

MRI/NPD-NHM を用いた三宅島島内の火山ガス分布予測

清野直子・佐々木秀孝・佐藤純次・千葉 長 (気象研究所)

1. はじめに

2000年夏の噴火以降、三宅島雄山ではSO₂を含む有毒な火山ガスの放出が続いている。島内での安全確保に資する目的で、水平100m格子の非静力学モデルを用いた移流拡散モデルを開発し、SO₂の濃度分布計算を行った。4ケースでの地点実測値との比較から、SO₂濃度予測の性能を評価すると共に典型的な気象場の下でのガスの分布特性を考察した。

2. モデル

高い解像度でかつ総観場を反映した気象場を得るため、多重ネスティングの手法を用いた。SO₂実測値との比較のための計算では、水平格子間隔 $\Delta x = 10\text{km}$ 相当のRSMに、 $\Delta x = 2\text{km}$ 、400m、100mのMRI/NPD-NHMを多重ネストし、三宅島を覆う最内側の100m格子モデルの結果を移流拡散計算に用いた(図1)。移流拡散モデルでは、火山ガスにみた

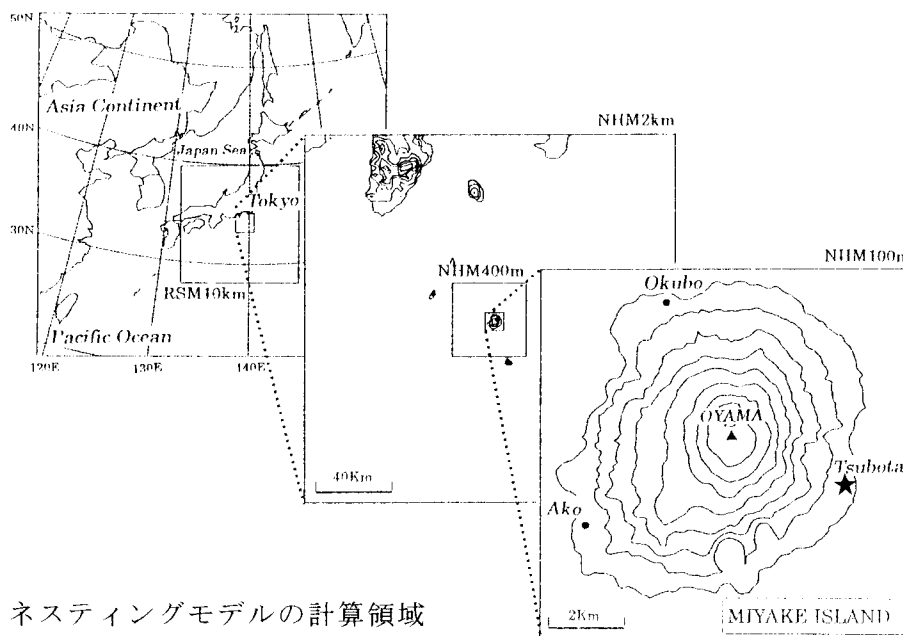


図1 ネスティングモデルの計算領域

てたトレーサー粒子を火口域から放出しランジュ的に追跡する。各粒子は100m-NHMの場に従い移流拡散する。水平・鉛直拡散には、ランダムウォーク法が採用され、鉛直拡散係数にはNHMの出力が用いられる。

火山ガスは火口を中心とする半径約250mの放出源から定常的に放出されるとした。この放出域で、水平方向にガウス分布となるよう、1タイムステップあたり1000個のトレーサー粒子を発生させる。ガスは中心部ほど大きな初期上昇速度を持つとし時間とともにこの上昇速度が小さくなるものとする。一日あたりのSO₂放出量が3万トンとなるよう放出1粒子あたりのSO₂当量を決め、移流拡散後のガス濃度を見積もった。これらの放出に関する設定値は観測値を参考に与えた(火山噴火予知連絡会資料による)。

3. 実測値との比較

測定濃度が比較的高かった日など4回のケース(表1)を選び、濃度場の再現を試みた。ケース1は低気圧通過前後の一般風の変化が大きい例であり、ケース2はその直後の冬型

で風の強い状況である。ケース3は南高北低型で、三宅島付近は帯状高気圧の北辺にあたり風向変化が小さい。ケース4は高気圧中心が三宅島の南海上を通過した一般風の弱い例である。モデルで得られた地上SO₂濃度を、三宅島東部のモニター地点がある坪田で実測値と比較した。

表1 シミュレーションを行った4ケース

ケース	シミュレーション実施期間 (JST)
1	2000年12月3日09時 ~ 2000年12月4日09時
2	2000年12月5日15時 ~ 2000年12月6日15時
3	2001年2月18日09時 ~ 2001年2月19日09時
4	2001年4月15日21時 ~ 2001年4月16日21時

図2はケース3で計算された地上でのSO₂濃度と風の分布である。風下にあたる島の東側で沿岸部までガスが流れる様子が再現されている。坪田におけるSO₂の実測および計算濃度の時間変化を図3に示す。2月18日昼をのぞきSO₂濃度とその時間変動がモデルでよく表現されている。

