

4. 地震活動の参照モデル

地震活動の参照モデル（モデル 3）は、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生と、その時点での地震活動モデルにこの大地震が考慮されていなかったことを踏まえ、地震活動のモデル化にあたっての不確かさを大きめに考慮したものである。具体的には、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートで発生する大地震について、従来モデルおよび検討モデルで設定されているものよりもさらに規模の大きな地震の発生可能性を含むものとなっている。また、これらの大地震は、相模トラフの地震と南海トラフの地震を除き、繰返し発生する地震としてのモデルではなく、規模は G-R の関係に基づき、また時系列はポアソン過程でモデル化した。

前章で示している検討モデルからの主な変更点は、

- ・ 太平洋プレートの浅い地震については、長期評価に基づく細かい地域区分を原則として廃止し、より大きな地域区分にするともに、プレート間地震は M9.5（プレート内地震は検討モデルと同じで M8.2）まで発生し得るものとし、震源断層を予め特定しにくい地震の延長で G-R の関係に基づいて評価する。
- ・ フィリピン海プレートの地震では、南西諸島のプレート間は G-R の関係に基づいて M9.5（プレート内地震は検討モデルと同じで M8.0）までの地震が発生し得るものとする。また、南海トラフの領域における M7.6～8.0 の地震の断層面を検討モデルよりも北側（深い領域）まで配置する。

である。以下では、主として検討モデルとの違いを中心に説明する。

4.1 太平洋プレートの地震

1) 対象地震と地域区分

検討モデルでは、色丹島沖・択捉島沖、十勝沖・根室沖、三陸沖北部の各領域において繰返し発生する地震が個別にモデル化されていたが、参照モデルでは、これらを含めて全ての地震を G-R の関係に基づきモデル化する。

図 4.1-1 に太平洋プレートのプレート間およびプレート内の震源断層を予め特定しにくい地震の地域区分を示す。図中の細線は、検討モデルで用いた地域区分であり、参照モデルにおいてもマグニチュード 7.5 以下の地震に対しては同じ区分を用いる。太線で示された千島海溝沿いと三陸沖から房総沖の大領域は、同領域のマグニチュード 7.6 以上の地震に対して用いる領域であり、アウターライズの地震のデータも含むように海溝軸よりも外側まで領域を拡張している。

2) 地震カタログ

千島海溝沿いと三陸沖から房総沖の 2 つの大領域でマグニチュード 7.6 以上の地震の発生頻度を評価する際に用いる地震カタログとしては、中地震カタログと小地震カタログを併用する。

上記 2 領域以外（同領域内の 7.5 以下の地震の評価用も含む）に対しては、検討モデ

ルと同じカタログを用いる。ただし、検討モデルで個別にモデル化していた十勝沖から択捉島沖と三陸沖北部における繰返し発生する地震は参照モデルでは個別にはモデル化しないため除去しておらず、カタログに含まれる地震は検討モデルとは異なっている。

図 4.1-2 には、2つの大領域内で発生した 1926 年以降のマグニチュード 5.0 以上の地震の震央分布を、図 4.1-3 に 1983 年以降のマグニチュード 4.0 以上の地震の震央分布をそれぞれ示す。また、図 4.1-4 には、これら 2 領域における地震の規模別累積発生頻度を示す。

3) 最大マグニチュード

最大マグニチュードは、60km よりも浅い領域についてはプレート間地震に対して M9.5、プレート内地震 M8.2 とし、60km よりも深い領域ではプレート内地震のみが発生するとしてマグニチュード 8.2 とする。図 4.1-5 に設定した最大マグニチュードを示す。

4) プレート間地震とプレート内地震の比率

マグニチュード 7.5 以下の地震に対しては、検討モデルと同じ比率を用いる。

マグニチュード 7.6 以上の地震に対しては、以下の比率とする。

- ・ 千島海溝沿いの大領域：3：1
- ・ 三陸沖から房総沖の大領域：10：1
- ・ 房総沖以南小笠原諸島：8：1

以上のように設定したプレート間地震とプレート内地震の比を図 4.1-6 に示す。

5) 断層面の設定

マグニチュードが 7.5 以下の地震については、検討モデルと同じである。

マグニチュードが 7.6 以上の地震については、領域内に規模に応じて下記の大きさの矩形断層面を配置し、そのいずれかで等確率で地震が発生するものとする。

- ・ M7.6～8.2：90km×90km
- ・ M8.3～8.9：200km×150km
- ・ M9.0～9.5：500km×200km

6) モーメントマグニチュード M_H への変換

モーメントマグニチュード M_H は、 M_f と同じとする。

7) マグニチュード 7.6 以上の地震の扱い

マグニチュードが 7.6 以上の地震については、震源断層が大きくなるため、6) に示した大きさの断層面を配置し、そのいずれかで等確率で地震が発生するものとする。配置した断層面を図 4.1-7 に示す。

7.6 以上の地震の発生頻度は、対象領域内での合計の地震発生頻度が 7.5 以下の地震と整合するように設定する。具体的には、中地震カタログと小地震カタログそれぞれに基づく G-R 式 (図 4.1-8) から算定されるマグニチュード 7.6 以上の地震の発生頻度の平均値を、当該領域の 7.6 以上の地震の発生頻度とした上で、プレート間地震とプレート内地震の比率で分配したものをを用いる。

