

震源不特定地震による予測震度分布を用いた観測震度分布の近似表現

岐阜大学大学院自然科学技術研究科 学生会員 ○吉田光太郎
 岐阜大学工学部 正会員 能島暢呂
 岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 久世益充
 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 学生会員 高橋幸宏

1. はじめに

地震調査研究推進本部は全国地震動予測地図¹⁾を作製・公開している。シナリオ地震動予測地図では、震源断層を特定して地震動予測が行われるが、実際に起こる地震が想定された地震と一致するケースはほとんどない。高橋ら²⁾は、複数の予測震度分布を組み合わせることで、観測震度分布への近似表現を試みた。北海道胆振東部地震の観測震度分布を対象として、震度分布が比較的近い傾向を示す石狩低地東縁断層帯南部の予測震度分布を用いて重回帰モデルとモード合成モデルについての検討が行われた²⁾。

本研究は、大阪府北部の地震を対象として、同様の検討を試みるものである。大阪府北部の地震の震源近傍の主要活断層帯としては、有馬－高槻断層帯や上町断層帯などが存在するものの、それらの予測震度分布は観測震度分布とは全く異なっている。そこで、確率論的地震動予測地図の作成に用いられる震源断層を予め特定しにくい地震(以下「震源不特定地震」と略記)による予測震度分布を利用する方法について検討する。

2. 大阪府北部の地震の概要と震源不特定地震

大阪府北部の地震(震源深さ 13km, $M_j=6.1$)による観測震度分布を図1に示す。

検討に用いる震源不特定地震の震源位置は、全国で緯

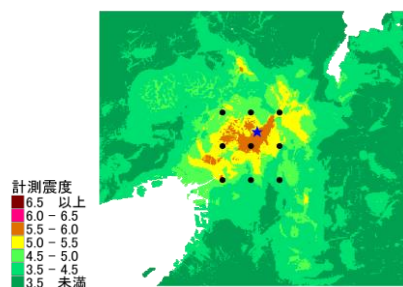
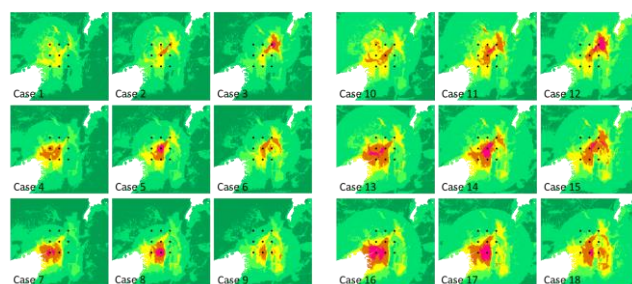


図1 大阪府北部の地震の観測震度分布(星:大阪府北部の地震の震源, 黒丸:震源不特定地震の震源)

度・経度 0.1 度刻みに設定され、内陸地殻内地震としては 11209 点が設定されている。本研究で用いる震源位置としては、大阪府北部の地震の震源に最も近い点とその周辺 8 点の計 9 点とし、ケース番号は北西の点から東の点へと順に与えた。マグニチュードは $M=6.5$ と $M=7.0$ の 2 種類とした。これらによる $9 \times 2=18$ ケースの震源不特定地震による予測震度分布を図2に示す。



(a) Case 1~9 ($M=6.5$) (b) Case 10~18 ($M=7.0$)

図2 震源不特定地震の予測震度分布

3. 重回帰モデルを用いた近似

大阪府北部の地震の観測震度分布を被説明変数、震源不特定地震の予測震度分布を説明変数として重回帰分析を適用する。手法の詳細については、高橋ら²⁾の定式化を参照されたい。重回帰モデルによる震度分布を図3、観測震度との震度の相関図を図4、モデル係数を図5に示す。なお、重回帰モデルの切片は 2.4321 となった。

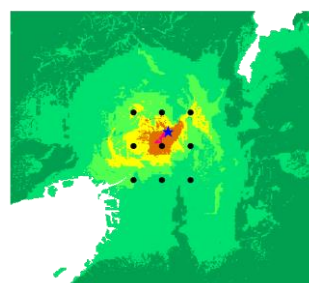


図3 重回帰モデル

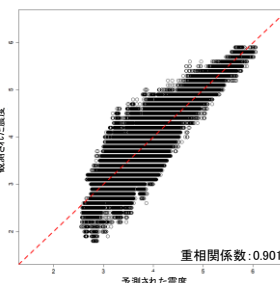


図4 震度の相関図

(縦軸:胆振東部地震, 横軸:重回帰モデル)

キーワード 2018 年大阪府北部の地震, 震源不特定地震, モード分解, モード合成, 重回帰分析
 連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 TEL:058-293-2416

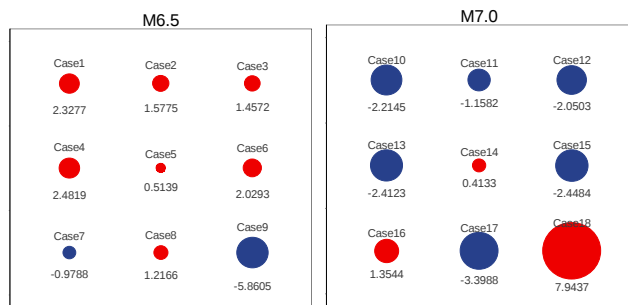


図5 重回帰モデルの係数(赤:正值, 青:負値)

