

微動および強震観測記録による H/V スペクトル比特性の比較検討

正会員 ○荻本孝久*¹ 正会員 石井 匠*²
 正会員 山本俊雄*³ 正会外 杉本 実*⁴

常時微動 強震記録 H/V スペクトル
 卓越周期 増幅率 横浜市

1.はじめに

近年、様々な地震防災対策の研究が行われており、中でも対象地域の表層地盤構造や地震動伝播特性を把握することは地震防災上重要な課題である。地震動特性を評価する方法として、多数の高密度ボーリング調査を行い検討するのが望ましいが、経費や時間、社会条件や自然条件からも全ての場所で調査を行うのは困難である。それに対し、常時微動観測はボーリング調査に比べ簡便でコストもかからない。しかし、その解釈や適用限度に曖昧な点が残されているため、有用性や適用限度を明確にすることで、より確実な調査方法となると考えられる。本研究では同一地点での微動と強震観測記録を解析し H/V スペクトル比での比較を行い、地盤構造を考慮して微動により得られた H/V スペクトル比の有用性について検討した。

2.常時微動および強震記録のスペクトル解析

2-1 常時微動観測

横浜市強震計設置箇所 150 地点 (図 9) において、2004 年に 27 地点で常時微動観測を行い、2001 年実施された 12 地点 (神奈川区) と、2003 年の 111 地点を合わせて合計 150 地点の微動観測記録を解析した。

2-2 観測方法

微動観測には SPC51K を使用した。微動センサーは強震計から 5m 以内に設置し、水平動 2 方向 (NS・EW 成分)、上下動 1 方向 (UD 成分) の合計 3 方向について、サンプリング周波数 100Hz で 180 秒間観測 (図 1) を行った。

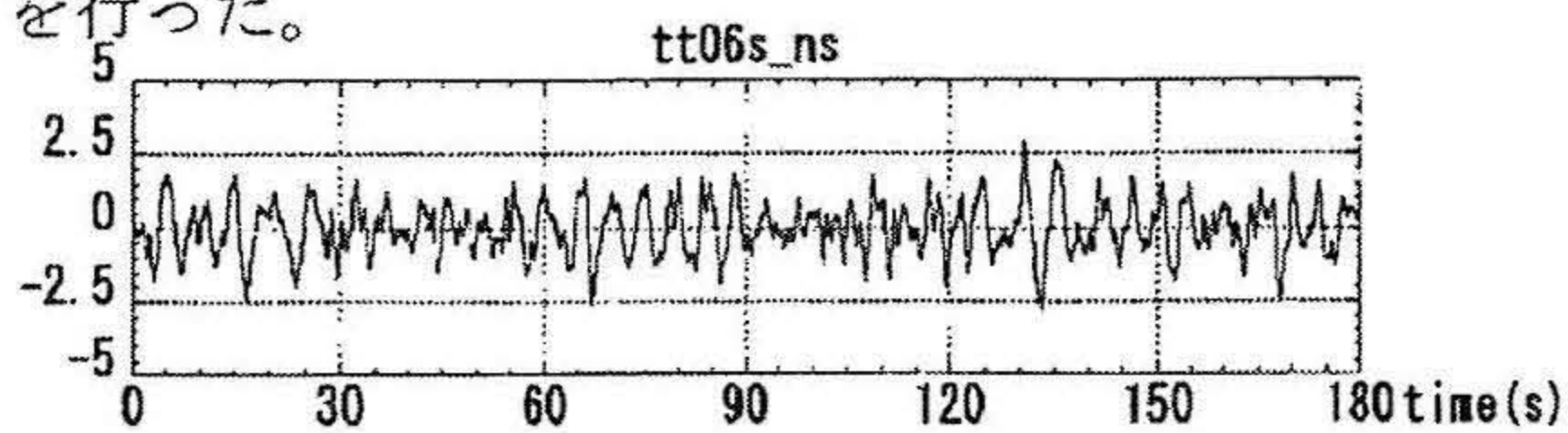


図 1 時系列波形 (微動観測記録)

