

## 高精度震源分布と地殻変動データから推定した 1998 年伊豆東方沖群発活動のダイク貫入モデル

Dike intrusion model of 1998 earthquake swarm activity off the east coast of Izu peninsula using GPS data and precise hypocenters

# 森田 裕一[1], 中尾 茂[1], 林 能成[1]

# Yuichi Morita[1], Shigeru Nakao[2], Yoshinari Hayashi[3]

[1] 東大・地震研

[1] E.R.I. Univ. of Tokyo, [2] ERI, Univ of Tokyo, [3] E.R.I.,Univ. Tokyo

1998 年伊豆半島東方沖群発地震を引き起こしたダイク貫入モデルを、震源域近傍に稠密に展開されている GPS の観測データを用いて推定した。従来行われてきた同種の解析と異なり、この解析では精度良く推定された震源の情報を利用して 3 つの断層と 1 つの体積膨張ソースの位置を先験的に与え、それぞれのソースの時間変化を求めた。その結果、ダイクの貫入はこれまで考えられてきたように深部から浅部へ徐々に進展するのではなく、川奈崎沖深さ 8km から急速に群発地震の主活動域（深さ約 5km）に移動し、そこで広域応力場の最大主応力方向の薄い面上を徐々に放射状に広がって行くモデルの方が妥当であることが分かった。

### 1. はじめに

活発な群発地震活動を続ける伊豆半島東方沖地域では、1989 年の伊豆東方沖海底噴火以降、群発地震と同時に発生する地殻変動の観測データから、この地域の群発地震活動を引き起こしているダイク貫入をモデル化する研究が進められてきた。これまでの研究ではこの地域の震源の精度がそれほど良くなかったため、地殻変動の力源を GPS、傾斜計、光波測量等の地殻変動データからグリッドサーチ等で推定し、ダイクが徐々に深部から浅部へ貫入するモデルで地殻変動と地震活動が同時に説明できるとされてきた [例えば、Okada and Yamamoto(1991), Ukawa and Tsukahara (1996)]。

一方、林・他（本合同学会、本セッション）はこの地域にある海底地震計のデータや広ダイナミックレンジの陸地震観測点の波形データを利用して高精度の震源分布を得た。それによると、この地域の群発地震の震源はこれまで考えられてきたように深い場所から浅い場所へ徐々に移動すると言うよりも、深さ約 8km 付近で始まり、活動のごく初期に深さ 5km 程度まで急速に移動し、地震の発生しない領域の周りに薄い面上をじわじわと放射状に広がって行くことが明らかになった。そこで、このような震源の情報を積極的に利用し、1998 年の群発地震に伴うダイク貫入モデルについて再検討を行った。

### 2. 解析

解析に使用したデータは、伊東市周辺にある国土地理院の GPS 観測点 9 点と我々が伊東市周辺に稠密に展開した 10 点の 1 周波 GPS 観測点 [森田・他(1998)] もデータを中尾・他(1999)が解析して得た水平変動成分を用いた。ここで行う解析では、従来のように地殻変動データのみからグリッドサーチによって断層位置を推定するのではなく、林・他(2001)による高精度で推定された群発地震の震源域に断層を先験的に与え、各断層の開口量やすべり量の時間的変化を Time Dependent Inversion 法 [Segall and Matthews(1997)] を用いて推定した。この手法は変位速度がほぼ一定であるときに有効であるが、ここではこの仮定の拘束を弱くするように改良して利用した。断層は活動初期での震源位置に相当する川奈崎沖の深さ 6 km ~ 10km 幅 1km の開口断層、群発地震の主活動域の深さ 3km ~ 6km、幅 3km の開口断層、最大地震(Mj=5.7)に相当する左横ずれ断層を置いた。更に主活動域中央部の地震活動のない部分に茂木モデル型のソースも置き、この成分の寄与も考慮した。横ずれ断層は最大地震前後の水平変位よりその横ずれ成分の大きさを推定した。他の断層の開口量、体積変化量は GPS の水平変位の時間変化から推定した。

### 3. 結果

これまで行ってきた同種の解析では 1 枚の開口断層と最大地震に相当する横ずれ断層だけで地殻変動データを説明しようとしていたため、観測値をうまく説明できるモデルを推定することが難かかった [中尾・他(2000)]。しかし、この方法を導入することによって観測値を良く満足し、しかも地震活動のパターンの時間変化に良く整合したダイク貫入モデルを構築できた。

それによると、群発地震活動が始まると同時に川奈崎沖深部の断層で開口が始まり 3 ~ 4 日間開口が続き、その後開口は停止する。また、群発地震活動域の主活動域中央部に置いた茂木モデルソースもそれとほぼ同時に体積膨張する。その後、主活動域の開口量が徐々に増加する。一方、群発地震活動の後半になると茂木モデルソースは体積減少に転じる。これは、活動の中心部で実際に体積減少が起こったと言うよりも、主活動域の周縁の開口量が相対的に増加していることを表現しているものと考えられる。

このような、地殻変動データから推定されたダイク貫入モデルと林・他(2001)によって推定された震源の移動から、1998年の群発地震を引き起こしたマグマの移動は、これまで考えられてきたように深いところから浅い部分へ徐々に貫入していくのではなく、以下の様なプロセスであろうと考えられる。即ち、活動初期に川奈崎沖の深さ8km以深よりマグマが急速に上昇し、深さ約5kmで浮力を失い停滞する。その後もマグマが深部から供給されることにより、停滞した場所で、この地域の広域応力場の最大主応力方向に薄い開口割れ目を作り、マグマが割れ目に沿って放射状に広がって行くのであろう。また、1995年～1998年に発生した4回の群発地震活動の震源分布や震源の進展のようすから、このようなダイクの貫入の様式は1998年の活動特有のものではなく、少なくとも1995年～1998年間に発生した4回の活動に共通した様式であると考えられる。