

# 環境調和型真珠養殖システム構築事業－Ⅳ

## 真珠養殖による水質浄化機能の評価

奥村宏征・千葉 賢<sup>1)</sup>

1)四日市大学環境情報学部

### 目的

真珠養殖による水質浄化機能の評価により、持続的かつ環境に配慮した真珠養殖システムを構築し、サステイナブル、エシカルといった県産真珠のブランドイメージの向上を図る。

### 方法

四日市大学に真珠養殖による水質浄化機能の評価を委託した。「真珠養殖における AI・ICT を活用したスマート化促進事業に係る水質観測 ICT プイを用いた英虞湾漁場環境モデルの開発研究（令和 2～3 年度）」[1] に於いて開発した英虞湾の水質予測システムの数理モデルに、英虞湾で平成 14 年度から行われたプロジェクト研究である「閉鎖性海域における環境創生プロジェクト(以降、地域結集型事業)」[2] で開発したアコヤガイの生理モデルを加えて、直近の真珠養殖生産量や英虞湾の集水域における人口変化など関連するデータを用いたシミュレーションを行い、真珠養殖による水質浄化機能や環境に与える影響について評価を行う。

### 結果および考察（概要）

英虞湾内の養殖アコヤガイ数については、地域結集型事業時（2006 年）の貝数を基準として用い、筏数に応じて変化させた。三重県全体の真珠養殖筏登録台数を図 1 に、英虞湾内の真珠養殖筏台数を図 2 に示す。これらのデータから、2021 年の英虞湾内の筏数は 2006 年の 3 割と判断した。養殖アコヤガイの各海域の貝数と月別変化については、本報告書にはデータを示さないが、地域結集型事業のデータを用いた。志摩市 4 町の人口は平均で 909 人/年の割合で減少している（志摩市公表データから算出）。2021 年の人口は 40,161 人であり、15 年前（2006 年）の人口を 53,796 人として、人口比で単純に陸域負荷量の変化を求めると、2006 年は 2021 年よりも 34% 高くなる。これらの計算結果等を加味し、真珠養殖無しの条件（CASE-1）と、真珠養殖最盛期の 1965 年頃の条件（CASE-4）を加え、さらに、人口変化の影響を見るために、CASE-2 に陸域負荷量（窒素）を 34% 増加させた条件（CASE-5）を加えて、全体で 5 ケース（CASE-1～5）の計算を実施した。表 1 に 5 ケースの計算条件を示す。

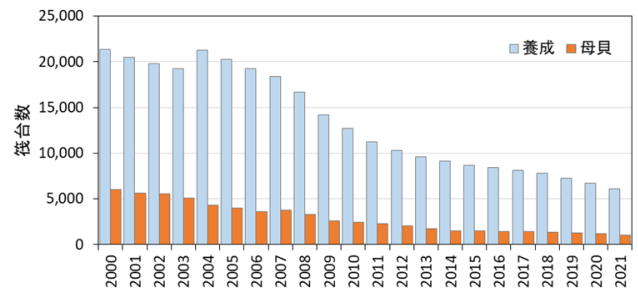


図 1. 三重県全体の真珠養殖筏登録台数  
(鳥羽～英虞湾・五ヶ所湾～曾根浦)

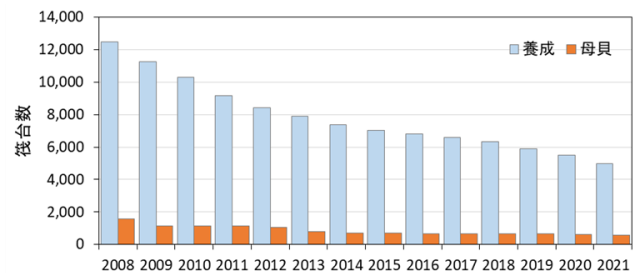


図 2. 英虞湾内の真珠養殖筏登録台数

表 1. 真珠養殖による水質浄化機能の評価を行った条件

計算 CASE	養殖アコヤガイ貝数倍率 (Ms)	陸域負荷量 (2021 年を基準とした倍率)	説明
CASE-1	0.0	1.0	真珠養殖無し 注：全体の基準となる計算
CASE-2	0.3	1.0	2021 年の真珠養殖量 注：真珠養殖量の影響を見るのが目的
CASE-3	1.0	1.0	2006 年（地域結集型事業実施時期） 注：真珠養殖量の影響を見るのが目的
CASE-4	5.0	1.0	1965 年頃（真珠養殖最盛期） 注：真珠養殖量の影響を見るのが目的
CASE-5	0.3	1.34	2006 年の陸域負荷量を考慮した計算 注：陸域負荷量の影響を見るのが目的

真珠養殖量と陸域負荷量が水質や海底への有機物沈降量に与える影響を評価するために、5 ケースの条件で計

算を行った結果、次の点が確認された。

真珠養殖の影響を次の A) から G) で示す。

A) 植物プランクトンがアコヤガイに摂食されるために、表層のクロロフィル濃度が減少する。その結果、底層のクロロフィル濃度も減少する。1965 年頃の真珠養殖最盛期の養殖量 (CASE-4) だと、真珠養殖の無い場合 (CASE-1) と比べて、5-10 月期の湾奥表層のクロロフィル濃度は 42% 減となる。

