

地表面付近における浸透素過程を組み込んだ水循環モデルの浅川流域への適用

法政大学大学院 学生会員 ○澤木 恒平
法政大学工学部 正会員 岡 泰道

1. 目的

筆者らはこれまで浅川流域の水文資料について、雨量観測点の代表性や水位・流量の精度など様々な問題点の改善を試みてきた¹⁾。本稿では、浅川の下流部まで含めた流域を対象としてタンクモデルにより河川流量の再現計算を行うとともに、水文資料の精度の検証を行った。さらに、鶴見川にて構築した水循環モデル²⁾を適用して、水収支の定量的評価を行った。モデルとしては、雨水浸透に Green-Ampt 式を組み込んだ分布型の物理モデルを採用した。

2. 対象流域

浅川は東京都西部の陣馬山と高尾山に水源をもち、都市化が進行した八王子市の中心部を流れ、多摩川に合流する一級河川である。流域の上流部には自然流域が多く残っているが、中下流部には農業用水の取水施設や下水処理場なども存在する都市流域である(図1)。また、山々に囲まれた地形のため多摩川や鶴見川に比べ急流河川であり治水対策は現在も大きな課題となっている。



図1 浅川流域の概要と観測点

3. 水文データの整理

1) 収集した水文記録と対象期間の選定

浅川の中流部に位置する浅川橋と下流端に位置する高幡橋における自記水位と流量観測データ(以下、流観) 11 雨量観測点における降雨量(7 観測点は日雨量記録のみ)の記録を収集した。記録には、洪水時における流観データの不足や、自記水位の長期間にわたる欠測などもみられた。そこで、観測記録を吟味した上で、1993年～1995年を対象期間とした。

2) 水位流量曲線の作成

これまでの検討では水位流量関係に指数関数など様々な関数のあてはめを行ってきたが、流観データ

の不足により洪水時の流量を過大評価する傾向があった。そこで、一般的に用いられている2次関数を仮定し、河川の断面形状による影響を考慮するために低水位と高水位に分けて表現することを試みた。さらに、時期によって水位流量関係に相違があるため、対象期間を更に分割し、それぞれの期間に対して水位流量曲線を作成した。

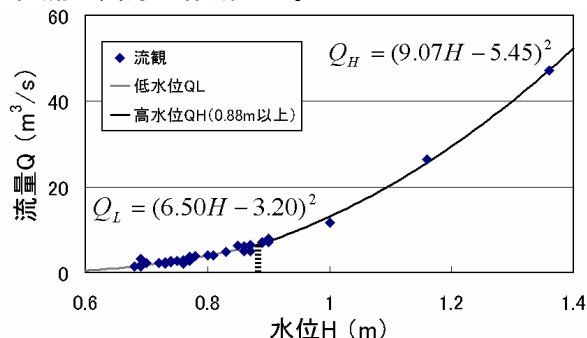


図2 水位流量曲線

3) 自記水位の補正

自記水位と流観による水位に差が見られる期間においては、流観が妥当であると判断される場合には自記水位を流観による水位に近づけるような補正を行った。逆に流観の水位データに異常が見られる場合は流観を補正した。

4) 流域代表雨量の算定

流域代表雨量はディセン法により求めた。また、解析結果に大きな影響を及ぼす洪水時のデータについては日雨量を用いて一雨ごとに補正を行った。

4. タンクモデルによる流出解析

1) モデルによる再現性

通常、タンクモデルによる長期解析では日単位で解析が行われるが、時間単位で長期解析を行い短期を含めた表現を試みた。タンクモデルは、1 段目が表面流出、2 段目が速い中間流出、3 段目が遅い中間流出、4 段目が地下水流出に対応している。2 段目の浸透孔には高さを与え、ここに貯留される分が不飽和帯水分量に相当すると仮定した。さらに、実蒸発散量については、Hamon 式により算出した可能蒸発散量に蒸発散比を乗じて推定した。蒸発散比は 2 段目のタンクの水位を飽和容水量に相当すると考えられる浸透孔高さで除したものをを用いる。浸透孔より水位が高い場合は蒸発散比を 1 とした。

キーワード 水循環モデル, Green-Ampt 式, タンクモデル, 水位流量曲線, 雨水浸透

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 TEL:042-387-6278 E-mail:oka@k.hosei.ac.jp

対象流域では上水道の水源を他流域に依存しているため、長期流出解析を行う場合には、こうした流入量は無視できない。ここでは、そのデータとして山田下水処理場（合流式と分流式の2施設）から浅川への下水排水量を用いる。しかし、降雨日に下水排水量が多くなる傾向が見られたため、降雨日を除いた年平均値と月平均値を比較し、季節の変動が確認できる月ごとの平均値を他流域からの流入量とした。以上に基づき、試行錯誤によりパラメータを決定した結果、短期・長期ともに比較的良好な再現性が得られた（図3）。モデル定数は図4に示す。

