

建設省土木研究所○水山 高久
 国土防災技術棟 小菅 尉多

1. 緒言

河川の縦断方向に河床材料の粒径を調べると、マクロ的には上流ほど粗く、下流ほど細かい。地形学の分野では、漠然と礫が摩耗するととらえられているが、河床変動計算では一般に、粒径の変化は選択流出によるとして流下に伴う粒径の変化は考慮しない。濁水の生産を考える場合や、地質的にもろい砂礫の河川では流下に伴って粒径が減少することを考慮する必要があるのではないかと考え、この研究を行った。対象としたのは四国の吉野川で、まず山地部から河口までの河床材料の粒径を概観し、つぎに粒径の減少は砂礫の転動時に生じる礫同士の衝突によるとして礫の落下試験を実施した。最後に、その結果に基づいて砂礫の流下に伴う粒径減少を計算した。

2. 粒径の縦断的变化

河床材料の縦断的变化を図-1に示す。上流部の河床には、メートルオーダーの石も存在するが、図は、500mm以下についてのみを示している。早明浦ダムや支川の合流の影響できれいな変化ではないが、約180kmで1オーダー、粒径が減少している。

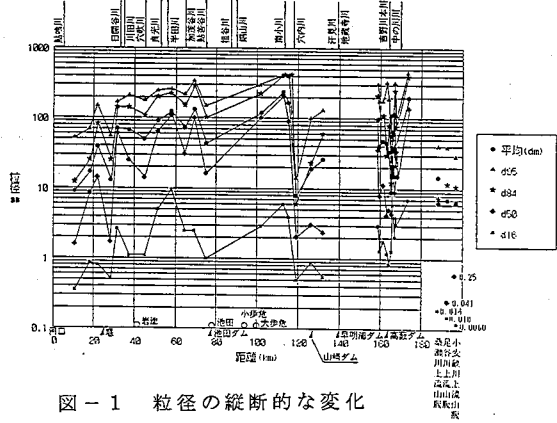


図-1 粒径の縦断的变化

3. 礫の落下試験

吉野川の代表的岩種である緑色片岩と黒色片岩の約30cmの礫を、コンクリート(1m×1m×1m)

上の厚さ30mmの鉄板上に落下させて、残った最大礫の重さ、礫径を測定し、その最大礫について試験を繰り返した。図-2は、落下によって破碎された土砂量の割合で、最初の10回は高さ1mから、次の10回は高さ1.5m、最後の10回は2mから落下させている。なお、試験体は3個とし、比較のため富士川支川尾白川の花崗岩についても同様の試験を実施した。破壊の特徴をまとめると次のようになる。

① 緑色片岩…最初は極少量破碎されるのみであるが、何回か衝撃力が加わると片理面に沿ってまたは

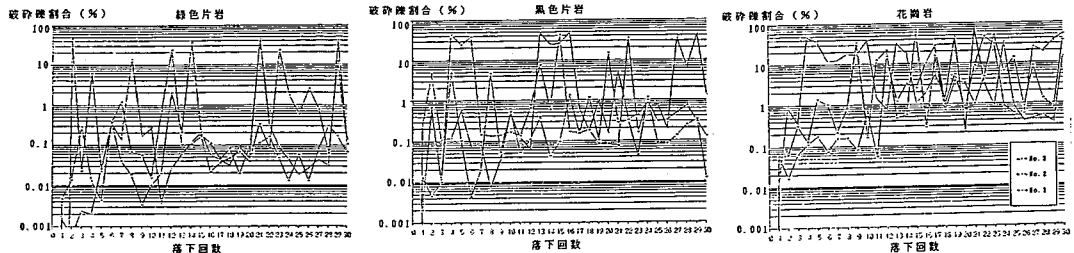


図-2 落下に伴い破碎され生産された土砂量の割合

直角方向に大きく破碎される。② 黒色片岩…何回か衝撃力が加わると片理面に沿って破碎される。③ 花崗岩…片岩のように規則性がなく破碎し、比較的塊状の礫を生産する。中央径で0.1mmオーダーの細かい破碎物が生産されることがあった。

