

<報文>

## 広島湾及び燧灘における アサリの成育・成熟の地域差と餌料環境\*

後田俊直\*\*・濱脇亮次\*\*

キーワード ①アサリ ②クロロフィルa ③餌料環境 ④貧栄養 ⑤広島湾

### 要 旨

相対的に富栄養な広島湾と貧栄養な燧灘の干潟においてアサリの成育・成熟について実態調査を行い、これらに差が生じた要因について各干潟の餌料環境により考察した。アサリは、広島湾の干潟では年間を通して成長するのに対して、燧灘の干潟では11月から5月にかけて成長が停滞した。肥満度は広島湾の干潟が総じて高く、肥満度及び群成熟度の結果から、広島湾の産卵盛期は春季と秋季の2回、燧灘では夏～秋季の1回のみと推察された。直上水のクロロフィルaは、広島湾の干潟で高く、特に燧灘で成長が停滞する11月から5月にかけては、5倍以上の差があり、アサリの成長・成熟の地域差は餌料環境に起因していることが推察された。また、底生付着藻類の巻き上がり易さが直上水のクロロフィルaの上昇に寄与し、アサリの成長・成熟の地域差に関与していることが示唆された。

### 1. はじめに

瀬戸内海は、かつて「瀕死の海」と言われるほど水質が悪化し、赤潮の発生により水産業に多大の被害が生じた。しかし、その後の環境保全施策の効果によって、水質は改善されたものの、流入負荷の減少に伴う「貧栄養化」が問題となってきた<sup>1)</sup>。貧栄養化の水産への影響については、まずノリ養殖で、次いでアサリ養殖でも認識され、現在では魚介類全般で懸念されてきている<sup>2)</sup>。栄養塩類が減少すると、沿岸生態系の一次生産者である植物プランクトンや底生微細藻類の量が減少し、海域の生物生産性が低下する。これらの減少は、それを餌とする魚介類の減少に直結し、漁獲量の減少につながる。

このような状況を受けて、2015年に瀬戸内海環境保全特別措置法が改正され、生物の多様性や生産性が確保された「豊かな海」を目指すことが明確にされた。さらに2021年の改正では、栄養塩類管理制度が創設され、特定の海域への栄養塩類供給が可能となった。瀬戸内海は多くの湾・灘で構成されており、海域ごとの環境特性は異なる。このため、それぞれの湾・灘の実情に応じた「順応的な管理」の考え方や十分なモニタリングに基づいた対策が求められている。

一方、アサリは身近な水産物の一つであるが、漁獲量は1980年代以降大幅に減少し、瀬戸内海では1985年の約

4.5万トンから2020年には75トンまで激減した<sup>3)</sup>。この要因として、埋め立て、乱獲、病害、貧酸素などが挙げられているが、近年は貧栄養化による餌不足が指摘されている<sup>4)</sup>。広島県は、現在、瀬戸内海一のアサリの産地であり、漁業者による養殖や地域住民による保全活動が盛んに行われているが、県内のアサリの漁獲は、広島湾及び県東部の尾道地区に限られており、県中部での漁獲はほとんどない。

本報では、相対的に富栄養な広島湾と貧栄養な県中部の燧灘においてアサリの成育・成熟についての実態調査を行い、成育・成熟の地域差が生じた要因について各干潟の餌料環境により考察したので報告する。

### 2. 方法

#### 2.1 試験場所の概要

試験は、広島湾内に位置する広島県廿日市市宮島町及び燧灘に位置する呉市安浦町の干潟で行った(図1)。いずれも前浜干潟である。各地点の近隣にある環境省広域総合水質調査<sup>5)</sup>における全窒素(TN)、全リン(TP)及びクロロフィルaの2019～2023年の5年間の平均値を表1に示す。これらはいずれも広島湾で高く、特にアサリの餌料の指標となるクロロフィルaは、広島湾7.5 μg/L、燧灘1.7 μg/Lと広島湾の方が4倍以上高くなっていた。相対的

\*Regional Differences of Growth and Sexual Maturation of Manila-clam, *Ruditapes philippinarum* between Hiroshima Bay and Hiuchi-nada, and Effects of Their Food Environment.

