

9. 距離減衰式を用いた濃尾地震の広域強震動評価

9.1 はじめに

濃尾地震の震源断層に関する情報をもとに、複数の断層モデルを設定し、距離減衰式による広域強震動評価を行い、観測被害率分布の再現性について議論する。具体的には、次の2つの検討を行う。「岐阜 - 一宮断層帯が活断層ではない」という地震調査委員会(2001)の評価結果を踏まえ、岐阜 - 一宮断層帯の直下に断層がない断層モデルで観測被害率分布が説明可能かどうかについて検討する。また、3章で示したような地殻変動や微小地震分布などを説明可能な新しい震源モデルの有効性を、広域強震動分布の再現性の観点から検証する。

9.2 計算条件

本検討における計算条件を以下にまとめる。

9.2.1 断層モデル

設定した断層モデルは、以下の3つとした。

断層モデル1：Mikumo and Ando(1976)の断層モデル

断層モデル2：Mikumo and Ando(1976)で岐阜 - 一宮断層帯を除いた断層モデル

断層モデル3：Mikumo and Ando(1976)で岐阜 - 一宮断層帯の部分をやや東側の逆断層とした断層モデル

ここで設定した3つの断層モデルを図9.2.1に示す。

9.2.2 断層パラメータ

巨視的断層パラメータは以下の考え方に基づいて設定した。

断層の位置は、図9.2.1に示したとおりである。

断層モデル2と断層モデル3の地震モーメントは、地震モーメントが断層面積の1.5乗に比例するとして、断層モデル1の地震モーメントと断層面積から求めた。

各断層モデルの震源深さは、全断層の平均深さとした。

3つの断層モデルにおける断層パラメータを表9.2.1～表9.2.3に示す。

9.2.3 距離減衰式

距離減衰式は、司・翠川(1999)による断層面からの最短距離を用いた最大速度の式を用いた。地震動の定義位置は、S波速度600m/s程度の工学的基盤である。用いた距離減衰式を以下に示す。

$$\log PGV_{b600} = 0.58M_w + 0.0038 D - 1.29 - \log(X - 0.0028 \cdot 10^{0.50M_w}) - 0.002 X$$

PGV_{b600} : 最大速度(cm/s) : S波速度 600m/s 程度の工学的基盤
Mw : モーメントマグニチュード
D : 震源深さ(km)
X : 断層最短距離(km)

9.2.4 地盤増幅度

S波速度 600m/s 程度の工学的基盤から地表面までの最大速度の増幅度は、松岡・翠川(1993)に基づいて、国土数値情報を用いて算定した。本検討で用いた最大速度の地盤増幅度を図 9.2.2 に示す。

9.2.5 震度計算方法

地表面の最大速度から震度への換算は、以下の示す翠川・他(1999)の式を用いた。

$$I_{\text{INSTR}} = 2.68 + 1.72 \log \text{PGV}_S$$

I_{INSTR} : 計算震度
 PGV_S : 地表面における最大速度(cm/s)

この関係式における最大速度は、水平動 2 成分を合成したものである。一方、司・翠川(1999)の距離減衰式から求められる最大速度は水平 2 成分のうち大きい方の値である。このように、厳密な意味では両者の定義は異なるが、本検討では両者の結論に大きな相違はないと考える。

9.3 計算震度分布と観測被害率分布との比較

3つの断層モデルによる計算震度分布を図 9.3.1～図 9.3.3 にそれぞれ示す。また、これらの震度分布と比較する観測被害率分布(地震調査研究推進本部, 1998)を図 9.3.4 に示す。これらの図より、以下のことがわかる。

図 9.3.1 と図 9.3.4 より、断層モデル 1 による震度 6 強以上の計算震度分布と観測被害率分布を比較すると、岐阜市北部から犬山にかけての被害集中領域だけでなく、岐阜市・大垣・一ノ宮にかけての被害集中領域を概ね再現できている。ただし、計算震度分布では、津島南部の海岸線付近まで震度 6 強以上が広がっており、その付近の再現性がやや悪い。図 9.3.2 と図 9.3.4 より、断層モデル 2 による震度 6 強以上の計算震度分布と観測被害率分布を比較すると、岐阜市北部から犬山にかけての被害集中領域を再現できているが、岐阜市・大垣・一ノ宮にかけての被害集中領域は再現できていない。

図 9.3.3 と図 9.3.4 より、断層モデル 3 による震度 6 強以上の計算震度分布と観測被害率分布を比較すると、岐阜市北部から犬山にかけての被害集中領域や岐阜市・大垣・一ノ宮にかけての被害集中領域の再現性は断層モデル 1 の場合と同程度で、全体的に被害集中領域をよく再現できている。とくに、津島南部においては、断層モデル 2 の結果よりも観測

