

# 閉鎖性内湾漁場の環境改善対策調査

清水康弘・辻 将治・広瀬和久・山形陽一・佐藤邦彦\*・高橋正昭\*

## 目的

英虞湾内の干潟と真珠養殖場の2ヶ所の地域にて、(株)EM総合ネットおよび(株)EM研究機構がEM (Effective Microorganism) による環境浄化試験を行うことになり、水産研究部と保健環境研究部が共同で散布海域の環境調査を行い、散布の影響を調べた。また、室内実験により底質改良効果を把握するとともに、EM散布下におけるアコヤ貝の成長をみるための室内と現場海域においてアコヤ貝の飼育試験を実施した。なお、EMの培養および現場での散布は(株)EM総合ネットおよび(株)EM研究機構が行った。

本研究の詳細的な内容については科学技術振興センター総合研究部から報告書が別途刊行されるので、ここでは概要のみを記す。

## 調査結果の概要

### 1. 底質浄化実証試験

実験は英虞湾内の神明干潟と片田養殖漁場で行った。EMの散布は平成13年8月から平成14年8月(調査期間終了時)まで原則週1回の頻度で行い、1回の散布量は神明干潟で2t、片田養殖場で10tであった。散布総量は神明干潟で106t、片田養殖場で530tとなった。

EMの影響を把握するため、神明干潟に8測点(散布区域3測点、非散布区域5測点)、片田養殖漁場に7測点(試験区域4測点、対照区域3測点)を設定し、平成13年7月24日~平成14年8月29日(事前調査含む)の期間に、それぞれの測点において目視観察(地盤高調査)、水質、プランクトン調査(片田養殖漁場のみ)、底質調査、底生生物調査を行った。

#### 1) 目視調査

神明干潟および片田養殖場の観測点に計測尺(目盛のついた杭)を設置し、地盤高の変化を観察した。各観測点の地盤高の変化を実験開始時と終了時と比較すると、神明干潟では-5~+6cm、片田養殖場ではあまり変化が認められなかった。干潟の地盤高の変化は主とし

て、台風通過時等における河川の増水によるものと考えられた。

#### 2) 水質・プランクトン調査

EM散布地点を含む4測点において、表層(水深0.5m層)、2m層、底層(水深B-0.5m層)での水温、塩分、DO、pH、COD、クロロフィルa量、プランクトン(一部の測点のみ)の経時変化を調査した。水温は各測点で7.5~31.1の範囲で推移しており、表層水温は平成13年、14年とも8月上旬に最高値となった。塩分は、各測点で15.2~35.2の範囲で推移し、表層では台風通過等による大量の降雨により15~16台にまで大きく低下した。2m層では30以上、底層では32以上を維持しており比較的安定していた。溶存酸素量(DO)は、表層で4.3~10.0(mg/l)、2m層で2.6~10.2(mg/l)、底層で0.5~10.3(mg/l)の範囲で推移し、各測点とも平成13年8月(実験開始)から11月下旬および平成14年4月下旬から8月(実験終了)に大きく変動していた。pHは各測点において概ね7.9~8.3の範囲で推移していた。EM散布地点の底層では平成14年6月以降にpHの低下がみられ、採水した海水が着色していたことから、これはEMの影響と判断された。クロロフィルa量は各測点において0.5~12.5(μg/l)の範囲で推移していた。CODは、各測点とも0.5~1.5(mg/l)の範囲で推移し、各層で類似した変動傾向がみられた。またEM散布地点の底層で、平成14年6月20日以降に約10~33(mg/l)と高い値を示しており、pHと同様、EMによる濁りの影響と判断された。プランクトンは、珪藻類が大雨の後に増加する傾向がみられた。渦鞭毛藻類では、平成14年に有害プランクトンであるヘテロカプサ・サーキュリスマーガが7月上旬~8月下旬に認められたが、同時期に同湾の各真珠養殖場でも発生しており、片田養殖場だけの特異的な発生ではなかった。最高細胞数は、片田で470(個体/l)、立神で800(個体/l)であった。

#### 3) 底質調査

神明干潟(表層泥5cm)、片田養殖場(表層泥5cm)

\*保健環境研究部

の各測点の底泥を定期的に採取し、底質の汚染指標物質となるAVS、COD、TOC、TN、TP濃度の経時変化を調査した。

神明干潟では、散布区域でAVSは0.5~3.3 (mg/g乾泥)、CODは30~63(mg/g乾泥)、TOCは14~43(mg/g乾泥)、TNは1.2~3.5 (mg/g乾泥)、TPは1.2~2.5 (mg/g乾泥)で推移した。対照区域では、AVSは0.3~2.6 (mg/g乾泥)、CODは12~59 (mg/g乾泥)、TOCは4~43 (mg/g乾泥)、TNは0.4~3.3 (mg/g乾泥)、TPは1.8~3.4 (mg/g乾泥)で推移していた。比較的狭い範囲であるにもかかわらず、底質の性状には測点間でかなりの差がみられ、これは地盤高の違いや河川の影響の有無など地形的な影響によるものと考えられた。また、散布区域における汚染指標の明らかな減少は認められなかった。