2-3 強震観測記録

横浜市が、地震による災害応急対策を目的として構築した「高密度強震計ネットワーク」は、過去に起きた地震の震源情報及び強震計によって記録されたデータをインターネットより公開している。本研究で解析に用いた強震記録は、2001 年 1 月～2004 年 6 月までに発生した地震

の中で、M5 以上で震源震度が深く、横浜市域より比較的遠い遠地地震である、等を基準に 8 地震を選別した。8 地震の地震情報を表 1 に示す。

表 1 解析に使用した 8 地震の情報

No	発生日時	震源位置	規模	震央の位置	No	発生日時	震源位置	規模	震央の位置
1	2002年 2月12日 22時44分	北緯 35度59分 東経 141度08分	M5.5	茨城県北東部	5	2002年 9月20日 12時35分	北緯 35度22分 東経 140度50分	M5.8	千葉県南部
2	2003年 5月12日 0時57分	北緯 35度37分 東経 140度08分	M5.2	茨城県南部	6	2003年 10月15日 16時30分	北緯 35度31分 東経 140度05分	M5.1	千葉県北部
3	2003年 5月17日 23時33分	北緯 35度33分 東経 140度55分	M5.1	千葉県北東部	7	2003年 10月31日 10時06分	北緯 37度38分 東経 142度70分	M5.8	宮城県東部
4	2003年 5月26日 18時24分	北緯 36度30分 東経 141度38分	M7.0	宮城県北部	8	2003年 11月15日 3時44分	北緯 36度43分 東経 141度17分	M5.8	茨城県東部

2-4 H/V スペクトル比の解析

強震記録は表面波成分が多くなると考えられるコーダ部に着目し、公開されている 3 成分のファイルを 1 つにまとめ物理値に変換した。次にこの時系列波形 (図 2) から振幅絶対値により累積曲線 (図 3) を求め、累積値が 80%に達した部分から 20.48 秒を切り出し、フーリエ変換によりスペクトル (図 4) を求めることにした。解析は微動・強震記録とも同様にバンド幅 0.3Hz の ParzenWindow により平滑化を行った。さらに NS 成分・EW 成分のスペクトルを相乗平均して水平 2 次元成分 (H) を求め、それを上下成分のスペクトル (V) で除して H/V スペクトル比を作成した。

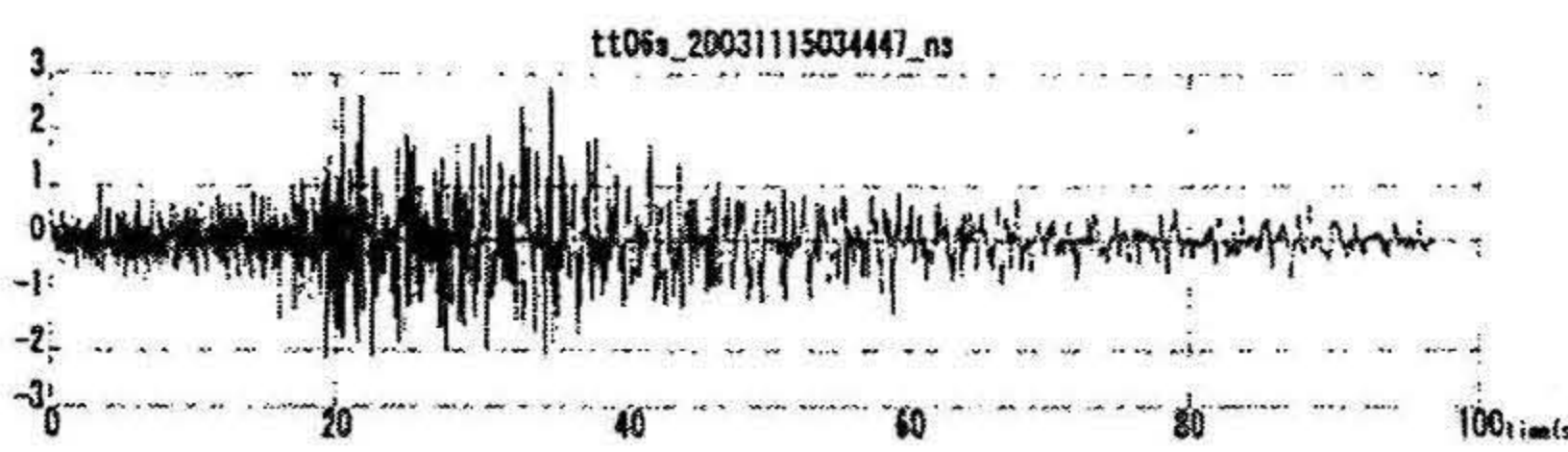


図 2 時系列波形 (強震観測記録)