\*\*Toshinao USHIRODA, Ryoji HAMAWAKI (広島県立総合技術研究所保健環境センター)

Hiroshima Prefectural Technology Research Institute, Public Health and Environment Center

に広島湾は富栄養、燧灘は貧栄養な海域といえる。

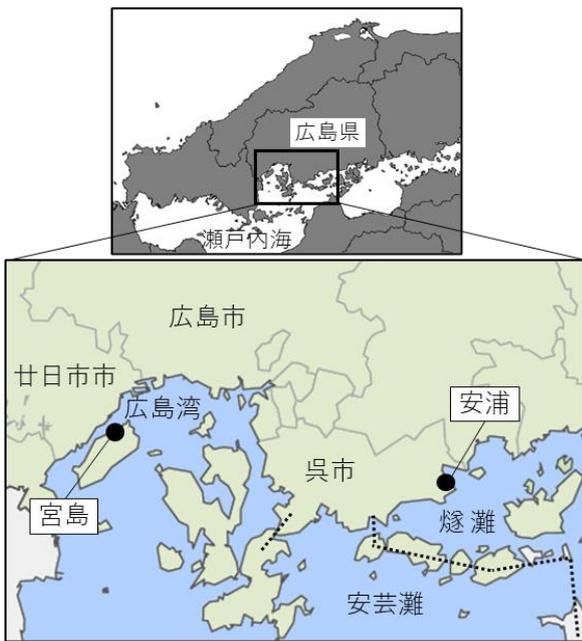


図1 広島湾及び燧灘における調査地点

表1 広島湾及び燧灘における全窒素、全リン及びクロロフィルaの年平均値（2019～2023年の5年間の平均値）

海 域	測定地点	TN (mgN/L)	TP (mgP/L)	クロロフィルa ( $\mu\text{g/L}$ )
広島湾	広島県411	0.24 (0.19~0.27)	0.026 (0.023~0.029)	7.5 (4.1~13.1)
燧 灘	広島県363	0.13 (0.12~0.14)	0.021 (0.018~0.025)	1.7 (1.1~2.0)

カッコ内は、（最小値～最大値）を示す。

## 2.2 アサリの育成試験

クロダイ等の捕食を避けるために、網袋（収穫ネット袋10kg用、ポリエチレン製、350mm×600mm）に砂を封入し、この中でアサリを育成した。アサリの成長は、地盤高により差が生じるので、いずれの干潟も網袋はDL+0.9m程度の位置に10個程度設置した。試験は、2021年～2024年の間に3回行い、アサリの成長と成熟の指標として、殻長、生残、肥満度及び群成熟度を定期的に測定した。育成試験の期間と測定項目を表2に示す。第1期及び第2期は7月、第3期は9月に試験を開始し、アサリ稚貝を1袋当たり50個体収容した。供試稚貝は、宮島で採捕した稚貝を用い、安浦にはこの稚貝を移植した。なお、試験開始時のアサリの平均殻長は、第1期及び第2期は12～14mm程度、第3期は約18mmであった。アサリの殻長及び生残の測定は概ね2ヶ月に1回の頻度で行った。生残の測定は、網袋内のアサリを取り出し、個体数を計数し（n=3）、開始時からの生残率を求めた。殻長はうち1袋をデジタルノギスにより計測した。これらの計測は毎回同じ網袋で行い、計測後は砂とともに元の網袋に再収容し、試験を継続した。

肥満度及び群成熟度は、宮島では1ヶ月に1回、安浦では2ヶ月に1回の頻度で測定した。これらの測定は、上記の3袋を除く複数の網袋から殻長25～30mmのアサリを計6～10個体程度取り出し実験室に持ち帰り測定した。なお、網袋には予備の網袋から同サイズのアサリを同数補充して試験を継続した。肥満度はアサリの栄養状態（身入り）の指標であり、次式により算出した。肥満度の値に対応するランク及び栄養状態を表3に示す<sup>6)</sup>。

$$\text{肥満度} = \frac{\text{軟体部湿重量(g)}}{\text{殻長(mm)} \times \text{殻高(mm)} \times \text{殻幅(mm)}} \times 10^5$$

