

サルボウの鰓組織

山元憲一・荒木 晶・半田岳志[†]

Histological Structure of the Ctenidium of the Ark-shell *Scapharca kagoshimensis* (Arcoida: Arcidae)

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

Abstract : The structure of the ctenidium of the ark-shell *Scapharca kagoshimensis* (Arcoida: Arcidae) histomorphologically ascertained as follows: 1). The dorsal bends of ctenidia do not fuse to the mantle (MT) and the visceral mass (VM). 2). The ridges of the ventral bent of ctenidium (VB) do not formed the food groove. 3). The demibranchs are filibranchiate, flat and homorhabdic. 4). The interlamellar connecting membranes are observed in all filaments between the inner and outer lamellae near VB. 5). The interlamellar extensions of filament are formed at abfrontal side of all filaments in the outer lamella of inner ctenidium and in the inner lamella of outer ctenidium, and are spreading out between the vessel of ordinary filament and the vessel-like interlamellar connecting vessels. 6). The fine frontal cilia and the coarse frontal cilia are arranged at the center and the both sides of the frontal surface of filament, respectively. 7). The tips of the inner palp of labial palp (IPP) and the outer palp of labial palp (OPP) are fixed with the suspensory membrane of labial palp on VM and MT, respectively. 8). The lateral oral grooves extend between IPP and OPP. 9). The proximal oral grooves extend between the inner lip and the outer lip (OL) on either side of the oral aperture. 10). OL is equipped with the membranous flap of lip.

Key words : Ark-shell; Dorsal bent of ctenidium; Interlamellar extension of filament; Membranous flap of lip; Ordinary filament; Ventral bend of the ctenidium.

緒 言

二枚貝類の鰓構造は、ウグイスガイ目ウグイスガイ科のアカヤガイ *Pinctada fucata martensii* , シロチヨウガイ *Pinctada maxima* およびハボウキガイ科のタイラギ *Pinna japonica* , イシガイ目イシガイ科のイケチヨウガイ *Hyriopsis schlegeli* で報告されている¹⁻⁴⁾。著者らは、貝類の呼吸・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、各種二枚貝類について、鰓構造を解剖学および組織学的に明らかにしてきた⁵⁻²²⁾。フネガイ目フネガイ科のアカガイ *Scapharca broughtonii* , イガイ目イガイ科のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* およびムラサキイコ *Septifer virgatus* では、鰓葉は常鰓糸が平坦に並び、隣接す

る常鰓糸を繊毛で連結した糸鰓型を示した⁵⁻⁷⁾。ウグイスガイ目ウグイスガイ科のマベ *Pteria penguin* , アコヤガイおよびクロチヨウガイ *Pinctada margaritifera* , ハボウキガイ科のリシケタイラギ *Atrina (Servatrina) lischkeana* , イタヤガイ科のヒオウギ *Mimachlamys nobilis* およびホタテガイ *Patinopecten yessoensis* では、鰓葉は主鰓糸と十数本の常鰓糸を一組として波形に並び、各鰓糸の間を繊毛で連結した擬弁鰓型を示していた⁸⁻¹⁵⁾。

しかし、ヒオウギやホタテガイでは、他の二枚貝と異なり、外鰓外葉および内鰓内葉の基部はそれぞれ外套膜および内臓塊から自由に離れる構造となっていた¹²⁻¹⁵⁾。アカガイでもヒオウギやホタテと同様に、それらの基部はそれぞれ外套膜および内臓塊から自由に離れる構造であることが

組織像から判断された⁵⁾。イタボガキ科のマガキ *Crassostrea gigas* およびイタボガキ *Ostrea denselamellosa*、マルスダレガイ目ナタマメガイ科のアゲマキガイ *Sinonovacula constricta*、マテガイ科のマテガイ *Solen strictus*、マルスダレガイ科のアサリ *Ruditapes philippinarum* では、鰓葉は主鰓糸と十数本の常鰓糸を一組として波形に並んだ構造を示すが、隣接する鰓糸を膜状の組織で連結した弁鰓型を示した¹⁶⁻²⁰⁾。ただし、アサリでは、外鰓外葉の基部が著しく拡張した構造を示した²⁰⁾。また、同じ弁鰓型のサラガイ *Megangulus venulosus* (マルスダレガイ目ニッコウガイ科) では、他のニッコウガイ科で知られているように^{23, 24)}、鰓葉は常鰓糸が平坦に並んだ糸鰓型と同様の構造を示していた^{21, 22)}。また、内鰓は前記の二枚貝類と同様に外葉と内葉が下方に伸びた形を示していたが、外鰓は外葉が欠落し、内葉が上方に展開していた^{21, 22)}。このように、二枚貝類の鰓は、同じ目でも科によって異なる鰓構造を示す場合が知られている。更に、マルスダレガイ目イタヤガイ科のツキヒガイ属では、タカサゴツキヒ *Amusium pleuronectes* の鰓は主鰓糸と十数本の常鰓糸を一組として波形に並んだ構造を示すが、同じ属とされている *A. dali*、*A. meridionale* および *A. lucidum* では常鰓糸が平坦に並んだ構造を示すことが報告されている²⁵⁾。

本研究では、フネガイ目フネガイ科のサルボウ *Scapharca kagoshimensis* の鰓構造を組織学的に調べ、同じ属のアカガイと比較した。なお、二枚貝の分類は奥谷²⁶⁾に従った。

材料および方法

実験には、有明海で採集した殻長 12.4 ± 1.6 mm (平均値 \pm 標準偏差, 以降同様に表す)、殻高 9.7 ± 1.1 mm、殻幅 8.2 ± 0.3 mm のサルボウ10 個体を用いた。サルボウは、生海水の注水下で数日間畜養した後、約0.4 Mの塩化マグネシウム水溶液²⁷⁾に2~4 時間浸漬して軟体部を伸展させ、Davidson 液²⁸⁾で固定した。組織像は常法に従ってパラフィン切片(10 μ m)を作成し、アザン染色を施して光学顕微鏡で観察した²⁹⁾。

結果および考察

鰓の形

糸鰓型および擬弁鰓型の鰓の縦断面は「w 型」を示すと報告されている^{23, 24)}。このような型は、サルボウにも当

てはまり(Fig. 1-1)、これまでに明らかにしたアカガイ、ムラサキイガイ、ムラサキイコ、マベ、アコヤガイ、クロチョウガイ、リシケタイラギ、ヒオウギ、ホタテガイ、イタボガキ、マガキの鰓と同様であった⁵⁻¹⁷⁾。しかし、外鰓外葉および内鰓内葉の鰓葉背側屈曲部(dorsal bend of ctenidium, DB)はアカガイ⁵⁾と同様に、ヒオウギ^{12, 13)}やホタテガイ^{14, 15)}と同じ形を示していた(Figs. 1-1, 2B-D, 3A-C, 4B, 4C)。また、ヒオウギ^{12, 13)}やホタテガイ^{14, 15)}と同様に、外鰓外葉合着縁(FOC)は外套膜に接着せず、内鰓内葉合着縁(FIC)は左右の内鰓内葉の間あるいは内臓塊の側壁に接着していなかった(Figs. 1-1, 3A)。これらのことから、サルボウでもアカガイ⁵⁾、ヒオウギ^{11, 12)}やホタテガイ^{13, 14)}と同様に、鰓葉を伸展させた状態では、外鰓外葉と内鰓内葉の鰓葉背側屈曲部の外鰓外葉合着縁と内鰓内葉合着縁をそれぞれ外套膜と内臓塊の側壁に接触させている。しかし、鰓葉を収縮させると、二つの合着縁はそれぞれの部位から剥離させると考えられる。

鰓上腔 (SBC)

鰓糸の間を通過させた水を出水溝(EO)へ導く通路である鰓上腔は、アカガイ⁵⁾と同様に、背側から腹側へ次のように変化した。背側では、鰓上腔は、左右の鰓葉のいずれにも外鰓外葉(OLO)と外鰓内葉(ILO)の間および内鰓外葉(OLI)と内鰓内葉(ILI)の間に1本ずつの合計4本が形成されていた(Fig. 1-1)。足(FT)の部位では、鰓上腔は、左右の鰓葉の外鰓外葉と外鰓内葉の間に1本ずつの2本、および左右の鰓葉の内鰓外葉のものが一緒になった1本の合計3本が形成されていた(Fig. 1-2B)。出水溝に近づくと、鰓軸(CA)が体壁から離れて(Fig. 1-2C)、鰓上腔は外鰓外葉と外鰓内葉が一緒になり、しかも左鰓葉と右鰓葉のそれぞれが一緒になって1本となり、出水溝に連結していた(Figs. 1-2D, 1-2E)。

鰓葉背側屈曲部 (DB)

サルボウの鰓葉背側屈曲部はアカガイ⁵⁾、ヒオウギ^{11, 12)}やホタテガイ^{13, 14)}と同様に、常鰓糸の外鰓外葉および内鰓内葉の背側の末端が外側に屈曲した構造となっていた(Figs. 2B-D, 3A-C, 4B, 4C)。外鰓外葉(OLO)および内鰓内葉(ILI)の鰓葉背側屈曲部の先端は、ヒオウギ^{12, 13)}やホタテガイ^{14, 15)}と同様にそれぞれ外鰓外葉合着縁(FOC)および内鰓内葉合着縁(FIC)を形成していた(Figs. 2B-D, 3A-C)。ヒオウギ¹³⁾やホタテガイ¹⁵⁾の鰓葉背側屈曲部では、鰓糸の

血管はお互いに内部が連絡した組織像が示されている。しかし、サルボウの鰓背側屈曲部ではアカガイ⁵⁾と同様に、隣接した常鰓糸の間は鰓糸間連結部(IFJ)を構成して繊毛で接着した構造となっており、隣接する常鰓糸の常鰓糸血管(VOF)の間は連絡されていなかった(Figs. 2C, 2D, 3B, 3C, 5B, 5C)。従って、サルボウでもアカガイ⁵⁾と同様に、鰓背側屈曲部には、マベ、アコヤガイ、クロチョウガイ、リシケタイラギ、イタボガキ、マガキで見られる縦走血管^{8-11, 16, 17)}が認められなかった。

鰓腹側屈曲部 (VB)

マベ、アコヤガイ、クロチョウガイ、リシケタイラギ、イタボガキ、マガキでは、鰓腹側屈曲部は食物溝を形成し、食物溝を構成する各鰓糸の内部は縦走血管で連絡されている^{8-11, 16, 17)}。しかし、フネガイ科の二枚貝類では鰓腹側屈曲部は食物溝を形成しないと報告されている^{24, 30)}。サルボウでもアカガイ⁵⁾と同様に、鰓腹側屈曲部は食物溝が認められなかった(Figs. 6C, 7B, 7C, 7D, 8A, 8B)。また、サルボウでもアカガイ⁵⁾と同様に、鰓腹側屈曲部はお互いの常鰓糸が鰓糸間連結部を構成して繊毛で接着しただけで、常鰓糸血管(VOF)は互いが連絡しておらず、従って縦走血管が認められなかった(Figs. 8A, 8B)。

基底溝 (BTO, BTI, BTL)

鰓背側屈曲部の内側(鰓腔側)は、外鰓外葉(OLO)には外鰓外葉基底溝(BTO)が、内鰓内葉(ILI)には内鰓内葉基底溝(BTI)が形成されていた(Figs. 1-1, 2B, 3A, 4)。これらの基底溝は、湾曲した常鰓糸で構成されていた。従って、基底溝の表面は、常鰓糸の前繊毛で覆われた構造となっていた(Figs. 2C, 2D, 3B, 3C)。一方、内鰓外葉(OLI)と外鰓内葉(ILO)の境は、内外鰓外内葉基底溝(BTL)が形成されていた(Figs. 1-1, 2B, 3A, 3D, 4B-E)。サルボウでもアカガイ⁵⁾と同様に、内外鰓外内葉基底溝は内鰓外葉と外鰓内葉の常鰓糸で構成されていた(Figs. 4B-E, 9A-D)。従って、内外鰓外内葉基底溝の表面も、常鰓糸の前繊毛(CL)で覆われていた(Fig. 3D)。これらことから、3つの基底溝は鰓葉で捕捉した懸濁粒子を集めて運搬する通路であることが明らかである。

鰓葉間連結膜 (ICM)

サルボウの内葉と外葉の間はアカガイ⁵⁾と同様に、鰓腹側屈曲部(VB) 近くでは鰓葉間連結膜でお互いが連結さ

れていた(Figs. 7B-D)。しかし、アカガイ⁵⁾と同様に鰓背側屈曲部(DB)に近づくと、内鰓と外鰓の鰓葉間は鰓葉間連結膜で連結されずに、離れていた(Figs. 1-1, 4C, 6D)。マベ、アコヤガイ、クロチョウガイ、リシケタイラギ、ヒオウギ、ホタテガイ、イタボガキやマガキでは、鰓葉間連結膜は内葉と外葉の相対する主鰓糸の間を連結している⁸⁻¹⁷⁾。しかし、サルボウではアカガイ⁵⁾と同様に前記の二枚貝類と異なって、鰓葉間連結膜は全ての相対する常鰓糸の間を連結していた(Figs. 7B-D, 8A-C)。

鰓糸拡張 (IEF)

フネガイ目タマキガイ科のホンタマガイ *Glycymeris glycymeris* およびフネガイ科のカドバリフネガイ *Arca tetragona* の内鰓外葉および外鰓内葉の鰓糸には、鰓糸拡張が認められている³⁰⁾。特に、イタヤガイ目イタヤガイ科の二枚貝類では、主鰓糸背面呼吸膜(respiratory expansion)と呼ばれる発達した鰓糸拡張が内鰓外葉および外鰓内葉の主鰓糸の基部付近に展開している²⁵⁾。同じイタヤガイ科のヒオウギやホタテガイでも、内鰓外葉および外鰓内葉の主鰓糸の基部付近に主鰓糸背面呼吸膜が展開している¹²⁻¹⁵⁾。サルボウでもアカガイ⁵⁾と同様に、鰓糸拡張が内鰓外葉および外鰓内葉の鰓糸に認められた(Figs. 4B, 4C, 6D)。しかし、サルボウではアカガイ⁵⁾と同様に、鰓糸拡張は常鰓糸の全てに展開していた(Figs. 4B, 4C, 6D)。

