雄物川流量における自己相関関数と低減係数および降雨間隔日数について

秋田工専　正員　長谷部　正彦

秋田大学　学生員　○中村　英一

1　まえがき　　本解析は，低減係数を決めるのに流量の自己相関から近似的に求められると考えた。そこで，低減係数を決定する前に自己相関係数と下記によるモデル式とが一致するかどうかを研究した。低減係数は，一般には河川ごとにほぼ一定とみなせる。洪水のときには洪水量のオーダーからみれば低減係数は一定とみなしてさしつかえないと言えるだろうが，渇水期においては一義的に低減係数は決まらずその取り方によっては，実際のハイドログラフの形とは違ってくる。すなわち，渇水期における流出量および河川流量の低減のしかたは，降雨特性，それに伴なう土壌の状態の変化，河道の形状・河床の変化等々により一河川の一地点においてさえ非常に多様性を示す。そこで本解析においては雄物水系の神宮寺地点(流域面積：3336.5 km^2)における過去16年間(S.30～S.45)の日流量(秋田地建より提供)および日降雨量(秋田地方気象台より提供)のデータを得ているので降雨間隔日数に注目してそれと低減係数とが自己相関係数にどのように対応するかを調べる。

2．自己相関係数と低減係数および降雨間隔日数

2−1　モデル式の誘導　　今，一度雨が降った後降雨がない場合を考えると，$Q=Q_0\cdot e^{-\alpha t}$（Q_0：単位ピーク流量 $Q_0=1$）。このときの自己相関係数を $R(k)=e^{-\alpha_e k}$ と近似して α と α_e の関係を調べてみると自己相関係数の定義式より

$$R(k)=e^{-\alpha_e k}=\frac{1}{N-K}\sum_{t=1}^{N-K}\frac{(Q_t-\overline{Q})(Q_{t+k}-\overline{Q})}{\sigma_Q^2}\qquad(2-1)$$

平均流量は，

$$\overline{Q}=\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}Q_t=\frac{1}{N}(e^{-\alpha}+e^{-2\alpha}+\cdots\cdots+e^{-N\alpha})\fallingdotseq\frac{e^{-\alpha}}{N(1-e^{-\alpha})}\qquad(2-2)$$

流量の分散は，

$$\sigma_Q^2=\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}(Q_t-\overline{Q})^2=\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}Q_t^2-\overline{Q}^2\fallingdotseq\frac{e^{-2\alpha}\{N(1-e^{-\alpha})-(1+e^{-\alpha})\}}{N^2(1-e^{-\alpha})^2(1+e^{-\alpha})}\qquad(2-3)$$

式(2−1)に式(2−2)，式(2−3)を代入すると，$R(k)=e^{-\alpha_e k}\fallingdotseq e^{-\alpha k}\frac{N}{N-K}$　$\therefore -\alpha_e=-\alpha+\frac{1}{k}\ln\frac{N-1}{N-K}$　(2−4)

（式(2−4)の右辺の第2項を $\ln\frac{N-1}{N-K}$ にした理由は，$K=0$ のとき $R(0)=1$ であることにより，$\ln\frac{N}{N-K}$ を近似して $\ln\frac{N-1}{N-K}$ にした。）　次に式(2−4)に降雨間隔日数を考慮し近似的に式(2−5)を与えた。

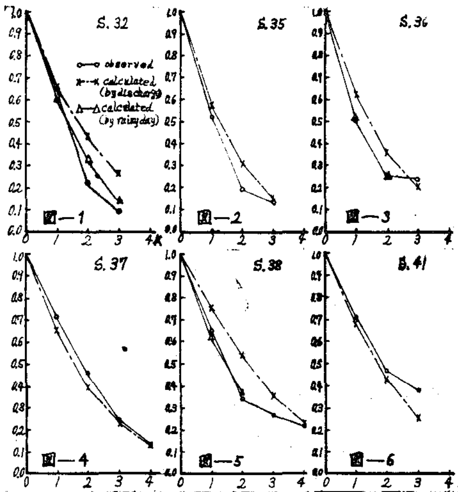
$$-\alpha_e=-\alpha-a\ln\left(1-b\frac{\Sigma T_e}{N}\right)\qquad(2-5)$$

