

図 2-3 強震動を発生させる断層領域 (震源域) の模式図

択捉島沖の地震

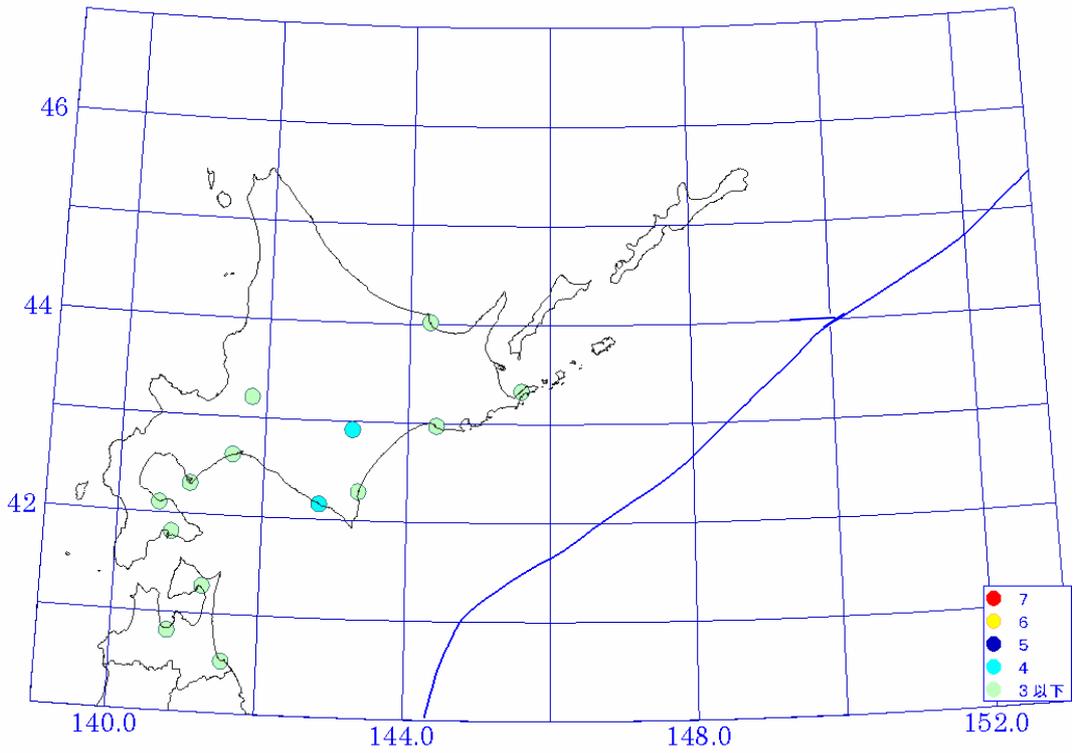


図 2-3-1-1 1963 年択捉島沖地震 (Mj8.1, Mw8.5) による震度分布。
青線は海溝軸。

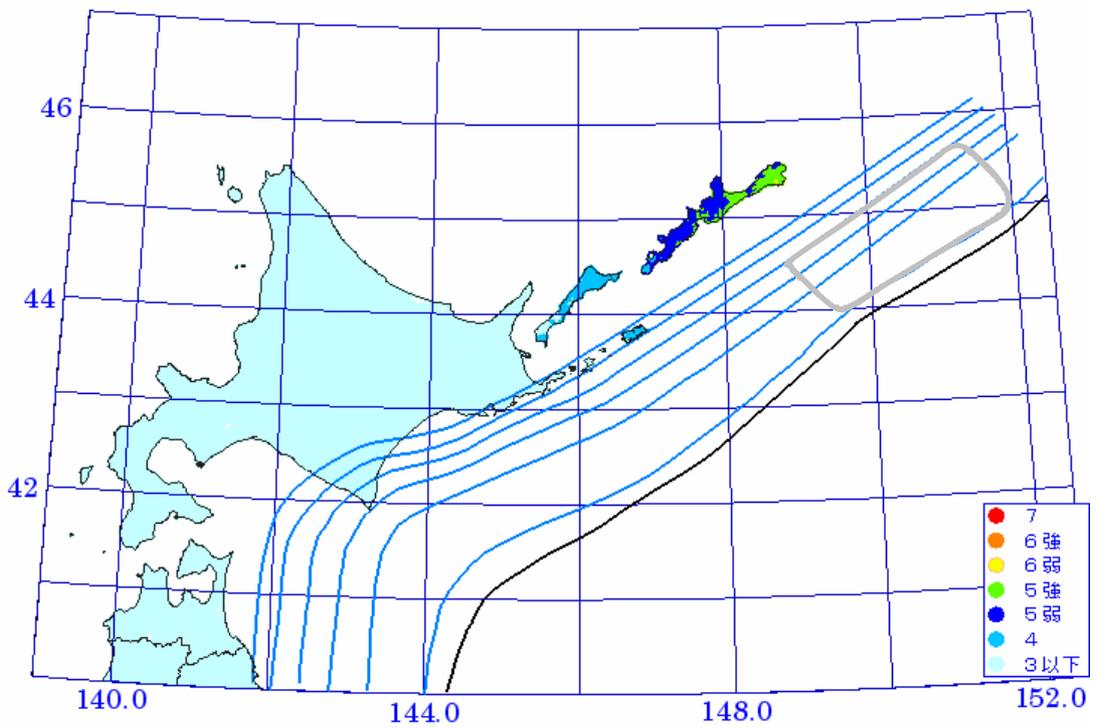


図 2-3-1-2 経験的手法による択捉島沖の地震の震度分布
Mw8.0 以上 デルタeta全域+0.075
(遠方では十分に震度分布を反映していない)

色丹島沖の地震

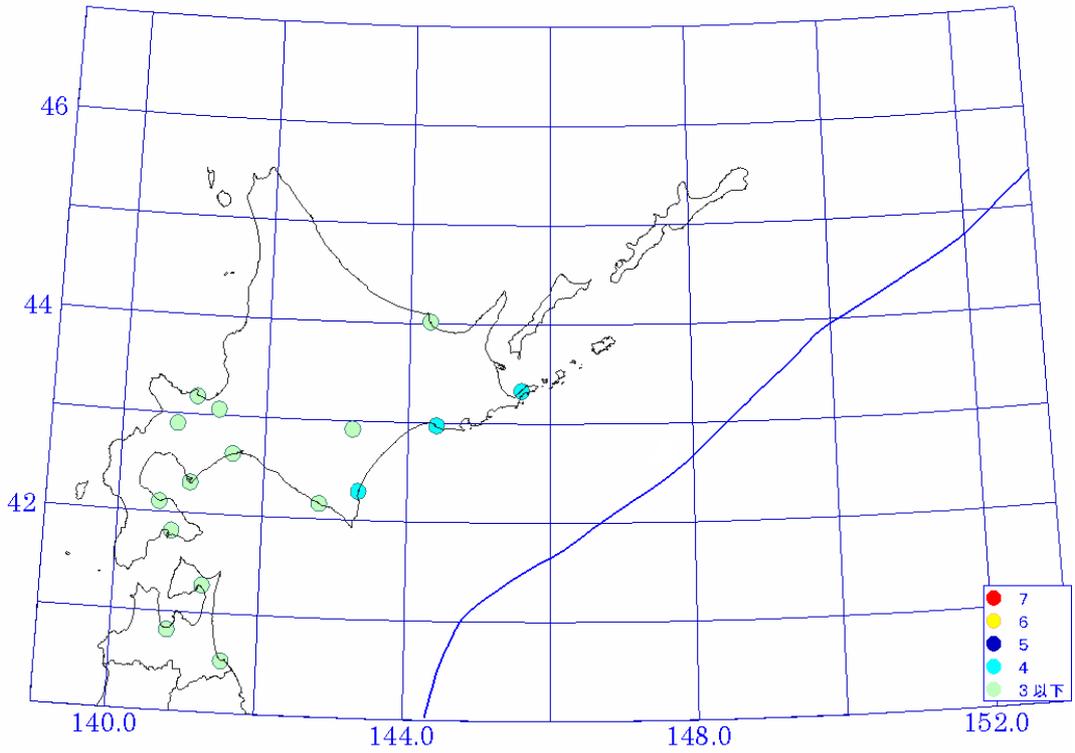


図 2-3-2-1 1969 年北海道東方沖地震 (Mj7.8, Mw8.2) による震度分布
 青線は海溝軸

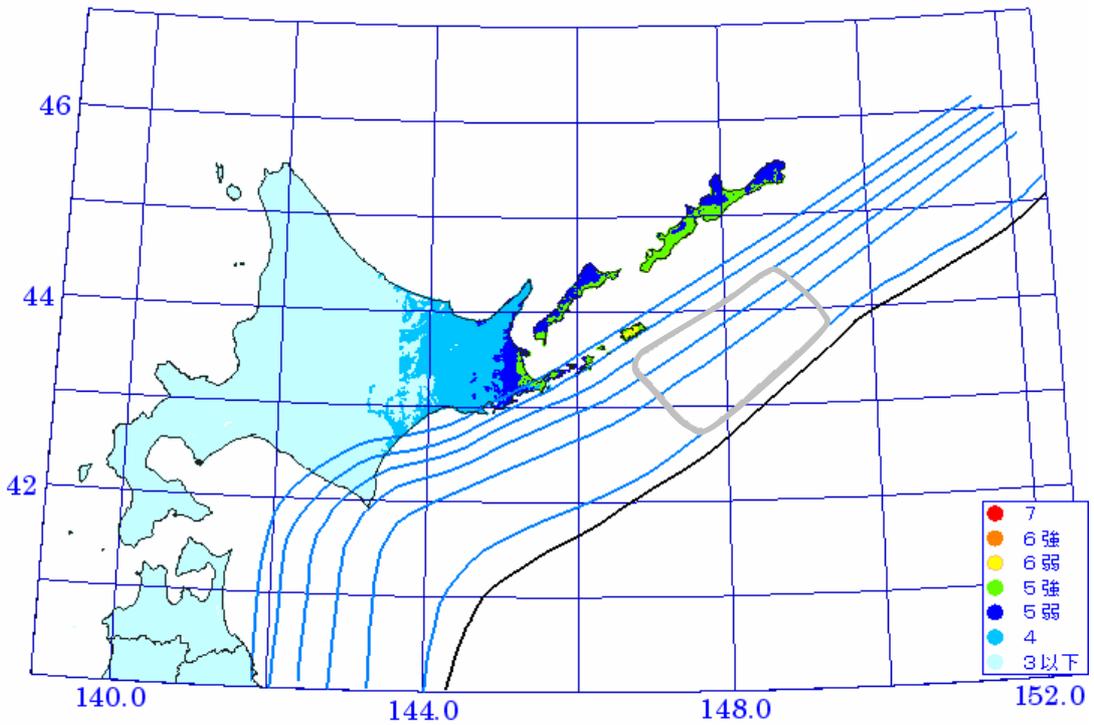


図 2-3-2-2 経験的手法による色丹島沖の地震の震度分布
 Mw8.0 以上 デルタ化`テ`ィ全域+0.075

根室沖・釧路沖の地震

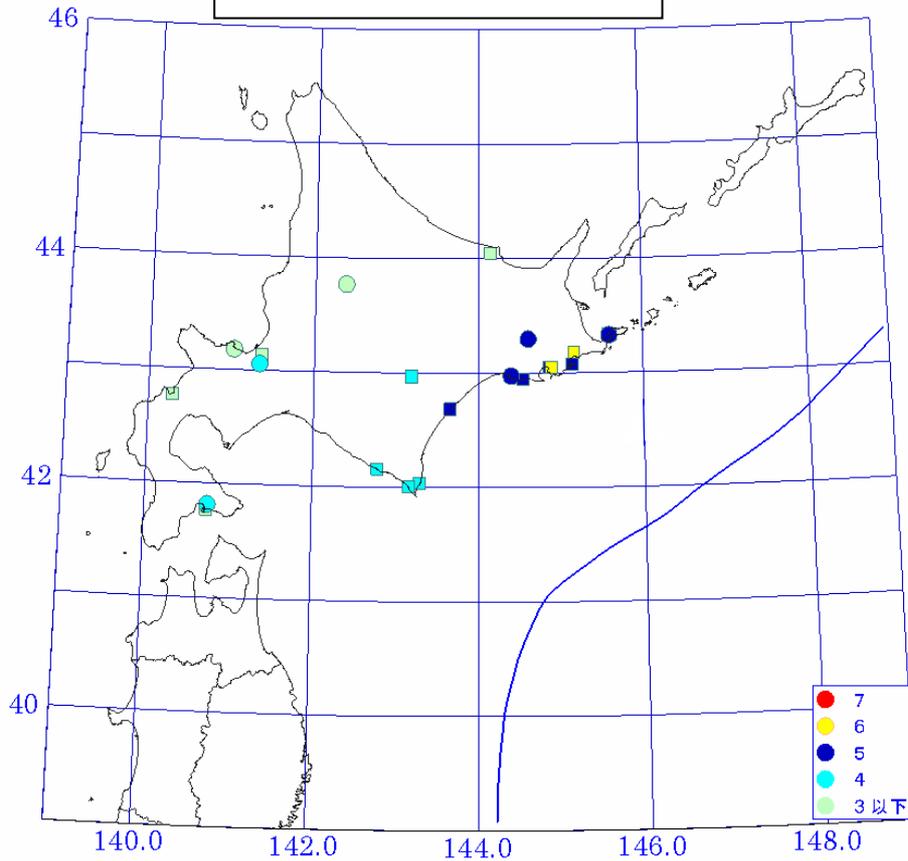


図 2-3-3-1 1894 年根室沖地震(Mj7.9, Mw 8.0)の震度分布

印は気象庁による観測震度、 印は気象庁技術報告による震度、鏡味(2004)による震度

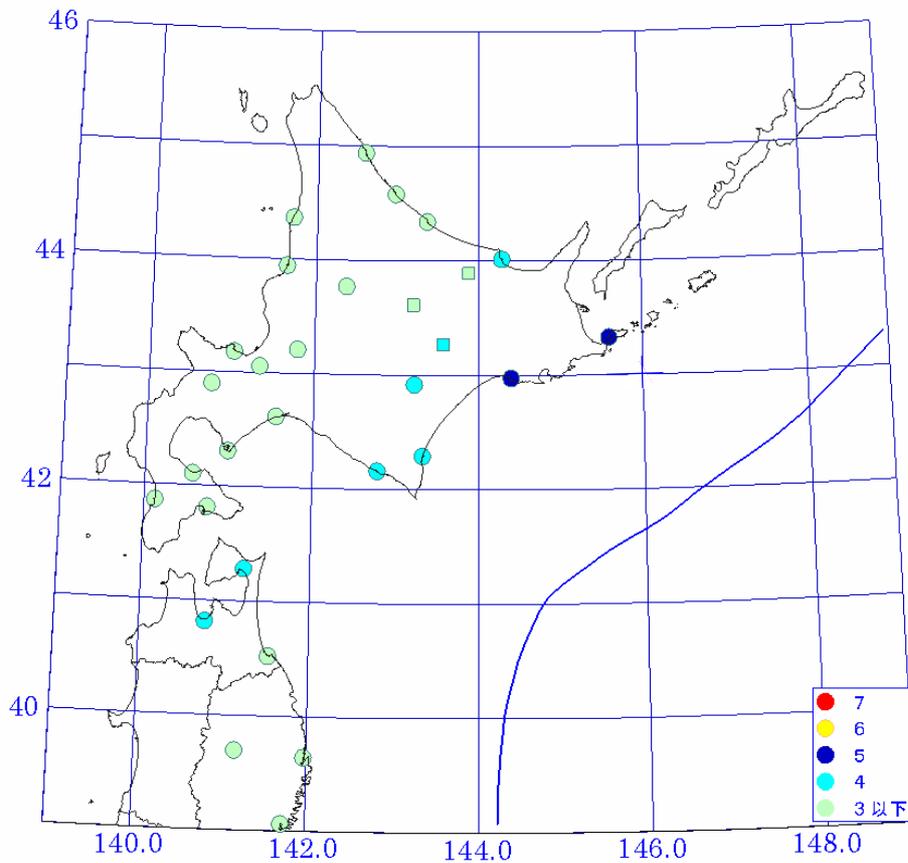


図 2-3-3-2 1973 年根室半島沖地震(Mj7.4, Mw7.8)の震度分布

は気象庁による観測震度

は後藤・太田(1974)による調査震度

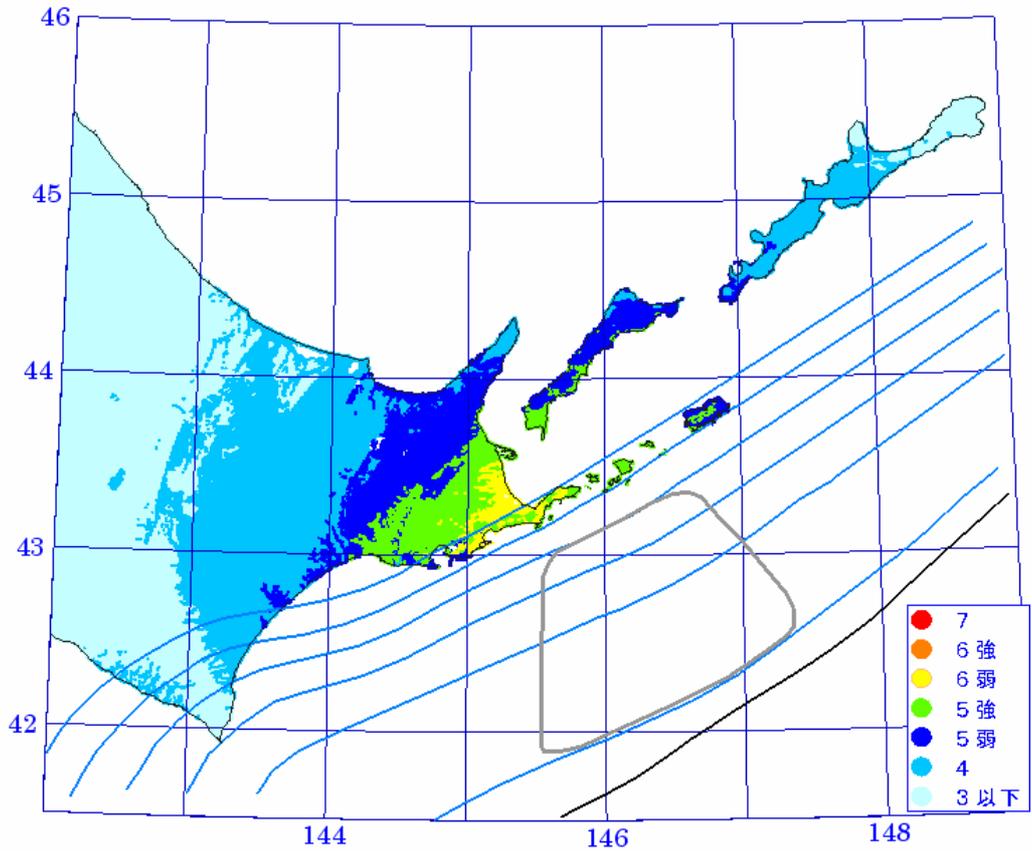


図 2-3-3-3 経験的手法による 1894 年根室沖地震の震度分布 (Mw8.0 以上) デリタ化^レティなし

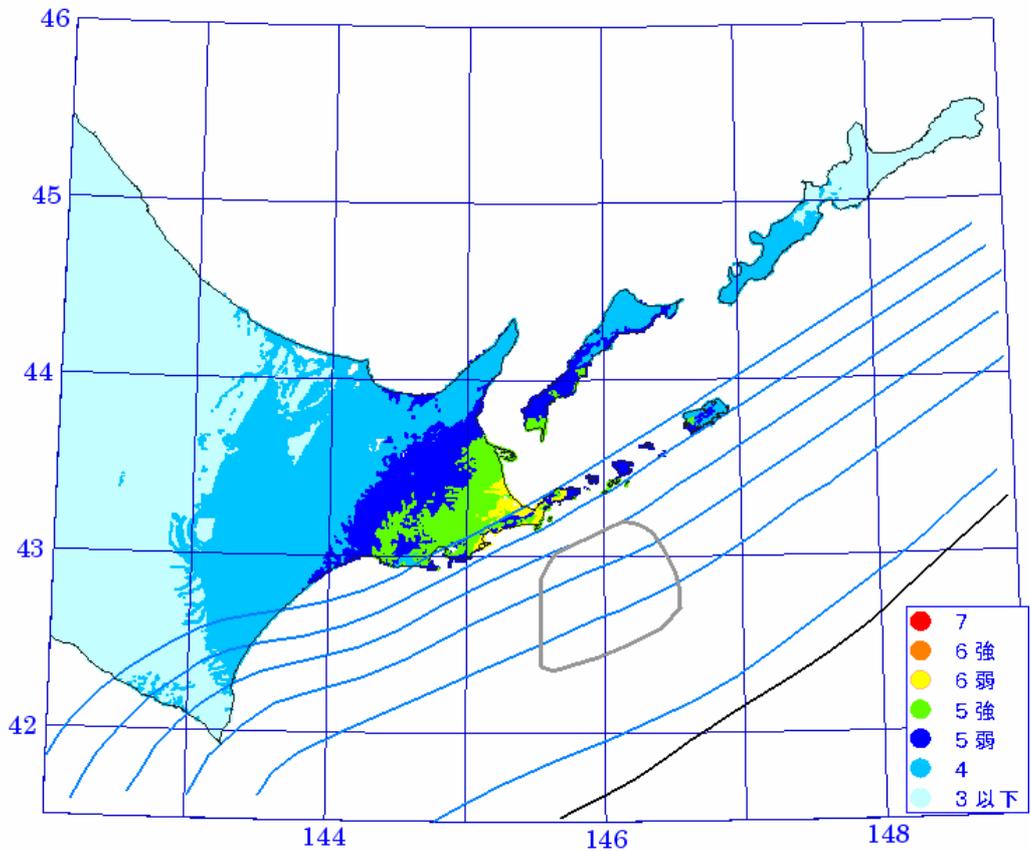
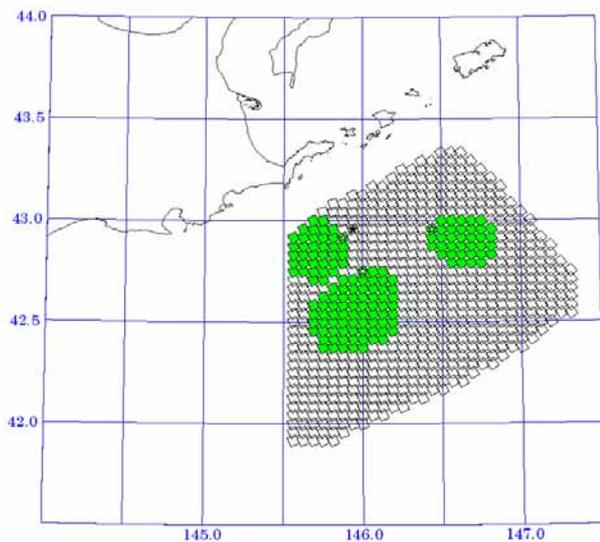
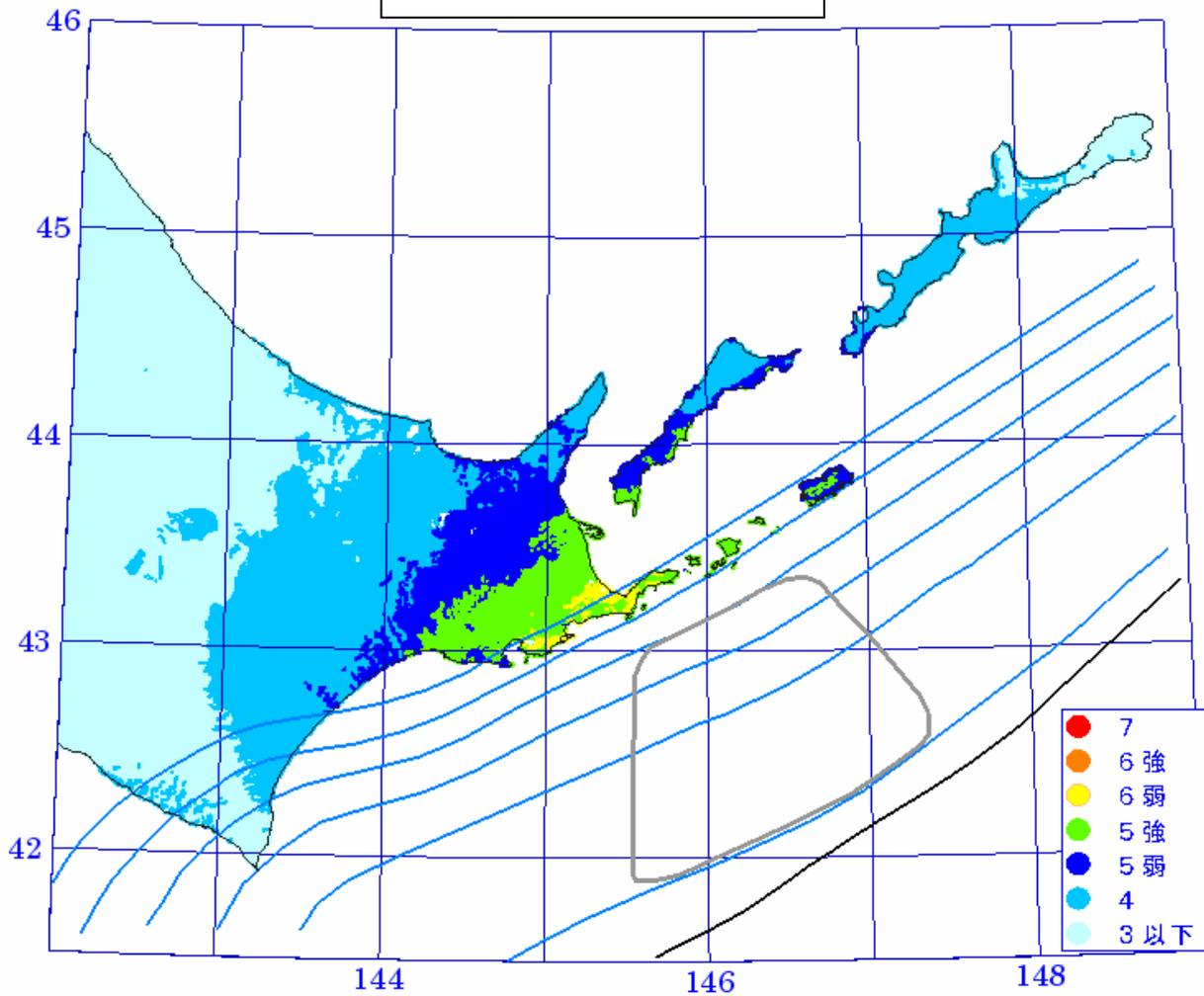


