

3. 震源断層モデルの作成

3.1 概要

震源断層モデルを設定して地震動計算を行うため、東京湾北部地震、千葉県東方沖地震および三浦半島断層群による地震について検討を行い最適な震源断層モデルを設定した。

3.2 検討の流れ

震源断層モデル検討の流れを図 3.2-1 に示した。

3.3 震源断層モデルの作成結果

3.3.1 東京湾北部地震

東京湾北部地震（フィリピン海プレート上面で発生する地震）については、中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」で検討された震源断層モデルのうち、2 つあるアスペリティの東側（千葉県側）が大きいケースの震源断層モデルを用いた（図 3.3-1）。ただし、近年の研究調査によって、フィリピン海プレートの深さ分布について新しい知見が得られ（Sato et al.,2005¹）同プレート上面が浅くなることが分かったため（図 3.3-2）、これにあわせて、想定する震源断層モデルの深さを修正した。両者の深さの差を図 3.3-3 に示した。

採用した東京湾北部地震の断層パラメータを表 3.3-1 に示した。

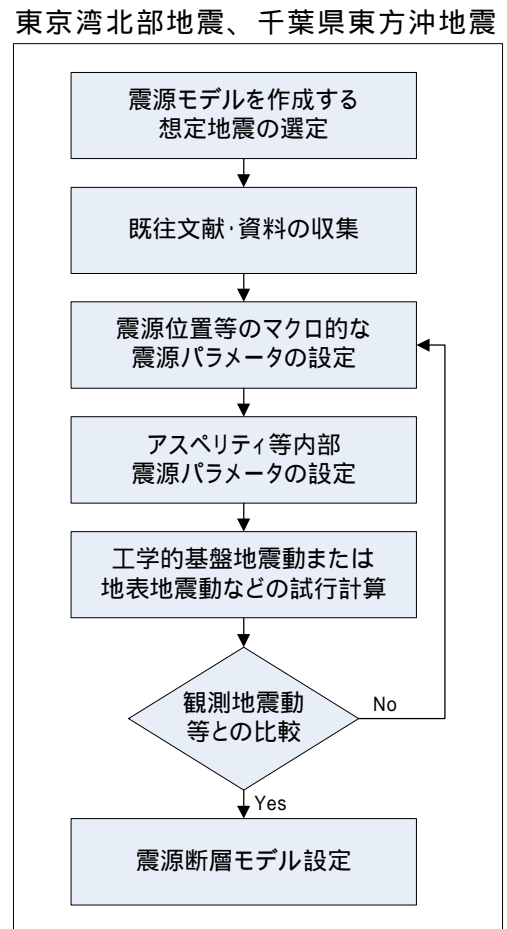


図 3.2-1 震源断層モデル検討フロー

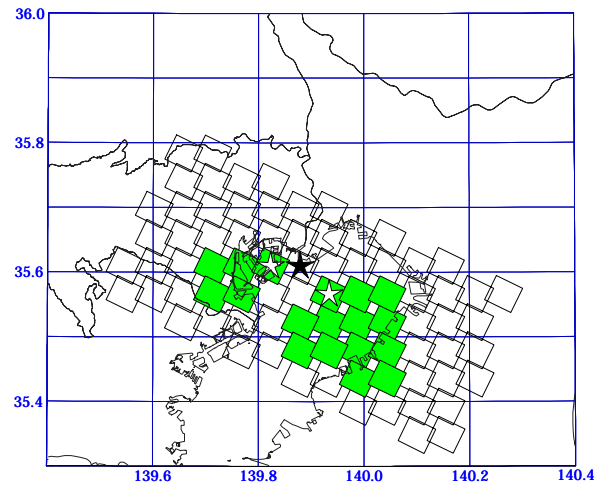
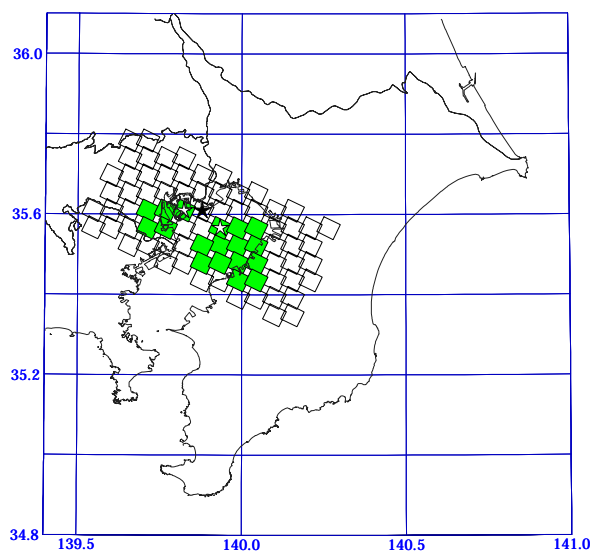


