

桜島の噴火・噴煙活動による火山灰が 日射量に与える影響

山下 脩二*, 田平 陽子**, 塚田 公彦***

(1994年10月17日 受理)

1. ま え が き

火山の噴火・噴煙活動が人間活動を含めて地球表面上の様々な現象に影響を与えている。ここでは、気候への影響の前段階として、噴煙活動の太陽放射量（日射量）に対する影響について調査した。

火山噴火の気候への影響はハンフリーズの理論が有名であるが、いわゆる気候変化といった長いスパンを取らなくても、様々な形で気候に影響を与えていることも事実である。桜島火山は1955年10月以来噴火活動が続いており、またこの地域は季節によって主風向が交替するので、このような調査をするのに適しているといえる。この間桜島火山は火山灰や噴石などの噴出物を1億トンから2億トン噴出したと推定されており、周辺地域に多大の被害を及ぼしている。図1には1969年（昭和44年）以来の噴火・噴煙活動の経年変化を鹿児島地方気象台で観測した降灰量で示した。昭和60年が桁外れに多いが、最近の10年間をみても非常に多く、近年の活発な活動を反映している。

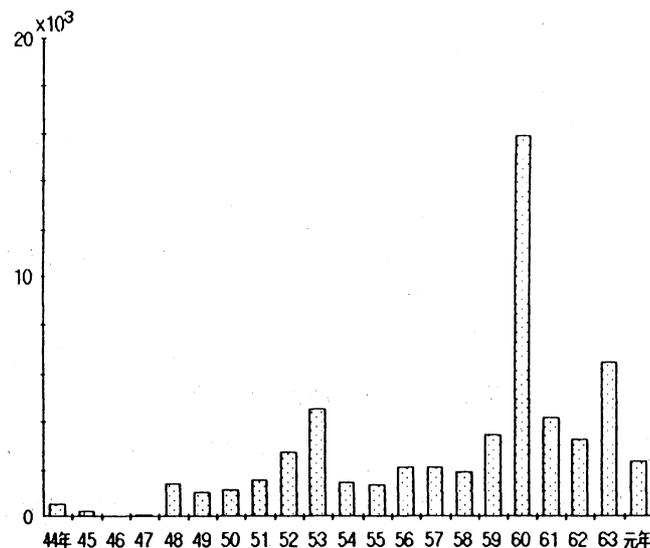


図1：鹿児島気象台における降灰量の経年変化

* 東京学芸大学

** 鹿児島大学教育学部学生（現大分県長湯小教諭）

*** 鹿児島大学

2. 観測場所と観測方法

桜島は鹿児島県のほぼ中央の錦江湾上に位置している。そのため鹿児島県では県下全域の火山灰降下量を把握できるように、58ヶ所の観測点を設けて常時観測を続けている。

日射量の観測は鹿児島地方気象台で常時実施されている。そこで風向によって火山灰の流れる方向が異なるので、つまり、夏季は主として南東ないし東の風が卓越して鹿児島市側に、冬季は北西ないし西の風が卓越するので、大隅半島側に流される。これらのことを考慮して、鹿児島地方気象台は桜島ほぼ真西に位置するので、桜島の北東側と南東側に各1ヶ所の観測点を配置した。すなわち、鹿児島市吉野町の鹿児島大学教育学部附属寺山教育施設（以下寺山と呼ぶ）と垂水市海潟の農学部附属高隈演習林（以下高隈と呼ぶ）である。また、鹿児島市荒田の教育学部屋上には遮弊リングとともに日射計を設置し、散乱日射量の観測も実施した。観測地点の位置を示したのが図2である。

