

溪床堆積物再移動型土石流発生に至るまでの各水文現象の発生限界雨量

三重大学大学院 生物資源学研究科 ○佐野泰志, 山田孝

日本工営株式会社 池島 剛, 松本定一

1. はじめに

三重県いなべ市藤原町西之貝戸川では1999年から2012年までに計11回の土石流が発生している。三重大学では2008年から西之貝戸川において、溪床堆積物を流れる伏流水の流出状況等の観測を行い、土石流発生予測の手法提案を目指している。これまでの観測の結果、西之貝戸川で発生する土石流は雨量強度の大きな降雨に伴うパイプ流の発生やパイプ孔の閉塞などの各水文現象を経て発生すると考えられている。よって、各水文現象の発生限界雨量の把握は土石流発生予測を行う上で重要な情報となる。

本研究では各水文現象の発生限界雨量の算出に適した降雨指標として雨量強度、実効雨量、土壌雨量指数に着目し、各半減期の実効雨量とタンクモデルの貯留高の関わりと、実効雨量・雨量強度による土石流発生に至るまでの各水文現象の発生限界雨量について検討した。

研究方法

2.1 研究対象地の概要

研究対象地である三重県いなべ市藤原町西之貝戸川の第6号砂防堰堤より上流を図-1(赤枠)に示す。流域面積は0.75km²、平均勾配は24.3°、地質は主に中生層の石灰岩である。西之貝戸川で発生した過去の土石流の多くは溪床堆積物再移動型であり、第6号砂防堰堤より上流の溪床区間には土石流堆積物が5~20m程度の厚さで堆積し、勾配はおおよそ20°以上である(図-2)。2010年の調査ではパイプ流が溪床堆積物の堆積地表面から深さ0.4~2.0mに多く存在していることが確認されているが、2012年の土石流の堆積や床固め施工工事により現在はパイプ流の発生箇所を特定することは困難である。以上のことを踏まえ、本研究では溪床勾配が土石流発生勾配(15°以上)である第6号砂防堰堤より上流の全溪床区間を土石流発生域とみなした。第6号砂防堰堤では水抜き孔を利用した超音波水位計による伏流水の流量観測を行っている。本研究では上記の考え方から第6号砂防堰堤で得られた伏流水の流量を土石流発生域の流量とみなした。2015年8月からは第6号砂防堰堤側部に夜間監視用カメラを設置し、夜間の伏流水流出状況も把握できるようにした。



図-1. 研究対象地

2.2 降雨指標について

各降雨指標は藤原岳観測所で観測された2002年~2015年までの雨量データから算出した。雨量強度は10分間雨量と時間雨量とした。実効雨量は半減期を1~72時間として、10分間ごとと毎正時ごとにそれぞれ算出した。土壌雨量指数は、現地での流量観測結果と溪床堆積物でのボーリング調査結果を考慮して佐野ら(2014)が提案した2段タンクモデルを用いて算出した。このタンクモデルは、タンク1段目の3つの流出孔が表面流出と中間流出(パイプ流、マトリックス流)を表し、タンク2段目の1つの流出孔が基底流出を表す2段タンクモデルである。また、パイプ流の発生、パイプ孔閉塞、土石流の各現象が現行の観測体制で確認できた降雨をそれぞれの「発生降雨」とした。各降雨指標はパイプ流非発生・土石流非発生降雨、パイプ流発生・土石流非発生降雨、パイプ孔閉塞・土石流非発生降雨は1降雨イベント内の最大値、土石流発生降雨は土石流発生時の値とした。



図-2. 西之貝戸川第一右支川の土石流発生域

2. 結果・考察

3.1 各半減期の実効雨量とタンクモデルの貯留高の関係

これまでの観測結果から、西之貝戸川では土石流発生降雨時以外は表面流の発生は確認されておらず、土石流非発生降雨時のタンク 1 段目は中間流出のみを表している。よって、タンク 1 段+2 段目の貯留高を一般的な 3 段タンクモデルの 2 段+3 段目の貯留高と同等に扱うこととした。

各半減期の実効雨量とタンク 1 段目の貯留高、タンク 1 段+2 段目の貯留高のそれぞれの関係性を図-3 示す。時間雨量の場合、タンク 1 段目は半減期 5 時間の実効雨量、タンク 1 段+2 段目は半減期 12 時間の実効雨量が同程度の値を示した。建設省河川砂防部（1993）が総合土石災害対策検討会で提案した手法に用いられる半減期 72 時間に比べ半減期が短いことから、貯留高の減少速度はかなり早いと考えられる。ちなみに 10 分間雨量の場合、タンク 1 段目は半減期 30 時間、タンク 1 段+2 段目は半減期 72 時間の実効雨量が同程度の値を示した。

