

3.2. 長周期地震動ハザード評価に用いる深部地下構造モデルの調査・作成

(1) 事業の内容

(a) 事業の題目

長周期地震動ハザード評価に用いる深部地下構造モデルの調査・検討

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人 防災科学技術研究所	部門長	藤原 広行
国立研究開発法人 防災科学技術研究所	主幹研究員	先名 重樹
国立研究開発法人 防災科学技術研究所	主任研究員	森川 信之
国立研究開発法人 防災科学技術研究所	主任研究員	前田 宜浩
国立研究開発法人 防災科学技術研究所	契約研究員	岩城 麻子

(c) 事業の目的

自治体等で作成された地下構造モデルや地下構造モデルの作成に用いることができるボーリングデータ、物理探査データ等を収集する。それらを全国1次地下構造モデル（暫定版）に取り込む方法を検討し、自然地震記録を用いた検証により既往の全国モデルとの違いを明らかにする。

(2) 事業の成果

(a) 事業の要約

最近5年程度以内に実施された自治体の地震被害想定で作成された地下構造モデルについて、作成手法や用いられたデータ（ボーリングデータや物理探査データを含む）等の情報を収集し整理した。関東地域および東海地域については、防災科学技術研究所が実施している総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）⑤「レジリエントな防災・減災機能の強化」と連携したデータの収集を行った。また、収集した地下構造モデルおよびデータのうち、利用可能なものについて、平成29年度事業で作成された「全国1次地下構造モデル（暫定版）」を部分改良した地下構造モデルへの取り込みを試行した。このとき、防災科学技術研究所の地震ハザード情報ステーション(J-SHIS)や内閣府(2015)のモデルも参照し、可能であれば、これまでの「活断層の重点的調査観測研究」における強震動計算のために作成された地下構造モデルについても取り込んだ。さらに、取り込みを試行し作成した地下構造モデルを用いて、2004年紀伊半島沖の地震の前震、2009年駿河湾の地震、2011年駿河湾の地震、2013年淡路島付近の地震、2016年三重県南東沖地震に対して、東海地域から四国までのF-net, K-NET, KiK-net観測点を対象として地震波形計算を行い、既往モデル（サブテーマ(3)で用いる地下構造モデル）によるものと最大速度振幅やスペクトルの再現性を比較した。

(b) 事業の成果

1) 地下構造モデルに関するデータ等の収集

本事業では、平成29年度までの「長周期地震動ハザードマップ作成のための基礎調査・モデル作成等」事業における調査対象に含まれていないものの、南海トラフの地震の影響を大きく受ける中国・四国地方の地方自治体における地震被害想定調査、既往文献等を調査し、地盤構造モデルの改良に資するデータを収集した。

鳥取県（2015）の地震被害想定調査では、微動のH/Vスペクトルや微動の位相速度を用いた地盤モデルの修正が行われている。図3.2-1に微動アレイ調査位置を、図3.2-2に微動H/Vスペクトルのピーク周期を示す。これらのデータを用いて、地盤構造モデルが修正されている。図3.2-3～図3.2-5にモデルの修正例を示す。

徳島県については、微地形区分に基づいて平成15年に作成された表層30mの平均S波速度（AVS30）に対して、ボーリングデータを用いたモデルの改良がなされている（図3.2-6）。

愛媛県については、微動の卓越周期から、全国一次地下構造モデルの修正がなされている（図3.2-7、3.2-8）。

一方で、熊本平野においては、既往文献において微動アレイを用いた地盤モデルの修正が行われている。図3.2-9に微動調査位置を、図3.2-10にVs1200 m/s層上面深度を示す。

上記のデータのうち、鳥取県、熊本平野における地盤モデルの修正を行った。

表 1 微動アレイ探査結果

倉吉エリア

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.6	1430	130	14	14
1.9	1730	400	15	29
2.2	2400	1000	30	59
2.5	3840	2300	∞	

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1510	200	7	7
1.9	1730	400	8	15
2.2	2400	1000	30	45
2.5	3840	2300	∞	

KRC

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1530	220	8	8
1.9	1730	400	10	18
2.2	2400	1000	20	38
2.5	3840	2300	∞	

KYN

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.6	1430	130	5	5
1.9	1730	400	15	20
2.2	2400	1000	30	50
2.5	3840	2300	∞	

境港エリア

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1630	170	8	8
1.9	1770	300	50	58
2.0	2000	500	65	123
2.2	3000	1500	150	273
2.4	3500	2000	180	453
2.6	5000	3300	∞	

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1630	170	28	28
1.9	1770	300	43	71
2.0	2000	500	150	221
2.2	3000	1500	600	821
2.4	3500	2000	800	1621
2.6	5000	3300	∞	

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1630	170	15	15
1.9	1770	300	55	70
2.0	2000	500	160	230
2.2	3000	1500	500	730
2.4	3500	2000	500	1230
2.6	5000	3300	∞	

AFC

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1630	170	20	20
1.9	1770	300	80	100
2.0	2000	500	152	252
2.2	3000	1500	800	1052
2.4	3500	2000	1000	2052
2.6	5000	3300	∞	

SID

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1630	170	35	35
1.9	1770	300	60	95
2.0	2000	500	160	255
2.2	3000	1500	550	805
2.4	3500	2000	1130	1935
2.6	5000	3300	∞	

SSH

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	1630	170	38	38
1.9	1770	300	58	96
2.0	2000	500	80	176
2.2	3000	1500	890	1066
2.4	3500	2000	1150	2216
2.6	5000	3300	∞	

米子エリア

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	150	1450	5	5
1.9	220	1560	49	53
2	600	1850	73	126
2.2	1500	2950	100	226
2.4	2000	3500	250	476
2.6	3300	5000	∞	

YTH

ρ (t/m ³)	Vp (m/s)	Vs(m/s)	層厚(m)	上面深さ(m)
1.7	150	1450	5	5
1.9	220	1560	37	42
2	600	1850	120	162
2.2	1500	2950	150	312
2.4	2000	3500	200	512
2.6	3300	5000	∞	



図 2 微動アレイ探査の位置

図 3.2-1 鳥取県地震被害想定調査による微動アレイの位置。(鳥取県、2015 より)

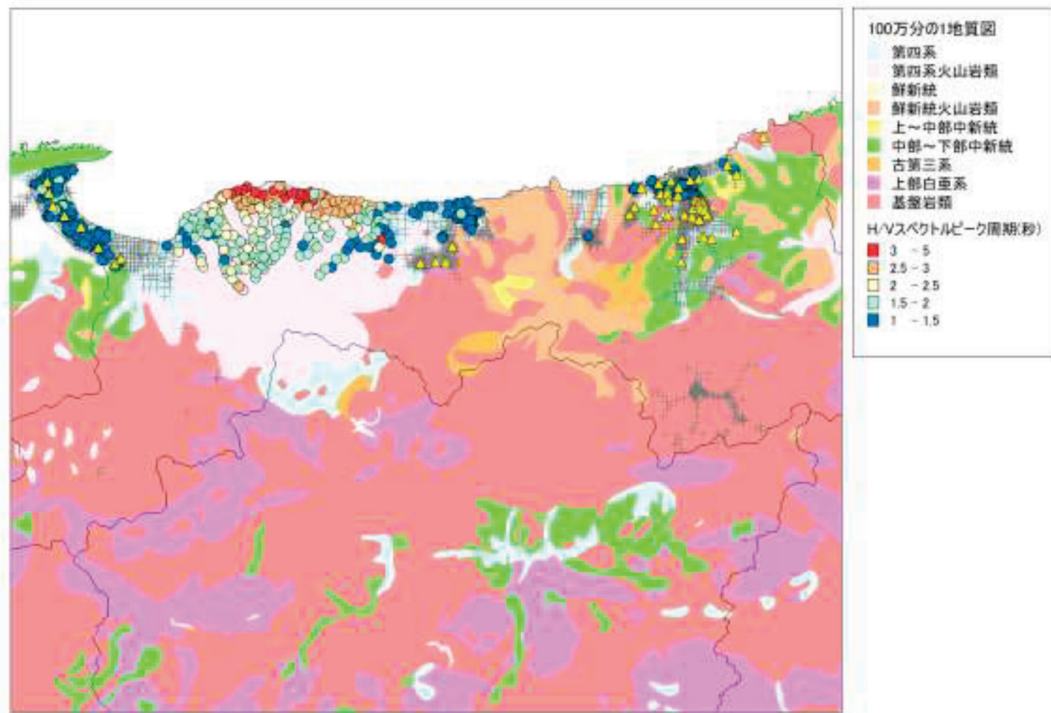


図3 H/V スペクトルのピーク周期

図 3.2-2 鳥取県地震被害想定調査による微動 H/V スペクトルのピーク周期。(鳥取県、2015 より)

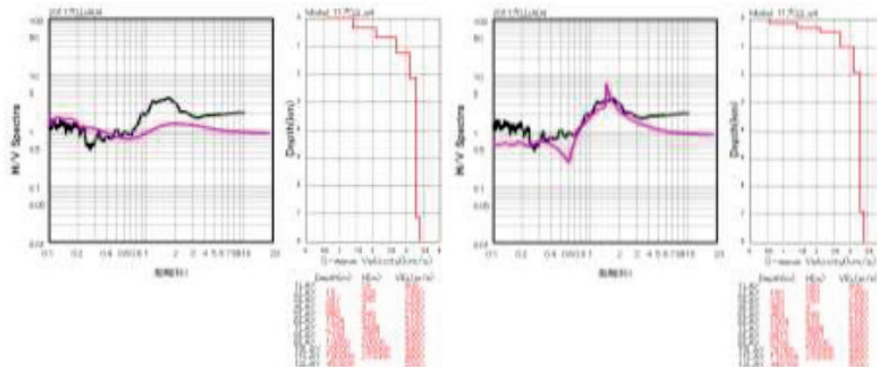


図 4-1 チューニング結果の例 2011 年大山 A04 地点
左：初期モデル 右図：チューニング結果

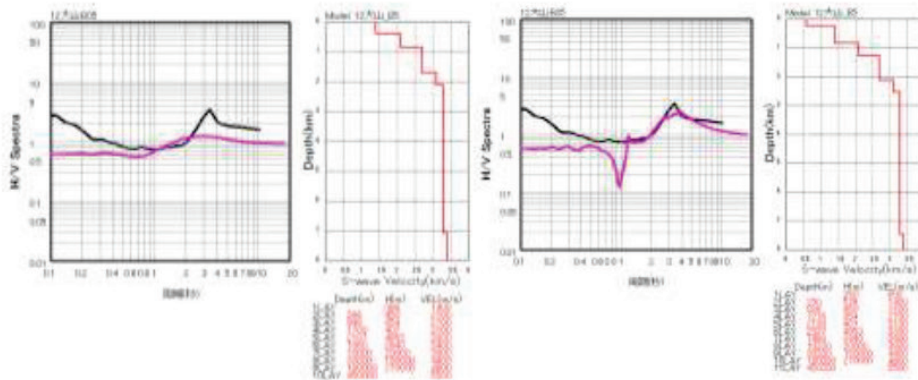


図 4-2 チューニング結果の例 2011 年大山 B05 地点
左：初期モデル 右図：チューニング結果

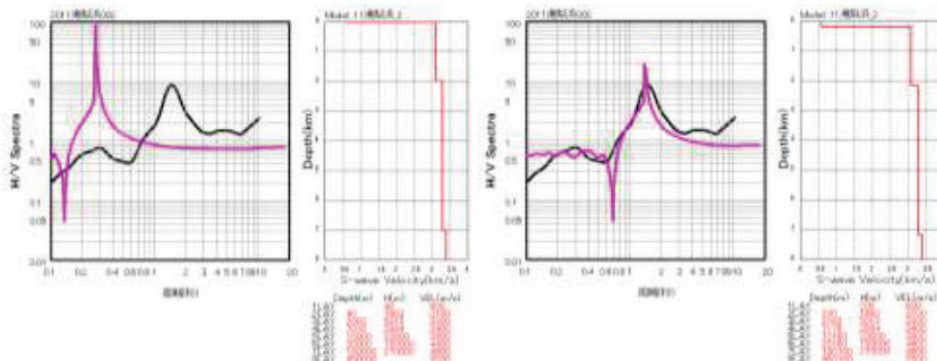


図 4-3 チューニング結果の例 2011 湯梨浜 2 地点
左：初期モデル 右図：チューニング結果

図 3.2-3 鳥取県地震被害想定調査による地盤モデルの修正例。(鳥取県、2015 より)

赤枠のある層は、鳥取県内で深部地盤モデルとして設定されている速度層。

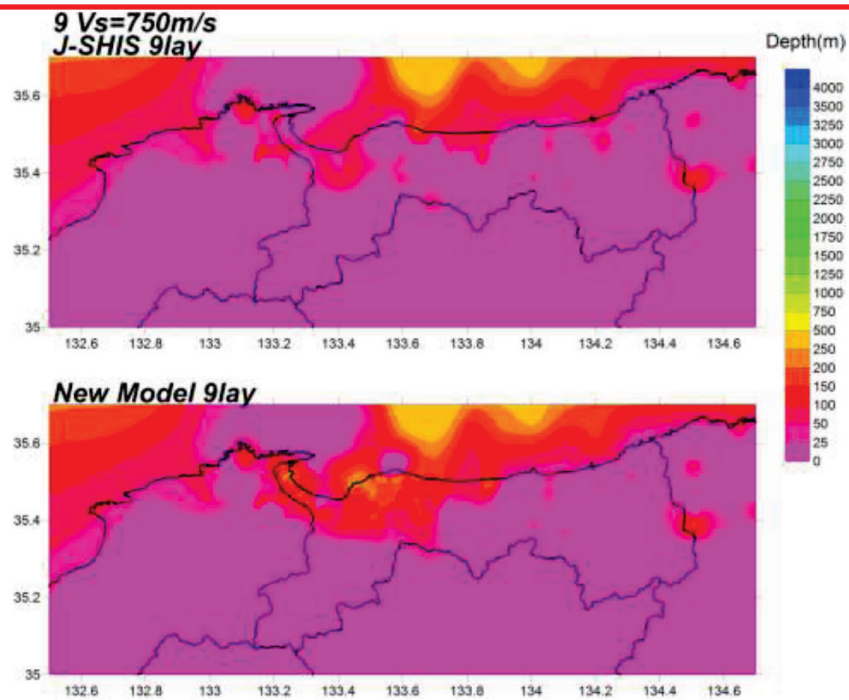
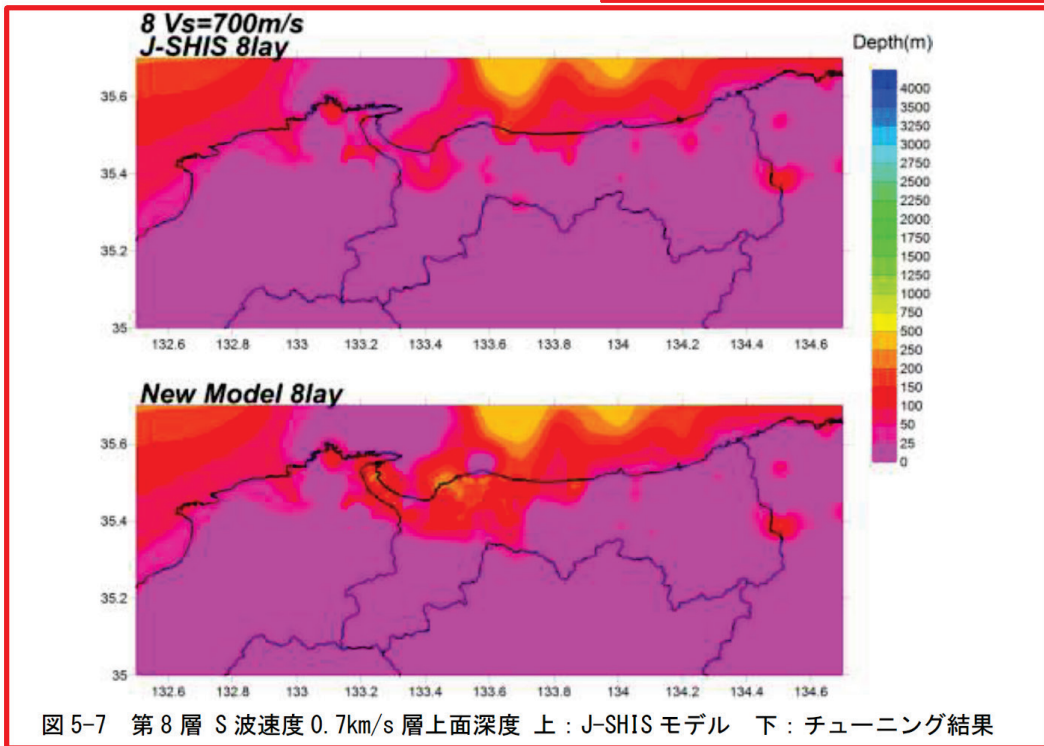


図 3.2-4 鳥取県地震被害想定調査による地盤モデルの修正例。(鳥取県、2015 より)

赤枠のある層は、鳥取県内で深部地盤モデルとして設定されている速度層。

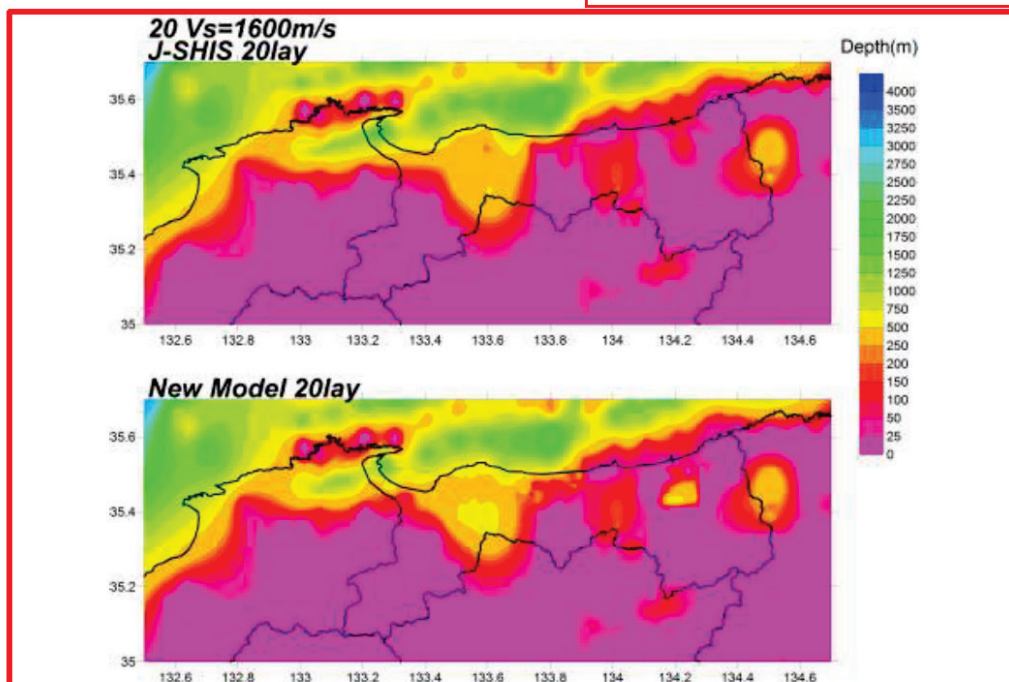


図 5-19 第 20 層 S 波速度 1.6km/s 層上面深度 上：J-SHIS モデル 下：チューニング結果

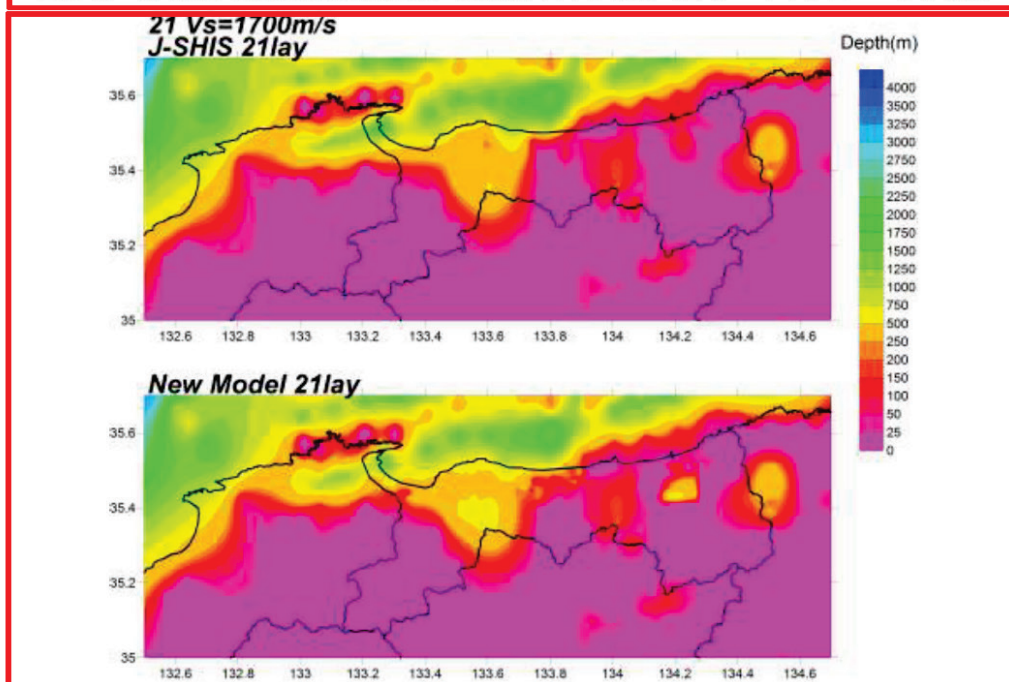


図 5-20 第 21 層 S 波速度 1.7km/s 層上面深度 上：J-SHIS モデル 下：チューニング結果

図 3.2-5 鳥取県地震被害想定調査による地盤モデルの修正例。(鳥取県、2015 より)

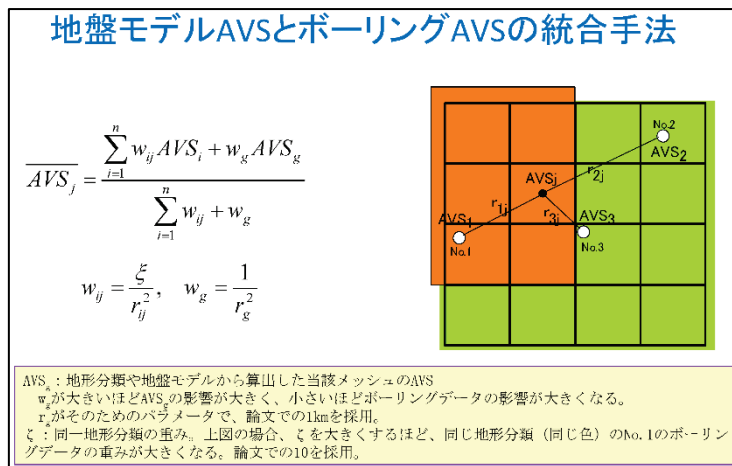
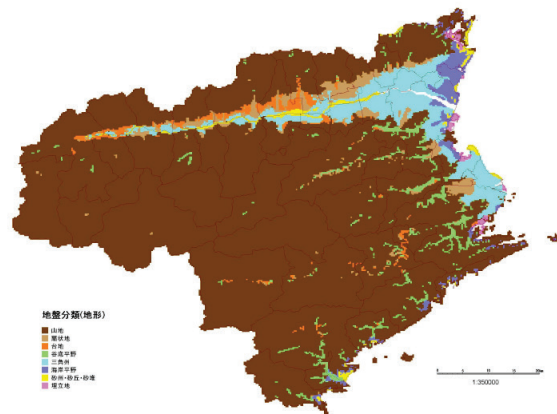


