

タンクモデルと L-Q 式による松田川の水質変動の推定

足利工業大学 正会員 ○上岡 充男

足利工業大学 正会員 長尾 昌朋

足利工業大学 正会員 横尾 善之

1. はじめに

松田川は、栃木県と群馬県の境に位置する仙人ヶ岳（標高 663 メートル）に源を発し、足利市松田町地内を流下し、渡良瀬川に注いでいる一級河川である（図 1）。延長は 13.3km、流域面積は 32.7km²、流域内人口は約 1 万 2 千人であり、耕地等への水源として広く利用されている。過去に集中豪雨や台風などによる多くの災害を引き起こしたため、洪水対策、水量の調節、水道用水の確保を目的として、1995 年、上流部に松田川ダムが建設された。河川は、地域住民の身近な自然環境であり、住みよい環境づくりのシンボルである。水質変動を把握することは、環境保全対策において大いに役立つと考えられる。そこで、松田川の水質を把握するために水質調査を行ったので、その結果について報告する。また、水質変動の特徴を明らかにするため、タンクモデルと L-Q 式を組み合わせたモデルの適用を試みた。

2. 水質の測定

図 1 に示す松田川の下流に位置する葉山橋で水質を調査した。2004 年 11 月 29 日～2005 年 11 月 30 日、2006 年 6 月 12 日～7 月 7 日、9 月 4 日～9 月 29 日、11 月 20 日～12 月 15 日の期間に週 3 回（月、水、金）の正午頃、採水を行った。採水時には現地で気温、水温、水位を測定した。現地での採水が終了した後、実験室で BOD、pH、SS、VSS、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、T-N、PO₄-P、T-P を測定した。松田川の水質変動の概要として、冬から春にかけて水質が悪化し、夏から秋にかけて水質が改善することがわかった。

3. タンクモデルによる流量の推定

雨量から流量を推定するため、4 段タンクモデルを使用する。概要を図 2 に示す。タンクモデルに必要なデータは、雨量、孔の係数や高さ、初期水深である。雨量は、松田雨量観測所で観測された値を国土交通省より入手し、流域内での蒸発散などを考慮して補正した。孔の係数や高さ、初期水深は、実測流出高と計算流出高の対数誤差が最小となるように最適化した。なお、実測流出高は、葉鹿流量観測所で観測された流量を栃木県庁より入手し、換算して使用した。最適化には 2002 年～2004 年のデータを使用し、2005 年のデータで妥当性を検討した。計算流出高と実測流出高の関係を図 3 に示す。この図から雨量に対する流量変動の推定が可能であることがわかる。

4. L-Q 式を用いた水質の推定

一般的に、流量と物質の負荷量にはある程度の関係があり、L-Q 式で表わされる。2005 年の実測流量と実測濃度の積である負荷量の関係から、BOD、VSS、T-N、T-P の L-Q 式を算出した。例として、BOD と T-N の L-Q 式を図 4 と図 5 に示す。この L-Q 式を使い、計算流量から濃度を推定した。例として、BOD と T-N の計算濃度と実測濃度の関係を図 6 と図 7 に示す。図から実測濃度との誤差はあったが、季節変動の傾向は捉えることができた。しかし、増水時にしか濃度の変動が見られず、低水時の濃度上昇は再現できなかった。

5. まとめ

松田川の水質調査を行い、水質の季節変動を把握した。この特徴を再現するため、タンクモデルと L-Q 式を使用して松田川の水質変動の推定を試みた。その結果、水質の季節変動を捉えることができた。しかし、降雨イベントに対応する変動を再現することは困難であった。

謝辞 貴重なデータを提供して頂いた国土交通省と栃木県庁に感謝の意を表します。

キーワード 松田川、水質変動、タンクモデル、L-Q 式

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268 足利工業大学都市環境工学科 Tel: 0284-62-0605 E-mail: kamioka@ashitech.ac.jp

