

55. 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 山崎良雄

(昭和53年4月25日受理)

1. ま え が き

電気探査の四極法に基づく比抵抗変化計によって、大地比抵抗変化（以下、比抵抗変化という）の連続観測を始めたのは1968年5月である。神奈川県油壺におけるこの観測は現在も続けており、すでに10年の歳月を経過している〔YAMAZAKI (1968), 山崎 (1973, 1974a)〕。

比抵抗変化計は平常時においては、油壺付近の海洋潮汐による比抵抗変化を最も大きく記録上に示している一方、この上に観測壕付近の地殻変動、降雨による影響などを緩慢な変化の形として重畳している。さらに記録には、日本付近の顕著地震ごとに、それぞれタイプの異なる coseismic 変化を検出限界に基づいて現わすが、地震によっては、本震に伴う変化の前に時間単位の precursor を示すこともある。現在までに油壺の観測から検出した coseismic 変化の記録は40枚近くに達している。これらの記録には、十勝沖 (1968, M7.9)、岐阜県中部 (1969, M6.6) および伊豆半島沖 (1974, M6.9) などの地震の場合における precursor を示した典型的なものを含んでいる〔RIKITAKE and YAMAZAKI (1969a), 力武・山崎 (1970)〕。

いままでに記録した coseismic 変化のうち、伊豆半島沖地震の記録までは、この観測を開始した当初に設定した観測壕および設置した67Hz型比抵抗変化計によるものである。しかし、この地震以後の記録は、1977年1月下旬から使用をはじめた油壺の新しい観測壕と73Hz型比抵抗変化計によって、とらえたものである。

本文においては、地震研究所油壺地殻変動観測所（以下、油壺観測所という）の新築移転に伴って、一部に変更を行なった現在の油壺における比抵抗変化計の観測方式について述べるとともに、1978年伊豆大島近海地震によって、油壺で記録した coseismic 比抵抗変化について報告する。

2. 観測壕の変更と比抵抗変化計の交換

1968年5月中旬、油壺において比抵抗変化計の観測を連続的に始めるときに設定した観測壕は、Fig. 1に示す vault 1（以下、旧壕という）であり、壕内の床面に4本の graphite 電極を一直線上に1.6mの等間隔でN81°W方向に埋設した。旧壕を構成している岩石は、おもに火山礫凝灰岩 (lapilli tuff) および凝灰質砂岩 (tuffaceous sandstone) のような多孔質で水を透過しやすい性質のものである。したがって、間隙率、含水率ともに大き

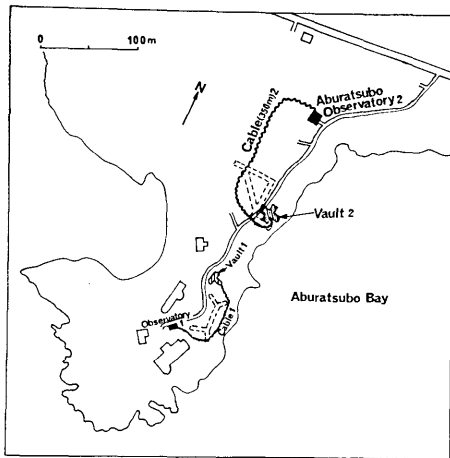


Fig. 1. The former and the present vaults and cables for the continuous resistivity observation at Aburatsubo. The observation was performed for almost nine years (May 14, 1968~Jan. 25, 1977) at vault 1. A new observation system started on Jan. 25, 1977 at vault 2.

く、降雨時にも雨水が岩石中に順次、滲透するため、雨水が直接に壕の天井や側壁から水滴で落下するという、観測上への支障は起こらなかった。さらに岩石のひずみにたいする比抵抗変化の割合を示す一つのファクターである「岩石ひずみ増倍率」は旧壕の場合、壕から採取した岩石試料の圧縮試験結果によって著しく大きく、300倍近くにもなることを明らかにしてあり、Fig. 1で示した旧壕は、比抵抗変化計の観測にほぼ適していたことを確かめている〔YAMAZAKI (1966, 1967)〕。

油壺観測所は設立以来の庁舎 (Fig. 1の Observatory 1, 以下、旧庁舎という) から Fig. 1で示す Observatory 2 (以下、新庁舎という) に新築移転することになり、旧庁舎内の比抵抗変化計も同時に新庁舎に移転を迫られた。Fig. 1で明らかのように、新庁舎と旧壕とは距離的にきわめ

て遠く、かつ、この間のケーブル配線は技術的に不可能のため、1977年1月25日、旧壕を用いている従来の比抵抗変化計の観測を打ち切った。同日、この観測はすでに準備しておいた新庁舎内の73Hz型比抵抗変化計と Fig. 1で示す vault 2 (以下、新壕という) によって続けられるように改められた。