図 2-3-3-4 経験的手法による 1973 年根室半島沖地震の震度分布 (Mw7.8) デリタ化^レティなし

根室沖・釧路沖の地震



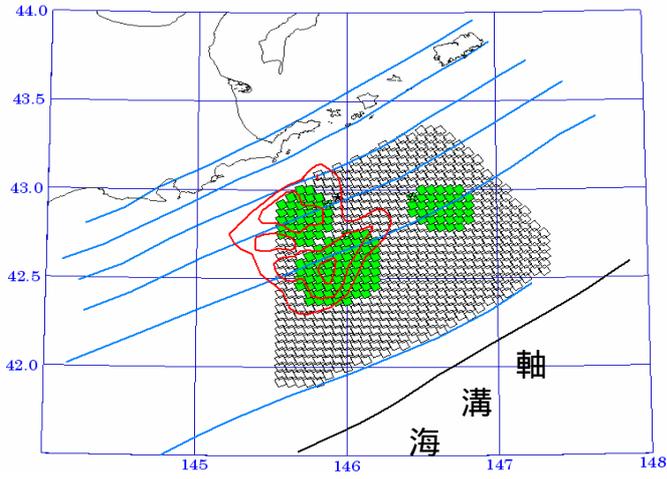
- : 要素断層
- : 要素断層 (アスペリティ)
- : 破壊開始点
- : アスペリティの破壊開始点

アスペリティモデル

図 2-3-3-5 波形計算による根室沖の地震の震度分布

Mw8.3、 $\sigma = 3.5 \text{ MPa}$

根室沖・釧路沖の地震



赤線のコンタ：山中ら(2003)による 1973 年根室半島
沖地震のすべり量モデル
緑色の塗りつぶし：設定したアスペリティ

図 2-3-3-6 根室沖の地震の強震動推計用の断層モデルと 1973 年根室半島沖地震の既往のアスペリティモデル

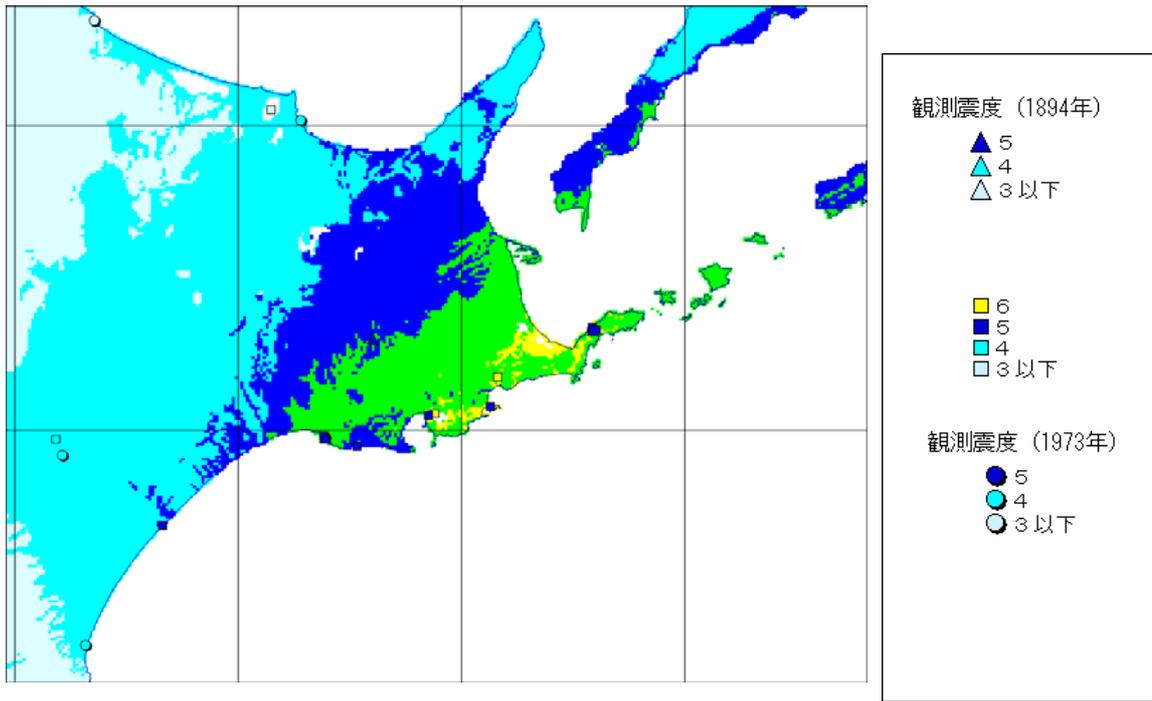


図 2-3-3-7 1894 年、1973 年根室沖地震の震度分布と推計震度の比較

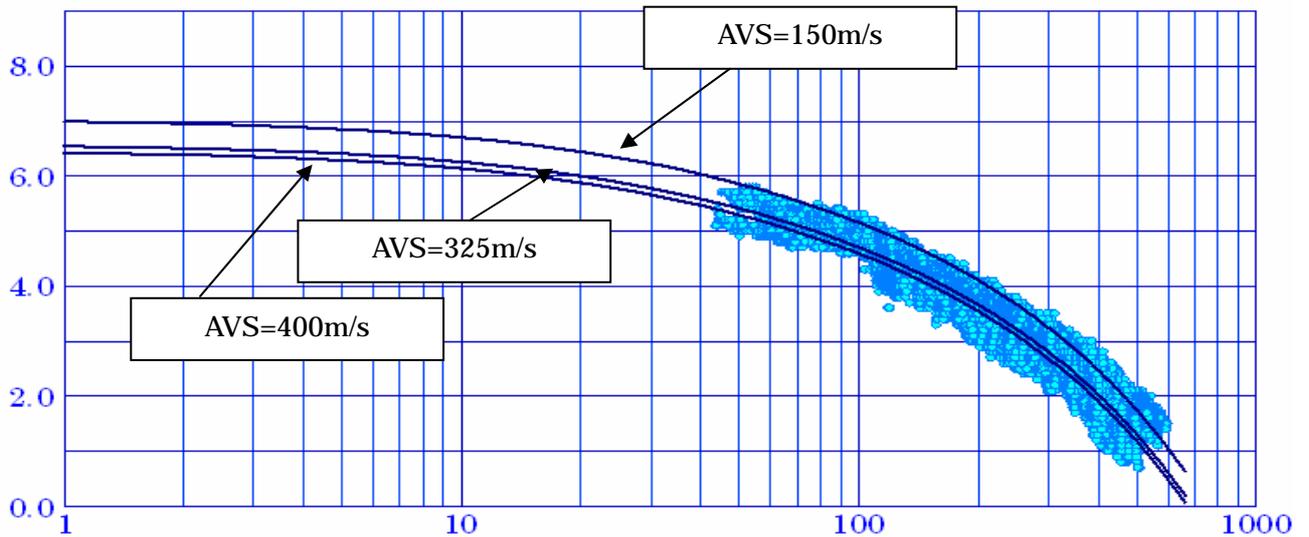


図 2-3-3-8 根室沖の地震の推計震度の距離減衰

表 2-3-3-1 断層モデルパラメータ

断層	根室沖地震	備考
気象庁マグニチュードM	-	
モーメントマグニチュードMw	8.3	$\log Mo = 1.5Mw + 9.1$
地震モーメントMo(Nm)	$3.10E+21$	$\Delta \sigma = 7\pi^{1.5}/16 \times Mo/S^{1.5}$
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	16682	
S波速度Vs(km/s)	3.93	
平均密度 ρ (g/cm ³)	3.0	
剛性率 μ (N/m ²)	$4.63E+10$	$\mu = \rho Vs^2$
平均的な応力パラメータ $\Delta \sigma$ (MPa)	3.5	
平均すべり量D(m)	4.0	$Mo = \mu DS$
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.83	$Vr = 0.72Vs$
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
コーナー周波数fc(Hz)	0.019	$fc = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma / Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s ²)	$4.33E+19$	$A = Mo \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma / Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積Sa(km ²)	3573	$Sa \doteq 0.2 \times S$
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	8.0	$Da = D \times 2.0$
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	$1.33E+21$	$Moa = \mu DaSa$
アスペリティの総応力パラメータ $\Delta \sigma a$ (MPa)	15.1	$\Delta \sigma a = 2.436 Mo / S^{1.5}$
コーナー周波数fca(Hz)	0.043	$fca = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベルAa(Nm/s ²)	$9.84E+19$	$Aa = Moa \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第1アスペリティ		
アスペリティの面積Sa1(km ²)	950	
要素数	37	
アスペリティ内の平均すべり量Da1(m)	6.88	$Moa1 = \mu Da1Sa1$
アスペリティでのモーメントMoa1(Nm)	$3.03E+20$	$Moa1 = Moa \times Sa1^{1.5} / \sum Sai^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	$1.36E+18$	
アスペリティの応力パラメータ $\Delta \sigma a1$ (MPa)	25.2	$\Delta \sigma a1 = 2.436 Moa1 / Sa1^{1.5}$
コーナー周波数fca1(Hz)	0.084	$fca1 = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a1 / Moa1)^{1/3}$
短周期レベルAa1(Nm/s ²)	$8.45E+19$	$Aa1 = Moa1 \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a1 / Moa1)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第2アスペリティ		
アスペリティの面積Sa2(km ²)	1744	
要素数	72	
アスペリティ内の平均すべり量Da2(m)	9.32	$Moa2 = \mu Da2Sa2$
アスペリティでのモーメントMoa2(Nm)	$7.53E+20$	$Moa2 = Moa \times Sa2^{1.5} / \sum Sai^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	$1.31E+18$	
アスペリティの応力パラメータ $\Delta \sigma a2$ (MPa)	25.2	$\Delta \sigma a2 = 2.436 Moa2 / Sa2^{1.5}$
コーナー周波数fca2(Hz)	0.062	$fca2 = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a2 / Moa2)^{1/3}$
短周期レベルAa2(Nm/s ²)	$1.15E+20$	$Aa2 = Moa2 \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a2 / Moa2)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第3アスペリティ		
アスペリティの面積Sa3(km ²)	879	
要素数	36	
アスペリティ内の平均すべり量Da3(m)	6.62	$Moa3 = \mu Da3Sa3$
アスペリティでのモーメントMoa3(Nm)	$2.70E+20$	$Moa3 = Moa \times Sa3^{1.5} / \sum Sai^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	$1.25E+18$	
アスペリティの応力パラメータ $\Delta \sigma a3$ (MPa)	25.2	$\Delta \sigma a3 = 2.436 Moa3 / Sa3^{1.5}$
コーナー周波数fca3(Hz)	0.087	$fca3 = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a3 / Moa3)^{1/3}$
短周期レベルAa3(Nm/s ²)	$8.13E+19$	$Aa3 = Moa3 \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a3 / Moa3)^{1/3} \times 2\pi)^2$
背景領域		
面積Sb(km ²)	13109	$Sb = S - Sa$
要素数	536	
地震モーメントMob(Nm)	$1.77E+21$	$Mob = Mo - Moa$
要素波形のモーメント	$1.44E+17$	
すべり量Db(m)	2.91	$Mob = \mu DbSb$
応力パラメータ $\Delta \sigma b$ (MPa)	2.9	$\Delta \sigma b = 2.436 Mo / S^{1.5}$
コーナー周波数fcb(Hz)	0.023	$fcb = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma b / Mob)^{1/3}$
短周期レベルAb(Nm/s ²)	$3.58E+19$	$Ab = Mob \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma b / Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$

十勝沖の地震

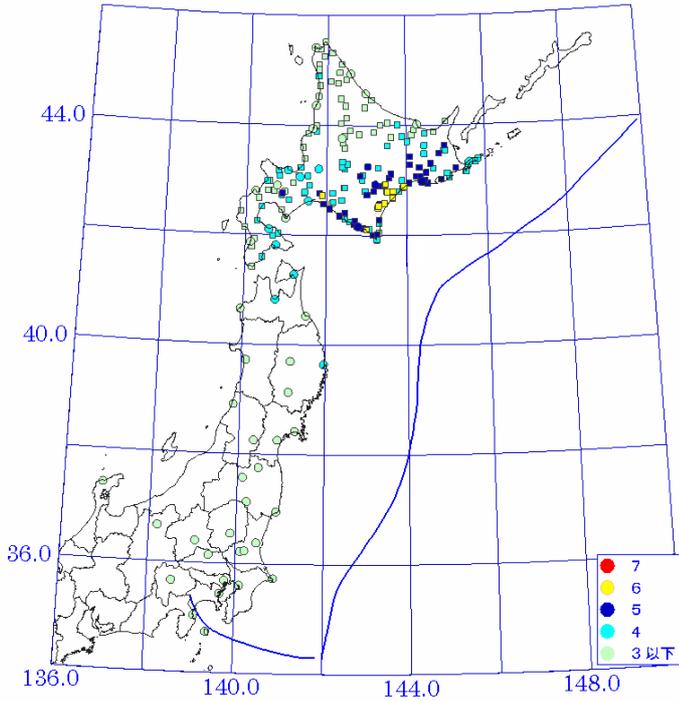


図 2-3-4-1 1952 年十勝沖地震(Mj8.2,Mw8.2)による震度分布

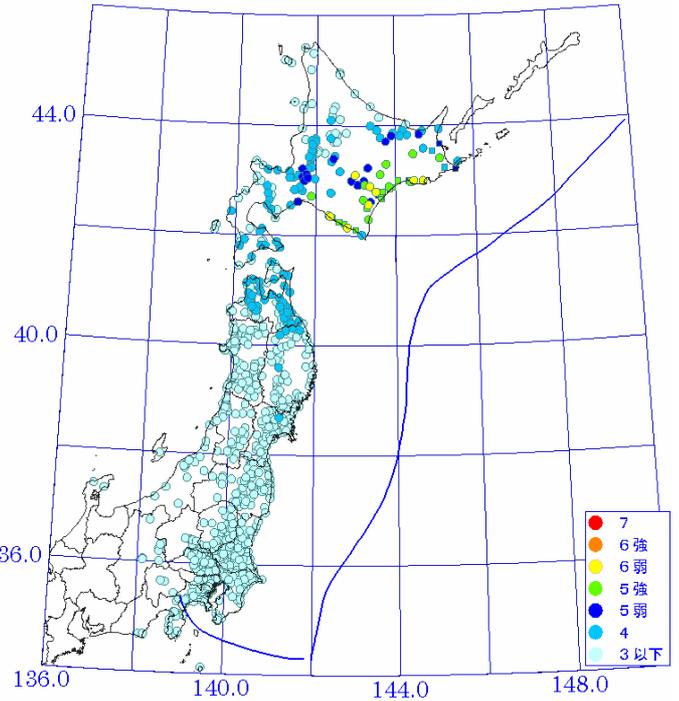


図 2-3-4-2 2003 年十勝沖地震 Mj8.0, Mw8.0)による震度分布

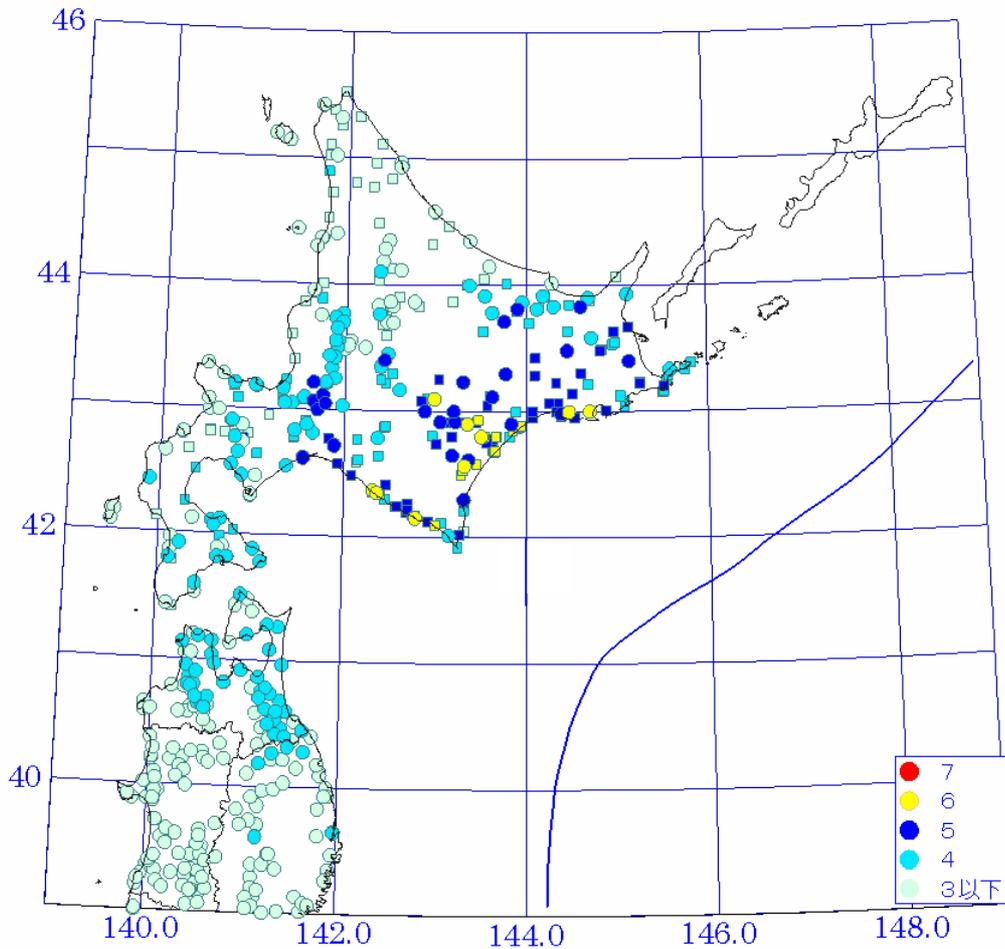


図 2-3-4-3 1952 年及び 2003 年十勝沖地震による震度分布
(同一地点では、震度の高いほうを採用した。)

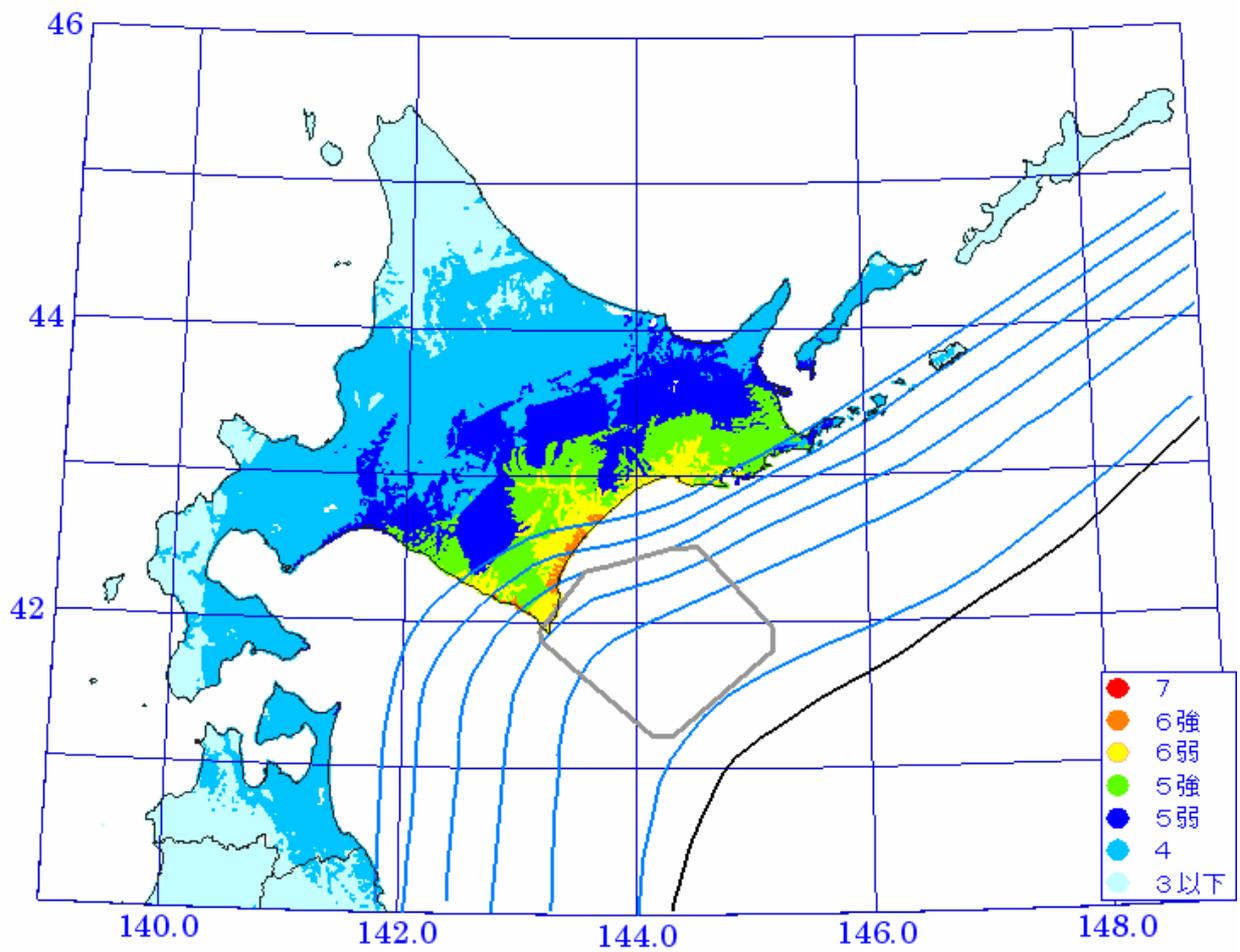
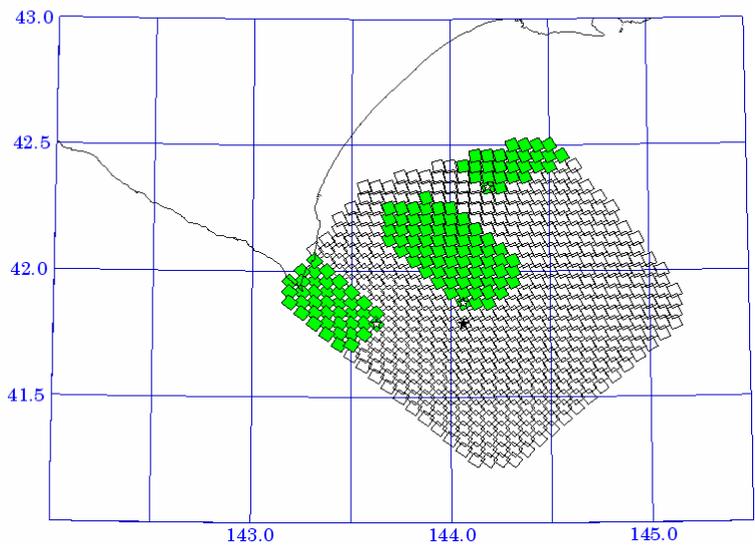
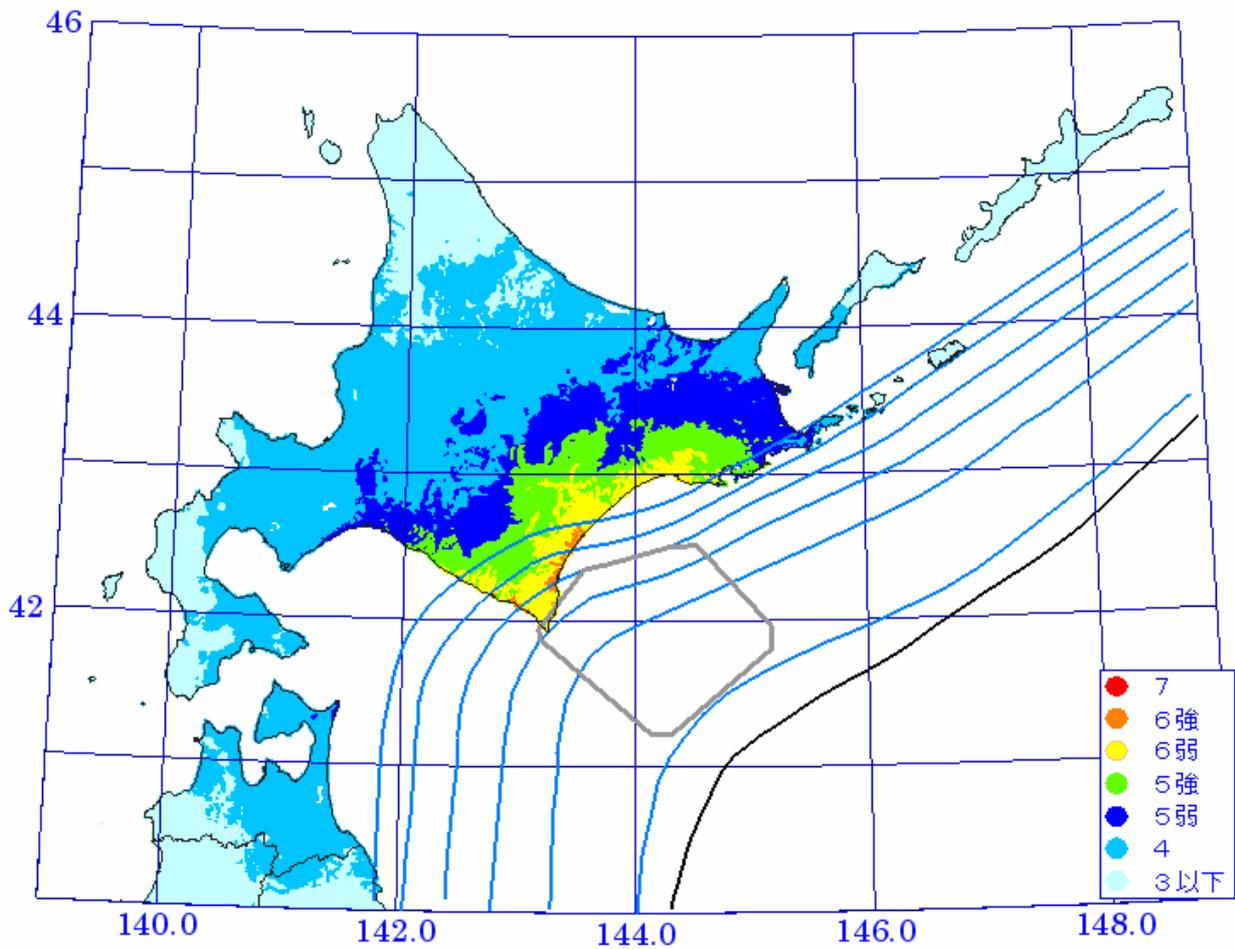


