

高密度常時微動計測に基づく長野県白馬村 神城地区におけるサイト増幅特性の評価

藤木 昂¹・秦 吉弥²・村田 晶³・湊 文博⁴
常田 賢一⁵・古川 愛子⁶・一井 康二⁷・吉川 登代子⁸

¹ 学生会員 大阪大学 工学部 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: afujiki@civil.eng.osaka-u.ac.jp

² 正会員 大阪大学 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: hata@civil.eng.osaka-u.ac.jp

³ 正会員 金沢大学 理工研究域 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: murata@se.kanazawa-u.ac.jp

⁴ 学生会員 大阪大学 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: fminato@civil.eng.osaka-u.ac.jp

⁵ フェロー会員 大阪大学 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: tokida@civil.eng.osaka-u.ac.jp

⁶ 正会員 京都大学 大学院地球環境学堂 (〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂)

E-mail: furukawa.aiko.3w@kyoto-u.ac.jp

⁷ 正会員 広島大学 大学院工学研究院 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail: ichiikoji@hiroshima-u.ac.jp

⁸ 学生会員 大阪大学 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: tyoshikawa@civil.eng.osaka-u.ac.jp

本稿では、2014年長野県神城断層地震において深刻な住家被害等が発生して白馬村神城地区において高密度常時微動計測を実施した結果について報告を行う。具体的には、232地点に及ぶ常時微動計測を行い、H/Vスペクトルのピーク周波数などに着目することで、神城地区における地盤震動特性を明らかにした。さらに、常時微動H/Vスペクトルとサイト増幅特性の経験的關係に基づき、微動計測地点(232地点)でのサイト増幅特性をそれぞれ評価し、サイト増幅特性の値に対する住家被害の關係について検討を行った。

Key Words : *Microtremor H/V spectrum, site amplification factor, zoning, wooden house damage*

1. はじめに

2014年11月22日に発生した長野県北部を震源とするマグニチュード6.7の地震(以後、2014年長野県神城断層地震¹⁾もしくは本震と呼ぶ)では、震源域の白馬村神城地区の集落を中心に住家の倒壊などの深刻な被災が報告^{2,3)}されている。一方で、同じ神城地区内においても住家が無被災であった集落も確認²⁾されている。本震時において神城地区内の被災集落ならびに無被災集落に作用した地震動を推定することは、非常に重要⁴⁾である。

この点に関して秦ほか⁵⁾は、神城地区内の田頭集落(被災集落)および飯田集落(無被災集落)において臨時の余震観測を実施し、得られた記録とサイト特性置換手法⁶⁾の組合せに基づき、本震時に田頭集落および飯田集落に作用した地震動を推定し、両集落における推定地震動の

比較結果が被災・無被災の実績に対して矛盾していないことを速報している。さらに秦ほか⁷⁾は、神城地区内においてわずか二つの集落(2地点)での強震動評価に留まっていること、震源断層近傍の地点へのサイト特性置換手法の適用には課題⁸⁾が残されていることなどを考慮して、特性化震源モデル⁹⁾(神城地区周辺の既存強震観測点^{10,11)}で得られた本震記録を一定の精度で再現可能な断層モデル⁹⁾に基づき、2014年長野県神城断層地震時に作用した地震動を臨時余震観測点(8地点(STA-1~8): 図-1参照)において推定している。

しかしながら、上述した先行研究^{5,7)}では、神城地区に設けた臨時余震観測点(上述したわずか8地点)の位置相当地に作用した地震動を推定しているにすぎず、神城地区内における地震動を高密度に推定するには至っていない。そこで本稿では、地震動の高密度評価を実施する上での

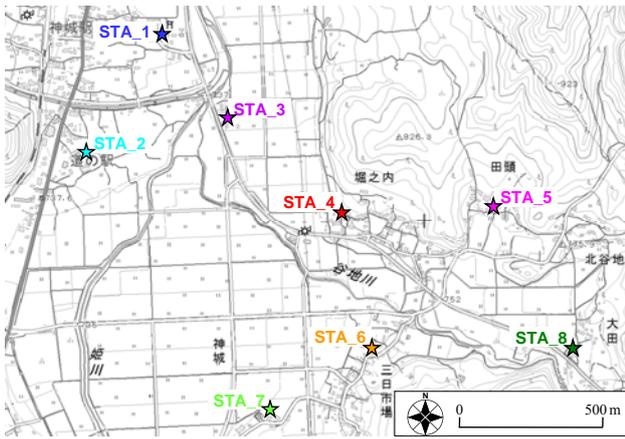


図-1 神城地区に設けた臨時余震観測地点の分布⁷⁾

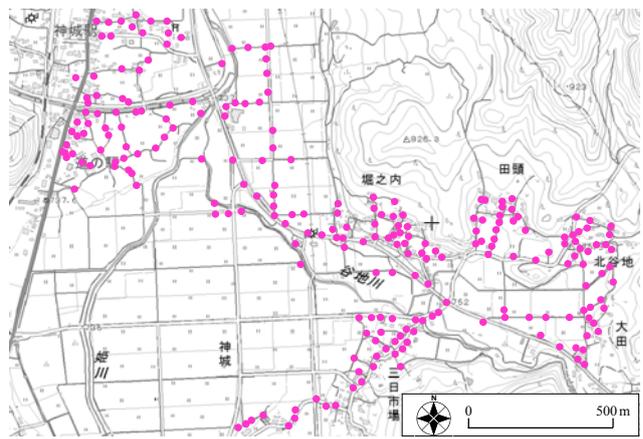


図-2 神城地区内における常時微動計測地点の分布



写真-1 常時微動計測状況の一例

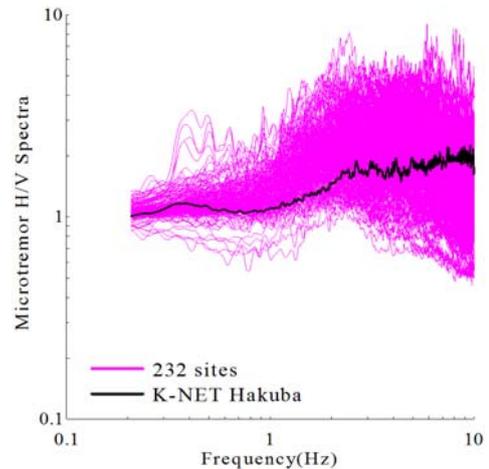


図-3 常時微動H/Vスペクトルの比較

基礎的検討として、神城地区内において高密度常時微動計測を実施し、得られた計測結果などに基づいて、サイト増幅特性を評価した結果について報告する。

2. 高密度常時微動計測

(1) 計測諸元

常時微動計測は、神城地区内における六つの集落(飯田集落(STA-1, 2, 3)、堀之内集落(STA-4)、田頭集落(STA-5)、三日市場集落(STA-6, 7)、北谷地集落・大田集落(STA-8)：図-1参照)を含む、図-2に示す計232地点において実施した。写真-1に常時微動計測状況の一例を示す。なお、日本地震工学会調査団^{12),13),14)}や著者ほか¹⁵⁾により先行的に実施された神城地区での微動計測よりも、本稿における微動計測のほうが高密度であることから、ここでは、高密度常時微動計測と呼ぶこととする。

計測期間は、2014年3月6～8日、2014年4月29日～5月4日の6日間である。計測は主に昼間に実施し、同型の8台の微動計(8台ともに白山工業(株)製の一体型微動探査兼地震計機器¹⁶⁾)を採用した。計測機器の諸元については、文献16)を参照されたい。計測方向は水平2成分と鉛直成

分の計3成分であり、後述する常時微動H/Vスペクトルの計算では、水平2成分の平均をとった。計測時間は、1計測点あたり30分間の単点計測とした。

(2) H/Vスペクトルの評価

図-3は、K-NET白馬(既存強震観測点)に対する神城地区内(232地点)での常時微動H/Vスペクトルの比較を示す。常時微動H/Vスペクトルの計算処理方法としては、まず、微動の加速度時刻歴に対して0.1Hzのハイ・パスフィルターを施し、163.84秒の区間(雑振動(望ましくないノイズ等)が小さい163.84秒間)を10区間抽出し、フーリエスペクトルの計算を行い、バンド幅0.05HzのParzen Windowで平滑化したのちに、H/Vスペクトルを算出し、7区間の平均をとった。評価振動数の範囲としては、使用した微動計測器の性能¹⁶⁾などを考慮して0.2～10Hzとした。

図-3に示すとおり、同じ神城地区内においても、ピーク周波数やスペクトル形状などの常時微動H/Vスペクトルの特性がばらばらであるのが確認でき、神城地区内における地盤震動特性が同様であるとは言い難い。さらに、K-NET白馬と神城地区における常時微動H/Vスペクトルの比較では、両者の特性が明らかに異なっていることから、K-NET白馬で得られた本震観測記録を、神城地区に

