

68 粒径分布および密度変化を考慮した水系における土砂収支モデル

—1995年姫川災害を例として—

京都府立大学 ○石川芳治、水原邦夫、三好岩生
滋賀県 奥村拓次郎

1. はじめに

比較的大きな流域における土砂移動を考えた場合、山地から流出する一般にwash load と呼ばれる細粒土砂（粒径約0.1mm以下）は本川の河床にはほとんど堆積せずに洪水とともに海まで流出している。このため、このような細粒土砂は貯水ダム等への堆積を除けば本川の河床上昇にはほとんど寄与していないと考えられる。一方、上流から下流へ移動する過程において、各地点での堆積土砂の密度（単位体積重量）も変化していると考えられる。ここでは、1995年7月11～12日の豪雨により姫川流域で発生した大規模な土砂移動現象について、各地点に堆積した土砂の粒径分布（特に細粒土砂含有率）の変化および密度の変化を調査することにより、比較的大きな流域における、より実態にあった土砂収支モデルの検討を行う。

2. 研究目的

1995年の姫川災害時の土砂移動現象について、現地より土質試験用試料を採取して粒径分布および密度を計測し、これをもとに、比較的大きな流域における水系全体の土砂収支モデルのあり方を検討する。

3. 研究方法

土質試験用試料は、流域全体における土砂堆積区間（場所）により、上流より(1)地山（今回の災害で崩壊した斜面付近の地山の土砂）、(2)崩積土（崩壊斜面の直下に堆積した崩壊残土）、(3)支川河床堆積物（姫川の支川に堆積した土砂）、(4)本川河床堆積物（姫川本川に堆積した土砂）の4種類に区分して採取した。また、土質試験用試料を採取した支川は、1995年災害において特に土砂流出の激しかった蒲川、蒲原沢、木地屋川（大所川右支川）、中谷川、土谷川の5支川とし計69個の試料を採取した。これらの土質試験用試料を用いて粒度試験、単位体積重量試験、含水量試験を実施した。これらの土質試験結果より、流域における細粒土砂含有率および密度（単位体積重量）の変化を検討し、これらを考慮した流域における土砂収支モデルを検討した。

4. 研究結果および考察

4.1 土質試験結果

各支川（蒲原沢を除く）における地山、崩積土、支川河床堆積物、本川河床堆積物の細粒土砂（粒径0.074mm未満）含有率の平均値を図-1に示す。これより、地山、崩積土、支川河床堆積物、本川河床堆積物と下流に土砂が移動するにつれて、細粒土砂の含有率は急速に低下することが分かる。

同様に各支川における土砂堆積区間毎の土砂の体積変化率を図-2に示す。なお、図-2において体積変化率とは一定の重量の土砂が占める体積（空隙を含む）について、地山を1.0としたときの崩積土、支川堆積物、本川堆積物における値を示し、1.0より大きい場合は膨張を、1.0より小さい場合は収縮を示す。これより、地山、崩積土、支川河床堆積物、本川河床堆積物と下流に土砂が移動するにつれて、体積変化率は低下することが分かる。すなわち、下流に行くほど土砂は収縮し、締固まることが分かる。

4.2 細粒土砂含有率および密度の変化を考慮した土砂収支モデル

従来、砂防計画の検討の際に用いられる土砂収支モデルにおいては一般に土砂の密度変化は考慮されておらず、さらに、細粒土砂の含有率の変化も考慮されていない。しかしながら、姫川における実態調査結果より上流から下流方向における土砂の密度および、細粒土砂の含有率の変化は比較的大きく、無視できないことが明らかとなった。これより、細粒土砂含有率および密度の変化を考慮した土砂収支モデルにより砂防計画を検討することが必要であると考えられる。図-3においてはこのような土砂収支

