

静岡大学農学部 ○土屋 智  
信州大学工学部 川上 浩

### 1. はじめに

平成8年12月6日に姫川支流の新潟県と長野県の県境を流下する蒲原沢で十数万立方の土石流が発生した。ここでは、その時の土石流の発生源と思われる山腹崩壊をとりあげ、規模の推定を試みた。蒲原沢は、狭隘で急傾斜でありしかも積雪のため現地測量を行えないので、縮尺1:5000の森林基本図と土石流発生前後の空中写真とを用い、パソコンにより簡易図化し崩壊規模を推定することにした。なお、12月22日には、突発災害研究グループ「長野県小谷村の土石流災害調査研究：文部省科学研究費、総合研究（A）、研究代表者：川上 浩（信州大学工学部）」の一員としてヘリコプターによる空中視察を行った。

### 2. 解析資料と図化手法

ここでは縮尺1:5000の森林基本図と土石流発生前（1996年7月19日撮影）と発生翌日（1996年12月7日撮影）の密着空中写真をもとに、市販のスキャナを用い150dpi精度で読み込み（グレースケール）、縮尺1:5000の地形図をもとに単写真標定<sup>3)</sup>を行い、撮影高度とカメラの傾きを求め正射影画像を作成した。次に、それぞれの画像ペア（土石流発生前と後）の相互標定<sup>2)</sup>を行い、左画像を基本に右画像に現れる縦視差を消去し新たな右画像ファイルを作成した。この操作により、左画像の任意ピクセル（ $X_L, Y_L$ ）に対応する右画像座標（ $X_R, Y_R$ ）が、同一ライン上に存在することになり、パソコンを用いれば自動的に探索が行え、高さの違いによる画像視差が求められる<sup>2)</sup>。

探索にあつては、左・右画像の55×55ピクセルの大きさを取り出しこれを相関窓として、左右それぞれライン方向に5ピクセルずつ順次左右に移動させ、相関係数がもっとも大きくなる時、相関窓の中心ピクセル（ $X_L, Y_L$ ）と（ $X_R, Y_R$ ）が一致すると定めた。ただし、各々の相関窓では5×5ピクセルの平均をとり、相関係数を算出している<sup>3)</sup>。3次元座標解析値の地上精度は3～5m程度に相当すると判断される。

### 3. 解析結果

図-1には、写真解析から得た座標に左画像イメージの解析領域を貼り付け、新旧の崩壊を対比した（両者とも俯角は20度）。これに見るように崩壊地の源頭部付近は尾根に近く、もともとかなりの急斜面をなしていたことがわかる。平成8年12月の新規崩壊は、7月当時の旧崩壊の源頭部上流側（崩壊地の左岸側）で発生し、残存していた左岸側斜面を別のような格好で崩落した様子がうかがえる。源頭部付近の雪が解けた黒色部分は、急崖のため転石が落下した可能性もあるが中央部では流下した形跡があり、急崖部あるいはその直下から地下水が吹き出した結果であろうと思われる。

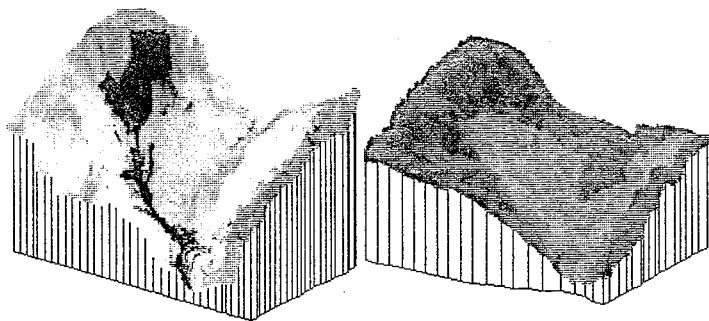


図-1 土石流発生前後の崩壊地と周辺地形の3次元表示  
(左：発生前，右：発生後)

