

1989年7月伊豆半島東方沖 の海底噴火に伴う電磁波の放射*

国立防災科学技術センター
通信総合研究所

1. はじめに

地震の1週間から数時間前に、震源域近傍で電磁波が放射される可能性のあることは、1960年代から注目され始め、1970年代には、ソ連で本格的な研究が始められた¹⁾。電磁波の発生の原因としては、地震時のマクロな破壊に先立つ応力・歪の急変に伴って生ずる圧電気等によるものと考えられている。中国²⁾やギリシャ³⁾ではマグニチュード6以上の地震の際に、前兆的電磁波が受信できることが示され、現在それぞれ連続観測が行われている。一方、我が国では1986年11月の伊豆大島の噴火の約1日前に明瞭な電波放射を観測した例¹⁾や、内陸又は浅海で発生する地震の前後に電磁波が計測された例^{4) 5)}が知られているが、我が国の場合は、雑音が強く、前兆電磁波の弁別・検出が一般に困難である。

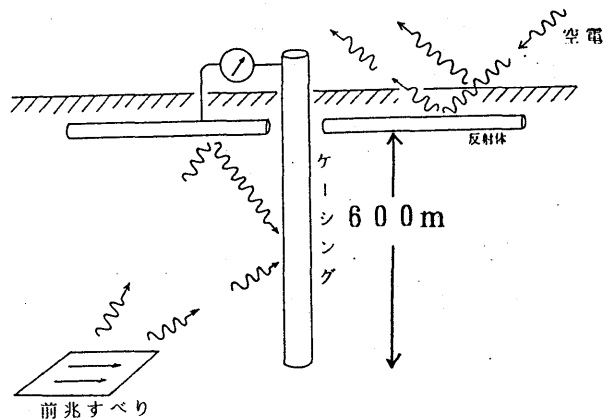
国立防災科学技術センターでは、郵政省通信総合研究所と共同で、地震・火山噴火の前兆としての地殻活動に伴って発生する電磁波について、研究を行っており^{6) 7)}その一環として、電磁波の地中観測を行うことを目的に筑波の国立防災科学技術センター(以後'センター'と称する)構内に受信設備を設置し、1989年3月23日から観測を開始した。

計測用アンテナは、深さ約600mの地下水観測井の周囲に張りめぐらした延べ140mの導線を反射器とし、観測井のケーシングパイプを直線素子とする、モノポールアンテナである。観測帯域は、3つあり、DC~12Hz、0.01~12Hz、1~9Hzである(第1, 2図)。

2 観測結果

三つの帯域の内、DC~12Hz、0.01~12Hz帯の'極低周波'成分の記録には、今回の噴火活動、群発地震活動に関連する特に顕著な現象が見出せなかったため、ここでの報告は、1~9KHz帯の記録に関するものに限定する。

地殻活動とは関連せず、平常時のものと



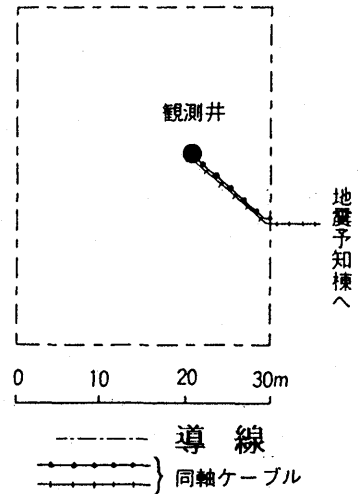
第1図 地中電磁波計測用のアンテナの概念図

Fig.1 A schematic diagram of an antenna for observation of the underground electromagnetic waves emitted from the preparatory region of occurrence of earthquakes or volcanic eruption.

