

21 ヘリコプターによる土砂災害状況の把握

建設省土木研究所 ○小泉豊、石川芳治、井良沢道也

1. はじめに

大規模な土砂災害が発生した場合に、災害の拡大防止、二次災害防止及び被災した施設の復旧等を迅速かつ適切に実施することは極めて重要である。このためには、土砂災害発生後において、土砂災害の発生状況に関する情報を的確かつ迅速に収集伝達することが必要であり、効果的な情報収集を考えるに当たって、ヘリコプターの利活用の果たす役割は大きいと考えられる¹⁾。

そこで、ヘリコプターを用いた土砂災害時の迅速かつ効率的な情報収集を図ることを目的として、既往災害のビデオテープの解読とヘリコプターによる模擬被害調査を行い、ヘリコプターを用いた土砂災害把握手法の検討を行った。

2. 既往災害のビデオ映像からの土砂災害状況の把握

地震等によって発生する大規模土砂災害、特に、長大斜面崩壊・地すべり及び天然ダムを対象として、既往の災害VTRを利用し、復旧対策に要求される土砂災害情報の規模を中心に解読を行った。ここでは昭和59年長野県西部地震の際のビデオ映像からの土砂災害情報の適応性について検討を行った。

判読にあたっては、情報の適切な収集と加工をするため、連続的にモニタするばかりでなく、適宜スロー再生・スチル再生ならびにハードコピーなどを素材として利用した。

判読においては全国に整備されている2万5千分の1地形図を地形図ベースとし、災害の位置・範囲及び災害状況を記載するとともに、主な災害単位ごとに調査票にまとめる方法を行った。

また、判読は、経験年数の長い技術者(A)と経験年数の浅い技術者(B)とで行い、その結果について比較した。代表的な調査例として御岳崩壊と柳ヶ瀬地区の天然ダムをあげる。

2.1 御岳崩壊の判読

長野県西部地震により伝上川上流部の御岳山の山腹に大崩壊が生じた。写真-1に崩壊の全景を示す。判読の結果をまとめると表-1のようになる。技術者Aの結果²⁾は地上調査の結果に近い値となっている。相違が目立つ項目のうち深さは判読では30%程度浅く判定されている。



写真-1 御岳崩壊の全景

表-1 御岳崩壊の規模

規 模	経験年数の長い技術者A	経験年数の浅い技術者B	地上調査(長岡1985年)
崩 壊 の 長 さ	1,250 m	1,250 m	1,320 m
崩 壊 の 幅	450 m	625 m	420 m
崩 壊 の 面 積	562,500 m ²	781,250 m ²	410,000 m ²
崩 壊 の 深 さ	120~130(50~60) m	—	160(82) m
崩土の到達距離	9,800 m	8,500 m	13,500 m
崩 壊 土 砂 量	34~28×10 ⁶ m ³	—	34×10 ⁶ m ³

() 内は平均

経験年数の浅い技術者Bでは、幅について、旧崩壊地も含めた全体をとらえていることがわかる。また、深さの推定は難しく、到達距離についても、一次堆積物の地形図が明らかな地点までとしている。

2.2 柳ヶ瀬地区の天然ダムの判読

御岳崩壊により発生流下した膨大な土砂は伝上川と濁川合流点に天然ダムを形成させた（写真-2）。表-2に判読結果を示す。天然ダムの高さ、幅、湛水長については大差ないが、経験年数の浅い技術者Bは平均粒径等の判読はできない。

上記の検討により経験年数の長い技術者が判読した場合、被害の規模や範囲については地上調査の結果²⁾に近い内容の情報が得られた。さらに現地に詳しい者が加わるとか縮尺の大きなマ

