

海洋最上部マントルの層構造

Layering of the Oceanic Uppermost Mantle

加藤 護 [1]

Mamoru Kato [1]

[1] 京大・理・地球物理

[1] Dept. Geophys., Kyoto Univ.

長周期地震波形データから得られる2種類の相補的なデータを用いて求められた南太平洋と西フィリピン海の構造をマントル構造モデルを比較したところ、後者で厚い地殻、厚くやや低速度のリッド（地震学的リソスフェア）が確認された。この地域性は、リッド・低速度層境界面が、海洋底拡大時の部分熔融の始まった深さに対応する物質境界面である、また、速度の急変はこの境界面での含水量の急変の表現であると考えたと理解できる。この2地域での地殻とリッドの厚さの正の相関は岩石学的な部分熔融モデルで定量的に理解できる。よって、最上部マントルの構造は、海洋底拡大の場の物理的・化学的状況を反映すると考えられる。

本講演では、地震学的に求められた海洋地域の構造モデルの比較から、最上部マントルの構造が、海洋底拡大の場の物理的・化学的状況によって決定されたとする考え方を紹介する。

我々は長周期地震波形から得られる2種類の相補的なデータを用いて、複数の地域で上部マントル1次元構造を求める研究を行ってきた。多重反射ScS相から得られる、マントル内の速度不連続面に関する情報を用いて1次元構造の枠組を決め、GSDF法によって求められた実体波・表面波の位相速度データを用いて、各層内の速度や異方性を拘束する。マントル鉱物の高圧での物性などの先験的情報を用い、統合したデータセットから非線形インバージョンにより構造モデルを求める。西フィリピン海地域と南太平洋地域における2つの海洋地域のモデルを比較すると、前者は、厚い(12km vs. 6km)地殻を持ち、また、厚く(75km vs. 65km)、やや低速度(V_{sv} , 4.40km/s vs. 4.65 km/s)のリッド（地震学的リソスフェア）を持つことが特徴としてあげられる。西フィリピン海下での厚いリッドは同地域での表面波トモグラフィーでも定性的に確認されている。これらの特徴は、熱構造が速度構造を決定するとする冷却プレートモデルなどでは説明できない。

高速度のリッドと低速度層の存在で特徴付けられる海洋最上部マントルの速度構造、および、その地域性は、リッド・低速度層境界がマントル中の含水量の境界に対応すると考えると理解できる。上部マントルがある程度の含水量を持つ時、拡大軸下で部分熔融によってメルトが生成する時、水は選択的にメルトに配分される。部分熔融が始まる深さは、含水量と地温で決まるが、この開始深度より浅い部分はメルトの生成と上昇により効率良く脱水される。含水量の減少に伴い、粘性が増加するため、この含水量の違いにより安定的な層構造が生じる。結果として、最上部マントルに特に含水量の違いで特徴付けられる物質的な不連続面が生じることになる。

リッド・低速度層の層構造は、最上部マントルの含水量の違いの地震学的な表現として説明できる。マントル物質の地震波速度、特にS波速度は、含水量が高い場合に低くなる。よって、含水量の違う2つの層の地震波速度は境界面で大きく変化する。また、大きな含水量は強い減衰を生じさせるため、含水量の大きい層は低速度でかつ高減衰となる。この境界面での速度変化はある程度急激なものとなる。リッド・低速度層の境界面での長周期S波の反射が観測されているが、この観測事実は、従来の、この境界が温度のみで決まる、という考え方では説明できない。

西フィリピン海で、リッドが厚く、やや低速度であるのは、この地域の海洋底拡大時の部分熔融の始まる深さが深かったことを示す。その原因として、拡大時には地温が現在よりも高かった、含水量が大きかった、などが考えられる。部分熔融が深くから始まった場合、生成するメルトの量が増大するため、地殻が厚くなるのが岩石学的に示される。リッドの厚さが、部分熔融開始深度と対応するならば、リッドの厚さと、地殻の厚さとは正の相関を示す。実際に、西フィリピン海と南太平洋の2つのモデルについてこれを検証すると、正の、かつ、岩石学的な知見とも定量的に合致する相関が見られる。以上の地震学的観測事実は、リッドが物質境界層である、また、含水量の深さ方向の急変が海洋最上部マントルの構造を特徴付けるという考え方を強く支持する。海洋底深度や海底熱流量が海洋底年代に依存することや、表面波速度と海洋底年代が正の相関を示すことなどから、最上部マントルの地球物理学的过程において、温度が重要なパラメータであることは明らかである。しかし、地震学的に、最上部マントルでの物質的成層が確認でき、また、求められた構造とその地域性が岩石学的知見と矛盾しないことは、最上部マントルのプロセスにおいて、物質的な視点を持つことの重要性を最確認させるものである。

リソスフェア（リッド、プレート、境界層）の性質については、熱、地震学、力学、レオロジーの、それぞれの視点から考察がなされているが、今後は、総合的に、他面的に考察することが必要となるであろう。拡大系の理解を深める上でも、拡大系の「根」としての海洋リソスフェアの理解が重要となろう。拡大系の物理学的・化学的过程を理解するには、今後、グローバル地震学などからのマクロスコピックな知見、海洋科学などから

のメソスコピックな知見、そして、岩石学など物質科学からのミクロスコピックな知見を総合することが必須であり、学際的な研究の促進が強く望まれる。