

分布型水循環モデルの東川流域への適用

東京都立大学大学院 正 員 ○天口 英雄

東京都立大学大学院 学生会員 武田 泰徳

1. はじめに

都市流域では市街化など不浸透面積率の増加による人工的な要因から都市水害、平常時の河川流量の減少、水質汚濁などの問題が発生しています。これらの問題を解決するために都市流域では行政、市民、企業等が連携して水循環系を再生しようという取組みが行われている¹⁾。本研究で対象とする東川流域も例外ではなく、これらの取組みを評価するために、局所的な対策の効果等を定量的に把握できるようなツールとして機能する分布型水循環モデルの適用を行った。適用した分布型水循環モデルは、パラメータの設定などが容易な SMPT(Soil Moisture Parameter Tank model)モデルを用いて鉛直方向のみの水分移動を考慮した点に特徴がある。これまで東川上流試験流域に適用し、地下水位や流出量に対して良好な適合性を得ている²⁾³⁾。本研究では、この分布型水循環モデルの若干の修正を行い、流域内に設置された貯留・浸透施設を把握した上で所沢市の中心市街地部を含む東川中流域への適用を行うことを目的とする。

2. 対象流域の概要

東川は源流を狭山湖付近に発し、中流部付近で所沢市街地を貫流して柳瀬川に合流する流域面積 18.1km² の河川である。流域の地質は浸透性、保水性に優れた関東ローム層で形成される下末吉面所沢台に位置するため、この台地上への降水はローム層内の地下水の主要な涵養源となっている。涵養された地下水は粘土層の上面に沿ってゆっくり流れ、谷地等の斜面部で東川に湧水として流出している。対象とする中流域は約 9km² の流域面積があり、そのうち不浸透面積率は道路 9%、屋根等 18.5%、公園・工場や民家の間地が 45%を占める。東川流域では、埼玉県と所沢市により流域対策として各戸に浸透マスを設置しており、中流域では 1/3 に相当する民家の屋根に設置されている。一方、中規模開発・大規模開発により設置された流出抑制施設については平成7年までの資料をもとにデータをまとめると、その対策面積は流域の約 4%を占める。

3. 水循環モデル

このモデルは、安藤・高橋・有賀・金尾が考案した SMPT (Soil Moisture Parameter Tank) モデルが基礎となっており、6つのモデル(浸透・不浸透域モデル、地下水涵養モデル、地下水流動モデル、表面流出モデル、河道モデル、貯留浸透施設モデル)を合成したものである。また、都市化が進展している中流域においては、主要な下水管と調整池が河道モデルに組み込まれている。全体的な解析の流れは、はじめに流域をメッシュ分割(50×50m)し、浸透・不浸透域モデル、地下水涵養モデル、貯留浸透施設モデルを用いて、各メッシュ内の直接流出量と地下水涵養量を土地被覆状況に応じて算出する。この際には1時間雨量を元に各水文量を計算して日単位として合計する。これら日単位の水文量は、表面流出モデル、地下水流動モデルに受け渡され、水平方向の流量計算が行われる。河川を含むメッシュとその周辺においては、河道モデルに受け渡され、流出量が計算される。表面流出モデルと河道モデルは、降雨による直接流出が、1日単位で全て河道を流下するものとして作成した。

