

河川感潮部の水質の水理解析

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 黒澤裕子
 独立行政法人土木研究所 正会員 猪股広典
 野村総合研究所 清水敬祐
 早稲田大学理工学部 フェロー 鮎川 登*

1. はじめに 河川感潮部における水質改善対策の効果を評価するための基礎的研究として、感潮部における汚濁負荷の大きい支川の合流により汚濁されている綾瀬川を対象として感潮部の水質の水理解析を行った結果について述べる。

2. 綾瀬川の水質の概要 綾瀬川は埼玉県桶川市に発し、埼玉平野の南西部を流れ、東京都葛飾区で中川に合流する流域面積178km²、流路長48kmの平地河川である(図1)。綾瀬川は堰橋の下流4～5km下流までが感潮区間であり、感潮区間で古綾瀬川、伝右川、毛長川などの支川が合流する。これらの支川の流域には工場、住宅が密集し、工場排水、生活排水の流入により古綾瀬川、伝右川、毛長川は汚濁され、これらの支川の合流により綾瀬川が汚濁されている。支川の合流により汚濁された水は潮位変動により流下、遡上を繰り返す、綾瀬川のBOD濃度の縦断分布は図2のようになる。なお、内匠橋の下流でBOD濃度が低下するのは綾瀬排水機場の脇にある綾瀬川と荒川の連絡水路を通じて上げ潮時に水質の良い荒川の水が遡上するためである。なお、近年の下水道の整備、工場排水の規制、河川水の浄化施設の設置などの水質改善対策により綾瀬川の水質は改善されつつある(図2)。

3. 水質シミュレーションモデル 綾瀬川の堰橋～綾瀬排水機場間の約20kmの区間を対象としてBOD濃度を解析するためのシミュレーションモデルを作成する。この区間は潮位変動の影響を受けるが、塩分の遡上は少ないので、1次元的に解析することを考える。BODの濃度は移流、分散、減衰により変化するものとし、BOD濃度は水質方程式(1)により解析されるものとする。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left(AE \frac{\partial C}{\partial x} \right) - kC \quad (1)$$

ここで、 C はBOD濃度、 u は流速、 A は流水断面積、 E は分散係数、 k は減衰係数である。

水質方程式(1)を移流方程式、減衰方程式および分散方程式に分割し、移流方程式を特性曲線法により、減衰方程式を解析的に、分散方程式を差分法により順次得解くことによって水質方程式の数値解を求める。これらの式に含まれる流速 u と流水断面積 A は開水路の非定常流の連続



図1 綾瀬川の概要

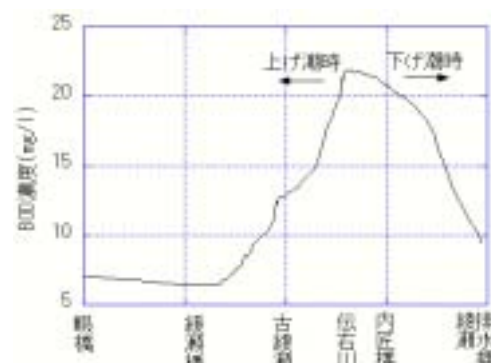


図2 綾瀬川のBOD濃度の縦断分布

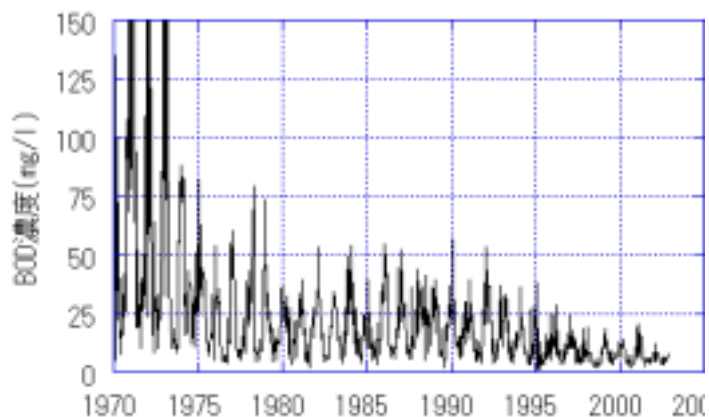


図3 手代橋のBOD濃度の経年変化

キーワード：水質シミュレーション、河川感潮部、綾瀬川

連絡先*：東京都新宿区大久保3-4-1

方程式と運動方程式を4点陰差分法により解くことによって求める。

流れの数値計算では境界条件として綾瀬川本川と各支川(古綾瀬川、伝右川、毛長川)の上流端で流量、本川の下流端で水位を与える。BOD 濃度の数値計算では境界条件として本川と各支川の上流端および本川の下流端でBOD 濃度を与え、また支川については4～5箇所で汚濁負荷(流量とBOD 濃度)を与える。

4. 水質シミュレーションモデルの検証 2003年1月17～18日に行われた本川と支川における流れ(水位、流量)と水質(BOD など)の観測で得られたデータを用いて水質シミュレーションモデルの妥当性の検証を行った。流れとBOD 濃度の数値計算では、計算時間間隔は30分、断面間隔は200m、Manningの粗度係数は本川は0.02、支川は0.04とし、減衰係数 k は 0.3day^{-1} 、分散係数は $E = 6uh$ とする。ここで、 h は水深で、流速 u は絶対値をとる。

