

江戸川を対象とした水道水源異常水質予測モデルの構築

武蔵工業大学 学生会員 ○宇佐美 和也
武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

1.はじめに

水質事故に適切かつ迅速な対応するには、通常と異なる原水の状況をいち早く把握し浄水プロセス系に入る前に適切な処置を講じる必要がある。上流で検出した汚染物質の下流への流下状況を予測することができれば、下流での被害を未然に防止または軽減することができる。また、河川水質モデルを導入により、高濁度時のピークカットに凝集剤使用量や発生汚泥量の低減による環境負荷低減が可能となる。本研究では、江戸川をモデル河川とし、上流における水質変化が下流へ与える影響を予測する水質モデルを構築し、モデル中のパラメータを通常時の水質データから同定する手法について検討した。

2.江戸川予測モデルの概要

江戸川をモデル化するにあたり、対象区間を江戸川本川の 58.5km 地点の西関宿から江戸川水門 9.3km までとした



図 1.対象区間図(km は河口からの距離)

河道の断面形状は、実測値に基づき、500m 間隔隔で設定した。河川水質として濁度および電気伝導度に注目した。使用したデータは平成 14 年 05 月 01 日～12 月 31 日までの一時間間隔で測定したデータである。流量は平均 116m³/s(変動: 34.7 m³/s～1622 m³/s)、であり、江戸川水門の水位は平成 14 年 05/01～12/31 までの野田観測地点の実測データを与えた。

3.伝導率によるモデルの検証

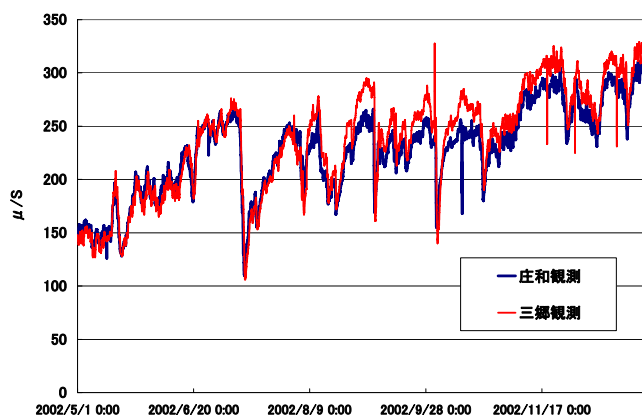


図 4 庄和,三郷での伝導率の時間変化

図 4 に計算に用いた、庄和浄水場取水地点および三郷浄水場取水地点における電気伝導度データを示す。図 5 は、庄和浄水場における濃度変化を境界条件として与え、三郷浄水場における濃度変化を計算した結果を併せて示したものである。

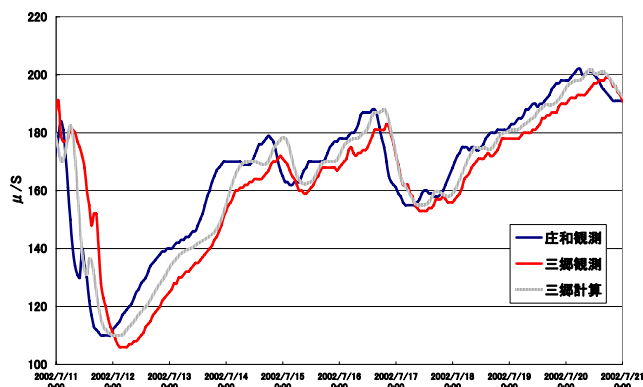


図 5 観測値と解析結果の比較(伝導率)

時間の遅れは再現されているがピーク高さについては、正確は計算がなされていない。モデルの改良のためには、支川排水量や排水パターンに関するデータを充実させるが必要と考えられる。

4.パラメータの同定方法

用いた基礎方程式は、開水路における連続の式((1)式)と 1 次元移流拡散方程式 (式(2)) である。拡散係数(3)式に示すようには平均流速に依存するとした。

キーワード 移流拡散, 江戸川, 水質予測, 同定

連絡先 〒158-8577 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学水圏環境工学研究室 Tel. 03-3703-3111

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

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad \dots (2)$$

$$D = aV^b \quad \dots (3)$$

Q : 流量(m³/s), A : 断面積(m²/s)

C : 濃度, D : 拡散係数(m²/s), a : 係数, b : 係数

V : 平均流速 (m/s), x : 距離(m) , t : 時間(s)

これらの方程式により、濃度変化、到達時間を求めることができる。D : 拡散係数を求めるとき式(3)より係数 a, b は未知数となる。この a, b を決定するために実測値とこのモデル式からの計算結果を比較し、濃度、到達時間が実測値に適合する a, b を見つける。また、断面積 A, 流量 Q は実測値であり、誤差も含まれている。そのためパラメータの同定を行うにあたり校正が必要である。

