

観測震度情報と想定震度分布情報を活用した即時広域震度分布推定法の開発

岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 ○久世 益充

岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 杉戸 真太

岐阜大学工学部 非会員 上井 慎司

1. はじめに

地震被害の軽減には地域の被害状況を地震後早期に把握できることが重要である。そのための有用な情報の一つとして、観測地震動情報が挙げられる。近年の地震観測網の整備により、地震発生後十数分レベルで震源情報や市町村レベルの観測震度情報が得られるようになった。

気象庁は、観測震度情報を活用し、震度5弱以上の地震を対象に、推計震度分布図¹⁾を、2004年3月より提供開始した。推計震度分布図により震源域周辺のおおまかな震度の拡がり把握できるようになったが、一方で、その解像度は約1km四方単位であることから、市町村内の詳細な震度分布情報を現しているとは言い難い。特に震源域周辺の高震度領域、すなわち大きな被害が予想される地域の震度を把握するためには、観測地震動情報に加えて、地震動特性を考慮した詳細な震度分布を地震後早期に得ることが重要である。

本研究では、観測震度情報と事前に算定された想定震度分布を活用した、震度分布即時推定手法を検討した。特にここでは、震源域近傍の高震度領域を精度良く推定する手法の検討、提案を目的としている。なお、観測震度と想定震度分布図を活用した震度分布推定については、香川²⁾による補間法が提案されているが、本研究では、事前に算定された複数の想定震度分布図の重ね合わせによる推定手法を検討した。

2. 推定手法の概要

本報で述べる震度分布即時推定法は、想定される地震断層に対して、予め算定しておいた複数の断層破壊パターンによる震度分布図と、地震発生後に得られる震源情報と各地の観測震度情報を組み合わせた手法である。

一般に、震源断層はある拡がりを持っており、震度分布は震源位置、すなわち断層破壊方向に大きく依存することが知られている。これらを考慮した波形シミュレーションにより算定した想定震度分布情報を活用することで、断層の拡がりなどを反映した推定が可能である。

推定の流れを図1に示す。地震発生後に発表される震源情報を用いて、地域の活断層分布より震源断層を特定する。震源情報と共に地震発生後得られる各地の観測震度情報は、地震動変換係数³⁾を用いて、表層地盤の地震動増幅の影響を受けない、工学的基盤 ($V_s = 400 \sim 600 \text{m/sec}$) 相当の震度に変換する。なお、ここで与える地震動増幅特性は、東海6県域のメッシュ地盤データベース (約500mメッシュ単位で186,803メッシュ)⁴⁾を用いた。

工学的基盤相当に変換した観測震度と想定震度分布を用いて、推定では、観測震度が複数の想定震度分布の重ね合わせて表現できると考え、次式が成立するとした。

$$I'_k = \sum_{i=1}^n g_i (I_{ik} - \bar{I}_i) + \bar{I}_{obs} \quad (1)$$

ここに、 I'_k は任意地点 k における推定震度、 g_i は破壊パターン i の寄与率、 I_{ik} は任意地点 k における破壊パターン i による想定計測震度、 $\bar{I}_i$ は破壊パターン i における平均震度、 $\bar{I}_{obs}$ は観測平均震度、 n は破壊パターン数である。

式(1)で示される寄与率 g_i は、最小二乗法により観測震度を表す g_i を求める。得られた g_i を元に他点の震度を算出し、地表震度に変換することで震度分布を得る。

なお、ここでは震源域近傍の震度を精度良く得ることを目的としているため、後述の観測震度選定条件を設けて寄与率 g_i を算定することとした。

3. 想定養老断層地震に対する即時推定法の適用例と考察

検討した即時推定法の適用例として、想定養老断層を対象に、愛知県・岐阜県・三重県の震度分布推定を行い、その推定精度について考察を行う。推定に用いる想定震度分布図は、震源位置の異なる3パターン (震源位置を断層北端、中央、南端) に設定し、地震動予測法 EMPR⁵⁾と地盤震動解析法 FDEL⁶⁾により算定した各メッシュの地震動予測結果より与えた。一方、観測震度情報としては、前述の3パターンの想定震度分布より、震源を北端に設定したパターンで地震が発生したと仮定して与えることとした。

震源域近傍の推定精度向上を図るため、①寄与率 g_i の算定に所定の震度レベル以上の観測震度を選定、②震央周辺の観測震度を選定、の2種類の選定条件をそれぞれ与えて寄与率 g_i の算定と震度分布推定を行った。観測震度選定条件の違いによる寄与率 g_i と、震度の推定誤差の一覧を表1に示す。表中の誤差は、観測震度と推定震度の差の二乗和平均平方根である。寄与率を比較すると、観測震度として与えたものと同じ破壊パターン (震源を断層北端

