

Ⅱ－67 ニューラルネットワークによる小川原湖への塩水侵入予測について

○八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生員 小野寺裕
八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 正会員 杉田尚男
八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 正会員 藤原広和

1. はじめに

小川原湖は古くから社会・経済活動・漁業生産活動の場として多目的に使用され、地域住民にも親しまれてきた湖である。また汽水性、広塩性、淡水性のいずれの生物も生息できる重要な湖である。この湖における自然と人間とが共存するために自然環境の把握と環境創造の技術手法が重要であるが、自然環境の把握に必要な塩水侵入を実際に観測するのは困難である。さらに従来の評価モデルでは、地形や気象等の影響の定量化に際して関連している要因が多く、また、データ収集や解析、各種パラメータの設定のために多くの時間を要する等問題¹⁾がある。本研究は河口と小川原湖の水位の変化が塩分流入量に関係している点に着目し、河口と小川原湖の水位から、重回帰分析とニューラルネットワークにより塩分流入量を予測し適用可能性を検証するものである。

2. 解析方法

(1)重回帰分析

説明変数が2つ以上ある時の回帰分析を重回帰分析といい、説明変数に基づいて目的変数を予測するのが目的。小川原湖水位と高瀬川河口水位のデータから重回帰分析を用いて高瀬川水位、高瀬川流速、高瀬川塩分濃度を求め、(1)～(3)式により通過塩分量を求める段階予測手法を適用する。

$$A = 9.44h^2 + 72.26h + 153.92 \quad \dots (1)$$

$$Q = A \cdot (-V) \quad \dots (2)$$

$$C = Q \cdot S \cdot (60 \times 60) \quad \dots (3)$$

ここに A : 断面積²⁾ (m^2)、 h : 予測高瀬川水位 (m)、 Q : 流量 (m^3/s)、 V : 予測流速 (m/s)、 C : 予測通過塩分量 (kg/hr)、 S : 予測塩分濃度 ($\% = kg/m^3$) である。

(2)ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークとは、人間の脳の情報処理様式を模したシステムである。階層型ニューラルネットワークは多入力・1出力のニューロンを一つのユニットとして層状に接続され、入力層から出力層まで一方向にのみ情報が伝達される。また、学習アルゴリズムには誤差逆伝播法（B P法）を用いた。B P法は入力データに対する教師データの出力の指定値とネットワーク出力との誤差を解消する方向に重みを修正するシステムである。入力層ユニットとして相関係数が高い水位履歴24時間の小川原湖水位と高瀬川河口水位から抽出したデータを、出力層ユニットの教師データとして高瀬川水位、高瀬川流速、高瀬川塩分濃度を与え、個々の予測値を出した後に段階予測手法により通過塩分量を求める。

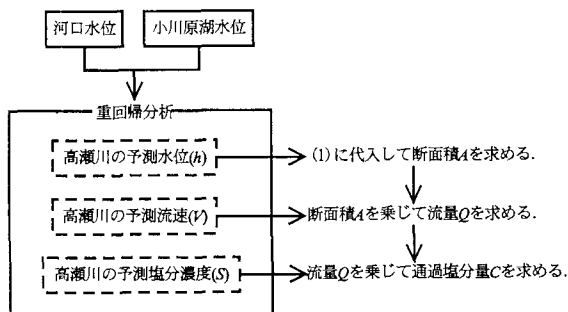


図-1 段階予測手法

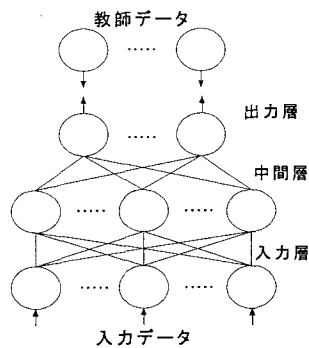


図-2 ニューラルネットワーク

3. 予測結果

河口水位と小川原湖水位、および塩分流入量のデータは、高瀬川河口より上流側5.2kmに位置する高瀬川観測所にて観測されたデータを用いた。重回帰分析およびニューラルネットワークによる通過塩分量の観測値と予測値の比較を図-3～6に、重相関係数、決定係数および相関係数を表-1に示す。

重回帰分析では塩分流入量の変動を捉えているものの、ピーク値に対して過小評価が、変動の小さい箇所では過大評価されている。ニューラルネットワークは、重回帰分析より相関係数が若干低いが、変動の小さい箇所での

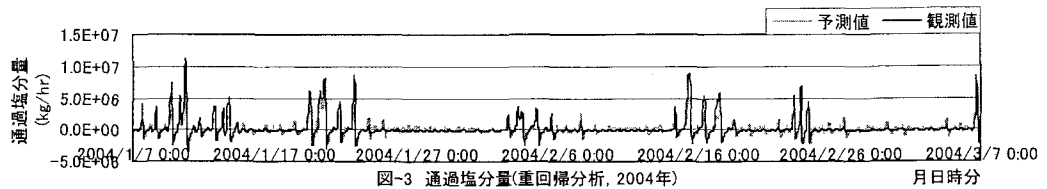


図-3 通過塩分量(重回帰分析, 2004年)

