

16. 地域特性を考慮した火山活動の長期予測手法の検討

Prediction of Long-term Activity of Volcano, Considering Regional Condition

○萩原育夫, 角田地文, 日向 哲 (サンコーコンサルタント株)
Ikuo Hagiwara, Chifumi Kakuta, Akira Hyuuga

1. はじめに

火山の長期的火山活動の定量的評価に関しては, 火山の分布位置をもとに密度関数(カーネル法など)を導入して当該地域内の活動確率を評価するモデルや, 火山周辺の岩脈分布状況からモンテカルロ法を用いて岩脈の影響程度としての活動確率を評価するモデルが知られている¹⁾²⁾。これらの解析手法は応力状態等が比較的均質な海外の火山地域を対象として開発されたものであり, 国内の火山活動にこれらの手法を導入するにあたっては, 水平応力の異方性やこれに関連した火山活動の地域特性を考慮する必要がある。

本報告では, 岩脈モデルによる火山活動の評価手法に関して, 地域特性の考慮を目的として解析手法の改良を行うとともに, 国内の火山を対象として事例解析を行った結果について報告する。

2. 岩脈モデルによる評価手法

図-1 に岩脈モデルによる解析概念図を示す²⁾。岩脈モデルでは, 火山活動は中心火道から放射状に伸びた岩脈として, 評価対象地域は円形の領域としてそれぞれ表される。また評価対象地域の火山の活動性は, 岩脈が評価対象(円形領域)と交差する可能性(空間的活動性)として評価される。このような交差確率は, 岩脈の長さが単一でかつ貫入方向が一樣という最も単純化された場合には, 岩脈活動1回当たりに影響を受ける確率として次式で算出される。

$$P_s = \arcsin(r/d) / \pi \quad (\text{式-1})$$

P_s : 空間的な火山活動性確率

r : 評価対象(円形)の半径[L]

d : 評価対象(円形)中心と中心火道間距離[L]

ただし, $d < (\text{岩脈長さ} - r/2)$

一方岩脈の長さが一樣で無い場合には, 上記の確率を直接計算することが困難であり, モンテカルロ法による試行と交差判定を繰り返すことによって活動性確率が算出される。

$$P_s = N_c / N_L \quad (\text{式-2})$$

N_c : 岩脈と解析対象が交差した回数

N_L : 全試行回数

Perry *et al.* (2001) は米国の Summer Coon 火山を対象として過去に形成された岩脈分布状況を調査し,

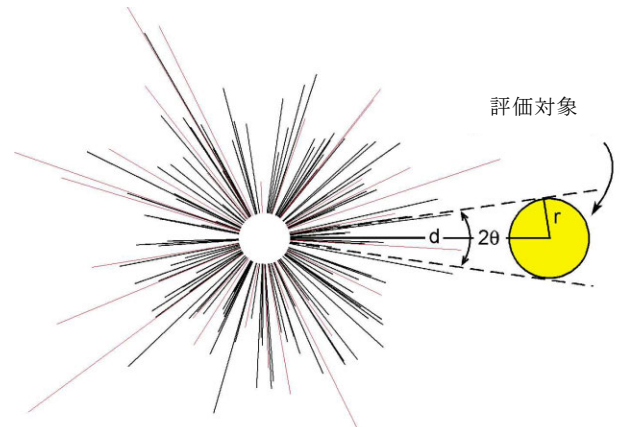


図-1 岩脈モデルによる活動性評価(概念図)²⁾

モンテカルロ法によって空間的活動確率を算出している。彼らは岩脈の貫入方位を一樣(偏在性無し)として解析を行ったが, 本報告では貫入方位の偏在性を考慮した確率算出方法を検討した。具体的な計算方法としては, 岩脈の貫入特性が地域によって異なって様々な分布特性を有する場合を考慮して, 貫入特性を関数としてではなくヒストグラムとして表現して, 次式によって試行計算に反映させるものとした。

$$N_i = W_i \cdot N_L \quad (\text{式-2})$$

N_i : i 番目の方向(区間)の試行回数

W_i : 現地データを元にした i 番目の方向(区間)の頻度

ただし $\sum W_i = 1.0$

3. 解析事例

富士山を対象として事例解析を実施した。富士山周辺では, 中心火道から北西域や北東域に側火山が卓越分布する傾向が認められる。本検討では, 式-2 の解析手順の適用性を確認することを目的として, 側火山位置を岩脈末端と解釈して予察的な解析を行った。

図-2 に既存文献資料³⁾⁴⁾を基にした富士山周辺の側火山の分布特性(中心火道からの方位及び距離)を示す。中心火道から見た側火山の分布方位については, 北西-南東方向と北東-南西方向の2つの卓越グループが存在するものと想定し, それぞれに正規分布を仮定して解析用ヒストグラムを設定した。また, 側火山の中心火道からの距離については, 単一のグループとして正規分布を仮定して解析用ヒストグラムを設定した。

表-1 解析条件

項目	解析条件等
側火山データ数	104 データ
方位に関する分割数	36 分割 (分割幅=10 度)
距離に関する分割数	14 分割 (最大=14km, 等分割)
全試行回数	100, 000, 000 回
解析対象	φ 1km の円形領域

図-3 に, 側火山の分布方位の偏在性を考慮した場合と考慮しない場合のそれぞれの解析結果例を示す (解析条件については表-1 を参照)。また, 中心火道からの距離と活動確率の関係 (例) を図-4 に示す。