新壕は旧壕より直線にして、ほぼ100mの北東方向にある。新壕は旧壕と同じく入口は油壺湾に向いており、床面の高さは油壺湾の平均海面より約3m上のところにある。壕内は旧壕に比べて、かなりの広さを持っているため、4本の電極によって構成する1本の測線を希望の方向に任意に設定することも可能である。また新壕は旧壕と同じく、火山礫凝灰岩と凝灰質砂岩によって構成され、太平洋戦争の末期に旧日本海軍の特攻基地の目的で掘削されたものである。現在も壕の内部は当時の状態のままであり、当初の工事計画では、油壺観測所の工事残土によって、新壕内のすべてを埋めつくす予定であったが、とくに油壺観測所および工事関係者各位のご好意により、比抵抗変化計用の観測壕として特別に改修され、存続することになった。

新壕は地表面および海岸の入口から深く、壕内もかなり広いうえで雨水の滴下もないので、温度・湿度とも旧壕に比べ一定の状態が長く続いている。壕の床面には1測線ごとに、4本の graphite 電極を直線状に等間隔で埋めている。旧壕の場合、壕の大きさに制限されて、N81°W方向に1.6m間隔の測線をつくるのが限度であった。これに反し新壕の場合には、旧壕の測線とほぼ平行に1本の測線とこれに直角のもう1本の測線を設定することも可能になった。

Fig. 2は新、旧の2つの壕の平面的な大きさを示す図である。図の左は旧壕を示し、そ

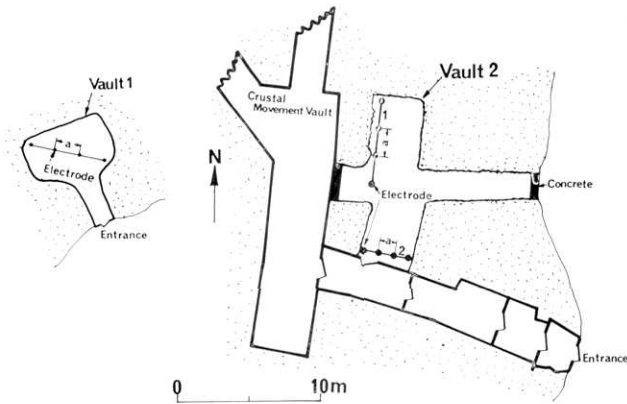


Fig. 2. Sketch map comparison of the vaults at Aburatsubo. Vault 1 was already abolished on Jan. 25, 1977. Vault 2 is in everyday use at present for continuous resistivity observation.

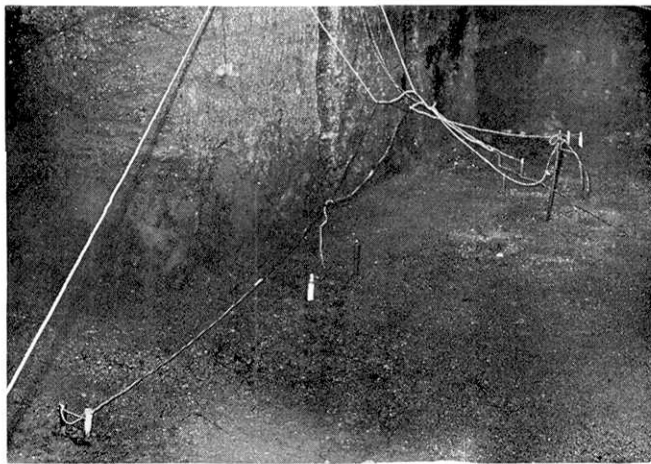


Fig. 3. The four electrode arrangement inside vault 2.

の入口は油壺湾を向いている。図の右は新壕であり、この壕の入口およびここまでの通路は油壺観測所の地殻変動観測壕 (Fig. 2ではCrustal movement vaultとして示す) と共用している。Fig. 2で示す新、旧の2つの壕内における測線および電極埋設場所は直線と黒丸でそれぞれ表わしてある。新壕内では、Fig. 2のようにN20°E方向に間隔2mごとの測線1、旧壕の測線に、ほぼ平行のN76°W方向に間隔1.4mごとの測線2を設定した。またFig. 2において、Concreteと書いてあるところは、新壕の海岸側に設けた仕切り壁である。この壁は直接、外気に接しているため、温度変化の影響も考えられるので、新しい2本の測線はできるだけ壕内の奥深く、また電流電極の干渉を防止する意味から2本の測線は、Fig. 2のようにほぼ南北方向に4.5m離してある。

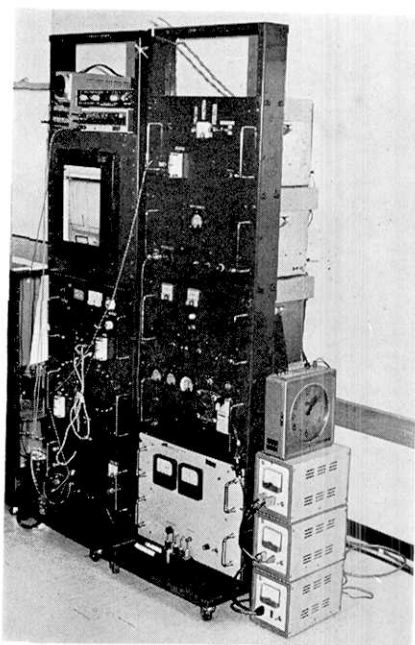


Fig. 4. The resistivity variometer installed at the Aburatsubo observatory.

