

内 3-25

早稲田大学大学院理工学研究科

博 士 論 文 概 要

論 文 題 目

脆性剪断帯の断層活動とそれによもなう
地殻改変様式

- 赤石裂線および中央構造線の脆性剪断帯 -

申 請 者

田 中 秀 実

HIDEMI TANAKA

資源及材料工学専攻

構造地質学研究

平成 3 年 12 月

はじめに

脆性剪断帯の活動史および熱史を明らかにする方法としては、地質時代の明かな地層と断層の切断関係に基づく方法と、断層にともなう破碎帯内部の岩石(断層破碎岩)を構造岩石学的に検討する方法がある。また断層の活動史に年代尺度を与える方法として、断層ガウジ中の雲母粘土鉱物の放射年代測定が最近導入されるようになった。断層破碎岩の構造岩石学的な検討は効果的な方法でありながら、試料調整が難しいために研究は十分に進められているとは言えない。筆者は、日本列島における代表的な断層である赤石裂線および中央構造線の脆性剪断帯について、

1. 脆性剪断帯を構成する断層破碎岩の構造岩石学的研究
 2. 構造岩石学的な研究の成果をふまえて、脆性剪断帯の活動史と形成環境、各運動時階の相対的な前後関係の検討
 3. 断層活動によって形成されたと考えられる断層ガウジのK-Ar放射年代の測定の3つの柱からなる研究を行った。これは博士論文の各章に対応している。
1. 脆性剪断帯の岩石の構造岩石学的研究

断層活動にともなう形成される岩石(断層岩)は石英の延性/脆性変形を基準に延性断層岩と脆性断層岩に大区分される。延性断層岩は粒内の転位再配列をともなう動的再結晶を、脆性断層岩は粉碎・礫状化および脆性流動をそれぞれ主なメカニズムとして形成される。

断層岩の分類には上記の2大区分をはじめとした成因的な分類と、記載的な分類の2つの方法がとられている。従来、脆性断層岩は記載上乱雑な構造を持つものとみなされ、かえりみられることがなかった。しかし、最近では、脆性断層岩の中には面および線構造を持つものがあることが明らかになってきた。これまで断層破碎岩の記載分類案はいくつか提唱されているが、面および線構造を持つ脆性断層岩はいずれの分類案にも帰属する項目が設けられていない。そこで、記載上の矛盾を避ける上で新たな記載分類案を考案した。

ついで面構造を持つ脆性断層岩を形成した断層運動のセンスおよび形成環境を構造岩石学的手法で解析した。この解析によって以下の知見を得た。

1. 断層破碎岩に固有の鉱物線構造(cataclastic lineationと命名)の発見。
2. 従来、断層破碎岩で線構造として計測、記載されてきた断層条線とcataclastic lineationは異なる環境で形成されること。
3. 両者の形成環境の相違から断層破碎岩が成因的に2大分類されること。断層条線は剪断面が卓越する断層破碎岩に形成される。一方、cataclastic lineationは、脆性流動を主たるメカニズムとして形成された断層破碎岩に発達する。前者の変形を示す断層破碎岩は葉片滑り型、後者の変形を示す断層破碎岩は流動型として分類した。

2. 赤石裂線のカタクラスティックな断層活動

赤石裂線およびその周辺の地質概略

赤石裂線は赤石山脈の西縁部を南北方向に延びる全長約45kmの断層で、30km以上の左ずれ隔離を示す。この断層は北は静岡県磐田郡水窪町で北方に湾曲していく中央構造線に収斂し、南は同天竜市二俣南方で沖積層に覆われている。赤石裂線は北部では東側の秩父帯の地層と西側の三波川変成岩、中部では東側の四万十帯の上部白亜系光明層群と西側の三波川変成岩との境界をなす。南部ではこの断層は、東側の二俣東断層と西側の二俣西断層に分かれている。二俣東断層の東側には光明層群が、二俣西断層の西側には北部に三波川変成岩が、南部に秩父帯の地層がそれぞれ分布する。両断層に挟まれた地域の北部には秩父帯の地層が、中部、南部には礫岩、砂岩、泥岩からなる前期中新世の二俣層群が分布する。

赤石裂線の変形様式

赤石裂線は南北走向の横ずれ断層であるが、その断層面の傾斜角から2つの区域に分けることができる。1つはトレース中央部で、もう1つはそれ以外の部分である。前者の断層面の平均的な姿勢は走向N10°~40°E、傾斜20°W~30°Eで、標高500m以上の地域で現れている。後者の平均的な断層面の姿勢は走向NS~N20°E、傾斜60°W~60°Eで70°以上の傾斜を示すことが多い。この部分では隣り合う断層露出地点で傾斜方向がしばしば逆転する。前者を赤石裂線の低角部、後者を高角部とそれぞれ呼ぶ。低角部、高角部ともに、赤石裂線の断層面を中軸にして、両側に約30mの幅で断層破碎岩が分布している。それより外側に分布する岩石にも剪断面が発達することがあるが、一般に断層活動の影響はほとんど受けていない。断層破碎帯の中軸部には未固結の断層ガウジが発達していることがある。断層ガウジの露出地点は赤石裂線のトレース中央部から北部に集中している。その他の部分ではカタクラサイトが中軸部分を占めている。

