

岐阜大学工学部 正会員 増田重臣

木村 弘

〇山本利繁

河川における土砂粒子の派送には砂粒子の大きさ、混合状態および工質が影響すると思われる。

従来は水理学的に河床砂を取り扱う場合に機械的ふるい分けや沈降速度による分類法が使用されているがどのような方法も立体的な砂粒子を表現するには十分であると思われる。 もっとも砂粒子を球とみなした球状率、丸味率による分類法があるが、これらによる研究は少ないようである、そこで河床砂の粒形が実際どのように分布しているかを調べてみた。 粒形測定方法としてはいまのところ適当な方法がないので Corey の形状係数を使用して検討することとした。 対象河川としては長良川、木曽川、揖斐川をとりあげた。

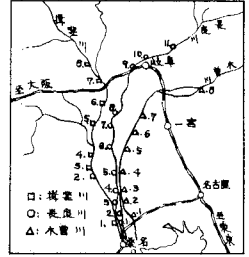


図-1. 資料採取箇所

資料採取箇所は土砂粒子の粒径  $0.15 \sim 5.00 \text{ mm}$  の範囲に限定し上流部分を除き三河川とも河口から約  $60 \text{ km}$  付近までの範囲で  $5 \sim 10 \text{ km}$  間隔にとった。 図-1は資料採取箇所を示したものである。 採取した粒子はふるい分けをした、図-2はこれを示したものである。 長良川では河口からNo5地点まで変化がなく、粒径  $0.3 \sim 0.6 \text{ mm}$  の範囲が多くNo6地点より上流へ急激に粒径が増加している。 揖斐川では下流部はほとんど他の2河川と同じ分布を示し中流から上流にかけて数地点が変化している。 木曽川ではNo1～No7までほとんど変化がなく粒径  $0.3 \sim 0.6 \text{ mm}$  が全体の  $50 \sim 80\%$  を占めている。 つぎに粒径を調査したが前に述べた形状係数  $S, F$  は  $C/\sqrt{ab}$  である ( $a, b, c$  は球状係数と同じ)、砂粒子の三軸長は鉱物顕微鏡で測定した。 測定回数結果の信頼度に大きな影響を与えることはないが実際上三軸長の測定をすること

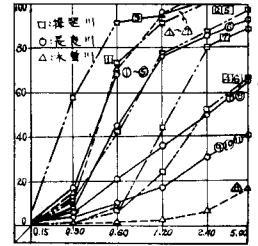


図-2. 粒径加算曲線

とは困難である、河川別、横断箇所別、粒径別に大きく122の種類に分類しさらにそれらの各種類についてそれぞれ20個の粒子を無差別に選り三軸長も測定しなおその色や形もあわせて観察した。 観察の結果  $1.2 \sim 5.0 \text{ mm}$  の範囲では大きな石を小型化した感じで形に特異な点はみられない、色は緑色のものが多かった。 しかし比較的大きなものは丸味もあつた多面体であるが  $0.6 \text{ mm}$  以下になると角錐型、角柱型など角ばつたものが多くなる。 以上の観察から土砂粒子が派送されるとき摩耗されるが、ある程度小さくなると破砕などにより質の相違した不均質の部分が分離し粗粒化が一層進むようである、後述するが  $0.15 \sim 0.60 \text{ mm}$  付近の粒径では破砕分離したものが非常に多いように推察される。 三軸長の測定とその形状の考案としては、2430個の土砂粒子をとりだし  $a, b, c$  値を測定し縦軸  $= \frac{a}{b}$ 、横軸  $= \frac{b}{c}$  ととり各河川ごとに粒径別に各粒子をプロットしその分布範囲を求めた、その結果  $\frac{a}{b} \approx 0.5 \sim 0.6$ 、 $\frac{b}{c} \approx 0.4 \sim 0.5$  付近が限界となり

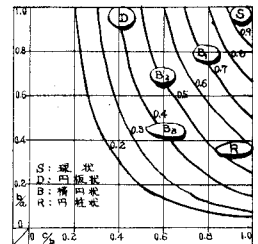


図-3. S, F 分布曲線

$b \leq a \leq (1.7 \sim 2.0)b$ 、 $b \geq c \geq (0.4 \sim 0.5)b$  すなわち大部長軸は中軸の1～2倍、短軸は中軸の  $0.4 \sim 1.0$  倍の範囲にある、このことはR011状よりdis c状のものが多くを示し、形状別分布は前述のご

