

## Pulverized Rock の微細構造：サンアンドレアス断層と有馬高槻構造線 Microstructures of pulverized fault rocks: Examples from San Andreas Fault and Arima-Takatsuki Tectonic Line

中谷 剣<sup>1\*</sup>, 武藤 潤<sup>1</sup>, 西川 治<sup>2</sup>, 長濱 裕幸<sup>1</sup>

NAKATANI, Tsurugi<sup>1\*</sup>, MUTO, Jun<sup>1</sup>, NISHIKAWA, Osamu<sup>2</sup>, NAGAHAMA, Hiroyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科地圏進化化学講座, <sup>2</sup> 秋田大学工学資源学部

<sup>1</sup>Department of Geoenvironmental Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup>Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University

断層破砕帯は、岩石がずれ動く時のせん断変形が重複し、断層面の周りに摩耗物質が蓄積することによって形成するものだと考えられている (Sholtz, 1987 Geology)。しかし、近年、サンアンドレアス断層などの世界最大級の横ずれ活断層のすべり面の周りに、せん断の証拠を伴わないが著しく破砕した岩石 (Pulverized Rock) が広く分布することが報告されている (Dor et al., 2006 EPSL)。このようなダメージゾーンの発達は、粒子の変位や回転を伴う、せん断破壊では説明できないため、断層面上をラブチャーが進展したときに生じる引張場が原因で生成すると考えられている。また、サンアンドレアス断層で報告された Pulverized Rock の 70 % 以上が断層の北東側に分布する (Dor et al., 2006 EPSL) ことから、ダメージゾーンの非対称性について議論されている。非対称のダメージゾーンが形成されるメカニズムとして、ラブチャーの伝播方向 (Di Toro et al., 2005 Nature)、岩石の硬さ (地震波速度) (Ben Zion et al., 2005 EPSL)、スーパーシアー・ラブチャー (Doan and Gary, 2009 Nature) が要因に挙げられている。

しかしながら、Pulverized Rock の岩石学的特徴や形成メカニズムには、下記のような不明点がある。Pulverized Rock の研究は、主にサンアンドレアス断層地域で行われているため (Dor et al., 2006 EPSL)、断層の規模や周りの岩石の違いなどの効果によって、Pulverized Rock の微細組織や破砕機構が変化するのか分かっていない。また、報告されている Pulverized Rock は主に花崗岩中の石英粒子のみに焦点が当てられているため (Dor et al., 2009 PAGEOPH)、他の岩石および鉱物に関する破砕の特徴が明らかではなく、摩耗によって形成された断層ガウジなどの他の脆性断層岩や風化作用による変形プロセスとの違いも明確に示されていない。

上記の問題を解決するために、有馬高槻構造線 (ATTL) とサンアンドレアス断層 (SAF) を対象に野外調査を行い、電子顕微鏡を用いて、Pulverized Rock の分析を行った。花崗岩を原岩とする Pulverized Rock は、雲母類が薄い黒色を示し、石英と長石は全体的に白色を呈している。手で軽く握ると容易に割れ、粉末状になる。顕微鏡において、石英や長石などのテクトケイ酸塩鉱物の破砕は著しく、ジグソーパズル状に 10-100 μm サイズまで粉砕している。ただし、原岩の花崗岩の組織を維持しており、断層ガウジのような細粒基質部分のみから成るような部分は認められない。破断した粒子は外形を残した状態で、粒子内部には不均質な割れ目が存在する。断片は角張っており、断層ガウジで見られる円磨度の高い粒子とは異なる。一部では、異なる粒子同士を貫いている割れ目や、粒子同士の接触部分を中心にして放射状に割れ目が発達している構造が見られる。石英の破断面は、滑らかな形状を示し、リバーパターンが認められる粒子もある。一方、長石の破断面は石英に比べて粗い形状を呈している。角閃石などのイノケイ酸塩鉱物は、10-100 μm サイズまで粉砕している。破断面は平滑で、割れ目はへき開面に沿う。角閃石の一部では、へき開面とは異なる方向に割れ目が発達している。フィロケイ酸塩鉱物である雲母類は、基底面にキンクが発達するのみで、ほとんど破砕していない。また、カタクレーサイトで見られる雲母フィッシュのような非対称剪断構造は認められない。上記に示した鉱物は、風化作用によるカオリナイトやスメクタイトなどの粘土鉱物、絹雲母や緑泥石などの変質鉱物は見られなかった。さらに、粒子の歪が小さく、初生の花崗岩の組織を維持しており、細粒基質部分から成るような部分や非対称な剪断構造は存在しない。このことは、Pulverized Rock が、体積膨張を伴うが歪み量の小さい変形によって形成し、摩耗で形成された断層ガウジなどとは異なる機構で形成されたことを示唆する。

Keywords: pulverized fault rocks, damage zone, fracture pattern