図 3.3-1 東京湾北部地震の震源断層モデル（左：広域図 右：拡大図）

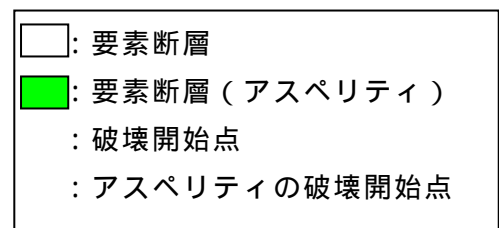
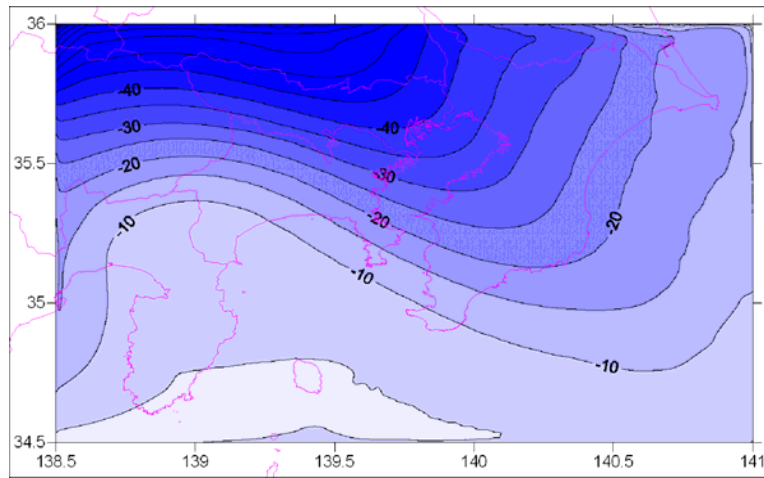
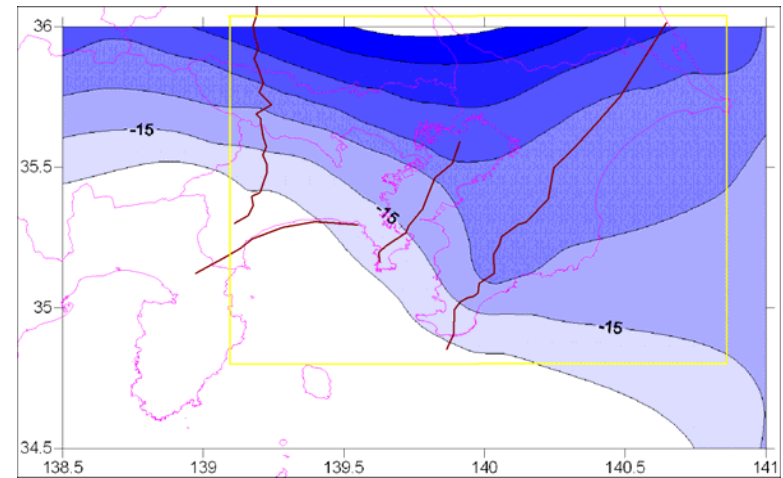