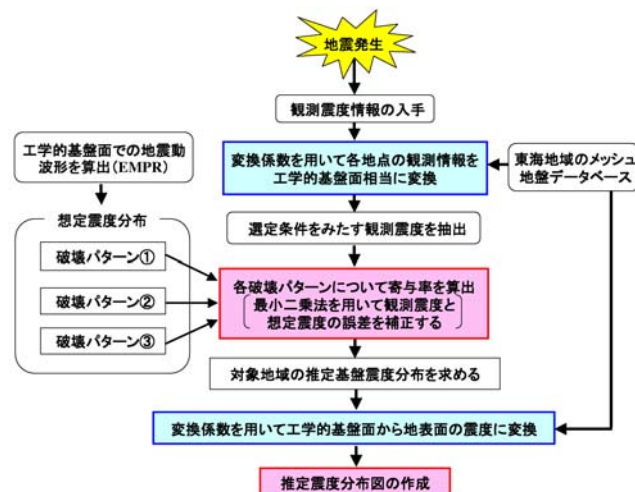


図1 推定手順

に設定)である g_1 が高く、震源位置が南端の g_3 が負の値である傾向が確認できる。特に高震度領域に限定した選定基準(基盤震度5.5以上、震央距離20,40km以下)では、寄与率 g_2 が高い値を示している。これは、推定に用いる観測地点数が少なすぎるために、震央周辺の極めて限定した領域だけが推定対象となったためと思われる。

次に、震度分布の比較結果を図2に示す。同図では、観測震度として与えた、震源を断層北端に設定した場合(図2(a)),対象地域の全観測点を用いて推定した震度分布(図2(b)),表1の地点選定条件の下で推定した結果より、比較的精度良く推定できた選定基準による震度分布推定結果を(図2(c),(d))を比較した。

地点選定条件を与えた(c),(d)を比較すると、全観測点を用いて推定した(b)よりも震源域周辺の分布形状が再現できている傾向を確認できるが、一部の高震度領域では過小評価の傾向が見られた。全観測点を用いた(b)でも同様

表1 寄与率算定結果と推定精度の比較

選定条件	観測点	寄与率			震度推定誤差	
		北端	中央	南端	対象観測点	全メッシュ
全観測点	267	0.56	0.59	-0.24	0.073	0.083
基盤震度	4.0以上	238	0.54	0.65	-0.27	0.070
	4.5以上	146	0.71	0.21	-0.13	0.090
	5.0以上	83	0.55	0.26	-0.17	0.111
	5.5以上	13	0.06	1.44	-0.61	0.018
震央距離	20km以内	26	0.13	1.44	-0.35	0.100
	40km以内	82	0.42	0.85	-0.38	0.089
	60km以内	127	0.80	0.11	-0.12	0.085
	80km以内	179	0.75	0.24	-0.13	0.074
	100km以内	224	0.62	0.50	-0.22	0.069

