

4-3 強震観測研究の高度化に関する調査研究

実施機関：独立行政法人 防災科学技術研究所

研究概要

高精度な強震動予測を実現するためには、離散的に配置された観測点で得られた地震記録から面的な地震動分布を精度良く推定することが重要である。一方、観測点で得られる地震記録は、設置環境や周辺の地盤の影響を強く受けるため、それらデータから面的地震動分布を推定するためには、観測点周辺の地盤・設置環境の評価が重要となる。本研究では、観測点の地盤・設置環境調査を実施することにより、面的な地震動分布の推定精度向上のための調査を実施する。さらに、自然地震観測によるプレート構造調査のために設置される中感度地震観測網と、既存の K-NET、KiK-net、自治体震度計等のデータを併合処理することにより、強震動の面的分布を高精度に推定するための研究を実施する。

1. 平成 20 年度までの成果

- ① 千葉県・茨城県・栃木県・群馬県内の SK-NET 観測点において常時微動調査を実施した。
- ② 調査した結果（生データ・現場写真・H/V スペクトル等）をデータベースに納め、整理した。
- ③ 上記データに基づき、各観測点のデータから面的な地震動分布を推定するために必要な、観測点毎の地盤増幅特性及びそれらを面的に補間する手法に関する研究の検討として、今までに作成された関東地域の地盤モデルを用いたレイリー波の理論 H/V の計算を行い、自治体観測点全点について微動観測データの H/V スペクトル比とを比較し、現状の地盤のモデル化の精度の検証を実施した。

2. 平成 21 年度の実施計画と進捗状況

<実施計画>

面的な地震動分布の推定精度向上のための、K-NET・KiK-net 観測点など既存強震観測施設の設置環境調査、及び既存強震観測施設周辺での地盤調査のための常時微動測定における解析結果を元に、既存観測点の揺れやすさに関する特性を評価し、各観測点のデータから面的な地震動分布を推定するための観測点毎の補正係数を求める。昨年度までは、関東地域（千葉・茨城・栃木・群馬）において単点による微動観測および解析を実施したが、今年度は、面的な地震動分布の推定をより詳細に検討するため、関東地域の一部地域（千葉県全域）において、既存強震観測地点における微動アレイ探査および、揺れやすさ特性の面的な補間方法を検討するため既設強震観測点以外の地点において単点による常時微動探査を行う。

<進捗状況>

- ① 千葉県内の小・中・高等学校および震度観測点において単点・アレイによる常時微動調査を実施した。観測については、微地形区分の山地系の微地形区分を除く微地形区分（台地および低地）において観測点間隔が最小単位で 2 km 間隔毎に学校を選択し、合計 612 校において単点による微動観測を行った（図 1 参照）。また、一部の SK-NET 観測点において、5～10 km 間隔で、対象周期 4 秒～0.25 秒程度を想定した微動アレイ観測を行った（図 2・図 3 参照）。これらの観測は、H21/5/18～H21/9/30 にかけて行い、これまでに対象となる全ての観測点の微動記録を取得した。

② 調査した結果（測定生データ、現場写真、解析した H/V スペクトル比、地震計が設置されている位置座標等）をデータベースに納め、既存の地盤情報（地盤モデル・柱状図）と比較できるようデータを整理した。また、他（資料 4 - 4）で実施された調査・解析データについても同様にデータベースに収めた（図 4 参照）。

③ 観測結果における単点による観測結果の H/V スペクトル比と既往の地盤構造モデル（深部：大大特、浅部：千葉県モデル）を比較した（図 5）。また、2 秒よりも長周期にピークをもつ卓越周期分布（図 6）と、既往の研究成果（先名・他(2008)、先名・翠川(2009)）を利用し、千葉県で実施した微動の H/V スペクトル比から微地形区分毎のスペクトル増幅率を求めた（図 7、図 8 参照）。

3. 平成 22 年度の実施計画

平成 21 年度までに実施した、千葉県における単点による微動観測結果および既往の微動アレイ観測結果を踏まえ、微動アレイ観測等を追加実施し、既存の強震観測点に基づく面的な地震動分布の推定精度の高度化について検討を行う。