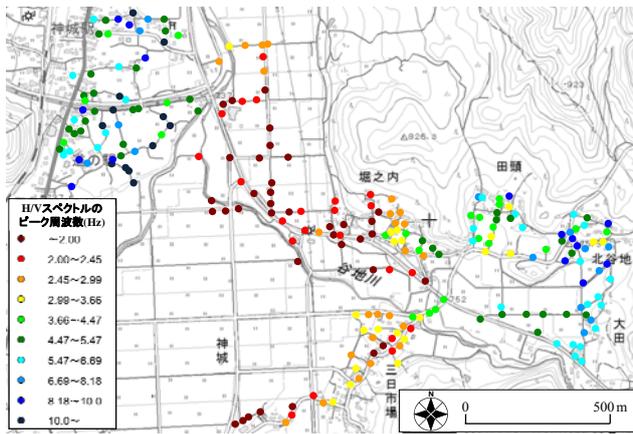


図-4 常時微動H/Vスペクトルのピーク周波数の分布

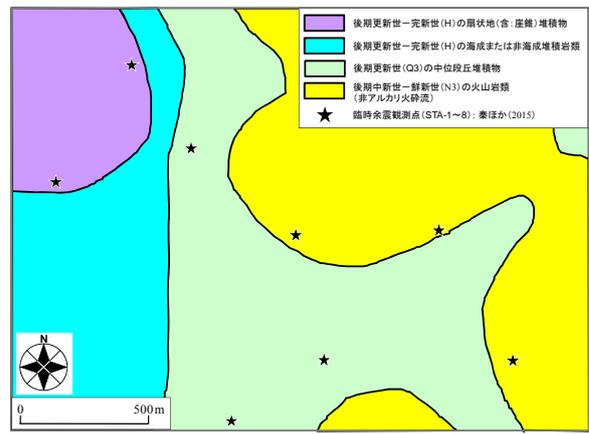


図-5 産業技術総合研究所による神城地区内の地質図²⁰⁾

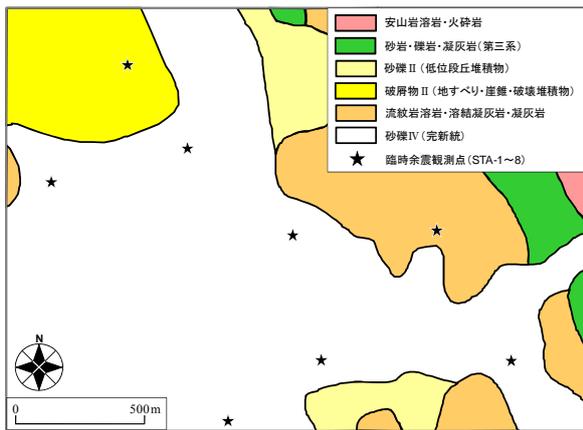


図-6 国土交通省による表層地質図²¹⁾

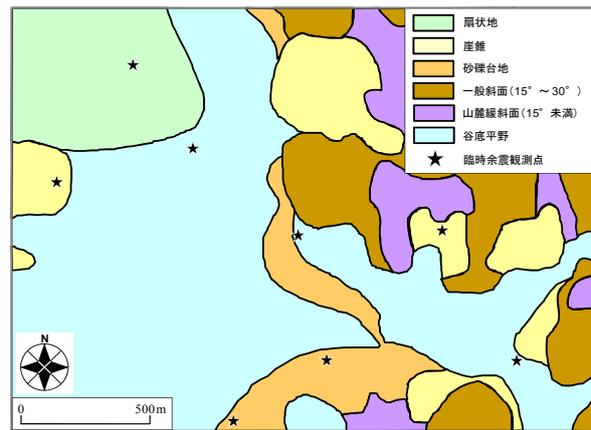


図-7 国土交通省による地形分類図²¹⁾

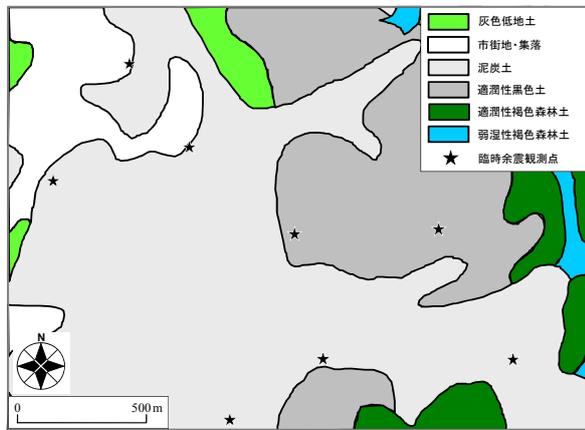


図-8 国土交通省による土壌図²¹⁾

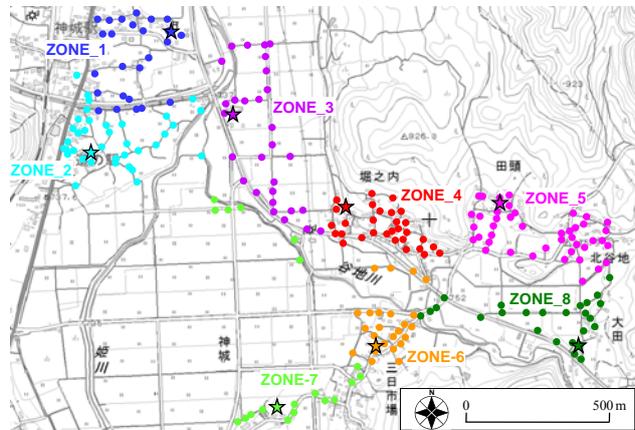


図-9 DGS値²²⁾に基づくゾーニング

作用した本震時の地震動として代表させることができない(神城地区への工学的な転用^{17),18),19)}が極めて困難である)ことが示唆される。ここに、全232地点における詳細な位置情報および常時微動H/Vスペクトルの一覧については、本稿巻末に掲載されている付録図-1および付録図-2~付録図-8を参照されたい。

図-4は、神城地区内における常時微動H/Vスペクトル(図-3参照)のピーク周波数を地形図上にプロットしたものである。図-4に示すように、飯田集落(東側)・堀之内集落・三日市場集落では暖色系(概ね4Hz以下の比較的的低周波帯域)、飯田集落(西側)・田頭集落・北谷地集

落・大田集落では寒色系(概ね4Hz以上の比較的高周波帯域)のピーク周波数を示しているのが読み取れる。さらに、住家の深刻な被害が集中的に発生している堀之内集落・田頭集落・三日市場集落²⁾において、常時微動H/Vスペクトルのピーク周波数がともに類似しているとは言い難い。

図-5に(国研)産業技術総合研究所による地質図²⁰⁾、図-6・図-7・図-8に国土交通省国土政策局による表層地質図・地形分類図・土壌図²¹⁾を、臨時余震観測点(STA_1-8: 図-1参照)とともに示す。図-3(H/Vスペクトルのピーク周波数の分布)に対して図-5~図-8を比較すると、

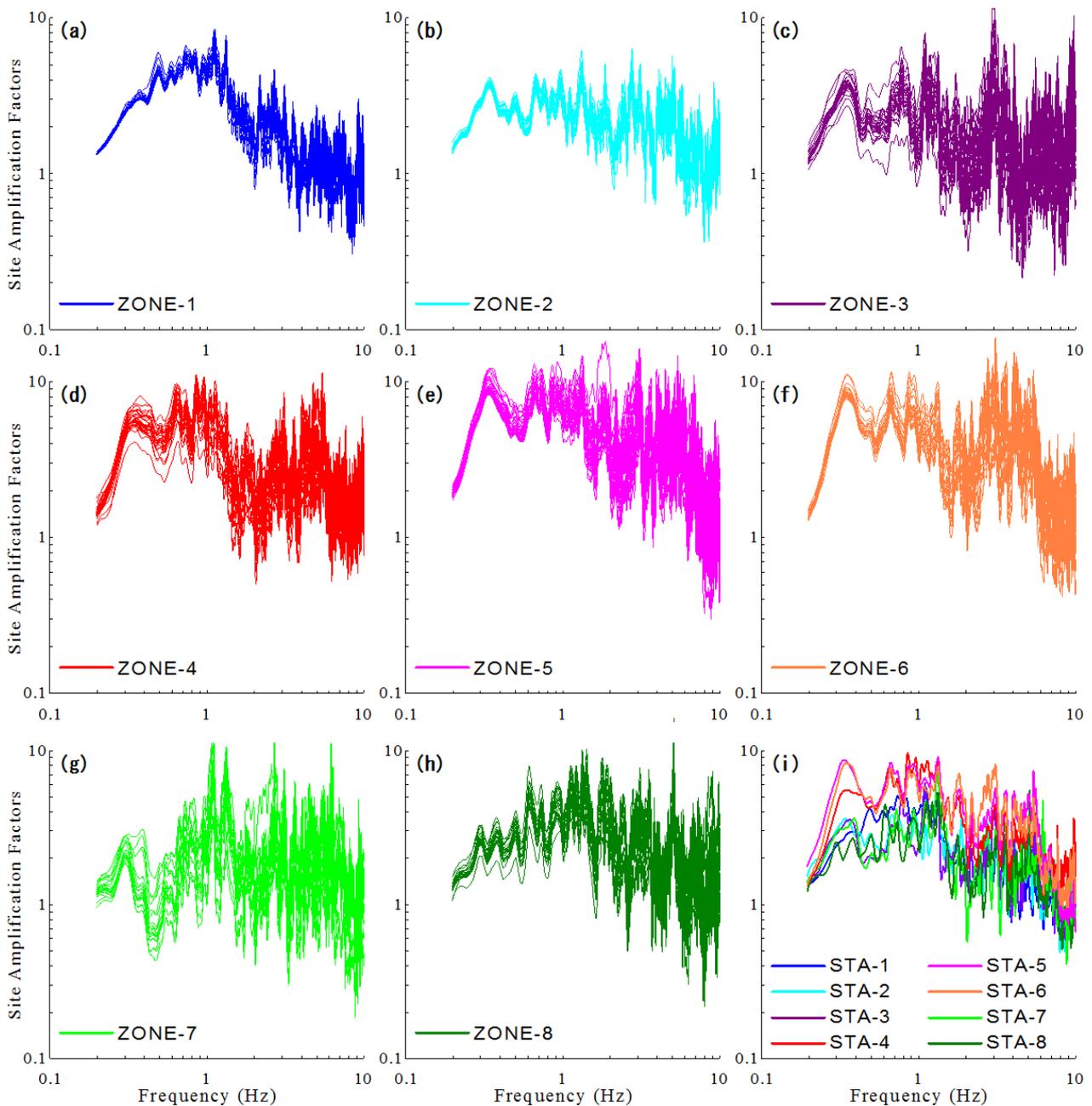


図-10 神城地区内における常時微動計測点でのサイト増幅特性(地震基盤～地表)の評価

神城地区内における常時微動H/Vスペクトルのピーク周波数の分布図に対する地質・地形・土壌の分類図の比較において、明らかな対応関係などを確認することができない。

3. サイト増幅特性の評価

(1) ゾーニング

本検討では、図-9に示すように、常時微動H/Vスペクトルによる神城地区内の地盤震動特性に基づいてゾーニングを実施した。ゾーニングの方法としては、DGS値²²⁾を用いた定量的方法²³⁾²⁴⁾を採用した。DGS値は、常時微

動H/Vスペクトルの2地点間(臨時余震観測点STAと常時微動計測地点P)の比率の常用対数を取り、周波数範囲内(0.2-10Hz: 図-3参照)において積分した値²²⁾であり次式で表わされる。

$$DGS = \sum \left| \log \left(\frac{R_{P_001-232}(f)}{R_{STA_1-8}(f)} \right) \right| \cdot \Delta f \quad (1)$$

ここに、P_001-232は神城地区内における常時微動計測地点(全232点: 図-2参照)、STA_1-8は神城地区内における臨時余震観測点(全8点: 図-1参照)である。よって、式(1)に基づけば、臨時余震観測点では、DGS値は0.0となる。式(1)を用いて、まず、常時微動の各計測点(P_001-232)におけるDGS値を8つの余震観測点(STA_1

－8)に対してそれぞれ計算し(すなわち、微動計測点毎に8つのDGS値を持つことになる)、次に、8つの余震観測点にそれぞれ対応する8つのDGS値の中から最も小さな値となる余震観測点を微動計測点毎に選択し、図-9に示すように、神城地区内を8つのゾーン(ZONE_1-8)に分割した。

(2) 経験的補正

サイト増幅特性(地震基盤～地表)は、各ゾーンの余震観測点(STA_1-8)において設定されたもの(図-10(i)参照)²⁾を参照した。ただし、2.(2)および3.(1)で述べたとおり、同じ神城地区内ならびに同一ゾーン内においても常時微動H/Vスペクトルの特性に差異が見受けられる。

そこで本検討では、既往の研究²³⁾²⁴⁾で行ったように、同一ゾーン内における余震観測点(STA_1-8)と微動計測地点(P_001-232)での常時微動H/Vスペクトルの比較に基づき、各ゾーンでの余震観測点(STA_1-8)におけるサイト増幅特性(図-10(i)参照)⁷⁾に対して、常時微動H/Vスペクトルのピーク周波数およびピーク振幅の違いに着目した経験的補正(微修正)²⁵⁾²⁶⁾を加えることによって、神城地区内の常時微動計測地点(P_001-232：図-2参照)におけるサイト増幅特性(地震基盤～地表)を評価した。図-10(a)～(h)にその評価結果を各ゾーン(ZONE_1-8)について示す。ここに、全232地点における詳細な位置情報およびサイト増幅特性(地震基盤～地表)の一覧については、本稿巻末に掲載されている付録図-1および付録図-9～付録図-15を参照されたい。

(3) 提案指標値に対する被災・無被災集落との関係

本検討では、3.(2)で評価したサイト増幅特性の指標値として、SAF(Site Amplification Factor)値を提案する。SAF値は、サイト増幅特性の二深度間(基準地盤Bと地震動推定深度G)における比率の常用対数を取り、所定の周波数範囲内において積分した値であり、DGS値((1)式参照)を参考に次式で表される。

$$SAF = \sum \log \left(\frac{G(f)}{B(f)} \right) \cdot \Delta f \quad (2)$$

ここに、 $B(f)$ は任意の周波数帯における地震基盤でのサイト増幅特性の値(=1(固定値))、および $G(f)$ は任意の周波数帯における地盤表面でのサイト増幅特性の値である。本検討では、積分区間となる周波数範囲として、サイト増幅特性(図-10参照)の表示区間(0.2-10Hz：図-11参照)、やや短周期帯域⁸⁾²⁷⁾に着目した区間(0.5-2Hz：図-12参照)、修正計測震度²⁸⁾に着目した区間(0.67-0.83 Hz：図-13参照)、SI値²⁹⁾に着目した区間(0.4-10Hz：図-14参照)をそれぞれ採用した。

