

3. 4. 4 地盤構造モデルの高度化に関する調査研究

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

首都圏の深部地盤および浅部地盤の既存の地盤モデルを収集・整理するとともに、新しいデータの追加を図り、表層から地震基盤に至る切れ目のない3次元地盤モデルの作成を行う。

(b) 平成19年度業務目的

首都圏を含む関東地域における既存の浅部地盤モデルを整理し、データ密度の低い地域を明確にする。深部地盤データの密度が低い地域では、深部地盤のS波速度構造データを得るため、微動アレイ観測を実施する。浅部地盤データについては、地震観測点における地盤の卓越周期データを得るために、微動の一点観測を実施する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
国立大学法人東京工業大学 大学院総合理工学研究科 人間環境システム専攻	教授	翠川三郎	
同 環境理工学創造専攻	准教授	山中浩明	
同 人間環境システム専攻	助教	三浦弘之	
芝浦工業大学 工学部 土木工学科	准教授	紺野克明 (研究協力者)	

(2) 平成19年度の成果

(a) 業務の要約

深部地盤データを補強するため、関東平野北部および東部の20地点において微動アレイ観測を行うことで、地盤のS波速度構造データを取得し、既存の深部地盤モデルとの比較・検討を行った。また、浅部地盤データを補強するため、神奈川県下の地震観測点22地点、川崎市の地震観測点11地点、埼玉県秩父市地域の地震観測点16地点において、常時微動の一点観測を行い、水平/上下スペクトル比から地盤卓越周期データを得た。神奈川県下の観測点では、微動アレイ観測も行い、得られた位相速度から浅部地盤の平均S波速度を推定し、地盤増幅倍率との関係を検討した。

(b) 業務の成果

1) はじめに

一般に、広域での強震動予測では、震源モデルと深部地盤モデルに基づき、ハイブリッド法や統計的グリーン関数法によって得られた工学的基盤上での地震動強さに、国土数値情報や地形・地盤分類メッシュマップに基づく深さ30mまでの平均S波速度(V_{s30})か

ら推定される浅部地盤の増幅率を掛け合わせることで、地表面での地震動強さが求められる。このため、強震動予測の高精度化・広帯域化を図るためには、深部地下構造モデルや工学的基盤よりも上部の浅部地盤モデルを構築することが重要である。

首都圏を含む関東地域における深部地下構造モデルに関しては、最近では地震動評価に最も重要な S 波速度分布を 3 次元的に明らかにする試みが行われている（例えば、1)、2)。これらの S 波速度構造モデルによって、観測された地震動のシミュレーションも行われ、比較的良好に観測記録の特徴が再現されている。しかし、モデル構築の基礎となった微動アレイ観測は、関東平野北部や東部では多く行われているわけではなく、十分な精度で推定されていない。

一方、関東地域の浅部地盤モデルに関しては、三宅ほか³⁾や大井ほか⁴⁾により、地域内のボーリングデータの収集・整理がなされており、250m メッシュによる V_s30 の分布が推定されている。ここで、推定された浅部地盤モデルの妥当性を検証するには、実際の地震記録と比較・検討することが必要である。しかし、既存の浅部地盤モデルに用いられているボーリングデータの多くは、地震観測点で得られたものではない上に、その多くは地層区分や N 値分布のみで、S 波速度構造が得られている地点は限られている。このため、これらのモデルは地震動の卓越周期等を評価するのに十分な精度をもったデータであるとは言い難い。また、首都圏での地震観測点では、例えば横浜市高密度強震計ネットワークの観測点において微動データが得られているものの⁵⁾、微動観測が行われている観測点は十分ではない。

そこで本研究では、関東平野の北部や東部において、微動アレイ観測を行い、中深度～深部の堆積層の S 波速度構造を明らかにすることを試みる。既往の研究による地下構造モデルとも比較して、その問題点を明らかにする。さらに、関東地域の地震観測点において常時微動の一点観測を行い、地盤の卓越周期のデータを得る。また、神奈川県内の地震観測点では微動アレイ観測も行い、位相速度から浅部地盤の平均 S 波速度を推定し、地盤増幅倍率との関係について検討する。

2) 微動アレイ観測による深部 S 波速度構造データの収集

a) 観測の概要

微動アレイ観測は、図 1 および表 1 に示す 20 地点で実施した。平野東部と北部において、既存の微動アレイ観測地点と重ならないように観測場所を決めた。また、これらのアレイは、その中心点が K-NET、KiK-net、自治体震度計などの地震観測点から遠くない場所に設定してある。これは、今回の微動観測結果が地震観測記録から得られる地震動特性を考えるために有効に活用されることを想定してのことである。

各観測点では、ひとつのアレイで 7 台の上下成分地震計とデータロガーが設置され、30～80 分間の観測が行われた。1 地点で大小 2 つのアレイが展開された。それぞれのアレイの大きさは、半径 1.5～2km と 0.3～0.5km 程度である。例として、本庄市 (HNJ) と長南町 (CHN) でアレイ形状を図 2 に示す。

b) 観測結果

観測された微動の上下成分のアレイ記録を目視によって解析対象とする 163.84 秒間の

データに分割した。それぞれのデータに対して周波数 - 波数スペクトル解析を行い、周波数波数スペクトルを求めた。その結果からスペクトルピークでの波数ベクトルから位相速度を算出した。これらの操作を周期毎に行い、レイリー波の位相速度の分散曲線を得た。

図 3 には、観測された位相速度が示されている。関東平野北西部での位相速度は、平野端部の前橋 (MEB) や川本町 (KWM) での大きな値と、より南東側の本庄 (HNJ) などの小さい値に区別される。茨城県内の観測点では、石岡 (ISH) や協和町 (KYO) などの平野北端に近い観測点で大きな位相速度となっており、堆積層が薄いことに対応していると考えられる。千葉県では、銚子 (CHS) や鴨川 (KAM) で位相速度が大きく、房総半島中央部の長南町 (CHN) では、小さい値となっている。既往の研究 (山中・山田¹⁾) による基盤深度分布では、房総半島中央部で基盤が最も深くなっており、千葉県で観測された位相速度は、定性的には既往の結果と矛盾しない。

c) S 波速度構造の推定

ハイブリッドヒューリスティック探索法 (山中⁶⁾) を用いた得られた位相速度の逆解析により 1 次元 S 波速度構造を推定した。逆解析の際には、山中・山田¹⁾を参考にして、地震基盤を含めて 4 層モデルを仮定し、地震基盤の S 波速度は 3km/s であるとした。さらに、密度はそれぞれの層で一定値を事前に与え、P 波速度は既往の実験式 (狐崎ほか⁷⁾) によって S 波速度と連動させた。順計算では、レイリー波の基本モードのみを仮定した。

逆解析から得られた S 波速度構造を図 4 に示す。上述した位相速度が大きい地点では、地震基盤の深度は 1km 程度と浅い場合が多い (例えば、KAM や CHS など)。一方、長南町 (CHN)、大栄町 (TEI)、本庄 (HNJ) では、地震基盤深度が 3km 以上と深くなっている。主な地点での観測位相速度が逆解析モデルに対する理論位相速度と図 5 で比較されている。観測値が逆解析モデルによってよく説明できていることが示されている。

d) 考察

今回の推定結果を山中・山田¹⁾による 3 次元 S 波速度構造モデルと比較した。山中・山田¹⁾のモデルによる今回の微動探査地点での S 波速度構造に対して理論位相速度を計算し、観測値と比較した。その結果は、図 5 に示すように、下妻 (SIM) などでは、比較的両者は類似しており、既往のモデルでも観測値が説明できる。しかし、そのほかの地点では、大きく異なっている。今回観測を行った 20 地点での基盤深度を比較した結果は、図 6 に示すごとくである。全体的にみると、今回の結果のほうが、山中・山田¹⁾での結果に比べて基盤が深くなっている。特に、平野端部の基盤が浅い部分での深度に 2 倍以上の差異があることがわかる。山中・山田¹⁾では、こうした地域での地下構造は平野内部での地下構造情報から外挿されていることが多く、図 6 の差異の原因であると考えられる。今回の結果を踏まえて、モデルを修正することの重要性が理解できる。

図 6 にみられる既往の結果と地下構造の差異がどのように地震動特性に影響を及ぼすかについて検討した。簡単のために、2 つのモデルに対する SH 波の増幅特性を比較する。図 7 には、いくつか地点について比較した結果を示している。長南町 (CHN) では、両者ともに基盤深度が深いために卓越周期も 10 秒程度となり、ほぼ一致している。龍ヶ崎 (RYU) や堺町 (SKI) では基盤深度が 2 倍以上異なっており、やや長周期帯域の増幅特

性も違っている。特に、逆解析モデルでのピークの周期が山中・山田¹⁾では谷になっている。さらに、水戸（MIT）では、本研究で得られたモデルにみられる周期 4 秒の卓越ピークは、既往のモデルには認められない。また、残りの地点でも S 波の増幅特性も計算し、本研究と既往のモデルに対する卓越周期を比較した。その結果は、図 8 に示すごとくである。基盤深度が異なると指摘された地点では、卓越周期にも倍半分程度の差があるが、半数程度の地点で卓越周期の 2～3 割の差の範囲に入っている。

3) 常時微動一点観測による卓越周期データの収集

a) 観測の概要

関東地域における地震観測点の卓越周期データを収集するため、常時微動の一点観測を行った。観測点の概要と観測点位置を図 9 および表 2 に示す。図 9 には若松・松岡⁸⁾による 250m メッシュの地形・地盤分類マップも併せて示している。今年度観測を行った地点は、神奈川県内および川崎市の地震観測点、埼玉県秩父市地域の地震観測点の計 49 地点である。神奈川県内の観測点は都道府県により地震観測が実施されている計 22 点である。川崎市内の観測点は川崎市により地震観測が実施されている計 11 点である。埼玉県秩父市地域の観測点は、気象庁、都道府県、防災科学技術研究所（K-NET や KiK-net）により地震観測が実施されている計 16 点である。

b) 観測結果

神奈川県の観測点における常時微動観測では、携帯型地震計 SMAR-6A3P（センサ：加速度計 V243FA）を用い、200Hz サンプリングで 3 分間の計測を行った。それ以外の地点での常時微動観測では周期 2 秒まで平坦な特性をもつ速度計を利用し、サンプリング周波数 100Hz、40.96 秒間の計測を 3 回以上行った。計測された波形からノイズの影響が少ない区間を切り出し、水平・上下動振幅スペクトル比（H/V スペクトル比）を算出した。神奈川県内の観測点における H/V スペクトル比を図 10 に、川崎市内の観測点における H/V スペクトル比を図 11 に、埼玉県秩父市域の観測点における H/V スペクトル比を図 12 にそれぞれ示す。

図 10 の神奈川県での H/V スペクトル比をみると、周期 0.1～1 秒の周期帯域に明瞭なピークをもつ観測点が多いことがわかる。海老名市や伊勢原市、二宮町、大井町、逗子市で周期 0.6 秒以上のやや周期の長いピークがみられる。一方、箱根町や大磯町、相模湖町では卓越周期は 0.1 秒程度以下と短周期側にみられた。

図 11 の川崎市の H/V スペクトル比をみると、周期 0.5 秒～1 秒程度に明瞭なピークがみられる地点が多い。JMA 川崎や高津区役所、登戸小学校では周期 0.1～0.2 秒程度にピークがみられるものの、その形状はそれほど明瞭ではない。

図 12 の埼玉県秩父市域の H/V スペクトル比をみると、ピークが明瞭でない地点ないしピークがほとんどみられない地点が多い。秩父市役所のスペクトルでは周期 0.05 秒付近にピークがみられ、K-NET 秩父では周期 0.15 秒付近にピークがみられるものの、JMA 秩父や旧 JMA 秩父では明瞭なピークはみられない。また、横瀬町役場や K-NET 長瀬では周期 0.3 秒あるいは周期 0.1 秒付近に明瞭なピークがみられるが、大滝総合支所、吉田総合支所、小鹿野町役場、JMA 両神、両神庁舎、皆野町役場ではピークは確認できなかった。

c) 地盤の卓越周期と地形・地盤条件の関係

図 10～12 に示した H/V スペクトル比から卓越周期を読み取り、その分布を図 13 に示す。ピークが読み取れなかった観測点は図では黒丸で示している。図中に示す地形・地盤分類マップと比較すると、神奈川県においては、相模川流域の座間市や海老名市、寒川町、伊勢原町では周期 0.5 秒程度のやや周期の長いピークがみられる。これらの地域は後背湿地や自然堤防といった低地からなり、地盤条件はそれほど良くないものと考えられる。また、神奈川県西部の開成町や松田町、南足柄市は扇状地上に位置しており、ピーク周期もやや長い傾向がみられる。谷底低地に位置する逗子市や二宮町では卓越周期も 1 秒程度と長く、比較的地盤が軟弱であることが推察される。一方、山地や火山地、山地に近いローム台地に位置する清川村や箱根町、相模湖町では卓越周期は 0.2 秒程度以下の短周期にみられることから、地盤条件はよいものと考えられる。

川崎市の観測点のうち、海岸に近い埋立地や三角州・海岸低地に位置する臨海消防署や川崎高校、幸区役所では周期 1 秒前後のやや周期の長いピークがみられ、地盤が軟弱であることが推察される。また、後背湿地に位置する中原区役所でも同様に周期 0.5 秒にピークがみられ、比較的地盤が軟弱であると考えられる。自然堤防に位置する JMA 川崎や谷底低地上に位置する高津区役所、扇状地に位置する登戸小学校では、比較的短周期の 0.1～0.2 秒にピークはみられ、比較的地盤条件は良いものと考えられる。また、宮前消防署や宮前平小学校はローム台地上に位置し、周期 0.5 秒ないし 0.25 秒にやや明瞭なピークがみられた。丘陵と谷底低地の境界部に位置する麻生区役所や麻生消防署では、周期 0.03 秒ないし 0.15 秒付近の短周期側にピークがみられ、比較的硬質な地盤条件であることが推察される。

地形・地盤分類マップをみるとわかるように、秩父市は周囲が山地に覆われた盆地となっており、盆地内は砂礫質台地ないし谷底低地に覆われている。観測点のうち、大滝総合支所や K-NET 中津川、JMA 両神は山地に位置し、それ以外の観測点は砂礫質台地に位置している。山地に位置する観測点では、いずれもスペクトルの形状はフラットに近く、ピークは認められない。このため、これらの観測点は硬質な地盤条件下にあるものと考えられる。また、砂礫質台地に位置する観測点の中でも、JMA 秩父や旧 JMA 秩父、吉田総合支所、小鹿野町役場、両神庁舎のように、山地の観測点と同様にスペクトルの形状がほぼフラットな観測点もあった。K-NET 秩父や横瀬町役場、K-NET 秩父や横瀬町役場、K-NET 長瀬のように、明瞭なピークがみられる地点もあったが、いずれも卓越周期は 0.1～0.3 秒程度と短周期であり、これらの観測点の地盤条件は比較的良好なものと考えられる。