モデルの例として崩壊全土砂量(B_1)=100(千 m^3)、崩積土量(b)=20(堆積した状態)、溪床生産土砂量(B_3)=40(溪床での体積)、支川の河床変動量(C)=50(支川へ堆積した状態での体積)、本川の河床変動量(E)=20(本川へ堆積した状態での体積)とした場合の各区間における土砂移動の収支を()内に示す。なお、図-3において、 b 、 B_3 、 C 、 E は従来の土砂収支モデルにおける土砂量であり、 b' 、 B_3' 、 C' 、 E' はそれぞれの地山の状態に対する体積変化率を、0.9、0.8、0.8、0.7とした場合の新しい土砂収支モデルにおける土砂量(地山に換算した体積)である。また、細粒土砂含有率は[]内に示す。図-3の例では地山、崩積土、支川河床堆積物、本川河床堆積物の細粒土砂含有率は姫川における測定例をもとにそれぞれ、30、20、3、0.5%としている。これより本川を流下して海に流出する土砂の細粒土砂含有率は地山に比べてかなり高くなることが予想される。

5. 今後の検討課題

流域におけるより実態に合った砂防計画を立てるためには今後、より多くの地点で土砂の体積変化率、細粒土砂含有率を実測し、今回提案した土砂収支モデルの適用性を検討して行く必要がある。

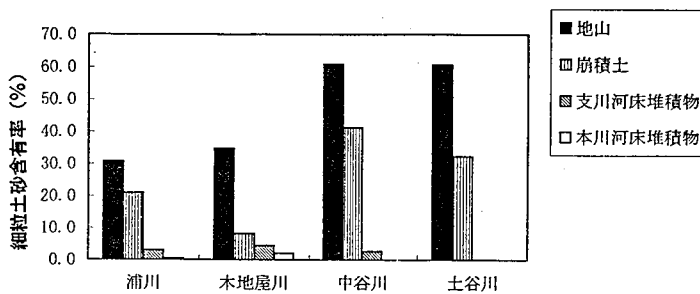


図-1 各支川の細粒土砂含有率の変化

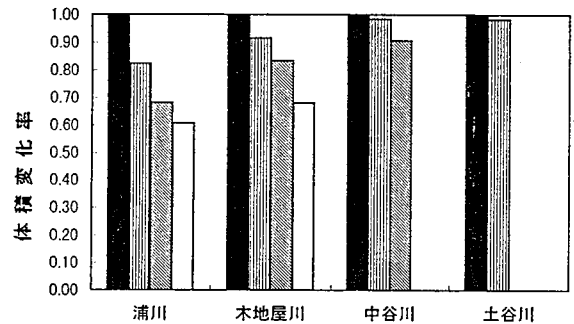
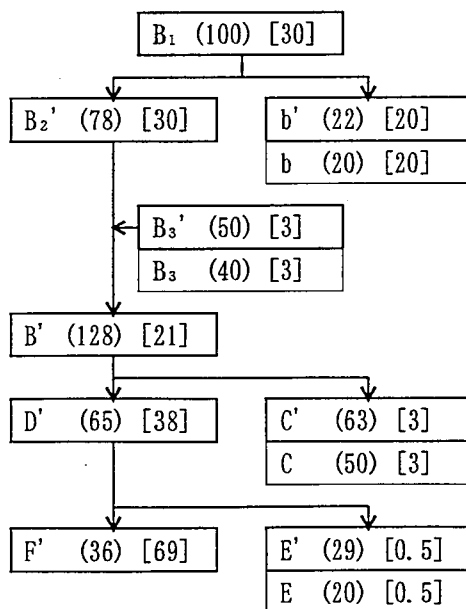


図-2 各支川の体積変化率の変化



凡 例

- B_1 : 崩壊全土砂量
 - B_2' : 換算崩壊流出土砂量
 - b' : 換算崩積土量 (換算残土量)
 - b : 崩積土量 (残土量)
 - B_3' : 換算溪床生産土砂量
 - B_3 : 溪床生産土砂量
 - B' : 支川への換算流出土砂量
 - D' : 本川への換算流出土砂量
 - C' : 支川の換算河床変動量 (河床堆積量)
 - C : 支川の河床変動量 (河床堆積量)
 - F' : 海への換算流出土砂量
 - E' : 本川の換算河床変動量 (河床堆積量)
 - E : 本川の河床変動量 (河床堆積量)
- ※ () は土砂量を、 [] は細粒土砂含有率を示す。

図-3 新しい土砂収支モデルによる検討例