

低圧酸素海中におけるアコヤガイの 酸素消費量と貝殻運動

宮内徹夫*・入江春彦

Relation between the oxygen consumption and the shell movement of the pearl oyster, *Pteria martensii*, in the sea water of low oxygen tension.

Tetsuo MIYAUCHI* and Haruhiko IRIE

To obtain basic data useful for culture-technique as an adequate measure against the red water, an experiment was carried out by the authors in September 1965 on the oxygen consumption and shell-opening and-shutting, using 2-year-old pearl oysters.

Effect of low oxygen tension was observed at a value less than 1.5 ~1.0 cc/L, but the vital effect appeared at a value less than 0.2 cc/L.

1965年7月～9月、大村湾に発生した *Gymnodinium* の赤潮によって、養殖アコヤガイが斃死した。赤潮が真珠養殖の害敵として重視されたのは、地蒔式養殖が行なわれていた当時のことで、現在の垂下式養殖の場合には、赤潮による斃死の心配はほとんどないとされていたが、今回このような斃死がみられたことには、関係業者が赤潮に対する処置になれていなかった（赤潮をさける目的で、底層部に貝を垂下してかえって斃死させた）ことおよび貝の生理状態が低下していた（仕立作業中ならびに挿核施術直後のどちらかといえは衰弱していた貝が多く斃死した）ことなどがその原因として考えられる。

著者らは、赤潮対策としての養殖技術を検討する場合の基礎資料の一つとして、今回の赤潮で相当広範囲に無酸素状態の水域が出現したことから、アコヤガイと環境水の溶存酸素量との関係を明らかにしておくことが必要と考え、低圧酸素水中におけるアコヤガイの酸素消費量と貝殻運動について研究を行なった。本研究で著者らが採用した流動パラフィンで水面をおおう方法には、川本¹⁾の述べているように欠点があり、その意味でさらに今後に残すが、アコヤガイと低圧酸素水との関係については、森²⁾の酸素消費量に関する予報がみられるだけで他に資料もないので、ここに本研究で得た二、三の知見を報告する。

本研究の機会を与えられた有限会社高島真珠養殖所専務取締役佐々木城氏に深謝の意を表す。

* 有限会社高島真珠養殖所 (Takashima Pearl Farm, Sasebo City).

材 料 の 方 法

1965年9月佐世保湾で養殖した3年生アコヤガイを筏から室内水槽に移し、1~2日間飼育して実験に供した。

酸素消費量 Fig. 1 のような実験装置を用い、濾過海水を8・7ないしは3L入れた呼吸槽のそれぞれに、アコヤガイを8・5・4ないしは1個体入れ、水面には流動パラフィンを3cmの厚さに注加し空気と遮断した。

実験海水は絶えず攪拌し、30分間、1時間ないしは2時間毎に採水して溶存酸素量をウインクラー法で測り、酸素消費量を求めた。

貝殻運動 左殻を接着剤で石に固定した貝を Fig. 1 の呼吸槽に収容し、開殻時には描写線が上昇し閉殻時には下降するように、右殻の開閉運動をキモグラフに

描写させた。本実験と併行して、貝殻運動記録員の酸素消費量も同時に求め、また呼吸槽外の正常海水中の対照貝の貝殻運動も同時に描写させた。

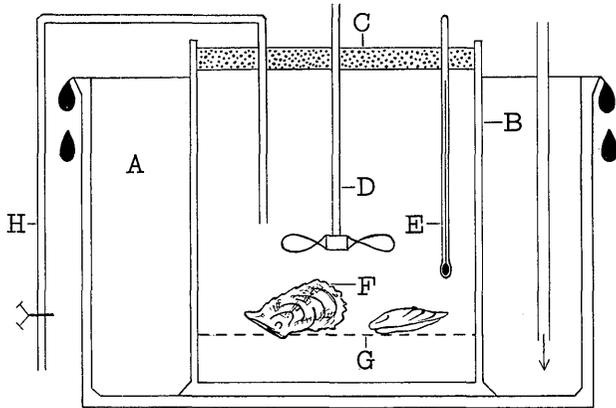


Fig. 1 Apparatus for determination of oxygen consumption.

