

# 地表面の攪乱にともなう濁水形成過程について

九州大学農学部 シギット ハルディウイナルト  
丸谷 知己・中尾 博美

## 1. はじめに

1991年9月の台風19号の強風により、大分県の上津江村では、広い面積で風倒木が発生し、森林地帯に多くの疎開地が形成された。疎開地では、降雨のたびに地表面侵食や斜面崩壊が発生しており、これらにより生産された土砂は、ウォッシュロードとして河川へ流入している。このような一連の地表面の攪乱(斜面崩壊、表面侵食、河川工事)により生産された土砂は濁水形成に大きく寄与しており、特定の土砂生産源(以下、ソース)から流下するにしたがって流水中で拡散することが予想される。

本論では、斜面崩壊や表面侵食により流入した土砂が本流を流下するにしたがって濃度変化する過程を明らかにすることを目的とした。

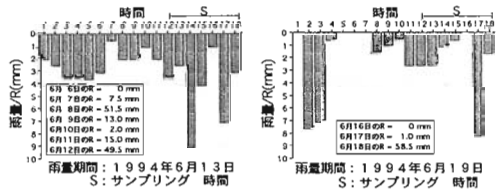
## 2. 調査方法と調査流域の概況

図-1に調査対象地の白草川流域の平面図(流域面積6.65km<sup>2</sup>)を示した。白草川流域の風倒木跡地の面積率は17.9%<sup>1)</sup>で、上流部の地表面侵食や斜面崩壊(図-2(s)、支流における河川工事(図-2(k))などが、白草川の濁水形成における主なソースとなっている。白草川本流の中流部から下流には3面張り流路工があり、この区間での土砂供給はない。

調査区間は、麦野川との合流点より150m下流の地点から白草川の上流に向かって1900mまでの水路であ



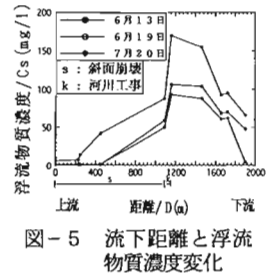
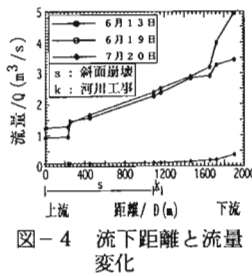
る。この間の10地点で浮流物質と流量を計測した(図-2)。降雨の度に各計測地点の濁水を1000ccずつ採取し、同時に、各測定地点での水位と流速を計測し流量を求めた。採取した濁水はこし紙によってろ過し、こし紙に残った残留物質の乾燥重量を浮流物質質量とした。濁水採取時点を含む降雨量の時間的変化は、自記雨量計Kadec-plsの記録から求めた(図-3)。



## 3. 調査結果と考察

図-4は、流下距離D(m)と流量Q(m<sup>3</sup>/s)との関係を示した結果である。横軸は計測地点No.1を基点とした流下距離、縦軸は流量を示す。6月13日と6月19日の流量は流下距離にもよってゆるやかに増加し、合流点で大きく増加していた。7月20日は、降雨がなかったためにほとんど流量変化がなかった。

図-5には流下距離と浮流物質濃度Cs(mg/l)との関係を示した。降雨のあった6月13日と6月19日と降雨のなかった7月20日についての浮流物質濃度の変



Sigit HARDWINARTO, Tomomi MARUTANI and Hiromi NAKAO (Fac.of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812)  
Process of turbid water formation originated from the disturbed land surface

化は同じパターンを示している。すなわち、浮流物質濃度は斜面崩壊 (s) に接している区間では徐々に増加していたが、河川工事 (k) の行われている支流との合流点より下流では急激に増加し、その後減少していた。

この浮流物質濃度に各地点での流量をかけて浮流物質質量  $Q_s$  (g/s) に計算しなおし、図-6に流下距離との関係を示した。降雨のあった6月13日と6月19日については、浮流物質質量の変化は類似したパターンを示しているが、降雨がなかった7月20日では浮流物質質量の変化はほとんどなかった。斜面崩壊に接している区間から下流に向かって、浮流物質質量は徐々に増加しているが、支流との合流点より下流では急激に増加し、その後減少し、斐野川との合流点より下流においてふたたび増加した後、減少している。

