

学 位 論 文 要 旨

学位論文題目

四国北西部における中央構造線の地質構造と断層発達史
(Fault geometry and the geotectonic evolution of the Median
tectonic line in Shikoku, southwest Japan)

氏 名

宮脇 昌弘

中央構造線 (MTL; Median Tectonic Line) は、西南日本を東西に横断する延長約 1000 km の断層である。愛媛県西条市付近には、MTL は三波川変成帯と和泉層群を境する構造線としての低角度な断層帯 (MTLTB; MTL inactive terrane boundary) と、この断層の北側に並走する活断層としての高角度な断層帯 (MTLAFZ; MTL active fault zone) がある。地表での MTLAFZ の傾斜角度を明らかにするために、川上断層を横断する延長約 10 m、深さ約 2 m のトレンチ調査を行った。また、地表部で約 10 m の間隔で並走する両断層の地下での接合関係と断層面の傾斜角度を明らかにするために、断層を横断する 80-330 m の 6 本のボーリング掘削を実施した。更に、より広範囲の断層構造や地盤の物性を把握するために延長 1200 m の反射法地震探査と延長 500 m の高密度電気探査を実施した。採取した断層試料を用いて断層岩の化学分析、変形構造記載、カルサイトの双晶密度の測定、断層の変形フェーズの解析を行い、低角度横ずれ断層のメカニズムや断層活動史を明らかにした。

トレンチ調査、ボーリング調査、高密度電気探査により、地表部で北方へ約 70° の角度で傾斜する川上断層が、地下で北方へ 30° の角度で傾斜する MTLTB に収れんすることが示唆され、地下の MTLTB は活断層であることが分かった。MTLTB の上盤に分布する小断層の卓越した和泉層群の比抵抗値は、主破碎帯の割れ目の少ない安山岩ブロックと推定される高比抵抗部を除き、断層下盤に分布する堅硬な三波川変成岩類の比抵抗値よりも低い値を示した。また、断層に沿って深部流体が上昇していると推定される低比抵抗帯が確認された。反射法地震探査では、MTLTB に相当する北方へ約 30° の角度で傾斜する明瞭な反射面が確認され、より深部まで断層が延長することが分かった。主破碎帯を構成する蛇紋岩中の鉱物の EPMA 分析結果によると、マントル起源のマグネシオクロマイトを含むことが分かった。既往の深部地震探査の結果は、MTL の深部延長が下部地殻まで達していることを示しているが、これにより、MTLTB の延長がマントルまで達し、蛇紋岩が断層変位とダイアピルによって表層部まで上昇してきたことが示唆された。

MTLTB は断層面の傾斜角度が低角度であり、本来は横ずれ断層として動きにくいと考えられる。

MTLTB の断層ガウジや主破砕帯に大量の層状珪酸塩鉱物が存在することや断層沿いの深部流体の存在は、断層のせん断強度を低下させる要因となり、低角度の断層でも横ずれ運動が可能になったと考えられる。カルサイトの双晶密度から求めた MTLTB を横断する歪み分布は断層から直線的で緩やかに低下する傾向を示し、断層のせん断強度が低下していることを示唆する。

変形フェーズの解析では、MTLTB と MTLAFZ の幾何学的な特徴やそれぞれの断層と地層との接合関係、断層の変位センス等の構造地質学的特徴、古応力場の解析等に基づいて変形フェーズを古いほうから D1～D4 の 4 つに定義した。D1 フェーズは NNE-SSW 圧縮の応力場の変形であり始新世中期 (47 -46 Ma) 頃に断層の上盤が西方へ変位した左横ずれセンスの運動、D2 フェーズは E-W 伸張の応力場の変形であり中新世中期 (15 -14 Ma) 頃に断層の上盤が北方へ変位した正断層センスの運動、D3 フェーズは NNW-SSE 圧縮の応力場の変形であり中新世中期から鮮新世後期 (14-3 Ma) 頃に断層上盤が南方へ変位した逆断層運動、D4 フェーズは WNW-ESE 圧縮の応力場の変形であり鮮新世後期から更新世前期 (3-1 Ma) 以降に断層上盤が東方へ変位した右横ずれ運動である。

西南日本を横断する中央構造線沿いには多くの都市が分布しており、MTL の傾斜角度等の幾何学的な情報は、地震災害分布や地震の規模等を予測する上で重要パラメータになると考えられる。また、MTLAFZ は地下数 km 以内の浅い深度で MTLTB に収れんすると考えられ、従来、非活動的な地質断層として考えられていた MTLTB が、将来、活断層として変位する可能性があることを示唆している。

