

土石流発生前後のLPデータから算出した土石流ピーク流量の精度に関する一考察

中電技術コンサルタント株式会社 ○秦雅之, 來須洋二, 倉本和正, 河井恵美
国土交通省国土技術政策総合研究所 桜井亘, 内田太郎, 松本直樹, 工藤司
広島大学大学院総合科学研究科 海堀正博

1. はじめに

近年、全国各地で豪雨による土石流災害が発生している。土石流災害を防ぐためには、砂防堰堤等の土石流対策施設を整備することが有効であるが、これらの構造物の規模・強度を適切に決定するためには、土石流ピーク流量等を精度よく推定することが重要であり、これまで土石流のピーク流量の実態に関する調査が進められてきている。土石流ピーク流量の算出方法は、①CCTV等の映像から土石流の流速、水深を推定してピーク流量を求める方法と②土石流発生後の流下痕跡からピーク流量を推定する方法が一般的である。このうち②は観測施設が整っていない溪流においても適用可能であり、多くのデータを蓄積できる可能性がある。しかしながら、現地調査に多大な労力が必要となる、現地調査を実施しても土石流発生前の地形を復元することが難しい等の課題がある。

一方、近年は空中写真や航空レーザープロファイラによる地形測量データ(LPデータ)が多く地域で取得されていることから、土石流発生後に速やかに再度航空レーザープロファイラ等による調査を行えば、土石流による堆積・侵食パターンの把握が可能となってきた。そこで、これらのデータを基に土石流発生前後の地形等を比較し、土石流流下断面を想定できれば、従来難しかった土石流ピーク流量に関する情報を溪流内の数多くの断面で得ることが可能となり、ピーク流量の縦断分布等の情報が得られる可能性が考えられる。本検討では、土石流災害発生箇所の現地調査を実施し、上記LPデータを用いて流下断面を推定する場合の精度を検証するとともに、本手法を用いて土石流ピーク流量を算定する場合の留意点を整理した。

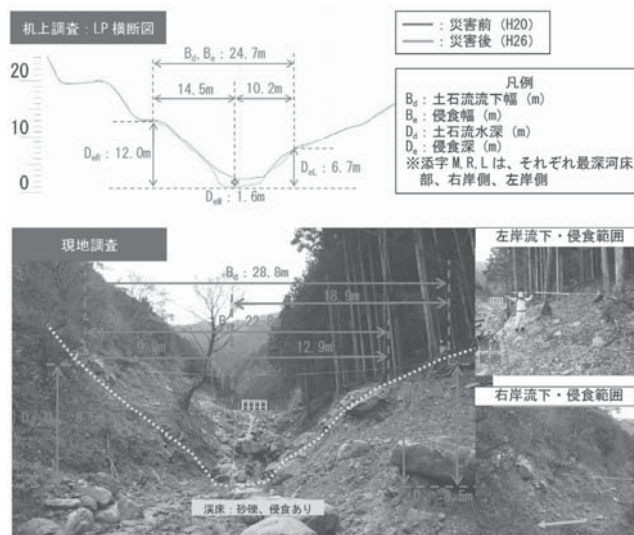
2. 検討方法

土石流の流下痕跡が見られる範囲を机上調査、現地調査により特定し、両調査による土石流の流下幅、深さ、流下断面積等を比較するとともに、流下断面積に流速(Manning則で算定)を乗じて得られる土石流ピーク流量の差異を検証した。

検討対象は、平成26年7月に土石流が発生した長野県南木曾町の大梨子沢、小梨子沢、平成26年8月に土石流が発生した広島県広島市安佐南区の八木・緑井地区の鳥越川、山手川の計4溪流とした。検証する断面は1溪流あたり5断面(計20断面)とした。