ップデータが参照されれば、情報精度はさらに高まるものと予想される。



写真-2 天然ダムの位置

表-2 天然ダムの規模

調査項目	経験年数の長い技術者A	経験年数の浅い技術者B	地上調査
天然ダムの高さ	25~35 m	30~50 m	27~46 m
天然ダムの長さ	450 m	450 m	5,000 m
天然ダムの幅	350 m	350 m	280 m
湛水長(面積)	1,700 m ² (25.5万m ²)	1,700 m ² (17.0万m ²)	2,500 m ² (15万m ²)
流入流量*	10~15 m ³ /sec	--	--
水位(変化)*	10~15 cm/h	--	--
平均粒径	64~128 mm	--	0.9~2.9 mm**
透水係数	10 ⁻³ ~10 ⁻⁴ cm/sec	--	--

*開削水路 **マトリックス

3. 砂防構造物等への模擬被害の判読結果

関東地方建設局日光砂

防工事務所管内稻荷川流域及び大谷川下流流路工において災害箇所を想定し、ヘリコプター「あおぞら号」により砂防施設の災害状況の点検を行った³⁾。模擬被害は、図-1に示す箇所で、No.8

地点では天然ダム決壊予

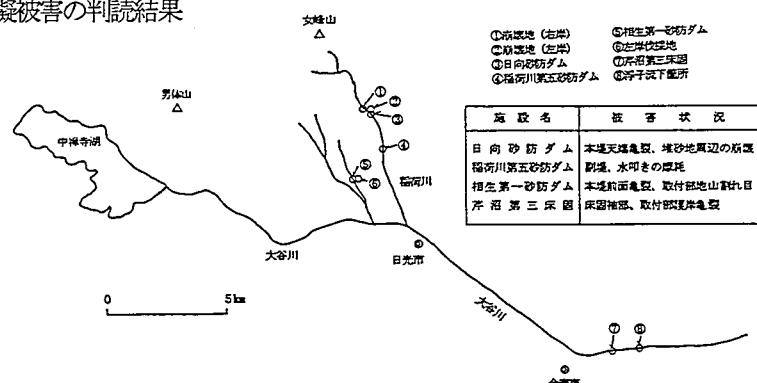


図-1 模擬被害等撮影地位置図

測に必要な流入流量の測定実験を行った。ここでは砂防構造物の亀裂の判読結果と流入流量の測定結果の概要を取り上げる。

模擬被害の判読にはおいては写真-3のように各砂防構造物にビニールテープを張り亀裂を再現した。亀裂の規模の判読においてはVTRから推定した結果と実際の大きさを表-3にまとめ比較した。計測は、ビデオ映像写真（ハードコピー）上の砂防構造物の天端幅や目地間隔等を求め、単純に映像

上の亀裂像の長さ及び幅に乘じて計算した。結果を要約すると次のようになる。

- ①縮尺が1/200前後を境に小さくなると、黒色の1.9cm幅の狭いテープは幅の識別ができない。ただし相生第一砂防ダムのように、かすかに存在がわかる場合もある。テープの幅は実寸法に比較して2倍から数倍広く認識されている。
- ②テープの長さの計測誤差はテープの幅に比べて誤差は少なく-10%～+40%となっている。

以上の結果から、コンクリート構造物の亀裂では断面が新鮮な場合、縮尺1/200程度の撮影条件で幅2cm前後のものは十分視認できることが明らかになった。ただし、幅そのものを危険度評価の基準に使うことは避けるべきで、亀裂の長さ、密集度、および構造物における位置などを総合して判断すべきと考えられる。

また、流入流量の測定においては図-1に示すNo.8地点にある道路橋より直径約30cmの紅白に色分けしたポール3個を浮子としてみたて、投下しこれをホバリング微速状態で対地高度約135m、ビデオカメラの焦点距離約20mmの垂直ビデオ映像にとらえ解析素材とした。計測に用いた映像を写真-4に示す。

図-2は流向方向を考慮した流速分布図である。規準点、浮子および橋梁は水平面にあり、カメラ光軸はこれに垂直と仮定して移動量を計測している。水流の動きと、画像における色の分布および河道内の岩塊の水没状況から水深の分布を推定した結果が図-3である。

