

# 焼岳上々掘沢の土石流発生場の土砂収支と土石流発生条件

国際航業㈱ 関西技術所 ○西村公志  
京都大学防災研究所 諏訪 浩・奥西一夫  
建設省松本砂防工事事務所 西本晴男

## 1. はじめに

焼岳上々掘沢では、源流域斜面からの様々な営力によって運ばれる土石と、谷壁からの崩落土砂が、残雪を挟みつつ、谷底に溪床堆積土層を形成し続けている。そこへ、強雨のために生じる急出水が溪床堆積物を侵食して土石流を発生させているものと推定している<sup>1)</sup>。

表面流の流量を指標とする土石流の発生判別に関しては、土石流発生点に近い合流点（海拔 1200m）の谷底における表面流の流量（キネマティック・ウエーブ法<sup>2)</sup>による計算値）を用いた検討を行ってきた。その結果、1979年まではこの流量が $1200\text{m}^3/\text{h}$ を越えると土石流がほぼ必ず発生していたが、1979年8月に特別に規模の大きな土石流が発生して以降は、この発生限界流量が一定値に定まらないようになってしまった。この原因として、発生限界流量に経年変動や季節変動があることを報告しているが<sup>1)</sup>、さらに溪床に存在する堆積物の量が大きく関与していることが考えられる。

そこで、土石流発生域の溪床縦断測量のデータをもとに、堆積物の体積の変化を定量的に評価し、土石流発生条件としての表面流の流量と溪床堆積物の体積の関係を検討した。

なお、焼岳上々掘沢における土石流の観測は建設省松本砂防工事事務所と京都大学防災研究所が共同で実施している。

## 2. 調査地の概要

焼岳 (2,455m) は、安山岩の溶岩円頂丘火山であり、火砕流堆積物と土石流堆積物が山腹から山麓の急斜面を形成している。

本研究の調査地である上々掘沢は、焼岳東斜面の4本の侵食谷のうち最も北に位置し、主流路延長は 2.5km、流域面積は  $1.17\text{km}^2$ 、谷の出口に対する集水面積は  $0.83\text{km}^2$ である。

この谷は、上流部において4つに分岐しており、これら支谷の合流点付近で土石流が発生していることを確認している<sup>1)</sup>。

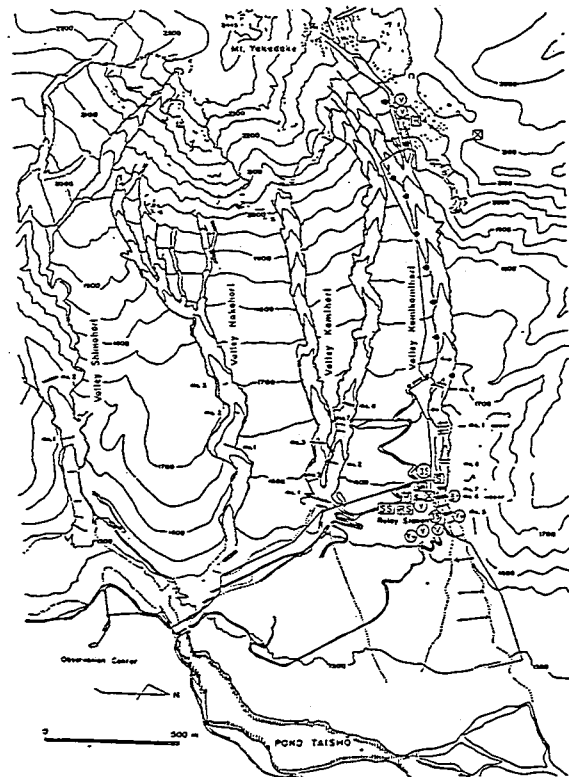


図-1 調査地位置図

### 3. 上流域溪床の堆積量の経年変化

合流点を含む上流部の溪床縦横断面の測量は、1976年から定期的に行われており、1980年までは水準測量で行っていたが、1981年以降は光波距離計付きトランシットを用いた座標点測量であり、座標計は第7系の直交座標（骨格座標）で表している。

