

三宅島山麓における火山ガス濃度変動と帰島問題

飯野直子・木下紀正・小山田恵・金柿主税（鹿児島大学）・寺田暁彦（東京大学）

1. はじめに

三宅島火山は 2000 年 7 月に活発な噴火活動を開始した。同年 9 月、爆発的噴火や火砕流などの危険を避けるため全島避難が実施されたが、同年 8 月末からの大量の火山ガス放出が現在でも島民の帰島を阻んでいる。

2000 年 8 月の爆発的噴火以降、我々は NOAA / AVHRR データを用いて噴煙の検出を行い、ホームページ[1]で公開してきた。2000 年 9 月からは、インターネットの掲示板や火山ガスのページ[2]などで火山ガスの危険性について発言をしてきた。また、東京都によって 2000 年 12 月以降、三宅島島内で連続自動観測が行われている火山ガスデータを分析し、二酸化硫黄の高濃度事象について衛星データや地上観測映像および気象データを用いて総合的な解析・学会発表を行い、2001 年 3 月に論文集[3]としてまとめた。また、それまでの火山ガスの危険性に関する解説が低温型火山ガスへの注意に偏っていることを危惧し、三宅島や桜島など活発な活動を行っている火山が多く放出している高温型火山ガスの挙動や危険性について改めて議論した[4]。われわれが主張している高温型火山ガスによる危険性についての要約は以下の通りである。島内の高濃度事象は強風時の風下が非常に危険である。並風～弱風で噴煙が火口から数百メートル上昇しているようなときには、火山ガスは噴煙とほぼ一緒に挙動するため、山麓付近で高濃度事象はあまり起こらない。火山ガスは上空を高濃度のまま長距離移流して風下の標高が比較的高い山岳部等の地表面付近に達するほか、日中の対流混合によって標高の低い平野部の地表面付近に引き降ろされることがある。現在、これらの主張は広く認められつつあり、マスコミや東京都の防災パンフレットでも取り上げられている。さらに引き続き解析や報告活動を行なっている[例えば 5]。本論では、三宅島島内火山ガスに関するこれまでの解析をまとめ、島民の永続的な帰島の問題を考える一助としたい。

2. 使用データについて

2.1 三宅島島内の火山ガス連続データ： 東京都環境局は 2000 年 12 月までに三宅島空港局、阿古今崎局、三宅支庁局の 3 局で火山ガス連続測定を開始し、2001 年 9 月中旬からは伊ヶ谷老人福祉館局、逢の浜温泉局、アカッコ館局の 3 局が新設された。さらに、2002 年 3 月に測定局は合計 10 局に増設された。SO₂ の環境基準は 1 時間値が 0.1ppm であるが、三宅島島内ではこの値を大きく上回る例が非常に多いので、まず SO₂ の 1 時間値が 1ppm 以上の高濃度事象にしばって解析した。

2.2 気象データ： 雄山(814m)山頂付近の風を推測するために、最近隣の高層気象観測点である八丈島（三宅島の南南東 約 110km）における 925hPa（海拔高度 約 830m）の高層風（3・9・15・21 時）を使用した。周囲の地形の影響を強く受ける地上風よりも、高層風の示標性が高いことは、これまでの桜島噴煙・火山ガスの研究で確認している[6]。三宅島の解析では、1ppm 以上の SO₂ 高濃度事象が記録されている時刻に最も近い観測時刻の風向・風速を調べた。なお、観測時刻の中間に起きた事象については内挿して求めた。

2.3 衛星データ： 鹿児島大学大学院連合農学研究科の衛星画像受信装置(ELM 社製)で受信した NOAA/AVHRR データを使用した。バンド 1 の可視とバンド 2 の近赤外の差画像は、主に噴煙が白く、雲は黒く表示される。これは、雲の粒の方が火山性エアロゾルの粒よりも大きいためであると考えられる。差画像による噴煙と雲の識別が難しい場合には、中間赤外バンドを含めたカラー合成画像を作成することで噴煙を検出した。また、爆発噴煙や火山灰を多く含む噴煙の場合、熱赤外差画像による検出が可能で夜間のデータも利用できる。NOAA 以外の Landsat や SPOT といった地上分解能が数十 m の地球観測衛星からも噴煙画像が得られているが観測の範囲や頻度が限られる。噴煙の移流・拡散のモニタリングには、空間分解能は粗いが広範囲を毎日観測している NOAA や GMS といった気象衛星や SeaWiFS・MODIS 画像などによる噴煙画像が有効である。また、産総研では ASTER データによる SO₂ の直接検出も行われている。

2.4 地上観測映像： 東大地震研究所では、噴煙の運動を解析するために三宅島の南南東 約 20km にある御蔵島に Web カメラシステムを設置して、2000 年 8 月から 2002 年 5 月まで三宅島の火口付近およびその上空の自動連続撮影を行い、画像の一部を Web 上で公開している [7]。NOAA 画像が得られた日時について噴煙映像を確認し、鉛直方向の噴煙の運動を調べた。また、気象庁も高感度の遠望カメラによる観測を行っており、2001 年 11～12 月のビデオ映像の提供を受けて現在解析中である。なお、気象庁は 2002 年 8 月 8 日の HP リニューアル後、全国の火山についてホームページ「火山の解説資料のページ」 [8] で島内外 4 箇所からの 30 分おきの三宅島観測映像のうち 270 分前までの画像公開を始めた。