4) 微動記録による表層 30m の平均 S 波速度の推定

a) 地盤の平均 S 波速度の推定

神奈川県内の地震観測点 22 点では、微動一点観測の他に微動アレイ観測も行い、浅層地盤データを収集した。具体的には、微動アレイ観測からレイリー波の位相速度を算出し、表層 30m の平均 S 波速度 (V_{s30}) を推定した。さらに、地震記録から得られる地盤増幅倍率と V_{s30} の関係を検討した。

両観測とも携帯型地震計 SMAR-6A3P (ミットヨ社製) を使用し、1 点 3 成分観測では、内臓の加速度センサー (V243FA) を、アレイ観測では、内臓センサーと同型の上下動外

部センサー3個を使用している。微動の記録は200Hz サンプリングで、1点3成分観測では3分間、アレイ観測ではアレイ半径を3、9、15mと変えながら各11分間の観測を行っている。アレイ観測は、3個のセンサーをL字形に配置して行っている⁹⁾。

地盤の平均S波速度の推定は、次の手順で行っている。

① L字形アレイ微動観測記録に対し、空間自己相関法を適用しレイリー波の位相速度を推定する⁹⁾

② 波長40mにおける位相速度C40をVs30とする¹⁰⁾

上記①の空間自己相関法で必要とする各センサー間のコヒーレンスは、11分間の微動記録を20.48秒間で、50%重なるように63区間に分け、各区間の振幅二乗和が小さい方から20区間抽出し、FFTを用いて求めている。平滑化にはバンド幅0.5HzのParzen Windowを用いている。

上記の②は、基本モードレイリー波におけるC40がVs30とほぼ同じ値を示すという性質を用いている。図14は横浜市高密度強震ネットワーク観測点150地点のPS検層モデルにおけるC40とVs30の関係を示しており、両者がほぼ同じ値となることが分かる¹¹⁾。

22地点のアレイ微動観測から得られた位相速度を図15に示す。同図から読み取ったVs30を表2に示す。推定されたVs30は80~600m/sの範囲にあることが分かる。

表3には図10から得られた卓越周期TGも示してある。Vs30と卓越周期の関係を図16に示す。両者には右下がりの傾向があることが示されている。

b) 地盤の平均S波速度と増幅倍率の関係

地盤の増幅倍率の推定に用いた46個の地震の諸元^{12)、13)}を表4に示す。なお、地震の選定は、1999年9月13日から2007年8月16日までの地震で、18地点以上、かつ、後述の基準点で地震記録が得られていることを条件に行っている。

本研究では、地盤増幅倍率を基準点の地震動の振幅最大値に対する各観測点での振幅最大値の比として定義する。振幅最大値としては、加速度最大値および速度最大値を用いている。ただし、距離減衰の影響をできるだけ取り除くため、距離減衰式を用いて基準点の振幅最大値を各観測点でのそれに変換することを試みている。基準点は、Vs30が600m/sと最も大きく推定された観測点OISとしている。なお、同観測点は海岸付近であるが、数十メートル離れたところでは岩盤が露頭している。

加速度最大値に関する地盤増幅倍率（以下、AFAと呼ぶ）の定義式を以下に示す。

$$AFA_i = \frac{Aobs_i}{Aobs_r \times \frac{Acal_i}{Acal_r}} = \frac{Aobs_i}{Aobs_r} \frac{Acal_r}{Acal_i} \quad (1)$$

ここで、*Aobs*は地震動の水平2成分のベクトル和の加速度最大値、*Acal*は距離減衰式から得られる加速度最大値である。添え字の*r*は基準点、*i*は*i*番目の観測点であることを示している。なお、式(1)の第2式の分母は上述の変換に対応する。同様に、速度最大値に関する地盤増幅倍率（以下、AFVと呼ぶ）を次のように定義する。

$$AFV_i = \frac{Vobs_i}{Vobs_r \times \frac{Vcal_i}{Vcal_r}} = \frac{Vobs_i}{Vobs_r} \frac{Vcal_r}{Vcal_i} \quad (2)$$

ここで、 $Vobs$ は地震動の水平 2 成分ベクトル和の速度最大値、 $Vcal$ は距離減衰式から得られる速度最大値である。なお、地震記録は加速度波形であるため速度波形を得るには数値積分を行う必要がある。今回は、周波数領域での数値積分を行っており、その際には図 17 に示した 2 通りのローカットフィルター ((1) $F1=0.05\text{Hz}$ 、 $F2=0.1\text{Hz}$; (2) $F1=0.2\text{Hz}$ 、 $F2=0.4\text{Hz}$) を用いている。

本研究では、 $Acal$ 、 $Vcal$ を求める際の距離減衰式として、司・翠川の式¹⁴⁾を用いている。なお、表 4 には、気象庁マグニチュード (M_j) とモーメントマグニチュード (M_w) を記載しているが、司・翠川の式は M_w をパラメータとして使用している。

図 18、図 19 に 3 つの地震 (EQ3、 8、 25) における $Vs30$ と AFA 、 AFV との関係を示す。図中の直線は、次の回帰モデルを用いて得られた結果を示している。

$$\log AFA = a \log Vs30 + b \pm \sigma \quad (3)$$

$$\log AFV = a \log Vs30 + b \pm \sigma \quad (4)$$

ここで、 a 、 b は回帰係数、 σ は標準偏差である。これらの地震では、 $Vs30$ が大きくなると AFA 、 AFV が小さくなる傾向があることが見て取れる。次に、図 20 に 46 個の地震の回帰係数 a 、標準偏差、および相関係数と M_w の関係を示す。図 20 (c)、(f) から M_w が大きくなるほど相関係数が大きくなること、 AFA に比べ AFV の方が $Vs30$ との相関が高いこと、などが分かる。なお、図 20 (f) から分かるように M_w が 5.5 程度より大きくなると $F2 = 0.1\text{Hz}$ のローカットフィルターを使用した AFV と $Vs30$ の相関係数は低下する傾向が見られる。これらの地震では、表面波が卓越していたため、振幅最大値は地下深部までの影響を受け、たかだか表層 30m の S 波速度構造にはそれほど影響されないためと考えられる。

図 20 (c) から加速度最大値の増幅倍率 AFA と $Vs30$ との間に相関係数にして 0.6~0.8 程度の相関が見られる $6.2 \leq M_w \leq 7.1$ の 6 地震から得られる a 、 σ の平均値を用いて、以下の関係式を提案する。

$$\log AFA = -0.76 \log Vs30 + 2.12 \pm 0.15 \quad (5)$$

一方、図 20 (f) から速度最大値の増幅倍率 AFV と $Vs30$ との間に相関係数にして 0.6~0.8 程度の相関が見られる $5.8 \leq M_w \leq 7.5$ の 16 地震から得られる a 、 σ の平均値を用いて、以下の関係式を提案する。

$$\log AFV = -0.87 \log Vs30 + 2.43 \pm 0.17 \quad (6)$$

ただし、適用範囲は、 $80\text{m/s} \leq V_{s30} \leq 600\text{m/s}$ である。また、AFV については、 $F1=0.2\text{Hz}$ 、 $F2=0.4\text{Hz}$ のローカットフィルターを通した波形に対する増幅倍率であることに注意する必要がある。なお、図 18、図 19 から分かるように、地震ごとの回帰式は基準点の $V_{s30}=600\text{m/s}$ で増幅倍率=1 を通るとは限らない。これは、基準点においても、振幅最大値はばらつきを持つためと考えられる。そこで本研究では、回帰式は $V_{s30}=600\text{m/s}$ 、増幅倍率=1 を通るものとし、回帰係数 b の値を調整した。

既往の関係式としては翠川ら¹⁵⁾の式がある。図 21 に提案式と翠川らの式を示す。翠川らの式は、1987 年千葉県東方沖地震 ($M_j=6.7$) で得られた地震記録より求めており、基準地盤は $V_{s30}=600\text{m/s}$ 程度で、適用範囲は $100\text{m/s} \leq V_{s30} \leq 1500\text{m/s}$ としている。破線は標準偏差の範囲を示している。翠川らの式と比較すると、提案式は傾きがやや大きいことが分かる。

(c) 結論ならびに今後の課題

本研究では、深部地盤データを補強するため、関東平野北部および東部の 20 地点において微動アレイ観測を行い、中深度～深部の地盤の S 波速度構造を明らかにした。既往の研究と比較して、平野端部での地下構造に差異が認められた。この違いは、やや長周期地震動にも大きく影響を及ぼすことから、既存の地下構造モデルを修正する必要があると考えられる。

また、浅部地盤データを補強するため、神奈川県内と埼玉県秩父市域の地震観測点において微動一点観測を行い、卓越周期データを得た。神奈川県内の観測点では微動アレイ観測も行い、得られた位相速度から地盤の平均 S 波速度を推定し、地盤増幅倍率との関係を検討した。微動データが得られていない地震観測点について、今後もデータ収集を継続する必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 山中浩明, 山田伸之: 強震動評価のための関東平野の 3 次元 S 波速度構造モデルの構築, 物理探査, 第 59 巻, pp.549-560, 2006.
- 2) Koketsu, K. and H. Miyake: Proposal for A Standard Procedure of Modeling 3-D Velocity Structure in Japan, *Proc. Second International Workshop on Long-period Ground Motion Simulation and Velocity Structures*, pp.41-44, 2007.
- 3) 三宅弘恵, 額額一起, 古村孝志, 稲垣賢亮, 増田 徹, 翠川三郎: 首都圏の強震動予測のための浅層地盤構造モデルの構築, 第 12 回日本地震工学シンポジウム, pp.214-217, 2006.
- 4) 大井昌弘, 藤原広行, 遠山信彦: 強震動評価のための南関東地域の浅部地盤初期モデル, 第 12 回日本地震工学シンポジウム, pp.318-321, 2006.
- 5) Rodriguez, V. H. S. and S. Midorikawa: Applicability of the H/V Spectral Ratio of Microtremors in Assessing Site Effects on Seismic Motion, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol.31, No.2, pp.261-279, 2002.
- 6) 狐崎長琅, 後藤典俊, 小林芳正, 井川 猛, 堀家正則, 斎藤徳美, 黒田 徹, 山根一修, 奥住宏一: 地震動予測のための深層地盤 P・S 波速度の推定, 自然災害科学, Vol.9, No.3,

pp.1-17, 1990.

- 7) 山中浩明: ハイブリッドヒューリスティック探索による位相速度の逆解析, 物理探査, 第 60 巻, pp.265-275, 2007.
- 8) 若松加寿江, 松岡昌志: 大都市圏を対象とした地形・地盤分類 250m メッシュマップの構築, 土木学会地震工学論文集, Paper No. 27-050, 2003.
- 9) 紺野克昭: 地下構造推定に用いる 2 点間および 3 点間空間自己相関法に関する理論的検討, 土木学会論文集, No.654, I -52, pp. 367-375, 2000.
- 10) 紺野克昭, 片岡俊一: レイリー波の位相速度から地盤の平均 S 波速度を直接推定する方法の提案, 土木学会論文集, No.647, I -51, pp. 415-423, 2000.
- 11) 紺野克昭, 鈴木貴博, 鎌田泰広, 長尾 毅: 横浜市高密度強震ネットワーク観測点における微動を用いた地盤の平均 S 波速度の推定, 土木学会論文集 A, Vol.63, No.4, pp.639-654, 2007.
- 12) 気象庁: 震度データベース検索, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/shindo_index.html.
- 13) 防災科学技術研究所: 広帯域地震観測網 (F-net) データ, <http://www.fnet.bosai.go.jp/freesia/index-j.html>.
- 14) 司宏俊, 翠川三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 523 号, pp. 63-70, 1999.
- 15) Midorikawa, S., Matsuoka, M. and Sakugawa, K.: Site effects on strong-motion records observed during the 1987 Chiba-Ken-Toho-Oki, Japan Earthquake, *Proc. 9th Japan Earthquake Engineering Symposium*, Vol.3, pp. 85-90, 1994.

