

山地小流域の雨水流出解析法に関する一考察

広島大学 工学部 正 員 三島 隆明  
 広島大学 工学部 正 員 金丸 昭治  
 広島大学 大学院 学生員 ○谷本 武士

1. まえがき

流出解析法にも種々な方法があるが、短期・長期の流出現象を同時に解析できる最も簡便な方法は、タンクモデル法であろう。しかし、タンクモデル法にも物理的意味が不明確な所がある。それにタンクの各係数の決定が客観的でないなどの多くの欠点もある。この研究では特に、山地小流域からの流出現象へのタンクモデルの適合性、および各係数決定上の問題点について検討してみた。

2. 検討した流域の概要

切串、および大須流域は江田島町(広島県)にある流域で、切串流域は流域面積  $A = 0.192 \text{ km}^2$  の扇形流域で、昭和53年の山火事で森林のほとんどが焼失し、以後の播種で植生の回復が進行している流域である。大須流域は、 $A = 0.109 \text{ km}^2$  の羽状流域で、アカ松主体の森林を有する流域である。また、東広島流域は  $A = 0.249 \text{ km}^2$  の羽状流域で、松などの良く茂った流域である。流量はいずれも段落ちを利用した堰で観測されており、降雨は各流域の代表の一点で観測されている。

3. タンクモデルの構造決定

図-1(a)の様な従来よく用いられている構造のタンクによって計算した結果の例が、図-2である。しかし、この構造では中間流出高が極めて少なくなるので、つぎに、図-1(b)の様に2段目のタンクから3段目のタンクへ入るバイパス(破線)を作り、その係数を1段目タンクの野留の程度によって変化させる様に工夫した時の結果例が、図-3である。さらに降雨が続くと中間流出高が少しずつ増えるという傾向を取り入れるために、図-1(c)の様に1段目のタンクに保水タンク(蒸発散用)を設け、かつ係数  $A1$ ,  $B0$ ,  $C0$  が各タンクの野留状態に変化する、すなわち、流域が湿润状態になると、流出量が増える様に工夫した時の結果が図-4であり、量的にも変化傾向とも全般的に良く一致している。

なお、これらの計算は、すべて30分単位で一年間を通して行なった。また、蒸発散量(表-2)については、従来試算してきた値を参考にした。

以上の考察結果からわかる様に、小流域からの流出をタン

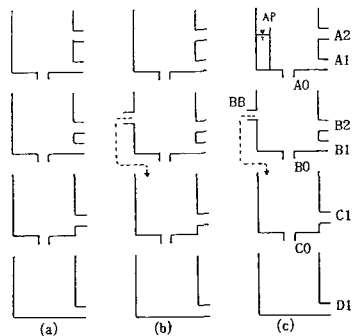


図-1 タンクモデルの構造

表-1 タンクモデルの各流域における係数値 ( $\times 10^{-4}$ )

|     | A 2   | A 1  | A 0   | B 2   | B 1  | B 0  | C 1  | C 0 | D 1  |
|-----|-------|------|-------|-------|------|------|------|-----|------|
| 切串  | 285.9 | 28.2 | 347.7 | 163.1 | 14.6 | 10.4 | 27.2 | 1.2 | 10.0 |
| 大須  | 162.4 | 16.5 | 284.6 | 200.6 | 4.6  | 2.6  | 33.4 | 2.9 | 10.0 |
| 東広島 | 118.3 | 10.9 | 158.4 | 137.5 | 10.2 | 5.3  | 22.9 | 3.9 | 10.0 |

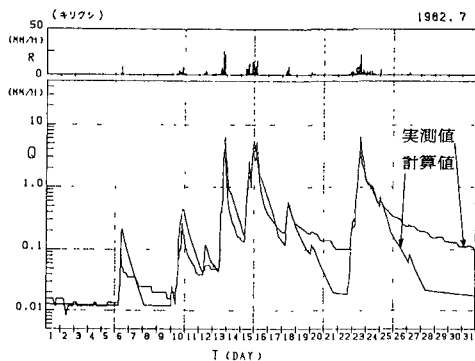


図-2 ハイドログラフ (a)

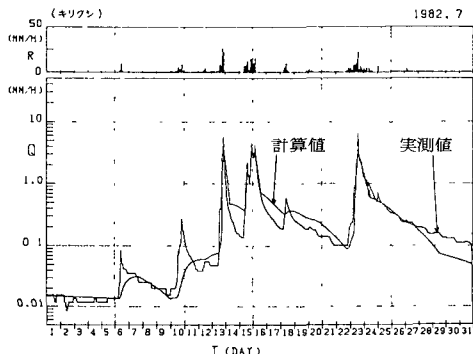


図-3 ハイドログラフ (b)

