

南極昭和基地のデータを用いた最下部マントルにおける S 波速度異方性について Anisotropy of S wave velocity in the lowermost mantle using data recorded at Syowa in Antarctica

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

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

[1] 金大・院・自然科学, [2] 金大・理・地球, [3] 極地研

[1] Natural Sci., Kanazawa Univ., [2] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ., [3] NIPR

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

はじめに

Core-Mantle Boundary (以下 CMB) から上数百 km の熱・化学境界層である D''層は、マントル対流などの地球のダイナミクスを解く上で非常に重要な領域のひとつである。D''層の S 波速度異方性は、Lay and Helmberger (1983) などによって、核反射波 (ScS) の shear wave splitting により明らかになった。近年、アラスカ (Garnero and Lay, 1997) やカリブ海 (Kendall and Silver, 1996) 地域において、longitudinal component (SV) が transverse component (SH) よりも 2-5 秒到着が遅れることが観測され、最下部マントルで SV, SH の速度が 2-3% 異なることが分かってきている。

本研究では南極昭和基地のデータを用いて、あまり報告例が無い南半球に着目し、直達 S 波の SV-SH 走時差解析と波形モデリングによる D''層の地震波速度構造解析を行った。

データ

地震波形データは、昭和基地 (緯度 -69.0088 度, 経度 39.5921 度) の、STS-1 広帯域地震計で記録されたものを用いた。解析期間は 1990 年から 2001 年、マグニチュードは 6.0 以上、震源の深さは 100km 以深のものを用いた。震央分布は、パプアニューギニアからトンガ - ケルマディックまでのプレート沈み込み帯に集中している。

解析結果

SKS 波を用いた観測点の下の上部マントル異方性の補正後、直達 S 波の SV と SH の走時差を読み取った。SV の到着時間から SH の到着時間を引いた (TSV-SH) 値は -0.6 秒 ~ 6.0 秒であった。±1.0 秒を誤差の範囲としても、データの大半で 2-4 秒 SV の到着が遅いことがわかった。D''層を通る距離を約 2000km、最下部マントルの S 波速度を 7.2km/s と仮定すると、3 秒の到着時間差は速度が約 1.5% 異なることを意味する。

D''層でこのような SV-SH 到着時間差を説明する異方性速度構造を推定するうえで、SKS-S, ScS-S 相対走時における理論走時と観測走時の差と、観測波形と理論波形を合わせる波形モデリングを行った。理論波形計算法は Direct Solution Method (Geller and Ohminato, 1994; Geller and Takeuchi, 1995) を用いた。Reference Model は標準的な地球の総合モデルとして知られている Preliminary Reference Earth Model (Dziewonski and Anderson, 1981; 以下 PREM) とした。深さ 2000km 以浅までは PREM と同じ構造を仮定し、深さ 2000km から速度不連続面までの速度、速度不連続面の深さ・速度増加量、CMB での速度をそれぞれ変えて S 速度構造モデルをつくり、解析を行った。

考察

本研究で得られた SYM では、SV (SYM-SV) は 2000km まで PREM と同じで、そこから 2550km で 0.25% 遅くなるような傾きを持ち、CMB で PREM より 0.5% 速くなるような傾きを持つ構造であり、SH (SYM-SH) は 2550km まで SV と同じで、2550km で速度が 2.0% 増加する不連続面があるモデルである。この SYM モデルは最下部マントルで S 波速度が平均的に PREM より速く、この領域が地震波トモグラフィーで高速度な領域であることと一致している。さらに不連続面がある SYM-SH は、D''層で異方性が報告されているアラスカ地域で示された SYLO モデル (Young and Lay, 1990) などの不連続面があるモデルと似た構造をしている。

Kendall (2000) では、このような D''層での異方性の原因は transverse isotropy を仮定すると、沈み込んだスラブの物質特性による lattice preferred orientation (LPO) または shape preferred orientation (SPO) で説明できるとしている。Richards and David (1992) によれば、今から約 1.2-1.8 億年前、本研究の解析領域に沈み込み帯があったことを示しており、その当時のスラブ物質が異方性を形成していることが考えられる。また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 (Young and Lay, 1990) と本研究 (2550km) よりやや深い。このことから、以前沈み込み帯があった本研究解析領域では、沈み込んだスラブの堆積量が多く厚い D''層を形成していることが考えられる。