

## サラガイの鰓構造

山元憲一・荒木 晶・半田岳志<sup>†</sup>

### Anatomical Structure of Ctenidium in *Megangulus venulosa* (Tellinidae: Veneroidea: Bivalvia)

Ken-ichi Yamamoto, Akira Araki and Takeshi Handa<sup>†</sup>

**Abstract** : The structure of the ctenidium in the *Megangulus venulosa* (Tellinidae: Veneroidea) was examined. In the outer ctenidium, the outer lamina is lacking and the inner lamina is upturned from the ctenidial axis. In the inner ctenidium, the outer lamina is descending and the inner lamina is ascending. The ventral bend is situated along the top of the outer lamina. Only the inner ctenidium reaches the lateral oral groove into the labial palp. The laminae are flat and are composed of the ordinary filaments. The inner lamina of outer ctenidium is fixed in the fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium which develops between the ordinary filament (OF) and the longitudinal vessel running along the edge of fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium. The inner ctenidium is fixed in the inner-laminar connecting membrane which develops between OF of the inner lamina and OF of the outer lamina. Each OF is bonded together in the interfilamentar junction of the form of an intra-plical band and being fixed in the inter-filament connecting membrane composed of the lacunar tissue of the interfilamentar junction. Judging from these structure, the ctenidium of the *M. venulosa* is Homorhabdic eulamelibranch.

**Key words** : *Megangulus venulosa*; Ctenidium; Inner-filament connecting membrane; Interfilamentar junction of the form of an intra-plical band; Lacunar tissue of the interfilamentar junction; Ordinary filament

## 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コヤガイ *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* で表されている<sup>1-4)</sup>。

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、二枚貝類について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 virgatus*, 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*, カキ目イタヤガイ科のヒオウギ *Mimachlamys nobilis* およびホタテガイ *Patinopecten yessoensis*, 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* の鰓構造を解剖学のおよび組織学的に明らかにしてきた<sup>5-17)</sup>。イガイ目の鰓葉は常鰓糸が平坦に並んだ構造で、各常鰓糸を繊毛で連結した糸鰓型を示している<sup>5, 6)</sup>。ウグイスガイ目ウグイスガイ科およびハボウキガイ科の4種、カキ目イタヤガイ科の2種は、主鰓糸と常鰓糸が波形に並んだ構造で、それぞれの鰓糸の間を繊毛で連結した擬弁鰓型を示している<sup>7, 9, 11, 12)</sup>。カキ目イタボガキ科のイタボガキおよびマガキ, マルスダレガイ目のアゲマキガイ, マテガイおよびアサリは、主鰓糸と常鰓糸が波形に並んだ構造で、各鰓糸を膜状の組織で連結した弁鰓型を示している<sup>15-17)</sup>。鰓全体の形は、アサリの他では、鰓全体の横断面が「W型」を示している<sup>7-16)</sup>。アサリでも、横断面は「W型」を基本としているが、外鰓外葉の

基部が左右のいずれも拡張して外鰓外葉上軸拡張を形成している<sup>17)</sup>。しかし、ニッコウガイ科の鰓葉は常鰓糸が平坦に並んだ構造で、各鰓糸を膜状の組織で連結した弁鰓型であるが、鰓の横断面は外鰓外葉が欠落し、外鰓内葉が上方に展開し、内鰓のみが前記の貝類と同様に下方に展開した形を示すことが報告されている<sup>19,20)</sup>。また、前記のイガイ目、ウグイスガイ目およびカキ目の各種では、水管は認められない<sup>5,14)</sup>。マルスダレガイ目のアゲマキガイ、マテガイやアサリでは、外套膜の後端が癒着して背側に出水管、腹側に入水管を形成している<sup>15,17)</sup>。しかし、マルスダレガイ目のニッコウガイ科Tellinidaeでも、同様に水管を形成している<sup>18)</sup>。

本研究では、アゲマキガイ、マテガイやアサリと同じマルスダレガイ目に所属するニッコウガイ科のサラガイ *Megangulus venulosa* の鰓構造を解剖学的に明らかにした。なお、二枚貝の分類は奥谷<sup>21)</sup>に従った。

## 材料および方法

実験には、オホーツク海沿岸域で採取した殻長 $82.5 \pm 4.3$  mm (平均値 $\pm$ 標準偏差, 以降同様に表す)、殻高 $52.7 \pm 1.6$  mm, 殻幅 $21.1 \pm 1.4$  mm, 体重 $62.8 \pm 9.6$  gのサラガイ15個体を用いた。サラガイは、約0.4Mの塩化マグネシウム水溶液<sup>22)</sup>に2~4時間浸漬して軟体部を伸展させ、Davidson液<sup>23)</sup>で固定した。軟体部の観察は、主に実体顕微鏡で行った。

## 結果および考察

### 水管

サラガイが属しているニッコウガイ科では、捕食は入水管を延ばして底質上の有機沈殿物を吸入して行っている<sup>18)</sup>。サラガイでも、水管は入水管 (IS) と出水管 (ES) が基部から分かれて、それぞれが長く発達している様子が確認される (Figs. 1F; 2A-E)。しかし、サラガイの水管の基本構造は、アゲマキガイ<sup>15)</sup>、マテガイ<sup>16)</sup> やアサリ<sup>17)</sup> と同様に、背側に出水管 (ES) を、腹側に入水管 (IS) を外套膜 (MT) の後端に接着させている (Figs. 1F; 2A,B,D,E)。それらの貝類<sup>15-17)</sup> と同様に、入水管の基部は外套腔 (MC) に開口し (Figs. 1F; 2B)、出水管の基部は鰓上腔 (SBC) に開口している (Figs. 2D, E)。また、外套腔 (MC) と鰓上腔 (SBC) は、鰓の先端から入水管と出水管の境の基部に延びた前鰓葉懸垂膜 (FSM) で仕切られている (Figs. 2D, E)。

### 鰓

水中の懸濁物を濾過して捕食しているムラサキイガイ、ムラサキインコ、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、マガキなどの鰓は、殻を除去すると軟体部の表面に大きく展開している<sup>5,16)</sup>。これらの貝類と比較して、サラガイの鰓は小さく、水管 (IS,ES) の基部から後閉殻筋 (PAM) と前閉殻筋 (AAM) の中間付近までしか展開していない (Fig. 1F)。

また、外套膜を除去して体側から鰓の表面を見ると、中央付近に筋が入っているように見える (Figs. 1F; 3A)。この部位を拡大すると、鰓葉が筋の部位で上下に分かれている (Figs. 1F; 3A)。左右の鰓葉を腹側から見ると、左右ともに外鰓が筋の部位より上側に展開し、下側に内鰓が展開している様子が確認される (Fig. 3D)。従って、筋の部位は鰓軸 (CA) であることが明らかである (Figs. 3D, E)。

Ridewood<sup>19)</sup> およびAtkins<sup>20)</sup> は糸鰓型および擬弁鰓型の鰓は多くの種では外鰓と内鰓の大きさがほぼ同じで、鰓の横断面が「w型」を示すが、真弁鰓型では属および種毎に特徴ある形を示す鰓が出現することを報告している。このように糸鰓型のムラサキイガイやムラサキインコガイ、擬弁鰓型のウグイスガイ目のマベ、アコヤガイ、クロチョウガイ、リシケタイラギおよびカキ目のヒオウギ、ホタテガイ、弁鰓型のカキ目のイタボガキやマガキでは、外鰓と内鰓の大きさがほぼ同じで、鰓の横断面が「w型」を示している<sup>5,14)</sup>。真弁鰓型のアゲマキやホタテガイでも同様に、外鰓と内鰓の大きさがほぼ同じで、鰓の横断面が「w型」を示している<sup>15,16)</sup>。真弁鰓型のアサリでも、鰓の横断面の基本構造は同じ「w型」を示している。しかし、アサリの外鰓外葉の基部は大きく拡張した外鰓外葉上軸拡張を有す鰓の形を示している。一方、真弁鰓型のサラガイが属するニッコウガイ科の鰓の横断面は、外鰓内葉が鰓軸から上方に展開し、その先端部が下方へ著しく屈曲し、内鰓は前記の貝類と同様の形で鰓軸から下方に展開すると報告されている<sup>19,20)</sup>。サラガイでも同様に、鰓は外鰓外葉が欠落し、外鰓内葉 (ILRO, ILLO) が鰓軸 (CA) より上側に展開している様子が確認される (Fig. 3F)。内鰓外葉 (OLI, ILRO, ILLO) は鰓軸 (CA) より下側に展開して鰓葉腹部屈曲部 (VB) で折り返し、続いて内鰓内葉 (ILI, ILRI, ILLI) が上向きに展開している (Fig. 3F)。このような外鰓内葉と内鰓の構造 (Figs. 3F; 4B-E; 5E, F; 6A, D) を模式的に示すとFig. 3Gのように表される。しかし、他のニッ

コウガイ科の鰓の横断面<sup>19,20</sup>と異なって、外鰓内葉 (ILO, ILRO, ILLO) は先端が下方へ著しく屈曲する様子は観察されない (Figs. 3F; 4B-E; 5E, F; 6A, D)。

