伊豆半島南西部の NNE-SSW 走向の断層と テクトニク的考察

吉田 明夫・山川 宜男・田辺 六一

Tectonic Study on the NNE-SSW Faults of South-Western Part of the Izu Peninsula

by

Akio Yoshida, Norio Yamakawa

Meteorological Research Institute, Tokyo

and

Rokuichi Tanabe

Matsuzaki High School, Matsuzaki, Shizuoka Pref.

(Received January 15, 1978)

Abstract

Though active faults of the NW-SE strike are readily recognized in the southern part of the Izu peninsula, there exist conjugate faults or fault-like structures in the NNE-SSW strike. The branch aftershock activity of the earthquake off the Izu peninsula, which extended to the Amagi area in the NNE direction, is considered to be closely related to the above mentioned structures in this direction. These two conjugate fault systems can be considered to have been formed before the bending of the Izu peninsula to the west, and at present to be active as weak plane systems. Therefore the stress field released as earthquakes due to activation of these fault systems can not be considered to directly reflect the present stress field in the area concerned. This is the reason why there is a significant difference between the stress field deduced from focal mechanisms of earthquakes and one deduced from the crustal movement. The reason why faults of N-W direction are liable to be active in comparison to the other conjugate fault systems can be reasonably explained on the basis of the generalized Coulomb-Mohr fracture theory.

1. 序

1974年の伊豆半島沖地震は石廊崎断層の活動によるものであったことが知られている。伊豆半島南部においては、この断層をはじめとして、NW-SEE 走向の活断層が数多く知られている。(例えば村井, 金子1974; 星野・橋本・松田 1977) しかしそれと共役な走向の断層は、地域的なストレス場

に基づくと考えられる蛇石火山近辺を別にして、松崎北東方の門野・野畑両断層を除いては知られていない。

普通、岩石破壊実験では、中間主応力方向を含み、最大主応力軸と角 θ ($< 45^\circ$) をなす2つの共役な面のうちどちらかで破壊が生じる。どちらが破壊面となるかは材料が均質である限り同等の確率をもっているものと考えられる。

また野外においても、共役な双方の面に割れ目の入った節理が一般に見られる他、内陸部の横ずれ断層には共役断層系をつくっているものが多い。陸羽地震の千屋・川舟両断層、北伊豆地震の丹那・姫の湯両断層や、北丹後地震の山田・郷村両断層などでは、地震の際、双方が実際に活動した。(松代地震の場合にも共役断層系が活動した可能性がある。Yamakawa and Takahashi 1977)

こうした点からみて、伊豆半島南部における一走向の断層の極端な卓越は特異と考えられるが、しかし、伊豆半島沖地震の際には、石廊崎断層の方向のみでなく、それと共役な方向にも余震活動があった。(余震共同観測班 1975, Yamakawa et al. 1978) 特に7月9日、天城山中に発生した M 4.9 の地震については、発震機構の解析によって NNE-SSW 走向の断層の活動によるものであったとい

う報告が出されている。(石橋・山科 1975)

筆者らは、石廊崎断層と共役な方向に延びた余震活動の範囲を航空写真を使って調べ、いくつかの NNE-SSW 方向のリニアメントが見られたのをもとに、吉田・妻良・青野川流域について現地調査をした結果、実際に NNE-SSW 走向の露頭をかなり見つけることができた。

2. リニアメントと断層露頭

第1図に航空写真で見られるリニアメントと、NNE 走向の断層ないし断裂露頭が観察された地点を示す。調査はリニアメント周辺の露頭を発見することを目的として行なった。図中の中央部ではまだ露頭を見つけていない。これらの露頭の走向と傾斜は第1表の通りである。調査中、他走向の露頭も数多く見つけたが、ここでは NNE 走向

Fig. 1. Lineaments observed in air photos and Outcrops of faults and fractures.

表1. 観察されたNE方向の断層露頭の走向と傾斜

1	N25°E 75°SE落ち	8	N25°E 65°SE落ち
2	N20°E 垂直	9	N40°E 45°SE落ち
3	N30°E 60°SE落ち	10	N30°E 80°SE落ち
4	N35°E 垂直	11	N40°E 垂直
5	N30°E 85°NW落ち	12	N43°E 垂直
6	N35°E 85°NW落ち	13	N55°E 84°SE落ち
7	N15°E 70°SE落ち	14	N33°E 垂直

のものに限って報告する。

いくつかの主な露頭について、その特徴を記すと、まずポイント1, 2の吉田海岸では、大規模な節理面が平行していくつも見られ、その中のあるものには断層粘土も入っていて実際に動いた形跡を示す。なおここでは、石廊崎断層に平行な節理も同時に観察できる。ポイント3では、SE側は火山灰となっており、垂直ずれ成分も持つことを示す。ポイント6は山道にあって1cm程度の断層粘土をはさむ。ポイント7は妻良トンネルを出たところにおいて断層粘土が15cm程度入っている。この露頭にはまた、石廊崎断層に平行な断層も多数見られる。ポイント10, 11, 12は、ほぼ一線上に乗っているが、青野川河床のポイント11は単なる断裂とも見られる。ポイント14では1m位の間隔を置いて小さな2つの断層が平行している。

