

山地河川の洪水流砂については、現象が極めて複雑であること、実測が不可能に近いことなどから実体はよく分つて居らず、その量的な算定方法も明確ではない。近年各河川におけるダム貯水池の堆砂資料が蓄積されるにつれて洪水時の流砂総量の把握は或程度可能になってきたが、これらの資料による総流砂量は同一河川区間の同程度の洪水に対して大きな差を示し、いずれをとるべきか判断し難いことが多い。著者は以前から技術計算の爲の实用的流砂量式として浮流砂も含めた粒径別流砂量式 $g_i \sim \alpha_i f(d_i) \alpha_i U_{*i}^{(1)}$ を用い、貯水池の堆砂形状計算を行なつてきた。ここで α_i は経験的に求められるもので、流砂理論から定められるものとは異なるという考えから「流砂係数」と名付けたものである。 $f(d_i)$ は d_i の粒子が河床に含まれる割合である。堆砂資料等から g_i が求められると、河床粒度 $f(d_i)$ が与えられれば α_i の値が定まる。各河川における河床粒度特性をもち、それによってそれぞれの流砂特性がきまるとすれば、(1) 式の $f(d_i)$ は河床粒度特性を表すものでなければならぬ。実際には「実測値」を用いるが、河床粒度分布が場所的(表層、下層ともに)に大きく異なる場合には、その「代表性」に疑問がある。事実「実測値」を用いても計算結果が実測された河床変化と合致せず、全く異った粒径分布を与えてはじめて合うといった場合もある。このような場合には当初 α_i を定めるのに用いた $f(d_i)$ と変動計算に用いる $f(d_i)$ とは異なるから、 α_i 値もまたこれによって修正しなければならない。また g_i の推定に堆砂資料を用いるときには堆砂量から washload 分を除いて算定しなければならない。いずれにしても山地河川の洪水流砂量と河床変化特に堆砂形状計算に際しては河床粒度 $f(d_i)$ をどのように定めるかということが基本的な問題となる。本報では比較的良質と考えられる貯水池堆砂資料を用いた洪水流砂量推定例とそれぞれの貯水池背水終端付近の実測粒径分布および類似した自然河川の粒径分布を比較して示すとともに、これによる流砂量計算値について若干の検討を行なつた。

I 貯水池はA川に階段状に建設されている貯水池の一つである。この川は我国でも有数の荒廃山地を流域にもつが、その大部分は粗粒中粒の花崗岩で構成されている。I 貯水池の堆砂は現在進行中であるが、上流の貯水池は十数年前より落砂して居り、その堆砂面は礫混りの砂床で比較的小さい。なお I 貯水池には直接池内に土砂を流入させる大きな支川、溪流はない。本貯水池の堆砂形状は、水位変動が比較的小さいことから、washload、細細浮流砂の平行沈澱区間と浮流砂掃流砂堆積区間に区別出来る。各年度の堆砂量と洪水資料を対比し、洪水量に応じて堆砂量を配分して得られた流砂量推定値を図-1に破線を示す。これら washload 分を除いたものが A の実線である。

B 川の上流部にある J 貯水池はダム高 24m で I 貯水池にくらべると規模ははるかに小さく、ダム建設後数年で落砂している。河床粒度は最大径 15cm 程度で、A 川の貯水池群にくらべてやや粗いが、山地河川の河床粒度としては細い。本貯水池の堆砂量から、B 川上流の洪水流砂量を求めたものが図-1の B である。図中の Δ は浮流砂量、 $\blacktriangle$ は掃流砂量である。A 川の実線値は浮流砂掃流砂の総量であるから、これから掃流分をのぞくと A 川と B 川の浮流砂量はほぼ近い値をとる。

K 貯水池は C 川最上流域にある。その流域は A 川同様荒廃しているが、構成岩類は主として砂岩および粘板岩である。河床粒度は粗く最大径は 30~40cm である。同貯水池は水位変動が大きく、そのため背水終端付近の掃流堆積層は池内に引き込まれ、細長くのびた形をしている。しかし平行沈澱層はうすく、washload は比較的小さい。そこで I 貯水池と同様な方法で洪水流砂量を求めると図-1の C のようになる。さらに C 川と同程度の河床粒度をもつ D 川上

