

ムラサキインコの鰓構造

山元憲一[†]・半田岳志

Structure of Ctenidium in the Purplish Bifurcate Mussel *Septifer virgatus*

Ken-ichi Yamamoto[†] and Takeshi Handa

Abstract : The structures of exhalent orifice, ctenidium and labial palp of the purplish bifurcate mussel *Septifer virgatus* were examined. The exhalent orifice was the single structure with elliptical form. The ctenidium showed the homorhabdic filibranch type. The inner and outer laminae, and each gill filament were connected with the inter-laminar connecting membrane and the ciliary disk, respectively. Each labial palp stretched in wing-shape to the outer side of the ctenidium. The labial palps were not jointed to the ctenidia.

Key words : purplish bifurcate mussel, ctenidium, exhalent orifice, labial palp, ordinary filament

緒言

二枚貝綱は鰓の構造から原鰓類, 糸鰓類, 古弁鰓類および真弁鰓類に大別される¹⁾。Ridewood (1905) や Dufour and Beninger (2001) はこれらの分類指標となる鰓構造の違いを報告している^{2, 3)}。しかし, 種毎の鰓の全体像から細部に至る一連の構造に関する報告は少なく, 糸鰓類ではイガイ目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*, 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* について解剖図によって報告されている⁴⁻⁶⁾。また, ウグイスガイ科のシロチョウガイ *Pinctada maxima*, アコヤガイ, クロチョウガイ *Pinctada margaritifera*, マベ *Pteria penguin* およびイガイ目イガイ科のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* では, 写真を多用して鰓構造が報告されている⁷⁻¹¹⁾。

本研究では, イガイ目イガイ科のムラサキインコ *Septifer virgatus* の鰓および唇弁の構造を明らかにした。

材料および方法

実験には, 殻高 57.0 ± 4.8 mm (平均値 \pm 標準偏差, 以降

同様に表す), 殻長 20.4 ± 2.1 mm のムラサキインコ 50 個体を用いた。ムラサキインコは, 水産大学校に隣接する海岸で採取し, 約 0.4 M の塩化マグネシウム水溶液¹²⁾ に 2~4 時間浸漬して軟体部を伸展させ, Davidson 液¹³⁾ で固定した後, 実体顕微鏡での観察に用いた。

結果および考察

入水口と出水口

入水口 (IO) は, ムラサキイガイ¹¹⁾ と同様に, 出水口 (EO) との境に位置する外套皺襞から殻頂にかけて, 岩礁などに固着する足糸 (BY) が出ている腹側に大きく開口していた (Figs. 1, 2)。また, 入水口は, ムラサキイガイ¹¹⁾ よりも良く発達した外套筋 (PM) を持つ外套膜縁外葉 (OLMM) で囲まれ, 外套膜縁内葉 (ILMM) には良く発達した指状突起 (PP) を備えていた (Figs. 1-3)。入水口の外套皺襞に隣接した部位は, ムラサキイガイ¹¹⁾ と同様に, 左右の外套膜を連結した膜 (入水口連結膜, CMIO) が外套皺襞から張り出して, 鰓 (CT) の先端部を保護した構造となっていた (Figs. 2, 3)。出水口は, 背側の外套皺襞 (PD) に隣接した部位に, 外套膜縁内葉で縁取られた楕円形に開口していた (Figs. 2, 3)。出水口の

外観はムラサキイガイ¹¹⁾と同様であった。しかし、その構造は二重からなるムラサキイガイと異なって、一重であった (Figs. 2, 3)。

鰓

鰓は、外套皺襞から唇弁 (LP) までの腹側に半月形に広がっていた (Fig. 2)。足 (FT) を中心に腹側から見ると、左鰓葉と右鰓葉は、外套皺襞の基部の左右から出水口へ向かい、出水口に連なる前に左右の内鰓内葉が内鰓内葉間合着縁 (FICB) で接着して1つとなり、内臓塊のところから再び左鰓葉と右鰓葉の左右に分かれ、それぞれが左右の唇弁へと連なっていた (Figs. 2-6, 9)。従って、鰓糸を通過した水を出水口へ運ぶ鰓上腔 (SBC) は、唇弁近くから内臓塊の末端までは左鰓葉と右鰓葉の外鰓と内鰓のそれぞれ2本ずつ合計4本からなり、内臓塊を離れたところからは4本が1つとなって出水口へ連なっていた (Figs. 4-6)。一方、外套皺襞の基部では、左右2本ずつ合計4本を形成し、出水口に連なる前に左鰓葉と右鰓葉の内葉が内鰓内葉間合着縁で接合して3本となり、出水口のところで1つとなっていた (Figs. 4, 5)。以上のように、左鰓葉と右鰓葉および鰓上腔は、ムラサキイガイ¹¹⁾と同様の形態を示していた。

鰓葉間連結

外鰓および内鰓の内葉と外葉は、それぞれの常鰓糸 (OF) から伸びる鰓葉間連結膜 (ICM) で連絡されていた (Figs. 5-8)。このようにムラサキイガイでは、同じイガイ目イガイ科であるが棒状の構造 (鰓葉間連結棒) で連絡されているムラサキイガイ¹¹⁾と異なって、ウグイスガイ目ウグイスガイ科のマベ¹⁰⁾と同様な膜構造を示していた。しかし、鰓葉間連結膜は、マベでは常鰓糸と主鰓糸を備え、外鰓および内鰓の内葉と外葉のそれぞれの主鰓糸間を連結させていたが¹⁰⁾、ムラサキイガイでは常鰓糸のみを備えており、従って常鰓糸間を連結させていた。