表 3.3-1 東京湾北部直下のプレート境界地震の断層パラメータ
 首都直下地震対策専門調査会資料に加筆

緯度(°)	35.32	
経度(°)	140.14	
上端深さd(km)	17	
下端深さ(km)	33	
長さL(km)	63.64	
幅W(km)	31.82	
走向	296	
傾斜(°)	23	
すべり角(°)	138	
マグニチュードMjma	7.3	
地震モーメントMo(Nm)	1.12E+20	logMo=1.5Mw+9.1(金森)
モーメントマグニチュードMw	7.3	
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	2025	=7 ^{1.5} /16 × Mo/S ^{1.5}
S波速度Vs(km/s)	3.5	地殻内の平均的値
平均密度(g/cm ³)	2.8	地殻内の平均的値
剛性率μ(N/m ²)	3.4E+10	μ=Vs ²
平均的な応力パラメータ(MPa)	3	
平均すべり量D(m)	1.6	Mo=μDS
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.5	Vr=0.72Vs
要素断層の大きさ(km)	5.0X5.0	
C(km)	2.8	
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
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)	450	Sa=S × 0.22
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	3.3	Da=D × 2.01
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	4.99E+19	Moa=μDaSa
アスペリティの総応力パラメータ a(MPa)	12.7	=2.436Mo/S ^{1.5}
(アスペリティ1)		
アスペリティ1の総面積Sa1(km ²)	325	Sa1=S × 0.22
アスペリティ1内の平均すべり量Da1(m)	3.7	Moa1=μDa1Sa1
アスペリティ1での総モーメントMoa1(Nm)	4.03E+19	Moa1=Moa × Sa1 ^{1.5} /Sa ^{1.5}
アスペリティ1の総応力パラメータ a1(Mpa)	16.7	a1=2.436Moa1/Sa1 ^{1.5}
(アスペリティ2)		
アスペリティ2の総面積Sa2(km ²)	125	Sa2=S × 0.22
アスペリティ2内の平均すべり量Da2(m)	2.3	Moa2=μDa2Sa2
アスペリティ2での総モーメントMoa2(Nm)	9.60E+18	Moa2=Moa × Sa2 ^{1.5} /Sa ^{1.5}
アスペリティ2の総応力パラメータ a2(MPa)	16.7	a2=2.436Moa2/Sa2 ^{1.5}
背景領域		
面積Sb(km ²)	1575	Sb=S - Sa
地震モーメントMob(Nm)	6.25E+19	Mob=Mo - Moa
すべり量Db(m)	1.2	Mob=μDbSb
応力パラメータ b(MPa)	2.4	b=2.438Mob/Sb ^{1.5}



単位 : km



単位 : km

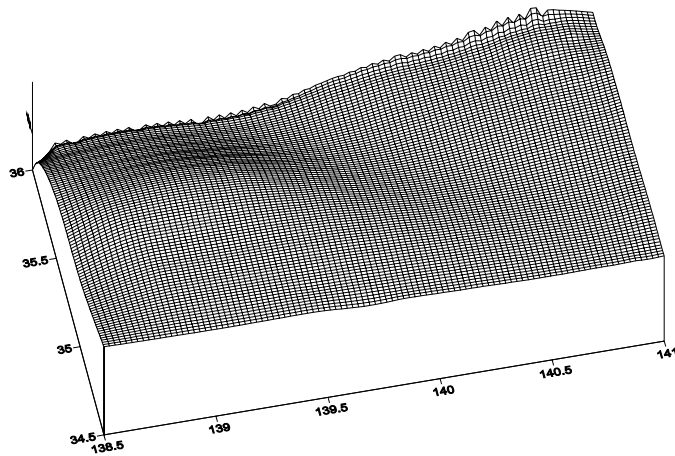


図 3.3-2(1) 従来のプレート上面のコンタ図
Ishida(1992)²をもとに作成

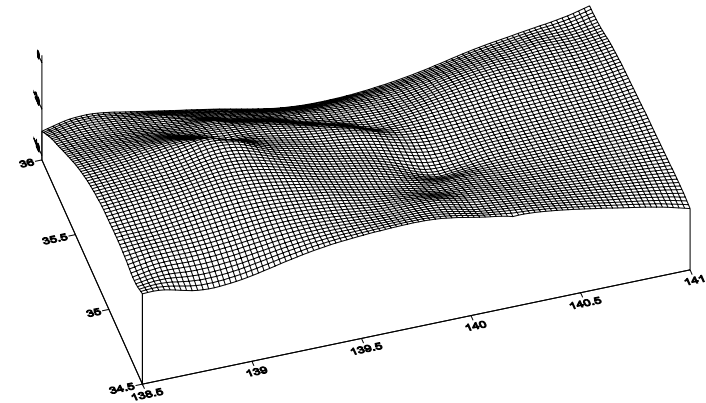


図 3.3-2(2) Sato et al.(2005)をもとにしたプレート上面コンタ図
茶色の線 : Sato et al.(2005)による反射法探査測線
黄色の枠 : Sato et al.(2005)でプレート上面コンタが示された範囲
枠外の範囲は外挿によりコンタを求めた

