

## アコヤガイを用いた内湾環境修復技術の開発

—アコヤガイの殻体運動と摂餌活動との関係—

川井 仁、内田 浩\*、粕谷 智之、山口 仁士

Study on Environmental Restoration in Enclosed Water using the Pearl oyster, *Pinctada fucata martensii*. Laboratory study of the oyster's Feeding and Shell Activities.

Hitoshi KAWAI, Hiroshi UCHIDA, Tomoyuki KASUYA and Hitoshi YAMAGUCHI

The coexistence of both the environmental restoration in bay and the pearl production of high quality with performing the aeration from the bottom of the sea in pearl farming is the main object of our study. The quality of the pearl is decided by the synthesis of each element, and the size of the pearl and the thickness of the nacreous layer are elements of the pearl quality together. The size of the pearl and the thickness of the nacreous layer are affected by feeding activity of the pearl shell. Therefore, in this study, we examined a change of feeding activity of a pearl shell under the varied DO(dissolved oxygen) concentration, because the DO concentration is influenced by aeration directly. On the other hand, it is known that shell activity of the pearl shell changes with an environmental change. We examined the change of shell activity as well as the change of feeding activity under the varied DO(dissolved oxygen) concentration to consider whether the change of shell activity was possible for an index of feeding activity. As a result, we were able to clarify relations of DO concentration, feeding activity and shell activity, especially there were a threshold of shell activity between 0.5 to 1.5 mg·L<sup>-1</sup>DO.

Key Words: Eutrophication, Dissolved oxygen concentration, Omura Bay

キーワード: 富栄養化、溶存酸素 (DO) 濃度、大村湾

## まえがき

筆者らは、平成18年～20年度の研究期間で「アコヤガイを用いた内湾環境修復技術の開発」に取り組んでいる。これは海底から曝気を行うことによって成層期の貧酸素化を解消し、海産生物が棲息しやすい内湾環境を創造すると同時に、海底からの曝気を真珠養殖と組み合わせることにより養殖環境の向上を図り、高品質真珠を生産することで水産業の振興を目標としている<sup>1)</sup>。

アコヤガイの成長は、餌料密度の増加に伴って大きくなることが報告されている<sup>2)</sup>。しかし一方では、環境水中の餌料密度が豊富な場合でも、高水温期および低水温期のように摂餌活動が低下する時期には必要餌量を満たしえず、一般に25℃以上および1

0℃以下の時、肉重量は増減なく一定か又は減少する。また過大流速によって摂餌活動の阻害又は代謝エネルギーの増大が起こることが報告されている<sup>3)</sup>。

そこで筆者らは、アコヤガイの成長に関する指標として最も支配的な要因である摂餌活動に着目した。さらに、アコヤガイは生息環境が悪化すると異常な殻体運動を示すとの報告<sup>4)</sup>から、アコヤガイの殻体運動と摂餌活動の関係にも着目した。殻体運動の計測は、本城ら<sup>10)</sup>によって開発された二枚貝殻体運動測定装置(貝リングル)によって可能であり、すでにくつかの環境条件におけるアコヤガイの殻体運動変化について報告されている<sup>4)</sup>。殻体運動の計測は養殖環境のセンサーとして活用可能であるが、アコヤガイの摂餌センサーとしては検討がなされていない。

\*長崎大学水産学部

表1 供試貝 (I~IV) の殻長(mm)、殻幅(mm)、殻高(mm)および湿重量(g)

	供試貝				平均	標準偏差
	I	II	III	IV		
殻長	62.5	70.1	64.5	67.5	66.2	2.65
殻幅	58.5	60.5	58.5	56.5	58.5	1.0
殻高	18.5	21.6	18.6	19.6	19.6	1.02
湿重量	35.2	42.6	38.6	37.0	38.4	2.25

