

3次元不均質構造がレシーバ関数に及ぼす影響評価 ガウシアンビーム法による合成波形を用いてー

Effect of 3-D heterogeneous structures on observed Receiver Functions inferred from Gaussian Beam synthetics

平原 和朗 [1]

Kazuro Hirahara[1]

[1] 京大・理・地球惑星・地球物理

[1] Geophysics, Grad. School of Sciences, Kyoto Univ.

<http://www-seis.kugi.kyoto-u.ac.jp/~hirahara/>

地震波走時トモグラフィーにより日本列島下の3次元速度構造が求められ、沈み込む太平洋・フィリピン海プレートの構造が明らかにされ、多くの研究で得られた構造のコンパイルも行われ、日本列島下の標準3次元構造モデルの構築を目指すようになってきている(鶴岡・他,2008)。一方、レシーバ関数(RF)解析により地殻・上部マントル内の地震波不連続面(モホ面、スラブ上面、海洋性モホ面、スラブ下面)の詳細な構造が明らかにされてきた。初期モデルに地震波不連続面を含むトモグラフィー手法も存在するが、直達波走時をデータとする地震波走時トモグラフィーは、不連続な構造ではなく、主として滑らか不均質構造を求めている。それに対して、レシーバ関数イメージングでは、レシーバ関数に見られる後続波はある深さでのPs変換波だと仮定して、通常1次元速度構造に基づき、イメージングを行っている。また3次元速度構造を用いてのイメージングも行われているが、簡単な補正を行っているものがほとんどである。そこで、地震波走時トモグラフィーとレシーバ関数解析を組み合わせ、地震波不連続面を含む3次元速度構造を求めようという、レシーバ関数トモグラフィー法が提唱されている(Hirahara,2006)。

レシーバ関数トモグラフィー法では、1)走時トモグラフィーにより3次元速度構造を求め、2)その構造に基づきレシーバ関数イメージングを行い、不連続面の形状の第1次近似形状を求め、3)不連続面の形状とその境界面のインピーダンスコントラスト(密度にある過程をおけば速度コントラスト)をパラメータに観測された、3成分レシーバ関数(成層構造ではラジアルRFを通常用いるが、傾斜層を含む不均質構造中ではトランスバースRFが重要になる。また地表反射のP波では上下動RFも重要になってくる)をデータとして非線形インバージョンを行い、形状およびインピーダンスコントラストを推定する。1)-3)を繰り返して、地震波不連続面を含む3次元速度構造を決定する、という手順が考えられている(Hirahara,2006)。

本研究では、上記のレシーバ関数トモグラフィー法の3)の段階で効率良い手法開発のために、速度不連続面での速度コントラストおよび境界面の摂動のモデル化やトモグラフィーによる3次元速度構造がレシーバ関数に及ぼす影響を調べた。

任意の形状をもつ速度不連続面を持つ3次元不均質構造中での、レシーバ関数合成には、ガウシアンビームによるレシーバ関数合成法(Hirahara,2006)を用いた。それは、Sekiguchi(1992)の近地地震用コードを改良したもので、以下の手順で合成を行った。まず、3次元速度(Q)は3次元格子点での値を、速度不連続面は平面グリッドでの深さとして与え、それぞれスプライン関数で補間して速度(およびQ)モデルを構築する。次に、モデル空間外はIASP91等の1-D速度構造モデルを仮定して、モデル空間外にある遠地観測点からモデル空間の底(ある深さ)に至る波線のP波到達時刻、方位角、入射角を求める。さらに、それらを初期値として、モデル空間内で、速度不連続面での変換・反射を指定して、観測点周辺の地表までkinematicおよびdynamic ray tracingを行い、ガウシアンビームの重みを付けて波形を合成する。

モデル領域としては、東北日本を選んだ。東北地方下でモホ面や沈み込む太平洋プレートの形状がかなり良く研究されており、また地震波走時トモグラフィーにも初期構造として、これらの地震波不連続面を含む不均質構造が用いられている研究が多い(例えば、Zhao et al.,1992)。また最近ではDDトモグラフィー法で、沈み込む太平洋プレート内の海洋性地殻の詳細な構造が解明されつつある(Tsuji et al.,2008; Nakajima et al.,2009)。東北地方のレシーバ関数では、列島下のモホ面が、爆破等で得られているモホ面より深くであるという観測がある。それに対し、スラブ上面、海洋性モホ面は非常に鮮やかに負・正の振幅が見えているが、周期のやや長いRFで見ると、深くなるとスラブ上面の極性が変わる(Kawakatsu and Watada,2007)、また、スラブ下面に対応する負のRF振幅が報告されている(Tonegawa et al., 2006)。こういったフェイズに対して、3次元構造がどのように影響しているかを合成波形を作成することによって調べたので報告する。