

II-80 急流河川の流出土砂の推算について

徳島大学工学部 正員 工修 ○堀 勝 也
 徳島大学工学部 正員 工博 杉尾 捨三郎
 徳島県土木部 富士 武治

1. 概説

本文は、水文資料の乏しい小流域の急流河川における、一洪水に対する流出土砂量の推定を行なう一方法を提案したものである。

ここでは、モデル河川として徳島県吉野川北岸支川のなかから、井口谷川、野村谷川、鍋倉谷川の三河川を選び検討してみた。

各河川は、その源を阿讃山脈に登り、徳島県北部の美馬町、脇町を、小支川と合流しながら南下し、本川吉野川に直角に流入している(図-1)。

河口付近の河床は、コウ配約 $1/30$ の急流河川で、至石までは大砂利まじりの砂れきで、平時は全然流水を見ない典型的な天井川である。

懸案断面は、洪水時本川も増水しているから、本川の Back water の影響を受けない地点に測線を定め、懸案断面とした(図-1 中○印)。

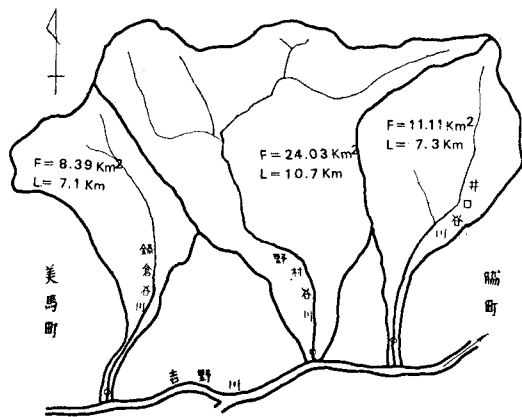


図-1 平面図

2. 洪水における流量-時間変化の推定

モデル河川においては、流量資料を用いた厳密な流出解析が不可能であるため、洪水記録の乏しい河川に対して適応できると言われる、中安博士の提案した総合単位図を用いた。

降雨量については、数ヶ所の観測地を比較検討した結果、平地の芝生観測地における最近50年間の最大降雨である、昭和34年9月26日の雨量を用いた。

ここで流出係数 f の値は、平地から山岳雨量と推定せねばならないので、多少の雨量増加があるものと考えられ、特に急流河川なので損失雨量と割増雨量とほぼ等しいと仮定し、結局 $f=1.0$ とみなした。

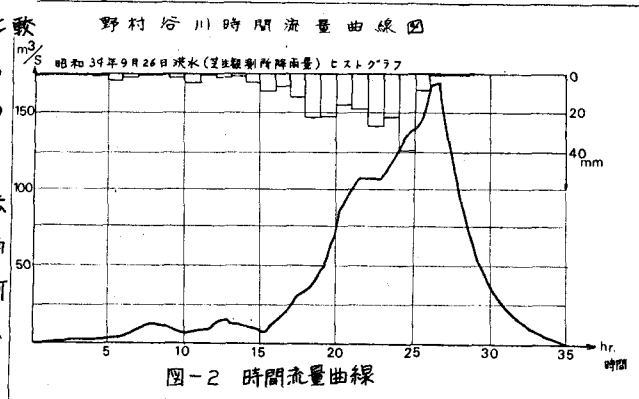


図-2 時間流量曲線

単位図と時間雨量にもとづき、経過時間における各洪水量を算定し、その値と雨量のヒストグラムを図示した。図-2は野村谷川に対する時間流量曲線を代表的に示した。

3. 洪水における水位-時間変化の推定

懸案断面の横断面形状と河床材料を、実測により求めておき、水深を仮定すると、潤辺、流積、径深が求まり、適当な抵抗法則を与えると、その水深における流速、および流量が推定できる。

ここで、抵抗法則は従来 Manning 公式が最も有名であるが、この式は固定壁をもつ流れに対してはきわめてよく適合するが、自然河川などの移動床をもつ流れに対しては不明確な点が多いといわれ、粗度係数をいかに定めるかについては技術者にまかされている現状である。

