

4. 評価結果

4. 1 評価地点の速度時刻歴と速度応答スペクトル

長周期地震動評価の対象地域内の都県庁位置に加えて相対速度応答値が大きくなるいくつかの地点について、時刻歴とその減衰定数 5% の相対速度応答スペクトルの例を示します。

図 4.1 には、それらの地点の位置、数字は標準地域メッシュを示します。図 4.2 および図 4.3 に、各地点の減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴を示します。平均と標準偏差は対数軸上で計算しています。震源に近い 52397134 (小田原市) や 53394294 (あきる野市) は、ほぼ直達波のみですが、千葉県庁などでは後続の地震波が見られます。

図 4.4 は、T タイプによる各評価地点の減衰定数 5% 速度応答スペクトルで、実線が平均、破線が平均+標準偏差、赤線は概ね告示スペクトルの速度一定領域の値に相当する 80cm/s を示しています。都県庁位置では平均で 80cm/s を超える都県はありませんが、その他の地点では小田原市のように、特に短い周期で平均でも 80cm/s を越える地点があります。横田・他 (1989) により復元された大正関東地震の観測記録 (本郷) は、T1 タイプ 60 ケースによる平均±標準偏差に概ね収まっています (詳細は付録 5 A-40 ページ付図 5.1-3 参照)。また、Sato *et al.* (1999) によりシミュレーションされた大正関東地震の地震動の応答スペクトル (横浜) と比較すると、周期 4~7 秒でやや大きめ、周期 8~10 秒ではやや小さめな結果でした。図 4.5 は、G タイプによる同様の地図です。G タイプでは、千葉県、神奈川県や東京都で、平均が 80cm/s 程度となっています。図 4.6 および図 4.7 は、各評価地点の減衰定数 5% 最大相対速度応答値の頻度分布 (周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒) を表しています。別途行った評価で、これらの分布は対数正規分布で近似できることを確認しており、アスペリティの破壊が近づく方向や遠ざかる方向に進行するなどの多様性の設定がある程度適切であったことが確認できています。

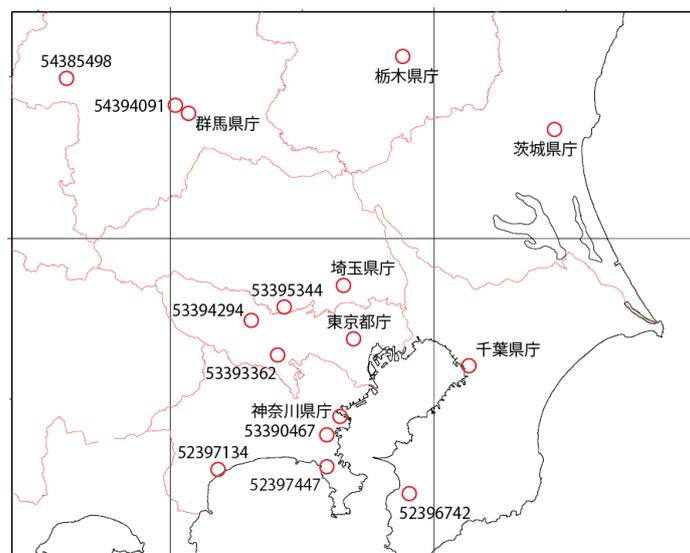
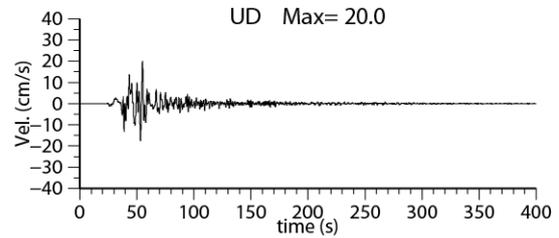
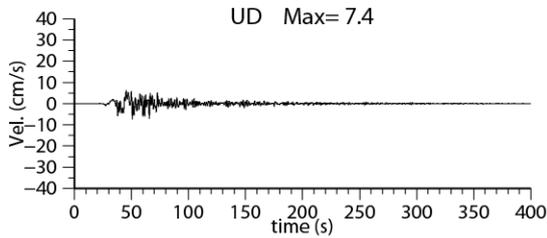
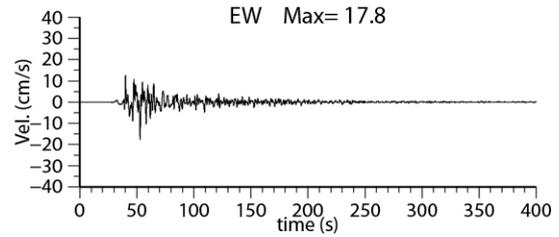
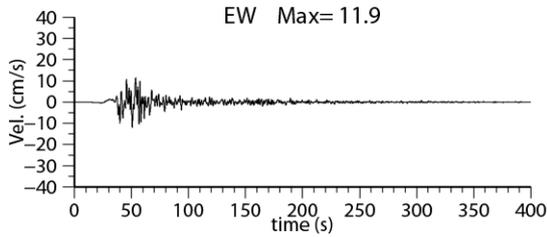
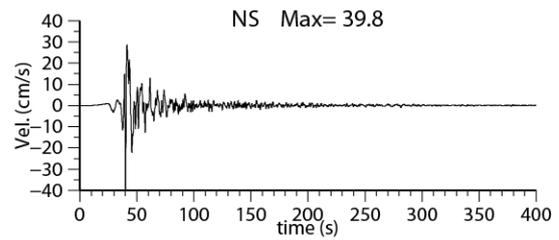
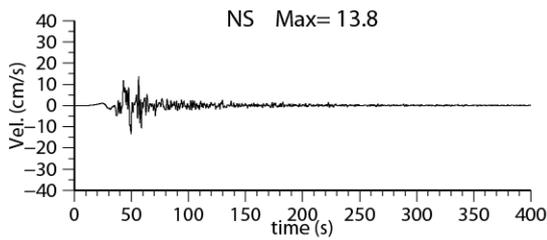
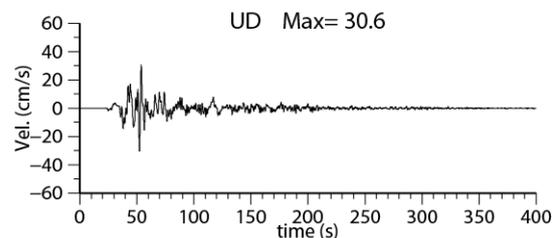
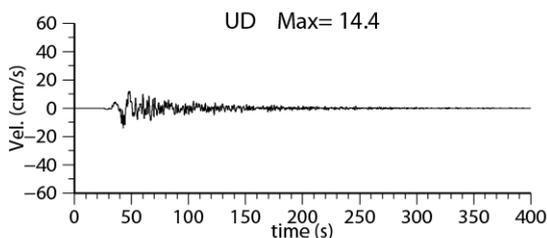
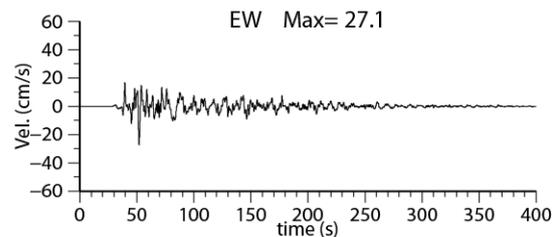
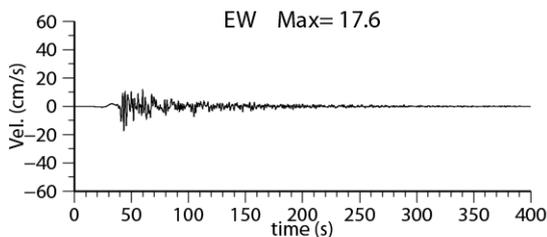
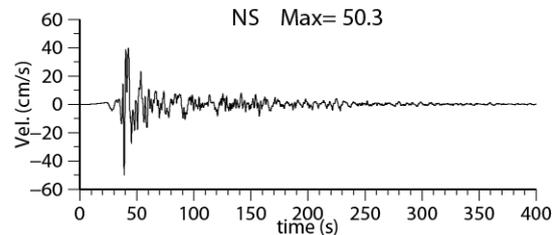
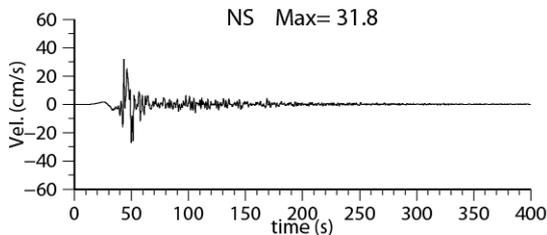


図 4.1 都県庁位置およびその他の評価地点。



Tタイプ

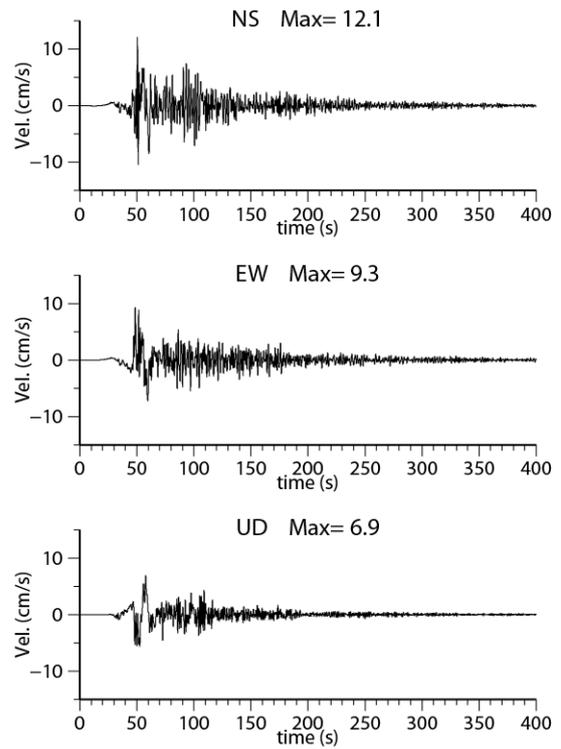
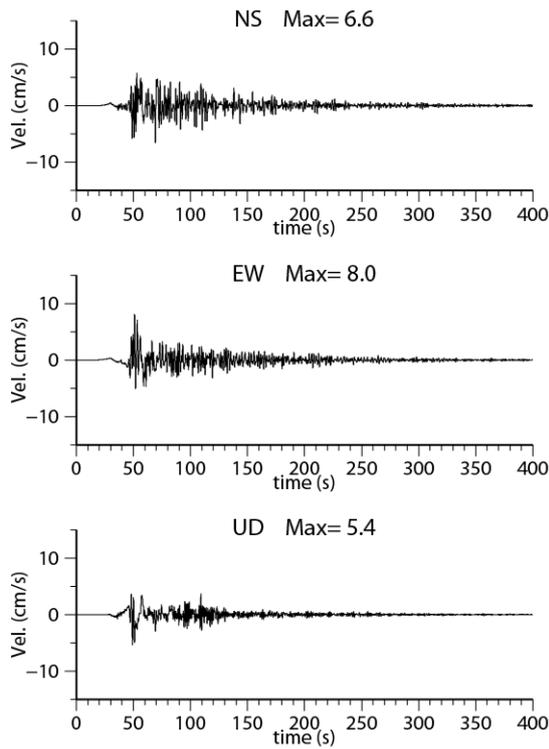


Gタイプ

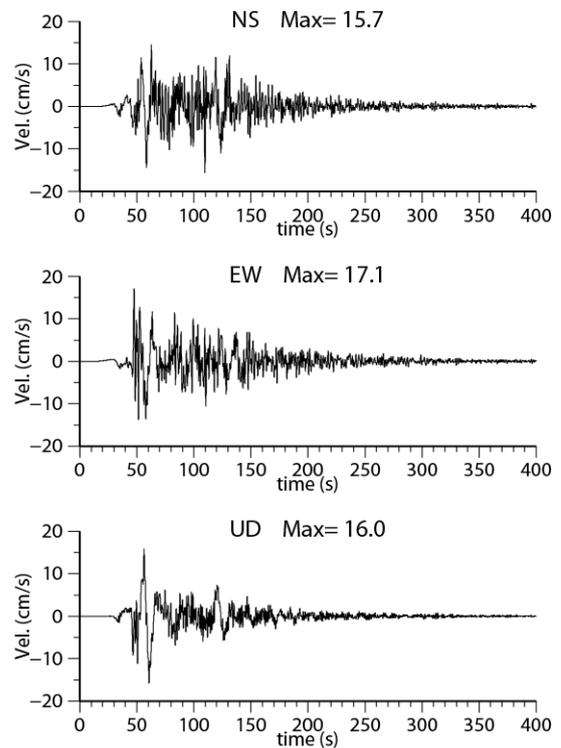
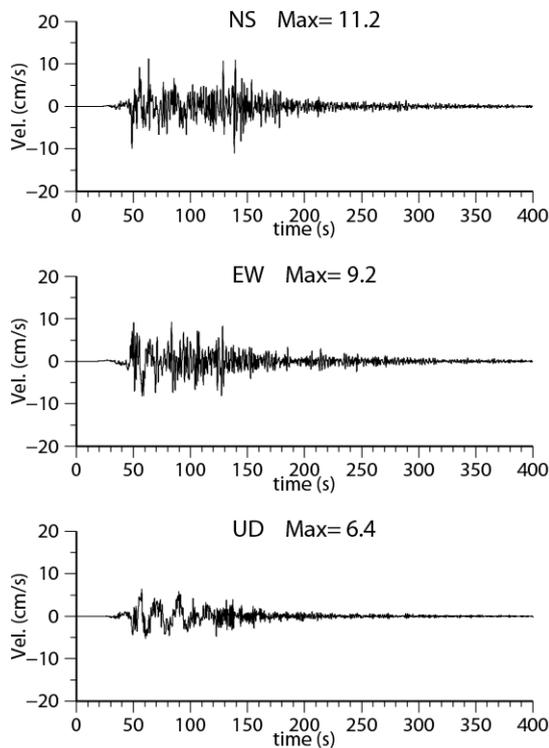
平均

平均+標準偏差

図4.2 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（群馬県庁）。



Tタイプ

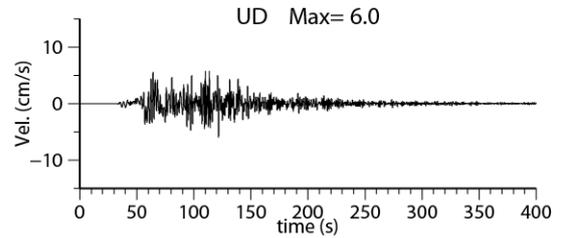
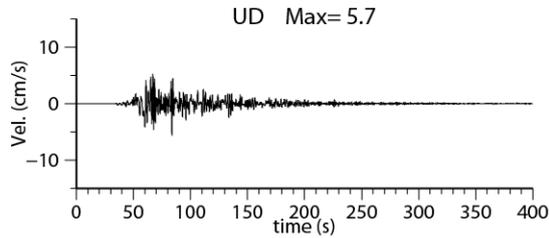
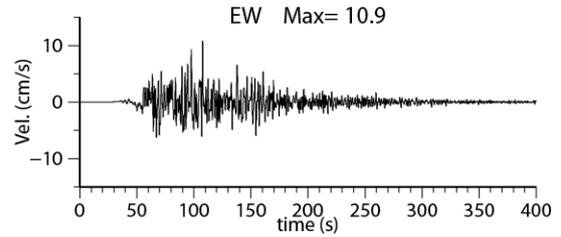
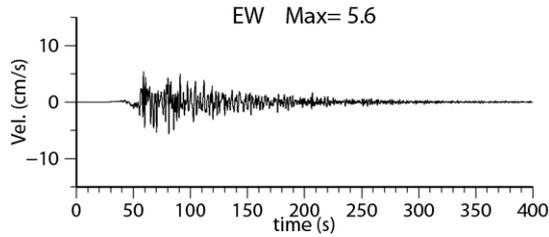
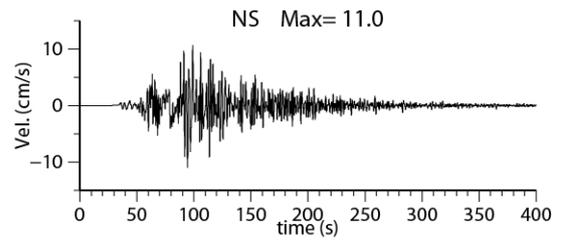
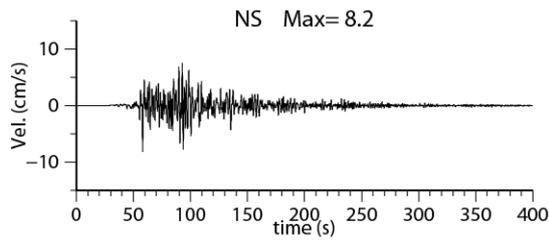


Gタイプ

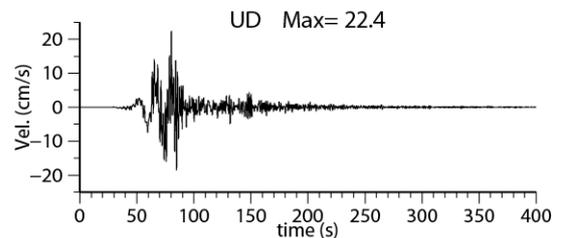
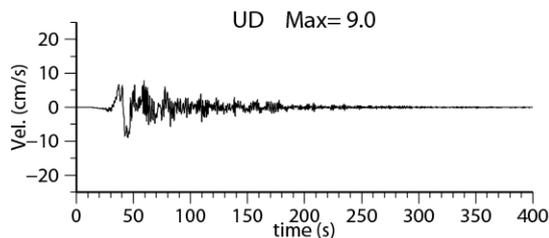
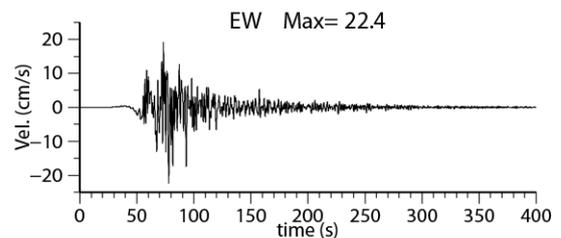
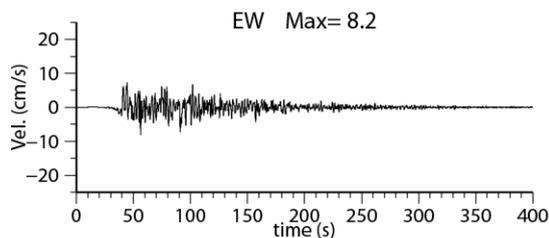
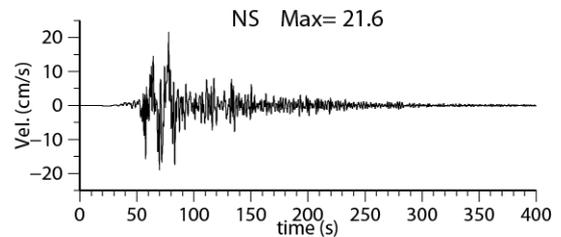
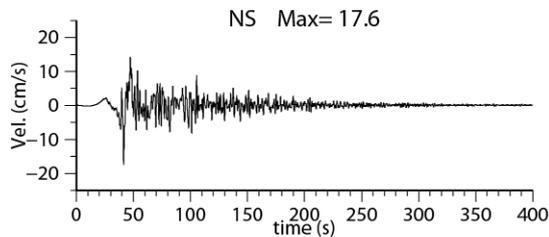
平均

平均+標準偏差

図4.2 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（栃木県庁）。



Tタイプ

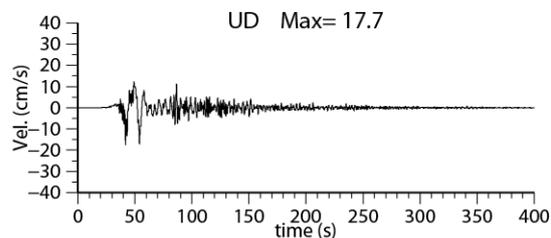
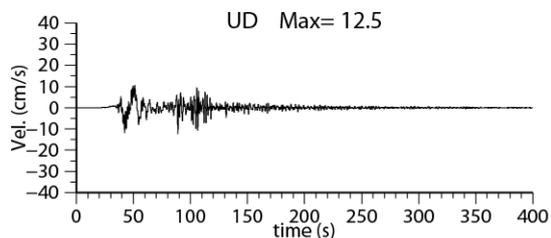
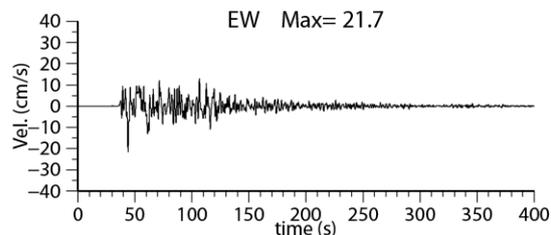
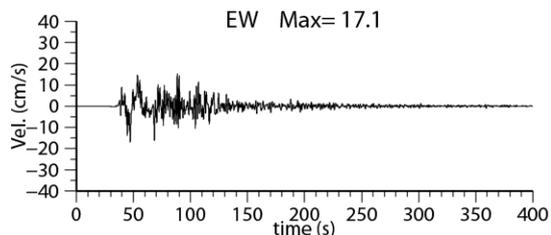
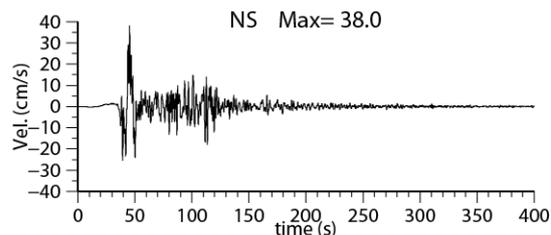
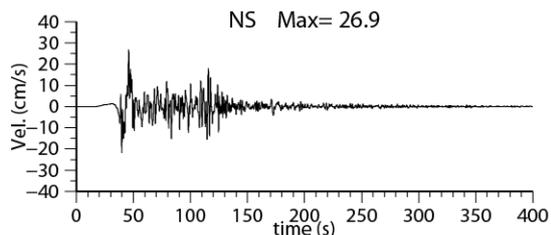


Gタイプ

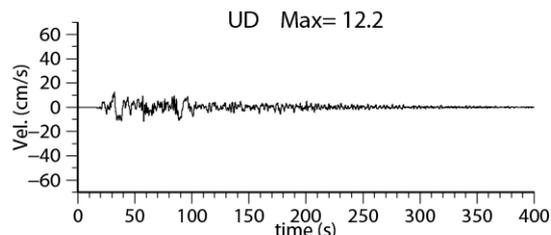
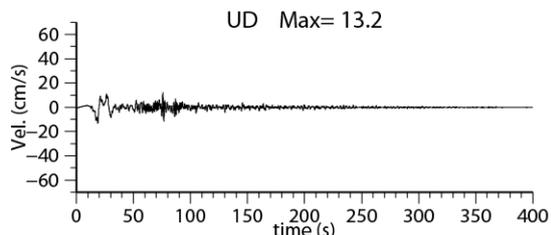
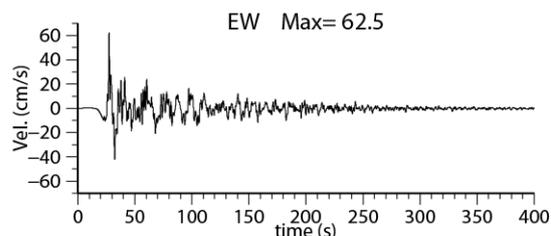
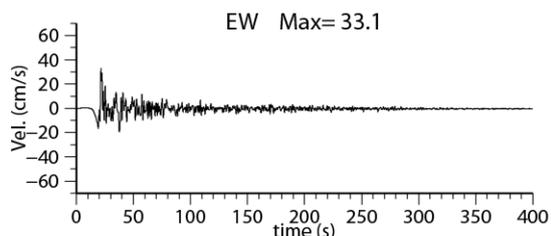
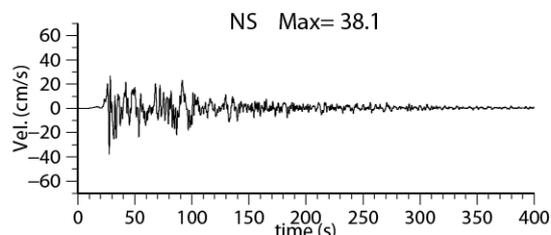
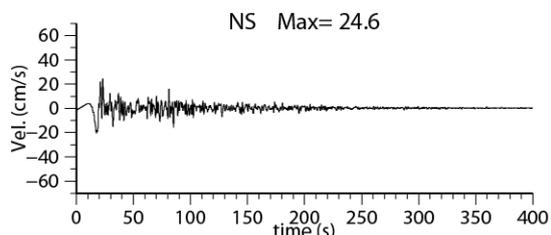
平均

平均+標準偏差

図4.2 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（茨城県庁）。



Tタイプ

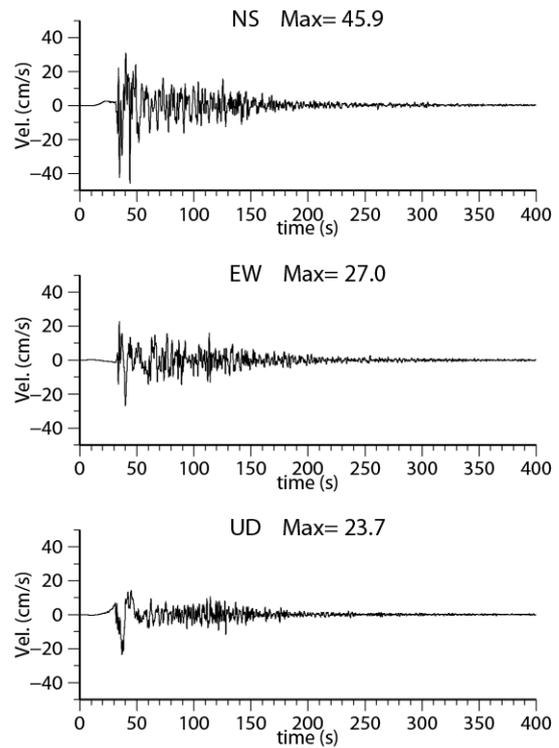
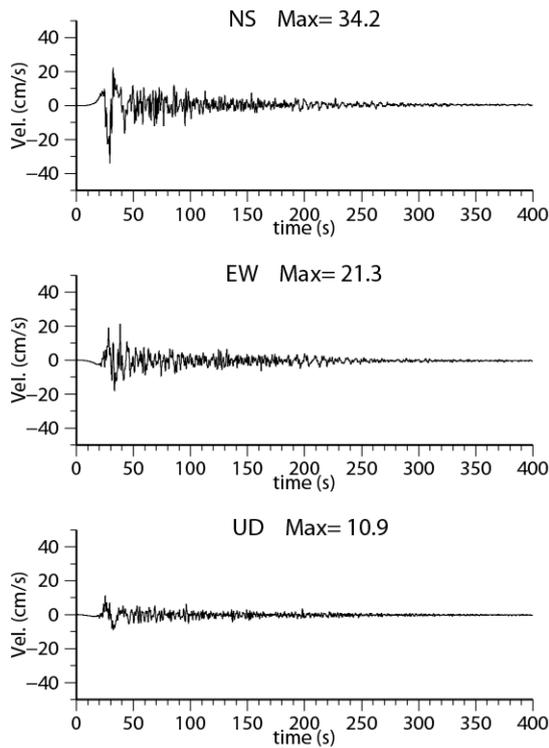


