

二枚貝の開閉殻運動に関する力学的考察（第4報）： 閉殻筋合力の作用点に就て

三宅, 正人
九州大学農学部水産学教室

<https://doi.org/10.15017/21166>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 12 (3), pp.259-262, 1952-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：



二枚貝の開閉殻運動に関する力学的考察 (第4報)

閉殻筋合力の作用点に就て

三 宅 正 人

Studies on the mechanism of the opening and closing movement of bivalves. 4. On the position on which the resultant of adductor muscles acts

Masato Miyake

I. 緒 言

二枚貝に於ける開閉殻運動は2枚の平板の開閉運動にたとえられることは第1報¹⁾に於て説明したが、更に双柱類では次の如き関係が認められる。

即ち Fig. 1 に於て XY は蝶番軸、P は後閉殻筋の力の中心点 (P) に働く閉殻力、A は前閉殻筋の力の中心点 (a) に働く閉殻力、 D_p 、 D_a は (P) 点、(a) 点に立つ垂線と XY 軸との距離とすれば、閉殻力は $PD_p + AD_a$ で表わされる。

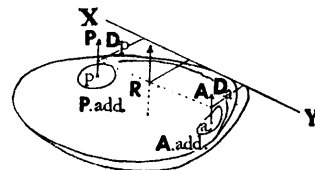


Fig. 1.

而して靱帯の開殻せんとする力の能率を F とすれば、 $F > PD_p + AD_a$ の時は開殻し、 $F < PD_p + AD_a$ の時は閉殻する。

此の $PD_p + AD_a$ は合力として、(P) 及び (a) に立つ垂線を結ぶ線上に於て夫々の閉殻筋の力の大きさの反比に内分する点 R に働くものと考えることが出来る。

(但し此の場合閉殻筋の力の中心を如何にとるか、又力の大きさを如何にして計測するかは問題となるが、実際問題として狭い閉殻筋の中で力の中心の取り方が少し位間違つても此の実験には余り影響がないので閉殻筋断面の重心を力の中心と考え、又力の大きさは断面積に比例するものとして実験を進めた。)

扱て上の合力の働く点即ち R は如何なる点に位置するかと云うに、靱帯が固定している貝ではどこに合力が働いても、開閉殻に際し殻の前後に於ける開きに不同を生ぜず問題はないが、可変性蝶番軸を持つ貝では合力点の位置如何によつては甚しく傾斜した開殻状態を呈し、貝の常時に於ける開閉殻運動と著しく相違し不都合となる。此の場合閉殻筋の合力は靱帯の作用と全く一致した行動をとることが出来る位置に働いているべきである。

著者は実験により此の事実を確かめたので以下之に就て記する。

II. 実 験 之 部

実験は靱帯の開殻運動及び閉殻筋合力の位置に就て別々に調査した後、両者の作用を照合し一致するや否やを調査する方法によつた。

i) 靱帯の開殻動作.

a) 靱帯の開殻運動記録

靱帯のみの作用で（之は閉殻筋を切断しその作用をなくしたもの）開殻せしめその運動をキモグラフで記録するのであるが、此の場合靱帯から等距離* にある殻上の前端と後端の任意の2点で開殻の状態を記録すると Fig. 2 の如くなる。

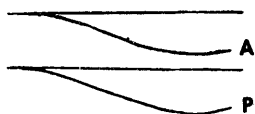


Fig. 2.

の開殻作用はその速度が早い為キモグラフを相当の速度で廻転し乍ら閉殻から開殻し切る迄の状態を記録するのであつて、靱帯の弾性の為実際の最大開殻点を通り越して然る後その反動として又逆戻りして少しく閉殻しその後開殻の平衡点に達することを示すものである。従つて実際の開殻の最高点は図に示された頂点より少しく前にあるものと考えられる。

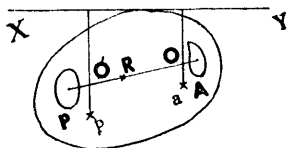


Fig. 3.