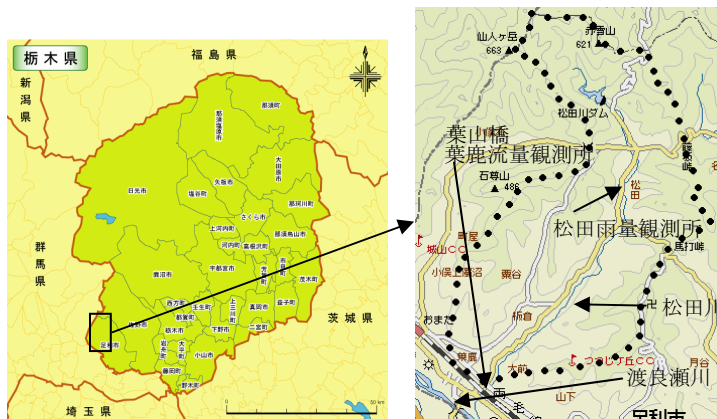


図1 松田川流域

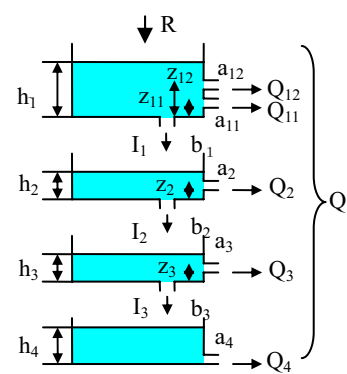


図2 タンクモデル

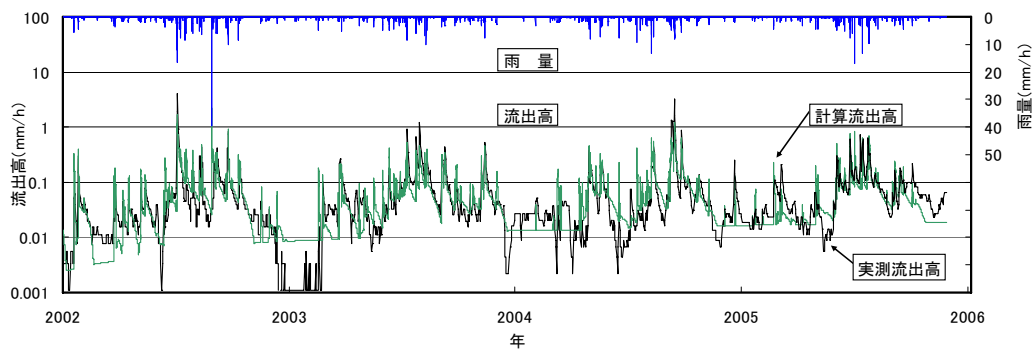


図3 雨量と実測流出高と計算流出高の関係

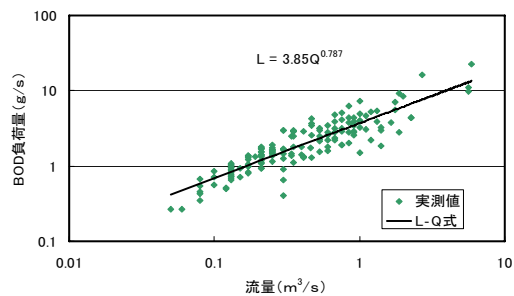


図4 L-Q 式(BOD)

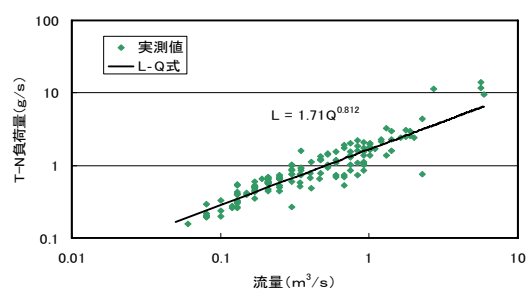


図5 L-Q 式(T-N)

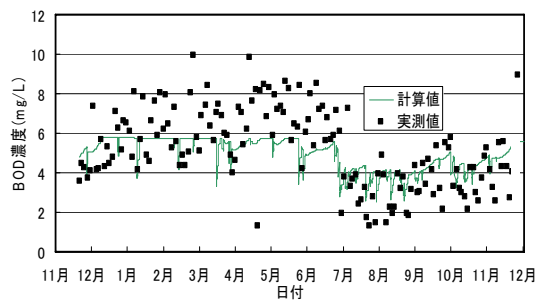


図6 BOD 濃度の推定

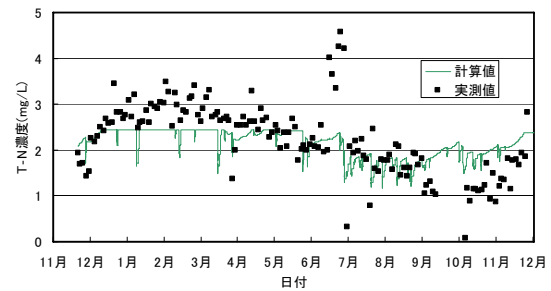


図7 T-N 濃度の推定