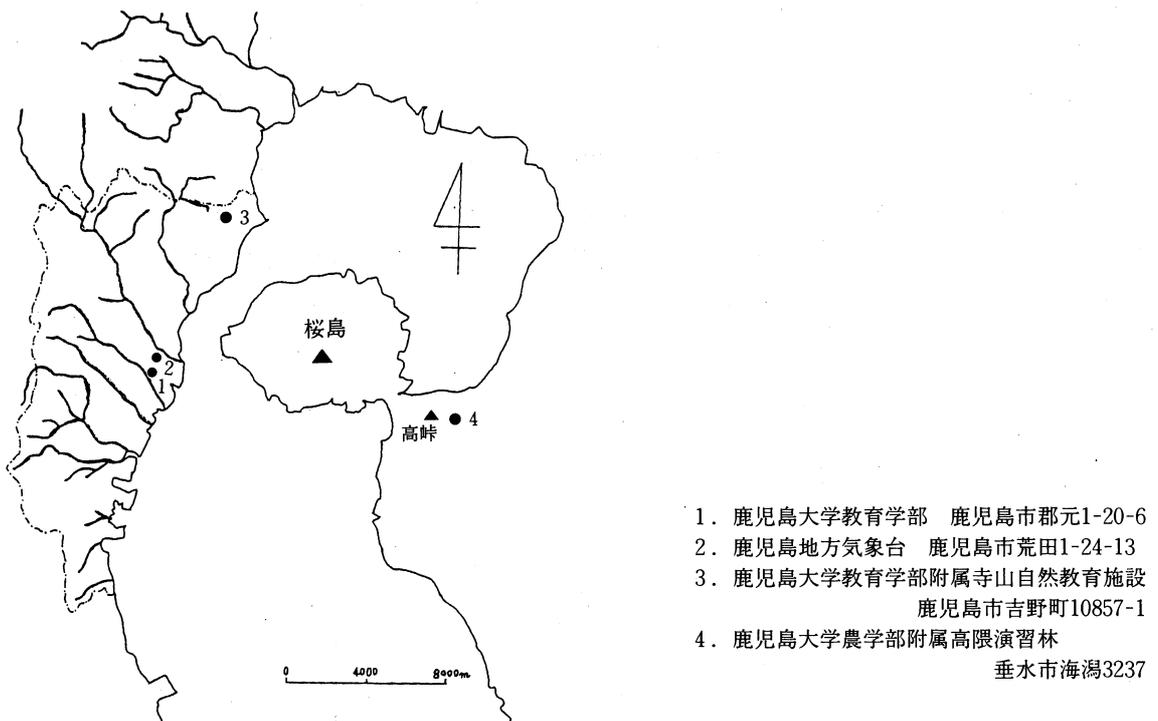


図2：日射量の観測地点配置図

観測器械はネオ日射計とエコー日射計（共にエコー精機製）である。エコー日射計は簡易タイプの日射計である。鹿児島地方気象台ではネオ日射計で観測されており、観測開始前に気象台において比較検定を実施した。読み取りは30分毎のmvで行い、次式により熱量に換算した。 $Q = e \times 60 \div A \times 0.0428$ 、ここでQが1時間の積算日射量 (MJ/m^2)、Aは日射計の感度定数 ($5 \text{ mv}/\text{cal}/\text{cm}^2/\text{min}$)で、eが読み取り値である。

なお、鹿児島大学屋上において遮弊リングを取り付けて測定した散乱日射量は遮弊リングで遮ら

れる散乱日射量を補正する必要がある。これはリングの大きさにもよるが、通常は5~10%である。ここではとりあえず散乱光の状態より、火山灰と雲の影響を区分するためにのみ使用したので、敢えて補正はせずにそのままの値を図に示したものである。

3. 風向・風速と降灰状況

桜島火山は標高1117mで、火山灰の流れる方向を左右しているのは大体850hp面(約1500m)の風である。また、日射量に影響を与えるのは昼間の風であるので、ここでは9時と15時の観測データを用いて風配図を作成した。図3 a~cを参照されたい。

