流況曲線の一つの表現法

東京都立大学工学部　正会員　　丸井信雄
大林組土木本部技術部　正会員　○荒井徳昭

1. はしがき

河川流量の流況曲線を数式で表現しておくことは利水計画の上に便利であるので、日本の河川の代表的な地点の流況を表現することを試みた。例えば河川によつて運ばれる土砂量を問題にするような場合、流送土砂量が流量の２乗に比例するものとすれば、その代表的流量は年平均流量でないことはもちろんで、豊水量とか３５日流量のような流量の２乗によつて表わされることになるであろうが、その代表流量を流況曲線の表現から推定することができよう。また、流況曲線が適確に表現されるならばそれを外挿することによつて流量の確率を評価することも可能になることが期待される。

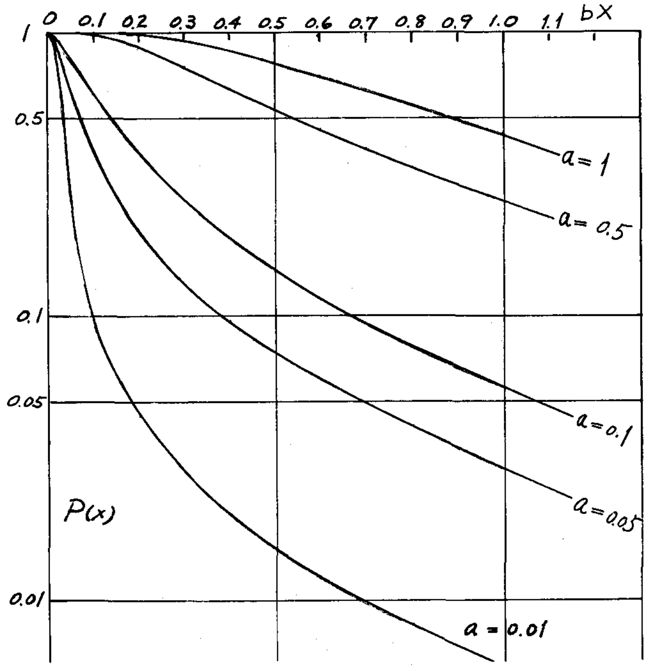
流況曲線式については従来幾多の研究があるが、ここでは Gumbel の確率分布の関数を修正した形で、河川個有の定数の数のなるべく少ないものであることが望ましいのでパラメーターは２〜３個に限定した。

