

4 - 10 伊豆半島における中規模地震に伴う応力の変化と 群発地震活動（ここ 10 年の変遷）

Variation of Maximum Shear Stress Associated with the Moderate Earthquakes and Activity of Earthquake Swarms in the Izu Peninsula

東京大学地震研究所

小高 俊一

Toshikazu Odaka

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

伊豆半島周辺には、1974 年以來この 10 年間に、10 数 km の長さの断層を伴う中規模の地震が 3 回発生しており〔1974.5.9 伊豆半島沖地震 (M6.9), 1978.1.14 伊豆大島近海地震 (M7.0), 1980.6.29 伊豆東方沖地震 (M6.7)〕, 同時に群発地震が多発している。そこで、断層生成に伴う地下の応力の増加が群発地震の発生に関係しているのかどうかを調べることは、地震活動の研究上また地震予知の立場からも意味の有ることであろう。以下に、上記の三つの地震による応力の増減と群発地震の分布との比較の結果を記す。

応力の計算（静的）は二次元（平面歪）有限要素法によった。境界条件としては、伊豆地方での南北ないし北西・南東向きの圧縮力に対応する様な変位分布を与えた（第 1 図）。媒質の P 波、S 波の速度は、夫々 6.0, 4.6 km/s とした。三つの主震の断層運動は、夫々の破壊領域での S 波速度の値を媒質のそれより極端に小さく仮定し (0.6 ~ 1.8 km/s), 境界での強制変位に対してずり変形が起こるようにして導入した。計算は最大せん断応力に対して行った。これは、多くの群発地震を対象とする場合には妥当であろう。

第 2 図に、1974 年伊豆半島沖地震後の最大せん断応力の増減の領域を破線で区別 (+ は増加) し、更に点線で、増加量の大きい領域（破壊領域 - 図のハッチの部分 - での応力減少値のおよそ 1/25 以上の増加）を示した。太実線は主震後に起きた群発地震活動の領域を示す。太鎖線は次の主震とその余震の活動域である。No. 1 の活動は主震直後から発生した天城峠を中心とするもの、No. 2 は 1 年半後に始まった遠笠山付近の群発活動で、共に応力の増加地域で生じている（同様の図は既に山科¹⁾によって提示されている）。その後時間の経過に従い、応力の降下したと考えられる地域での活動が見られる様になる。

第 3 図は、1978 年伊豆大島近海地震後の応力変化（1974 年伊豆半島沖地震前の応力状態を基準にして）と、その後の群発地震活動である。この地震の破壊領域（ハッチ部分）は、地震波の解析や測定の結果、余震分布等を参考にして決めた。但し、内陸での応力降下量は海洋下でのその 1/2 程度にした。No. 1, 2, 3 の活動は、夫々、川奈付近、川奈崎沖、石廊崎南

東沖の群発活動であるが、主震後2年位までに発生した此等は、何れも応力の増加領域で生じている。

第4図は、1980年伊豆東方沖地震後の応力変化（1974年の地震前の状態を基準にして）と、その後の群発地震活動を示している。先の2例と同様に、主震後2年位までの群発活動は、真鶴岬沖、大島付近、伊東市付近、利島付近等、何れも応力の増加領域で発生している。

主震直後（1ヶ月後ぐらいまでか）の地震活動と応力の増減との相関を見る為には、その地震のみによる応力変化との比較をすべきである。1980年伊豆東方沖地震のみによる応力変化のパターンは、第2図同様に単純な四象限型になる筈であるが、この地震直後の7月前半に、断層延長上付近（応力の増加領域）に位置する真鶴岬付近、伊豆大島西方、利島付近で、この地震に誘発されたとみられる活動が報告されている²⁾（何れも非常に小さい活動の為、第4図には未記入）。主震後ある程度の期間を経てから両者の相関を見る為には、応力の積算値（関係ある全ての地震からの寄与の総和）の方が意味を持つであろう。

以上3例に示されたように、中規模地震による最大せん断応力の増加地域と、地震後2年間ほどの群発地震の発生域との相関は非常に高い。これは、地震による僅かな応力増加（減少）が、群発地震の発生時期を早める（遅らせる）ように作用した結果と言えよう。