4. 平成 23 年度の実施計画

平成 23 年度：面的地震動分布の推定精度向上のため、微動測定による観測点の設置環境調査、及び新規観測網と既存観測網のデータ併合処理システムの高度化を行う。

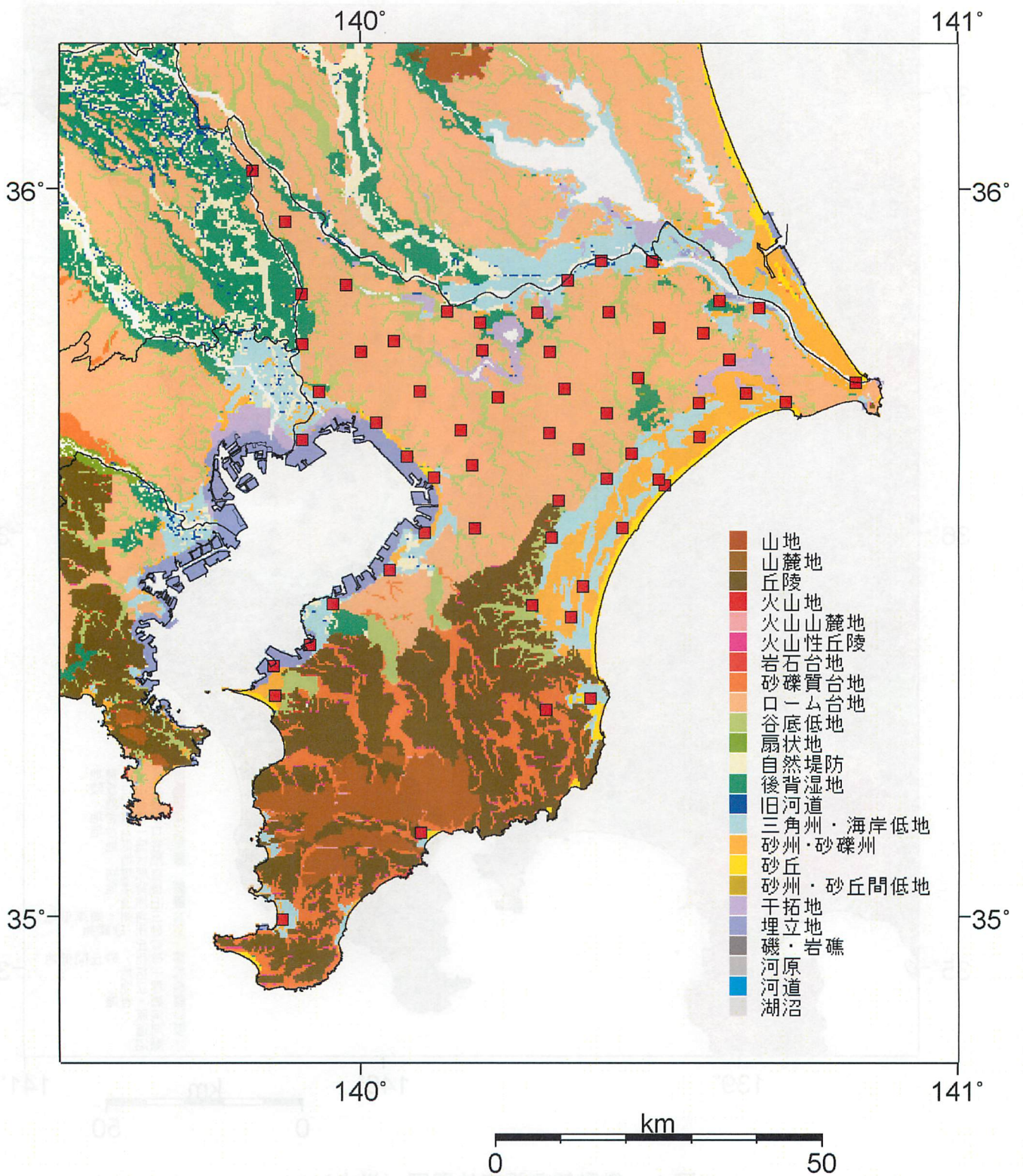


図2. 千葉県の微動アレイ観測点位置 (■: 60地点)

CHBA48 大網白里町役場



視測地点

三叉路付近の路側帯が広がっている箇所。路側帯は広いが、交通量が多いので、十分注意する。



視測地点

町役場裏の道路上。道路幅は広いので、端に寄せれば問題はないと思われる。



視測地点

TSUTAYA駐車場入口付近の歩道。歩道幅は広く、問題はないと思われる。

千葉県山武郡大網白里町大網 付近



1 : 5,000 相当

地図上の1センチは約50メートル
印刷中心は東経 140度19分15秒 北緯 35度31分18秒



視測地点

郵便局裏の道路上。道路幅は比較的広いが、交通量が多い。端に寄せて、通行に留意する必要がある。



視測地点

受託外の中の道路。道幅は狭く、「大網48」の電柱に可能な限り寄せる。現在、この地点より先で工事中。



視測地点

町役場裏の道路上。道路幅は広いので、端に寄せれば問題はないと思われる。

図3. 微動アレイ観測位置配置図(大網白里町)の微動アレイ観測位置設置図面例(R=100, 300mを基本単位としている。)

