II－23　　長期間流出系の統計的性質について

――― とくに低減特性について ―――

○　名大　学生員　太田静男

名大　正　員　高木不折

まえがき

1つの流域における低減状態はその流域固有の性状を示すといわれ，指数低減性その他の式が提案されてきた。しかし，実際の資料を詳しく観察すると，1つの流域であっても必ずしも低減係数の値が一定になるとは限らず，場合場合で低減状態が違っている。元来流域は種々性質・大きさの違った領域から成っており，したがって，そこでの流出現象は本質的に統計的性質を内蔵している。筆者らは，長期流出現象の統計的性質を明らかにするために，いろいろな面から検討を加えているが，統計的な議論をするためにはまずある程度決定論的な性格と統計的な性格とを分離することが必要である。本研究は，とくに低減特性をとりあげて，その分布状況を調べるとともにどのような性質が卓越しているかを検討しようとしたものである。

低減係数

ある1地点での河川流量が離散的な低減係数をもったいくつかの流出成分から成るという観点から低減状態を

$$Q(t) = \sum_i Q_{0i} \mathrm{EXP}(-\alpha_i t) \qquad (1)$$

と表わすことがある。ここに，Q_{0i}は流出成分iの低減初期流量，α_iは流出成分iの低減係数である。

一方，1つの単純な地下水帯モデル（水平一様砂層）について水の運動方程式を解くと，近似的に変動の波長が $\frac{4L}{(2S+1)}$ の成分の低減係数は

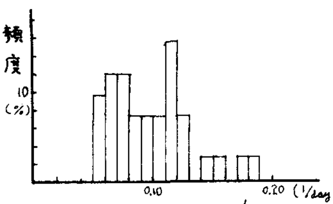
$$\alpha_s = \frac{k(2S+1)^2}{4\gamma L^2}$$

となり，やはり低減係数α_sは離散的な値をとることになる。このことは，運動あるいは変化の場の大きさ$\left(\frac{4L}{(2S+1)}\right)$と時間的な変化の割合($\alpha_s$)との関係を検討するうえに1つのきっかけを与えてくれるであろう。すなわち，実際の流域での低減係数α_iはいくつもの地下水の領域についてのα_sの集積あるいは合成だと考えられる。（もちろん，低減係数に関係する要素として他にもk，γなどがあるが）　云いかえれば，低減係数の値の分布状況を基礎にすると，どの程度の運動の場をもった成分がどんな形で流出状況に貢献しているかを統計的に把えることができるであろう。まだ十分に検討したわけではないが，これまでに行なった解析の途上で明らかになった事柄を中心として，以下で実際の流域での問題を考えよう。

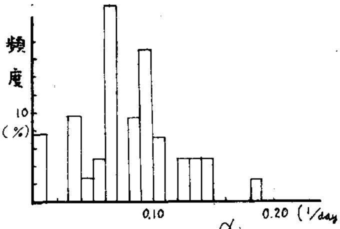
由良川での検討

実際に由良川流域の角（上流流域面積 585 Km²）およびその上流の荒倉（159 Km²）の，無降雨期間が7日以上の場合の低減係数α_iの頻度分布をヒストグラムで表わしたのが図－1，2である。

図から判るように，両流域ともα_iの分布には離散的ないくつかのピークがみられる。このことは，前節で述べた，河川流量が離散的な低減係数をもったいくつかの流出成分から成るということを裏づけているように思われる。ここでとくに注目すべきことは，流域面積がかなりちがうにもかかわらず，角・荒倉ともほぼ同じ$\alpha_i = 0.065 \sim 0.070$（1/day）の付近に明瞭なピークが存在することであろう。また荒倉では他のピークはかなり大きな値$\alpha_i = 0.115$付近にみられ，一方角では0.095および小さい0.035程度にピークがみられる。



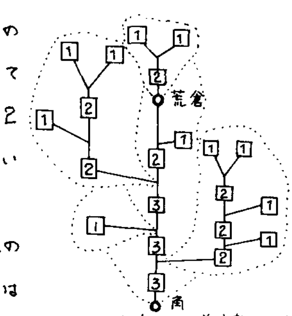
図－1（荒倉）



図－2（角）

角・荒倉では透水係数なども当然違っているとは思われるが，いまかりにこれらの量が同じであると考えると，前にも触れたように同じ程度の低減係数が存在するということは，両方の流域で同じ程度の運動の場の広さをもった成分があることを暗示している。

由良川の流域を河道位数化したモデルで表わすと図－3のようになる。河道位数1の流域を最小単位と考えると，荒倉流域は河道位数1の流域と，それらをいくつか含む河道位数2の流域の2種類から成り立っている。一方角流域は，河道位数1およびそれらをいくつか含む河道位数2，さらに後者をいくつか含む河道位数3の3種類の流域から成り立っている。



図－3 由良川河道位数化モデル

したがって，両流域で共通した場の広さとしては，河道位数2の流域のものが考えられる。すなわち$\alpha_i=0.065 \sim 0.070$程度の低減係数をもつ成分は河道位数2の流域程度の運動の広がりをもっていると考えてもよいであろう。他方，荒倉でみられる$\alpha_i=0.115$程度の成分は河道位数1の流域の広がりをもっていると考えられる。角においても，変動の広さが河道位数1程度の流域に相当する成分がみられるはずであるが，それが$\alpha_i=0.095$程度に表われているのであろう。ただ角地点への河道位数1の領域の貢献は，河道位数2の領域を通して間接的であるので，流出過程で平均化され，値としてはやや小さめになっていると考えてよい。なお，$\alpha_i=0.035$程度の小さい値は，河道位数3といった流域の性質のあらわれであろう。

実際には，これらの離散的なピークの中間にもα_iの値は分布している。これは，これらいくつかの成分の平均化されたもの，あるいは合成されたものであると考えられる。上に述べた事柄を基礎として，α_iの分布状態をより詳しく検討すれば，どの程度の運動の広がりをもった成分がどの程度あり，またそれぞれが時間的にはどんなオーダーで変化するかを統計的に考察することができるであろう。こうした問題については現在検討をしている段階である。