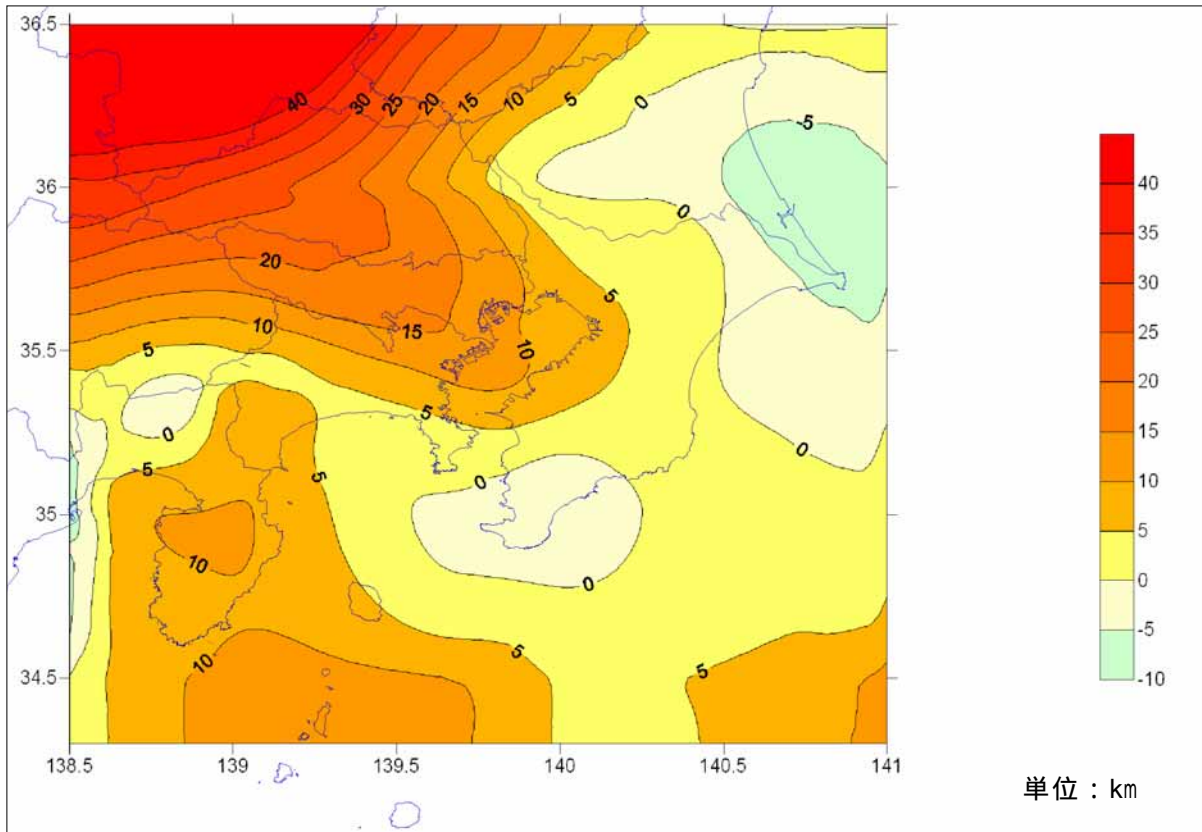


図 3.3-3 プレート上面深度の差（正の値：従来より浅い、負の値：従来より深い）

3.3.2 1987年千葉県東方沖地震

1987年千葉県東方沖地震の震源断層モデルは、岡田・笠原(1988)³(図3.3-4)を参照して、その大きさ、位置を決め、観測記録の再現性を考慮して詳細なパラメータを設定した。その結果モーメントマグニチュード(M_w)が6.8、応力降下量が36MPaとなった。図3.3-5に設定した震源断層モデルを、表3.3-2に採用した断層パラメータを示した。