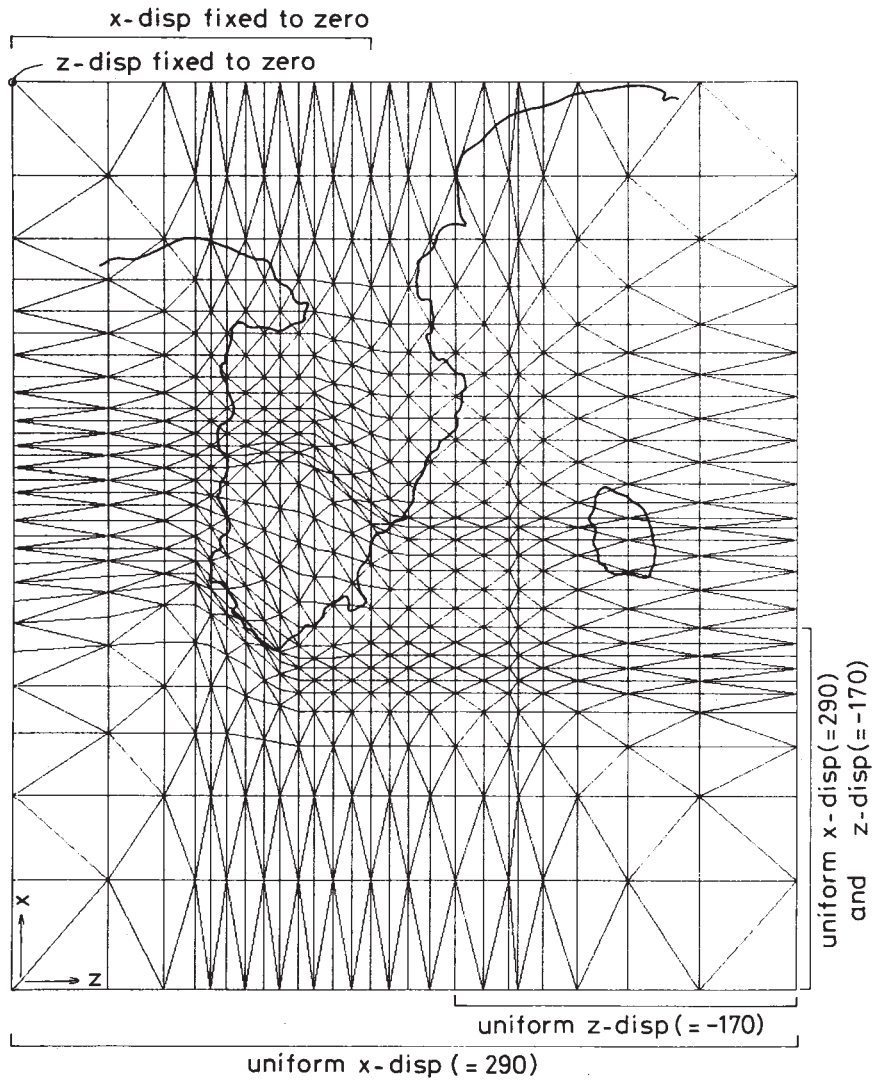
その他注目すべき事は、第4図における伊東の南西部を中心とする目玉（点線）の中心付近である。この部分に対しては、3回の地震が全て応力の増加として作用し、その結果増分は最大5程度となる（1974, 78, 80年の地震の破壊領域での応力降下量、およそ40:40～20:36に対して）。この目玉の周辺付近では地震活動は活発であるにも拘らず、中心付近ではこの10年間に目立った活動は無い。この目玉は1976年頃以来の冷川峠の隆起地域に重なり、本来地震の起こり難い性格を有する場所なのかも知れない。伊豆地方における相対的な応力分布を更に正確に知る為には、少なくとも1923年の関東地震、1930年の北伊豆地震の影響を考慮に入れる必要があるだろう。

群発地震活動のデータは、東京大学地震研究所地震予知移動観測室、地震活動研究部門、堂平微少地震観測所により、地震予知連絡会会報に公表されている観測成果を使わせて頂いた。ここに感謝致します。

