

# S波コーダにおけるエネルギー分配の周波数依存性

中原 恒 (東北大学大学院理学研究科)

Frequency dependence of energy partitioning in S-wave coda  
Hisashi NAKAHARA (Graduate School of Science, Tohoku Univ.)

## 1. はじめに

近年、常時微動やコーダ波を用いた地震波干渉法を地下構造のイメージングやモニタリングに利用する研究が進められている。その際、信号源としての常時微動やコーダ波をよく理解することが、地震波干渉法を有効に利用するために必要である。たとえばS波コーダにおいて、1次散乱と多重散乱のどちらが卓越するのかが重要な問題である。弾性波に対する輻射伝達理論によると、多重散乱が卓越すると変換散乱が平衡状態に達し、P波とS波のエネルギー比が一定値に収束していく。Shapiro et al. (2000) は、メキシコでの稠密アレイ観測により、実際にS波コーダにおいてP波とS波のエネルギー比が一定になっていることを示し、多重散乱が卓越する証拠であるとしている。多重散乱が卓越すると波が様々な方向から等方的に入射するため、上下、水平の振動方向へのエネルギー分配にもその影響が現れることが期待される。エネルギー分配を求めるには、最低1観測点での3成分記録があればよいため、解析は容易である。そのような理由で、中原 (2007) は、S波コーダのエネルギー分配を調べて考察した。本研究では、その周波数依存性を調査したので、結果を報告する。

## 2. データ・解析方法

防災科学技術研究所のKik-netの記録を使用する。速度検層の結果を参考に、東北地方の観測点の中から、地表付近までS波速度の値が大きくかつその深さ変化が少ない観測点であるIWTH13, IWTH17の2点と、比較のために浅部が低速度であるIWTH02を選出した(図1参照)。2001年から2006年に発生した震央距離約200km以内のイベントで、最大加速度1gal以上、P波、S波とも良好に記録されたものを解析対象とする。データ数は、IWTH13, IWTH17で60個、IWTH02で55個である。地表と地中の観測点での加速度記録を速度記録に変換した後、パワースペクトルを計算するが、その際、震源経過時間35-70sの間で開始時刻を5sずつずらしながら10.24s間の時間窓を8つとる。それぞれの時間窓、周波数で、上下動のパワースペクトル、水平動2成分のパワースペクトルの和(以下、水平動)を、それぞれ3成分のパワースペクトルの和で割った上下動、水平動のエネルギー分配率を計算する。

## 3. 結果

地表観測点におけるS波コーダのエネルギー分配率の周波数依存性を図2に示す。中原 (2007) が使用した硬岩上のIWTH13, IWTH17の2点では、2-6Hz程度においては中原(2007)が指摘した傾向と概ね一致する。すなわち上下動で約0.18、水平動は約0.82である。周波数が約6Hzより高くなると、上下動の寄与が小さくなり、水平動の寄与が大きくなる傾向が見られる。低速度層のあるIWTH02では、2-6Hzでも上下動の寄与がかなり小さいが、10Hz付近では上下動の寄与が急激に大きくなる。一方、図3に示すように、深さ約100mにある地中では、2-6Hz程度においては中原 (2007) が指摘した等分配の傾向と概ね一致する。周波数がそれより高くなると、上下動の寄与が小さくなり、水平動の寄与が大きくなる傾向が全点に見られる。

## 4. 考察

今回の結果に基づくと、中原 (2007) では2-16Hzの広い周波数帯を1度に扱っていたが、その中でパワーの大きな2-6Hz帯域が結果に大きく寄与していたことを示しているものと考えられる。今回、観測されたエネルギー分配の周波数依存性をモデル化するため、公開されている速度検層の結果の水平成層構造に、その下の半無限媒質からP, SV, SHの平面波が1.00:2.28:2.28の振幅比で等方的に入射すると仮定した。図2, 3に結果を赤実線で示す。地表では、周波数が6Hz以下では、計算値が観測値をよく説明しているが、それより高周波になるほどフィットが悪くなる。より良いフィットのためには浅い部分の速度構造のチューニングが必要と思われる。一方、地中の観測結果を説明することはまだで