- A: Thermostatic large tank in which water is running. (Running water tank)
 B: Tank in which shells are involved, its water surface being covered by fluid paraffin. (Respiration tank)
 C: Fluid paraffin. D: Stirrer.
 E: Thermometer. F: Pearl oyster.
 G: Net made of chemical fibre.
 H: Tube from which water-sample is taken to determine the dissolved oxygen.

結 果

酸素消費量 実験は水温 26.0~27.2°C (8日), 23.4~24.2°C (11日), 21.9~23.4°C (18日) および 22.7~23.9°C (27日) の範囲内で15回実施し、それぞれの乾燥肉重量 1g・1時間当りの酸素消費量を求めた。

それら酸素消費量と呼吸槽海水すなわち環境水中の溶存酸素量との関係を図示すると、Fig. 2 の通りである。

Fig. 2 によると、酸素消費量の動向にはかなり個体差もみられるが、全般的な傾向としては、環境水中の溶存酸素量が 1.5~1.0cc/L 程度に低下するまでは、ほぼ一定の酸素消費量を示し、それ以下に低下した場合にはじめて顕著な酸素消費量の減衰がおこった。

貝殻運動 実験は 毎回 8時~17時のほぼ一定した時刻に行ない、呼吸槽内の実験員の貝殻運動と共に、流水水槽内の対照貝の貝殻運動も同時に記録したが、その1例を示すと Fig. 3 の通りである。この両者の貝殻運動の比較から、本実験時刻内では貝殻運動の日週性はさほど考慮する必要はないものとする。

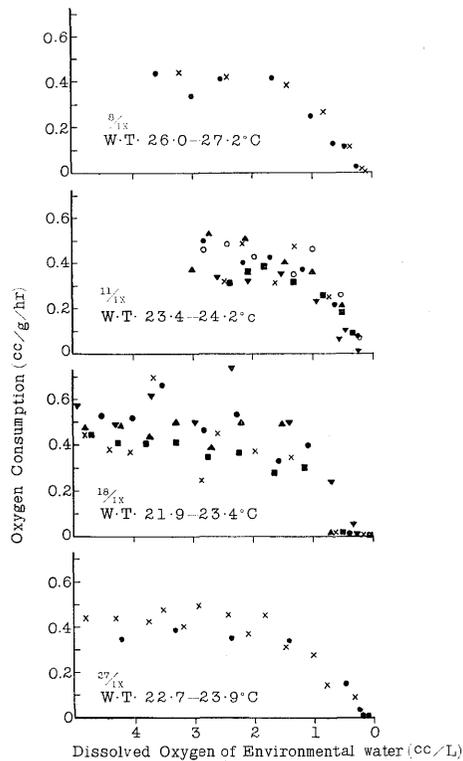


Fig. 2 Relation between the dissolved oxygen of environmental water and the oxygen consumption of the pearl oysters involved.

環境水中の溶存酸素量の減少と貝殻運動との関係を図示すると、Fig. 4の通りである。これによると、個体差もみられるが、環境水中の溶存酸素量の減少による顕著な貝殻運動の変化は、1.5~1.0cc/L 程度からあらわれ始め、0.5cc/L 付近および 0.2cc/L 付近でさらに顕著な変化が生じている。すなわち環境水中の溶存酸素量が減少するにつれて、開閉の振幅が大きくなり、1.5~1.0cc/L 程度以下からは開閉の頻度が激増するが、溶存酸素量がさらに減少して 0.5cc/L 程度以下に低下すると、開閉の振幅がやや小さくなり、



Fig. 3 Kimographed curves of shell-opening and -shutting, inside and outside of the respiration tank.

