

資料 1

第 2 回 被害想定部会

資料 1 地震動予測結果（修正案）

平成 27 年 6 月 30 日

1. 想定地震と断層パラメータについて

今回地震動予測を行った想定地震の断層位置図を図 1-1 に示し、活断層と浅い地震の分布を重ねたものを図 1-2 に示す。

以下に、詳細法（ハイブリッド合成法による波形計算）により地震動予測を行った想定地震の断層パラメータの設定について記す。

パラメータ設定にあたって、鹿野・吉岡断層、倉吉南方の推定断層および雨滝-釜戸断層は地震本部のレシピより値を求めた。基本物理量および要素断層の大きさは前回の鳥取県の値を用いた。また、その他の断層について、計算に必要な値が設定されていない場合や公表されていない場合も地震本部のレシピより値を求めた。

断層パラメータ一覧を表 1-1 に示し、強震動生成域の位置図を図 1-3 に示す。

なお、赤字部分は前回部会時より修正した事項。

鹿野・吉岡断層

断層形状および位置は、Kanamori (1972)より設定した。

すべり角は、西田・他(1993)および金田・岡田(2002)より設定した。

1943 年鳥取地震の震度分布と整合するように、強震動生成域の形状と位置、破壊開始点を修正した。

倉吉南方の推定断層

断層形状および位置は、前回の鳥取県の値を基本として用いた。

断層長さおよび断層幅は鳥取地震と同程度とした。

すべり角は、鹿野・吉岡断層と同程度とした。

前回部会時には、断層の走向を 66° とすべきものを 60° で計算していたため、今回 66° に修正し再計算した。

雨滝-釜戸断層

断層長さは、鳥取地震と同程度とした。

断層幅および上端深さは、鹿野・吉岡断層と同程度とした。

断層位置は、活断層データベースより設定した。

すべり角は、鳥取県の活断層調査の結果より設定した。

鳥取県西部地震断層

地震本部(2002)の断層モデルの値を用いた。

鳥取県西部地震時の震度分布、観測データと整合するように、強震動生成域の位置、破

壊開始点を修正した。

F55 断層

日本海検討会(2014)の断層モデルの値を用いた。

応力パラメータは、地震本部のレシピにおける長大な断層の方法を用いた。

島根県鹿島断層

中国電力(2013)の断層モデルの値を用いた。

破壊開始点を、鳥取県への影響が大きくなる位置に修正した。

参考として、深部地盤モデルに（独）防災科学技術研究所の J-SHIS モデルを用いた統計的グリーン関数法、および表層地盤に前回の地震被害想定調査時の AVS30 を用いた増分により求めた、地表の震度分布を図 1-4 に示す。

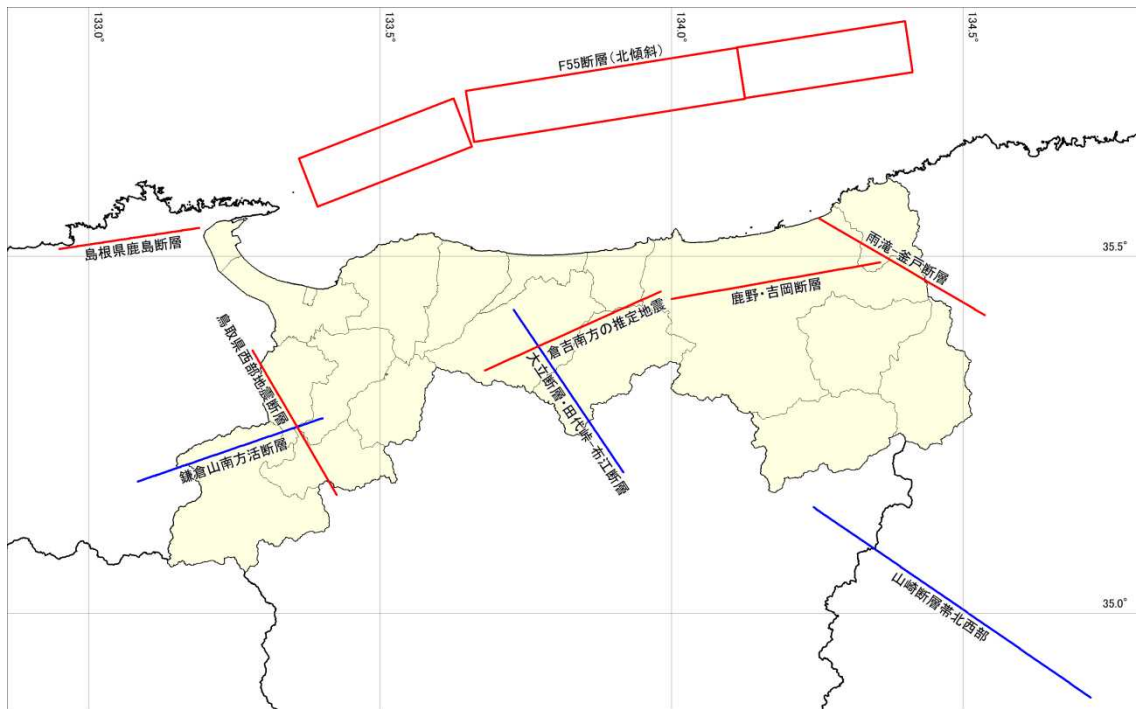


図 1-1 想定地震の断層位置

赤：詳細法による地震動予測
青：簡易法による地震動予測

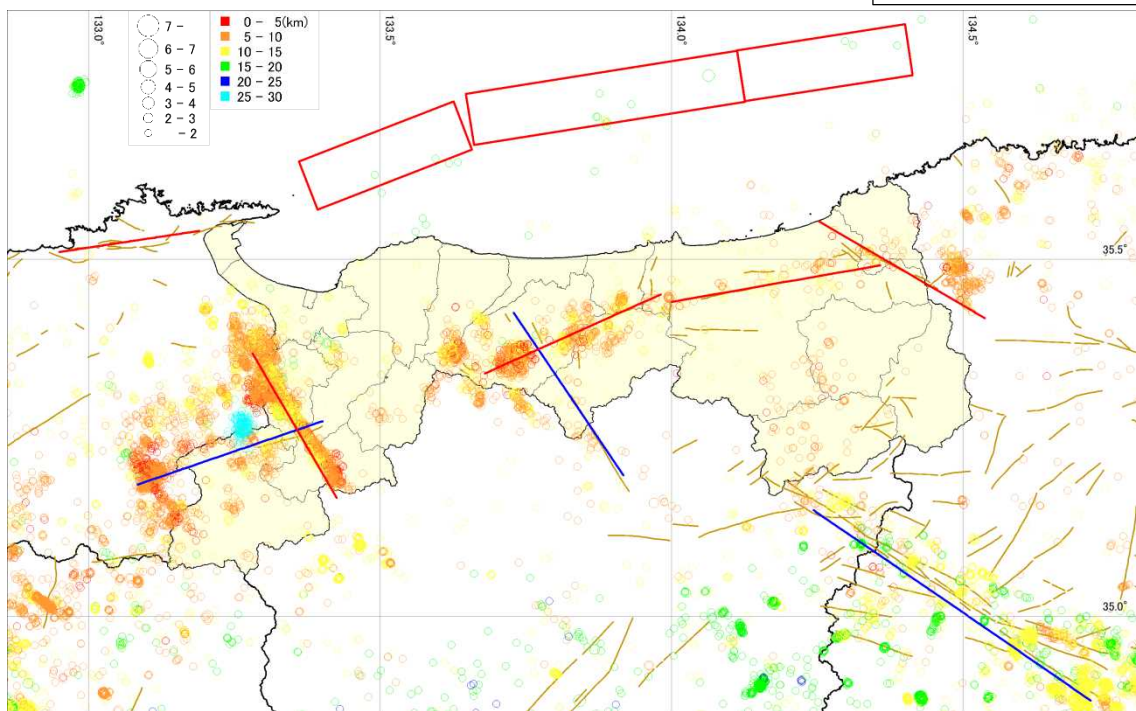


図 1-2 活断層および浅い地震（深さ 30km 以浅：期間 2003～2014 年）

表 1-1(1) 断層パラメータ一覧表(1)

計算方法		詳細法		参考文献 経験式 等
断層名		鹿野・吉岡断層		
地震の規模・断層の大きさ・形状				
気象庁マグニチュード	M _J		7.36	logL=0.6M-2.9
モーメントマグニチュード	M _w		6.61	logM ₀ =1.5M _w +9.1
地震モーメント	M ₀	Nm	1.02E+19	S=4.24 × 10 ⁻¹¹ M ₀ ^{1/2}
断層面積	S	km ²	429	S=LW
断層長さ	L	km	33	Kanamori (1972)
断層幅	W	km	13	
断層半径	R	km	11.69	S=πR ²
断層ずれ			右	
隆起側			南	
断層の位置				
端点(原点)経度			134.0000	Kanamori (1972)
緯度			35.4400	
端点(終点)経度			134.3580	
緯度			35.4910	
走向	θ	°	80	
傾斜	δ	°	90	
上端深さ	H _s	km	2.0	微小地震
下端深さ	H _d	km	15.0	H _d =Wsinδ+H _s
断層の運動				
すべり角	λ	°	140	西田・他(1993) 金田・岡田(2002)
すべり量	D	m	0.70	M ₀ =μDS
平均応力パラメータ	Δσ	MPa	2.81	Δσ=7/16 × M ₀ /R ³
破壊伝播速度	V _r	km/s	2.52	V _r =0.72V _s
高周波遮断周波数	f _{r,max}	Hz	6	鶴来・他(1997)
短周期レベル	A	Nm/s ²	1.15E+19	A=2.46 × 10 ¹⁰ M ₀ ^{1/3}
基本物理量				
S波速度	V _s	km/s	3.5	鳥取県地震防災調査研究(2005)
密度	ρ	kg/m ³	2800	
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10	
強震動生成域				
			SMGA1	SMGA2
総面積	S ₀	km ²	89.38	S ₀ =πr ²
断層半径	r	km	5.33	r=7π/4 × M ₀ /(AR) × V _s ²
面積比	S ₀ /S		0.21	
個数			2	金田・岡田(2002) 杉山・他(2003)
すべり量	D ₀	m	1.39	D ₀ =2D
総地震モーメント	M ₀₀	Nm	4.27E+18	M ₀₀ =μD ₀ S ₀
応力パラメータ	Δσ ₀	MPa	13.47	Δσ ₀ =7/16 × M ₀ /(r ² R)
面積	S ₀₁	km ²	57.20	S ₀₁ :S ₀₂ =2:1
断層半径	r ₁	km	4.27	S ₀₁ =πr ₁ ²
すべり量	D ₀₁	m	1.53	D ₀₁ =γ ₁ /Σγ ₁ ³ × D ₀
断層半径の比	γ ₁		0.80	γ ₁ =r ₁ /r
地震モーメント	M ₀₀₁	Nm	3.00E+18	M ₀₀₁ =μD ₀₁ S ₀₁
要素断層				
長さ	L ₀	km	2.200	鳥取県地震防災調査研究(2005)
幅	W ₀	km	1.625	
分割数				
長さ	N ₀		15	
幅	N ₀₀		8	
強震動生成域 長さ	N _{00a}		4	3
強震動生成域 幅	N _{00b}		4	3
背景領域				
面積	S _b	km ²	339.63	S _b =S-S ₀
地震モーメント	M _{0b}	Nm	5.97E+18	M _{0b} =M ₀ -M ₀₀
すべり量	D _b	m	0.51	M _{0b} =μD _b S _b
応力パラメータ	σ _b	MPa	2.63	σ _b =D _b /W ₀ × π ^{1/2} /D ₀ × rΣγ ₁ ³ σ ₀

