

自動ガスクロマトグラフを用いた地下ガス観測による 伊豆大島火山活動のモニタリング

高橋 誠* 風早康平* 加藤 完* 安藤直行*

TAKAHASHI, M., KAZAHAYA, K., KATOH, K. and ANDO, N. (1987) Soil air monitoring by automatic gaschromatography at open cracks in Izu-Oshima Volcano. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 38(11), p.695-703.

Abstract : Two soil air monitoring systems were set up to monitor the volcanic activity at open cracks newly formed in the southeastern part of Izu-Ō-Shima during the eruption on November 21, 1986. One system is on a large crack at Okuyama(OK2), and the other is at Kakiyama(KK1). Each system is essentially composed of three sets of automatic gaschromatograph, and monitors 8 constituents (H_2 , CH_4 , He, Ne, CO_2 , Ar, O_2 , and N_2) of soil air.

He, H_2 and CO_2 concentrations, which are considered to increase by the addition of the gas generated in magma or fresh cracks, were mainly monitored from December, 1986 to April, 1987. The gases such as He and H_2 , derived from the deeper underground or volcano itself, were not detected in this period. Relatively low concentrations of CO_2 in the crack were observed in February and March, 1987 in comparison with those in active faults. These results indicate that the volcanic activity in the southeastern part of Izu-Ō-Shima was not so high during the monitoring period.

1. はじめに

1986年11月の伊豆大島噴火後に各種の観測機器が設置され、伊豆大島火山の観測体制が整備された。地質調査所はこの観測網の整備の一環として島内南東部の割れ目において地下ガスの観測を行うことになった。

地下ガス成分の観測は対象成分の数により、2通りに区分される。一方はガスの組成変化を観測する手法であり、多成分の測定を行うため得られる情報は多いが、試料を採取した後各成分を分別して定量するため、連続的な試料採取は困難であり短時間の異常は検出できない可能性が大きい。また他の手法は、特定の成分に注目し連続観測をめざすものである。

地質調査所の観測システムにおいては、2種の手法を組み合わせるにより総合的な監視をめざした。多成分の測定には、工業技術院特別研究「地震予知に関する地質学・地球化学的研究」で開発し、長野県松代において観測が続けられている自動ガスクロマトグラフを使用して8成分を測定した。また連続測定には最近開発が進んでいる水素ガス用半導体センサーを使用した。

地下ガス観測による異常検出には次のような経過を想

定した。まず連続観測を行っている高感度ガスセンサーにより、水素ガス濃度の上昇を検知して予備的な警報を発する。次にガスクロマトグラフによりガス組成の変化を測定することにより、変化の原因を推定して正式な警報とするかどうかを判定する。

このような目的で設置した自動ガスクロマトグラフ装置による火山監視システム、およびそれによって得られたデータについて報告する。なお、ガスセンサーによる観測に関しては別稿(風早ほか, 1987)で報告する。

2. 観測地点

地下ガス測定は、11月21日の側噴火の際に伊豆大島の南東部に発生した割れ目群(遠藤ほか, 1987)において、明瞭な割れ目が存在する地点を測定し、火口からの距離の異なる2点(KK1, OK2)で、観測を行った(第1図)。

3. 測定

3.1 観測孔

地下ガス採取用の観測孔は第2図に示すように、割れ目を中心として約5m間隔で3ヶ所、270cmの深さの孔を設置した。地下から供給されるガスのピーク位置はガス成分によって異なる場合があり、また測定時期に

*企画室

よっても変動することがある(高橋ほか, 1984)。そのため複数の観測孔が必要であり、割れ目を中心としてその両側約5mに各1点の観測孔を設置し(S-1, S-2, S-3), その3点の観測孔により測定を行った。

3.2 装置構成

自動ガスクロマトグラフ装置は第3図に示すように構成されており, 3台のガスクロマトグラフ(島津製作所, GC-8AIT)を使用して8成分を測定する。それぞれの測定条件を第1表に示す。地下ガス試料は, 観測孔中のガスをポンプで吸引し, 除湿してガスクロマトグラフに

導入される。

得られたクロマトグラムはインテグレータ(積分装置)によって数値化され, 同定されたガス成分名とともに, NTTの専用電話回線を利用したテレメータシステムによって地質調査所に伝送される。受信されたデータはリアルタイムに解析され, 解析結果とともにデータの一部分は気象庁に転送される(中塚ほか, 1987)