サルボウの鰓糸拡張はアカガイ⁵⁾と同様に、前記のイタヤガイ科の二枚貝類と異なって内鰓外葉および外鰓内葉の基部付近から鰓腹側屈曲部に進むに伴って幅が狭くなり(Figs. 1-1, 4B, 4C, 6D)、同屈曲部を屈曲して内鰓内葉および外鰓外葉に至ると非常に狭くなっていた(Figs. 4B, 4C, 6D)。サルボウではアカガイ⁵⁾と同様に、鰓糸拡張は鰓葉基部の入鰓静脈(ABV)から延びる鰓葉間連結血管様血管(LICV)と常鰓糸の間に展開していた(Figs. 4B, 4C, 6D, 9A-D)。鰓糸拡張の内部は、二枚の膜で挟まれた構造で、常鰓糸血管と鰓葉間連結血管様血管を連絡する血管となっていた(Figs. 2B, 4B, 4C, 6D, 9A-D)。

鰓糸間連結部 (IFJ)

サルボウの鰓糸はアカガイ⁵⁾と同様に、糸鰓類のムラサキガイ⁹⁾やムラサキインコ⁷⁾のように常鰓糸が平坦に並んだ構造を示した(Figs. 5B, 5C, 5E, 8A-C)。また、隣接する常鰓糸の間はアカガイ⁵⁾と同様に、鰓糸間連結部を形成して繊毛(CL)で接着していた(Figs. 5F, 8B, 8C, 10C, 11C-F)。

マベ、アコヤガイやクロチョウガイでは、鰓糸の間は相対する鰓糸に瘤状に盛り上がった連結盤を構成して繊毛で連結している⁸⁻¹⁰。しかし、サルボウでは、鰓糸間連結部はアカガイ⁵やムラサキガイ⁶と同様に、相対する常鰓糸の間を繊毛細胞から延びた繊毛で接着した簡単な構造であった(Figs. 5F, 8B, 8C, 10C, 11C-F)。鰓葉背側屈曲部でも、常鰓糸はお互いが鰓糸間連結部を形成して繊毛で連結していた(Figs. 2C, 2D, 3B, 3C, 5C)。鰓葉腹側屈曲部でも、同様に鰓糸間連結部を形成して繊毛で連結していた(Figs. 7B, 8B)。

常鰓糸

サルボウの鰓はアカガイ⁵、ムラサキガイ⁶やムラサキイノコ⁷と同様に糸鰓型を示し、常鰓糸で構成されていた(Figs. 7B-D, 8A-C, 10A-C)。フネガイ科の二枚貝類では、常鰓糸の前面を覆っている前繊毛は粗大前繊毛(CFC)と微小前繊毛(FFC)で構成され、前者は常鰓糸の前面の中央に、後者はその両脇に配置している^{24, 30}。サルボウでもアカガイ⁵と同様に、粗大前繊毛は常鰓糸の前面の中央に、微小前繊毛はその両脇に配置していた(Fig. 10C)。

粗大前繊毛は、鰓葉で捕捉した比重の大きな懸濁粒子に反応して、これを鰓葉腹側屈曲部へ運び、微小前繊毛は比重の小さい懸濁粒子を鰓葉背側屈曲部へ運ぶとされている^{24, 30}。鰓葉背側屈曲部へ運ばれた懸濁粒子は、外鰓外葉基底溝、内鰓内葉基底溝および内外鰓外内葉基底溝の繊毛運動で唇弁へ運ばれて捕食されている^{24, 30}。しかし、鰓葉腹側屈曲部へ運ばれた懸濁粒子は、フネガイ科およびナミマガシワガイ科の二枚貝類では、他の二枚貝類と異なって、唇弁と反対側に運ばれていると報告されている^{24, 30}。

これらのことから、サルボウでもアカガイ⁵と同様に、鰓葉で捕捉した比重の小さい懸濁粒子は微小前繊毛で鰓葉背側屈曲部へ運び、前記の三つの基底溝の繊毛運動によって唇弁へ運んで捕食すると考えられる。この時、比重の大きな懸濁粒子は粗大前繊毛で鰓葉腹側屈曲部へ運び、唇弁と反対側に送ると推測される。

鰓糸の血行

鰓軸(CA)の部位では、鰓糸へ血液を送る入鰓静脈(ABV)と鰓糸より血液を送り出す出鰓静脈(EBV)は平行して、鰓の基部を縦走していた(Figs. 9A-D)。内外鰓外内葉基底溝(BTL)では、出鰓静脈は常鰓糸血管(VOF)と連絡していた(Figs. 4D, 4E, 6B, 6D, 9A-D)。入鰓静脈は、マベ、アコヤガイ、クロチョウガイ、リシケタイラギ、イタボガキお

よびマガキの鰓葉間連結血管^{8-11, 16, 17})に相当する血管(鰓葉間連結血管様血管, LICV)に連絡していた(Figs. 2B, 6D, 9A-D)。これらのことから、血液は入鰓静脈から鰓葉間連結血管様血管を経由して鰓糸へ送られていることは明らかである。

出鰓静脈へ延びた常鰓糸血管(VOF)は鰓糸拡張の内部に広がる板状の血管(鰓糸拡張内血管, VIEF)で鰓葉間連結血管様血管と連絡していた(Figs. 2B, 6D, 9A-D)。常鰓糸血管と鰓糸拡張内血管との境付近には、アザン染色で青く染色されるキチン層(CH)が認められた(Figs. 2B, 6D, 9A-D)。しかし、常鰓糸血管と鰓葉間連結血管様血管を連絡している鰓糸拡張の幅は、鰓葉腹側屈曲部へ進むに伴って狭くなっていた(Figs. 1-1, 6A-D)。

鰓葉腹側屈曲部とその近くでは、鰓葉の外葉と内葉の相対する全ての常鰓糸血管の間は、鰓葉間連絡膜血管(VICM)で連絡されていた(Figs. 8B, 8C, 10A)。鰓葉腹側屈曲部とその近くの常鰓糸の横断面を見るとアカガイ⁵と同様に、常鰓糸血管はお互いが独立して並走していた(Figs. 8A-C)。

一方、鰓葉背側屈曲部とその近くでも、並走する常鰓糸の常鰓糸血管はお互いが独立しており、お互いを連絡させた血管は認められなかった(Figs. 2C, 2D, 3B, 3C, 5C)。鰓糸拡張は鰓葉背側屈曲部に近づくに伴って幅が狭くなり、鰓葉背側屈曲部では常鰓糸と一緒に消失していた(Figs. 4B, 4C, 9A-D)。従って、鰓葉間連結血管様血管は鰓葉背側屈曲部に近づくに伴って常鰓糸血管に近づき、鰓葉背側屈曲部直前では常鰓糸血管と一緒にあった(Figs. 9A-D)。それらのことから、鰓葉背側屈曲部では、常鰓糸の血管は盲端となっていると推測される。

常鰓糸は、内外鰓外内葉基底溝から鰓葉腹側屈曲部を経て鰓葉背側屈曲部に至るまでの所々でお互いが繊毛で接着しているが、お互いが並走していた(Figs. 5B-D)。従って、常鰓糸血管は、鰓軸から延びた後、鰓葉背側屈曲部に位置する内鰓内葉合着縁および外鰓外葉合着縁に至るまでの間はお互いが連絡することなく独立して並走していることが明らかである。

以上の構造から、常鰓糸での血流は、アカガイ⁵と同様に、主に鰓葉の拡張と収縮に伴って起こっていると考えられる。つまり、鰓葉の拡張時には、血液は入鰓静脈から鰓葉間連結血管様血管を経由して内鰓外葉の血管全体および外鰓内葉の血管全体に拡散して流入し、鰓葉腹側屈曲部を経由してそれぞれ内鰓内葉の血管全体および外鰓外葉の血

管全体へ拡散して流入して、各鰓葉の鰓葉背側屈曲部に至る。鰓葉の収縮時には、逆に内鰓内葉の血管全体および外鰓外葉の血管全体から鰓葉腹側屈曲部を經由してそれぞれ内鰓外葉の血管全体および外鰓内葉の血管全体に流出し、常鰓糸血管を經由して出鰓静脈へ流出している。

唇 弁

横断切片を腹側から背側へ順に見ると、唇弁は内唇弁(IPP)と外唇弁(OPP)に挟まれた部位に側位口溝(LOG)を備えた構造を示した(Fig. 12Ab)。次いで、左右の唇弁の中央に口(OA)が位置し(Fig. 12Bb)、口の左右に内唇(IL)と外唇(OL)に挟まれた近位口溝(POG)が伸びていた(Figs. 12Cb, 12Db)。更に進むと、近位口溝と側位口溝が連結した様相を示した(Fig. 13A)。近位口溝と側位口溝の内壁は、繊毛で覆われていた(Figs. 13B-E)。内唇弁と外唇弁の内壁も、繊毛で覆われていた(Figs. 13E, 13F)。

外唇(OL)にはアカガイ⁵⁾と同様に、唇膜様弁(membranous flap of lip²⁸⁾, MFL)が認められた(Figs. 14B, 15C)。唇膜様弁は、近位口溝や口を覆って保護していると考えられており、サルボウが属するフネガイ科の他にも、ナミガシワ科、マテガイ科、キヌタアゲマキ科で認められている³⁰⁾。イタヤガイ科のイタヤガイやヒオウギでは、外唇と内唇は唇膜様弁が発達したとされる複雑な襞状の構造が組み合った様相を示している³⁰⁾。山元ら¹²⁻¹⁵⁾は、ヒオウギやホタテガイの外唇と内唇も複雑な襞状の唇葉が組み合わさった構造を示す様子を観察している。また、サルボウの内唇弁はアカガイ⁵⁾、ヒオウギ¹²⁾やホタテガイ¹⁴⁾と同様に、その先端が唇弁支持膜(SML)で内臓塊に固定されていた(Figs. 16A, 16C, 18B, 18F)。同様に、外唇弁も先端が唇弁支持膜で内臓塊に固定されていた(Figs. 16A, 16B)。

内唇弁および外唇弁の内面には、唇弁に運ばれた懸濁粒子を口の方向へ繊毛運動で運ぶ唇弁内面稜線前側面隆起部(anterior fold in palp ridged surface³¹⁻³⁵⁾, AFR)と唇弁内面稜線後側面隆起部(posterior fold in palp ridged surface³¹⁻³⁵⁾, PFR)が確認された(Figs. 16B-D, 17C, 18C-F)。また、唇弁に運ばれた懸濁粒子を唇弁腹縁部へ繊毛運動で運ぶ唇弁内面稜線排泄通路(crest rejection tract in palp ridged surface³¹⁻³⁵⁾, CRT)と唇弁内面深部排泄通路(deep rejection tract in palp ridged surface³¹⁻³⁵⁾, DRT)が確認された(Figs. 16B-D, 17C, 18C, 18D)。これらの排泄通路で唇弁腹縁部へ運ばれた懸濁粒子は、最終的には擬糞となって殻腔外に排泄されると考えられている³¹⁻³⁵⁾。また、唇弁に運ばれた懸

濁粒子を唇弁背縁部の方向へ繊毛運動で運ぶ唇弁内面再選別通路(re-sorting tract in palp ridged surface³¹⁻³⁵⁾, RST)が確認された(Figs. 16B-D, 17C, 18C-F)。この再選別通路で運ばれた懸濁粒子は、再び口に運ぶ経路に加えられるとされている³¹⁻³⁵⁾。

以上の結果より、サルボウの鰓はアカガイ⁵⁾と同様に、ヒオウギ^{12, 13)}やホタテガイ^{14, 15)}と次のような類似の構造を示していた。1) 鰓葉背側屈曲部の先端は外套膜などの体壁に接着していない。2) 内鰓外葉と外鰓内葉の鰓糸には、鰓糸拡張が認めれる。3) 内唇弁と外唇弁の先端は唇弁支持膜でそれぞれ内臓塊と外套膜に固定されている。4) 外唇には唇膜様弁が認められる。

要 約

サルボウの鰓構造を組織学的に調べた。鰓葉背側屈曲部は外套膜や内臓塊と接着しない。鰓葉腹側屈曲部は食物溝を形成しない。鰓葉は常鰓糸が平坦に並んだ糸鰓型を示す。鰓葉間連結膜は鰓葉腹側屈曲部付近では全ての相対する鰓糸の間に展開する。内鰓外葉と外鰓内葉の鰓糸に、鰓糸拡張が認められる。鰓糸拡張は入鰓静脈から伸びる鰓葉間連結血管様血管と常鰓糸血管の間に展開している。鰓糸の前面は中央に粗大前繊毛を、その両脇に微小前繊毛を配置している。内唇弁と外唇弁の先端は唇弁支持膜でそれぞれ内臓塊と外套膜に固定している。内唇弁と外唇弁の間には側位口溝が伸び、内唇と外唇間に伸びた近位口溝へ連なっている。外唇は唇膜様弁を形成している。

文 献

- 1) 椎野季雄：あこやがい(真珠貝)解剖図。三重県試験場(1952)
- 2) 竹村嘉夫, 加福竹一郎：シロチヨウガイ *Pinctada maxima* (JAMESON)の解剖。東海区水研報, **16**, 1-23 (1959)
- 3) 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 (1914)
- 4) 中村正人, 松井魁, 網尾勝：イケチヨウガイ *Hyriopsis schlegeli*の解剖。水大校研報, **13**, 61-74 (1963)
- 5) 山元憲一, 荒木晶, 半田岳志：アカガイの鰓組織。水大校研報, **66**, 141-172 (2018)
- 6) 山元憲一, 半田岳志：ムラサキガイの鰓構造。水大校研報, **61**, 123-142 (2013)

