

野川上流域における水涸れの発生と無降雨期間の関係について

東京都土木技術センター 技術調査課

正会員

○高崎 忠勝

首都大学東京 大学院都市基盤環境工学専攻

正会員

河村 明

首都大学東京 大学院都市基盤環境工学専攻

正会員

天口 英雄

1. はじめに

近年、東京の中小河川である野川の上中流域では春から夏にかけて写真-1に示したように河川の流水がなくなる水涸れが生じている。

野川は多くの人に散策等で利用されていることから地域住民の関心が高く、地域住民と河川行政から構成される野川流域連絡会において水涸れは大きな問題として取り上げられている。

そこで本研究は、タンクモデルを用いて野川上流域における長期雨水流出モデルを作成し、流出解析結果を用いて水涸れの実態を把握した。



写真-1 水涸れの状況 (2005/6/5)

2. 対象流域の概要

野川は国分寺市恋ヶ窪に源を発し、武蔵野台地を東南方向に流下し、途中、入間川、仙川を合流させ世田谷区三丁目付近で多摩川に合流する河川延長約17.1km、流域面積約53.3km²の一级河川である。

対象流域(図-1参照)は、野川上流域に位置する小金井新橋水位観測所の上流域であり、流域面積は16.5km²である。



図-1 対象流域

3. 水文データ

小金井新橋水位観測所では圧力式水位計で河川水位を連続記録すると共に量水標による水位を1~2ヶ月に1回の頻度で確認を行っている。図-2に示したように水位計が記録した水位は流量が少なくなると実際の水位とは大きく異なったものとなっている。そこで量水標で確認した水位を用いて水位計の記録データを補正し水位データを作成した。さらに、日観測流量は流量観測によって求めた水位流量曲線を用いて補正水位データから作成した。

対象流域の日平均雨量は、東京都建設局による東京都水防災総合情報システムの雨量観測所(図-1参照)のデータを用いてティーセン法により計算した。

日蒸発散量は近藤による月別のポテンシャル蒸発量¹⁾をもとに設定した月別の日蒸発散量と流域に占める浸透域の割合をかけたものとした。流域に占める浸透域の割合は細密数値情報の土地利用と市川による土地利

