アコヤガイの生理的研究—I*.

心臓搏動に対する稀釋海水の影響

川本 信之・元木 英輔

(三重県立大学, 水産学部)

Influence of diluted sea waters on the heart beat of
Pearl Oyster. "*Pteria Pinctada martensii* (DUNKER)".

N. Y. KAWAMOTO and E. MOTOKI

The heart beat of pearl oysters grows feeble hastily in the diluted sea water of 1,0030 specific gravity, and pulsated at least for 5—6 hours in the salinity of 1,0040 sp. gr., while in the sp. gr. from 1,0050 to 1,0070, it is ascertained that the heart can move 24 hours over.

On the experiment of survival time of each shell in the various salinities of sea water, some which, were in the sp. gr. of 1,0070, opened by the loss of their activities after 39 hours and others did not open which were in more diluted sea water in such cases as of sp. gr. of 1,0050 and 1,0050 in the same conditions. Therefore, these experiments exhibit no coincidence with each other.

From these experiments, it is concluded that the heart pulsation shows simply or directly its activity in the diluted sea water, while many other physiological conditions of the individual pearl oysters take part in the survivality of the shell from these facts. It is supposed that they are possible to live over 39 hours even in the diluted sea water in such cases of sp. gr. of 1,0050 to 1,0030.

緒 言

従来行われた真珠研究の多くは主として形態学的研究であつた。これは基礎的に必要な研究ではあるが、確固たる形態学に立脚した生理学的研究が行われてはじめて真珠養殖業者に被益せしむる事が多いと信じ本研究に着手した次第である。

本研究は三重県賢島に於ける島村真珠養殖場と的矢湾にある日本真珠研究所第三分室とで行われたもので研究に当り島村真珠養殖場主島村勝雄並びに駒城東一の両氏、及び日本パール社長磯和楠吉氏、日本真珠研究所長松井佳一博士に篤き支援を受けた、こゝに深謝の意を表する。

研究 方 法

動物の心臓の研究にはそれを動物体から摘出して其の搏動状態を観察することは脊椎動物でも無脊椎動物でもよく行われる方法である。軟体動物、特に二枚介の場合には外界の海水濃度が介体の血液濃度と或程度相関々係にある事実が、環境海水の変化に起因する、介体の生理変化が心臓搏動で直接示される点に於て極めて意義ある現象である。然しアコヤガイに於てかゝる研究は従来全く行われていなかった、筆者はアコヤガイ *Pinctada martensii* (D.) の生理を研究するに当り先ず心臓搏動を以てて本研究に着手した。本研究

1954 年 5 月 17 日受理 (印刷費負担)

* 日本真珠研究所業蹟第 23 号

は可及的自然状態に接近して研究するため心臓を完全に摘出しないで心室の一端に絹糸を結び、其の外端を切り離したのみで他端即ち心耳は介体（intermediate body）に附着せしめたまま運動状態を Kymograph 上に描写したもので、此の際の使用した横杆は三倍の拡大であつた。アコヤガイの心耳は二個あり、左右相隔てゝ存在する為め此の部分に糸を結んで研究をする事は困難であり行なかつた、又種々稀釈海水を 200 cc とり此の中に左殻をつけたままの介体を入れて心臓の影響を観察し随時海水を置換して変化を調べた。

実 験

A. 塩分濃度と心臓搏動との関係

第1実験 先づ大体如何なる程度の海水稀釈で如何なる状態を呈するかを知るために本実験を行つたもので普通海水から稀釈海水にと次第に稀釈度を増して 1/10 までして後、普通海水にかへて概略の状態を観察した。（Table 1, Plate I, Fig. 1, Text fig. 1 参照）

本実験結果は 1/6 稀釈に於て可成り搏動状態の変化を来し 1/7 に於て急速に搏動減弱し、1/10 にて短時間に全く停止した、然し 3 分間後に普通海水に移した処直ちに活動力は恢復した。本実験は各々 3～10 分間と短時間の実験であり、次ぎ次ぎと濃度の変つた稀釈海水を与えるものであり極めて大略の傾向を見るに止まり、恐らく長時間の実験によれば更に可成りの変化を示す事は勿論であると考え。尙此の実験に際し海水の比重 1.017, pH 8.0, 水温 26～28°C, 実験室温 30°C であつた。

第2実験 前実験と同様の目的であるが稀釈海水に移す前に普通海水中で充分恢復せしめることゝ

Fig. 1. Showing influences of various diluted sea waters on the heart beat of pearl oyster.

