

# 2000年三宅島火山噴火活動に伴う電界変動について\*

## Subsurface Electric Field Anomalies Related with the 2000 Volcanic Eruption of Miyake-Jima

防災科学技術研究所\*\*

(元)通信総合研究所\*\*\*

産業技術総合研究所電力エネルギー研究部門\*\*\*\*

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

Communication Research Laboratory

Energy Electronics Institute, AIST

### 1. まえがき

三宅島は1942年以来20年程度の間隔で噴火しており、長期的にその噴火が予測され、地震、傾斜計などによる観測網が強化されていた。その努力の一環として、水平・鉛直の電場計測による地下間隙水変動観測を、1999年4月より行っていた(第1図)。鉛直電界成分の計測では、アンテナのモノポールとして長さ100mのボアホール内スチール製のケーシングパイプを超長電極として使っている。地表付近に埋設したアースとの電位変動を計測している水平電界成分は、長さ3mのスチールパイプ2本を、距離6mで地下に埋設して形成したダイポールを用いて、計測している。ここでは、それらによる観測結果を示す。

### 2. 火山活動に伴う変動

第2図に鉛直・水平成分電界変動記録(2000年3月~8月)を示す。2000年の火山活動の数ヶ月前から平常時とは異なる種々の異常変動が記録されている。

- 1) 噴火活動の開始のほぼ一ヶ月前から低周波帯域で顕著な変動があった(第3a図上段に鉛直成分、下段に水平成分を示す)。
- 2) 2000年6月26日の噴火のほぼ一日前には、より高周波成分(0.01Hz~0.7Hz)の異常変動の発現があった(第3b図上段に25日、第3b図下段に26日の記録を示す)。
- 3) 2000年8月18日の大噴火の半日頃前に、鉛直・水平両成分においてDCからVLF帯の顕著な変動があり(第3c-1図、第3c-2図)、17時5分からの噴火のあった時間帯には、最も激しい変動が記録された。
- 4) 発生のメカニズムは、マグマ活動によって誘起される熱水循環の変動に伴う流動電位効果によるものである可能性が高い。
- 5) 信号強度は、計測の手法、火山活動の段階で変わるが、マグマの上昇に伴い地表計測による強度が大きくなる(第2図、第3c-1図、3c-2図)。
- 6) 発生する変動の主要帯域はDC~VLF帯にあり、VLF帯では活動の激しい時に限られる。又その振幅は小さく、数10km離れると検知するのは難しい。
- 7) 電界変動データからすると、このマグマ熱水帯は変動に富み、時間スケール数が時間の揺らぎを有していることが推測される。
- 8) 電界変動観測は、傾斜変動・地震などの観測とは独立な観測の窓であることが示唆される(第2図)。例えば、水平成分電界変動に、顕著なステップ状の変動がある(第2図最下段8月16日周辺、第3c-2図)が、これは、