キーワード 野川, 水涸れ, タンクモデル

連絡先 〒136-0075 東京都江東区新砂 1-9-15 東京都土木技術センター 技術調査課

T E L 03-5683-1520 E-mail : takasaki@doboku.metro.tokyo.jp

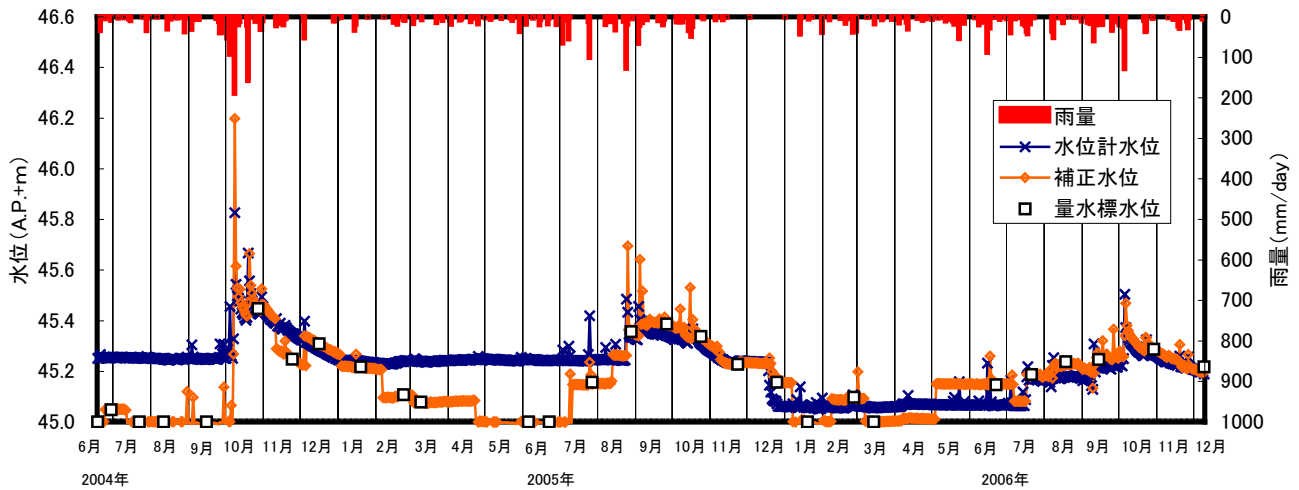


図-2 水位データ

用に応じた損失率²⁾を用いて算定した値 56%を使用した。なお、雨量を観測した日は日蒸発散量を 0 とした。

解析期間は 2004 年 6 月 19 日から 2006 年 12 月 10 日である。

4. 長期流出モデルの作成

対象流域の日単位長期流出モデルの作成には、図-3 に示した 4 段のタンクモデルを使用した。対象流域では 4 月から 6 月にかけて流量が 0 となっている。この流出特性をタンクモデルに反映させるため、4 段目のタンクに浸透孔 B4 及び流出孔の高さ Z4 を設けた。

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日流量とした。日蒸発散量は上段タンクから差し引くものとし、差し引くことができない場合には、下段のタンクから差し引いた。

同定するパラメータは、表-1 に示すタンクモデルの定数及び初期貯留高の 18 個である。パラメータの同定は式(1)の RMSE を最小とする組み合わせを SCE-UA 法³⁾によって求めた。

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

ここで、 Q_o は観測流量 (mm/day)、 Q_c は計算流量 (mm/day)、 N は総日数 (day) である。

長期流出解析では低水部の流量を主な対象とすることから対数変換が多く用いられているが、解析地点においては長期間にわたり流量が 0 になるため、本研究では月降水量等を正規化する時によく用いられる立方根変換を用いて RMSE の計算を行った。

同定するパラメータの探索範囲及び同定結果を表-1 に示した。同定したパラメータによる RMSE は 0.231 である。同定したパラメータを用いた計算流量及び観測流量を図-4 に示した。なお、図中の流量は立方根変換による座標で示している。

解析期間全体についてみると、総流量は観測値 516mm、計算値 509mm、流量が 0 の日数は観測値 252 日、計算値 299 日であった。1 年間のデータが全て揃っている 2005 年についてみると、雨量は 1293mm、蒸発散量は 421mm、流量は観測値 174mm、計算値 171mm であり流出率は 13% となる。また、流量が 0 の日数は観測値 73 日、計算値 72 日であった。

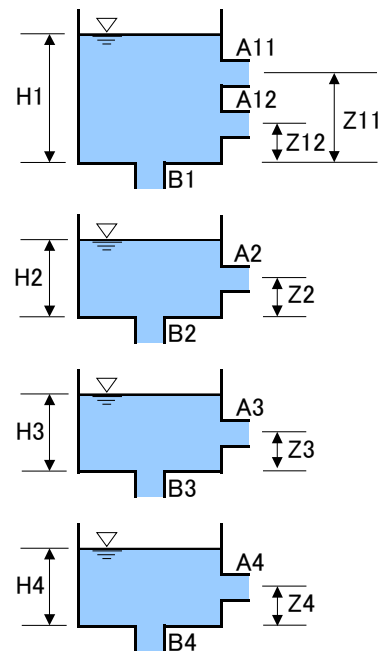


図-3 タンクモデル

表-1 同定パラメータ

定数	単位	探索範囲	同定値	定数	単位	探索範囲	同定値
A11	day ⁻¹	0.100 ~ 1.5	0.100	Z11	mm	20 ~ 100	100
A12	day ⁻¹	0.050 ~ 0.6	0.050	Z12	mm	10 ~ 40	38
B1	day ⁻¹	0.050 ~ 0.9	0.635	Z2	mm	0 ~ 30	30
A2	day ⁻¹	0.025 ~ 0.45	0.025	Z3	mm	0 ~ 30	30
B2	day ⁻¹	0.030 ~ 0.36	0.360	Z4	mm	0 ~ 1000	519
A3	day ⁻¹	0.010 ~ 0.15	0.010	H1	mm	0 ~ 100	0
B3	day ⁻¹	0.010 ~ 0.12	0.120	H2	mm	0 ~ 30	12
A4	day ⁻¹	0 ~ 0.012	0.0038	H3	mm	0 ~ 30	12
B4	day ⁻¹	0 ~ 0.012	0.0040	H4	mm	0 ~ 1000	143