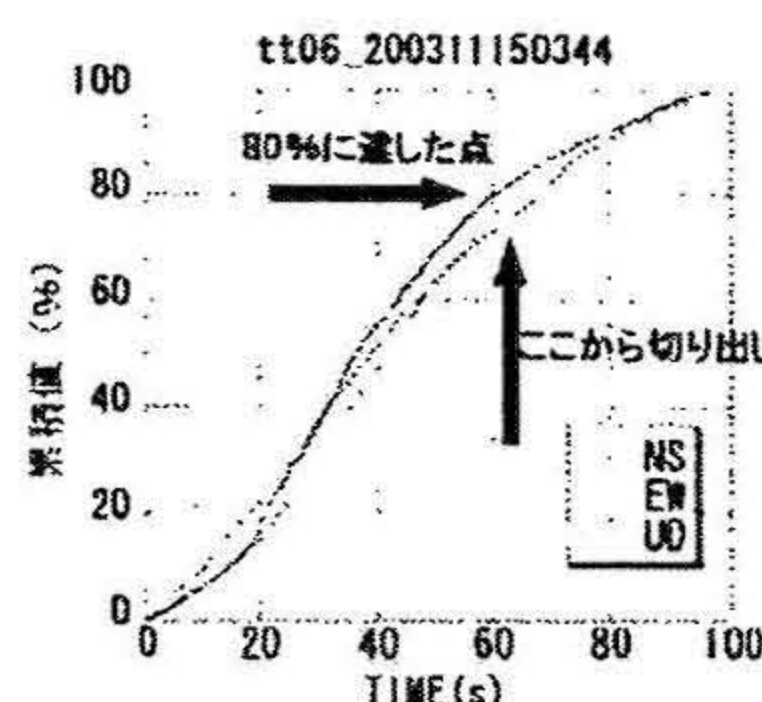


図 3 累積曲線

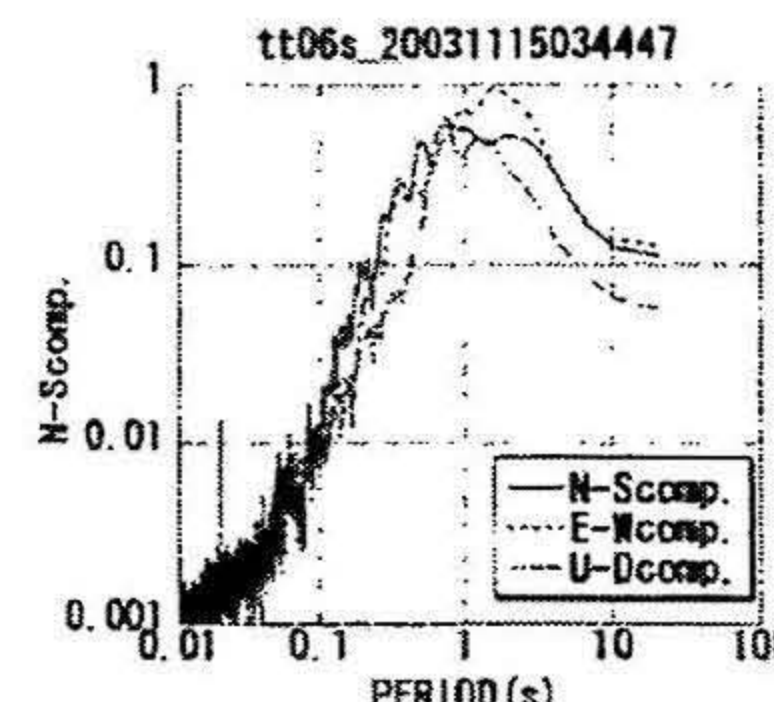


図 4 フーリエスペクトル

3.H/V スペクトル比の比較

3-1 強震記録と常時微動の比較

150 地点ごとに 8 つの強震記録の H/V スペクトル比を重ね合わせ特異なケースを削除し、それを常時微動の H/V スペクトル比と比較しつつ、平均の H/V スペクトル比を作成した。そして強震記録の平均 H/V スペクトル比と常時微動の H/V スペクトル比を重ね合わせ (図 5) 比較し、また 2 つの記録の周期 T (図 6)・増幅率 R (図 7)・スペクトル面積 S (図 8) について相関性を検討した。