またアスペリティ(地震波を強く発生する区域)の数、配置などは、千葉県東方沖地震では、1987年千葉県東方沖地震の観測記録を再現するように試行錯誤的に調整した。

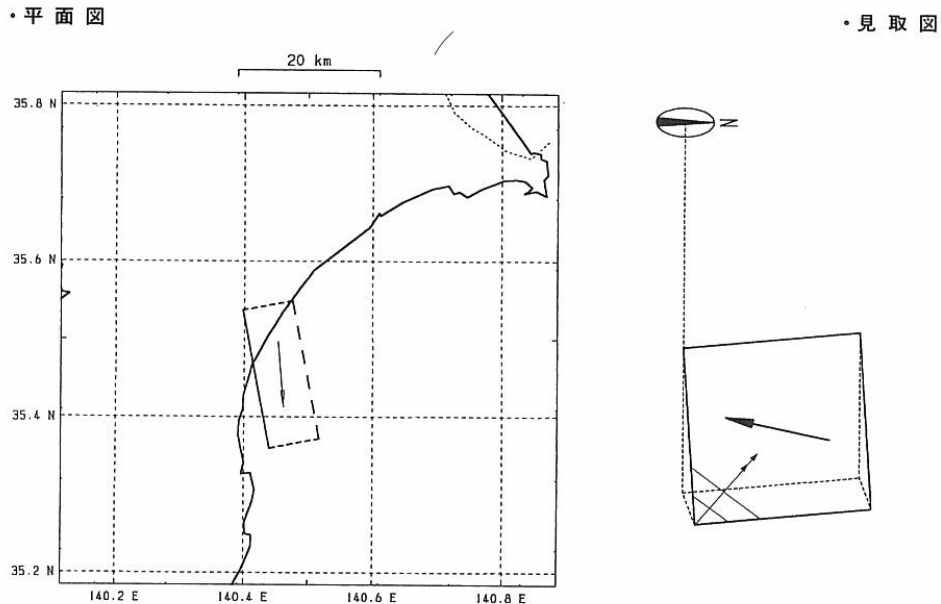


図 3.3-4 岡田・笠原(1988)による震源断層モデル
(「断層パラメータハンドブック」⁴より)

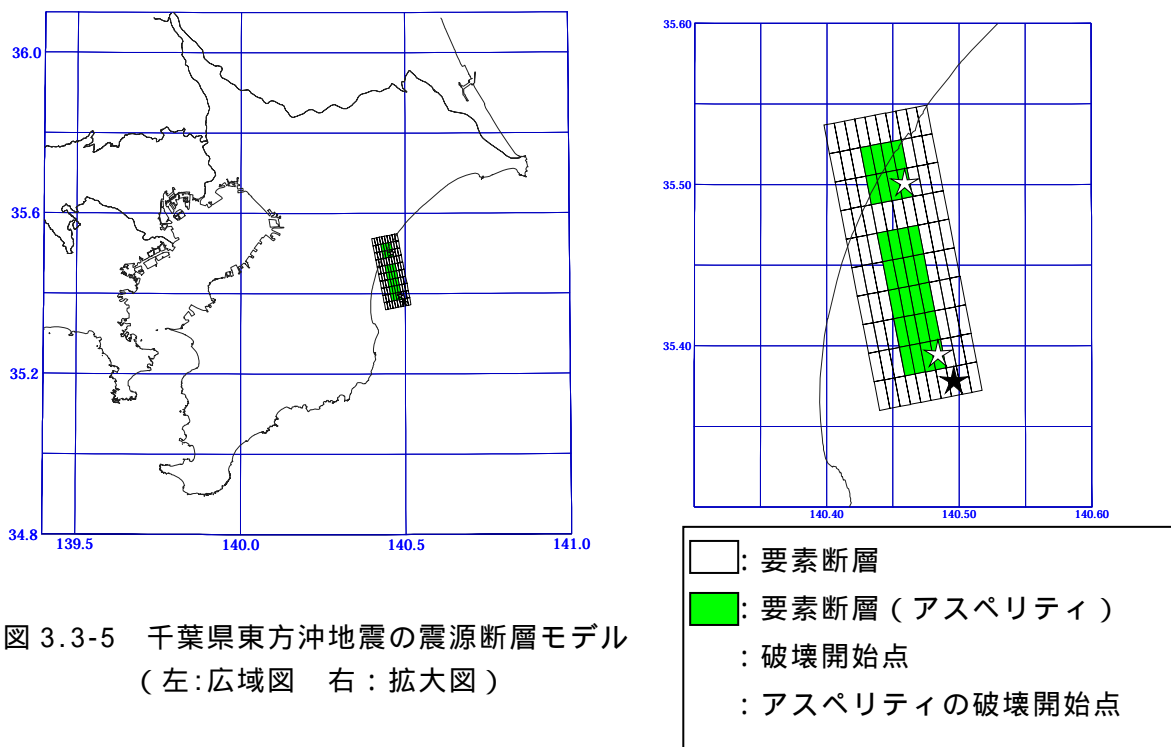


図 3.3-5 千葉県東方沖地震の震源断層モデル
(左:広域図 右:拡大図)

