

Ⅱ－43

AL手法による小川原湖への塩水侵入について

○八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生員 新岡 司
 八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生員 本宮秀美
 八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生員 平脇勝紀
 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漁業及び農業用水として利用され、地域住民には欠かせない水資源としての役割を担っている。この湖における自然環境の把握と環境創造の技術手法は、地域住民と自然とのより良い共存を実現するために重要である。小川原湖のような汽水湖の環境は、塩水侵入とそれに伴う塩分環境の微妙なバランスの上に成り立っているが、塩水侵入の観測を実際に行うのは困難である。さらに従来の評価モデルを扱う場合、気象や地形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に多大な時間を要する等問題がある¹⁾。本研究は河口と小川原湖の水位の変化が塩分流出入量に関係している点に着目し、単純に河口と小川原湖の水位の変化から、AL手法により塩分流出入量を予測し適用の可能性を検証するものである。

2. AL手法

(1) ファジィ推論

ファジィ推論は IF-THEN 形式の条件付き命題にファジィ概念を取り入れ、帰納的に解を求める手法である。例として x, y を入力値とし推論結果を z で返す。 R_i : IF x is A_i and y is B_i THEN z is C_i というファジィルールの値の合計から重心を算出し、推論結果 z_0 とする。後件部のファジィ集合の和集合の面積の重心を求め、その重心を推論結果とする MIN-MAX 合成重心法を用いた（図-1 参照）

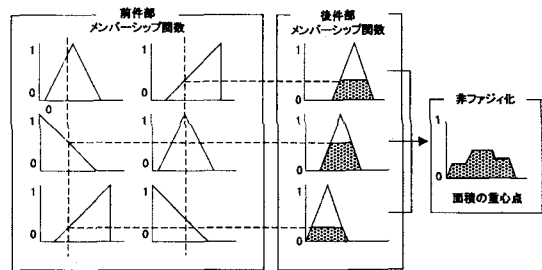


図-1 MIN-MAX 合成重心法

(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、人間の神経細胞の人工的モデルであるニューロンユニットをネットワーク状に接続し、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多数のユニットが層状にグループ化され、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、今回は学習アルゴリズムに誤差逆伝播法（BP法）を用いた。BP法は教師データと出力信号の二乗誤差が最小になるように最急降下法を用いて出力—中間層、中間—入力層間の結合係数およびしきい値を順次修正するシステムである。（図-2 参照）

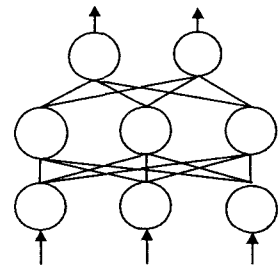


図-2 ニューラルネットワーク

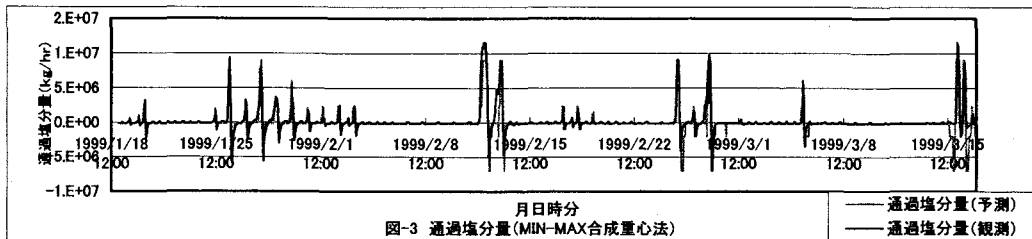
3. 塩分流出入量の予測に用いたデータ

河口水位と小川原湖水位、および通過塩分量のデータは、1999年の藤原らによる研究²⁾によって得られているものを使用した。ファジィ推論に用いたデータは、河口と小川原湖の水位差 Hs および小川原湖水位の現時刻と12時

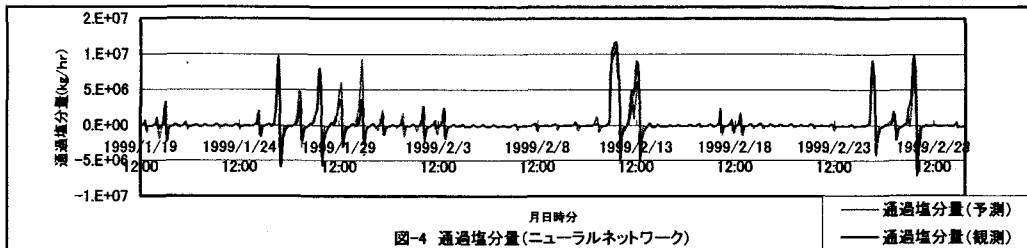
間前との差 H_m の2つとする。水位差 H_s は、符号が正の場合は塩分が流入し、負の場合は塩分が流出している。小川原湖水位差 H_m は、符号が正の場合は小川原湖水位の上昇を、負の場合は小川原湖水位の下降を示す。ニューラルネットワークでは、相関係数が高い水位履歴24時間の小川原湖水位と高瀬川河口水位のデータを用いた。まず、入力層ユニットとして小川原湖水位と高瀬川河口水位、出力層ユニットの教師データとして塩分濃度・高瀬川流速・高瀬川水位を与え、個々の予測値を出した後に通過塩分量を求めた。

4. 推測結果

MIN-MAX 合成重心法による通過塩分量の観測値と予測値の比較を図-3に示す。通過塩分量の観測値と予測値の相関係数は約0.77である。3月後半に通過塩分量の流出が過大評価された。また、変動の小さなところでノイズとして現われた。これらの要因としては、小川原湖と河口水位以外に影響を与えるファクターの存在、塩分流入の季節変動によるルール、メンバーシップ関数の相違が挙げられる。



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-4に示す。通過塩分量の観測値と予測値の相関係数は約0.91である。塩分流入量の変動をよく捉えている。過大評価、過小評価は見られるが、傾向をつかむことには成功している。誤差の要因としては影響を与える他のファクターが存在することが挙げられる。



ファジィ推論による予測は、解析に要する時間が短いが予測結果の精度は低く、ニューラルネットワークによる予測は、学習に多大な時間を要するが予測結果の精度は高いと言える。

5. おわりに

ファジィ推論、ニューラルネットワークともに河口と小川原湖の水位から塩分流入の変動をほぼ捉えることができた。今後の課題として、ファジィ推論における精度向上のためにルールおよびメンバーシップ関数の検討、ニューラルネットワーク手法においては、計算時間の短縮が挙げられる。また、年間データ等についてこれらの手法を適用し、季節変動のある小川原湖への塩分流入²⁾について適用可能性を検証する必要がある。

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) 藤原広和, 梶沢正樹, 石川忠晴, 西田修三, 沢本正樹, 西塚純一, 小川原湖の塩分鉛直分布と河口水位変動に関する現地観測, 海岸工学論文集, 第46巻, pp.416-420, 1999