* Received Aug. 30, 1989

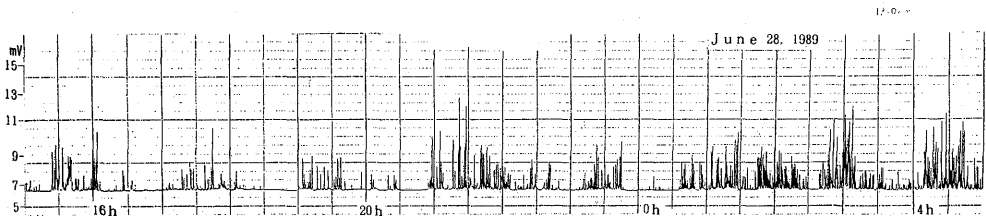
思われる記録の例を第3図に示す。この図では、縦軸に電磁波の振幅、横軸に時間を取っており、1989年6月27日からほぼ1日の記録である。この場所でのバックグラウンド・ノイズの平均レベル(約6.8 mV)以下の信号は、カットするように記録している。パルス状の電磁波放射が、単位時間当たりの数をランダムに変えながら、発生している。このパルス状の波形は、継続時間が数msecの電磁波放射によるものであることが、イベントレコーダーによる測定で確かめられており、遠・近地の空電に伴うものと考えられる。空電は、一般に日中少なく夜間に多い日周変化を示している。夜間に多いのは、夜間には電離層伝搬波の減衰が小さいため、赤道付近における落雷等による電磁波が記録されたのであろう。

第4図に、1989年7月4日と5日の1部の記録を示す。この日までの群発地震の中で最大のマグニチュード4.9の地震が、7月5日2時28分に起きており、その約5時間半前と約4時間前に、これまでとは明瞭に異なる電磁波放射の時間変化があった。空電のように瞬時に振幅がゼロ近くにもどるのでなく、電磁波の振幅がかなりの長い時間一定値以上に保たれているのが特徴である。この特徴的な記録は、観測開始以後こ



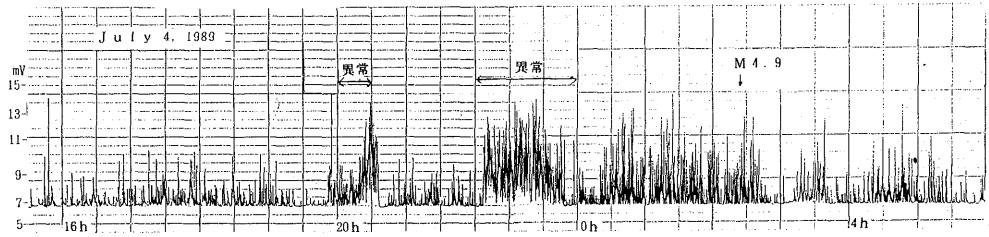
第2図 計測用アンテナの配置

Fig.2 An antenna is composed of a reflection of about 140m length of cable on near the ground surface and a vertical steel pipe of 500m as an antenna element. Electric potential between reflector and the antenna element is lead to filters to observe the electromagnetic waves in three bands, 0~12Hz, 0.01~12Hz and 1KHz~9KHz.



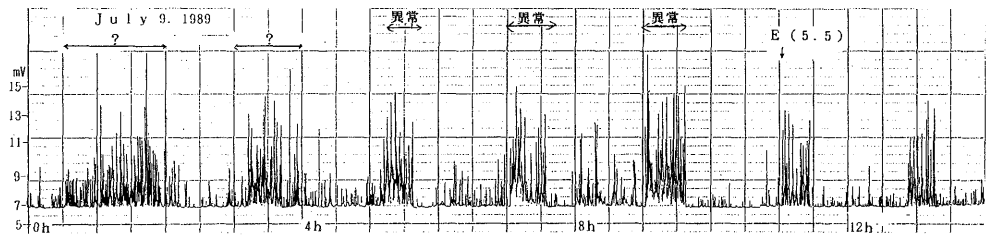
第3図 帯域が1~9 KHzの電磁波の平常時における振幅の記録例。空電によると思われるパルス状の波形が短い時間スケールではランダムに分布し、長い時間スケールでは、一般に夜間に多く日中少ない日周変化を呈する。

Fig.3 An example of the record of electromagnetic waves at the band 1KHz~9KHz in the 'normal condition', pulse type noises occur more frequently in the daytime compared to in the nighttime, which is thought to be thunderstorms in the equatorial region. The threshold level for the record is taken to be about 6.8mV taking into account of the background noise level at the site.