表 3.3-2 千葉県東方沖地震の断層パラメータ

緯度(°)	35.37	
経度(°)	140.44	
上端深さd(km)	29	岡田・笠原(1988)による震源モデル(「断層パラメータハンドブック」より)
下端深さ(km)	48	
長さL(km)	20.0	岡田・笠原(1988)による震源モデル(「断層パラメータハンドブック」より)
幅W(km)	20.0	
走向	349°	
傾斜(°)	69°	
すべり角(°)	163°	
マグニチュードMjma	-	
地震モーメントMo(Nm)	2.00E+19	再現計算より決定
モーメントマグニチュードMw	6.8	1.5Mw=log(Mo)-9.1
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	400	再現計算より決定
S波速度Vs(km/s)	3.5	
平均密度(g/cm ³)	2.8	
剛性率μ(N/m ²)	3.4E+10	
平均的な応力パラメータ(MPa)	10	再現計算より決定
平均すべり量D(m)	1.5	D=MO/μs
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.5	
要素断層の大きさ(km)	2.0X2.0	
C(km)	2	
Fmax(Hz)	6	
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)	112	Sa=0.2S
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	2.9	Da=2D
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.1E+19	Moa=μDaSa
アスペリティの総応力パラメータa(MPa)	35.7	a=S/Sa
(アスペリティ1)		
アスペリティ1の総面積Sa1(km ²)	80	
アスペリティ1内の平均すべり量Da1(m)	3.3	Moa1=μDa1Sa1
アスペリティ1での総モーメントMoa1(Nm)	8.90E+18	Moa1=Moa×Sa1 ^{1.5} /Sa ^{1.5}
アスペリティ1の総応力パラメータa1(Mpa)	35.7	a1=2.436Moa1/Sa1 ^{1.5}
(アスペリティ2)		
アスペリティ2の総面積Sa2(km ²)	32	
アスペリティ2内の平均すべり量Da2(m)	2.0	Moa1=μDa1Sa1
アスペリティ2での総モーメントMoa2(Nm)	2.20E+18	Moa1=Moa×Sa1 ^{1.5} /Sa ^{1.5}
アスペリティ2の総応力パラメータa2(MPa)	35.7	a1=2.436Moa1/Sa1 ^{1.5}
背景領域		
面積Sb(km ²)	288	Sb=S-Sa
地震モーメントMob(Nm)	8.80E+18	Mob=Mo-Moa
すべり量Db(m)	0.9	Mob=μDbSb
応力パラメータb(MPa)	6.8	

3.3.3 三浦半島断層群による地震

三浦半島断層群による地震については、中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」で検討された震源断層モデルを用いた（図 3.3-6）。採用した断層パラメータを、表 3.3-3 に示した。また、設定した3想定地震の震源断層モデルをまとめて図 3.3-7 に示した。

