

京都大学大学院 ○ 水 山 高 久
 " 農学部 武 居 有 恒
 " " 小 橋 澄 治

本報告は、最近の土石流発生機構に関する基礎的研究の成果を実際に土石流の発生した所に適用して、土石流発生を予知するために今後研究しなければならない点を指摘しようとするものである。

1. 土石流発生限界 土石流の発生条件は、大同や高橋らによって研究されている。それによると水深を h_0 、河床勾配を θ 、土粒子の比重を δ/ρ 、土の内部摩擦角を ϕ 、代表粒径を d 、堆積層の体積濃度を C^* とする発生条件は、

$$\frac{C^* (\delta/\rho - 1)}{C^* (\delta/\rho - 1) + 1} > \tan \theta \geq \frac{C^* (\delta/\rho - 1)}{C^* (\delta/\rho - 1) + 1 + h_0/d} \tan \phi \quad (1)$$

で与えられる。(1) また移動深さ AL は、

$$AL = \frac{\tan \theta}{C^* (\delta/\rho - 1) (\tan \phi - \tan \theta) - \tan \theta} \cdot h_0 \quad (2)$$

となる。以上より勾配 θ のところで土石流の発生する水深 h_0 は $AL > d$ より

$$h_0/d > C^* (\delta/\rho - 1) \left(\frac{\tan \phi}{\tan \theta} - 1 \right) - 1 \quad (3)$$

となる。これらをまとめて図-1に示す。なお図-1には著者による急勾配水路における限界掃流力の実験結果(2) ($\sin \theta \leq 0.2$) も示してある。

2. 土石流発生限界流量 θ , ϕ , C^* , δ/ρ , d を与えると、図-1より限界水深 h_0 がわかる。堆積層の浸透流量 Q_1 は、透水係数を k 、谷幅を B_0 、堆積層の厚さを D とすると放物線断面を仮定して、 $Q_1 = k \frac{2B_0 D^3}{3} \sin \theta$ となる。一方表面流量 Q_2 は、流水幅を B 、抵抗係数を f とすると、 $Q_2 = B h_0 \sqrt{\frac{8}{f}} g h_0 \sin \theta$ となる。ここで B の決定が問題となるが先の研究(2)により、 $B = 3.5 \sim 7.0 / Q$ ($m \cdot sec$ 単位)を用いると $Q_2 = (1.23 \sim 4.9) h_0 \sqrt{\frac{8}{f}} g h_0 \sin \theta$ となる。これより土石流発生限界流量は、 $Q_1 + Q_2$ で与えられることになる。次にこのような流量を発生する降雨条件を知りたいわけであるが現在の流出解析法ではむずかしい。

3. 発生条件の具体的検討 焼岳の上々堀沢(図-2)では、松本砂防工事事務所と京大防災研によって土石流観測がおこなわれている。その報告書(3)のなかに地下水の最高水位の観測結果があるのでこれを借用して検討する。支谷の縦断形、集水面積、勾配、谷幅を図-4に最高水位と最大時間降雨強度の関係を図-3に示す。これらの資料と、P-3、P-4のパイプが $-100cm \sim -150cm$ で折れたという事実から式(2)を用いて $\tan \phi$ を求める。P-3、P-4で $h_0 = 20cm$ を仮定して $\phi = 46^\circ$ となりまたP-1、P-2で発生しない条件として、それぞれ $\phi > 51.9^\circ$ 、 $\phi > 41.0^\circ$ をえる。この算定結果のバラツキは、 ϕ の値の局所的な差が大きく、地質別にまたサンプルから得られる ϕ の値を与えても発生、非発生を決定することは困難であることを示し、堆積層原の変化、水の集中過程がより大きく影響するのではないかと予察させる。次に図-3よりこの支谷ではP-1で $32mm/hr$ 、P-2で $29mm/hr$ の降雨強度があると表面流を発生することがわかる。ただし到達時間等の議論は現段階では無理である。次に仁淀川左支上八川の一支谷(図-5)についてみる。土石流の発生は 30° 付近と考えられその地点での堆積物の断面積を推定して表面流発生限界の浸透流量は $0.48m^3/sec$ となる。流出率を 1.0 とすると流域面積 $0.056km^2$ では $rmp = 23.1mm/hr$ となる。一方谷部分のみの面積をとると $0.0099km^2$ で $rmp = 130.9mm/hr$ となり、上八川雨量記録の8月17日15時~16時 $133mm/hr$ が対応するものと考えられる。