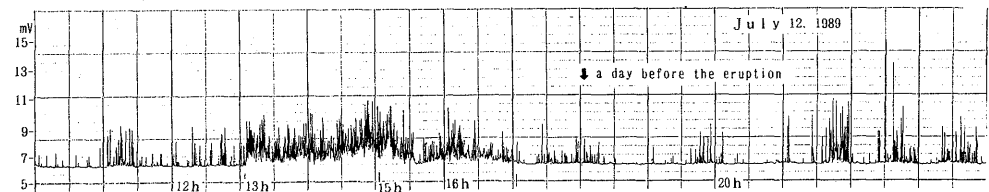
第4図 1989年の伊東沖の群発地震活動が6月30日頃から始まったが、7月5日2時28分にこれまでの最大の地震(マグニチュード $M=4.9$)が発生した。地震の数時間前から明瞭な'異常'電磁放射が記録された。

Fig.4 Earthquake swarm activity started off Ito in the Izu peninsula from around 30th June, 1989. Before several hours of the earthquake of magnitude $M=4.9$ at about 2:30, 5th July, a clear anomalous electromagnetic wave was observed, the anomaly being characterized by a relatively constant amplitude wave radiation superimposed by pulse type radiations.



第5図 群発地震の中で最大の地震($M=5.5$)が7月9日11時9分に発生した。その約6時間位前から異常と思われる電磁放射が断続的にあった。

Fig.5 From before some 6 hours of the largest earthquake in the swarm series with magnitude $M=5.5$ at about 11h on 9th, July, the anomalous electromagnetic waves emitted three or four times with duration of about half an hour and time interval of about 2 hours.



第6図 7月13日18時33分の伊豆半島東方沖の火山噴火の約1日前の7月12日午後3時頃から、午後5時頃の約4時間にかけて、異常な電磁波の放射があった。

Fig.6 About a day before the volcanic eruption on 13th, July, clear anomalous emission of the electromagnetic waves was observed with a duration of about 4 hours.

の時初めて得られたものである。5時間半前の放射は約半時間、地震直前4時間前のものは約1時間の継続時間であった。

第5図は、今回の群発地震の内で最大のマグニチュード $M=5.5$ の地震がおきた7月9日の記録の一部であるが、地震の起きた11時9分の約6時間前から、ほぼ1時間の間隔で、第4図の場合と同じように、約半時間にわたって継続する明瞭な電磁放射が見られる。しかも、図からわかるように、その放射期間中においてパルスの振幅が、その前後の期間のパルスの振幅に比べて、明らかに大きいことも注目される。このような特徴は、第3図に示した $M=4.9$ の地震の前の電波放射の場合についても、夜間の空電の多い時間帯であるためそれ程ははっきりしないが、見出せる。このことは、地震前の歪の蓄積に伴って、将来の本格的な破壊の起きる領域で、電磁波が連続的に放射されるばかりでなく、数多くのパルスがこの連続的放射の上に重ね合わさったことを示唆する。すなわち、電波放射のメカニズムが定常的なものと、所々に散在する一種の'アスペリテイ'に起因する間けつ的なものの二種類あるようである。波形・スペクトルを調べることにより、両者の発生のメカニズムの違いも明らかになろう。

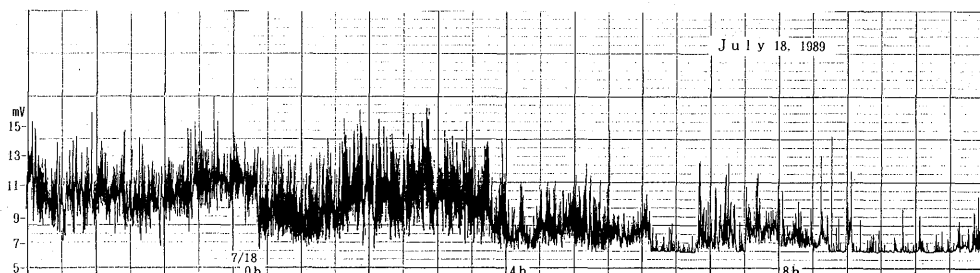
第6図は、噴火前日の7月12日の一部の記録である。図中13時頃から17時頃までの4時間にわたり、顕著かつ連続的な電磁波放射が記録されている。日中のため空電が少なかった為もあって、明瞭に噴火活動に関連したものと推測される電磁波放射が記録されたものである。又地震の前兆と思われる図4、5に示した放射に比べると、数倍もの長時間にわたり振幅が一定レベル(入力換算約 8 mV)以上を維持したことも注目される。長い周期の振幅変動の上に、数多くのパルス状の波形が重じょうされているのは、先に述べた地震の場合と同様である。

