

## 論文の内容の要旨

### 論文題目

Tectonics and lithospheric composition of Philippine Sea backarc basins

(フィリピン海背弧海盆のテクトニクスとリソスフェアの組成)

氏名 小原 泰彦

背弧海盆ダイナミクスの研究は、沈み込み帯と大洋中央海嶺拡大系の両者のダイナミクスに密接に関係している点で、地球システム全体の進化、あるいは地球システム全体における物質や熱の収支を考察する上で重要な鍵を握っているが、沈み込み帯あるいは大洋中央海嶺の研究に比較して理解が遅れていた。本研究では、最近の海上保安庁海洋情報部の調査を中心にデータが蓄積されてきたフィリピン海背弧海盆（パレスベラ海盆・マリアナトラフ）について、そのテクトニクスとリソスフェア構成物質の詳細を明らかにすることを目的とする。

パレスベラ海盆は、29 Ma から 12 Ma に背弧拡大を行った背弧海盆であり、その拡大中心は、パレスベラリフトと呼ばれる右横ずれ雁行配列の短い 1 次セグメントとそれらを密に切る北東-南西方向の断裂帯から形成される。本研究の調査範囲内では 7 個のセグメントを認めることができる。これらのセグメントは、低速拡大海嶺に見られるような、ラフな地形・深い水深（平均水深約 6500 m）で特徴付けられ、ドレッジによってマンテルカンラン岩が採取されている。パレスベラ海盆は、拡大前期として 29 Ma から 23 Ma までは、年間 8.8 cm（両側拡大速度）で東西方向に拡大を行っていた。この時期はスムーズな海底地形、拡大軸のジャンプやプロパゲーションで特徴付けられ、マンテルフロー（あるいはメルトの供給）が活発であったことが示唆される。拡大後期は、拡大軸の反時計回りの回転が生じ、22 Ma から 12 Ma まで、年間 7cm（両側拡大速度）で北東-南西方向に拡大を生じた。拡大後期はパレスベラリフトの形成で代表される、基本的には非マグマ的拡大で特徴付けられる。

大西洋中央海嶺では、下部地殻-上部マンテルが非マグマ的拡大により、低角デタッチメント断層の下盤ブロックとして Ridge-Transform Intersection (RTI) に定置した「メガムリオン」と呼ばれる構造が最近発見された。パレスベラリフトにおいては、本研究によって、背弧海盆拡大系では初めてメガムリオンが発見された。パレスベラリフトのメガムリオンは大西洋のものに比べ約 10 倍大きい世界最大のメガムリオンであって、「ジャイアントメガムリオン」と命名した。パレスベラ海盆のテクトニックな特徴は以下の点で大西洋中央海嶺と顕著に異なっている。すなわち、(1) 年間 8.8 cm から 7 cm

という比較的高速な拡大環境の下で非マグマ的拡大が生じた（大西洋中央海嶺では低速拡大環境である）、（2）「メガマリオン」はセグメントの全長に渡って発達している（大西洋中央海嶺では RTI に出現している）、（3）カンラン岩が拡大軸側壁に露出している（大西洋中央海嶺のモデルでは拡大軸中央部はマグマ的である）。

パレスベラ海盆のもう一つの顕著なテクトニックな特徴は、海盆の西部の一部にパッチ状に出現している非常に起伏の変化の激しいラフな地形であり、これを「カオステレーン」と命名した。カオステレーンは周囲の海底に比べ、極めて高いマントルブーゲー異常値（地殻の薄化）を示し、大西洋中央海嶺のメガマリオンと同様に非マグマ的拡大によって形成されたと解釈できる。同様なラフな地形が、比較的高速拡大を行っている Australian-Antarctic Discordance (AAD) から発見されている。AAD ではマントルコールドスポットの存在が議論されている。

パレスベラリフトカンラン岩はジャイアントメガマリオンと 1 次セグメントのセグメント中央から得られている。パレスベラリフトカンラン岩は、1つのドレッジ中に3種の異なった岩相 (F・P・D-type) が混在することが大きな特徴である。それらの岩石学的特徴も、一般的な大西洋中央海嶺とは顕著に異なり、むしろマントルコールドスポットの存在が議論されている赤道大西洋中央海嶺の Romanche 断裂帯や、超低速拡大海嶺である南西インド洋海嶺に類似している。すなわち、（1）F-type は、スピネルや単斜輝石の組成から推定すると、海洋底カンラン岩の最も fertile なエンドメンバーに属する、（2）P-type（含斜長石カンラン岩）が多い、（3）D-type（ダナイト）が多い、を挙げることが出来る。F-type が厳密な意味で残留岩としてのパレスベラリフトカンラン岩であって、MORB タイプソースマントルを仮定した融解モデルからは、3%から4%の near-fractional melting によって形成されたと解釈できる。一方、D-type はマントル中のメルトの抽出チャンネルとして解釈でき、P-type は F-type に比較的大量のメルトが浸透的に反応したことにより形成された、と解釈できる。F-type の低い部分融解度と P-type が大量に存在する事実は、パレスベラリフト下の上部マントルが「冷たい」ということを示唆している。