表 4.1-1 に、マグニチュード 7.6 以上の地震の発生頻度を示す。網掛けの部分、該当する地震の設定が無いことを示している。

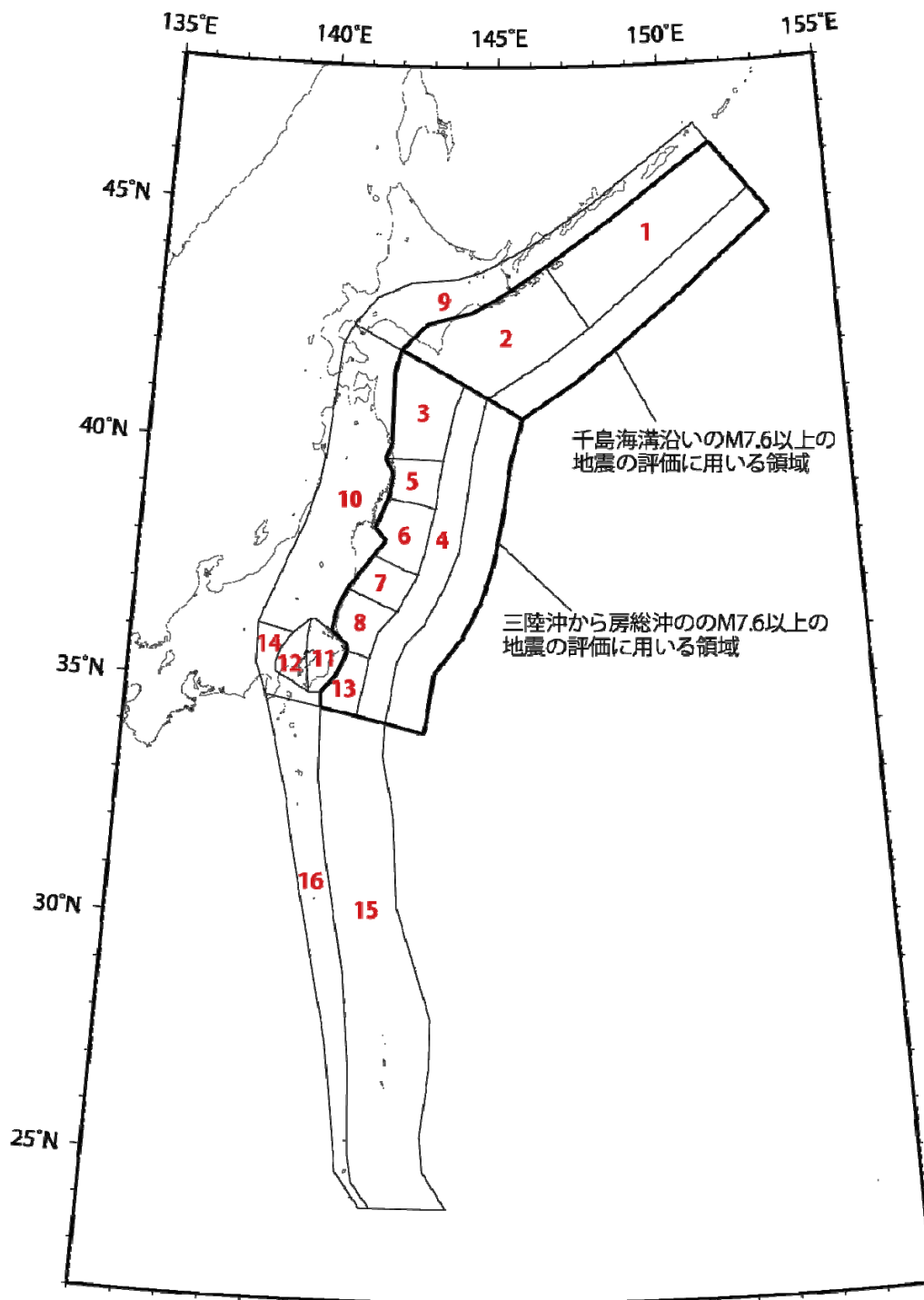


図 4.1-1 太平洋プレートの地震の地域区分
(赤字で記した数字は領域番号を示す)

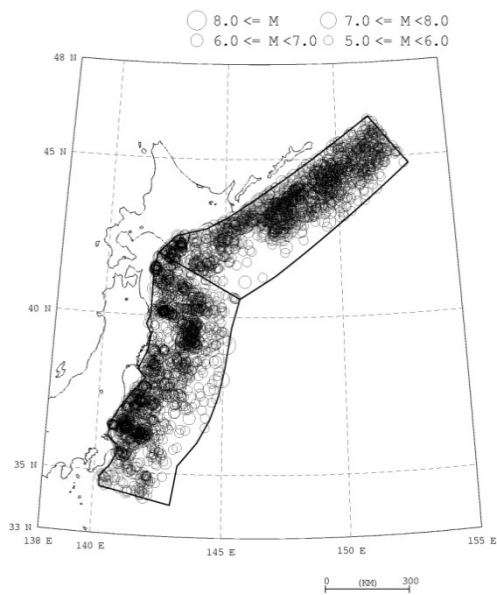


図 4.1-2 1926 年以降の $M \geq 5.0$ の地震の震央分布図

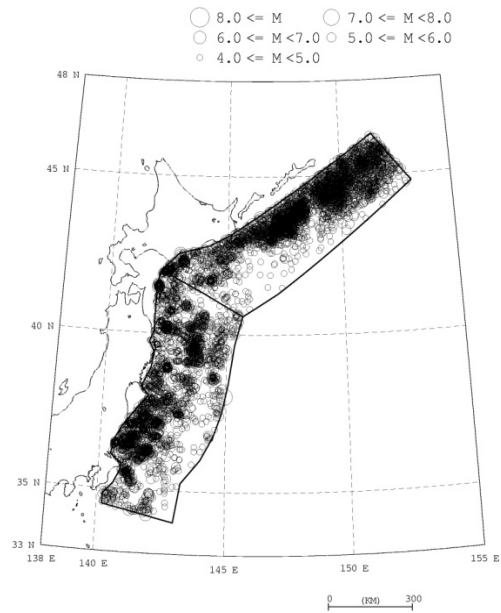


図 4.1-3 1983 年以降の $M \geq 4.0$ の地震の震央分布図

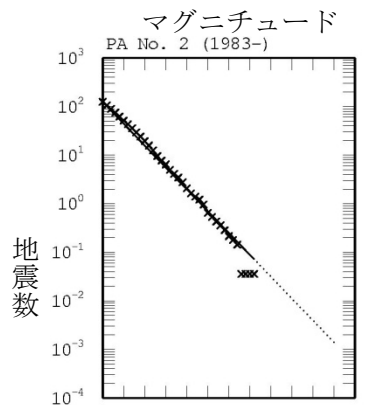
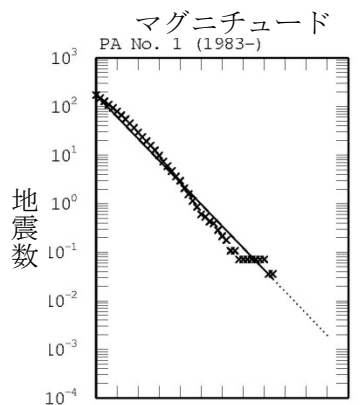
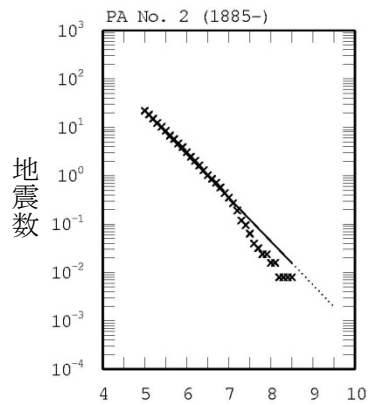
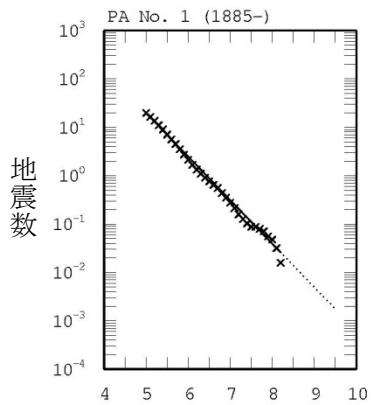


図 4.1-4 新たに設定した大領域における地震の規模別累積頻度
(上段：中地震カタログ、下段：小地震カタログ)