（ここに，a；b：係数 $a=1$，$b<0$，T_e：降雨間隔日数の回数）　　ここで，簡単に式(2−5)の特性を述べますと，降雨間隔日数の回数 T_e が多くなると α_e の絶対値が大きくなり，したがって自己相関係数の傾き $R(k)=-\alpha_e e^{-\alpha_e K}$ が右下へ急になって流量の自己相関が小さくなることを表わしている。

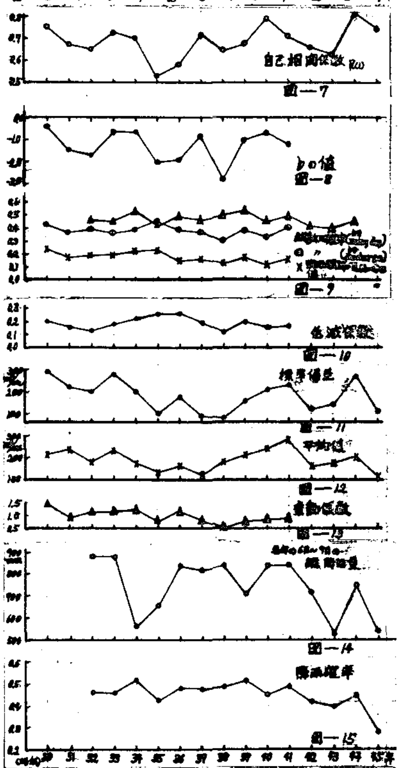
2−2　モデル式の検討

神宮寺地点におけるS.32～S.41のコレログラムに $b=1.5$ の場合の式(2−5)（ここに問題があるが）から得た α_e を使った $R(k)=e^{-\alpha_e K}$ をあてはめた図を図−1～図−6に示す。ただし，この場合低減係数は日流量のデータから計算してその年の平均値をとった。又，T_e は流量データからとったものと気象データ(日降雨量)からとったものと二種がある。これらの図からわかるように，$K=1$，$K=2$，$K=3$ まではほとんどの年にあてはまるようである。しかし，あてはまらない年もあるので b は定数であるとは考えられないので，b の決め方を調べるために各年の自己相関係数 $r(k=1)$，b（ここでは $\ln R(k)=-\alpha_e K$

より求めたαと，前に述べた各年ごとの低減係数αの平均値とを式（2—5)に代入してbを求めた）の値，増水の確率（気象データによるものと，流量データによるもの），降雨間隔$T_k(k=1)$の値，低減係数（各年の平均値），日流量の標準偏差と平均値と変動係数，各年の6月～9月の総降雨量等と比較したのが図—7～図—15である。又，各年のコレログラムを比較したのが図—16に示してある。図—16から各年によって自己相関が非常に変化していることがわかり日流量は簡単に定常とは言い難いのも存在すると思われる。又，渇水期におけるH—Q線から得た日流量データそのものの観測誤差も相当に大きいのではないかと思われ，そのために日流量の自己相関が違ってくるのではないかとも思われる。さて，bの値であるが一定値とはみなされず増水の確率と低減係数とから，又，集中豪雨の多い年にはそれを考慮してbを決めれるのではないかと考えられ，検討中ですのでこのことは講演時に述べる。



図—1　図—2　図—3　図—4　図—5　図—6



図—7　図—8　図—9　図—10　図—11　図—12　図—13　図—14　図—15

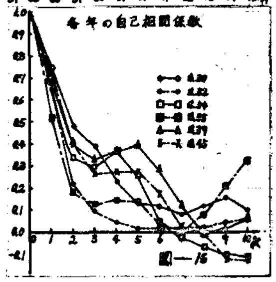
3．あとがき

bのきめ方についてもう少し詳しく述べますと，増水の確率（図—9）と低減係数（図—10）との関係が増加すればb（図—8）は減少し，その関係が小さくなればbは増加している傾向がみられる。降雨量（図—14）と降雨確率（図—15）を比較すると，例えばS.34, S.39では降雨量が小さいのに降雨確率が高いので秋田の夏期の降雨は集中豪雨型と思われる。

尚，昨年の年次大会においては，式（2—5）を

$$\tau' = -\alpha + a\ln\left(1 - b\frac{T_k}{N}k\right)$$

としていたが本解析の方がよりあてはまることを付加えておきます。



図—16

参考文献

Vujica Yevjevich　：Stochastic Processes in Hydrology

長谷部，中村　：雄物川流量における確率的シミュレーションの研究（昨年の年次大会）