図 3.2-6 徳島県による微地形区分に基づく地盤分類図 (上) とボーリングデータを用いた表層 30m 平均 S 波速度 (AVS30) モデルの構築手順 (下)。(徳島県、2013 より)

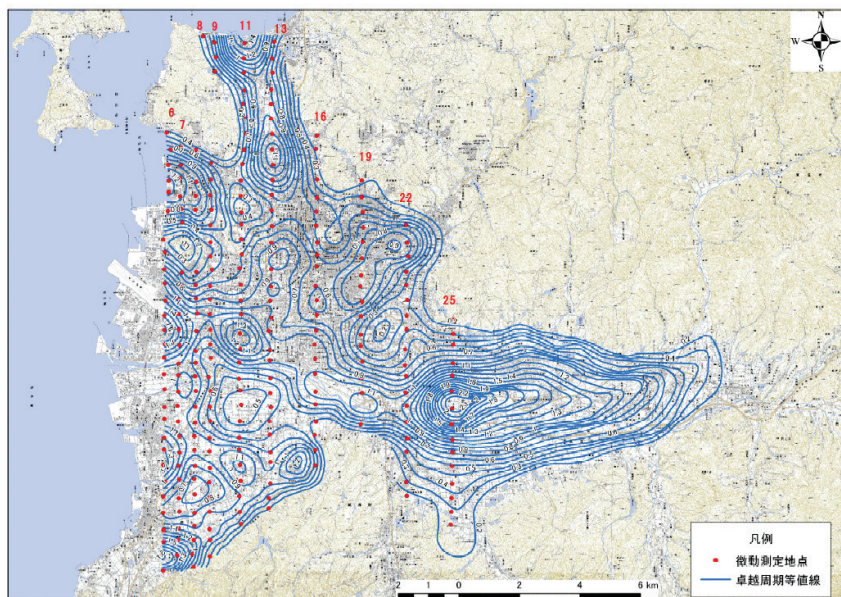


図 2-2-14 松山平野の卓越周期の等値線図

図 3.2-7 愛媛県による微動の卓越周期分布。(愛媛県、2014 より)

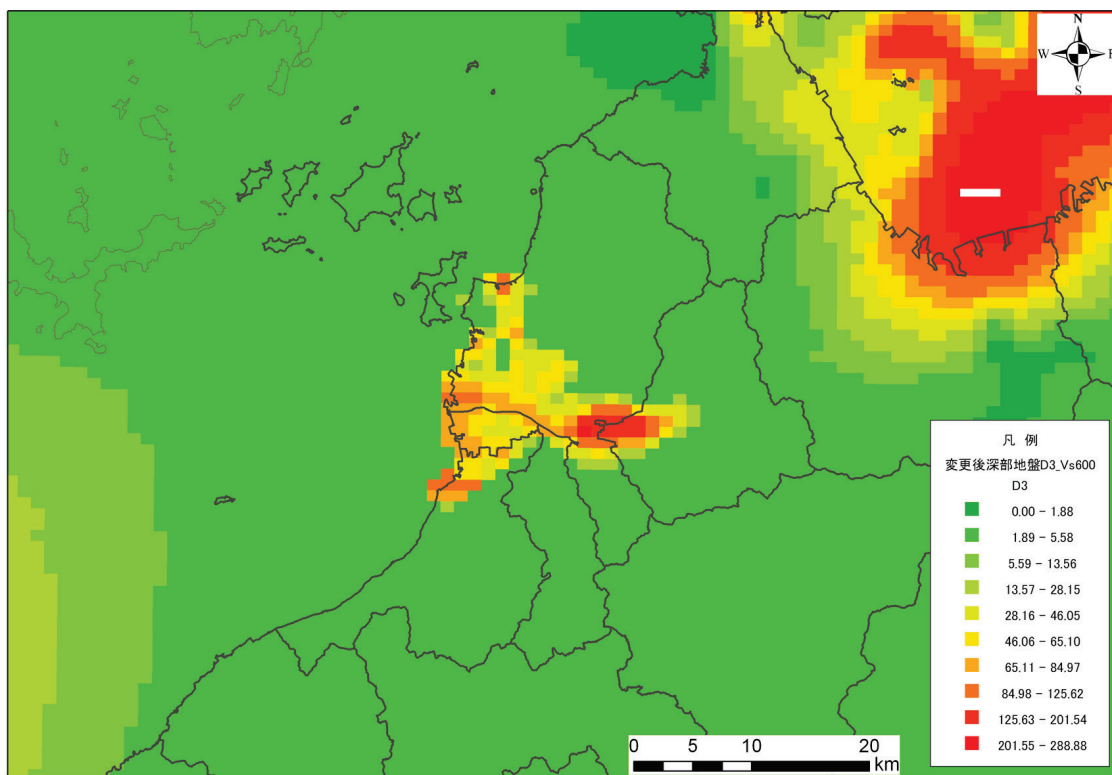
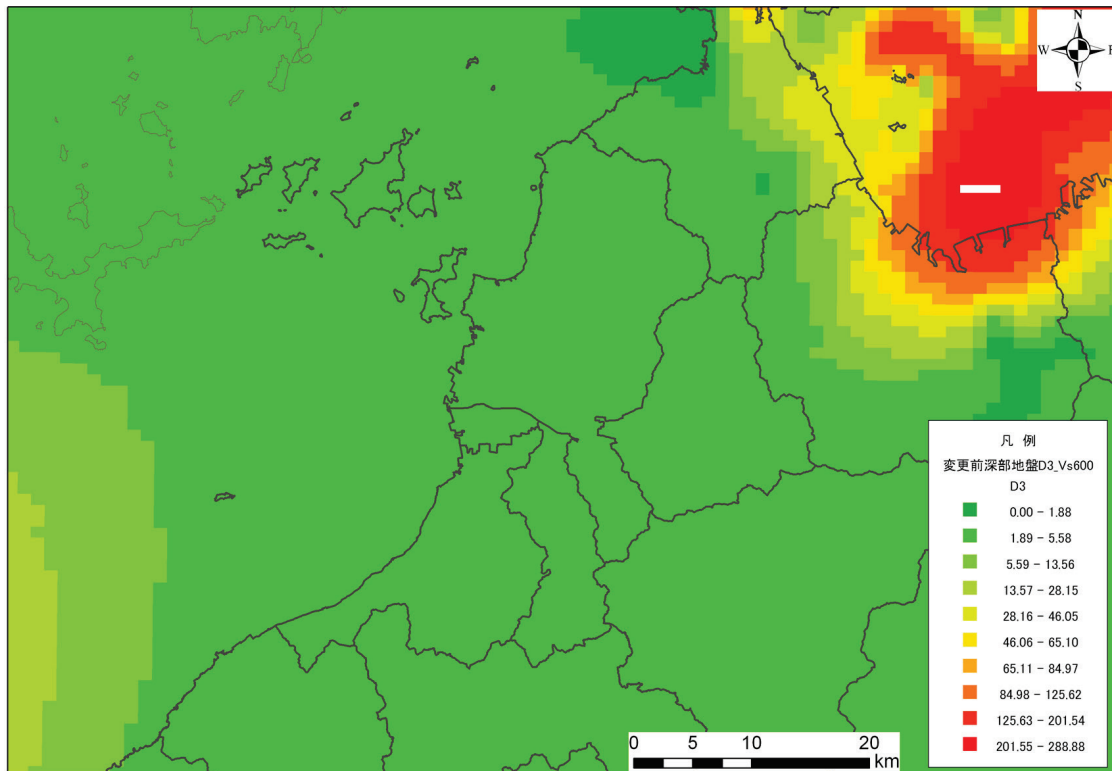


図 3.2-8 愛媛県による Vs600 m/s 層上面深度の修正状況 上図：修正前 下図：修正後

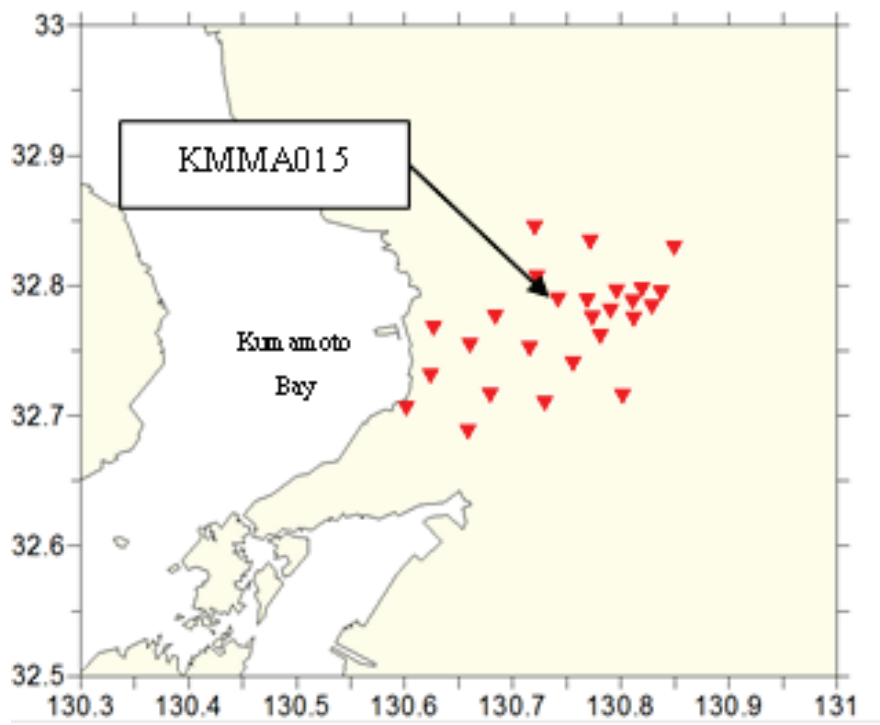
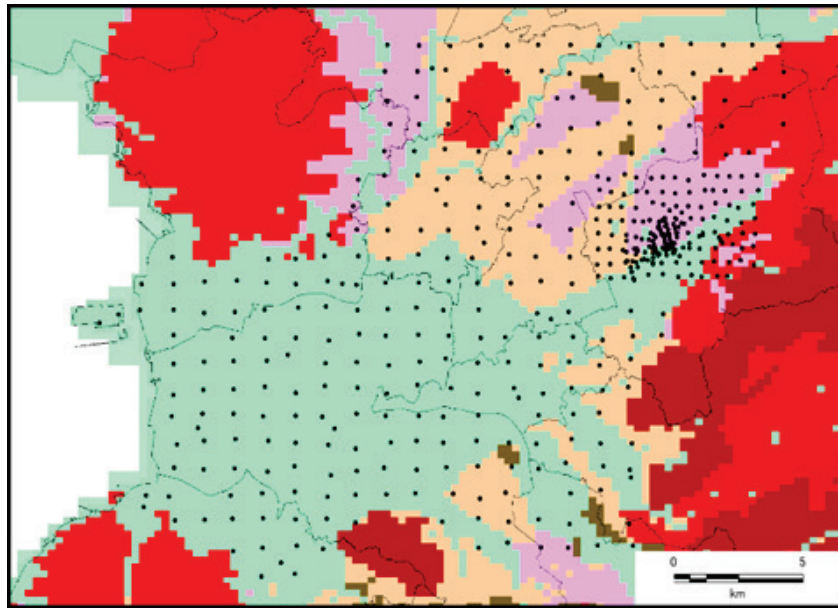


図 3.2-9 Senna et al.(2018) による微動調査位置図

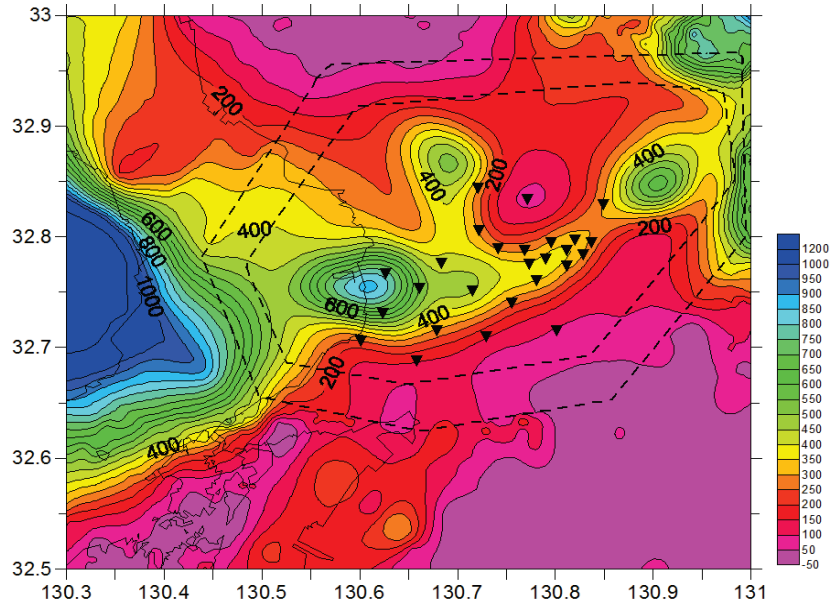


図 3.2-10 Senna et al.(2018) による Vs1200 m/s 層上面深度

2) 地下構造モデルの修正

平成 29 年度「長周期地震動ハザードマップ作成のための基礎調査・モデル作成等」で作成された全国 1 次地下構造モデル（暫定版）の改良地下構造モデル（以下、2018 年度モデルと呼ぶ）に、鳥取県（2015）および Senna et al. (2018) による熊本平野の地盤モデルを取り込むことによる修正を行った。なお、修正の手順はいずれも、2018 年度モデルにおける中央構造線断層帯の重点的調査観測研究により作成された地盤モデルの取り込み（文部科学省・防災科学技術研究所，2018）と同様である。