被害率分布の再現性が良い。

以上より、図 9.3.4 に示した観測被害率分布の再現性の観点から、断層モデル 1 または断層モデル 3 が良いといえる。

9.4 まとめ

本検討では、3 つの巨視的断層モデルに対して距離減衰式による広域の震度分布を計算し、観測被害率分布と比較した。その結果、以下のことが指摘できる。

Mikumoto and Ando(1976)で岐阜 - 一宮断層帯を除いた断層モデル (断層モデル 2) は、観測被害率分布を説明できていない。

Mikumoto and Ando(1976)で岐阜 - 一宮断層帯の部分をやや東側の逆断層とした断層モデル (モデル 3) は、Mikumoto and Ando(1976)の断層モデル (断層モデル 1) よりも若干観測被害率分布の再現性が良い。

Mikumoto and Ando(1976)で岐阜 - 一宮断層帯の部分をやや東側の逆断層とした断層モデル (モデル 3) が、観測被害率分布以外の各種のデータ (地殻変動データ、微小地震分布など) の再現性が良ければ、この断層モデルが 1891 年濃尾地震の断層モデルとして最も良いと考えられる。この断層モデルは、岐阜 - 一宮断層帯よりも東側に逆断層を想定しており、この逆断層の位置が地震調査委員会(2001)による「岐阜 - 一宮断層帯が活断層ではない」と評価された位置と異なることから、地震調査委員会(2001)の調査結果と矛盾するものではない。今後、震裂波動線とのきめ細かな対応を検討するために、より詳細な強震動予測手法 (例えばハイブリッド法など) を用いて強震動分布を計算し、観測被害率分布などと比較する予定である。

参考文献

地震調査委員会 (2001): 岐阜 - 一宮断層帯の評価, 平成 13 年 1 月 10 日.

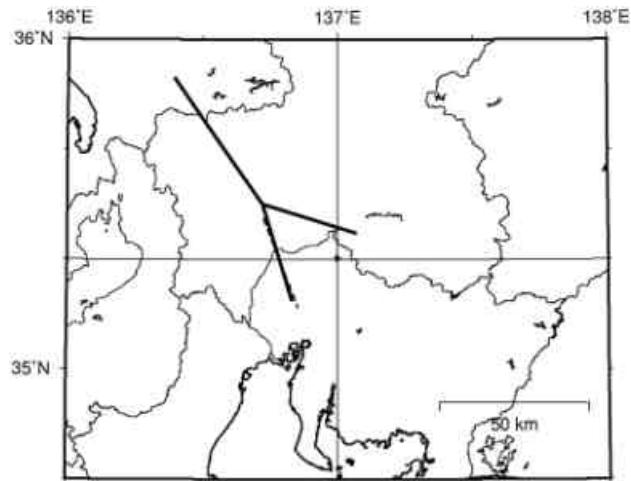
地震調査研究推進本部 (1998): 日本の地震活動 < 追補版 >.

松岡昌也・翠川三郎 (1993): 国土数値情報を利用した広域震度分布予測, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 447 号, pp.51-56.

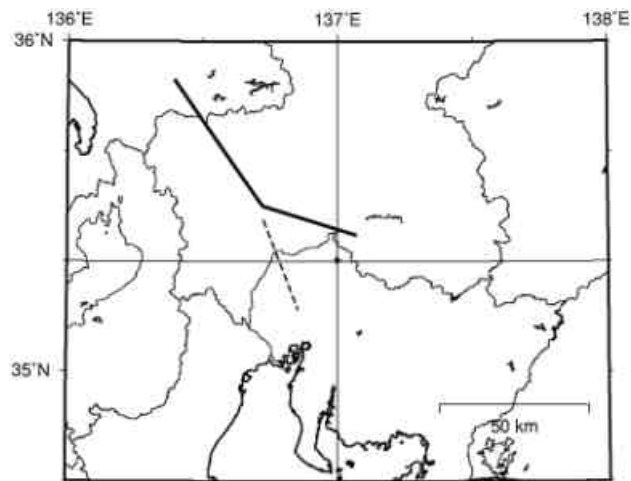
翠川三郎・藤本一雄・松村郁栄 (1999): 計測震度と旧気象庁震度および地震動強さの指標との関係, 地域安全学会論文集, Vol.1, pp.51-56.

Mikumoto, T and M. Ando (1976): A search into the faulting mechanism of the 1891 great Nobi earthquake, Journal of Physics of the Earth, Vol.24, pp.63-87.