Gタイプ

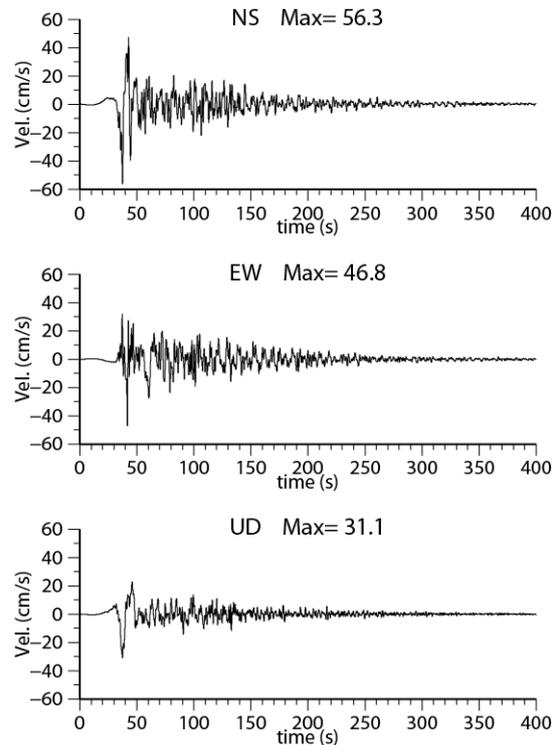
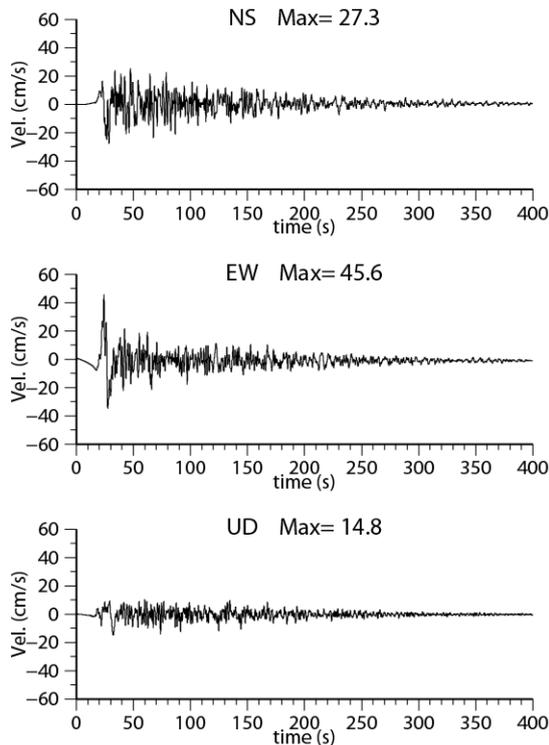
平均

平均+標準偏差

図4.2 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（埼玉県庁）。



Tタイプ

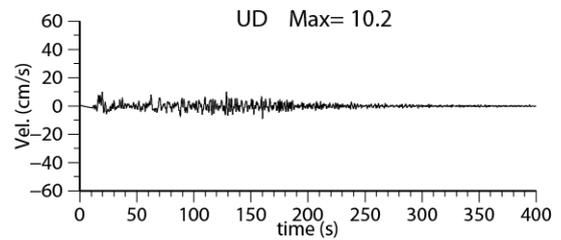
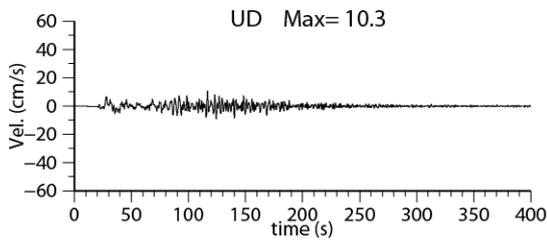
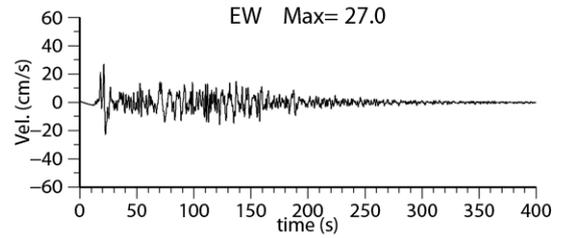
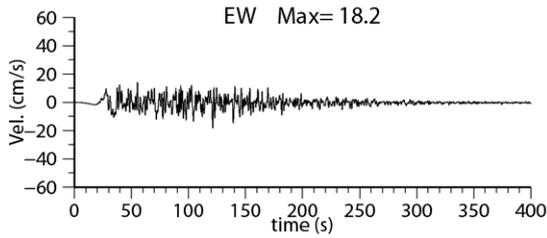
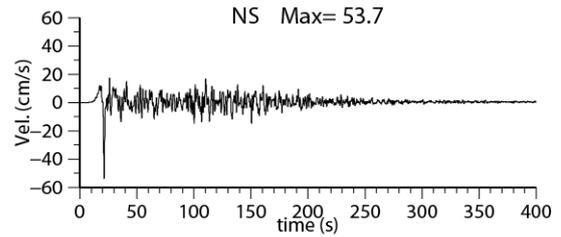
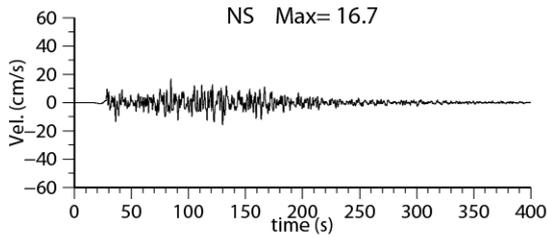


Gタイプ

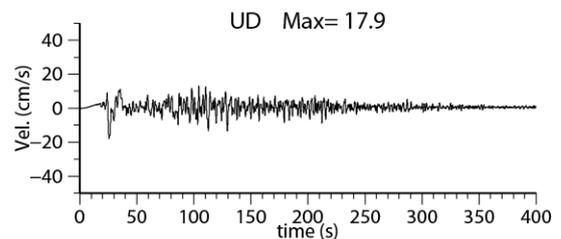
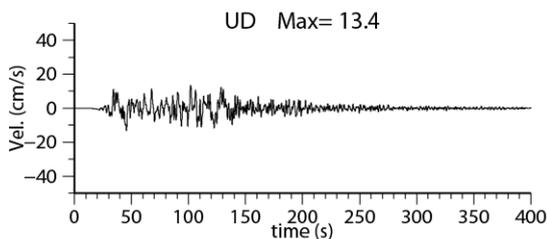
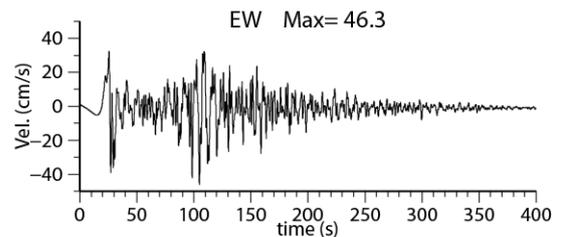
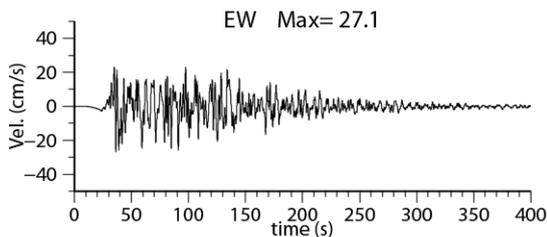
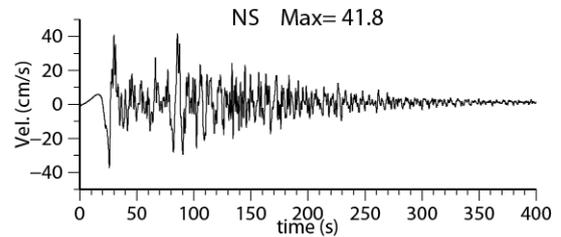
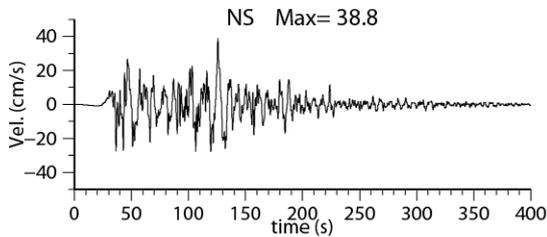
平均

平均+標準偏差

図4.2 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（東京都庁）。



Tタイプ

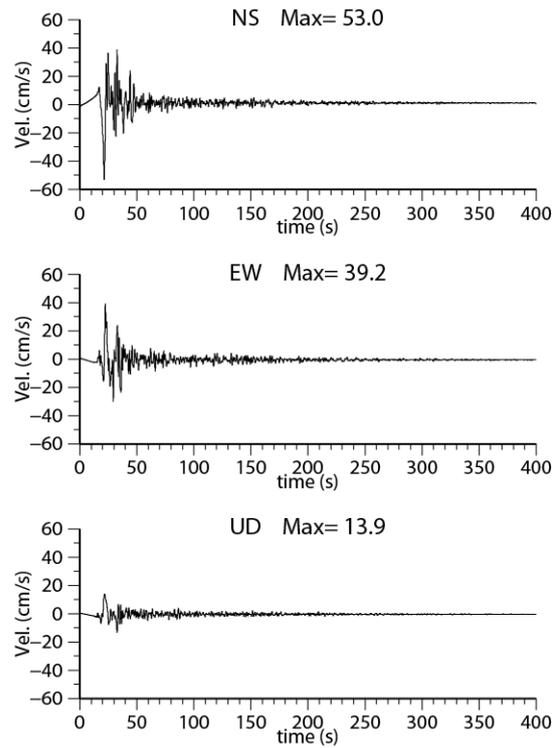
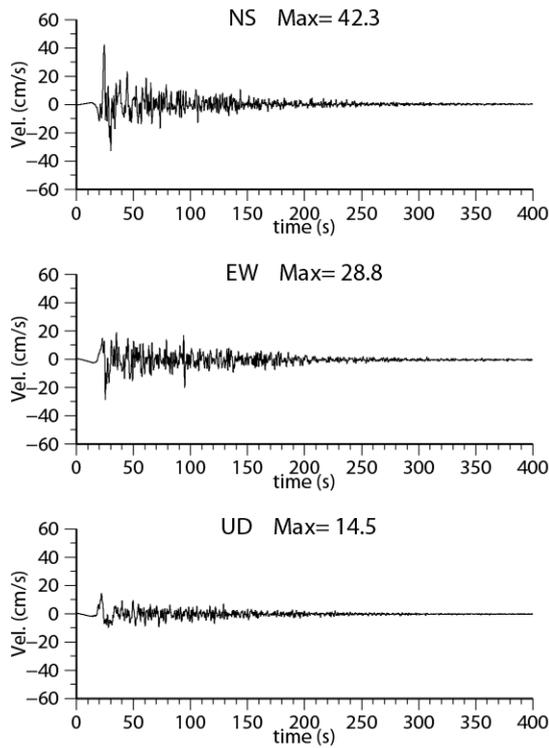


Gタイプ

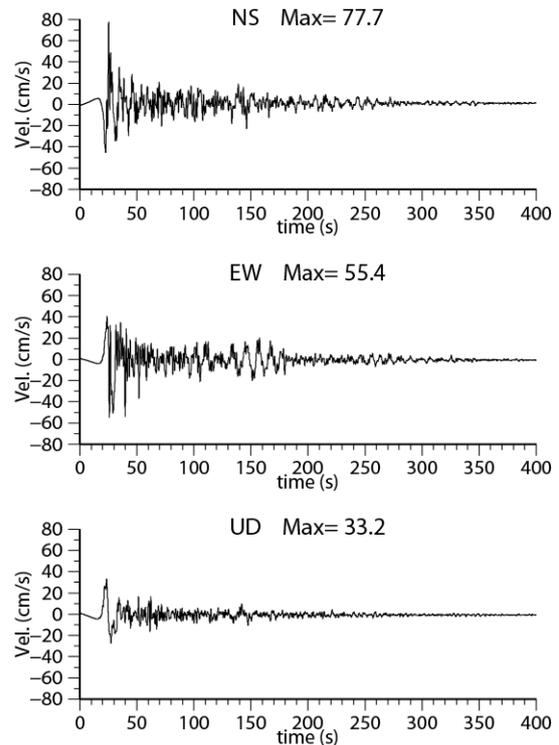
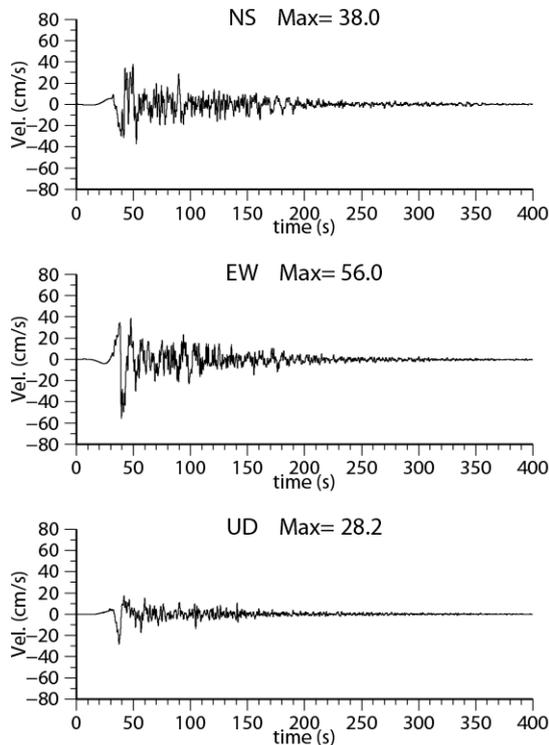
平均

平均+標準偏差

図4.2 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（千葉県庁）。



Tタイプ

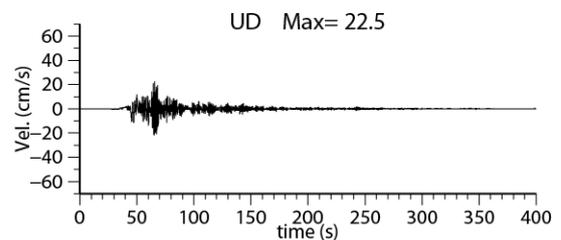
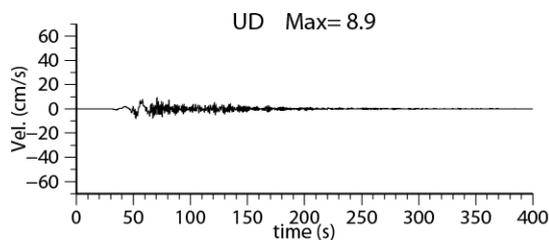
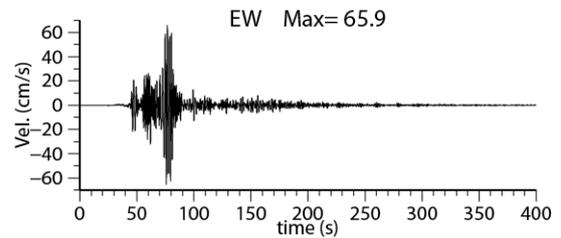
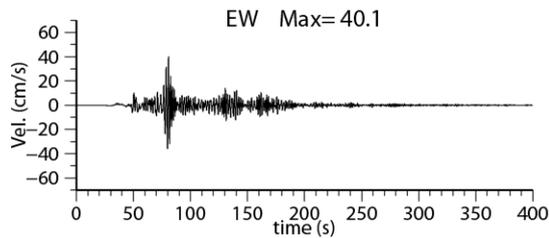
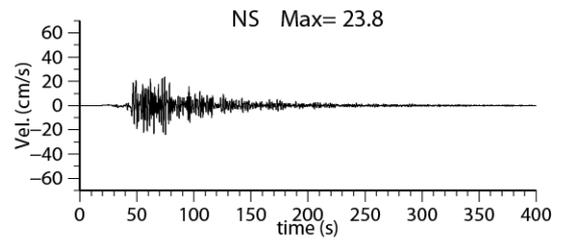
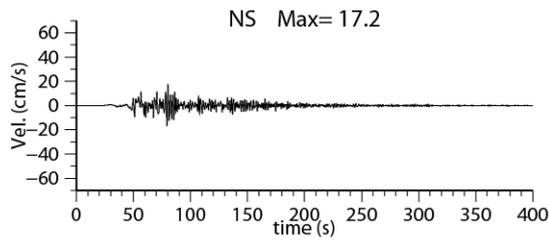


Gタイプ

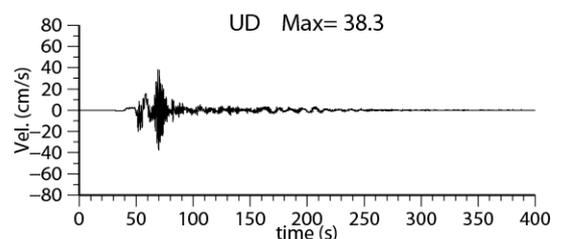
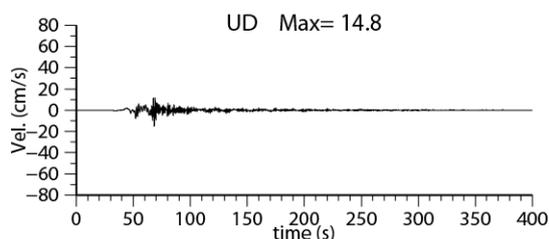
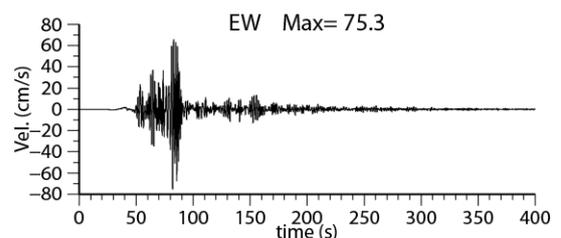
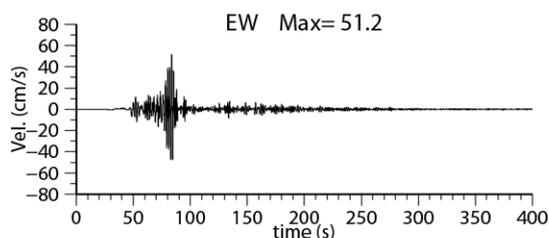
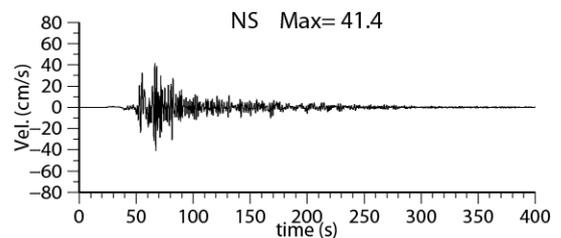
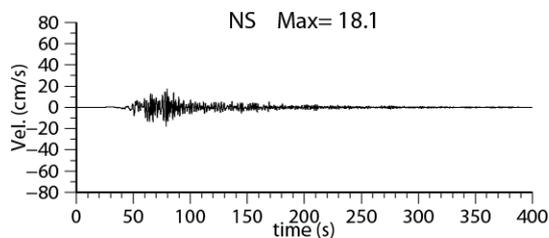
平均

平均+標準偏差

図4.2 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（神奈川県庁）。



Tタイプ

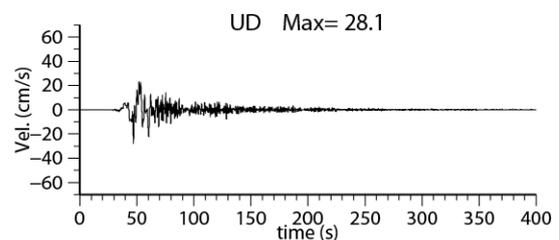
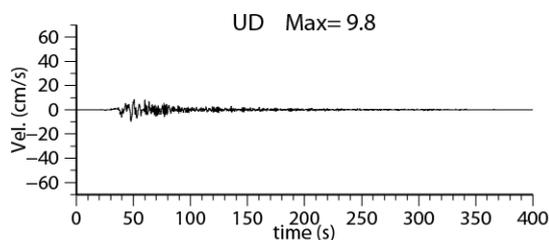
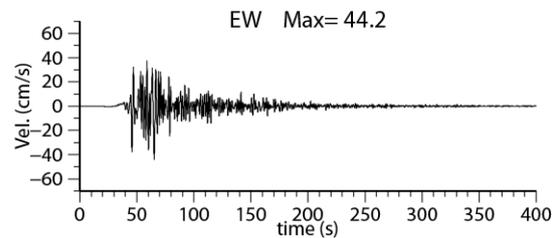
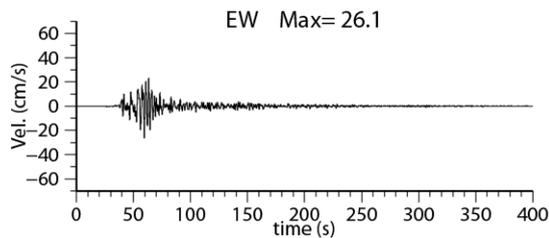
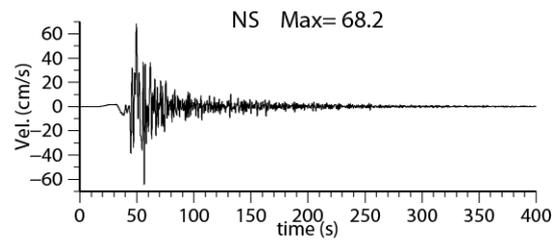
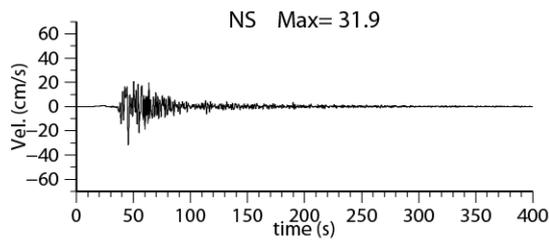


Gタイプ

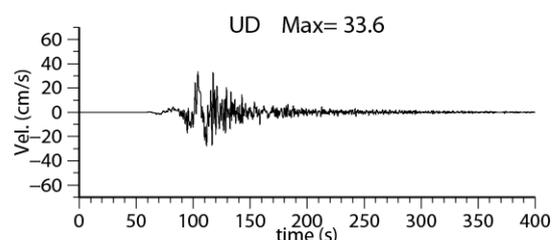
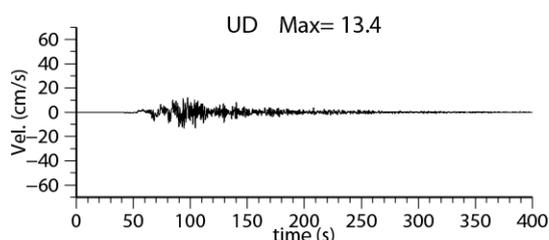
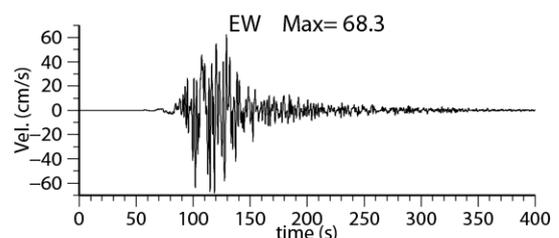
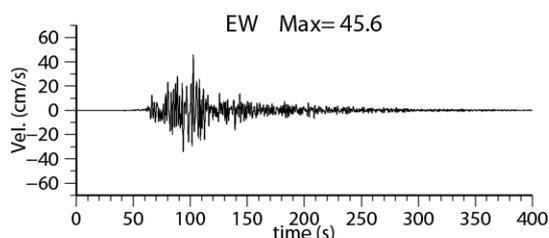
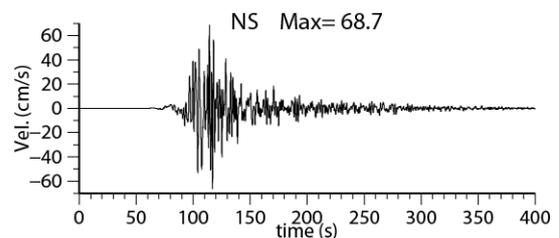
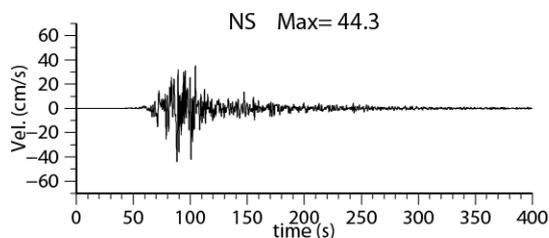
平均

