HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	三重県中央構造線における花崗岩マイロナイトの微細構造発展史と歪の局所化［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	黄, 文成
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14793号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85923
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Wencheng_Huang_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

博 士 学 位 論 文 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　氏　名　　黄 文成

学 位 論 文 題 名

三重県中央構造線における花崗岩マイロナイトの微細構造発展史と歪の局所化
（Microstructural evolution and strain localization in granitic mylonite along the Median Tectonic Line in Mie prefecture, central Japan）

中央構造線（MTL）は 800 ㎞以上に続く日本最長の断層で、岩石変形を研究するための優れた場所である。本研究の研究地域は三重県松阪市飯高町月出に位置し、南側南側の三波川変成岩と北側の領家花崗岩類が中央構造線で接触し、北傾斜の中央構造線の上盤に約 1 km の幅で領家帯の花崗岩類起源のマイロナイトが良く露出している。これまでの研究で、中央構造線は白亜紀後期に形成された領家帯南縁の剪断帯（マイロナイト帯）を起源として、その後、三波川変成岩と領家花崗岩が接する一大断層に発展したと考えられて来た。この目的を達成するため、本研究では野外調査・試料採取に始まり、室内で各種の分析を行った。本研究は、中央構造線のような大陸地殻を裁つ断層がどのように発展して来たのか、その歪集中の過程および機構を主としてマイロナイトの微細構造学から明らかにすることを目的とした。それらは、偏光顕微鏡観察、画像解析、SEM-EDS による鉱物の微小領域化学分析、SEM-EBSD を用いた石英の c 軸ファブリック（CPO）解析を含む。

月出地域の領家マイロナイトはトーナル岩と花崗岩を起源とする 2 種類がある。英の動的再結晶形態を根拠にマイロナイトを分類した。マイロナイト岩類はさらに石英の動的再結晶形態を根拠に分類可能である。トーナル岩プロトマイロナイトでは再結晶石英は比較的細粒で伸長した形態を示す（S-type 石英）。一方、花崗岩では、中央構造線から北へ 300-500 m の間に分するものでは、石英は S-type の形態を示すが、中央構造線から北へ 500-1000 m の間に分布するものは粒径が比較的粗粒で等粒状の P-type の形態を示す。P-type 石英では再結晶粒界が入り組んでいてローブ状になっているのもその特徴である。本研究では、マイロナイトの原岩と石英再結晶粒子組織を組み合わせ、本地域に分布する花崗岩類マイロナイトをトーナル岩プロトマイロナイト（S-type 石英）、花崗岩マイロナイト（S-type 石英）、および花崗岩マイロナイト（P-type 石英）に区分する。

野外調査と顕微鏡観察から、花崗岩マイロナイト(P-type 石英)と花崗岩マイロナイト(S-type 石英)の境界部（境界 2）ではかなり異なる微細構造を持っていることを発見した。花崗岩マイロナイト(S-type 石英)ではカリ長石、斜長石からなる巨大斑晶（8 cm）が見られるが、花崗岩マイロナイト(P-type 石英)はカリ長石、斜長石が細粒化していた。その細粒化したマイロナイト帯の幅は 10 m 以内である。それで、巨大斑晶をもつ花崗岩マイロナイト(S-type 石英)は北側の花崗岩マイロナイト(P-type 石英)が構造重複して形成できないと見られる。それで、花崗岩マイロナイト(S-type 石英)と花崗岩マイロナイト(P-type 石英)は左横ずれ運動中に接触したと判断した。

横ずれ断層の剪断方位を調べるために、マイロナイト面で線構造を測った。線構造は境界 2 で最小になり、両側に向けて大きるなる傾向が見られる。それで、境界 2 での線構造が剪断方位を示していると判断した。その剪断方位は 13°~33° で、東にプランジしていた。この逆断層成分を持つ左横ずれ剪断中に花崗岩マイロナイト(P-type 石英) と

花崗岩マイロナイト(S-type 石英)が接触した。花崗岩マイロナイト帯(P-type 石英)逆断層成分を持つ断層が発達する際に急速に隆起して、その過程で花崗岩マイロナイト(P-type 石英)が構造重複された。