ここで、No.1～No.3の表面流速を求める1.26m/sであり、さらに平均流速に換算し、上図の断面積が36.3m²

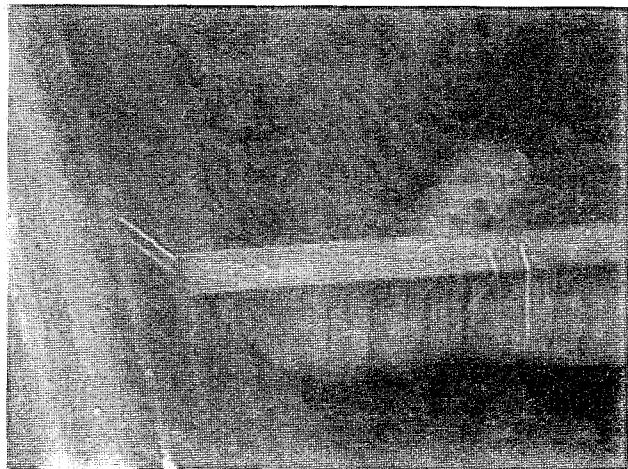


写真-3 No.7地点芦沼第3床固左岸袖部
・護岸亀裂のビデオ映像写真

表-3 亀裂の大きさの比較

施設名	位置	亀裂の種類(粘着テープ、cm)								縮尺	撮影方法*
		白広	黒広	白狭	黒狭	対地高度	焦点距離	対地高度	焦点距離		
日向砂防ダム	右袖 (内)	230 215	15.0 5	— 220	— 5	210 230	7.5 1.9	— 230	— —	1/250	172 55
	右袖 (外)	× 265	15.0 5	— 255	— 5	× 270	7.5 1.9	— 265	— 1.9		
	左袖 (内)	570 400	10.0 5	570 400	10.0 5	570 400	6.0 1.9	570 400	— 1.9	1/210	144 55
	左袖 (外)	400 400	7.0 5	400 400	7.0 5	400 400	5.4 1.9	400 400	— 1.9		
相生第一砂防ダム	右袖 (内)	570 400	10.0 5	570 400	10.0 5	570 400	6.0 1.9	570 400	— 1.9	1/210	144 55
	左袖 (内)	400 280	7.0 20.0	400 300	7.0 12.5	400 310	5.4 12.5	400 310	— —		
	左袖 (外)	400 265	5 5	400 265	5 5	400 260	4.0 1.9	400 260	— 1.9	1/180	124 55
	底固 護岸	230 260	14.0 5	— 265	— 5	230 255	8.0 1.9	— 245	— 1.9		

各欄の上段：計測値、下段：実寸法、一印：視認不可、×印：紛失等

* ヘリコプターに搭載しているビデオカメラの対地高度(m)及び焦点距離(mm)です。

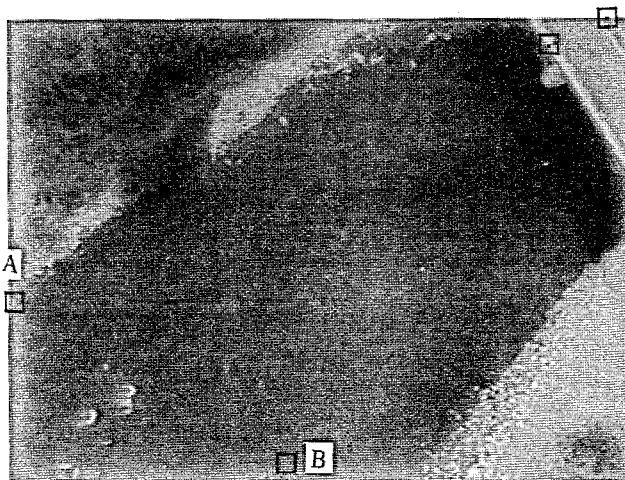


写真-4 No.8地点の流速の測定のビデオ映像写真

であることから、流量= $36.3 \times 1.26 \times 0.8 = 36.6 \text{ m}^3/\text{s}$ が得られる。

ただし、計測した流速は流心に相当する流れのものであり。平均流速としては大きい。実際の平均流速や流量はこれらより小さいと考えられるが、天然ダムにおける満水位時刻の予測などでは、警戒指示が多少早まったとしても問題は少ないと考えられる。