The image shows two overlapping browser windows. The top window, titled '微動データ管理システム - Windows Internet Explorer', displays a map of Chiba Prefecture with numerous black triangle markers representing seismic observation points. A sidebar on the left lists various observation points under categories like '強震観測点' and '微動観測点(単点)'. The bottom window, titled '検索結果 - Windows Internet Explorer', shows search results for '微動観測点(単点) / CHIBA'. It contains a table with 11 columns: リンク, 観測点コード, 観測点名, 観測点名(英語), 測定開始日時, 測定終了日時, 測定機器, 設置方法, 緯度[°], 経度[°], 標高[m], 深さ[m], and 都道府県. Two results are shown for '九十九里中学校'.

リンク	観測点コード	観測点名	観測点名(英語)	測定開始日時	測定終了日時	測定機器	設置方法	緯度[°]	経度[°]	標高[m]	深さ[m]	都道府県
データ閲覧	CHBT481	九十九里中学校	KUJUKURISYOUGAKKO	2009-08-05 09:20:00	2009-08-05 09:48:00	JU-210	FREE	35.53800556	140.4238611			CHIBA
データ閲覧	CHBT481	九十九里中学校	KUJUKURISYOUGAKKO	2009-08-05 09:20:00	2009-08-05 09:45:00	JU-215	JUST	35.53794444	140.4243333			CHIBA

図4 データベース登録状況（WEB登録画面）（図は、昨年までのSK-NETによる微動観測結果および、今年度実施した千葉県内の小・中・高等学校における微動調査地点位置と選択地点における微動調査結果を登録し、WEB画面で示したもの）

