

48. 1980 年伊豆半島東方沖地震に伴う 油壺の大地比抵抗変化

地震研究所 山崎良雄

(昭和55年10月23日受理)

1. ま え が き

自動平衡型比抵抗変化計の開発に伴って、東京大学地震研究所・油壺地殻変動観測所（以下、油壺観測所という）構内で始めた大地比抵抗変化（以下、比抵抗変化という）の連続観測は、すでに報告したように1980年2月から、2成分とも有線テレメーター化を行っている〔山崎, 1980a〕。

比抵抗変化の観測を始めた1968年5月の当初から、油壺観測所において比抵抗変化計を用いて記録した coseismic の比抵抗変化（以下、coseismic 変化という）の数は、50例にも達しようとしている。この数は日本付近に起こった顕著な地震ごとに増加してきたもので、これには検出限界があることも見いだされている〔山崎, 1975b〕。

これらの coseismic 変化記録のなかには、1968年十勝沖地震（M 7.9）や1974年伊豆半島沖地震（M 6.9）の比抵抗変化の記録に最も顕著に示されたような数多くの preseismic の比抵抗変化（以下、preseismic 変化という）の例がある。このうち、1968年5月から1975年2月までの約7年間に油壺観測所において記録された30例の coseismic 変化に含まれている preseismic 変化は、17例もあることがわかり、これはまた三つの型に分けられることも報告している〔山崎, 1980b〕。

本報告では、以上の結果に加えられる1980年伊豆半島東方沖地震（M 6.7, June 29, 1980）に伴う coseismic 変化およびこの地震に先行して現われた preseismic 変化について述べる。この preseismic 変化は、すでに報告した三つの型（I, II, III）のいずれにも当てはめられない新しい型 IV である。また1978年9月から油壺観測所において使用している2成分型比抵抗変化計についても簡単に説明する。

2. 2成分型比抵抗変化計

油壺観測所において、現在使用している比抵抗変化計は、Fig. 1 に示すような2成分型である。これは、おもに IC を主体に構成した器械であり、1978年9月から旧型の真空管式と交換している。さらに1980年2月から、Fig. 1 に示した比抵抗変化計を主体とした有線テレメーターシステムを導入して、油壺観測所と地震研究所の双方において、比抵抗変化の記録をとっている。

Fig. 1 に2成分型比抵抗変化計の構成図を示した。図の左側は、記録 No. 1 用である。No. 1 用の器械では、地中に流入させる電流は、79 Hz の 0.1A、および図の右側の記録

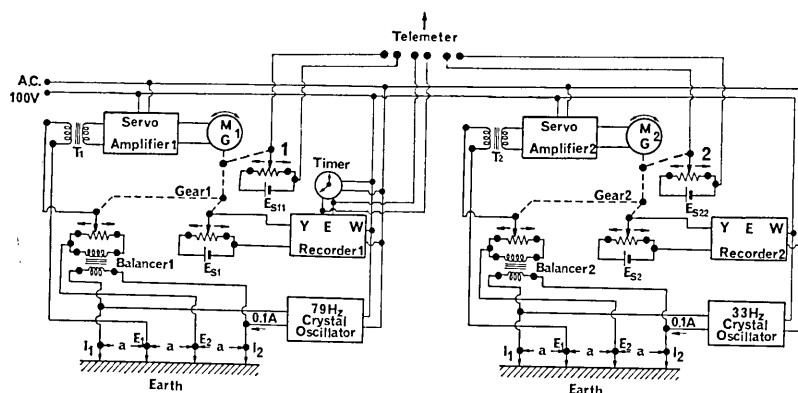


Fig. 1. Block-diagram of the two component resistivity variometer.

Left: The 79 Hz type resistivity variometer

Right: The 33 Hz type resistivity variometer

No. 2 用の器械では、33 Hz の 0.1A の電流をそれぞれ地中に流入させている。

油壺観測所の観測壕内の測線は 2 方向に設定してある。測線 1 (N20°E 方向, $a=2$ m, 記録 No. 1 用) および測線 2 (N74°W 方向, $a=1.4$ m, 記録 No. 2 用) のそれぞれの四電極は、Fig. 1 に示した比抵抗変化計の入力端子にケーブルを用いて接続している。図中の a は四電極法に基づく電極間隔である。

比抵抗変化計の No. 1 および 2 とも、周波数 (Hz) は、33, 67, 79 の 3 段切替、地中に流入させる電流 (A) も 0.1, 0.2 の 2 段切替になっている。観測壕内の電極配置から考えて、No. 1 の周波数は 79 Hz, No. 2 は 33 Hz に定めてある。電流も大きいほど比抵抗変化の検出感度は良くなるはずであるが、観測壕内がやや狭く電流の相互干渉が起こるため 2 成分とも 0.1A を使用している。