↑ 強震動生成域のパラメータを修正

計算方法		詳細法		参考文献 経験式 等
断層名		倉吉南方の推定断層		
地震の規模・断層の大きさ・形状				
気象庁マグニチュード	M _J		7.30	logL=0.6M-2.9
モーメントマグニチュード	M _w		6.55	logM ₀ =1.5M _w +9.1
地震モーメント	M ₀	Nm	8.46E+18	S=4.24 × 10 ⁻¹¹ M ₀ ^{1/2}
断層面積	S	km ²	390	S=LW
断層長さ	L	km	30	鳥取県地震防災調査研究(2005)
断層幅	W	km	13	鳥取地震と同程度
断層半径	R	km	11.14	S=πR ²
断層ずれ			—	
隆起側			—	
断層の位置				
端点(原点)経度			133.6800	鳥取県地震防災調査研究(2005)
緯度			35.3400	
端点(終点)経度			133.9820	
緯度			35.4496	
走向	θ	°	66	
傾斜	δ	°	90	鳥取県地震防災調査研究(2005)
上端深さ	H _s	km	2.0	
下端深さ	H _d	km	15.0	H _d =Wsinδ+H _s
断層の運動				
すべり角	λ	°	140	鹿野・吉岡断層と同程度
すべり量	D	m	0.63	M ₀ =μDS
平均応力パラメータ	Δσ	MPa	2.68	Δσ=7/16 × M ₀ /R ³
破壊伝播速度	V _r	km/s	2.52	V _r =0.72V _s
高周波遮断周波数	f _{r,max}	Hz	6	鶴来・他(1997)
短周期レベル	A	Nm/s ²	1.08E+19	A=2.46 × 10 ¹⁰ M ₀ ^{1/3}
基本物理量				
S波速度	V _s	km/s	3.5	鳥取県地震防災調査研究(2005)
密度	ρ	kg/m ³	2800	
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10	
強震動生成域				
			SMGA1	SMGA2
総面積	S ₀	km ²	68.25	S ₀ =πr ²
断層半径	r	km	4.66	r=7π/4 × M ₀ /(AR) × V _s ²
面積比	S ₀ /S		0.18	
個数			2	鹿野・吉岡断層と同程度
すべり量	D ₀	m	1.26	D ₀ =2D
総地震モーメント	M ₀₀	Nm	2.96E+18	M ₀₀ =μD ₀ S ₀
応力パラメータ	Δσ ₀	MPa	15.29	Δσ ₀ =7/16 × M ₀ /(r ² R)
面積	S ₀₁	km ²	48.75	S ₀₁ :S ₀₂ =2:1
断層半径	r ₁	km	3.94	S ₀₁ =πr ₁ ²
すべり量	D ₀₁	m	1.41	D ₀₁ =γ ₁ /Σγ ₁ ³ × D ₀
断層半径の比	γ ₁		0.85	γ ₁ =r ₁ /r
地震モーメント	M ₀₀₁	Nm	2.36E+18	M ₀₀₁ =μD ₀₁ S ₀₁
要素断層				
長さ	L ₀	km	2.000	鳥取県地震防災調査研究(2005)
幅	W ₀	km	1.625	
分割数				
長さ	N ₀		15	
幅	N ₀₀		8	
強震動生成域 長さ	N _{00a}		5	2
強震動生成域 幅	N _{00b}		3	3
背景領域				
面積	S _b	km ²	321.75	S _b =S-S ₀
地震モーメント	M _{0b}	Nm	5.50E+18	M _{0b} =M ₀ -M ₀₀
すべり量	D _b	m	0.50	M _{0b} =μD _b S _b
応力パラメータ	σ _b	MPa	2.90	σ _b =D _b /W ₀ × π ^{1/2} /D ₀ × rΣγ ₁ ³ σ ₀

↑ 走向を修正

表 1-1 (2) 断層パラメータ一覧表 (2)

計算方法		詳細法		参考文献 経験式 等
断層名		鳥取県西部 地震断層		
地震の規模・断層の大きさ・形状				
気象庁マグニチュード	M_J		7.3	気象庁
モーメントマグニチュード	M_w		6.59	$\log M_0 = 1.5M_w + 9.1$
地震モーメント	M_0	Nm	9.6E+18	地震本部(2002)
断層面積	S	km ²	378	
断層長さ	L	km	27	
断層幅	W	km	14	
断層半径	R	km	—	
横ずれ			—	
隆起側			—	
断層の位置				
端点(原点)経度		°	133.281	地震本部(2002)の図より推定
緯度		°	35.368	
端点(終点)経度		°	133.4255	
緯度		°	35.1658	
走向	θ	°	150	地震本部(2002)
傾斜	δ	°	90	
上端深さ	H_u	km	2	
下端深さ	H_d	km	16	
断層の運動				
すべり角	λ	°	0	池田・他(2002)
すべり量	D	m	0.77	地震本部(2002)
平均応力パラメータ	$\Delta\sigma$	MPa	—	
破壊伝播速度	V_r	km/s	2.3, 3.15(SMGA1)	地震本部(2002)
高周波断周波数	f_{max}	Hz	6	鶴来・他(1997)
短周期レベル	A	Nm/s ²	1.1E+19	地震本部(2002)
基本物理量				
S波速度	V_s	km/s	3.5	地震本部(2002)
密度	ρ	kg/m ³	2700	$V_s = (\mu/\rho)^{1/2}$
剛性率	μ	N/m ²	3.3E+10	地震本部(2002)
強震動生成域				
総面積	S_a	km ²	108	地震本部(2002)
断層半径	r	km	—	
面積比	S_a/S		0.29	
個数			2	
すべり量	D_a	m	2.21	地震本部(2002)
総地震モーメント	M_{0a}	Nm	7.9E+18	
応力パラメータ	$\Delta\sigma_a$	MPa	16.0 11.3	
面積	S_{ai}	km ²	54 54	地震本部(2002)
断層半径	r_i	km	— —	
すべり量	D_{ai}	m	2.21 2.21	地震本部(2002)
断層半径の比	γ_i		— —	
地震モーメント	M_{0ai}	Nm	3.9E+18 3.9E+18	地震本部(2002)
要素断層				
長さ	L_a	km	2	地震本部(2002)
幅	W_a	km	2	
分割数				
長さ	N_a		13	
幅	N_{wa}		7	
強震動生成域 長さ	N_{0a}		3 4	
強震動生成域 幅	N_{0wa}		4 3	
背景領域				
面積	S_b	km ²	270	地震本部(2002)
地震モーメント	M_{0b}	Nm	1.7E+18	
すべり量	D_b	m	0.19	
応力パラメータ	σ_b	MPa	0.9	

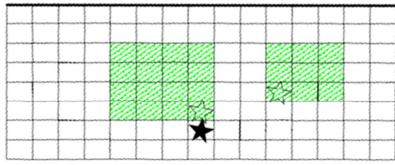
表 1-1 (3) 断層パラメータ一覧表 (3)

計算方法		詳細法			参考文献 経験式 等	
断層名		F55断層(北傾斜)				
地震の規模・断層の大きさ・形状						
気象庁マグニチュード	M_J	8.13			logL=0.6M-2.9	
モーメントマグニチュード	M_w	7.5				
地震モーメント	M_0	Nm	2.06E+20			
			5.61E+19	9.27E+19	5.74E+19	
断層面積	S	km ²	1518			日本海検討会(2014)
			413	682	422	
断層長さ	L	km	94.712			
			25.759	42.589	26.364	
断層幅	W	km	16.023			
断層半径	R	km	—			
横ずれ			右			
隆起側			南			
断層の位置						
端点(原点)経度		°	133.6580	134.1259	134.4138	日本海検討会(2014)
緯度		°	35.6530	35.7194	35.7569	
端点(終点)経度		°	133.3957	133.6580	134.1259	
緯度		°	35.5649	35.6530	35.7194	
走向	θ	°	249	261	261	
傾斜	δ	°	60	60	60	
上端深さ	H_s	km	1.124	1.124	1.124	
下端深さ	H_d	km	15.0	15.0	15.0	
断層の運動						
すべり角	λ	°	215	215	215	日本海検討会(2014)
すべり量	D	m	3.96			
平均応力パラメータ	$\Delta\sigma$	MPa	3.1	3.1	3.1	長大な横ずれ断層
破壊伝播速度	V_r	km/s	2.52			$V_r=0.72V_s$
高周波遮断周波数	f_{max}	Hz	6			鶴来・他(1997)
短周期レベル	A	Nm/s ²	2.03E+19	2.40E+19	2.04E+19	$A=2.46 \times 10^{10} M_0^{1/3}$
基本物理量						
S波速度	V_s	km/s	3.5			鳥取県地震防災調査研究(2005)
密度	ρ	kg/m ³	2800			
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10			日本海検討会(2014)
強震動生成域			セグメント1	セグメント2	セグメント3	
総面積	S_a	km ²	69	146	81	日本海検討会(2014)
断層半径	r	km	—	—	—	
面積比	S_a/S		0.17	0.21	0.19	
個数			1	1	1	日本海検討会(2014)
すべり量	D_a	m	7.92	7.92	7.92	$D_a=2D$
総地震モーメント	M_{0a}	Nm	1.87E+19	3.97E+19	2.21E+19	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
応力パラメータ	$\Delta\sigma_a$	MPa	18.60	14.47	16.12	$\Delta\sigma_a=S_a/S_a \times \Delta\sigma$
面積	S_{ai}	km ²	—	—	—	
断層半径	r_i	km	—	—	—	
すべり量	D_{ai}	m	—	—	—	
断層半径の比	γ_i		—	—	—	
地震モーメント	M_{0ai}	Nm	—	—	—	
要素断層						
長さ	L_e	km	2.147	2.028	2.028	2×2km程度
幅	W_e	km	2.003	2.003	2.003	
分割数						
長さ	N_{le}		12	21	13	
幅	N_{we}		8			
強震動生成域 長さ	N_{lea}		4	9	5	
強震動生成域 幅	N_{wea}		4	4	4	
背景領域						
面積	S_b	km ²	344	536	341	$S_b=S-S_a$
地震モーメント	M_{0b}	Nm	3.74E+19	5.30E+19	3.53E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
すべり量	D_b	m	3.17	2.88	3.02	$M_{0b}=\mu D_b S_b$
応力パラメータ	σ_b	MPa	3.72	2.63	3.07	$\sigma_b=D_b/W_b/(D_a/W_a) \times \Delta\sigma_a$

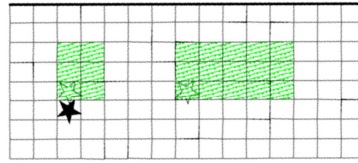
表 1-1 (4) 断層パラメータ一覧表(4)

計算方法		詳細法		参考文献 経験式 等	
断層名		雨滝-釜戸断層		参考文献 経験式 等	
地震の規模・断層の大きさ・形状					
気象庁マグニチュード	M_J		7.30	$\log L=0.6M-2.9$	
モーメントマグニチュード	M_w		6.55	$\log M_0=1.5M_w+9.1$	
地震モーメント	M_0	Nm	8.46E+18	$S=4.24 \times 10^{-11} M_0^{1/2}$	
断層面積	S	km ²	390	S=LW	
断層長さ	L	km	30	鳥取地震と同程度	
断層幅	W	km	13	鹿野・吉岡断層と同程度	
断層半径	R	km	11.14	$S=\pi R^2$	
横ずれ			左		
隆起側			東		
断層の位置					
端点(原点)経度		°	134.5380	活断層データベース	
緯度		°	35.4170		
端点(終点)経度		°	134.2524		
緯度		°	35.5540		
走向	θ	°	300		
傾斜	δ	°	90		
上端深さ	H_s	km	2.0	鹿野・吉岡断層と同程度	
下端深さ	H_d	km	15.0	$H_d=W\sin\delta+H_s$	
断層の運動					
すべり角	λ	°	40	鳥取県活断層調査結果	
すべり量	D	m	0.63	$M_0=\mu DS$	
平均応力パラメータ	$\Delta\sigma$	MPa	2.68	$\Delta\sigma=7/16 \times M_0/R^2$	
破壊伝播速度	V_f	km/s	2.52	$V_f=0.72V_s$	
高周波遮断周波数	f_{max}	Hz	6	鶴米・他(1997)	
短周期レベル	A	Nm/s ²	1.08E+19	$A=2.46 \times 10^{10} M_0^{1/3}$	
基本物理量					
S波速度	V_s	km/s	3.5	鳥取県地震防災調査研究(2005)	
密度	ρ	kg/m ³	2800		
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10		
強震動生成域					
総面積	S_a	km ²	68.25	$S_a=\pi r^2$	
断層半径	r	km	4.66	$r=7\pi/4 \times M_0/(AR) \times V_s^2$	
面積比	S_a/S		0.18		
個数			2		
すべり量	D_a	m	1.26	$D_a=2D$	
総地震モーメント	M_{0a}	Nm	2.96E+18	$M_{0a}=\mu D_a S_a$	
応力パラメータ	$\Delta\sigma_a$	MPa	15.29	$\Delta\sigma_a=7/16 \times M_0/(r^2R)$	
面積	S_{ai}	km ²	48.75	19.50	$S_{a1}:S_{a2}=2:1$
断層半径	r_i	km	3.94	2.49	$S_{ai}=\pi r_i^2$
すべり量	D_{ai}	m	1.41	0.89	$D_{ai}=\gamma_i/\Sigma\gamma_i^2 \times D_a$
断層半径の比	γ_i		0.85	0.53	$\gamma_i=r_i/r$
地震モーメント	M_{0ai}	Nm	2.36E+18	5.98E+17	$M_{0ai}=\mu D_{ai} S_{ai}$
要素断層					
長さ	L_e	km	2.000	倉吉南方の推定地震と同程度	
幅	W_e	km	1.625		
分割数					
長さ	N_{le}		15		
幅	N_{we}		8		
強震動生成域 長さ	N_{lsa}		5	2	
強震動生成域 幅	N_{wsa}		3	3	
背景領域					
面積	S_b	km ²	321.75	$S_b=S-S_a$	
地震モーメント	M_{0b}	Nm	5.50E+18	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	
すべり量	D_b	m	0.50	$M_{0b}=\mu D_b S_b$	
応力パラメータ	σ_b	MPa	2.90	$\sigma_b=D_b/W_e \times \pi^{1/2}/D_a \times r \Sigma\gamma_i^3 \sigma_a$	

