

地域の開発度を組み込んだ洪水流出予測モデルの総合化について

信州大学 正会員 奥谷 巖
 長野高専 正会員 柳沢 吉保
 信州大学 学生員 O 杉山 敏彦

1. はじめに

地域開発により、土地被覆状況は大きく変化してきている。例えば、山岳地域にあつては観光道路、各種レジャー施設の設置に伴う森林伐採、地表面舗装、人口稠密地域における複合的な土地利用諸活動の外縁的拡がりなどである。これら保水能力を持つ森林面積の減少、浸透性の低い土地面積の増加により、降水が短時間に河川に流出したり、ピーク時流量が増大するなどの洪水災害をひき起こすという現象が、その原因との関連において近年注目されている。

そこで、何らかの方法によって地域開発の計画時点で将来の流量予測ができれば、事前に可能な限りの災害防止・軽減対策を開発計画の一環として組み込めることは明らかである。このため、流量予測モデル中には、地域開発状況を表わす開発度指標が陽表的に含まれていることが望ましいと思われる。我々はこの開発度指標として、一変数で表わされる開発面積比を使い、そのデータ採取には、ランドサットMSSデータを用いることを検討してみた。ランドサットMSSデータは、ここ十年余の蓄積しかないものの、その情報は流域という物理的境界にとらわれることなく利用出来るからである。

以上のような観点より、従来より流出解析において、その適用の容易さ、予測精度の高さで知られるタンクモデルを使用し、その諸パラメータを決定する際、小葉竹らの地質状況などの流域特性に加へ、前述のように、地域開発状況指標を組み込んで、神奈川県鶴見川における洪水データを用いて実証的な視点から、洪水流出予測モデルの総合化について検討を行なった。

2. 山岳流域におけるタンクモデルの総合化

流出解析手法の1つであるタンクモデルは、菅原によって提案されたもので、流出孔径、浸透孔径、及び流出孔高を有し、入力を降雨量と、流出孔からの出力を河川流出量と考え、実際の雨量・流量データを用いパラメータを同定し、任意降雨に対する流出パターン予測ができるようにしたものである。この方法は、タンク入出力系が現実のアナロジーとなっているため理解しやすいが、諸パラメータの同定が困難であった。

そこで小葉竹は、対象流域を適当な広さを持つ河道位数2の単位流域に分割し、その単位流域ごとに直列三段のタンクを対応させ、その諸パラメータを一定、ないしは地域の地質によって決まる定数として与えることによってモデルの総合化を行なった。

3. 地域開発度を組み込んだモデルの総合化

前述の小葉竹によるタンクモデルは、多くの河川が山岳地域においてかなりの適合性が実証されているが、都市化地域においては、なお検討の必要がある。そこで図-1のタンクモデルを基にし、諸パラメータに開発度を組み込み概念的に次式を用い同定を試みた。

$$X_3 = F(\bar{X}_3, k, Z)$$

X_3 ; 同定されたパラメータ
 F ; パラメータ同定に用いる関数
 \bar{X}_3 ; 山岳流域での総合化によるパラメータ定数
 k ; 係数
 Z ; 面積比からなる開発度指標

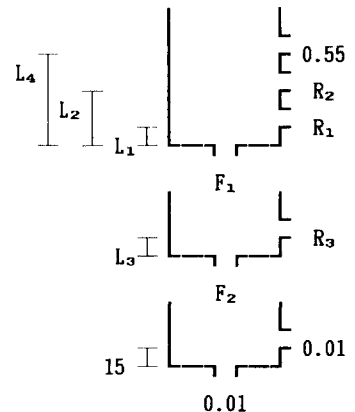


図-1 単位流域タンクモデル

具体的には、次の4関数を用いて F_j, L_j, α_j をそれぞれ求める。

(指数型) $X_j = \bar{X}_j \exp(-\delta \cdot Z)$ (F_j, L_j に対して)

