

ヘリコプターによる 土砂災害調査マニュアルの作成

松本 堯大

関東地方整備局 日光砂防事務所 調査課 (〒321-1414 栃木県日光市萩垣面2390)

土砂災害発生時には、広範にわたる状況を迅速に調査し把握するためにヘリコプターを活用する。災害時、一刻も早い対応が必須となる中で、ヘリコプターでの調査を実施するにあたっては、運航申請や関係機関との調整等の事務手続きに加え、的確に調査を行うための準備、調査方法・調査事項の確認を円滑に行わなければならない。

本稿では、日光砂防管内で大規模な土砂災害が発生しヘリコプターを活用した調査を実施する際に、運航までの迅速な対応と、上空からの的確な調査を行えるようにすることを目的として、ヘリコプターによる土砂災害調査（以後「ヘリ調査」）マニュアルの作成について報告する。

キーワード 土砂災害対応、緊急調査、ヘリコプター調査、土砂移動
行い被害が想定される

1. はじめに

(1) 土砂災害対応における国の役割

近年、豪雨の増加に伴い土砂災害の発生件数は増加傾向にあり、令和元年の台風19号では東日本の広域にわたって土砂災害が多発し、大きく報じられていたことは記憶に新しい。土砂災害は豪雨や地震等の自然現象により二次的に誘発されるケースが多く、中でも河道閉塞による土石流（崩れた土石が河道を塞ぎ、湛水した水と一体となって流下する）、火山噴火に起因する土石流等は、“大規模な土砂災害”と位置づけられている。これらは発生頻度こそ低いものの、広範に多大な被害を及ぼすおそれがある。

土砂災害防止法によると、河道閉塞や火山噴火に起因する土砂災害が急迫した時には、国が、緊急調査を

区域と被害が発生する時期を予測し、国民のいのちを守るために、自治体・一般に周知（土砂災害緊急情報）しなければならないとされている。土砂災害緊急情報は市町村が出す避難指示の判断の基となることから、一刻も早く危険を報せるためにも、迅速な調査・状況把握が必須となる。

(2) ヘリ調査の必要性

土砂災害の現場は山間部にあること、災害発生時、道が通れない状況も想定されることから、地上からの調査箇所へのアクセスは困難であると考えられる。また、災害規模の確認や予測を行う上で、発生箇所、人家等の保全対象の位置や、周辺の土砂流出、河道閉塞の発生の有無等、広範を俯瞰的に見る必要がある。ヘリ調査は地上からでは近づくことが困難な場所においても直接確認することができ、目的地への移動が早く、広域を短時間で確認することが可能である。従って、地震や豪雨の後に土砂災害の発生の確認や、河道閉塞等の発生に伴う緊急調査等、土砂災害発生時の初期対応としてヘリ調査が必要となる。

(3) 日光砂防事務所での取組

日光砂防事務所では、毎年、防災ヘリコプター（あおぞら号）を運航して管内の土砂流出状況の確認を行っている。これは、単に土砂流出状況を把握するだけ

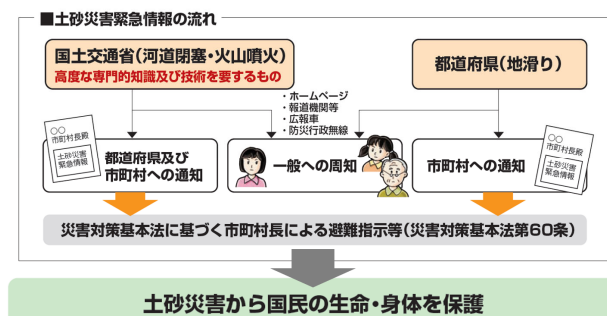


図1. 土砂災害防止法改正 (H23) による国の役割



図2. R3 日光砂防ヘリ調査の様子

でなく、ヘリ調査の訓練を兼ねている。実際に災害時のヘリ調査を経験した職員は非常に少ないこと、また、上空からの現場確認は地上からとは勝手が異なることから、職員が災害対応で搭乗する前にヘリコプターからの現場確認を経験しておくことを狙いとしている。令和3年度においても11月に実施した（以後「R3日光砂防ヘリ調査」）ところであり、災害対応訓練として日光砂防事務所所管の日向砂防堰堤を天然ダムに見立てた河道閉塞調査訓練を併せて実施した。

2. 現状の課題

災害時にヘリ調査を行う際には、運航を実施するための申請から、運航にあたっての乗降場や給油場等の手配、調査には国だけでなく県や市、専門家等も加わる場合もあるため、それら関係機関との調整等の手続きが多い。その上、ヘリに搭乗して的確な調査を行うためには事前の準備、調査方法、調査時に確認すべきことを把握しなければならない。これらを時間がない中で確実に対応するためには、土砂災害調査に特化して、実施すべき事項が網羅的にまとめられたマニュアルが有効と考える。