最近杉尾は「河川の平均流速公式と河床面形態との関係について」という論文を発表し、河川の平均流速公式を巨視的につぎの3群に分類できると述べている(図-3)。

$$\text{第1群;} V_m = 54 R^{0.24} S^{0.27} \text{----- (1)}$$

$$\text{第2群;} V_m = 80 R^{0.54} S^{0.27} \text{----- (2)}$$

$$\text{第3群;} V_m = 110 R^{0.54} S^{0.27} \text{----- (3)}$$

(cm/sec)

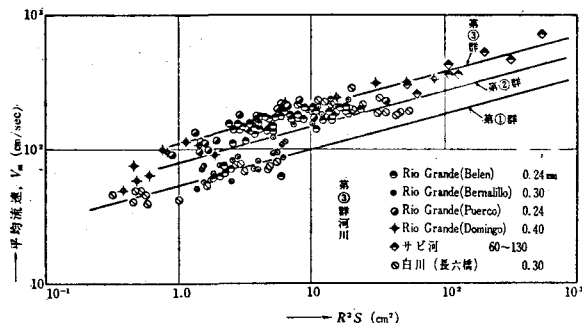


図-3 V_m と $R^2 S$ との関係(第③群河川)

さらに3種の群の区分法として図-4を利用することを提案している。ここに縦軸 S はコウ配、横軸 q は流れの単位幅当りの流量、 d_m は河床材料の平均粒径、 w は d_m に対する静水中の沈降速度を示す。

さて、急流河川に対しては第3群が適応すると思われるが、資料の数も少なく、かつ精度の点で不充分ではあるが、ここでは仮りに(3)式が成立するものとして計算した。

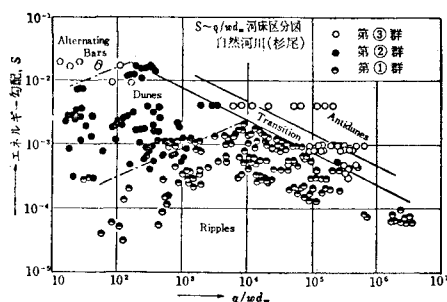


図-4 平均流速公式と河床形態との関係図(自然河川)

水深と流量の関係は図-5に示した。また、洪水時の水位時間曲線は、水位-流量曲線(図-5)と、降雨量より求めた時間-流量曲線(図-2)を用いて、水位の時間変化を推定することが出来た。

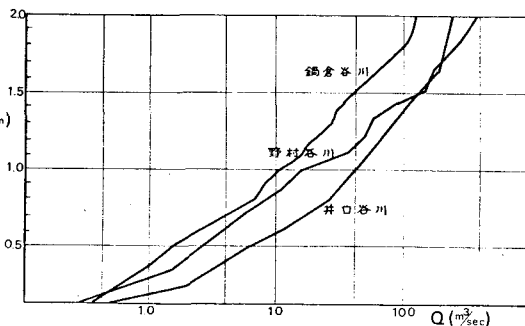


図-5 水位-流量曲線

4. 流出土砂量に対する検討

流砂現象はきわめて複雑であって、古くから多くの人々によって研究されているが、現在においても急コウ配で砂れきの大きい河川に適する流出土砂量の推定はきわめて困難である。

杉尾らは「均一粒砂の掃流流砂量について」という論文において、GilbertのA~G種砂(均一砂)、佐藤、吉川、芦田の4種の均一砂、W.E.S.の若干の砂、および Bishop の混合砂を用いて、Einsteinの掃流流砂関数

$$\frac{g_b}{w d_{50}} = 40 \left\{ \frac{R S}{(\sigma/\rho - 1) d_{50}} \right\}^{2.7} \text{----- (4)}$$

$$\frac{g_b}{w d_{50}} = 10 \left\{ \frac{R S}{(\sigma/\rho - 1) d_{50}} \right\}^{2.7} \text{----- (5)}$$