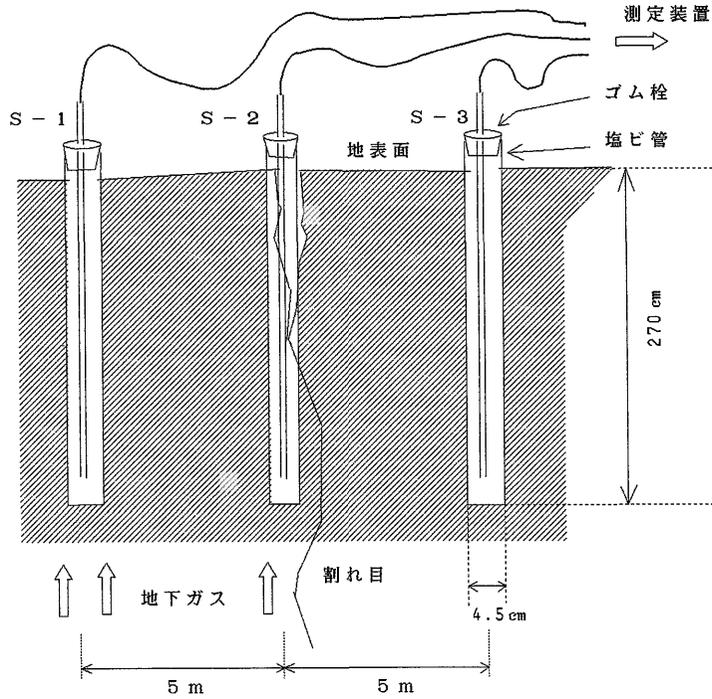
3.3 測定サイクル

1サイクルの測定は, 地下ガス3試料(3ヶ所)のほか, システムのキャリブレーションのため空気と標準

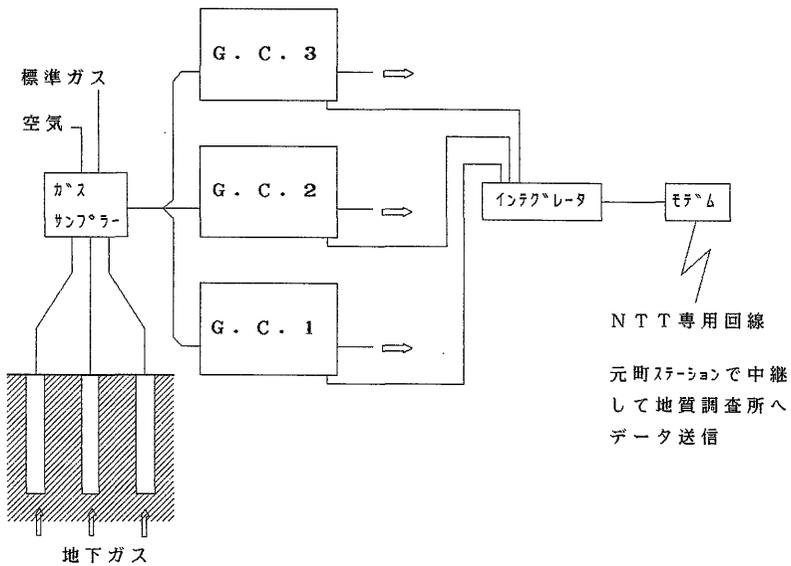


第1図 地下ガス観測地点位置図 OK2:奥山第2 KK1:垣原第1

Fig.1 Location map of observation sites. OK2: Okuyama-2 KK1: Kakiyama-1



第2図 地下ガス観測孔の配置および観測孔の構造
Fig.2 Schematic diagram of observation site and observation hole.



