

群馬高専 正会員 山本好克

正会員 丸井信雄

1. はじめに 著者らは、洪水流出も低水流出も同じ降雨から生起するものであるから、これらは一連となった流出過程であろうとの観点から、流域の降雨を洪水分と低水分とに分離することなく洪水流出と低水流出とを同一関数関係を用いて連続的に解析するためのモデル(遊水モデル)を構築し、実流域での実測洪水および低水流出資料を用いて、モデルにおける降雨流出機構の妥当性を確かめた¹⁾。

しかしながら、1 実流域への適用例にすぎず、また、モデルの貯留部と遊水部との間の流出機構の適切な表現方法の確立、さらには、モデルのパラメータと流域諸特性との関連性の把握等の課題があり、このためには種々の流域に対する流出解析を行なう必要がある。以上の事と、モデルの一層の有用性を検討するために、ここでは利根川水系渡良瀬川草木ダム流域での洪水および低水流出解析を行なっている。

2. モデルの基本式および解析方法

遊水モデルの基本式は、流域からの降雨の流出現象を支配するものは河道における貯留作用と、河道わきへの浸透あるいは氾濫源などへの河道からの流出による遊水作用であろうと見なすことによる河道の不定流の基本方程式から導出されており、図-1 に示すモデルの概念図において、河道に相当する貯留部の基本式を式(1)、(2)で、また、河道わきの浸透層あるいは氾濫源などに相当する遊水部の基本式を式(3)および、貯留部と遊水部との間の流れを浸透による流れを想定し線形化した式(4)あるいは、鉛直な開口部の流れを想定した近似式(5)で表わし、さらにはモデルのパラメータの1つである“ずれ時間T”を導出している¹⁾。

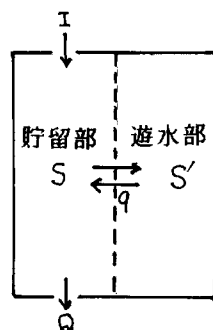


図-1 遊水モデル

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = I - Q - q - E \dots\dots(1) \\ Q = kQ^m \dots\dots\dots(2) \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{dS'}{dt} = q \dots\dots\dots(3) \\ q = \alpha(S - \beta S') \dots\dots(4) \quad \text{or} \quad q = \alpha'(S - \beta' S') \dots\dots(5) \end{cases}$$

ここに、S、S'：貯留部と遊水部の貯留量、I：貯留部への流入量、Q：貯留部からの流出量、q：貯留部から遊水部への流量(逆の場合は負となる流量)、E：貯留部において発生する消失量、k、m、α、β、α'、β'：流域の特性に関するパラメータ、である。

遊水モデルによる流出解析では、洪水波の伝播速度を平均流速に適合させるために図-1 で示されるモデルを2段とし、基本式(1)~(4)(あるいは式(5))から誘導される連立微分方程式を、パラメータk、mおよびα、β(α'、β')は2段とも共通とし、各段ごとにRunge-Kutta法を用いて解き、得られたハイドログラフを一定時間Tだけずらすことにより流出ハイドログラフが求まることになる。なお各パラメータは、現段階では試行的に決定することになるが、k、m、α(α')は洪水流出に、β(β')は低水流出に適合するようにして決定できる。また、この理論では、洪水流出計算と低水流出計算とは共通のパラメータとするものであるが、両者の計算で時間の単位を変えた場合にはパラメータの単位を変更する必要がある。さらに、式(1)の消失量Eは蒸発散量が主要なものであると考えられ、1日当たり数mm程度であろうから、低水流出に影響を与えるだけで洪水流出にはほとんど影響ないとしている。

3. 実流域への適用 渡良瀬川草木ダム流域(流域面積 254.0 km²)での昭和52~57年間の6洪水流出および昭和54、55、56年の6月~11月の3低水流出資料を用いて解析を行なった。まず、6洪水資料から計算値と実測値とが合うように試行してパラメータをm=3、k=2.8×10⁻⁵mm⁻²/h、

$\alpha=0.04/h$ ($\alpha'=1.0 \times 10^{-3} \text{mm}^{-1}/h$)、 $\beta=1$ 、 $T=0h$ と決定した。ただし、 $E=0$ としている。次に洪水流出解析から決定されたパラメータを用い低水流出解析を行ない計算値と実測値とが合うようにパラメータ $\beta=0.4$ ($\beta'=0.4$)と改定した。ここではハイドログラフの時間単位は日(day)であるから、パラメータ k および α (α')は単位変換により、 $k=6.72 \times 10^{-4} \text{mm}^{-2}/\text{day}$ 、 $\alpha=0.96/\text{day}$ ($\alpha'=2.4 \times 10^{-2} \text{mm}^{-1}/\text{day}$)となっている。

