

空堀川流域の長期流出特性の解析

東京都土木技術センター 正会員 ○杉原 大介
 東京都土木技術センター 正会員 高崎 忠勝
 東京都土木技術センター 正会員 岩屋 隆夫

1. はじめに

空堀川は、東京北西部を流域として、狭山丘陵の野山北公園を源と発し、東大和市高木付近で支流の奈良橋川と合流し、清瀬市中里で柳瀬川に合流する流域面積 26.8km²、法定延長 15.0km を有する荒川水系の一級河川である。空堀川は、しばしば瀬切れが発生し、そのことが河川の維持流量確保の視点から問題となっている。本報告では、空堀川丸山橋上流域を対象に 2004 年 9 月 1 日から 2006 年 12 月 31 日までの水文データと流量観測結果をもとにタンクモデルにより降雨流出解析を行い、解析結果からその流況特性を考察した。(図 - 1 参照)

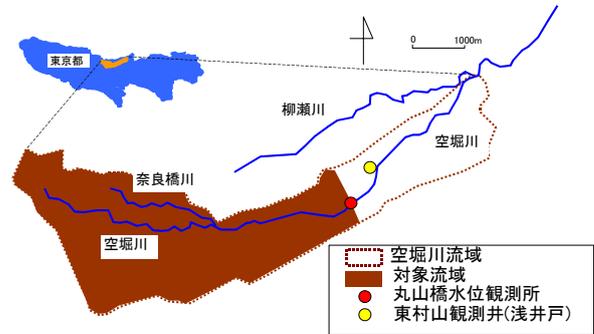


図 - 1 対象流域

2. 解析方法の考え方と計算方法

降雨流出モデルは、図 - 2 に示す 4 段のタンクモデルを用いた。空堀川では、河川流量が 0 になる瀬切れが問題になっていることから、これを再現するために 4 段目タンクに浸透孔 (B4) 及び流出孔高さ (Z4) を設定した。空堀川と同様に瀬切れが問題になっている野川において同モデルを適用した結果、瀬切れを良好に再現することを確認している¹⁾。計算は、最上段タンクに日雨量を入力し、タンク側方からの総流出量を解析地点における計算流出高とした。日雨量は観測地点上流域の流域平均雨量とし、東京都水防災総合システムの雨量観測所のデータを用いてティーセン法により計算した。蒸発散量は、Hamon(ハーモン)の式 (1) を用いた。

$$E_p = 1.40D_0^2 \cdot P_t \dots (1)$$

E_p は日平均蒸発散能(mm/day), D_0 は日照時間(12hr/day), P_t は日平均気温に対する飽和絶対湿度(gm/m³)である。日平均気温は、気象庁所管の青梅観測所のデータを用いた。蒸発散量は上段のタンクから差し引くが、差し引くことができなかつた場合は下段のタンクから差し引いた。タンクモデル定数は、式 (2) の誤差評価関数 RMSE の値を最小と

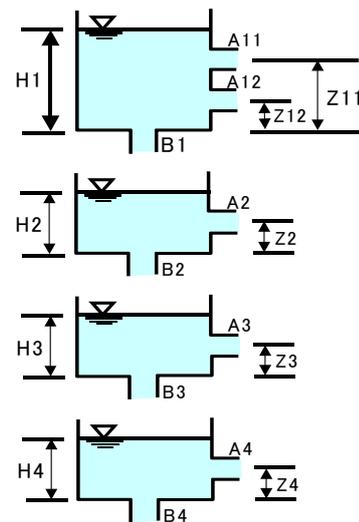


図 - 2 使用タンクモデル

することを目標とした。また、観測流量(m³/s)は、観測流出高(mm/day)に置き換えた。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\sqrt[3]{Q_{oi}} - \sqrt[3]{Q_{Ci}})^2} \dots (2)$$

Q_o は観測流出高(mm/day), Q_c は計算流出高(mm/day), N は総日数(day)である。誤差評価関数は、瀬切れ発生時に観測流出高が 0 となることに対応するため、立方根変換した流出高により評価する手法を採用した。