(1)机上調査:土石流発生前後の空中写真、LPデータの横断面図の比較により流下断面を推定した。

(2)現地調査:現地の土石流流下痕跡(侵食、泥しぶき、植生の倒伏・剥離等)により流下断面を推定した。



3. 検討結果

机上調査、現地調査による土石流流下痕跡を比較し、以下の特徴を確認した。

- ① 航空写真判読による土石流流下幅は、河道上空にかかる樹木がある場合にLP計測、現地計測の土石流流下幅より小さく判読される傾向にある [LP計測、現地計測ともに7断面中6断面]。
- ② LP計測、現地計測の土石流流下幅を比較すると、現地計測の土石流流下幅が広い事例が多い [20断面中14断面]。
- ③ LP計測、現地計測の土石流流下幅の差が大きい断面は、左右岸いずれかの溪岸の勾配が緩い。土石流流下幅の差が3m以上の断面は、溪岸の勾配が20°未満の場合に多くなる傾向にある [20°未満:7断面中6断面、20°以上:13断面中4断面] (図-2)。
- ④ 緩勾配の溪岸(20°未満)に土石流が薄く乗り上げて流下し、当該範囲に大きな侵食が生じていない場合に、LPデータによる土石流流下幅の計測誤差が大きくなっていると推察される。
- ⑤ LP計測、現地計測の土石流流下高を比較すると、平均2m程度の差がある。
- ⑥ 直線部と湾曲部(偏流部)を比較すると、LP計測、現地計測ともに直線部は左右岸の土石流流下高の差が小さく、偏流部では外岸側の土石流流下高が高くなる。
- ⑦ 直線部の左右岸の土石流流下高の差は、現地計測1.6m、LP計測3.7mとなっており、LP計測では直線部においても左右岸の流下高の判定に大きな誤差が含まれている可能性がある。

図-2に、LP計測、現地計測でそれぞれ求めた流下断面積に、粗度係数を $0.01\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$ と仮定してマンニング則で算定した流速を乗じて得られる土石流ピーク流量の比率（LP計測/現地計測）と各要素の関係を整理した。ここでは、現地計測による流下断面積で求めた土石流ピーク流量を基準とし、土石流ピーク流量比率（LP計測/現地計測）の値が0.7~1.3の場合にLP計測によるピーク流量の推定精度が比較的高いものと判断した。

なお、参考として、土石流ピーク流量比率（LP計測/現地計測）が極端に大きい断面（比率3以上）を除外し、各溪流のLP計測による土石流ピーク流量を整理すると、①大梨子沢：1,070~5,530 m^3/s 、②小梨子沢：160~1,030 m^3/s 、③鳥越川：230~520 m^3/s 、④山手川：130~470 m^3/s となった。

