

5. 微動観測による神奈川県東部の地盤構造の推定

倉橋奨・宮腰研

1. はじめに

神奈川県東部の三浦半島の付け根の地域では、秦野―横浜構造縁と呼ばれる東西方向に伸びる凹地状の地形が知られている。この地形は、相模トラフからフィリピン海プレートが沈み込むことによって形成されたヒンジラインと考えられている（町田、1973）。ヒンジラインの南部は、山側よりも海側の標高が高くなっている。一方で、内陸の活構造の影響の可能性も捨てきれず、もし、活構造が存在し活動すれば大きな被害が発生する可能性が示唆される。昨年度（2024年度）、ヒンジラインの西側に位置する地域にて、地盤構造の推定を目的として微動アレイ探査を実施したが、本年度は、その東側の地域を対象として微動アレイ探査を実施したので報告する。

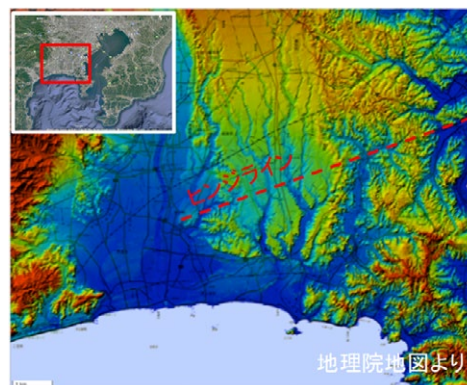


図1 対象地域の標高図とヒンジラインの位置

2. 対象地点の概要

図1に対象地域の標高地形図とヒンジラインを、図2に2024年度の観測対象地域（左）と本年度の観測対象地点（右）付近の標高図および微動アレイ観測を行った観測点位置を示す。

図2の標高図から、この地域は北部から南部にかけて徐々に標高が低くなるが、ヒンジライン付近を境に南部に向けて標高が高くなるのが分かる。本年度の観測対象としたヒンジラインを挟む南北7kmの範囲での標高差は15m程度である。

この研究対象領域において、図2右に示す5地点にて微動アレイ探査を行った。観測機器と観測概要を表1、表2にまとめる。また図3に観測点の地図を、写真1に観測写真を示す。

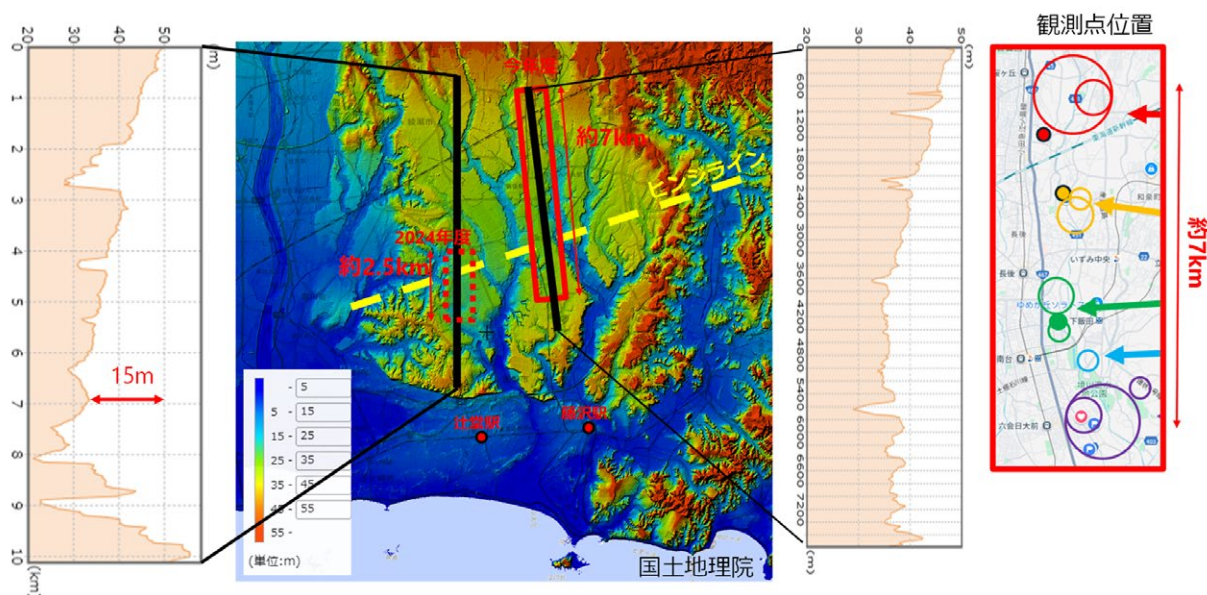


図2 （左）観測対象地点の標高図および標高縦断面図と（右）微動アレイ観測および単点微動観測地点

表1 観測機器の概要および微動アレイ観測に使用したセンサーとロガーの一覧

観測機器		大アレイ	中アレイ	小アレイ
JU410(白山工業)	加速度計	ロガー	センサー・ロガー	センサー・ロガー
VSE(東京測振)	速度計	センサー	-	-

