

平成28年熊本地震後の応急対策と斜面監視

原田高臣・松田龍朋・松尾竜也

1. はじめに

平成28年4月、かつて経験したことのない震度7を2回観測するなど、熊本県を突然襲った一連の地震活動（平成28年熊本地震）により、県内各地で山腹崩壊や地すべりなどの土砂災害(写真-1)が発生し、甚大な被害がもたらされた。

なかでも、阿蘇地域では、地震により山間部で土砂崩壊(図-1)が発生するとともに、開口亀裂が多数発生していたことから、今後の降雨等により崩壊箇所の拡大や、それに伴う土砂災害の発生が危惧された。熊本県を含む九州北部地方は、例年6月初旬に梅雨入りすることから、それまでに応急対策等の完了が求められた。

本稿では、熊本県が実施した熊本地震発生後の応急対応と斜面監視について報告する。



写真-1 南阿蘇村立野の大規模な斜面崩壊



図-1 阿蘇地域の土砂崩壊痕跡図

2. 地震の概要

4月14日21時26分に熊本県益城町で最大震度7を観測する地震(M6.5)が発生。また、28時間後の4月16日1時25分には、熊本県益城町、西原村で最大震度7を観測する地震(M7.3)が発生した。これら一連の地震活動(表-1)により、熊本県では死者224名（関連死等含む）、全壊家屋8,667棟などの甚大な被害が生じている（平成29年4月3日現在）。

表-1 最大震度別月別地震回数表

期間	最大震度別地震回数									計
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
H28.4.14~	1722	859	323	98	10	5	3	2	2	3024
5月	344	134	43	8						529
6月	147	51	14	4	1					217
7月	85	19	8	1						113
8月	77	28	3	2	1					111
9月	49	16	7	2						74
10月	41	10	4							55
11月	24	16	1	1						42
12月	31	10	3							44
H29.1月	22	8	1	1						32
2月	13	4	1							18
3月	15	9	1							25
計	2,570	1,164	409	117	12	5	3	2	2	4,284

3. 土砂災害の発生状況と緊急点検結果

3.1 土砂災害の発生状況

熊本地震により、本県では158箇所の土砂災害(図-2)が発生し、10名の方が犠牲となった。

今回発生した土砂災害の特徴として、山腹だけでなく崖頂部や尾根部でも多く発生していること、山王谷川(写真-2)に代表される土石流では、降雨がないにもかかわらず斜面崩壊がそのまま土石流へと移行していること及び高野台の地すべりに代表されるように、降下火砕物堆積部では、緩勾配の箇所でも地すべりが発生していることがある。また、がけ崩れは、震度6弱以上を観測した各市町村で発生しているのに対し、山腹崩壊及び地すべりは阿蘇地域（阿蘇市，南阿蘇村，西原村）に集中して発生していることも特徴の一つ。さらに震源に近く震度7を2度観測した益城町など