- 7) 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 (2013)
- 8) 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)
- 9) 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)
- 10) 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)
- 11) 山元憲一, 荒木晶, 半田岳志: リシケタイラギの鰓構造. 水大校研報, **64**, 144-171 (2016)
- 12) 山元憲一, 半田岳志, 荒木晶: ヒオウギの鰓構造. 水大校研報, **64**, 120-142 (2016)
- 13) 山元憲一, 半田岳志, 荒木晶: ヒオウギの鰓組織造. 水大校研報, **65**, 47-67 (2017)
- 14) 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)
- 15) 山元憲一, 半田岳志: ホタテガイの鰓組織. 水大校研報, **65**, 167-184 (2017)
- 16) 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)
- 17) 山元憲一, 半田岳志: マガキの鰓構造. 水大校研報, **61**, 190-210 (2013)
- 18) 山元憲一, 荒木晶, 半田岳志: アゲマキガイの鰓構造. 水大校研報, **64**, 104-119 (2016)
- 19) 山元憲一, 半田岳志, 荒木晶: マテガイの鰓構造. 水大校研報, **64**, 204-220 (2016)
- 20) 山元憲一, 半田岳志, 荒木晶: アサリの鰓構造. 水大校研報, **65**, 69-111 (2017)
- 21) 山元憲一, 荒木晶, 半田岳志: サラガイの鰓構造. 水大校研報, **65**, 147-165 (2017)
- 22) 山元憲一, 荒木晶, 半田岳志: サラガイの鰓組織. 水大校研報, **66**, 13-34 (2017)
- 23) Ridewood WG: On the structure of the gills of the Lamellibranchia. *Phil Trans Roy Soc Lond B*, **195**, 147-284 (1903)
- 24) Atkins D: On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Part III: Types of lamellibranch gills and their food currents. *Q J Microsc Sci*, **79**, 375-421 (1937)
- 25) Atkins D: On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Part V: Note on gills of *Amussium pleuornektes* L. *Q J Microsc Sci*, **80**, 321-329 (1938)
- 26) 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)
- 27) 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)
- 28) Bell TA, Lightner DV: A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. World aquaculture society, USA, 2 (1988)
- 29) 山元憲一, 半田岳志: カサガイ目と古腹足目の中腸腺細管の構造. 水大校研報, **59**, 121-148 (2011)
- 30) Atkins D: On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Part I: New observations on sorting mechanisms. *Q J Microsc Sci*, **79**, 181-303 (1936)
- 31) Nelson TC: The feeding mechanism of the oyster. II. On the gills and palps of *Ostrea edulis*, *Crassostrea virginica* and *C. angulata*. *J Morphology*, **107**, 163-191 (1960)
- 32) Ansell AD: The functional morphology of the British species of Veneracea (Eulamellibranchia). *J mar. biol Ass UK*, **41**, 489-515 (1961)
- 33) Narchi W: Comparative study of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) and *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae). *Bull Mar Sci*, **22**, 643-670 (1972)
- 34) Foster-Smith RL: The role of mucus in the mechanism of feeding in three filter-feeding bivalves. *Proc Malac Soc Land*, **41**, 571-588 (1975)
- 35) Foster-Smith RL: The function of the pallial organs of bivalves in controlling ingestion. *J Moll Stud*, **44**, 83-99 (1978)

Short forms used in the figures

AAM, anterior adductor muscle	前閉殻筋
ABV, afferent branchial vein	入鰓静脈
AFR, anterior fold in palp ridged surface	唇弁内面稜線前側面隆起部
BC, branchial cavity	鰓腔
BTI, based ciliated tract of inner lamella of inner ctenidium	内鰓内葉基底溝
BTL, based ciliated tract of outer and inner lamellae of inner and outer ctenidia	内外鰓外内葉基底溝
BTO, based ciliated tract of outer lamella of outer ctenidium	外鰓外葉基底溝
CA, ctenidial axis	鰓軸
CFC, coarse frontal cilia	粗大前繊毛
CH, chitinous layer	キチン層
CL, cilia	繊毛
CRT, crest rejection tract in palp ridged surface	唇弁内面稜線排泄通路
CT, ctenidium	鰓葉
DB, dorsal bend of ctenidium	鰓葉背側屈曲部
DD, digestive diverticula	中腸腺
DRT, deep rejection tract in palp ridged surface	唇弁内面深部排泄通路
EBV, efferent branchial vein	出鰓静脈
EO, exhalent orifice	出水溝
FFC, fine frontal cilia	微小前繊毛
FIC, fused border of inner lamella of inner ctenidium	内鰓内葉合着縁
FOC, fused border of outer lamella of outer ctenidium	外鰓外葉合着縁
FT, foot	足
ICM, interlamellar connecting membrane	鰓葉間連結膜
IEF, interlamellar extension of filament	鰓糸拡張
IFS, intra-filamentar septum	鰓糸内隔膜
IFJ, interfilamentar junction	鰓糸間連結部
IL, inner lip	内唇
ILI, inner lamella of inner ctenidium	内鰓内葉
ILO, inner lamella of outer ctenidium	外鰓内葉
IPP, inner palp of labial palp	内唇弁
LCL, lateral cilia	側繊毛
LIC, left inner ctenidium	左内鰓
LICV, vessel-like interlamellar connecting vessel	鰓葉間連結血管様血管
LOC, left outer ctenidium	左外鰓
LOG, lateral oral groove	側位口溝
LP, labial palp	唇弁
MFL, membranous flap of lip	唇膜様弁
MT, mantle	外套膜
OA, oral aperture	口

OF, ordinary filament	常鰓糸
OL, outer lip	外唇
OLI, outer lamella of inner ctenidium	内鰓外葉
OLO, outer lamella of outer ctenidium	外鰓外葉
OPP, outer palp of labial palp	外唇弁
OS, oesophagus	食道
PAM, posterior adductor muscle	後閉殻筋
PFR, posterior fold in palp ridged surface	唇弁内面稜線後側面隆起部
POG, proximal oral groove	近位口溝
RB, red blood cell	赤血球
RST, re-sorting tract in palp ridged surface	唇弁内面再選別通路
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
ST, stomach	胃
VB, ventral bend of ctenidium	鰓葉腹側屈曲部
VICM, vessel of interlamellar connecting membrane	鰓葉間連結膜血管
VIEF, vessel of interlamellar extension of filament	鰓糸拡張内血管
VM, visceral mass	内臓塊
VOF, vessel of ordinary filament	常鰓糸血管

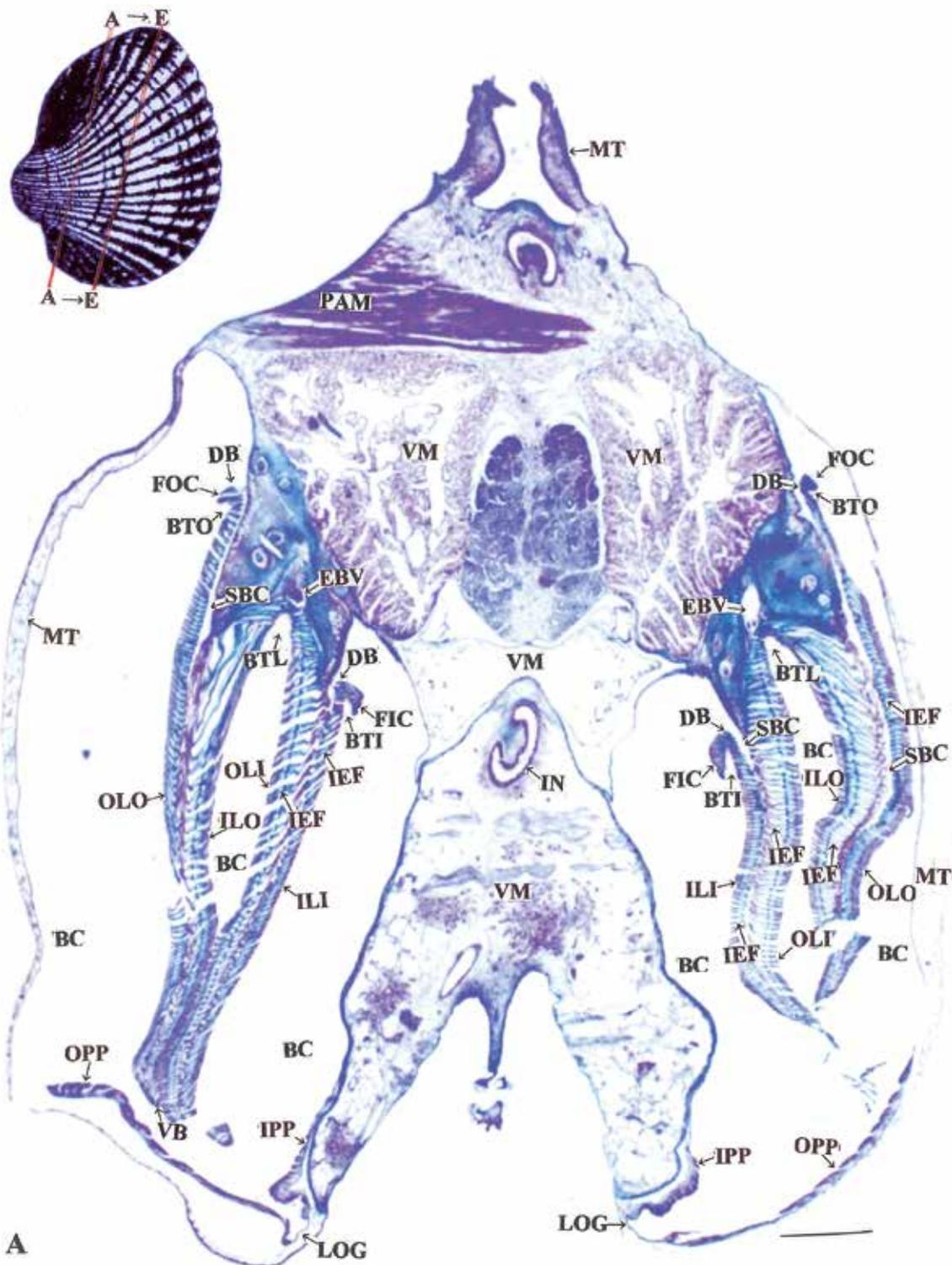


Fig. 1-1. Oblique sections of the soft body of the ark-shell *Scapharca kagoshimensis*. Red lines in the upper-left small figure represent the cutting-plane lines. The soft body was sectioned in series within the limits from A to E lines. The figures continue alphabetically from Fig. 1-1 to Fig. 1-2. Figure A shows the part of four supra-branchial cavities (SBC). Scale bar = 1 mm. Azan stain.

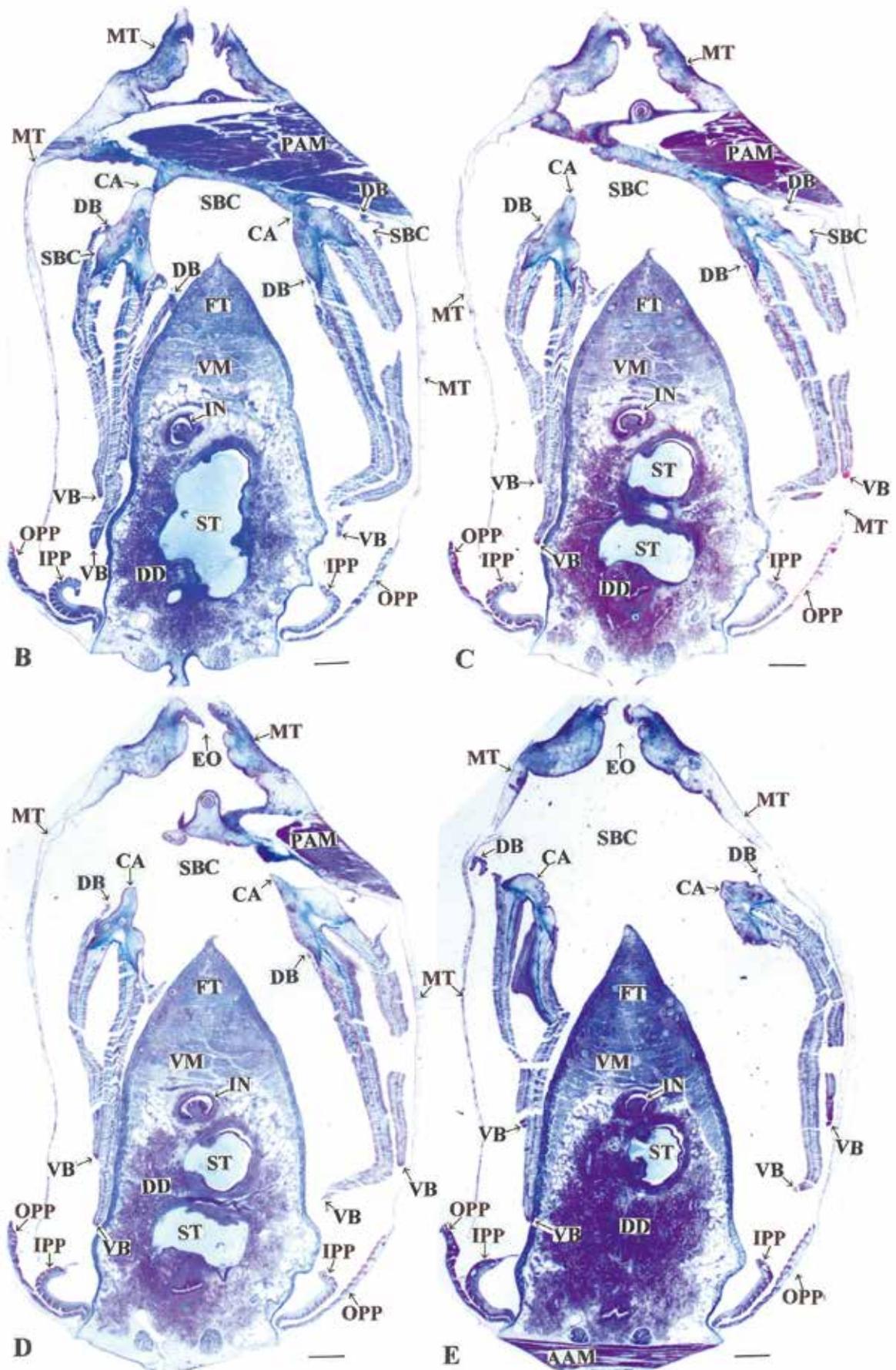


Fig. 1-2. Oblique sections of the soft body of the ark-shell. Figures B, C, and D and E show the parts of three, two and one SBC, respectively. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

