

大涌谷の火山ガスはどこまで広がったのか？

○池貝隆宏(調査研究部)

平成27年7月から8月にかけて箱根山大涌谷の噴気活動が活発化し、箱根町宮城野で高濃度のSO₂が観測された。ガウス型プルームモデルを用いた拡散計算を行い、SO₂の放出量及び周辺地域の濃度分布を推定したところ、放出量のピークは7月17日の96トン/日であり、人の居住する地域の最高濃度は2.0ppmと推定された。

1 はじめに

箱根山大涌谷では、平成27年春に火山性地震と噴気活動が活発化したため、同年5月6日に噴火警戒レベルが1から2に引き上げられた。火山ガスには大気汚染の常時監視項目であるSO₂（二酸化硫黄）が含まれていることから、その発生源としての監視を行うため、6月26日から箱根町宮城野に自動測定機を設置し（以下、「宮城野局」）、常時監視を開始した。その直後の6月30日、大涌谷で小規模な噴火が観測され、噴火警戒レベルが3に引き上げられた。その後、宮城野局で比較的高い濃度が観測される状況がおよそ1ヶ月続いた。

2 目的

生活環境における火山ガス由来のSO₂の広がりを把握するため、この時期の宮城野局の測定値をもとに、比較的簡易な拡散モデルを適用してSO₂放出量を求めるとともに、大涌谷周辺地域の濃度分布を推定することを目的とした。

3 宮城野局におけるSO₂濃度の推移

平成27年6月27日から12月31日までの宮城野局におけるSO₂の1時間値の推移を図1に示した。SO₂の1時間値の環境基準値は0.1ppmであるが、これを越えたのは7月1日から23日の期間に延べ42時間あった。最高濃度は7月14日14:00の0.147ppmであった。特に濃度が高かった7月中旬は、火山ガスが外輪山

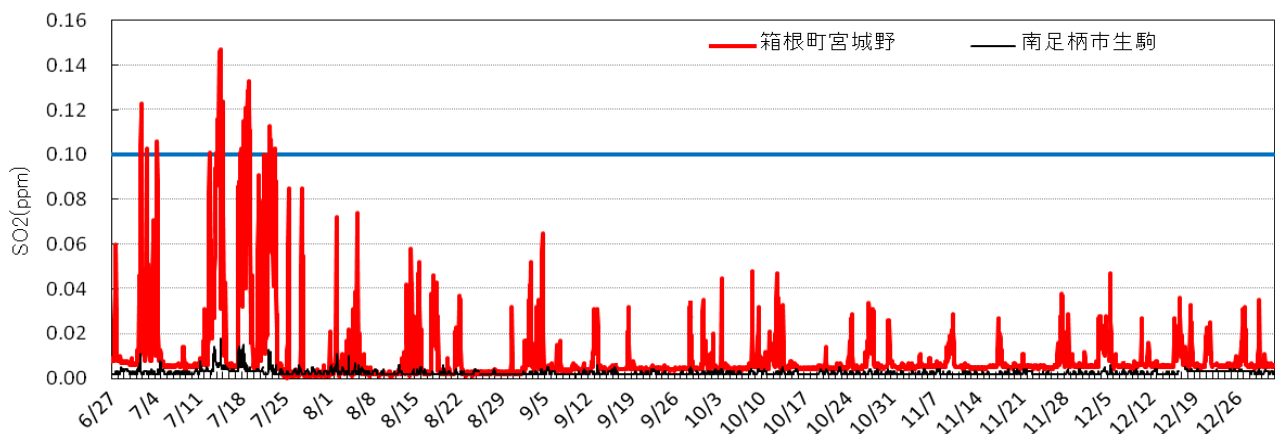


図1 平成27年夏季における箱根周辺地域のSO₂濃度（1時間値）の推移

を越流し南足柄市まで到達する現象も発生していた。その後は散発的にやや高い濃度が測定されるものの、ピークの濃度も漸減し、環境基準を超える状態は現在に至るまで発生していない。

