

相模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 ○池田 知起
武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

1. 研究目的及び背景

河川に汚染物質が流入するなどの水質事故が起こった場合、異常事態を素早く察知し、深刻な状況に陥る前に適切に処置をとる必要がある。もし、河川の上流で汚染物質が検出された際に、下流へ流れるまでの流下状況をあらかじめ予測することができれば、被害を未然に防止することや、軽減させることが可能となる。

本研究では、河川水質の指標として用いられている電気伝導率について着目し、一次元不定流拡散計算が行えるシミュレーションソフト、MIKE11 を用いて解析を行う。電気伝導率に着目した理由としては、電気伝導率は浄水場等で常に監視されており、一般的な水質データであるので時系列連続データとして入手しやすいからである。観測された水質データ(電気伝導率)と計算結果を比較することにより、パラメータの決定を行う。また水質事故を想定したシミュレーションを相模川をモデルとして行い、相模川水質モデルの検証を目的とする。また、相模川に流入している支川が水質事故に対する影響が大きいと、モデルに組み込む必要があると考えた。

2. モデル河川

本研究のモデル河川である相模川は、全長 109km、流域面積 1,680km²、相模川は神奈川県を流れる一級河川である。本研究では、相模川の河口から12.0km 地点の相模川大堰までを解析する。

3. 解析方法

本研究では、2006 年 2 月 1 日 1:00～2006 年 3 月 1 日 0:00 までの電気伝導率の毎時データを用いて解析を行っていく。解析に用いられている基礎方程式は以下のとおりである²⁾。

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

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad \dots(2)$$

$$c = \frac{1}{n} R^{1/6} \dots(3)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial Q|Q|}{c^2 AR} = 0 \quad \dots(4)$$

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad \dots(5)$$

$$D = aV^b \quad \dots(6)$$

n : マニングの粗度係数(m^{-1/3}・s)、R : 径深(m)、i : 河川勾配(-)、Q : 流量(m³/s)、A : 断面積(m²)、a : 分散に関する長さスケール(m)、b : 係数 C : 電気伝導率(μ S/cm)、D : 拡散係数(m²/s)、q : 横流量(m³/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 : シェジー抵抗係数、R : 径深または抵抗径深、β : 運動量の分布に関する係数

式(6)の b については、b=1 とした。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。

$$Q' = \alpha Q \quad \dots(7)$$

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、河口から 8.0 km の地点に支川を一つ仮定して作り解析を行った。仮定支川に流量(今回、流量は一定値の 1m³/s を与えた)と電気伝導率 C₁ を与え、寒川(6.8 km)地点での観測値と計算結果を比較した。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 を変更し、電気伝導率の絶対値のずれは、C₁ を変更した。また、パラメータ a によりグラフの広がり方を変化させた。図 1 に解析の概略図を示し、表 1 には

解析条件を示す．また、計算結果との比較を行うために使用した相模大堰、寒川での電気伝導率観測値(毎時)を図2に示す．

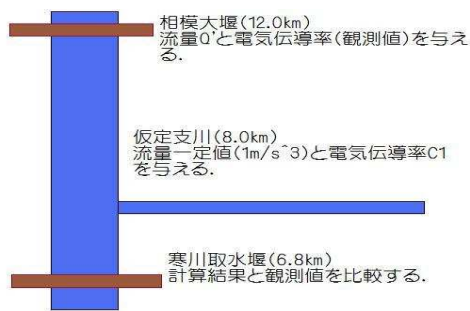


図 1.解析方法概略図

表 1.MIKE11 解析条件

水理モデル	一次元不定流計算
水質モデル	一次元移流拡散計算
モデル分割区間	0km～6.8km 500m 間隔 6.8km～12.0km 200m 間隔
計算ステップ	15 秒
断面形状	2004 年の測量値
河床抵抗	マニング粗度係数 $n=0.03$
境界条件 (水理モデル)	上流端: 相模大堰(12.0km)流量観測値 下流端: 相模川河口(0.0 km)水位観測値
境界条件 (水質モデル)	上流端: 相模大堰(12.0km)電気伝導率 支川(8.0km)電気伝導率 下流端: 相模川河口(0.0 km)濃度勾配 0

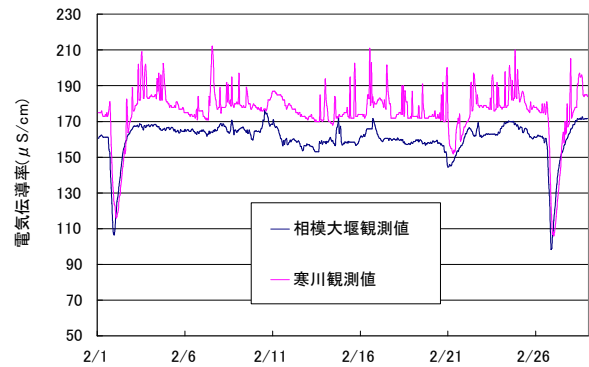


図 2. 寒川・相模大堰観測値の比較

4. 解析結果

解析では仮定支川は電気伝導率 C_1 を $800(\mu S/cm)$ 、流量補正係数 α を 3.0、分散に関する長さスケールを 10.0m、100.0m に設定し、2006 年 2 月 1 日 1:00~2006 年 3 月 1 日 0:00 までを対象として解析を行った．図3に解析結果を示す．

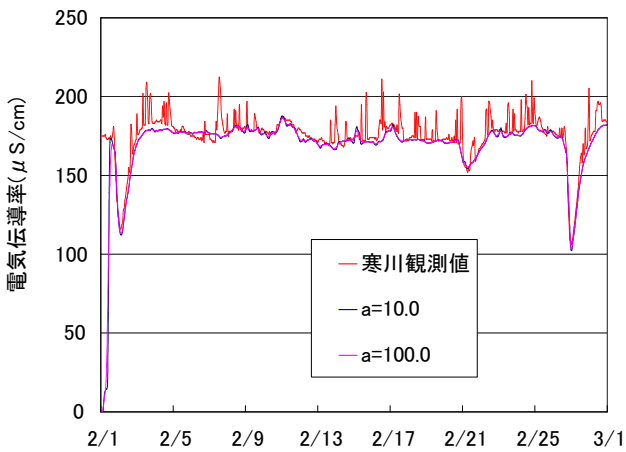


図 3.寒川取水堰における MIKE11 計算結果(2/1～3/1)

図3より、仮定支川を用いたシミュレーションでは、流量補正係数 α は 3.0、分散に関する長さスケール a については、100m に設定したときが、最も観測値に似た挙動が示せている．

5. まとめ

本研究によって、モデル河川である相模川において水質モデルの各パラメータの決定し、シミュレーションを行う事ができた．解析結果から月単位での長期的なシミュレーションでは、ある程度の水質予測をする事が可能であると考えられる．

・参考文献

- 1)宇佐美和也：江戸川をモデルとした水道水源異常水質予測システムの検討、修士学位論文 平成 17 年度
- 2)MIKE11 リファレンスマニュアル 2000 年 5 月