=3$)。地域〔II〕における死亡数の増減関係をみると、0.2 ppm以上の5週では増加4、減少1で増加する週の方が多いが、

Table 3 Frequency distribution for the increase or decrease of weekly deaths arranged by weekly maximum of hourly values of SOx on the basis of every two weeks during the 3-year period (156 weeks) 1982 to 1984

| | Study area | SOx ppm | Kagoshima | | | Tarumizu | | |
|-----|------------|---------|-----------|----|-----|----------|----|-----|
| | | | I | D | I+D | I | D | I+D |
| (A) | I | 0.20 ≤ | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 2 | 2 | 4 | 5 | 2 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 17 | 16 | 33 | 16 | 21 | 37 |
| | | 0.05 > | 58 | 55 | 113 | 58 | 51 | 109 |
| | II | 0.20 ≤ | 4 | 1 | 5 | 0 | 2 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 18 | 15 | 33 | 24 | 13 | 37 |
| | | 0.05 > | 48 | 65 | 113 | 43 | 66 | 109 |
| | III | 0.20 ≤ | 2 | 3 | 5 | 0 | 2 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 3 | 1 | 4 | 2 | 5 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 13 | 20 | 33 | 21 | 16 | 37 |
| | | 0.05 > | 49 | 64 | 113 | 44 | 65 | 109 |
| | IV | 0.20 ≤ | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 3 | 1 | 4 | 3 | 4 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 14 | 19 | 33 | 17 | 20 | 37 |
| | | 0.05 > | 50 | 63 | 113 | 47 | 62 | 109 |
| (B) | I | 0.20 ≤ | 5 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 13 | 20 | 33 | 22 | 15 | 37 |
| | | 0.05 > | 60 | 53 | 113 | 54 | 55 | 109 |
| | II | 0.20 ≤ | 2 | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 4 | 0 | 4 | 4 | 3 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 14 | 19 | 33 | 23 | 14 | 39 |
| | | 0.05 > | 51 | 62 | 113 | 43 | 66 | 109 |
| | III | 0.20 ≤ | 2 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 15 | 18 | 33 | 12 | 25 | 37 |
| | | 0.05 > | 48 | 65 | 113 | 49 | 60 | 109 |
| | IV | 0.20 ≤ | 3 | 2 | 5 | 2 | 0 | 2 |
| | | 0.10 ≤ | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 7 |
| | | 0.05 ≤ | 15 | 18 | 33 | 12 | 25 | 37 |
| | | 0.05 > | 47 | 66 | 113 | 50 | 59 | 109 |

(A) — Comparison of weekly deaths from all causes for the week experienced respective weekly maximum of hourly values to those for the preceding week

(B) — Comparison of weekly deaths from all causes for the following week to those for the week experienced respective weekly maximum of hourly values

SOx — Weekly maximum of hourly values

Kagoshima — SOx values at Kagoshima City Hall

Tarumizu — SOx values at Tarumizu City Hall

I — Increase of deaths from all causes

D — Decrease (including unchangeable) of deaths from all causes

0.1 ppm 以上, 0.05 ppm 以上及びそれ未満の濃度の場合を含めての死亡数の増加・減少の関係には有意の偏りがあるとはいえない ($x^2=4.57$, $f=3$)。これに対し, 後週の死亡数を比較してみると, 地域〔I〕においては0.2 ppm 以上の濃度を観測した週の後続する週の死亡数は5週ともすべて増加しており, 0.1 ppm 以上の4週では増・減それぞれ2週ずつである。しかし, この場合も, SOx 濃度に関しては死亡数の増加・減少パターンに有意の偏りがあるとはいえない ($x^2=6.76$, $f=3$)。地域〔II〕でも0.1 ppm 以上の4週の後週ではすべて死亡数がふえているが, 全体としてみた死亡数の増加・減少の分布パターンは有意の偏りがあるとはいえない ($x^2=4.97$, $f=3$)。

