

相模トラフ側の地震・津波の検討状況について

1 相模トラフ側のレベル1、レベル2の地震・津波のモデル（これまでの検討案）

	レベル2の地震・津波	レベル1の地震・津波
地震動	1703年元禄型関東地震(※) 行谷ほか(2011)モデル【M8.1】 「不均質すべり」によるモデル	1923年大正型関東地震 行谷ほか(2011)モデル【M7.9】 「不均質すべり」によるモデル
津波	1703年元禄型関東地震(※) 行谷ほか(2011)モデル【M8.1】 「不均質すべり」によるモデル	1923年大正型関東地震 行谷ほか(2011)モデル【M7.9】 「不均質すべり」によるモデル

※ 相模トラフ沿いでは約200～400年間隔で海溝型（プレート境界型）の地震が発生しており、このうち元禄関東地震（1703年）は大正関東地震（1923年）に比べ広い震源域を持つ既往最大の地震とされている。国から相模トラフ側でのあらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波が提示されるまでの間、当該地震を相模トラフ側のレベル2の地震・津波と位置付ける。

2 津波の検討

元禄型関東地震と大正型関東地震の既存の震源断層モデルとして、最新の知見を反映している行谷ほか（2011）のモデルについて検討を行った。

行谷ほか（2011）の津波断層モデル

- ・行谷ほか(2011)のモデル（図1-1）は、元禄関東地震及び大正関東地震の際の地殻変動量（図1-2）の再現を目的としている。
- ・元禄関東地震及び大正関東地震について、一様すべりモデルと不均質すべりモデルが提唱されているが、後者のモデルによる計算値のほうが、より実際の地殻変動量に近いとされている。
- ・なお、これらのモデルをもとにした津波の予測計算は報告されていない。

津波断層モデルの検討

- ・原著モデルにより津波の津波高の試算を行ったところ、元禄関東地震及び大正関東地震とも静岡県内での津波の痕跡（図1-3）の再現性が必ずしも十分ではなかったため、より再現性の高い津波の予測計算を行うために、産業技術総合研究所・行谷研究員の御指導を受け、モデルの修正検討を行った（図1-4、図1-5、図1-6、表1-1）。

<修正検討の内容>

津波断層パラメータのすべり量やすべり角の調整

検討結果

- ・原著モデルの津波断層パラメータのすべり量を概ね2倍に修正したパターン（以下「パターン0」という。）が比較的良く津波痕跡を再現することが分かった。
- ・しかし、伊東市内陸部の津波痕跡の再現はできていない。この原因としては、局所的な現象を想定する必要があると思われるが、津波断層モデルに反映することは困難である。この点については推計結果を越える痕跡記録があるということも併せて明記しておく。
- ・今後は、パターン0の津波断層モデルを改良して検討を進めることとする。