平均+標準偏差

図 4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴 (54385498、長野原町)。



Tタイプ

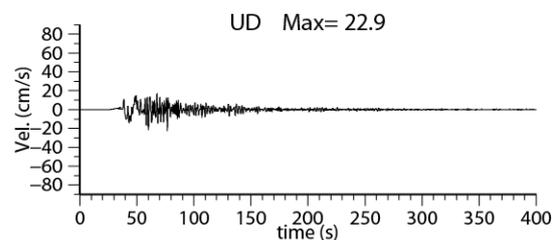
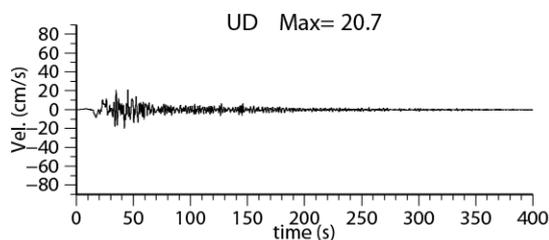
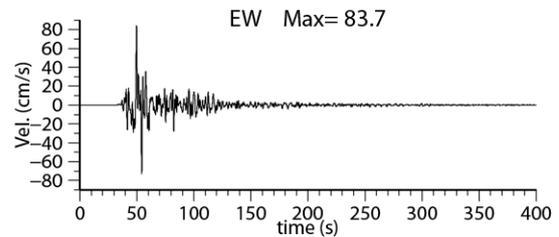
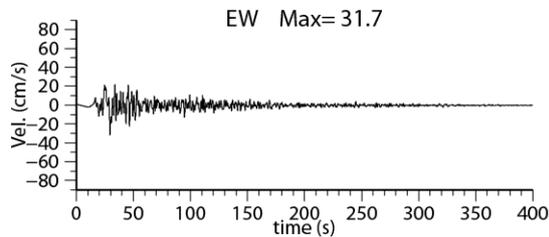
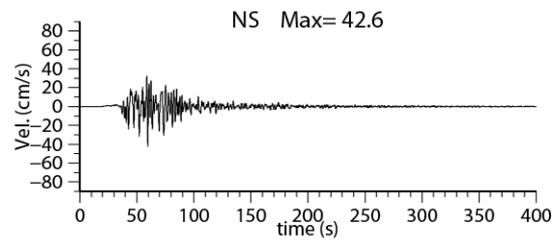
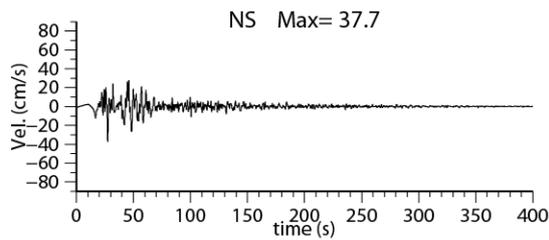


Gタイプ

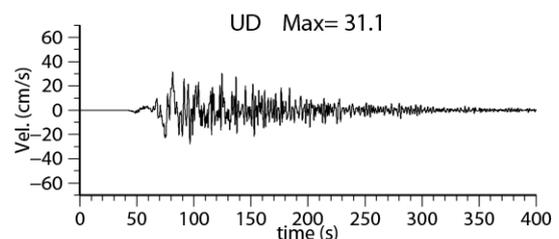
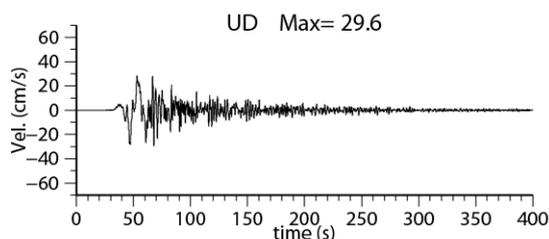
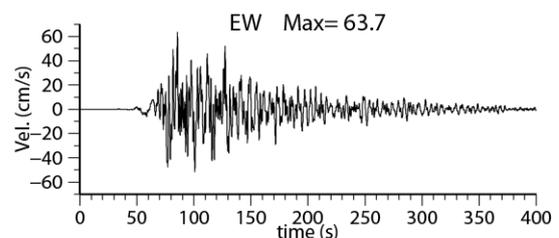
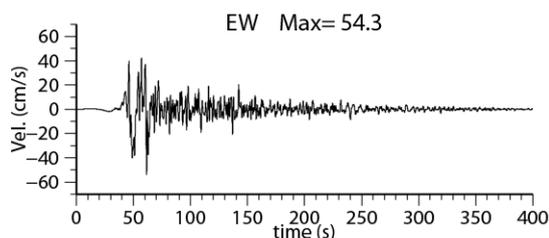
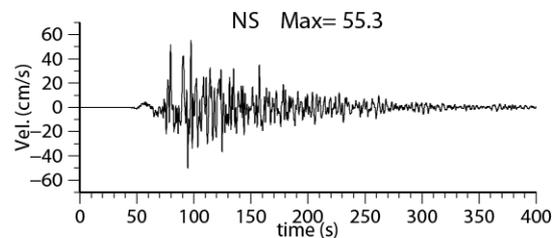
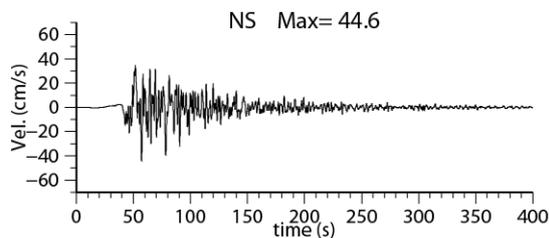
平均

平均+標準偏差

図 4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴 (54394091、前橋市)。



Tタイプ

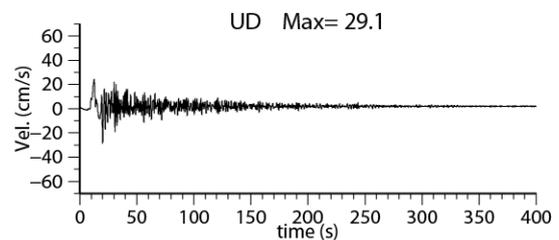
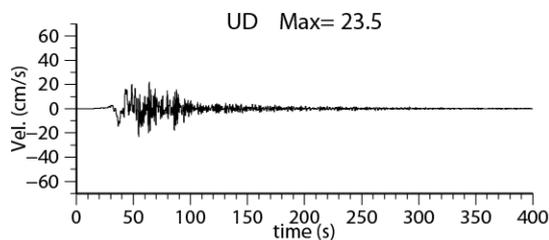
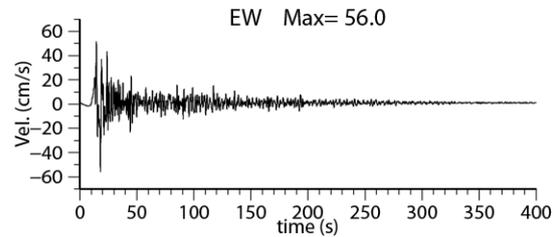
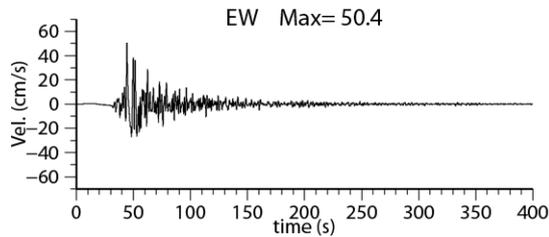
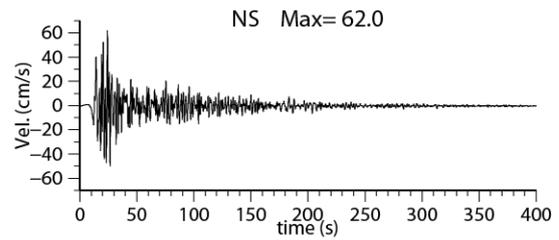
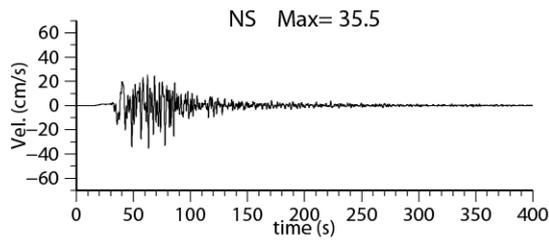


Gタイプ

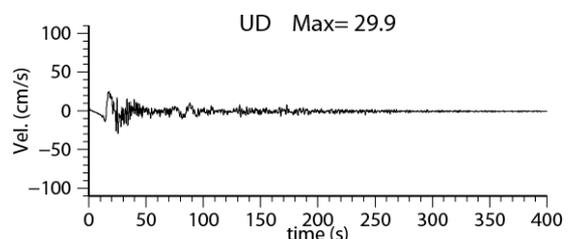
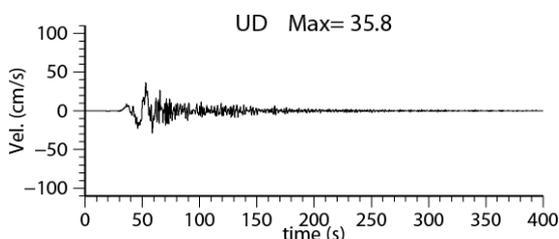
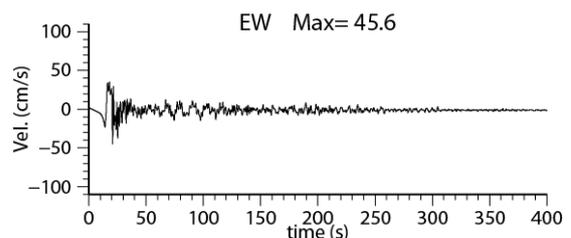
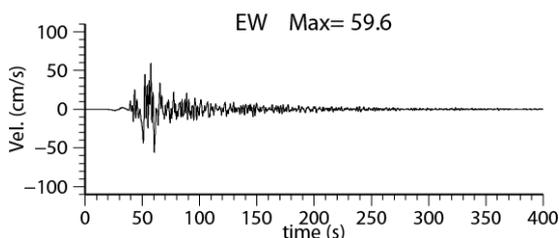
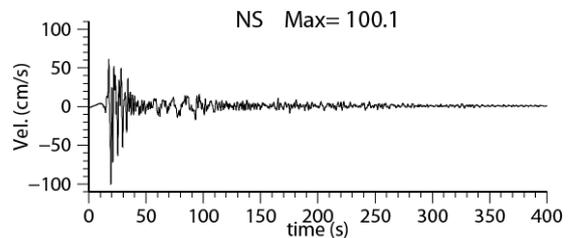
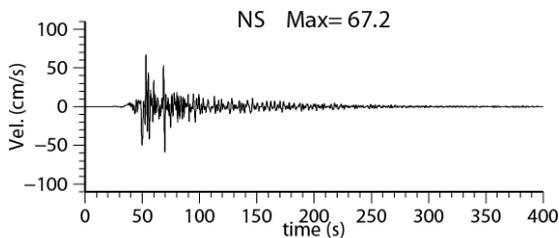
平均

平均+標準偏差

図 4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（53395344、所沢市）。



Tタイプ

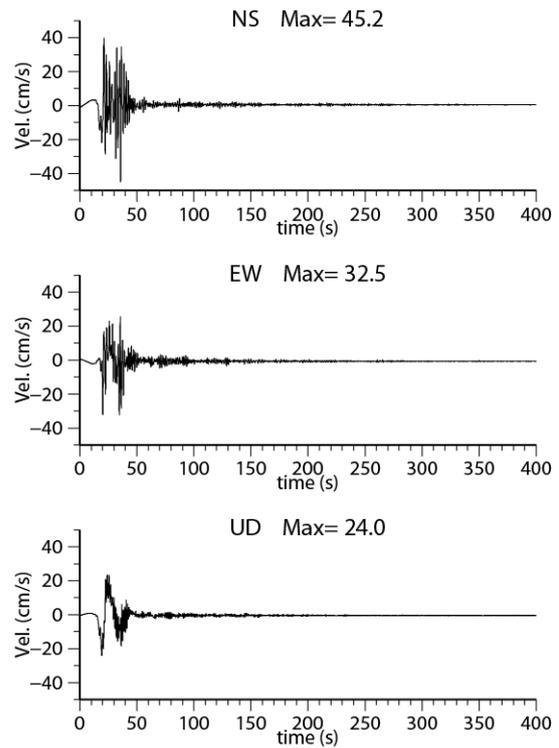
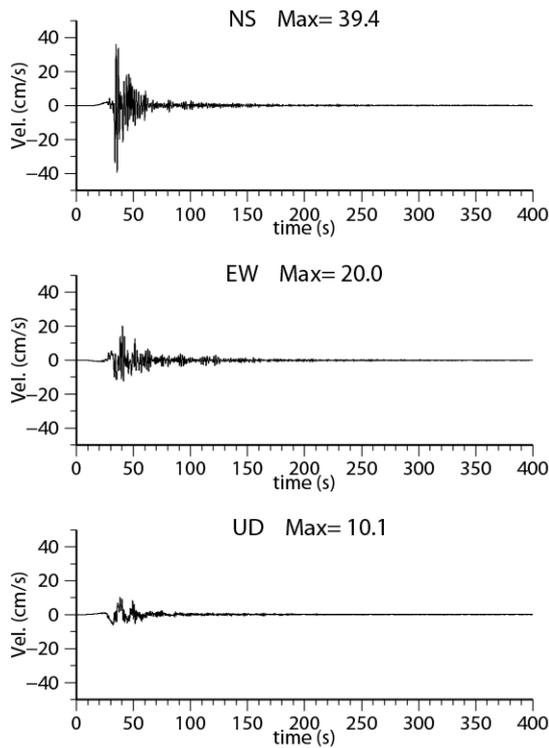


Gタイプ

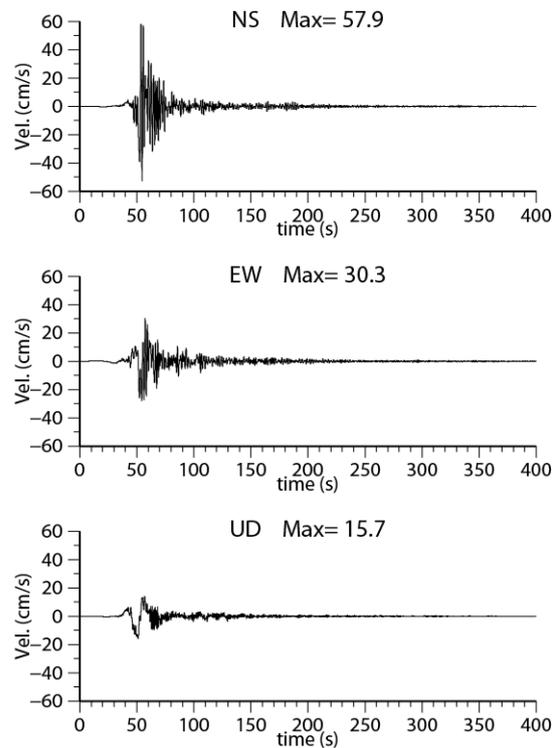
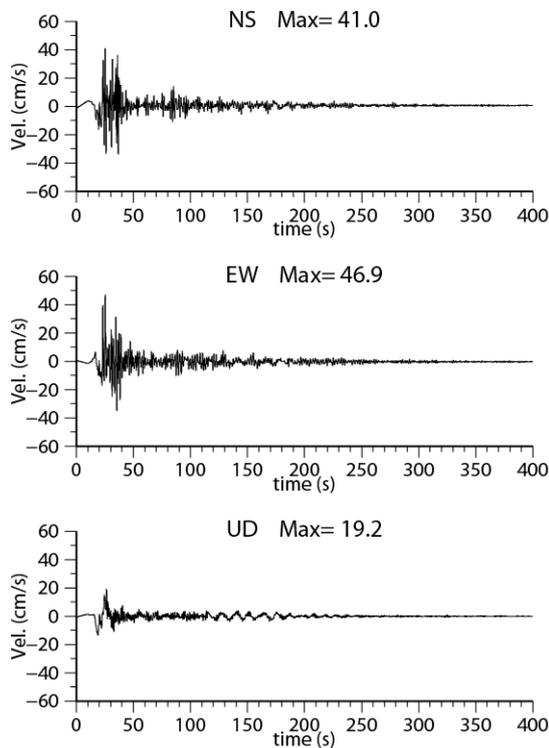
平均

平均+標準偏差

図 4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（53393362、八王子市）。



Tタイプ

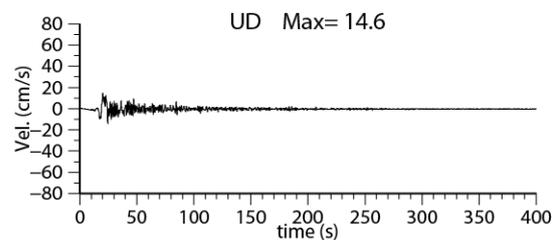
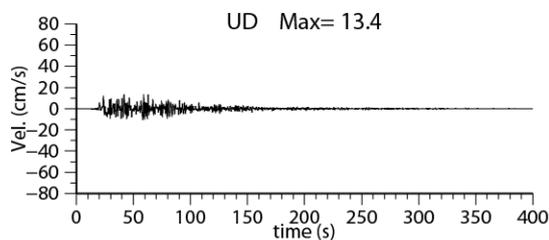
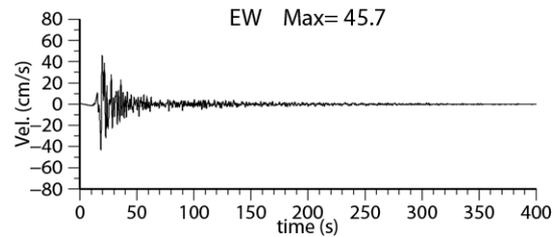
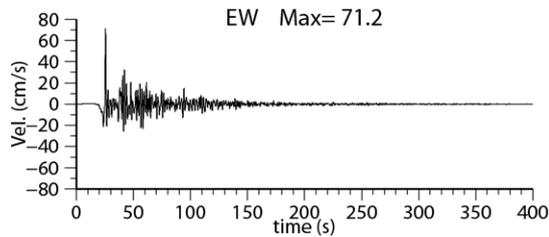
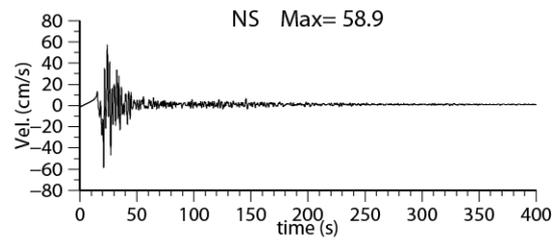
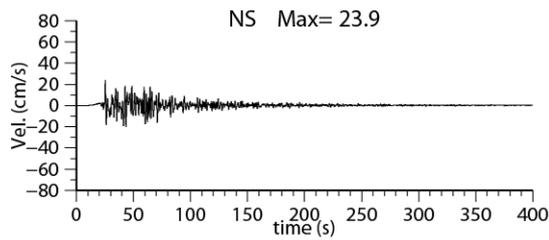


Gタイプ

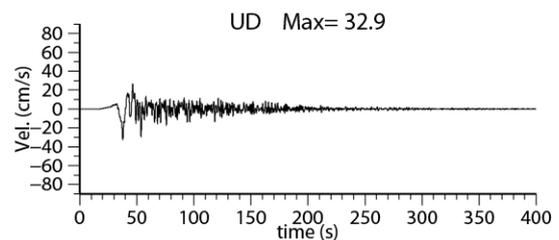
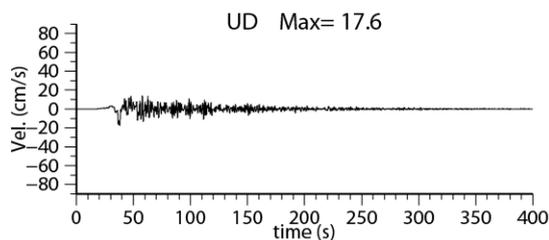
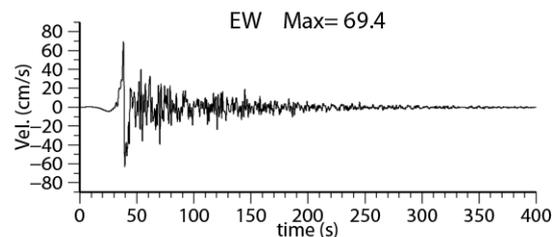
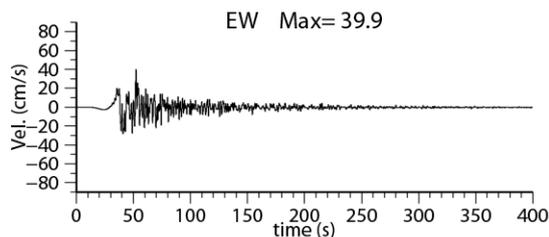
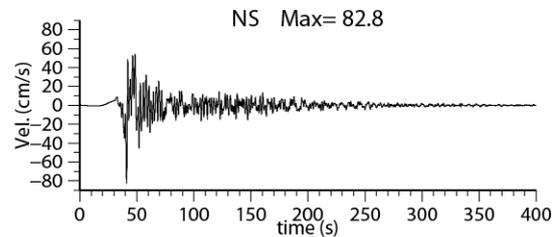
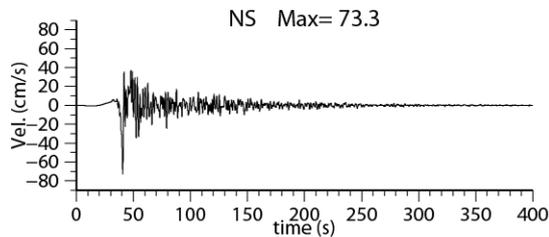
平均

平均+標準偏差

図 4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴 (53394294、あきるの市)。



Tタイプ

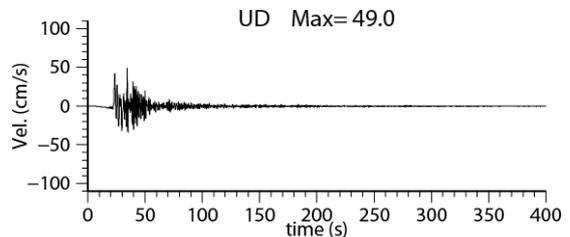
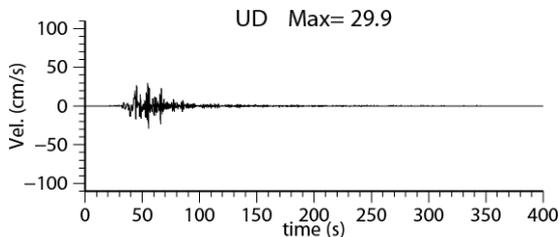
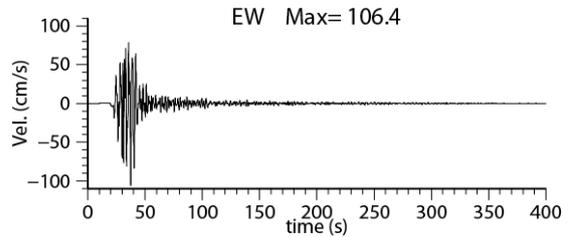
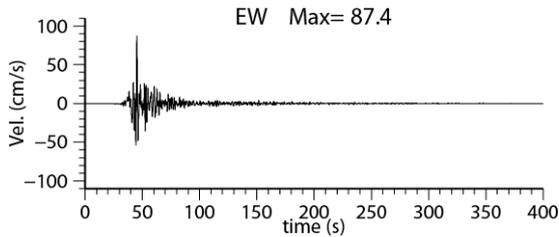
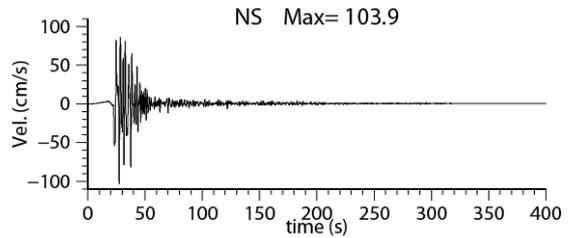
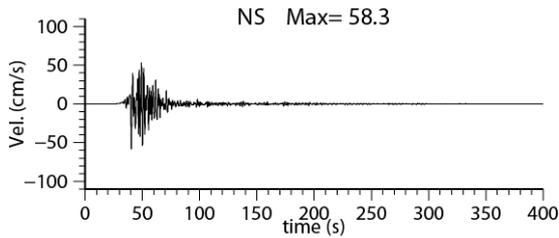


Gタイプ

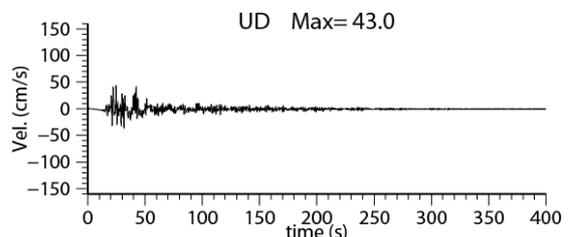
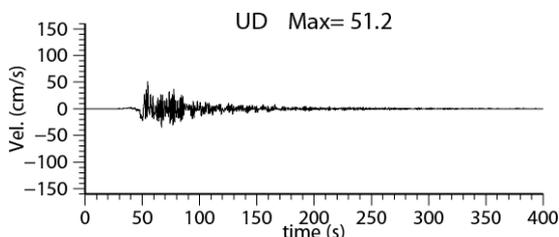
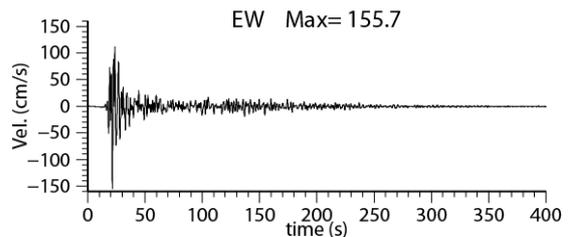
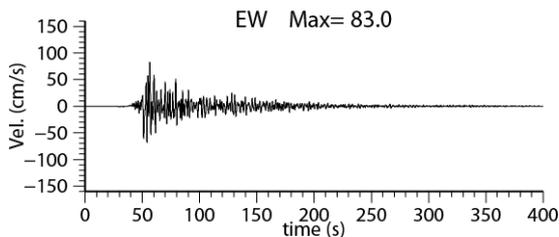
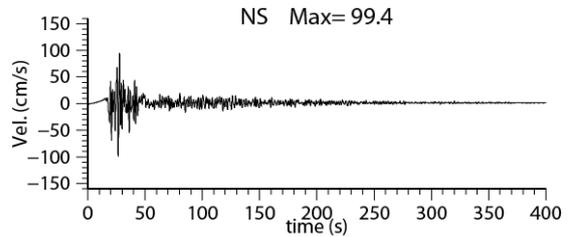
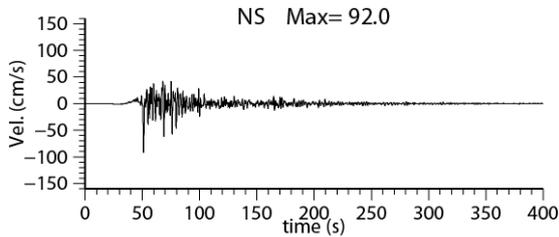
平均

