

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Water infiltration and deformation within the uppermost mantle along the Marion transform fault, Southwest Indian Ridge (南西インド洋海嶺 Marion transform 断層における最上部マントルへの水の浸透と変形)

氏 名 柿畑 優季

論 文 内 容 の 要 旨

トランスフォーム断層は、中央海嶺をセグメントに分断する長さ約 30 km 以上の直線性の断層地形である。トランスフォーム断層は、一般的な横ずれ断層とは異なり、中央海嶺に挟まれた範囲において、その両側のプレートの正反対の移動によって引き起こされる横ずれ断層であり、その延長は海洋プレートに残された断裂帯となっている。近年、トランスフォーム断層および断裂帯から上部マントルへの水の浸透過程についての議論が続いている。上部マントルへの水の浸透は、マントルの粘性率を低下させて地球表層のプレートテクトニクスに大きな影響を与えることが予想される。さらに、トランスフォーム断層や断裂帯から浸透した水は、中央海嶺周辺で起こる熱水活動に関連する可能性も十分に考えられ、中央海嶺周辺における物質循環においても重要な役割を担っている可能性も高い。本研究の対象である南西インド洋海嶺は、拡大速度が 2 cm 以下の超低速拡大海嶺の一つである。火成活動が弱いため、海洋地殻の平均的な厚さが 1~2 km 程度と非常に薄く、この海嶺のトランスフォーム断層や断裂帯には、斑れい岩やかんらん岩などの下部地殻から上部マントル起源の物質が海底から回収されることが知られている。これらの岩石には、岩石—水反応によって生成された鉱物や構造が含まれているため、上部マントルへの水の浸透を直接観察できる数少ない場所となっている。特に、南西インド洋海嶺のトランスフォーム断層の一つであるマリオン・トランスフォーム断層では、1980 年代から米国の調査船によるドレッジ調査が行われ、斑れい岩や蛇紋岩、玄武岩のほか、断層運動により変形したかんらん岩が採取された。これらの岩石は、米国ウッズホール海洋研究所に保管され、研究試料として使用することが可能である。そこで、博士論文として、ウッズホール海洋研究所に保管された岩石試料から、特に南西インド洋海嶺・マリオン・トランスフォーム断層から採取されたかんらん岩について、変形微細構造の発達過程と上部マントルにおける岩石—水反応についての研究を行った。本研究の目的は、

トランスフォーム断層における水の浸透がどのようにおきているのか、水が浸透した上部マントルにおいて断層運動にともなう延性剪断変形が含水条件でどのように起きているのか、明らかにすることである。変形条件を制約する手がかりとして、かんらん岩の塑性剪断変形によって形成される変形微細構造やかんらん石の結晶方位ファブリックが挙げられる。かんらん石の結晶方位ファブリックは、差応力や含水量によって変化することが知られており、かんらん岩の変形過程を特徴付ける良い指標となる。また、鉱物中の包有物は流体などの物質の手がかりの一つであり、その組成から包有物の形成時の温度・圧力条件のみならず移動した物質の空間的分布を明らかにできる。しかし、変形微細構造や結晶方位ファブリック、水の浸透に関連した物質移動についての研究はほとんど行われておらず、トランスフォーム断層深部におけるマントルかんらん岩の変形過程や物質循環の実態については十分な情報があるとはいえない。博士研究では、特に変形の強いウルトラマイロナイトと部分的に細粒化の進んだテクトナイトを対象とした。結果として、パート1では、トランスフォーム断層下のマントルかんらん岩が、含水条件下で塑性剪断変形してウルトラマイロナイトを形成していること、パート2では、トランスフォーム断層から上部マントルに浸透した水が、かんらん石中に流体包有物として残存しながらホスト鉱物と反応して含水鉱物を生成したことが明らかにされた。それぞれの概要を以下に示す。

【パート1】 南西インド洋海嶺マリオン・トランスフォーム断層から回収されたかんらん岩試料の結晶方位ファブリックに基づく構造岩石学的研究から、トランスフォーム断層下における岩石の変形条件や変形メカニズムについて考察した。かんらん岩試料から特に変形の著しい7試料について、組織構造と結晶方位解析並びに主要元素組成解析を行った結果、二次的に生成した含水鉱物である角閃石が変形しているかんらん岩のかんらん石は含水条件で形成される結晶方位ファブリックを示し、角閃石が変形していないかんらん岩のかんらん石は無水条件で形成される結晶方位ファブリックをもつことを発見した。さらに、角閃石を生成した鉱物化学反応から温度800°C以上の含水条件で変形したことが見積もられ、トランスフォーム断層下のマントルかんらん岩が含水条件下で塑性剪断変形したことを物質科学的に立証した。

【パート2】 トランスフォーム断層に浸透した水の痕跡には、含水鉱物の存在や含水条件で形成される結晶方位ファブリックのような間接的な証拠だけでなく、結晶中に含まれるミクロンサイズの微小な流体包有物が直接的な証拠となる。パート2では、南西インド洋海嶺マリオン・トランスフォーム断層から回収された著しく変形したかんらん岩試料で見つかったかんらん石粒子中に多数の多様な形状をもつ微小な包有物について、ラマン分光分析を行った結果、低温蛇紋石、水素、メタン、グラファイトが含まれていることを明らかにした。水素、メタン、グラファイトはかんらん岩の蛇紋岩化作用にともなって生成されることから、水がトランスフォーム断層から上部マントルに浸透してかんらん石中に流体包有物として取り込まれ、次第にホスト鉱物であるかんらん石と反応して、水素とメタン、最終的に二酸化炭素と発生したメタンの一部を消費してグラファイトが生じたことが明らかになった。