

100 火山災害監視システムの構成と計画の考え方

(財)砂防・地すべり技術センター ○矢野 将之
 東野 良平
 菊井 稔宏
 瀧根 厚夫

1. はじめに

砂防事業として、火山災害に対する対応を求められるものは、溶岩流、火砕流、火山泥流、降灰後の土石流等、主として土砂移動現象として取り扱うことの出来る現象についてであると考えられる。これらの土砂移動現象の特性として、緊急的であったり、比較的規模が大きくなるなどのことから、砂防ダム、流路工等のハード対策のみでは質・量ともに対処しきれない場合がある。しかしながら、これら土砂移動現象により災害が発生し尊い人命を失うことだけは避けなければならない。そのために、平時から監視・観測機器を整備することにより、噴火時に火山の状況をいち早く把握し、適切な警戒・避難を行うことが必要である。

これらを実施するために、綿密な調査により火山の特徴を把握することにより、今後発生するであろう噴火におけるシナリオを想定し、火山災害予想区域図を作成する。そして、シナリオおよび火山災害予想区域図に対応した監視・観測システムを構築する事が重要となる。ここでは、この監視・観測システムを『火山災害監視システム』として、その構築における考え方について述べるものである。

2. 噴火の時系列と監視・観測

火山災害監視システムを構築していく上で、監視・観測項目を設定することは重要な作業である。特に火山噴火を相手にした場合、噴火の時系列変化によって監視・観測項目が変わってくるがあるので注意を要する。以下に一般的な噴火の時系列変化と監視・観測項目について述べる。

2.1 噴火の時系列

土砂移動現象と火山活動には、一般的に『静穏期→前兆現象期→(噴火)→活動期→(終息)→静穏期』のような時系列的な関係が考えられ、火山噴火の有無、火山活動の推移により監視・観測の対象とする土砂移動現象が変化する。

火山活動と土砂移動現象を時系列的に対比すると、静穏期～噴火の開始までは、降雨に起因する土石流が発生する。噴火～終息までは、噴火に伴う土砂移動現象である火砕流、溶岩流、火山泥流等が発生すると共に、噴出した火砕物の影響により土石流が頻発すると考えられる。また、終息後においても噴火の影響による荒廃が安定化するまでは土石流の頻発が予想される。

このように時系列によって発生する土砂移動現象の種類、特性が変化してくるため、対象とする土砂移動現象ごとに目的に応じた監視・観測項目を設定する必要がある。

2.2 監視・観測項目

土砂移動現象の監視・観測は、対象とする現象の発生、流下、堆積等の土砂移動特性を考慮し、また想定される土砂移動現象の災害特性や火山活動の状況を勘案して、対象とする土砂移動現象ごとに目的に応じた監視・観測項目を設定する必要がある。図-1に土砂移動現象の監視・観測と噴火の時系列の一例を示す。

なお、火山災害予想区域図は、火山災害監視システムの基本情報であり、噴火時に検証を行うことにより必要に応じて修正を図る。

各土砂移動現象ごとの主たる監視・観測項目は以下の通りである。

火山活動の時系列	前兆現象		噴火	終息	
	土砂移動現象の時系列	溶岩流 火砕流 火山泥流 降灰 土石流		←類発化→ ←類発化→ ←類発化→ ←類発化→ ←類発化→	荒廃期
基本情報	火山災害予想区域図		必要に応じて見直し		
火山活動情報の収集	前兆現象の情報	噴火時期 噴火規模 噴火場所等	活動の推移、継続性 噴火位置の変化 マグマ噴出量等		
土砂移動現象の監視・観測	監視・観測機器の整備	監視・観測の強化	発生検知、流下方向 流下速度、地形変化 影響範囲等	監視・観測機器再整備	
備考	当初想定の確認		必要に応じて監視・観測内容の見直し		
	対象規模 対象現象 想定火口		監視・観測情報の反映 (予想区域図、監視・観測計画等)		

図-1 噴火の時系列と監視観測の一例

- ①溶岩流 : 発生検知、流下方向、流下状況 (温度分布、流速、流動深、堆積形状等)
- ②火砕流 : 発生検知、流下方向、流下状況 (到達範囲、流下時間、堆積量等)
- ③火山泥流 : 積雪状況、噴出物量、発生検知、流下方向、流下状況 (流下速度、流動深等)
- ④降灰 : 風向/風速、分布状況 (堆積範囲、堆積厚、粒度分布等)
- ⑤土石流 : 降雨状況、発生検知、流下方向、流下状況 (氾濫状況、流下速度、堆積土砂量等)

