

リアルタイム火山ハザードマップ作成システムの開発

国土技術政策総合研究所 砂防研究室 正会員 小山内信智 ○野呂智之 柳原幸希

1. はじめに

火山地域における防災対策を考える場合、対象とする現象や影響範囲については、過去の噴火実態やそれに伴う災害履歴を調査することにより予め想定することが不可欠である。この情報をもとに、将来起こるべき噴火の様相や起こりうる災害の種類等を想定し、その現象や範囲をハザードマップとして作成し、住民や旅行者などに周知することとなる。原則として、ハザードマップは火山活動が平穏な時期に作成されておくべきものであるが、例えば平成12年有珠山のように、ひとたび噴火が始まると想定外の位置に噴火口が出現したり、地殻変動により地形が大きく変化したりする場合は生じ、ハザードマップ作成の前提となった諸条件が大幅に崩れてしまう。

このような場合、警戒区域の指定や住民の避難などの災害応急活動を的確に行うためには、早急にハザードマップの見直しを行うことが必要となり、そのためのツール開発が求められる。

そこで本研究では、国土交通省の総合技術開発プロジェクト「リアルタイム災害情報システムの開発（H14～H17、以下、総プロ）」の一環として、火山活動の進行に応じて火山ハザードマップの見直し作業を可能とする作成システムの開発を行った。

2. リアルタイム火山ハザードマップ作成システム

リアルタイム火山ハザードマップ作成システムは、「火山ハザードマップを作成・見直しの際に必要な『情報収集』『情報格納』『情報解析』『情報提供』に係る各作業処理過程において、作業手順、作業手法の効率化を図ることにより、ハザードマップ作成・見直しに必要な作業時間の短縮化・最適化を図る」ことを目的として開発した。

ここで、見直しを迫られる状況としては、事前の想定と「①現象・規模・噴火口の位置が変化」「②山体が変化」することが考えられる。①については、噴火規模等の異なる複数のパターンを想定するなど事前の検討がある程度可能であるが、②については地形の変化や降灰による裸地斜面の出現など予め想定することが極めて困難である（図-1）。このため、システムの構築は事前準備を行うことで対応するプレアナリシスと、噴火後に見直すことで対応するリアルタイムアナリシスとに分

けて行った。なお、本システムで対象とする現象は、火砕流・溶岩流・融雪型火山泥流・土石流とし、山体崩壊・火山灰等については扱っていない。またマップデータは情報の共有性や更新の容易性を考慮し、GISでを使用することを前提としている。

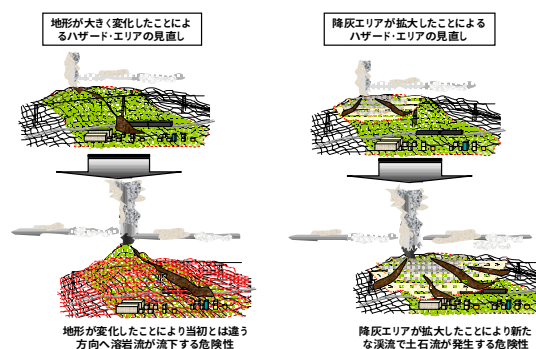


図-1 想定する地形の変化

3. プレアナリシス・システム

プレアナリシス・システムとして富士山、浅間山について試作版を構築した（図-2）。富士山においては、内閣府・国土交通省等が中心となり噴火規模等毎に現象を整理したハザードマップを平成16年に作成している。また浅間山についても、国土交通省が平成15年に作成しており、プレアナリシス・システムに格納したハザードマップはその成果を活用している。

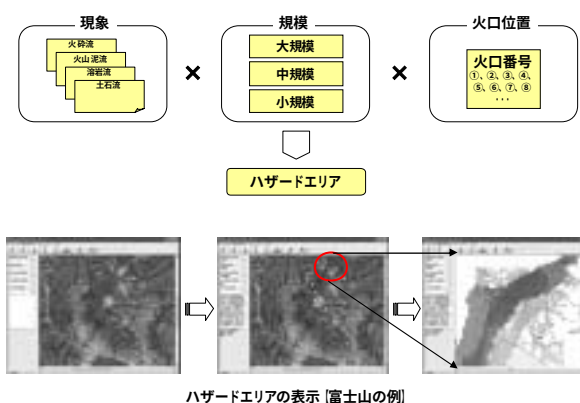


図-2 プレアナリシス・システム

4. リアルタイムアナリシス・システム

ハザードマップの見直し作業では①最新の地形データ

を DEM で入手し（情報収集）、②シミュレーション用に加工するとともにパラメータを検討し（情報格納）、③シミュレーションを実施（情報解析）後、④ハザードマップとして出力（情報提供）という段階を踏むことになる。本システムで運用するためには、この4段階の作業時間短縮が最大の課題となるため、過去にハザードマップを緊急的に見直した事例（1990 雲仙普賢岳、2000 有珠山・三宅島、2003 霧島）について作業量、作業時間等を整理し、短縮化の検討を行った。①は総プロの中で国土地理院が時間短縮技術の開発を担当しているため、本研究では②～④について作業時間短縮のためのシステム化を行った。