重回帰モデルは大阪府北部の地震の大まかな震度分布はとらえているが、震度 5.5 以上の領域をうまく表現できていない。また重回帰モデルでは大阪府北部の地震を低震度で過大評価、高震度になるにつれて過小評価する傾向が読み取れる。説明変数である震源不特定地震の予測震度は互いに相関が高いことにより、係数が不安定となる多重共線性の問題が発生する。

4. モード分解・合成を用いた近似

震源不特定地震の 18 ケースを行列 $\mathbf{X}$ で表して標準化し、特異値分解を用いたモード分解を適用する³⁾。手法の詳細については高橋ら²⁾の定式化を参照されたい。モード合成による震度分布を図 6 に示し、観測震度との震度の相関図を図 7 に示す。さらに左特異ベクトルを図 8 に示す。

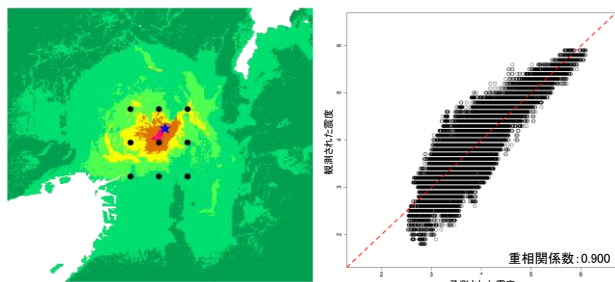


図6 モード合成モデル

図7 震度の相関

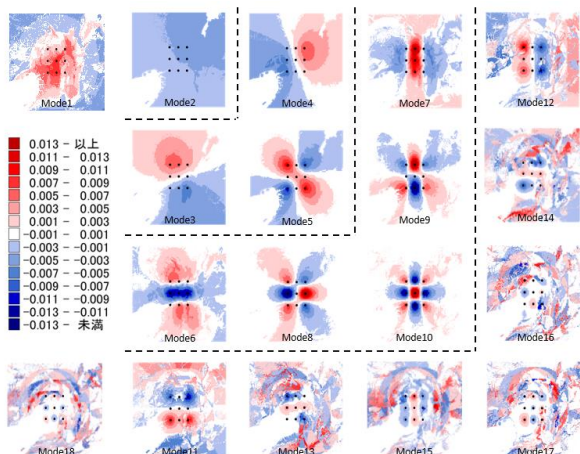


図8 左特異ベクトルの空間分布

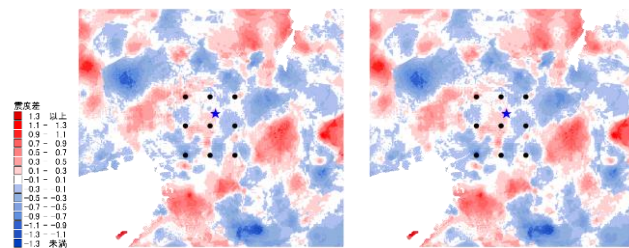
5. 比較とまとめ

大阪府北部の地震と 2 つのモデルの震度差を図 9 に示し、集計値の比較を表 1 に示す。精度に関して、RMSE を最小化する重回帰モデルの方が精度の面で良いことは当然のことであるが、その差はごくわずかであり、モード合成でもほぼ同等の精度となった。図 3 と図 7 の震度分布形状を比較しても、ほぼ同等の結果が得られており、実地震動の大まかな特徴を捉えることはできている。図 9 の震度差の分布より、所々で過大・過小評価は見られるが、両モデルともに特に系統的な分布特性は見られない。一方で、モード合成モデルは互いに独立である左特異ベクトル(図 8)の重ね合わせであるため、多重共線性の問題は解消され、視覚的にもわかりやすい結果となった。

今後は、過大・過小評価の分布形状と観測震度との関係について考察を進める。また、重回帰モデルと同等の精度を持つと確認できたモード合成モデルを用いて、地震災害リスク評価の精度向上に向けての検討を進める方針である。

表 1. 大阪府北部の地震と近似モデルの比較

	平均値	標準偏差	相関係数	RMSE
2018年大阪府北部の地震	3.6699	0.7262		
重回帰モデル	3.6699	0.6541	0.901	0.3155
モード合成モデル	3.6692	0.6531	0.900	0.3174



(a) 重回帰モデル

(b) モード合成モデル

図9 震度差(近似モデルによる震度－観測震度)

6. 参考文献

- 1)地震調査研究推進本部地震調査委員会:全国地震動予測地図, 2018
- 2)高橋幸宏・能島暢呂・久世益充・吉田光太郎:震源断層を特定した地震動予測地図による予測震度分布を用いた観測震度分布の近似表現, 土木学会全国大会, 第 74 回年次学術講演会, 2019.
- 3)能島暢呂・久世益充・LE QUANG DUC: シナリオ地震動予測地図の特異値分解によるモード分解と地震動分布のシミュレーション, 日本地震工学会論文集, 第 18 巻, 第 2 号, 2018, pp.2_95-2_114.