

## 中央構造線ボーリングコアを用いた断層岩における熱水変質の定量的解析 Quantitative analysis on hydrothermal alteration on fault rocks in the borehole core penetrating the MTL

田中 伸明<sup>1\*</sup>, 藤本 光一郎<sup>1</sup>, 重松 紀生<sup>2</sup>

TANAKA, Nobuaki<sup>1\*</sup>, FUJIMOTO, Koichiro<sup>1</sup>, SHIGEMATSU, Norio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京学芸大学, <sup>2</sup> 文部科学省

<sup>1</sup>Tokyo Gakugei University, <sup>2</sup>MEXT

本報告では、多変量解析の一種である主成分分析を用いて変質鉱物の定量的解析を行ない、過去の変形・変質環境や履歴のより詳細な復元を目的とする。本研究においては、長い断層活動の履歴を持ち、延性領域から脆性領域までの異なる条件下で形成した断層岩が分布する中央構造線 (MTL) の変質を解析した。

研究対象である産総研の松阪飯高観測点の坑井 (掘削長 600m) は、東南海・南海地震予測のために掘削され、掘削深度 473.9m で MTL を貫通し、上盤に領家帯の花崗岩類、下盤に三波川帯の変成岩が分布する。花崗岩類は、マイロナイト化の後、正断層性の応力場、南北方向の圧縮場の順に、脆性変形の応力場の変遷を経験し、現在の応力場である東西方向の圧縮場へ至ったと推定されている (重松ほか, 日本地質学会第 117 年学術大会での講演, 2010)。さらに、変形構造の解析と変質鉱物の解析を合わせることで、葡萄石の形成の後、正断層性の応力場を経験し、正断層性の応力場と同時期に濁沸石の形成が始まり、現在の応力場の下で終了したと推定されている (藤本ほか, 日本地質学会第 117 年学術大会での講演, 2010)。

ボーリングコアの掘削深度 138~473.9m において、深度を代表する岩片であるバルク試料を 124 試料、脆性小断層のすべり面上の断層物質を 129 試料それぞれ採取し、X 線回折 (XRD) による鉱物組成の解析を行なった。バルク試料・断層物質それぞれの鉱物組成のデータに対して主成分分析を行ない、以下の新たな説明変量を得た。主要なもの (寄与率の大きいもの) とそれら説明変量の内容を記す。

1) バルク試料の第 1 主成分。寄与率は 0.536。係数の絶対値が 0.1 以上の鉱物は、石英 (-0.659)、斜長石 (-0.237)、濁沸石 (0.267)、炭酸塩鉱物 (0.654)。源岩または壁岩の熱水変質の強弱を表わす。

2) バルク試料の第 2 主成分。寄与率 0.203。係数の絶対値が 0.1 以上の鉱物は、斜長石 (-0.598)、緑泥石 (-0.368)、炭酸塩鉱物 (0.399)、石英 (0.587)。熱水変質の種類 (炭酸塩鉱物優位か緑泥石優位か) を表わす。

3) バルク試料の第 3 主成分。寄与率 0.127。係数の絶対値が 0.1 以上の鉱物は、緑泥石 (-0.719)、炭酸塩鉱物 (-0.163)、石英 (-0.148)、斜長石 (0.160)、濁沸石 (0.444)、カリ長石 (0.458)。変質分帯 (カリ長石・緑泥石・濁沸石) を反映している。

4) 断層物質の第 1 主成分。寄与率 0.798。係数の絶対値が 0.1 以上の鉱物は、石英 (-0.612)、長石 (-0.186)、炭酸塩鉱物 (0.766)。炭酸塩鉱物の析出 (鉱物脈の形成) が主体の熱水変質を表わす。

5) 断層物質の第 2 主成分。寄与率 0.101。係数の絶対値が 0.1 以上の鉱物は、長石 (-0.423)、濁沸石 (-0.376)、緑泥石 (-0.252)、炭酸塩鉱物 (0.440)、石英 (0.646)。炭酸塩鉱物以外の析出 (結晶交代) が主体の熱水変質を表わす。

寄与率は最小が 0 で最大が 1 であり、寄与率が大きいほどデータセットの特徴をよく説明できる。各鉱物の係数は最小が -1 で最大が 1 であり、係数の絶対値が大きいほど当該主成分に深く関与する。

主要な各説明変量から、断層物質における熱水変質は炭酸塩鉱物の析出であるとして差し支えない一方、バルク試料では炭酸塩鉱物の析出以外の熱水変質もかなり含み、多様性があることがわかる。

濁沸石の係数に着目すると、バルク試料では第 1 主成分で炭酸塩鉱物と同じ傾向を示し第 2 主成分では係数が 0.1 未満である一方、断層物質では第 1 主成分では係数が 0.1 未満で第 2 主成分では炭酸塩鉱物と反対の傾向を示す。ゆえに、濁沸石と炭酸塩鉱物とはバルク試料では共存するが、断層物質 (断層すべり面上) では共存しないことが示された。理由として、濁沸石が結晶交代を主体とする変質作用で形成されて岩体中に散在する形態をとるのに対し、炭酸塩鉱物は鉱物脈形成を主体とする変質作用で形成されて割れ目を充填する形態をとり、かつ、濁沸石が炭酸塩鉱物の Ca の主要な供給源となるからであると考えられる。

石英の係数に着目すると、バルク試料及び断層物質の第 2 主成分で炭酸塩鉱物と同じ傾向を示している。炭酸塩鉱物と同じく熱水変質作用で割れ目を充填したとも、源岩の変質の進行に伴って石英のみが残留したとも考えられるが、コア内に石英脈があまり見られないことから後者が主因であると考えられる。しかし、マイロナイト中の石英の多くが再結晶石英であり、薄片観察や全岩化学分析などと併せて引き続き検討が必要である。

キーワード: 中央構造線, 断層, ボーリングコア, 熱水変質, 鉱物組成, 主成分分析

Keywords: Median Tectonic Line, Fault, Borehole core, Hydrothermal alteration, Mineral composition, Principle component analysis