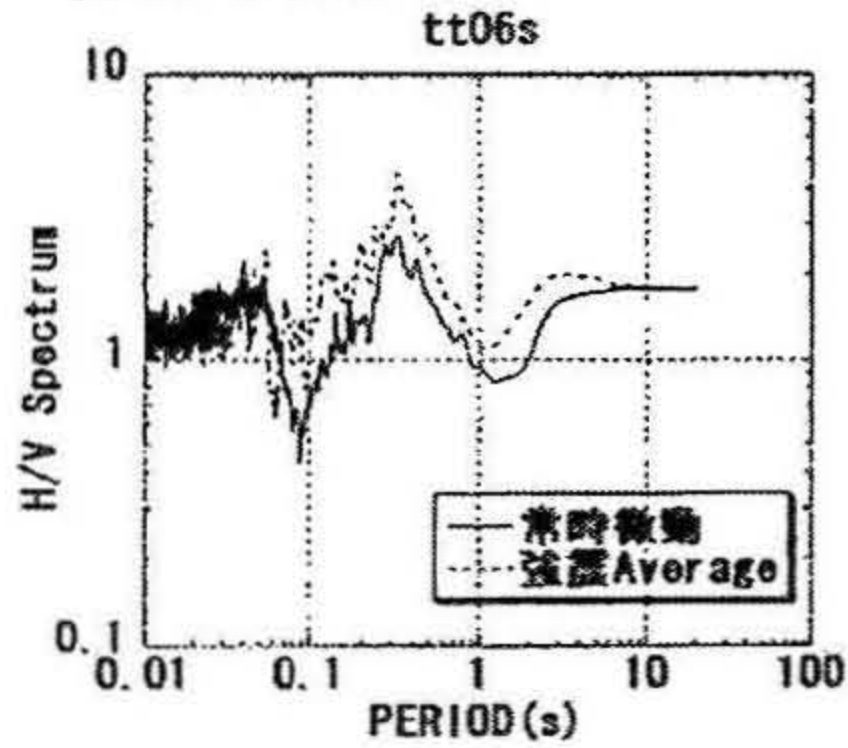


図 5 H/V スペクトル比の重ね合わせ

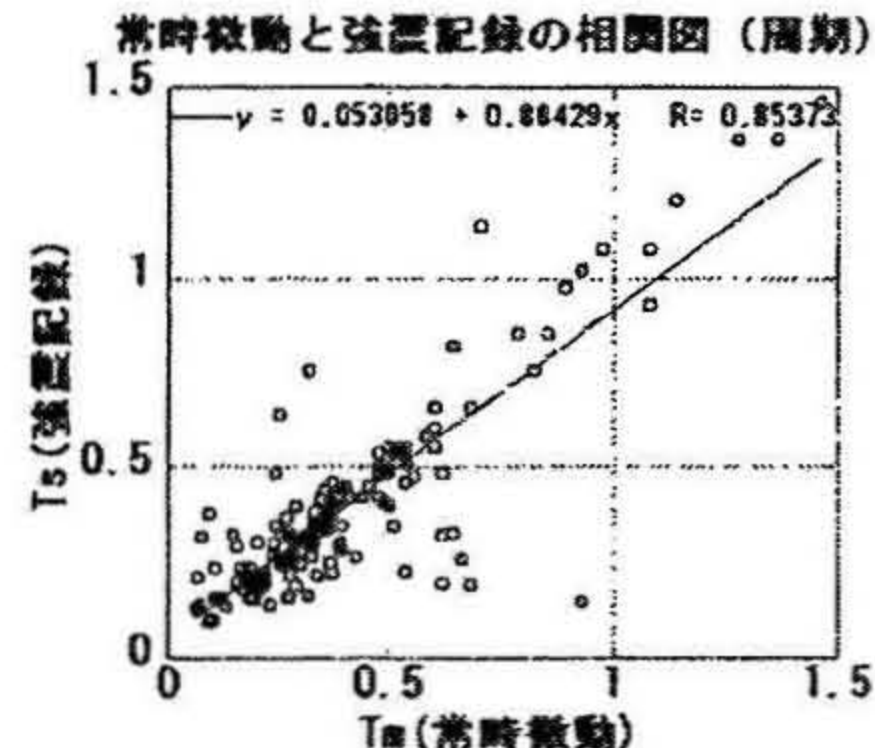


