

## ヘリコプターによる土砂災害危険箇所の緊急点検の提案

鈴木大和・桜井 亘・松本直樹

## 1. はじめに

大規模な土砂災害の発生直後には、更なる被害拡大の防止や応急的な対応の必要性の判断に資することを目的に、「地震後の土砂災害危険箇所等緊急点検要領（案）」（以下「点検要領」という。）に基づいた土砂災害危険箇所（以下「危険箇所」という。）の緊急点検を実施する。これまで、平成28年熊本地震や平成26年8月広島市における土砂災害等において実施された。点検対象は「土石流危険渓流」「急傾斜地崩壊危険箇所」「地すべり危険箇所」であり、危険箇所ごとに「危険度A：直ちに応急対応」、「危険度B：再調査後、必要に応じ対応」、「危険度C：緊急性が低い」の3段階の評価を行う。具体的には、流出した土砂等によって保全対象への被害が確認できた箇所は危険度Aとなる。保全対象に被害が無い場合でも、砂防施設の整備状況や土砂等の堆積位置や量などの観点から応急対応の必要性が高いと判断された場合には、危険度AあるいはBとなる場合がある。

点検要領には、災害発生直後にヘリコプターによる先遣調査を実施し、その結果も踏まえて地上からの点検（以下「地上点検」という。）の必要可否や実施範囲を決定することが示され、地方整備局や都道府県はTEC-FORCE等の技術支援を受けて地上点検を実施する。しかしながら、地上点検は二次被害の危険を伴うため、十分な安全確保が必要であり、また、災害発生直後の交通網が寸断された状況下で調査を実施するため、非常に時間を要する。そのため、危険箇所の緊急点検を迅速かつ安全に実施する方法が必要であると考え。

そこで、本稿では、大規模土砂災害発生後に危険箇所の緊急点検を実施する際の参考とするため、平成29年7月九州北部豪雨時に実施したヘリコプターを活用した上空からの危険箇所の緊急点検（以下「ヘリ点検」という。）の結果を踏まえて、ヘリ点検の有効性について報告する。

## 2. ヘリ点検の実施方法・妥当性の検証方法

## 2.1 ヘリ点検の対象箇所

対象とした危険箇所は、平成29年7月九州北部豪雨によって土砂災害が多発し、危険箇所の緊急点検を実施することとなった福岡県朝倉市の一部地域および東峰村全域（554箇所）のうち、陸路が寸断されたこと等の理由から地上点検が困難と想定された佐田川流域、疋目川流域、黒川上流域の63箇所である（図-1）。

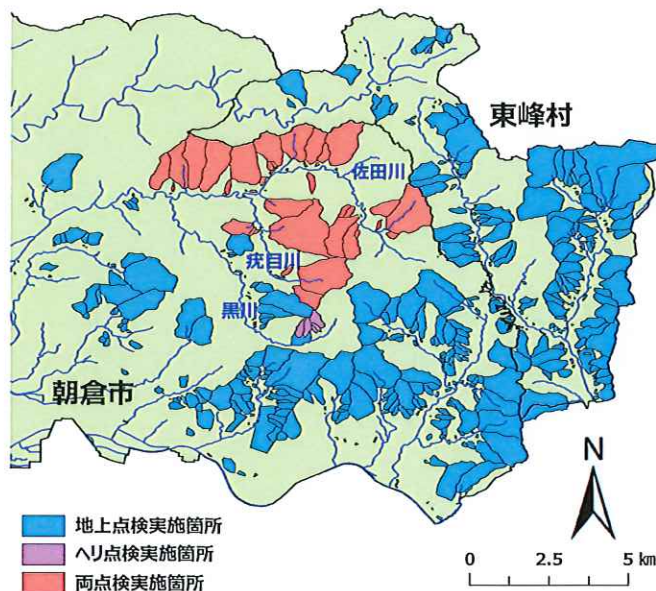


図-1 緊急点検の実施範囲と実施方法を示す全体図

## 2.2 ヘリ点検の実施方法

点検要領に示され、従来から実施されてきたヘリコプターによる先遣調査とは、土砂災害の発生エリアや規模を早急に把握することを目的とした概査である。一方、今回提案するヘリ点検とは、各危険箇所を精査し、崩壊の有無・人家への影響を確認して応急対応の優先度を設定することを目的として実施するものである。

