

流量観測が困難な溪流の水文解析 — 焼岳上々掘沢を例として —

京大防災研 奥西一夫, 諏訪 浩 北陸地方建設局 岡本正男
松本砂防工事(事) 東樹芳雄 アジア航測(株) 浜名秀治

土石流が頻発するような荒廃溪流では、溪床変動が激しくて量水設備を設置できなかったり、常時は水流がない場合が多く、水文特性の正確な把握が困難である。焼岳上々掘沢では源頭部に量水堰が設けられ、観測結果にもとづいて流出モデルが作成されているが、これをそのまま土石流の流下区間に適用することはできない。しかし、土石流発生時の降雨条件に関する多変量解析の結果、土石流の発生が発生地奥の表流水量と密接に関連していることがわかったので、土石流の発生・非発生をキーとして、土石流の発生地奥となること多い合流奥の降雨流出の推定を試みた。

流出モデルとしては源頭部で実績のあるキネマティックフューズ法を採用し、ガリの横断形は長方形であるとして各支谷と一本化し、その幅と長さは奥の地形と合わせた。溪床の浸透能 P_f および等価粗度 n は試行錯誤的に決定したすなわち、これまでに観測されたハイドログラフに対して仮定された P_f とこれを用いて流出計算をし、ピーク流量がある限界値と越える場合は土石流が発生し、限界値以下の場合には非発生であれば仮定値は正しい。実際にはある程度のばらつきは避けられないが、 $n=0.1$, $P_f=3\text{mm}/\text{h}$ あたりが最適と思われる。この値を用いて計算した1979年8月21日～22日の合流奥流量を源頭部における実測流量と共に図1に示す。この図から、3つのハイドログラフの中で、今回の計算値が土石流の発生