一方、外套膜 (MT) を除去して体側から見ると、鰓は後閉殻筋 (PAM) と鰓葉懸垂膜 (SM) で連結されている (Figs. 1F; 2B)。横断面では、鰓は外鰓内葉 (ILO) の外鰓内葉合着縁 (FIOC) で後閉殻筋から延びた鰓葉懸垂膜 (SM) に接着して懸垂している構造が観察される (Figs. 3F; 4B; 5B, E, F)。鰓と後閉殻筋の間を切断して鰓を摘出して後閉殻筋側から見ると、鰓は外鰓内葉 (ILO, ILRO, ILLO) が鰓葉懸垂膜 (SM) に外鰓内葉合着縁 (FIOC) で接着され、この鰓葉懸垂膜 (SM) が後閉殻筋に連結されている様子が一層顕著である (Fig. 5C)。

#### 鰓上腔

鰓糸間を通過させた水を、鰓葉の基部を通過させて出水管 (ES) へ導く通路である鰓上腔 (SBC) は、鰓を軟体部から摘出して腹側から見ると、出水管近くでは一つになっている (Fig. 3D)。このように取水管近くでは鰓上腔が一つになっている様子は、鰓を摘出して前 (後閉殻筋) 側から見ると一層顕著である (Fig. 5C)。

一方、鰓を腹側から背側に向って順に縦に切断して観察すると次のようになる。鰓上腔 (SBC) は、出水管近くでは1本になっている (Fig. 4A)。次いで、左右の外鰓に1本ずつと左右の内鰓の基部が一つとなった1本の合計3本となっている (Fig. 3F; 4B; 5D, E; 6A, D)。更に進むと、左右の外鰓の基部に1本ずつと左右の内鰓のそれぞれの基部に1本ずつの合計4本となっている (Figs. 4C-E; 5F; 7D, E)。

#### 外鰓内葉

外鰓は外葉が欠落し、内葉 (ILO, ILRO, ILLO) が鰓軸から上向きに展開した形を示している (Figs. 3F,G; 4A-E; 5D-F; 6A, D)。このような外鰓内葉 (ILO) は左右 (ILLO, ILRO) が同じ形を示している (Figs. 3F; 4A-E)。鰓腔側から見ると、外鰓内葉 (ILO, ILRO, ILLO) は常鰓糸 (OF) が鰓軸 (CA) から鰓葉の先端に向って走行した形を示している (Fig. 3C, E)。鰓上腔 (SBC) 側から見ると、鰓軸 (CA) に並走する入鰓静脈 (ABV) から外鰓内葉合着縁 (FIOC) に向って外鰓内葉を固定する膜 (外鰓内葉固定膜, FML) の縁を縦走する血管 (外鰓内葉固定膜縁縦走血管, VFM) が走行する様子が認められる (Fig. 6D)。この外

鰓内葉固定膜縁縦走血管 (VFM) は鰓腔側の常鰓糸を固定する外鰓内葉固定膜 (FML) の鰓上腔 (SBC) 側の端を縦走する形となっている (Figs. 5F; 6D)。このような形は、内鰓 (Figs. 8A-D; 9B-F) のように内葉と外葉の間に展開する鰓葉間連結膜が途中で切断されて内葉側と外葉側の二つの三角形に分かれた後、外葉の部分が消失し、内葉側に残った三角形の鰓葉間連結膜の切断された端を血管が縦走している様相を示すと連想される。

実際に、鰓上腔 (SBC) から見ると、外鰓内葉固定膜 (FML) および外鰓内葉固定膜縁縦走血管 (VFM) の走行 (Fig. 6B-E) は、次に紹介する内鰓の鰓葉間連結膜 (ICM) および鰓葉間連絡血管 (ICV) の走行と酷似した様相を示している (Figs. 7D, E)。

#### 内鰓の鰓葉連結

内鰓の外葉と内葉の間は、常鰓糸 (OF) から延びる鰓糸間連結膜 (FCM) の数枚を一つに纏めた膜 (鰓葉間連結膜, ICM) で連結した構造となっている (Fig. 9D-F)。

この鰓葉間連結膜 (ICM) は、内鰓の基部を外葉と内葉の間を連絡している鰓葉間連絡血管 (ICV) から内鰓の先端の鰓葉腹部屈曲部 (VB) までの間を三角形に展開している (Figs. 3F; 4A, C-E)。このようにサラガイの鰓葉間連結膜 (ICM) は、外葉と内葉の相対する主鰓糸のみに展開しているマベ<sup>7)</sup>、アコヤガイ<sup>8)</sup>、クロチョウガイ<sup>9)</sup>、イタボガキ<sup>13)</sup>、マガキ<sup>14)</sup>、アゲマキガイ<sup>15)</sup> やマテガイ<sup>16)</sup> と異なって、外葉 (OLI) と内葉 (ILI) のそれぞれの常鰓糸 (OF) の間を連結した構造となっている (Fig. 9B-F)。

一方、鰓葉間連結膜 (ICM) の基部を走行する鰓葉間連絡血管 (ICV, Figs. 3F; 4B; 5E; 6D; 7D, E; 8A, B) は、鰓軸 (CA) に並走する入鰓静脈 (ABV) と内鰓内葉の基部を縦走する内鰓内葉基部縦走血管 (VAI) の間を連絡している (Figs. 5E; 6D; 7D, E)。この内鰓内葉基部縦走血管 (VAI) は内鰓内葉が内臓塊と接着している内鰓内葉合着縁 (FIC) の部位に並走している (Fig. 7D, E)。

#### 内鰓の鰓葉腹部屈曲部

外鰓は外葉が欠落し、内葉のみであることから、鰓葉腹部屈曲部に相当する部位が見られない (Figs. 3F, G; 4B-E; 5D-F)。しかし、内鰓は断面を見ると外葉が鰓軸から下方に伸び、その先端が上方に屈曲して鰓葉腹部屈曲部 (VB) を形成し、内葉が上方に外葉と同等の長さまで延びている (Figs. 3F, G; 4A, C-F)。このような内鰓の鰓葉腹部屈曲部

(VB) は, 糸鰓類のムラサキイガイ<sup>5)</sup>, ムラサキインコ<sup>6)</sup>, 擬弁鰓類のマベ<sup>7)</sup>, アコヤガイ<sup>8)</sup>, クロチョウガイ<sup>9)</sup>, リシケタイラギ<sup>10)</sup>, イタボガキ<sup>13)</sup> やマガキ<sup>14)</sup> と同様に, 食物溝 (FG) を形成している (Fig. 9A)。しかし, 内鰓の縦断面では, 鰓葉腹部屈曲部 (VB) は鰓糸が屈曲しただけで, 食物溝のような溝構造は確認されない (Figs. 3F; 4A, C-F; 8D)。Ridewood<sup>19)</sup> および Atkins<sup>20)</sup> はサラガイも所属する Tellinidae (ニッコウガイ科) では, 内鰓の鰓葉腹部屈曲部は極わずかな溝状, もしくは平坦な形状を呈していると報告している。これらのことから, サラガイの内鰓の鰓葉腹部屈曲部の観察結果が溝構造を示す場合 (Fig. 9A) と鰓糸が屈曲しただけの構造を示す場合 (Figs. 3F; 4A, C-F; 8D) と異なる原因は, 鰓葉腹部屈曲部が極わずかに窪んだ形状を呈することから鰓の固定条件で微妙に形状が異なった結果と推測される。しかし, 鰓葉腹部屈曲部の形状については, 組織学的手法も含めて更なる検討を要すと考えている。

#### 鰓糸連結

鰓糸は, 糸鰓型のムラサキイガイ<sup>5)</sup> やムラサキインコ<sup>6)</sup> と同様に, 常鰓糸 (OF) が平坦に連なった構造となっている (Figs. 3C, E; 9A-F)。しかし, 横断面を見ると, 各常鰓糸を鰓糸連結盤の繊毛で接着しているムラサキイガイ<sup>5)</sup> やムラサキインコ<sup>6)</sup> と異なって, 各常鰓糸の間は鰓糸合着帯 (IPB) で接着されている (Fig. 9B-F)。更に, 鰓糸合着帯は鰓糸間連結膜 (FCM) へと繋がっている (Fig. 9D-F)。この鰓糸間連結膜 (FCM) は, 複雑な lacunartissue of the interfilamentar junction<sup>19)</sup> (鰓糸間連結格子様組織, LFJ) を形成し, 鰓糸間連結膜腔 (FMS) を残して網目状の構造を形成して各常鰓糸を連結している様子が観察される (Fig. 8F, G)。このような鰓糸間連結格子様組織はドブガイの仲間 *Anodonta cygnea* やオオノガイの仲間 *Mya arenaria* などの鰓葉で認められている<sup>19)</sup>。鰓糸間連結膜, 鰓糸間連結格子様組織および鰓糸間連結膜腔の構造については, 組織学的な検討も要すと考えている。

Dufour and Beninger<sup>24)</sup> は, 二枚貝類の鰓の基本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) で連結している Homorhabdic filibranch, 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) で接合している Heterorhabdic filibranch, 隣接した常鰓糸の間を Interlamellar junctions (鰓糸間連結) で