とく粒径が小さくなるに従い角ばり、逆に粒径が大きくなれば丸味をあびている。以上は主に観察による考案である。代表的な粒形のS.F.を図示すると図-3のようである。三河川の全観測値も粒径に無関係にS.F.で分類すると図-4のごとくになった。図から解るようにS.F.=0.6~0.7が最も多く存在しこれが全体の約20%を占めている。S.F.=0.5~0.8のものは約60%を占め残りは図のように減少している、この分布を確立紙上にプロットすると図-5に示すごとく直線となりS.F.分布は正規分布となりピークはS.F.=0.62である、標準偏差は0.165である。(くわしくは表-1を参照)。次に河川別に調べてみると、長良川と木曽川はほとんど同一であるが揖斐川ではS.F.の中心がやや左に寄っている。またa,b,c三軸差も大きく扁平度の大きな砂粒子が多いことを示している。これは河川の延長、勾配、土質などの条件の影響があると考えられるが種々の河川について調べてみる必要があるであろう。また粒径別の形状分布は測定個数が少ないが一応中央値を表-2に示した。表によると前述のごとく平均粒径 $d = 0.64\text{mm}$ 付近を境とし、S.F.の値が変化しているこれはさらに小さくなると破砕、へきかいによる細粒化があるように想像され、そのため扁平度が大きくなりS.F.が変化し小さくなると思われる。この問題についてはもっと多数の観測が必要であると考えている。最後にS.F.と体積比( $\phi$ )との関係を調べてみると一般にいわれているようにS.F.が小さくなると $\phi$ の値は増加しS.F.のある値付近で最大となり、それより小さくなると減少するという関係は今回の測定結果にはほとんど現われなかった。次に平均粒径( $d$ )が増加するに従って体積比( $\phi$ )が減少することや形状の角ばりという現象は今後さらに広範囲な砂粒子の測定により検討する必要があるであろう。

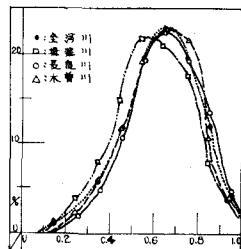


図-4 砂粒子のS.F.分布

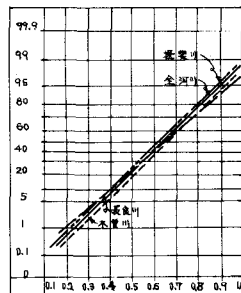


図-5 S.F. 分布

| 河川名   | 中 心  | 標準偏差  |
|-------|------|-------|
| 全 河 川 | 0.62 | 0.165 |
| 長 良 川 | 0.65 | 0.116 |
| 木 曽 川 | 0.64 | 0.107 |
| 揖 斐 川 | 0.60 | 0.165 |

表-1.

| 平均粒径 $d$   | 0.212 | 0.424 | 0.641 | 1.75  |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| S.F.中央値    | 0.60  | 0.63  | 0.66  | 0.62  |
| 体積比 $\phi$ | 2~10  | 1~5   | 0.7~3 | 0.3~2 |

表-2

この調査を要約すると、

1. 三河川の河床砂の形状は粒径 $0.60\text{mm}$ 以下は角ばっている。
2. 砂粒子の大部は長軸1~2倍、短軸は中軸の0.4~1.0倍の範囲にあり、模型的表现をみるとR-11型よりD-i-s-c型が多い。
3. 砂粒子の約60%はS.F.=0.5~0.8の間に存在している。
4. 三河川のS.F.分布を比較すると木曽川、長良川、は中心が0.64、0.65、と少ししか変化がなく揖斐川は中心が0.60となり他の2河川と多少異なり扁平な形のものが多い。
5. 全測定砂粒子のS.F.分布は平均値0.62、標準偏差0.165とした正規分布である。
6. S.F.と体積比( $\phi$ )との関係は平均粒径( $d$ )が減少すると( $\phi$ )は増大するという現象が認められた。

今後の研究としては資料採取箇所や地形的条件を同一にし、流域の地質や河川特性を考慮して総合的に追求しなければならない。なお岐阜大学生伊藤忠、岡増光両君にも御協力いただき深く感謝の意を表します。