

土砂災害時における消防機関 の救助活動マニュアル

令和7年3月
消 防 庁

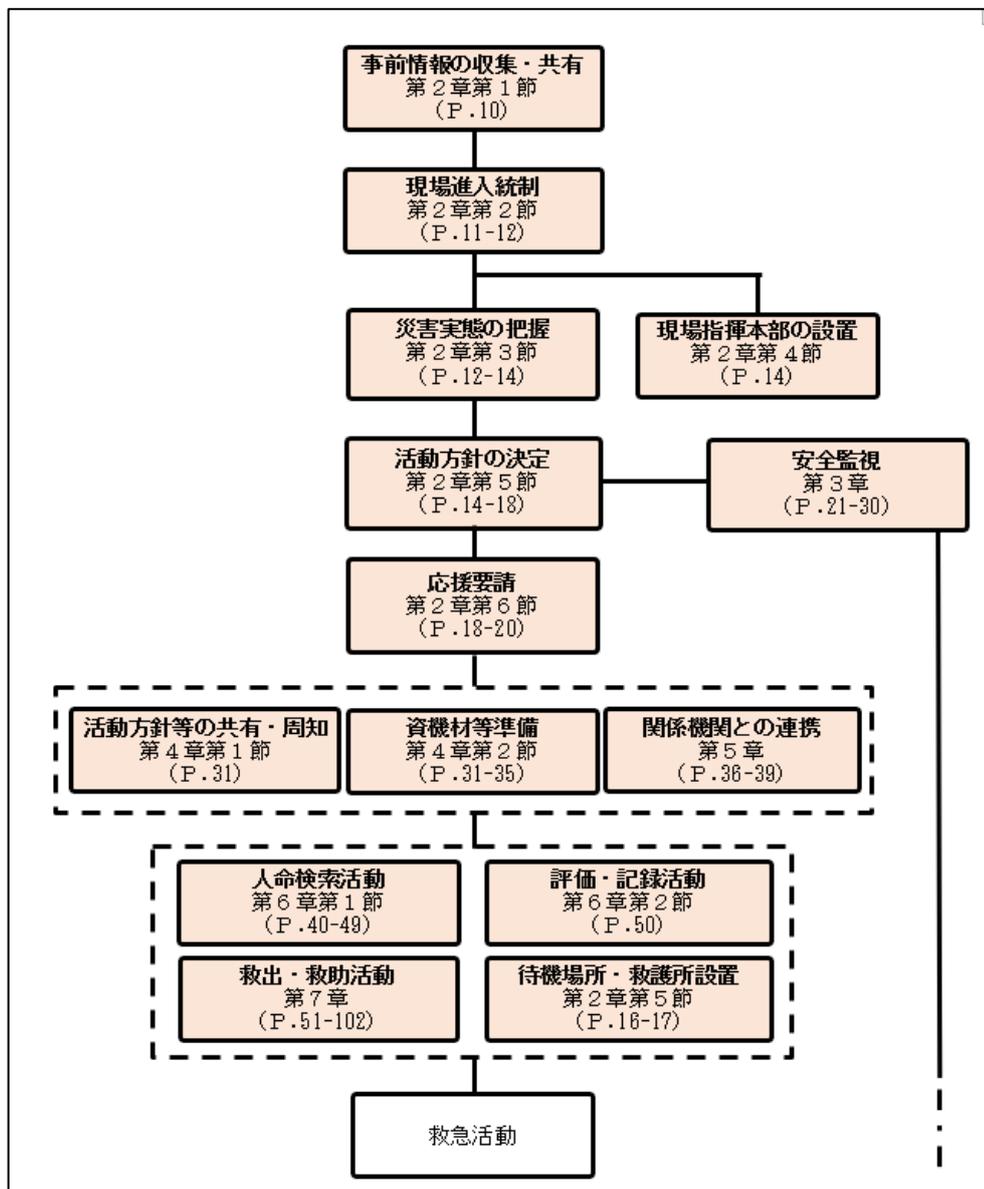
目次【本編】

序章 本マニュアルの利用上の留意事項・・・・・・・・	1
第1節 想定する災害の規模等	1
第2節 対象災害の種類	1
第1章 消防活動の基本原則・・・・・・・・	4
第1節 消防活動の主眼	4
第2節 土砂災害時の救助活動の特性	4
第3節 消防活動の流れ	9
第2章 災害覚知～活動方針の決定等・・・・・・・・	10
第1節 事前情報の収集・共有	10
第2節 現場進入統制	11
第3節 災害実態の把握	12
第4節 現場指揮本部の設置	14
第5節 活動方針の決定	14
第6節 応援要請	18
第3章 安全監視・・・・・・・・	21
第1節 安全監視	21
第2節 センサー等による安全監視	26
第3節 ドローンによる状況把握	29
第4節 目印による監視	29
第4章 救助活動の準備・・・・・・・・	31
第1節 活動方針等の共有・隊員周知	31
第2節 資機材等準備	31
第5章 関係機関との連携・・・・・・・・	36
第1節 消防団との連携	36
第2節 現地合同調整所	36
第3節 安全管理の強化	38
第6章 人命検索活動及び記録・引継ぎ・・・・・・・・	40
第1節 人命検索活動	40
第2節 記録・引継ぎ	50

第7章 救出・救助活動・・・・・・・・・・・・・・・・ 5 1

第1節	土砂災害の救出活動における基本事項	5 1
第2節	土砂埋没救出活動要領例	5 7
第3節	泥濘地での救助技術	6 3
第4節	土砂内の木造建物救助技術	6 9
第5節	岩石の排除技術	7 8
第6節	重機の運用技術	8 7
第7節	ドローンの活用	9 5

土砂災害における消防活動フロー (P.9 掲載)



序章

本マニュアルの利用上の留意事項

本マニュアルは、大規模な土砂災害が発生し、要救助者が存在する可能性のある災害現場（以下「救助現場」という。）において、救助隊等が局所的な人命の救出・救助活動で連携を図る警察、自衛隊及び災害活動で連携を図る国土交通省（緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）等）、医療機関、都道府県等土木事務所、土木や砂防学等の専門家、協定を結ぶ民間団体などの関係機関（以下「関係機関等」という。）と緊密に連携して行う標準的な救助活動の実施要領を定めるものである。

第1節 想定する災害の規模等

本マニュアルは、大規模な土砂災害を対象とし、その活用にあたって広く実災害に適用することができるよう、近年の災害事例において現に発生した活動内容をすべて網羅することを念頭に置き、次の災害の規模等を想定したものである。

- 第1 発生原因を問わず現象としてがけ崩れ、土石流、地すべり等による土砂災害が発生していること。
- 第2 要救助者が発生し、又は発生するおそれのあること。
- 第3 被災地を管轄する消防機関（以下「管轄消防機関」という。）のみでは対応することができず、他の消防機関からの応援を必要とすること。
- 第4 関係機関等との連携活動を行う必要があること。
- 第5 災害現場が広範囲であり、救助活動区域の分割・検索場所の優先順位の決定などを必要とすること。

第2節 対象災害の種類

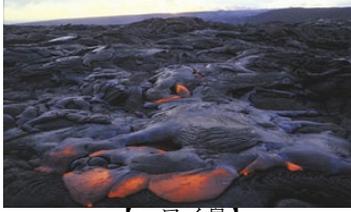
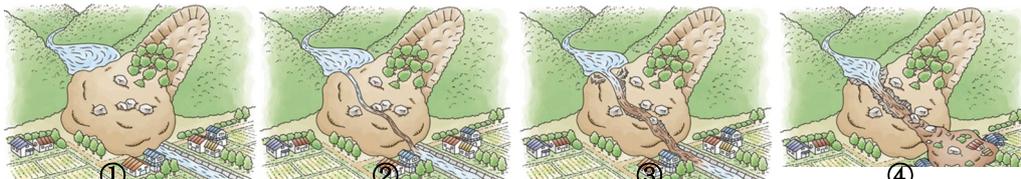
第1 発生原因

土砂災害は次のことを契機として発生することが多い。

- 1 豪雨・長雨、融雪
- 2 地震
- 3 火山噴火
- 4 工事

第2 現象別特徴

現象	特徴	
がけ崩れ	<p>斜面の表面に近い部分が降雨、融雪、地震等に誘発されて突発的に崩れ落ちる現象。比較的勾配の急な斜面で多く発生する。移動速度は急速で人命の危険が高く、崩れ落ちた物質は原形をとどめない。がけ崩れの後、さらに上の斜面が崩れたり、大規模に崩れることもある。急傾斜地崩壊、土砂崩れ、表層崩壊ともいう。</p>	
地すべり	<p>地下水等に起因して地塊の一部が下層のすべり面を移動境界として重力作用で滑動する現象。一般には粘性土をすべり面として、緩慢に長期間滑動したり、繰り返し活動することが多い。特定の地質・地形に多い。地震や融雪を契機として滑動をするものもある。緩慢な滑動から急に加速することや、一部ががけ崩れを起こしたり、土石流に転じることもある。</p>	
土石流	<p>土砂や岩石などが水と一体となって流れる現象。岩や流木などを多く含み、大きな岩が先頭部に集中し直進しやすい。流れ下る間に沢にあった土砂を巻き込んで体積が増大することもある。流速は、斜面の勾配、形状、水深、含まれる土砂の特性によって変わるが、一般には秒速 10m程度で、20mを超えるものもある。土石流は、降雨の最中及びその後に、一つの沢で何回も発生することがある。山津波、蛇抜けともいう。</p>	
深層崩壊	<p>斜面の表土だけでなく深い地層まで崩れる比較的規模の大きな崩壊現象。豪雨時だけでなく、豪雨後の地下水の動きや比較的規模の大きな地震動によって発生することがある。特定の地質、地形に多い。土砂が長距離流走し、広範囲に堆積することが多い。なお、火山体の一部が、豪雨や水蒸気爆発、地震動などを契機に崩れる現象を山体崩壊という。</p>	 <p data-bbox="1038 1962 1382 1989">【2004:三重県大台町(旧宮川村)】</p>

<p>溶岩流</p>	<p>地表に噴出したマグマが液体として流れ下るもの。溶岩流の温度は 1150～1250℃（玄武岩）から 900～1000℃（流紋岩）で高温なものほど粘性が低い。流下速度は、マグマの温度や流れ下る斜面の傾斜によって異なるが、一般的には時速数 km 以下。</p>	 <p>【ハワイ島】</p>
<p>火砕流</p>	<p>溶岩、軽石、火山灰等の火山からの噴出物が、それらから発生する高温のガスにより浮いたような状態で山腹斜面を流下する現象。一般にその温度は 100～1000℃、速度は秒速数十～百m以上にも達する。下層に本体があり地表に沿って流れ、上層に熱風部（火砕サージとも呼ばれる）を伴う。形態は様々だが、小規模なものは、溶岩ドームの崩壊、溶岩ドームが噴火により吹き飛ばされること、噴煙が落下すること等を契機として起きる。</p>	 <p>【1991. 6: 雲仙普賢岳】</p>
<p>火山泥流</p>	<p>火山灰など火山から噴出したものが水と共に高速の泥流となって斜面を流れ下るもの。火口から泥が直接噴出するなどの火山活動によって起こされるもののほか、火口湖の決壊によるもの、降り積もった火山灰が雨によって流されて生じるもの、噴火による熱で大量の雪氷が溶けるために生じるものなどがある。泥流の規模や水と固形物質の比率、温度などはいろいろで、その運動様式や堆積物の特徴も多様。ラハールとも呼ばれる。</p>	 <p>【1978. 10 : 北海道有珠山】</p>
<p>河道閉塞</p>	<p>地すべりや深層崩壊などの結果、河川が土砂によってふさがれてその上流に水がたまる現象。河道閉塞後、上流の水位が上がるとダムが決壊することがあり、この場合、大規模な土石流・洪水はん濫を生じる。</p> <p>二次災害を防ぐために特に留意が必要な現象の一つ。大規模な土砂災害時には、国土交通省や都道府県によって、河道閉塞の有無や位置、規模などについて緊急調査が行われることがある。土砂ダム、地すべりダム、天然ダムと呼ばれることもある。</p> 	

- ◇ 「改訂砂防用語集（砂防学会編；2004年）」、「最新地学事典（地学団体研究会編）」をもとに作成
- ◇ 状況写真・イメージ図資料提供：NPO 法人土砂災害防止広報センター

第1章

消防活動の基本原則

第1節 消防活動の主眼

消防は、国民の生命・身体・財産の保護、災害の防除、被害の軽減及び傷病者の搬送といった任務を達成するため、土砂災害の発生現地において、人員及び施設を有効に活用し効果的な消防活動を実施しなければならない。

各消防機関は、その規模に差異があり、保有する人員、車両及び資機材も異なっている。このため、本要領では、大規模な土砂災害時の救助活動の基本的な考え方を示すこととし、実際の対処にあたっては、他の消防機関からの応援部隊や関係機関等との連携を図りながら、各地域の実状に応じた活動を行う必要がある。

土砂災害時における救助活動は、第2節に示す特性を踏まえ、関係機関等との連携のもと、災害の実態及び危険性を早期に把握し、二次災害の防止と要救助者の早期救出を両立させることを最重点に活動しなければならない。

第2節 土砂災害時の救助活動の特性

大規模な土砂災害の救助現場における特性等は、次のとおりである。

第1 特性

- 1 広範囲に及ぶ大規模な救助事案が瞬時に発生し、早期の災害の全体把握が困難となる。
- 2 道路の損壊等により、交通状況に支障が生じている。
- 3 降雨が止んだ後もしばらくは土砂移動の範囲が拡大したり、同じ場所で再び発生することがある。特に土石流は複数回発生する傾向がある。
- 4 地震により発生した土砂災害の現地では、余震に配慮が必要である。

第2 活動環境

- 1 対応すべき災害と比較して、管轄消防機関の消防力が不足する。県内外の消防相互応援隊、緊急消防援助隊、関係機関等などの応援が必要となる。
- 2 災害現場が立体的かつ広範囲となり、地上から現場全体像の把握が困難となる。
- 3 消防機関が通常保有している救助資機材のみでの対応が困難となる。重機等の建設機械等が救助活動に必要となる。
- 4 資機材等が不足する。
- 5 周辺に多数の避難者が発生するため、避難誘導等の救助活動以外の活動を行う必要が生じる。

- 6 二次災害の危険性が極めて高い環境下である。
- 7 道路通行障害、停電、通信障害等が発生する。
- 8 降雨、降雪、夜間の場合には視界不良となる。意思疎通、監視が困難となる。
- 9 通常の災害対応に比べると、有効な情報の総量は少なく、不確実な情報の割合が増加する。
- 10 足場が悪いため、円滑な移動が確保できず体力の消耗が激しくなる。また、緊急時の退避に時間を費やす。

第3 救助活動

- 1 通常の災害対応と比較して、事実上、災害発生現場での意思決定・判断の範囲が拡大するとともに、意思決定までの許容時間も短縮化される。
- 2 消防力が不足するため、特に初期段階には、効率的かつ重点的な部隊運用及び救助活動が必要になる。
- 3 土砂災害での活動は、長時間・長期間にわたる活動となることが多く、活動部隊の心身の疲労度等を考慮した交替要員の確保や活動隊員等のローテーションの確立が必要になる。
- 4 多数の関係機関等での連携活動の必要性が生ずるとともに、現場の状況や災害規模等によっても異なるが、各機関との交代体制を考慮するなど、調整が必要となる。
- 5 ローテーション等により休息した隊員は、次の活動に入る前には活動現場が確認できる場所から現状の活動内容の把握に努めることにより、交代時の申し送り等の時間的なロスを減らし、速やかな活動再開に繋げることが可能となる。
- 6 待機場所（休憩スペース）を活動現場から少し離れた安全な位置に設定し、かつ外部からの目線を遮る措置をし、確実に休息を取らせることが必要である。

第4 活動原則

- 1 災害状況の把握
二次災害の危険性が高い環境下で、要救助者に関する情報、建物被害状況、その他の災害の危険性に関する情報を迅速かつ的確に把握するため、特別な情報収集体制を下命するなど、最優先で実態の把握に努める。
- 2 指揮体制の早期確立
大規模な救助事案に対応するための特別な指揮体制により出動消防部隊を運用することとなる場合は、速やかに指揮体制を出場隊員に対して明確にする。また、必要に応じて、局面の指揮を小隊長等に担当させるなど、部隊の効率的な運用を図る。
- 3 消防部隊の連携
各消防部隊は、必要な情報を共有し、各車両及び資機材の連携した活動を行うとともに、技術を結集して最大の効果を挙げるように努める。

4 関係機関等の連携

関係機関等との連携体制を確保し、救助効率を勘案しながら、効果的な救助活動を実施する。

5 安全管理体制の確立

災害状況に応じて、人員や消防部隊を指定して、重点的な安全管理体制を確立し、二次災害を防止する。

第5 活動中止・活動再開の判断

二次災害危険の高い土砂災害現場における救助活動では、危険度の高まりを的確に判断し、活動を中止させて安全な場所まで退避させることが安全管理上重要である。

活動中止の基準は、数値や現象により画一的に定めることは困難であるため、次に示す過去の基準を参考に、気象状況、現場状況、活動内容等に応じて適切に判断することが求められる。

また、活動再開は、退避の判断の基となった現象が収まった場合などを参考にして、現場の状況を総合的に評価し判断する。

なお、活動中止及び活動再開については、専門家から助言を得て判断することが望ましい。

1 土砂災害の前兆現象による活動中止基準

- (1) それまでにはなかった地下水が湧き出す。
- (2) 湧水の量や濁りが増える。
- (3) 湧水が止まる。
- (4) 亀裂ができる。
- (5) 落石が増える。
- (6) 沢の水の量や濁りが変わる。

2 雨量による活動中止基準（参考値）

(1) 考え方

現場環境に慣れてしまい判断を誤ることを防ぐために、活動中に雨が予想される場合には、降り出す前にあらかじめ設定した雨量によって活動中止をすることが有効である。雨によって発生した災害の場合は、時間経過による斜面内の水の減り方を考慮して基準値を設定することが望ましい。雨以外の原因で発生した災害では、斜面への水の浸透を考慮して基準値を設定することが望ましい。なお、設定にあたっては、雨で土砂が泥濘化し緊急退避が困難になることも考慮しておく必要がある。また、活動環境によっては転倒や工具落下などのミスが起りやすくなることも考慮して、雨が基準値に到達するよりも前に中止することも考えられる。

(2) 基準値の例

- ア 2006年7月長野県岡谷市湊三丁目の土石流災害（梅雨前線による豪雨）¹⁾
災害約36時間後に設定した基準値として、時間雨量5mm、連続雨量10mmで活動中止（災害発生時までの雨量、その後の雨量及び設定時の状況から設定）
- イ 平成26年広島市豪雨災害
時間雨量10mmで活動中止
- ウ 2016年熊本県南阿蘇村高野台の表層崩壊（2016年熊本地震による）²⁾
災害4日後に設定した基準値として、連続雨量5mmで活動中止（地震によって生じた新たな崖であること、活動地点周辺に土砂が多いことから設定）
- エ 2019年10月神奈川県相模原市牧野の表層崩壊（台風19号による豪雨）³⁾
災害約48時間後に設定した基準値として時間雨量5mm、連続雨量10mmで活動中止（災害発生時までの雨量、その後の雨量及び設定時の状況から設定）
災害後1週間に再度設定した基準値として時間雨量10mm、連続雨量20mmで活動中止（災害後の時間経過から緩和。活動地点の危険性から安全側に設定）
- オ 2021年7月熱海市土石流災害⁴⁾
災害約20時間後に設定した基準値：時間雨量4mm、連続雨量10mmで活動中止
災害約44時間後：時間雨量10mm、連続雨量20mmで活動中止
災害約68時間後：時間雨量10mm、連続雨量40mmで活動中止
（災害発生時までの雨量、その後の雨量及び設定時の状況から設定）

(3) 活動再開の例

- ア 2016年熊本県南阿蘇村高野台の表層崩壊（2016年熊本地震）【降雨で中止後】
上空から、次がないことを確認：崩れた崖の拡大、湧水、堆積した土砂の再移動。地表で、活動地点周辺に変状がないことを確認
- イ 2019年10月神奈川県相模原市牧野の表層崩壊（台風19号）【湧き水で中止後】
「時間雨量10mm、連続雨量20mm」（1週間後に設定）
湧き水の量が僅かであること、その量が30分で変化がないことを確認
- ウ 2019年10月神奈川県相模原市牧野の表層崩壊（台風19号）【土砂ダムの小崩落で中止後】
「時間雨量10mm、連続雨量20mm」（1週間後に設定）
崩落規模の確認（幅1m、表面の剥がれ落ち）、崩落が続かないことを確認、流水の監視を強化

- (4) 土砂災害の発生後しばらく経ってから再び土砂が移動することがある（表参照）。
雨が止んだ後も周辺斜面や上流への警戒が必要である。^{5) 6) 7)}

【表】 降雨による土砂移動が発生してしばらくたってから再度土砂移動が発生した例

日付	場所	当初の 災害 発生時刻	二次的 土砂移動 発生時刻	時間差	降雨停止後 (近隣アメダス)
①1976/9/13	兵庫県宍粟市一宮町	06:50	10:30	3時間半	3時間
②1989/8/1	川崎市高津区蟹ヶ谷	03:15	04:29	1時間15分	降雨継続中
③2001/9/10	群馬県上信越道下り 31.2kp	不明	16:11	不明	不明
④2014/8/20	広島市安佐北区 可部東6丁目	04:00	05:00	1時間	40分
⑤2014/8/20	広島市安佐南区 長束西四丁目	03:21	05:51	2時間半	1時間40分
⑥2018/7/10	広島県府中町榎川	7/7 早朝	7/10 11時頃	2日	2日
⑦2024/7/12	愛媛県松山市	3:49	4:45	1時間	降雨継続中

- ①対岸の山に登った消防団員が大規模な亀裂を発見し、大規模な二次的土砂移動の発生前に周辺住民も含め避難を行い、二次的な人的被害はなかった。
- ②消防隊員14名が二次的土砂移動に巻き込まれ3名が死亡。
- ③確認に赴いた道路管理者の技術者2名が二次的土砂移動に巻き込まれ死亡。
- ④避難支援活動中の消防隊員が二次的土砂移動に巻き込まれ死亡。
- ⑤人的被害はなかった。
- ⑥晴天下で突然の土石流が災害復旧作業の進む河川を流れたが人的被害はなかった。
- ⑦二次的な土砂移動により指揮所テントが流される。監視員が異常を覚知して緊急退避が行われていたため、人的被害はなかった。

【引用文献】

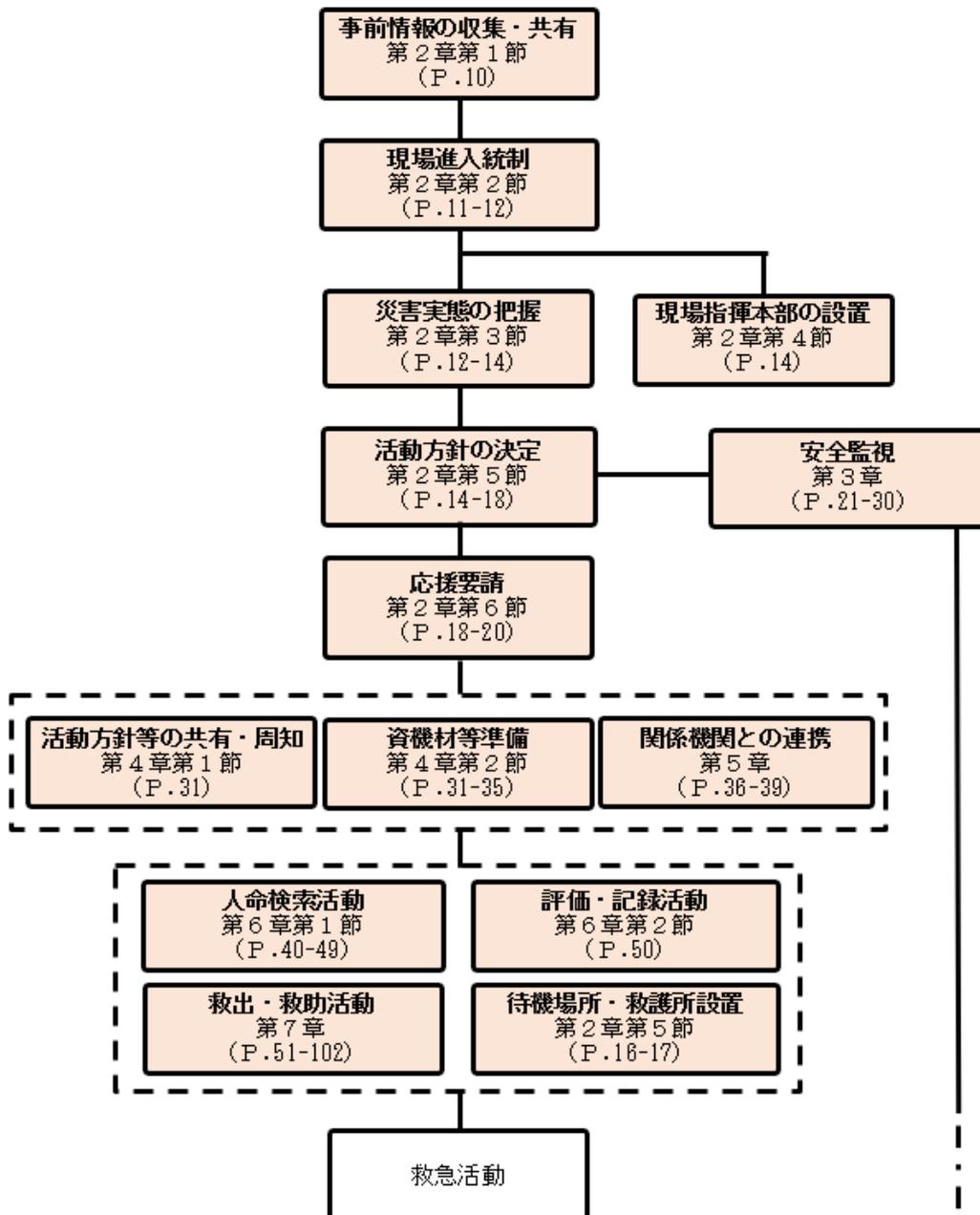
- 1) 新井場公德、吉原浩、座間信作、河関大祐、鄭炳表：土砂災害への対応活動のあり方に関する考察、消防研究所報告第103号、pp. 64-75、2007.
- 2) 新井場公德、土志田正二、尾川義雄：2016年熊本地震時の土砂災害現場における技術支援、消防研究所報告第121号、pp. 9-22、2016.
- 3) 新井場公德、土志田正二：神奈川県相模原市緑区牧野（まぎの）地区の斜面崩壊における技術支援、消防研究所報告第129号、pp. 1-10、2020.
- 4) 新井場公德：土砂災害現場の安全管理、第24回消防防災研究講演会資料集、pp. 5-12、2021.
- 5) 新井場公德、土志田正二、上野将司（2022）：「二次的な土砂移動が当初の現象からしばらくたって発生した事例」、第61回日本地すべり学会研究発表会
- 6) 府中町災害記録史作成実行委員会：『府中町災害記録史－江戸から令和－』、p. 99+付図、2021.
- 7) 全国防災協会：「二次災害の予知と対策 No. 2」、p. 194、1987.