(e) 学会発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果	発表者氏名	発表場所	発表時期	国内・外の別
神奈川県地震観測点における表 30m の平均 S 波速度と地盤増幅倍率の関係	早川立倫・古澤徹也・古正早希子・紺野克明	東京都港区芝浦工業大学豊洲校舎 (土木学会関東支部第 35 回技術研究発表会)	平成 20 年 3 月 11 日	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 20 年度業務計画案

深部地盤データの補強のための微動アレイ観測の実施と浅部地盤データの補強のための微動一点観測による地盤の卓越周期データの取得を継続する。さらに、既存の地盤モデルに基づく地盤震動特性と地震観測記録のスペクトル・インバージョン結果や微動測定結果との比較を行い、地盤モデルの改良について検討する。

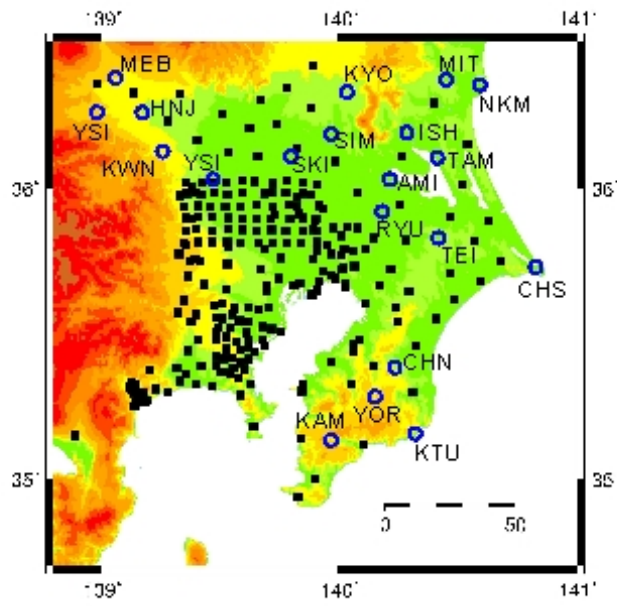


図 1. 微動観測点の位置。

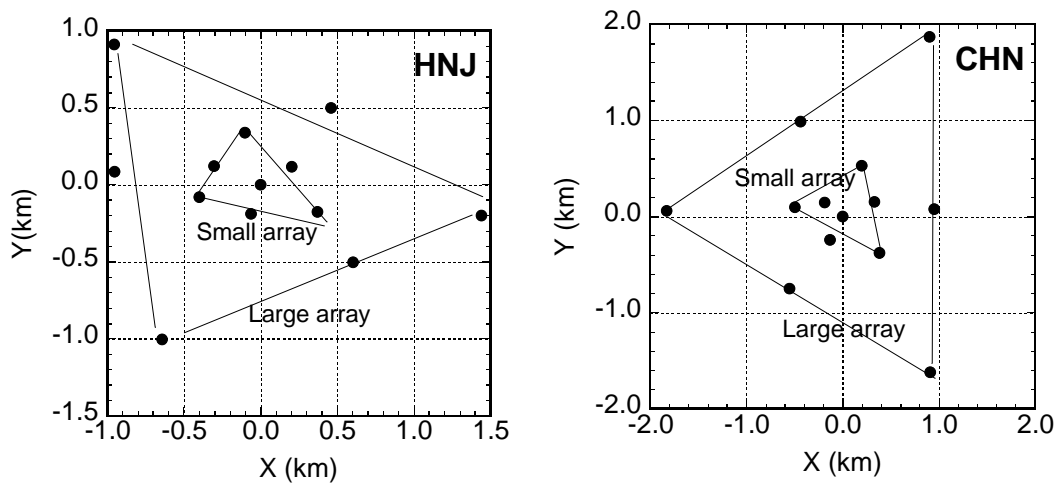


図 2. アレイの例。

表 1 観測点一覧

観測場所	コード	緯度	経度
埼玉県本庄市	HNJ	36.25962	139.17363
埼玉県川本町	KWM	36.12656	139.28018
群馬県前橋市	MEB	36.37693	139.06235
群馬県吉井町	YSI	36.25941	138.98402
埼玉県吉見町	YSM	36.03203	139.47126
千葉県鴨川市	KAM	35.13629	139.96841
千葉県勝浦市	KTU	35.15773	140.32266
千葉県市原市養老	YOR	35.28667	140.15301
千葉県長南町	CHN	35.38634	140.23680
千葉県銚子市	CHS	35.73024	140.83093
千葉県大栄町	TEI	35.83076	140.41957
茨城県龍ヶ崎市	RYU	35.91185	140.18253
茨城県阿見町	AMI	36.03173	140.21735
茨城県玉造町	TAM	36.10498	140.41512
茨城県石岡市	ISH	36.19286	140.28741
茨城県境町	SKI	36.11064	139.80109
茨城県下妻市	SIM	36.18395	139.96769
茨城県協和町	KYO	36.32872	140.03428
茨城県ひたちなか市	NKM	36.35413	140.59433
茨城県水戸市	MIT	36.36906	140.45277