図 2-3-4-4 経験的手法による十勝沖の地震の震度分布
Mw8.0 以上 震源深さ 北緯 41.6 度以北+0.075

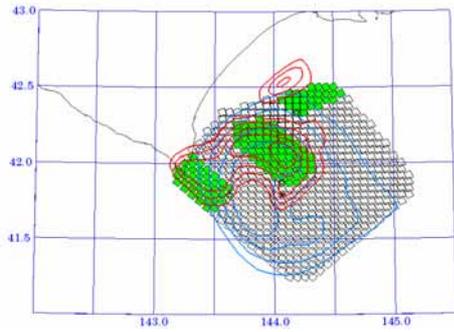
十勝沖の地震



: 要素断層
 : 要素断層 (アスペリティ)
 : 破壊開始点
 : アスペリティの破壊開始点

アスペリティモデル

図 2-3-4-5 波形計算による十勝沖の地震の震度分布
 Mw8.2、 $\sigma = 3.5\text{MPa}$



- : 1952 年十勝沖地震のすべり量分布
(山中・菊地, 2003)
- : 2003 年十勝沖地震のすべり量分布
(山中・菊地, 2003)

図 2-3-4-6 十勝沖地震のアスペリティモデルと既往のアスペリティモデル

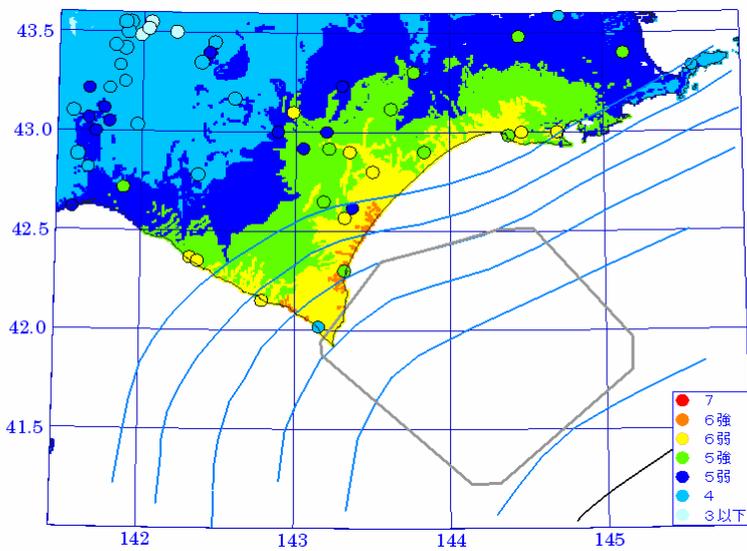


図 2-3-4-7 推計震度と観測震度との比較

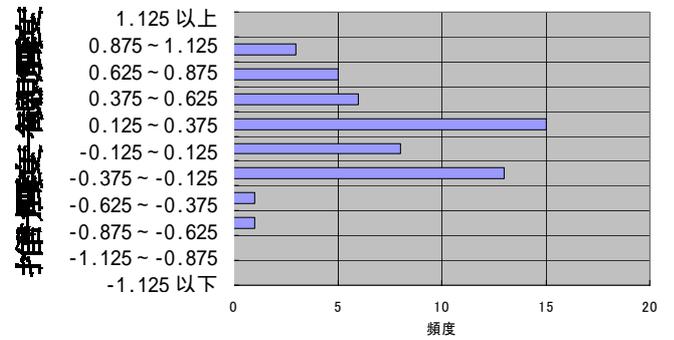


図 2-3-4-8 (推計震度) - (観測震度)の頻度分布
平均値は 0.17、標準偏差は 0.42

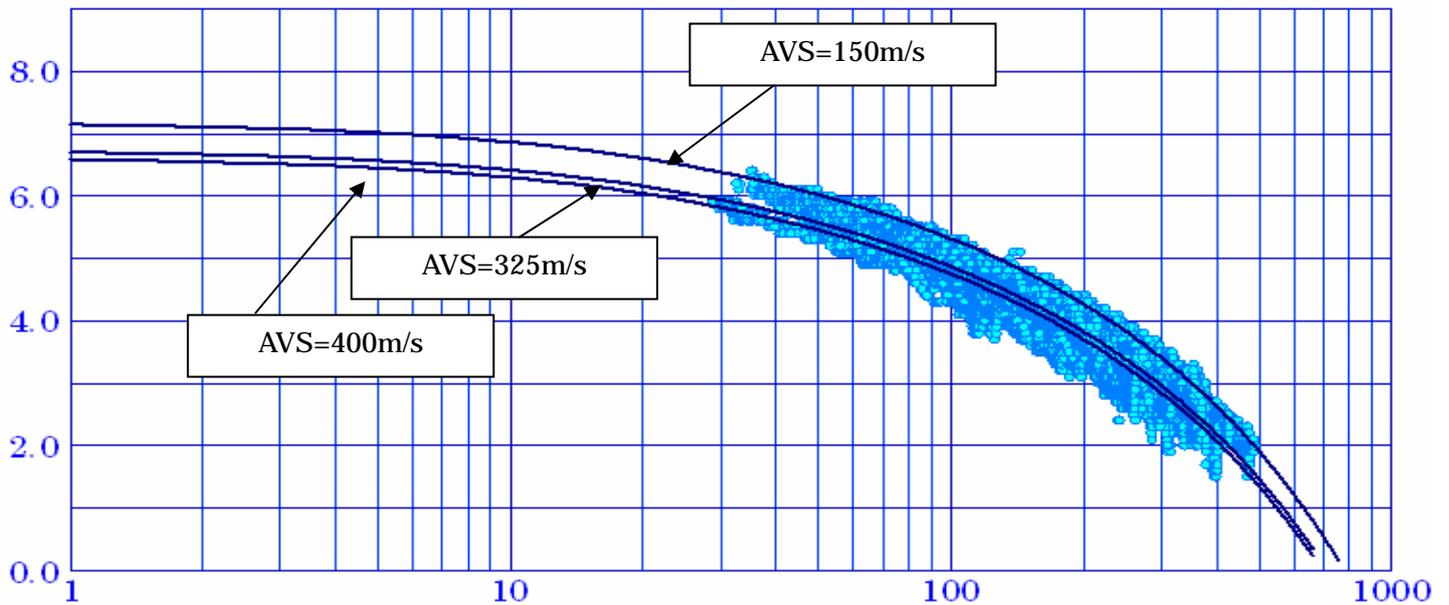


図 2-3-4-9 十勝沖地震の推計震度の距離減衰

表 2-3-4-1 断層モデルパラメータ

断層	十勝沖地震	備考
気象庁マグニチュードM	-	
モーメントマグニチュードMw	8.2	$\log Mo = 1.5Mw + 9.1$
地震モーメントMo(Nm)	2.76E+21	$\Delta \sigma = 7\pi^{1.5} / 16 \times Mo / S^{1.5}$
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	15464	
S波速度Vs(km/s)	3.93	
平均密度ρ(g/cm ³)	3.0	
剛性率μ(N/m ²)	4.63E+10	$\mu = \rho Vs^2$
平均的な応力パラメータΔσ(MPa)	3.5	
平均すべり量D(m)	3.9	$Mo = \mu DS$
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.83	$Vr = 0.72Vs$
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
コーナー周波数fc(Hz)	0.020	$fc = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma / Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s ²)	4.17E+19	$A = Mo \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma / Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積Sa(km ²)	3563	$S = 0.2 \times S$
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	7.7	$Da = D \times 2.0$
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.27E+21	$Moa = \mu DaSa$
アスペリティの総応力パラメータΔσa(MPa)	14.6	$\Delta \sigma a = 2.436 Moa / S^{1.5}$
コーナー周波数fca(Hz)	0.043	$fca = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベルAa(Nm/s ²)	9.47E+19	$Aa = Moa \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第1アスペリティ		
アスペリティの面積Sa1(km ²)	1809	
要素数	72	
アスペリティ内の平均すべり量Da1(m)	9.03	$Moa1 = \mu Da1Sa1$
アスペリティでのモーメントMoa1(Nm)	7.57E+20	$Moa1 = Moa \times Sa1^{1.5} / \sum Sai^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	1.31E+18	
アスペリティの応力パラメータΔσa1(MPa)	24.0	$\Delta \sigma a1 = 2.436 Moa1 / Sa1^{1.5}$
コーナー周波数fca1(Hz)	0.061	$fca1 = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a1 / Moa1)^{1/3}$
短周期レベルAa1(Nm/s ²)	1.11E+20	$Aa1 = Moa1 \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a1 / Moa1)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第2アスペリティ		
アスペリティの面積Sa2(km ²)	1025	
要素数	41	
アスペリティ内の平均すべり量Da2(m)	6.80	$Moa2 = \mu Da2Sa2$
アスペリティでのモーメントMoa2(Nm)	3.23E+20	$Moa2 = Moa \times Sa2^{1.5} / \sum Sai^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	1.31E+18	
アスペリティの応力パラメータΔσa2(MPa)	24.0	$\Delta \sigma a2 = 2.436 Moa2 / Sa2^{1.5}$
コーナー周波数fca2(Hz)	0.081	$fca2 = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a2 / Moa2)^{1/3}$
短周期レベルAa2(Nm/s ²)	8.35E+19	$Aa2 = Moa2 \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a2 / Moa2)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第3アスペリティ		
アスペリティの面積Sa3(km ²)	729	
要素数	27	
アスペリティ内の平均すべり量Da3(m)	5.73	$Moa3 = \mu Da3Sa3$
アスペリティでのモーメントMoa3(Nm)	1.94E+20	$Moa3 = Moa \times Sa3^{1.5} / \sum Sai^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	1.43E+18	
アスペリティの応力パラメータΔσa3(MPa)	24.0	$\Delta \sigma a3 = 2.436 Moa3 / Sa3^{1.5}$
コーナー周波数fca3(Hz)	0.096	$fca3 = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a3 / Moa3)^{1/3}$
短周期レベルAa3(Nm/s ²)	7.04E+19	$Aa3 = Moa3 \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a3 / Moa3)^{1/3} \times 2\pi)^2$
背景領域		
面積Sb(km ²)	11901	$Sb = S - Sa$
要素数	482	
地震モーメントMob(Nm)	1.49E+21	$Mob = Mo - Moa$
要素波形のモーメント	1.40E+17	
すべり量Db(m)	2.70	$Mob = \mu DbSb$
応力パラメータΔσb(MPa)	2.8	$\Delta \sigma b = 2.436 Mo / S^{1.5}$
コーナー周波数fc(Hz)	0.024	$fc = 4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma b / Mob)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	3.32E+19	$Ab = Mob \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma b / Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$

三陸沖北部の地震

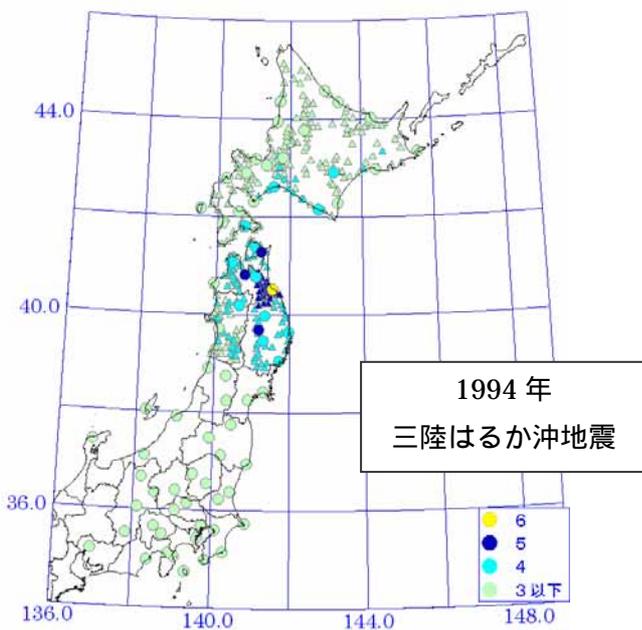
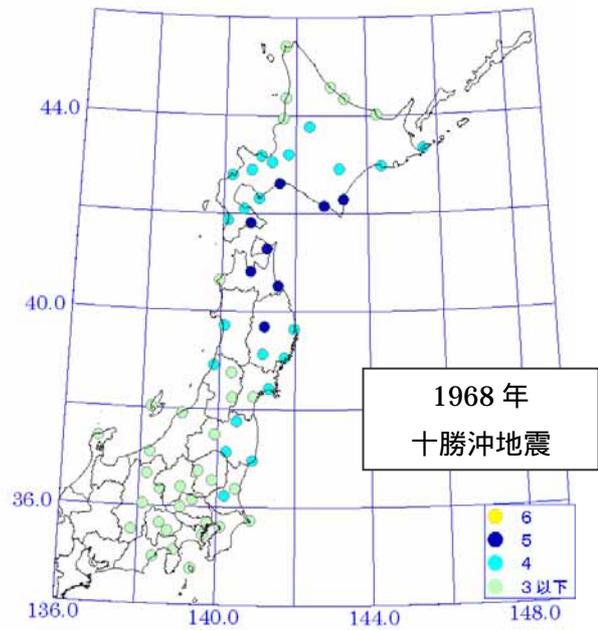
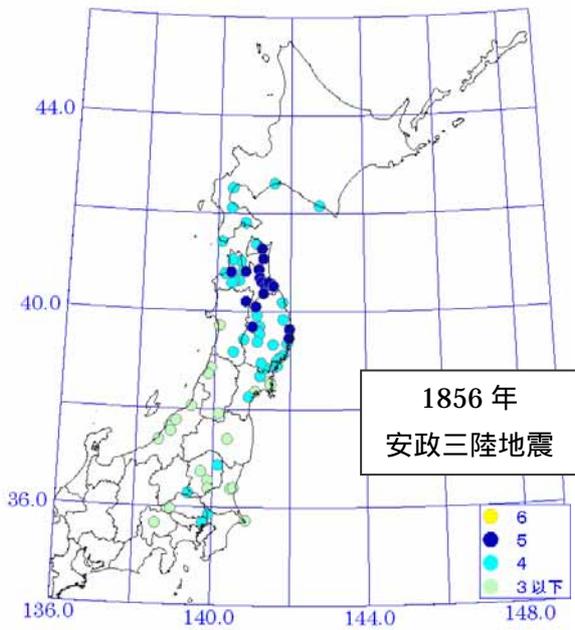
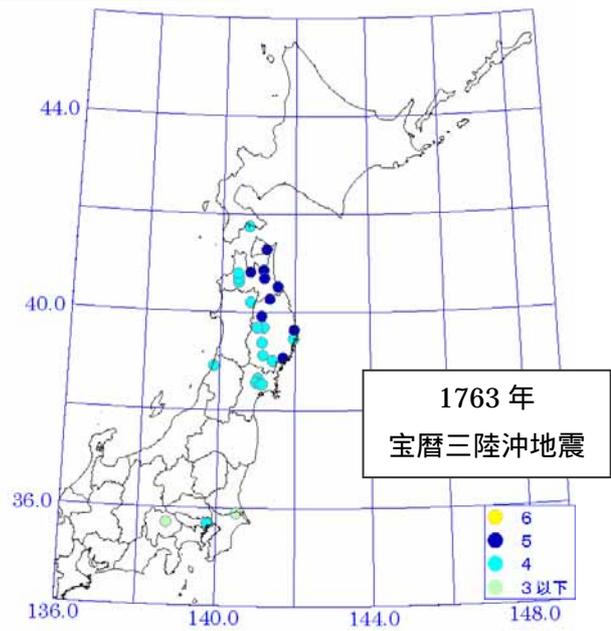
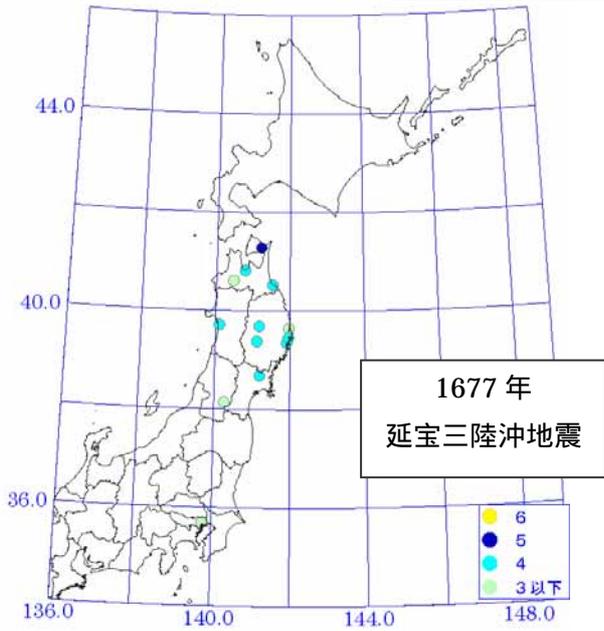


