

九重火山における火山ガス・地温の連続モニタリング*

Continuous monitoring of volcanic gases and temperature at Kuju volcano

地質調査所**

Geological Survey of Japan

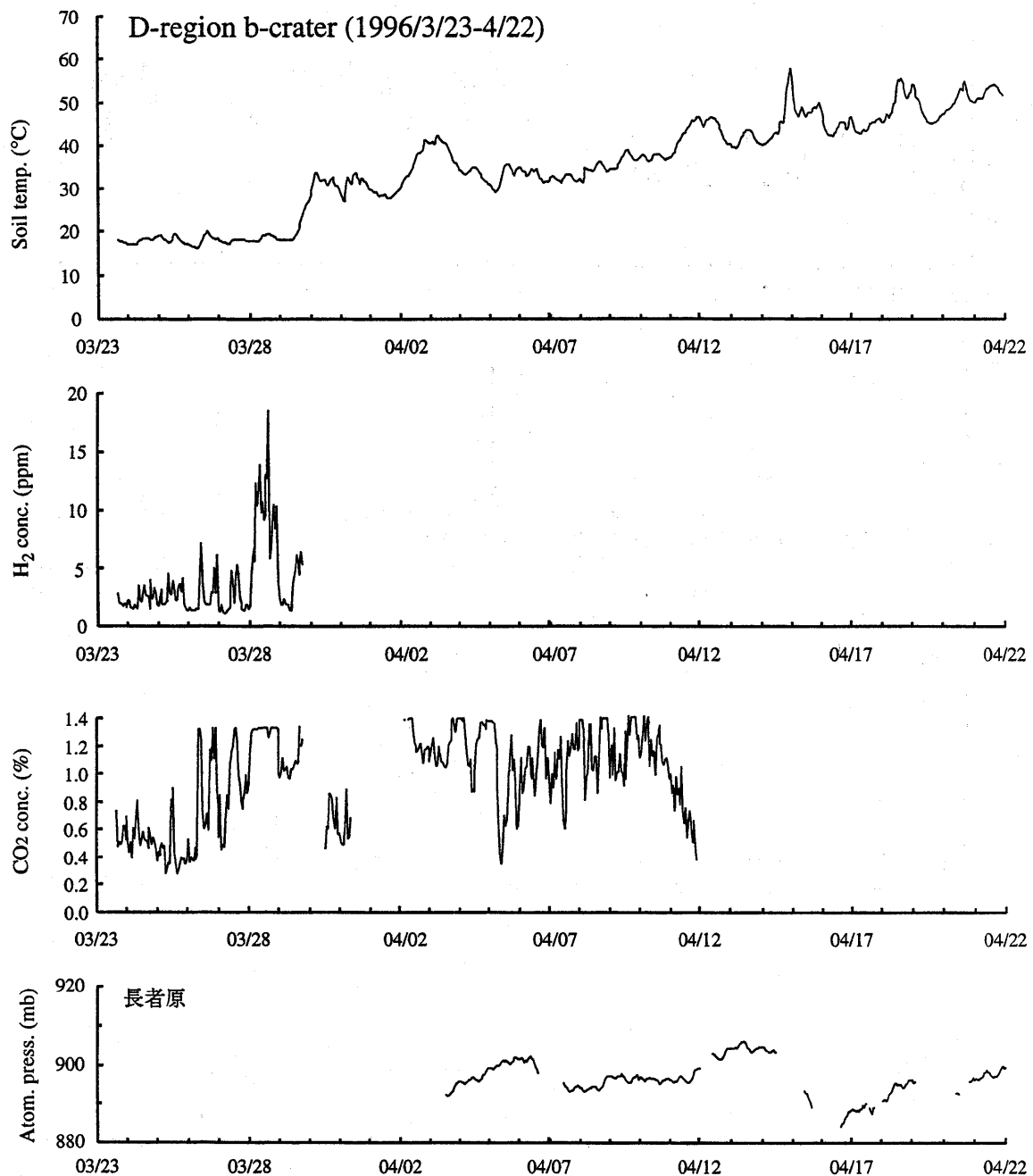
1996年3月23日にH₂・CO₂・地温の観測が可能な火山ガス測定システムを九重火山新噴火口（D領域，b火口近傍）に取り付け観測を開始した。3月23日から4月22日までは，地中40cmの深度まで円筒型の容器を設置し，その内部にH₂およびCO₂センサを取り付け，土壤ガスを観測した（第1図）。地温センサは容器の底から10cmの深部の温度をモニターしている。この容器上部にはふたが取り付けられているが，微小な隙間（約1cm²）を設け，ガスが容器内に停滞しないようにしている。この設置環境により，土壤中を拡散あるいは圧力流として観測孔に到達するbおよびc火口から放出される火山ガスをモニターできるようにした。4月22日からは大気中のガス濃度がモニターできるようにガスセンサを地上70cmに再設置し観測した（第2図）。ただし，地温センサはそのままの状態にした。それぞれのセンサの概略，測定範囲と精度は以下の通りである。1）H₂センサ：半導体方式の高感度水素ガスセンサ（センサーテック製HC-10型）。測定範囲0-100ppm，精度1ppm（大気レベルの濃度に近い場合で温度・湿度補正を行わない時）。本H₂センサの詳細は文献¹⁾²⁾を参照されたい。2)CO₂センサ：非分散赤外（NDIR）方式のCO₂センサ（CTIS製GMP-111）。測定範囲0-1.3%，確度F.Sの1.5%。3)地温センサ：サーミスタ温度計。測定範囲（-20から100℃），精度0.3℃。