しかし現状では、関東地方整備局 防災室等のヘリ運航までの手続きの説明書や、日光砂防事務所、河川部河川計画課、国土技術政策総合研究所等で作成している調査マニュアルがあるが、いずれも部分的であり、運航手続きから土砂災害調査まで網羅的にまとめられたマニュアルは見当たらない。また、各機関で作成している調査マニュアルについても、河道閉塞のヘリ調査であれば、河道閉塞調査の中にある、というようにヘリ調査として河道閉塞や火山噴火発生時の調査方法等を1つに集約したものはない。

3. 目的

日光砂防事務所管内で地震や豪雨、河道閉塞等の災害が発生してから、災害発生箇所へのヘリ調査を行う際に、運航までの準備を迅速に行えるようにすること、上空からの的確な調査により、速やかな被災状況の把握を行うことを目的として、ヘリ調査マニュアルを作成することとした。

4. マニュアル作成の実施

マニュアルの作成にあたっては、日光砂防事務所で作成している災害対応マニュアル、関東地方整備局 防災室や国土技術政策総合研究所で作成されている調査方法、ポイント等の資料を整理して1つに集約することにより、ヘリ調査を準備から実施まで円滑に行えるようにした。さらに、より実情に沿ったマニュアルにするために、11月に実施したR3日光砂防ヘリ調査で気づいた点や苦労した点を盛り込むとともに、災害対応で指揮をとった経験のある方にヒアリングを行い、そこで得た経験や情報、知識を反映した。

(1) 全体フロー

ヘリ調査を迅速に実施するためには、まず、調査を開始するまでの対応の流れを可視化し、一通り確認できるような全体フロー（図3）を作成した。全体の流れを理解することで、次に何が必要になるかが分かり、円滑な準備を可能にする。調査の実施までには、

- I. ヘリコプターの運航申請
 - II. 災害発生情報を基にした調査ルート決定
 - III. 調査時に確認するための資料の収集・作成、調査に使用する機器等の準備
- が必要となる。これらを分担して行えるように細分化し、横並びにして表記することで、各作業を同時に並行して進め、時間短縮が図られるよう工夫した。

全体フロー

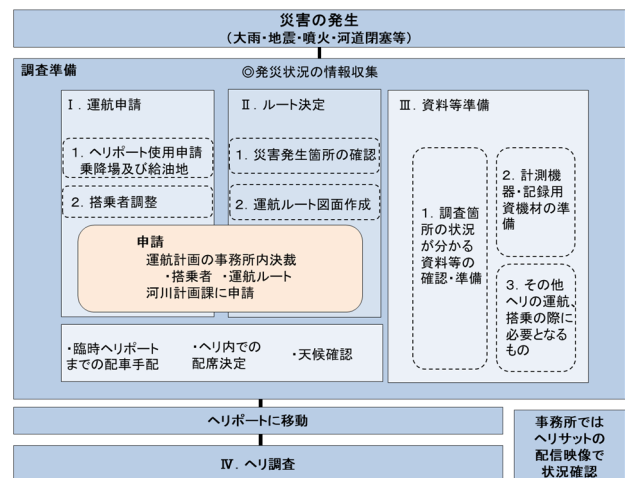


図3. ヘリ調査実施までの全体フロー

(2) 調査準備

全体の流れを示した後に、フロー上の準備項目毎に必要な事項を記載した。ここでは、冒頭にその項目のポイントを手端的に明記し、何を行わなければならないのかを目立つように色づけて記載することで、要点が一目で分かるようにしている(図4)。次いで、その項目の準備を行う上で必要となる関係機関の連絡先や情報、申請様式等を表記し、即座に実行に移すことが出来るようにしている。

特に、既存のマニュアルでは触れられていない細やかな必要事項についても、R3日光砂防ヘリ調査で得た経験、課題をマニュアルに反映している。主なものは以下のとおりである。①ヘリサット(衛星回線を利用してリアルタイムで伝送出来る空撮映像)のデータを受け取るためにSDカードを用意すること(調査前に撮影技師に渡す)、②ヘリポートには事務所保有の吹き流しを持って行き設置する。③山間部を上空から調査している中で景色が似た所が続き、調査途中にどこを飛行しているか見失うことがあった。調査に携行する図面は紙媒体のものだけでなく、GPSを捕捉し地図上で位置が確認できるタブレット端末が必要である。④ヘリコプターに搭乗した職員の中には、酔って調査をまともに出来なかった者もいた。上空の風の状況によって機体の揺れも変わるため、酔い止めは飲んでおくことが望ましく、常に用意しておく必要がある。