図 2-3-5-1 三陸沖北部の地震による震度分布
1677年, 1763年, 1856年, 1968年,
1994年の各地震の震度分布

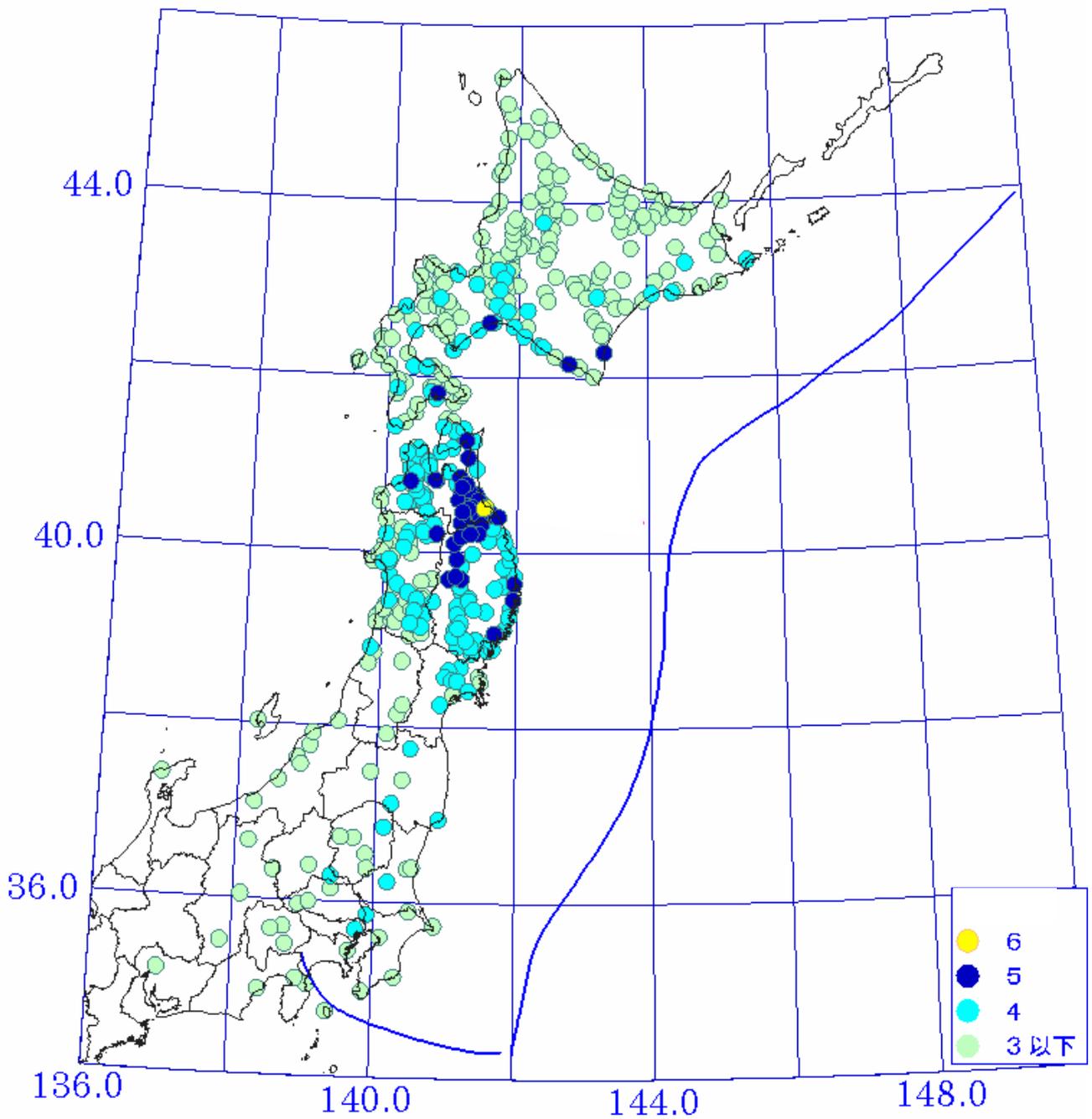


図 2-3-5-2 三陸沖北部の地震による震度分布
1677年, 1763年, 1856年, 1968年, 1994年の震度の重ねあわせ

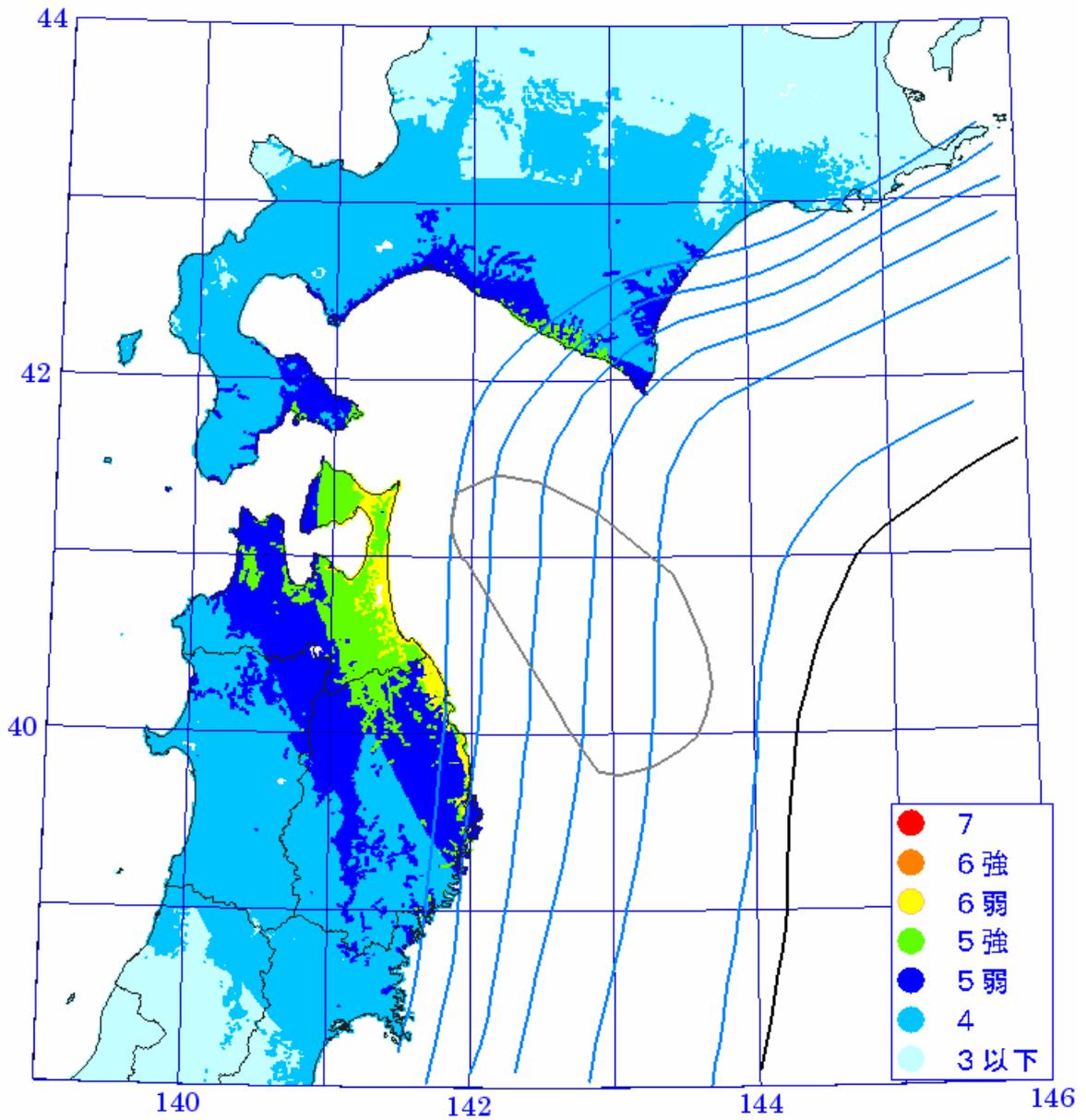
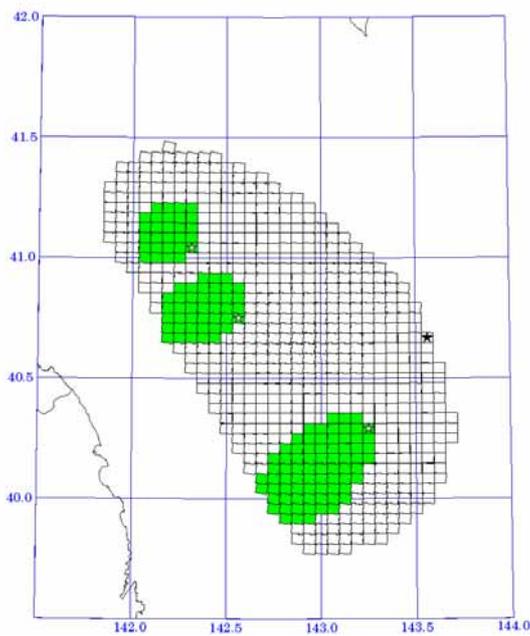
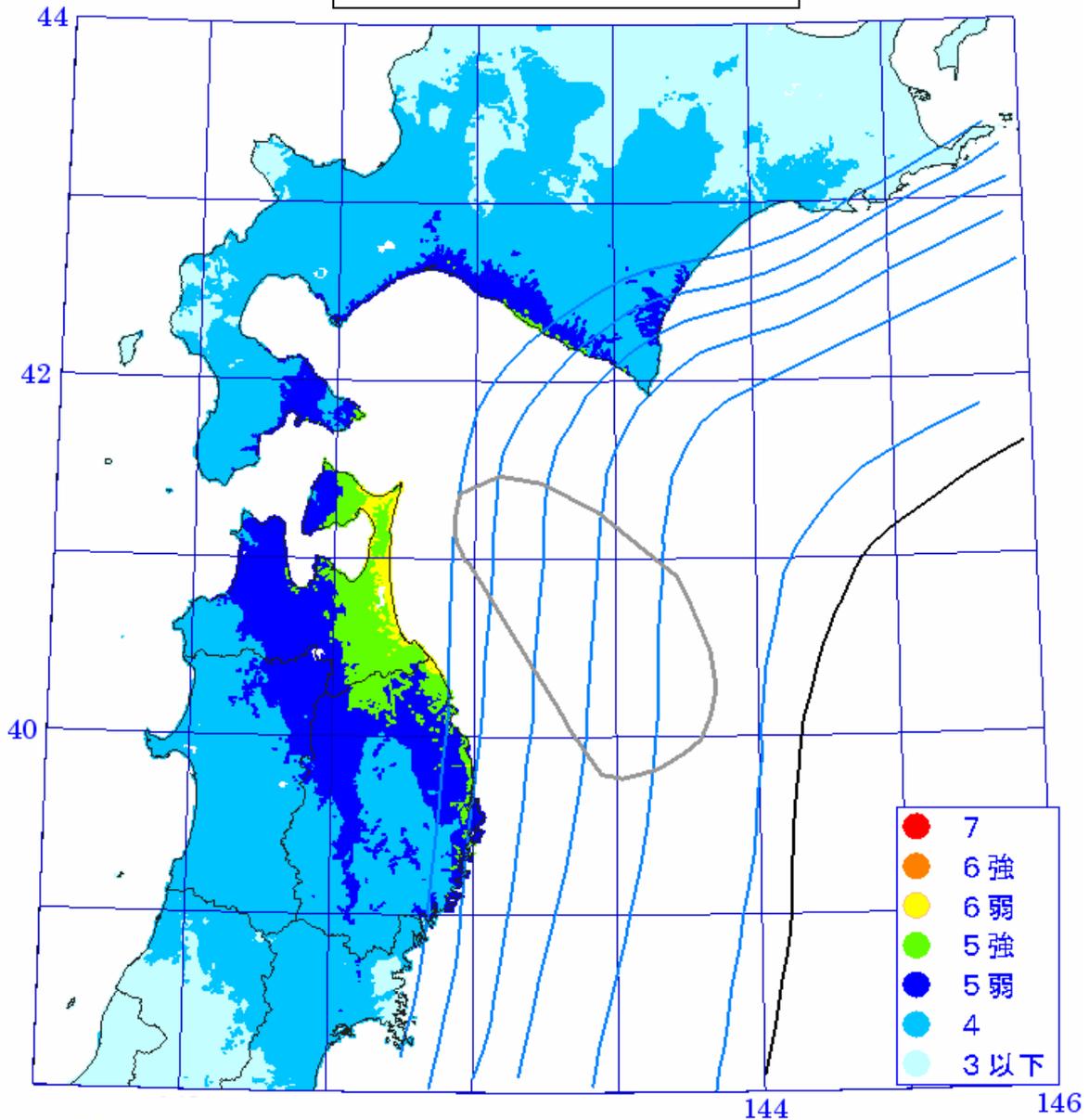


図 2-3-5-3 経験的手法による三陸沖北部の地震の震度分布
Mw8.0 以上 デルタ化 北緯 41.5° 以南 +0.075

三陸沖北部の地震



アスペリティモデル

図 2-3-5-4 波形計算による三陸沖北部の地震の震度分布
Mw8.3 =3.5MPa

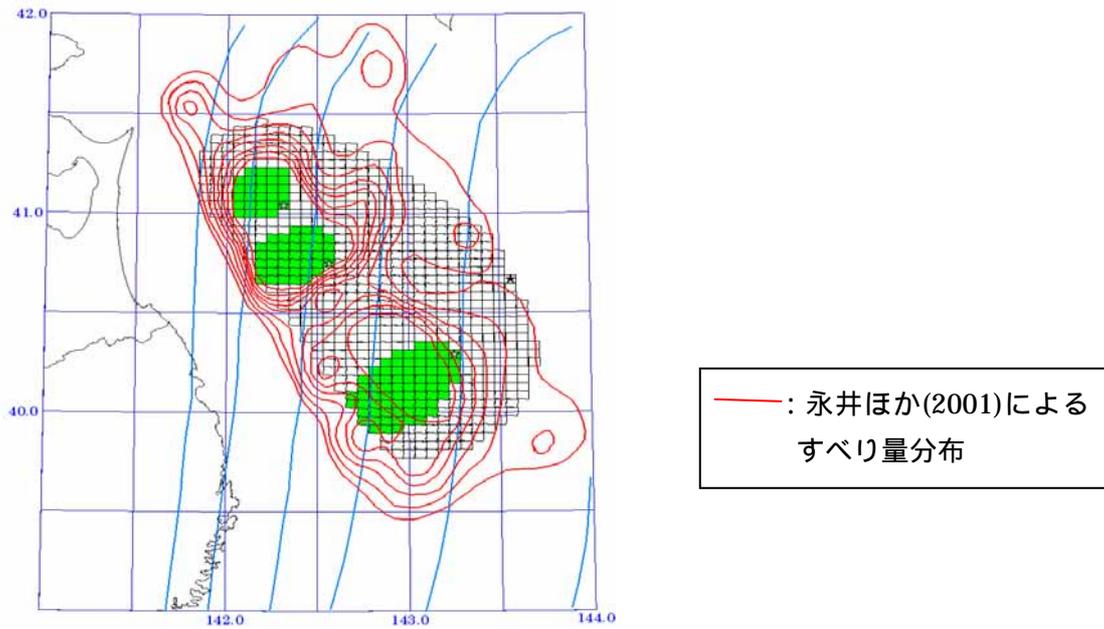


図 2-3-5-5 三陸沖北部の地震のアスペリティモデルと既往の1968年十勝沖地震のアスペリティモデル

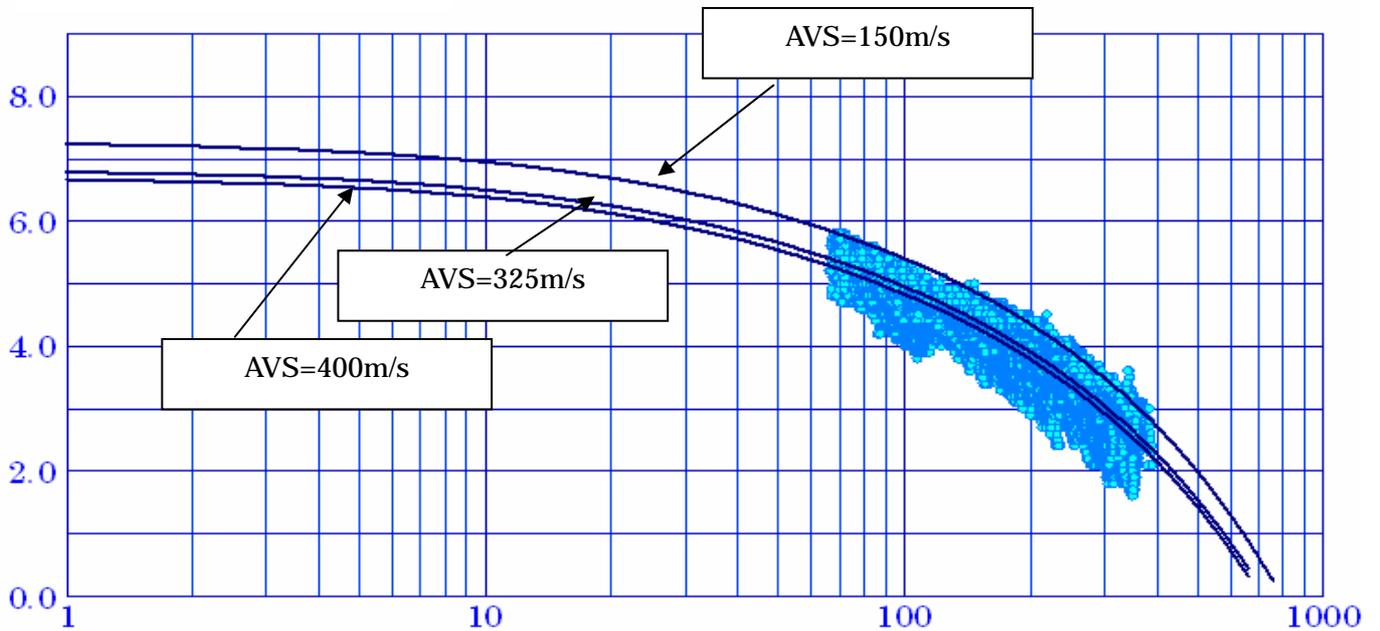


図 2-3-5-6 三陸沖北部の地震の震度の距離減衰

表 2-3-5-1 断層モデルパラメータ

断層	三陸沖北部	
マグニチュードMjma	8.3	
地震モーメントMo(Nm)	3.49E+21	
モーメントマグニチュードMw	8.3	永井・ほか(2001)
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	18086	
S波速度Vs(km/s)	3.93	
平均密度ρ(g/cm ³)	3	
剛性率μ(N/m ²)	4.6E+10	$\mu = \rho V_s^2$
平均的な応力パラメータΔσ(MPa)	3.5	
平均すべり量D(m)	4.17	Mo=μDS
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.8	Vr=0.72Vs
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
fc(Hz)	0.019	$fc=4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma / Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s ²)	5.12E+19	$A=Mo \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma / Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積Sa(km ²)	3653	
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	8.38	Da=D×2.01
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.42E+21	Moa=μDaSa
アスペリティの総応力パラメータΔσa(MPa)	15.7	$\Delta\sigma a=2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.043	$fc=4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	1.03E+20	$A=Moa \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第1アスペリティ		
アスペリティ1の面積Sa1(km ²)	726	
要素数	28	
アスペリティ1内の平均すべり量Da1(m)	6.12	Moa1=μDa1Sa1
アスペリティ1でのモーメントMoa1(Nm)	2.06E+20	Moa1=Moa×Sa1 ^{1.5} /ΣSai
要素のモーメント(Nm)	1.47E+18	
アスペリティ1の応力パラメータΔσa1(MPa)	25.6	$\Delta\sigma a1=2.436 Mo / S^{1.5}$
fca1(Hz)	0.096	$fc=4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	7.51E+19	$A=Moa \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第2アスペリティ		
アスペリティ2の面積Sa2(km ²)	1051	
要素数	41	
アスペリティ2内の平均すべり量Da2(m)	7.36	Moa2=μDa2Sa2
アスペリティ2でのモーメントMoa2(Nm)	3.58E+20	Moa2=Moa×Sa2 ^{1.5} /ΣSai
要素のモーメント(Nm)	1.46E+18	
アスペリティ2の応力パラメータΔσa2(MPa)	25.6	$\Delta\sigma a2=2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.080	$fc=4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	9.04E+19	$A=Moa \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
第3アスペリティ		
アスペリティ3の面積Sa2(km ²)	1876	
要素数	74	
アスペリティ3内の平均すべり量Da2(m)	9.83	Moa3=μDa2Sa2
アスペリティ3でのモーメントMoa2(Nm)	8.55E+20	Moa3=Moa×Sa2 ^{1.5} /ΣSai
要素のモーメント(Nm)	1.28E+18	
アスペリティ3の応力パラメータΔσa2(MPa)	25.6	$\Delta\sigma a2=2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.060	$fc=4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	1.21E+20	$A=Moa \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
背景領域		
面積Sb(km ²)	14435	
地震モーメントMob(Nm)	2.08E+21	Mob=Mo-Moa
すべり量Db(m)	3.10	Mob=μDbSb
応力パラメータΔσb(MPa)	2.9	$\Delta\sigma b=2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.022	$fc=4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma b / Mob)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	3.81E+19	$A=Mob \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma b / Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$

宮城県沖（陸側・海溝側）の地震

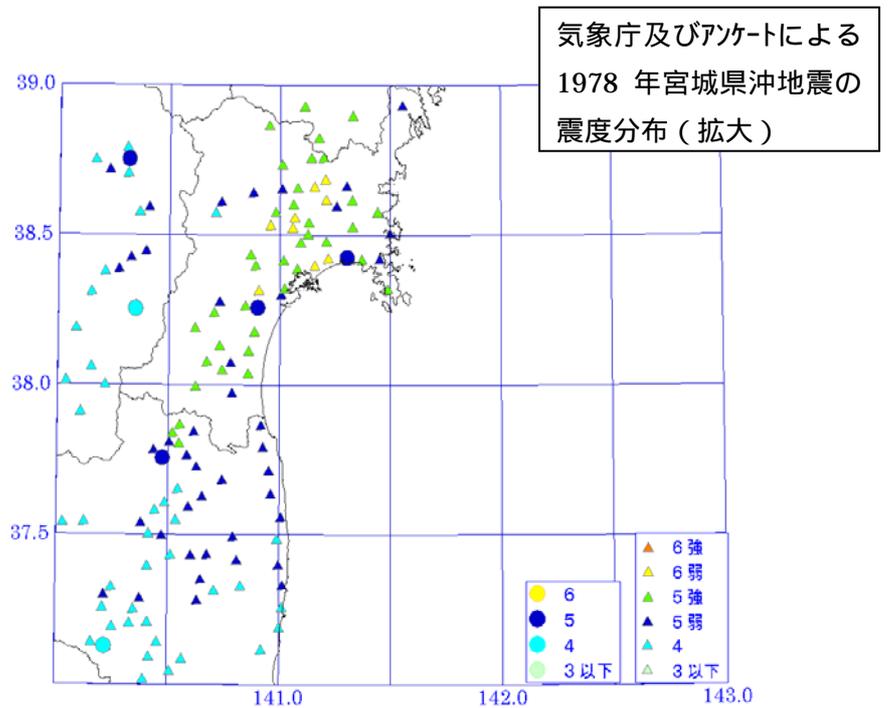
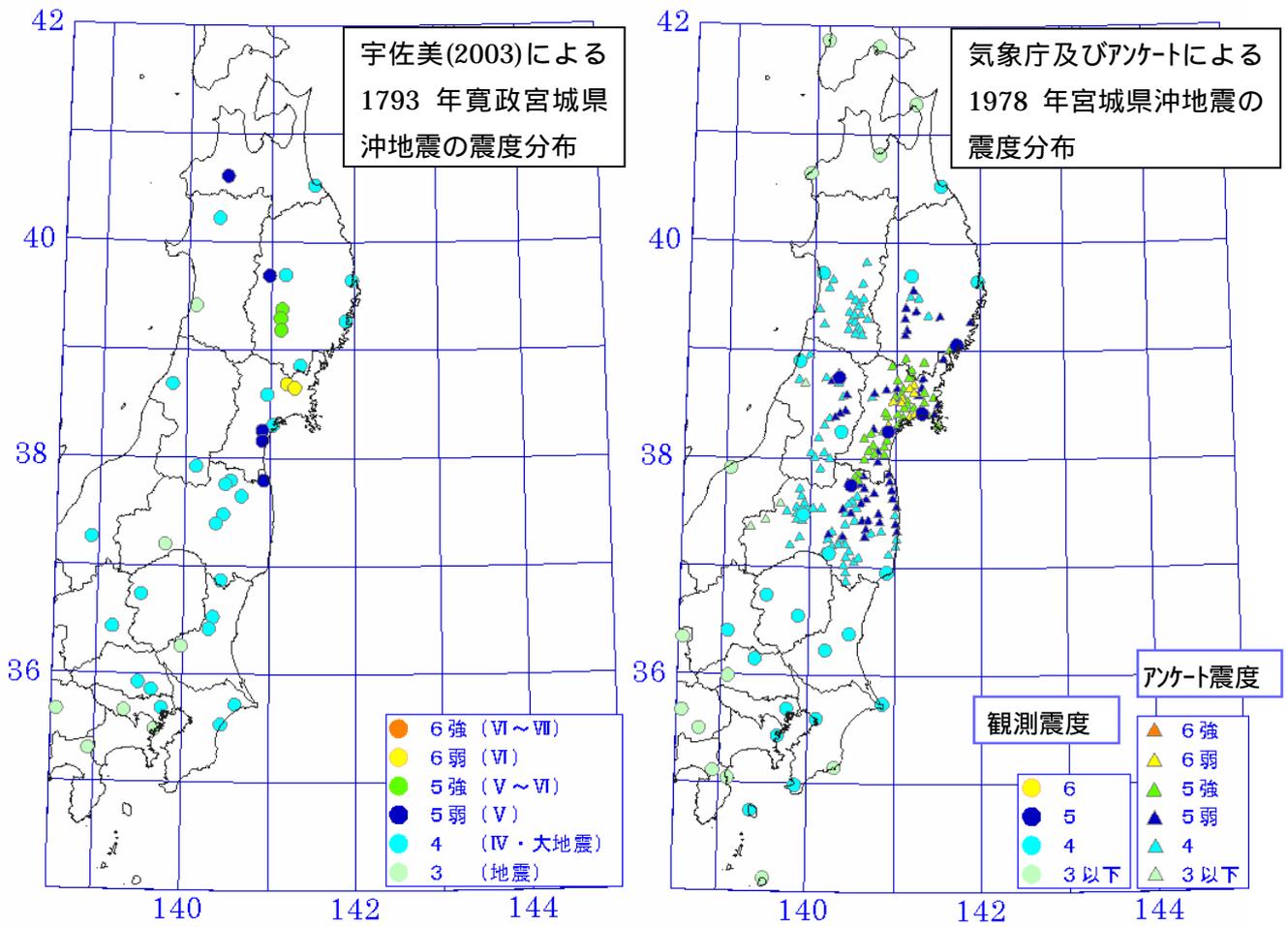


図 2-3-6-1 1793 年寛政宮城県沖地震と 1978 年宮城県沖地震の震度分布の比較

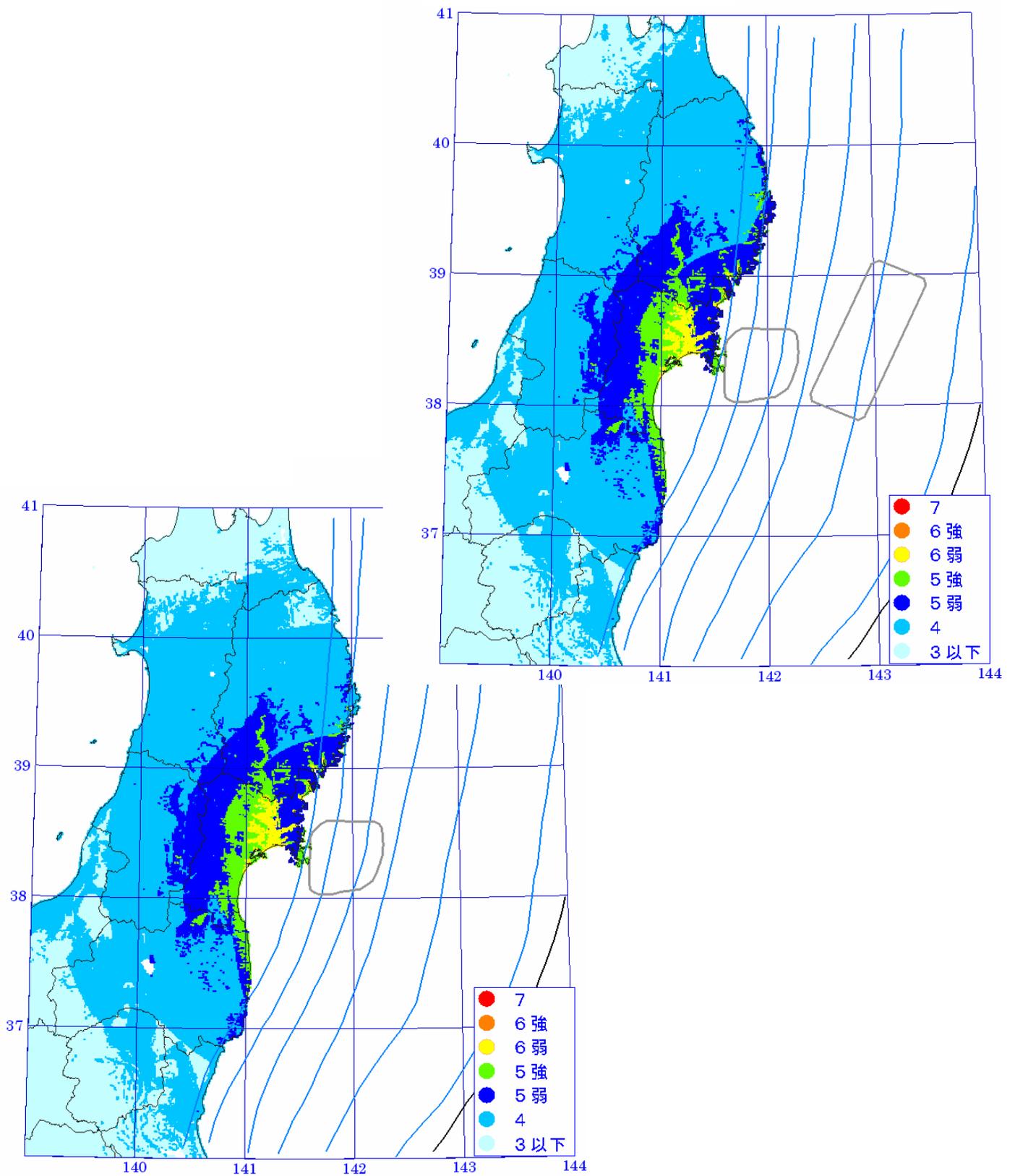
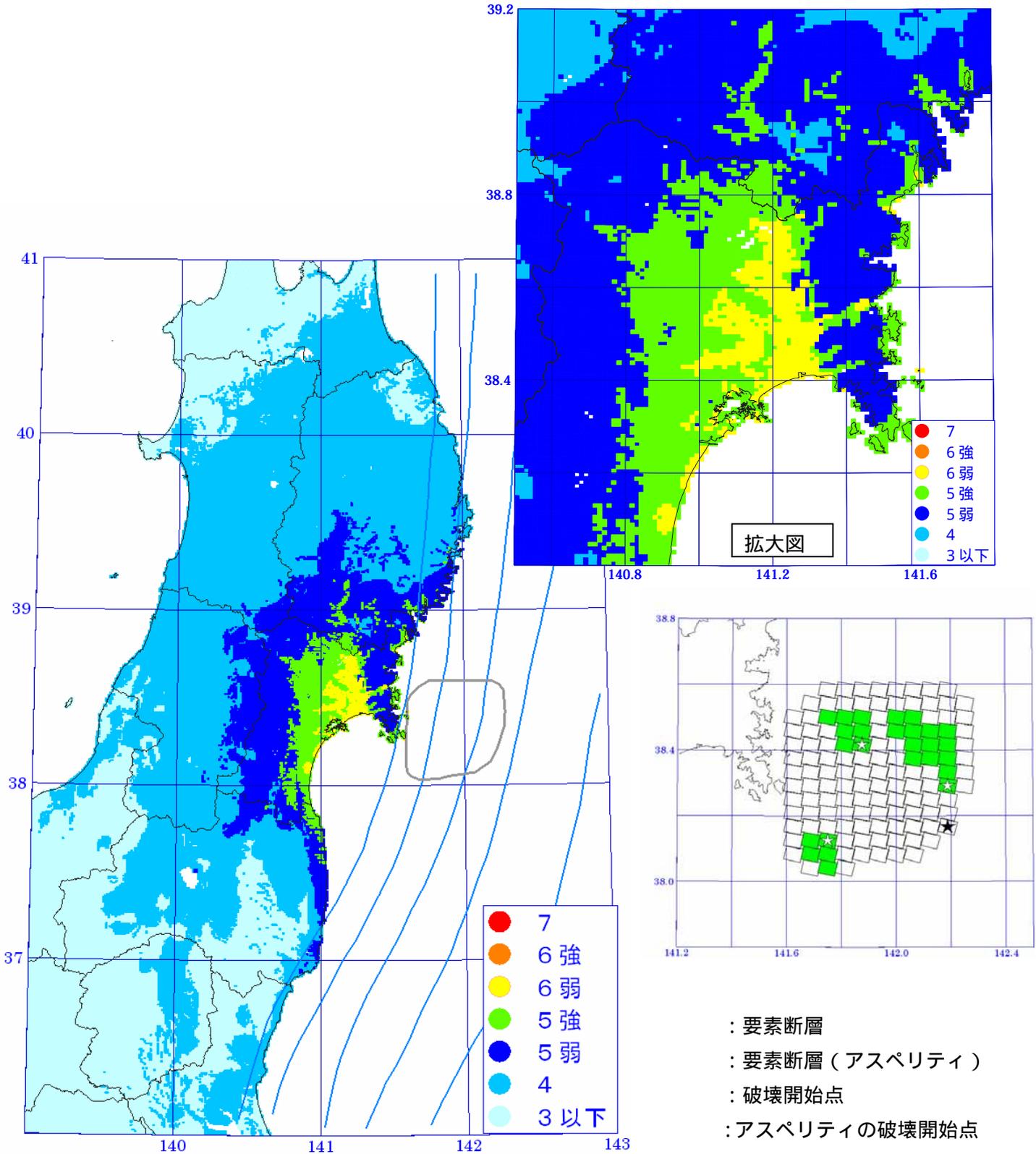