群成熟度は、生殖巣の発達状態を目視により表4に示すようにA～Cの3段階に評価し、安田らの簡易成熟度判別法<sup>7)</sup>に準じて次式により算出した。これらは、肥満度を測定した個体について行った。

$$\text{群成熟度} = \frac{n_1A + n_2B + n_3C}{N}$$

( $n_1, n_2, n_3$ : それぞれA, B, Cと判定された個体数, N: 総個体数)

表2 育成試験の日程と測定項目

	期 間	殻長	生残	肥満度	成熟度
第1期	2021年7月～2023年7月	○	○		
第2期	2022年7月～2024年12月			○	
第3期	2023年9月～2024年12月			○	○

表3 アサリ肥満度と栄養状態

ランク	肥満度	状 態
A	20.1以上	産卵期でたいへん身入りが良く、太っている。
B	15.1～20.0	身入りが良好である。波浪減耗の危険はない。
C	12.1～15.0	やや身が落ちていますが、減耗が起きることは少ない。
D	8.1～12.0	身入りが悪く、活力が低い。減耗が起きる可能性がある。
E	8.0以下	身入りが非常に悪く、減耗が起きる危険が高い。栄養状態が悪いため、強い洗掘がなくても死亡する（餓死）可能性がある。

表4 アサリ生殖巣の成熟度判別基準

成熟段階	数値	生殖巣の成熟具合
A	1	生殖巣は充満し、表面が全体に乳白色を呈す。
B	0.5	生殖巣は内臓部の約1/2またはそれ以下を覆い乳白色を呈す。
C	0	生殖巣（乳白色）はほとんどない。



## 2.3 餌料環境調査

餌料環境を示す指標として干潟直上水と底質のクロロフィルa（Chl-a）を測定した。干潮時に干潟直上水（底上約20cm）及び底質（表層1cm層）を採取し、アセトン抽出法<sup>8)</sup>により行った。干潟直上水は、2022年7月～2024年11月の期間に、底質は、2022年5月～2024年3月の期間に2ヶ月に1回の頻度で行った。また、干潟の底生付着藻類の巻き上げを評価するため、2024年3月及び7月にアクリル

製円筒容器（内径105mm，高さ180mm）に表層土壌を深さ50mm程度コア採取した（n=3）。実験は図2に示す装置で行った。採取したコア内に直上水としてろ過海水を入れ、攪拌装置で攪拌速度100rpm，1分間攪拌後，直上水のChl-aを測定した。なお，攪拌速度100rpmは，目視で土壌粒子の巻き上げが確認できない程度のゆっくりとした速度である。

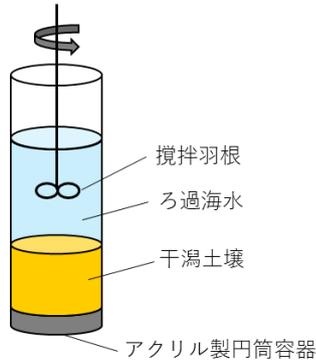


図2 巻き上げ実験装置

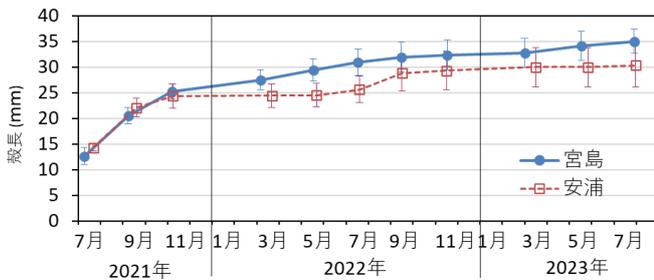


図3 アサリの平均殻長の推移

(エラーバーは標準偏差，n:測定時の生存個体数)