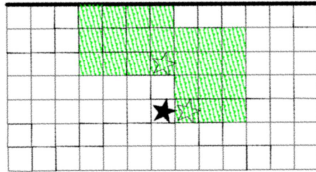
計算方法		詳細法		参考文献 経験式 等	
断層名		鳥根県 鹿島断層		参考文献 経験式 等	
地震の規模・断層の大きさ・形状					
気象庁マグニチュード	M_J		7.07	$\log L=0.6M-2.9$	
モーメントマグニチュード	M_w		6.37	$\log M_0=1.5M_w+9.1$	
地震モーメント	M_0	Nm	4.50E+18	中国電力(2013)	
断層面積	S	km ²	286	S=LW	
断層長さ	L	km	22	中国電力(2013)	
断層幅	W	km	13		
断層半径	R	km	9.54	$S=\pi R^2$	
横ずれ			右		
隆起側			—		
断層の位置					
端点(原点)経度		°	132.9500	中国電力(2013)	
緯度		°	35.5100		
端点(終点)経度		°	133.1903		
緯度		°	35.5373		
走向	θ	°	82		
傾斜	δ	°	90		
上端深さ	H_s	km	2.0		
下端深さ	H_d	km	15.0	$H_d=W\sin\delta+H_s$	
断層の運動					
すべり角	λ	°	180	中国電力(2013)	
すべり量	D	m	0.46	$M_0=\mu DS$	
平均応力パラメータ	$\Delta\sigma$	MPa	2.27	$\Delta\sigma=7/16 \times M_0/R^2$	
破壊伝播速度	V_f	km/s	2.6	中国電力(2013)	
高周波遮断周波数	f_{max}	Hz	6	鶴米・他(1997)	
短周期レベル	A	Nm/s ²	8.70E+18	中国電力(2013)	
基本物理量					
S波速度	V_s	km/s	3.5	鳥取県地震防災調査研究(2005)	
密度	ρ	kg/m ³	2800		
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10		
強震動生成域					
総面積	S_a	km ²	43	SMGA1と2の合計	
断層半径	r	km	—		
面積比	S_a/S		0.15		
個数			2	中国電力(2013)	
すべり量	D_a	m	0.92	$M_{0a}=\mu D_a S_a (=2D)$	
総地震モーメント	M_{0a}	Nm	1.36E+18	SMGA1と2の合計	
応力パラメータ	$\Delta\sigma_a$	MPa	15.1	15.1	中国電力(2013)
面積	S_{ai}	km ²	31.3	11.7	中国電力(2013)
断層半径	r_i	km	—	—	
すべり量	D_{ai}	m	1.034	0.654	中国電力(2013)
断層半径の比	γ_i		—	—	
地震モーメント	M_{0ai}	Nm	1.10E+18	2.60E+17	中国電力(2013)
要素断層					
長さ	L_e	km	1.375	中国電力(2013)の図より推定	
幅	W_e	km	1.300		
分割数					
長さ	N_{le}		16		
幅	N_{we}		10		
強震動生成域 長さ	N_{lsa}		5	3	中国電力(2013)
強震動生成域 幅	N_{wsa}		4	3	
背景領域					
面積	S_b	km ²	243		
地震モーメント	M_{0b}	Nm	3.10E+18	中国電力(2013)	
すべり量	D_b	m	0.375		
応力パラメータ	σ_b	MPa	3.0		



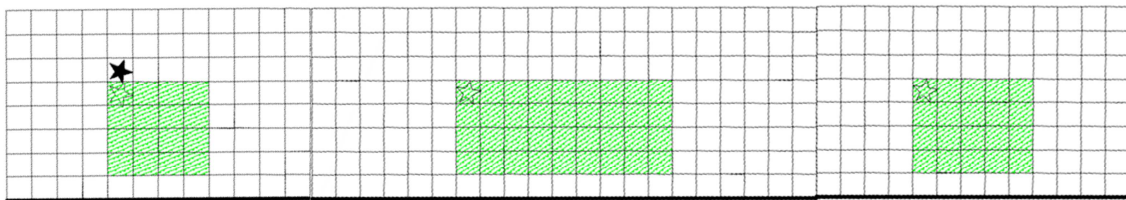
鹿野・吉岡断層※



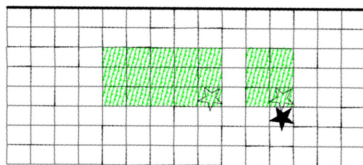
倉吉南方の推定断層*



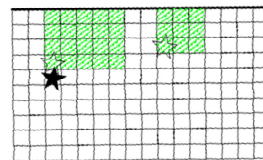
鳥取県西部地震断層※



F55 断層（北傾斜）



雨滝-釜戸断層



島根県鹿島断層※

図 1-3 強震動生成域の位置図

(※：今回モデルを修正した断層)

(*：倉吉南方の推定断層は走向のみ修正)

■の部分：強震動生成域

★：断層全体における破壊の開始点（震源）

☆：各強震動生成域における破壊の開始点

2. ハイブリッド合成法による地震動予測

差分法の計算緒元

差分法の計算の基本となる差分スキームは、速度—応力スタッガード・グリッド (Virieux, 1986)であり、時間方向に2次、空間方向に4次の精度 (Levander, 1988)で計算を行っている。速度—応力スタッガード・グリッドに対する震源の導入には、モーメント・テンソルを等価な体積力として表現する方法 (Graves, 1996)を用いた。表 2-1 に差分法の諸元を示す。また、図 2-1 に Q 値の周波数依存曲線を示す。

地盤モデルの S 波速度 450 m/s より低速度の層は、当地域においては層厚を有しておらず、S 波速度の最低速度は 500 m/s である。最小グリッドサイズを 100 m とすることにより、周期 1 秒までの計算を行った。

表 2-2 に差分法の計算緒元を、図 2-2 に計算範囲を示す。また、図 2-3 にハイブリッド合成時のマッチングフィルターの形状を示す。

参考文献

- Cerjan, C., D. Kosloff, R. Kosloff and M. Reshef: (1985) A nonreflecting boundary condition for discrete acoustic and elastic boundary condition, *Geophysics*, **50**, 705-708.
- Graves, R.W. (1996) Simulating seismic wave propagation in 3D elastic media using staged-grid finite differences, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **86**, 1091-1106.
- Levander, A. R. (1988) Fourth-order finite-difference P-SV seismograms, *Geophysics*, **53**, 1425-1436.
- Robertsson, J.O.A., Blanch, J.O., and Symes, W.W. (1994) Viscoelastic finite-difference modeling, *Geophysics*, **59**, 1444-1456.
- Virieux, J (1986) P-SV wave propagation in homogeneous media: Velocity-stress difference method, *Geophysics*, **51**, 889-901.

表 2-1 差分法の諸元

格子配置	応力-速度スタaggerドグリッド Virieux(1986)
計算精度	時間 2 次 空間 4 次 Levander (1988)
震源の導入	モーメントテンソルを等価な体積力として表現する 方法 Graves (1996)
吸収境界条件	Cerjan (1985) による。厚さ 20 格子
粘弾性条件	メモリバリアブルによる Robertsson (1994) 基準周期 4 秒

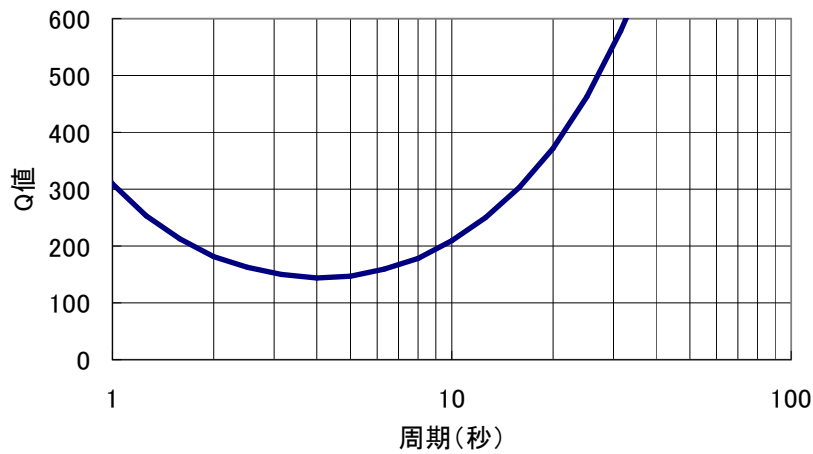


図 2-1 Q 値の周波数依存曲線 基準周期 4 秒 Q=150

表 2-2 計算の緒元

グリッドサイズ(m)	100	
経度方向距離(km)	180	グリッド数1800
緯度方向距離(km)	95	グリッド数950
	100	深さ0 km~1 km
深度方向	200	深さ1km~7 km
グリッドサイズ(m)	300	深さ7km~19 km
	400	深さ19km~31 km
計算間隔(秒)	0.012	
ステップ数	30000	
左下隅の座標	国家座標第V系 EW:-140000m NS:-115000m	
右上隅の座標	国家座標第V系 EW:40000m NS:-20000m	