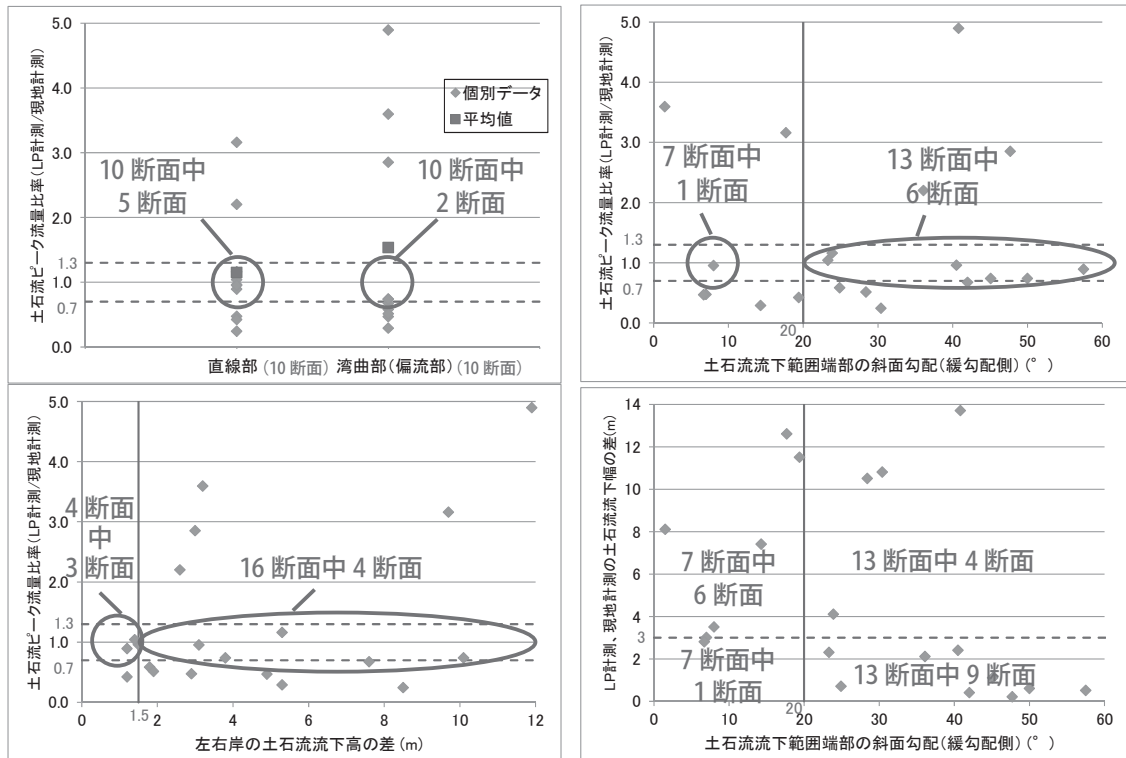


図-2 土石流ピーク流量比率（LP計測/現地計測）と各要素の関係等

4. 結論・今後の課題

LPデータを用いて土石流の流下断面積を精度よく算出するための検証を行った結果、今回の対象データの範囲では、下記の条件①~③を満たす断面を抽出して土石流流下断面積を算定することで、土石流ピーク流量の推定精度を一定程度確保できることが分かった。

＜土石流ピーク流量算出に適した条件＞

①直線部である

⇒土石流の左右岸の流下高が類似しやすいため、左右岸の流下高をチェックすることにより、LP横断図から推定する流下範囲（流下高、流下幅）の誤差が大きくなることを防止する。

②土石流流下範囲端部（溪岸）の斜面勾配が左右岸とも急勾配（20°以上）

⇒土石流が緩勾配斜面に薄く乗り上げることにより、LP横断図で想定する流下断面積（特に、流下幅）の誤差が大きくなることを防止する。

③左右岸の土石流流下高の差が小さい（1.5m以下）

⇒土石流流下範囲をLP横断図から推定する際に、左右岸の流下高の差が一定程度以内である場合に、左右岸の流下範囲のチェックが可能となる。

今回対象とした20断面について、条件①~③を単独もしくは複数組み合わせで適用した場合の適合断面数（図-3）を見ると、条件の組合せにより適合断面数は減少するが、土石流ピーク流量の精度を向上させる（LP計測、現地計測によって算出する土石流ピーク流量の比を1に近付ける）ことができることが分かる。上記条件の斜面勾配や左右岸の土石流流下高の差の値については、溪流特性等に合わせて変動させる必要があると考えられるが、これらの要素を考慮して土石流ピーク流量を算出する断面を選定することは有効であると考えられる。

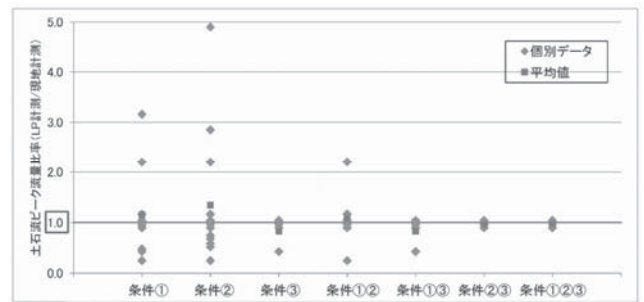


図-3 土石流ピーク流量算出に適した条件に適合する断面数（全20断面中）