

国土防災技術株式会社 ○小菅尉多  
京都大学大学院農学研究科 水山高久

## 1. はじめに

従来、砂防では、浮遊砂は対処できない土砂であるとして、砂防計画上あまり重要視されてこなかった。しかし、水山（1980）は、山地河川の浮遊砂観測が流域内の土砂動態を把握するためには不可欠であると論じた。

微細粒子は、一般的には裸地から生じると考えられ、このほかには溪岸堆積物、河床堆積物から生じると考えられている。一方、近年、崩壊地面積が縮小してきているにも関わらず、濁水問題、貯水池の堆砂問題は解決の兆しが見られないことから、恩田ほか（1997）は微細粒子の生産源として、手入れの行き届いていない森林地の表層土壌を想定している。筆者らは、山地河川で脆弱な地質・地質構造帯では、流送砂礫が破碎・磨耗作用によって小径化し、微細土砂が生産される可能性を示唆し（小菅ほか、2001）、この作用によって生産される微細粒子も多いのではないかと考えている。

そこで、洪水時の浮遊砂観測を行い、砂礫の流下に伴う微細粒子の土砂生産について、若干の考察を行った。

## 2. 研究方法

### 2.1 調査対象地

調査対象地として、利根川水系神流川上流域（下久保ダム上流域  $A=323.79\text{km}^2$ ）を選定した（図1）。神流川上流域は河床勾配  $1/150$  ( $0.4^\circ$ ) 以上の山地河川である。地質は中・古生層（砂岩・泥岩・チャート・石灰岩等で一部変成作用を受けている）であり、多くの断層が分布し、地質および岩質が脆弱である。当該流域では、土砂移動が激しく、下久保ダムでは、計画堆砂量を超える速度で堆砂している。また、流域が比較的細長く、支川からの影響が少なく、かつ、溪岸部は露岩しているところが多く、溪岸からの土砂生産は比較的少ない。

### 2.2 調査・観測方法

流送砂礫が破碎・磨耗作用によって小径化し、微細土砂が生産されているとすると、浮遊砂濃度あるいは浮遊砂量が流下に伴い増加しているはずであり、その実態を浮遊砂観測で確かめようと考えた。

そのため、洪水時に神流川上流域の恋々橋地点 ( $A=270.51\text{km}^2$ ) および柏木橋地点 ( $A=286.55\text{km}^2$ ) で、まず上流の恋々橋地点で浮遊砂観測を実施し、次にその流れが下流の柏木橋地点に到達した時刻に柏木橋地点で浮遊砂観測を実施し、これを洪水中、1時間毎に繰り返し実施した。両橋間の距離は  $4.16\text{km}$ 、河床勾配は  $1/150$  である（図1）。

浮遊砂の観測手法は、水深方向の濃度分布の誤差はある程度覚悟し、バケツにより  $2\ell$  程度、表面採水した。採水した濁水は  $2\ell$  のペットボトルに移し持ち帰り、市販のコーヒー用紙フィルターで濾し、残留重量から重量濃度 ( $\text{g}/\ell$ ) を求めた。

## 3. 観測結果

### 3.1 2005年8月洪水の実態

2005年8月25日から26日かけて下久保ダム上流域で平均連続雨量  $86.3\text{mm}$ 、最大時間雨量  $9.5\text{mm}$  の降雨があり、下久保ダム地点で流入量（ピーク流量  $163\text{m}^3/\text{sec}$ ）が計測されている。この流量を用い、流域面積で配分して、各観測地点の流量を推定した。その結果は図2のとおりである。この洪水は台風11号によってもたらされたものであり、この台風による雨域の中心は秩父地方にあった。浮遊砂観測を行う場合、台風に伴う出水は数日前から予想することができ、観測準備をすることが可能である。したがって、浮遊砂観測は、増水し始めた8月25日16時からピーク流量を過ぎた翌日の9時までおおむね1時間毎に上述の方法で実施した。

### 3.2 流下に伴う浮遊砂量の変化

恋々橋地点および約  $4\text{km}$  下流の柏木橋地点でバケツ採水した濁水のうち、ピーク流量付近のそれを比較対比して示すと図3のとおりである。同図より、視覚上明らかに約  $4.0\text{km}$  下流に位置する柏木橋地点の濁度の方が高いことがわかる。

それぞれの地点で流量と浮遊砂濃度との関係を図示すると図4のとおりである。同図より、流量と浮遊砂濃度は比例関係にあり、流量の小さい時は下流地点の柏木橋地点の濃度が高く、流量が多くなると下流地点の方が高い傾向を示すものの、その差は小さく、かつ、逆転する場合もあることがわかる。

次に、両地点の浮遊砂濃度の変動を見ると図5のとおりである。同図より、増水期では、下流に位置する柏木橋地点の濃度の方が高く、ピーク付近では逆に上流側の濃度の方が高い場合も出現していることがわかる。

#### 4 考察

2地点での浮遊砂観測より、目視上明らかに下流側に位置する柏木橋地点で採水した方が濁度が高かった。両地点間には、気奈沢川 (A=4.98km<sup>2</sup>) 千沢川 (A=4.54km<sup>2</sup>) が流入している。ピーク流量時付近で本流に流入する流況を観察した結果では、明らかに支川から流入する方が濁度は低かった。すなわち、両地点での差は、両地点間で生じたものと考えられる。

流下に伴う濃度変化では、増水期の初期では、下流に位置する地点の方が濃度は高く、ピーク流量近傍では、同様に高い傾向を示すが逆転する場合もあることがわかった。下流側の方が濁度は高いが、濃度が逆転する場合があるのは、流量が多くなると微細粒子の中でも粒径の大きな粒子が混入してくる結果とも考えられる。