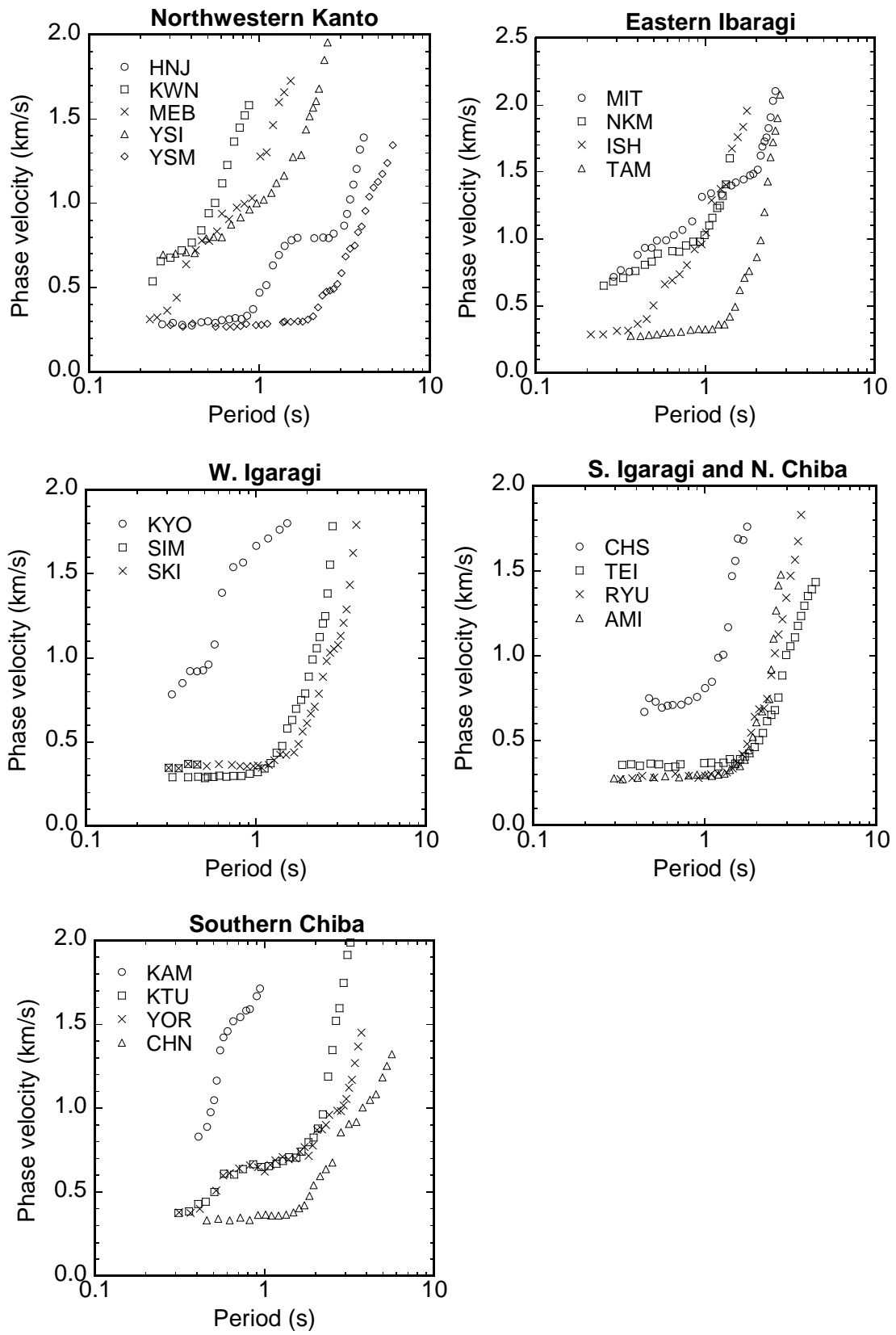


図 3. 位相速度の観測値。

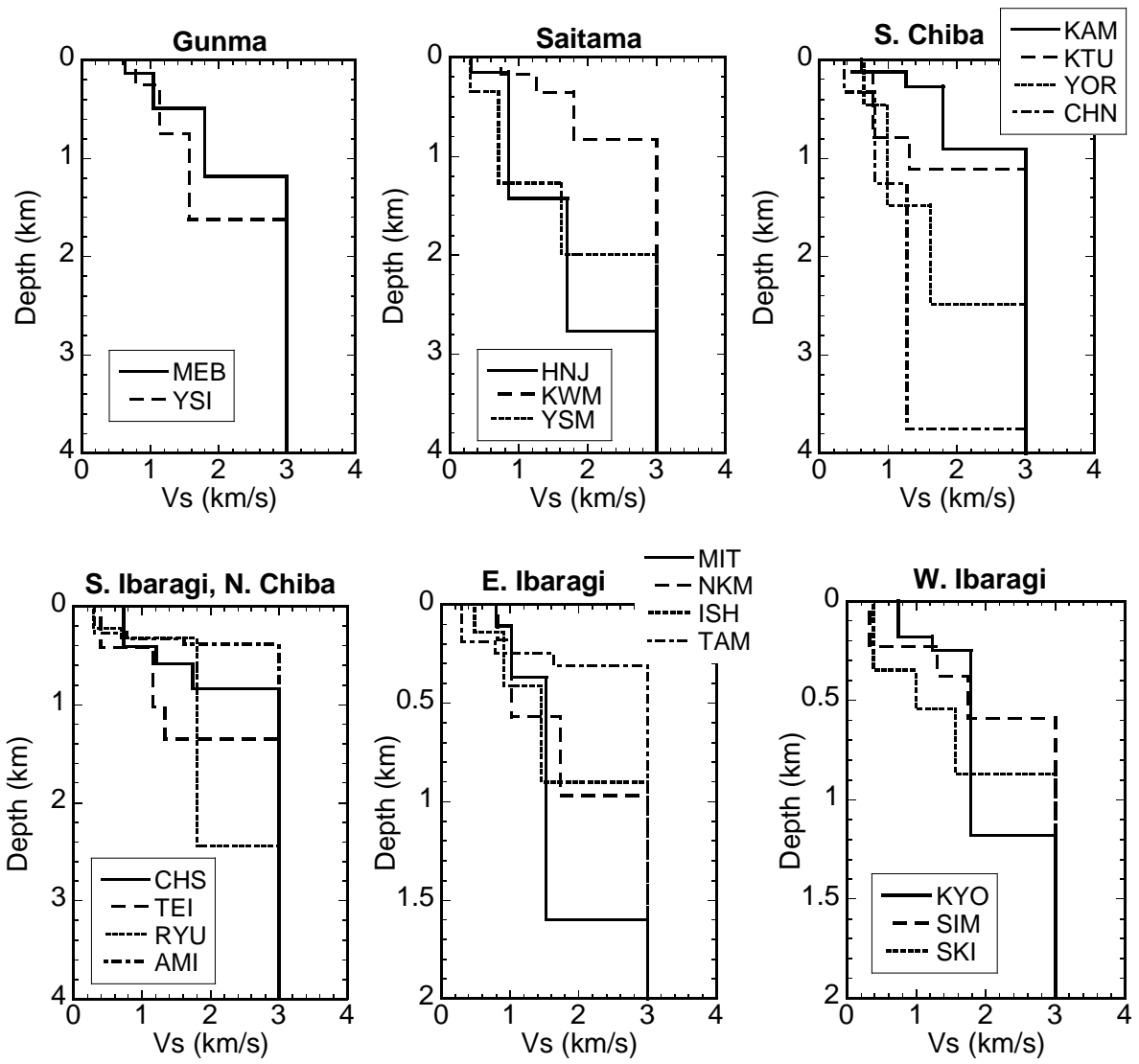


図 4. S 波速度構造モデル。

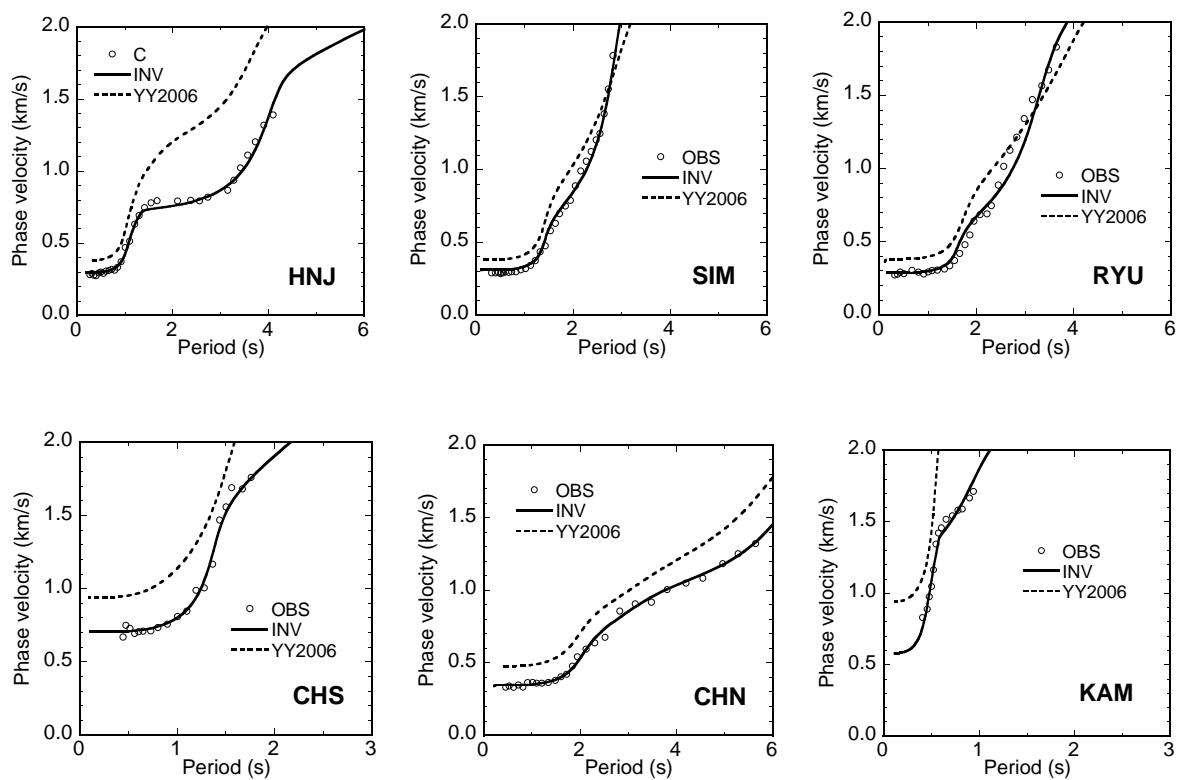


図 5. 観測値と逆解析モデルの比較。

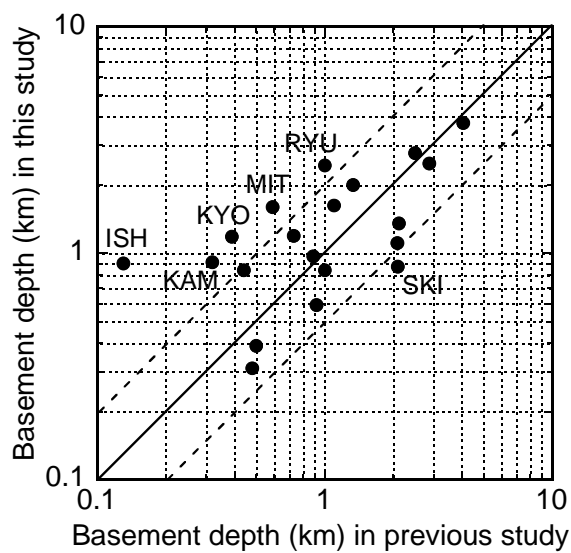


図 6. 本研究と山中・山田¹⁾の基盤深度の比較。

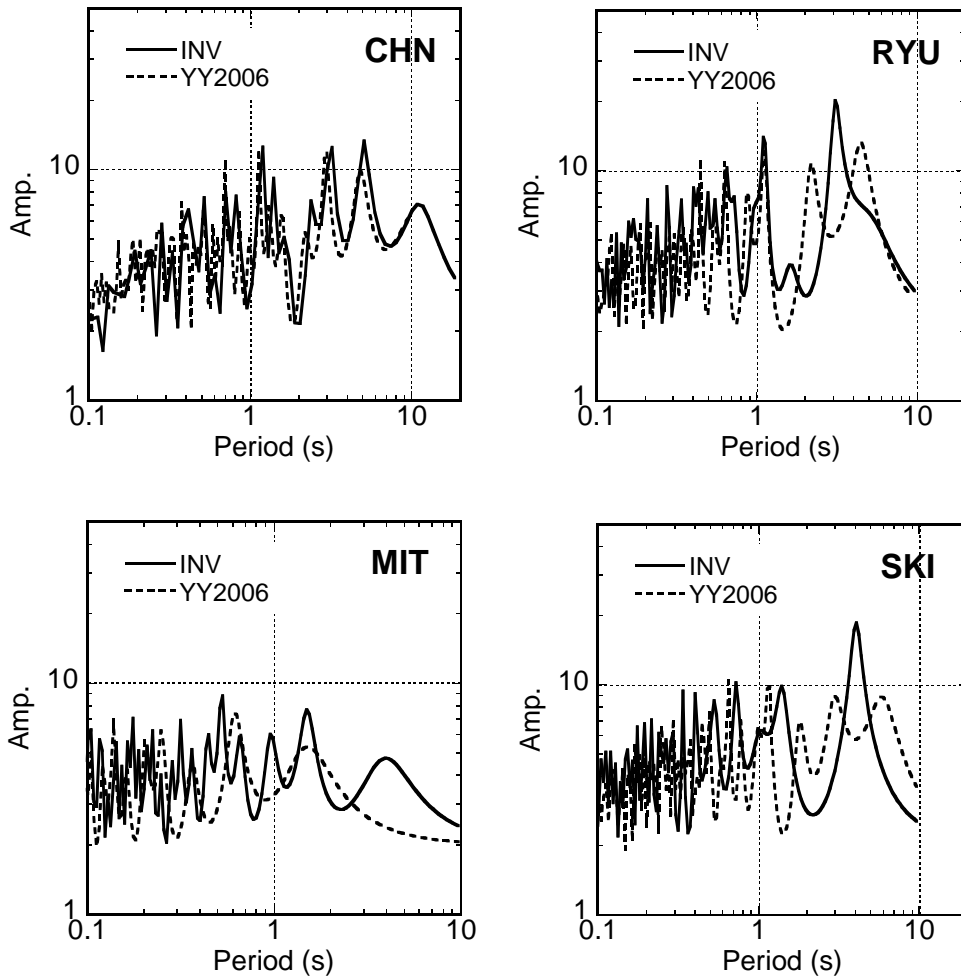


図 7. 本研究と山中・山田（2006）のモデルに対する S 波増幅特性の比較。

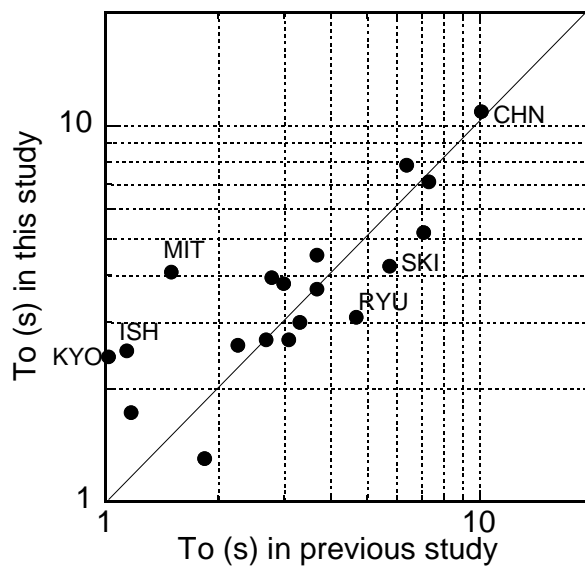


図 8. 本研究と山中・山田¹⁾のモデルに対する S 波増幅の卓越周期の比較。

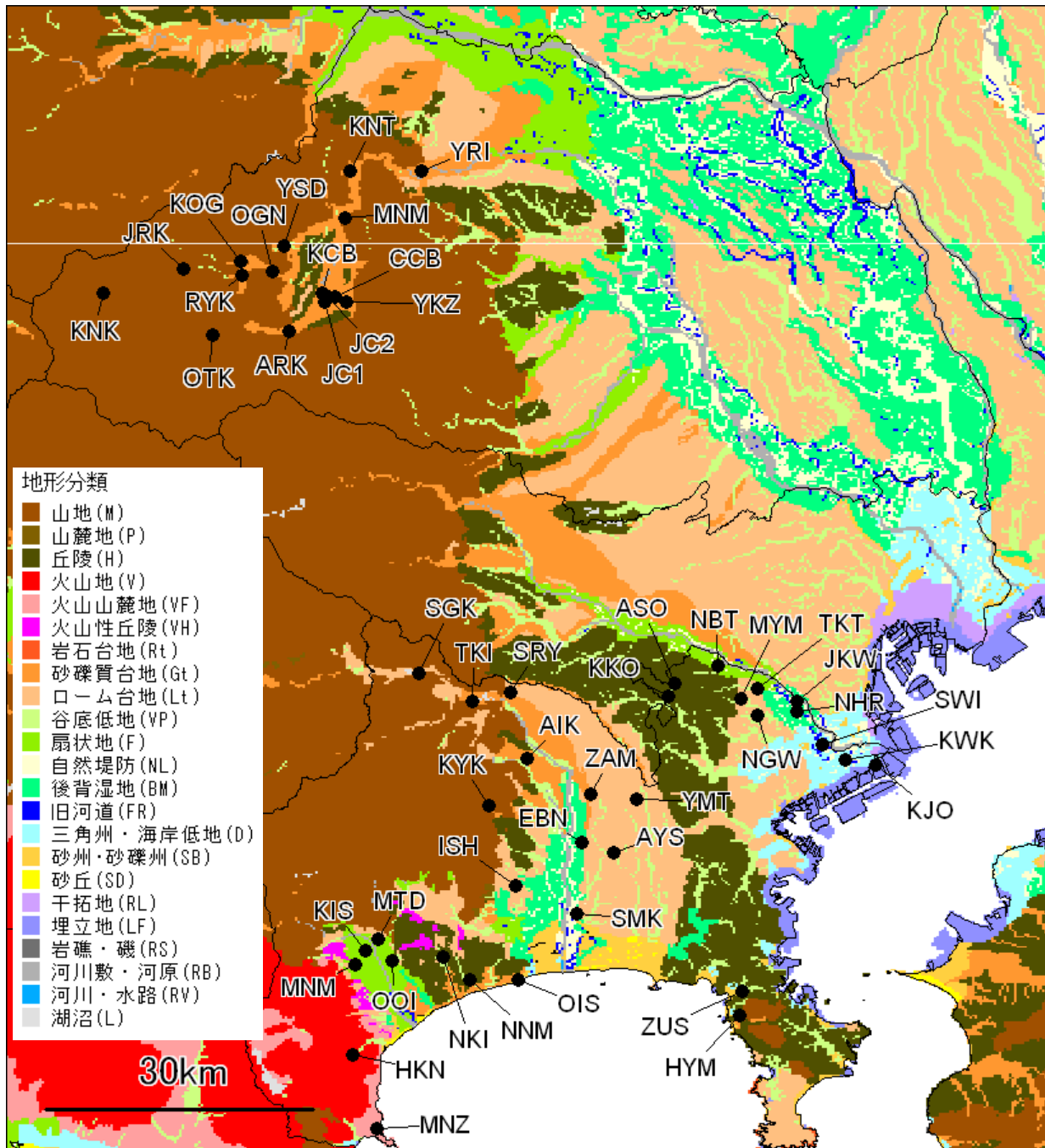
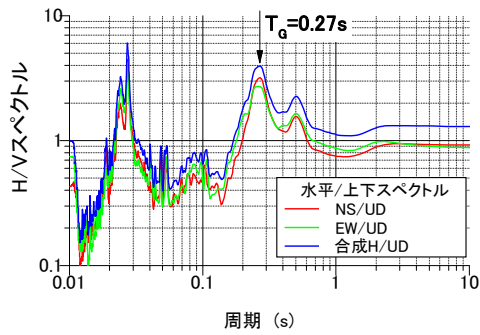


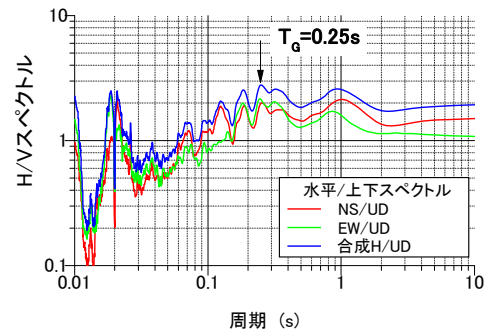
図 9. 常時微動一点観測を行った地震観測点の分布。

表2 常時微動一点観測を行った地震観測点の一覧

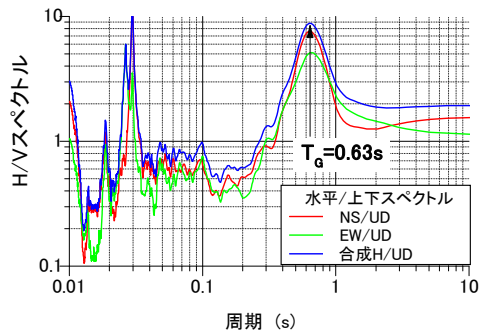
No.	ID	観測機関	観測点名称	住所	緯度	経度	卓越周期(秒)
1	AIK	都道府県	愛川町消防本部	神奈川県愛甲郡愛川町角田251-1	35.5257	139.3256	0.27
2	AYS	都道府県	綾瀬市消防本部	神奈川県綾瀬市深谷3850-2	35.4317	139.4323	0.25
3	EBN	都道府県	海老名消防本部	神奈川県海老名市大谷816	35.4415	139.3938	0.63
4	HKN	都道府県	箱根町役場	神奈川県足柄下郡箱根町湯本256	35.2289	139.1105	0.12
5	HYM	都道府県	葉山町消防本部	神奈川県三浦郡葉山町堀内2050	35.2680	139.5881	0.50
6	ISH	都道府県	伊勢原市消防本部	神奈川県伊勢原市伊勢原3-32-20	35.3984	139.3119	0.62
7	KIS	都道府県	開成町役場	神奈川県足柄上郡開成町延沢773	35.3331	139.1261	0.52
8	KYK	都道府県	清川村役場	神奈川県愛甲郡清川村煤ヶ谷2216	35.4792	139.2794	0.25
9	MNM	都道府県	南足柄消防署岡本分署	神奈川県南足柄市怒田40-1	35.3197	139.1137	0.52
10	MNZ	都道府県	真鶴町保健センター	神奈川県足柄下郡真鶴町岩244-1	35.1552	139.1404	0.29
11	MTD	都道府県	松田町役場	神奈川県足柄上郡松田町松田惣領2037	35.3452	139.1423	0.56
12	NKI	都道府県	中井町役場	神奈川県足柄上郡中井町比奈窪56	35.3275	139.2218	0.37
13	NNM	都道府県	二宮町消防本部	神奈川県中郡二宮町中里711-1	35.3044	139.2553	1.14
14	OIS	都道府県	大磯町役場	神奈川県中郡大磯町東小磯183	35.3039	139.3145	0.06
15	OOI	都道府県	大井町役場	神奈川県足柄上郡大井町金子1995	35.3236	139.1600	0.73
16	SGK	都道府県	相模湖総合事務所	神奈川県津久井郡相模湖町与瀬896	35.6112	139.1920	0.10
17	SMK	都道府県	寒川町役場	神奈川県高座郡寒川町宮山165	35.3699	139.3871	0.52
18	SRY	都道府県	城山総合事務所	神奈川県津久井郡城山町久保沢1-3-1	35.5926	139.3062	0.44
19	TKI	都道府県	津久井総合事務所	神奈川県津久井郡津久井町中野633	35.5832	139.2594	0.22
20	YMT	都道府県	大和市役所	神奈川県大和市下鶴間1-1-1	35.4846	139.4615	0.45
21	ZAM	都道府県	座間消防本部	神奈川県座間市緑が丘6-1-15	35.4901	139.4044	0.49
22	ZUS	都道府県	逗子消防本部	神奈川県逗子市桜山2-3-31	35.2924	139.5921	1.28
23	KJO	川崎市	臨海消防署千鳥出張所	神奈川県川崎市川崎区千鳥町15-4	35.5191	139.7559	1.28
24	KWK	川崎市	川崎高等学校	神奈川県川崎市川崎区中島3-3-1	35.5247	139.7180	0.81
25	SWI	川崎市	幸区役所	神奈川県川崎市幸区戸手本町1-11-1	35.5404	139.6905	0.71
26	NHR	川崎市	中原区役所	神奈川県川崎市中原区小杉町3-245	35.5729	139.6589	0.50
27	JKW	気象庁	JMA川崎(西丸子小学校)	神奈川県川崎市中原区小杉陣屋町2-19-1	35.5838	139.6583	0.18
28	TKT	川崎市	高津区役所	神奈川県川崎市高津区下作延274-2	35.5961	139.6108	0.48
29	NGW	川崎市	宮前消防署野川出張所	神奈川県川崎市宮前区野川3417-28	35.5688	139.6099	0.51
30	MYM	川崎市	宮前平小学校	神奈川県川崎市宮前区宮前平3-14-1	35.5857	139.5895	0.26
31	NBT	川崎市	登戸小学校	神奈川県川崎市多摩区登戸1329	35.6195	139.5619	0.10
32	ASO	川崎市	麻生区役所	神奈川県川崎市麻生区万福寺1-5-1	35.6007	139.5089	0.03
33	KKO	川崎市	麻生消防署柿生出張所	神奈川県川崎市麻生区片平2-30-7	35.5882	139.5008	0.14
34	CCB	都道府県	秩父市役所	埼玉県秩父市熊木町8-15	35.9886	139.0890	0.29
35	JC1	気象庁	JMA秩父	埼玉県秩父市上町3-21-38	35.9833	139.0767	—
36	JC2	気象庁	旧JMA秩父	埼玉県秩父市近戸町3-38	35.9900	139.0783	—
37	KCB	K-NET	K-NET秩父	埼玉県秩父市近戸町2024-45	35.9922	139.0741	0.15
38	OTK	都道府県	大滝総合支所	埼玉県秩父市大滝985	35.9500	138.9380	—
39	ARK	都道府県	荒川総合支所	埼玉県秩父市荒川上田野1734-6	35.9544	139.0330	0.09
40	YSD	都道府県	吉田総合支所	埼玉県秩父市下吉田6585-2	36.0394	139.0270	—
41	KNK	K-NET	K-NET中津川	埼玉県秩父市中津川447	35.9922	138.8041	0.12
42	YKZ	都道府県	横瀬町役場	埼玉県秩父郡横瀬町横瀬4545-1	35.9842	139.1030	0.30
43	OGN	都道府県	小鹿野町役場	埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野89	36.0139	139.0120	—
44	JRK	気象庁	JMA両神	埼玉県秩父郡小鹿野町両神薄9233	36.0167	138.9017	—
45	RYK	都道府県	両神庁舎	埼玉県秩父郡小鹿野町両神薄2906	36.0100	138.9740	—
46	KOG	KiK-net	KiK-net小鹿野	埼玉県秩父郡小鹿野町飯田2575	36.0243	138.9722	0.17
47	MNM	都道府県	皆野町役場	埼玉県秩父郡皆野町皆野1420-1	36.0683	139.1024	—
48	KNT	K-NET	K-NET長瀬	埼玉県秩父郡長瀬町野上下郷3316-1	36.1147	139.1077	0.10
49	YRI	都道府県	寄居町役場	埼玉県大里郡寄居町寄居1180-1	36.1150	139.1960	0.26



