常時微動観測に基づく勝山盆地周辺の地下構造の推定

福井大学　学生会員　○国谷　努
福井大学　工学研究科　正会員　小嶋啓介
福井大学　技術部　正会員　伊藤雅基

1. 序論

常時微動観測を利用して地下構造を推定する方法が一般化しつつあるが，表層が比較的硬質な扇状地や段丘地域では，Rayleigh 波位相速度曲線や H/V スペクトルが不連続となり解釈が難しい傾向がある．本研究では，主に段丘と扇状地から構成される九頭竜川中流域の永平寺から勝山に至る地域を対象とし，常時微動の線上展開アレイ観測及び単点 3 成分観測を実施し，拡張 SPAC 法を適用して求められる表面波位相速度や H/V スペクトルを求めた．また，これらを説明できるＳ波速度構造の推定を行った結果を報告する．

2. 研究方法

2016 年度に微動の会による勝山市周辺で常時微動の合同観測が行われ，単点 3 成分観測記録が集約され，卓越周波数の分布特性などが議論されている．本研究では勝山周辺で微動の単点 3 成分観測と，測線展開アレイ観測を独自に行った．図 1 は勝山盆地周辺の地形図に，微動の会による観測地点を○で示したものである．勝山盆地は同図に示すように 7 つの段丘面から構成されている．九頭川由来の段丘面を K 面，その他の扇状地由来の面を F 面としている．山本らは，勝山盆地を対象とし，地形構成を火山ガラスの同定から，段丘面の生成順序を推定している．図 1 内の()内の数字は形成順序を示し，小さいほど古いことを示している．

2017 度実施した測線展開アレイ観測を図 2 に示す．本研究では微動がまんべんなく到来するという盛川らによる 2 点 SPAC 法の仮定を取り入れ，下記の展開アレイ観測を実施した．6 台の地震計を使用し，中心に 1 台の地震計を固定し，4 台を左右に交互に，地震計間隔 r は公比 $\sqrt{3}$ の等比数列的にとり，残りの 1 台を任意の点に設置して 15 分間の同時観測を 2 回行った，これに周波数 f を固定し，半径 r ごとの観測空間自己相関関より 1m～74m 程度の偏りの少ないアレイ距離が $2\times{}_6C_2=30$ 通り取得できる．拡張 SPAC 法では，次式を用い，数に適合する位相速度 c を求める．

$$\rho(f,r)=J\left(\frac{2\pi fr}{c(f)}\right) \quad (1)$$

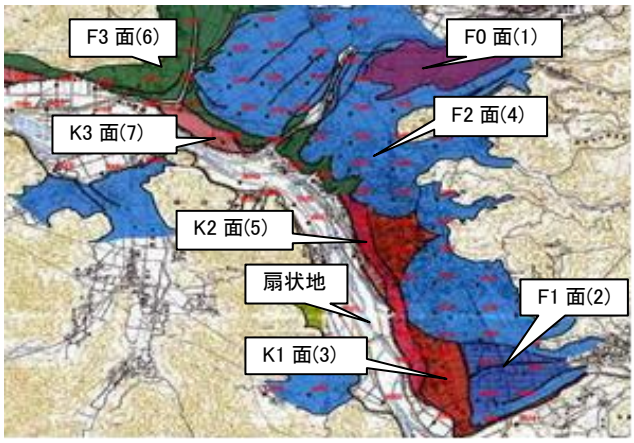

図 1 勝山盆地周辺の段丘面区分

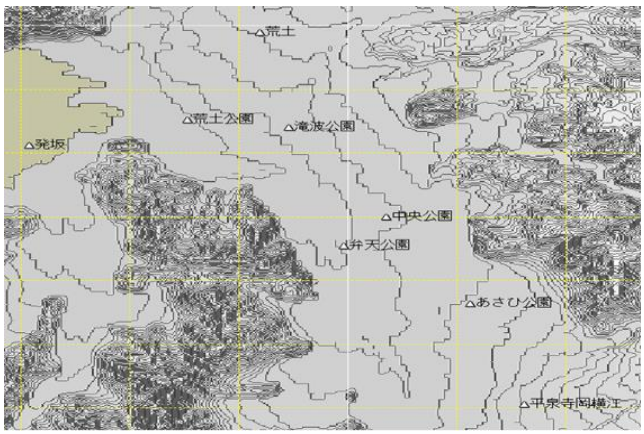

図 2　勝山盆地でのアレイ観測点

ここに，$\rho(f,r)$ は空間自己相関係数，J は 0 次の Bessel 関数である．算出された Rayleigh 波位相速度と平均 S 波速度の相関から S 波速度構造モデルを作り，H/V と

キーワード：勝山盆地，九頭竜川，常時微動観測，Rayleigh 波，位相速度，最適 S 波速度構造
連絡先　住所：910-0021 福井県福井市乾徳 3 丁目 7-20 パセオ乾徳 305 号室　電話番号：080-1962-6944

位相速度をターゲットとする地下構造の推定を行った．また，式(1)を評価するアレイ半径は，位相速度の波長λとして，$2r_{max} \leqq \lambda \leqq 10r_{min}$ とした．

