

(Ⅱ-42) 洪水予測計算手法に関する基礎的研究

木更津工業高等専門学校 正 員 石川雅朗
東京電力株式会社 泉口裕一
山口大学 学生員 小山敬介

1. はじめに

洪水予測システムが備えるべき要件として、予測精度が高いということのほかに、①パソコンなどの普及率の高い計算機で実行可能であること、②予測計算速度が十分に速いこと、③流出計算モデルの作成が容易であること、などが考えられる。現在では、テレメータシステムによって、洪水予測システムに入力する水位等の水文資料を10分毎に得られるので、予測結果の画面表示に要する時間を考え、洪水予測計算を概ね5分以内に完了しなければ、洪水予測システムとしては実用上問題が生じることになる。

一方、都市圏近郊部では、大規模宅地開発やゴルフ場などの開発により、流出波形の先鋭化、洪水到達時間の短縮が生じ、河川の治水安全度の著しい低下が生じている。このような流域を対象とする流出計算法による洪水予測システムでは、土地利用変化に対応することが可能な流出モデルを用い、さらに流出モデルの修正・変更が容易であることが要求される。

流出計算手法による洪水予測システムでは、貯留関数法・タンクモデルなどの集約型流出モデルが採用される場合が多いが、ここでは、分布型流出モデルである多段貯水池モデルの洪水予測システムとしての適用性について検討を行う。

2. 多段貯水池モデル¹⁾

多段貯水池モデルは、場を有限個の区間に分割し、定常時水面形状から得られる各分割区間の貯留量・流出量関係式を適用し構成する流出モデルである。このモデルは、*Kinematic Wave*モデルの簡易法であり、宅地開発、貯留施設、土地利用状況等の流域特性を考慮した上で流出現象を解くことができる。図-1に示すように、時間・ブロック方向に順次、流出量を計算し、収束計算がないため、*Kinematic Wave*モデルに比べ、大幅に計算時間を短縮することができる。以下に多段貯水池モデルの基礎式を示す。

$$\text{連続方程式: } dS/dt = B(x_i - x_{i-1}) re(t) + Q(x_{i-1}) - Q(x_i)$$

$$\text{運動方程式: 水面形を } h = h_0(x/L)^{1/m} \text{ と仮定すると、}$$

$$Q = \beta S^m$$

$$\beta = \alpha B^{1-m} a^m x_i (x_i^a - x_{i-1}^a)^{-m}$$

$$\alpha = \sqrt{1/N}, \quad a = (m+1)/m, \quad m=5/3$$

但し、 S :貯留量、 re :有効降雨強度、 B :斜面幅、 L :斜面長、 Q :流入量・流出量、 x :位置、 h :水深、 l :斜面勾配、 N :等価粗度係数

図-1 計算ステップ説明図

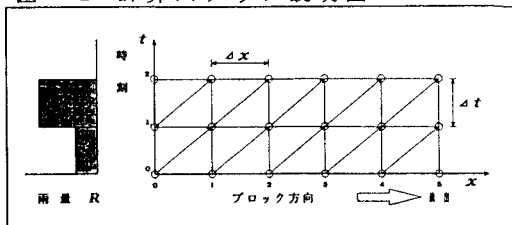
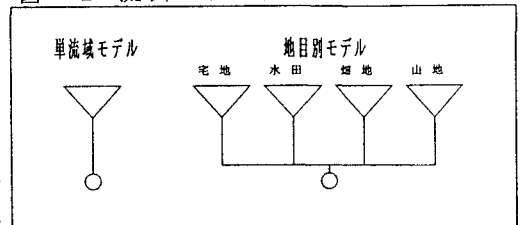


図-2 流出モデル図



3. 検討ケースおよび結果

大流域に多段貯水池モデルを適用する場合、流出モデルの複雑さと計算時間が問題となる。そこで、分割流域をひとつの斜面にモデル化する「単流域モデル」と土地利用ごとにひとつの斜面としてモデル化する「地目別モデル」について検討を行う。実績検証モデル流域は、流域面積 10.64km^2 （宅地:1.40, 水田:1.24, 畑地:0.60, 山地:7.40 km^2 ）で、山地が卓越した流域である。

CASE-1 (図-3)：流域形状から斜面勾配1/400、土地利用状況から等価粗度 0.4 と定め、単流域モデルで、斜面幅・斜面長をパラメータとし試算を行い「斜面幅：斜面長=11：1」という結果を得た。

CASE-2 (図-4)：CASE-1に、有効降雨モデルとして f_1 - Rsa モデルを導入し、1次流出率 f_1 と飽和雨量 Rsa をパラメータとして試算を行った結果、 $f_1=0.3$, $Rsa=50\text{mm}$ とした場合、洪水初期の整合性が向上した。

CASE-3 (図-5)：斜面幅：斜面長=11：1で地目ごとの斜面モデルを仮定し、等価粗度、1次流出率、飽和雨量をパラメータとして試算した結果、図-5に示す結果を得た。

洪水ピーク部では、計算値が実績より大きくなる傾向があるが、洪水予測システムとして重要な、洪水立ち上がり部では良好な整合性が認められる。

4. あとがき

多段貯水池モデルでは、流域面積が数 km^2 以下の小流域ならば、地形状況から斜面ごとに流域分割した「詳細モデル」の適用が可能であるが、大流域への適用は実用上不可能である。

そこで、分割流域の土地利用によって簡略化した地目別モデルを用いることにより、大流域を対象とした洪水予測システムへの適用が可能となる。さらに、部分的に詳細モデルを用いることにより、空間的広がりを考慮することが可能となる。

参考文献

- 1)高樺・椎葉・中北・張：KINEMATIC WAVEモデルの集中化、第29回水理講演会論文集、1985

