

永池川をモデルとした水道水源水質監視システムの構築

武蔵工業大学 学生会員 ○吉田 康弘
武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

1. 研究背景

近年、油類や化学物質などが流出することで、魚などたくさんの生き物が死に、水道用水の河川からの取水ができなくなるなどの水質事故が多発しており、神奈川県では、一年間に約 300 件の水質事故が起こっている¹⁾。水質事故が発生すると、水道の断水や農水産業への影響等により、人々の生活に重大な被害を与えてしまうことがあるほか、河川などの水質や生態系に大きな影響を与えてしまう。水質事故が発生した場合、河川の流下状況を予測することが可能になれば、被害を最小限に抑えられると考えた。そのためには、汚染物質の流下過程の広がりを規定する移流拡散係数が、重要と考えられている。また、河川に流入している支川は、生活用水や工業用水が多く流入しており、水質事故に対する影響が大きい。

2. 研究目的

本研究では、モデル河川を相模川の支川である永池川として、電気伝導率を用い、一次元移流拡散計算が行えるシミュレーションソフト、MIKE11 を使用し、解析を行い、計算で予測されたデータと、実際に観測された水質データを比較し、河川の水質モデルを構築する。電気伝導率とは、河川の電流の通しやすさを示すもので、数値が高いほど、汚れていることとなる水質データであり、浄水場等で常に監視されており、時系列連続データとして入手しやすい。

3. モデル河川

本研究のモデル河川である永池川は、全長 5.2km で相模川の河口から 9.0km 地点に合流している河川である。また相模川は、一級河川の中でも、水質事故の件数が多く、平成 19 年度は 57 件もの水質事故があり、神奈川県では第一位である²⁾。本研究では、相模川合流

部から 2.2km 地点の入内島橋付近までを解析対象とした。

4. 解析方法

本研究では、2008 年 9 月 13 日 13:20～2008 年 9 月 15 日 13:30 までの電気伝導率の毎時データを用いて研究・解析を行っていく。表 1 に解析条件を示す。

表 1 MIKE11 解析条件

水質モデル	一次元移流拡散計算
モデル分割区間	0km～2.2km 200m 間隔
計算ステップ	15 秒
断面形状	2008 年の測量値
河床抵抗	マニング粗度係数 $n=0.03$
境界条件 (水質モデル)	上流端： 支川(2.2km)電気伝導率測定値 下流端： 相模川合流部(0.0 km)濃度勾配 0

次に、MIKE11 で解析を行うときに用いられている基礎方程式を挙げる^{3),4)}。

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

$$c = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad \dots (2)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial Q|Q|}{c^2 AR} = 0 \quad \dots (3)$$

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad \dots (4)$$

$$D = aV^b \quad \dots (5)$$

n : マニングの粗度係数 ($m^{-1/3} \cdot s$) , R : 径深 (m) , Q : 流量 (m^3/s) , A : 断面積 (m^2) , a : 分散に関する長さスケ

ール(m), b : 係数, C : 電気伝導率($\mu\text{S/cm}$), D : 拡散係数(m^2/s), q : 横流量(m^3/s), V : 平均流速(m/s), x : 距離(m), t : 時間(s), h : 基準面からの高さ, c : シェジ抵抗係数, R : 径深または抵抗径深, β : 運動量の分布に関する係数

式(5)の b については、流速を依存するために、 $b=1$ とした。また、流量 Q は実測値であるため、誤差も含まれていると考えられるので、以下の式に従い、流量補正係数 α を同定することとした。

$$Q' = \alpha Q \quad \cdots (6)$$

流量補正係数 α と分散に関する長さスケール a を決定するために、相模川との合流部(2.2 km地点)での観測値と計算結果を比較する。観測値と計算値の間に、時間的ずれがある場合は、流量補正 α を変更する。また、分散に関するパラメータ a によりグラフの広がり方を変化させる。計算結果との比較を行うために使用した、永池川の電気伝導率観測値を図1に示す。

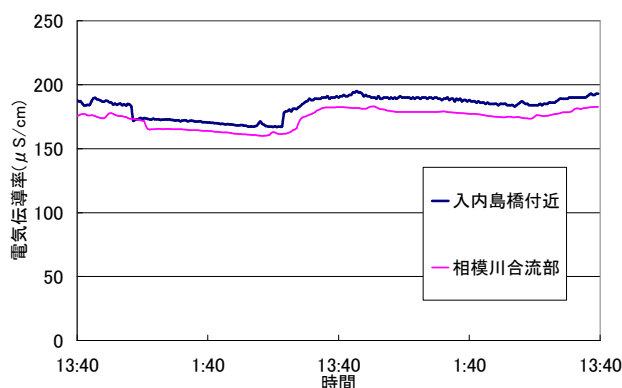


図1 支川(永池川)電気伝導率測定値

4. 解析結果

流量補正係数 α を0.5, 0.8, 1.0, 分散に関する長さスケール a を10mに設定して解析を行った。2008年9月13日13:40~2008年9月15日13:30までを対象とした。図2, 3にMIKE11の解析結果を示した。

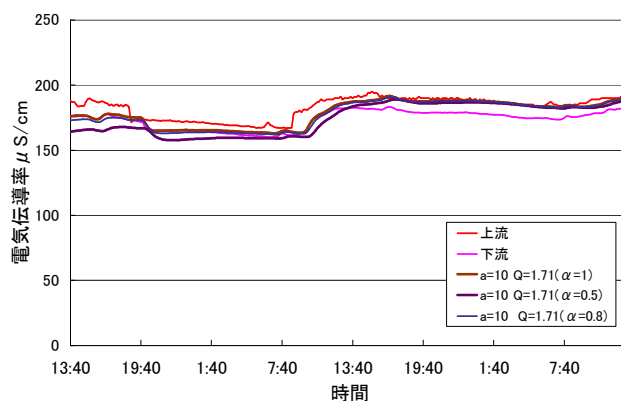


図2 解析結果

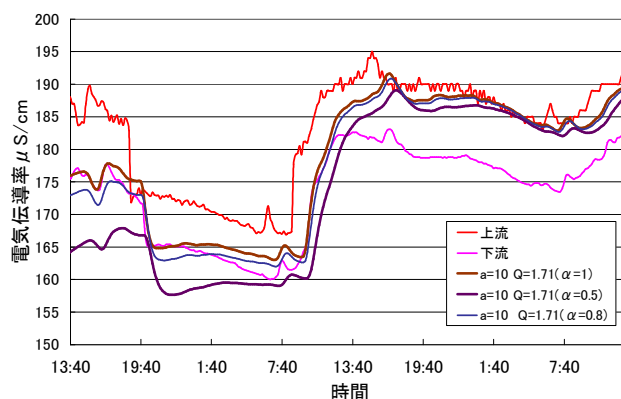


図3 解析結果(拡大図)

5. まとめ

図3より、9月14日12時までの結果では、 $a=10\text{m}$, $\alpha=0.8$ の 때가、最も観測値に似た挙動が示せており、うまくシミュレーションが行えている。しかし、その後は、計算結果と観測値が近い値にならなかった。これは、対象範囲の途中から別の河川が流入している可能性がある。

・参考文献

- 1) 国土交通省地方整備局 京浜河川事務所
<http://www.ktr.mlit.go.jp/keihin/index.htm>
- 2) 神奈川県 ホームページ
http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/taikisuisitu/mizu/jiko/jiko_kasenbetsu19.pdf
- 3) MIKE11 入門チュートリアル 2000年5月
- 4) MIKE11 リファレンスマニュアル 2005年5月