クモデル法で同定する場合には、大中規模の流域のものよりも詳細な変化が表現できるような機構を導入することが必要である。逆に、流域規模が大きくなる程、流出現象が平均化され、より単純なモデルで同定できるようになるものと考えられる。

#### 4. 係数の決定法

タンクモデル法の難点の一つは、その構造に含まれている多くの係数の決定の非客観性である。そこで客観性のある係数の自動的決定法を様々と試みたが、現在のところ菅原氏が示した様に、実測流量と推定流量の比や、その傾きの比を用いて繰り返し計算して、決定する方法を基本にするのが良さそうである。

図-2～図-4および、後述の図-5、図-6の計算値は各モデルに適する様に、係数の決定順序を工夫したプログラムによって、自動的に決定された係数を用いて計算した結果である。

前述した様に、小流域からの流出は図-1(c)の様にモデル化されるが、構造が複雑なために、係数決定の繰り返し計算の過程で、収束しにくい場合もあった。

#### 5. タンクモデルの適用性

切串流域、およびこの流域と地形特性の異なった、大須、東広島流域についてのタンクモデルの適合度を、実測値に対する計算値の平均二乗相対誤差(RMS)で表わしたものが、表-3であり、ハイドログラフを比較した例が、図-5～図-6である。

各流域のハイドログラフを一年間を通して見ると、いずれの流域についても言えることは、3～5月における計算流出高が実測流出高より少なくなる傾向がある。これは、この時期は比較的降雨が少なく、地下水流出の出現回数が多いため、特に植生の影響があらわれやすくなるものと考えられる。したがって、この時期については各流域ごとに蒸発散量、および流出孔の高さを調節することにより、より適合度を増すものと考えられる。

いずれの流域についても、2,3ヶ月程度に期間を区切って、タンクモデル法を適用すれば、小流域からの流出現象についても実用的な精度での適用性があると言える。

#### 6. あとがき

現在の段階では、長期的な基底流出の変動をうまく表わすことが出来ないで、今後この点を解決していきたいと思う。最後に、貴重な資料をいただいた水利科学研究所、および広島県に対し謝意を表します。

参考文献； 1) 菅原正巳 続・流出解析法

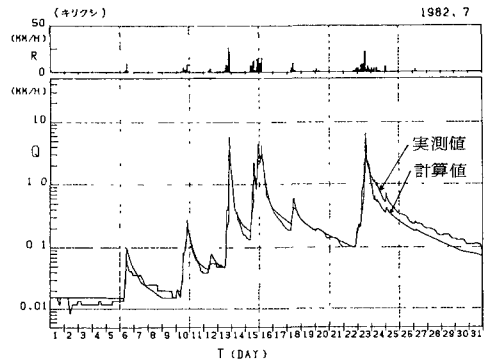


図-4 ハイドログラフ (c)

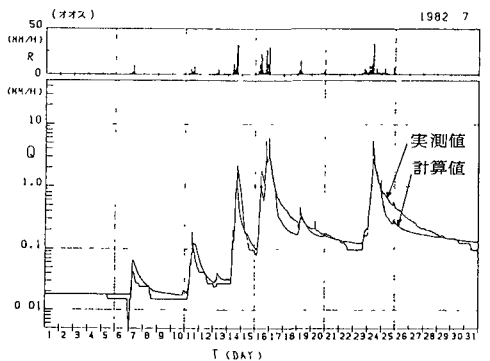


図-5 ハイドログラフ

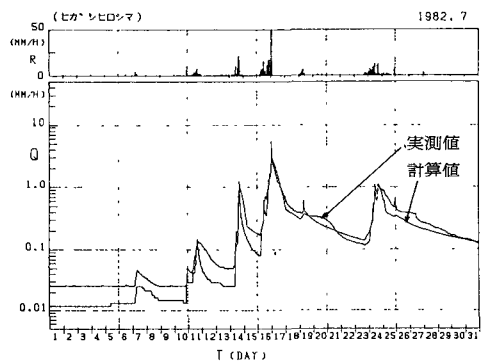


図-6 ハイドログラフ

表-2 各月の蒸発散量 (mm/30分)

| 1    | 2 | 3 | 4    | 5 | 6    | 7    | 8 | 9    | 10   | 11   | 12 |
|------|---|---|------|---|------|------|---|------|------|------|----|
| 0.02 |   |   | 0.04 |   | 0.06 | 0.15 |   | 0.05 | 0.04 | 0.02 |    |

表-3 平均二乗相対誤差 (RMS %)

| 流域  | 期間 | 6～7  | 9～10 | 1年間  |
|-----|----|------|------|------|
| 切串  |    | 23.2 | —    | 40.3 |
| 大須  |    | —    | 22.3 | 31.0 |
| 東広島 |    | —    | 21.9 | 63.9 |