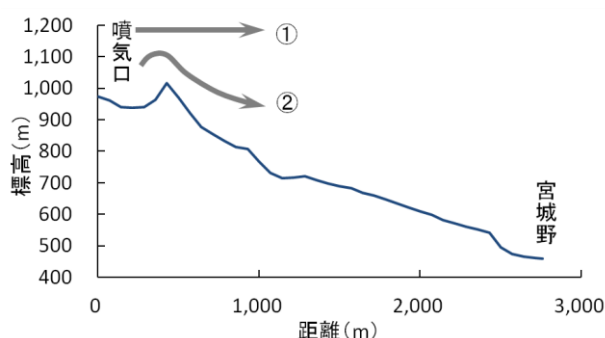


図2 噴気口-宮城野間断面図

4 推定方法

4.1 モデルの適用方法

計算モデルには実務上比較的簡便に濃度分布の概況を把握できる汎用的なガウス型プルームモデルである低煙源工場拡散モデルMETI-LIS ver. 3.2 (以下、「モデル」) を使用した。この検討では、SO₂放出量が未知のため、まずこれを推定した。

図2に噴気口-宮城野間の断面図を示した。モデルに入力できる風は常に同一高度で水平に一樣に吹く前提であり、図中①の矢印で示した風を想定している。しかし、発生源の噴気口と推定地点の宮城野局は標高差が約510mあり、この間を吹く風は②の矢印で示した斜面を吹き降ろす山谷風となる。煙軸をやや下向きに傾斜させた拡散を再現しなければ適正な推計ができないことから、鉛直下向きの拡散を大きめに補正することとし、次に示すように拡散幅を強制的に変更し計算を行った。

拡散幅は大気安定度に依存する。モデルでは、設定可能な安定度階級はA、B、C、DD、DN、E、Fの7階級あり、拡散幅はAからFへ順次小さくなる。今回拡散計算を行ったのは後述するように138ケースあるが、各ケースの安定度を日射量と風速による通常の見分け方で区分したところ、Aが1時間、Bが19時間、Cが31時間、D (=DD+DN) が87時間であった。安定度C又はDで計算すると拡散幅が小さすぎるためにプルーム下端は宮城野局の計算点高度に届かず、安定度Aで計算するとプルームは遠方に届かないため、いずれの場合も逆推定計算では放出量が過大になる。そこで、安定度階級を一律Bに設定した。算出濃度は誤差を含むものの、設定可能な7階級の中では一番現実に近い計算値が得られるものと考えられる。

4.2 その他の計算条件

解析期間は、6月27日1:00から8月31日24:00までの1,584時間とした。計算領域は箱根カルデラ内の可住地を包含する東西6,800m×南北4,800mの領域とし、領域の縁から100m間隔で計算点を設定し、各計算点には地形図から読み取った標高を設定した。気象データは、箱根町消防本部から提供を受けた。

5 結果及び考察

5.1 宮城野局高濃度と風向風速の関係

風向が西南西のとき、噴気は東北東方向に流れて宮城野局に到達する。西南西風の比率及びそのうち高濃度 (0.04ppm以上、以下同じ。) になった比率の推移を図3に示した。期間中の西南西風のパターンは6月27日～7月11日、7月

12日～26日、7月27日～8月30日の3期間に区分できる。この3期間の風配図を図4に示した。7月12日～26日は西南西風が卓越し、他の2期間はほぼ同じパターンで東南東風が卓越した。頻繁に0.1ppm超が測定された7月12日～26日は西南西風の頻度も高かった。一方、風向がほぼ同じ7月11日以前と7月27日以降を比べると、高濃度になった割合は明らかに7月11日以前のほうが高かった。このことから、7月27日以降は7月11日以前に比べ高濃度SO₂の放出量が減少したといえる。

5. 2 SO₂放出量

西南西～南西風するとき、噴気が風下の宮城野局に到達した時間は対象期間1,584時間中446時間あり、このうち高濃度となったのは天候が雨の場合を除くと138時間あった。これらについて噴気口におけるSO₂放出量を推定し、日放出量に換算した結果を図5に示した。放出量は7月17日の96トン/日が最大であり、これは気象庁が観測している浅間山の比較的静穏な時期の放出量70～100トン/日（平成27年では3月下旬から5月中旬が該当）と同程度であった。8月以降は西南西～南西風の頻度が低下したために推定できた日数が少ないが、7月中には見られなかった放出量の少ない日が散見され（8月13日と18日）、その量はピーク時の1/4以下に減少していた。以上のことから、図3でも確認したように、7月をピークに高濃度SO₂の放出量は漸減したと考えられた。

