

ヒオウギの鰓構造

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:水産大学校
	公開日: 2024-10-11
	キーワード (Ja):
	キーワード (En): Noble scallop; dorsal respiratory
	expansion; heterorhabdic filibranch; inter-laminar
	connecting membrane; lobe of the lip-apparatus;
	suspensory membrane
	作成者: 山元, 憲一, 半田, 岳志, 荒木, 晶
	メールアドレス:
	所属: 水産研究・教育機構
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2012067

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



ヒオウギの鰓構造

山元憲一・半田岳志*・荒木 晶

Anatomical Structure of Ctenidium of the Noble Scallop Mimachlamys nobilis

Ken-ichi Yamamoto, Takeshi Handa[†] and Akira Araki

Abstract : The structure of the ctenidium of the Noble scallop *Mimachlamys nobilis* was examined. The border of the inner lamina of outer ctenidium and the outer lamina of inner ctenidium was fixed on the adductor muscle with the suspensory membrane of filament. The outer lamina of inner ctenidium and the inner lamina of outer ctenidium were reinforced with the dorsal respiratory expansion. Both the fused border of inner lamina of inner ctenidium and the fused border of outer lamina of outer ctenidium had the structure with which they were possible to peel off at high water pressure. The mouth was covered with the well developed lobe of lip-apparatus. The gill type showed the heterorhabdic filibranch: The principal filaments between inner and outer lamina were joined with the inter-laminar connecting membrane. The principal filament and the ordinary filament, and the adjacent ordinary filaments were connected with the ciliary discs.

Key words : Noble scallop; dorsal respiratory expansion; heterorhabdic filibranch; inter-laminar connecting membrane; lobe of the lip-apparatus; suspensory membrane.

緒 言

二枚貝の鰓の構造は、糸鰓類ではハボウキガイ科のタイ ラギ Pinna japonica、ウグイスガイ目ウグイスガイ科のア コヤガイ Pinctada fucata martensii、シロチョウガイ P. maxima、古弁鰓類ではイシガイ目イシガイ科のイケチョ ウガイ Hyriopsis schlegeli で報告されている¹⁻⁴⁾。

著者らは、イガイ目イガイ科のムラサキイガイ Mytilus galloprovincialis およびムラサキインコ Septifer virgutus, ウ グイスガイ目ウグイスガイ科のアコヤガイ,クロチョウガ イ P. margaritifera,マベ Pteria penguin,カキ目イタボガキ 科 の マ ガ キ Crassostrea gigas, イ タ ボ ガ キ Ostrea denselamellosa およびミノガイ目イタヤガイ科のホタテガ イ Patinopecten yessoensis の鰓の構造を解剖学的に明らか にしてきた⁵⁻¹²⁾。本研究では、二枚貝の呼吸・循環や捕食 に関する研究を進める上での基礎資料を得る目的で、カキ 目イタヤガイ科のヒオウギ *Mimachlamys nobilis* の鰓の構 造を解剖学的に明らかにした。なお、分類は奥谷¹³⁾ に従っ た。

材料および方法

実験には、殻長 86.1±5.0 mm (平均値±標準偏差,以降 同様に表す),殻高 88.0±5.1 mm,殻幅 33.7±1.3 mm,体 重 102.7±11.8 gのヒオウギ 16 個体を用いた。ヒオウギは、 長崎県平戸市の養殖場より入手し、生海水の注水下で 1 週 間畜養した後,実験に用いた。畜養後のヒオウギは、約0.4M の塩化マグネシウム水溶液¹⁴⁾ に 2 ~ 4 時間浸漬して軟体

水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

^{*}連絡先 (Corresponding author): handat@fish-u.ac.jp

部を伸展させた後 Davidson 液¹⁵⁾で固定し,実体顕微鏡で 鰓の構造を観察した。

結果および考察

ヒオウギは,空中に放置するとホタテガイ¹²⁾と同様に, 殻を大きく開け,鰓(CT)が左右に離れて,それぞれが殻 に貼り付いて閉殻筋(AD)や内臓塊(VM)を露出させた(Fig. 1)。この状態のヒオウギを海水に戻すと,外套膜(MT)と 鰓葉を徐々に伸展させ,外套膜の左右および内鰓内葉の左 右をそれぞれ接着させることによって入水口(IO)と出水 口(EO)を構築して,鰓換水を開始した(Fig. 2)。鰓換水を 行っているヒオウギの殻を突いて刺激すると,殻を更に開 けて殻腔内に海水を吸入し,この状態で短く静止した後, 外套膜の一部を開きながら一気に殻を閉じて,殻腔の外へ 海水を激しく噴出させた(Figs. 3-1; 3-2; 3-3)。噴出は,前 側(Fig. 3-1),腹側(Fig. 3-2)あるいは後側(Fig. 3-3)に,任 意に方向を定めて行った。

