

## リアルタイム火山ハザードマップ作成システムの運用の検討

国土技術政策総合研究所 砂防研究室 小山内 信智 野呂 智之 ○柳原 幸希  
財団法人 砂防・地すべり技術センター 松井 宗広 吉田 真也

### 1. はじめに

火山噴火による被害軽減対策のために、各地で現在積極的に火山ハザードマップが作成され成果を上げている。しかしながら、ひとたび噴火活動が始まると、噴火口が当初想定していた位置から変化することや、溶岩流や火山泥流等による火山ハザードエリアが地殻変動により大きく変化することがある(平成12年有珠山ほか)。このような場合、火山活動状況に応じて火山ハザードエリアを緊急的に見直すことが不可欠となる。また、現在の火山砂防事業は、火山山麓に堆積する土砂流出による土砂災害が主な対象であり火山噴火時(有事)の巨大自然災害(溶岩流・火砕流・火山泥流等)の対応は不十分である。そのため本省砂防部では各行政機関と連携してハード・ソフト対策を包含した火山噴火に対応できる「火山噴火緊急減災対策計画」を策定し、計画策定のベースとなるリアルタイムハザードマップの作成を推進している。

このような状況に対応すべく、本省砂防部では平成14年度からリアルタイム火山ハザードマップの整備促進を重点政策に掲げており、砂防研究室では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」の一環として平成14年度より4ヵ年の予定で、「リアルタイム火山ハザードマップ作成システム」の構築を行うこととしている。

本研究は、火山噴火に起因する土砂災害に対して、火山活動の状況に応じた適切なハザードエリアを短時間のうちに解析、提示するリアルタイム火山ハザードマップ作成システムを作成するとともに、システムのリソース(人員、設備、作業時間)及びシステムの運用マニュアル(ヒューマンウェア)を検討するものである。

### 2. リアルタイム火山ハザードマップシステムの定義

昨年度の検討においてリアルタイム火山ハザードマップの作成手法を検討するに際し、リアルタイム火山ハザードマップ作成システム(作成するためのソフトウェアとヒューマンウェアを統合したもの)を次のように定義した。

「リアルタイム火山ハザードマップとは、火山ハザードマップを作成・見直しする際に必要となる、「情報収集」、「情報格納」、「情報解析」、「情報提供」に係るそれぞれの各フェーズにおいて、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・見直しにかかる作業時間の短縮化・最適化を図ったシステムのことをいう」

### 3. リアルタイム火山ハザードマップ作成システムの構造

火山ハザードマップの見直しに関しては、

- ① 噴火を規定する条件<sup>1)</sup>である基本三要素(対象とする現象、規模及び噴火口)については、事前に設定する条件の範囲を広げていくことが可能であるが(噴火規模を大きなものを想定するなど)
- ② 山体形状の変化については、それを予め想定して準備を行っておくことは極めて困難であるため

リアルタイム火山ハザードマップ作成システムを構築するに当たっては「基本三要素」の変化への対応と山体形状が変化する場合に分けて考える必要がある。

したがって、ハザードエリア特定の要請からプロダクトの提出までの時間短縮の観点からは、①については、できる限り予め数多くの条件設定に基づく計算を行っておくことが重要である。しかしながら、②に対応するためには実際の火山活動状況によって変化した山体形状を計測した後にハザードエリアを緊急的に特定することが求められる。

#### 3.1 プレ処理システムの作成

リアルタイム火山ハザードマップ作成システムは、上記の①、②の事項に対応すべく、図-1に示すようにプレ処理システム、計算処理システム、ポスト処理システムによって構成

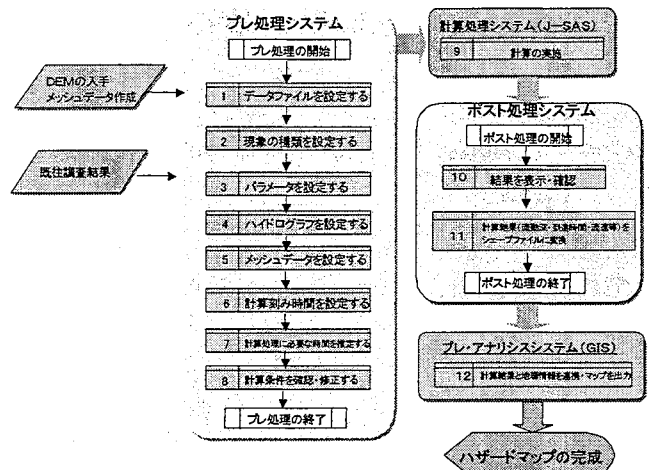


図-1 リアルタイムハザードマップ作成システムのフロー

することとした。

リアルタイム火山ハザードマップでは、(財)砂防・地すべり技術センター所有のJ-SASシミュレーションソフトを使用して作成しているが現状のJ-SASでは使用にあたって各火山噴火現象モデル<sup>2)</sup>に慣れている必要があり計算に直接かわるパラメータの設定やハイドログラフの設定等の計算条件はあらかじめ判っていないなければならない。しかし、緊急時に使用する場合にはわかりやすい操作と計算条件設定を行うための補助的な機能である最適なメッシュ間隔の設定や計算処理に必要な時間の推定等の機能がなくなるためその機能をプレ処理システムとして検討した。