図-11、図-12、図-13、図-14に神城地区内におけるSAF値の232地点の分布を着目する推定地震動の周波数

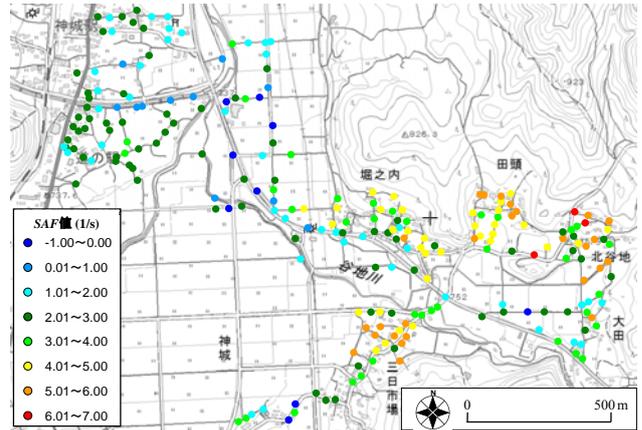


図-11 神城地区内におけるSAF値の分布 (0.2-10Hz)

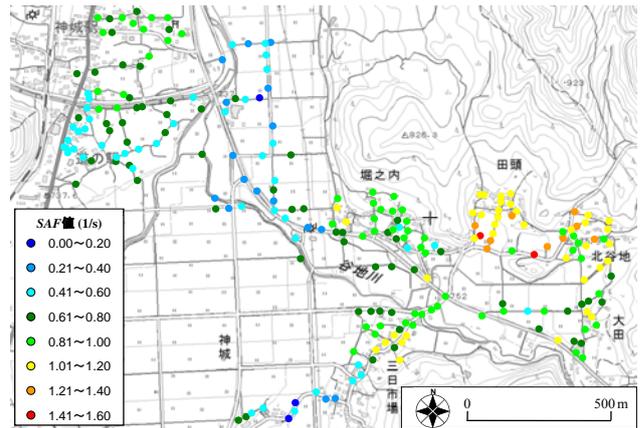


図-12 神城地区内におけるSAF値の分布 (0.5-2Hz)

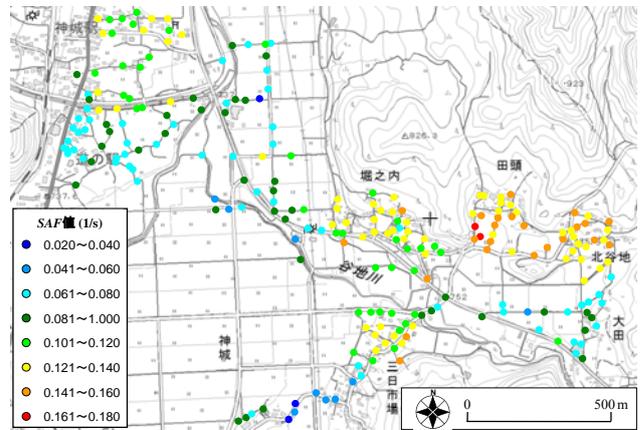


図-13 神城地区内におけるSAF値の分布 (0.67-0.83Hz)

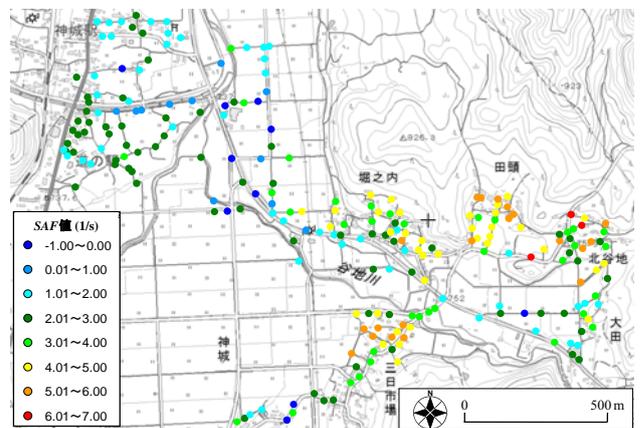


図-14 神城地区内におけるSAF値の分布 (0.4-10Hz)

範囲について示す。図-11、図-12、図-13、図-14 に示すように、住家の深刻な被害が集中的に発生している堀之内集落・田頭集落・三日市場集落²⁾において SAF 値が比較的大きくなる傾向があり、この傾向は、SI 値の周波数範囲に着目した SAF 値の分布においてより顕著に表れており(図-14 参照)、被災・無被災実績に対して SAF 値(SI 値)が調和的であることが示唆される。

4. まとめ

本稿では、2014年長野県神城断層地震による強震動の作用によって深刻な住家被害が発生した白馬村神城地区において高密度常時微動計測を行い、神城地区での地盤震動特性を評価した。得られた知見を以下に示す。

- (1) 神城地区では、ピーク周波数やスペクトル形状などの常時微動 H/V スペクトルの特性に有意なバラツキが確認できることから、同地区内における地盤震動特性が一樣であるとは言い難い。
- (2) 神城地区と K-NET 白馬における常時微動 H/V スペクトルの特性が大きく異なっていることから、神城地区に作用した本震時の地震動として K-NET 白馬で得られた本震観測記録を工学的に転用することはできない。
- (3) 神城地区内における常時微動 H/V スペクトルのピーク周波数の分布特性において、飯田集落(東側)・堀之内集落・三日市場集落では概ね 4Hz 以下の比較的低周波帯域が卓越する傾向があるのに対して、飯田集落(西側)・田頭集落・北谷地集落・大田集落では概ね 4Hz 以上の比較的高周波帯域が卓越する傾向にある。これらの傾向は、被災集落・無被災集落の区分に対して調和的であるとは言い難い。
- (4) 神城地区内における常時微動 H/V スペクトルのピーク周波数の分布特性に対して、神城地区を含む地質・地形・土壌の分類図は、調和的であるとは言い難い。
- (5) 常時微動 H/V スペクトルの特性に基づく DGS 値を用いたゾーニング結果を踏まえて評価した神城地区内におけるサイト増幅特性の値(SAF 値)の分布は、被災集落・無被災集落の区分に対して調和的である。今後は、本稿で評価したサイト増幅特性を用いて、2014 年長野県神城断層地震を対象とした強震動シミュレーションを行い、神城地区内における強震動の分布を推定することで、住家の被災・無被災の原因について明らかにしていきたいと考えている。

謝辞：高密度常時微動計測の実施にあたり、白馬村役場の職員の皆様および神城地区の住民の皆様にご多大のお世話

になりました。本研究の遂行にあたり、科学研究費補助金・基盤研究C「地表面形状が表面波の分散曲線に及ぼす影響の評価と補正～地盤脆弱部の適切な把握～」(25420505)の一部を使用しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 長野県災害対策本部室：長野県神城断層地震による県内の被害状況等，平成 26 年 11 月 24 日災害情報プレスリリース，2014。
- 2) 小長井一男，吉見雅行，秦吉弥，後藤浩之，池田隆明：2014 年長野県北部の地震 地震被害調査速報，土木学会誌，Vol.100, No.2, pp.8-11, 2015。
- 3) 向坊恭介，佐藤英佑，鈴木祥之：木造建築物被害，日本地震工学会 2014 年長野県北部の地震に関する調査団報告，pp.72-86, 2015。
- 4) 野津厚，一井康二：性能設計の発展型としての Evidence-Based Design の提案とその実現に向けた課題，第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集，日本地震工学会，pp.3073-3080, 2010。
- 5) Hata, Y., Murata, A. and Miyajima, M.: Preliminary report on strong motion estimation at damaged and non-damaged clusters in Kamishiro District, Hakuba Village during a large earthquake ($M_{JMA}=6.7$) in northern Nagano Prefecture, central Japan, *Journal of JSCE Disaster Fact Sheets*, FS2015-E-0001, 2015. <http://committeesjsce.or.jp/disaster/FS2015-E-0001>
- 6) Hata, Y., Nozu, A. and Ichii, K.: A practical method to estimate strong ground motions after an earthquake based on site amplification and phase characteristics, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.101, No.2, pp.688-700, 2011。
- 7) 秦吉弥，村田晶，野津厚，羽田浩二，山田雅行，宮島昌克，藤木昂，常田賢一：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した 2014 年長野県神城断層地震における白馬村神城地区での強震波形の広域評価，第 35 回地震工学研究発表会講演論文集，土木学会，2015。[in this issue]
- 8) 秦吉弥，村田晶，野津厚，宮島昌克：サイト特性置換手法に基づく 2011 年長野・新潟県境地震における栄村横倉集落での地震動の評価，日本地震工学会論文集，Vol.12, No.2, pp.60-77, 2012。
- 9) 秦吉弥，村田晶，野津厚，宮島昌克：2014 年長野県神城断層地震における特性化震源モデルの構築とその応用，土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集，I-223, pp.445-446, 2015。
- 10) Aoi, S., Kunugi, T., and Fujiwara, H.: Strong-motion seismograph network operated by NIED: K-NET and KiK-net, *Jour. of Japan Association for Earthquake Engineering*, Vol.4, No.3, pp.65-74, 2004。
- 11) 鷹野澄，瀧澤一起，工藤一嘉，古村孝志，山中佳子，ト部卓，土井恵治：首都圏強震動総合ネットワーク SK-net, 記念シンポジウム「日本の強震観測 50 年」—歴史と展望—講演集，防災科学技術研究所資料，No.264, pp.119-122, 2005。
- 12) 山中浩明，地元孝輔，佐口浩一郎，津野靖士，盛川仁，飯山かほり，後藤浩之：余震による地震動観測と微動探査，日本地震工学会 2014 年長野県北部の地震に関する調査団報告，pp.27-33, 2015。
- 13) 盛川仁，後藤浩之，吉見雅行，飯山かほり，竿本英