(3) ヘリ調査

ヘリコプター搭乗後に調査を実施する段階において、上空からの確かな調査を行う上でのポイントと見るべきポイントについて整理し記載した。

a) 調査を行う上でのポイント

ヘリ調査は初期調査という位置づけでの実施が主

準備 (運航申請)			
I-1. ヘリポート使用申請			
◎ヘリコプター使用申請の前に、乗降場と給油場が使用可能か確認を行う			
○乗降場 日光砂防職員、(市の関係者)が乗り降りする 日光砂防で登録している臨時ヘリポート			
臨時ヘリポート	所管	連絡先	電話番号
霧降スケートセンター 第二駐車場	日光市	(一財)日光市公共施設振興公社 日光霧降スケートセンター	0288-54-2401
日光運動公園	日光市	日光市日光運動公園管理事務所	0288-54-1585
大谷川グリーンパーク Jブロック	日光市	(一財)日光市公共施設振興公社 今市運動公園体育センター	0288-22-6470
○給油地点 栃木ヘリポート 給油等管内調査の基地局として利用			
給油地点	所管	連絡先	電話番号
栃木ヘリポート	栃木県	栃木ヘリポート	028-677-4545

図4. ヘリポート使用申請

であり、現地調査や応急処置等の実施判断の基となるような被災状況の記録が重要である。従って、的確に被災状況を記録するためのポイントを以下3項目で整理した。①カメラによる写真撮影、被災状況のポンチ絵の作成、加えてヘリサットの撮影箇所の指示がポイントとなる。ヘリサットは衛星を介して、リアルタイムで映像を伝送出来ることから、事務所等においても同時に確認することが出来る。②カメラ撮影では、災害発生箇所において、可能な限りスケールが分かるものと合わせて撮影することで発生規模が分かる。③発災箇所と人家をはじめとした保全対象が付近に何件あるか、発災箇所との位置関係が分かるよう写真撮影、図面に記録しておく必要がある。

b) 河道閉塞調査のポイント

R3日光砂防ヘリ調査で実施した、河道閉塞調査訓練では、レーザー距離計(以下「ベクター」)を用いて、日向砂防堰堤を天然ダムに見立て、本堤天端(越流開始地点)、下流末端の座標を計測する訓練を行った。この計測は、2点の比高差から天然ダムの高さが求まり、天然ダムが決壊した際の被害範囲の予測につながる。このベクター計測は、計測対象(越流開始地点・下流末端)にレーザーを照射して座標位置を計測することから、計測対象が見える位置を上空で旋回して確認すること、計測ポイントでホバリングをする必要がある。従ってベクター計測の実施にあたっては、特別なヘリの飛行方法が必要となる上、旋回、ホバリングの繰り返し、ベクターを覗いての計測作業は、自らの経験から、とても酔いやすくなるため、迅速かつ酔わないようにするためにも操縦士に説明資料(図5)のように調査の概要、計測のおおよその位置、そして飛行方法

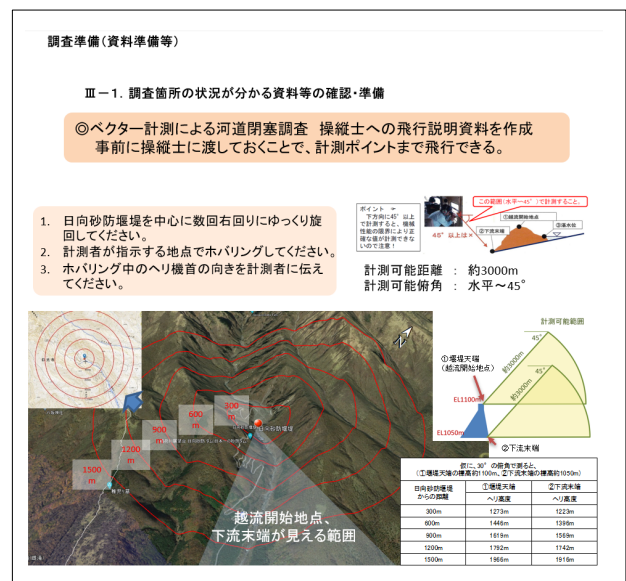


図5. 河道閉塞調査 操縦士への説明資料

を説明して、ベクター計測のための飛行方法を把握しておいてもらうことを、ポイントとして記載した。

c) 調査で見るべきポイント

土砂災害は二次的に発災するものであることから、その前兆を早い段階で把握出来れば、迅速に被害を防ぐための対応をすることが出来る。従ってヘリ調査では、土砂災害が発生する危険性が高まっている箇所がないかを確認することが重要となる。

地震、豪雨発生後のヘリ調査においては、河道閉塞が発生していないか、また溪流沿いの山の斜面で河道閉塞をはじめとした二次的な土砂災害発生が発生になりうる土砂の流出が起きていないか、湧水の発生、倒木等がないかを確認すること、砂防施設の損傷の有無、また今後、現地調査を行う上で安全にアクセスできるか等を確認すべきポイントとして整理している。

