

三宅島噴煙と火山ガスの移流拡散形態

飯野直子¹・小山田恵²・木下紀正²・金柿主税³

¹ 鹿児島大学工学部 ² 鹿児島大学教育学部 ³ 熊本県阿村中学校

1. はじめに

三宅島は 2000 年 7 月 8 日の雄山の山頂噴火以来、活発な火山活動が続いている。火口から放出される二酸化硫黄は現在でも桜島の約 10 倍もの値が観測されており、島内はもとより、夏季には南よりの風に運ばれて本土にも影響をおよぼしている。

我々は、主に気象衛星 NOAA を用いて噴煙検出を行なうとともに、島内外の SO₂ データや高層風データをあわせた解析を行なっている。2000 年についての解析結果は論集[1]の論文にまとめた。2001 年の 4~6 月の NOAA 画像と島内 SO₂ については文献[2]、2001 年夏季の NOAA 画像と本土における SO₂ 情報に関しては文献[3]で述べている。また、NOAA 画像はホームページ[4]での公開を行なっている。

本研究では、2000 年 12 月および 2001 年 4~8 月の NOAA 画像に見られる噴煙について、島内外で得られる SO₂ データ・情報や高層気象データの温度や風データを併せて解析し、島内外で SO₂ 高濃度事象が起るときの大気の状態や、高層風に基づく簡単なモデルによって噴煙の移流拡散形態を検討した。

2. 使用データと解析方法

2.1 衛星データ

NOAA/AVHRR データは、鹿児島大学大学院連合農学研究所の衛星画像受信装置(ELM 社製)で受信したデータを用いた。解析には ELM 社製の解析ソフトおよび ENVI を用いた。噴煙は、AVHRR-1 (可視), 2 (近赤外) の差画像や、R:G:B に AVHRR-1:2:(3 or 4) を割り当ててカラー合成することで雲との識別ができる。

2.2 高層気象データと鉛直シャーモデル

高層気象データは、三宅島にもっとも近い高層気象観測ポイントである八丈島での観測結果を用いた。三宅島雄山は 814m で、2000 年の秋以降は噴煙の高度はあまり高くまで上がっていないため、高層風データは 925~700hPa (約 790~3100m) 温度データは 3000m までを処理した。

大気の安定度は、温度・湿度データの観測が行われている 9 時と 21 時のデータのうち、SO₂ 高濃度事象が観測された時刻に近い方を使用して温位を計算し、高度 - 温位グラフを作成した。

高層風データは 3 時、9 時、15 時、21 時の指定気圧面データをもとに、1 時間、10hPa 毎に内挿してモデル計算用の風データセットを作成した。モデルでは各気圧面で 1 時間に 1 個ずつ放出される粒子の重力沈降を無視した流跡線を計算し、衛星データに対応する流脈線として表示する。

2.3 二酸化硫黄データ

三宅島島内のデータは、東京都環境局による SO₂・H₂S の連続測定データである。2000 年 11 月以降、三宅島空港局、阿古今崎局、三宅支庁局の 3 地点で測定が行なわれている。なお、2001 年 9 月 13 日からはさらに 3 地点増やされ、計 6 地点での連続観測が行なわれている。本土部の SO₂ 情報は、インターネットの掲示板「火山学者のひとりごと」[5]への書きこみや環境省の大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」[6]の情報などを参照した。

3. 結果

3.1 島内外で SO₂ 高濃度事象が観測された日の大気の安定度

東京都災害対策本部が発表し、ホームページで公開されている情報[7]によると、島内で高濃度事象を示すメカニズムとして、これまで我々が強調してきた山頂付近が強風のために噴煙・火山ガスが吹き降ろされる場合と 1000m 付近に逆転層があって噴煙の上空への拡散が妨げられる場合が指摘されている。ここでは、より簡単に大気の安定度を調べるために温位を計算した。衛星データから噴煙が検出されていて、島内外で高濃度事象が観測されている日について(表 1) 高度 - 温位のグラフを作成したところ、島内で高濃度事象が起きている日はすべて、海拔 1000~1500m までの大気の状態がやや不安定もしくは中立であった。一方、本土部で SO₂ が検出されたり、島内では高濃度事象が観測されなかった日については、地表付近 100-200m より上空の大気は安定していた。

3.2 強風・並風・弱風時の噴煙の移流拡散形態

表 1 の右欄には、三宅島雄山山頂付近の風として 925hPa の風速を示す。図は、島内で SO₂ 高濃度事象が観測されている 2000 年 12 月 5 日を強風時の典型例(図 1)、三重県鳥羽で高濃度事象が報告されている 2001 年 7 月 2 日を並風の例(図 2)、特に高濃度事象の報告がない 2001 年 4 月 17 日を弱風時の典型例(図 3)として、衛星画像(a)と鉛直シャーモデル(VSM)で計算した流脈線(b)を示す。いずれも衛星画像に示される噴煙の形態がほぼ再現された。特に 2001 年 7 月 2 日は衛星データでは下流部の噴煙は拡散して薄くなっており明瞭ではないが、流脈線から SO₂ 高濃度事象の説明がつく。

