

II-27

支配流量の一試算

日本大学工学部 正員 ○木村喜代治 高橋迪夫 長林久夫

インド大陸における灌漑用水路の建設に関し、流砂を伴う水路において洗掘と堆積とがほぼ平衡する水路を設計することが発端となって、regime theory の概念が生まれ、各種水理量に関する経験式が研究され発表された。動的に安定な状態を想定するので、ある一定の流量のもとでの諸量となる。しかし人工水路においても、また河川においても一定流量のままであることはない。変動する流量の内でのその流路を自然に形成し平衡状態となるであろう、一つの代表流量を選びこれを支配流量という。

Lacey による(1935)式の誘導過程で河川のデータも含まれ、人工水路のみでなく河川にも適用されるようになった¹⁾。その後、多くの研究者によって、人工水路ならびに河川を対象とした研究がなされた。

平衡河川のうち沖積蛇行河道と網状河道とでは蛇行河道の方がregime theory の適応性が良いとされている¹⁾。

河川における支配流量が過去のどの程度の流量に相当するかの研究は重要であり、河村の報告²⁾にも一部紹介されている。

また支配流量の推定方法も種々試みられているが、定説として確立された方法となっているものはない。一般にbank-full discharge を支配流量にとることが行われており、河道が自然状態であるなら、そこに何らかのregime theory の式を適用して、支配流量を決めることが出来るであろう。しかし、わが国の河川の多くは改修等により自然状態であることは少ない。

河川の自由蛇行の平面形状は改修によって変化したところも多いが、全体の形状そのものは自然のままであることがあり、また、蛇行の痕跡が残っているところもある。そこで一つの試みとして、蛇行の平面形状のうち、蛇行波長より支配流量を推定してみる。

蛇行波長と流量との関係を

$$\lambda = \alpha Q^m \quad (1)$$

という式によって示されている経験式もかなりある³⁾。このとき流量は多くbank-full discharge を対象とし、実測との照合によって係数を決めている。この指数 m は多くは0.5であり、またその付近の値を取っている例もある。流量 Q は照合した河川のどの程度の流量に相当するかを統計的に検討している。当然、流量がどの程度の規模を採用するかによっても係数 α は変動する。

さて、著者らは先にエネルギー的観点より動的に安定にある自由蛇行についての理論を示した。46回の年講において、自由蛇行の波長を交互砂州の波長と同様な水理量の関係で示し、補正係数を考慮すると理論による式が比較的良く適合することを示した。この蛇行波長からregime theory のLacey の式との関係より式(1)型の式を導くと次のようになる。前回の年講で補正した波長は

$$\lambda = 3(\phi \cdot \pi)^{2/3} (h/B)^{1/3} = 3\left(\frac{\pi^2}{gh^2 i_0}\right) Q^{2/3} \quad (2)$$

Lacey による h, i_0 はそれぞれ

$$h = \frac{0.4725}{f^{1/3}} Q^{1/3}, \quad i_0 = \frac{5.47 \times 10^{-4} f^{5/3}}{Q^{1/6}} \quad (\text{ft-sec-unit}) \quad (3)$$

ここで、 f はLacey のsilt factor でManning の n や河床の平均粒径 d_m との関係は

$$n = 0.0225 f^{1/4}, \quad f = 1.60 d_m^{1/2} \quad (d_m \text{ in mm}) \quad (4)$$

式(2)に(3)(4)を用いると

$$\lambda = 40.8 \frac{Q^{1/2}}{f^{1/3}} = 0.259 \frac{Q^{1/2}}{n^{4/3}} = 34.8 \frac{Q^{1/2}}{d_m^{1/6}} \quad (\text{ft-sec-unit}) \quad (5)$$

$$\lambda = 73.8 \frac{q^{1/2}}{f^{1/3}} = 0.469 \frac{q^{1/2}}{n^{4/3}} = 63.1 \frac{q^{1/2}}{d_m^{1/6}} \quad (\text{m-sec-unit}) \quad (6)$$