Table 1. Showing influences of various diluted sea waters on the heart beat of pearls oyster.

Kind of sea water	Heat beat (per 1 min.)	Amplitudes (average)	Remarks
1. Normal sea water	28—30	7 mm.	—
2. 1/2 diluted sea water	35	about 9 "	One large motion in thre.
3. 1/3 " "	24—22	" 8 "	Getting decrease in heart beat.
4. 1/5 " "	15—14	" 10 "	Comparatively regular.
5. 1/6 " "	5—7	8—5 "	Irregular.
6. 1/7 " "	5—2	5—4 "	—
7. 1/10 " "	None	5—4 "	No beat
8. Normal sea water	7—10	7 "	Getting recover.

し且つ作用時間も 20～30 分間に於ける影響を見た、其の結果は Table 2 及び Plate I, Fig. 2 に示す。

此の結果によれば 1/4 稀釈海水、比重 1.0030 中に於て次第に其の活動力を減退し長く生存し得ない様に推測された。

Table 2. Showing the influences of diluted sea water on the heart of pearl oyster.
(Water temp. 26°C.)

Kind of sea water	sp. gr.	Heart beat (per 1 min.)	Amplitude	Remarks
1. Normal sea water	1.0160	17—19	8 mm.	8 min.
2. 1/4 diluted sea water	1.0030	20—17—13	7 "	Getting irregular, 20 min.
3. Normal sea water	1.0175	13—20—18	5 "	10 min.
4. 1/5 diluted sea water	1.0025	Irregular 9—3—2	7—3 "	Decreasing activity gradually.
5. Normal sea water	1.0175	After 5 min. 20	Gradually regular.	Irregular at first.

第3実験 心臓搏動力に対する稀釈限界決定のため実験を行つた、結果は Table 3 に示す。

Table 3. Showing the relationship between heart activity
and dilution of sea water at water temp. 24—25°C.

Kind of sea water	sp. gr.	Remarks
1. Normal sea water	1.0172	Heart beats normally.
2. 1/5 diluted sea water	1.0025	Became irregular.
3. 1/6 " "	—	Specific gravity could not be determined.
4. 1/4 " "	1.0040	Observed decrement of its activity.

本実験結果よりして稀釈海水比重 1.0040 即ち 1/4 稀釈に於て既に活動力の急速減衰を認められた。

第4実験 前実験を更に確めるために本実験を行つた、前夜降雨のため平常海水の比重は著しく低下した。

Table 4. Showing the relationship between heart activity
and diluted sea water at water temp. 25.5°C.

Kind of sea water	sp. gr.	Remarks
1. Normal sea water	1.0145	Heart beats normally
2. 1/3 diluted sea water	1.0035	Getting decrease its activity after 20 min.
3. 1/4 " "	1.0025	Became feeble its activity.

本実験により比重 1.0035 稀釈海水即ち此の場合 1/3 稀釈に於て急速減衰状態を呈することが認められた。

第5実験 本実験も前数回の測定結果を更に確認するために測定を行つた。

Table 5. Showing the relationship between heart activity
and dilution of sea water at 27.5°C. of water temp.

Kind of sea water	sp. gr.	Remarks
1. Normal sea water	1.0160	pH 8.0 (C.R.), beats 13, ampli. 10 mm.
2. 1/2 diluted sea water	1.0070	pH 7.6 (C.R.), beats 12—10, ampli. 12 mm.
3. 1/3 " "	1.0040	pH 7.4 (C.R.), gradually irregular after 30 min.

