

II-33

感潮部を含む小河川での水質変動

東北大学大学院 学生員 ○松山克久
東北大学工学部 正 員 田中 仁
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

河川の感潮域における水質の挙動は洪水や潮汐の影響を受け、複雑な現象を示している。また感潮域では生活排水等が集中し、汚濁物の堆積しやすい領域である。

本研究では、これらの事を検証するために、過去に行った流量及び水質成分の調査から、感潮河川での水質・流量変動について一次元不定流モデルによって変動特性の解析を行い、実測値との比較検討を行う。また、濃度の縦断変化についても実測データを基に計算を行い、定量的に明らかにすると共に、感潮部での変動特性についても考察を加える。対象としたのは宮城県志津川町を流れる八幡川である。八幡川では近年、生活排水等による汚染が深刻であり、流出している志津川湾での汚染の原因の一つにもなっている。

ここでは流量、水質が同時に観測されている1993年8月27日～28日において、河口部から上流へ1500(m)の地点までの区間で計算を行った。現地観測が行われたのは降水時である。

2. 計算方法

本流域における流況と水質の挙動は時間的、空間的に変動する非定常流れであることから、一次元の不定流の式と水質方程式によって解析を行う。河川の流れは連続の式と運動方程式に基づいて計算する。解析を行う水質項目はSS、T-P、T-Nの3つである。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2QB}{gA^2} \frac{\partial H}{\partial t} - \frac{Q^2 B}{gA^3} \left(i + \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{|Q|Q}{K^2} = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 A :流水断面積 (m^2)、 Q :流量 (m^3/sec)、 H :水位 (m)、 B :水路幅、 R :径深 (m)、 K :断面の通水能; $K^2 = \frac{A^2 R^{4/3}}{n^2}$ 、 i :水路勾配、 g :重力加速度 (m^2/sec)、 n :Manningの粗度係数である。流れの計算では、式(1)、(2)を特性曲線法によって計算し、各計算断面における流速 u および水深 h を求め、それを用いて次式の水質方程式を計算する。境界条件として、上流端ではそこに設置してある水位計のデータを、下流端では港に設置してある潮位計のデータをそれぞれ用いた。

河川水中における物質濃度は以下に示す水質方程式を用いて求める。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) - (K_1 + K_3)C + p \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 C :物質濃度 (mg/l)、 u :縦断方向の流速 (m/sec)、 D_x :拡散係数 (m^2/sec)、 K_1 :自浄係数 ($1/sec$)、 K_3 :沈降による除去係数 ($1/sec$)、 p :巻き上げによる負荷割合 ($mg/l/sec$) である。計算は前方差分化して行い、上流端の実測値を境界条件として与えた。

流況に関するパラメーターの設定については、水路勾配 $i = 0.002$ 、Manningの粗度係数 $n = 0.06$ とした。水質にかかわるパラメーターは、寄与率が小さいと考えられる拡散係数 D_x 、自浄係数 K_1 については既存の資料を参考にし、それぞれ $0.1(m^2/sec)$ 、 $10^{-4}(1/sec)$ とした。沈降による除去係数 K_3 と巻き上げによる負荷割合 p は下流端での実測値との比較により修正した値を用いた。また計算の時間差分および距離差分をそれぞれ、 $1.0(sec)$ 、 $10(m)$ とした。

3. 計算結果

図-1 に下流端における各水質濃度の計算値と実測値の経時変化を示す。SS に関してはピークを過ぎた後の濃度が大きく減衰してしまう結果になった。T-P、T-N は濃度の増加期及び減少期においては良好な結果を得られたが、ピーク前後で大きな差が生じた。

図-2 に各地点における各水質濃度の経時変化を示す。ここで 0(m) が上流端である。上流部においてはピークを過ぎた後濃度が急激に減少しているのに対し、下流付近ではピークを迎えた後、一度は減少するが、その後再び上昇又は停滞している。これはピークを迎えるまでは増水による流れが支配的であったのに対し、ピークを過ぎるとその影響も弱まって潮汐による巻き上げが感潮域において卓越してきたことによる。これから潮汐の影響が計算結果にも表れているのが分かる。