第3節 消防活動の流れ

管轄消防機関は、前述の「第1節消防活動の主眼」及び「第2節土砂災害時の救助活動の特性」を念頭に消防活動を実施することになるが、大規模な土砂災害時の活動をフロー（流れ）化したものは以下のとおりである。

※ 基本的な例として示しているものであり、各消防機関の消防力や地域の事情、災害規模等を踏まえて着手可能な項目に並行して着手するなど、実情に合わせて活用するものとする。

【土砂災害における消防活動フロー】



第2章

災害覚知～活動方針の決定等

現場指揮者は、災害対応の初期段階において災害実態等を早期に把握、共有し、活動の方針を決定するとともに現場指揮本部等を設置するなど、活動体制を確立する。

第1節 事前情報の収集・共有

気象情報等の推移を注視し、出動現場周辺の浸水や土砂災害の発生状況を可能な限り出動前に把握するとともに、出動途上においても通信指令室等から随時、最新情報を入手する。特に次に示すような安全確保を図るために必要な情報は必ず出動隊員に周知、徹底する。

第1 土砂災害警戒区域等の指定対象区域の範囲

指令場所及び指令場所までの出動経路が土砂災害警戒区域等の指定対象区域内にあたるかなどの潜在する危険性を確認する。併せて指令場所付近で発生している危険情報を把握する。

※ 対象区域外においても、土砂災害の発生する可能性があることに注意する。

第2 土砂災害の誘因となる気象情報

発表されている最新の気象警報・注意報、雨量観測情報、土砂災害警戒情報等の気象に関する情報を確認する。

インターネットの気象情報（気象庁キキクル、アメダス等）を活用して、今後の雨について見通しを持っておく。これらの情報は今後の土砂災害の発生に大きく影響を及ぼすこととなる。

第3 安全管理に関する情報

安全確認方法、安全監視方法のほか、安全管理を行う部隊、隊員の役割分担を明確にしておく。また、異常現象が発生した場合の伝達方法や緊急退避方法を確認しておく。

第2節 現場進入統制

事前の情報を基に消防部隊が救助現場へ進出するための拠点（以下「現場進出拠点」という。）を決定する。

第1 現場進出拠点

現場進出拠点は土砂災害の影響を受けておらず、二次災害の影響を受けない場所を選定する。また、次の条件を可能な限り考慮する。

- 1 出動消防部隊が集結可能な場所
- 2 救助現場への進入が容易である場所
- 3 救助現場が目視で確認できる場所
- 4 各役割分担された隊が活動する際に移動しやすい場所

第2 進入統制

1 状況の確認

現場進出拠点へ消防部隊が集結後、救助現場へ進入する前に災害発生現場全体の状況を把握するとともに、救助現場の上流側及び周辺の斜面の状況を確認する監視員を、監視員自身の安全が確保できる場所に速やかに配置する。この監視員は第3章第1節の安全監視の体制が整うまでの監視を担当する。

なお、要救助者や要避難誘導者が実際に確認できており、命の危険が切迫している状況下において、安全の確認を行う前にやむを得ず活動に着手する場合には、応援要請を行うとともに可能な限りの対策を図り、指揮者の管理のもと、安全を最優先とした活動とする。要避難誘導者自らが避難することが可能な場合には、危険な救助現場に近寄らず、拡声器等により自力避難を呼びかけることも考慮する。

2 進入統制ラインの設定

消防部隊の救助現場への進入を管理するために進入統制ラインを設定し、現場指揮者の許可なく進入統制ライン内へ進入することを禁じる。

進入統制ライン内への進入を許可する条件は次のとおりである。

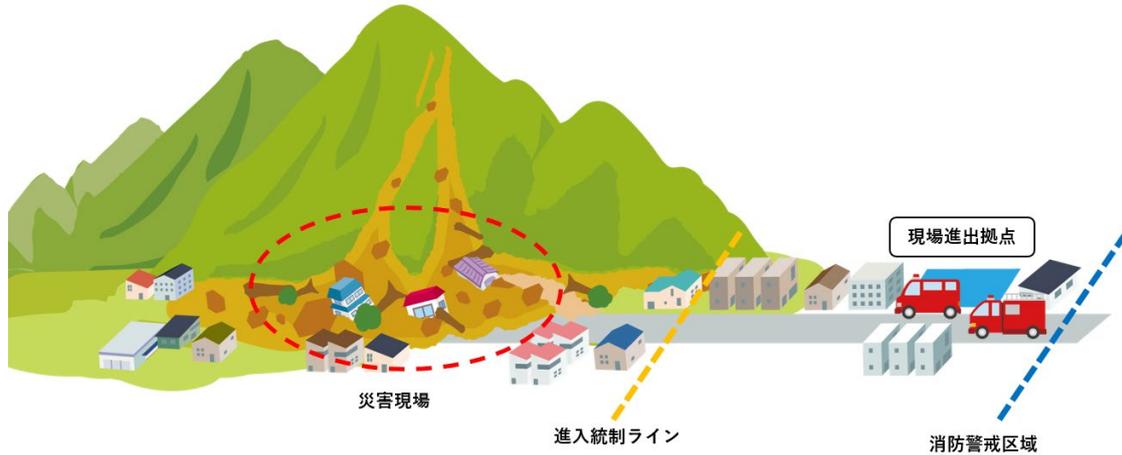
- 1 安全監視がされていること。
- 2 進入管理体制が取れていること。
- 3 活動方針等に基づく任務を担う隊・隊員であること。
- 4 緊急時の対応について周知されており対応できること。

なお、進入統制ラインの設定は出動隊に周知・徹底し、関係機関等とも情報共有する。

第3 消防警戒区域の設定

現場指揮者は、一般人に対する危険の防止及び消防部隊等の活動スペースの確保を図るため、消防警戒区域を設定し、一般人の区域内への進入規制を行う。

【進入規制ライン及び消防警戒区域の設定図】



第3節 災害実態の把握

安全を確保しつつ効果的な救助活動を展開するため、要救助者に関する情報や二次災害の可能性に関する情報などの重要な情報を早期に重点的に把握する。把握した情報については、現場指揮者に集約する。

現場指揮者は人命に関する危険、活動に対する危険、災害の拡大危険（3大危険）に関する情報は速やかに全隊員に周知徹底する。

3大危険が発生し、現場指揮者へ報告する暇がない場合は、無線機等で至急報を用いること。

第1 情報把握

1 重点的に収集する情報

(1) 要救助者に関する情報

現場指揮者が指定した隊員又は隊は、次に掲げる要救助者及び負傷者に関する事項の情報把握を行う。

① 要救助者等の有無、人数

建物、工作物、一定範囲の敷地、車両（以下「建物等」という。）毎に要救助者、負傷者及び行方不明者（以下「要救助者等」という。）の有無を確認する。

要救助者等がいる場合は人数を把握する。ただし、当該建物等内に取り残されているか確認が取れない場合は、「行方不明者〇人」とする。

関係者等からの聴取が困難である場合は住基台帳を活用し、台帳と照らし合わせながら特定する。また、携帯電話事業者に対して、要救助者の位置情報提供要請を行うことも考慮する。

② 要救助者等の情報

氏名、性別、年齢、服装、傷病程度、健康状態などを確認する。

③ 要救助者等の位置情報

要救助者等の位置の特定のために、家族や建物関係者から、災害発生時に要救助者等がいた場所又はいる可能性の高い場所、災害前の建物内部の配置状況を聴取する。

④ 建物等の状況

災害発生の前後における建物等の状況を確認する。

(2) 二次災害の可能性に関する情報

次に掲げる災害状況を確認し、二次災害の発生に留意する。

① 救助現場の崩壊危険

救助現場及びその周辺における斜面等の亀裂、ひび割れ、漏水等の状況を確認する。

② 救助現場までの進入路・退出路の状況

現場進出拠点から救助現場までの進入及び退出の障害となる土砂、瓦礫、倒木、倒壊建物等の状況を確認する。

③ 緊急退避エリア及び待機場所の確認

救助現場において救助活動を中断すべき情報を入手した場合は、二次災害等の緊急時に避難できる場所（以下「緊急退避エリア」という。）まで早急に退避する必要があることから、緊急退避エリアの候補地を確認する。

緊急退避エリアとして適している場所としては、土砂の範囲外で二次的な崩落があっても影響がなく、標高が高い場所とする。

また、活動中止等により全活動隊員が待機するための場所（以下「待機場所」という。）の候補地を確認する。適している場所としては、安全であり、休息及び装備等の準備ができる場所とする。

なお、救助現場から緊急退避エリアまでのルートに排除できない障害物等がないかを確認しておく必要がある。

☞ 緊急退避エリア及び待機場所については「第2章第5節 P. 16-17」に記載

2 情報収集先別の留意事項

(1) 家族、関係者からの情報収集

要救助者等の情報、建物情報など、重要な情報を有する可能性が高いことから、家族、関係者等を確保し、必要な情報を収集する。また、家族、関係者等は、情報収集を行った後も可能な限り、安全な場所において、当分の間、確保しておくことを検討する。

(2) 通行人、付近にある者等からの情報収集

通行人等から情報を得る場合は、必ずその者自身が視認した事実又は発災前から認知している事項であるかどうかを確認し、伝聞による情報である場合は、複数の者からの聴取又は隊員による確認を行った上で活用する。

第2 無人航空機（ドローン）による被害状況の把握

無人航空機（ドローン）（以下「ドローン」という。）が活用できる環境である場合は、ドローンによる被害情報の把握を実施する。

☞ ドローンの活用については「第7章第7節 P. 95-102」に記載

第4節 現場指揮本部の設置

現場指揮者は、現場到着後速やかに、次の条件におおむね合致する場所に現場指揮本部を設置する。

- 1 災害発生現場全体の状況を掌握できること。
- 2 被害エリアの拡大、部隊の増隊等の想定に適すること。
- 3 救助活動現場の崩壊などによる二次災害の発生危険がないこと。
- 4 無線通信に支障がないこと。
- 5 車両等が近接可能なこと。

現場指揮本部は、堆積した土砂の外であって、水が流れておらず、なるべく周囲より高い場所に設置する。これは、万一、二次的な崩壊が発生した場合であっても流れてくる土砂や泥流の影響を受けにくく、かつ、緊急退避を速やかにできるようにするためである。

第5節 活動方針の決定

土砂災害では、発災後の救命可能な時間が限られているため、広範囲に及ぶ救助現場を極めて効率的に検索し要救助者を救出しなければならない。要救助者の位置を特定するためには、情報収集及び情報把握を行ない、整理することで検索救助活動のエリア（以下「検索エリア」という。）が絞り込める可能性がある。一方、検索エリアが広範囲である場合は、検索場所の優先順やエリア分けを行なうことにより検索の効率化を図る。

☞ 人命検索活動については「第6章第1節 P. 40-49」に記載

現場指揮者は、要救助者の迅速な検索・救出に重点をおいた救助活動を実施するための活動方針を決定する。活動方針の決定にあたっては、前述第1節から第3節の内容を基に次の区域設定等を行うとともに、安全管理体制を考慮した上で活動の役割分担、優先順位、緊急時の対応を定め、関係機関等の応援要請を早期に判断する。

※ 時間経過とともに災害実態は徐々に明らかになってくるため、斜面及び流水の状況により、現場指揮本部の場所、救助活動区域の範囲及び進入統制ラインは、柔軟に見直す。

第1 安全管理体制の構築

現場での危険は多岐に亘るため、現場指揮者だけでは気づかないことや欠落してしまう場面が発生する可能性が高い。よって、現場指揮者を中心に各部隊が連携し、安全管理体制を構築する必要がある。

土砂災害活動における安全管理体制は土砂移動の監視を主とした二次災害防止のためのマクロな安全管理と隊の活動時に発生する危険等を防ぐためのミクロな安全管理に分けられる。

マクロな安全管理の例としては、土砂移動の監視、危険現象が発生した場合の対応、進入統制ラインの入退出管理、土砂の降雨による中止判断等が考えられる。

ミクロな安全管理の例としては、救助活動現場における土砂内での活動、建物倒壊に対する監視、掘削による部分的な土砂崩落等に対する監視、倒壊防止のための措置、隊員の体調・疲労管理等が考えられる。

災害規模、環境、時期、時間経過等により管理すべき内容も変化するため、収集した情報や各部隊の活動内容等を分析、評価し安全管理する内容や体制を決定、更新するものとする。

また、不足していると気づいた場合には指揮命令系統のもと、現場指揮者や隊長へ進言することも重要である。



(活動、建物倒壊に対する監視)



(部分的な土砂崩落に対する監視)

☞ 土砂移動の監視については「第3章安全監視 P.21-30」に記載

第2 救助活動区域の設定

- 1 現場指揮者は、救助活動を行う範囲を救助活動区域として設定し、当該区域内では、最小限の人員で活動するとともに、進入管理を行う。
- 2 現場指揮者は必要に応じて救助活動区域の局面での指揮を救助隊長等に担当するように下命する。局面指揮を下命された者は救助活動区域の進入管理を行う。
- 3 現場指揮者の許可がない者は、土砂及びその周辺への接近を禁じる。
- 4 救助活動区域内において、進入後に確認した活動危険エリア（落石危険、土砂埋没危険場所等）は現場指揮者へ報告するとともに、活動隊員が立ち入らないような措置をとる。
- 5 次の方法により収集した情報を総合的に判断し、要救助者がいる可能性のある範囲を救助活動区域として設定する。

- (1) 119番通報の救助要請内容
- (2) 上空からドローン、ヘリコプター等により確認した家屋等の流出状況
高層建物、はしご車から周囲の状況を確認することが有効な場合もある。
- (3) 家族、建物関係者、通行人、付近にある者等から得た要救助者等の情報
- (4) 関係機関が共有した要救助者等の情報
- (5) 発災前の住宅地図、地理院地図、Google Map 等により確認した家屋等の所在情報

第3 緊急退避エリアの設定

- 1 救助隊長等は、救助活動実施時に異常現象が発生した場合には、隊員が一時的に、救助活動区域から短時間で避難するための緊急退避エリアを設定する。
- 2 緊急退避エリアとしては堅牢な建物の裏側や土砂の流れと直角方向の高台等の安全な場所を選定する。また、その緊急退避エリアまでの安全な経路（退避ルート）を事前に選定し、土石流または関連する異常現象が発生した場合には、決められた合図を契機に速やかに避難する。
この際、危険な場所から直角方向に可能な限り距離と高さを稼ぐことが重要である。また、速く避難するためには、良い足場を選定又は確保することが重要であり、畳や板などを土砂の上に置くことも有効である。
- ※ 土石流は直進性が強く、小さな段差は乗り越えてまっすぐ流れることも多い。ただし、堅牢な建物や堆積物がある場合には、流れの方向が変わり、低い方や道路沿いに流れることもあることに留意する必要がある。
- 3 緊急退避エリアは、原則として救助活動区域外に設定するものとし、活動の長期化（夜間等）の際は照明器具等を配置する。

第4 休憩場所の設定

- 1 現場指揮者は、救助活動区域で活動する隊員等のローテーションを実施する場合に、休憩をとるための場所を設置する。
- 2 休憩場所は、救助活動区域から離れた安全な位置で、外部からの目線を避ける措置をし、効果的に休息がとれるよう配慮する。
- 3 緊急退避エリアが進入統制ラインの外側である場合は、休憩場所と緊急退避エリアを兼ねることができる。

第5 待機場所の設定

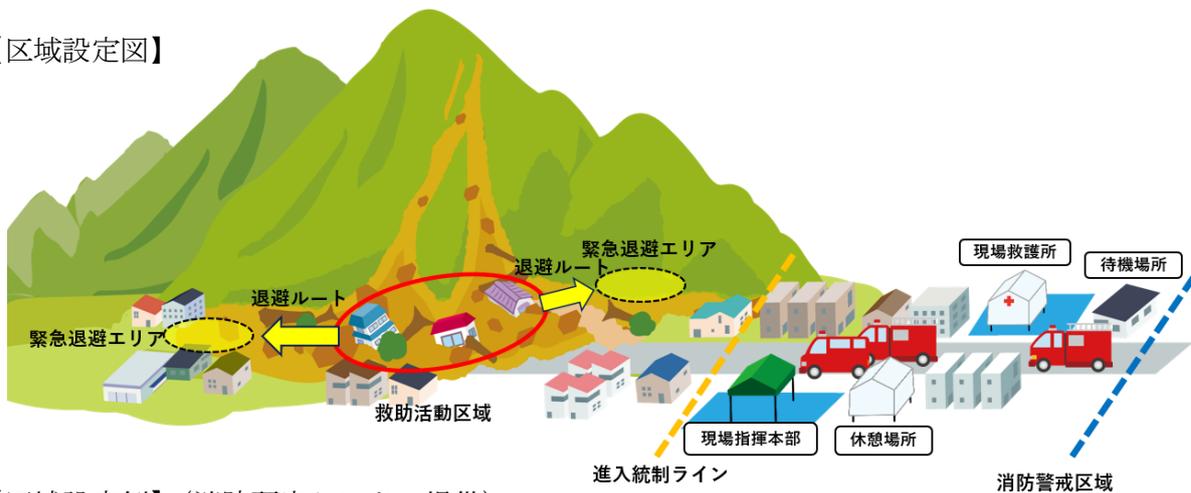
- 1 現場指揮者は、天候の悪化等により活動を一時中断する場合に全活動隊員が待機するための場所を進入統制ライン外側に設定する。
- 2 待機場所は、高台又は一定以上の高さの安全な建物で、救助活動現場から可能な限り短時間で移動できる場所が望ましい。

- 3 待機場所において活動隊員全員を収容することが困難な場合は、複数の待機場所を設定しても良い。この場合は、活動隊毎に待機場所及び移動時の指揮者を事前に定めておく。
 - 4 近接した待機場所がない場合は、車両を使用した移動も視野に入れて設定する。
- ※ 待機場所では、全活動隊員の移動が完了したことを確実に確認することが必要となる。

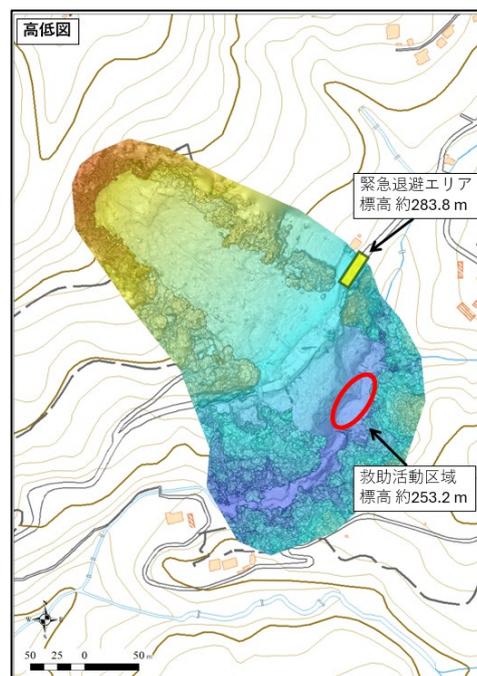
第6 現場救護所の設定

- 1 現場指揮者は、救急車等での搬送を考慮した安全な場所に現場救護所を設置し、要救助者数などの医療体制の決定に必要な情報をDMAT（災害派遣医療チーム）等の医療関係者に提供するとともに、傷病者のトリアージや応急処置等の措置を連携して行う。
- 2 現場指揮者の下命により、救急隊長等が救急活動の指揮を担当する場合は、現場救護所の運営は救急隊長が行う。

【区域設定図】



【区域設定例】（消防研究センター提供）



【実災害での区域設定例】



(蒲郡市での土砂災害対応：名古屋市消防局)

第6節 応援要請

管轄消防機関のみの対応では災害現場が収束できない場合や専門的な知識、技術等が必要である場合には具体的な役割を任せるために、早期に管轄消防本部以外の消防部隊の増援及び支援となる関係機関等の応援を要請する。既に一部の関係機関等が現場到着している場合は、任務分担内容を調整し、支援を依頼する。

応援要請する際の関係機関等への依頼内容の例は次のとおりである。なお、直接応援要請するか、市町村等を通じて応援要請するかの調整も必要となる。

- 1 県内外の消防相互応援隊、緊急消防援助隊
消防部隊の支援、増援
- 2 警察
 - (1) 要救助者の捜索及び救出救助（要救助者情報の共有を含む）
 - (2) 検視、遺体調査及び身元確認
 - (3) 治安対策
 - (4) 被災者支援
 - (5) 交通規制
- 3 自衛隊
 - (1) 救助活動部隊の投入（活動地域の調整）

- (2) 救助活動に必要となる重機等の資機材の投入
- (3) 進入路・退出路の確保（土砂の排出ルート等の確認）

4 医療機関

救助現場での DMAT（災害派遣医療チーム）等の医療関係者の安全が確保できないと認められる場合は、救助活動区域内での活動は行わず、現場救護所内での活動を依頼する。

- (1) 救助活動中における要救助者に必要な応急処置の助言
- (2) 現場救護所における医療処置
- (3) 現場救護所における搬送順位の決定
- (4) 現地医療機関との医療上必要な連絡調整

5 都道府県等土木事務所（施設管理者）

- (1) 安全管理対策について技術的助言
- (2) 消防警戒区域内における、救助活動の支障となる車両その他の物件の移動及び除去
- (3) 維持管理する河川、海岸、道路、砂防施設等に関する緊急点検、災害復旧

6 その他の関係機関

(1) 建設業者（建設業協会）

救助現場や進入路・退出路での瓦礫除去等が必要な場合で、重機等の活用が有効と認められる場合は、早期に建設業者等の派遣を行うよう施設管理者等と調整する。

① 重機を活用する活動

- ア 進入路・退出路の確保
- イ がれきなどの障害物の除去
- ウ 二次災害を防止するための土砂の安定化
- エ 活動環境の確保

② 活動上の留意事項

- ア 重機オペレーターと活動内容、活動手順等について綿密に打合せを行うとともに、通信方法について徹底し、意思の疎通を図る。
- イ 活動中に使用する合図を統一し、確認しておく。

(2) 設備業者、市町村部局

ガス、電気、上下水道等の損傷に伴う二次災害の防止措置が必要な場合は、早期に設備業者もしくは市町村関係部局に次の事項を依頼する。

① ガス設備業者

ガス臭が確認された場合又はガス管の損傷が認められた場合の建物への引込管や本管の遮断バルブの操作

② 電気事業者

漏電が確認された場合又は電線等の損傷が認められた場合の建物への引込線や建物内の電気ブレーカー等の遮断

③ 上下水道設備業者

大量の漏水が確認され、救助活動に支障が生じる危険性がある場合の建物への引込

管や本管の遮断バルブの操作

7 専門機関、専門家

(1) 国土交通省（緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）等）

- ①河川、道路、砂防等に関する被害状況の把握の支援（ドローン等）
- ②二次災害を防止するための安全確認・安全監視（監視センサー）、安全確保対策（大型土のう等）の支援
- ③救助活動に必要となる排水ポンプ車・照明車等の資機材の投入
- ④都道府県市町村道等の道路啓開の支援（災害現場アクセスルート、土砂の排出ルート等の確認）
- ⑤被災した施設等の緊急復旧

