

資料 (Data)

箱根山大涌谷の火山ガス濃度の推移

池貝隆宏, 十河孝夫, 代田 寧\*, 吉田直哉\*\*, 菅野重和\*\*\*  
 (調査研究部, \*温泉地学研究所, \*\*自然環境保全センター箱根出張所, \*\*\*災害対策課)

The transition of concentration of the volcanic gases at Owakudani in Hakone

Takahiro IKEGAI, Takao SOGO, Yasushi DAITA\*, Naoya YOSHIDA\*\* and Shigekazu KANNO\*\*\*  
 (Research Division, \*Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture,  
 \*\*Hakone Branch Office of Kanagawa Prefecture National Environment Conservation Center,  
 \*\*\*Disaster Countermeasure Section)

キーワード：大涌谷，火山ガス濃度，二酸化硫黄，硫化水素

1 はじめに

大涌谷は、活火山を象徴する噴気地帯特有のダイナミックな景観から、神奈川県有数の観光地である箱根の中でも人気が高く、観光客が集中するエリアである。大涌谷では、2000年以降も数回にわたり地震や地殻変動を伴う火山活動が観測されているが、2015年4月下旬から活発化した火山活動では、火山性地震の多発や山体膨張が観測されたほか、新たに噴気孔が形成されたり、温泉造成用の蒸気井の圧力が増加して制御不能になるなど噴気活動も活発化した。噴火警戒レベルは5月6日に1から2に引き上げられ、6月29日と30日には小規模な水蒸気噴火により新たな火口が形成され、同30日に3に引き上げられた<sup>1)</sup>。この火口、新たに形成したものを含む噴気孔及び蒸気井(以下「噴気孔群」という。)からは、従前から観測されていた硫化水素(H<sub>2</sub>S)に加えて二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)が放出されるようになり、7月から8月にかけて比較的活発な噴気活動が続いた。この時期には、SO<sub>2</sub>濃度が大涌沢を東西から挟む尾根筋で最大180ppmに達したことが拡散計算により推定されており、その影響で箱根カルデラ内の仙石原から宮城野にかけての広い範囲で1時間値の環境基準値である0.1ppmを超過する状況が発生したと考えられる<sup>2)</sup>。その後、火山性地震と噴気活動は沈静化し、9月11日には噴火警戒レベルが3から2へ、11月20日には2から1へ引き下げられた。こうした状況から、翌年の2016年7月26日には大涌谷園地(以下「園地」という。)の一部開放が行われ、観光客の立入が再開されたが、ガス濃度は今回の火

山活動以前に比べると現在でも高いレベルで推移している。

火山ガス中の有害ガスであるSO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Sの放出状況の把握と園地開放に伴う安全管理対策の一環として、園地内とその周辺に県、箱根町及び園地内の事業者が連携して定置式のガス濃度測定機を設置し、2016年1月22日から連続測定を開始した。本報では、測定開始から2016年12月31日までの約1年間の火山ガス測定データを利用し、ガス濃度の推移と園地内の規制措置に該当する高濃度の発生条件を解析したので、その結果を報告する。

2 方法

2.1 ガス濃度測定機の概要

設置した測定機の概要を表1、測定地点を図1に示した。表1と図1では、噴気孔群のうち最も規模が大きな火口をその基準点とし、距離と位置を表示した。「神山登山口」と「たまご蒸場」の測定機は大涌谷自然研究路上に2015年の活動以前から設置していたものであり、この2地点には風向風速計も設置されている。その他の測定機は2015年の活動後に新設したものであり、園地内で人が留まり暴露のリスクが高いと想定される地点に設置した。「大涌谷橋」は、地上に噴出したガスが谷に沿って流下し、谷沿いの樹木に硫黄が析出したり枯死する現象が確認されていることから、園地外であるが設置した。

2.2 解析手法

箱根町、気象庁、県、関係事業者等で構成さ

れる箱根山火山防災協議会では、火山ガスの影響による大涌谷周辺地域への立入規制を定めており、園地内のガス濃度により3区分の規制措置がとられる(表2)<sup>3)</sup>。措置区分の判断は、ガス濃度の瞬時値をもって行われるため、本解析では所定の期間中の最大濃度の推移をみるのが重要となる。また、火山ガスの移流拡散状況は風向風速に依存することから、風向風速と対応させた検討が不可欠となる。そこで、次に示す方法で測定データの整理を行い、推移を解析した。

### 2. 2. 1 基本データセットの作成

風向風速は大涌谷自然研究路上の2か所で測定している。「たまご蒸場」は「神山登山口」より標高が30mほど高い尾根部に位置しており、谷底部付近にある噴気孔群とは風況が異なるため、より噴気孔群に近い「神山登山口」の風向風速データを使用した。風向風速データは、20秒間ごとの最大値と最小値であり、これからベクトル平均をとり、10分間平均値を算出し、風向風速の基本データとした。