図-2、3には、草木ダム流域の6洪水および3低水流出解析計算結果の1例を式(4)と式(5)による場合とを比較して示してある。なお、図-3では、蒸発散が無いものとしているので低水時には計算値が過大となっているが、このことは蒸発散量を与えれば実測値を再現しうることを表わしている。

これらの図から、計算値と実測値との適合性が良好であること、貯留部と遊水部との間の流出機構は、浸透による流れを想定して線形化した式(4)で十分表現しうることなどが見い出される。

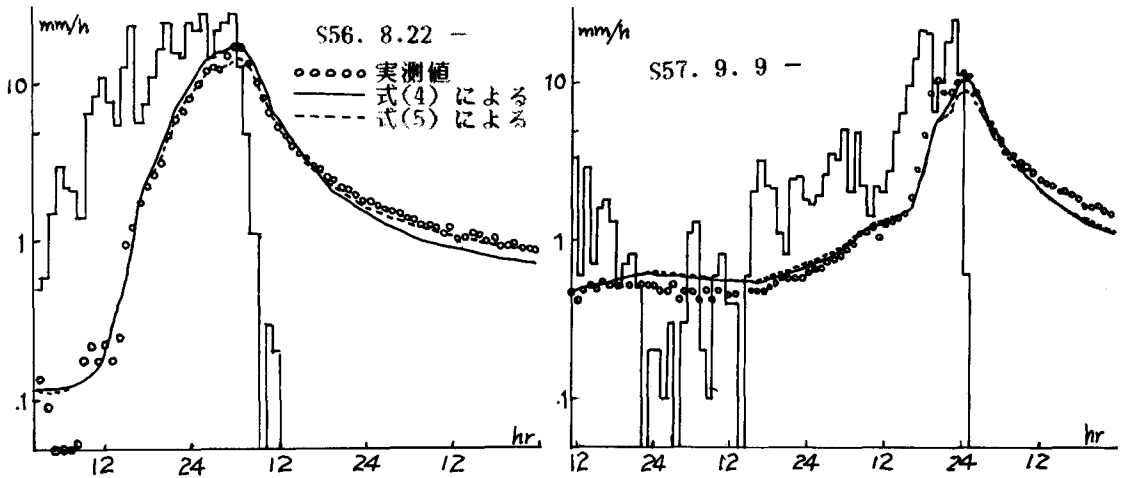


図-2 洪水流出解析例

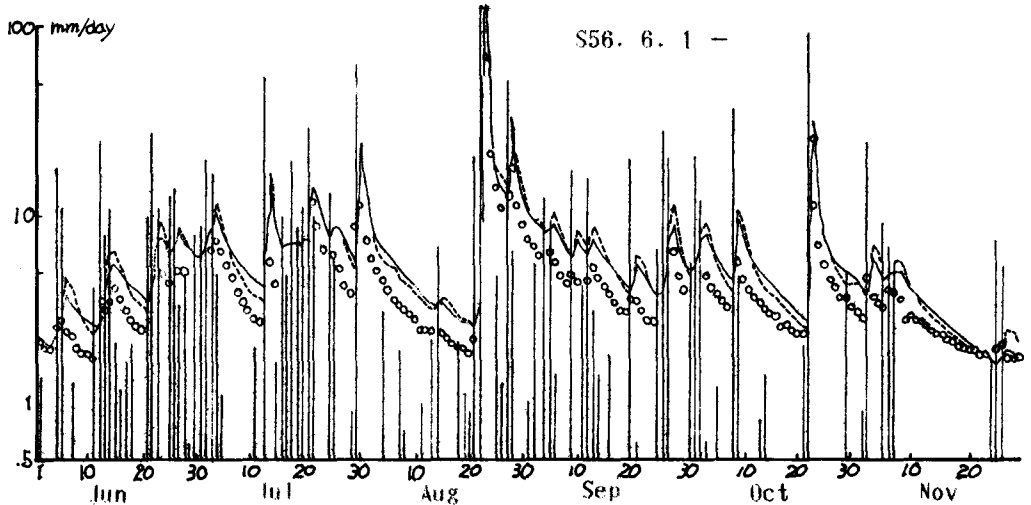


図-3 低水流出解析例

4. おわりに 洪水流出も低水流出も同一関数関係で解析でき、その結果も充分満足できるものであることから遊水モデルの有用性が推量できた。今後はモデルの不遍化を計っていきたい。

最後に、貴重な水文資料を提供して下さい建設省利根川ダム統合管理事務所にお礼申し上げます。

参考文献 1) 山本・丸井：遊水モデルにおける流出機構に関する一考察、第30回水講、1986年2月。