

内20-48

早稲田大学大学院理工学研究科

博士論文概要

論文題目

紀伊半島東部, 領家帯南縁部の
地質構造発達様式

Geotectonic evolution of southern margin of the
Ryoke Belt, eastern Kii Peninsula, Southwest Japan

申請者

島田 耕史

Koji Shimada

資源・材料工学 構造岩石学

2000 年 12 月

活動的大陸縁辺域における海洋プレートの沈み込みに伴う大陸地殻成長は、大規模な花崗岩質地殻の形成によって絶頂期を迎える。西南日本内帯と外帯を画する大規模剪断帯である中央構造線（以下、MTL）に沿って分布し、内帯南縁部を占める領家帯の花崗岩類は、こうした花崗岩質地殻の一例であり、主として白亜紀に形成、進入したことが知られている。一方、現在の地体構造配列をなすに至った大陸地殻成長・改変の全容解明のためには、花崗岩類進入後の地質構造発達様式を明らかにすることが不可欠である。本博士論文は、構造岩石学的研究に基づいて、紀伊半島東部、MTL 沿いの領家花崗岩類が経験した構造発達を明らかにし、oblique convergent margin における大規模剪断帯に沿った地殻改変モデルを提示するものであり、主に以下の5章から構成されている。

I. はじめに：本研究の背景、研究史、本論文全体の展開の見通しを述べる。

II. 地質概説：領家帯は、中央構造線の北側に沿って、主として中部地方から中国・四国地方にかけて、幅約 50km 以下で分布する深成岩変成岩複合岩体（plutonometamorphic complex）により特徴づけられる地帯である。白亜紀に生じた多量の花崗岩類（領家花崗岩類）の進入による広域的な接触変成作用により、典型的な低圧型の変成岩（領家変成岩）が形成されている。領家花崗岩類は、周囲の変成岩の面構造と調和的な面構造が発達し、シート状の産状を呈する古期領家花崗岩類と、面構造が発達しない、もしくは、岩体周縁部のみに発達する新期領家花崗岩類とに分類される。花崗岩類は、塩基性の包有物あるいはシート状岩体を含むことが多い。調査地域には、部分的に産する領家変成岩類のほか、古期領家花崗岩類として、畑井トータル岩、横野花崗閃緑岩が分布する。新期花崗岩類は分布しない。塩基性岩類として、シート状の変輝緑岩と小規模な角閃石斑輝岩が分布する。MTL に沿って、後期白亜系和泉層群相当層が部分的に分布する。

III. 飯高～飯南町地域の構造発達過程：上仁柿アンチフォームと下仁柿シンフォームが発達する地域を対象として、断層岩類の形成と、褶曲構造形成の時空間的な解析を行なった。MTL は直線的にほぼ東西走向で連続し、北に約 60° 傾斜する。本地域では、主に畑井トータル岩が分布し、様々な程度にマイロナイト化しており、南縁剪断帯（MTL 沿いに幅約 1km）と内部剪断帯（MTL 北方 1～5km）が認識される。前者は連続的で、後者は小剪断帯が雁行配列する。調査地域全体として、剪断センスは上盤西ずれである。正立褶曲構造の軸は東北東～西南西方向である。本地域の畑井トータル岩は、マイロナイト化の弱いものでも、多くの場合に有色鉱物が緑泥石化している。再結晶石英の粒径と伸長比の変化、石英 c 軸ファブリック転移が記載され、褶曲軸の水平化によるマイロナイト線構造と褶曲軸の斜交関係の検討がおこなわれた。

以上の構造解析と、地殻改変過程に時空間的に制約を与える活動的大陸縁辺域の幾何学とに基づき、本地域の地質構造発達過程が議論される。その結果、全体的な左ずれ圧縮場において、北に緩傾斜するマイロナイト帯の形成の後に、マイ

ロナイト化と同時の褶曲形成（上盤西方の剪断変形と南北方向の圧縮変形の空間的分配）および、中角度北傾斜の南縁剪断帯南縁に沿った低温—高歪速度条件のもとでのマイロナイト化の重複が比較的短期間に進行したことが明らかとなった。褶曲構造の形成は、初生的に低角度なマイロナイト帯が形成された後に、リストラックな剪断帯に沿って上昇する過程で、剪断帯の姿勢が急角度になるのに伴って、南側からの圧縮成分が増加することに起因する。マイロナイト化の初期に、内部剪断帯と南縁剪断帯という 2 つのマイロナイト帯が形成されたが、褶曲構造の形成と地質体の上昇は、南縁剪断帯への剪断変形集中を引き起こし、現在の MTL の位置と直線的（平面的）な姿勢を決定するに至った。

IV. 勢和多気地域の構造解析：勢和多気地域で、MTL 沿いで初めてシュードタキライト（以下、PST）が確認された。PST の母岩は、マイロナイト化した畑井トータル岩で、PST 形成の後にカタクレーサイト化している。PST 同士の切断関係は観察されず、PST 形成は単一時期と判断される。PST 中に観察されるマイクロライト、杏仁状組織と、PST 脈と周囲の母岩の全岩化学組成から、PST は低融解温度の鉱物の選択融解（融解起源）と考えられる。MTL、PST の断層脈、マイロナイト面構造の類似した姿勢から、1 つの造構応力場が示唆される。