垂水市役所屋上で測定されたSOx 濃度によって, 前週とくらべて死亡数の増減関係をみると, 地域〔III〕にあつては, 0.2 ppm 以上の濃度を観測した2週の後週より減少しており, 0.1 ppm 以上の濃度をみた7週の場合も増加2, 減少5と分かれ, SOx 濃度に関する死亡数の増減パターンに有意といえる偏りはない ($x^2=5.26$, $f=3$)し, 地域〔IV〕におけるパターンも有意とはいえない ($x^2=0.12$, $f=3$)。これに対して, 後週の死亡数をくらべると, 地域〔III〕においては0.2 ppm 以上の濃度を観測した週の後週では2週とも死亡がふえ, 0.1 ppm 以上の7週では増加4, 減少3と分かれる。しかしこのパターンも有意の偏りがあるとはいえない ($x^2=5.07$, $f=3$)。地域〔IV〕でのパターンも殆んど同じであつて有意ではない ($x^2=5.20$, $f=3$)。

Table 3(b) Rearrangement of the frequency distribution for the increase or decrease of weekly death in the area combined for I+III or II+IV

| | Study area | SOx ppm | I | D | I+D |
|-----|------------|---------|-----|-----|-----|
| (A) | I+III | 0.20 ≤ | 3 | 4 | 7 |
| | | 0.10 ≤ | 4 | 7 | 11 |
| | | 0.05 ≤ | 38 | 32 | 70 |
| | | 0.05 > | 102 | 120 | 222 |
| | II+IV | 0.20 ≤ | 5 | 2 | 7 |
| | | 0.10 ≤ | 4 | 7 | 11 |
| | | 0.05 ≤ | 35 | 35 | 70 |
| | | 0.05 > | 95 | 127 | 222 |
| (B) | I+III | 0.20 ≤ | 7 | 0 | 7 |
| | | 0.10 ≤ | 6 | 5 | 11 |
| | | 0.05 ≤ | 25 | 45 | 70 |
| | | 0.05 > | 109 | 113 | 222 |
| | II+IV | 0.20 ≤ | 4 | 3 | 7 |
| | | 0.10 ≤ | 8 | 3 | 11 |
| | | 0.05 ≤ | 26 | 44 | 70 |
| | | 0.05 > | 101 | 121 | 222 |

SOx — Weekly maximum of hourly values at Kagoshima City Hall for the areas I and II and at Tarumizu City Hall for the areas III and IV

そこで、〔I〕と〔II〕の地域については鹿児島市役所屋上でのSOx観測地、〔III〕と〔IV〕の地域については垂水市役所屋上でのSOx観測値を指標とし、さらに桜島からの距離に近い〔I〕と〔III〕の地域をあわせ、遠い地域として〔II〕と〔IV〕の地域をあわせた場合について、再集計したものが表3(b)である。桜島をはさんで二つの地域をあわせた場合、SOx濃度観測数は両地域の和となり、3年間の観測期間ではあるが6年間に相当することになる。0.2ppm以上の週は7週、0.1ppm以上は11週、0.05ppm以上は70週、それ未満は222週となる。前週の死亡数とくらべたときの増減関係を見ると、0.2ppm以上の場合でも〔I〕+〔III〕の地域では増加・減少が相半ばしており、SOx濃度からみた死亡数の増減関係の分布には有意といえる偏りは見出せない($x^2=2.11, f=3$)。〔II〕+〔IV〕の地域におけるパターンも同様であって有意の偏りはない($x^2=2.45, f=3$)。これに対して、後週の死亡数の増減関係を見ると、〔I〕+〔III〕の地域では0.2ppm以上のSOx濃度を観測した週の次週では7週ともすべて死亡数がふえており、0.1ppm以上の濃度の場合あるいはそれ未満の濃度の場合には増減が相半ばしている。この分布パターンは危険率1%以下の有意水

Table 4 Frequency distribution for the increase or decrease of weekly deaths arranged by weekly ashfall on the basis of every two weeks during the 3-year period (156 weeks) 1982 to 1984

| Study area | Ashfall g/m/wk. | (A) | | (B) | | I+D |
|------------|-----------------|-----|----|-----|----|-----|
| | | I | D | I | D | |
| I | 300 ≤ | 2 | 3 | 3 | 2 | 5 |
| | 200 ≤ | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| | 100 ≤ | 6 | 4 | 4 | 6 | 10 |
| | 100 > | 72 | 66 | 71 | 67 | 138 |
| II | 300 ≤ | 3 | 2 | 2 | 3 | 5 |
| | 200 ≤ | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| | 100 ≤ | 4 | 6 | 5 | 5 | 10 |
| | 100 > | 64 | 74 | 63 | 75 | 138 |
| III | 300 ≤ | 2 | 3 | 3 | 2 | 5 |
| | 200 ≤ | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 100 ≤ | 4 | 6 | 4 | 6 | 10 |
| | 100 > | 60 | 78 | 59 | 79 | 138 |
| IV | 300 ≤ | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 |
| | 200 ≤ | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 100 ≤ | 3 | 7 | 6 | 4 | 10 |
| | 100 > | 61 | 77 | 60 | 78 | 138 |