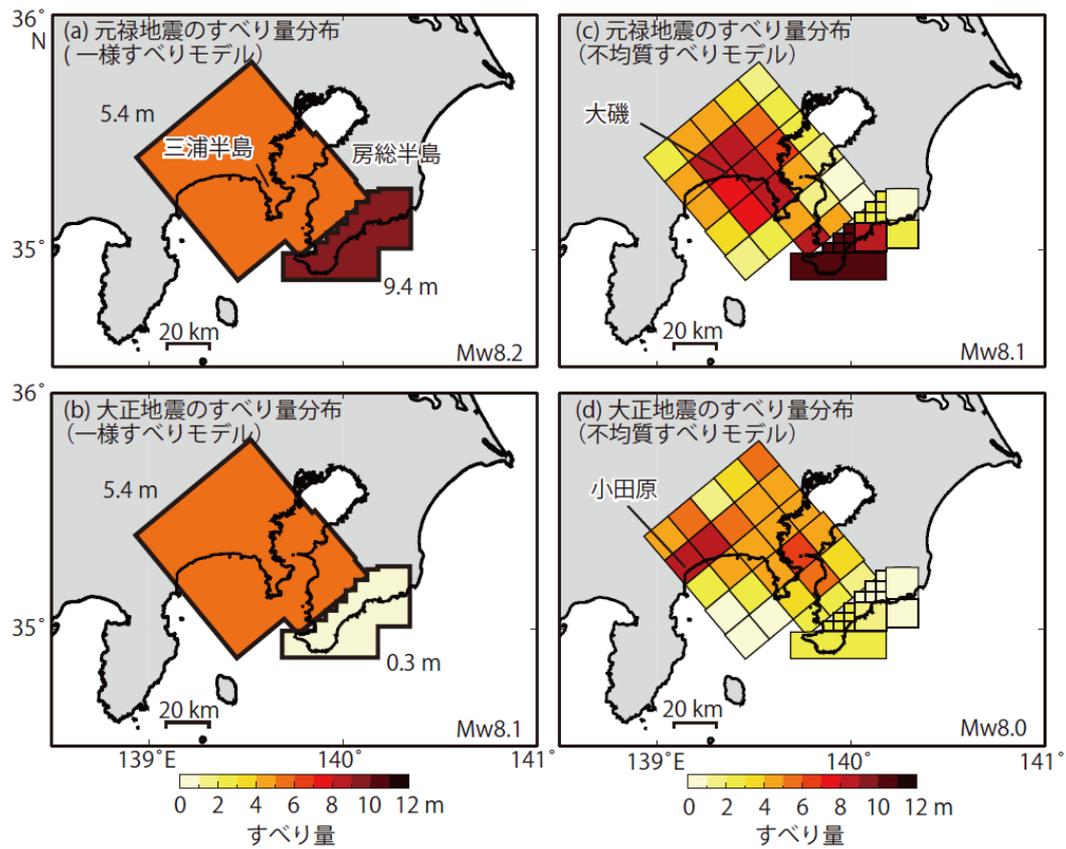


図 1-1 地殻変動量からインバージョンで求められた元禄関東・大正関東地震の断層モデル（行谷ほか，2011）

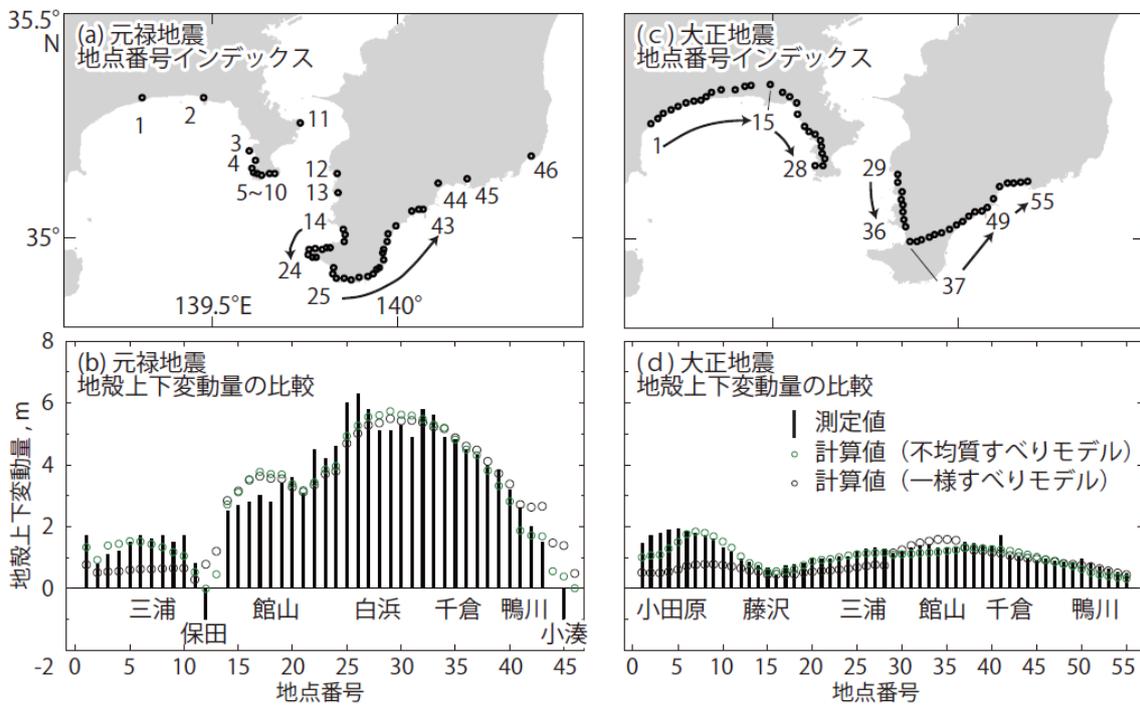


図 1-2 測定された地殻変動量と計算値の比較（行谷ほか，2011）

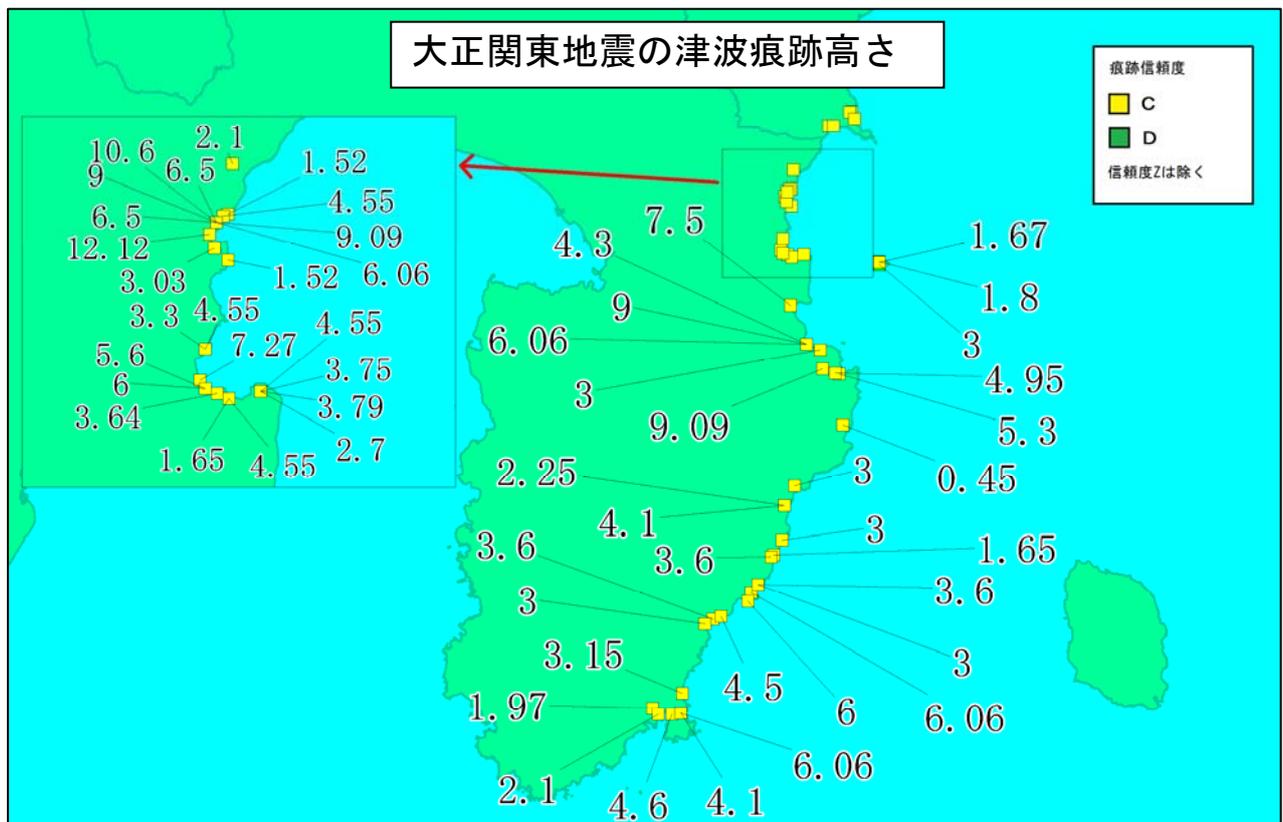
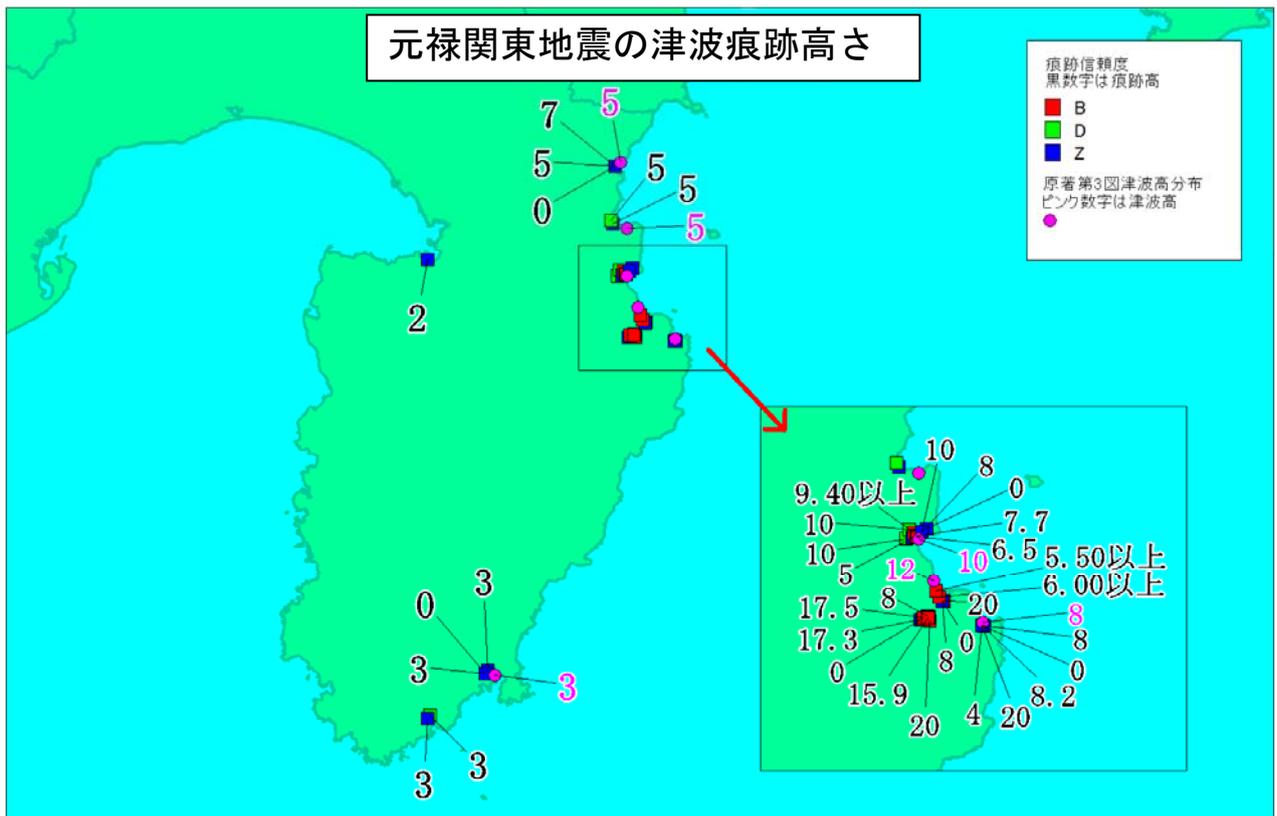


図 1-3 津波の痕跡から推定された津波の高さ
 (東北大学らのデータベースをもとに作成)