観測は消費電力の関係で1時間に1回とした。また，ガスセンサは通電後安定するまで2分ほど時間を要するので，観測の3分前にセンサに通電を開始し，測定後電源をカットする方式を用いた。測定に関する制御はCTIS製C260F計測記録装置を用いた。電源はソーラパネル（最大48W）一枚・過充電防止回路・12V汎用バッテリーを用い，約一週間悪天候が続いた場合まで電源供給可能とした。計測データは，特定省電力無線機を用い，測定毎に長者原ヘルスセンターに設置した中継局に伝送される。中継局の無線受信機により受信した計測データは汎用パソコンに一時保存される。データの回収は地質調査所から中継局に公衆回路を利用して接続し，回収する方式としている。

3月23日から4月21日までの地温，地中H₂ガス，地中CO₂ガスの観測結果を図1に示す。ガス濃度は3月28日未明から高くなり，地温は約1日半遅れて3月29日に上昇し始めた。CO₂センサの測定範囲は1.3%までであるが，3月26日以降は頻りにレンジを越えている。3月24日から3月27日までの期間に火山性地震が増加し，火山性微動も一日に数回発生した（火山観測情報；大分地方気象台発表）ことと関連があるかもしれない。観測点では，その後地温はほぼ一定の速度で上昇を続け4月21日の時点では50℃以上になった。なお，H₂センサは3月30日から，CO₂センサは4月10日頃からおそらく観測孔内に充満した水蒸気の影響のより動作不良を引き起こし測定不能となった。4月22日の現地でのセンサ移設作業（地中から大気中）時に付近の地温測定もあわせておこなったが周囲5mほどはあきらかに地温が上昇していた（5mはなれて30℃）。また，一部では弱いながらも地面から水蒸気が発生していた。c火口の最も活発な噴気孔周辺部でも周囲が噴気帯化していた。これらのことから，地温上昇は観測点自身が噴気帯化したためであること，また，ガス濃度も上昇したことから，火山ガスの放出域が広がったため付近が噴気帯化したことなどがわかる。地温の上昇開始の1.5日前からガス濃度が上昇していることから，火山ガスがガス火道から拡散あるいは流れとして観測地点近傍に到達し，除々に地温を上昇させたと考えられる。また，ガス濃度は変動し，スパイク状のピークを持つ特徴がある。したがって，観測孔に到達する火山ガス流量は一定ではないこともわかる。火山ガスの噴出圧力（流速）の変動により，観測孔に到達する火山ガス流量が変化している可能性がある。ただし，気圧の変化とガス濃度，地温の変化に一定の関係はない。

