

鉍脈群からの応力状態推定：羽島(串木野)地域の石英脈への適用

Determination of paleostress from Pliocene quartz veins in the Hashima mine area, Kyushu, Japan

山路 敦¹, 佐藤 活志^{1*}, 藤内 智士¹

Atsushi Yamaji¹, Katsushi Sato^{1*}, Satoshi Tonai¹

¹京都大学

¹Kyoto University

■鉍脈型鉍床は、どんな応力状態のもとでできるのだろうか。それを鉍脈たちの姿勢から推定する新手法をしめし、鹿児島県串木野北西方の旧羽島鉍山付近の石英脈群に適用した結果を報告する。

■鉍脈たちが平行であれば、それに直交した方向に σ_3 軸を想定する、ということがひろく行われているが、鉍脈の走向傾斜におおきなバリエーションがある場合でも応力状態を推定できることが、Jolly and Sanderson (1997)によって示された。すなわち、既存のあるいは新たな断裂面に作用する法線応力 σ_n が、流体圧より小さい場合にのみ、流体がその断裂を通ることができるという、Delaney et al. (1986)の原理の応用である。ここで応力状態というのは、3本の主応力軸の方向と応力比 $\Phi = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$ によって規定される、母岩中の力の状態のことをさす。Jolly-Sanderson法では、鉍脈の極をステレオネットにプロットしたとき、データ点の存在する領域と存在しない領域との境界線をネット上で確定することから、応力状態を推定する。ステレオネット上で、鉍脈の極が存在する領域とそうでない領域との境界が明瞭であることが、同法の適用には必要だが、この条件が文句なく満たされる鉍脈群はまれで、境界は不明瞭であることが普通である。

■われわれは次のようにして、この問題を克服した。(1)鉍脈ができる前提として、鉍液が断裂を浸透する必要があるが、 σ_n の増加とともにfracture permeabilityが少すことが知られている。したがって鉍液が亀裂のある岩体中を通過するとき、 σ_n の大きい断裂より小さい断裂のほうが、鉍脈ができやすかったろう。(2)そうしたイベントが多数回あったすえに鉍床を含む鉍脈群がつくられるのだろうが、大量の鉍液を通すためにはそもそも、鉍液の圧力(流体圧)が、母岩に作用する σ_3 より大きい必要がある。多数回のイベントのうち、流体圧が大きいイベントは流体圧が小さいイベントより頻度が小さかったろう。(1)と(2)から、鉍脈が沈殿した断裂に作用した σ_n は様々で、その頻度は σ_n の増大とともに減少することが期待される。(3)そこで、 σ_n の頻度分布として、数学的に単純であるという理由で、指数分布を仮定する。(4)すると鉍脈の極の方向の頻度分布は、Bingham分布となる。(5)そこで、観察される鉍脈たちの極の方向分布にBingham分布をフィッティングすることにより、鉍脈群形成時の応力状態が推定される。極の分布がガードル状であれば Φ 値は0に近く、極のクラスターが軸対称に近ければ Φ 値は1に近い。また、指数分布のパラメータは、流体圧が高かったイベントの頻度を表し、その値から最大流体圧がどの程度であったかが推定できる。(6)応力状態は95%信頼範囲をつけて推定される。

■羽島においてわれわれは、石英脈の走向傾斜を233点で測定した。それらの極の方向は、水平なガードル状に分布し、南北方向にもっとも集中する。このデータから推定された応力状態は正

断層型応力で、 σ 3軸の方位角は 167 ± 13 度、 Φ 値は $0.20 + 0.90 / - 0.13$ 、最大流体圧は差応力の56%以上に達したことがわかった。これらのことに加えて、鉱脈に沿った断層変位がほとんどみられないという露頭観察をあわせると、羽島鉱床形成時の差応力は小さかったと結論される。

キーワード: 鉱脈鉱床, 応力, 方向統計, 九州, ビンガム分布, 浅熱水性

Keywords: vein-type ore, stress, orientation statistics, Kyushu, Bingham distribution, epithermal