上流域の溪床の土砂貯留量の変遷は以下のようにして求めた。まず、各年の最終の縦断測量のデータについて、Y軸方向に10m間隔で固定した断面と縦断測線との交点における地盤高を求めた。そしてこれを用いて、堆積土砂の一年当たりの体積の増分を算定した。

隣り合う二つの断面における1年間の土砂量の増分は、地盤高の増分がx方向で一様であると仮定すると、

$$\Delta V_y = 10 \{ (h_{y,n+1} - h_{y,n}) b_y + (h_{y+1,n+1} - h_{y+1,n}) b_{y+1} \} / 2$$

と表せる。ここに、hは地盤高を、bはx方向の谷幅を示す。添え字のnは年を、翌年はn+1で表し、添え字のyは断面を、y+1は10m上流の断面を表す。

x方向の谷幅は横断測量を行っている場所についてしか分らず、各断面についての値を推定することはできない。そこで地盤高が変化する谷幅をx方向に一律に10mとすると、土砂の増分は

$$\Delta V_y = 50 (h_{y,n+1} - h_{y,n} + h_{y+1,n+1} - h_{y+1,n})$$

となる。断面pからqまでの増分は

$$\Delta V_{p,q} = \sum_{y=p}^{q-1} \Delta V_y$$

と表せる。上流域を図-2に示すI~Vの5つの区間に分け、各区間毎に「土砂の年間増加量」を求めた結果を、表-1に示す。

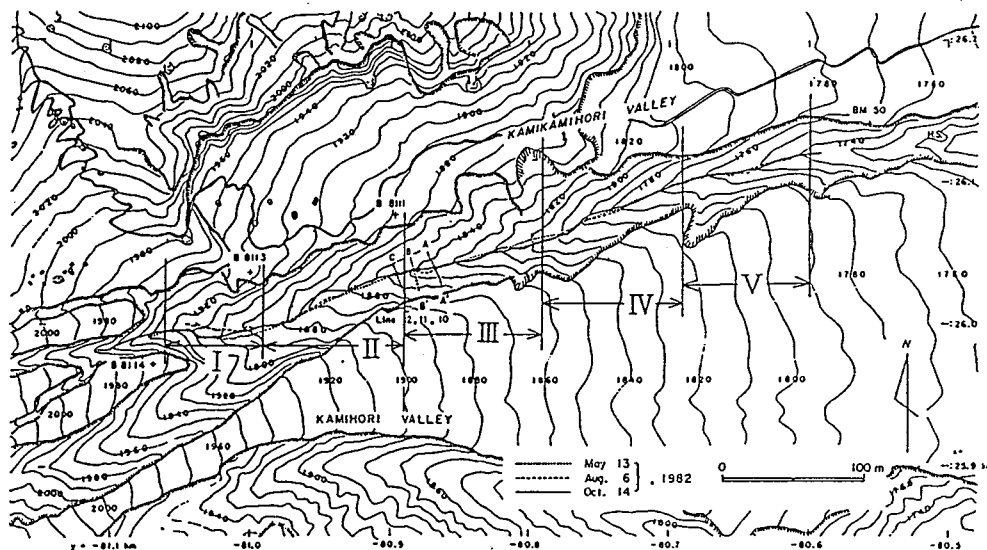


図-2 溪床の堆積土砂量の検討区間

「土砂の年間増加量の累積値」は、1981年10月17日の溪床に存在した堆積物の量すなわち初期値を0とした時の土砂の貯留量を表す。表-1から、土石流が発生した年には堆積土砂量の増加量が負の値を示し、その絶対値（堆積土砂の減少量）が大きくなる。その結果、土砂の増加量の累積値は減少する。また、土石流の発生を見なかった年にはこの累積値が増大していることより、この沢における顕著な土砂流出は専ら土石流の発生・流下に伴って生じていることが分る<sup>3)</sup>。

土石流による流出土砂量は、下流の観測点における土石流のハイドログラフまたは扇状地に堆積した土石流堆の測量結果から求めた土砂の体積であり、この値は上流域の堆積土砂の減少量に近いことが期待されるが、1988年の例を除き、必ずしも両者の値が近くない。しかし、これは当然の結果であるとも言える。すなわち、解析に用いた測量データは、溪床堆積物中の残雪の影響の少ない各年の最終回のものを採用しているが、残雪は必ずしも消滅しておらず、とくに土石流の発生を見ない年には、上流に位置する区間ほど残雪の寄与がより多いものと考えられる。

