

ランドサットによる流域開発情報の都市河川流出解析への適用

信州大学工学部 正会員 奥谷 巖
信州大学大学院 学生員 ○杉山 敏彦

1. はじめに

地下高騰に伴う都市の拡大、無計画な観光開発などで、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がみられる。そのため流量が増大したり、降水が短時間で河川に流出するなどの洪水災害を引き起こす現象が、近年注目されている。

そこで本研究において、有用なる将来流量予測が可能となるべく、開発度を組み込んだ総合化タンクモデルを提案する。この開発度を算出するのに必要な土地被覆情報採取を行う際、広範囲の河川流域を物理的境界に捕らわれることなく一括して取り扱える、ランドサットMSSデータが有効であると考え、重ねて検討を行った。

2. 分類項目と被覆状態の判別方法

土地被覆分類項目については表-1のように、大きく森林、耕作地、宅地、密集地、水域、そして雲の6つを設定して被覆分類を行う。ここで、雲の面積は使用したシーンのリモートセンシング技術センターが実行している写真と、国土地理院発行の地形図・土地利用図を照らし合わせ、どの分類項目に属するか判別、各々の面積に加えるものとする。

分類方法として、判別分析による教師付分類法を用いた。表-1のように設定された分類項目に従い約30個の教師データと成り得るサンプルランドサットCCT値を選定し、(1)式に示すマハラノビスの汎距離を用い分類を行った。

$$D^2 = (x - \mu_i) \Sigma_i^{-1} (x - \mu_i) \quad (1)$$

x ; 分類対象画素のランドサットCCT値

μ_i ; 分類項目 i の教師データの平均値

Σ_i ; 分類項目 i の教師データの分散・共分散行列

表-1 分類項目の設定

分類項目	内 訳
森林	落葉樹 常緑樹 混合林
耕作地	水田 畑 果樹園
宅地	住宅地
密集地	商業地 工業地 混合地
水域	河川 湖 沼
雲	雲(雲影)

こうして、各単位流域を占めるランドサットデータの全てに対し判別分析を行い、被覆分類項目別面積を出す。得られた各分類項目別面積を、流出解析への適用上、以下のような統合を行い、山岳流域においては非森林面積を、開発流域においては都市化面積を算出するものである。なお、流出解析モデルに組み込む開発度指標 Z は、(2)式によって与えられるものとする。

$$D = S_k / A \quad \text{開発地域} \quad S_k ; \text{都市化面積}$$

$$D = S_s / A \quad \text{山岳地域} \quad S_s ; \text{非森林面積}$$

$$Z = \frac{D}{1-D} \quad (2)$$

3. 地域開発度を組み込んだモデルの総合化

流出解析手法の有効手段として、菅原によって提案されたタンクモデルがある。小葉竹はこのタンクモデルのパラメータを決定する際、解析対象河川流域を支配する地質データによって決まる定数を与え、モデルの総合化を行った。こ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、都市化流域においては、なお検討の必要がある。そこでタンクモデルの、諸パラメータに開発度を組み込み、概念的に (3) (4) (5) 式を用い同定を試みた。ここで、 α 、 β 、 γ 、 δ 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。

$$L_i = L_i^* \exp(-\alpha Z) \quad (3)$$

$$F_i = F_i^* \exp(-\beta Z) \quad (4)$$

$$R_i = R_i^* (\gamma - (\gamma - 1) \exp(-\delta Z)) \quad (5)$$

L_i, F_i, R_i : 同定されたパラメータ

L_i^*, F_i^*, R_i^* : 小葉竹モデルによって決定されたパラメータ定数

こうして得られた総合化モデルによって各単位流域の河川流出流量は (6) 式によって計算する。

$$Q(t) = \sum q_i (t - (TL_i + \Delta T_i)) * A_i \quad \Delta T_i = L_i / V \quad (6)$$

TL_i : 単位流域 i の総合化によって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

A_i : 単位流域 i の面積 V : 伝播速度

4. 適用例

1) 対象河川は神奈川県鶴見川、解析対象降雨・流量は1981年10月22日 6時から23日19時までのデータとする。図-2に実観測値(OBSERVED)、総合化モデルによる予測値(CALCULATED)、小葉竹モデルによる予測値(ESTIMATION)のハイドログラフを表す。ピーク時間・流量にずれは無く、RMS 22.731と良好な結果が得られた。

2) 対象河川は三重県三滝川、解析対象降雨・流量は1985年 6月30日19時から 7月 1日10時までのデータである。ハイドログラフを図-3に示す。RMS 16.537、ピーク時間・流量にずれはみられず、良好な結果が得られた。ただし三滝川の実観測値においてピークに達した 7月 1日 3時以降のデータは観測機器の破損、又は河床変動があったと予想されるので、参考のため使用したものである。

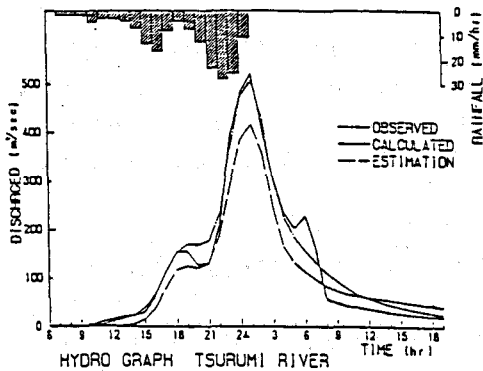


図-2 鶴見川ハイドログラフ

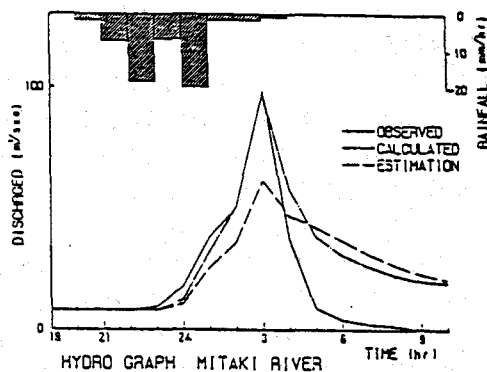


図-3 三滝川ハイドログラフ

5. おわりに

これより、ランドサットデータより得た、流域開発情報を組み込んだタンクモデルによる流出解析は、小葉竹モデルよりも都市河川において有効であることがわかる。さらに関東地方を中心とした河川流域の解析を行い、結果については当日発表するものとする。

なお、この研究は財団法人長野県科学振興会の援助を得ている。感謝の意を表す次第である。

【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