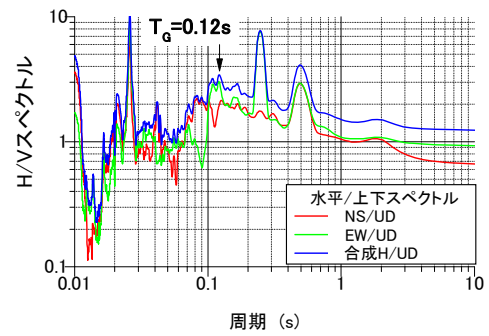
1. 愛川町消防本部 (AIK)



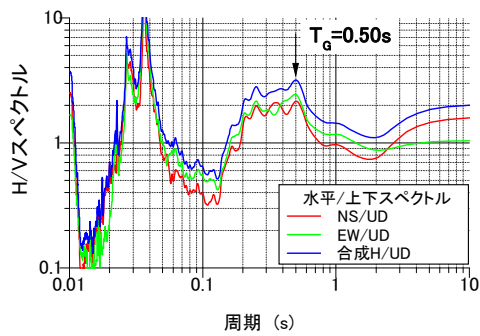
2. 綾瀬市消防本部 (AYS)



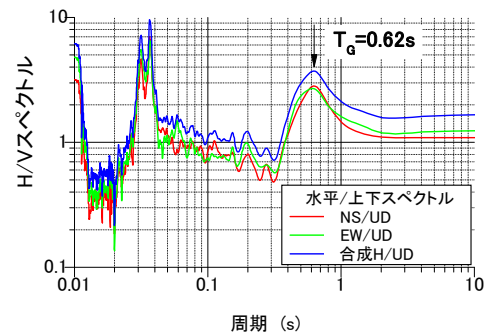
3. 海老名市消防本部 (EBN)



4. 箱根町役場 (HKN)

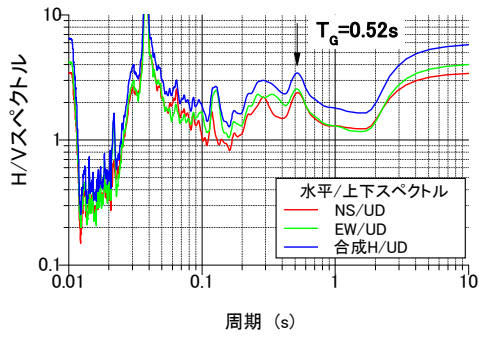


5. 葉山町消防本部 (HYM)

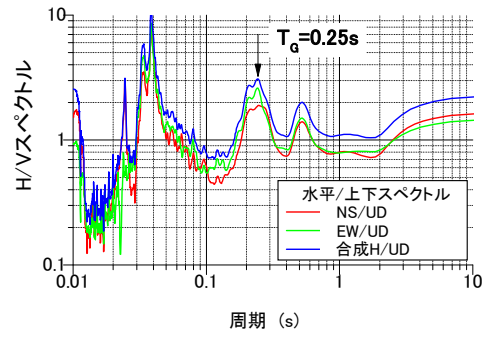


6. 伊勢原市消防本部 (ISH)

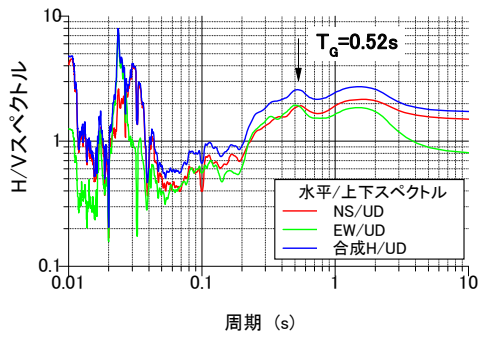
図 10. 神奈川県地震観測点における微動 H/V スペクトル。



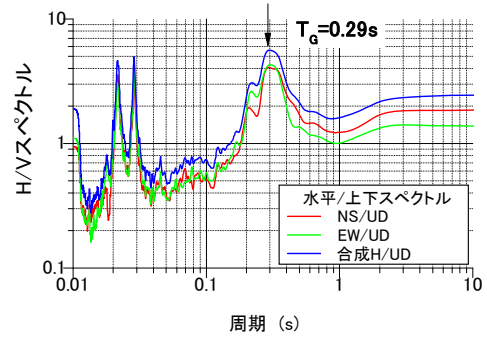
7. 開成町役場 (KIS)



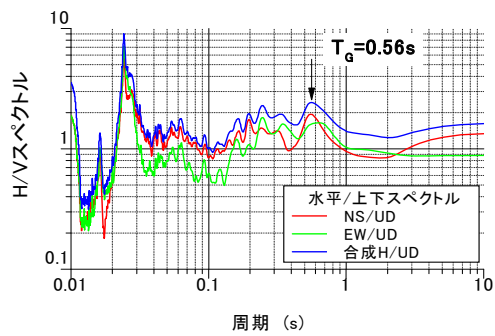
8. 清川村役場 (KYK)



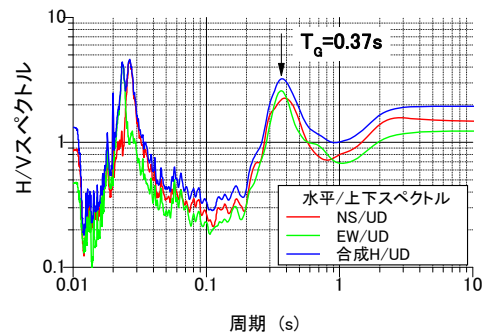
9. 足柄西消防署岡本分署 (MNM)



10. 真鶴町保健センター (MNZ)

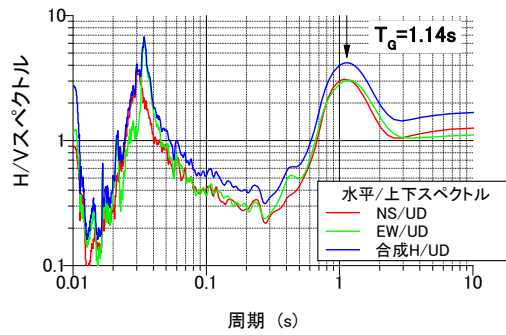


11. 松田町役場 (MTD)

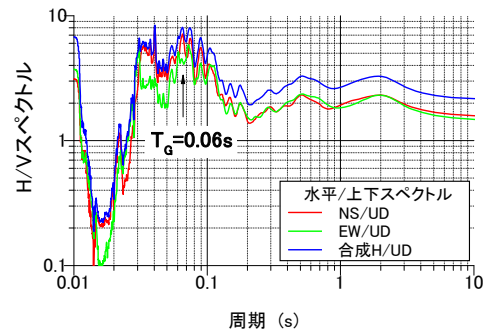


12. 中井町役場 (NKI)

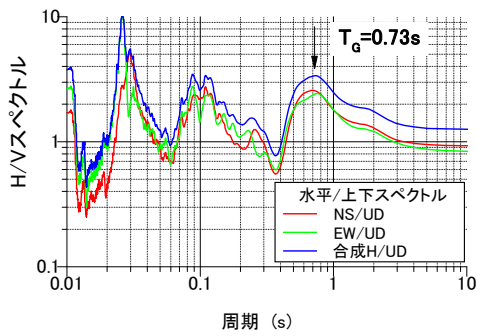
図 10. 神奈川県地震観測点における微動 H/V スペクトル (つづき)。



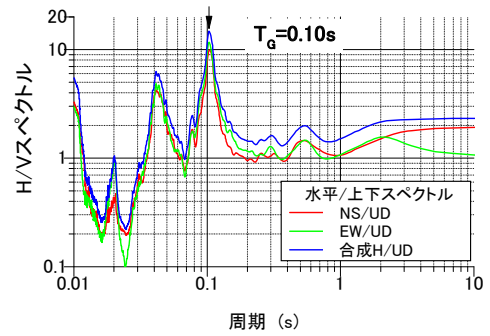
13. 二宮町消防本部 (NNM)



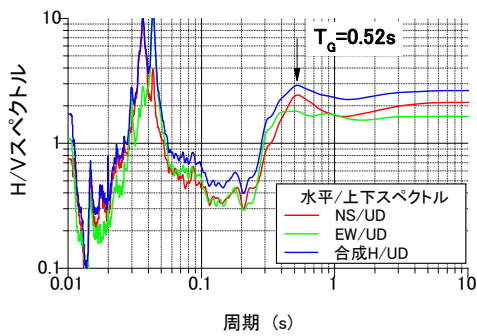
14. 大磯町役場 (OIS)



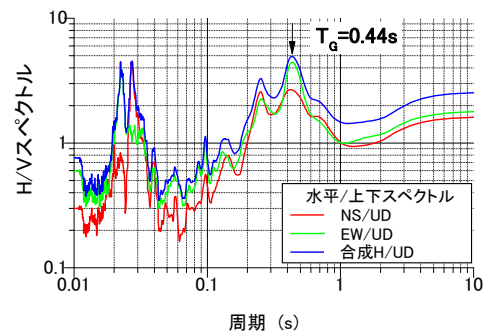
15. 大井町役場 (OOI)



16. 相模湖総合事務所 (SGK)

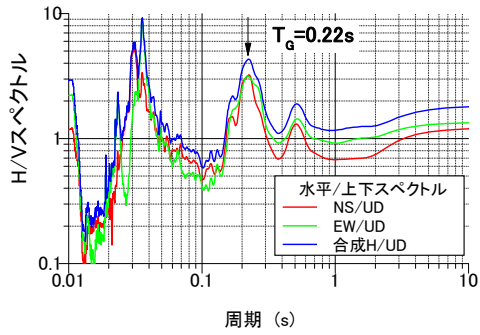


17. 寒川町役場 (SMK)

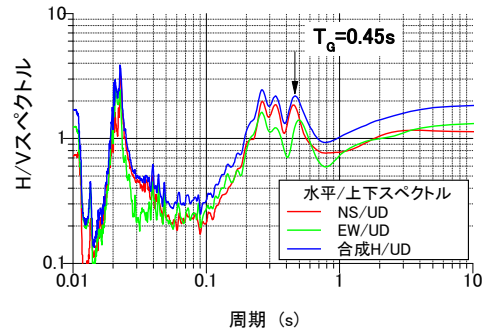


18. 城山総合事務所 (SRY)

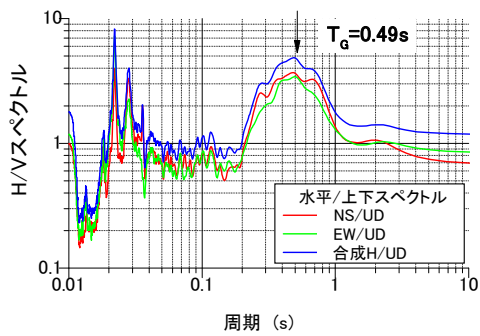
図 10. 神奈川県地震観測点における微動 H/V スペクトル (つづき)。



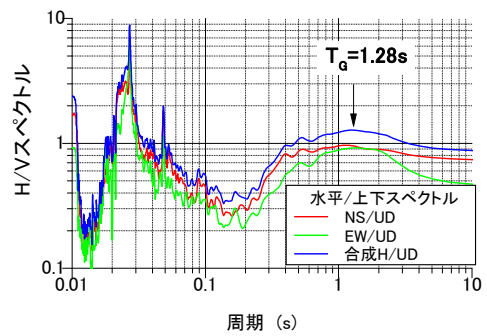
19. 津久井総合事務所 (TKI)



20. 大和市役所 (YMT)



21. 座間市消防本部 (ZAM)



22. 逗子市消防 (ZUS)