2. 流況曲線式

本論で採用した流況曲線式は次のようなものである。日流量をx（m³/sec）、その流量を越える確率をPとするとき、a、b、cを定数として

$$P(x)=1-\exp\left[-\frac{a}{e^{b(x-c)}-1}\right] \tag{1}$$

ここで、定数cについては特殊な河川の場合以外はc＝0としてよいから一般の場合には定数は、a、bの２個となつて簡単になる。この場合は図－１にその概要を示す。



（図－1）

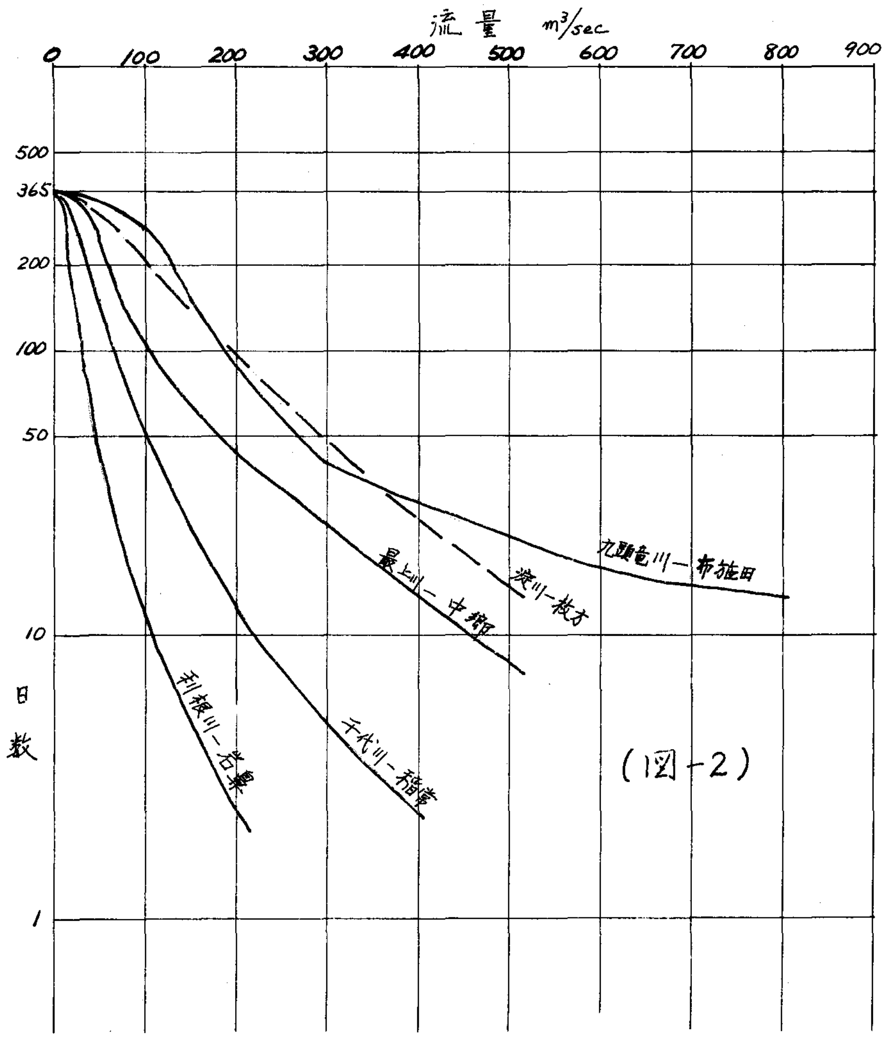
(1)式の定数の決定は実測の流況からその年平均流量と分散とを用いて2定数の場合はよいが定数 c が関係して3定数となる場合は流量分布の平均流量、分散のほかひずみ度を用いるよりも Median（平水量）を用いる方が適当であるように思われる。

(1)式を微分して次のような流量の度数分布式が得られる

$$\varphi(x)=\frac{a\cdot b\cdot e^{b(x-c)}}{(e^{b(x-c)}-1)^2}\cdot exp\left[-\frac{a}{e^{b(x-c)}-1}\right] \tag{2}$$

3. 河川の流況曲線

実際の河川の流況曲線が、(1)の流況曲線式に依つて表わされる曲線との間にどのような関係があるかを知るために、昭和39年度の流量年表より全く at random に、それぞれ流量の異つた全国の代表的河川の流量観測所について5ヶ所その流況曲線を示したものが（図－2）である。これより明らかに、与えられた流況曲線式はその河川特有の a 、b を求めることに依り河川工学上、充分に精度の高い流況曲線を表わすことが出来る。



（図－2）

4. 実際問題への適用例

河川のある流量観測所の断面を通過する年流砂量Q_sを知りたいとき、今仮に流砂量が流量の２乗に比例すると仮定すると、年流砂量は

$$Q_s=\int_1^{365} g_s\,dx=K\int_1^{365} Q^2\,dx=K\int_0^{\infty} Q^2\left(1-\int_0^{Q} f(Q)\,dQ\right)dQ \qquad (3)$$

と表わすことが出来る。

ここに、 g_s：日流砂量（m^3/day）　，Q ：定数

Q：日流量　（m^3/sec）　，$f(Q)$：流況曲線の微分方程式

(3)式において扱つている流量Qは３６５日全部の流量である故、係数Kが必要であるが、実際にはこのQは何か他の特定な流量と密接な関係を持つ筈である。そこで、この流量が近似的にどんな流量で置き換えられるものかを調べた。今、この特定の流量をQ_xとすると、

$$Q_x=K\int_0^{\infty} Q^2\left(1-\int_0^{Q} f(Q)\,dQ\right)dQ=KQ_x^2\int_0^{\infty}\left(1-\int_0^{Q} f(Q)\right)dQ=KQ_x^2\int_1^{365} x\,dx=365Q_x^2\cdot K \qquad (4)$$

(4)式の関係から、全国１０ケ所の流量観測所についてQ_xを調べたところ、Q_xは大体３０日～５０日流量の範囲に入ることが判つた。