3．解析結果

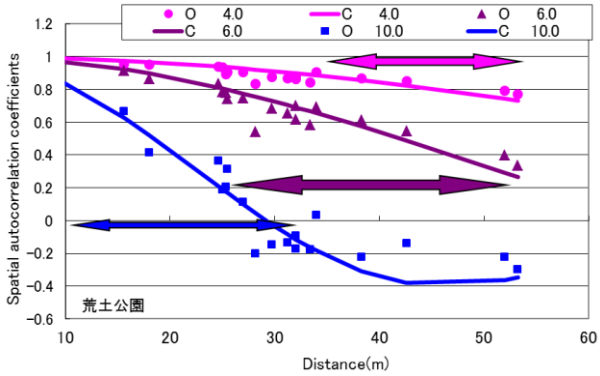

図 3 半径ごとの自己相関係数の理論値と計算値

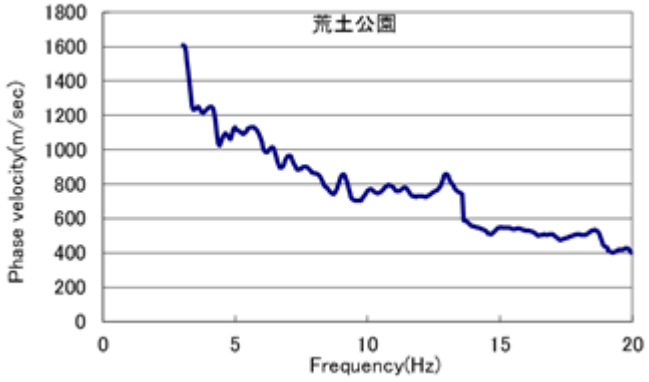

図 4　荒土公園の Rayleigh 波位相速度

図 3 のプロットは，荒土公園地点における周波数，4,6,10Hz の距離ごとの空間自己相関係数を示している．また，実線は観測空間自己相関を再現する位相速度を推定して求めた理論空間自己相関である．図 3 に記入されている矢印は，周波数ごとの波長から算出されたアレイ半径の有効範囲を示している．この範囲において観測ならびに理論空間自己相関係数は対応していることが確認できる．同様の位相速度の最適化を行うことで算出された位相速度曲線を図 4 に示す．図 5 のプロットは，発坂(K1 面)とあさひ公園(F2 面)，荒土公園(K3 面)，そして平泉寺(F1 面)の 4 地点の位相速度曲線である．やや不連続な場合も認められるが，全体的に正の分散性を有する位相速度曲線が得られた．15Hz 以上の高周波数域において，300m/s～400m/s という比較的大きい位相速度が算出されている．

測線展開アレイ観測から得られた Rayleigh 波位相速度曲線をターゲットとし，層厚と S 波速度の逆解析を行う．図 5 の灰色線は，初期 S 波速度モデル，実線は最適構造による理論位相速度である．初期モデルとしては，表層から盛土層(100m/s)，扇状地性砂礫層(400m/s)，洪積粘性土(300m/s)，洪積砂礫層(720m/s)，洪積層下部(1200m/s)，第三紀基盤(1700m/s)という速度を基本として設定した．観測位相速度から推定した S 波速度構造の初期モデルと最適化モデルを図 6 に示す．

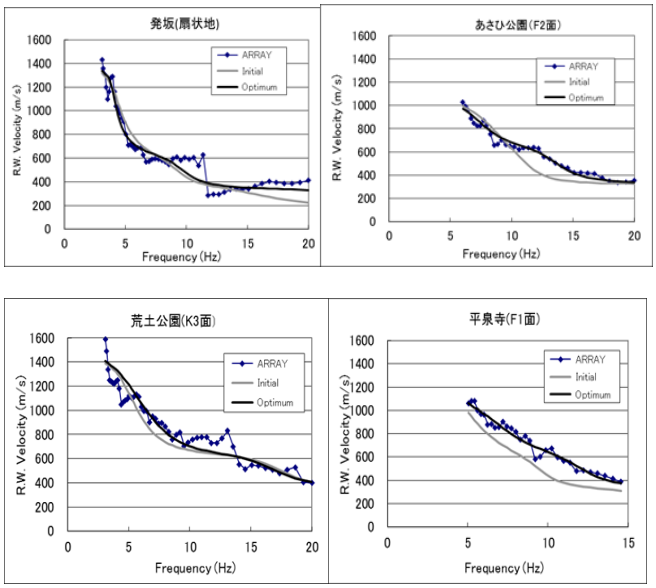

図 5　観測および理論位相速度曲線

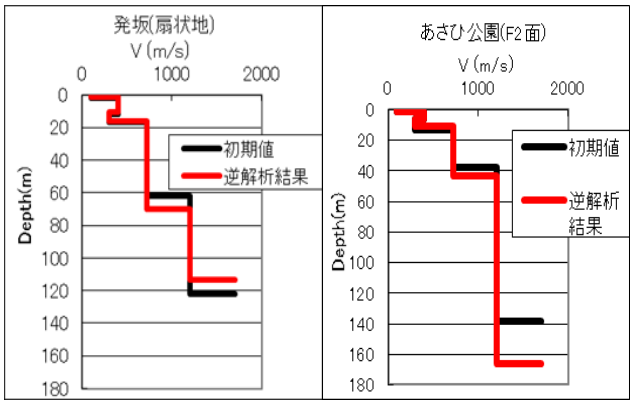

図 6　発坂とあさひ公園の S 波速度構造

4．あとがき

扇状地および段丘で構成される勝山盆地で常時微動のアレイ観測を行い，位相速度の算出と S 波速度構造の推定を試みた．その結果，10Hz 以上の高周波数帯での位相速度は 300m/s 以上と大きいこと，推定された S 波速度構造から，S 波速度が 100m/s 程度の軟弱層は数 m 以下と小さいことなどが認められた．今後，すべての単点 3 成分観測による H/V スペクトルから，S 波速度構造の推定を行い，地形および堆積年代と，S 波速度構造の関係を求めていく予定である．