Aは殻前端、Pは後端に於て記録した開殻の状態を示すものであるが、P側の振巾（特に開殻初期に於ける）が大きい。之は可変性蝶番軸を持つ二枚貝の場合起る現象である。但しA、Pとも開殻曲線は一度最大の振巾に達した後少しく閉殻の状態を示して居るが、之は靱帯のみの開殻作用はその速度が早い為キモグラフを相当の速度で廻転し乍ら閉殻から開殻し切る迄の状態を記録するのであつて、靱帯の弾性の為実際の最大開殻点を通り越して然る後その反動として又逆戻りして少しく閉殻しその後開殻の平衡点に達することを示すものである。従つて実際の開殻の最高点は図に示された頂点より少しく前にあるものと考えられる。

b) 上の記録を基とした閉殻筋合力点の位置の調査.

Fig. 3 に示す如き殻前端の任意の1点aを針の尖端で抑え乍ら開殻を行わせ、又殻後端のP点に於て同様のことを行えば、靱帯の動作に釣合う閉殻筋合力点の位置を探索することが出来る。即ち前者の場合閉殻筋の合力がaからXYへの垂線と両閉殻筋を結ぶ線PAとの交点Oに働くものと仮定して開殻させることになるが、此の時P側の運動をキモグラフに記録した前の図のP線上を辿り乍ら開殻させると、A側の開殻運動は靱帯のみで開殻した時記録したA線上を通らないで少しく上にズレる。即ち此の場合P側に於ける開殻の大きさを靱帯のみで開殻した時のP側に於ける開殻の大きさと同じにとり乍ら行つたのであるが、此の作用点に閉殻筋合力が働いて開殻するものとすれば、靱帯による開殻時に比し、A側が少しく開殻しないことになる。次に同様のことをP側の点Pに於て実施すると今度はA側の運動は下にズレる。即ち此の場合O'点に合力が働いて開殻することになるが、靱帯による開殻時に比しA側が開き過ぎるのであつて此の両実験により閉殻筋の合力はO点とO'点の間附近に働いていることが想像される。

* 此の場合見掛の蝶番軸をとつたことになるから殻の前後に於ける殻間の開きは可変性蝶番軸を有する二枚貝の場合は異なる訳である。

之等の実験結果は Fig. 4, a', b', c' に示す通りである。

ii) 計算による閉殻筋合力点の位置。

閉殻筋合力点の位置は又計算によつて求められる。即ち閉殻力は閉殻筋の断面積の大きさに比例するものとすれば、Fig. 3 に於て合力点Rは両閉殻筋の中心を結ぶ線をP, Aの断面積の大きさの反比に内分した点に位置する。

断面積の測定は開殻力及び閉殻力を測定する際その大きさを知ることが必要な為諸研究者により色々な方法で行われた。即ち Plateau²⁾は閉殻筋の断面を楕円形と考え長、短2ヶの直径を測り面積を算出した。Marceau³⁾は閉殻筋の痕をインクで印をつけ、之を殻の両端に渡した硝子板に投影した写真図から計算し、Bayliss 等⁴⁾は閉殻筋の長さから求めた。但し密度を均一とし又全繊維が張力の方に平行であると仮定した。又田村⁵⁾は閉殻筋の痕を墨で塗り此の上にトレーシングペーパーを当て、直接写し取り、或は透視して写し之をプランメーターで測定した。然し之等の方法は何れも甚しく不正確なので著者は新に考案した原寸写生器⁶⁾により閉殻筋痕を写しとり之をプランメーターで計算した。

