

87 火山活動に伴う土砂災害監視システム

建設省砂防部 池谷 浩
建設省土木研究所 ○ 餌取奉次
石川芳治
山田 孝

1. はじめに

本報告では主に火山地域での土砂災害監視システム（以下監視システムと言う）の目的と監視方法に焦点を当てて分析・整理した結果を報告する。なおここでは監視システムのうち主として機器、装置に関連した全体の枠組みを検討しているため概括的な内容となっている。実際の監視システムの計画に当たっては情報の伝達や運用方法をさらに検討するとともに火山地域の特性を十分に考慮して内容を変更・修正する必要がある。

2. 火山活動と監視システム

気象庁によると1992年3月現在日本には83の活火山がある。これらの火山地域では噴火に伴い発生する溶岩流や火砕流、火山泥流等により災害が発生したり、今後発生する可能性があると考えられる。噴火で災害が発生したり住民が避難した最近の事例としては1983年10月の三宅島の噴火、1986年11月の伊豆大島の噴火、1988年12月の十勝岳の噴火、1990年11月からの雲仙岳の噴火がある。一方火山地域では噴火による災害の他、豪雨による土砂災害も発生しやすい。このような火山地域の災害を防止・軽減するため噴火予知（噴火の時期、様式、規模、推移等）は噴火予知連絡会や気象庁、大学等が実施し、噴火に伴う土砂災害対策は建設省や地方自治体等が実施している。土砂災害対策工事の施工の安全監視についてはこれまでも火山砂防事業で実施してきているが、ここで言う監視システムは地域住民の警戒避難体制の整備にも利用されるものであり、平成4年度から建設省で「火山噴火警戒避難対策推進事業」として開始している。

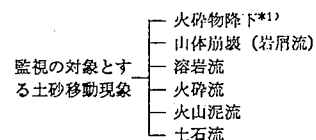
3. 監視システムの基本的考え方

ここで言う監視システムの基本的な考え方は次のとおりである。

① 監視システムの目的と範囲は火山の特性や監視システムの運用方法の違い等で一概に特定できないが、基本は「火山地域における土砂移動現象に係わる情報を予知・予測の段階から発生、終息の段階にわたり収集・処理して関係者へ伝達し、火山地域における土砂災害の防止・軽減に役立てる」ことである。

② 監視の対象とする土砂移動現象は、火山地域における土砂移動現象全般とする。（図-1）

③ 監視システムの位置付けは土砂災害対策工事の施工



注*1) 火山灰、軽石、スコリア、火山弾等の降下

図-1 監視の対象とする土砂移動現象の分類

の安全監視とともに地域住民の警戒避難等のソフトな対策活動を支援するためのシステムとする。
 ④ 監視システムの運用主体は火山地域の砂防事業を担当する建設省や地方自治体の防災関係者とする。

4. 監視の目的と監視方法

以下に監視の目的と監視方法を述べる。このうちどの範囲までを監視システムで自動化するかは火山地域の特性や技術的、経済的条件等で決められる

4.1 監視の目的

監視の目的は土砂災害の原因となる土砂移動現象の概況を把握するとともに異常や危険を早期発見することである。監視の目的と監視方法を時間の経過に沿って細分化すると図-2が考えられる。土砂移動現象の発生前は要因監視や前兆現象の監視で土砂移動現象発生の可能性を把握するとともに警戒避難のための判断情報を得る。また発生

