

活断層と花崗岩類の微小変形構造

Active faults and microstructures of granitic rocks

金折裕司*

Yuji Kanaori

はじめに

中部日本内帯の活断層と花崗岩体の分布を見てみると、大部分の花崗岩体は活断層に沿って存在しているように見える(第1図)。偶然そう見えるだけなのであろうか。活断層が活動すると、活断層周辺に分布する花崗岩体は、当然変形作用を被るはずである。活断層とその周辺に分布する花崗岩体とが何等かの関係を持ち、かつ、断層活動によって変形作用を被っているとすれば、それは断層そのものおよび花崗岩体内部に記録が残されているはずである。断層そのもの、つまり断層内物質については、それが断層の活動時期や断層が受けてきた風化、変質作用を知る有力な手がかりになる(金折ほか, 1982)。一方、活断層周辺に分布する花崗岩体については、断層活動によって、変形作用を被っていることが期待されるにもかかわらず、ほとんど研究対象とされてきてない。

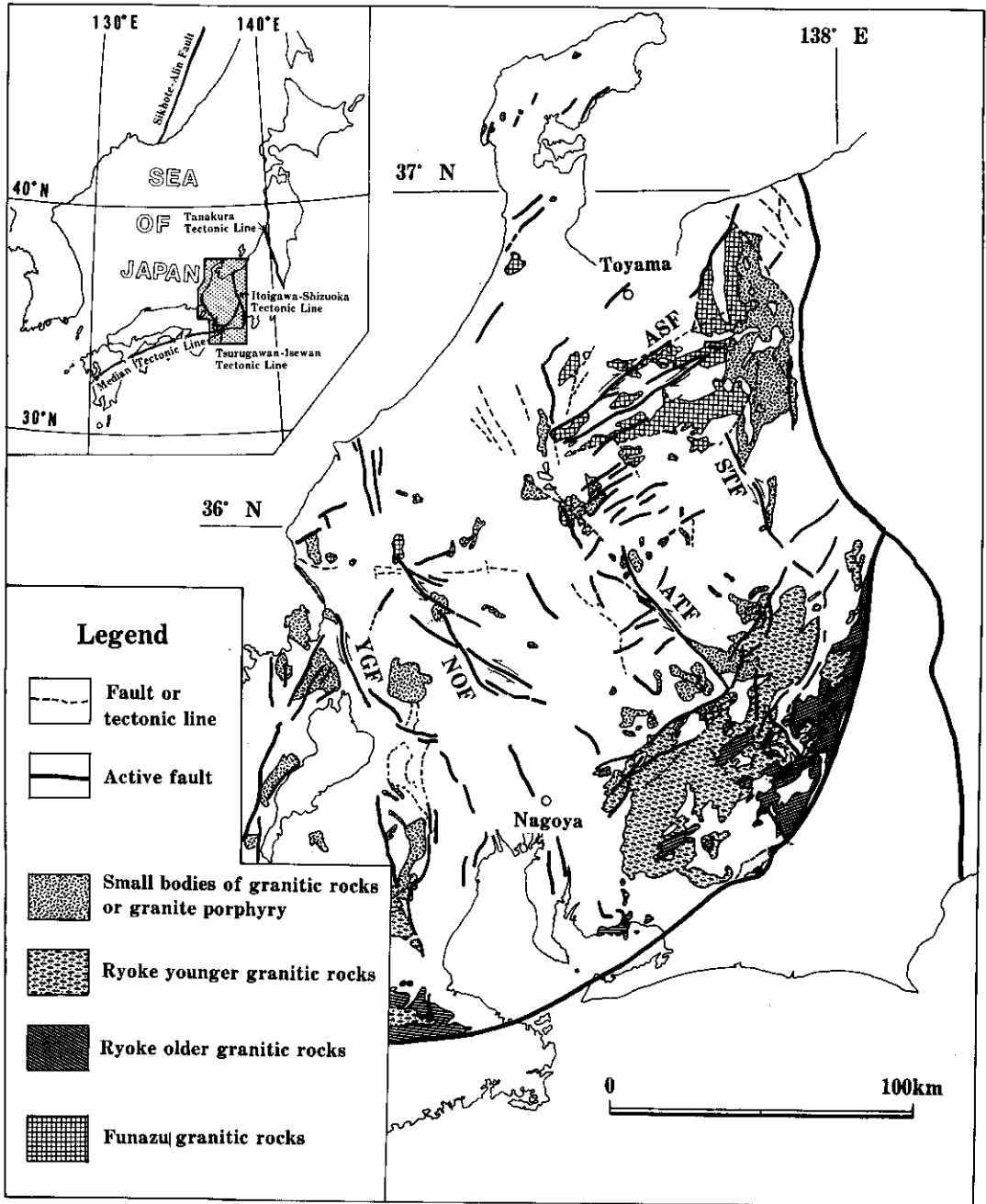
ここでは、花崗岩類に認められる光学顕微鏡スケールでの変形構造の重要性を指摘するとともに、跡津川断層北東部と阿寺断層中央部周辺に分布する花崗岩類の微小変形構造と、これらの断層の活動との関連性を述べる。さらに、断層と花崗岩類の関連性から、中部地方内帯の火成活動と構造発達のモデルを提示する。