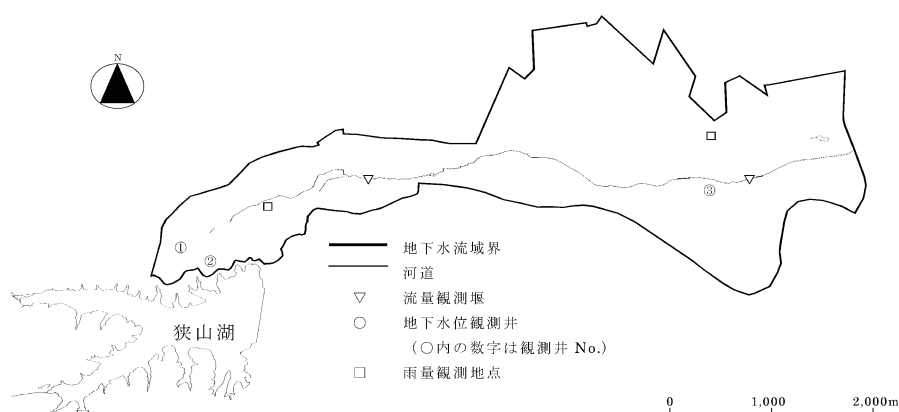


図-1 流域図

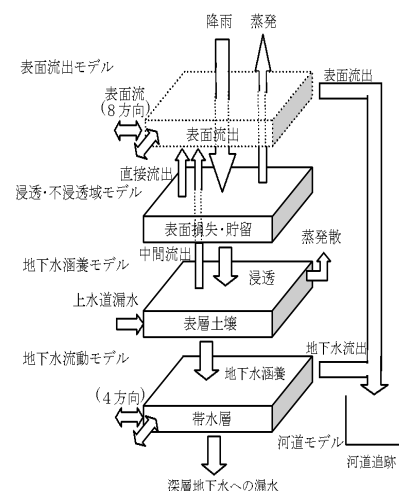


図-2 モデルの概要

キーワード：分布型水循環モデル、SMPT モデル、都市流域、流出抑制施設

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1 - 1 Tel 0426-77-1111(4573) E-mail: amaguchi@ecomp.metro-u.ac.jp

4. 解析の結果と考察

対象とする解析期間は1997年から2003年まで、流域条件を同一として連続して行った。パラメータの同定には観測結果をふまえ、平常時に上流堰と中流堰の流量がほぼ同程度であることから、河床からの漏水量を考慮することとした。パラメータの同定結果を表-3に示す。帯水層の有効空隙率や透水係数は多少ばらつきがあるが、ローム層の代表値程度の数値が得られた。また、浸透能においても浸透実験等⁴⁾で得られる結果と同定度の値となった。

本研究で改良した分布型水循環モデルを東川中流域に適用した2001年の結果について図-3に示す。地下水位、流出高共に観測値の変動をよく捕らえているのが読み取れる。

5. おわりに

SMPTモデルを用いて分布型水循環モデルを作成し、東川中流域において水循環解析を行った。その結果、地下水位・流出高において良好な再現性が示された。今後は、物理的な指標からモデルパラメータを設定する手法を取り込み、モデル構築の汎用性を高めると共に、流出抑制施設の効果や洪水流出解析に適用できるモデル構築を行う予定である。

表-3 パラメータの設定方法と同定結果

蒸発散能	月平均気温データからハモン式を用いて算出
不浸透域・浸透域	細密数値情報(10m)を用いて区分
初期損失量(不浸透域)	道路・屋根ともに2mm
初期損失量(浸透域)	主に、畑・森林・民家の間地ともに1mm
窪地貯留能(浸透域)	畑(2mm), 民家の間地(3mm)
浸透能(mm/hr) fo: 初期浸透能 fc: 終期浸透能	Horton式により算定 fo 間地:70, 畑:150, その他:250, 浸透施設:75 fc 25, 50, 100, 50
地下水涵養の比例定数	0.04
最小容水量	200mm
土壌水分量の最大値	250mm (土壌水分がこの値を超えた場合に中間流が発生する)
水平方向の透水係数	同定の結果 5×10^{-7} (m/s) $\sim 5 \times 10^{-6}$
有効空隙率	同定の結果 0.05 $\sim$ 0.25
河川の漏水係数 (地下水流出)	同定の結果 3×10^{-7}
深部への最大漏水量 (1メッシュ)	上流域 0.8mm/day 中流域 2.0mm/day
河床からの漏水量 (河道長50m)	上流堰から中流堰にかけて 0.01mm/day