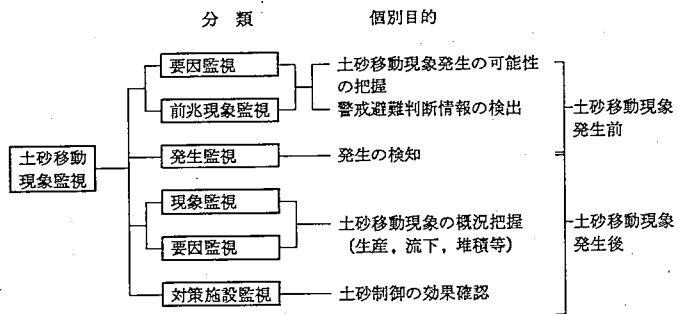


図-2 土砂移動現象監視の分類と個別目的

監視で発生を検知する。発生後は監視により土砂移動現象の概況を把握するとともに現象の分析をして特性の把握をする。また対策施設の監視で土砂制御効果の確認をする。

4.2 土砂移動現象の発生要因と監視

土砂移動現象発生に係わる主な要因を表-1に示す。ここでは土砂移動現象発生に係わる主な要因を誘因と素因に分けている。誘因は現象発生の引き金となる要因であり、素因はその他の要因としている。山体崩壊(岩屑流)の例では噴火が主な誘因で山体の地形や地質を主な素因としている。

土砂移動現象発生の可能性の把握には要因監視による方法がある。まず土砂移動現象発生に係わる要因のうち素因の状況を監視して把握する。次に土砂移動現象発生に係わる要因のうち、最初の引き金になると考えられる誘因を監視する。ここでは噴火、降雨、河川水が該当する。

表-1 土砂移動現象発生に係わる主な要因

発生起源	発生現象	誘因	主な要因							備考
			素因							
			地形 河道埋塞	地質 堆積物	風向・風速	火口湖 水	河川水	地下水	雪水	
噴火	火砕物降下									
	山体崩壊(岩屑流)	噴火(地震)	○	○						
	溶岩流		○							
	火砕流		○							
	火山泥流	崩壊型 山体崩壊 火口湖型 噴火	○			○		○	○	○
降雨等	土石流	融雪型 火砕流等	○		○					○
		降雨型 降水(雨)	○		○					
		堰止湖型 河川水		○						

この3種の誘因が素因に作用する状況から土砂移動現象発生の可能性を把握する。具体的には①火山の監視によって噴火を監視し、噴火に引き続いて起きる土砂移動現象発生の可能性を把握する。②降雨の監視と短時間降雨予測によって土石流発生の可能性を把握する。③河川水の監視によって堰止湖の形成とその決壊の可能性を把握する（ただし堰止湖は発生場所や発生規模の予測が困難なため事前的に確かな監視体制をとることは難しい場合が多い）。

表-2 土砂移動現象の監視方法（メラピ型火砕流の例）

現象	発生の可能性の把握		監視要領	
	項目	方法	主な要因	監視方法
火砕流	発生時期	噴火予知の結果を基本とするが、火山の監視で異常を検知し迅速に検討する。	噴火	・前兆現象を監視する。 ・噴火予知機関の情報を収集する
	発生場所			
火砕物質	噴火後の流下経路、堆積範囲は地形等から推測する。	溶岩ドーム	・溶岩ドームの形状や成長過程を調査する。	
噴出量				
流下経路				
堆積範囲				
熱雲分布				
推移				

表-2 にメラピ型火砕流の監視方法の例を示す。

4.3 土砂移動現象発生の前兆現象と監視

土砂移動現象発生の可能性の把握を行う方法として前兆現象の監視があるが、土砂移動現象の発生と前兆現象の関係は必ずしも明確でない場合が多い。例えば土石流発生の前兆現象としては沢の水が急に増えたり、止まったり、濁ったりする等と言われている。もしこれらの前兆現象があれば注意を要する。しかしこれらの前兆現象は必ず起きる訳ではないので、前兆現象の監視のみから土石流発生の可能性を把握することは困難と言える。

表-3 警戒避難判断情報の内容

項目	内容	備考
検出内容	検出時刻、検出地区、検出項目（警戒、避難、解除）	検出したら、即時情報を伝達する。
予測現象	火砕物降下、山体崩壊、溶岩流、火砕流、火山泥流、土石流	
予測規模	想定規模、想定規模以下、想定規模以上	
予測の詳細	発生時刻、発生地点、流下経路、堆積終息地点、危険区域、施設への影響、予測方式、予測の前提条件、予測精度・信頼性	平常時から災害を想定し、準備をしておく。