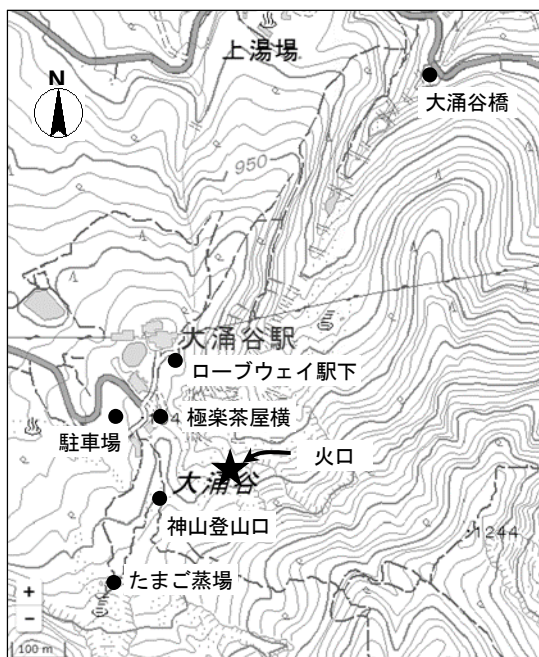


図1 測定地点

国土地理院ウェブサイト地理院地図 (<http://www.maps.gsi.go.jp/>) のダウンロード画像を加工して作成

表1 ガス濃度測定機の概要

測定地点	神山登山口	たまご蒸場	駐車場	ロープウェイ駅下	極楽茶屋横	大涌谷橋
火口までの直線距離	160m	350m	240m	240m	190m	850m
火口の方位	北東	北東	東南東	南東	南東	南南西
火口からの標高差	70m	100m	50m	50m	60m	-190m
検知方式	SO <sub>2</sub> 紫外線蛍光法 H <sub>2</sub> S 定電位電解法		SO <sub>2</sub> 定電位電解法, H <sub>2</sub> S 定電位電解法			
データ記録	20秒最大・最小値			1分平均値		20秒最大・最小・平均値
定量下限値等	SO <sub>2</sub> 0.1ppm H <sub>2</sub> S 1.0ppm		SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S 分解能0.005ppm			SO <sub>2</sub> 0.1ppm H <sub>2</sub> S 0.1ppm
メーカー型式	SO <sub>2</sub> TELEDYNE Ins. H <sub>2</sub> S 理研計器			ジュー		光明理化学工業
設置者	自然環境保全センター 箱根出張所		公益財団法人神奈川県公園協会			温泉地学研究所

ガス濃度は、記録されるデータの種類の種類により異なるため(表1)、はじめに1分間平均値を算出し、次いで風向風速の時間間隔にあわせて10分刻みで最大値を求め、これを10分間最大濃度として解析の基本データとした。

対象とした風向風速及び濃度の基本データセットは、2016年1月22日0:10~12月31日24:00の49,679組である。

### 2. 2. 2 噴気活動の推移の解析

噴気活動の変動を把握するため、まず、日最大濃度の推移を調べた。10分間最大濃度から日最大濃度を算出し、年間の推移を検討した。検討にあたっては、日変動が大きいいため、前30日移動平均値を算出して、濃度レベルのトレンドを把握した。また、風向風速の10分間平均値からその日の卓越風向を求めた。

次に、地点間の火山ガスの性状の違いをみるため、日最大濃度からSO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比を算出し、その推移を調べた。これについても、前30日移動平均値を算出し、年間の推移を把握した。

### 2. 2. 3 高濃度発生条件の解析

園地内のガス濃度がどのような場合に高くなるかを把握するため、基準値超過時の濃度と風向風速の関係を調べた。高濃度として表2に示した基準超過時の濃度を対象に、10分間最大

表2 園地内の規制措置

措置区分	SO <sub>2</sub> 基準値	H <sub>2</sub> S 基準値	措置内容
注意喚起	0.2ppm以上	5ppm以上	注意喚起放送
注意情報	5ppm以上	10ppm以上	屋内退避
警戒情報	10ppm以上	50ppm以上	避難指示

注) 措置区分は園地内5地点のいずれかの測定値で判定

濃度が注意喚起レベル以上となったときの風向風速の10分間平均値を求め、その特徴を把握した。

### 3 結果及び考察

#### 3.1 噴気活動の推移

##### 3.1.1 地点別日最大ガス濃度の推移

各地点のガス濃度推移を図2に示した。図中の細線は日最大濃度，太線は日最大濃度の前30日移動平均値，実線がSO<sub>2</sub>，点線がH<sub>2</sub>Sを表し，第一軸にはSO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Sの濃度目盛をそれぞれ表示した。図中のドットは第二軸の卓越風向で6面のグラフとも同じプロットである。

「神山登山口」では，SO<sub>2</sub>は5月下旬，8月中旬及び10月下旬に濃度が上昇した。H<sub>2</sub>Sは，8月下旬まで増加傾向で推移し，その後減少に転じた。日最大濃度の年間最大値（以下「年最大濃度」という。）は，SO<sub>2</sub>が4月8日4:41~4:50（ESE 0.8m/s（10分間平均値，以下同じ））の2.4ppm，H<sub>2</sub>Sが同じ4月8日4:41~4:50及び8月8日0:01~0:10（NE 4.7m/s）の8.3ppmであった。

「たまご蒸場」では，SO<sub>2</sub>は，「神山登山口」とほぼ同時期の5月下旬，8月中旬及び11月上旬に濃度が上昇したが，変動幅は「神山登山口」と比べて小さかった。H<sub>2</sub>Sは，測定機の故障のため7月25日から8月26日まで欠測した。故障前の7月下旬まで増加，8月27日の再稼働後は減少

