

II—51 流出解析における単位流域について

京都大学防災研究所 正員 工博○石原安雄

正員 工修 高棹琢馬

治水計画をはじめ各種の水工計画の合理化を図るためには、科学的な流出解析を行なって洪水の実態を的確に把握しなければならない。流出解析法には単位図法、貯留法、水理法などがあって、近年次第に雨水の損失並びに流出機構が解明されるとともに、流出解析の精度も向上しつつあることは周知のとおりである。しかしながら、これらの流出解析法では、降雨の時局的分布状態を知らなければならないが、この場合ティーセン法などを用いて流域平均時間雨量を算出し、降雨の地域的分布を無視していたようである。

ところで、流域に降る雨は、流域内での雨水流の水理学的挙動には無関係に、流域地形と気象条件とによって定まるはずである。しかも、雨域の大きさは数百 km^2 であり、また特定の流域に対して豪雨時の降雨量には地域的な特性があるといわれている。したがって、われわれが現在用いている流出解析法の中には、このような雨量の地域的分布をある程度平均化する効果が含まれていると考えられるにしても、雨量の地域的分布と流出量の計算精度との関連において、流出解析を対象としてよい流域面積の大きさにはある限界があるものと考えることができる。このような限界以下の流域面積をもつ流域を単位流域と呼ぶこととする。なお、以下において使用した資料は四国の吉野川上流部におけるものである。

1. 雨量の地域的分布特性： まず、出水に直接関係したと思われる降雨について降雨の地域的分布特性を調べたものが図-1 である。横軸は対象とした流域の流域面積、縦軸は対象とした流域内における平均降雨量に対する最大および最小の地桌雨量の割合であって、流域面積が大きくなると降雨の地域的変動が大きくなっていることがわかる。

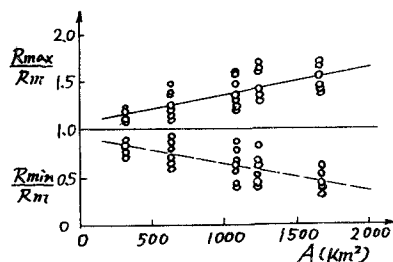


図-1. 流域面積と降雨量の地域的変動との関係

2. モデル化された流域の設定： 上述のような単位流域を定めるにはなるべく厳密な流出解析法を用いることが肝要である。ここではいわゆる水理法を採用したが、そのためには流域をモデル化する必要がある。流域をモデル化する方法についてはすでに論じられているのでここでは省略するが、その要諦は山腹斜面および河道を同時に考慮して、それらの総合的な効果と等価な単一の斜面を考えるのである。このような斜面その等価粗度係数を N_0 、斜面傾斜角を θ_0 、斜面長を L_0 、最大流量の流達時間を t_{pc} 、その間の平均有効雨量強度を r_{mp} とし、Manning 型の流速公式が成立するとすると、

$$t_{pc} \cdot r_{mp}^{0.4} = B_c \quad B_c = \left(\frac{N_0 L_0}{\sqrt{\sin \theta_0}} \right)^{0.6}$$

が成立する。そこで、実際の資料を用いて(1)式より各流域面積ごとに B_c の値を算出して

図示したものが図-2とあり、流域面積が大きくなると B_c の値も大きくなっていることがわかる。つぎに、斜面長 L_0 を求めるには、 N_0 と $\sin \theta_0$ の値を知らなければならないが、ここでは一応 $N_0 = 1.0 \text{ m}^{\frac{1}{2}} \text{ sec}$ 、 $\sin \theta_0 = 0.08$ として L_0 を求めた。

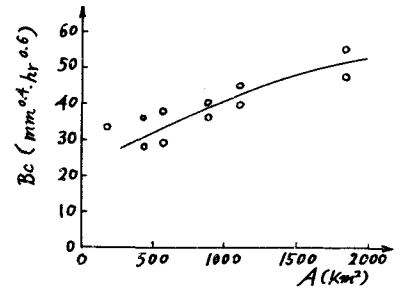


図-2 流域面積と B_c との関係

3. 降雨分布の設定：以上によって流域を単一斜面におき換えることができたわけである。つぎに、この斜面にどのような雨を与えればよいかが問題となる。まず、降雨の時間的分布形状についてはいろいろの研究もあるが、いまの場合吉野川の資料を用いているので、過去において最大の出水をもたらした昭和29年9月の台風時の分布形状を代表的に用いることにした。つぎに、地域的分布については、等価斜面上でこれを考察することはかなり困難である。そこで、図-1の結果を参照して、斜面全体に一樣に降雨があった場合をA型、斜面の上流側半分に図-1の実線、下流側半分に破線で示した割合で地域分布がある場合をB型、B型の逆の場合をC型、斜面の長さ方向には一樣であるが巾の方向に変化し半部分が図-1の実線、他の半部分が破線で示される割合で分布している場合をD型とした。

4. 流出量の計算：まず、流域面積 570 km^2 に対応する斜面長 3540 m の場合について、各降雨分布型について最大流出量 $Q_{\max}$ を特性曲線法を用いて求め、一樣分布のA型の場合の最大流出量 Q_0 との比を示すと図-3のようになる。この図から、降雨の地域分布の影響がもっとも大きく現われるのはB型であることがわかる。また、降雨の地域分布型の差異による最大流出量の変化の特性は、流域面積、すなわち斜面長によって変わらないと考えられる。そこで、B型の場合について、いろいろの斜面長の場合の最大流出量を計算した結果が図-3に同時に示されている。

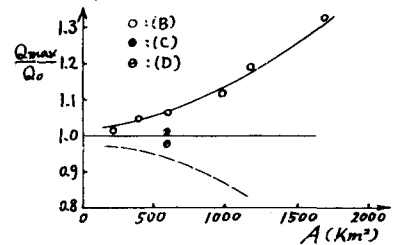


図-3 A と $Q_{\max}/Q_0$ との関係

5. 単位流域の設定：さて、図-3が最終的な計算結果であるが、この図を用いて単位流域の大きさを定めることができる。すなわち、現在の洪水時の流量観測の精度や降雨量から面積雨量を算定するときの精度などを考慮すると、一樣分布として流出解析を行なった場合の最大流量と、地域分布を考えた場合の最大流量との間にある程度の差異を許しても実用上差し支えないだろう。両者の差の範囲を $\pm 5\%$ に収めるためには、少なくとも吉野川流域では約 400 km^2 の大きさの流域までにとどめなければならないわけである。この範囲を大きくすれば流出解析の対象としてよい流域面積の大きさは大となるが、むやみに大きくすることは許されない。雨域の大きさや図-3が数値計算の結果であることなどを考慮すると、 $300 \sim 500 \text{ km}^2$ の大きさをもつ支川流域を単位流域と考えるのが妥当なように思われる。なおこのような単位流域からの出水の合成は洪水追跡法を用いればよい。最後に本研究は文部省科学研究費の交付を受けて行なった研究であり、また資料を提供して頂いた四国地方建設局に対して謝意を表するものである。