

土石流の流動過程について (その3)

京都大学防災研究所 諏訪 浩・奥田節夫, 京都府立大学農学部 小川恒一

焼岳上々堀沢における土石流の観測成果から、既に土石流の平均流速、材料組成、偏流、これに伴う溪岸の振動などについて報告を行ってきた。今回は1980年の観測で得られた流動に関する二つの新たな知見と、土石流の流走距離と流動の諸量との関係について整理した結果を略述する。

1. 土石流の密度 採泥金によって採取した試料から土石流先端部の密度はある程度実測しているが、今回は次のような方法で、土石流の後続部まで含めて、その密度の推移の連続測定を試みた。図1に示すような床面流路床底面で土石流の圧力 P ($g\text{-}w/cm^2$) と、映像記録から水位 h (cm) を測定し、密度 ρ (g/cm^3) を算出した。流水は段落ち流れであるため、 P と h より単位体積重量 γ ($g\text{-}w/cm^3$) の間の関係は静水圧分布から少しずれる。図2の上二段には中規模な土石流に関して実測された P と h が示されている。段落ち水流に関する岩崎¹⁾の研究を参考にして、 P と静水圧との比 $k_p = P/(\gamma h)$ を水位 h と静水圧分布を呈する少し上流の水位 h_0 との比 $k_h = h/h_0$ と対応させて γ を求めた。単位は異なるが、密度 ρ で表現して図2に示した。さて、先端の約30秒間の値は既に採泥金のサンプルから明らかとなっていた値 ($1.4 \sim 1.85 g/cm^3$) に比べて明らかに小さ過ぎる。これは、土石流の先端部がとくに多量の石礫を含む構造になっていて、静水圧が形成され難いためだと推定され、密度がうまく求まらない。後続部は予期に反し、密度があまり変化せず、ほぼ一定 ($1.5 g/cm^3$) となっていることが注目される。

2. 土石流の通過に伴う溪床侵食 図3は溪床の侵食と再堆積の状態の調査結果を示す。例えば測点Rでは、最初ブロックが11個粒状に積み重ねて埋設されていたが、7月19日の小規模な土石流の通過によって、いったん深さ70 cmまで侵食を受け、ブロックが7個流失したのち、23 cmの埋め戻しの生じたことを示す。流失するブロックが映像記録された時刻は、先端の通過後20数秒うしろの先端部についてであつたが、これは土石流先端部による直接的な侵食あるいは土石流に伴う地盤振動による溪床の流動化現象の存在を示唆するものと言える。

3. 土石流の流走距離 土石流が流動を繰り返してどこまで到達するかを検討は防災の見地から重要である。そこで土石流14例について流走距離を含む諸量を比較検討したが、そのうち到達距離の大きく異なる二例について主要な要素を比較して表1に示した。V_f についてのみ大小の逆転が見られるほかは、どの要素と土石流(A)のほうが大きく、scale factorの支配が期待されるが、先の14例で整理したところ、それとは高い相関は見えず、一例として図4に示す程度にとどまっている。図5は扇状地の縦断勾配の場所的な変化に個々の土石流の停止位置と停止当時の前面の縦断勾配を示す。同じデータを用いても、20 m区間毎の平均計測法では1°程度のところまで到達したことになるが、200 m区間平均の計測法では、その下限が3°になっていることが注目される。

謝 辞 この研究は建設省根本砂防工事事務所と文部省科研費補助金の援助を受けて実施された。

引用文献 1) 岩崎敏夫; 段落ち水流の水理現象に関する実験的考察, 土木学会誌, 38, 6, 33, 1953, 241~246, 2) 奥田節夫ほか; 土石流の総合的観測 その6, 京大防災研年報23B, 1980, 357~394