平均+標準偏差

図 4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（53390467、横浜市港南区）。



Tタイプ

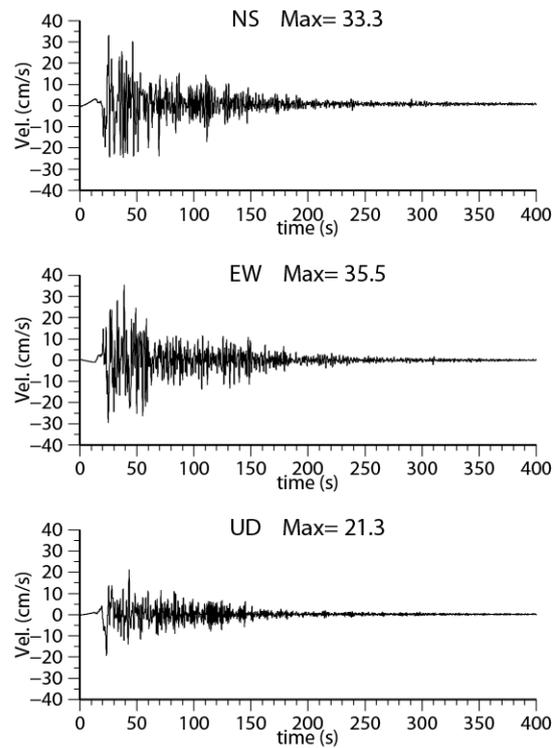
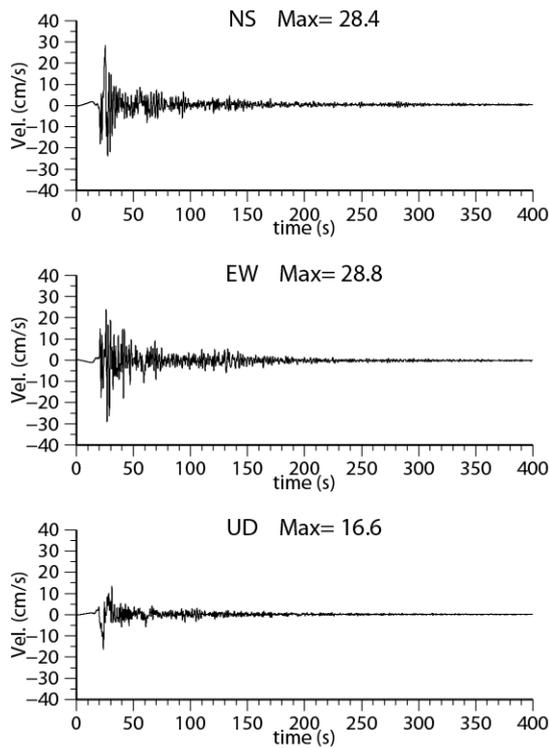


Gタイプ

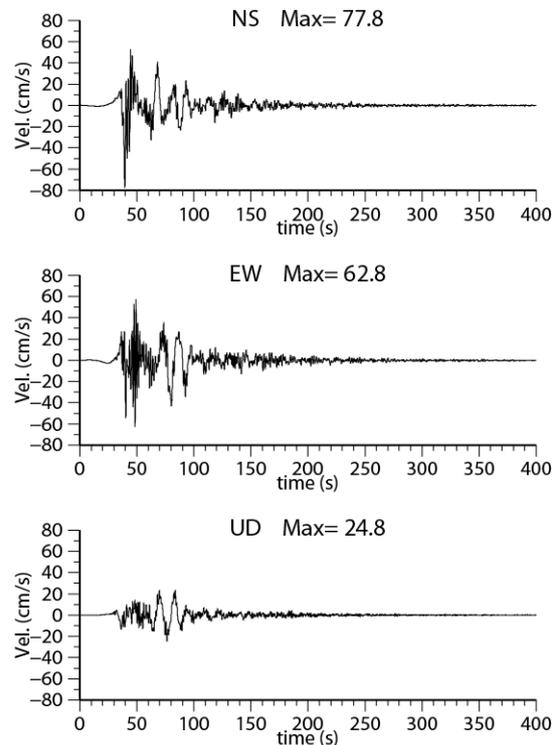
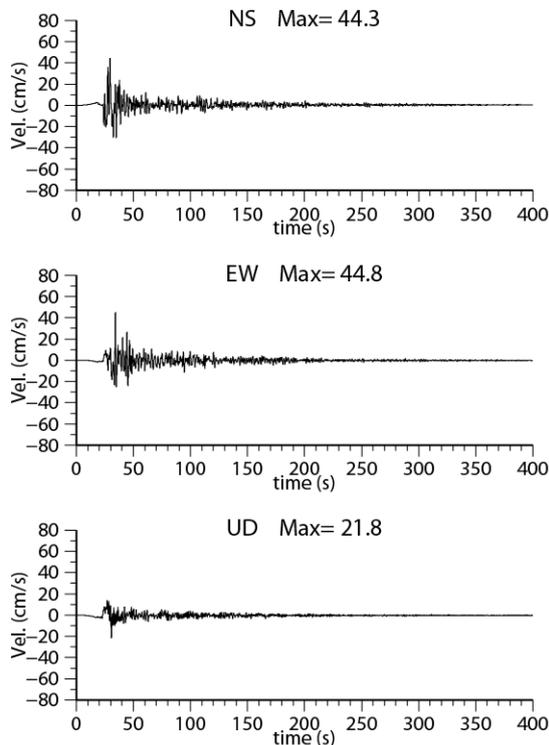
平均

平均+標準偏差

図4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴 (52397134、小田原市)。



Tタイプ

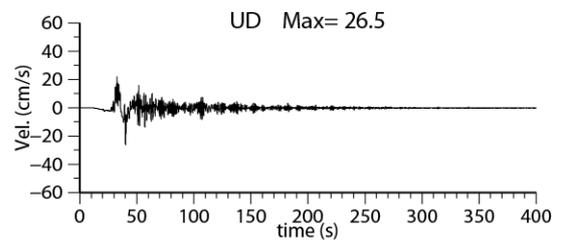
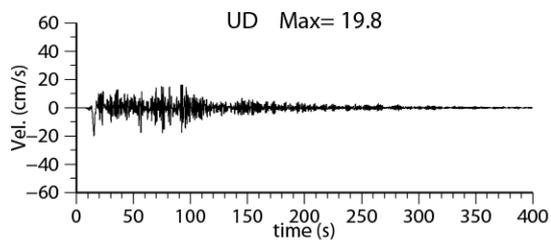
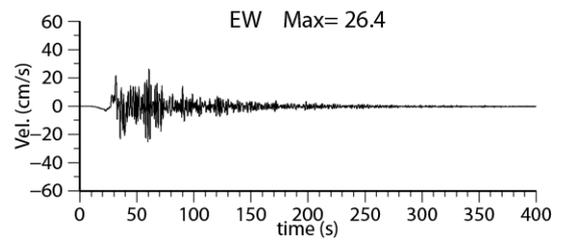
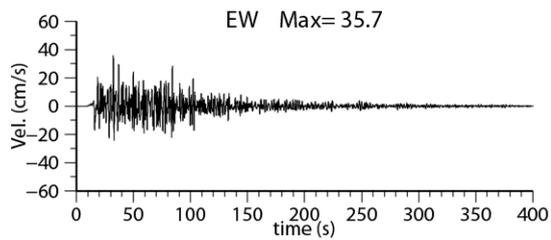
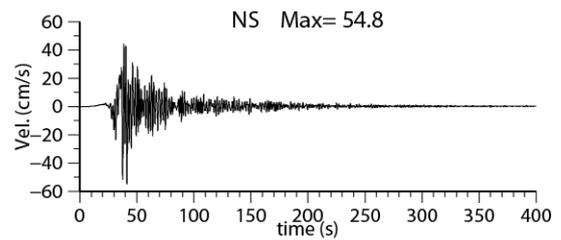
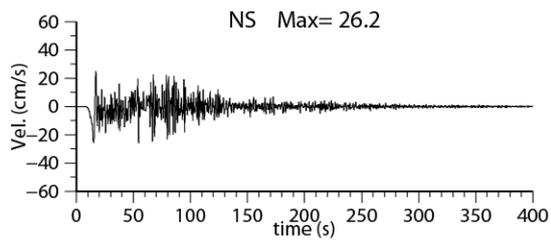


Gタイプ

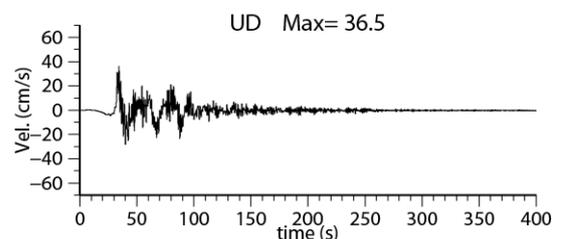
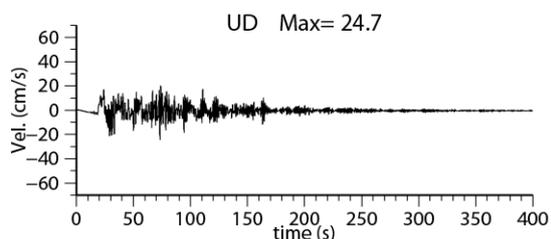
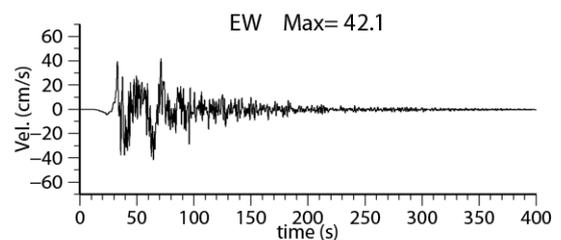
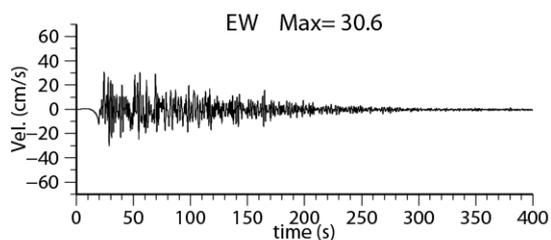
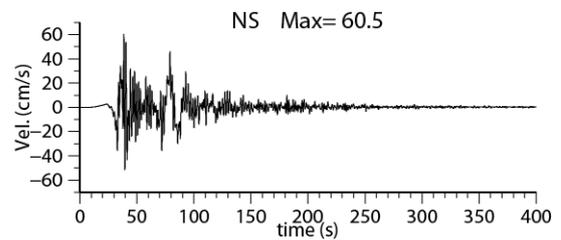
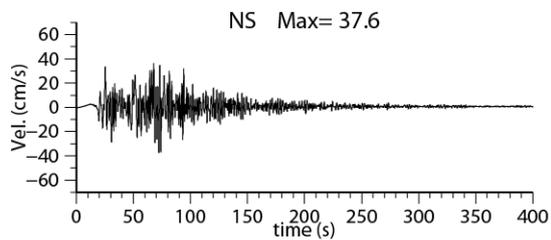
平均

平均+標準偏差

図 4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（52397447、逗子市）。



Tタイプ

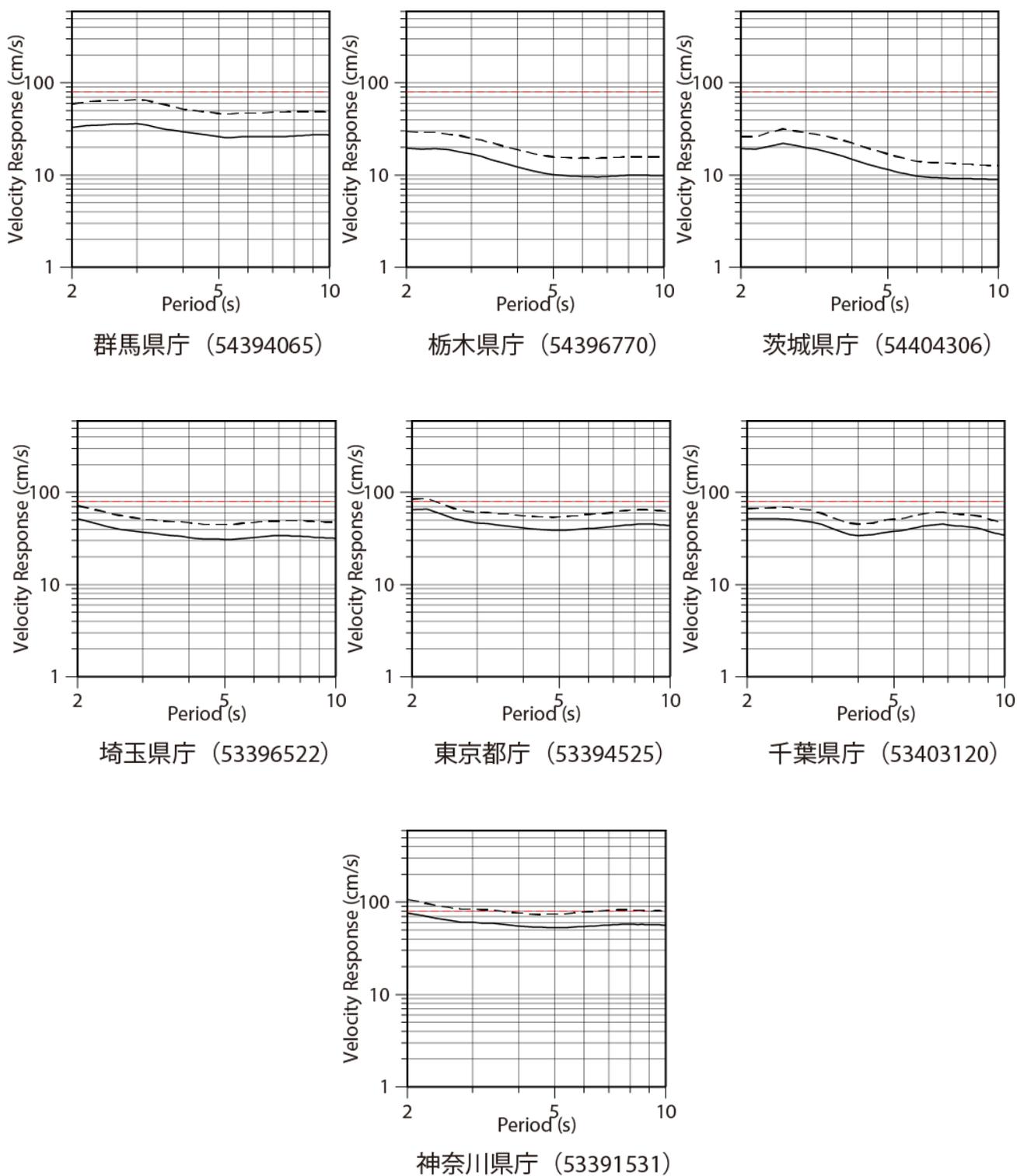


Gタイプ

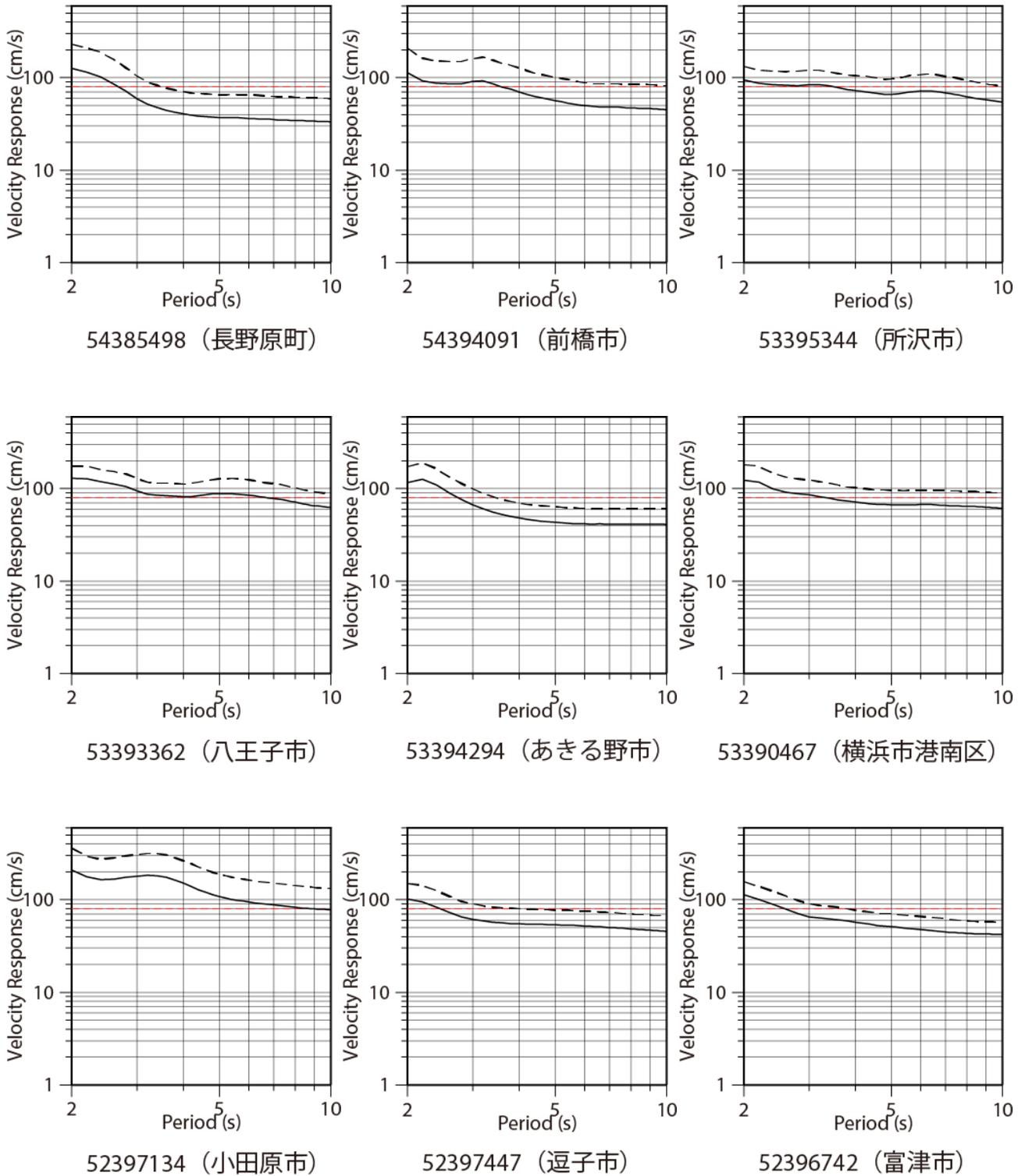
平均

平均+標準偏差

図4.3 減衰定数5%相対速度応答スペクトルが平均および平均+標準偏差に近いケースの速度時刻歴（52396742、富津市）。



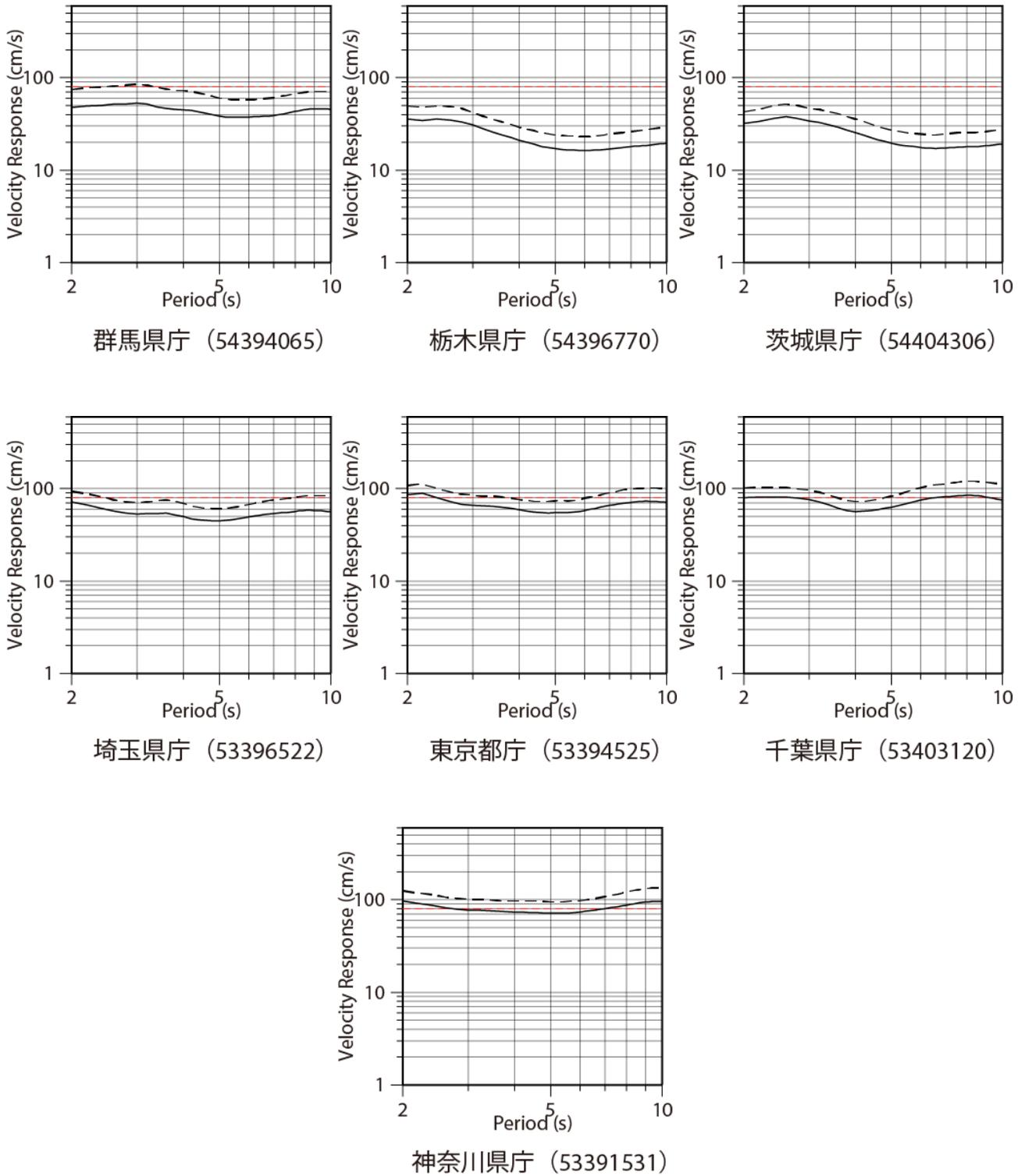
※実線は平均、波線は平均+標準偏差、赤線は 80cm/s
 ※8桁の数字は標準地域メッシュコード（第3次地域区画）
 図 4.4 各評価地点の減衰定数 5% 相対速度応答スペクトル（Tタイプ、都県庁位置）。



※実線は平均、波線は平均+標準偏差、赤線は 80cm/s

※8桁の数字は標準地域メッシュコード（第3次地域区画）

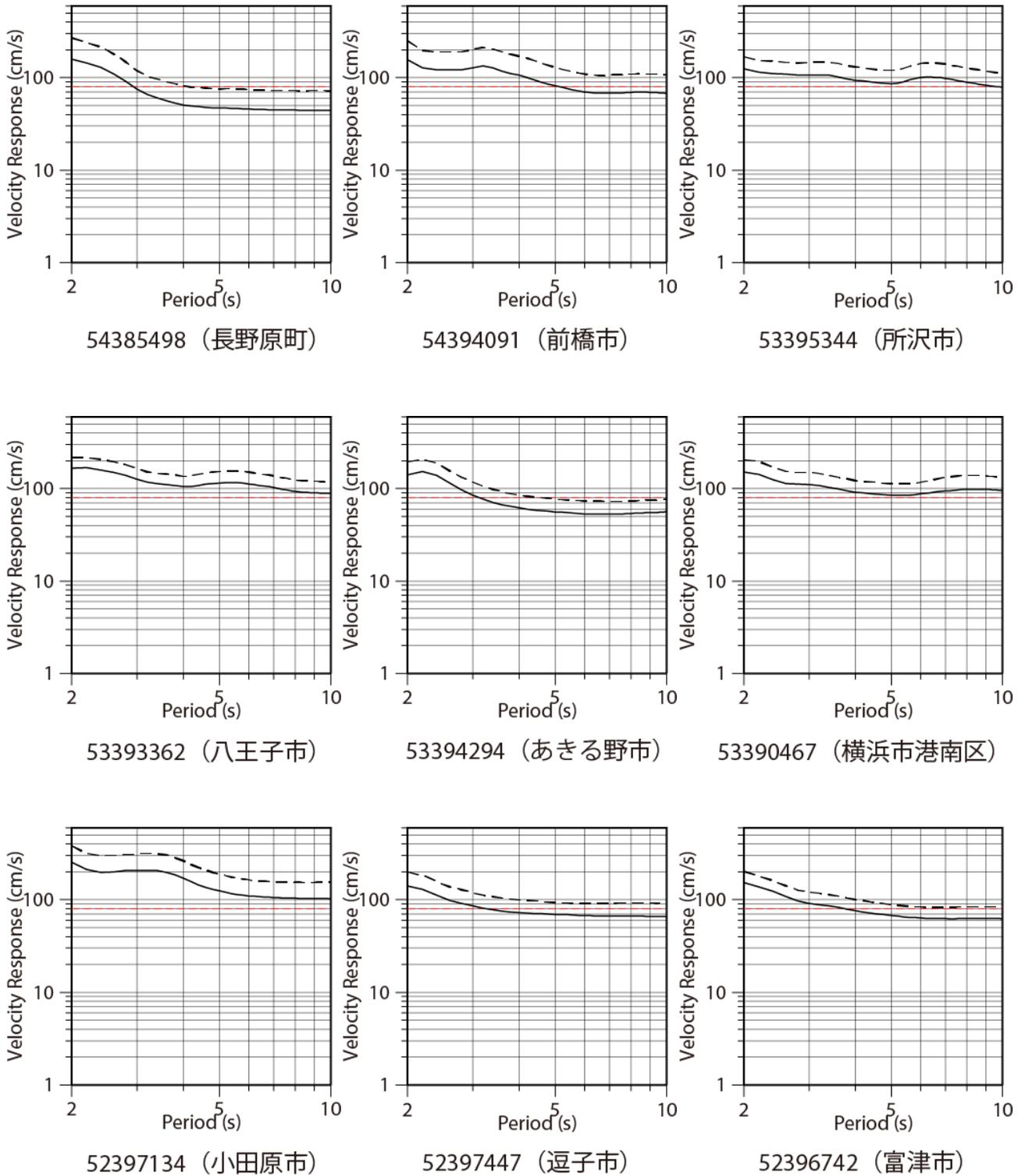
図 4.4 各評価地点の減衰定数 5% 相対速度応答スペクトル（Tタイプ、その他の地点）。