ケーブルの長さは 60m (Fig.1 の Cable 1) 程度の短い電線で、付近に商用交流を常時使用する施設も油壺観測所以外にはないため、このケーブルには誘導障害も入らず、したが

Fig. 3 は新壕内に設けたN20°E方向の測線 1 の電極配置を示す写真である。油壺の比抵抗変化計は、1968年から観測しはじめてから10年近くも同じ 67Hz 型 1 号機を使用している。しかし、連続使用のため変化計の各部に老朽化、性能低下を生じてしばしば故障を起し対策として器械を交換することにし、観測壕を旧壕から新壕に交換すると同時に、67Hz 型を 73Hz 型の 3 号機に交換した。Fig. 4 は油壺観測所に設置した 73Hz 型比抵抗変化計の写真である。

観測壕内の電極と観測所の比抵抗変化計とを結ぶケーブルは、旧壕の場合では、2本の2芯シールド線であった。このうち1本は 67Hz の交流 0.1A を常時、大地に流すための電流用として、残りの1本は大地比抵抗変化に比例する 67Hz の交流電圧を取り出す電圧用であり、それぞれ壕内の電極に接続した。このシールド線は2本とも壕から観測所までは、油壺湾に沿って立てた数本の木柱の上部に順次、碍子で吊り下げる、いわゆる架空線方式によって架設した。

Table 1. A comparison between the former and the present resistivity observation systems at Aburatsubo.

		Former	Present
Vault		1	2
		Lapilli tuff and tuffaceous sandstone	
Observation period		May 14, 1968~Jan. 25, 1977	Nov. 30, 1976~
Electrode	Direction	N81°W	N20°E N74°W
	Distance	1.6 m	2.0 m 1.4 m
Current		67 Hz, 0.1 A	73 Hz, 0.1 A 33 Hz, 0.1 A
Cable (Vault↔Observatory)		60 m×2 (Aerial lines)	350 m×4 (Underground lines)
Resistivity variometer		No. 1, 67 Hz	No. 3, 73 Hz No. 6, 33 Hz

って、比抵抗変化計の記録はノイズのない良好なものであった。

一方、新壕の場合には、Fig. 1からも明らかなように、壕と観測所との距離は直線でもかなり長く、旧壕と比べて2倍くらい増加している。この上、いろいろな理由からケーブルの経路を遠く迂回させられ、総延長は350m (Fig. 1の Cable 2) ときわめて長く、さらに商用交流、電話など多目的の電線と共用するコンクリート製の共同溝内に入れられたため、各線から平行して生じるレベルの高い誘導障害や雑音を多く受ける状態になった。また共同溝はその経路の各部において、数mも地下に深く埋設されたため、途中の点検もできず、低い部分には雨水なども浸入してくるといふ連続観測には最悪の状態に当初のうちはおかれ、油壺の比抵抗変化計の観測は旧壕によって終了かとも考えられた。しかし、共同溝の部分改修、壕内のアース点の変更、排水路の新設などによって、新壕を用いる比抵抗変化観測は再び確実に行なえるようになり、今回の伊豆大島近海地震に伴う比抵抗変化を良好な測定状態の下に記録した。

Table 1 は、1977年1月下旬にその使用を中止した旧壕とこれに代わって現在用いている新壕との観測状態の比較を示す表である。この表の上から下へ順次、新旧の観測壕の名前、それぞれの壕における連続観測期間、測線方向と電極間隔、電流の周波数と大きさ、ケーブル用のシールド線の長さ和本数、比抵抗変化計の型名および番号を示してある。ただし、新壕のN74°W方向の連続観測開始は、1978年4月16日からである。

3. 新壕による Coseismic 比抵抗変化記録

新壕による連続観測に切り替えてから、しばらくして、73Hz 型比抵抗変化計は初めての coseismic 比抵抗変化を記録した。これは Fig. 5 の記録によっても明らかなように、比抵抗変化計は平常時において、油壺付近の潮汐変化による緩慢な比抵抗変化を検出している。これは旧壕を使用した67Hz 型比抵抗変化計の記録と、なんら変わらない [RIKI-

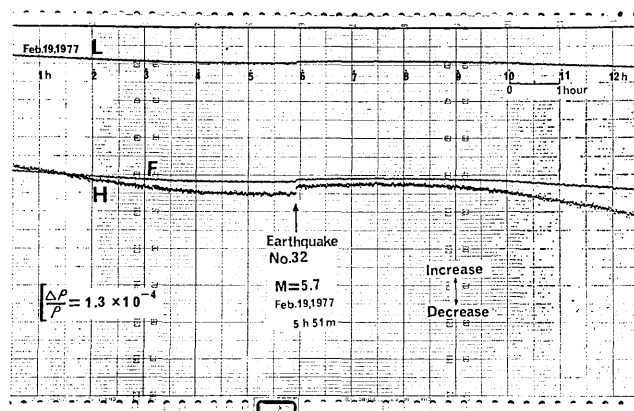


Fig. 5. Change in the resistivity at the time of the earthquake of magnitude 5.7 on Feb. 19, 1977 as recorded by high (H) and low (L) sensitivity channels of a YEW recorder. F denotes the output of the high-pass filter over the high (H) sensitivity record on the same record.