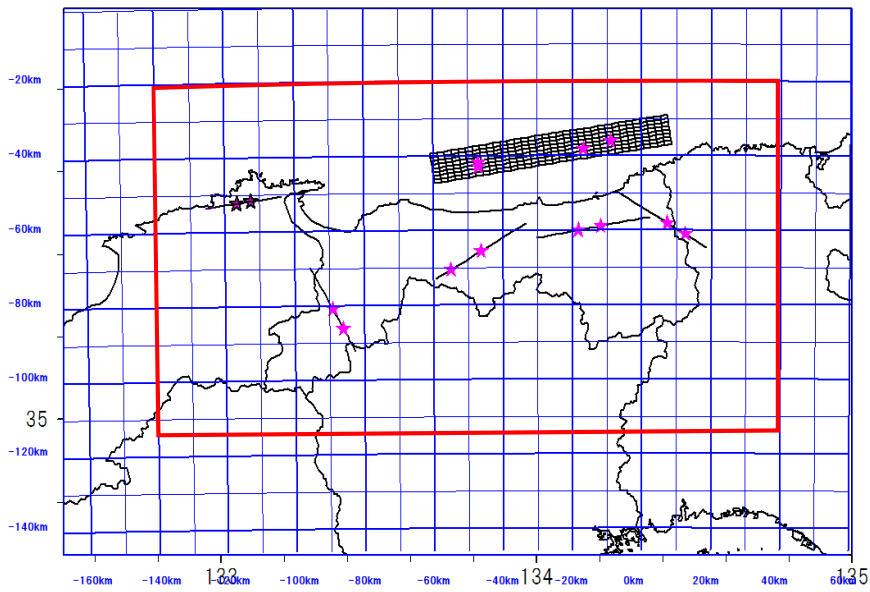


図 2-2 計算範囲と断層モデル

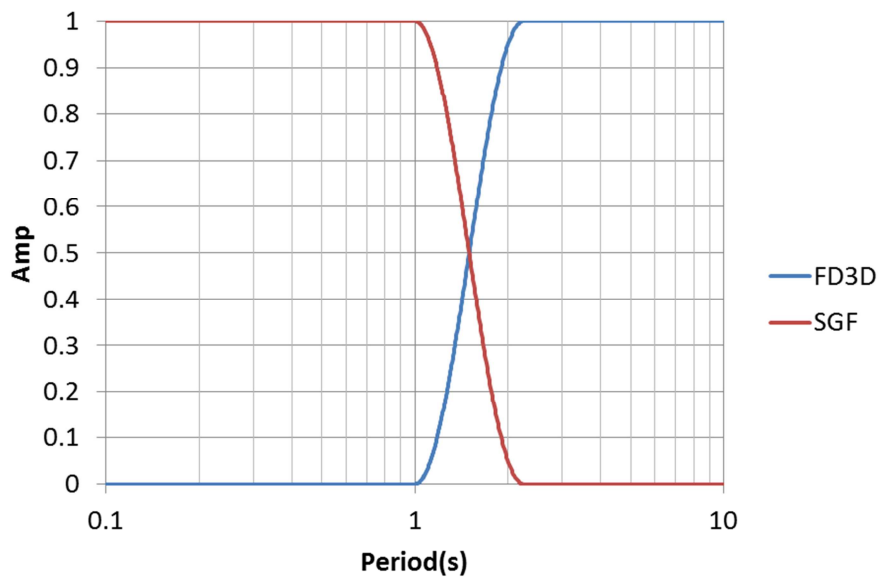
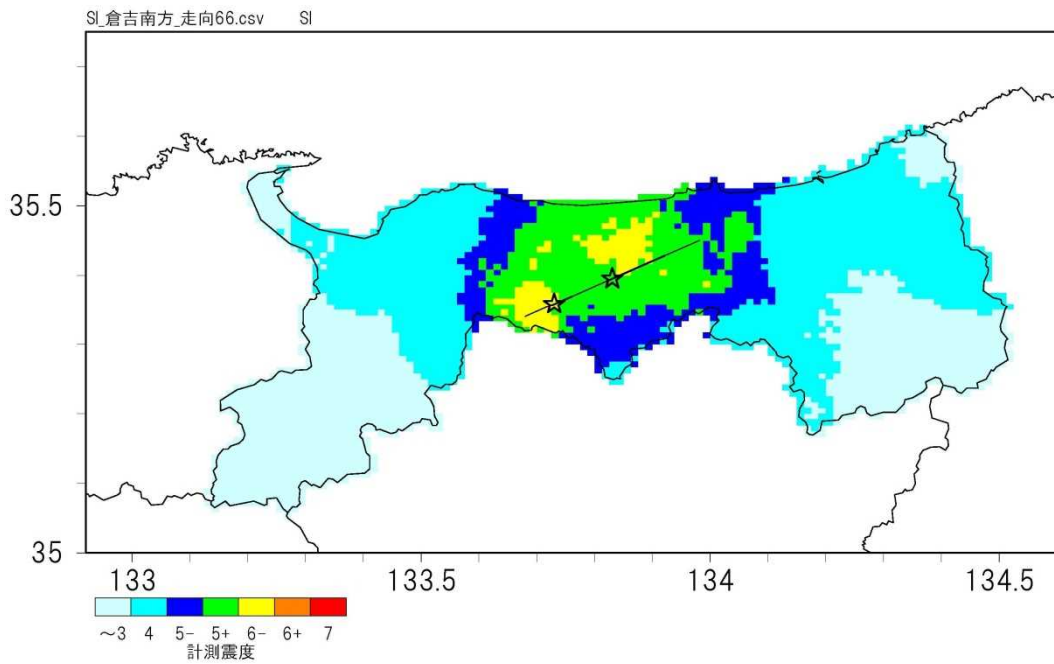
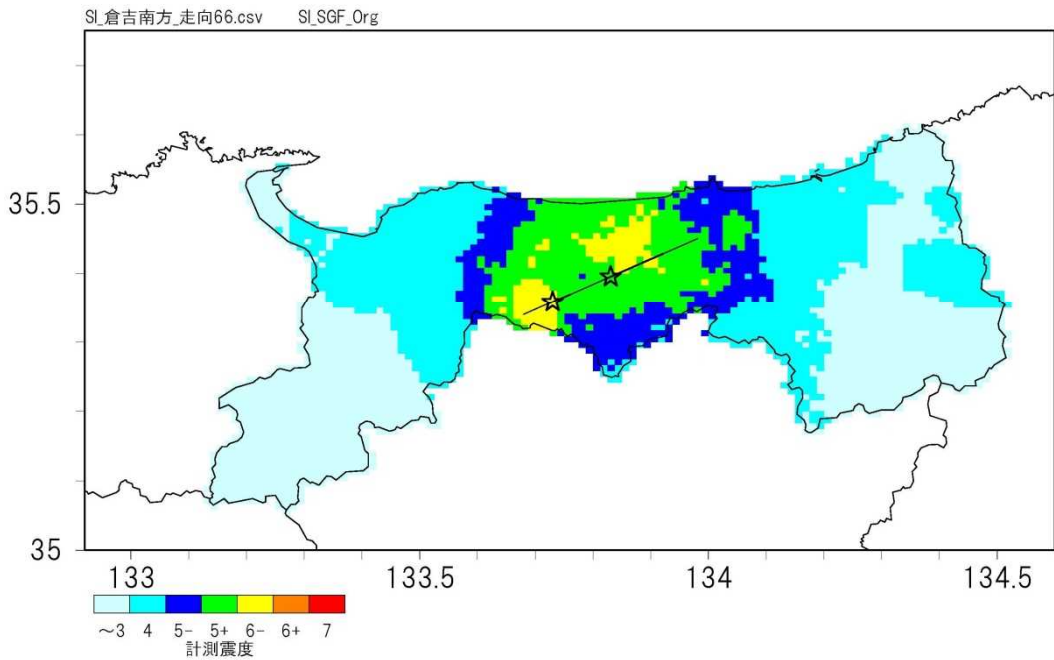


図 2-3 マッチングフィルター 周期 1.5 秒で差分法と SGF が 50%ずつ

以下、図 2-4～図 2-9 に、各想定地震ごとの工学的基盤におけるハイブリッド法による震度と統計的グリーン関数法（SGF 法）による震度分布、速度応答分布を示す。



ハイブリッド法 工学的基盤震度分布



SGF法 工学的基盤震度分布

図2-4(1) 工学的基盤における震度分布

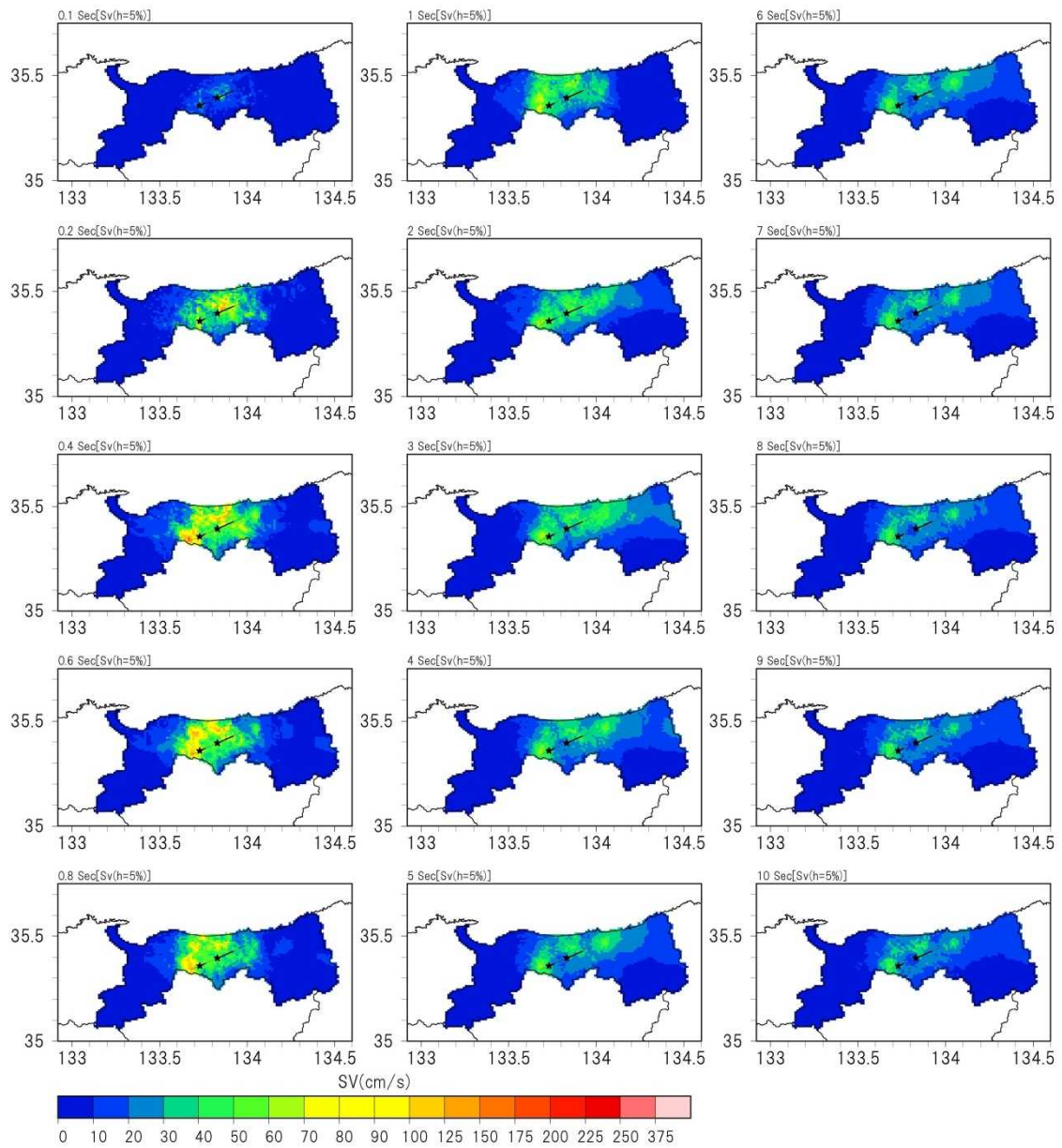
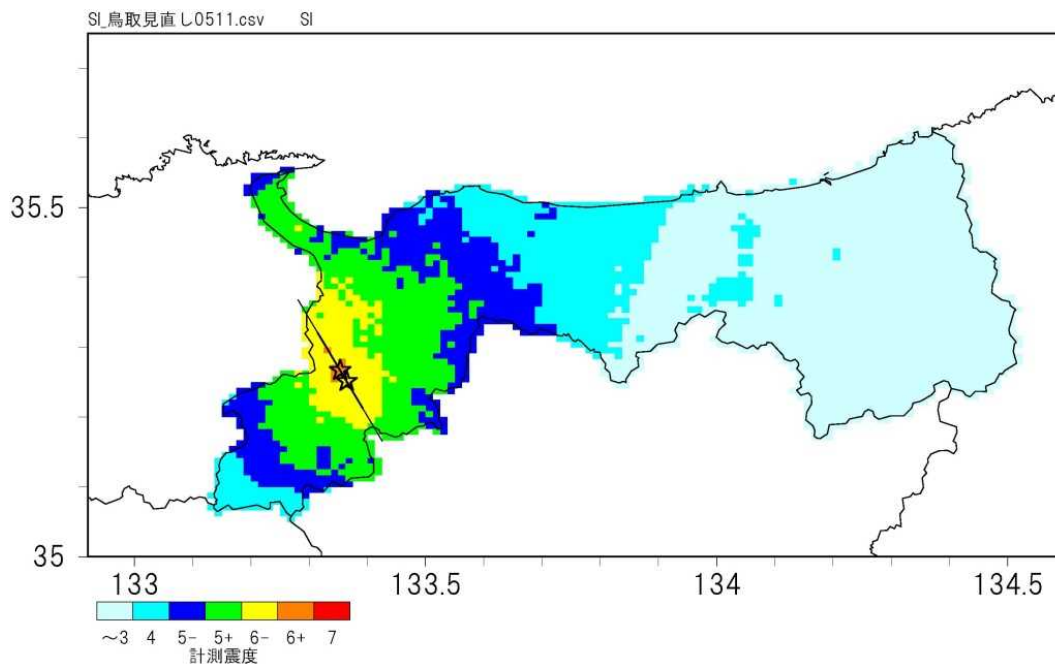
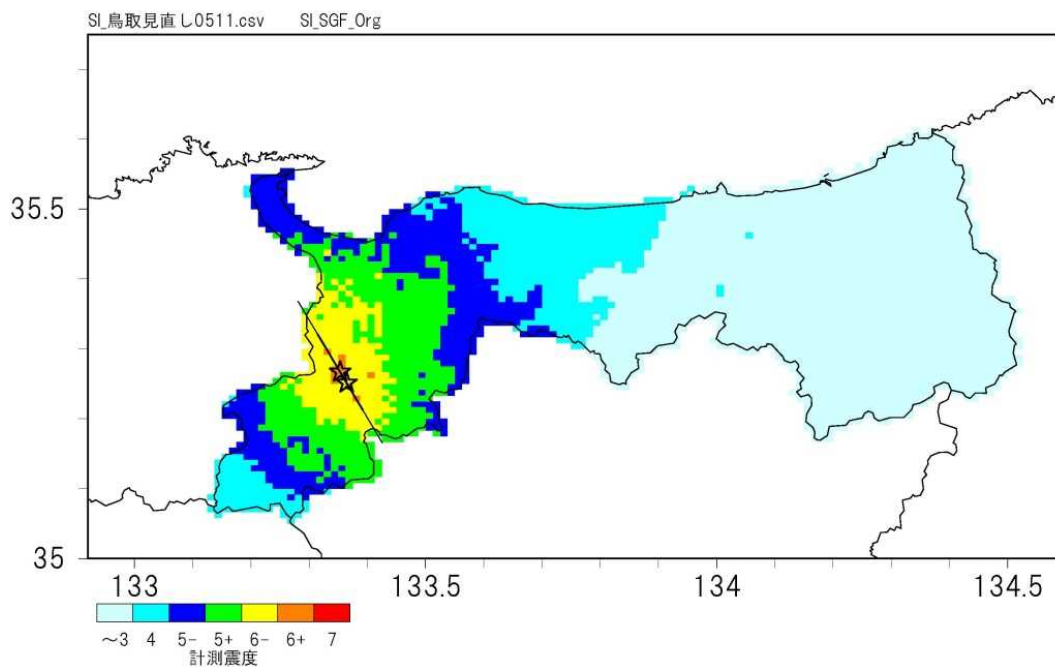


図 2-4(2) Sv (減衰 5%) 分布 (水平 2 成分ベクトル合成)