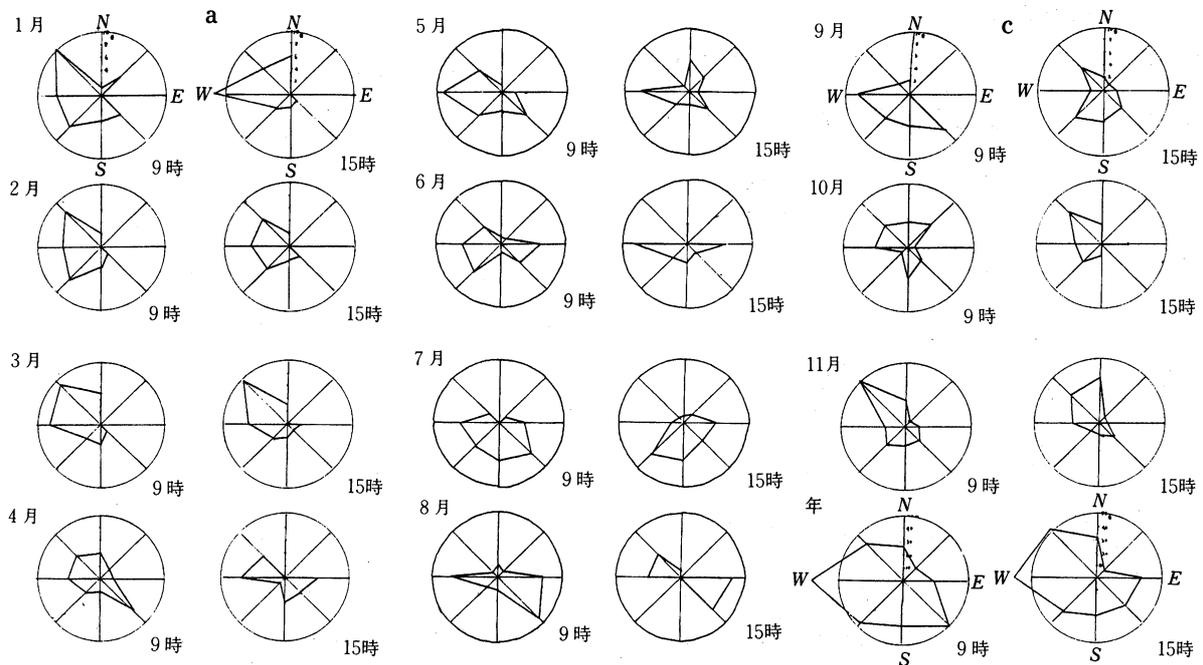


図3: 850hp面(約1500m)の風配図

上空の風であるために、大きな日変化はあまり無いことが予想されたとおり、9時と15時の風配図には大きな差はない。その中で差が若干認められるのは5月、9月、10月である。大略季節変化を見ると、次のようになる。1月は西ないし北西の風が中心で、9時には南西の風もかなりあるが、15時には減少して替わって北の風が増加する。2月は北西、西、南西の風が大部分であり、午前と午後の差はない。3月は北西の風を中心に、西から北の成分がほとんど占めている。4月に入ると、南東側の成分が顕著になり、特に9時には南東の風が最大頻度を示す。5月は午前と午後の風配図が異なり、9時には西の風が最大頻度で、南東の風もかなりあるが、大部分が北西から南西の風である。15時になると北の風が多くなり、北、西、南東の三方向に分割されるのが特徴である。6月はまた、単純に西と東の二方向の風が卓越している。7月は南よりの風が卓越するようになり、午前では南東の風が、午後は南西の風が卓越している。8月は東ないし南東の風が極端に多くなるものの、西成分の風も存在している。9月には再び西成分の風が目立つようになるが、9時には西と

南東の風が卓越しているが、午後の15時になると、北西と、東～南西の風が卓越するようになり、時計回りの方向に移動している。10月は北西～北の風が卓越するようになるが午後には東の風もかなり出現する。11月は再び冬型の風配図となる。全体としては西～北西の風と、東～南東の風が卓越するが、季節的には冬季が北西、夏季が南東ということで一般常識と変わらないが、必ずしも明確に分かれるわけでもなく、相互にかなりの頻度で入り交じっていることが分かる。故に、日射量等に与える影響も単純に判断することはできない。

4. 降灰現象が日射量に与える影響

4-1. 快晴日の例

観測期間中、快晴日は13回あった。代表的な例として、1989年7月15日と11月2日を示したのが図4である。測定器械の故障で7月15日は寺山が、11月2日は高隈が欠測となっている。