花崗岩類の微小変形構造の分類

これまで花崗岩類は変形程度も小さいこともあって、変形構造の研究対象としてあまり注目されてこなかった。しかしながら、跡津川断層などの大規模な断層周辺に分布する花崗岩類には、露頭スケールから光学顕微鏡スケールまで多種多様な変形構造が認められている(Kosaka, 1980; 金折ほか, 1988)。

ここで研究対象とした跡津川断層北東部と阿寺断層中央部に分布する花崗岩類にも、多種多様な微小変形構造が認められる。第1表に、この微小変形構造の種類と分類を示す。微小変形構造の名称は、マイロマイト(高木, 1985)や花崗岩類(Kosaka, 1980)で用いられている用語を参考にして、できるだけ成因にからまない用語を用いる努力をした。さらに、これら微小変形構造をKranz(1983)の微小割れ目の分類に準じて、変形構造の大きさおよび変形の認められる部位によって次の三種類に大別した。すなわち、(1)複数の鉱物結晶粒に連続して認められる変形構造—粒間変形構造(Intercrystalline Deformation Microstructure)、(2)結晶の粒界にみられる変形構造—粒界変形構造(Grain Boundary Deformation Microstructure)、(3)単一結晶粒内に認められる変形構造で粒界を越え

*岐阜大学教養部地学研究室



第1図 中部日本における活断層と花崗岩類の分布。活断層の分布は、加藤・杉山(1985)と寒川ほか(1983)を簡略化した。花崗岩類と断層の分布は、山田ほか(1982)に基づいている。ASF: 跡津川断層。STF: 埴峠断層。ATF: 阿寺断層。NOF: 根尾谷断層。YGF: 柳ヶ瀬断層。

第1表 断層周辺に認められる微小変形構造の種類と分類

粒間変形構造 (Intercrystalline Deformation Microstructure) 微角礫(microbreccia) 癒合帯(healed zone) 鉱物充填割れ目(mineral-filled crack) 粒間割れ目(intercrystalline crack)
粒界変形構造 (Grain Boundary Deformation Microstructure) 癒合粒界(healed grain boundary) 鉱物充填粒界(mineral-filled grain boundary) 粒界割れ目(grain boundary crack) 鋸歯状粒界(serrated grain boundary)
粒内変形構造 (Intracrystalline Deformation Microstructure) 石英 癒合割れ目(healed crack) 亀甲状割れ目(carapace-like crack) 粒内割れ目(intracrystalline crack) 波動消光(undulatory extinction) 長石 へき開割れ目(cleavage crack) キンクバンド(kink band) 滑り双晶(slide twin) 粒内割れ目(intracrystalline crack) 波動消光(undulatory extinction) 黒雲母 へき開割れ目(cleavage crack) 伸長雲母(stretched mica) キンクバンド(kink band) 波動消光(undulatory extinction)