【TEC-FORCE との連携について】

- 1 TEC-FORCE は、公共土木施設の被災状況を調査する「被災状況調査班（河川班、砂防班、道路班）」、高度な技術指導等を行う「高度技術調査班（専門分野あり）」等がある。
- 2 TEC-FORCE への要請については、主として県災害対策本部、市災害対策本部などで実施され、国土交通省から派遣されているリエゾンを通じて TEC-FORCE に対し支援を要請する。
- 3 TEC-FORCE の被災状況調査班の活動内容としては、防災ヘリコプター、ドローン、レーザー距離計等を使用した現地状況を確認するなどがある。
- 4 災害現場で TEC-FORCE による支援が必要と判断した場合は、現場指揮者から県災害対策本部、市災害対策本部などへ必要な支援内容を伝え、TEC-FORCE の派遣調整を依頼する。
- 5 河川班は、堤防等の被災状況調査や、浸水範囲の調査等、砂防班は、土砂災害の被災状況等、道路班は、橋梁等の道路施設の被災状況の調査等を実施する。
- 6 現地調査の結果により、高度技術調査班（土砂災害分野等）を派遣し、さらに詳細な調査を行う場合がある。
- 7 その他、TEC-FORCE の装備は、二次災害の危険が懸念される現場での使用が可能な「遠隔操作式バックホウ」等がある。

(2) 消防研究センター

- ① 安全管理対策についての技術的助言
- ② ドローンを活用した情報収集

(3) 土木・砂防関係の専門家

救助現場の安全を確保し、救助活動を円滑に進めるため、必要に応じ専門家（学識経験者等）の派遣を依頼する。

管轄消防本部は、日頃から管轄区域における専門家（学識経験者等）を把握するとともに、事前に連絡先等を確認し災害時の対応を依頼しておく必要がある。

第3章

安全監視

現場指揮者は、災害発生現場では昼夜を問わず次に示す安全監視等を行うこととする。

また、安全監視の状況を随時、活動部隊へ共有するとともに、危険現象が発生した際の伝達、退避方法等について事前に取り決めを行い、周知徹底することが必要である。

第1節 安全監視

1 安全監視員の専任及び配置

小さな現象は前兆が見つけにくく、前兆から二次崩落までの時間が短いこともあるために、監視任務以外の活動をしながら、監視員を務めることは困難である。

よって、監視任務を専任する監視員（安全監視員）を下命することが望ましい。

【安全監視員の配置における留意事項】

- ・ 例えば、1分程度の退避時間を確保するためには、秒速10mの土石流を想定すると少なくとも救助現場の600m上流において安全監視を行う必要がある。
- ・ 見通しの良い高台など安全な場所において監視を行うことが望ましいが、そのような場所がない場合は迅速に緊急退避できる場所に配置する。
- ・ 土砂内での活動、建物倒壊、掘削等による部分的な土砂崩落等に対する監視は安全監視員とは別隊員へ下命すること。
- ・ 崩れた斜面より上の土砂が崩落すると、高速の土砂が長距離流送するおそれがあり、斜面下方の隊員への危険がある。その危険を管理するため、崩れた斜面より上の斜面に隊員を配置して、斜面に変状が生じていないかを監視することは有効である。なお、そこまで行くことに危険がある場合には配置しないことも考えられる。また、亀裂などがある場合には、それよりも崖側に立ち入らないこと。そのような場合には離れた場所からの監視や監視センサー等を活用することにより監視の体制を整える。

2 安全監視員の監視任務

安全監視員は次の留意事項を念頭に危険現象を監視し、危険現象が発生した際には事前に取り決められている方法（拡声器、無線機、警笛等）にて、迅速に合図を発信する。

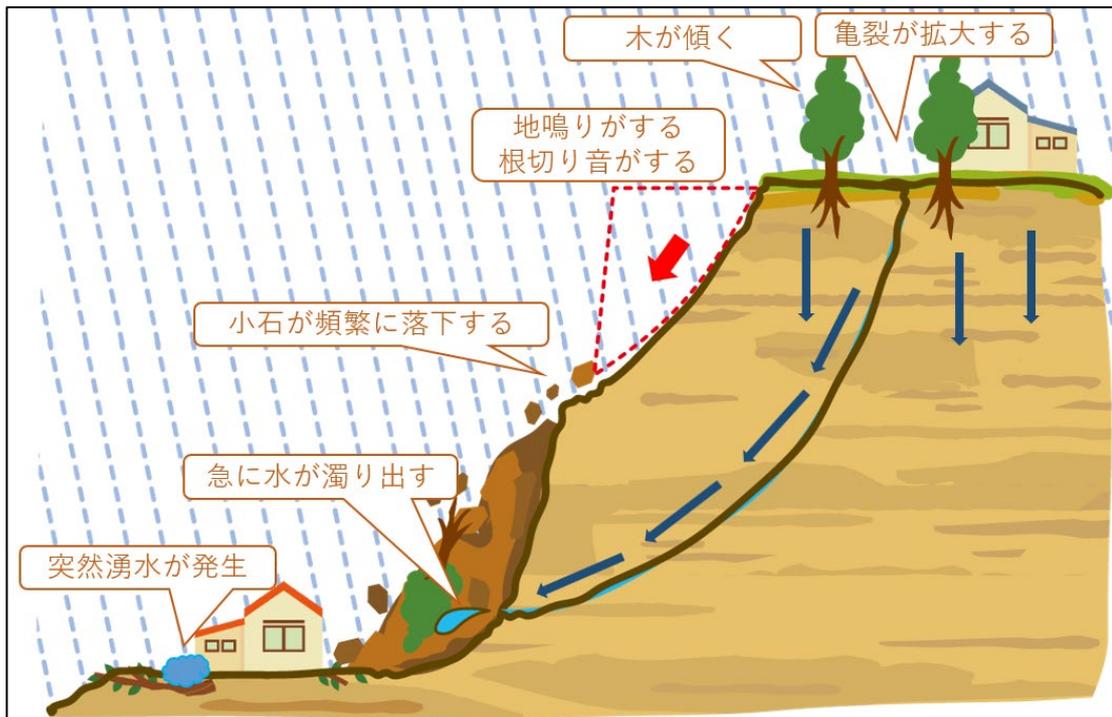
【安全監視における留意事項】

- ・ 小さな現象は前兆が見つけにくい。
- ・ 複数の角度から監視（対岸、崖上等）する。
- ・ 壊れた斜面の上と横の斜面を監視する。
- ・ 前兆から発生までの時間が短いことがある。

【安全監視の危険現象（緊急退避の合図基準）】

- ・ 湧水が突然発生する、止まる。
- ・ 流れている水が突然濁る。
- ・ 流れている水が突然減少、増加する。
- ・ 落石が増える。
- ・ 亀裂が発生、拡大する。
- ・ 樹木の揺れ、傾き、倒れが発生する。
- ・ 異常な音（山鳴り、地鳴り、根切り等）、異様な臭いなどが発生する。
- ・ 土石流が発生する。

【危険現象イメージ図】



【危険現象の実例】



（土を含んだ茶褐色の水が斜面から流れ出る：流れている水が突然濁る）

「写真提供：千葉市消防局」

【危険現象の実例】



(地すべり斜面上部の亀裂)



(地すべり隣接斜面の亀裂)

「写真提供：土木研究所」



(地すべりで山側へ傾いた樹木)

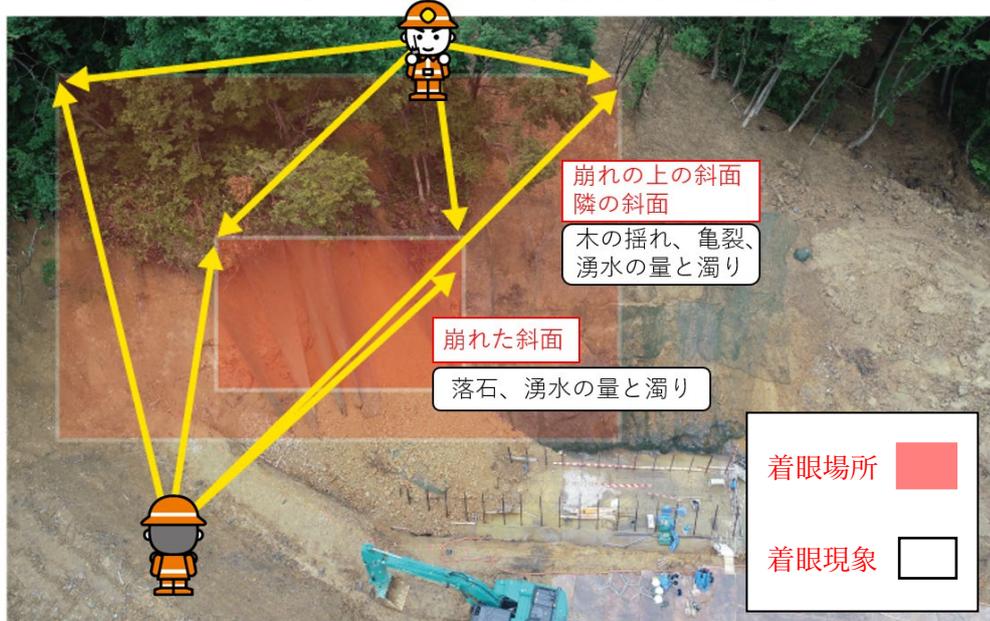


(地すべりで谷側へ傾いた樹木)

「写真提供：消防研究センター」

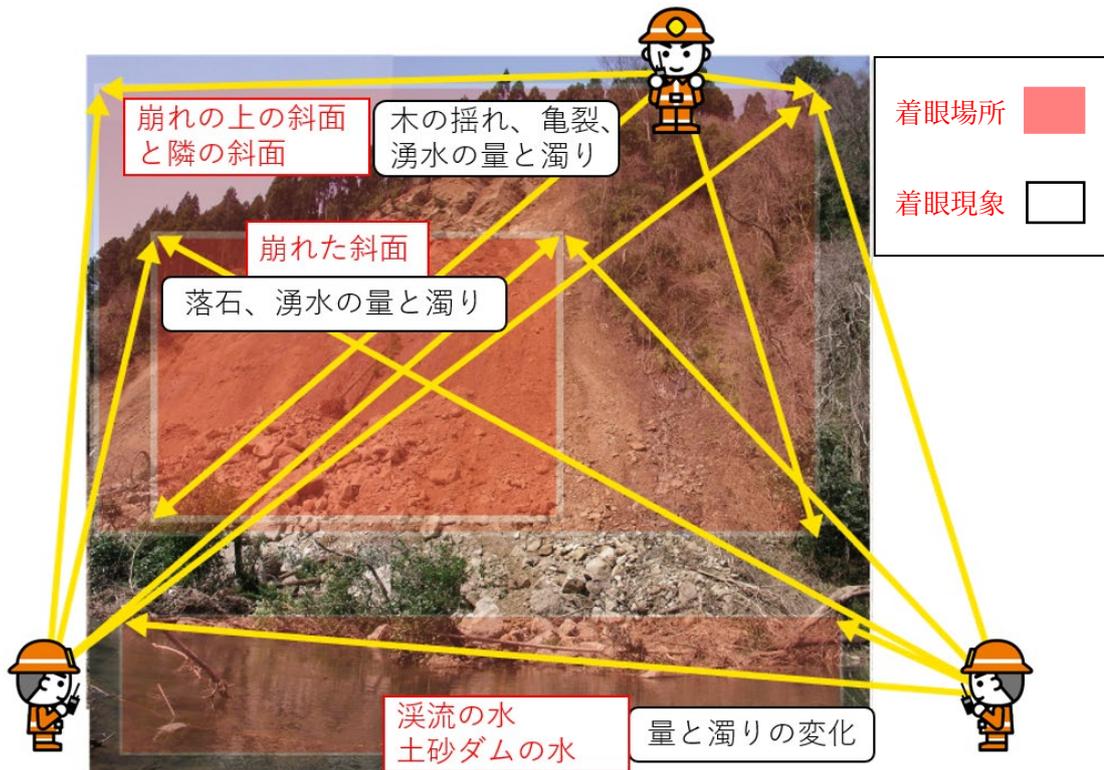
【規模ごとの安全監視員の配置例】

安全監視員の配置例 長さ10m規模

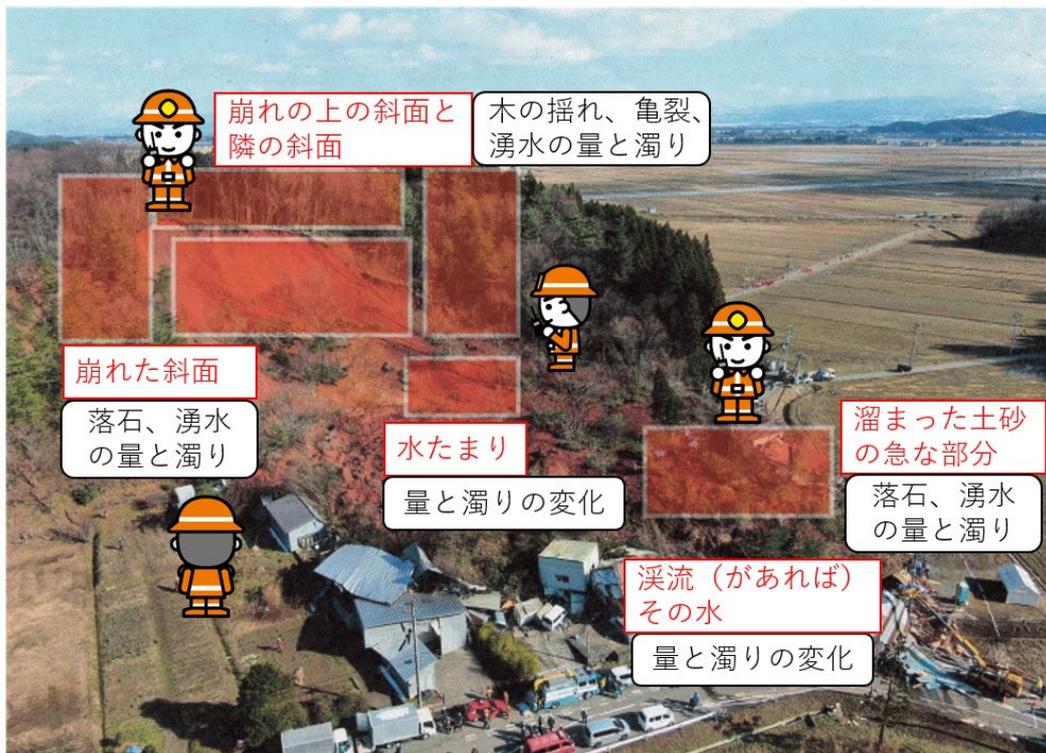


「写真提供：村上市消防本部」

安全監視員の配置例 長さ50m規模



安全監視員の配置例 長さ200m規模



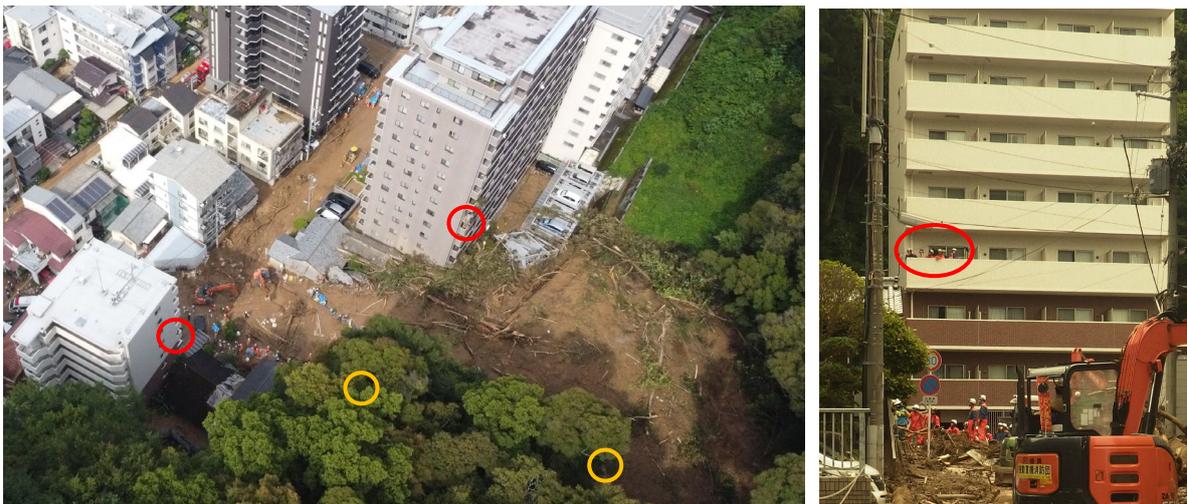
※ 傾斜建物内への進入、掘削面の安定、転倒などに対する安全管理は別途必要となる。
「写真提供：鶴岡市消防本部」

安全監視員の配置例 長さ1km規模



- ※ 崩壊源に到達できない場合（到達できても無線が通じない場合）も多く、活動地点の上流への安全監視員の配置を増やすなどで代替する。
- ※ 土砂の中での掘削にあたっては、土砂の崩落に対する安全監視を、小規模な災害に対する例を参考に配置する。 「写真提供：アジア航測株式会社」

【実災害での安全監視】



(松山市での土砂災害監視対応：松山市消防局)

- 安全監視員及び遠隔監視センサー（高所）
- 安全監視員（地上）

※ 写真外である崩れた土砂（起点）の上にも安全監視員を配置

第2節 センサー等による安全監視

安全監視員・監視カメラに加えて、音や光で危険を知らせる監視用の機器を活用することにより、より正確で安全に監視が可能となる。特に、安全監視員を常時配置するには危険な場所や緊急退避が困難な場所では、機器を活用することが有効である。

代表的な3種類のレーザーセンサー型監視機、傾斜センサー型監視機、地震警報器について説明する。このとき、監視すべき土塊がどこにあるかを見極めることが重要であるが、簡単ではないために、活動する隊員にとって危険な土塊はどこなのか、そのうち不安定な部分はどこかを考慮しながら設定を行う。

不安定な土砂の第一候補は崩れた土砂の上部斜面（エネルギーも大きい）であるが、活動地点のすぐ近くに崖がある場合はそこも候補になる。

次のように各機器の特性及び留意事項を把握した上で使用する。

1 レーザーセンサー型監視機

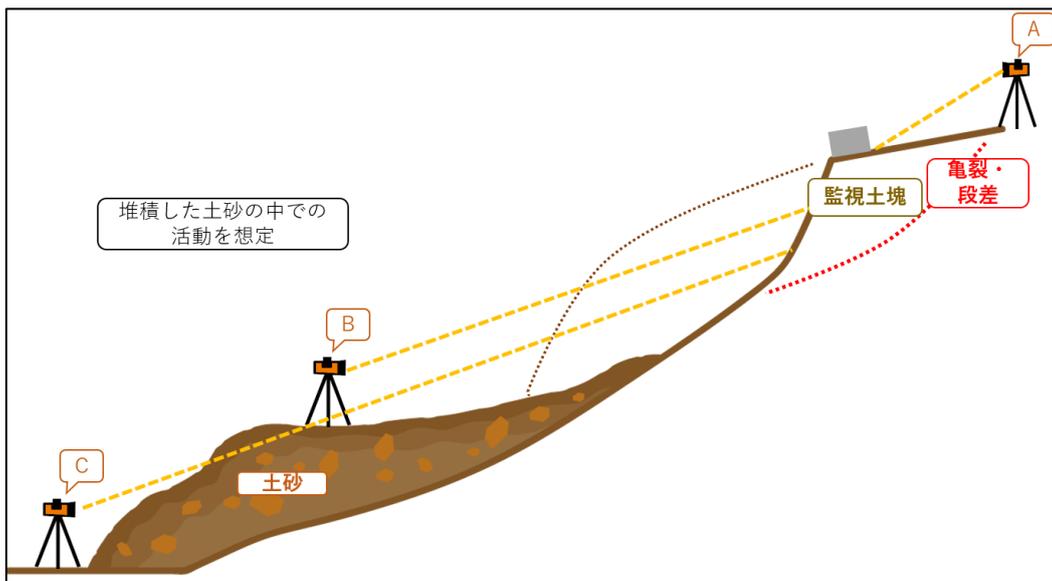
①特性

斜面から数十メートル離れた安全な場所に設置し、土砂等の変位を感知した際に、光と音で警報を発することで、土石流等の発生を監視できるため、隊員の二次災害防止に有効である。

②留意事項

監視システムが構築されるまでの活動初期に危険な場所に行かず、容易に設置できるが精度面、利用環境の制約等の課題がある。

【レーザーセンサー型監視機の設置場所例】



A：亀裂をまたいだ測定が可能

B、C：下に設置

【レーザーセンサー型監視機の使用例】



(岩石にセンサーを当てた設定例)



(実災害での設定：神戸市消防局)

2 傾斜センサー型監視機

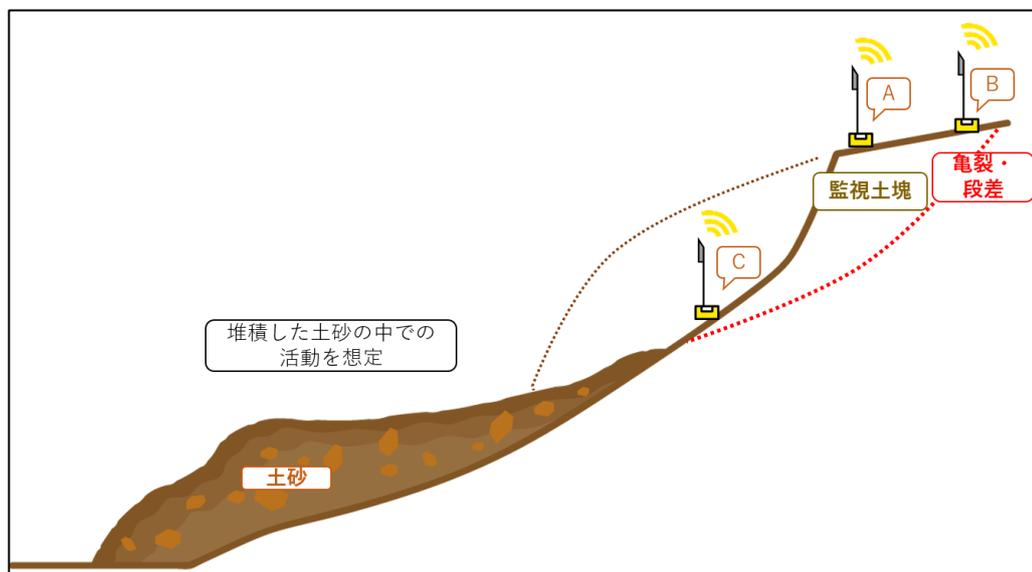
①特性

傾斜センサーを内蔵した子機を斜面に設置し、土砂等の変位を感知した際に、活動エリア等に設置した親機が光と音で警報を発することで、土石流等の発生を監視できるため、隊員の二次災害防止に有効である。

②留意事項

土砂災害発生の危険性が高い斜面に子機を設置する必要があるため、設置する隊員の安全確保に課題がある。

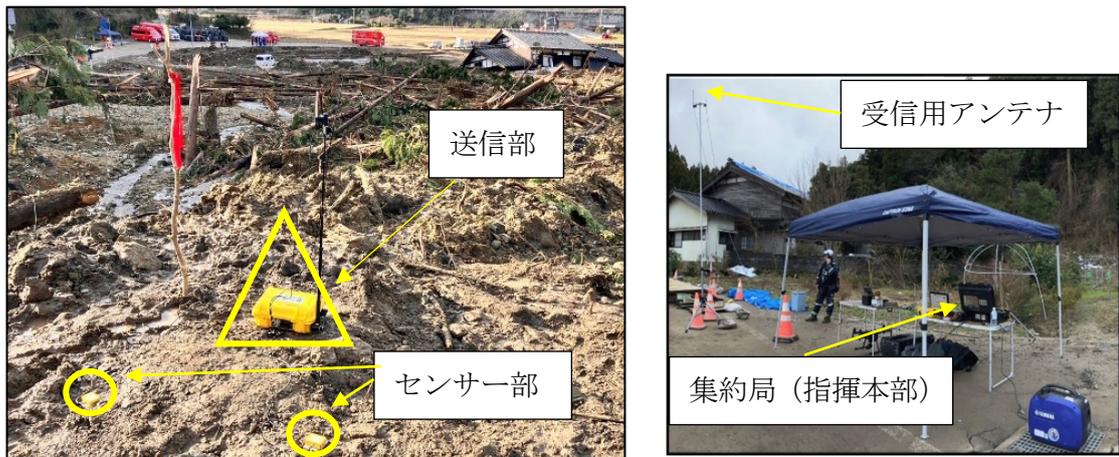
【傾斜センサー型監視機の設置場所例】



A、B：活動地点に土砂が崩れる前に変化を測定したい

C：A、Bに行けない場合に遅れて崩れた土砂の変化を測定

【傾斜センサー型監視機の使用例】



(実災害での設定：神戸市消防局)

3 地震警報器

①特性

地震の初期微動（P波）を感知し、強い振動（S波）が来る前に予測震度を算出し警報を鳴らすことが可能であり、地震の揺れによる土砂崩落危険を事前に察知することができるため、隊員の二次災害防止に有効である。