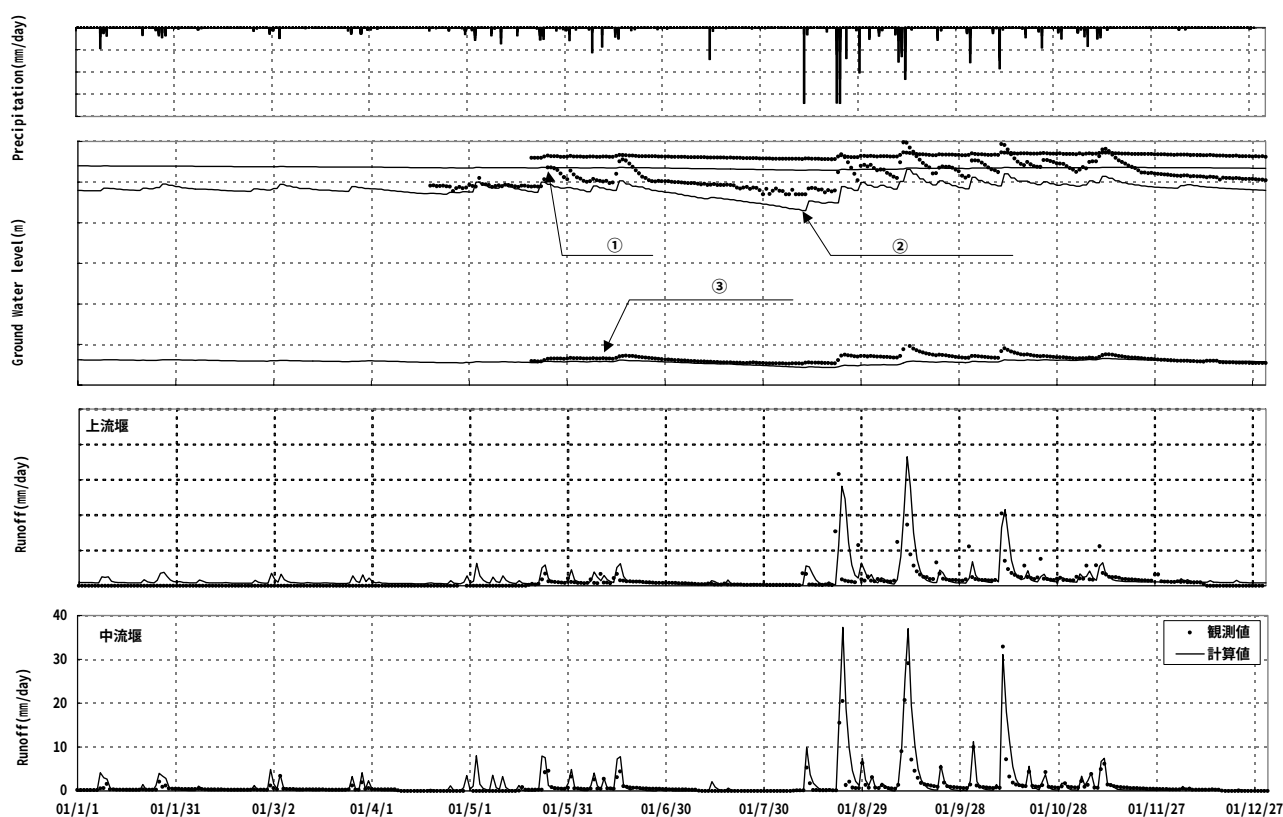


図-3 解析結果

参考文献

- 1) 東川流域水循環系再生行動計画, 東川流域水循環再生推進協議会, 2001.
- 2) 天口英雄・安藤義久: SMPTモデルを用いた分布型水循環モデルの開発と東川上流試験流域への適用, 土木学会水工学論文集, 第45巻, pp97-102, 2001.
- 3) 天口英雄・安藤義久: SMPTモデルを用いた分布型水循環モデルの改良について, 土木学会水工学論文集, 第46巻, pp265-270, 2002.
- 4) 藤村和正・安藤義久・山田富美夫・山中理: 定常降雨による湛水発生時間及び浸透能に関する研究, 土木学会水工学論文集, 第44巻, pp193-198, 2000.