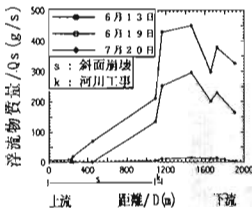


図-6 流下距離と浮流物質質量変化

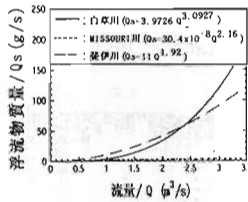


図-7 流量と浮流物質質量との関係

ソースからの流下距離に伴って浮流物質質量が変化した原因は以下のように考えられる。浮流物質質量は図-2におけるNo.1からNo.5まで、徐々に増加しているが、この区間では斜面崩壊から生産されたウォッシュロードが流入していた。No.6とNo.7では浮流物質質量が急激に増加しているが、この区間では河川工事によって攪乱された土砂が支流から流入しており、それらはNo.8で減少している。また、No.9では浮流物質質量は再び増加しているが、ここでは斐野川からわずかに土砂が流入していた。その後No.10では再び減少している。

図-7は、いくつかの河川における流量と浮流物質質量との関係を示した結果である。一般に、流量が増加すると浮流物質質量も増加している。Missouri川<sup>9)</sup>と斐伊川<sup>9)</sup>は、ソースとなる最近の崩壊地や河川工事のない河川であるが、白草川は、前述したように新しいソース(1991)のある河川である。いま、白草川についても同様に浮流物質質量  $Q_s$  を流量  $Q$  の関数形としてあらわす<sup>10)</sup>と  $Q_s = 3.9726Q^{3.0927}$  となる。 $Q_s = aQ^m$  におけるの係数  $a$  は水理量、浮流物質の性質など多くの変数を含んでいるが、ベキ指数  $m$  は  $Q$  に対する  $Q_s$  の増加率を表わし、流域の特性を反映するものと考えられている。この式において、 $m$  の値は、白草川が3.0927であるのに対して、Missouri川は2.16、斐伊川は1.92である。 $m$  の値の相違が土砂ソースのある河川とない河川の特性を示しているものと思われる。

図-7に見られた  $m$  の値の相違は、図-6における

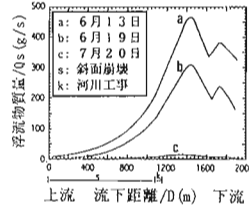


図-8 流下距離と浮流物質質量との関係モデル

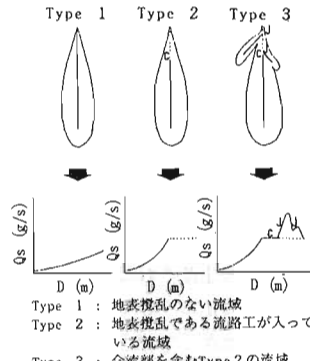


図-9 流域 Types と浮流物質質量のモデル

1200m~1600mでの浮流物質質量の増加が大きく影響しているものと考えられた。そこで、図-6にしたがって多項式で表わされる曲線に近似すると、図-8のようになり、6月13日も6月19日がいずれも類似した一定のパターンを示していることがわかった。

この様な一定のパターンが形成されるのは土砂のソースの位置がつねに定まっているためと考えられる。そこでこのようなパターンとソースとの位置関係を考察した(図-9)。Type 1は、新しいソースのない流域で斐伊川がこれに当たる。流下距離が増加するに

したがってゆるやかなカーブで浮流物質質量も増加する。一方新しいソースがある場合は、Type 2の曲線部のように急カーブで増加する。しかし、中流部の流路工区間においては、流量が若干増加してもまきあげによる浮流物質質量はほとんど増加しないためほぼ一定値へと移行する。白草川流域の浮流物質質量の変化については、Type 3のモデルで説明されよう。Type 3では、はじめType 2と同様に、流下距離にしたがって浮流物質質量が変化した後、合流により新たな浮流物質が加わるため急激に増加する。しかし、これは本流の流量にとって過負荷となるため、直ちに減少し浮流物質質量は破線のレベルにもどるものと思われる。実測データより、以上のように考察されたが、普遍的なモデルとして提示するためには今後実験によって水理解析をおこなうことが必要となる。

引用文献

- (1) 大分県砂防課(日田土木事務所):平成5年度荒砂委第1-3号調査委託報告書, 1994
- (2) 吉川秀夫:浮遊流砂量に関する二, 三の考察, 土研報, 83, 25~37, 1952
- (3) 堂腰 純:河川の流送浮泥について, 農土研, 21, 21~30, 1953
- (4) 高山茂美:河川地形, 共立出版, pp.133~146, 1974