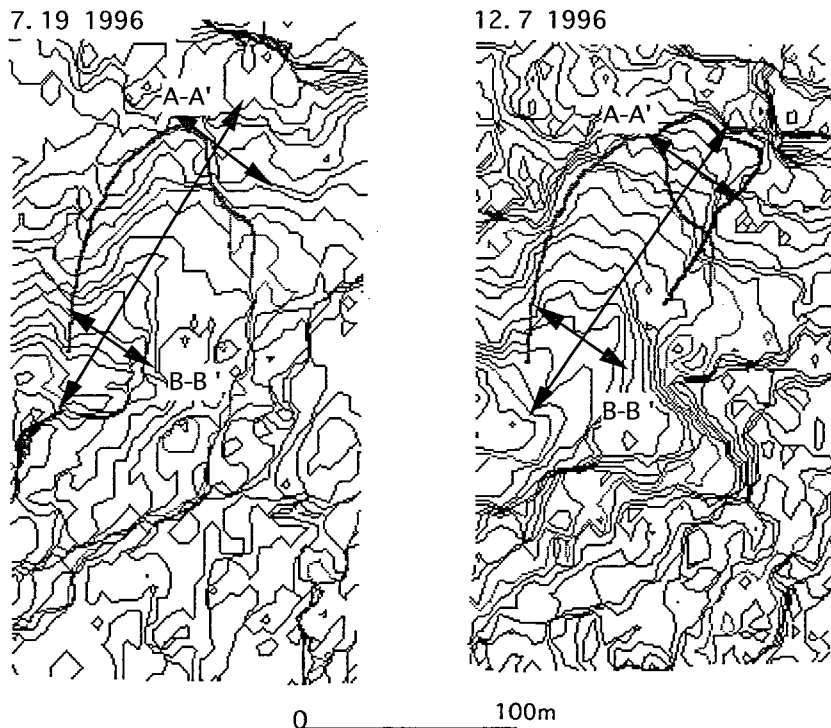
図-2は、写真解析から得た3次元座標をもとに間隔5mの等高線を描き、土石流の発生前後を対比したものである。土石流発生前の空中写真は7月撮影のもので樹冠が地表を覆っているため、森林域では地表の凹凸を表現できないが、発生後は落葉した後であり入り込んだ微細地形が現れている。このため細部での不一致があり同一場所を特定するのは難しいが、図中には12月以前の旧崩壊跡と今回の土石流発生源とみられる崩壊

の源頭部をマーキングした。これより土石流発生前の崩壊地は、図面のほぼ中央部で、斜面長は、約110m、幅が約50mの規模であり、今回発生した山腹崩壊はこの崩壊の源頭部右側付近から崩れたものであることがわかる。新規崩壊した後の等高線形状は、細かな凹凸の変化を示すものの、沢部と周辺地山との境界部が比較的明瞭に現れ崩壊地内は全体的に凹地形を呈している。また崩壊源頭部は、等高線間隔が際だって密に入った場所がありここは急崖であることが読みとれる。また、下流側でも等高線間隔が狭くなった箇所があり、ここがえぐり取られた可能性があり、さらには蒲原沢本川合流部付近（対岸にある旧崩壊地の下部）でも等高線形状がU字形を示しているので、右岸からの主崩落にともなって左岸が溪岸浸食され流下した可能性がある。

図-2を参考に、12月6日に発生した崩壊の規模に関する諸元を計測し推定してみる。上部の主崩壊部の平均断面としてA-A'横断をとると、その断面積は270m<sup>2</sup>、またこの区間で崩壊深さ5m以上を示す斜面の長さは65mであるから、上部崩壊部で約18000m<sup>3</sup>の崩壊土量である。一方、中から下流部での平均断面としてB-B'横断をとると、その断面積は190m<sup>2</sup>、上部の主崩壊部と同様に斜面長をとると37mとなり崩壊土量は約7000m<sup>3</sup>である。したがって両者をあわせ25000m<sup>3</sup>となる。ただし崩壊深さ5m以浅の土量を評価し加えると上部の主崩壊は21000m<sup>3</sup>、下流部では9000m<sup>3</sup>となり合計で30000m<sup>3</sup>と評価される。また別途、空中写真判読により詳細に検討した結果<sup>1)</sup>によると約33000m<sup>3</sup>であるから、推定した崩壊土量の25000~30000m<sup>3</sup>はやや少な目に評価されているかもしれない。

#### 4. おわりに

土石流発生後の空中写真による簡易図化から1996年12月6日に発生した崩壊規模は、2万5千から3万立方メートルと推定される。解析で得た断面図のみからの判断ではあるが、主崩壊部は旧崩壊頭部の上部にあるため、先にここが崩落し、さらに旧崩壊地内を削り土量を増加させたと思われ、残存していた地すべり性の不安定土塊が崩落した可能性が高いと判断される。



#### 参考文献

- 1) 川上 浩：1996年長野県小谷村の土石流災害調査研究，1997年自然災害研究班河川災害シンポジウム発表予講集，1997
- 2) 解析写真測量委員会：解析写真測量，（社）日本写真測量学会，pp.46-54，1989
- 3) 森 忠治・服部 進・内田 修・田辺広志：画像相関を使った空中写真からの等高線自動図化の一方法，写真測量リモートセンシング，21（2），pp.4-14，1982

図-2 崩壊地とその周辺平面地形図（左：発生前，右：発生後）

両端矢印の直線は主断面線と横断線である。発生前後とも崩壊部はマーキングされた部分。