

昭和基地で観測された PKPdf 先行波から推定される核-マントル境界近傍の不均質

Heterogeneities near the core-mantle boundary inferred from precursors to PKPdf waves recorded at Syowa Station

東野 陽子[1], 中西 一郎[1]

Yoko Tono[1], Ichiro Nakanishi[2]

[1] 京大・理

[1] Dept. Geophysics, Kyoto Univ, [2] Dept. Geophys., Kyoto Univ.

1990~99年の10年間に昭和基地においてSTS-1上下動地震計により記録された32の地震に対して得られたPKPdf先行波の解析を行なった。先行波の振幅が小さいことを考慮して、バックグラウンドノイズとPKPdf波の到達前のスペクトルを比較して先行波の特徴を調べた。その結果、先行波の卓越周波数が0.5~2Hzであることが分かった。卓越周波数と振幅から先行波の起源と考えられる東南極大陸北部下の核-マントル境界(CMB)近傍の不均質を推定すると、CMB近傍の厚さ200kmの領域中に平均的波長10~60km、数%のP波速度のゆらぎを持つ不均質が存在するという結果が得られた。

PKPdf先行波は地球の核を通るP波が核-マントル境界(CMB)近傍の不均質によって散乱された波であると考えられている。この散乱波をCMB近傍の不均質を調査する手段として用いることができる。本研究では、昭和基地で観測されたPKPdf先行波を用いてCMB近傍の不均質の推定を行なう。

東南極地域にある昭和基地で1990年5月~1999年12月の期間にSTS-1広帯域上下動地震計により記録された震央距離120~146度、マグニチュード(mb)5.8以上の地震に対するSN比の良い71記録を解析した。昭和基地のSTS-1広帯域記録は長周期成分の変動が大きく、本研究で目的とする短周期成分の解析を困難にしている。そこで、固有周期1秒の短周期地震計特性を持つバンドパスフィルターを掛けた記録を用いた。先行波の振幅はPKPdf波に比べて小さく、バックグラウンドノイズ(以下ノイズと略す)との区別が難しい。そこで、ノイズ部分と先行部分の15秒間に対してスペクトルをとり、それらを比較しPKPdf波の先行部分の特徴を調べ、先行波が見られるかを確認した。その結果、71記録のうち32記録は先行部分がノイズレベルよりも高いスペクトル振幅を示し、先行波の到来が見られた。しかし、高い振幅を示す周波数領域は約0.5~2Hzの範囲に限られており、それ以外ではノイズとほぼ同じレベルを示す。0.5~2Hzの帯域をもつバンドパスフィルターを掛けた記録は、先行波とノイズとの区別が明瞭であった。従って、先行波の卓越周波数を0.5~2Hzと考える。

先行波を観測点側のCMB上とB-causticとの交線で生じた散乱波と仮定すると、先行波の起源波をPKP-B波と考えることができる。つまり、同じ震源に対するPKP-B波と先行波の振幅比をとることで、散乱で生じた波の振幅を測定することができる。しかし、同じ震源に対するPKP-B波の観測波形を得ることは難しい。そこで、各地震ごとに先行波が観測された震央距離とPKP-B波の到達する震央距離に対して理論波形を計算し、観測波形の振幅を先行波が観測された震央距離に対して計算された理論波形の振幅に合わせ、先行波と理論波形のPKP-B波との振幅比をとり、散乱波の振幅を求める。理論波形計算は次元速度モデル(IASP91)に対してreflectivity法を用いて行なった。このようにして補正した先行波の振幅と、Chernov(1960)の散乱理論から計算した散乱波の振幅を比較し、最も良く観測値を説明する不均質を求めた。散乱波の理論振幅を計算するためのCMB上の不均質構造を、周りの媒質に対してP波速度の異なる平均的波長a kmの不均質を含む一辺200kmの立方体とした。つまり、観測値から決定されるのは不均質の平均的波長とP波速度のゆらぎである。散乱波が生じるために必要な不均質の平均的波長は、不均質を含む媒体中を伝播する波の波長と同程度かそれ以上である。先行波の卓越周波数が0.5~2Hz、中心周波数0.2Hzの帯域をもつバンドパスフィルターを掛けた記録には先行波が見られないことから、少なくとも0.2Hz以下の低周波の波が生じるような平均的波長をもつ不均質は卓越していないと考えられる。さらに3Hz以上ではノイズと区別がつかないため、3Hz以上の高周波数を生じさせる構造を考慮に入れないとすると、a=10~60km程度と推定される。このaの値に対して不均質がP波速度のゆらぎを0~20%持つと仮定し、散乱波の理論振幅を求め、周波数ごとに最も観測値に近い値を示すaとP波速度のゆらぎを求めることができる。例えば、1Hzの散乱波に着目して計算すると、a=17km、P波速度のゆらぎを2.7%とした場合に各観測点にあわせて求めた散乱波の理論値と観測値との差の自乗和が最小になった。

解析した32の地震は全て日本付近で生じており、地震波が伝播するCMB近傍の不均質の位置も東南極大陸北部下の半径数100km以内である。先行波の振幅から1Hzの散乱波を生じさせる不均質の平均的波長とP波速度のゆらぎを求めると、CMB近傍の厚さ200kmをもつ領域中に、平均的波長約20km、P波速度のゆらぎ約3%という結果が得られた。この結果と先行波の卓越周波数から、この領域では10~60kmの平均的波長と数%のP波速度のゆらぎを

持つ不均質が存在すると推定される。

本研究の理論波形計算のために、東京大学地震研究所地震予知情報センターの計算機システムを利用しました。