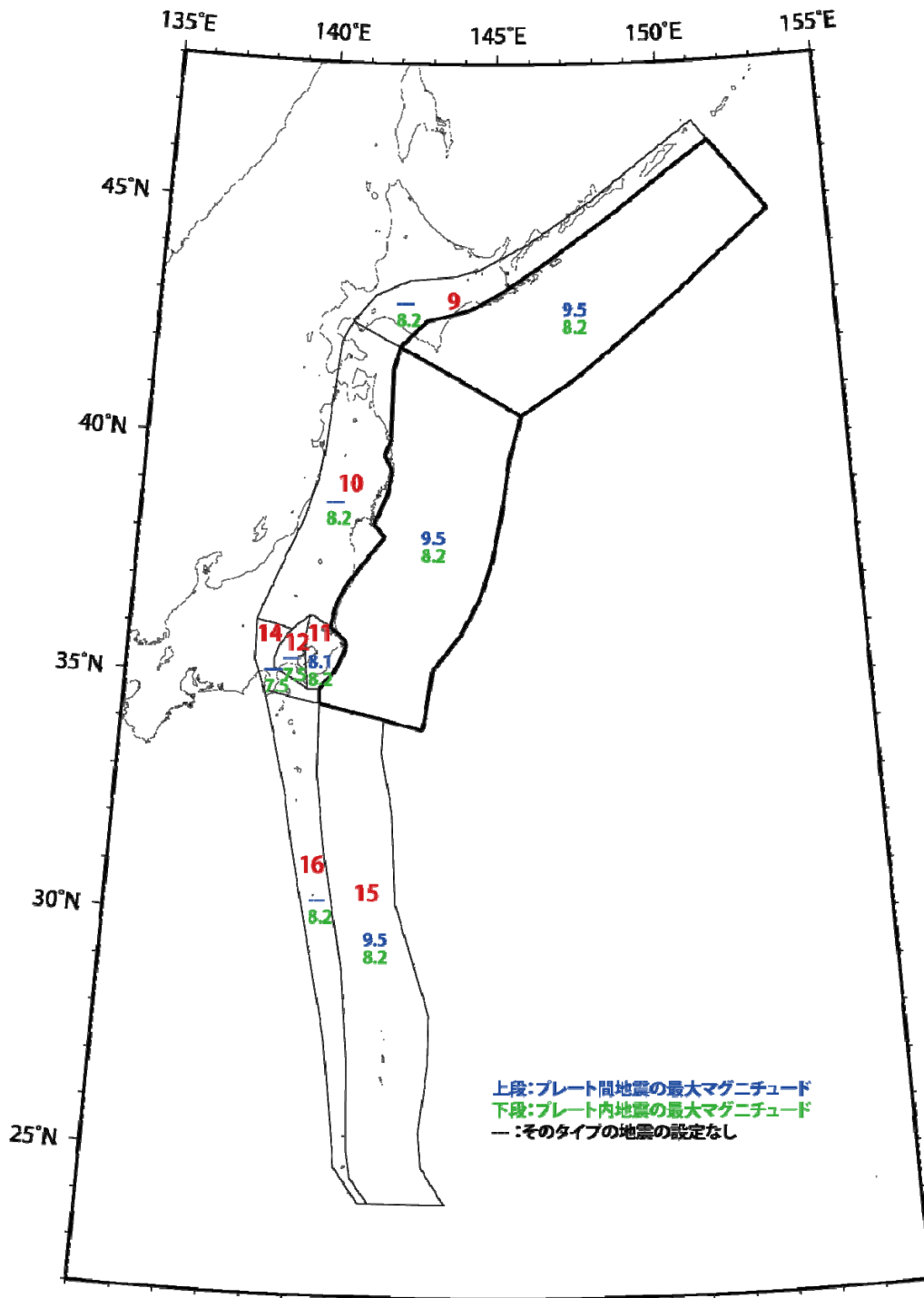


図 4.1-5 参照モデルの領域ごとの地震の最大マグニチュード
(赤字で記した数字は領域番号を示す)

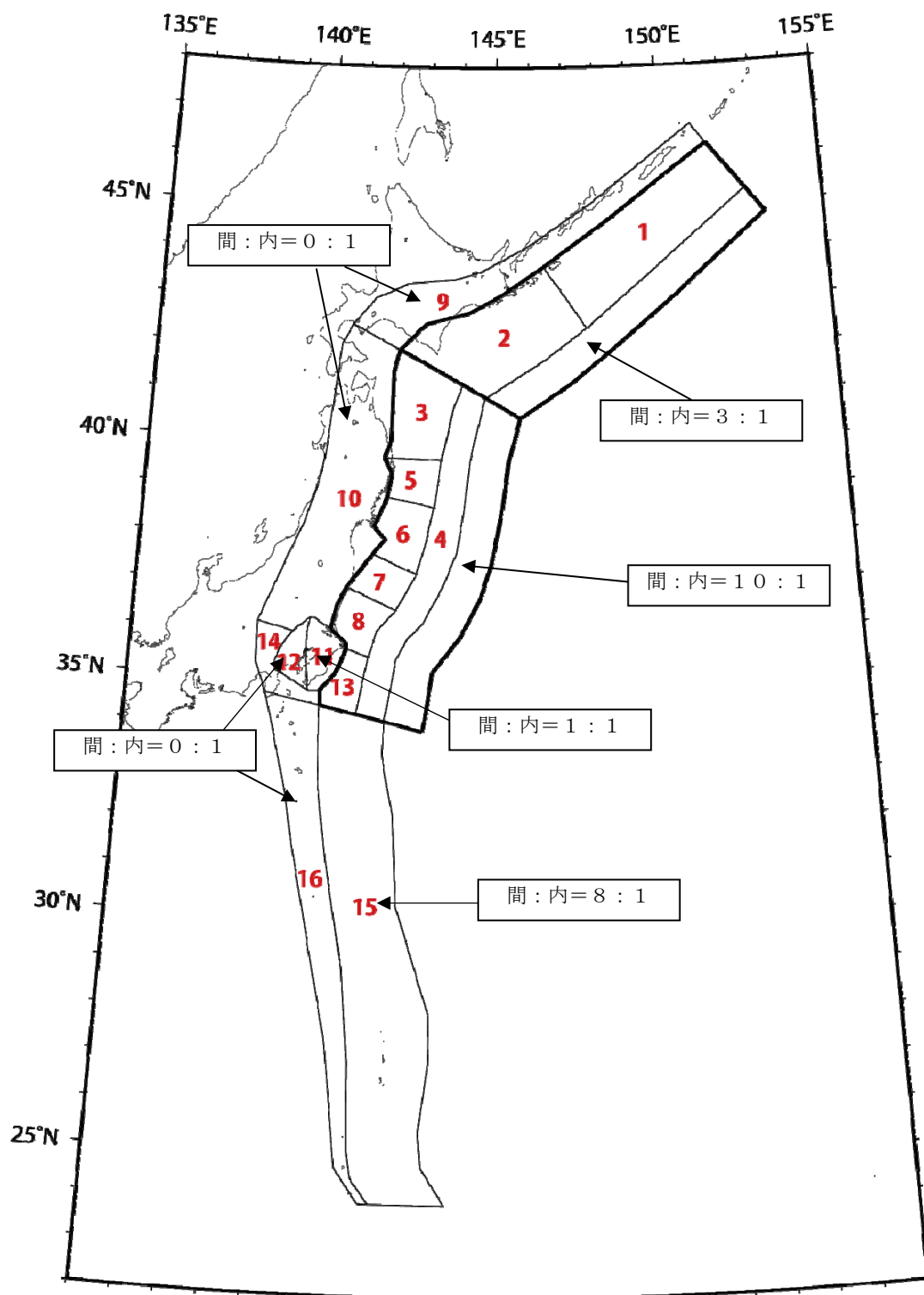


図 4.1-6 参照モデルの M7.6 以上の地震のプレート間地震とプレート内地震の比 (M7.5 以下は、検討モデルと同じ比率を適用。図中の「間」はプレート間地震を、「内」はプレート内地震を示す。赤字で記した数字は領域番号を示す。)