花崗岩マイロナイト（P-type 石英）はすべてにわたって剪断変形で構造重複されている。最も北側では花崗岩マイロナイト（P-type 石英）では古期の鉛直方向の線構造が保存されている。この石英の変形形態で示される歪は、南に向けて歪主軸（X 軸）が鉛直から東西方向に変化した。レイク角で表すと、高角で西向プランジから低角で東プランジまで大きく変化している。一方、花崗岩マイロナイト帯（P-type 石英）と花崗岩マイロナイト帯（S-type 石英）ではともに横ずれ剪断中に S-C-C'複合面構造と線構造が発達し、両方とも境界 2 に向けて S 面と C 面が為す角が減少し、歪変形が最大になるトレンドを示している。

花崗岩マイロナイト(P-type 石英) では多鉱相（Polyphase）、単鉱相（Monophase）を分けて変形メカニズムを解析した。花崗岩マイロナイト(P-type 石英) において多鉱相（Polyphase）バンドでは反応軟化で細粒化が進んでいる。カリ長石がミルメカイト反応で細粒化が進み、斜長石は溶解反応で次第に溶けている。カリ長石のミルメカイトと斜長石の化学反応はお互いにリサイクル反応（Cyclic Reactions）関係になり、お互いに反応が促進されている。単鉱相（Monophase）バンドでは石英プールが歪変形し、次第に連結してマイロナイト面構造を形成した。石英は境界 2 に近づくと剪断作用が始まり、P-type 石英が S-type 石英に構造重複され、境界部ではすべての石英が S-type 石英に変化している。多鉱相と単鉱相バンドの形態分析から見ると、境界 2 で歪変形が最大になる。

花崗岩マイロナイト（P-type 石英）、花崗岩マイロナイト（S-type 石英）から 22 個の試料を選び、石英 c 軸ファブリックを SEM-EBSD を用いて測定した。その結果、Single girdle および Y-Maximum c 軸ファブリックを得た。その中で Y-Maximum に近い c 軸ファブリックは花崗岩マイロナイト（P-type 石英）帯の一番北側ではなく、境界 2 付近に観察される。方位テンソルの固有値（λi, i=1, 2, 3）を PRG 図にプロットして見ると、境界 2 付近のサンプルは Point に近い部分に集中して分布するが、両側の試料は次第に Point から離れている。これは境界 2 で最も歪が強いことを意味し、上記の推論を指示する。続いて、Fabric intensity（FI）を方位テンソルから計算すると、花崗岩マイロナイト（P-type 石英）と花崗岩マイロナイト（S-type 石英）の試料では境界 2 で Fabric intensity（FI）が最大となり、この事実も同様に上記の推論を指示する。

以上、複合面構造と歪分析、微細構造の変形メカニズム、石英 c 軸ファブリック測定から得た証拠は、花崗岩マイロナイト（P-type 石英）と花崗岩マイロナイト（S-type 石英）の境界 2 で歪が集中し、ここに逆断層成分をもつ左横ずれ剪断帯が発生したことを示唆する。同様に、本研究では全容の解明までにはいたらなかったが、花崗岩マイロナイト（S-type 石英）とトーナル岩プロトマイロナイト（S-type 石英）の境界 1 にも歪の局所化が生じ、逆断層成分をもつ左横ずれ剪断帯が形成されたと推察される。したがってすべての事実を総合して考えると、月出地域の中央構造線は逆断層成分をもつ左横ずれ剪断帯（top-to -the-west sense of shear）が境界 2 で最初に形成され花崗岩マイロナイト（P-type 石英）と花崗岩マイロナイト（S-type 石英）が接合したと判断される。その後、境界 2 の南側で花崗岩マイロナイトとトーナル岩プロトマイロナイトの境界 1 で、やはり逆断層成分をもつ左横ずれ剪断帯が形成され両者が接合したと推察される。最終的に剪断帯はその後さらに南側に形成され、トーナル岩プロトマイロナイトと三波川変成岩の接合をもたらし、現在の中央構造線の原型が形成されたと結論される。