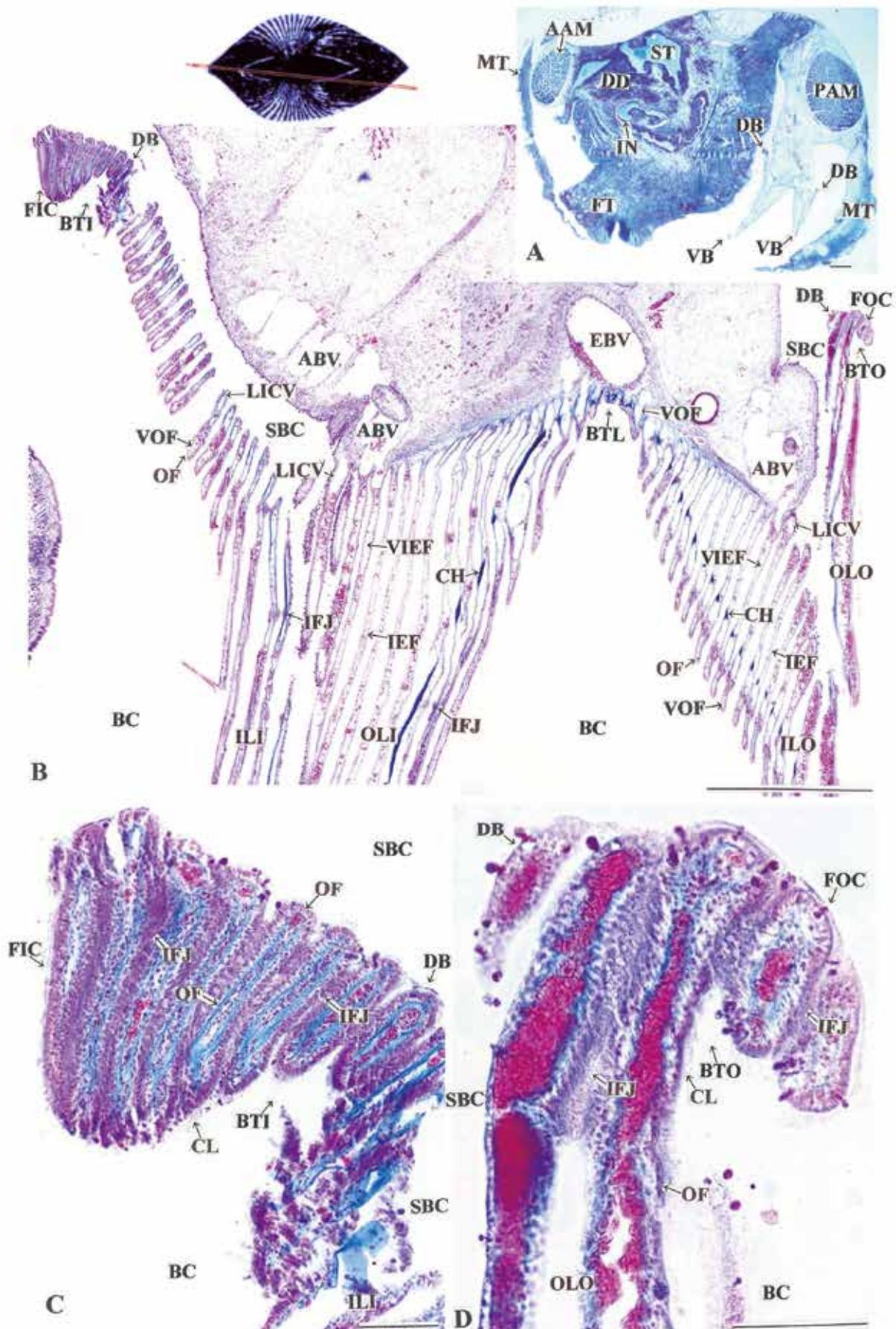


Fig. 2. Horizontal section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 2A shows the cutting plane. Figure B is magnified view of the bottom of the ctenidia in A. Figures C and D are magnified views of the fused border of inner lamella of inner ctenidium and the fused border of outer lamella of outer ctenidium in B, respectively. Scale bars in A and B = 1 mm, and the bars in C and D = 100 μ m. Azan stain.

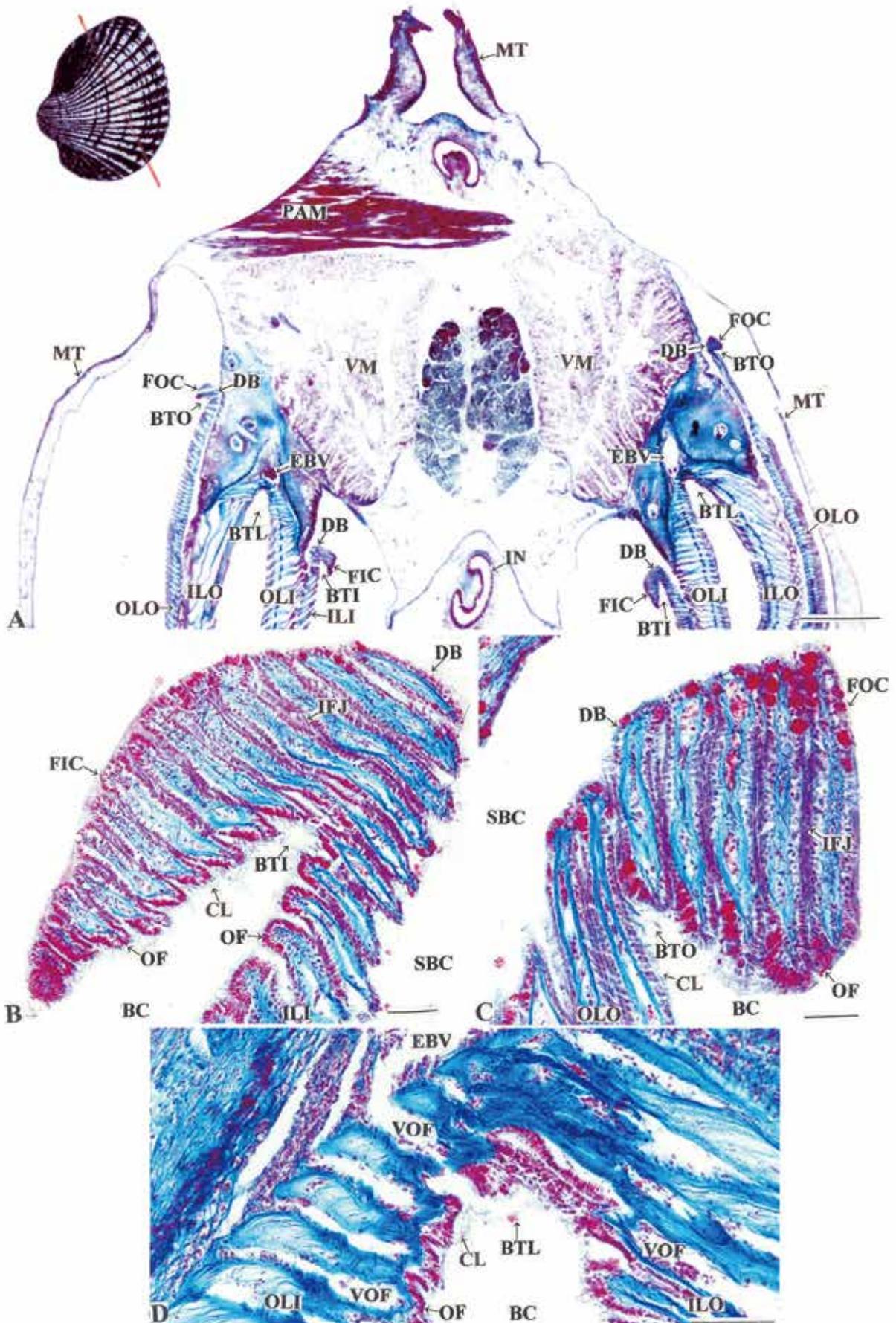


Fig. 3. Oblique section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 3A shows the cutting plane. Figures B, C, and D are magnified views of the fused border of inner lamella of inner ctenidium, the fused border of outer lamella of outer ctenidium, and the based ciliated tract of outer and inner lamellae of inner and outer ctenidia in the right ctenidia of A, respectively. Scale bar in A = 1 mm, the bars in B-D = 100 μ m. Azan stain.

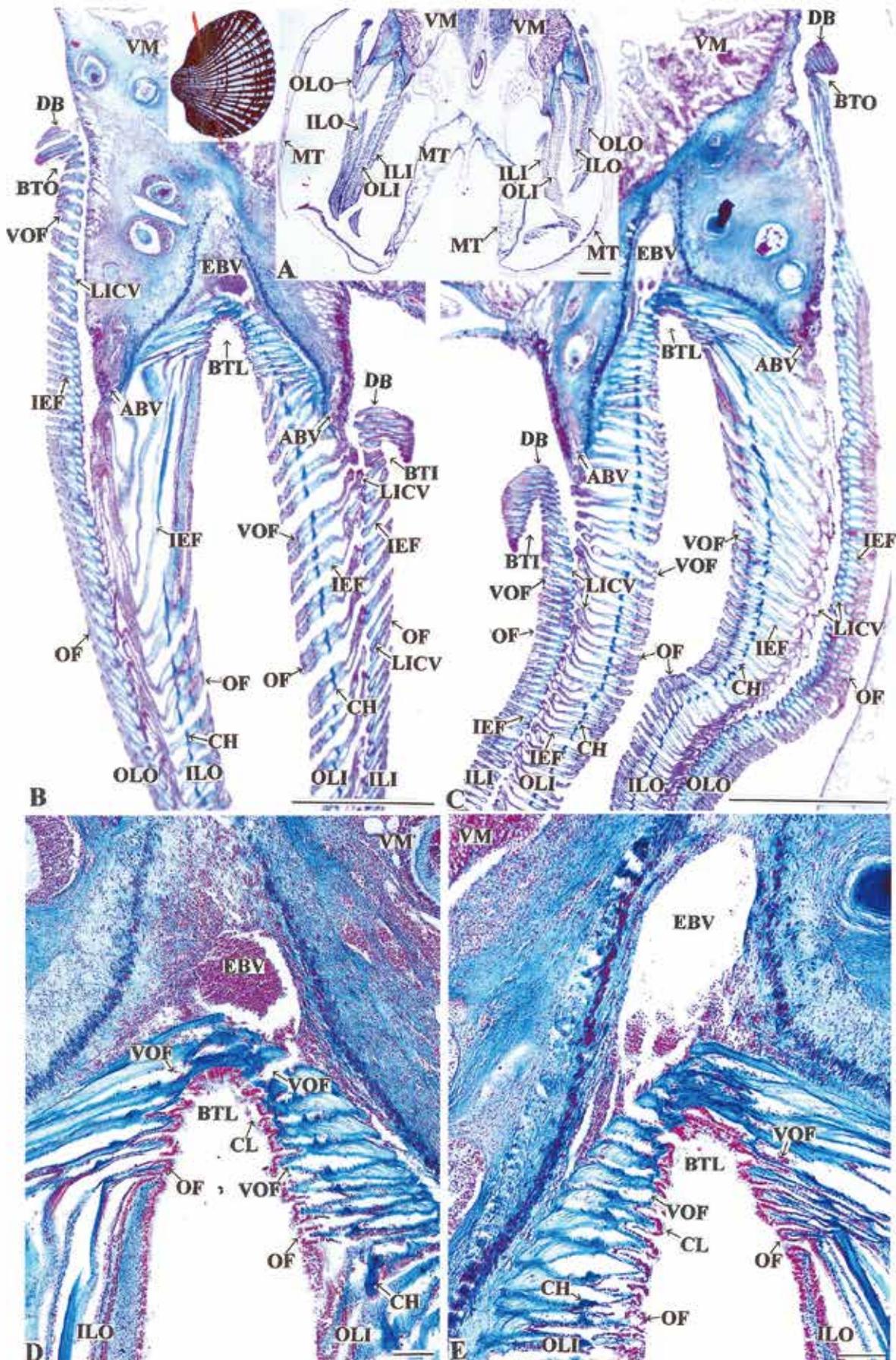


Fig. 4. Oblique section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 4A shows the cutting plane. Figures B and C are magnified views of the bottom of the left and right ctenidia in A, respectively. Figures D and E are magnified views of the based ciliated tract of outer and inner lamellae of inner and outer ctenidia in B and C, respectively. Scale bars in A-C = 1 mm, the bars in D and E = 100 μ m. Azan stain.