表1 解析結果

日付	衛星観測時刻	SO ₂ 高濃度事象	大気の状態	925hPa (m/s)			
				3h	9h	15h	21h
2000.12.5	15:14	阿古 :1-4h, 22-23h	9h :不安定 (~1213m) 21h :中立 (~1764m)	3	10	17	16
12.9	16:04	空港 :1-8h 支庁 :22-23h	9h :中立 (~699m) 21h :中立 (~1008m)	10	10	10	4
12.27	15:48	支庁 :13h	9h :不安定~中立 (~1230m)	16	16	12	12
2001.4.14	7:05	空港 :6h	9h :中立 (~1230m)	11	9	14	15
4.17	7:34	-	9h :安定	6	3	3	5
5.7	13:08	千葉県袖ヶ浦 :16h前後	9h :安定	9	11	6	12
7.2	13:28	三重県鳥羽 :14h	9h :安定	8	13	7	3
7.10	15:51	三重県大安 :11h	9h :安定	3	2	欠測	4
8.14	7:27	千葉県袖ヶ浦 :16h	9h :安定	3	5	4	4

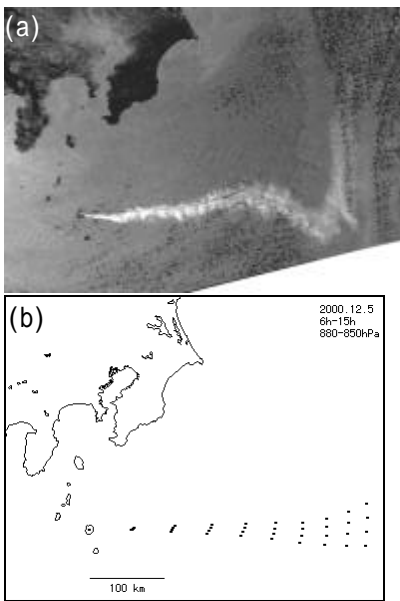


図1 2000.12.5 (強風)
(a) AVHRR b1-b2 画像
(b) VSM 6-15h, 880-850hPa

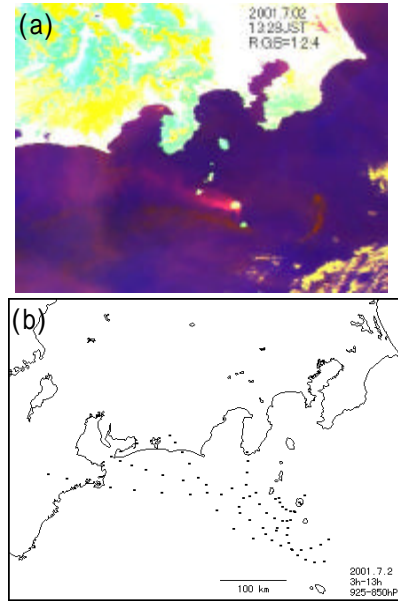


図2 2001.7.2 (並風)
(a) NOAA RGB=124 画像
(b) VSM 3-13h, 925-850hPa

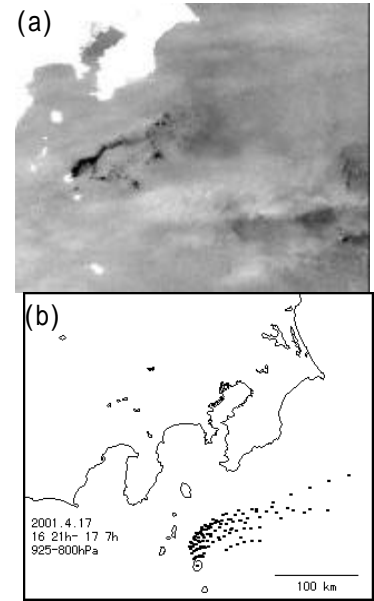


図3 2001.4.17 (弱風)
(a) AVHRR b2-b1 画像
(b) VSM 4/16 21h-4/17 7h, 925-800hPa

4. まとめ

本研究で解析したデータのうち、三宅島島内で SO₂ 高濃度事象が観測されたときは強風で、大気の状態はやや不安定もしくは中立であった。島内で高濃度が観測されなかったときは風は弱く、上空の大気は安定していた。衛星画像に見られる風速によって大きく異なる移流拡散形態を示す噴煙は、高層風を入力とする鉛直シャワーモデルによってほぼ再現されることがわかった。

三宅島島内の SO₂ データをご提供下さいました東京都環境局に感謝いたします。

参考文献

- [1] 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。
- [2] 小山田恵・木下紀正、衛星画像に見る三宅島噴煙と島内の火山ガス濃度、日本火山学会、2001。
- [3] M. Koyamada, K. Kinoshita, N. Iino and C. Kanagaki, Satellite detection of volcanic aerosol at Miyakejima and Sakurajima, Nagasaki Workshop on Aerosol-Cloud Radiation Interaction and Asian Lidar Network, 2001. ; 小山田恵・木下紀正・飯野直子、2001年夏季のNOAA/AVHRRに見る三宅島噴煙、日本リモートセンシング学会第31回学術講演会論文集、pp.149-150、2001。
- [4] SiNG Kagoshima 「M. 三宅島火山噴煙の衛星画像」 <http://www.mech.kagoshima-u.ac.jp/lab/netu/miyake008/miyake-j.htm>
SiNG Kagoshima 「O. 2001年NOAA/AVHRRによる三宅島の噴煙」 <http://www.sci.edu.kagoshima-u.ac.jp/sing/public/miyake/miyake2001.htm>
- [5] インターネット掲示板「ある火山学者のひとりごと」 <http://www.jah.ne.jp/~chili/camp/nagaya.cgi?room=005>
- [6] 大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」 <http://w-soramame.nies.go.jp>
- [7] 東京都災害情報 <http://www.metro.tokyo.jp/miyatop.htm>