(1) 鳥取県の地盤モデル

図 3.2-11 にモデルの修正状況を示す。

$V_s=0.9$ km/s より浅い層には大きな変更がみられない。

2018年度のモデルでは、 $V_s=1.0$ km/sの層が深かったが、鳥取県のモデルでは1.5 km/sの層が深くなっている。

深部地盤モデルには大きな変化がないが、鳥取市の南部に位置する八頭町などで深部構造がやや深く修正されている。

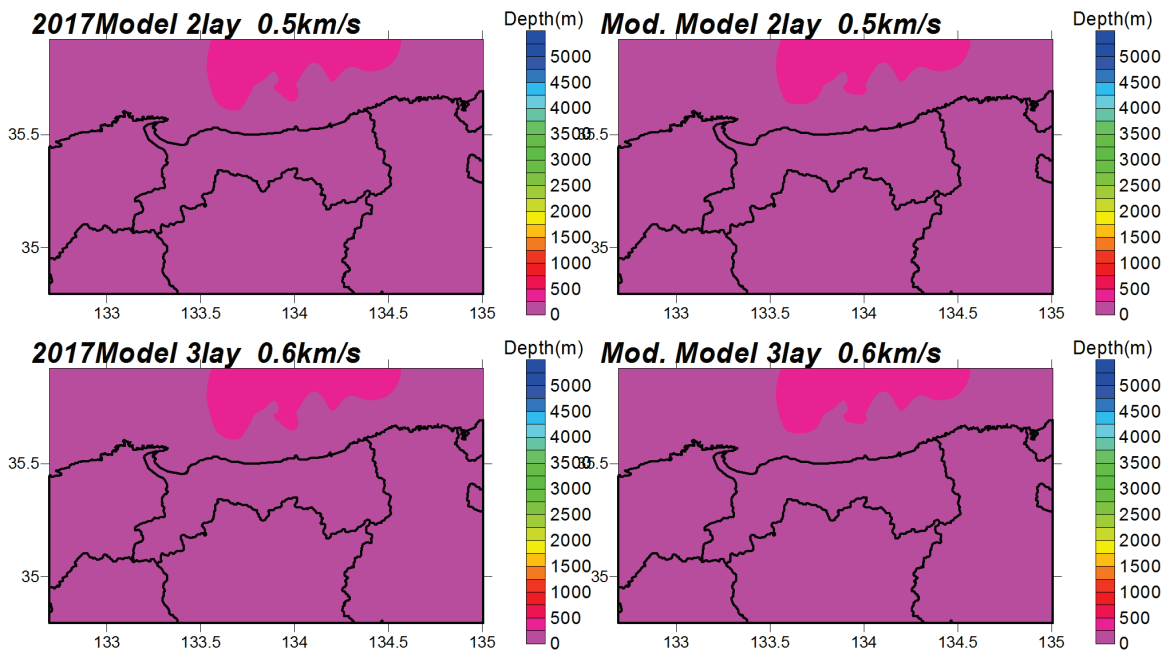


図 3.2-111 鳥取県における地盤モデルの修正状況 (1) 左図：修正前 右図：修正後

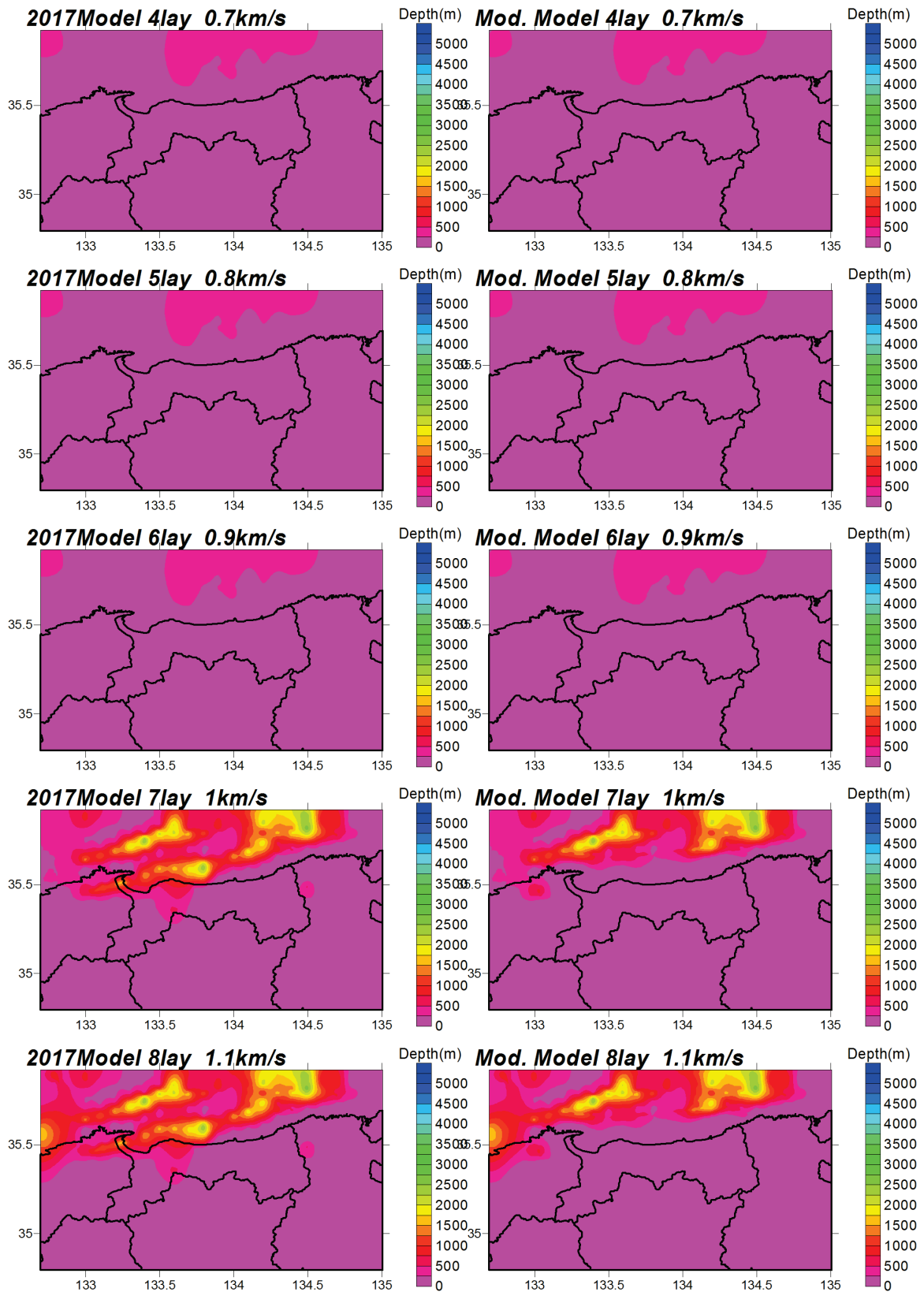


図 3.2-11 鳥取県における地盤モデルの修正状況 (2) 左図：修正前 右図：修正後

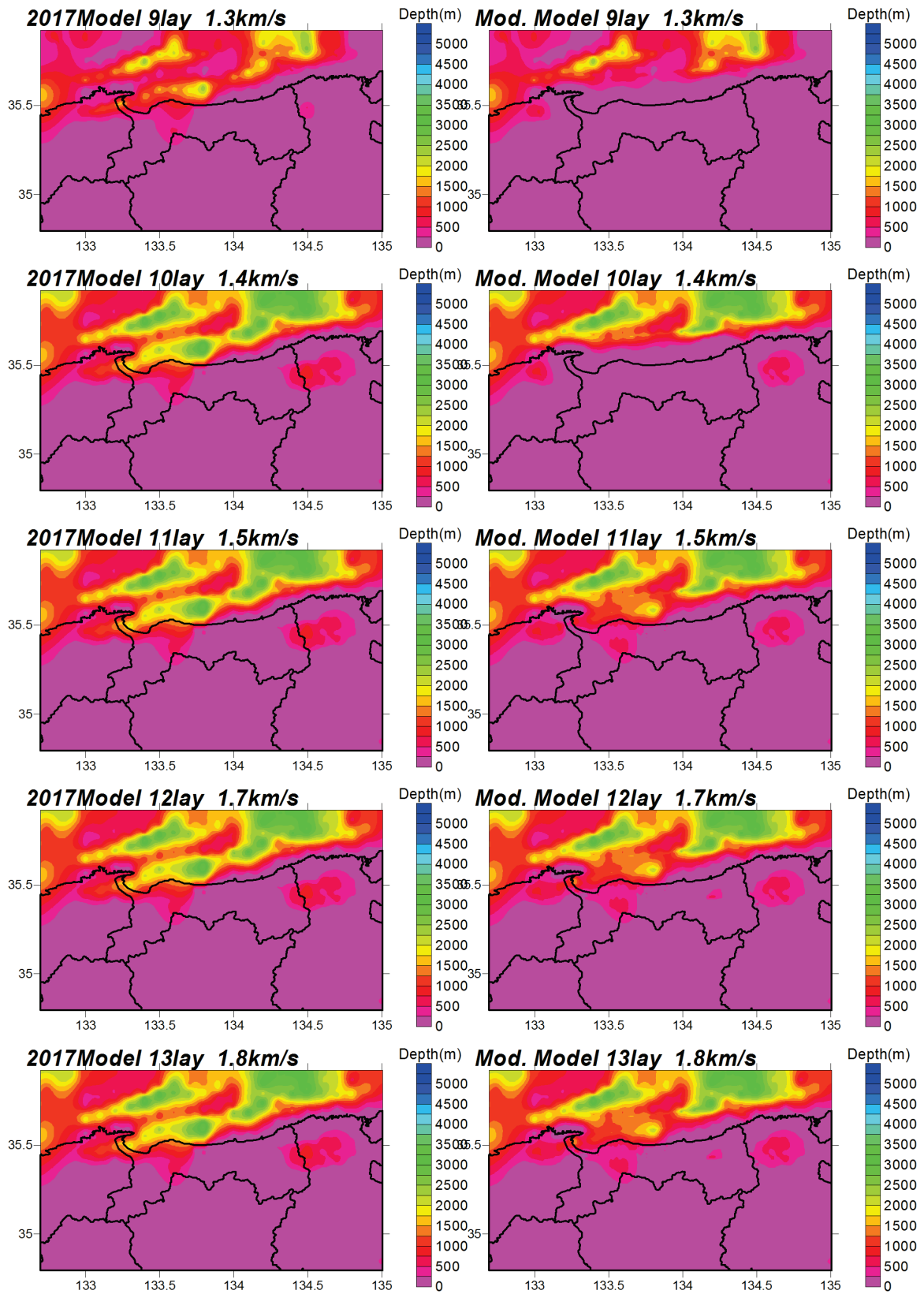


図 3.2-11 鳥取県における地盤モデルの修正状況 (3) 左図：修正前 右図：修正後

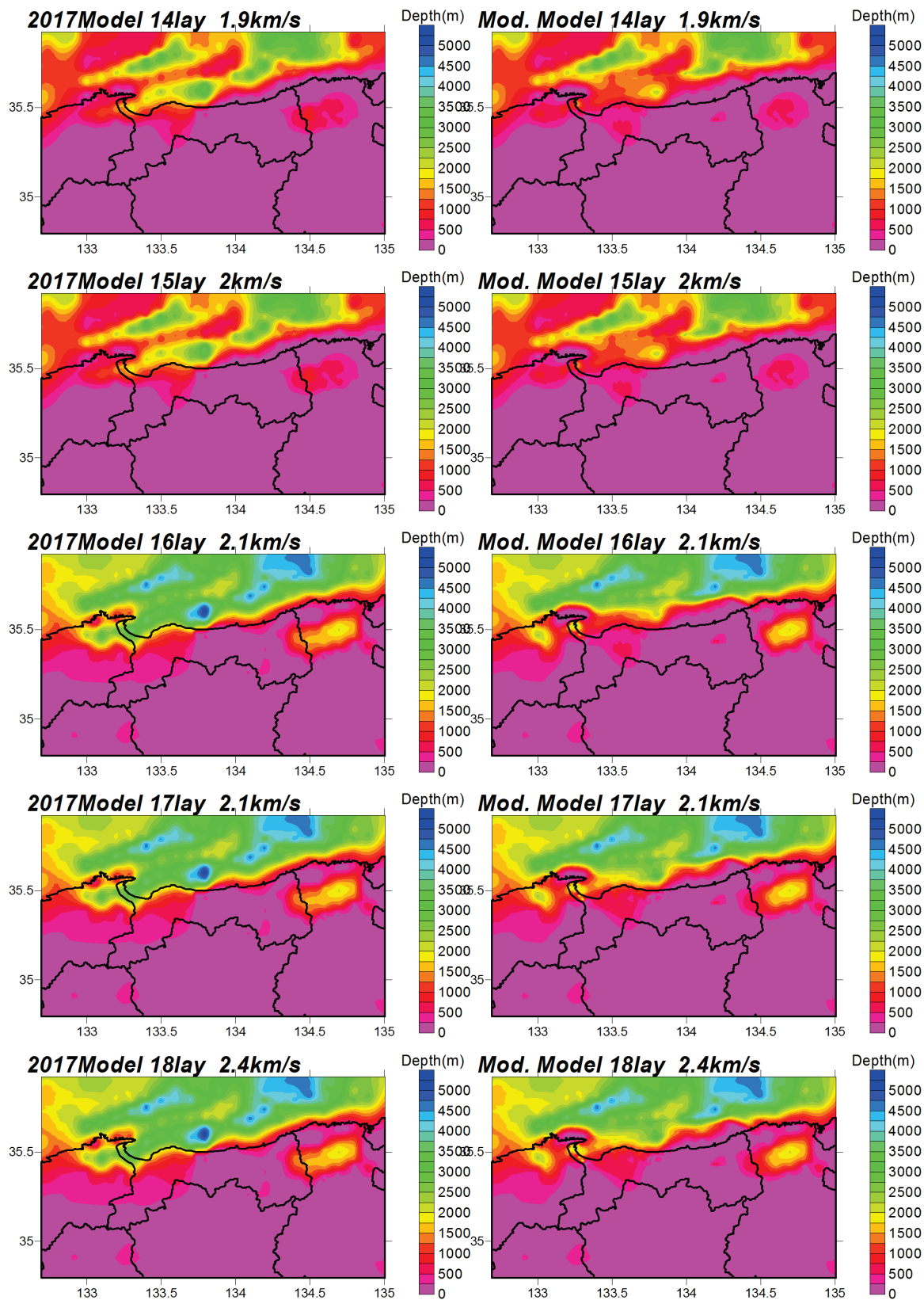


図 3.2-11 鳥取県における地盤モデルの修正状況 (4) 左図：修正前 右図：修正後

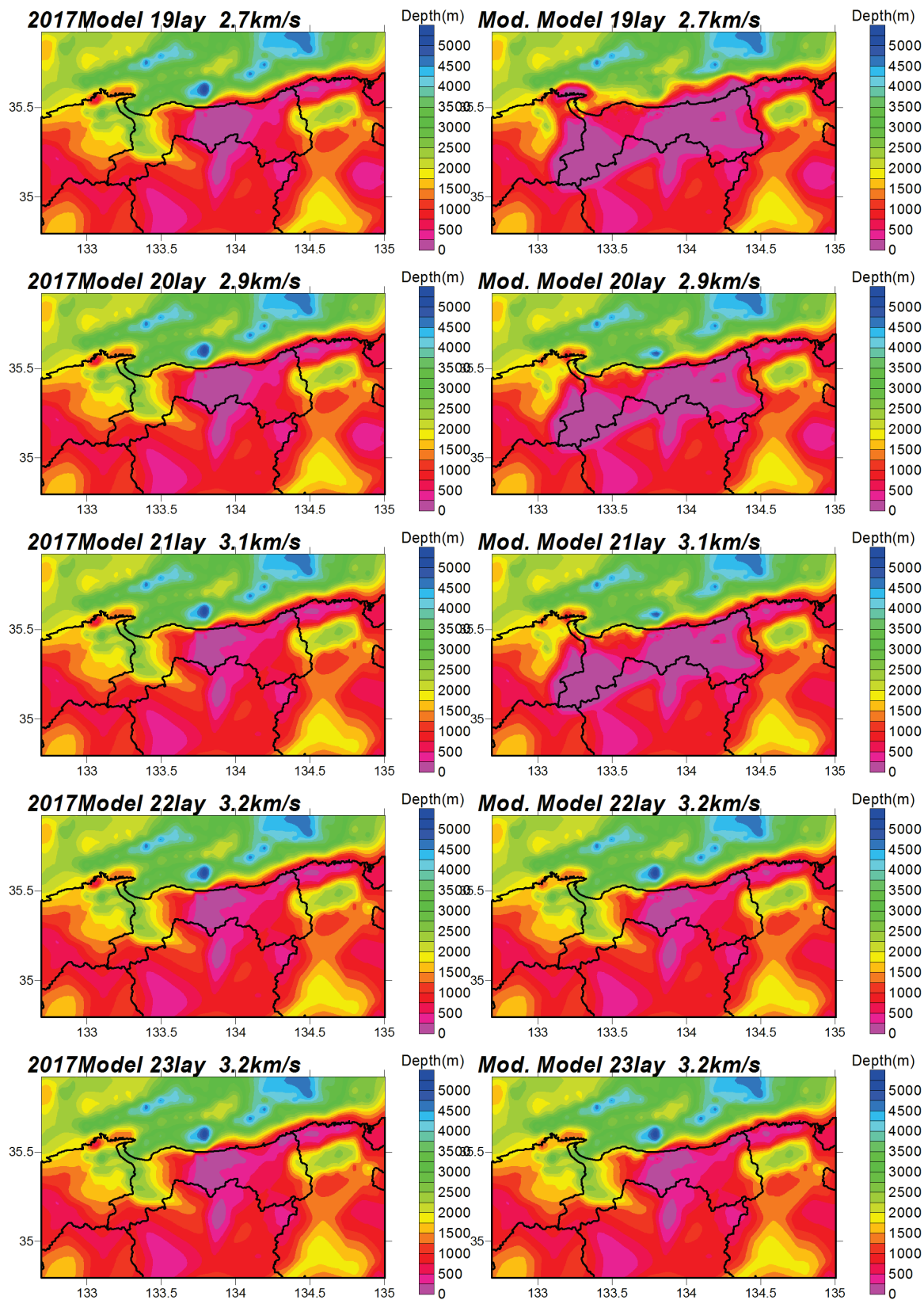


図 3.2-11 鳥取県における地盤モデルの修正状況 (5) 左図：修正前 右図：修正後

(2) 熊本平野

図 3.2-12 に熊本平野における地盤モデルの修正状況を示す。

$V_s=1.1$ km/s 層の形状が熊本平野周辺で修正されている。

$V_s=2.1$ km/s 層の上面深度の形状も修正されている。

$V_s=2.7$ km/s 層の形状が熊本平野の海岸部において深く修正されている。

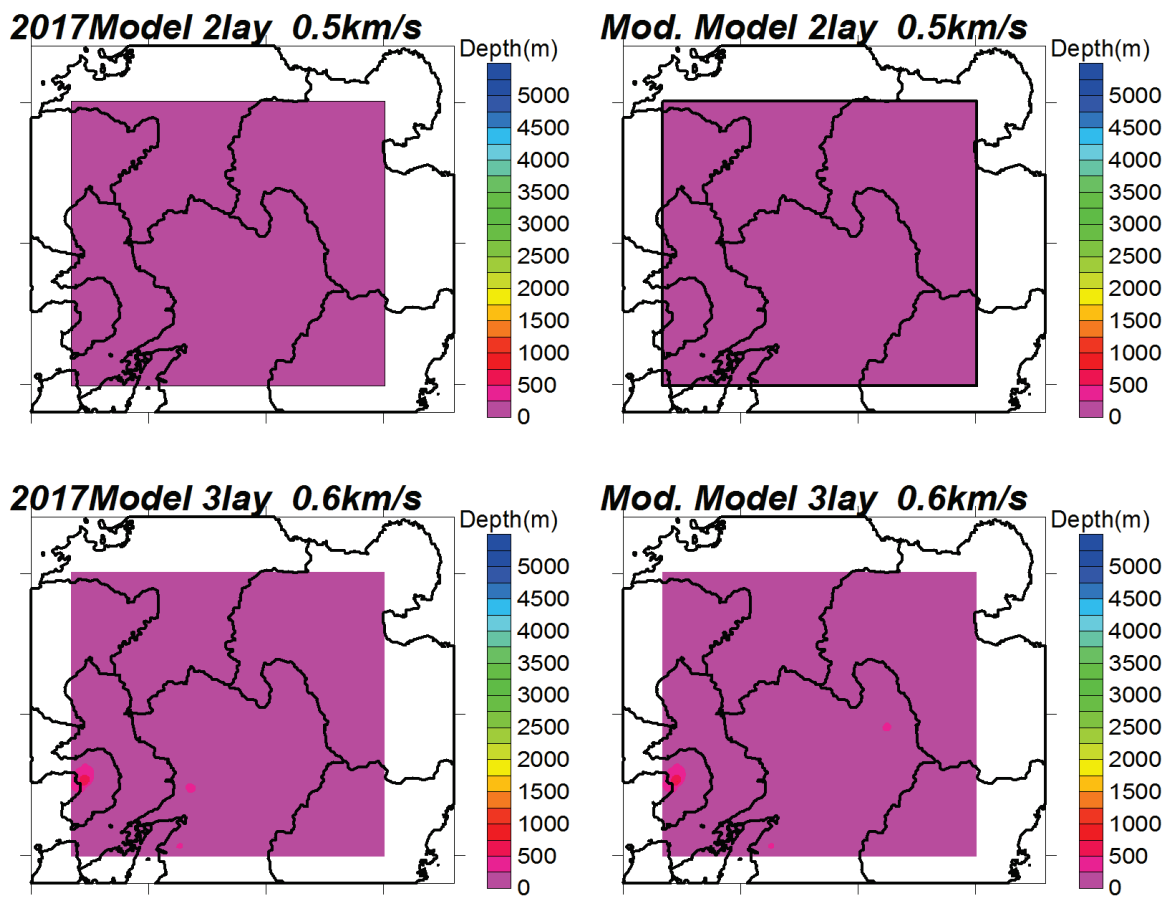


図 3.2-12 熊本平野における修正状況 (1) 左図：修正前 右図：修正後

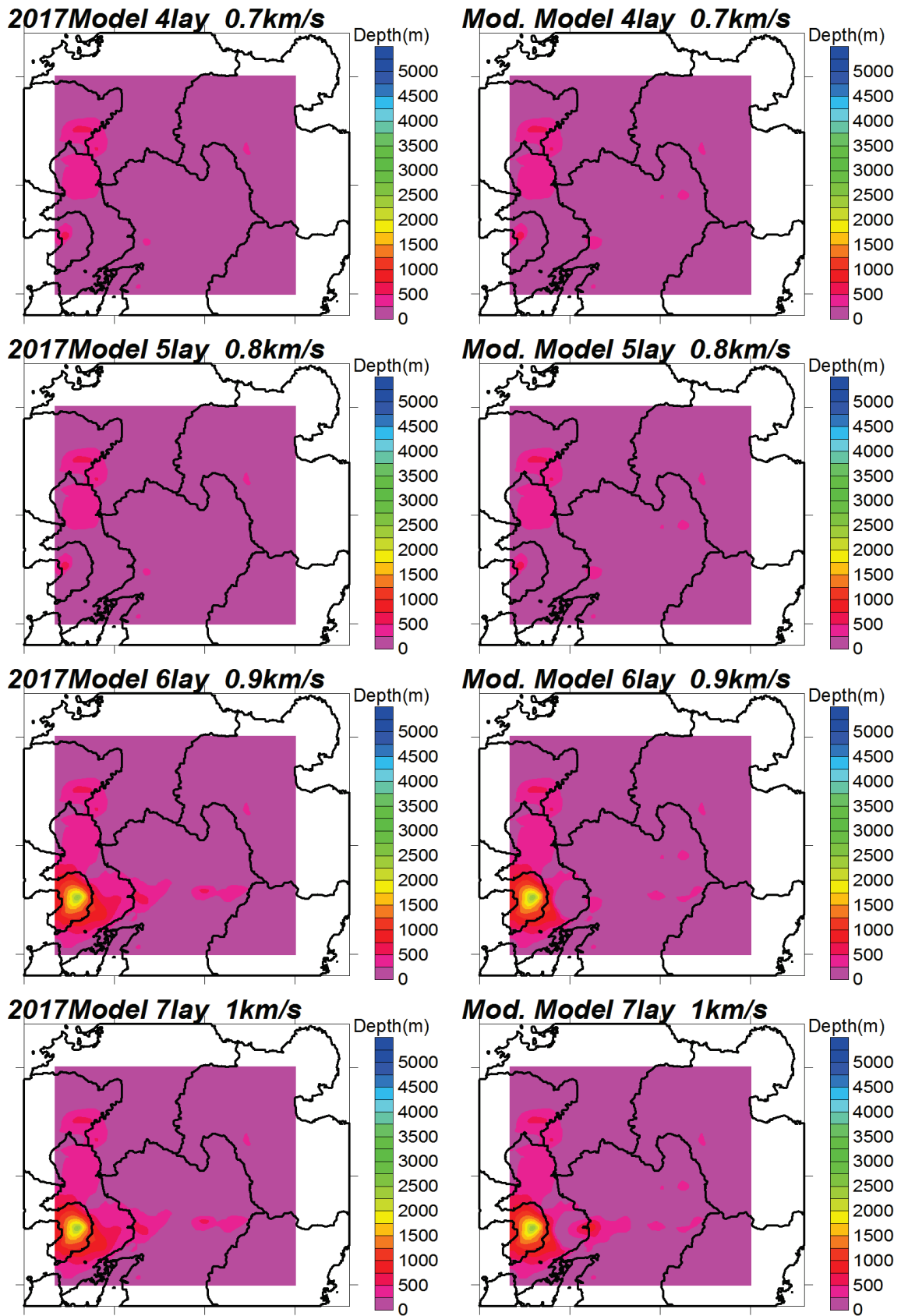


図 3.2-12 熊本平野における修正状況 (2) 左図：修正前 右図：修正後

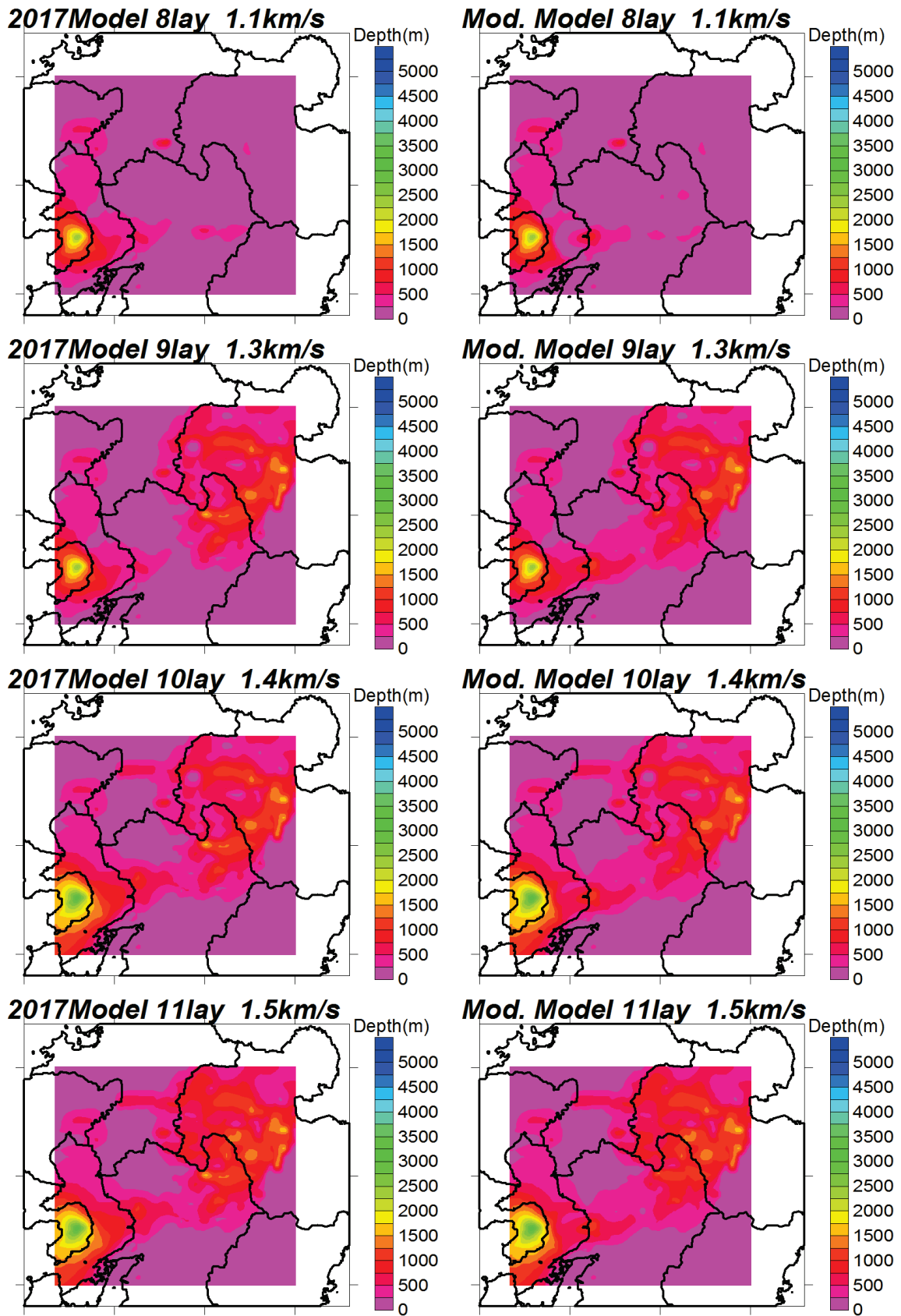


図 3.2-12 熊本平野における修正状況 (3) 左図：修正前 右図：修正後

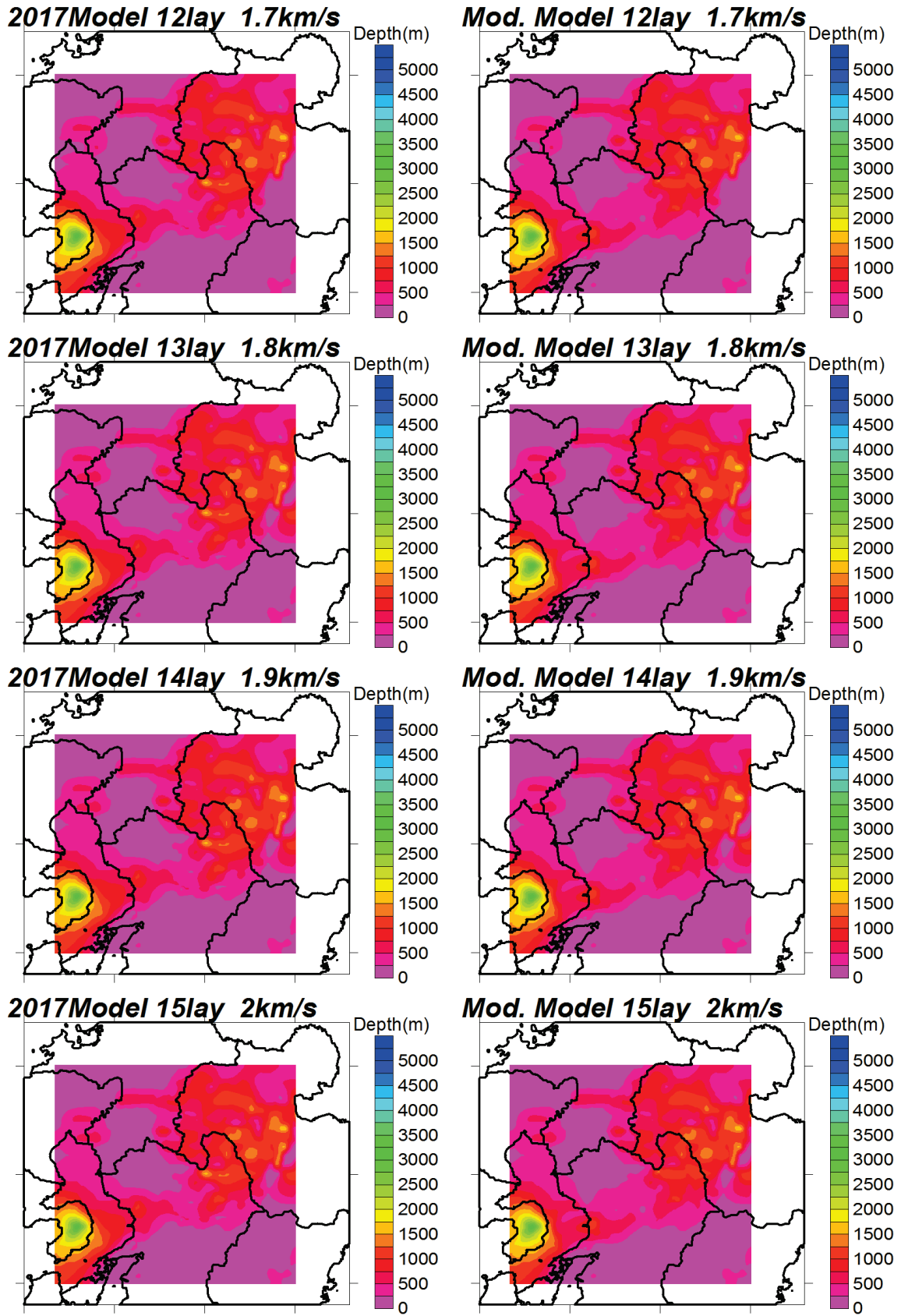


図 3.2-12 熊本平野における修正状況 (4) 左図：修正前 右図：修正後

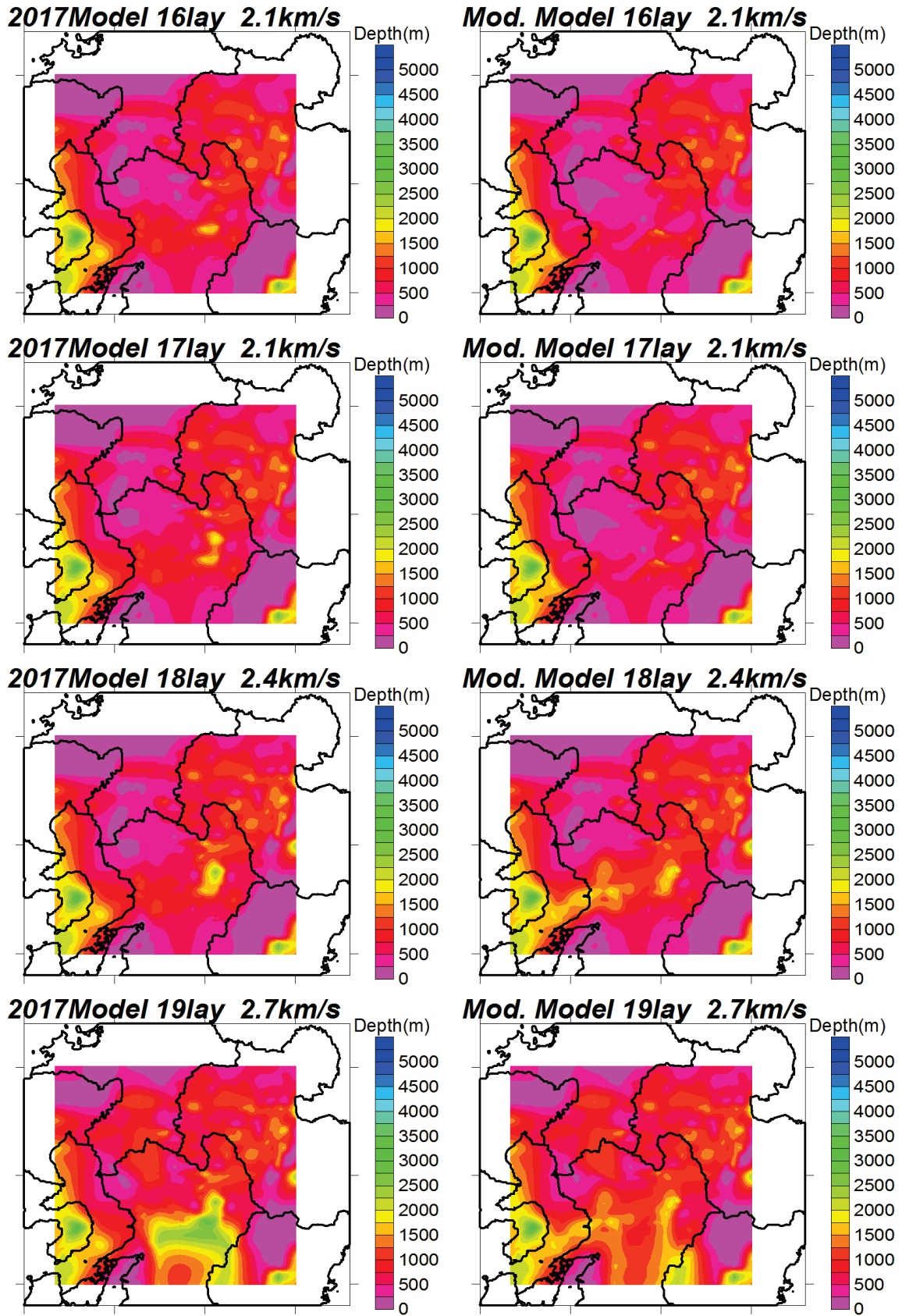


図 3.2-12 熊本平野における修正状況 (5) 左図：修正前 右図：修正後

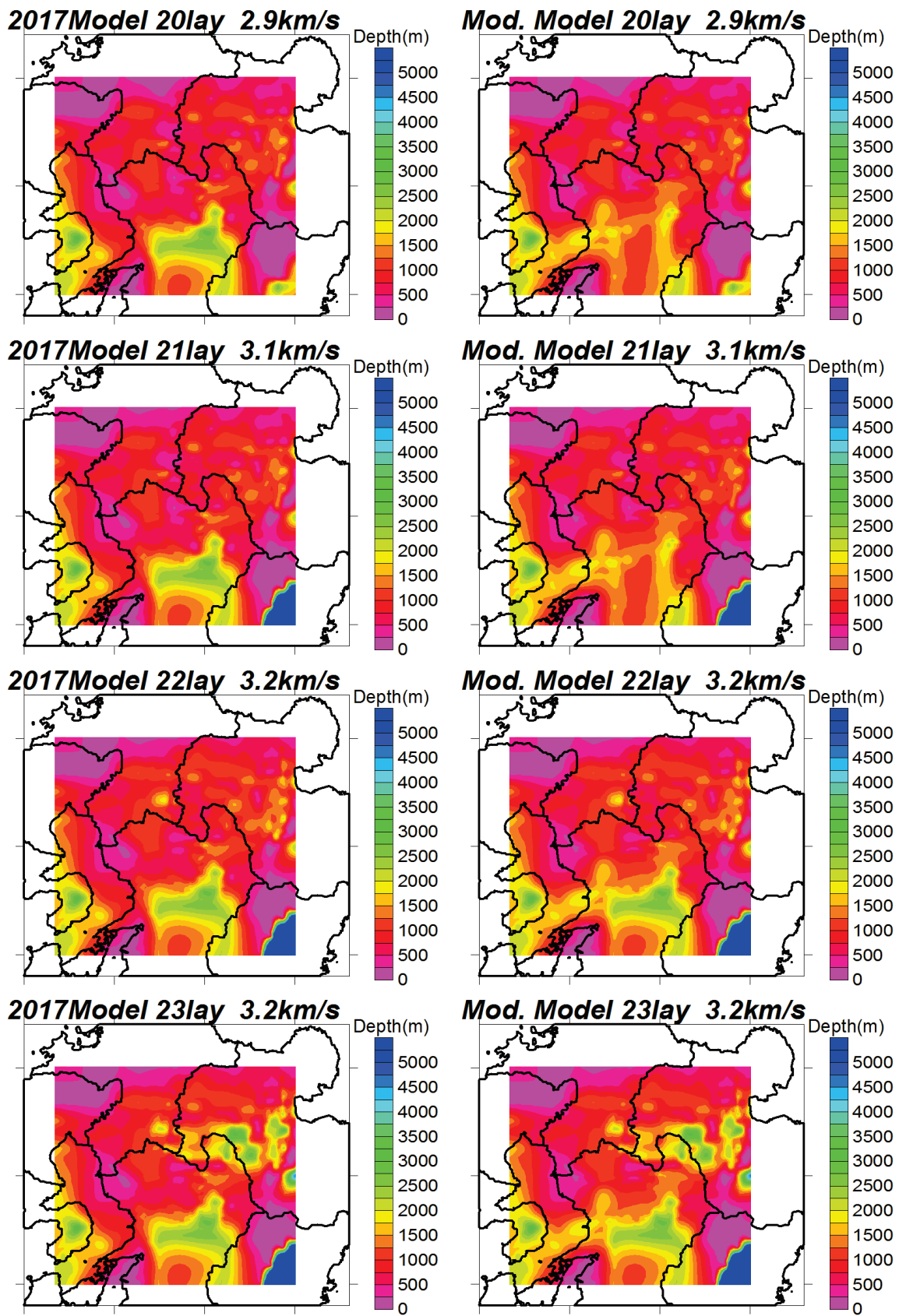


図 3.2-12 熊本平野における修正状況 (6) 左図：修正前 右図：修正後

3) 地下構造モデル検証

以下に示す 5 つの地震について 3 次元差分法により長周期地震動（周期 2 秒以上）シミュレーションを実施した。

- 2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震（M7.1）
- 2009年8月11日 駿河湾の地震（M6.5）
- 2011年8月1日 駿河湾の地震（M6.2）
- 2013年4月13日 淡路島付近の地震（M6.3）
- 2016年4月1日 三重県南東沖の地震（M6.5）

紀伊半島沖の地震については、EIC地震学ノート（山中、2004）を参照した。駿河湾の地震（M6.5）については、防災科学技術研究所の強震観測網のホームページにおける震源インバージョン解析結果（鈴木・青井、2009）を参照した。2011年8月1日 駿河湾の地震、淡路島付近の地震、2016年4月1日 三重県南東沖については、防災科学技術研究所のF-netメカニズムを参照し、周期0.5秒のリッカー波を入力した。

表3.2-1に2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震差分法計算の緒元を示す。図3.2-13に計算範囲を示す。

表3.2-2に2009年8月11日および2011年8月1日の 駿河湾の地震の計算緒元を、図3.2-14に計算範囲を示す。

表3.2-3に2013年4月13日 淡路島付近の地震の計算緒元を、図3.2-15に計算範囲を示す。

表3.2-4に2016年4月1日 三重県南東沖の地震の計算緒元を、図3.2-16に計算範囲を示す。

ただし、これらの地震動シミュレーションにおいて今回地下構造モデルの修正を行うことができた範囲（鳥取県および熊本県）がほとんど含まれない。そのため、ここでは2017年モデルの改良前のモデル（2016年モデルと呼ぶ）との比較も示す。

（1）2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震（M7.1）

図 3.2-17に2018年モデルにおける差分法計算最大速度と観測最大速度の比較を示す。周期ごとのに最大値を計算して示している。図3.2-18には2016年モデルの結果を示す。

2018年モデルではやや過大評価になっていることが特徴である。