表2 観測概要

観測概要	観測日	観測地点	観測時間
アレイ観測	2024年11月5日～7日	アレイ半径(10m、25m、100m、600m)	60分～90分



図3 観測地点の地図。円の大きさはアレイ半径を示す。



写真1 (左) 中アレイの観測の様子 (センサー：VSE、ロガー：JU410)、(右) 小アレイの観測の様子

3. 観測結果

図4にアレイ3地点のうち、アレイ半径100m（100mアレイ）における4地震計の観測波形の一例を示す。4地点とも同時観測をしており、3番目の観測点の波形では、10秒付近では大きなノイズが入っている。このように、1地震計に極めて大きなノイズが入っているものは、解析に除外をして、可能な限り局所的なノイズのない時間区間を選定し解析を行った。

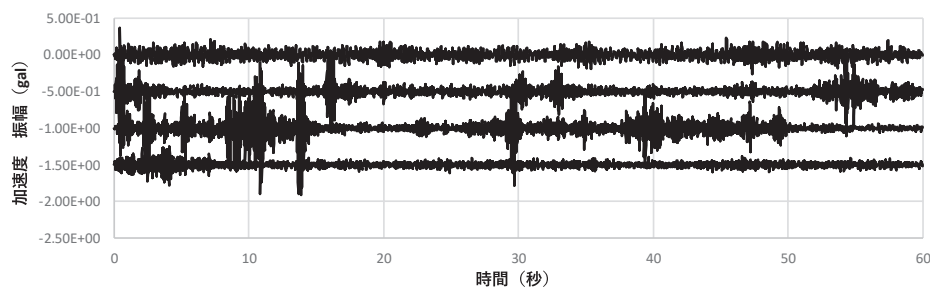


図4 アレイ3地点のアレイ波形100mの中アレイにおける微動観測波形

4. 解析結果

4.1 分散曲線

これらの観測波形から、周波数ごとの位相速度を示す分散曲線を求める。解析方法はCCA法（Cho et al., 2004, 2006）とし、解析ツールはBIDO（Tada et al., 2010 : <http://staff.aist.go.jp/ikuo-chou>よりダウンロード）を使用した。

図5左に地点3における、10mアレイ、25mアレイ、100mアレイの観測結果から算出された分散曲線を示す。また、小中大アレイの分散曲線において、分散傾向が得られている区間を抽出し、つなぎ合わせた分散曲線を図5左下に示す。基本的には、10mアレイは約1.2~2Hz、25mアレイは約0.6~1.2Hz、100mアレイは約0.5~0.6Hzの周波数帯域で分散傾向がみられ、その帯域の位相速度が得られている。図5右には地点1~5の分散曲線を示す。各地点の分散曲線は、近似している部分があれば、大きく異なる部分もあることがわかる。具体的には、地点2と地点3の分散曲線では、周波数0.8Hzより高周波側ではほぼ一致しているのに対し、低周波側では大きく異なっている。地点5については、全体的に位相速度が小さい値となっている。このように、地点により分散曲線の特徴は異なっており、地下構造が不均質である可能性を示唆している。なお、地点1と地点4については、観測状況の影響により、広帯域の分散曲線を得ることができなかったため、今回の解析には含めないこととした。

