

京都大学大学院農学研究科 ○山本恭子, 水山高久

京都大学防災研究所 藤田正治, 澤田豊明

1. はじめに

山地流域の土砂動態は、土砂生産や土砂供給イベントが源頭部で間欠的に起こるので、直接モニタリングすることが困難である。しかし、溪流出口で観測される濁度変化は、土砂生産、土砂供給、土砂輸送過程の結果として決定されるので、濁度の連続観測から逆に上流の土砂動態を推定することが可能かもしれない。また、土砂動態は水の動態と密接に関係しているので、水の動態のモニタリングも重要である。そこで、本研究は流域面積 0.85 km^2 の京都大学防災研究所穂高砂防観測所のヒル谷試験流域において、土砂の動態が、濁度、流量、降雨量に関する限られた情報から間接的にどの程度モニタリングできるのかについて検討する。

2. 観測の概要

ヒル谷流域は¹⁾図1上図に示すように花崗斑岩、石英斑岩および堆積層からなっている。流路は堆積層と花崗斑岩、石英斑岩の境界付近の堆積層を侵食して形成されており、下流部ほど深い谷になっている。また、河道上流で二つの支川に分かれている。図1下図に示すように源頭部にはこの流域の主な土砂生産源である裸地斜面があり、凍結融解作用により年間約 20 m^3 の土砂が生産される。図1に示す堰堤から上流約 1 km の区間で、堰堤における水位と濁度、支川合流点における水位と濁度、源頭部における雨量とビデオによる土砂移動のモニタリング、さらには定期的にプール部における堆積土砂量、流水の状況など調査を行い、支川Aの源頭部で生産される土砂の動態の観測を行っている。調査区間は堰堤地点をNo.1、支川合流点をNo.33、源頭部をNo.45とし、 $20\sim30\text{ m}$ 間隔でナンバリングしている。

3. 水の動態と土砂の動態

水の動態は土砂動態の支配因子であるのでそれを明らかにすることが重要であるが、ヒル谷流域は地層が複雑であるためその実態が十分わかっているわけではないが、流量観測、流域調査によって得られた知見について示す。まず、裸地のある支川Aは降雨時のみ流水がある（降雨終了後流水がなくなる）のに対し、支川Bは渴水期でもほとんど水が枯れることはない。また、支川Bの流域の土砂生産はほとんどなく、出水時に水が濁ることもない。ついで、支川合流点の少し下流では水が伏流しており、流量が 10 l/s 程度以下になると水枯れする。さらに、No.10

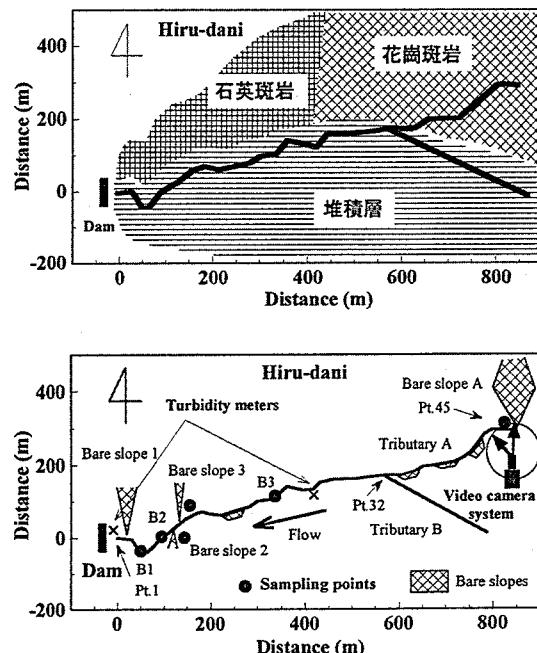


図1 流域の概要、観測の概要

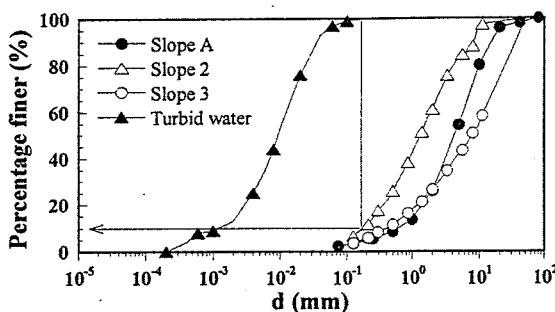
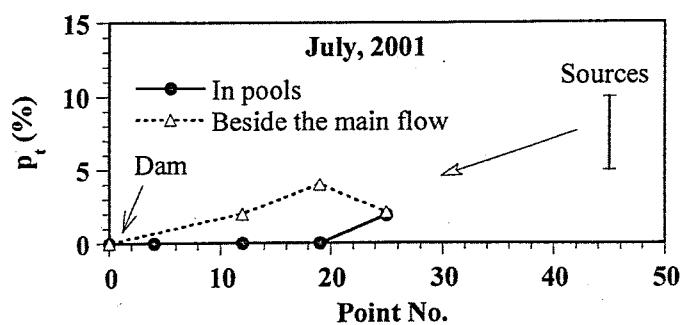


