

京都大学 防災研 工博 正 石原安雄
 “ “ 工修 正 長尾正志
 “ 大学院 学生 ○川口 毅

紀の川上流の吉野川は、面積 485.7km^2 でその源をわが国の最多降雨地である大台ヶ原に発し、図-1のような流域形状をなしている。本研究は、吉野川における出水特性のうち、とくに洪水の供給源である降雨特性と出水解析における流域分割との関連、および河道における洪水追跡の2点について考察したものである。

1. 降雨特性と流域分割

降雨の地域的分布が著しく異なっている場合には、対象としている流域全体に平均降雨が一樣に降るとして出水解析を行なうのは合理的とはいえない。しかし、降雨は地域的に異なった強度で降ることが多いため、出水解析に際しては、流域を適当に分割してその中では解析上降雨がほぼ一樣に降ると考えてよりよい小流域(単位流域)に分割することが必要となる。この分割は小流域内の流出特性と降雨の地域分布の変動の大きさとから決めらるべきものである。吉野川流域では、たとえば伊勢湾台風時に入え波において 898mm (最強 $118\text{mm}/\text{hr}$)、迫では 562mm (最強 $86\text{mm}/\text{hr}$)、最下流の上市では 149mm (最強 $25\text{mm}/\text{hr}$)であって、その変化は非常に大きい。図-2は流域のほぼ中央部に位置する迫観測所に対して、驚家口、川上、日の出岳の3観測における一連降雨の総雨量を対比して示したものである。図よりわかるように、驚家口では比例的に関係があるが、平均的に雨量が半分程度であり、日の出岳では降雨がかなり大きくしかも不規則に変動して迫における観測値とよい相関を示さない。川上では距離的に近いこともあるが量的にほぼ一致した相関もかなり良好であることが認められる。

そこで、各観測所毎について図-2と同様の図を描くことによって、量的に互にほぼ等しい値を示す群と、かなり異なった値を示す群とに分類することができる。その判定はプロット点が図-2中に示した破線の内部にあるか、外部に多く出るかによって行なった。

つぎに、時間的分布についても検討したが、その際に採用すべき継続時間は対象とする流域の流出特性によって定めなければならぬ。特性曲線法を利用



図-1 吉野川流域分割図

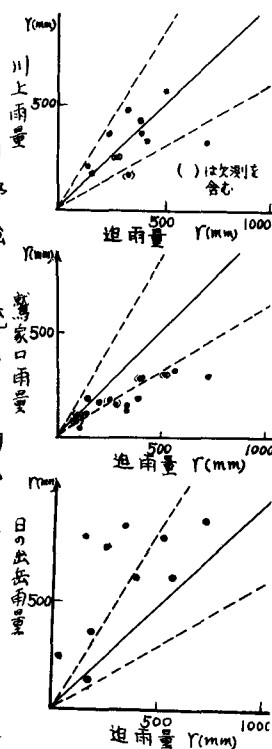


図-2 各観測所毎の総降雨量の関係図

した出水解析によると、洪水のピーク流量はその到達時間（伝播時間）内の降雨の時間的分布の模様には余り影響されないことがしられてゐる。本流域では降雨ピークから流出量のピークまでの時間が2～3時間であるところから、継続時間を5時間として上と同様にして各観測所向の降雨特性を比較した。

以上の結果によって、総降雨量からも、また降雨の時間的分布からも、あまり違わない単位流域に分割した結果が図-1に示されてゐる。本流域ではかなり小面積（平均値約50 km²）のものとなったが、これは標高差が約1,500 mでしかも東および南に1,500 m級の山岳があって太平洋から直接吹きつける東ないし南の風をさえぎり、(1)いわゆる over-run の降雨が多(1)と思われることなどから当然といえよう。

2. 河道における洪水追跡

上述のように流域を分割して出水特性を考察する場合には、各単位流域からの流出量はそれぞれ河道を流れ、互に合流して下流部の洪水となる。本流域では上市一川上向で洪水の追跡および合流の計算が必要である。一般に洪水流の計算には、運動式と連続式とを数値的に解く厳密法と、(1)いわゆる洪水追跡法とがある。自然河道を対象とする場合、厳密法では境界条件の設定がむずかしく、また河道の有効断面のとり方に明確を欠くきらいがある。本河道はこう配が $1/200 \sim 1/300$ の程度でかなり急であり、詳細な河道の断面図がないところから、マスキンガム法と類似の方法で追跡計算を試みた。すなわち、連続の条件式はLの河道区間に対して、貯留水量をS、上流からの流入量をI、下流からの流出量をO、横からの流入量をPとすると、

$$\frac{dS}{dt} = I - O + P \quad (1)$$

である。一方、運動の条件式は、図-3の記号を用いて、

$$\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha v^2}{2g} \right) + \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}} = 0 \quad (2)$$

となる。上式において、 $\frac{\partial v}{\partial t}$ の項を省略し、エネルギー高 $E = z + h + \frac{\alpha v^2}{2g}$ を用いると、Aを流水断面積として、

$$R^{4/3} \cdot A = nQ / \sqrt{\partial E / \partial x} \quad (3)$$

ここで、 $R^{4/3} \cdot A = k A^p$ とおくと、Pの値は断面形が決まるとほぼ一定値となるから、(3)式は、 $A = (nQ / k \sqrt{G})^{1/p}$ 、ただし $G = \partial E / \partial x$ 、と書くことができる。さらに、 $Q = O + E(I - O)$ 、とおくと、(ただし、 $|E|_{x=0} = 1$ 、 $|E|_{x=L} = 0$ 、 $(I - O)/O \ll 1$)

$$S = \int_0^L A dx \div \int_0^L \left(\frac{n}{k \sqrt{G}} \right)^{1/p} O^{1/p} dx + \int_0^L \left(\frac{n}{k \sqrt{G}} \right)^{1/p} O^{(1-p)/p} (I - O) \cdot \frac{E}{P} dx \quad (4)$$

(4)式において、 $p = \text{const}$ 、 $K = \int_0^L (n/k \sqrt{G})^{1/p} dx$ 、 $X = \int_0^L (n/k \sqrt{G})^{1/p} (E/p) \cdot dx / K$ とおくと、 $S = K O^{(1-p)/p} \{O + X(I - O)\}$ (5)

さらに、(5)式において、 $p = 1$ とするとマスキンガム法となる。上の諸式を用いると、(5)式中のKおよびXの値を、n、k、 $\partial E / \partial x$ 、pおよびEによって推定することができるので、資料の乏しい河道に対しても有効である。(1)および(5)式を用いて吉野川出水を解析した結果はかなり良好であった。

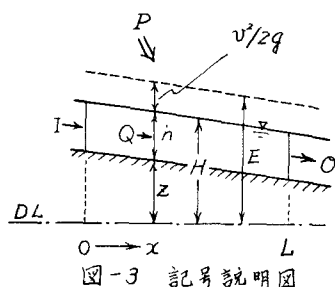


図-3 記号説明図