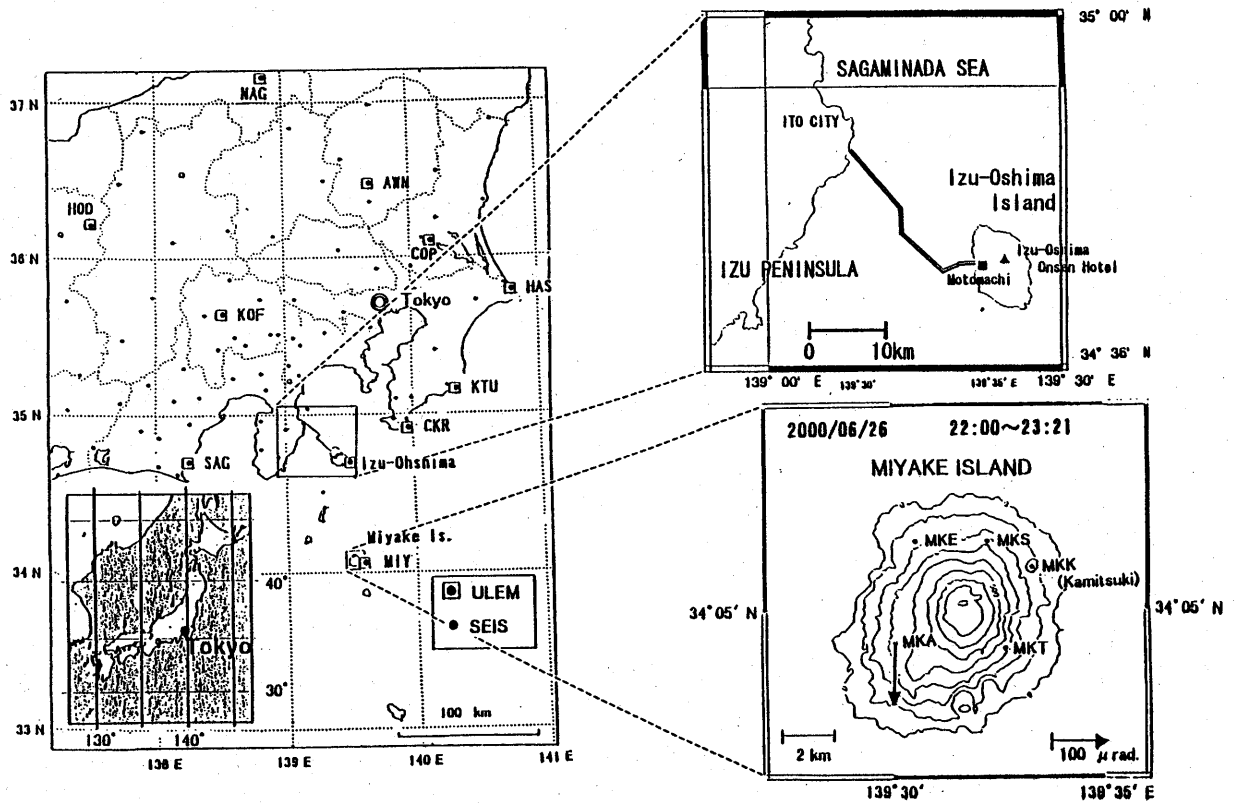
\* Received 12, Sep., 2001

藤縄 幸雄\*\*・松本 拓己\*\*・高橋 耕三\*\*\*・飯高 弘\*\*\*\*

Yukio Fujinawa, Takumi Matsumoto, Kouzou Takahashi and Hiroshi Iitaka

傾斜ステップとは殆どの場合同期しない。

- 9) 伊豆大島、伊東沖における観測でも三宅島の噴火活動にほぼ同期に顕著な変動があり、マグマの活動はかなり広域であった可能性が高い (第4図)。



第1a図 (左)関東・東海地方における電磁界変動観測点(ULEM:Ultra Long Electrode Measurement)。伊豆大島元町と伊東市間の海底電話ケーブルを用いた海底電界も計測している。3つの周波数帯(DC、ULF、ELF/VLF)で行われている。"SEIS"は、関東東海地殻活動観測点。