外套膜

ヒオウギは、海水中では殻を大きく開け、左右の外套膜 の縁辺部を接触させ、縁辺部の一部を開いて入水口と出水 口を構築して、鰓換水を行っていた (Fig. 2)。Davidson 液 で固定して、殻を除去した観察からも、左右の外套膜の縁 辺部を接触させる様子が確認された (Fig. 4B-D)。外套膜の 縁辺部は内側に屈曲し、大きく殻腔へ張り出していた (Fig. 4E)。外套膜の横断面から、殻腔へ大きく張り出した部分 は外套膜内層 (IF) であることが分かる (Fig. 4F-L)。このよ うに内向きに張り出した外套膜内層は、海水を噴出する際 に生じる殻腔内の水圧を外套膜で受動的に受け止めて、外 套膜を開いている部分だけから海水を噴出させる上で有効 な機能を発揮していると推測される。

鰓葉

殻の片方を除去して観察すると,外鰓外葉 (OLO)の基部 (外鰓外葉合着縁,FOC)は,外套膜と接触しただけの構造で,外套膜と接着していなかった (Figs. 5D-F; 6A, C, D; 7A-C; 8A-D; 9A, B)。内鰓内葉の基部 (内鰓内葉合着縁, FIC)も,左右の内鰓内葉の基部がお互いに接触した構造で,接着していなかった (Fig. 6D)。それらの基部が接触しただけの構造は,空中に放置した場合には,ホタテガイ¹²⁾と同様に鰓葉が左右に分かれて,殻に貼り付き,大きく開けた殻の間から閉殻筋や内臓塊が露出する要因となってい

ることが明らかである。それらの基部は、外鰓外葉が外套 膜と絨毛で接着し、内鰓内葉が内臓塊と絨毛で接着してい るアコヤガイ⁷⁷、クロチョウガイ⁸⁰、マベ⁹⁰、マガキ¹⁰¹や イタボガキ¹¹⁾の構造と異なっていた。

また, 鰓葉はホタテガイ¹²⁾ と同様に, 外鰓と内鰓の会 合部が鰓葉懸垂膜 (SM) で閉殻筋に固定されていた (Figs. 5D, F; 6C-E)。鰓葉懸垂膜は出水口近くではホタテガイ¹²⁾ と同様に, 閉殻筋から離れて鰓葉懸垂膜前部 (FSM) を形 成していた (Figs. 5F; 6A, B)。このような出水口近くの構 造は, アコヤガイ⁷⁾, クロチョウガイ⁸⁾, マベ⁹⁾, マガキ ¹⁰⁾ やイタボガキ¹¹⁾ では認められない。

これらのことから、外套膜および鰓葉を十分に伸ばして 鰓換水を行っている状態では、鰓は次のようになっている と考えられる。唇弁から閉殻筋の出水口側の外れまでの部 位では、左右の外鰓の外鰓外葉合着縁は全体を外套膜へ接 触させ、左右の内鰓の内鰓内葉合着縁もそれぞれを内臓塊 に接触させている。外鰓と内鰓の会合部は鰓葉懸垂膜(SM) で閉殻筋 (AD) に固定されている (Figs. 5F; 6A, C)。従って、 この部位では、鰓上腔 (SBC) は4本形成されていること になる。しかし, 外鰓と内鰓の会合部が鰓葉懸垂膜前部 (FSM)に連結した部位、つまり閉殻筋のはずれから鰓葉の 先端までの部位では、外鰓と内鰓の会合部が閉殻筋から離 れて鰓葉懸垂膜前部を形成し、左右の内鰓の内鰓内葉合着 縁も内臓塊から離れて、左右の内鰓のそれぞれが接触して いる (Figs. 5F; 6A, B。従って、この部位では、鰓上腔は4 本が1本となって出水口へ連なっている(Fig. 2D, E)。また、 この部位では、左右の外鰓外葉合着縁はそれぞれが外套膜 に接触し、左右の鰓葉の内鰓内葉合着縁もお互いが接触し て, 殻腔内を入水側(外套腔, MC)と出水側(鰓上腔, SBC) に完全に仕切ると同時に、入水口 (IO) と出水口 (EO) を形成している (Fig. 2)。従って、出水口近くの鰓葉の先 端は,アコヤガイ⁷⁾,クロチョウガイ⁸⁾,マベ⁹⁾,マガキ¹⁰⁾ やイタボガキ ") で見られる外套皺襞の部位と同様の構造 を示している。実際に、マジェランツキヒ Placopeten magellanicus では、外鰓外葉合着縁を外套膜に接触させ、 海水を鰓糸の間を通過させて懸濁物を濾過する様子が内視 鏡で観察されている¹⁶⁾。