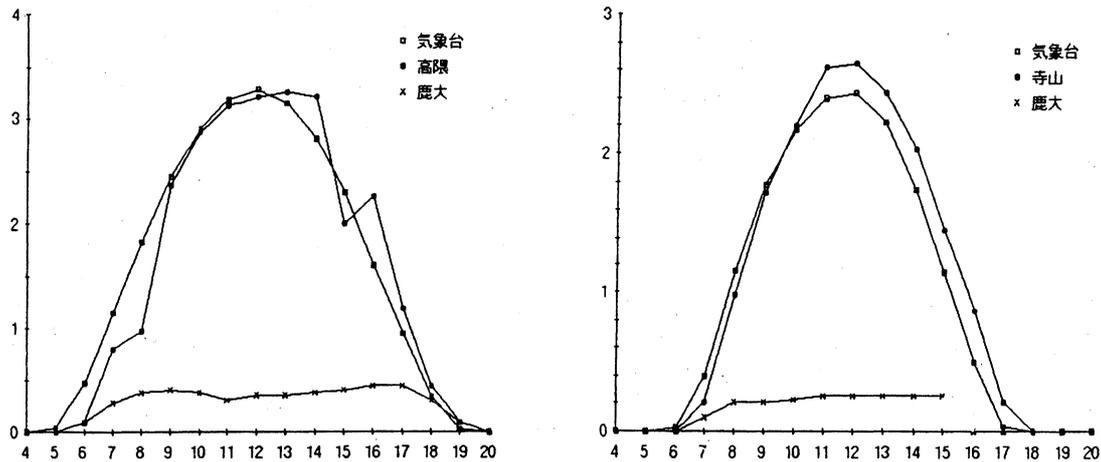


図4：快晴日の日射量の日変化（左：1989年7月15日、右：11月2日）

7月15日の桜島上空850mbの9時と15時の風向は北西と北の風であり、当日は桜島は噴煙を上げていたことが確認されている。日射量の日変化をみると、気象台の値はきれいな曲線を描いており、鹿大の散乱日射量の変化と合わせて考えると、典型的な快晴日であったことが分かる。他方、桜島の風下測に相当する高隈においては、午前の8時と午後14～16時に曲線が著しく乱れている。特に興味深いことには、午後の日射量の変動で、15時の値が著しく減少しているのに対して、その前後で増加していることである。つまり、太陽光が雲で直接遮られなければ天空上の太陽に近い位置にある雲は散乱光を増大させるのと同様に、この場合は噴煙が北～北西の風で南～南東に流され、そのため高隈の日射量が直接影響を受けたものと考えられる。

11月2日は、残念ながら高隈が欠測であったが、気象台、寺山ともにきれいな曲線を描き、また鹿大の散乱日射量も快晴日の典型的な変化をしている。桜島上空の風は北北東～北東の風で、降灰は観測されておらず、噴煙の影響もなかったと考えられる。ただし、11時頃より寺山の日射量が常に大きいのは、寺山は鹿児島市の行政区域の北端の高台に位置していて、鹿児島市の都市大気の影響

響をうけていないためと考えられる。

4-2. 晴天日の例

観測期間中の晴天日は44例であった。図5には1989年7月14日と10月7日の場合を示した。

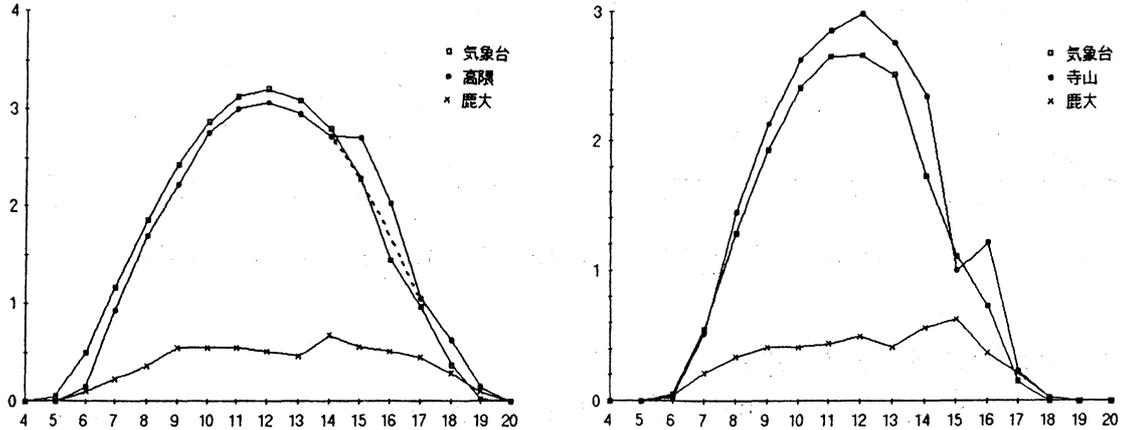


図5: 晴の日の日射量の日変化 (左: 1989年7月14日, 右: 10月7日)

