

重回帰分析を用いた伊勢湾の水質統計解析に関する一考察

名古屋大学大学院工学研究科 正会員 川崎 浩司
 名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 大久保陽介
 名古屋大学工学部 学生会員 ○宇都宮健志

1. はじめに

外海との海水交換性が悪い半閉鎖性内湾のひとつである伊勢湾は、植物プランクトンの異常増殖による赤潮、夏季における底層の大規模な貧酸素水塊の湧昇による苦潮などの水環境問題を抱えている。これら諸問題を解決するためには、伊勢湾の現況を把握するとともに、水環境に大きな影響を及ぼす因子について議論する必要がある。これまで伊勢湾の水質構造の季節変動特性が議論されており（例えば、川崎ら(2006)）、伊勢湾の海況・水質構造についてはある程度解明されつつある。しかしながら、水環境に及ぼす影響因子間の因果関係については未だ未解明なところを残している。そこで、本研究では、赤潮、苦潮に関連性の高いクロロフィル a (chl-a) と溶存酸素量 (DO) を対象に、多変量解析のひとつである重回帰分析を行い、表層 chl-a と底層 DO に及ぼす他の影響因子との関係について検討する。

2. 重回帰分析と観測データの概要

重回帰分析とは、目的変数 y を、 p 個の説明変数 x_1, x_2, \dots, x_p の 1 次式 (重回帰式) で表すことにより、目的変数に対して説明変数の変動がどの程度関連しているのかを調べる手法である。本研究では、表層の chl-a、底層の DO に対して重回帰分析を行った。

重回帰分析には、三重県科学技術振興センターが 1972 年 4 月から現在に至るまで長期的に観測を行っている、浅海定線調査のデータを使用した。観測は、原則、毎月上旬に 1 回、図-1 の 20 箇所の観測点で行われている。1972 年 4 月～2005 年 12 月の期間における全 20 箇所の観測点の測定値を月別に平均したデータを用いて重回帰分析を行い、全季節における伊勢湾全域に対する (標準) 偏回帰係数を求めた。

算定された重回帰式が目的変数の特徴を良好に表現するためには、重回帰分析を行う際、多くの変数の中から必要最小限の説明変数を選ぶことが重要となる。本研究では、表層 chl-a に対する説明変数として、水温、塩分、化学的酸素要求量 (COD)、溶存無機態窒素 (DIN)、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) を採用し、底層 DO に対しては、水温、底層と表層の密度差 ($d\sigma_t = \sigma_b - \sigma_s$)、塩分、DIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を用いた。

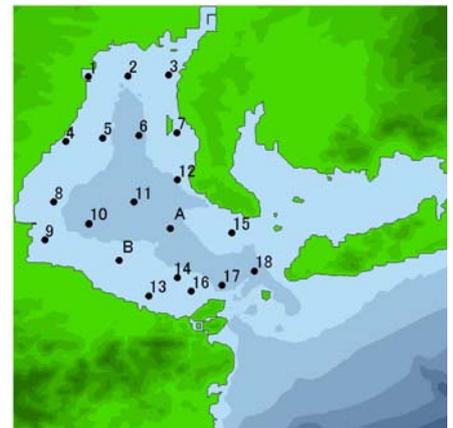


図-1 三重県科学技術振興センターによる浅海定線調査の観測点

3. 重回帰分析の結果および考察

表-1 に、表層 chl-a と底層 DO に対する重回帰分析の解析結果を示す。表層 chl-a、底層 DO に対する重相関係数はそれぞれ 0.892、0.967 であり、観測結果を精度良く表しているといえる。同表より、COD の標準偏回帰係数が 0.807 と大きく、COD の変動は chl-a の変動に関連性が高いことがわかる。また、水温、塩分が低く、COD や $\text{PO}_4\text{-P}$ が高いと、表層 chl-a

表-1 重回帰分析の解析結果

	表層 chl-a		底層 DO	
	偏回帰係数	標準偏回帰係数	偏回帰係数	標準偏回帰係数
水温	-0.247	-0.425	-0.194	-0.429
塩分	-0.305	-0.309	-0.199	-0.0593
$d\sigma_t$	*	*	-0.212	-0.316
COD	6.242	0.807	*	*
DIN	-6.242	-0.108	-8.629	-0.142
$\text{PO}_4\text{-P}$	328.27	0.317	-91.76	-0.315
定数項	8.319	*	17.68	*
重相関係数	0.892		0.967	

は高くなる傾向にある。これより、栄養塩が多い淡水の河川水が chl-a に強く関係していると考えられる。一方、底層の DO に関しては、水温、密度差、PO₄-P とやや強い負の関係が認められる。すなわち、DO 値が小さい貧酸素状態では、水温および表底層の密度差が大きく、PO₄-P も多いということがいえる。

