

汽水湖における水質データの時系列解析

鳥取大学工学部	正会員	松原 雄平
鳥取大学工学部	フェロー	野田 英明
公成建設 (株)	正会員	○松原 英樹
西松建設 (株)	正会員	西田 秀紀

1. はじめに

我が国の多くの閉鎖性水域では上流域ならびに周辺地域からの流入水の富栄養化が進み、赤潮やアオコの発生が報告されている。このため各種の現地調査や水質予測が試みられているが、物理、化学的現象に生物学的現象が複合し、多くの課題が残されている。本研究では、赤潮発生の直接的な指標とされるクロロフィル-a 量を精度良く予測するためにニューラルネットワークを導入し、その適用性を検討したものである。対象水域は宍道湖・中海とし、観測された 4 種の水質指標ならびに気象因子からクロロフィル-a 量の推定ならびに将来予測を行い実測値との比較検証を行ったものである。

2. 解析方法

(1) 重回帰分析ならびにニューラルネットワークによる水質予測の概要：図-1 は、解析に用いた水質データの時系列記録例で、1997 年 3 月 15 日から 3 月 19 日までを解析および学習期間とし、3 月 20 日から 3 月 22 日までのクロロフィル-a 量の予測期間とした。重回帰分析による推定では、要因選択基準によって最適回帰式を求める方法によった。一方、ニューラルネットワークによる推定は、『教師あり学習』を利用した階層型モデルを用いて中間層を 1 層とする 3 層型ネットワークによってクロロフィル量の予測を試みた。

(2) 現地観測データ：建設省中国地方建設局出雲工事事務所によって宍道湖・中海で観測されたデータを使用した。観測は、宍道湖・中海の

湖心部の水深約 1 m、3 m および 5 m の 3 層で測定された水温、溶存酸素、塩分濃度ならびにクロロフィル-a の各量である。1995 年 1 月から 1998 年 8 月までのデータから欠測が無く、クロロフィル-a 量の急増

(ここでは、 $100 \mu\text{g/l}$ を越えるとき) を含む期間を抽出し解析用のデータとした。説明変数には、水温、溶存酸素、塩分濃度の各水質項目に、気象 (気温、気圧、雨、風、日照) の 5 因子を加えて解析した。

3. 結果と考察 重回帰分析による推定結果 クロロフィル-a 量を目的変数とした重回帰分析の推定結果を図-2 に示す。これより、クロロフィル-a 量の増大時期は捉えられていることがわかるが、増殖量に関しては実測値の約半分程度の予測精度である。また実測値では増殖の後急速に低減しているが、推定結果には不規則な増減が見られ実測値と異なっている。