プレ処理システムでは、各火山噴火にともなう現象(土石流、泥流、火砕流、溶岩流)の設定により各物理的パラメータの設定が必要となるが今回の検討によってこれまでのハザードマップ作成上の適正値を参考に値の目安とするためパラメータ設定の早見表(表-1)をJ-SAS上に設け計算作業の迅速化を図った。各計算条件の入力後に適正ではない計算条件

パラメータ(単位)	設定範囲	計算結果への影響の程度	変更の必要性
マニングの粗度係数(1/m <sup>2</sup> s)	0.03<0.04(デフォルト値)<0.05 粗くない-地表面の状況-粗い 流れにくい-河床の状況-流れやすい	中	中
Regime式の係数(-)	3.5<5.0(デフォルト値)<7.0 狭い-流水幅-広い	中	低
空床厚厚さ(m)	0.5<1.0(デフォルト値)<2.0 少ない-粗粒分の落下量-多い 早い-アーチメント-遅い	中(第一粗粒の場合)	低
流速算定係数(x方向-y方向)(-)	1.0(デフォルト値)<1.1<1.2 低い-慣性(流れの勢いによる伝達性)-高い 水に近い-流れの状態-(石礫型)土石流に近い	中	中
流砂量式の係数(-)	8.0<10.0(デフォルト値)<12.0 少-流砂量-多	大	低
粒径(一様粒径)(cm)	1.0<15.0(デフォルト値)<30.0 細かい-粒径-粗い	大	中
粒径(混合粒径)(cm)	0.1-100.0 細かい-粒径-粗い	大	中
境界摩擦係数(-)	0.04<0.05(デフォルト値)<0.06 動きにくい-流水による土砂の動き-動きやすい	中	中
側壁傾斜角(°)	30<35(デフォルト値)<40 傾れにくい-流水による側壁の傾れ-急-傾れ易い	低	低
内径摩擦角(°)	25<30(デフォルト値)<35 高い-土砂の流動性-低い 丸い-土砂の形状-つぶつぶ 1.0(デフォルト値)<1.2<1.4	中	低
泥水の密度(t/m <sup>3</sup> )	低い-土砂の流動性-高い 清水-流れの状況-泥水 2.4<2.5(デフォルト値)<2.6	中	中
砂礫の密度(t/m <sup>3</sup> )	高い-土砂の流動性-低い 砂礫に近い-砂礫の状況-連系の砂礫 0.55<0.60(デフォルト値)<0.65	中	中
堆積物の体積土砂濃度(-)	高い-河床の流動性-低い 緩い-堆積の状態-速い	中	低
停止判定流動速(m)	0.0001<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-どろどろ	低	低

表-1 パラメータ設定の早見表(浅間山泥流における設定値)

ならばエラー表示を行い修正可能なシステムの構築を行った。

### 3.2 システム運用人員配置条件の検討結果

昨年度の検討では、緊急的に実施された火山ハザードマップの見直し作業について各フェーズにおける作業項目、各作業ごとに作業量の算定、各作業時間の算定を行った。特に新技術導入によるレーザープロファイラーでのDTM作成の自動化、時間短縮に約70%、シミュレーション計算作業時間の効率化によって約64%の時間短縮が可能であると算出された。そこで今回の検討では、シミュレーション計算処理において各火山の噴火現象、噴火規模を表-2のようなケーススタディを行い各作業処理の処理時間と人員配置の検討を行った。ケーススタディの対象とする処理は、改良後のプレ処理システムによる条件設定からポスト処理システムを利用したハザードマップの作成までとし、計算条件を設定するためのデータ(DEMや既往調査結果等)は、入手しているものとした。計算処理システムの機器配置及び人員の配置をアローダイアグラムで比較を行った。各ケースの処理時間を図-2に示す。

各災害ケースともに現象規模や現象面積は違うがメッシュ数や作業内容の統一化を図ったためPCでの作業時間は、ほぼ同一なものとなった。しかし、溶岩流(岩手山)は、現象継続時間及び継続した溶岩噴出量により他の災害ケースより処理時間がかかった。(表-3)。