片田養殖漁場では、試験区域では、AVSは0.4~5.0 (mg/g乾泥)、CODは49~96 (mg/g乾泥)、TOCは30~66 (mg/g乾泥)、TNは3.2~8.1 (mg/g乾泥)の範囲で推移した。対照区域では、AVSは0.7~2.9 (mg/g乾泥)、CODは37~74 (mg/g乾泥)、TOCは31~46 (mg/g乾泥)、TNは3.4~5.6 (mg/g乾泥)の範囲で推移した。TPはいずれの測点もほぼ1.0~1.9 (mg/g乾泥)の範囲にあり、期間中の変動もほとんどみられなかった。また、神明干潟と同様、散布区域における汚染指標物質の明らかな減少は認められなかった。

#### 4) 底生生物調査

神明干潟の6測点、片田養殖場の4測点において、それぞれ計4回採泥を行い、底生生物の出現種類数、個体数、湿重量を測定した。

神明干潟の各測点における出現種類数は4~32、出現個体数は10~1,411で、春期(平成14年4月)の調査時に最大値を示す測点が多かった。出現種類数は、調査期間を通じて貝類の占める割合が多くみられた。また、各測点で、コケゴカイ、ミズヒキゴカイなど日本の干潟に普通にみられる多毛類や、淡水の影響が強い場所に多いウミゴマツボ(腹足類)、貧酸素水域に多く出現するイトエラスピオが共通して出現していた。

片田養殖場では、干潟と較べて、各測点ともベントスの生息密度が非常に低く、出現種類数は0~19、出現個体数は0~136で推移していた。出現種類数、出現個体数ともに環形動物の占める割合が多く、強汚濁域に出現することで知られているヨツバナスピオ、イトゴカイ、アシナガギボシソメ、シズクガイが出現していた。なお、平成14年9月の調査時において、EM散布地点で無

生物状態となっていた。

## 2. アコヤ貝飼育試験

### 1) 室内飼育試験

室内でのアコヤ貝の飼育試験は、2002年6月7日から9月5日にかけて実施した。供試貝には殻長が0.94cm、全湿重量0.04gの国産当年アコヤ貝を計300個体用いた。アコヤ貝の飼育は、砂ろ過海水を用いた流水条件で100個体ずつ200Lパンライト水槽内で行い、餌料として培養した微細藻類パブロバ、ナンノクロロプシス、キートセロスを毎日給餌した。飼育水の温度調整は行わず、水温は自記式水温計を用いて測定した。試験区は対照区としてEM0%添加区(以下1区と表記)、EM投入区としてEM0.1%添加区(以下2区)、EM1%添加区(以下3区)の3試験区を設けた。EMの投入は7日毎に行い、投入後の飼育水pHを測定した。また、試験終了日である9月5日に、成長指標としてアコヤ貝の殻長、全湿重量、貝肉質重量、貝殻湿重量、生残率を測定した。その結果、各試験区の水温は、試験期間を通して21.3~28.2で推移し、試験区間で大きな差はみられなかった。EM投入後の飼育水pHは、2区では投入前に8.0を示し、投入終了後は7.8から7.9の間で推移した。一方、3区では投入前にpH8.0を示し、投入終了25分後にはpH6.9まで低下した。その後、pHはゆるやかに上昇し、投入終了20時間後には7.9に回復した。対照である1区のpHは7.8から7.9の範囲で推移し、2区と大差なかった。このように、EMを1%の濃度で添加すると飼育水のpHはかなり低下していると推測された。アコヤ貝の成長については、生残率では試験区間で大きな差はみられなかったが、殻長、全湿重量、貝肉湿重量、貝殻湿重量の値においては、3区が1、2区に対して低くなる傾向を示した。今回の試験では、EMを1%添加した3区では、他の試験区と比較してアコヤ貝の成長が悪いという結果が得られた。アコヤ貝では飼育海水のpHが7以下に低下することによって鰓および心臓の機能障害の発生や、重量が減少する事が知られている。3区において成長が悪かったのは、飼育海水のpHの低下による成長阻害の可能性が考えられた。

### 2) 現場飼育試験

現場でのアコヤ貝の飼育試験は、2002年5月16日から9月2日にかけて実施した。供試貝には、殻高3.16cm、殻幅0.96cm、全湿重量3.41gの国産1年貝を計651個体用いた。飼育は英虞湾長田浦の片田真珠養殖漁場にSt.2(EM投入地点付近)、St.3、St.4の3試験区を設け(EM