図 3.2-19、図 3.2-20に観測速度波形との比較を示す。2018年モデルは対象地域では大きな変更がないため波形はほぼ同じ形状を示している。全体的に2016年モデルに比べ後続位相が大きくなっている。名古屋、大阪ではやや過大評価である。浜岡や辰巳では、後続位相の出現の仕方は2018年モデルの方が観測波形をよく説明できている。

（2）2009年8月11日 駿河湾の地震（M6.5）

図3.2-21、図3.2-22に最大速度の比較を示す。本地震の計算では2016年モデルの結果が過大評価であった。

図3.2-23、図3.2-24に速度波形の比較を示す。

名古屋では、2016年モデルが過大評価である。彦根でも同様の結果であった。先に示した、紀伊半島沖の地震では2016年モデルの方が過小評価であった。地盤モデルの検討に加え、震源モデルの検討も必要であると考えられる。

周期2秒程度において、2016年モデルの辰巳では概ね整合的であるが、東金では過大評価である。逆に2018年モデルでは、周期2秒程度は辰巳では過小評価であるが、東金では整合的な結果となっている。

(3) 2011年8月1日 駿河湾の地震 (M6.2)

図3.2-25、図3.2-26に最大速度の比較を示す。2018年モデルは観測データをよく説明できている。周期10-8秒、8-6秒では過小評価であるが、観測波形にノイズ成分が多く含まれているためと考えられる。2016年モデルでは過大評価である。

図3.2-27、図3.2-28に速度波形の比較を示す。

速度波形の比較では、2016年モデルの名古屋、辰巳、東金では過大評価である。

2018年モデルでは、やや過小評価気味であるが、観測データをよく説明できている。

(4) 2013年4月13日 淡路島付近の地震 (M6.3)

図3.2-29、図3.2-30および図3.2-31に最大速度の比較を示す。どの地盤モデルでも過大評価である地点が多い。

図3.2-32、図3.2-33に速度波形の比較を示す。名古屋では3秒付近の振幅が過小評価である。米子地点では、地盤モデルの改良により観測波形がよい対応を示している。

(5) 2016年4月1日 三重県南東沖の地震 (M6.5)

図3.2-34、図3.2-35に最大速度の比較を示す。観測データの長周期側にノイズ成分が大きいことを考慮しても、再現計算の結果が過小評価であると考えられる。

図3.2-36、図3.2-37に速度波形の比較を示す。大阪、和歌山では周期2秒程度の波が過小評価である。図3.2-37に示した三原、高知でも過小評価である。

本地震の再現計算では、中心周期0.5秒のベル型の震源時間関数という単純なモデルを用いて行ったが、実際の震源破壊過程はより複雑であったと考えられ、波形の再現性が低い結果となった。再現性向上には、震源をより詳細にモデル化する必要がある。

図3.2-38には、AIC004（名古屋）地点の地震動のR/Vスペクトルと地盤モデルによるレイリー波のH/Vスペクトルの比較を示す。また、S波増幅特性も併せて示す。これによると、周期3~4秒付近にピークを有する地盤モデルであり、計算波形が過小評価気味である原因としては、観測点周辺の構造の影響や震源モデルの影響が考えられる。なお、この点に関して、戦略的イノベーションプログラム（SIP）において東海地域の詳細な地下構造モデルの検討が現在進められていることから、今後モデルが改良される可能性もある。

表 3.2-1 2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震の差分法の緒元

グリッドサイズ(m)	200	
経度方向距離(km)	560	グリッド数2800
緯度方向距離(km)	410	グリッド数2050
	200	深さ0 km~2 km
深度方向	400	深さ2km~10 km
グリッドサイズ(m)	800	深さ10km~26 km
	1200	深さ26km~62 km
計算間隔(秒)	0.0100	
ステップ数	50,000	計算時間 500 (s)

表 3.2-2 2009年8月11日および2011年8月1日 駿河湾の地震の差分法の緒元

グリッドサイズ(m)	200	
経度方向距離(km)	440	グリッド数2200
緯度方向距離(km)	200	グリッド数1000
	200	深さ0 km~2 km
深度方向	400	深さ2km~10 km
グリッドサイズ(m)	800	深さ10km~26 km
	1200	深さ26km~62 km
計算間隔(秒)	0.0100	
ステップ数	20,000	計算時間 200 (s)

表 3.2-3 2013年4月13日 淡路島付近の地震の差分法の緒元

グリッドサイズ(m)	200	
経度方向距離(km)	480	グリッド数2400
緯度方向距離(km)	270	グリッド数1350
	200	深さ0 km~2 km
深度方向	400	深さ2km~10 km
グリッドサイズ(m)	800	深さ10km~26 km
	1200	深さ26km~26 km
計算間隔(秒)	0.0100	
ステップ数	10,000	計算時間 100 (s)

表 3.2-4 2016年4月1日 三重県南東沖の地震の差分法の緒元

グリッドサイズ(m)	200	
経度方向距離(km)	380	グリッド数1900
緯度方向距離(km)	220	グリッド数1100
	200	深さ0 km~2 km
深度方向	400	深さ2km~10 km
グリッドサイズ(m)	800	深さ10km~26 km
	1200	深さ26km~50 km
計算間隔(秒)	0.0100	
ステップ数	15,000	計算時間 150 (s)