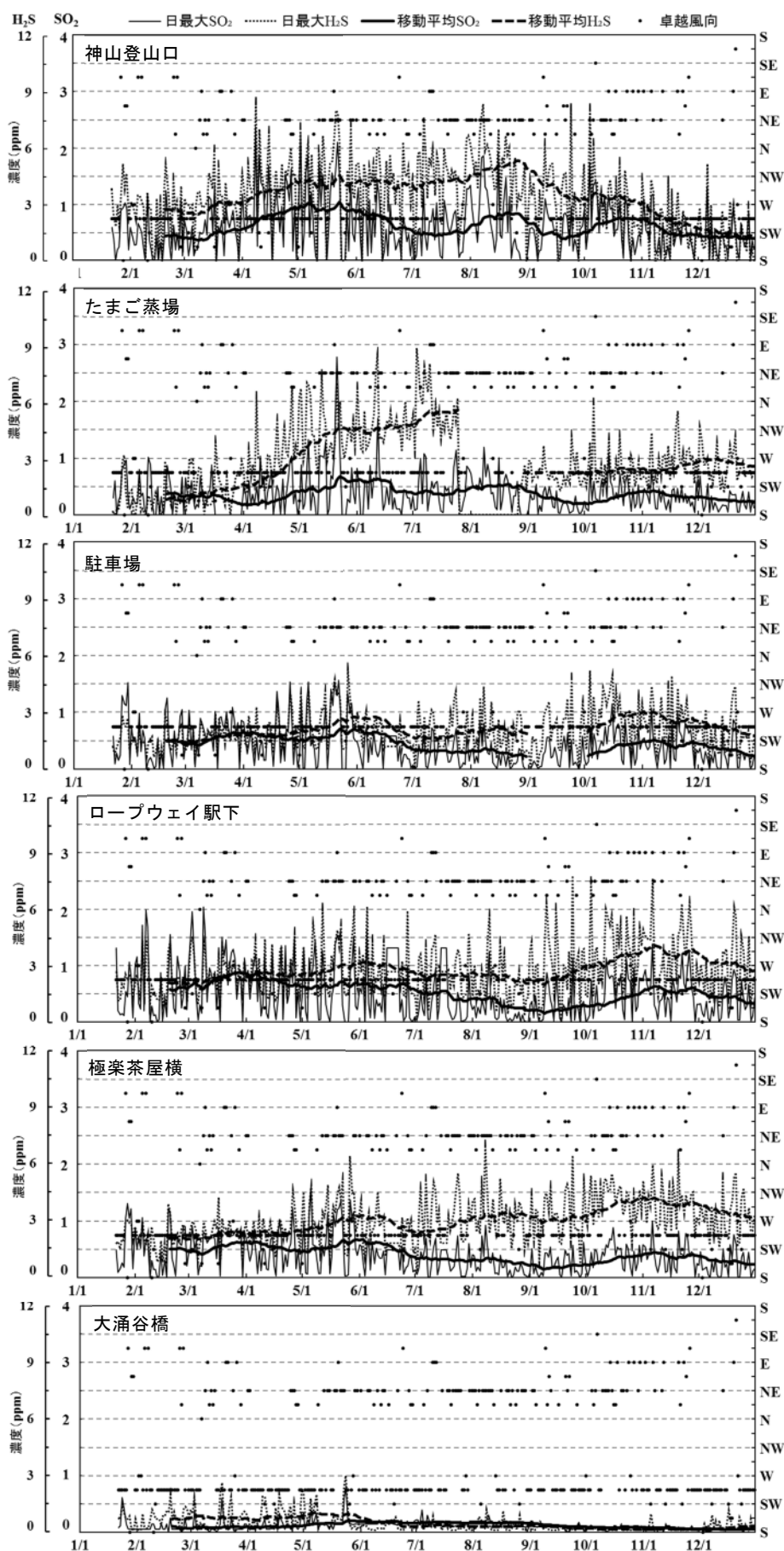


図2 2016年の各地点のガス濃度の推移と卓越風向

したが、年末にかけてやや高めに推移した。SO<sub>2</sub>の年最大濃度は、5月21日6:31～6:40（NE 1.3m/s）の2.8ppmであった。H<sub>2</sub>Sは故障の前後で計測値が乖離していることから、故障直前の計測値の信頼性が十分でない可能性があるが、7月3日22:11～22:20（SSE 2.3m/s）の8.8ppmが年間最大であった。

「駐車場」は、測定機故障によりSO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sともに9月1日から3日まで欠測した。SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sともに5月下旬から6月上旬にかけてと11月上旬に2回濃度が上昇し、SO<sub>2</sub>は前期の方が濃度が高かった。年最大濃度は、SO<sub>2</sub>が5月22日22:31～22:40（E 4.4m/s）の1.6ppm、H<sub>2</sub>Sが5月27日22:01～22:10（ESE 6.1m/s）の5.3ppmであった。

「ロープウェイ駅下」では、SO<sub>2</sub>は3月中旬と11月上旬、H<sub>2</sub>Sは「駐車場」と同様6月上旬と11月上旬にそれぞれ2回濃度が上昇し、SO<sub>2</sub>は前期、H<sub>2</sub>Sは後期の方が濃度が高かった。年最大濃度は、SO<sub>2</sub>が3月9日17:51～18:00（ESE 4.3m/s）の2.0ppm、H<sub>2</sub>Sが9月24日19:21～19:30（SE 4.4m/s）の7.8ppmであった。

