

台湾チェルンプー断層における変形構造および古応力場分布と粘土鉱物の特徴

Characteristics of deformation structure and palaeo-stress, and fault clay from Taiwan Chelung-pu fault Drilling Project

橋本 善孝 [1]; 中屋 太一 [2]; 曾根 大貴 [3]; 葉 恩肇 [4]

Yoshitaka Hashimoto[1]; Taichi Nakaya[2]; Hiroki Sone[3]; En-Chao Yeh[4]

[1] 高知大・理・自然環境; [2] 高知大・理・自然環境; [3] 京大・理・地質学鉱物学; [4] Kochi/JAMSTEC

[1] Dep. of Nat. Env. Sci., Kochi Univ.; [2] Natural Environmental Sci, Kochi Univ; [3] Geology and Mineralogy, Kyoto Univ.; [4] Kochi/JAMSTEC

1999年9月21日台湾中部地域において、集集地震(M7.3、震源の深さ7.8km)が発生した。この地震では、南北方向に約90kmにわたる車籠埔断層が活動した。この車籠埔断層は、走向がほぼ南北方向で約40度東に傾斜しており、左ずれ成分をもつ逆断層である。最大変位は、この断層の北部地域において8mにも及んだ。この地震では断層近傍によく地震計が設置してあったため、断層面上の変位量分布が精度よく求められた。特に北部の大変位域はアスペリティーと認定され、およそ深度1km付近まで分布していることが明らかとなった。

これを受けて、2004年に巨大地震発生帯におけるアスペリティーの断層物質を理解することを目的として深部掘削計画 Taiwan Chelung-pu Fault Drilling Project (TCDP) が実施された。この掘削により大変位量の断層帯を貫く深度2000mまでのコア試料が得られた。

まず、掘削現場において実際に地震運動を経験したと考えられる断層岩コア試料の変形構造の観察を行った。この変形構造の観察により、本掘削では3つの深度で断層帯を認定した。その深度は、1111m、1153mと1222mである。この3つの断層帯は、1m前後の厚さをもつ断層ガウジ、または断層角礫岩によって構成され、黒色物質を伴う。

この変形構造の詳細な記載から、断層ガウジ、断層角礫岩、カルサイト脈、オープンクラックの頻度と深度の関係を検討した。深度1111mと1153mの断層帯では、断層ガウジの頻度が顕著に増加する。一方、深度1222mの断層帯では、カルサイト脈とオープンクラックの頻度に著しい増加がみられた。これは、1222m以深において、流体が顕著に移動していたことを示している。

次に、過去の応力場を推定するために、変形構造の観察により得られたスリッケンラインの情報を用いて、多重逆解法を試みた。その結果1153mの断層帯を境に、上部と下部で異なる応力場が得られた。すなわち、上部は東西低角圧縮逆断層応力場であるのに対し、下部は同じ応力場と、さらに東西低角圧縮および南北低角伸長の横ずれ断層場も見られた。この結果は、1222m近傍の流体移動場が応力場の分断に寄与していたことを示唆している。

さらに、断層帯に特徴的に伴われる粘土鉱物の特徴を理解するために、X線回折法(XRD)を用いて1111mと1222mの断層帯について粘土鉱物の分析をおこなった。この分析結果から、すべての試料にイライト、クロ-ライトが含まれており、また、ほとんどの試料にスメクタイトも含まれていることが分かった。特にクロ-ライトの化学的な特徴を検討したところ、1111mでは母岩と断層岩(断層ガウジや断層角礫岩)との間に顕著な違いは見られなかったが、1222mでは母岩に対して断層角礫岩のクロ-ライトケイ酸塩シートに鉄の含有量の増加が認められた。これは、断層角礫岩の高い透水性のために流体との反応が進んだためである可能性が高い。また、これは1222m以深が全体として流体移動の場であるという結論と矛盾しない。

このような結果は、地震断層発達場と流体移動場との位置関係において非常に興味深い問題を提起している。1111mおよび1153mの断層帯は厚いガウジ帯と断層角礫岩の集中帯であり、1999年の地震時に活動した可能性が非常に高いと考えられる。しかし、流体の移動場はこの断層帯とは一致せず、約50m~100m以深の1222mに存在する。断層運動による破壊ゾーンがむしろ流体のキャップロックとして働き、流体移動場はその下部に存在しており、応力場の分断などの原因となっている。そして、地震断層活動時には流体移動場ではなく、直上の岩石中に変形が集中する。このような地震断層近傍のアーキテクチャがシステムとしてどのように働いているのかを今後検討する必要がある。