鰓葉合着縁

内鰓内葉合着縁 (FIC) および外鰓外葉合着縁 (FOC) は, いずれも鰓糸の先端が折れ曲がった構造となっていた (Fig. 6D)。両合着縁は,半円形に並んだ十数本を単位とし て波形に並んで鰓葉の先端から伸びてきた常鰓糸 (OF) が 合着縁近くで平面に広がって主鰓糸 (PF) を覆い隠し,常 鰓糸が平行に折れ曲がって,接触面が形成されていた (Fig. 7B-I)。従って,両合着縁は常鰓糸が鰓葉から接触面まで に連続して延びた構造となっていた (Fig. 7D)。鰓上腔側か ら見ると,両合着縁は主鰓糸が合着縁の手前で常鰓糸の間 に入り込んで見えなくなり,常鰓糸が折れ曲がって平面に 広がって,接触面が形成されていた (Fig. 7B, C, H, I)。

鰓葉の縦断面をみると、鰓葉間連結血管(ICV)は入鰓静 脈(ABV)から主鰓糸の最も内側(鰓上腔側)をU字型に 走行して,合着縁の接触面(FOC, FIC)で終わっていた(Figs 8D-F; 9D, F, H-J)。このように、鰓葉間連結血管は合着縁 の部位ではお互いが融合して縦走血管を構成していると推 測される。また、この縦走血管からは主鰓糸血管(VPF)お よび常鰓糸血管(VOF)が分岐していると推測される。主 鰓糸血管および常鰓糸血管は鰓葉を走行して出鰓静脈 (EBV)に連なっている(Figs. 11-2H-K; 11-3N; 11-4B, C, H)。

鰓葉連結

鰓葉の内葉と外葉の主鰓糸の間は、アコヤガイⁿやマガ キ¹²⁾と同様に、鰓葉間連結膜(ICM)で連絡されていた(Fig. 8B-F)。アコヤガイⁿやマガキ¹⁰⁾では、鰓葉間連結膜は主 鰓糸の数本毎に、内葉と外葉の主鰓糸とそれらの主鰓糸の 基部を連絡している鰓葉間連絡血管までに三角形に展開し ている。しかし、ヒオウギは、アコヤガイⁿやマガキ¹⁰⁾ と異なり、ホタテガイ¹²⁾と同様に内葉と外葉の全ての主 鰓糸の間を、鰓葉の先端から主鰓糸の基部までの約2/5の ところまでに同じ長さの三角形に展開していた(Fig. 8C-E)。

鰓糸連結

鰓葉は、アコヤガイⁿ、クロチョウガイ^s、マベ⁹やマ ガキ¹⁰と同様に、主鰓糸と半円形に並んだ数十本の常鰓 糸を一組として配列した構造で、各鰓糸は鰓糸連結盤(CD) で固定されていた (Figs. 7D-I; 8C-F; 9H-J; 10C-G)。

Dufour and Beninger¹⁷は、二枚貝の鰓の構造を内葉と外 葉の相対する常鰓糸の間を Interlamellar junctions(鰓葉間連 結)で連結した Homorhabdic filibranch 構造,内葉と外葉の 相対する主鰓糸の間を鰓葉間連結で接合し,隣接した常鰓 糸の間を繊毛のある突起物 (Ciliated spurs)で接合した Heterorhabdic filibranch 構造,隣接した鰓糸の間を Interlaminar junctions (鰓糸間連結)で接合した Homorhabdic eulamellibranch 構造,内葉と外葉の主鰓糸の間を鰓葉間連 結で接合し,隣接した常鰓糸の間を鰓糸間連結で接合した Heterorhabdic pseudolamellibranch 構造の4つの型に分けて いる。ヒオウギの鰓では、内葉と外葉の主鰓糸の間は鰓葉 間連結膜 (ICM) で接合していた (Figs. 8D-F; 9H; 10E; 11-1D-G)。隣接した常鰓糸の間は鰓糸連結盤 (CD) で接合し ていた (Figs. 7D-I; 8C-F; 9H-J; 10C-G)。これらのことから、 ヒオウギは、アコヤガイ⁷⁾、クロチョウガイ⁸⁾やマペ⁹⁾や ホタテガイ¹²⁾と同様の Heterorhabdic filibranch 構造を示し、 Heterorhabdic pseudolamellibranch 構造を示すマガキ¹⁰⁾ やイ タボガキ¹¹⁾と異なっていた。

