

## ニューラルネットワークモデルによる有明海二枚貝漁獲量の減少要因の究明 The Investigation of Decreasing Production of Bivalve in the Ariake Sea using Artificial Neural Network Model

○田畑俊範\*, 大坪えみ\*\*, 平松和昭\*, 原田昌佳\*  
Toshinori Tabata\*, Emi Otsubo\*\*, Kazuaki Hiramatsu\* and Masayoshi Harada\*

1. はじめに 有明海では、近年赤潮や貧酸素水塊の発生などの環境異変が発生し、その被害が漁業活動にまで及んでいる。特に二枚貝漁獲量の減少が著しく、その生産強化が喫緊の課題である。その減少要因の一つとして海域の水質汚濁が推測される一方、有明海には過去30年以上にわたる水質調査結果と二枚貝の漁獲量データが蓄積されているが、水質環境の経年的変化が水産資源に及ぼす影響について定量的に評価した報告はない。そこで、ニューラルネットワークモデル(ANNモデル)を用いて、有機汚濁・富栄養化関連項を入力値とする二枚貝漁獲量の推定モデルを構築し、感度解析の援用により有明海における海域環境の変遷が二枚貝漁獲量に及ぼす影響評価を行った。

2. ANNモデル 二枚貝漁獲量と海域環境の関係を線形回帰で評価するには限界がある。一方ANNモデルでは、多数の環境因子間の写像関係を非線形モデルとして表現することが可能であり、非常に強いパターン認識能力を持つ。本研究では、入力層、中間層、出力層から成る3層型ANNモデルを採用した。Fig.1に示す福岡県、熊本県、佐賀県の各県の全地点表層における年平均水質10項目(透明度、水温、塩分、DO、COD、DIN、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P)の計30項目を入力変数、有明海におけるアサリとその他二枚貝の年間漁獲量の計2項目を出力変数とした。学習計算には1977年を除く1974~2012年の計38のデータセットを利用した。まず、全データセットを教師データとして用いてネットワークの学習精度を検討した。次に、二枚貝漁獲量の推定精度を調べるために10分割交差検証を行い、10回平均の二乗平均平方根誤差(RMSE)とNash-Sutcliffe指標(NS)を求めた。

3. ANNモデルの学習・推定精度 38データセット全てを教師データとした場合の学習結果をFig.2に示す。また、10分割交差検証を行った結果、アサリの推定精度はRMSE=10700トン、NS=0.701であり、その他二枚貝についてはRMSE=7540トン、NS=-0.373の結果を得た。以上よりアサリについては、学習・推定精度ともに良好な結果が得られた。一方、その他の二枚貝についてはNS値の高い学習結果が得られたものの、交差検証の結果、NSが負の値を取るなど推定モデルとして十分な計算精度は得られな

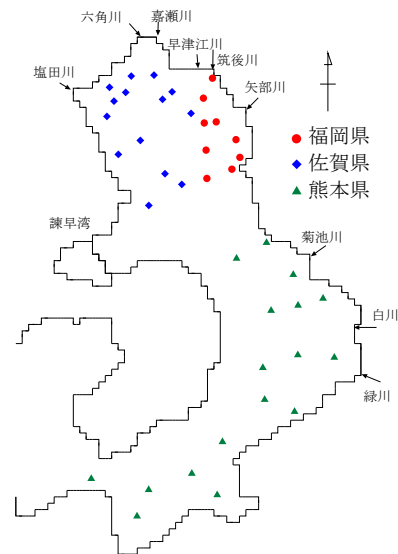


Fig.1 Water quality sampling sites of each prefecture in the Ariake Sea

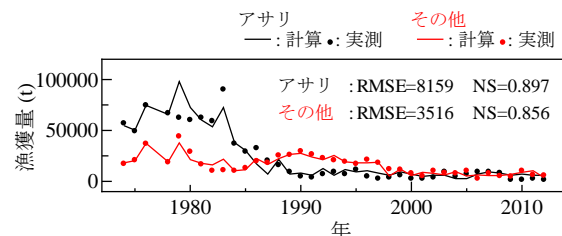


Fig.2 Results of predicted bivalve production by ANN model

\*九州大学大学院農学研究院/Faculty of Agriculture, Kyushu University

\*\*内外エンジニアリング株式会社/Naigai Engineering Co., Ltd.

