

# 閉鎖性海域の環境創生プロジェクト研究 シミュレーションモデル開発に係る英虞湾の水質調査

辻 将治・渥美 貴史・国分 秀樹・奥村 宏征・畑 直亜・増田 健  
清水 康宏・広瀬 和久・山形 陽一・千葉 賢（四日市大学）

## 目的

水質変化や赤潮の消長予察はアコヤガイの飼育管理に不可欠な情報である。平成15年度から開始した三重県地域結集型共同研究事業では、英虞湾の潮流の特性や、水質の季節変動及び湾全体の平均的水質を把握し、自動観測ブイによるモニタリングデータと併せて、将来的には湾全域の水質を計算表示し、予測できるシステムの開発を目指している。

本事業では、英虞湾全域で周年を通じた水質調査を実施し、得られた水温、塩分、栄養塩等のデータを水質予測システムの開発に供する。

## 方法

水質調査として、平成16年4月から平成17年3月にかけて、英虞湾の10測点（図1）でクロロテック観測及び採水分析を実施した。クロロテック観測は、水温（℃）、塩分、溶存酸素量（mg/L）、クロロフィルa量（ $\mu\text{g/L}$ ）、pH、濁度（mg/L）の項目で実施し、採水分析は、0.5m層、5m層（C1のみ2m層）、B-1m（底上1m）層で採水した後、灰化 Whatman GF/F で濾過した試水を用いて、T-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、DOP、TOC（ $\mu\text{M}$ ）の項目で実施した。調査は、4～6月は月2回、7～8月は月4回、9月は5回、10月は2回、11月は3回、12月は2回、1～3月は月1回の頻度で実施した。また、これとは別に、10測点に16測点を加えた26測点でクロロテックのみの観測を実施した。クロロテックのみの観測は、4～5月は月1回、7月は2回、8月は1回、11～3月は月1回実施した。調査に使用した機器は以下のとおりである。

使用機器：クロロテック；アレック電子 AAQ1183、  
全有機態炭素分析計（全窒素計ユニット付）；  
島津製作所 TOC-Vcph+TMN-1、オートアナライザー；プランルーベ社 TRAACS 2000

ここでは10測点で実施したクロロテック観測と採水分析の結果の概要について記す。

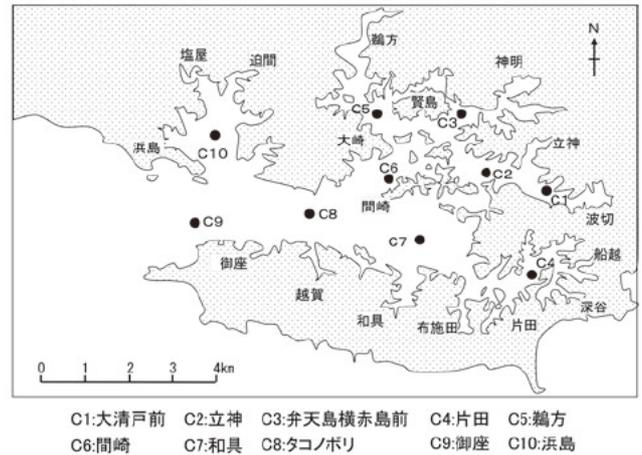


図1 英虞湾測点図

## 結果

英虞湾の水温は4月以降上昇し、6月下旬から徐々に温度成層を形成して7月下旬に最高値となった。今年度は例年と比べて台風の発生数が多かったため、しばしば台風の通過により湾内の海水が鉛直的に混合された。そのため、8月から9月上旬にかけて例年のような顕著に発達した温度成層はみられなかった。夏季以降、水温は徐々に低下し、1月14日と2月7日に最低値となった。今年度の英虞湾の水温は、例年と比べてやや高く推移したのが特徴であり、この要因として今年度の気温が例年と比べて高めで推移したこと、今年度の7月に黒潮が大蛇行型に移行し、7月以降、熊野灘沿岸に暖かい黒潮系水が強く流入したこと、さらに台風などの影響によって海水が混合され、表層から底層にかけて水温が均一化されたことが考えられた。

塩分は、台風などによる降雨の影響を受けて、5月および8月から11月に表層付近で低下した。特に9月28日から30日にかけて日本を縦断した台風21号の影響により、9月28日には塩分が湾奥部のC1～C5の表層で8.9～20.4に低下し、湾中央部のC6の表層でも10.5を示すなど、英虞湾全体で著しい塩分低下がみられた。その後、10月にも台風22号と23号が紀伊半島を通過したため、英虞湾の表層では、9月下旬から11月はじめの1ヶ月以上に渡って塩分低下がみられた。また、冬季に著しい塩分低下は

