

005 土石流ピーク流量に関する一考察 - 広島災害を事例として -

(財)砂防・地すべり技術センター ○柘木敏仁、池谷浩、松井宗広

1. はじめに

土石流のピーク流量を推定することは、砂防堰堤の設計のために重要なファクターの一つである。土石流対策技術指針(案)(2000)では、土石流ピーク流量の推定方法として、降雨量に基づく手法(以下、「理論式」という)と流出土砂量に基づく手法(以下、「経験式」という)の2手法が記載されており、各手法で算出した値の大きい方を採用することとしている。

水山(1990)によると、経験式は桜島野尻川(流域面積 $A=2.99\text{km}^2$)、焼岳上々堀沢 ($A=0.3\text{km}^2$) において得られたデータに基づいており、土石流ピーク流量は総流量との関係からその上限を意識して経験式として表したものである。しかし、野尻川、上々堀沢とも活火山地域の土石流であり、非活火山地域における土石流ピーク流量と総流量との関係について検証することが必要である。

そこで、本検討は平成11年に発生した広島における土石流災害時の痕跡から得られた土石流ピーク流量と総流量の関係を把握することを目的としたものである。

2. 検討方法

2.1 痕跡から推定した実績の土石流ピーク流量の試算

平成11年の広島災害時の土石流ピーク流量は、土石流の流下痕跡が明確であった8溪流について、土石流の痕跡があった地点の流下断面積を現地調査より推定し、流速は Manning 型の式を用いて推定した。

2.2 理論式及び経験式による土石流ピーク流量の推定

理論式による土石流ピーク流量は土石流対策技術指針(案)を用いて広島災害時における24時間雨量より清水流量を算出し、土砂濃度による割り増しを行った。経験式による土石流ピーク流量は総流量の算出を①実績の流出土砂量と土砂濃度から算出した量、②実績の流出土砂量と降雨量を用いた水量の合計、③主流路の流出土砂量と土砂濃度から算出した量の3ケースを想定した。

3. 検討結果

3.1 痕跡から推定した土石流ピーク流量の試算

痕跡から推定した土石流ピーク流量の算出結果を表1に示す。なお、河床勾配が 10° 以上の地点の粗度係数は土石流のフロント部を意識して0.1とし、それ以下については0.04を用いた。

3.2 理論式及び経験式による

表1 痕跡から推定した土石流ピーク流量の試算

土石流ピーク流量の推定
理論式から推定した土石流
ピーク流量の算出結果を表2
に示す。高橋の土砂濃度式にお

No	流域名	流域面積 (km^2)	流下断面積 (A)			流速 (V)			ピーク流量 $A \times V$ (m^3/s)	
			水深 (m)	幅 (m)	断面積 (m^2)	水深 (m)	勾配 (θ)	粗度係数 (n)		流速 (m/s)
1	中倉川	0.561	3.0	10.0	30.0	3.0	12	0.1	9.5	284.5
2	安川左支川	0.046	2.0	8.0	16.0	2.0	14	0.1	7.8	124.9
3	猿滝川	0.539	2.0	10.0	20.0	2.0	8	0.04	14.8	296.0
4	古野川	0.873	2.0	12.0	24.0	2.0	8	0.04	14.8	355.2
5	屋代川	0.806	2.0	12.0	24.0	2.0	8	0.04	14.8	355.2

ける定数は、 $\rho=1.2$ 、 $\sigma=2.6$ 、 $\phi=35^\circ$ を用い、 C_f は0.6とした。経験式による土石流ピーク流量を表3に示す。

経験式から推定した土石流ピーク流量の算出結果を表3に示す。表中の全土砂量は各流域における流出土砂量であり、全土砂量+水量は各流域の流出土砂量と24時間雨量に流域面積、 f_r を乗じて算出した。

また、主流路の土砂量は各流域の主流路のみの崩壊土砂量と侵食土砂量を対象に算出したものである。

4. 考察

図1には経験式で算出した土石流ピーク流量と総流出量の関係を示し、図2には痕跡から推定した土石流ピーク流量と理論式、経験式による比較を示す。

理論式で算出した土石流ピーク流量は清水のピーク流量の2倍～10倍となっているが、痕跡から推定した土石流ピーク流量の1/100となっている流域もあり、痕跡から推定した土石流ピーク流量とは大きく異なっている。