礫の重量、礫径の減少は、花崗岩、黒色片岩、緑色片岩の順で著しい。

4. 礫の減少と累加衝撃力また累加落下エネルギーの関係

礫の破碎現象を一般的に表現するために、落下の位置エネルギーの累加値および累加衝撃力と礫径、礫重量の変化の関係を調べた。その結果、累加衝撃力が礫の減少をよく説明するようと思われる。図-3は、緑色片岩と花崗岩についての結果である。

5. 砂礫の跳躍による破碎現象の計算

砂礫が河床上を跳躍しながら河床砂礫と衝突し、破碎されていくと考える。土屋らのsaltationによる研究^{1), 2)}に基づき、上述の破碎試験結果を組み合わせ、砂礫の減少を計算してみる。計算の対象は、吉野川上流部174.0kmの地点を始点とする2.0kmの間である。この区間は、河幅35m、河床勾配1/20で、400m³/secの流量とする。粒径減少と衝撃力の関係を、

$$\text{緑色片岩} : d = d_0 \exp(-7.75 \times 10^{-8} P)$$

$$\text{黒色片岩} : d = d_0 \exp(-6.43 \times 10^{-7} P)$$

で表わす。ここで、 d : 減少した砂礫の粒径 (m)、 d_0 : 跳躍する前の砂礫の粒径 (m)、跳躍により砂礫に加わる累加衝撃力 (kgf) である。図-4は、30cmの礫が流下に伴って減少する計算結果である。

6. 流下に伴う礫減少による土砂生産

400m³/sの出水が1時間続いたとして、前節の結果から0.1mm以下の土砂がどの程度生産されるかを検討する。破碎による0.1mm以下の生産は、緑色片岩、黒色片岩でそれぞれ0.920%、1.638%であることから、両者の混合比を1 : 1とすると、芦田、高橋、水山の流砂式を用いて、9.0m³となる。全粒径について計算していないが、粒径30cmの割合を2.8%とした結果であるので、山腹土砂中の0.1mm以下の含有率を4.8%とすると、幅10m、厚さ1m、長さ60mの崩壊1個分程度に相当することになる。

参考文献

- 1) 土屋義人ほか；流水による砂れきのsaltationの機構（1）、京都大学防災研年報12-B、1969
- 2) 土屋義人ほか；流水による砂れきのsaltationの機構（2）、京都大学防災研年報13-B、1970

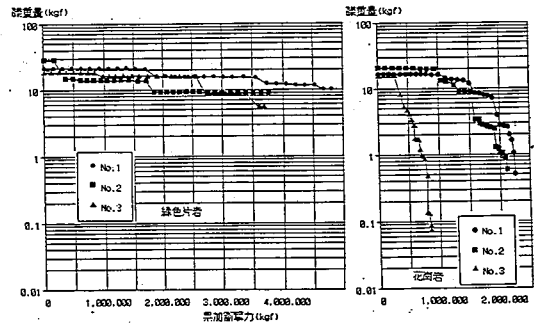


図-3 累加衝撃力と礫重量の減少

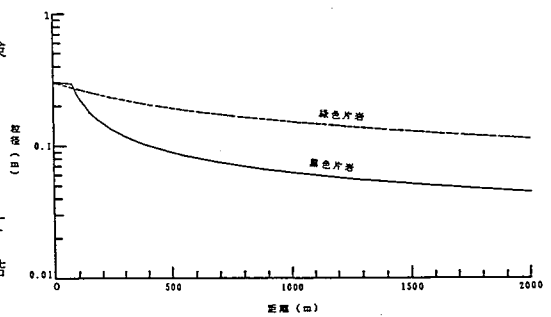


図-4 粒径減少の計算結果