みられなかった。

溶存酸素量は、6月から10月にかけてC8、C9を除く各測点の底層付近で3.0mg/L以下の貧酸素状態が確認された。特に8月16日と24日は貧酸素水塊が上昇し、貧酸素状態が湾奥部のC1~C5では底層付近だけでなく中層(4~5m層)でも確認され、湾中央部のC6では4~12m層で確認された。対照的に同時期におけるC1~C6の2m層以浅の溶存酸素量は3.9~13.7mg/Lの比較的高い値を示した。このような2~4m層付近を境界とした溶存酸素量の濃度勾配が形成された要因としては、以下に示す様々な環境変化が重なったことが考えられた。英虞湾では、ヘテロカプササーキュラリスカ-マ(*Heterocapsa circularisquama*)が8月上旬から下旬にかけて広い範囲で赤潮を形成した。ヘテロカプサは、日周鉛直移動に伴って夜間は底層で呼吸作用を、日中は表層から中層で光合成作用を行うため酸素量が底層で減少し、表層から中層では増加する。また、ヘテロカプサの死滅・沈降後の微生物による分解によっても底層付近で酸素量が消費される。これらの要因に加えて、ヘテロカプサの細胞数が増加傾向にあった8月2日から16日にかけて温度成層も発達傾向にあり、貧酸素水塊がB-1m層から4~5m層付近で滞留し、表層付近で高い酸素量が確認されたと考えられた。夏季以降、溶存酸素量は徐々に回復し、11月1日以降は、各測点の全層で溶存酸素量が5.0mg/L以上に維持された。

クロロフィルa量(図5)は、6~10月にかけてC9を除く測点で10µg/Lを越える高い値を示したが、湾口部のC9では10µg/Lを越える値はみられなかった。他の事業で実施したC2、C6、C8、C9でのプランクトン調査結果とクロロフィルa量を比較すると、C2において最高で53.6µg/L、C6において11.9µg/Lの高い値を示した6月7日に渦鞭毛層綱のプロロセントラムデンタータム(*Prorocentrum dentatum*)が赤潮を形成した。また、C2において最高で46.9µg/L、C6において28.0µg/L、C8において15.5µg/Lの高い値を示した8月9日から8月16日にかけてヘテロカプサが赤潮を形成した。6月7日は、C1、C3、C4、C5、C7、C10でも8.0~110.0µg/Lの高いクロロフィルa量がみられたことから、これらの測点でもプロロセントラムが赤潮を形成したと思われる。また、8月9日から8月16日にかけてC1、C3、C4、C5、C7、C10でも32.2~112.4µg/Lの高いクロロフィルa量がみられており、同時期に英虞湾の広範囲で発生したヘテロカプサ赤潮を反映したものと考えられた。この他、9月13日から21日、10月18日にお

いてもC8、C9を除く測点で比較的高いクロロフィルa量がみられており、同時期に発生した*Chaetoceros* spp.や*Skeletonema costatum*等の珪藻プランクトンを反映したものと考えられた。

pHは、pH7.5~pH8.7の範囲で推移した。湾奥部のC1~C5では、8月16日と24日に底層、あるいは中層(4~5m層)から底層にかけてpH7.5~pH7.7の低い値を示した。また、湾中央部のC6では、8月16日に6~10m層でpH7.7を示した。これらの測点では、同時期の同水深において貧酸素状態が確認されているため、それに伴ってpHが低下したと考えられた。一方、8月16日のC4、C7を除く測点では、2m層以浅のpHが8.1~8.4のやや高い値を示しており、同時期に英虞湾の広範囲で発生したヘテロカプサ赤潮による光合成作用の結果、pHが上昇したと考えられた。また、5月11日に各測点の全層でpH8.2~pH8.7の高い値を示したが、溶存酸素量、クロロフィルa量、あるいは植物プランクトン数との相関はみられなかった。

濁度は、湾奥部を中心に値が高くなる傾向がみられた。

NH<sub>4</sub>-Nは、0~8.6µMの範囲で推移し、7月26日から9月1日にかけての底層で最高値を示した。NO<sub>2</sub>-Nは、0~6.5µMの範囲で推移し、C1~C4、C10では10月に最高値を示し、C5~C9では8月~9月に最高値を示した。また、NO<sub>3</sub>-Nは、0~26.7µMの範囲で推移し、C1~C4、C7~C9では9月28日の0.5m層で4.0~17.3µMの最高値を示した。9月28日は、C5、C6、C10の0.5m層でも2.2~26.6µMの高い値がみられた。DIN(NH<sub>4</sub>-N+NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N)は、0~32.5µMの範囲で推移した。DINは、底層付近の溶存酸素量が低下した7月下旬から底層付近での値が高くなりはじめ、8月上旬、8月下旬から9月上旬、9月下旬から11月上旬に中層から底層での値が高くなった。また、8月下旬と9月下旬から11月上旬にかけて、湾奥部を中心に表層から中層のDINの値が高くなった。T-Pは、0.1~3.8µMの範囲で推移した。DIPは、0~2.6µMの範囲で推移した。DOPは、0~1.3µMの範囲で推移した。N、Pの栄養塩が7月下旬から11月上旬にかけて高い値を示した要因としては、底層付近の貧酸素化に伴い底土から溶出した可能性と、8月下旬および9月下旬から11月上旬にかけて台風や低気圧の影響によって志摩地域での降水量が多くなり、陸域からのN、P供給量が増加した可能性が考えられた。