

## ダイク貫入プロセスの一典型：伊豆半島東方沖群発地震活動の解明

### One of the Typical Cases of the Dyke Intrusion Process - Earthquake Swarm Activities Occurring East off the Izu Peninsula

# 森田 裕一[1], 中尾 茂[1], 林 能成[2]  
# Yuichi Morita[1], Shigeru Nakao[2], Yoshinari Hayashi[3]

[1] 東大・地震研, [2] 防災科研  
[1] E.R.I. Univ. of Tokyo, [2] ERI, Univ of Tokyo, [3] NIED

伊豆半島東方沖は、1987年6月の活動再開以来、約2年に1度程度の頻度で群発地震活動が発生する活動的な地殻活動域であり、近年整備された海底地震計を含む高密度の地震観測網、GPS観測網、光波測距儀、傾斜計などのデータから、地震活動域にダイクが貫入したとするモデルでほぼ説明できるとされてきた。しかし、これまでの研究ではマグマの貫入量にのみ注目した静的な解析のみが行われ、マグマ上昇からマグマ貫入プロセスへの移行、マグマ上昇速度、ダイク貫入時における過剰圧の大きさなどの動的な貫入プロセスやそれを支配する物理量についてほとんど研究されていなかった。

我々は1998年の伊豆半島東方沖の群発地震活動について、地震波形の相似性を用いて極めて精度の高い震源を求め、群発地震の震源は主として深さ3~7kmのほぼ垂直の円板上（以後、主領域と呼ぶ）に分布すること。また、活動の初期には主領域の北西方深さ6~9kmの領域（以後、深部領域と呼ぶ）で地震活動が開始したことを明らかにした（林・他、合同大開2001）。更に、震源近傍で自らが稠密に設置したGPS観測網と地理院のGEONETのデータを併合して解析し、主領域と深部領域に開口量をインバージョンでの推定した。その結果、震源の移動と開口量の変化に良い相関があることを明らかにした（森田・他、合同大会2001）。今回はこれらの解析を進め、この活動が浮力によるマグマの上昇、浮力中立点でのマグマの停滞、マグマが深部から供給されることによるダイク内部の過剰圧によるダイク拡大と言う3つの過程に明確に区別できることを明らかにし、それぞれのプロセスを支配する物理量を推定することを試みたので報告する。

群発地震活動が開始した1998年4月20日16時頃から21日18時頃までの約1日間、地震は深部領域でのみ発生し、3回のバースト活動が見られた。それぞれのバースト活動では2~3時間の間に震源が約10kmから7kmまで直線的に約1km/時で上昇した。一方、GPSデータの解析からこの期間は主領域ではほとんど体積変化が無いが、深部領域で3~5メガ立米の体積増があったと推定される。震源移動のパターン、その上昇速度、深部領域での体積増量は、浮力によるマグマ上昇モデル（例えばDahm, 2000）と良く一致する。このような浮力による上昇過程ではダイクがある長さ（臨界長：6km程度）までゆっくり成長した後、急激に上昇することが知られている。また、この地域には深さ約16kmにマグマ熔融域と思われる地震波の反射面がある。以上のことから、1998年の群発地震活動は川奈崎沖約2kmの深さ16kmに根をもつ既存のダイクが臨界長に達し、浮力による急激な上昇が始まった。これにより群発地震活動が開始したと考えることができる。

群発地震活動開始から約1日後に震源は主領域に移行する。主領域はこの地域の応力場（水平面内に最大主応力と最小主応力が存在する）から期待されるダイクの貫入面に一致し、ほぼ垂直に分布する。震源は主領域の中央（深さ約6km）にある地震の空白域から時間とともに放射状に外側に移動してゆく。これまでの研究と同様にこれらの地震はダイク開口の先端で差応力が増大したことにより発生したと考えると、震源の外側への移動はダイクが同心円状に拡大したことを示している。GPS観測から推定される主領域の体積増もダイク拡大を強く支持する。これらから、上昇してきたマグマは深さ約6kmで浮力中立点に達して、そこで徐々に蓄積され地震空白域を形成する。更に下部からマグマが供給されるとダイク内部の圧力が上昇して、浮力中立点から同心円状外側にダイクが拡大していったと考えることができる。

主領域の体積変化と震源分布から求めたダイクの面積よりクラック内部の過剰圧の時間変化を推定すると、ダイク内部圧は初期には時間と共に上昇してゆくが、活動の半ばの4月28日頃からは一定になり活動の終了までそれが続く。これは、活動初期では主領域と深部のマグマ供給源とは繋がりがマグマが供給されていたが、内部の過剰圧が上がり浮力と釣り合ったためマグマの上昇が止まり、活動が終息したと考えることができる。

以上のように、1998年の伊豆半島東方沖の群発地震活動は、浮力によるマグマの上昇、浮力中立点でのマグマの停滞、下部から供給されるマグマの過剰圧によるダイクの拡大、過剰圧の増大によるマグマ供給の停止と言うプロセスが明確に区別できる典型的な活動であったことが明らかになった。このようなマグマ貫入プロセスは、1998年の活動だけでなくこの地域で繰り返し起こった活動や、ここと同様な環境下で起こるダイク貫入過程に共通の現象であると考えられる。