よって本研究では真珠サイズ並びに巻きの向上をねらった真珠の高品質化を実証するため、第1段階として水槽実験によるDO濃度と摂餌活動との関係の検証を行った。すなわち、曝気によって直接影響があるDO濃度を変化させ、それに伴うアコヤガイの摂餌活動変化をクロロフィルa濃度の減少量で計測した。検証はDO濃度の変化に伴うアコヤガイの摂餌活動変化だけでなく、殻体運動の変化についても計測し、摂餌活動と殻体運動の関係についても併せて検討を行った。

## 材料と方法

### 1 材料

飼育海水:アコヤガイを養殖している海域の海水

実験海水:飼育海水をガラスフィルター

(Whatman 製 GF/C Circles 47mmφ)

でろ過をした海水。

実験水槽:透明アクリル製の円筒形水槽 (高さ30cm

内径 25cm)

貝リング:株式会社 東京測器研究所製SL-100シ

リーズ、二枚貝殻体運動測定装置

### 2 餌料密度

DO濃度が十分に高い環境では、アコヤガイの殻体運動は1時間に数回程度である<sup>10)</sup>ことから、一回の計測には約1時間が必要であると考えられた。そこで、餌として用いる植物プランクトン *Chaetoceros gracilis* (珪藻類:田崎真珠株式会社製)の初期投入餌料密度は  $10.0 \times 10^4 \text{ cell} \cdot \text{mL}^{-1}$  として、計測中に餌料密度がほぼ0(ゼロ)になることを避けた。

### 3 供試貝

実験に使用したのは、形上湾において養殖している真珠業者から購入した挿核手術をしていないアコヤガイ(*Pinctada fucata martensii*)の二年貝である。貝殻表面の付着物を除去した後、43個体を40Lの飼育海水が入った100L容の曝気した水槽に収容し、24時間ごとに給餌を行って飼育した。

43個体の中から同様の殻体運動を示した4個体選定し、接着剤で貝リングのセンサーを取り付けて供試貝とした(表1、図1)。供試貝は実験海水10Lの入った、曝気した水槽に収容した後、無餌給状態で24時間養生した。なお、供試貝については個体差を考慮し、予め選定を行った<sup>11)</sup>。

