

2000年8月28日に関東地方で発生した異臭騒ぎと 三宅島噴火との関連: 数値シミュレーションによる考察

永井晴康*・寺田宏明*・茅野政道*

1. はじめに

日本原子力研究所(以下原研)では、原子力事故時に放射性物質の大気拡散をリアルタイムで予測するために開発した計算システム SPEEDI (System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information) と世界版 SPEEDI (WSPEEDI) を基盤に、さまざまな環境汚染に対応できるような環境中物質循環予測研究を推進している。今回、その一環として2000年8月28日午前10時ころから夕刻にかけて関東西部を中心に SO_2 濃度測定値の急激な上昇及び硫黄臭と思われる刺激臭に関する苦情及び問い合わせが多数発生したこと(以下異臭騒ぎと呼ぶ)と三宅島噴火との関連を、コンピューターシミュレーションにより詳細に解析した。

三宅島の噴火により放出される火山性ガスのうち SO_2 を対象として、大気力学モデルによる局地気象場予測で計算した風速場及び渦拡散係数に基づき、 SO_2 を模擬した粒子群の移動を追跡し濃度分布の時間変化を求めた。また、シミュレーションによる予測濃度と測定結果の比較から SO_2 の放出量推定を行った。

2. 計算モデル

SO_2 の拡散シミュレーションには、原研で開発した放射性物質の大気拡散予測システム SPEEDI を用いた。このシステムの数値モデルは、大気力学モデル、質量保存風速場モデル及び濃度・線量モデルからなる(永井ほか, 1999)。原子力事故時の計算では、濃度計算の領域は大気力学モデルの計算領域より狭く設定しより高分解能で濃度分布計算を行うため、質量保存風

速場モデルを用いて地形分解能の差を埋める必要があるが、今回の計算では同じ大きさの領域を用いており大気力学モデルの計算結果をそのまま濃度計算に用いた。大気力学モデルは気象庁の GPV (気象数値予報格子点データ) を初期値及び境界条件として局地気象場予測を行い、風速場、温度場、乱流量を含む3次元気象場の変化を1時間ごとに出力する。濃度モデルは、大気力学モデルから出力された気象場を基に拡散物質を模擬した仮想粒子群の移動を粒子拡散モデルにより追跡し、濃度分布、沈着量等の時間変化を求める。各モデルの詳細及び計算手法は永井ほか(1999)に記述がある。

3. 計算条件

計算領域は、三宅島を南端に含む400 km 四方、鉛直4 km に設定した(第1図)。大気力学モデルによる気象計算の格子数は水平50×50、鉛直30とし、水平方向は8 km の等間隔、鉛直方向は層の厚さが最下層での10 m から最上層の400 m まで増加する可変格子とした。一方、濃度分布の計算格子は、水平100×100、鉛直30で、鉛直方向は大気力学モデルと同じであるが、水平方向の分解能を倍の4 km とした。

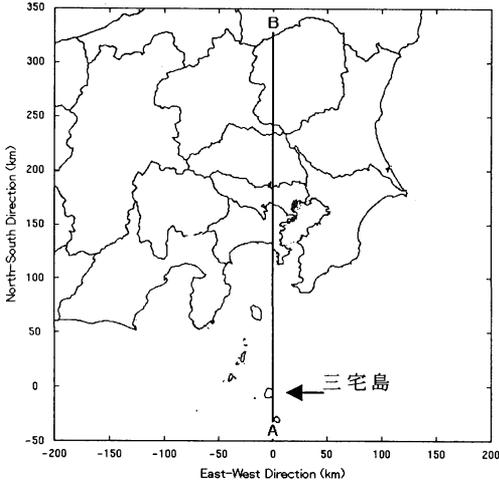
大気力学モデルの計算期間は異臭騒ぎの前日2000年8月27日21時から24時間とし、濃度計算は以下に述べる放出開始時刻から8月28日18時までとした。

濃度計算で SO_2 を模擬する粒子群は、噴煙高度の観測データ(気象庁, 2000)に基づき、海拔1000 m (山頂付近) から3000 m までの線分上から一様かつ放出期間中一定の割合で放出すると設定した。放出期間については、1時間だけ放出する条件の予備計算を放出開始時刻だけ変化させながら繰り返し行った結果から、関東地方へ SO_2 が輸送されるような放出期間を解析し、2000年8月28日0時から5時までの放出とした。

