

1. まえがき

山地流域における土砂流出の現象は場の地形・植生条件などと降雨などの外力が複雑に関わって発生している。したがって、土砂出現象を明らかにしようとする場合、その目的に応じて現象の生起する時間的・空間的スケールを明確にすることが重要である。それと同時に土砂流出を【土砂生産→輸送→堆積】のような一つのシステムとして捉えることが必要である。さらに、土砂流出を上流から下流へと現象が伝播される空間的・時間的なプロセスとして見るのが重要である。

ここでは京都大学防災研究所附属穂高砂防観測所において1966年から実施されているヒル谷試験流域(約1km<sup>2</sup>)の観測成果を例に時間的・空間的スケールの違いによる土砂流出の観測および結果の相違について検討する。

2. 時間的・空間的スケールによる事例

○空間的スケール

斜面：斜面特性→土砂生産(斜面侵食・溪岸侵食・河床侵食)

河床：河床形態(シュート・プール、砂堆、砂州)→土砂輸送(掃流・浮遊、侵食・堆積)

流路：流域特性(河道プロセス、河道網)→土砂輸送(掃流・浮遊、侵食・堆積)

○時間スケール

秒：河床断面の土砂通過(掃流・浮遊、侵食・堆積、シュート・プール内の流砂機構など)

時間：土砂の輸送過程(河道プロセス：連続するシュート・プール、砂堆・砂州上の土砂輸送)

年：流域内の土砂流出(年間流出土砂：ダム堆砂など)

3. 小さな時間・空間スケールで流砂現象を見た場合

プール内の堆砂形状と流砂現象を短い時間単位で測定した一例で、流量の増加によってプール内の堆積物は侵食され下流に輸送される。プール内の堆積物が侵食されプールの容積が増加すると堆積物は侵食されにくくなる。

最終的にプール内に堆積物がなくなると、洪水期間中でも上流から給砂がないかぎるプールからの土砂流出はなくなる。

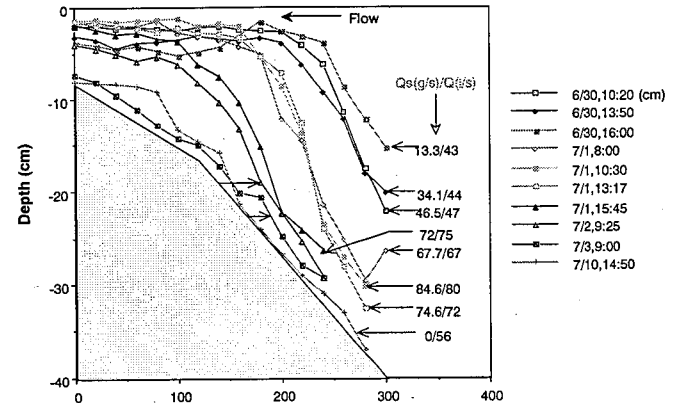


図1 プール堆砂形状の変動

一洪水に対応した流砂現象は図2に示すとおりで、流量ピークに若干遅れて流砂量のピークが発生しているが、流砂量と流量の対応は良くないことが多い。特に一つの洪水ごとに流量と流砂量の関係が異なる。これらの例を示したのが図3である。この図に示されるように、一洪水中の流量と流砂量の間にはほぼ一定の関係が認められるが、洪水ごとにそれらの関係は異なり、これは河床の条件の相違によるものと考えられる。これは図3に示すように、プールの堆砂量が減少し、河道に輸送される土砂が減少したことによる。