②留意事項

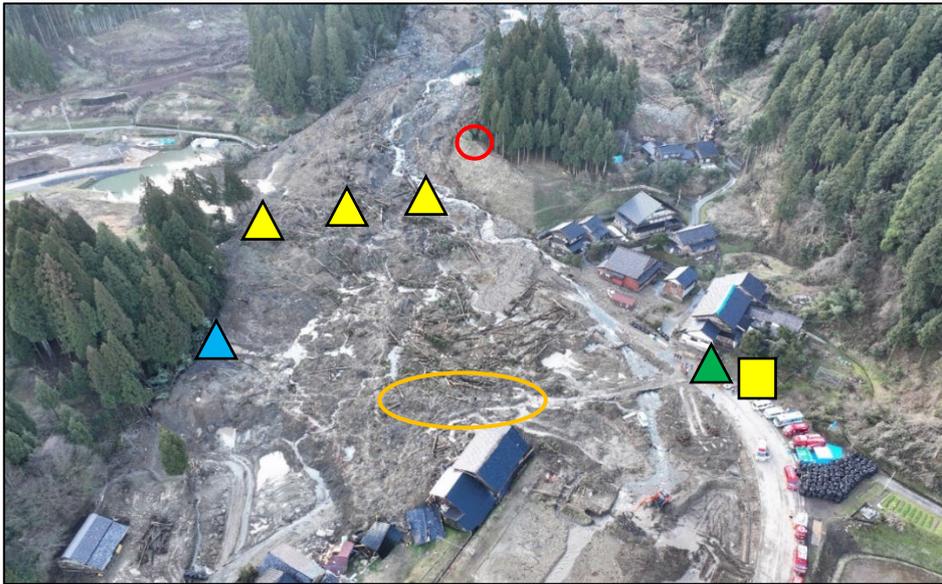
高度救助用器具として、広く救助隊に装備されている資機材である。直下型地震の場合には、警報と強い振動の到来の間の時間がきわめて短い場合がある。また、人や車の振動を感知し、誤発報する場合があるので設置場所を考慮する。

【地震警報器の使用例】



(実災害での設定：神戸市消防局)

【実災害での安全監視】



(能登半島地震での土砂災害対応：神戸市消防局)

- | | | | |
|---|--------------|---|-----------------|
|  | レーザーセンサー型監視機 |  | 地震警報器 |
|  | 傾斜センサー型監視機 |  | 傾斜センサー型監視機（受信側） |
|  | 安全監視員 |  | 救助活動区域 |

第3節 ドローンによる状況把握

ドローンが活用できる場合は、ドローンにより危険箇所等（土砂ダムの位置・規模、流水状況）の定期的な把握を実施する。

☞ ドローンの活用は「第7章第7節 P. 95-102」に記載

第4節 目印による監視

亀裂及び岩石に目印を施し、観測することにより危険な現象（土砂・岩石移動）の兆候を察する判断材料の一つとする。

1 ぬき板による監視

- ・ 亀裂をまたいで板を図のように渡し、中央を斜めに切る。
- ・ 切ったところに、両方の板にマジックで目印を入れておく。
- ・ 土砂が移動すると、目印が離れていくので、その間の距離を定規等で定期的に測る。
- ・ 板の立て方次第では、切った瞬間に離れてしまうが、その時の距離を初期値として計測すれば良い。

【ぬき板の設置例：大阪市消防局提供】



土砂移動



2 岩石による監視

- ・ 岩石をまたいで目印を岩石に入れる。
- ・ 目印間の距離を定規等で定期的に測定する。
- ・ 目印の位置を見失わないようにマーキングをしておく。

【岩石へのマーキング例：大阪市消防局提供】



土砂移動



第4章

救助活動の準備

各隊員は活動方針の決定に伴い役割に適した個人装備を装着するとともに、資機材の準備を行なう。土砂災害にあつては、用途別に多種多様な資機材を用いることや多量の資機材を使用すること、同一の資機材を複数の隊員が使用することから、使用した資機材もしくは使用しようとする資機材の所在が不明となることがある。そのような事態を避けるため、資機材の一括管理を行なうことも検討すべきである。災害状況に合わせて活動サイト、エリアごとに管理を行なうことも活動の効率化に繋がる。

また、不足している資機材にあつては、現場指揮本部に共有し、応援要請も含めた調達の手段を講じる必要がある。

第1節 活動方針等の共有・隊員周知

第2章における活動方針や災害実態等、第3章における安全監視状況等を全ての活動隊員に共有するとともに、状況の推移に応じた活動を実施するため、随時、地形の情報、活動区域の危険情報、気象情報、安全監視状況等について継続的に情報を収集し、活動隊員に共有する。

情報の共有等にあつては、地図等を効果的に活用し、確実な情報共有を行う。

第2節 資機材等準備

第1 個人防護具（PPE：Personal Protective Equipment）の準備

防護具は保安帽、手袋、編上げ靴、長靴等、装備は警笛、ライト、携帯無線機、携帯警報器等を標準とし、土砂の掘削や救出活動時はゴーグル、マスク、プロテクター（肘・膝）、感染衣、養生等を行うことが望ましい。また、高所での活動では墜落制止用器具の装着が必要となる。

ただし、天候や土砂の状況に応じて、雨衣、胴長（ウェーダー）、救命胴衣、防寒衣など、活動と環境に適した装備に変更する。夏季においては熱中症等への暑さ対策も必要となることから隊員のローテーションと併せて、活動に合せた装備の軽装化に配慮すること。

そのほか、活動内容の効率化及び安全性を考慮し、災害現場に適した手袋の種類を選定すること。

※ 要救助者の周囲を手掘りする際、ケブラー手袋だと破けや、泥土が手袋に付着し、作業しにくくなる。そのような場合には厚手のゴム製手袋を上から着けることで手掘りでも破れにくく、土離れもよくなる。また養生テープやガムテープを長靴の上部に巻いて、土や水等の流入を防ぐことで、汚損や水濡れによる不快感や体温低下を予防することができる。

※ 土砂災害現場では単純に土砂のみでなく、家屋の倒壊や車両埋没、山腹からの継続的かつ大量の土砂水が発生する等の状況が複合的に発生しており、閉鎖・狭隘空間における救助、救急、医療活動（CSR/M）、車両破壊を伴う交通救助活動、流水救助活動等、様々な現場に対応した個人装備が必要となる。

【土砂掘削なし/救出活動なし PPE例】



【土砂掘削あり/救出活動あり PPE例】



(写真提供：倉敷市消防局)

第2 活用資機材の準備

大規模な土砂災害では、人海戦術での対応となり使用する資機材も人力(ショベル、バール、のこぎり、とび口等の簡易な器具を含む。)が主体となるが、効果的な資機材を活用することにより、効率的な救助活動を行うことが可能となる。

このため、救助現場の状況、特性等に応じて、効果的な資機材を早期に投入する必要がある。

【一般的な掘削に有効な資機材例：倉敷市消防局】



ミニスコップ、潮干狩り用熊手、爪付きグローブ、剣先スコップ(穴あき)、ハンマー、ロープ、左官鍬(しゃかんくわ)、単管(杭)、棒(ゾンデ棒)、コンパネ、矢板(トレンチの場合)

【泥濘地での掘削に有効な資機材例：倉敷市消防局】



ミニスコップ、潮干狩り用熊手、爪付きグローブ、剣先スコップ(穴あき)、左官鍬(しゃかんくわ)、手箕(てみ)、バケツ、ゾンデ棒、ブルーシート、コンパネ

【除染（デコンタミネーション）】

休憩場所や待機場所へ活動隊員が入る際には土砂の清掃、除染を行う場所を設定し、感染症等が発生しないように衛生環境を保つ。

○除染場所設定例（倉敷市消防局）



足洗い場（足部の清掃、除染）



手洗い場（手の清掃、除染）



休息の場合は脱衣を実施

足洗い場からテント入口までスノコ等を敷くことで、テント内の足元が比較的きれいに保たれる。

例では、洗い場付近はゴム製の厚みがあるタイプ、洗い場からテントまでは樹脂製で薄く軽量のタイプを組み合わせて使用。

【土砂災害現場での救助活動を行う際の注意事項】

1 土中に存在する微生物や細菌類に起因する感染症とその対策

土壌には、1 gの土壌中に10億を超える細菌が存在していることが知られている。切創や刺創から皮下軟部組織感染症や全身性病態へ移行する破傷風菌や、タンパク分解酵素などの毒素産生菌として気道感染などをおこすバシラス属（セレウス菌、炭疽菌など）、エロモナス属などの存在も知られている。また、土壌にはカビ類が多く存在し、細菌赤土に繁殖している糸状菌として *Trichoderma*（トリコデルマ：ツチアオカビ）、*Cladosporium*（クラドスポリウム：クロカビ）、*Alternaria*（アルタナリア：ススカビ）、*Penicillium*（ペニシリウム：アオカビ）などを気道に吸引しないように注意が必要である。

藻類としては、*Cyanophyceae*（藍藻類）、*Chlorophyceae*（緑藻類）などの吸入にも注意が必要である。これらは、土壌環境を正常化させるように働くが、ヒトに侵入することで感染を起こす危険性がある。侵入門戸として特に気をつけるのは、眼、気道、皮膚である。土砂災害の現場救助においても、眼、気道、皮膚に対する感染防御策に注意する。

その上で、土壌に存在する微生物による感染症として、急性上気道炎、急性気管支炎、肺炎、肺膿瘍、そして皮膚蜂窩織炎、結膜炎や眼炎に注意する。その対策は、災害現場における一般の防御策に類似するものである。接触感染予防策に皮膚保護を加えたものを基本とする。切創や刺創からの皮膚防御として踏抜き防止板入りの編上靴や長靴、防火衣等を必要に応じて着用するとともに、接触感染予防策としてゴーグルなどの眼防御、そしてマスクを着用し、口と鼻からの土壌粉塵を吸引しない工夫をすることが必要である。

（微生物に関する参考文献：新・土の微生物（3）遺伝子と土壌微生物（2000），博友社，p. 83-119，東京）

2 生活排水等に起因する感染症とその対策について

台所、洗濯場、風呂場、洗面所等から排出される生活雑排水と、トイレから排出される尿尿をあわせて、生活排水と呼ばれる。この生活排水には、糞便や尿中に排泄される大腸菌、*Clebsiella*属、真菌などの体内微生物や環境に生息する緑膿菌などが検出される。

また、嫌気性環境で繁殖する嫌気性菌なども検出される。これらの菌群は、新たな消化管領域の感染症として、嘔吐や下痢を起こす危険性がある。また、消化管に限らず、全身に影響をあたえる強い毒素を産生するものもあり、大腸菌 O-157 などの対策に準じて注意が必要となる。さらに、抗菌薬に多剤耐性化したものを自身の消化管に取り込む危険性もある。

以上の対策として、生活排水の取り扱いについては、接触感染予防策に注意する。接触感染予防策としては、特にマスクと手袋の着用に注意し、手袋の取り外し後は手首と親指を含めた適切な手洗いなど手指衛生が必要である。

また、生活排水等が眼にはねる危険性があるなどの場合には、ゴーグル等により眼粘膜を守る対策が必要である。

（助言：名古屋大学大学院医学系研究科 救急・集中治療医学分野 松田直之教授）

第5章

関係機関との連携

大規模な土砂災害では、管轄消防機関の消防力が不足するため、第2章第6節に記載のとおり、必要に応じて応援要請を早期に行なう。県内外の相互応援隊や緊急消防援助隊との応援体制を早期に確立することはもとより、関係機関等との連携を図ることにより、より安全で効果的かつ効果的な救助活動が行える。

第1節 消防団との連携

消防団は、現場指揮者の指揮の下、次の救助活動（後方支援活動等）を行う。このため、管轄消防本部は、消防団に対し、救助活動に必要な情報提供を行うとともに、消防団の安全管理に配慮するものとする。

- 1 検索救助活動
- 2 付近住民への広報
- 3 消防警戒区域の進入管理
- 4 現場救護所までの傷病者の担架等による搬送
- 5 資機材等の搬送
- 6 県内外の相互応援隊、緊急消防援助隊等への地勢の状況等管轄区域に関する情報提供と案内
- 7 その他現場指揮者が必要と認める事項

第2節 現地合同調整所

「現地合同調整所」は、関係機関等が協議し必要に応じ設置する。

設置に際し、管轄消防本部は、適当な場所の情報提供など設置に関する協力を行うとともに、現場指揮者が現地合同調整所の一員として救助活動に関する調整に参加する。

関係機関等が集結後、現地合同調整所等において関係機関等との調整を図ったうえで、次の事項に十分留意して救助活動を行う。

第1 調整事項

災害現場での救助活動に関する具体的な役割分担、活動方針等は、現地合同調整所において調整し、各関係機関はその調整結果に応じ救助活動を行う。

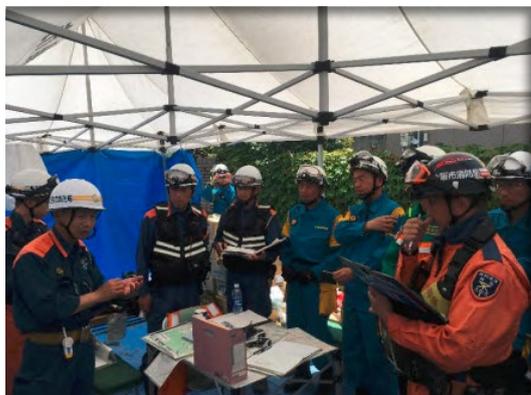
また、支援等を依頼する関係機関の安全管理にも十分配慮する。

【調整事項】

- 1 各関係機関が有する救助活動に必要な重要情報の共有方法
- 2 安全管理体制（進入統制ラインの設定範囲、進入管理方法及びラインの変更、監視体制、中止基準等）
- 3 救助活動区域、検索活動区域の範囲（エリア分割と担当関係機関）
- 4 救助活動区域、検索活動区域の明示方法
- 5 消防警戒区域の範囲
- 6 救急搬送医療機関の確保（担当関係機関）
- 7 ヘリコプターの運用及び着陸場所
- 8 救助、検索活動に必要な事項（緊急退避の合図及び伝達方法の統一、サイレントタイムの確保、活動の評価等）
- 9 自治体災害対策本部との救助活動に関する共有・調整事項
- 10 各関係機関の活動経過及び結果の共有方法
- 11 報道対応、要人対応等のルールの一統
- 12 その他必要な事項

【現地合同調整所での調整活動】

「写真提供：広島市消防局」



第2 関係機関連携要領の活用

消防庁「大規模災害時の救助・搜索活動における関係機関連携要領」を活用し、関係機関との連携を効率的に図っていく。

当該要領内の「活動調整会議」におけるToDoリストにて「活動調整会議」及び「現地合同調整所」の活動調整を行なう。

☞大規模災害時の救助・搜索活動における関係機関連携要領

<https://www.fdma.go.jp/mission/prepare/cooperation/post.html>



第3 災害情報の継続的な把握

災害状況の推移に応じた適切な救助活動を関係機関と連携して円滑に進めるため、災害現場全体の状況を継続的に把握するとともに、救助活動の進捗状況を的確に把握する。把握した情報については、定期的に現地合同調整所等において関係機関と共有するとともに、速やかに全隊員に周知徹底する。

- 1 現場指揮者は、指揮隊に警防本部との連絡任務を付与し、情報連絡体制を確保する。
- 2 各隊長は、新たな要救助者情報、建物情報等を収集した場合には、速やかに現場指揮本部に報告を行う。
- 3 現場指揮者は、情報収集を継続して行い、新たな要救助者が発見された場合など重要な状況の変化の局面には、隊員又は隊を追加指定して、情報収集任務を行わせるものとする。
- 4 救助活動に影響するため、天候等に関する情報は、継続的に収集する。

第3節 安全管理の強化

各関係機関が集結後の安全管理は、関係機関ごとの専門分野に応じた適切な役割分担に基づき、現地合同調整所等において調整のうえ、有機的な連携のもと一体的に行う。

救助現場における安全管理体制の強化を図るため、応援部隊、関係機関等に対し次の事項についての活動の実施を依頼する。

【県内外の消防相互応援隊・緊急消防援助隊】

初期段階の活動時に配置した安全監視を行う部隊に加え、新たに安全監視を行う部隊を複数指定して、災害現場の上流や周囲に追加配置する。

- ※ 例えば、初期段階で救助現場の600m上流に安全監視を行う部隊を配置した場合には、追加配置する部隊をこの上流と下流に配置することにより、下流で発生する土石流や上流で発生する異常現象に、より早く対応することができるようになる。
また、救助現場の周囲に追加配置することも有効である。

【都道府県等土木事務所(施設管理者)・国土交通省(緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)等)】

1 監視

土砂災害発生現場での救助活動の安全確保を図るための緊急点検やその調査結果に基づき、必要に応じ調整のうえ、助言、監視カメラ・監視センサーの設置を行う。

2 大型土のうの設置

救助現場の上流や周囲に大型土のうを設置する。

- ※ 救助現場の安全確保を図るほか、救助現場付近に適当な退避エリアを確保することができない場合には、大型土のうを周囲に積むことにより安全性を確保した退避エ

リアを設置することができる。

3 重機による退避経路の確保

救助現場から緊急退避エリアまでの安全な退避経路を確保するため、重機等を活用し、退避する場合に障害となる土砂を撤去する。

※ 障害となる土砂の撤去以外に、重機等で土砂を盛り固めることにより退避経路を確保する方法もある。

4 気象情報の提供

降雨は、天然ダムの形成・崩落による二次災害の発生を誘因するため、気象庁から降雨予測情報の提供を受ける。

※ 警察、自衛隊と協議のうえ設定する雨量に関する退避基準に基づく退避判断に活用することができる。

第6章

人命検索活動及び記録・引継ぎ

第2章第5節の活動方針等に従い、検索エリアにおける人命検索活動を行う。

人命検索活動において、救助現場に向かう場合は、真下から上へ近寄るのではなく、少し離れた安全な場所を上へ登った後、横から救助現場に近寄ることとし、危険な場所を横切らないようにする。

また、救助現場が危険な場所である場合は、最小限の隊員で救助活動を行うこととし、所要時間を可能な限り短縮することが重要である。さらに、確保ロープの使用が安全確保を図るために有効と考えられる場合には、状況に応じその活用にも配慮する必要がある。

第1節 人命検索活動

第1 検索エリア分け、担当割り

検索エリアの救助活動の業務量・水準、地理的な範囲・特性を考慮のうえエリア分けをし、次の判断基準を目安に担当を決定する。関係機関が集結している場合は、各機関と協議調整し、各機関の特性を活かして担当割りを行なう。

(1) 分割した検索エリアに求められる救助技術水準に応じた分担

(2) 保有する人員、資機材、車両等に応じた分担

※ 救助活動区域全体の救助活動の進捗管理や情報共有を的確に行うため、分割した検索エリアに名称を付けると有効である。

※ 検索活動の重複や谷間をなくすため、分割した検索エリアの境界は、ロープ、標識等により明確にすると有効である。

第2 検索エリアでの優先順位

担当する検索エリアでは、要救助者のいる可能性の高さを判断基準として、指揮者は次の優先順位例を目安に現場の状況や関係者の情報等を踏まえて検索の優先順位を決定する。

(1) 倒壊・埋没家屋

要救助者がいたと思われる家屋のがれき、生活用品等が表面から確認できればその場所の検索を優先し、がれき、生活用品等が確認できなければ発災前の家屋があった場所の検索を優先する。

(2) 車両内

(3) 家屋があった場所

(4) 泥流が流れ止まった場所

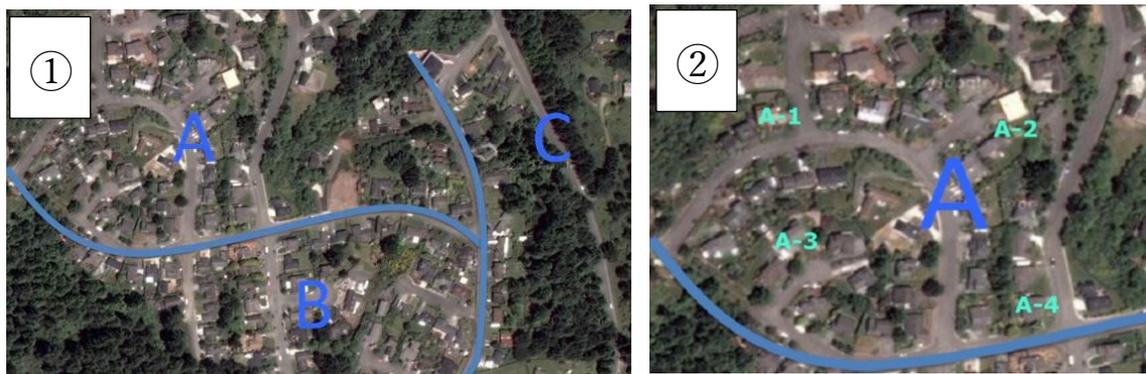
(5) 海面、海中

※ 水分量が多い土砂の場合には、要救助者は家屋とともに流されている可能性が高い。

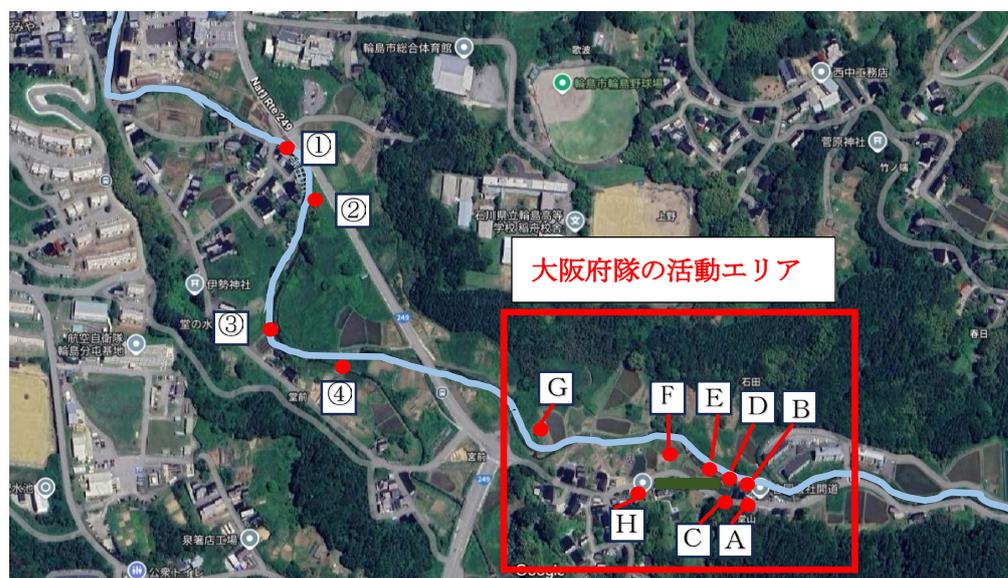
- ※ 水分量が少ない土砂が崩れた場合には、要救助者は家屋とともにその場所にいる可能性が高い。
- ※ 複数ある検索エリアを識別し検索結果を的確に管理するため、エリア内の検索場所に、エリアの名称を冠した固有の番号を付けると有効である。

【検索エリアの分割例】

- ①分割した検索エリアに文字を使用して名称を付ける。
- ②更なる分割には検索エリアの名称を冠した固有の番号を付ける。
- ③検索の結果、救助現場（サイト）が複数発生した場合は、更に識別を行うこともある。



【実災害での実施例：大阪市消防局】



上空からドローン、ヘリコプター等により確認した被害の状況と地図データを比較し、活動エリア内の救助活動区域を設定後、文字を使用して名称を付ける。

- ・家屋があった場所や土砂堆積量が多い場所等を中心にサイト（A～G）分けを行う。
- ・分割した検索エリア内のサイトにラッカーズプレーで合板等に名称を記載する。
- ・検索サイトが分かりやすいように先端に旗を付けたポールを立てる。
- ・検索が完了すれば、サイト名称の近くに検索完了日、実施隊、検索範囲をシートに記入する。



(各サイトの目印及びマーキング)



(GLまで確認後、掘削活動へ移行)

【検索エリアのマーキング手順例：大阪市消防局提供】

(手順)

- ① 発災前の状況を位置座標が確認できる地図データ等（例：国土地理院地図）を活用し、被害のあった家屋等の所在情報を確認する。
- ② 発災後に家屋が流されている場合は、GPSを活用し、発災前の家屋の位置を特定する。
- ③ 土砂の堆積深度が分かりやすい測量ポール等を、発災前の家屋の位置を基点として検索エリアに10m程度の間隔に立てた後にポール間を黄色のロープ等で囲う。
- ④ 検索が完了すれば、その範囲を赤色のロープ等で囲う。

(手順イメージ)



(発災前の状況)



(発災後の状況)



(1 測量ポールを使用したエリア分け)



(2 ロープ等による検索エリア分け)



(3 管理シートの作成、提示)



(4 検索完了の明示)

- ・家屋があった場所や土砂堆積量が多い場所等を中心にエリア分けを行う。
- ・分割した検索エリアにラッカースプレーで合板等に名称を書く。
- ・検索エリアが分かりやすいように先端に旗等を付けたポールを立てる。
- ・検索が完了すれば、サイト名称の近くに検索完了日、実施隊、検索範囲をシートに記入する。

(詳細活動)

- ① 発災前の状況を位置座標が確認できる地図データ等（例：国土地理院地図）を活用し、被害のあった家屋等の所在情報を確認する。
 (10進法の位置座標は0.00001度で1.111111111mなので、ここまで表記)
- ② 発災後に家屋が流されている場合は、GPSを活用し、発災前の家屋の位置を特定する。
 (通信体制が確保できていれば、携帯電話でも可能)



