

土砂災害現場における捜索救助活動への技術支援

消防庁消防研究センター 新井場 公德／土志田 正二

1 はじめに

2019年の台風第19号（令和元年東日本台風）は、東日本各地に被害をもたらしました。このうち神奈川県相模原市緑区牧野（まぎの）では、土砂災害が発生し2名の方が亡くなりました。消防庁消防研究センターでは、相模原市消防局の要請に基づき、現場の安全管理等に係る技術援助を実施しました。

土砂災害は年間約1,000件発生し、被害家屋は約300軒¹⁾という我が国の主要な災害の一つですが、対応に苦慮することが多いものです。平成26年度と令和元年度に消防庁救助技術の高度化等検討会では、安全管理や活動方法について検討を行い、活動のあり方をまとめました^{2)、3)}。これを受けて各地の自治体消防においては活動要領などの作成が行われています。また、消防庁の競争的研究資金を活用して、消防活動の特性に適応した警報装置の開発もされるなど⁴⁾、土砂災害への消防機関の対応力の向上が近年図られているとこ

ろです。本稿では、これらの取組の参考となるよう、今回の技術支援において観察したこと及び判断の内容を事例として報告します。

2 災害の概要

対象の災害は、2019年10月12日に神奈川県相模原市緑区牧野で発生したもので、消防機関の覚知は21:46（119番通報）でした。このときまでのアメダス相模湖の総雨量は629.5mm、19～20時の時間雨量は60.0mm、20～21時の時間雨量は45.5mmでした。なお、雨による災害の調査で地元の方からよく聞くことに「〇〇にくらべてうちは雨が少ないから安心と思った」というものがありますが、地域ごとにそこで降る雨に適応した地形が作られており、雨の量が他地域より少ないからといって安全性が高いとは限らないことを記しておきます。

図1は10月15日にドローンで撮影した7枚の写真を貼り合わせたものです。図1左で崩壊が発生して右へ流れ、図1右を上から下



図1 災害発生場所周辺のモザイク写真（10月15日撮影）

へ通る道路の脇にあった住家、倉庫及び車庫を流し、右端の溪流に流出しました。ドローンからの画像 106 枚を用いて約 2 時間計算を行って求めた崩壊後の地形の断面図を図 2 に示します。家屋は横軸の 270 m 附近に立地していました。

3 現場の状況

写真 1 は源頭部の状況です。地下水は流出しきっており、後背斜面にも亀裂等は見られませんでした。この辺りの斜面は約 20 度の傾斜で、崩れた土砂は平均傾斜約 15 度の斜面を表面の土のみ削りながら（植物の根は残されていた）流れ、家屋を押し流し、道路は削らずに上を流れて溪岸の約 40 度の急斜面を落ちて沢に流れ込みました。

沢には堰堤があり、土砂が多く捕捉されました（写真 2）。建物の瓦礫と泥が混ざって堆積しているのが見えます。また、この上流にも別の堰堤があり、土砂が堆積しその上流に池ができていました。さらに下流に流れ下った土砂には建物の瓦礫らしき物がほとんど見当たらなかったことから、写真 2 の場所が主な搜索箇所とされました。住民の方によれば、堰堤は 7 m の深さがあったとのことであり、また、我々のドローン画像による地形と地理

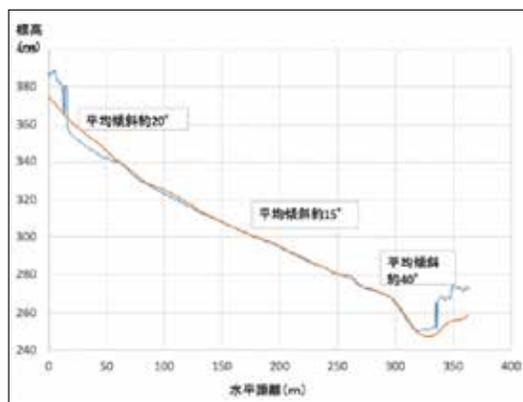


図 2 地理院地図（災害前：赤）とドローン画像からの地形（災害後：青）による断面（赤は地盤高さ、青は樹木等の高さを含む）

院地図との比較では、一番深い所で約 5 m となりました。この規模の土砂を人力で掘削するのは困難であり、相模原市消防局では人力による搜索に平行して重機導入の検討と準備を行いました。

搜索現場は水に飽和した泥、倒木、瓦礫が混在し、岩は見当たりませんでした。携帯は通じず、布団などの生活痕跡、車両及びガソリンの痕跡は見当たりませんでした。このように要救助者の位置の特定の手がかりはなかったことから、柱や壁、床など建物の瓦礫を手当たり次第に人力で除去することから着手されました。瓦礫や倒木は泥の中に埋没していることから、泥を除去し、瓦礫を動かせる大きさに切断し、抜き取って、積み上げ場まで運ぶ、という作業が足下の悪い中で行われました。転倒や泥に足を取られる事態がしばしば発生しました。チェーンソーはたびたび故障し、自衛隊員が懸命に整備をして下さいましたが、それでも利用不能になる物が多く出ました。

この現場の特徴的なこととして、上流の堰堤に堆積した土砂（写真 3）が上流に池を作っていたことから、池の水位があがって、堰堤より高く堆積している土砂を押し流してることが懸念されました。救助隊長の発案により、この池の水をポンプで上げ、中継池を経