三浦半島断層群による地震のアスペリティ（地震波を強く発生する区域）の数、配置などは、中央防災会議で設定されたモデルをそのまま用いた。

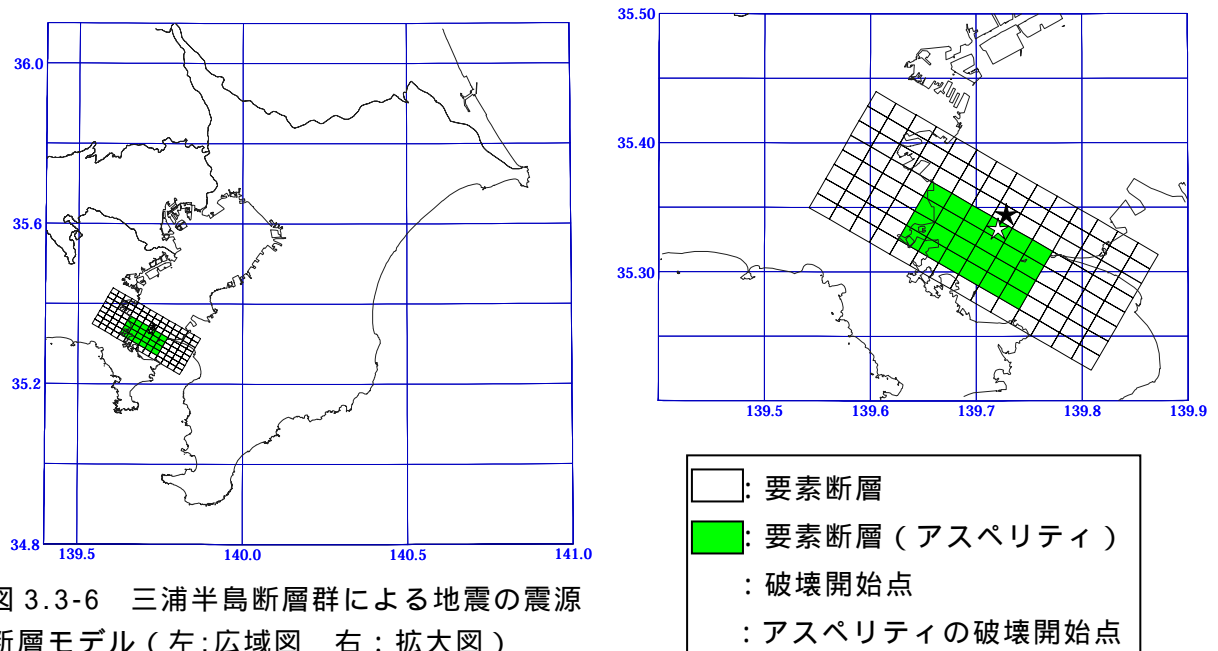


図 3.3-6 三浦半島断層群による地震の震源断層モデル（左：広域図 右：拡大図）

表 3.3-3 三浦半島断層群による地震 断層パラメータ

第 12 回首都直下地震対策専門調査会資料に加筆

緯度(°)	35.1741	
経度(°)	139.7725	
上端深さd(km)	5	
下端深さ(km)	19	
長さL(km)	28	
幅W(km)	18	
走向	300	
傾斜(°)	45	
すべり角(°)	180	
マグニチュードMjma	7.2	logL=0.6M-2.9
地震モーメントMo(Nm)	2.50E+19	
モーメントマグニチュードMw	6.9	Mw=0.879M+0.536
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積S(km ²)	455	S=LW
S波速度Vs(km/s)	3.5	地殻内の平均的値
平均密度(g/cm ³)	2.8	地殻内の平均的値
剛性率μ(N/m ²)	3.4E+10	μ=Vs ²
平均的な応力パラメータ(MPa)	3	平均的な値
平均すべり量D(m)	1.6	Mo=μDS
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.5	Vr=0.72Vs
要素断層の大きさ(km)	2.0×2.0	
C(km)	8.0	
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
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)	98	Sa=S×0.2~0.3
アスペリティ内の平均すべり量Da(m)	3.2	Da=D×2
アスペリティでの総モーメントMoa(Nm)	1.08E+19	Moa=μDaSa
アスペリティの総応力パラメータ a(MPa)	13.9	a=μ×S/Sa
背景領域		
面積Sb(km ²)	358	Sb=S-Sa
地震モーメントMob(Nm)	1.42E+19	Mob=Mo-Moa
すべり量Db(m)	1.2	Mob=μDbSb
応力パラメータ b(MPa)	2.8	b=0.2 a