* Received 26 July, 1996

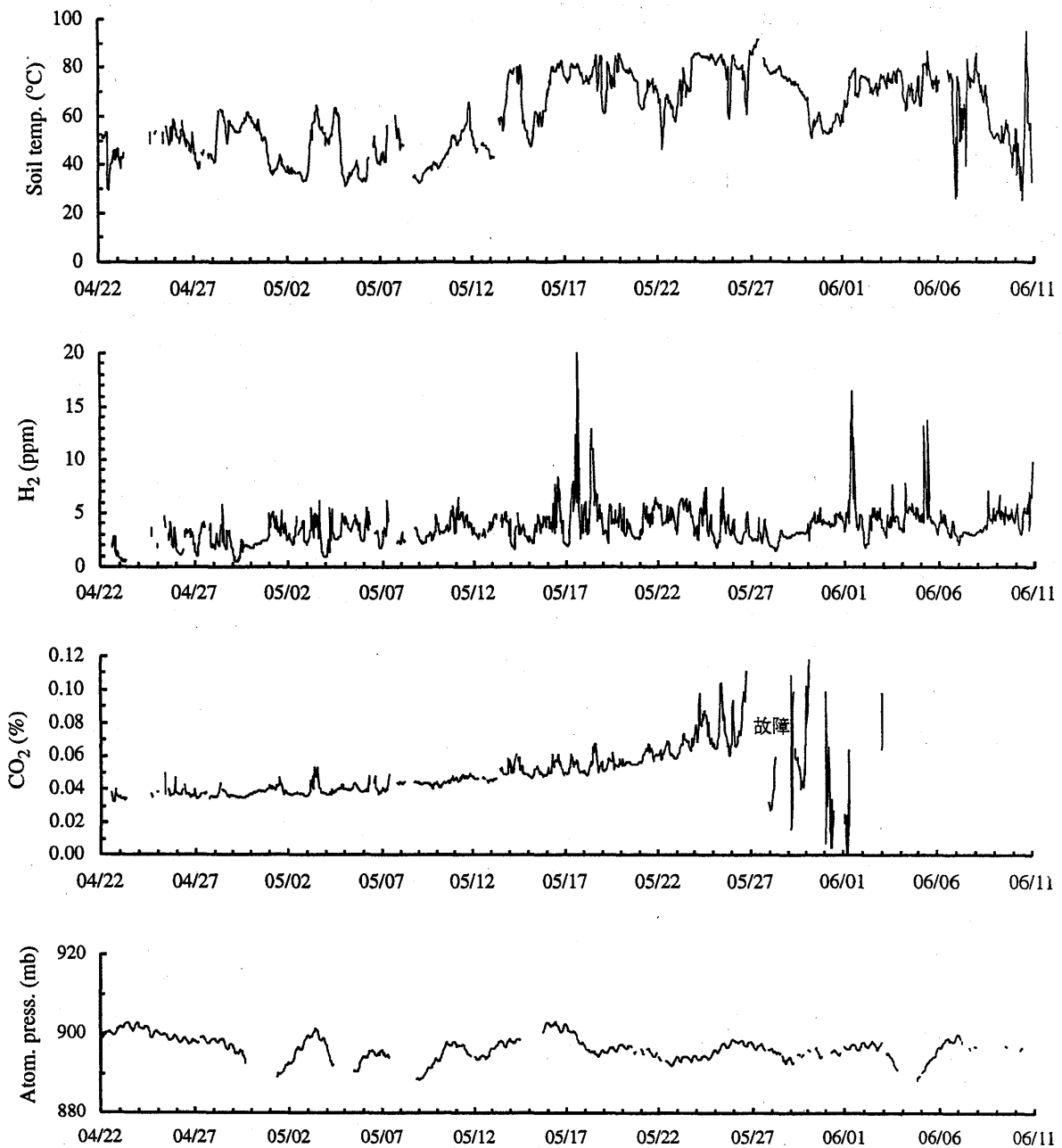
** 風見康平・安原正也・宮城磯治・篠原宏志・斉藤英二



第 1 図 地温・地中 H₂ ガス・地中 CO₂ ガスの観測結果 (96/3/23-4/22)
 Fig. 1 Variation of soil temperature, H₂ and CO₂ concentrations in soil air.

4/22以後の地温，大気中 CO₂ 濃度および大気中 H₂ 濃度変化を図 2 に示す。4 月 22 日に地温が急激に大きく下降しているのは，センサ移設のため観測孔のふたを開けた際に土壌の水分が一斉に蒸発し気化熱をうばったためである。また，4 月 22 日以降はそれ以前と比べて地温の変動幅が大きくなっていることがわかる。センサ移設時に生じた微小な観測孔の状態変化が地温変動パターンの変化の原因であろう。したがって，地温の変化量からガス流量の変化を定量的に導くことは困難であると考えられる。しかし，地温の上昇はガスの流量増加に対応していると考えられるため，定性的にはガス流量変化を地温の測定により捉えることができると考えられる。

