そこで筆者は急勾配水流の諸性質を調べるために、急勾配水路実験を行ない、まず第一歩として、主に従来の各種平均流速公式の検討および抵抗法則等についての考察を行ない、若干の結論を得た。

II 実験方法

幅60cm、深さ50cm、長さ18.8mの鋼製モルタル床面水路において、勾配を約1/100～1/10の9段階に変化させ、これらにそれぞれ約9.0～143.0 ℓ/Secの10段階の一定流量を流して実験を行なった。また水路床面の粗度としては、モルタルのほかに、自然河川で採取した丸味を帯びたほゞ均一な粒径の礫を4種類（d_{50}=4.4、13.5、22.3、31.0mm）を使用した。

III 結果

従来の平均流速公式についてBazin,Kutter,ManningおよびForchheimerの式を検討した結果、今まで荒廃渓流の平均流速の計算に適するといわれたBazin式は不適当であることが判り、むしろManningやForchheimerの式が適合し、その精度も良好であった。これより急勾配水流の平均流速式として指数公式が適合性の良いことが判ったので、本実験の各粗度水路に対する平均流速式を求めた。

また粗度係数や摩擦抵抗係数等に関してフルード数やレイノルズ数との関係を調べたところ、粗度係数とフルード数の間には一定の興味ある傾向がみられた。

つぎに、急勾配水流の抵抗法則について従来の式と比較検討したところ、急勾配水流では相対水深（H/d）よりもフルード数（Fr）や勾配（I）の効果が極めて大きいことが判り、その抵抗法則は

$$V_m / V_{*h} = A + B \log I + C \log F_r$$

で表わせることが判った。

また、急勾配水流と称し、上記の各法則が成立するのは、各粗度水路における粗度係数やフルード数の関係からみると。勾配が2/100 以上の場合であって、それ以下の場合では著しい差異のあることが判った。

（27） 砂防ダム下流部における洗掘現象について

三重大学農学部　林　拙郎

砂防ダム下流部の洗掘状態は当初の段階から次第に進行して、ついに平衡状態に達するものと考えられるが、このとき洗掘部の底面では、落下水の水面への流入速度Voが水クッションによって砂粒を移動するに必要な流速とならなく、もうこれ以上洗掘が進まないような状態になっているものと考え

られる。

このような洗掘の進まない状態を、砂粒とそれに作用する流速V_2による流体力とが釣合っている状態であるとするならば、最大洗掘深は流体力と砂粒の自重による摩擦力とによって決められると考えることができる。

したがって、平衡状態は両者の釣合を考えればよいのであるから、V_2に砂粒の手前の流速をとり、流体力に乱れによる効果を無視して主流による流体抵抗のみとることにすれば、次のような水平方向に関する釣合方程式が成り立つ。

$$F = C_D \rho(\pi/4) d^2 (V_2^2/2) = (\sigma-\rho) g (\pi/6) d^3 \tan\varphi \quad \cdots\cdots\cdots(1)$$

各記号は次のようである。C_D：球の抗力係数、d：砂粒の平均径、σ、ρ：砂粒と水の密度、$\tan\varphi$：摩擦係数

次に落下水が水面にV_oの速度で流入した場合、水面下ξ進んだ所でのξ方向の流速V_1をAlber-tson、安芸らに従い次のように表わす。

$$V_1 / V_o = K t^n / \xi^n \quad \cdots\cdots\cdots(2)$$

ただし、tは水脈の厚さ、Kは定数である。nは水クッションの条件によって異るが、この場合0.5〜0.8の範囲と考えられる。

ξは水脈が水面は角度θで流入した場合の長さであるから、その時の水深hは$h=\xi\sin\theta$となり、V_1は次のようになるで

$$V_1 = K t^n V_o / (h \operatorname{cosec}\theta)^n \cdots\cdots\cdots(3)$$

今、V_2は水脈の底（ξmax）での速度V_1に関係するとして一般に$V_2=\alpha V_1$（αは定数）と書くならば、(1)、(3)式より次式が導かれる。

$$\left(\frac{h}{\sin\theta}\right)^{2n} = \frac{3}{4}\alpha^2 \cdot k^2 \cdot C_D \cdot \frac{\rho}{\sigma-\rho} \cdot \frac{V_o^2 \quad t^{2n}}{gd \quad \tan\varphi} \quad \cdots\cdots\cdots(4)$$

(4)式をさらに粒径dを用いて無次元化し、単位幅当りの流量qを用いて変化すると次のようになる。

$$\left(\frac{h}{d\ \sin\theta}\right)^{2n} = \frac{3}{4}\alpha^2 k^2 C_D \frac{\rho}{\sigma-\rho} \frac{gV_o}{gd^2 \tan\varphi} \left(\frac{t}{d}\right)^{2n-1} \cdots\cdots\cdots(5)$$

ここでα、k、σ、ρ、$\tan\varphi$を定数とし、左辺に関する巾乗を開くと次のようになる。

$$\frac{h}{d}\frac{}{\sin\theta} = C\left[\left(\frac{C_D q V_o}{gd^2}\right)\left(\frac{t}{d}\right)^{2n-1}\right]^{1/2n} \quad \cdots\cdots\cdots(6)$$

抗力係数はC_DはReynolds 数Reによって変わるのであるが、Reの10^3〜10^4の範囲でC_Dはほぼ0.4となるのでこれも定数とし、さらに$\sin\theta\approx1$として計算すると巾数$2n-1$はほぼ0.5に近く、$1/2n$は0.6〜0.7の範囲となる。

以上、計算結果は粒径にかかわらずデータがほぼ一本の直線になることを示し、それは最大洗掘深

に関して以前にみられたような各粒径ごとに異なる直線で表わされるという難点が克服できることを示しており、モデルは簡単ではあるが、現象をよく説明しているものと思われる。

(28) 流域の理水特性に関する研究(Ⅳ)

―洪水比流量と流域因子との関係―

岩手大学農学部　岸　原　信　義

豪雨があれば、洪水が発生するが、同じ強度の豪雨があっても、洪水量の大小は、流域によって、また同じ流域であっても、流域条件の変化によって異るものである。

わが国では、第二次大戦後、アメリカを中心として進展した水文学が導入され、水害の頻発に触発されて、急速に洪水解析の手法が開発された。

しかし河川水文学における洪水解析は、いわゆるBLOCK―BOX ANALYSISといわれるもので、入力としての雨が流域という変換系を通じて、出力としての洪水量が推定され、変換系の内容は問われることがない。したがって流域条件の変化による洪水量の変化の推定、流量資料のない他の流域の洪水量の推定は原則として不可能である。近年洪水解析に物理法則の導入が試みられ、BLOCK BOX ANALYSIS からの脱出が図られている。しかし極めて複雑な自然現象の関連下にある洪水現象に、ある側面にのみ水理法則を適用するのはたとえ結果が現象と対応していても、新たなBLOCK BOXを導入することになるのではあるまいか。一方森林水文学の分野では、洪水比流量と流域因子との関係が、学問の性格上からも実用上からも検討されてきた。筆者は流域の理水特性に関する研究の一環として、この手法を踏襲して研究を行なってきた。従来この手法の欠陥としては、資料の不足もあって、各流域の降雨―流出が単一の直線回帰になるものとして解析が進められた点があげられる。また大部分の論文は同一流域の降雨―流出関係の線形性の検討も行なわれていなかった。筆者は資料の得られた岩手県北上山系内の諸河川と、九州地方での諸河川について、これらの関係を吟味した上で、洪水比流量と流域因子との関連について検討を加えたので報告したい。