B) 植物プランクトンが減ることで、植物プランクトン由来の POC が減り、POC もアコヤガイに摂食されるために、海域全体の POC 濃度が減る。1965 年頃の真珠養殖最盛期の養殖量 (CASE-4) だと、真珠養殖の無い場合 (CASE-1) と比べて、5-10 月期の湾奥表層と底層で POC 濃度はそれぞれ 34% 減と 18% 減となる。なお、具体的な検討は行っていないが、A と B の効果で海中の懸濁物が減るので、透明度も上昇する。

C) 植物プランクトンがアコヤガイに摂食され、糞尿の形で海中に戻されるため、表層の DIN 濃度が増加する。また、POC 濃度が低下するので、その分解で発生する底層の DIN 濃度は減少する。1965 年頃の真珠養殖最盛期の養殖量 (CASE-4) だと、真珠養殖の無い場合 (CASE-1) と比べて、5-10 月期の湾奥表層と底層で DIN 濃度はそれぞれ 41% 増と 23% 減となる。

D) 海域全体の POC 濃度が減少するために、底層の DO 濃度が上昇する。1965 年頃の真珠養殖最盛期の養殖量 (CASE-4) だと、真珠養殖の無い場合 (CASE-1) と比べて、7-9 月平均の湾奥底層の DO 濃度は 0.14mg/L 上昇する。なお、G で述べる貝掃除、筏付着生物の糞、斃死で落下する貝肉による海底への負荷を考慮すると、底層の DO 濃度の上昇分はほぼ相殺される。

E) 表層の植物プランクトンが摂食されるために、総基礎生産量は減るが純基礎生産量はあまり変わらない。1965 年頃の真珠養殖最盛期の養殖量 (CASE-4) だと、真珠養殖の無い場合 (CASE-1) と比べて、湾全体の総基礎生産量と純基礎生産量の 5-10 月期平均値はそれぞれ 8% 減と 3% 増となる。

F) 基礎生産量の減少により、その分の海底への有機物沈降量は減るが、アコヤガイの糞が加わるため、合計量としては海底への有機物沈降量が増える。1965 年頃の真珠養殖最盛期の養殖量 (CASE-4) だと、真珠養殖の無い場合 (CASE-1) と比べて、年平均の全湾への POC 沈降量は 8% 増となる。

G) 数理モデルで考慮していない貝掃除、筏付着生物の糞、斃死で落下する貝肉による海底への負荷を加えると、養殖量の増加に従い海底への有機物沈降量がさらに増える。1965 年頃の真珠養殖最盛期の養殖量 (CASE-4) だと、真珠養殖の無い場合 (CASE-1) と比べて、年平均の

全湾への沈降量は 26% 増となる。

陸域負荷量の影響を次の A)~C) で示す。

A) 海域表層の植物プランクトン濃度と表底層の POC 濃度と DIN 濃度を増加させる。また、底層の溶存酸素濃度を減少させる。2006 年頃の陸域負荷量 (2021 年より 34% 多い) の場合、2021 年 (CASE-2) と比較すると、全湾の年平均値でクロロフィルは 15% 増、POC は 12% 増、DIN は 13% 増となる。湾奥底層の DO 濃度は 7-9 月平均で 0.38mg/L 低下する。

B) 基礎生産量と海底への有機物沈降量を増加させる。2006 年頃の陸域負荷量 (2021 年より 34% 多い) の場合、2021 年 (CASE-2) と比較すると、全湾の年平均で総基礎生産量は 14% 増、海底への POC 沈降量は 10% 増となる。

C) 地域結集型事業以降、貧酸素水塊の発生が減少傾向にあるのは、志摩市の人口減少による陸域負荷量の低下や、下水道整備などの影響があると推察される。

真珠養殖は基礎生産で生じる懸濁態有機物を減らし、その結果として底層の溶存酸素濃度を上昇させるとの結果 (貝掃除排出物等の影響を除いた場合) になったが、筏近傍に有機物を集中的に落下させるので、その海底が有機物汚染され、底生生物の生息に影響を与えていると考えられる。英虞湾全体として見れば、海中の懸濁物が減り、透明度が上昇し、底層の酸素濃度も上昇するが、養殖筏周囲の海底は有機物汚染されるので、その両面を考慮する必要があるということになる。実際、1960~70 年代の真珠養殖最盛期には、海底から硫化水素が発生し、海域の環境悪化を引き起こした。現状の養殖量の CASE-2 の場合、海底への有機物沈降量は、真珠養殖の無い CASE-1 と大差ないため、真珠養殖最盛期 (CASE-4) のような汚染は引き起こされ難いと考えられるが、貝掃除排出物など真珠養殖に伴う廃棄物の適切な処理や、定期的な筏の移動を実施することにより、環境への負の影響を減らすことは可能である。そのようなサステナブル、エシカルな取り組みが、英虞湾の環境調和型真珠養殖システムの実現に繋がると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 学校法人暁学園 四日市大学、令和 2 年度真珠養殖における AI・ICT を活用したスマート化促進事業にかかる水質観測 ICT プイを用いた英虞湾漁場環境モデルの開発研究委託報告書、令和 3 年 3 月
- [2] 三重県、英虞湾物質循環調査研究報告書~ゆたかな里海の創生に向けて~、三重県地域結集型共同研究事業閉鎖性海域における環境創成プロジェクト、平成 20 年 3 月