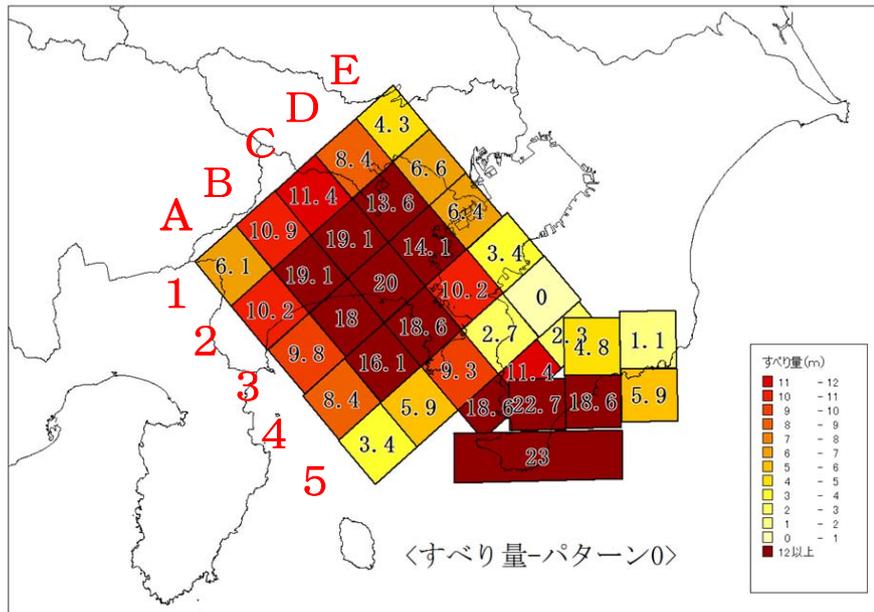


図 1-4 元禄関東地震の津波断層検討モデル（行谷ほか(2011)を元に作成）

表 1-1 津波断層パラメータ（元禄関東地震モデル：Mw8.1）

ID	断層端点の緯度 (°)	断層端点の経度 (°)	断層端点の深さ (m)	断層の走向方向 (°)	断層面の傾斜角 (°)	すべり角 (°)	断層の長さ (m)	断層の幅 (m)	すべり量 (m)	パターン0 すべり量(m)
1E	35.623	139.523	18000	320	30	155	15000	15000	1.9	4.3
1D	35.539	139.401	14100	320	15	155	15000	15000	3.7	8.4
1C	35.455	139.279	10000	320	16	155	15000	15000	5	11.4
1B	35.377	139.164	3700	320	25	155	15000	15000	4.8	10.9
1A	35.293	139.041	0	320	14	155	15000	15000	2.7	6.1
2E	35.519	139.629	18000	320	30	155	15000	15000	2.9	6.6
2D	35.435	139.507	14100	320	15	155	15000	15000	6	13.6
2C	35.352	139.385	10000	320	16	155	15000	15000	8.4	19.1
2B	35.273	139.27	3700	320	25	155	15000	15000	8.4	19.1
2A	35.189	139.147	0	320	14	155	15000	15000	4.5	10.2
3E	35.416	139.735	18000	320	30	155	15000	15000	2.8	6.4
3D	35.332	139.613	14100	320	15	155	15000	15000	6.2	14.1
3C	35.249	139.491	10000	320	16	155	15000	15000	8.8	20.0
3B	35.17	139.377	3700	320	25	155	15000	15000	7.9	18.0
3A	35.086	139.254	0	320	14	155	15000	15000	4.3	9.8
4E	35.313	139.843	17300	320	15	155	15000	15000	1.5	3.4
4D	35.229	139.719	14100	320	12	155	15000	15000	4.5	10.2
4C	35.145	139.597	10000	320	16	155	15000	15000	8.2	18.6
4B	35.064	139.479	4900	320	20	155	15000	15000	7.1	16.1
4A	34.978	139.354	2300	320	10	155	15000	15000	3.7	8.4
5E	35.208	139.946	18500	320	6	155	15000	15000	0	0.0
5D	35.125	139.824	14400	320	16	155	15000	15000	1.2	2.7
5C	35.042	139.703	10000	320	17	155	15000	15000	4.1	9.3
5B	34.958	139.581	6400	320	14	155	15000	15000	2.6	5.9
5A	34.872	139.457	3800	320	10	155	15000	15000	1.5	3.4
6E	35.135	140.009	20700	320	6	155	10000	15000	1	2.3
6D	35.055	139.894	14600	320	24	155	10000	15000	5	11.4
6C	34.973	139.774	10000	320	18	155	10000	15000	8.2	18.6
*7D	34.993	140.019	13200	270	29	105	15000	15000	10	22.7
*8E	35.117	140.183	21300	270	6	105	15000	15000	2.1	4.8
8D	34.995	140.183	15000	270	25	105	15000	15000	8.2	18.6
9E	35.13	140.348	19300	270	6	105	15000	15000	0.5	1.1
9D	35.007	140.348	13000	270	25	105	15000	15000	2.6	5.9
10	34.874	140.183	1300	270	45	105	45000	18000	10.1	23.0

*5kmX5kmの小断層を6枚6枚配置していることに注意を要する。

(行谷ほか(2011))にパターン0を追加して作成

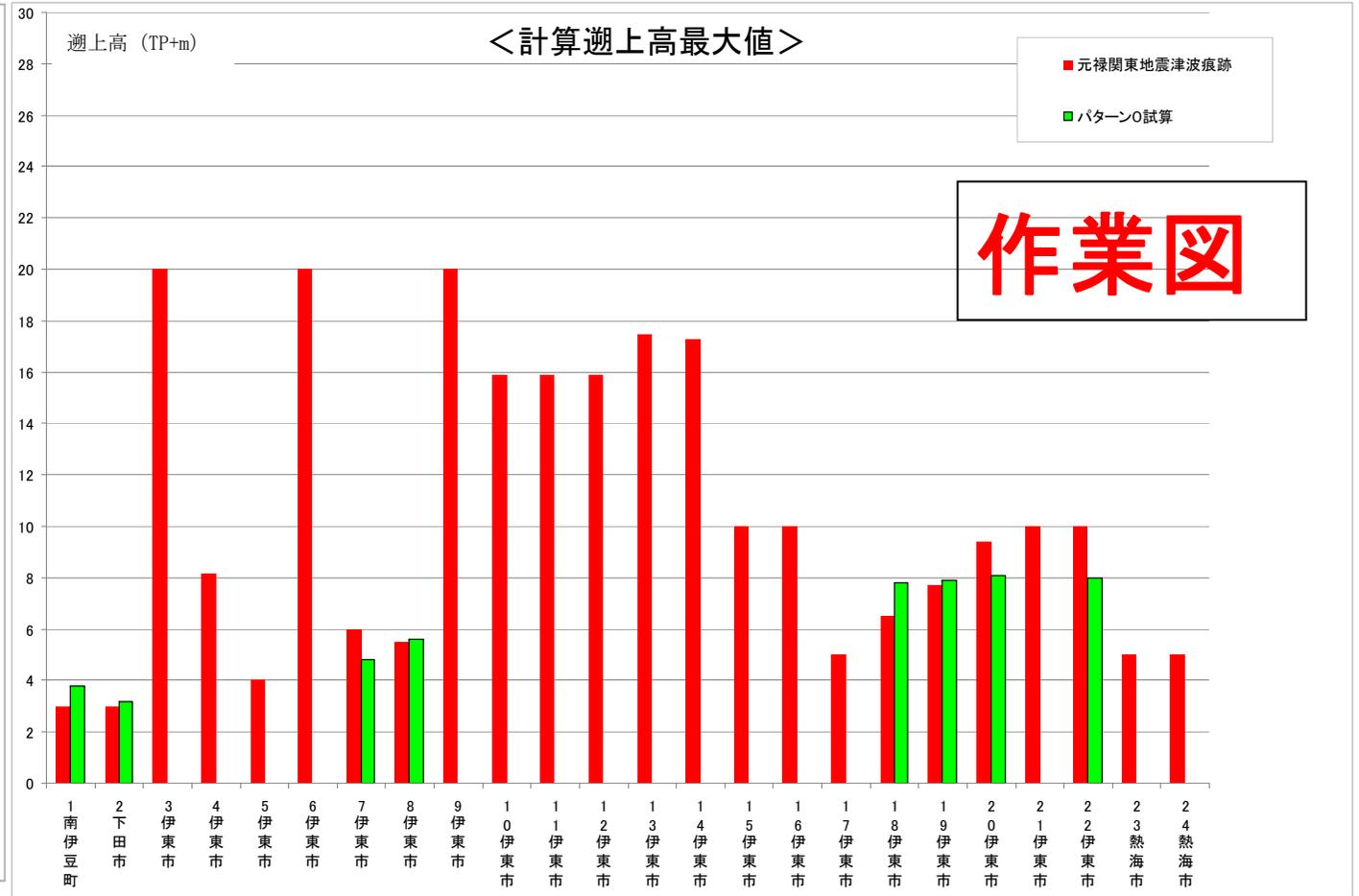
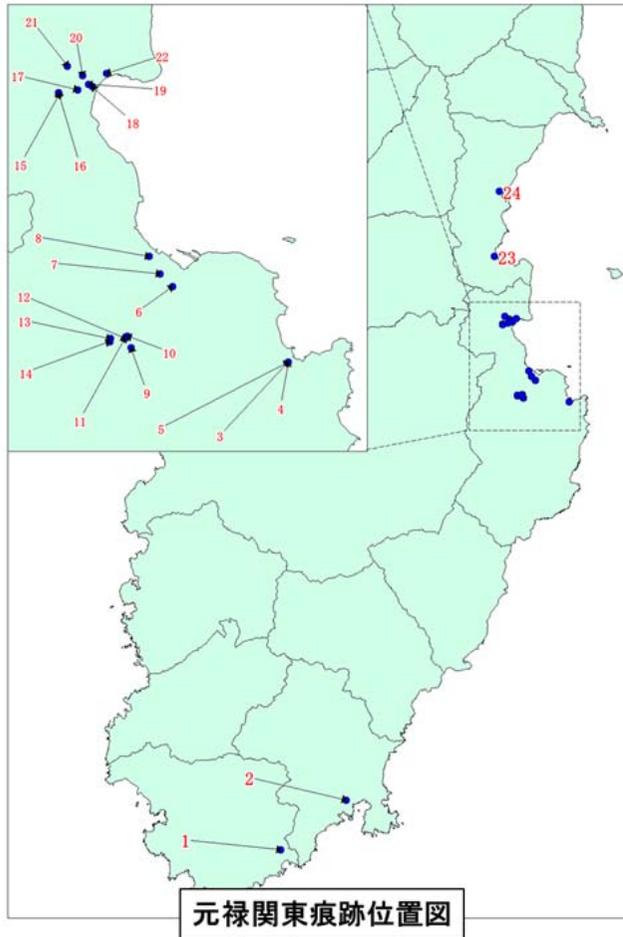