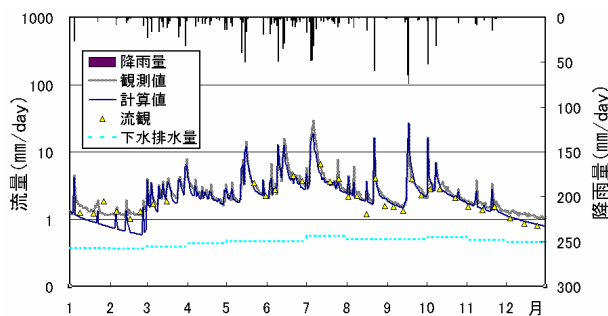


図3 長期流出解析結果（1995年）

2) 年間水収支

モデルによる水収支解析結果を図5に示す。年流出量は、計算値が987mm、実測値が1017mmであったが、これは図3に示した低水位における流観と実測値との差が原因である。各素過程では、年降雨量に対して表面流出11%、蒸発散34%、浸透42%であり、浅川の流域特性からみて妥当と判断される。

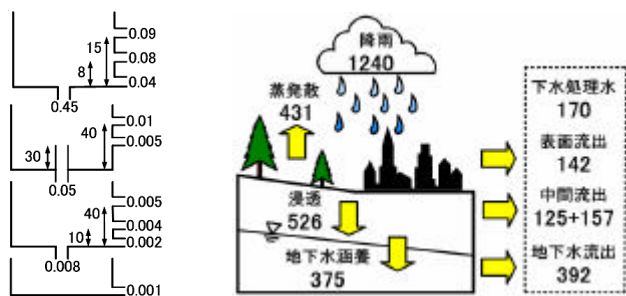


図4 モデル定数

図5 年間水収支結果

5. 水循環モデルによる解析

モデルの全体構成は図6に示す通りである。土地利用を基に、流域を浸透域と不浸透域に分割し、浸透域には浸透モデルを適用した。不浸透域では、初期損失を考慮し、余剰降雨はすべて表面流出とした。

浸透モデルには、パラメータの物理的意味が明確で、計算が比較的簡単である Green-Ampt 式を用いた。時間降雨ごとに、定常降雨に関する Mein-Larson モデルを適用し、湛水の有無を判断するとともに、浸透

能を計算する。浸透解析に必要な不飽和土壌の水分プロファイルや $\theta - \psi$ 関係などは土壌のパラメータをもとに決定する。蒸発散モデルでは、Hamon 式より可能蒸発散量を算出し、土壌の飽和度を考慮して実蒸発散量を推定する。斜面流・河道モデルは Kinematic Wave 法に基づく。

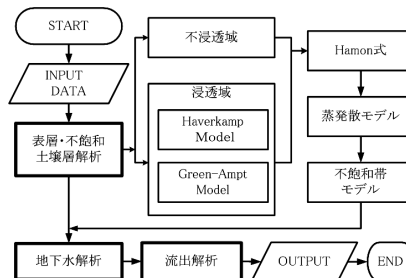
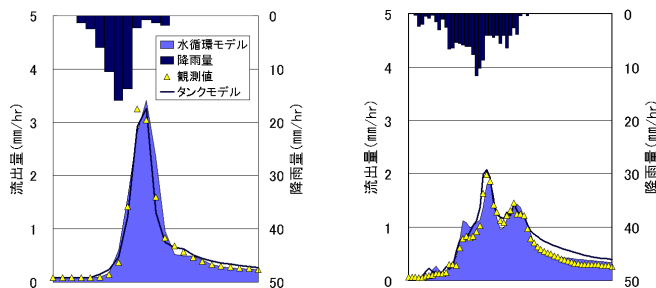


図6 水循環モデルのフロー

以上のモデルに対して流域の土地利用区分ごとに各種パラメータを設定し、解析を行った結果を図7に示す。



(a).1995/10/1(総雨量 56 mm) (b).1995/9/17(総雨量 139 mm)

図7 洪水時における解析結果の比較

図7では、タンクモデルによる計算値に時間遅れを与える形で修正し、比較した。その結果、(a)のように集中型の降雨に関しては両モデルともに観測値を良く再現しているが、(b)のように降雨継続時間が長い場合には、タンクモデルでは低減が大きくなる傾向が見られた。

以上、物理的な浸透メカニズムを考慮したモデルと概念モデル（タンクモデル）による計算結果は良く符合しており、適用性が検証された。

謝辞 国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所より各種データを提供して頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献 1) 澤木恒平, 野口裕, 岡泰道 (2003): 長期流出解析に基づく浅川流域の水収支, 土木学会第58回年次学術講演会講演概要集第部, pp.55-56. 2) 澤木恒平, 清水武人, 岡泰道 (2003): Green-Ampt 式を用いた都市流域水循環のモデル化, 土木学会第30回関東支部技術研究発表会講演概要集.