図 2-3-6-3 経験的手法による宮城県沖の地震の震度分布
 左下：陸側 (Mw7.6、ディレクティブ $\tau_i+0.075$) のみ
 右上：陸側 (Mw7.6、ディレクティブ $\tau_i+0.075$) と海溝 (Mw8.0 以上、
 ディレクティブ $\tau_i+0.075$) の連動

宮城県沖（陸側・海溝側）の地震



海溝側の領域が連動した場合の震度分布も上記とほぼ同等

図 2-3-6-4 波形計算による宮城県沖の地震（陸側のみ）の震度分布
Mw7.6、 =4MPa

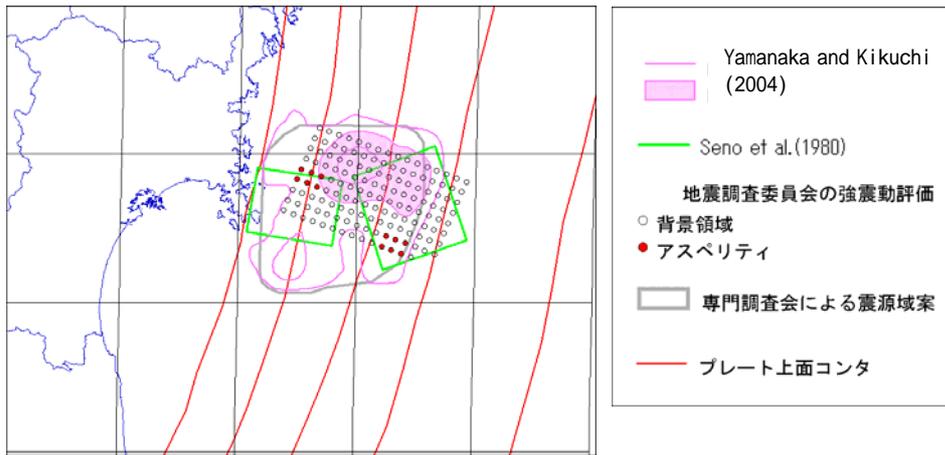


図 2-3-6-5 既往研究による 1978 年宮城県沖地震の強地震動断層モデル

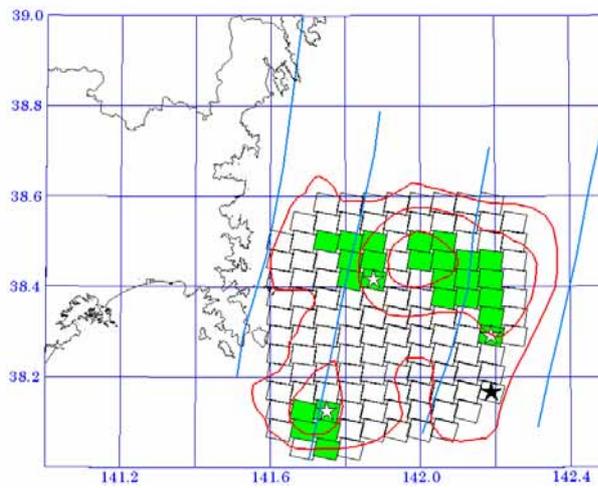


図 2-3-6-6 Yamanaka and Kikuchi (2004)によるすべり量分布と想定する震源のアスぺリティモデル

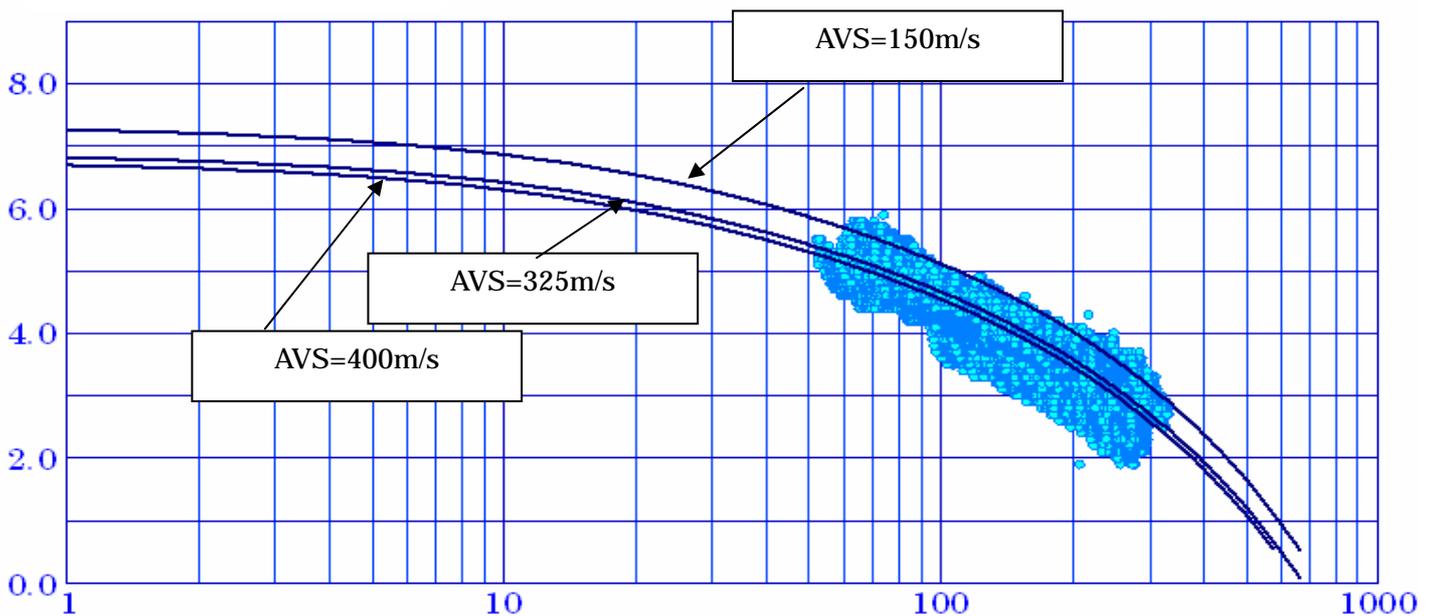
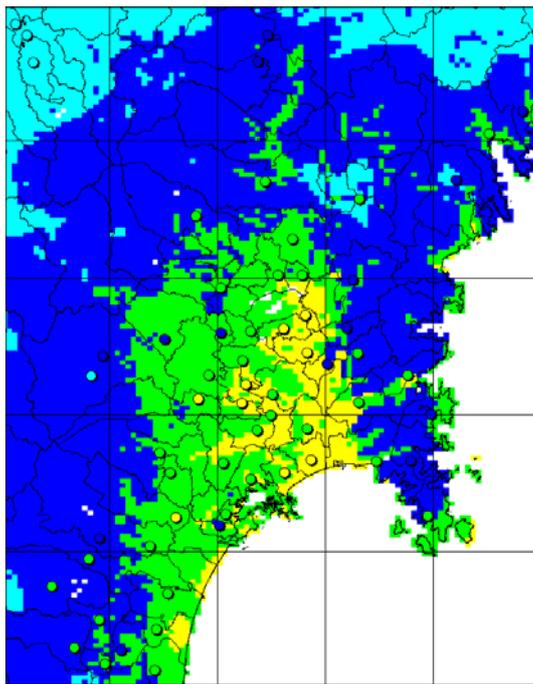


図 2-3-6-7 宮城県沖地震の推計震度の距離減衰



震度

- 6 強
- 6 弱
- 5 強
- 5 弱
- 4
- 3 以下

アンケート震度

- 6 弱
- 5 強
- 5 弱
- 4

図 2-3-6-8 1978 年宮城県沖地震のアンケート震度分布と推計震度分布の比較

推計震度 - アンケート震度

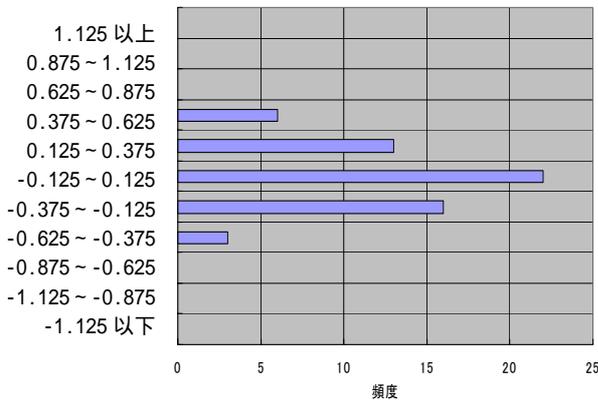


図 2-3-6-9 (推計震度) - (アンケート震度)の頻度分布
平均値は 0.02、標準偏差は 0.25

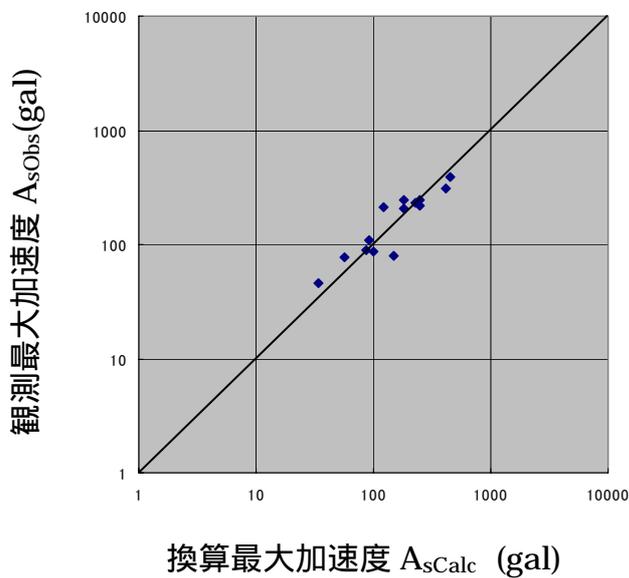
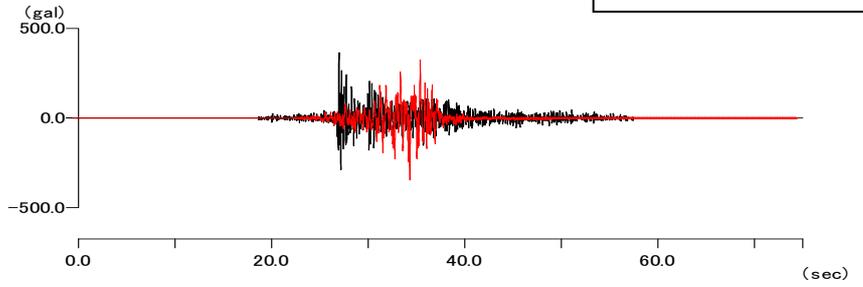


図 2-3-6-10 換算加速度と実績加速度の関係
*換算加速度は、推計震度より震度 加速度の回帰式(童・山崎, 1996)を用いて算出した。

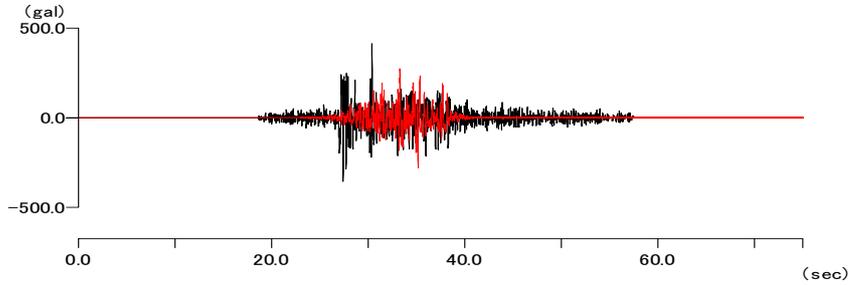
宮城県沖の地震

開北橋加速度

NS

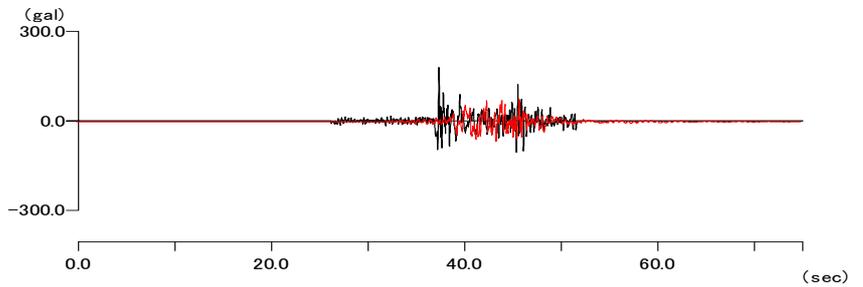


EW

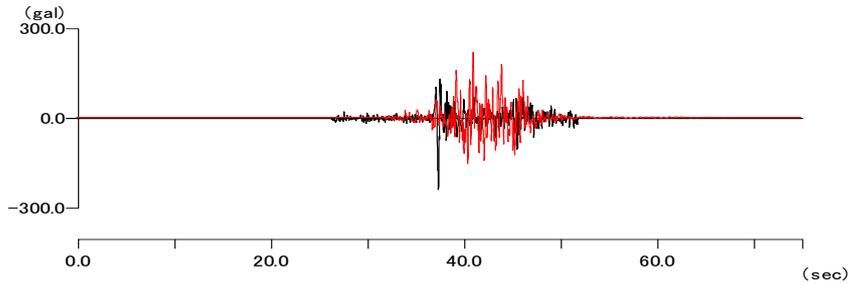


樽水ダム加速度

NS

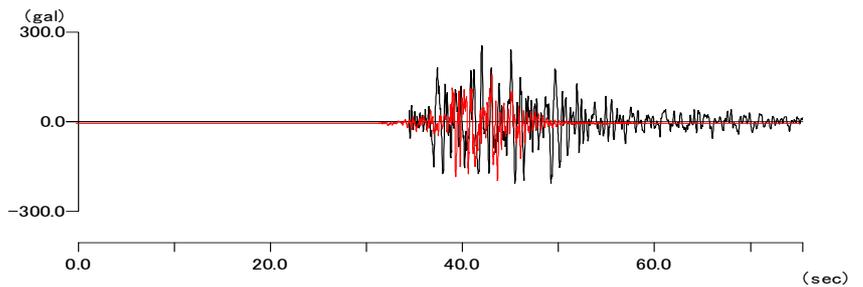


EW

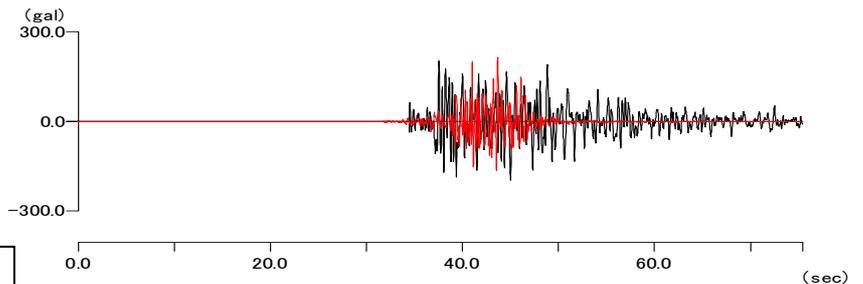


東北大学加速度

NS



EW



— 計算波形
— 観測波形

波形データは国土技術政策総合研究所、東北大学より提供された

図 2-3-6-11 強震観測地点近傍の計算地点における計算波形と観測記録との比較。(1978年宮城県沖地震)

工学的基盤での計算波形に、計算地点の表層地盤モデルから換算した最大加速度の増幅率を乗じて計算地表波形とし、観測波形と比較した。

表 2-3-6-1 宮城県沖(陸側)の地震の断層パラメータ

断層	宮城県沖	備考
気象庁マグニチュードM	7.4	
モーメントマグニチュードMw	7.6	$\log M_o = 1.5M_w + 9.1$
地震モーメント M_o (Nm)	$3.64E+20$	$M_o = 7\pi \cdot 1.5/16 \times M_o/S^{1.5}/\Delta\sigma$
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積 S (km^2)	3663	
S波速度 V_s (km/s)	3.93	
平均密度 ρ (g/cm^3)	3.0	
剛性率 μ (N/m^2)	$4.63E+10$	$\mu = \rho V_s^2$
平均的な応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	4.0	
平均すべり量 D (m)	2.14	$M_o = \mu DS$
破壊伝播速度 V_r (km/s)	2.83	$V_r = 0.72V_s$
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
コーナー周波数 f_c (Hz)	0.040	$f_c = 4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma/M_o)^{1/3}$
短周期レベル A (Nm/s^2)	$2.32E+19$	$A = M_o \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma/M_o)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積 S_a (km^2)	710	$S_a = 0.2 \times S$
アスペリティ内の平均すべり量 D_a (m)	4.29	$D_a = D \times 2.0$
アスペリティでの総モーメント M_{oa} (Nm)	$1.41E+20$	$M_{oa} = \mu D_a S_a$
アスペリティの総応力パラメータ $\Delta\sigma_a$ (MPa)	18.2	$\Delta\sigma_a = 2.436 M_o / S^{1.5}$
コーナー周波数 f_{ca} (Hz)	0.097	$f_{ca} = 4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_a / M_{oa})^{1/3}$
短周期レベル A_a (Nm/s^2)	$5.27E+19$	$A_a = M_{oa} \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_a / M_{oa})^{1/3} \times 2\pi)^2$
第1アスペリティ		
アスペリティの面積 S_{a1} (km^2)	193	
要素数	7	
アスペリティ内の平均すべり量 D_{a1} (m)	3.63	$M_{oa1} = \mu D_{a1} S_{a1}$
アスペリティでのモーメント M_{oa1} (Nm)	$3.25E+19$	$M_{oa1} = M_{oa} \times S_{a1}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	$1.55E+18$	
アスペリティの応力パラメータ $\Delta\sigma_{a1}$ (MPa)	29.5	$\Delta\sigma_{a1} = 2.436 M_{oa1} / S_{a1}^{1.5}$
コーナー周波数 f_{ca1} (Hz)	0.187	$f_{ca1} = 4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a1} / M_{oa1})^{1/3}$
短周期レベル A_{a1} (Nm/s^2)	$4.46E+19$	$A_{a1} = M_{oa1} \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a1} / M_{oa1})^{1/3} \times 2\pi)^2$
第2アスペリティ		
アスペリティの面積 S_{a2} (km^2)	377	
要素数	14	
アスペリティ内の平均すべり量 D_{a2} (m)	5.07	$M_{oa2} = \mu D_{a2} S_{a2}$
アスペリティでのモーメント M_{oa2} (Nm)	$8.86E+19$	$M_{oa2} = M_{oa} \times S_{a2}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	$1.58E+18$	
アスペリティの応力パラメータ $\Delta\sigma_{a2}$ (MPa)	29.5	$\Delta\sigma_{a2} = 2.436 M_{oa2} / S_{a2}^{1.5}$
コーナー周波数 f_{ca2} (Hz)	0.133	$f_{ca2} = 4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a2} / M_{oa2})^{1/3}$
短周期レベル A_{a2} (Nm/s^2)	$6.23E+19$	$A_{a2} = M_{oa2} \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a2} / M_{oa2})^{1/3} \times 2\pi)^2$
第3アスペリティ		
アスペリティの面積 S_{a3} (km^2)	140	
要素数	5	
アスペリティ内の平均すべり量 D_{a3} (m)	3.09	$M_{oa3} = \mu D_{a3} S_{a3}$
アスペリティでのモーメント M_{oa3} (Nm)	$2.01E+19$	$M_{oa3} = M_{oa} \times S_{a3}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	$2.01E+18$	
アスペリティの応力パラメータ $\Delta\sigma_{a3}$ (MPa)	29.5	$\Delta\sigma_{a3} = 2.436 M_{oa3} / S_{a3}^{1.5}$
コーナー周波数 f_{ca3} (Hz)	0.219	$f_{ca3} = 4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a3} / M_{oa3})^{1/3}$
短周期レベル A_{a3} (Nm/s^2)	$3.80E+19$	$A_{a3} = M_{oa3} \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a3} / M_{oa3})^{1/3} \times 2\pi)^2$
背景領域		
面積 S_b (km^2)	2953	$S_b = S - S_a$
要素数	108	
地震モーメント M_{ob} (Nm)	$2.23E+20$	$M_{ob} = M_o - M_{oa}$
要素波形のモーメント	$2.06E+17$	
すべり量 D_b (m)	1.63	$M_{ob} = \mu D_b S_b$
応力パラメータ $\Delta\sigma_b$ (MPa)	3.4	$\Delta\sigma_b = 2.436 M_o / S^{1.5}$
コーナー周波数 f_c (Hz)	0.048	$f_{cb} = 4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_b / M_{ob})^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	$2.00E+19$	$A_b = M_{ob} \times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_b / M_{ob})^{1/3} \times 2\pi)^2$