※実線は平均、波線は平均+標準偏差、赤線は 80cm/s

※8桁の数字は標準地域メッシュコード（第3次地域区画）

図 4.5 各評価地点の減衰定数 5%相対速度応答スペクトル（Gタイプ、都県庁位置）。



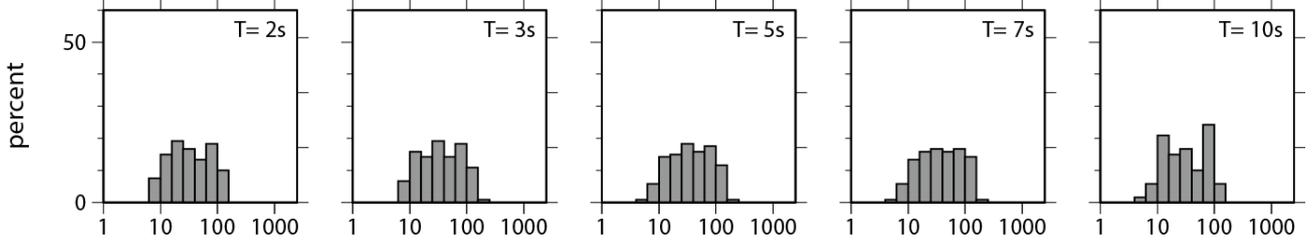
※実線は平均、波線は平均+標準偏差、赤線は 80cm/s

※8桁の数字は標準地域メッシュコード（第3次地域区画）

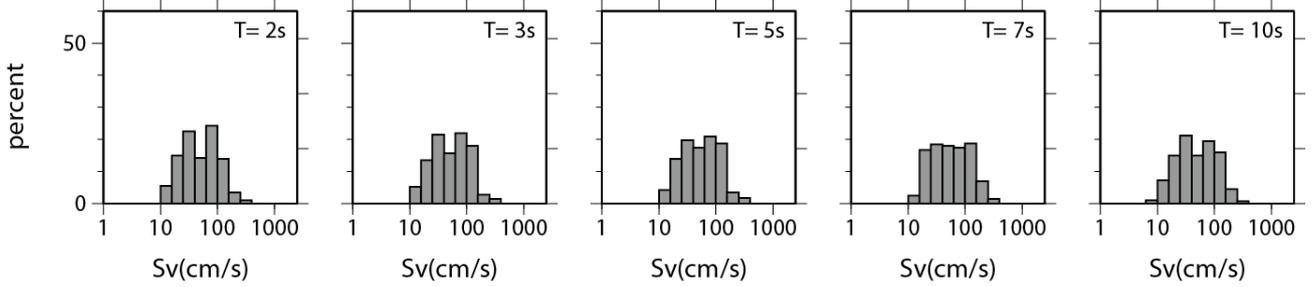
図 4.5 各評価地点の減衰定数 5% 相対速度応答スペクトル（G タイプ、その他の地点）。

群馬県庁 (54394065)

Tタイプ

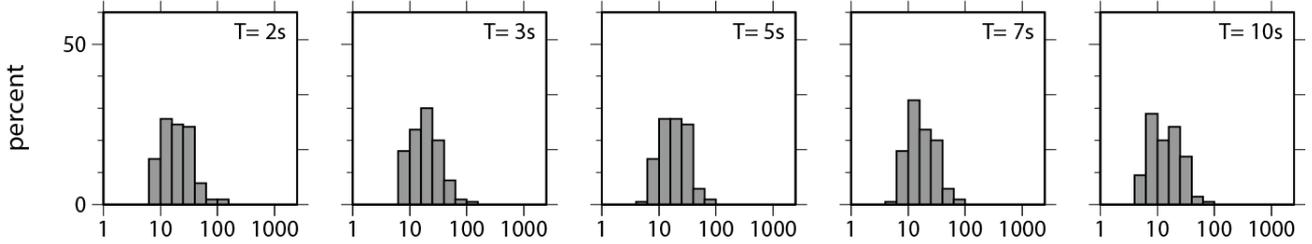


Gタイプ



栃木県庁 (54396770)

Tタイプ



Gタイプ

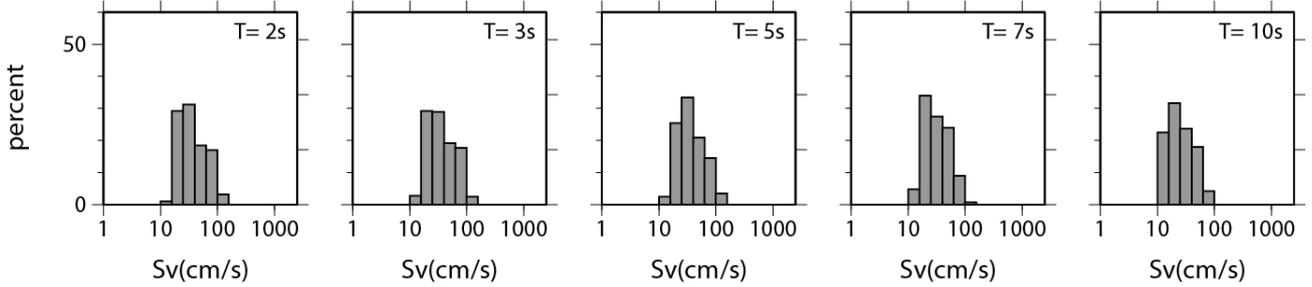
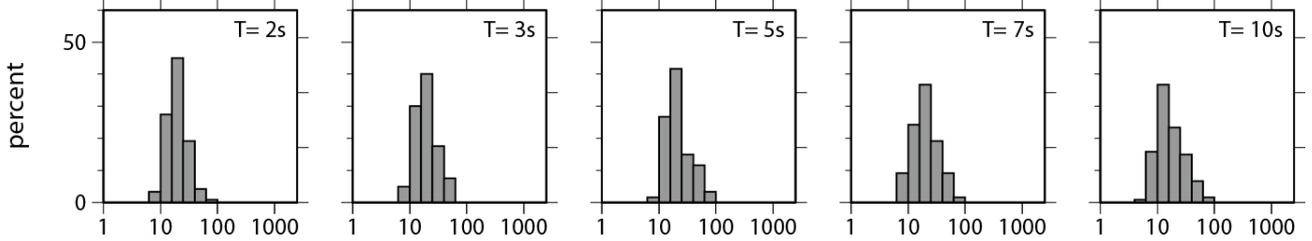


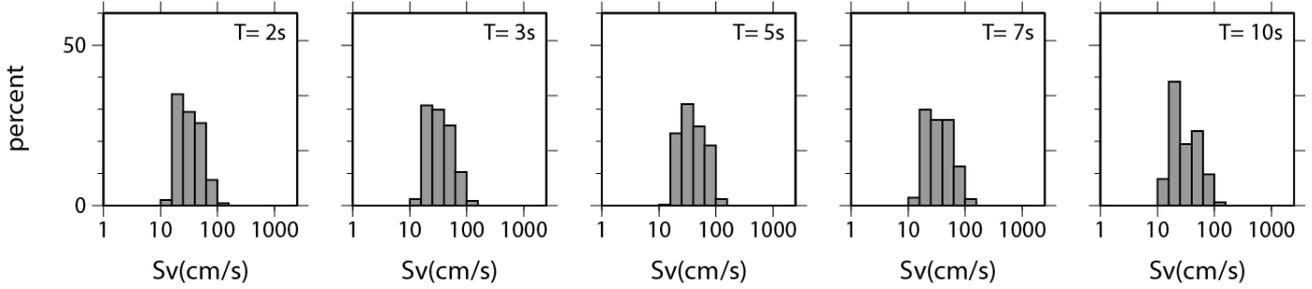
図 4.6 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、都県庁位置)。

茨城県庁 (54404306)

Tタイプ

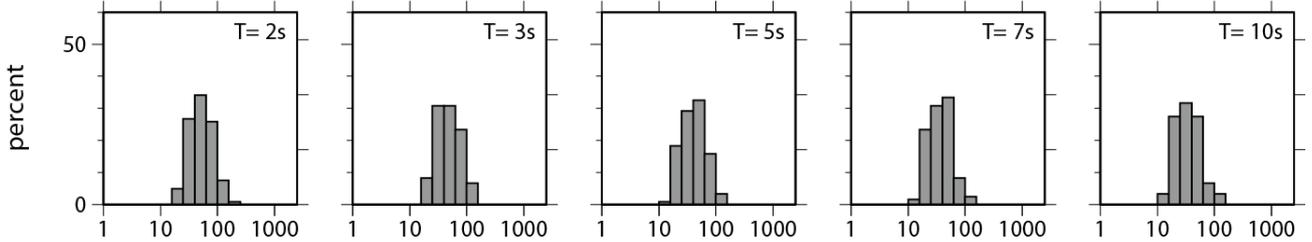


Gタイプ



埼玉県庁 (53396522)

Tタイプ



Gタイプ

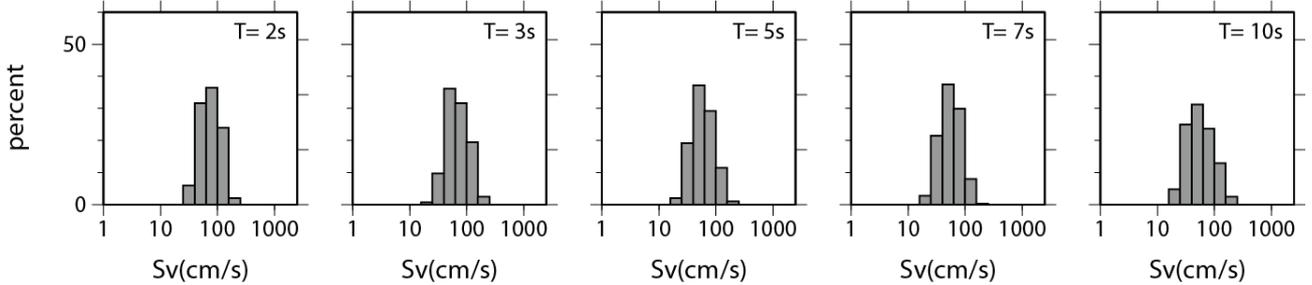
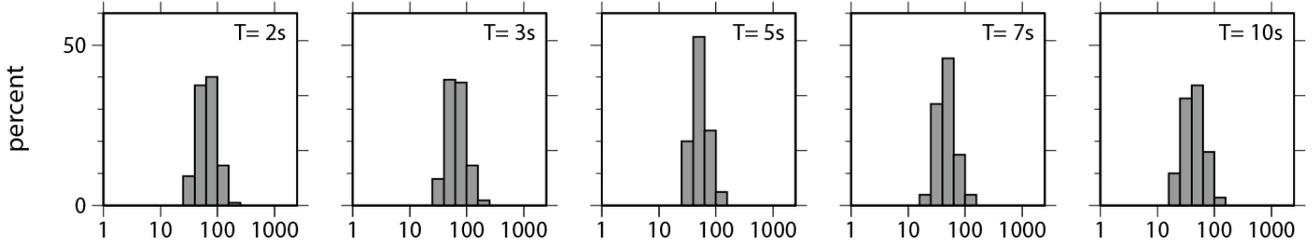


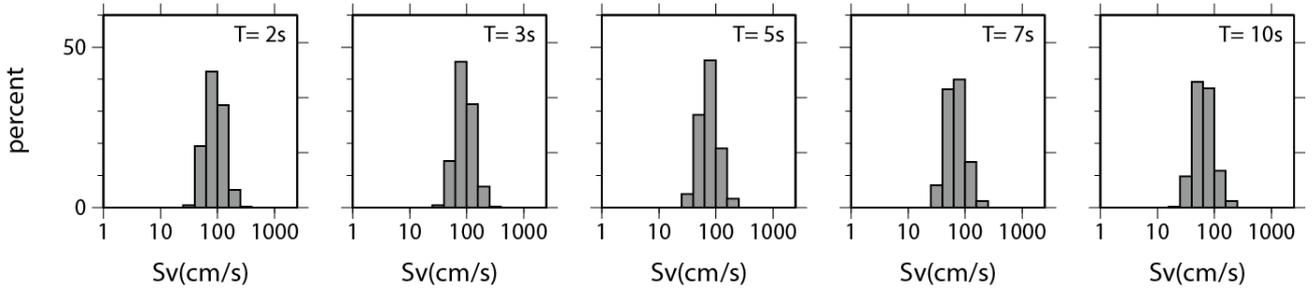
図 4.6 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、都県庁位置続き)。

東京都庁 (53394525)

Tタイプ

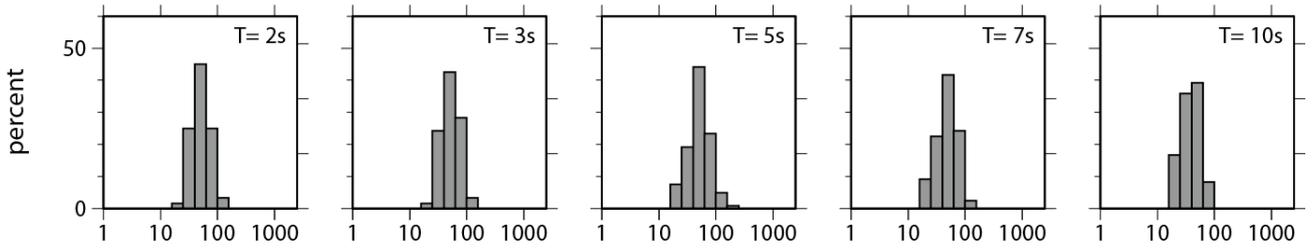


Gタイプ



千葉県庁 (53403120)

Tタイプ



Gタイプ

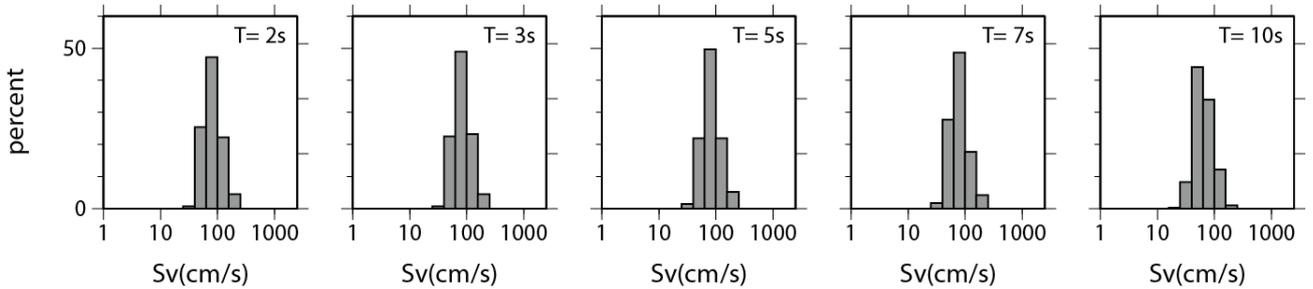
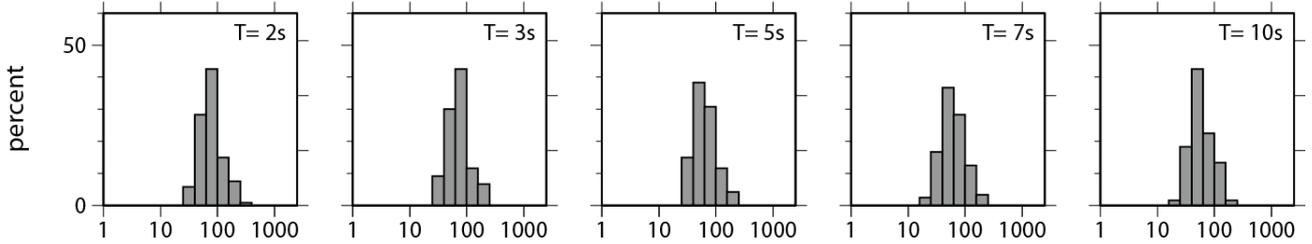


図 4.6 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、都県庁位置続き)。

神奈川県庁 (53391531)

Tタイプ



Gタイプ

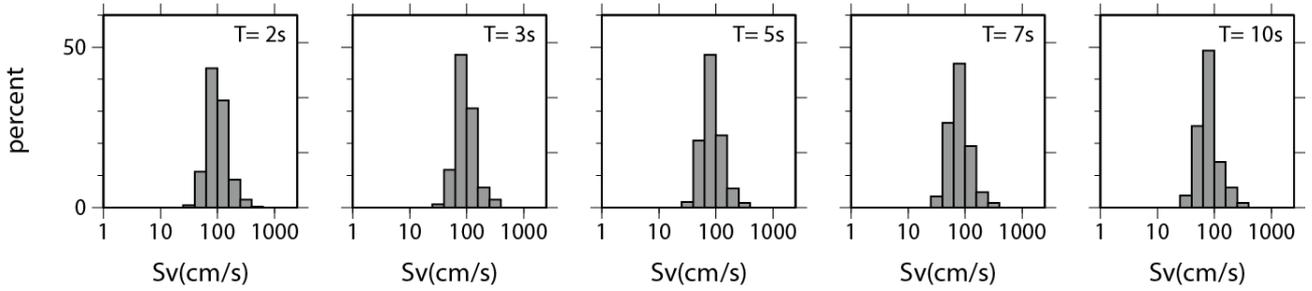
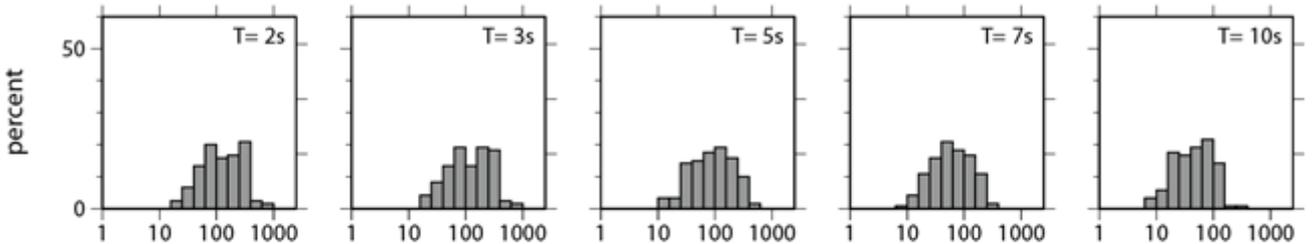


図 4.6 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、都県庁位置続き)。

54385498 (長野原町)

Tタイプ



Gタイプ

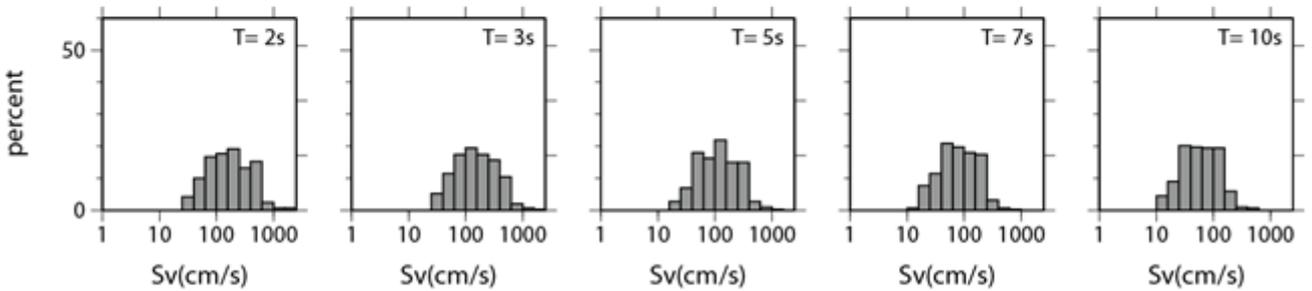
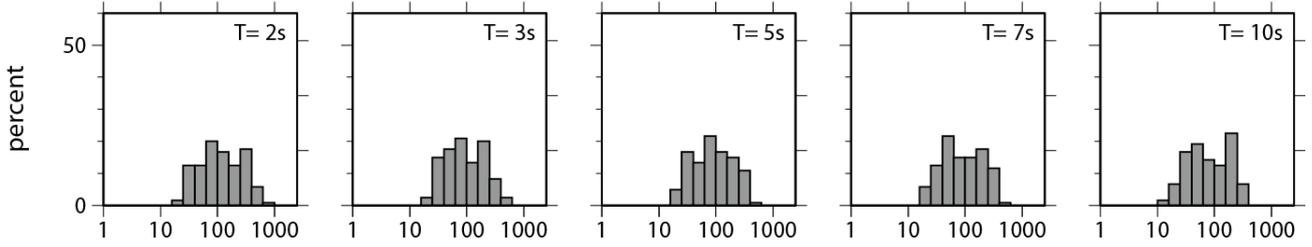


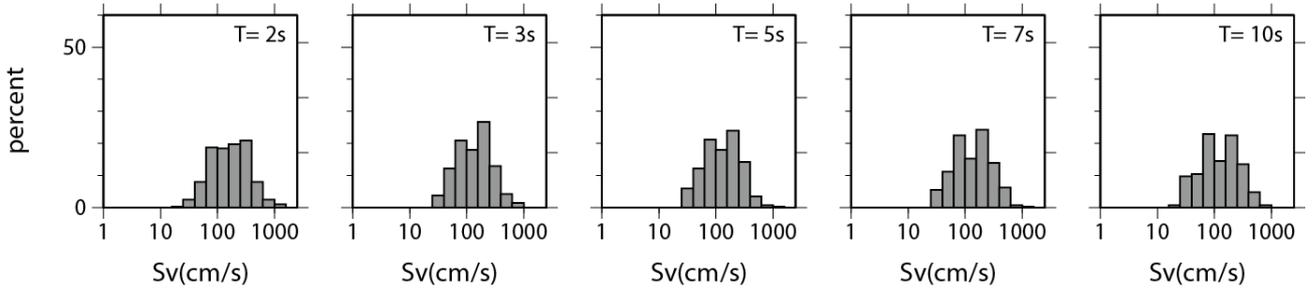
図 4.7 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、その他の地点)。

54394091 (前橋市)

Tタイプ

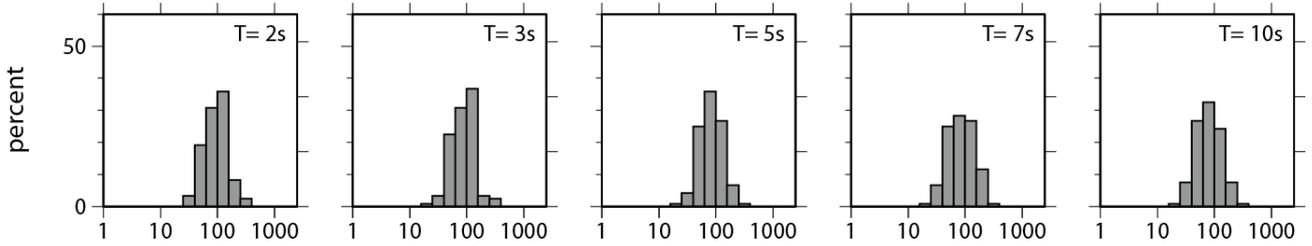


Gタイプ



53395344 (所沢市)

Tタイプ



Gタイプ

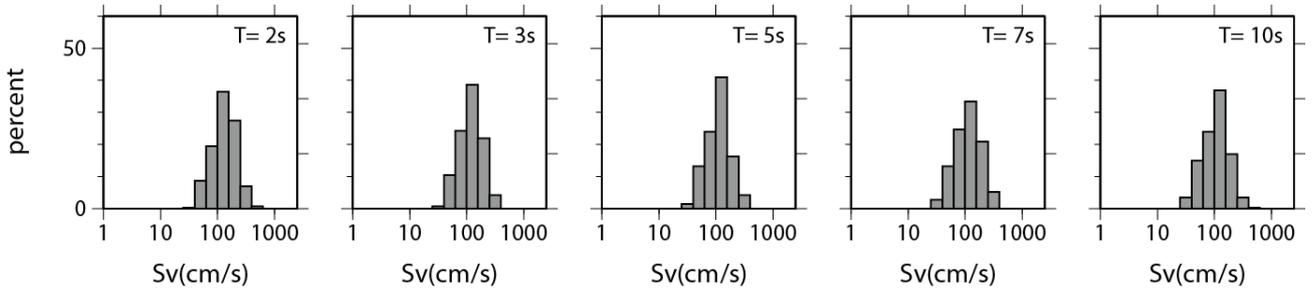
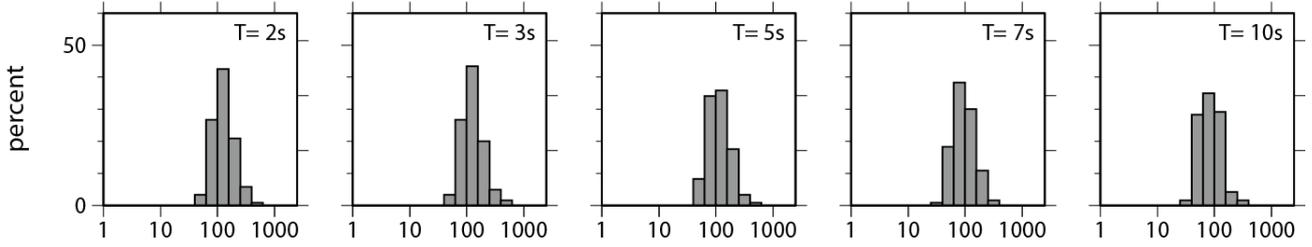


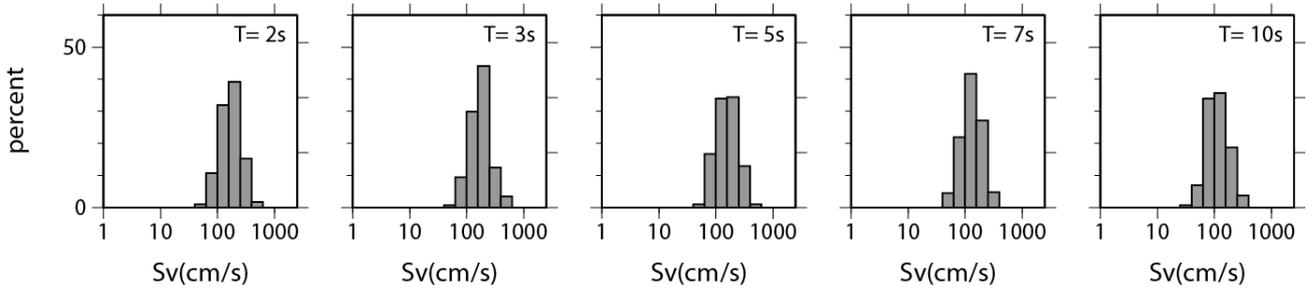
図 4.7 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、その他の地点続き)。