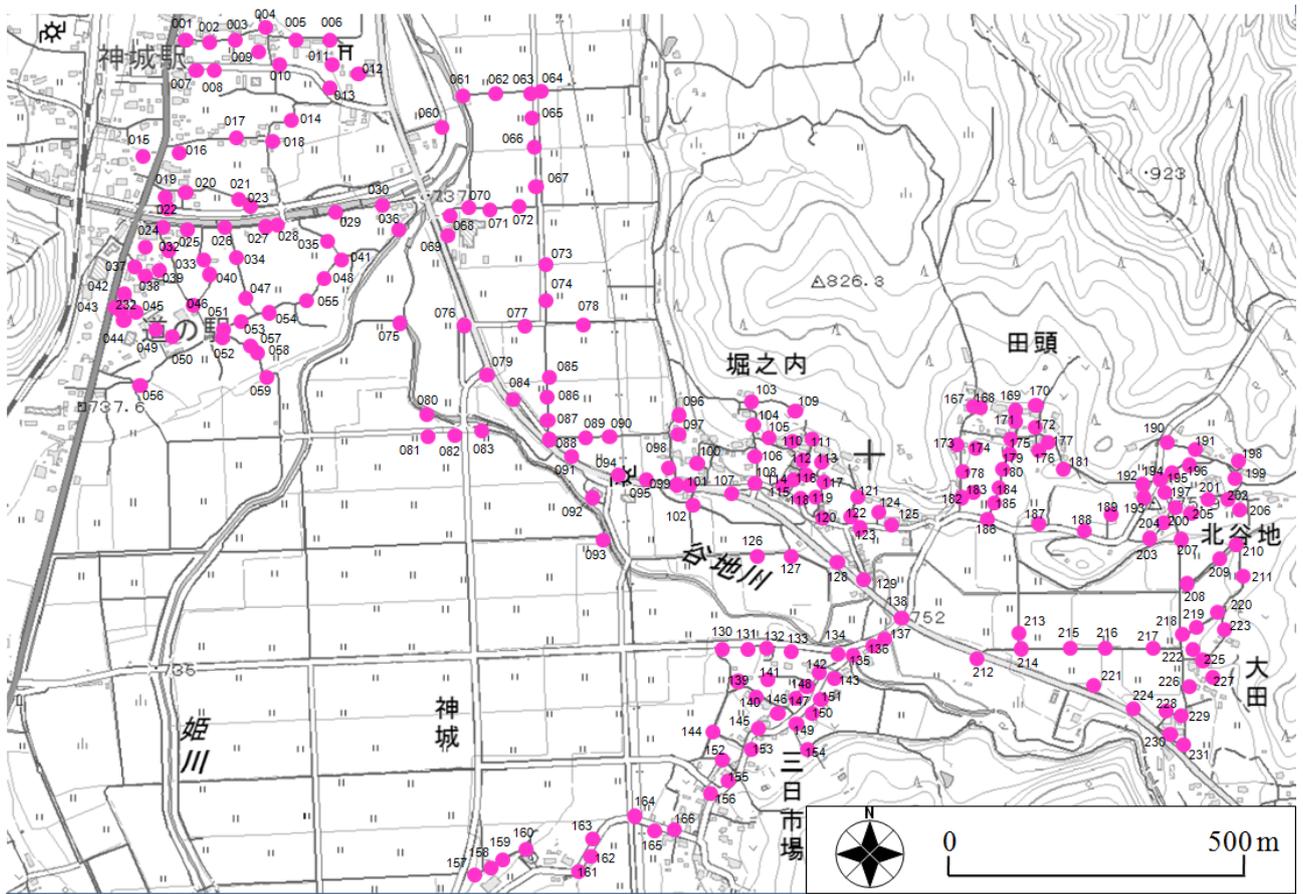
- 貴：余震観測・微動単点観測，日本地震工学会 2014 年長野県北部の地震に関する調査団報告，pp.34-39, 2015.
- 14) 笠松健太郎，森川淳，江藤公信，古川拓人，友澤裕介，川角佳嗣：墓石調査および微動単点観測，日本地震工学会 2014 年長野県北部の地震に関する調査団報告，pp.40-43, 2015.
 - 15) 棒田大介，牧加奈子，村田晶，宮島昌克，池本敏和，秦吉弥：2014 年長野県神城断層地震被災地区における常時微動観測，土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集，I-221, pp.441-442, 2015.
 - 16) 先名重樹，安達繁樹，安藤浩，荒木恒彦，飯澤清典，藤原広行：微動探査観測システムの開発，第 115 回物理探査学会学術講演会講演論文集，pp.227-229, 2006.
 - 17) 秦吉弥，釜井俊孝，王功輝：2011 年東北地方太平洋沖地震で被災した造成宅地における地震動の評価，日本地震工学会論文集，Vol.14, No.2, pp.181-184, 2014.
 - 18) 秦吉弥，野津厚，中村晋，一井康二，酒井久和，丸山喜久：2011 年東北地方太平洋沖地震で被災した橋梁での余震観測と地震動の推定，日本地震工学会論文集，Vol.12, No.3, pp.49-52, 2012.
 - 19) 秦吉弥，矢部正明，土屋智史，中村晋：臨時余震観測に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震による亀田大橋での強震動の評価，第 18 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，土木学会，pp.493-498, 2015.
 - 20) 産業技術総合研究所：地質図表示システム(地質図 Navi)，地質調査総合センターホームページ，2013. (last accessed: 2015/08/15)
 - 21) 国土交通省国土政策局：5 万分の 1 都道府県土地分類基本調査[大町]，国土政策局国土情報課ホームページ，2003. (last accessed: 2015/08/15)
 - 22) Hata, Y., Nozu, A. and Ichii, K.: Variation of earthquake ground motions within very small distance, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol.66, pp.429-442, 2014.
 - 23) 秦吉弥，酒井久和，野津厚，一井康二，丸山喜久，角田光法：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動推定手法に基づく既往の大規模地震における鳴瀬川堤防沿いでの強震動の評価，第 32 回地震工学研究発表会講演論文集，土木学会，Paper No.2-240, 2012.
 - 24) 秦吉弥，秋山充良，高橋良和，後藤浩之，野津厚，一井康二：SPGA モデルと経験的サイト増幅・位相特性を考慮した 2011 年東北地方太平洋沖地震における長町高架橋での地震動とフラジリティカーブの評価，構造工学論文集，土木学会，Vol.60A, pp.214-227, 2014.
 - 25) 長尾毅，山田雅行，野津厚：常時微動 H/V スペクトルを用いたサイト増幅特性の経験的補正方法に関する研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.56A, pp.324-333, 2010.
 - 26) 秦吉弥，常田賢一，林健二：常時微動 H/V スペクトルを用いたサイト増幅特性の評価に関する試み，地盤と建設，地盤工学会，Vol.31, No.1, pp.125-131, 2013.
 - 27) 川瀬博：震源近傍強震動の地下構造による増幅プロセスと構造物破壊能—1995 年兵庫県南部地震での震災帯の成因に学ぶ—，第 10 回日本地震工学シンポジウムパネルディスカッション資料集，pp.29-34, 1998.
 - 28) 境有紀，額綱一起，神野達夫：建物被害率の予測を目的とした地震動の破壊力指標の提案，日本建築学会構造系論文集，No.555, pp.85-91, 2002.
 - 29) Housner, G. W.: Intensity of earthquake ground shaking near the causative fault. *Proc. of 3rd World Conference on Earthquake Engineering*, Auckland, New Zealand, pp.94-115, 1965.

(2015.9.4 受付)

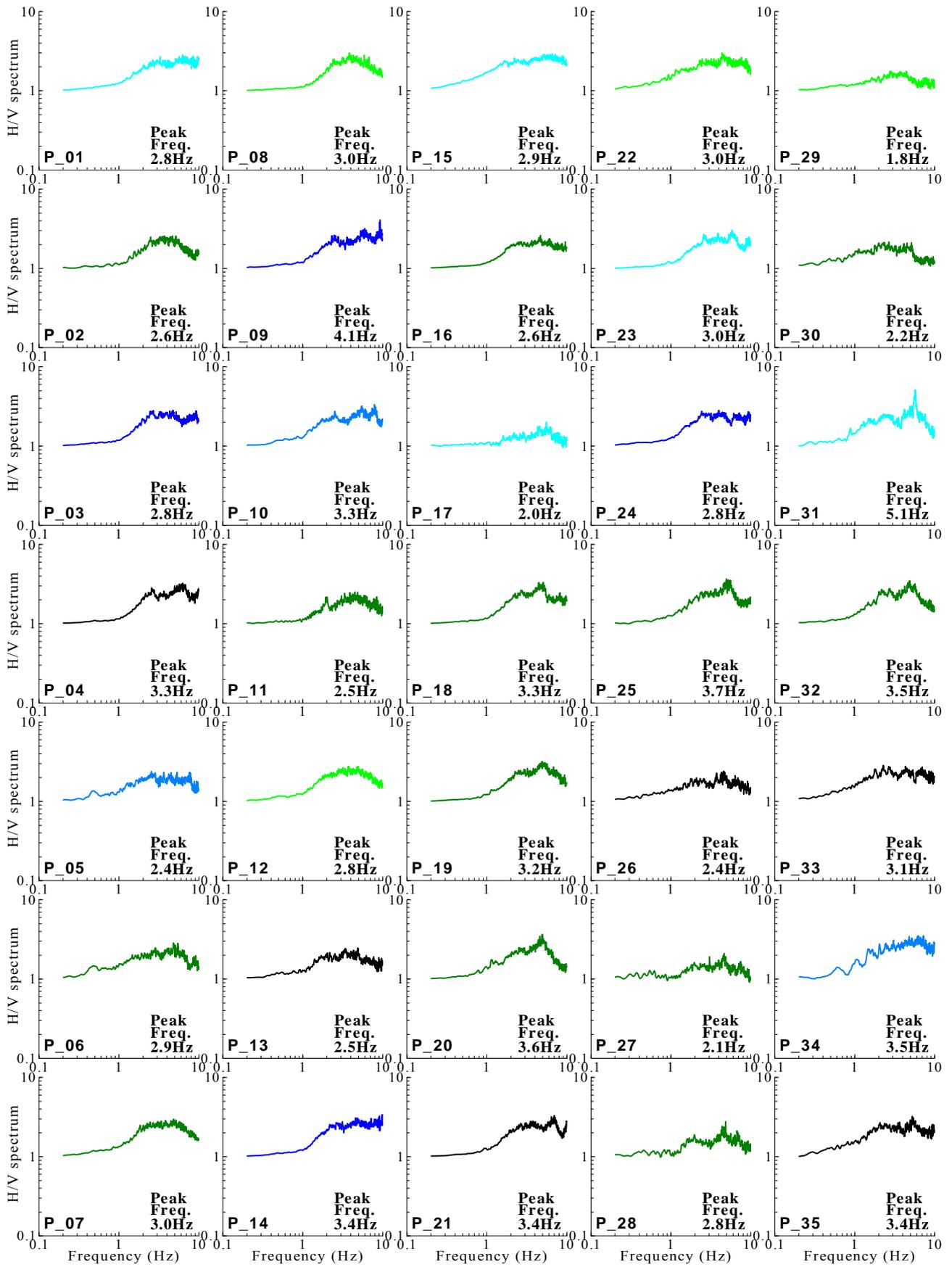
EVALUATION OF GROUND SHAKING CHARACTERISTICS IN KAMISHIRO DISTRICT, HAKUBA VILLAGE, NAGANO PREFECTURE BASED ON THE MICROTREMOR MEASUREMENTS WITH VERY HIGH DENSITY

Akira FUJIKI, Yoshiya HATA, Akira MURATA, Fumihiko MINATO,
Ken-ichi TOKIDA, Aiko FURUKAWA, Koji ICHII and Toyoko YOSHIKAWA

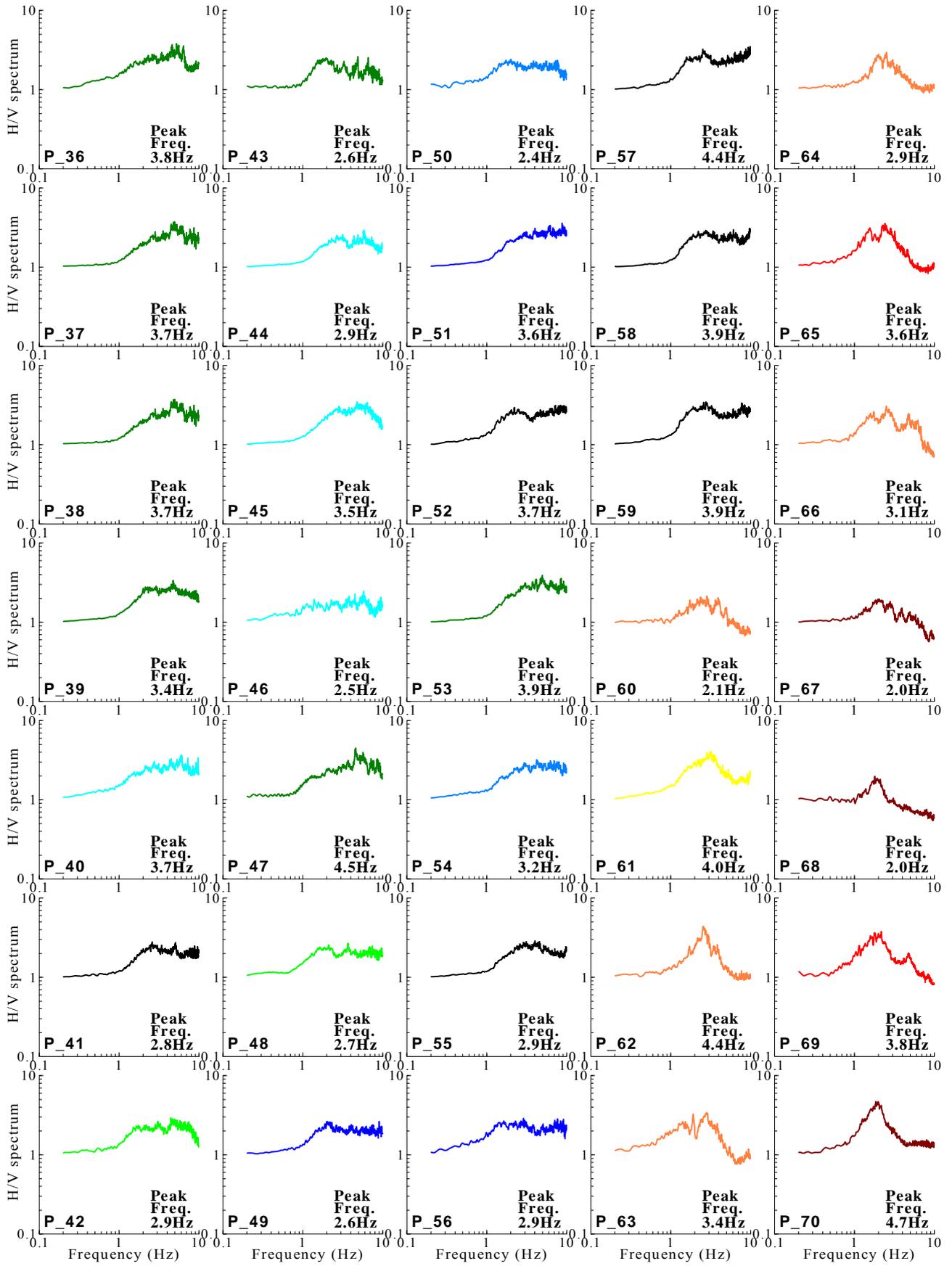
Strong motion due to the 2014 Northern Nagano Prefecture Earthquake (M_J 6.7) caused serious damage of wooden houses in Kamishiro District, Hakuba Village, Nagano Prefecture, Japan. In this study, first, microtremor measurements with very high density were carried out at 232 sites in Kamishiro District. The ground shaking characteristics were then evaluated using the microtremor H/V spectra. Based on the empirical relationship between microtremor H/V spectrum and site amplification factor, finally, the site amplification factors from seismic bedrock to ground surface at 232 sites were evaluated. The evaluated site amplification factors will be useful in the strong motion estimation in Kamishiro District.



