

噴火の確率・統計評価：Brownian Passage-Time モデルの三宅島噴火への適用 A Brownian Passage-TIME model for recurrent volcanic eruptions: An application to Miyakejima volcano

アレキサンダー・ガルシア¹, 藤田 英輔^{2*}, ワーナー・マルゾッチ¹
Alexander Garcia¹, FUJITA, Eisuke^{2*}, Warner Marzocchi¹

¹ イタリア国立地震学・火山学研究所, ² 防災科学技術研究所
¹INGV, ²NIED

1. はじめに

火山活動について、長期的・短期的視点から評価を行うため、確率的・統計的手法の適用を検討する。火山が噴火に至るには、地下のマグマ供給システムへのマグマの蓄積、発泡の促進などによる不安定状態への移行、さらに閾値を超えて噴火に至るといったプロセスが考えられるが、その周期性について定量的な評価を試み、物理メカニズムを検討するうえでの条件を明らかにするものである。

2. 三宅島の噴火履歴と評価対象の決定

解析の対象として、長期的評価の視点から比較的噴火の発生頻度が高く、記載も多くされている三宅島噴火を選択した。短期的評価については、2000年三宅島噴火の際に発生した地震系列を取り扱うが本講演では前者のみ発表する。

三宅島では8000年前から2000年噴火まで計29回の噴火発生が報告されている(Nakada et al., 2005; Tsukui and Suzuki, 1993; Smithsonian Institution)。しかし特に古い年代のイベントについては精度が悪いため、すべてを統一的に評価を行うのは困難である。このため、Kolmogorov-Smirnov法を用いて、噴火年代と積算噴出量の関係の変曲点を求め、1469年の噴火以降の13回の噴火を扱うこととした。

3. 統計モデルの適用

上記で対象とした13回の噴火の時間間隔及び噴火規模についての統計的性質を抽出するため、まず、Poisson過程、Time-predictable model(TPM), Size-predictable model(SPM)への適合度を求めた。噴火の時間間隔について、Poisson過程であればランダムな分布となるが、三宅島の場合、 ≈ 0.51 (は時間間隔の平均値と分散の比)となり、Poisson分布ではなく規則性があることが確認された。また、TPM, SPMのいずれもモデルとして不適切であることが確認された。

このほか、確率分布関数として、Double exponential, Weibull, Lognormal, Gamma, Brownian Passage-Timeそれぞれについて適用し評価を行った。Maximum likelihoodとAICが最小となるのはBrownian Passage-Time分布となりこのモデルが最適であることがわかった。

4. Brownian Passage-Time モデル

三宅島の噴火履歴について最適なモデルと選択されたBrownian Passage-timeモデルは、Matthews(2002)やEllsworth et al.(1999)など、地震の発生サイクルの統計モデルとしても提唱されており、火山噴火の周期性を前提とする。状態を記述する関数は、一定レートで負荷を加える成分と、ある分散値を持ちランダムに変動する成分の和として表現される。この状態関数がある閾値を超えた段階で噴火が発生するものとする。三宅島噴火の時間間隔について本関数を推定することにより、Brownian Passage-timeモデルのパラメータを決めることにより噴火の確率分布関数を求めた。これに基づき、将来の噴火可能性の確率を表現することが可能である(図1)。

キーワード: 噴火予知, 確率モデル, ブラウニアンモデル, 三宅島, 周期性

Keywords: volcanic eruption prediction, probabilistic models, Brownian-passage time model, Miyakejima volcano, periodicity