

微動観測記録から得られる水平上下スペクトル比と位相速度の逆解析による  
宮崎平野の推定地下構造モデル

Estimated Subsurface Velocity Structure of Miyazaki Plain  
from Inversion of Horizontal-to-Vertical Spectral Ratios and Phase Velocities Obtained  
from Microtremor Observation Records

○松島信一・貝柄敬哉・長嶋史明・周宇廷・小松信太郎

○Shinichi MATSUSHIMA, Takaya KAIGARA, Fumiaki NAGASHIMA,  
Yuting CHOU, Shintaro KOMATSU

The purpose of this study is to estimate the subsurface velocity structure of Miyazaki plain using microtremor records. We conducted single-station microtremor observations and microtremor array measurements in the Miyazaki plain. First, we compared the observed microtremor horizontal-to-vertical spectral ratio (MHVR) at K-NET Miyazaki with the theoretical MHVR derived from K-NET and J-SHIS combined subsurface model. For this model, the dominant frequencies of three boundary layers were 1-2 Hz. The peak amplitude of theoretical MHVR was higher than observed MHVR. In addition, we conducted inversion based on observed MHVR at K-NET Miyazaki. In conclusion, the layer of  $V_s=1,100$  m/s became slower and thicker, and the dominant frequency defined by the boundary between the layers of  $V_s=1,100$  m/s and  $2,100$  m/s shifted to lower frequency. The derived velocity model is used as an initial velocity model to invert the subsurface structure at the 50 single-station observation points.

## 1. はじめに

地震調査研究推進本部によると、宮崎県に被害を及ぼす地震は、主に日向灘などの県東方の海域で発生する地震、陸域や沿岸部の浅い場所で発生する地震、南海トラフ沿いで発生するマグニチュード 8~9 クラスの地震である。南海トラフ沿いの地震の今後 30 年以内の地震発生確率は 60%~90% 程度以上（すべり量依存 BPT モデル）であるとされ、マグニチュード 7.0~7.5 程度の日向灘地震の今後 30 年以内の発生確率は 80% 程度とされている。上記のように宮崎平野は近い将来、南海トラフや日向灘地震によって強震動に見舞われる可能性があり、その強震動や地震被害を正確に予測するためには宮崎平野の詳細な地下構造の情報が必要となる。

本研究では、宮崎平野を対象とし、微動単点観測および微動アレイ観測を実施し、地下構造の推定を行うことを目的としている。本報では、特に K-NET 宮崎の地点で観測された水平上下スペクトル比（MHVR）の逆解析により同定された速度構造について述べる。この速度構造は、微動単点観測を実施した約 50 地点の MHVR からそれぞれの地点の速度構造を同定するための初期モデルとする。

## 2. 微動観測の概要

本研究では、宮崎平野の 50 地点にて単点微動観測を、4 地点にて微動アレイ観測を実施した。単点観測では原則 1 km メッシュで観測点を配置し、観測時間は 15 分以上とした。また、K-NET 宮崎の地点でも同様の観測を行った。アレイ観測では 2 種類の大きさの三角形アレイができるように 7 点に地震計を配置した。観測時間は 30 分以上とし、アレイ半径は 7.2 m~29 m とした。

## 3. K-NET 宮崎での逆解析

K-NET 宮崎 (MYZ013) の地点で得られた MHVR を用いて逆解析を行い、宮崎平野における速度構造を推定するための初期モデルとする。

地震ハザードステーション (J-SHIS) の深部地盤モデルに K-NET の深さ 20 m までを平均した層を最表層に追加し、HV-Inv にて Forward modeling で計算した結果と四分の一波長則に基づいて計算した卓越振動数を図 1 と表 1 に示す。四分の一波長則に基づいて、卓越振動数が観測 MHVR のピーク振動数となるように最表層の層厚を 31.45 m としている。上部 4 層の 3 つの層境界において 1 Hz~2 Hz の間に卓越振動数があるが、理論 MHVR によるピーク振幅の方が、観測 MHVR のピーク振幅より高くなっていることが分かる。

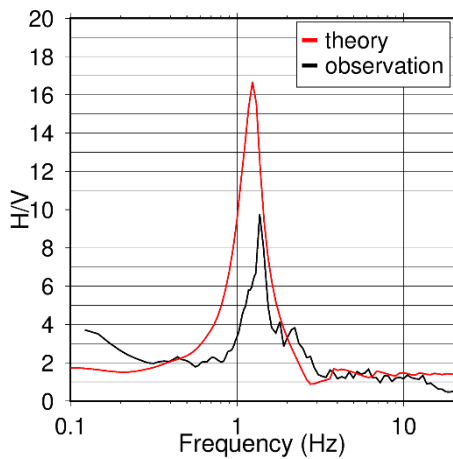


図1 K-NET 宮崎での観測 MHVR と理論 MHVR の比較

表1 K-NET 宮崎で同定された地盤構造の物性値

層厚	Vp	Vs	密度	卓越振動数
m	m/s	m/s	kg/m <sup>3</sup>	Hz
31.45	1610	172	1771.5	1.36
7.45	2000	600	1900	1.63
199.1	2500	1100	2150	1.01
3952.7	4000	2100	2400	0.12
0	5000	2700	2500	