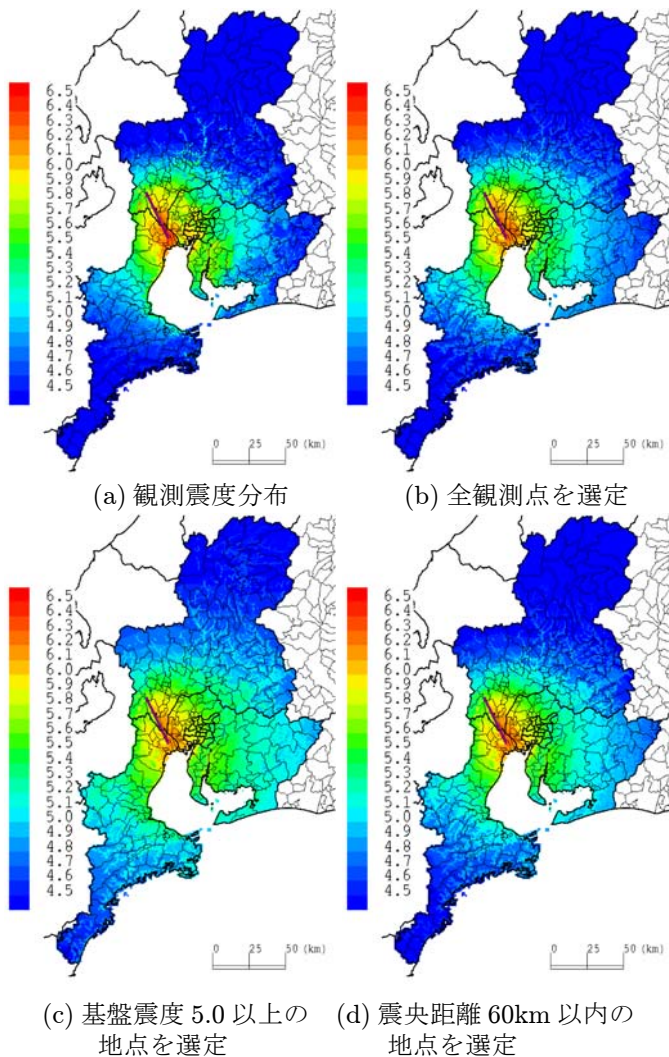


図2 震度分布の比較

の傾向が見られたため、震源域周辺の観測点により高震度が得られなかったことが原因と思われる。それ以外の地域では、(c),(d)において過大評価の傾向が見られた。特に基盤震度を選定基準とした(c)のケースでは顕著に見られた。

推定精度をより詳細に比較するため、図2(c),(d)の推定誤差を、震央距離で比較した結果を図3に示す。図に示すように、基盤震度を選定基準とした場合は、特に震源近傍で大きな誤差が目立つ。これは、震源近傍の比較的震度の低いデータが用いられていないため、震源近傍の高震度データが強調されたためと思われる。

4. おわりに

本研究では、地震発生後に得られる観測震度情報と、事前に得られる想定地震による震度分布情報を活用した震度分布推定法を検討した。ここでは、高震度領域における推定精度向上を図るため、寄与率算定に用いる観測地点の選定条件を検討した。その結果、震源域近傍の推定精度向上を図ることができたが、観測点の選定条件によっては大きな誤差が生じる可能性も示された。

今後も高震度領域の推定精度向上を図るため、観測点選定条件におけるデータ量が、推定精度に及ぼす影響について考察すると共に、他ケースによる推定結果の考察による推定法の適用性について検討を進める。

参考文献

- 1) 気象庁:推計震度分布図の提供開始について、気象庁報道発表資料, <http://www.jma.go.jp/jma/press/0402/26a/sindo040226.pdf>,2004.
- 2) 香川敏生:リアルタイム地震防災に用いる強震動評価法, 第2回リアルタイム地震防災シンポジウム論文集, pp.19-24, 2000.
- 3) 古本吉倫・杉戸真太・能島暢呂・八代和幸:堆積地盤の非線形性を考慮した地震応答スペクトルの変換係数, 第26回地震工学研究発表会講演論文集, pp.389-392, 2001.
- 4) 古本吉倫・久世益充・能島暢呂・杉戸真太・谷口仁士:東海地方における強地震動推定のための広域地盤メッシュデータの統合, 地盤工学会中部支部第14回地盤工学シンポジウム論文集, pp.75-80, 2000.
- 5) Sugito,M.,Furumoto,Y. and Sugiyama,T.: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12th World Conference on Earthquake Engineering,2111/4/A,CD-ROM,2001.
- 6) 杉戸真太・合田尚義・増田民夫:周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察, 土木学会論文集, No493/III-27, pp.49-58,1994.

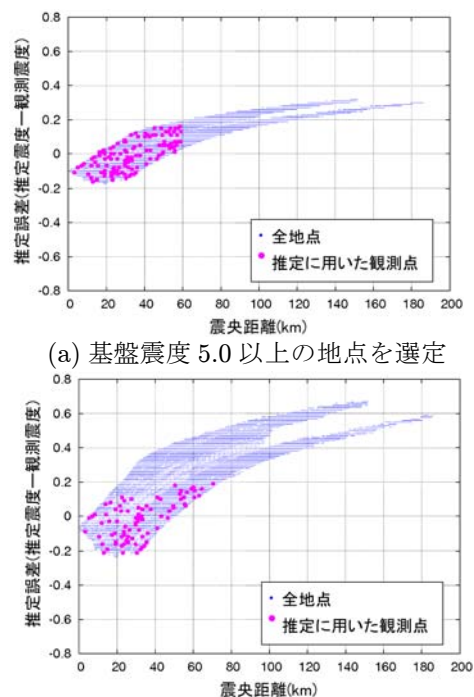


図3 推定誤差の比較