

## 中央防災会議

「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」

北海道ワーキンググループ

(第3回)

プレート間地震の震源域の検討

(図表集)

平成16年11月22日

中央防災会議事務局

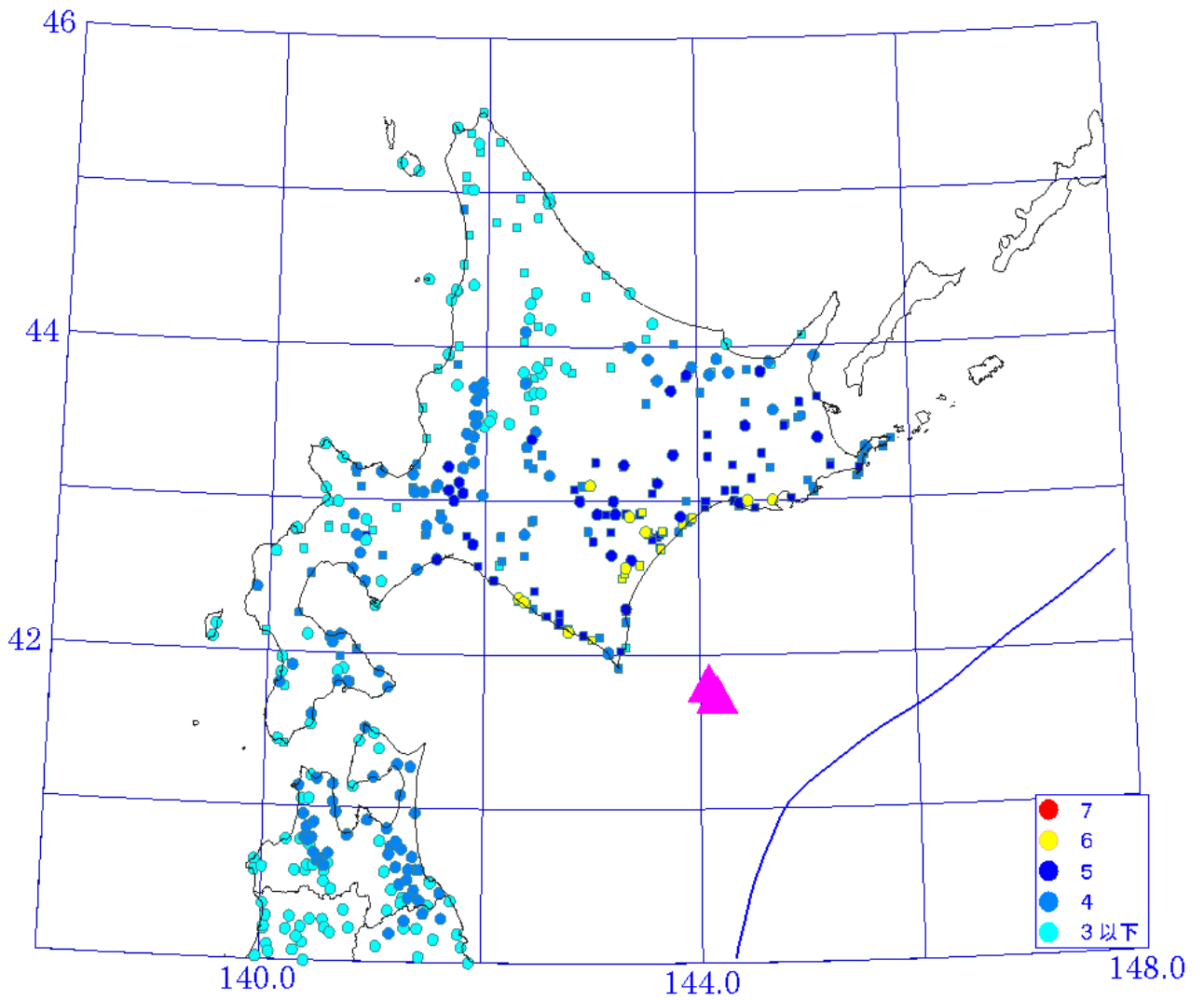


図 1 - 1 1952 年及び 2003 年十勝沖地震による震度分布  
(同一地点では、震度の高いほうを採用した。)

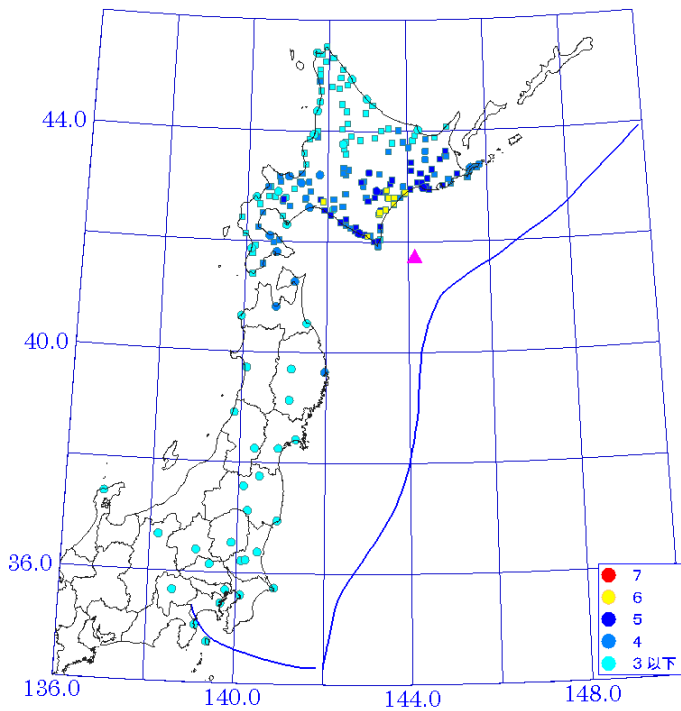


図 1 - 2 1952 年十勝沖地震 震度分布

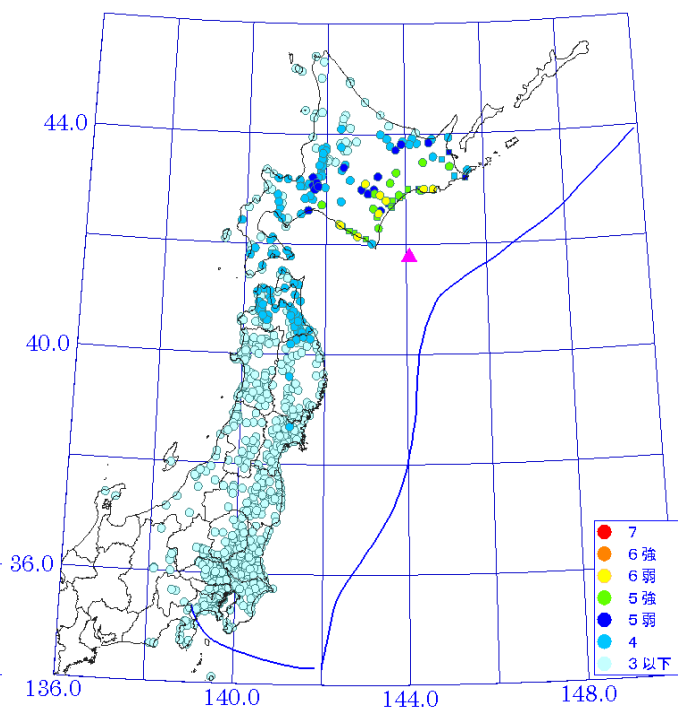


図 1 - 3 2003 年十勝沖地震 震度分布

# jma intensity

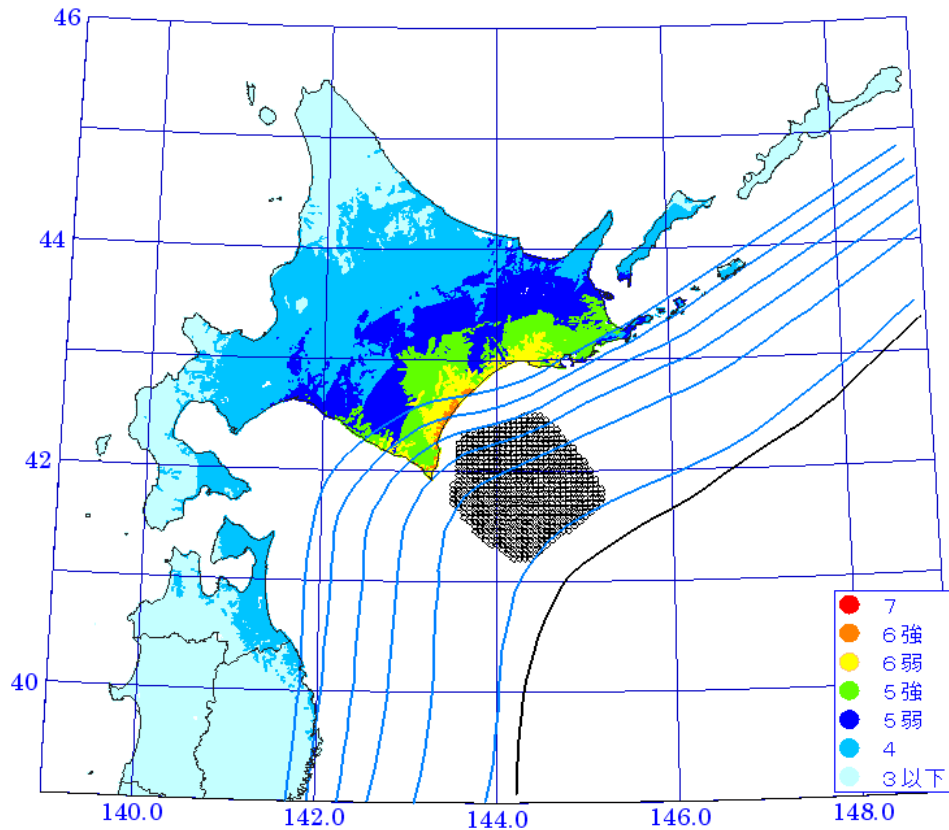


図 1 - 4 経験的手法による 1952 年・2003 年十勝沖地震の震度分布  
Mw8.0

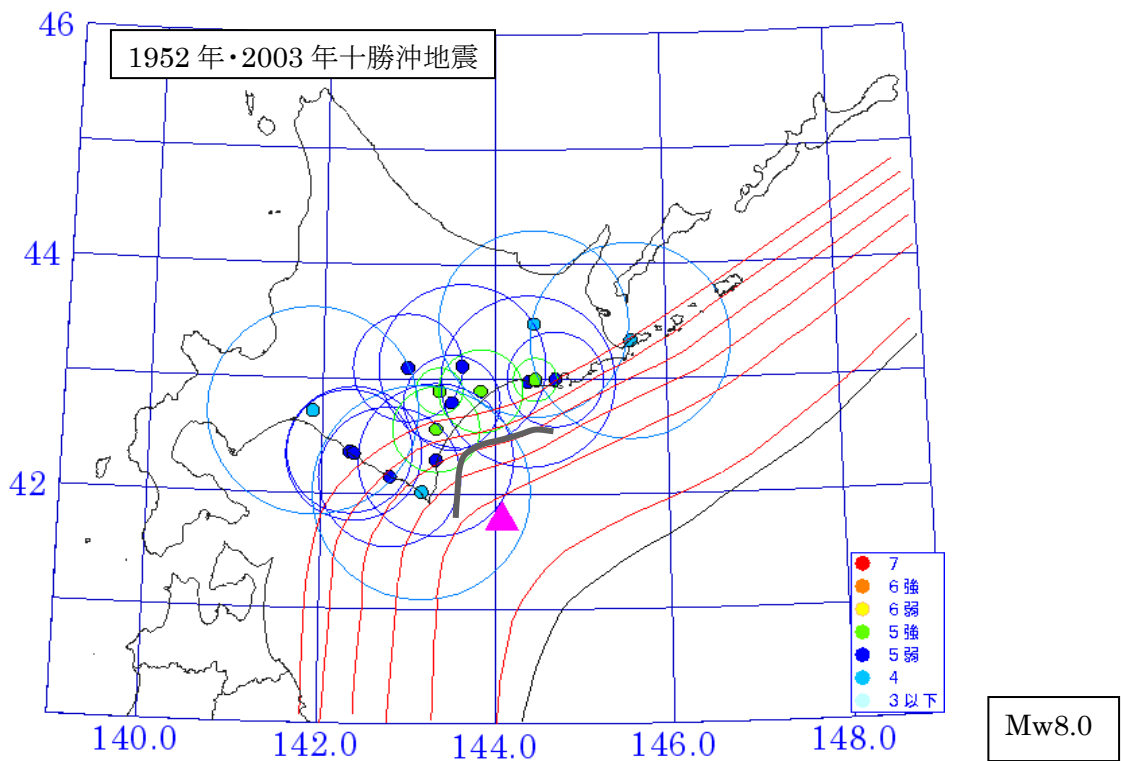


図 1 - 5 1952 年・2003 年十勝沖地震の観測震度より求めた震源距離を半径として描いた円  
観測震度は、1952 年及び 2003 年十勝沖地震の観測震度より抜粋し、当該地点の AVS30 をもとに  
した速度増幅度を用いて工学的基盤における震度に換算。  
円の色は震度を表す。灰色の枠はこれらの円より想定した震源域。

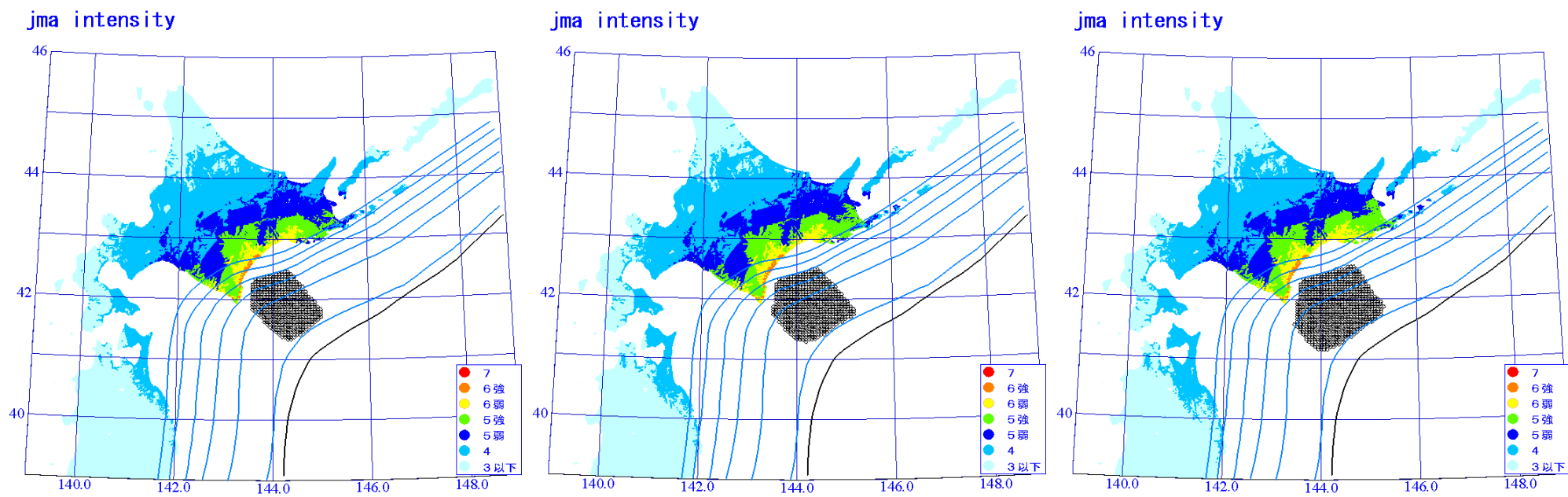


図1-6 経験式による震度分布。震源域を北東-南西方向に増減させた場合  
 Mw8.0 デリタビリティ+0.075  
 左 (縮小)、中 (震源距離の円より求めた震源域)、右 (拡張)

