

1 はじめに

一昔前位までは、流出計算といえば、それは設計洪水流出計算であった。近年は、大分様子が変わって来て、洪水予測のための流出計算に主流が移りつつある。

設計洪水を対象とした流出計算では、ハイドログラフの低い部分の再現精度はあまり重要視されないのが普通であるが、洪水予測のための流出計算では、低い部分から高い部分まで重みをつけることなく均等な精度で計算することが厳しく要求される。すなわち、大地震なら予知出来るが、小地震なら駄目という様な事は許されないのである。計算精度としては、入力雨量データの誤差が零として10%程度を確保することが必要で、このため洪水予測流出計算のためのモデルは、相当精密なものにならざるを得ない。

著者は、この様な精密なモデルの開発研究に永年たずさわって来た結果、Muln-Tank Matrix model (MTMモデル)と命名したモデルを第27回の水理講演会で発表した¹⁾。MTMモデルは、流域を分割しない他の流出モデルと違って、流域を状況に応じて細かく分割する。そして、その結果生じた副流域と残流域の分割流域と川の区間の分割区間で起こっている現象を多種・多様・多数のタンクを用いてあらわしたものである。

このモデルによる計算法を概略説明すれば、まず流域を状況に応じて細かく分割して分割流域と分割区間を設け、前段の計算として総ての分割流域で「流域を分割しない場合の流出計算と同じ概念の」流出計算を行ったあと、後段の計算として各分割流域からの流出流量を各分割区間毎に行う川の流れの計算 (streamflow routing) で合成し、最終的に全体流域からの流出流量を求めるものである。

本論文であつているのは、MTMモデルを実際の流域に適用した結果得られた山地の幹川河道区間における雨水の実質的通過速度についての情報である。

2 MTMモデルにおける急勾配山地幹川河道区間での現象のとらえ方について

著者は、山地の流出問題に永くたずさわって来ており、山地緩流河道に関しては、自分の設けた試験地において、洪水流の発生状況を幾度か観察し、また人工的に洪水流を発生させ、その区間通過速度を測定している²⁾。しかし、山地幹川河道に関しては残念ながら大出水時の流れの状況も観察した事がない。しかし、次の様な状況が発生しているのではないかと考え、それをモデル化し、実際に流出計算を行っている。

すなわち、山地の緩流河道は、いふならば階段みたいなものであり、全体としては急傾斜であるが、短い平らな区間の連続で、大出水時といえどもそう大きな雨水の区間通過速度は発生しない。それに対して山地の幹川河道は、スベリ面に大小の突起が無数にあるスベリ台の様なもので、何もしなければすべらない、すなわち平時においては雨水の早い区間通過速度は発生しない。しかし、スベリ面にフックスをかけて表面を平いらにすると急にすべりが良くなる。すなわち、緩流から大量の雨水が流れこんで来て、河床の大きな岩まで完全に水没した状況が発生した時点で、その前の段階とは比較にならない緩流から流出して来た雨水の高速の区間通過速度が発生する。しかも、この時の高速の流れは、平均河道に比べれば相対的に大きな河幅の全体で一緒に発生するのではなく、その極く一部分で発生する。以後、この様な流れを主体的な流れと呼ぶものとする。

今、緩流から流出して来た雨水が幹川河道の河床の突起を流れて全体的に平いらな境界面を形成し、その上に乗る水流をスムーズに流がす様にする効果を「フックスがけ効果」とでも呼べば、この効果は、普段の流れから小出水時に転ずる時の第1段のフックスがけ、小出水から中出水に転ずる時の第2段のフックスがけ、という様に、河道の状況に応じて典型的に幾段階かで流れ、かつフックスがけが行われたあとに主体的流れの区間通過

速度は、前段に較べ格段に増加するものと考えられる。そして、最終段階のワークスがけが行われたあとでは、幹川河道で発生する主体的流れの区間通過速度も決定する要素は、重力が支配的になり、極めて高速になるものと考えられる。

以上の様な状況をタンクを用いて説明するならば、一般的に云って、図の様な4段の連結タンクになる。すなわち、最下段は、貯留係数の値が極めて大きな部分線形タンク（貯水が天井に着くまでは流出流量と貯水量の関係が線形で、天井に着いたあとは流出流量が一定になるタンク）で、第2・第3段も同様であるが、貯留係数の値は、上段に行くほど小さくなる。最上段のタンクは線形タンクで、その貯留係数の値は最下段に較べて極めて小さな値となる。したがって、各段のタンクの貯留係数と最上段を除いた各タンクの深さがパラメータになり、特に後者の各タンクの深さは、平水から小出水に、小出水から中出水へと段々と流況が移りかわって行く限界比流量で与えられ、このパラメータは経験的に設定する。また、タンクの貯留係数の値は、次の様に計算する。

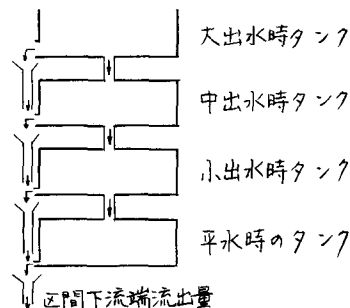
3 タンクの貯留係数の決め方

本論文で考えている山地幹川河道モデルでは、河道断面を平水断面、小出水時の平水流量より多い流量を流がす小出水断面、同様にして中出水断面・大出水断面というものを考えており、各断面では典型的に異った主体的流れが発生している。この各断面毎の主体的流れの区間通過速度を何等かの方法で測定するか、あるいは推定すれば、川の流れの計算法の一つの係数法 (coefficient method) の応用で、各出水状況をあらわす各段のタンクの貯留係数 K (秒) の値が理論的に求まる。すなわち、今主体的流れの区間通過速度を V (km/秒)、区間距離を L (km) とすると、区間通過時間 T (秒) は L/V として求まり、これがタンクの貯留係数となる。

4 急勾配山地幹川河道で発生している主体的流れの区間通過速度、すなわち雨水の実質的通過速度について

先にも述べた様に、平水時に発生している主体的流れの速さならなんとか測定は可能であるが、これが出水となるとその規模の如何を問わずまず不可能と云って良い。そこで、この値を仮定して実際の流域について洪水の再現計算を行い、試算で最適と思われる値を求めた結果が次の表である。なお、ここで主体的流れの区間通過速度は基準流速に対するパーセンテージで示され、基準流速は「ルジハ9値」の河床勾配が100分の1以下の場合の3.5 cm/secである。

出水の状況	限界比流量 ($m^3/sec/km^2$)	区間通過速度 (%)
平 水	0.125以下	50
小出水	0.125 ~ 0.25	100
中出水	0.250 ~ 0.50	200
大出水	0.500以上	400



5 おわりに

山地の急勾配幹川河道区間においては、各出水状況毎に典型的に異った速度の雨水の実質移動が行われているという考え方を採ると良い結果が得られることが判明した。大出水時には毎時50 kmという様な極めて早い速度の雨水の実質的移動が行われているという結果が試算で得られた。

参考文献

- 1) 岡本, 山地において流出計算を行うためのモデルの開発研究, 第29回水理講演会論文集 1985年
- 2) 岡本, 相模試験地における山地河川の洪水流出機構の研究, 第27回年講演概要集第2部 昭和47年