図 1-5 元禄関東地震の津波痕跡高と予測計算結果の比較

2 地震動の検討

相模トラフ側の地震の震度分布についても駿河トラフ・南海トラフ側と同様に、強震波形計算を行うための強震断層モデルの検討を行った。

行谷ほか(2011)の震源断層モデル

- ・行谷ほか(2011)の震源断層モデルは、1703年元禄関東地震及び1923年大正関東地震の際の地殻変動量(図1-2)の再現を目的としており、一様すべりモデルと不均質モデルが提唱されているが、これらのモデルを用いた強震動計算結果は報告されていない。
- ・また、これらのモデルではアスペリティの設定がされていないことから、地震調査研究推進本部のレシピに基づく強震波形計算を直ちに行うことができない。

強震断層モデルの検討

- ・強震波形計算に適する相模トラフ側の既存の強震断層モデルとしては、神奈川県(2008)の大正関東地震モデル(Mw7.9)と東京都(2012)の元禄関東地震モデル(Mw8.2)モデルがある(図2-1、図2-2)。
- ・関東地震の震源域からみて静岡県は西方にあるので、静岡県の地震被害想定においては、震源域の西部にアスペリティを想定すべきであるが、神奈川県(2008)のモデルと東京都(2012)のモデルは、概ねこの条件を満たしている。
- ・神奈川県モデルによる大正関東地震の震度假計算結果(図2-3)と推定震度分布(諸井・武村,2002、図2-4)を比較すると、神奈川県モデルによる仮計算結果では、全体にやや地震動が小さいため、断層面積、アスペリティの位置、形状等は変えずに、Mwを8.0とした場合(静岡県修正モデル、表2-1)についても仮計算した(図2-5、図2-6)。
- ・東京都モデルによる元禄関東地震の仮計算結果(図2-7)と推定震度分布(宇佐美,1987、図2-8)を比較すると県内の震度に関するデータは少ないが、熱海付近の震度7という記録は、一部再現できている。

第4次地震被害想定における相模トラフ側の強震断層モデル

以上のことから、今後、第4次地震被害想定における相模トラフ側の強震断層モデルとして、

- ・ **大正関東地震：神奈川県(2008)モデルをMw8.0に修正したモデル**(表2-1)
- ・ **元禄関東地震：東京都(2012)モデル**(表2-2)

を検討対象とし、パラメータの調整を進めるものとする。

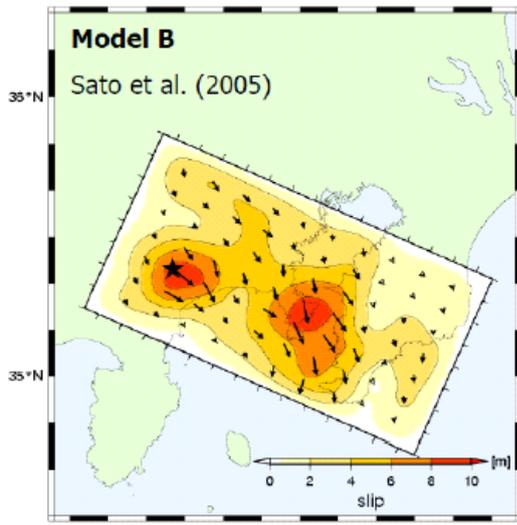


図 2-1(1) Sato et al. (2005)による
1923 年大正関東地震の震源
インバージョン結果

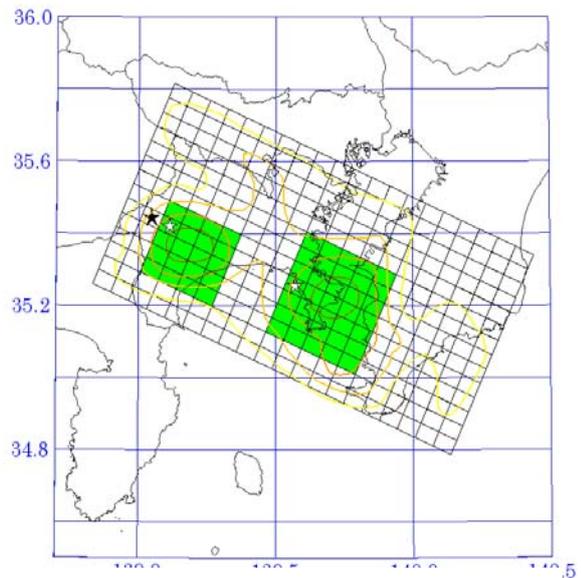


図 2-1(2) 南関東地震の強震断層モデル
(神奈川県, 2008)

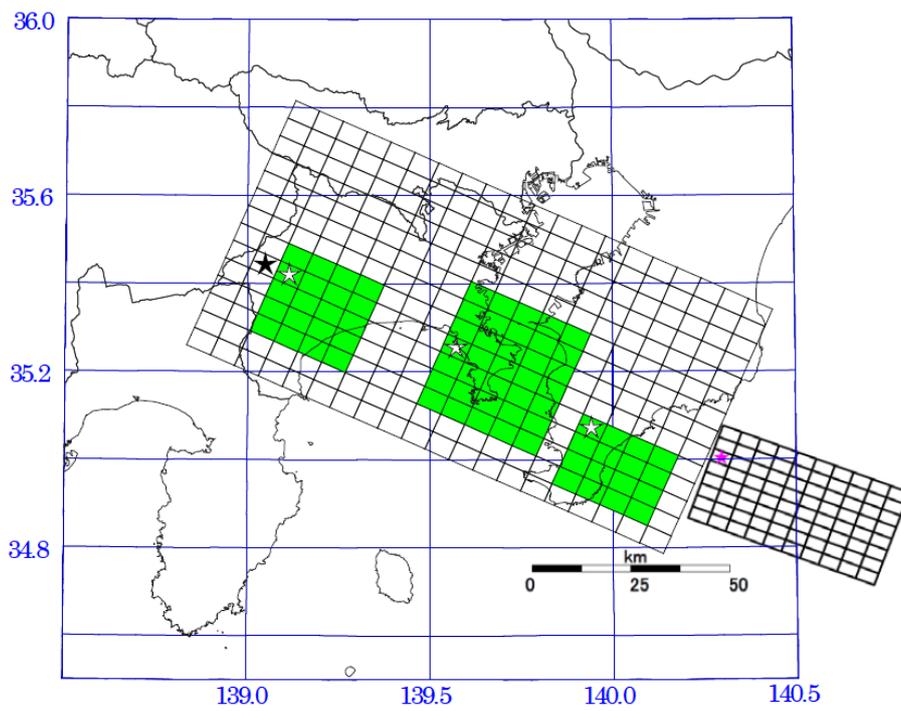


図 2-2 元禄関東地震の強震断層モデル (東京都, 2012)