ヘリ点検を実施するに際し、ヘリコプターと同じ視点から危険箇所を俯瞰した斜め写真を活用することにより、上空からの位置特定および点検結果の判定を円滑にすることができる。そこで、災害発生直後に撮影された斜め写真等と地形図のそれぞれに危険箇所を投影した図面を作成した（図



-2)。斜め写真が撮影されていない地域については、Google Earth等を用いて幾つかの危険箇所を一望できるアングルで画像を切り出して図面を作成している。なお、図面は集落等のブロック単位で作成した。

ヘリ点検は2人で実施した。1人は点検結果の判定とその記録を行い、もう1人はGPSによる位置情報をもとに機体を誘導し、危険箇所の状況を写真にて記録した。フライト時は、事前に作成した図面をもとに集落等のブロックごとに上空で数回程度巡回しながら対地高度500m程度で飛行し、土砂の到達状況や家屋への被害状況を確認した。ヘリ点検では、斜面崩壊等の変状があり、保全対象に影響が及ぶ場合には危険度A、異常が確認できない場合には危険度Cとし、上空からの観察だけでは評価できない箇所は、地上から再点検することが望ましいとして危険度Bとした。また、より微細な状況を記録して評価の根拠とするため、今回は高解像度の一眼レフカメラ（Canon EOS 7D Mark II）を使用して写真撮影を行った。降機後は撮影した写真を確認し、判定した点検結果の妥当性を検証し、点検結果を整理した。

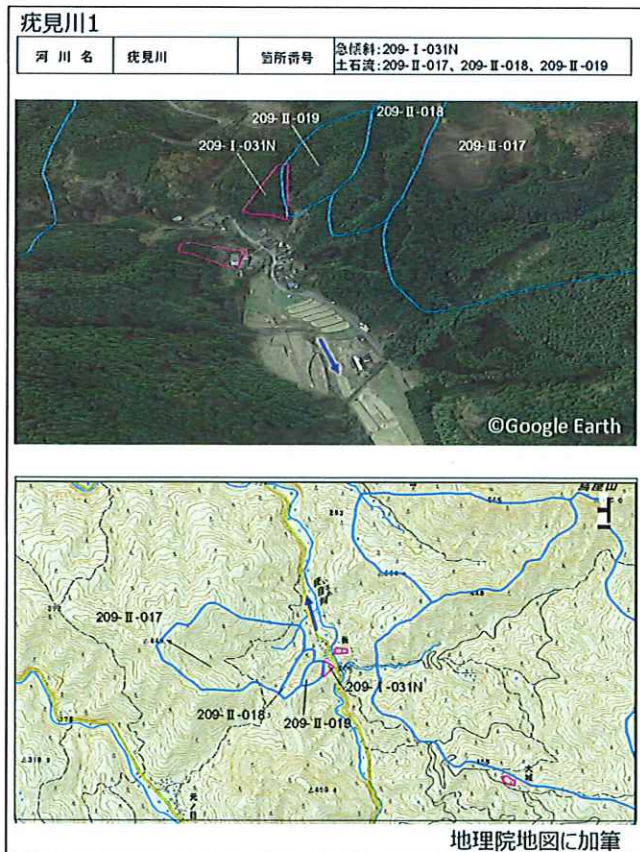


図-2 作成した図面の一例

### 2.3 ヘリ点検結果の比較分析方法

ヘリ点検を実施した危険箇所のうち、陸路が部分的に回復し、地上点検も重複して実施された危険箇所51箇所を対象に、ヘリ点検と地上点検の結果を比較した(図-3)。また、両者の評価結果が異なる箇所については、点検結果を記録した帳票の内容を整理し、評価に違いが生じた要因を分析することにより、ヘリ点検の特徴と実施時における留意点を考察した。