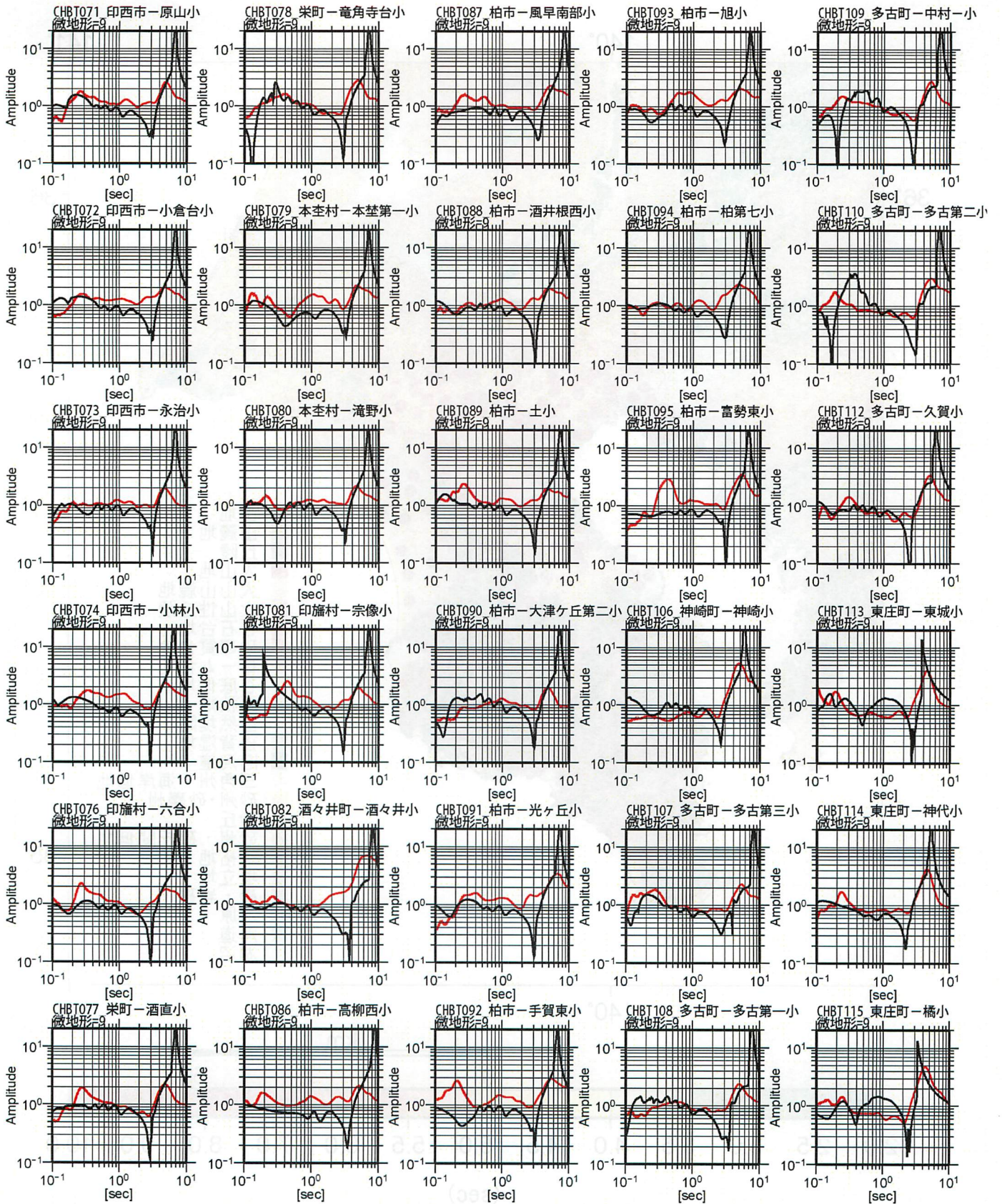


図5 観測した微動のH/Vスペクトル比(赤線)と既往の浅部・深部統合地盤モデル(深部:大大特、浅部千葉モデル 250mメッシュ)による理論H/Vスペクトル比(レイリー波4次合成)との比較

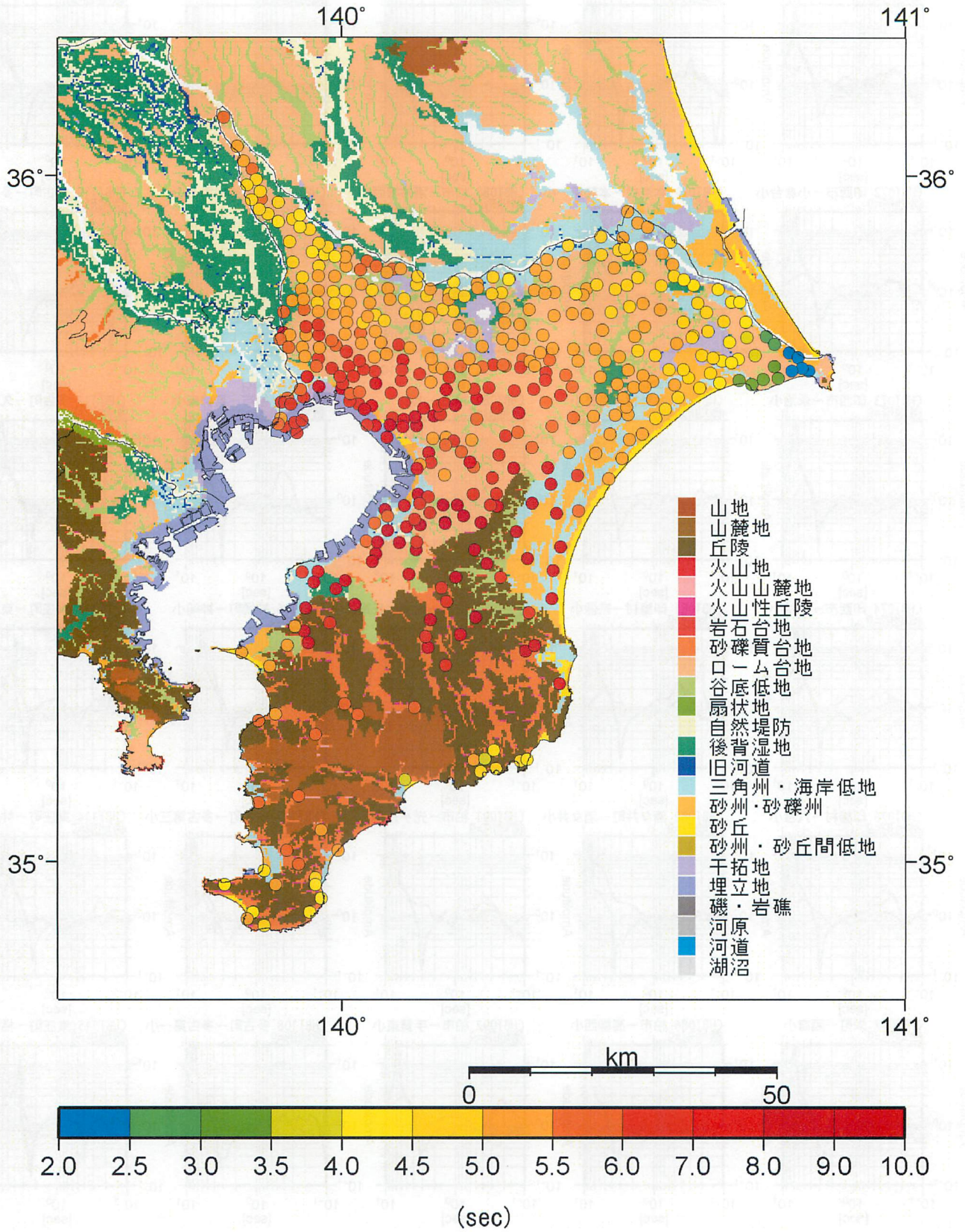
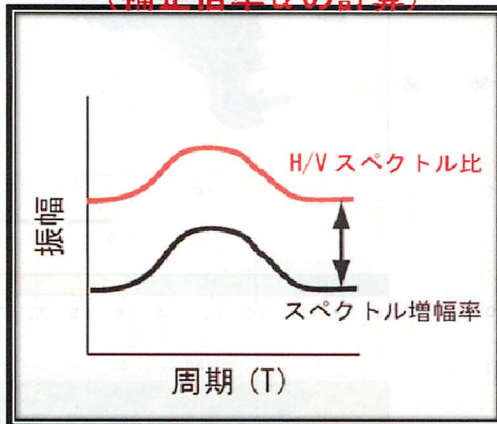