まず, 7月14日の例では, 気象台の日射量曲線はほとんど快晴日に近い変化をしている。興味深いのは高隈の日射量である。午前中は気象台の値よりも低く, 午後15時に不自然に増大していることである, この日の桜島上空の風は, 9時に西北西の風であったものが15時には北東に変化している。この上空の風の変化から類推すると, 午前中は西よりの風で火山灰は東側に流れ, 高隈の日射量に影響し, 午後は風向が変わり, その影響が消えたものと考えられる。15時と16時の日射量の増大は散乱日射量の増大によるものと考えられるが, それが雲によるものか, 噴煙によるものかは確定はできない。しかし, 鹿大の散乱日射量や桜島の位置から考えて, 雲による影響がであるはずであり, 桜島の噴煙に太陽光があたり, その結果が高隈の日射量を増大させたものと考えられる。

10月7日の例は, 寺山の値が常に大きくなっており, これはすでに述べた理由による。この日の風は北北西ないし北西で桜島の噴煙や火山灰が寺山の日射量に与えることはない。15時の日射量の減少は雲によるものである。

4-3. 曇(くもり)日の例

曇の日は観測期間中11例であった。大体は晴れたり曇ったりという日が多く, 一日中曇の日というものは以外に少ないものである。雲が多くある日は, 雲の影響で噴煙や火山灰などの影響を検出することは困難である。特に特定の日の事例では不可能であり, ある日数以上の平均値を取って初めて比較が可能となる。ここでは参考として1989年5月24日と6月27日のものを図6に示した。

ただし, 5月24日の例では, 午前中は気象台が大きく, 午後になると寺山の日射量の方が大きいのは両地点の環境の差と考えられる。また, 6月27日の鹿大の散乱日射量が非常に大きいのは雲の影響である。

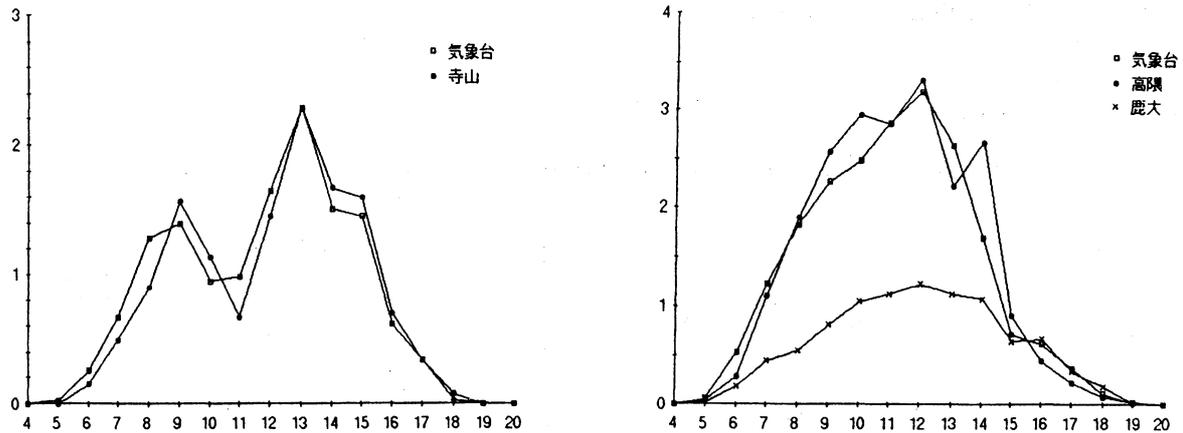


図6：曇りの日の日射量の日変化（左：1989年5月24日，右：1989年6月27日）

4-4. 降灰の日射量に対する影響

前節までの例は，鹿児島地方気象台で降灰を観測してない日，つまり「降灰なし」の日を対象にしたものである。ここでは気象台で降灰を観測した日，つまり「降灰あり」の日について解析した。先ず，快晴日で降灰があった日として，図7に1989年9月10日と10月29日の例を示した。