福島県沖・茨城県沖の地震

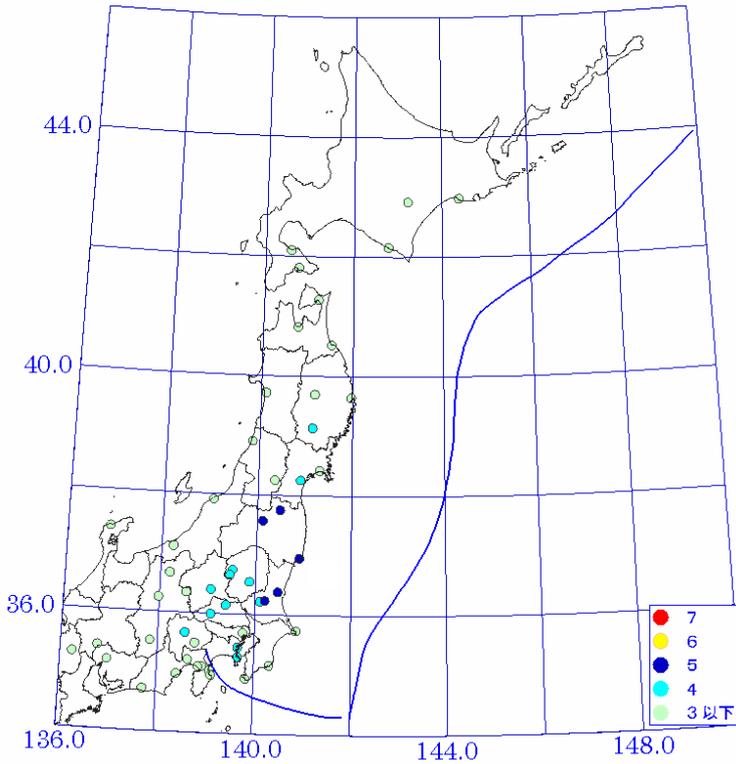


図 2-3-7-1 1938 年福島沖の地震 (5 月 23 日 , M7.0) による震度分布。青線は海溝軸。

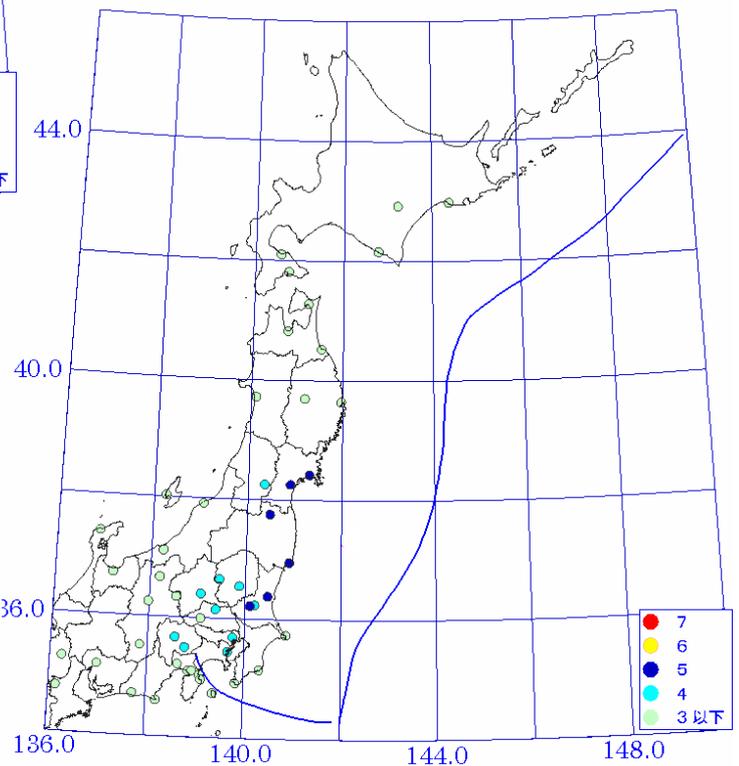


図 2-3-7-2 1938 年福島沖の地震 (11 月 5 日 17 時 43 分 , M7.5) による震度分布。青線は海溝軸。

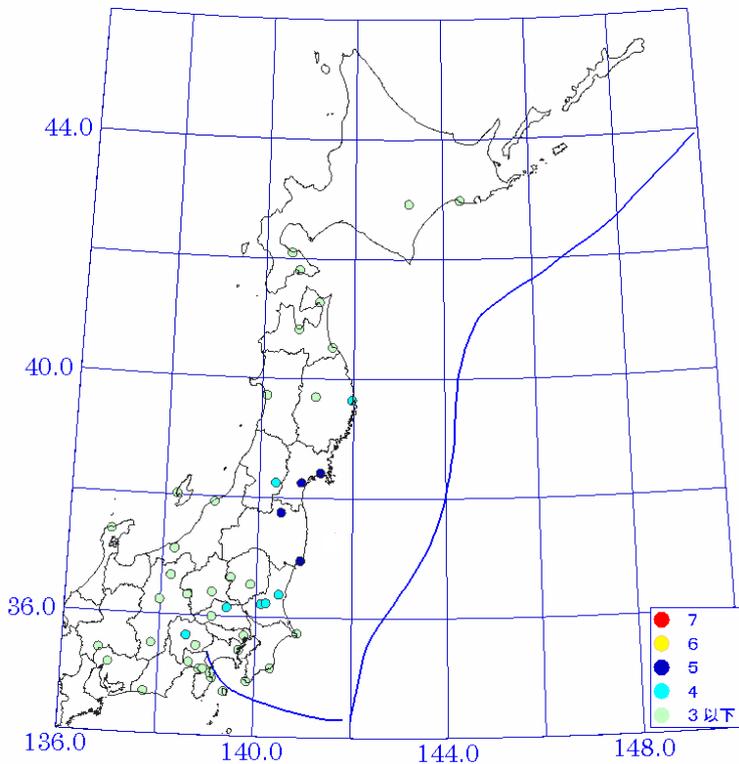


図 2-3-7-3 1938 年福島沖の地震 (11 月 5 日 19 時 50 分 , M7.3) による震度分布。青線は海溝軸。

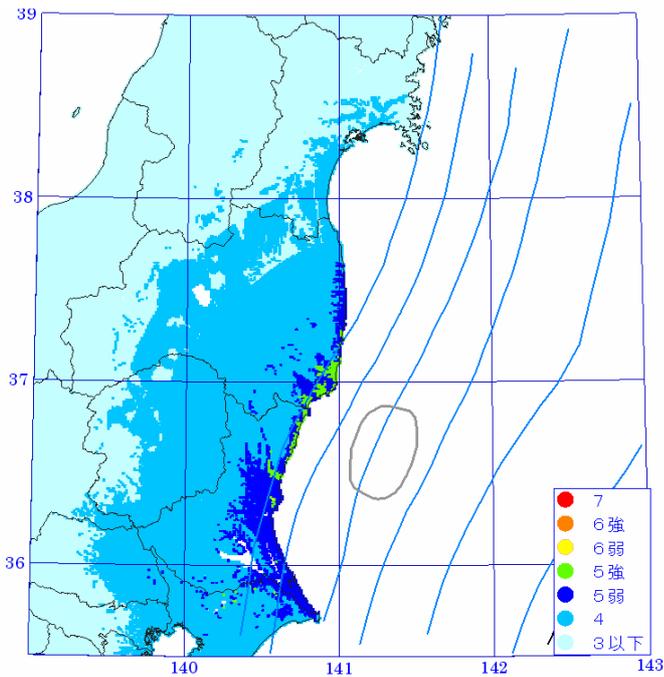


図 2-3-7-4 経験的手法による 1938 年福島県沖の地震
(5月23日, Mj7.0) の震度分布
< Mw は震度分布と比較し 7.3 とした >
ディレクティビティ: -0.075

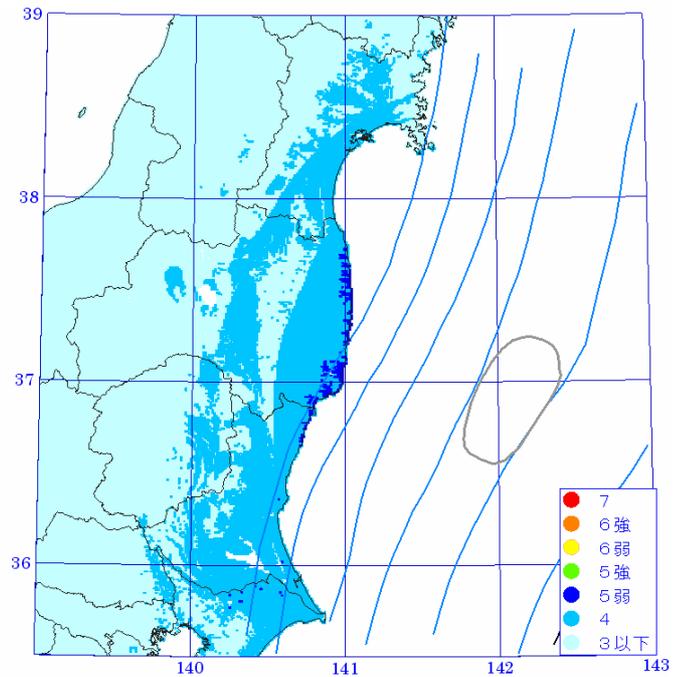


図 2-3-7-5 経験的手法による 1938 年福島県沖の地震
(11月5日 17時43分, Mj7.5) の震度分布
< Mw は震度分布と比較し 7.5 とした >
ディレクティビティ: -0.075

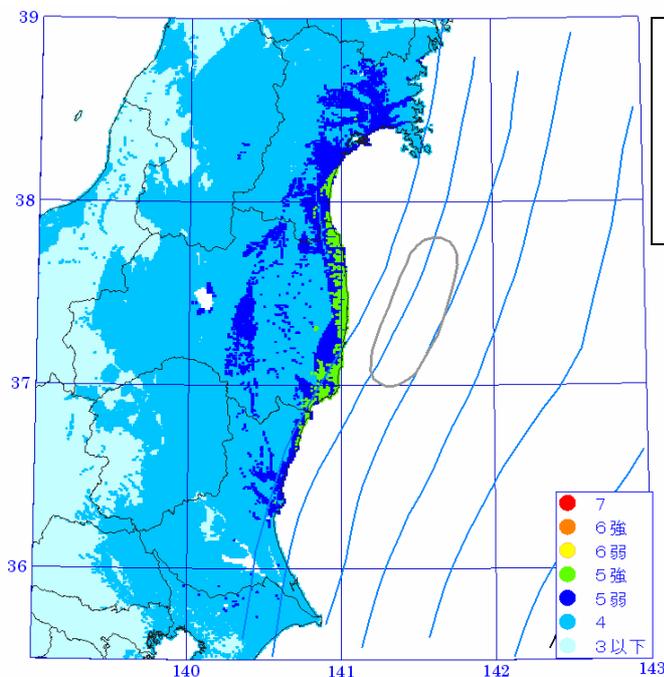


図 2-3-7-6 経験式手法による 1938 年福島県沖の地震
(11月5日 19時50分, Mj7.3) の震度分布
< Mw は震度分布と比較し 7.5 とした >
ディレクティビティ: -0.075

地震	Mw	Mt	Mj	Mw の 検討結果
5/23	7.6	7.3	7.0	7.3
11/5 17:43	8.0	7.5	7.5	7.5
11/5 19:50	7.7	7.6	7.3	7.5

震源域の西端、北端および南端は、室谷 (2004, 私信)を参照して設定した。

震源域の面積は、Mw より平均応力降下量を 3.5MPa として算出した。

1958年択捉島沖地震(プレート内地震)

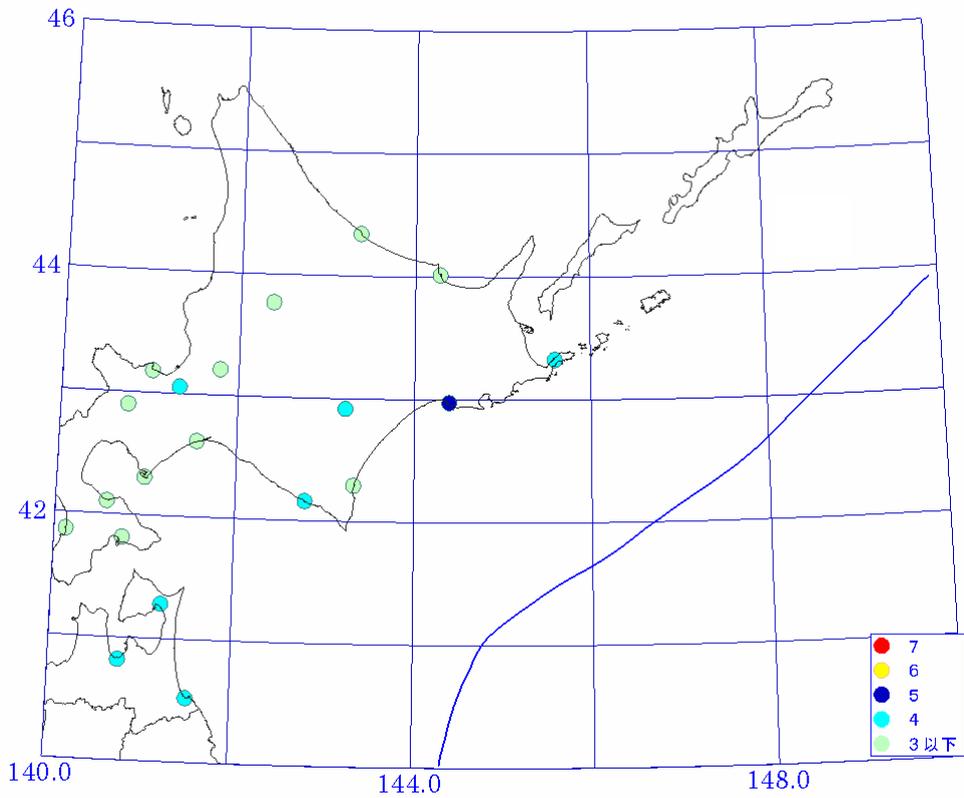


図 2-3-8-1 1958年択捉島沖地震 (Mj8.1, Mw8.3) による震度分布。
青線は海溝軸。

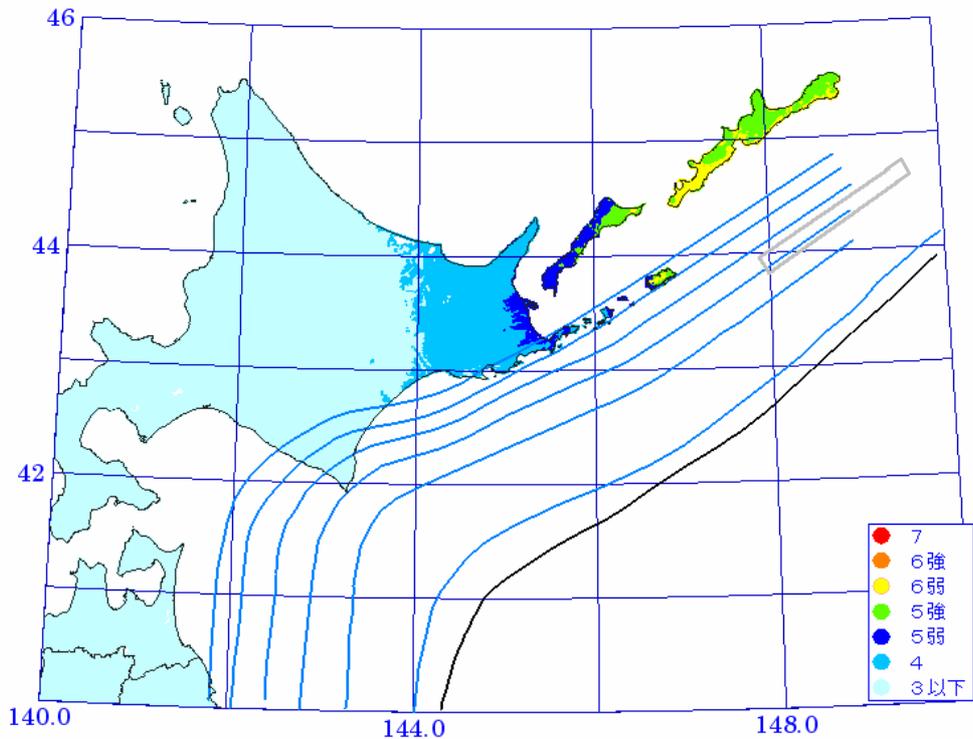


図 2-3-8-2 経験的手法による 1958年択捉島沖地震の震度分布
 $M_w 8.0$ 以上 $k=0.0027$ $h=0.0038$ $\tau = \tau_0 + 0.075$
 $L=170\text{km}$ $W=40\text{km}$ 断層上端の深さ 40km 傾斜角 75° (北傾斜)

1994年北海道東方沖地震(プレート内地震)

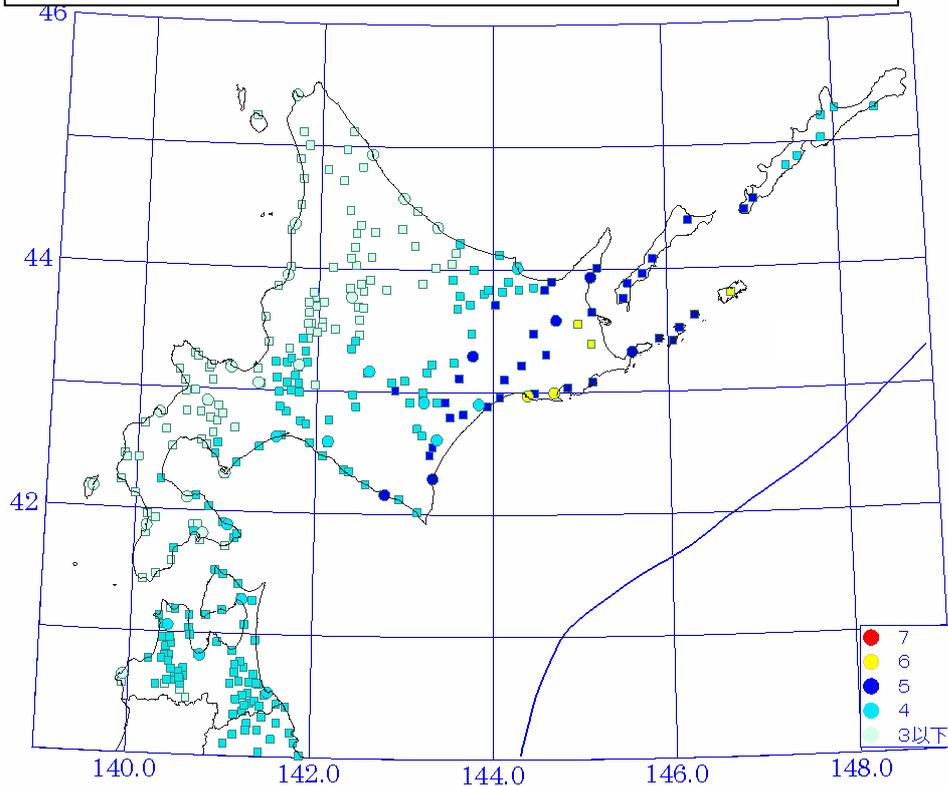


図 2-3-9-1 1994年北海道東方沖地震 (Mj8.2, Mw8.2) の震度分布
 は気象庁による観測震度、 は日本建築学会によるアンケート震度
 (北方四島は MSK 震度階を換算)

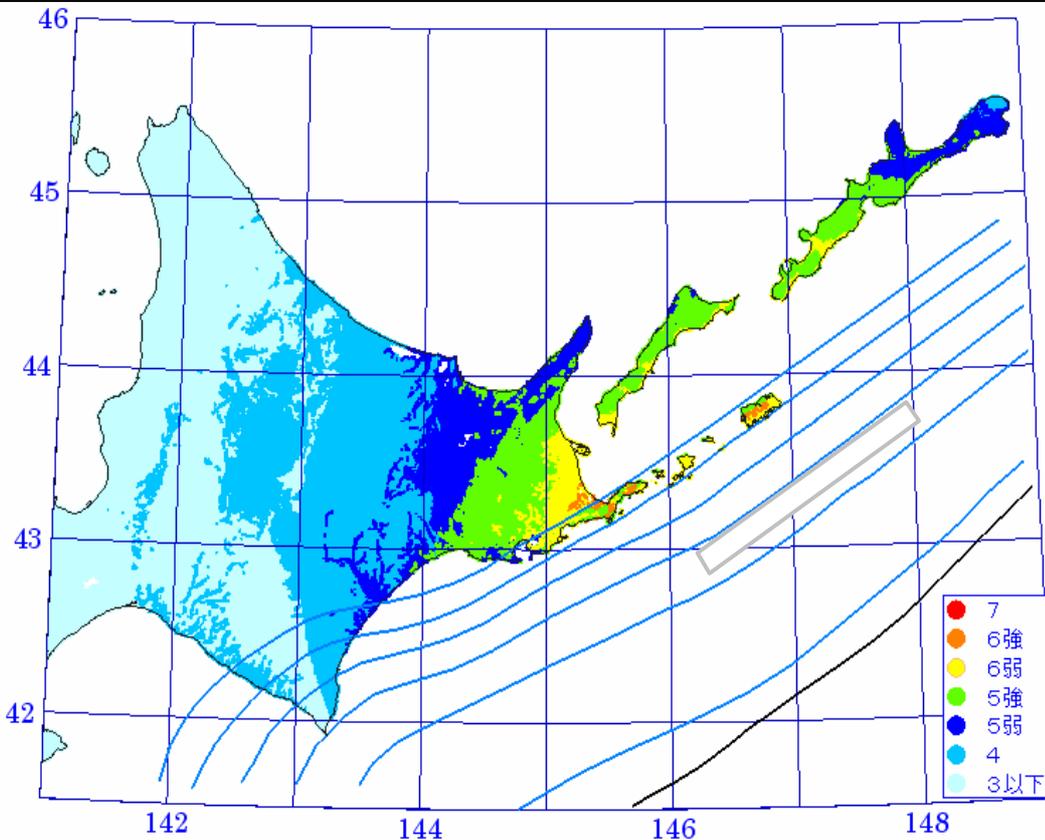
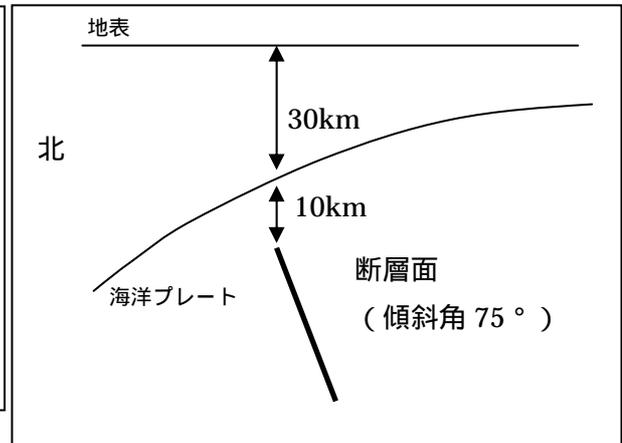
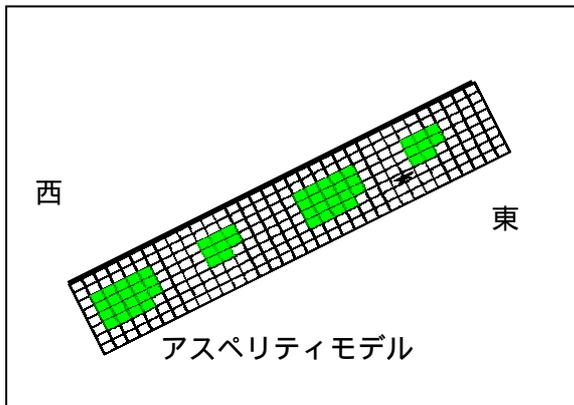
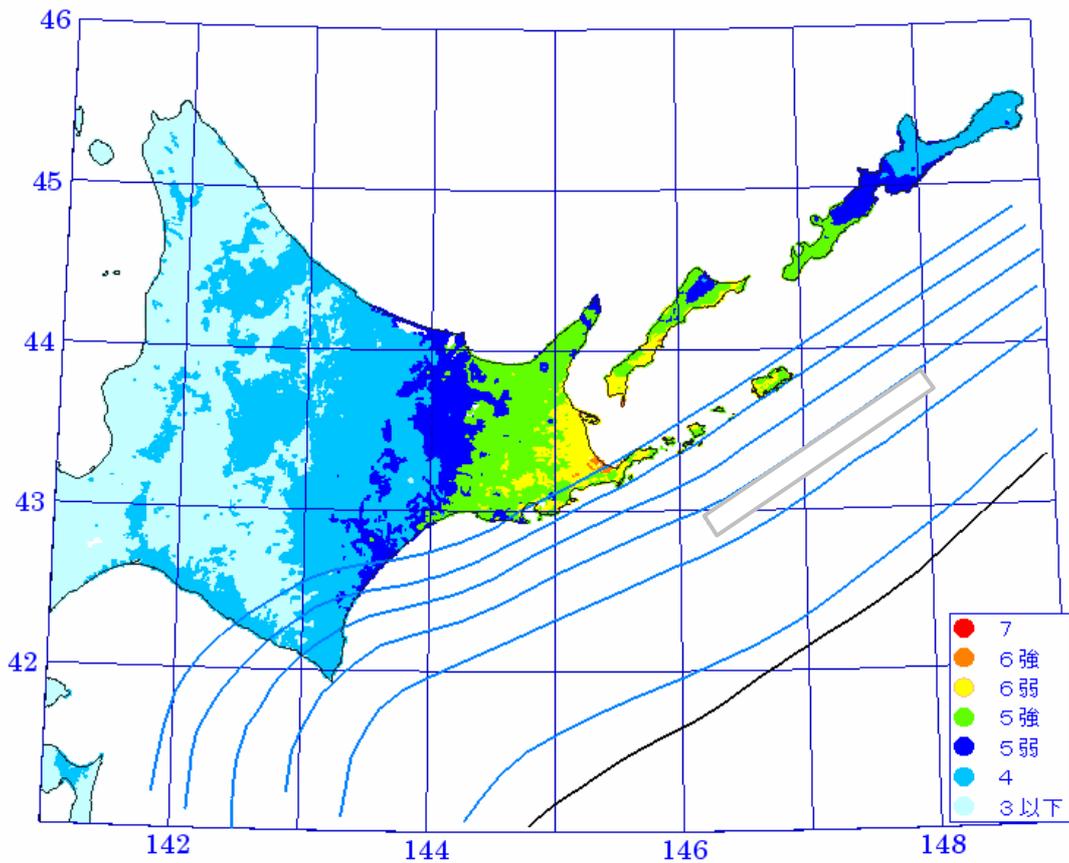


図 2 3-9-2 経験的手法による 1994年北海道東方沖地震の震度分布
 Mw8.0以上 $k=0.0027$ $h=0.0038$ $\Delta \ln \tau = 0.075$
 $L=170\text{km}$ $W=40\text{km}$ 断層上端の深さ 40km 傾斜角 75° (南傾斜)

1994年北海道東方沖地震(プレート内地震)



- : 要素断層
- : 要素断層 (アスペリティ)
- : 破壊開始点
- : アスペリティの破壊開始点

断層モデルの位置

図 2-3-9-3 波形計算による 1994 年北海道東方沖地震の震度分布
Mw8.2 L=170km、W=40km、 $\sigma = 11\text{MPa}$