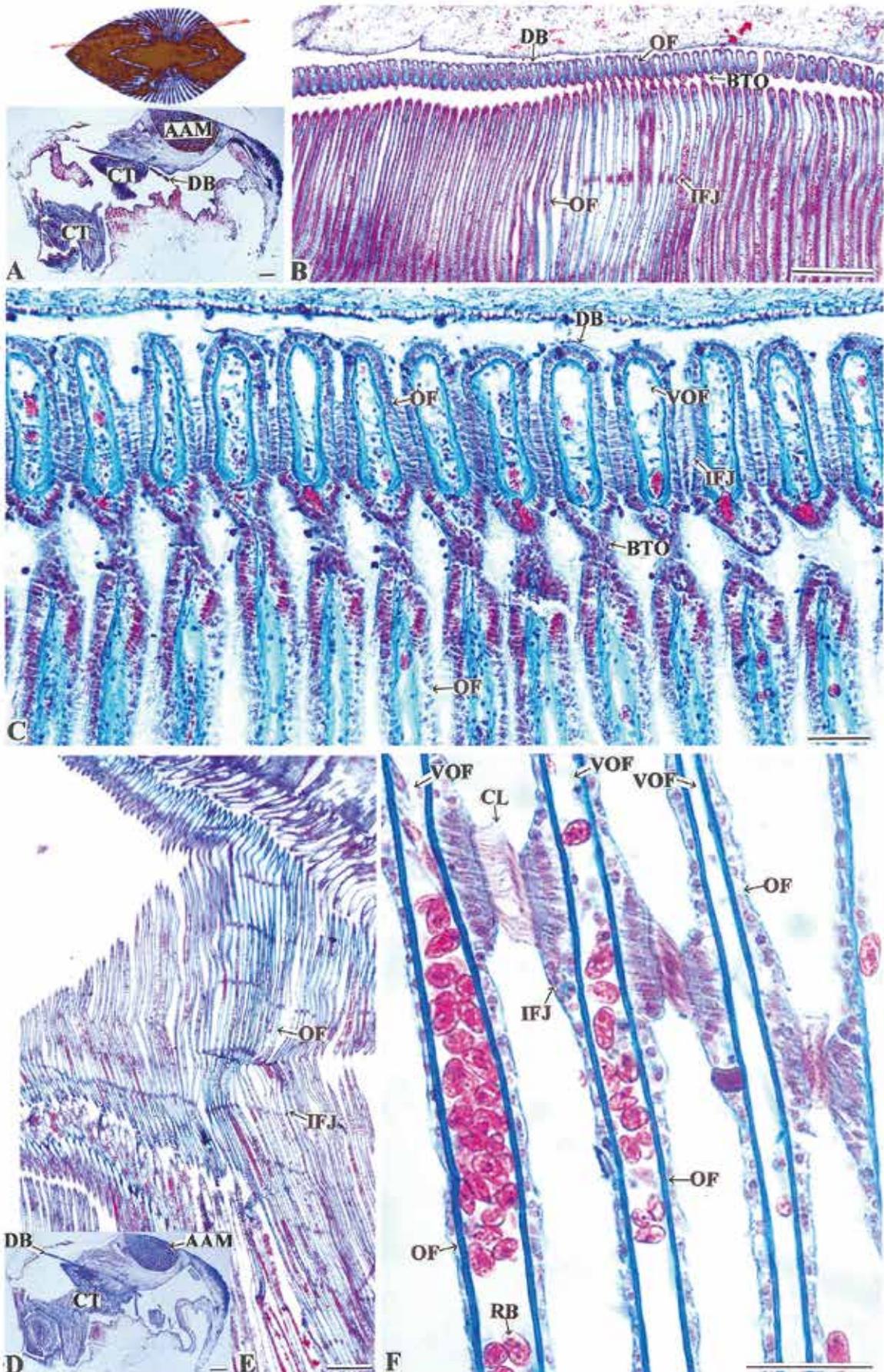


Fig. 5. Horizontal sections of the soft body of the ark-shell. Red lines in the upper-left small figure represent the cutting-plane lines of the soft body. Figures 5A and D show the cutting planes. Figures B, E, C, and F are magnified views of the dorsal bend of outer ctenidium in A, the lamella of inner ctenidium in D, the dorsal bend in B, and the interfilamentar junction in E, respectively. Scale bars in A and D = 1 mm, the bars in B and E = 100 μ m, and the bars in C and F = 10 μ m. Azan stain.

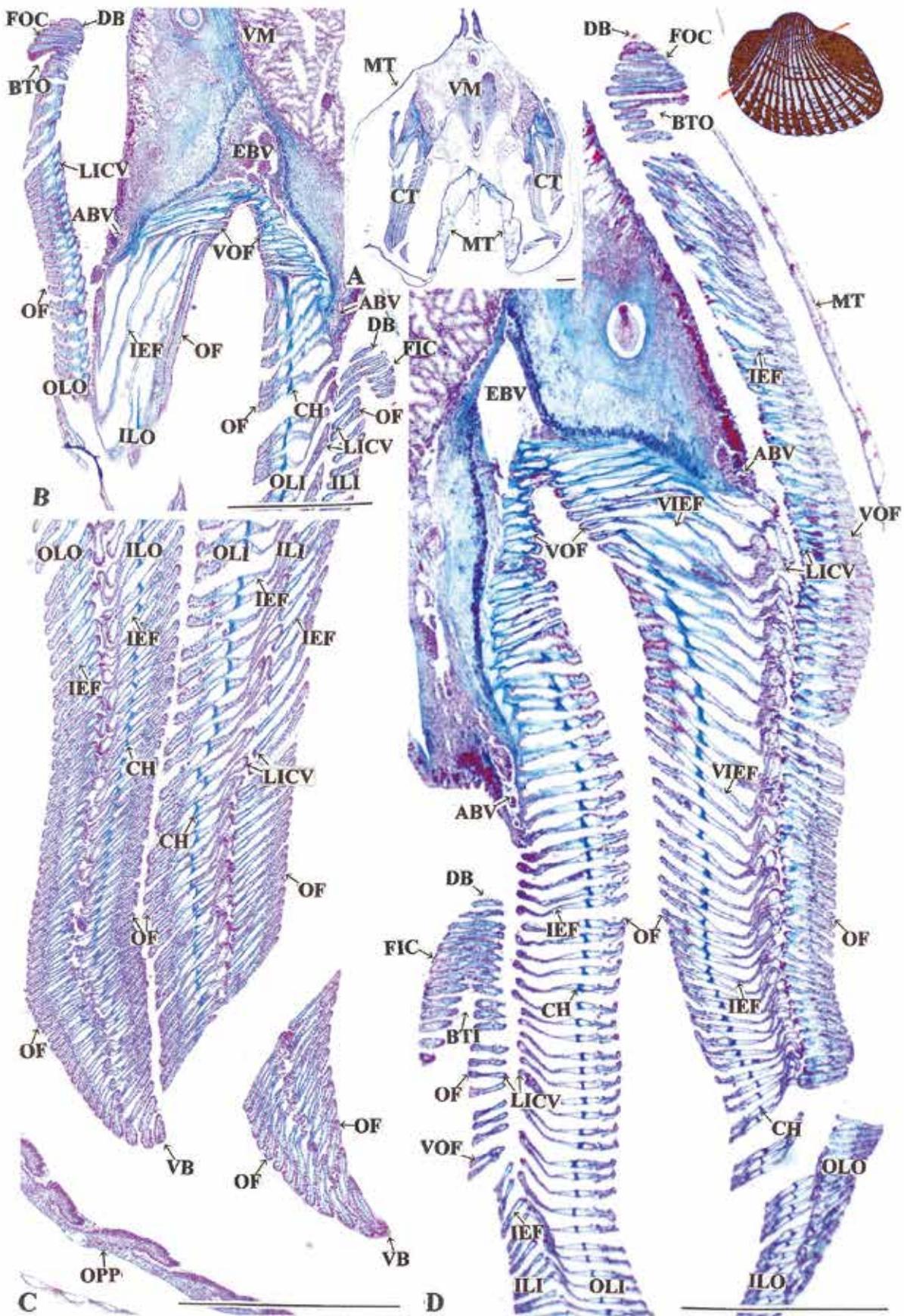


Fig. 6. Oblique section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-right small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 6A shows the cutting plane. Figures B, C, and D are magnified views of the bottom of left ctenidium, the ventral bend of left ctenidium, and the right ctenidia in A, respectively. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

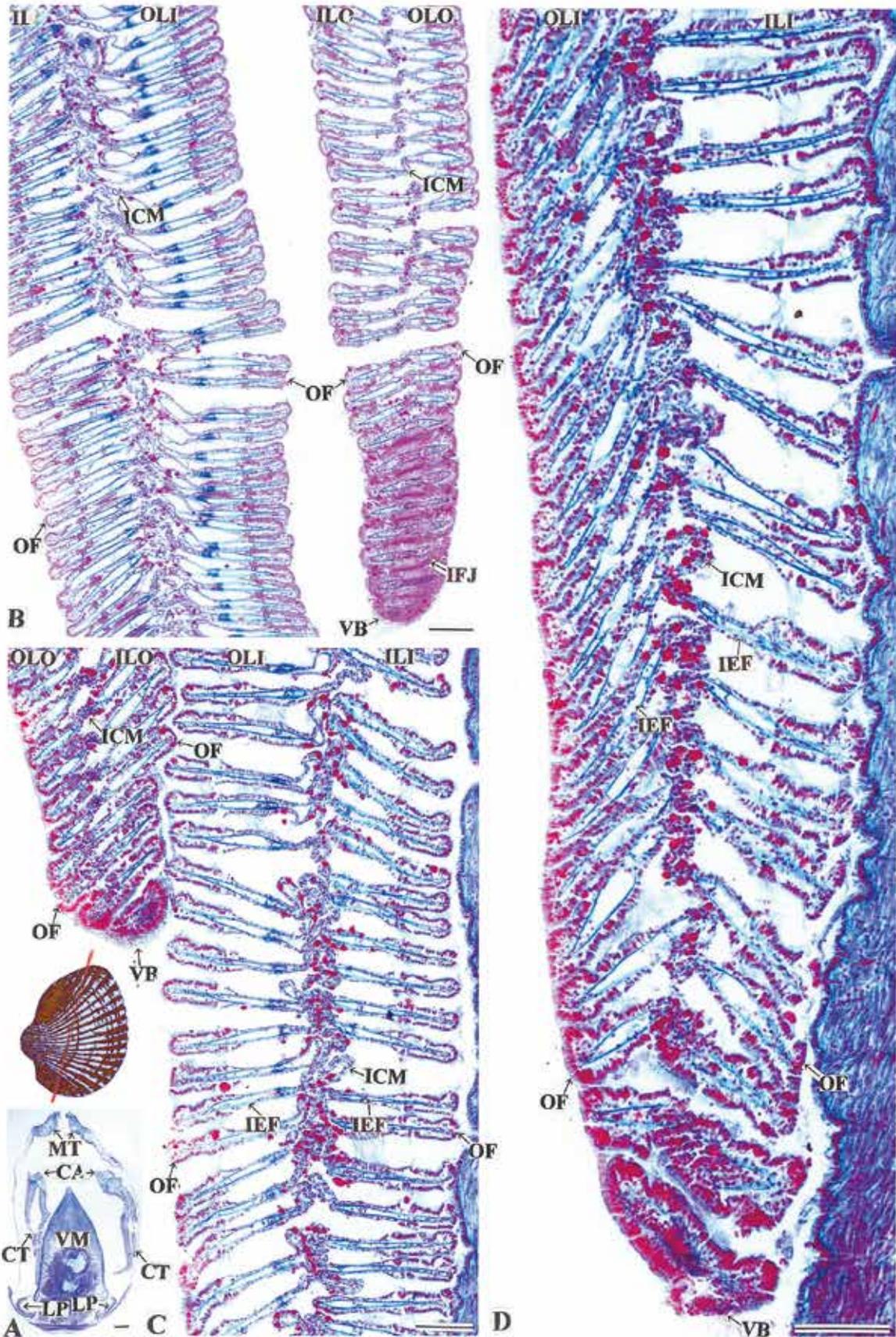


Fig. 7. Transverse section of the soft body of the ark-shell. Red line in the lower-left small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 7A shows the cutting plane. Figures B, and C and D are magnified views of the ventral bend of the right outer ctenidium, and the ventral bend of the left outer ctenidium and the left inner ctenidium in A, respectively. Scale bar in A = 1 mm, the bars in B-D and E = 100 μ m. Azan stain.

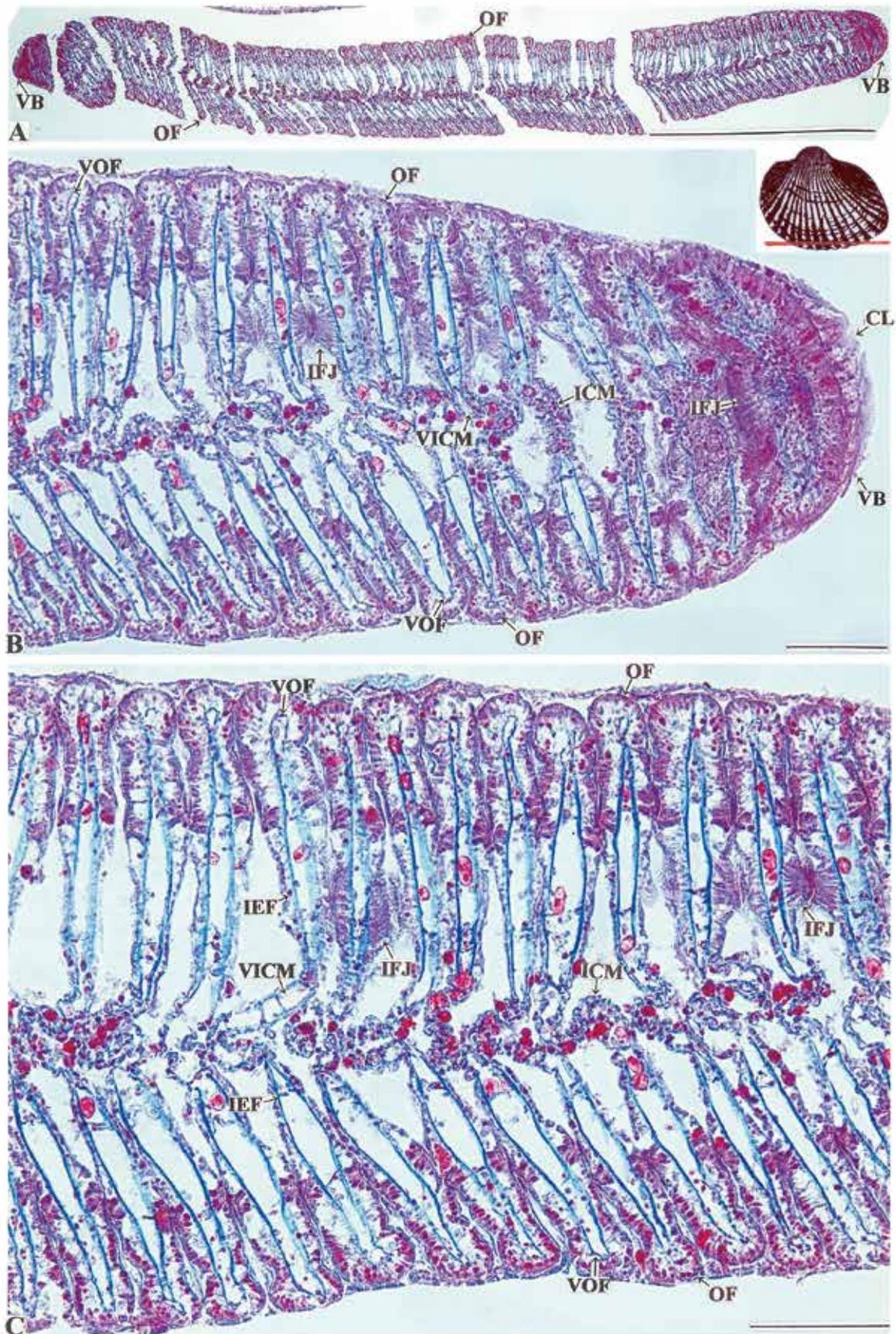


Fig. 8. Transverse section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-right small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 8A shows the cutting plane. Figures B and C are magnified views of the ventral bend and the interlamellar connecting membrane in A, respectively. Scale bar in A = 1 mm, the bars in B and C = 100 μ m. Azan stain.