図 6 単点による微動観測のH/Vスペクトル比の周期2～10秒の範囲における卓越周期分布

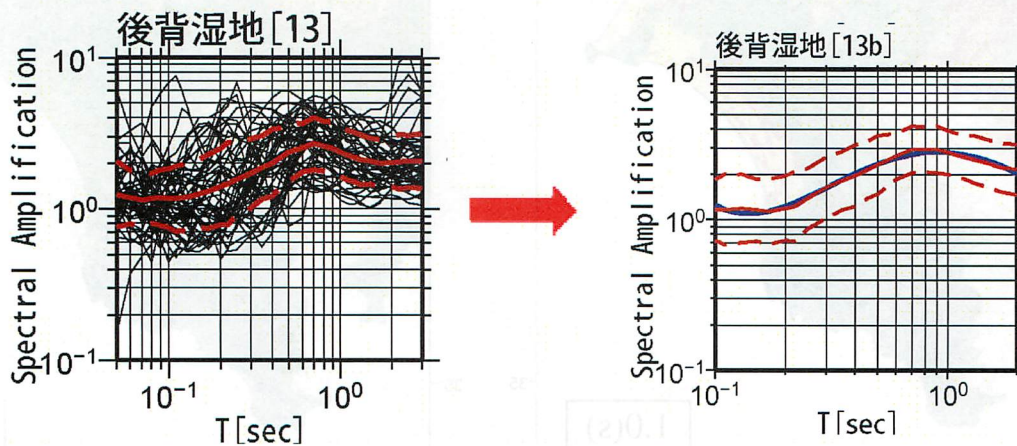
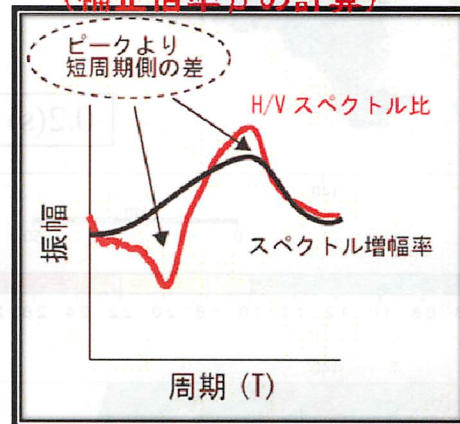
既往の応答スペクトルの距離減衰式と実際の地震記録の応答スペクトルとの比を求め、その平均値を取ったものをスペクトル増幅率とし、下記の図のような処理を今回の千葉の記録を用いて実施した(先名・他(2008), 先名・翠川(2009))。

補正形状(倍率)の検討

① 全体的な振幅レベルの相違によるバイアスを取り除く補正
(補正倍率 α の計算)



