

京都大学工学部 正会員 土屋 義人
京都大学防災研究所 〃 道上 正規

1 緒言 山地から供給される砂れきは流水によって河口へと運搬されるが、その流送過程は河道特性および河川流量によって規定されるであろう。したがって河道における砂れきは河川の生産物であると考えられるので、河川を科学的にヒリあつかうていく上においては、河床砂れきの粒度特性に関する研究が必要であるとともに、それと水量との関係が明らかにされなければならない。こうした河床砂れきの粒度特性に関する研究は古くから行われており、とくに地質学の分野においては、河床砂れきに関する地質学的考察が加えられ、かなりの成果がえられている。

著者は琵琶湖北岸に流入する比良川の河床砂れきの粒度分布およびその形状係数を調査したので、その結果について報告する。なお、この河川に関する調査結果が普遍性のあるものであるかどうかはさらに多くの河川について調査研究あることが必要であると考えている。

2 比良川流域から調査方法 比良川は流域面積 658 km^2 、流路長約 5 km で、図-1 に示すような羽状流域である。この流域の地質はほとんど花崗岩から構成されており、山頂の一部に古生層も含まれている。また河川上流部においては、多数の山地崩壊があり、年々かなりの土砂流出がみられる。河床砂れきの調査は河川横断方向の3地点から河床表面の砂れき試料を約 20 kg 採集して行ない、また河川縦断方向には 200 m 間隔に実施された。なお河川上流部の巨れきは採集が不可能であったので、写真撮影によって測定した。砂れきの粒度分布測定は標準網フルイを用いて試料のフルイ分けを行ない、重量百分率で表示した。

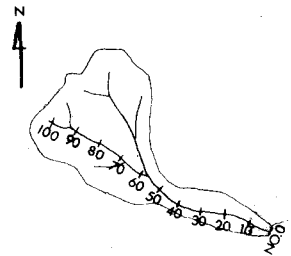


図-1 比良川流域

3 調査結果と考察 河床砂れきの河道に沿った距離方向の変化をスケールで表示したものが図-2 である。 M_{50} , G_{50} および U_{50} はそれぞれ中央粒径、標準偏差および歪度である。この中央粒径は上流部からほぼ直線的に減少しているため、 $d_{50} \propto L^{-1}$ の関係が成立するようである。ここに、 d_{50} は中央粒径、 L は上流基準地点からの距離である。標準偏差の値も傾向としては上流から下流に向かって減少している。ただし $N=52$ よりも上流側では写真撮影によって粒度分布測定を行なったので、粒径 1 cm 程度以下の砂れきは測定範囲外であったために、標準偏差の値も小さくしている。これらのことからわかるように、上流から下流に運搬されるにつれて、砂れきの中央粒径および分布の広がりはいよよ小さくなっていく。さらに河床砂れきの粒度分布形を検討するために、ヒストグラムで表示したものが図-3 である。すでに地質学の分野で指摘されているように、中スケールで表示したヒストグラムにおいて、河川上流部では右に非対称な分布を示しており、中流部においては binominal Peak があらわれ、それが下流に流下するにしたがって大

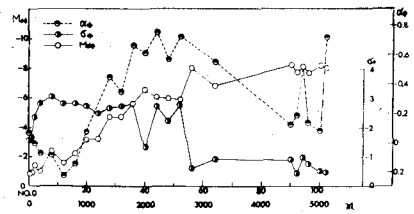


図-2 砂れきの粒度と距離の関係

図-2 砂れきの粒度と距離の関係

い粒径の方の Peak が消失して、中スケール上で正規分布に近づいていく様子がわかる。中流部であられる binominal Peak は上流部における大きい粒径の方の Peak の値の減衰によって顕著に表われてくる。いま、NO.52 の地点の粒度分布を与えて、その粒度分布が流水の分級作用によってどのように変化していくかを検討するために、次式にしたがって計算とす。また、

$$f(d, L) dd = f(d, 0) dd / \int_{d_{\min}}^{d_{\max}} f(d, 0) dd$$

ここに、 $f(d, 0)$ おる $f(d, L)$ はそれぞれ NO.52 地点 おる $f(d, 0)$ から距離 L 下流の砂れりの確率密度を示す。計算とすために、NO.52 の地点の移動限界にある砂れりの $d_{\min}$ と $d_{\max}$ と仮定して、 $d_{\min}$ と $d_{\max}$ を求め、さらに水深幅おる $d_{\min}$ と $d_{\max}$ は一定であると仮定して、 $d_{\min}(L)$ と $d_{\max}(L)$ の限界掃流力公式を用いて計算したヒストグラムが図

