

## マントル深部に沈み込む海洋プレートの密度および強度に対する非平衡相転移の影響

Effects of transformation kinetics on the density and strength of the descending oceanic plate into the deep mantle

# 久保 友明[1], 大谷 栄治[2], 細矢 智史[3], 下宿 彰[1]

# Tomoaki Kubo[1], Eiji Ohtani[2], Tomofumi Hosoya[3], Akira Shimojuku[4]

[1] 東北大・理, [2] 東北大、理、地球物質科学, [3] 東北大・理・地球物質科学

[1] Tohoku Univ, [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Inst. Min. Petro. and Eco., Tohoku Univ., [4] Faculty of Science, Tohoku Univ.

地球深部に沈み込んだ冷たい海洋プレートは、マントル遷移層から下部マントル最上部付近において大変形し、一時的に滞留することが地震波トモグラフィーの研究によって明らかにされた。つまり沈み込んだプレートは上下マントル境界付近において、冷たいにもかかわらず軟化し軽くなっている可能性がある。本研究では、我々がこれまで行ってきたマントル鉱物の相転移カイネティクスや原子の拡散実験の結果を基に、非平衡相転移がマントル深部に沈み込むプレートの密度や強度に与える影響を議論する。

相転移カイネティクス実験は、放射光と川井型高圧装置を組み合わせた高温高圧X線その場観察法を用いて行っている。これまでにオリビン、エンスタタイト、ダイオプサイド、ガーネットの高圧相転移カイネティクス実験を13-32GPa, 1000-2000Kの条件で行った。まだ予備的な結果を含んではいるが、X線その場観察実験によって得られたカイネティックデータを回収試料の電顕観察によって明らかにされた相転移メカニズムに基づいて解析し、沈み込むプレートの条件に外挿することによって各鉱物の非平衡な相転移境界を推定した。プレートの密度は、各鉱物の密度を高温のBirch-Murnaghanの状態方程式を用いて計算することにより推定した。本研究では海洋プレートの本体であるペリドタイト層部分のみをアツがい、その化学組成はパイロライトモデル(オリビン60+エンスタタイト15+ダイオプサイド10+ガーネット15)とした。相平衡実験によればエンスタタイトやダイオプサイドは圧力の増加とともにガーネットへ全固溶していくが、沈み込み帯の条件ではそのような長距離拡散を伴う反応は起こりにくいことが指摘されている。本研究でも、それぞれの鉱物が独立に高圧相転移を起こしていくことを仮定した。プレート内の地温勾配を0.7K/kmとし、深さ660kmでの温度が923K, 1123K, 1323Kになるような3つの温度分布モデルを考えた(それぞれT923, T1123, T1323とする)。また沈み込みの速度を7cm/year、母相の結晶粒径を5mmとした。さらにプレートの強度変化を非平衡相転移による結晶細粒化を考慮して推定した。プレートの強度は主要構成鉱物であるオリビンやその高圧相のレオロジーに支配されていると考えられる。オリビン-スピネル相転移にともなう細粒化は相転移の核生成率と成長率のバランスから、またポストスピネル分解相転移にともなう細粒化は成長する分解相のラメラの幅から推定した。ペロフスカイトとスピネル相の拡散クリープ強度は、それぞれYamazaki et al. (2000)、下宿ら(2003年合同大会)によって求められたSiの自己拡散係数をもとに計算し、その他のクリープ強度はKarato et al. (2001)のパラメータを用いて計算した。

その結果、T923の冷たいプレートは深さ410-600kmと660-740kmにおいて、周囲のマントル(PREM)よりもそれぞれ約2.5%、6%程度軽くなった。前者は準安定なオリビンやエンスタタイト、ダイオプサイドの存在により、後者はポストスピネル相転移境界の負の勾配による。740km以深では準安定なガーネットの存在のために周囲のマントルとほぼ同程度の密度をもつ。またオリビンスピネル相転移による結晶細粒化のために深さ470km付近でプレートの粘性が約10桁程度減少する。T1123やT1323の比較的暖かいプレートでは準安定なオリビンが存在できないために深さ660kmまではマントルより重い、下部マントルに入ると660-700kmで約6%、700km以深でも準安定なガーネットの存在のために約1-2%、プレートの密度が軽くなる。またオリビンスピネル相転移によるプレートの軟化は起こらないが、ポストスピネル相転移による結晶細粒化のために深さ700km付近で急激な軟化が起こり周囲のマントルよりも粘性が低下する。

このように非平衡な相転移を考慮すると、冷たいプレートはマントル遷移層で軟化し、マントル遷移層から上下マントル境界付近まで浮力を得る可能性がある。比較的暖かいプレートも下部マントル最上部で軟化しかつそこで浮力を得る可能性がある。また非平衡相転移によって得られる浮力は一時的なものであり、プレートが暖められ相転移が進行することによってその浮力は失われる。これらの結果はまだ定性的でありさらに定量的に相転移カイネティクスを検討する必要があるが、非平衡相転移を考えることで地震波トモグラフィーによって明らかにされた上下マントル境界付近でのプレートの挙動を鉱物物理学的に理解できるかもしれない。