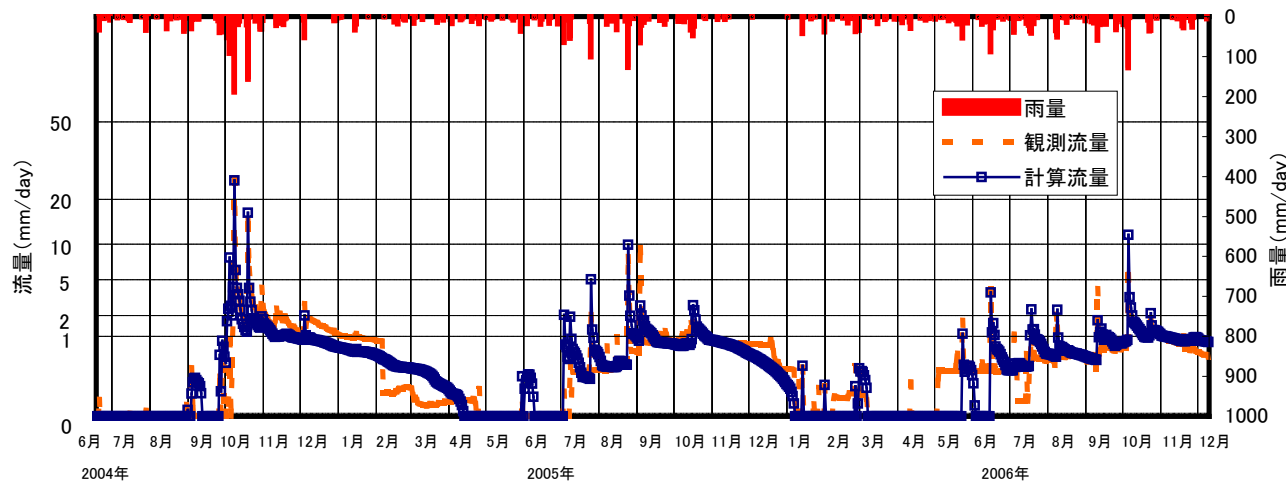


図-4 解析期間における流量変化

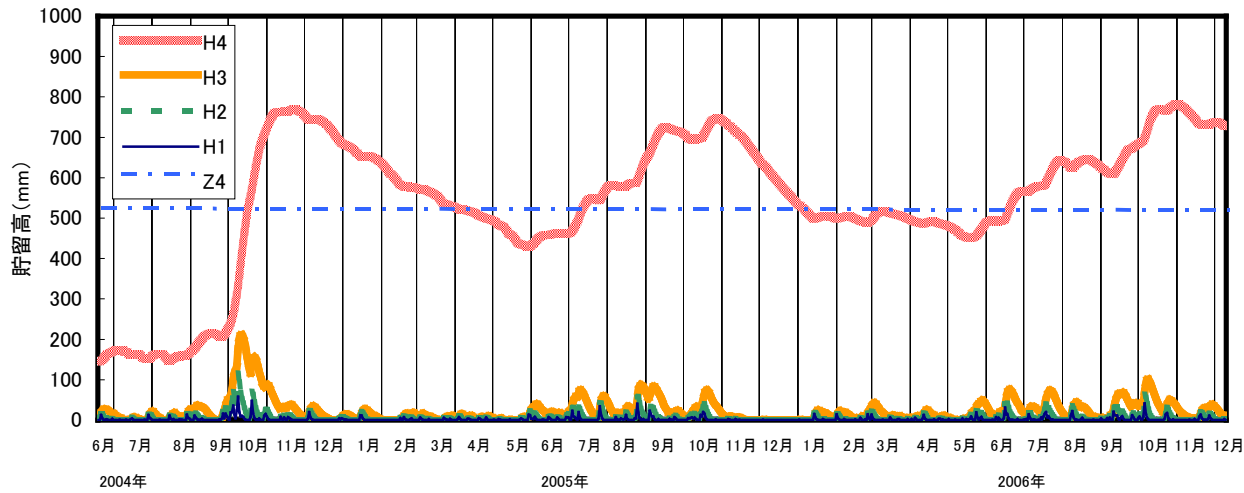


図-5 解析期間における貯留高の変化

野川上流域を対象としたタンクモデルを用いた日単位長期流出モデルは、同定したパラメータを用いることで、流量が0の日数を含めた実際の流出特性を良好に捉えることができる。