「極楽茶屋横」では、SO<sub>2</sub>は4月上旬、6月上旬及び11月上旬、H<sub>2</sub>Sは6月上旬、8月中旬及び11月上旬にそれぞれ3回濃度が上昇し、SO<sub>2</sub>は6月上旬、H<sub>2</sub>Sは11月上旬の濃度が高かった。年最大濃度は、SO<sub>2</sub>が5月27日22:31～22:40（E 5.9m/s）の1.4ppm、H<sub>2</sub>Sが8月8日5:11～5:20（E 4.5m/s）の6.9ppmであった。

「大涌谷橋」では、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sともに他の地点に比べて濃度は低く、特に7月以降は変動が小さく低濃度で推移した。年間の最大値は、5月24日5:41～5:50（SSW 5.9m/s）のSO<sub>2</sub> 0.8ppm、H<sub>2</sub>S 3.0ppmであった。

園地内5地点の前30日移動平均値の推移は、ガス濃度の変動パターンが類似している地点が複数あり、ほぼ共通した周期で増減を繰り返しているように見える。そこで、測定機故障により濃度推移の判断ができないものを除外し、ガス濃度の極大及び極小期とその濃度レベルを

表3 ガス濃度の極大・極小期及び濃度レベル

極大・極小期の期間	神山登山口	たまご蒸場	駐車場	ロープウェイ 駅下	極楽茶屋横
極小期 3 月 中 旬	32 / 49	— / —	— / —	— / —	— / —
極大期 3 月 下 ～ 4 月 上 旬	— / —	— / —	— / —	100 / —	95 / —
極大期 5 月 下 ～ 6 月 中 旬	100 / —	100 / —	100 / 93	— / 80	100 / 79
極小期 7 月 上 ～ 中 旬	46 / —	50 / —	— / 53	— / —	— / —
極大期 8 月 中 ～ 下 旬	84 / 100	82 / —	— / —	— / —	— / 83
極小期 9 月 上 ～ 中 旬	38 / —	27 / —	— / —	19 / 49	20 / 69
極大期 10 月 下 ～ 11 月 上 旬	73 / —	64 / —	76 / 100	70 / 100	65 / 100

※ 濃度レベルは、地点別期間別前30日移動平均値の極大・極小値の年間最大の極大値に対する比（単位；%）でSO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>Sの形式で記載

※ —は、明瞭な極大又は極小期が判別できなかったことを示す。

3にまとめた。濃度レベルは、地点別期間別の移動平均値の極大または極小値の年間最大の極大値に対する比（%）として表示した。表3には記載していないが、3月下～4月上旬と5月下～6月中旬の極大期の間には、明瞭な極小期ではないものの、「ロープウェイ駅下」と「極楽茶屋横」においてSO<sub>2</sub>がやや低めに推移した期間があった。極大・極小期はすべての地点で明瞭に表れているわけではないが、この1年間では60～90日の周期で交互に出現していると推測される。

卓越風向は、年間を通じて西南西風の日が多く、5月、7から8月及び10月にはその逆向きの北東風の頻度が高くなる傾向があった（図2）。さらに、10月下旬から11月にかけては東風が卓越し、この期間は「駐車場」、「ロープウェイ駅下」及び「極楽茶屋横」の濃度の極大期に一致していたことから、この3地点は東風の影響を強く受けたと考えられた。

表3のSO<sub>2</sub>の濃度レベルは、5月下～6月中旬の極大期が一番高かったが、H<sub>2</sub>Sが高かったのは10月下～11月中旬の極大期であった。この違いの原因として、上記の東風により、2015年以前からあるSO<sub>2</sub>をほとんど含まない発生源由来のH<sub>2</sub>S主体のガスが「駐車場」等3地点に移流した可能性が考えられる。このように、園地内ガス濃度の周期変化には、噴気活動自体の変動と風向風速を主体とする季節変動が影響を及ぼしていると考えられる。こうした濃度レベルの変動に対する噴気活動と季節変動の寄与をこの1年間の結果だけで評価することは困難である。さらに、表3に示した周期変動を見る限り、濃度レベルの単調な低下傾向は認められない。これらのことから、今後もガス濃度データの解析を継続していく必要があると考えられる。

3. 1. 2 園地内最大ガス濃度の推移

表2に示した規制措置は、園地内5地点の最大濃度で判定が行われることから、園地内最大濃度の推移を検討した。各地点の10分間最大濃度をもとに5地点の最大値を求め、地点別の濃度推移と同様に図示した結果を図3に示した。SO<sub>2</sub>は、5月中～下旬、8月中旬及び10月下旬に極大期があり、1回目が一番大きく、移動平均値の最大は5月23日の1.3ppmであった。H<sub>2</sub>Sは7月下旬まで上昇傾向で推移し、その後減少に転じた。移動平均値の最大は園地開放の前日である7月25日の7.1ppmであった。

図4に園地内の最大濃度が観測された地点の月別頻度を示した。最大濃度が観測される頻度が最も多かったのは、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sともに「神山登山口」であった。SO<sub>2</sub>では、「神山登山口」に次いで「ロープウェイ駅下」が多く、特に冬期の頻度が高かった。H<sub>2</sub>Sでは「神山登山口」の頻度は、「たまご蒸場」が欠測であった8月を除いて減少し、11月以降はほとんど観測されていない。これに変わり、9月以降は「駐車場」と「ロープウェイ駅下」の頻度が増加した。「たまご蒸場」では、5～7月にかけて頻度が増加した。これは、前述のとおり故障前の計測値の信頼性の問題はあるものの、後述するように別の発生源の影響を受けている可能性が高いと考えられた。10月以