4.4 警戒避難判断情報の検出と監視

警戒避難判断情報は土砂移動現象発生の可能性の把握によって検出する。その内容を表-3に示す。防災責任者はこれらの情報及び人家の配置や避難場所その他の情報等を含めて検討し、総合的に判断して警戒避難の発令又は解除を決定する。

4.5 土砂移動現象の発生検知と監視

土砂移動現象の発生検知では発生時刻、発生場所、発生形態、発生規模等の検知がある。発生検知には一定の精度と迅速性が要求される。土砂移動現象の発生検知の主な方法を表-4に示す。

表-4 土砂移動現象発生時の主な検知方法

土砂移動現象	発生検知項目	検知方法						
		現象観察	地震・振動監視	音響監視	温度監視	降下火砕物監視	土砂流高監視	土砂流速監視
火砕物降下	噴火	○	○	○	○			
	火砕物降下	○				○		
山体崩壊（岩屑流）	山体崩壊	○	○	○				
	岩屑流	○	○	○				
溶岩流	溶岩噴出	○	○	○	○			
	溶岩流	○	○	○	○			
火砕流	火砕流発生	○	○	○	○			
	火砕流	○	○	○	○			
火山泥流	崩壊型	崩壊発生	○	○	○			
		泥流	○	○	○			○ ○
	火口湖型	噴火	○	○	○	○		
		泥流	○	○	○			○ ○
融雪型	火砕流発生	○	○	○	○			
	泥流	○	○	○			○ ○	
土石流	降雨型	○	○	○			○ ○	
	堰止湖決壊型	○	○	○			○ ○	

4.6 土砂移動現象の概況把握と監視

土砂移動現象発生後はその動態を迅速に把握して適切に対応する必要がある。土砂移動現象の概況把握は土砂移動現象を監視して行う。土砂移動現象の概況把握のための監視情報は、監視方法によって定性的や定量的、高精度や低精度といった違いが生じるので適切に使い分ける必要がある。土砂移動現象の概況を把握する主な方法のうち火砕流についての例を表-5に示す。

4.7 対策施設の監視

砂防ダムや遊砂地等の対策施設の監視の主な目的は対策施設の土砂制御効果の確認である。そのための監視方法は映像による現象観察が一般的である。

5. おわりに

監視システムの構築・運用までにはシステム分析、システム計画、システム設計、システム構築、システム運用の過程がある。ここでは監視システムの分析のうち監視の目的と監視方法に焦点を当てて概要を報告した。分析・整理結果は手法の適用に重点

を置いているため概括的な内容となった。監視の目的と監視方法の分野で今後の主な課題を挙げると①土砂移動現象の具体的な監視方法の確立②警戒避難の監視基準の確立③監視機器の調査・開発等がある。これらを含めた総合的な監視システムの構築・運用に向け、今後調査・研究が必要である。

参考文献

- 1) 阿座上 新吾：砂防技術の変遷と展望，(財)砂防・地すべり技術センター，1990.
- 2) 科学技術庁研究開発局：火山地域における土砂災害予測手法の開発に関する調査成果報告書，1990.
- 3) 地域防災データ総覧 災害情報編，(財)消防科学総合センター，1988.
- 4) 久保寺 章：火山噴火のしくみと予知，古今書院，1991.

表-5 土砂移動現象の概況把握の主な方法 (火砕流の例)

土砂移動現象	概況把握項目	把握方法						風向・風速監視
		時刻監視	現象観察	地震・振動監視	音響監視	温度監視	降下火砕物監視	
火砕流	時間の経過	○						
	発生場所		○			○		
	発生形態		○	○	○	○		
	発生量		○					
	火砕物粒径		○					
	流下経路		○			○		
	ピーク流量・流高		○					
	到達地点		○					
	堆積分布		○					
	温度分布		○				○	
	熱雲部分布		○				○	○
	熱雲部風速分布(噴火状況)		○	○	○	○	○	○

注意) 概況把握項目の中の()の項目は、土砂移動現象発生時の主要因のうち変動が激しいものである。