

13. 地殻歪から見た1974年伊豆半島沖地震*

地震研究所	{	笠	原	慶	一
		高	橋	辰	利 ¹⁾
		島	津		孝 ²⁾
		若	杉	忠	雄 ³⁾
		岡	田	義	光 ⁴⁾
		渡	辺		茂 ⁴⁾

(昭和49年7月20日受理)

1. ま え が き

さる5月9日の伊豆半島沖地震が起きたのは、南関東から東海地方にかけて展開するわれわれの地殻変動観測網の南寄りの地点であった。震央に最も近い富士川観測所でも約80 km 離れており、地震の前駆変動の有無を確かめるにはいささか遠すぎる感がある。しかし、今回の地震断層から見た方位は、油壺や鋸山がほぼ真横に当り、富士川は断層の延長方向に近い。この点、これら観測所はこの断層の特徴を見るには有利な位置にあるわけで、地震時 (coseismic) の地殻歪がそれぞれの地でどのようなようであったかは、いちおう検討に価しよう。

地震に伴う strain step の解析には、さきの岐阜県中部地震 (1969年) の調査 (地殻変動連続観測ネットワーク, 1970) がいらい、全国の観測所が資料を持寄り、総合的に取扱うことが多くなった。今回もこの種の計画が関係者間で進められているから、いずれその結果が発表されるであろう。そのことをふまえ、ここではとりあえずわれわれの手許にある記録に基づいて簡単な報告を寄せる次第である。

2. 観測のあらまし

第1図は今回の震源と観測網の位置関係である。地震メカニズムは気象庁の暫定資料 (1974) に基づき、震源下半球面 (斜線部: 押し初動) を模式的に示したものである。今回の地震に関する断層や余震分布の資料を参照すると、節面ふたつのうち北西-南東性のものが主役である印象が強い (その場合のモードは右ずれ、やや北落ち)。破線はこの断層に準拠した座標軸 (x_1, x_2 ; なお x_3 は下向き) であり、観測所からのびる短い二重線はその土地伸縮計の設置方向 (3成分) である (添字は第1表の計器番号に対応)。記録の実

*) 地震予知連絡会提出報告に、その後の計算結果を加筆。

- 1) 油壺地殻変動観測所
- 2) 鋸山地殻変動観測所
- 3) 弥彦地殻変動観測所
- 4) 富士川地殻変動観測所

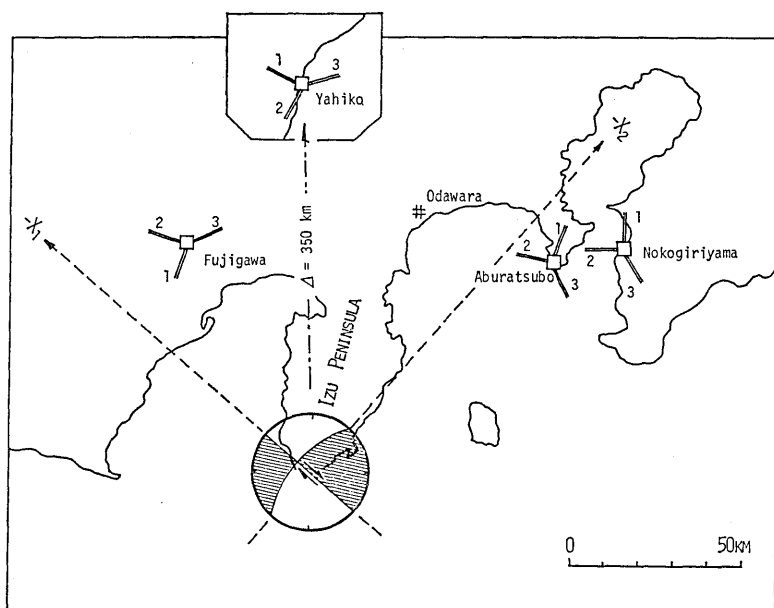


Fig. 1. Source mechanism of the Izu-Hanto-oki earthquake and location of the crustal movement observatories. The mechanism diagram refers to the J.M.A.'s data and illustrates the lower focal hemi-sphere (hatching for contraction). Short double lines at the stations represent the directions of strainmeters with suffices for the instruments' numbers in Table 1.

Table 1. Summary of observations.