5. 長期流出特性

各タンクの貯留高の変化を図-5 に示した。各タンクの貯留高は上段に位置するほど短期流出に対応したものとなっており、4 段目のタンクの貯留高は年間の流量変化の傾向を表している。4 段目のタンクの貯留高に

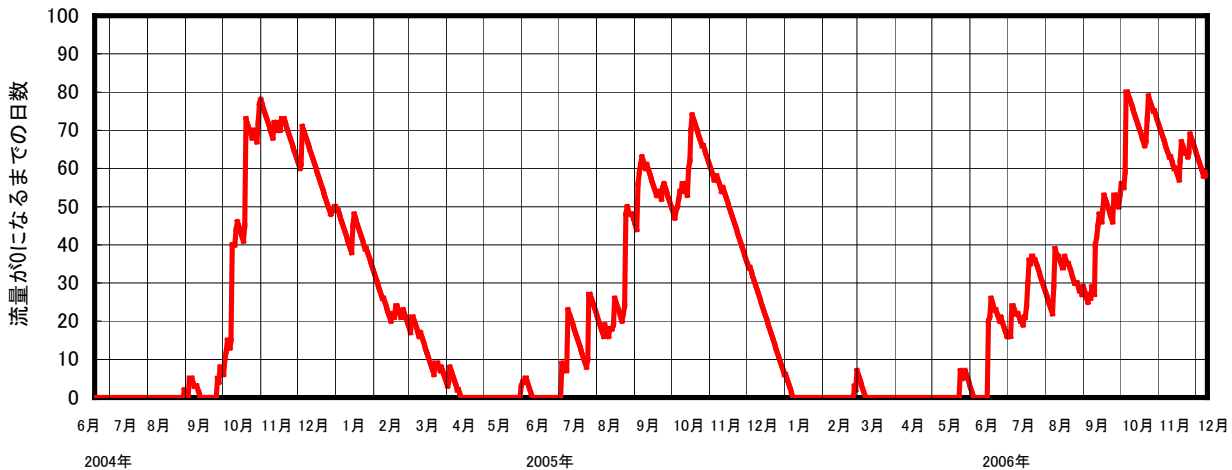


図-6 雨が降らない状況において流量が0になるのに要する日数

ついて1年間の変化をみると、5月から10月末にかけて貯留高が増加し、11月から5月にかけて貯留高が減少している。4段目のタンクの貯留高H4が流出孔の高さZ4(519mm)より小さくなる期間において流量が0となることから、水涸れの起こりやすさは4段目のタンクの貯留高に着目することで把握でき、貯留高が最小となる5月に水涸れが起こりやすいことがわかる。

6. 水涸れ発生までの期間の推定

解析期間の毎日について水涸れ発生までの期間を推定した。計算は長期流出解析結果により得られた各タンクの日単位貯留高(図-5)を入力し、対象とする日以降は無降雨であると仮定して流出計算を行い、流量が0になるのに要する日数を求めた。図-6に計算結果を示した。

流量が0になるのに要する日数と4段目のタンクの貯留高は同じような変化をしている。流量が0になるのに要する日数の最大値は、2004年が78日、2005年が74日、2006年が80日であり、各年の10月に位置している。よって11月以降に降雨が少ない場合には1月に水涸れが発生することとなる。

今後発生する水涸れまでの期間については、前日までの観測雨量を入力して計算を行うことで推定することが可能である。

7. まとめ

野川上流域における水涸れについてタンクモデルを用いた長期流出解析により、水涸れが起こりやすい時期が5月であること、11月以降に降雨が少ないと1月に水涸れが生じることを明らかにした。また、解析に用いたモデルにより今後発生する水涸れの時期を推定することが可能である。

参考文献

- 1) 近藤純正, 日本の水文気象(5): ポテンシャル蒸発量と気候湿潤度, 水文・水資源学会誌, pp. 450~457, 1997.
- 2) 市川新, メッシュ法の概念とパラメータの同定, 京都大学防災研究所年報, 第30号, B-2, pp. 237~248, 1987.
- 3) 森永陽子, 河村明, 神野健二: SCE-UA法による貯留関数モデルの大域的パラメータ同定について, 土木学会西部支部研究発表会講演集, pp. B198-B199, 2002.