警戒避難体制に資するためには、土砂移動現象の発生予測ならびに発生検知さらには氾濫・堆積範囲等の情報が重要になる。

3. 監視観測機器の整備

火山災害監視システム整備の目的として、警戒避難体制の支援、シナリオ・火山災害予想区域図の検証、緊急対策策定の資料、火山砂防計画改定の資料などが挙げられる。そしてこれらの目的に応じた、監視観測機器の整備を行うことが重要である。

整備における基本事項として、『想定する土砂移動現象の第一波を確実に捉える』『想定する現象により一部の機器が使用不能になっても他の機器で何らかの補完が出来る』などを考慮して、土砂移動現象の発生予測、発生検知、状況監視を行うことになるが、前述の目的と対象現象、現場条件等を詳細に検討した場合、状況により必ずしも基本事項を満たす必要がない場合もある。

(例えば、「警戒避難体制の支援」のみを目的とした場合)

- ・土石流の発生地点と保全対象が近い場合、発生検知より事前避難の判断が重要
- ・火砕流の場合、現象の発生までの事前避難と目視による監視で対応が可能

4. 火山災害監視システムの構成要素

噴火のシナリオから監視・観測項目を設定したら、それぞれの監視・観測項目に適した機器を選定し、必要な情報を得られる箇所に配置を行う必要がある。しかもそれぞれの機器から得られる情報を監視局に取込み、必要に応じて処理解析を施し、関係機関等に伝達するシステムとしなければならない。そのためには、火山災害監視システムを構成する①情報収集／伝送系、②情報処理系、③情報伝達提供系の3つの構成要素をシステムとして効率的に機能するよう構築する必要がある。

4.1 情報収集／伝送系

情報収集／伝送系は、監視・観測の目的に応じて適切な位置に整備された機器から得られた情報を確実に監視局まで伝送するものである。機器配置を行う際、欲する情報の性質によって情報収集の確度を高め、また効率的な情報の収集伝送を行なえるようにすると共に、土砂移動現象等により伝送経路が寸断されることのないよう留意する必要がある。

4.2 情報処理系

情報処理系は、収集伝送して監視局に集積された情報に対して処理／解析を行い、警戒・避難の判断材料となるよう加工するものである。また、加工整理した情報を必要な形で蓄積を行うものである。

なお、収集する情報の種類によっては、機械的な処理／判断ができないこともある。また、処理／加工の際、警戒・避難の最終判断は人間が行うということを考慮する必要がある。

4.3 情報伝達提供系

情報伝達提供系は、処理あるいは判断した情報を関係機関等へ確実に伝達提供するものである。ただし、伝達する情報の質、内容は相手先のニーズによって異なるものである。また、伝達する情報の内容によって、伝達方法(手段)、タイミング等が異なってくる。

5. 整備・運用への課題

以上、火山災害監視システムの考え方について述べてきたが、火山防災の観点から現実にこれらを整備し運用していくためには、以下に示すような課題があると考えられる。

5.1 監視観測システムの精度向上

情報収集として、機械により自動的に自然現象を把握するため、想定外の現象や気象条件等により誤作動および観測精度の劣化などが考えられる。これらは監視観測機器の複数化、条件設定の修正などによりある程度減少させることは出来るが、完全になくなることはない。

情報伝送として、機器から得られる情報の質により、無線または有線の伝送方式を使い分けている。しかし有線は耐災害性が弱いため、防災用としてはあまり適当ではない。伝送経路を複数整備することで伝送の確度は向上するが、コスト的に困難である。

5.2 判断主体における専門知識の不足

火山災害監視システムにより、様々な情報を得ることが出来るが、その情報を判断し利用できるだけの専門知識が不足しているという現状があり、その対応として、それぞれの判断主体で専門家を育成・確保することが考えられるが、現実的には困難であろう。そのため、気象庁や大学など、専門的知識を有している機関との情報連携を平時より密にし、なんらかの徴候がみられた場合に、協力を要請するのが、現段階では現実的であると考えられる。