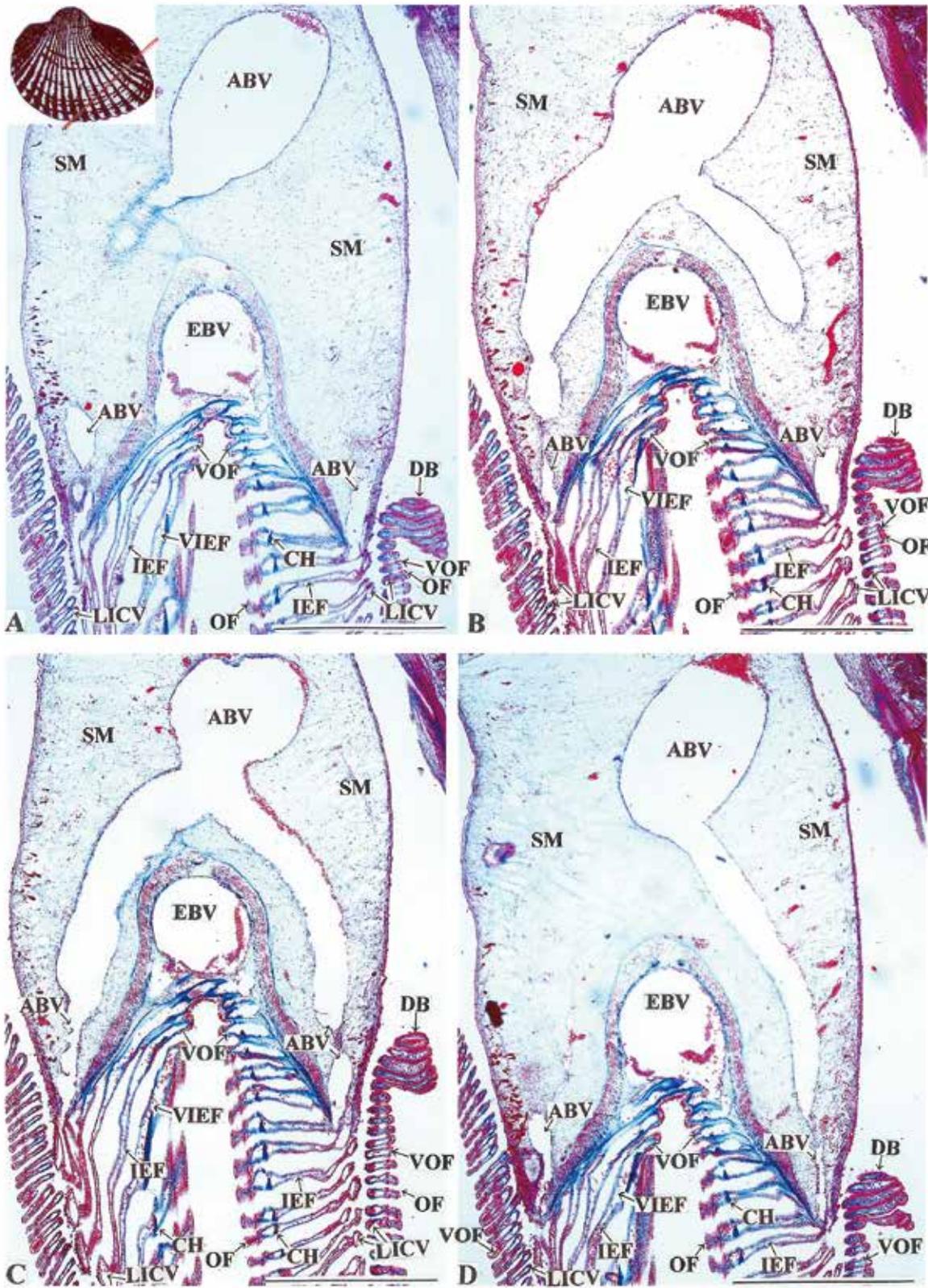


Fig. 9. Oblique sections of the bottom of the ctenidia in the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

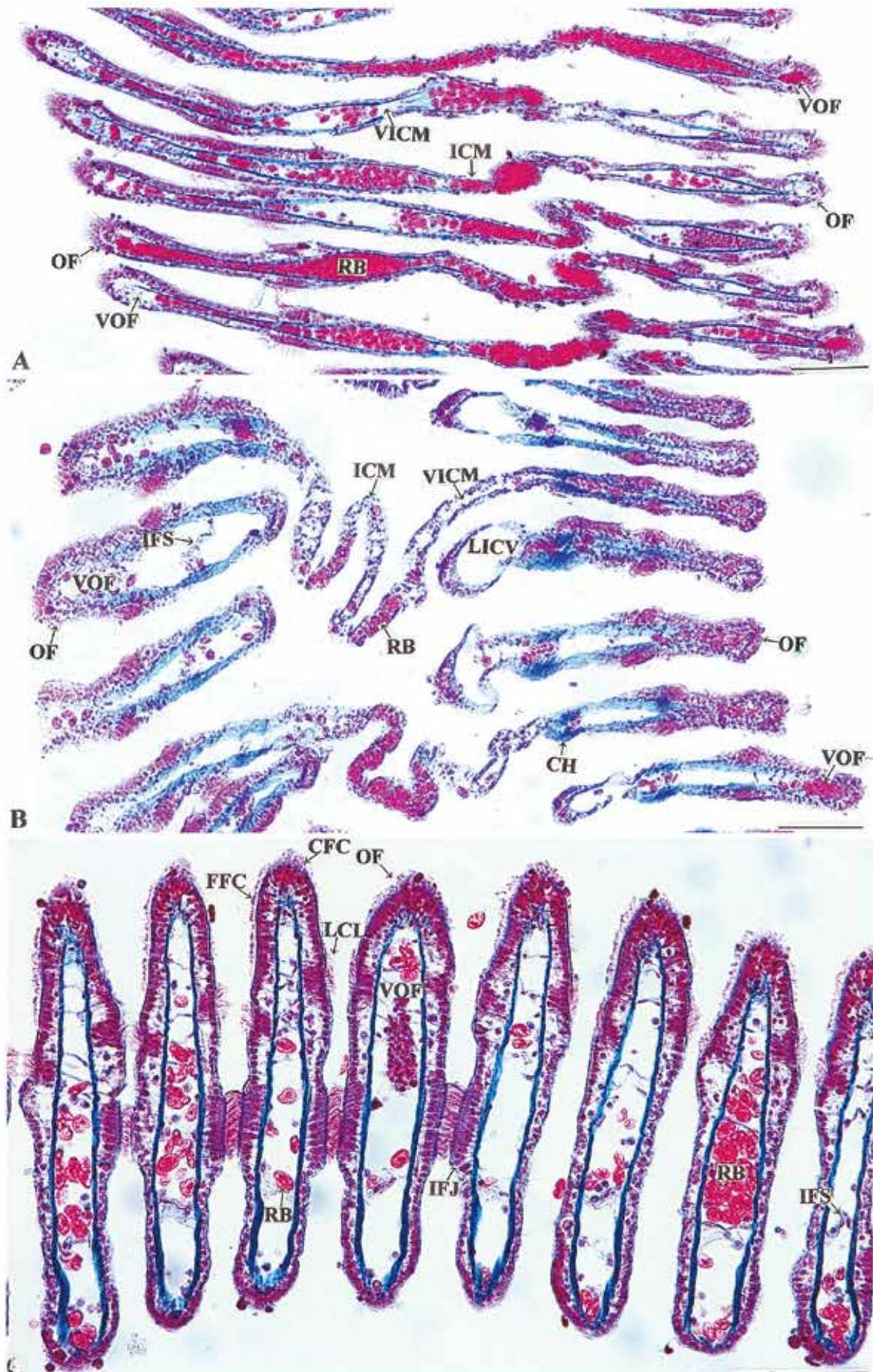


Fig. 10. Cross sections of the lamella of the ark-shell. Figure A, B, and C show the interlamellar connecting membrane (ICM), the vessel like inter-lamellar connecting vessel and ICM, and the interfilamentary junction and the ciliary system on the ordinary filament, respectively. Scale bars in A and B = 100 μ m, the bar in C = 10 μ m. Azan stain.

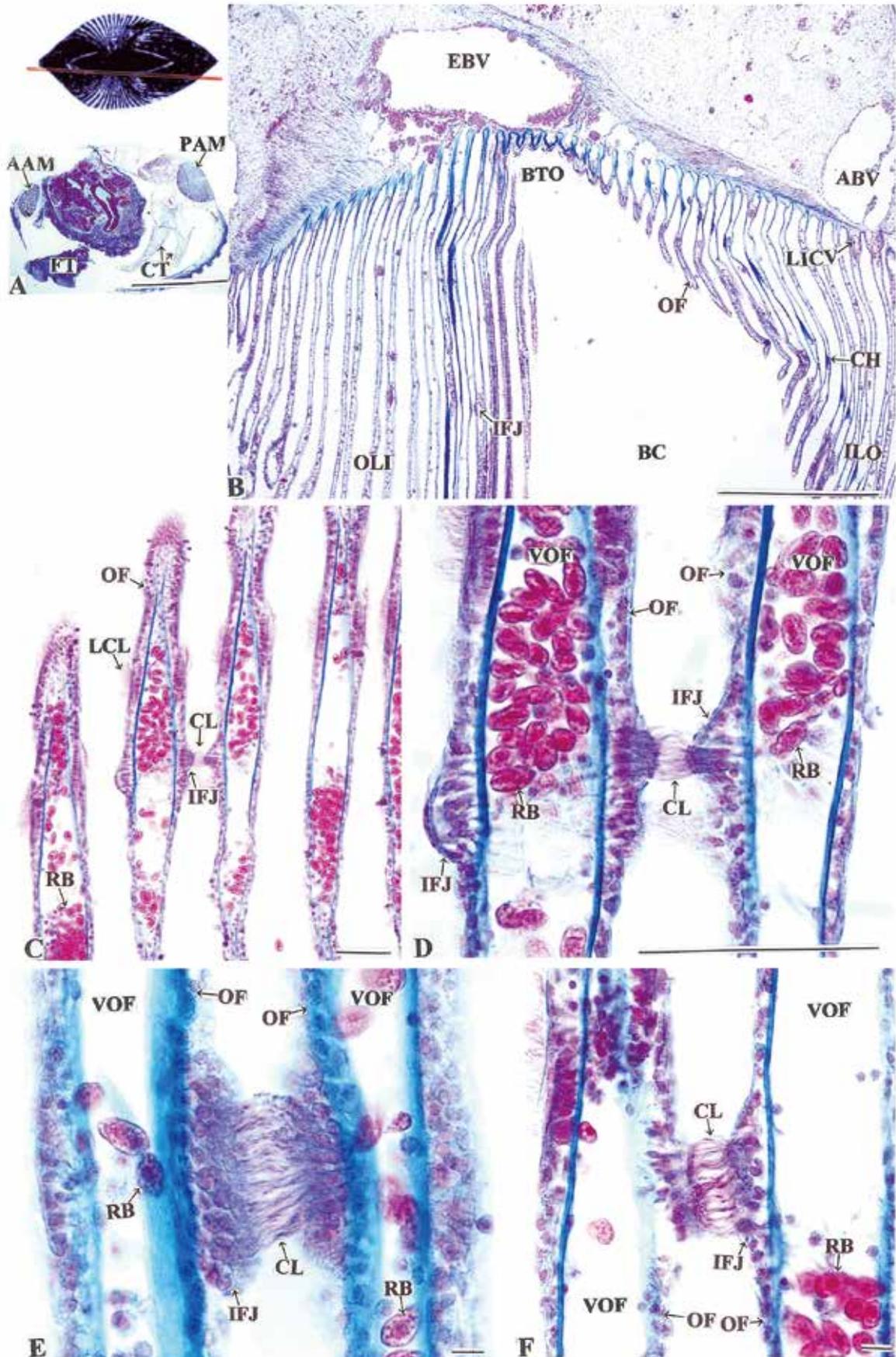


Fig. 11. Horizontal section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 11A shows the cutting plane. Figures B, and C-F are magnified views of the bottom of lamella in A, and the interfilamentar junction in B, respectively. Scale bar in A = 1 cm, the bar in B = 1 mm, the bars in C and D = 100 μ m, and the bars in E and F = 10 μ m. Azan stain.

