

異方性媒質 anisotropic media と anisomeric media

Notion of anisotropy: anisotropic media and anisomeric media.

西澤 修 [1]; 齊藤 竜彦 [1]

Osamu Nishizawa[1]; Tatsuhiko Saito[1]

[1] 産総研

[1] AIST

地球内部の地震波伝播の議論では、媒質の異方性を考慮しなければならないことが多い。これまで、通常行われてきた方法は、

(1) 異方性鉱物の選択配向や割れ目の選択配向を異方性の原因と考え、地震波の波長は媒質の不均質スケールより十分長いという条件のもとで、媒質を等価な均質媒質に置きかえることであった。

しかし、地震波で探ることのできる異方的性質には、次のような場合がある。

(2) 地震波の波長が、不均質スケールの影響を無視できない程度に短くなると、散乱や回折の影響が現れる。このとき、不均質スケールの大きさが方向で異なると、その影響が弾性波速度など地震波伝播に関係する諸性質に現れ、異方性として認識される。

ここでは(1)、(2)の仮定をそれぞれ、anisotropic, anisomeric と呼ぶことにし、それぞれの性質を議論する。

(1)の場合、等価均質媒質の弾性定数を求めて異方性を記述し、得られた弾性定数をもとに、速度異方性やS波スプリッティングの大きさが議論される。このとき、地震波速度異方性は一意的に決定され、周波数依存性は議論されない。

(2)の場合、媒質が統計的に記述されるようなランダム不均質構造を持つときは、ランダム不均質を表す統計関数(自己相関関数またはスペクトル)のパラメータに方向依存性を導入して媒質を表現する。

(1)では弾性波速度や波動場は一意的に記述でき、統計的ばらつきを議論することはないが、(2)では伝播する弾性波の速度や波形は一意的に決まらず、統計的ばらつきを示し、このばらつきに意味がある。弾性波速度の平均値は方向によって変化し、個々の速度値の分散は(速度分散ではない)ランダム不均質の強度や特徴的スケールと地震波の波長との関係によって決まる。

これまで、地殻内部の異方性は多くの場合(1)のモデルで議論されている。とくにS波スプリッティングは、ほぼ無批判に割れ目の選択配向によるものと解釈され、これから地殻応力が議論される。しかし、実際は(2)の可能性も否定できない。この場合、地震波の粒子運動軌跡の解析だけでなく、後続波が形成する地震波エンベロープの形状、S波分極のゆらぎなどが重要な手がかりとなり、これらの周波数依存性は貴重な情報となる。

たとえば、Fukushima et al. (2003)による岩石を用いた実験では、S波初動付近の粒子軌跡が媒質のanisomericに関わる性質を反映することが示されている。また、Saito (2005, 2006)の研究によれば、初動から決められるP波平均速度の方向依存性がanisomericな性質に支配され、周波数依存性が方向により異なることが定量的に示されている。また、波形エンベロープの形状の伝播方向による違いなども示されている。さらにKawahara (1992,2004)などもanisomeric mediaにおける研究と考えることができる。

本講演では、anisotropic媒質とanisomeric媒質についてまとめ、anisomeric媒質に対する研究の流れをレビューし、今後の研究の方向を議論する。