図 10. 神奈川県地震観測点における微動 H/V スペクトル (つづき)。

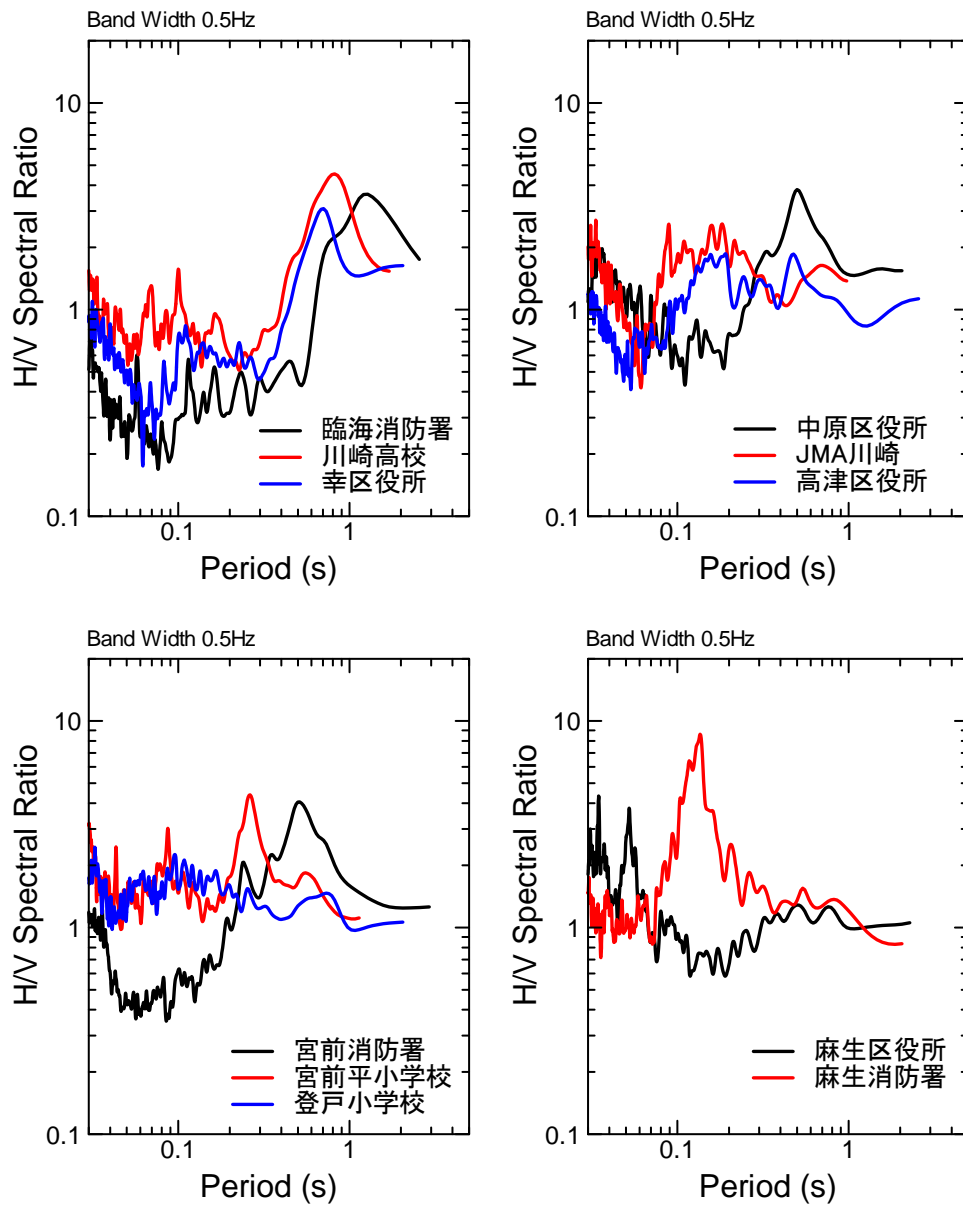


図 11. 川崎市の地震観測点での微動 H/V スペクトル比。

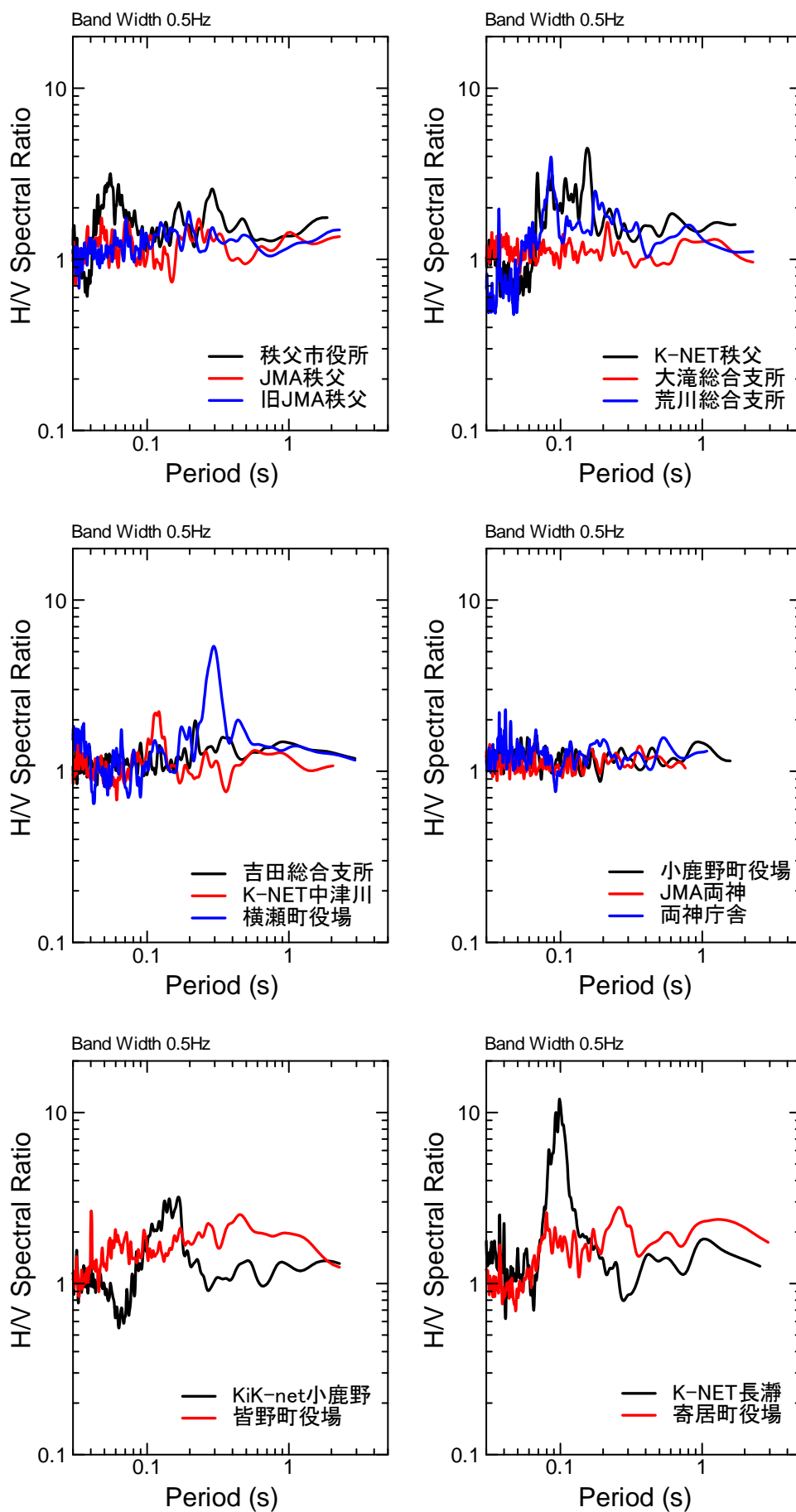


図 12. 埼玉県秩父市域の地震観測点での微動 H/V スペクトル比。

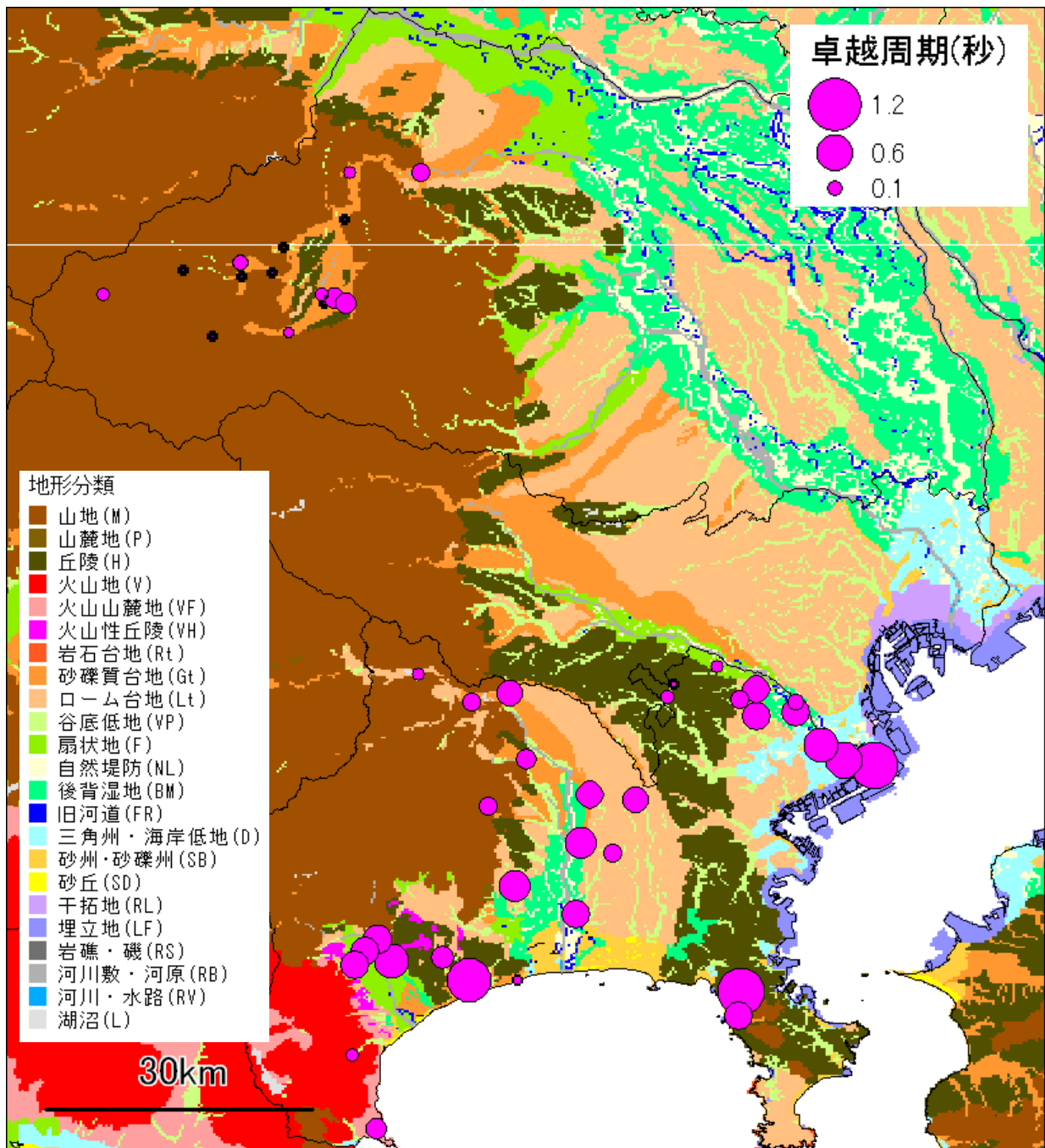


図 13. 微動 H/V スペクトル比の卓越周期の分布。

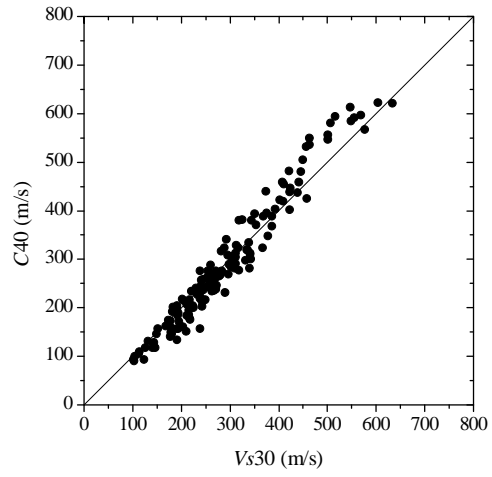
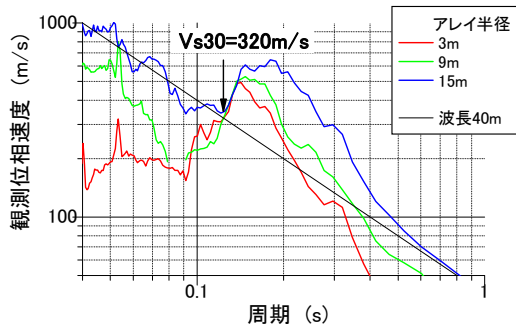
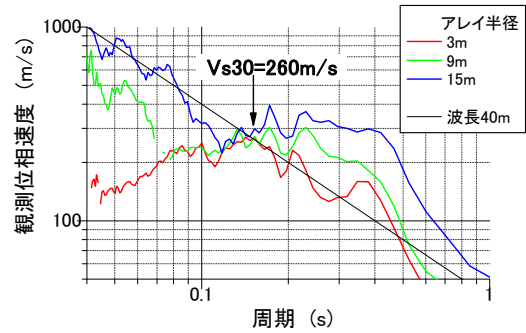


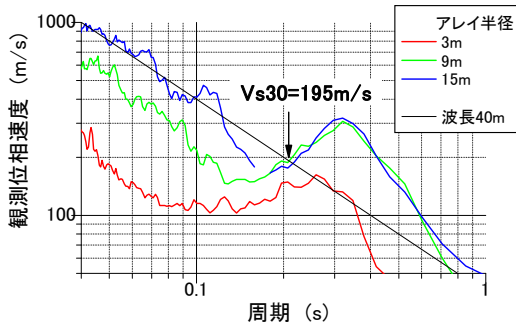
図 14. 基本モードレイリー波の波長 40m における理論位相速度 C_{40} と V_{s30} の関係 (文献¹¹⁾に加筆)。



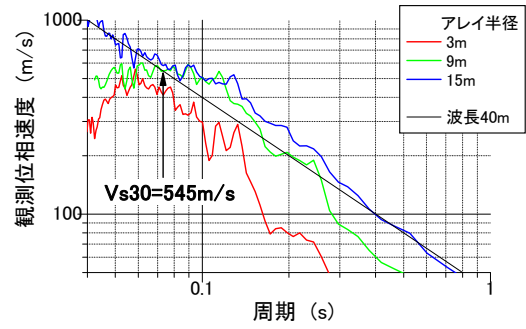
1. 愛川町消防本部 (AIK)



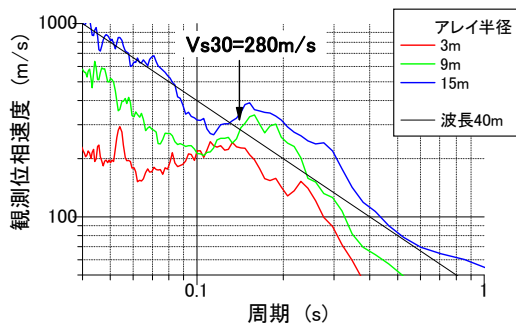
2. 綾瀬市消防本部 (AYS)



