

群発地震の発生とダイクの貫入・固結過程； --神津島東方沖のダイクを例にして--

Generation of Seismic Swarm and Intrusion and Freezing processes of Dike within the Crust; --A case of East-off Kozushima Dike-

藤井 直之[1]

Naoyuki Fujii[1]

[1] 名大・理・地震火山セ

[1] RCSV, Grad. Sch. Sci., Nagoya Univ.

1. はじめに

2000年6月末の三宅島西側山腹から始まったダイクの貫入にともなう地震活動は、神津島東方沖15km程の地点まで10km/日の速さで移動した。そして7月1日の神津島近海地震(M6.4)の位置を西端とする長さ20km程の直線状の海域に地震活動は集中した。その後も、約1ヶ月間にわたって、激しい地震活動がこの領域で続いた。

GPSなどによる地殻変動から求めた、2000年6月末から8月末までのダイク貫入の総量 1km^3 は、同時期の三宅島山頂陥没量 0.6km^3 と山体直下のマグマ溜まりの収縮量 0.12km^3 よりやや大きい程度である。その後の2000年9月~2001年5月までには、ダイク貫入量は 0.22km^3 で三宅島のマグマ溜まり収縮量は 0.016km^3 となっている(国土地理院)。この事実と重力の結果から三宅島からこのダイクへマグマが移動した、と考えられている。しかし、7月1日以降は、ダイクの長さは伸長せずに専ら開口量が徐々に(地震活動をともなって)増加していった。このプロセスは、複合ダイクの形成を見ているとも考えられる。実際のマグマの移動に際しては、その温度・圧力条件には多くの制約がある。ここでは、長さ20km、深さ15km程で開口量が徐々に増加し3m程に達するような、ダイクの成長から固結に至る過程でのマグマの移動と地震発生過程を整理する。

2. 議論

ダイク貫入の原動力は、マグマ溜まりの過剰圧、密度差による浮力、マグマ内の過剰圧発生、周囲の岩石の変形による弾性的応力、移動するマグマの粘性減圧や固化による影響(Freezing)などである。

地震活動分布やGPSの時系列からはじめの2日間で長さ20km、深さ約15kmの割れ目が0.5-1m程開口し、その後徐々に巾を広げて2.5-3mに達したと考えられる。しかし、ダイク内のマグマの移動方向は、その原動力と浮力中立深さを仮定しなければ決まらないので、モホ面を20km、マグマの密度を 2850kg/m^3 、粘性を50-200PaSと仮定する。

三宅島山体内のマグマ溜まりの過剰圧によってマグマがほぼ水平に移動する場合、過剰圧は10-50MPaで移動速度は0.1-0.3m/s、と推定される(Lister, 1990ab, 1994; Lister & Kerr, 1991; Rubin, 1995, 1998; etc)。しかし、20kmの長さのダイクを作るにはテクトニックな引張力とマグマが移動中に固化しないために地殻が高温であるという条件が必要である。

一方、三宅島から神津島に至る領域の上部マントルがほぼ部分熔融状態に近いが、深部のマグマ溜まりが存在していると仮定すると、浮力によりダイクが上方に進展する。実際、7月以降の地震活動は、1~数日程度で間欠的に発生し、それぞれがかなり局所的に発生している。このことは、マグマの移動が既存のダイク内の局所的(水平方向には高々数km以内)であることを強く示唆している。ダイクの間欠的伸張イベントが群発地震活動に対応するとすれば、適当な温度条件によって7月1日以降の成長・固結の過程は無理なく説明できるが、三宅島からのマグマの移動には(マントル内の)新たなマグマ溜まりを仮定しなければならない。

また、貫入したダイクの頂上の深さは、地震活動分布から3~5kmと考えられ、繰り返し貫入するマグマによって、ダイク上部に張力が生じて地震が発生したと考え、マグマによる過剰圧力は数百~数千Pa必要であると見積もられる。

さらに、ダイク中のマグマの冷却・固結過程は熱伝導に支配されるが、開口量の増加がほぼ終了する9月以降は、熱収縮とマグマの貫入との兼ね合いで周囲に及ぼす応力が決まることになる。ここでは、単に弾性論的考察だけでは定量的な推定が困難となり、粘弾塑性的物性を考慮する必要性が生じる。