

散乱モードを考慮した長町 - 利府断層周辺における地殻不均質構造のイメージング

Imaging of crustal heterogeneity around the Nagamachi-Rifu fault in northeastern Japan with the effect of scattering mode

平 貴昭[1]; 蓬田 清[1]; 桑原 保人[2]; 今西 和俊[3]; 伊藤 久男[4]

Taka'aki Taira[1]; Kiyoshi Yomogida[1]; Yasuto Kuwahara[2]; Kazutoshi Imanishi[3]; Hisao Ito[4]

[1] 北大・理・地球惑星; [2] 産総研; [3] 産総研; [4] 産総研

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [2] GSJ,AIST; [3] GSJ, AIST; [4] AIST

本研究では、長町 - 利府断層周辺で展開された複数の短スパン 3 成分アレイ観測の波形記録を用いて断層周辺の微細不均質構造を推定した。f-k 及び偏向面解析を行いアレイに到来する散乱波の散乱モード(P-to-P 及び P-to-S)を定量的に評価し、各モードに対する散乱係数分布を、震源・観測点・減衰特性を補正した後の波形記録による f-k パワースペクトル強度をマッピングし求めた。この際、分布の特徴が最も良く現れるように P-to-P、P-to-S 散乱係数とともに同じ基準値で規格化を行った。解析は 4, 8, 16Hz の 3 つの周波数帯で行った。

長町 - 利府断層の地表トレースが見られる地域では、深さ 2-3km において 4Hz の周波数帯で散乱係数が 1 以上の値をもつ P-to-S 散乱体が発見され、その分布は地表トレースと同じ走向を持つ。8, 16Hz の周波数帯においては、このような傾向は得られず、また顕著な P-to-P 散乱体も検出されなかった。一方、深さ 4-5km においては、8, 16Hz の周波数帯で散乱係数の大きい領域が顕著であるが、4Hz の周波数帯では散乱係数は 0.3 以下と低い値が得られた。微小地震の震源分布と比較すると、散乱係数が 1 以上の領域と微小地震の震源分布に相関が見られた。3 つの周波数帯のみでの結果ではあるが、検出された散乱体の周波数依存性から、深さ 2-3km では不均質のスケールは約 0.3km、深さ 4-5km においては 0.07km 程度のスケールを持つ不均質性が強いと示唆される。

また、断層の北西部にあたる第三紀の火山活動に伴うカルデラ地域では、P-to-P、P-to-S 散乱体が局在している。この地域では顕著な周波数依存性はみられなかったものの、深さにより散乱モードの違いがみられ、深さ 5km よりも浅い領域では P-to-P 散乱体が、深さ 5km よりも深部では P-to-S 散乱体が局在している。深くなるにつれて局在する散乱体に変化することは、散乱体(クラック)を構成する物質、またはクラック内部の物質が深さ方向で変化していることを示唆している。

以上の散乱係数分布に加え、f-k パワースペクトルの形状に着目し、散乱体の性質を表現するパラメータとして f-k パワースペクトルの扁平率と面積を導入した。散乱波の到来方向、すなわち k_x , k_y を一定にした f-k パワースペクトルが、周波数領域においては幅広く、時間領域でシャープな形状である場合(本研究における扁平率の定義では、扁平率は大きな値をとる)はパルス状の散乱波がアレイに到来していると考えられる。一方、これとは反対の形状を持つ f-k パワースペクトルは、散乱波が単色で継続時間の長い形状であることを意味する。また、散乱波が f-k パワースペクトル上においてガウス分布に従うと仮定すると、どのような形状をもつ散乱波が到来した場合においても、f-k パワースペクトルの面積は一定(P_i)の値を持つ。この場合の散乱過程を single process とし、反対に面積が P_i よりも有意に大きい場合は、散乱過程が single process の重ね合わせ(multiple process)であると解釈した。つまり、扁平率はアレイに到来する個々の波群の形状(例えばパルス状、正弦波)、面積は散乱波の生成過程(single process, multiple process)を反映したパラメータである。

上記で検出された長町 - 利府断層およびカルデラ近傍における散乱体に対応する f-k パワースペクトルの扁平率と面積を評価した。散乱係数分布と同様に、その分布の特徴が最もよく現れるように、ある基準値で規格化した断層近傍の P-to-S 散乱体では、扁平率は 0.02-0.04 と小さく、面積は 0.9 以上の大きい値をとる。一方、カルデラ近傍では、扁平率は 0.6-0.8、面積は 0.2-0.5 と断層近傍にくらべ比較的小さい値を持つ。このことは、断層近傍においては、他の領域に比べ密なクラック群で正弦波に近い形状を持つ散乱波が生成されていることを示唆している。これに対して、カルデラ近傍では、パルス状の散乱波が single process 的に発生していることから孤立した不均質性の存在が示唆される。

謝辞：本研究では、長町 - 利府断層深部構造研究グループの観測記録を使用させていただいた。東北大学の中島淳一博士には地震波速度構造のデータを、横浜市立大学の吉本和生博士には震源カタログを提供していただいた。関係者各位に記して感謝する。