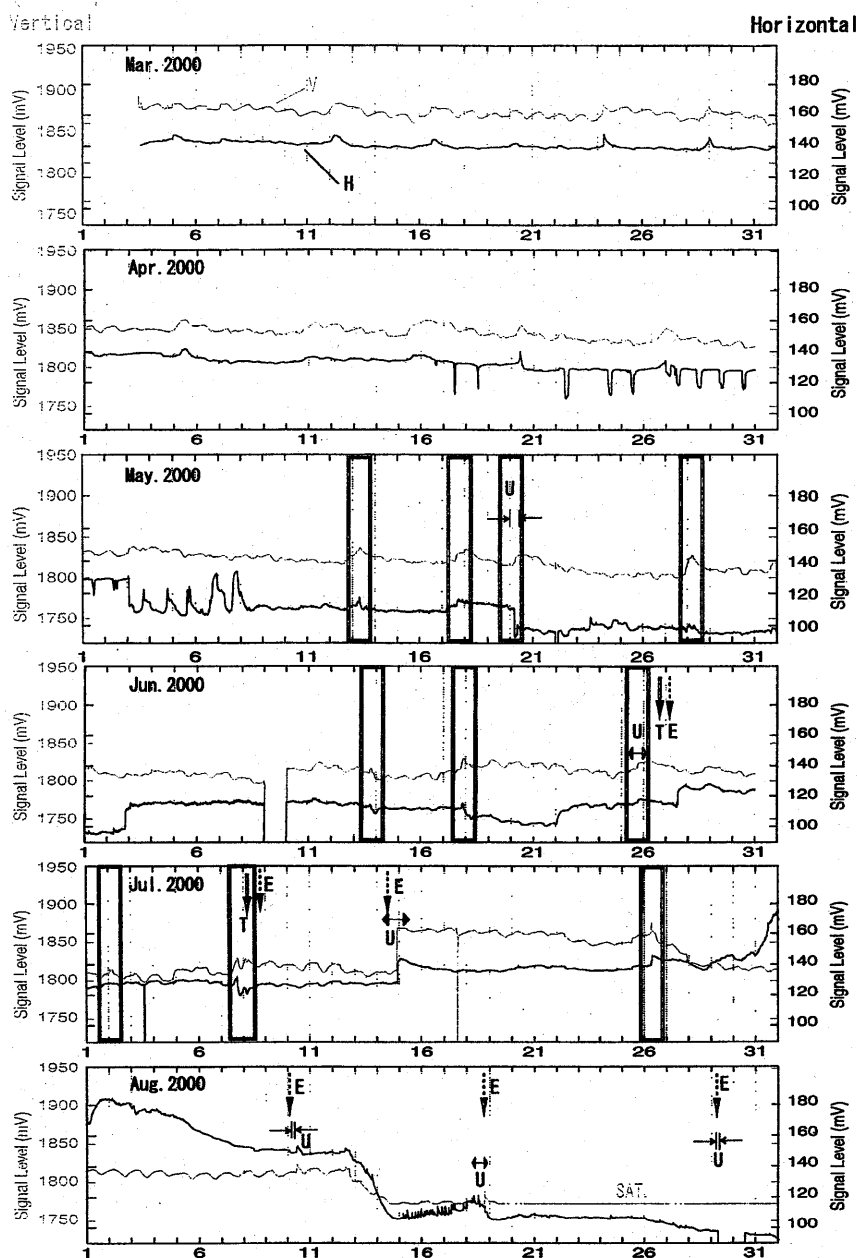
Fig.1a (Left)Locations of the electro-magnetic field observation sites in the central part of Japan. The network has been constructed since 1988. The electric field observations are conducted to supplement ordinary crustal observations.

第1b図 (右上)伊豆大島元町と伊東市間のNTT電話回線用海底ケーブルを用いた海底電界観測を行っている。ケーブルの耐圧銅パイプをアンテナ線とし、アースとしてNTT元町局の局舎アースを使う。

Fig.1b (Top Right)Locations of the ocean-bottom electric field observation antennas in the Izu-Peninsula and the Izu-Oshima Island. The observation is conducted by using ocean-bottom telephone line of NTT with a length of some 33km.

第1c図 (右下)三宅島では、2000年6月26日夕刻より、顕著な傾斜変動が観測され、噴火活動が“顕在化”した。三宅島火山活動施設のうち神着(MKK)において、1999年9月から電界変動観測が行われており、ほぼ連続的にデータの取得がなされていた。