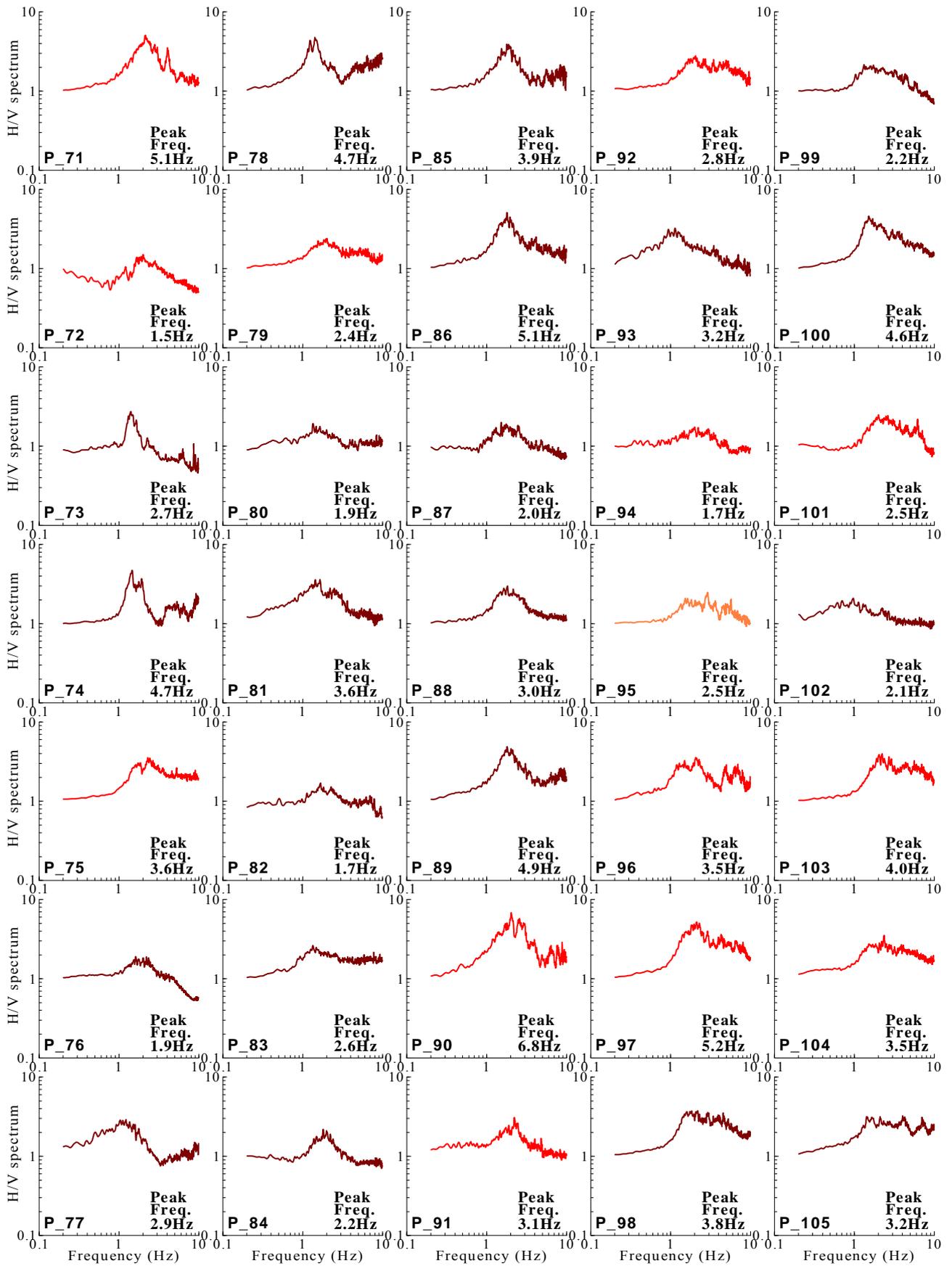
付録図-1 常時微動計測地点ならびにサイト増幅特性算定地点



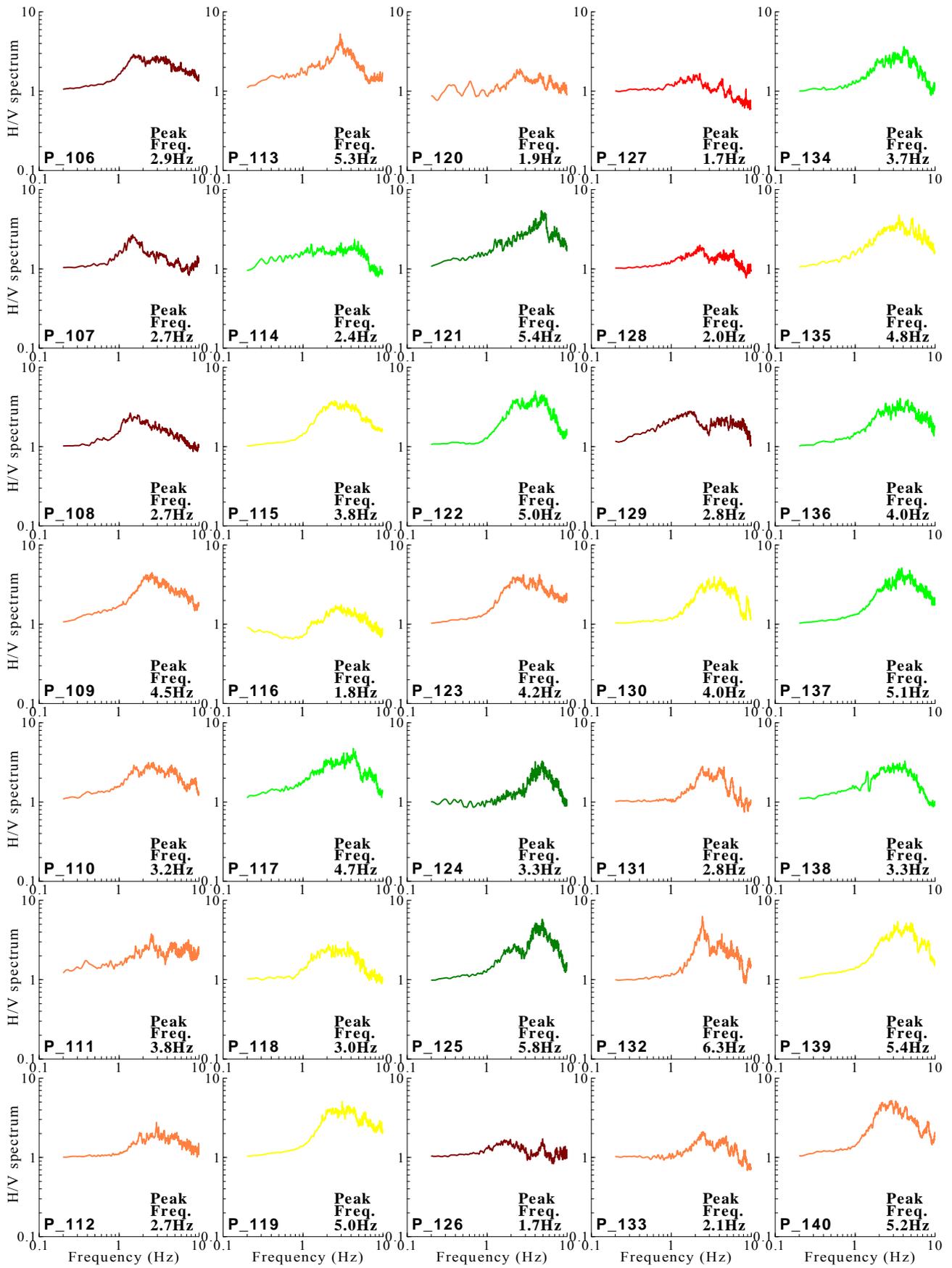
付録図-2 常時微動H/Vスペクトルの比較(1/7)



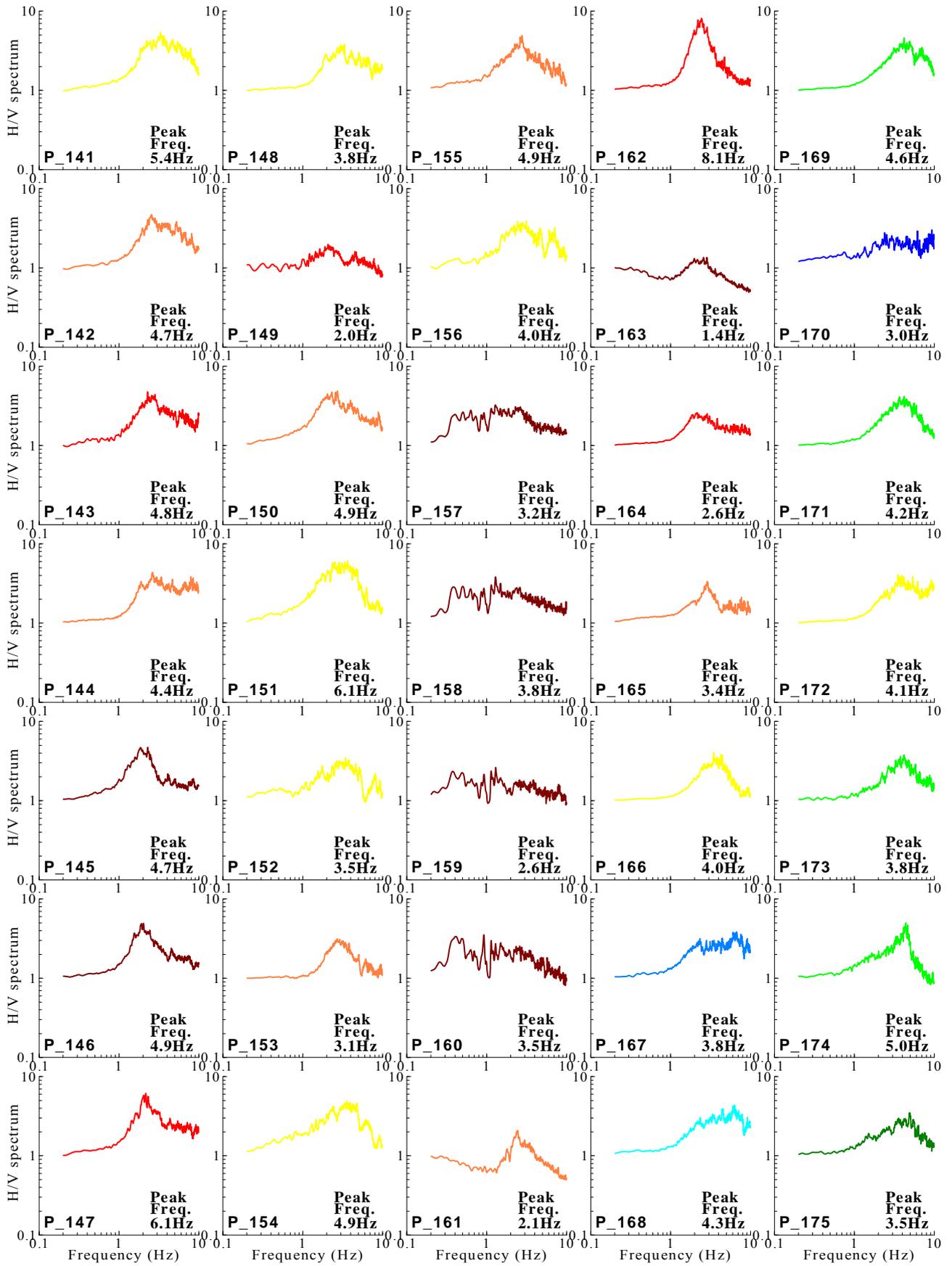
付録図-3 常時微動H/Vスペクトルの比較 (2/7)