- ③ 土砂の堆積深度が分かりやすい測量ポール等を、発災前の家屋の位置を基点として検索エリアに10m程度の間隔に立てた後にポール間を黄色のロープ等で囲う。



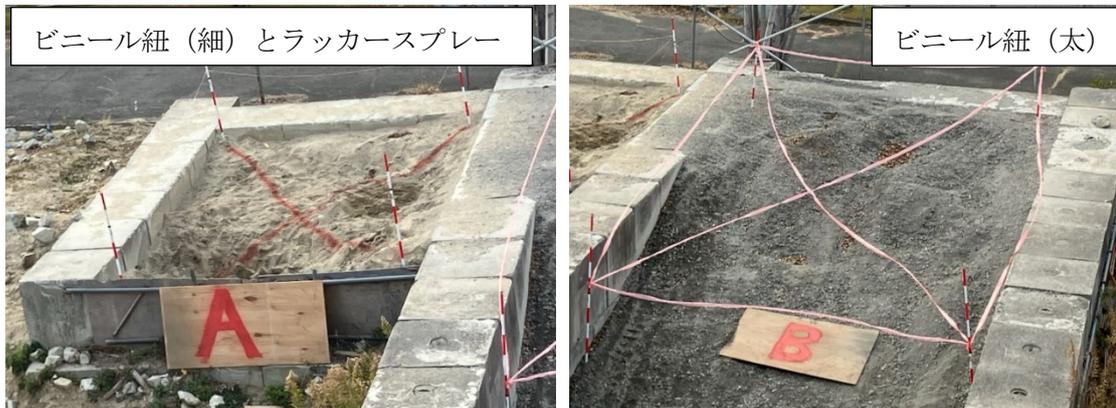
(検索エリア設定時の留意事項)

- ・簡易な長さ計測ができるポールを用いる。
- ・検索エリア設定時に差し込み深さを統一することで、掘削深度を把握しやすい。
- ・エリアを囲うロープ等は1mの位置で統一すると検索開始時の傾斜が確認できる。
- ・強風時は、風の影響の少ない細いビニール紐等が適している。

- ④ 引継ぎで検索箇所が明確となるようにサイト管理シートをポールに取り付ける。

サイト管理シート A				
始点	経度	135.4737227	緯度	34.6704326
終点	経度	135.4739026	緯度	34.6706107
検索開始日	12月27日	エリア面積		20m×20m
検索方法	表面	ピン	掘削	3m 4m 完全検索
【関係者からの情報】 〇〇方付近に男性1名がいて、流されたのを見た。 (〇〇方の位置は、サイト A 現地で聴取)				
【情報提供者】 オオサカ タロウ (夫) 090-1234-5678 聴取日:12月27日				
【その他】 土砂堆積量 約6m 家屋の上方に約1tの岩が複数あり				
【付近平面図】				
【対応機関・期間】				
大阪府隊				
12月27日~12月31日				

- ⑤ 検索が完了すれば、その範囲を赤色のロープ等で囲う。



第3 基本検索

決定した優先順位に従い、担当する検索場所の検索を迅速に行う。この段階の主眼は、要救助者の救助活動を開始することではなく、すべての検索場所を早期に検索完了し要救助者の存在を確認することである。このため、可能な限り多くの人員（部隊）を投入し、次の手順で要救助者の検索を行う。【ベーシックサーチ】

- 1 目視及び呼びかけを実施する。
- 2 呼びかけの中断及び駆動音を発生する機械・車両等の停止を行い、静音状態（サイレントタイム）を作り、要救助者の反応を探る。
- 3 人力（簡易な器具を含む。）で容易に除去可能な障害物のみ除去し、要救助者を検索する。
- 4 要救助者が存在する可能性のある空間（ボイド）の有無を確認する。

※ サイレントタイムとは、要救助者の助けを求める微弱な声等を聞き取りやすくするため、ヘリコプターや重機等による騒音の発生を禁止する時間帯のことをいう。サイレントタイムを確保する必要がある場合には、現地合同調整所における調整結果に従い、市町村災害対策本部等へ要請する必要がある。

※ 救命の可能性のある要救助者を発見した場合には、救出に要する時間、未検索場所の数、検索を実施中の消防部隊の数などを考慮し、指揮者は、救出活動を直ちに開始するか、別の消防部隊に任せ、更なる要救助者発見のために検索を継続するかどうかの判断を行う必要がある。

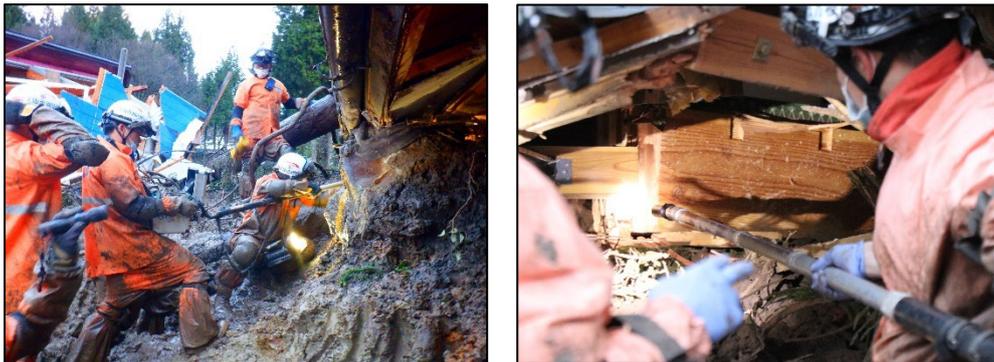


（ベーシックサーチ：大阪府下消防本部）

第4 空間検索

基本検索後、要救助者が存在する可能性のある空間を次の手順で検索する。

- 1 高度救助用資機材（画像探索機、地中音響探知機、電磁波探査装置、二酸化炭素探査装置等）及び簡易画像探索機等を活用した検索を実施する。【テクニカルサーチ】
 - 2 破壊用器具等を活用し、瓦礫等の破壊・除去を行いながら検索を実施する。
- ※ 二次災害の可能性が高くなるため、複数の消防部隊を投入し、安全管理に努める。
 - ※ 構造物又は瓦礫の中に進入して検索が必要な場合は救助用支柱器具等を活用し安全を確保した活動を実施する。
 - ※ 救助技術及び資機材を可能な限り投入し、瓦礫等の間に挟まっていることや、奥に閉じ込められていることを想定し検索する。
 - ※ 必要に応じて重機の投入や救出中の要救助者に必要な応急処置を行う DMAT（災害派遣医療チーム）等の医療関係者による支援の要請を行う。



（テクニカルサーチ：大阪市消防局）

第5 地中検索

空間検索までが完了しても依然として要救助者（行方不明者）が存在する場合には、堆積物の除去及び土砂の掘削を行いながら検索を行う。

- 1 人力による堆積物の除去及び土砂の掘削を行い検索する（ゾンデ棒等による地中検索を含む）。
 - 2 活動場所及び時間経過を考慮し、重機を活用した堆積物の除去及び土砂の掘削を行いつつ検索を実施する。
- ※ 行方不明者情報を精査したうえで必要に応じ検索場所を広げることが検討する必要がある。

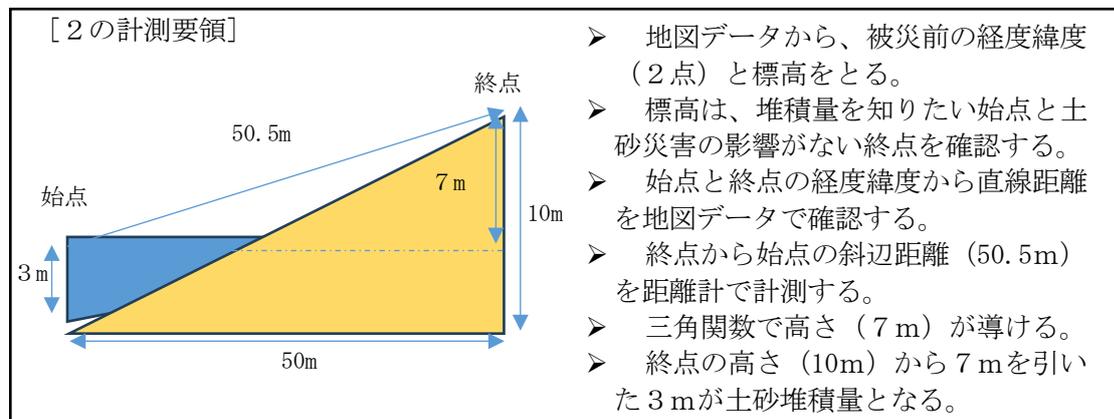
※ 関係機関等と調整のうえ、土砂の搬出方法（ダンプカー・キャタピラー付搬送車）を確保するとともに、不必要な土砂の掘り返しをなくすため、土砂の適切な集積場所・搬出経路を決定する。

☞ 救出・救助活動については「第7章 P. 51-102」に記載

【参考】簡易的な土砂の堆積量の把握（大阪市消防局提供）

1 地図データの標高と高度計を比較した土砂堆積量の把握

2 地図データの標高及び距離情報と距離計を活用した土砂堆積量の把握



（例：土砂監視装置を活用した堆積量の把握）



※ 土砂が堆積した始点（車上で再現）から斜辺を測り、堆積量を算出

【参考】簡易的な土砂の角度計測と掘削量の把握（大阪市消防局提供）

測量ポールを用いることで深さ（高さ）、角度の把握、位置表示が可能となる。

1 測量ポールによる掘削深度の管理

測量ポールは、20 cm間隔で赤白に色分けされているため、掘削深度の簡易計測が可能



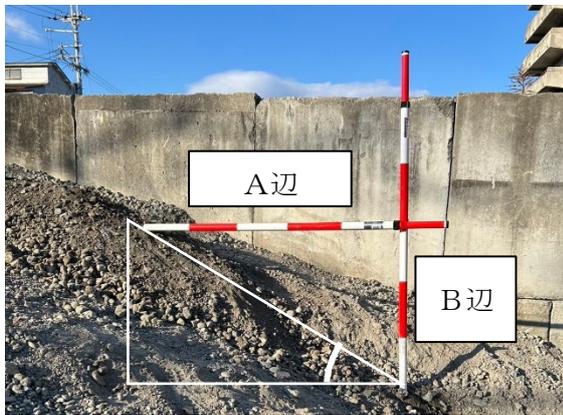
全長2mの伸縮タイプのポールを使用



掘削箇所をポールで計測

2 測量ポールによる斜面角度の計測

2本のポールを下図の要領で使用し、斜面の角度を確認する。



[各辺長と斜面角度の関係図]

辺	長さ	辺	長さ	概算斜面角度
A	140 cm	B	40 cm	約 15°
	140 cm		60 cm	約 25°
	100 cm		60 cm	約 30°
	60 cm		60 cm	45°

※ 直角三角形の計算サイト等を活用すると容易に角度が求められる。

第2節 記録・引継ぎ

土砂災害に限らず記録を残すことは効果的に活動を進める上で必要な作業である。現場指揮者は情報が集約、整理された記録を分析し、詳細な活動戦略を立てる。ただし、整理されていない記録は重要な事項が欠落してしまい大きなミスに繋がる。作成にあたっては、図や写真等を活用し、より可視化した構成に努め、客観的な事実のみで作成すること。

【記録すべき事項例】

- ・土砂の動き（起点、流れ、移動範囲）
- ・要救助者に関する情報
- ・二次災害の可能性に関する情報
- ・気象情報
- ・区域の設定（現場指揮本部、進入統制ライン、消防警戒区域、救助活動区域等）
- ・安全監視状況（監視対象土砂、監視方法、監視位置、危険現象の兆候）
- ・検索（検索範囲、エリア分け、検索程度、マーキング）
- ・掘削（掘削場所、掘削程度、移動させた土砂の前後の位置・量）
- ・関係機関等との調整事項

【掘削量の目安】（大阪市消防局記録）

（石川県輪島市 市ノ瀬町での土砂災害対応における掘削活動）

土砂に埋もれた家屋の屋根の下（10m×5m）を10名（2隊）、10分ローテーションで掘削する。重機なしでの手掘り掘削にて活動は午前、午後の各7隊で対応する。

活動時間8時30分～16時00分で、幅5m×奥行2m×深さ2mの約20m³の土砂を掘削する。

※ 土砂内には家具、石等もあったので純粋な土砂のみではない状態であった。

※ 掘削の初期と要救助者付近の掘削とは、方法や状況が異なるが、初期の掘削を記録



【掘削活動】

【掘削ローテーション表】

第7章

救出・救助活動

第1節 土砂災害の救出活動における基本事項

救助活動区域での活動については進入統制を行い、また土砂移動が発生した際には二次災害が生じないように、安全監視を行い、緊急退避の合図が出された際は即時に退避ルートを経由し緊急退避エリアへ避難できる対策を講じること。事前に緊急退避方法をリハーサルしておくことも有効である。

第1 土砂に対する基礎知識

1 安息角

安息角とは粒状体が崩れないで安定しているときの水平面からの傾斜を言う。地盤工学では、砂や礫などの粘着力の無い土の斜面が安定を保ちうる最も急な傾斜角を言う。自然に存在する粘土を含む土や、水分を含む砂礫が作る傾斜角は、厳密な意味では安息角とは言えないが、消防機関が行う砂の掘削や移動を伴う訓練においては、砂が安定している角度を安息角と呼び習わしている。この傾斜角は、自然含水状態の砂を用いていること及び砂が粘着力を有していることもあるため、学問的な意味では「安息角」とは言いがたく、見かけの安息角というべきものであるが、本マニュアルでは「安息角」と表現する。

このような意味での安息角は、土の種類や水の量によって大きく変わる。水が極めて多い場合及び乾燥している場合には小さくなるが、適度に水を含んだ状態だと大きくなる。乾燥すると小さくなることから、例えば掘削した直後は安定していた斜面でも、乾燥に伴い崩れてくることもある。このことには注意が必要である。

2 土圧

土圧とは地中の構造物や埋設物が上下左右から受ける土の圧力である。埋没した要救助者に対し、周囲の土砂が水平方向に掛かる圧力のことで、全方位から要救助者を圧迫し、深いところほど土圧は大きくなる。

第2 救出活動時の留意事項

1 安全管理

(1) 安全監視

土砂災害の再発生等の前兆現象や危険要因の変化等を監視し、異常や異変を察知すれば活動隊員へ周知し、迅速な退避を促す。

(2) 自己確保

現場が転落の危険性があると思われる場合にはフィックス線等を設定し自己確保

を取る。隊員は巻き込まれた際に脱出、救出できるよう、自己確保ロープなどで繋がっておくことも有効であるが、支持点自体が土石流等の再発生想定区域内で設定した場合、ともに流されることも考えられることや緊急退避の際、逆に自己確保ロープが隊員の退避を妨げる場合も考えられるため、現場の状況を臨機に判断し、その自己確保が何に対して必要であるのかをよく検討した上で設定の有無を決定する。

(3) 進入統制

特に災害の全容が把握できておらず、また土石流の再発生確率が高いと思われる初期での要救助者へのアプローチについては進入する隊員はできるだけ少数で実施する。退避経路上においても、万が一、土石流等が再発生した際には速やかに避難できるように人員、資機材等を置かない等の統制を行う。

2 緊急退避

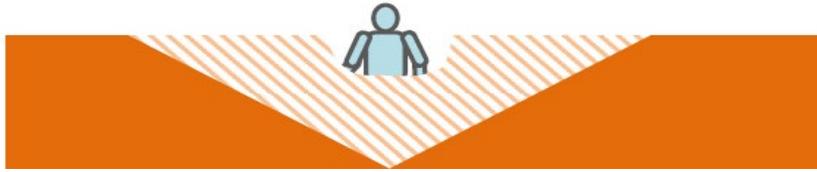
急ながけ崩れや落石及び土石流のおそれがある現場では、襲来する土砂が速いため、土砂の移動に対して直角方向に退避する必要がある。一方、崩れた斜面の横に、崩れた斜面と似た斜面が続いている場合には、その似た斜面が遅れて崩れるおそれもあることから、その斜面に対する警戒を要する。現場への進入にあたっては、以上のような考え方で退避ルートを設定しておく必要がある。

土砂災害の形態によっても異なるが、土石流の場合、10m/秒で流れることを想定し、活動区域までの土砂到達時間を計算する。仮に100m上部の土砂ダムが形成されている場合、それが決壊したとき、10秒で土石流が到達する。100m先の音や振動などの前兆現象や監視装置で感知できたとして、10秒以内に移動可能な場所（緊急退避エリア）を確保する必要がある。活動隊員に対しても、土砂到達時間や警笛等による退避合図を必ず周知しておく。退避合図を受けた活動隊員にあつてはその場に使用資機材を残置し、退避を最優先する。

緊急退避エリアについては、可能な限り、距離と高さを稼ぐことが重要であるが、退避までの時間が確保できず、距離が取れない場合は土石流の流れに対して直角方向にある鉄筋コンクリート造の建物や堅牢な構造物の上方も検討に入れる。それでも間に合わないと判断したときは緊急避難として雑木林や竹林のできる限り深部に入ることで被害の軽減に努める。

第3 掘削時の基本

土質にもよるが掘削し続ければ、当然、掘削面の角度は徐々に急となり、土砂が流れ込みやすく、また崩壊する可能性が高くなる。対処法として、掘削範囲を拡げ、急な掘削面を解消することで土砂の流れ込みや崩壊を防止することができる。ただし、掘削範囲を拡げることは、掘削する土の量が増し、人力での掘削では時間や労力が大幅に増すことから、必ずしも最良の手段とはならない。また、掘削する量を減らすために、周りの土砂が自立する力を高める方策（水の量を減らす、支持する物をいれるなど）を検討する。限られた範囲で掘削する場合、土を留める手法として土留め板を用いた応急土留めがある。



掘削範囲が狭いと、掘削面が崩れ、深く掘ることができない。
掘削範囲を広げて、安息角（斜線部分）で掘削すると排出する土砂量は多くなる。



応急土留めを設定することで斜線部分は掘削しないので排出する土砂量が減り、
範囲も狭く設定できる。

(図：神戸市消防局提供)

第4 応急土留め

一般的に土留めとは、掘削面の崩壊を防止するために設置する構造物をいう。

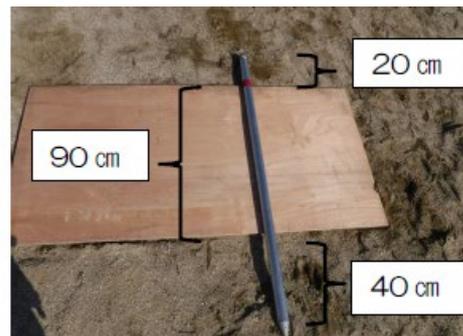
消防機関は、土砂災害時において、掘削した際にかかる土圧を保持する又は掘削部へ周囲から流入する土砂を留める目的でコンパネなどを用いて簡易的な構造物を設定することがある。本マニュアルでは、このような応急的な対策を「応急土留め」と呼ぶ。

土砂を留める手法としては、土のう等を用いた水防工法や矢板、H型鋼を用いた土木工法など様々なものがあるが、ここでは救助活動を行う上で比較的、容易に入手可能なコンパネと単管を用いた応急的な手法の一例を紹介する。

実際の土砂災害現場では、土質や水分量、土砂に含まれる根や倒木などの状況により、応急土留めの強度も大きく異なることから、現場の状況に応じた設定をするとともに、応急土留めの効果を過信することなく、常に応急土留め及び周囲の状況を監視する。

【応急土留めの設定例】

1 使用する部材



(単管)

- ・打ち込み用の先端金具（円錐形）と上部側に打ち込み座金を取り付けている。
- ・コンパネを打ち込む際に単管の打ち込んだ深さがわかるように赤テープを上端から20cmの位置に貼り付けている。
- ・単管の長さについては応急土留め用のコンパネが90cmで単管長が150cm程度あれば、コンパネ上部を20cmほど余らせて打ち込んだとき、約40cmが地中に入ったことになる。
- ・斜面や土質によってはさらに長い単管が必要となるが、背丈を超える長い単管になるとハンマーでの打ち込みが難しい。

(コンパネ)

ベニヤ板より耐水性に優れているコンパネを使用することが望ましい。

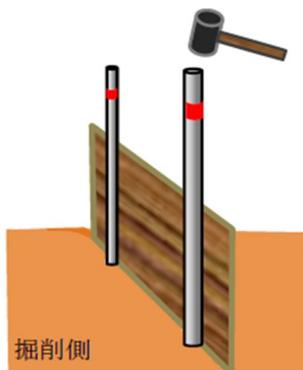


左写真はコンパネを打ち込んでいない状態。

赤テープを確認することで単管(150 cm)が地中に40 cm打ち込まれていることがわかる。

(写真：神戸市消防局提供)

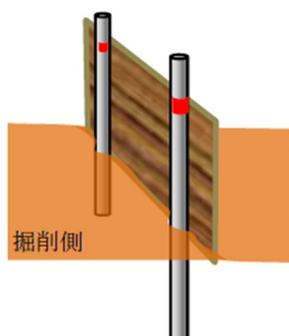
2 応急土留め設定の流れ（平坦地）



① 初めは小型のハンマー等で単管を打ち込む

肩から胸部付近まで打ち込み、大型ハンマーに持ち替える。

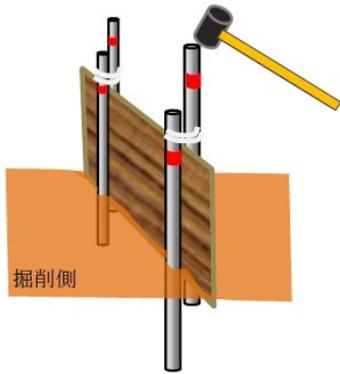
コンパネを立て、左右均等にコンパネが支えられるように単管の位置を決め、まっすぐ真下へ打ち込む。



② コンパネを単管に沿わせて立てる

赤テープがコンパネで見えなくなるまで単管を打ち込めば、土中に40cm打ち込んだ目安となる。

この時点でコンパネが打ち込める地盤であれば、打ち込んでよい。



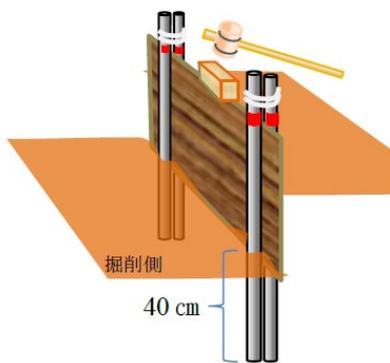
③ 掘削する反対側にも単管を打ち込む

コンパネを挟み込むように単管2本を打ち込み、ロープで固定する。

また、単管でコンパネを挟むことで打ち込む際のレールの役割となる。

補足

打ち込む前に結索することで単管が安定し、支えなしで打ち込める。



④ 掘削しながら、コンパネを打ち込んでいく

コンパネを打つ際は木材等を当てて掛け矢で打つ。

無理なコンパネの打ち込み、金属ハンマー及び当て木なしの打ち込みはコンパネが破損する。

また、掘削しコンパネの打ち込みを続けると、地中部分の単管が短くなり、土圧を支えられなくなるので、コンパネの打ち込みと並行して単管を打ち込む。

土質にもよるが、30cmから40cmは単管が土の中に打ち込まれた状態を保つ。

コンパネ上端が単管の赤テープより下方になれば、地中の単管が短くなっている目安とする。

3 傾斜地での応急土留め設定時の留意事項

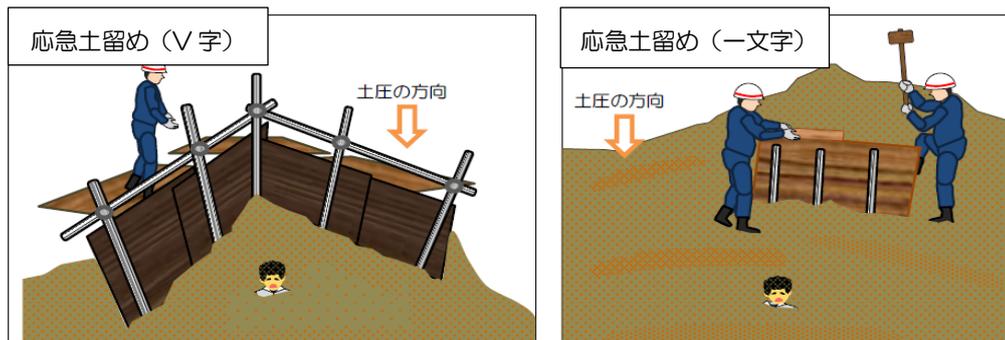
平面での応急土留めに比べて、斜面の場合には下図のように山側の土砂量が土圧として余分にかかることになる。そのため、応急土留めを支える力を増やす必要がある。

また、谷側を不用意に掘削すると地中にある単管の保持力が落ちるため、さらに地中深くまで打ち込むか単管本数を追加し、補強する。また長めの単管を深く打ち込むことでも応急土留めの強度が増す。