Station	Coordinates			Strainmeter			Strain Step (unit: 10^{-8})		Remarks
	x_1	x_2	Δ	No.	Length	Direction	Observed	Theoretical	
Fujigawa	- 70	- 28	75	1	40 ^m	N22° E	+3	+0.78	
				2	40	N68° W	+6	+7.50	
				3	40	N67° E	+1	-1.29	
Aburatsubo	19	- 92	94	1	25	N22° E	0	-2.48	
				2	10	N81° W	0	+0.63	
				3	8	N25° W	0	-0.62	
Nokogiri-yama	32	-106	111	1	25	N 3° E	0	-1.23	
				2	25	N87° W	no obs	-0.38	
				3	25	N42° W	+0	+0.36	
Yahiko	-223	-264	345	1	30	N62° W	0	+0.01	
				2	30	N28° E	0	+0.10	
				3	30	N73° E	0	-0.01	

例として鋸山のものを第2図に示す。これら観測所の位置や計器要目は第1表にまとめている。

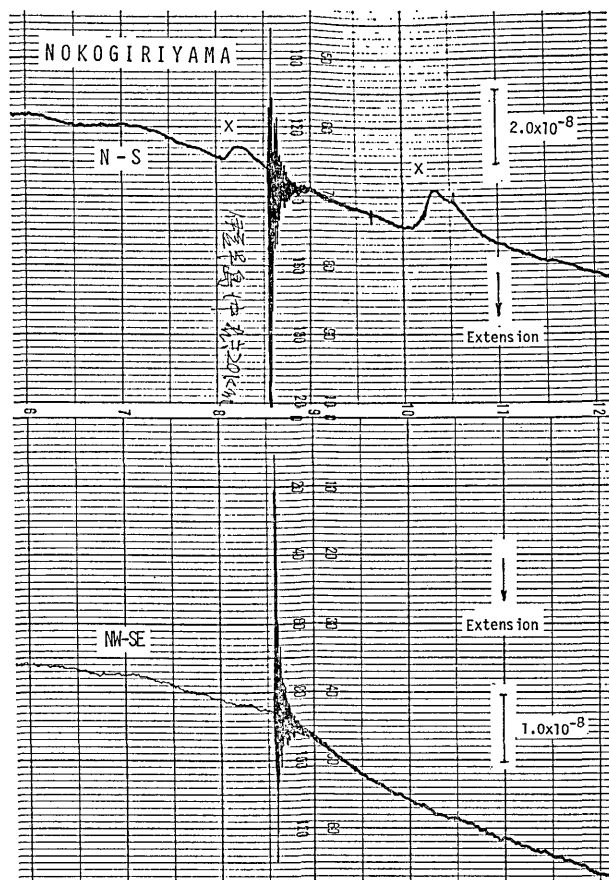


Fig. 2. Strainmeters' records at Nokogiriyama.

3. Strain Step について

各観測所で記録された strain step は第1表に示す通りである。比較的震央に近い富士川で各成分が伸び (+) を示しているのを除けば、他所では有意義な値がほとんど認められない。もっとも、油壺の計器はかなり感度をしぼってあるので、 10^{-8} 程度の伸縮では検出困難である。鋸山の $N42^{\circ}W$ 方向の成分では僅かに伸びの傾向が認められる。

同表に併記してあるのは簡単な断層モデルに基く計算値である。この場合、断層は $N50^{\circ}W$ の走向をもつ右ずれ型とし、

長さ 25 km, 深さ 10 km,

ずれ 0.6 m (右ずれ 0.5 m, 北落ち 0.3 m)

を仮定してある。これは手許にある諸報告を総合して今回の地震断層の姿を近似的に描いたものであるが、第1表が示すように富士川の実測値に対して甚だしい矛盾はない。何分にもわれわれの観測所資料だけでは不充分であるので、両者の比較はひとつの参考として報告するにとどめ、それ以上の議論は後日の解析にゆだねることにする。

4. Dynamic strain について

地殻変動連続観測の分野では記録系の特性が長期変動向きに設定されている事情から(打点型記録がふつう)、近距離の地震動を歪振巾の面から調べることはあまり関心が払われなかった。近ごろ、われわれの視野を地震帯域にまで広げる必要があって、一、二の観測所では昨年あたりからスクラッチコードなど中速度連続記録計を備え、それに伸縮計や傾斜計の出力を分岐記録させるようになってきた。今回は残念なことに、富士川ではこの記録が振切れてしまい、弥彦でも一部スケールアウトした上に波形もかすれ気味で、その解説には時間がかかりそうである。

幸い、鋸山では連続記録がとれている(第2図参照)のでこれを取り上げることにしよう。もちろん紙送りの速度が低くて波形の読取りは無理であるが、主要動は概して簡単な波形らしく、また最大振巾もなんとか見積れそうである。前述の通り、鋸山は地震断層のほぼ真横に近く、横ずれ断層から SH 系の波動が最も優勢に射出される方向にある。さらに同所の計器 1, 2 は波線と 45° 近くの角度をなしており、SH 系の波動に対して linear strainmeter として最も有効な設置方向にある。これらの事情をふまえて、同記録の振巾について粗い解析を試みておこう。