3.2 実効雨量・雨量強度による土石流発生に至るまでの各水文現象の発生限界雨量

各半減期（1～72 時間）の実効雨量と雨量強度による土石流発生に至るまでの各水文現象の発生限界雨量を検討した結果、半減期 5 時間の実効雨量を用いた場合、実効雨量と雨量強度により各水文現象の発生領域の区分が可能となった。一方で、半減期 12 時間、半減期 72 時間の実効雨量を用いた場合、実効雨量による各水文現象の発生領域の区分は難しく、雨量強度のみによる発生領域区分がある程度可能であった。

3. 結論

本研究では以下のことがわかった。

- (1) 提案 2 段タンクモデルのタンク 1 段目とタンク 1 段+2 段目の貯留高の変化は、時間雨量の場合、それぞれ半減期 5 時間、半減期 12 時間の実効雨量の変化に相当し、堆積物中の雨水の貯留高の減少速度が速いと考えられる。
- (2) 各半減期（1～72 時間）の実効雨量と雨量強度による土石流発生に至るまでの各水文現象の発生限界雨量を検討した結果、半減期 5 時間の実効雨量を用いると実効雨量と雨量強度の双方の影響を反映した各水文現象の発生領域区分が可能となる。

【参考文献】

- (1) 佐野泰志・小林龍太郎・山田孝(2014)：豪雨時の伏流水の流出特性とそのモデル化-三重県いなべ市藤原町西之貝戸川の事例-，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 p.B-252～B-253
- (2) 建設省河川局砂防部（1993）：総合土石災害対策検討委員会における提言および検討結果

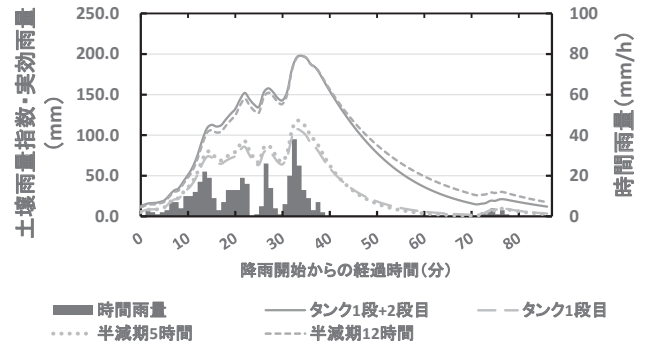


図-3 各半減期（5 時間，12 時間）の実効雨量とタンクモデルの貯留高の関係

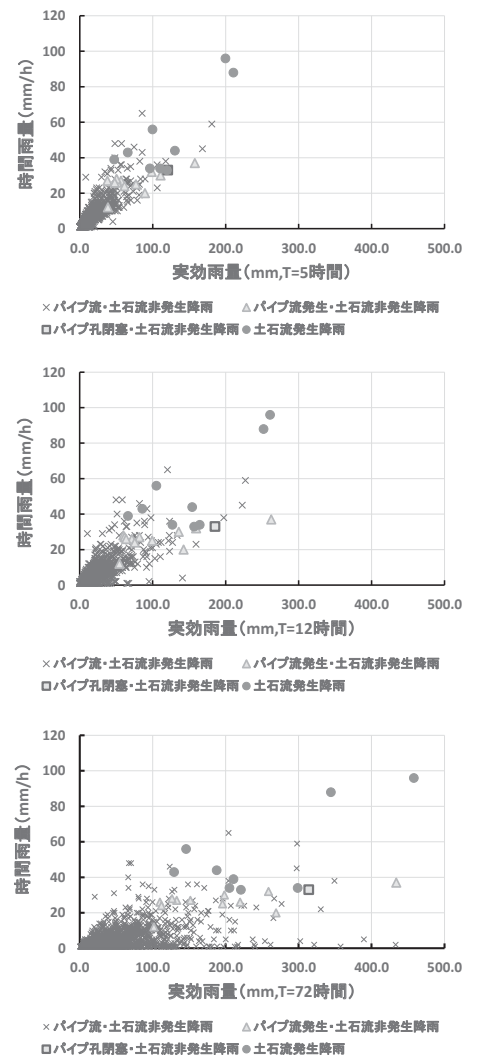


図-4 各半減期（5 時間，12 時間，72 時間）の実効雨量と時間雨量による各水文現象の発生限界雨量