本研究では、以下の手順によって、これらのパラメータの同定および校正を行った。

- a)b=1 とし a=10, 100 の 2 パターンの計算する
- b) 金町浄水場の伝導率を計算し実測値と比較する
- c) 流量データ Q に α を補正係数とし実測値に適合するように係数を決定する。

$$Q = \alpha Q \quad \dots (4)$$

d)利根運河から流入してくる濃度 Cin を考慮する

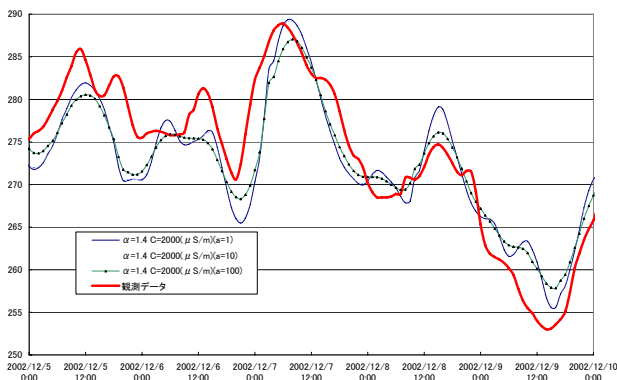


図 2.金町浄水場地点での電気伝導度

図 2 のグラフよりある程度の適合性を見ることができる。流量 Q にあてた α の補正係数により時間変化の補正、利根運河からの流入濃度 Cin 変化による濃度の補正が行うことができた。また、係数 a による拡散係数の同定もできている。しかし、明らかに実測値と一致しない箇所もあり、より精度の高い方法を検討する必要がある。

5.シアン化合物の流下シミュレーション

3.で行った同定結果を元にシアンが上流側で流出したとし、シミュレーションを行った。

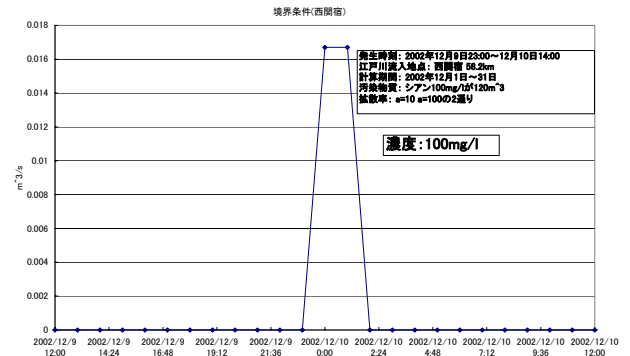


図 3.シアン流入条件

流入条件を以下に示す

発生時刻 : 平成 14 年 12/9 23:00~12/10 14:00

江戸川流入地点 : 西関宿 58.2km

計算期間 : 2002 年 12 月 1 日~31 日

汚染物質 : シアン 100mg/l が 120m³

拡散率 : a=10 a=100 の 2 通り

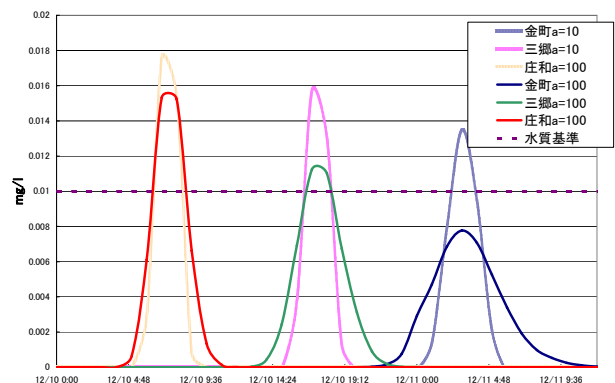


図 4.各地点でのシアン濃度

下流地点になるにつれて、拡散による濃度減少が起っていることが確認できる。図中の破線はシアン化合物の水質基準を示している。下流地点では上流地点と比べ拡散率 a 影響が大きくなっていることが分かる。下流側で濃度を予測するには、さらなる同定の精度が求められる。

6.まとめ

シアンのシミュレーションの結果より下流側になればなるほどパラメータの同定の精度が高くなければ大きな誤差になってしまう。今回、パラメータの同定方法は主に電気伝導率に注目し、拡散指数 a, 流量 Q の補正係数 α, 江戸川の主な支流の利根運河から流入する電気伝導度 Cin の値を任意に決め、実測値と計算値をグラフから目測で一致させる方法であった。このため、更なる精度向上のため論理的、数学的手法が必要である。