- A: Inside of the respiration tank.
- B: Outside of the respiration tank.

さらに 0.2cc/L 程度以下まで低下すると長時間の閉殻がみられ、時間経過とともに順次大きく開殻し開閉の頻度が低下する傾向がみられる。

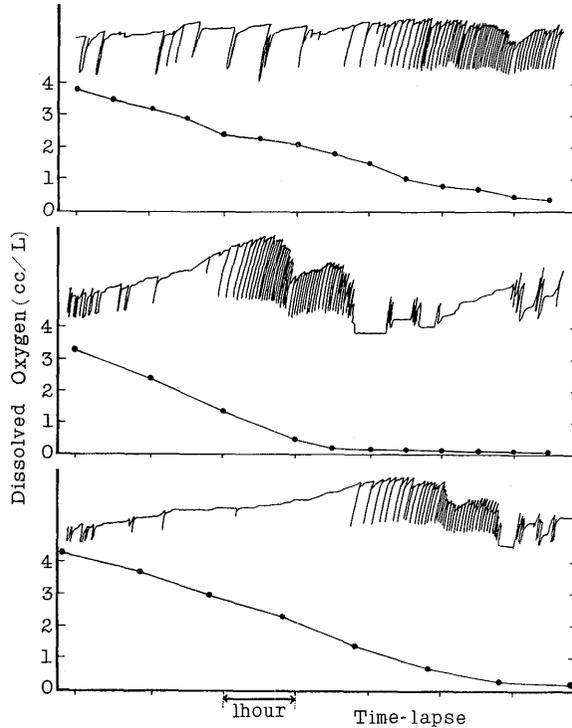


Fig. 4 Relation between dissolved oxygen of the respiration tank and shell-opening and -shutting shown by kimographed curves.

考 察

アコヤガイの酸素消費量については、森²³⁾、沢野⁴⁾、小林⁵⁾、植本・渡部・松尾⁶⁾などの報告があるが、酸素消費量の日週変化を調べた森の報告³⁾以外は、すべて本報と同様に、流動パラフィンで水面をおおう方法で酸素消費量を求めている。この水面を流動パラフィンでおおった水槽を用いる呼吸測定法について川本¹⁾は、酸素がパラフィン層を通して水中に浸透することから、この方法による呼吸測定を好ましくないとしている。

また、本法によると他の水質も変化し、それらの条件も加わるので、その意味からも低圧酸素水中におけるアコヤガイの活動を調査する方法としても好ましくないといえる。従って、本法で得た値からアコヤガイの正常な酸素消費量を考えることは早計であるが、低圧酸素水中でのアコヤガイの活動を考える場合に、一応の目安として本実験結果を役立てることは出来るものとする。

酸素消費量と環境水中の溶存酸素量との関係について、沢野⁴⁾は酸素消費量は海水中の酸素量に正に相関が認められるとし、また植本ら⁶⁾は実験開始後4時間目までの測定結果から、実験開始後2～3時間の動向は、酸素量に正の相関をもって消費量が減少するとは

いえないが、3～4時間後の値は相関があるように思われる（予備実験では12時間目まで測定したが、両者の間には相関があると推定された）とし、一方森^{20*}は酸素消費の割合は環境水中の酸素含量が0.5 cc/Lになるまではほぼ正常に行なわれ、それ以下になると急に減少すると、それぞれ報告している。これら既報の結果と上述した結果とを比較してみると、溶存酸素量が1.5～1.0cc/L程度になるまでは、ほぼ一定の消費量を示して相関関係は認められず、それ以下になって急激に減少しており、0.5cc/L および 1.5～1.0cc/Lとその限界酸素量には差はあるが、その動向は森の結果とよく一致している。また、これは野沢²¹、GALTSOFF and WHIPPLE²²、石田²³がカキでみている環境水の溶存酸素量と酸素消費量との関係の動向ともよく一致している。