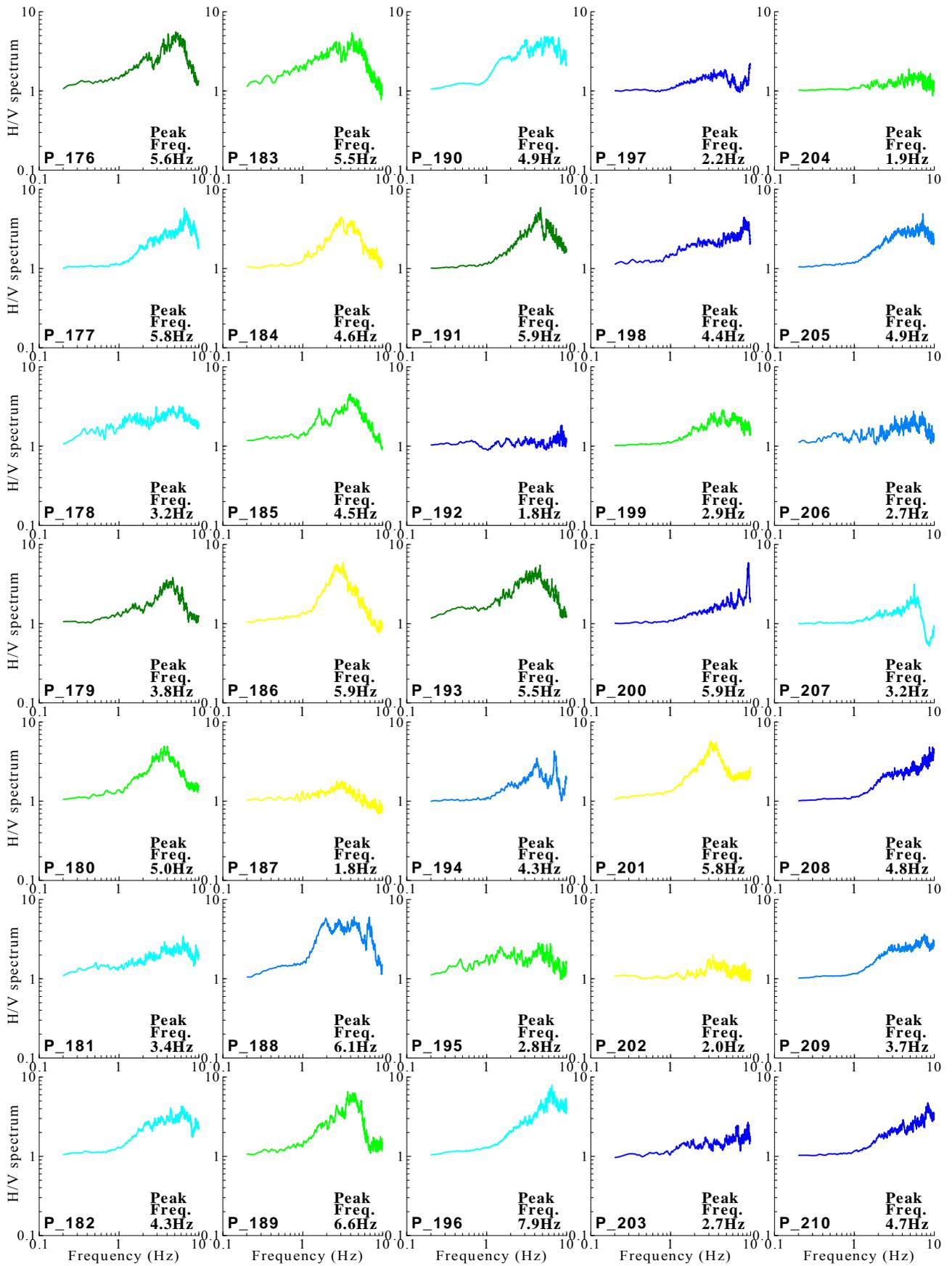
付録図-4 常時微動H/Vスペクトルの比較 (3/7)



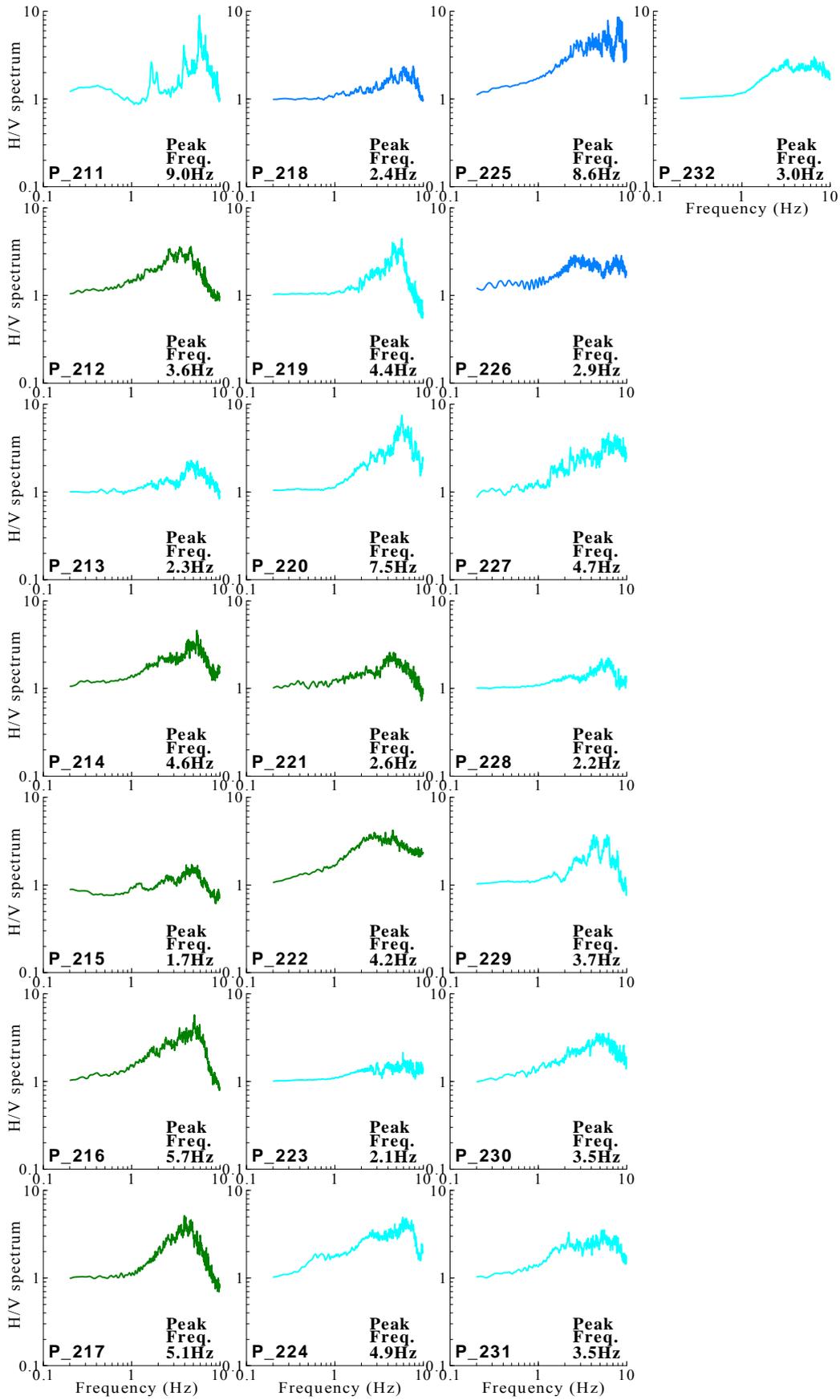
付録図-5 常時微動H/Vスペクトルの比較(4/7)



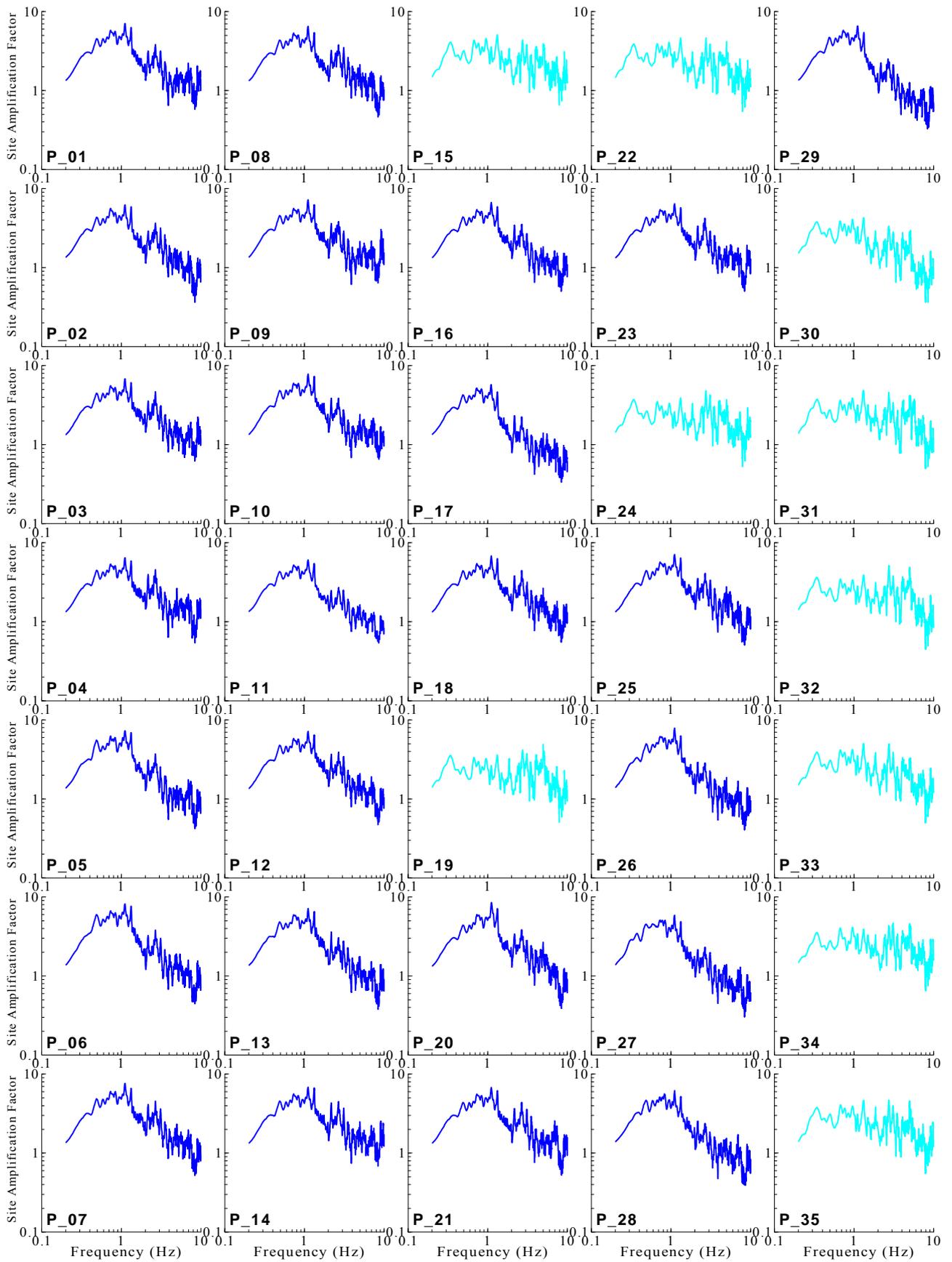
付録図-6 常時微動H/Vスペクトルの比較(5/7)