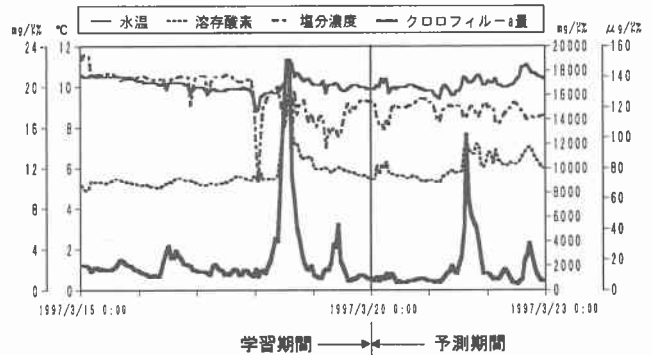


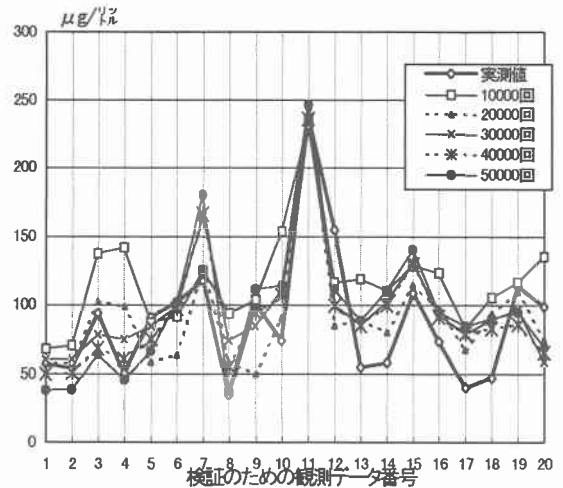
図-1 解析に用いたデータの内容



図-2 重回帰分析による推定結果

○ニューラルネットワークによる推定結果

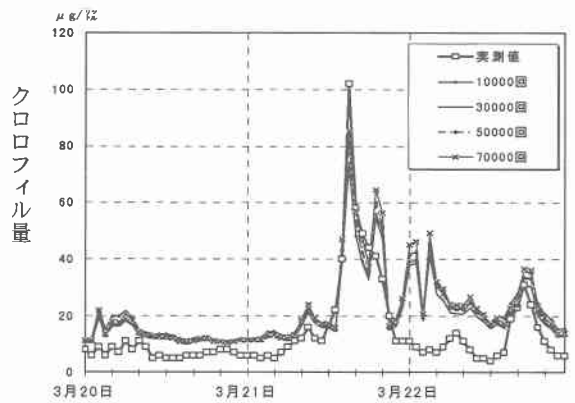
図一3は、ニューラルネットワークに任意時刻の水質ならびに気象データとクロロフィル-a 量との関係を学習させた後、無作為に抽出した未学習の水質ならびに気象データでクロロフィル-a 量を予測させ測定結果と比較検証したものである。これよりニューラルネットワークは、ほぼ全般的にクロロフィル-a 量の変化を推定していることがわかる。番号 11 のクロロフィル-a 量の急増もほぼ一致している。学習回数をみると 10000 回では不十分であるが、50000 回ではむしろ過学習の傾向がみられ、20000 回～30000 回が適当であるといえる。



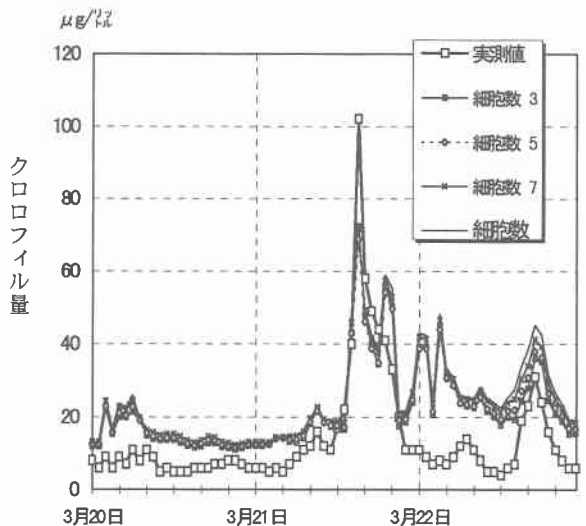
図一3 学習回数の比較(気象データあり 細胞数 5)

○ニューラルネットワークによる時系列予測

時系列予測では、入力データとして中海で観測された 1997 年 3 月 15 日から 3 月 22 日のデータ 192 個を用意し、この内、最初から 120 番目までの連続したデータを学習用データとした。この 120 個のデータを 10 個毎のデータに分割しさらに、時刻をずらしたデータを作成し、ネットワークに入力し教師データとし時系列パターンの学習を行った。重複させたデータで学習させた後残りの 72 個を推定させた。図一4は入力細胞数3、中間層細胞数3、出力細胞数1に固定したネットワークによる学習回数の差による推定結果を調べたものである。これより 3 月 21 日 12 時から 18 時までのクロロフィル-a の急増については、どの学習回数においても、予測値と実測値は良好な一致を見せている。しかし、その後、3 月 21 日 18 時から 3 月 22 日 6 時にかけて実測値にはない変動を推定している。また、学習回数による変化はあまり見られない。図一5は、ニューラルネットワークの構造(中間層細胞数)を変えた時の推定結果を示したものである。3 月 21 日の急変については、開始点もよく捉えているが、予測値はやや小さく現れている。また前出の結果と同様に 3 月 21 日 18 時以後は過大に予測している。



図一4 時系列推定と学習回数の関係



図一5 時系列推定とネットワーク構造の関係

3. おわりに:閉鎖性水域での水質予測にニューラルネットワークの適用性が明らかになった。今後、水質指標あるいは気象因子を増やして予測精度の向上を図る必要がある。現地データに関しては、建設省中国地方建設局出雲工事事務所のご厚意を得た。記して謝意を表する。