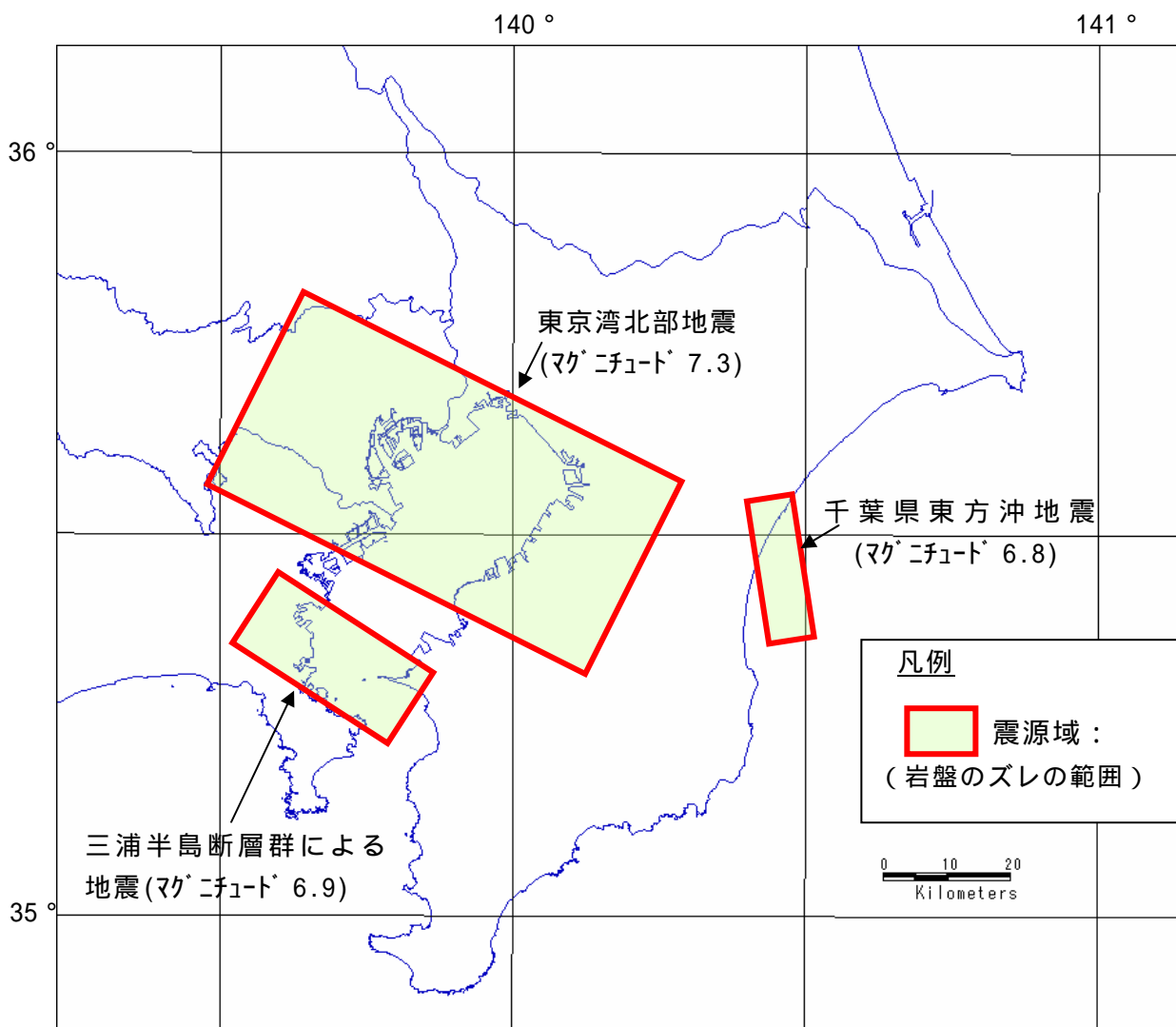


図 3.3-7 3 想定地震の震源断層モデルの位置図

参考文献

- 1 Hiroshi Sato, Naoshi Hirata, Kazuki Koketsu, David Okaya, Susumu Abe, Reiji Kobayashi, Makoto Matsubara, Takaya Iwasaki, Tanio Ito, Takeshi Ikawa, Taku Kawanaka, Keiji Kasahara, Steven Harder(2005): Earthquake Source Fault Beneath Tokyo, Science 309,462.
- 2 Ishida, M.(1992): Geometry and Relative Motion of the Philippine Sea Plate and Pacific Plate Beneath the Kanto-Tokai District, Japan, Journal of Geophysical Research, Vol.97, No.B1, 489-513.
- 3 岡田義光・笠原敬司 (1988): 1987 年 12 月千葉県東方沖地震, 地震学会講演予稿集, No.1, p.63
- 4 佐藤良輔編 (1989): 「日本の地震断層パラメーター・ハンドブック」, 鹿島出版会