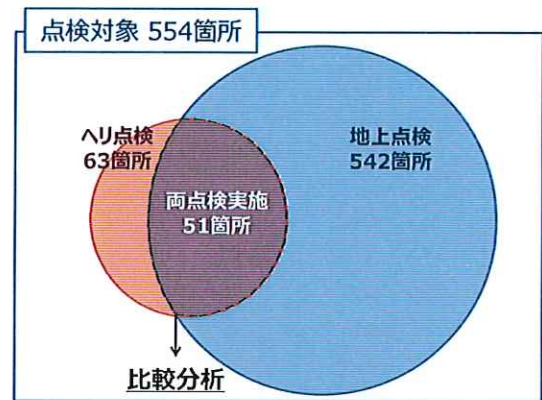


図-3 比較分析の対象とする危険箇所

## 3. ヘリ点検結果

### 3.1 ヘリ点検結果

ヘリ点検を試行した63地点の危険箇所の評価結果を図-4に示す。その結果、危険度Aは28箇所(うち土石流危険渓流23箇所、急傾斜地崩壊危険箇所5箇所)危険度Bは2箇所、危険度Cは33箇所であり、危険度Bは2箇所に留まったことから、ヘリ点検によって概ねの危険度を判定することができたと言える。なお、地すべり危険箇所は対象範囲に含まれなかった。危険度AおよびBと評価した点検箇所の一例を写真-1、2に示す。

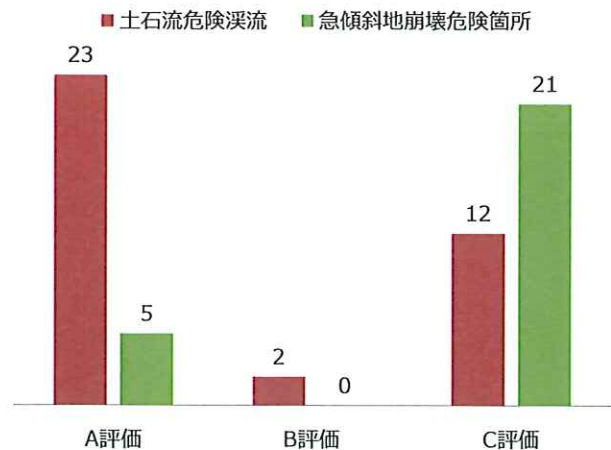


図-4 ヘリ点検の評価結果





写真-1 危険度Bと判断した土石流危険渓流



写真-2 危険度Aと判断した急傾斜地崩壊危険箇所

### 3.2 ヘリ点検結果と地上点検結果の比較

地上点検とヘリ点検を重複して実施した 51 箇所の点検結果を比較した (図-5)。土石流危険渓流は、32 箇所のうち 24 箇所において評価結果が一致し、急傾斜地崩壊危険箇所については、実施した 19 箇所すべての評価結果が一致し、ヘリ点検と地上点検の結果は概ね一致している。

不整合となった箇所のうち、ヘリ点検結果が A 評価および B 評価の合計 6 箇所の地上点検結果は C 評価であり、C 評価であった 2 箇所はいずれも B 評価であった。すなわち、地上点検結果が A 評価であり、ヘリ点検結果が C 評価となった危険箇所はなく、地上点検と比較してヘリ点検結果が著しく危険度を過小に評価していることはなかった。

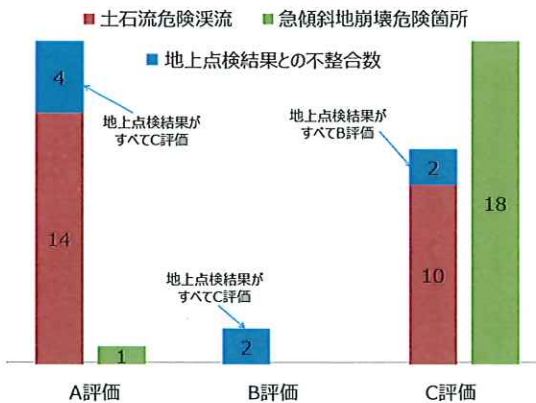


図-5 ヘリ点検と地上点検の評価結果の比較

## 4. ヘリ点検の有効性の考察

### 4.1 ヘリ点検結果と地上点検の結果の比較・分析

ヘリ点検と地上点検の評価が異なった点検結果を比較し、その要因を下記の3種類に大別した。

- 樹冠等の影響により保全対象に近い谷出口付近の様子が分かりにくく、土砂等の到達範囲を過大に評価した箇所 (4箇所)。
- 上流部に崩壊を確認したが、谷の途中の様子が樹冠等の影響により見えにくく、家屋付近まで土砂等が到達したと過大に評価した箇所 (3箇所)。
- 家屋の被災している状況を確認したが、地上から廃屋であると確認された箇所 (1箇所)。