### 4 DO濃度・水温・クロロフィル濃度の測定

DO濃度はハンディーDOメーター(WTW製

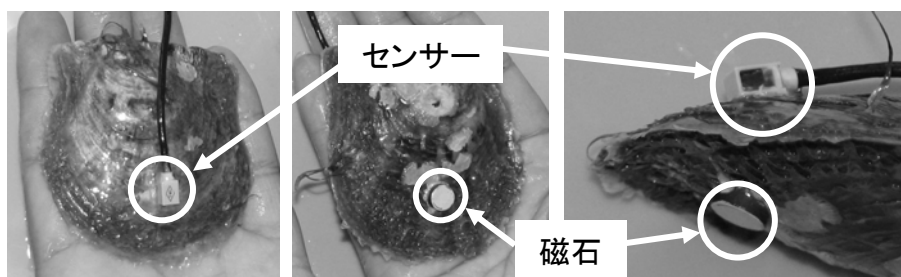


図1 殻体運動センサーを装着した供試貝実例写真

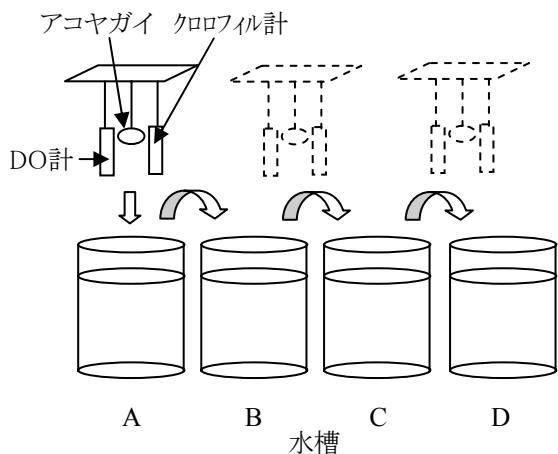


図2 実験に用いた測器等の配置の概要

Oxi340i) でモニタリングし、静定後は小型メモリー DO 計 (ALEC 製 ADOW-CMP ワイパー部にポリエチレンテレフタレート製 3cm×3.5cm の羽をつけたもの) を用いて連続観測を行った。水温の測定には DO 計に内蔵されている水温計を用いた。DO 計のワイパー部は常に稼働させ、実験水槽内の環境が一樣になるように緩やかに攪拌した。クロロフィル量の測定は小型メモリークロロフィル濁度計 (ALEC 製 ACLW-CMP) を用いて行った。

7 環境設定

4 基の実験水槽を用意し、それぞれ DO 濃度 (mg・L<sup>-1</sup>) を 0.5±0.2 (水槽 A)、1.5±0.3 (水槽 B)、3.6±0.2 (水槽 C)、および、6.0 ±0.4 (水槽 D) に設定

した。DO 濃度調整はハンディー DO メーターでモニタリングしながら、空気曝気と窒素曝気によって行った。また、水温は実験水槽を大型恒温水槽内に収容することによって、アコヤガイ生育の適水温<sup>12)</sup>である 24.5±0.2℃に保った。

8 実験のタイムスケジュール

供試貝、DO 計およびクロロフィル濁度計はお互いが重ならないように一括して固定し、水槽 A に吊り下げた (図2)。アコヤガイの殻体運動が安定したことを貝リンガルのモニターで確認した後、餌を静かに添加し、殻体運動とクロロフィル a 濃度の計測を開始した。

測定開始から1時間後、供試貝および測器を一括して水槽 B に移し、水槽 A と同様の過程で計測を行った。以降、水槽 C、D の順で供試貝および測器を移し DO 濃度の変化に伴う殻体運動とクロロフィル a 濃度の変動を同一の供試貝で連続的に測定した (図2)。なお、測定は餌となる *C. gracilis* の生産による餌料密度の変動を回避する目的で遮光して暗条件で行った<sup>10)</sup>。

結果 および 考察

1 各 DO 濃度における殻体運動の変化

殻体運動は1時間あたりのスパイク数を開閉頻度 (回・hr<sup>-1</sup>) と定義して計数した。図3に各 DO 濃度における殻体運動の変化について示した。DO 濃度が 0.5、1.5、3.6 および 6.0 mg・L<sup>-1</sup> の場合における供