○千島海溝沿い

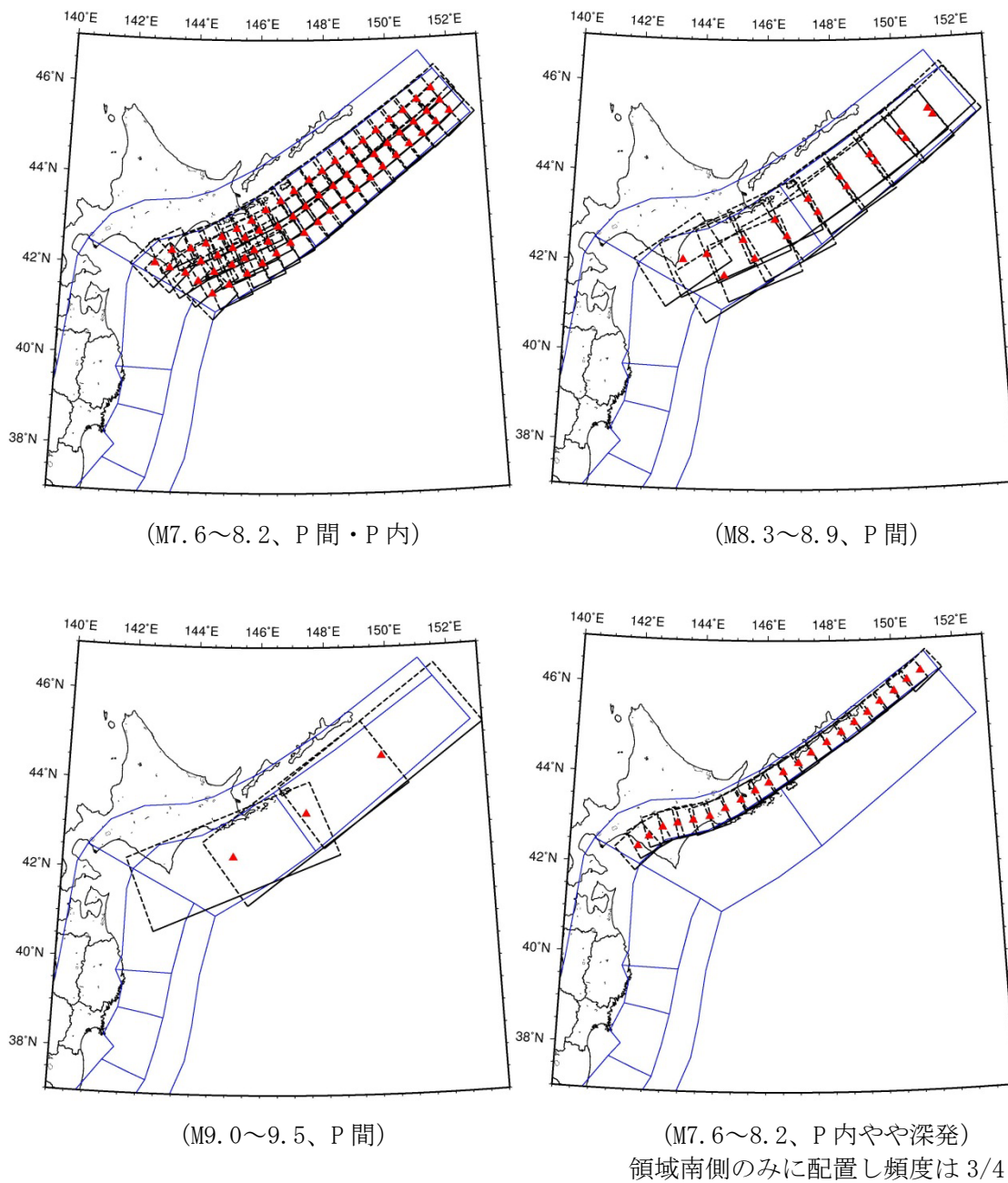
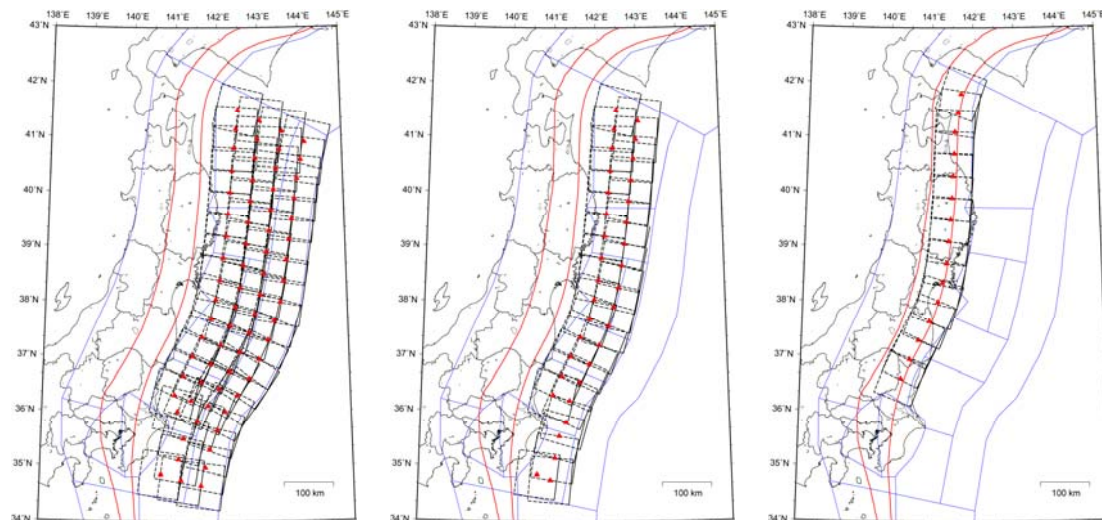


図 4.1-7 参照モデルの $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (▲ : 断層中心)
(P間 : プレート間の地震、P内 : プレート内の地震)

○三陸沖から房総沖

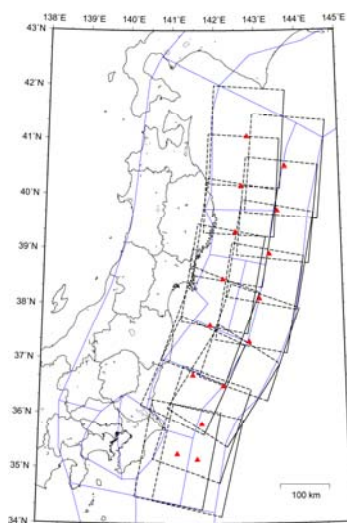


(M7.6~8.2、P間)

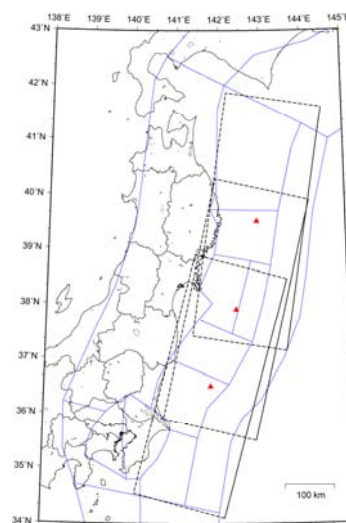
(M7.6~8.2、P内)

(M7.6~8.2、P内やや深発)

領域東側のみに配置し頻度は1/3



(M8.3~8.9、P間)

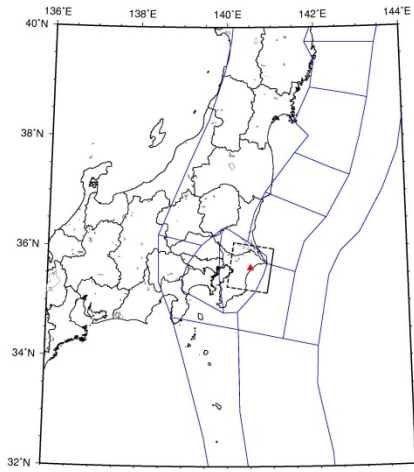


(M9.0~9.5、P間)

図 4.1-7 参照モデルの M \geq 7.6 の地震の断層面 (つづき) (▲ : 断層中心)

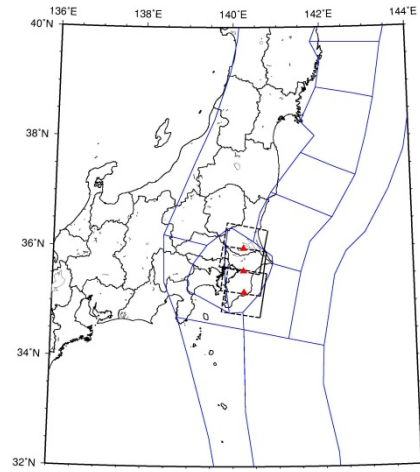
(P間 : プレート間の地震、P内:プレート内の地震)

○南関東東部



(M7.6~8.1、P間)

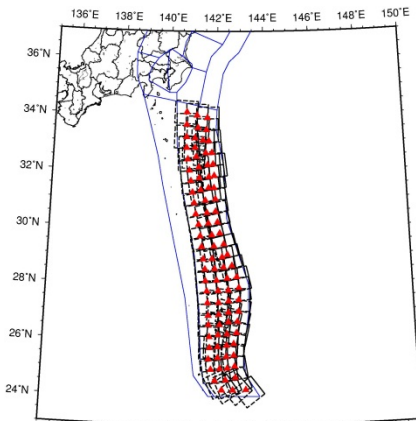
領域東側のみに配置し頻度は1/4



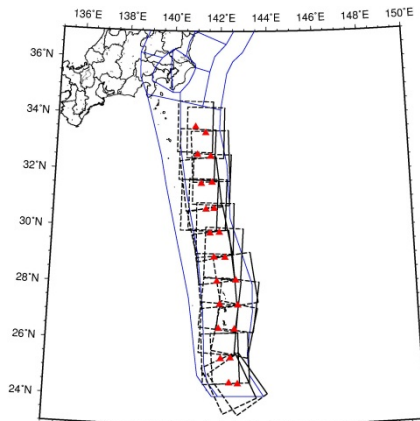
(M7.6~8.2、P内)