表-1 上流域溪床における堆積土砂の年間増加量と土石流による土砂の流出（体積）

単位：m<sup>3</sup>

区 間 区 間 長 (m)	I 70	II 100	III 100	IV 100	V 90	年間増加量	増加量の 累積値	土石流の発生 とその規模	土石流による 流出土砂量
17.Oct.81~14.Oct.82	209	-2247	-1132	-1314	-15	-4498	-4498	S	400
14.Oct.82~15.Oct.83	-1302	-600	-1867	-1844	-1550	-7164	-11662	S, S, S, M, L, L, L, M	14800
15.Oct.83~18.Oct.84	809	766	1092	3846	885	7398	-4264	0	0
18.Oct.84~15.Oct.85	-1584	-1668	-1361	-4937	-1817	-11365	-15630	M, M, S, S, S, S, S, S, S	14600
15.Oct.85~16.Oct.86	958	3091	1866	2416	2455	10784	-4845	0	0
16.Oct.86~23.Oct.87	611	172	482	545	620	2430	-2415	0	0
23.Oct.87~10.Oct.88	-697	-304	-1483	-1581	-743	-4807	-7222	S, M, S, S, M, M, S, S	4500
10.Oct.88~17.Oct.89	1144	777	1235	1499	1382	6037	-1185	0	0
17.Oct.89~10.Oct.90	-399	688	132	414	794	1628	443	S, S	1000
10.Oct.90~16.Oct.91	483	673	1366	991	615	4127	4570	0	0
16.Oct.91~ 8.Oct.92	1431	431	608	582	489	3542	8112	S	0

#### 4. 溪床の堆積土砂量と土石流の発生・非発生

表-1に示した溪床堆積物の増加量の累積値と合流点における降雨表面流出との関係を図-3に示す。土石流の発生を見た年のものについては発生時の流量 $Q_D(\bullet)$ を、非発生時の流量についてはピーク値 $Q_P(○)$ を示す。土砂貯留量は、その年度の値であるので、この図は、土石流や出水が発生した結果、貯留量がそれぞれの観測期間の終わりにどのような値になったかを示している。

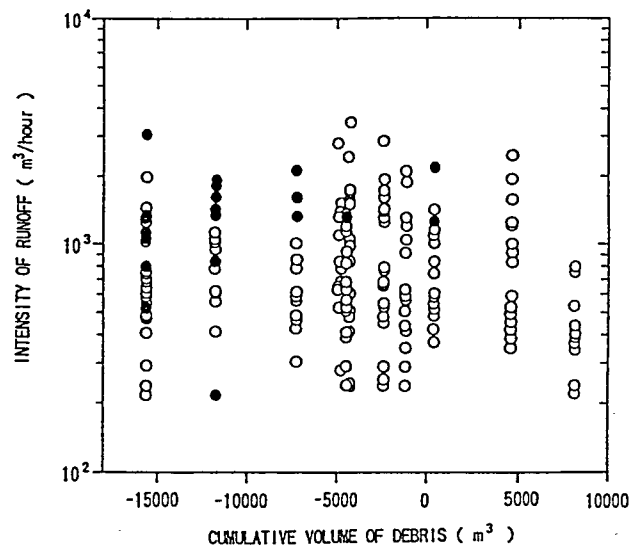


図-3 合流点流量と土砂貯留量（堆積土砂の増加量の累積値）の関係

これに対し表-1において、流量 $Q_D(\bullet) \cdot Q_P(○)$ と前年度の土砂貯留量の関係を取りだしてプロットすると、図-4になる。流量 $Q_D$ の下限値を結ぶと、右上がりのラインが想定できる。

