

沈み込み帯における三次元P波異方性速度構造モデルの構築

Three-dimensional P-wave anisotropic velocity structure of the Japan subduction zone

石瀬 素子 [1]; 瀧 一起 [1]; 三宅 弘恵 [1]; 小田 仁 [2]

Motoko Ishise[1]; Kazuki Koketsu[1]; Hiroe Miyake[1]; Hitoshi Oda[2]

[1] 東大・地震研; [2] 岡大・理・地球科学

[1] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo; [2] Dept. of Earth Sci., Okayama Univ.

地震波異方性は、波の伝播方位や振動方向によってその速度が変化する性質で、P波速度の伝播方位依存性 (Raitt et al., 1969)、S波スプリッティング (Ando et al., 1983)、ラブ波速度とレイリー波速度の食い違い (Cara and Leveque, 1988)、地球自由振動のモードスペクトルの異常分裂 (Masters and Gilbert, 1981) など、その影響は広い周波数帯域の地震波に多彩な現象として現れている。

これら地震学的現象の観測とその解析から、地球内部における地震波異方性の分布様式が応力分布やマントル流動 (プレート運動) のパターンと非常に良く符合するということが知られている。その一方で、岩石破壊実験や鉱物の変形実験においても地震波異方性が観測されており、前述の符合をはじめとする種々の地震波異方性が、応力や変形に着目した形成メカニズムによってうまく説明されている。従って、地球内部における地震波異方性の空間的分布を実験的研究に基づいて解釈することで、応力や流動パターンの三次元的な把握、さらには地球内部のダイナミクスの理解の飛躍的進展が期待される。そのために地震学的観測が行うべきことは、何処にどの様な性質の異方性が存在しているのか、すなわち三次元的な異方性構造を明確に記述することである。これまでもS波スプリッティングの高密度な観測による異方性分布が報告されているが、この方法で観測される異方性は波線が通過した全ての領域における異方性の積分量であり、何処にどの様な異方性が存在するかを決定することは難しい。

そこで本研究は、等方性地震波速度 (不均質性) の三次元構造解析における地震波トモグラフィーの考え方を異方性の三次元構造推定に導入し、P波異方性トモグラフィー法の開発を行った (Ishise and Oda, 2005)。仮定した異方性は六方対称の異方性で、六方対称軸が水平面内に分布する不均質な異方性媒質を対象領域をモデル化している。従って、解析で得られる構造は、不均質性と異方性の三次元構造である。そしてこの異方性トモグラフィー法を日本列島の各地 (北海道、東北、関東、近畿東海、中国四国、九州地方) のP波異方性速度構造解析に適用し、P波異方性という観点から日本列島の沈み込み帯を観察した。その結果、地殻、マントルだけでなく、スラブ内にも異方性の存在が示され、地殻浅部における異方性の方向は広域応力場の水平圧縮軸方向とよく符合する、マントルウェッジの異方性はスラブの沈み込み方向と良く対応する、スラブ異方性はプレートの形成過程やその年代が関係している。古い太平洋スラブの異方性は海洋底拡大方向と一致するのに対し、若いフィリピン海スラブの異方性は現在の応力場と良い対応を示す、ことなどが示された。また、不均質性と異方性の分布パターンを比較したところ、それぞれ独立した変化様式を持っており、両者の間に明瞭な連動関係は見られなかった。このことは、異方性と不均質性がある程度は分離できているということを示唆していると同時に、異方性分布と不均質性分布の摂動の原因が別ものであるということを示唆していると考えられる。さらに、東北地方について本研究で得られたP波異方性と既往のS波スプリッティング研究によるS波異方性 (Kaneshima, 1990; 榊原・他, 2003; Nakajima and Hasegawa, 2004) を比較したところ、表層のP波異方性と地殻のS波異方性の間に良い対応が見られた。より深部では、S波異方性研究では存在が否定されている下部地殻に異方性が見られたり、マントルウェッジの異方性分布に違いが見られたりといった差異が見られた。