接合している Homorhabdic eulamellibranch, 内葉と外葉の主鰓糸の間を鰓葉間連結で接合し, 主鰓糸と常鰓糸の間および隣接した常鰓糸の間を繊毛のある突起物で接合している Heterorhabdic pseudolamellibranch の 4 つの型に分けている。これに従うと, サラガイの鰓葉は内葉と外葉の間を鰓葉間連結で接合し, 平坦に並んだ常鰓糸の間を鰓糸間連結で接合していることから, Homorhabdic filibranch 構造のムラサキイガイ<sup>5)</sup> やムラサキインコ<sup>6)</sup>, Heterorhabdic pseudolamellibranch 構造のマベ<sup>7)</sup>, アコヤガイ<sup>8)</sup> やクロチョウガイ<sup>9)</sup>, ヒオウギ<sup>11)</sup>, ホタテガイ<sup>12)</sup>, イタボガキ<sup>13)</sup> やマガキ<sup>14)</sup>, Heterorhabdic eulamellibranch 構造のアゲマキガイ<sup>15)</sup>, マテガイ<sup>16)</sup> やアサリ<sup>17)</sup> と異なって, Homorhabdic eulamellibranch 構造として分けられる (Fig. 9B-F)。

これらの観察からサラガイの鰓での水流を推測すると, 次のようになる。海水は, 入水管 (IS) から外套腔 (MC) へ吸入され, 常鰓糸 (OF) の間を通過し, 鰓糸間連結膜間腔 (FMS) を経由して鰓腔 (BC) へ流入する。この海水は鰓上腔 (SBC) を経由して出水管 (ES) から殻外へ排出される。

#### 鰓葉の血流

鰓葉の血流は, 前記に紹介した鰓葉の構造から推測すると次のようになる。外鰓では, 主な血流は入鰓静脈 (ABV) から外鰓内葉固定膜縁縦走血管 (VFM) を経由して外鰓内葉 (ILO) の先端へ到達し, ここから外鰓内葉の常鰓糸血管 (VOF) を流れて出鰓静脈 (EBV) へ流出する (Fig. 9G)。外鰓内葉固定膜縁縦走血管 (VFM) を流れる途中では, 一部の血液は同血管から短絡して外鰓内葉固定膜 (FML) の血管を経由して常鰓糸血管 (VOF) へ流入し, 出鰓静脈 (EBV) へ流出する。

内鰓では, 主な血流は入鰓静脈 (ABV) から鰓葉間連結血管 (ICV) を経由して内鰓内葉基部縦走血管 (VAI) へ流入し, 同血管から内鰓内葉 (ILI) の常鰓糸血管 (VOF) を流れて鰓葉腹部屈曲部 (VB) へ到達し, ここから内鰓外葉 (OLI) の常鰓糸血管 (VOF) を流れて出鰓静脈 (EBV) へ流出する (Fig. 9G)。内鰓内葉 (ILI) の常鰓糸血管 (VOF) を流れる途中では, 一部の血液は短絡して内鰓内葉 (ILI) の鰓糸合着帯 (IPB), 次いで鰓糸間連結膜 (FCM) の血管を通過した後, 鰓葉間連結膜血管 (VICM) を経由して, 内鰓外葉 (OLI) の鰓糸間連結膜 (FCM), 次いで鰓糸合着帯 (IPB) の血管を通過した後, 内鰓外葉 (OLI) の常

鰓系血管 (VOF) を流れて出鰓静脈 (EBV) へ流出する (Fig. 9B-F)。鰓系合着帯の血管, 鰓系間連結膜の血管および鰓葉間連結膜血管の走行については, 組織学的にも検討することを考えている。

## 唇弁

唇弁 (LP) は, マベ<sup>7)</sup>, アコヤガイ<sup>8)</sup> やクロチョウガイ<sup>9)</sup> では, 唇弁まで延びた外葉の先端と内葉の先端を上唇弁 (LUL, RUL) と下唇弁 (LLL, RLL) で挟むように受け止めた左右対称の構造となっている。サラガイでは, アサリと同様に, 内葉の先端だけが唇弁まで延びて, 上唇弁と下唇弁に挟まれた構造である (Figs. 10C; 11A, B)。

しかし, 唇弁の基本構造は, マベ<sup>7)</sup>, アコヤガイ<sup>8)</sup> やクロチョウガイ<sup>9)</sup> と同様で, 上下の唇弁の会合部は側位口溝 (LOG) を形成し, 唇弁に続く唇 (L) の部分は近位口溝 (POG) を形成して, 中央の口 (OA) へと左右から連なっている (Fig. 11B, D)。

また, 唇弁の側位口溝 (LOG) の走行は, ムラサキイガイ, マベ, クロチョウガイ, リシケタイラギやイタボガキでは, 鰓系の走行と直角になっている<sup>17)</sup>。しかし, サラガイの側位口溝の走行は, アサリ<sup>17)</sup> と同様に, 鰓系の走行と平行になっている (Fig. 11C)。

## 要 約

サラガイの鰓構造を調べた。外鰓は外葉が欠落し, 内葉が鰓軸から上方に延びている。内鰓は外葉が鰓軸から下方に延びて, 鰓葉腹部屈曲部を形成し, 続いて内葉が内鰓の基部に向かって上方へ延びている。内鰓だけが唇弁に達している。鰓系は平坦に並んだ常鰓系で構成されている。外鰓は内葉が常鰓系と外鰓内葉固定膜縁縦走血管の間に展開する外鰓内葉固定膜で固定されている。内鰓は外葉と内葉の常鰓系の間が葉間連絡膜で固定されている。各常鰓系は鰓系合着帯で接着され, 鰓系間連結格子組織を構成した鰓系連結膜で連結されている。これらの構造から, サラガイの鰓はHomorhabdic eulamellibranch 構造を示すと判断した。

## 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: シロチョウガイ *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 (2013)
  - 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 (2013)
  - 7) 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)
  - 8) 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)
  - 9) 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)
  - 10) 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)
  - 11) 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)
  - 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) 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)
  - 14) 山元憲一, 半田岳志: マガキの鰓構造. 水大校研報, **61**, 190-210 (2013)
  - 15) 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)
  - 16) 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)
  - 17) 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)
  - 18) 奥谷喬司: 二枚貝類 *Bivalvia*, 動物系統分類学 5 (上) 軟体動物 (I). 内田亨・山田真弓 (監修). 中山書店. 東京, pp. 241-326 (1999)
  - 19) Ridewood WG: On the structure of the gills of the lamellibranchia. *Philos Trans R Soc Lond B*, **195**, 147-284 (1905)
  - 20) Atkins D: On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Part III: Types of lamellibranch gills and their food currents. *QJ Microsc Sci*, **79**, 375-421 (1937)

- 21) 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）
- 22) 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)
- 23) Bell TA, Lightner DV: A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. World aquaculture society, USA, 2 (1988)
- 24) 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)

## Short forms used in the figures

AAM, anterior adductor muscle	前閉殻筋
ABV, afferent branchial vein	入鰓静脈
BC, branchial cavity	鰓腔
CA, ctenidial axis	鰓軸
DD, digestive diverticula	中腸腺
EBV, efferent branchial vein	出鰓静脈
ES, exhalent siphon	出水管
FCM, inter-filament connecting membrane	鰓糸間連結膜
FG, food groove	食物溝
FIC, fused border of inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉合着縁
FIOC, fused border of inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉合着縁
FML, fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉固定膜
FMS, inter-filament connecting membrane space	鰓糸間連結膜間腔
FOIC, fused border of outer lamina of inner ctenidium	内鰓外葉合着縁
FSM, frontal part of suspensory membrane of filament	鰓葉懸垂膜前部
FT, foot	足
ICM, inter-laminar connecting membrane	鰓葉間連結膜
ICV, inter-laminar connecting vessel	鰓葉間連結血管
ILI, inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉
ILLI, inner lamina of left inner ctenidium	左内鰓内葉
ILLO, inner lamina of left outer ctenidium	左外鰓内葉
ILO, inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉
ILRI, inner lamina of right inner ctenidium	右内鰓内葉
ILRO, inner lamina of right outer ctenidium	右外鰓内葉
IN, intestine	腸
IPB, interfilamentar junction of the form of an intra-plical band	鰓糸合着帯
IS, inhalent siphon	入水管
L, lip	唇
LFJ, lacunar tissue of the interfilamentar junction	鰓糸間連結格子様組織
LIC, left inner ctenidium	左内鰓
LG, ligament	靱帯
LLL, left lower lip	左下唇弁
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	口
OF, ordinary filament	常鰓糸
OLI, outer lamina of inner ctenidium	内鰓外葉
OLLI, outer lamina of left inner ctenidium	左内鰓外葉
OLRI, outer lamina of right inner ctenidium	右内鰓外葉
OS, oesophagus	食道
PAM, posterior adductor muscle	後閉殻筋
PM, pallial muscle	外套筋
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, ridge of palp	唇弁鬚側部
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
SRM, siphonal retractor muscle	水管牽引筋
ST, stomach	胃
VAI, longitudinal vessel running along the base of inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉基部縦走血管
VB, ventral bend of the ctenidium	鰓葉腹部屈曲部
VFM, longitudinal vessel running along the edge of fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉固定膜縁縦走血管
VICM, vessel of inter-laminar connecting membrane	鰓葉間連結膜血管
VM, visceral mass	内臓塊
VOF, vessel of ordinary filament	常鰓糸血管
VT, ventricle	囲心腔