TAKE and YAMAZAKI (1969b), YAMAZAKI (1974e)].

Fig. 5 の記録上につけた Earthquake の矢印は、地震の発震時を示す。この地震の震央は八丈島付近、マグニチュード (M) 5.7, 発震時 1977年 2月19日 5時51分、震源の深さ 10km の顕著地震である。

比抵抗変化計の記録感度は、Fig. 5 で示したように、旧壕の観測に用いていた 67Hz 型の 1 号機に比べてやや小さく、標準感度の H 成分の場合、比抵抗変化率 ($\Delta\rho/\rho$) でこれを表わすと、記録紙の 10 目盛あたり 1.3×10^{-4} である。記録からは 1 目盛の 1/10 まで読み取り可能なので、 10^{-6} のオーダーの $\Delta\rho/\rho$ を求められる。

Fig. 5 の記録によって示された coseismic 比抵抗変化は $\Delta\rho/\rho$ で 2.5×10^{-5} になり、地震のさいの変化の極性は increase である。この記録は地震前後のごくわずかな部分を示したに過ぎないが、地震前の 1 か月におよぶ記録の全体を調べると、比抵抗変化計の動作は、きわめて安定な状態が長く続いていたことがわかった。

Fig. 5 で示す記録は、比抵抗変化計の観測を電極間隔 2 m, 方向 N20°E の測線 1 に切り換えてからとらえた最初の coseismic 比抵抗変化である。旧壕から新壕に観測を変えるとき、普通なら旧壕の測線と平行して設定した測線 2 を最初に使用すべきである。しかし新壕内の温度は海岸側の締め切り壁 (Fig. 2 の Concrete) に近づくほど変化している。その上、降雨時にはこの壁の下から雨水が壕内に浸水し、これが測線 2 方向に流れ込んでくる状態であった。この理由から新壕による観測は測線 1 よりはじめることになった。その後、新壕内の改修工事を行ない、現在は測線 1 と 2 の同時使用も可能になっている。

Fig. 5 は一方において大きな意味を表わしている。すなわち、比抵抗変化計の観測において、電極を埋める観測壕を構成する岩石がまったく同じ種類のものであるなら、平常時における緩慢な比抵抗変化はもちろんのこと、coseismic 比抵抗変化も壕の変更に関係なく記録されるという大きな意味を示している。ただ壕の変更に伴って生じる壕の地理的位置の移動、壕内の測線方向および電極間隔によって、coseismic 比抵抗変化の検出限界は多少変わってくるものと考えられる [山崎 (1975b), YAMAZAKI (1975a)].

4. 1978年伊豆大島近海地震に伴う油壺の比抵抗変化

1978年伊豆大島近海地震 (Jan. 14, 1978, M7.0) に伴って、油壺の 73Hz 型比抵抗変

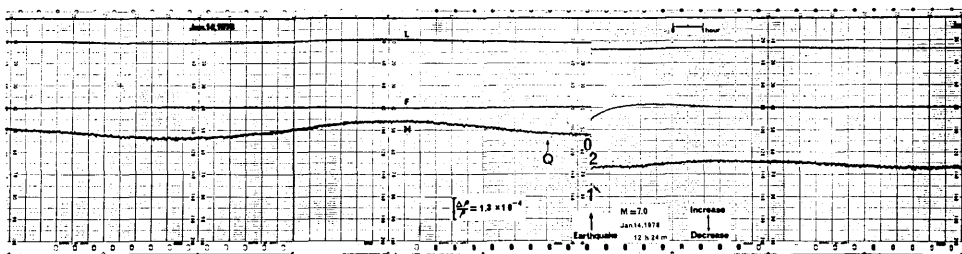


Fig. 6. A resistivity change at Aburatsubo which occurred at the time of the Izu-Oshima-Kinkai Earthquake of Jan. 14, 1978 (M=7.0) as recorded by the resistivity variometer.

化計は、Fig. 6で示すような coseismic 比抵抗変化を記録した。この図から明らかのように、地震のさいの変化の前後にわたり、記録は記録紙のほぼ中央付近につねにあることから、当時、観測壕および比抵抗変化計とも、きわめて良好な動作状態にあったことがわかる。

Fig. 6の中央、やや右の下側につけた Earthquake で示す矢印は、発震時 12h24m のところである。記録上のHは従来と同じく標準感度の高感度成分であり、記録紙の10目盛あたりの比抵抗変化率 ($\Delta\rho/\rho$) はFig. 5の記録と同じく 1.3×10^{-4} である。したがって、この1目盛は 1.3×10^{-5} の $\Delta\rho/\rho$ になる。記録のL成分はH成分の1/5の感度でHとまったく同じ変化を示す。またF成分は、コンデンサーCと電気抵抗Rから組み立てた電氣的 High-pass filter の出力である。記録から明らかのようにH成分に見られる潮汐変化などによる緩慢な変化は打ち消されている。もし今回の地震の場合に、すでに報告した1968年十勝沖地震や1974年伊豆半島沖地震の場合のように顕著な precursor を伴っていれば、Fig. 6のF成分の記録には、これがはっきりと現われているはずである。しかしQの矢印で示したような、わずかな変化しかないようである〔山崎(1974b)〕。