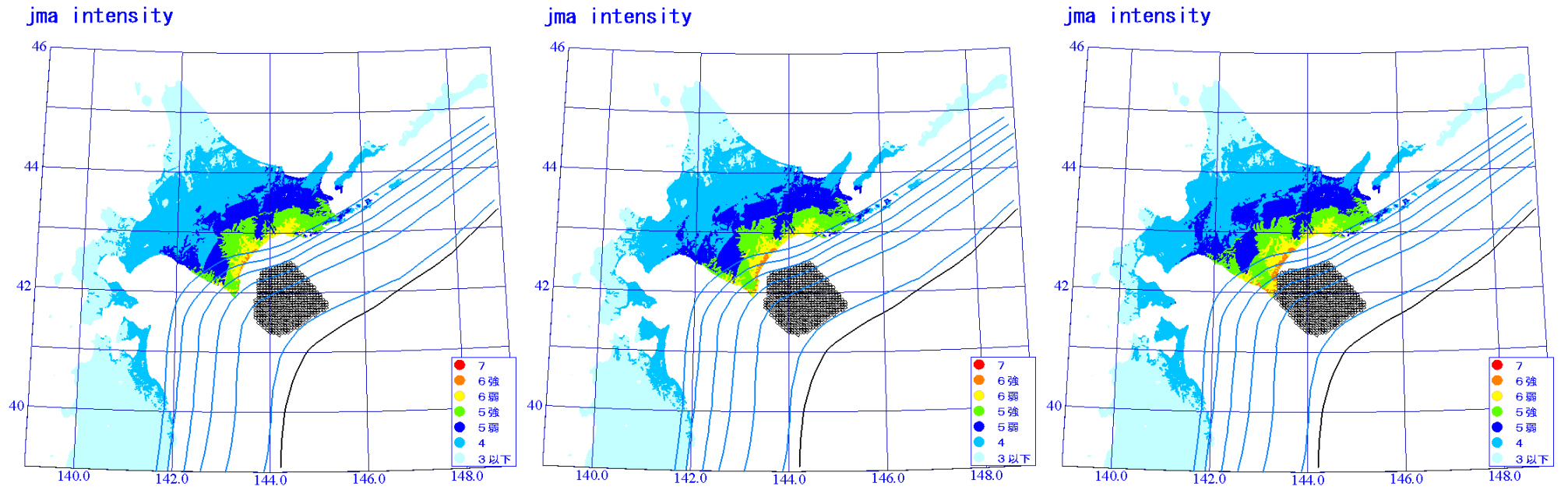


図1-7 経験式による震度分布。震源域の北西端のみを増減させた場合  
 $M_w 8.0$  デリゲタビティ+0.075  
 左(縮小)、中(震源距離の円より求めた震源域)、右(拡張)

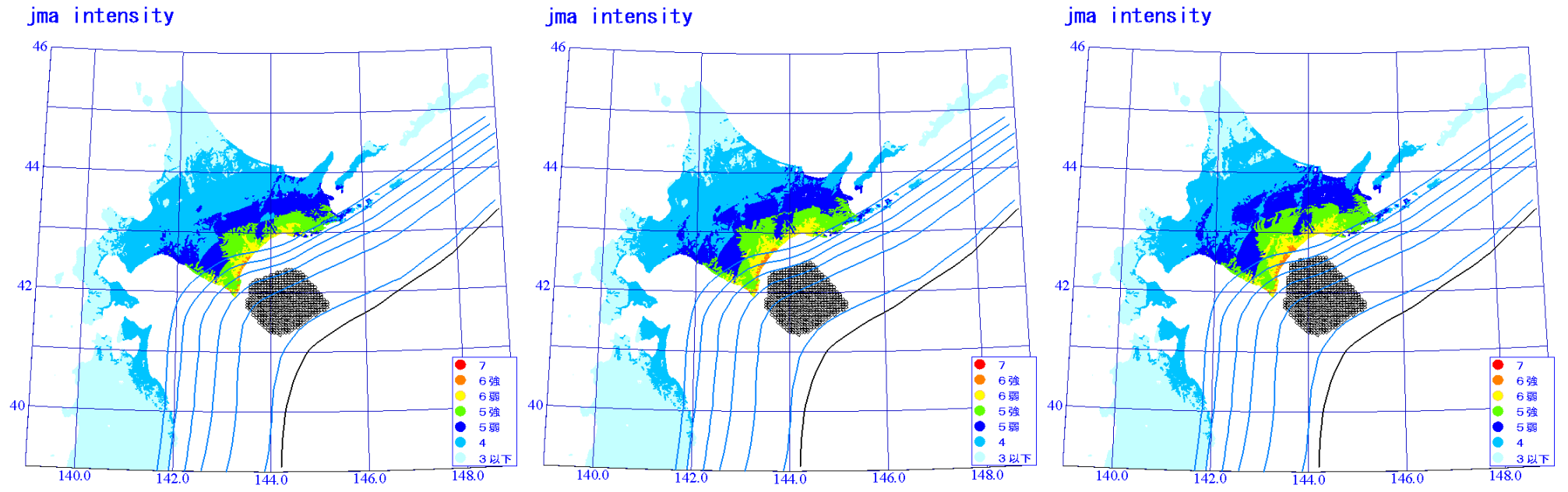
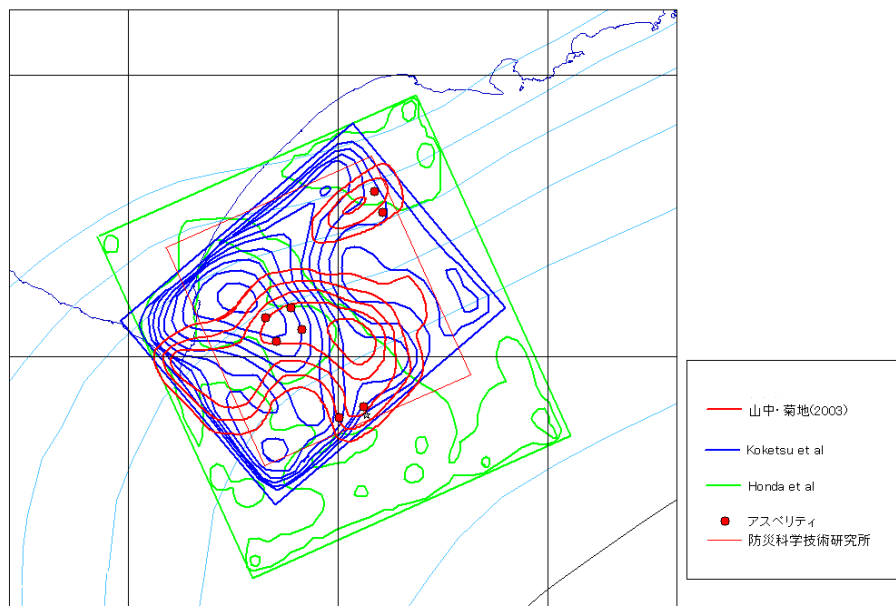
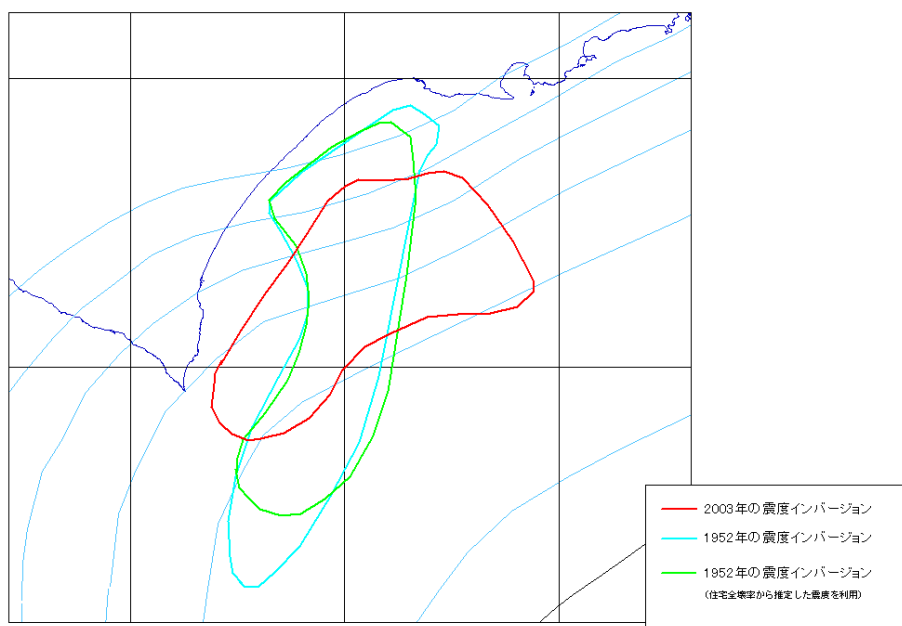


図1-8 経験式による震度分布。震源域の北端のみを増減させた場合  
 Mw8.0 デルタ係数+0.075  
 左(縮小)、中(震源距離の円より求めた震源域)、右(拡張)



(a) 波形記録からのインバージョン



(b) 波形記録からのインバージョン  
(神田・武村(2004)による)

図 1 - 9 1952 年・2003 年十勝沖地震のすべり量分布等の解析結果

表1-1 1952年・2003年十勝沖地震の再現計算の断層パラメータ

断層	十勝沖地震3MPa	十勝沖地震3.5MPa	十勝沖地震4MPa	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	8.2	8.3	logMo=1.5Mw+9.1
地震モーメントMo(Nm)	2.48E+21	2.90E+21	3.31E+21	$\Delta \sigma = 7\pi^{1.5}/16 \times Mo/S^{1.5}$
<b>マクロ的に見たパラメータ</b>				
断層面積S(km <sup>2</sup> )	15967	15967	15967	
S波速度Vs(km/s)	3.93	3.93	3.93	
平均密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	3.0	3.0	3.0	
剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	4.63E+10	4.63E+10	4.63E+10	$\mu = \rho Vs^2$
平均的な応力パラメータ $\Delta \sigma$ (MPa)	3.0	3.5	4.0	
平均すべり量D(m)	3.36	3.92	4.48	Mo = $\mu DS$
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.83	2.83	2.83	Vr = 0.72Vs
Fmax(Hz)	6	6	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	0.018	0.017	fc = $4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma / Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s <sup>2</sup> )	3.63E+19	3.83E+19	4.00E+19	A = Mo $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma / Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
<b>アスベリティ等内部パラメータ</b>				
アスベリティの総面積Sa(km <sup>2</sup> )	3259	3259	3259	Sa = 0.2 $\times S$
アスベリティ内の平均すべり量Da(m)	6.72	7.84	8.96	Da = D $\times 2.0$ 十勝沖地震4Da/D=2.2はDa=D $\times 2.2$
アスベリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.01E+21	1.18E+21	1.35E+21	Moa = $\mu DaSa$
アスベリティの総応力パラメータ $\Delta \sigma a$ (MPa)	13.3	15.5	17.7	$\Delta \sigma a = 2.436 Mo / S^{1.5}$
コーナー周波数fca(Hz)	0.045	0.045	0.045	fca = $4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベルAa(Nm/s <sup>2</sup> )	8.25E+19	9.62E+19	1.10E+20	Aa = Moa $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
<b>第1アスベリティ</b>				
アスベリティの面積Sa1(km <sup>2</sup> )	2022	2022	2022	
要素数	87	80	80	
アスベリティ内の平均すべり量Da1(m)	8.08	9.43	10.78	Moa1 = $\mu Da1Sa1$
アスベリティでのモーメントMoa1(Nm)	7.57E+20	8.83E+20	1.01E+21	Moa1 = Moa $\times Sa1^{1.5} / \Sigma Sa1^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	9.67E+17	1.23E+18	1.40E+18	
アスベリティの応力パラメータ $\Delta \sigma a1$ (MPa)	20.3	23.7	27.1	$\Delta \sigma a1 = 2.436 Moa1 / Sa1^{1.5}$
コーナー周波数fca1(Hz)	0.058	0.058	0.058	fca1 = $4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a1 / Moa1)^{1/3}$
短周期レベルAa1(Nm/s <sup>2</sup> )	9.93E+19	1.16E+20	1.32E+20	Aa1 = Moa1 $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a1 / Moa1)^{1/3} \times 2\pi)^2$
<b>第2アスベリティ</b>				
アスベリティの面積Sa2(km <sup>2</sup> )	564	564	564	
要素数	23	23	23	
アスベリティ内の平均すべり量Da2(m)	4.27	4.98	5.69	Moa2 = $\mu Da2Sa2$
アスベリティでのモーメントMoa2(Nm)	1.12E+20	1.30E+20	1.49E+20	Moa2 = Moa $\times Sa2^{1.5} / \Sigma Sa1^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	9.70E+17	1.13E+18	1.29E+18	
アスベリティの応力パラメータ $\Delta \sigma a2$ (MPa)	20.3	23.7	27.1	$\Delta \sigma a2 = 2.436 Moa2 / Sa2^{1.5}$
コーナー周波数fca2(Hz)	0.109	0.109	0.109	fca2 = $4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a2 / Moa2)^{1/3}$
短周期レベルAa2(Nm/s <sup>2</sup> )	5.24E+19	6.12E+19	6.99E+19	Aa2 = Moa2 $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a2 / Moa2)^{1/3} \times 2\pi)^2$
<b>第3アスベリティ</b>				
アスベリティの面積Sa3(km <sup>2</sup> )	673	673	673	
要素数	25	25	25	
アスベリティ内の平均すべり量Da3(m)	4.66	5.44	6.22	Moa3 = $\mu Da3Sa3$
アスベリティでのモーメントMoa3(Nm)	1.45E+20	1.70E+20	1.94E+20	Moa3 = Moa $\times Sa3^{1.5} / \Sigma Sa1^{1.5}$
要素波形のモーメント(Nm)	1.16E+18	1.36E+18	1.55E+18	
アスベリティの応力パラメータ $\Delta \sigma a3$ (MPa)	20.3	23.7	27.1	$\Delta \sigma a3 = 2.436 Moa3 / Sa3^{1.5}$
コーナー周波数fca3(Hz)	0.100	0.100	0.100	fca3 = $4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a3 / Moa3)^{1/3}$
短周期レベルAa3(Nm/s <sup>2</sup> )	5.73E+19	6.68E+19	7.64E+19	Aa3 = Moa3 $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma a3 / Moa3)^{1/3} \times 2\pi)^2$
<b>背景領域</b>				
面積Sb(km <sup>2</sup> )	12708	12709	12709	Sb = S - Sa
要素数	535	516	516	
地震モーメントMob(Nm)	1.47E+21	1.72E+21	1.96E+21	Mob = Mo - Moa
要素波形のモーメント	1.19E+17	1.45E+17	1.65E+17	
すべり量Db(m)	2.50	2.91	3.33	Mob = $\mu DbSb$
応力パラメータ $\Delta \sigma b$ (MPa)	2.5	2.9	3.3	$\Delta \sigma b = 2.436 Mo / S^{1.5}$
コーナー周波数fc(Hz)	0.023	0.023	0.023	fc = $4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma b / Mob)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s <sup>2</sup> )	3.07E+19	3.58E+19	4.09E+19	Ab = Mob $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta \sigma b / Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$