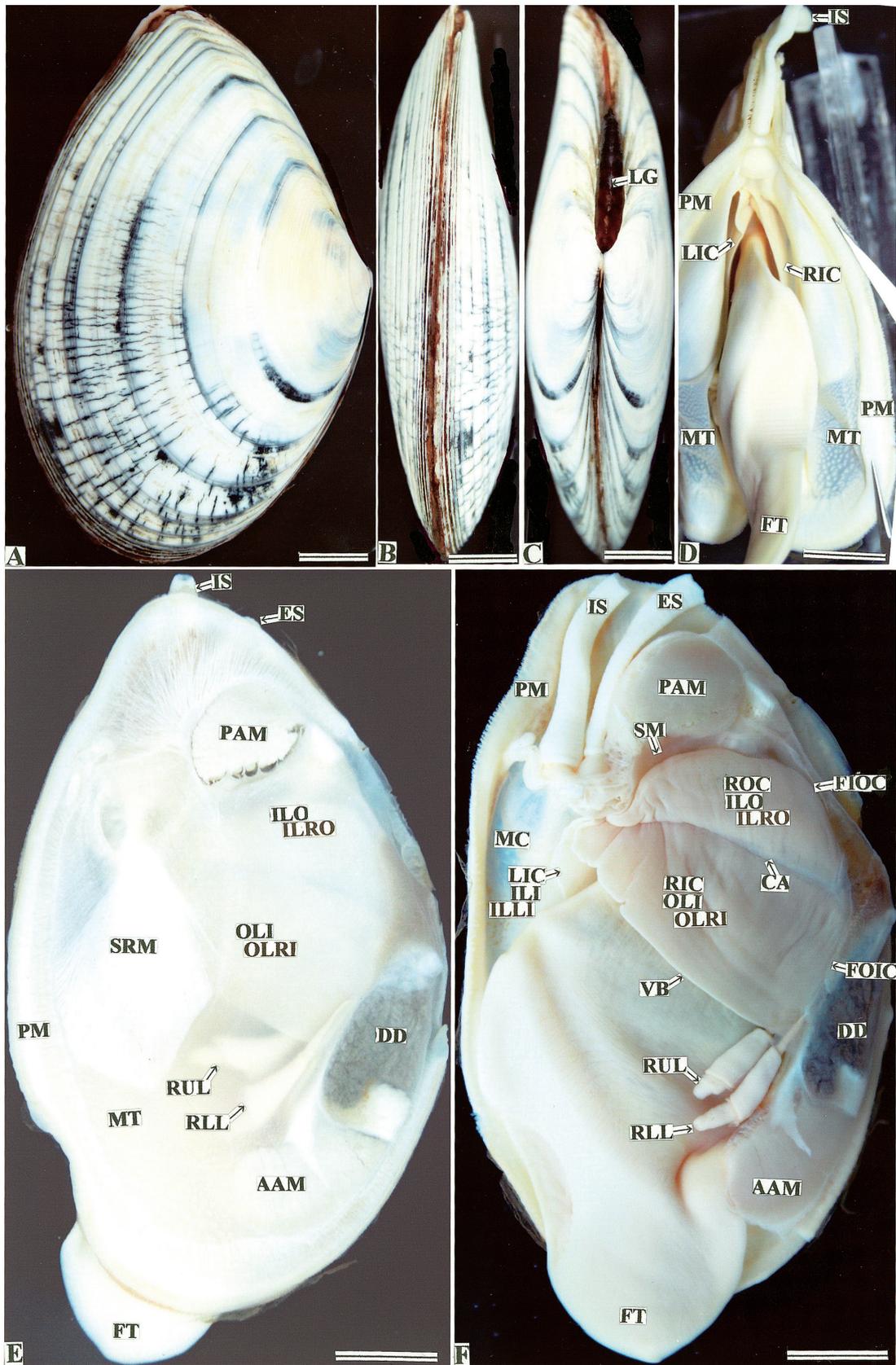


Fig. 1. External shell valves and the soft body in *Megangulus venulosa*. A, External right shell valve; B, Ventral side view of the shell valves; C, Dorsal side view of the shell valves; D, Ventral surface of the soft body after turning over the mantles; E, Right side view of the soft body after removal of the shell valves; F, Right side view of the soft body after removal of the right mantle. Bars = 1 cm.

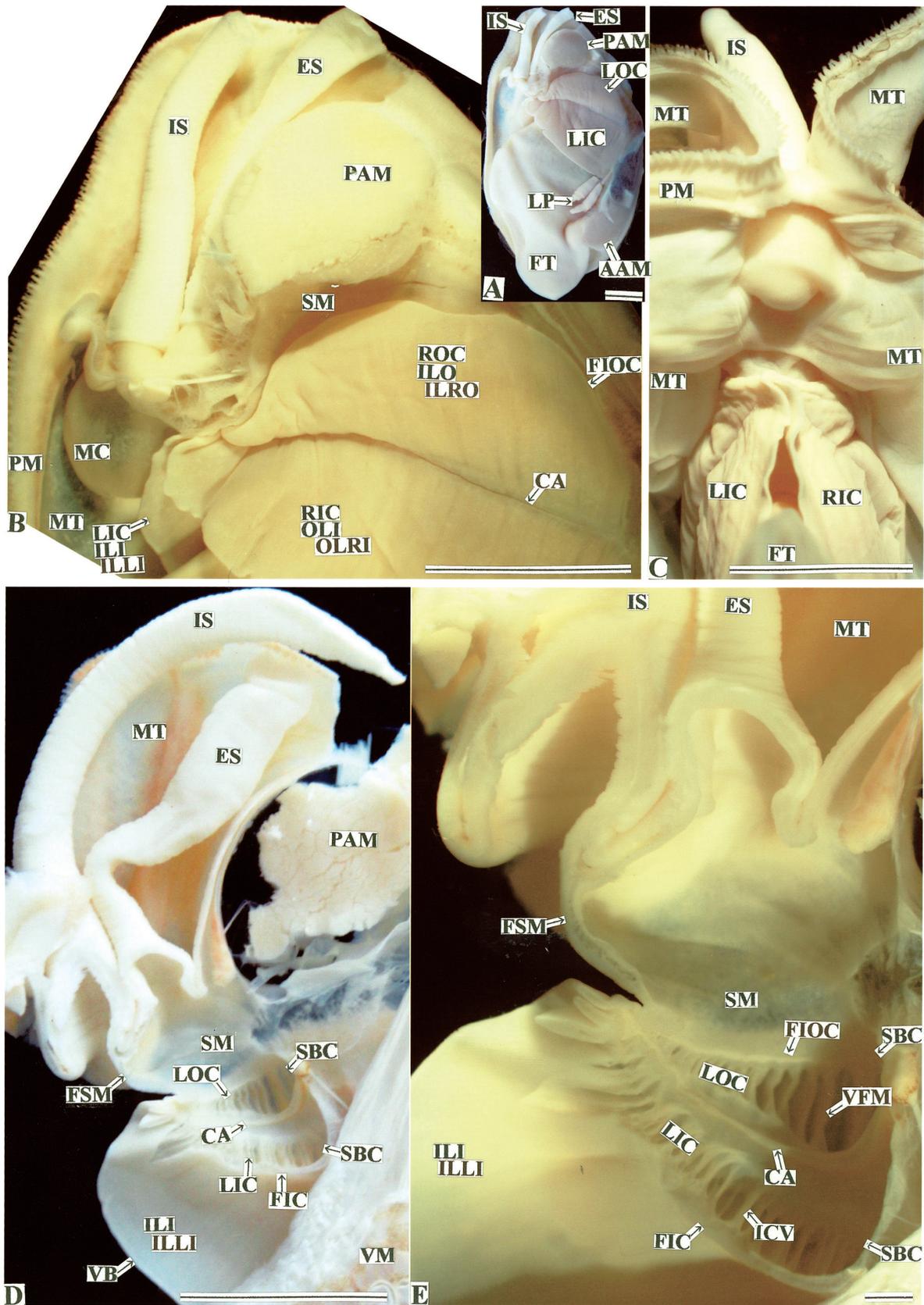


Fig. 2. Siphons and supra-branial cavity in *M. venulosa*. A, Right side view of the soft body after removal of the right mantle; B, Magnified view of the siphon in A; C, Ventral side view of the inhalent siphon after pulling the mantles apart; D, The soft body after sectioning that shown in B; E, Magnified figure of siphons and supra-branial cavity in D. Bars in A-D = 1 cm, and bar in E = 1 mm.

