

Ⅱ-17 統計的手法による珪藻赤潮の短期発生予測

松田建築設計事務所 正会員 ○松田 和広
徳島大学工学部 正会員 中野 晋
徳島大学大学院 学生員 宇野 宏司

1. はじめに

赤潮は、1960年代に入って養殖業に転換が進められつつあった最中に多発し、漁業被害を与えるようになり問題視されるようになった。1972年(昭和47年)に播磨灘で発生した赤潮は、養殖ハマチ1400万尾を斃死させ、史上最高額の71億円の被害を及ぼした。赤潮が発生してからでは対処できないため、事前に発生を予測することが望まれる。そこで本研究ではニューラルネットワーク(以下NN)・重回帰分析の2つの統計的手法を用いて、播磨灘南部海域を対象とした珪藻赤潮の短期発生予測を実施した。

2. 予測方法

赤潮発生要因として、海況要素と気象要素を考える。またプランクトン数の増減傾向も考慮するため、珪藻類と渦鞭毛藻類の細胞数も要素に取り入れる。海況要素には徳島水産試験場のデータを使用し、DIN($\mu\text{g-at/l}$)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g-at/l}$)、NP比、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ($\mu\text{g/l}$)、水温($^{\circ}\text{C}$)、塩分濃度(‰)、酸素飽和度を、気象要素には高松気象台のデータを使用し、日降水量(mm)、平均風速(m/s)、平均気温($^{\circ}\text{C}$)、日照時間(h)、東西風速(m/s)、南北風速(m/s)を用いる。尚、海況要素が3日または4日おきのデータなので、この2つのデータを同等に扱うため、3日、4日を0.5Weekとし、0.5Wと記す。同様に7日、8日を1.0W、10日、11日を1.5Wとする。

1)1990年(平成2年)、91年、92年の3年分のデータより相関解析を行い、0.5W後珪藻類細胞数と相関の高い要素を5つ選択する。

2)同様に3年分のデータより感度解析を行い、0.5W後珪藻類細胞数と感度の強い要素を5つ選択する。

3)相関、感度解析の結果より、1990年、91年のデータからNN、重回帰式を構築し、92年の珪藻類細胞数を予測する。

4)一定数以上の珪藻類細胞数のときに赤潮が発生すると仮定し、赤潮の発生を予測する。

3. 相関解析

ここでは0.5W後の珪藻類細胞数と各要素との相関を解析する。

表-1 0.5W後珪藻類細胞数と各要素の相関係数

	DIN	$\text{PO}_4\text{-P}$	N/P比	$\text{SiO}_2\text{-Si}$	水温	塩分濃度	酸素飽和度	珪藻類	渦鞭毛藻類
当日	0.231	0.016	0.236	-0.266	0.16	-0.149	-0.062	0.457	0.089
0.5W	0.074	0.093	0.097	-0.14	0.25	0.011	-0.125	0.191	0.123
1.0W	0.119	0.227	-0.233	-0.036	0.139	0.026	-0.062	-0.027	-0.059
1.5W	0.171	0.312	-0.058	0.119	0.027	-0.119	-0.079	0.011	0.035

	平均風速	平均気温	日照時間	東西風速	南北風速	日降水量
当日	0.135	0.063	-0.134	-0.113	-0.154	-0.108
3日	0.027	0.015	-0.057	-0.207	-0.22	0.005
7日	-0.242	-0.143	-0.084	-0.148	-0.242	0.195
10日	-0.233	-0.043	-0.03	-0.07	-0.322	0.152

表の見方：1.5WDINは、ある基準日の10日前(11日前)のDINを表す。7日平均風速は、ある基準日の前7日間の平均風速を表す。当日珪藻類は、ある基準日当日の珪藻類数を表す。このように海況要素、プランクトン数は過去の数値をそのまま扱うが、日降水量、日照時間は累積量で考える。他の気象要素は平均量で考える。表中の太字斜体が相関の高い上位5つである。

4. 感度解析

感度解析とは、ある説明変数だけを変化させたときの目的関数の変化を解析する手法である。本研究では目的関数を0.5W後珪藻類細胞数、説明変数を各要素とする。

表－2 0.5W 後珪藻類細胞数と各要素の感度

	DIN	PO ₄ -P	N/P比	SiO ₂ -Si	水温	塩分濃度	酸素飽和度	珪藻類	渦鞭毛藻類
当日	2.66	5.61	5.43	16.95	1066.37	15.62	2.17	1054.57	37.45
0.5W	6.99	1.53	2.83	7.45	23.7	1006.51	8.99	654.88	4.39
1.0W	1.55	7.53	1.99	44.18	24.13	5.26	13.58	170.06	608.56
1.5W	1.61	3.06	2.77	60.57	53.86	115.08	6.45	18.06	12.75