電磁波発生のメカニズムとしては、マグマの貫入時のマクロな破壊の生成されるであろう歪の集中や、ミクロな破壊に起因しているのであろう。これに要する時間が数時間であることは、全体が 10 Km 程度の空間スケールとすると、ミクロな破壊が $1\sim 2\text{ Km}$ /時間の進行速度を持って、進行したことになる。この値は、マグマの移動速度⁸⁾、1986年伊豆大島噴火の際の割れ目噴火の拡大速度⁹⁾と同程度であることも、今一つ興味のあるところである。

噴火の後、継続時間が30分以内の短時間の電磁放射が時に見受けられた以外には'平穏'な状態が続いていたが、7月17日から21日の8時頃までは第7図に例示するように、前兆と思われた電磁放射の場合より、2倍強の電磁波放射があった。しかしこの期間には、地震やセンターの傾斜計に表れるような地殻変動の顕著な地殻活動はなく、この期間の放射は、噴火後のマグマの逆流・歪応力場の調整等に関連したミクロな変動によるものと考えられるが、詳細は不明である。

3. 今回の噴火前に電磁波が観測された7月12日には、センターの伊東(川奈)における傾斜、気象庁による体積歪、センターのGPS観測による伊東(川奈)と初島の基線長のいずれの記録にも目立った変化がなく、電磁波発生は、地震・火山噴火の直前におきかと思われるミクロなmechano-electricな現象と深い関連があることをうかがわせる。しかし観測点が1カ所であることなどのため、前兆と思われる電磁波の到来方向の同定は、現在は出来ない。又検知範囲についても、九州の火山活動と関連しては電磁波が記録されないこと、ギリシャ・中国の例などから、推測すると約数 100 Km 以内でないかと思われるが確かなことは云えない。センターと通信総合研究所では、これ等の問題点を明らかにする為、引き続き地震・火山噴火予知に役立てるため観測施設の整備、データ収集、解析等により研究を進める予

定である。(藤縄幸雄, 高橋耕三)



第7図 噴火前の7月16日午前までは, 第6図に見るような顕著な連続的電磁波の放射が記録されなかったが, 7月16日午後より21にかけて7月12日の異常電磁波より大きな振幅の放射があった。しかし以後殆んどなくなり, 現在(8月18日)に至っている。

Fig.7 No eminent continuous wave radiation was observed from 17h, 12th July to the morning of 16th July. However continuous electromagnetic radiation with larger amplitude in comparison those before the earthquakes and volcanic eruption was observed from afternoon, 16th July to 21th July as is shown here for example. The emission did not accompanied any apparent crustal phenomena on the ground. From 22th July on there was no similar anomalous radiations.

参 考 文 献

- 1) 芳野赳夫(1987):電磁放射現象による地震の震央の可能性, 電波技術協会報, **137**, 6-12.
- 2) Shuqing, Q. (1987): General description of precursory electromagnetic disturbances before large earthquakes of China, The Second International Conference on Earthquake Precursor, p. 16. Beijing, China.
- 3) Varotsos, P. and K. Alexopoulos (1984): Physical properties of the variations of the electric field of the earth preceding earthquakes, Tectonophysics, **110**, 73-125.
- 4) Yoshino, T., I. Tomizawa, and T. Shibata (1985): The possibility of using a direction finding technique to locate earthquake epicenters from electromagnetic precursor radiation, Annales Geophys., **3**, 727-730.
- 5) Oike, K. and T. Ogama (1986): Electromagnetic radiation from shallow earthquakes observed in the LF range. J. Geomag. Geoelectr., **38**, 1031-1040.
- 6) Takahashi, K. (1988): A Tomography of seismoradio wave source regions for predicting earthquakes, eruptions and tsunamis, J. Radio Res. Lab., **35**, 57-67.
- 7) 藤縄幸雄, 高橋耕三(1987): 地中電波発生源のトモグラム作成, 防災科学技術, No. **61**, 35-37.
- 8) Hauksson, E. (1983): Episodic rifting and volcanism at Krafla in North Iceland: Growth of large ground fissures along the plate boundary. J. Geophys. Res., **88**, 625-636.
- 9) 阿部勝征(1988): 伊豆大島1986年割れ目噴火の拡大速度, 火山第2集, 第33巻, S16-S19.