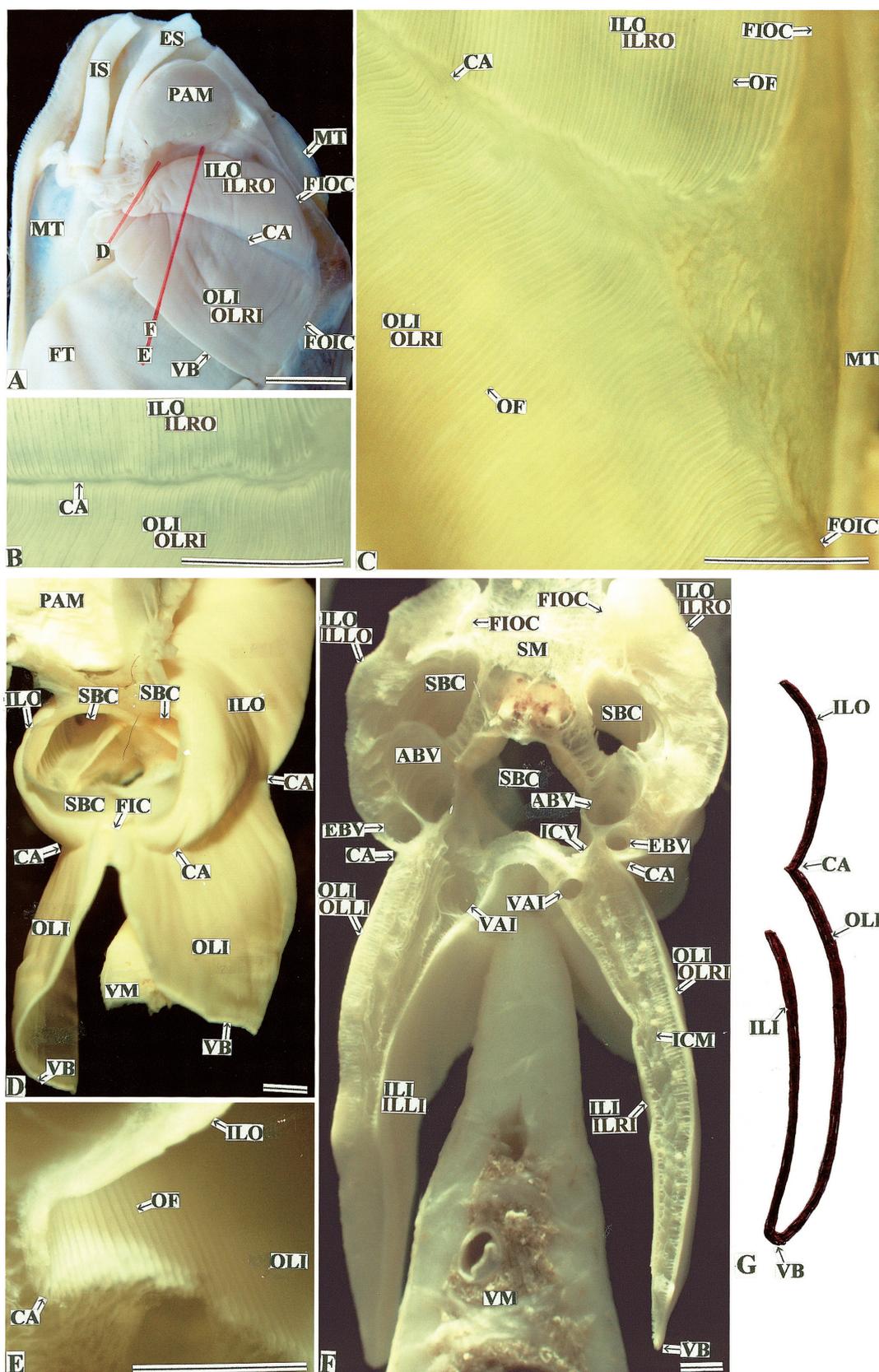


Fig. 3. Appearance of the ctenidium in *M. venulosa*. Red solid lines on the upper-left small figure (Fig. A) represent the cutting-plane lines of the soft body and the letter attached to the terminal of each red line correspond to that of figure. A, Right side view of the soft body after removal of the right mantle; B and C, Surface of the ctenidium near boundary of the outer and inner ctenidia (the ctenidial axis) ; D-F, Respective surfaces of the soft body dissected along the cutting-planes shown in red solid lines (D-F) in A; G, Schema of the outer and inner ctenidia. Bar in A = 1 cm, and bars in B-F = 1 mm.

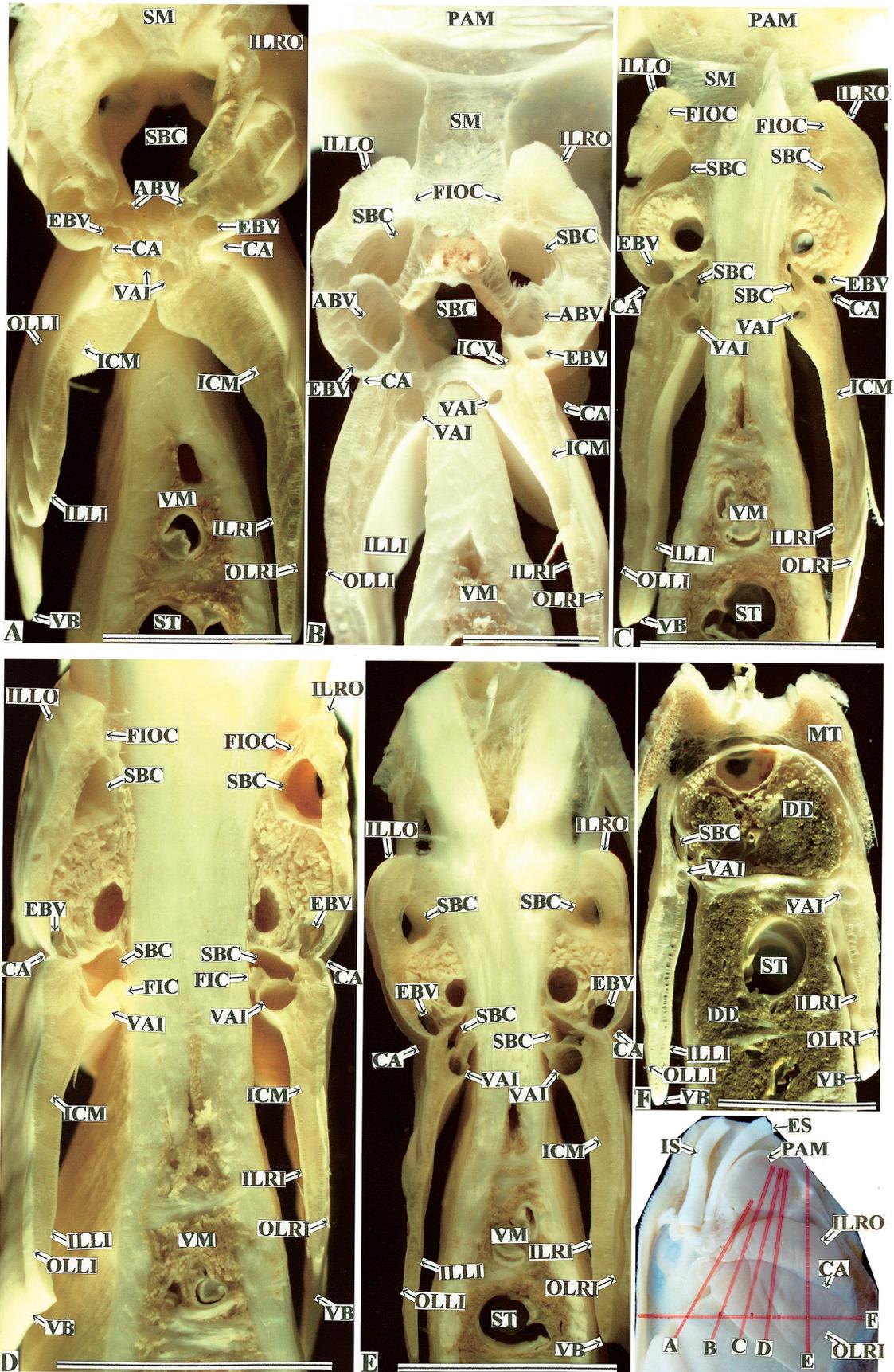


Fig. 4. Vertical sections of the ctenidia in *M. venulosa*. Red solid lines on the upper-left small figure represent the cutting-plane lines of the soft body and the letter attached to the terminal of each red line correspond to that of figure. Bars = 1 cm.