Dufour and Beninger (2001) は、二枚貝類の鰓の基本構造を内葉と外葉の常鰓糸の間を鰓葉間連結 (Interlamellar junctions) で連結しているHomorhabdic filibranch、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鰓糸間連結 (Interfilamentar junctions) 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、隣接した常鰓糸の間を鰓糸間連結

で接合しているHeterorhabdic pseudolamellibranchの4つの型に分けている³⁾。これに従うと、ムラサキイガイは、内葉と外葉の連結がムラサキイガイ¹¹⁾と異なっていたが基本構造が同様でありHomorhabdic filibranchの型に分けられ、Heterorhabdic filibranch構造を示すアコヤガイ⁸⁾、クロチョウガイ⁹⁾やマベ¹⁰⁾と異なる鰓構造を示していた (Figs. 8, 9)。

鰓糸

鰓糸は常鰓糸のみからなる等糸鰓 (Isofilibranch) の構造であった (Figs. 7, 8)。鰓糸の先端部は変形して食物溝 (FG) を形成していた (Figs. 7, 8)。各常鰓糸の間は、ムラサキイガイ¹¹⁾と同様に、鰓葉の基部から先端に向かってほぼ等間隔に、鰓葉の基部に平行に並ぶ鰓糸連結盤 (CD) で固着されていた (Fig. 8)。

唇弁

唇弁は、ムラサキイガイ¹¹⁾と同様に、上唇弁 (RUL, LUL) と下唇弁 (RLL, LLL) が唇のところからそれぞれ翼状に分かれて内鰓と外鰓の外側に伸びており、内鰓と外鰓の先端は唇よりも殻頂近くまで伸びており、唇弁とくっついていなかった (Fig. 9)。Beninger et al (1995) は、*Mytilus edulis*でも、唇弁と鰓が接合する組織は認められないと報告している¹⁴⁾。

要 約

ムラサキイガイの出水口、鰓および唇弁の構造を調べた。出水口は外套膜縁内葉で縁取られた一重の楕円形に開口していた。鰓は鰓葉間連結膜で内葉と外葉を連結させたHomorhabdic filibranch構造を示した。常鰓糸は、鰓糸連結盤で固着されていた。唇弁は、鰓葉と接着せずにその外側に翼状に分かれて伸びていた。

文 献

- 1) 波部忠重, 浜谷 巖, 奥谷喬司: 呼吸と循環, 波部忠重, 奥谷喬司, 西脇三郎 (共編), 軟体動物学概説上巻, サイエンス社, 東京, 3-134 (1999)
- 2) Ridewood WG: On the structure of the gills of the lamellibranchia. *Philos Trans R Soc Lond B*, 195, 147-284 (1905)

- 3) 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)
- 4) 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)
- 5) 椎野季雄: あこやがい (真珠貝) 解剖図. 三重県試験場 (1952)
- 6) 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)
- 7) 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)
- 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, 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)
- 11) 山元憲一, 半田岳志: ムラサキガイの鰓構造. 水大校研報, 61, 00-00 (2012)
- 12) Namba K M, Kobayashi S, 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)
- 13) Bell T A, Lightner D V: A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. World aquaculture society, USA, 2 (1988)
- 14) Beninger PG, St-Jean SD, Poussart Y: Labial palps of the blue mussel *Mytilus edulis* (Bivalvia: Mytilidae). *Mar Biol*, 123, 293-303 (1995)

Short forms used in the figures

AD, adductor	閉殻筋	IO, inhalent orifice	入水口
BY, byssus	足糸	LIC, left inner ctenidium	左内鰓
CD, ciliary disk	鰓糸連結盤	LG, ligament	靱帯
CMIO, connecting membrane of inhalent orifice	入水口連絡膜	LOC, left outer ctenidium	左外鰓
CT, ctenidium	鰓	LUL, left upper lip	左上唇弁
DF, dorsal fold of palp	唇弁背側部	LP, labial palp	唇弁
EO, exhalent orifice	出水口	MC, mantle cavity	外套腔
FG, food groove	食物溝	MLMM, middle lamella of mantle margin	外套膜縁中葉
FIC, fused border of inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉合着縁	OA, oral aperture	口
FICB, fused border of inner laminae of inner ctenidia of both sides	内鰓内葉 間合着縁	OF, ordinary filament	常鰓糸
FLOI, fused line of inner and outer laminae of ctenidium	内外葉合着部	OLIC, outer lamina of inner ctenidium	内鰓外葉
FOC, fused border of outer lamina of outer ctenidium	外鰓外葉合着縁	OLMM, outer lamella of mantle margin	外套膜縁外葉
FT, foot	足	OLOC, outer lamina of outer ctenidium	外鰓外葉
GD, gonad	生殖腺	PD, pallial fold	外套皺襞
HL, hinge line	蝶番線	PM, pallial muscle	外套筋
ICM, inter-laminar connecting membrane	鰓葉間連結膜	PP, papillae	指状突起
ILIC, inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉	PPG, palp particle groove	唇弁食物溝
LLL, left lower lip	左下唇弁	RIC, left inner ctenidium	右内鰓
ILMM, interlamella of mantle margin	外套膜縁内葉	RLL, right lower lip	右下唇弁
ILOC, inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉	ROC, left 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
		VGF, vessel of gill filament	鰓糸血管