jma intensity

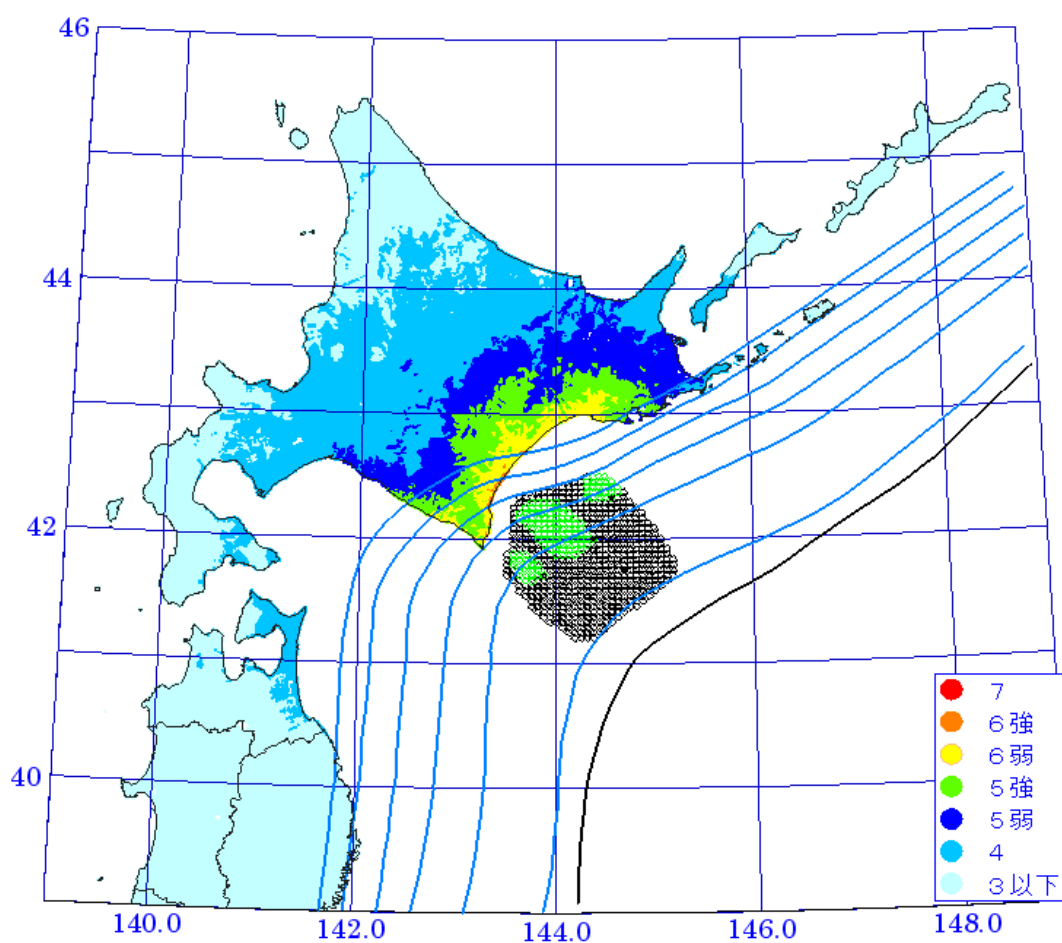


図1-10-1 波形計算による1952年・2003年十勝沖地震の震度分布  
 $\Delta\sigma = 3\text{MPa}$ の場合 (Mw8.2)

# jma intensity

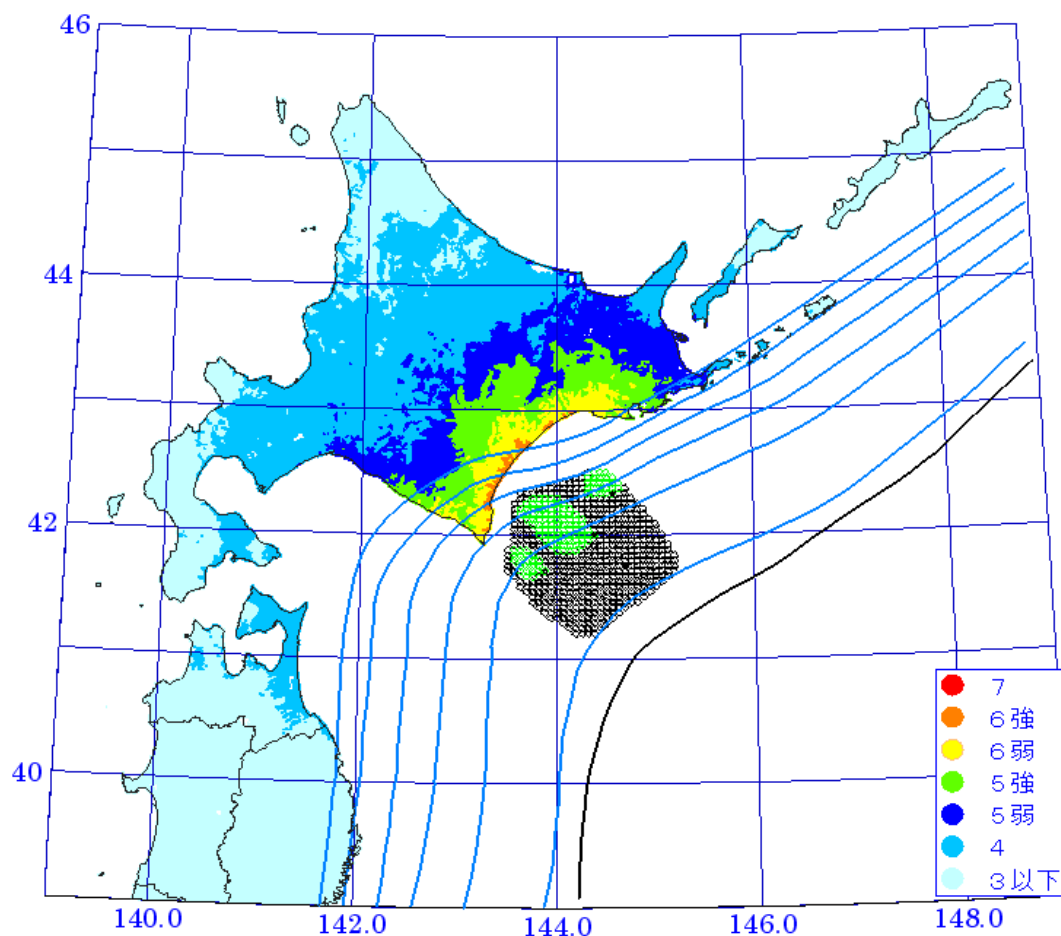


図1-10-2 波形計算による1952年・2003年十勝沖地震の震度分布  
 $\Delta\sigma=3.5\text{MPa}$  の場合 (Mw8.2)

jma intensity

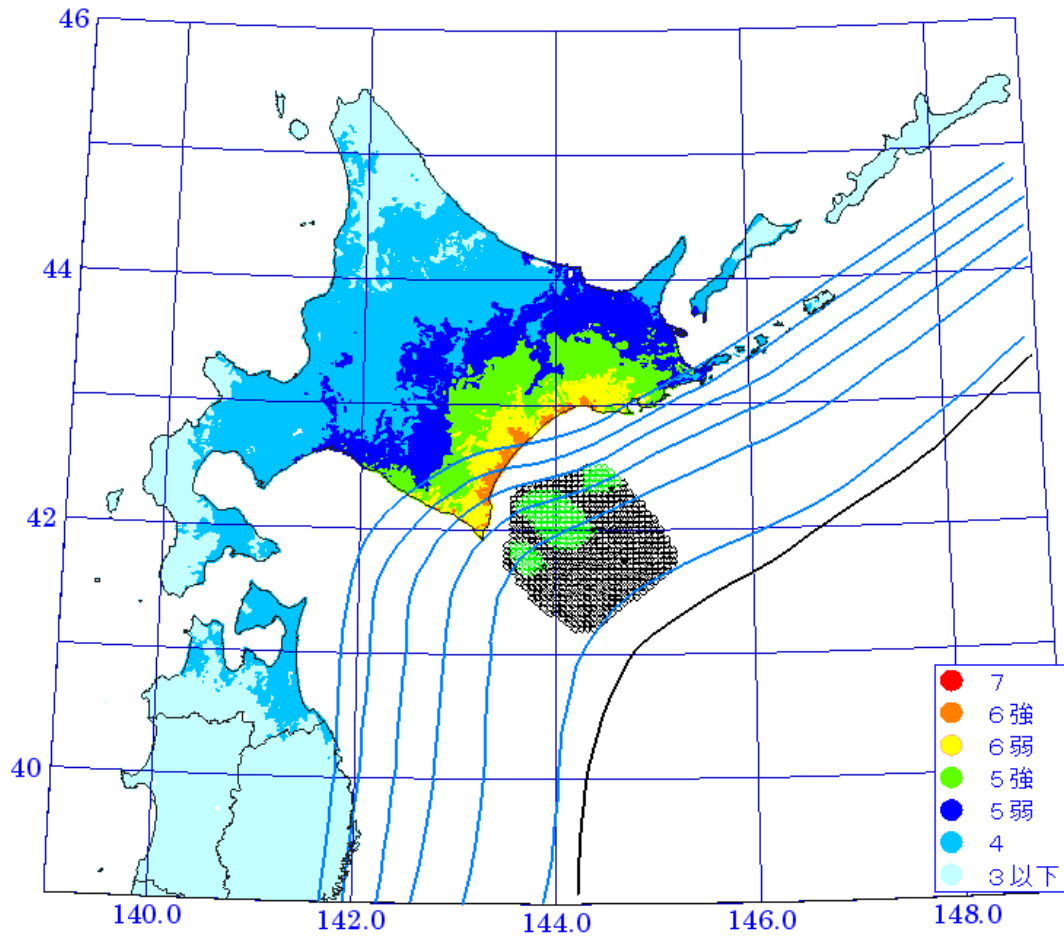
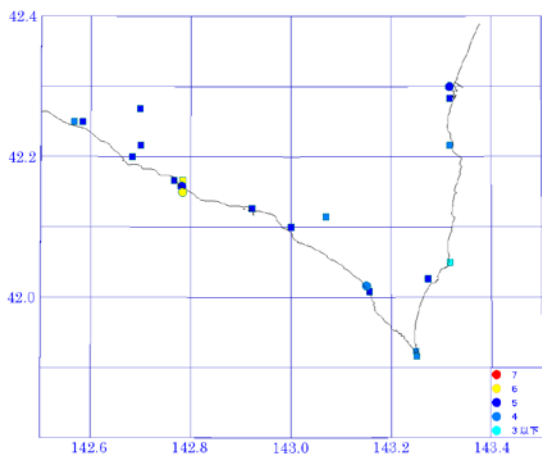
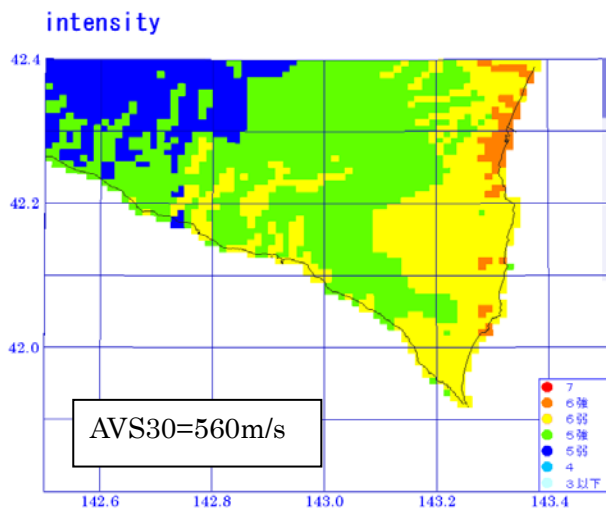


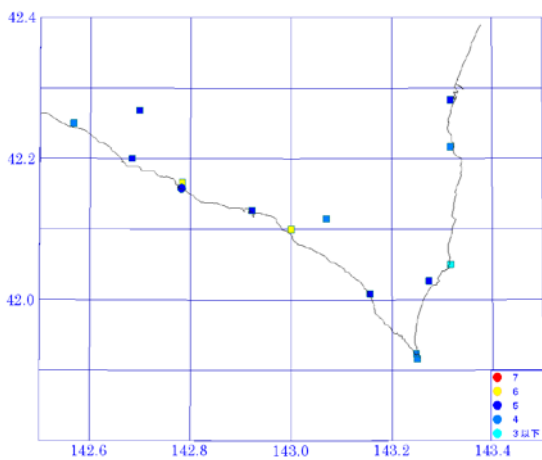
図1-10-3 波形計算による1952年・2003年十勝沖地震の震度分布  
 $\Delta\sigma$  4MPaの場合 (Mw8.3)



