

桜島・黒神における温泉ガス濃度（2011年・2012年）

井口正人*・平林順一**

* 京都大学防災研究所

** 東京工業大学名誉教授

要 旨

2006年6月から再開した桜島の昭和火口における噴火活動と東部の黒神観測井における温泉ガス中の二酸化炭素および水素ガス濃度の変化の関係を調べた。二酸化炭素濃度は2009年7月に16%のピークに達した後、4%まで減少してからは、9月～11月に増加、4月～7月に減少を始める準年周期的な増減を繰り返している。水素ガス濃度も2009年7月にピークに達したが、その後は長期的な低下が続いている。

キーワード： 桜島、昭和火口噴火、温泉ガス、水素ガス、二酸化炭素

1. はじめに

昭和火口における爆発回数は2009年の秋ごろから急増し、その後、爆発回数の多い時期と少ない時期を交互に繰り返しながら爆発的な活動が続いている。2009年から桜島東部の黒神観測井における温泉ガス中の二酸化炭素と水素ガス濃度を自動測定により毎日1回行ってきた。これまでのところ、二酸化炭素については2009年4月から7月にかけて16%まで増加し、その後、4%まで減少した後、1～6%の間で増減を繰り返している。これまでのところ、爆発回数が増加

し、桜島の地盤が伸長を示す時期に増加し、逆に爆発回数が減少し、地盤が収縮し始めると濃度低下に転じることが知られている。水素ガス濃度も2009年4月から7月にかけて3000ppmまで増加したが、その後は、減少傾向が続いている(井口・平林, 2010; 2011)。本稿では黒神観測井における2011年7月以降の温泉ガス濃度の変化について報告する。

2. 黒神観測井の温泉ガス

黒神観測井の位置をFig.1に示す。黒神観測井からの温泉ガスを1日に1回、毎分1リットルの流量で5分間吸引してCO₂濃度およびH₂濃度を測定している(井口・平林, 2010)。Fig.2に黒神観測井の温泉ガス中のCO₂およびH₂濃度の2008年9月以降の日々の計測値を示した。黒神観測井におけるCO₂濃度は、2009年2月～4月から増加し、7月には16%に達した後急激に減少し、9月には4%まで低下した。2009年10月ごろから徐々に増加し、2010年1月～3月には7%に達したが、2010年4月ごろから低下傾向を示し、9月には1%まで減少した。また、2010年11月からは再び濃度の増加を示し、2011年1月～6月は4%前後を保っていたが、7月からは再び減少に転じた。さらに、2011年10月ごろから増加し、2012年1月には5%に達したが、4月ごろから減少している。このように、CO₂

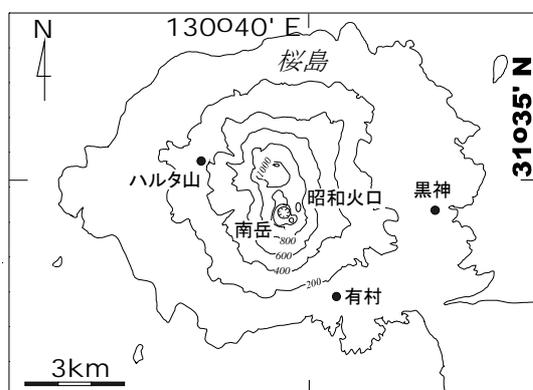


Fig. 1 Location of boreholes for sampling of gas from hot spring

濃度は約1年周期の年周変化に近い変動を示し、増加し始める時期は9月～11月であり、減少し始めるのは4月～7月である。

一方、 H_2 濃度は2009年7月中旬には3,000 ppmのピークに達したが、10月ごろから急激に、その後は緩やかに減少を続けている。2012年7月時点では、700ppmまで低下した。

3. 噴火活動・地盤変動との関係

2006年6月に58年ぶりに再開した昭和火口における噴火活動は、2009年の後半から爆発回数が増加し、月別の爆発回数が15回～180回、火山灰放出量が7万～112万トンの中で消長を繰り返している。2006年以降の黒神観測井における CO_2 および H_2 濃度の推移を火山灰放出量およびハルタ山観測坑道におけるひずみ変化と比較してFig.3に示した。