(A) — Comparison of weekly deaths for the week experienced respective ashfall to those for the preceding week
 (B) — Comparison of weekly deaths for the following week to those for the week experienced respective weekly ashfall

準で偏りがあるといえる($x^2=12.08, f=3$)。〔II〕+〔IV〕の地域における死亡数の増減パターンにはSOx濃度に関しての偏りはみられなかった($x^2=5.60, f=3$)。

表4は、降灰量による死亡数の増減関係をみたものである。観測地点(鹿児島气象台)の位置から地域〔I〕の汚染レベルを代表するとみられるが地域〔II〕は方角的には一致するが距離が遠いし、地域〔III〕及び〔IV〕は無関係である。前週の死亡数とくらべた場合、どの地域においても、死亡数の増減パターンに偏りがなく、もっとも代表性があるとみられる地域〔I〕においてさえ有意とはいえない($x^2=2.70, f=3$)。後週の死亡数の増減関係についても同様であって、降灰が多かった週の次週に死亡数がふえているとはいえない。

表5は爆発回数に対応した死亡数の増減関係を示したものである。後週の死亡数と比較した表では、最終の第156週に10回以上の爆発を記録したため、後週が欠けることになって、前週の死亡数と比較した表とは合計数が合わない。爆発回数の多い週ほど降灰量も多いことは考えられるが、汚染地域はその時の風向によって左右される為どの地域に汚染があったかは分からない。しかし、桜島に近い〔I〕と〔III〕の地域の方が、遠い〔II〕と〔IV〕の地域よりも爆発による降灰量が多かったであろうとは想像するに難くない。死亡数の増減からみて、爆発回数の多かった週の死亡数、或いはその次週の死亡数が、それぞれの前週にくらべてふえているとはいえず、特に代表性が予想される〔I〕と〔III〕の地域でさえも、爆発回数からみた死亡数の増減関係のパターンに有意の偏りはなかった。

考 察

桜島の火山活動の被害は一般には災害として認識されており、火山学の立場から或いは防災的な立場から数多くの調査研究をはじめとして対策もとられているが、大気汚染の立場から広域的な人体影響は幻想であり、計画的な調査に値しないとのうけとめ方が支配的である。たしかに、降灰地域は局地的であって且つ変動が大きく、時間的にも短いことなどから、度々と実施されている健康調査からは火山灰への曝露との因果関係を積極的に説明できるような特徴ある疾病は見出されておらず、個々のケースとして多量降灰地域居住者の中から発見される珪肺を疑わせる例も、粉塵作業の職歴をもつことからむしろ職業病の可能性の方が強く、因果関係として火山灰に結びつけることは困難である¹⁾。桜島の火山灰の組成は珪酸を主成分とし、アルミニウム、鉄その他微量成分として多種類の重金属と硫酸イオンを含むという分析結果²⁾から、これを用いて家兎に気管内注入を長期間行って塵肺症をおこすことに成功した実験もあるが³⁾、反復吸入実験では一過性の肺の病変として火山灰沈着による二次反応として非特異的尖症をみとめたにすぎないと報告もある⁴⁾。統計上の所見としては、人口動態統計や学校身体検査などの既存資料を用いた研究で、桜島周辺地域では非特異的な呼吸器系疾患が多いことが報告されており^{5,6)}、また、呼吸器症状の有訴率についても降灰時に一致して訴えが多くなることが指摘されている⁷⁾。

大気汚染と人の健康についての関係を推定した疫学的研究は多数報告されており、その中には死亡を取扱ったものもあるが^{8,9,10)}、この種の研究は比較的短い時間単位での変動として急性の関係を推定したものであり、大気汚染濃度が極めて大きい場合を除けば明瞭な結果が