53393362 (八王子市)

Tタイプ

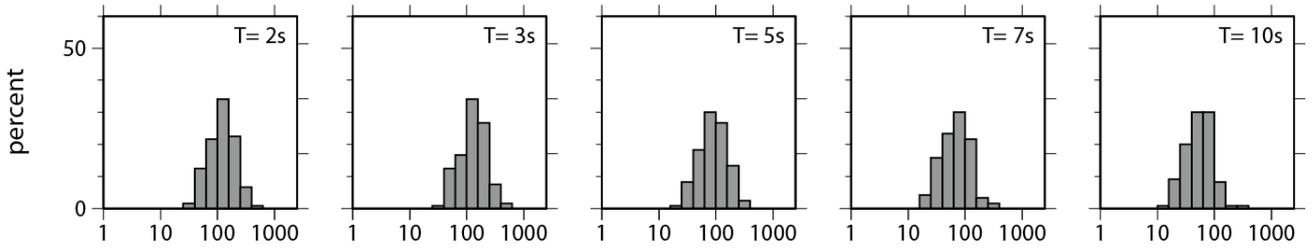


Gタイプ



53394294 (あきる野市)

Tタイプ



Gタイプ

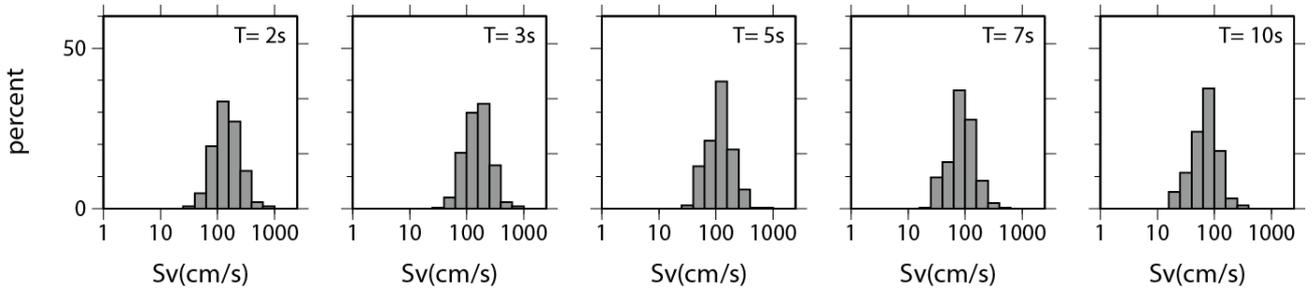
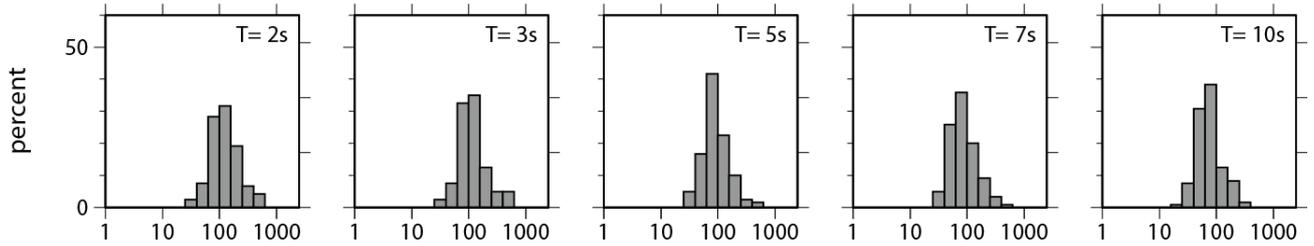


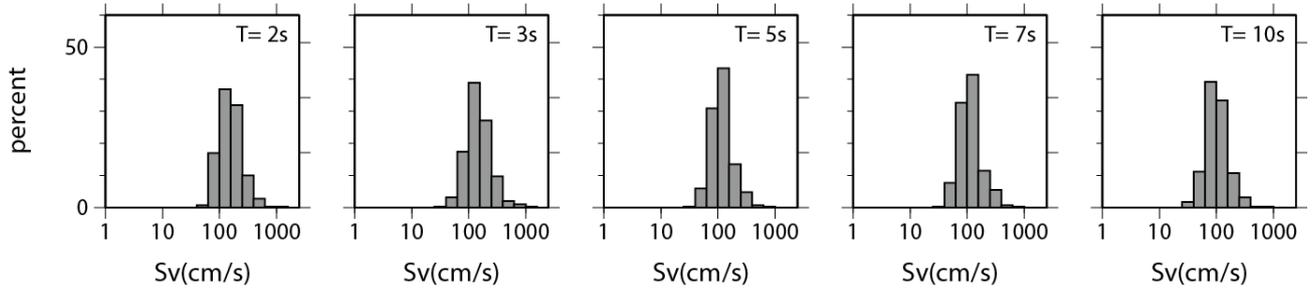
図 4.7 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、その他の地点続き)。

53390467 (横浜市港南区)

Tタイプ

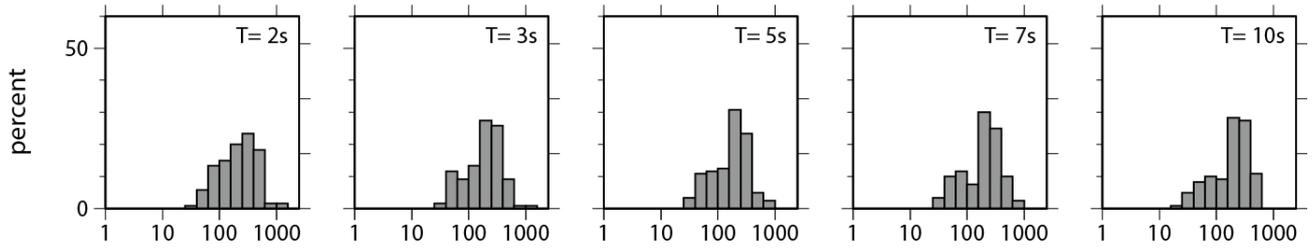


Gタイプ



52397134 (小田原市)

Tタイプ



Gタイプ

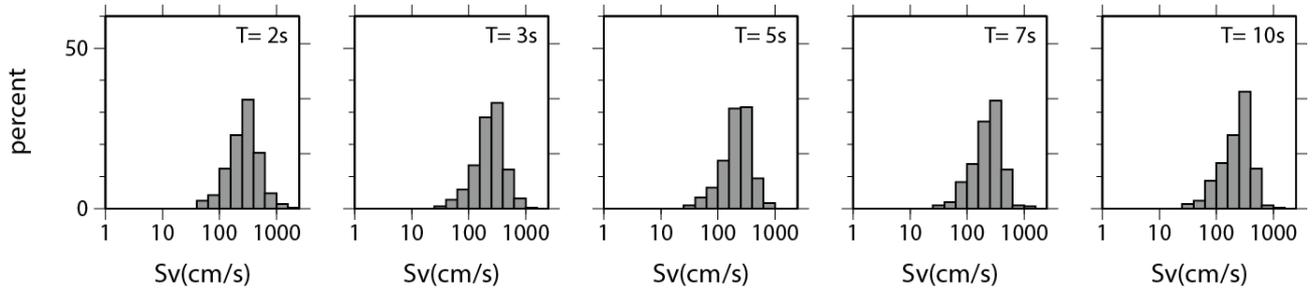
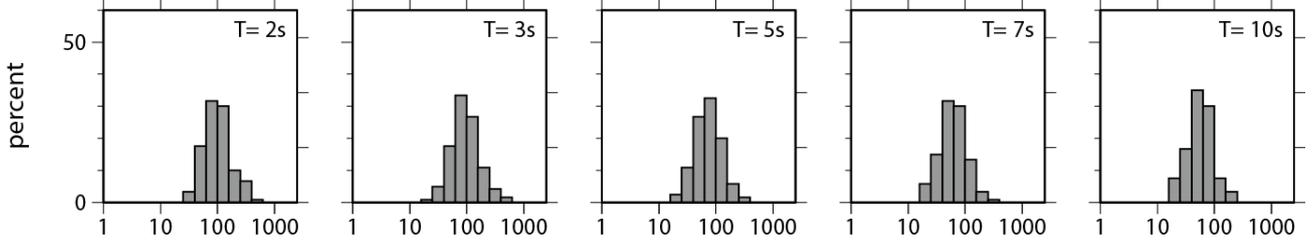


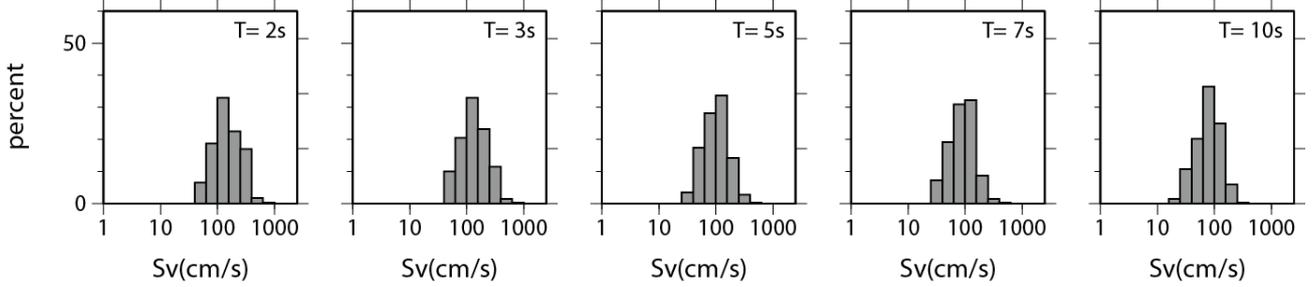
図 4.7 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、その他の地点続き)。

52397447 (逗子市)

Tタイプ

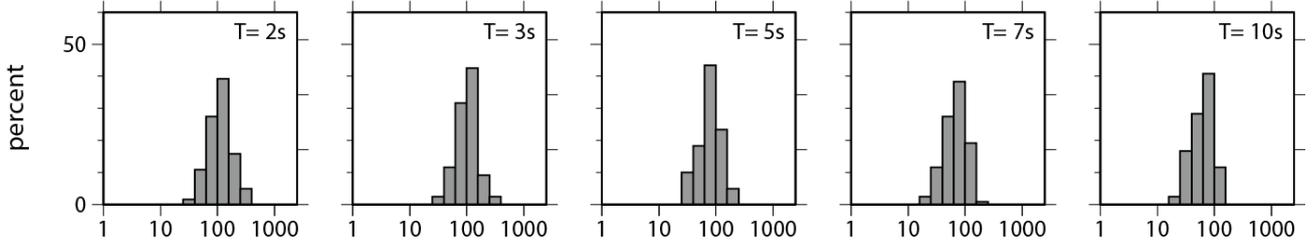


Gタイプ



52396742 (富津市)

Tタイプ



Gタイプ

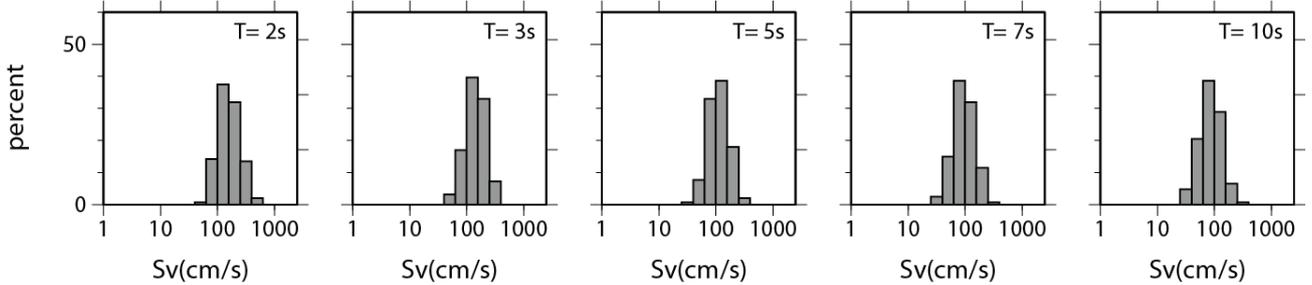


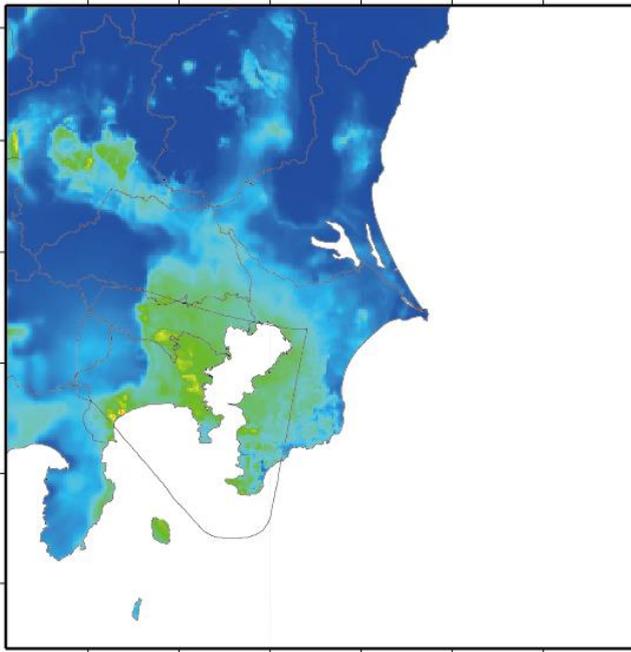
図 4.7 各評価地点の減衰定数 5%最大相対速度応答値の頻度分布
(周期 2 秒、3 秒、5 秒、7 秒、10 秒、その他の地点続き)。

4. 2 速度応答スペクトルと継続時間の分布図

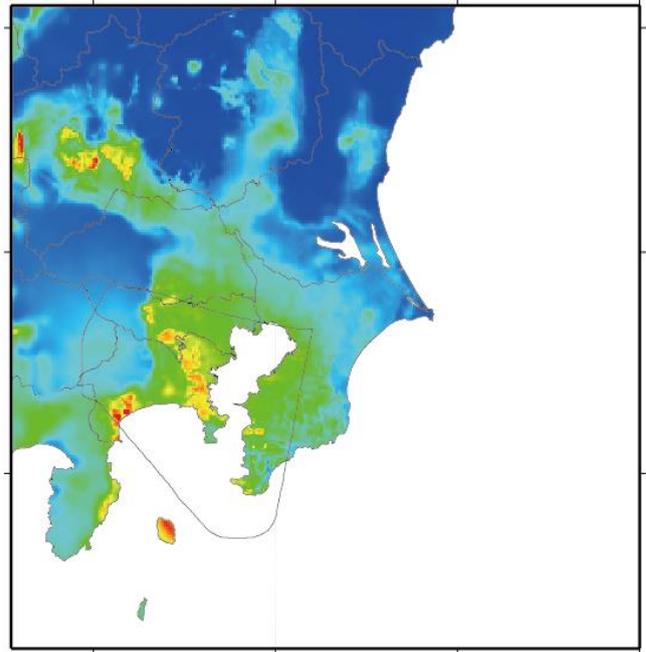
図 4.8 に T タイプ、図 4.9 に G タイプ、それぞれの減衰定数 5% の最大相対速度応答値の平均と平均+標準偏差の分布を示します。前節と同様に、平均と標準偏差は対数軸上で計算し、表示は真数に戻しています。応答値の大きな領域は地震のタイプによらず継続時間が大きな領域と対応しています。これは、今回の長周期地震動評価ではアスペリティや破壊開始点の多様性を考慮しているため、様々なパターンが平均化された結果、ディレクティビティなどの震源の破壊過程による影響よりも地盤の影響が大きく現れたものと考えられます。また、黄色や赤で表示した特に大きな値を示す領域は、S 波速度 $V_s=1,500\text{m/s}$ 層の上面の深さが大きく変わる領域に対応しています。

図 4.10 に、T タイプと G タイプそれぞれの減衰定数 5% 絶対速度応答スペクトルの平均と平均+標準偏差の値から換算した長周期地震動階級（気象庁，2013）の分布を示します。

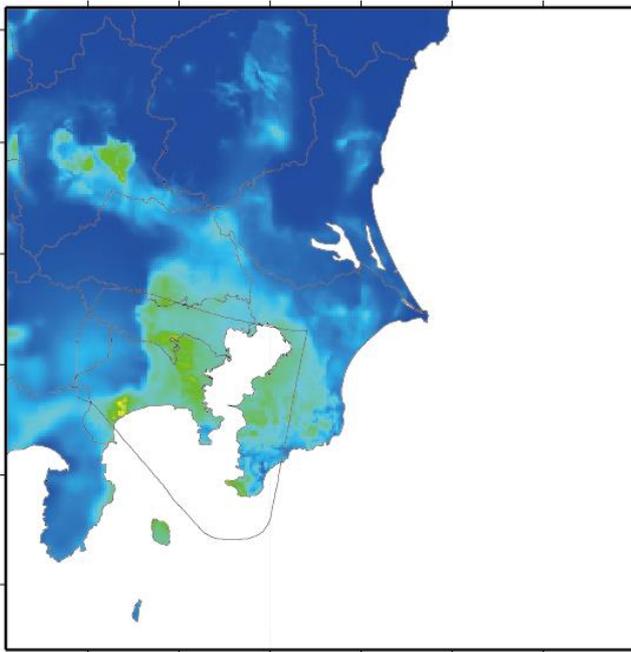
図 4.11 に、T タイプと G タイプそれぞれの地震動速度時刻歴の継続時間の平均と平均+標準偏差の分布を示します。継続時間は、評価された速度時刻歴の最大振幅の 10% 以上でかつ 5cm/s 以上の振幅を保持する時間と定義しています。図 4.8 ほかと同様に、平均と標準偏差は対数軸上で計算し、表示は真数に戻しています。平均で見ると、T タイプでは広いエリアで 3 分間程度、G タイプでは 4 分間程度の継続時間となっています。継続時間の長い領域は、図 3.5 の $V_s=1,500\text{m/s}$ の層の上面が深くなっている領域に対応しています。



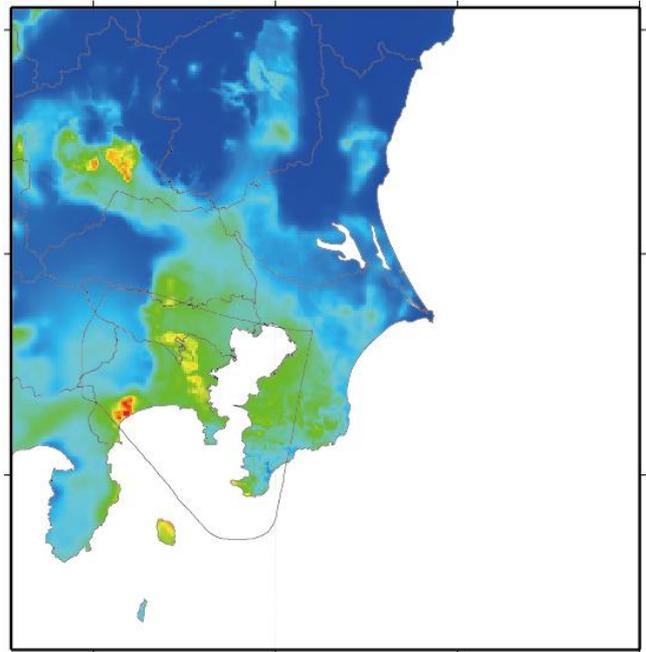
平均（対数、周期 2 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 2 秒）



平均（対数、周期 3 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 3 秒）

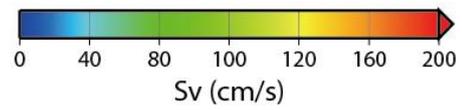
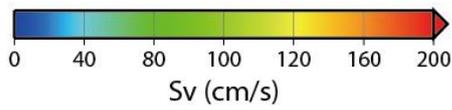
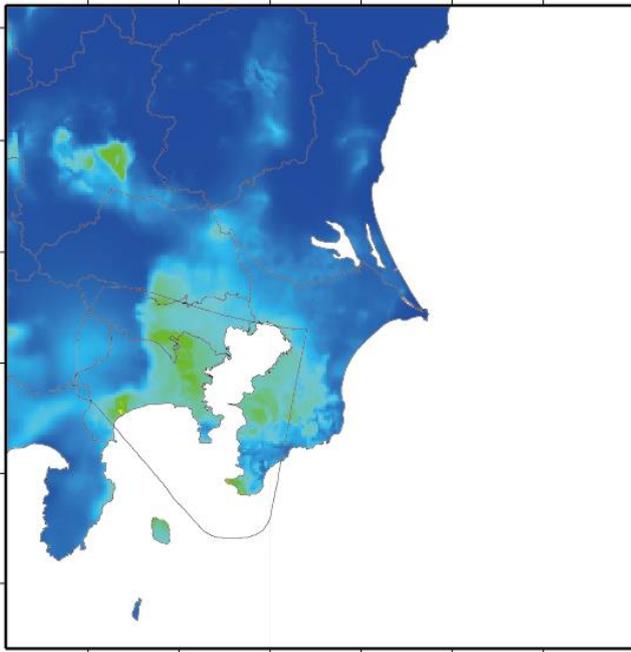
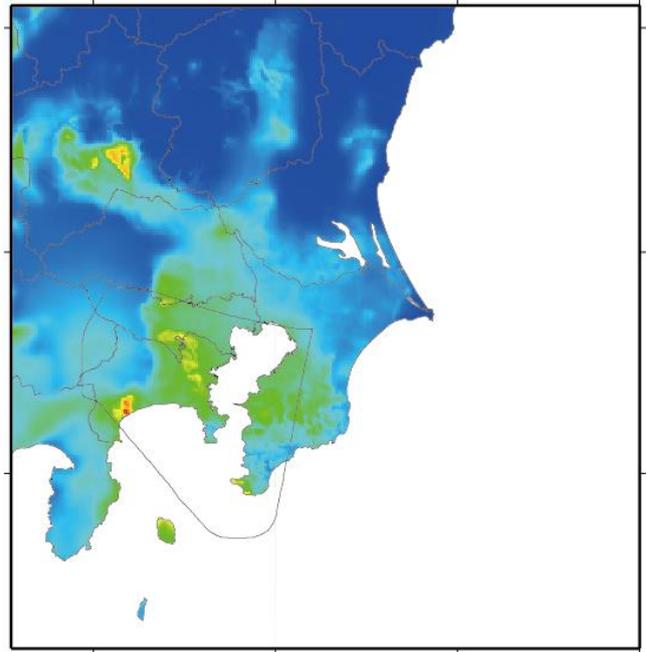


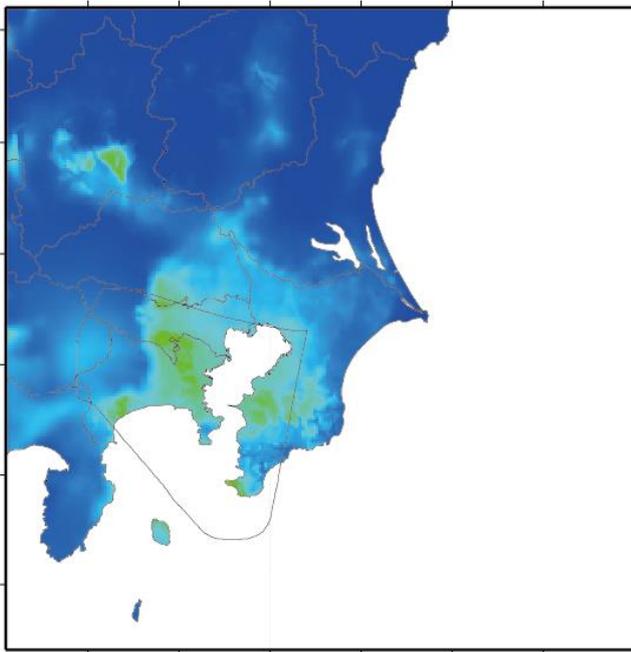
図 4.8 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（T タイプ）。



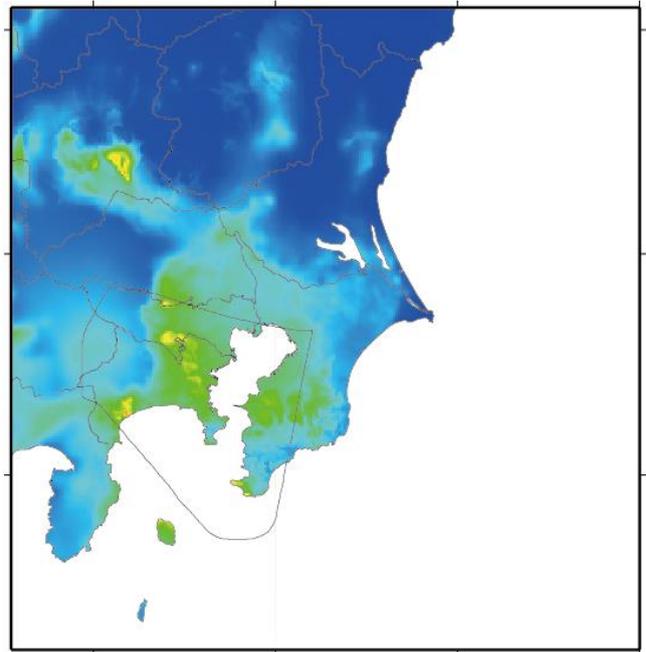
平均（対数、周期 4 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 4 秒）