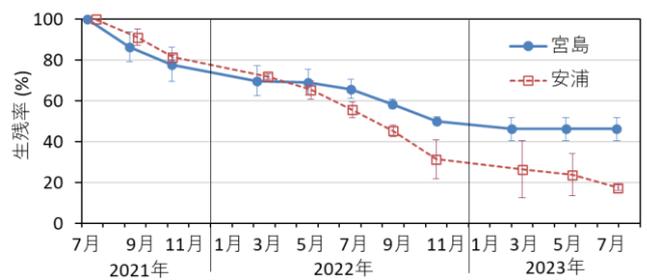


図4 アサリの生残率の推移

(エラーバーは標準偏差，n=3)

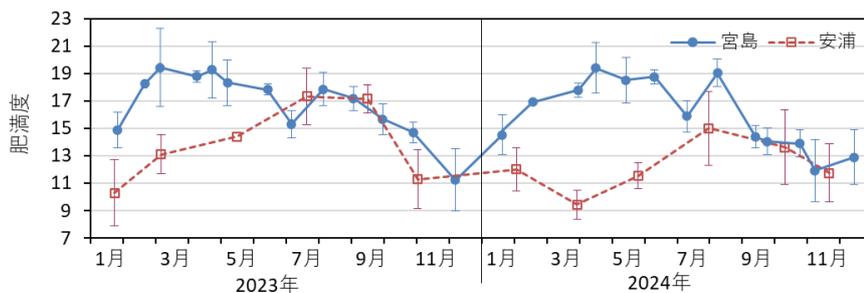


図5 アサリの肥満度の推移

(エラーバーは標準偏差，n=6~10)

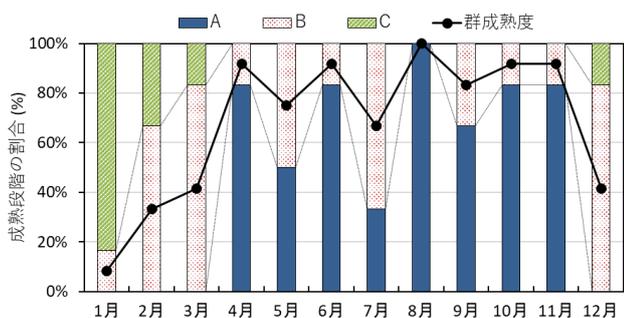


図6 アサリの群成熟度と成熟段階の割合の推移（宮島）

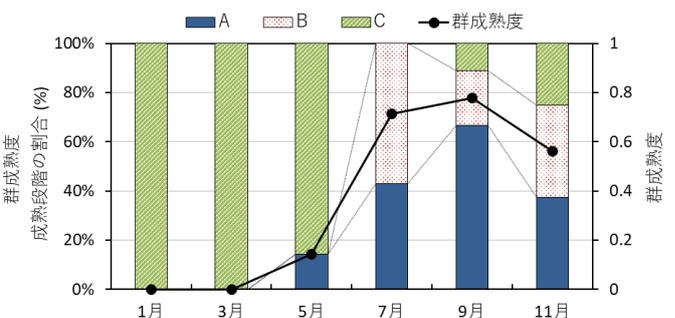


図7 アサリの群成熟度と成熟段階の割合の推移（安浦）

19.4)。その後6月にかけては比較的高く推移した。7月には一旦低下するが、8月に再びピークとなり、その後冬にかけて低下した。ランクB以上(15.1以上)の身入りが良好な状態は、2023年は2月から10月まで、2024年は2月から8月まで継続した。一方、安浦では春季にピークはなく、7~9月頃にピークとなった。ピーク時の肥満度の最大値は、2023年7月:17.3、2024年7月:15.0となっており、宮島と比べると低い値であり、身入りの良いランクB以上の期間も短くなっていた。また、肥満度は、ランクD以下(12.0以下)になると種々の原因により減耗が起りやすくなるといわれている<sup>6)</sup>。今回の調査期間中、宮島では肥満度がランクD以下となったのは2023年12月(11.2)の1回のみであった。それに対して安浦では、冬季から春季にかけてランクD以下になる場合が多く、特に2024年3月には最低値9.4であり、宮島と比べて身入りが悪く活力が低い期間が長くなっていた。この期間は成長が停滞する時期と一致していた。