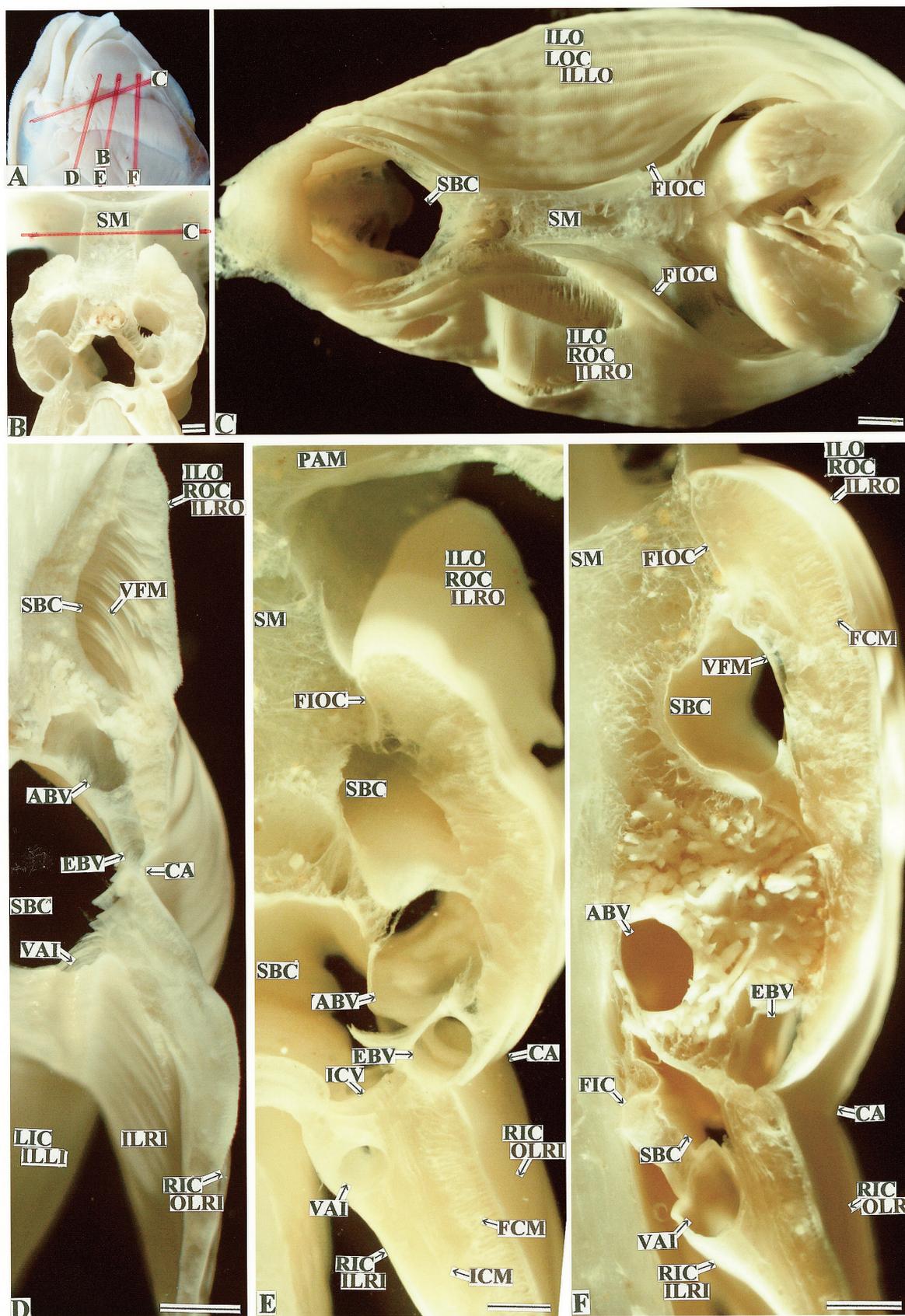


Fig. 5. Surface and vertical-sectional views of the outer ctenidium in *M. venulosa*. Red solid lines in the figure (A and B) on the upper left side represent respective cutting-plane lines of the soft body and the letter attached to the terminal of each red line correspond to that of figure. Bars = 1 mm

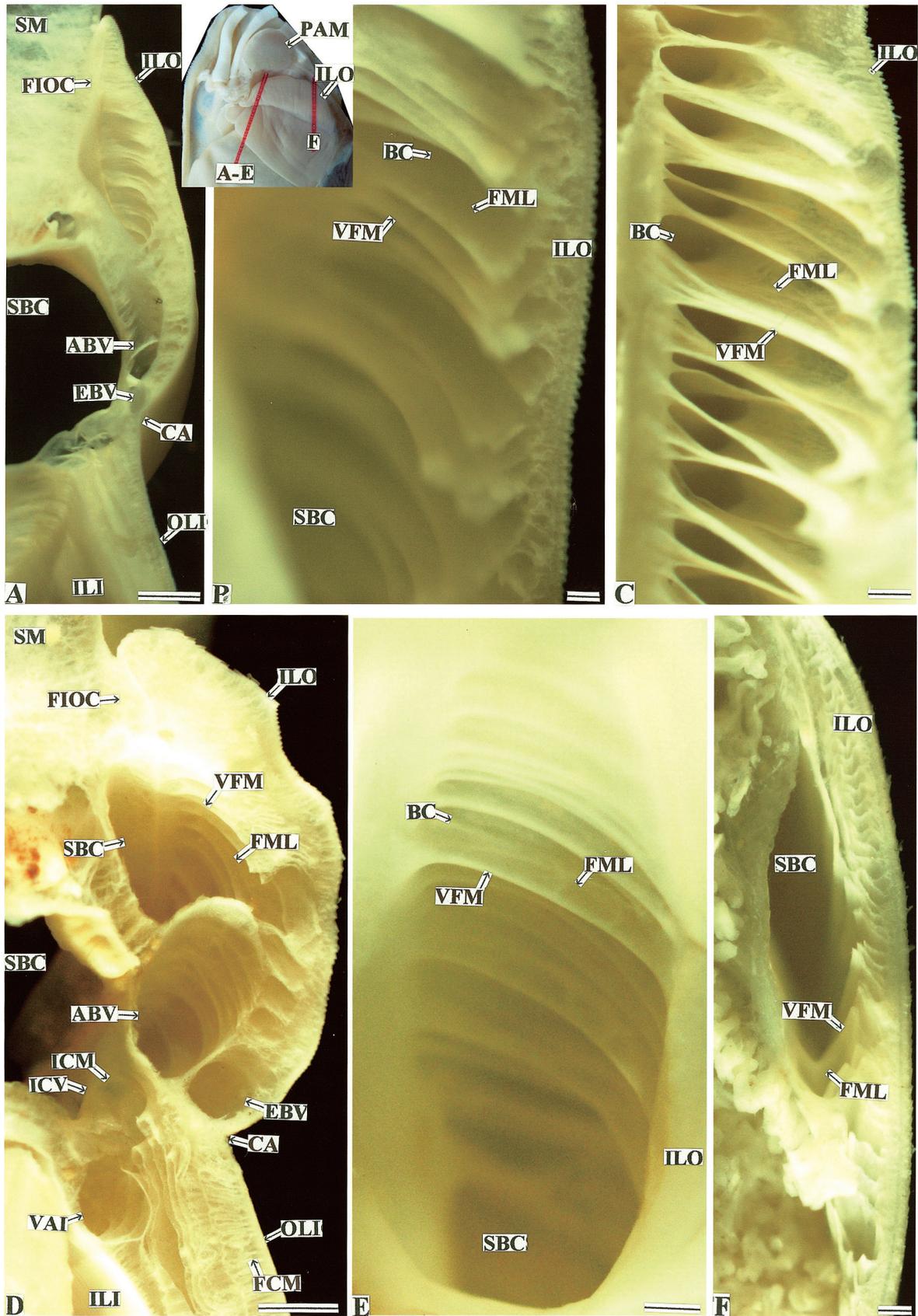


Fig. 6. Internal morphology of the outer ctenidium in *M. venulosa*. Red solid lines in the figure on the upper middle side represent the cutting-plane lines of the soft body and the letter attached to the terminal of each red line correspond to that of figure. Bars in A and D= 1 mm, and bars in B, C, E and F = 100  $\mu$ m.