2007年7月に CO_2 濃度が0.5%から10%に急増し、同じ時期に膨張地盤変動が観測された(平林・他, 2008)ように、 CO_2 濃度は地盤変動と関係するようである。2008年9月以前は連続測定ではないので時間分解能の高い議論はできないが、 CO_2 濃度が高い時期は地盤の膨張期に対応する(2007年8月, 2008年前半)。また、2009年以降については CO_2 濃度が増加し始める時期は地盤が膨張を示し始める時期と1～2カ月程度の範囲で一致している(2009年2月, 2009年10月, 2010年11月, 2011年10月)。桜島の西から東山麓には黒神を含め地中ガスの CO_2 濃度が高い場所が数ヶ所あり、それらの場所は地下に炭酸を含む温泉水が胚胎しているか、噴気活動の近傍であることが知られている(平林・他, 2008)。したがって、黒神地域の地下にも CO_2 に富む温泉水から分離した CO_2 貯留層が存在することが推定できる。南岳爆発に伴う地盤変動の圧力源は南岳の下深さ4kmに推定され(例えば、立尾・井口, 2009)、また、Fig.3の上段に示した地盤の膨張・収縮の圧力源は北岳の北麓深さ4kmに推定されている(井口・他, 2011)。北岳から南岳に至る中央火口丘下の4km付近にあるマグマ溜まりの膨張はそれよりも浅い領域にも圧力を及ぼし、 CO_2 貯留層から地表に向けて CO_2 のフラックスが増加したのかも知れない。

CO_2 濃度が1%程度まで低下した時期(2010年9月～10月, 2011年6月～7月, 2012年7月以降)では地盤変動は収縮を示し、噴火活動も低いレベルにある。これらの時期の CO_2 濃度の低下は、中央火口丘下深さ4kmのマグマ溜まりの圧力が低下し、 CO_2 貯留層からの CO_2 ガスのフラックスが減ったことを示唆しているとも考えられる。

一方、 CO_2 濃度の増加量とひずみの増加量は比例

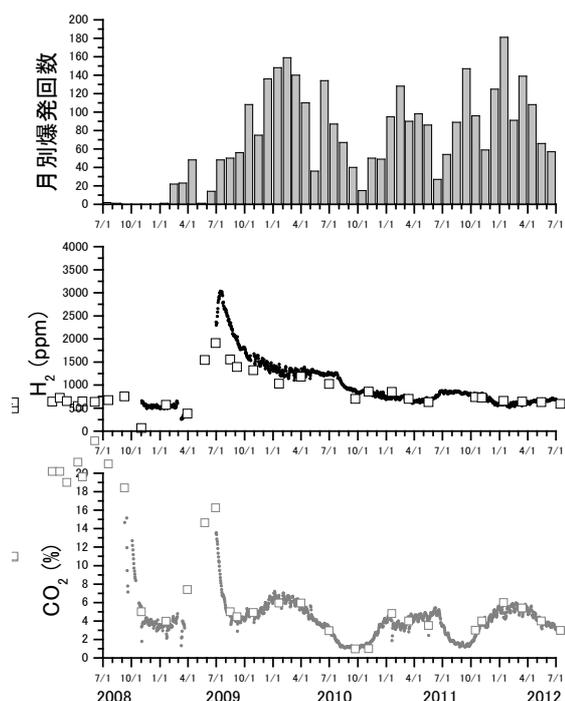


Fig. 2 Temporal changes of concentration of H_2 and CO_2 gas from hot spring in Kurokami borehole. Squares indicate concentrations obtained by manual sampling and analysis. Top is eruptive activity shown by monthly numbers of explosive eruption at Showa crater.