写真 1 源頭部の状況（10月14日12時頃）

由して掘削箇所まで送り、放水することで掘削の際に泥を除去するのに活用しました。この方策は掘削地点の土砂が堰堤に支持されていたため安全に実行できました。その後は泥の除去が効率的になりました。

4 安全管理の概要

相模原市消防局では以前から土砂災害対応に関する訓練・研修に取り組んでおり、安全管理に配慮した活動が行われていました。源頭部に対する監視員2箇所2名、道路周辺への監視1名、掘削地点に対する対岸からの監視3名(写真2の左上部)が配置され、家屋跡地の近くには転倒型の警報器が設置されていました。また、監視の目印とするため、写真2の中部に写っているように荷造りテープを倒木などに張り渡し、土砂の変形などの目



写真2 建物のガレキが堆積した場所の状況
(10月14日11時頃)



写真3 捜索現場の上流の堰堤の堆積土砂
(この奥に湛水) (10月14日11時頃)

印としていました。

筆者らが到着時には既にこれらの安全管理体制が整っていましたが、改めて全体を調査し、また、溪流の上流への遡行も行い、表1のように評価を行いました。この結果に基づき、監視員の増設(上流の堰堤の湛水の水位)と監視対象の重点化(溪岸の崩壊:写真4)が行われました。結果はドローン画像を現場に相模原市消防局が持ち込んでいたプリンタで印刷したものの上手書きで示しました(写真5)。

活動中、次のような活動停止と緊急退避がありました。

- ①監視員が溪岸で地下水の湧き出しを発見した。
→ドローンで確認したが伝送画像では確認できず。近寄って観察したところ、ぼたぼたと約2秒おきに水が垂れていた。おそらく



写真4 監視対象とした溪岸 (10月14日17時頃)



写真5 監視対象等の配置図 (現地指揮本部)

発生しうる事象	蓋然性	影響の度合い	対策 (10/14)	対策 (10/20)
斜面の再崩壊	小 ○尾根近くから落ちている ○亀裂等なし ○湧水なし	小 ○地表水なし →おそらく到達しない	・流送域の中流から 目視監視 ・流送域に警報器設置	・流送域に警報器設置 (増設)
堆積土砂の再移動 溪岸の崩壊	中 ×土石流堆積物の上に岩 ×地下水が湧いた痕跡？ ×地形図から過去の 移動？	大 ×退避時間が無い	・対岸からの目視監視 (湧水、落石) ・活動地点からの 目視監視 (湧水、落石)	
掘削箇所の崩壊	小 ○堰堤が支持している ×極めて軟弱	大 ×退避時間が無い	・流路の付け替え時は 一旦隊を引き揚げる	・活動地点からの 目視監視 (湧水、落石)
アプローチの危険 (上流の湛水)	小 ○水は流れている ×土砂は堰堤よりも 高く堆積	中 ×退避時間が無い (途中から) ○排水(掘削に活用)	・右岸小高い場所から 水位の監視 ・活動地点から堰堤の 土砂監視	・ポンプ操作員による 水位監視

表1 二次災害の発生機構⁵⁾と牧野地区における評価

監視の重点化によって見つかったもので、30分観察しても滴下の頻度は変化しなかったことから、活動を再開した。

- ②活動地点の監視員が上流の堰堤の荷造りテープが動いたのを見た。
→夜間であり十分な確認が出来なかった。照明不足で周辺状況の確認が困難であり活動を中断した。翌朝、前日の昼に撮影していたスマートフォンの写真と比べて確認したところ、堰堤上の土砂が幅1m程度で崩れたものと判明した。乾燥に伴う局所的なものだと判断して再開した。

- ③活動中に大量の水が出てきた。
→滝のように水が出ていたので不審に思い、上流に簡易水道の設備があったことから問い合わせたところ、栓を開けたとのことで、流出家屋のところで漏れたものであった。
人力での掘削により1～2m程度の深度まで捜索は進んだものの明瞭な手がかりは得られず、重機を導入することとなりました。消防や自衛隊などの重機では進入が難しく、専門業者に委託されました。溪流への重機の導入や溪流内での運用には知識と経験が必要であり、捜索救助機関(消防、警察、自衛隊等)にはそれらが不足しています。土砂災害時には、市町村・都道府県の土木部局と連携する

必要があります。

3月18日には雨の予報があったため、あらかじめ活動停止基準について相模原市消防局から相談がありました。土砂災害警戒情報の発令にも用いられる長期の雨量指数と短期の雨量指数を用いて検討し、想定されるハザードが高い確率で人命となること及びぬかるんだ急斜面で退避が難しいことを考慮し連続雨量20mmまたは時間雨量10mmで中止としました。

5 おわりに

一つの事例ではありますが、災害現場における救助活動の実態について報告しました。災害現場で救助活動を行う皆様の参考になれば幸いです。

文献

- 国土交通省：平成29年全国の土砂災害発生状況
<http://www.mlit.go.jp/common/001021024.pdf>
- 消防庁：平成26年度救助活動の高度化等検討会報告書 土砂災害時の救助活動のあり方について、平成27年3月
- 消防庁：令和元年度救助技術の高度化等検討会報告書 土砂災害時の効果的な救助手法について、消防庁、令和2年3月
https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-52.html
- 消防庁：
https://www.fdma.go.jp/mission/develop/item/H30_seika_osashi.pdf
- 新井場公徳・土志田正二・佐伯一夢：2014年8月広島市において発生した降雨停止後の土砂災害の要因と土砂災害時の活動の安全確保に関する考察、消防研究所報告、第121号、pp.1-8 (2016)