10, 山間地流域からの流出と単位図の機構について

金沢大学工学部　金丸昭治

中部電力株式会社　宮口友延

北陸電力株式会社　林　俊宏

山間地流域からの雨水流出については、いろいろな立場から詳細な検討が加えられ、主として河川の治水利水計画の合理化に寄与すべき多くの成果が得られているが、未だ残された問題が多く、現在においても関係各方面で研究が続けられている。われわれもこの研究の一環として、山間地流域における雨水の流出現象を対象とし、主として理論的考察を加えてきたわけであるが、山腹斜面ならびに流路における解析方法は(1)(2)すでに発表したとおりであって、ここでは、斜面および流路を含む比較的小さい流域全体からの流出を取り扱い、その算出方法を検討するとともに、その成果にもとずいて単位図の機構を考察した結果を述べることにする。

流出を取り扱う場合には、流域の流れの場としての構成を斜面と流路の二つに大別するのが妥当であろう。その理由は、斜面と流路における粗度係数、勾配などに相当の差異があるので流れの機構にかなり大きな違いがあると考えられるからである。しかしながら、斜面と流路における計算法を合成することは実際上不可能であるから、斜面と流路を含む区域からの流出を算定するにはどちらか一方に重点をおいて方程式を組み立て、他の効果をこれに導入するという方法が適当と思われる。そこで、ここでは流路における現象について方程式を組み立て、斜面から流路への流入量をできるだけ簡単に取り扱うことにして斜面の効果を導入することにした。一方、計算法はできるだけ簡単で実用的であることも必要である。このような点を考慮して、ある一定期間の流入量の平均値 $\bar{q}$ を

$$\bar{q} = K \frac{dA(y)}{dy}$$

のような形であらわすことにした。ただし，Kは斜面の単位面積からの流入量に相当し，降雨強度ならびにその継続時間の関数として与えられる。yは流路上流端からの距離で，$A(y)$はyの地点から上流の流域面積である。

このようにすると，$t = n \cdot \Delta t$ における下流端流量$Q_{n \cdot \Delta t}(y_L)$はつぎのようにあらわされる。

$$Q_{n \cdot \Delta t}(y_L) = K_n \left\{ A(y_L) - A(\eta_{n-1,1}) \right\} + K_{n-1} \left\{ A(\eta_{n-1,1}) - A(\eta_{n-2,2}) \right\} + \cdots\cdots + K_1 \left\{ A(\eta_{1,n-1}) - A(\eta_{0,n}) \right\} + Q_0(\eta_{0,n}).$$

ただし、$\eta_{n-i,i}$ は $t = n \cdot \Delta t$ でちょうどy_Lに達する特性曲線が，$t = (n-i) \cdot \Delta t$において示すyの値であって、各ηはつぎの条件式を満足するものでなければならない。

$$\Delta t = M \int_{\eta_{0,n}}^{\eta_{1,n-1}} \left[K_1 \left\{ A(S) - A(\eta_{0,n}) \right\} + Q_0(\eta_{0,n}) \right]^{-\frac{1}{4}} \cdot dS,$$

$$\Delta t = M \int_{\eta_{1,n-1}}^{\eta_{2,n-2}} \left[K_2 \left\{ A(S) - A(\eta_{1,n-1}) \right\} + K_1 \left\{ A(\eta_{1,n-1}) - A(\eta_{0,n}) \right\} + Q_0(\eta_{0,n}) \right]^{-\frac{1}{4}} \cdot dS.$$

$$\vdots$$

$$\Delta t = M \int_{\eta_{n-1,1}}^{y_L} \left[K_n \left\{ A(S) - A(\eta_{n-1,1}) \right\} + \cdots\cdots + K_1 \left\{ A(\eta_{1,n-1}) - A(\eta_{0,n}) \right\} + Q_0(\eta_{0,n}) \right]^{-\frac{1}{4}} \cdot dS.$$

ここに、Mは流路の断面，粗度係数および勾配によって定まる定数であり、$Q_0(\eta_{0,n})$ は $t = 0$ で $y = \eta_{0,n}$ における流量である。

この式を計算するには　そのままでは計算量が莫大な量に達し、試算を必要とするので、逐次計算法の簡易化を試み、つぎの計算式にもとずいて計算するのが合理的且実用的であるという結論に達した。

すなわち、η を求める条件式を、

$$\Delta t = M(\eta_{1,n-1} - \eta_{0,n})\left[K_0 \cdot A(\eta_{0,n})\right]^{-\frac{1}{4}},$$

$$\vdots$$

$$\Delta t = M(y_i - \eta_{n-1,1})\left[\overline{K}_{0\sim n-1} \cdot A(\eta_{n-1,1})\right]^{-\frac{1}{4}}.$$

のように簡略化する。ここに $\overline{K}_{0\sim n-1}$ は $t=0$ から $t=(n-1)\Delta t$ までのKの算術平均値である。この計算法にもとづいて、単位図の機構を検討してみたわけであるが、複雑な現象を一括して表現した単位図の機構は定性的には流入量の時間的組み合せの状態によって変動するということは判明したが、定量的にこの模様をまとめて表現することは困難であるということがわかった。そこで実測記録にもとづいてこの間の模様を検討し、上記考察の結果を吟味し、流入量の強弱によって単位図が変化すべきであるということを実証した。こうした考察結果の詳細については講演時に述べる。

1) 金丸昭治

流出を計算する場合の山腹斜面形の単純化について

土木学会論文集、第73号、昭36.3

2) 金丸昭治

小流域からの雨水流出に関する二、三の考察

土木学会、第16回年次学術講演会講演概要　第Ⅲ部、P81