降の極大期に「ロープウェイ駅下」や「極楽茶屋横」の頻度が高くなったのは、3. 1. 1で

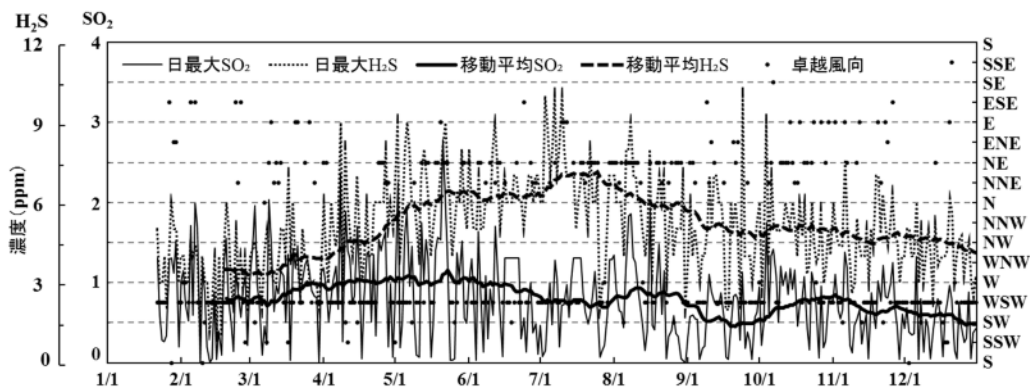


図3 2016年の園地内最大ガス濃度の推移と卓越風向

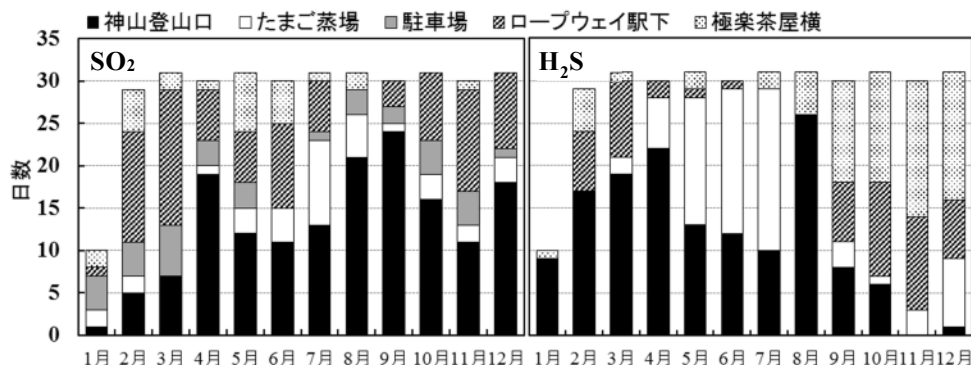


図4 2016年の地点別月別ガス最大濃度観測頻度

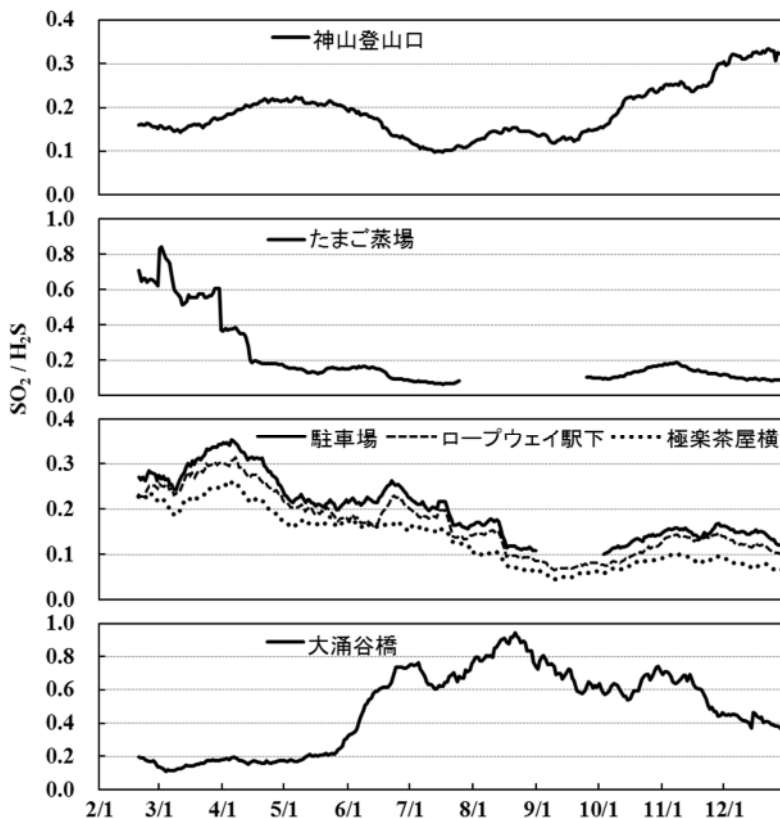


図5 2016年のSO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>Sの推移



も述べたようにこの時期に卓越していた東風の影響が大きいためと考えられた。

### 3. 1. 3 SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の推移

図5に全6地点のSO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の推移を示した。SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比は、マグマの温度が低下するとSO<sub>2</sub>が還元されてH<sub>2</sub>Sが生成する方向に反応が進行するため、SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比は小さくなる<sup>4)</sup>。本報で扱うガス濃度は噴気孔群周辺の大気中濃度であり、火山ガスを直接分析したものではないが、地点間のマグマの状態に起因する火山ガスの性状の差を捉えられる可能性があるため、SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の推移を検討した。

SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の推移は、4パターンに区分された(図5)。「大涌谷橋」は、発生源である噴気孔群との距離が離れているため、他の地点と挙動が大きく異なっていた。園地内で数値が低下した7~10月には6~8倍大きかったが、これには拡散が影響していると考えられた。分子量が小さいH<sub>2</sub>SはSO<sub>2</sub>より拡散速度が大きいため、発生源からの距離が離れているほど同一地点におけるH<sub>2</sub>Sの減衰量はSO<sub>2</sub>より大きいので、大涌谷橋におけるSO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比が他の地点より大きくなったと考えられる。変動パターンの違いもこの拡散の影響によるものと考えられた。園地内5地点については、「神山登山口」及び「たまご蒸場」以外の3地点は変動を繰り返しながら減少の傾向を示した。一方、「神山登山口」は7月以降増加の傾向を示し、「たまご蒸場」は故障前の計測値の信頼性が低い期間を除外しても、初期に高く10月以降は低い数値で推移し、いずれも他の3地点と異なる挙動を示した。このことから、「神山登山口」と「たまご蒸場」では他の3地点で観測されるガスの発生源とはマグマの状態が異なった別の発生源に由来する成分構成の違うガスの影響も受けている可能

表4 風速別の注意喚起レベル発生率

風速 (m/s)	神山登山口	たまご蒸場	駐車場	ロープウェイ駅下	極楽茶屋横	大涌谷橋
2未満	16 / 1	12 / 3	4 / <1	4 / <1	4 / <1	9 / <1
2~4	33 / 7	16 / 3	12 / <1	11 / <1	12 / <1	13 / <1
4~6	31 / 6	12 / 3	13 / <1	8 / <1	12 / <1	15 / <1
6~8	14 / 3	6 / 2	5 / <1	3 / <1	5 / <1	23 / <1
8~10	6 / 2	3 / 1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	20 / <1
10以上	4 / <1	1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	15 / <1

※ SO<sub>2</sub> 0.2ppm, H<sub>2</sub>S 5ppm 以上の発生率を表し、単位は%, SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>Sの形式で記載

性が大きいと考えられた。

### 3. 2 規制措置に該当する高濃度の発生条件

各地点の10分間最大濃度が規制措置の注意喚起レベル(SO<sub>2</sub> 0.2ppm, H<sub>2</sub>S 5ppm)以上となった頻度の風速別の注意喚起レベル発生率を表4に示した。H<sub>2</sub>Sによる基準超過の頻度は低く、特に「駐車場」では濃度が5ppmを超えたのは2度だけであった。園地内では風速2~6m/sのときに基準超過が発生しやすかった。これ以上の風速のときはガスが直ちに拡散し、高濃度になりにくいと考えられた。一方、「大涌谷橋」ではある程度風が強くと谷沿いにガスが流下するときに基準超過が多くなる傾向があった。

SO<sub>2</sub>注意喚起レベル超過時の風配図を図6、風速別比率と風速別風向構成比を図7に示した。図7において、積み重ね棒グラフの灰色の要素は図6における主風向の構成比、網掛けの要素は主風向以外の構成比を表し、折れ線グラフは