Table 5 Frequency distribution for the increase or decrease of weekly deaths arranged by the number of eruption times on the basis of every two weeks during the 3-year period (156 weeks) 1982 to 1984

| Study area | ET | (A) | | (B) | | I+D |
|------------|------|-----|----|-----|----|--------|
| | | I | D | I | D | |
| I | 15 ≤ | 6 | 4 | 4 | 6 | 10 |
| | 10 ≤ | 11 | 9 | 10 | 9 | 20(19) |
| | 5 ≤ | 26 | 31 | 31 | 26 | 57 |
| | 5 > | 37 | 31 | 35 | 33 | 68 |
| II | 15 ≤ | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| | 10 ≤ | 10 | 10 | 7 | 12 | 20(19) |
| | 5 ≤ | 21 | 36 | 25 | 32 | 57 |
| | 5 > | 35 | 33 | 34 | 34 | 68 |
| III | 15 ≤ | 5 | 5 | 4 | 5 | 10 |
| | 10 ≤ | 7 | 13 | 13 | 6 | 20(19) |
| | 5 ≤ | 29 | 28 | 21 | 36 | 57 |
| | 5 > | 26 | 42 | 29 | 39 | 68 |
| IV | 15 ≤ | 4 | 6 | 4 | 6 | 10 |
| | 10 ≤ | 11 | 9 | 9 | 10 | 20(19) |
| | 5 ≤ | 23 | 34 | 18 | 39 | 57 |
| | 5 > | 30 | 38 | 37 | 31 | 68 |

(A) — Comparison of weekly deaths for the week experienced respective eruption times to those for the preceding week
 (B) — Comparison of weekly deaths for the following week to those for the week experienced respective eruption times

得られていない。なお、統計上の死因は複数の病名の中からただ1つの病名をえらばなければならないので、選択の信頼性にも疑問がかかる上、数量的な取扱いの上からも対象人口集団は極めて大きいことを必要とするなどの制約があるが、医療上の秘密事項にかかわる罹病や有病に関する個人情報を実際入手することは不可能である点を考えれば、集団的な健康指標としてなおすてきれない面もある。

本調査も死亡を取り扱ったものであるが、桜島火山活動による大気汚染が局地的且つ断続的であることと、人口サイズの上から死因構造についての局地的な差や経年変動を把握し得るに足る数を得ることは困難であって、汚染レベルについても桜島南岳からの距離、あるいは測定点の代表性についての疑問もある。

桜島周辺地域の火山灰汚染に関しては、人の健康を考慮した環境測定というよりも農作物被害や災害の見地からの観測に重点をおいた非居住地域での降灰量に関心が向けられており、それに関する限りは桜島南岳の山麓で多量の降灰を記録しているが、吸入の恐れがある微細な浮遊性火山灰や火山ガスについての測定は継続的には行われておらず、限られた範囲での短時間の測定結果があるにすぎない。しかしながら、微細粒子はかなり遠くまで拡散移動することを示唆している報告もみられ¹¹⁾、それらの中には呼吸器粘膜に強い刺激性をもつフライアッシュ状粒子の存在も確認されている¹²⁾。

本調査で、桜島を中心にした地域区分での死因構造をみると、気管支炎、肺気腫、インフルエンザの各カテゴリーに属する死亡実数が桜島に近い地域では期待数をこえて多く、且つ限られた範囲内において桜島に近い方から遠い方へとこれらのSMR値に漸減傾向があることがみとめられた。勿論、桜島から10 kmはなれて鹿児島市の中心部が含まれており、都市要因として呼吸器系疾患多発の中に火山性大気汚染自体の影響が埋没している可能性も強いが、特定の呼吸器疾患（気管支炎、肺気腫、喘息）の死亡率の経年的な観察では、桜島に近い地域において火山活動のはげしかった年に一致する死亡率の上昇も指摘できることから、都市的要因のみでは説明できない一面もある。