図-3 に 3 時間毎の各水質濃度の縦断変化を示す。ここでは 6 時間後に濃度のピークを迎えた。どの水質についてもピークを迎えるまでは上流の方が大きい、ピークを過ぎると下流の方が大きいのが分かる。

4. おわりに

本研究では、一次元不定流モデルにより感潮河川における水質濃度の縦断変化の解析を行い、その変動の再現を行った。今後の課題としては、より正確な変動再現を行うことと、晴天時における解析を行い、より詳細な感潮河川の水質変動を明らかにすることが挙げられる。

参考文献

- 1) 上屋光圀・和泉清：都市河川の感潮域における水質と汚濁堆積物の挙動、水工学論文集、第 35 巻、pp.573-578、1992
- 2) 土木学会：水理公式集、1977
- 3) 佐藤敦久：水環境工学—浮遊物質からみた環境保全—、技報堂、1987

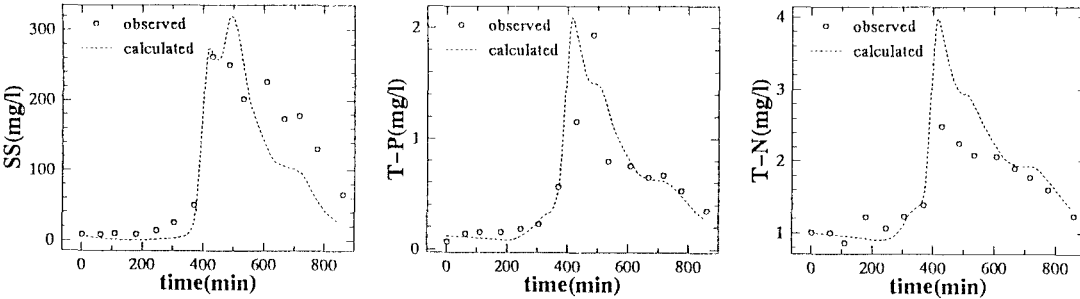


図-1 下流端における水質濃度の実測値と計算値

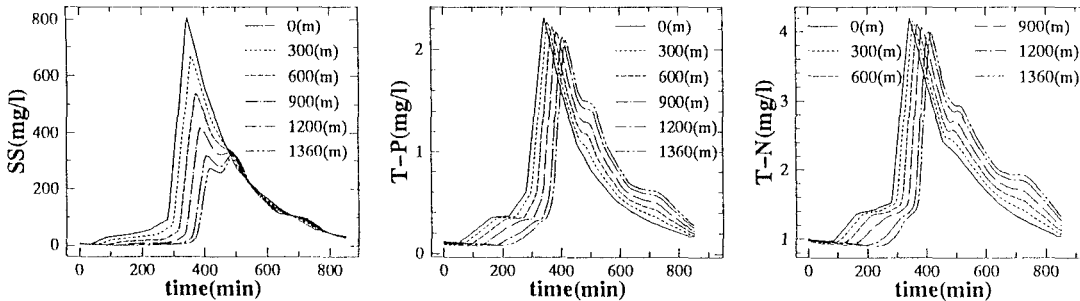


図-2 水質濃度の経時変化

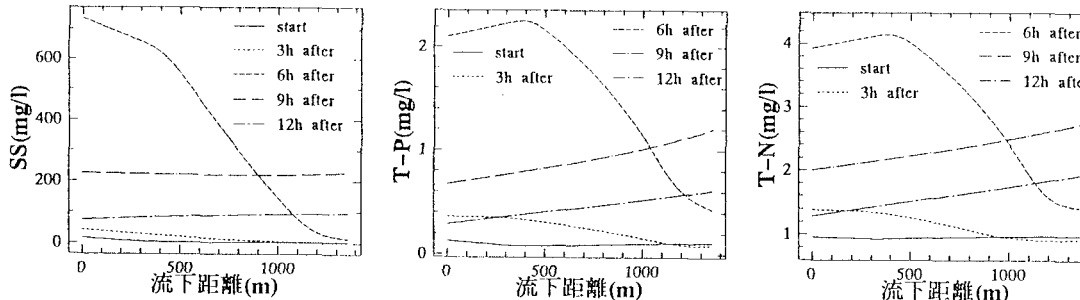


図-3 水質濃度の縦断変化