宮島及び安浦における群成熟度及び成熟段階の割合をそれぞれ図6及び図7に示す。群成熟度は、0~1の値をとり、0に近いほどその個体群には未熟な個体が多く、1に近いほど成熟した個体が多い状態にあるといえる。この時系列曲線の極大付近が産卵放精開始期に当たり、曲線の下降する間が産卵放精期、上昇する間が生殖巣増大期、極小付近が休止期に当たると考えられている<sup>7)</sup>。群成熟度は、宮島では1月に極小となるが、その後上昇し、産卵期に向けて生殖巣が増大しているものと推察された。4月になるとAの性成熟した個体がみられるようになった。4~11月にかけては性成熟した個体の割合が高く、群成熟度も高い値で推移した。アサリの産卵ピークは、東京湾以南では春季と秋季の年2回といわれている<sup>9)</sup>。また、瀬戸内海ではアサリは4月頃から11月頃まで産卵し、広島湾では、浮遊幼生の調査により、5~6月と10~11月にピークがあると報告されている<sup>10)</sup>。今回の宮島の肥満度及び群成熟度の結果はこれを支持していた。一方、安浦では1~3月に群成熟度が極小となり、この期間は全ての個体が未成熟であった。5月以降から群成熟度は増加し9月に極大となった。この結果から、安浦では、春季には産卵は起こっておらず、産卵期は夏~秋季の1回のみであると推察された。

アサリの成長や成熟には水温や餌料環境が密接に関係しているといわれており<sup>9, 11, 12)</sup>、アサリの殻長の伸び、肥満度、放卵・放精個体の比率は、いずれも摂餌量の多い方が高くなるのが室内実験により確認されている<sup>12)</sup>。今回の調査地点間では、水温の差は大きくないと考えられるため、餌料環境が影響しているものと考えられた。そこで、各干潟において餌料環境の調査を行った。

### 3.2 アサリの餌料環境

アサリは懸濁物食者であり、水中の植物プランクトンのみならず、砂泥表面から巻き上がった付着珪藻やデトリタスを餌としている<sup>13, 14)</sup>。このため、一般的に植物色素量がアサリの餌料の指標とされている<sup>15)</sup>。宮島及び安浦における干潟直上水中のクロロフィルa、SS及びSSに対するクロロフィルaの割合(Ch1-a/SS)の推移を図8に示す。クロロフィルaは総じて宮島の方が高く、調査期間中の平均値は、宮島:10.6  $\mu\text{g/L}$ 、安浦:4.6  $\mu\text{g/L}$ であった。SSの平均値は、宮島:38mg/L、安浦:35mg/Lと同程度であったが、Ch1-a/SSは総じて宮島の方が高くなった。一般に懸濁物質中の無機物濃度が低い方がアサリのろ水活性は高く<sup>16)</sup>、Ch1-a/SSの高い懸濁物ほど餌料価値が高いといわれている<sup>13)</sup>。このことからクロロフィルaの量・質の高い宮島の方がアサリの餌料環境として好適であると考えられた。ここで安浦でのアサリの成長期及び停滞期にそれぞれ相当する5~9月及び11~3月に分けて解析を行った。5~9月及び11~3月のクロロフィルaの平均値を図9に示す。5~9月のクロロフィルaは、宮島:8.7  $\mu\text{g/L}$ 、安浦:6.5  $\mu\text{g/L}$ に対して、安浦で成長が停滞する11~3月には、宮島:12.7  $\mu\text{g/L}$ 、安浦:2.3  $\mu\text{g/L}$ と5倍以上の差が見られた。また、アサリの成育に必要なクロロフィルaの下限值は厳密には不明であるが、3  $\mu\text{g/L}$ を目安とされる場合が多い<sup>17)</sup>。このことから、安浦での冬季~春季の成長の停滞、肥満度の低下は餌料に起因していることが示唆された。次に底質のクロロフィルaの推移を図10に示す。宮島では、2023年の1月に高値となっているが、底生付着藻類は、植食動物の摂食圧が下がる低水温期にブルームが見られることが多いといわれており<sup>18)</sup>、この高値はブルームによるものと推察された。調査期間中の平均値は、宮島:8.8  $\mu\text{g/cm}^2$ 、安浦:11.3  $\mu\text{g/cm}^2$ と安浦の方が高くなっていた。前述のようにアサリは懸濁物食者であるため、砂泥に付着した藻類はそのままの状態では摂取することはできない。そこで底生付着藻類の巻き上げを評価する実験を行った。底質コアの採取は、両地点とも成長の認められる7月と安浦で成長が停滞する3月に行った。結果を図11に示す。なお、コア採取時の底質のクロロフィルaは、7月は宮島:5.8  $\mu\text{g/cm}^2$ 、安浦:4.7  $\mu\text{g/cm}^2$ 、3月は宮島:5.2  $\mu\text{g/cm}^2$ 、安浦:8.8  $\mu\text{g/cm}^2$ であった。7月の結果では、宮島と安浦で顕著な差は認められないが、3月の結果では、底質のクロロフィルaは安浦の方が高いにもかかわらず、攪拌後の直上水のクロロフィルaは宮島の方が2倍以上高くなった。このことは、3月は宮島では底生付着藻類の巻き上げが起り易く、直上水のクロロフィルaの上昇に寄与しているものと推察された。アサリは海底面近くで水管を伸ばして海底直上の水を吸い込むため、底生付着藻類が巻き上がりやすい環境

