

豪雨時に溪床堆積物から噴出する伏流水の閉塞と RBFN を用いた土石流発生限界雨量

○山田真悟(前三重大学) 山田孝(三重大学生物資源研究科) 菊池英明(八千代エンジニアリング株式会社)

1 はじめに

三重大学森林環境砂防学研究室では、三重県いなべ市藤原岳での 2008 年土石流発生以来、豪雨時において溪床堆積横断面より複数箇所の伏流水噴き出しを観測し、伏流水が堆積物中を管状で流れていることから溪床堆積物中にもパイプ流が存在することを明らかにした。さらに土石流発生直前に伏流水の噴き出しや閉塞が発生していることを確認し、溪床堆積物中のパイプ流の発生・非発生基準雨量線やパイプ流発生時の関連水文現象などを明らかにしてきたが、伏流水噴出孔(パイプ孔)の閉塞の実態ならびに土石流発生への関連性については不明な点が多い。

そこで本研究は、パイプ孔の存在箇所やパイプ孔閉塞後の新たな噴出しの実態を現地観測により明らかにするとともに、ニューラルネットワークを用いて、パイプ流、パイプ孔の閉塞、土石流の各々の発生降雨領域を明らかにし、土石流発生に関わるパイプ流の水文素過程としての位置づけを明らかにすることを目的とする。

2 研究方法

研究対象地は藤原岳北東側斜面に位置する土石流多発溪流である西之貝戸川の第 6 号砂防堰堤直上流部とした。パイプ流発生状況を把握するために第 6 号堰堤天端と床固工、またその周辺にインターバルカメラを設置し、豪雨時のパイプ流や土石流の発生状況を観測した。

また、第 6 号堰堤施工掘削横断面、床固め施工掘削横断面などにおけるパイプ流噴き出し状況や過去 4 年間でパイプ流が観測された全 23 箇所からパイプ流の存在箇所の特徴を明らかにした。またニューラルネットワークの方法のうちの 1 つである、RBFN(Radial Basis Function Network)を用い西之貝戸川における土石流発生基準雨量線を非線形で設定し、パイプ流の発生、伏流水の噴き出しとその閉塞、土石流発生との関係性を明らかにした。



図—1 調査地地形図

3 結果・考察

3.1 パイプ流の発生箇所

現地調査結果(写真—1, 2)や過去の研究結果から、パイプ流は溪床堆積物の堆積地表面から深さ方向に 0.4m~2.0m に多く存在し、難透水層(細粒土砂を多く含む層)上または基岩直上に多く存在することが明らかとなった。

3.2 現地観測によるパイプ孔閉塞事例

2012 年 6 月 19 日の降雨イベントでは床固め施工掘削横断面においてパイプ流の噴出→パイプ孔の周辺の土砂移動→パイプ流



写真—1 パイプ孔内部

の閉塞→床固工施工掘削横断面の崩落(写真－2)といった、一連のイベントを観測した。これらについてインターバルカメラの画像を解析した結果、崩落の引き金はパイプ孔の閉塞によって新たな箇所から伏流水が噴出したことによるものと推察した。

3. 3 RBFN 解析結果

2002 年 9 月から 2012 年 9 月までの降雨イベント(全 855 ベント)を抽出し、RBFN によってパイプ流発生と土石流発生限界雨量線を設定したものを図－2 に示す。図－2 よりパイプ流が発生しても土石流発生までには余裕がある(最大時間雨量の差 13mm、土壌雨量指数の差 74.9mm)ことが読み取れる。

3. 4 土石流発生に関わるパイプ流の水文素課程としての位置づけ

パイプ流の発生 CL と土石流発生 CL(図－2)で示したように、パイプ流発生がすぐさま土石流につながるものではないことが明らかとなった。土石流発生 CL に土砂移動現象を記したグラフ(図－3)から読み取れるように土石流 CL に付近に近い降雨となるとパイプの閉塞が起こりやすくなると考えられる。またパイプ孔の閉塞による通常時にみられるものとは異なる箇所からの伏流水の噴き出しは直接土砂移動へとつながる危険性が高い事象であることが明らかとなった。これはパイプ孔の閉塞により、堆積層内の間隙水圧が急増し、堆積物の安定性が損なわれるためと考えられる。

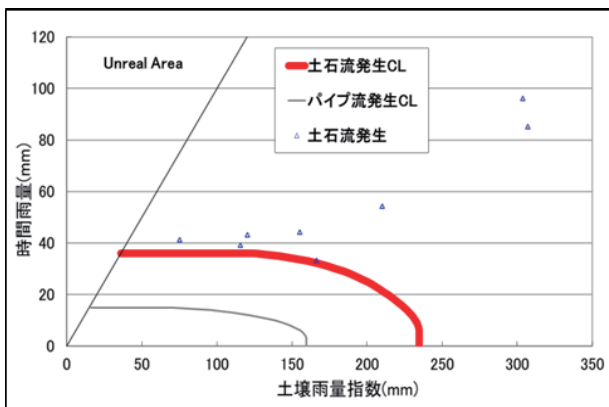
4、結論

本研究では以下のことがわかった。

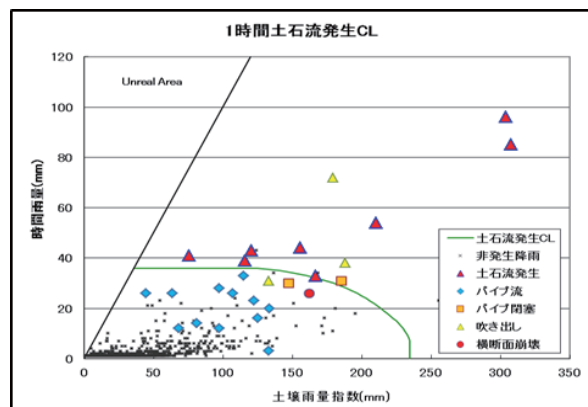
- ①パイプは比較的浅層(0.4～2.0m)に多く存在し、難透水層上または基岩直上に存在した。
- ②パイプの閉塞や伏流水の噴き出しは土石流発生 CL に近いところで発生した。
- ③パイプ流は土石流発生に対して安全側の排水現象であると考えられる。
- ④パイプ流の発生自体は土石流の発生に直接つながるものではないが、パイプ孔の閉塞現象やその後の異なる箇所からの伏流水の噴き出しが起こると土石流発生の危険度は非常に高くなる。



写真－2 パイプ流発生箇所と溪床横断面崩落地



図－2 パイプ流発生基準線と土石流発生基準線



図－3 土石流発生基準線と土砂移動現象