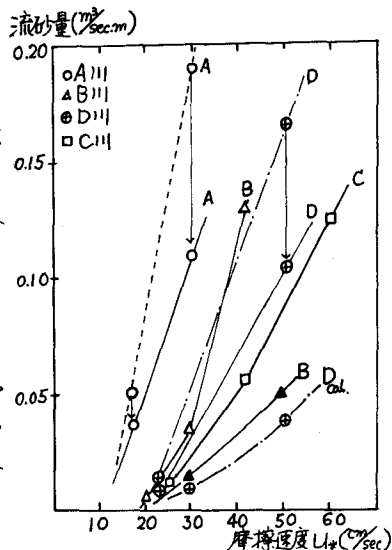


図-1 洪水流砂量

流の洪水流砂量を同川にある貯水池堆砂量から推定したものか図-1のDである。同貯水池はI貯水池と同程度の規模をもち水位変動も小さいことから、やはり堆砂形状からwash load, 細粒分を区別することが出来る。図中Dの鎖線は全堆砂量による値であり、実線はwash loadを除いた浮流砂, 掃流砂総量である。B川, J貯水池の容量が小さく、流砂捕捉率も小さいことを考慮すればB川の浮流砂量値はさらに増すから、図-1に示した流砂量値はA BとC Dの2つのgroupに分けられる。これはそれぞれの「河床粒度特性」の相違を反映しているものと認められる。各河川の河床粒度分布は図-2に示す通りである。B川の資料は薄砂したJ貯水池堆砂面の値であるが、場所的相違は比較的小さい。C川, D川はそれぞれ背水終端直上流の掃流堆積区間とそれに続く下流の分級堆積区間の値を示している。山地河川では自然河川区間でもこのような分布型が分離して存在することが多い。従つて(1)式を用いた技術計算特に堆砂形状計算ではなるべく「平均的な値を用いなければならぬ」。しかし初めに述べたように、どのような資料が「平均的な分布」を与えるかは明らかでない。図-3はF川, S川, H川の山間部の河床粒度分布を示したものである。H川では数kmの区間について分布型は場所的にほとんど変つていない。これに対してF川, S川はD川の分級堆積分布と同程度の分布型を示している。たゞF川は中流盆地区間の値であるのに対し、S川は上流区間であるためにより粗くなっている。C川, D川およびS川についてそれぞれの粒度資料の「平均」かどのような値をもつ

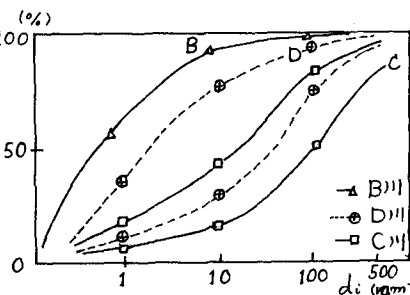


図-2 貯水池背水終端付近の河床粒度分布

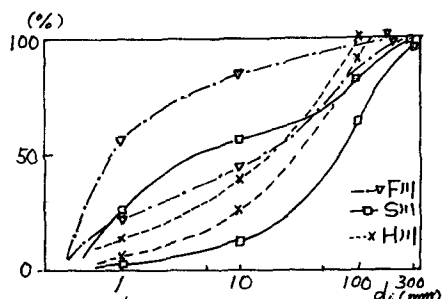


図-3 自然河川の河床粒度分布

示したものである。H川では数kmの区間について分布型は場所的にほとんど変つていない。これに対してF川, S川はD川の分級堆積分布と同程度の分布型を示している。たゞF川は中流盆地区間の値であるのに対し、S川は上流区間であるためにより粗くなっている。C川, D川およびS川についてそれぞれの粒度資料の「平均」かどのような値をもつ

