

レシーバー関数と表面波位相速度の多地点同時逆解析による堆積層のS波速度構造の推定

Multi-site joint inversion of receiver functions and surface-wave phase velocities for estimation of sedimentary layer structure

黒瀬 健[1], 山中 浩明[2]

Takeshi Kurose[1], Hiroaki Yamanaka[2]

[1] 東工大・総理工工・環境理工, [2] 東京工大・総理工

[1] Environmental Sci.and Tech.,Tokyo Inst.of Tech., [2] T.I.Tech

近年、微動アレイ観測による堆積層のS波速度構造の探查事例が蓄積されつつあるが、この方法には深部構造の分解能や適用限界に問題が残されている。一方、地殻や上部マントルのS波速度構造の推定では、地震記録のP波部分から得られたレシーバー関数の逆解析が行われている[Owens et al.(1984)]が、堆積層への適用事例は少ない。また、レシーバー関数にはS波速度と層厚の間にトレードオフがあることが知られており[Ammon et al.(1990)]、これを回避するために、地殻や上部マントルを対象とした研究ではレシーバー関数と表面波群速度の同時逆解析が行われている[Julia et al.(2000)]。本研究では堆積層のS波速度構造の推定を目的として、レシーバー関数の逆解析手法及び表面波位相速度との多地点同時逆解析手法を提案し、パラメータ間のトレードオフや解の唯一性について考察する。

伊豆半島東部で発生した5つの地震の気象庁の東京観測点における記録から Source Equalization Procedure[Langston(1979)]によってレシーバー関数を計算し、時間領域でスタックした後、遺伝的アルゴリズム(GA)による逆解析を行った[黒瀬・山中(2001)]。その際のGAパラメータは総個体数30、交叉確率0.7、突然変異発生率0.01であり、100世代までの計算を行った。また、エリート選択と動的突然変異[山中・石田(1995)]を導入した。得られた構造はそれぞれS波速度約0.6, 0.8, 1.3, 3.0(km/s)を持つ4層構造で、基盤の深さは約2.8kmであった。この結果は江東区[山中・他(1995)]や渋谷区[山田(2001)]における微動アレイ観測などの結果とも類似した構造となっている。しかし、Misfitのカットオフ値を与える方法[山中・他(1999)]を用いて、得られた解の一意性について検討したところ、Misfit曲面上に同程度の極小値を持つ局所解が複数存在し、またパラメータ間のトレードオフなどのため、得られた解の唯一性に問題が残ることがわかった。

次にレシーバー関数と表面波位相速度の多地点同時逆解析手法(Multi-site joint inversion, 以下MSJ)を提案する。MSJは堆積層の平面的な広がりや連続性を考慮して、複数地点で得られた観測記録を同時に逆解析し、対象地点の地下構造をモデル化する手法である。既に微動アレイ観測に関しては複数地点で得られた位相速度を同時に逆解析する手法が提案されている[馮・他(2001)]。MSJはこれを参考にしたものであり、対象地域における同一層のS波速度が一定であること、観測記録に含まれるノイズは時間的・空間的にランダムであり、観測点間でノイズに相関はないことを仮定している。MSJにおけるGAパラメータは総個体数200、交叉確率0.9、突然変異発生率0.01とし、100世代までの計算を行った。

観測記録として、上述の気象庁の東京観測点でのレシーバー関数に加え、江東区及び渋谷区において微動アレイ観測から得られた位相速度を用いて、MSJによってS波速度構造の推定を行った。得られた構造はそれぞれS波速度約0.5, 0.8, 1.4, 3.0(km/s)を持つ4層構造であり、基盤の深さは江東区を除いて約2.6kmとなった。江東区では基盤の深さが約2.1kmと若干浅く推定されたが、これは山中・他(1995)による結果のうち微動アレイ観測による位相速度のみを用いた場合とほぼ同じ結果になっていることから、手法上の問題ではなく観測位相速度の問題であると考えられる。また、上述の方法で解の一意性について検討したところ、MSJでは最適解と同程度の極小値を持つ局所解は他に存在せず、レシーバー関数の単独解析におけるパラメータ間のトレードオフや位相速度の逆解析における深部構造の任意性などの問題がMSJによって回避され、得られた解の唯一性が保証されるようになることがわかった。