火山噴火時の火山灰の堆積状況については、上空からでは、その厚さは判断できないことから、地表が火山灰の色になっていることが認められる範囲の確認を行う。火山灰は積もると水が浸透しやすくなり、土石流が発生しやすく危険性が増す。

加えて、災害対応経験者のヒアリングにおいて、今後の対策を判断するための調査のポイントについても指摘があった。例えば、河道閉塞発生箇所の下流に既設堰堤がないか、また、その堆砂状況を確認することをポイントとして記載した。これは、既設堰堤があれば、緊急的に仮設堰堤等を設けずに除石工を行う等、その後の対応が変わってくるため、対応方法の判断を早急に行う上で重要なポイントとなる。

さらに、R3日光砂防ヘリ調査における河道閉塞調査訓練では、ベクター計測の経験が浅い職員が計測を担

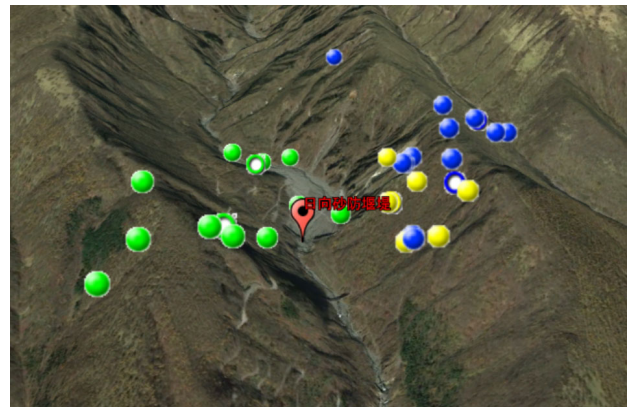


図7. ベクター計測結果

赤マーク（日向砂防堰堤）を対象として測定を実施
青、緑、黄のポイント：実施者毎の測定した座標点

当したため、測定した座標値が計測対象の座標値から大きくはずれていた（図7）。緊急性にもよるが、ヘリコプターからのベクターの計測だけでなく、地上からの調査を並行して行うことが有効であり、安全に地上から計測が行えるかを見るべきポイントとすることで、安全確認後に地上から計測を行い、より正確な天然ダムの高さ等の計測、ひいては正確な決壊時の被害想定を行うことができると考える。従って、マニュアルでは、調査準備の段階で、河道閉塞発生箇所への地上からのアクセスルートを図面で確認して、ルートが災害によって塞がっていないかを確認するよう記載した。

5. まとめ

(1) 成果

今回の取組により、ヘリ調査の運航手続きから、調査の方法までの全体の流れと、各事項の解説、ポイントまでを網羅したマニュアルを作成した。既存のマニュアルを集約した際、どの資料に何が記載されているかを確認する必要があり、目的とする情報を探すこと、そこから必要な事項を抽出することに時間がかかった。従って、本マニュアルの活用により、実際に対応を強いられた際に、情報の探す手間を省き、要点を即座に確認出来るようになり、より準備を迅速に行えるようになる。加えて、管内ヘリ調査や災害対応経験者のヒアリングを活かし、経験に基づいて作成していることから、より的確な調査を実施出来ると考えている。

(2) 今後の課題

今後、日光砂防事務所で管内ヘリ調査を実施する際には、今回作成したマニュアルを基にして、災害対応を想定した調査訓練を実施することで、本マニュアルの不足・修正点を洗い出し、より災害対応に沿ったマニュアルにブラッシュアップしていく。

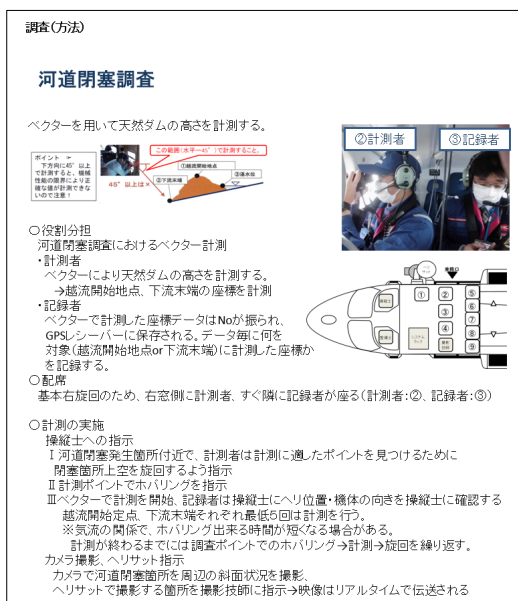


図6. ヘリ調査方法（河道閉塞）