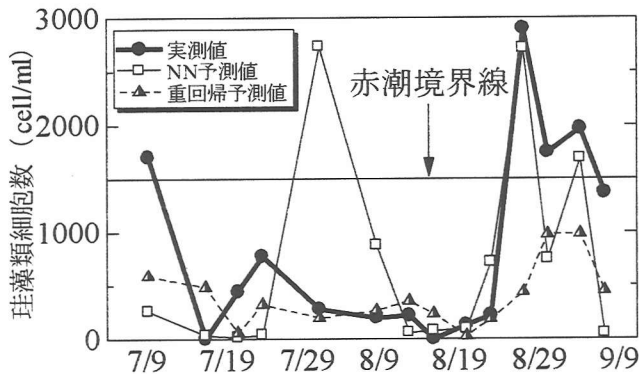
	平均風速	平均気温	日照時間	東西風速	南北風速	日降水量
当日	197.47	337	21.21	7.16	60.13	15.7
3日	4.05	159.09	5.57	6.74	28.56	8.36
7日	1157.2	4.09	6.82	2	4.39	174.91
10日	183.41	162.82	37.05	3.87	143.67	21.83

表の見方：感度の大きさを表す指標として、目的関数の(最大値／最小値)を用いた。表中の太字斜体が感度の大きい上位5つである。尚、同一要素から2つ以上は選択しないものとする。

5. 珪藻赤潮発生予測

相関解析、感度解析の上位5つの要素を用いて、それぞれについてNN、重回帰分析で90、91年のデータを学習させ、92年の珪藻類細胞数を予測する。NNの学習回数は10000回とする。珪藻赤潮が発生するときは、少なくとも珪藻類細胞数が数千 cell/ml 以上である。しかし過去の赤潮の記録より、900cell/ml で発生していることもある。これらを考慮して、本研究では実測値が1500cell/ml 以上のときに赤潮が発生すると仮定し、そのときに予測値も1500cell/ml を超えていれば予測成功とし、それ未満ならば予測失敗とする。

i) 相関解析結果



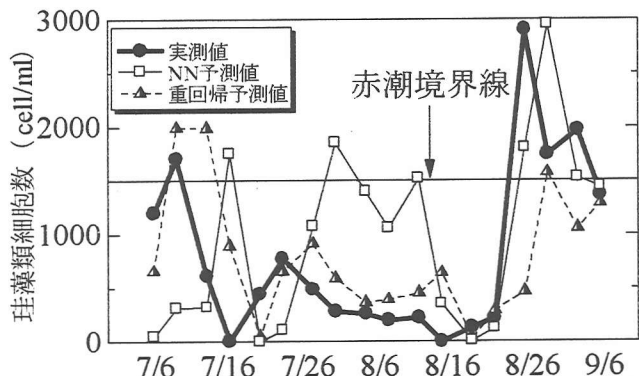
図－1 相関解析結果からの珪藻類細胞数予測

表－3 珪藻赤潮予測判定(相関解析)

1992年	NN予測	重回帰予測
実測値	0.477	0.651
7月9日	×	×
7月30日	×	×
8月24日	○	×
8月27日	×	×
8月31日	○	×

※表中の数値は各予測値と実測値の相関係数を表す。

ii) 感度解析結果



図－2 感度解析結果からの珪藻類細胞数予測

表－4 珪藻赤潮予測判定(感度解析)

1992年	NN予測	重回帰予測
実測値	0.331	0.340
7月9日	×	○
7月13日	×	×
7月16日	×	×
7月30日	×	×
8月10日	×	×
8月24日	○	×
8月27日	○	○
8月31日	○	×

6. まとめ

珪藻類細胞数の予測値と実測値の相関が高かったのは、重回帰分析による予測値だったが、赤潮予測の精度はNNの方がよかった。また感度解析の結果から選択した要素で予測するよりも、相関解析の方が実測値との相関は高かった。2年間のデータで1年間を予測したが、データを増やすことによってさらに予測の精度を高めることが期待できる。本研究を行うにあたって徳島水産試験場、高松気象台のデータを使用させていただいた。ここに記して各位に謝意を表す。

参考文献 1)徳島水産試験場：平成2・3・4年度

徳島水産試験場事業報告書、赤潮貝毒監視事業赤潮調査資料 2)岡市友利：赤潮の科学