すなわち、土砂貯留量が多いほど土石流発生時の流量が大きい傾向を示唆する。前年秋の溪床堆積物の貯留量は、ほぼ当該年度の土砂貯留量の初期値と見なすことができる。

この貯留量が多いほど、その土砂を押し流し土石流を発生させるための流量を多く必要とすると推測できる。

土石流の発生をみたS.82年, S.83年, S.85年, S.88年, S.90年には、貯留量(堆積土砂の増加量の累積値)の当該年の初期値が $-4498 \sim 0 \text{ m}^3$ の範囲となっている。すなわち、貯留量の初期値が $0 \text{ m}^3$ より大きくても、 $-5000 \text{ m}^3$ より小さくても土石流は発生しにくいように思われる。

図-4においては、個々のプロットについて、土砂貯留量のそれぞれの初期値が与えられているわけではない。そこで、測の実施日と土石流や顕著な出水発生タイミングを考慮して、土砂貯留量の初期値を求め、これと対応させた流量 $Q_p(\bullet) \cdot Q_p(\circ)$ の関係を示すと図-5になる。土石流発生に着目して、それらを結ぶとやはり右上がりのラインが想定できる。この図で累積値が大きいことは堆積土砂の体積が大きいことand/or残雪が多いことに対応する。残雪が多い時期には残雪層の透水係数は著しく大きいため土石流は発生し難い<sup>1)</sup>。したがって、いずれにせよ土砂増加量の累積値が大きいと、土石流が発生し難いことが考えられる。また、累積値が0より小さいところで、大きな流量でありながら、土石流が発生していないケースが見られる。この場合は、土石流の材料となる土砂が少ないので、土石流が発生しなかったと推測できるが、さらに、累積値の大小による谷底の微地形の変化が土石流の発生条件にどのように影響するかという点も今後の検討課題である。

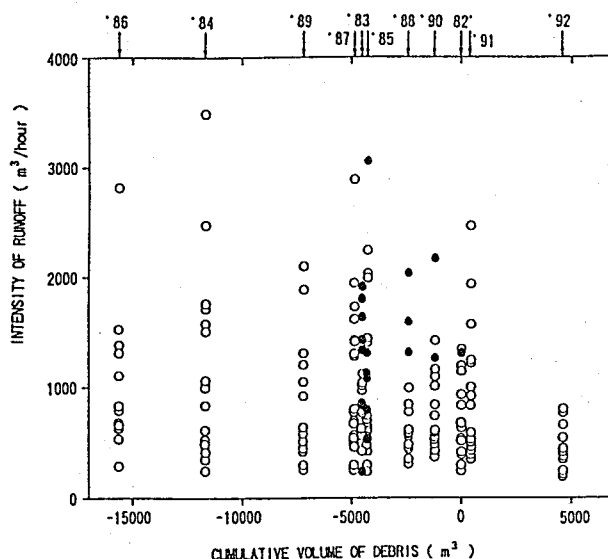


図-4 合流点流量と前年の土砂貯留量(堆積土砂の増加量の累積値)の関係  
 枠外に生起年を示す。

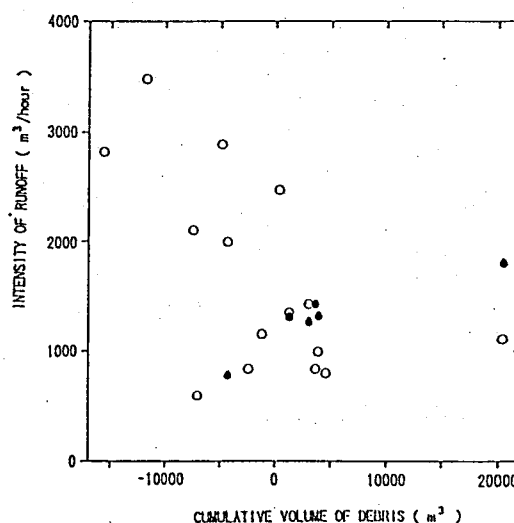


図-5 合流点流量と、初期値としての土砂貯留量の関係

### 参考文献

- 1) 諏訪 浩ほか：焼岳上々掘沢における土石流の発生と規模の検討，京都大防災研年報，32B-1, pp229-247, 1989、
- 2) 奥田節夫ほか：土石流の総合的観測 その6：京都大防災研年報，23B-1, pp357-394, 1980、
- 3) 奥田節夫ほか：土石流の総合的観測 その7，京都大防災研年報，24B-1, pp441-448, 1981