表 2-3-9-1 断層モデルパラメータ

断層帯	Mw8.2 11MPa	
長さL(km)	170	
幅W(km)	40	
上端深さd(km)	40	
走向θ	57	
傾斜δ(°)	75	
すべり角λ(°)	125	
マグニチュードMjma	8.2	
地震モーメントMo(Nm)	2.5E+21	
モーメントマグニチュードMw	8.2	菊地・金森(1995)
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	6800	
S波速度Vs(km/s)	3.93	
平均密度ρ(g/cm ³)	3	
剛性率μ(N/m ²)	4.6E+10	μ=ρVs ²
平均的な応力パラメータΔσ(MPa)	11	菊地・金森(1995)
平均すべり量D(m)	8.06	Mo=μDS
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.8	Vr=0.72Vs
Fmax(Hz)	6	
fc(Hz)	0.031	fc=4.9×10 ⁶ Vs(Δσ/Mo) ^{1/3}
短周期レベルA(Nm/s ²)	9.88E+19	A=Mo×(4.9×10 ⁶ Vs(Δσ/Mo) ^{1/3} ×2π) ²
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積Sa(km ²)	1352	
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	16.20	Da=D×2.01
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.02E+21	Moa=μDaSa
アスペリティの総応力パラメータΔσa(MPa)	49.7	Δσa=2.436Mo/S ^{1.5}
fc(Hz)	0.070	fc=4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3}
短周期レベル(Nm/s ²)	1.99E+20	A=Moa×(4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3} ×2π) ²
第1アスペリティ		
アスペリティ1の面積Sa1(km ²)	476	
要素数	19	
アスペリティ1内の平均すべり量Da1(m)	18.09	Moa1=μDa1Sa1
アスペリティ1でのモーメントMoa1(Nm)	3.99E+20	Moa1=Moa×Sa1 ^{1.5} /ΣSai
要素波のモーメント	5.25E+18	
アスペリティ1の応力パラメータΔσa1(MPa)	93.6	Δσa1=2.436Mo/S ^{1.5}
fa1(Hz)	0.119	fc=4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3}
短周期レベル(Nm/s ²)	2.22E+20	A=Moa×(4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3} ×2π) ²
第2アスペリティ		
アスペリティ2の面積Sa2(km ²)	200	
要素数	8	
アスペリティ2内の平均すべり量Da2(m)	11.72	Moa2=μDa2Sa2
アスペリティ2でのモーメントMoa2(Nm)	1.09E+20	Moa2=Moa×Sa2 ^{1.5} /ΣSai
要素波のモーメント	4.53E+18	
アスペリティ2の応力パラメータΔσa2(MPa)	93.6	Δσa2=2.436Mo/S ^{1.5}
fc(Hz)	0.183	fc=4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3}
短周期レベル(Nm/s ²)	1.44E+20	A=Moa×(4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3} ×2π) ²
第3アスペリティ		
アスペリティ3の面積Sa2(km ²)	476	
要素数	19	
アスペリティ3内の平均すべり量Da2(m)	18.09	Moa3=μDa2Sa2
アスペリティ2でのモーメントMoa2(Nm)	3.99E+20	Moa3=Moa×Sa3 ^{1.5} /ΣSai
要素波のモーメント	5.25E+18	
アスペリティ3の応力パラメータΔσa2(MPa)	93.6	Δσa3=2.436Mo/S ^{1.5}
fc(Hz)	0.119	fc=4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3}
短周期レベル(Nm/s ²)	1.40E+19	A=Moa×(4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3} ×2π) ²
アスペリティ4の面積Sa2(km ²)	200	
要素数	8	
アスペリティ4内の平均すべり量Da2(m)	11.72	Moa4=μDa2Sa2
アスペリティ4でのモーメントMoa2(Nm)	1.09E+20	Moa4=Moa×Sa4 ^{1.5} /ΣSai
要素波のモーメント	4.53E+18	
アスペリティ4の応力パラメータΔσa2(MPa)	93.6	Δσa4=2.436Mo/S ^{1.5}
fc(Hz)	22.191	fc=4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3}
短周期レベル(Nm/s ²)	2.11E+24	A=Moa×(4.9×10 ⁶ Vs(Δσa/Moa) ^{1/3} ×2π) ²
背景領域		
面積Sb(km ²)	5448	Sb=S-Sa
要素数	218	
地震モーメントMob(Nm)	1.52E+21	Mob=Mo-Moa
要素のモーメント	4.66E+17	
すべり量Db(m)	6.04	Mob=μDbSb
応力パラメータΔσb(MPa)	9.2	Δσb=2.436Mo/S ^{1.5}
fc(Hz)	0.035	fc=4.9×10 ⁶ Vs(Δσb/Mob) ^{1/3}
短周期レベル(Nm/s ²)	7.42E+19	A=Mob×(4.9×10 ⁶ Vs(Δσb/Mob) ^{1/3} ×2π) ²

1993 年釧路沖地震(プレート内地震)

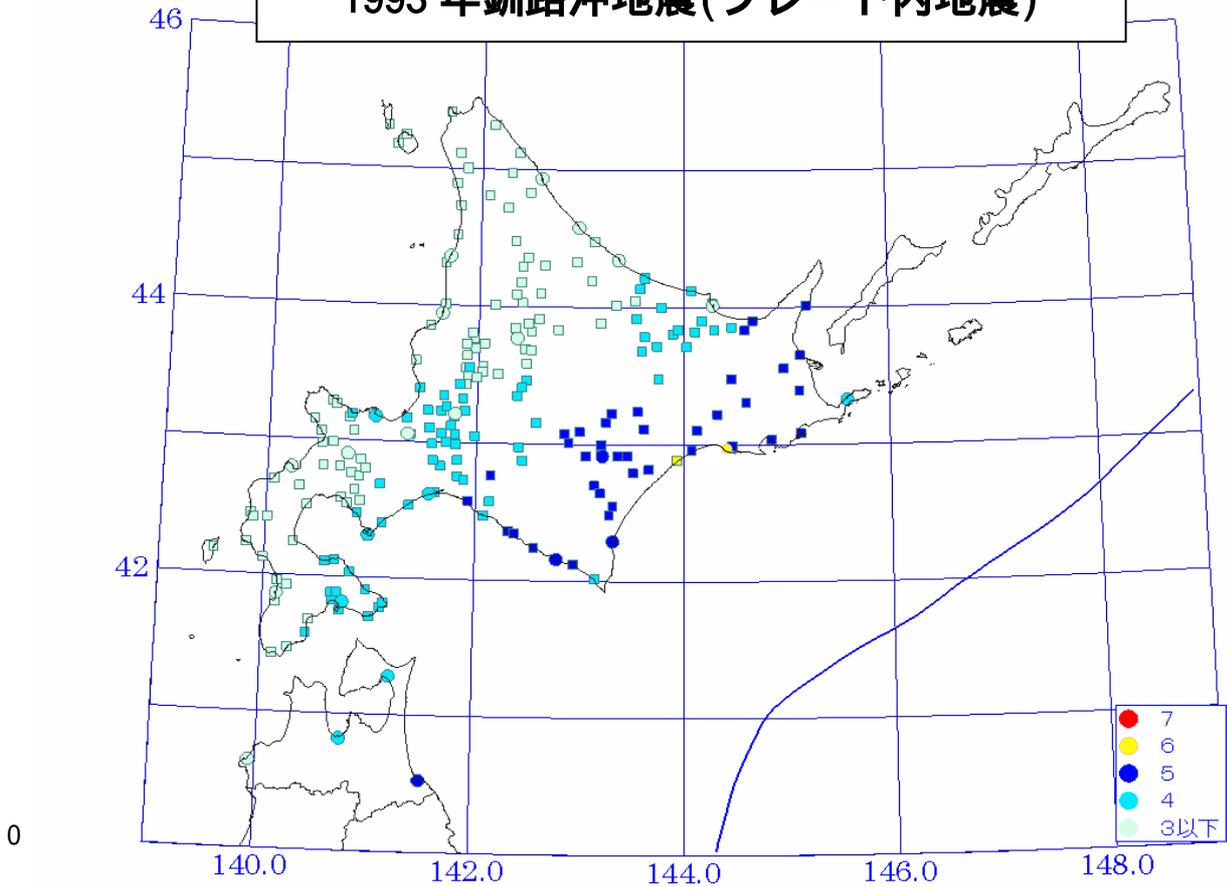


図 2-3-10-1 1993 年釧路沖地震(Mj7.5, Mw7.6)の震度分布
 は気象庁による観測震度、 は日本建築学会によるアンケート震度。

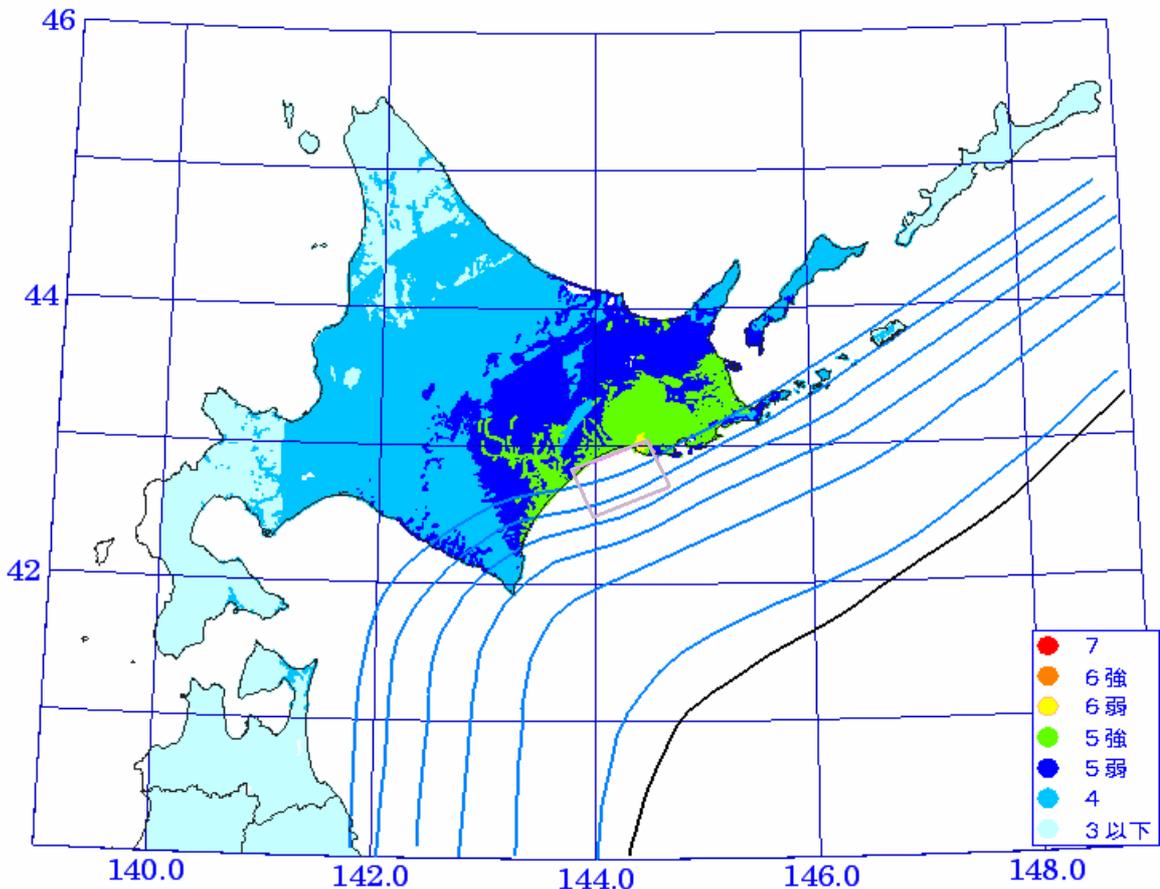
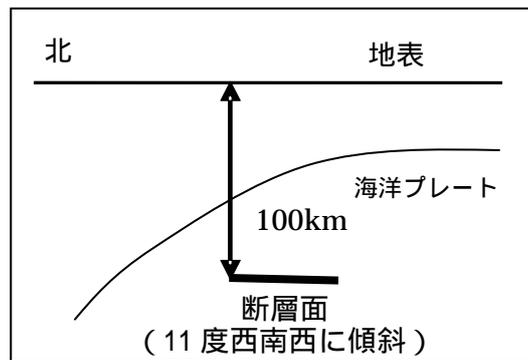
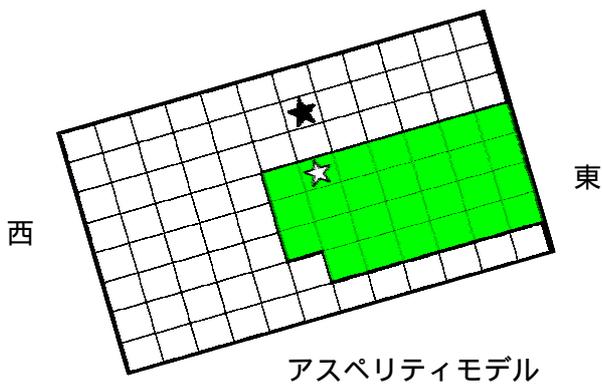
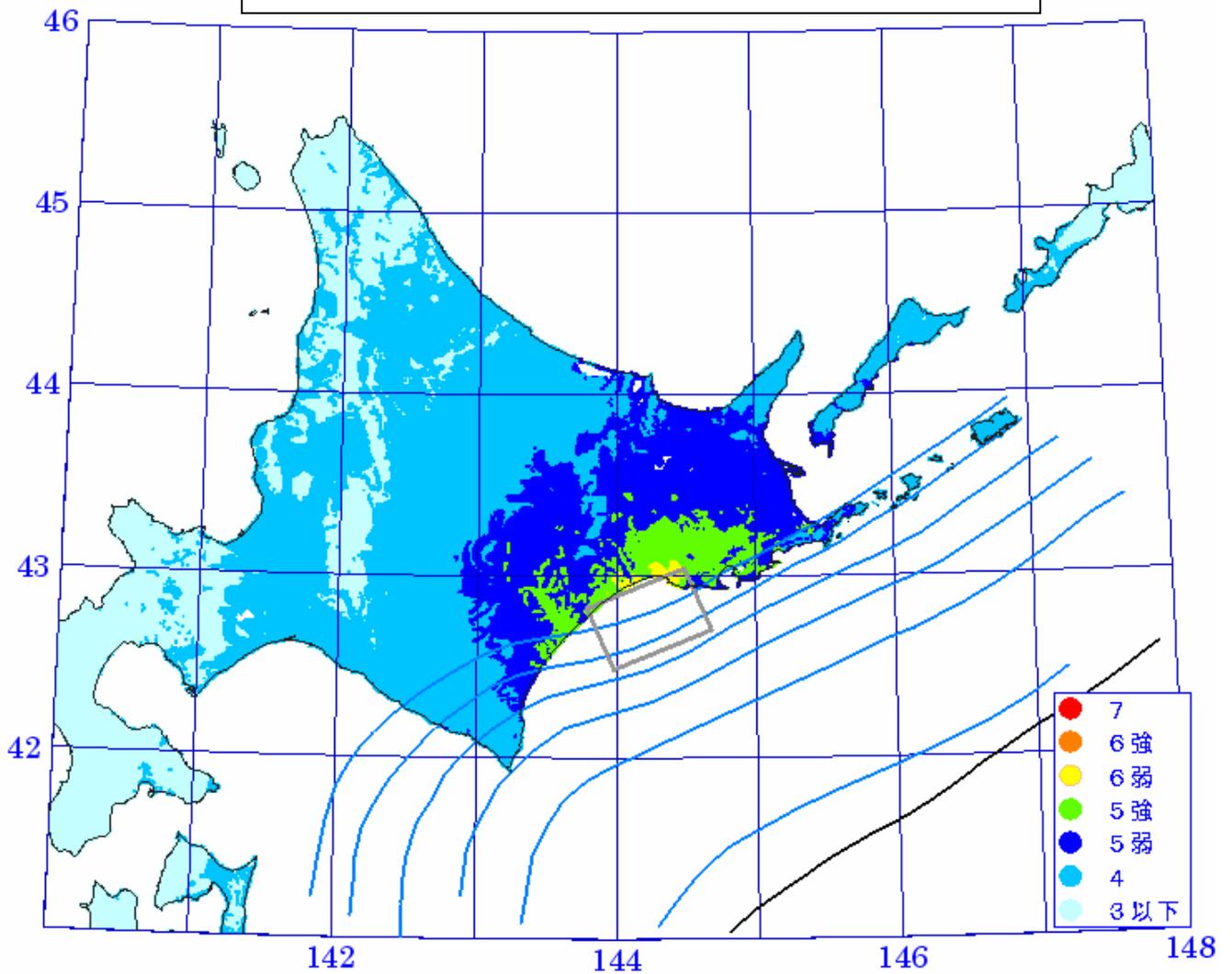


図 2-3-10-2 経験的手法による 1993 年釧路沖地震の震度分布
 Mw=7.6 h=0.0024

1993年釧路沖地震(プレート内地震)



- : 要素断層
- : 要素断層 (アスペリティ)
- : 破壊開始点
- : アスペリティの破壊開始点

図 2-3-10-3 波形計算による 1993 年釧路沖地震の震度分布
Mw7.6 =6MPa

表 2-3-10-1 断層モデルパラメータ

断層帯	釧路沖	
長さL(km)	41	
幅W(km)	63	
上端深さd(km)	100	
走向 θ	157	
傾斜 $\delta(^{\circ})$	11	
すべり角 $\lambda(^{\circ})$	0	
マグニチュードMjma	7.5	気象庁
地震モーメントMo(Nm)	3.26E+20	
モーメントマグニチュードMw	7.6	Harvard CMT
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	2595	
S波速度Vs(km/s)	3.93	
平均密度 ρ (g/cm ³)	3	
剛性率 μ (N/m ²)	4.6E+10	$\mu = \rho V_s^2$
平均的な応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	6	
平均すべり量D(m)	2.71	Mo = μDS
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.8	Vr = 0.72Vs
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
fc(Hz)	0.051	fc = $4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma / Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s ²)	3.33E+19	A = Mo $\times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma / Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積Sa(km ²)	730	Sa = S \times 0.30
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	5.42	Da = D \times 2.0
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.83E+20	Moa = $\mu Da Sa$
アスペリティの総応力パラメータ $\Delta\sigma_a$ (MPa)	22.7	$\Delta\sigma_a = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.096	fc = $4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	6.66E+19	A = Moa $\times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ1の面積Sa1(km ²)	730	
要素断層の数	27	
アスペリティ1内の平均すべり量Da1(m)	5.42	Moa1 = $\mu Da1 Sa1$
アスペリティ1でのモーメントMoa1(Nm)	1.83E+20	Moa1 = Moa $\times Sa1^{1.5} / \sum Sai$
要素波のモーメント(Nm)	1.36E+18	
アスペリティ1の応力パラメータ $\Delta\sigma_{a1}$ (MPa)	22.7	$\Delta\sigma_{a1} = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fca1(Hz)	0.096	fc = $4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a1} / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	6.66E+19	A = Moa $\times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_{a1} / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
背景領域		
面積Sb(km ²)	1865	Sb = S - Sa
要素断層の数	69	
地震モーメントMob(Nm)	1.43E+20	Mob = Mo - Moa
要素波のモーメント(Nm)	2.58E+17	
すべり量Db(m)	1.65	Mob = $\mu Db Sb$
応力パラメータ $\Delta\sigma_b$ (MPa)	4.3	$\Delta\sigma_b = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.060	fc = $4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_b / Mob)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	2.03E+19	A = Mob $\times (4.9 \times 10^6 V_s (\Delta\sigma_b / Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$

2003 年宮城県沖の地震(プレート内地震)

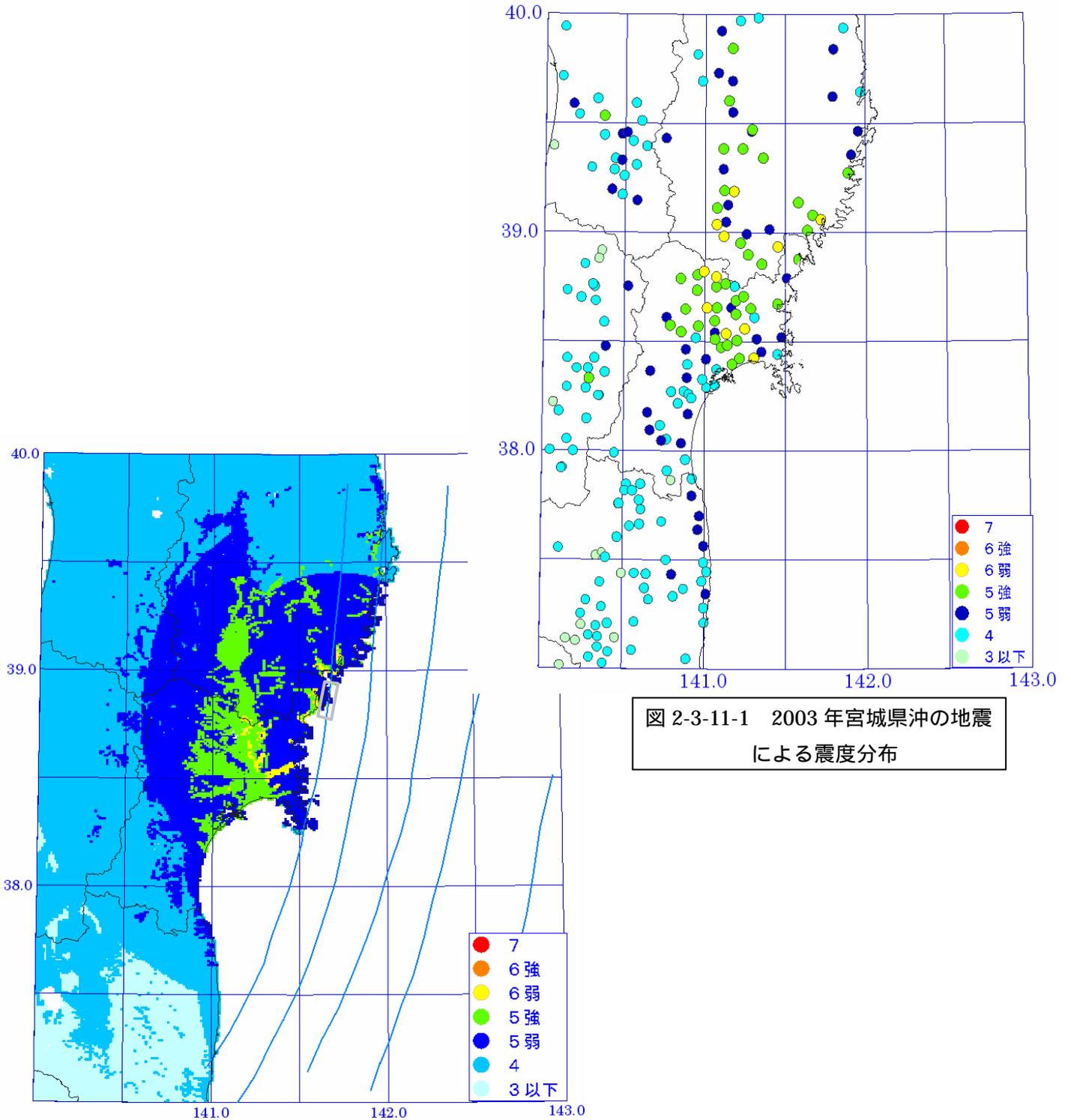
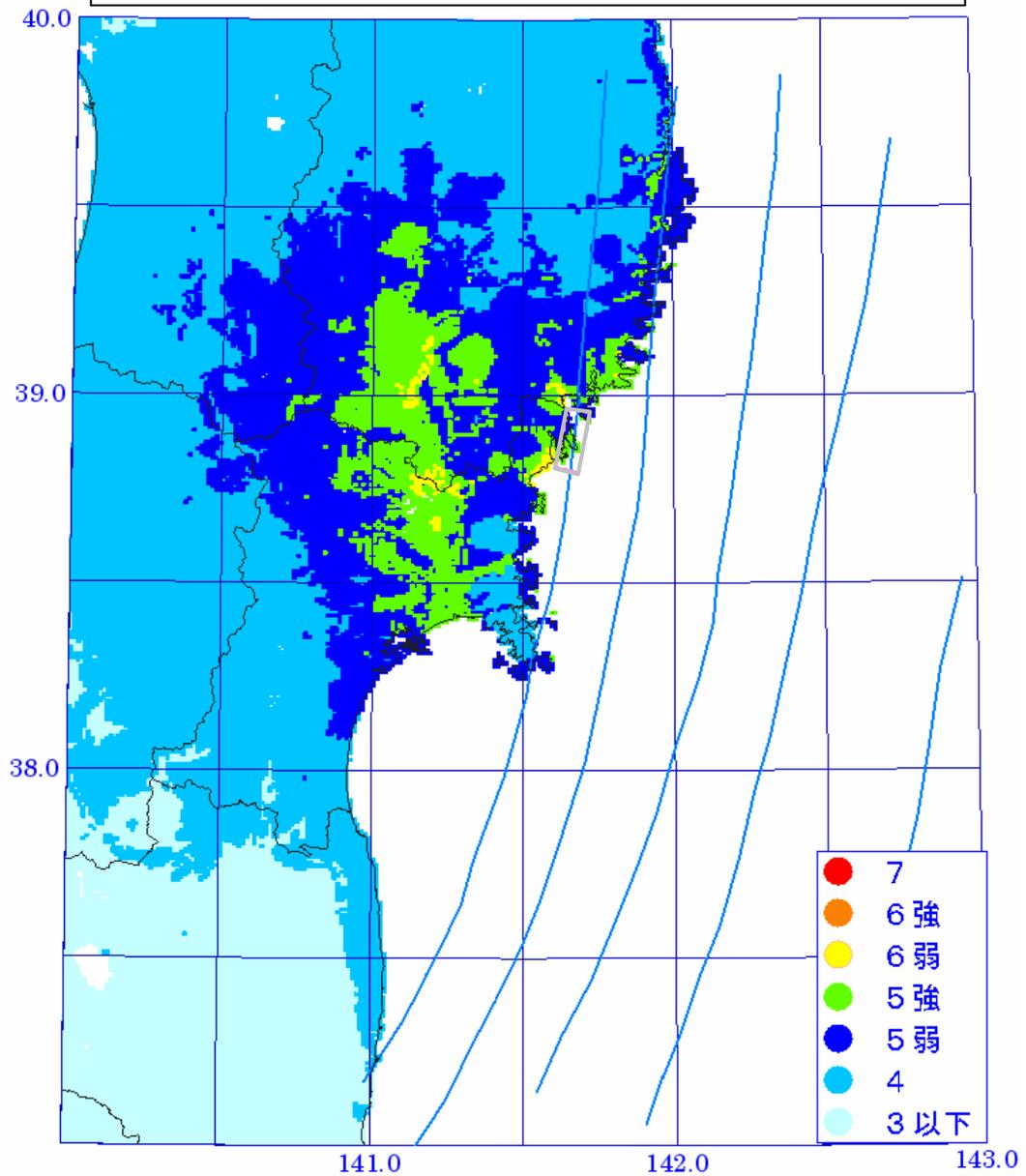