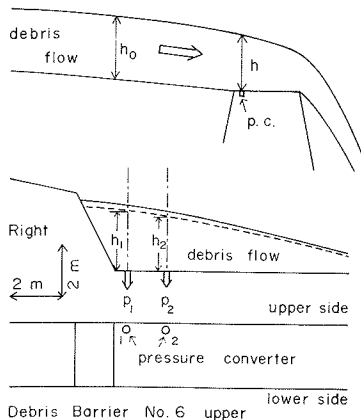


図1 土石流の段落ち流れと
底面圧力の測定

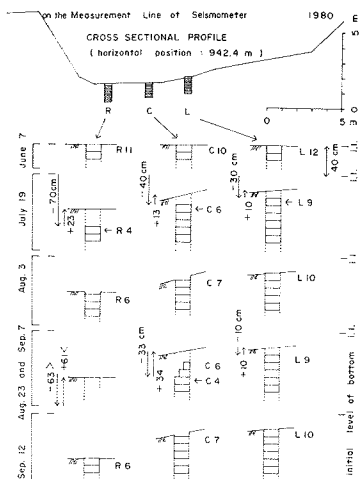


図3、土石流による溪床の侵食と堆積

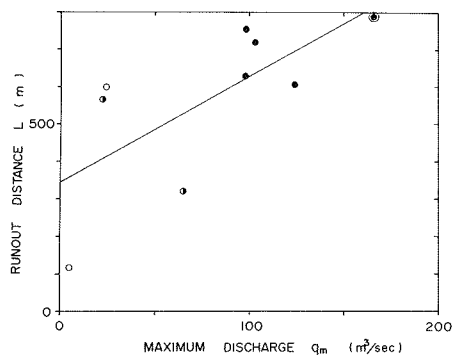


図4 土石流の最大流量と流走距離

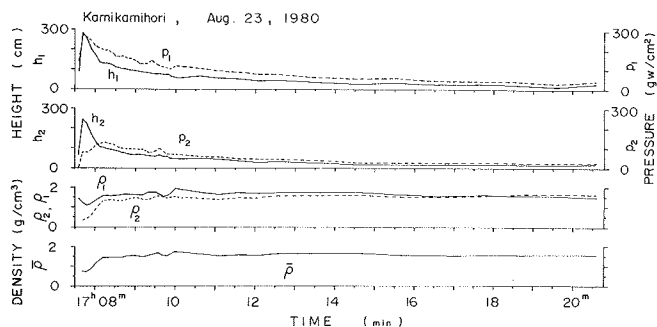


図2 土石流の底面圧力と密度の変化

表1 ニつの土石流の流走距離の差異の検討

Comparison between the two debris flows			
		debris flow (P), Aug. 23, 1980	debris flow (A) Sep. 21, 1979
L :	runout distance (m)	321	< 755
R ₁₀ ² :	10 minutes rainfall (mm)	5	< 11
R _{1b} :	rainfall index (mm)	9.3	< 13
Q ₁ :	total discharge (m ³) (discharge q>20m ³ /sec)	3700	< 12600
q _m :	maximum discharge (m ³ /sec)	65	< 98
v _f :	front velocity (m/sec)	4.3	> 3.3
d _{max} :	diameter of largest stone (m)	3.3	< 5.6
T :	tangent of fan head slope	0.093 (5.3°)	< 0.105 (6.0°)

$$R_{1b} = R_{10} + \frac{1}{5} (R_{60} - R_{10}) + \frac{1}{10} (R_{65} - R_{60})$$

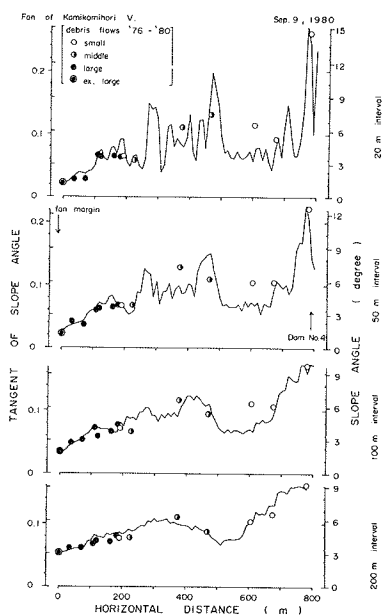


図5 土石流の停止位置 (lobeの下流端)と
停止地点上流側の扇面の縦断勾配