マリアナトラフカンラン岩の岩石学的な特徴は、（1）岩相変化は乏しく、スピネルや単斜輝石の組成は、一般的な海洋底カンラン岩の組成範囲を示す、（2）極めて小規模な貫入脈の近傍では、分化した少量のメルトが壁岩に付加する形態の反応が起こっている、ことを挙げることができる。

パレスベラリフト・マリアナトラフ共に、第一次近似的には、枯渇の程度が小さく、上部マントルが「冷たい」と結論できる。しかし、パレスベラリフトにおいて、比較的大量のメルトが壁岩と浸透的に反応している事実は、そのようなマントルプロセスがメルトの供給量が多いセグメントの中心部で生じていることを示唆している。一方、マリアナトラフの場合は、分化した少量のメルトが反応しているのみであるので、一般的な低速拡大海嶺の RTI におけるマントルプロセスを示唆している。パレスベラリフトにおけるセグメント中心部のマントルプロセスは、パレスベラリフトカンラン岩が極め

て fertile である、すなわち低い部分融解度であることと矛盾するが、次の仮説によって説明が可能である。すなわち、パレスベラリフトの「異常な」テクトニックな特徴と、岩石学的な特徴を満足するモデルとして、トランスフォームサンドイッチ効果を提案する。これは短い 1 次セグメントが密に分布するトランスフォーム断層に挟まれる場合、トランスフォーム効果がより効果的に作用すると考えるモデルである。すなわち、活発なマグマ活動が示唆されるテクトニックセッティングにおいても、挟まれた短い 1 次セグメントが、効果的なトランスフォーム効果によって非マグマ的になる、と考えるモデルである。パレスベラ海盆においては、トランスフォームサンドイッチ効果が作用しながらも、拡大後期のある時期には、セグメント中央部では一時的にマグマ的になったと考えられる。その活動は幾つかのセグメントに neovolcanic zone が存在していることから支持される。パレスベラリフト下のマントルプロセスは、トランスフォームサンドイッチ効果によって生じた極めて部分融解度の低いマントルカンラン岩が、neovolcanic zone の活動に伴った深部からのメルトと反応したものである、と解釈可能である。

カオステレーンを除けば、パレスベラ海盆下のマントルフローは海盆の発達史を通して比較的一様なものであったであろう。メルトの移動も 2 次元的な広がりを持ったものであって、その結果は海盆西部のスムーズな海底地形、拡大軸のジャンプやプロパゲーションとして出現している。しかし、海盆の拡大後期に拡大軸の反時計回りの回転が生じ、短い 1 次セグメントが密に分布するトランスフォーム断層に挟まれるテクトニックセッティングが出現した。パレスベラリフトにおけるメルトの移動は、リソスフェア表層のダイナミクスに影響されて 3 次元的なものに変化し、トランスフォームサンドイッチ効果の影響が強くなるにつれ、パレスベラリフトは次第に非マグマ的拡大に移行したのであろう。すなわち、パレスベラ海盆においてはトランスフォームサンドイッチ効果が作用したために、比較的高速拡大を行ったにも関わらず、超低速拡大海嶺に類似したマントルプロセスが生じた可能性がある。このようなパレスベラ海盆の事例から、大洋中央海嶺マントルの部分融解過程は、アセノスフェアのダイナミクス（すなわちマントルフロー）と、リソスフェア浅部のダイナミクス（例えばトランスフォームサンドイッチ効果）との複雑な相互作用によって決定されると解釈できる。

フィリピン海背弧海盆のテクトニクスとリソスフェア構成物質に関する本研究によって、次のことが明らかになった。すなわち、(1) パレスベラ海盆の拡大後期は、ジャイアントメガマリオンに象徴される非マグマ的拡大が生じた、(2) パレスベラ海盆では、活発なマントルフロー（メルトの供給）が示唆されるにも関わらず、非マグマ的拡大が生じた、(3) パレスベラリフトカンラン岩は極めて低い部分融解度で特徴付けられ、「冷たい」上部マントルを示唆している、(4) これらの特徴は、パレスベラリフトのセグメントとフラクチャーゾーンが密に配列することで、トランスフォーム効果がより効果的に作用したトランスフォームサンドイッチ効果で説明可能である、(5) パレスベラリフト下のマントルプロセスは、比較的大量のメルトの浸透的な壁岩との反応によって特徴付けられる、(6) 一方、マリアナトラフ下のマントルプロセスは、一般的な低速拡大軸の RTI におけるマントルプロセスと同様に、一部の壁岩が分化した少量のメルトと反応しているのみである、(7) フィリピン海背弧海

盆のカンラン岩はあまり枯渇しておらず、島弧や前弧のカンラン岩とは異なり、超低速拡大海嶺あるいは低速拡大海嶺のカンラン岩に類似した岩石学的特徴を示す。