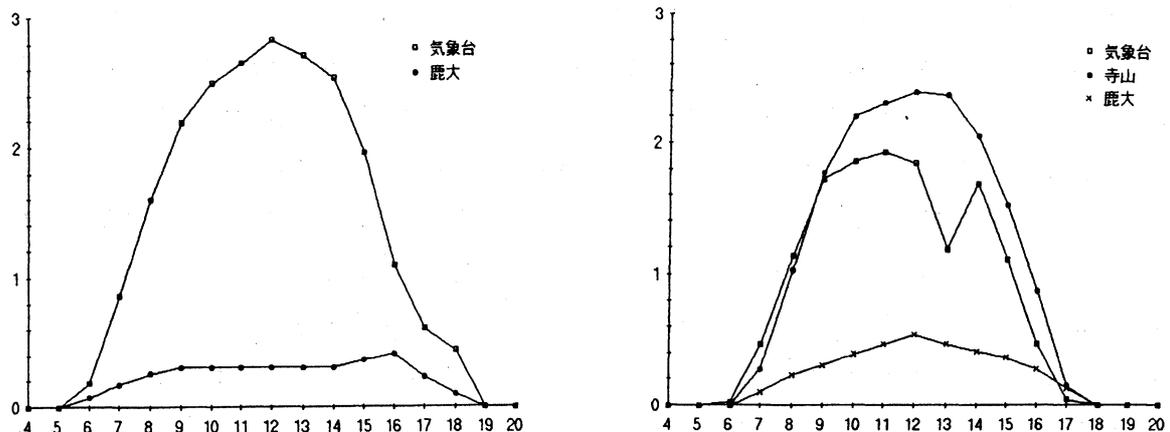


図7：降灰ありの快晴日の日射量の日変化（左：1989年9月10日，右：10月29日）

9月10日は午前中は降灰のない快晴であったが，午後の14時頃より曲線が乱れている。午後にはほぼ東風となっており，鹿大の散乱日射量の増大に伴って気象台の日射量は減少している。10月29日は鹿児島市は一日中灰に覆われている状態で，郊外の高台からは砂ほこりの中に浮かぶ街といった観を呈していた。その結果，郊外の高台に位置する寺山の日射量とは大きな差が生じた。また鹿大の散乱日射量も正午を最大にきれいな増加・減少をしており，火山灰の影響の大きさを示している。なお，気象台の13時の落込みは，快晴であったとはいえ，一時的に曇によって太陽光が遮られたためと考えられる。

晴天日で鹿児島市に降灰のあった側を示したのが図8である。7月21日は午前も東ないし東南東の風で，高隈には降灰はなかったものと思われる高隈の日射量は午前中は少なく，午後は大きくなっているが，これらは雲の影響と考えられる。鹿大の散乱日射量が午後に増大しているが，これは灰

の影響と思われる。また、気象台の14時の落ち込みが対応しており、この時刻にはちょうど東の風であった。

10月20日は一日中東よりの風が卓越し、13時~14時頃には、太陽に明らかに灰がかかっていた。そのため気象台の日射量は著しく影響を受けたが、郊外の寺山では受けず、日射量の日変化曲線もきれいな形をしている。しかし、実際には13~14時には記録紙上に若干乱れがあるが、一時間平均にすることによって消えてしまっている。11月3日は気象台では降灰を観測していないが、8~9時に太陽が灰で隠されていることを確認している。しかし、雲の影響も大きく受けており、その分離は困難である。

曇りの日の例は火山灰の影響を抽出することは困難であるが、ここでは参考までに6月21日と9月4日の例を図9に示した降灰現象の気候的な評価にはもう少しデータの蓄積が必要である。

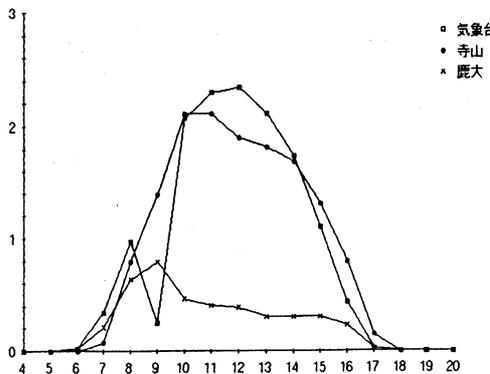
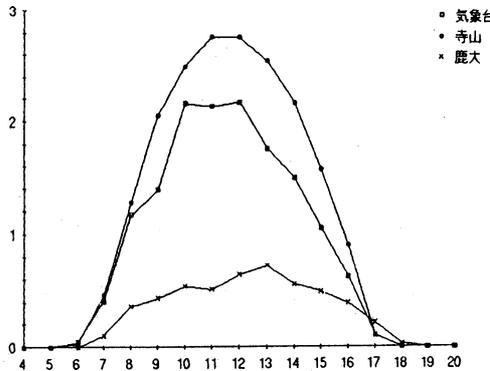
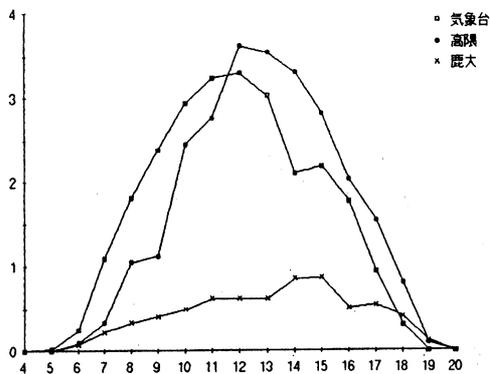