かJ. Gessler^[2]の手法で検討してみる。洪水減水期に流砂が不連続になりD川, C川あるいはF川, S川のような河床粒度が形成されるとすれば、これらの分布型は初期河床粒度 P_0 から適当な掃流力に対するArmen Coatの分布型 P_R と分級堆積分 P_R として算定出来る。この場合Gesslerのいわゆる安定係数 $\bar{q}$ が目安となり、 $\bar{q} \geq 0.5$ でArmen Coat安定とされる。図-3にC川, D川の資料について図-2の値の平均を P_0, P_{0C} としそれぞれの P_R, P_R を求めた結果を示す。但しC川では $\bar{U}_* = 19.3\%$, D川では $\bar{U}_* = 8.4\%$ である。この場合の安定係数はC川で0.59, D川で0.76である。計算された分級堆積粒度はD川, C川ともほぼ合っているが、Armen CoatはD川では合っているがC川は合っていない。また図-3のS川の平均粒度 P_{0S} について $\bar{U}_* = 14.5\%$ として P_R, P_R を計算した結果もまた実測値とよく合っている。このときの $\bar{q}$ は0.54である。D川に用いた $\bar{U}_*$ 値は計算対象区間に毎年数回起る洪水量(50%)による掃流力 $\bar{U}_*$ に等しい。そこでD川の初期粒度を P_0 として(1)式で掃流砂量を計算すると図-1の P_{0D} のようになる。この場合の d_{50} 値は類似河川の値を用いた。A川については細砂(代粒0.075mm), 中粗砂(代粒0.05mm)が河床の大部分を占めるとして試算すると、D川に用いた d_{50} 値を10~20倍すると図-1の総量と合うようである。細粒分の多いB川では図-2の粒度による河床変動計算が実測と合うことこの値が代表値と認められる。礫河床の状況にあつた川については洪水流砂は細粒分も含むと考へれば図-3の分布型のみでは代表値は定められない。一般に河床変動計算では河床粒度特性の影響はあり、見解はあつたわけがないようである。しかし流入砂量が問題になる堆砂形状計算では「河床粒度特性あるいは流砂粒度特性の影響を無視することは出来ない」。

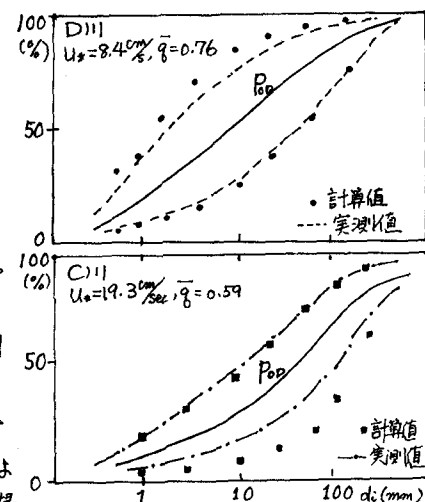


図-4 河床粒度代表値の推定

図-1のDである。同貯水池はI貯水池と同程度の規模をもち水位変動も小さいことから、やはり堆砂形状からwash load, 細粒分を区別することが出来る。図中Dの鎖線は全堆砂量による値であり、実線はwash loadを除いた浮流砂, 掃流砂総量である。B川, J貯水池の容量が小さく、流砂捕捉率も小さいことを考慮すればB川の浮流砂量値はさらに増すから、図-1に示した流砂量値はA BとC Dの2つのgroupに分けられる。これはそれぞれの「河床粒度特性」の相違を反映しているものと認められる。各河川の河床粒度分布は図-2に示す通りである。B川の資料は薄砂したJ貯水池堆砂面の値であるが、場所的相違は比較的小さい。C川, D川はそれぞれ背水終端直上流の掃流堆積区間とそれに続く下流の分級堆積区間の値を示している。山地河川では自然河川区間でもこのような分布型が分離して存在することが多い。従つて(1)式を用いた技術計算特に堆砂形状計算ではなるべく「平均的な値を用いなければならぬ」。しかし初めに述べたように、どのような資料が「平均的な分布」を与えるかは明らかでない。図-3はF川, S川, H川の山間部の河床粒度分布を示したものである。H川では数kmの区間について分布型は場所的にほとんど変つていない。これに対してF川, S川はD川の分級堆積分布と同程度の分布型を示している。たゞF川は中流盆地区間の値であるのに対し、S川は上流区間であるためにより粗くなっている。C川, D川およびS川についてそれぞれの粒度資料の「平均」かどのような値をもつ

[1] 浅田; 土木学会論文報告集 No. 216, '73-8 (548, 8月)。[2] J. Gessler; Proc. A.S.C.E. May, 1970, WW 2。