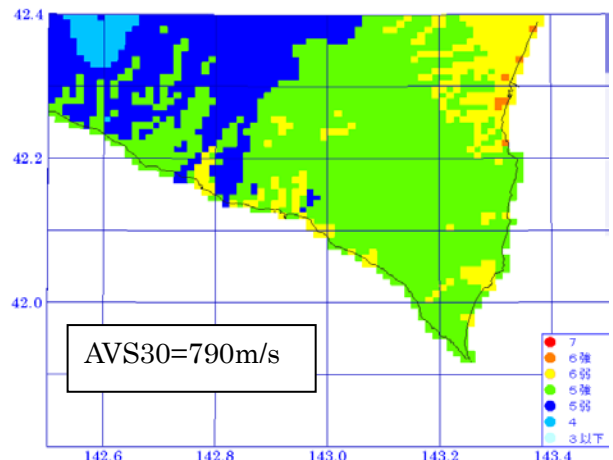
十勝沖地震の観測震度  
1952年と2003年の重ね合わせ



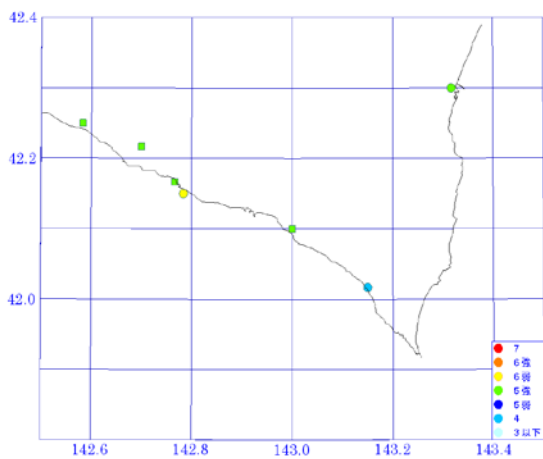
波形計算による計測震度  
[AVS30(- $\sigma$ )の場合]



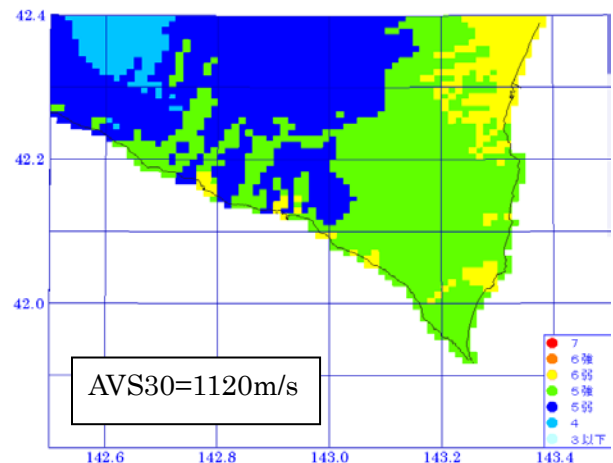
1952年十勝沖地震の観測震度



波形計算による計測震度  
[AVS30( $\mu$ )の場合]

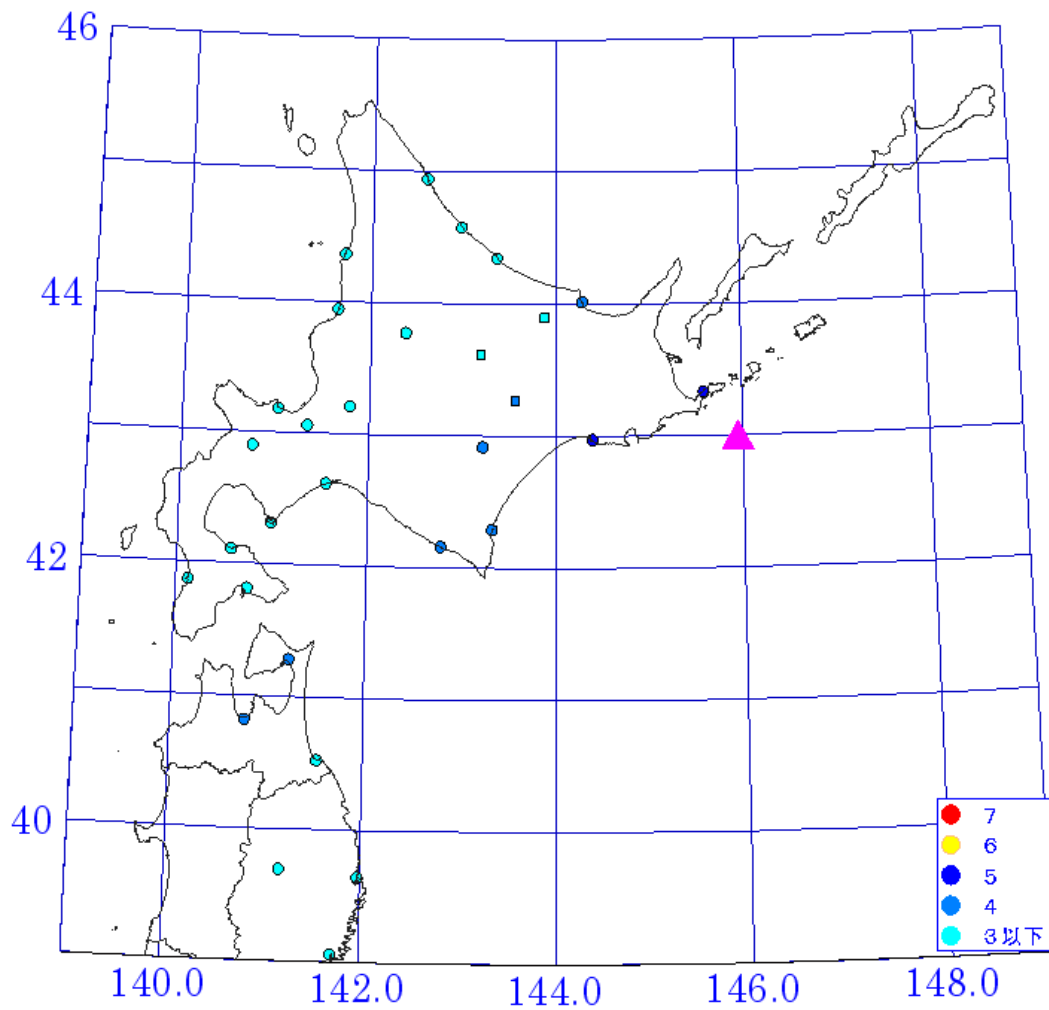


2003年十勝沖地震の観測震度



波形計算による計測震度  
[AVS30(+ $\sigma$ )の場合]

図1-1-1 えりも地域の微地形による AVS30 と震度の検討  
強震動試算において試算値が実績よりも大きくなるえりも地域において、AVS30 の値を一 $\sigma$ 、平均、+ $\sigma$ と変えて地表の震度を算出した



1973 年根室沖地震の観測震度  
 ○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 - 1 1973 年根室半島沖地震の震度分布

1973年根室半島沖地震

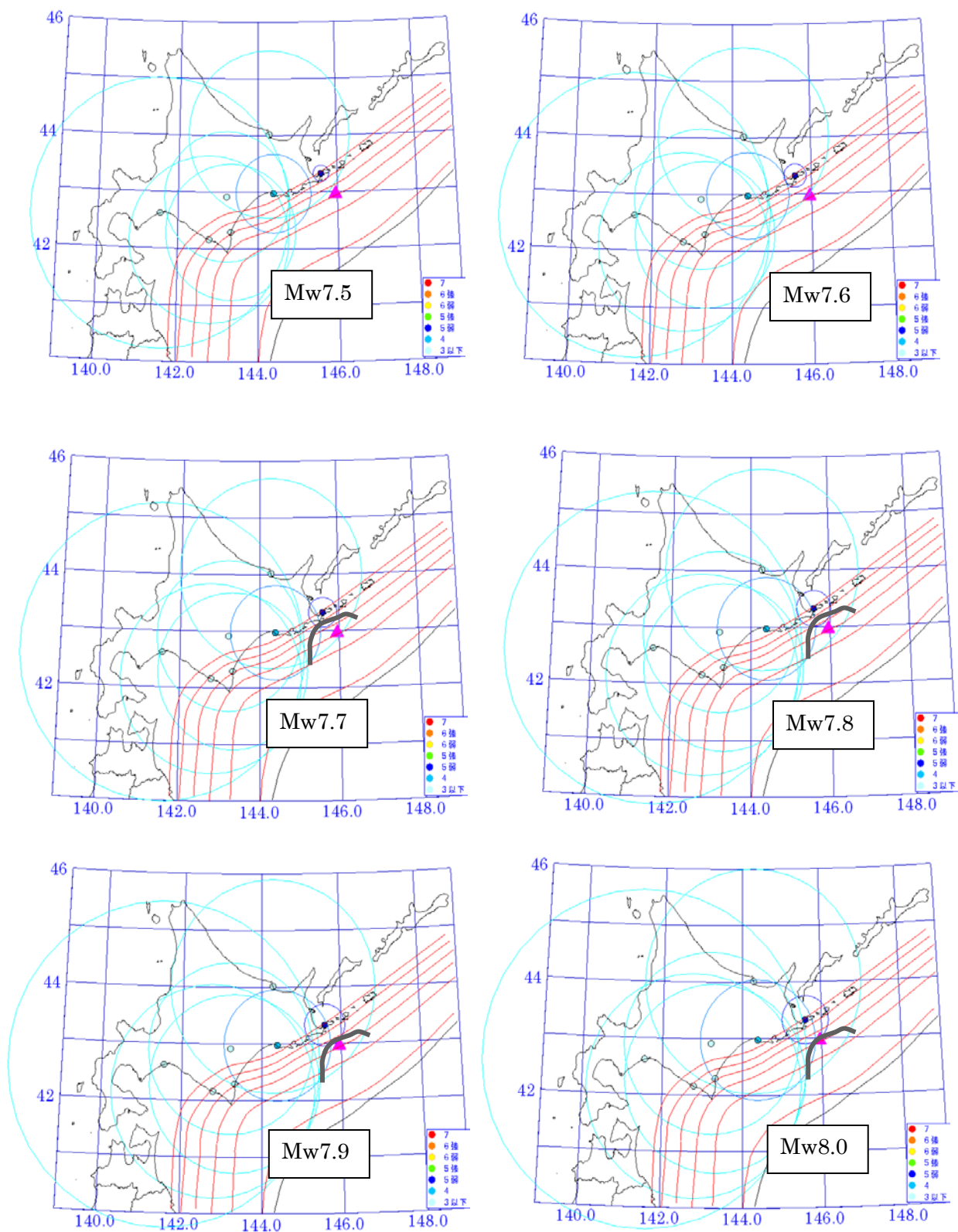
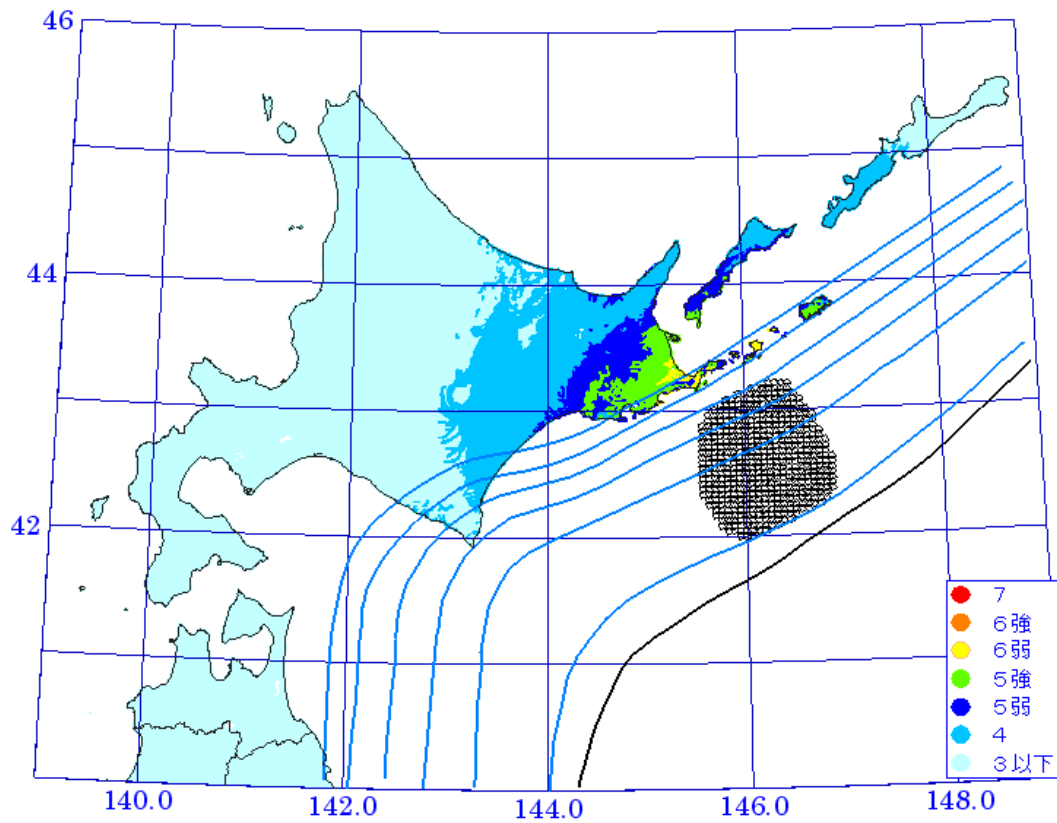


図 2-2 1973年根室半島沖地震の観測震度より求めた震源距離を半径として描いた円  
 観測震度は、1973年十勝沖地震の観測震度より抜粋し、当該地点の AVS30 をもとした速度増幅度を用いて工学的基盤における震度に換算。  
 円の色は震度を表す。灰色の枠はこれらの円より想定した震源域。