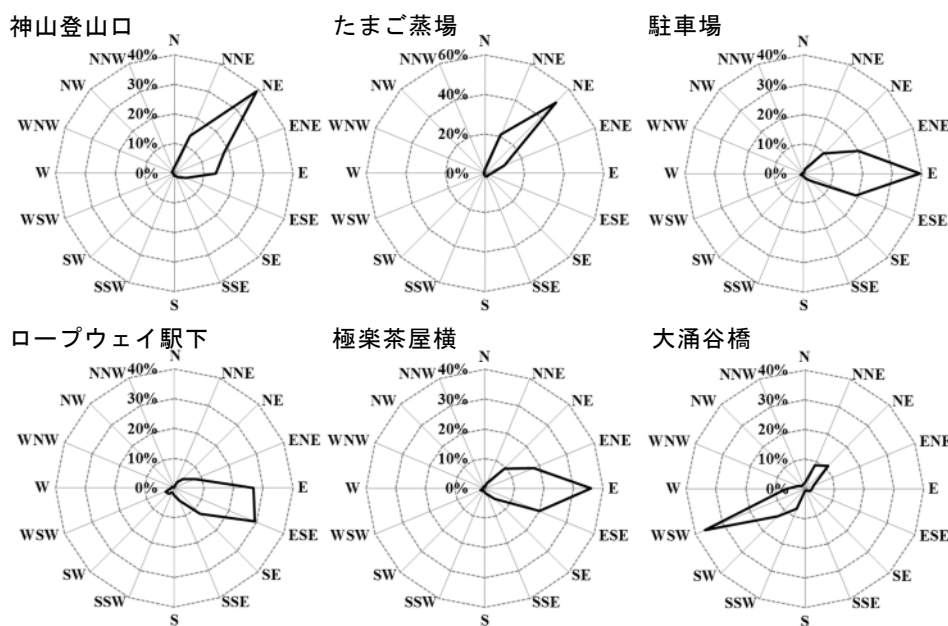


図6 SO<sub>2</sub>高濃度時の風配図

注意喚起レベルの総超過回数に占める各風速の度数の比率を表す。園地内5地点について、各地点の主風向と噴気孔群の位置関係を比べると、測定地点から見た噴気孔群の位置が主風向とほぼ一致したのは、「神山登山口」、「たまご蒸場」及び「駐車場」であった。「ロープウェイ駅下」及び「極楽茶屋横」では主風向は噴気孔群の方位よりやや北寄りであり、わずかながらずれがあるものの、いずれも高濃度の原因は噴気孔群のガスによる移流が原因と考えられた。「大涌谷橋」で高濃度になるケースは、西南西が主な風向きで、谷沿いにガスが流下する場合に相当すると考えられた。いずれの地点も高濃度時の半数近くが風速2~4m/sの場合であり、これより風が強い場合にはガスが直ちに拡散して希釈され、高濃度にはなりにくいといえる(表4)。頻度は少ないものの、強風時に高濃度になる場合は、「神山登山口」と「たまご蒸場」ではほぼすべてが噴気孔群方向からの風であるのに対し、他の3地点はその他の風向となる場合が圧倒的に多かった。これは、強風時には風の場が乱れ、これら3地点における風向が、風向風速を測定している「神山登山口」の風向とは一致しないためと考えられた。

表4においてH<sub>2</sub>Sの注意喚起レベル超過発生率が1%以上となった「神山登山口」及び「たまご蒸場」のH<sub>2</sub>S注意喚起レベル超過時の風配図を図8、風速別比率と風速別風向構成比を図9に示した。図9の「たま

