

# 山崎断層・<sup>うづつ</sup>春における自然電位の経年変化

宮 腰 潤 一 郎

## TIME VARIATION OF THE GEOELECTRIC POTENTIAL DIFFERENCES OBSERVED ALONG AND ACROSS THE SEISMICALLY ACTIVE YAMASAKI FAULT, SOUTH WESTERN HONSHU

By Junichiro MIYAKOSHI

### Synopsis

Time variation of the geoelectric potential differences observed along and across the seismically active Yamasaki fault, were discussed in connection with the remarkable earthquake occurred near by on September 30, 1977.

Anomalous features of the diurnal variation and the anomalous increase, of the electric potential differences were recognized for the records obtained on the days around the time of earthquake occurrence. They might be elucidated as the effect of the streaming potential derived by the underground water injection towards the epicentral region through the dilatancy process.

### 1. は じ め に

顕著な地震や余震の発生に関連して、自然電位ないし地電流が異常な変化を示すことは、これまでに永田<sup>1)</sup> (1944), 力武<sup>2)</sup> (1966), 本蔵<sup>3)</sup> (1976) による報告がある。また最近中国における地震予知の有力な手段として地電流観測が行われていることが尾池<sup>4)</sup> (1975) によって報告されている。

我国における第一級の活断層である山崎断層において、1977年9月30日16時23分に、 $M=4.0$  の、この地域としては顕著な地震が発生した。この地震に先行あるいは随伴して土地伸縮、地下水水位、地下水成分、ラドンガス等の諸量に異常変化があったことが報告されている<sup>5)</sup>。幸い山崎断層・<sup>うづつ</sup>春では道路公園および地元地主の御好意を得て、ほぼ東西に走る中国縦貫道路上およびこれと直交する谷間に電極を埋設し、記録計を地殻変動観測室に設置して自然電位差(地電流)の観測が、山崎断層電磁気研究グループの共同研究の一環として1975年末以来開始された。残念ながら各種のトラブルのためしばしば欠測し、長期にわたる連続的な記録は得られなかったが、地震発生の直前、1977年9月28日から観測を再開し、地震発生時をはさむ前後の期間の記録を得ることができた。

山崎断層周辺の地下電気的特性に関しては、山崎断層電磁気研究グループの共同研究によりこれまでに以下のようなことが明らかにされている<sup>6)</sup>。すなわち、

- (1) <sup>うづつ</sup>春における電場の変化方向はおよそ  $N5^{\circ}E$  の方向に限られていること。
- (2) 中国縦貫道路にほぼ一致して延びる主断層は著しい低比抵抗帯となっていること。
- (3) 主断層を狭み、南側と北側とでは地下電気伝導度構造が異なり、南側は比較的一様であるが北側は不均質の度合いが強く、幾つかの破壊帯が存在あるいは形成されつつあるのではないかと考えられること。

この様な地域の中で最も顕著な地学的特徴を示している主断層上の自然電位の変化と附近に発生する地震との対応の有無を調べることは地震予知研究上興味ある課題である。この様な見地を立てて記録の解析を行った。

## 2. 観測, 観測結果

電極は安定かつ少くとも 1 カ月間の放置にたえる様に大型の銅・硫酸銅非分極電極を作成して用いた。埋設深度はその上端が 30~50cm, 液の補給は地表に出したパイプを通じて行った。電極の概形を Fig. 1 に示す。埋設位置は中国縦貫道路上, 東 20° 北方向, 655m 間隔の 1 組を断層方向の成分とし, これとほぼ直交し地磁気南北方向とおよそ一致する道路南側の谷と道路上, 距離 198m の 1 組を断層直交方向の成分とした。(Fig. 2) 地震発生時前後の記録を Fig. 3 に示した。これによれば co-seismic な電場の変化は見られない様

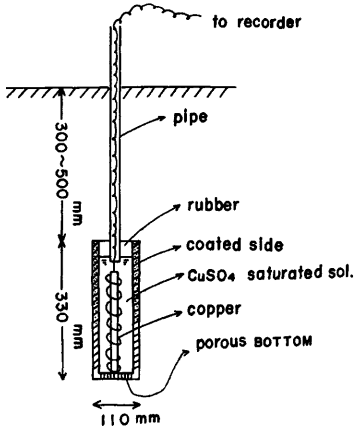


Fig. 1. Schematic representation of the electrode used in this study.