# jma intensity



# jma intensity

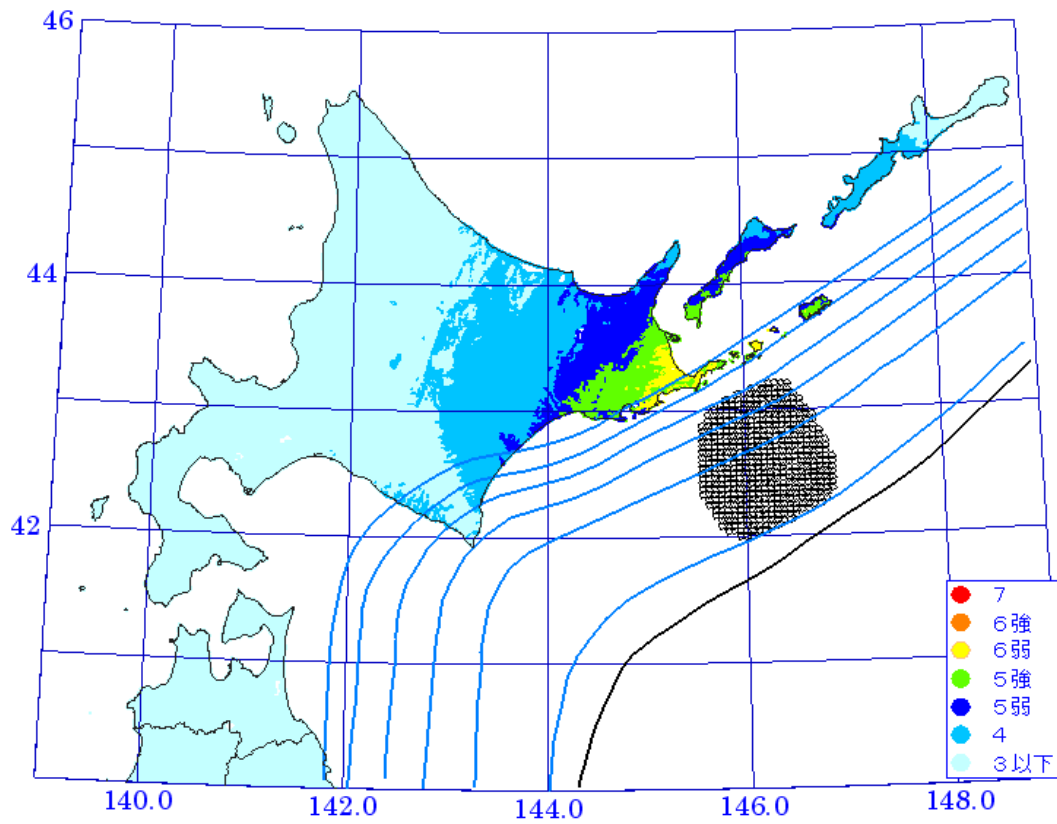
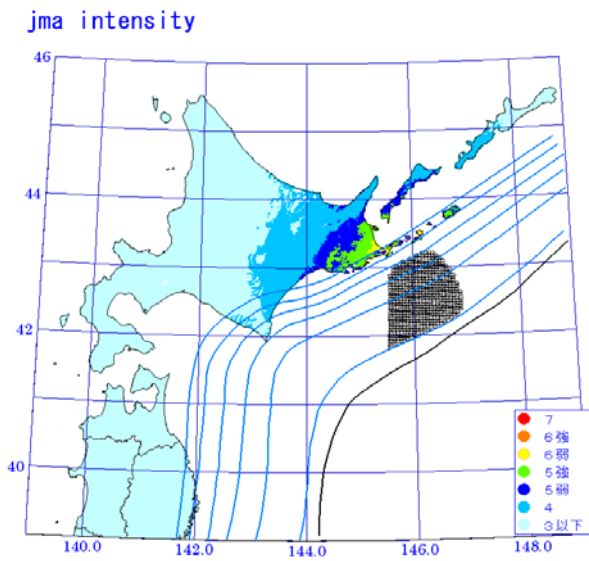
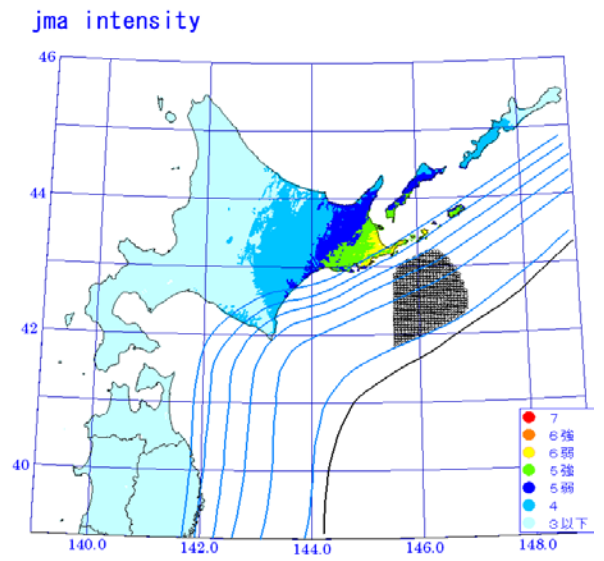


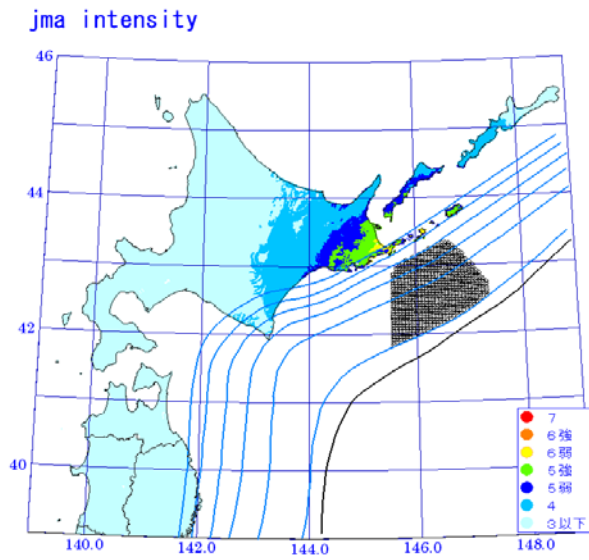
図 2 - 3 経験的手法による 1973 年根室半島沖地震の震度分布  
上 : Mw7.8、下 : Mw8.0



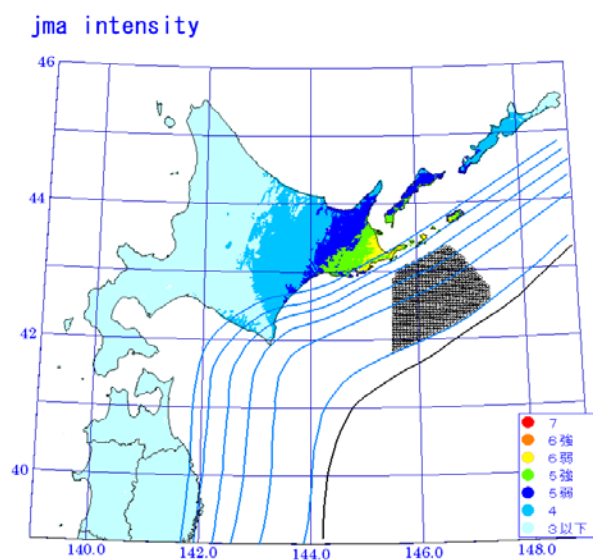
Mw7.8



Mw8.0



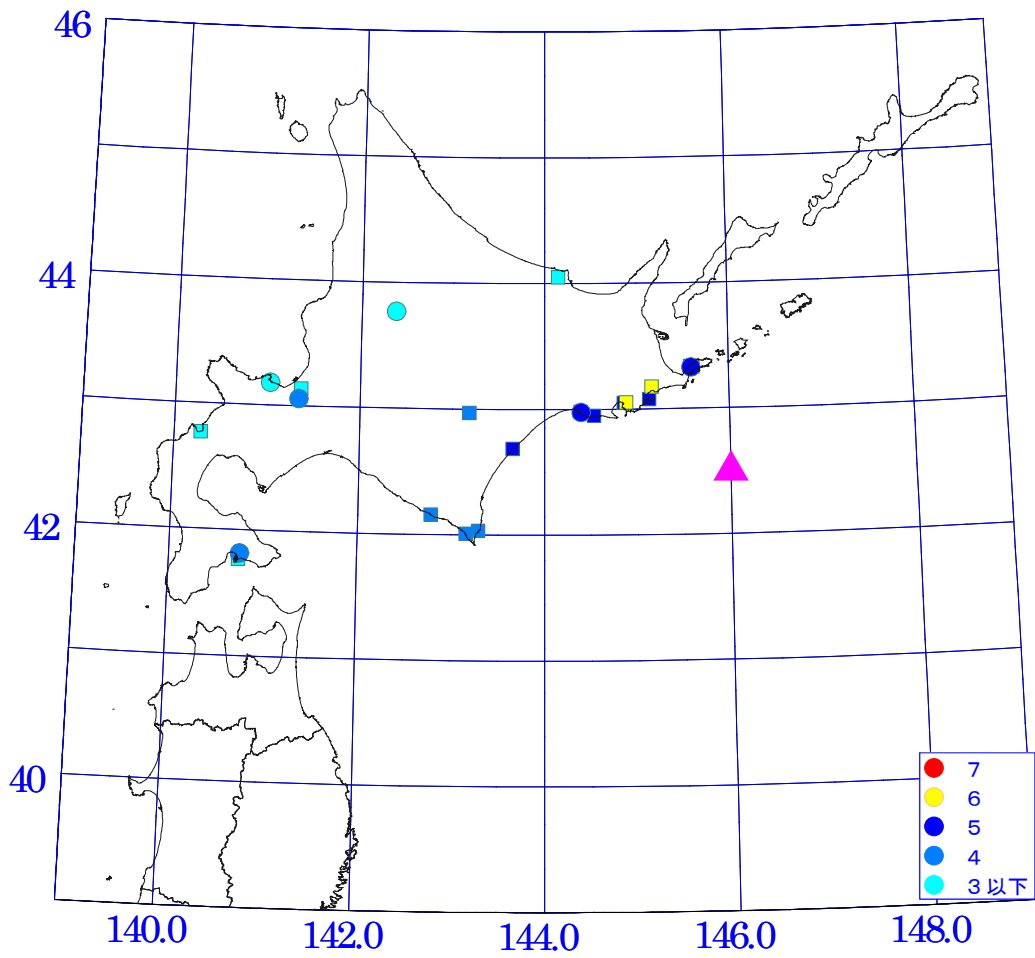
Mw7.8



Mw8.0

図 2 - 4 経験的手法による 1973 年根室半島沖地震の震度分布  
上：根室沖 下：根室全域





○ 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 3 - 1 1894 年根室沖地震の震度分布

1894年根室半島沖地震

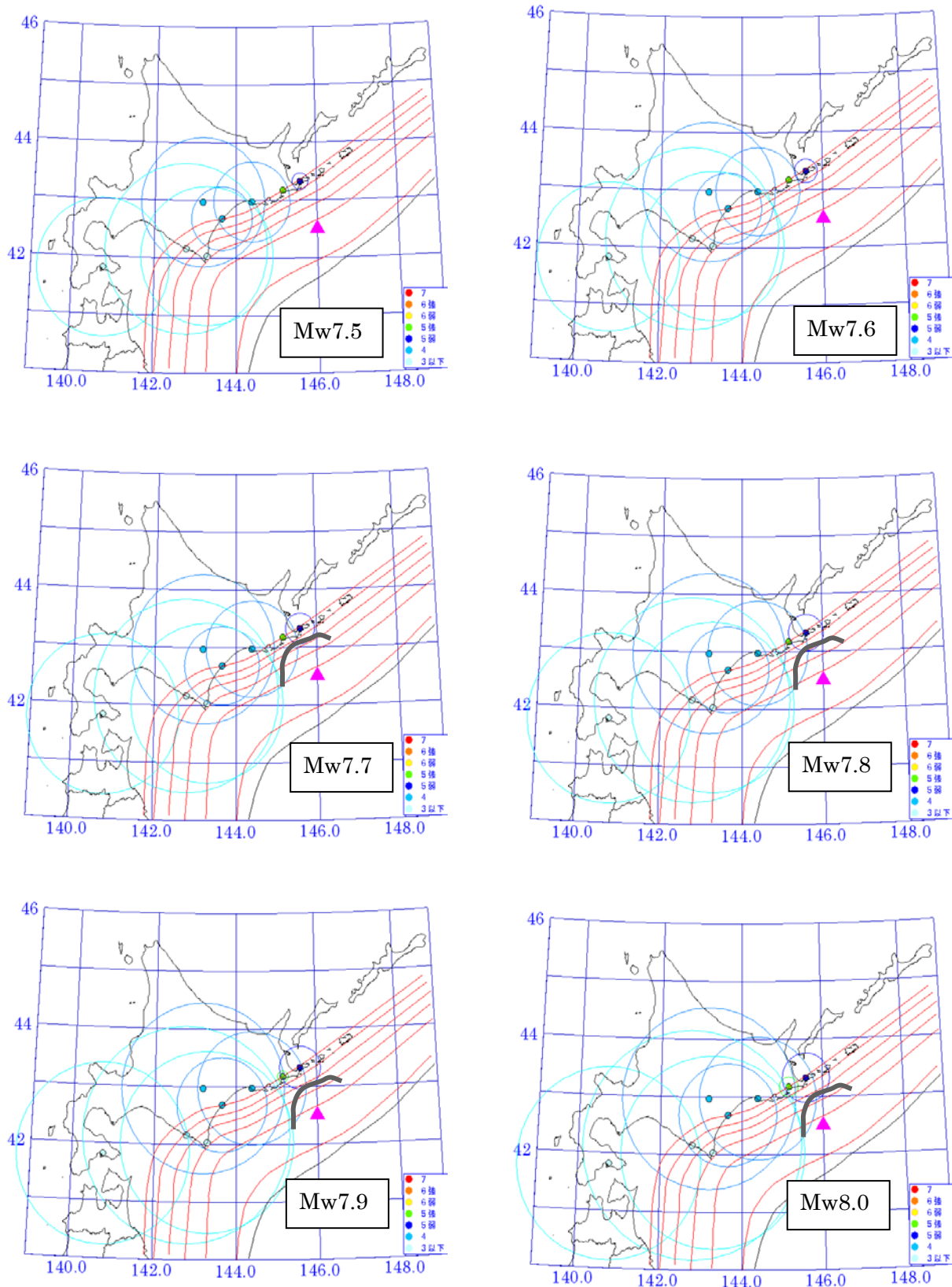
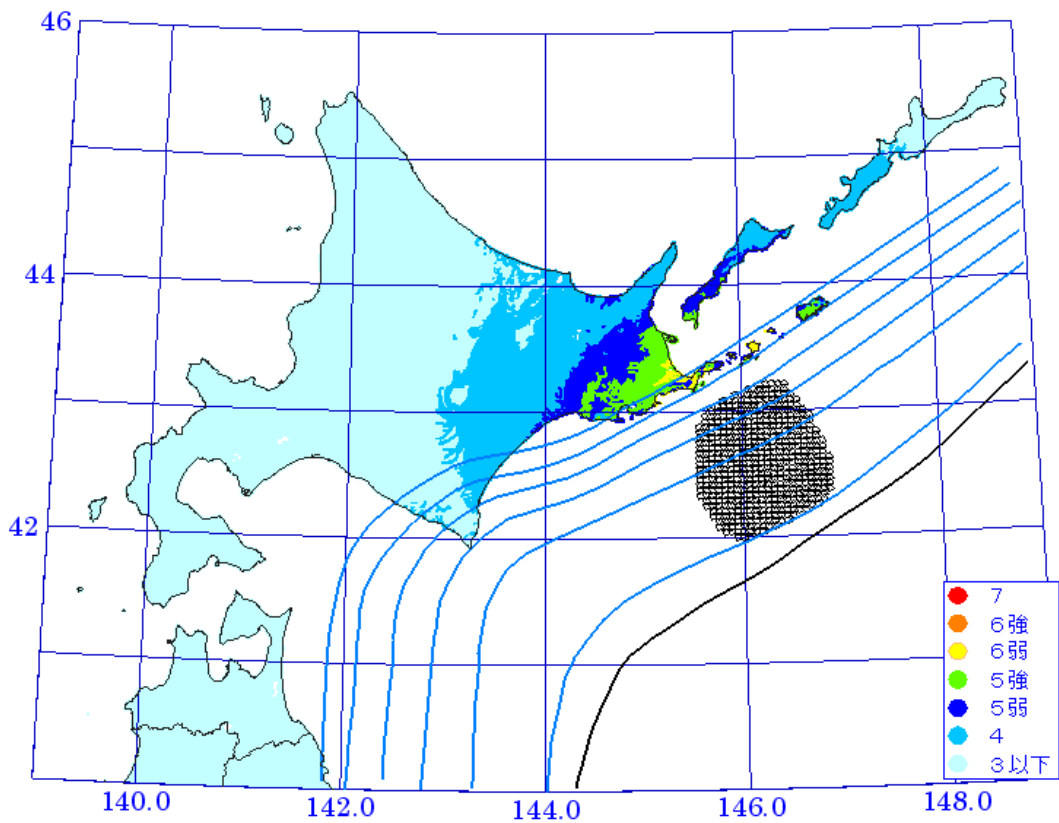