図 6 相関図 (周期)

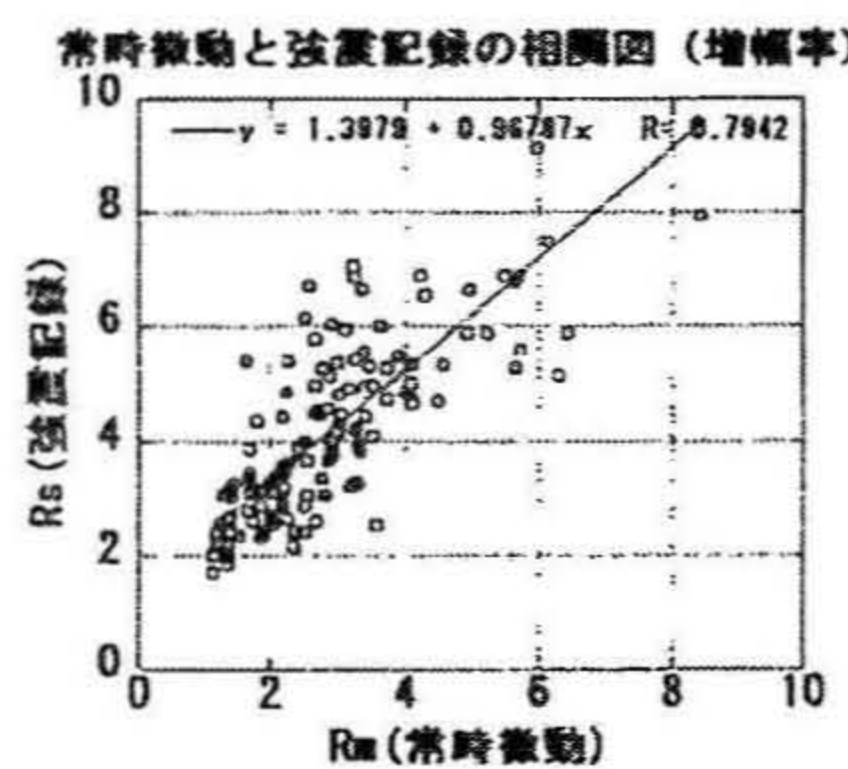


図 7 相関図 (増幅率)