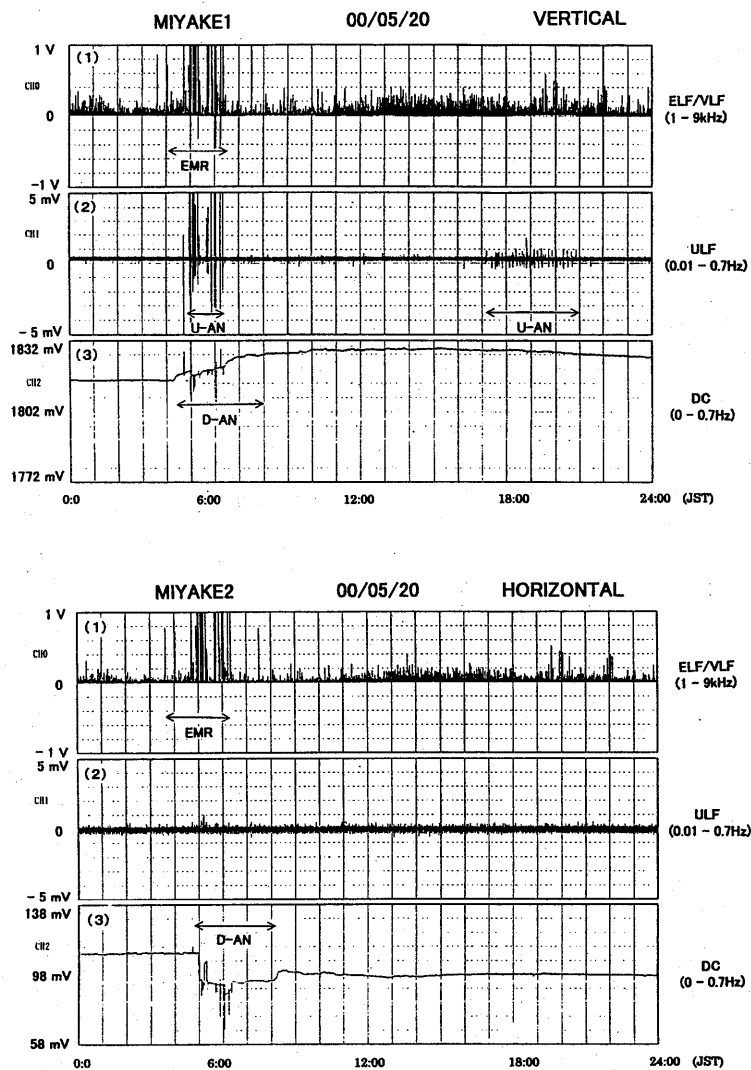
Fig.1c (Bottom Right)Location of the electric field observation site Kamitsuki (MKK), one of stations monitoring volcanic activities in the Miyake Island, the island in the central part of Japan. The use is made of the borehole antenna being 100m long as a main sensor for the measurement of the vertical component of the electric field. A short dipole with a length of 6m for the horizontal electric field was also installed. The similar electric observations have been conducted in the central part of Japan at 11 sites including a nearby site, the Izu-Oshima Island belonging to the same volcanic chain.



第2図 鉛直・水平成分電界変動記録(2000年3月~8月)。大噴火の際以外にも、小規模な噴火活動の前に、日周変動により短周期な容易に識別できる変動が現れる。その最初は、4月20日であり、その後5月20、28日、6月10日、11日、13日、14日、7月7日に発生し、幾つかのケースは8月18日の時と同様、ULF帯の変動を伴っているものもある(図中の“U”)。顕著な“短周期”変動のある時期を枠で囲んである。これらは、例外なく火山の活動の半日、あるいは一日前に発生し、マグマの移動に伴う強い地下間隙水の変動の存在を示唆している。8月の大規模噴火活動のあった時期には、変動も大きい。