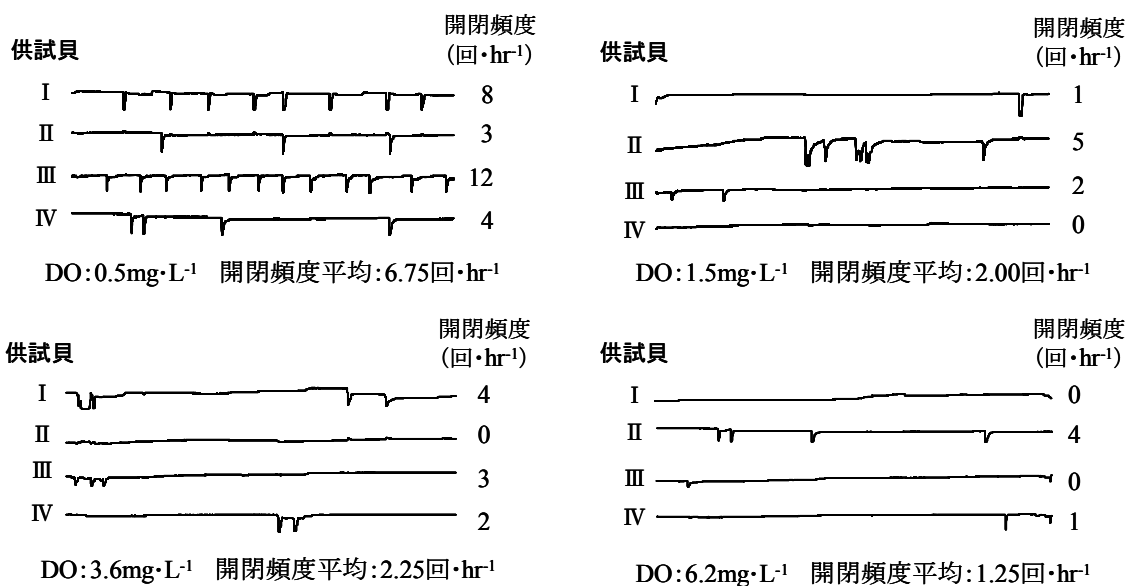


図3 各DO濃度における殻体運動の波形図

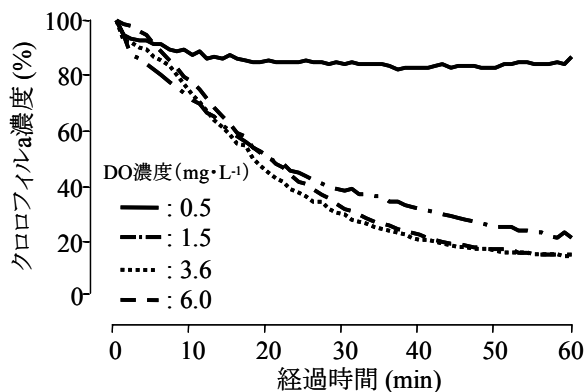


図4 各DO濃度における水槽内クロロフィルa濃度の経時変化率

試貝 I ~ IV の開閉頻度平均値はそれぞれ 6.75、2.00、2.25 および 1.25 回・hr<sup>-1</sup> であった。DO 濃度が 0.5 mg·L<sup>-1</sup> の場合、ほかの DO 濃度に対し開閉頻度は、明らかに高い値を示した。

2 各 DO 濃度における水槽内クロロフィル a 濃度の経時変化率

図4に各 DO 濃度における水槽内クロロフィル a 濃度の経時変化について示した。DO 濃度が 0.5、1.5、3.6 および 6.0 mg·L<sup>-1</sup> の場合、各水槽内のクロロフィル a 濃度は初期餌料密度を 100 % とすると、1時間後はそれぞれ 86.5、24.4、16.7 および 15.9 % であった。DO 濃度 0.5 mg·L<sup>-1</sup> の環境下では1時間後のクロロフィル a 濃度の減少は少なく、アコヤガイの摂餌量に抑制側の変化があることが示唆された。