カタクラサイトは、原岩および脈由来のボーフィロクラストと隠微晶質の基質からなる。鏡下では次のような構造が見られる。a)方解石、雲母粘土鉱物によって充填されたボーフィロクラスト中の割れ目、b)基質の流動変形と注入構造、c)C面、S面およびR1剪断面からなる非対称剪断構造、d)左ずれを示す方解石の将棋倒し構造。

d)に見られるように比較的低温で塑性変形する方解石が変形の過程で割れている。割れたボーフィロクラストは基質の流動構造に従って面構造をなし、R1がその面構造を切断している。このことから、赤石裂線のカタクラサイトは流動型に分類され、地下数km付近の低温環境で形成されたと考えられる。

カタクラサイト帯内の露頭において、直接に非対称剪断構造が観察されることがある。非対称構造から読み取ることができる断層の運動センスは左ずれで赤石裂線を挟む地質体の隔離に調和的である。高角部では、水平ないし緩傾斜した面上に非対称構造が発達するのに対し、低角部では、高角度で西に傾斜した面内に

発達する。一方、断層条線は赤石裂線の走向にはほぼ直交し、面構造の傾斜に平行な方向に発達する。このことは赤石裂線に沿って左ずれの断層活動が起こった後で、断層面の傾斜方向に変位があったことを示している。2地点の断層露頭で観察された引きずり褶曲から、この重複変形は逆断層のセンスを持つと考えられる。隣り合う断層露出地点で傾斜が逆になる赤石裂線の形態は、この重複変形によって形成されたものであろう。横ずれ断層の断層面は大局的にはほぼ垂直であると考え、逆断層による変形で東傾斜になった低角部の断層トレースは赤石裂線本来のトレースよりも西に張り出さなければならない。しかし現実には低角部のトレースは赤石裂線の東側を走っている。このことは地下の断層面の姿勢が中～高角度で西に傾斜していることを示唆している。低角部が標高500m以上の高度に現れ、高角部がそれ以下に現れていることはこの解釈を裏づけている。

3. 赤石裂線の断層ガウジとその K-Ar 年代

赤石裂線中軸部の断層ガウジおよび中央構造線に沿って行われたボーリングのコアから採取した断層ガウジあわせて11試料についてその細粒部に含まれる雲母粘土鉱物の K-Ar 年代の測定を行った。

得られた年代は 23Ma～52Ma の範囲にわたっている。三波川帯の結晶片岩由来の試料の年代値は 23～29Ma であり比較的ばらつきが小さい。また原岩に関わらず断層に直接する試料の年代値も上記の年代範囲におさまる。堆積岩由来の断層ガウジには一般に初生的な碎屑性の雲母類が含まれており、断層活動にともなう熱水変質によって生じた雲母粘土鉱物と混合している可能性がある。三波川帯の結晶片岩中には通常、結晶度の良好な白雲母が含まれている。三波川結晶片岩由来の試料中の雲母粘土鉱物は結晶度が不良であることから、結晶片岩由来のガウジ中の雲母粘土鉱物は熱水変質によって生じたと考えられる。また堆積岩を原岩とする試料でも年代範囲が片岩起源の試料と一致することは断層面にきわめて近ければ Ar のリセットが十分に行われることを示している。以上から赤石裂線の熱水活動の終息年代は 23～29 Ma であると考えられる。

まとめ

赤石裂線の断層活動は、次のステージを経て進展したと考えられる。1) 地下浅部での左ずれ脆性剪断活動(29～23Ma)、2) 前期中新世以後の pull-apart-basin の形成からそれらを切断する地表付近での活動の時代(20～5Ma)。前者は日本海の拡大以前で、フィリピン海プレートが伊豆-小笠原弧の背弧として拡大していた時代である。後者は、光明断層より東側の赤石山地-掛川地域での白面系～新第三系の構造関係や、山地北部の甲斐駒ヶ岳花崗岩との関係から、中期中新世の西南日本の回転にともなう変形が進行していた時代であるとする合理的に解釈できる。さらに 3) 中期中新世以後には、赤石裂線に直交する最大圧縮主応力により、赤石裂線に低角部が形成され、現在の形態を示すようになった。