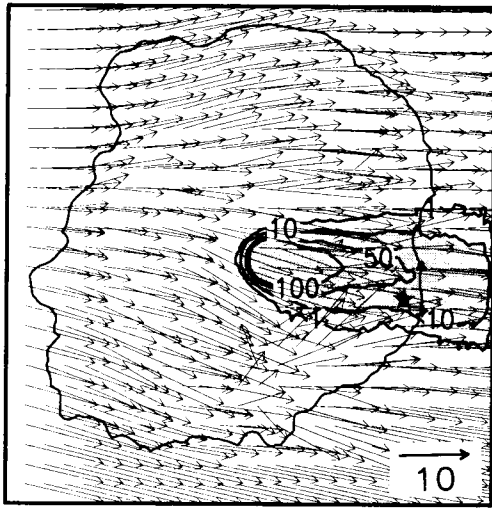


図2 2001年2月19日06JSTにおける地上風およびSO₂濃度の計算結果

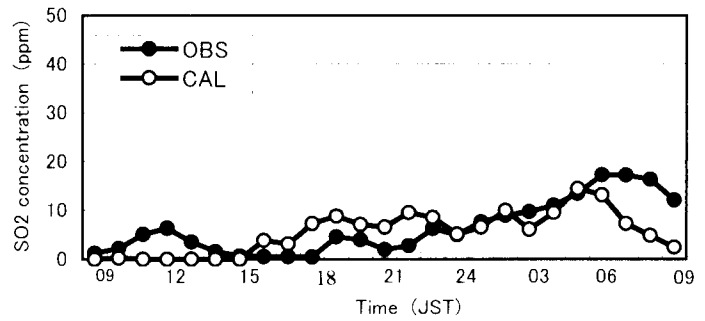


図3 坪田における実測と計算 SO₂ 濃度の時間変化 (2月18日09JST～2月19日09JST)

5. 三宅島周辺の一般的な気象場

三宅島における地上での火山ガス濃度分布は、島の地形は勿論であるが、島を囲む気象条件に左右される。典型的な風、安定度のもとでの地上火山ガス分布特性を知るために、以下の計算を行った。気象庁全球客観解析 (GANAL) において、三宅島に最も近い格子点を選び、1996年から2000年までの5、6月のデータ (1日4回) を最下層の風向・風速で分類した (8方位、1 m/s 毎)。この結果、三宅島付近では、南西風の発現頻度がもっとも多く、次に北西風が多いことがわかる。各分類毎に風向、風速及び温位の鉛直分布を平均したものを海上での一般場として、島の周り40 km 四方の気象場を400m-NHMを用いて再現した。さらに100m-NHMをネスティングし、移流拡散計算を行った。水蒸気量は十分小さく、降水が生じない設定とし、湿潤過程に伴う濃度変化は考慮していない。

6. 濃度分布の評価

地上濃度分布は一般風速に応じた特徴を持つ。一般風速 (海上) が4m/s以下の時、夜間は島内風下側で概して高濃度が現れやすいのに対し、日中は島の中央山頂付近に向かう風が卓越するため沿岸部での濃度はかなり低い (図4)。一般風速が強くなるにつれ、昼夜の濃度分布の違いは小さくなり、風下側の比較的狭い帯状域にSO₂が分布するようになる。こうした濃度分布は地上風の分布を反映しており、一般場の安定度とともに地上付近の気温の日変化にも依存している。

7. まとめ

MRI/NPD-NHMを用いた移流拡散モデルによって、三宅島島内の火山ガス分布再現に良好な結果が得られた。これは、間接的ながら高分解能でのMRI/NPD-NHMの有用性を示すものといえる。気象場の再現性の検証やガスの放出と気象条件の関わりについては、さらに検討を要する点もあり、今後の課題である。

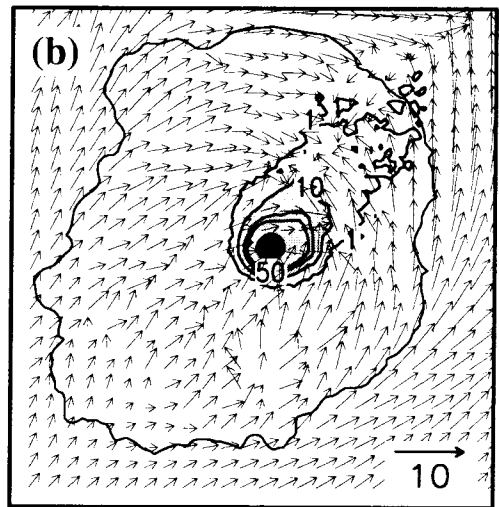
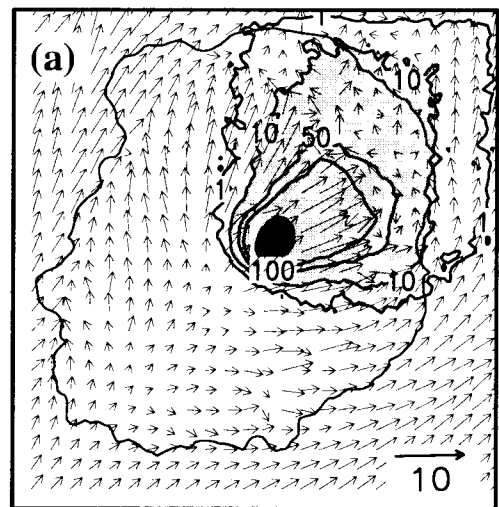


図4 南西風4 m/sの平均的気象条件の下での(a)03JST、(b)13JSTの地上SO₂濃度分布 (ppm)

謝辞 本研究を進めるにあたり齊藤和雄氏 (気象庁数値予報課) からアドバイスをいただきました。また、村治能孝氏、広岡伸也氏 ((株) エナジシェアリング) のご協力を得ました。