

土砂滞留に及ぼす巨礫の影響

北海道大学大学院農学研究院 ○後藤 健

金 錫宇

丸谷 知己

1. はじめに

河川の源頭部で生産された土砂は、直後に沖積平野まで達することは稀で、谷の途中（拡幅部や屈曲部、勾配の緩和点など）で滞留と再移動を繰り返しながら徐々に下流へ流出する。また、扇状地や谷の出口に土砂が流出する場合にも、そのすぐ上流に形成されていた堆積地が生産源となっていることが多い（新谷 1972）。このように山地河川の中・下流部で起こる土砂動態は、斜面から生産された後に、位置的に不連続に滞留を繰り返しながら下流へ流出する特徴を持つ。急勾配の河川では、土砂の滞留規模が小さく滞留時間も短いため基岩が侵食されて河床低下が進行しやすい。河床低下が進めば側岸侵食が活発化するため、さらなる土砂生産が始まり、新たな土砂災害を発生させる要因になる。そのため、土石流だけでなく、水系全体での土砂の流出速度 (Sediment delivery ratio) を長期に渡ってコントロールする必要が指摘されている (Marutani *et al.*, 1999)。そこで、山地河川において土砂の流出速度を遅らせる要因を解明することが必要である。その要因には、河川における外的要因と内的要因があり、外的要因とは川幅、勾配、屈曲度などの水路形態である (Nakamura *et al.*, 1995)。これに対して、内的要因とは河床露出岩盤、巨礫、流木など水路に沿った河床粗度となる障害物で、外的要因に比べて研究例が少ない (笠井ら, 1994)。本研究では、山地河川で土砂流出速度を調節する内的要因の解明を目的とし、とくに洪水時にも移動せず障害物として機能する巨礫の土砂流出速度への影響を調査した。

2. 研究方法

調査地は、宮崎県を流れる一ツ瀬川源流大藪川である。大藪川は九州山地の中南部に位置する 4 次谷水路で、流域面積は 5.2k m² である。地質は、延岡-紫尾山構造線上に位置するため、風化と破碎の進んだ中生層砂岩、頁岩である。年平均降水量は 3500mm で、日雨量 400mm は 4 年に 1 回の確率で発生する。大藪川では、治山・砂防構造物の無い 3.2km 区間において 1993 年から現在まで河床変動調査が実施されているため、長期間の土砂流出の実態が把握出来る。調査区間では、約 100 本の測線を設け、平均 32m ごとに河床断面積（ユニットと呼ぶ）を毎年測量し、基岩面との差分から河床堆積土砂量と変動量を算出している。調査区間の内、上流約 1000m を上流区間、下流約 2200m を下流区間と定義した。上流区間・下流区間共に勾配は 1.7~1.8% である (図 1)。

また、土砂流出速度に対する巨礫の影響を調査するために、水路床に分布する巨礫の数と大きさを調査した。ここで巨礫とは、河床変動量の調査開始後に最も流量が増加した 1997 年 9 月 16 日の水位を用いて流水の摩擦速度式と岩垣式より算出した、直径 55cm 以上の礫と定義した。本研究では、巨礫の大きさとして、巨礫の流れ方向に直交する断面積を計測し、ユニットごとの巨礫面積を算出した。

なお、巨礫の計測については、2007 年 11 月に河床変動モニタリング開始以来の河床堆積土砂がほとんど流出し（平均河床高 10cm）、河床基岩と巨礫が露出したため、この機会を利用して全区間について行った。