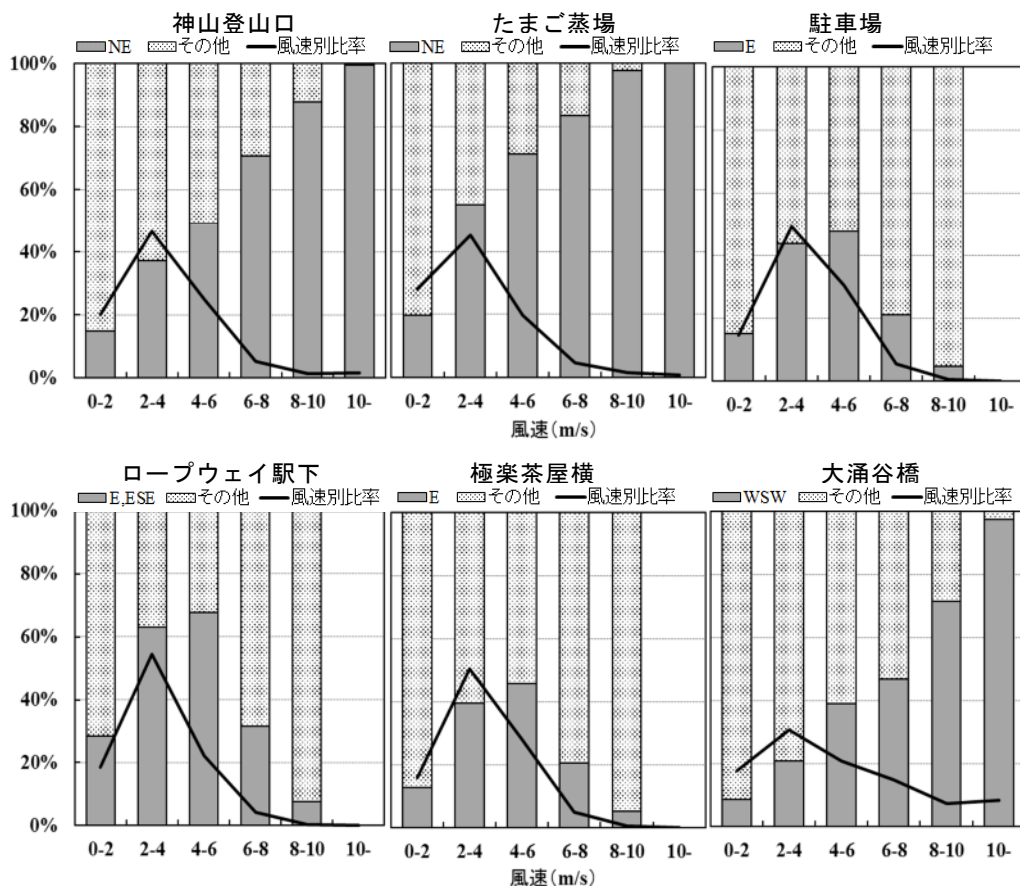


図7 SO<sub>2</sub>高濃度時の風速別比率と風向構成比

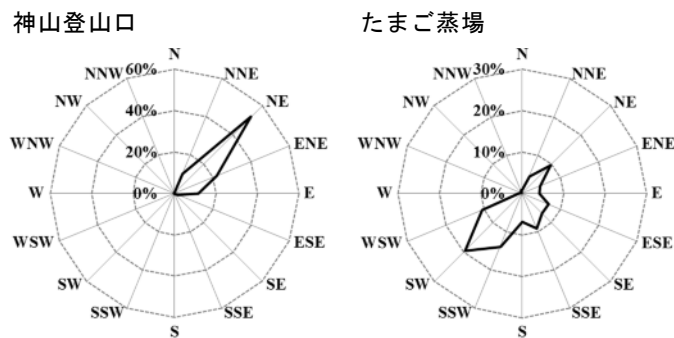


図8 H<sub>2</sub>S高濃度時の風配図

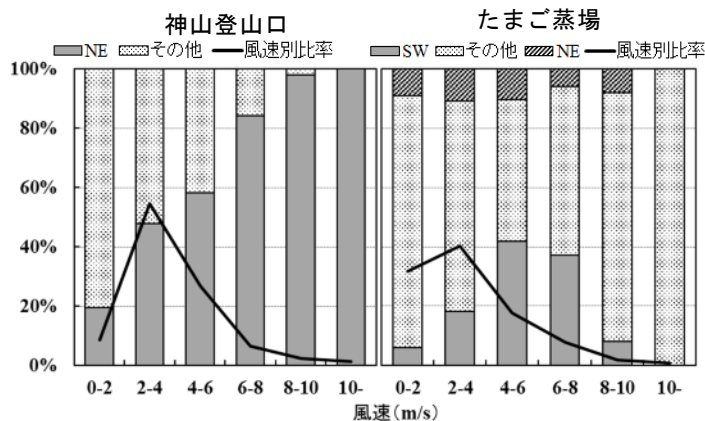


図9 H<sub>2</sub>S高濃度時の風速別比率と風向構成比

ご蒸場」の積み重ね棒グラフでは、噴気孔群の方位である「NE」の発生比率を「その他」から分離して表示した。

「神山登山口」は、H<sub>2</sub>Sの傾向がSO<sub>2</sub>とよく似ており、高濃度の原因は噴気孔群のガスの移流であると考えられた。一方、「たまご蒸場」では高濃度時の主風向は噴気孔群の位置とは逆向きであった。さらに、噴気孔群からの移流を示す北東方向の風の寄与は各風速において10%程度と低かった(図9)。図5及びこの風向風速の解析結果から、「たまご蒸場」のH<sub>2</sub>Sは噴気孔群からのガスの移流の影響は小さく、別の発生源が主原因であることが示唆された。また、基準超過時の7割が風速4m/s未満であり、主風向である南西風の比率は風速4~8m/sのときが大きく、それ以上の風速の場合にはこのガスの影響がほとんど見られなくなった。強風時には他の地点と同様に速やかな拡散により、高濃度になりにくいと考えられた。

「たまご蒸場」は地表から噴出するH<sub>2</sub>Sを含む蒸気と温泉を利用して黒たまごを製造する地点であり、「たまご蒸場」で測定されるH<sub>2</sub>Sはその大部分が大涌谷由来のガスではなく、従前から存在する蒸場近傍のガスと考えられた。園地内のH<sub>2</sub>Sは7月中~下旬に極大となったが(図3, 図4), こうした園地内のH<sub>2</sub>S年最大濃度をもたらしたのは蒸場近傍の噴気由来のガスであったと考えられた。

上記の基準超過時の風向風速の解析から、測定地点ごとの高濃度時の風向風速の特徴を表5にまとめた。

#### 4 まとめ

大涌谷園地及びその周辺6地点に設置したSO<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Sの定置式のガス濃度測定機の2016年1月22日から12月31日までの測定データを解析したところ、次のとおりであった。

(1) この一年の推移をみる限り、高濃度に対する注意を払う必要のあるガスはSO<sub>2</sub>であり、H<sub>2</sub>Sは注意喚起レベルの高濃度になる頻度は低かった。10分間平均の風速が6m/sを超えるような条件では高濃度の火山ガスが放出さ

表5 基準超過が起りやすい気象条件

測定地点	風向(風速)
神山登山口	北東(2~6m/s)
たまご蒸場	【SO <sub>2</sub> 】北東(4m/s未満) 【H <sub>2</sub> S】南西(4m/s未満)
駐車場	東(2~6m/s)
ロープウェイ駅	東~東南東(6m/s未満)
極楽茶屋横	東(6m/s未満)

れたとしても直ちに拡散し、注意喚起レベルに達する頻度は少ないと考えられた。

(2) 5~7月における園地内の高濃度のH<sub>2</sub>Sは「たまご蒸場」で測定されるケースが多かったが、この高濃度ガスは噴気孔群由来ではなく、黒たまご製造の蒸場近傍の噴気由来であると考えられた。「神山登山口」でも噴気孔群以外の発生源の影響を受けている可能性が示唆された。

(3) 噴気孔群のガスの濃度レベルは、60~90日の周期で増減を繰り返す、1年間の推移からは、濃度レベルの単調な低下傾向は認められなかった。濃度レベルの周期変化には、噴気活動自体の変動と風向風速を主体とする季節変動が影響を及ぼしていると考えられた。

#### 謝辞

「駐車場」、「ロープウェイ駅下」及び「極楽茶屋横」のガス濃度測定機の設置及びその維持管理にご尽力くださり、測定データを提供していただいた箱根温泉供給株式会社、奥箱根観光株式会社、箱根ロープウェイ株式会社及び公益財団法人神奈川県公園協会の関係各位に深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 気象庁火山監視・情報センター：箱根山の火山活動解説資料(平成27年7月), 1-17(2015)
- 2) 池貝隆宏：2015年夏季の大涌谷周辺地域におけるSO<sub>2</sub>濃度分布の推定, 神奈川県環境科学センター研究報告, (39), 4-10(2016)
- 3) 箱根山火山防災協議会：大涌谷周辺への立入規制マニュアル, 14-15(2016)
- 4) 大場 武, 代田 寧, 澤 毅, 平 徳泰, 摺上勇介：箱根カルデラ中央火口丘大涌谷地熱地帯における火山ガス組成の時間変化, 神奈川県温泉地学研究所報告, 40, 1-10(2008)