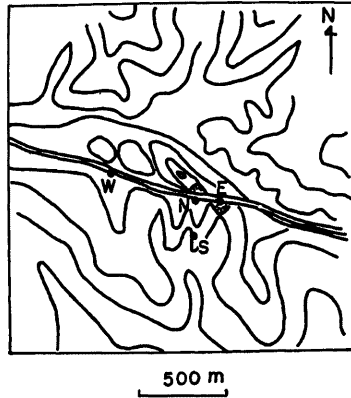


Fig. 2. Locations of the electrodes setting at Usuzuku.

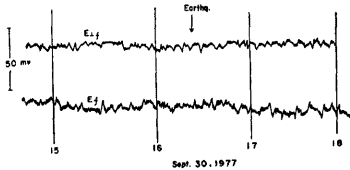


Fig. 3. Record of the geoelectric potential differences around the time of earthquake occurrence of September 30, 1977.

気水平成分の変化を Fig. 5 に示した。電場はほぼ地磁気日変化に対応した日変化を繰り返しているように見えるが気象影響も含まれているかもしれない。断層直交成分には位相差が見られ, また不規則な変化も大きい。Fig. 4 の斜線を施した区間は降雨があったことを示している。降雨の間の電位差は低下するようである。恐らくこれは電極表面の局部的なものであろうが, それにもかかわらず地震発生当日, 9月30日の断層方向の電位差レベルは全般的に高かつ日変化の形が異なっているように見受けられる。断層直交成分に関しては, 地震発生当日よりむしろ前日の夜間値が異常とも見られる高電位を示し, 地震後は降雨がないにも

である。

一般に昼間は山陽線からの漏洩電流によると思われる周期10分程度以下のノイズが卓越しているが夜間は比較的静かである。

先ず地震発生の前後において自然電位の日変化の様相に変化が見られないかを調べるため, 毎時平均値を9月28日から10月8日にわたって時間軸を描いて並べたものが Fig. 4 である。この間の外部磁場の状態は平穏で各日の  $\Sigma Kp$  が 20 を超えることはなかった。さらに地磁気日変化との対応をみるために10月4日から8日の間の電位差の平均日変化と地磁

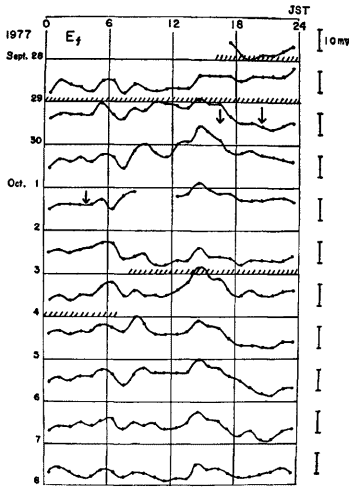


Fig. 4-(a)

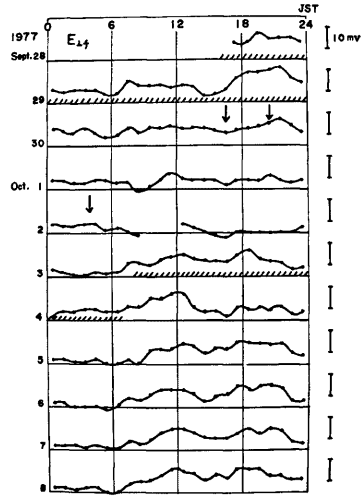


Fig. 4-(b)

Fig. 4. Diurnal variations of the geoelectric potential differences ( $E_f$ ) along the fault (4-a) and the geoelectric potential differences ( $E_{1f}$ ) across the fault (4-b). Arrows indicate the occurrence time of the earthquakes.

かかわらずレベルが急激に低下していることが特徴的である。

より長い時間経過に伴う変化を調べるために、プロトン磁力計の観測データに対してしばしば適用されている手法にならい夜間値を用いた。すなわち人工ノイズが減少し地磁気日変化も殆んど一定となる22時から02時に到る毎時夜間値の平均を9月28日から12月31日までの毎日の記録について求めてプロットしたものがFig. 6である。この時間帯における自然電位差の変動は小さく、各日の変動の標準偏差は2mV以下であった。春における雨量および地磁気Apインデックスが20以上の日を図中に示してある。この期間についても、断層方向の自然電位差に関して先に述べた傾向、すなわち9月30日の地震発生時期に電位差が大きく、その後は小さな変動はあるものの全体的に低下していることが認められる。降雨、地磁気擾乱との関係は存在するようではあるが余り明瞭ではない。断層直交方向に関しては変動は断層方向よりも大きい。これは電極埋設場所の土質の相違、すなわち一つは谷間の風化岩盤中、他は中国縦貫道路側帯の盛土中ということによるものであろう。