4 状況別での応急土留め設定方法

(1) 傾斜地での設定

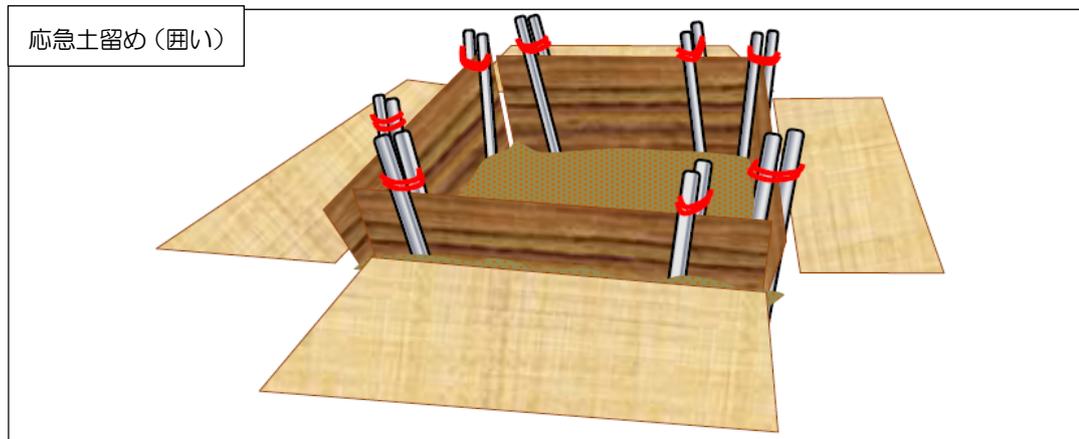
要救助者にかかる土圧には方向性があり、山側に応急土留めを行うことで土圧を排除することができ、土砂の再流入も防ぐ。



(図提供：神戸市消防局)

(2) 平坦地での設定

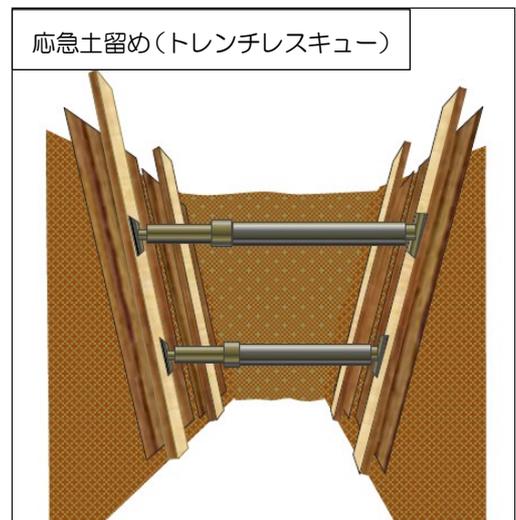
要救助者へは全方位から土圧がかかっているため、四方をグラウンドパッド（コンパネ等）で囲むことによって土圧を排除し、かつ、土砂の再流入を防ぐ。



(3) 掘削溝（トレンチ）での設定

掘削の溝が深ければ深いほど、崩壊時の対応が困難となり、また土圧が大きいことから、アメリカで普及しているトレンチレスキュー技術を用いて、進入隊員の安全を確保し、救出活動を実施する。

日本では掘削面の高さが2 m以上となる地山の掘削をする際、土止め支保工と呼ばれる工法を用いなければならないが、救助現場においては、土止め支保工が未設置、もしくは土止め支保工が崩壊した場合などの土砂埋没による二次災害が考えられる。



(図及び写真提供：神戸市消防局)

第2節 土砂埋没救出活動要領例

1 救出活動

(1) 活動初期（要救助者発見から掘削活動開始まで）

検索活動により、要救助（埋没）者の位置が特定された、または身体の一部が露出し、目視で確認できた要救助者に対して接触するまでの活動は次のとおりである。

- ① 周囲の状況を確認し、状況に応じて、自己確保を設定する。
- ② 活動スペースの確保かつ隊員の荷重を分散させる（要救助者への局所的な圧迫を防止し、土砂の再崩壊を避ける）ため、要救助者の周囲にグラウンドパッド（コンパネ等）を設定する。斜面等でグラウンドパッドが設定できない場所では土のう等で足場の安定化を図り、救出活動に入る。
- ③ 要救助者の一部が確認できる場合は速やかに顔、胸部付近までの土砂を手掘りで掘削し、土圧による呼吸抑制を取り除く。その後、状況に応じて両上肢を出し、安全帯で要救助者を確保する。また可能であれば、埋没の状態（腰部や両下肢がどのような状態にあるか）を確認、推測し、救出時の掘削方向や掘削量の把握、排出土砂の位置等、救出プランの検討をする。



(2) 掘削活動

掘削を開始する。埋没の深さが1 m前後で要救助者周囲にスペースがあれば、要救助者から離れた位置（約1.5～2 m）から掘削を始める。離れた位置で安息角が取れば、土砂の流入は少ない。要救助者から離れた位置（1.5 m程度）では、要救助者への接触を気にすることなく、ショベル等での掘削が可能で、土砂を排除する効率も上がる。また、土砂を排除することで要救助者にかかる土圧は軽減されるため、有効である。ただし、掘削範囲を広く取るとは、掘削量が増え、人力での掘削では時間や労力が大幅に増すことから、状況に応じた範囲を設定する必要がある。

埋没状態が直立である場合は特に要救助者の埋没部位がより深くなり、土圧はさらに高く、また掘削が深くなれば、掘削面が不安定となり、土砂の再流入が多くなることから、コンパネでの応急土留めが必要となる。

活動の注意点として、土砂とともに要救助者の周囲に埋没している岩や樹木、建物倒壊による木材などが、救出活動、掘削の際に要救助者を圧迫し、二次的な負傷を発生させることも考えられるので、常に要救助者の状態を観察しておく。



（写真提供：神戸市消防局）

(3) 要救助者搬出

掘削や応急土留めの設定により、要救助者の膝付近まで土砂排出ができた際に、急いで足を引き抜こうとしてしまうことがあるが、膝下の土圧は想像以上に掛かっているため、容易には引き抜くことはできない。

両足が揃って埋まっている状態であれば、片足を集中的に手掘りし、抜くことで反対の足も容易に抜ける場合がある。



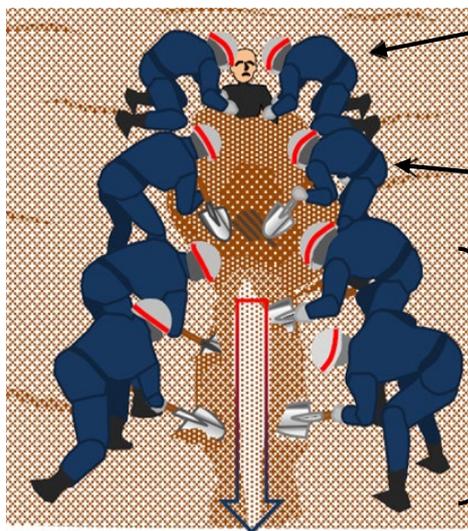
2 土砂排出

大量の土砂を掘削、排除する場合に必ず必要となるのが掘削土砂（残土）の排出場所である。排出場所に土砂を堆積し続けるといずれ置き場がなくなり、活動スペースが減少するだけでなく、周囲の土圧の増加や土砂の再流入を発生させる一因となる。

そのため、離れた位置に排出場所を設定し、土砂の搬送を行う必要がある。排出場所については活動に影響のない場所、かつ要救助者から3 m以上離れた場所を目安とする。

ローテーション可能な人員が確保できるのであれば、土砂の排出方向を決め、隊員を並べ土砂を一方方向に流す（一方掘り）。また、土砂を流すために、ベニヤ板等を敷くと作業効率が上がることもある。

【一方掘りを用いた要救助者の救出イメージ】



手掘り隊員（要救助者直近の隊員）

→基本は手掘りを行い、要救助者への影響がなければ、移植ゴテも使用する。

掘削隊員（手掘り隊員の後方の隊員）

→手掘り隊員の土砂排出先の確保及び土圧の排除を目的とし、ショベルによる積極的な掘削と排出を行う。

流し隊員（掘削隊員の後方の隊員）

→排出された土砂を後方へ流す。

人員が確保できれば、流し隊員を増やして土砂を離れた位置まで搬送する。

流し隊員に比べ、手掘り隊員、掘削隊員は体力を消耗するので、それを踏まえた役割の隊員ローテーションを実施し、時間管理を行う。長期間である場合は、隊自体のローテーションも実施し、隊員の疲労回復に努める。

(写真及び図提供：神戸市消防局)

3 救出活動手順（応急土留めを用いた救出活動手順）

周囲の状況確認（安全確認）

- ・要救助者の把握。
- ・再発生の可能性及び再崩落の危険性を確認。
(活動指示)
- ・現場が安定していると判断した場合は要救助者へのアプローチを優先する。
- ・不安定である場合にはフィックス線、自己確保を設定した上で進入させる。



要救助者接触までの地盤安定化①

- ・進入隊員は要救助者への土圧増加による負担や再崩壊を避けるため、少数とする。
- ・グラウンドパッド設定のため、必要に応じて地ならしを行い、進入退避ルート及び活動スペースを確保する。



要救助者接触までの地盤安定化②

- ・グラウンドパッド上で活動することで隊員の荷重を分散させ、地盤の安定化を図り、かつ要救助者への直接的な圧迫を緩和する。



要救助者と接触①

- ・要救助者付近に到達すれば、頭部位置を確認、可能であれば、速やかに顔、胸腹部付近まで手掘りで掘削し、呼吸抑制を取り除く。



要救助者と接触②

- ・要救助者のPPE装着、さらに手掘りで脇辺りまで掘り進め、安全帯などで確保する。
- ・その後も手掘り、掘削活動を継続する。



(写真提供：神戸市消防局)

フィックス線設定①

(要救助者への接触と並行して実施)

- ・土砂崩壊による転落や巻き込まれる危険性があれば、フィックス線を張り、自己確保ロープを設定。
 - ・周囲に支持点がない場合、単管等を用いて作成する。
- ※ハンマーで打込む際、要救助者を小石などの飛散物から板等で遮蔽し、保護する。



フィックス線設定②

- ・主な土砂排出方向や隊員進入方向を要救助者の前方、救出方向を後方とし、要救助者の前後にフィックス線を設定。



フィックス線設定③

- ・フィックス線の設定が完了すれば、要救助者、進入隊員の自己確保を取り付ける。



◇ 埋没の状態を把握し救出プランを立てる

- ・埋没している部位がどのような状態であるのか（例えば、下肢がどの方向にあるのかなど）をできる範囲で把握し、救出プランを検討する。
- ・ここでは要救助者が直立した状態であり、1 m以上の掘削が必要であるとの判断から、コンパネを用いての救出方法を選択する。

グラウンドパッド位置修正

- ・四方を応急土留めで囲えるようにグラウンドパッドを敷き直す。
- ・グラウンドパッドの位置は要救助者の背面から約50 cmの位置に設定し、それを基準に側面、前面とそれぞれ設定する。



(写真提供：神戸市消防局)

応急土留めの設定①

- ・要救助者の側面からグラウンドパッドの位置を基準に応急土留めを設定する。



応急土留めの設定②

- ・両側面の応急土留めを同時に設定してもよいが、内部の掘削を同時に行う場合は進入隊員とハンマー等が干渉しないように注意する。



応急土留めの設定③

- ・要救助者の背面に応急土留めを設定する場合はコンパネを半分に切断したものを使用し、後方への救出ルートを確認する。
※ 救出・搬送時に効果的である。
- ・要救助者の前面は隊員の進入、土砂の排出ルートとして活用するため、序盤は設定しない。
- ・掘削を続けていくことで土砂の再流入により、掘削が困難となれば、前面にも応急土留めを設定する。



掘削活動①

- ・呼吸抑制排除後は応急土留め設定と並行して隊員1、2名で手掘り、ショベルで土砂を排除する。
- ・人員に余裕があれば、要救助者前方の安全な位置から土砂をショベルで一気に掻き出し、進入隊員の掘削を補助する。



掘削活動②

- ・進入隊員が応急土留め下方の土砂を排除することで、順次、コンパネを打ち込んでいくことができる。



(写真提供：神戸市消防局)

掘削活動③

- ・ 進入隊員はコンパネ打ち込みと並行して要救助者周囲の手掘りもしくはショベルにより応急土留め内側の土砂を排除する。



応急土留めの設定④

- ・ 土砂の排除により、要救助者前方の土砂の再流入が発生する場合は前方に応急土留めを設定するか土砂が流れ込まないように前方を広く掘削する。



掘削活動④

- ・ 進入隊員は要救助者の下腿部付近までの土砂が排除できれば、要救助者の膝裏から腕を入れ、ゆっくり動かして抜けるかどうか確認し、可能であれば搬出作業に移行する。
- ・ まったく動かない場合やかなりの痛みを訴える場合は無理に引き抜こうとせず、掘削を継続する。



搬出活動

- ・ 要救助者の下腿部が開放されれば、応急土留めの内側と外側に隊員を配置し、要救助者を後方へ搬出する。



(写真提供：神戸市消防局)

第3節 泥濘地での救助技術

泥濘地での救助活動は一般的な土（乾燥土）と比較すると水分含有量が多いため活動全般が難航する。降雨を起因として発生した土砂災害の救助現場では泥濘地となっている可能性が高く、このような現場においても適切な対応ができるように準備を整えておくことが望ましい。



【泥濘地での活動】（能登半島地震、奥能登豪雨災害）

第1 掘削技術と隊員ローテーション

(1) 狭隘空間（ボイド小）での掘削要領

救助現場が限られた活動スペースである場合は、ボイド内の活動人数を制限し、効率的な役割分担、隊員ローテーションを行いながら泥の掘削及び救出活動を行う。泥は水分を含んでいるために重く、流動性があるために適した資機材を活用することが効果的な掘削、救出活動に繋がる。また、人命救助を目的とした迅速活動を念頭に置き、要救助者を確認できている場合と搜索掘削を優先している場合では活動方法や活動資機材を変更することも求められる。

(想定)

5名1チーム（小隊長1名、隊員4名）での活動とする。

ボイドサイズ：2700mm×2700mm（四畳半）×高さ 800mm

実施環境：気温 16°、湿度 84%、曇り時々晴れ

①ボイド内で掘削担当2名、ボイド外で排出担当2名をローテーションする。

②隊員4名（R1～R4）の役割（ローテーション）例は次のとおりとする。

R1：掘削→排出→排出→掘削

R2：掘削→掘削→排出→排出

R3：排出→掘削→掘削→排出

R4：排出→排出→掘削→掘削

※ 掘削担当を継続して2回連続することにより、ローテーションを行ってもボイド内での引継ぎ（既に掘削した場所の情報等）を省略できる。

- ③小隊長による時間管理を行い、交代合図を行う。各役割は5分程度を基準とし、1ローテーション20分間の活動を実施するが、現場の環境、隊員の体力等を考慮し時間設定を行なうこと。隊長は各隊員の様子を確認しながら、疲労等の影響があれば早めの隊員交代等に努める。
- ④1ローテーションで別隊との隊ローテーションを実施する。隊間の引継ぎ時間をなるべく短縮するために、ローテーション前には現場を確認しながら隊長間での引継ぎを実施する。



【5名（ボイド2名）活動例】



【隊内ローテーション（役割変更）】

◇参考動画：<https://youtu.be/JXiYFC-mq3I>
（実施本部：倉敷市消防局）



【使用資機材】

手鍬（柄が短いくわ）、徒手（グローブ）、手箕（てみ）

【他の有効な資機材】

潮干狩り用熊手、ミニスコップ

かなり泥の流動性が高い場合は手箕とバケツのどちらが有効なのかを選定する。

【その他】

ボイド内にコンパネ等を使用して足場を設定することで活動効率が向上するとともに隊員の負担軽減に繋がる。

【掘削量（掘削能力）目安】

0.5 m³の土砂（水分含有率大）を排出に要した時間：18分20秒

(2) 立てる空間（ボイド大）での掘削要領

救助現場が限られた活動スペースである場合であっても、ボイドの大きさにより活動隊員の活動体勢等が変わるため活動人数、役割分担等を変更し、効率的な泥の掘削及び救出活動を行う。

(想定)

5名1チーム（小隊長1名、隊員4名）での活動とする。

ボイドサイズ：2700mm×2700mm（四畳半）×高さ隊員身長以上

実施環境：気温16°、湿度84%、曇り時々晴れ

- ①ボイド内で掘削担当2名、排出担当1名、ボイド外で排出担当1名をローテーションする。
- ②隊員4名（R1～R4）の役割（ローテーション）例は次のとおりとする。
- R1：掘削→排出（外）→排出（内）→掘削
R2：掘削→掘削→排出（外）→排出（内）
R3：排出（内）→掘削→掘削→排出（外）
R4：排出（外）→排出（内）→掘削→掘削
- ※ 掘削担当を継続して2回連続することにより、ローテーションを行ってもボイド内での引継ぎ（既に掘削した場所の情報等）を省略できる。
- ③小隊長による時間管理を行い、交代合図を行う。各役割は5分程度を基準とし、1ローテーション20分間の活動を実施するが、現場の環境、隊員の体力等を考慮し時間設定を行なうこと。隊長は各隊員の様子を確認しながら、疲労等の影響があれば早めの隊員交代等に努める。
- ④1ローテーションで別隊との隊ローテーションを実施する。隊間の引継ぎ時間をなるべく短縮するために、ローテーション前には現場を確認しながら隊長間での引継ぎを実施する。



【5名活動（ボイド3名）例】



【隊ローテーション前の引継ぎ（隊長間）】

【使用資機材】

手鍬、剣先スコップ（穴あき）、手箕

【他の有効な資機材】

鋤簾（じょれん）

かなり泥の流動性が高い場合は手箕とバケツのどちらが有効なのかを選定する。

【掘削量（掘削能力）目安】

0. 5 m³の土砂（水分含有率大）を排出に要した時間：13分00秒

☞ 泥濘地での資機材例については「第4章第2節P.31-35」に記載

第2 緊急退避

土砂災害において救助現場の土の状態により活動の困難性は大きく異なる。特に泥濘地においては迅速に退避することが困難となる。よって、緊急退避方法を事前に措置し、二次災害のリスクを軽減させておく必要がある。

泥濘地において救助活動の実施前に泥濘への措置を講じないことは作業効率が悪くなるばかりか、人命危険に直結するため、必ず退路の確保を行なうこと。



【泥濘地での進入状況（措置なし）】



【泥濘地での退避状況（措置なし）】

◇参考動画：<https://youtu.be/9IfdKj3744c>
(実施本部：倉敷市消防局)



【有効な進入及び退避要領例】

進入する際には、ゾンデ棒等を活用し泥濘の深さを確認しながら慎重に進行する必要がある。また、進入及び退避においてはコンパネを使用することが有効である。

ただし、活動を継続するとコンパネ上に泥が載り、コンパネが視認できなくなるため、ゾンデ棒等を使用し、コンパネの位置を明示しておくことも有効である。

(想定) 泥濘の深さは膝上から腰丈までを想定

泥濘地は水田の土（荒木田土）を主体として一部まさ土を含む。

前日及び当日に散水と攪拌を行っている。

- ※ コンパネ上に泥が載っていると滑りやすくなり隊員の転倒危険が高まるために、事前に隊員に危険を周知しておくこと。特に傾斜地へのコンパネ設定は危険性と必要性を考慮して判断すること。
- ※ ゾンデ棒等に蛍光ペンライト（ケミカルライト）等を付けることで夜間等の視認性が向上する。
- ※ ベニヤ板ではなく、耐水性に優れているコンパネを使用することが望ましい。



【進入状況（措置あり）】



【退避状況（措置あり）】

◇参考動画（進入）：<https://youtu.be/8zNqc4CADBU>

◇参考動画（退避）：<https://youtu.be/0ITxta7S6ZI>

（実施本部：倉敷市消防局）



進入



退避

第3 土砂の排出

進入に使用したコンパネを活用し土砂の排出を実施する。土砂の排出资機材として使用している手箕をコンパネ上で滑らせて移動させることにより隊員が移動することなく土砂を排出できるルートを確認する。

（1）コンパネを活用した排出例（コンパネスライダー）

コンパネ5枚（1枚1800×900mm）に対して隊員5名配置（指揮者、建物からの排出者は除く）が距離間隔、負担、手箕配置等において活動しやすく、有効である。特に距離間隔では、離れ過ぎると各隊員の移動距離が増し負担も増し、近すぎると隊員間が狭くなり返りの手箕を置く場所がなくなる等の問題が生じる。

※ コンパネを2列に設置し、1列は隊員、1列は手箕を滑らせる。



【5名での排出配置例】

◇参考動画：https://youtu.be/9_S-rexR8yM

（実施本部：倉敷市消防局）



更に、座位で実施することにより、隊員の上下移動が減り、より負担が軽減される。



【5名の座位配置例】

◇参考動画：<https://youtu.be/Jcq9r90-aes>
(実施本部：倉敷市消防局)



(2) 障害物の乗り越え例

避けることができない障害物が存在した場合の想定では、脚立等を有効に活用し、高い位置を保ったまま排出することで隊員の負担軽減に繋がる。



【脚立等の活用例】

◇参考動画：<https://youtu.be/zvH5UrKqPW4>
(実施本部：倉敷市消防局)



☞ 未掲載部分等については「資料編 資料2—1 P.164-168」に記載

第4節 土砂内の木造建物救助技術

土砂内の建物は土砂による影響を受けているため、活動前に建物の状況进行评估し、崩壊、破損、危険箇所等の把握を行なった後に、要救助者及びボイドの有無を確認する。

木造建物の確認においては、木造軸組構造を理解した上で建物の状況を推測する。

また、活動に際しては、土砂への安全監視を行なうとともに、建物（壁や柱）の変化が分かるマーキングを行なうなどして建物自体の傾きや崩壊が進行していないかを確認しながら実施する。

☞ 人命検索活動については「第6章第1節 P. 40-49」に記載



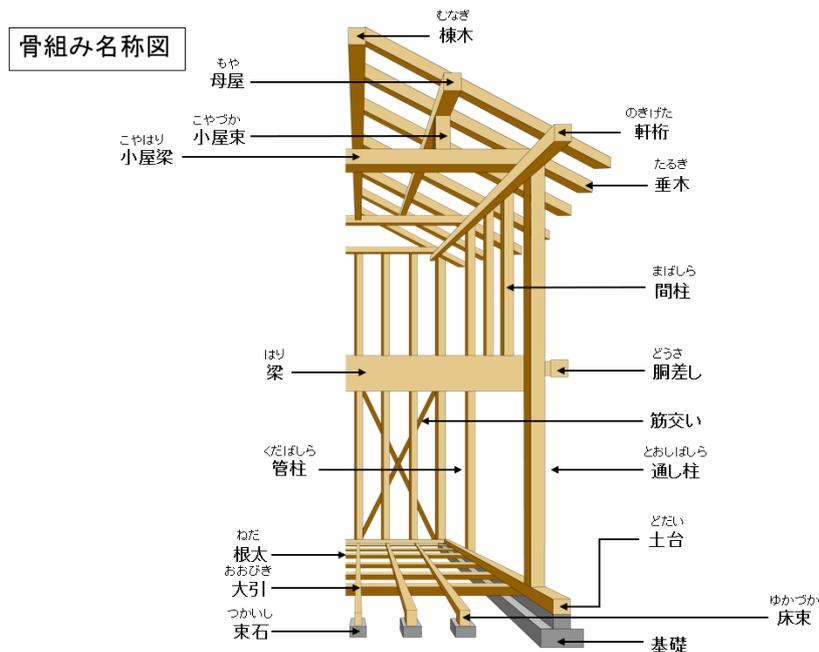
【土砂内の木造建物での活動】（能登半島地震、奥能登豪雨災害）

第1 木造軸組構造の理解

木造軸組構造（木造在来構法）は一般住宅などに広く用いられている構造であり、柱と梁による軸組構造が荷重を負担する作りとなっている。屋根の荷重は垂木、母屋、小屋束、小屋梁、桁、柱、土台、基礎、地盤の順に伝わっている。使用されている部材は用いる場所により名称が異なり、次に示す「骨組み名称図」のとおりとなっている。

救助現場で簡易な構造評価を行なうためにも、構造を理解し、現場で建物の状況等を推測できるようにしておくことが望ましい。

☞ 訓練用木造建物の作成については「資料編 資料2—2 P. 169-174」に記載



骨組みの上に屋根の板（野地板）が被せられ防水シート、栈木、瓦が順に設置されている。瓦は施工した時期等により、釘留めせず土の上に敷設した場合（土葺き）と釘留めされている場合が存在する（「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン」参照）。

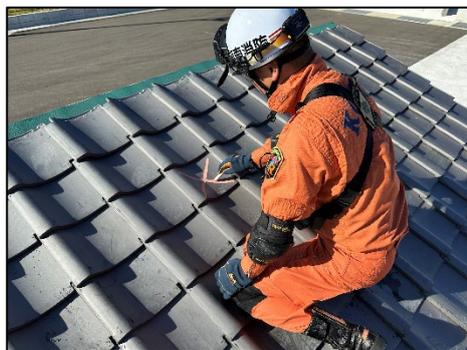
第2 屋根の破壊（ブリーチング）

建物の状況を確認時に内部への開口部がない、もしくは開口部から進入する事が危険である場合は屋根を破壊して屋内進入を試みることも選択の一つとする。ただし、闇雲に建物を破壊することは二次災害の発生、要救助者に危険を及ぼす可能性もあるため、避けること。特に屋根の主要部である母屋、小屋束、小屋梁、軒桁は破壊しないこと。