② 卓越周期付近とそれ以外周期での傾向の違いによる補正
(補正倍率 β の計算)



地形区分等毎のスペクトル増幅率の平均値をモデル化

図7 千葉県における微動観測(H/V スペクトル比)とSK-NET 観測点等の地震記録を利用したスペクトル増幅率の比較によるモデル化の検討方法((先名・他(2008))と千葉県における微地形区分毎のモデル化の説明図

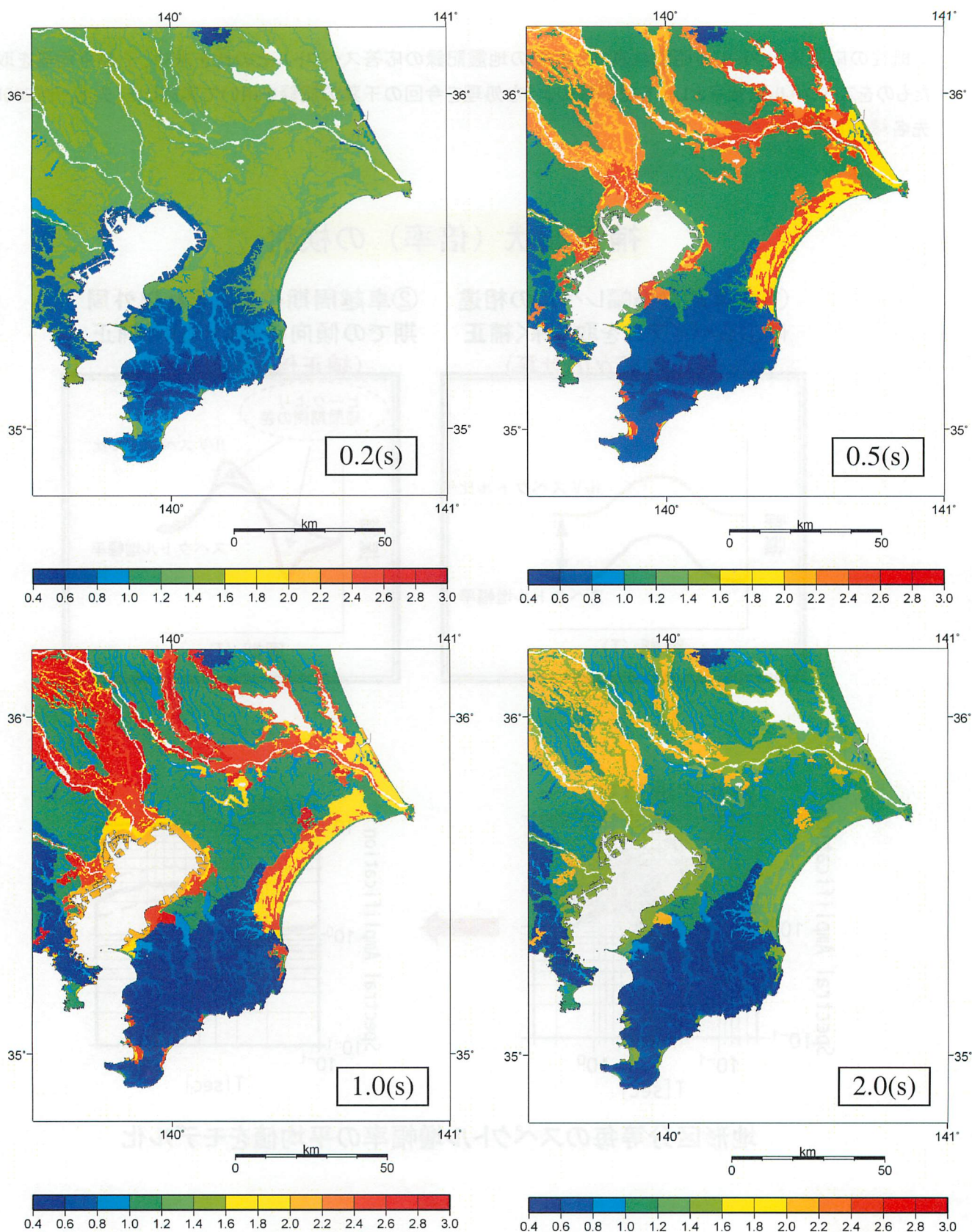


図8 工学的基盤相当 ($V_s=300\text{m/s}$)からのスペクトル増幅率による周期別地盤増幅率 (250mメッシュ) ※千葉県以外は外挿による