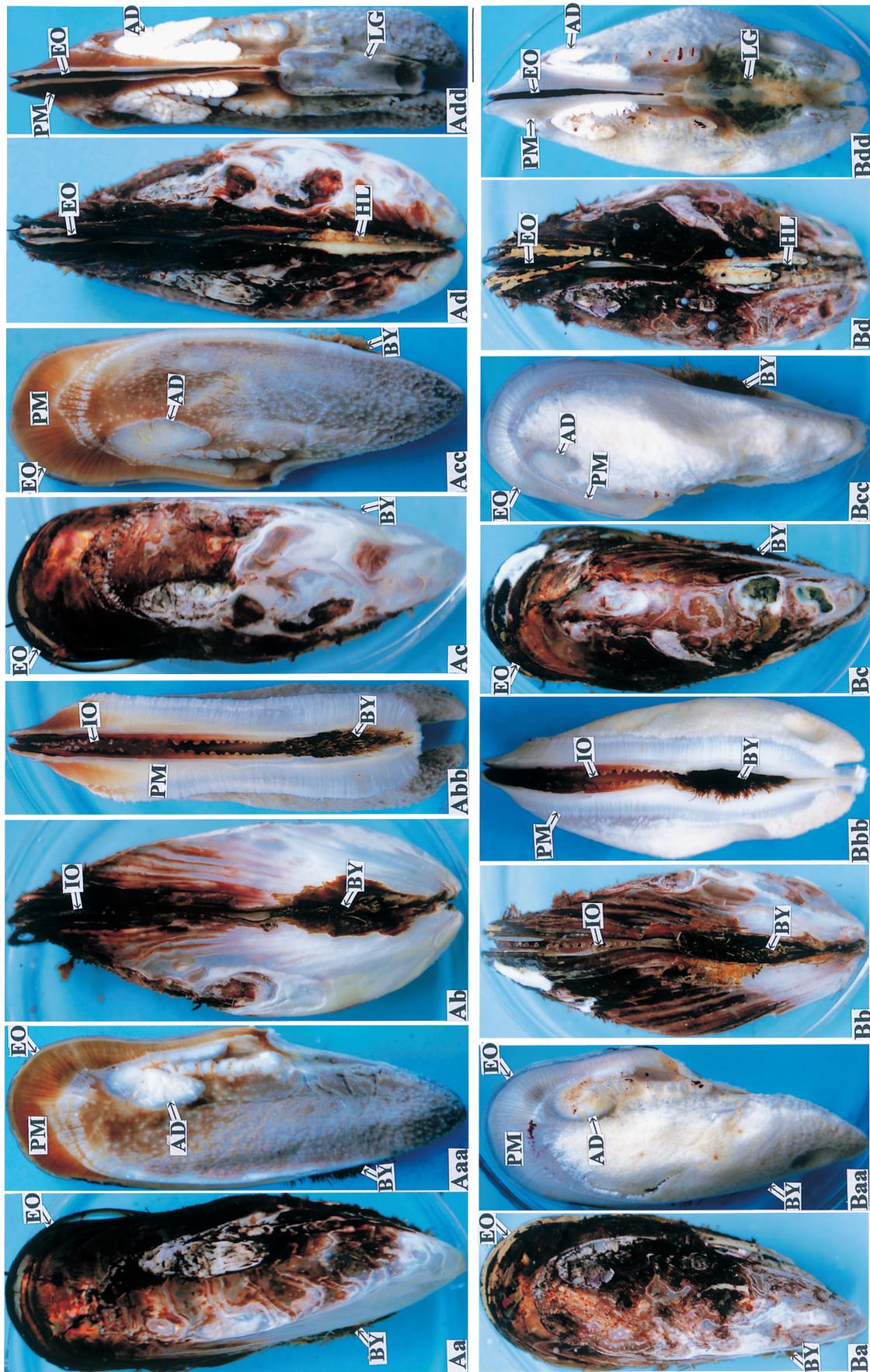


Fig. 1. External features of the Purplish bifurcate mussel *Septifer virgatus*. A, male; B, female; a, right side view of shell valve; aa, right side view of shell valve; ab, left side view of shell valve; ac, dorsal face of shell valves; ad, ventral face of shell valves; b, ventral view of soft part; bb, ventral view of soft part; c, dorsal face of shell valves; cc, dorsal face of shell valves; d, ventral face of shell valves; dd, ventral face of soft part. Bars = 1 mm.

