

水系における土砂動態システムについて(第一報)

国土庁正員 高秀 秀信
建設省正員 中矢 弘明
日本建設コンサルタント 正員 黄 哲雄

1.はじめに：我国の地形は急峻でしかも降雨量が多いため、土砂の生産・流出が極めて多く土砂災害が頻繁に発生している。また一方では、流域の開発、砂防施設の設備、ダムの建設、砂利採取などの人為的作用によって土砂の生産・流送に関わる自然条件に変化が現われ、近年では河床低下や海岸侵食といった問題が生じている。このため河川や水系の適切な管理を行う上で流水の管理とともに流出土砂の管理が必要である。本報告はこのような土砂環境の変化を山地から海岸まで水系一貫した土砂の収支としてとらえ、適切な流出土砂の管理、土砂環境の保全を図るための方策とその方法を提案するものである。

2.土砂動態とその基本概念：豪雨などの外力によって生産された土砂は、図-1に示されるように水文学的特性により流出・干止・堆積・洗掘・流送といった動的様相を示しながら流下する。このため水系全体を土砂生産域、溪流域、砂防調節域、河道域、ダム堆砂域および沿岸域に分けることができる。特に土砂生産域、溪流域、砂防調節域及び上流河道域においては、一洪水による変化が著しく、ダム堆砂域、下流河道域及び沿岸域では、主として長期的な変化が問題となる。

3.サブシステム各論：水系一貫した土砂動態システムは、図-2に示されるようなサブシステムにより構成される。

(1)土砂生産域：土砂生産には崩壊によるもの及び表面侵食によるものが考えられるが、ここでは水系全体として比較的大きな比重を占める崩壊による土砂生産を対象とする。崩壊土量の予測に関して斜面安定条件などを考慮した基礎的研究が近年盛んに行われているが、水系全体を対象とするような場合には、発生した崩壊を結果として結びつける統計解析の方法を用いることにする。素因としては地質、地形、植生などを、誘因としては降雨強度や流域貯留量を対象として数量化理論

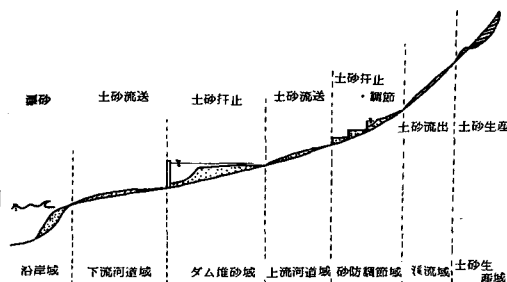


図-1 土砂動態基本概念

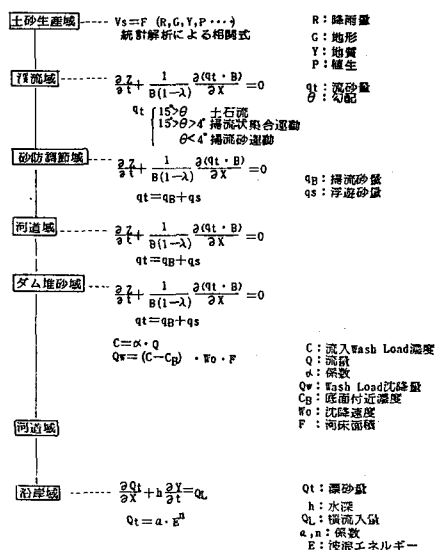


図-2 土砂動態システム構成図

類により、崩壊要因の選定及び崩壊土量予測式の算定を行う。

(2) 溪流域：生産された土砂は、その溪流の持つ土砂流送能力により下流へ流出するが、土砂流送形態としては、土石流、掃流状集合運動及び掃流による各個運動に分けて考える必要があり、溪床勾配を条件として、 $\theta > 15^\circ$ では土石流、 $15^\circ > \theta > 4^\circ$ では掃流状集合運動、 $4^\circ > \theta$ では掃流砂運動としてそれぞれ流砂量式を適用し、流砂の連続式に基づく溪床変動計算を行うものとする。

(3) 砂防調節域：砂防堰堤が設置されると、土砂流送能力が低下し、上流より流入した土砂は堆積し止まれる。また満砂後の堰堤においては、洪水時に供給砂量が多くなるとその量に対応して堆砂量が増加し、その後の平水時に侵食され下流へ土砂を吐き出す調節作用を有している。このような現象は、流入土砂量と流出土砂量との差として表わすことができ、掃流砂及び浮遊砂を対象とした河床変動計算で表現される。

(4) 河道域：河道域においては土砂の運動の場が限定されており、流れの作用が支配的となり、従来より多くの河道の変動に関する調査及び水理学的手法による河床変動計算がなされている。ここでは、流水の連続式及び運動方程式による不等流計算ならびに粒径別の掃流砂量式、浮遊砂量式と流砂の連続式に基づく逐次河床変動計算を行う。

(5) ダム堆砂域：河道区間にダム貯水池が形成されると土砂流送能力の急減により貯水池に流入する土砂の大部分は堆積する。一般にダム貯水池では顕著なデルタが形成され、デルタ上流には掃流状態で流入した砂礫が、デルタ直下流では掃流砂に含まれる細粒分および浮遊状態で流入した土砂の粗粒分が堆積する。またダムサイト付近では、浮遊状態で流入した微細土砂 (Wash Load) の沈降の場となっており、掃流砂及び浮遊砂による堆積は不等流計算及び流砂の連続式に基づく逐次河床変動計算によるものとし、Wash Loadの沈降は各地点における平衡状態における底面濃度と、Wash Load濃度との差が沈降するものとして計算を行う。

(6) 沿岸域：河口より流入した土砂は、波浪・海浜流などの影響を受け、漂砂となり海岸地形の形成に大きな影響を与えている。海浜の侵食・堆積は、砂波点に入射する波向きとエネルギーによって沿岸漂砂が生じ、移動差によって海浜断面が平行に前進・後退する 1-Line-Theory により計算する。

4. おわりに：水系における土砂動態システムとして、土砂の動的様相から見た領域区分を行い、各領域における土砂動態サブシステムについての基本的な考え方を示した。今後は、天竜川水系をモデルとして、水系全体にわたる土砂動態システムを設定し、土砂動態シミュレーションを行い、システムの精度を高めて行く予定である。最後に、本研究を遂行するにあたり、御指導をいただいた京都大学防災研究所芦田和男教授、村本嘉雄教授に深く感謝申し上げる。

参考文献

1) 高秀秀信、九津見生哲、藤沢寛：貯水池の堆砂機構に関する一考察、土木学会関西支部年次講演会（投稿中）、昭57