Fig. 6で示した記録から地震のさいの比抵抗変化を読み取ると、H成分では、記録は図の点0から地震のとき decrease 方向に23目盛も動いて点1に移り、さらに30秒後の次の打点のときは反対の increase 方向に8目盛もどって点2を打っている。記録計は6成分の打点式で、同一成分の打点間隔は30秒になるから、この地震に伴う変化の rise-time は少なくとも60秒以上になっている〔山崎(1974d)〕。

伊豆大島近海地震による coseismic 比抵抗変化を従来と同じように、比抵抗変化率 ($\Delta\rho/\rho$) で表わすと、点1の変化は $(\Delta\rho/\rho)_1 = -2.99 \times 10^{-4}$ 、点2は $(\Delta\rho/\rho)_2 = -1.95 \times 10^{-4}$ という値になる。点1と点2がおたがいにどのような関係にあるかは、いずれあとの機会に論じることにして、この二つの ($\Delta\rho/\rho$) の値を旧壕の観測結果から求めてある震央距離 (D) が100kmにおける $(\Delta\rho/\rho)_{100\text{km}}$ とマグニチュード (M) の関係図にプロットしたのが Fig. 7である。

この図は旧壕において記録した coseismic 比抵抗変化を $D=100\text{km}$ のところで、すべて観測したと仮定した場合の $(\Delta\rho/\rho)_{100\text{km}}$ とそれぞれの場合の M との図に、今回の地震に伴う $(\Delta\rho/\rho)_1$ および $(\Delta\rho/\rho)_2$ を挿入したもの

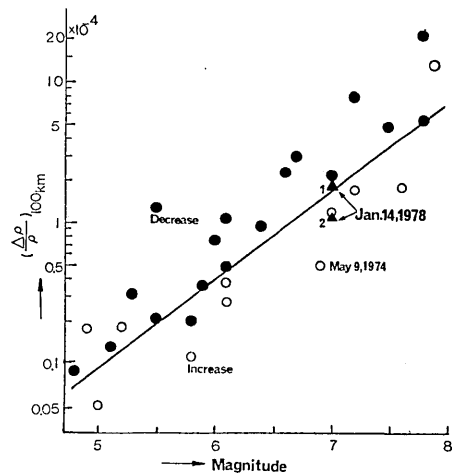


Fig. 7. Relative coseismic resistivity changes normalized at an epicentral distance of 100km, $(\Delta\rho/\rho)_{100\text{km}}$, as a function of magnitude. The solid and open circles indicate decrease and increase in the resistivity changes observed at vault 1, respectively. The solid triangles show coseismic resistivity changes associated with the Izu-Oshima-Kinkai Earthquake observed at vault 2 (1: maximum excursion, 2: static change, see Fig. 6).

である。図の▲1および▲2は $\Delta=100\text{km}$ の仮定点の変化率に換算した点1の $(\Delta\rho/\rho)_{1,100\text{km}}=-1.68\times 10^{-4}$ および点2の $(\Delta\rho/\rho)_{2,100\text{km}}=-1.09\times 10^{-4}$ という値から新塚によって観測した伊豆大島近海地震の比抵抗変化率のオーダーは、旧塚において数多く記録した値と比較しても大きな差はなく、きわめて良く一致しているといえる。しかしながら、旧塚においてえられた30枚以上の coseismic 比抵抗変化記録は、すべて油壺の震度が III 以下の地震によるもので、今回の伊豆大島近海地震の場合のように震度 V というのは、いままでに例のないことである。

Fig. 6 の記録に示された点1については、油壺の震度があまり例のない V という大きさによって、電極の状態が一瞬、変わったのか、あるいは本震の約 6 秒前に起こったかなりの大きさの前震に影響されたか、いまのところ不明であり、これは、今後も再び記録される可能性のある検討を要する問題でもある。

5. Coseismic 比抵抗変化の極性

Fig. 6 から明らかのように、1978 年伊豆大島近海地震による coseismic 比抵抗変化の極性は油壺において、decrease である。一方、すでに報告したように、伊豆半島沖地震 (May 9, 1974, M6.9) に伴う油壺の比抵抗変化計の記録は、increase の coseismic 比抵抗変化を示した [山崎 (1974c)]。