は、アサリの餌料環境に適していると考えられ、宮島と安浦の成長の差に寄与していることが示唆された。

底生付着藻類のうち沿岸の干潟・浅海域で一般に優占する分類群は珪藻であり<sup>19)</sup>、干潟の砂泥等の基質に付着して生息している。付着珪藻は、細胞の大きさ、形、運動性など様々なタイプがあり、種によって付着力が異なることが報告されている<sup>20)</sup>。波浪や潮汐によって懸濁されやすい付着力の弱いタイプが餌として利用されやすいことが予想される。今回の調査では種の調査を行っていないが、宮島では付着力の弱い種が優占していた可能性が考えられる。

付着珪藻は、干潟では主要な一次生産者であり、生物量、生産量とも植物プランクトンに匹敵するといわれている<sup>21)</sup>。近年、安定同位体比を用いた研究が進むにつれて、餌として植物プランクトンだけでなく、付着珪藻が重要であるという報告が増えてきている<sup>22)</sup>。また、直上水の溶存態窒素 (DIN) が低下すると底生付着藻類の付着力が高まり、水中に再懸濁されにくくなるという報告もあり<sup>23)</sup>、海域の貧栄養化が関係している可能性も示唆された。一般的に海域の貧栄養化が議論される場合、餌料環境として植物プランクトンにより評価されることが多いが、今後は植物プランクトンだけでなく底生付着藻類についても評価を行っていく必要がある。

