

時空間統計モデルによる地震活動変化解析

Analysis of seismicity changes by a spatiotemporal point process model

尾形 良彦[1]

Yoshiko Ogata[1]

[1] 統数研

[1] Inst. Stats. Math.

<http://www.ism.ac.jp/~ogata/>

1. 余震の統計モデルと地震活動変化の意味

大きな地震の破壊に伴う急激で局所的なストレス変化によって近傍のフラクタル的断層群の破壊やすべりが誘発され、余震活動の連鎖性・集中性を生じていると考えられている。余震のメカニズムは本質的にミクロで複雑であるため予測には経験法則に基づいた統計的なアプローチをとらざるを得ない。

ここで云う「地震活動の変化」とは、実際の地震活動がモデルによる予測から有意に逸脱していることを意味する。地震活動の活発化や静穏化はこの意味でモデルを基準にしたもので、その相対的な比率を推定し、これが地震の誘発や抑制をする地域的なストレスの増減の反映であると考えられる。ミクロで複雑な現象を統計モデルによって同定し、これを物差しに地震活動を解析することによって広域のストレス変化が見易くなると考える。

2. 時空間 ETAS モデルと地震活動変化の検出

階層的時空間 ETAS モデル(Ogata, 2002)は改良大森公式や余震域のスケーリング則などに依拠したもので、パラメタが地震活動の地域的特性に適應するようになっている。すなわちモデルのパラメタは位置の関数と考え、各地の地震活動様式を定量化する。推定はパラメタ変化の滑らかさを制約条件として入れてベイズ法で最適な解として得られる。また各地の実際の地震活動と時空間モデルで計算された理論的活動度の相対比率の推定はその滑らかさなどを制約条件としてベイズ法で最適な解として得られる。相対比率が有意に1より小さいか大きいかによって、相対的静穏化や相対的活発化した地域や期間を見出すのである。

3. 中部・近畿地方における 1990-2002 の活動

1995-2001 年の M2.5 以上のデータに階層的時空間 ETAS モデルをあてはめ、実際の活動の相対的な活発化や静穏化を相対比率として時空間(経度, 緯度, 時間)上の画像を得た。最初の5年間(1995-1999)の相対比率は大体の地域で1.0前後の値になっているが、特徴的なのは1995年兵庫県南部地震震源域に隣接する丹波地域と常時活動の活発な和歌山地方の更なる相対的な活発化である。

これらは、兵庫県南部地震の断層モデル(橋本, 1996)に対する、それぞれの地域の最頻発震メカニズム(馬場ら, 2002)による ΔCFF 分布と調和的である。ところで両地域での活発化は兵庫県南部地震に先行しており、兵庫県南部地震の断層のどこかで前駆すべりがあった可能性を考えたいところである。また有馬高槻構造線以北のS波反射面の前駆的正断層的すべり仮説(飯尾, 1996)による ΔCFF 分布についても両地域の先駆的な活発化と調和的である。

2001年の相対比率からは例えば琵琶湖東岸の活動の低下、岐阜県中部や和歌山市海岸部周辺の活発化が見られる。これらの減増は浜名湖付近直下のすべり(Ozawa et al., 2002)による ΔCFF 分布に調和的である。

文献

馬場俊孝, P. Cammins, 堀高峰, J. Townend, 宇平幸一, 地球惑星科学関連学会2002年合同大会予稿集, S041-P013, 2002.

橋本 学, 地震 (ii) 48, 521-530, 1996.

飯尾能久, 地震 (ii) 49, 103-112, 1996.

内藤宏人・吉川澄夫, 日本地震学会講演予稿集, C30, 1998.

Ogata, Y., Modelling of heterogeneous space-time seismic activity and its residual analysis, Research Memorandum, No. 808, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, 2002.

Okada, Y., Bull. Seism. Soc. Am., 82, 1018-1040, 1992.

Ozawa, S., M. Murakami, M. Kaidzu, T. Tada, T. Sagiya, Y. Hatanaka, H. Yarai, and T. Nishimura, Science, 298, 1009-1012. 2002.

鶴岡 弘. 東京大学地震研究所技術研究報告, No. 2, 34-42, 1997.