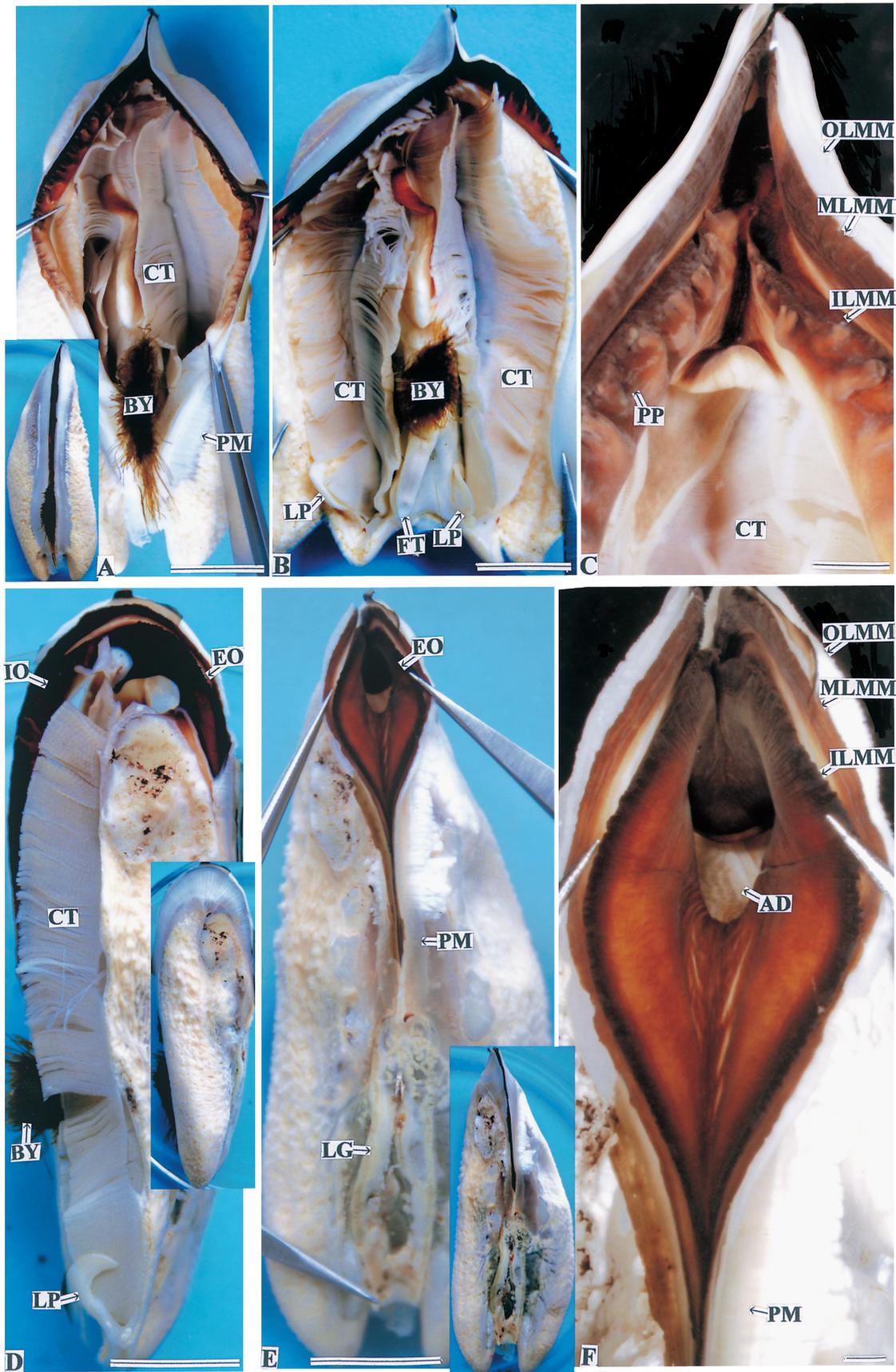


Fig. 2. Inhalent and exhalent orifices in the Purplish bifurcate mussel. A-C, ventral views ; D, left side view ; E and F, dorsal views. Bars in A, B, D and F = 1 cm. Bars in C and F = 100 μ m.

