

火山泥流の規模の想定と計画への応用

(財) 砂防地すべり技術センター 〇枸杞芽彦 松村和樹
北海道庁室蘭土木現業所洞爺出張所 國重賢一

1. はじめに

土石流の型態を大別すると、大転石が先端部を形成し押し出す場合と、転石も含むが土砂礫を主体とした高濃度の土砂の流れが段波状になって流出する、いわゆる泥流に近い状態のものがある。今回報告の対象としたものは後者に属するものである。(財) 砂防地すべり技術センターでは、昭和年度の委託調査として北海道有珠山周辺の溪流に対する砂防計画の検討を行なったが、その一部につき報告する。有珠山は昭和2年8月から始った火山活動で4回の大噴火が発生し、それに伴ない大量の火山噴出物が周辺の山腹にルーズに堆積したが、その後の降雨により周辺諸溪流でこれら堆積物の流出による泥流が発生した。しかしこれらの泥流発生は記録的な豪雨によるものではなく長雨時の短時間強雨により発生した場合が多い。(表・1参照) このように短時間の強雨による泥流の発生は樺島でも見られる現象である。

2. 流出土砂の考え方

土砂の流出形態は段波状をなす泥流部と、その前後に流れる流出土砂に分けて考える。前者は完全飽和された堆積土砂に短時間ながら強雨が加ったため全面的に表流水が生じ急激な土砂移動により発生するものである。後者はその前後の流水により、いわゆる掃流状況により流出する土砂である。そこで今回の計画では強雨のピーク流量時に泥流が発生すると考えて、既往の泥流量のデータと供給水量の関係につき考察を加え泥流濃度を求め、これより計画降雨時の泥流として流出する土砂量を求めるとともに、ピーク流量時以外の流量に対しては、火山地帯の流出土砂量に適合性が良いといわれている Brown 式で流砂計算を行ない、その合計量を計画規模の降雨における流出土砂量とした。なお強雨のピーク流量時としては分流量を採用した。

3. 泥流も流出土砂量と水量の関係

段波状の泥流は降雨の規模とは不均合な大きな規模を示すことが多い。そのため泥流中の水量は泥流発生時に上流からの供給水だけでなく、移動する前の堆積層の間隙に存在する水量も考慮する。

ここで堆積層中流動化する層の厚さを D 、泥流高を h 、飽和度を S とすると、土砂及び水の流動前後の保存則は次式で与えられる。

$$\text{水: } g_3 \equiv U \cdot h \cdot (1 - C_d) = g_0 + U \cdot D \cdot (1 - C_*) S \quad (1) \quad U: \text{泥流速度} \quad C_d: \text{泥流中の土砂濃度}$$

$$\text{土砂: } g_s \equiv U \cdot h \cdot C_d = U \cdot D \cdot C_* \quad (2) \quad C_*: \text{堆積層の土砂濃度} \quad g_0: \text{上流からの供給水}$$

$$(1)(2) \text{式から泥流の土砂と水を加えた全流量 } (g_T) \text{ は次式で示される} \quad g_T: \text{泥流中の土砂量}$$

$$g_T = \frac{C_*}{C_* - \{S + (1-S)C_*\}C_d} g_0 \quad \text{泥流発生時には } S \div 1 \text{ と考えられるので } g_T = \frac{C_*}{C_* - C_d} g_0 \quad (3)$$

となる。(3)式において g_T/g_0 と C_d の関係を種々な堆積層の土砂濃度につき示すと図1のようになる。

今空隙率を 0.4 と考えると $C_* = 0.6$ となるが、これと既往泥流の土砂濃度 (C_d) を想定した表-2の結果から $C_d = 0.15 \sim 0.50$ とすると $g_T = (1.33 \sim 6.0) g_0$ となり、

$Q_s = (0.2 \sim 3.0) Q_0$ とする。これよりピーク時の供給水量の3倍程度までの土砂量は考えられる。

4. 既往発生泥流の検討

既往泥流の主な記録は表1のとおりである。このうち測定されたものは日雨量と土砂量だけであり、短時間の降雨量、泥水の発生時間、降雨によるハイドログラフ等は未知であった。しかしここでは泥流の規模を想定するための土砂濃度も検定することが目的であり、一応次の仮定で検討を行なった。

(1) 測定された土砂量は全て泥流による流出土砂とみなす。(2) ピーク時の流量は1分間続いたものとする。(3) 堆積物の土砂濃度 $C_* = 0.6$ とし、堆積物の空隙は先行降雨等で完全に飽和状態とする。