ハイブリッド法 工学的基盤震度分布



SGF法 工学的基盤震度分布

図 2-5(1) 工学的基盤における震度分布

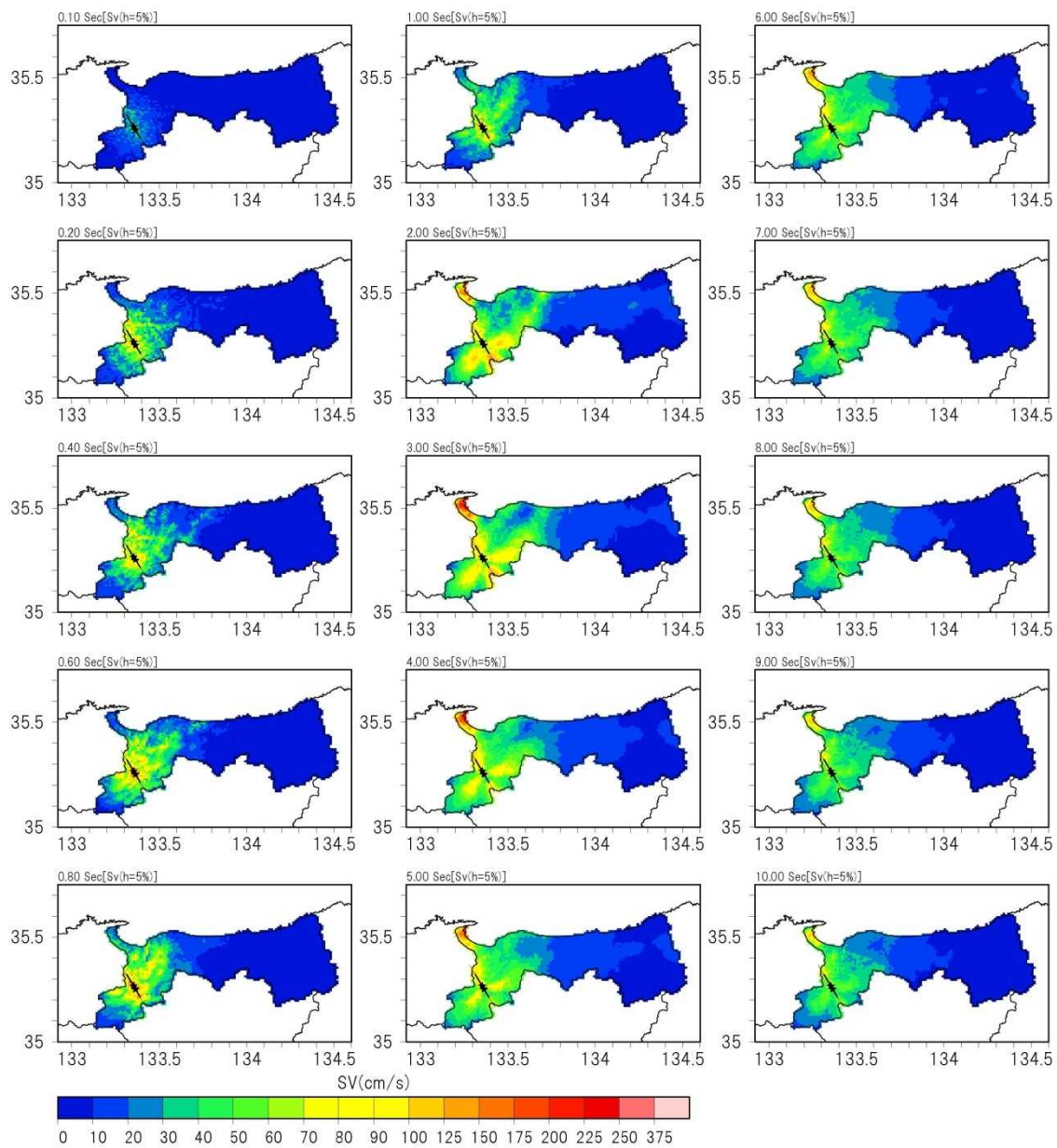
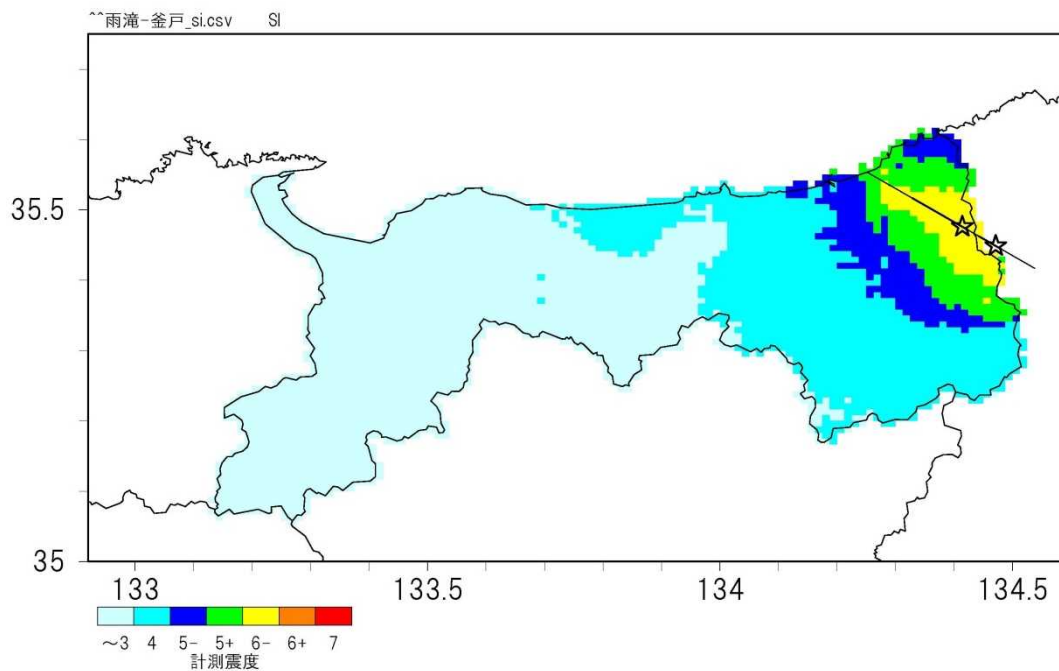
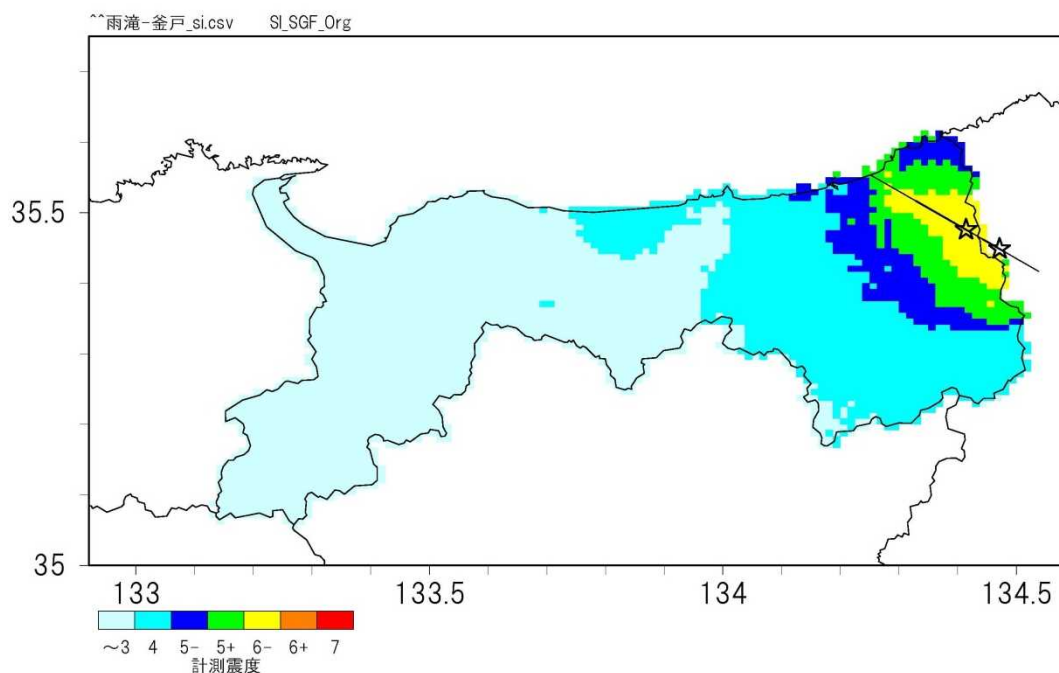


図 2-5(2) Sv (減衰 5%) 分布 (水平 2 成分ベクトル合成)



ハイブリッド法 工学的基盤震度分布



SGF法 工学的基盤震度分布

図 2-6(1) 工学的基盤における震度分布

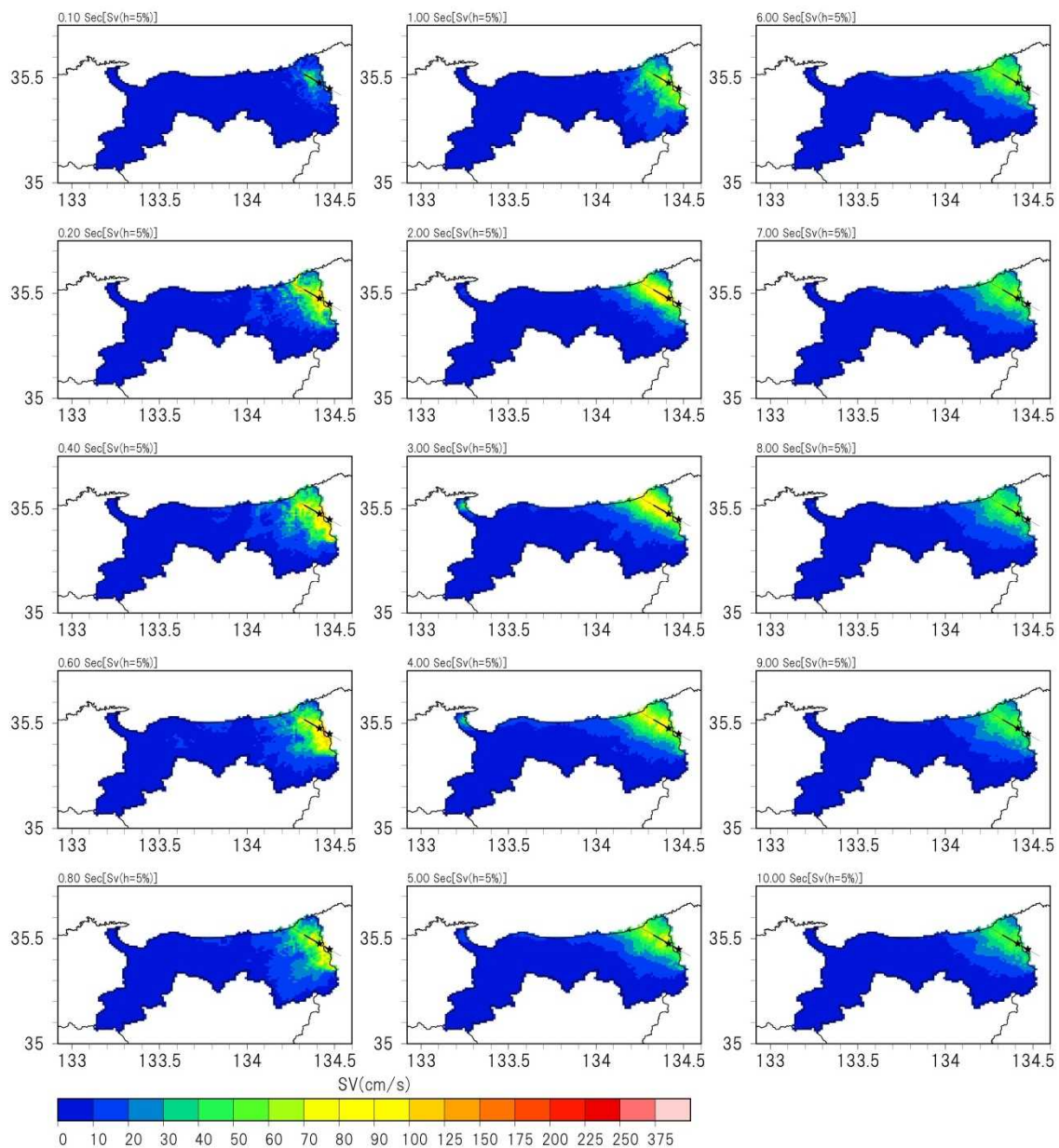
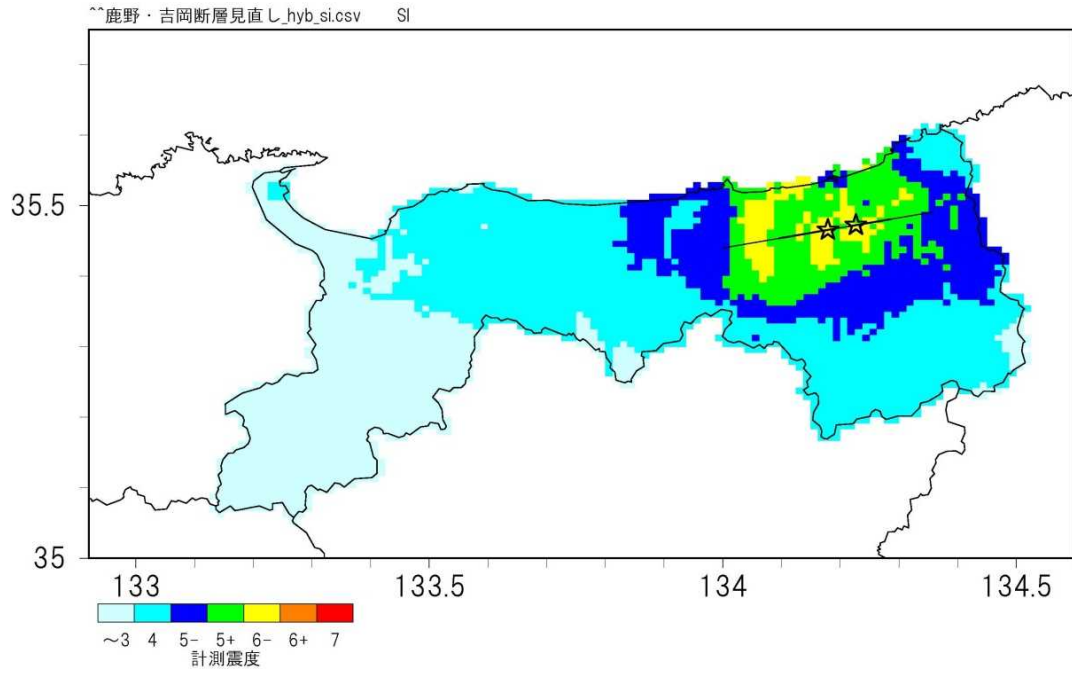
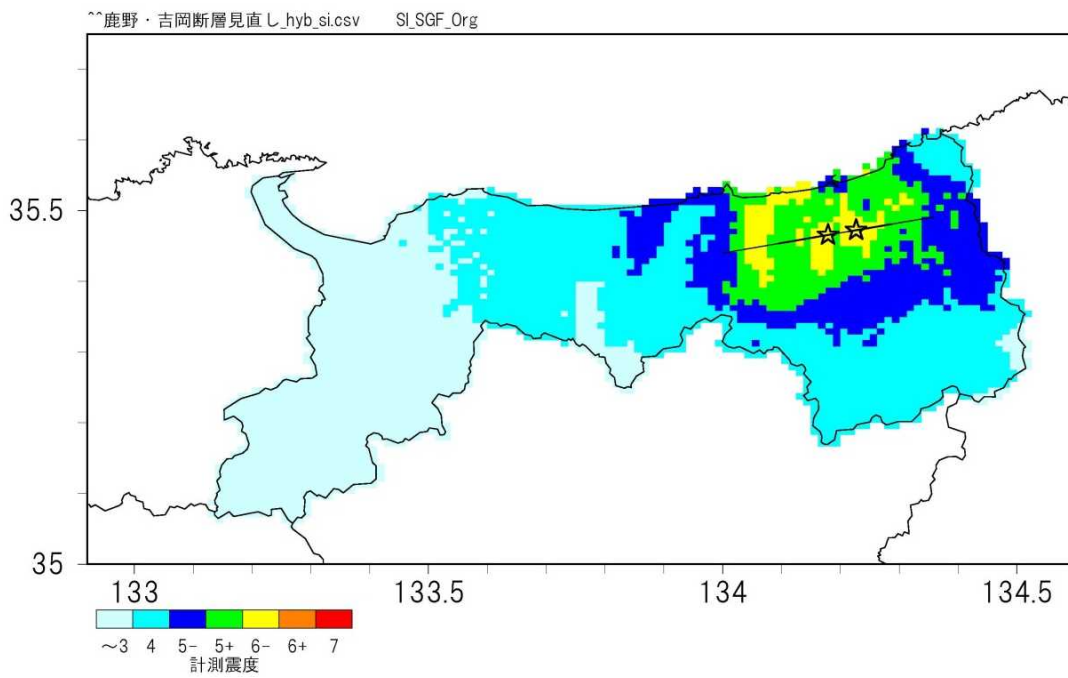


