

## デジタル空中写真を利用した発災直後の流木調査の提案

(独) 土木研究所 ○盛伸行、栗原淳一、桜井亘、鈴木隆司、田方智  
アジア航測株式会社 屋木健司、井之本信

## 1. はじめに

台風や集中豪雨により、土石流とともに発生した多量の流木が流下し、流木そのものの構造物等への直撃、橋梁や狭窄部で閉塞を起こした流木が災害をさらに拡大した事例が数多く見られる。

流木調査の課題の一つに、特に被害が大きくなる下流域において、行方不明者の捜索等のために流木が直ちに撤去されるケースが多く、災害や被災地の復旧時の流木の土砂収支を把握することが難しいという課題があった。

これをうけ、当研究グループでは高解像度のデジタルカメラで撮影した斜め空中写真（以下空中写真と呼ぶ）を利用し、『デジタル空中写真により災害直後の流木の発生量・堆積量を把握することが可能であるか』について検討を行ったので、その概要を示す。

## 2. 調査方法

## 2. 1 対象地域

調査は平成 18 年 7 月 19 日に土石流災害が発生した長野県岡谷市の小田井沢川を対象とした。

## 2. 2 空中写真を用いた調査

災害の翌日である 7 月 20 日に下記精度にて撮影した空中写真を用い、画像を拡大することで、流木の発生・流下・堆積位置、堆積本数・材積量等の確認を行った。

使用カメラ：デジタル一眼レフカメラ、画面サイズ：36×24mm、有効画素数：1670 万画素、撮影高度：海拔 1100m～1200m（対地高度約 150m～400m 程度）

## 2. 3 現地調査

流木堆積状況の現地調査は発災後 18 日経過した 8 月 6 日、7 日に行った。流木の堆積域である中央自動車道の上流側約 500m の区間から下流の被災箇所では捜索等の関係で既に流木が撤去されていたため、写真判読と比較を行うための現地調査は中央自動車道の上流 500m からさらに上流区間で行った。

現地調査では現地をメッシュ分割して行い、調査対象流木は溪流に堆積している全ての流木とした。

## 3. 調査結果

## 3. 1 デジタル空中写真による調査可能条件・範囲

調査の結果、高解像度のデジタルカメラで撮影した画像は鮮明であり、流木を 1 本単位で確認することができ、流木調査に有効であることがわかった。

但し、今回は堆積域ではなく、上流域で調査を行っていることと、現地調査に入った時期が遅かったため、以下の問題点があった。

①川幅が狭い場所、あるいは撮影条件が悪い場所では、左右岸の立木沿いに堆積している流木は陰になり確認できない。また、当然ながら、土砂が堆積しているか、あるいは流木が何層にも積み重なっている場合には流木本数を確認できない。

②災害発生から現地調査に入るまでに時間が多少経過しており、空中写真で確認できる流木のうち、何らかの原因で現地調査時には場所が移動しているものがあった。

今回は空中写真を撮影したヘリコプターの撮影高度が高いなど、撮影条件が悪かったため、12cm/pixel 程度の画像解像度であったが、直径が最小 5cm、長さが最小 2m 程度の流木もなんとか判読可能な画像解像度が得られた。仮に、ヘリコプターの対地高度を法規制限界の 150m または 300m（条件による）、また、使用デジタルカメラの画素数を高解像度のものとするなど、最適な条件を確保できる場合には 2～4cm/pixel 程度（1670 万画素のデジタルカメラ）の画像解像度が得られ、今回撮影した空中写真よりさらに鮮明な画像により、細かな流木まで確認することが可能となる。

## 3. 2 空中写真による調査と現地調査の結果の比較

撮影条件が比較的良かった箇所について、空中写真で確認できる流木を長さ毎に白黒で塗り分けたものを写真-1 に示す。また、現地調査によって確認された流木のうち、立木の陰になっている箇所と側岸部の流木のかたまり箇所を除いて、現地調査結果と空中写真判読結果を比較したものを図-1 ならびに表-1 に示す。

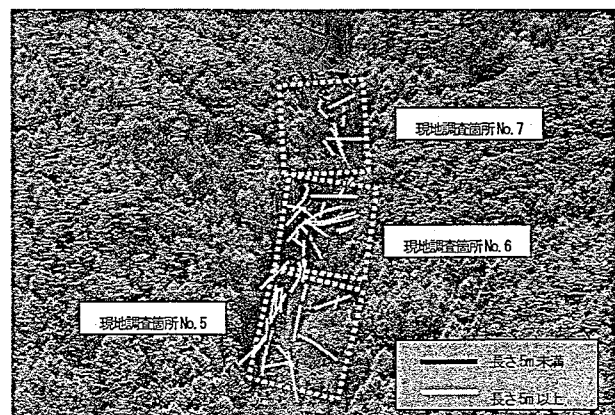


写真-1 空中写真による調査範囲

図-1 は現地調査結果に写真判読結果を重ねた図である。写真撮影時から現地調査までの間に、場所が移動したなどの理由で、現地調査時と写真判読時で場所が一致しな

い流木もあったが、それぞれの調査で長さや堆積場所が同じようなものは同じ流木であるとみなしている。また、表-1 は現地調査結果と写真判読結果の本数と写真判読把握率をまとめた表である。表-1 に示すように、写真判読把握率はそれぞれ、58% (No. 5)、74% (No. 6)、89% (No. 7) と比較的高い割合となる。仮に影条件が整った場合、かたまり箇所、土砂の中や木陰にあるもの等を除いた写真判読把握率が100%近くまで上昇することが期待できる。