### 3. 考察, 謝辞

発生した地震のマグニチュードが4.0程度であることから、もし前駆現象がある場合その先行期間は約10日ということになる<sup>7)</sup>。この度の観測は地震前の期間がまことに短く、また地震後もしばしば欠測している。

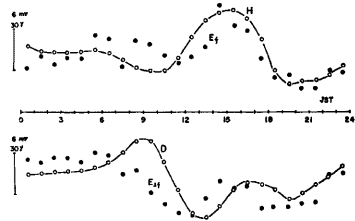


Fig. 5. Mean diurnal variation of the geomagnetic field and geoelectric potential differences.

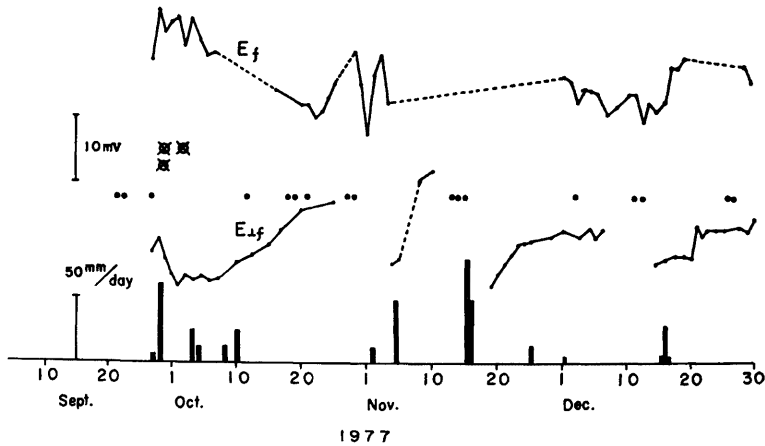


Fig. 6. Time variation of the geoelectric potential differences,  
Rainfalls are also shown below.  $\cdot$  : Magnetically active day.

従って今回の観測結果から地震に関連した自然電位変化の存在を結論することは難かしい。しかしながら記録にあらわれている地震前後の変化の特徴は相当顕著であり存在する可能性は高いと言えよう。もしこれを地震発生に関連して附近の地下において進行するダイラタンシー過程によるものとすれば、例えばそれは水谷等<sup>8)</sup>(1976)の言う破碎帯へ流入する地下水による流動電位として説明可能であろう。このことは同じ時期に附近の地下水位の上昇が見られたこと<sup>5)</sup>と一致する。

今後は記録方式を改めて安定なデジタル記録方式を採用し連続的記録の入手に努めると共に、断層直交成分を断層北側に増設したいと計画している。

この観測は前述のように山崎断層電磁気研究グループの共同研究の一環として行われたものであることを付記すると共に、観測の実施に当り多大の御援助をいただいた防災研究所岸本兆方氏、尾池和夫氏に深甚の感謝を表す。また観測のための電極埋設を快よく許可いただいた道路公団および地元地主高尾辰雄氏に、また地磁気資料を御提供いただいた気象庁地磁気観測所森俊雄氏、京都大学理学部地球物理学教室鈴木亮氏に厚く御礼申し上げる次第である。

#### 参 考 文 献

- 1) 永田 武: 鹿野断層附近における地電位差変化, 東京大学地震研究所彙報, 第22巻, 1944, pp. 72-82.
- 2) Rikitake, T. et al.: Geomagnetic and geoelectric studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (1), Vol. 44, 1966, pp. 363-408.
- 3) 本蔵義守: 地殻内比抵抗異常による誘導電流の擾乱とその地震予知への応用, 「変動電磁界による地下導電率の研究」工業技術院地質調査所技術資料, 昭和51年.
- 4) 尾池和夫・志和龍一・浅田 敏: 中国における地震予知, 地震, 第28巻, 1975, pp. 75-94.
- 5) 例えば尾池和夫: 1977年9月30日, 山崎断層に発生したM4.0の地震の前兆現象と地震予知について, 山崎断層研究会配布資料, 1977.
- 6) 「変動電磁界による地下導電率の研究」工業技術院地質調査所技術資料, 昭和51年.
- 7) Rikitake, T.: Earthquake prediction, Elsevier, 1976.
- 8) Mizutani, H. and T. Ishido: A new interpretation of magnetic field variation associated with the Matsushiro earthquakes, J. Geomag. Geoelectr., Vol. 28, 1976, pp. 179-188.