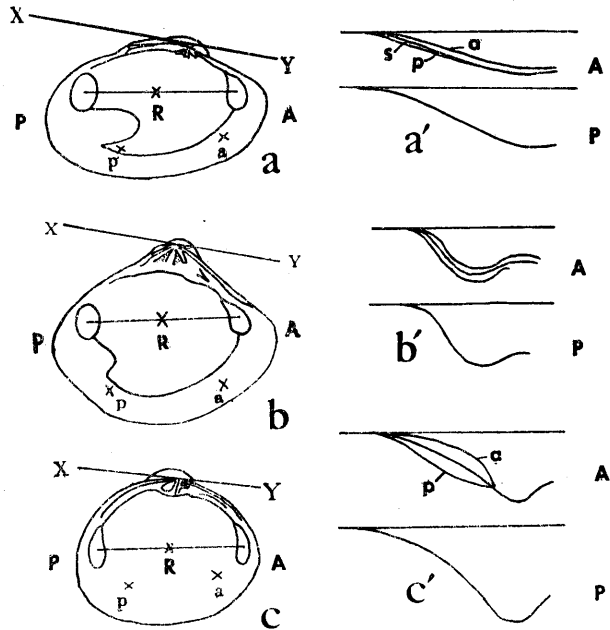


Fig. 4. c, c': シオフキ. a, a': アサリ.
b, b': ハマグリ.

第 1 表

貝の種類	閉殻筋断面積 cm ²	閉殻筋間の距離 cm	合力点の位置 (A側よりの距離 cm)
アサリ P A	0.288 0.231	3.08	1.71
ハマグリ P A	0.470 0.362	4.10	2.32
シオフキ P A	0.167 0.150	3.00	1.53

III. 考 察

Fig. 4, a のアサリでは a, p 両点の位置の取り方が少しく殻の前方に寄り過ぎた為 Fig. 4, a' に見る様に p 線は S 線（本来の線）に殆んど一致しているが、之は結局 S 線は p 線の画かれる場合作用した力と同じような点に合力が働いて出来た線であることを意味している。即ち Fig. 4, a に見るように両閉殻筋を結ぶ線と p から XY への垂線との交点は R に近い事が認められる。尙アサリ、ハマグリ、シオフキの如く靱帯が長く且つ割合に固いものと異なり、シオフキの如く靱帯が短く球状をなすものは少しでも合力点の位置がズレると激しく傾いて開殻する為 Fig. 4, c' の A 側に於ける a, p 両線は大きな開きを持つてゐることが示される。

以上 (i), (ii) の実験結果を比較対照することによりアサリ、ハマグリ、シオフキ等では靱帯の正規の開殻作用に釣合うべき閉殻筋合力点と、計算により求めた閉殻筋合力点 R とは大体一致している事が示される。従つて靱帯と閉殻筋の作用はよく一致していることが諒解出来る。

文 献

- 1) 三宅正人：九大農学部学芸雑誌 12, 155 (1951).
- 2) Plateau, F.: Arch. de Zool. expér. et gén., 2e série 2, 144 (1884).
- 3) Marceau, M. F.: Arch. de Zool. expér. et gén., 5 me série 2, 295 (1909).
- 4) Bayliss, L. E., Boyland, E. & Ritchie, A. D.: Roy. Soc. Proc. (B), 160, 363 (1930).
- 5) 田村正：Sci. Rep. of Tohoku Imp. Univ., 4th series IV, 259 (1929); Ibid., 4th series VI, 347 (1931).
- 6) 三宅正人：科学, 20, 519 (1950).

(九州大学農学部水産化学教室)

R é s u m é

This report also describes the results of the experiments made for research (B) mentioned in Report 1.

In dimyaria, the resultant of the two adductor muscles must be so disposed that there is an equilibrium between that and the action of ligament, and this fact was proved as follows.

The author investigated respectively the action of ligament and the resultant of the two adductor muscles, and examined whether both actions would harmonize with each other.

The behavior of ligament was caught on a kymograph at first, and then the author searched for the position of the temporary resultant of adductors which would correspond to the action of ligament.

On the other hand the position of the true resultant of adductors was obtained by calculation on the ground that the force of adductor is proportional to the area of the cross section of adductor.

It was proved that the two resultants thus obtained occupy almost the same position, and consequently that there is a harmonious action between the ligament and the adductor muscles.