続いて、K-NET 宮崎の土質データ、付近のボーリングデータ、J-SHIS の深部地盤モデルを参考にしてパラメーターを設定し、HV-Inv にて逆解析を行った。ピーク振幅を下げるために、ボーリングデータを参照して  $V_s=172$  m/s と  $V_s=600$  m/s の層の間に一層追加している。使用する MHVR は 0.3 Hz~20 Hz とし、下 2 層は J-SHIS のモデルをそのまま使用した。変動パラメーターは層厚、 $V_s$  を参考とするデータの  $\pm 50\%$  を基準として変動させた。密度は K-NET と J-SHIS のモデルをそのまま使用した。また、ポアソン比はボーリングデータと J-

SHIS モデルの  $V_p$ 、 $V_s$  から計算した値に固定することで、 $V_p$  が  $V_s$  に連動するようにした。逆解析はモンテカルロ法で行い、最低初期モデル数を 100 個、最低繰り返し回数は 5000 回とし、2000 回以上の繰り返しで改善が見られなくなるまでインバージョンを繰り返した。

K-NET 宮崎での逆解析結果は図2のようになった。J-SHIS では  $V_s=1,100$  m/s だった層を  $V_s=1000$  m/s 弱まで遅くし、層厚を厚くすることで、卓越振動数が低振動数側に移動したため、ピーク振幅が小さくなっていることが分かる。

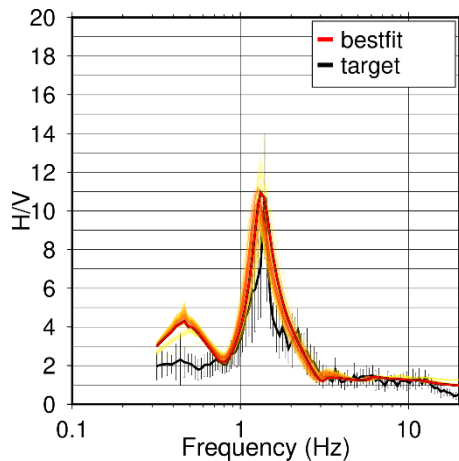
#### 4. まとめ

本研究では K-NET 宮崎における MHVR の観測値と理論値を比較し、逆解析を行い、K-NET 宮崎での速度構造を同定した。K-NET 宮崎と J-SHIS の地盤構造を元に作成した速度構造に基づき計算した理論 MHVR と観測 MHVR の比較により、理論 MHVR のピーク振幅が観測 MHVR のピーク振幅よりも高くなることが分かった。

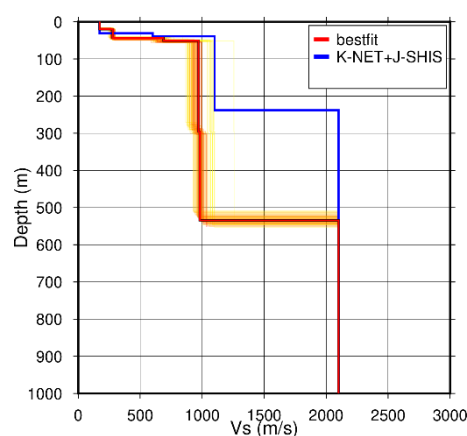
また、K-NET 宮崎での MHVR を用いて逆解析を行った結果、J-SHIS の  $V_s=1,100$  m/s の層を遅く、層厚を厚くすることで、卓越振動数が低振動数にずれ、ピーク振幅を合うことが分かった。

今後、K-NET 宮崎でのインバージョンを元にアレイ観測地点で MHVR とレイリー波位相速度の逆解析を、単点観測地点では MHVR の逆解析を行い、地下構造モデルを推定する。また、より深部の地盤を推定するために大半径のアレイを実施する。

謝辞：本研究は、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）の一環として実施した。また、微動観測には多くの方々・機関の協力を得た。記して感謝の意を表す。



(a) 最適解の理論 MHVR と観測 MHVR



(b) 最適解の S 波速度構造

図2 K-NET 宮崎での逆解析結果