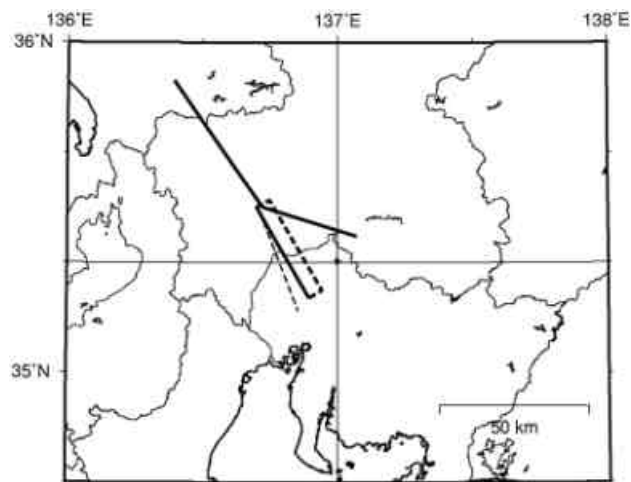
司 宏俊・翠川三郎 (1999): 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第 523 号, pp.63-70.



(a) 断層モデル1



(b) 断層モデル2



(c) 断層モデル3

図 9.2.1 検討に用いた断層モデル (細破線は地震調査委員会による岐阜 - 一宮断層帯)

表 9.2.1 断層モデル1の断層パラメータ

パラメータ	記号	単位	断層モデル1				
モーメント マグニチュード	M_w		7.4				
地震モーメント	M_0	[dyne-cm]	1.5×10^{27}				
断層面積	S	[km ²]	1717				
平均すべり量	D	[m]	2.9				
平均深さ	H	[km]	7.7				
剛性率	μ	[dyne/cm ²]	3.0×10^{11}				
			断層1	断層2	断層3	断層4	断層5
断層長さ	L	[km]	18	18	16	33	34
断層幅	W	[km]	15	15	15	15	13
断層原点							
北緯		[° N]	35.884	35.751	35.618	35.500	35.500
東経		[° E]	136.393	136.507	136.621	136.723	136.723
深さ		[km]	0	0	0	0	2
走向	θ	[°]	145	145	145	107	163
傾斜角	δ	[°]	90	90	90	90	90

表 9.2.2 断層モデル2の断層パラメータ

パラメータ	記号	単位	断層モデル2			
モーメント マグニチュード	M_w		7.3			
地震モーメント	M_0	[dyne-cm]	9.6×10^{26}			
断層面積	S	[km ²]	1275			
平均すべり量	D	[m]	2.5			
平均深さ	H	[km]	7.7			
剛性率	μ	[dyne/cm ²]	3.0×10^{11}			
			断層1	断層2	断層3	断層4
断層長さ	L	[km]	18	18	16	33
断層幅	W	[km]	15	15	15	15
断層原点						
北緯		[° N]	35.884	35.751	35.618	35.500
東経		[° E]	136.393	136.507	136.621	136.723
深さ		[km]	0	0	0	0
走向	θ	[°]	145	145	145	107
傾斜角	δ	[°]	90	90	90	90

表 9.2.3 断層モデル3の断層パラメータ

パラメータ	記号	単位	断層モデル3				
モーメント マグニチュード	M_w		7.4				
地震モーメント	M_0	[dyne-cm]	1.6×10^{27}				
断層面積	S	[km ²]	1800				
平均すべり量	D	[m]	3.0				
平均深さ	H	[km]	7.7				
剛性率	μ	[dyne/cm ²]	3.0×10^{11}				
			断層1	断層2	断層3	断層4	断層5
断層長さ	L	[km]	18	18	16	33	35
断層幅	W	[km]	15	15	15	15	15
断層原点							
北緯		[° N]	35.884	35.751	35.618	35.500	35.500
東経		[° E]	136.393	136.507	136.621	136.723	136.700
深さ		[km]	0	0	0	0	5
走向	θ	[°]	145	145	145	107	150
傾斜角	δ	[°]	90	90	90	90	70E