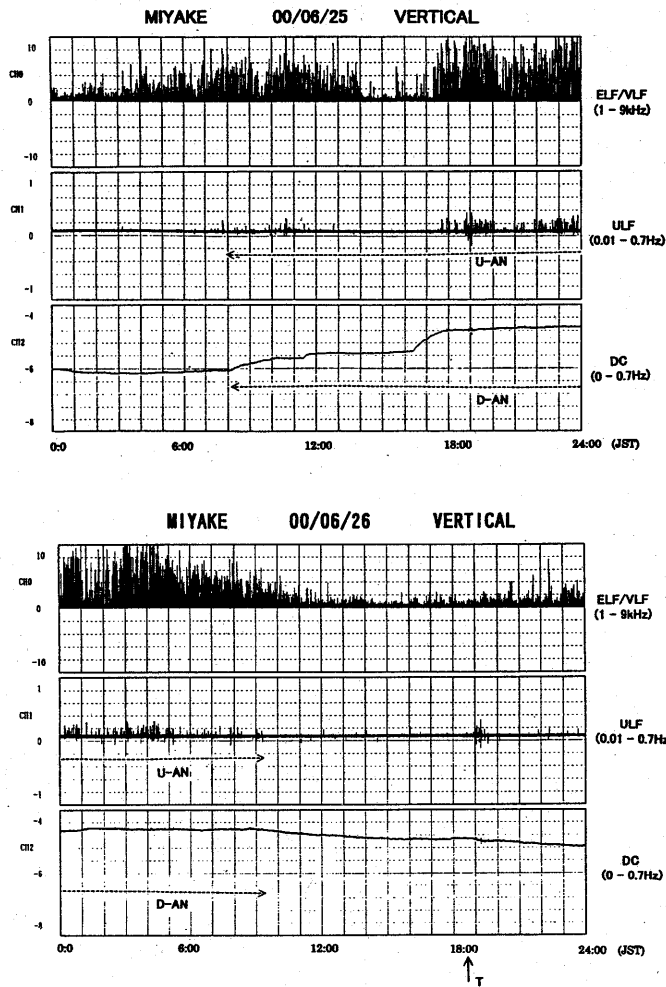
Fig. 2 Long-term monitoring records are shown for the vertical and horizontal components in the DC band from early March 2000 to the end of August.

“Higher” frequency fluctuations with a period much shorter than the dominated diurnal variations in the vertical component appeared more frequently as the volcanic activity approached (“E” in Figure) such as fluctuations as on 20 May, 13, 17, 25 June, and 2, 5, 7 July. They were sometimes superimposed by the ULF band fluctuations (“U” in Figure). The disappearance of the diurnal variations in May might be due to the generation of fluctuation field changes as the magma approached the Miyake-Jima Island supported by the appearance of large variations in the horizontal component. The trend-like changes are generally similar in the both components before the strong volcanic events, though there are time periods when there are large differences suggesting that the source depth is different.



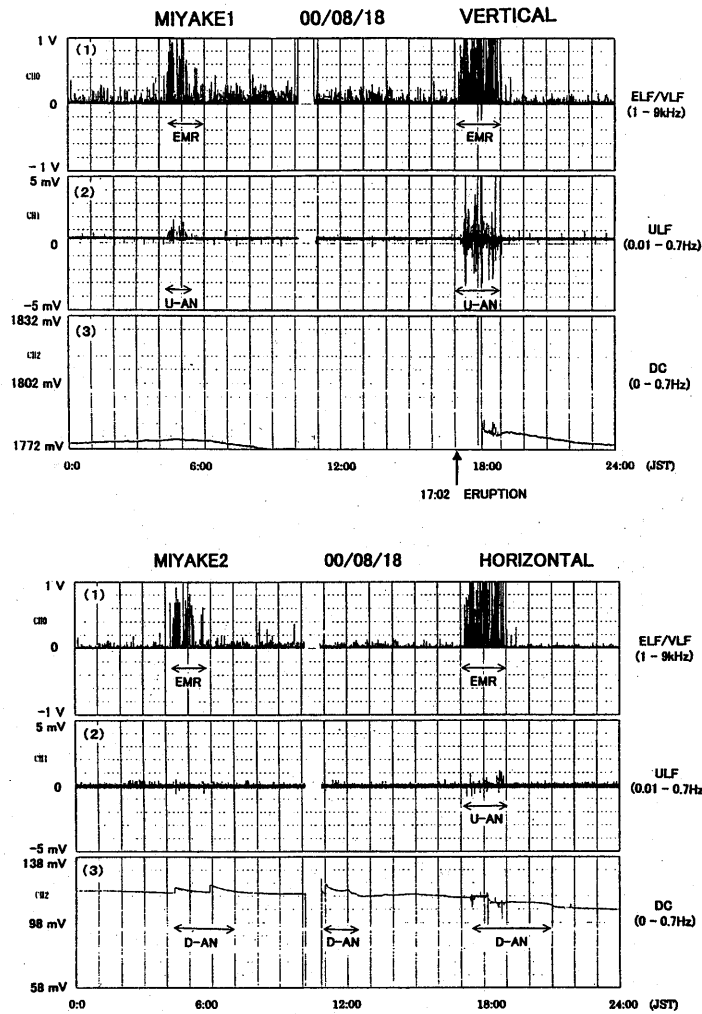
第3a図 2000年三宅島噴火の開始の約一ヶ月まえの5月20日に、神着における電界変動の記録異常を示した（上段が鉛直成分、下段が水平成分）。地震、傾斜などの地殻活動は、特に検出されていない。マグマの接近に伴う火山体周辺の熱水循環の急激な変動によって発生したものと考えられる。

