

地震基盤構造の推定法としての地震波干渉法とケプストラム法の比較

石隈 大夢^{1*}・河原 純²・宮下 芳²・平田 直³・酒井 慎一³

¹茨城大学大学院理工学研究科、²茨城大学理学部、³東京大学地震研究所

はじめに

地下構造の推定法の一つとして、地震波干渉法が近年注目されている[1]。この手法では、2地点間の地動記録の相互相関から、一方を仮想的な震源、他方を受信点としたときの記録を擬似的に合成する。特に、1地点の地動記録の自己相関からは、震源と受信点が一致する場合の記録が得られる。吉本ら[2, 3]は、首都圏で得られた近地地震記録に自己相関タイプの地震波干渉法を適用し、地震基盤面からの反射S波を特定することで、同地域の地震基盤構造を求めた。

一方、波形記録から反射波を分離する一般的な手法としては、ケプストラム法もよく知られている[4]。この手法では、波形のスペクトルの対数の逆フーリエ変換(ケプストラム)から、直達波に対する反射波の時間遅れを推定する。音声解析の分野では、ケプストラム法は、自己相関解析などとともに広く用いられている。またこの分野では、解析手法同士の比較研究も行われている[5]。ケプストラム法は地震学でもときに用いられるが、地震基盤構造推定への適用例は見当たらず、その有効性も不明である。

そこで本研究では、同一の近地地震記録に地震波干渉法とケプストラム法を適用し、結果を比較することで、地震基盤構造の推定法としてのケプストラム法の有効性を検証した。

データ解析

本研究の解析対象地点として、吉本・ほか[2]が解析対象としたMeSO-net(首都圏地震観測網)のつくば-横浜測線の45観測点(当時)の中から6観測点(RMSM, IN3M, HKBM, GNZM, MKSM, JDJM)、およびこれらの各点に近い防災科学技術研究所のK-NETの6観測点(IBR011, IBR016, CHB002, TKY026, KNG001, KNG002)を選んだ。これらの点で得られたM3.2~5.8の近地地震(MeSO-netでは48個:図1、K-NETでは25個)の記録から、変位波形のSH波成分を求めた。次に、直達S波を含む20秒間を切り出し、その自己相関関数と実ケプストラム(いずれも最大値で正規化)を計算した後、それぞれについて重合処理をおこなった。なお、個々の波形の実ケプストラムは高周波振動が卓越するため、重合処理の前にそれらを移動平均により除去した。

結果

得られた結果は、地震基盤からの反射S波の往復走時に対応する時間(自己相関ではラグ、ケプストラムではケフレンシーと呼ぶ)で、明瞭なピークを示すと期待される。MeSO-net観測点に関する今回の結果を図2に示す。全体として、地震波干渉法とケプストラム法の結果は調和的であり、[2]の結果とも矛盾しなかった。個々のピークの明瞭さに着目すると、ケプストラム法では地震波干渉法に比べ、同程度か、あるいはやや不明瞭となる傾向が見られた。その理由として、ケプストラムがノイズに比較的影響されやすいことと、個々のケプストラムのピーク幅が狭いため、重合でピークが強調されにくいことが考えられる。同様な結果はK-NET観測点についても得られた。結論として、地震基盤構造の推定法としてのケプストラム法は、地震波干渉法に比べて特に有利とは言えなかった。

* 現在:(株)サムシング

謝辞 首都直下地震防災・減災特別プロジェクトで設置した MeSO-net のデータ、および防災科学技術研究所の K-NET のデータを使用しました。記して感謝します。

参考文献 [1] 白石・ほか, 2008, 地学雑誌, 117, 863-869. [2] 吉本・ほか, 2009, 日本地球惑星科学連合大会, S221-008. [3] 吉本・ほか, 2010, 日本地球惑星科学連合大会, SSS024-10. [4] Childers et al., 1977, Proc. IEEE, 65, 1428-1443. [5] 吉尾・ほか, 2001, 電子情報通信学会論文集, J84-A, 436-440.

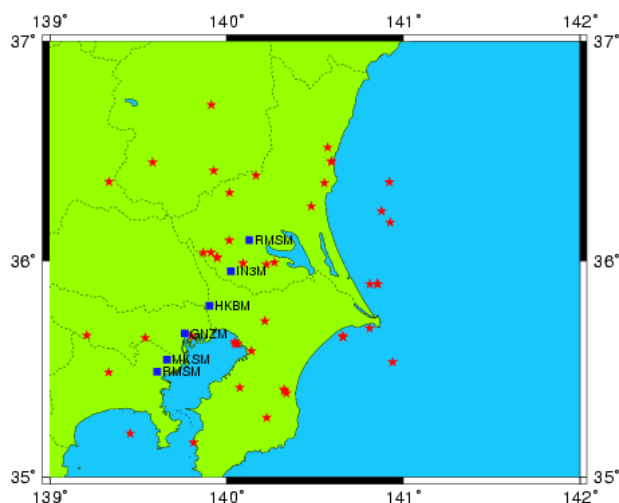


図 1. 解析対象とした MeSO-net 観測点 (■) と地震 (★)。

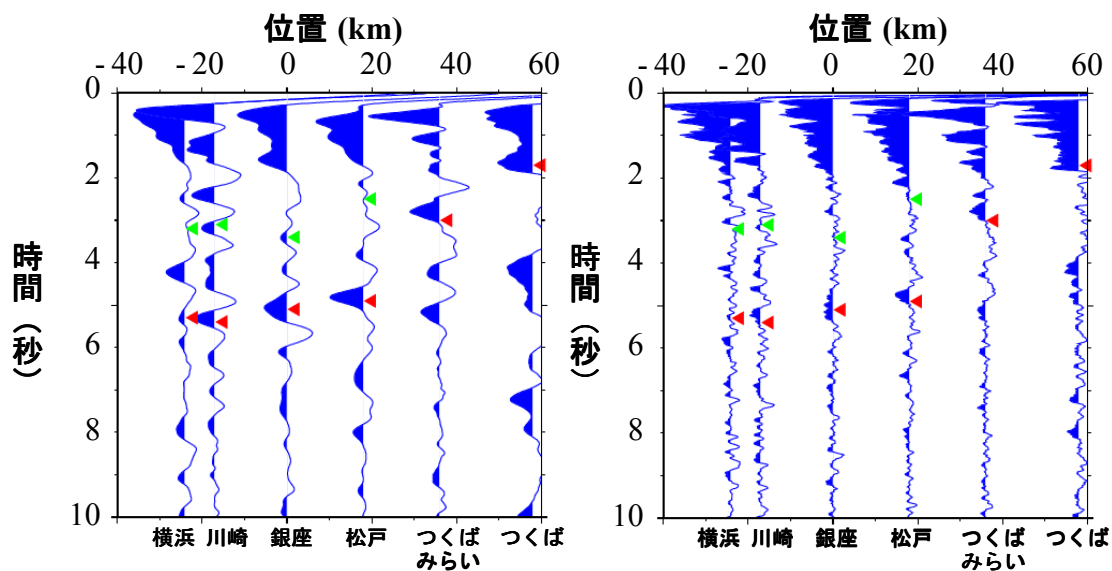


図 2. MeSO-net 観測点における (左) 地震波干渉法と (右) ケプストラム法の結果。▲は吉本・ほか[2]による地震基盤面からの反射波、▲は同じく地盤内の上総層群・三浦層群境界面からの反射波の往復走時をそれぞれ示す。