この震央位置が地理的に近い、ほぼ同じ規模の二つの地震による coseismic 比抵抗変化の極性の相違は、それぞれの地震の発震機構の違いによって説明できる。

Fig. 8 は Fig. 6 の記録の一部を右側におき、またこの記録の左側には地震研究所の島崎

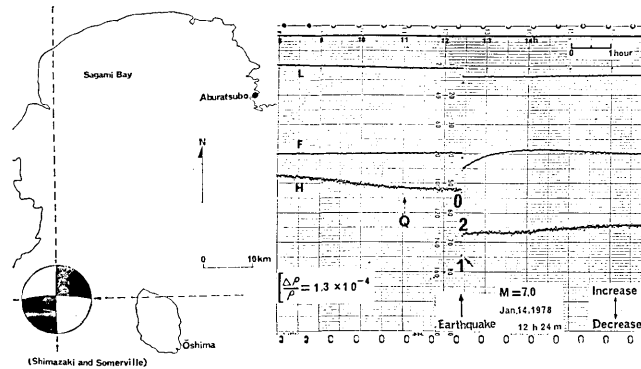


Fig. 8. A comparison of source mechanism with resistivity change associated with the Izu-Oshima-Kinkai Earthquake of magnitude 7.0 on Jan. 14, 1978.

Left; Source mechanism obtained by SHIMAZAKI and SOMERVILLE (1978). Black and white regions show the compression and dilatation, respectively.

Right; A record of the resistivity change observed by the resistivity variometer at Aburatsubo. The polarity of coseismic resistivity change indicates decrease at Aburatsubo, which is in the compression region.

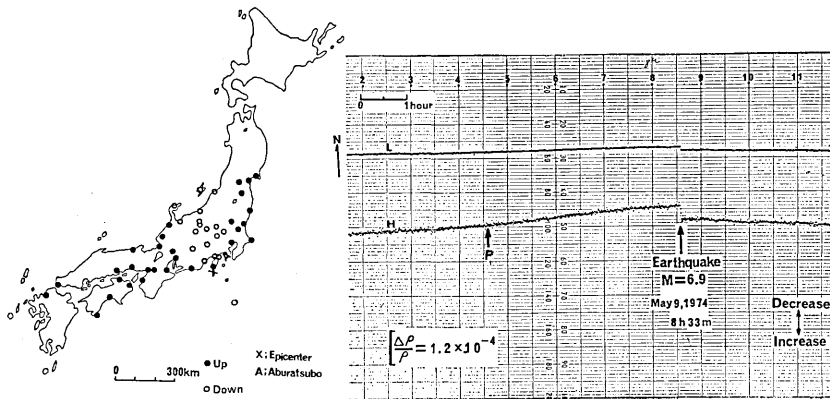


Fig. 9. A comparison of push-pull distribution of initial motions observed at JMA stations with the resistivity change at the time of the Izu-Hanto-Oki Earthquake of magnitude 6.9 on May 9, 1974.

Left; Push-pull distribution plot based on the monthly report of JMA. The solid and open circles show up and down initial motions at the JMA stations, respectively.

Right; A record of the resistivity change which is recorded by the resistivity variometer at Aburatsubo. The polarity of coseismic resistivity change indicates increase in that place which is probably in the dilatational region.

・SOMERVILLEによって求められた1978年伊豆大島近海地震の発震機構を示した。Fig. 8の左の図によると、油壺付近は地震のとき黒色で示されている compression 領域にあったことになる。すでに筆者によって報告したように、油壺付近から採取して単軸圧縮試験を行なった火山礫凝灰岩および凝灰質砂岩は、圧力によってその比抵抗を減少するという性質を持っている。したがって、これらの岩石等で構成している観測壕が今回の地震のさいに compression 領域にあれば、当然のことながら coseismic 変化は比抵抗の減少を示すことになり、Fig. 6の記録はこれを明らかに示している。

一方、1974年伊豆半島沖地震のさい油壺で記録した coseismic 比抵抗変化の極性は increase であった。Fig. 9はFig. 8と同じように油壺の比抵抗変化計記録を右側に、左側に気象庁の「地震月報」から作図したこの地震による日本各地の押し引き分布図をそれぞれ示してある。油壺付近には気象庁の地震観測点がなく、油壺で感じたこの地震の初動はFig. 9の押し引き分布図から down と推定した。これはFig. 8について説明した考えと同じように coseismic 比抵抗変化は increase の極性になるはずであり、Fig. 9の比較図はこの考えに矛盾のないことを示している。

以上の2つの伊豆半島付近に起こった地震のさいの比抵抗変化記録の比較と説明によって、一般に比抵抗変化計に現われてくる coseismic 比抵抗変化の極性は、それぞれの地震の発震機構によって左右されるということが明らかである。

Fig. 8において、記録の向きは decrease の極性であるのにたいし、Fig. 9は increase とまったく反対になっている。これは使用した比抵抗変化計の出力端子の結線違いによるものである。Fig. 8の記録は73Hz型3号機、Fig. 9は67Hz型1号機による記録

である。

6. 前駆的变化

Fig. 9 で記録の一部を示した1974年伊豆半島沖地震の記録には、本震が起こる4時間ぐらい前から顕著な precursor が現われている。しかし今回の伊豆大島近海地震の記録には、Fig. 6 から明らかなように、一見して precursor といえる明白な変化を見いだすことはできない。しかしながらH成分の記録には、平常時の変化のパターンとやや動きを変えていると考えられる一つの点を見ることができる。この点には Fig. 6 および Fig. 8 において、Q で示した小さい矢印をつけてある。このQ点が precursor の始まりの点か、または別の性質を持つ変化点なのか、潮汐変化分が大きい記録だけに簡単には断定できない。