Fig.3a Prominent anomalous electric field changes were detected on 20 May 2000 at the Miyake-Jima Island, about one month before the eruption activity (upper: vertical component, lower: horizontal component). Anomalies appeared in all three frequencies bands: in the ELF/VLF band ("EMR"), the ULF band ("U-AN"), and the dc band ("D-AN"), 3a-1) for the vertical component, and 3a-2) for the horizontal component. It is suggested that the anomalies were induced by the rapid change of hydrothermal circulation near the front of approached magma without appreciable deformation on the surface.



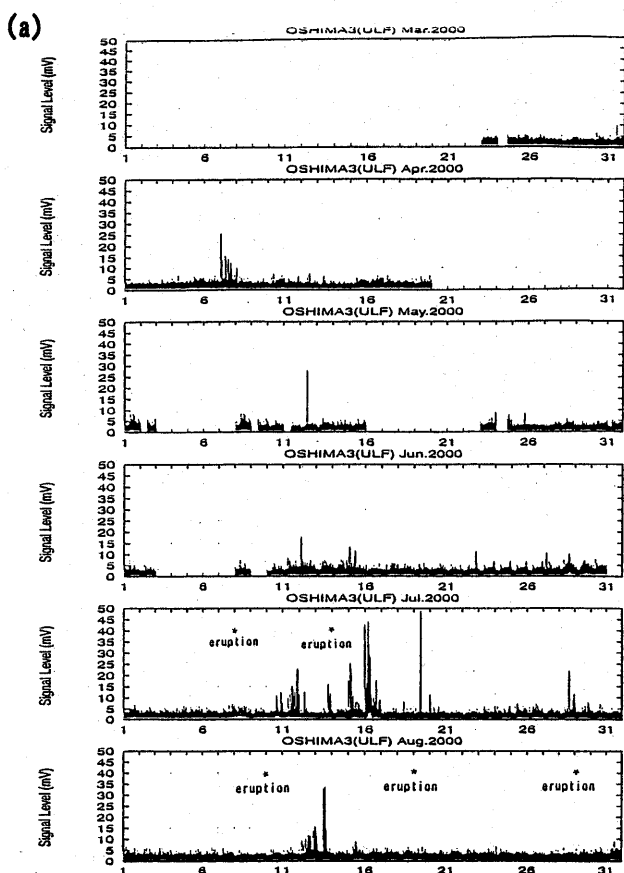
第3b図 2000年三宅島噴火の開始の前日（図上段、6月25日）と当日（図下段、6月26日）における神着における電界変動の記録。傾斜などの地殻変動の検出（図中“T”）される前から異常変動が見られる。

Fig.3b Anomalous transient electric field changes were recorded on 25(upper sheet), 26 (upper sheet) June 2000 at the Miyake-Jima Island, before the volcanic activity. Here "T" denotes the first appearance of ground tilt anomalies.