となる。これより

$$q = \left(\frac{\lambda}{0.469} \right)^2 n^{8/3} = \left(\frac{\lambda}{63.1} \right)^2 d_m^{1/3} \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad (7)$$

となる。Lacey の式も著者の式も共に平衡な動的に安定にある状態を想定している。

regime theory の式の数値がそのまま、わが国の河川などに当てはられるかの疑問はあるが、式(7)を用いて、阿武隈川の2地点と夏井川の1地点とについて、蛇行形状からその支配流量を推定してみる。阿武隈川の2地点は現在は河道ではなく、旧河道の痕跡である。調査地点の流域面積、平均年総流出量および式

(7) による支配流量の計算値は右表のようになる。平均年降水量は阿武隈川では上流の白河で1360mm、福島で1100mmであるが、いわき市小名浜で1380mmとなっており、総じて阿武隈川流域より夏井川流域の方が少し多くなっている。この支配流量がそれぞれの地点において過去の年最大洪水の再現期間に当てはめると何年になるかを推測して同じ右の表に示した。

この洪水再現期間は過去の研究⁴⁾に照らしはば妥当なものと考えられる。

地 点	阿武隈川 郡山市内金屋	阿武隈川 福島市内伏黒	夏井川 いわ き市内中神谷
流域面積 Km ²	1,375	3,663	740
平均年総流出量 m ³	1.18×10 ⁹	3.13×10 ⁹	—
支配流量 m ³ /s	500	1,075	301
洪水再現期間 yr.	1.64	1.96	1.59

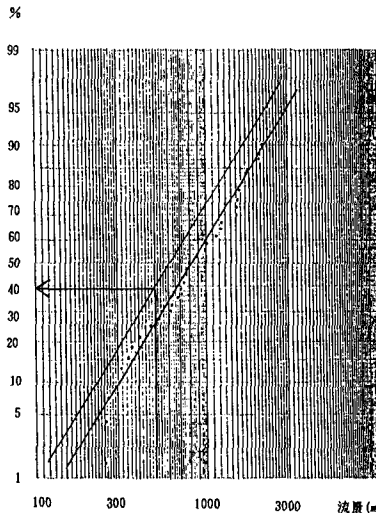


Fig.1 阿武隈川金屋地点洪水確率の推定

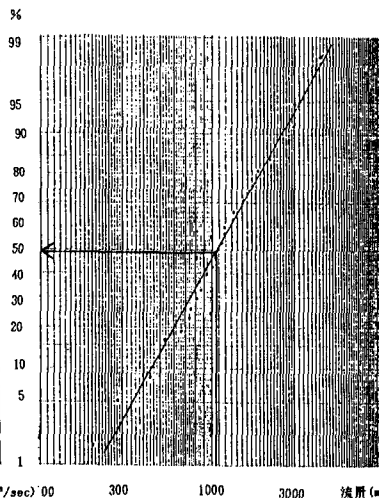


Fig.2 阿武隈川伏黒地点洪水確率の推定

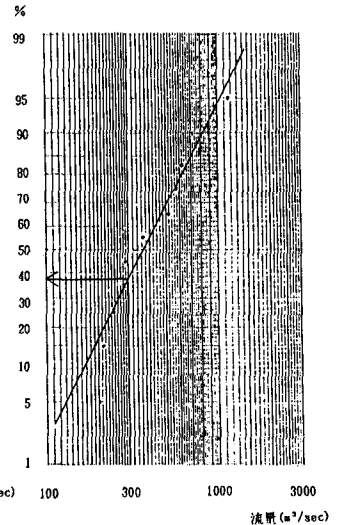


Fig.3 夏井川中神谷地点洪水確率の推定

参考文献

- 1) Shen H.W.: River mechanics II, pp.30-1~30-39, 1971.
- 2) 河村三郎: 支配流量の一計算法, 第12回水理講演会講演集, pp.79-84, 1968.
- 3) 例えば, Zeller J.: Flubmorphologische Studie zum Maanderproblem, Geographica Helvetica 22, pp.57-95, 1967.
- 4) 例えば, 2).