Q 点の性質を明らかにするため、すでに Fig. 9 の伊豆半島沖地震に伴う比抵抗変化の記録に試みて、precursor の存在を明確にすることに成功した MASON (1963) の方法を再び用い、これを Fig. 8 の記録に適用した。実際に行なった手順は、伊豆半島沖地震の比抵抗変化記録に試みた方法とやや違い、Fig. 6 の H 成分記録を30分ごとに、毎時0分

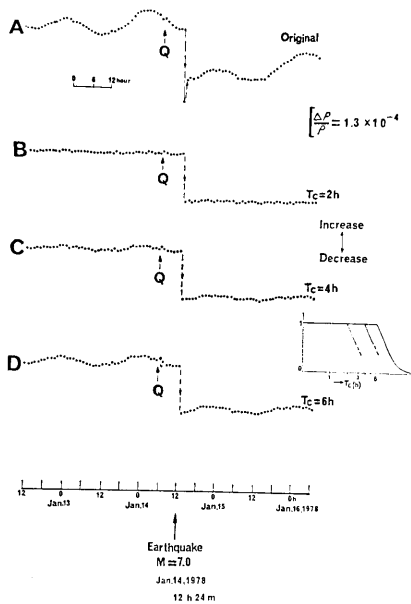


Fig. 10. A numerically high-pass filtered result of the resistivity change which is shown in Fig. 6.

A: A trace of the original record.

B, C and D: The output trace of the high-pass filter over A with periods longer than 2, 4 and 6 hours, respectively. Characteristics of the high-pass filter are shown in the inset.

と30分の値を読み取った。この読み取り値は計54個あり、1978年1月12日6時00分の値から同月15日12時00分までの値である。読み取った54個の値は計算機用のデータカードにパンチし、これを MASON の数学的 filter の入力とした。filter は high-pass filter であり、潮汐変化等による緩慢な変化分を記録から除くのに、とくに有効である。

計算は filter の特性を変えられる Cut-off 周期 (T_c) を3回変え、 $T_c=2, 4$ および 6 のそれぞれの場合について行なった。 T_c の単位は時間である。

Fig. 10は以上のような手順、方法によって行なった計算結果である。この図の最上部は Fig. 6 の H 成分の記録から読み取った値 (original) であり、次は $T_c=2, 4$ および 6 と順次、変化して計算を行なった結果である。また Fig. 10 の右下に示した三本の曲線は、 $T_c=2, 4$ および 6 の場合の high-pass filter の出力特性である。

Fig. 10 から明らかになったことは、潮汐変化等による長周期成分を記録から数学的に除いても、precursor といえるものは顕著に見いだせない。Fig. 6 と Fig. 8 の記録につけた点 Q は、顕著な precursor ではなく、あ

るいは別の原因に基づく小さい変化かも知れない。しかしながら10年にわたる油壺の観測から、precursor は比抵抗変化計の記録上に数多く示されており、今回の地震では明白でなかったが今後も検出できるものと期待している [RIKITAKE and YAMAZAKI (1976, 1977), YAMAZAKI (1977)].

7. あとがき

今回の1978年伊豆大島近海地震のさいにも油壺の比抵抗変化計は、観測壕の変更にも関係なく、従来と同じような coseismic 比抵抗変化を顕著に記録した。地震による油壺の震度がV以上という例のない地動を受けたため、比抵抗変化の記録は少し変わったものになったが、地震当時の観測状態は、きわめて良好であったといえる。しかし地震のマグニチュードが7.0という被害地震にもかかわらず、1974年伊豆半島沖地震の比抵抗変化に先立って現われた precursor に似た顕著な変化を記録から見いだすことはできない。

ここでとくに強調したいことは、今回の地震の約1年前に行なった油壺の観測壕の変更は、壕を構成する岩石等が前の壕のものとまったく同等のため、比抵抗変化計の観測とその記録に、なんらの支障も変化も与えていないということである。さらに新壕によって記録した coseismic 比抵抗変化のオーダーは、過去10年間の従来旧壕による観測結果と比較して大きな差異はない。しかし新壕内の測線方向、電極間隔および地理的位置等が変わっているため、coseismic 変化の検出限界は多少、影響を受けるものと考えられる。これは今後、新壕における同種類の記録の蓄積によって明らかになる。

現在、油壺観測所における連続観測は、Fig. 4の73Hz型比抵抗変化計の使用を中止しており、これに代わって、昭和52年度に文部省より関東・東海地殻変動特別観測費の配付を受けて、新しく開発した比抵抗変化計の2成分観測によっている。したがって、次の顕著地震のさいには、ほぼ直交した2測線の比抵抗変化記録を同時にえられるものと期待している。この結果によって、1測線のみの観測からでは解明できなかった多くの問題が明らかになり、現在、地震予知の一分野になっている地電流観測に代わる新しい方法の一つとして、比抵抗変化計の観測を見直される日も近いことと思われる。