て連続しないもの—粒内変形構造 (Intracrystalline Deformation Microstructure), である。粒間変形構造として、微角礫、癒合帯、鉱物充填割れ目、粒間割れ目が認められる。粒界変形構造では、石英—石英、石英—長石、長石—長石、石英—黒雲母、長石—黒雲母、黒雲母—黒雲母と隣り合う鉱物結晶の種類の間合わせによって、

粒界に出現する変形構造の種類や頻度は異なるが、癒合粒界、鉱物充填粒界、粒界割れ目、鋸歯状粒界が存在する。粒内変形構造は、鉱物種によって観察される変形構造の種類が異なり、石英には癒合割れ目、亀甲状割れ目が顕著に認められ、長石には微小断層、へき開割れ目、キンクバンド、滑り双晶などが認められる。黒雲

母にはへき開割れ目やキンクバンドが認められる。これらの鉱物に共通して、粒内割れ目や波動消光が認められる。

ここで述べた微小変形構造の種類は、今後新たなものが見つければ当然追加していかなければならないし、名称についてもそれぞれの構造の特徴にふさわしい用語が見つければ、それに替えていきたいと思う。

花崗岩類の微小変形構造と断層活動

ここでは詳しい説明は省略するが、微小変形構造の性状や形成順序に基づいて、跡津川断層と阿寺断層それぞれについて、断層の生成や活動についての推測をまとめると、次のようになる(金折ほか, 1989; 金折・矢入, 1989)。

1. 跡津川断層

まず、比較的広い範囲に中温(400°C以上)の温度条件下で、結晶粒界と粒内に変形が生じた。次に、断層の北側約3kmに東西方向の跡津川断層の前身とも言うべき広域変形帯が脆性破壊—塑性流動遷移条件下で発生した。この時期を白亜紀中期と考えた。この広域変形帯内で、濃飛流紋岩主活動期である白亜紀後期に起きた熱水活動が岩盤内の間隙水圧を高め、水圧破碎現象を引き起こした。中新世前期の安山岩質岩脈は水圧破碎、細粒化を受けていないことから、この岩脈を含む破碎帯の形成時期は、白亜紀後期—古第三紀前期と考えられる。第四紀後半に複数回の再活動がこの破碎帯に起き、約14万年前に方解石をもたらした熱水活動を伴って、ガウジ帯が形成された。

2. 阿寺断層

最初に、阿寺断層の前身と推定されるN—S性断層に沿って、花崗岩類が上昇してきた。この時、花崗岩類に中温(400°C以上)の温度条件下で、結晶粒界と粒内に変形が生じた。次に、広範囲に格子状にカタクラサイト帯が高封圧条件下で形成された。この時期を古第三紀初

期と考えた。この時形成されたカタクラサイト帯や流紋岩類と花崗岩類の境界部に絹雲母—緑泥石熱水による水圧破碎が起きると共に、水圧破碎によって、N—S性の節理が形成された。その後、方解石熱水による水圧破碎が起きた。時代は特定できないが、阿寺断層の左横ずれ断層運動に伴って、カタクラサイト帯と母岩の境界部が右横ずれ運動を起し、R2-シエアにはさまれたブロックが時計廻りに回転した(Kanaori et al., 1990)。第四紀後期に繰り返し左横ずれ運動が阿寺断層に起きた。

3. 断層形成と活動

以上述べたように、花崗岩類の微小変形構造から、跡津川断層と阿寺断層には、共通して、中温(400°C以上)での変形、カタクラサイト帯の形成、複数回の水圧破碎および第四紀での活動などが認定でき、どうも第三紀後期もしくは第四紀前半に共役をなす断層として形成された(藤田・尾池, 1986)ものではなく、白亜紀中期頃に形成され、それ以後同じ場所で何度も動いているように思える。いずれの断層も数十mから数百mにおよぶ断層破碎帯を伴っており、このことも同じ場所で繰り返し活動したことを示唆する(Otsuki, 1978)。断層周辺に分布する花崗岩類は、これらの断層活動中に、中温での変形を被りながら断層に沿って上昇してきたと考えている。しかしながら、大部分の微小変形構造の形成時期は不明確であるため、今後はこの時期を明確に限定していく努力が必要である。