きていない。

謝辞 本研究では、防災科学技術研究所のKik-netの強震記録と気象庁・文部科学省の一元化震源カタログを使用させていただきました。

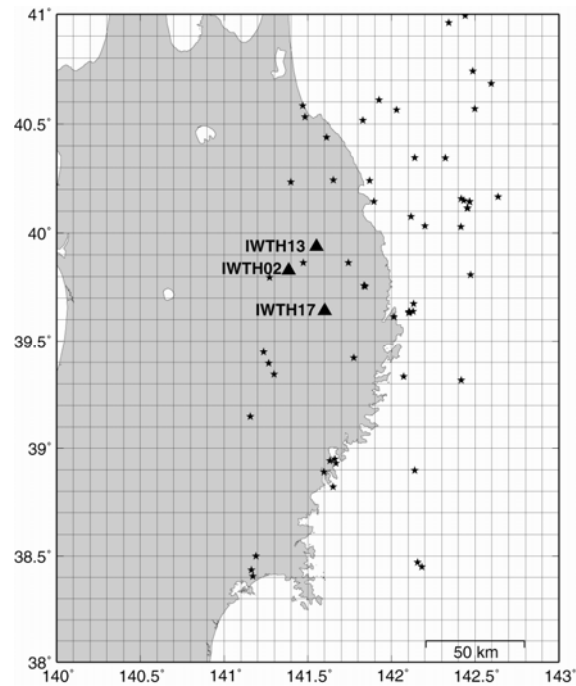


図1 使用した観測点（三角印）と地震の震央（星印）。

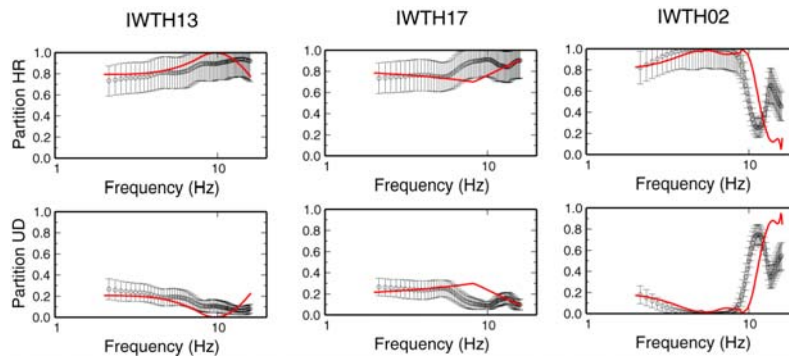


図2 地表における水平動と上下動のエネルギー分配率の周波数依存性。白丸は全地震・全時間窓の平均値，誤差棒は±1標準偏差，赤実線は検層による速度構造に対する理論曲線。

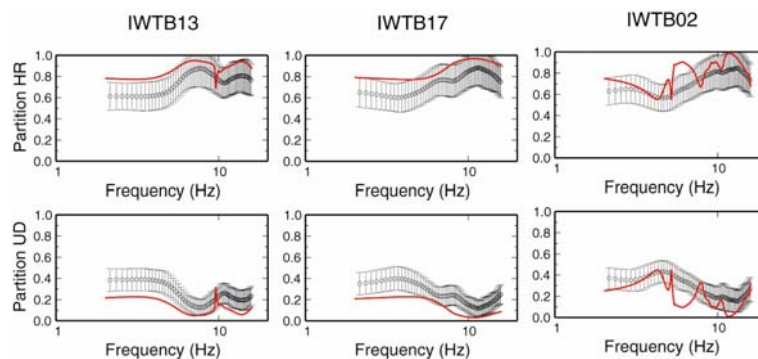


図3 地中における水平動と上下動のエネルギー分配率の周波数依存性。白丸は全地震・全時間窓の平均値，誤差棒は±1標準偏差，赤実線は検層による速度構造に対する理論曲線。