図 2-3-11-1 2003 年宮城県沖の地震
による震度分布

図 2-3-11-2 経験的手法による 2003 年宮城県沖の地震の震度分布
Mw7.0 断層上端の深さ 60km
デルタ₁ + 0.075 h = 0.0046

2003年宮城県沖の地震(プレート内地震)



- : 要素断層
- : 要素断層 (アスペリティ)
- : 破壊開始点
- : アスペリティの破壊開始点

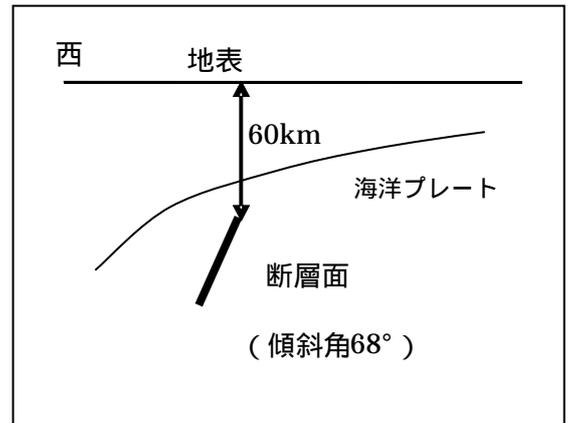
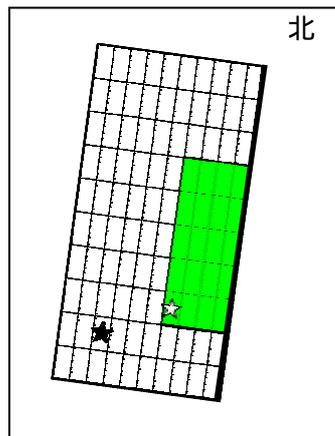


図 2-3-11-3 波形計算による 2003 年宮城県沖の地震の震度分布

Mw7.0 =16MPa

断層上端の深さ 60km

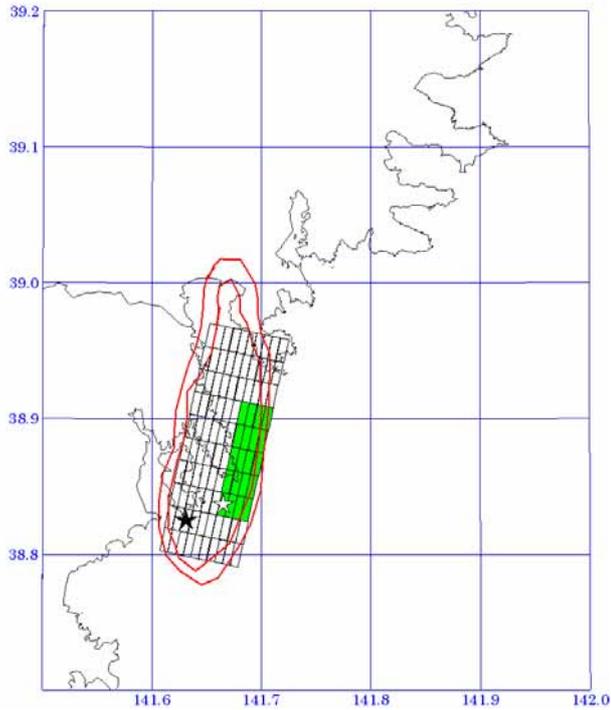


図 2-3-11-4 2003年宮城県沖の地震のアスペリティモデル
赤線は山中ら(2003)によるすべり量分布

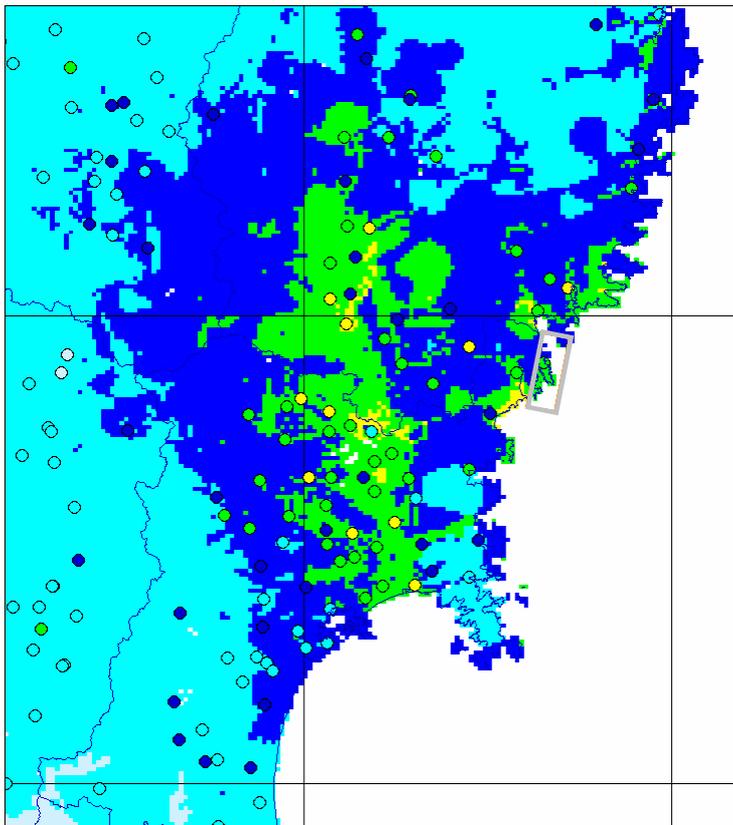


図 2-3-11-5 2003年宮城県沖の地震の震度分布
(推計値)と観測値の比較

表 2-3-11-1 断層モデルパラメータ

断層	2003年宮城県沖	備考
長さ(km)	19	
幅(km)	17	
上端深さ	60	
走向(°)	192	
傾斜角(°)	68	
すべり角(°)	73	
気象庁マグニチュードM	7.0	
モーメントマグニチュードMw	7.0	山中(2003)
地震モーメントMo(Nm)	3.81E+19	$Mo=7\pi 1.5/16 \times Mo/S^{1.5}/\Delta\sigma$
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	323	
S波速度Vs(km/s)	3.93	
平均密度ρ(g/cm ³)	3.0	
剛性率μ(N/m ²)	4.63E+10	$\mu=\rho Vs^2$
平均的な応力パラメータΔσ(MPa)	16.0	
平均すべり量D(m)	2.55	$Mo=\mu DS$
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.83	$Vr=0.72Vs$
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
コーナー周波数fc(Hz)	0.135	$fc=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma/Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s ²)	2.76E+19	$A=Mo \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma/Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積Sa(km ²)	65	$Sa=0.2 \times S$
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	5.09	$Da=D \times 2.0$
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.53E+19	$Moa=\mu DaSa$
アスペリティの総応力パラメータΔσa(MPa)	71.5	$\Delta\sigma a=2.436Mo/S^{1.5}$
コーナー周波数fca(Hz)	0.322	$fca=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a/Moa)^{1/3}$
短周期レベルAa(Nm/s ²)	6.26E+19	$Aa=Moa \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a/Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティの面積Sa1(km ²)	65	
要素数	20	
アスペリティ内の平均すべり量Da1(m)	5.09	$Moa1=\mu Da1Sa1$
アスペリティでのモーメントMoa1(Nm)	1.53E+19	$Moa1=Moa \times Sa1^{1.5}/\sum Sai^{1.5}$
要素波形のモーメント	1.91E+17	
アスペリティの応力パラメータΔσa1(MPa)	71.5	$\Delta\sigma a1=2.436Moa1/Sa1^{1.5}$
コーナー周波数fca1(Hz)	0.322	$fca1=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a1/Moa1)^{1/3}$
短周期レベルAa1(Nm/s ²)	6.26E+19	$Aa1=Moa1 \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a1/Moa1)^{1/3} \times 2\pi)^2$
背景領域		
面積Sb(km ²)	258	$Sb=S-Sa$
要素数	80	
地震モーメントMob(Nm)	2.29E+19	$Mob=Mo-Moa$
要素波形のモーメント	3.18E+16	
すべり量Db(m)	1.91	$Mob=\mu DbSb$
応力パラメータΔσb(MPa)	13.4	$\Delta\sigma b=2.436Mo/S^{1.5}$
コーナー周波数fcb(Hz)	0.161	$fcb=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma b/Mob)^{1/3}$
短周期レベルAb(Nm/s ²)	2.35E+19	$Ab=Mob \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma b/Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$

1938年11月6日福島県沖の地震(プレート内地震)

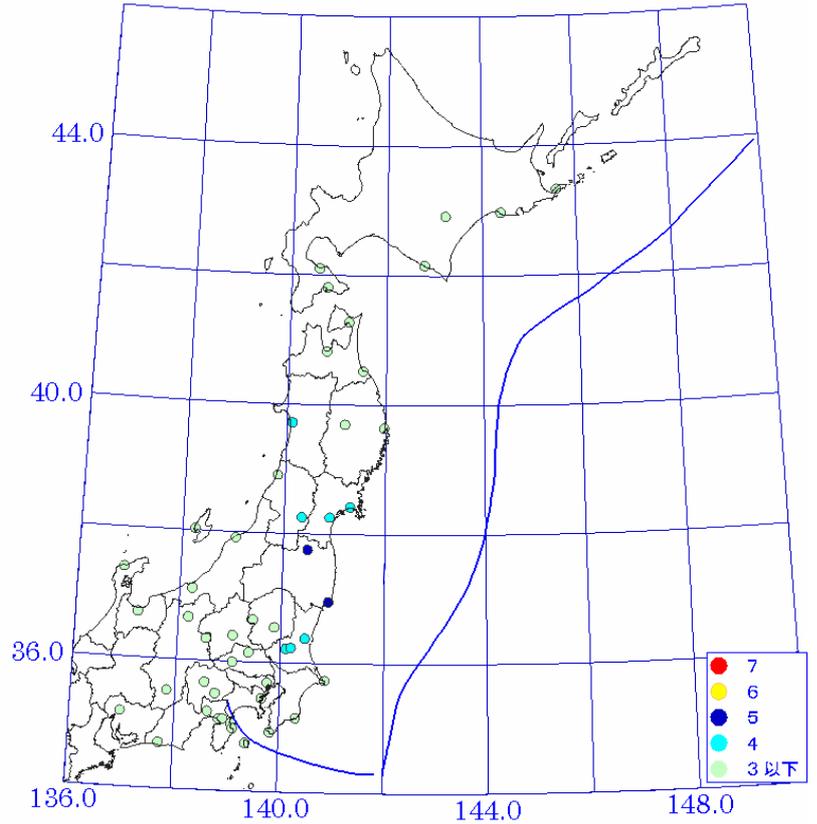
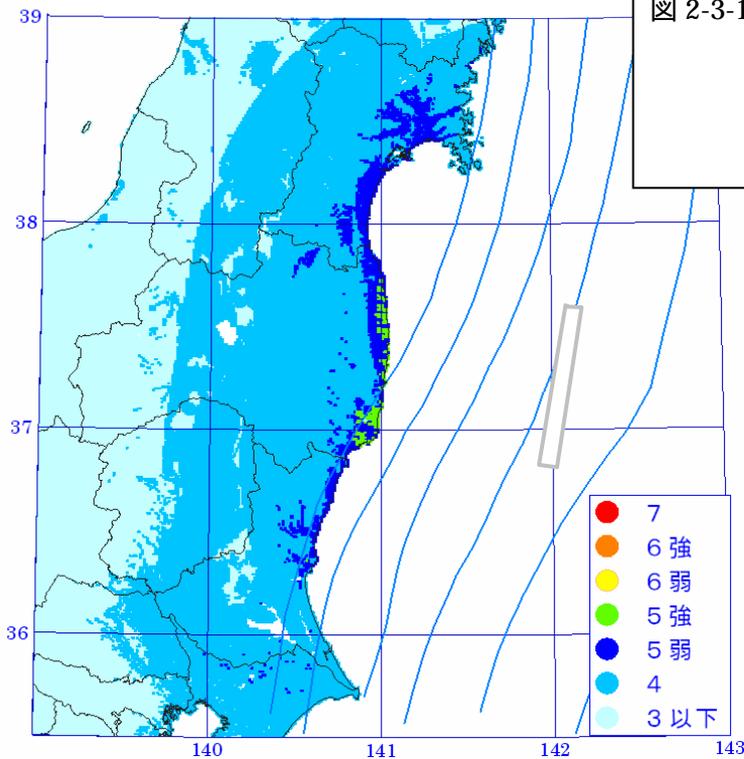


図 2-3-12-1 1938年11月6日福島沖の地震
(プレート内地震)
(Mj7.4, Mw7.7) による震度分布。
青線は海溝軸。



地震	Mw	Mt	Mj	Mwの 検討結果
11/6	7.7	7.3	7.4	7.4

図 2-3-12-2 経験的手法による 1938年11月6日
福島県沖の地震(プレート内地震)の震度分布
Mw7.4 L=85km W=45km
(断層モデルは Abe,1977 に基づく)
断層上端の深さ 20km デルタeta'eta'なし

1982年浦河沖地震(陸側のプレート内地震)

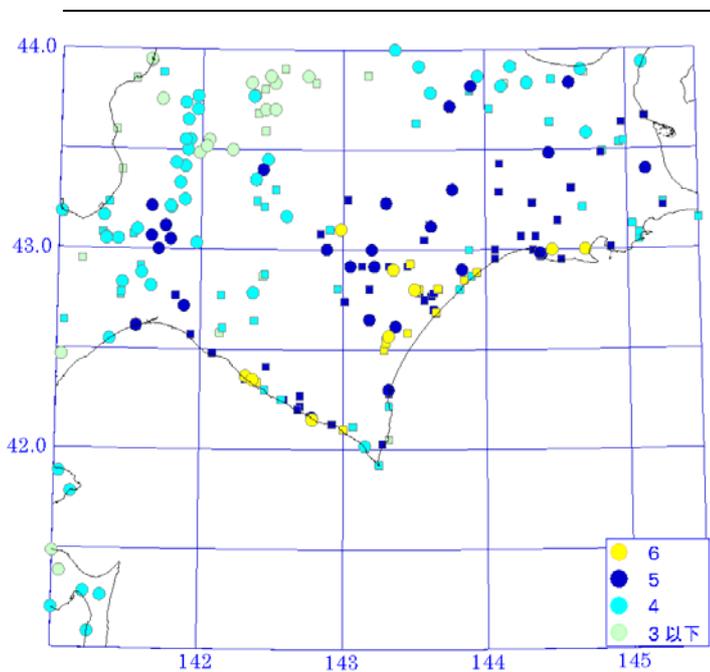
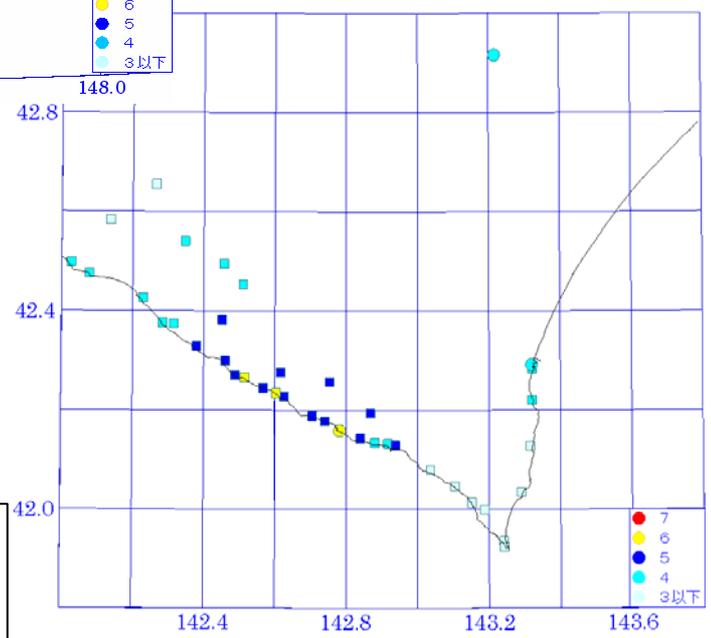
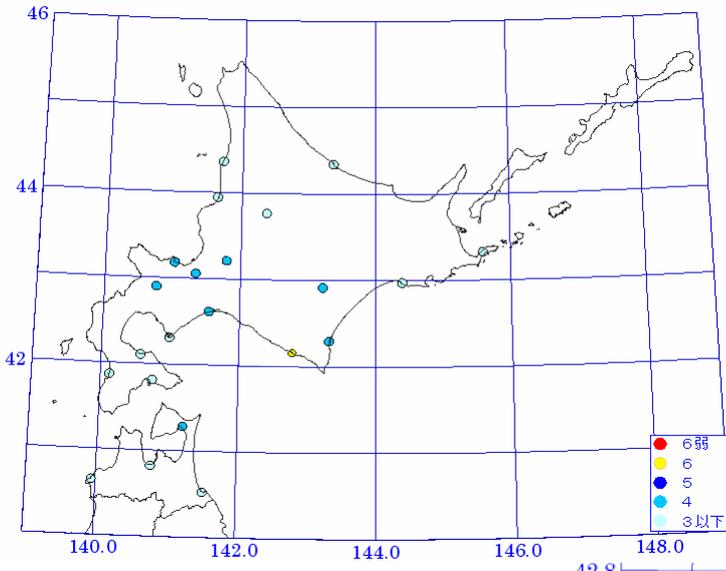
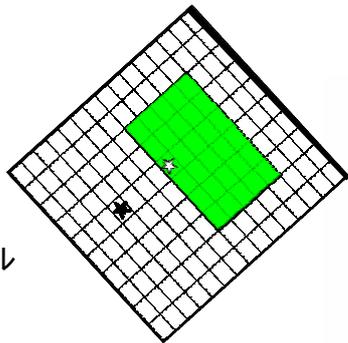


図2-3-13-1 1982年浦河沖地震(Mj7.1, Mw6.9)の震度分布
 上：観測震度、
 中：現地調査による詳細震度分布

図 2-3-13-2 1952年・2003年十勝沖地震の震度分布
 (図 2-3-4-3 の再掲)

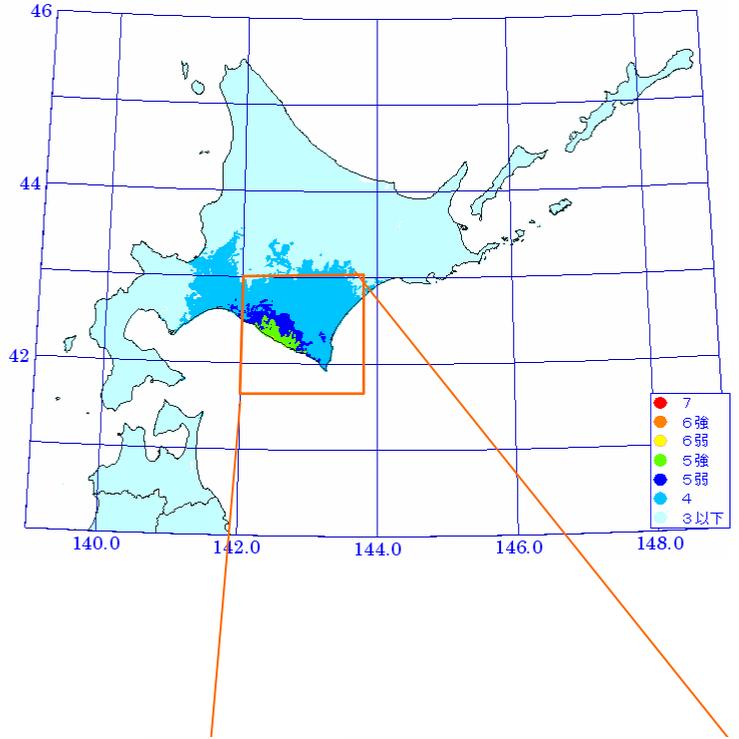
1982年浦河沖地震(陸側のプレート内地震)

西



アスペリティモデル

- : 要素断層
- : 要素断層 (アスペリティ)
- : 破壊開始点
- : アスペリティの破壊開始点



北西

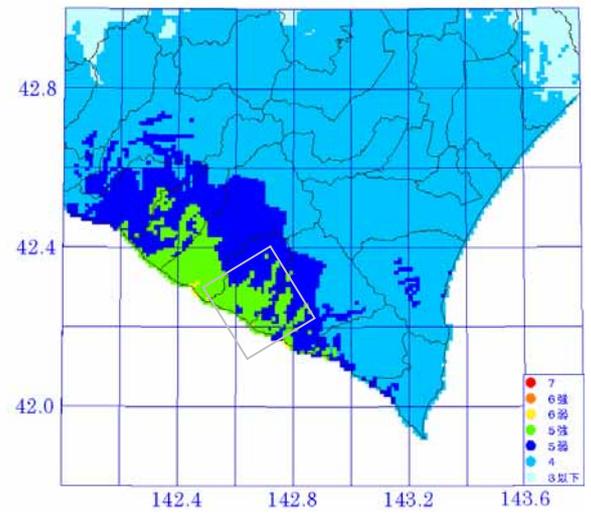
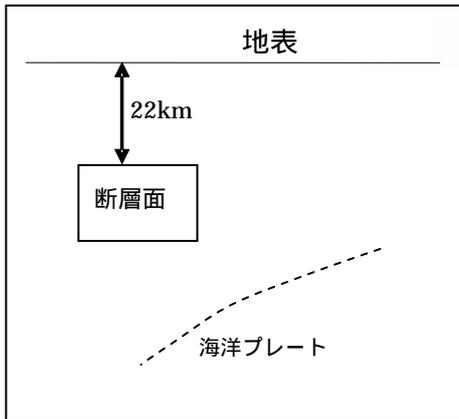


図 2-3-13-3 波形計算による浦河沖地震の震度分布
Mw6.9 4MPa

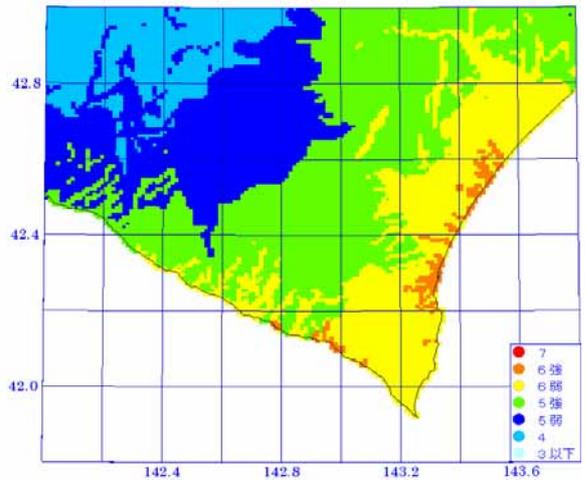


図 2-3-13-4 十勝沖地震の推計震度分布
Mw8.2 3.5MPa
(図 2-3-4-5 の再掲)

表 2-3-13-1 断層モデルパラメータ

断層	浦河沖	
長さL(km)	20	
幅W(km)	30	
上端深さd(km)	22	
走向θ	150	
傾斜δ(°)	50	
すべり角λ(°)	110	
マグニチュードMjma	7.1	
地震モーメントMo(Nm)	2.40E+19	武尾ほか(1983)
モーメントマグニチュードMw	6.9	
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	600	$S=(\Delta\sigma=7\pi 1.5/16 \times Mo/S1.5)$
S波速度Vs(km/s)	3.93	
平均密度ρ(g/cm ³)	3	
剛性率μ(N/m ²)	4.6E+10	$\mu=\rho Vs^2$
平均的な応力パラメータΔσ(MPa)	4	武尾ほか(1983)
平均すべり量D(m)	0.86	$Mo=\mu DS$
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.8	$Vr=0.72Vs$
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
fc(Hz)	0.106	$fc=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma/Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s ²)	1.06E+19	$A=Mo \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma/Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ等内部パラメータ		
アスペリティの総面積Sa(km ²)	120	$Sa=0.2S$
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	1.74	$Da=D \times 2.01$
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	9.65E+18	$Moa=\mu DaSa$
アスペリティの総応力パラメータΔσa(MPa)	17.9	$\Delta\sigma a=2.436Mo/S^{1.5}$
fc(Hz)	0.237	$fc=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a/Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	2.13E+19	$A=Moa \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a/Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
アスペリティ1の面積Sa1(km²)		
要素数	30	
アスペリティ1内の平均すべり量Da1(m)	1.74	$Moa1=\mu Da1Sa1$
アスペリティ1でのモーメントMoa1(Nm)	9.65E+18	$Moa1=Moa \times Sa1^{1.5} / \sum Sai$
要素波形のモーメント	6.43E+16	
アスペリティ1の応力パラメータΔσa1(MPa)	17.9	$\Delta\sigma a1=2.436Mo/S^{1.5}$
fca1(Hz)	0.237	$fc=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a/Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	2.13E+19	$A=Moa \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a/Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
背景領域		
面積Sb(km ²)	480	
要素数	120	
地震モーメントMob(Nm)	1.44E+19	$Mob=Mo-Moa$
要素波形のモーメント	1.09E+16	
すべり量Db(m)	0.65	$Mob=\mu DbSb$
応力パラメータΔσb(MPa)	3.3	$\Delta\sigma b=2.436Mo/S^{1.5}$
fc(Hz)	0.118	$fc=4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma b/Mob)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s ²)	7.92E+18	$A=Mob \times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma b/Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$