横ずれ断層運動ブロック回転モデル

中部地方内帯は、NW—SE方向の活断層および活断層を結ぶ線によって、幅50km程度の細長いブロックに分けることができる。この線をブロック境界断層と呼ぶ。中部地方の位置を現在より北の白亜紀の緯度に復元してやると(広岡, 1986)、中部地方内帯は、シホテーアリン断層と中央構造線(MTL)の2本の平行する断層(境界断層)に挟まれることになる。

この2本の境界断層の左横ずれ運動によって、ブロック境界断層も左横ずれ断層運動を起こし、各々のブロックは、時計廻り回転をする(Nur et al., 1986). この回転により境界断層とブロック端との間にギャップが生じ、このギャップを領家花崗岩類が埋めたと解釈した(Kanaori, 1990). さらに、ブロック境界断層にそって、花崗岩が上昇してきたと考えた。

おわりに

花崗岩類に認められる光学顕微鏡スケールの変形構造から、断層の形成、活動ひいては、大胆な推測を加え中部日本の火成一構造発達史に及ぶまで、話を拡張してきた。これまで調べた花崗岩体は中部地方に分布するもののわずかな部分でしか過ぎない。したがって、ここで述べたことの多くは推論の域をはず、モデルについても証拠も少なく不十分な点が多い。今後、別の活断層とその周辺に分布する花崗岩体について事例研究を重ねていく必要がある。御意見、御批判を仰ぎたい。この小論が今後の花崗岩類の微小変形構造研究や活断層研究の新たな展開への一助となれば幸いである。

文献

広岡公夫, 1986: 古地磁気からみた日本列島の変動. 平朝彦・中村一明編“日本列島の形成”, 岩波書店, 324-331.
 藤田和夫・尾池和夫, 1986: 本州弧の活構造と地震活動. 平朝彦・中村一明編, “日本列島の形成”, 岩波書店, 94-101.
 Kanaori, Y., 1990: Late Mesozoic-Cenozoic strike-slip and block rotation in the inner belt of Southwest Japan. *Tectonophysics*, in press.
 -----Y., Endo, Y., Yairi, K. and Kawakami, S., 1990: A nested fault model with block rotation caused by left-lateral faulting: the Neodani and Atera faults, central Japan. *Tectonophysics*, in press.

金折裕司・猪原芳樹・宮腰勝義・佐竹義典, 1982: 跡津川断層に伴う断層内物質(その1). *応用地質*, v. 23, 137-155.
 -----・矢入憲二, 1989: 阿寺断層周辺に認められる変形構造の特徴. *岐大教養研報*, v.25, 97-124.
 -----・-----・宮腰勝義, 1988: 跡津川断層北東部における花崗岩類の微小変形構造とその形成過程. *地質雑*, v. 94, 887-901.
 加藤碩一・杉山雄一, 1985: 1:500,000活構造図, 金沢, 図幅第10号, 地質調査所.
 Kosaka, K., 1980: Fault-related fabrics of granitic rocks. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, v.20, 77-115.
 Nur, A., Ron, H. and Scotti, O., 1986: Fault mechanics and the kinematics of block rotations. *Geology*, v. 14, 746-749.
 Otsuki, K., 1978: On the relationship between the width of shear zone and the displacement along fault. *Jour. Geol. Soc. Japan*, v. 84, 661-669.
 寒川 旭・杉山雄一・衣笠善博, 1983: 1:500,000活構造図, 京都, 図幅第11号, 地質調査所.
 高木秀雄, 1985: 紀伊半島東部粥見地域における領家帯の圧砕岩類. *地質雑*, v.91, 637-651.
 山田直利・寺岡易司・秦 光男ほか編, 100万分の1地質図. 日本地図アトラス, 地質調査所, 3-19, 22-25.

(受理: 1990年3月27日)