3. 1980年伊豆半島東方沖地震に伴う油壺の比抵抗変化

1980年伊豆半島東方沖地震に伴って、油壺観測所に設置してある比抵抗変化計 (Fig. 1 に示した 2 成分型) は、No. 1 および 2 とも良好な観測状態のもとに Figs. 2, 3 に示す coseismic 変化を記録した。この図に示した 2 枚の記録は、すでに述べたように比抵抗変化計のテレメータシステムにより神奈川県油壺にある油壺観測所から東京本郷の地震研究所に伝送されてきたものである。

Fig. 2 は、観測壕内の測線 1 (N20°E 方向) および Fig. 3 は、同じく測線 2 (N74°W 方向) のそれぞれにおいて検出した coseismic 変化の比抵抗記録である。この 2 枚の記録と同じものが油壺観測所においてもとられている。これらの 2 枚の図上において、E で示した矢印は、1980年伊豆半島東方沖地震の発震時 (16 h 22 m, June 29, 1980) のところである。また記録において H で示した比抵抗変化は、従来と同じように標準感度といっている高感度成分であり、記録紙上の 10 目盛あたりの比抵抗変化率 ($\Delta\rho/\rho$) は、記録上に記入してあるように 0.8×10^{-4} である。したがって、記録紙の 1 目盛あたりの ($\Delta\rho/\rho$) は

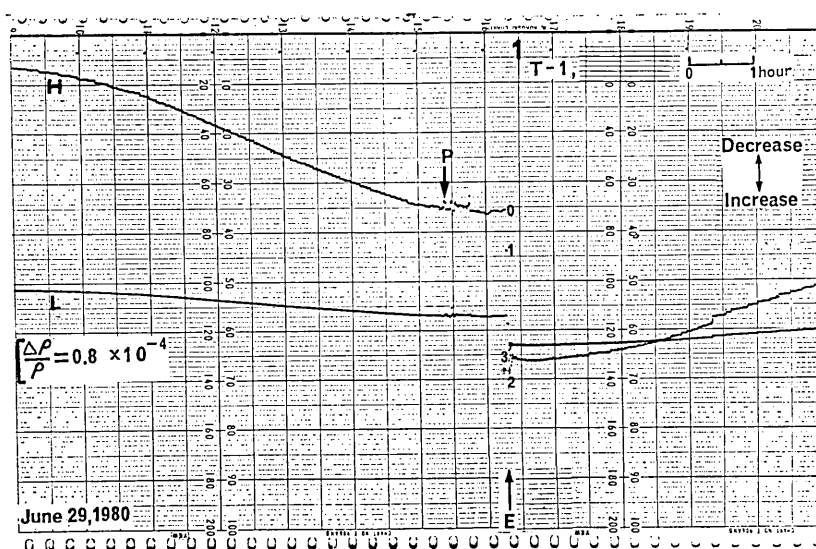


Fig. 2. A record of apparent resistivity change in direction N20°E at an observation vault of the Aburatsubo Crustal Deformation Observatory which occurred at the time of the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake (M 6.7) of 16 h 22 m on the 29th June 1980. The beginning of preseismic resistivity change and the occurrence of main shock are denoted by P and E, respectively. H and L indicate the record of high and low sensitivity channels of the 79 Hz type resistivity variometer (No. 1), respectively.

0.8×10^{-5} になる。この値は、図から明らかなように、Fig. 2 および Fig. 3 と同じである。また記録において L で示してある比抵抗変化の感度は、H 成分の 1/5 になっている。

coseismic 変化のパターンは、測線 1 の場合、Fig. 2 に示した記録の H 成分では、番号 0 から 1, 2, 3 のように記録点が順次、飛んでいる。このことから coseismic 変化の所要時間 (rise-time) は、記録の打点数が 3 点以上あり、この打点間隔が 10 秒なので、30 秒以上である。また coseismic 変化の $(\Delta\rho/\rho)$ は、記録から約 2.4×10^{-4} であり、比抵抗変化の極性は増加である〔山崎, 1974a〕。