これらの断層露頭の中にはかなり大きな断層の存在を示すようなものも含まれているが、多くは小規模なものである。また航空写真でみつけた先程のリニアメント沿いにも、いわゆる断層変位地形はあまりはっきりしない。こうしたことから、ここに1本あるいは2本の大きな断層をすぐ想定することはさしひかえたいが、但し、この走向に何らかの構造が存在する可能性は十分あるものと思われる。伊豆半島沖地震のNE方向に分布した余震は、石廊崎断層に平行な断層の活動したもののだが、その配列がたまたま、あたかも共役断層の活動と見られるようなものになったという考え方も一部にはあった。しかし、共役な構造そのものの活動に基づくと見た方がより自然だし、今回かなりの数のNE走向の断層露頭が観察されたことは、それを一部裏づけるものとして見てよいだろう。

なお、調査中、川合野・吉祥の土地の人達（鈴

木福三氏 黒田亀男氏 黒田半造氏他）から、伊豆半島沖地震の際、ほぼ入間と川合野を結ぶ方向に、巾100m位で特に激しい地震動があって、その区域内の被害は、そこをはずれた両側地域に比べて極めて大きかったという話を聞いた。南の方から嵐のような音と共に激しい揺れがやってきて北へ抜けていったということである。地元の人達は、この被害の延びていった方向を「地震の道」という言い方で表わした。地震直後の調査報告に、このような事実の記載が見られないのは、あまりに石廊崎断層とその方向の構造にとらわれたからではないかと思う。この「地震の道」については、更に詳しい調査を進める予定である。

3. 考 察

伊豆半島沖地震の発震機構については、何人かの人が調べているが、いずれも主圧力方向はほぼNSという結果を出している。これは伊豆半島域内で発生する浅発地震のメカニズムに特徴的なことで、相模湾や東海地方に発生する地震のメカニズムがNW-SE方向の主圧力軸を持っているのに対して、著しい対照をなしている。(Ichikawa 1971)

しかし、伊豆半島沖地震の際の地殻の水平方向の圧縮軸はNW-SE方向で、石廊崎断層の両側で地殻変動のパターンは変化しておらず、石廊崎一入間地震断層は全般的な隆起地域の中に入る。また傾動の最大傾斜方向は、下田・石廊崎を結ぶ線にほぼ直角で、NNWであり、松崎に向って沈下している。(檀原、土 1975) 即ち、地殻変動から推定される主圧力軸はNSではなく、NW-SE方向である。

一般に、伊豆南部でNW-SE走向の断層が卓越している事実や、実際にこの方向の顕著な地震断層が観察されたことなどから、それと共役な方向の動きについては、あまり詳しい報告がなされていないが、実際にはNNE走向の小断層や割れ目もかなり見られたらしい。(徳山、1975)

以上の事実に注視して、実際のテクトニックな主圧力軸はNW-SE方向であったという考え方もいくつか見られる。(例えば、土 1975)

筆者たちは、既に、伊豆半島内に発生する地震のメカニズムから求まる主圧力軸の方向は、テクトニックな応力場をそのまま反映したものではなく、既存の断層の活動によって解放されるストレス場を表わしているにすぎないということを、線

り返し述べてきた。(高柳・山川 1976, 山川・高柳・岸尾 1977) 即ち, 伊豆半島の西への屈曲を考え, 現在活断層として知られる南部の NW-SE 走向の断層は屈曲前に形成されたもので, フィリピン海プレートからの NW 方向への押しに対して, 現在, 弱線として活動しているという仮説をたてた。図 2 に屈曲の前 (A) と後 (B) —現在— の伊豆半

Fig. 2. Schematic expression of the relation between conjugate fault systems and tectonic stress before and after bending of the Izu peninsula.