周辺の地質は、北に中角度で傾斜する調和的な面構造をもつ畑井トータル岩と領家変成岩、および東西走向で中～高角度北傾斜の MTL 沿いに分布する和泉層群相当層からなる。本地域の畑井トータル岩は、飯高町地域に比較して広域的な有色鉱物の緑泥石化は弱い。PST 形成以前のマイロナイト化は、衝上成分を含んだ左ずれの運動像を示し、石英 c 軸ファブリックや再結晶石英の粒径減少の傾向に基づき、飯高町に比較して弱いと考えられる。本地域のマイロナイトには、部分的にキンクバンドおよび、キンクバンドから発達した衝上成分を含んだ剪断帯が観察され、再結晶石英の形態ファブリックがマイロナイト面構造に対して高角度であることから、飯高町地域に比較して東西圧縮成分が相対的に大きい環境下で変形したと考えられる。一方、PST 形成後には、MTL 沿いでカタクレーサイト化が進行した。和泉層群相当層の面状カタクレーサイトには、左ずれと共に剪断帯厚化を示す組織が観察される。

V. 議論

1. 断層岩類の分類：断層岩類（fault rocks, fault-related rocks; Sibson, 1977）は、剪断帯の運動に伴って形成される岩石の総称で、マイロナイト類、カタクレーサイト類、断層角礫・断層ガウジ類、および、シュードタキライト類から構成される。これらの変形の進んだ岩石は without primary cohesion か、with primary cohesion か、によって分類されてきた。近年、Schmid and Handy (1991) は、断層岩類の変形機構に基づく成因論的分類を示した。一方、変形の程度の弱い断層岩として、野島断層コア解析による変形と変質の定量化から、弱粉碎（変形）変質岩の存在が明らかとなってきた（小林ほか, 1998）。断層帯のレオロジーと地

震発生機構を理解する上で、変質（カタクレサイト類）または後退変成作用（マイロナイト類）として痕跡を残す熱水の影響は無視できない。本論文で得られた結果も踏まえ、変形環境の dry - wet の視点を導入し、断層岩の分類を整理した。

2. 紀伊半島東部、領家帯南縁部の構造発達過程：2 地域の断層岩類分布と褶曲構造形成、その他の変形組織に統一的な説明を与えるモデルが検討される。PST が形成される地震性断層運動を引き起こすためには、岩体に充分貯えられた弾性歪が必要である。MTL に沿った同程度の左ずれ変位量を広域的に保ち、こうした歪を蓄積するためには、低～中角度の初生的な剪断帯（MTL）が、勢和多気地域付近で相対的に南側または下盤側へ剪断面が張り出すような right bend を形成し、東西圧縮成分の強い contractional zone となっていたとするのが最も考えやすい。勢和多気地域で観察される、マイロナイト面構造に対して高角度な再結晶石英粒子の形態ファブリックやキンクバンドは、この東西圧縮場と調和的である。また、勢和多気地域の再結晶石英の粒径、形態変化は、あたかも飯高町地域のマイロナイト帯の中心部が取り去られたような傾向を示す。PST 形成をともなう断層運動が right bend の破壊に対応するならば、PST 形成が 1 度であった理由とともに、粒径分布についても統一的に説明できる。MTL の right bend を取り去る変形（破壊）は、機械的に領家帯の岩体の体積を減少させ、部分的に南北圧縮成分の弱い領域を生じさせたであろう。和泉層群に記録された剪断帯厚化を示す組織は、こうした変形場と調和的である。また、right bend の破壊は、MTL がより平坦な面に変化していこうとする構造発達傾向の発現と考えられる。

right bend の曲面の起源は明確ではないが、構造発達過程に由来するものとして、統一的解釈が可能である。飯高町地域における構造発達過程は、勢和多気地域に比較してより明確になっている。すなわち、初生的な主剪断面の姿勢（MTL の初生形態）は、MTL とマイロナイト面構造、および原岩の片状構造の斜交関係に基づき、部分的に水平で低角度北傾斜であり、従来の年代学的研究から、剪断帯の発生は約 74Ma、褶曲形成はそれと同時に開始され、約 66Ma にはマイロナイト帯と褶曲形成が終了していた。少なくとも飯高町地域では、褶曲形成による地質体の南北短縮が生じたことが明らかである。一方、勢和多気地域には大規模な褶曲構造が存在しない。このことは、勢和多気地域がマイロナイト帯形成過程において相対的に南側に張り出す傾向（right bend の形成）があったことを示している。その他に right bend の起源として考えられることは、飯高町地域で強く、勢和多気地域で弱い緑泥石化の原因となった地殻中の熱水の分布が、剪断面の発生深度と姿勢、初生的には曲面と考えられる主剪断面への歪集中過程に影響を与えた可能性である。中部地方の MTL との比較を含め今後の検討課題である。

以上の議論から、横ずれ圧縮場における大規模剪断帯に沿った地殻改変過程を支配するのは、不規則な形態をなす主剪断面の形成と、それに引き続く、主剪断面をより平坦な面へ変化させようとする地質体自身の変形であると結論される。