

南極海の下の厚い D double prime layer について

Thicker D double prime layer beneath the Antarctic Ocean

臼井 佑介 [1]; 平松 良浩 [1]; 古本 宗充 [2]

Yusuke Usui[1]; Yoshihiro Hiramatsu[1]; Muneyoshi Furumoto[2]

[1] 金大・院・自然科学; [2] 名大・院・環境

[1] Natural Sci., Kanazawa Univ.; [2] Grad. School Environ., Nagoya Univ.

<http://hakusan.s.kanazawa-u.ac.jp/>

核 - マントル境界から上数百 km の領域である D double prime layer (D2 層) には、1~3% の S 波速度異方性があり、アラスカやカリブ海などの高速度領域では、SV が遅れるの異方性が観測されている。D2 層の異方性は、多くの研究で鉛直軸が回転対称となる Transverse Isotropy を仮定し、直交する SV と SH の 2 つの振動方向におけるスプリッティングが観測されている。一般に異方性媒質は、結晶やクラックなどが、ある一定方向に選択配向される応力・歪場で形成される。D2 層の異方性を調査することで、最下部マントルの流れの場を知ることができる。本研究では、南極海の下 D2 層に注目した。太平洋南極海嶺 (Region A) の下では、1.5% の SV が遅い異方性が観測され、深さ 2550km に 2.0% の速度不連続面を持つ異方性速度構造モデル (SYM) が報告されている。さらに Region C 近傍において、深さ 2580km に S 波の不連続面がある usb2 モデルが報告されている。超高温超高压実験から post-perovskite の存在が明らかになり、これらの領域の D2 層において LPO (Lattice Preferred Orientation) 異方性が発達する可能性も示唆されている。本研究では、異方性の分布や原因を調べ、異方性速度構造を推定することにより、その形成過程を含めた南極海の下 D2 層の性質を議論することを目的とする。

解析に使用したデータは、オーストラリア、ニュージーランド、南極大陸の 13 観測点で記録された地震波形を用いた。解析期間は 1990 年から 2003 年で、南米の沈み込み帯で起こったマグニチュード 5.5 以上、震源の深さ 89km 以深の S/N 比のよい深発地震 68 個を用いた。本研究では、太平洋南極海嶺 (Region A)、南東太平洋海盆 (Region B, C)、スコーティア海嶺 (Region D) の下の D2 層を調査した。データ取得後、観測点側の上部マントル異方性の補正と上部・中部マントルの速度不均質のために起こる走時異常の補正を行い、0.02Hz~0.2Hz の band-pass filter をかけた。走時はそれぞれ S, ScS, Sdiff, SKS 波の立ち上がりを読み取った。

観測された異方性は、SV の到着時間から SH の到着時間を引いた値が、平均で約 +2.5 秒であり、アラスカやカリブ海と同じく SV が遅れる異方性が観測された。異方性は最大で 2.2% であり、アラスカやカリブ海地域 (~3.0%) と比較するとやや弱い。異方性の分布はアラスカ地域などで報告されているような系統的な傾向は見られず、数 100km のスケールで不均質に分布している。また Region A, C, D では、震央距離 70~90 度の SH において、PREM モデルでは見られない、D2 層上部の速度不連続面によって引き起こされた triplication phase が観測された。

次に、観測された D2 層の異方性を説明する異方性速度構造を推定した。Reference モデルは PREM を仮定し、SV は線形な速度構造を、SH については不連続面を持つ構造を想定した。深さ 2400km 以深の構造に焦点を当て、深さ 2600km での速度 (-1.5%~1.5%)、CMB での速度 (-2.0%~2.0%)、不連続面の深さ (2500km~2700km)、速度増加量 (0.5%~3.25%) を変えてモデルを構築した。それぞれのモデルについて相対走時を計算し、観測値からの残差の Root Mean Square (RMS) を計算した。走時残差の RMS と波形によって最適モデルを評価した。

その結果、深さ 2550~2600km に 2.0% の不連続面を持つ 3 つのモデルが得られた。Tsuchiya et al. (2004) によれば、単結晶の post-perovskite は b 軸が鉛直方向に選択配向している場合、2~3% の異方性があることを示した。同程度の異方性が観測された南極海の下 D2 層は、この post-perovskite の LPO による異方性である可能性が高い。また南極周辺は、Richards and Engebretson (1992) によると、約 1 億 2000 万年前から 1 億 8000 万年前に沈み込み帯があったことを示している。現在沈み込み帯に位置しているアラスカ地域では、不連続面の深さが約 2650km であり、南極周辺地域 (2550~2600km) より 50~100km 深い。このことから、D2 層の厚さを CMB から不連続面までの距離と仮定すれば、以前沈み込み帯があった南極周辺地域では、沈み込んだスラブの堆積量が多く、厚い D2 層を形成していることが考えられる。