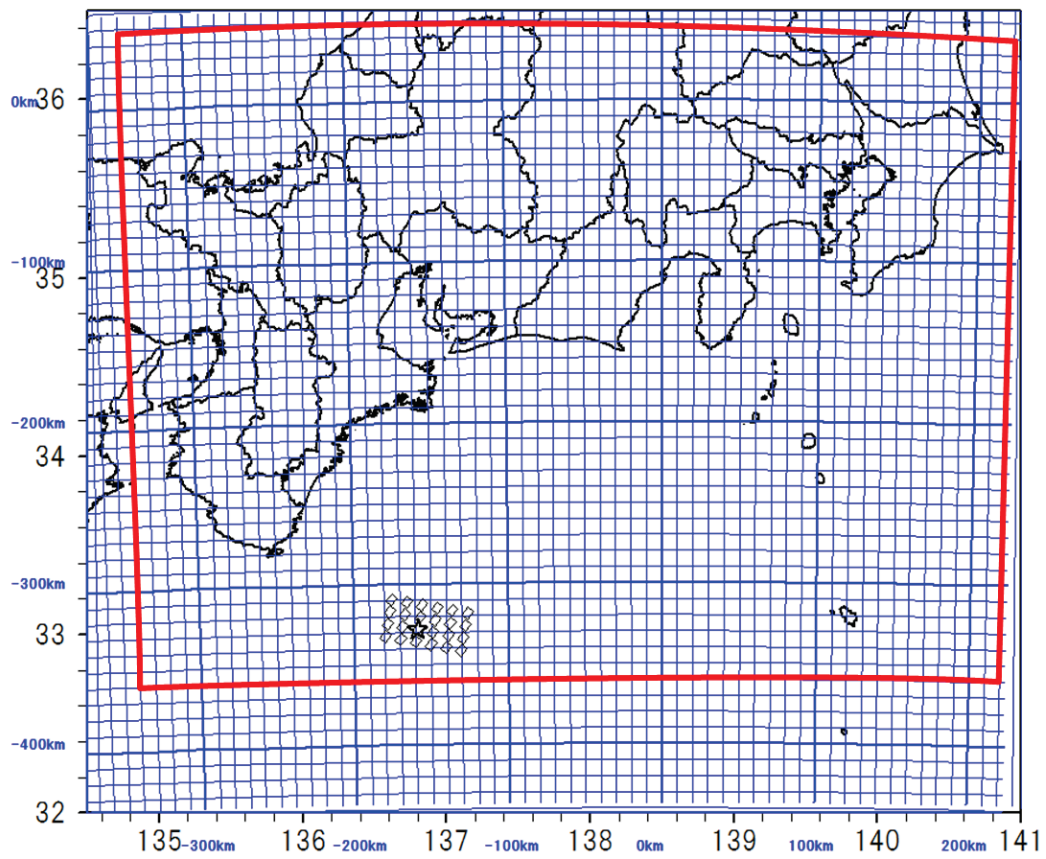


図 3.2-13 2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震の計算範囲

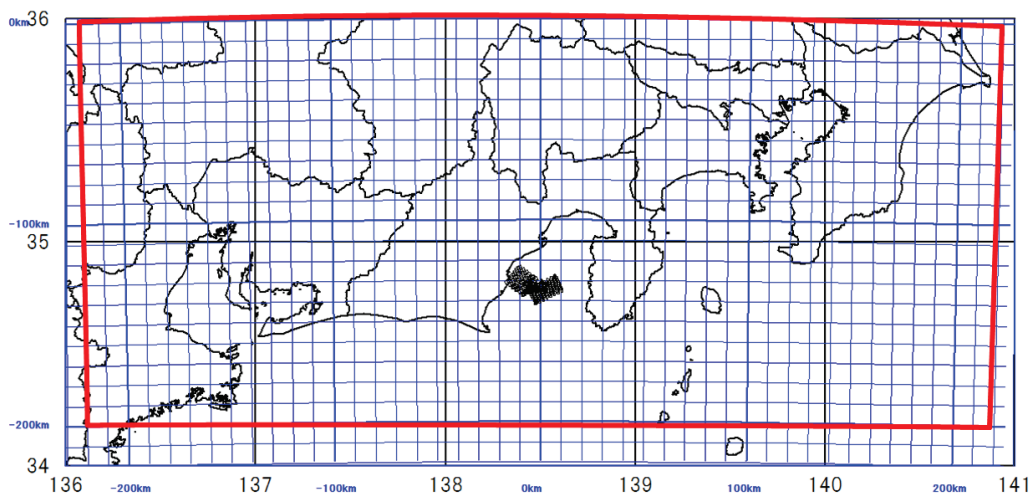


図 3.2-14 2009年8月11日および2011年8月1日 駿河湾の地震の計算範囲

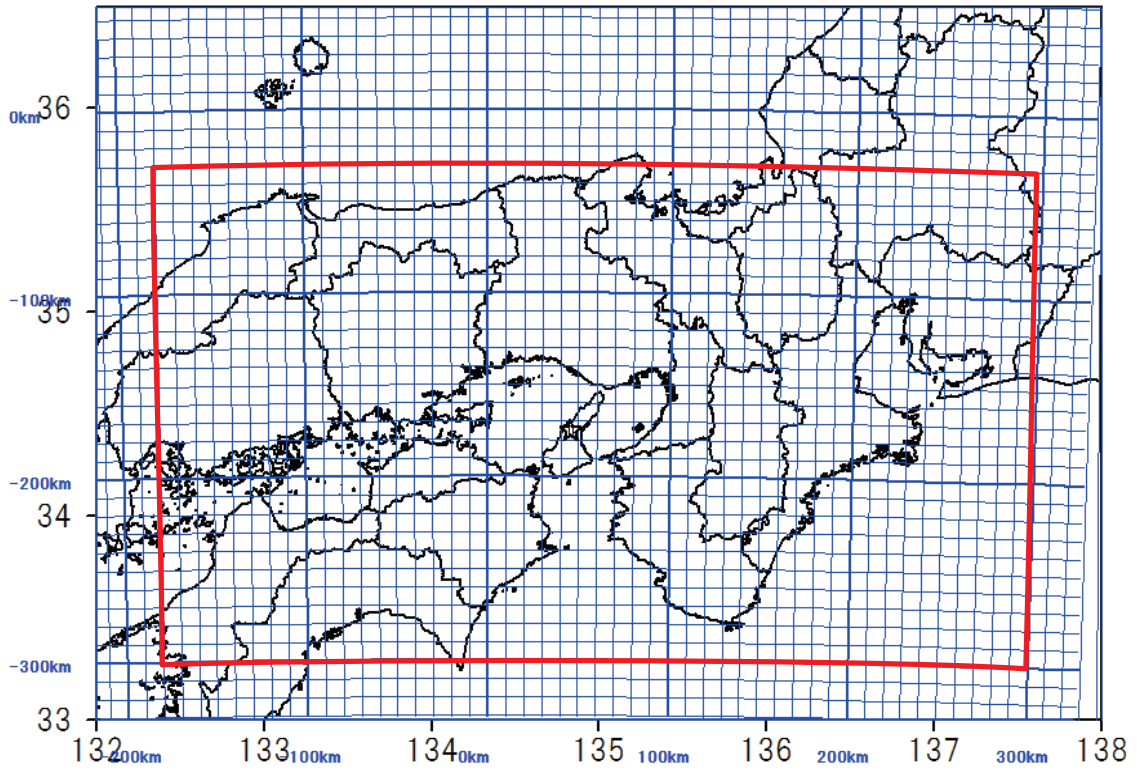


図 3.2-15 2013年4月13日 淡路島付近の地震の計算範囲

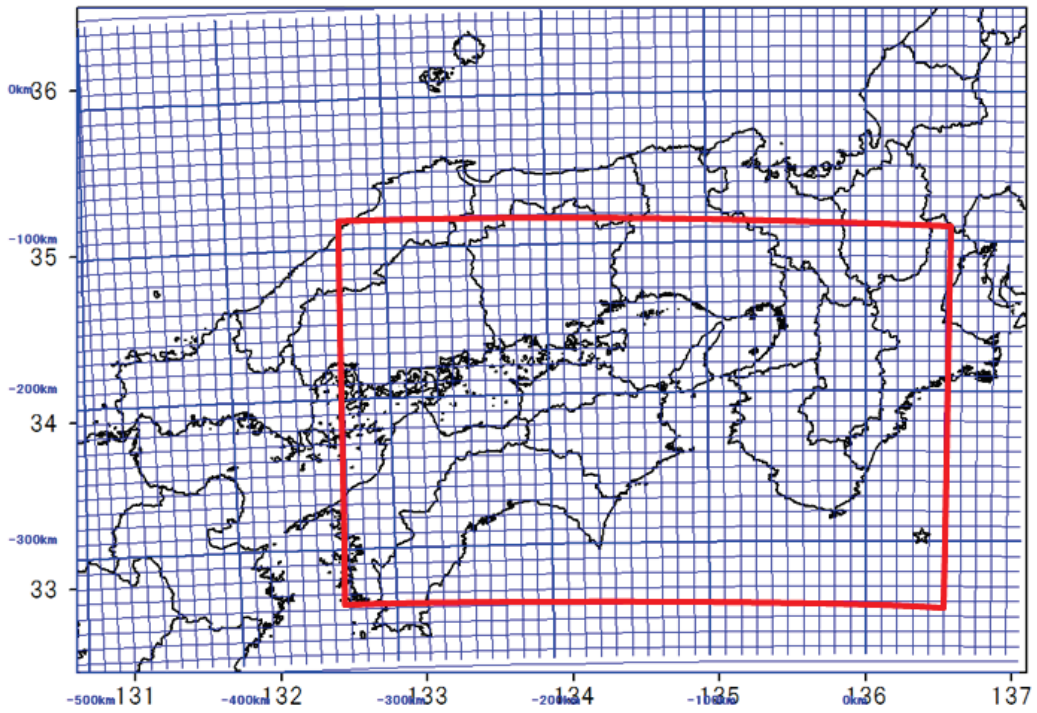


図 3.2-16 2016年4月1日 三重県南東沖の地震の計算範囲

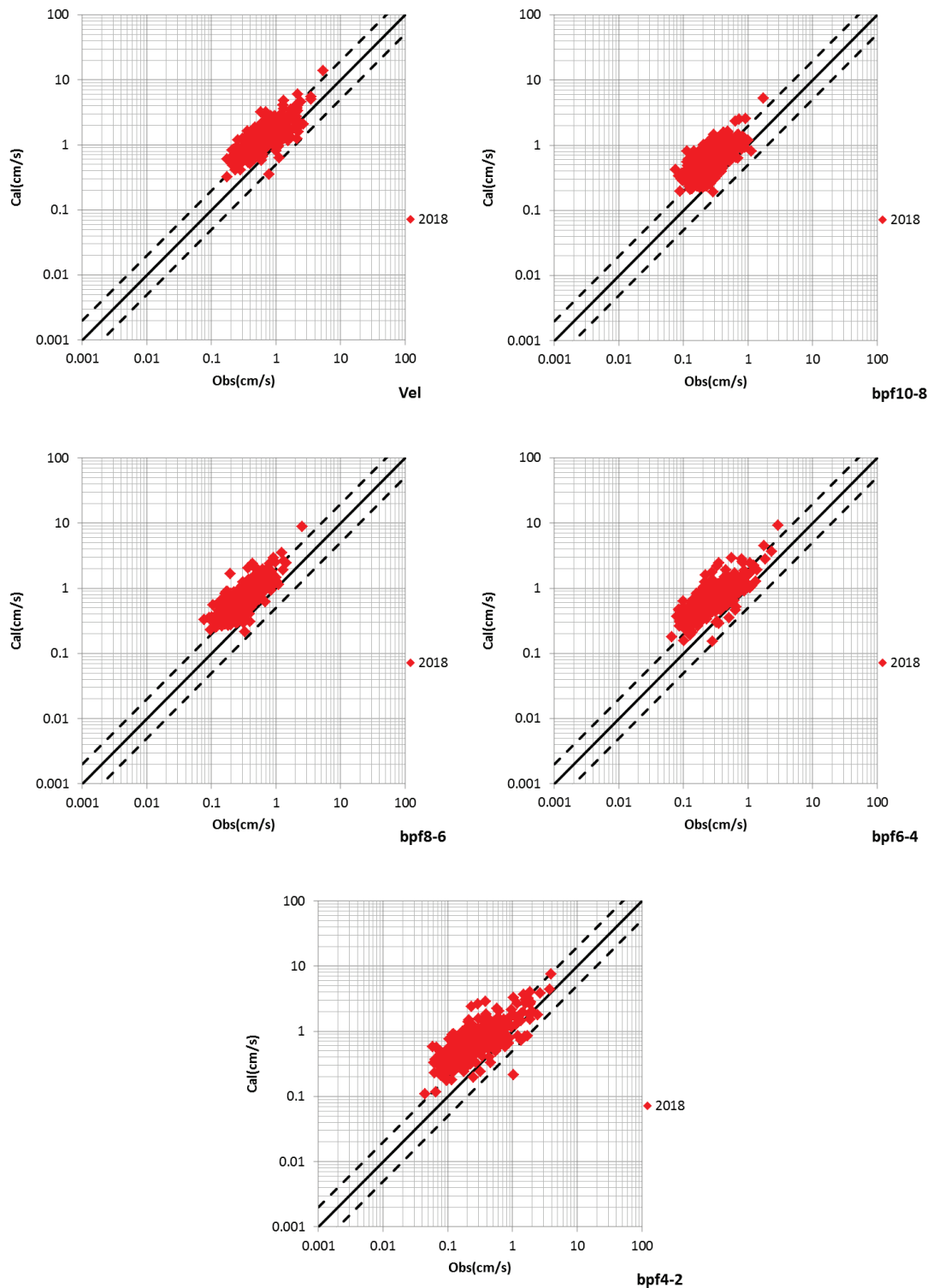


図 3.2-17 2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震 最大速度の比較
 2018年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度

bpf4-2 : 周期 4~2 秒の最大速度

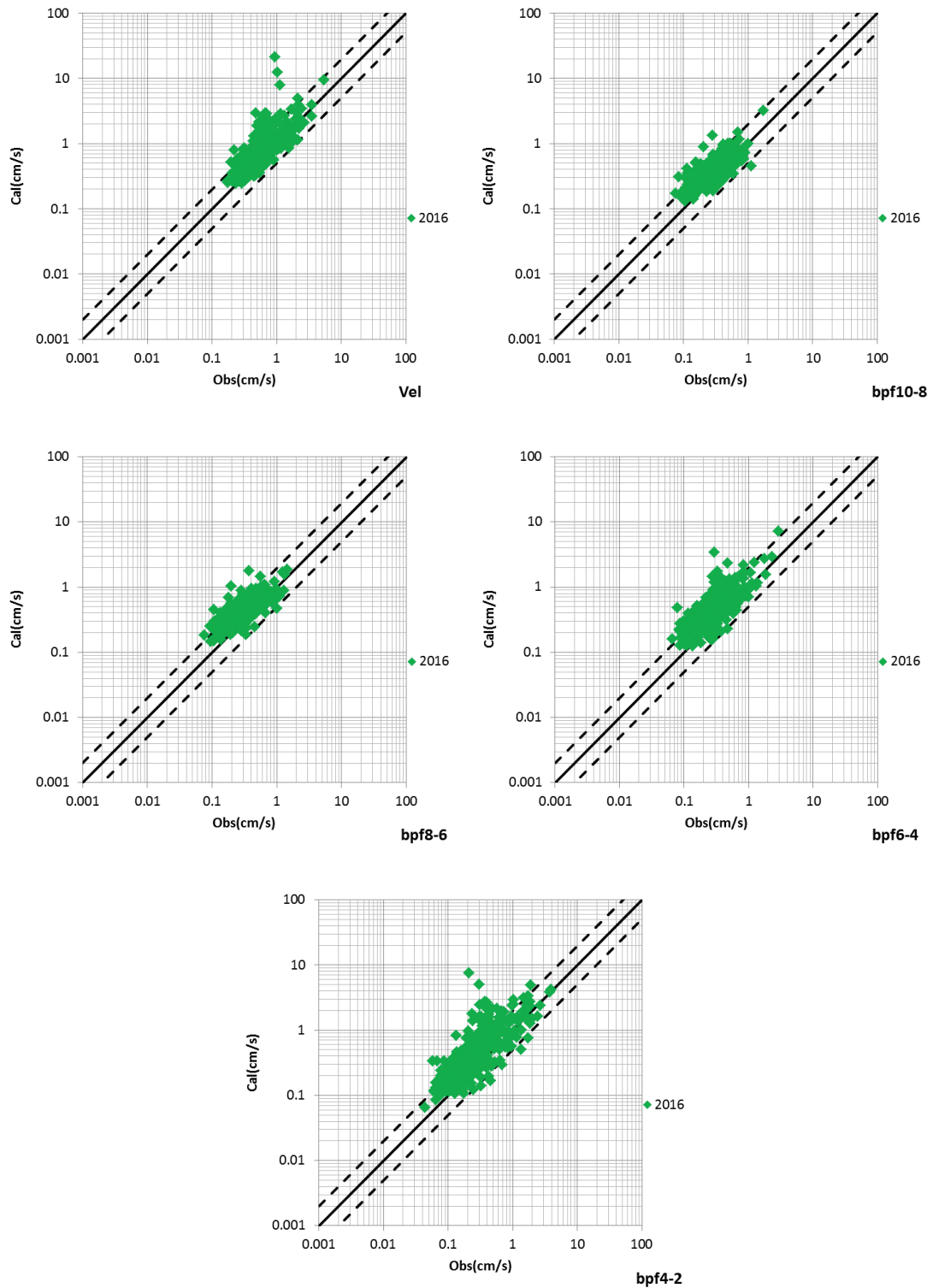


図 3.2-18 2004 年 7 月 4 日 19 時 7 分頃 紀伊半島沖の地震 最大速度の比較

2016 年モデル 横軸：観測 縦軸：計算

Vel : 周期 2 秒以上の最大速度 bpf10-8 : 周期 10~8 秒の最大速度

bpf8-6 : 周期 8~6 秒の最大速度 bpf6-4 : 周期 6~4 秒の最大速度

bpf4-2 : 周期 4~2 秒の最大速度

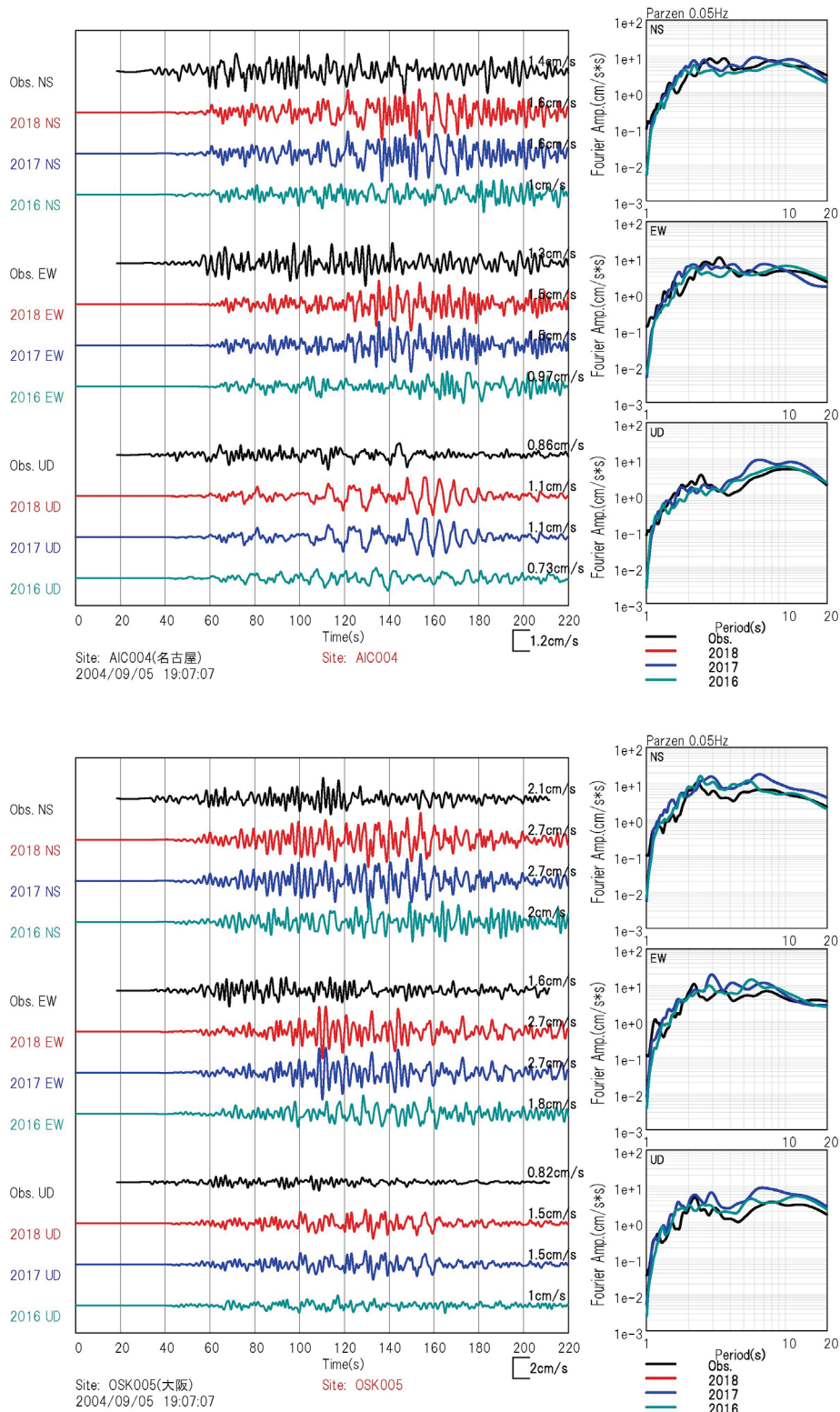


図 3.2-19 観測速度波形との比較 2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震

上図：名古屋 下図：大阪

黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

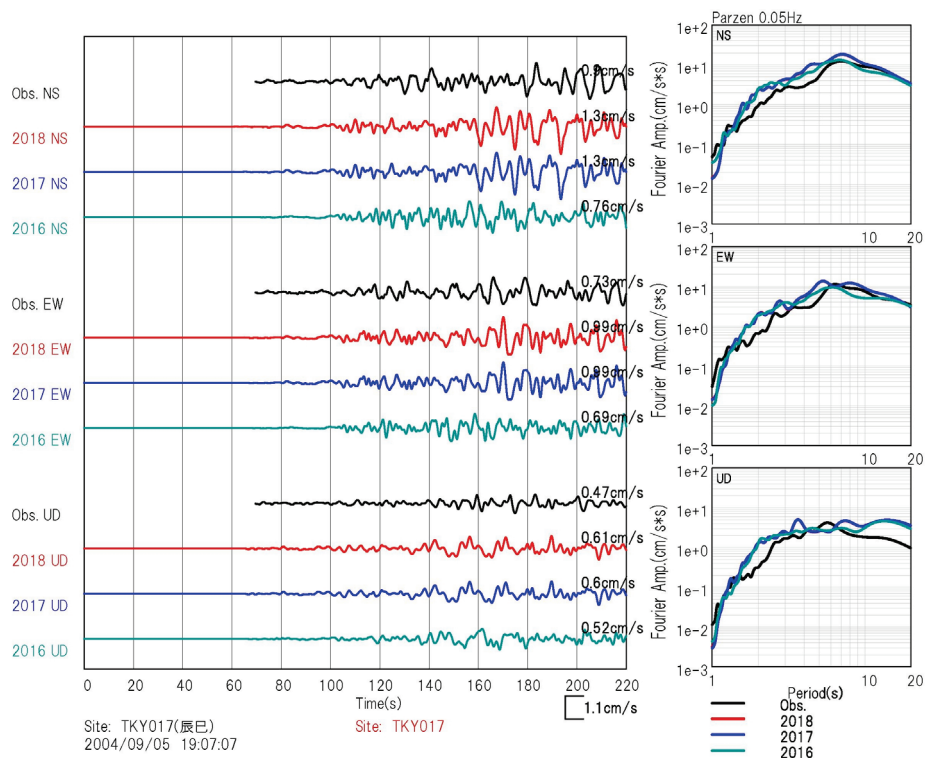
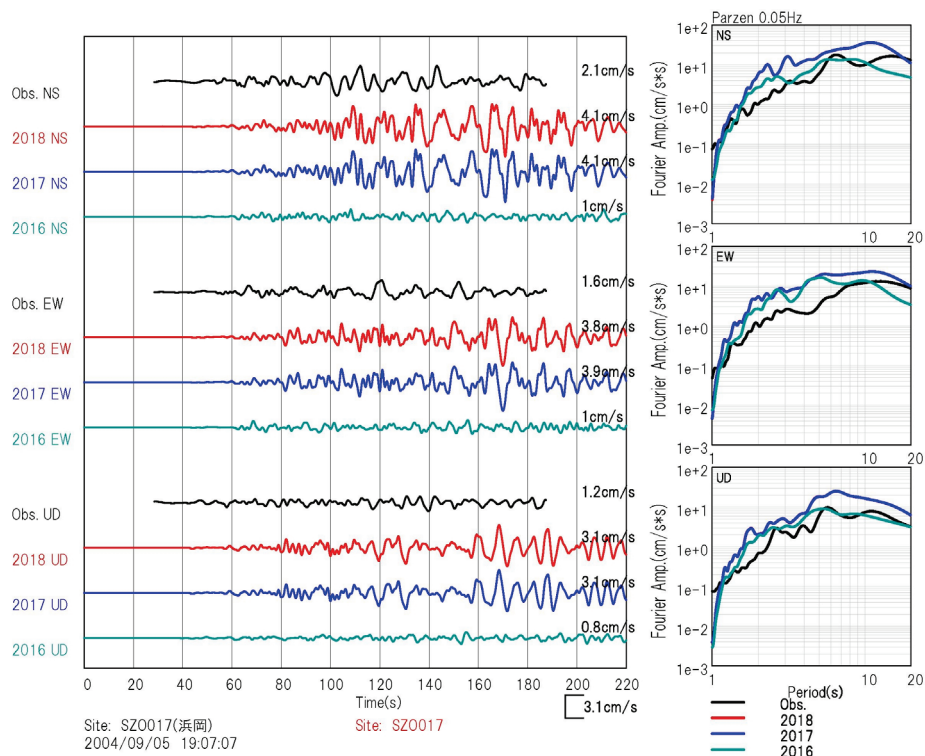


図 3.2-20 観測速度波形との比較 2004年7月4日19時7分頃 紀伊半島沖の地震
 上図：浜岡 下図：辰巳
 黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

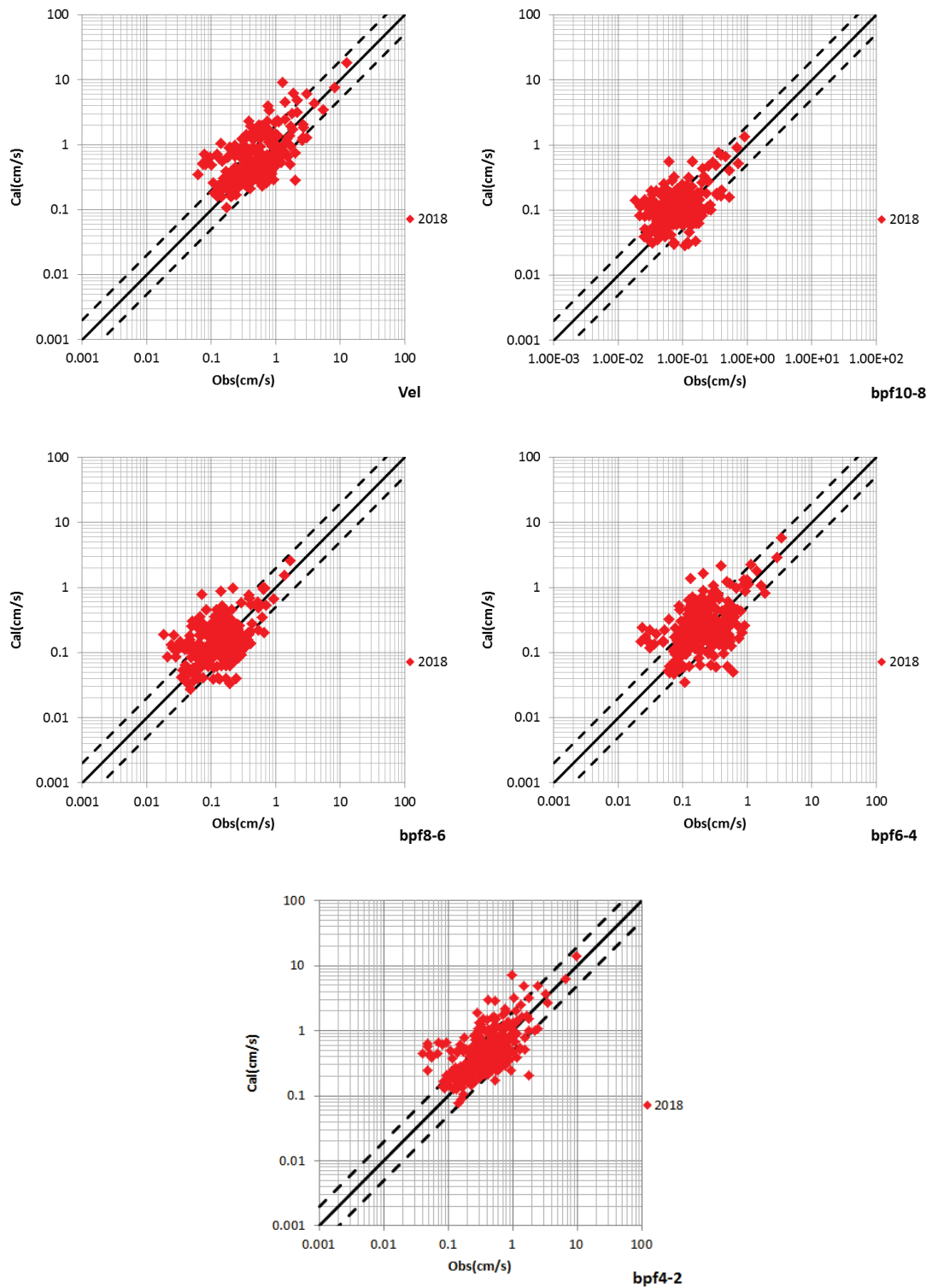


図 3.2-21 2009年8月11日 駿河湾の地震 (M6.5) 最大速度の比較
 2018年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

