溝が認められる。彼等はこの谷が Fig. 2 の地震の線状分布に繋がると見ている。以上のことから、宜蘭平野の地殻歪は沖縄トラフの拡大を反映しており、BOWIN らが推論しているように、トラフの拡大が台湾北部の陸上まで及んでいると解釈される。

参考文献

- BOWIN, C., C. S. LU and H. SCHOUTEN, 1978, Plate Convergence and Accretion in the Taiwan-Louzon region, *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, **62**, 1645-1672.
- 小林和男・中村一明, 1983, 縁海拡大のテクトニクス, *科学*, **53**, 448-455.
- LEE, C. S., G. G. Jr. SHOR, L. D. BIBEE, R. S. LEE and T. W. C. HILDE, 1980, Okinawa Trough: Origin of a Back-arc Basin, *Mar. Geol.*, **35**, 219-241.
- 大島章一, 1987, 沖縄トラフの海底は拡大していない, *科学*, **57**, 105-109.
- SHEU, H. C. and H. SATO, 1984, Crustal Movement of Eastern Taiwan and its Tectonic Significations, *Jour. Geod. Soc. Japan*, **30**, 213-227.
- 多田 堯, 1984, 沖縄トラフの拡大と九州地方のテクトニクス, *地震*, **2**, **37**, 407-415.
- TSIAI, Y. B., C. C. FENG, J. M. CHIU and H. B. BIAW, 1975, Correlation between Microearthquakes and Geologic Faults in Hsintien-Ilan, *Pet. Geol. Taiwan*, **12**, 149-167.
- YU, S. B. and C. LEE, 1986, Geodetic Measurement of Horizontal Crustal Deformation in Eastern Taiwan, *Tectonophys.*, **125**, 73-85.

地震 第 2 輯
第 40 巻 (1987) 457-458 頁

前兆的歪変化の平均 検知限界

福島地方気象台

青 木 元

気象研究所

古 屋 逸 夫

(昭和 62 年 7 月 14 日受理)

Average Observability of the Precursory
Strain Change

Gen Aoki

Fukushima Local Meteorological
Observatory

Itsuo Furuya

Meteorological Research Institute

(Received July 14, 1987)

どの程度の歪変化が東海地震の前兆として現れるかは、想定される断層モデルを用いてその計算がなされている [SHIMAZAKI (1985), 小木田 (1985)]. 前兆現象の発生源が断層あるいはその延長上に存在するであろうという考えは実際的である。しかし、現実にかかる地震が予想どおりの機構で起るかどうかにについては一抹の不安がある。また、断層モデルのパラメータの数は少いとは言えず、東海地震についてなされた計算結果がそのままの形では他の地域の地震と直感的に結びつけにくい。種々の前兆現象を総括的に説明するのに RIKITAKE (1987) は MOGI (1958) による球状震源モデルを用いている。目的によっては実際的な断層モデルの代りに仮想的な球状震源モデルを用いた方が諸現象の平均的理解が得られ易いことがある。

MOGI モデルを使うと、地表の体積歪み e は

$$e = a^3 p (2d^2 - \Delta^2) / 2\mu (d^2 + \Delta^2)^{5/2} \quad (1)$$

で表わされる。ここで、 a は球状源の半径、 p は内圧、 d は中心の深さ、 Δ は震央距離、 μ は媒質の剛

性率である。ここで、前兆現象の源である圧力 p は必ずしも岩石の破壊限界を越えている必要は無いから、上記のように、球状震源と呼ばずに単に球状源と言うことにする。この球状源による全歪エネルギー E は、無限媒質中のそれを近似として用いると

$$E = \pi a^3 p^2 / 2\mu \quad (2)$$

となるが、 $r < 2a$ の範囲に E の 90% 弱が含まれている。(1), (2) 式より $e \propto E/p$ となるので、圧力 p が既知であれば、歪エネルギーが決まると歪 e の震央距離 Δ における値 $e(\Delta)$ が決まり、それは媒質の弾性的性質とは無関係になる。(2) 式の E はマグニチュード M を決める全波動エネルギーとは必ずしも同じものではないが、(2) 式で与えられる E が全て波動エネルギーになった場合に対応するマグニチュードは式 $\log E(\text{erg}) = 11.8 + 1.5 M$ を用いて機械的に決めることができる。この M を前兆現象のマグニチュードと考えると直感的には理解しやすい。

前兆現象の M が一定でも、 p によって $e(\Delta)$ が変化する。図 1 は $p = 50 \text{ bar}$ に対応するものである。平均的な p の値として 50 bar は妥当な数値であると考えられるが、一般的な p に対しては図中の曲線を $\log \{p(\text{bar})/50\}$ 目盛下に動かす。以下の数値は $p = 50 \text{ bar}$ に対応するものである。図の上の部分は $M = 4$ の前兆が発生した場合を球状源の深さを変えて描いている。これを見ると $M = 4$ の前兆がかなり浅い所で発生したとしても、また、歪観測点の検知能力が 10^{-8} であっても、その観測点から数 km 以内に前兆が発生しないと検知はむずかしい。

図の下部分は中心の深さを 20 km に固定したときの歪変化を前兆現象の M を変えて描いている。上の部分を見れば判る様に中心の深さを変えても各極小値(零)より遠い所での振幅に極端な差異はない。球状源の半径は (2) 式より $\mu = 3.3 \times 10^{11} \text{ dyn/cm}^2$ のとき (12, 3.8, 1.2, 0.38) km である。ここで括弧内の数値はそれぞれ前兆現象の M が 7, 6, 5, 4 に対応する。前兆現象を検知できる大よその距離は以下の通りである。

歪観測点の異常値検知能力が 10^{-8} とすると (300, 60, 10, ?) km, 検知能力が 10^{-9} とすると (20, ?, ?, ?) km となる。ここで ? は検知可能な距離が存在しないことを意味する。

Fig. 1. Volume strain due to a spherical source versus epicentral distance. In the upper inset are shown the strain changes for different source depths. The precursor magnitude is 4. In the lower inset are shown those for different precursor magnitudes. The center of the source is 20 km deep. Precursor magnitude is calculated from total strain energy stored around a spherical source with the aid of a formula $\log E = 11.8 + 1.5 M$.

実際の断層は指向性があるので、当然のことながら、より大きい歪の現れる方位では、上記よりもっと遠い観測点でも前兆の検知は可能であり、逆もまたあり得る。

文 献

- 小木田周三, 1985, 東海地域における前兆的地殻変動の検知能力および改善法の一考察, 地震研究所集報, **60**, 461-485
- MOGI, K., 1958, Relations between the Eruptions of Various Volcanoes and Deformations of the Ground Surface around them, Bull. Earthq. Res. Inst., **36**, 99-134.
- RIKITAKE, T., 1987, Earthquake Precursors in Japan: Precursor Time and Detectability, Tectonophysics, **136**, 265-282.
- SHIMAZAKI, K., 1985, Observability of a Fore-slip on a Hypothesized Fault of the Anticipated Tokai, Japan Earthquake, Earthq. Predic. Res., **3**, 637-649.