Fig. 3 で示した測線 2 の coseismic 変化は、測線 1 に比較してかなり小さく、記録の H 成分でも $(\Delta\rho/\rho)$ の値は、約 0.2×10^{-4} であり、Fig. 2 の場合より約 1 けた小さいといえる。さらに比抵抗変化の極性も測線 1 によるものと反対の減少である。

preseismic 変化は、Fig. 2 で示した測線 1 の coseismic 変化が始まる約 1 時間前から 30 分間にわたって、H 成分の記録が比抵抗の減少方向に約 1 目盛 (0.8×10^{-5} 程度) ずれていることによって示されている。この preseismic 変化は、Fig. 2 では P によって始まりを示している。このような型の変化は、現在までの記録にはなく、もし preseismic 変化でないとしたら、あるいは比抵抗変化計の一時的な故障に基づくものと考えられないでもない。しかし地震当日の器械の状態はきわめて良好であった。

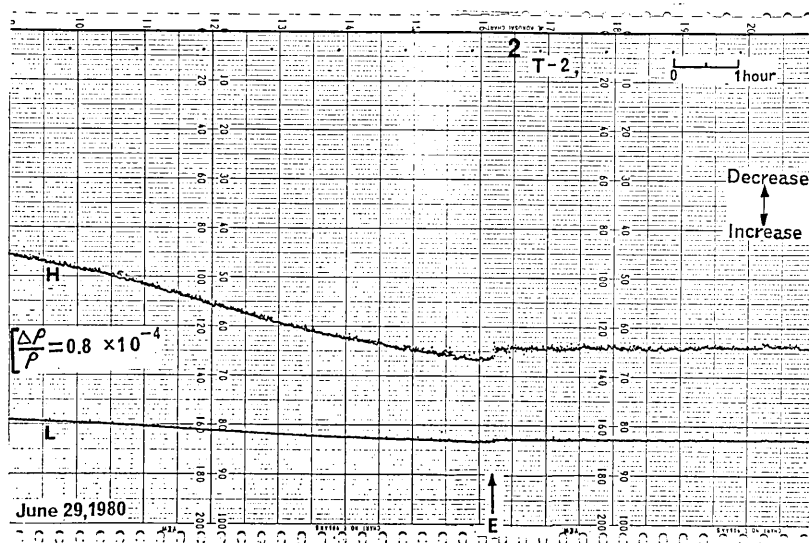


Fig. 3. A record of apparent resistivity change of direction N74°W at Aburatsubo which occurred at the time of the Izu-Hanto-Toho-Oki Earth quake (M 6.7) of 16 h 22 m on the 29th June 1980. E denotes the time of the earthquake occurrence. H and L indicate the record of high and low sensitivity channels of the 33 Hz type resistivity variometer (No. 2), respectively.

Fig. 4 は、Fig. 2 の記録を地震の前日まで、さかのぼって示した図である。これを見ても Fig. 2 に示された P のような変化は記録されていない。この伊豆半島東方沖地震が起こる 2 日前の 27 日、前日の 28 日には、M 4.9 の地震がそれぞれ 1 回ずつ発生しているが、本震 (M 6.7) が起こった 6 月 29 日に、このクラスの地震は 1 回も発生していない。また地震観測の一報告 [唐鎌外, (1980)] によれば、本震が発生する直前の約 2 時半のあいだは、震源域の地震活動が著しく低下していたといわれる。この理由から、Figs. 2, 4 に示された P で始まっている変化は、本震発生に結びつくと考えられる新しい型 IV の preseismic 変化である。しかしこの図からもわかるように、伊豆半島沖地震 (M 6.9, 1974) のさいこの地震に先行して、4 時間ぐらい前から現われた型 II の顕著な preseismic 変化は現われていない [山崎, (1974b, 1974c)]。

Fig. 3 においては、coseismic 変化も小さく、新しい型 IV といえる preseismic 変化は記録されていない [YAMAZAKI (1975a)]。

4. Coseismic 変化の比較

Fig. 5 は、coseismic 変化 $(\Delta\rho/\rho)_{100\text{km}}$ とマグニチュード (M) の関係を示す図である。ただし震央距離 (Δ) が異なる地震に伴う coseismic 変化のすべてを、 $\Delta=100\text{ km}$ の点に換算して示してある。この図において、⊙印は coseismic 変化が比抵抗の減少を示