また、土石流危険渓流では評価結果の違いがあったが、急傾斜地崩壊危険箇所では違いは生じなかった。これは、土石流危険渓流 (写真-3) は谷の両岸から樹冠で覆われていることがあり、上空から谷出口付近の様子を正確に把握できない場合があるため、一部の結果については地上点検の結果と異なる場合が生じると考えられる。一方で、急傾斜地崩壊危険箇所 (写真-4) は、急崖な地形部が崩壊する現象であり、斜め上空の角度から視認しやすく、また崩壊土砂とともに植生が崩落しているため、視界を遮る障害がなかったために上空からの状況把握が容易であったと推察される。

以上のように、ヘリ点検は樹木の繁茂による影響を受け、保全対象の評価に関する判断が困難となったことから、地上点検とは異なる評価結果に繋がった可能性が考えられる。そのため、ヘリ点検を実施する際には谷出口や家屋付近の視界が良好であったかどうかを記録しておく必要がある。



写真-3 土石流危険渓流の点検時における特徴





写真・4 急傾斜地崩壊危険箇所の点検時における特徴

#### 4.2 今後の危険箇所の緊急点検方法への提案

以上の考察を踏まえると、ヘリ点検は迅速かつ安全に緊急点検を実施できる効果的な調査手法であると考えられる。ただし、ヘリ点検の実施するためには、以下の点に留意する必要がある。

- 発災後、速やかに緊急点検が実施できるよう、危険箇所カルテ等と併せて斜め写真等に危険箇所の範囲を投影した図面を準備しておく。
- ヘリ点検時に上空からの視認性が悪い箇所、その他の理由から詳細な再点検が必要となった箇所は、交通網の回復や現場の安全性を確認した後に地上点検により補完する。

#### 5. まとめ

これまでの危険箇所の緊急点検におけるヘリコプターの活用は緊急点検実施の妥当性の判断やその範囲を見極めるための先遣調査が主であった。しかしながら、本稿の結果を踏まえると、ヘリ点検は地上レベルでしか把握することができない一

部の精度を欠く側面があるものの、迅速かつ安全に緊急点検を行うための有効な手段になり得る。また、地上とは違った視点であるため、地上点検では気づくことが難しい谷頭部の崩壊状況や溪流内に堆積する土砂等の危険性を把握することが期待できる。

また、今回は豪雨後における危険箇所の緊急点検への適用について報告したが、地震後の適用に際しては、斜面内の亀裂やはらみ等の地上から詳細に観察しないと確認できない情報があり、ヘリ点検だけでは十分な点検とはならない可能性がある。そのため、引き続きヘリ点検の試行や演習等を重ねて調査手法としての習熟度を高めていく必要があると考えている。また、ヘリコプターと同様に上空から視認できるドローン等の技術を地上点検と組み合わせていくことも検討し、危険箇所の緊急点検を効果的に進めるための実施要領の策定に繋げていきたい。

#### 謝 辞

ヘリ点検の実施にご協力いただいた九州地方整備局、福岡県砂防課の皆様深く謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省砂防部、地震後の土砂災害危険箇所等緊急点検要領(案)、2008
- 2) 福岡県砂防課、土砂災害危険箇所の緊急点検結果について  
<http://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/kinkyutenkenh29.html>

鈴木大和



国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部土砂災害研究室 研究員  
Yamato SUZUKI

桜井 亘



国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部 深層崩壊対策研究官  
Wataru SAKURAI

松本直樹



国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室 主任研究官  
Naoki MATSUMOTO