

矢場川中流域の合流・分流区間に対する水質予測モデルの構築

足利工業大学大学院 学生会員 ○古谷津 和希
 足利工業大学工学部 正会員 上岡 充男
 足利工業大学工学部 正会員 長尾 昌朋

1. 研究の背景と目的

矢場川は太田頭首工に源を発し、栃木・群馬両県の県境に位置する栃木県足利市、群馬県太田市、邑楽町、館林市を流れる一級河川である。流域面積は 81.1km²、流路延長は 21.3km である。矢場川に排出され流下する有機物の動態を調べるため、矢場川本川の水質調査を行ってきた。しかし、中流に本川と支川が合流と分流を繰り返す地点が存在し、有機物動態の解析を難しくしている。そこで、本研究では矢場川中流域での合流・分流における流下過程を解明するため、水質予測モデルを構築することとした。なお、本水質モデルでは易分解性有機物と難分解性有機物を区別して取り扱う。



図-1 広域図

2. 調査地点と調査概要

矢場川の広域図を図-1 に、詳細図を図-2 に示す。調査地点は 15 地点あるが、3つのグループに分けて全体 (調査日 2011年10月26日, 調査地点 ABCDEFG), 上矢場川・下矢場川(11月2日, HIEJKG), 矢場川本川(12月23日, AHBLMGNO)の計3回の調査を行った。調査地点では流量の測定と採水を行い、試料を持ち帰り TOC 濃度を測定した。TOC 濃度は直ちに測定したものを TOC-0, 20°Cで28日間の生分解性試験を経たものを TOC-28 とした。ここでは、TOC-28 を難分解性有機物として扱う。

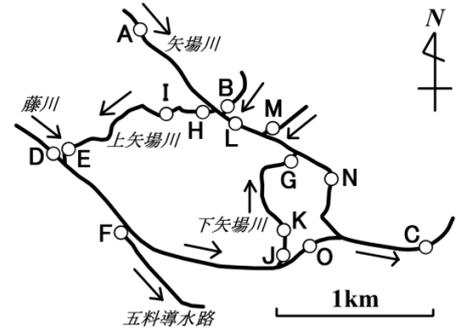


図-2 詳細図

3. 水質予測モデル

図-3 に水質予測モデルを示す。まず河川を小区間に分割する。各区間では湧水や排水が流入し、易分解性有機物が自浄作用により減少する。また、合流・分流地点では、支川での値を流入・流出させる。それらの基本式を以下に示す。

$$Q_{(n)} = Q_{(n-1)} + Q_0 \pm Q_1 \quad (1)$$

$$L_{L(n)} = L_{L(n-1)} e^{-(K_1+K_3)\Delta t} + L_{L0} \pm L_{L1} \quad (2)$$

$$L_{R(n)} = L_{R(n-1)} + L_{R0} \pm L_{R1} \quad (3)$$

$$C_{(n)} = (L_{L(n)} + L_{R(n)})/Q_{(n)}, \quad C_{R(n)} = L_{R(n)}/Q_{(n)} \quad (4)$$

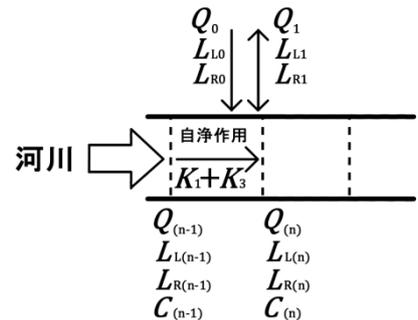


図-3 水質予測モデル

ここで、 Q は流量、 L は TOC 負荷量、 C は TOC 濃度である。添え字のLは易分解性有機物、Rは難分解性有機物、0は湧水や排水、1は支川の流入・流出、(n)は小区間番号である。 Δt は小区間での流下時間で、区間長 5m、平均流速 0.35m/s から $\Delta t = 14.3s$ とした。

この水質予測モデルでは、自浄係数 $K_1 + K_3$ と湧水のパラメーター Q_0, L_{L0}, L_{R0} を決める必要がある。そこで、これらのパラメーターは対象流域で共通であると仮定し、矢場川本川(12月), 上矢場川・下矢場川(11月)で測定した流量や TOC 濃度に合うように最適化した。その結果の一部を図-4 に示す。自浄係数は、式(2)を 10 のべき乗式にし

キーワード 矢場川, 水質予測モデル, 合流・分流, TOC, 難分解性有機物

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学大学院 TEL:0284-62-0605

たものに換算すると、 $k_1 + k_3 = 1.772d^{-1}$ となった。湧水のパラメーターは、 $Q_0 = 1.53 \times 10^{-4}m^3/s/m$ 、 $L_{L0} = 6.99 \times 10^{-4}g/s/m$ 、 $L_{R0} = 9.04 \times 10^{-5}g/s/m$ となった。また、 Q_0 、 L_{L0} 、 L_{R0} から換算した TOC 濃度は 5.16mg/L となり、かなり濃度が高いことから、家庭などからの排水に起因すると思われる。

このようにして決められたパラメーターを利用して、合流・分流を含む区間での水質変化を推定した。その結果の一部を図-5 に示す。合流・分流したときの水質変化の様子を良く再現していると考えられる。

4. まとめ

本研究で構築した水質予測モデルでは、合流・分流時の水質変化を再現することができた。また、この水質予測モデルから、今まで不明瞭であった矢場川中流の合流・分流における水や物質の流下過程をある程度把握することができた。