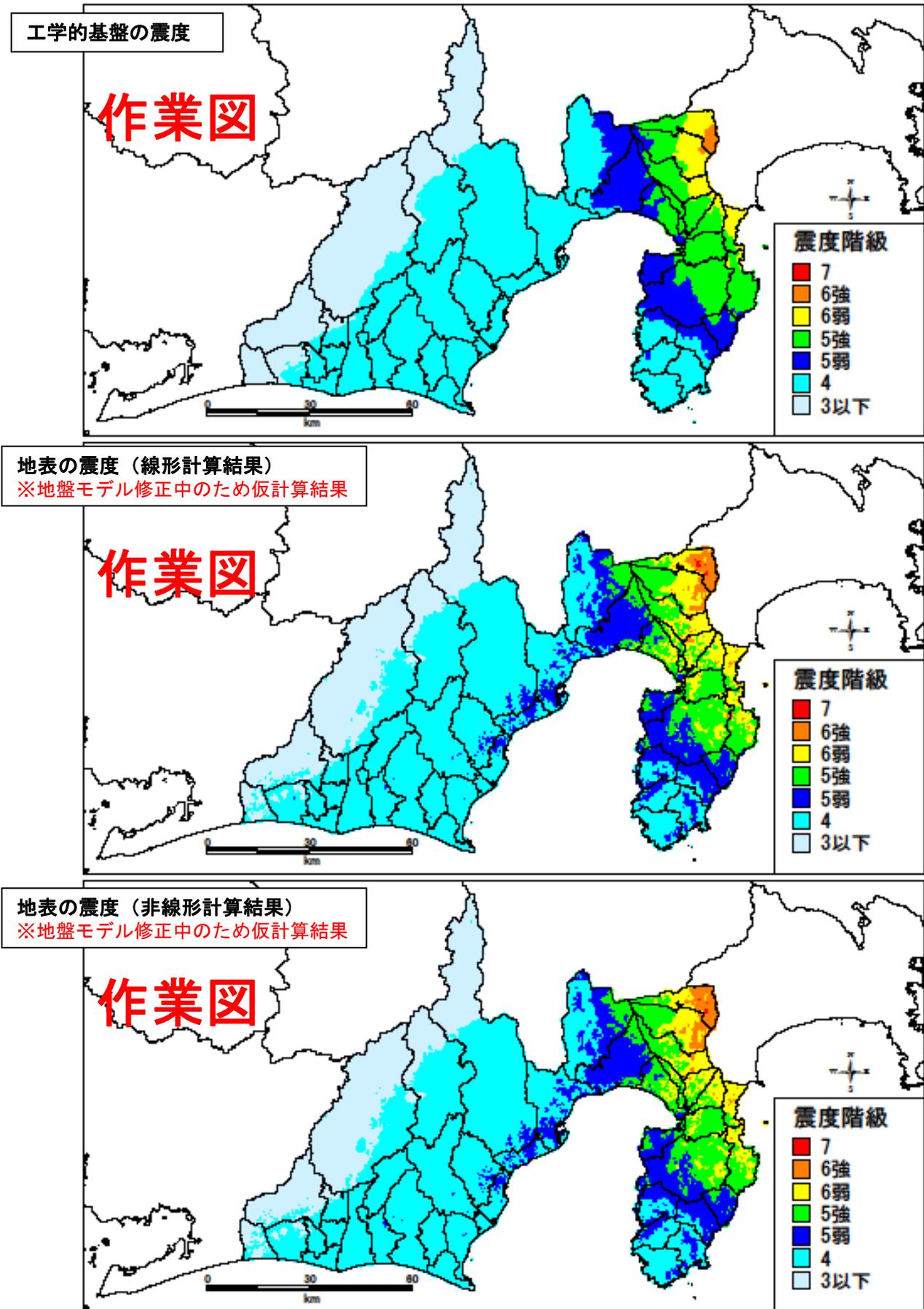


図 2-3 大正関東地震モデル（神奈川県(2008), Mw7.93) による地震動仮計算結果

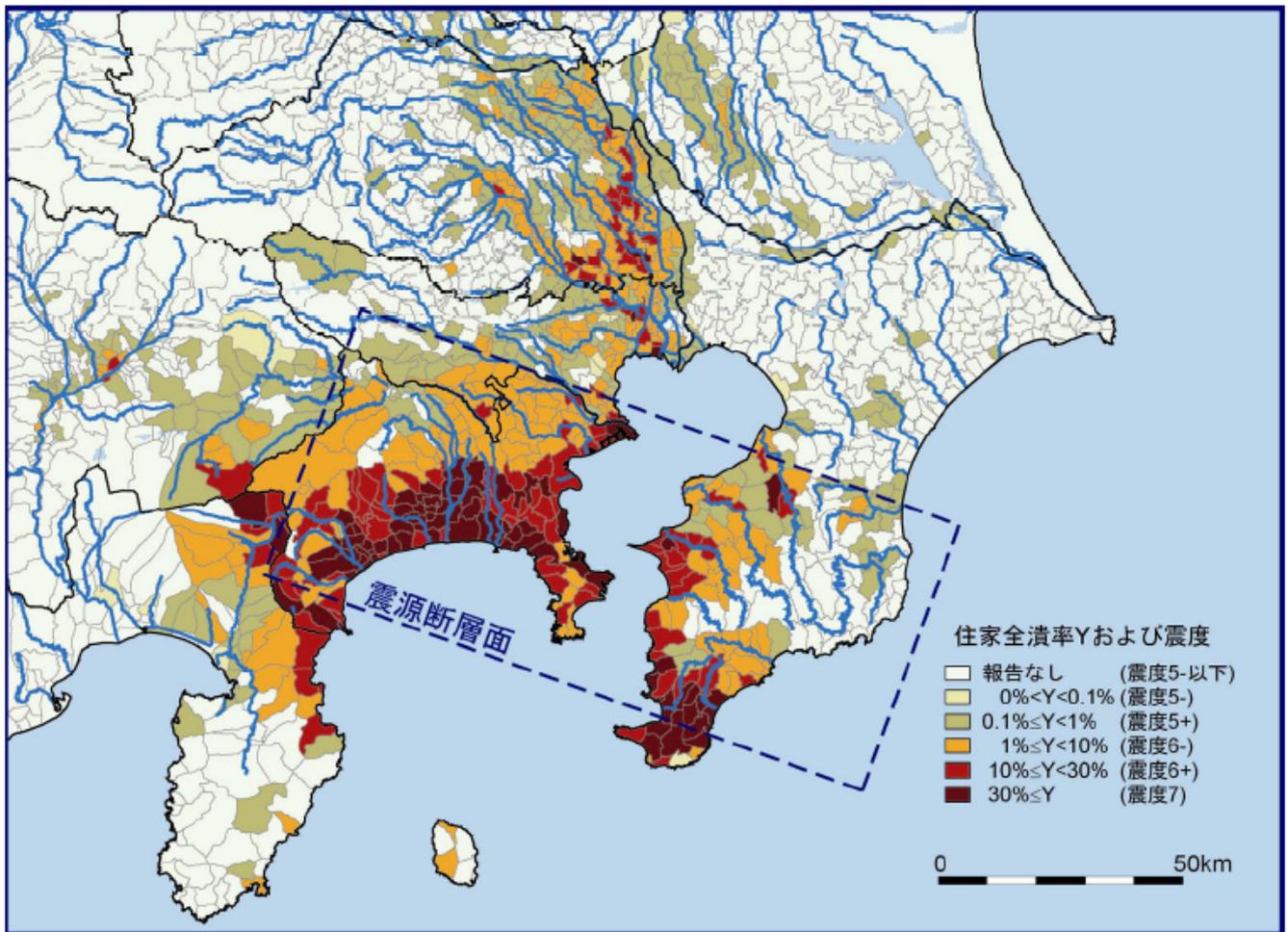


図 2-4 諸井・武村(2002)による大正関東地震の推定震度分布

表 2-1 強震断層パラメータ (修正大正関東地震モデル: Mw8.0)