またピーク流量は次の手法により求めた。(1) 洪水到達時間………角屋式 (2) 洪水到達時間内の平均雨量強度………物部式 (3) ピーク流量………ラショナル式

求められたピーク流量を前述した仮定の中に折込み、既往の主な泥流につき算出した土砂量 $D' = 0.6D$ と Q_{15} の比を求めた(表・ノ) この結果この値にバラツキが見られたが、これは20数mmの小さな降雨も日雨量とみなしたため、 Q_{15} が過小に算出されたためで、これらについては別途検討を加えた。

その結果、今回の計画に用いる D'/Q_{15} は前に検討した事項も参考とし安全側を見て3.0程度とした。

5. 計画土砂量検討の結果

当地域の計画降雨量は昨年8月登別で降った記録的な豪雨265mmと北海道庁が計画に用いて来た60mmを用いた。これから1分間毎のハイドログラフを作成し、この雨量を基準に中実の標合単位図法を用いたハイドログラフを作成し、ピーク時の Q_{15} とそれ以外の流量を求めた。泥流による流出土砂量は $3 \cdot Q_{15}$ であり、ピーク時以外の流出土砂量はガウソン式で算出した。(表・3)

当該図では昨年度、鹿児島県櫻島でも同様な手法で検討を行なったが概ね良好な結果が得られた。

最後に今回の事例は「有珠山土砂防計画検討委員会」で検討された成果の一部であり、東三部署員長始め委員・幹事の御指導に対し謝意を表するものである。

表1 有珠山泥流発生一覽表

	DATE	日雨量mm	$D \text{ m}^3$	$Q_{15} \text{ m}^3$	D'/Q_{15}
西山川	78.10.16.	22.0	17,200	645	15.98
〃	78.10.24.	28.2	25,300	891	17.03
小有珠川	78.10.16.	22.0	11,800	699	10.11
〃	78.10.24.	28.2	66,700	966	41.40
〃	78.10.24.	28.2	16,200	504	19.26
〃	79.9.30.	66.0	4,700	1,524	1.85
大有珠川	79.10.19.	78.5	5,000	1,941	1.54
〃	79.7.2.	22.5	2,500	173	8.67
〃	79.7.25.	16.0	200	111	1.87
〃	79.8.1.	48.0	1,300	465	1.67
〃	79.8.27.	75.0	3,300	681	2.52
〃	79.9.5.	48.5	9,000	475	10.16
〃	79.9.30.	72.5	4,000	796	3.01
〃	79.10.19.	91.5	2,500	1,077	2.39

表2. 1979. ソーベツ温泉川の発生泥流

採取箇所	生重量(g)	乾重量(g)	含水量(g)	含水率(%)	容積濃度Cd
スリット上流30m	1308	487	821	63	0.181
スリット内	3192	2441	781	24	0.534
スリット下流20m	1712	872	840	49	0.278
本流の沢1	2488	1590	898	36	0.397
〃 2	2058	1260	798	39	0.370
〃 3	1685	854	831	49	0.276

表3 計画流出土砂量

流域名	流域面積	ピーク流量	泥砂量	堆積土砂量	全土砂量	20分間平均	比流砂量
西山川	0.95km ²	20.3	54.8x10 ³ m ³	23.2x10 ³ m ³	78.0x10 ³ m ³	130.0x10 ³ m ³	136.8x10 ³ m ³
小有珠川	1.05	23.8	64.3	32.3	96.6	161.0	153.3
小有珠右川	0.39	10.1	27.3	7.9	35.2	58.7	150.5
ソーベツ温泉	0.47	14.4	38.9	15.7	54.6	91.0	193.6
源太川	0.55	16.9	45.6	24.1	69.7	116.2	211.3
大有珠川右	0.18	5.0	13.5	5.2	18.7	31.2	173.3
〃 左	0.26	8.7	23.5	7.8	31.3	52.2	200.8

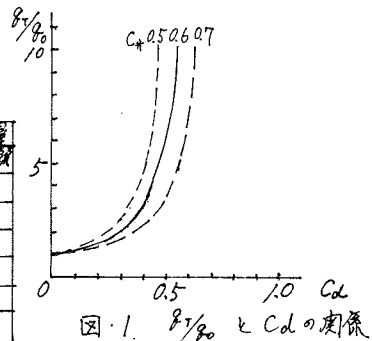


図1. D'/Q_{15} と C_d の関係