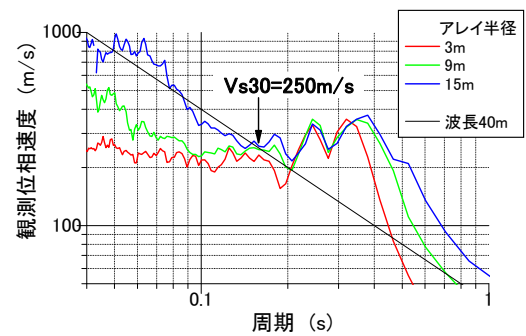
3. 海老名市消防本部 (EBN)



4. 箱根町役場 (HKN)

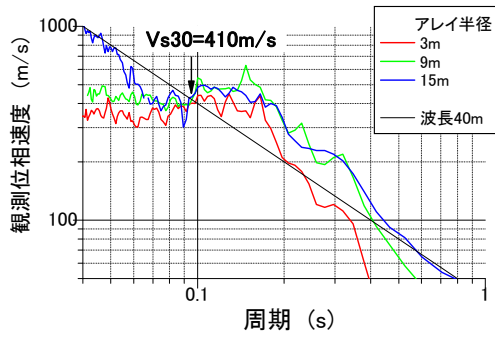


5. 葉山町消防本部 (HYM)

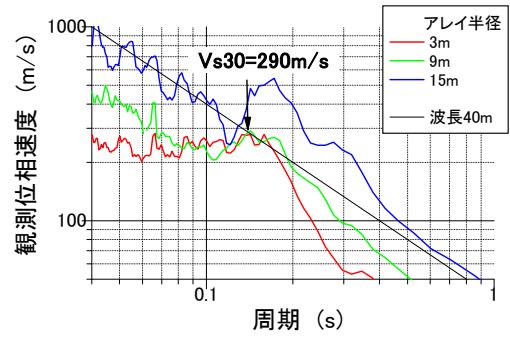


6. 伊勢原市消防本部 (ISH)

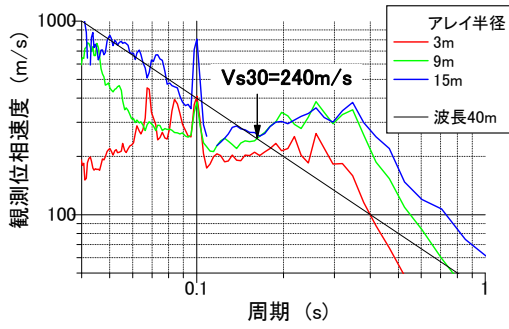
図 15. 観測位相速度。



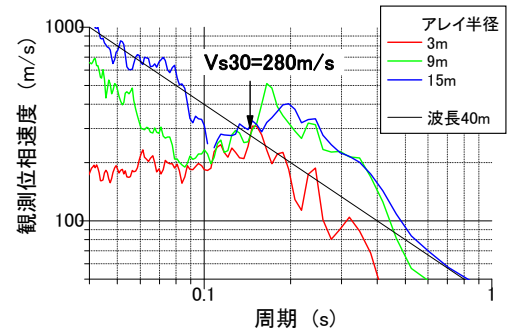
7. 開成町役場 (KIS)



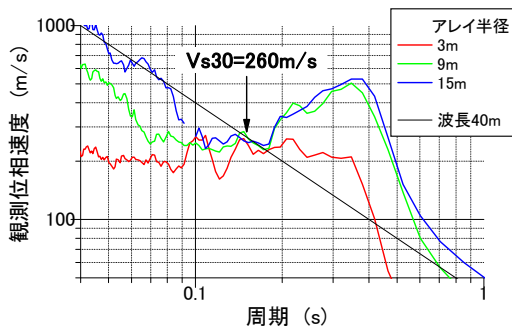
8. 清川村役場 (KYK)



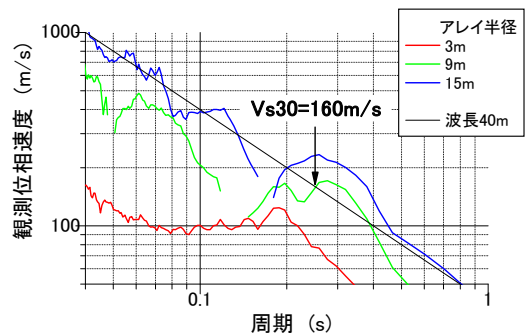
9. 足柄西消防署岡本分署 (MNM)



10. 真鶴町保健センター (MNZ)

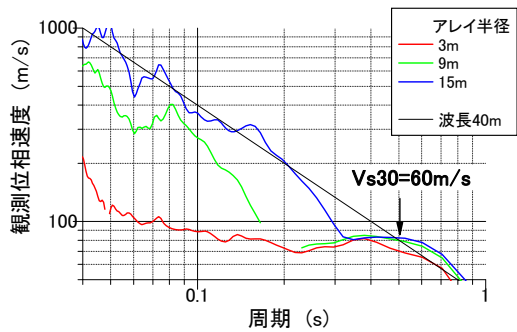


11. 松田町役場 (MTD)

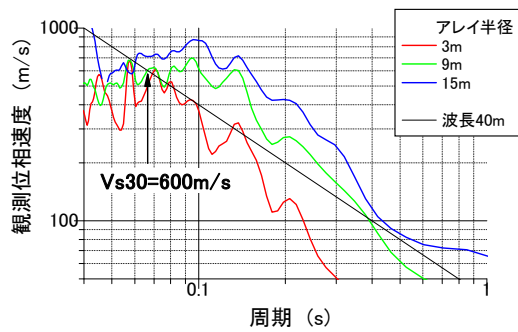


12. 中井町役場 (NKI)

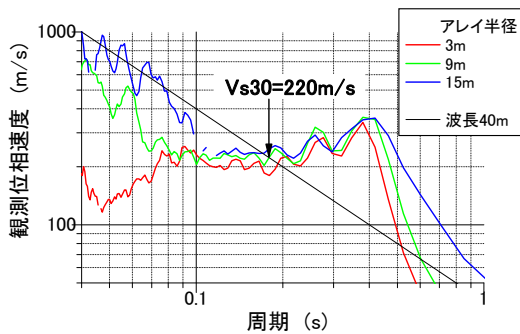
図 15. 観測位相速度 (つづき)。



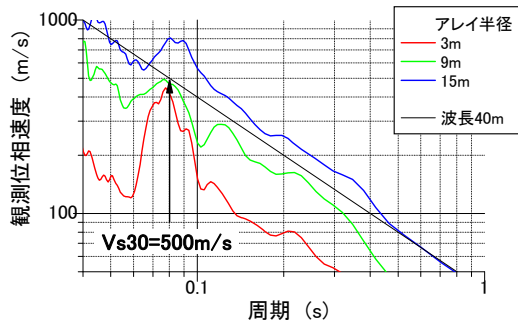
13. 二宮町消防本部 (NNM)



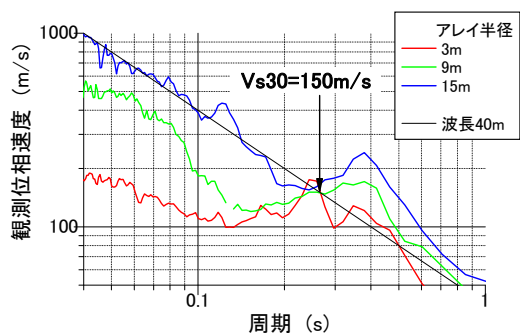
14. 大磯町役場 (OIS)



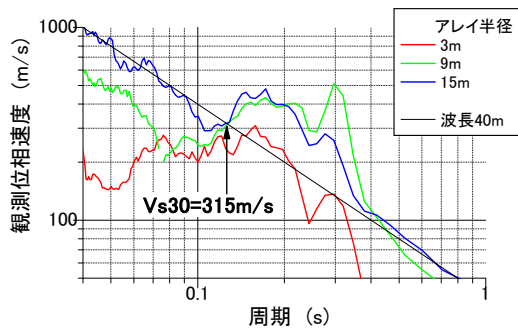
15. 大井町役場 (OOI)



16. 相模湖総合事務所 (SGK)

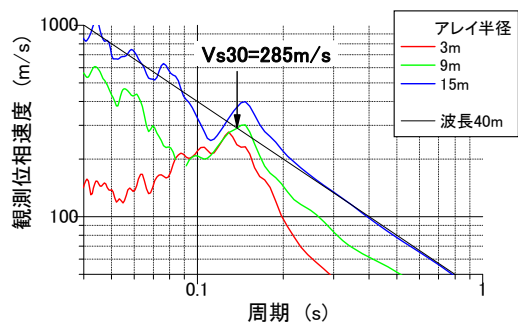


17. 寒川町役場 (SMK)

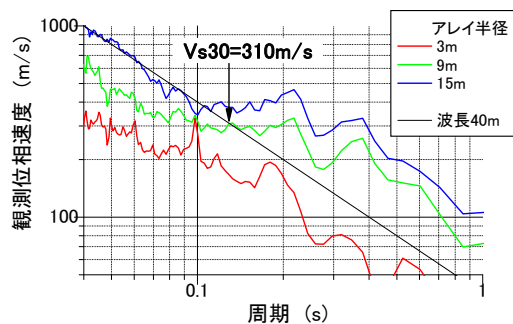


18. 城山総合事務所 (SRY)

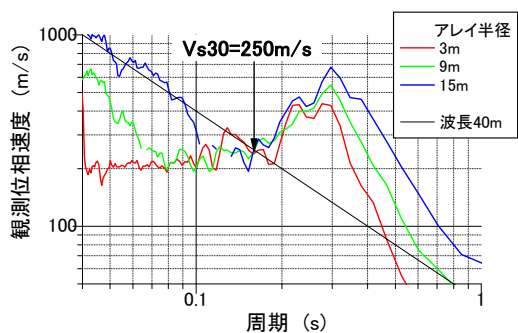
図 15. 観測位相速度 (つづき)。



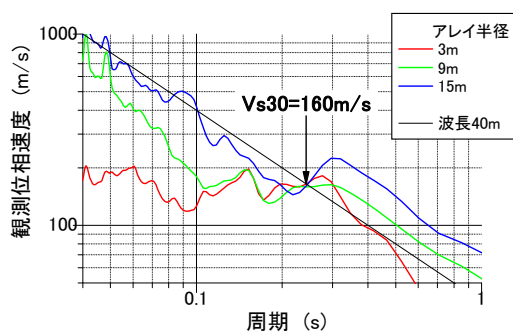
19. 津久井総合事務所 (TKI)



20. 大和市役所 (YMT)



21. 座間市消防本部 (ZAM)



22. 逗子市消防 (ZUS)

図 15. 観測位相速度 (つづき)。

表 3 各観測点で推定された V_{s30} 、卓越周期

No	観測点 ID	V_{s30} (m/s)	卓越周期 (s)
1	AIK	320	0.27
2	AYS	260	0.25
3	EBN	195	0.63
4	HKN	590	0.12
5	HYM	280	0.50
6	ISH	240	0.62
7	KIS	410	0.52
8	KYK	290	0.25
9	MNM	240	0.52
10	MNZ	290	0.29
11	MTD	280	0.56
12	NKI	150	0.37
13	NNM	60	1.14
14	OIS	600	0.06
15	OOI	220	0.73
16	SGK	500	0.10
17	SMK	145	0.52
18	SRY	310	0.44
19	TKI	285	0.22
20	YMT	310	0.45
21	ZAM	240	0.49
22	ZUS	160	1.28