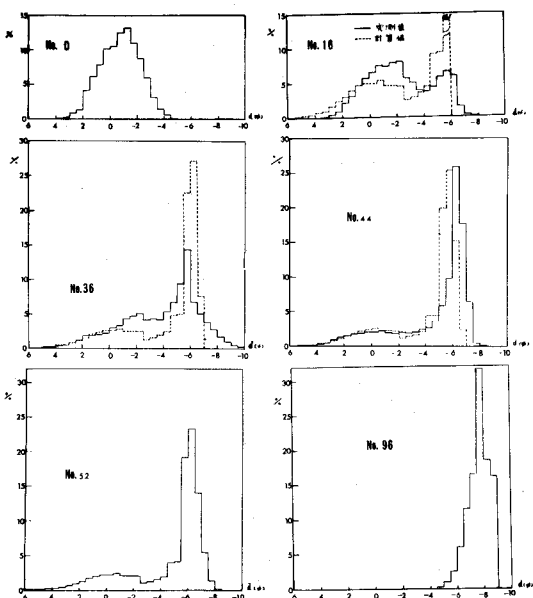


図-3 河床砂れりの粒度分布

一に示されている。計算値と実測値との特性は比較的一致しており、また計算結果から中流部において binominal Peak が発生することがわかった。以上のことから、限界掃流力の考え方を用いて、河床砂れりの粒度分布の形状の上流から下流への変化をある程度説明することが可能であるように思われる。図-4 は河床こう配と粒径との比に因る距離方向の変化を示したものであるが、binominal Peak が顕著にあられる地点から、 l/d_{50} は下流に向かって増大している。しかしながら、binominal Peak の大きい粒径の Peak 値を d_{LP} であらし、小さい方のそれを d_{SP} であらわすと、上流の l/d_{50} と l/d_{LP} は一致して一定であり、大きい砂れりが限界掃流力とつり合って、河道を構成しているように思われる。図-5 おる l/d は約 70 個の試料から求めた砂れりの形状係数の平均値とその標準偏差を示したものである。粒径の小さい砂れりの方がずりみをおびており、距離方向には上流から下流に輸送されるにしたがって、まろくなっていく傾向がみられる。最後に本研究を遂行するにあたって終始御指導を賜った矢野勝正教授に深く感謝する。

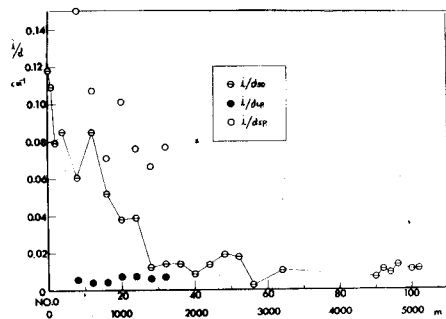


図-4 l/d (Coeff. of fixation) の距離的変化

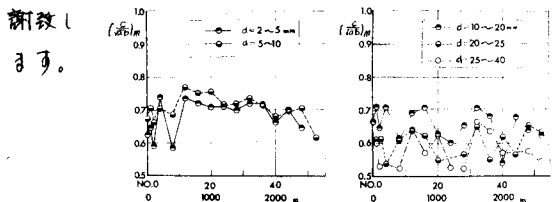


図-5 形状係数と距離との関係

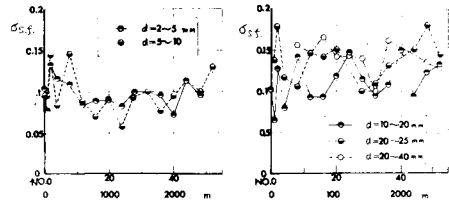


図-6 形状係数の標準偏差と距離との関係