

九州中部地域河川の長期流出特性(1)

熊本大学工学部 正 員 下 津 昌 司
 熊本大学工学部 学生員 堀 井 洋 祐
 熊本大学工学部 学生員 杉 山 茂
 熊本大学工学部 高 橋 功

1. まえがき 河川の流出特性は、その地域の気象条件、特に降水特性と流出の生起場の条件、すなわち流域特性に支配される。今後わが国では大都市重点から地方分散の傾向が定着するにつれ、水資源確保と共に国土保全の立場からも、地域の水の特性を理解し、問題対応への前提としておくことが肝要といえる。このために基本的水文量である河川の長期流出量の適確な把握が必要である。従来から河川流量の目安とされる、豊平低湯水量という静的な指標に加え、その流量を構成している構造的なものの、つまりは、地域特性に応じた水循環機構を基にした動的な水収支を明らかにすることである。そこで本研究では、各流出成分への有効降雨の配分が、自動的におこなえ、感覚的に理解しやすいタンクモデルを用いて、各流出成分ごとの貯留量とその低減特性(半減期または時定数による表現)によって、地域特性の一部を表す指標とする。そこで対象としているのは、図-1に示す地域で、降水量が多く、特に長期間の降雨特性が類似している、このような降雨条件の範囲に地質特性の異なった流域が近接して存在している。したがって降雨条件を略同一とみなせば、流域特性の比較が容易となる。また元来概念モデルとして提案されたこのモデルも、そのパラメーターの物理的評価が次第におこなわれており、単に流量を合わせるためだけでなく、現象の物理的特性を具体的に理解するための基準的数値としての解明がすすめられている。したがって、ここではタンクモデルが、降雨流出系の物理的特性に対応していることを前提とした解釈をする。

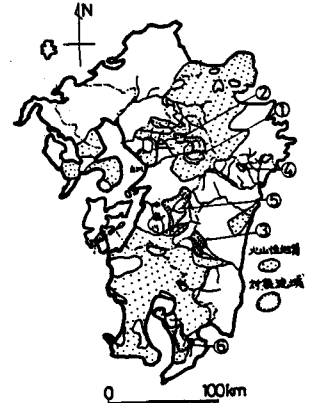


図-1. 対象流域

表-1. 代表対象流域

	流域	流域面積km ²	流域地質
①	白川	155	才4紀火山岩
②	菊池川	91.6	才4紀火山岩
③	綾北川	148.3	古才3紀堆積岩
④	祝子川	45.2	新才3紀花崗岩
⑤	川辺川	521	中生代堆積岩

2. 長期間降水量の比較 長期間降水特性の1指標として、吉川・竹内²⁾の提示したn日移動平均降水量を用いる。すなわち、式(1)が表される

$$r_i^{(n)} = \frac{1}{n} \sum_{k=i-n+1}^i r_k \quad \text{ただし、} i > n-1 \quad \text{---- (1)}$$

$r_i^{(n)}$: i日におけるn日移動平均降水量(mm), r_k : k日目の降水量(mm)

$r_i^{(n)}$ を用いてj年のn日移動平均降水量の年最小値 $R_j^{(n)}$ を、

$$R_j^{(n)} = \min(r_i^{(n)}) \quad 1 \leq j \leq 365 \text{ or } 366 \quad \text{---- (2)} \quad \text{とする。}$$

九州中部の2, 3の流域または地点の $R_j^{(n)}$ を算出し、これの確率分布をWeibull確率紙にプロットしたものが、図-2である。阿蘇山の例を示す。

これによって長期間降水量の分布特性を比較すると対象地域間に顕著な差は認められない。

3. タンクモデルによる解析と結果 表-1に示した代表流域の例は、人工的影響の最も少ない河川最上流部を選定したものである。モデルパラメーターの最適同定は、Rwellの共役方向法に基準化方式を採用した永井・角屋のS-P法を用いた。実測流量との誤差に対する評価基準として、 X^2 誤差 ($F = \frac{1}{N} \sum (Q_o - Q_c)^2 / Q_o$)。 Q_o : 実測流量, Q_c : 計算流量, N : データ数)を用い、これを最小とする目的関数を選んでいく。タンクは標準的な直列4段とし、まず豊水年のデータによって、上段タンクを主体に同定した後、3-4段目は最渇水年のデータによ

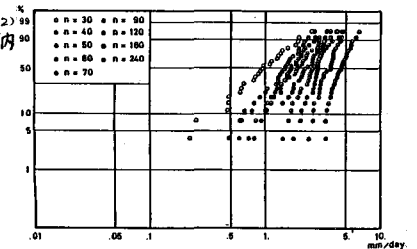


図-2 年最小n日移動平均降水量の確率分布(阿蘇山頂)