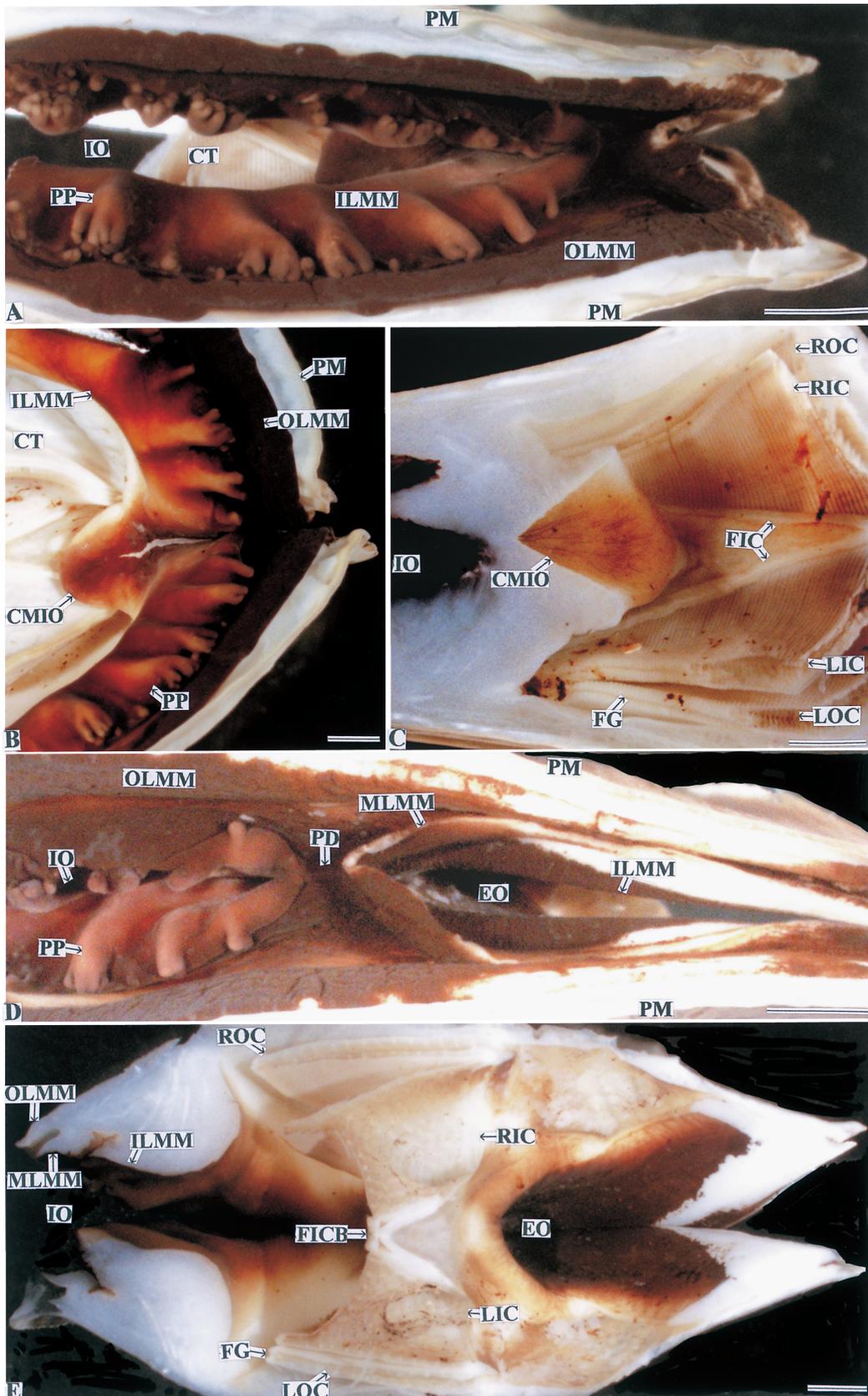


Fig. 3. External and internal views of the inhalent and exhalent orifices in the Purplish bifurcate mussel. A and B, external views of the inhalent orifice ; C, internal view of the inhalent orifice ; D, external view of the inhalent and exhalent orifices ; E, internal view of the inhalent and exhalent orifices. Bars = 1 mm.

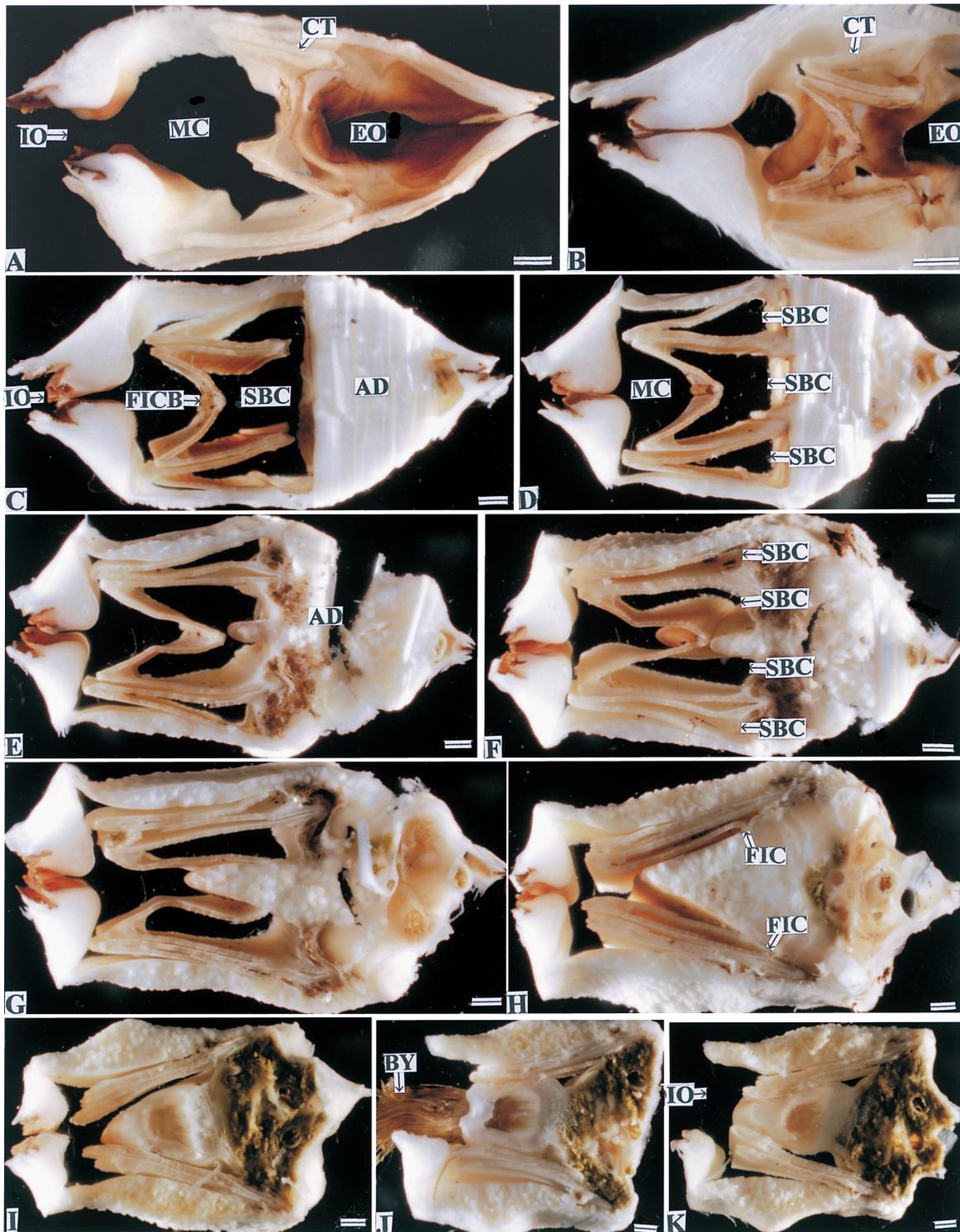


Fig. 4. Cross sections of the supra-branchial cavity in the Purplish bifurcate mussel. A to K, dorsal (near pallial fold) to ventral (near labial palp). Bars = 1 mm.