参 考 文 献

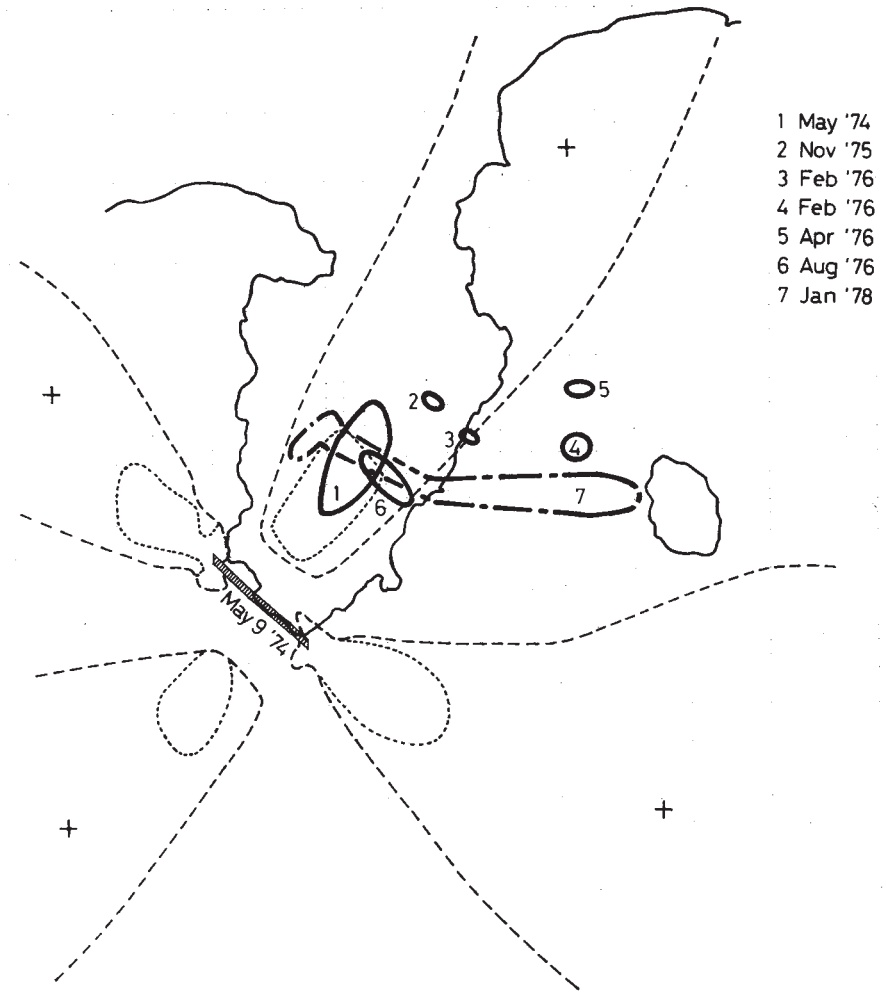
- 1) Yamashina, K. (1978) : Induced earthquakes in the Izu Peninsula by the Izu - Hanto - Oki Earthquake of 1974, Japan, Tectonophys., **51**, 139 - 154.
- 2) 東京大学地震研究所:伊豆半島付近の地震活動(1980年5月～10月), 連絡会報, **25**, (1981), 162 - 166.

FEM meshes and boundary condition



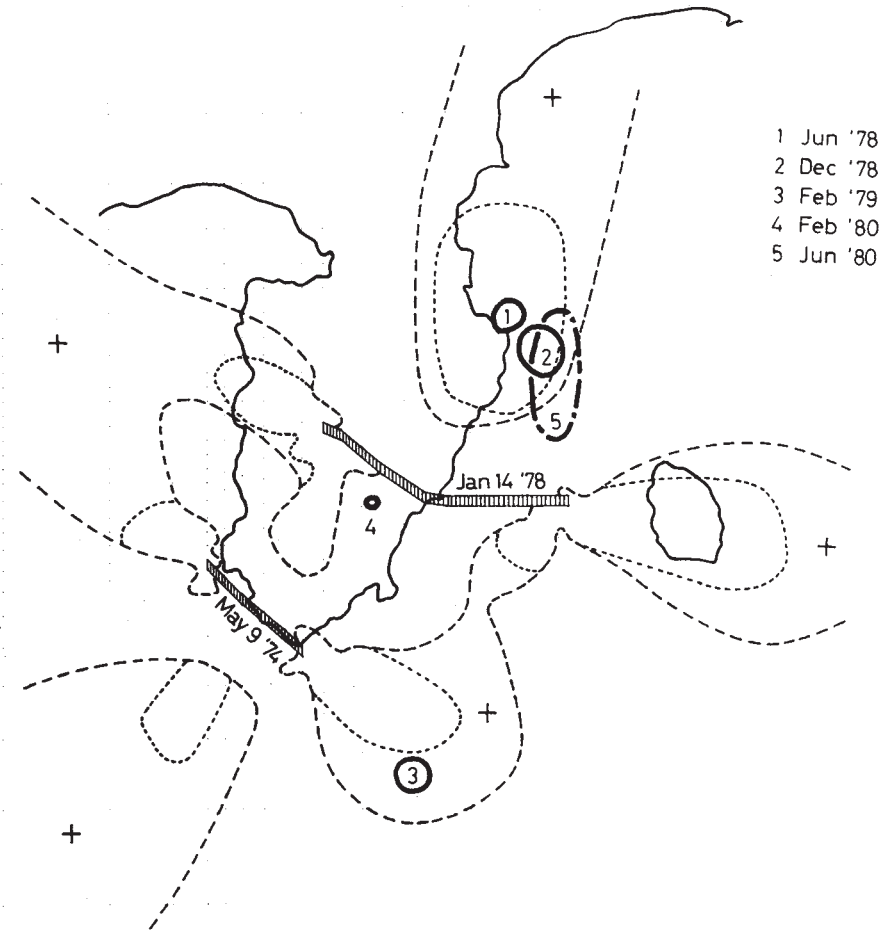
第1図 用いた有限要素法のネットと境界条件

Fig. 1 FEM net and boundary condition used in the present study.