キーワード タンクモデル, 誤差評価関数, SCE-UA 法

連絡先 〒136-0075 東京都江東区新砂 1 丁目 9 番 15 号 東京都土木技術センター TEL03-5683-1523

3. 解析結果

解析期間は、2004年9月1日から2006年12月31日としたが、2005年9月から12月の水位データについては、異常値が見られたことから欠測扱いとした。SCE-UA法を用いてモデル定数を探索した結果、同定値として表-1の値を得た。図-3は、観測流出高と計算流出高を比較したもので、欠測を除いた解析期間における総流出高は観測値1,031mm、計算値1,148mmで概ね良好な結果を得た。解析期間の総雨量3,904mmに対して、総流出高の計算値は、1,246mmであり流出率は32%であった。同モデルを適用した野川では、流出率は13%であったことから野川と比較して、雨水が河川に流出する割合が大きいことが分かった。河川流量が0となる時の河川流出高は0となるが、この時に瀬切れが発生することを観測結果から確認している。欠測を除いた解析期間における流出高が0となる日数は、観測値77日間、計算値29日間であり、主に2005年2月から6月にかけて発生した。タンクモデルは、下段にいくほど長期的な流出に対応するが、1段目からの流出を表面流出と考えた場合、2・3・4段目タンクからの流出は、空堀川の平常時の流量を表現するものと考えられる。図-4は、丸山橋水位観測所から下流約1kmの位置にある東村山水位観測井(浅井戸)の水位と2・3・4段目タンクの貯留高の和(H2+H3+H4)を比較したものである。2・3・4段目タンクの貯留高の和は、地下水の動きと同様な変化を示す傾向があり、相関係数0.84と密接な関係があることが分かった。図-5は、地下水位と4段目タンクの貯留高(H4)を比較したものである。4段目タンクの貯留高(H4)が流出孔高さ(Z4=9mm)より小さくなる時に流出高が0となるが、観測値と同じ時期である2005年5月に流出高が0となった。また、4段目タンクの貯留高(H4)と地下水の動きは、同様な変化を示す傾向にあり、相関係数0.83と密接な関係があることが分かった。

4. まとめ

- ・空堀川丸山橋上流域における約2年4ヶ月の観測水文データに対して、タンクモデルを用いて長期流出モデルを構築し、SCE-UA法を用いてモデル定数を同定することで、現況の河川流量の変化を良好に再現できることが確認できた。
- ・平常時の流量を表現していると考えられる2・3・4段目タンクの貯留高の和及び瀬切れの発生の有無を表現する4段目タンクの貯留高は、地下水の動きと密接な関係があることが分かった。

表-1 モデル定数

定数	単位	同定値	定数	単位	同定値
A11	day ⁻¹	0.19444	Z11	mm	63
A12	day ⁻¹	0.44179	Z12	mm	15
A2	day ⁻¹	0.13074	Z2	mm	29
A3	day ⁻¹	0.01481	Z3	mm	3
A4	day ⁻¹	0.00084	Z4	mm	9
B1	day ⁻¹	0.88878	H1	mm	68
B2	day ⁻¹	0.28446	H2	mm	3
B3	day ⁻¹	0.11970	H3	mm	15
B4	day ⁻¹	0.03114	H4	mm	77

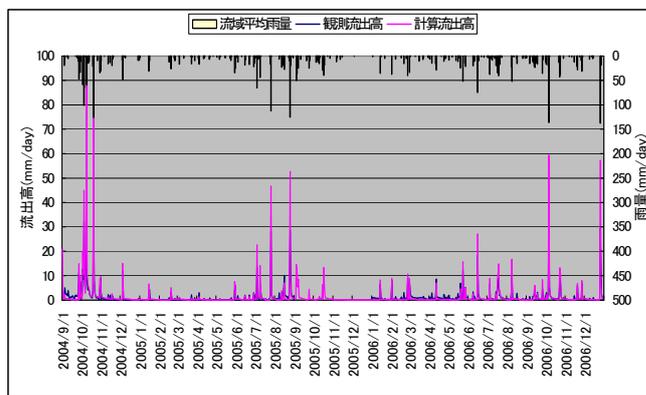


図-3 解析期間における流出高の変化

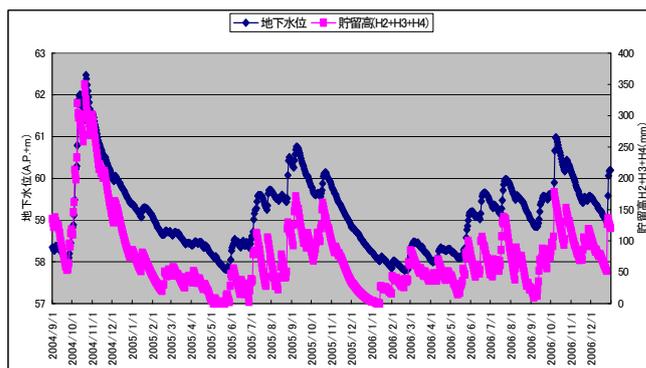


図-4 地下水位と貯留高(H2+H3+H4)

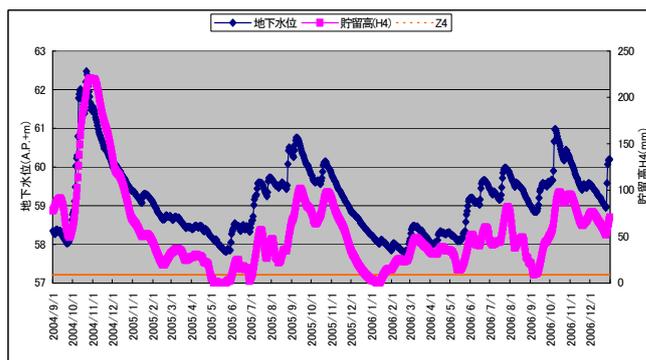


図-5 地下水位と貯留高(H4)

- ・瀬切れの発生日数については、再現性が十分でなかったが、今後は、観測データを蓄積していくと共にモデルの見直し等を図ることで、再現性の向上を図りたい。

参考文献

1) 高崎忠勝, 杉原大介, 岩屋隆夫: 野川流域の長期流出特性, 都土木技術センター年報, 49-55, 2007.