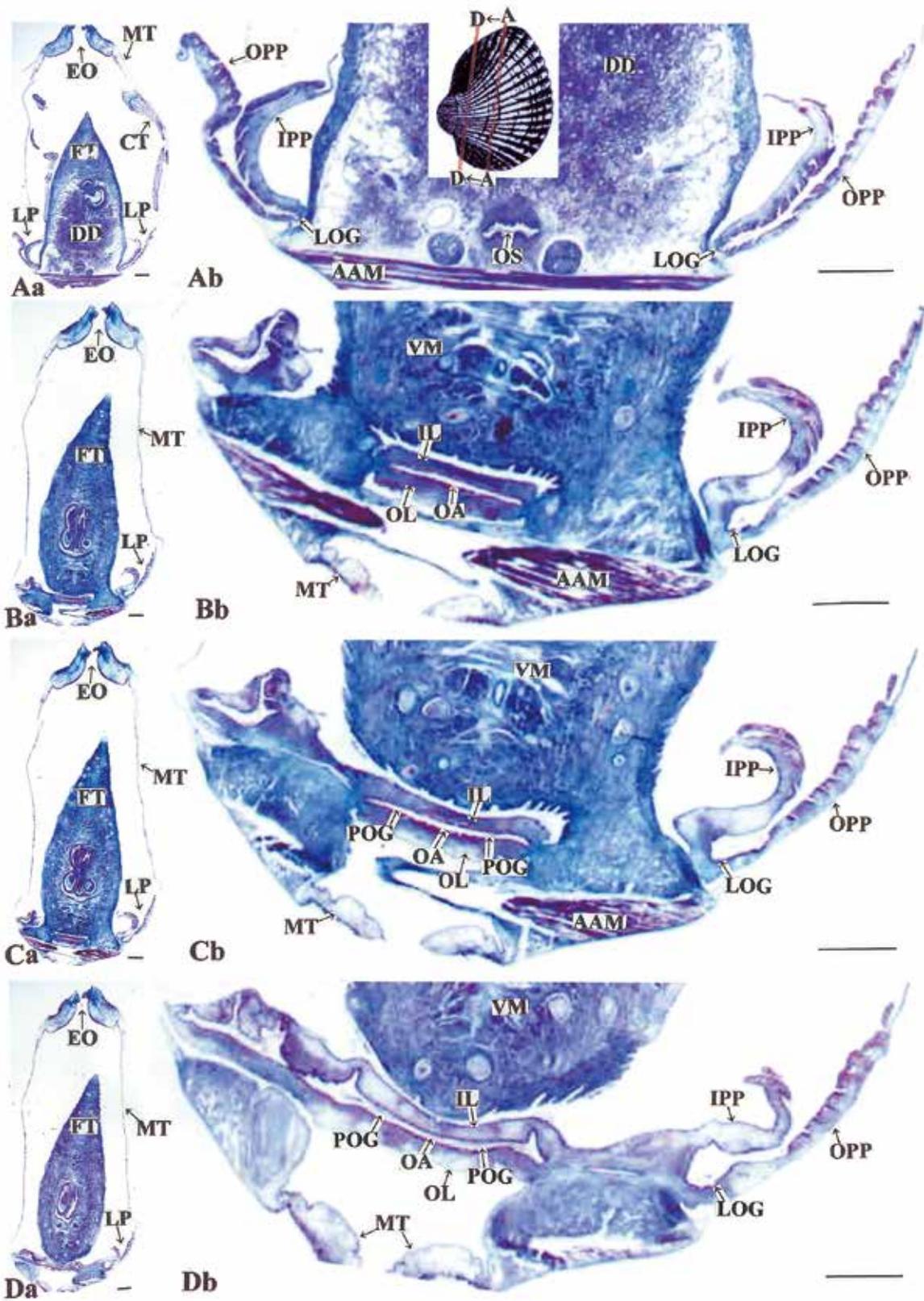


Fig. 12. Transverse sections of the soft body of the ark-shell. Red lines in the upper-middle small figure represent the cutting-plane lines of the labial palp which was sectioned in series within the limits from A to B lines. Figures continue alphabetically from A to D. Figs. Ab, Bb, Cb, and Db are magnified views of the part of the labial palp in Figs. Aa, Ba, Ca, and Da, respectively. Scale bars = mm. Azan stain.

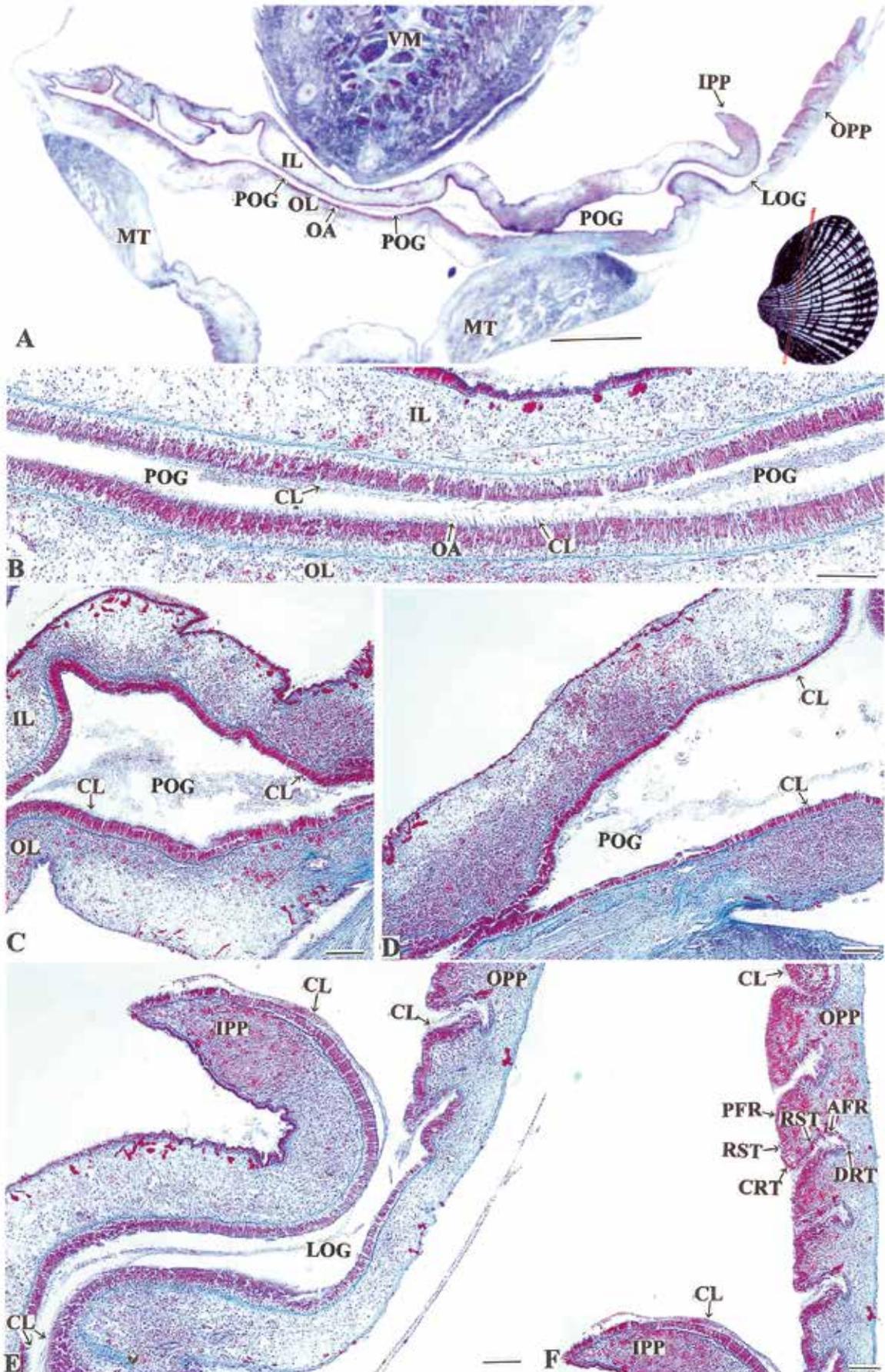


Fig. 13. Transverse section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-right small figure represents the cutting-plane line of the labial palp. Figure 13A shows the cutting plane. Figures B, C and D, and E and F are magnified views of the oral aperture, the proximal oral groove, the lateral oral groove, and the outer and inner palp of labial palp in A, respectively. Scale bar in A = 1 mm, and the bars in B-F = 100 μm. Azan stain.

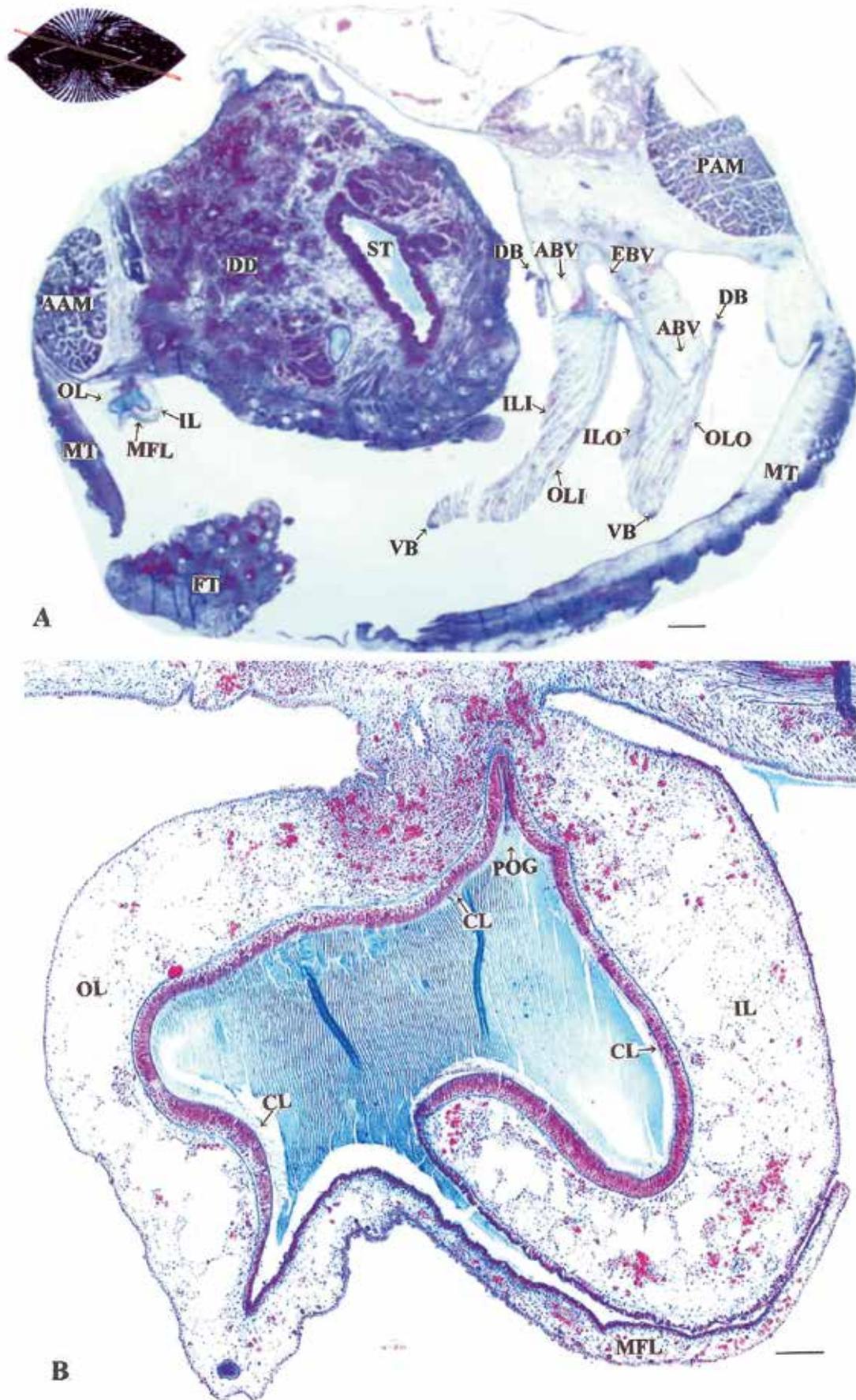


Fig. 14. Horizontal section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane lines of the labial palp. Figure 14A shows the cutting plane. Figure B is magnified view of the proximal oral groove and the membranous flap of lip in A. Scale bar in A = 1 mm, and the bar in B = 100 μ m. Azan stain.

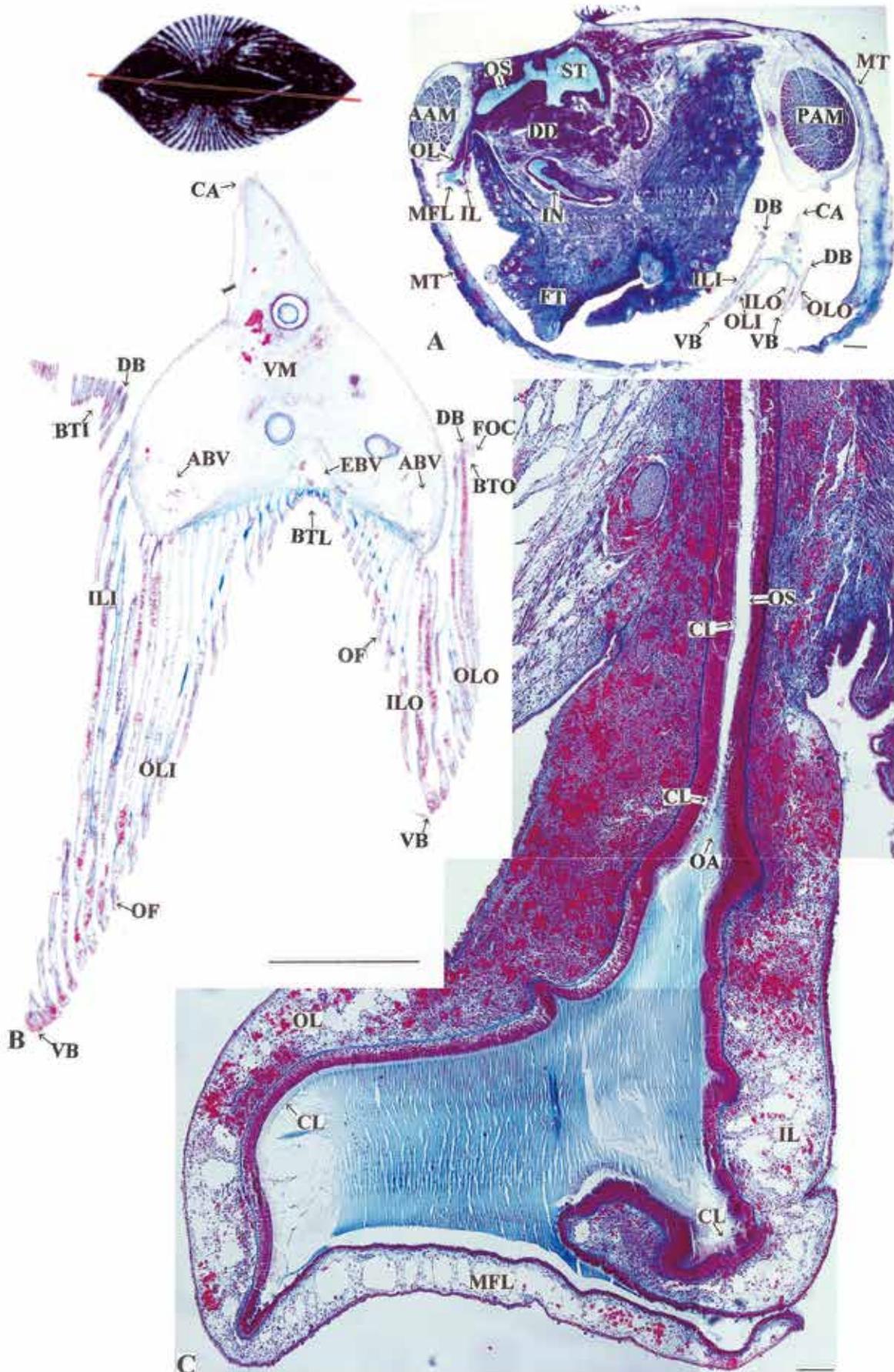


Fig. 15. Horizontal section of the soft body of the ark-shell. Red line in the middle-left small figure represents the cutting-plane lines of the labial palp. Figure 15A shows the cutting plane. Figure B, and C are magnified views of the right ctenidium, and the membranous flap of lip and the oral aperture in A, respectively. Scale bars in A and B = 1 mm, and the bar in C = 100 μ m. Azan stain.