の影響の強さ $St.2 > St.3 > St.4$ ),  $St.2$ に219個体,  $St.3$ に219個体,  $St.4$ に213個体を水深1 m層に垂下して行った。試験期間における各試験区の飼育環境(水質環境, 餌料環境)については, 底質浄化実証試験の結果から, 水温, 塩分, クロロフィルa量, pH, 溶存酸素量, COD, 珪藻類の細胞数に測点間の差はほとんどみられず, ほぼ同一条件で飼育されていたと考えられた。また, 試験終了日である9月2日に, 成長指標として殻高, 殻長, 殻幅, 全湿重量, 貝肉湿重量, 貝柱湿重量, 貝殻湿重量, 生残率を測定した。その結果, 試験海域の飼育環境は, 測点間でほとんど差がみられず, ほぼ同一条件で飼育されていたと判断された。アコヤ貝の成長については, 殻高, 殻幅, 生残率では, 試験区間で大きな差はみられなかった。殻長及び全湿重量では,  $St.2, 3$ が $St.4$ に対して有意に高い値を示したが, 度数分布での中央値の位置に大きな差はなく, その違いは僅かであった。また, 貝殻湿重量では $St.3$ が $St.4$ に対して有意に高い値を示したが, 貝肉湿重量及び貝柱湿重量の値においては試験区間で有意差はみられなかった。

これらの結果から, 投入地点付近のアコヤ貝の餌料環境とアコヤ貝の成長に対して, EMの投入により顕著な効果がみられたとは判断できなかった。

### 3. 底質改良実験(室内)

閉鎖的な環境におけるEMの底質改良効果を検証するため, 簡単な室内実験を行った。試験区の設定は, 対照区, EM0.1%区, EM1.0%区の計3区とした。供試泥は, 英虞湾内の鶴方浜にて採取し, ふるいで濾した後, 混合して均一化した。実験装置は, 透明アクリル管の内部に均一化した泥(約560ml), 濾過海水500ml(塩分34)を静かに入れて密栓し, 各区2本ずつ作成し(計16本), 恒温室(25℃)に静置した。なお光合成の影響を防ぐため, 実験装置をダンボール箱で覆った。実験開始時にEM0.1%区にはEM0.5mlを, EM1.0%区にはEM5.0mlを投入した。なお, 実験期間は平成14年7月25日~9月26日の計63日間とし, EM0.1%区, EM1.0%区には, EMをそれぞれ1週間毎に追加して投入し, EM0.1%区には計5.0ml, EM1.0%区には計50.0mlを投入した。サンプリングは実験開始時, 27日目, 実験終了時(63日目)の計3回行い, 水質の溶存酸素量(DO), pHを測定し

た後, 表層から3 cmまでの泥を採取し, 底質のAVS, pH, 酸化還元電位(ORP), 強熱減量(IL)を測定した。

その結果, 実験開始から14日目頃から, 対照区の底泥上に, バクテリア由来と思われる白い綿状の物質が沈殿しているのが観察された。また, EM0.1%区, 1.0%区では, 実験装置内部の水面または水中に膜状の固形物が形成されているのが観察された。それぞれをサンプリング時に採取して観察した所, 白い綿状の物質は不明であったが, 膜状の固形物はEM0.1%区に比べてEM1.0%区に多くみられたことから, この膜はEM中のタンパク質等が凝固したものと推測された。なお, 各区の底泥の側面の色は, 実験開始から終了時まで黒色を呈し, ほとんど変化は認められなかった。

水質は, DOが各区とも実験開始時の5.6(mg/l)から, 27日目で0.8~2.0(mg/l), 63日目で0.8~1.0(mg/l)に低下した。pHにおいても, 各区で実験開始時の8.2から, 27日目で6.8~7.2, 63日目で6.8~7.3に低下し, DO, pHともEMを多く投入するほど低い傾向がみられた。

底質は, AVSが各区とも実験開始時から63日目において3.8~4.1(mg/g乾泥)の範囲で推移し, あまり変化は認められず, 対照区とEM投入区でほとんど差は認められなかった。pHは各試験区とも実験開始時の7.6から, 27日目で7.4~7.5, 63日目で7.1~7.3となり, EMを投入した区でわずかに低い傾向が認められた。ORPは, 各区とも実験開始時の-53mvから27日目にかけて低下し, 対照区で-131(mV), EM0.1%区で-231(mV), EM1.0%区で-271(mV)となり, EMを多く投入した区ほど低かった。しかし, 63日目においては, 対照区で-234(mV), EM0.1%区で-134(mV), EM1.0%区で-114(mV)となり, EMを多く投入した方が高い値であった。ILは, 各試験区とも実験開始時の18.3(%)から, 27日目で18.3~18.6(%), 63日目で17.7~17.8(%)となり, 対照区, EM投入区ともわずかに低下し, 試験区間での差はあまり認められなかった。

### 関連報文

有用微生物群を活用した環境浄化実験に係る調査研究報告書(平成14年度 閉鎖性内湾漁場改善対策調査研究費)