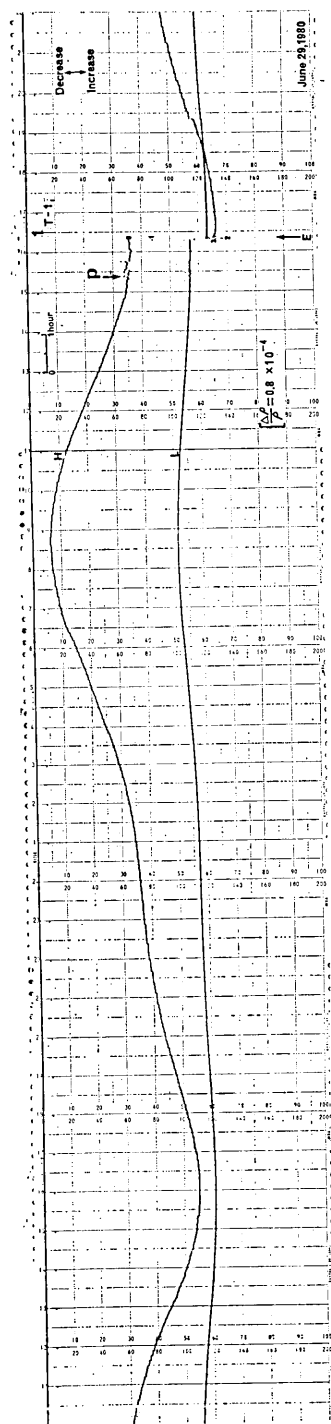


Fig. 4. A telemetered record at Hongo (The Earthquake Research Institute), for the period of 36 hours from 10h on the 28th to 22h on the 29th June 1980. The original record was also obtained for a change of apparent resistivity of direction N20°E in the observation vault of the Aburatsubo Crustal Deformation Observatory. E denotes the time of the Izu-Ianto-Toho-Oki Earthquake (M 6.7) of 16h 22m on the 29th June 1980. The beginning of pre-seismic resistivity change of the earthquake is also indicated by P.

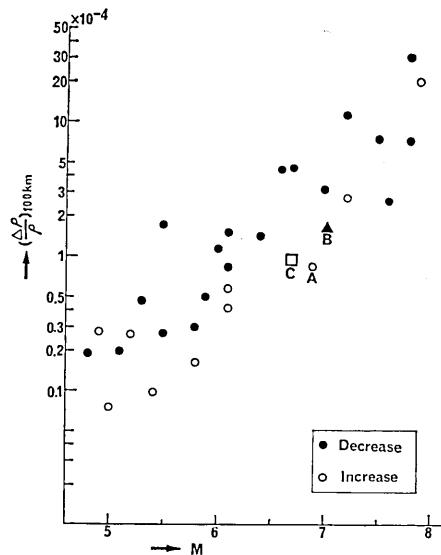


Fig. 5. Relative coseismic resistivity changes normalized at an epicentral distance of 100 km, $(\Delta\rho/\rho)_{100\text{ km}}$, as a function of magnitude (M). The solid and open circles indicate the decrease and increase in the ground's resistivity changes observed at Aburatsubo, respectively.
 A ○: The Izu-Hanto-Oki Earthquake (M 6.9, May 9, 1974)
 B ▲: The Izu-Oshima-Kinkai Earthquake (M 7.0, Jan. 14, 1978)
 C □: The Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake (M 6.7, June 29, 1980)

した場合、○印は同じく比抵抗の増加を示した場合である。これらのデータは、油壺における coseismic 変化記録の No. 1 から No. 30 までのものであり、観測期間は、1968年5月から1976年2月までである〔山崎, 1978〕。

本報告の Fig. 2 にて示した測線 1 の coseismic 変化を従来の手法によって、 $\Delta=100\text{ km}$ の点に換算した値は、Fig. 5 における□印の C である。なお試算した Δ は 62.4 km である。この図において、○印の A は、1974年伊豆半島沖地震の場合、同じく▲印の B は、1978年伊豆大島近海地震の場合である。 $\Delta=100\text{ km}$ の点に換算する手法は WIDEMAN and MAJOR (1967) によるものであり、これをを用いた結果については、すでに述べてある〔YAMAZAKI, 1974d〕。

Fig. 5 からここ数年間の期間に 3 回も起こった伊豆半島付近の地震に伴う coseismic の比抵抗変化を $\Delta=100\text{ km}$ の点で比較すると、▲印の B で示した1978年伊豆大島近海地震の場合が最も大きいといえる。

Fig. 6 は、油壺における比抵抗変化計の検出限界〔山崎, 1975b〕を示す図の上に、Fig. 5 において説明した 3 回の伊豆半島付近の地震の場合を三つのマーク●▲□によりプロットしたものである。この図において、これらの三つのマークは検出限界を表わす直線よりかなり上部にある。この図の横軸は、震央距離 (Δ)、縦軸は、マグニチュード (M) である。

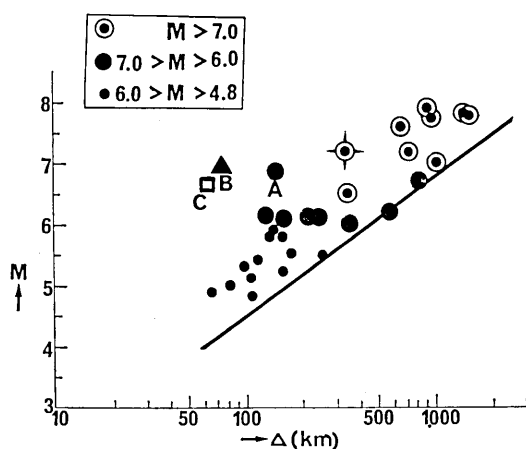


Fig. 6. Earthquake magnitude (M) plotted against epicentral distance (Δ) from Aburatsubo.