関係にあるわけではない。 CO_2 濃度が最も高かった2008年の初めから中頃、2009年5・6月に対応する地盤変動はいずれも膨張期にあるが、この時期のひずみ増加量は2009年9月～2010年5月までの膨張期のひずみ増加量と比べると小さい。マグマの貫入に伴う地盤変動があっても温泉ガス中の CO_2 濃度変化への反映は火山体内部の状態に依存するのかもしれない。

一方、2007年の8月ごろと2009年3・4月ごろに濃度が増加した点で、 H_2 ガス濃度は CO_2 と似た傾向を示すが、昭和火口における噴火活動が活発化した2009年後半は CO_2 濃度の推移と異なる変化を示す。 CO_2 濃度は地盤変動と同期するように増加と減少を繰り返しているのに対し、 H_2 ガス濃度は2009年7月以降、長期的な減少傾向にある。Hirabayashi et al. (1986)は、桜島南西部にある持木観測井の H_2 濃度が南岳の爆発回数増加に先行して急激に増加することを指摘し、マグマ中の揮発性成分に含まれる H_2 ガスがマグマ本体に先行して上昇した結果と解釈している。2006年以降の昭和火口における噴火活動期において最も桜島へのマグマ供給量が増加したのは2009年後半から2010年前半で、この間のマグマ供給量は430万 m^3 と推定されるのに対し、その後の爆発的噴火の繰り返されている2010年11月から2011年5月の活動期におけるマグマ供給量は130万 m^3 と少ない(井口,

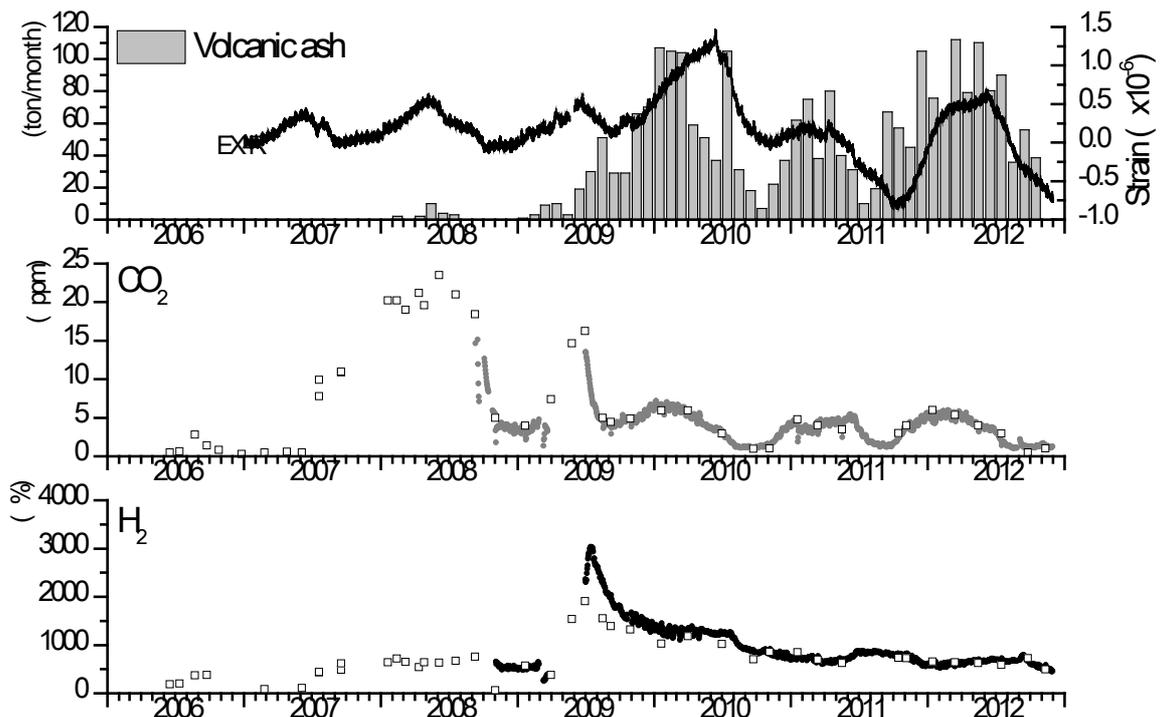


Fig. 3 Relation of temporal changes of concentration of H₂ and CO₂ gas with eruptive activity and ground deformation. Top shows monthly weights of volcanic ash ejected from Showa crater (bars) and strain change at Harutayama tunnel (EX-R). Middle and bottom are concentration of CO₂ and H₂ gases from hot spring Kurokami, respectively. Squares indicate concentrations obtained by manual sampling and analysis.