領域東側のみに配置し頻度は3/4

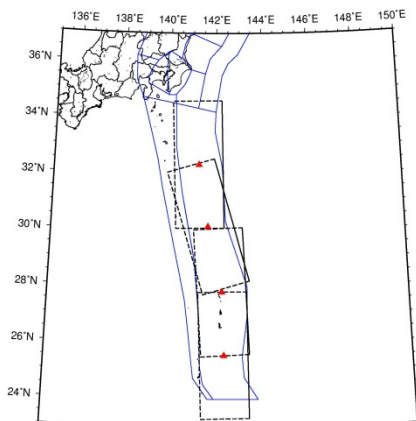
○伊豆・小笠原諸島付近



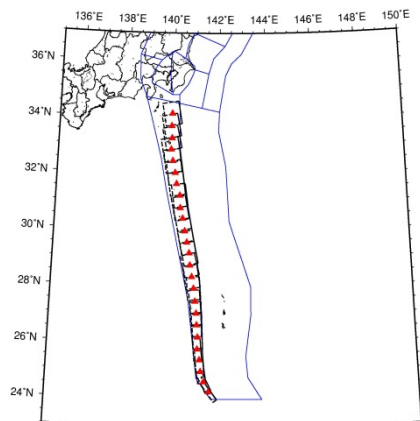
(M7.6~8.2、P間・P内)



(浅部；M8.3~8.9、P間)



(M9.0~9.5、P間)



(M7.6~8.2、P内やや深発)
領域東側のみに配置し頻度は3/4

図 4.1-7 参照モデルの $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (つづき) (▲：断層中心)

(P間：プレート間の地震、P内：プレート内の地震)

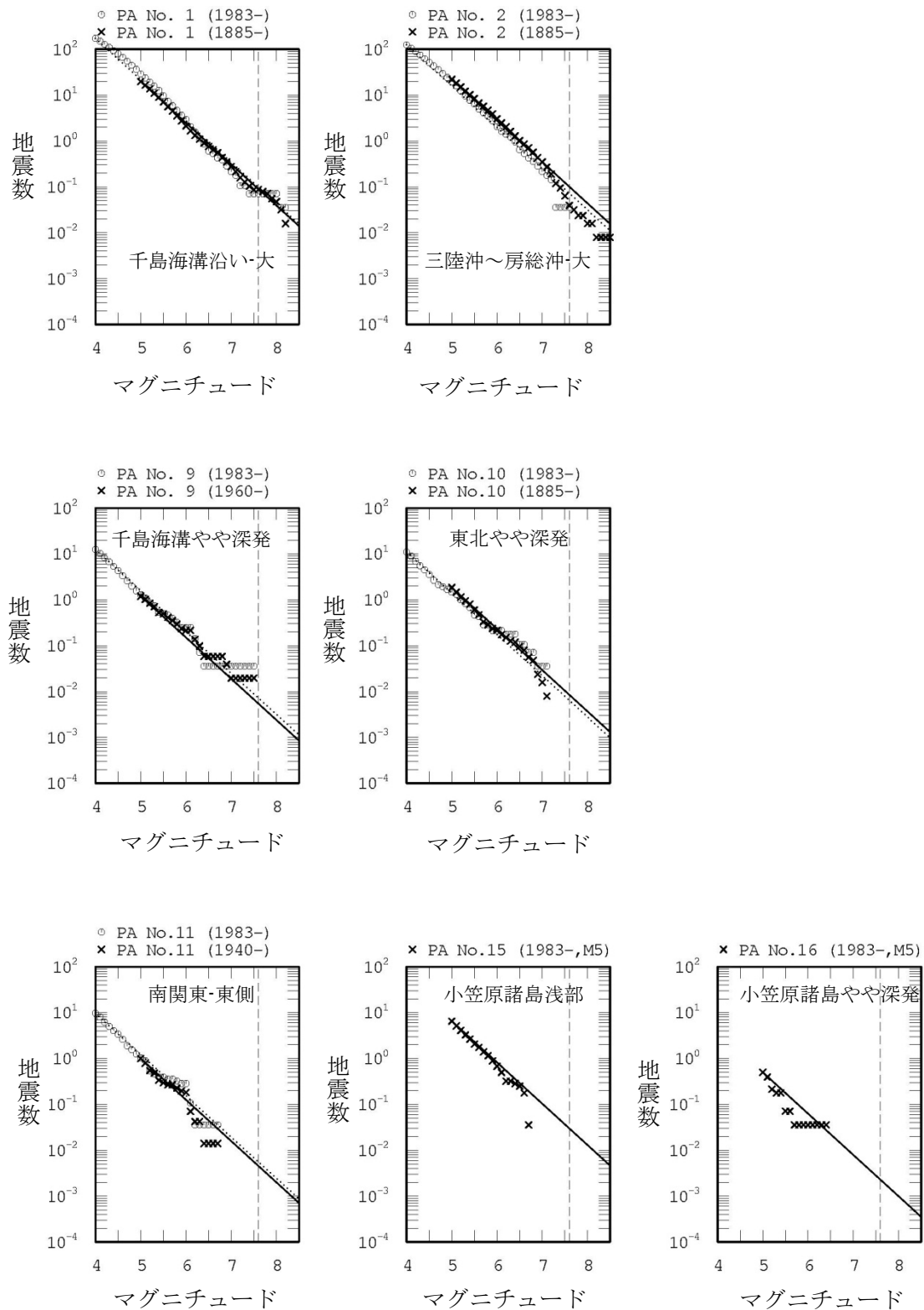


図 4.1-8 参照モデルの $M \geq 7.6$ の地震の発生頻度の設定方法
 (中地震 (実線) と小地震 (点線) の G-R 関係から得られる頻度の平均値を使用)

表 4.1-1 マグニチュード 7.6 以上の地震の発生頻度 (参照モデル)

(P 間 : プレート間の地震、P 内 : プレート内の地震)

No.	M ≥ 5.0 頻度			矩形断層	
	中地震	小地震	平均	頻度	発生間隔
①② 択捉～十勝	1.970E+01	2.177E+01	2.073E+01	9.477E-02	10.6
	P間(7.6-8.2)			5.529E-02	18.1
	P間(8.3-8.9)			1.296E-02	77.2
	P間(9.0-9.5)			2.824E-03	354.1
	P内			2.369E-02	42.2
⑨ 千島陸側 プレート内	1.196E+00	1.579E+00	1.387E+00	6.341E-03	157.7
	P間			0.000E+00	
	P内(3/4)			4.756E-03	210.3
③～⑧、⑬ 三陸沖北部～ 房総沖	2.203E+01	1.572E+01	1.888E+01	8.628E-02	11.6
	P間(7.6-8.2)			6.102E-02	16.4
	P間(8.3-8.9)			1.430E-02	69.9
	P間(9.0-9.5)			3.117E-03	320.8
	P内			7.844E-03	127.5
⑩ 東北陸側 プレート内	1.850E+00	1.394E+00	1.622E+00	7.413E-03	134.9
	P間			0.000E+00	
	P内(1/3)			2.471E-03	404.7
⑪ 南関東M7東側	1.000E+00	1.223E+00	1.111E+00	5.080E-03	196.8
	P間(1/8)			6.350E-04	1574.7
	P内(3/8)			1.905E-03	524.9
⑮ 小笠原浅部	6.536E+00	6.536E+00	6.536E+00	2.988E-02	33.5
	P間(7.6-8.2)			2.066E-02	48.4
	P間(8.3-8.9)			4.843E-03	206.5
	P間(9.0-9.5)			1.055E-03	947.7
	P内			3.319E-03	301.3
⑯ 小笠原深部	5.000E-01	5.000E-01	5.000E-01	2.285E-03	437.6
	P間			0.000E+00	
	P内(3/4)			1.714E-03	583.4

注 : 領域の番号 (丸付きの数字) は、図 4.1-1 に対応。

(頻度の単位は個/年、発生間隔の単位は年)

4.2 フィリピン海プレートの地震

1) 対象地震と地域区分

対象地震は、相模トラフ沿いと、南海トラフ～日向灘～南西諸島にかけてのフィリピン海プレートで発生する地震であり、対象とする領域は検討モデルと同一である。図 4.2-1 にフィリピン海プレートの地震の地域区分を示す。