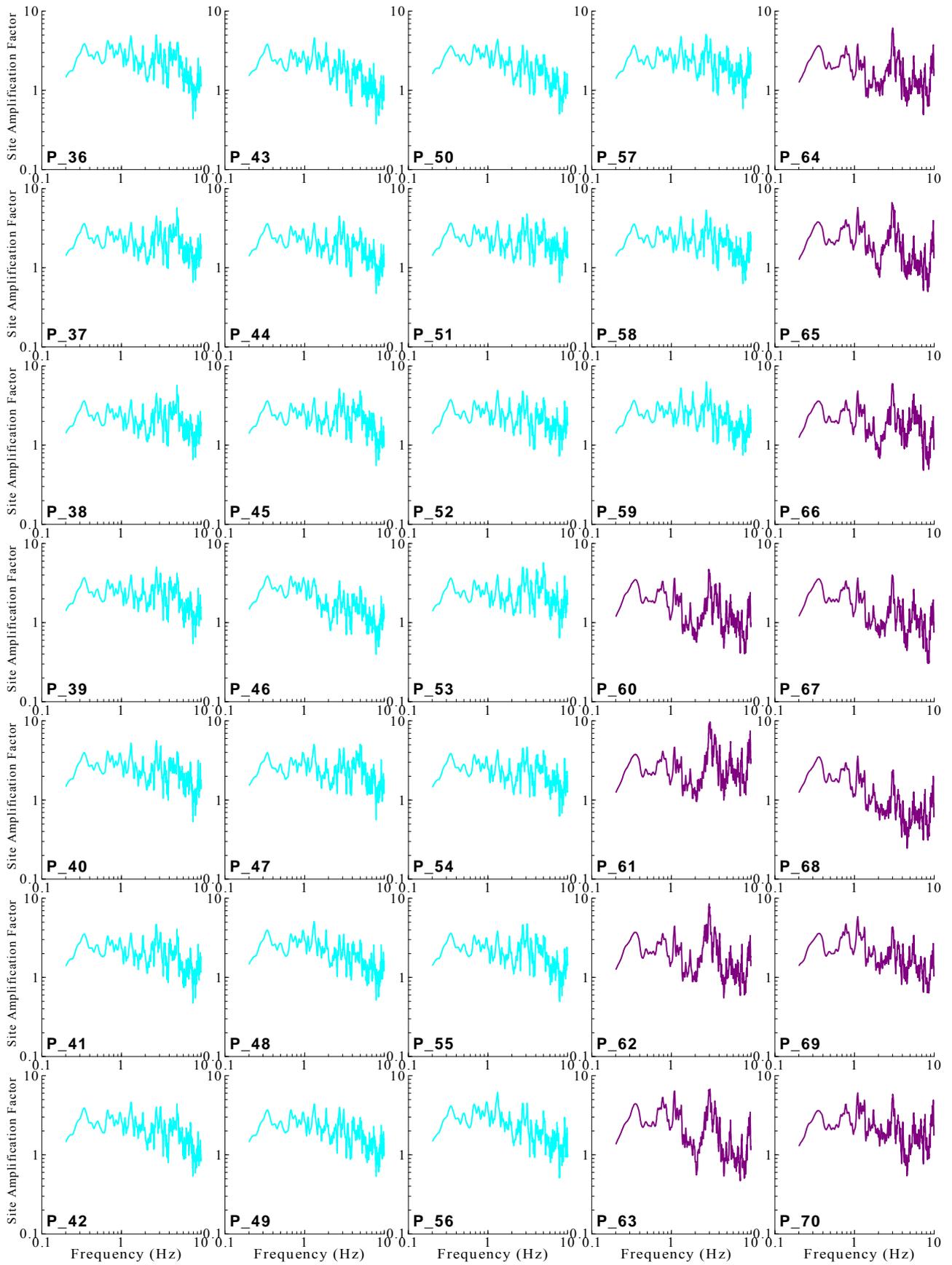
付録図-7 常時微動H/Vスペクトルの比較(6/7)



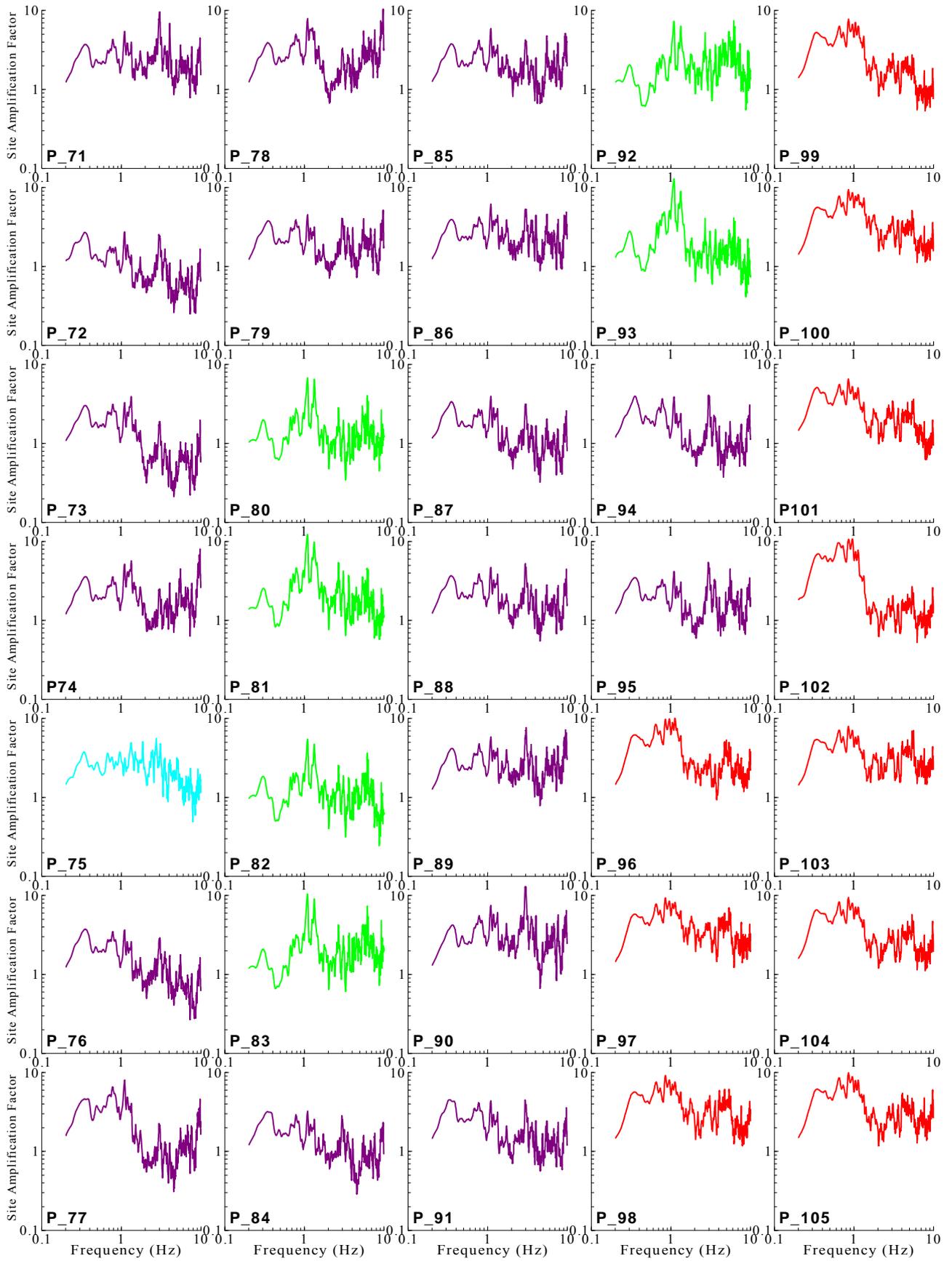
付録図-8 常時微動H/Vスペクトルの比較 (7/7)



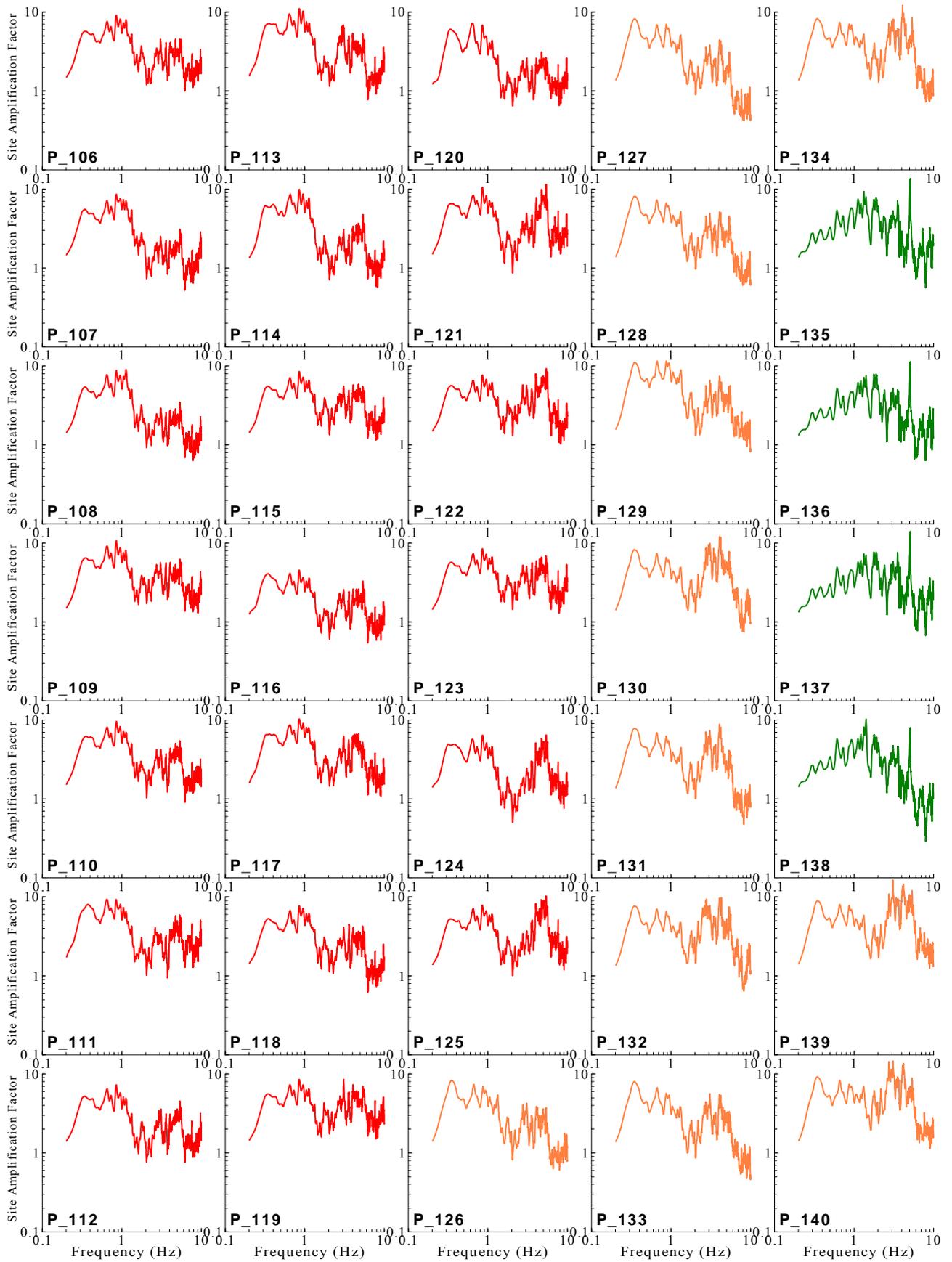
付録図-9 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (1/7)