図2 裸地斜面および濁り成分の粒度分布

図3 プール内の堆積物中に含まれる 0.2 mm 以下の成分の割合

左岸あたりに活発な湧水があり、出水後半にはこの湧水のためハイドログラフに2次ピークが見られる。

つぎに、支川Aの源頭部で生産された土砂のほとんどは梅雨期の出水時に河道に供給され流下することが、ビデオ観測により明らかになっている。²⁾供給土砂は通常9月の出水までに下流の堰堤に到達するが、降雨の少ない年は河道に残留する。2002年は、7月16日の現地調査によると河道内にはほとんど土砂は残留しておらず、堰堤での堆砂量から流域全体で約55m³の土砂が供給されたと推定される。

4. 土砂供給量のモニタリング

堰堤より上流での土砂供給量が堰堤での濁度と流量から推定できるかどうかについて検討する。図2は土砂生産源の土砂の粒度分布および濁水中に含まれる濁度成分の粒度分布を示したものである。濁度成分は土砂生産源の土砂に含まれる0.2mm以下の微細粒子であることがわかる。図3は河道のプールの堆積物中に含まれる濁度成分の割合の縦断方向変化を示したものである。土砂が下流へ運ばれるにつれて濁度成分の割合が減少し、堰堤に達するときにはほぼ0になっている。以上のことから、堰堤における濁度の負荷量、土砂生産源での濁度成分の割合、濁水中に含まれる有機物含有量の割合、図4に示す濁度と濃度のキャリブレーションカーブがわかれば、その流域内に供給土砂量が推定できる。図3より濁度成分の割合は0.05~0.1、有機物の割合は強熱減量試験により0.14~0.22とすると、2002年には、44.3~98.2m³の土砂が供給されたと推算される。この値は前述の55m³とほぼ一致しており、このような手法の妥当性が示唆される。

5. 土砂移動過程のモニタリング

源頭部の裸地で濁度成分を多く含んだ土砂は水動態の影響のもと、濁度成分を流出しながら下流に流される。また、ヒル谷では前述したような水動態の特徴がある。これらのことから考慮すると土砂の輸送過程、すなわち土砂がどこまで流出してきたかをある程度知ることができる。図5は2000年における一洪水中の濁度と流量の変化を示したものである。この図で、流量に対する濁度の増加率は移動土砂に含まれる濁度成分の割合、支川からの希釈などと関係している。また、大きなヒステリシスループは、出水前半濁度成分が多く流出していることを表し、これは、降雨と密接に関係した土砂の移動、洪水後半の湧水による濁水の希釈と関係がある。小さなループは濁度の流出が流量と相関がよいことを意味し、流量による土砂の移動、土砂の移動による濁度成分の流出という過程が支配的であることを表す。

支川Aの源頭部に土砂があった6月23日では、支川Bの清水による希釈により濁度増加率が小さく、支川Aでは降雨時にしか流水が発生しないため大きなループを描く。土砂が合流点付近まで到達した7月15日には、本川の豊富な流量により活発に土砂が移動し、濁度の増加率が大きく、出水後半の湧水により濁水が希釈されるため大きなループを描いている。さらに土砂が堰堤に近づく7月25日、9月11日では、流量と濁度の相関はよいが、濁度成分が少ないため濁度の増加率が小さい。このように、濁度と流量の履歴から上流での土砂移動の状況を把握することができる。

最後に、本研究を進めるに当たり、京都大学防災研究所穂高砂防観測所志田正雄技官および弘岡道子事務員の多大なる協力を得た。ここに感謝の意を表したい。

《参考文献》 1) 澤田豊明：山地流域の土砂流出に関する研究、京都大学学位論文、1985

2) 藤田正治ほか：山地流域における濁度変化と土砂動態、水工学論文集、2003

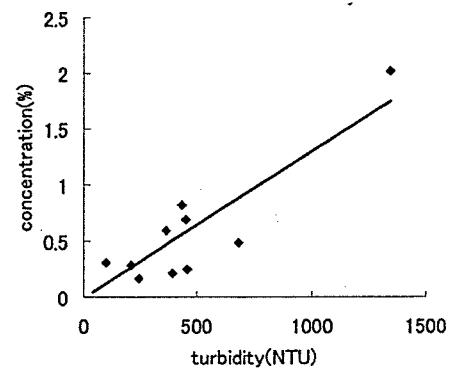


図4 浮遊物濃度と濁度の関係

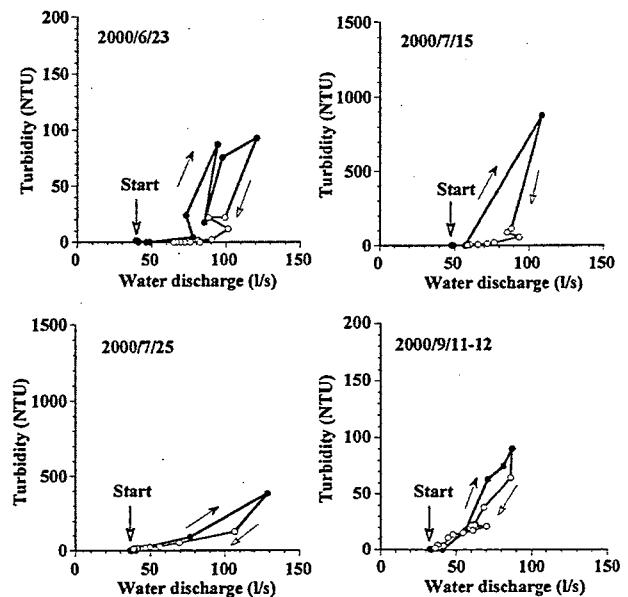


図5 流量と濁度の履歴