大地震として個別にモデル化しているのは、相模トラフ沿いの M7.9～8.6 の地震と南海トラフ沿いの大地震、および日向灘のプレート間地震および一回り小さいプレート間地震であり、これらのモデル化は検討モデルと同一であるため、詳細な説明は省略する。これら以外の地震については、検討モデルと同様に G-R の関係に基づきモデル化しているが、検討モデルと異なる点は、①南海トラフ沿いで考慮する M7.6～M8.0 の地震の断層面の配置、②南西諸島で発生するプレート間の地震の最大マグニチュードを 8.5 から 9.5 に引き上げたことの 2 点である。

2) 地震カタログ

原則として、中地震と小地震（最小マグニチュードは 4.0）のカタログを併用するが、南関東の領域では、中地震カタログとして、大正関東地震の影響が少なくなった 1940 年以降のマグニチュード 5.0 以上の地震を用いる。また、南西諸島を含む領域では、観測網の検知能力を勘案して、1983 年以降のマグニチュード 5.0 以上の地震のみを用いることとし、カタログの併用は行わない。なお、中地震カタログ、小地震カタログについては「2.3 震源断層を予め特定しにくい地震の評価手法の概要」を参照。

3) 最大マグニチュード

最大マグニチュードは、7.9 以上の大地震が別途モデル化されている相模トラフ沿いでは 7.8、8.2 以上の大地震が別途モデル化されている南海トラフ沿いでは 8.0 とし、それ以外の領域はプレート間地震に対して M9.5、プレート内地震は M8.0 とする。

図 4.2-1 に、設定した最大マグニチュードを示す。

4) プレート間地震とプレート内地震の比率

各領域で発生するプレート間地震とプレート内地震の比率は、検討モデルと同一であり、図 4.2-2 に示すものとなっている。

5) 断層面の設定

規模の大きい地震に対しては矩形の断層面を領域内に配置し、そのいずれかで等確率で地震が発生するものとする。具体的には、南関東のマグニチュード 7.1～7.8 の地震については、63.6×31.8km (7.1～7.4) および 100×50km (7.5～7.8) の矩形断層面を、南海トラフおよび安芸灘～伊予灘～豊後水道のマグニチュード 7.6～8.0 の地震につい

ては 80km×80km の矩形断層面を、南西諸島浅部の領域のマグニチュード 7.6～9.5 の地震については、90×90km (7.6～8.2)、200×150km (8.3～8.9)、および 500×200km (9.0～9.5) の矩形断層面を配置する。これらのうち、検討モデルから変更があったのは南海トラフと南西諸島浅部である。図 4.2-3～図 4.2-6 に配置した矩形断層面を示す。

これら以外の地震は、円形の断層面でモデル化する。

6) モーメントマグニチュード M_w への変換

モーメントマグニチュード M_w は、 M_f と同じとする。

7) 規模の大きい地震の扱い

矩形断層面を設定した地震の発生頻度は、それ以下の地震の発生頻度と整合するように、各領域での G-R の関係に基づいて設定する。具体的には、中地震カタログと小地震カタログそれぞれに基づく G-R 式 (図 4.2-7) から算定される大地震の発生頻度の平均値を、当該領域の矩形断層でモデル化する地震の発生頻度とした上で、プレート間地震とプレート内地震の比率で分配したものをを用いる。

表 4.2-1 に、矩形断層でモデル化する地震の発生頻度を示す。なお、網掛けの部分は、地震の設定が無いことを示している。

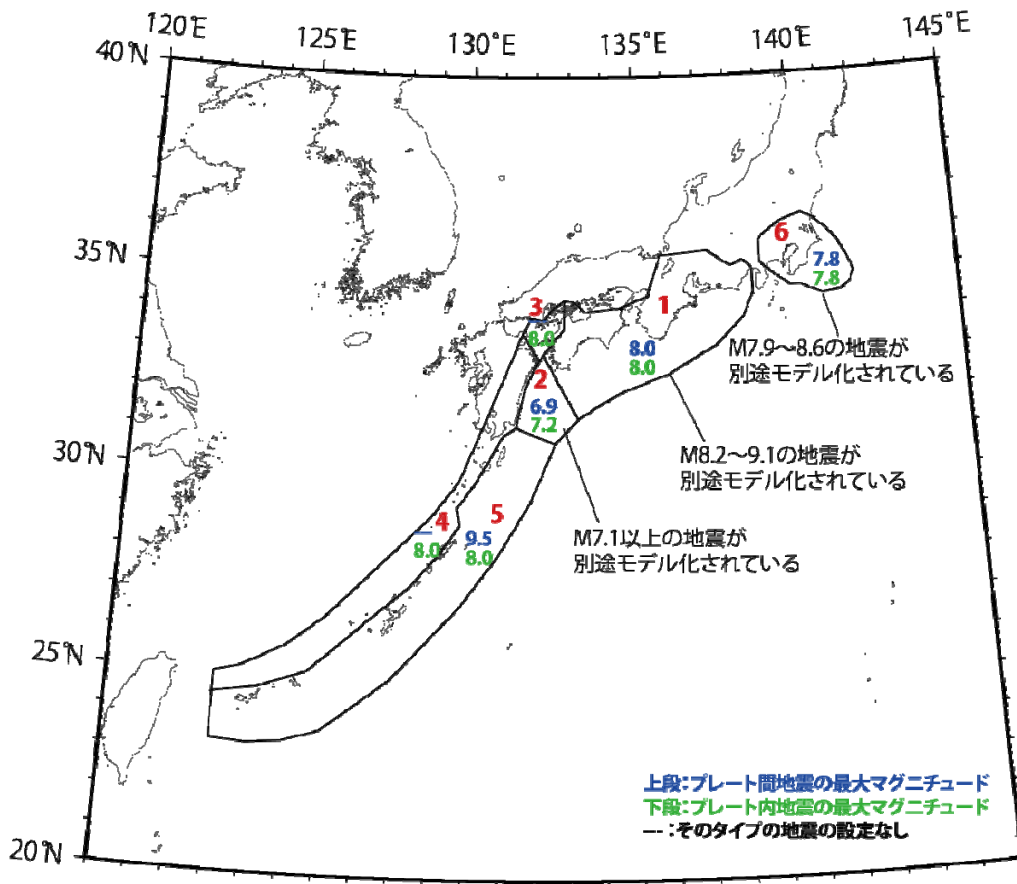


図 4.2-1 フィリピン海プレートの震源断層を予め特定しにくい地震の地域区分と最大マグニチュード (赤字は領域番号を示す)