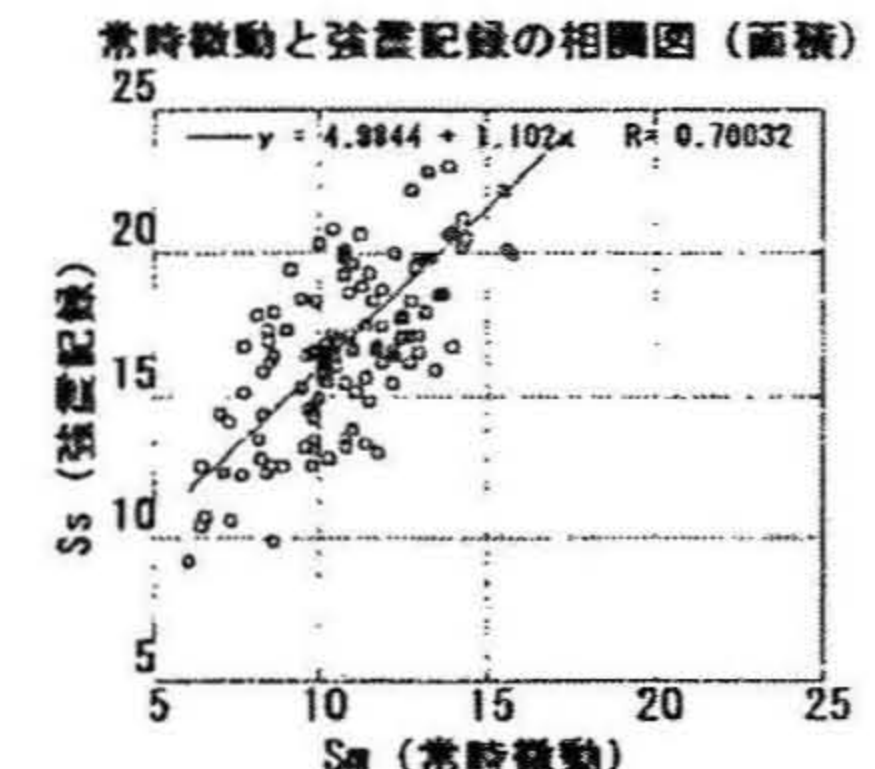


図 8 相関図 (スペクトル面積)

3-2 比較結果

常時微動と強震観測記録の H/V スペクトル比の卓越周期 (T)・増幅率 (R)・スペクトル面積 (S) 3つを総合し比較を行い、結果を分布図 (図 9) に示した。常時微動と強震観測記録が一致した点 (○) は 132 箇所、一致しなかった点 (◆) は 15 箇所、強震観測記録のデータが得られなかった点 (★) は 3 箇所であった。常時微動と強震観測記録の特性が一致した地点は 88%を示した。また横浜市 150 地点において周期 (T)・増幅率 (R)・スペクトル面積 (S) の相関図を作成した結果、周期と増幅率に関しては、良好な相関を示したが、スペクトル面積の相関はあまり良くない。

4.地盤構造からの考察

微動と強震記録の H/V スペクトル比の比較結果を強震計が設置されている地点のボーリング柱状図と照らし合わせると、スペクトルがよく一致している地点では基盤面とのコントラストが明瞭なものが多く確認された。また、よい結果が得られなかった地点では基盤面が浅いものや、コントラストが不明なものや複雑な多層地盤となっているものが多く見られた。

5.まとめ

本研究では横浜市強震計設置点において常時微動と強震記録の H/V スペクトル比の比較により、常時微動の評価・適用限界の考察を行った。図 9 からみて分かるように、常時微動と強震記録の解析結果が良く一致していると言える。またスペクトル面積についてはあまり良い相関を得る事はできなかったが、周期と増幅率に関しては良い結果が得られた。これは、強震記録のコーダ部においても S 波成分による高次モードの周期成分が含まれることによるものと考えられる。また地盤構造については、コントラストが明瞭な地点では強震記録だけを見ても似たような波形を示すものが多く、微動の H/V スペクトル比から表層地盤の特性が比較的把握しやすいと言える。しかし、地盤構造のコントラストが明瞭でない地点や多層地盤の地点では強震記録同士でも波形の異なるものがあり、H/V スペクトルの特徴が明確でなく、強震記録との H/V スペクトル比による表層地盤特性が把握できなかった。

