

南極プレート下のD''層の速度不連続面及び異方性構造の水平方向の変化に関する解釈

The interpretations of velocity discontinuity and transverse isotropy in the D2 layer beneath Antarctic plate

臼井 佑介 [1]; 平松 良浩 [2]; 古本 宗充 [3]; 金尾 政紀 [4]

Yusuke Usui[1]; Yoshihiro Hiramatsu[2]; Muneyoshi Furumoto[3]; Masaki Kanao[4]

[1] 機構・融合センター; [2] 金大・院・自然; [3] 名大・院・環境; [4] 極地研

[1] TRIC; [2] Natural Sci., Kanazawa Univ.; [3] Grad. School Environ., Nagoya Univ.; [4] NIPR

<http://polaris.nipr.ac.jp/~yusuke7/>

マントル最下部には、厚さ 200~300km の D double prime layer (D2 層) と呼ばれる境界層がある。環太平洋地域下では、D2 層上部に 2~3% の S 波速度不連続面があることが報告されており、ポストペロプスカイトが支配している領域であると考えられている。また、VSH が VSV より速い異方性が多い場所で報告され、ポストペロプスカイトの sheet stacking 構造を生み出す最下部マントルの横方向の流れの場に関連付けられた考察がなされている。最近の実体波を用いた研究において、約 1000km のスケールで速度不連続面の深さが 50 km 異なることがわかり、局所的な変化を捉えることができるようになってきている。速度不連続面や異方性の場所による違いを丁寧に調べることで、最下部マントルの温度、圧力状態や、マントル対流などの地球のダイナミクスを解き明かすことに貢献できると考えられる。

南極プレート下の最下部マントルは、グローバルトモグラフィーの結果から、平均よりも最大で+3%の高速度領域である。また、ホットスポットなどのマントル上昇流が少なく、全体的に他地域と比べて低温であることが予想される。この地域の D2 層は、現在ペルー - チリ及びトンガ - ケルマディック海溝からスラブが沈み込んでいる場所であり、これまでの沈み込み帯の変遷を見ると、冷たいスラブが多く集積している可能性が高い。本研究では S 波スプリッティング解析と、波形モデリングにより D2 層の異方的な速度構造を推定し、その地域性及び形成過程を議論することを目的とする。

本研究では、太平洋南極海嶺 (PAR)、ベリングスハウゼン海 (BHS) 及びスコシア海 (SCO) の下の D'' 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。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。

本研究で得られたモデルの不連続面の速度増加量は、3 地域とも 2% であるが、深さについて PAR が 2550km なのに対して BHS と SCO は 2600km であり、50 km の違いが見られた。ポストペロプスカイトの Clapeyron Slope から見積もった温度差は、最大で約 500K である。PAR は、マントル下降流に関連する磁気異常の目玉が過去 500 万年の間位置し、周囲のマントルに比べてより低温である可能性が高い。また、沈み込み帯の変遷を見ると、冷たいスラブが BHS 及び SCO と比べて古い年代から沈み込んでいることから、温度が低く速度が速い構造になっていることを説明できると考えられる。

D2 層の異方性は、3 地域とも SH が SV より早く到着し、最大で 2% の異方性があることが分かった。得られたモデルの transverse isotropy の強さは深さとともに弱くなる。これは、ペロプスカイトの結晶配列の揃う軸が一樣ではなく様々な方向を向いていることを示唆している。D2 層底部では、核からの熱に伴う小規模な対流などが関係して、応力・歪の方向が複雑になっているものと予想される。一方 PAR では、CMB 直上で 0.5% の異方性がある構造が得られた。これは、オーストラリア南部に hot spot があり、そこに向かって横方向のマントルが流れ、異方性を生み出しているためだと考えられる。南極プレート下の D2 層は、速度、温度、異方性の横方向の変化が見られ、そのスケールは 2000km であることが分かった。