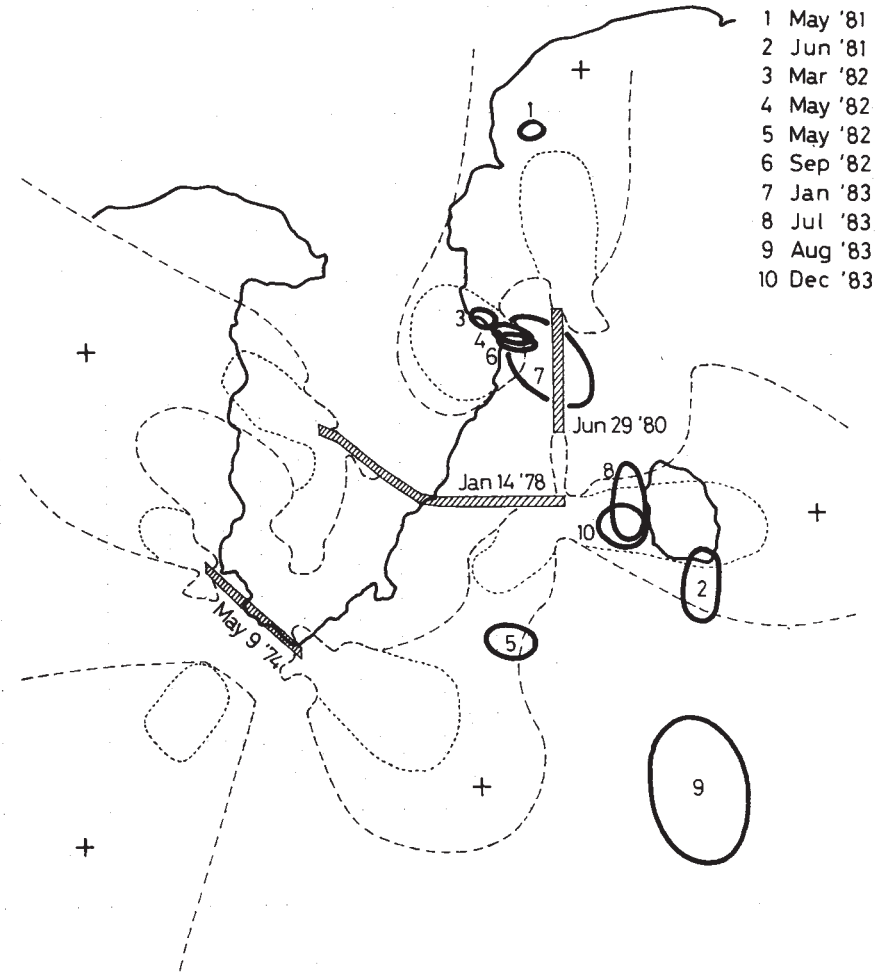
第2図 1974・5・9伊豆半島沖地震 (M6.9) 後の最大せん断応力の増加 (+領域)・減少 (その他) と群発地震活動 (太線)

Fig. 2 Increase (+area) and decrease of maximum shear stress associated with the 1974 Izu-Hanto-oki-Earthquake (M6.9) and activity of earthquake swarms (bold lines).



第3図 1978・1・14伊豆大島近海地震 (M7.0) 後の
応力変化 (1974・5・9の地震前の状態を基準
にして) と群発地震活動

Fig. 3 Variation of maximum shear stress after the 1978 Izu-Oshima-kinkai Earthquake (M7.0) (compared with the stress state before the 1974 Earthquake) and activity of earthquake swarms.



第4図 1980・6・29伊豆東方沖地震 (M6.7) 後の
応力変化 (1974・5・9の地震前の状態を基
準にして) と群発地震活動

Fig. 4 Variation of maximum shear stress after the 1980 Izu-toho-oki Earthquake (M6.7) (compared with the stress state before the 1974 Earthquake) and activity of earthquake swarms.