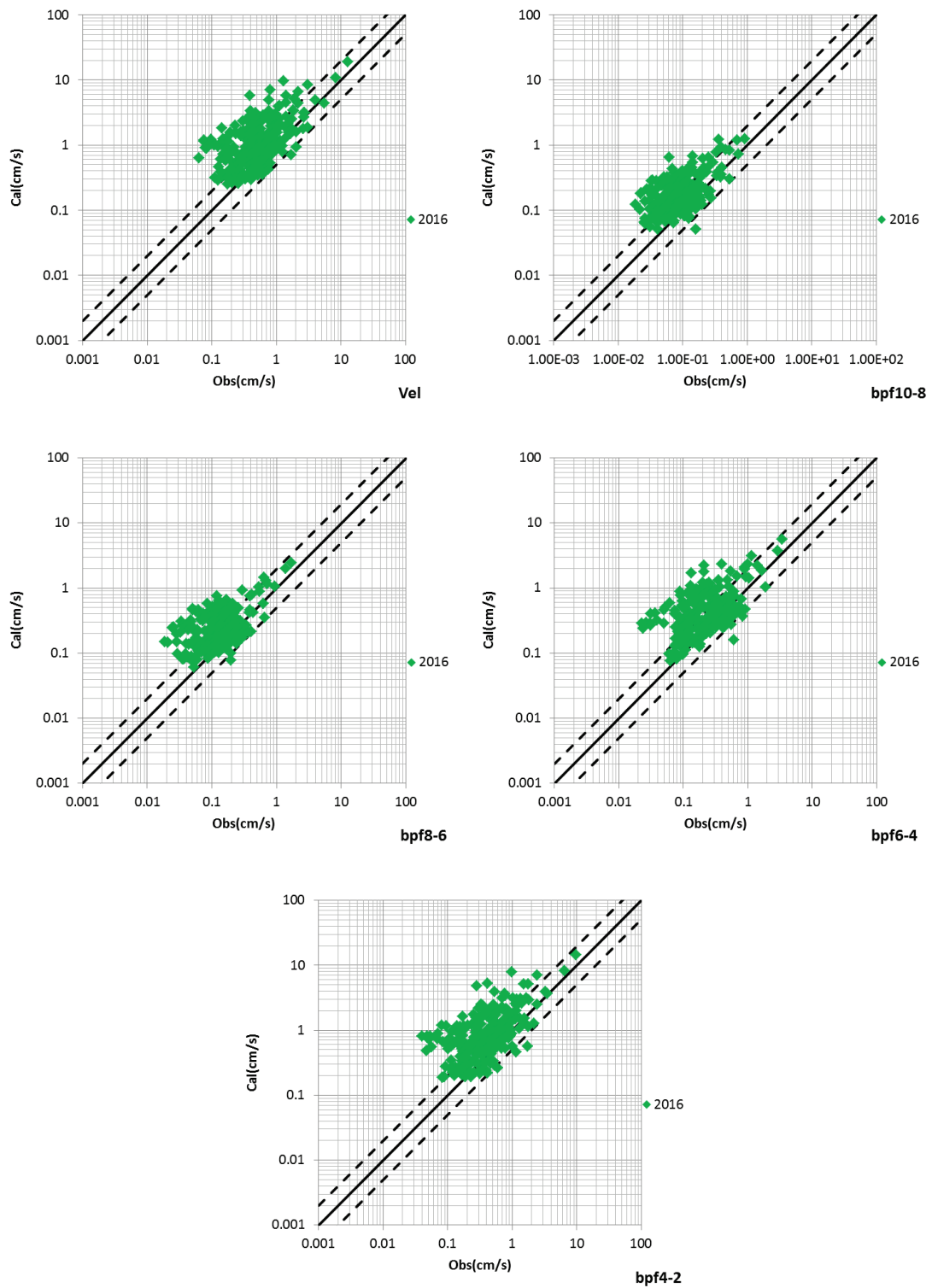


図 3.2-22 2009年8月11日 駿河湾の地震 (M6.5) 最大速度の比較
 2016年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

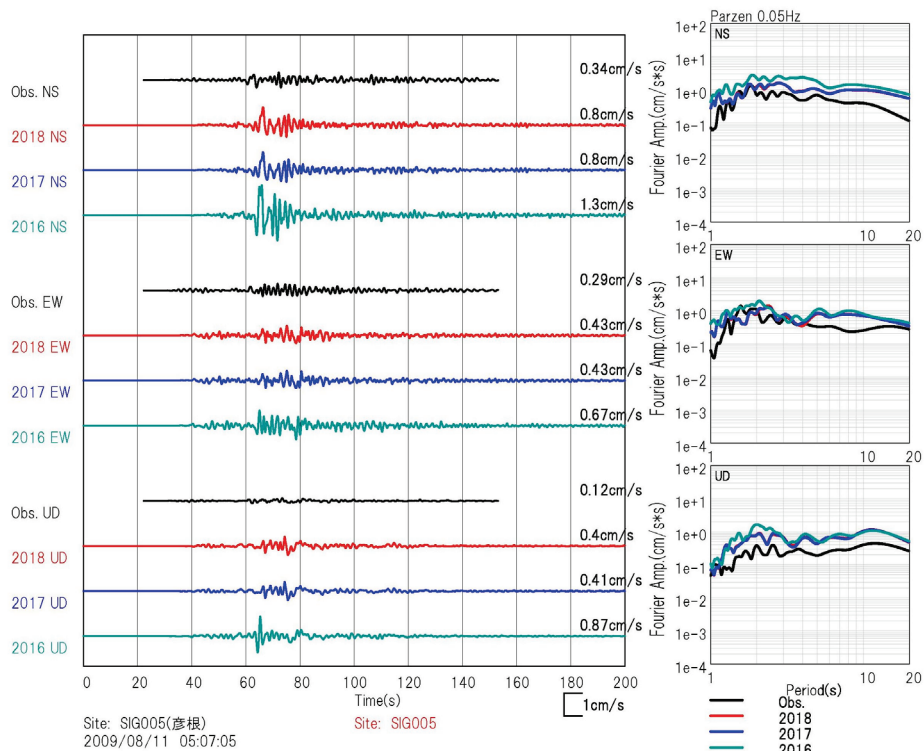
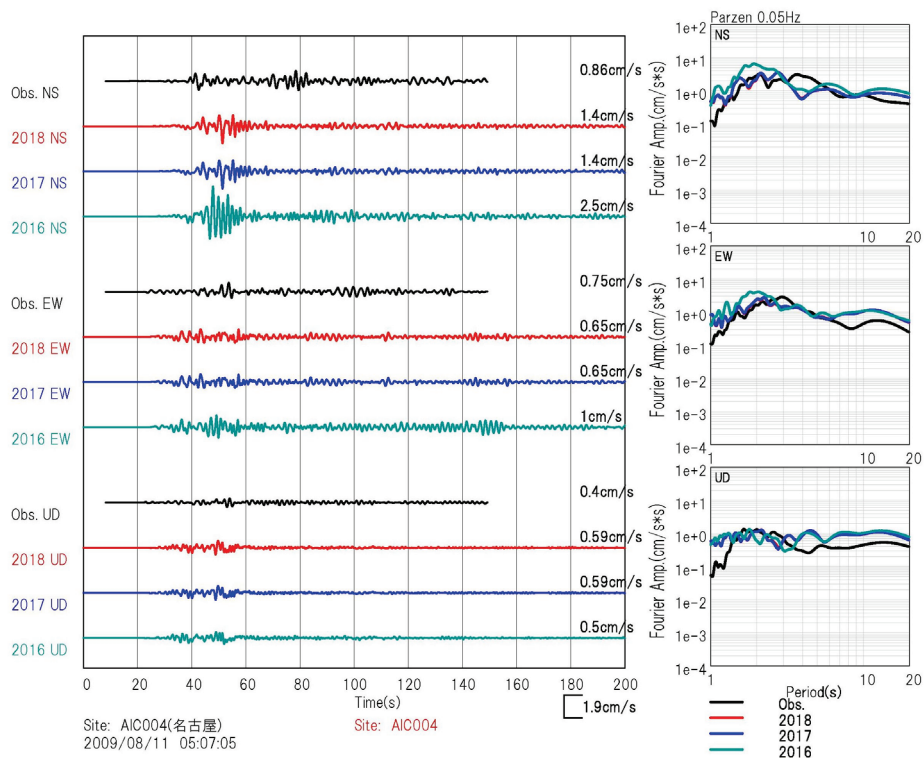


図 3.2-23 観測速度波形との比較 2009年8月11日 駿河湾の地震 (M6.5)
 上図：名古屋 下図：彦根
 黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

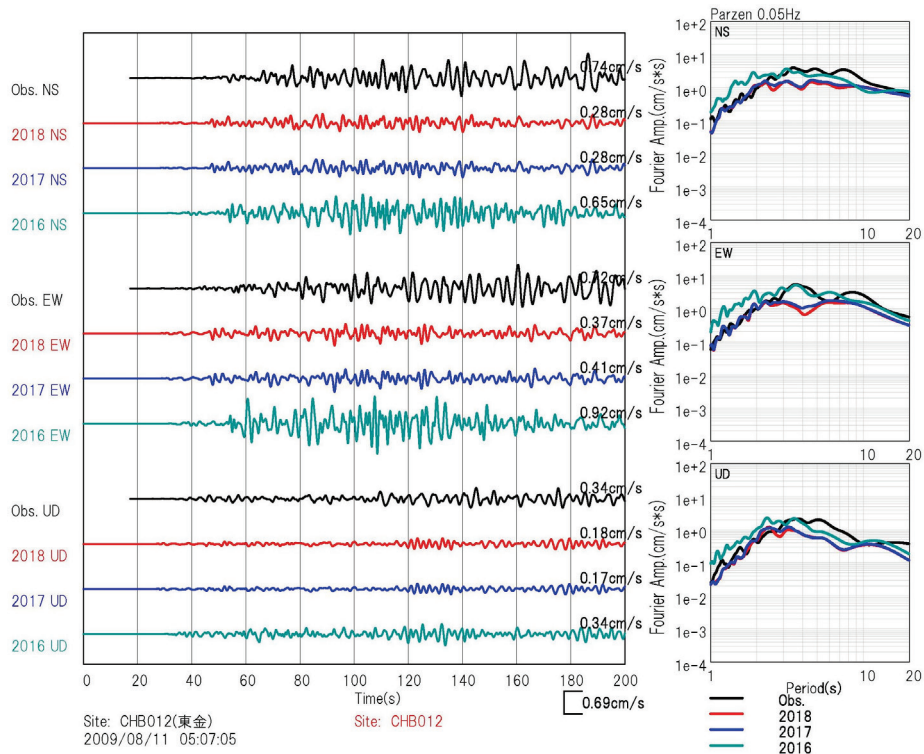
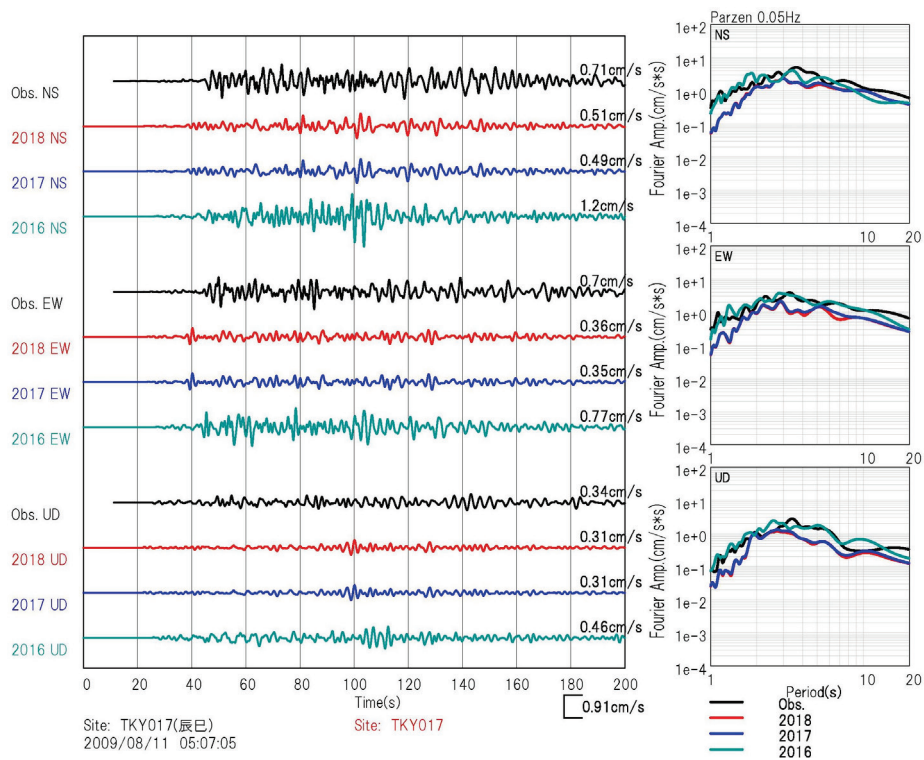


図 3.2-24 観測速度波形との比較 2009年8月11日駿河湾の地震 (M6.5)

上図：辰巳 下図：東金

黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

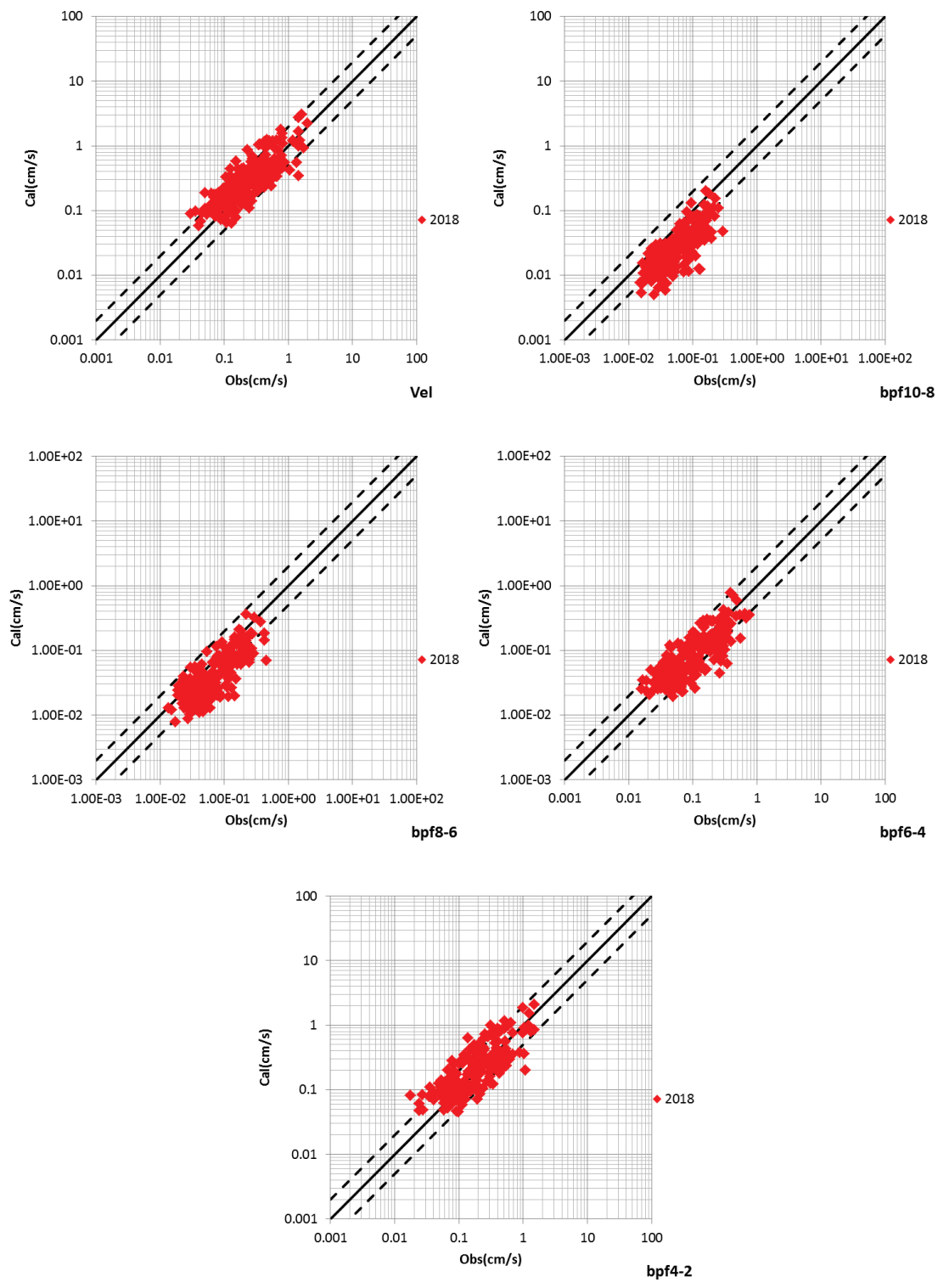


図 3.2-25 2011年8月1日 駿河湾の地震 (M6.2) 最大速度の比較
 2018年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

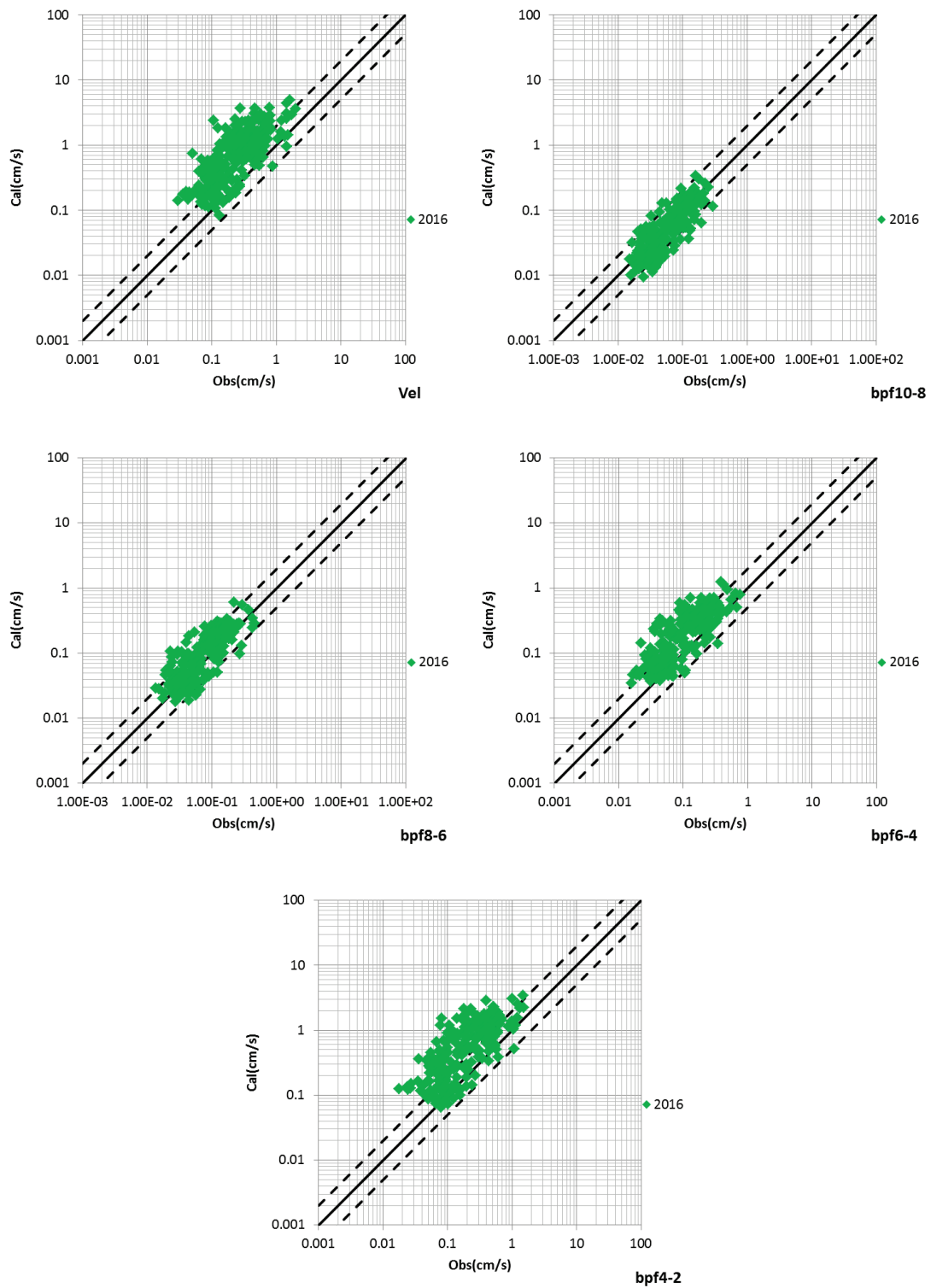


図 3.2-26 2011年8月1日 駿河湾の地震 (M6.2) 最大速度の比較
 2016年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

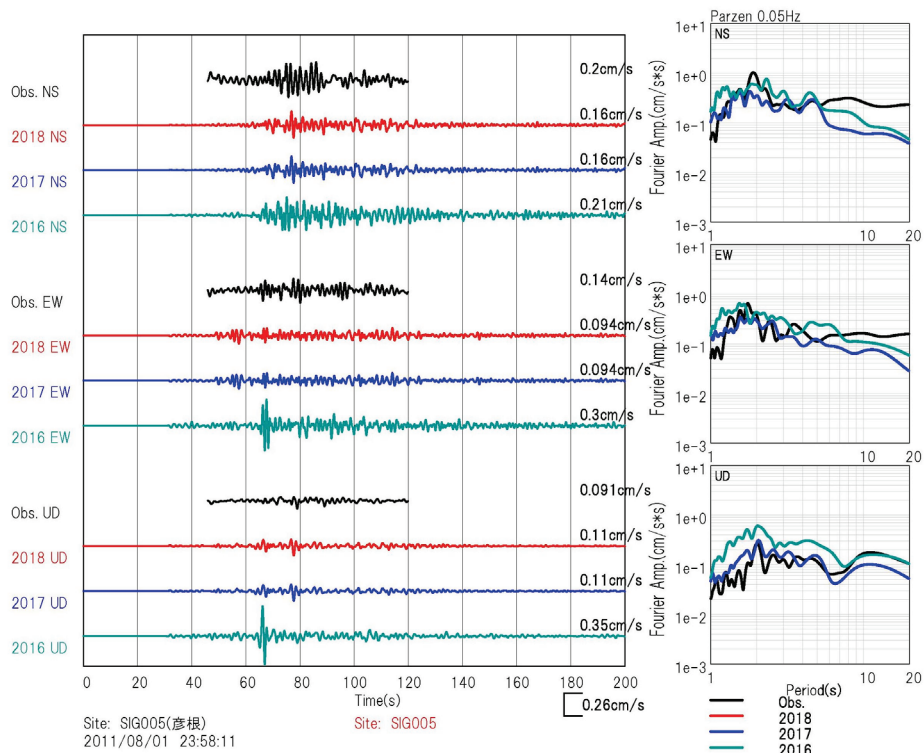
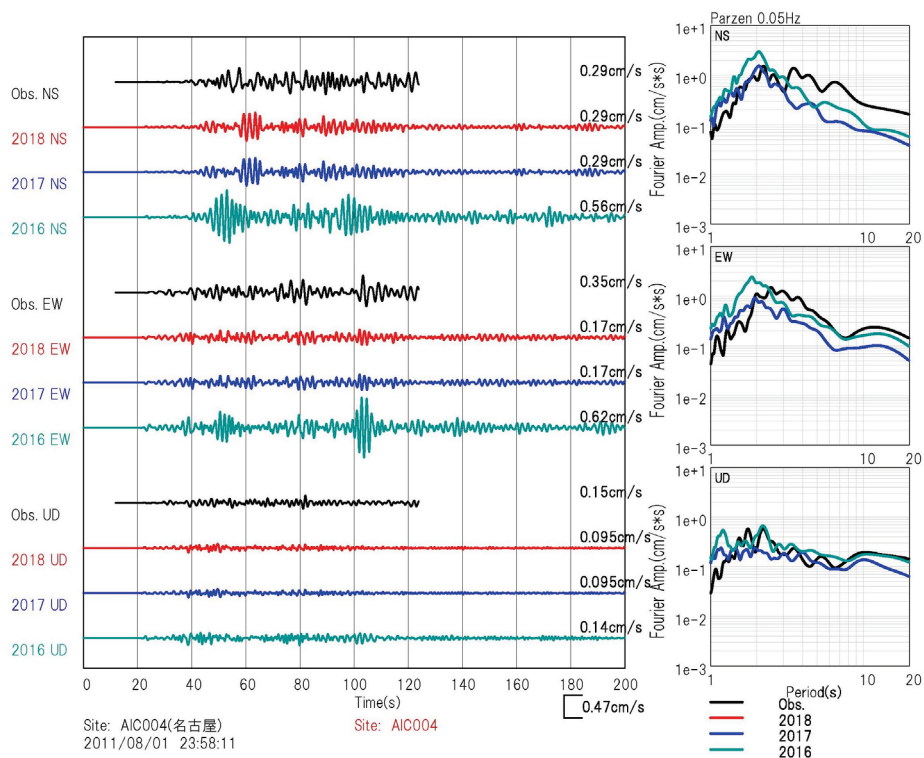