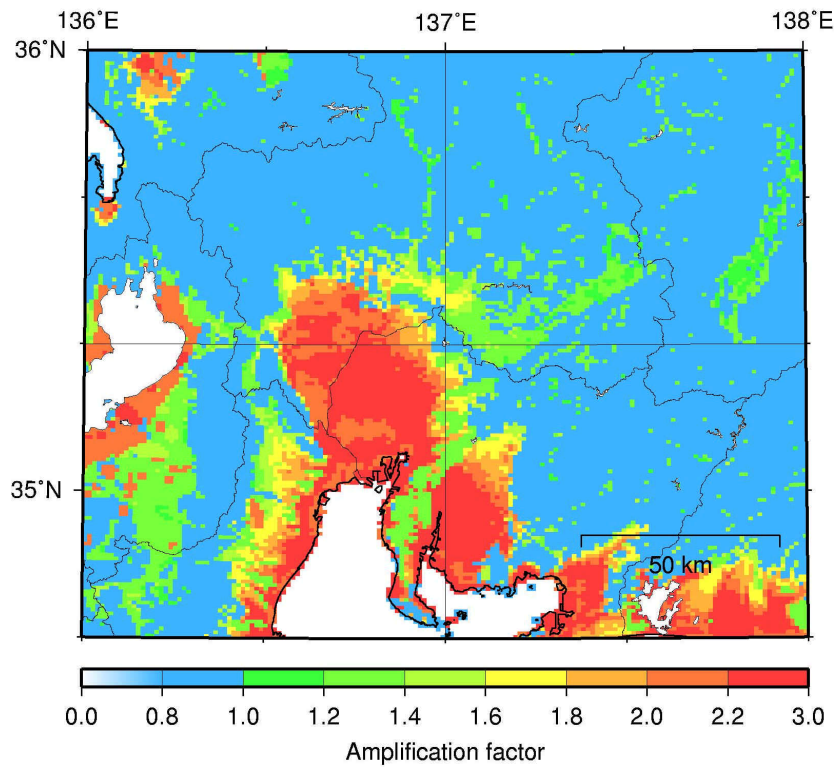


図 9.2.2 工学的基盤($V_s=600\text{m/s}$ 程度)から地表面までの最大速度の増幅度

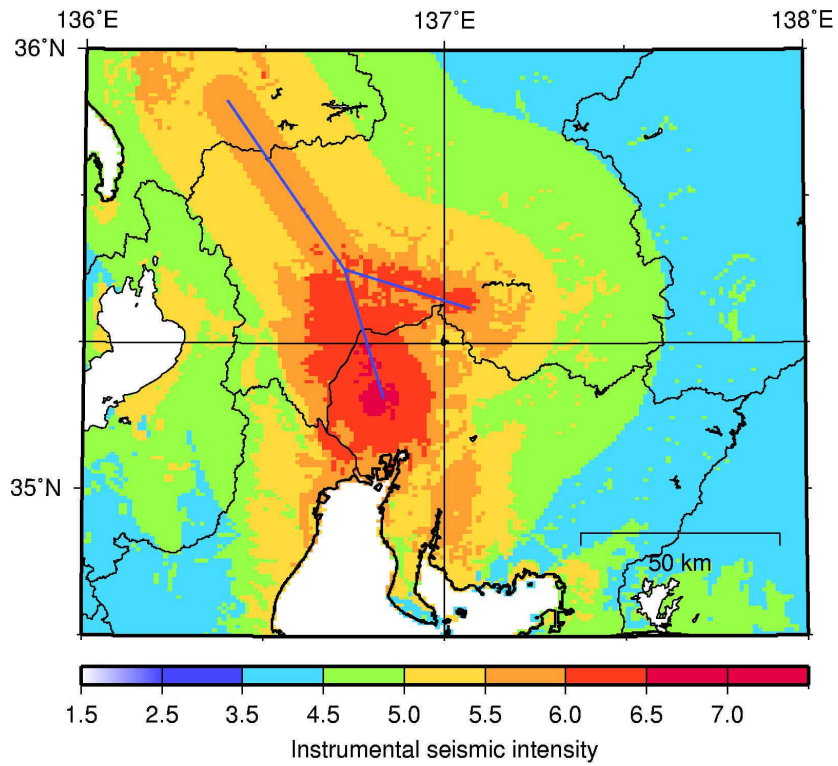


図 9.3.1 断層モデル 1 による計算震度分布

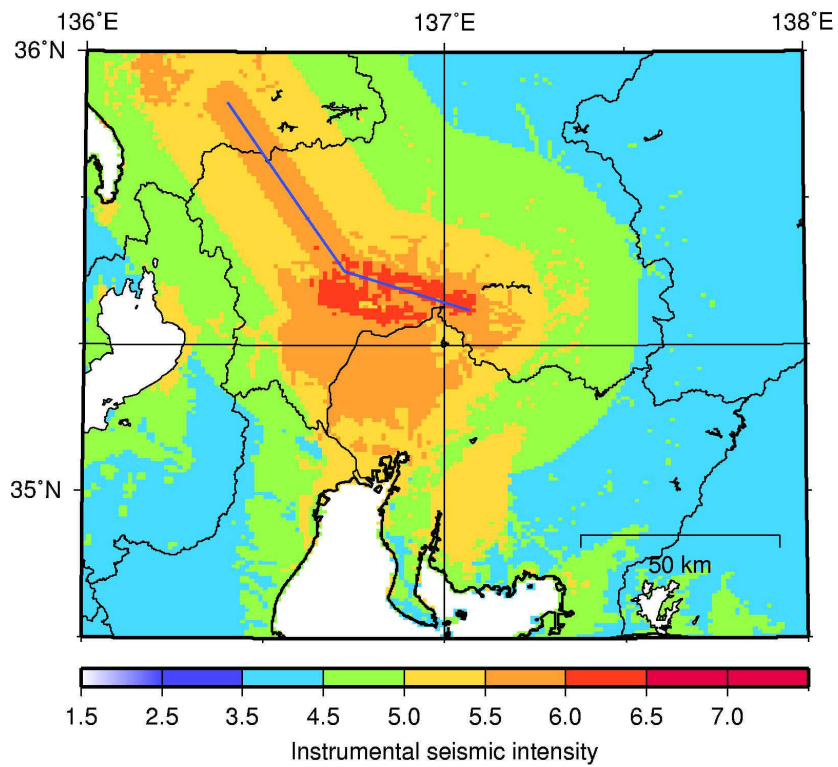