貝殻運動と環境水中の溶存酸素量との関係については、アコヤガイについての報告はないが、野沢²¹の *Ostrea circumpecta* での観察によると、2～3 cc/L で開閉運動は低下し、さらに 1.0～1.5cc/L になると全くその開閉運動は停止している。本実験でみたアコヤガイの結果は上述のように、野沢の結果とは相当に相違している。すなわち、目立った変化は環境水の溶存酸素量が 1.5～1.0cc/L、0.5cc/L、0.2cc/L 程度にそれぞれ低下した時にあらわれており、1.5～1.0cc/L 程度になると開閉運動の振幅が大きくなり頻度が急増し、0.5cc/L 程度から振幅がやや小さくなり、0.2cc/L 程度以下になると長時間の開殻がみられるようになるが、それも時間経過とともに順次大きく開殻する傾向が認められる。

以上の酸素消費量と貝殻運動とから、溶存酸素量とアコヤガイの関係を考えてみると、先づ顕著な変化は 1.5～1.0cc/L 付近であられるが、この程度の酸素量は仕立作業中の卵籠内でも時々測定されることから、貝が衰弱することはあっても、直接斃死につながることはないものとする。さらに低下して0.5cc/L 程度でも貝殻運動に変化が認められるが、その付近でまだ相当量の酸素消費量を示す貝がみられることから、長期間このような低圧酸素が続く場合は別問題として、森のいう致命的な影響はむしろ 0.2cc/L 程度以下であられるものと推定される。なお、0.2cc/L 程度以下では、時間の経過と共にアコヤガイは大きく開殻して、刺戟に対しても極度に反応がぶくなり、長時間このような条件下におかれた場合には、当然斃死すると考えられたが、本実験時に24時間このような条件下に置いた時には斃死する貝もみられたが、12時間後に正常海水中に戻した場合には正常に復したことから、アコヤガイを斃死させるには、0.2cc/L 程度以下の低圧酸素が少なくとも12時間以上継続することが必要であると考える。

以上、環境水中の溶存酸素量とアコヤガイの関係とについて論じたが、貝が衰弱している場合は別問題として、実際の養殖場で酸素量が 0.2 cc/L 程度に低下することは普通にはほとんどないから、低圧酸素そのものが斃死の直接的な原因となることは普通にはほとんどないものとする。このことから近年三重県の英虞湾奥部でみられるアコヤガイの異常斃死を考えると、酸素量そのものよりも硫化水素の発生が大きな直接的斃死原因になっているものと推定される。

* 原図では酸素消費量の単位が1, 2, 3, 4, 5, 6cc/g/hr と非常に大きな値になっているが、単位
のミスで正しくは $\times 1/100$ であるとの連絡を著者から得ている。

なお、本実験の結果から真珠養殖における赤潮対策を考えてみると、赤潮前後に海底部に無酸素化が観測されているのに対し、上層部では低酸素が長時間継続することの少ないことから、一時的な赤潮の分布に左右されることなく溶存酸素量の点からは底層部よりも上層部に、また赤潮生物が鰓を閉塞して、貝を窒息させることのあることも考えれば、赤潮が停滞しないで、絶えず流動する水域に貝を避難させる処置がよいといえる。ただし、赤潮生物そのものか毒性を持つ場合も考えられるから、赤潮主体生物によってはこの処置に問題が生ずる可能性もあり、その意味から赤潮と真珠養殖との関係については今後に大きな課題を残しているといえる。

要 約

酸素消費量と貝殻運動とから、アコヤカイと低圧酸素水との関係を検討した。水面を流動パラフィンでおおう方法には欠点もあるか、両者の関係を考える場合その結果を一応の目安とすることは出来るものと考えらる。

