

箱根カルデラ内に発生する群発地震の精密震源決定

Well-resolved hypocenter distribution of earthquake swarm in the caldera of Hakone Volcano

行竹 洋平 [1]; 棚田 俊收 [2]

Yohei Yukutake[1]; Toshikazu Tanada[2]

[1] 神奈川県温地研; [2] 神奈川県温地研

[1] HSRI, Kanagawa Pref.; [2] HSRI, Kanagawa Pref.

1. はじめに

箱根火山は、伊豆半島最北端に位置する第四紀火山であり、現在でも大涌谷周辺などで活発な噴気活動が続いている。マグマ噴火の発生は有史以前とされているが、小林他(2006)の研究により12~13世紀の間に水蒸気噴火が存在した可能性が指摘されている。箱根火山カルデラ内では、たびたび活発な群発地震活動が発生しており、最近では2001年および2006年に地殻変動を伴う大規模な群発地震活動が発生した。2001年に観測された傾斜計およびGPS地殻変動データから、大涌谷および駒ヶ岳直下に開口クラック、駒ヶ岳下深さ7kmに球状圧力源が推定された(例えば、代田ほか、投稿中)。2001年群発地震活動後には、大涌谷北側斜面において新たな噴気域が形成された(棚田ほか、2005)。群発地震発生原因について議論し、噴気活動や地殻変動との関係を明らかにするためには、高い精度で震源およびメカニズム解を決定することが重要である。

2. データおよび手法

温泉地学研究所(温地研)により、1989年に箱根カルデラ内およびその周辺に15点観測点の地震観測網が設置された。本研究では、温地研の地震観測点データに加えて、東大地震研、防災科研Hi-netの観測点データを使用した。

本研究では、1995年4月から2008年8月までに発生した、約9000イベントについて再決定を試みた。最初にJHD法(Kissling et al., 1994)を用いて、一次元速度構造モデルおよび観測点補正值の推定を行った。これらの速度構造および観測点補正地を用い、Double Difference震源決定(DD)法(Waldhauser and Ellsworth, 2000)のための初期震源を決定した。本報告では、イベントの走時差を相互相関処理ならびに検出走時から求め、震源再決定に用いた。検出走時より求めた走時差データは100万ペア、相互相関処理から求めた位相差データは280万ペアである。これらの走時差データを、DD法に適用した。

メカニズム解は決定精度を高めるため、P波初動極性データに加えて、P波ならびにSH波の振幅情報を用いて決定した。我々はIde et al (2003)の手法に従い、変位スペクトルにOmega2-model(Bortwright, 1978)をfittingすることにより振幅情報を推定した。マグニチュードが1.0以上のイベントについてメカニズム解決定を行った。その結果、146イベントのメカニズム解を決定できた。

3. 結果

再決定された震央分布は、全体的な傾向として南北方向に分布し、深さ方向には駒ヶ岳周辺で最も深く6kmあたりまで分布する傾向がみられる。より小さなスケールで見ると、震源分布はいくつかの明瞭なクラスターに分布することが分かった。これらのクラスターのほとんどは、東西走向あるいは北西-南東走向で垂直な傾斜角を持つ、数100mから数kmの大きさの微小な断層面に集中して分布していることが分かった。メカニズム解の空間分布をみると、多くのメカニズム解節面方向とこれらの面的な震源分布の方向とが一致している。

2001年の群発地震活動に伴った地殻変動データから、大涌谷直下海拔0km付近に大きさ0.8km×1.7kmの東西走向の開口クラックモデルが推定されている。一方で、それに同期して発生した群発地震活動は、開口クラック走向と斜交する北西-南東走向の微小な断層面に集中して発生していることが分かった。Hill(1977)では、ダイク開口にともない、ダイク走向に斜交した方向にShear fractureが形成され群発地震が発生するモデルを提案している。北西-南東走向の地震は、開口クラックに斜交した北西-南東走向のShear fractureの形成過程により発生したものかもしれない。

決定したメカニズム解データを応力インバージョン法(Michael, 1987)に適用させ、カルデラ内の応力場を推定した。その結果、北西-南東圧縮の横ずれ断層応力場が推定された。Sibson(1996)は、群発地震は最大圧縮応力軸に平行および斜交する方向に形成される微小な断層構造で発生するモデルを提案している。震源分布から推定された、東西あるいは北西-南東走向の断層構造と箱根カルデラ内の応力場との関係は、Sibson(1997)のモデルと調和的であることが分かった。

謝辞: メカニズム解の決定には、東京大学の井出哲博士から提供していただいたプログラムを使用させて頂きました。産業技術総合研究所の今西和俊博士にはメカニズム解決定に関するアドバイスを頂きました。東京大学、防災科研Hi-netより提供された地震波形データを使わせていただきました。