5. 3 高濃度時の濃度分布

5. 2で推定した放出量を用いて、風下側で高濃度が予想されるケースについて噴気口を中心に各方位で人が居住する地区の一番噴気口寄りの地点の濃度を計算したところ、もっとも濃度が高くなったケースは7月14日23:00（南西風2.1m、放出量9,200 kgSO₂/h）であり、最大濃度は早雲郷別荘地の2.0ppmであった。このときの濃度分布図を図6に示した。図右上の太線は外輪山の稜線を表

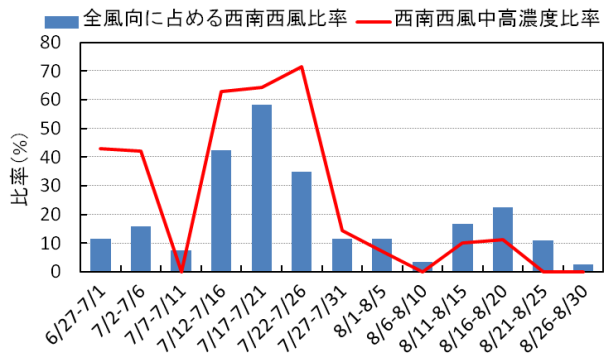


図3 西南西風下での0.04ppm超の発生状況

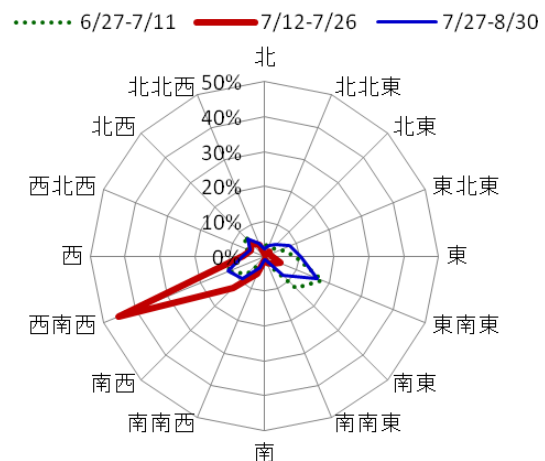


図4 6/27～8/31の風配図

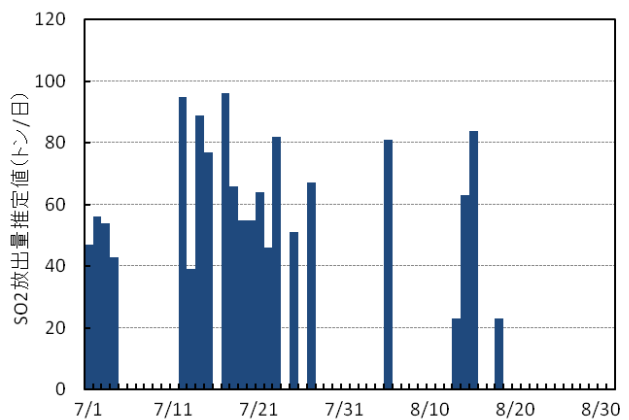


図5 SO₂日放出量推定結果

しており、一番外側の等濃度線で囲まれた領域が一時間値の環境基準値0.1ppmを超えた区域である。この区域には、宮城野の主要部や箱根登山ケーブルカーより北側の強羅など、日常的に人が居住する区域が広範囲で含まれていたことがわかった。

噴気口周辺の他の地域でも風向きによっては環境基準値0.1ppmを超えたケースが確認できた。図7には、推計した濃度の月別最大値を予測地点の位置とともに表示したが、東～南東風が吹いた8月24日にはSO₂濃度は仙石原西部で0.13~0.35ppm、姥子で0.40ppmに達したと推定されるなど、噴気口の北から西側の区域にも高濃度の火山ガスが広がったケースがあったと考えられた。