此の測定に於ては比重 1.0040 に置換した処約 30 分間極めて快調であつたが、其の後乱調に変じた。此の比重の稀釈海水に入れたのは 8 月 7 日午後 3 時で、同 7 時まで乱調とは云へ搏動をつづけていた、而して

翌朝9時には死亡していた事実からして此の場合少くとも5~6時間は確実に生存し得たと推定し得るものである、而も7時以後は同比重の31. 稀釈海水中に移して置いたため酸素不足或は排泄物蓄積等の原因で死亡したのではなく低比重による滲透圧低下が直接の原因をなしたものと思推される。

第6実験 実験6, 7, 8及び10は的矢湾三ヶ所で測定したものである。先ず普通海水比重1.0200, pH 8.4, 水温日中21°Cの状態下の測定である(Plate II, Fig. 3 a, b 参照) 常態の心臓搏動を描写した後12^h45', 比重1.0050(蒸溜水を以つて海水を稀釈し毎回の実験には海水500 cc. を使用した)の稀釈海水を以つて置換した。搏動は正確に規則的ではないが30秒に7~8回の周期が示されてい、これが時間の経過と共に次第に不規則になり、1~2回の搏動後に10~15秒の休止状態が現れたのは13^h45'頃からであった。(Plate II, Fig. 3. a, Exp. A~1, A~2 参照), 而して15^h40'になると(同, Fig. 3. a, Exp. A~3)突起状振幅が消失し僅かな動きがやゝ規則的に見える様になった。

此の運動と共に心臓は他緩し調子は低下して曲線は基線に接近しつつには基線下に移行するまでに至った(同, Fig. 3, Exp. A~4)。其の後搏動は益々微弱となり周期は延長した(同, Fig. 3, Exp. A~5, A~6, A~8 参照)。かくして翌朝5時には周期は1分から1分30秒に延び(同, Fig. 3. a, Exp. A~9), 同12時(同, Fig. 3. a, Exp. A~12, 6, Exp. A~13)には、かすかな微動を認め得る程度となり、14時には全く停止した。(同上, Fig. 3, b, Exp. A~15)。

こゝで常態海水(比重1.0202, 水温21°C)に置換したが15^hに至るも復活しなかつた(同, Fig. 3, b, Exp. A~18)。

即ち本実験に於ては常態海水に生存していたアコヤガイの心臓を蒸溜水で海水を稀釈し1.0050の比重とした中へ入れ其の搏動状態を観測した結果は水温21°C~16°C~21°C. の変化中に於て、26時間確実に生存し得、それ以後常態に置換しても復活は認められなかつた。

第7, 8実験 常態海水中で心臓搏動をKymograph上に描写した後、比重1.0030に置換した処第7実験では30分、第8実験では70分で搏動は全く停止した、そこで直ちに常態海水にと置換した処、共に搏動は再現し活潑になつたのが観察された。此の結果から見ると比重1.0030では約1時間前後で搏動は停止するが常態海水に返せば生活力は確実に恢復する事が認められた。

第9実験 8月8日午前10時常態海水、比重1.0170に於て心臓搏動26回、振幅3mm. であつたものを比重1.0070に置換したところ搏動32回、振幅12mm. ~22回、3mm. ~14回、5mm. に移行し7時間後には15回10mm. となり翌朝午前9時に於ても尚1.0070比重海水中に運動を持続した、こゝで1.0170なる状態海水中に換えた処、その活力は次第に恢復して活潑になつた。