一方、経験式で算出した土石流ピーク流量では、流域面積が0.5km²以上の流域を対象に考えると、主流路の土砂量を対象として算出した土石流ピーク流量が他の手法よりも痕跡より推定した土石流ピーク流量と比較的よく整合している。しかし、流域面積0.5km²未満の流域では各手法とも整合性はよくない。これは河床勾配が急勾配であり、Cdの値が大きくなっているため、C*/Cdが小さくなっていることに起因していると考えられる。

また、河床勾配が急であることは痕跡から推定した土石流ピーク流量を算出する際の流速も速くなるため、ピーク流量自体が大きめにでていることも考えられる。

5. おわりに

本検討では広島災害時の痕跡から得られた土石流ピーク流量と理論式及び経験式による土石流ピーク流量の比較を行った。そして、経験式における総流出量について主流路を対象として求めた値が比較的経験式と整合することが判明した。

今後は、広島の事例は花崗岩地域の土石流であるため、異なる地質の土石流の違い等についても、検討する必要があると考えられる。

引用文献

建設省砂防部砂防課(2000)：土石流対策技術指針(案)

広島県(1999)：6.29 広島県土砂災害対策検討委員会資料

水山高久(1990)：土石流の発生及び規模の予測に関する研究、文部省科学研究費重点領域研究「自然災害の予測と防災力」研究成果

表2 理論式から推定した土石流ピーク流量

No	流域名	流域面積 (km ²)	24時間雨量 r24(mm)	有効雨量 re(mm/h)	流出率 f	清水流量 Qp(m ³ /s)	Cd	土石流ピーク流量 Qsp(m ³ /s)
1	中倉川	0.561	200	41.4	0.8	6.46	0.37	17.1
2	安川左支川	0.046	205	30.6	0.8	0.39	0.47	1.9
3	猿滝川	0.539	263	57.4	0.8	8.59	0.30	17.2
4	古野川	0.873	248	57.0	0.8	13.82	0.30	27.6
5	屋代川	0.806	248	56.4	0.8	12.63	0.30	25.3

表3 経験式による土石流ピーク流量

No	流域名	流域面積 (km ²)	河床勾配 (°)	痕跡 (m ³ /s)	全土砂量 (m ³ /s)	全土砂量+水量 (m ³ /s)	主流路の土砂量 (m ³ /s)
1	中倉川	0.561	12	284.5	242.0	430.8	207.1
2	安川左支川	0.046	14	124.9	27.3	60.1	27.3
3	猿滝川	0.539	8	296.0	122.3	472.3	120.7
4	古野川	0.873	8	355.2	422.3	693.9	365.7
5	屋代川	0.806	8	355.2	416.8	663.1	361.3

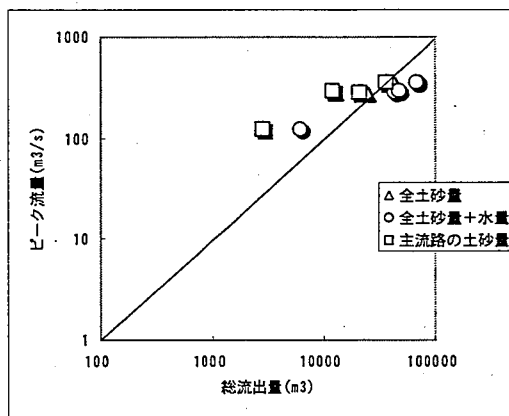


図1 土石流ピーク流量と総流出量の関係

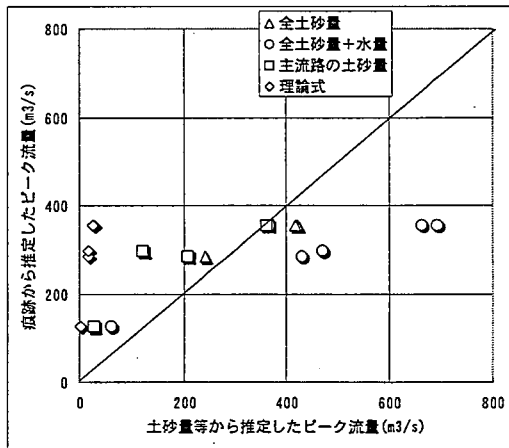


図2 各土石流ピーク流量の比較