3 各 DO 濃度における開閉頻度とクロロフィル a 減少量との関係

図4のデータをもとに、各 DO 濃度における開閉頻

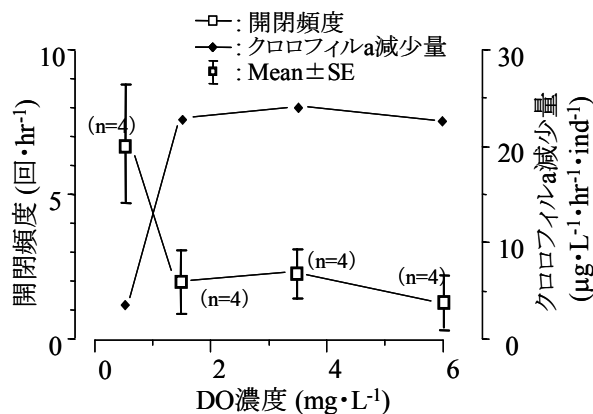


図5 各DO濃度における開閉頻度とクロロフィルa減少量との関係

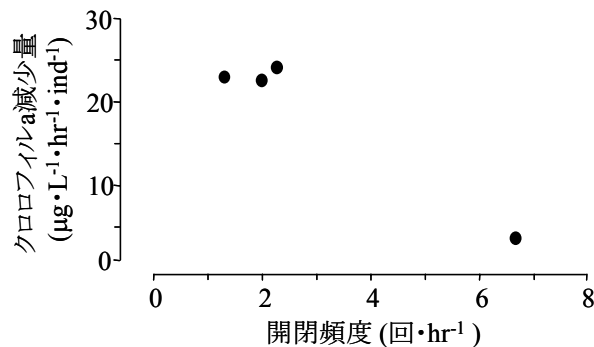


図6 開閉頻度とクロロフィルa減少量との関係

度とクロロフィル a 減少量との関係について示した(図5)。DO 濃度が 1.5、3.6 および 6.0 mg·L<sup>-1</sup> の場合の開閉頻度平均値 (回・hr<sup>-1</sup>) 並びに1個体当たりのクロロフィル a 減少量 (μg·L<sup>-1</sup>・hr<sup>-1</sup>・ind<sup>-1</sup>) はそれぞれほぼ同じレベルで推移した。一方で、DO 濃度が 0.5 mg·L<sup>-1</sup> の場合、他の DO 濃度と比較して明瞭な差を示した。このことから DO 濃度 0.5 ~ 1.5 mg·L<sup>-1</sup> の間に開閉頻度とクロロフィル a 減少量の閾値があると推測できる。

4 開閉頻度とクロロフィル a 減少量との関係

図5で得られた結果をもとに、開閉頻度とクロロフィル a 減少量との関係を図6に示した。実測されたデータ(●)から、両者の間には負の相関が明らかである。一般に生物は閾値を持つことが多いことから直線的な相関ではなく、S字曲線を描く相関が存在する可能性がある。今回の実験を発展させていけば曲線の変曲点を一定の幅で特定でき、殻体運動を摂餌活動のより明確な指標として利用することができると思われる。

参考文献

- 川井仁, 他:アコヤガイを用いた内湾環境修復技術の開発—研究の背景—, 長崎県環境保健研究センター所報, 資料, (2006)
- 桑守彦, 他:通水循環式水槽によるアコヤガイの飼育—I, 水産増殖, 第15巻, 第3号, (1967)
- 関政夫:養殖環境におけるアコヤガイ, *Pinctada fucata*, の成長および真珠品質に影響を及ぼす自然要因に関する研究, 三重県立水産試験場研究報告, 第1号, 32~149, (1972)
- 郷譲治, 他:非接触センサーによる殻体運動測定技術の開発-9 貝リングルによるアコヤガイ殻体運動の長期連続観測, 水産学会講演要旨, (2006)

- 5) 永井清仁, 他:非接触センサーによる殻体運動測定技術の開発-2 低塩分濃度に対するアコヤガイの殻体運動応答, 水産学会講演要旨, (2004)
- 6) 郷譲治, 他:非接触センサーによる殻体運動測定技術の開発-6 貝リングルによるアコヤガイを用いた英虞湾環境モニタリング, 水産学会講演要旨, (2005)
- 7) 郷譲治, 他:非接触センサーによる殻体運動測定技術の開発-3 貧酸素と硫化水素に対するアコヤガイの殻体運動応答, 水産学会講演要旨, (2004)
- 8) 永井清仁, 他:非接触センサーによる殻体運動測定技術の開発-4 *Heterocapsa circularisquama* の低細胞密度暴露に対するアコヤガイの殻体運動応答, 水産学会講演要旨, (2004)
- 9) 郷譲治, 他:非接触センサーによる殻体運動測定技術の開発, 水産学会講演要旨, (2003)
- 10) 永井清仁, 他:貝が報せる海の異変!:「貝リングル」で読み解く二枚貝との貝(会)話, バイオサイエンスとインダストリー, 63, (4), 265~267, (2005)
- 11) 川井仁, 他:アコヤガイを用いた内湾環境修復技術の開発ーアコヤガイの摂餌活動並びに殻体運動の計測に関する検討ー, 長崎県環境保健研究センター所報, 資料, (2006)
- 12) 木村三郎:浅海養殖60種, 199~218, (1965)