主鰓糸基部の膜

マジェランツキヒでは、外鰓内葉および内鰓外葉の主鰓 糸は鰓腔側の基部から鰓葉の約 1/2 までの部位に Dorsal respiratory expansion と名付けられた膜を備えている¹⁶⁾。マ ジェランツキヒと同じ仲間であるヒオウギでも同様に、外 鰓内葉および内鰓外葉の主鰓糸の基部に Dorsal respiratory expansion(主鰓糸背面呼吸膜, DRE)が認められた (Figs. 6B, D; 8B-F; 9A-J; 10A; 11-2H-K; 11-3L-N; 11-4H)。この主 鰓糸背面呼吸膜はガス交換を行う上での有効面積を大きく する膜構造であると推測されている¹⁶⁾。また、ヒオウギで も同様に、この膜の鰓腔側には鰓葉連結血管 (ICV)が走行 していた (Figs. 8D-F; 9D, F-J; 11-2H-K; 11-3L-O; 11-4B-H)。 この血管と主鰓糸血管の間は、折り重なるように密集して 走行する沢山の Interconnecting vessel(主鰓糸連結血管, IV) で連絡されていた (Figs. 8D-F; 9F-J; 11-2I, K; 11-3L-N; 11-4H)。

血管

殻と外套膜を除去すると、鰓葉懸垂膜の部位を鰓葉の基部に沿って、出鰓静脈(EBV)は外側(鰓葉寄り)を、入 鰓静脈(ABV)は内側(閉殻筋寄り)を半円形に並んで走 行していた(Figs. 5F, 6C)。入鰓静脈からは、鰓葉間連結血 管(ICV)が分岐して伸びていた(Figs. 9F; 11-2H-K; 11-3O; 11-4B-G)。鰓葉間連結血管は、入鰓静脈から分岐した後、 外鰓内葉あるいは内鰓外葉の主鰓糸背面呼吸膜(DRE)の 外縁を走行し、次いで鰓葉間連結膜の外縁を湾曲して走行 して、鰓葉のDorsal bend¹⁶⁾(背側屈曲部,DB)の内鰓内葉 基底溝(BTI)あるいは外鰓外葉基底溝(BTO)に達していた (Figs. 8C, D; 9E, H; 10A)。このように,鰓葉間連結血管(ICV) は主鰓糸毎に鰓葉の内葉と外葉の間を連絡していた(Figs. 8D, E; 9H; 11-1G)。しかし、ムラサキイガイ⁵⁾、ムラサキ インコ⁶⁾、アコヤガイ⁷⁾、クロチョウガイ⁸⁾、マベ⁹⁾やマ ガキ¹⁰⁾ではヒオウギと異なって、鰓葉間連結血管は主鰓 糸の数本あるいは十数本に1本の割合で鰓葉の内葉と外葉 の基部の最短距離を連絡している。

鰓葉間連結血管は、内鰓内葉基底溝 (BTI) および外鰓外 葉基底溝 (BTO) では、融合して縦走血管を構成していた。 この縦走血管からは常鰓糸血管 (VOF) および主鰓糸血管 (VPF) が分岐して、 鰓葉の Ventral bend¹⁶⁾ (腹側屈曲部, VB) へ向って走行していた (Fig. 8D, E)。一方, 腹側屈曲 部では、ヒオウギやホタテガイと同じ仲間のマジェランツ キヒの常鰓糸および主鰓糸はお互いに Ciliated disc (鰓糸 連結盤)で固定された状態で折れ曲がった構造である¹⁶。 従って、腹側屈曲部では、それぞれの鰓糸の血管は連絡し ていないと報告されている¹⁰。ヒオウギの腹側屈曲部でも マジェランツキヒ¹⁰と同様に、ムラサキイガイ⁵⁾、ムラサ キインコ⁹、アコヤガイ⁷、クロチョウガイ⁸、マベ⁹、マ ガキ¹⁰ やイタボガキ¹¹と異なって、常鰓糸および主鰓糸 は屈曲しただけの構造で、それぞれの鰓糸の血管は連絡し ていないことが確認された (Figs. 10B-G; 11-1A, B)。また, ヒオウギではマジェランツキヒ¹⁶⁾と同様に、ムラサキイ ガイ⁵、ムラサキインコ⁶、アコヤガイ⁷、クロチョウガ イ⁸⁾、マベ⁹⁾、マガキ¹⁰⁾やイタボガキ¹¹⁾と異なって、腹側 屈曲部(VB)は食物溝を形成しないことが確認された(Figs. 8C-E; 10A-G)。一方,外鰓内葉と内鰓外葉のそれぞれを腹 側屈曲部から走行してきた常鰓糸と主鰓糸は、内外鰓外内 葉基底溝 (BTL) で外鰓内葉と内鰓外葉のものが交差した 形で終わっていた (Fig. 11-3M)。このような構造に伴って、 外鰓内葉と内鰓外葉のそれぞれの常鰓糸血管と主鰓糸血管 は、内外鰓外内葉基底溝 (BTL) を縦走している出鰓静脈 (EBV)に外鰓内葉と内鰓外葉のものが交差した形で連絡し ていた (Figs. 11-3N; 11-4C)。