次に両地点間で観測期間 (8月25日16時から26日9時) 中に通過した浮遊砂量 (=Σ (重量濃度×流量×3600)) を算定すると、恋々橋地点で1,830m<sup>3</sup> (砂礫の密度2.6 t/m<sup>3</sup>, 空隙率0.4とした)、柏木橋地点で1,960m<sup>3</sup> となり、両地点間で130m<sup>3</sup> が生産されたことになる。この量は下流地点の浮遊砂量の6.6%である。

この浮遊砂量は、砂礫の流下に伴う破碎・磨耗作用によって生産された以外に、支川から供給されたものおよび溪床・溪岸堆積物から供給されたものも含まれている量であり、この観測結果だけで判断すると生産量はそれほどでもないが、濁度に与える影響はありそうであるといえる。

#### 5 おわりに

本報告では、一洪水の約4km離れた2地点間での浮遊砂観測結果に基づいた考察であり、結論的なことはいえない。今後は、基礎的なデータを収集し、観測地点を縦断方向に増やし、数洪水時の細粒土砂の時空間分布を明らかにして、砂礫の流下に伴う破碎・磨耗による微細粒子の土砂生産の実態等について解明して行きたい。

参考文献：水山高久 (1980)：山地河川の浮遊砂観測、土木技術資料 22-5 恩田裕一ほか (1997)：放射性核種をもちいた侵食土砂の起源推定に関する基礎実験、砂防学会誌 50-4 小菅尉多ほか (2001)：河床砂礫の流下に伴う粒径の減少に関する考察、砂防学会誌 54-1

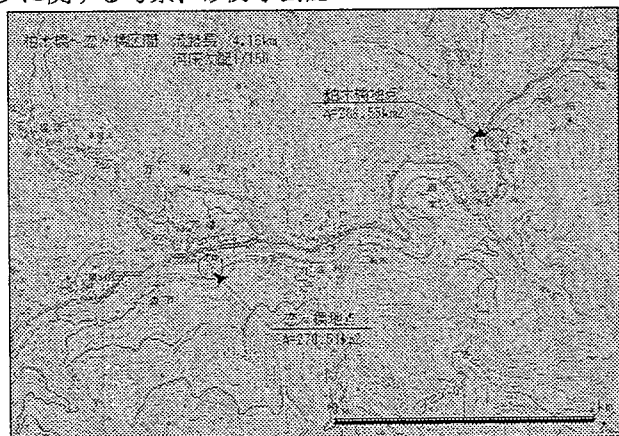


図1 調査対象地

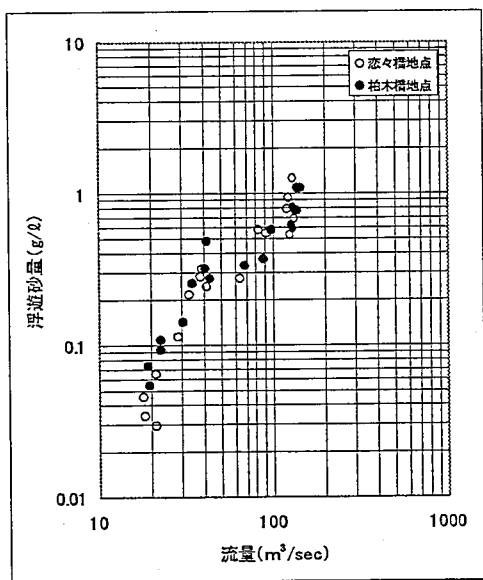


図4 流量と浮遊砂量との関係

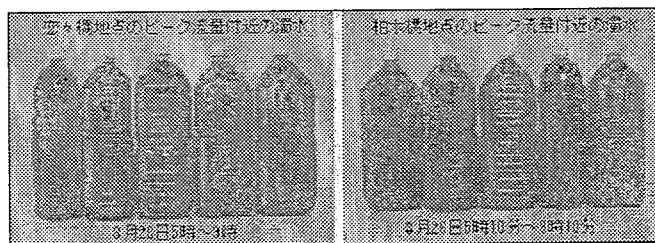


図2 ピーク流量付近の濁度の対比

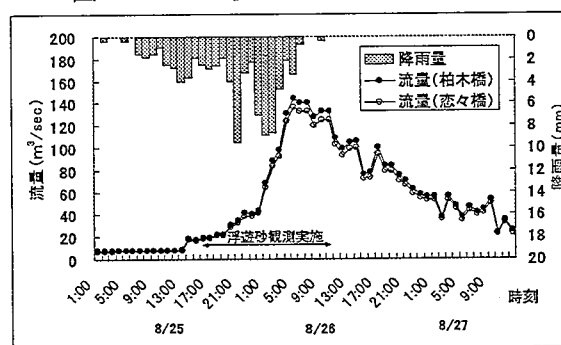


図3 2005年8月25~26日にかけての洪水

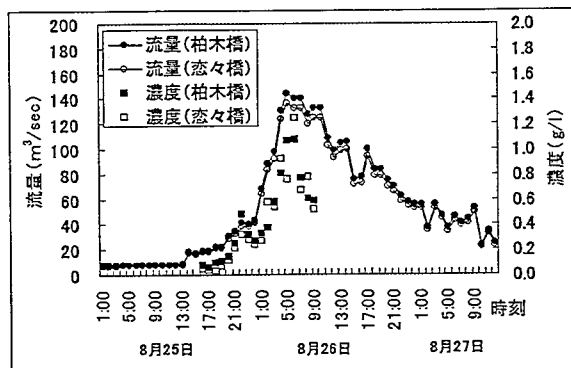


図5 浮遊砂濃度の変動