4.1 プレ処理・ポスト処理

シミュレーション計算には、Windows で動作する既存の土砂氾濫解析プログラム（J-sas、（財）砂防・地すべり技術センター開発）を使用することとしたが、前項②の時間短縮を図るため、操作方法とパラメータ等の設定を簡易に行うためのプレ処理部分の作成を行った（図-3,4）。また、計算後の結果を Shape 型式で書き出す等のポスト処理もあわせて作成した。

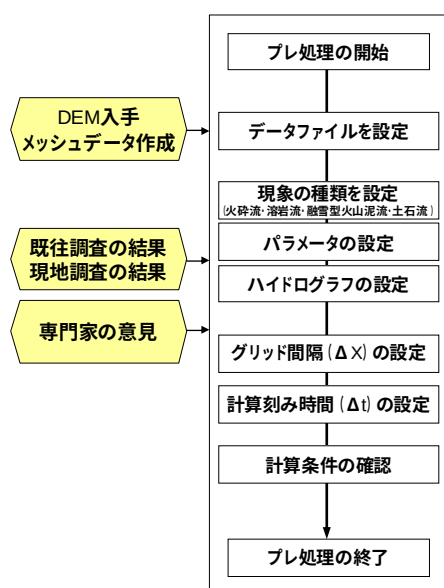


図-3 プレ処理のフロー

4.2 計算時間の短縮化

シミュレーションの計算時間を大きく左右する要素として、計算範囲のグリッド数があげられる。このため、ハザードマップとしての最低限の精度を確保した上で短時間に計算を行うための「計算グリッド間隔（ ΔX ）」「計算刻み時間（ Δt ）」の組み合わせを検討した。

計算グリッド間隔（ ΔX ）については、ハザードマップ

の使用目的に応じて異なるが、家屋への影響評価であれば5～10m（家屋幅より小）、施設効果の評価であれば5～25m（横断構造物の幅より小）、溶岩流等の到達範囲であれば25～100m程度であればよいことが関係者へのヒアリング等で判明した。

一方、計算刻み時間（ Δt 秒）については、CFL 条件から算出した Δt をもとに、実際の計算に用いる Δt は土石流及び融雪型泥流については1/2程度、火砕流については1/15程度、溶岩流については1/100程度とすることで安定した解を得られることが分かった。

J-sas を用いて各現象毎にハザードマップの見直しを行った結果、地形データが既知であるとの条件で、火砕流（富士山）では39時間、融雪型火山泥流では（浅間山）65時間、溶岩流が24時間後に到達する範囲（岩手山）では137時間、降灰後に発生する土石流（雲仙普賢岳）では18時間の計算時間がそれぞれ必要であった。

パラメータ (単位)	設定範囲	計算時間 への影響 の程度	実測の必 要性
内部摩擦角 ($^{\circ}$)	20 < (デフォルト値) < 30 高い ← 土砂の流動性 → 低い 丸い ← 土砂の形状 → ぎこち	中	低
礫の反発係数	0.5 (デフォルト値) 弱い ← 反発性 → 強い 弱い ← 流動性 → 高い	中	低
平均粒径 (cm)	1.0 < (デフォルト値) < 30.0 細かい ← 粒径 → 粗い 広い ← 到達範囲 → 狭い	大	中
間隙流体の密度 (g/m^3)	1.0 < (デフォルト値) < 1.4 低い ← 土砂の流動性 → 高い 清水 ← 流れの状態 → 泥水	中	中
砂礫の密度 (g/m^3)	2.4 < 2.5 < 2.6 (デフォルト値) 高い ← 土砂の流動性 → 低い 軽石に近い ← 砂礫の状態 → 通常の砂礫	中	中
堆積物の堆積土 砂濃度	0.55 < (デフォルト値) < 0.65 高い ← 河床の変動性 → 低い 緩い ← 堆積の状態 → 密	中	低
運動量補正係数 (x方向・y方向)	1.0 (デフォルト値) < 1.1 < 1.25 低い ← 慣性 → 高い 水に近い ← 流れの状態 → 石礫堆積土に近い	中	中
停止判定流動深 (m)	0.0001 < (デフォルト値) < 0.01 高い ← 流動性 → 低い 水っぽい ← 流れの状態 → どうか	低	低

図-4 パラメータ設定（土石流の場合）

5. おわりに

火山噴火後における火山ハザードマップの迅速な見直しを行う目的で作成したシステムであるが、マップ作成までの時間短縮等についてまだ改良の必要がある。作成時間については求められる精度とのトレードオフになるが、噴火後の災害応急活動を想定しながら、最適な組み合わせを検討したい。

参考文献

- 1) 宇井忠秀ほか：火山噴火と災害、東京大学出版会
- 2) 内閣府ほか：富士山ハザードマップ検討委員会報告書