* 日本原子力研究所環境科学研究部。

—2000年10月17日受領—

—2001年1月9日受理—



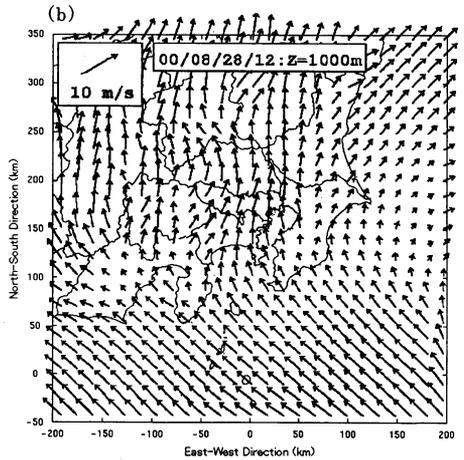
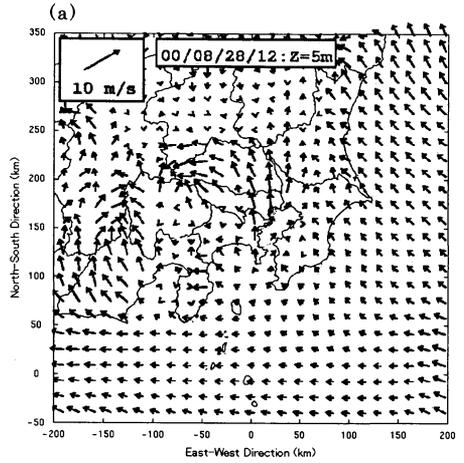
第1図 計算領域。図中の直線A-Bは第3図以降に示す鉛直断面図の位置。

4. 計算結果

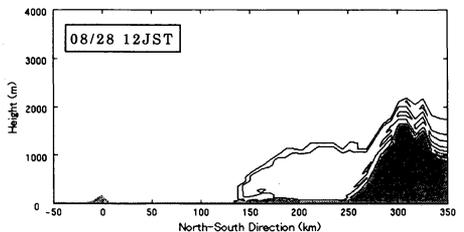
大気力学モデルによる8月28日12時の地上及び上空1000 mの風速計算値を第2図に示す。この時刻の一般風は概ね南から南東風で、関東平野には海風と考えられる風速分布が見られる。また、第3図に示す同時刻の渦拡散係数計算値の鉛直分布から、関東平野では混合層が1000 m程度まで発達していることがわかる。また、拡散係数分布では地形が急峻な山地上で多少計算不安定が生じ鉛直方向に波状分布ができてしまったが、他の計算値には影響は見られず、計算領域の風下側にあるので影響は少ないと考えられる。

SO₂濃度計算結果の鉛直分布を第4図に、地上での水平分布を第5図に示す。シミュレーションによると、28日の0時から3時頃に放出されたSO₂が、南から南南東の風に乗って午前中には関東西部上空に到達していた(第4図a)。12時ころには混合層がSO₂分布の底部(地上約700 m)まで発達したことで取り込みによる降下が始まり濃度分布が地上まで達し(第4図b、第5図a)、さらに海風に乗って栃木、群馬方面に拡散した(第4図c及びd、第5図b)。また、午前4時から5時頃に放出されたSO₂は、南南東の風により伊豆半島の方向に流され、半島の山塊の影響で平野部に達し、静岡、山梨方面に拡散した(第5図b)。

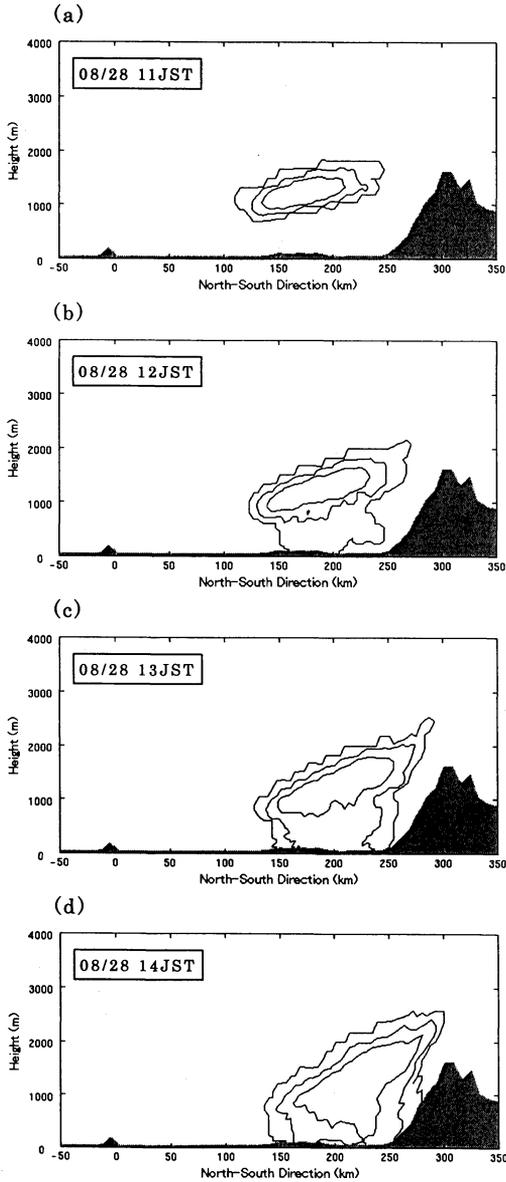
以上の計算結果は、時間及び空間的に多少のずれは認められるが、環境庁の「大気汚染物質広域監視システム」(<http://www.eic.or.jp/eanet/>)で観測された