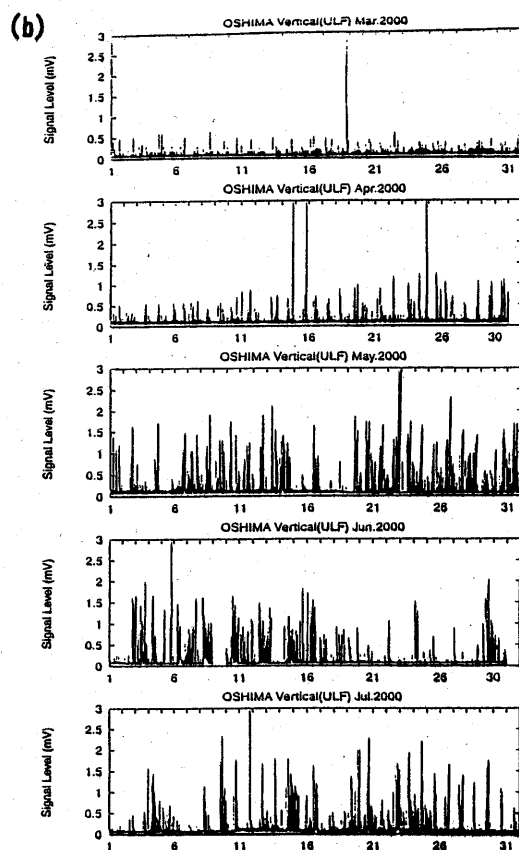
第3c図 2000年8月18日三宅島噴火発生の日の電界変動記録。鉛直成分（第3c-1図）、および水平成分（第3c-2図）。噴火と同時に異常変動は3つの帯域で検出され（"EMR", "U-AN", "D-AN"）、噴火活動の低下と共に収束した。また、噴火開始の約半日まえから鉛直成分ではELF/VLF帯、ULF帯で、また、水平成分ではELF/VLF帯、DC帯で電界変動の記録異常を示した。なお、水平成分ではULF帯のアンプが故障していたため、信号は見えない。また、10時5分頃に大きな信号が入り、ほぼ一時間にわたって、記録は取れなかった。

Fig.3c Monitoring records of the vertical electric field observed on 18 August 2000 when the largest eruption occurred at the Miyake Island. Fig.3c-1 is for the vertical component, and Fig.3c-2 from the horizontal dipole. The roughly constant level signals of some tenth evident in the ELF/VLF channel (Fig.3c-1(1) and Fig.3c-2(1)) and in the ULF channel (Fig.3c-1 (2)) are natural background noises. Anomalous transient electric field changes were recorded on all three frequencies bands: in the ELF/VLF band ("EMR" in Fig.3c-1(1) and Fig.3c-2(1)), the ULF band ("U-AN" in Fig.3c-1(2) and Fig.3c-2(2)), and the DC band ("D-AN" in Fig.3c-1(3) and Fig.3c-2(3)). The magnitudes of signals are well above the background noise level in both cases (S/N of ULF is larger than 50), and almost returned to the original level in the all bands except for the DC band showing offset in case of the eruption. The ULF band in the horizontal component does not work normally, but we can suspect there are large anomalies also on this band from the DC channel record. Similar conspicuous electric field changes are also seen about 13 hours before the eruption in the ELF/VLF band ("EMR" around 4:00 in Fig. 3c-1(1) and Fig.3c-2(1)) and, in the ULF band ("U-AN" in Fig.2a(2)). The horizontal component also contains the variations of the ULF band superposed on the DC like changes (Fig.3c-2(3)).



第4a図 伊豆大島元町—伊東市間の海底ケーブルを用いた海洋電界変動の記録 (ULF帯、2000年3月~8月)。3月下旬が平常時の記録で、顕著な噴火 (\*eruption印) のあった時期に信号強度が大きい。

Fig.4a Monitoring records of the ocean-bottom electric field measurement in the ULF band from March through August. There are large anomalous variations on 7 April, 11~16 July and 12~13 August 2000. It is suspected that those are due to ocean-bottom electric field changes induced by magma intrusion to monogenetic volcanoes around the cable.



第4b図 伊豆大島温泉ホテル(OOH)におけるボアホールアンテナによる電界変動記録 (2000年3月~2000年7月)。平常時はほぼ3月の記録にある電界強度のレベルである。平常時と比較して異常に大きい電界変動が、三宅島における噴火活動に関連して増大したことがわかる。

Fig.4b Electric field strength evolution of the ULF band at the Izu-Oshima Onsen-Hotel. Anomalies increased from early April, possibly corresponding to the volcanic eruption activities at the Miyake-Jima Island. It is inferred that the electric field variation was induced by the change of hydrothermal circulation owing to the magma intrusion.