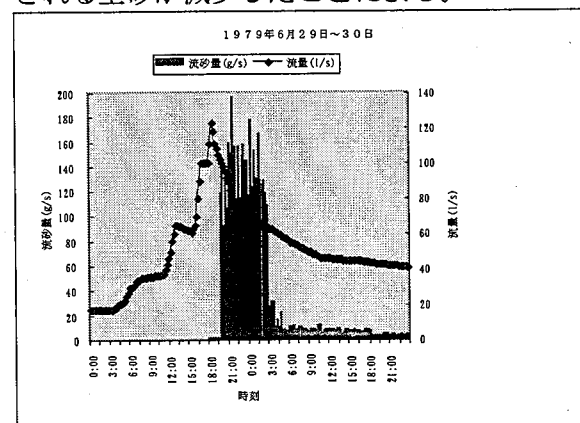


図2 一洪水に対応した土砂流出

図3は河床条件(堆砂量)の変化によって流量と流砂量の関係が大きく異なることを示している。通常の出水で破壊されないアーマ

一コートの河床の上に堆積した土砂量が流量と流砂量との関係を支配していることも多く、流量から流砂量を予測する場合に必要な条件となる。

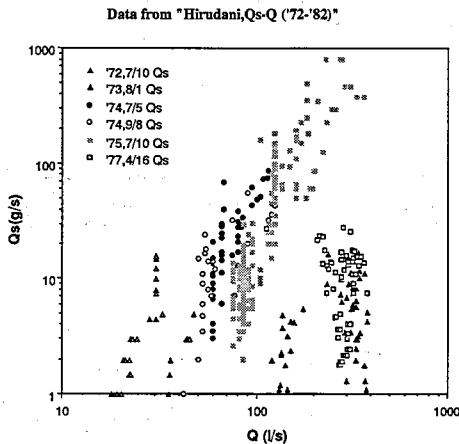


図3 プール堆砂量による流量と流砂量の関係

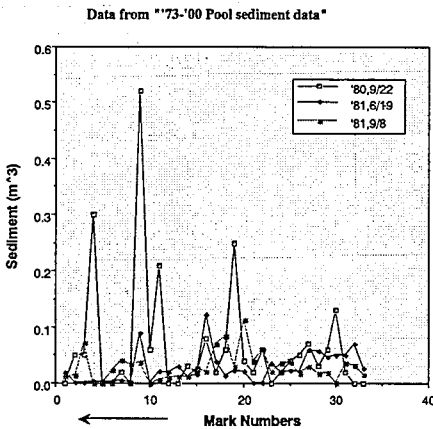


図4 プール堆砂量の分布とその経年変化  
土砂は堆積と侵食を繰り返して輸送され、図4に示すようにプール内の堆砂量は経年的に変化する。

#### 4. 1年間程度の土砂流出

土砂流出には1年を周期とする周期性が認められる。図5は3～4月の融雪出水、6～7月の梅雨出水が顕著に認められ、この年は土砂流出が梅雨出水に現れている。

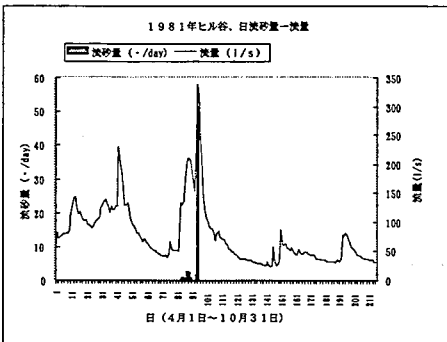


図5 年間ハイドログラフと土砂流出

#### 5. 10年程度の長期土砂流出

長期の土砂流出を対象とした場合、ダム堆砂量など資料から流域全体からの土砂流出を算定することが多い。図6は1966年から2000年までの年間流出土砂量を示している。この間、年間100m³を超えたものは6回で1979年の土砂流出は約450m³で特異であった。

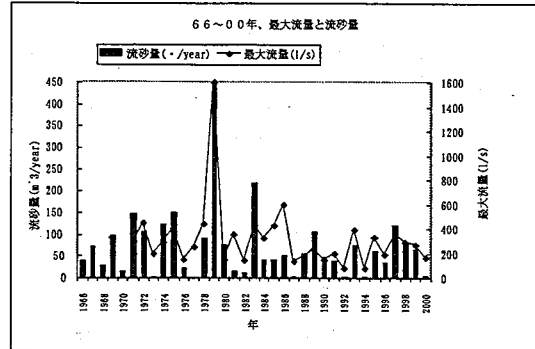


図6 年間流出土砂量と年間最大流量の関係

長期に土砂流出量を捉える場合、流出土砂量は土砂生産量に等しいと考えられる。そこで、年間最大日雨量と年間流出土砂量の関係は図7に示すように限界値が認められる。

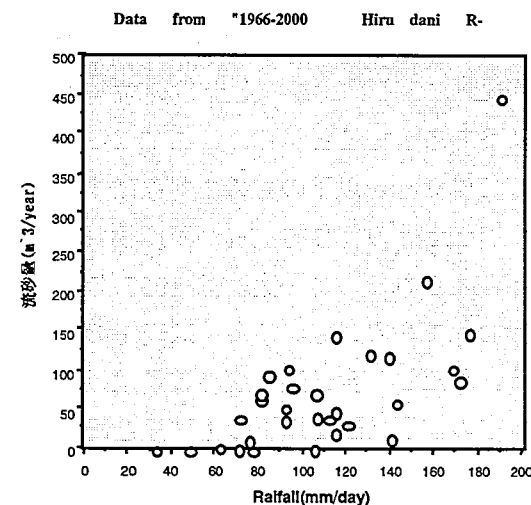


図7 年間流出土砂量と最大日雨量の関係

#### 6. おわりに

近年、土砂移動を流砂系全体として捉えようとした活動が計画されているが、土砂流出現象を明らかにするためには、その目的を明確にすると共に、その目的によって観測・調査の時間的・空間的スケールを定め、そのスケールに合った観測・調査手法を採用することが重要である。