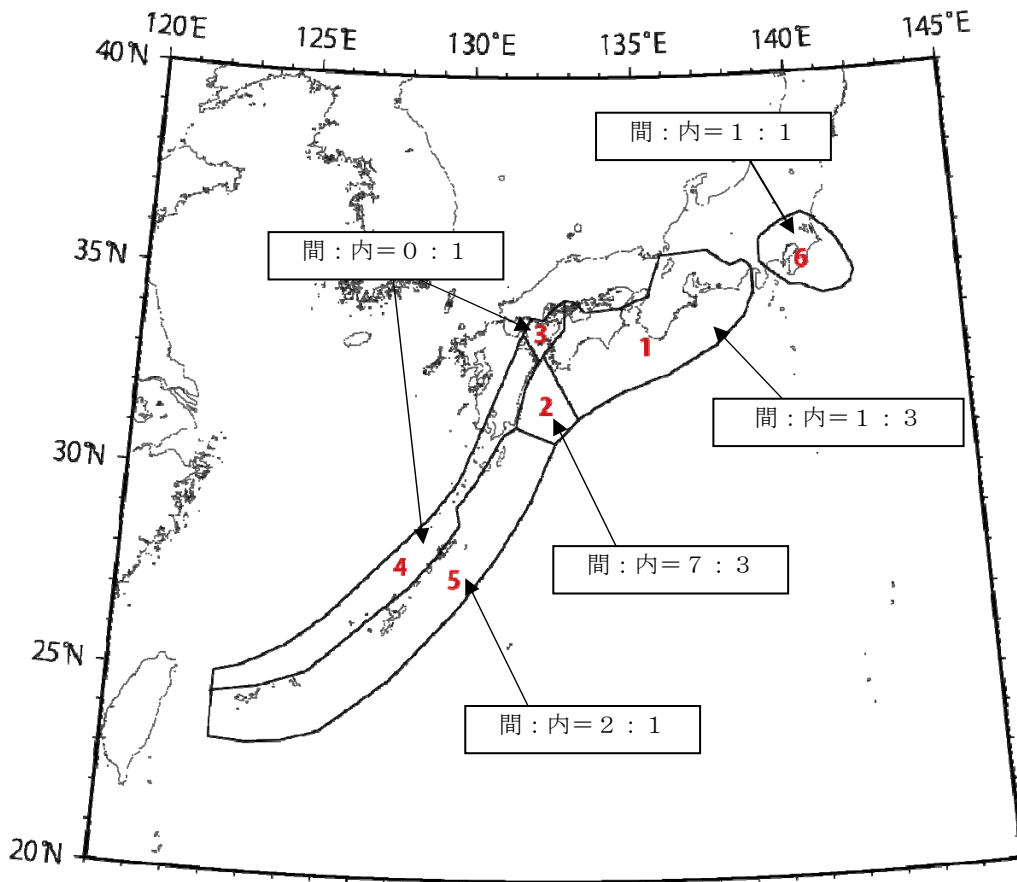


図 4.2-2 プレート間地震とプレート内地震の比率
 (赤字で記した数字は領域番号を示す)

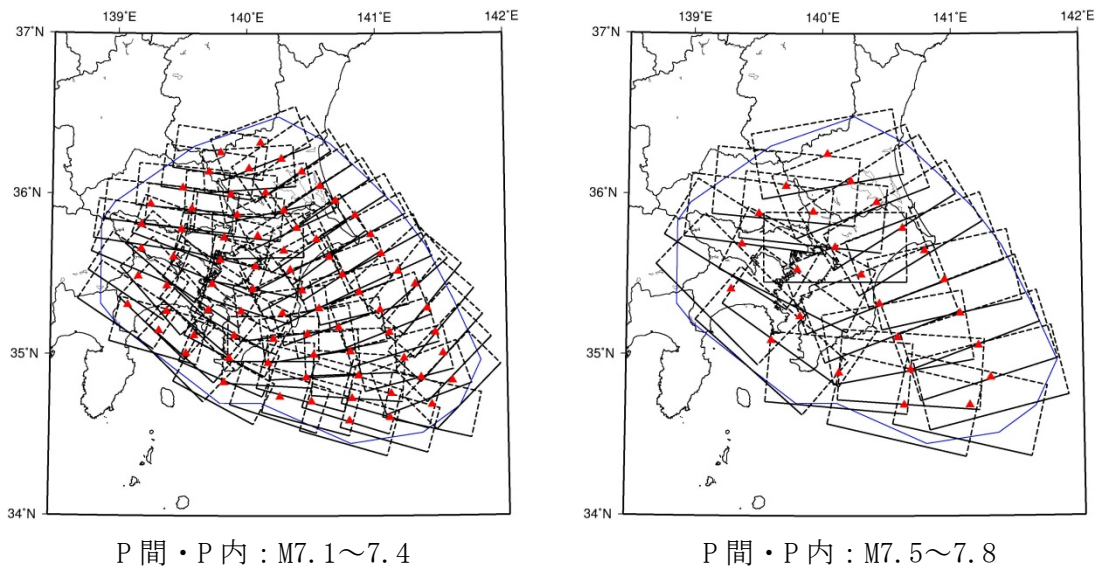


図 4.2-3 南関東の $M \geq 7.1$ の地震の断層面 (▲：断層中心)

(プレート間(P間)地震の断層面はプレート上面に沿うように、プレート内(P内)地震の断層面はそれよりも 10km 深いところに配置)

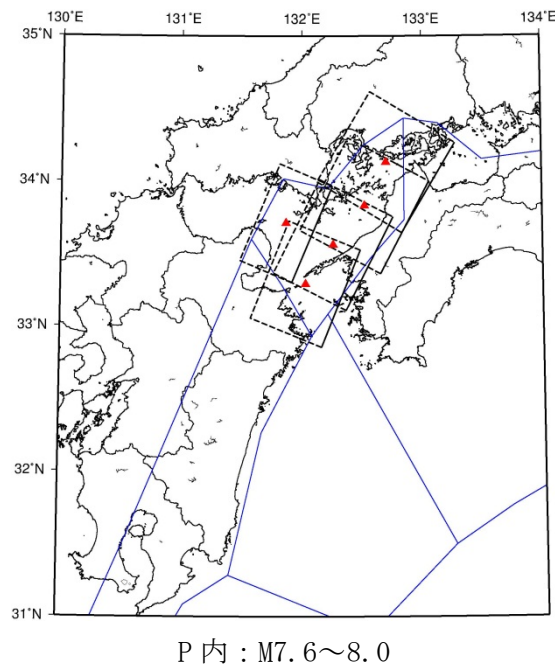


図 4.2-4 安芸灘～伊予灘～豊後水道の $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (▲：断層中心)

(断層面はプレート上面よりも 10km 深いところに配置)

(P間：プレート間の地震、P内：プレート内の地震)

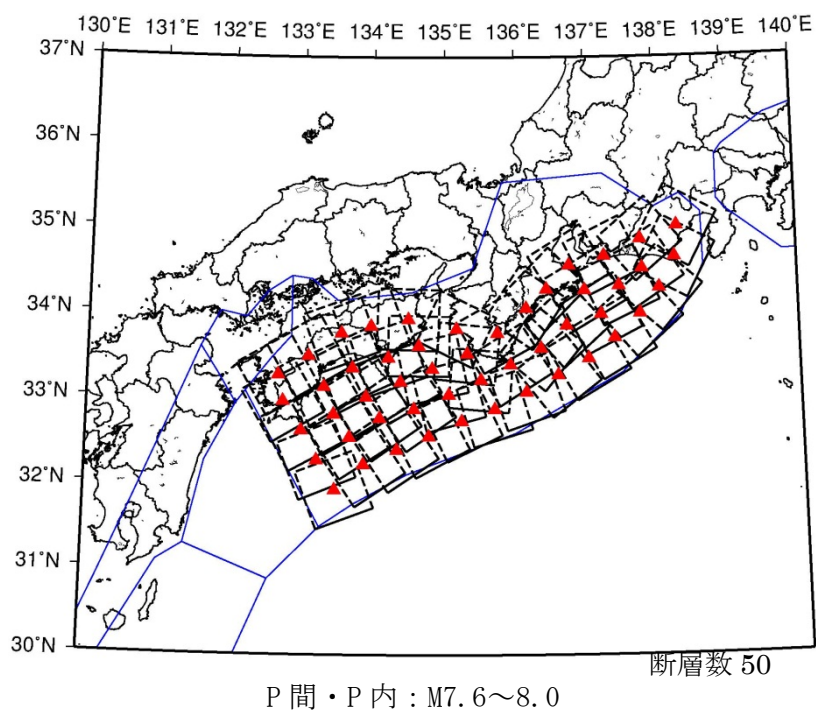


図 4.2-5 南海トラフ沿いの $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (▲ : 断層中心)
 (プレート間(P 間)地震の断層面はプレート上面に沿うように、プレート内
 (P 内)地震の断層面はそれよりも 10km 深いところに配置)