以上第1から第9実験までを総括するに大体次のことが云えよう。

(1) 比重1.0030に於ては第2, 7, 8実験に見る様に置換後急激に搏動減弱し約1時間前後で搏動は停止した。

(2) 比重1.0040に於ては第3, 5実験に於て見る様に置換後5~6時間は生存し得た。

(3) 比重1.0050に於ては第6実験の様に置換後26時間生存し得た。

(4) 比重1.0070に於ては第9実験に於ける様に25時間後に平常態の海水に置換した時には水温26°~27°Cに於て次第に活力を恢復した。

B. 塩分濃度と介個体の生存状態

A 実験に於ては総て介の心臓による搏動状態の描写による塩分濃度の影響を測定したものであつたがB実験に於ては介個体が如何なる状態に変化するかを諸濃度海水に於て観察して両実験結果を比較し考察しよう企てたものである。

先ずA実験結果を参考として(a)比重(d_{15})1.0030, (b)1.0050及び(c)1.0070の三種濃度海水各11. 宛を調製し之を入れた三個のビーカーに各とは同大のアコヤガイ各二個を殻表面を清掃して静置

しいずれが最も早く開口するかを観察した。A 実験結果からすれば恐らく (a) が最も早く開殻し (c) が最後まで開殻し続けることゝ推察した。然るに実験の結果は三回の実験に於て共に (c) 即ち三種の内最も高比重の稀釈海水中のものが水温 $26^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{C}$. に於て各々 38, 39, 39 時間後に至り共に最も先に開殻して (a), 及び (b) は各実験とも右時間に於て開殻するものは一つも見られなかつた。此の際 (c) 中のアコヤガイの外套膜縁は収縮状態を呈していたが (a), (b) 内の介は開殻器で開いて検べた結果両者共皆外套膜は充分伸長していた、機械的刺戟に対しては両者共反応は見られなかつた。そこで此の三種の介を同時に常態海水に移した処、24 時間後には皆完全に活力は恢復し元氣旺盛となつたのが観察された。

考 察

A 実験の結果比重 1.0030 の稀釈海水では心搏動は急激に減弱しはじめ 1.0040 では 5~6 時間、1.0050 以上 1.0070 に於ては 24 時間以上生存し得る事が知られた。然るに B 実験では 1.0070 のものが最も早く開殻能力を失ひ、より稀釈された海水中の個体が 38~39 時間開殻し続けた事実は A 実験の結果と全く相反している事が認められた。これは心臓搏動の結果は単純な稀釈海水中の生存力を示したもので B 実験は介個体即ち心臓以外の部分、特に介殻による外界との遮断能力が協力して生命保持につくした結果であると看するのが至当であると考え。換言すれば介殻の開鎖によつて稀釈による悪条件を避け得た結果が大であると考える。即ち稀釈海水に入れた介は右殻は其の軟弱な殻の周囲を左殻の内側に密着させて極めて嚴重に稀釈海水浸入を防いでいる状態からも推察される。

然らば何故 1.0070 海水が最も早く開殻しより稀釈海水中的のものが開殻し続けたかに就ては、稀釈度大なる方が濃度による滲透圧の差が大であり従つてこれに投ぜられる際の介体に対する突然の滲透圧差による刺戟は (a) より (b) (c) の実験水中の場合の方が大であつたために殻閉鎖が厳になつた結果と推察せられる。尙本件については更に実験を重ねて後日報告しようとする。

結 び

アコヤガイの心臓搏動標本に於ては海水稀釈度の大なる程搏動停止の時間が速かに現われる、比重 1.0030 に於て 1 時間、1.0040 で 5~6 時間、1.0050~1.0070 に於て 24 時間以上である事が水温 $26^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{C}$. に於いて観察された、又介個体の稀釈海水に於ける生存能力は本実験の範囲内に於ては 1.0070 比重の海水に於けるものが最も早く開殻し 1.0050 及び 1.0030 の比重のものは更に生活力を保持し得る様な結果が見られた、これは介体に対する突然の滲透圧差によつて生ずる刺戟の大小により介殻閉鎖防禦作用が行われる事と推察される、此の問題は降雨による海水稀釈に起因するアコヤガイ斃死の問題解決の緒となる可きものと考えられる。