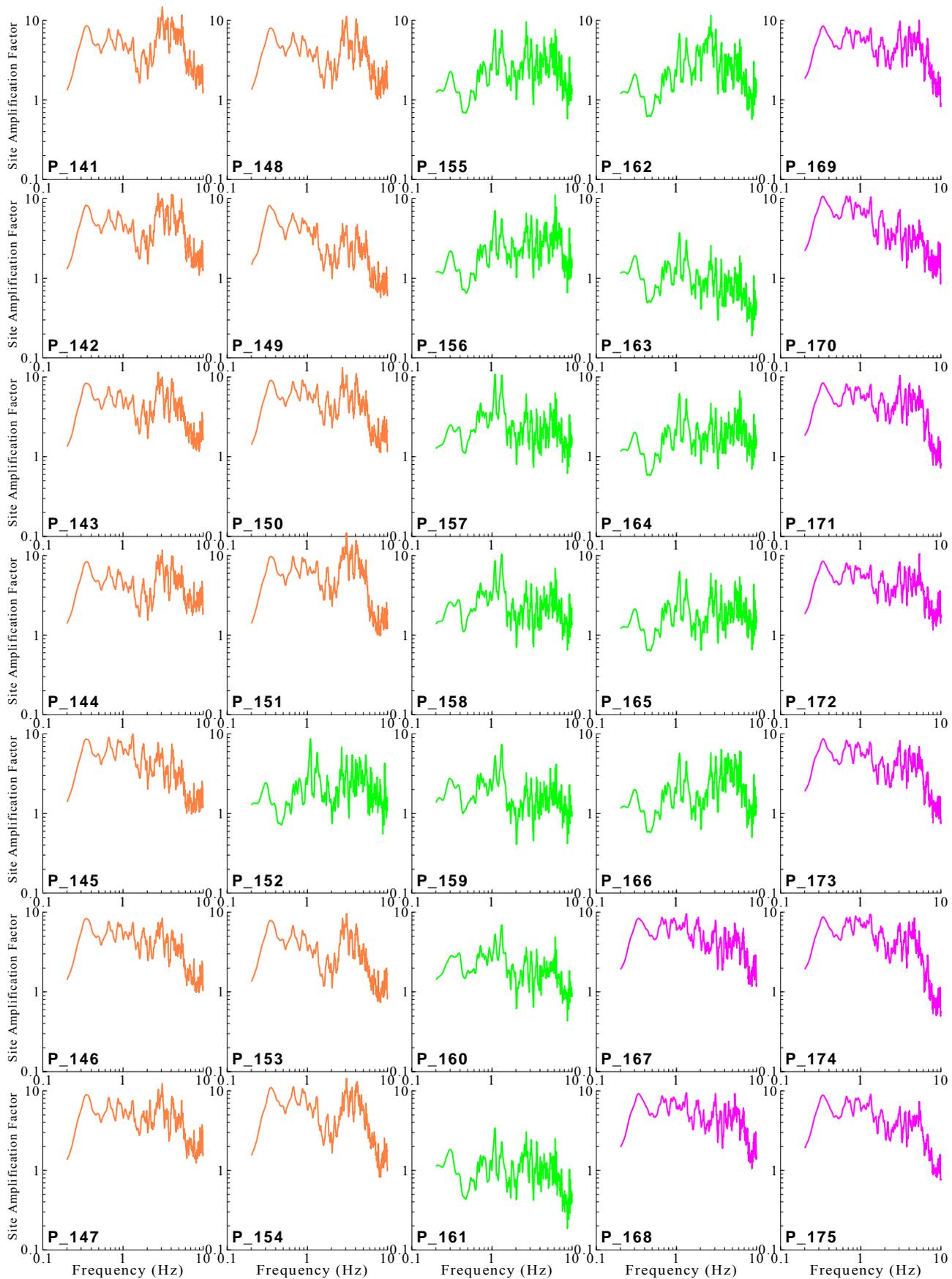
付録図-10 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(2/7)



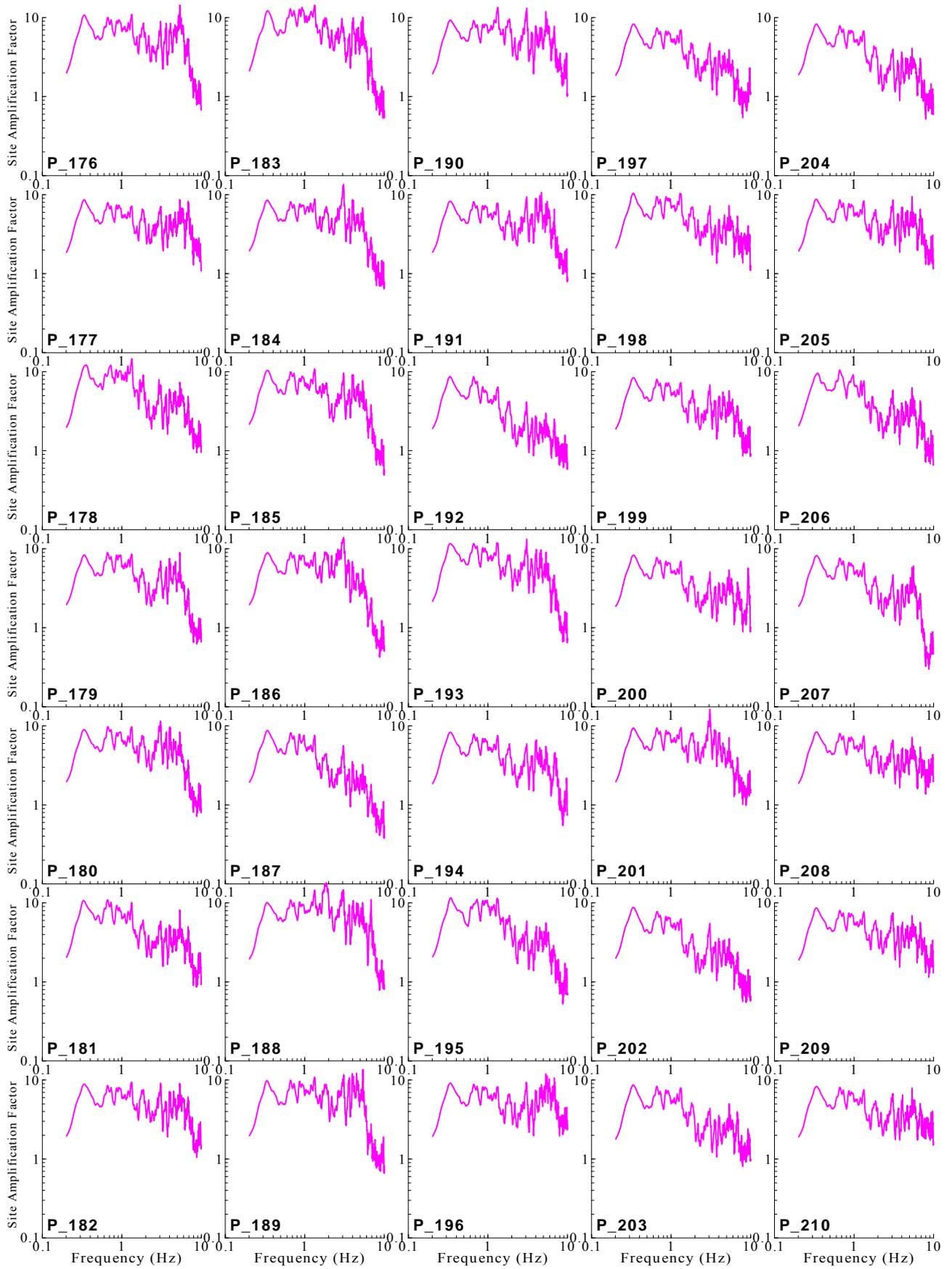
付録図-11 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(3/7)



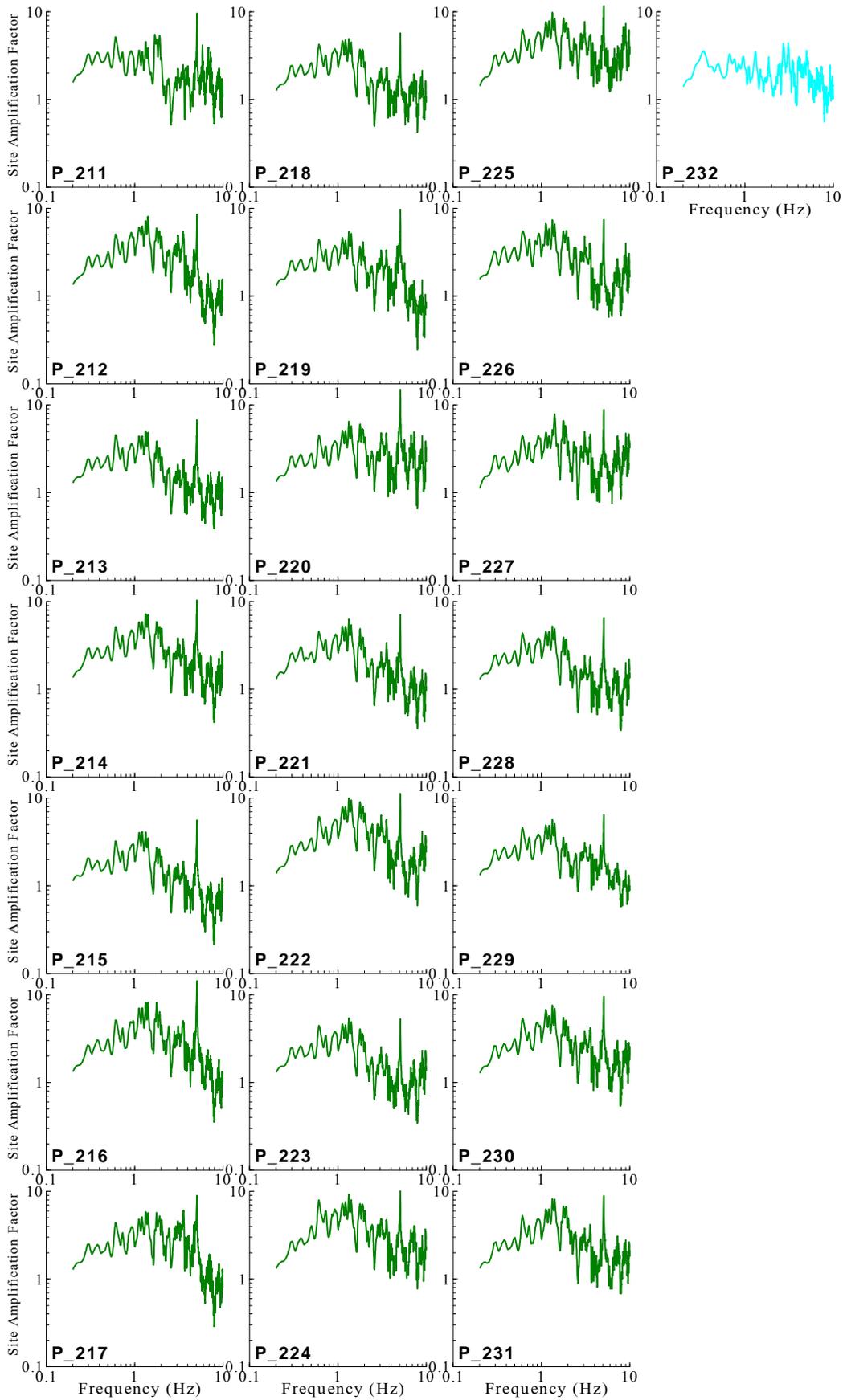
付録図-12 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(4/7)



付録図-13 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(5/7)



付録図-14 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(6/7)



付録図-15 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(7/7)