図3-2 1894年根室沖地震の観測震度より求めた震源距離を半径として描いた円  
 観測震度は、1894年十勝沖地震の観測震度より抜粋し、当該地点のAVS30をもとにした  
 速度増幅率を用いて工学的基盤における震度に換算。  
 円の色は震度を表す。灰色の枠はこれらの円より想定した震源域。

### jma intensity



### jma intensity

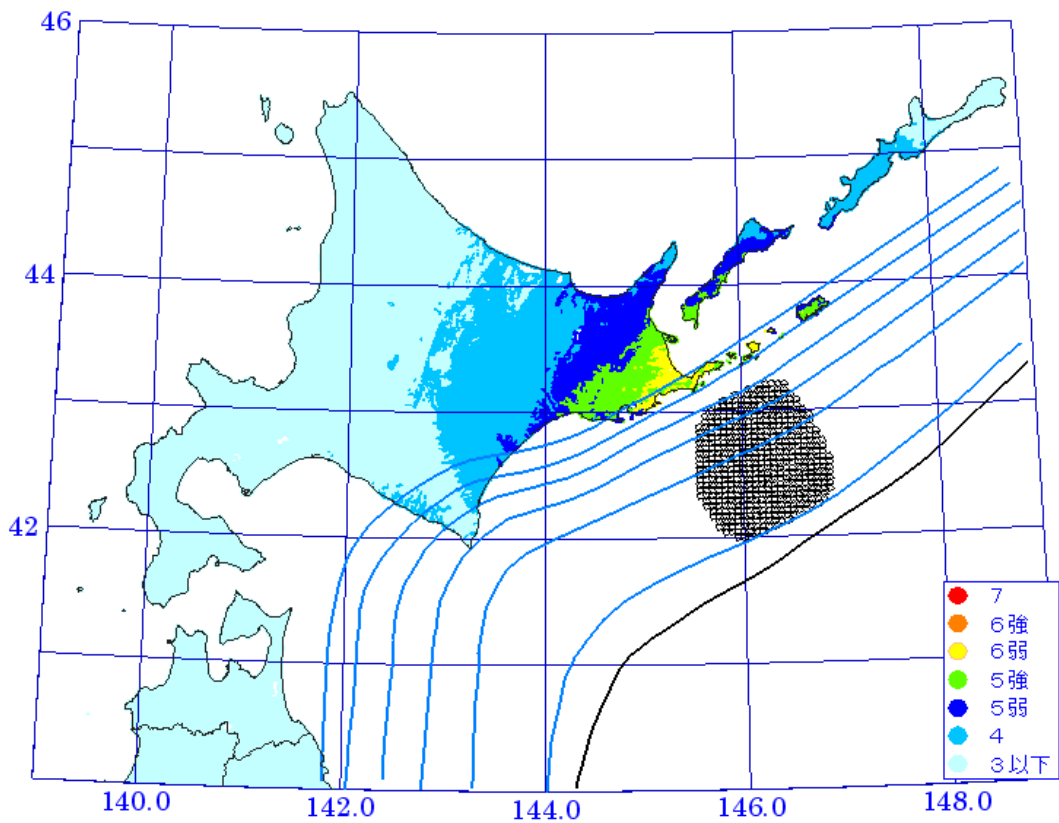


図3-3 経験的手法による1894年根室沖地震の震度分布  
上: Mw7.8、下: Mw8.0

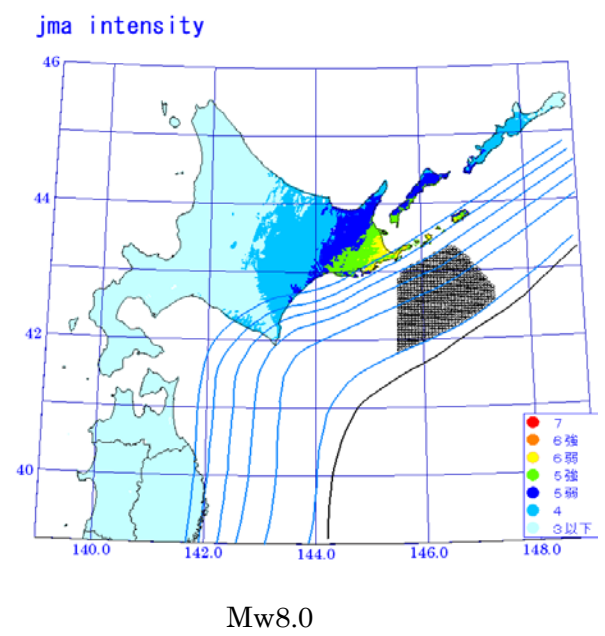
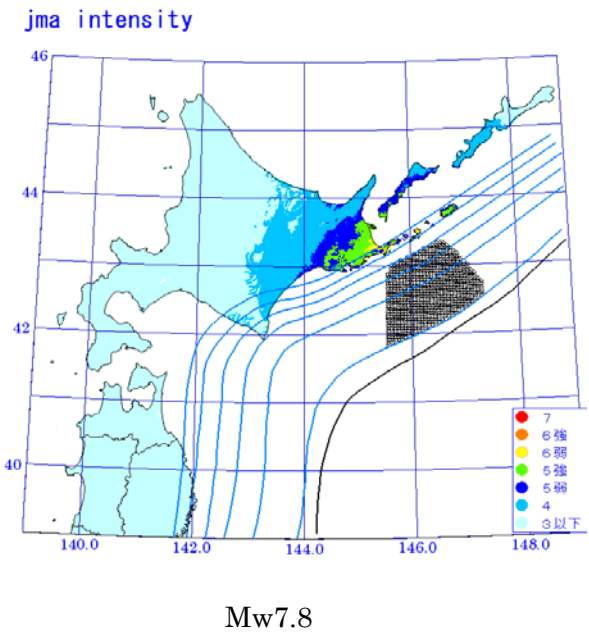
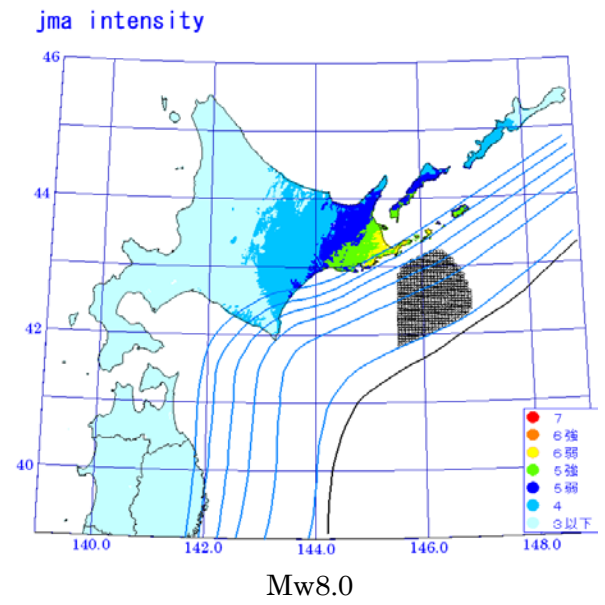
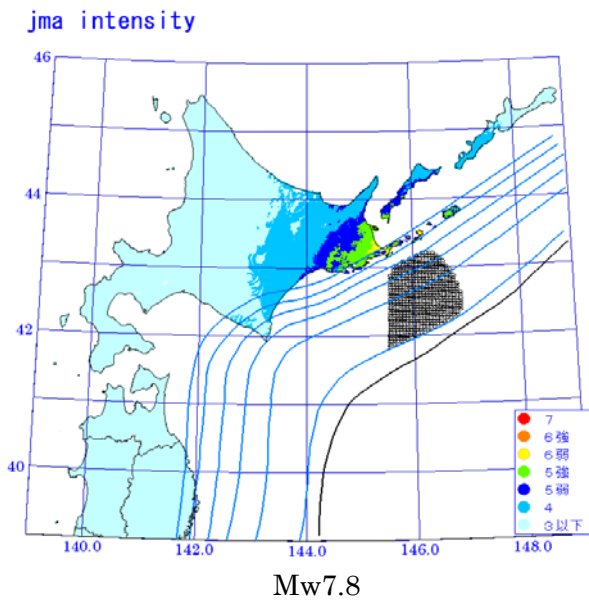
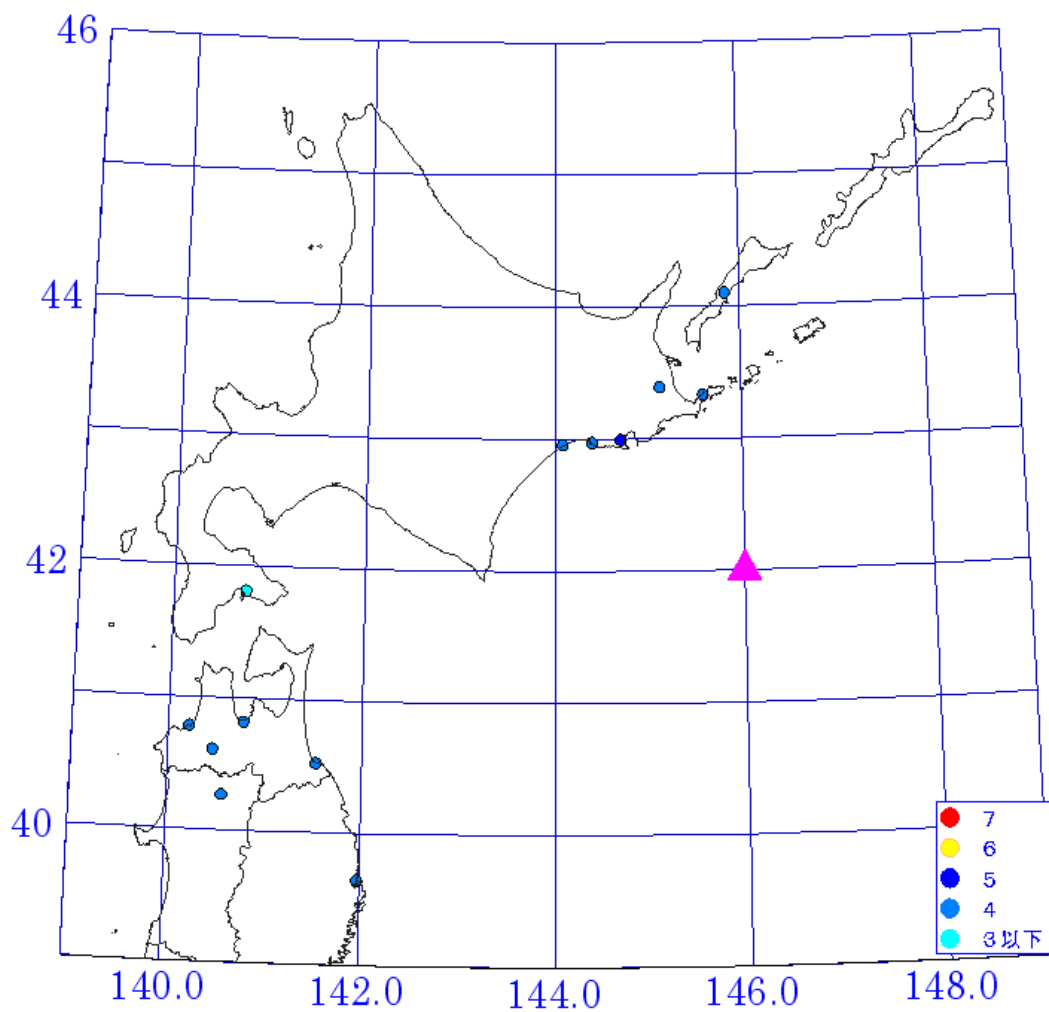


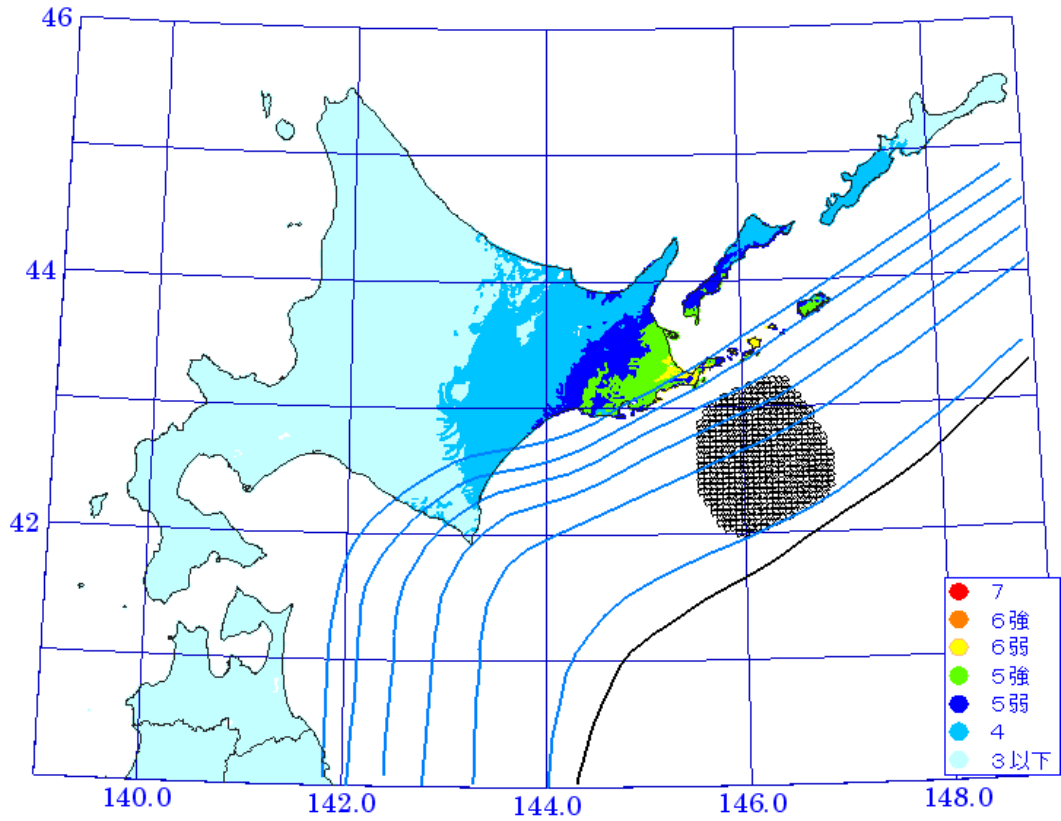
図 3 - 4 経験的手法による 1894 年根室半島沖地震の震度分布  
上：根室沖 下：根室全域



○ 印は気象庁による観測震度.

