

月齢と丹波山地の微小地震活動との相関の時間変動

Temporal variation of the correlation between the phase of the moon and the occurrence of microearthquakes in the Tamba region

岩田 貴樹 [1]; 片尾 浩 [2]

Takaki Iwata[1]; Hiroshi Katao[2]

[1] 統数研; [2] 京大・防災研

[1] ISM; [2] RCEP, DPRI, Kyoto Univ.

1995年兵庫県南部地震以降の約2年間において、丹波山地の微小地震活動が月齢に伴い周期的な変動を示しており、両者の間に相関が見られること(片尾[2002])、そしてこの相関が統計的に有意であること(岩田・片尾[2003])を、筆者らはこれまで示した。本研究では、この相関が時間的にどのように変動しているか、点過程モデルを用いて調べた。

震源データは、京大防災研地震予知研究センターの阿武山系観測網によるものを用いた。結果が領域の取り方に依存しないことを確かめるため、片尾[2002]に従い、丹波山地を比較的広く囲った領域を取った場合と、兵庫県南部地震の震源断層に近接する狭い領域を取った場合の2つに対して解析を行った。両領域に対する結果に大きな違いはなかったため、以下では、比較的広く囲った領域に対する結果のみを示す。

次に手法についてである。余震活動などのクラスターを含んだ地震活動の周期性を調べる点過程モデルは、Ogata[1983]に基づくと、 $x(t)=m+(\text{トレンド})+(\text{クラスター})+(\text{周期性})$ と表すことが出来る。ここで $x(t)$ は「強度関数」と呼ばれ、時刻 t における単位時間あたりの地震発生数の期待値を表す。また、 m は地震の平均的活動度を示す定数である。トレンドを表す項には t を変数とする N 次の多項式を、クラスターを表す項にはETASモデル(Ogata[1988])を、それぞれ用いる。周期性を表す項(以下、周期項)は、朔望月・半朔望月の2種類の周期を考慮して、 $A_1(t)*\sin(q(t))+B_1(t)*\cos(q(t))+A_2(t)*\sin(2q(t))+B_2(t)*\cos(2q(t))$ と表すこととする。 $q(t)$ は月齢に対応する位相角を表す。具体的には、 0° または 360° が新月の時刻、 180° が満月の時刻となるようにし、その間の時刻を線形に角度へと割り振った。また、 $A_1(t)$ 、 $B_1(t)$ は L_1 次の、 $A_2(t)$ 、 $B_2(t)$ は L_2 次の多項式である。こうして周期項の時間変動を考慮することで、微小地震活動と月齢との相関の強さに時間依存があるかどうか、調べることが出来る。

このモデルに対して、最尤法を用いて赤池情報量基準(AIC)の値を求める。トレンド項及び周期項に含まれる多項式の次数 N 、 L_1 、 L_2 は様々に変え、AICが最小となったものを最適モデルとして選択する。兵庫県南部地震発生後4年間のデータについて解析を行った結果、 $(N, L_1, L_2)=(3, 3, 3)$ とした場合が、AIC最小となった。 L_1 及び L_2 が1以上であるということは、周期項に時間変動があるということであり、微小地震活動と月齢との相関の強さに時間依存があることを意味する。また、三角関数の振幅に対応する $\sqrt{A_1(t)**2+B_1(t)**2}$ 及び $\sqrt{A_2(t)**2+B_2(t)**2}$ の値は、兵庫県南部地震発生直後が最も大きく、その後時間が経つにつれ小さくなっていった。即ち、月齢と丹波山地の微小地震活動との相関は兵庫県南部地震直後が最も顕著であったことが分かった。

参考文献

- 岩田・片尾, 日本地震学会 2003年度秋季大会, A062, 2003.
- 片尾, 地学雑誌, 111, 248-255, 2002.
- Ogata, Bull. Int. Statist. Inst., 50, Book 2, 943-961, 1983.
- Ogata, J. Amer. Statist. Assoc., 83, 9-27, 1988.