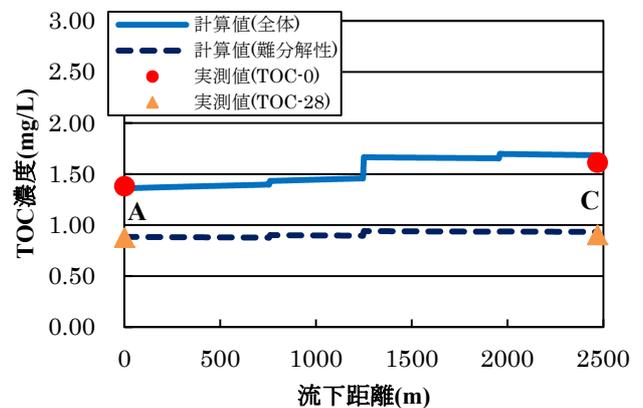
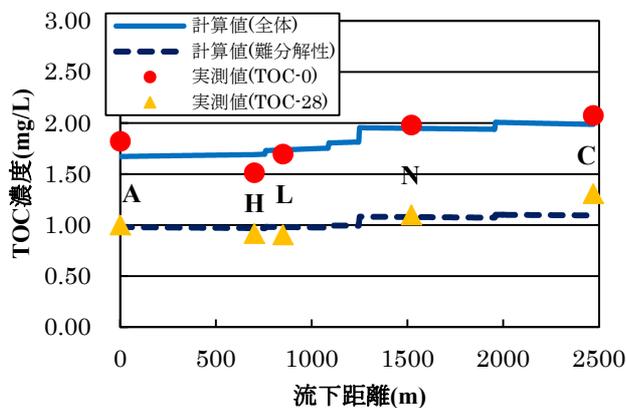
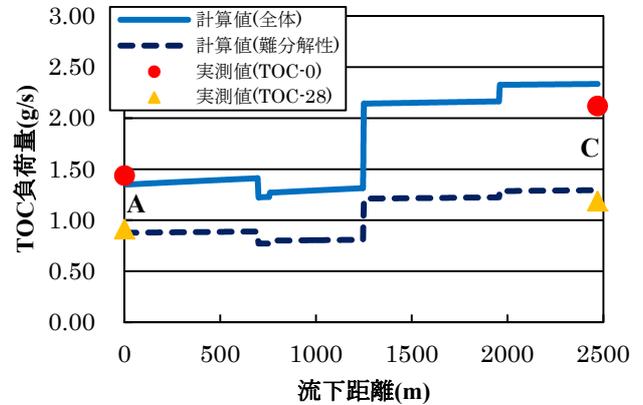
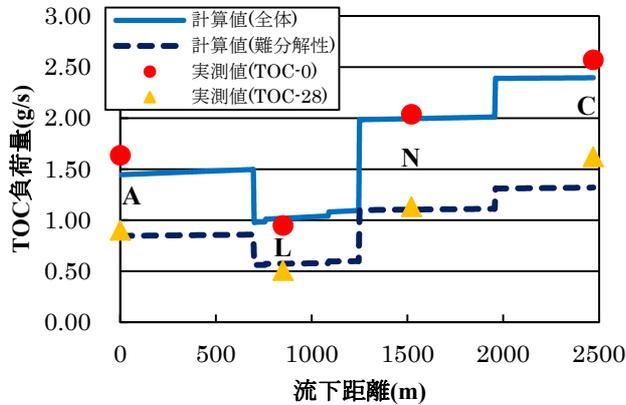
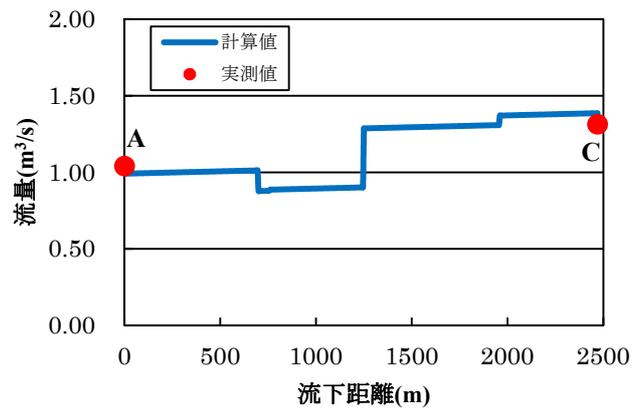
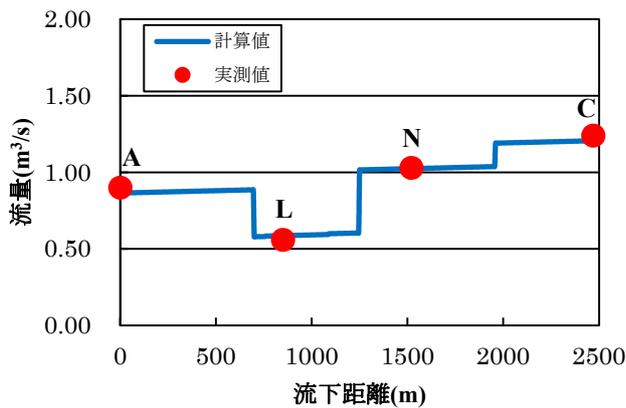


図-4 係数を最適化した結果(矢場川本川, 12/23)

図-5 水質予測結果(矢場川本川, 10/26)