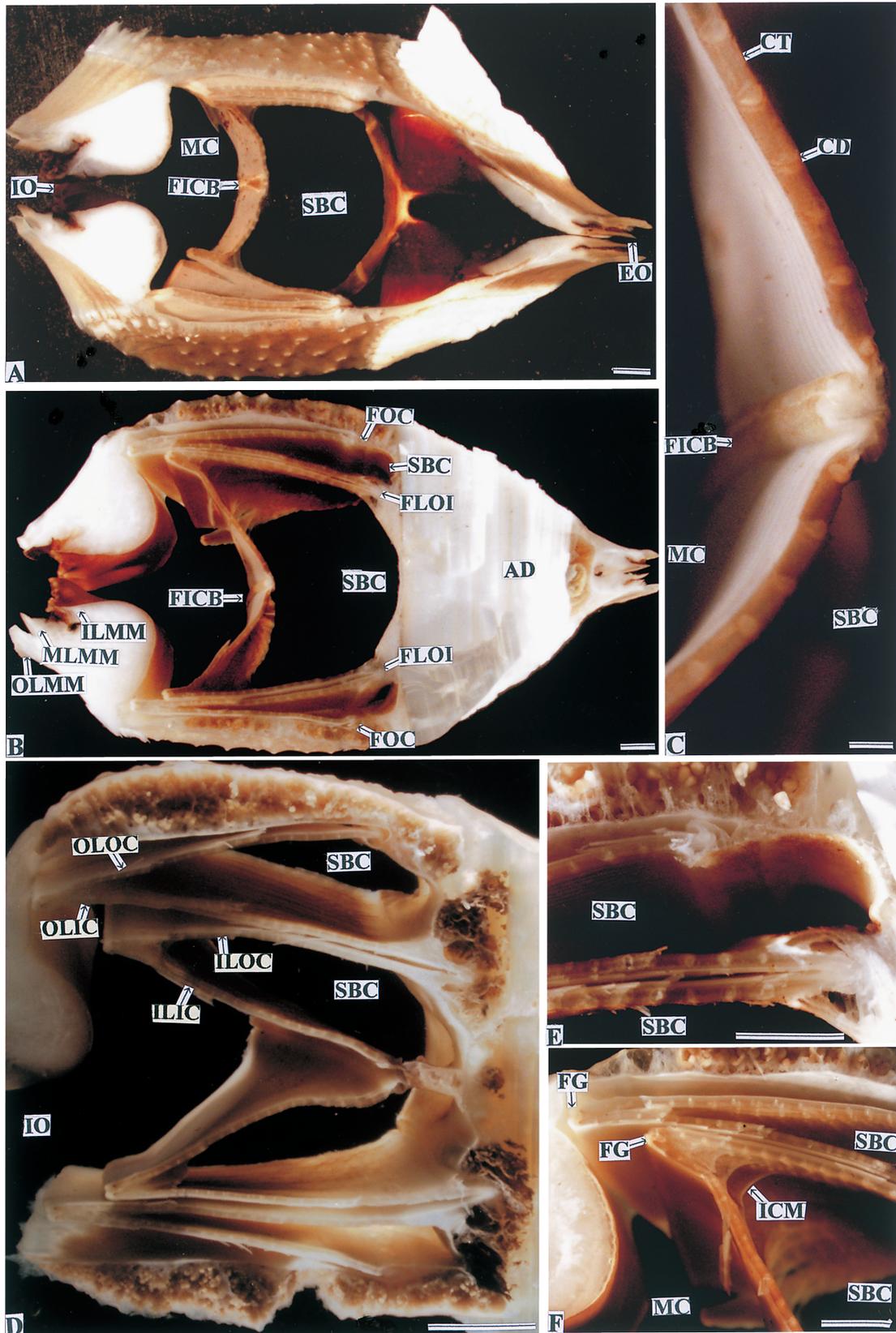


Fig. 5. Cross sections of the ctenidium and the supra-branchial cavity in the Purplish bifurcate mussel. A, structure of the ctenidium between pallial fold and adductor ; B, structure of the ctenidium at the part of adductor ; C, the figure magnified the fused border of inner laminae in B ; D, tip part of the internal organ ; E and F, the figures magnified the supra-branchial cavity and the inter-laminar connecting membrane in fig. D, respectively. Bar in C = 100 μ m. Other bars = 1 mm.

