# P11. 断層破砕帯の詳細構造解析に基づく断層活動性評価への試み -山田断層の破砕帯の性状-

An attempt at activity evaluation of fault based on detailed structural analysis on a fault fracutre zone -characteristics of fracture zone of the Yamada fault, Northwestern Kyoto Prefecture, West Japan-

〇相山光太郎(株式会社ダイヤコンサルタント),
佐々木俊法・田中姿郎(一般財団法人電力中央研究所),岩森暁如(関西電力株式会社)
Kotaro Aiyama, Toshinori Sasaki, Shiro Tanaka, Akiyuki Iwamori

# 1. はじめに

一般的に、対象とする断層が活断層、または非活断 層(第四紀以降に繰り返し活動していない断層)であ ることを確認するためには、その断層と第四紀層との 関係を明らかにする必要がある.しかし、人工改変な どにより、対象とする断層周辺に第四紀層が保存され ておらず、活断層、または非活断層であることを確認 することが難しい場合がある.

本研究は断層破砕帯を用いた活動性評価手法を確 立するために,活断層の破砕帯と非活断層のそれを解 析・比較しており,主に構造解析による差異に着目し ている.本発表では,活断層である山田断層の破砕帯 を対象に,研磨片・薄片観察による構造解析と,XRD・ EPMA分析による鉱物・化学的検討を実施した.

#### 2. 露頭概要

山田断層は京都府北西部から兵庫県北部に NE-SW 方向で分布する<sup>1)</sup>. 兵庫県豊岡市但東町虫生で,山田 断層に対応する破砕帯(虫生露頭:北緯 35度 31分 1.25 秒,東経 135度 0分 28.3秒)を確認した. 露頭観察の 結果,この破砕帯は花崗岩起源のカタクレーサイトや 断層角礫帯,断層ガウジから構成され,最も直線性・ 連続性に富む断層面が断層ガウジ中に認められた.そ の断層面の走向・傾斜は TN55~60°E・62~71°N であ り,断層面上に2方向の条線が確認された.条線の角 度(レイク値)はそれぞれ,0°と 20°SW である.ただ し,レイク値 0°の条線はレイク値 20°SW の条線に切 られる.

断層ガウジを横断するように縦 20cm×横 20cm×高 さ 20cm 程度のブロックをサンプリングし、レイク値 20°SW の条線に平行で、かつ断層面に直交する面を観 察する研磨片を作成した.

# 3. 研磨片・薄片観察

研磨片の観察面を図-1 に示す.研磨片中には白~灰 黒色の縞模様を呈する面状カタクレーサイトと褐色の 強風化断層角礫帯,灰色の断層角礫帯,灰色と褐色の 縞模様を呈する断層ガウジ,断層面が確認される.断 層岩の境界は主に漸移的であり,一部で断層面に境界 付けられている.研磨片中央部に研磨片を連続的に横 断する断層面(断層面 a)が認められる.この断層面 a により,断層ガウジは下盤側の縞模様が明瞭な部分と, 上盤側の縞模様が不明瞭な部分に分けられる.認めら れる数条の断層面のうち,研磨片を横断する断層面は 断層面 a のみであり,断層面 a は地殻浅所で形成され る断層ガウジを剪断することから,最新活動面に認定 した.この最新活動面は研磨片中で最も直線性に富む.

図-2は、図-1の白枠内で作成した薄片の構造観察結 果である.薄片中の断層ガウジに含まれるフラグメン トは石英とカリ長石、微量の緑泥石からなり、それら のフラグメントを囲む基質は細粒な粘土鉱物から構成 されている. 断層ガウジは層状構造を呈しており,g1 ~10の単層に分帯される.この層状構造は特に鏡下で 認められ、定向配列した粘土鉱物の消光するステージ 回転角度が単層ごとに異なるため,明瞭に認識される. g1~10はそれぞれ,右横ずれ成分を示す複合面構造を 伴い, 単層の境界は, 主に断層面として認識される. g5 と g6 を境界付ける断層面は連続的に薄片を横断す ることや、最も直線性に富むこと、この断層面の分布 が図-1の白枠内での最新活動面の分布と整合的である ことから,最新活動面に認定した.最新活動面以外の 断層面は連続性に乏しいものや,断層破砕物質に横断 されるもの、凹凸が激しいものからなる.

g1 と g10 の幅はそれぞれ, 1cm 以上と 6mm で, g2 ~9 の幅は 0.3~2mm であることから,最新活動面の 遠方部より近傍部で,単層の幅は狭いことがわかる. g1 と g10 に含まれるフラグメントの直径は 5mm 以下 で,g2~9 に含まれるフラグメントの直径は 1mm 以下 であることから,最新活動面の遠方部より近傍部で,



図-1 研磨片の観察面 破線と白枠はそれぞれ, 断層面と図-2 の薄片作成位置を示す.



