

1998年伊豆東方沖群発地震活動の震源過程 - 高精度震源分布からの推定

Precise hypocenters of the earthquake swarm off the east coast of Izu peninsula in 1998, and its source mechanisms.

林 能成[1], 森田 裕一[1]

Yoshinari Hayashi[1], Yuichi Morita[2]

[1] 東大・地震研

[1] E.R.I., Univ. Tokyo, [2] E.R.I. Univ. of Tokyo

1998年伊豆半島東方沖の群発地震の震源を、波形相関を用いた高精度初動読み取りと改良マスターイベント法の手法を用いて推定し、極めて精度の高い震源の分布を得た。震源の分布には以下の特徴がある。1)群発地震は1985年～1997年に発生した3回の活動と同一の川奈崎沖深さ約8kmの場所から始まる。2)群発地震の主要活動域は鉛直に近い薄い面上の直径約3.5km領域に分布している。3)活動の中心域の深さ約5kmに地震の発生していない領域があり、震源の分布は薄いドーナツ状である。このような震源分布の特徴は、この地域のダイク貫入過程と大きく関わっていると思われる。

1. はじめに

伊豆半島東方沖では1970年代後半からほぼ1～2年周期で活発な群発地震活動を繰り返している。特に1989年の海底噴火以降、地殻変動データを用いてこの地域の群発地震活動の原因を探る研究が精力的に進められ、群発地震発生域に深部から浅部へとダイクが貫入するモデルで説明されてきた[例えば, Okada and Yamamoto(1991), Ukawa and Tsukahara(1996)]。しかし、これまでは観測点分布の偏りから、この地域の震源の精度がそれほど良くなく、地震活動のパターンと地殻変動から推定したモデルの整合性は必ずしも良くなかった。

東京大学地震研究所は1994年にこの地域にケーブル式の海底地震計を設置した。また、1997年には陸上の地震観測点の広ダイナミックレンジ化を行い、地震観測データの品質は格段に向上した。そこで本研究では、これらの高品質の観測データを用いて、地震発生とダイク貫入の関係を明らかにするため、1998年の群発地震活動について震源を高精度に推定し、そのメカニズムについて考察した。また、この結果を基に、1995年、1996年、1997年の活動についても震源の精度の向上を図り、それぞれの活動の関係について明らかにした。

2. 手法・データ

観測点の整備・改善の終わった後に発生した1998年の群発地震活動では、広ダイナミックレンジの波形データが利用できる。そこで、Got et al. (1994)等を参考にして、波形相関を利用して全地震の組み合わせについて波形の相関係数を用いて相対走時を高精度で読み取り、相対震源位置を決定するプログラム(改良マスターイベント法)を開発した。解析には伊豆地方にある地震研の定常観測点14点(ケーブル式海底地震計3点を含む)で得られた、1998年4月20日から5月17日に発生したMERI 2.0の地震のP及びS波データを使用した。この手法を用いて推定される震源は、数値実験の結果から水平方向±50m、鉛直方向±80m程度の極めて高い精度を持つものと思われる。また、1995～1997年の活動については、上記の観測点の読み取り値に観測点補正值を導入して震源の再決定を行った。

3. 結果

1998年の活動では、群発地震の主要活動は鉛直に近い薄い面(走向:約110度・傾斜角:約70度)上の直径約3.5km、厚さ約300m 薄い円盤状の領域に分布している。活動の中心部(円盤の中心)の深さ約5kmには地震の発生していない領域があり、震源の分布は薄いドーナツ状であることがわかった。また、地震は定常的に発生しているのではなく、12時間～24時間間隔で間欠的に発生し、1～5時間継続するいわゆるバースト活動をする。また、1つのバーストでは震源は浅い所から深いところへほぼ一定の速度(500m/h)で一方向に移動することが明らかになった。更に、各バースト活動の震源分布の時間的な推移を見ると、顕著な地震活動が始まった4月21日18:00から1日間程度は、中心部の地震が発生しない領域の周辺で活動が起こる。この時に発生した地震は波形の相似性が悪く、メカニズム解にある程度の多様性があると推定される。その後の、バースト活動は徐々に周辺部へ及び、ドーナツの縁を広げるように数回のバースト活動が発生する。

群発地震を構成する個々の地震の断層面を決定することはできないが、群発地震全体がほぼ同じ発震機構を持つと仮定し、各観測点の押し引き分布から断層面の方向を推定した。その結果、断層面の方向は震源の分布する面から約45度ずれており、震源の分布する面はこの地域における広域応力場の最大主応力の方向にほぼ一致することが分かった。

1995年～1997年の活動では改良マスターイベント法が使えないため、1998年の活動ほど顕著ではないが、上記の特徴が共通して見られる。また、この期間の4回の群発地震活動は川奈崎沖深さ深さ8kmの同じ場所から始ま

り、それぞれの群発地震の主活動域は深さ 2 ~ 7 km のほぼ同一面上に、互いに隣接するように分布することが明らかになった。

これまでの研究で明らかのように、この地域の群発地震活動に伴って地殻変動が観測され、マグマの貫入が群発地震の発生の原因であると考え、我々の得た精度の高い震源から以下のことが言える。マグマの供給源は川奈崎沖の深さ 10km 以深にあり、マグマ圧の上昇と共に浅部へ移動する。マグマの貫入によりマグマ先端ではこの場の最大主圧軸方向にダイクが開き、差応力の拡大により地震が発生する。マグマ先端の拡大は深部から浅部へと一方向へ移動するのではなく、群発地震活動の中心から放射状に広がる。