キーワード: 水環境・水質, 有明海, 二枚貝, ニューラルネットワークモデル

った。この原因として、その他二枚貝がタイラギ、カキなど複数種の二枚貝で構成されている点が考えられ、二枚貝種ごとに影響する水質が異なるためにパターン認識が困難であったと推察される。

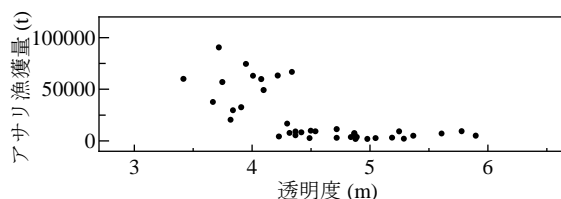
**4. 感度解析** 学習・推定ともに精度の高いアサリを対象に、感度解析を行った。まず5万トン以上の高い漁獲量を誇った1974～1983年の水質・漁獲量データの平均値を基準値として設定した。次に、各水質項目について、入力値が基準値に対し±20%、±10%、±5%変動した際の出力値の感度、すなわちアサリ漁獲量の変動率を求めた。計算結果の一例として、**Table 1**に熊本県の各水質項目に対する感度を示す。感度解析の結果、熊本県における透明度の上昇、塩分の低下、CODの低下がアサリ漁獲量の減少に影響を与えることが示された。塩分の経年的変化が見出せないため、透明度とCODに着目した。**Fig.3**、**Fig.4**に1974～2012年の熊本県における透明度、CODとアサリ漁獲量とのそれぞれの関係を示す。また、**Fig.5**に熊本県の透明度とCODの経年変化を示す。**Fig.3**より透明度が4.4mを上回ると、漁獲量が急激に低下していることが分かる。**Fig.5**を見ると、透明度は上昇傾向にあり、1980年代後半より4.4mを上回っている。また**Fig.4**より、CODが0.9mg/Lを下回ると、アサリ漁獲量は急激に低下している。**Fig.5**によれば、CODは1980年代半ばより急減し、0.9mg/Lを下回り、アサリ漁獲量とCODの関係性を確認できる。以上より、熊本県沿岸域における透明度の経年的な上昇傾向およびCODの過度の減少が二枚貝漁獲量の減少に影響していることが示された。これは、透明度の上昇およびCODの低下は、アサリの餌となる植物プランクトンの不足によるものと考えられ、このことがアサリ漁獲量の減少を及ぼしたと推察される。

**5. おわりに** 有明海における二枚貝漁獲量の減少要因の究明を目的とし、ANNモデルにより二枚貝漁獲量の推定モデルを構築した。また、アサリ漁獲量に対する各水質項目の影響要因を検証するために感度解析を行った。その結果、熊本県沿岸域における透明度の経年的な上昇傾向、CODの過度の減少がアサリ漁獲量の減少に影響していることが示された。

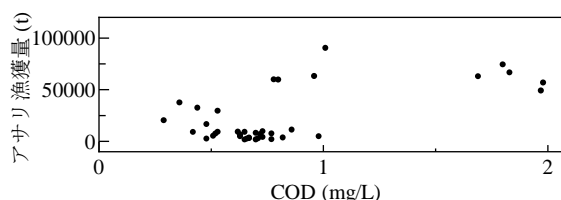
**謝辞** 本研究では、福岡県水産海洋技術センター有明海研究所、佐賀県有明水産振興センター、および熊本県水産研究センターからデータを提供して頂いた。記して謝意を表す。

**Table 1 Increasing rate (%) of clam production in regard to the change of 10 water quality items**

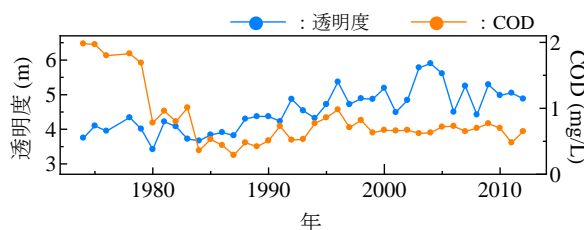
	-20%	-10%	-5%	+5%	+10%	+20%
透明度	-0.86	-0.29	-0.07	-0.27	-1.33	-10.52
水温	-3.44	-2.16	-1.13	0.83	0.61	-9.43
塩分	-3.77	-2.57	-1.42	1.23	1.50	-5.36
DO	-3.46	-2.20	-1.17	1.00	1.35	-3.01
COD	-3.66	-2.49	-1.38	1.40	2.45	2.59
DIN	-3.22	-1.98	-1.06	1.04	1.88	2.31
NO <sub>3</sub>	-3.41	-2.18	-1.18	1.20	2.22	3.15
NO <sub>2</sub>	-3.30	-2.04	-1.09	1.11	2.06	2.99
NH <sub>4</sub>	-3.26	-2.01	-1.07	1.05	1.90	2.30
PO <sub>4</sub>	-3.45	-2.22	-1.21	1.22	2.24	3.00



**Fig.3 Relationship between clam production and transparency in Kumamoto**



**Fig.4 Relationship between clam production and COD in Kumamoto**



**Fig.5 Annual change of transparency and COD in Kumamoto**