平均（対数、周期 5 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 5 秒）

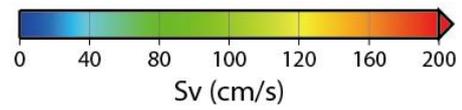
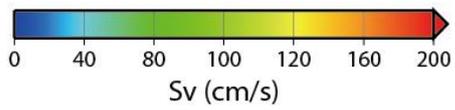
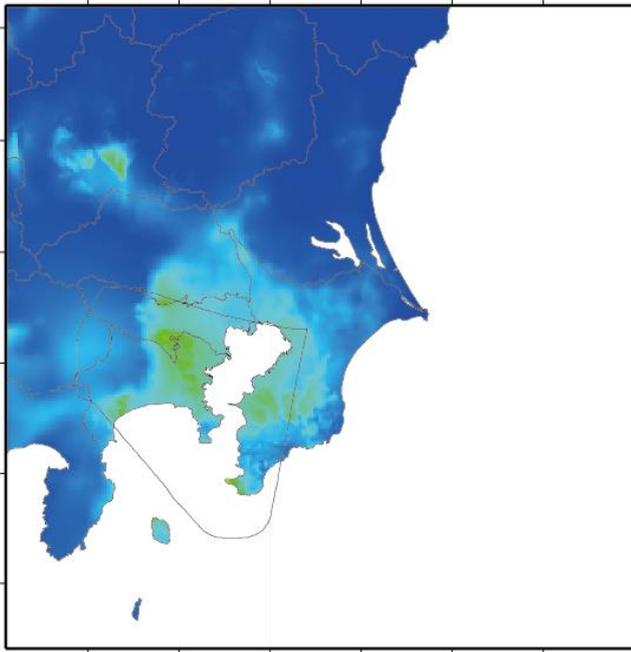
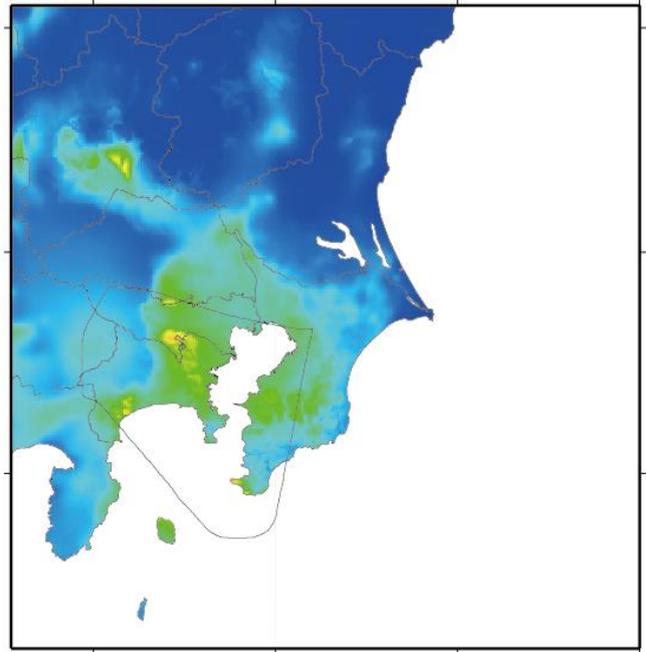


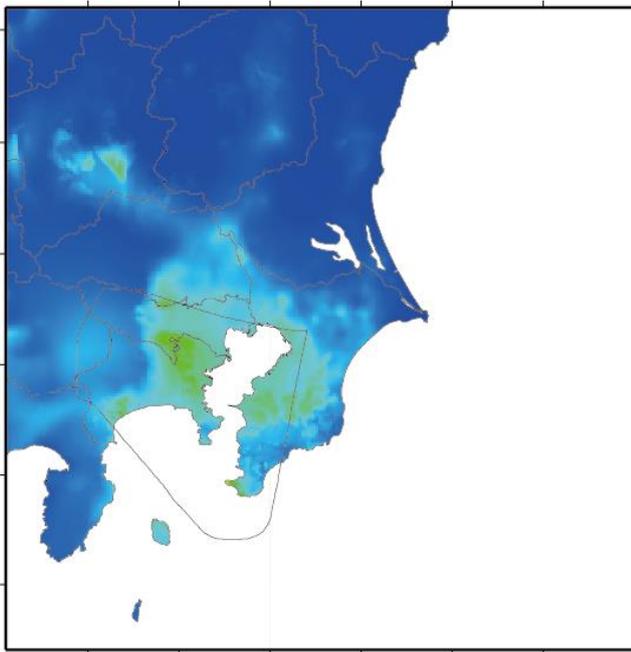
図 4.8 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（T タイプ 続き）。



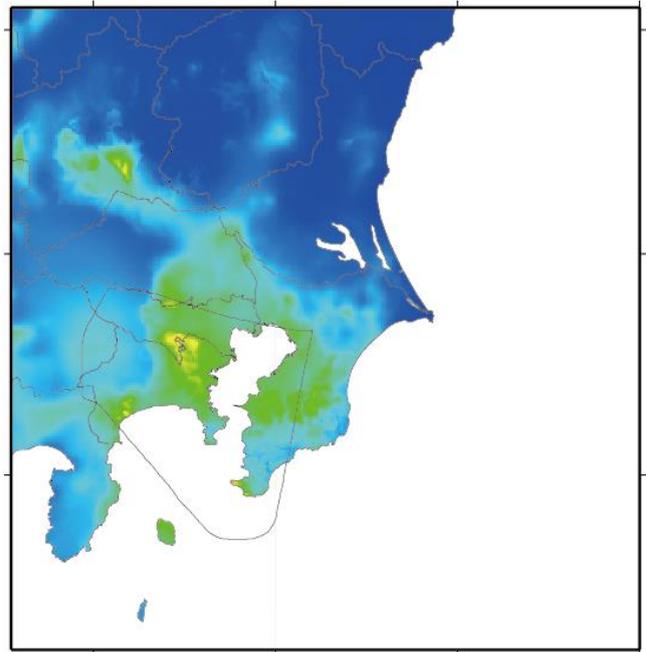
平均（対数、周期 6 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 6 秒）



平均（対数、周期 7 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 7 秒）

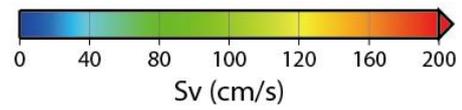
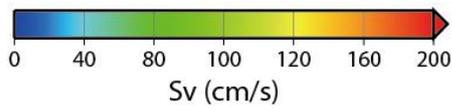
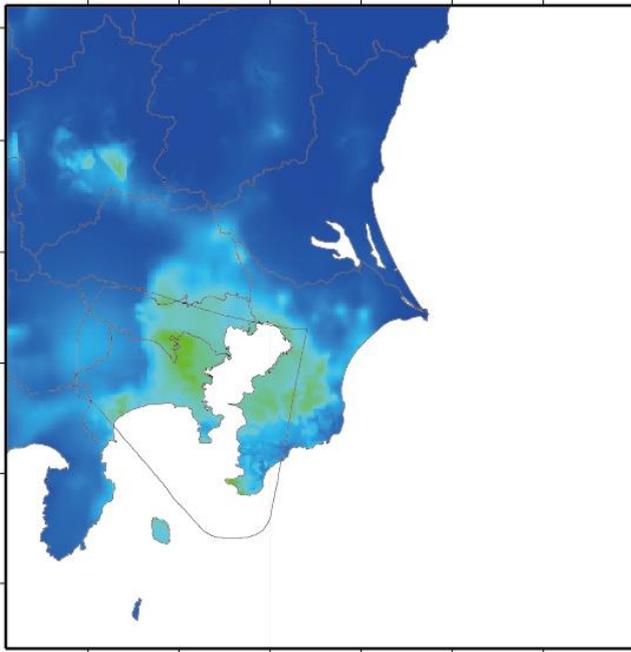
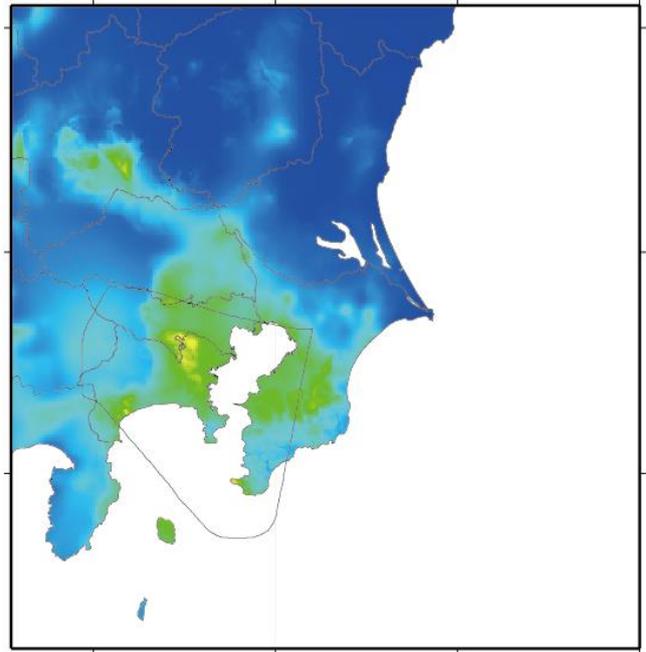


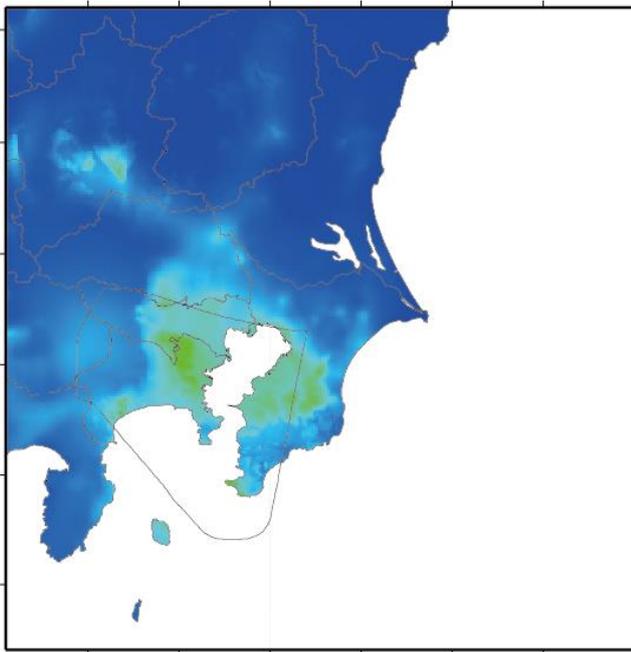
図 4.8 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（T タイプ 続き）。



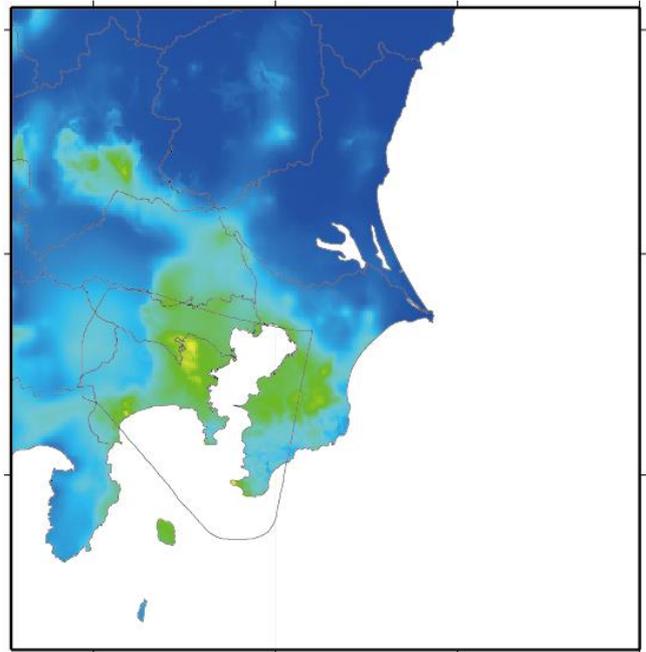
平均（対数、周期 8 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 8 秒）



平均（対数、周期 9 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 9 秒）

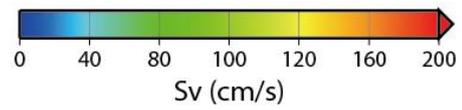
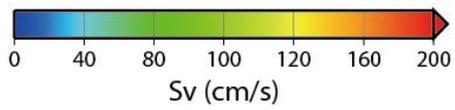
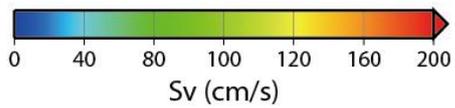
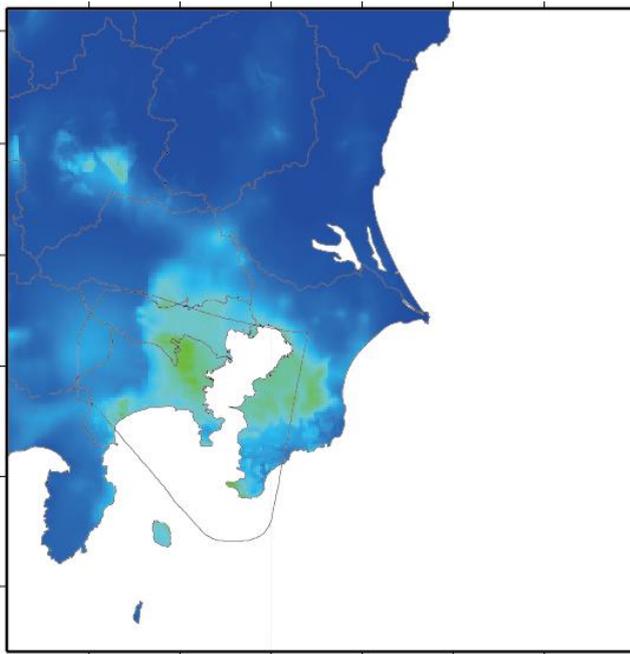
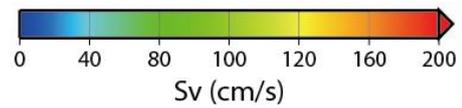
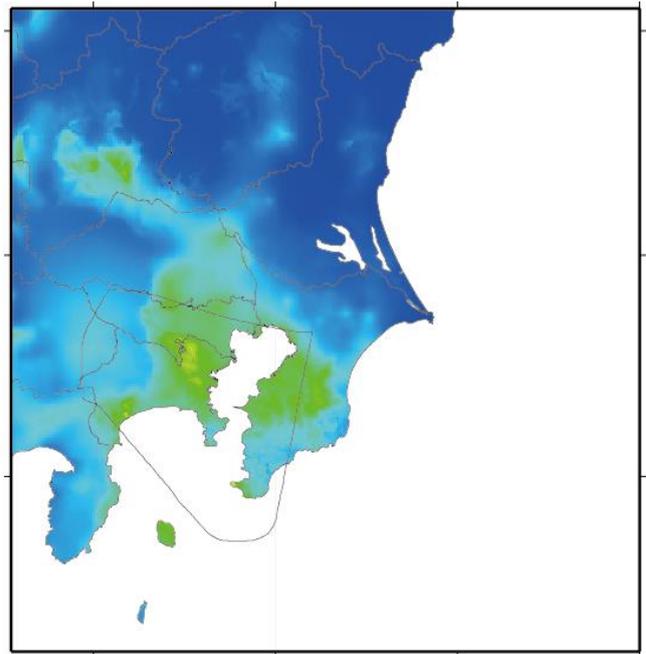


図 4.8 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（T タイプ続き）。

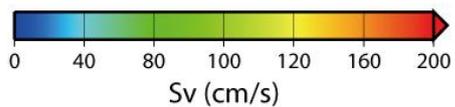
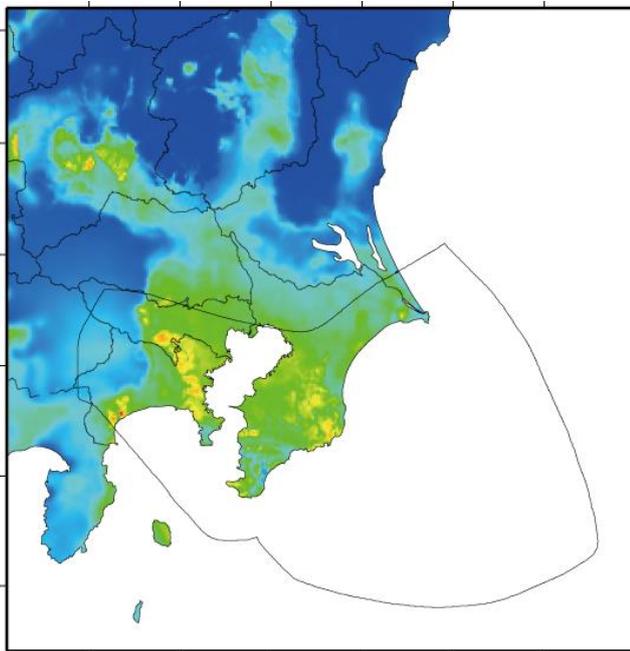


平均 (対数、周期 10 秒)

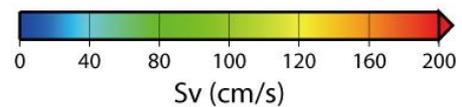
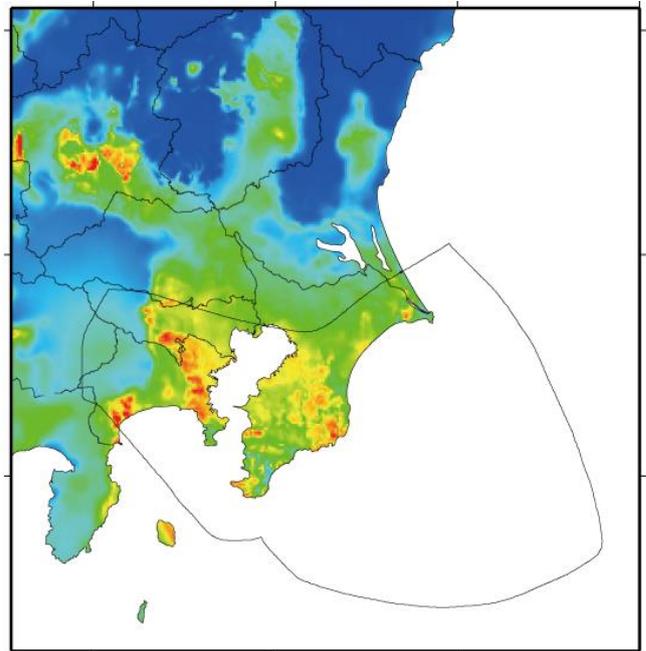


平均+標準偏差 (対数、周期 10 秒)

図 4.8 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布 (T タイプ 続き)。

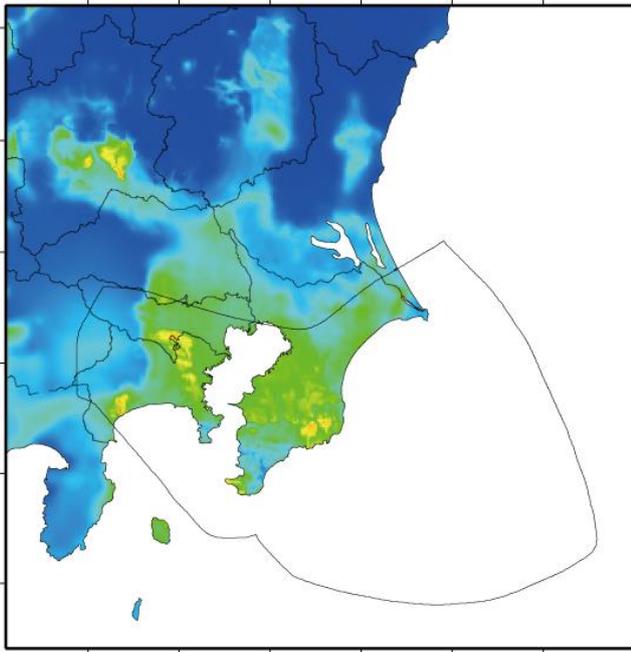


平均 (対数、周期 2 秒)

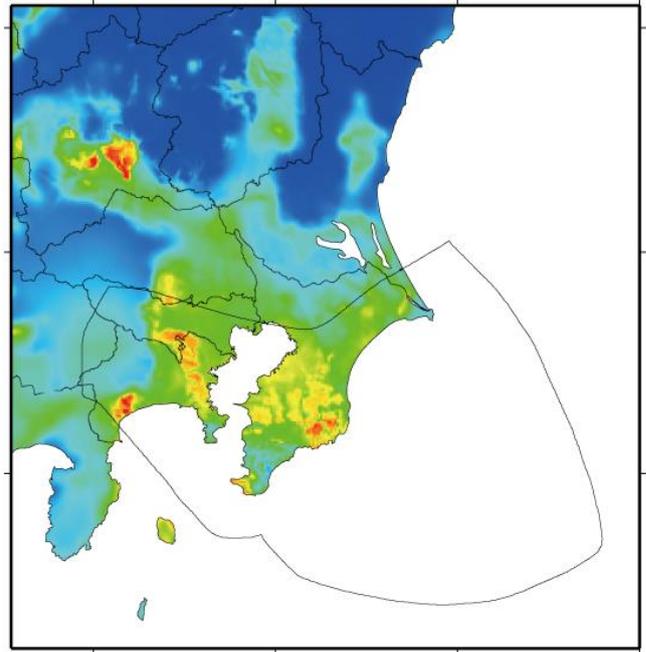


平均+標準偏差 (対数、周期 2 秒)

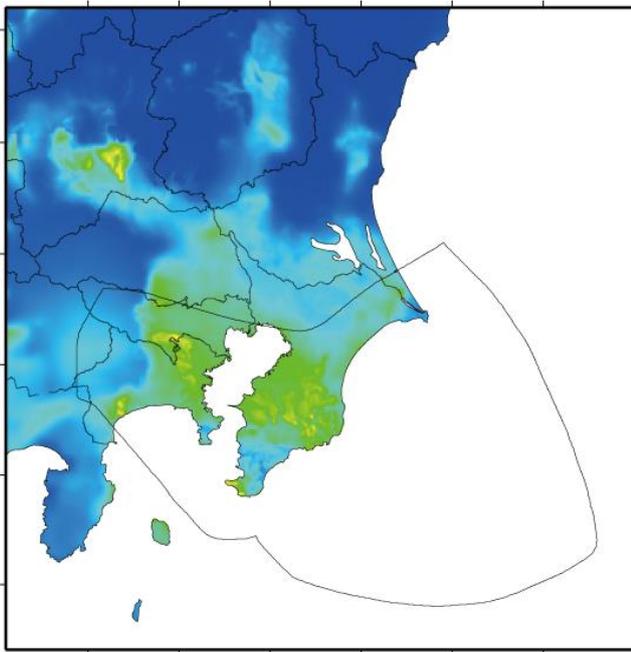
図 4.9 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布 (G タイプ)。



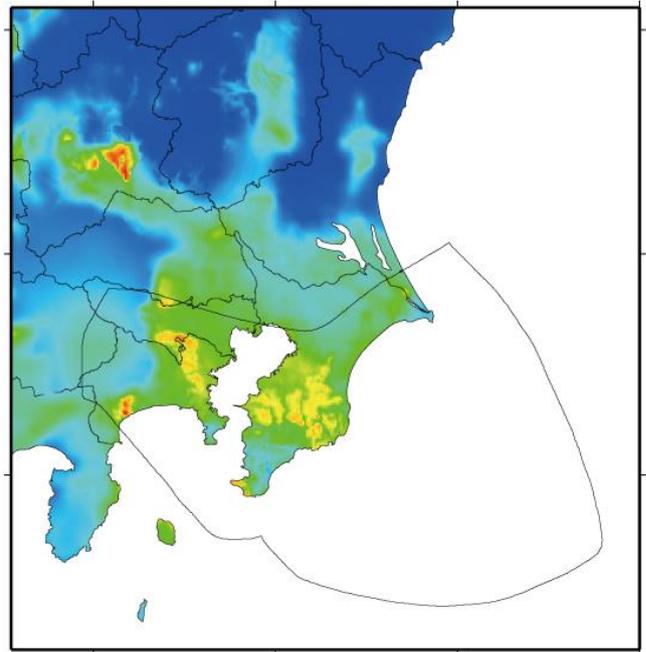
平均（対数、周期 3 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 3 秒）



平均（対数、周期 4 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 4 秒）

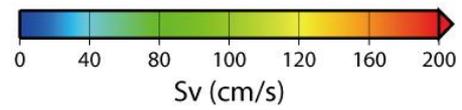
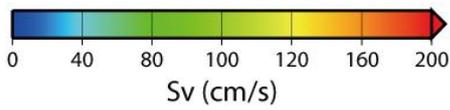
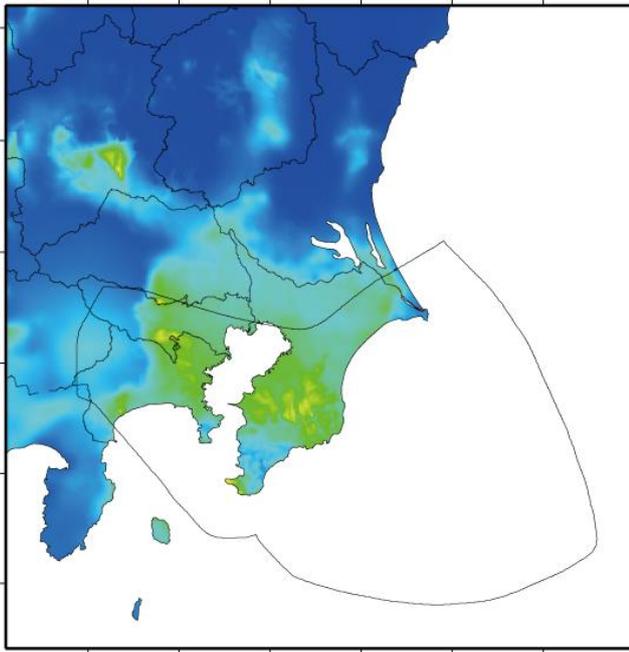
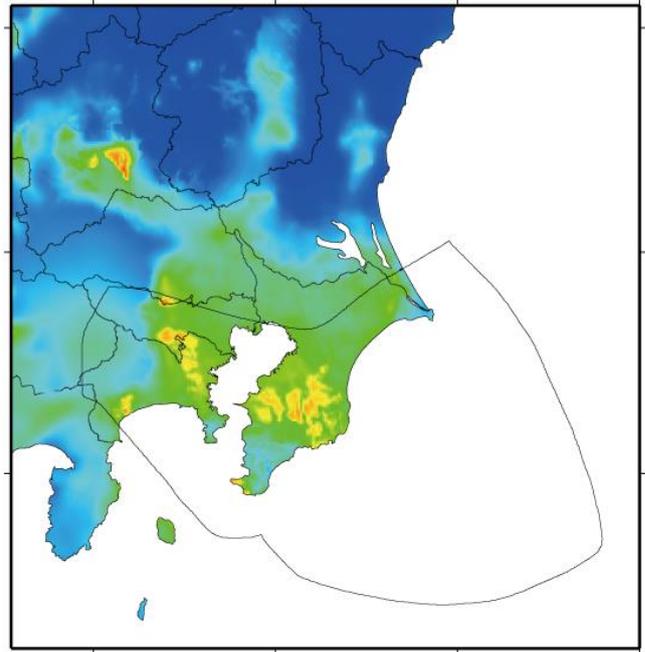


