

金沢大学工学部

正 員 高瀬信忠

金沢大学工学部

正 員 ○宇治橋康行

1. まえがき

現在わが国においては流出解析の手法として単位図法を始め貯留関数法、特性曲線法、タンクモデル法など多くの解析手法が各方面で用いられている。しかしながら各解析法ともまだ十分なものとはいえず、とくに水文資料のない河川への適用には問題を残しているようである。単位図法については水文資料のない河川への適用、総合化についてはかなりの成果が上がっており、また、貯留関数法についても本村が総合貯留関数を提案している。一方、特性曲線法やタンクモデルについては、特性曲線法のチーポイントとなる等価相度の一般的基準はまだないようであり、タンクモデルについても定数の多さとモデルのバリエーションの多さから総合化は困難のようである。本文ではタンクモデルによる洪水解析における定数決定法の一級化、計算の簡略化のために従来のモデルと若干異なるモデルを提案し実際河川への適用を行ない、その結果について考察を加えたものである。

2. モデルの概略

タンクモデルの長所は流出成分ごとの流出量を表わせること、有効降雨の算定がモデルの中に含まれていることおよび洪水の非線型性を組み入れていることであり、欠点は各パラメータの持つ意味がいまいであること試算に多大の労力を要することである。ここではこれらタンクモデルの長所を生かし欠点を改める方向で図-1に示すようなモデルを考えた。流域に降雨があった場合その初めの部分は降雨遮断等によって失われ流出に関与しないが、この部分を表わすものがタンクの下から H_1 までの高さである。次に表層に達した降雨はただちに表層に浸透し、そしてさらに下層へ地下水流出の供給源として浸透する。これを表わしたものがタンクの左側についでいる浸透孔である。表層内にある

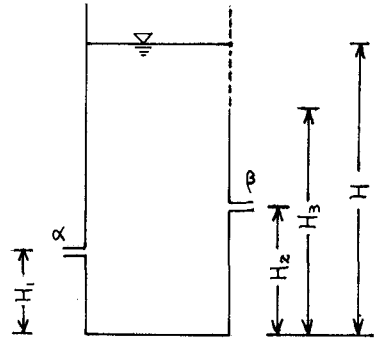


図-1

程度の降雨が貯留されると表層にわたって側方流れ、すなわち中間流出が発生する。この中間流出成分を表わすのがタンクの右側についでいる流出孔であり、 $(H_2 - H_1)$ が中間流発生までに表層内に貯留されるべき降雨分を表わし H_2 がおおむね初期損失に相当するものである。さらに降雨が続けば表層内に飽和部が現われ表面流出が発生するようになるが、洪水流出の顕著な特徴である非線型性はこの表面流出によって生ずるものであり、これに対応する流出成分を図で破線になっている部分にスリットをつけた。スリットの下からその位置でのスリットの幅を W^P とするとスリットからの全流出量は

$$Q_s = W(H - H_1)^{(P+2)} / \{(P+1)(P+2)\}$$

となる。なお実際の計算にあたっては、表面流出がManningの法則に従う流れであるとすれば貯留量は流出量の考察に比例することが予想されるので、 $P = -0.33$ として計算を行なった。結果より見てこの仮定は妥当であると考えられる。

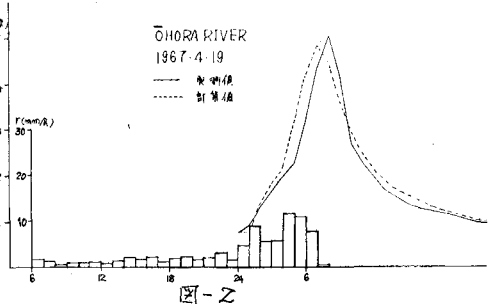


図-2

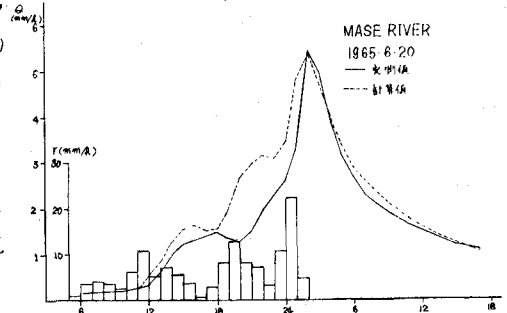


図-3

3. 実際河川への適用結果

適用河川は木曽川水系篠川支川の犬洞川・新神川・馬瀬川和良川の4河川であり、いずれも流域面積100km²以下の小河川である。適用結果の一例を図-2～図-5に示す。計算結果によれば洪水規模の小さい時(流出高5mm前後)は流出孔からの流出、すなわち中間流出成分が大半を占め従来指摘されていたことと一致する。流出高が8mm/日以上になってくるとスリットからの流出、すなわち表面流出成分が流出に大きく影響してくるようである。各河川の定数をこの減部解析から求めた中間流出の