8. 謝 辞

比抵抗変化計の観測を油壺において、10年以上も継続して行ない多くの成果をあげていることは、ひとえに地震研究所各位のご理解、ご配慮と油壺観測所のご協力によるものと深く感謝いたします。とくに連続観測の成功は高橋辰利技官のご努力によることが大きいことを付け加わえます。さらに本文中にも述べたごとく新しい観測壕の設定と整備には、多くの問題がありましたが、高橋技官をはじめとして、笠原慶一教授、松本滋夫技官、中西国勝前管理掛長および開発工事株式会社のご厚意とご尽力によって、問題はすべて解決しました。ここに関係各位のご配慮にあつくお礼いたします。また比抵抗変化計の観測とこれに伴う結果にたいして、つねにご指摘と討論を頂いている東京工業大学力武常次教授、地震研究所渡部暉彦助教授および島崎邦彦、本藏義守両博士のかたがたにもお礼申し上げます。

文 献

- MASON, R.G., 1963, Spatial dependence of time variations of the geomagnetic field in the range 24 hr to 3 min on Christmas Island, *Geophys. Dept., Imp. Coll. Sci. Technol., London, Publ.*, 63-3, 1-20.
- RIKITAKE, T. and YAMAZAKI, Y., 1969a, Electrical conductivity of strained rocks (The 5th paper), Residual strains associated with large earthquake as observed by a resistivity variometer, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 47, 99-105.
- RIKITAKE, T. and YAMAZAKI, Y., 1969b, Strain step as observed by a resistivity variometer, *Tectonophysics*, 9, 197-203.
- 力武常次・山崎良雄, 1970, 比抵抗変化計観測計画, 地震研究所地震予知観測センター資料, 1, 65-68.
- RIKITAKE, T. and YAMAZAKI, Y., 1976, Resistivity changes as a precursor of earthquake, *J. Geomag. Geoelectr.*, 28, 497-505.
- RIKITAKE, T. and YAMAZAKI, Y., 1977, Precursory and coseismic changes in ground resistivity, *J. Phys. Earth*, 25, Suppl., 161-173.
- SHIMAZAKI, K. and SOMERVILLE, P., 1978, Summary of the static and dynamic parameters of the Izu-Oshima-Kinkai earthquake of January 14, 1978, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 53, 613-628.
- YAMAZAKI, Y., 1966, Electrical conductivity of strained rocks (The 2nd paper), Further experiments on sedimentary rocks, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 44, 1553-1570.
- YAMAZAKI, Y., 1967, Electrical conductivity of strained rocks (The 3rd paper), A resistivity variometer, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 45, 849-860.
- YAMAZAKI, Y., 1968, Electrical conductivity of strained rocks (The 4th paper), Improvement of the resistivity variometer, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 46, 957-964.
- 山崎良雄, 1973, 岩石変形と比抵抗 (比抵抗変化計の開発), 地震 [2], 26, 55-66.
- 山崎良雄, 1974a, 岩石変形と比抵抗 (2), (地震に伴う大地比抵抗の微小変化), 地震 [2], 27, 81-82.
- 山崎良雄, 1974b, 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, 1974c, 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, 1974d, 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., 1974e, 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.
- YAMAZAKI, Y., 1977, Tectonoelectricity, *Geophysical Surveys*, 3, 123-142.
-

55. *Resistivity Change at Aburatsubo Associated with the
Izu-Oshima-kinkai Earthquake of 1978.*

—*A record of the 73 Hz resistivity variometer—*

By Yoshio YAMAZAKI,

Earthquake Research Institute.

The resistivity variometer developed by the writer has been continuously operated since May 14, 1968 at the Aburatsubo Crustal Movement Observatory, a coastal station about 60 km south of Tokyo. About forty records of coseismic resistivity change have already been obtained in association with the occurrence of remarkable earthquakes in and around Japan.

Those coseismic resistivity changes thus recorded seem to be closely correlated with the respective earthquake magnitude, the epicentral distance, the earthquake mechanism, etc. A large change in the resistivity associated with the Izu-Oshima-Kinkai Earthquake of $M=7.0$ on Jan. 14, 1978, was clearly recorded by the resistivity variometer at Aburatsubo. However, no conspicuous precursory effect such as the one observed about four 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 record (see Fig. 6).

Buried electrodes in a line in a $N81^{\circ}W$ direction, made of graphite, were used in vault 1, facing the shore-line of Aburatsubo Bay. The vault 1, where many coseismic resistivity changes were observed, was already abolished on Jan. 25, 1977, because of an observational difficulty. The resistivity changes on the floor of the new observation vault 2, have been recorded by the 73 Hz resistivity variometer at the new Aburatsubo Observatory since Jan. 25, 1977. The electrodes are buried in two directions, $N20^{\circ}E$ and $N74^{\circ}W$ respectively. Detailed information about the new vault 2 and the observation system is given in Table 1 and Fig. 1.