第3図 自動ガスクロマトグラフによる地下ガス測定システムの構成 G.C.1,2,3: 島津製GC-8A型ガスクロマトグラフ インテグレーター: 島津製クロマトバック C-R3A モデム: セイコーエプソン製SR-120AT
Fig.3 Schematic diagram of soil air monitoring system. Gas chromatograph (Shimadzu Corp., GC-8A). Integrator (Shimadzu Corp., Chromatopac C-R3A). Modem (Seiko Epson Corp., SR-120AT)

第1表 分析条件
Table 1 Operating condition

G. C. 1		
キャリアーガス	O ₂	2.2 kg/cm ² (40 ml/min)
分析カラム	MS-5A	4 m
検出器	TCD	60 mA
温度	60°C (検出器)	
	50°C (カラム)	
測定成分	Ar, N ₂	
G. C. 2		
キャリアーガス	Ar	3.5 kg/cm ² (40 ml/min)
分析カラム	MS-5A	8 m
検出器	TCD	60 mA
温度	70°C (検出器)	
	60°C (カラム)	
測定成分	H ₂ , He, Ne, O ₂ , N ₂	
G. C. 3		
キャリアーガス	Ar	2.75 kg/cm ² (40 ml/min)
分析カラム	P.Q 2 m + A.C 2 m	
検出器	TCD	60 mA
温度	70°C (検出器)	
	60°C (カラム)	
測定成分	CH ₄ , CO ₂	

第2表 測定結果 (KK1, 1987.3.5-3.12)
Table 2 Chemical composition of the soil air at the site KK1-S-2 during 5 to 12 of March, 1987

	KK1 (S-2)	大気 (大気の平均組成)**	
H ₂	n. d.	n. d.	0.5 ppm
CH ₄	n. d.	n. d.	1.6
He	4.6 ± 0.4	4.8 ± 0.4	5.24
Ne	18.1 ± 1.7	(18.2)*	18.2
CO ₂	0.32 ± 0.04	n. d.	0.033 %
Ar	0.930 ± 0.003	0.940 ± 0.005	0.934
O ₂	20.78 ± 0.19	(20.95)*	20.95
N ₂	77.59 ± 0.18	77.73 ± 0.39	78.08

*: 標準ガスとして使用, その他の成分は混合標準ガスを使用

** : 科学便覧より抜粋

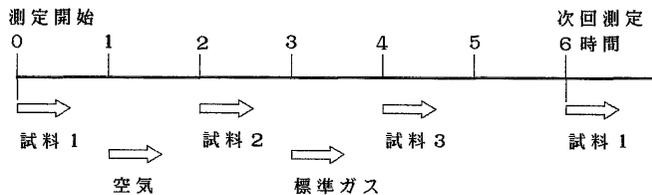
ガスの測定を含む。1試料あたり測定時間は約30分かかるため、1サイクルの測定(5試料)には最小限2.5時間必要となり、1日に最高9サイクルの測定が可能である。しかし、常時観測を連続させるとカラムの劣化が早くなり、保守点検を頻繁に行う必要が生じるため、測定回数を半減し1日4サイクルの測定とした。また地下ガス試料測定の間隔の偏りが大きくなるように考慮し、第4図に示すように、各地下ガス試料の測定間隔は2時間となるように設定した。