図 2-6(2) Sv (減衰 5%) 分布 (水平 2 成分ベクトル合成)



ハイブリッド法 工学的基盤震度分布



SGF法 工学的基盤震度分布

図 2-7(1) 工学的基盤における震度分布

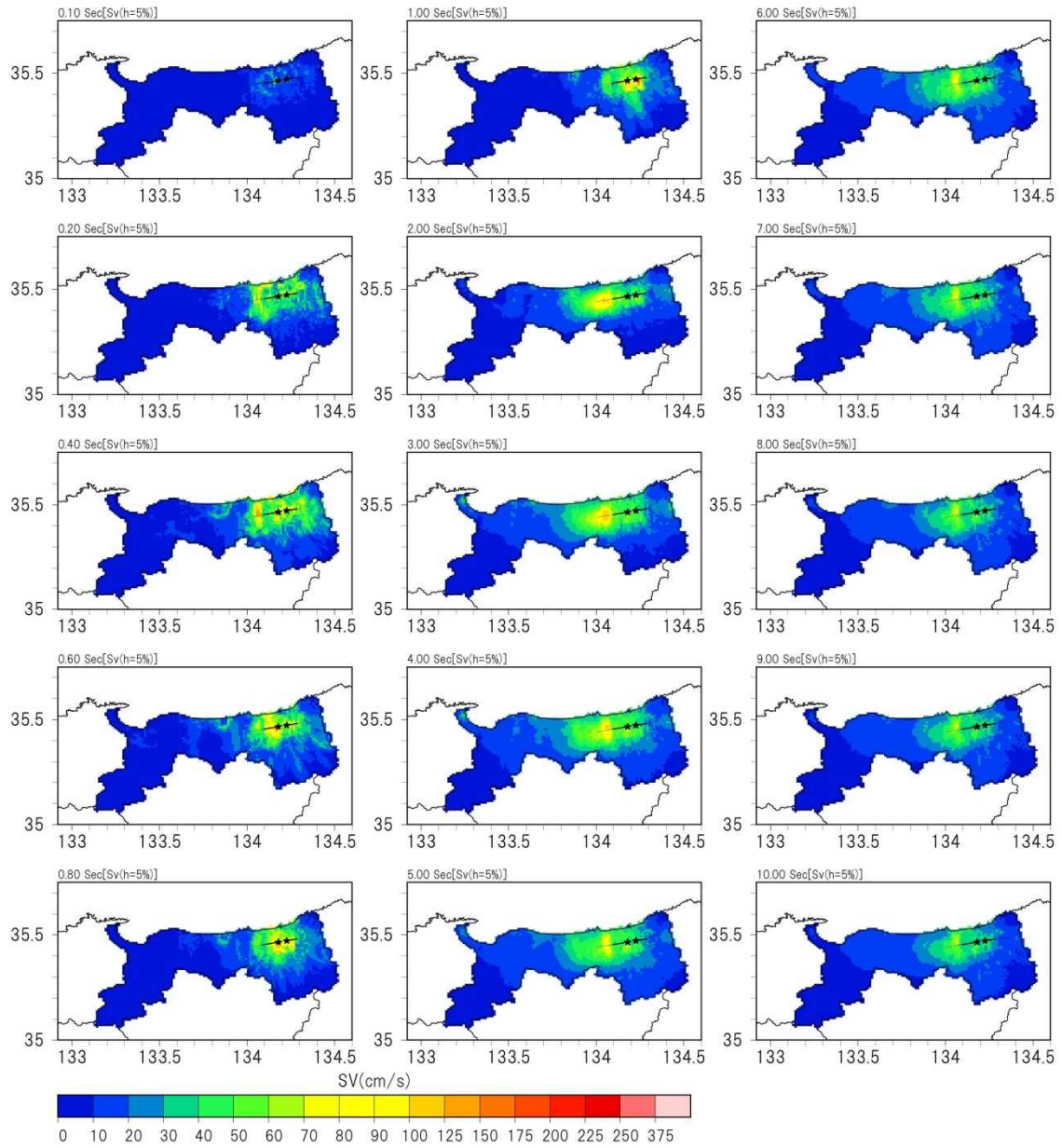
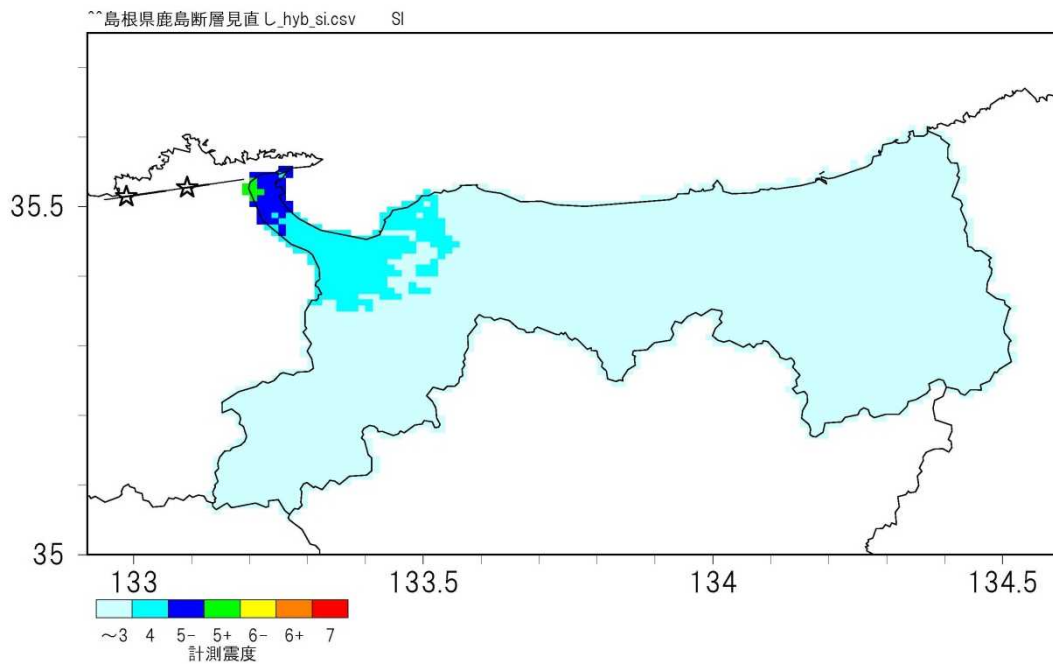
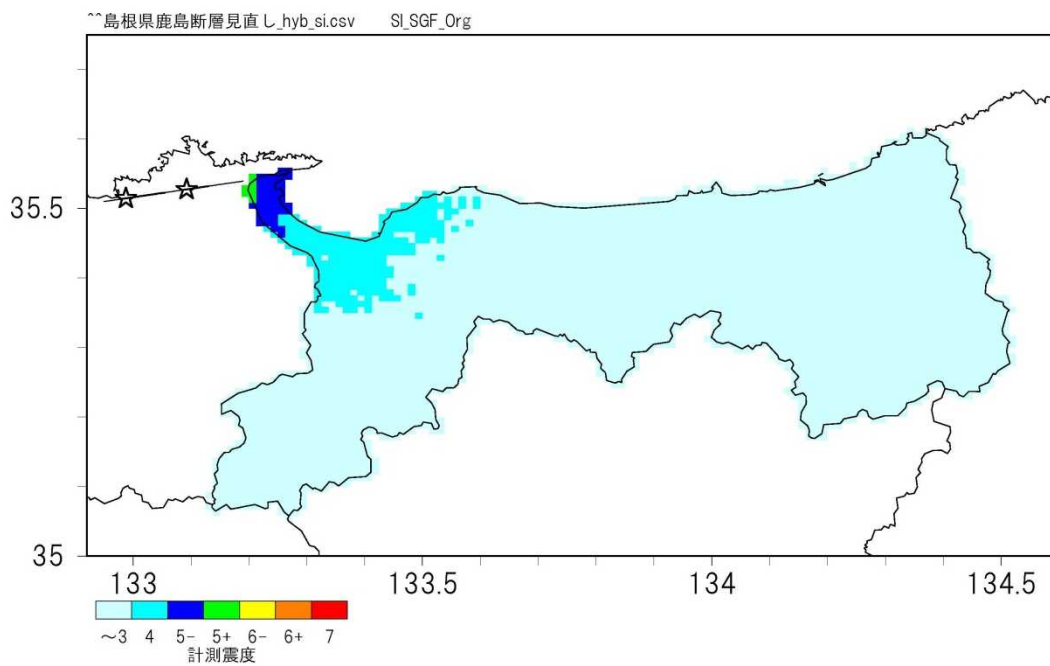


図 2-7(2) Sv (減衰 5%) 分布 (水平 2 成分ベクトル合成)