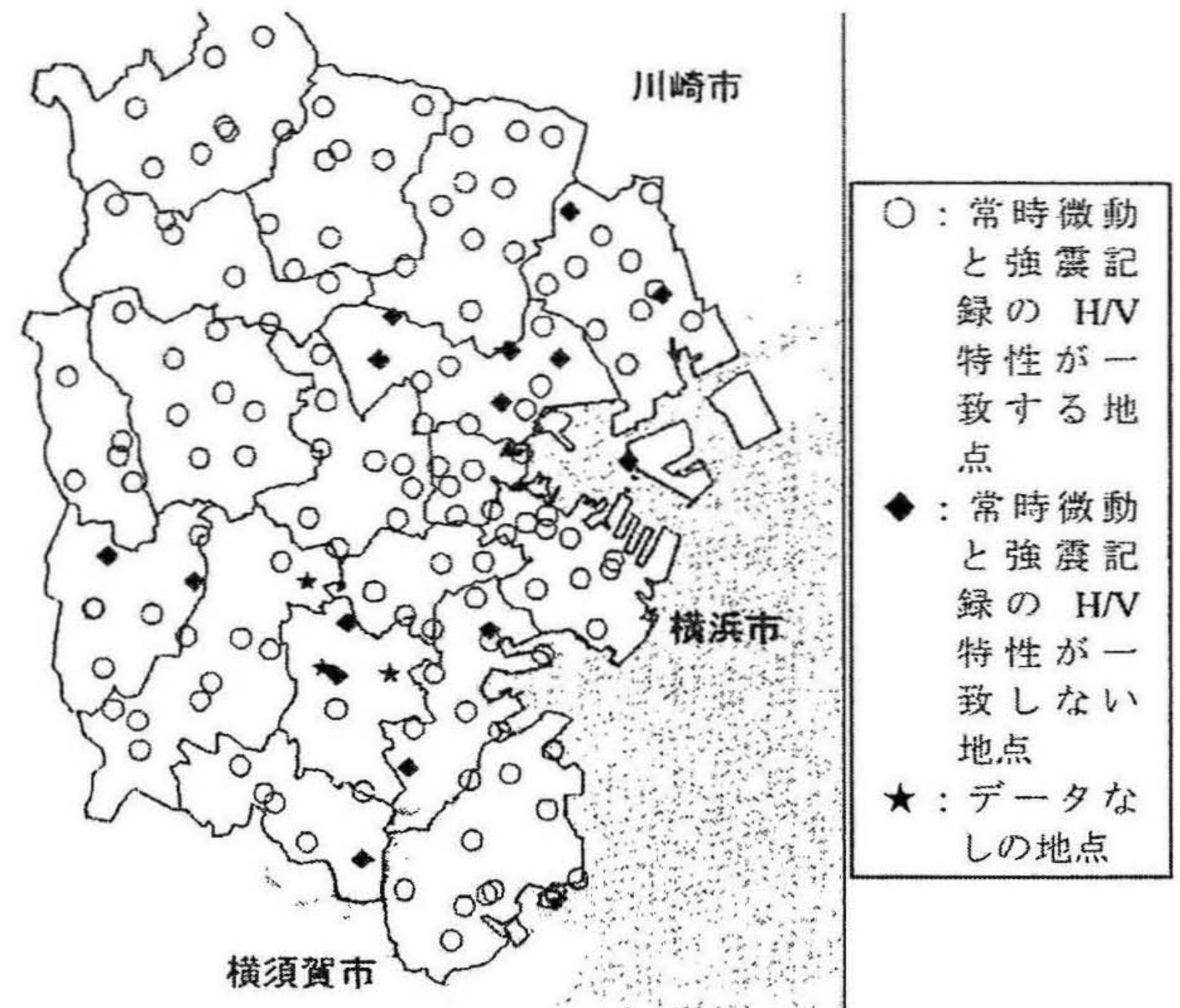


図 9 常時微動と強震記録の比較分布図

【参考文献】

- 1) V. H. S. Rodriguez et al., Site Classification Based on Spectral Amplification Patterns for Microtremor H/V Ratio; Res. Rep. on Earth. Eng., No.85, pp1-22, Feb. 2003
- 2) 大町達夫他：常時微動の水平動と上下動のスペクトル比を用いる地盤周期推定方法の改良と適用；土木学会論文集 No489/I-27 pp251-260, 1994.4

【謝辞】

本研究は、神奈川県における文部科学省学術フロンティア研究プロジェクト「災害リスク軽減を目的としたソフト・ハード融合型リスクマネジメントシステムの構築に関する研究 (研究代表者：荻本孝久)」の一環として実施したものである。

*¹ 神奈川大学工学部, *² 神奈川大学大学院, *³ 神奈川大学工学部, *⁴ 元横浜市環境科学研究所

*¹Kanagawa Univ., *²Graduate School of Kanagawa Univ., *³Kanagawa Univ., *⁴Former, Yokohama Env. Sci. Inst.