4. 観測結果および考察

第2表および第5, 6, 7, 8図に観測結果を示す。

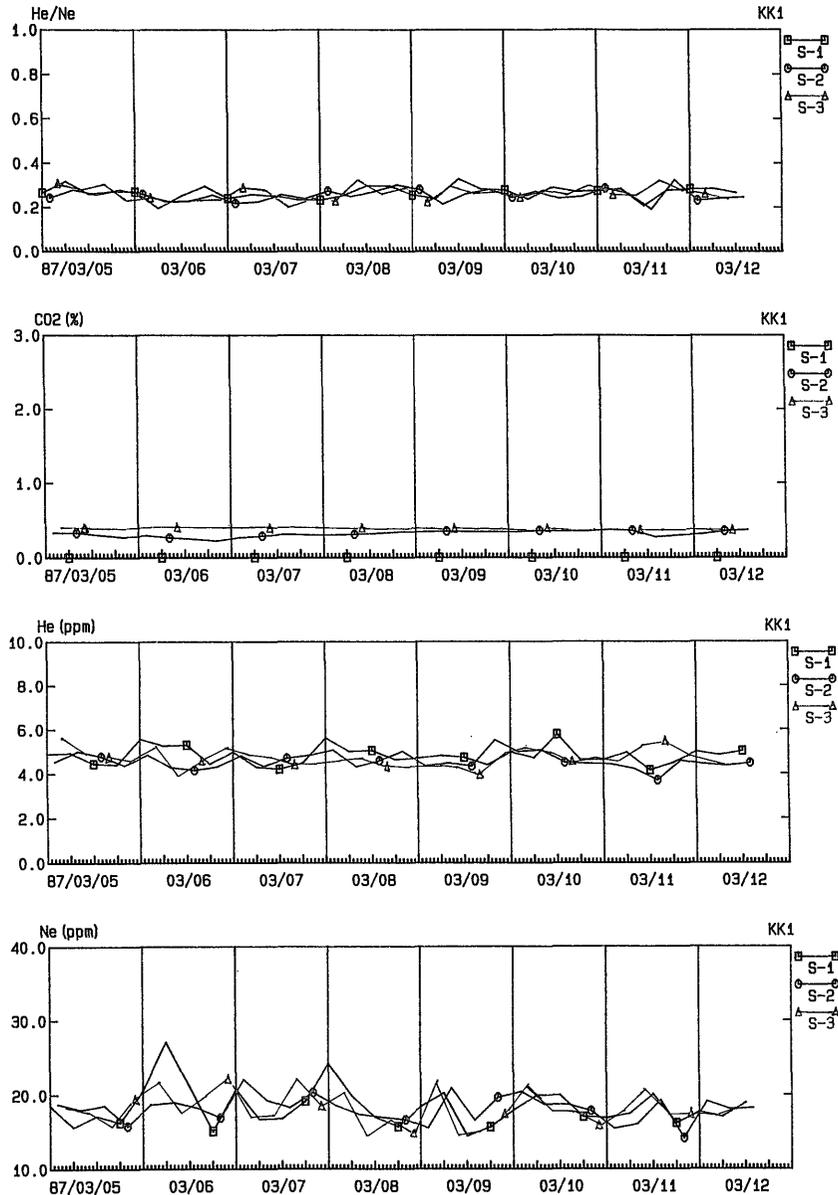
これらからわかるようにこの地域では地下ガスの組成は安定しており、二酸化炭素(CO₂)濃度がわずかに大きいほかは、ほとんど大気と同じ組成である。表には、KK1における1週間の測定の平均値とともに、誤差としてその標準偏差を示した。測定システム全体としての精度は相対誤差として、微量成分(He, Ne, CO₂)は10%程度、主成分(N₂, O₂, Ar)は1%程度であると考えられる。

二酸化炭素(CO₂)濃度は土壌空気としては小さな値である。現在までに他の場所で行ってきた断層周辺における土壌空気中の観測例では、CO₂濃度は1%程度を示すことが多く、断層直上では十数%になる場合もある。CO₂濃度観測値が小さい原因としては、観測孔掘削時のスライムの観察から、深度3mまでの大島の表層はスコリア層からなり、大気との通気性が非常に大きいためと考えられる。またCO₂濃度は多くの場合年周変動を示し、3-4月は濃度が最低になる季節であり(高橋ほか, 1984), 1987年2月から3月の観測期間がCO₂濃度の年周変動の最低期に一致している点も原因として考えられ



第4図 地下ガス測定サイクル 図に示す測定スケジュールを1日に4回繰り返す

Fig.4 Observation cycle for soil air monitoring. Monitoring system repeats this measurement schedule 4 times in a day.