第2図 大気力学モデルによる8月28日12時の(a)地上及び(b)上空1000 mの風計算値。風速ベクトルはx, y方向とも一つおきに間引いている。

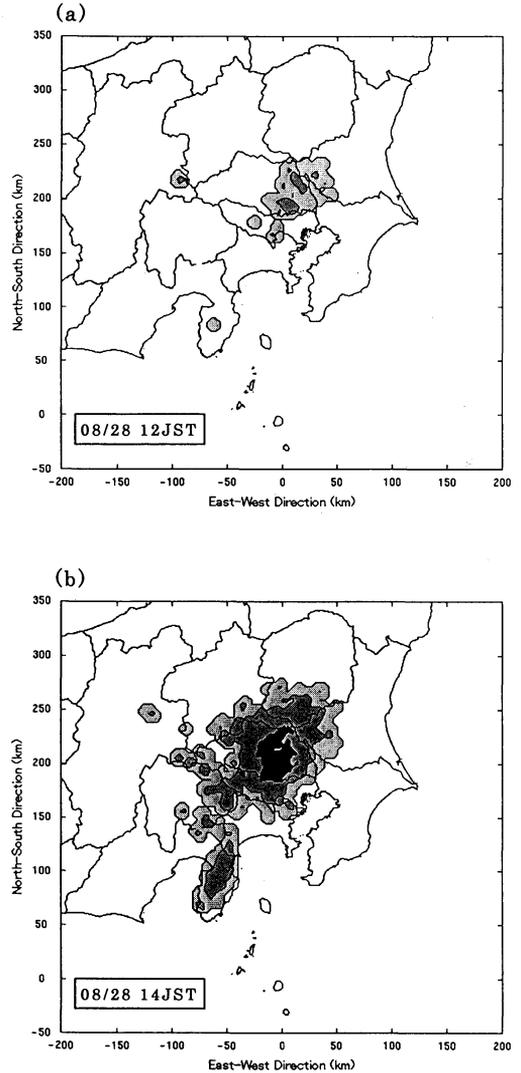


第3図 大気力学モデルによる8月28日12時の渦拡散係数計算値の鉛直分布。断面は第1図の直線A-B上で、等値線は外側から1, 30 (m²/s)。



第4図 濃度モデルによる8月28日11時～14時までのSO₂濃度計算値の鉛直分布。断面は第1図の直線A-B上、等濃度線は放出量を1 m³/hと仮定した場合のもので外側から10⁻²⁰、10⁻¹⁴、10⁻¹³ (m³/m³)。

高濃度SO₂の出現地域とよく一致した。また、三宅島に近い神奈川県南部の測定点においてSO₂濃度が低かったこともうまく説明できる。このことから、異臭の原因が夜間に三宅島から噴出したSO₂等の硫化物を含む火山性ガスであることは、ほぼ確実といえる。



第5図 濃度モデルによる8月28日(a)12時及び(b)14時におけるSO₂濃度計算値の地上分布。等濃度線は放出量を1 m³/hと仮定した場合のもので外側から10⁻²⁰、10⁻¹⁴、10⁻¹³ (m³/m³)。

5. 放出量の推定

SO₂の放出率は不明のため、シミュレーションでは1 m³/hの放出を仮定している。そのため、もしシミュレーションで設定した放出条件が実際の放出と一致しているとすれば、ある地点で実際に測定された濃度が、シミュレーションによるその地点の濃度の何倍か求めれば、それが放出率となる。環境庁の大気汚染物質広域監視システムの数値によれば、濃度差はあるが関

東西部での高濃度は平均して200 ppb程度であり、計算では約 2×10^{-4} ppbである。従って、放出率(m^3/h) $=200/2 \times 10^{-4} = 1 \times 10^6$ (m^3/h) $=$ 約2.5千トン/時となる。推定値が評価地点により差があることや、放出の初期分布が未確定であることを考慮すると、28日未明から明け方にかけての SO_2 総放出量は数千から1万トン程度と推定できる。

6. まとめ

今回の異臭騒ぎは、28日未明から明け方にかけて三宅島から放出された SO_2 等の硫化物を含む火山性ガスが、夜間の安定した南風に乗って高濃度のまま関東地方西部の上空に達し、その後日中の強い日差しに起

因する大気混合により一部が急激に地上に下降して内陸に運ばれたことが原因と推定できる。また、シミュレーションによる予測濃度と、測定結果の比較から SO_2 の放出量を概算すると、28日未明から明け方にかけての総放出量は数千から1万トン程度であったと推定できる。

参考文献

- 気象庁, 2000: 三宅島の火山活動について (平成12年8月31日21:45): 資料2 三宅島空振/微動/噴煙/特別地震回数, 火山噴火予知連絡会会見資料。
永井晴康, 茅野政道, 山澤弘実, 1999: 大気力学モデルを用いた緊急時放射能大気拡散予測手法の開発, 日本原子力学会誌, 41, 777-785.

Relation between Nasty Smell at Kanto Area on 28 August 2000 and Eruption at Miyake Island : Examination by Numerical Simulation

Haruyasu Nagai*, Hiroaki Terada** and Masamichi Chino**

* (Corresponding author) Department of Environmental Sciences,
Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai, Ibaraki 319-1195, Japan

** Department of Environmental Sciences, Japan Atomic Energy Research Institute

(Received 17 October 2000 : Accepted 9 January 2001)