ハイブリッド法 工学的基盤震度分布



SGF法 工学的基盤震度分布

図 2-8(1) 工学的基盤における震度分布

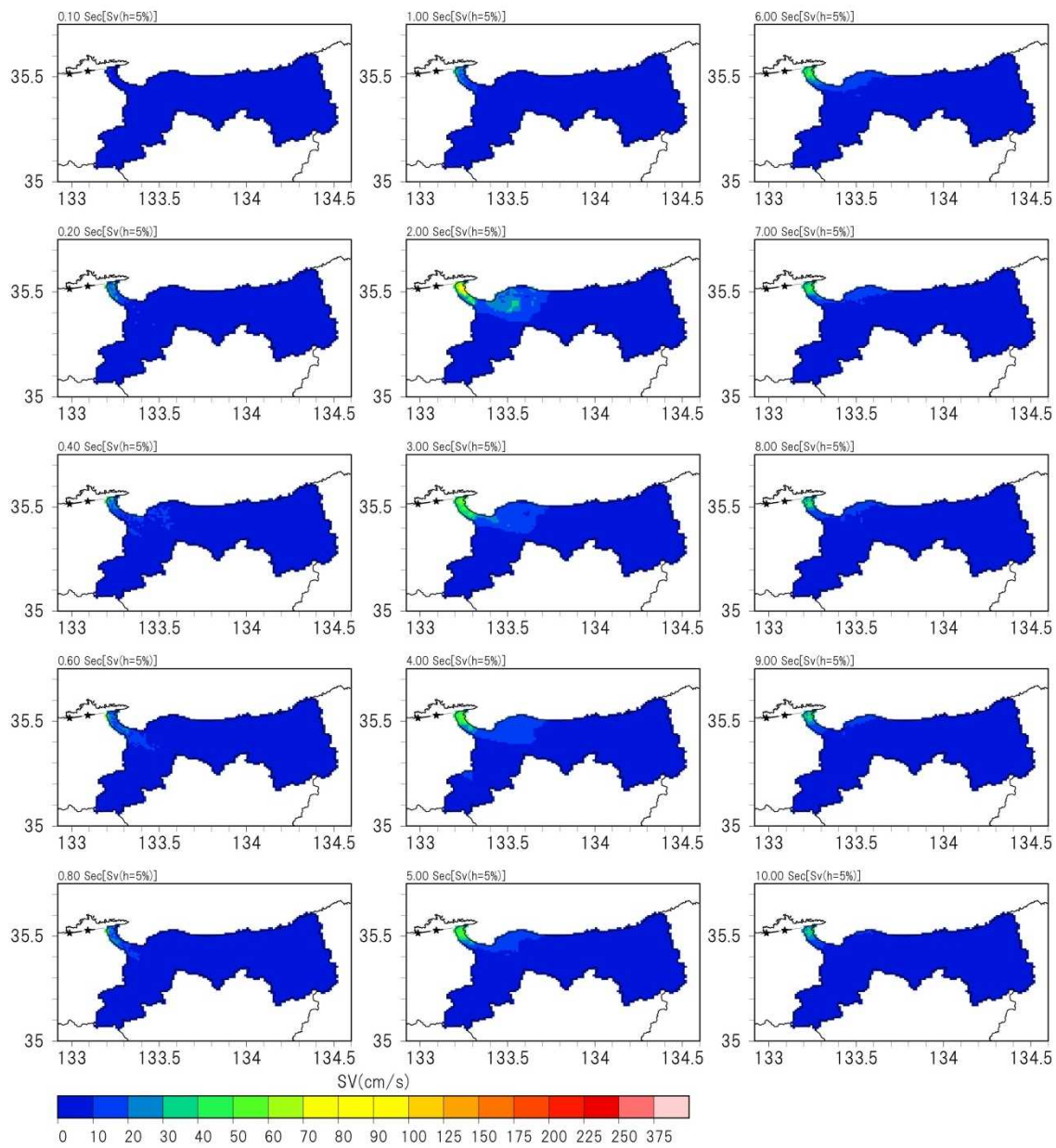
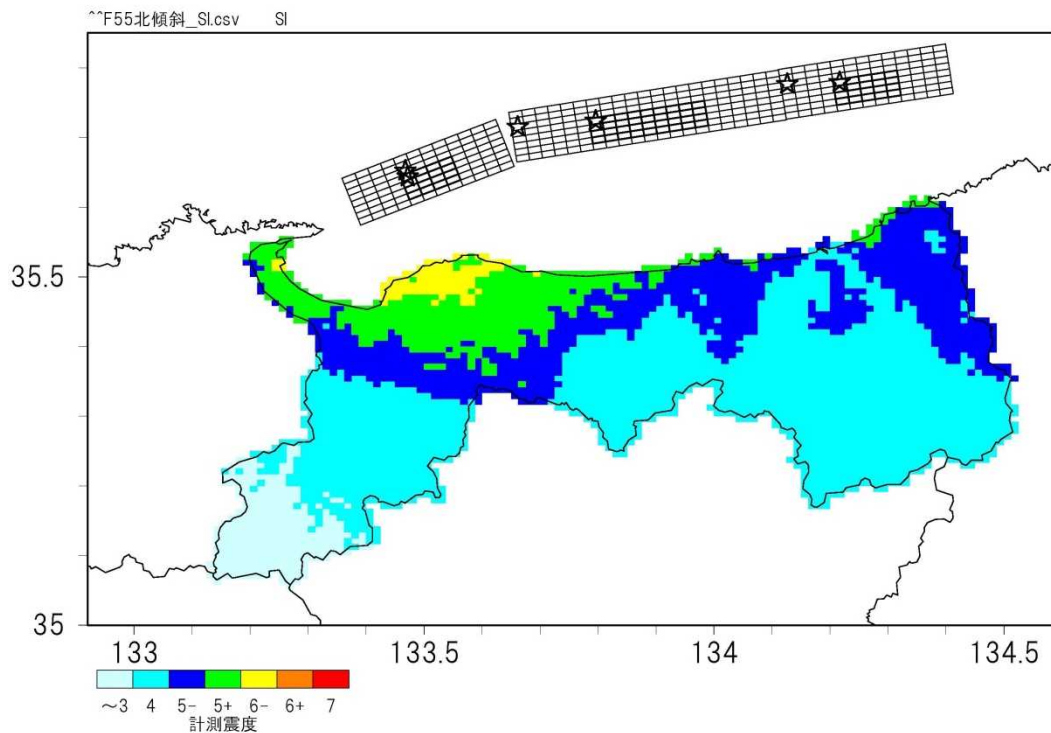
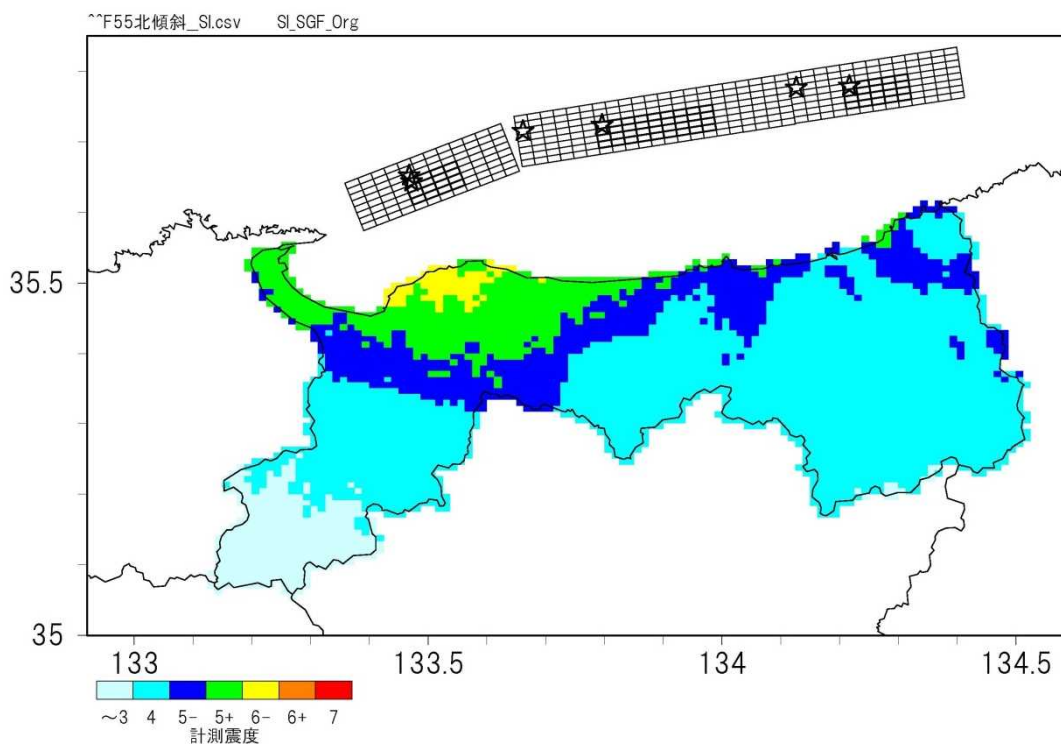


図 2-8(2) Sv (減衰 5%) 分布 (水平 2 成分ベクトル合成)



ハイブリッド法 工学的基盤震度分布



SGF 法 工学的基盤震度分布

図 2-9(1) 工学的基盤における震度分布

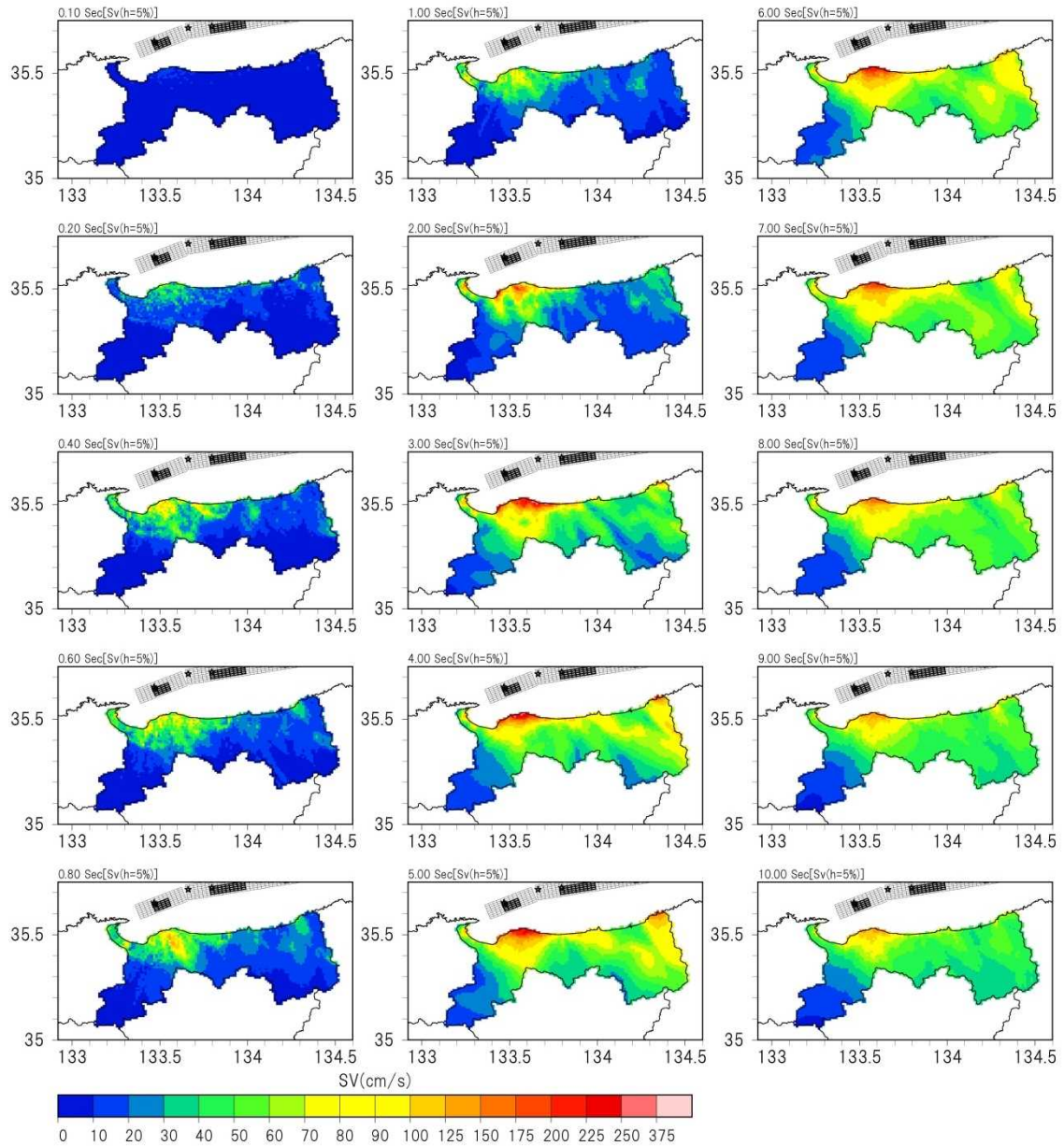


図 2-9(2) Sv (減衰 5%) 分布 (水平 2 成分ベクトル合成)

3. 地表における地震動計算方法

地表における地震動の計算方法については、工学的基盤でハイブリッドされた地震動波形と浅部地盤モデルを用いて一次元の地震応答解析を行い、その結果得られた加速度波形から計測震度、最大加速度値、最大速度値等の指標を算出する。

地震応答解析は、地盤の非線形性を考慮するために、一次元の等価線形法を用いる。ただし、通常の等価線形計算では、高周波数での地震動の減衰が大きくなりすぎるため、有効ひずみの周波数依存性を考慮した等価線形計算を行う。解析コードとしては、吉田・末富（1996）¹によるDYNEQを用いる。図3-1に一般的な等価線形地震応答解析プログラムの概要を示した。また、図3-2に有効ひずみの周波数依存性を考慮した場合の動的変形特性曲線の概念図を示した。同図の第4象限に示すように、有効ひずみの周波数依存性を考慮する場合、周波数が高くなると、剛性率比(G/G_0)は増加し、減衰比(h)は減少する傾向を示す。図3-3に計算結果後の剛性率(G)および減衰比(h)の周波数依存性について、数種類の計算手法を比較した図を示した。今回は、この図の緑色の曲線(Proposed method)を用いている。

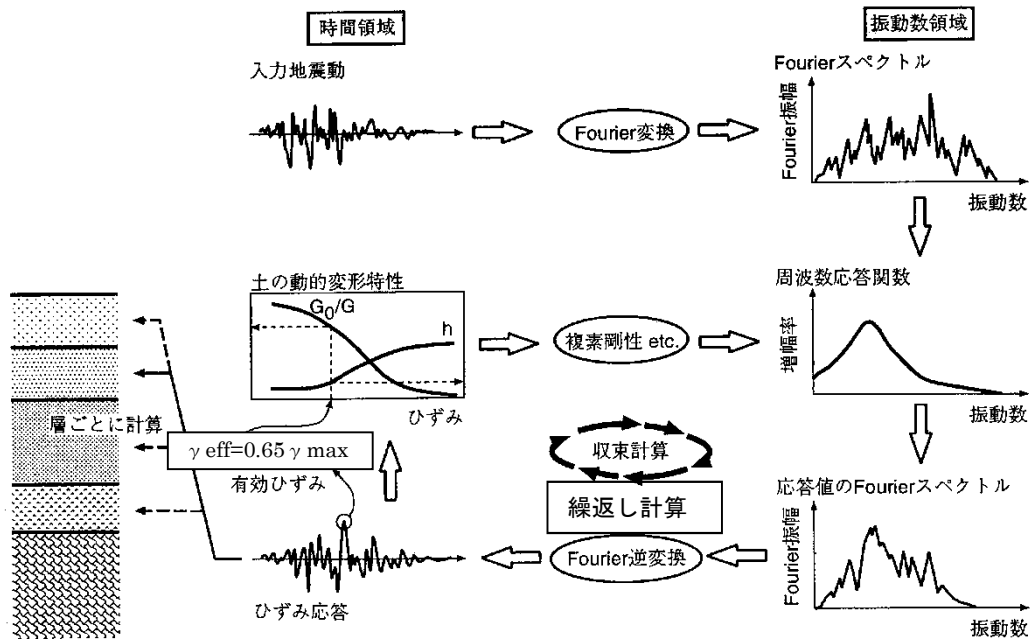


図 3-1 等価線形地震応答解析プログラムの概要（盛川(2005)²）

¹ 吉田望, 末富岩雄 (1996) : DYNEQ : 等価線形法に基づく水平成層地盤の地震応答解析プログラム, 佐藤工業 (株) 技術研究所報, pp.61-70

² 盛川 仁 (2005) : 非線形地震応答解析と SHAKE の使い方, 強震動予測—その基礎と応用, 日本地震学会強震動委員会.