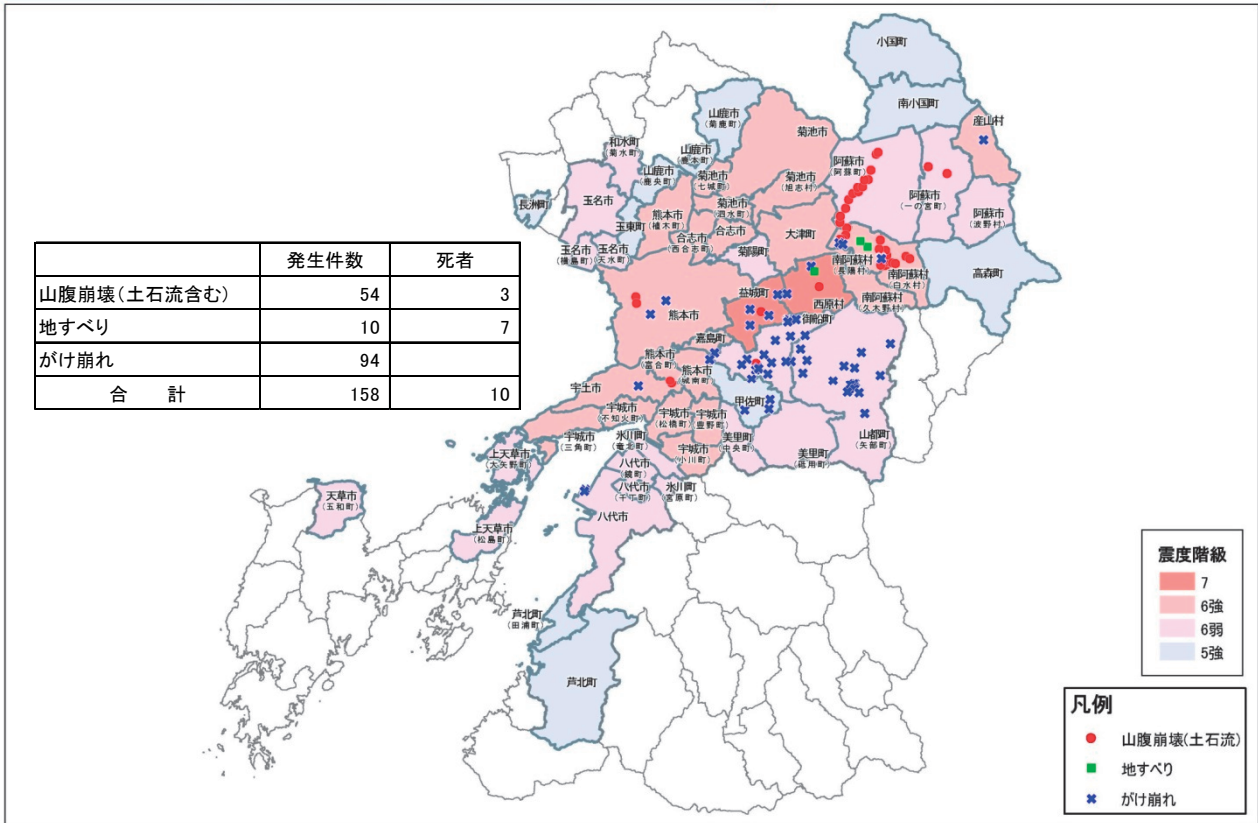


図-2 熊本県内の主な土砂災害発生箇所図

になどにおいては宅地擁壁の崩壊等、宅地に関する被害が多いのも今回の地震の特徴と言える。

この点検結果については、各市町村に出向き首长等に直接説明を行うとともに、住民が直接確認できるよう国や県のホームページで公表した。



写真-2 山王谷川の土石流発生状況

4. 応急対策と斜面監視

4.1 二次災害を防ぐための取り組み

緊急点検等の結果、阿蘇市にある阿蘇山の北外輪山や南阿蘇村の夜峰山周辺など、阿蘇地域の山間部のいたるところで、山腹崩壊が発生し多量の土砂が堆積するとともに、亀裂が発生していることが確認された。これらの箇所においては、今後の大雨等により崩壊が発生し、多量の土砂が人家等まで流れ込む恐れが危惧された。発災から梅雨入りまであまり期間がなかったことから、本格的なハード対策の実施は不可能であった。このため、二次災害を防ぐための取り組みとして、まずは土のう設置(写真-3)や、崩土及び堆積土砂の撤去等の応急対策を実施したが、応急対策のみでは二次災害の防止は困難だと考えられた。このため、伸縮計等の観測機器による斜面監視を実施することとした。

3.2 土砂災害危険箇所の緊急点検結果

県内で震度5強以上を観測した30市町村において、熊本地震後のさらなる土砂災害の防止、今後の警戒避難及び応急対策に資することを目的に、土砂災害危険箇所の緊急点検を実施した。

点検対象となる土砂災害危険箇所は、6,587箇所あり、国および県による点検の結果、応急的な対応が必要な危険度 A の箇所は、98箇所に上った。



写真-3 火の鳥温泉の大型土のう設置状況

4.2 斜面監視の概要

斜面監視対象箇所としては、既に崩壊し人家や人命に影響を及ぼしており今後も影響を及ぼすおそれがある箇所（高野台他4箇所）及び、崩壊または亀裂が発生しており今後の降雨等により人家まで影響を及ぼすおそれがある箇所（宇土川他14箇所）の20箇所を選定した。これらの箇所には、伸縮計やワイヤーセンサー等を設置し、斜面状況の監視を行った。