※詳細なパラメータについては調整中。

項目	神奈川県(2008)	Mw8.0	備考	
緯度(°)	34.7861			
経度(°)	140.1360			
上端深さ(km)	3.76		詳細パラメータ調整中	
走向θ(°)	294			
傾斜角δ(°)	16			
すべり角λ(°)	143		Sato et al.(2005)のすべり分布から平均して求めた値	
長さL(km)	130		Kanamori(1971)	
幅W(km)	70			
面積S(km ²)	9100		S=LW	
平均すべり量D(m)	3.64	4.61	D=M ₀ /μ/S	
地震モーメントM ₀ (Nm)	9.94E+20	1.26E+21	Sato et al.(2005)	
モーメントマグニチュードM _W	7.93	8.00	logM ₀ =1.5M _W +9.1 [Kanamori(1977)]	
高周波遮断周波数f _{max} (Hz)	6.0		鶴久・他(1997)、兵庫県南部地震の解析値	
S波速度V _s (km/s)	3.7		笠原(1985)	
平均密度ρ(g/cm ³)	2.9		Ludwig et al.(1970)	
剛性率μ(N/m ²)	3.00E+10		Sato et al.(2005)	
平均応力降下量Δσ(MPa)	2.8	3.5	Δσ=7π ^{1.5} /16×M ₀ /S ^{1.5}	
破壊伝播速度V _r (km/s)	2.6		Sato et al.(2005)	
全 ア ス ペ イ ベ	地震モーメントM _{0a} (Nm)	3.92E+20	4.97E+20	M _{0a} =μD _a S _a
	総面積S _a (km ²)	1787.5		Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	平均すべり量D _a (m)	7.32	9.27	D _a =2.01D [Somerville(1999)]
ア ス ペ 第 1 テ イ	地震モーメントM _{0a1} (Nm)	2.74E+20	3.47E+20	M _{0a1} =M _{0a} S _{a1} ^{1.5} /ΣS _{ai} ^{1.5}
	総面積S _{a1} (km ²)	1137.5		Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	すべり量D _{a1} (m)	8.03	10.17	D _{a1} =M _{0a1} /μ/S _{a1}
	応力降下量Δσ _{a1} (MPa)	17.4	22.0	Δσ _{a1} =7π ^{1.5} /16×M _{0a1} /S _{a1} ^{1.5}
ア ス ペ 第 2 テ イ	地震モーメントM _{0a2} (Nm)	1.18E+20	1.50E+20	M _{0a2} =M _{0a} S _{a2} ^{1.5} /ΣS _{ai} ^{1.5}
	総面積S _{a2} (km ²)	650		Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	すべり量D _{a2} (m)	6.07	7.69	D _{a2} =M _{0a2} /μ/S _{a2}
	応力降下量Δσ _{a2} (MPa)	17.4	22.0	Δσ _{a2} =7π ^{1.5} /16×M _{0a2} /S _{a2} ^{1.5}
背 景 領 域	地震モーメントM _{0b} (Nm)	6.01E+20	7.62E+20	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}
	総面積S _b (km ²)	7312.5	7312.5	S _b =S-S _a
	すべり量D _b (m)	2.74	3.47	D _b =M _{0b} /μ/S _b
	応力降下量Δσ _b (MPa)	2.3	3.0	Δσ _b =7π ^{1.5} /16×M _{0b} /S _b ^{1.5}