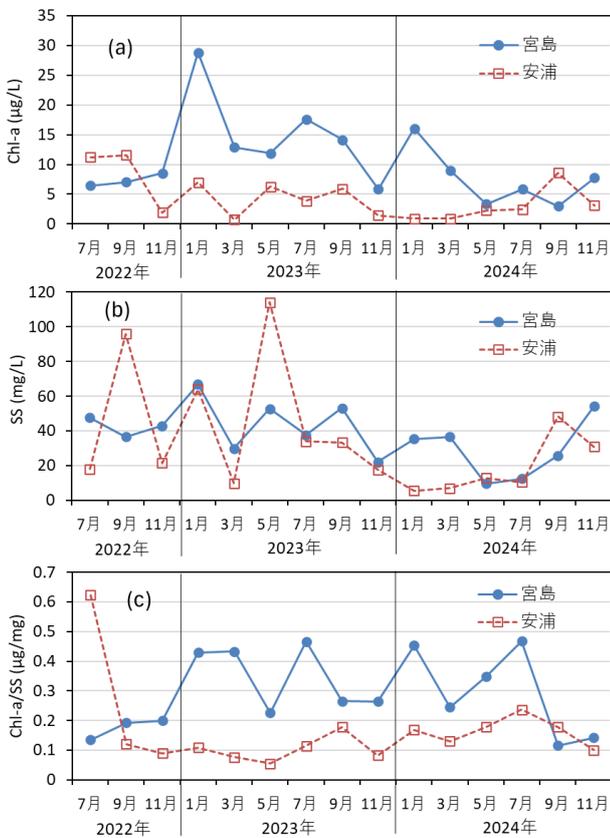


図8 干潟直上水の (a)クロロフィルa, (b)SS及び (c)Chl-a/SSの推移

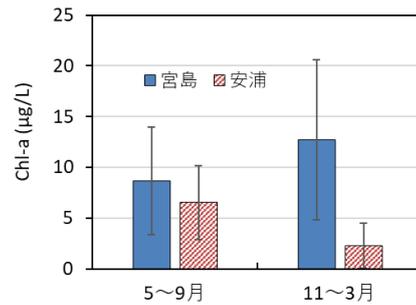


図9 干潟直上水のクロロフィルaの期間平均値 (エラーバーは標準偏差, 5~9月:n=8, 11~3月:n=7)

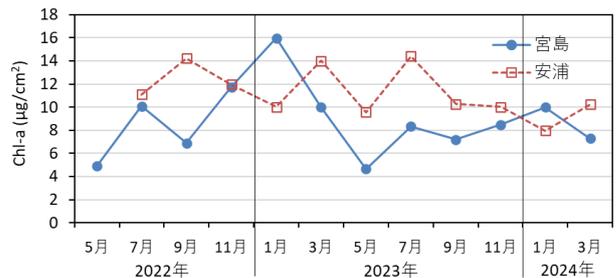


図10 干潟底質のクロロフィルaの推移 (2022年5月の安浦は欠測)

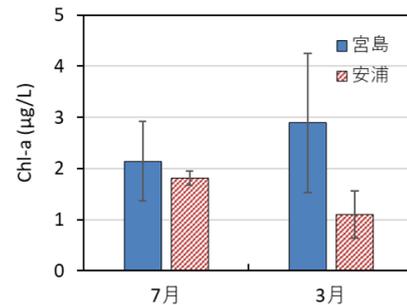


図11 底質巻き上げ実験における攪拌後の直上水のクロロフィルa (エラーバーは標準偏差, n=3)

#### 4. まとめ

相対的に富栄養な広島湾と貧栄養な燧灘の干潟においてアサリの成育・成熟についての実態調査を行い、これらに差が生じた要因について各干潟の餌料環境により考察した。その結果、得られた知見は以下のとおりである。

- 1) アサリの成長速度、生残率、肥満度及び産卵時期には地域差があった。アサリは、広島湾の干潟では年間を通して成長し、生残率、肥満度及び群成熟度は燧灘の干潟と比べて総じて高くなった。燧灘の干潟では11月から5月にかけて成長が停滞し、肥満度及び群成熟度の季節変動から広島湾の産卵盛期は春季と秋季の2回に対して燧灘では夏～秋季の1回のみと推察された。
- 2) 広島湾の干潟では、直上水のクロロフィルa及びSSに

対するクロロフィルaの割合 (Chl-a/SS) が高く、量・質とも餌料環境として好適であった。特に燧灘で成長が停滞する11月から5月にかけては、クロロフィルaは5倍以上の差があり、アサリの成長・成熟の地域差は餌料環境に起因しているものと推察された。

3) 室内実験の結果から、底生付着藻類の巻き上がり易さが直上水のクロロフィルaの上昇、すなわちアサリの餌料環境に寄与していることが示唆された。

## 5. 謝辞

本研究の実施にあたり、現地調査では、瀬戸内倶楽部株式会社今村賢太郎氏の協力を得た。また、国立環境研究所と地方環境研究所のⅡ型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生態系機能・生態系サービスとその環境価値に関する研究」のメンバーから有益な助言を得た。ここに謝意を表す。