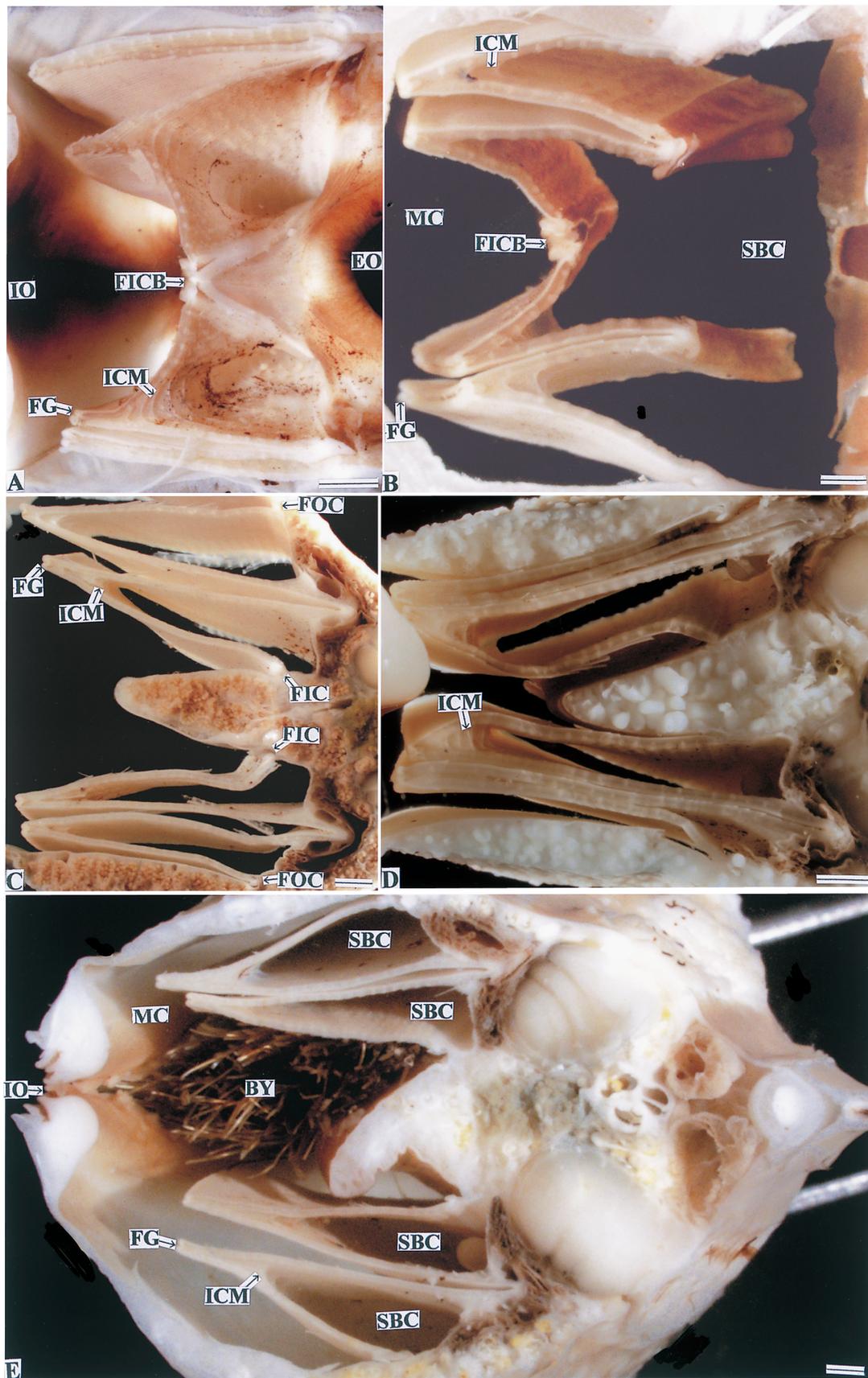


Fig. 6. Horizontal sections of the ctenidium in the Purplish bifurcate mussel. A to F, dorsal (pallial fold) to ventral (foot). Bars = 1 mm.