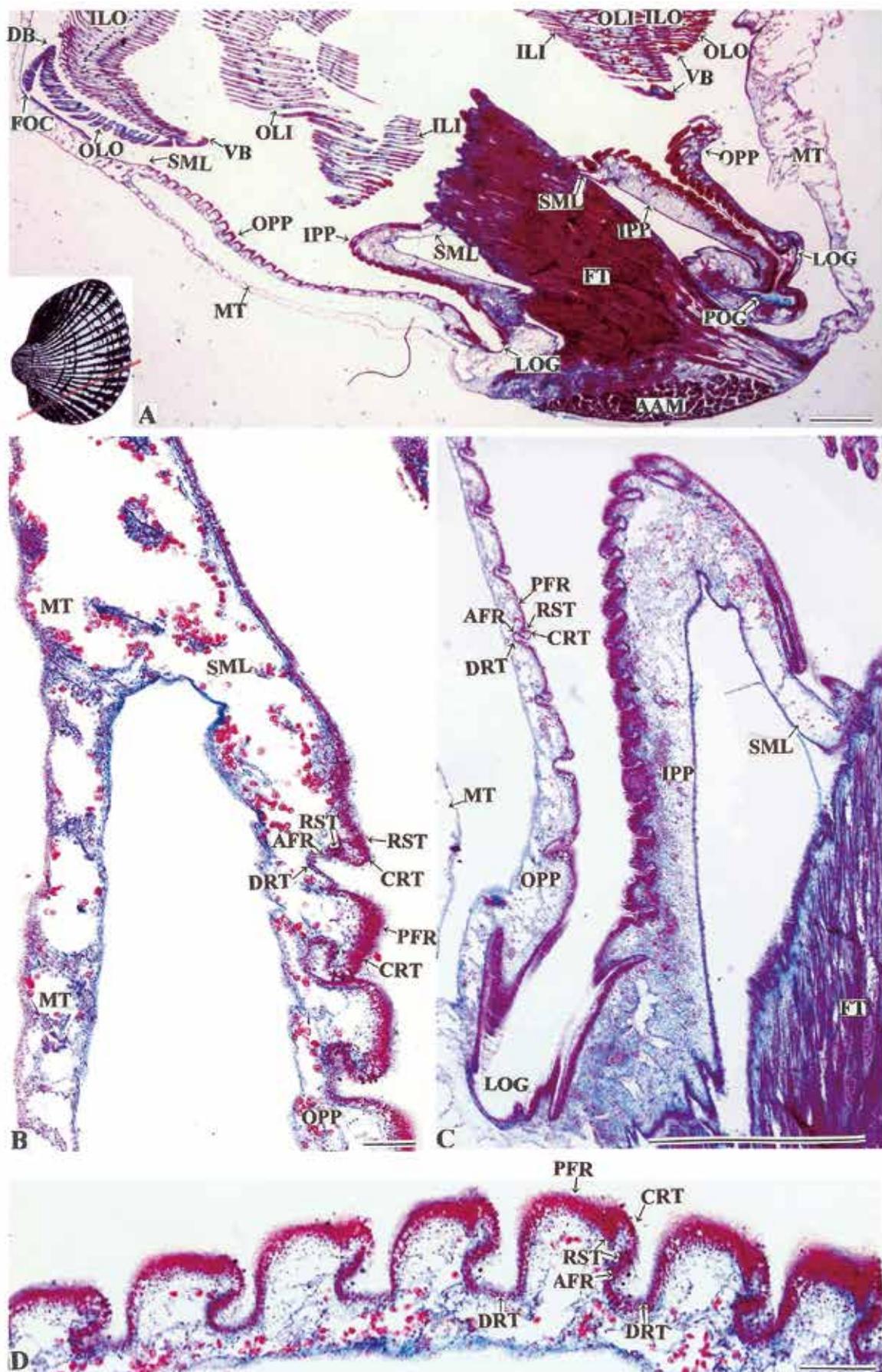


Fig. 16. Oblique section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane lines of the labial palp. Figure 16A shows the cutting plane. Figures B, C, and D are magnified views of the suspensory membrane of filament (SML) of the outer palp of labial palp, SML of the inner palp of labial palp, and the ridged surface of outer palp of labial palp in A, respectively. Scale bars in A and C = 1 mm, and the bars in B and D = 100 μ m. Azan stain.

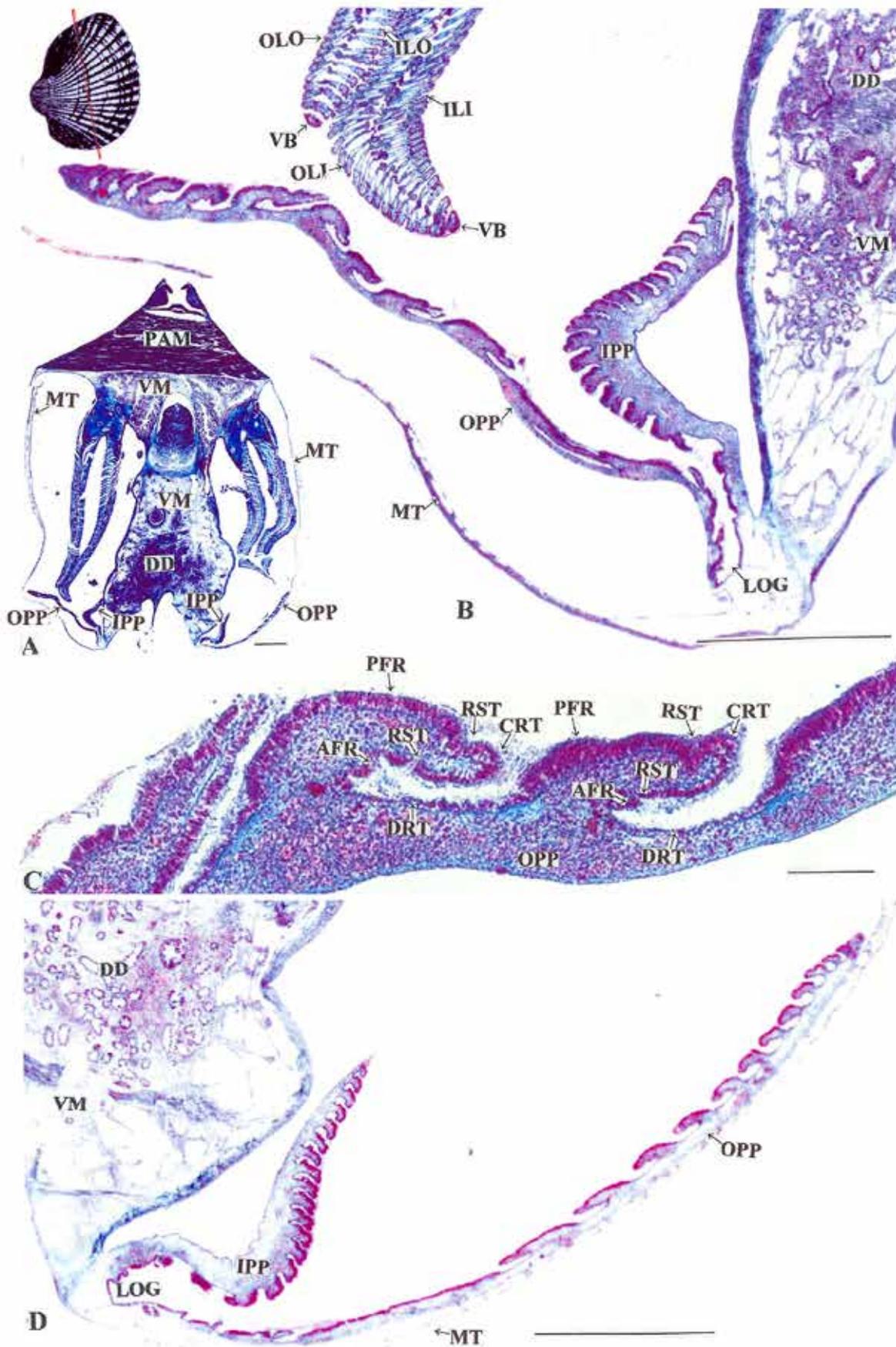


Fig. 17. Transverse section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane lines of the labial palp. Figure 17A shows the cutting plane. Figures B, C, and D are magnified views of the left labial palp, the ridged surface of outer palp of left labial palp, and the right labial palp in A, respectively. Scale bars in A, B and D = 1 mm, and the bar in C = 100 μ m. Azan stain.

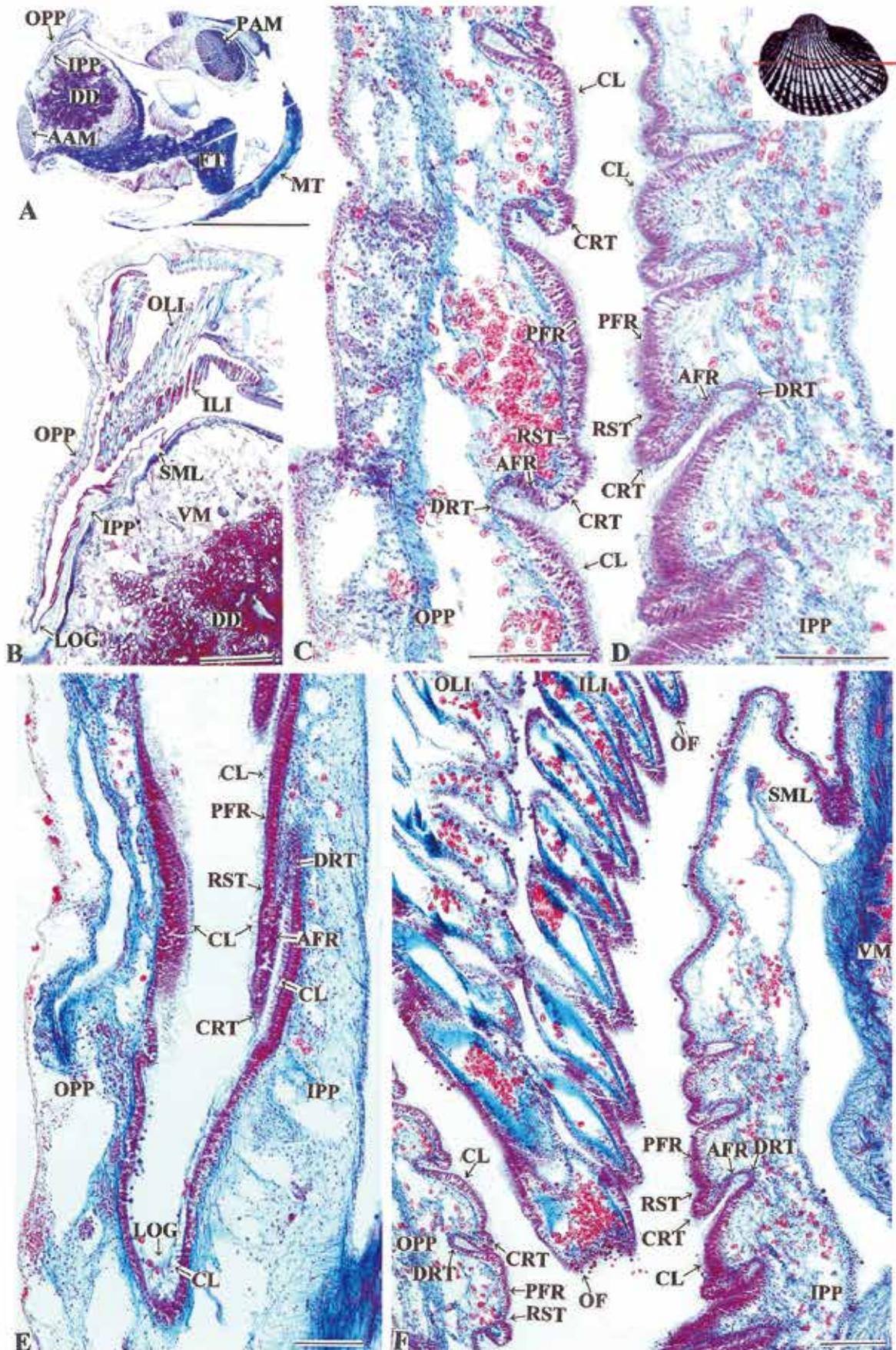


Fig. 18. Transverse section of the soft body of the ark-shell. Red line in the upper-right small figure represents the cutting-plane line of the soft body. Figure 18A shows the cutting plane. Figures B, C and D, E, and F are magnified views of the labial palp in A, the ridged surfaces of outer and inner palp of labial palp in B, the lateral oral groove of labial palp in B, and the suspensory membrane of filament of the inner palp of labial palp and the filaments in B, respectively. Scale bar in A = 1 cm, the bar in B = 1 mm, and the bars in C-F = 100 μ m. Azan stain.