

長周期および短周期 S 波到達時刻を結ぶ物理分散のリファレンス周波数

Physical dispersion with a reference frequency of 2 Hz: Bridging between short- and long-period S travel times

大木 聖子[1], 深尾 良夫[2], 大林 政行[3]
Satoko Oki[1], Yoshio Fukao[2], Masayuki Obayashi[3]

[1] 東大・地震研, [2] 東大・地震研

IFREE/JAMSTEC, [3] IFREE

[1] Earthquake Research Institute,
Tokyo Univ, [2] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo
IFREE/JAMSTEC, [3] IFREE

トモグラフィーによるマンツルのマッピングから地球内部ダイナミクスの議論へ進むには速度不均質の成因を理解し、それを密度不均質に換算する必要がある。P 波と S 波の速度比はこれに有効であるが、既存の両トモグラフィーモデルでは精度や分解能が異なり直接的に比較することはできない。そこで本研究は、既に多く存在する P 波トモグラフィーと同じ周波数帯における短周期 S 波トモグラフィーをめざして、S-P 走時差の測定方法を確立した。

S-P 走時差は P 波と S 波の速度比に敏感な測定量であり、また震源時刻の不確定性を相殺したデータとなっているため P 波・S 波の速度比を考えるのに有効である。しかし S 波の立ち上がりを読み取るのは困難であるため、本研究では波形相関法を適用した。つまり P 波から S 波を合成し、観測 S 波との相関を取ることで S-P 走時差を決定する。波形の合成は地球の非弾性・物理分散の効果を補正することで実現される。この補正には 2 つのパラメータ f_0 と t^* を特定する必要がある。リファレンス周波数 f_0 には 1Hz を使った。これは短周期実体波の走時を表すとみなされてこれまで広く用いられている値である。減衰をあらわすパラメータである t^* に関しては、合成波形と観測波形との一致を重視するため、0.1 ずつ値を変化させ両波形の相関係数を最大にするような値を採用した。こうして得られた t^* は既存の Q モデルと整合的であった。相互相関法による S-P 走時差の測定結果は、S 波走時残差と P 波走時残差との比に関する従来の解析結果とも整合的であり、妥当であるといえる。

短周期実体波の走時を規定しているのは 1Hz であるとする従来の認識が正しければ、 $f_0=1\text{Hz}$ として波形相関法で求めた S-P 走時差 ((S-P)cor) と立ち上がりを目で読み取った S-P 走時差 ((S-P)pic) とは一致するはずである。立ち上がりが明瞭な波形において (S-P)pic のデータセットを揃え、それに対応する (S-P)cor データセットと比較したところ、(S-P)cor の方が (S-P)pic よりも系統的に大きいというバイアスが見られた。これは物理分散のリファレンス周波数を 1Hz とおいたことが原因であり、実際には 1Hz よりも高周波の波もノイズにうずもれることなく伝播して立ち上がりを規定していることを示唆している。(S-P)cor と (S-P)pic との差と t^* のデータセットから立ち上がりに一致するリファレンス周波数を求めたところ、2Hz という値が得られた。この値をリファレンス周波数として用いることにより、1Hz を用いたときにみられた (S-P)cor と (S-P)pic との間の系統的なバイアスは解消された。

物理分散のリファレンス周波数はまた、長周期と短周期における地球モデルをつなぐときにも使われている。たとえば PREM (Dziewonski and Anderson, [1984]) は、自由振動・表面波データから得られた 200s での地球モデルと、短周期実体波走時とを物理分散によってつないでいる。このとき短周期実体波のリファレンス周波数は 1Hz としている。 $f_0=2\text{Hz}$ という本研究の主張は、PREM の長周期地球モデルと短周期実体波走時を固定する限り、Q 値に補正が必要であることを示唆する。可能な 2 通りの補正として、1) Q に周波数依存性がない場合、2) 周波数依存性がある場合 を考えた。1) のとき、Q 値には 14~16% の増加が必要であり、この値は AK135 (Kennett et al., [1995]) や本研究の t^* の示す地球の非弾性に近づく。2) のときは周波数の 0.04 乗というわずかな依存性が必要であった。これは実験室における結果 (0.1-0.3 乗) では、200s での PREM とつなぐ限りにおいて短周期実体波の走時が説明できないことを示唆している。