図 2、図 3 に大藪川に分布する巨礫と最低河床に達したとき（2007 年 11 月）の大藪川の写真を示した。

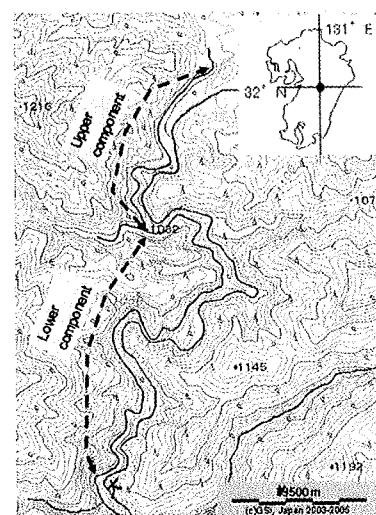


図 1 調査対象地位置図



図2 水路上の巨礫

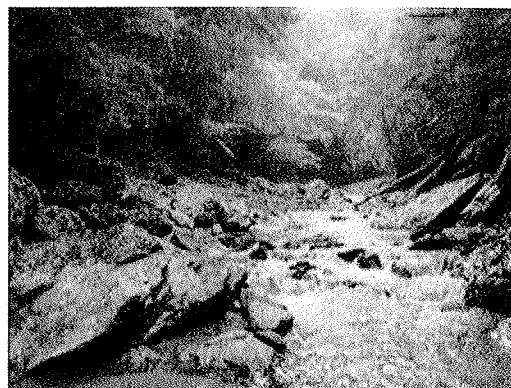


図3 最低河床時における大藪川の様子

3. 結果と考察

図4に、上流区間と下流区間ごとの平均河床高（堆積土砂量/区間長/区間平均幅）の位置的变化を示した。上流区間(1000m)と下流区間(2200m)とは、区間平均河床高がいずれも約 $0.3(\text{m}^3/\text{m}^2)$ に収束して安定するが、1997年と2005年の豪雨に伴って、上流区間の方が下流区間より河床上昇と河床低下が激しく変化している。これは上流区間の方が下流区間に比べて、水路上に土砂が一時的に堆積するが、短期間で侵食されることを示している。

図5は、ユニットごとの河床変動量の変動係数（15年間）とユニットごとの巨礫面積について位置的变化を示している。図では、ユニットごとの河床変動量の変動係数と巨礫面積とは、上流区間の方が下流区間よりも全体に値が小さいが、これらのばらつきは上流区間よりも下流区間の方が大きい。また、上流区間でも下流区間でもユニットごとのばらつきに差はあるものの、ユニットごとの河床変動量の変動係数の増減と巨礫面積の増減とは、1～2ユニットずれながらほぼ一致している。このことから、毎年の変化でみれば、巨礫の少ない上流区間の方が巨礫の多い下流区間よりも、河床の上昇から低下への変化は早いが、15年間という長期間でみると巨礫多いユニットのほうが土砂の滞留機能が高いことがわかった。すなわち、巨礫を河床粗度とみなせば、既往最大洪水で移動しない大きさの巨礫が土砂の流出緩和に果たす役割が示唆された。

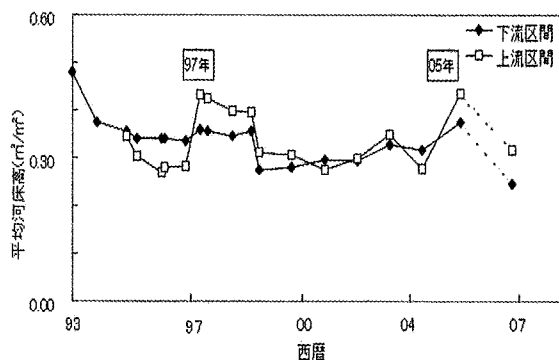


図4 調査区間における平均河床高の変動

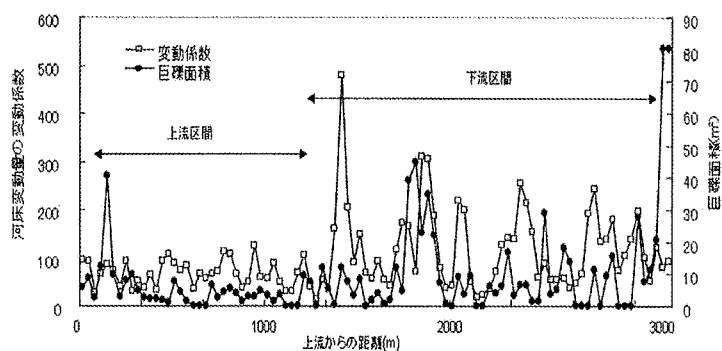


図5 変動係数と巨礫面積の位置的変動

引用文献

新谷融 1972 : 溪床土石の移動過程調査の方法 新砂防 vol24(4)pp6-13

Marutani *et al.* 1999 : Influence of storm-related sediment storage on the sediment delivery from tributary catchments in the upper Waipaoa River, New Zealand. *Earth Surface Processes and Landforms* 24 pp881-896

Nakamura *et al.* 1995 : Sediment routing analyses based on chronological changes in hillslope and riverbed morphologies *Earth Surface Processes and Landforms* 20 pp333-346

笠井美青・丸谷知己 1994 : 山地河川における流木群による土砂の滞留機構 日林誌 76(6) pp560-568