1) 酸素消費量は、環境水中の溶存酸素量が 1.5~1.0 cc/L 程度までは、ほぼ一定の値を示して相関関係は認められず、それ以下になって急減する。

2) 貝殻運動の顕著な変化は、環境水中の溶存酸素量がそれぞれ 1.5~1.0 cc/L, 0.5 cc/L, 0.2 cc/L 程度以下にそれぞれ低下した時にみられ、1.5~1.0 cc/L 程度で開閉の振幅が大きく頻度が急増し、0.5 cc/L 程度でやや振幅は小さくなり、さらに 0.2 cc/L 程度以下になると長時間の閉殻がみられ、時間経過につれて順次大きく開殻する傾向がみられた。

3) 上述の結果から、低圧酸素の影響は 1.5~1.0 cc/L 程度からみられるか、致命的な影響は 0.2 cc/L 程度以下であられるものと推定し、真珠養殖における赤潮対策について論じた。

参 考 文 献

- 1) KAWAMOTO N. Pri praveco de uzo de fluida parafino por esplori spiradon de akvaj bestoj. *Annot Zool Japon*, 13 (5) 587~608 (1932)
- 2) 森 主一 低圧海中のアコヤカイの呼吸(予報) 貝類学雑誌, 15 (1~4), 52~54 (1948)
- 3) 森 主一 アコヤカイの日週期活動 貝類学雑誌, 15, (1~4), 46~51 (1948)
- 4) 尺野英四郎 真珠貝の他中養殖法の研究 水産研究会報, 3, 48~57 (1950)
- 5) 小林 博 工場排水に含まれる炭酸カルシウムの浮遊粒子がアコヤカイに及ぼす影響 農林省水産研報, 5 (3), 215~224 (1955)
- 6) 植本東彦・渡部素生・松尾勝 アコヤカイ挿核手術に関する生理学的研究 VII 仕立作業における貝の酸素消費量について 国立真珠研報, 9, 1121~1127 (1964)
- 7) NOZAWA, A. The normal and abnormal respiration in the oyster, *Ostrea circumpecta* PILS. *Sci Rept Tohoku Univ*, 4 (4), 315~325 (1929)
- 8) GALTSOFF, P S and WHIPPLE, D V. Oxygen consumption of normal and green oyster. *Bull Bur Fish*, 46, 489~508 (1930)
- 9) ISHIDA, S. On the oxygen consumption in the oyster, *Ostrea gigas* THUMBERG under various conditions. *Sci Rept Tohoku Univ*, Biol 10, 619~638 (1935)

場	所	誤	正
111頁	Fig. 8 英文説明	density insitu in	density in situ in
115	表題	その被害—VI.	その被害—IV
"	下から 1行目	<i>Anadrana broughtoi</i>	<i>Anadara broughtonii</i>
116	" 4 "	東岸干綿	東岸千綿
"	" 3 "	(Fig. 6)	(Fig. 5)
117	上から 3 "	(Fig. 6)	(Fig. 5)
119	" 6 "	曳網距離 95 cm	曳網距離 95 m
125	下から 6 "	残存率 0 %	残存率 *9 0 %
140	上から 1行目	材料の方法	材料と方法
144	文献下から 2行目	ISHIDA	ISHIDA
150	右下	余白部	Fig. 10 欠 (本誌22号で補遺致します—著者)
181	和文上から 2行目	Holthus	Holthuis
194	文献上から 1 "	"	"
"	" 下から 1 "	56~82	195~221
196	上から 6行目	Holthus	Holthuis
197	" 5 "	"	"
218	文献下から 1行目	42~55	181~194
"	Plate II Fig. 3 英文説明	<i>I. novemdentatus</i>	<i>I. novemdentatus</i>
235	上から 3行目	Table 2	Table 1
237	下から 7 "	大豆に	大豆ステロイド中に
254	Fig. 3	Ristology of Preservation	histology of preservation
265	英文表題	Studies no……	Studies on……
270	Fig. 10	30と90°の間の余白	60を入れる
274	上から 5行目	sesults	results
"	" 8 "	dissolved	dissolved
"	" 18 "	Table. 5.	Table 5.