$X_j = \bar{X}_j (\gamma - (\gamma - 1) \exp(-\delta \cdot Z))$ (α_j に対して)

(ワグスティック型) $X_j = \bar{X}_j \frac{\eta}{1 - (1 - \eta) \exp(-\psi \cdot Z)}$ (F_j, L_j に対して)

$X_j = \bar{X}_j \frac{\xi}{1 + (1 - \xi) \exp(-\phi \cdot Z)}$ (α_j に対して)

$\delta, \gamma, \eta, \xi, \psi, \phi$ は雨量・流量データにより試行錯誤的に求められる定数である。開発度指標 Z は

$$Z = \frac{D}{1 - D} \quad \begin{array}{ll} D = S_1/A & \text{開発地域} \quad S_1; \text{都市化面積} \\ D = S_5/A & \text{山岳地域} \quad S_5; \text{非森林面積} \end{array}$$

として与えるものとする。

以上のモデル総合化によって、各単位流域の河川流量は次のように計算されるものとする。

$$Q(t) = \sum q_i(t - (T_{L_i} + \Delta T_i)) * A_i \quad \Delta T_i = L_i/V$$

T_{L_i} ; 単位流域 i の総合化により決定された遅れ時間 ΔT_i ; 単位流域 i の流域端部に達する時間

L_i ; 単位流域 i の端部と流域端部との距離 V ; 伝播速度 A_i ; 単位流域 i の面積

4、適用例

上記関数(指数関数)を用い、総流域面積(234.71km²)、対象流域面積(111.79km²)を有する鶴見川の洪水流量データを対象にパラメータ同定を行ない、又その適用性及び精度の検証を行なった。

鶴見川流域は12個の単位流域に分けられるが、落合橋観測所で得られる流量は12個中5単位流域に降った雨が流れ込んだものである。なおタンクモデルのパラメータを規定する対象流域の地質は新生層であった。

昭和56年の流量データを用いパラメータ同定を行なったところ、ピーク時流量・時間にずれはなく、同一形のハイドログラフが得られた。又、小葉竹モデルを用い同定を行なった時の誤差指標RMS65.2よりもRMS23.6という良好な結果が得られた。したがって、開発度指標によりタンクモデルのパラメータを同定するという方法論は、極めて有効であることが実証されたといえる。

そこで、同一の降雨が都市化によってどう変化するか開発度指標の値をかえて流量予測を行なった。その結果を、右の図-2、表-1に表わす。対象となる雨は戦後最大といわれる昭和33年(380. mm)のデータである。図、表より都市化が進めば、河川流出量が増し、出水時間も早まることわかる。

なお、本研究は長野県科学振興会の援助を得ている。感謝の意を表する次第である。

〔参考文献〕 (1)菅原正己：流出解析法，共立出版 (2)小葉竹，石原：タンクモデルおよび集中雨積図を利用した洪水流出モデルの総合化，土木学会論文集 N337,1983

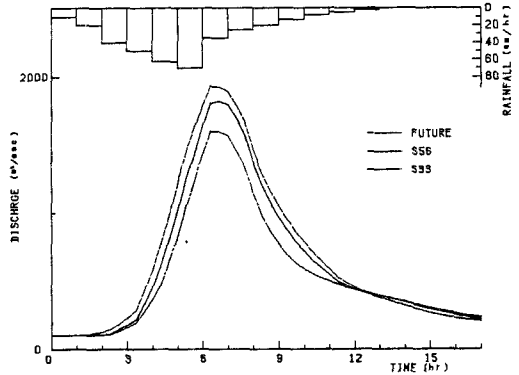


図-2 ハイドログラフ

表-1 ピーク時流量

年次	開発度	ピーク時流量
昭和33年	平均 10%	1600.0m ³ /s
昭和56年	平均 44%	1817.9m ³ /s
-----	平均 80%	1933.6m ³ /s