これらのことから, 鰓での血行は次のように推測される。 鰓に流入した血液は,入鰓静脈から主鰓糸の鰓上腔側の外 縁に位置する鰓葉間連結血管へ流入し,同血管を介して主 鰓糸背面呼吸膜の外縁から鰓葉間連結膜の外縁を湾曲して 背側屈曲部(基底溝付近)へ流れ,背側屈曲部の縦走血管 へ流入して合流する。この合流した血液は,ここで縦走血 管から各常鰓糸血管および主鰓糸血管へ分配される。一方, 入鰓静脈の血液の一部は鰓葉間連結血管から短絡して主鰓 糸背面呼吸膜を走行している主鰓糸連結血管を経由して主 鰓糸血管へ流れて,出鰓静脈へ流出する。鰓葉の背側屈曲 部付近で鰓葉間連結血管から分配された常鰓糸血管の血液 は背側屈曲部から腹側屈曲部へと流れ,屈曲して常鰓糸の 基部へと流れて出鰓静脈へ流出する。この間の血液は常鰓 鰓糸と同様に鰓葉の背側屈曲部を経由して腹側屈曲部へと 流れる。しかし、一部は腹側屈曲部を経由せずに、鰓葉間 連結膜内を短絡して隣の鰓葉の主鰓糸血管へ流入する。こ れら二つの経路を流れてきた主鰓糸血管の血液は鰓葉間連 結膜を通過したところで合流し、再び主鰓糸血管を流れて 出鰓静脈へ流出する。この間の主鰓糸血管の血液は常鰓糸 血管と同様に主鰓糸血管毎に独立して流れている。

唇弁

唇弁 (LP) は、上唇弁 (LUL, RUL) が唇弁支持膜 (SML) で内臓塊に固定されていた (Fig. 12D)。しかし、ムラサキ イガイ⁵⁰、ムラサキインコ⁶⁰、アコヤガイ⁷⁰、クロチョウ ガイ⁸⁰、マベ⁹⁰、マガキ¹⁰⁰ やイタボガキ¹¹⁾では、唇弁支持 膜は認められず、上唇弁は下唇弁 (LLL, RLL) と同様に内 臓塊に固定されていない。

唇弁の唇弁襞側部 (RP)、近位口溝 (POG) および側位口 溝 (LOG) はアコヤガイ⁷⁾, クロチョウガイ⁸⁾, マベ⁹やマ ガキ¹⁰⁾と同様の構造を示した (Fig. 12B, C)。しかし, 唇 (L) は、アコヤガイ⁷、クロチョウガイ⁸、マベ⁹、マガキ¹⁰ やイタボガキ¹¹⁾と著しく異なり、それらの種には認めら れない瘤状の隆起が発達していた (Fig. 12D; 13A-E)。この ような瘤状の構造は、ミノガイ目ミノガイ科やカキ目イタ ヤガイ科の二枚貝で一般に知られている^{19,20)}。ヒオウギの 唇でも同じ仲間のウミギクモドキ Pedum spondyloideus²⁰と 同様に、上唇に2つと下唇に3つの瘤状構造を備え、それ らが合体した構造となっていた (Figs. 12D; 13A-E)。各瘤は, 幹状の唇葉 (LO) が樹枝状に枝分かれし、その先端に唇小 葉 (LOB) が展開した構造となっていた (Figs. 12D; 13B-E)。 このような唇の構造は、上下の唇の隙間より水を排出して 唇弁で集められた懸濁粒子を濃縮し、効率よく捕食すると 同時に殻の激しい開閉に伴う水圧の変化から口を防御する 役割を果たしていると推測されている ^{19,20)}。