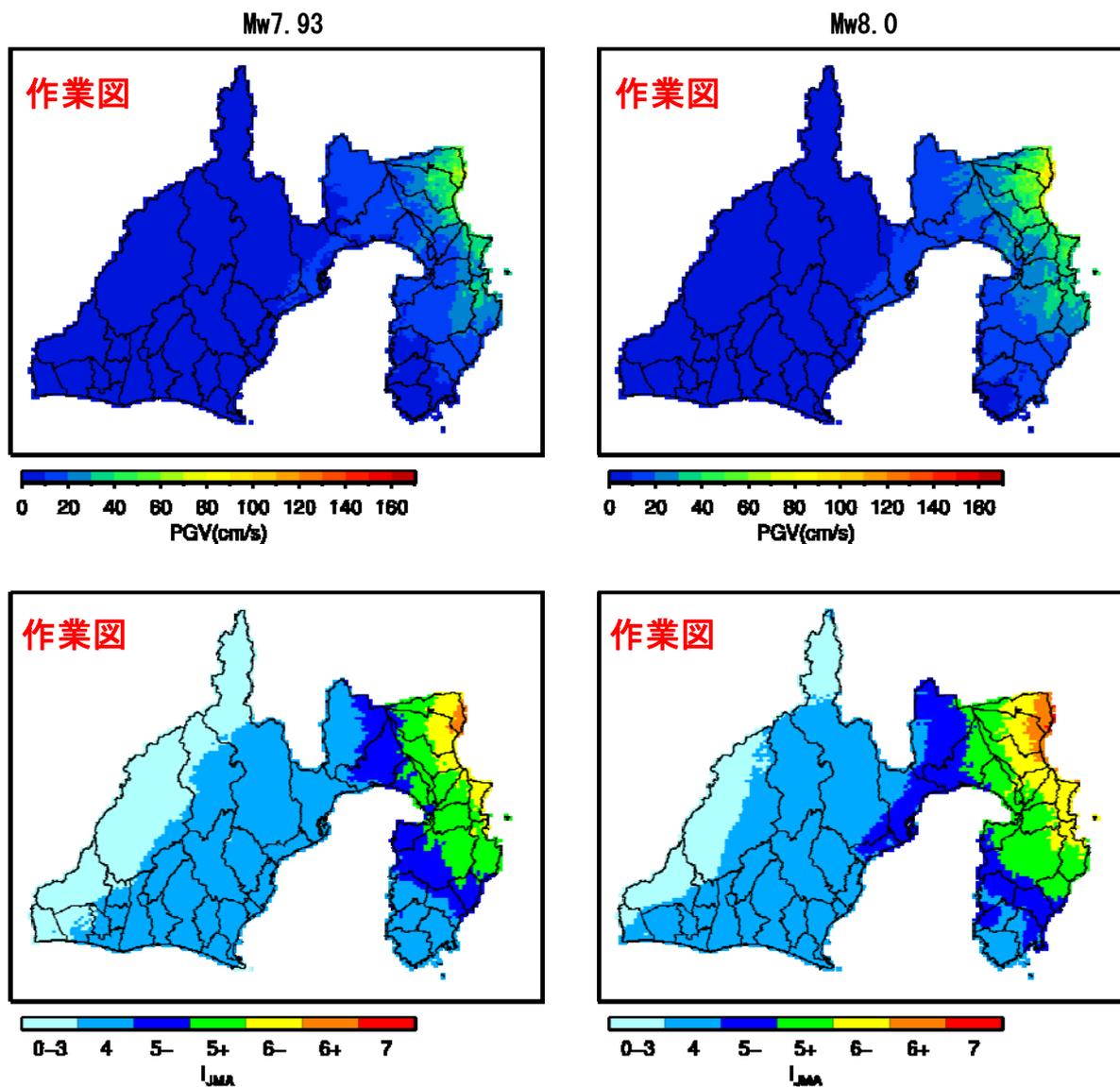


図 2-5 修正大正関東地震モデル(Mw8.0)による工学的基盤の地震動仮計算結果（上段：最大速度 下段：震度）

※地盤モデル修正中のため仮計算結果

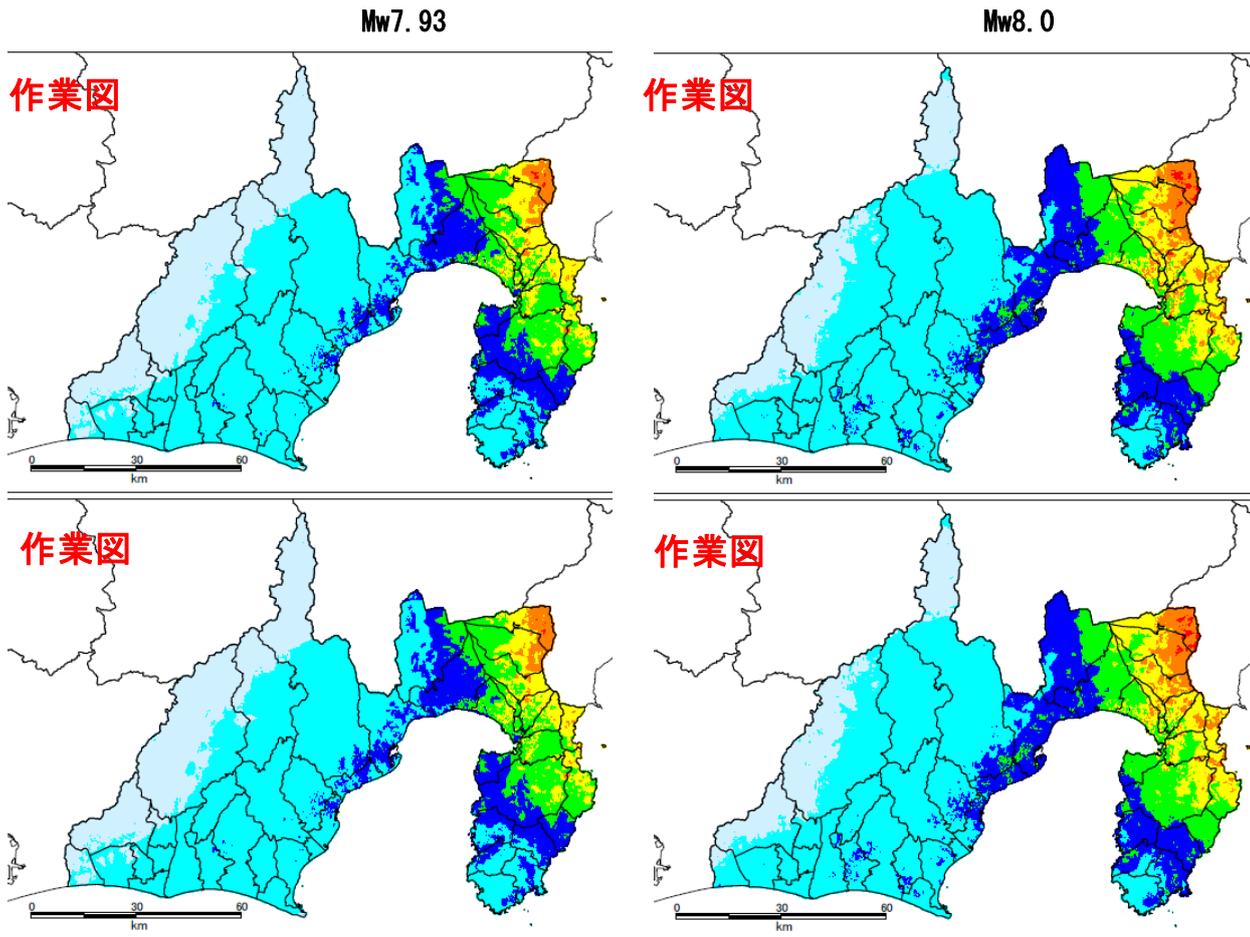


図 2-6 修正大正関東地震モデル (Mw8.0) による地表の地震動仮計算結果 (上段: 線形計算 下段: 非線形計算)

表 2-2 強震断層パラメータ (元禄型関東地震 (東京都(2012)モデル : Mw8.2)

項目	数値	備考	
緯度(°)	34.7861		
経度(°)	140.1360		
上端深さ(km)	3.76、1.3	Sato et al.(2005)、行谷ほか(2011)	
走向 θ (°)	294、290		
傾斜角 δ (°)	16、45		
すべり角 λ (°)	143、125	Sato et al.(2005)のすべり分布から平均して求めた値 行谷ほか(2011)	
長さL(km)	130、50	Kanamori(1971)、行谷ほか(2011)	
幅W(km)	70、30		
面積S(km ²)	10600	S=LW	
平均すべり量D(m)	6.67	D=M ₀ /μ/S	
地震モーメントM ₀ (Nm)	2.12E+21		
モーメントマグニチュードM _W	8.2	logM ₀ =1.5M _W +9.1 [Kanamori(1977)]	
高周波遮断周波数f _{max} (Hz)	6.0	鶴久・他(1997)、兵庫県南部地震の解析値	
S波速度V _s (km/s)	3.7	笠原(1985)	
平均密度ρ(g/cm ³)	2.9	Ludwig et al.(1970)	
剛性率μ(N/m ²)	3.00E+10	Sato et al.(2005)	
平均応力降下量Δσ(MPa)	4.2	Δσ=7π ^{1.5} /16 × M ₀ /S ^{1.5}	
破壊伝播速度V _r (km/s)	2.6	Sato et al.(2005)	
テ ス ベ リ ア	地震モーメントM _{0a} (Nm)	7.65E+20	M _{0a} =μD _a S _a
	総面積S _a (km ²)	2307.5	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	平均すべり量D _a (m)	11.04	D _a =2.01D [Somerville(1999)]
ア ス ベ 第 1 テ イ	地震モーメントM _{0a1} (Nm)	4.39E+20	M _{0a1} =M _{0a} S _{a1} ^{1.5} /ΣS _{a1} ^{1.5}
	総面積S _{a1} (km ²)	1137.5	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	すべり量D _{a1} (m)	12.87	D _{a1} =M _{0a1} /μ/S _{a1}
	応力降下量Δσ _{a1} (MPa)	27.9	Δσ _{a1} =7π ^{1.5} /16 × M _{0a1} /S _{a1} ^{1.5}
	ライズタイムT _{ra1} (s)	6.73	T _{ra1} =αW _{a1} /V _r α=0.25~0.6[片岡(2003)]よりα=0.5とした
ア ス ベ 第 2 テ イ	地震モーメントM _{0a2} (Nm)	1.90E+20	M _{0a2} =M _{0a} S _{a2} ^{1.5} /ΣS _{a1} ^{1.5}
	総面積S _{a2} (km ²)	650	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	すべり量D _{a2} (m)	9.73	D _{a2} =M _{0a2} /μ/S _{a2}
	応力降下量Δσ _{a2} (MPa)	27.9	Δσ _{a2} =7π ^{1.5} /16 × M _{0a2} /S _{a2} ^{1.5}
	ライズタイムT _{ra2} (s)	4.81	T _{ra2} =αW _{a2} /V _r α=0.25~0.6[片岡(2003)]よりα=0.5とした
ア ス ベ 第 3 テ イ	地震モーメントM _{0a3} (Nm)	1.36E+20	M _{0a3} =M _{0a} S _{a3} ^{1.5} /ΣS _{a1} ^{1.5}
	総面積S _{a3} (km ²)	520	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	すべり量D _{a3} (m)	8.70	D _{a3} =M _{0a3} /μ/S _{a3}
	応力降下量Δσ _{a3} (MPa)	27.9	Δσ _{a3} =7π ^{1.5} /16 × M _{0a3} /S _{a3} ^{1.5}
	ライズタイムT _{ra3} (s)	3.85	T _{ra3} =αW _{a3} /V _r α=0.25~0.6[片岡(2003)]よりα=0.5とした
ア ス ベ 第 4 テ イ	地震モーメントM _{0a4} (Nm)	6.20E+20	
	総面積S _{a4} (km ²)	1500	行谷ほか(2011)
	すべり量D _{a4} (m)	12	D _{a4} =M _{0a4} /μ/S _{a4} Vs3.5 ρ2.8(地殻のS波速度と密度の平均)
	応力降下量Δσ _{a4} (MPa)	26.0	Δσ _{a4} =7π ^{1.5} /16 × M _{0a4} /S _{a4} ^{1.5}
	ライズタイムT _{ra4} (s)	5.77	T _{ra4} =αW _{a4} /V _r α=0.25~0.6[片岡(2003)]よりα=0.5とした
背 景 領 域	地震モーメントM _{0b} (Nm)	7.35E+20	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}
	総面積S _b (km ²)	6792.5	S _b =S-S _a
	すべり量D _b (m)	3.61	D _b =M _{0b} /μ/S _b
	応力降下量Δσ _b (MPa)	3.2	Δσ _b =7π ^{1.5} /16 × M _{0b} /S _b ^{1.5}
	ライズタイムT _{rb} (s)	13.46	T _{rb} =αW _b /V _r α=0.25~0.6[片岡(2003)]よりα=0.5とした

(首都直下地震等による東京の被害想定報告書 (東京都, 2012) より)