図8: 降灰ありの晴の日の日射量の日変化
(上: 1989年7月21日, 中: 10月20日, 下: 11月3日)

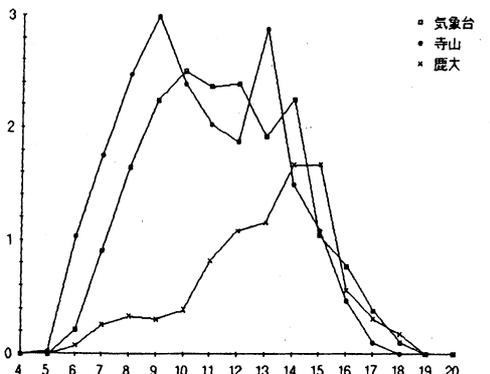
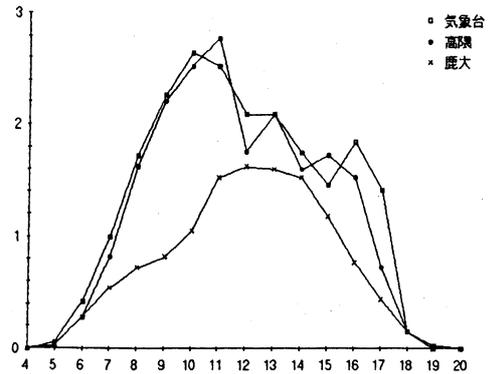


図9: 降灰ありの曇の日の日射量の変化
(上: 1989年6月21日曇り, 下: 9月4日薄ぐもり)

5. あ と が き

桜島の噴火・噴煙活動が日射量に与える影響について、鹿児島气象台、寺山、高隈の日射量と鹿大の散乱日射量を互いに比較することによって調査した。火山噴火の影響としては、噴煙による直接的な影響、つまり雲と同じ役割をし、太陽光を直接遮る場合と、火山灰が空気中を浮遊して、直接日射量を減少させるが、散乱によって散乱日射量を増大させる場合がある。今回の調査では主として典型的な日の例のみについて分析したが、気候的にはトータルとしての量にどの程度の影響が表われるかが重要である。それにはデータの蓄積が必要であり、継続調査をしているので、次回に報告したい。

謝 辞

日射量の観測に際しては鹿児島大学教育学部附属寺山教育施設の細山田三郎先生、農学部附属の高隈演習林の馬田英隆先生を始めとして多くの方々にお世話になった。また、鹿児島地方气象台の方々には資料提供に際して色々とお世話になりました。以上の方々に感謝申し上げます。

本研究は平成元年～3年度にかけて行った文部省科学研究費一般研究(C)「桜島の噴火・噴煙活動と酸性雨現象との関連および水文環境への影響」(課題番号01580247)の一部をまとめたものである。あわせて関係各位に感謝申し上げたい。

参 考 文 献

- 江頭康夫・石原和宏(1979)：鹿児島県下荷おける桜島の火山灰の降下堆積状態。鹿児島地震と火山，第11号，pp. 77～94.
- 江頭康夫(1984)：桜島火山から放出された降下火山灰量について。鹿児島地震と火山，第13・15合併号，pp. 45～53.
- 鹿児島地方气象台(1987)：昭和56～61年における鹿児島県の地震と火山活動状況。鹿児島地震と火山，第17号，pp. 1～109.
- 堤 毅一・今堀信昭・藤崎恒安(1986)：桜島火山灰の拡散と降下火山灰量。鹿児島工業高等専門学校研究報告，20，pp. 1～13.
- 山下脩二(1975)：大気汚染による日射量減少の都市気候学的研究。地理学評論，43，pp. 285～296.