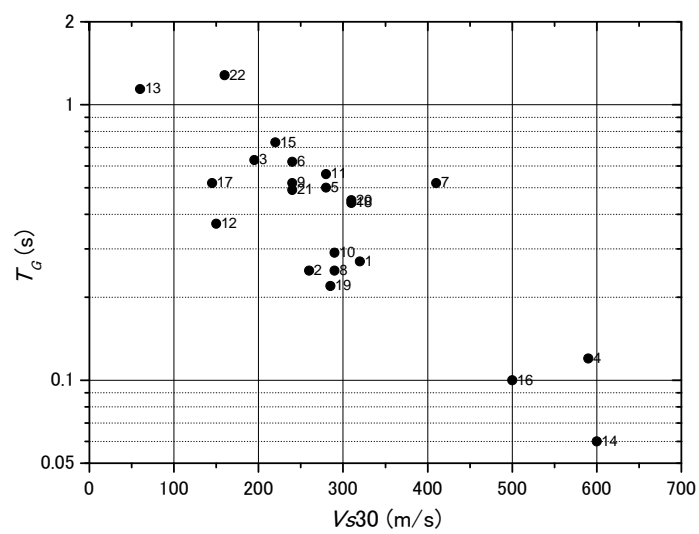


図 16. 微動から推定された卓越周期 T_G と表層 30m の平均 S 波速度 Vs_{30} (図中の数字は観測点番号)。

表 4 本研究で検討した地震の緒元

EQ	日時	震源位置			M _j	M _w	震央地域名	観測点数	震源距離 (km)	水平合成の加速度最大値 (cm/s ²)			
		北緯	東経	深さ (km)						最大	最小	平均	標準偏差
1	1999/09/13/07:56	35° 35.8'	140° 9.5'	76	5.1	5.3	千葉県北西部	20	98-129	33.9	5.7	15.4	7.3
2	2000/04/10/06:30	36° 11.4'	140° 3.6'	55	4.8	4.7	茨城県南部	20	110-152	10.8	1.4	4.9	3.0
3	2000/07/01/16:02	34° 11.4'	139° 11.6'	16	6.5	6.2	新島・神津島近海	20	108-157	19.4	2.2	5.5	3.9
4	2000/07/03/05:03	34° 10.5'	139° 20.6'	16	5.6	5.6	三宅島近海	18	111-158	14.1	2.1	4.9	2.8
5	2000/07/15/10:30	34° 25.4'	139° 14.5'	10	6.3	6.0	新島・神津島近海	19	82-130	18.2	5.0	9.9	3.5
6	2000/07/21/03:39	36° 31.7'	141° 7.1'	49	6.4	6.0	茨城県沖	19	195-240	12.2	2.2	7.0	2.9
7	2000/07/30/09:18	34° 1.8'	139° 24.1'	11	6.0	5.7	三宅島近海	19	128-174	9.7	1.5	3.5	2.2
8	2000/07/30/21:25	33° 58.2'	139° 24.6'	17	6.5	6.4	三宅島近海	20	135-181	25.4	3.4	7.5	5.1
9	2000/08/19/04:36	35° 32.7'	138° 59.4'	19	3.9	3.7	山梨県東部	18	31-49	24.6	2.8	7.9	6.0
10	2000/09/11/07:49	34° 30.9'	139° 13.1'	11	5.4	5.2	新島・神津島近海	18	72-120	7.3	1.8	3.1	1.5
11	2002/07/13/21:45	35° 59.9'	140° 7.4'	65	4.8	4.9	茨城県南部	19	105-145	12.3	2.2	5.9	2.5
12	2003/03/13/12:13	36° 5.4'	139° 51.3'	47	5.0	4.9	茨城県南部	19	88-131	7.7	1.7	4.1	1.7
13	2003/05/12/00:57	35° 52.1'	140° 5.1'	47	5.3	5.2	千葉県北西部	22	85-126	19.3	2.9	8.1	3.4
14	2003/05/26/18:24	38° 49.2'	141° 39.0'	72	7.1	7.0	宮城県沖	22	420-470	16.6	3.5	8.9	3.8
15	2003/07/12/02:31	35° 30.1'	139° 5.7'	22	4.1	3.7	神奈川県西部	18	27-55	42.6	2.4	11.5	10.8
16	2003/08/18/18:59	35° 48.2'	140° 6.5'	69	4.8	4.8	千葉県北西部	19	97-130	13.9	2.4	7.3	3.2
17	2003/09/20/12:55	35° 13.1'	140° 18.0'	70	5.8	5.7	千葉県東方沖	18	95-130	22.5	5.9	14.2	5.0
18	2003/10/15/16:30	35° 36.8'	140° 2.9'	74	5.1	5.1	千葉県北西部	19	92-121	27.8	3.7	13.0	7.0
19	2003/11/12/17:27	33° 9.8'	137° 2.0'	395	6.5	6.4	紀伊半島沖	18	495-522	10.7	2.6	5.6	2.5
20	2004/04/04/08:02	36° 23.4'	141° 9.2'	49	5.8	5.9	茨城県沖	19	189-233	6.3	1.3	3.9	1.6
21	2004/04/07/22:47	34° 17.1'	140° 29.0'	46	4.9	5.1	房総半島南東沖	22	144-194	19.8	2.3	5.7	3.7
22	2004/07/17/15:10	34° 50.2'	140° 21.3'	69	5.5	5.6	房総半島南東沖	20	109-153	33.3	5.8	15.5	7.7
23	2004/08/06/03:23	35° 36.9'	140° 3.3'	75	4.6	4.7	千葉県北西部	20	93-122	15.9	2.4	7.2	3.4
24	2004/09/05/19:07	33° 1.9'	136° 47.8'	38	7.1	7.2	紀伊半島沖	21	326-368	15.6	1.9	7.7	3.7
25	2004/09/05/23:57	33° 8.2'	137° 8.4'	44	7.4	7.5	東海道沖	20	298-340	16.6	2.6	8.8	4.1
26	2004/09/07/08:29	33° 12.5'	137° 17.5'	41	6.5	6.5	東海道沖	19	283-325	11.4	2.5	4.9	2.4
27	2004/10/06/23:40	35° 59.3'	140° 5.3'	66	5.7	5.7	茨城県南部	20	103-133	26.1	4.0	10.9	5.0
28	2004/10/23/17:56	37° 17.5'	138° 52.0'	13	6.8	6.6	新潟県中越地方	18	189-234	15.0	2.1	8.3	3.8
29	2004/10/23/18:34	37° 18.3'	138° 55.8'	14	6.5	6.3	新潟県中越地方	18	190-234	12.7	2.1	7.0	3.2
30	2004/10/27/10:40	37° 17.5'	139° 2.0'	12	6.1	5.8	新潟県中越地方	19	187-229	12.5	1.4	5.1	2.8
31	2005/02/16/04:46	36° 2.3'	139° 53.3'	46	5.3	5.4	茨城県南部	19	86-128	30.1	3.8	10.1	6.4
32	2005/07/23/16:35	35° 34.9'	140° 8.3'	73	6.0	5.9	千葉県北西部	21	94-126	83.2	2.5	34.2	17.9
33	2005/07/28/19:15	36° 7.5'	139° 50.7'	51	5.0	4.9	茨城県南部	20	92-135	22.8	2.4	7.8	5.5
34	2005/08/07/01:05	35° 33.5'	140° 6.8'	73	4.7	4.7	千葉県北西部	22	92-123	21.8	3.5	10.0	4.7
35	2005/08/16/11:46	38° 8.9'	142° 16.6'	42	7.2	7.1	宮城県沖	21	390-432	32.0	5.8	18.0	8.3
36	2005/10/16/16:05	36° 2.3'	139° 56.2'	47	5.1	5.0	茨城県南部	20	88-130	23.2	3.8	9.5	5.3
37	2006/04/21/0:250	34° 56.4'	139° 11.7'	7	5.8	5.6	伊豆半島東方沖	22	25-75	79.1	2.4	17.9	15.8
38	2006/05/02/18:24	34° 55.0'	139° 19.8'	15	5.1	4.8	伊豆半島東方沖	22	35-79	78.7	4.7	15.8	15.1
39	2006/06/20/06:47	35° 48.4'	140° 6.8'	66	4.6	4.7	千葉県北西部	22	95-132	15.0	1.9	7.4	3.6
40	2006/08/31/17:18	35° 37.9'	140° 1.4'	76	4.8	4.8	東京湾	22	93-122	33.9	4.2	12.9	7.5
41	2006/10/14/06:38	34° 53.6'	140° 18.2'	64	5.1	4.9	千葉県南東沖	21	100-144	20.0	3.7	10.1	4.8
42	2007/01/16/03:18	34° 56.2'	138° 53.5'	175	5.8	5.9	静岡県東部	20	178-193	8.2	1.6	4.4	1.8
43	2007/07/12/05:29	35° 26.9'	139° 9.9'	19	4.2	3.9	神奈川県西部	22	22-47	100.9	3.2	18.6	22.4
44	2007/07/16/10:13	37° 33.4'	138° 36.5'	17	6.8	6.6	新潟県上中越沖	18	223-271	13.1	1.9	5.2	2.8
45	2007/07/24/11:38	35° 18.1'	139° 4.0'	14	4.4	4.2	神奈川県西部	21	15-50	137.0	2.1	25.7	33.3
46	2007/08/16/04:15	35° 26.6'	140° 31.8'	31	5.3	5.3	千葉県東方沖	19	92-134	7.4	1.1	3.9	1.7

注) 日時、震源位置、M_j、震央地域名は気象庁⁴⁾より、M_wは防災科学技術研究所⁵⁾より引用している。

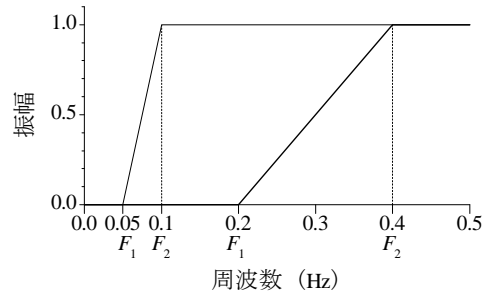
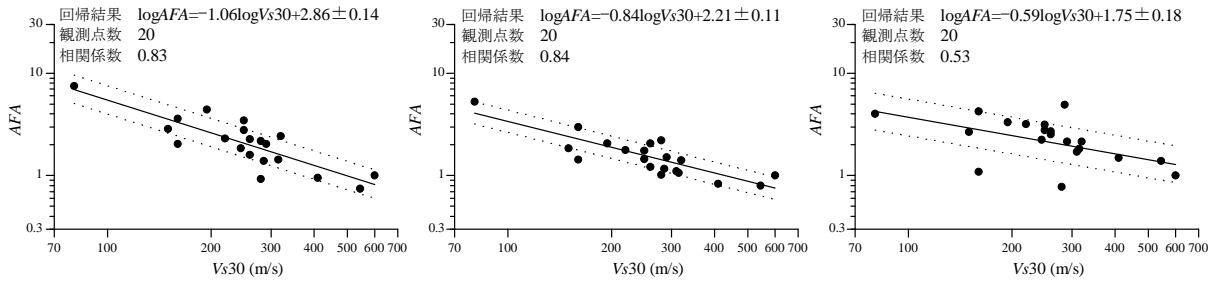
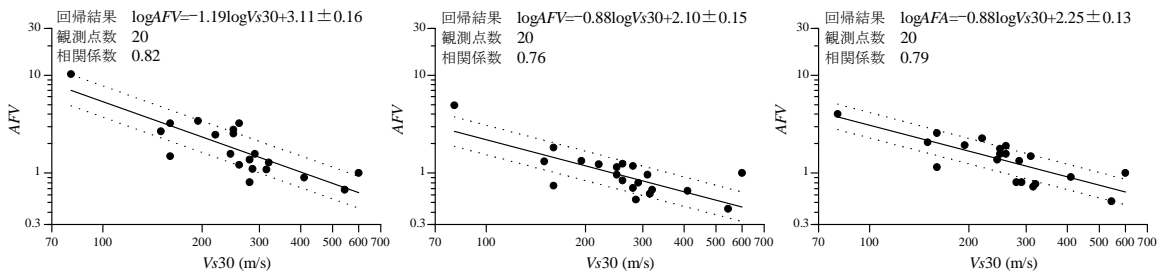


図 17. ローカットフィルター。



(a) EQ3 ($M_w=6.2$ 、新島・神津島近海) (b) EQ8 ($M_w=6.4$ 、三宅島近海) (c) EQ25 ($M_w=7.5$ 、東海道沖)

図 18. 加速度最大値に関する地盤増幅倍率 AFA と平均 S 波速度 $Vs30$ の関係。



(a) EQ3 ($M_w=6.2$ 、新島・神津島近海) (b) EQ8 ($M_w=6.4$ 、三宅島近海) (c) EQ25 ($M_w=7.5$ 、東海道沖)

図 19. 速度最大値に関する地盤増幅倍率 AFV と平均 S 波速度 $Vs30$ の関係。

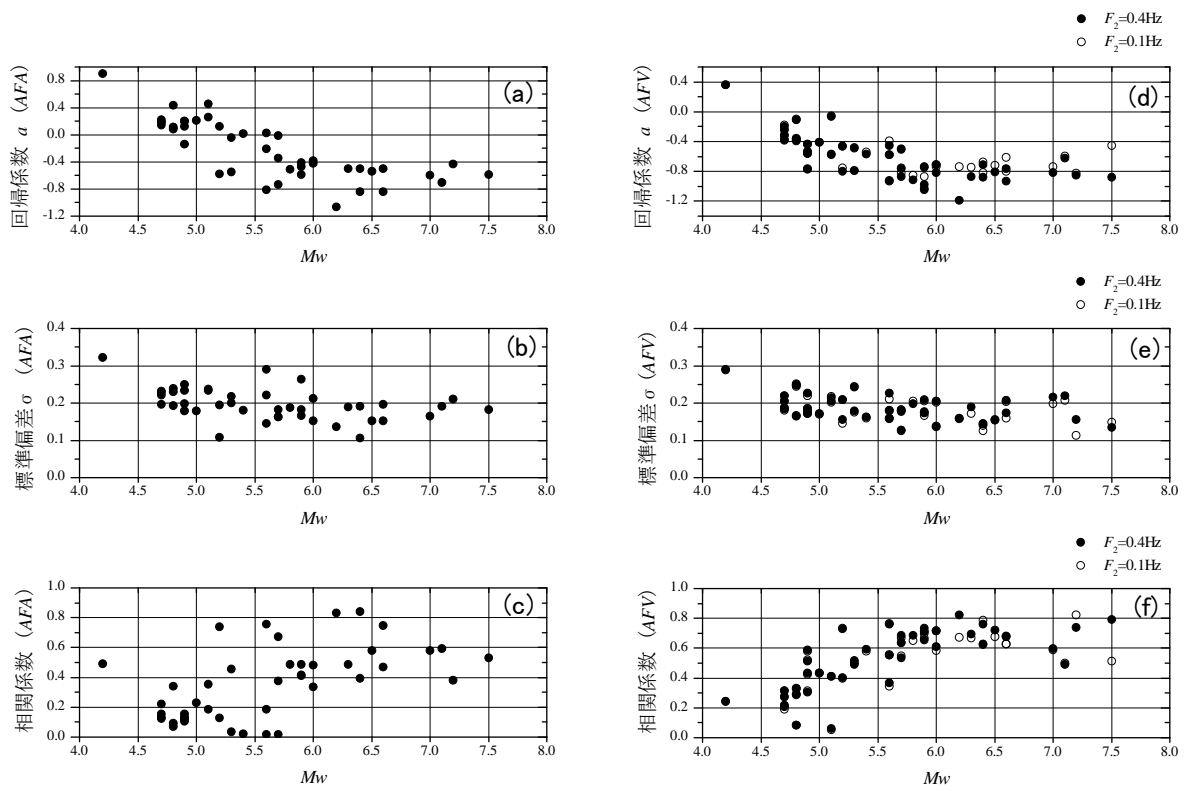


図 20. 地盤増幅倍率 AFA 、 AFV と平均 S 波速度 $Vs30$ の回帰分析から得られる回帰係数 a 、標準偏差 σ 、相関係数とモーメントマグニチュード M_w の関係。

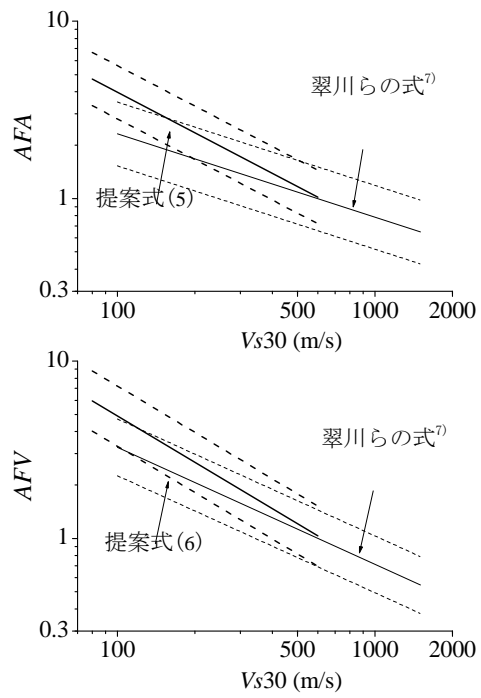


図 21. 既往の関係式との比較。