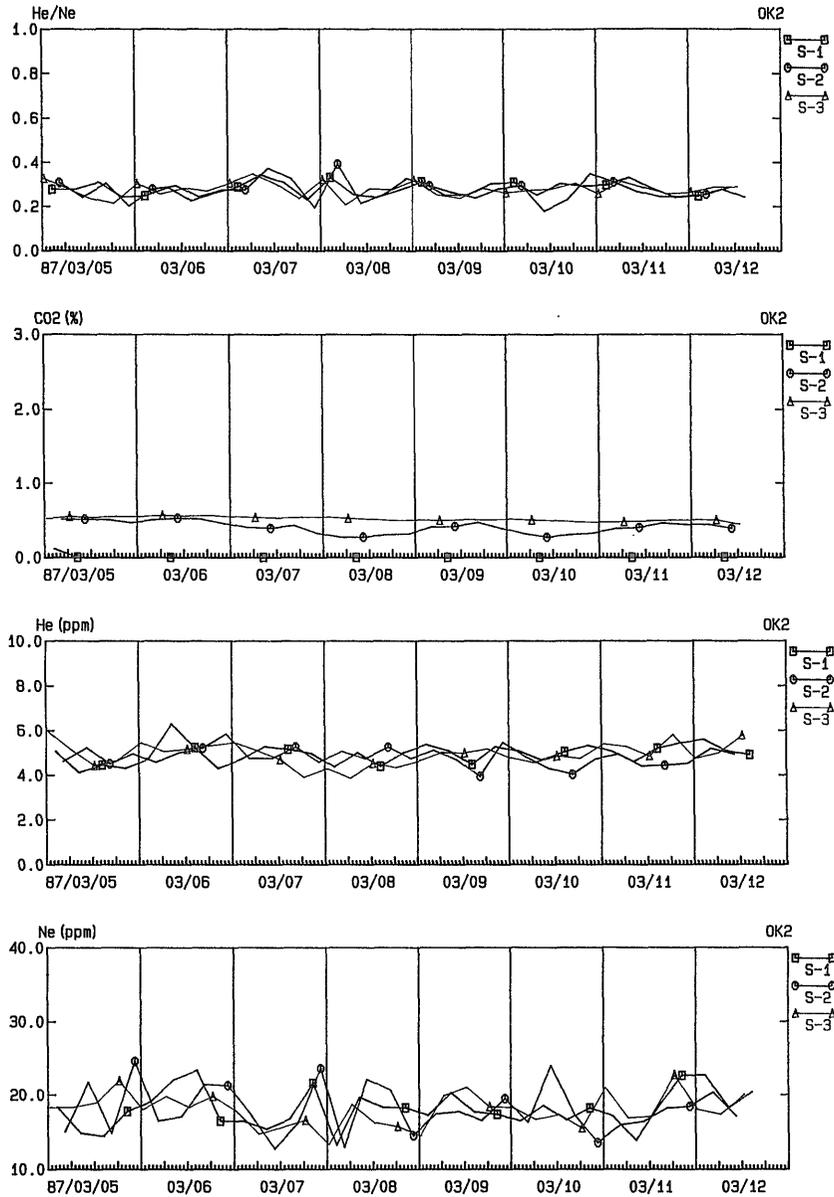
第5図 垣原第1 (KK1) における地下ガス濃度の経時変化 (1987.3.5-3.12)
 Fig.5 Variation of soil air contents at KK1 during 5 to 12 of March, 1987.

る。

地下深部起源のガスの検出のためヘリウムの観測も行った。図にはヘリウム (He), ネオン (Ne), 及びヘリウム/ネオン比(He/Ne)が示してある。He は約 5 ppm, Ne は約 18ppm, He/Ne は 0.3 程度であり, 各々大気値である 5.2ppm, 18.2ppm, 0.29 に近い値である。本システムにおいてはこれらのガス成分について 10% 程度の

測定誤差が考えられることから, これらのガスは大気起源であるとみなすことができる。

一般に地下ガス中に存在する Ne の起源は大気であり, He は大気起源のものに地下深部起源のものが付加される可能性がある。したがって両者の濃度比を計算することにより, 気圧変化による試料の採取量の変動等の測定誤差が少なくなり, 地下深部起源の He の出現をい



第 6 図 奥山第 2 (OK2) における地下ガス濃度の経時変化 (1987.3.5-3.12)
 Fig.6 Variation of soil air contents at OK2 during 5 to 12 of March, 1987.