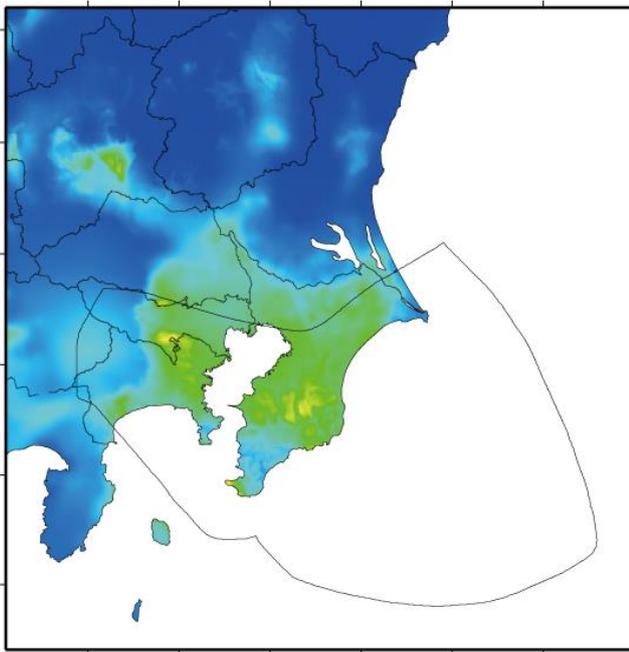
図 4.9 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（G タイプ続き）。



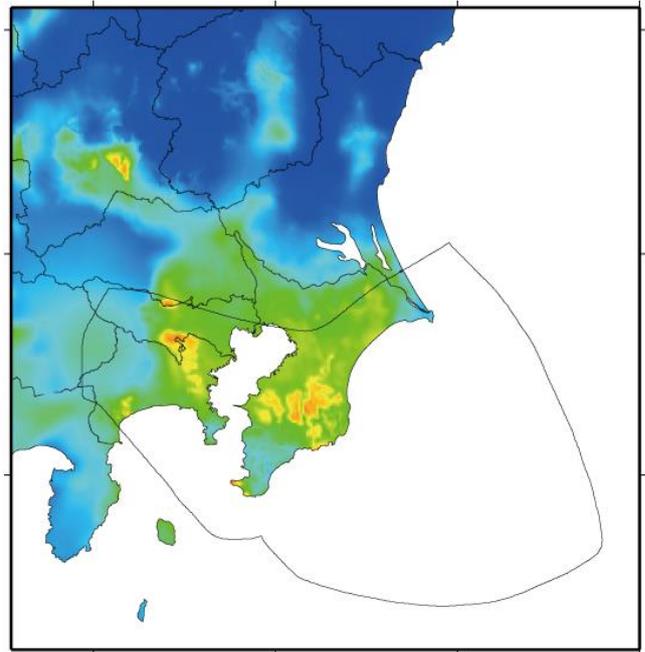
平均（対数、周期 5 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 5 秒）



平均（対数、周期 6 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 6 秒）

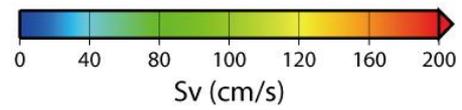
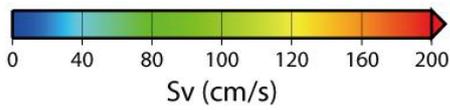
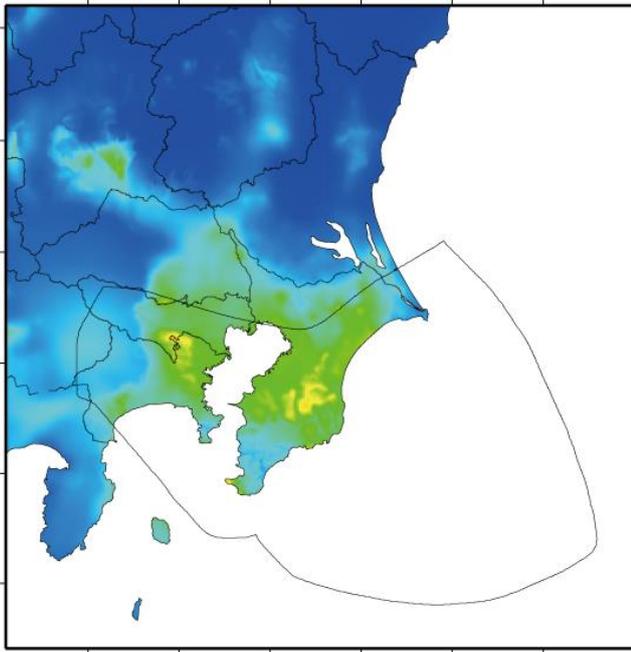
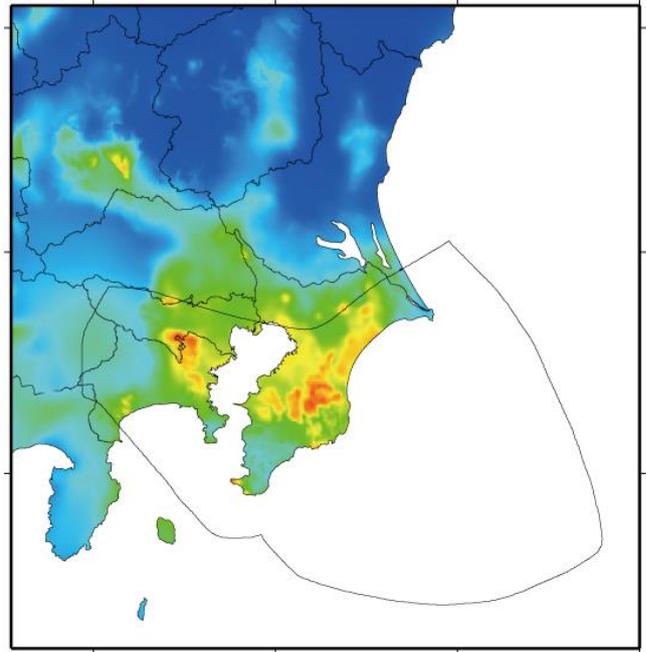


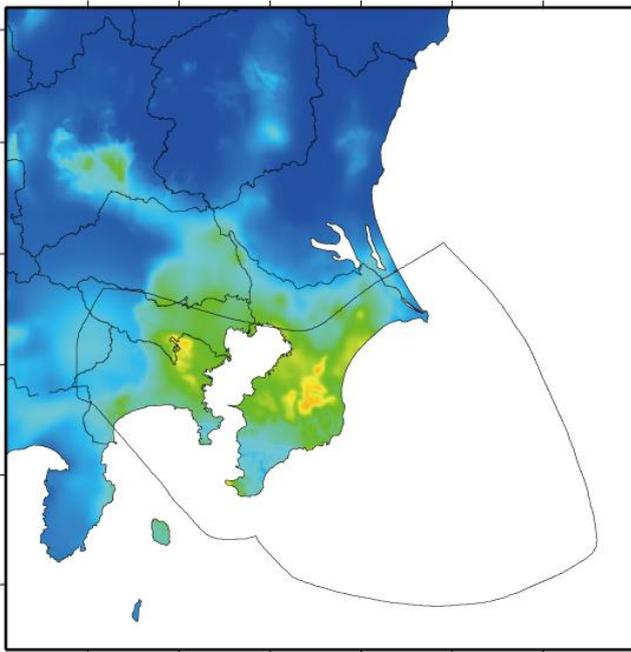
図 4.9 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（G タイプ続き）。



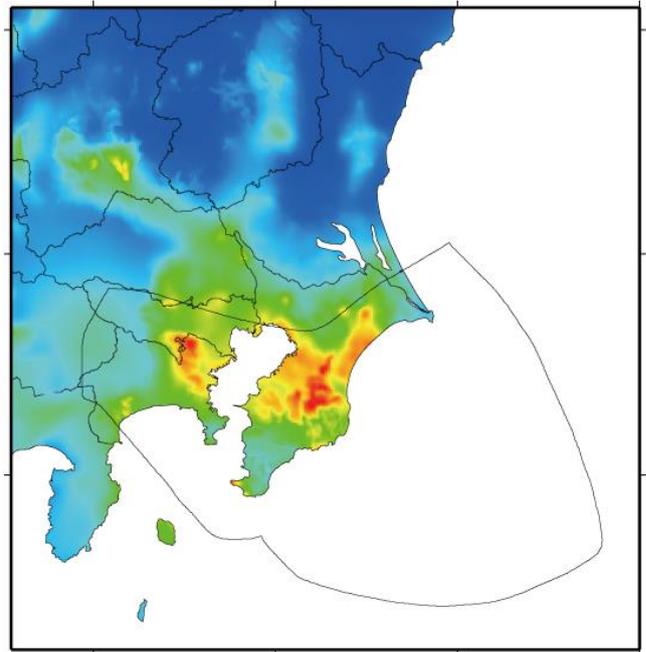
平均（対数、周期 7 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 7 秒）



平均（対数、周期 8 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 8 秒）

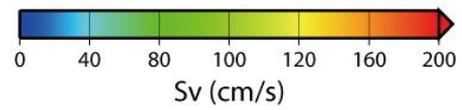
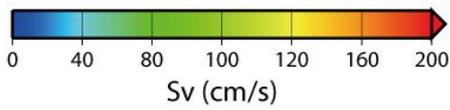
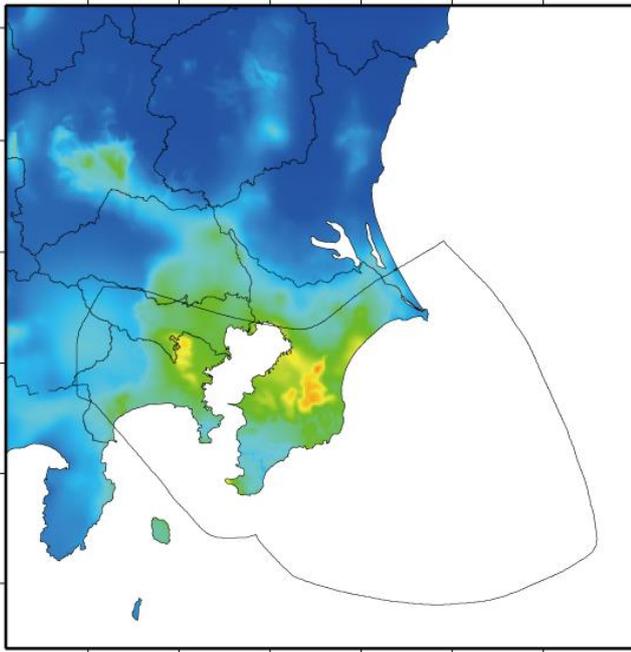
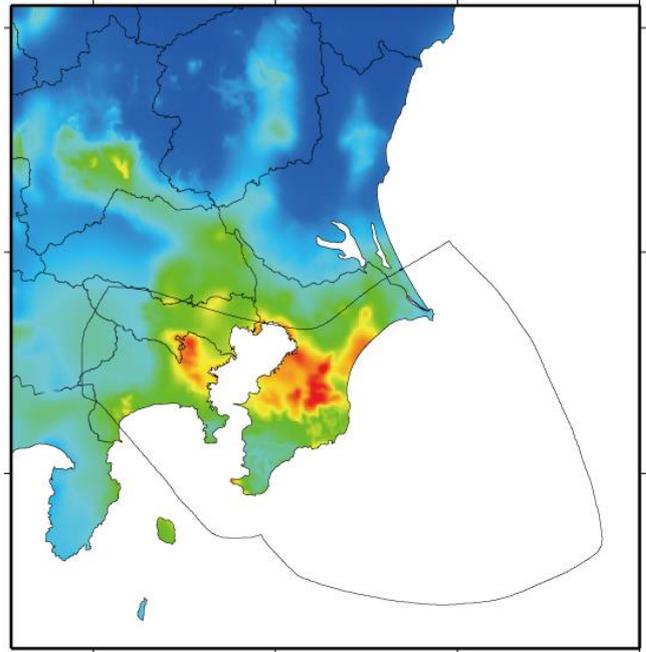


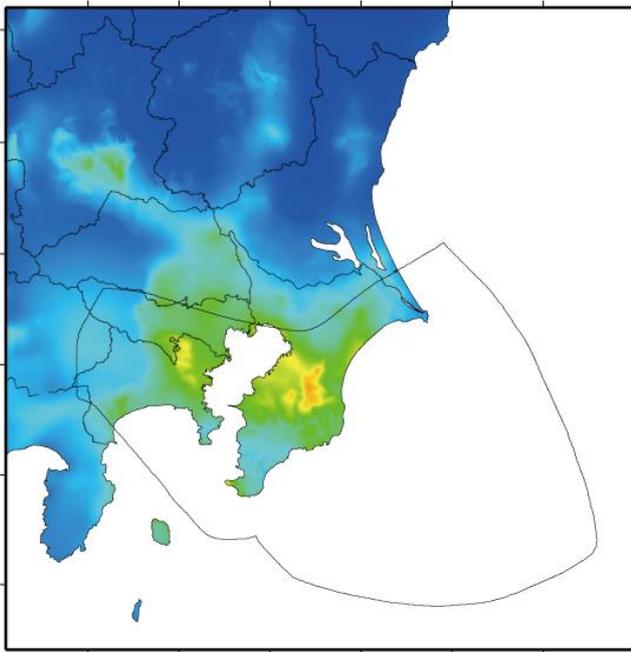
図 4.9 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（G タイプ続き）。



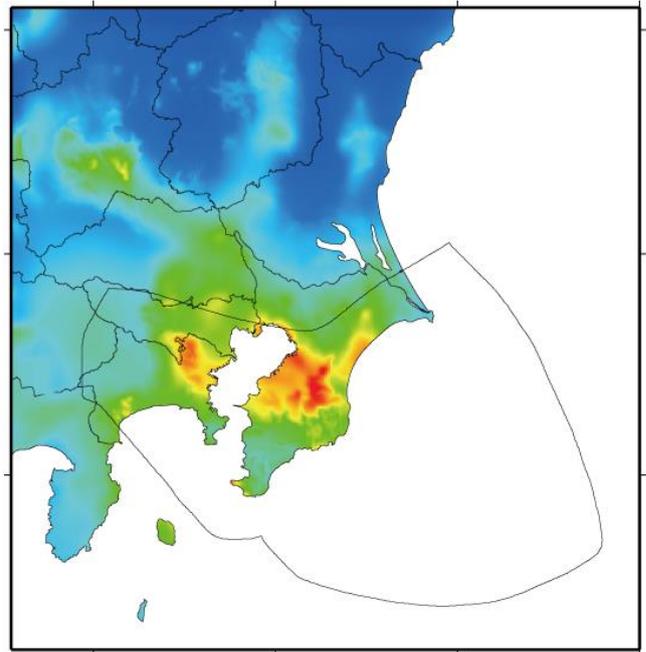
平均（対数、周期 9 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 9 秒）



平均（対数、周期 10 秒）



平均+標準偏差（対数、周期 10 秒）

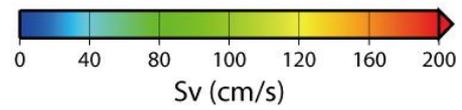
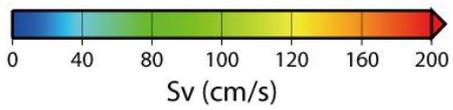
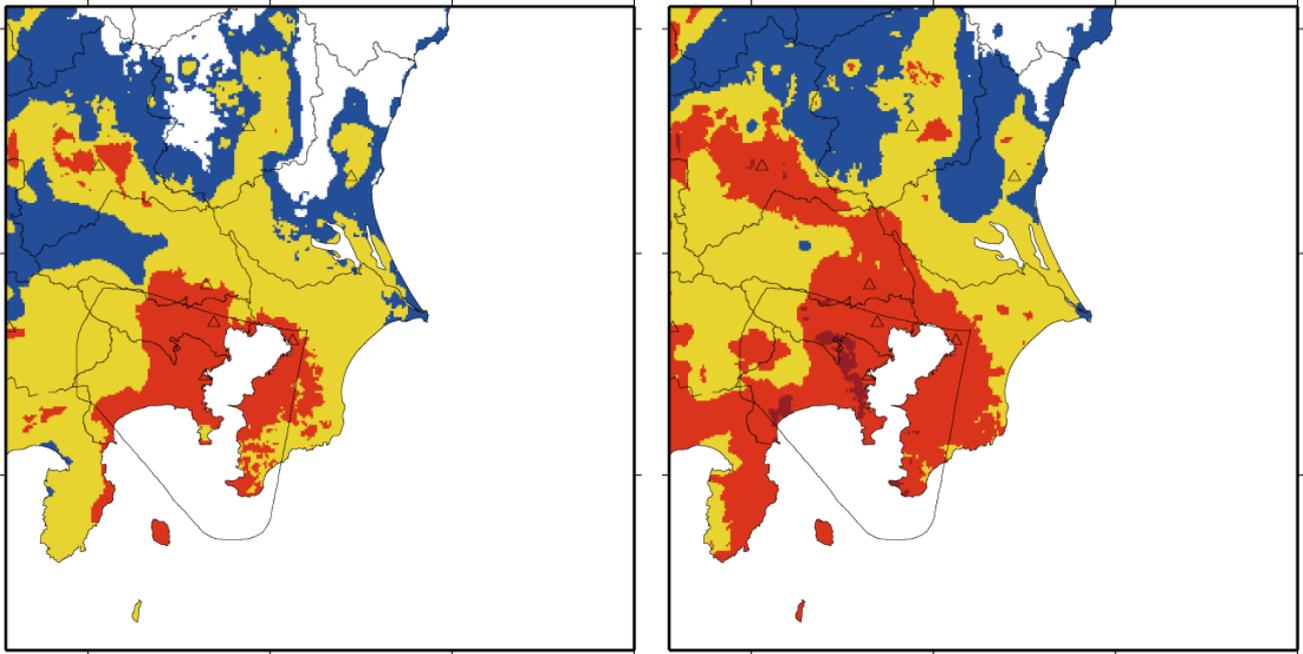
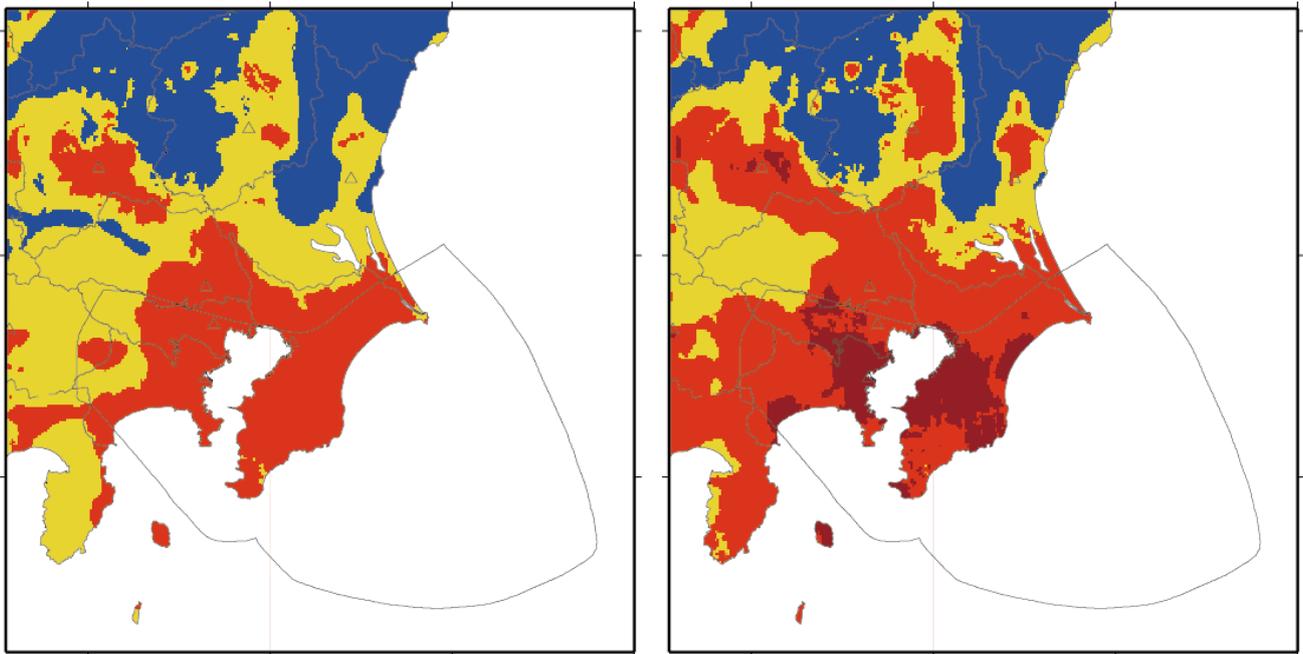


図 4.9 減衰定数 5% 相対速度応答スペクトルの分布（G タイプ続き）。



Tタイプ



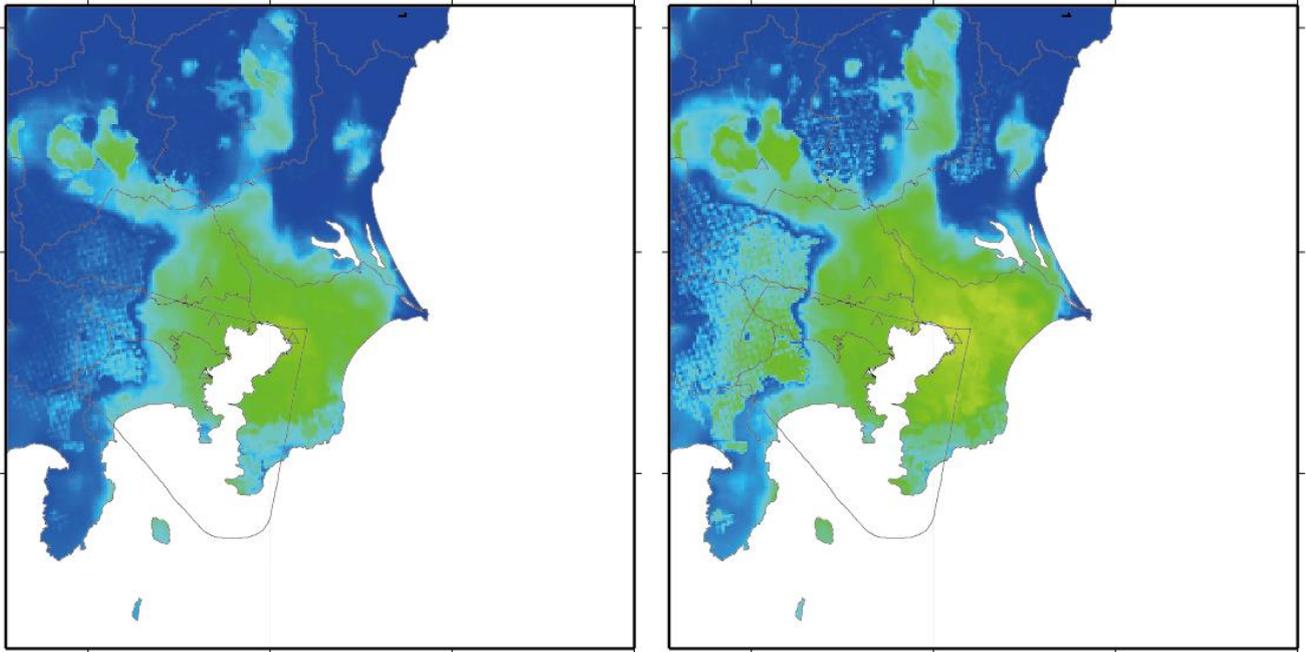
Gタイプ

平均

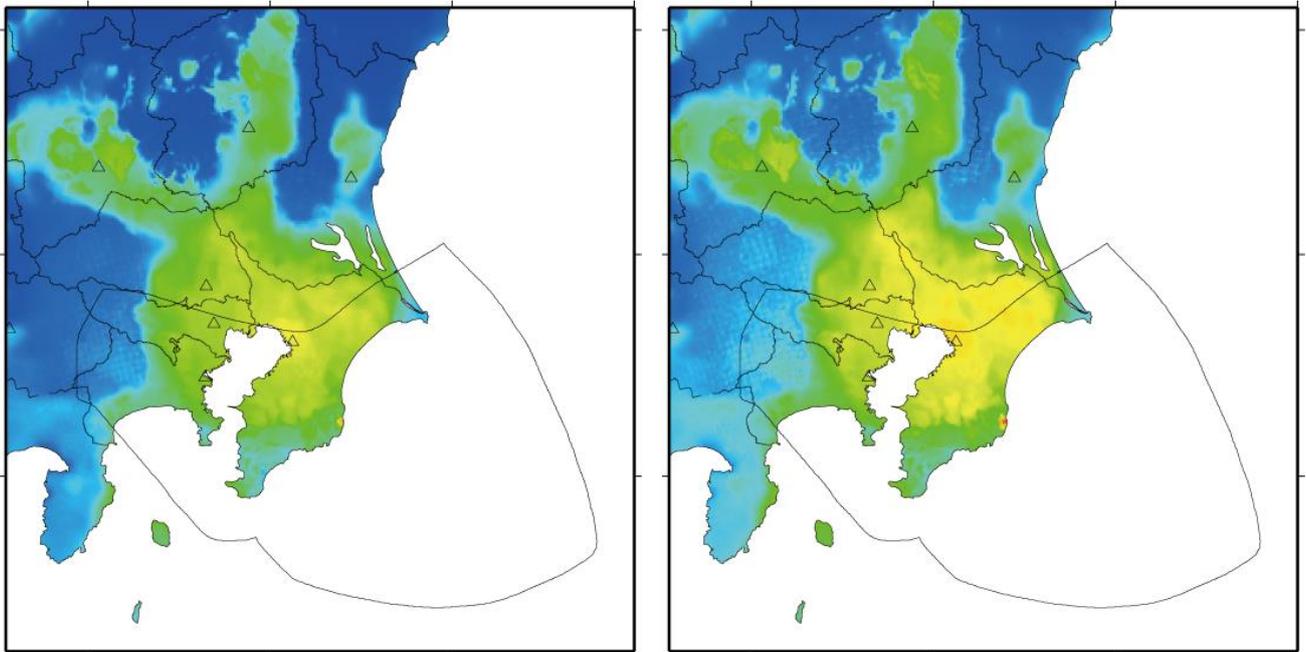
平均+標準偏差



図 4.10 長周期地震動階級の分布。



Tタイプ



Gタイプ

平均

平均+標準偏差



※最大振幅の10%以上かつ5cm/s以上の継続時間

図 4.11 地震動速度時刻歴継続時間の分布。