

人工地震探査による 1995 年兵庫県南部地震震源周辺域の地殻下部の P 波散乱体分布

P wave scatterer distribution around the focal region of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake from active seismic experiment

出町 知嗣[1]; 長谷見 晶子[2]; 岩崎 貴哉[3]

Tomotsugu Demachi[1]; Akiko Hasemi[2]; Takaya Iwasaki[3]

[1] 山形大・理工・地球共生圏科学; [2] 山形大・理・地球環境; [3] 東大・地震研

[1] Interactive Symbiosphere Sci., Yamagata Univ.; [2] Earth and Environ. Sci., Yamagata-Univ.; [3] ERI, Tokyo Univ.

これまでに我々は、1995 年 12 月に兵庫県淡路島北部において、爆破地震動研究グループが実施した屈折法人工地震探査(爆破地震動研究グループ, 1997a)によって得られた波形記録の後続波の解析から、1995 年兵庫県南部地震震源周辺域の地殻内 P 波散乱体構造の推定を行ってきた(出町・他, 2003; Demachi et al., 2004)。本研究では、数値実験を行うことにより解析手法の分解能を評価し、得られた結果の確からしさを調べることにした。

解析方法は Demachi et al. (2004)と同様である。淡路島島内の測線を構成する 128 観測点を 8-11 点から成る 18 組のアレイに分割し、各アレイごとにセンブランス解析(Neidell and Taner, 1971)を適用することによって後続波の走時の読みとり、ならびにアレイへの入射角度と到来方位から波源の方向の推定を行っている。それぞれのアレイは 2 km 程度の口径となるように設定した。また、解析は 4-8 Hz の周波数帯域の波形に対してのみ行った。ここで、アレイの形状についてみると、L 字型が 5 ヶ所あるが、残り 13 ヶ所のアレイではその形状が直線的であるため、アレイへ入射する平面波の入射角と方位角によってはアレイ内を伝播する波の見かけ速度が等しくなってしまう、多数の方向においてセンブランス係数が大きくなってしまふことが考えられる。つまり、波源の方向を一意に決定できないことになる。その一方で、直線的な形状のアレイの走向は、大別すると北東-南西方向 6 ヶ所、北西-南東方向は 7 ヶ所であることから、以下の手順に従って波源の位置を決定した。まず、あるアレイにおいて記録された発破の、ある走時となる後続波について考える。センブランス解析を行うことで、次の条件、(a) センブランス係数が 0.3 以上、かつ、ノイズ部分(発震時の 3 秒前から 1 秒前まで)の平均値以上となる、(b) 振幅値が前後 5 ウィンドウでの平均値よりも 10%以上大きい、を満たしたときのアレイへ入射する波の入射角と方位角をすべて求める。ここで、後続波は P-P1 次散乱体であると仮定して、散乱体の走時、波の入射角と方位角、領域の速度構造から、波源の候補点の座標を求める。そして、解析領域を 1 km x 1 km x 1 km のブロックに分割し、各ブロックごとに候補点が含まれるかどうかをカウントする。これらの処理を全ての発破-アレイの組み合わせ、さらに検出されたすべての散乱体について行うことによって、カウント数が相対的に多くなったブロックを散乱体の位置と決定した。

散乱体の検出は、発震時後の 12 秒間において、フィルターの中心周期の 2 倍となる 0.333 秒のタイムウィンドウを 0.167 秒ずつ移動させ、センブランス係数の時間変化を調べることによって行った。各時間において、アレイへの入射波の方位角を 3 度ずつ、入射角を 1-4 度ずつずらし、上記(a)、(b)の条件を満たし、さらに直達波の影響を防ぐため S 波到着後 2.5 秒ものだけを散乱体として検出した。領域の速度構造は、Ohmura et al. (2001)が京北-西淡測線(爆破地震動研究グループ, 1997b)において推定した P 波速度構造を水平多層構造として与えたものを採用した。

いくつかの散乱体の配置パターンを作成し、上述の速度構造において解析に用いた発破-アレイの組み合わせで散乱体を合成し、数値実験を行った。ここでは簡単のため、散乱体は 6 Hz の正弦波とした。その結果、測線域から半径 10 km 以内では水平、深さ方向ともほぼ 1-2 km 程度以内で散乱体の位置を特定できたが、半径が 20-30 km となる領域では、各方向ともに 3-5 km 程度の誤差をもってしまうことなどが明らかになった。さらに、結果への虚像の出現には明瞭なパターンがあることが分かり、これらを考慮して散乱体の位置を推定した。散乱体は、本震震源の対角の方向となる、測線域から約 15 km 南東方向の深さ 22-27 km の範囲、および、測線域の西方約 10 km、深さ 27-32 km に分布することが示された。一方でそれ以浅、および震源付近では明瞭な散乱体のイメージは得られなかった。推定された散乱体は、それぞれの深さから考えて、深さ 22-27 km の散乱体は下部地殻の不均質性に起因するものと推測され、深さ 27-32 km の散乱体はモホ面と対応する可能性がある。また、下部地殻の不均質性は局所的に変化していることが示唆される。

謝辞：本研究で使用した波形記録は爆破地震動研究グループよりいただきました。記して感謝致します。