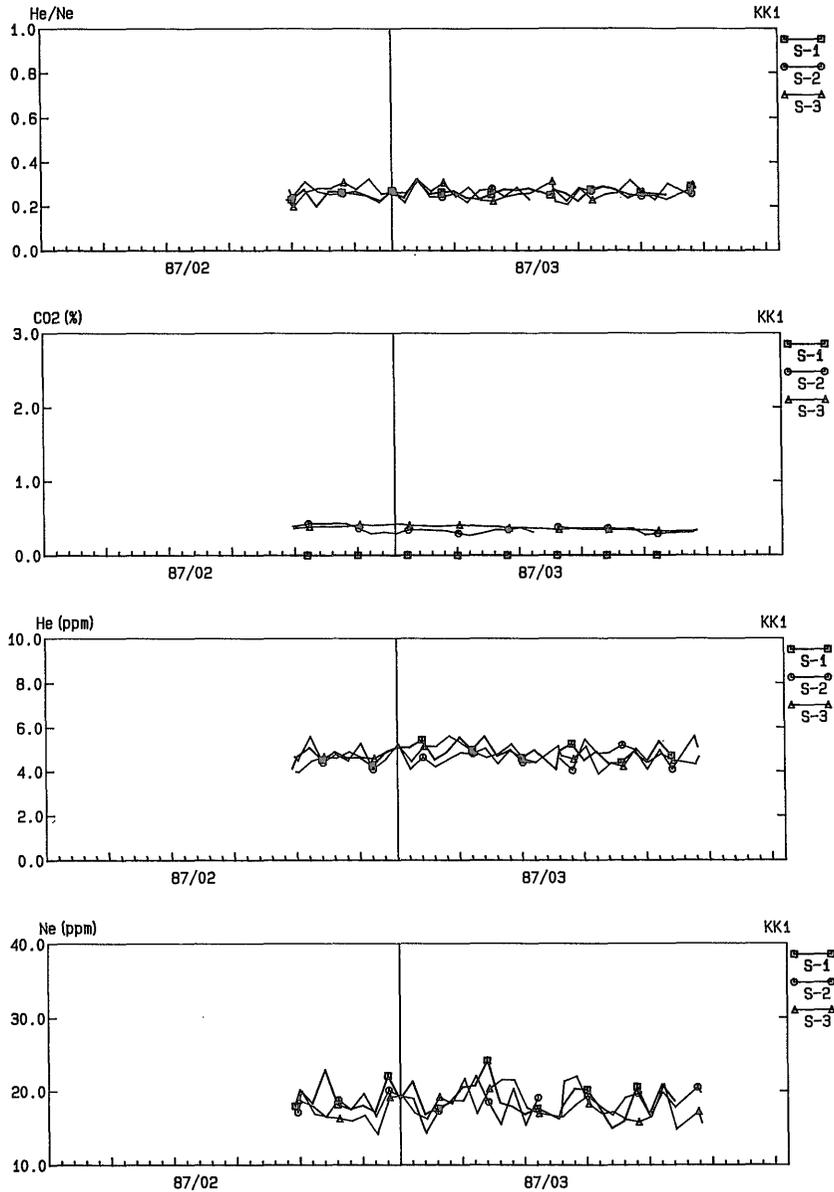
ち早く検出することができる。

このほかに注目している成分としては水素 (H₂) がある。H₂ は He, CO₂ とともに火山ガスに特徴的に含まれている成分であり、マグマからの通路が形成された場合には分子量が小さいために He に続いて放出されると考えられている。またさらに H₂ は岩石が破壊された時にも発生するため割れ目の活動の監視にも有効と考えら

れる。しかし H₂ 濃度は非常に小さく、本手法では観測ができなかった。

大気の主成分である窒素 (N₂)、酸素 (O₂)、アルゴン (Ar) についても、明瞭な変化は見られなかった。またメタン (CH₄) も観測期間中は検出されなかった。