図 3.2-27 観測速度波形との比較 2011年8月1日 駿河湾の地震 (M6.2)

上図：名古屋 下図：彦根

黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

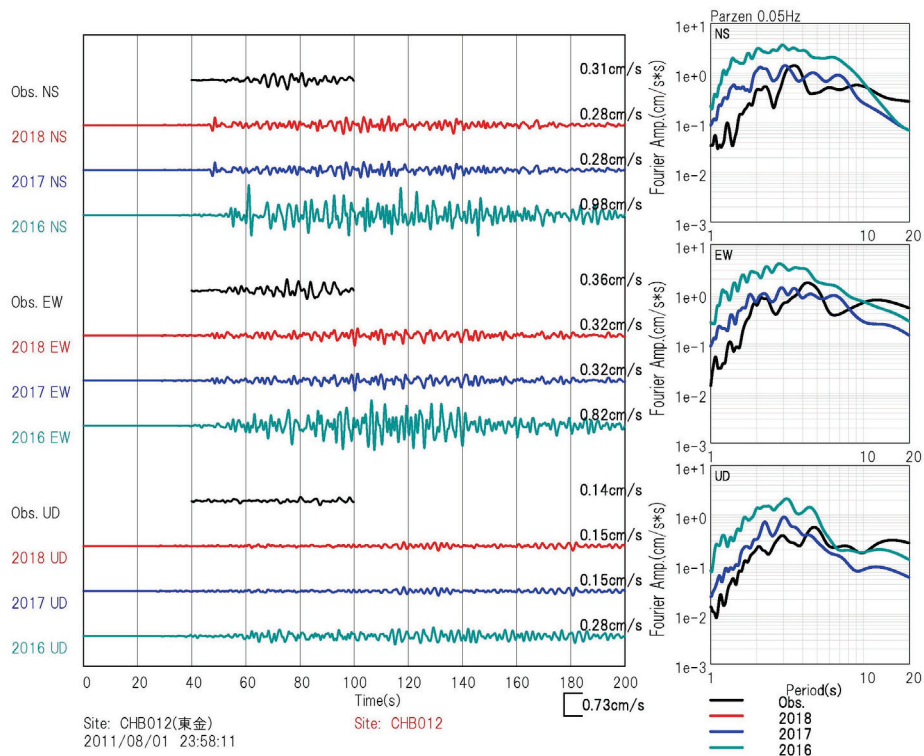
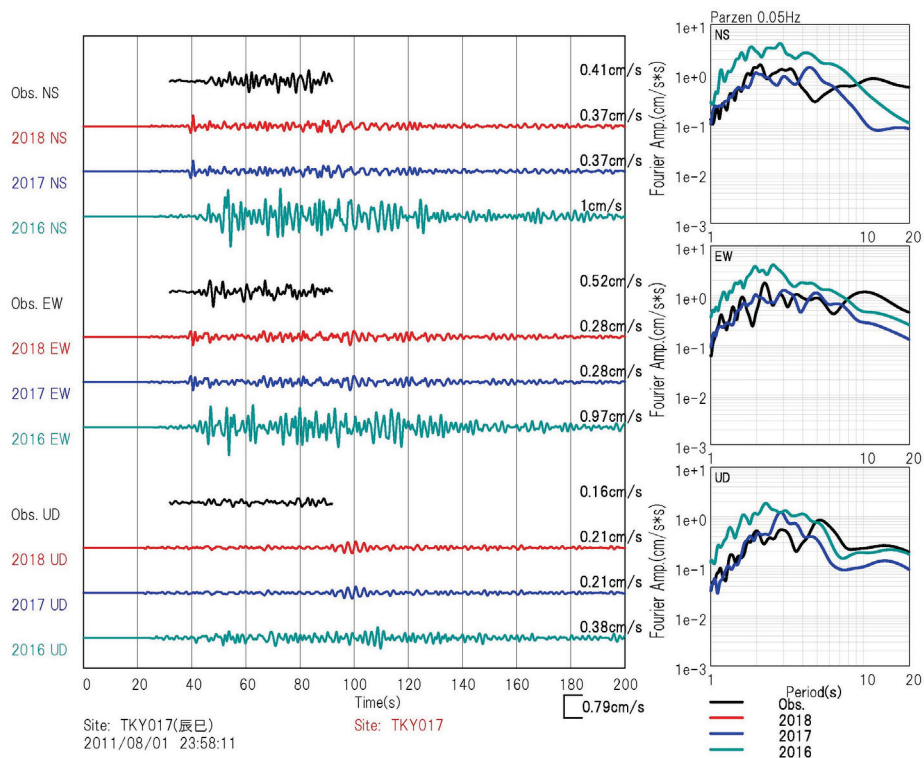


図 3.2-28 観測速度波形との比較 2011年8月1日 駿河湾の地震 (M6.2)

上図：辰巳 下図：東金

黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

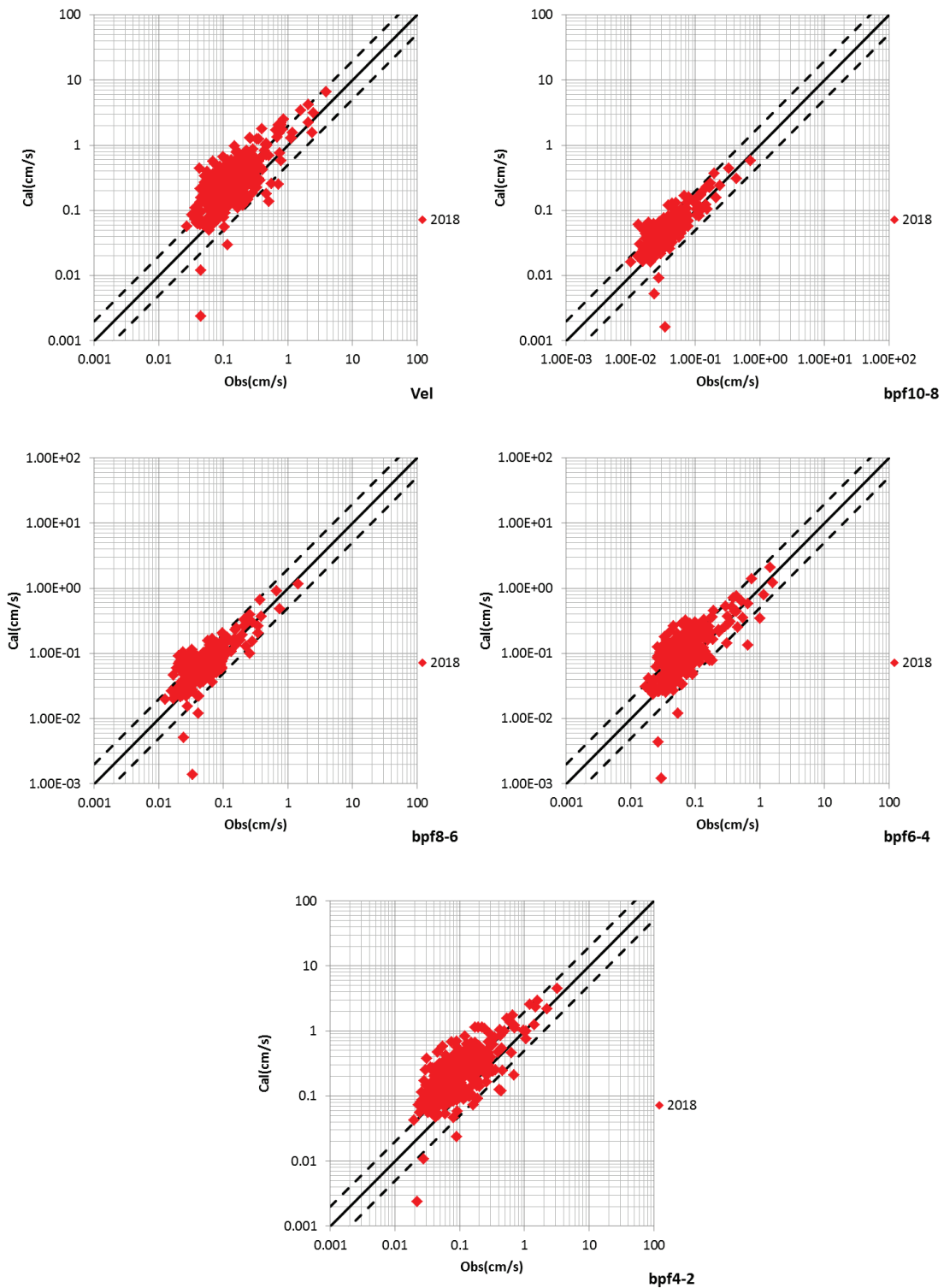


図 3.2-29 2013年4月13日 淡路島付近の地震 (M6.3) 最大速度の比較
 2018年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

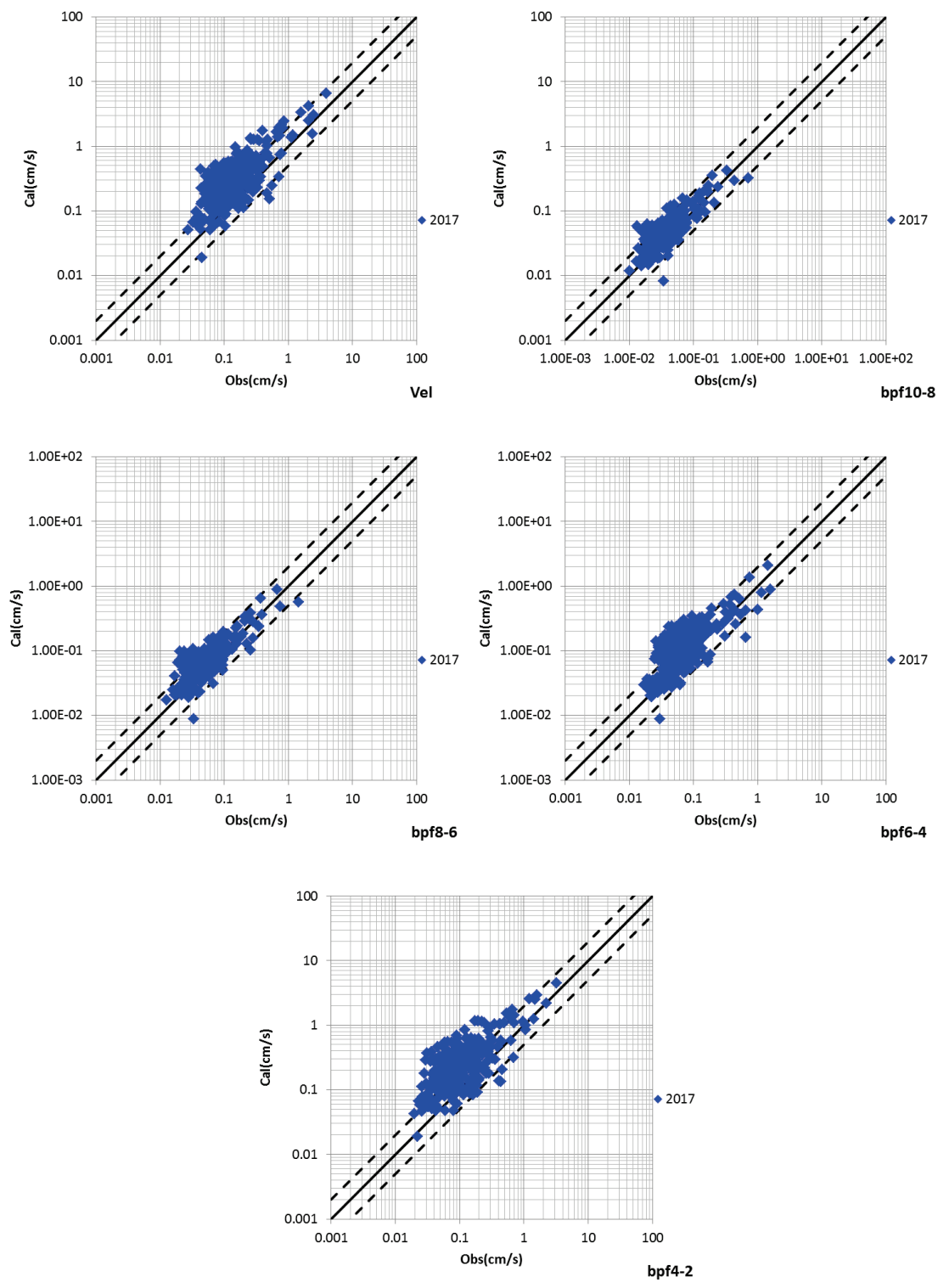


図 3.2-30 2013年4月13日 淡路島付近の地震 (M6.3) 最大速度の比較
 2017年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

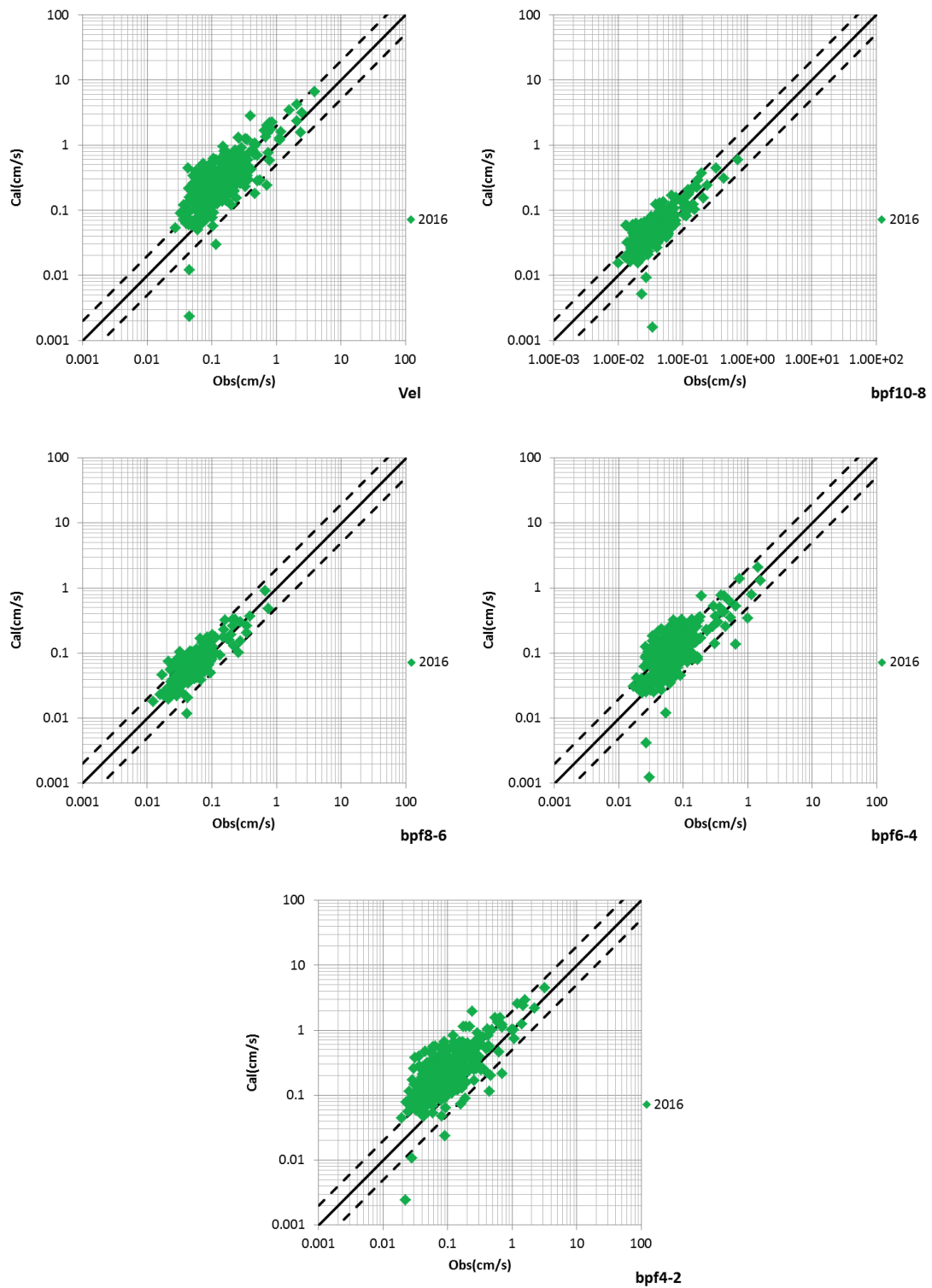


図 3.2-31 2013年4月13日 淡路島付近の地震 (M6.3) 最大速度の比較
 2016年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

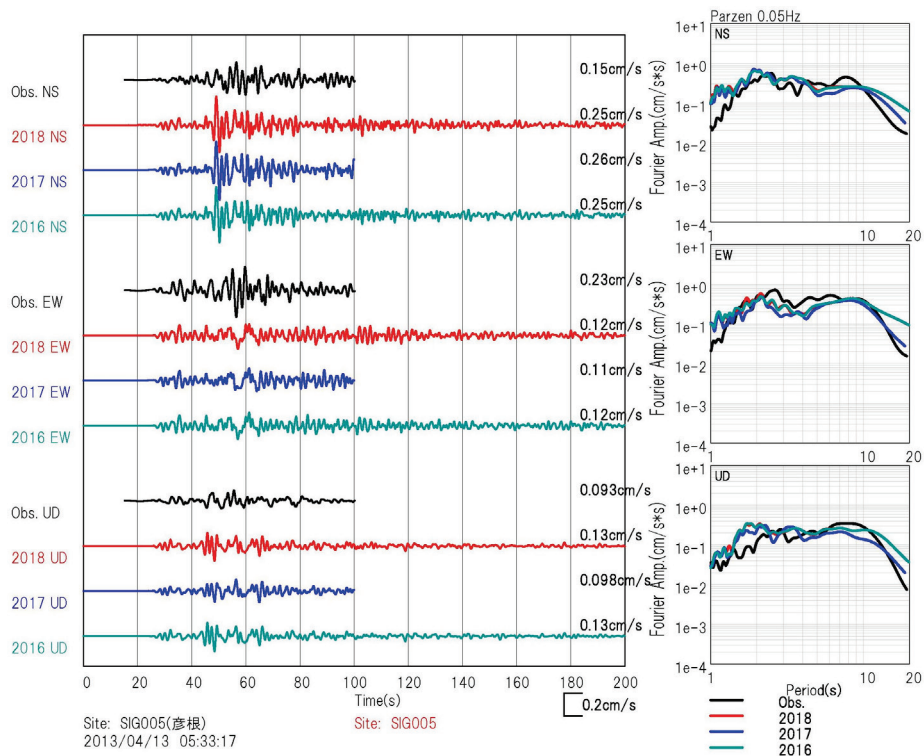
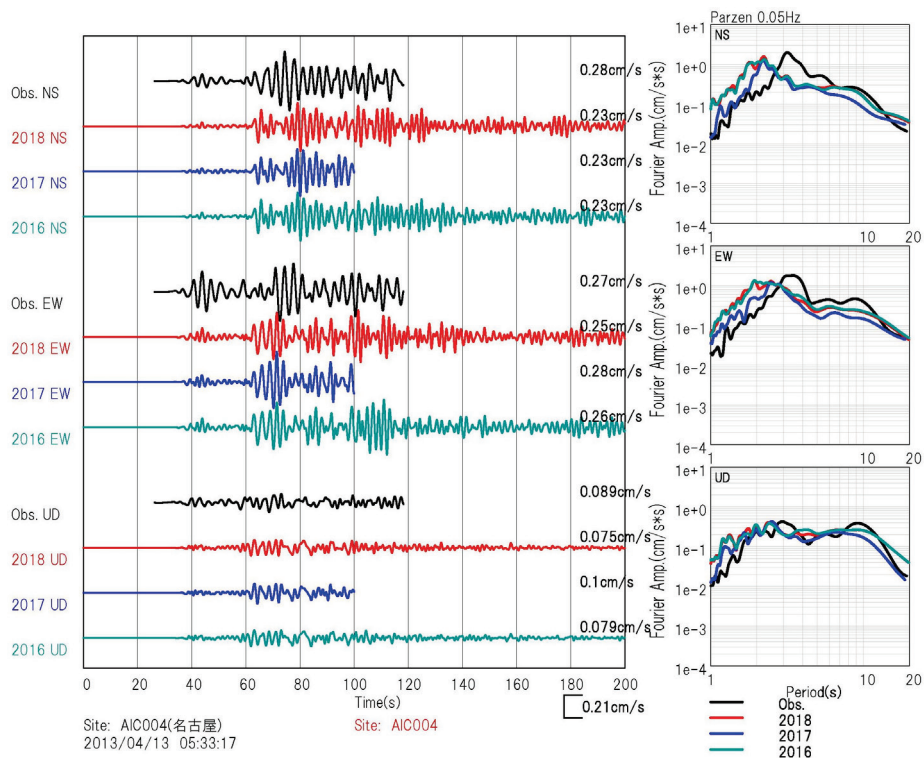


図 3.2-32 観測速度波形との比較 2013年4月13日 淡路島付近の地震 (M6.3)
 上図：名古屋 下図：彦根
 黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

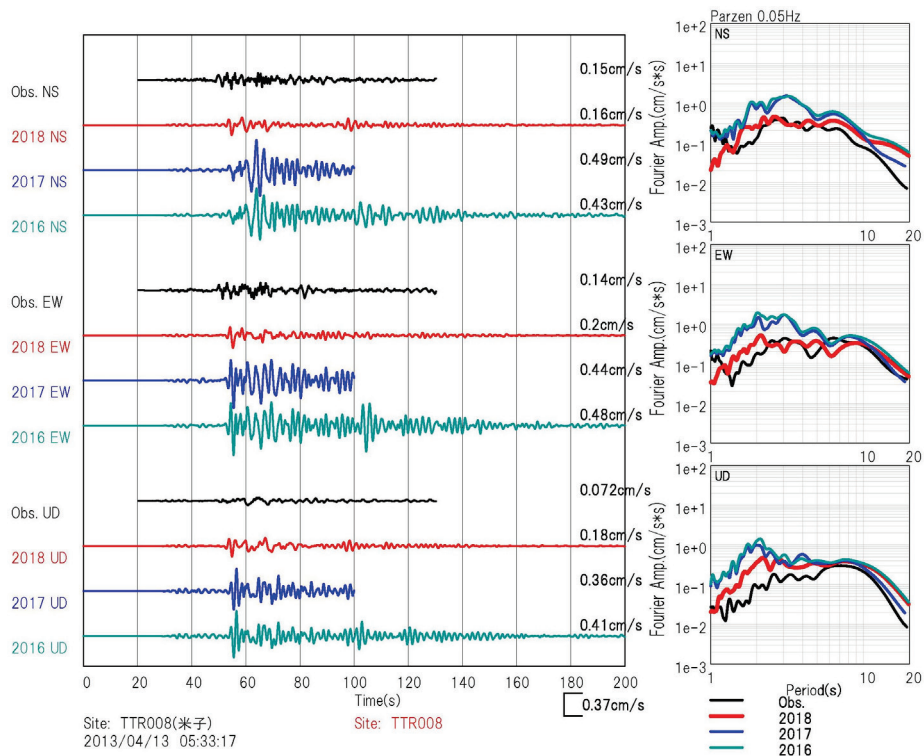
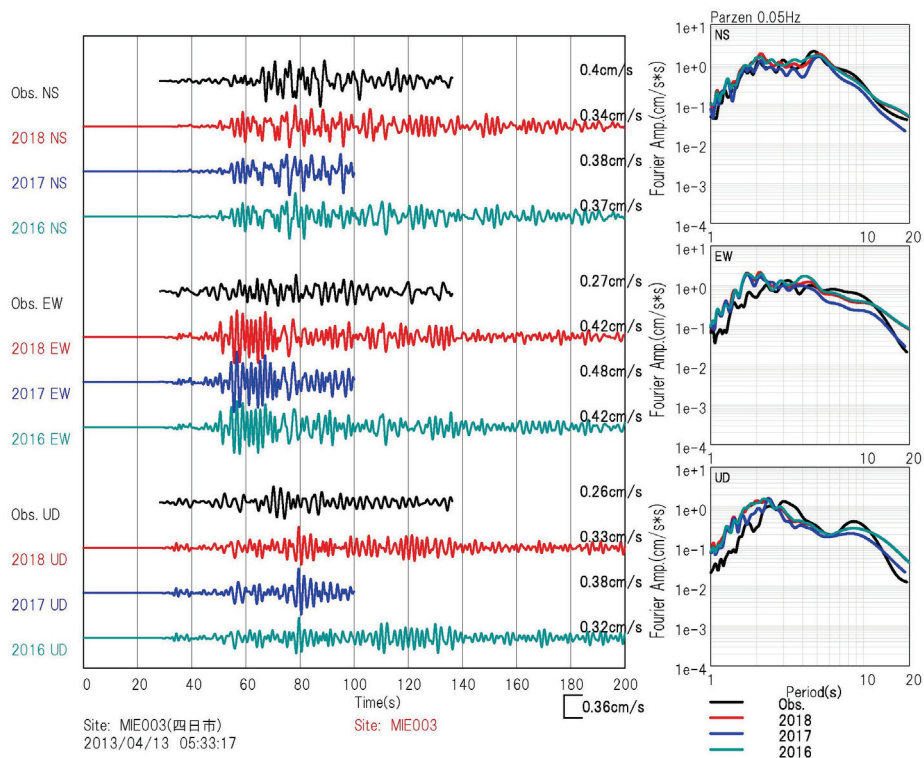