2011)。南岳の活動期のマグマの供給率である年間1000万m³程度 (Ishihara, 1981) と比べると、2010年11月から2011年5月の半年の活動期におけるマグマ供給量少なく、多量のマグマ供給に先行する時期だけにH₂濃度は増加するのかもしれない。

5. まとめ

2009年後半以降、黒神観測井における温泉ガス中に含まれるCO₂の濃度は昭和火口における噴火活動の活発期及び地盤の膨張期に高く、噴火活動のレベルが低く、地盤の収縮期には低い。一方、H₂濃度は2009年7月以降減少傾向が続いている。CO₂濃度はCO₂貯留層周辺の火山体の変形に関連するのに対し、H₂濃度はマグマ供給量に依存する可能性を指摘できる。

謝 辞

本研究には地震及び火山噴火予知のための観測研究の一課題である「桜島火山における多項目観測における」(課題番号1809)を使用した。

参考文献

- Hirabayashi, J., Oosaka, J. and Ozawa, T. (1986): Geochemical Study on Volcanic Gases at Sakurajima Volcano, Japan, *J. Geophysical Res.*, Vol. 91, B12, pp.12,167-12,176.
- Ishihara, K. (1981): A quantitative relation between the ground deformation and the volcanic materials ejected. Abstract 1981 IAVCEI Symposium - Arc Volcanism, p.143.
- 井口正人 (2011) : 桜島火山の噴火活動—2010年6月～2011年7月—, 「桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究」平成22年度報告書, pp.1-8.
- 井口正人・平林順一 (2010) : 桜島・黒神における温泉ガス濃度, 「桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究」平成21年度報告書, pp.81-85.
- 井口正人・平林順一 (2011) : 桜島・黒神における温泉ガス濃度 (2010年・2011年), 「桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究」平成22年度報告書, pp.67-70.
- 井口正人・太田雄策・植木貞人・為栗健・園田忠臣・

高山鐵朗・市川信夫（2011）：2010年桜島火山活動を考える，京都大学防災研究所年報，第54号B，pp.171-183.
平林順一・野上健治・攪上勇介・井口正人・味喜大介（2008）：桜島火山の活動と火山ガス組成および

土壌からの二酸化炭素ガスの拡散放出，第10回桜島火山の集中観測報告書，pp.149-163。
立尾有騎・井口正人(2009)：桜島におけるBL型地震群発活動に伴う地盤変動，火山，第53巻，pp.175-186。

Concentration of CO₂ and H₂ Gas from Hot Spring in Kurokami Borehole of Sakurajima Volcano in 2011 and 2012

Masato IGUCHI* and Jun-Ichi HIRABAYASHI**

*Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

** Professor Emeritus of Tokyo Institute of Technology

Synopsis

Concentrations of CO₂ and H₂ gases from hot spring are investigated in relation to the eruptive activity at the Showa crater of Sakurajima volcano and ground deformation of the volcano. The CO₂ and H₂ gases are measured at Kurokami borehole, 3.8 km east of the crater once a day. Concentration of CO₂ gas shows quasi-annual cycle. It increased at the beginning of increase in eruptive activity and inflation of the volcano, and it stayed at high level while high eruptive activity. The concentration became low during the period of low eruptive activity and deflation of the ground. Concentration of CO₂ gas may be related to ground deformation of volcanic body around a subsurface CO₂ reservoir. Decrease in concentration of H₂ gas has continued from July 2009. The concentration was only 700 ppm in July 2011. The concentration of H₂ gas may only increase when a large amount of magma intrudes into the volcano.

Keywords: Sakurajima volcano, eruption of Showa crater, hot spring gas, CO₂, H₂