5. ま と め

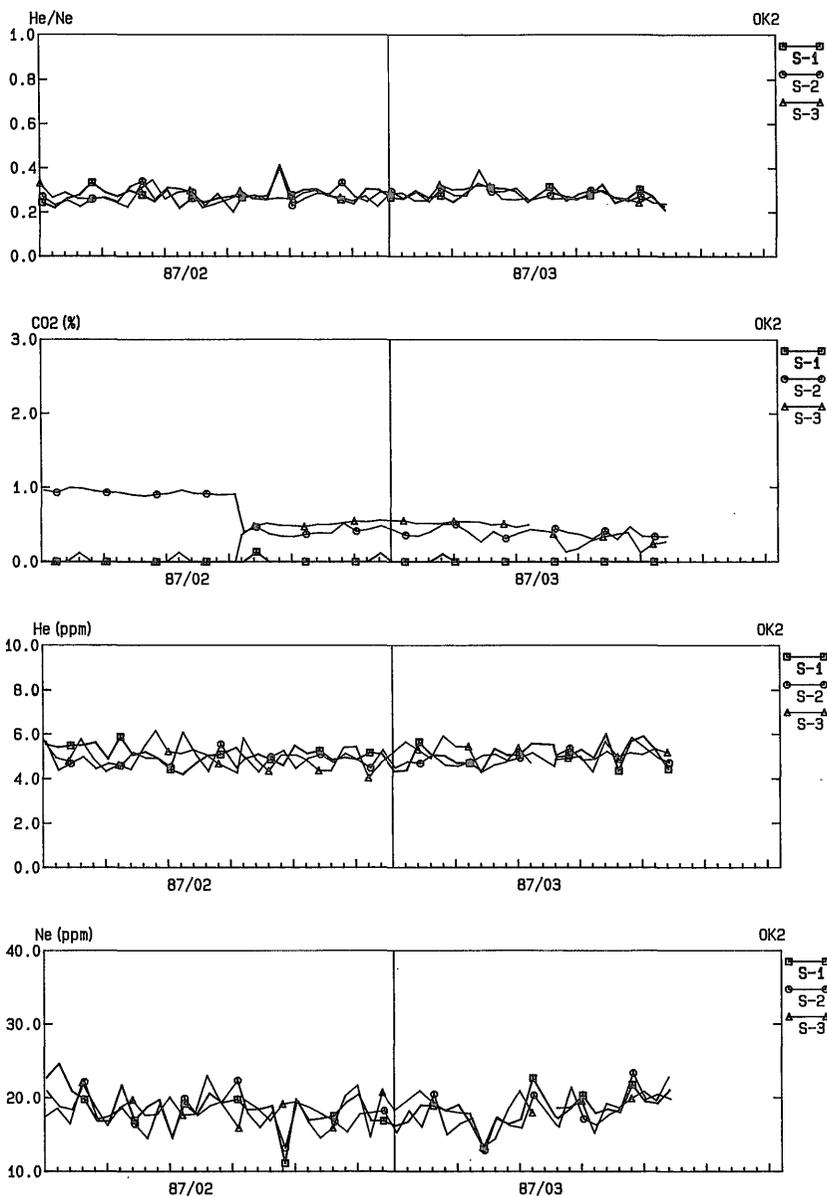


第7図 垣原第1 (KK1) における地下ガス濃度の経時変化 (1987.2月-3月)
 Fig.7 Variation of soil air contents at KK1 during February to March, 1987.

現在までの観測の結果、自動ガスクロマトグラフ装置を設置した南東部の2ヶ所の割れ目においては、マグマ起源のガス成分は観測されなかった。またS-1からS-3の相違も見られない。これらのことから南東部割れ目の状態は、次のように推定される。現在は、マグマから割れ目へのガスの供給はないか、あるとしても非常に少ない。また割れ目が生じる時に発生すると予想される H_2

ガスについても検出されていない。火山活動の指標となるようなガス成分は、土壌の通気性が非常によいため、割れ目の生成時に供給されたとしても現在はすでに拡散してしまい、その濃度は測定限界以下になっている。

したがって、次に火山活動が活発になり、その活動を示す成分(He, H_2 等)が増加するまでは本手法では成果が期待できないであろう。そのため2式の自動ガスクロ



第8図 奥山第2 (OK2) における地下ガス濃度の経時変化 (1987.2月-3月) 2月16日のCO₂の変化は観測孔の深さを130から270cmに変更したため
 Fig.8 Variation of soil air contents at OK2 during February to March, 1987. The change in CO₂ conc. at February 16 was caused from modification of depth of observation hole.

マトグラフは、カラムなどの消耗を防ぐため87年4月で一時観測を中断し、別稿で報告するガスセンサーによる監視に集中することにした。

謝辞 1986年12月以来、観測地点の選定、機器設置工事等の際には、東京都、同大島支庁、大島町、大島警察署等の関係機関に協力していただいた。また、中塚

正、牧野雅彦および村田泰章の各氏には多大な労力をかけてデータ処理および監視用の各種グラフ化処理をしていただいた。以上の方々をはじめ、現地調査および設置にあたり協力していただいた多くの方々に深く感謝いたします。

文 献

遠藤秀典・釜井俊孝・角井朝昭 (1987) 伊豆大島における伸縮観測. 地調月報, vol.38, p. 659-675.

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, vol.38, p.677-688.

高橋 誠・吉川清志・加藤 完・池田喜代治 (1984) 地下ガス観測上の問題点について. 東京大学理学部地殻化学実験施設彙報, no.3, p.27-35.

中塚 正・村田泰章・加藤 完・池田喜代治 (1987) 大島火山噴火対策テレメータ受信システムソフトウェアの構成と機能. 地質調査所研究資料集, No.35,72p.

(受付:1987年9月24日;受理:1987年11月9日)