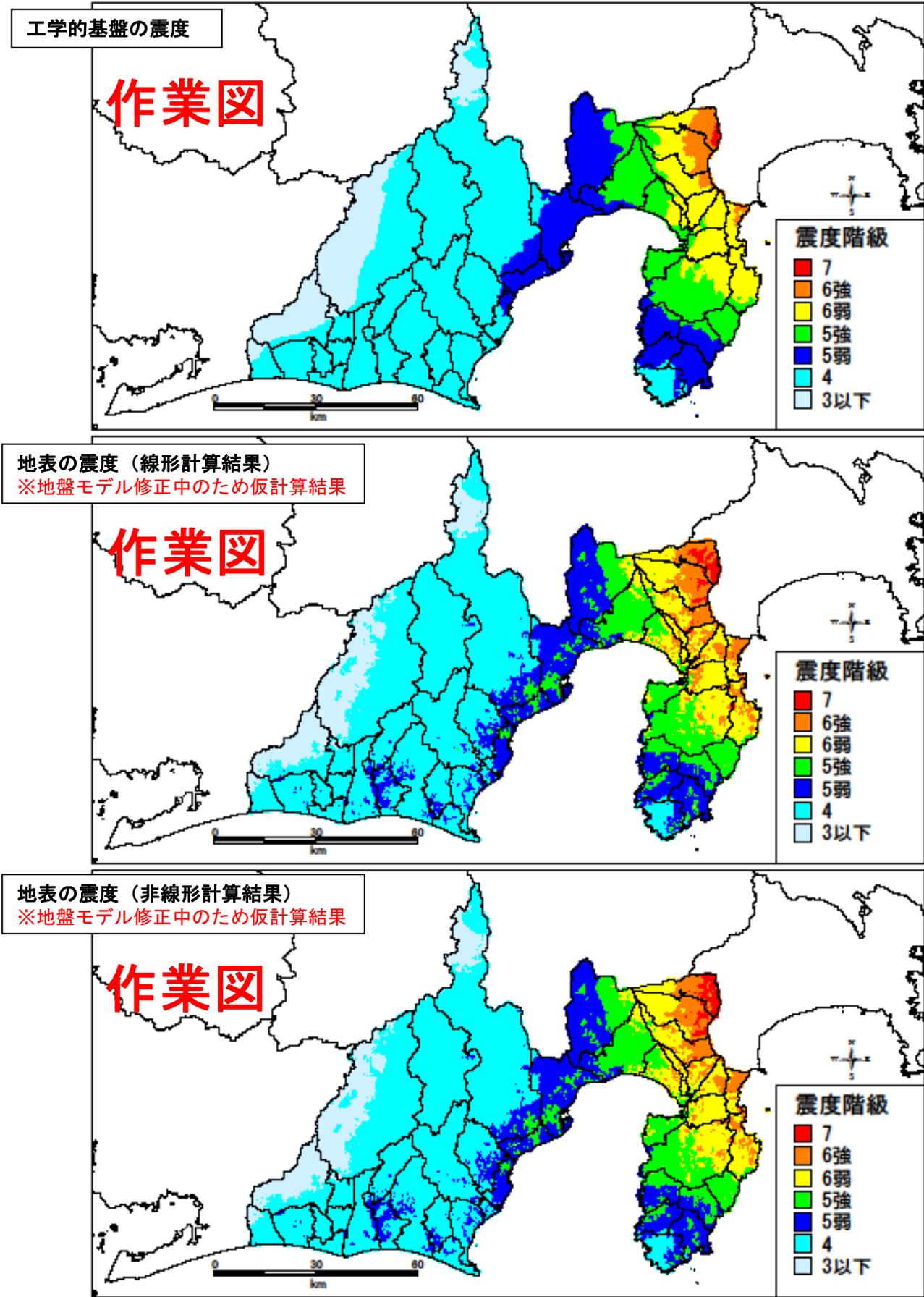


図 2-7 元禄関東地震モデル（東京都(2012), Mw8.2)による地震動仮計算結果

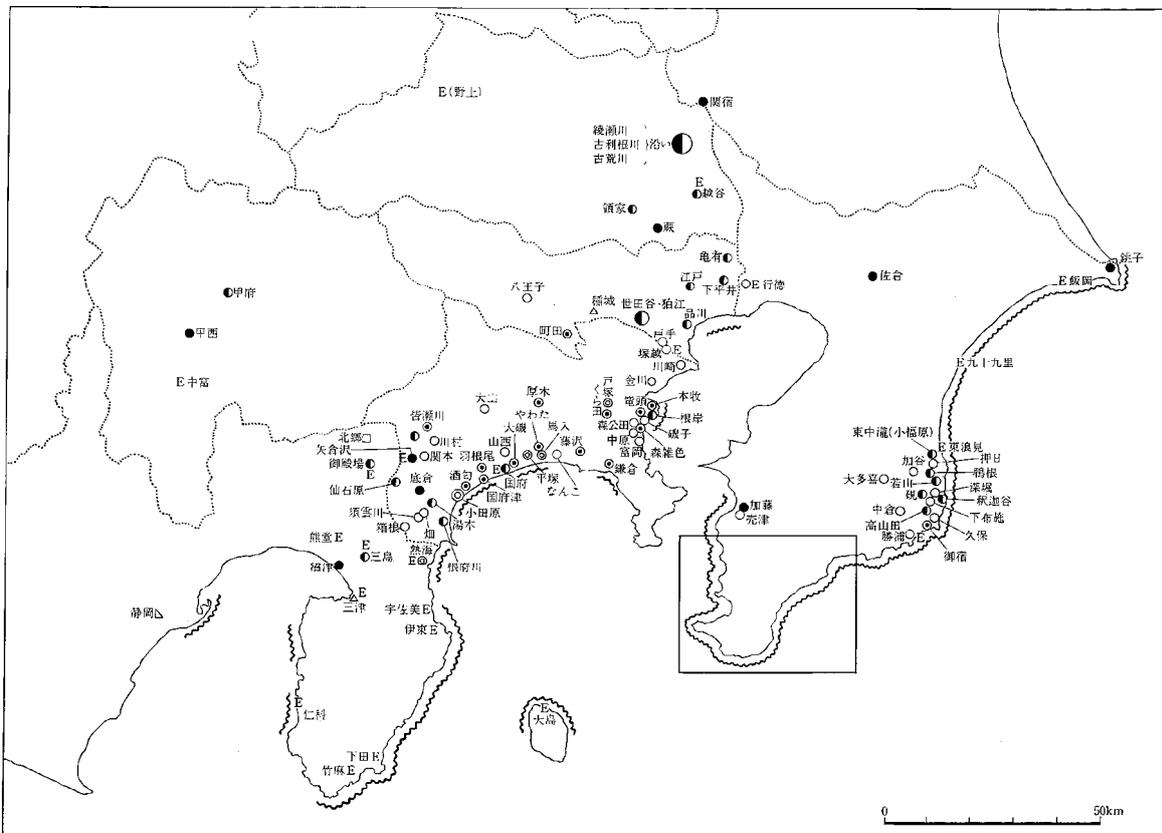
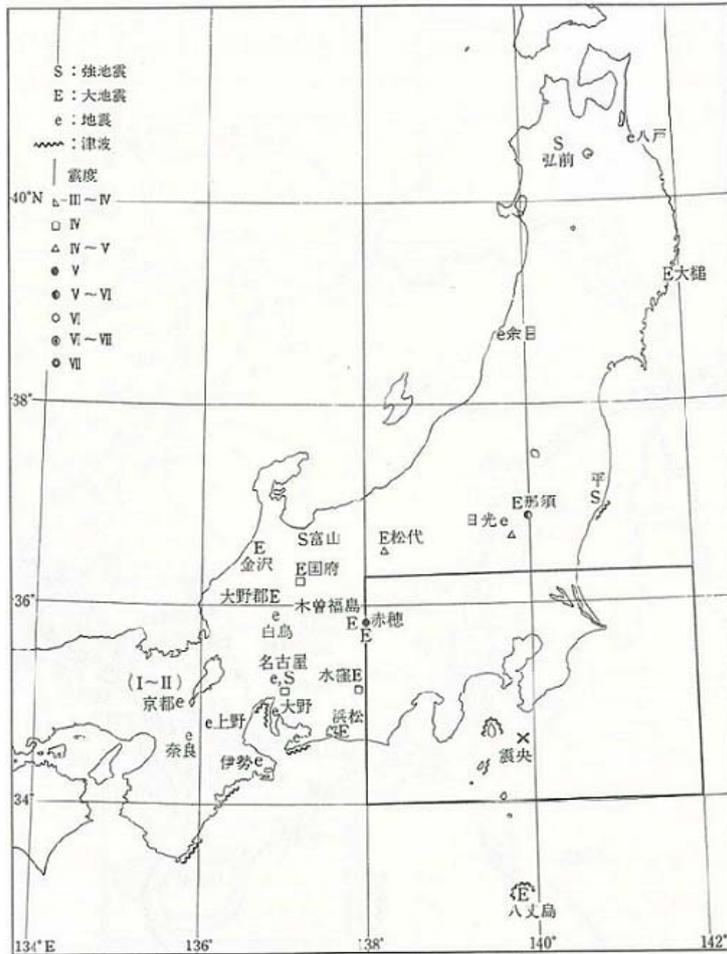


図 2-8 元禄関東地震の震度分布 (出典：日本被害地震総覧；宇佐美, 1987)