水質シミュレーションによる計算値と観測値を比較した例を図4～6に示す。これらの図によると、流れ(水位、流量)の計算値と観測値はほぼ一致することがわかる。BOD 濃度の観測値によると、BOD 濃度は綾瀬橋(図4)では順流時に小さく、逆流時に大きくなり、内匠橋(図6)では順流時に大きく、逆流時に小さくなる。これは綾瀬橋では順流時に比較的BOD 濃度の小さい上流からの水が流下し、逆流時には古綾瀬川の合流により汚濁された水が遡上するが、内匠橋では順流時に古綾瀬川、伝右川、毛長川の合流により汚濁された水が流下し、逆流時には水質の良い荒川の水が遡上することによって考えられる。なお、手代橋(図5)では順流時に古綾瀬川の合流により汚濁された水が流下し、逆流時に伝右川・毛長川の合流により汚濁された水が遡上するためにBOD 濃度は順流時にも逆流時

にも大きくなるものと考えられる。図4～6によると、計算値と観測値はほぼ一致し、計算値にもBOD 濃度のそのような変化の様子が認められる。

5. おわりに

綾瀬川水系の流れと水質に関する貴重な観測データおよび河道データを提供してくださいました関係各位に感謝いたします。

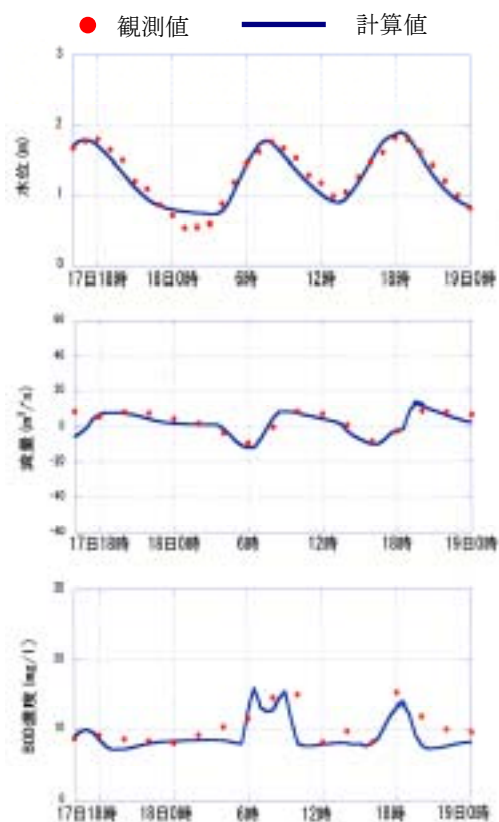


図4 計算値と観測値の比較(2003年1月綾瀬橋)

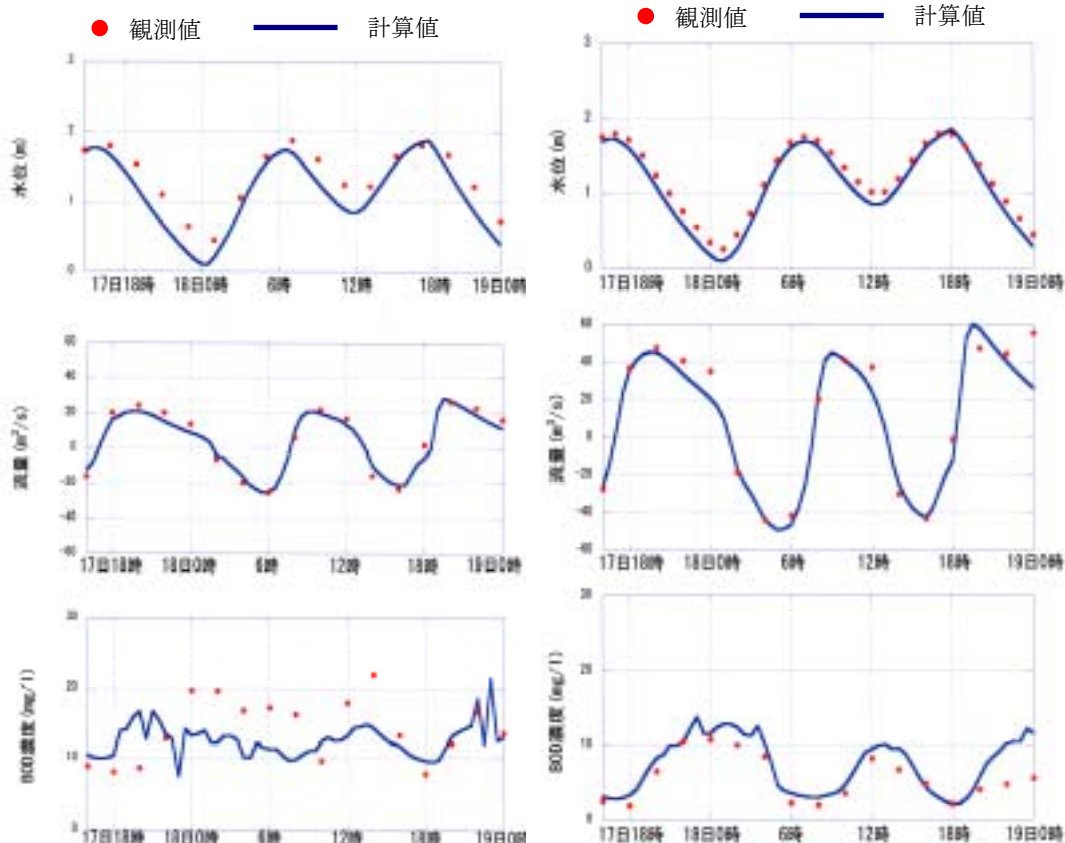


図5 計算値と観測値の比較(2003年1月手代橋)

図6 計算値と観測値の比較(2003年1月内匠橋)