て補正する手順をとることとする。探索の結果の例を図-3に示す。流域特性との関連で、その値をみてみると、まず浸透孔係数の1段目ならびに2段目にその特性が現れている。才4紀火山岩と堆積岩(砂岩、頁岩)流域の相異がよく現れている。一方、流出孔はできるだけ線型近似を目標として、下段タンクの孔の高さを0に近い位置で探索同定した。その結果は1段目の流出孔高さに流域特性が認められ、それより下段は0となった。いま、流域ごとに得られたタンク系列に同一の降雨を与え、各段タンクからの流出の変化から、流域特性を総合的に検討してみる。この場合、流域ごとの初期条件(各タンクの初期水深)を一致させるため、仮想的に1, 2, 3段目水深を0とし、4段目は流域特性に応じて過去の最低水位に近い値を用いた。図-4にその結果例を示す。入力は、500mmの降雨を瞬間的に1日で与えた場合と、25mmずつ20日間連続で与えた場合を比較している。その影響は3段目の流出までおよんでいる。これは、1段目タンク流出孔の高さによる非線型効果によるものである。両流域の流出特性を各流出孔からの流出高および浸透高の累加で比較したものが、図-5, 6である。両流域の長期間流出量に占める地下流出量の差が、顕著にあらわれている。これは、4段目タンクの初期水深の相異による影響もあるので、同一の条件化での比較とはいえないが、貯留水深の差が即流域特性とみなされるわけで、この貯留量のちがいの要因である浸透高の大きさが、流域特性の重要な点である。以上代表例を示し、長期流出に関係ある流域の諸特性が、モデルパラメーターに反映されている状況がある程度把握されることが解る。渇水期流量の流出成分は、ほとんど地下水流出によるものであるが、その主成分である4段目の貯留水深に対応する流域の貯留機能の大小が決定的な要因といえよう。また長期解析に際しては、流域の蒸発散量の把握が極めて重要であることはいうまでもない。本研究に際し、多大の協力を頂いた本学矢北技官に深謝する。

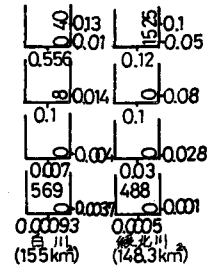


図-3 モデルパラメーター同定結果

参考文献 1) 例えば小栗竹・石原タンクモデルおよび集中面積図を利用した洪水流出モデルの総合化, 土木論文集No.337
2) 吉川・竹内 渇水持続曲線の性質とその応用, 土木論文集 No.234

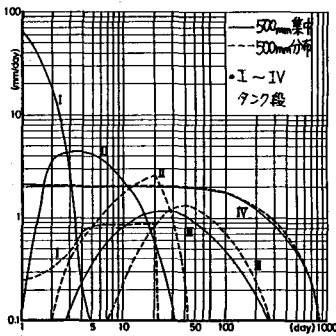


図-4(a) タンク別流出高(白川)

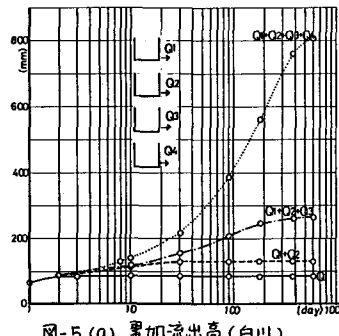


図-5(a) 累加流出高(白川)

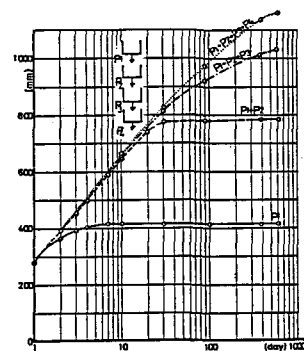


図-6(a) 累加浸透高(白川)

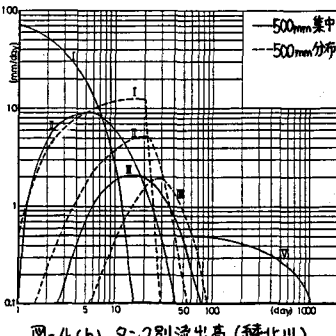


図-4(b) タンク別流出高(綾北川)

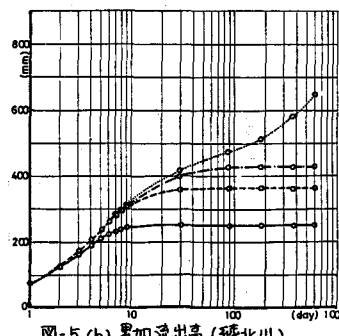


図-5(b) 累加流出高(綾北川)

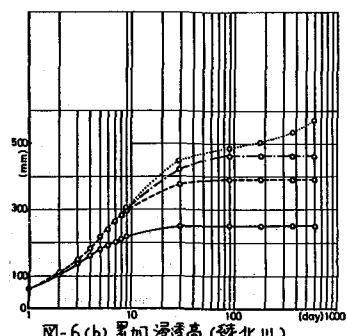


図-6(b) 累加浸透高(綾北川)