

火山性群発地震の回帰モデルによる予測

統計数理研究所 熊澤貴雄

統計数理研究所、東京大学地震研究所 尾形良彦

気象研究所 木村一洋

気象研究所 前田憲二

気象研究所 小林昭夫

1. はじめに

群発地震の発生は流体貫入に伴う断層強度の低下等の突発的な地殻内異常に起因するので一般的に確率予測が困難であるが、伊豆地方東部沖の群発域ではマグマ貫入量の指標となる地殻の体積歪測定値が継続的に得られるため、これから群発地震の発生を予測することが可能となる。

2. モデル

地震活動を記述する点過程モデル(ETAS モデル)のパラメータ時間変化を群発期間で推定し(Eq.1)、対応する体積歪と比較することで、体積歪の変動が $\mu(t)$ の変動に半日ほど先行して高い相関を持つことが分かった。

$$\lambda_{\theta}(t | H_t) = \mu(t) + \sum_{\{i: S < t_i < t\}} \frac{K_0(t_i) e^{\alpha(M_i - M_c)}}{(t - t_i + c)^p} \quad (\text{Eq.1})$$

これにより体積歪から $\mu(t)$ を予測する回帰モデル(Eq.2)を考えることができる。

$$\mu(t) = \beta_0 z_t + \beta_1 z_{t-1} + \beta_2 z_{t-2} + \dots + \beta_M z_{t-M} + \varepsilon_M \quad (\text{Eq.2})$$

Eq.2 の係数の時間差に応じた減少傾向から、より一般化した予測関数(Eq.3)が与えられ、

$$\mu(t) \approx \beta \sum_{k=0}^K e^{-\sigma k} z_{t-k} \quad (\text{Eq.3})$$

さらに観測点から群発活動開始場所までの距離 d を考慮すると距離依存予測関数(Eq.4)が得られる。

$$\mu(t) \approx \beta_d \sum_{k=0}^K e^{-\sigma k} z_{t-k}, \quad \beta_d = v_1 + v_2 / (v_3 + d) \quad (\text{Eq.4})$$

これを Eq.1 に代入することで群発規模の精度の高い予測を得ることができる。