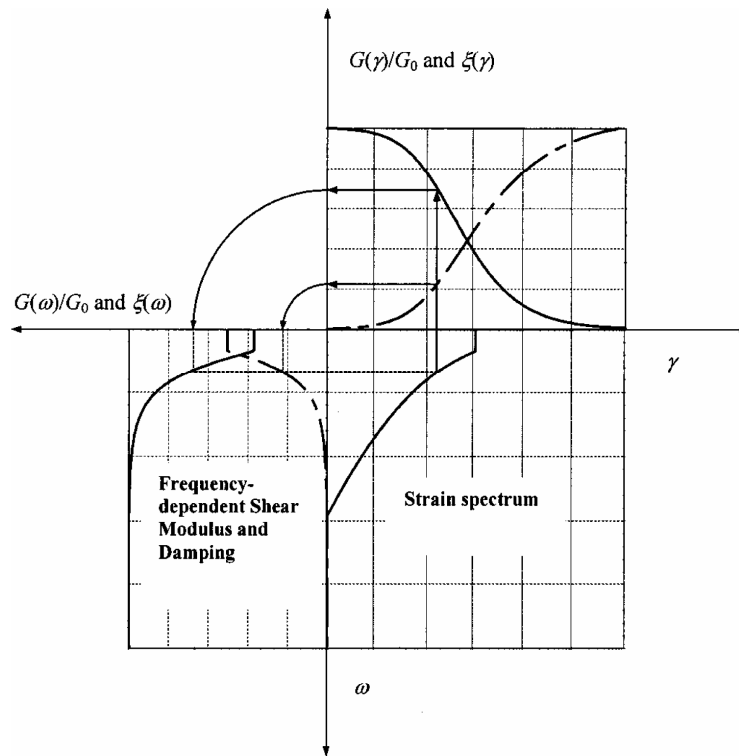


図 3-2 有効ひずみの周波数依存性を考慮した場合の動的変形特性性曲線の概念図
(Kausel & Assimaki (2002)³)

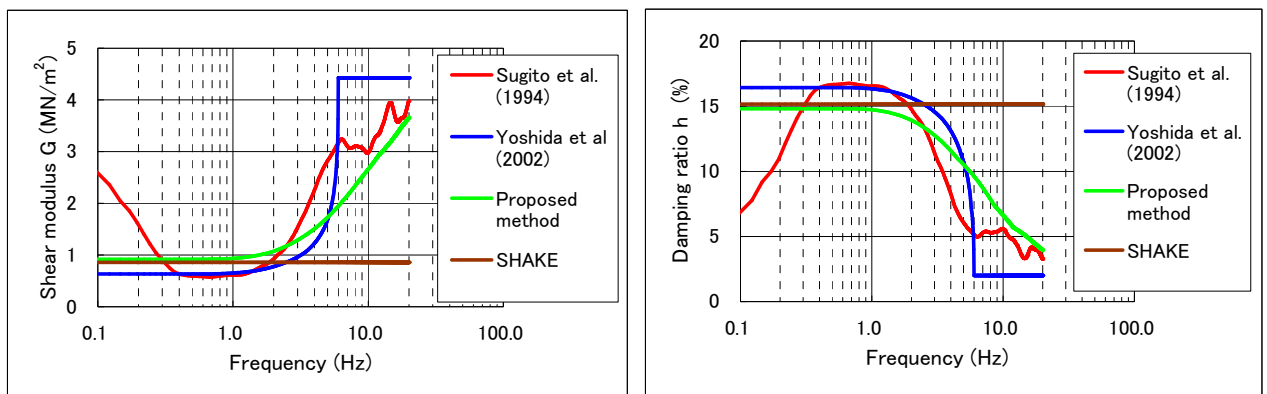


図 3-3 剛性率(G)および減衰比(h)の周波数依存性 (山本・笹谷(2007)⁴)

³ Kausel, E. and Assimaki, D. (2002): Seismic simulation of inelastic soils via frequency-dependent moduli and damping, J. Eng. Mechanics, vol. 128, January, 34-47.

⁴ 山本明夫・笹谷努(2007): 2003年十勝沖地震における地盤の非線形応答: KiK-net鉛直アレー記録の活用, 日本地震工学会論文集, 第7巻, 第2号(特集号), pp.144-159.

4. 地表における地震動予測結果

図 4-1-1～図 4-6-3 に地震動予測結果として、地表震度分布、地表最大速度分布、地表最大加速度分布をそれぞれ示す。地震動については、先に述べた等価線形計算と併せて、比較のために線形計算結果を併せて示した。

以下に、それぞれの地震の震度分布の特徴について述べる。

<倉吉南方の推定地震>

倉吉市、湯梨浜町、三朝町を中心に震度 6 強が分布し、一部で震度 7 となっている。北栄町、琴浦町の一部で震度 6 強となる地域が点在する。

<鳥取県西部地震断層>

南部町の広い地域で震度 6 強が分布し、米子市、日野町、伯耆町、江府町にも震度 6 強が分布する。南部町、米子市の一部で震度 7 となる地域が点在する。

<雨滝－釜戸断層>

鳥取市東部、岩美町、八頭町、若桜町に震度 6 強が分布し、一部で震度 7 となっている。

<鹿野・吉岡断層>

鳥取市の広い範囲で震度 6 強が分布し、中央から東側の一部で震度 7 となっている。

<島根県鹿島断層>

境港市の大半の地域に震度 5 強が分布し、一部で震度 6 弱となっている。

<F55 断層（北傾斜 すべり角 55 度）>

境港市、米子市、倉吉市、大山町、琴浦町、北栄町の海岸付近に一部震度 6 強が分布する。

また、図 4-7～図 4-11 に簡易法により検討する地震（下記の 5 地震）について、地表震度分布（参考として工学的基盤での震度分布も併記）を示す。

簡易法により地震動予測を行う地震：鎌倉山南方の活断層（Mw6.7）、山崎断層帯北西部（Mw7.1）、大立断層・田代峠－布江断層（Mw6.6）、地表断層が不明な地震（Mw6.8）、南海トラフの巨大地震（Mw8.3）

簡易法は、司・翠川(1999)の距離減衰式、および今回の調査で作成した浅部地盤モデルから求まる震度増分により算出した。

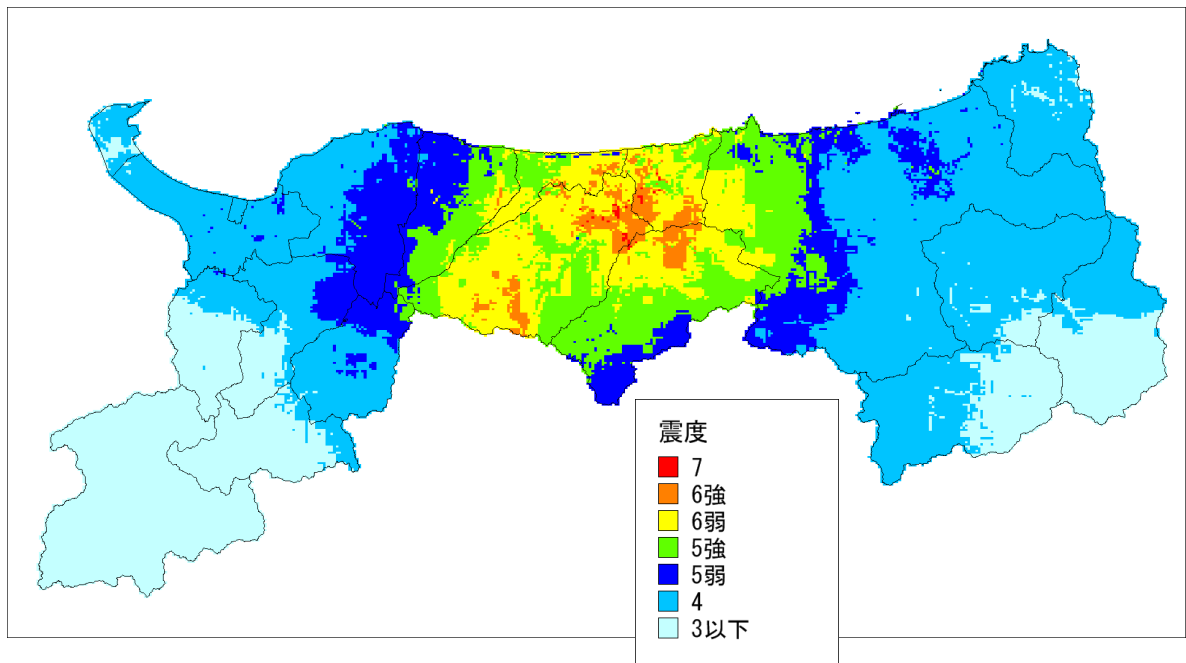
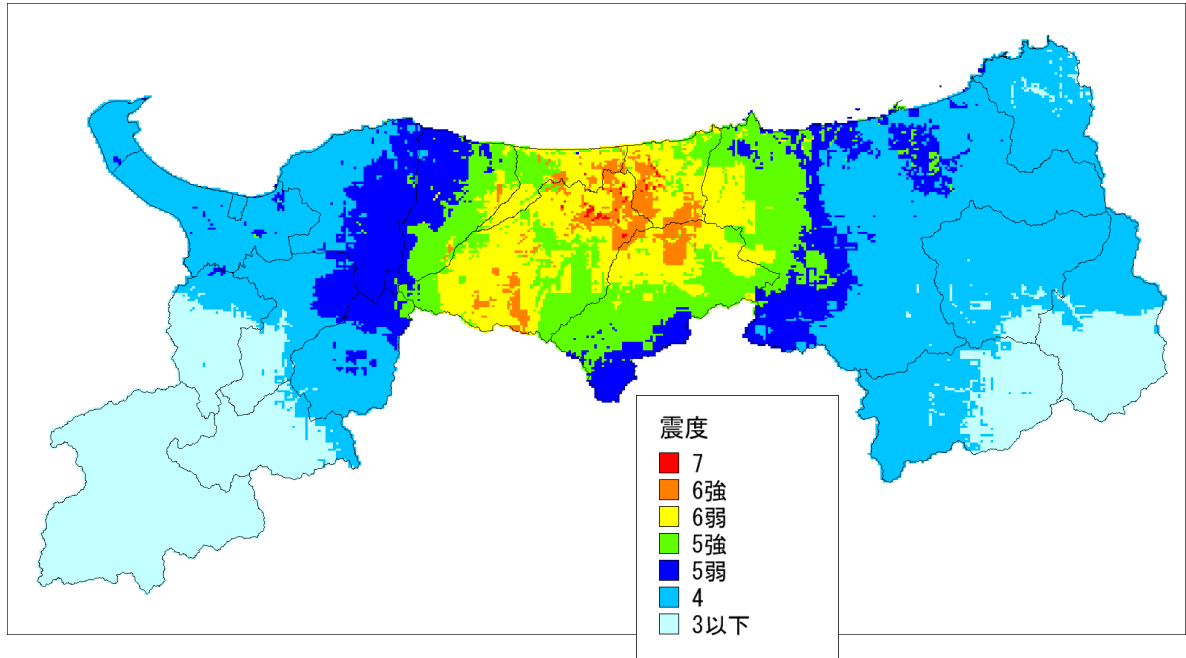


図 4-1-1 倉吉南方の推定地震の震度分布（上：線形・下：等価線形）