今回は、3. 1に記したように撮影条件が悪かったこともあり、現地調査結果で確認された流木と空中写真で判読を行ったもの全てを1対1で対応させることは困難であった。しかし、撮影条件が整った場合には、長さ1m程度、直径10cm程度の比較的小さな流木についても、その堆積位置、本数、長さ等については十分確認が可能であると考えられる。

表-1 流木把握状況の比較

現地調査箇所	No. 5	No. 6	No. 7
現地調査流木本数(本) (A)	12	38	27
写真判読流木本数(本) (B)	7	28	24
写真判読把握率(%) (B/A×100)	58	74	89

### 3. 3 かたまり箇所のボリューム

溪流の側岸部にかたまって流木が密集して堆積している箇所(かたまり箇所)では、表面の流木本数、面積、量はカウントできるが、内部の流木量が把握できない。そのため、航空写真からその本数、長さ、平均直径等を把握することは難しい。これは、民家があるような下流の堆積域でも同様なことが言える。よって、これらのかたまり箇所の材積が算出できる手法が必要となる。そのため、以下に示すような流木のかたまり箇所のボリュームと間隙率を利用した堆積流木算出式の適用性について検討を行った。

$$V_g = A_g \cdot D_g \cdot (1 - N) \quad (1)$$

ここに、 $V_g$ :かたまりとなっている材積  $A_g$ :かたまりの面積  $D_g$ :かたまりの厚さ  $N$ :間隙率

間隙率  $N$ については既存の調査より、およそ70%~85%程度との調査結果が得られている。これを今回の現地調査箇所 No.5 の右岸のかたまり箇所に当てはめて材積を算出すると、 $V_g=27\sim55\text{m}^3$ 程度となる。これは同じ場所で実際に現地調査時に計測した各流木の材積の合計値  $\Sigma V=26\text{m}^3$ と概ね合致することから(1)式は概略の材積計算に適用可能であると考えられる。

### 4. おわりに

今回の調査結果から空中写真を用い、発災後直ちに撮影することや、最適なヘリコプターの撮影位置を確保することにより、高い精度で流木の堆積状況を確認することがわかった。

また、下流の堆積域で想定されるかたまり箇所についても、今回の方法を適用し、空中写真を用いて、概略の材積を把握することが可能であると考えられる。

今回、最適な撮影方法やかたまり箇所の概略の材積算出方法を設定することができたので、今後は、最適な撮影方法をとった場合に、実際にどの程度まで堆積流木量が把握可能であるかを確認する必要がある。

また、この方法は建物の被災状況の確認や土石流の流下、堆積状況(河床堆積物)調査などへの応用が考えられるため、今後これらについても検討を進めていく予定である。

### 参考文献

- 1) 例えば 平成16年度 沙流川総合開発事業の内  
沙流川土砂動態調査検討業務  
北海道開発局沙流川ダム建設事業所

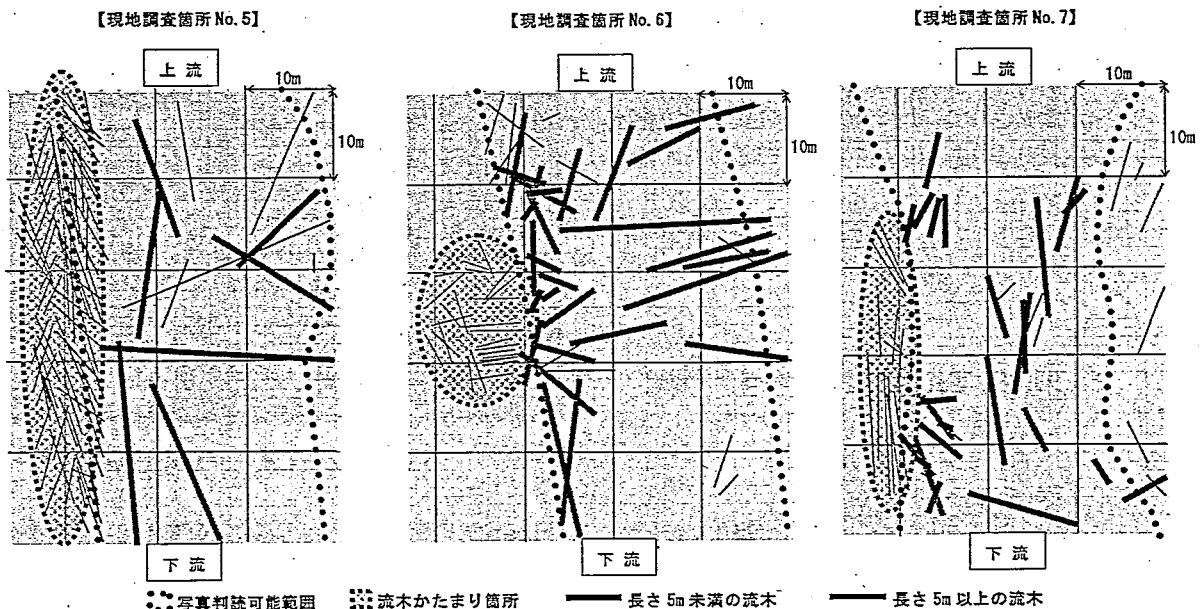


図-1 写真判読結果と現地調査結果の比較