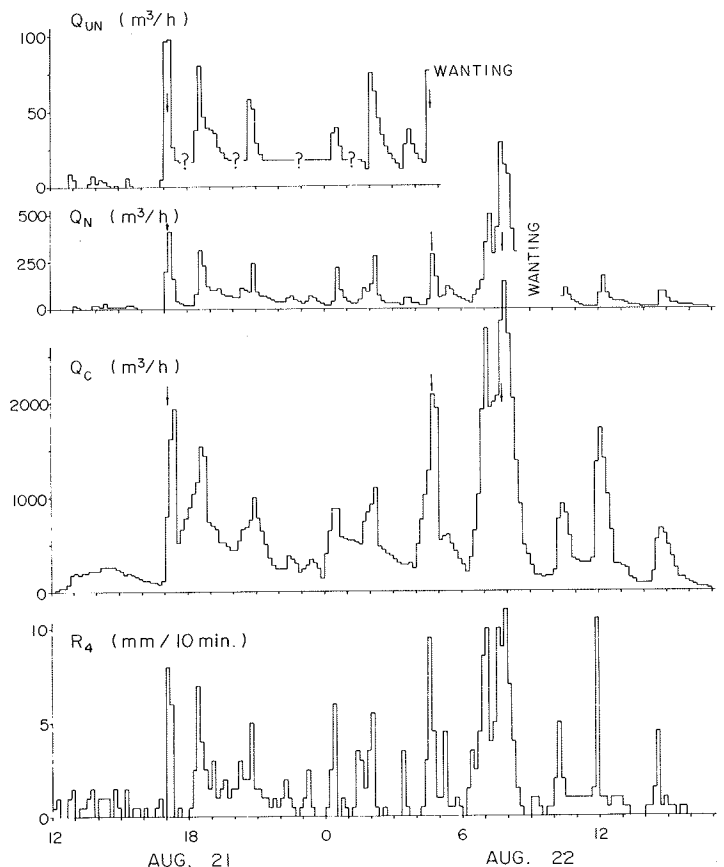


図1 UN地奥, N地奥の実測流量および計算による合流奥の流量 Q_C

と最も対応が良いことがわかる。

上々堀沢の土砂量についてはかなり多くの調査がなされているが、方法が異なると結果も異なり、この点については検討が必要であるが、ここでは最も広い範囲をカバーしている空中縦横断測量の結果を用いて水文量と土砂量の関係を定性的に論じる。3つの期間について、流域の各区間の土砂量変化（プラスは堆積）が図3の植円の中に示されている。土砂流送量（菱形の中）はこの値を積算することによって得られる。ただし対象区域外との間の土砂の出入り、谷底の雪の影響、測定誤差などのため、一部で明らかに不合理な数値が見られる。土砂量は時間的積分値しか得られないので、一歩後退するが、流量と土砂流量の間に直線関係を仮定すると、積算有効降雨 P_e と土砂流送量 Q_d は比例することになる（図2）。この比例係数を k とする。他の断面では流量を推定できないので、合流点流量をそのまま使って k を算出すると図3の四角内のような値が得られる。どの期間についても、上流部では流下するにつれて k が増加し、土石流の生長・拡大を裏付けている。砂防ダム施工区間では k はほぼ一定、崩壊地部分では土砂堆積のため減少する。1979年9月/10月の期間は、8月の大規模土石流の際に源頭部の不安定土砂がほとんど一掃されたので、合流点では k の値が特に小さいが、溪流部での増加が顕著である。1979年10月～1980年9月の期間には小規模の土石流しか起らなかったため、全ての断面において k の値は小さい。今後さらに解析を進めて水文量と土砂量の間の定量的な関係を解明したい。

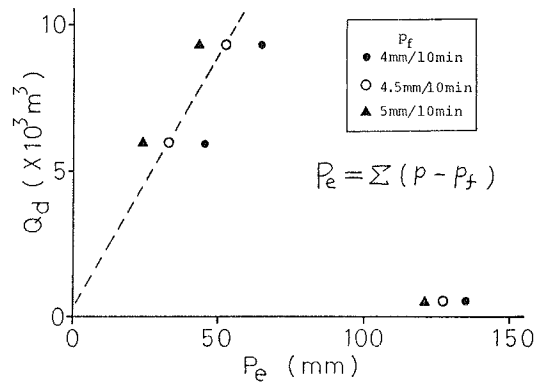


図2 積算有効降雨 P_e と合流点の土砂流量 Q_d の相関

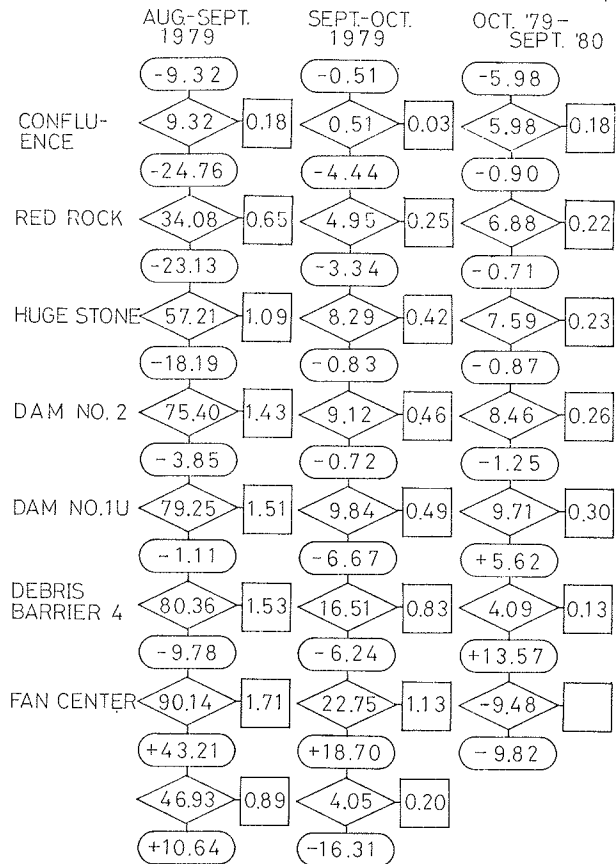


図3 上々堀沢土砂収支図 ○内は各区間の土砂量変化、◇内は流送土砂量(いずれも単位は $10^3 m^3$)、□内は k の値(単位は $10^3 m^3 / mm$)