

FEP解析手法を応用した火山噴火シナリオ構築手法の検討

A study on a methodology of volcanic scenario analysis applying FEP analysis

村上 亮¹, 川村 淳^{2*}, 牧野 仁史², 下司 信夫³, 及川 輝樹³, 佐々木 寿⁴, 瀬尾 俊弘²,
西村 卓也⁵, 梅田 浩司², 大井 貴夫⁶

Makoto Murakami¹, Makoto Kawamura^{2*}, Hitoshi Makino², Nobuo Geshi³, Teruki Oikawa³,
Hisashi Sasaki⁴, Toshihiro Seo², Takuya Nishimura⁵, Koji Umeda², Takao Ohi⁶

¹北海道大学大学院, ²日本原子力研究開発機構, ³産業技術総合研究所, ⁴国際航業株式会社, ⁵国土地理院,
⁶原子力発電環境整備機構

¹Hokkaido Univ., ²JAEA, ³AIST, ⁴KKC, ⁵GSI, ⁶NUMO

【背景・目的】火山活動は、観測技術の高度化と観測網の充実によって、地下のマグマの移動をいち早く捉え、火山噴火の可能性を事前に検知することが可能となってきた。これらの観測結果や対象火山の活動履歴などの知見を活用して、火山活動開始後の活動推移についても的確な予測が可能となれば、火山防災に大きく貢献すると期待される。

火山活動の全期間を通じた時系列的な予測に関しては、火山噴火シナリオの適用による予測手法が注目されており、これまでは主として、対象とする火山の火山活動の物理・化学的な機構の理解に基づいた噴火に伴う現象や観測事実の推移に着目した経験論的な検討がなされてきた。今後もこれが基本的なアプローチと考えられるが、対象火山だけでなく他の事例も含め、発生の可能性のある現象の推移を原因と結果の連鎖として詳細に検討し、火山噴火シナリオを可能な限り幅広く準備しておけば、実際に火山活動が始まった際に、最適な防災手段の即時選択の支援が可能となると考えられる。さらに、活動が始まった後も、その都度得られる観測情報などから火山活動の最新の状況を評価し、必要に応じてリアルタイムにシナリオを修正・補足しながら、その時点の最適な防災対策を選択すれば、さらに有効な火山防災を実現することができる。本研究ではそれに資するための火山噴火シナリオの構築手法の開発を目的とした。

【アプローチ】シナリオ構築については、高レベル放射性廃棄物地層処分の研究開発においても処分場の長期的な安全評価を目的として検討されている[1]。それは、処分場閉鎖後遠い将来において、処分場やそれを取り巻く地質環境の状態・特性(Feature)がどのようなイベント(Event)やプロセス(Process)(それらを総称して「FEP」とよぶ)を経て変遷していくかを検討しシナリオを構築する手法(FEP解析手法)として、多数のFEPの相互関係を一定のルールに従いマトリクス上に展開することで構造的に整理する方法論を開発している。

また、地層処分の安全評価においても火山活動に起因するシナリオを検討しており、既存の火山やその周辺の観測情報からマグマや熱水活動と火山周辺の岩盤の温度や地下水の水量や水質の状況などの地質環境条件の変化との相関関係を検討するものである。火山防災での予測評価は短期間の現象を取り扱うため、求められる精度や対象は、長期の現象を取り扱う地層処分の安全評価に求められるそれらと必ずしも同じではないが、観測情報などを反映しつつシナリオを構築して火山の時系列的な状況の変化を論理的に取り扱う方法論は共通すると考える。本研究では、上記の違いを認識した上で、火山防災と地層処分の双方の専門家がその専門知識を共有しながら、地層処分の研究分野でのFEP解析手法の火山噴火への応用により、火山活動の進展の予測に資する火山噴火シナリオ解析手法の開発を旨とすることとした。

【検討内容】火山噴火では地殻変動をはじめ地震、重力など多くの観測項目が地表で観測される。火山噴火の専門家は観測される事象の変化から地下のマグマの活動状況を推定し、さらに次にどのような状況に至るかを推定する。例えば、「静穏な状態」から「火山体周辺の広域膨張」が観測された場合「マグマ溜まりの膨張」という状況が推定され、さらにそれを引き起こすための「マグマ溜まりへのマグマの供給」というプロセスが推定される。一方、地下でどのような現象が起これば地表でどのようなことが観測されるかという逆解析的な推定もなされる。例えば、マグマの供給によるマグマ溜まりの膨張には「地殻変動」のほか、「深部の地震の発生」などが観測される可能性がある。火山噴火現象に係わる事象の推移は基本的には地下のマグマ活動によるものであり、地表での観測項目はそれらの判定の材料・基準となっている。そこで、我々はマグマ活動に伴う地下の状況変化とそれに係わるプロセスを関数的な観点で演繹的に推定し、さらにそれと関係を有する観測情報の整理を試みた。

f_1 (F1 : 静穏な状況, P1 : マグマの供給)→F2 : マグマ溜まりの膨張

観測情報 : 火山体周辺の広域膨張、深部の地震の発生など

f_2 (F2 : マグマ溜まりの膨張, P2 : 壁岩の破壊)→F3 : マグマの上昇

観測情報 : 地震発生など

上記のような連鎖を、FEP解析手法を応用しマトリクス上に展開して検討することにより、前兆現象や想定される活動推移を可能な限り列挙した火山噴火シナリオを構築できる見通しを得た。この検討を観測にフィードバックすることにより、火山噴火の進展に応じた、次段階に発生可能性のある現象候補の絞り込みのための観測項目の選択検討にも資するものと考えられる。

【引用文献】 [1]牧野他(2007): JAEA-Data/Code 2007-005.

キーワード:火山噴火シナリオ, FEP:状態、イベント、プロセス, FEP解析手法

Keywords: Volcanic Scenariio, FEP:Feature, Event, Process, FEP Analysis tetechnique