基底溝と腹側屈曲部

ヒオウギの鰓は、外葉の基部には外鰓外葉基底溝 (BTO), 内鰓内葉の会合部には内鰓内葉基底溝 (BTI) および鰓葉の 外鰓と内鰓の会合部には内外鰓外内葉基底溝を備え、左右 の鰓葉を合わせると6本の基底溝を備えていた (Figs. 9E, F, H; 10A; 11-2J, K: 11-3M)。一方,鰓葉の腹側屈曲部は主鰓 糸と常鰓糸が屈曲しただけの簡単な構造を示し、食物溝を 備えていなかった (Figs. 8C-E; 10A-G)。しかし、食物溝を 持たないマジェランツキヒは、鰓葉で捕捉した懸濁粒子を 主鰓糸では基底溝へ運び、常鰓糸では鰓葉の先端の腹側屈 曲部へ運び,他の二枚貝と同様に基底溝と腹側屈曲部を経 由して唇弁へ運ぶ様子が内視鏡で観察されている¹⁶。これ らのことから,ヒオウギも同様に,鰓葉で捕捉した懸濁粒 子は主鰓糸では基底溝へ,常鰓糸では腹側屈曲部へ運び, 唇弁へ運んで捕食すると考えられる。

以上のことから,ヒオウギはホタテガイと同様に, 鰓葉 は主鰓糸背面呼吸膜で基部を補強し, 鰓葉懸垂膜でしっか りと閉殻筋に固定されている。一方,内鰓内葉合着縁と外 鰓外葉合着縁は水圧で容易に剥離して,鰓葉に水圧が掛か らない構造となっている。口は,水圧が掛からないように 瘤状の唇葉で覆っている。このような特色ある鰓及び口の 構造を備えて,ヒオウギは殻を激しく開閉させる場合に起 こる殻腔内の水圧および水流の激しい変化から鰓葉を守っ ていることが明らかとなった。

要 約

ヒオウギの鰓構造を調べた。鰓葉は鰓葉懸垂膜で閉殻筋 に固定し,外鰓内葉と内鰓外葉は主鰓糸背面呼吸膜で補強 していた。内鰓内葉合着縁と外鰓外葉合着縁は水圧で剥離 可能な構造で,口は発達した瘤状の唇葉で覆っていた。鰓 葉は内葉と外葉の主鰓糸を鰓葉間連結膜で接合し,隣接し た常鰓糸および主鰓糸の間を鰓糸連結盤で接合した Heterorhabdic filibranch 構造を示した。

文 献

- 1)岡田彌一郎:タイラギ (Pinna japonica Reeve)の解剖.
 動雑, 26, 15-20, 29-34, 57-60, 79-82 (1912)
- 2) 椎野季雄:あこやがい(真珠貝) 解剖図. 三重県試験場(1952)
- 3) 竹村嘉夫,加福竹一郎:シロチョウガイ Pinctada maxima (JAMESON)の解剖.東海区水研報, 16, 1-23 (1957)
- 4)中村正人,松井 魁,網尾 勝:イケチョウガイ
 Hyriopsis schlegeliの解剖.水大校研報,13,61-74 (1963)
- 5)山元憲一,半田岳志:ムラサキイガイの鰓構造.水大 校研報,61,123-142 (2011)
- 6)山元憲一,半田岳志:ムラサキインコの鰓構造.水大 校研報,61,143-155 (2011)
- 7)山元憲一,半田岳志,近藤昌和:アコヤガイの鰓構造.
 水大校研報, 57, 81-110 (2008)
- 8)山元憲一,半田岳志:クロチョウガイの鰓と唇弁

の構造.水大校研報,59,53-73 (2010)

- 9)山元憲一,半田岳志:マベの鰓と唇弁および消化管の 構造.水大校研報,59,92-120(2011)
- 10)山元憲一,半田岳志:マガキの鰓構造.水大校研報,
 61,190-210 (2011)
- 山元憲一,半田岳志:イタボガキの鰓構造.水大校研 報,63,69-82 (2015)
- 12)山元憲一,半田岳志:ホタテガイの鰓構造.水大校研 報,63,189-208 (2015)
- 13)奥谷喬司:日本近海産貝類図鑑.奥谷喬司(編).東海 大学出版会 (2000)
- 14) Namba K, Kobayashi M, Aida K, Uematsu M, Yoshida Y, Kondo K, Miyata Y: Persistent relaxation of the adductor muscle of oyster *Crassostrea gigas* induced by magnesium ion. *Fish Sci*, **61**, 241-244 (1995)
- 15) Bell T A, Lightner D V: A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. World Aquaculture Society, USA, 2 (1988)
- 16) Beninger PG, Pennec ML, Salaun M: New observations of the gills of *Placopeten magellanicus* (Mollusca: Bivalvia) and implications for nutrition. I. General anatomy and surface microanatomy. *Mar Biol*, **98**, 61-70 (1988)
- 17) Dufour SC, Beninger PG: A functional interpretation of the cilia and mucocyte distributions on the abfrontal surface of bivalve gills. *Mar Biol*, **138**, 295-309 (2001)
- 18) Beninger PG, Ward JE, MacDonald BA, Thompson RJ: Gill function and particle transport in *Placopeten magellanicus* (Mollusca: Bivalvia) as revealed using video endoscopy. *Mar Biol*, **114**, 281-288 (1992)
- 19) Gilmour THJ: The structure, ciliation and function of the lip-apparatus of Lima and *Pecten* [Lamellibranchia]. J mar biol Ass UK, 44, 485-498 (1964)
- 20) Yonge CM: Observations on *Pedum spondyloideum* (Chemnitz) Gmelin, a scallop associated with reef-building corals. *Proc malac Soc Lond*, 37, 311-323 (1967)