各ケースは、図-1の作成フローのとおり計算結果と実績が合わない場合、それらが合うまで何度も計算を行う必要がある。それには、物理モデルに詳しい人(a)と計算プログラムの

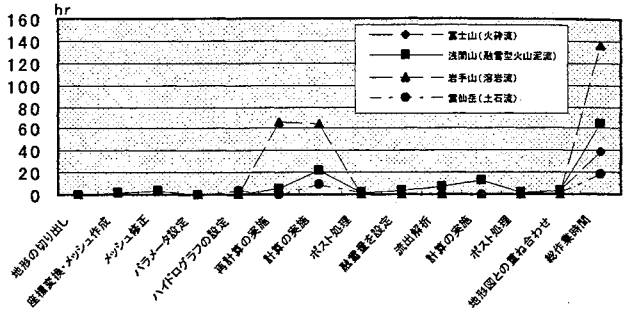


図-2 各ケースの作業項目ごとの計算時間

火山名	現象名	ケース数	計算処理システムの作業時間(1ケース/1台)(hr)	メッシュデータの作成(hr)	計算時間(hr)	全ケースの全作業時間(hr)	メッシュデータ作成人数	計算処理作業人数
富士山	火砕流	8	5.5	5.5	27.5	39	8	4
浅間山	融雪型泥流	8	5.5	5.5	39.5	65	8	4
岩手山	溶岩流	4 (大規模6, 中規模33, 少規模16)	4.5	131	136.5	4	4	4
雲仙岳	土石流	3	3.0	5.5	9	18	3	4

表-3 各ケースの計算時間及び人員配置結果

設定に精通している人(b)及び災害対応に気力・体力が十分に備わっている人(c)が必要である。また、メッシュデータの作業や各種パラメータの設定において対象地域での対象現象に詳しい人(d)が配置される体制がのぞましいと考えられる。各ケースとも時間的制約があり必要な時間を短縮する場合には、PC台数分のオペレーター(c, e)を並列配置し作業時間の短縮が可能である。また、融雪型泥流において融雪量の流出解析を行う場合には、流出解析に精通している人がのぞましいと考えられる。

### 4. まとめ

リアルタイム火山ハザードマップの作成の運用のためには、下記の点において作業の効率化、標準化を図ることにより精度のよい作成が図られることが分かった。

- ・ プレ処理システムでの各パラメータ設定、CFL条件の標準化を図ることにより時間短縮が図られた。
- ・ 各作業の人員の要件を定義づける必要がある。
- ・ ハザードマップ作成時において図-3に示されるとおり火山噴火緊急減災計画に対応できるようなサイクルが必要であると思われる。

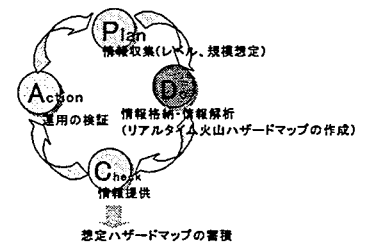


図-3 リアルタイムハザードマップ作成のサイクル

### 5. 今後の課題

- ・ 各火山、噴火現象(シナリオ)に対応した各リソースの処理時間の最適化の検討を行う。
- ・ ロール・プレイング方式でのシステムの検証を行い火山噴火活動レベル、噴火シナリオに応じたシステムの改善を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 荒政重雄: 火山災害予測図(ハザードマップ)の方法論, 月刊地球/号外 No. 7, pp124-137 1993
- 2) 宇井忠英ほか: 火山噴火と災害, 東京大学出版会, pp117-135 1997

火山名	現象名	時期	ピーク流量(m <sup>3</sup> /s)	継続時間(秒)	刻み時間Δt(秒) (CFL条件の設定)	メッシュ間隔(m)	メッシュ数	ケース数	PC台数(3GHz)
富士山	火砕流	噴火期	200	3,600	0.5	50	20,000	8ケース	2台
浅間山	融雪型火山泥流	積雪期	200	3,600	1.0	10	20,000	8ケース	2台
岩手山	溶岩流	噴火-一日経過	300, 200, 100, 100(噴出量)	84,600(24hr)	0.5(300), 1.0(200), 2.0(100)	100	10,000	4ケース	3台
雲仙岳	土石流	降灰後	100	3,600	1.0	20	20,000	3ケース	1台

作業条件(人員の要件)  
a: 対象とする火山現象の実現象や物理モデルに精通している  
b: sasの取り扱いに慣れている  
c: 災害対応に慣れていない  
d: 対象地域での対象現象の実績に詳しい  
e: 対象地域の現象(地形や気候など)に詳しい

表-2 各火山のハザードマップ作成作業の仕様