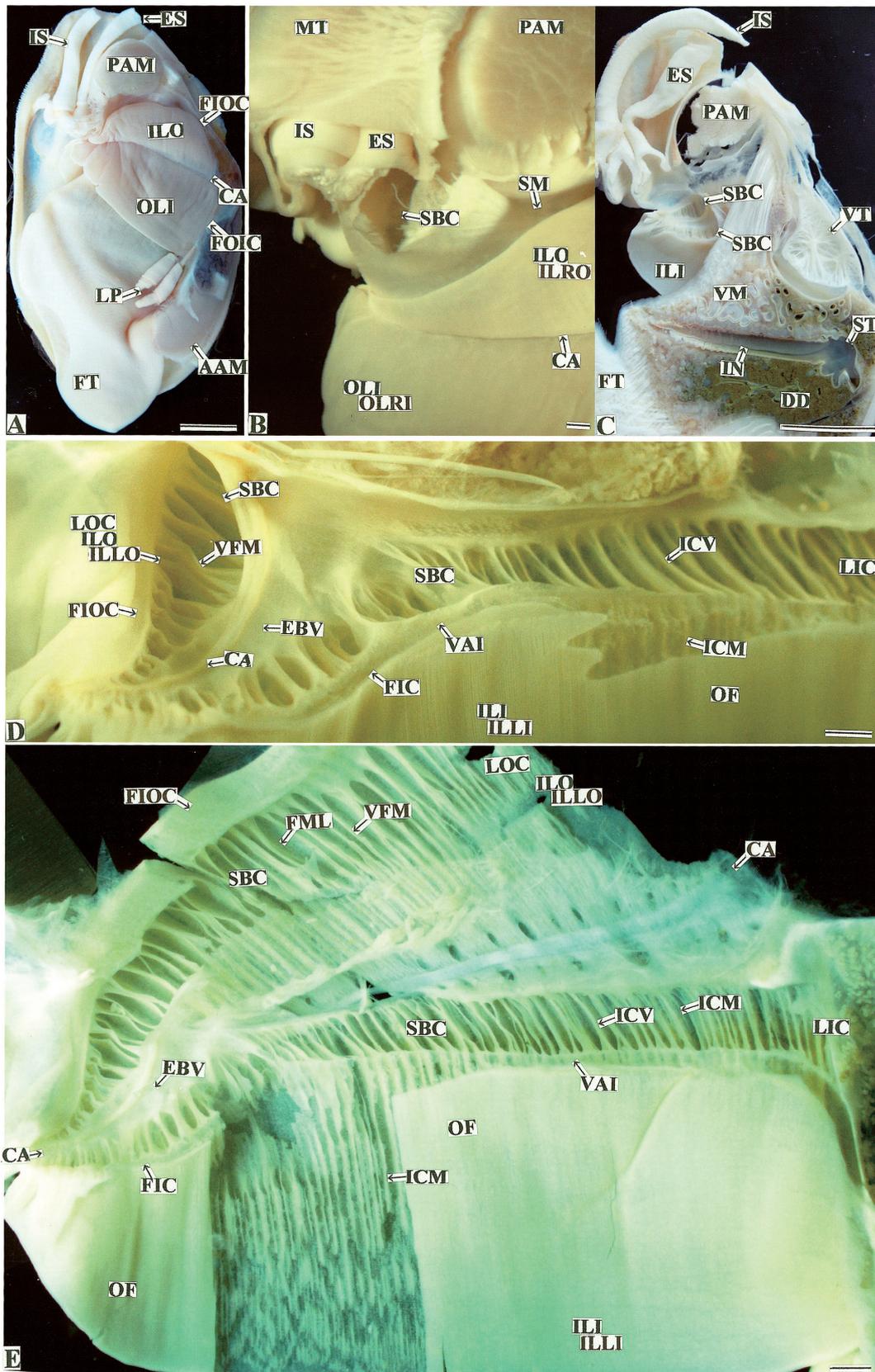


Fig. 7. Internal morphology of the supra-branchial cavity in *M. venulosa*. A, Right side view of the soft body after removal of the right mantle; B, Magnified figure about the base of siphons; C, Supra-branchial cavity of the horizontal-sectioned soft body; D, Internal morphology of the supra-branchial cavity after removal of the visceral mass shown in C; E, Internal morphology of the supra-branchial cavity and the lamina of inner ctenidium after removal of the inner lamina of inner ctenidium. Bars in A and C = 1 cm, and bars in B, D and E = 1 mm.

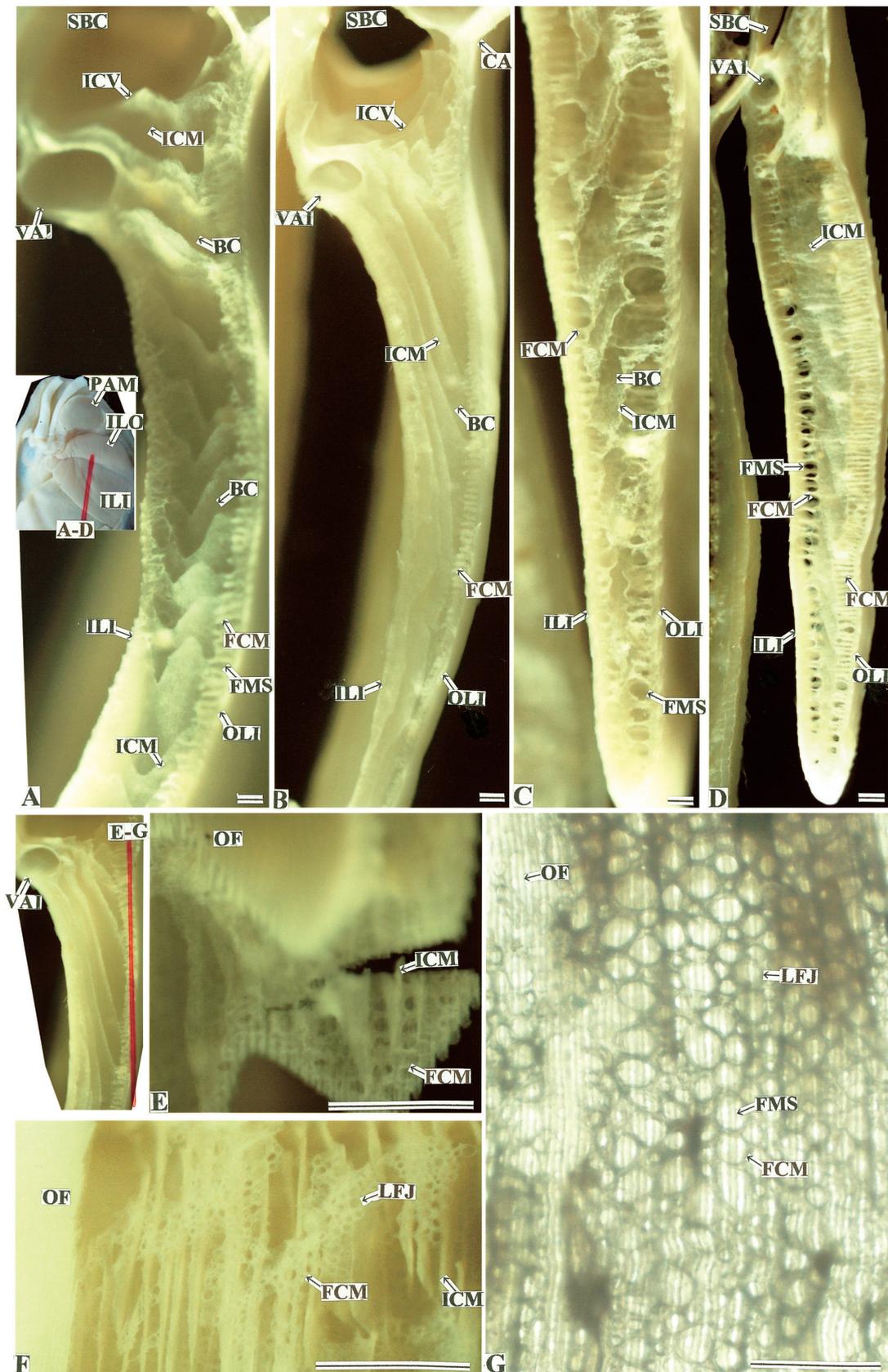


Fig. 8. Vertical- and horizontal-sectioned inner ctenidia in *M. venulosa*. A-D, Vertical-sectioned inner ctenidium sectioned at cutting-plane lines shown by the red solid line in the upper left side small figure; E-G, horizontal-sectioned inner ctenidium sectioned at cutting-plane lines shown by the red solid line in the lower left side small figure. Bars = 1 mm.

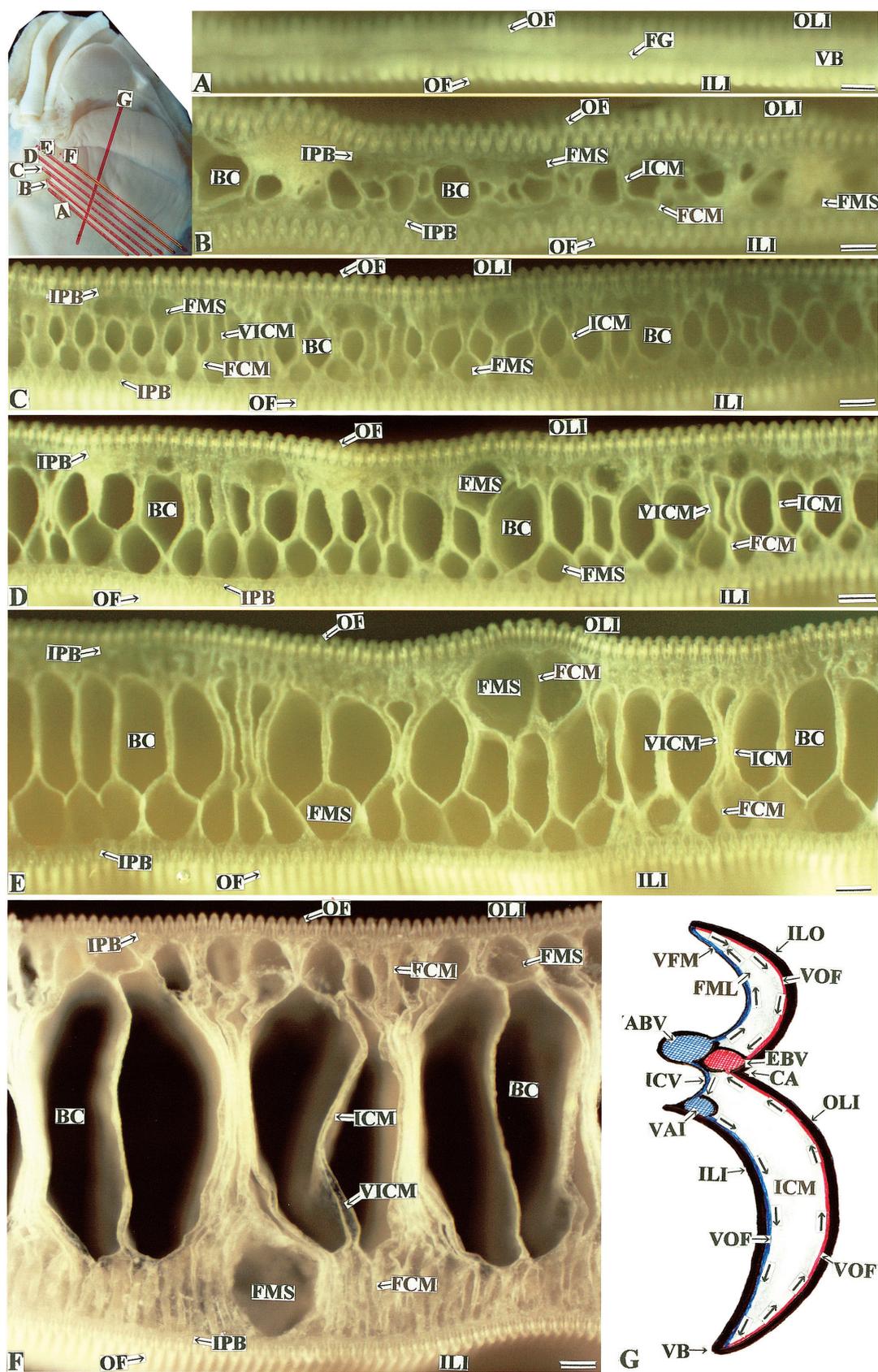


Fig. 9. Transverse-sectioned inner ctenidium in *M. venulosa*. Red solid lines in the figure on the upper left side represent the cutting-plane lines of the soft body and the letter attached to the terminal of each red line correspond to that of figure. A-E, Transverse-sectioned inner ctenidium; F, Diagram of the blood circulation through the outer and inner ctenidia. Bars = 100  $\mu$ m.