Short forms used in the figures

ABV, afferent branchial vein	入鰓静脈		
AD, adductor muscle	閉殻筋		
AN, anus	肛門		
BC, branchial cavity	鰓腔		
BTI, based ciliated tract of inner lamina of in	nner ctenidium		
	内鰓内葉基底溝		
BTL, based ciliated tract of inner lamina of	outer ctenidium and		
outer lamina of inner ctenidium			
内]外鰓外内葉基底溝		
BTO, based ciliated tract of outer lamina of outer ctenidium			
	外鰓外葉基底溝		
BY, byssus	足糸		
CD, ciliary disc	鰓糸連結盤		
CT, ctenidium	鰓		
DD, digestive diverticula	中腸腺		
DRE, dorsal respiratory expansion	主鰓糸背面呼吸膜		
DB, dorsal bend	背側屈曲部		
EBV, efferent branchial vein	出鰓静脈		
EO, exhalant orifice	出水口		
FIC, fused border of inner lamina of inner ca	tenidium		
	内鰓内葉合着縁		
FOC, fused border of outer lamina of outer of	ctenidium		
	外鰓外葉合着縁		
FSM, frontal part of suspensory membrane of	of filament		
	鰓葉懸垂膜前部		
FT, foot	足		
HG, hinge	蝶番		
ICM, inter-laminar connecting membrane	鰓葉間連結膜		
ICV, inter-laminar connecting vessel	鰓葉間連結血管		
IF, inner fold of the mantle	外套膜内層		
ILI, inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉		
ILO, inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉		
IO, inhalant orifice	入水口		
IV, interconnecting vessel	主鰓糸連結血管		
L, lip	唇		
LG, ligament	靱帯		
LIC, left inner ctenidium	左内鰓		
LLL, left lower lip	左下唇弁		
LO, lobe of lip-apparatus	唇葉		
LOB, lobule of lip-apparatus	唇小葉		
LOC, left outer ctenidium	左外鰓		

LOG, lateral oral groove	側位口溝
LP, labial palp	唇弁
LUL, left upper lip	左上唇弁
MC, mantle cavity	外套腔
MT, mantle	外套膜
OA, oral aperture	
OF, ordinary filament	常鰓糸
OLI, outer lamina of inner ctenidium	内鰓外葉
OLO, outer lamina of outer ctenidium	外鰓外葉
PF, principal filament	主鰓糸
POG, proximal oral groove	近位口溝
RIC, right inner ctenidium	右内鰓
RLL, right lower lip	右下唇弁
ROC, right outer ctenidium	右外鰓
RP, ridges of palp	唇弁襞側部
RUL, right upper lip	右上唇弁
SBC, supra-branchial cavity	鰓上腔
SM, suspensory membrane of filament	鰓葉懸垂膜
SML, suspensory membrane of labial palp	唇弁支持膜
VBT, traverse vessel of the based ciliated tract	
	基底溝縦走血管

	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
VB, ventral bend	腹側屈曲部
VM, visceral mass	内臓塊
VOF, vessel of ordinary filament	常鰓糸血管
VPF, vessel of principal filament	主鰓糸血管



Fig. 1. Outside views of the Noble scallop *Mimachlamys nobilis* exposed in the air. A, Anterior side view; B, Ventral side view; C, Posterior side view. Bars = 1 cm.



Fig. 2. Outside views of the Noble scallop immersed in the sea water. A, Anterior side view; B and C, Ventral side views; D and E, Posterior side views. Bars = 1 cm.



Fig. 3-1. The process (left to right) of the spouting sea water from the anterior side of the Noble scallop immersed in the sea water. Bars = 1 cm.



Fig. 3-2. The process (left to right) of the spouting sea water from the ventral side of the Noble scallop immersed in the sea water. Bars = 1 cm.



Fig. 3-3. The process (left to right) of the spouting sea water from the posterior side of the Noble scallop immersed in the sea water. Bars = 1 cm.