図 9.3.2 断層モデル 2 による計算震度分布

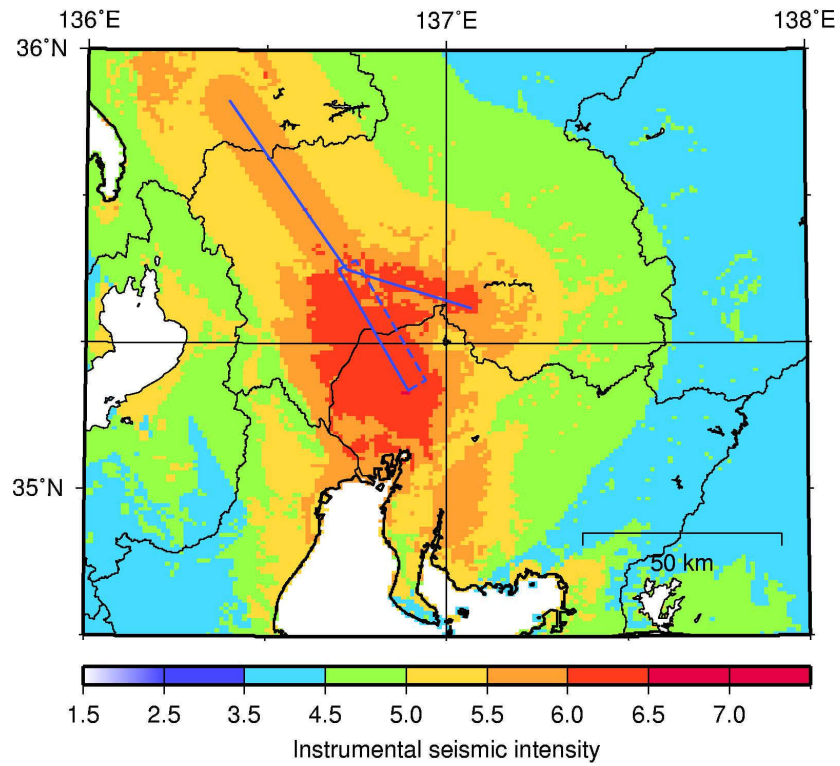


図 9.3.3 断層モデル 3 による計算震度分布

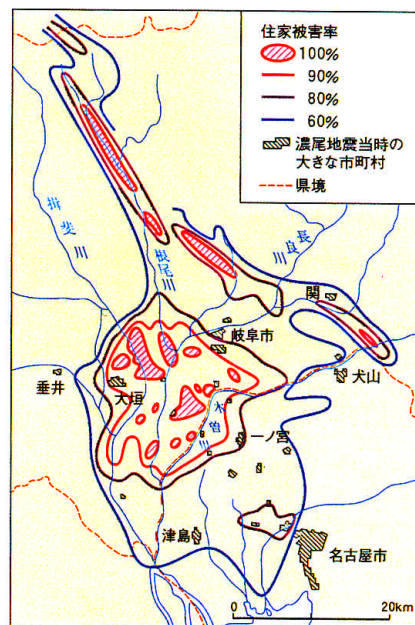


図6-16 濃尾地震の住家被害率分布
[村松(1983)から作成]

図 9.3.4 1891 年濃尾地震の観測被害率分布 (地震調査研究推進本部, 1998)