さらに又、本調査は、桜島の周辺地域における週間死亡数の変動から、SOx 観測値に異常な高濃度を記録した週の翌週に死亡数がふえていることを示唆した。この時のSOx値は、桜島から約10~15 kmはなれた地点で1時間値0.2 ppm以上であって、この濃度自体は毒性の点からは人への影響は何らの反応もないけれど、桜島に更に近い点ではもっと高濃度の汚染があったことも予想されるし、短時間の値は恐らく数 ppmにも達する高濃度もあり得るだろう。さらに又、同時に多量の微細な火山灰が浮遊していたことも予想すれば、既存疾病の症状が増悪して、その氷山の一角として死亡数の増加につながったものと推定され、これはいわゆる「過剰死亡」にも類似した現象であると考えてよいだろう。降灰量ではかかる現象を見出せなかったが、これは降灰量で代表する汚染地域は極めて局地的であり、非汚染地域の死亡がかなり多く含まれていたためであろうと考える。局地的な死亡を週単位で把握することは数量的取扱いの上で制約されるけれど、さきに鹿児島市の死亡に限っての観察で、極めて多量の降灰があった週に死亡数が一時的にふえることがあることを示唆する所見を得ており¹³⁾、降灰も人の健康にとって全く無影響とはいえないだろう。

世界中には活火山の数は多いが、人体の健康が問題になるような例は少く、突発的な大噴

火に際しての災害が主になっているけれど、その中でも人体への影響について実験的に取り扱っているものが多い。1980年5月のSt. Helens山の大爆発は記録としても大きな惨事であったが、それでも直接の災害性死亡を除けば人体への影響は一過性の上気道刺激性呼吸器症状の増悪が指摘されているにすぎない¹⁴⁾。

しかし、このことは公衆衛生の立場から関心もたれ、火山灰を動物に吸入させて病変をしらべた研究は多数報告されている。それらは、現実に人が曝露するような条件ではないにしても、実験条件によっては塵肺につながるような病変もおこしており、長期間、高濃度の火山灰を吸入しつづけるような条件があれば肺組織に増殖性の変化がおこるようなことを示唆しているが^{15,16)}、短時間の吸入では生体防御機能にかかるい低下がみられるか¹⁷⁾、あるいは殆んど影響をみとめておらず¹⁸⁾、バックグランド値が非常に低いことと、火山灰の組成から考えて化学的な毒性は先づ考えられないとされている¹⁹⁾。

桜島の場合も、局地的といえども火山噴出物による大気汚染はかなり高濃度で、降灰量は鹿児島市中心街においてさえ1回に1 kg/m²をこえることさえあり、恐らくは硫酸化物によると思われる刺激臭が鼻をつくが、この影響を慢性の顕性疾患としてとらえる可能性は先づ考えられない。勿論、将来にわたりその危険が全くないという予測は立てられないけれど、火山活動に伴う健康上への影響としては、余程の濃厚な大気汚染が出現した場合にのみ一過性に既存疾病の病状増悪がおきていることを統計上の死亡パターンから推定し得る程度のものであろうと考える。

要 約

桜島を中心にして半径50 kmの地域を距離間隔5 kmの同心円によって10地域に区分し、それら区分地域の間で、昭和43年から57年までの15年間の総死因並びに各種呼吸器系疾患による死亡像を比較した。総死因及び喘息、気管支炎、肺気腫を一緒にした呼吸器疾患の訂正死亡率の年次変動と桜島の爆発回数との関係を検討した。又、桜島周辺の39市町村の死亡については、1週ごとの死亡数とその週のSOx濃度、降灰量、爆発回数との関係を2週ごとに昭和57年から59年の3年間にわたって検討した。結果は以下のごとくである。

- (1) 桜島から距離30 km以内の区分地域においては、気管支炎、肺気腫およびインフルエンザによる死亡実数は標準人口をあてはめた期待死亡数より有意に多かった。しかも、これらの区分地域の間には、上記カテゴリーの疾病の標準化死亡比に桜島からの距離に関して一定の勾配傾向がみられ、火山活動がこれらの疾病による死亡を高めることに関係している可能性を示唆する。
- (2) 総死因並びに喘息、急性気管支炎、肺癌及び結核の死亡実数は、対象地域全体としてのみならず、どの区分地域においても期待死亡数より少なかった。更にまた、これらのカテゴリーに属する疾病の標準化死亡比には、区分地域間で一定の勾配傾向を見出せず、これらの疾病の死亡パターンに対しては桜島の火山活動の影響はないことが示唆される。
- (3) 桜島に近い区分地域内では、気管支炎、喘息、肺気腫をあわせた呼吸器系疾病の年次別訂正死亡率は、火山の爆発回数がピークを示した年（1947年）に一致して上昇しており、