つぎに、平均的な観測データを用いた重回帰分析の解析結果が、特定の期間、場所において再現可能かどうかを調べるために、表-1 に示す偏重回帰係数を用いた重回帰式による算定値と観測値を比較をした。比較対象期間は 1997 年 1 月～2001 年 12 月とし、観測点は、湾奥部の st.2、湾中部の st.11、湾口部の st.18 とした。図-2、図-3 に、それぞれ表層 chl-a と底層 DO に対する観測値と重回帰式による算定値を示す。なお、st.2、st.11、st.18 における chl-a の実測値と算定値の相関係数はそれぞれ 0.856、0.528、0.346 で、DO の実測値と算定値との相関係数はそれぞれ 0.886、0.850、0.833 であった。図-2 をみると、表層 chl-a は主に夏季に急激に増大していることがわかる。特に、河川の影響が大きい湾奥部では、湾中部に比べて、全体的に chl-a 値が大きい。なお、急増する chl-a に対する算定値は再現性があまり良くないため、今後の検討課題である。一方、図-3 に示す底層 DO の時系列変化より、DO 値は、伊勢湾全域において、夏季に低く、冬季に高くなっている。また、夏季の湾奥部、湾中部では、魚介類が生息できる必要溶存酸素量 3mg/l を下回っており、貧酸素化していることがわかる。しかし、湾口部では、夏季においても DO はほぼ 3mg/l 以上である。これは、外洋水の流入により、底層に酸素が供給されているためであると考えられる。また、図-3 より、重回帰式による DO の算定値は観測値を精度良く再現しているといえる。

4. 結論

本研究では、表層 chl-a と底層 DO に対して重回帰分析を行い、その経年変化について検討するとともに、重回帰分析の有用性を確認した。今後は、重回帰分析以外の多変量解析を行い、伊勢湾の水質構造のメカニズムを定性的・定量的に解明するつもりである。

謝辞

三重県科学技術振興センターから、貴重な観測データを提供頂いた。ここに謝意を表する。

参考文献

川崎ら(2006)：長期現地観測データに基づく伊勢湾の密度・水質構造の季節変動特性，海岸工学論文集，第 53 巻，pp.946-950.

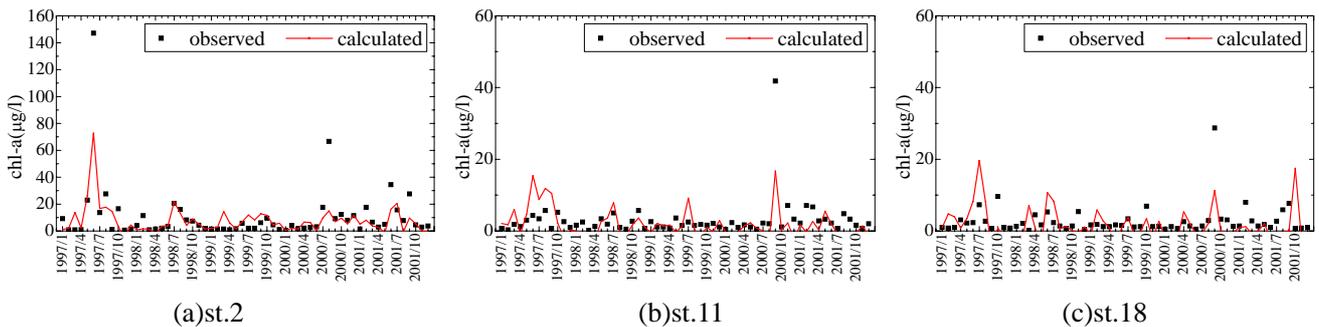


図-2 表層 chl-a の経年変化

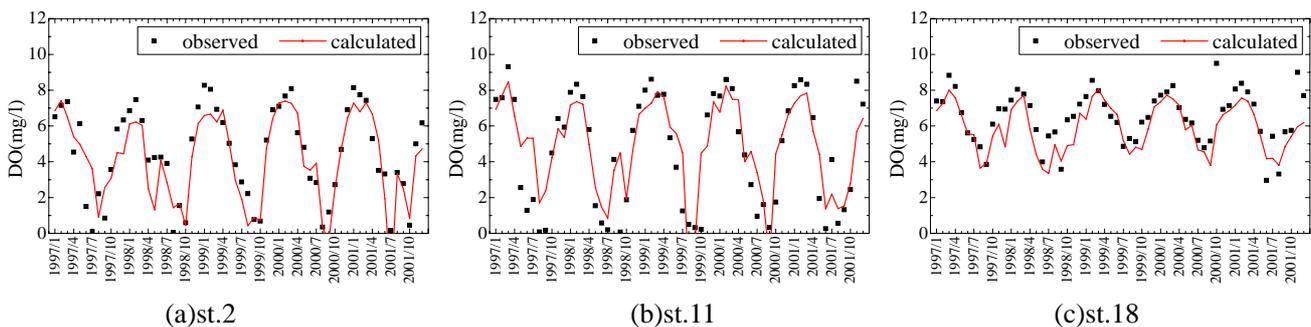


図-3 底層 DO の経年変化