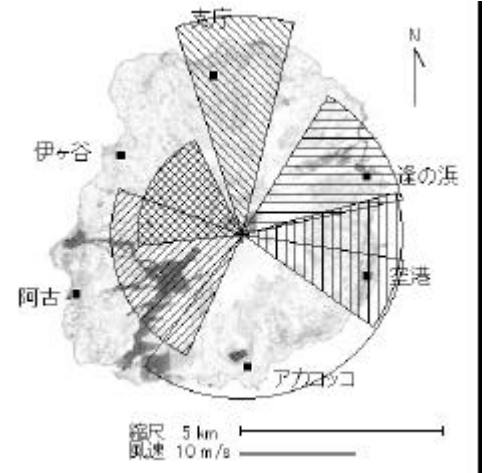


図 1 三宅島島内火山ガス測定点と各観測点における 2001 年の SO₂ 高濃度事象時 (>1ppm)の風向・風速。

3．三宅島島内の火山ガス

図 1 に 2001 年 1 年間に各火山ガス測定局で、1ppm 以上の高濃度事象が起きたときの八丈島 925hPa 高層風の風向・風速の平均値と標準偏差を示す。扇形の半径・角度がそれぞれ平均風速・標準偏差を表わしている。強風時に風下で高濃度事象が起きていることがわかる。各局の最小風速値の平均は 7.8m/s であるので、概ね 8m/s 以上の強風が風下での高濃度事象を予測する目安になると考える。ただし、阿古局や伊ヶ谷局では 5m/s 程度の風速でも高濃度が起こる場合があり、アカコッコ局では標準偏差角度が広がっている。これは、6 時間おきの瞬間値の観測結果である高層風では時間変化を捉える限界があることや、100km 以上離れた八丈島の高層風を使用するため、気圧配置によっては風の場の空間一様性に問題がある場合があること、さらには三宅島の地形の影響などが考えられる。一方、高濃度事象が観測された時間数を調べると、他の測定局で 1ppm を越えた割合が 0.4～3.1%なのに対して、火口東側に位置する空港局では 12.6%で、特に冬季は高濃度が長時間続くことが多かった。これは北西の季節風の影響が大きいと考えられる。その他の測定局で高濃度が観測されたときは、天気図をみると前線や低気圧、台風が通過する際の強風によるものが多かった。これらの移動に伴う風向の変化によって高濃度の観測が風下にあたる局に移動する様子もわかった。また、噴煙の鉛直運動と SO₂ 高濃度事象の関係について、NOAA 画像が得られている日時について対応する八丈島 925hPa 高層風および島内 SO₂ 濃度値を調べた。このとき、御蔵島カメラの噴煙映像や気象庁などのヘリコプター観測による噴煙の写真を参考にした。強風によって噴煙が測定局方向に吹き降ろしているときに高濃度事象が起きていることが確認できた。また、噴煙が上昇していたり、吹き降ろしが起きているにもかかわらず測定局の方向から逸れている場合には高濃度事象が観測されていなかった。

4．おわりに

三宅島島内の高濃度事象は火口の高度付近の風におおきく支配される。高温型火山ガスは噴煙と行動を共にするとみなせるので、視認される噴煙から火山ガスの動態を推測できる。火山ガスの拡散を詳細に検討するためには、大気安定度や地形の効果なども考える必要がある。また、100km 以上離れた地点の 6 時間毎の瞬間風を直接用いているため、風の場の一様性が問題になるような気圧配置の場合には高層風と高濃度事象との対応は必ずしもよくない。しかし、衛星画像や地上噴煙映像をあわせて検討することで、噴煙・火山ガスの支配的な挙動はほとんど理解できる。冬季に高濃度の継続時間が長時間にわたる空港局周辺を除けば、数時間の高濃度対策を明確にしたうえで帰島は可能であると考えられる。なお、環境基準の 0.1ppm 以上の高濃度事象についての詳細な検討は残された課題である。

謝辞：三宅島島内の貴重な環境大気データをご提供下さった東京都環境局に感謝いたします。また、NOAA/AVHRR データを提供された鹿児島大学大学院連合農学研究科に感謝します。

参考文献： [1] <http://www-sci.edu.kagoshima-u.ac.jp/sing/> [2] http://www-sci.edu.kagoshima-u.ac.jp/volc/gas/public/index_p.html [3] 噴煙火山ガス研究グループ、噴煙と火山ガスの動態を探る、鹿児島大学、2001。 [4] 木下、火山ガスの正しい理解を - 三宅島噴煙活動をめぐって -、科学 10, p.1277, 2001。 [5] 小山田・木下・寺田・金柿・飯野、三宅島火山ガスの危険性評価、自然災害科学研究西部地区部会報 26, p.29, 2002。 [6] 木下、火山ガスと噴煙の大気拡散解析、平成 8-9 年度科研費報告書, 1998。 [7] <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/topics/MIYAKE/kansi/> [8] <http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/volcano.html>