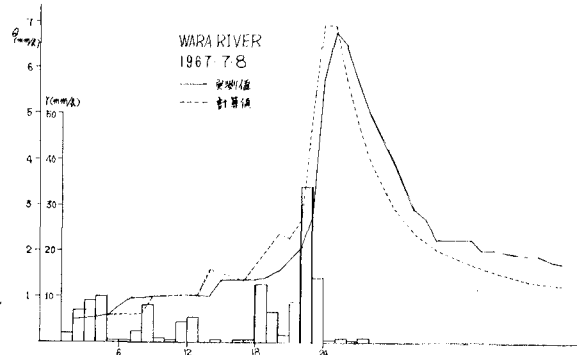


図-4

減指数 λ_2 と表層の有効厚をPDととも表-1に示すが、これら4河川は同一水系であり定数は比較的似た値となっている。個々の定数について詳細にみれば H_2 は26~35mmであり、おおむね各河川における流量の立ち上り点までの降雨分に等しく第1回目の試算には H_2 は流量立ち上り点までの降雨分をとりわけよい。 H_1 は降雨速断や凹地貯留等を表わすものであり20~25mm程度のようである。 H_1, H_2 は流域の初期条件によって異なるが、図-6は流出孔の係数 β と中間流出の減係数の関係をプロットしたものであって良い相関が得られており、 β の第1回の試算にあたっては λ_2 の値を採ればよい。図-7は表面流出が発生するまでに表層に貯留されるべき降雨分(H_3-H_2)と表層の有効厚をPDの関係プロットしたもので、先の $\beta-\lambda_2$ よりもさらに良い相関があるが、(H_3-H_2)がPDとなるように H_3, H_2 を決めればよい。浸透孔の係

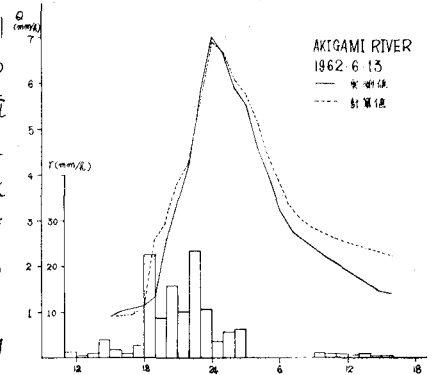


図-5

表-1

	α	β	P	W	H_1	H_2	H_3	λ_2	PD
犬洞川	0.042	0.1	-0.33	0.0055	25	35	45	0.13	9.5
馬瀬川	0.035	0.07	-0.33	0.0045	25	30	68	0.076	38
新神川	0.052	0.067	-0.33	0.0045	20	26	57	0.067	31
和良川	0.04	0.09	-0.33	0.0045	25	33	55	0.071	22

数 β 、スリット幅の係数 W については一般的なものは見い出せなかったが、 α は β の数分の1、 W は α の1/10程度の値を第1回の試算に用いればよいようである。なお実際計算にあたってはスリットからの流出には1時間の時間遅れを考慮して計算している。

4. 結論

以上著者が改良したタンクモデルについて述べてきたわけであるが、このモデルにおいて決定すべき定数は $H_1, H_2, H_3, \alpha, \beta, P, W$ の7個であり、その持つ意味はすでに述べたようにこれまでのタンクモデルに比べて明らかである。またこれら定数の決定に際しては、この減部解析から λ_2, PD を求めさらにハイドログラフから H_1, H_2 の値を求めれば、その後回数回の試算によって

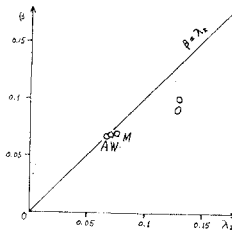


図-6

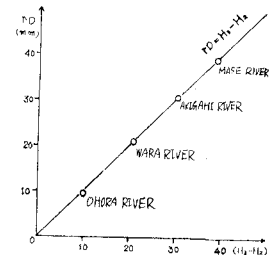


図-7

かなりの精度でハイドログラフを推定することができる。しかしながら α, W の決定の為の一般的方法は見い出せなかったし、このモデルによれば流出孔からの流出はいくらでも大きくなるわけであり、この点にも問題が残っている。また H_1, H_2 の値と前期無降雨日数等の関係も一定のものが得られず、流出の時間遅れの問題とも合わせてこれらの諸点について今後究明していきたいと思っている。最後に本研究に当って資料を提供していただいた建設省中部地方建設局木曽川上流工事事務所ならびに中部電力の関係各位に感謝の意を表するとともに、計算に当って多大の協力を得た当時学生の寺井章君(現北川道路)に対しても深く感謝する次第であります。