A ●: The Izu-Hanto-Oki Earthquake (M 6.9, May 9, 1974)

B ▲: The Izu-Oshima-Kinkai Earthquake (M 7.0, Jan. 14, 1978)

C □: The Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake (M 6.7, June 29, 1980)

5. あとがき

1980年伊豆半島東方沖地震に伴った顕著な coseismic 変化を油壺の比抵抗変化計は記録した。この変化は、ほぼ南北および東西の2測線について観測されたけれども、これらの変化は測線によって大きくその比抵抗変化率 ($\Delta\rho/\rho$) を異にしており、coseismic 変化が地震の発震機構に関係していることを示している。またほぼ南北方向の測線1の記録に現われた本震の約1時間ぐらい前からの preseismic 変化の型は、筆者がすでに報告しているこの三つの型 (I, II, III) と大きく異なっており、新しい一つの型IVともいえる。

6. 謝 辞

比抵抗変化計の連続観測は、油壺観測所の高橋辰利技官のご協力のもとに順調に行なわれているものであり、同技官に感謝します。また本報告を査読された東京大学地震研究所島崎邦彦助教授にもお礼申し上げます。

文 献

- 唐鎌郁夫・荻野 泉・神定健二・津村建四朗・高橋正義・瀬川律子, 1980年伊豆半島東方沖の群発地震, 地震学会, 昭和55年秋季大会講演予稿集, 3.
- WIDEMAN, C.J. and M.W. MAJOR, 1967, Strain Steps Associated with Earthquakes, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 57, 1429-1444.
- 山崎良雄, 1974a, 岩石変形と比抵抗 (3), (前駆的变化, Rise-time および岩石歪増倍率), 地震 [2], 27, 164-166.

- 山崎良雄, 1974b, 岩石変形と比抵抗 (4), 伊豆半島沖地震 (May, 9, 1974, M6.9) に伴う油壺の比抵抗変化, 地震 [2], 27, 364-367.
- 山崎良雄, 1974c, 岩石変形と電気伝導度変化 (第2報), 1974年伊豆半島沖地震に伴う油壺の大地比抵抗変化, 地震研究所研究速報, 14, 121-133.
- YAMAZAKI, Y., 1974d, Coseismic resistivity steps, *Tectonophysics*, 22, 159-171.
- YAMAZAKI, Y., 1975a, Precursory and coseismic resistivity changes, *Pure and Applied Geophysics*, 113, 219-227.
- 山崎良雄, 1975b, 地震に伴う大地比抵抗変化の検出限界, とくに油壺における観測の場合, 地震 [2], 28, 31-40.
- 山崎良雄, 1978, 1978年伊豆大島近海地震に伴う大地比抵抗変化—油壺の「比抵抗変化計」記録について—地震研究所集報, 53, 973-985.
- 山崎良雄, 1980a, 比抵抗変化計のテレメーターシステム, 地震研究所集報 55, 737-754.
- 山崎良雄, 1980b, 比抵抗変化計により記録した Preseismic の比抵抗変化 (1), (1968年5月14日～1975年2月28日) 地震研究所集報 55, 755-794.

8. *A Ground's Resistivity Change at Aburatsubo associated with the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake of 1980.*

By Yoshio YAMAZAKI,
Earthquake Research Institute.

A large change in the ground's resistivity associated with the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake of M=6.7 on June 29, 1980, was clearly recorded by a real time continuous telemeter system of the resistivity variometer at the laboratory of the Aburatsubo Crustal Deformation Observatory. The resistivity changes were recorded in two directions of N20°E and N74°W on the floor of the observation vault.

No conspicuous precursory change such as the saw-tooth pattern to start about 4 hours prior to the coseismic resistivity change associated with the Izu-Hanto-Oki Earthquake of M=6.9, May 9, 1974, was found on the records (see Figs. 2 and 4). However, it is most interesting to note in Figs. 2 and 4 that a new pattern of precursory resistivity change was observed associated with the main shock. This type of change, possibly classified as type IV, is characterized by a group of intermittent pulse-like changes superimposed on a box-car type change.