以下、斜面監視を行った20箇所の中のうち、高野台で実施した斜面監視について紹介する。

(1) 監視対象

高野台においては、地すべりにより土砂が人家に流出し5名の方が犠牲になるとともに、阿蘇市と南阿蘇村を結ぶ主要幹線の県道河陰阿蘇線が被災するなどの被害が発生している。現地には開口亀裂が多数発生しているとともに、崩壊地には残存土砂があり今後の降雨等により、下方の住宅地等に流出する恐れがあった。このため、開口亀裂部分と残存土砂の流動化について監視を行うこととした。

(2) 斜面監視システムに必要な機能

高野台で住民等の安全を担保するためには、以下に示す機能を備えた斜面監視システムの構築が必要と考えた。

- ・ 開口亀裂および残存土砂の動態を把握するための監視・観測機能
- ・ 異常発生時、被害が及ぶ範囲内にその旨を周知できる通報機器
- ・ 異常発生時、遠隔地にいる管理者に対してその旨を周知できる通報機器
- ・ 現地の状況を遠隔地にいながら把握できる機能



図-3 高野台の被災及び斜面監視機器設置状況

(3) 整備対象機器

斜面監視システムに必要な機能を実現するため以下の機器の整備等を行い、斜面監視に着手した。(下記の () 内は設置基数。設置個所は図-3参照)

- ・開口亀裂を監視するための地表伸縮計(3基)
- ・亀裂部の崩壊や土砂流出の誘因となる降雨量を把握するための雨量計(1基)
- ・地内の残存土砂の活動を検知するためのばらまき型傾斜計(17基)
- ・上記機器が危険を感知した際に周辺に異常を周知するための警報器(2基)
- ・上記機器が危険を感知した際に遠隔地にいる管理者に異常を通知する通信設備(1式)
- ・リアルタイムで観測機器のデータを確認できるホームページの作成

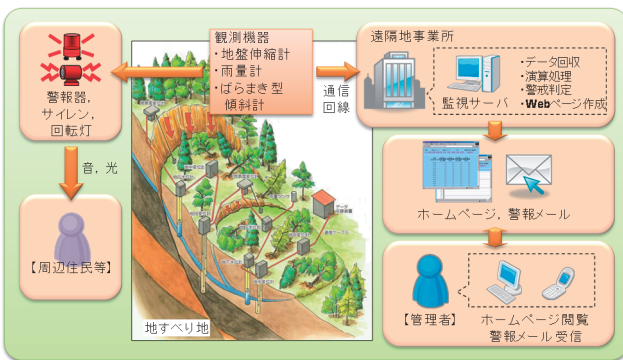


図-4 監視システム概要図

(4) 斜面監視結果

豪雨となった6月18日～6月30日の期間中（連続雨量 611.5mm、累積雨量 901.5mm/13日）に伸縮計 S1～3 全てにおいて大きな変位（日最大変位量 1.2mm/日～2.0mm/日）が観測された。ただし、変位はマイナス方向が卓越しているうえ、大きな変位を観測したのち元の値に戻るなど、通常の斜面災害監視時には見られない動きが観測された。

また、警報メールは、6月の観測開始以降10回送信されているが、すべて6、7月に集中しており、豪雨との相関が確認されている。特に6月20～21日の豪雨では、実際に土砂が流出しており、現地の異常を管理者に通知する手段としての効果が確認された。

しかし、ばらまき型傾斜計（写真-4）においては、設置した17基のうち、6月20～21日の豪雨によりA、Bブロックの5基が表層部の土砂流出に巻き込まれ観測不能となるなどの課題も発生した。



写真-4 ばらまき型傾斜計設置状況(BK01)

5. まとめ

本稿で紹介した高野台では、斜面監視システムの整備等により、通行止めとなっていた県道河陰阿蘇線の工事に梅雨明け後から着手し、8月31日には車両の通行を再開することができた。

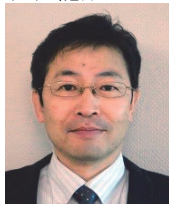
地震からの本格的な復旧・復興は着手したばかりであり、工事完了まで数年は必要となる。地域住民等の安心・安全を確保するためには、これからも斜面監視を継続していくことが必要である。今後も「土砂災害による犠牲者ゼロ」を目標に、斜面監視を実施してまいりたい。

原田高臣



執筆当時 熊本県土木部
河川港湾局砂防課長
Takaomi HARADA

松田龍朋



熊本県土木部河川港湾局
砂防課審議員
Ryuhou MATSUDA

松尾竜也



熊本県土木部河川港湾局
砂防課課長補佐
Tatsuya MATSUO