4. 結 語 以上、土石流発生限界の流量および降雨の条件を算定することを試みた。今後は発生機構に関する基礎的研究とともに予知を目的として谷の源頭部付近での雨水の挙動についてさらに詳細に検討する必要がある。(1) 高橋、寺田、浜田：土石流発生に対する高濃度流の影響、土木学会関西支部講演概要、51年5月(2) 芦田、高橋、水山：流路工計画に関する水理学的研究、新砂防97 pp 9-16、50年11月(3) 松本砂防技術資料No.5、焼岳、浦川における土石流調査関係資料集 50年10月

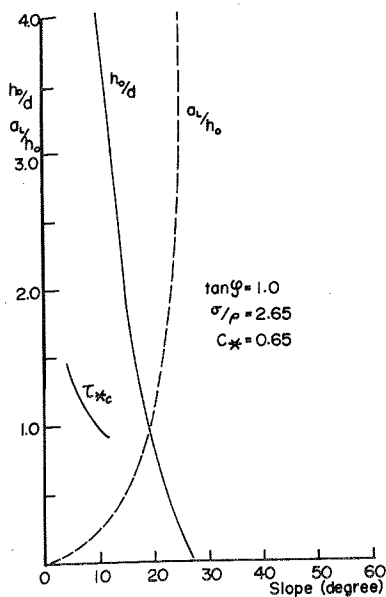


図-1 土石流発生条件(高橋)

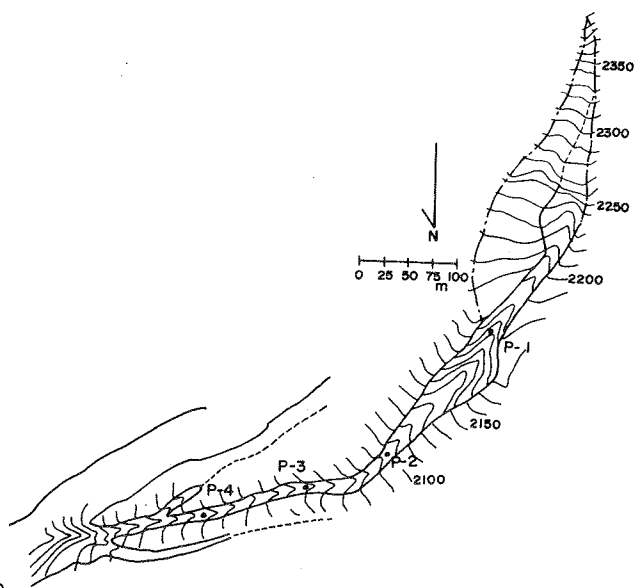


図-2 焼岳上々堰沢

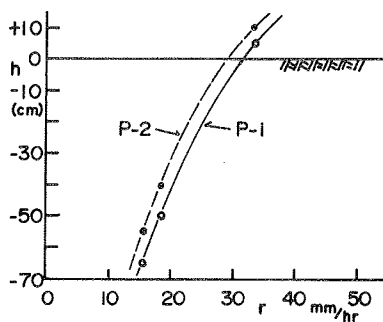


図-3 地下水位と時間降雨強度

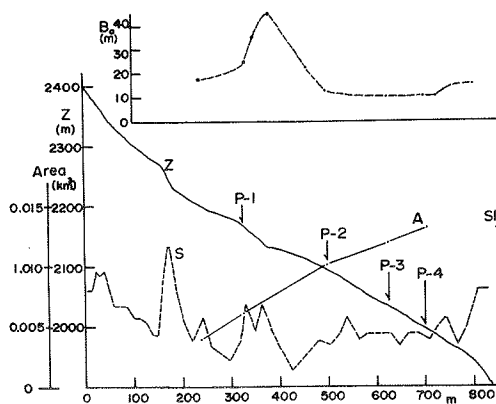


図-4 上々堰沢の地形量

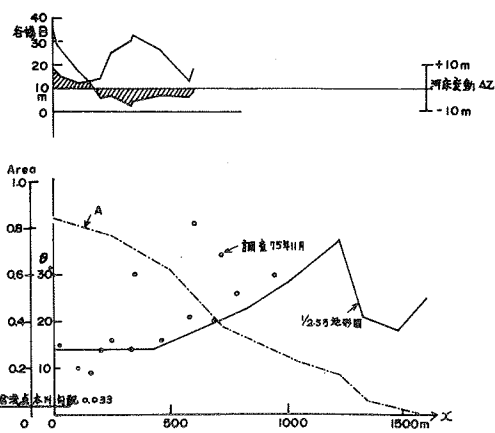


図-5 上ハ川