と再検討し、 g_B/wd_{50} と ψ との関係を求めた(図-6)。

この図から、均一砂に対して(4)式が得られることを述べている。

さらに混合砂に対しても、かなり広い範囲に散在しているが、大略的にみると、(5)式が成立するものとするこができる。

また比較のため、Kalinske - $\frac{g_B}{U_* d} = 10 \left\{ \frac{U_*^2}{(g/p - 1) g d} \right\}^{2.0}$ (6)

Brown 公式(6)式、佐藤・吉川 $\frac{g_B (g/p - 1) g}{(\tau_0/p)^{3/2}} = 9 F(\tau_0/c)$ (7)

これ推定した。

野村谷川の最大洪水量 $170.49 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対して、杉尾公式、Kalinske Brown 公式、佐藤・吉川・芦田公式は各おの、約 $0.37 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $0.62 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $0.20 \text{ m}^3/\text{sec}$ の土砂を流出することになる。井口谷川、鍋倉谷川においては、ほぼ平均的な値を示した杉尾らの混合砂に対する掃流流砂量公式(5)式を用いた。

ここに芝生観測地における昭和34年9月洪水によって流出される総流出土砂量は、流量-時間曲線にもとづき推算すると、井口谷川において $2,600 \text{ m}^3$ 、野村谷川において $8,800 \text{ m}^3$ 、鍋倉谷川において $3,700 \text{ m}^3$ となった。

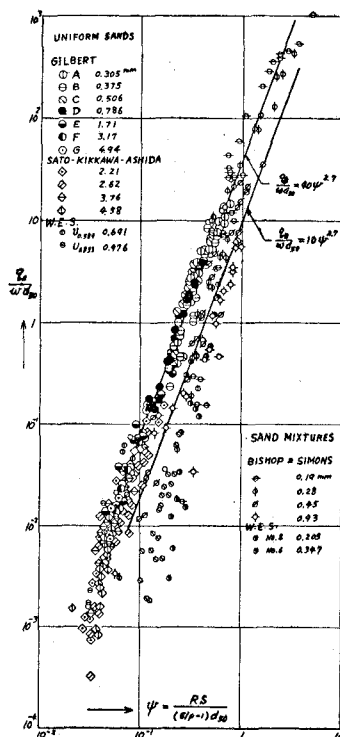


図-6

5. 結論

本研究は資料の乏しい小流域の急流河川の流出土砂量を推定する一方法を提案したものであって、計算結果は表-1に示している。

各モデル河川においては同一洪水に対する流出土砂量が多い順は、野村谷川、鍋倉谷川、井口谷川であり、流量当り流出土砂量は、圧倒的に鍋倉谷川が多量で、井口谷川が少ない。

鍋倉谷川においては、流域面積、ピーク洪水量が最小であるにもかかわらず、井口谷川よりかなり大きな流出土砂を流出する傾向があることがわかった。

参考文献

- (1) 中安米蔵；雨量により洪水量の推定；建設省直轄技術；第4回報告，PP160-194
- (2) 杉尾捨三郎；河川の平均流速公式と河床面形態との関係について；土木学会論文報告集，第171号 昭和44年11月，PP25-33
- (3) 杉尾捨三郎・堀勝也；均一粒砂の掃流流砂量について；第23回土木学会年次学講演会，II-115，昭和43年10月，PP313-314

* 昭和34年9月26日洪水				
項 目	単位	野村谷川	井口谷川	鍋倉谷川
流域面積 A	km ²	24.03	11.11	8.39
液路延長 L	km	10.7	7.3	7.1
河床コウ配 S		0.0277	0.0406	0.0308
50%粒径 d ₅₀	mm	48	180	78
沈降速度 w	cm/s	73.4	102.7	84.8
ピーク流量 Q _p	m ³ /s	170.49	83.62	63.12
ピーク水深 h _p	m	1.568	1.274	1.613
ピーク流速 g _p	m/s	0.37	0.10	0.20
流出土砂総量 V ₀	m ³	8,800	2,600	3,700

0.5とd₅₀は観測地点における値である。

表-1