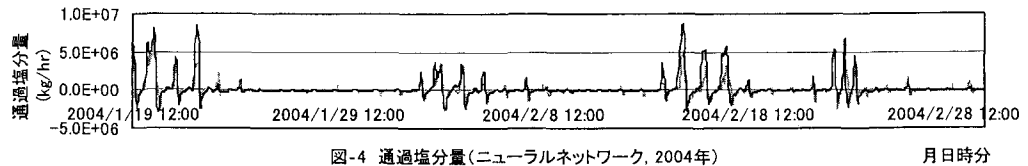


図-4 通過塩分量(ニューラルネットワーク, 2004年)

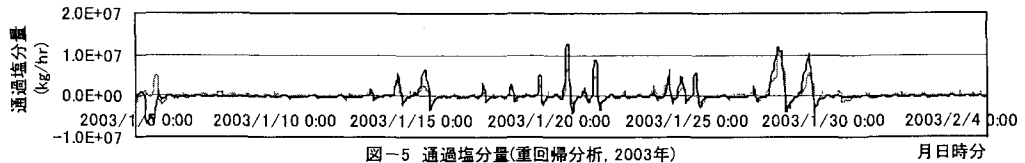


図-5 通過塩分量(重回帰分析, 2003年)

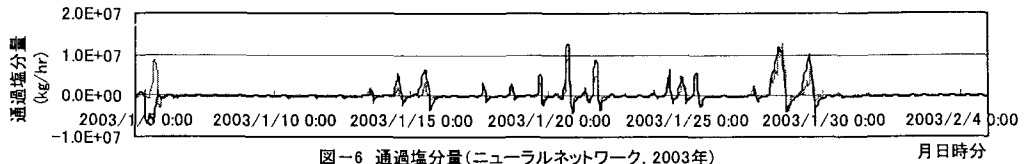


図-6 通過塩分量(ニューラルネットワーク, 2003年)

過大評価が少なく、変動はより正確に捉えられている。誤差の原因として、小川原湖・高瀬川河口水位以外に影響するファクターの存在や、季節変動などによる影響が考えられる。

重回帰分析では、塩分濃度の重相関係数が高瀬川水位および流速より低くなる傾向にある。原因として、ニューラルネットワークは非線形の写像を容易に表すことが可能であるのに対し、重回帰分析では非線形性を表現できないことが考えられ、水位データを重回帰分析に適した形に変換する必要がある。通過塩分量の相関係数は高瀬川水位および流速の重相関係数と比較すると低くなっているが、塩分濃度の予測精度を上げることで通過塩分量の相関係数の上昇が期待できる。

また、2003年の高瀬川流速の相関が2004年と比較して低くなっている。これは雨や雪等の天候、あるいは潮の干満等による河川流量への影響がより顕著に表れたためと考えられる。

4. おわりに

本研究により重回帰分析、ニューラルネットワークともに河口と小川原湖の水位のみから冬季における塩分流入の変動を捉えることが可能であった。今後の課題として、重回帰分析を用いて塩分濃度を求める際に非線形性を考慮する方法の考案、ニューラルネットワークにおける入力データの抽出方法の検討が挙げられる。また、これらの手法を適用し、季節変動を考慮した塩分流入の年間予測への適用可能性を検証する必要がある。

最後に、本研究は科学研究費補助金(課題番号 14550517)による研究の一部であることを付記する。

【参考文献】

- 1) 長尾正之, 西部隆宏, 石川忠晴, 山浦勝明, 小川原湖への塩分侵入現象の確率統計的考察, 水工学論文集, 第40巻, pp.583-588, 1996
- 2) 西田修三, 中辻啓二, 緩混合河川における流量と塩分輸送量の算定, 水工学論文集, 第43巻, 1999

表-1 重相関係数, 決定係数および相関係数

対象	2004年			2003年		
	重回帰分析		NN	重回帰分析		NN
	重相関係数	決定係数		重相関係数	決定係数	
高瀬川水位	0.96273	0.92685	0.89982	0.92000	0.84639	0.90014
高瀬川流速	0.92550	0.85656	0.89956	0.81756	0.66841	0.82802
塩分濃度	0.82609	0.68243	0.89276	0.85628	0.73322	0.95644
通過塩分量	0.86980	—	0.86358	0.78565	—	0.74528
累加塩分量	0.97625	—	0.85855	0.98592	—	0.97575

※注 通過塩分量と累加塩分量の場合、重相関係数の欄には相関係数が記入してあります。