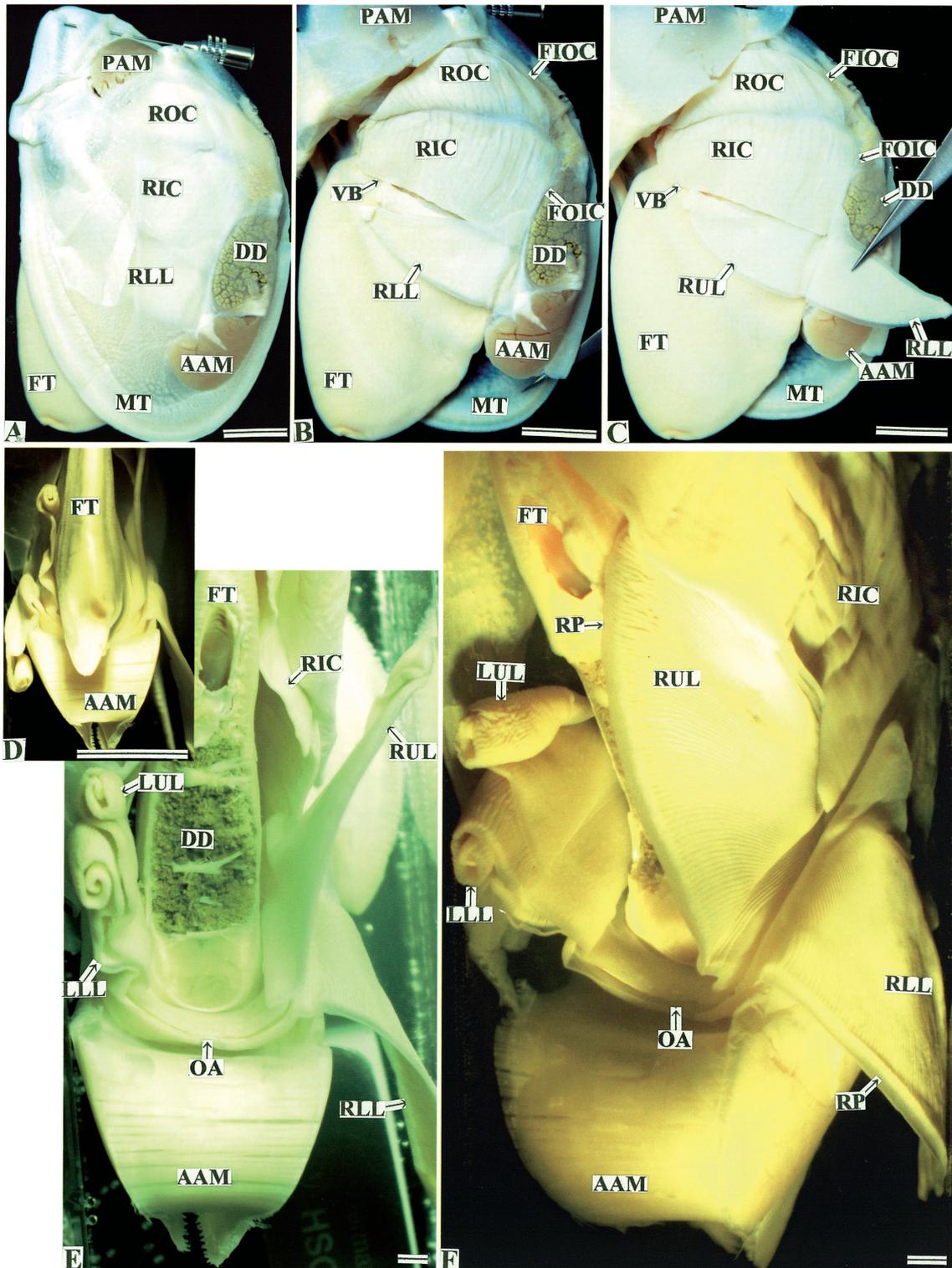


Fig. 10. Labial palp in *M. venulosa*. A, Right surface of the soft body after removal of the shell valves; B, Right surface of the soft body after removal of the right mantle; C, Right surface of the soft body after pulling the right lower lip of labial palp has been pulled apart; D, Ventral side view of the labial palp; E, Ventral side view of the labial palp after removal of the foot; F, Internal morphology of the labial palp. Bars in A-D = 1 cm, and bars in E and F = 1 mm.

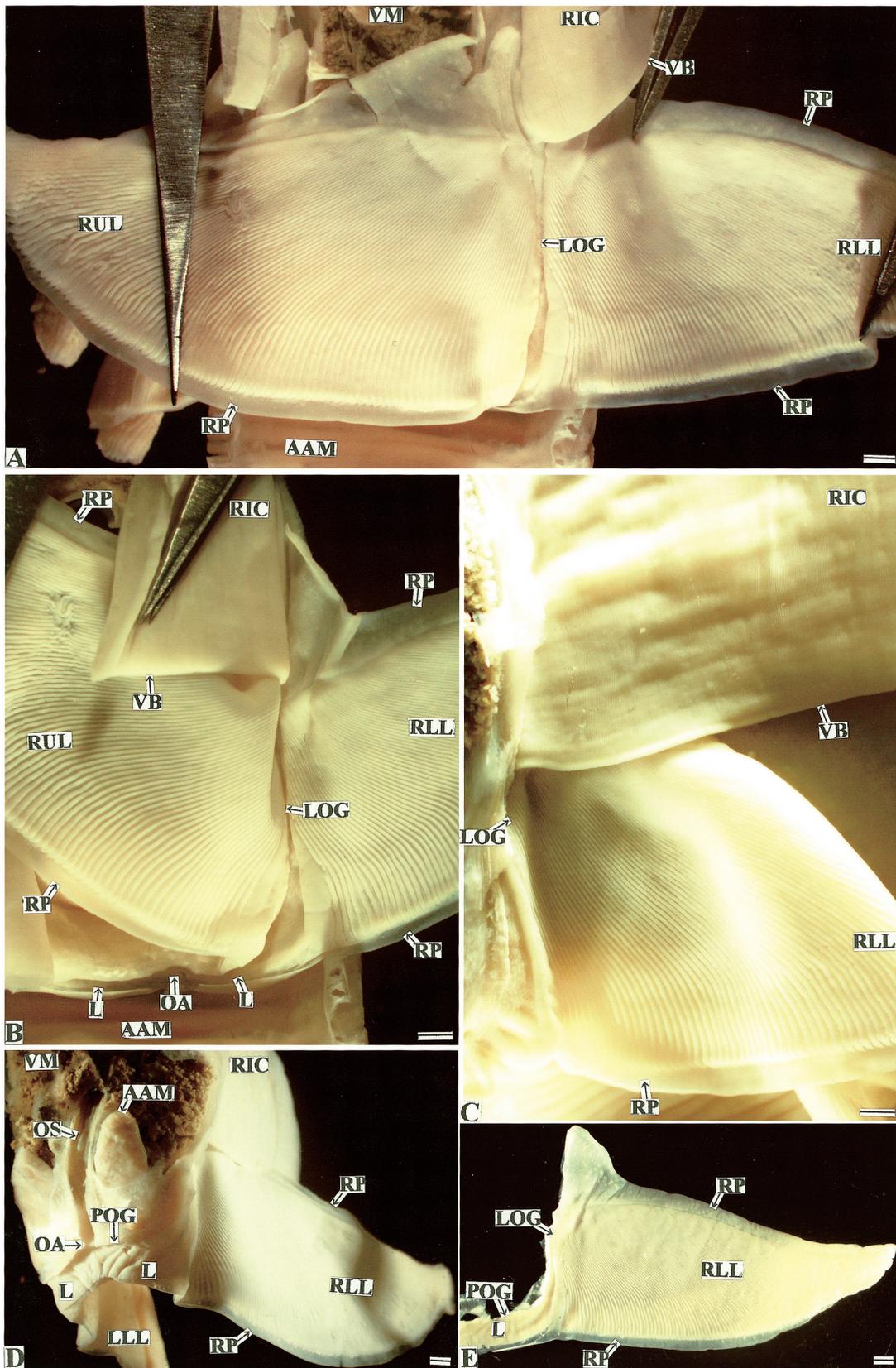


Fig. 11. Internal morphology of the labial palp in *M. venulosa*. A and B, Internal morphology of the labial palp after pulling the right lower and upper lips of labial palp have been pulled apart; C, Relationship between the right lower lip of labial palp and the right inner ctenidium after removal of the right upper lip of labial palp; D, Lip and mouth sectioned between the right upper and lower lips of labial palp; E, Internal morphology of the lip and the right lower lip of labial palp. Bars = 1 mm.