学位論文審査の結果及び最終試験の結果報告書

山口大学大学院創成科学研究科

氏 名	宮脇 昌弘
審査委員	主 査： 坂口 有人
	副 査： 太田 岳洋
	副 査： 大和田 正明
	副 査： 志村 俊昭
	副 査： 大橋 聖和
	副 査： 楮原 京子
論文題目	四国北西部における中央構造線の地質構造と断層発達史 (Fault geometry and the geotectonic evolution of the Median tectonic line in Shikoku, southwest Japan)
<p>【論文審査の結果及び最終試験の結果】</p> <p>(1) 研究内容</p> <p>中央構造線は東西に長さ 1000km にわたる大断層であり、西南日本外帯と内帯とを分ける主要な地帯構造区分上の地質境界であり、同時にまた 5~10m/1000 年という高い活動度を有する国内の主要な活断層でもある。地質境界としての中央構造線 (MTLTB) は、北側の領家帯と南側の三波川帯との境界であり、北に 30~40° の中角度で傾斜している。一方、活断層としての中央構造線 (MTLAFZ) は MTLTB の北方数 km 以内に並走して分布する。地表における MTLAFZ は地形的に明瞭なりニアメントと右横ずれ変位地形に特徴づけられ、変動地形学的な観点から詳細な活断層の分布形態が記載されてきた。地表部における MTLAFZ の傾斜は北方へ 70° 程度の高角度であり、MTLTB と合流するのか、もしくは切断する関係なのか長らく議論されてきた。</p> <p>この問題は、単に中央構造線の問題にとどまらない。トルコのアナトリア断層や北米西海岸のサンアンドレアス断層、ニュージーランドのアルパイン断層といった世界の主要な変動帯には、中央構造線と同様に大陸地殻を二分する長大な横ずれ断層が分布している。大陸地殻の大規模な構造がどのようになっているのか、また長大な横ずれ断層によって大陸が、どのようにして歪みを解消しているのか、といった第一級の問題に重要な制約条件を与えるものである。</p> <p>本研究は MTLFAZ と MTLTB との関係を含めた中央構造線の全体像を明らかにすることを目的としている。四国北西部の愛媛県西条市湯谷口では MTLTB と、MTLAFZ である川上断層が並走しており、このエリアにおいて集中的に断層露頭調査、トレンチ調査、反</p>	

(様式 9 号)

射法地震探査、電気探査、ボーリング調査が行われた。その結果、川上断層は地下数 10m で傾斜角が緩やかになり、深度 100m ほどで MTLTB に合流して中角度の断層として深部にまで発達することがわかった。断層帯には異地性の蛇紋岩起源スピネルも含まれており、このことも断層帯がかなりの広がりを持つという考えを支持する。

本研究結果は、西南日本の地殻を二分する中央構造線が、地下深部に於て低角の構造を持ち、MTLAFZ は MTLTB から分岐したものであると結論づける。これは大陸地殻の大規模な構造的特徴なのかもしれない。また、震源断層が地下深部で低角な構造を持つということは、地表における強震動のエリアが断層を挟んで非対称になることを示唆するなど防災・減災上も重要な意味をもつ。

(2) 審査委員会としての意見

本研究は地形学、地質学、地球物理学の多彩で膨大な量のデータによって支えられており、それらはいずれも信頼性および新規性が高い重要な知見である。その結果は、これまでの中央構造線論争に転換を迫るものである。また、本研究の断層構造モデルは、既存の震災予想エリアに変更を求めるものであり、社会的な有用性も大きい。本研究は査読論文も公表されており、学位に相応しい内容であることが確認された。

公聴会では、本研究を構成する個々の証拠について、詳細を確認する質問があり、補足説明が行われた。以上より本研究は新規性、信頼性、有用性、実用性ともに優れ、博士（理学）の論文に十分値するものと判断した。

研究内容は優れたものであり、公聴会での質疑応答も適切であった。博士論文として十分な内容であると判断し、最終試験は合格とした。

なお、主要な関連論文の発表状況は下記のとおりである。(関連論文 計 1 編)

Miyawaki, M., Sakaguchi, A., Trench and drilling investigation of the Median Tectonic Line in Shikoku, southwest Japan: implications for fault geometry, Earth, Planet and Space, 73, 194, 2021, doi: 10.1186/s40623-021-01526-w
(査読のある雑誌)