桜島に近い地域においては、これらのカテゴリーの呼吸器系疾患の年間死亡に対する火山性大気汚染の因果関係が示唆された。

- (4) 桜島南岳の周辺地域における3年間(1982~1984)の死亡数の週変動からは、平均週間死亡数は0.2 ppmのような高いSOx濃度の一時間値の最高値が出現した週よりもむしろその後の週において増加していることが示され、これは高度の火山性大気汚染があった期間に過剰死亡がおきていたことを示唆するものである。

文 献

- 1) 桜島降灰健康問題調査研究会：火山活動に伴う降灰の人体影響に関する調査研究（特別研究報告書），p. 118（1981）
- 2) 竹下寿雄外：鹿児島市および桜島の大気汚染（降灰）調査，鹿児島大学工学部研究報告 21号，137~159（1979），22号，139~155（1980），23号，133~151（1981）
- 3) Shirakawa, M. et al.: Experimental Studies on the Effects of Mt. Sakurajima Volcanic Ashes on the Respiratory Organs, *Jpn. J. Ind. Health*, 26(2), 130~146 (1984)
- 4) 吉田優子：桜島降灰の学童におよぼす影響に関する研究，*医学研究*，54(3)，235~278（1984）
- 5) 脇阪一郎外：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*，30(3)，109~116（1983）
- 6) 脇阪一郎外：桜島火山活動が学童の健康に及ぼす影響，*日本公衛誌*，30(3)，101~108（1983）
- 7) 柳橋次雄外：桜島降灰等による学童の健康への影響，*鹿児島大学医学雑誌*，34，437~443（1983）
- 8) Toyama, T. et al.: Seasonal variation of daily mortality in Tokyo City, *Keio J. Med.*, 24, 253~260 (1975)
- 9) Mac Farlane, A.: Daily mortality and environment in English conurbation, 1, Air pollution, low temperature and influenza in Greater London, *Brit. J. Prev. Soc. Med.*, 31, 64~71 (1977)
- 10) Greenburg, L. et al.: Air pollution, influenza and mortality in New York City, *Arch. Environ. Health*, 15, 430~438 (1967)
- 11) 西井俊治，矢野栄二外：桜島火山噴出物の拡散状況，第1報，第3報，*日衛誌(会)*，37(1)，301~303（1982）
- 12) 外山敏夫外：桜島火山灰のフライアッシュ状粒子の形態，*大気汚染学会雑誌*，15(4)，37~39（1980）
- 13) 脇阪一郎外：桜島火山活動が死亡像に及ぼす影響，*日本公衛誌*，31(10)，548~556（1984）
- 14) CDC: Mount St. Helens Volcano Health Report, No. 2~No. 10, Center for Disease

Control, Atlanta, GA, (1980)

- 15) Sanders, C. L., et. al.: Pulmonary Toxicity of Mount St. Helens Volcanic Ash, *Environ. Res.* 27, 118~135 (1982)
- 16) Val Vallyathan, et. al.: Pulmonary Response to Mt. St. Helen's Volcanic Ash, *Environ. Res.* 30, 361~371 (1983)
- 17) Elaine, C. G. et. al.: Inhalation Studies of Mt. St. Helen's Volcanic Ash in Animals, III. Host Defense Mechanisms, *Environ. Res.* 37, 84~92 (1985)
- 18) Wiester, M. J. et. al.: Inhalation Studies of Mt. St. Helen's Volcanic Ash in Animals: Respiratory Mechanics, Airway Reactivity and Deposition, *Environ. Res.* 36, 230~240 (1985)
- 19) Heppleston, A. G. et. al.: Experimental alveolar lipoproteinosis following inhalation of silica, *J. Pathol.*, 101, 293~307 (1970)

ISSN 0912-17941

鹿児島大学南方科学研究委員会総合研究
昭和58・59年度

桜島

SAKURAJIMA



鹿児島大学南科研資料センター報告特別号第1号

Reports of the Reference Center of the Scientific Researches for
Southwest Pacific Area, Kagoshima University, Special Volume No. 1

1986

Kagoshima, Japan

桜
島

鹿児島大学南科研資料センター報告特別号第1号
一九八六