図 3.2-33 観測速度波形との比較 2013年4月13日 淡路島付近の地震 (M6.3)
 上図：四日市 下図：米子
 黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

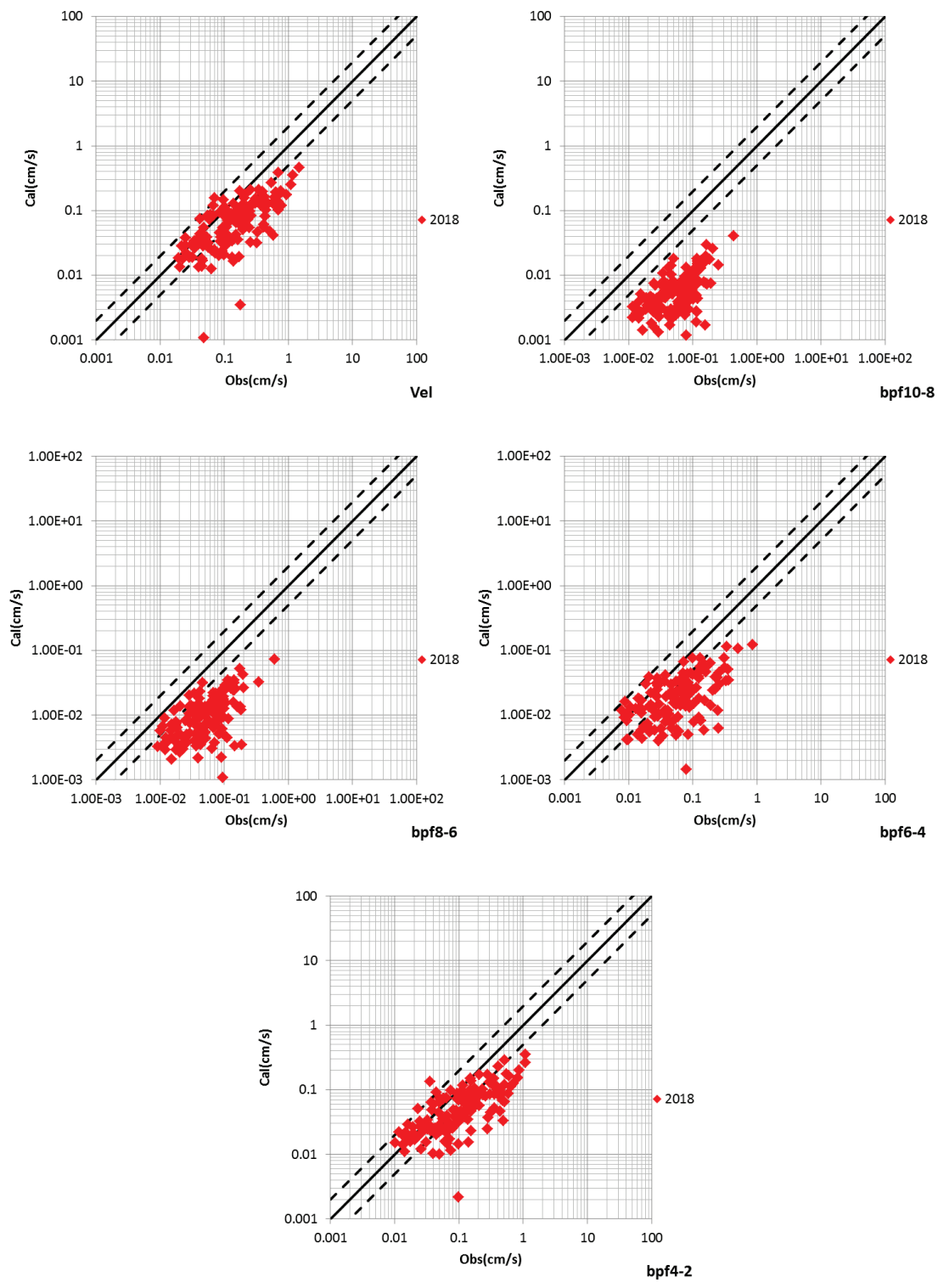


図 3.2-34 2011年8月1日 駿河湾の地震 (M6.2) 最大速度の比較
 2018年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

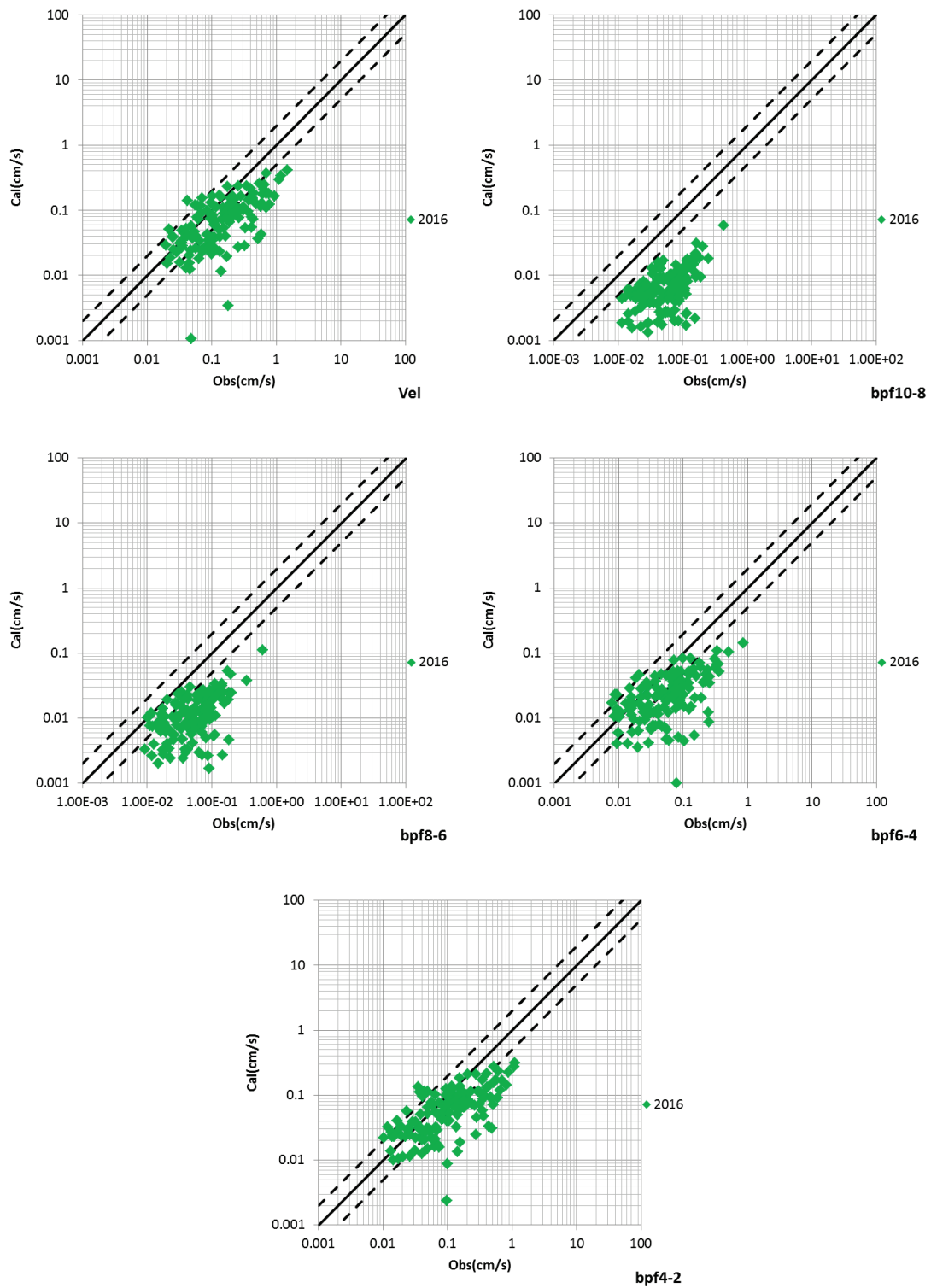


図 3.2-35 2016年4月1日 三重県南東沖の地震 (M6.5) 最大速度の比較
 2016年モデル 横軸：観測 縦軸：計算
 Vel：周期2秒以上の最大速度 bpf10-8：周期10~8秒の最大速度
 bpf8-6：周期8~6秒の最大速度 bpf6-4：周期6~4秒の最大速度
 bpf4-2：周期4~2秒の最大速度

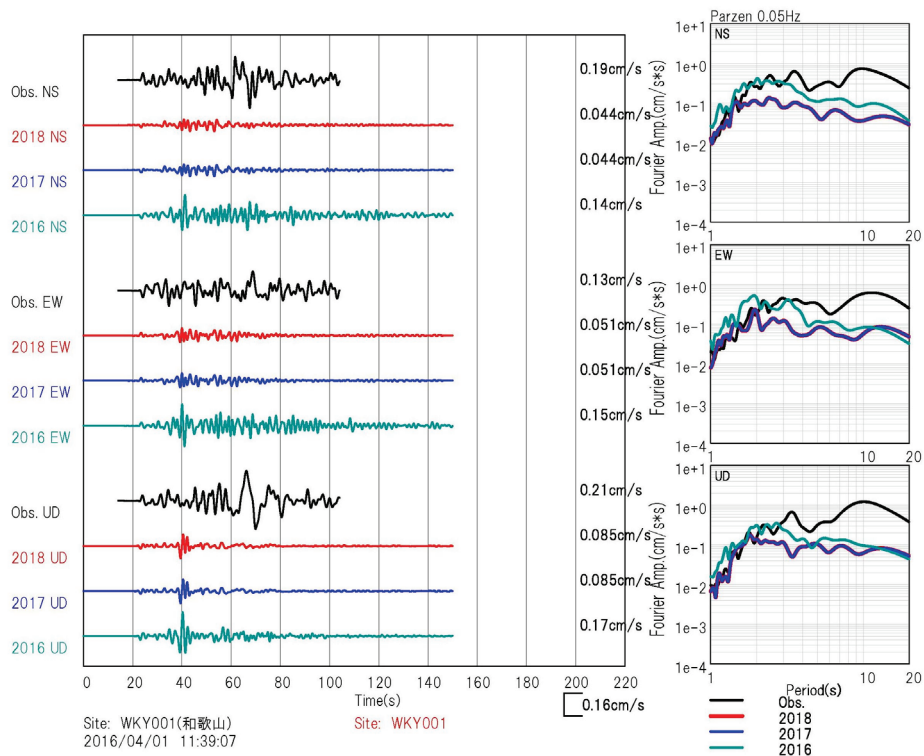
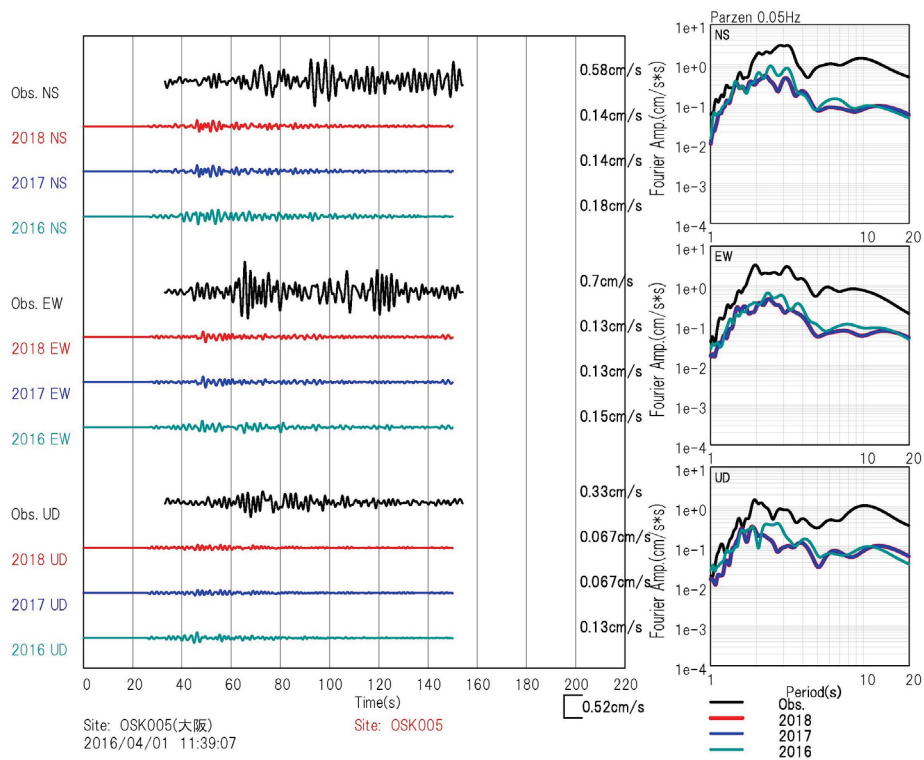


図 3.2-36 観測速度波形との比較 2016年4月1日 三重県南東沖の地震 (M6.5)

上図：大阪 下図：和歌山

黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

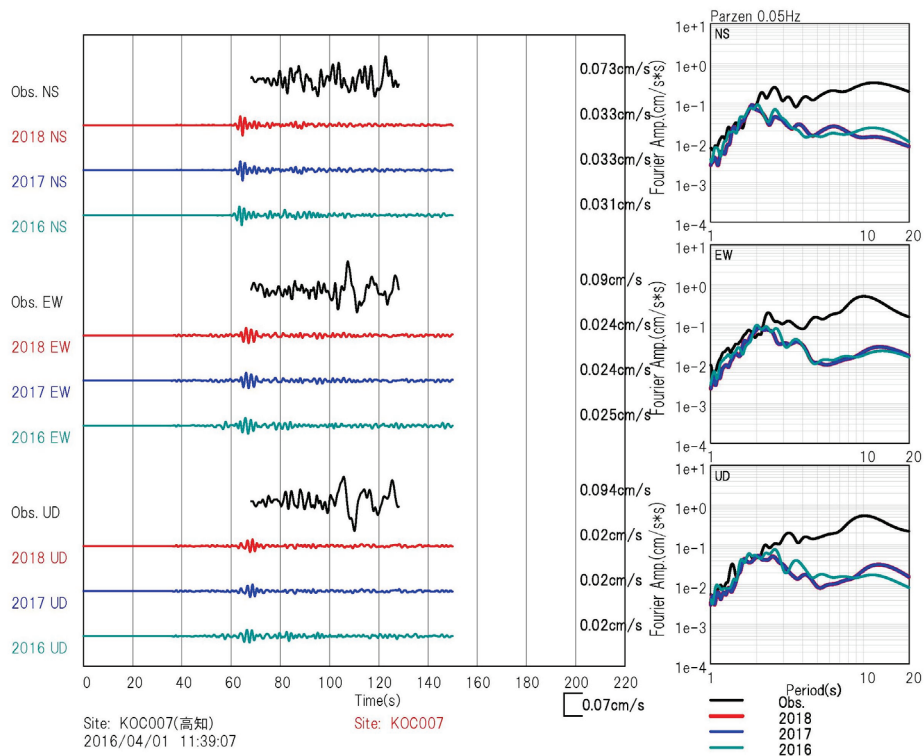
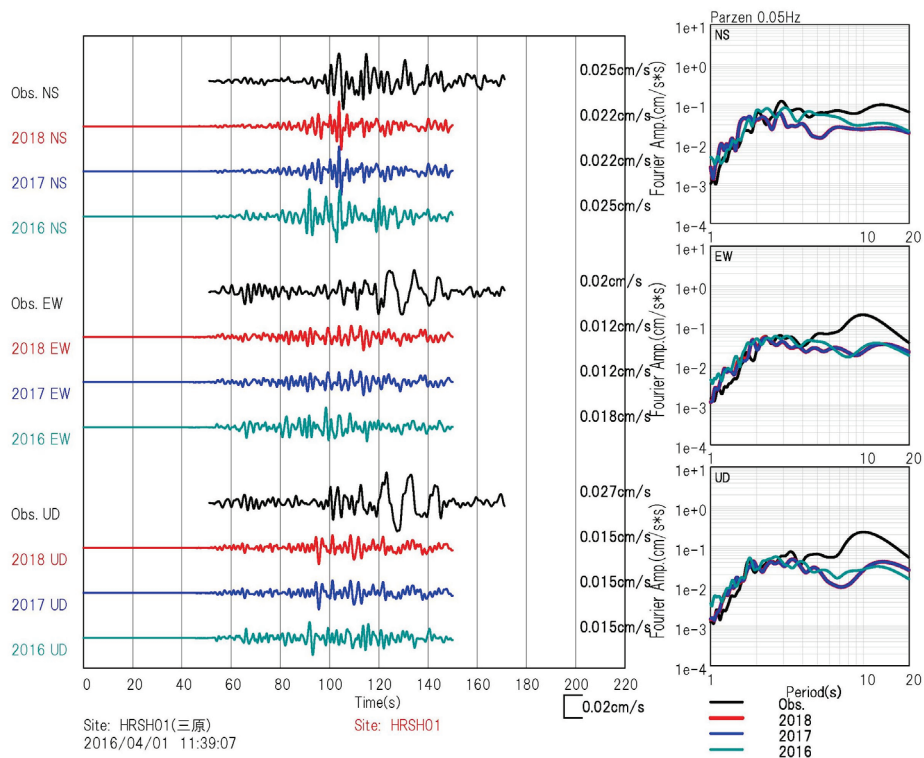


図 3.2-37 観測速度波形との比較 2016年4月1日 三重県南東沖の地震 (M6.5)

上図：三原 下図：高知

黒線：観測速度波形 赤：2018年モデル 青：2017年モデル 緑：2016年モデル

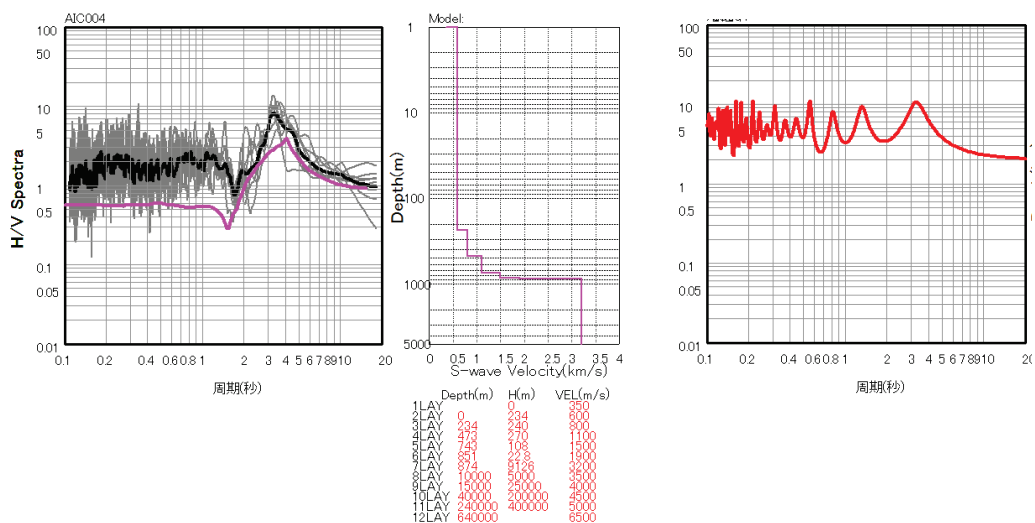


図 3.2-38 AIC004 における地震動の R/V スペクトルと地盤モデルによるレイリー波の H/V スペクトルの比較および S 波増幅特性

(c) 結論および今後の課題

中国地方および四国地方の地方自治体（県）を対象として、5年間程度以内実施された地震被害想定で用いられている地下構造モデルに関する情報を収集した。鳥取県、熊本平野において、既往調査結果をもとにした地盤モデルを平成29年度に部分改良した全国1次地下構造モデル（暫定版）と接合することにより改良を行った。

更新された地盤モデルを用いて、中小地震の再現計算を実施した。

南海トラフ域について反射法地震探査データをもとに調整した2018年モデルの方が、2016年および2017年モデルに比べ再現性が高いと判断される。また、今回地盤モデルを修正した鳥取県周辺では2017年モデルからの改善も見られた。ただし、三重県南東沖の地震では観測データをよく説明できていなく、地盤モデルの調整だけでなく、震源モデルの検討も必要であると考えられる。

(d) 引用文献

愛媛県（2014）：愛媛県地震被害想定調査報告書 第2編 地震動・液状化・土砂災害，
<https://www.pref.ehime.jp/bosai/higaisoutei/documents/4dai2hen-jishindo.pdf>.

Senna S., A. Wakai, H. Suzuki, A. Yatagai, H. Matsuyama and H. Fujiwara (2018): Modeling of the Subsurface Structure from the Seismic Bedrock to the Ground Surface for a Broadband Strong Motion Evaluation in Kumamoto Plain, Journal of Disaster Research, Vol.13, No.5, 917-927.

鈴木亘・青井真（2009）：金地強震動記録による平成 21 年（2009 年）8 月 11 日駿河湾の地震の震源インバージョン，

http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/surugawan_20090811/inversion/
徳島県 (2013) : 徳島県地震被害想定—手法編— (第一次報告),
https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2013071900016/files/shuhou_shousai.pdf.
鳥取県地震防災調査研究委員会【被害想定部会】(2015) : 第1回被害想定部会 資料3 地
盤モデル作成および地震動予測結果 (説明用),
https://www.pref.tottori.lg.jp/secure/952050/270324_higai_shiryo_3.pdf.
山中佳子 (2004) : EIC地震学ノート No.153,
www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2004/EIC153.html.