単ニコル

Y(上盤)◀

図-2 薄片の構造観察結果 黒枠は図-4の範囲,白破線は層状構造を構成する単層の境界,白細線は R1面,黒細線はP面,黒破線は非対称褶曲を示す.

フラグメントは淘汰が良く,細粒化していることがわ かる.g10の基質はg1~9に比べ,やや褐色がかって いる.g8~10はg7に横断・注入される.

# 4. XRD・EPMA 分析

最新活動面上盤側のレイク値 20°SW の条線が発達 した断層ガウジをサンプリングし, XRD による不定方 位分析を実施した.その結果,主にスメクタイト(Sm) と石英が認められ,カオリナイトと長石の弱いピーク が確認された(図-3).

薄片を作成したチップを用い,図-2の黒枠の範囲で EPMAによる元素分布分析を実施した.測定元素はSi とTi,Al,Fe,Mn,Mg,Ca,Na,K,Zrである.分 析結果の例として,Siのマッピング像を図-4に示す. EPMA分析の結果,SiとAl,Mg,Naが全体的に認めら れたことから,g1~10の基質を構成する細粒な粘土鉱 物は主にSmであることがわかる.g1~9に含まれる元 素の種類・濃度に明瞭な差異は認められず,層状構造 は認識されなかった.さらに,g10に含まれるSiとFe の量がそれぞれ,g1~9に比べ軽微に,減少,増加して いることを確認した.

# 5. 考察

**Otsuki et al.**<sup>2)</sup>は層状構造を構成する幅数mm以下の 単層が一回の地震イベントで形成されたことを示した.



図-3 断層ガウジの XRD 不定方位分析結果



図-4 g1~10 に含まれる Si のマッピング像

本研究は薄片観察で、山田断層の破砕帯を構成する 断層ガウジが層状構造を呈しており、幅 0.3mm 以上の g1~10の単層に分帯されること、g1~10はそれぞれ、 右横ずれ成分を示す複合面構造を伴うこと、g8~10 は g7 に横断・注入されていることを明らかにした. XRD・EPMA分析では、断層ガウジを構成する粘土鉱 物が主に Sm であることを確認した.このことから、 虫生露頭中の山田断層は Sm 形成以降に繰り返し右横 ずれ運動していたことがわかる.

断層ガウジ中の断層面上に2方向の条線が分布する ことから、虫生露頭中の山田断層は地殻浅所で滑り角 が異なる右横ずれ運動をしたことがわかる.これは、 粘土鉱物の消光するステージ回転角度が単層ごとに異 なることは、滑り角の変化による粘土鉱物の配列方向 の違いに起因することを示唆している.

## 6. まとめ

本発表は、山田断層の破砕帯の研磨片・薄片観察お よび XRD・EPMA 分析で、山田断層が Sm 形成以降に 繰り返し右横ずれ運動していたことを明らかにした.

今後は,虫生露頭での詳細構造解析を継続するとと もに,活断層と非活断層の破砕帯の調査事例を増やし, 断層破砕帯を用いた活動性評価手法の確立を目指す. **謝辞** 

以上の研究は,関西電力株式会社委託の破砕帯調査 業務の一環として行われた.分析には,一般財団法人 電力中央研究所の設備を使用させていただいた. 文献

- 1) 地震調査研究推進本部:山田断層帯の長期評価について, http://www.jishin.go.jp/main/chousa/04dec\_yamada/index.htm, 平成16年12月8日.
- Otsuki, K., Monzawa, N. and Nagase, T.(2003): Fluidization and melting of fault gouge during seismic slip: Identification in the Nojima fault zone and implications for focal earthquake mechanisms, Jour. Geophys. Res., Vol.108, No.B4, 2192.