Fig. 4. Mantle of the Noble scallop. A, Left side view of the mantle after removal of the left shell valve; B, Anterior side view of the mantle; C, Ventral side view of the mantle; D, Posterior side view of the mantle. Diagonal red lines from F to L in Fig. E show cutting planes in Fig. F to L, respectively. Bars in A-E = 1 cm, and bars in F-L = 1 mm.



Fig. 5. Left side views of the Noble scallop. A, Outside view of the left shell valve; B, Inside view of left shell valve; C and D, Left side views of the soft part after removal of the left shell valve; E and F, Left side views of the ctenidia after removal of the left mantle. Bars = 1 cm.



Fig. 6. Suspensory membrane of ctenidium of the Noble scallop. A, Left side view of the suspensory membrane and the ctenidium after removal of the left mantle; B, The front part of suspensory membrane and the ctenidium; C, The suspensory membrane and the ctenidium; The views of B and C are observed from the direction of the supra-branchial cavity; D and E, Cross sections of the ctenidium and the suspensory membrane. Bar in A = 1 cm, and bars in B-E = 1 mm.



**Fig. 7.** The fused border of outer lamina of outer filament of the Noble scallop. A, Ctenidium; B and C, The fused border; D, The appearance of the smoothed out fused border; The views of A, B, C and D are observed from the direction of the mantle cavity; E-G, Side views of the fused border; H, The fused border; I, The appearance of the smoothed out fused border; The views of H and I are observed from the direction of the supra-branchial cavity. Bars in A and B = 1 mm, and bars in C-I = 100 μm.



Fig. 8. The inter-laminar connecting membrane and the dorsal respiratory expansion of the filament of the Noble scallop. A, Ctenidium observed from the direction of the mantle cavity; B, The inter-laminar connecting membrane and the dorsal respiratory expansion observed from the direction of the supra-branchial cavity; C-F, Lateral side views of the inter-laminar connecting membrane and the dorsal respiratory expansion. Bar in A = 1 cm, bars in B-E = 1 mm, and bar in  $F = 100 \ \mu m$ .



Fig. 9. The inter-laminar connecting membrane and the dorsal respiratory expansion of the filament of the Noble scallop. A-D, Ctenidium observed from the direction of the supra-branchial cavity; E-J, Lateral side views of the filament. Bar in E = 1 cm, bars in A-D and F-H = 1 mm, and bars in I and J = 10  $\mu$ m.



Fig. 10. The tip (the ventral bend) of the filament of the Noble scallop. A, Lateral side views of the filament; B and C, The ventral bend observed from the direction of the mantle cavity; D, The ventral bend observed from the direction of the suprabranchial cavity; E-G, Lateral side views of the ventral bend. Bar in A = 1 mm, and bars in  $B-G = 100 \mu$ m.



Fig. 11-1. Cross sections of the filament of the Noble scallop. Horizontal red lines in the upper left figure show the cutting planes. A, Ventral side view of the ventral bend of the filament; B-G, Ventral side views of the filament sections. Bars = 1 mm.



**Fig. 11-2.** Cross sections of the filament of the Noble scallop. Horizontal and diagonal red lines in the upper left figure show the cutting planes. H-M, Ventral side views of the filament sections. Bars = 1 mm.



**Fig. 11-3.** Cross sections of the filament of the Noble scallop. Horizontal red lines in the upper left figure show the cutting planes. L and M, Ventral side views of the filament sections; N, Efferent branchial vessel; O, Afferent branchial vessel; The views of N and O are observed from the direction of the supra-brancial cavity. Bars = 1 mm.



Fig. 11-4. Vertical sections of the efferent and afferent branchial vessel of the Noble scallop. A-H, Lateral side views of the filament. Bars = 1 mm.



**Fig. 11-5.** Cross sections of the filament of the Noble scallop. Diagonal and horizontal red lines in the upper left figure show the cutting planes. A-D, Near the fused border (the dorsal bend of filament); E, Outer laminae. Bars = 1 mm.



Fig. 12. The labial palp of the Noble scallop. A, Left view of the labial palp and ctenidium; B and C, Opened the upper and lower lips of the labial palp; D, Labial palp and lip. Bar in A = 1 cm, and bars in B-D = 1 mm.



**Fig. 13.** The lip-apparatus of the Noble scallop. A, The labial palp and the lip-apparatus; lower lip of labial palp; B, Lip-apparatus of the lower and upper lips which are opened; C, The lower lip of labial palp and the lip-apparatus; D, Inside view of the lip-apparatus; E, Outside view of the lip-apparatus. Bars in A and B = 1 cm, and bars in C-E = 1 mm.