火山活動の全体的な影響範囲は, 中心火道と側火山の距離の最大によって決まることから, 各解析結果で顕著な差異は認められない。一方, 中心火道周辺の活動確率分布は, 偏在性を考慮した場合の解析結果と一様とした場合の解析結果間で, $10^1 \sim 10^2$ オーダー程度の差異が認められた。方位に関する偏在性を考慮した解析では, 想定した 2 つ卓越グループに従い, 高い活動性確率を示す領域と側火山の集中域が概ね合致した。

4. 考 察

本検討では確率変数をヒストグラムで表現した試行計算法によって活動性確率を求めたが, 事例解析結果から, 異方位性を有する火山活動の活動傾向を評価する解析手法としての有用性が期待できる。今回の事例解析は地表で観察される側火山分布を岩脈分布として解釈した予察的な解析であり, 適用に当たっては物理探査等による地下深部における岩脈分布・規模等の把握が重要と考えられる。また事例解析では, 火山の活動性を空間的な影響度として解析したが, 過去の活動履歴を考慮することによって, 次式によって時空間的な活動性としての評価が可能である。

$$P_{TS} = P_S / T_D \quad \text{(式-3)}$$

P_{TS} : 時空間的な火山活動性確率 [T^{-1}]

P_S : 空間的な火山活動性確率

T_D : 岩脈の形成間隔 [T]

本検討で用いた側火山 (104 データ) が過去 10~1 万年間に形成されたと想定すると⁴⁾, 平均的な活動間隔は $10^3 \sim 10^2$ 年となり, 事例解析結果は $10^{-3} \sim 10^{-9}$ (年⁻¹) 程度の時空間的確率として評価される。今後の検討課題として, このような火山の活動履歴を踏まえた解析手法の検証等が必要と考えられる。

参考文献

1) Connor, C. B. and Hill, B. E. (1995) : Three non-homogenous Poisson models for the probability of basaltic volcanism; Application to the Yucca Mountain region, Nevada. *Jour. Geophys. Res.* 100, 10, 107-110, 125.
 2) Perry, F. V., Valentine, G. A., Desmarais, E. k., WoldeGabrie 1, G. (2001) : Probabilistic assessment of volcanic hazard

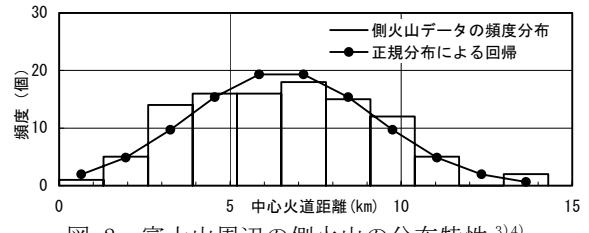
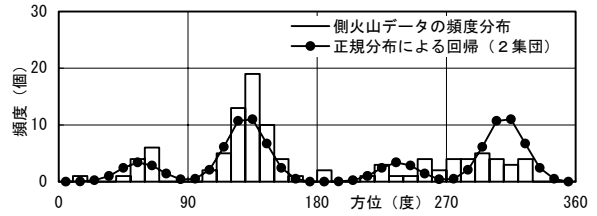


図-2 富士山周辺の側火山の分布特性³⁾⁴⁾

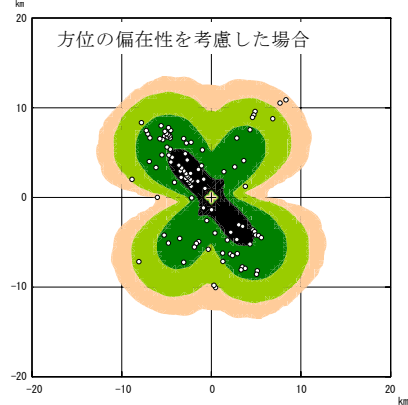
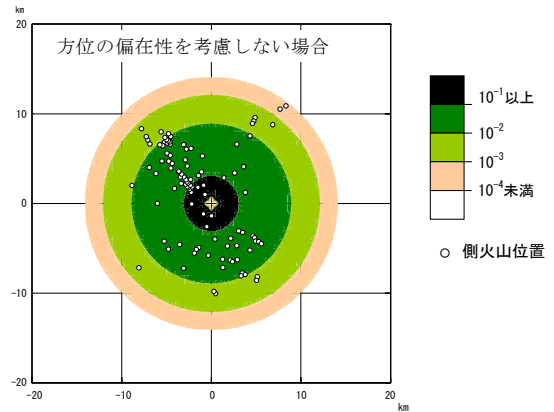


図-3 解析結果例 (確率分布平面図)

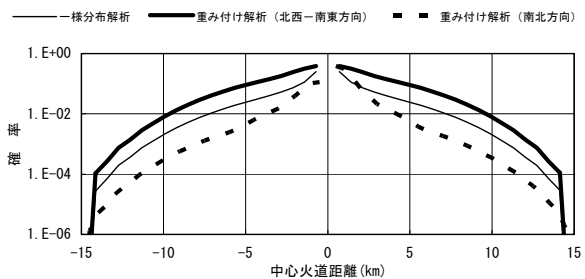


図-4 解析結果例 (中心火道からの確率分布)

to radioactive waste repositories in Japan ; intersection by a dike from a nearby composite volcano, *Geology*, 255-258.

3) 津屋弘達 (1971) : 富士山の地形・地質 (富士山総合学術調査報告書), 国立公園協会編
 4) 内閣府 (2002) : 富士山ハザードマップ関連資料 (<http://www.bousai.go.jp/fujisan/index.html>)