4.まとめ

ヘリコプターによる土砂災害情報の収集、解析を通じ明らかとなった事項および今後取り組むべき課題をとりまとめるに次のようなである。
①対象とする被害や災害の規模については、土木構造物やその他の地物の大きさをキーに、ある程度の精度で把握することは可能であり、復旧活動に利用できる数値が得られる。ただし災害規模の判読において、深さの判定は難しく、災害前の地形図等の補助資料が必要である。
②構造物の損傷の判読では、数cm程度の幅を持つ亀裂はとらえることができる。ただし小さい対象ほど誤差が大きくなるので、危険度判定にあたっては、亀裂幅よりも位置や密集度等を利用するべきである。
③天然ダムの決壊予測などにおいては流入流量を求めることが重要であるが、浮子による流速及び水深測定では、縮尺をできるだけ正確に求めることが前提となる。大きさのわかっている構造物等を写し込むように撮影することが大切であり、なるべく大きなものがよい。このような地物がない場合は、周辺部から映像をつなげるか、広い範囲を撮影するなどして、縮尺が決められるような撮影方法をとる必要がある。
④土砂災害情報のうちで、変位や変動を表す徵候をとらえるには、拡大撮影が前提となる。経験豊かな視察者の撮影箇所の予測と指示が必要である。さらに映像の解読の面においても、経験豊富な視察者が必要である。また経験の有無で土砂災害情報内容の質並びに量的評価が異なるので災害の拡大予測・二次災害防止等の高度な判断を行うためには、複数の経験者による作業が望ましいと言える。

なお、本検討においては、(財) 国土開発技術研究センターに設けられた「災害情報システムの開発委員会」(梅村魁委員長)、「復旧計画作成支援システムの開発委員会」(久保慶三郎委員長)、及び「土砂災害復旧計画作成支援システムの開発分科会」(小橋澄治委員長)において種々有益なる御指摘を賜った。ここに厚く御礼申し上げる次第である。

参考文献

- 1) (財) 国土開発技術研究センター：災害情報システムの開発報告書、平成2年3月
- 2) 長岡正利：長野県西部地震による地形変化と土地条件、国土地理院時報第62集、1985年
- 3) 関東地方建設局企画部：建設省ヘリコプター「あおぞら号」運行マニュアル(案)、平成元年11月

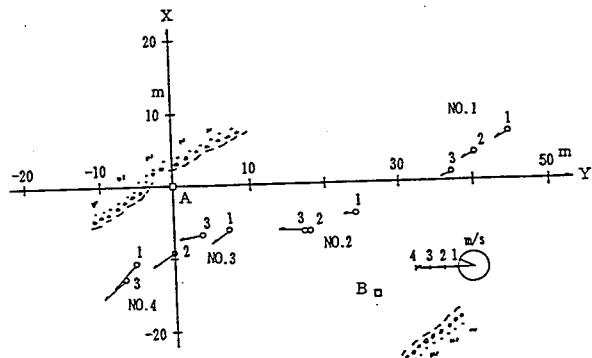


図-2 No.8 地点における流速分布図

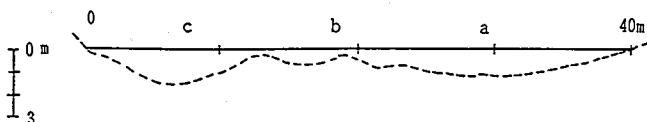


図-3 No.8 地点における推定水深分布図