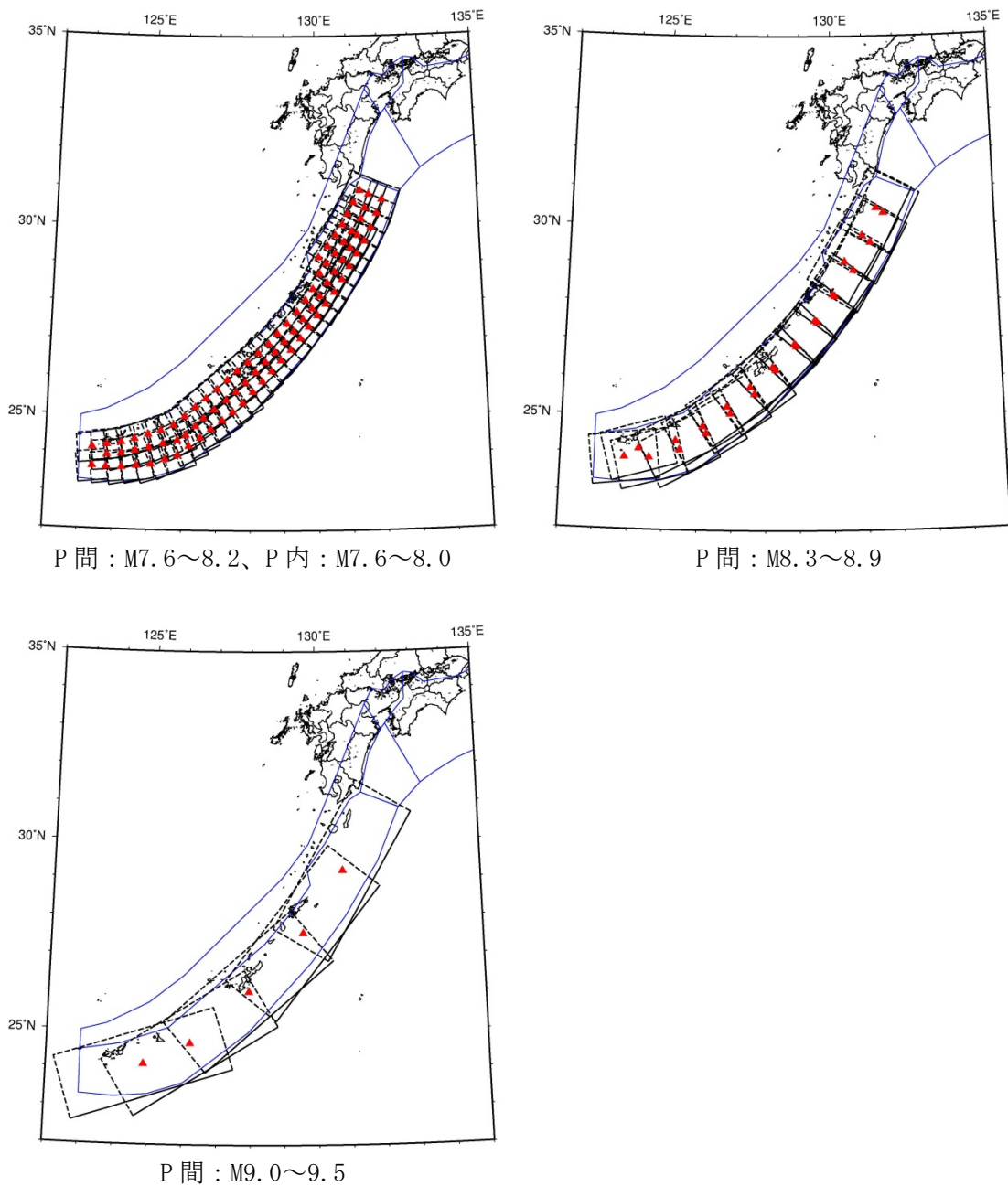


図 4.2-6 南西諸島浅部の $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (▲ : 断層中心)
 (プレート間地震の断層面はプレート上面に沿うように、プレート内
 地震の断層面はそれよりも 10km 深いところに配置)
 (P 間 : プレート間の地震、P 内:プレート内の地震)

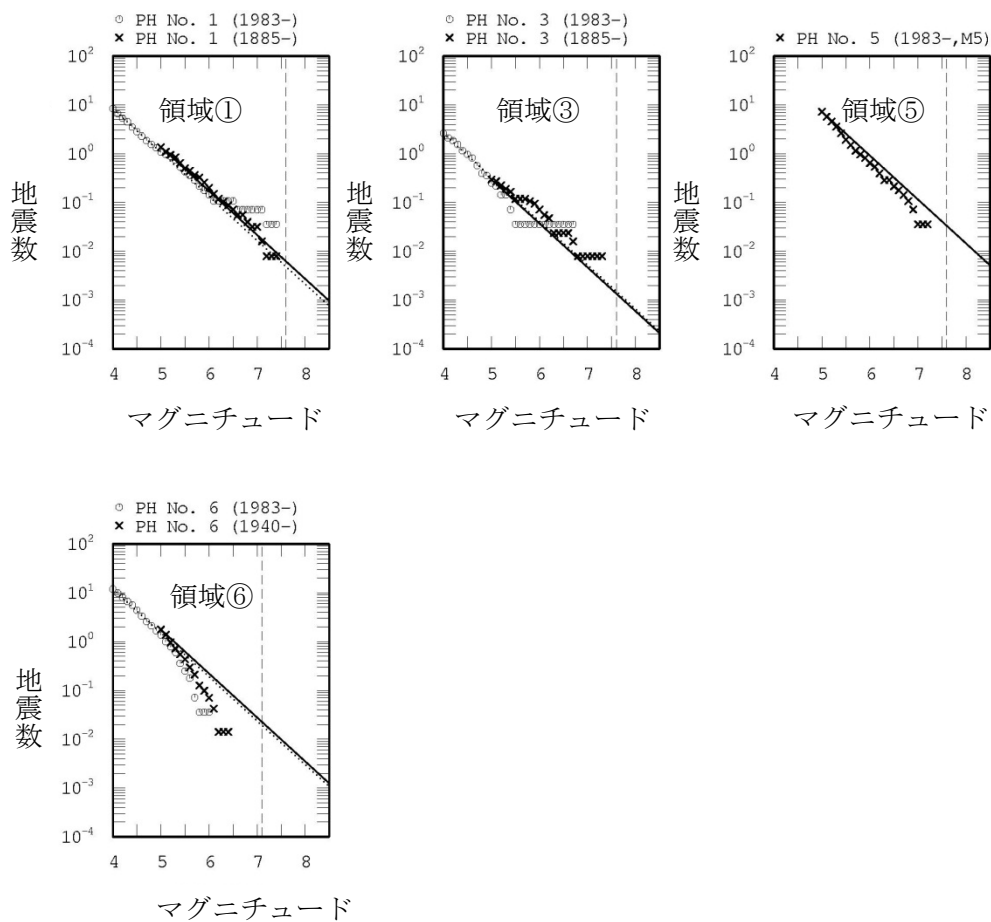


図 4.2-7 矩形断層でモデル化する地震の発生頻度の設定方法

- 中地震（実線）と小地震（点線）の G-R 関係から得られる頻度の平均値を使用。
- 領域番号は図 4.2-2 を参照。

表 4.2-1 矩形断層でモデル化する地震の発生頻度

No.	M \geq 5.0頻度			矩形断層		
	中地震	小地震	平均	頻度	発生間隔	
① 南海トラフ	1.363E+00	1.057E+00	1.210E+00	5.530E-03	180.8	
				P間	1.382E-03	723.3
				P内	4.147E-03	241.1
③ 安芸灘	2.950E-01	3.282E-01	3.116E-01	1.424E-03	702.1	
				P間	0.000E+00	
				P内	1.424E-03	702.1
⑤ 南西浅部	7.250E+00	7.250E+00	7.250E+00	3.314E-02	30.2	
				P間(7.6-8.2)	1.719E-02	58.2
				P間(8.3-8.9)	4.029E-03	248.2
				P間(9.0-9.5)	8.778E-04	1139.2
				P内(7.6-8.0)	1.105E-02	90.5
⑥ 南関東	1.761E+00	1.502E+00	1.631E+00	1.765E-02	56.6	
				P間(7.1-7.4)	6.145E-03	162.7
				P内(7.1-7.4)	2.682E-03	372.8
				P間(7.5-7.8)	6.145E-03	162.7
				P内(7.5-7.8)	2.682E-03	372.8

(P 間 : プレート間の地震、P 内:プレート内の地震)

(頻度の単位は個/年、発生間隔の単位は年)