図 4 - 1 1843 年根室沖地震の震度分布

# jma intensity



# jma intensity

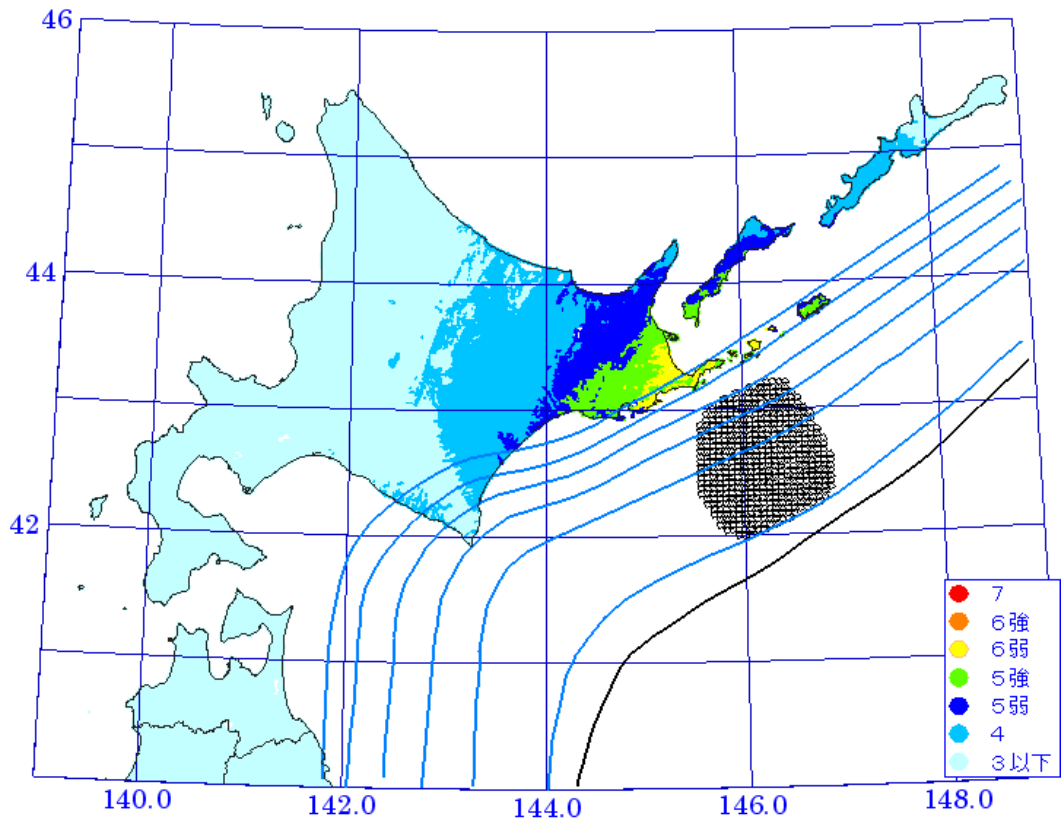


図4-2 経験的手法による1894年根室沖地震の震度分布  
上: Mw7.8、下 Mw8.0

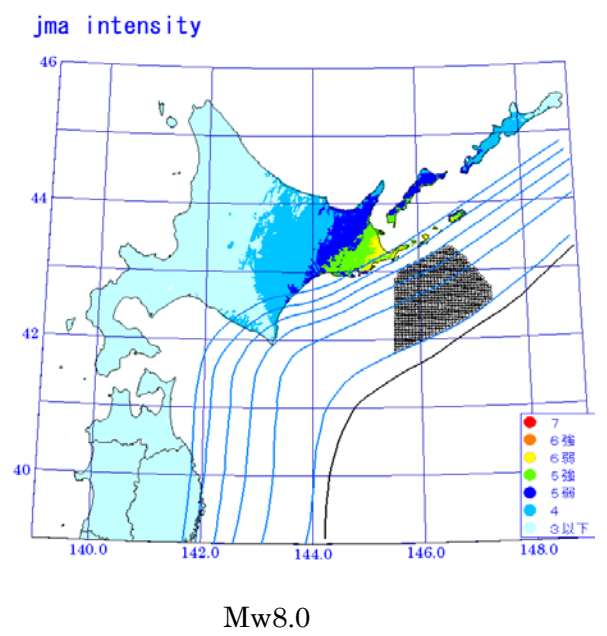
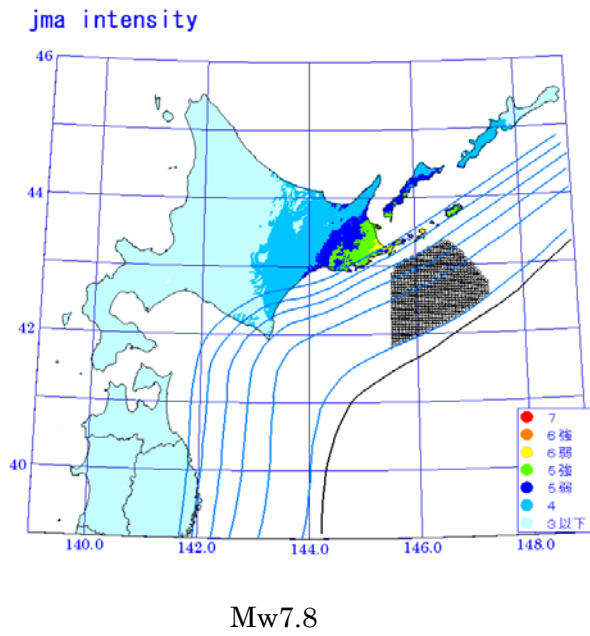
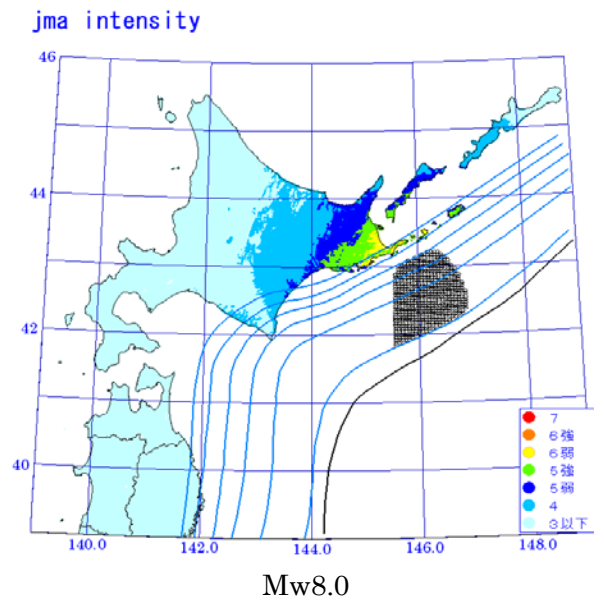
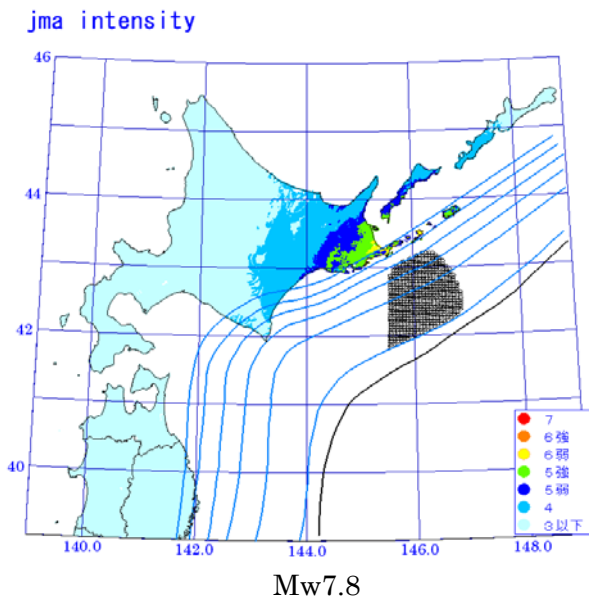


図4-3 経験的手法による根室沖の各震源の震度分布  
上：根室沖 下：根室全域

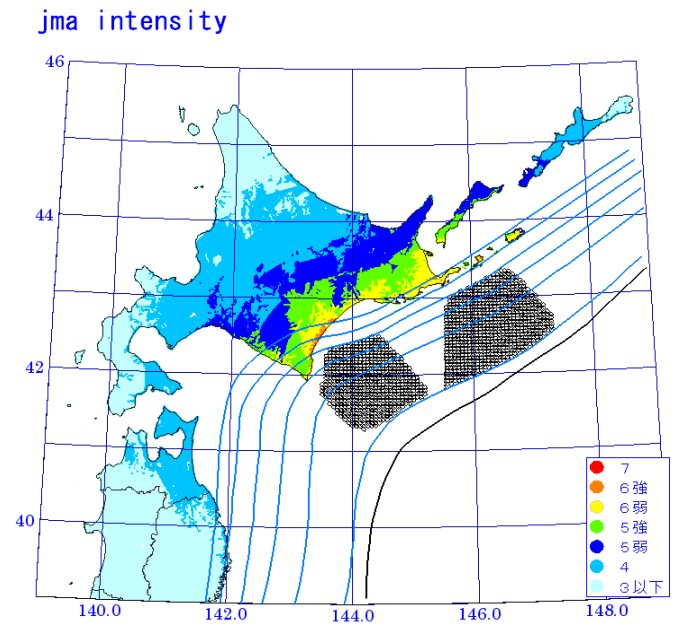
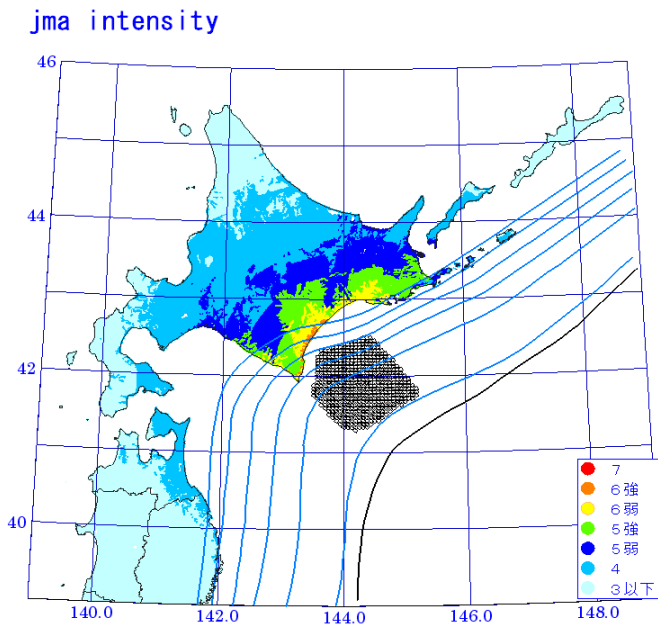