## 6. 引用文献

- 1) 山本民次, 花里孝幸: 海と湖の貧栄養化問題～水清ければ魚棲まず～, pp. 55-59, 地人書籍, 東京, 2015
- 2) 反田實, 樋口和宏: 栄養塩類の管理方策と豊かな漁業生産. 海洋と生物, **39**, (6), 579-585, 2017
- 3) 環境省: せとうちネット 瀬戸内海における魚種別生産量の推移,  
[https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa\\_net/setouchiNet/seto/g2/g2cat02/suisangyou/index.html](https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/g2/g2cat02/suisangyou/index.html) (2025. 11. 17アクセス)
- 4) 内田基晴, 辻野睦: 瀬戸内海の干潟漁場における生物多様性・生物生産性. 瀬戸内海, **72**, 12-16, 2016
- 5) 環境省: 水環境総合情報サイト,  
<https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/mizu/kouiki/dataMap.asp> (2025. 10. 30アクセス)
- 6) 水産庁: 干潟生産力改善のためのガイドライン. pp. 97, 2008
- 7) 安田治三郎, 浜井生三, 堀田秀之: アサリの産卵期について. 内海区水産研究所研究報告, **6**, 277-279, 1954
- 8) 西條八束: クロロフィルの測定法. 陸水学雑誌, **36**, (3), 103-109, 1975
- 9) 鳥羽光晴, 夏目洋, 山川紘: 東京湾産アサリの成熟と産卵に関する二, 三の知見. 水産工学, **29**, (1), 47-53, 1992
- 10) 浜口昌巳: 広島湾のアサリ資源再生のための浮遊幼生調査. 瀬戸内通信, **26**, 4-5, 2017
- 11) 磯野良介, 喜田潤, 岸田智穂: アサリの成長と酸素消費量におよぼす高温の影響. 日本水産学会誌, **64**, (3), 373-376, 1998
- 12) 鳥羽光晴: アサリの水槽飼育での性成熟過程における摂餌量の重要性. 水産増殖, **37**, (1), 63-69, 1989
- 13) 児玉真史, 渡部諭史, 鳥羽光晴, 片山知史, 中田薫: 盤洲干潟における懸濁物質組成とアサリの餌料環境. 海岸工学論文集, **55**, 1146-1150, 2008
- 14) 沼口勝之: アサリ漁場の餌料環境としてのセジメント. 水産工学, **37**, (3), 209-215, 2001
- 15) 柴田輝和, 鳥羽光晴, 酒井美恵, 兼子昭夫: アサリ漁場の生産力評価のための植物色素量の指標性. 千葉水試研報, **55**, 67-72, 1999
- 16) Tabata A., Morinaga T., Arakawa H.: Influences of concentration, particle-size and kind of inorganic suspended matter on feed caught by Manila clam, *Ruditapes philippinarum*. *La mer*, **37**, 163-171, 2000
- 17) 水産庁: 令和2年度水産庁水産基盤整備調査委託事業「アサリ漁業復活のための大規模整備技術・維持管理手法の開発」成果報告書,  
[https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko\\_gyozyo/g\\_the\\_ma/houkokusho/attach/pdf/R2houkokusho-8.pdf](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_the_ma/houkokusho/attach/pdf/R2houkokusho-8.pdf) (2026. 1. 25アクセス)
- 18) 河村知彦: 付着珪藻の生態. 日本水産学会誌, **70**, (5), 788-789, 2004
- 19) MacIntyre H.L., Geider R.J., Miller D.C.: Microphytobenthos: The ecological role of the "Secret garden" of unvegetated, shallow-water marine habitats. I. Distribution, abundance and primary production. *Estuaries*, **19**, 186-201, 1996
- 20) 河村知彦: 海産付着珪藻の分類と生態. 付着生物研究, **10**, (2), 7-25, 1994
- 21) 山口一岩: 温帯沿岸域における底生微細藻類の生物量と生産量. 日本ベントス学会誌, **66**, 1-21, 2011
- 22) 渡部諭史: アサリ資源の増殖と環境要因について. 豊かな海, **45**, 21-26, 2018
- 23) 水産庁: 令和4年度漁場環境改善推進事業のうち栄養塩, 赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発 (1) 栄養塩の水産資源に及ぼす影響の調査報告書  
[https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/supply/seika/attach/pdf/R04\\_ippan-1.pdf](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/supply/seika/attach/pdf/R04_ippan-1.pdf) (2026. 1. 25アクセス)