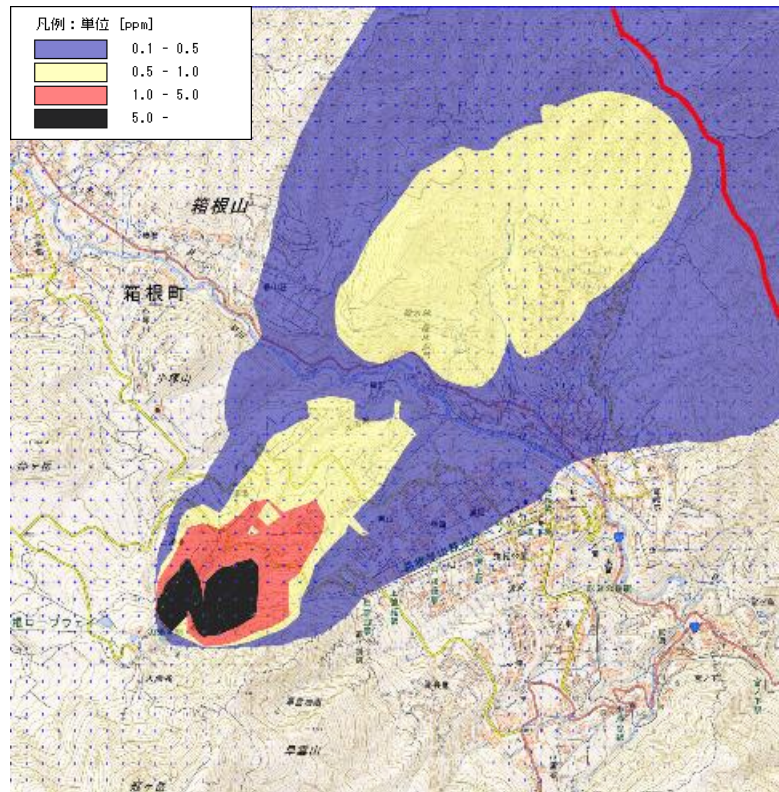


図6 7月14日23時のSO₂当濃度線図

6 おわりに

本検討は、大涌谷小規模噴火直後の概況把握の一環として実施し、この結果の一部は平成27年12月の火山ガス安全対策専門部会で報告し、安全対策検討の基礎情報として関係者間で共有した。なお、大涌谷園地の火山ガスは、平成28年1月以降、6ヶ所に新設した自動測定機により常時観測されるようになっている。

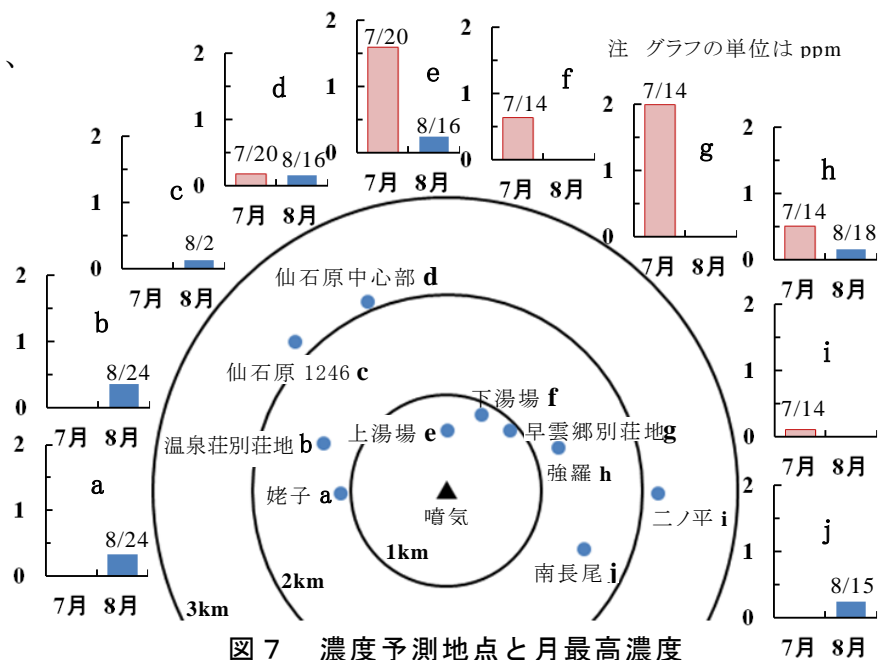


図7 濃度予測地点と月最高濃度