図 4 - 4 経験的手法による十勝沖、十勝沖～根室沖の各震源の震度分布



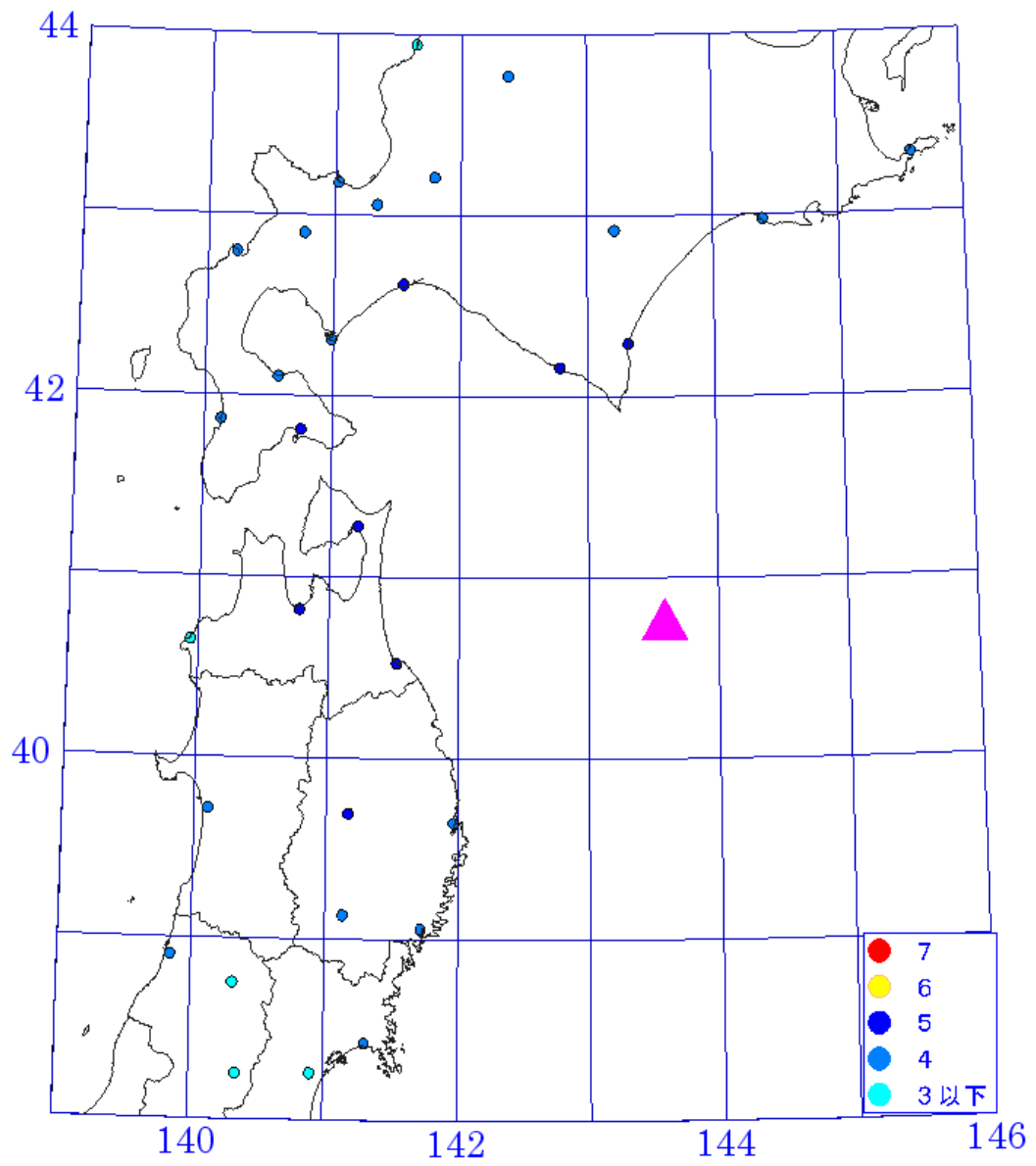
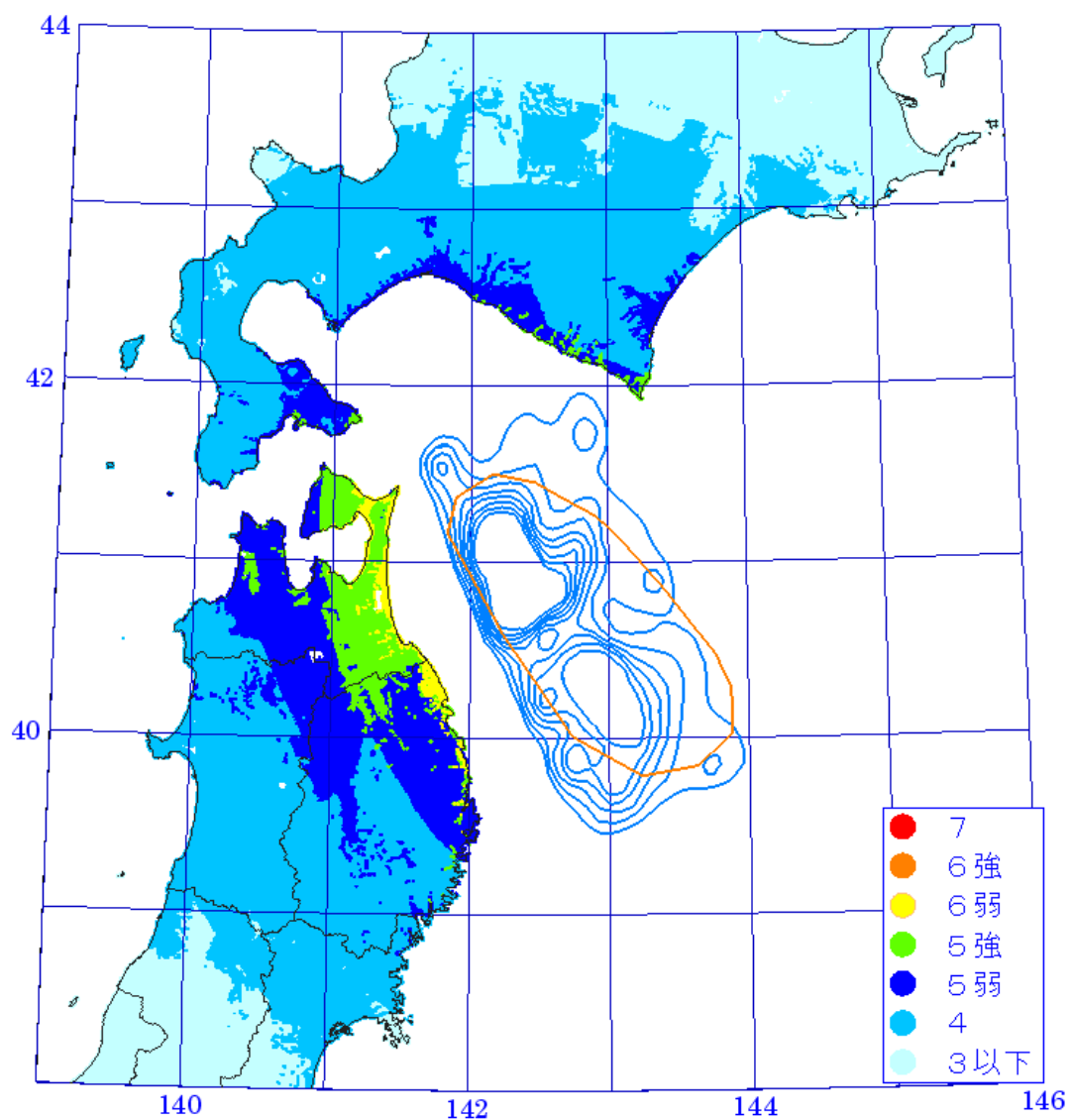


図 5 - 1 1968 年十勝沖地震の震度分布

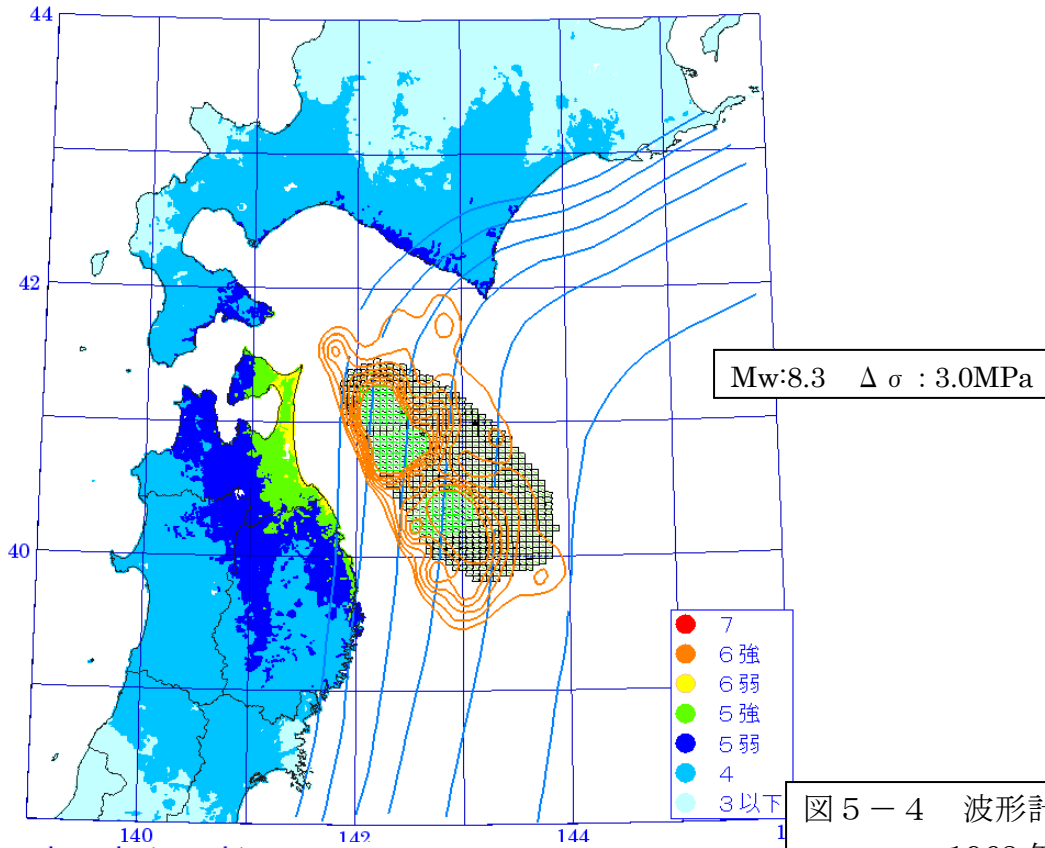
# jma intensity



第4回専門調査会資料による

図5-3 経験的手法を用いた1968年十勝沖地震の震度分布  
デイクティベィティ+0.075 (北緯41.5度以南)

intensity



jma intensity

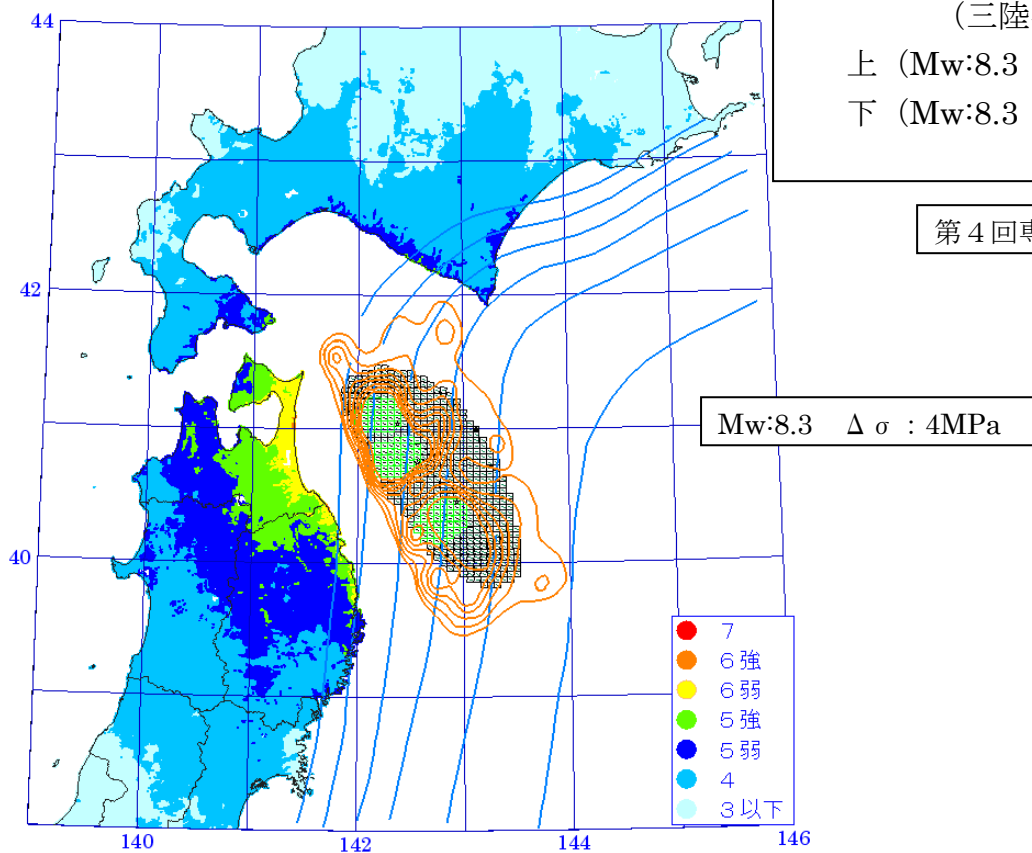


図5-4 波形計算による  
1968年十勝沖地震  
(三陸沖北部)の震度分布  
上 (Mw:8.3  $\Delta\sigma$  : 3.0MPa)  
下 (Mw:8.3  $\Delta\sigma$  : 4MPa)

第4回専門調査会資料による

表5-1 1968年十勝沖地震の再現計算の断層パラメータ

第4回専門調査会資料による

	$\Delta\sigma$ 3MPa	$\Delta\sigma$ 4MPa	
マグニチュードMjma	8.3	8.3	
地震モーメントMo(Nm)	3.19E+21	3.26E+21	
モーメントマグニチュードMw	8.3	8.3	
<b>マクロ的に見たパラメータ</b>			
断層面積S(km <sup>2</sup> )	18866	15794	
S波速度Vs(km/s)	3.93	3.93	
平均密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	3	3	
剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	4.6E+10	4.6E+10	$\mu = \rho Vs^2$
平均的な応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	3	4	
平均すべり量D(m)	3.65	4.45	Moa = $\mu DS$
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.8	2.8	Vr = 0.72Vs
Fmax(Hz)	6	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	0.021	fc = $4.9 \times 10^3 Vs (\Delta\sigma / Mo)^{1/3}$
短周期レベルA(Nm/s <sup>2</sup> )	4.48E+19	5.47E+19	A = Moa $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma / Mo)^{1/3} \times 2\pi)^2$
<b>アスペリティ等内部パラメータ</b>			
アスペリティの総面積Sa(km <sup>2</sup> )	3838	3229	
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	7.34	8.95	Da = D $\times$ 2.01
アスペリティでの総モーメントMoa1(Nm)	1.30E+21	1.34E+21	Moa = $\mu DaSa$
アスペリティの総応力パラメータ $\Delta\sigma a$ (MPa)	13.4	17.8	$\Delta\sigma = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.042	0.046	fc = $4.9 \times 10^3 Vs (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s <sup>2</sup> )	9.01E+19	1.10E+20	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(km <sup>2</sup> )	1158	929	
要素数		36	
アスペリティ1内の平均すべり量Da1(m)	6.95	8.28	Moa1 = $\mu Da1Sa1$
アスペリティ1でのモーメントMoa1(Nm)	3.73E+20	3.56E+20	Moa1 = Moa $\times Sa1^{1.5} / \sum Sai$
アスペリティ1の応力パラメータ $\Delta\sigma a1$ (MPa)	23.1	30.7	$\Delta\sigma a1 = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fc1(Hz)	0.076	0.085	fc = $4.9 \times 10^3 Vs (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s <sup>2</sup> )	8.54E+19	1.02E+20	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2の面積Sa2(km <sup>2</sup> )	1208	1080	
要素数		42	
アスペリティ2内の平均すべり量Da2(m)	7.10	8.93	Moa2 = $\mu DaSa$
アスペリティ2でのモーメントMoa2(Nm)	3.97E+20	4.47E+20	Moa2 = Moa $\times Sa2^{1.5} / \sum Sai$
アスペリティ2の応力パラメータ $\Delta\sigma a2$ (MPa)	23.1	30.7	$\Delta\sigma a2 = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.075	0.079	fc = $4.9 \times 10^3 Vs (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s <sup>2</sup> )	8.72E+19	1.10E+20	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3の面積Sa2(km <sup>2</sup> )	1472	1220	
要素数		48	
アスペリティ3内の平均すべり量Da2(m)	7.84	9.49	Moa3 = $\mu DaSa$
アスペリティ3でのモーメントMoa2(Nm)	5.35E+20	5.36E+20	Moa3 = Moa $\times Sa2^{1.5} / \sum Sai$
アスペリティ3の応力パラメータ $\Delta\sigma a2$ (MPa)	23.1	30.7	$\Delta\sigma a2 = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.068	0.074	fc = $4.9 \times 10^3 Vs (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s <sup>2</sup> )	9.62E+19	1.17E+20	A = Moa $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma a / Moa)^{1/3} \times 2\pi)^2$
<b>背景領域</b>			
面積Sb(km <sup>2</sup> )	15233	12566	
地震モーメントMob(Nm)	1.89E+21	1.92E+21	Mob = Mo - Moa
すべり量Db(m)	2.67	3.30	Mob = $\mu DbSb$
応力パラメータ $\Delta\sigma b$ (MPa)	2.4	3.3	$\Delta\sigma = 2.436 Mo / S^{1.5}$
fc(Hz)	0.021	0.023	fc = $4.9 \times 10^3 Vs (\Delta\sigma b / Mob)^{1/3}$
短周期レベル(Nm/s <sup>2</sup> )	3.28E+19	4.05E+19	A = Mob $\times (4.9 \times 10^6 Vs (\Delta\sigma b / Mob)^{1/3} \times 2\pi)^2$