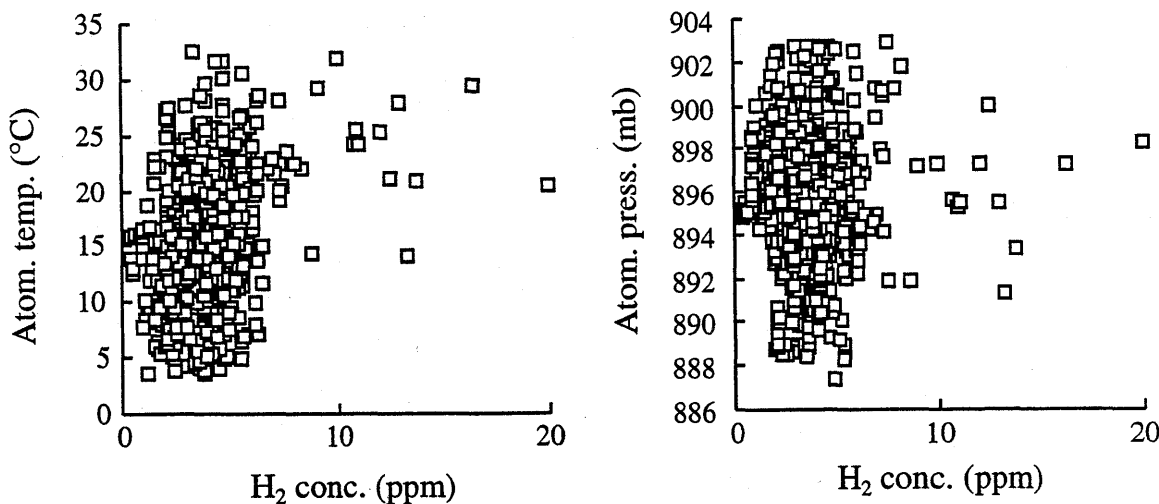
地温は 4 月 25 日までは 15℃程度の変動を伴いながら上昇を続けていたが，4 月 26 日を境に降下しはじめた。変動の幅は約 30℃まで大きくなり時折 60℃を超えた。しかし，ベースの変化は地温の降下傾向を示しており，5 月 5 日頃には地温は 31℃にまで低下している。その後，5 月 9 日頃から地温は再び上昇し始め，5 月 14 日には地温が 54℃



第 2 図 地温・大気中 H₂ 濃度・大気中 CO₂ 濃度の変化 (96/4/22-6/11)
 Fig. 2 Variation of soil temperature, H₂ and CO₂ concentrations in the atmosphere.

から 80℃に急激に上昇した。5月14日からセンサが不調になる6月6日までは地温は50℃から90℃の間で大きく変動しながら推移した。以上より、地温の変化が推定される火山ガスの活動度変化をまとめると次のようになる。地温の変化の周期は1～2日ほどであることから、同周期で火山ガス放出量も変化していると考えられること、および、地温のベースラインの変動から4月26日より全体的に噴気活動がそれまでよりも弱まり、遅くとも5月14日以降は再び噴気活動が活発化していることが考えられる。なお、5月14日には九重火山で群発地震が起こっているが、地温変動と関連がある可能性がある。

一方、大気中の CO₂ 濃度の変化(第2図)は、地中ガス観測時と同様にスパイク状の濃度上昇を伴う変化が見られる。このスパイク状の CO₂ 濃度上昇は明らかに地温の上昇と同時期に起こっているものが多く、風向などの気象要素によって噴気ガスがたまたまセンサの設置場所に拡散してきたことによるものはすくない。5月8日からのベー



第 3 図 気温・気圧と大気中 H₂ 濃度との関係。
 ただし、気温・気圧は長者原におけるデータ
 Fig. 3 Relation between H₂ concentration in the atmosphere
 and atmospheric temperature and pressure.

スラインの上昇は、火山ガス起源のミストなどによりセルが汚染され、吸光度が増えて見かけ上 CO₂ 濃度が上昇する方向にドリフトした可能性がある。

第 2 図に示した H₂ 濃度の変化において明瞭な日周変化が見られるのは、基本的には気象要素の日周変化に寄るものである。ただし、第 3 図に示すように、気温、気圧と H₂ 濃度の相関は必ずしも明瞭でない。H₂ 濃度の変化パターンも CO₂ 濃度の場合と同様に基本的にスパイク状の変化を示す。個々のスパイク状の変化は地温の上昇と同時期に生じているものも多い。

参 考 文 献

- 1) 風早康平・加藤 完・高橋 誠・安藤直行・大隅多加志・平林順一・日下部実 (1987) : ガスセンサーによる伊豆大島割れ目土壌ガス中の水素ガスモニタリング, 地調月報, 38, 677-688.
- 2) 風早康平・高橋 誠・大隅多加志・曾屋龍典・安藤直行・平林順一・日下部実・浜田隆治 (1988) : 伊豆大島三原山における火口ガスの連続化学観測, 火山, 33, 13-19.