第2図から読取れる dynamic strain の最大値は NW-SE 成分(下図)で 3.5×10^{-8} 程度、上図の N-S 成分で 6.5×10^{-8} 以上(いずれも片振巾)である。当然ながら、後者は先述の事情を反映して大きくなっており、その主体は SH 系の波動と見なしてもおそらく誤りはあるまい。あいにくスケールアウトのため、最大値は正確にはわからない。しかし前後のようすから判断して、ほぼ 1×10^{-7} に近いと推定して差支えなからう。といっても、以上の値は見かけ上のもので、実振巾を得るには、①記録系の周波数特性、② linear strainmeter として SH 波に対する方位特性をそれぞれ補正する必要がある。②はいまの設置条件($\theta = 54^\circ$)で 0.48 である(BENIOFF, 1935)。①については着目する波動の周期(T_0)を 10 秒と仮定すれば、実振巾の約 1/12 に減衰を受けていることになる。

両者の補正を施せば地動歪の実振巾は 1.2×10^{-5} 程度となる。主要動を周期 10 秒の SH 表面波(おそらくひと揺れかふた揺れ程度の孤立波)と想像する今の立場からすれば、地動の変位振巾に換算して 2.8 cm(片振巾)となる(伝播速度 3 km/sec の場合)。つまりこの程度の揺れが鋸山にはあったことをさきの記録は示唆している。

地動振巾から震源パラメータを算定することは既にいろいろ試みられている。それに則するため、ここでは波形に関してもうひとつ大きな仮定を設けて、さきの $T_0 = 10$ 秒の主要動は一周期だけの孤立波であったとしよう。この立場でスペクトル密度を求め、震源モーメント(M_0)を算定すると(AKI, 1967; KASAHARA, 1970), $M_0 \sim 3 \times 10^{25}$ c.g.s. となる。気象庁の発表による今回の地震のマグニチュード($M = 6.9$)としてはやや低い値にも思われるが、計算の粗さを考えればこの喰違いに強い意味を持たせるのは無理であろう。参考までに、よく引用される公式に上記の値を代入すると、ずれの量として

$$\bar{U} = \frac{M_0}{\mu A} \sim 0.4 \text{ m}$$

が得られる(ただし、剛性率 $\mu = 3 \times 10^{11}$ c.g.s., 断層面積 $A = 25 \times 10 \text{ km}^2$ とする)。こ

れまた、実地調査などの結果に比べてやや小さい量であるが、計算の粗さを考えれば止むを得ないところであろう。

5. む す び

以上、伊豆半島沖地震に際して得られた地殻歪について、若干の解釈をまじえつつ報告した。さきに述べた通り、これは、いずれ全国ネットワークの資料整理が行われることをふまえての暫定報告である。特に **dynamic strain** に関する部分は多くの仮定をふまえてのことであって、ひとつの参考値として報告するにとどめる。むしろこの試算が **dynamic strain** に対する関心を惹く一助となり、将来よく準備された計測により震源研究に新しい面が開かれることになれば幸いである。なお、第1表の理論値は東京大学理学部の佐藤良輔助教授の御好意によりそのプログラムによって計算した。

文 献

- AKI, K., (1967): Generation and propagation of G waves from the Niigata earthquake of June 16, 1964. Part 2. Estimation of earthquake moment, released energy, and stress-strain drop from the G waves spectrum, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **44**, 73-88.
 BENIOFF, H., (1935): A linear strain seismograph, *Bull. Seis. Soc. Am.*, **25**, 283-309.
 地殻変動連続観測ネットワーク, (1970): 岐阜県中部地震—1969年9月9日—による地殻歪の場。震研集報, **48**, 1217-1233.
 KASAHARA, K., (1970): The source region of the Matsushiro swarm earthquakes, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **48**, 581-602.
 気象庁, (1974): 「1974年伊豆半島沖地震について」, 第25回地震予知連絡会 (昭和49年6月20日) 資料。

13. *The Earth's Strain Field Associated with the Izu-Hanto-oki Earthquake of 1974.*

By Keichi KASAHARA, Tatsutoshi TAKAHASHI, Takashi SHIMAZU,
 Tadao WAKASUGI, Yoshimitsu OKADA, and Shigeru WATANABE,
 Earthquake Research Institute.

The crustal movement observatories at Aburatsubo, Nokogiriyama, Yahiko, and Fujigawa recorded the earth's strain waves and the permanent strains, or strain steps, associated with the Izu-Hanto-oki earthquake of May 9, 1974. At Fujigawa, which is the station most adjacent to the epicenter, the strain steps on various components of the strainmeters came within a range of $1\sim6\times10^{-8}$ of extension. At other stations, however, the only significant steps observed was a small extension on the NW-SE component at Nokogiriyama ($\Delta=113$ km).

Below is a brief discussion on the dynamic strain level at Nokogiriyama to determine the amplitude of the ground displacement due to the seismic disturbances from the source..

The geographic conditions of this station and the directions of its strainmeters are suitable for this purpose. The maximum amplitudes of the ground strains and the displacements are estimated at 1.2×10^{-5} and 2.8 cm, respectively, assuming that the predominant disturbance was the SH-type waves with the period of 10 sec. Further assumption on its waveform enables us to estimate the spectral density, from which the source moment (M_0) and the average dislocation (\bar{U}) at the fault are derived as 3×10^{25} c.g.s. and 0.4 m, respectively.