例 { 伊豆半島の30°の回転 フィリピン海プレートからのN45°W方向への押し 断層破壊角40°	
共役断層系A {	共役断層系B {
$\begin{cases} \text{N } 5^{\circ} \text{W} \\ \text{N } 85^{\circ} \text{W} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{N } 25^{\circ} \text{E} \\ \text{N } 55^{\circ} \text{W} \end{cases}$

島と, その中の共役断層系を模式的に示してある。例として, フィリピン海プレートからの N45°W 方向の押し, 断層破壊角 40° を仮定すると, 屈曲前に形成された共役断層系は N5°W, N85°W となる。そして, 伊豆半島が 30° 西方に回転したとすれば, 現在見られる共役断層系の走向は N25°E 及び N55°W となる。この後者が石廊崎断層に相当し, 前者が NNE-SSW 走向の断層にあたる。回転の軸としては, 相模トラフと駿河トラフを結ぶあたりを考えればよい。ここにはプレートの境界と見られている国府津—松田断層, 神廻断層が存在するが, 神廻断層が横ずれ断層によっていくつかに切られているように見えることは (佐藤 1976, 星野・長谷 1977, 高柳・中礼・今永 1977) ここで, フィリピン海プレートのもぐり込み, あるいは北西進がスムーズには行なわれていないことを示しているものと考えられる。(詳しいことは, 吉田, 1978) なお, この部分でプレートが押

し合っているという見方は, 別の観点からも出されている。(杉村 1972)

現在の共役断層系のうち, NW-SE 走向のものが NNE-SSW 走向のものよりも活動しやすいことは, テクトニックな主圧力の方向を NW 方向として, Coulomb-Mohr の破壊理論を既存の共役弱面を持つ場合に拡張適用して容易に導びくことができる。(吉田 1978)

References

- Ichikawa, M., 1971: Reanalysis of mechanism of earthquakes which occurred in and near Japan, and statistical studies on the nodal plane solutions obtained, 1926-1968. *Geophys. Mag.*, 35, 207-274.
- Yamakawa, N. and M. Takahashi, 1977: Stress fields in focal regions with reference to the Matsushiro Earthquake Swarm. *Pap. Met. Geophys.*, 28, 125-138.
- Yamakawa, N., A. Yoshida and M. Kishio 1978: Earthquake occurrence and tectonics in and around the Southern Izu Peninsula. (in preparation)
- Yoshida, A. 1978: On the activity of conjugate faults (in preparation).

参考文献

- 檀原 毅・土 隆一, 1975: 南伊豆における地殻変動。1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 103-106.
- 星野一男・橋本知昌・松田時彦, 1977: 伊豆半島南部の活断層について。地質調査所特別報告, 6, 73-78.
- 星野一男・長谷紘和, 1977: 神廻断層を切る南北性断層について。地質学雑誌, 83, 62-64.
- 石橋克彦・山科健一郎, 1975: 1974年伊豆半島沖地震の本震主断層に共役な活断層の活動—7月9日のM=4.9の地震を中心として—。1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 27-32.
- 村井 勇・金子史朗, 1974: 1974年伊豆半島沖地震の地震断層, とくに活断層および小構造との関係。東京大学地震研究所研究速報, 14, 159-203.
- 佐藤 正, 1976: 中津川右横すべり断層 (新称)。地質学雑誌, 82, 617-623.
- 杉村 新, 1972: 日本付近におけるプレートの境界。科学, 42, 192-202.
- 高柳明夫・中礼正明・今永 勇, 1977: 神廻断層について (I)—河内川周辺地域—。地震学会秋季大会, (講演予稿集 66).
- 高柳明夫・山川宜男, 1976: 伊豆半島周辺のテクトニクス。地震学会秋季大会, (講演予稿集 28)
- 徳山 明, 1975: 1974年伊豆半島沖地震に伴う地殻変

Fig. 3a. Point 2.

Fig. 3b. Point 3

Fig. 3c. Point 6.

Fig. 3d. Point 7.

Fig. 3. Examples of observed outcrops of faults of NE strike.

形. 1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 107-110.

土 隆一・宇津徳治, 1975: 1974年伊豆半島沖地震について—地震と災害の特徴—. 1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 1-10.

山川宜男・高柳明夫・岸尾政弘, 1977: 震源域における応力場と地震断層. 地震学会 春季大会, (講演予稿

集 83)

吉田明夫, 1978: 伊豆半島周辺のテクトニクス. (準備中)

余震共同観測班, 1975: 伊豆半島沖地震とその余震の観測. 1974年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 11-19.

Fig. 3e. Point 10.

Fig. 3f. Point 11.

Fig. 3g. Point 13.

Fig. 3h. Point 14.

伊豆半島南西部の NNE-SSW 走向の断層とテクトニック的考察

吉田明夫・山川宜男・田辺六一

伊豆半島南部には、NW-SE 走向の活断層が顕著であるけれども、それと共役な NNE 方向にも構造が存在する。伊豆半島沖地震の天城方向に延びた余震は、この構造の活動と関係するものと思われる。これらの共役な断層系は、伊豆半島が西へ屈曲する前に形成され、現在は既存の弱線構造として活動している。従って、これらの活動によって解放される応力場は、現在作用している応力場を直接反映したものではない。これが発震機構から求まる応力場と地殻変動などから予想される応力場がくい違っている理由である。現在、共役断層系のうち NW 走向のものがより活動しやすいことは Coulomb-Mohr 理論を拡張適用して説明することができる。