【屋根のブリーチング要領例】

① 瓦の取外し

建物の評価後、開口部として相応しい位置の瓦1枚の破壊を決定する。建物内部のボイド（空間）がある位置及び要救助者の発見時に救出に適した位置を選定する。



【破壊する瓦へのマーキング】



【瓦の破壊】

② サーチングホール (a) の作成

画像探索機等を保有している場合は、ドリル等でサーチングホールを作成し内部にいる要救助者の存在を確認する。※ 状況により省略可



【サーチングホールの作成】



【画像探索機等での内部確認】

③ サーチングホール (b) の作成

詳細な内部確認のための開口部を作成する。既に破壊している瓦1枚の位置から3枚の瓦を取外した後、屋根の板（野地板）を1辺約20cmで3辺カットする。必要以上の瓦破壊は建物へ衝撃を与えるため、瓦の取外しは持ち上げ等により実施する。（瓦が釘留め等により固定されている場合はL字バール等を有効に活用する。）



【サーチングホールの作成】



【屋根板の3辺カット】

◇参考動画：<https://youtu.be/8DXy67waPt4>

（実施本部：湖南広域消防局）



④ 内部確認

3辺カット後に内部への呼びかけ及び要救助者の確認を行なう。内部へ進入するための準備として、3辺カットから上下の母屋及び左右の垂木の位置を把握する。



【内部の確認】



【母屋、垂木の位置確認】

※ 内部が土砂等で埋まっており、ボイドがない場合は更に上部のボイドがある箇所から再度確認を実施するか、ボイドが全くない場合は掘削のために瓦や屋根を全て取り払い、掘削の効率と安全性を高める。

⑤ 開口部のマーキング

開口部上下の母屋及び左右の垂木の位置確認により、母屋を避けて開口部を作成する。母屋の切断は禁止とし、垂木は2本までの切断とする（ただし、屋根の両端の垂木は切断禁止）。

瓦を取り外した後に、母屋及び垂木の位置を明示し、明示した母屋及び垂木を避けて開口部の切断ライン（約1000mm×600mm）をマーキングする。

※ 最小限の垂木の切断数及び救出に必要な開口部の大きさを考慮し、垂木切断の目安数として2本とした。



【母屋、垂木位置の明示】



【開口部切断ラインの明示】

ただし、重量を軽減するために瓦や屋根を全て取り払った場合は、主要部以外、例えば野地板を支える垂木などは切断可能となる。

(瓦や屋根を全て取り払った場合は垂木の切断が可能となる例)



○ 切断可能

(P50 写真の再掲)

⑥ 開口部の作成

開口部の作成にはチェーンソー等の切断資機材を用いるが、実施者の前後に人が入らないこと、無理な姿勢となる場合は細かく分けて実施すること、開口部に乗らない等の基本事項を遵守し実施する。

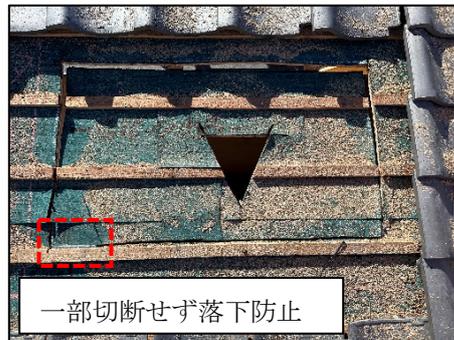
※ 野地板の裏側に断熱材が入っていることもある。



【開口部の切断】



【開口部の落下防止】



【切断完了】



【開口部の開放】



【開放状態】

◇参考動画：<https://youtu.be/d3BVyPjC9I>
(実施本部：湖南広域消防局)



第3 屋根の安定化（ショアリング）

要救助者等の存在が確認できる場合には開口部から建物内へ進入を試みるが事前に建物の状況を把握し、建物の主要構造部に損傷等が認められる場合には二次災害防止のためにショアリングを行なう必要がある。

ただし、救助活動全般（救出時間、活動時間及び活動人員等）を考慮し、残っている全ての瓦を排除する方が安全管理上、望ましい場合もある。

【建物の狭隘箇所へのショアリング例】

屋根の主要構造部である小屋束（建物を縦方向に支える木材）が損傷（写真赤テープ）した想定とする。建物の崩壊具合、周囲の状況等によりショアリング箇所、方法を現場ごとに評価すること。

（1）レスキューサポート（救助用支柱器具）

各種レスキューサポートの諸元性能に合った設定を実施する。特に活動後に撤去する際は二次災害の危険性が高いため、注意が必要である。



【レスキューサポート】



【切り替え用設定】

※ 使用レスキューサポート：安全率 4:1 にて 600mm、使用時耐荷重 9800Kg



【レスキューサポート設定】



【撤収時の切り替え設定】

◇参考動画：<https://youtu.be/aN91xv2UA7c>

（実施本部：湖南広域消防局）



(2) パイプサポート

足場として使用されているパイプサポートを活用し、簡易的にショアリングを実施する。パイプサポートには使用の長さ（調整範囲）、許容荷重（安全荷重）が定められているため、適応する範囲内での使用とする。また、横ずれ等による脱落を防ぐために上下に木材（4×4材、長さ450mm）を用いた設定とする。

調整範囲を考慮し、型式の異なるパイプサポートを保有することが望ましい。木材を用いた設定ではパイプサポートの調整範囲に木材の厚みを加算した範囲となることに注意する。

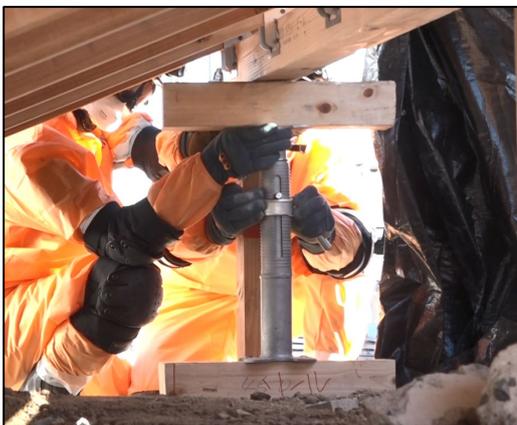
※ 使用パイプサポート：15型（調整範囲410～620mm、安全荷重2000Kg）



【パイプサポートと木材の設定】



【木材の固定例】



【パイプサポート設定】



【建物中間での設定（両側）】

◇参考動画：<https://youtu.be/0VMRfKJNwBo>
(実施本部：湖南広域消防局)



(3) Tポスト・ショア（木材を使用したショアリング）

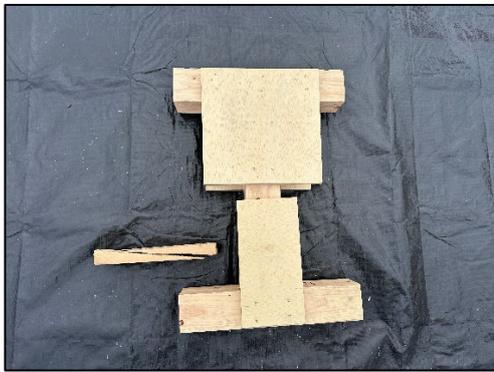
損傷した小屋束の代替えとして主要構造部を支えるために、国際緊急援助隊（JDR）救助チームで使用しているUSAR技術を基にTポストを設定する。

短時間に素早く設定しリスクを軽減することが目的なので、レスキューサポートが使用可能ならば、優先して設定する。

狭隘箇所へ設定するため、ヘッダー、ソール・プレート（上面、下面の木材）を規定の長さ（900mm）で作成すると活動障害となることや屋根等の一部に接触するため設定ができない等の問題が生じることから、2分の1の長さ（450mm）で作成する。

※ Tポスト・ショアについては「平成22年度救助技術の高度化等検討会報告書」にも記載あり。

☞ Tポスト・ショアの手順例については「資料編 資料2-1 P.176」に記載



【Tポスト・ショアの作成】



【開口部への設定】



【建物中間での設定】



【ショアリング後の活動】

◇参考動画：<https://youtu.be/YcLG64TxiHQ>

（実施本部：湖南広域消防局）



第4 狭隘・閉鎖空間（CS：Confined Space）で有効な資機材

CSでの活動で大きく重い資機材は取り回しも悪く、取り扱う隊員の負担も大きい。近年では小型・軽量化された資機材が多く市場に流通しており、このような資機材を活用することにより作業効率の向上に繋げ、早期の救助活動へ繋げることが望ましい。また、閉鎖空間では内燃式の資機材を使用することは排気ガス等を発生させ、要救助者及び隊員へ危害を及ぼす可能性がある。

有効な資機材の一つとして、バッテリー式の小型・軽量化された資機材がある。操作性に優れており、排気ガスも排出しないため、CSでは有効である。一方、危険な使用方法も災害現場で散見されることから、活用例と合せて危険な使用とならないようにすること。

【小型軽量化バッテリー式資機材例】

レシプロソー、チェーンソー、マルチツール、ハンマードリル、インパクトドライバー、ライト、丸鋸（CSでの使用は危険）



【危険な使用例】

- ・切断面の確認のため刃に近づき過ぎる。(a)
 - ※ 思いも寄らない（見えない）所に接触しキックバック等が発生する。
- ・CSにて受傷リスクが高い方法で使用する。(b)
 - ※ 小型軽量化した資機材全てがCSに適しているわけではない。



(a)



(b)

☞ 未掲載部分等については「資料編 資料2—2 P.169-178」に記載

第5節 岩石の排除技術

土砂災害現場において救助活動の障害または危険要因となる岩石（自然石）が存在し、重機等の活用が見込めない場合は、岩石の排除を試みる。排除方法としては、岩石の移動、岩石の安定化による二次災害リスクの軽減、岩石の破壊があるが、いずれの方法も危険が伴うため、二次災害が発生しないように安全管理の徹底を図る必要がある。



【岩石が存在する状況下での活動】（能登半島地震）

第1 岩石を移動させる技術（岩石ムービング）

【不整地でのムービング例】

（1）バールを活用したムービング

バールを漕いで動かす方法（USAR：ムービングタイプ3）にて不整地上の岩石を動かす。木材を支点として岩をバールで持ち上げたまま、舟を漕ぐように横に移動させる。不整地であるため、支点の沈み込みが発生するので敷板を使用する。岩を完全に持ち上げるのは岩の形状、重量等により難しいことが多いが、完全に持ち上げる必要はなく地面を擦らすように動かす方が安全面からも望ましい。

隊員が岩石の両側に配置する方法と片側ずつ実施する方法があり、いずれの方法も1回あたりの移動距離は僅かであるので、岩石を移動させる距離が短い場合には有効である。岩石の移動による危険箇所（岩石に挟まれる場所、転がった際に接触する場所）を事前に隊内で検討、共有した後に実施することが重要である。



【バールを用いたムービング（両側）】



【バールを用いたムービング（片側ずつ）】

◇参考動画（両側）：<https://youtu.be/2fW8BTB8UFc>



両側

◇参考動画（片側）：<https://youtu.be/zF3WGnuaxic>

（実施本部：西宮市消防局）



片側

(2) 単管パイプをレールとして活用したムービング（単管レール）

岩石の下に複数の単管パイプをレール状にして設定する。レールを固定するために両端にシムを設定、パイプの間隔が保たれるように木材（2×4材）を挿入する。深く沈み込むような不整地である場合は沈み込みを防ぐために単管パイプの下にコンパネを敷くと有効である。

ア 押して動かす方法（USAR：ムービングタイプ2）

単管パイプ敷設により摩擦抵抗が軽減され、(1) バールを活用したムービングより1回あたりの移動距離が伸びる。岩の下面と地面の間に隙間がある場合にはテコの効果が得やすい長尺なバールもしくは単管パイプが有効である。



【バールを用いたムービング】



【単管パイプを用いたムービング】

◇参考動画：https://youtu.be/3_Rw8gCedsc

（実施本部：西宮市消防局）



イ 横から押して動かす方法（横ムービングタイプ2）

打ち込んだ杭（ピケット）を支点として、木材（4×4材）を用いて岩石をムービングする。岩石に対して水平の力が掛かるため、転がるリスクが軽減される。



【杭の打ち込み】



【木材を用いたムービング】

◇参考動画：<https://youtu.be/7vo70zkdpBA>
（実施本部：西宮市消防局）



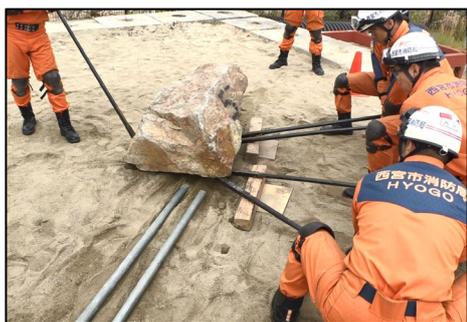
(3) 単管レールの敷設（岩石リフティング）

単管レールを実施するためには岩石の下に単管パイプを挿入する必要があることから岩石を持ち上げる（リフティング）。

ア バール持ち上げ敷設

単管パイプを挿入できる高さまでバールを用いて岩石を持ち上げる。

転がりに注意しながら片側ずつ実施する。ただし、面積が広いコンパネを挿入することは困難である。



【岩石の持ち上げ】



【単管パイプの挿入】

◇参考動画：<https://youtu.be/3ej7BPZj0Pc>
（実施本部：西宮市消防局）



イ 三脚（トリポッド）吊り上げ敷設

単管パイプ及びコンパネ等を敷設できる高さまで三脚を用いて岩石を持ち上げる。三脚は木材（4×4材）とロープを使用し作成する。吊り上げにはチェンブロッ

ク、レバーブロック等を活用し、岩石の重心を確認した後に三脚を設定する。2点吊りで玉掛けを設定し慎重に吊り上げる。地切りの確認後、必要な最小限の高さまで岩石を吊り上げる。



【三脚での吊り上げ】

(条件) ムービング、リフティングで用いた岩石の重量は0.5 t程度

◇参考動画：<https://youtu.be/yM6v3zXtZ9A>

(実施本部：西宮市消防局)



☞ トリポッドの作成については「資料編 資料2—3 P.179-180」に記載

第2 傾斜地での岩石の安定化

傾斜地に存在する岩石を不用意に移動させることは大きな事故へ繋がることを前提とし、傾斜地の岩石を安定化する必要が生じた場合の実施とする。

(1) 危険区域の設定

落石による危険区域を事前に立入禁止とし、人が入らないようにテープ、スプレー等を用いて区域を明示する。岩石の位置や土砂の状況に応じて、明示を適切に変更すること。

※ 傾斜が急な場合は、実施前に岩石にシム等を挿入し安定化を図っておくこと。



【危険区域の明示例】

(2) 上方への落とし込み

岩石の上方を掘削し、掘削した穴に岩石を落とし込むことで落石を防止する。

※ 安全管理員を配置し、岩石の動きに注意しながら掘削すること。



【上方の掘削】



【上方穴への落とし込み】

◇参考動画：<https://youtu.be/IFw94VTkRHQ>

(実施本部：西宮市消防局)



(3) 側方への落とし込み

岩石の側方を掘削し、掘削した穴に岩石を落とし込むことで落石を防止する。

側方への移動は傾斜を下る方向であるため、(2) 上方への落とし込みに比べて落石のリスクは高まる。落とし込みではムービングタイプ2、木材による横ムービングタイプ2を使用する。

※ 安全管理員を配置し、岩石の動きに注意しながら掘削すること。



【側方の掘削】



【ボールでの落とし込み】

◇参考動画：<https://youtu.be/Ztx5sZcbQUE>

(実施本部：西宮市消防局)





【木材での落とし込み】

◇参考動画：<https://youtu.be/g1N3mUdBH4g>
(実施本部：西宮市消防局)



☞ 岩石の下方移動については「資料編 資料2—3 P.180-181」に記載

第3 岩石を破砕する技術（岩石ブリーチング）

不整地、傾斜等によりムービングが不可能、危険である場合、削岩機等で破砕が不可能である場合にはセリ矢を活用し、岩石をブリーチングする方法を検討する。

ただし、大きな岩石であればあるほど破砕が困難であり、思いも及ばない割れ方をして危険を伴うため、他の方法も含めて十分に検討すること。また、粉碎後の搬送方法や大きな粉碎によるリスクを考慮し、複数に細かく割るなどの方法も計画すること。

セリ矢で岩石を割る方法は、ハンマードリルで岩石に穴を開け、開けた穴（下穴）にセリ矢を差し込み、ハンマーでセリ矢を打ち込む。セリ矢を打ち込めば、セリ矢が開く方向に力が伝わり、岩石が割れることになる。

☞ 岩石に対する削岩機の有効性については「資料編 資料2—3 P.185-188」に記載

(1) セリ矢の選定

1～5 t程度の岩石を破砕するにはセリ矢の大きさ（径）20mm、30mmを用いることが有効である。また、セリ矢径と同等の径でのドリルを準備する必要がある。下穴が深く深くなるほど必要な時間も増加するが、大きい径のセリ矢ほど破壊力は高まる。よって、岩石の大きさに応じてセリ矢の種類を選定することが望ましい。

【セリ矢の例】①径 20mm、長さ 18cm（必要な下穴 19cm 程度）

②径 30mm、長さ 21cm（必要な下穴 22cm 程度）

③径 40mm、長さ 26cm（必要な下穴 27cm 程度）

（条件）1～5 t程度の粉碎した岩石の種類は石英斑岩（石英、長石などで構成）

ただし、表面からは見えない亀裂がある岩石もあった。

場所は採石場内の平面で実施。

(参考) 石英のモース硬度は7、長石のモース硬度は6。モース硬度は基準となる10種類の鉱物をもとに鉱物の傷つきにくさを評価する指標(硬度は1～10まで、数値が高いほど傷つきにくく硬度10はダイヤモンド)であり、衝撃に対する壊れにくさとは必ずしも一致しないが、岩石の強度を推測する指標の1つとして活用できる。



【セリ矢 (径20、30、40mm)】



【ハンマードリル】



【下穴の作成】



【下穴】

(2) セリ矢でのブリーチング要領例

岩石には石目と言われる岩石の割れやすい方向があるためにセリ矢を用いて割りたい方向を定めても、実際に割れる方向と異なることが多々発生する。石目を読む(見極める)ことは専門家でも容易ではない。そのため、安全管理に配慮したセリ矢でのブリーチングを行う例を示す。

① 事前準備

破砕する岩石の状況(岩石の重心、危険区域、作業配置等)を隊内で確認する。

- ・安全管理員を定めて、緊急停止の合図等を周知すること。
- ・岩石が不安定である場合にはシム等を活用し安定化を図ること。
- ・危険区域にはカラーコーン等を用いて区域を明示すること。



【危険区域の設定】



【岩石の安定化例】

② 割り方の検討

岩石の排除方法を考慮しながら、岩石の割り方を検討する。大きな岩石は複数回に分けて割ることも考え、岩石の落下、転がり等の危険性を隊内で検討する。

割りたいラインが決定すれば、下穴を作成する位置にマーキングを行なう。割りたいラインに対して約 15cm 間隔にセリ矢の下穴位置をマーキングしておく。また、割れた際の岩の動きを予測し、危険区域等を再評価しておく。

③ 作業前

- ・各隊員の役割分担を行なう。
- ・作業場所の安定化（足場等）を図る。
- ・P P Eを確認する。

④ 下穴作成

セリ矢を挿入するための下穴をハンマードリルで作成する。ドリル先端がブレないようにドリル先端の当てる箇所（あて）を作成後、必要な深さまで穴を開ける。また、粉塵が発生するためにブロア、手持ちほうき等での清掃を行ないドリルが視認できる環境を保つ。

適した深さの下穴が作成できているかをセリ矢を挿入し確認する。

- ※ 予め下穴に必要な長さをドリルにマーキングしておくこと穴の深さが分かりやすくなる。
- ※ 複数の岩石に下穴を作成する際はハンマードリルを支える補助者を付けることや隊員を交替することが望ましい。



【下穴作成（径 30mm）】



【セリ矢挿入】

◇参考動画：<https://youtu.be/RnU8SiINowU>
(実施本部：西宮市消防局)



⑤ セリ矢の固定

セリ矢の本打ち込みを行なう前にセリ矢を岩石に固定するための打ち込みを小ハンマー等で実施する。

- ※ 当該固定を実施するとセリ矢は抜けなくなるため、割りたいラインとセリ矢が開く方向が一致しているかを必ず確認すること。



【セリ矢の固定】

◇参考動画：<https://youtu.be/RnU8SiINowU>

(実施本部：西宮市消防局)



⑥ 本打ち込み

セリ矢の固定後に大ハンマー等を用いてセリ矢を打ち込む。複数人で打ち込んでも支障はないが、各セリ矢を1回ずつ、均等（回数）に打ち込むこと。

1回ずつ打ち込み、岩石にクラック（亀裂）が発生すれば隊長が状況確認を行なう。クラックが広がるまで慎重に打ち込みを継続し、引き剥がしが可能であれば打ち込みを終了する。バール等で引き剥がし、ブリーチング完了となる。

※ 思いがけない方向へクラックが入っている場合は注意喚起や必要な安全措置を行なうこと。



【セリ矢の本打ち込み】



【クラックの発生】



【クラックの確認】



【引き剥がし】

◇参考動画：https://youtu.be/W34hk_FNb3Q

(実施本部：西宮市消防局)



第6節 重機の運用技術

土砂災害や豪雨災害では、道路等の通行障害に対し障害物を除去するなど道路の啓開活動、土の中からの人命救助等に重機の有効性が認められている。

消防機関が保有する重機の活動能力は大型重機と比較すると限定的な一面もあるが、その中で消防重機の性能を最大限に発揮し、効果的な人命救助活動を行うための運用を図る。

また、重機を所持していない消防機関においても広域応援等により重機と連携することもあることから、重機に対する認識及び安全管理体制について知っておく必要がある。



【重機を運用する活動】（能登半島地震）

第1 啓開・掘削能力と操作技術

（1）フォークの活用

ア 持ち上げ旋回

障害物（瓦礫、電柱）の重心を見極めて挟み、旋回し排除する。重量物の旋回では可能な限りブーム半径を小さくして旋回し、旋回範囲内に活動隊員が入らないように安全管理すること。



【瓦礫持ち上げ旋回例】



【電柱持ち上げ旋回例】

◇参考動画：<https://youtu.be/kU0rsKLQ6PI>
（実施本部：岡山市消防局）



イ 障害物持ち上げ、走行

長尺物（電柱、倒木）の重心を見極めて、移動させる。

特に重量物の持ち上げはバランスを常に意識し、不適切な場合は必ず修正する。



【持ち上げ成功例】



【持ち上げ失敗例】

◇参考動画：<https://youtu.be/3KjD1jLaWJ0>
(実施本部：岡山市消防局)



【持ち上げ走行例】

◇参考動画：<https://youtu.be/a2khi1kz4rQ>
(実施本部：岡山市消防局)



(2) バケットの活用

ア 土砂の掘削

固定場所での反復作業では明示等（カラーコーン、テープ等）を活用し、安全管理員を減らすことも可能である。 ※ 必ず安全管理員は配置すること。



【安全管理例】



【安全管理不十分例】

イ 岩石の移動

(押し込み) 排土板を活用し、岩石を移動させる。

(応用) 排土板を応用的に活用し、挟み込むことで岩石を移動させる。

※ 岩石の大きさによっては、大型の重機もしくはクレーン付き重機を手配する。



【押し込み例】



【応用例】

◇参考動画：<https://youtu.be/NDgoLVi9nZw>

(実施本部：岡山市消防局)



(3) 走行能力と操作技術

ア 登り坂の走行

正面（排土板が前方）もしくは180° 旋回（排土板が後方）での登坂方法がある。

災害現場では、車両旋回等が制限される場合があるため、両方の方法で走行できることが望ましい。



【正面での登坂】



【180° 旋回での登坂】※傾斜角度 27°

◇参考動画：<https://youtu.be/TNwD2n-1gxM>

(実施本部：岡山市消防局)



イ 下り坂の走行

正面（排土板が前方）もしくは180° 旋回（排土板が後方）での下り坂の方法があるが、重機の取扱い説明書に記載されている登坂能力（角度）と下り能力が必ずしも同様ではないことに配慮すること。具体的には斜め前方へ転倒しやすくなる現象が起こり、二次元的には転倒を防げても三次元的には不安定となり、重機が転倒する事故が発生しているので注意すること。

誘導員及び安全管理員を配置し、斜面は必ず直角方向に走行し、不安定な場合は停止させること。



【正面での下り】



【180° 旋回での下り】

◇参考動画：<https://youtu.be/VC4sFnA5rYk>

(実施本部：岡山市消防局)



ウ 段差の登り

アーム・ブームを活用し、現場での障害となる段差を乗り越える方法



【前方の持ち上げ】



【後方の持ち上げ】※段差 80cm

◇参考動画：<https://youtu.be/a-97szcHUzg>

(実施本部：岡山市消防局)



エ 段差の降り

アーム・ブームを活用し、現場での障害となる段差を降りる方法



【前方の下げ】



【後方の下げ】※段差 80cm

◇参考動画：<https://youtu.be/3mpFFne-Ujg>
(実施本部：岡山市消防局)

