

カルデラの形状の定量的評価：輪郭の特徴と広域応力場との関係

Quantitative evaluation of the caldera's shape: Relation between geometric features of outlines and the tectonic stress conditions

寺田 暁彦[1], 井田 喜明[2]

Akihiko Terada[1], Yoshiaki Ida[2]

[1] 東大・地震研, [2] 東大・震研

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo

カルデラの輪郭の特徴を、できるだけ客観的に定量化する方法をふたつ考えた。そのひとつが「方位角ヒストグラム」である。この方法からは、輪郭に直線部分などの特徴的な方向があるとき、それを抽出し、その長さが全周に占める割合を見積もることができる。もうひとつの方法が「楕円近似」である。この方法からは、縦横比など、輪郭の大局的な特徴を定量的に見積もることができる。それぞれの方法から抽出された特徴は、広域応力場などとの関係があることがわかった。

[はじめに]

カルデラの形には、その形成メカニズムや破壊された地殻についての情報が含まれている可能性がある。しかし、カルデラの形は様々な波長成分が重畳した複雑な地形であるから、その特徴を定量的に議論することは難しい。本研究の目的は、カルデラの輪郭の特徴を定量的に表現することである。この目的のために、カルデラの輪郭の特徴を、主観を排して定量的に評価する方法をふたつ（方位角ヒストグラム、楕円近似）考えた。

本研究では、カルデラ壁の頂部を結んだ閉曲線を「カルデラの輪郭」と定義する。このように定義した理由は、それが多くのカルデラに普遍的かつ比較的明瞭に確認できるからである。

[カルデラの輪郭の数値化]

カルデラの輪郭を解析するために、数値地図と地形図を用いて環太平洋地域に存在する38個のカルデラの輪郭を数値化した。数値化方法は用いたデータにより異なる。数値地図の入手が容易なアメリカ合衆国(USGS 1-DEGREE DEM)と日本(国土地理院数値地図50mメッシュ)については、標高を位置の関数とみなしてそのラプラスアンを計算することにより、カルデラ壁の頂部の位置を抽出して、これを数値化した。その他の地域(千島・インドネシア)については、主に5万分の1地形図(等高線間隔が20m)から、デジタイザーを用いてカルデラ壁の頂部を追跡することにより、これを数値化した。数値化間隔は地域によって異なり、50-100mである。

[解析方法 (方位角ヒストグラム)]

本研究で考えた輪郭の特徴を定量化する方法のひとつが「方位角ヒストグラム」である。この方法の概要は次の通りである。まず、輪郭の各部分を切り出して、それらの部分が向く方位を計算する。つぎに、その方位の出現頻度をヒストグラムに表現して、このヒストグラムに現れたパターンを解析する。この方法を用いれば、輪郭のなかに特徴的な方向があるとき、これがヒストグラムにピークとして現れる。従って、例えば四角形に対して方位角ヒストグラムを適用すると、特徴的な方向として四角形の各辺が抽出される。また、その部分の長さが輪郭の全周に占める割合を見積もることができる。さらに、方位角ヒストグラムには次のような特徴がある。輪郭の各部分の方位は、切り出してきた部分を最小二乗法によって直線近似して、得られたパラメータから計算している。すなわち、切り出す部分の長さに対応する波長成分を平滑化しているため、平滑化する波長に対応した輪郭の特徴を抽出することができる。このことは、カルデラの輪郭のように様々な波長が重畳した形状を解析するときに都合がよい。

以上の方法を用いて抽出した、カルデラの輪郭の徴的な方向がなぜ生じるか、を調べるために、カルデラの周辺環境と比較した。その結果、特徴的な方向、すなわち、直線的な部分の方位とごく近傍の活断層の走向が一致することがわかった。また、特徴的な方向をもつカルデラには、カルデラが形成される直前の旧火山体が残存していない場合が多いことがわかった。これらの結果については、寺田・井田(本予稿集)で詳しく議論する。

[解析方法 (楕円近似)]

輪郭の形状を定量化するもうひとつの方法が「楕円近似」である。この方法は、カルデラの輪郭を最小二乗法により楕円で近似するものである。ここで、求めるパラメータは楕円の長軸、短軸の長さ、長軸の方位である。カルデラの輪郭に対して楕円を近似する方法は、最初にカルデラの輪郭が楕円であることを仮定していること、細かい情報が抜け落ちてしまうこと、などの問題がある。しかし、輪郭の縦横比や輪郭の長軸が向く方位など、輪郭の大局的な構造を調べる目的に用いるには、むしろ都合がよい。

本研究では、輪郭の縦横比と長軸の方位に注目する。長軸の方位と水平最大主応力軸(H_{max})の方向とがなす角度を調べた結果、それらがほぼ直交するカルデラと、20-40°の範囲で斜交するカルデラとがあることがわ

かった．この結果についても，寺田・井田(本予稿集)で詳しく議論する．