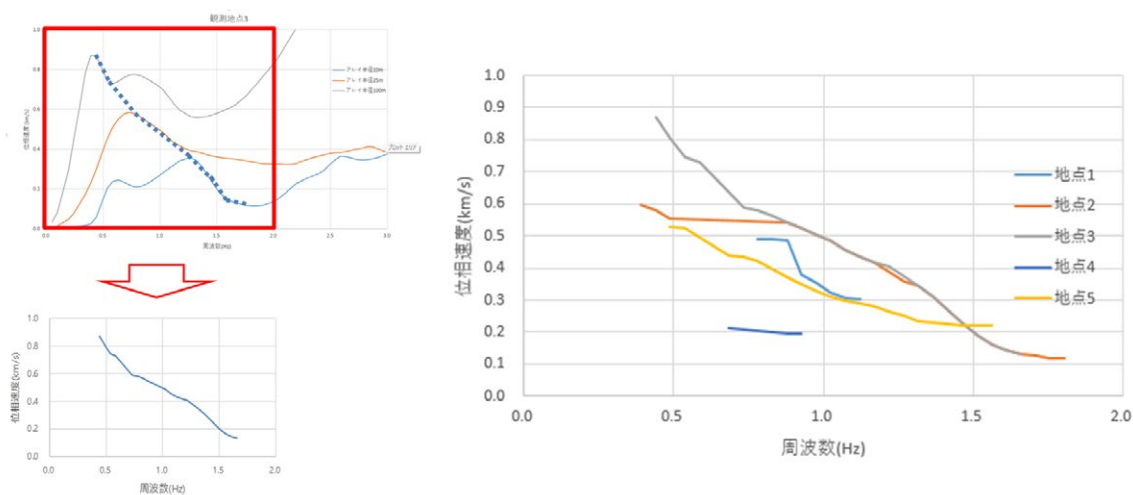


図5 各地点における分散曲線

4.2 地盤構造の推定

得られた分散曲線から、地盤構造を推定する。地盤構造は、最初に適宜設定した初期地盤構造モデルから理論分散曲線を求め、観測分散曲線に一致するように初期モデルのモデルパラメータを変更し、理論分散曲線と観測分散曲線の残差が最小となったモデルを最適地盤構造とした。最適地盤構造の推定には、遺伝的アルゴリズム（Genetic

Algorithm : GA)を使用した。初期地盤構造モデルは、J-SHISにおける微動アレイ観測直下の地盤構造を用いた。解析では、P波速度と密度はJ-SHISのもので固定し、S波速度と層厚を検索範囲 $\pm 80\%$ の範囲で探索した。

解析結果を図6に示す。地点2と地点3のS波速度構造は、浅部は近似しているが、深部においては地点2では0.7km/sの層が地点3よりも厚く堆積しており、柔らかい構造であることが示唆される。この傾向は、地点2の分散曲線が、低周波側で位相速度が遅いことと整合的である。同様に、地点5は、対象周波数帯では位相速度が遅くなっており、S波速度構造も大局的に柔らかい構造となっている。

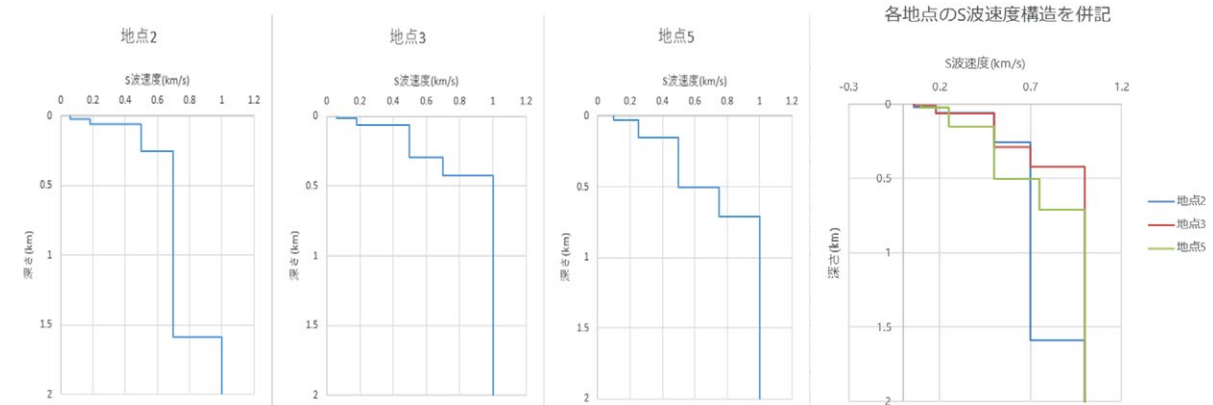


図6 地点2、3、5におけるS波速度構造と（右）各地点を併記したS波速度構造

4. まとめ

神奈川県東部に位置する「秦野―横浜構造線」にて、微動アレイ探査を実施し地盤構造の推定を行った。

- (1) 微動アレイの3地点での分散曲線は、1.0Hzよりも高周波では、地点2と地点3はほぼ同じ位相速度であるが、地点5では位相速度が小さい。0.5Hz付近では、地点2では位相速度が高い一方で、地点3と地点5は位相速度が小さくその値は近似している。
- (2) 分散曲線の特徴を踏まえたS波速度構造が推定され、各地点での地下構造の違いが見られた。
- (3) ヒンジラインが推定されている、地点3と地点5の間で分散曲線の大きな違いがみられており、ヒンジラインと地下構造の関係性が示唆されるが、詳細は今後検討課題とする。

参考文献

- 1) 町田洋, 南関東における第四紀中・後期の編年と海成地形面の変動. 地学雑誌, No.82, 53-76, 1973
- 2) Tada, T., I. Cho, and Y. Shinozaki, Analysis of Love-wave components in microtremors, Proc. 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Center for Urban Earthquake Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2010.
- 3) Cho, I., T. Tada, and Y. Shinozaki, A new method to determine phase velocities of Rayleigh waves from microseisms, Geophysics, 69, 1535-1551, 2004.
- 4) Cho, I., T. Tada, and Y. Shinozaki, Centerless circular array method: Inferring phase velocities of Rayleigh waves in broad wavelength ranges using microtremor records, J. Geophys. Res., 111, B09315, doi:10.1029/2005JB004235, 2006.