

沈み込む海洋プレートと下部マントル中の化学組成変化による層構造

Subducted oceanic plate and compositional stratification in the lower mantle

小野 重明[1], 伊藤 英司[2]

Shigeaki Ono[1], Eiji Ito[2]

[1] 東大・物性研, [2] 岡大・固地研

[1] ISSP, Univ. of Tokyo, [2] ISEI

焼結ダイヤモンドアンビルを用いた高温高压実験を行い、下部マントル条件下での海洋プレートの相関係を決定した。出発物質には、ゲル法によって合成した、中央海嶺玄武岩(MORB)組成の粉末を用い、実験条件は、圧力が25から37GPaの範囲、加熱温度はすべての実験で1973Kとした。この条件は、下部マントル中の深さ660kmの地震波不連続面の直下から、深さ約1000kmまでの領域に相当する。その結果、深さ660km直下での海洋プレートと周囲のマントル物質の密度逆転は確認され、さらに、深さ1500-2000kmに相当する圧力条件で、海洋プレートと周囲のマントル物質の密度逆転が起こることが示唆された。

近年、地震学のデータから、地球の下部マントル中に地震波速度の不連続や低速度層などが観測され、これらの成因に対して、下部マントルの化学組成の不均質あるいは層構造が原因ではないかという議論が起こっている。また、同位体や微量元素を用いた地球化学的データからは、マントル中には、いくつかの異なったリザーバーが存在していなければならないということが、古くから議論されてきた。これらのことを考え合わせると、物質的側面から見ると、下部マントルは均質ではないのでないだろうか、という問いが生まれてくる。そこで、本研究では、マントル深部へ沈み込んでいる海洋プレートに注目して、高温高压実験を行った。なぜならば、沈み込む海洋プレートの化学組成は、周囲のマントル物質の化学組成とは異なっているため、マントル中に化学組成の不均質を形成する要因となりうるからである。

高温高压実験は、岡山大学固体地球研究センターに設置されている、焼結ダイヤモンドアンビルを用いた6-8型マルチアンビル装置を使用した。アンビルの素材として焼結ダイヤモンドを用いた理由は、一般によく使われるWCアンビルよりも高い圧力を発生することが可能であるからである。我々が開発したシステムでは40GPa、2500K以上での温度圧力領域の実験が可能である。また、このような実験の場合、一段目アンビルにも大きな応力が加わるため、一段目アンビルの素材はWCを用いた。圧媒体にはMgO、ガスケットにはパイロフィライトを使用した。試料は筒型のレニウムヒーターを用いて加熱し、温度はW/Re熱電対により測定をした。本研究で用いた急冷法による高压実験では、発生圧力の精密な見積もりが困難である。そのため、圧力校正は、急冷法によるものと、Sprin8の放射光を用いた高温高压その場観察実験によって得られたデータの両方を用いた。出発物質には、ゲル法によって合成した、中央海嶺玄武岩(MORB)組成の粉末を用いたが、これは、短時間の加熱によって、試料中の鉱物の化学組成ができるだけ化学平衡に近づけることを目的としている。実験条件は、圧力が25から37GPaの範囲、加熱温度はすべての実験で1973Kとした。この条件は、下部マントル中の深さ660kmの地震波不連続面の直下から、深さ約1000kmまでの領域に相当する。回収試料を用いて、EPMAによる鉱物の化学組成分析、および微小領域粉末X線回折による鉱物の格子定数の決定を行った。

25GPa(約700km)の条件では、共存する鉱物はGarnetとCa-perovskiteとStishoviteであった。30GPa(約800km)になると、Garnetは消失してMg-perovskiteとCa-ferriteタイプのAl-phaseの出現する。30-37GPa(800-1000km)の条件では、共存する鉱物の種類の変化は観察されなかった。25から30GPaへ圧力が変化する時に、Ca-perovskiteとStishoviteは常に存在するが、共存する鉱物種の変化にともなって、Ca-perovskiteの化学組成と岩石全体に占める体積は変化する。Stishoviteについては、化学組成はほとんど変化をしないが、岩石全体に占める体積は大きく変化する。現在までに報告されている各々の鉱物の状態方程式と、本研究によって得られた各々の鉱物の体積と化学組成を用いることによって、下部マントルに相当する条件における海洋プレートの密度の計算を試みた。地震学データより見積もられた数種のマントルの密度分布(PREMなど)と、実験データを基にして計算された海洋プレートの密度を比較した。その結果、従来より主張されてきた、深さ660km直下での海洋プレートと周囲のマントル物質の密度逆転は確認されたが、その密度逆転の領域は非常に狭く、おそらく厚さ100km以下であると推定される。さらに、本実験によって得られたデータを外挿すると、深さ1500-2000kmに相当する圧力条件で、海洋プレートと周囲のマントル物質の密度逆転が起こることが示唆される。したがって、マントル深部へ沈み込むスラブ中の海洋プレートと周囲のマントル物質との間の複雑な密度関係が、下部マントル中で化学組成の不均質、あるいは層構造を形成することに寄与している可能性がある。