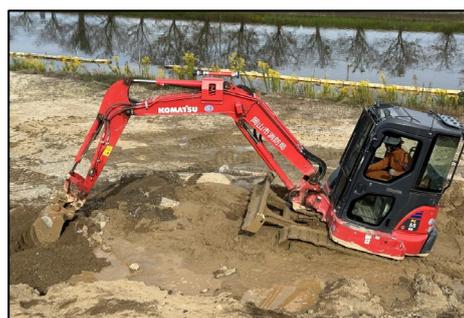


オ 泥濘地の走行

泥濘地の走行では事前に誘導員がゾンデ棒等により深さを測るなどの対策が有効である。深すぎる泥濘は重機が走行不能となることもある。また、安全管理において重機の排気口が泥で埋まることがないように注意する必要がある。泥濘地での深さはキャタピラの上部までとした。



【泥濘地への進入】



【泥濘地からの退出】

◇参考動画：<https://youtu.be/cV9jWqirj08>
(実施本部：岡山市消防局)



※ (2) イ応用例、(3) ウ、エに関しては、一般的な建設、土木現場にて実施する重機の操作方法ではないため、災害現場での活用を想定したものです。訓練に際しては実施経験者、専門家等の指導、立ち会いのもと実施すること。

第2 安全管理

重機使用時は、原則として操縦員（オペレーター）以外は作業半径内への進入は厳禁とし、指揮者（小隊長）、誘導員（マーシャル）及び安全管理員は作業半径の外で安全な活動に努めること。

（1）安全管理体制の原則について

- ・活動前の隊内説明（ブリーフィング）の実施
特に危険活動、安全管理に関する内容は抜けることがないように周知・徹底する。
- ・安全管理員（指揮者との兼務なし）を1名以上配置する。
- ・異常を認めた際は警笛、合図、Bluetooth インカム、携帯無線機等を使用し操縦員に停止指示を出す。
- ・安全管理上必要な場合はカラーコーン、テープ等で作業範囲を明示し、注意喚起するとともに重機の活動を制限する。
- ・労働安全衛生規則を遵守した活動を実施する。



【ブリーフィングの実施】

（2）安全管理配置例

重機を活用する場合は5名を1チームとして活動することが望ましいが、災害現場に即した様々なパターンの例を示す。

- ※ 掘削時の安全管理においては、電線等を掘削したことにより離れた場所で事故が発生することもあるため、現場状況に応じて人員を増員もしくはさらに離れた視点で監視する隊員を配置するなどの措置も考慮すること。



【5名活動例】



【4名活動例】



【3名活動例】



【3名活動、作業範囲明示例】

第3 重機と救助隊員の連携

重機隊と連携した救助活動等を実施する場合は、指揮者は他の部隊の指揮者と事前に作業範囲内の危険や作業手順等を共有し、安全かつ円滑な連携に努める。また、消防機関以外の重機により各種作業を依頼する場合は、事前に作業内容、安全管理体制及び連絡体制等について確認する。

(1) 重機と掘削隊員（一方掘り）の連携例

人による掘削と重機の掘削ではそれぞれの活動内容を理解し役割分担を行なう。重機による巻き込まれ等の受傷事故の発生危険があるため、人の作業範囲と重機の作業範囲は重ならないようにする。作業範囲が重複等する際は活動時間が被らないように措置すること。

また、人と重機の作業範囲をカラーコーン、テープ等で区切ることが有効である。



【人による掘削（一方掘り）】



【重機による排土】

◇参考動画：https://youtu.be/aNt7my5wX_g
（実施本部：岡山市消防局）



(2) 重機とベルトコンベアの連携例

土砂の排出にはベルトコンベアが有効であるが、更にベルトコンベアの排出した土砂を重機で排土することで更なる活動の効率化に繋がり、人と重機の距離も保てるために安全性も向上する。



【重機による排土】



【ベルトコンベアによる排土】

◇参考動画：<https://youtu.be/U6TfQ0xwgTQ>

(実施本部：岡山市消防局)



☞ 重機活用時の合図要領及び操作技術の向上方法については「資料編 資料 2—4 P. 189-193」に記載

第7節 ドローンの活用

無人航空機（ドローン）は、機動性や操作性に優れ、鮮明な画像をリアルタイムに伝送することが可能であり、危険性が高い場所における状況確認等に非常に有効であるため、なるべく早い段階から積極的に活用すべきである。用途は次のとおり多岐にわたる。

- (1) 被害状況の把握（土砂災害の様態、被害規模、危険区域の状況確認）
 - (2) 安全監視（二次災害の予兆の監視、活動状況の把握）
 - (3) 地図（オルソ画像）の作成
 - (4) 要救助者の捜索（位置の予測、広範囲の表面検索）
 - (5) 誘導
- ※ (1)～(3)について実際の飛行例を含めて紹介する。

第1 被害状況の把握（土砂災害の様態、被害規模、危険区域の状況確認）

災害全体を俯瞰で見ることによって被害状況を把握する。可能であれば「第2 安全監視」と同時に実施する。無理な飛行はせず、安全な離発着地点で高度（150m未満）をあげて撮影するだけでもドローンは高所カメラの役割を果たす。

【飛行例】

①定点飛行

安全な離発着地点で、俯瞰で災害を確認できる高度（高度150m未満）まで上げて、被害地域の状況を把握する。

②被災地の外周飛行

被災地外周部に沿って、高度等を変えながら被災地域の状況を把握する。

静止画より動画の方が現場の状況がわかりやすい（受援部隊の隊員の意見）。ただ後で画像を引きのばして詳細を確認するなどを行う予定であれば、解像度の高い静止画（インターバル撮影など）での撮影も検討する。



【2018年大分県耶馬溪地すべりの事例】

左：地上から撮影した画像

右：ドローンで高度100m程度から撮影した画像。矢印で示す奥の滑落崖の状況がわからない。

第2 安全監視（二次災害の予兆の監視、活動状況の把握）

土砂災害の全体を可能な限り把握し、安全監視上の重要な箇所を撮影する。「第1 被害状況の把握」の継続・詳細把握も兼ねる。土砂災害の安全監視に係る斜面の主な確認ポイントは次のとおり。また、災害発生後も周囲の環境（特に地形や土砂ダムなど）が変化する可能性がある。それを追跡するため、定期的なドローン空撮の実施が望ましい。

- ①堆積部：土砂の構成（泥・砂・岩など）、広がり方、家屋などの痕跡、「生存空間」を探す
- ②流送部：流水、水たまり、残存土砂（再度崩れそうな土砂）
- ③崩壊源頭部：崖（岩）の様子、地すべり・崩壊の深さ、湧水、残存土砂
- ④後背斜面（崩壊源頭部より上部の斜面）：亀裂、凹地、地表水
- ⑤崩壊の側部：亀裂、凹地、地表水

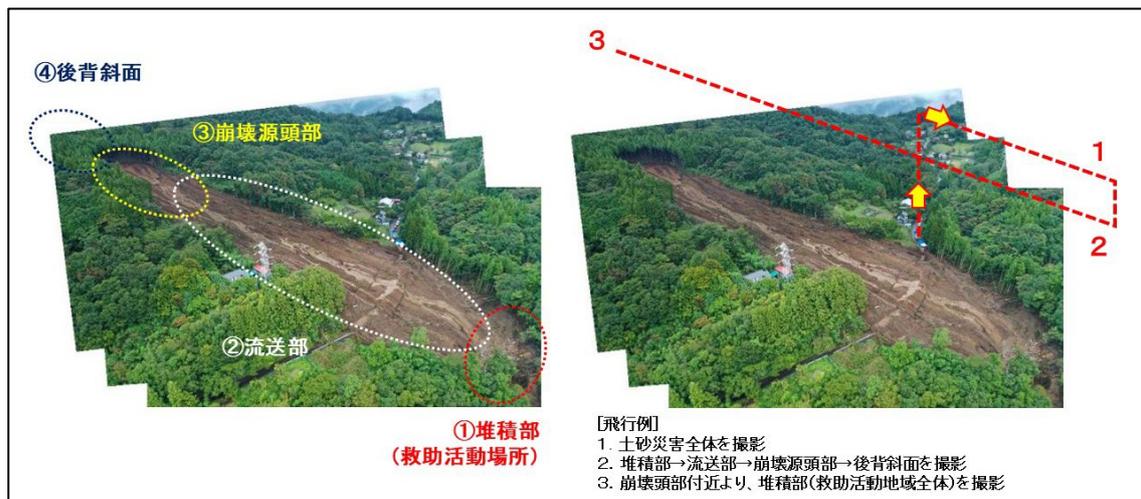
※ 現場指揮所や救助活動場所までの移動ルートの安全のため（崩壊の横拡大の想定）

- ⑥周辺の溪流：水たまり（土砂ダムの確認）

※ 「⑥周辺の溪流」の確認のためには別の飛行が必要

○飛行例

- 1 最大高度（150m未満）まで上げて、俯瞰の斜め写真を少し離れた場所から撮影（可能であれば土砂災害全体が映るように）。静止画だと後で引きのぼして見ることができる。
[確認ポイント：①～④]
- 2 土砂災害の土砂の情報を収集。堆積部（救助活動場所）から崩壊源頭部、さらに先（後背斜面）まで移動（可能であれば尾根まで）。崩壊源頭部まで到達が難しい場合には、飛行可能な流送部の最上流までを撮影。曲がりくねった土石流や、巨大な地すべりなど、崩壊源頭部まで到達できない場合も多い。カメラは真下向きか斜め下向き、対地高度 100～150m程度で撮影。インターバル静止画撮影が推奨。[確認ポイント：②、③、④]
- 3 崩壊源頭部付近から救助活動地域全体を撮影 [確認ポイント：①]



【2019年東日本台風における神奈川県相模原市牧野の崩壊の事例】

左：安全監視ポイントの地域分け

右：無人航空機（ドローン）の飛行例

第3 地図（オルソ画像）の作成

ドローン空撮画像を用いて地図を作成する。ドローンの高度をあげ、カメラを真下向きに撮影し、単発もしくは連続写真を重ね合わせることで簡易な写真地図として利用することができる。災害後の地図を作成することができれば、安全監視場所・移動ルートなどを記載することで作成指揮内容を共有することができる。

○写真地図の作成と活用例



【2019年東日本台風における神奈川県相模原市牧野の崩壊の写真地図への記載例】

地図作成ソフトウェアを利用できる場合は「オルソ画像」を作成する。「オルソ画像」は地図に正確に投影できる画像のため、土砂災害の被害範囲や活動範囲、移動距離などを正しく算出することができる。また、災害前の地図・航空写真などと比較することが容易となるため、被災箇所・範囲の推定が簡易になる。「オルソ画像」は、他のGISデータ（建物ポリゴンデータなど）との重ね合わせをすることができるため、災害状況のより詳細な把握も行うこともできる。

○オルソ画像の活用例



【2021年熱海市土石流災害における災害前後比較】

左：災害前の Google Earth の航空写真

右：ドローンから作成したオルソ画像（色の濃い部分がオルソ画像の範囲）

○災害前後の地図画像比較から読み取れる内容の紹介

- ・被災範囲、土砂の流出方向
- ・危険地域
- ・流された家屋、流出を免れた家屋
- ・流された車両（道路からの距離から、土砂の流出距離、流された方向などを推測）

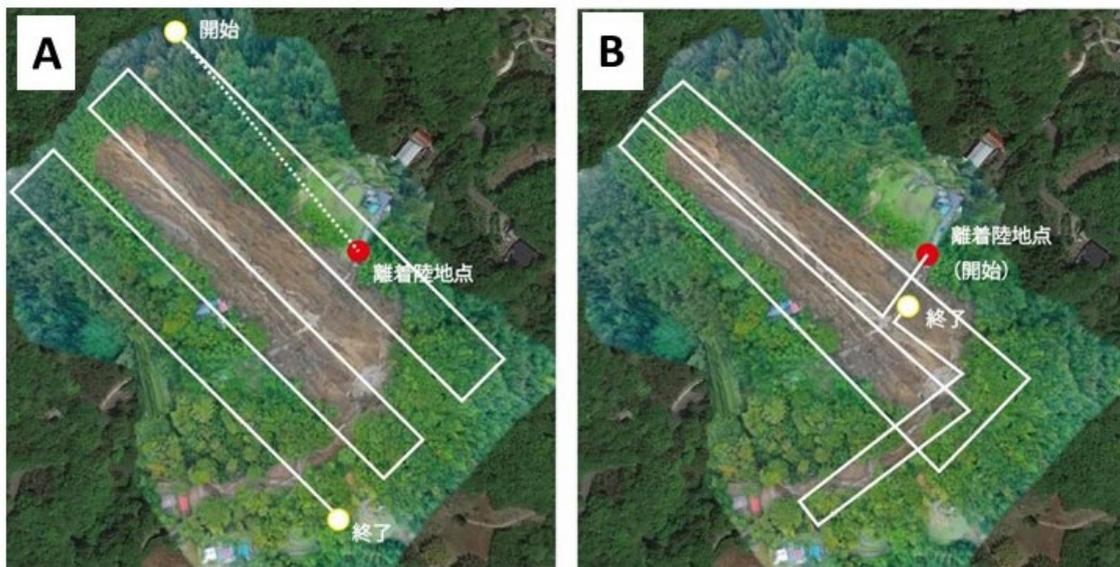


【2021年熱海市土石流災害のオルソ画像と災害前の建物枠（国土地理院）との重ね合わせ】

○オルソ画像作成のための飛行例

消防研究センターでのオルソ画像作成の際の飛行例を紹介する。測量目的ではないため、ドローンの飛行は単純・簡易化している。

- ①対地高度 100～150m
- ②カメラは真下向き
- ③静止画のインターバル撮影（2秒間隔）
- ④オーバーラップ率・サイドラップ率を考慮した飛行(ゆっくりした飛行)
- ⑤自動航行ではなく手動運転（災害現場での急な状況変化に対応するため手動運転にしている。十分に安全が確保できる場合には自動航行も利用する。一般にオルソ画像を作成する場合には自動航行が推奨されている。）



【オルソ画像作成のためのドローン飛行例 (A. 理想的な飛行ルート、B 実際の飛行ルート)】

○地図作成ソフトの例

- 1 Pix4Dreact [Pix4D] : 広域応援室の「ハイスpekドローン」の付属として全国 47 都道府県に配備されている。使用できるドローン（カメラ）は限られているが（Pix4D のホームページで確認可能）、簡易オルソ画像を素早く作成することができる（解析パソコンの能力次第ではあるが、空撮画像 100 枚程度で 5～10 分で簡易オルソ画像が作成可能）。真下に向けた画像しか使えないなどの制限もある。三次元モデルの作成はできない。
- 2 Pix4Dmapper [Pix4D], Metashape [Agisoft] : SfM (Structure from Motion) 解析ソフトウェア。空撮画像からオルソ画像や三次元モデルを作成することができる。基本、ほぼ全てのドローン（カメラ）の空撮画像を使用可能。解析パソコンの能力、空撮画像の撮影方向のばらつき次第ではあるが、空撮画像 100 枚で 30 分、200 枚で 1 時間、400 枚で 3～4 時間程度の処理時間でオルソ画像の作成が可能（作成するオルソ画像、三次元モデルに求める精度でも処理時間は変わる。上記の時間は中程度の精度を求めた場合）。真下に向けた画像だけではなく、斜め写真も利用可能。三次元モデルも作成できることから、災害前の地形データと比較することで標高差解析（土砂層厚図の作成）も行うことができる。ただし、標高差解析を行うためには他のGISソフトウェア（ArcGIS、QGIS など）が必要となる。

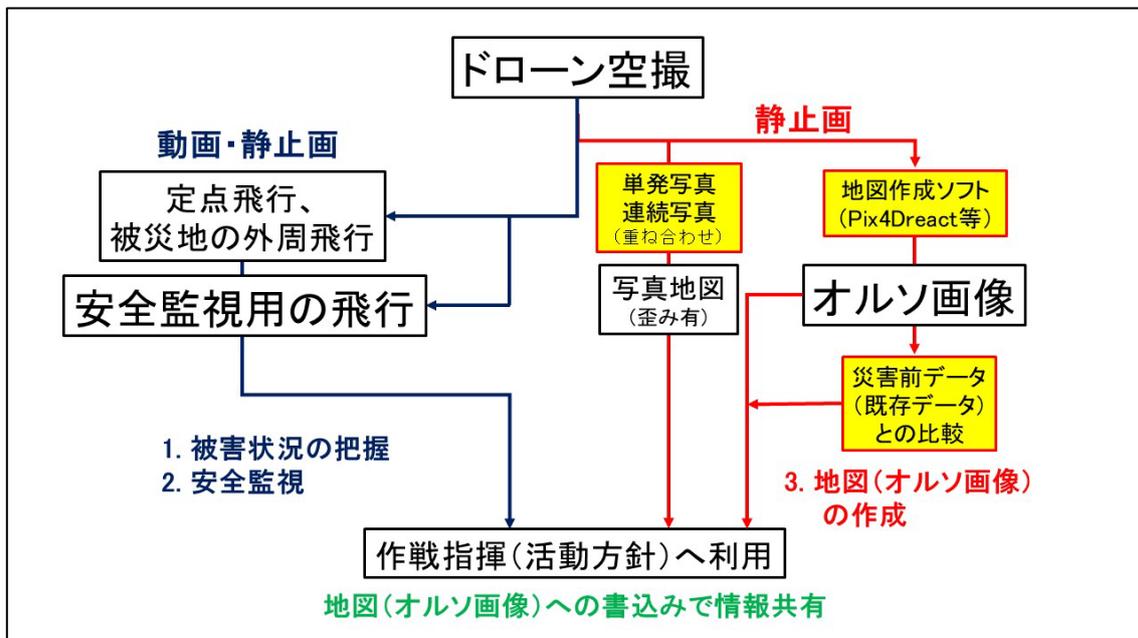
第4 ドローンによる情報収集フローチャート

第1から第3までの内容をまとめたドローンによる情報収集のフローチャートを次に示す。

ドローンは、現場で手軽かつ短時間で俯瞰情報を入手できるため、土砂災害対応には非常に有効な資機材である。ドローンを有効に利用するためには、「どのような現象」を把握するために「何を」撮影するべきかを事前に把握しておくことが重要である。

ドローンで地図を作成することで、より現場の救助活動に活かすことができる。ただし、実際に現場で作成するためには課題が多い（時間・人員・資機材等）ので、どこまで現地消防だけで行えるのか（行うべきか）を考えておく必要がある。

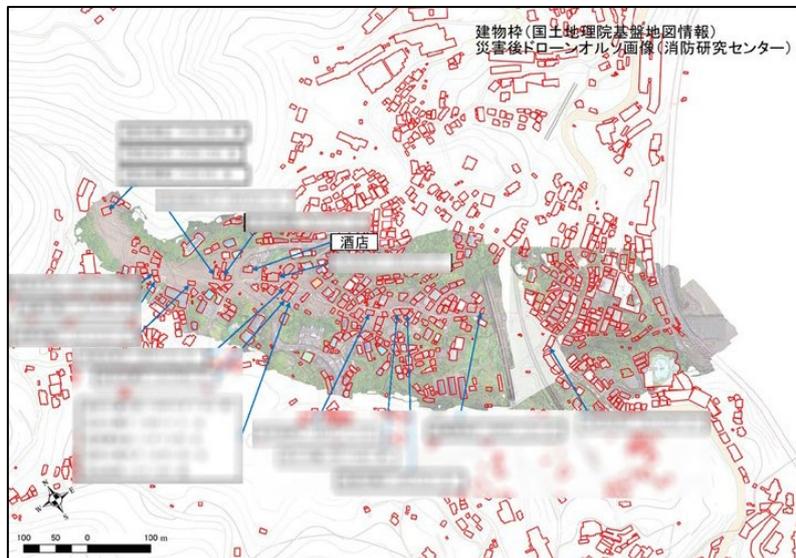
【ドローンによる情報収集のフローチャート】



○活用事例

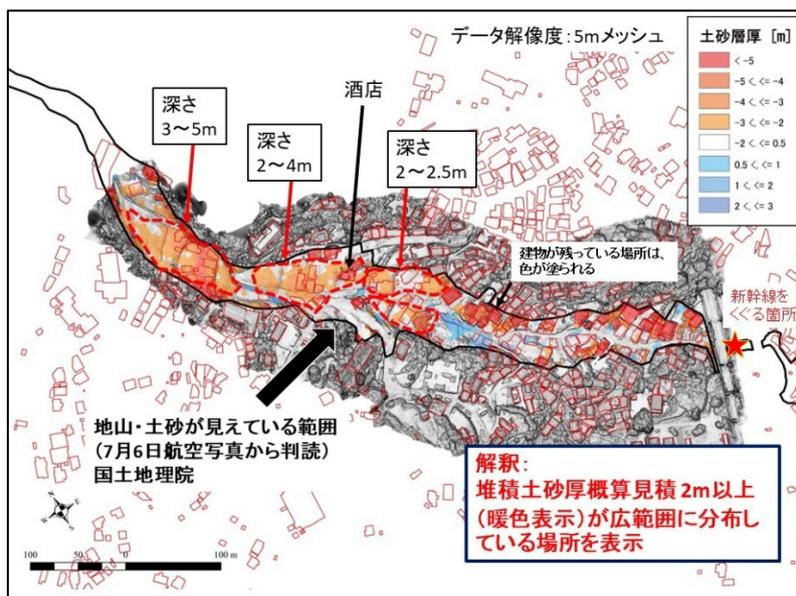
1 建物ポリゴンの重ね合わせの活用事例

オルソ画像と建物ポリゴンを重ね合わせた画像に、安否不明者情報を加筆することで救助活動の作成指揮の補助データとすることができた（2021年熱海市土石流の事例）。



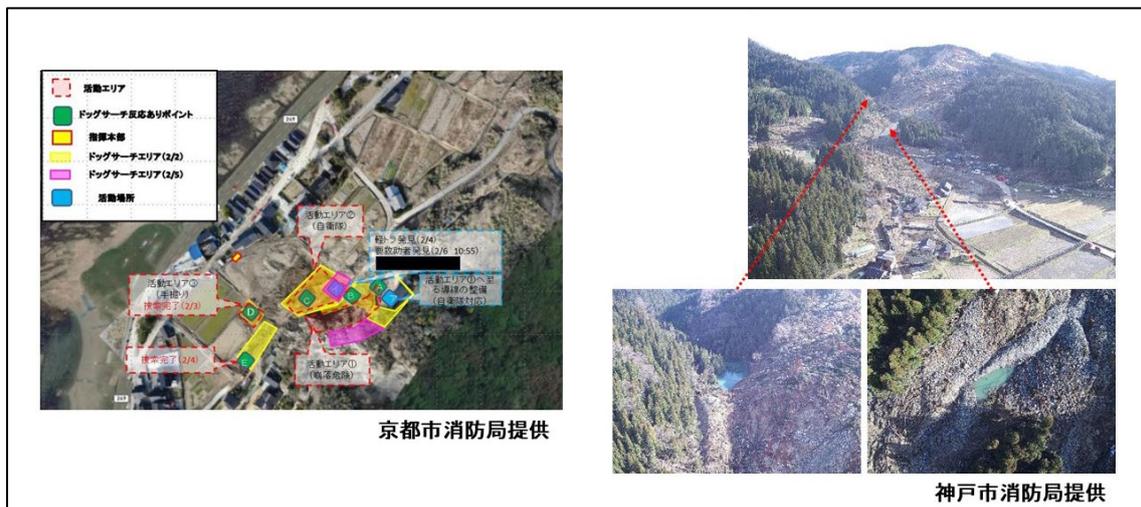
2 ドローン空撮画像から作成した三次元モデルの活用事例

ドローン空撮画像から三次元モデルを作成することで、災害後の数値標高モデル（DEM: Digital Elevation Model）を作成することができる。日本全国で災害前の数値標高モデルが整備されている（国土地理院）ことから、災害前後の標高差分（土砂層厚）を概算することができる。土砂災害の救助活動の場合、土砂層厚を推定することができれば必要となる資機材や人員数などを検討することができる。（2021年熱海市土石流の事例）



3 能登半島地震でのドローンの活用事例

2024年能登半島地震におけるドローンの活用事例を紹介する。ドローンを活用して定期的に救助活動地域の地図を作成することで、救助活動の進捗状況の把握（京都市消防局・仁江町の崩壊）や、土砂ダムなどの安全管理上問題のある箇所の変化の確認（神戸市消防局・市ノ瀬地すべり）が行われた。



○国土交通省 3次元モデル（BIM/CIMモデル）の活用

国交省では、有人機・ドローンなどの空撮画像を用いて、3次元モデルを作成・公開を行っている。基本的にオルソ作成のためのデータ取得ができれば、データを流し込むだけで作成でき、計測等も簡単に行えるので、使いこなせれば有用なツールとなる。

「地すべり災害対応のBIM/CIMモデルに関する技術資料」

<https://www.pwri.go.jp/team/landslide/kanrisya/cim/saigaicim.html>

[参考資料]

総務省消防庁広域応援室、緊急消防援助隊土砂・風水害活動モデル、令和5年9月
広島市消防局、水防活動時における小型無人航空機を活用した現場活動マニュアル、令和5年
土志田正二・新井場公德・佐伯一夢、消防救助活動における無人航空機（UAV）の利活用方法について、消防研究所報告、124、pp.1-9、2018。

土志田正二・新井場公德、土砂災害による救助活動現場における無人航空機（ドローン）の利活用、消防研究所報告、129、pp.11-20、2020。

土志田正二・新井場公德、2021年7月熱海市土石流災害における捜索救助活動の技術支援と課題、消防研究所報告、131、pp.1-15、2022。