

断層活動により形成される岩石（断層岩）の特徴

NPO 法人リアルタイム地震情報利用協議会 (REIC) 松田達生

Characteristic of fault rocks with fault activities

Tatsuo MATSUDA

1 緒 言

2011年3月11日に発生した東日本大震災を引き起こしたのは、東北地方太平洋沖地震である。この地震は、北アメリカプレートとその下に沈み込んでいる太平洋プレートとの間で起きた海溝型地震（逆断層型）である。今後「ちきゅう」などの掘削船により地震を引き起こした断層を掘削して岩石コアを採取する等の研究が進むと思われるが、そこで問題となる課題について、1995年に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）の際に実施された同様の研究を紹介しながら検討する。

2 兵庫県南部地震における野島断層

2.1 防災科学技術研究所による掘削 1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震に伴って、淡路島北西岸沿いに延長10km以上にわたる野島地震断層が出現した。その約1年後、科学技術庁（現在文部科学省）防災科学技術研究所は、淡路島の津名郡北淡町（現在淡路市）平林地区において、野島断層を貫通する活断層ドリリングにより各種物理検層データの取得及び連続コアリング（掘削深度1001m～1838m）によるほぼ100%の回収率での連続した岩石コアを回収することに成功した。地震直後の活断層におけるこのような検層データ及び岩石コアの取得は世界でも初めてのことであり、国の研究機関や大学の研究者達で構成される野島断層解析チームにより様々な解析が実施された。本発表では、主として物理検層やコア解析によって明らかになった地震直後の活断層の状態（物理的、化学的）について紹介し、今後の研究についての課題も検討する。

2.2 物理検層 まず、本孔井では物理検層として以下の種目を実施した：①自然電位検層②ノルマル検層③マイクロ検層④音波検層⑤密度検層⑥中性子（間隙率）検層⑦自然ガンマ線検層⑧孔径（キャリパー）検層⑨温度検層。これらのデータと肉眼による連続岩石コアの観察により、コア深度で1140m、1300m、1800m付近の3か所でカタクラスティックな岩石からなる破砕帯が認識された。特に破砕の影響が強く出ている検層種目として以下の項目が挙げられ、破砕帯としての目安は以下のようである。(1) ノルマル検層、マイクロ検層による見掛け比抵抗が深度とともに凹状に低下し、著しいところでは約一桁低下する。(2) 音波検層によるP波速度が深度とともに凹状に低下し、著しいところでは4km/sec以下にまで低下する。(3) 密度が2.5g/cm³より小さくなる。(4) 中性子間隙率が10%を超えて増加している。この基準により区分された破砕帯部は1030m～1150m、

1275m～1380m、1780m～1830mとなり、コア肉眼観察によりカタクラスティックな岩石と認識された領域とよく一致している。

2.3 岩石コア解析 次に、上記で認識された各破砕帯部を中心に岩石コアの物質解析を行った。具体的には、粉末X線回折(XRD)による鉱物の半定量分析及び蛍光X線分析(XRF)等による元素の定量分析である。まず、1140m部破砕帯での解析結果には、ある顕著な特徴が見られる。破砕帯の中心の断層中軸部を挟んで、その上盤側と下盤側では分析結果に異なる傾向がある。上盤側では下盤側に比べてより広い範囲で変形と変質を被っている。具体的には、上盤側で長石類や黒雲母は、熱水変質作用によってカオリナイトやスメクタイトに変化しており、アンケライトやシデライトまたローモンタイトといったような岩石中の空洞や割れ目に二次的鉱物として産する鉱物も多く見られた。また元素の分布様式も、上盤側では下盤側よりも岩石の溶脱が進んでいることを示していた。それと同時に、重量%で10%を超えるほどのH₂Oも上盤側に存在することが分かった。今回の地震で動いているところは非常に強く破砕されて割れ目が多量に入り、そこに水を中心とした流体が流れ込み母岩と反応して各種関連鉱物が生成していると考えられることから1140m部は今回(1995年)の地震で動いた可能性が高い。1300m部の結果には、これらのような傾向が見られず、H₂OやCO₂の量も母岩とさほど変わらない。1800m部も同様で、一部H₂Oの量が多い部分が見られたが、これは緑泥石などの含水鉱物で説明できる程度なので、両破砕帯は今回の地震では殆ど動いておらず、以前の断層活動によって形成されたものであることを示唆する。

3 今後の課題

東日本大震災を引き起こした地震は海溝型地震なので掘削も海底堆積物の中を掘り進むことになる。従って、ビトリナイト（輝炭反射率）やイライト等の粘土鉱物の結晶度も利用する必要が出てくるかもしれない。いずれにしても、あらゆるデータを総合的に解釈していくことが、このような研究では特に重要となる。

参考文献

- 1) T.Matsuda et al. The Island Arc, **10**, 422-429(2001)
- 2) T.Matsuda et al. Tectonophysics, **378**, 143-163(2004)