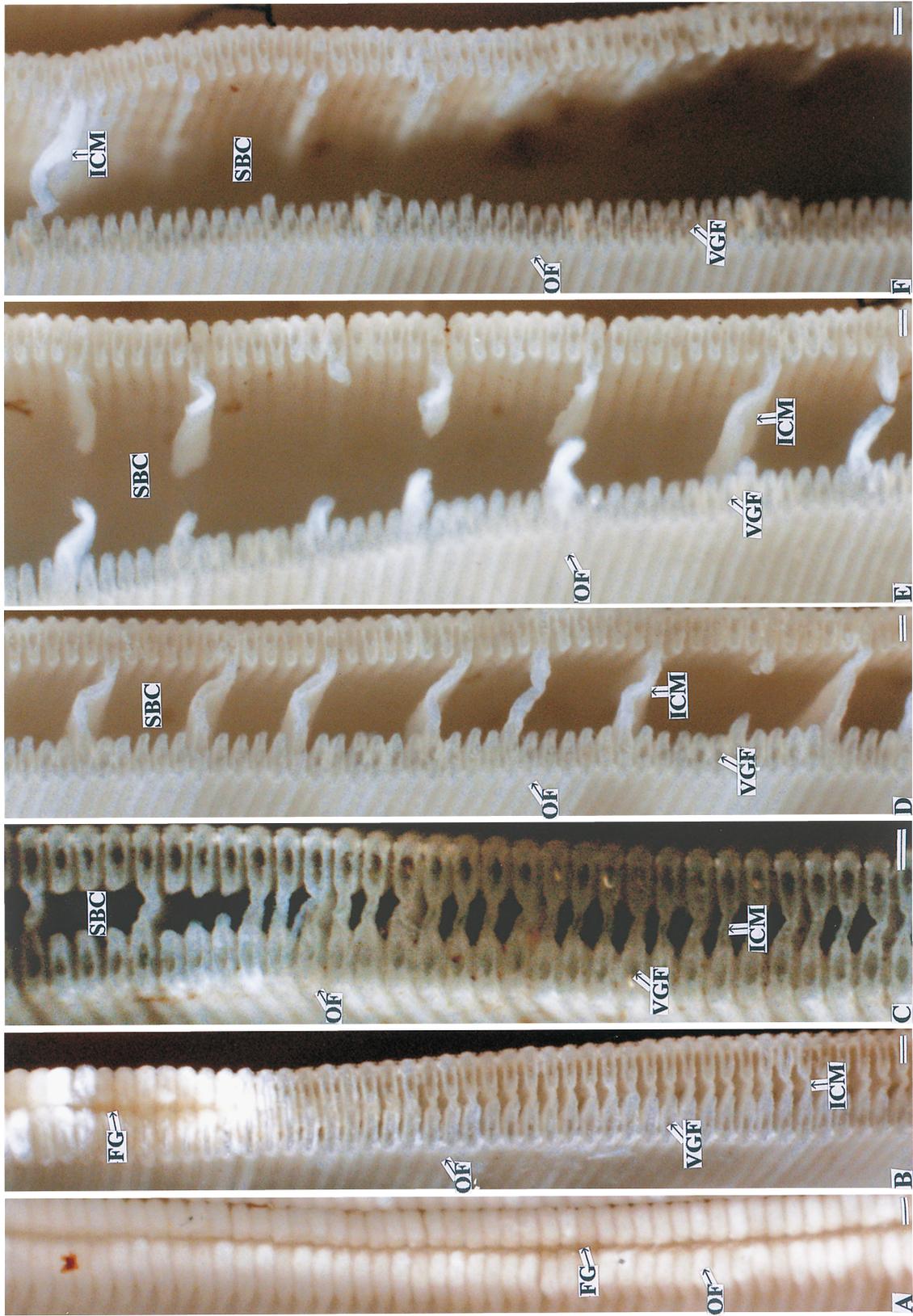


Fig. 7. Cross sections of gill filament in the Purplish bifurcate mussel. A to F, top (food groove) to bottom (near base of the ctenidium). Bars = 100 μ m.

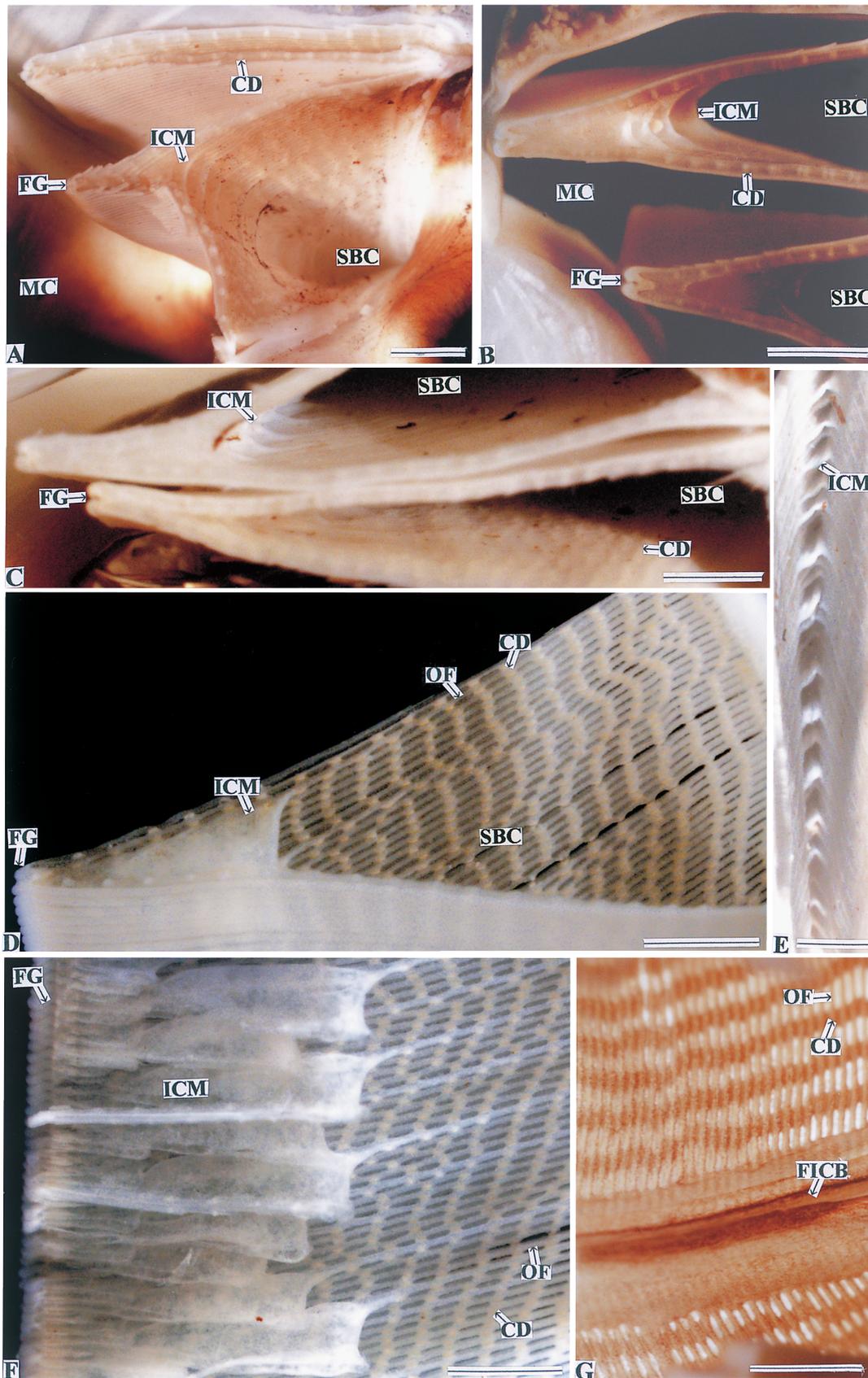


Fig. 8. Inter-laminar connecting membrane in the Purplish bifurcate mussel. A-D, side view ; E, view from the supra-branchial cavity ; F, side view of lamina ; G, surface view of lamina. Bars = 100 μ m.

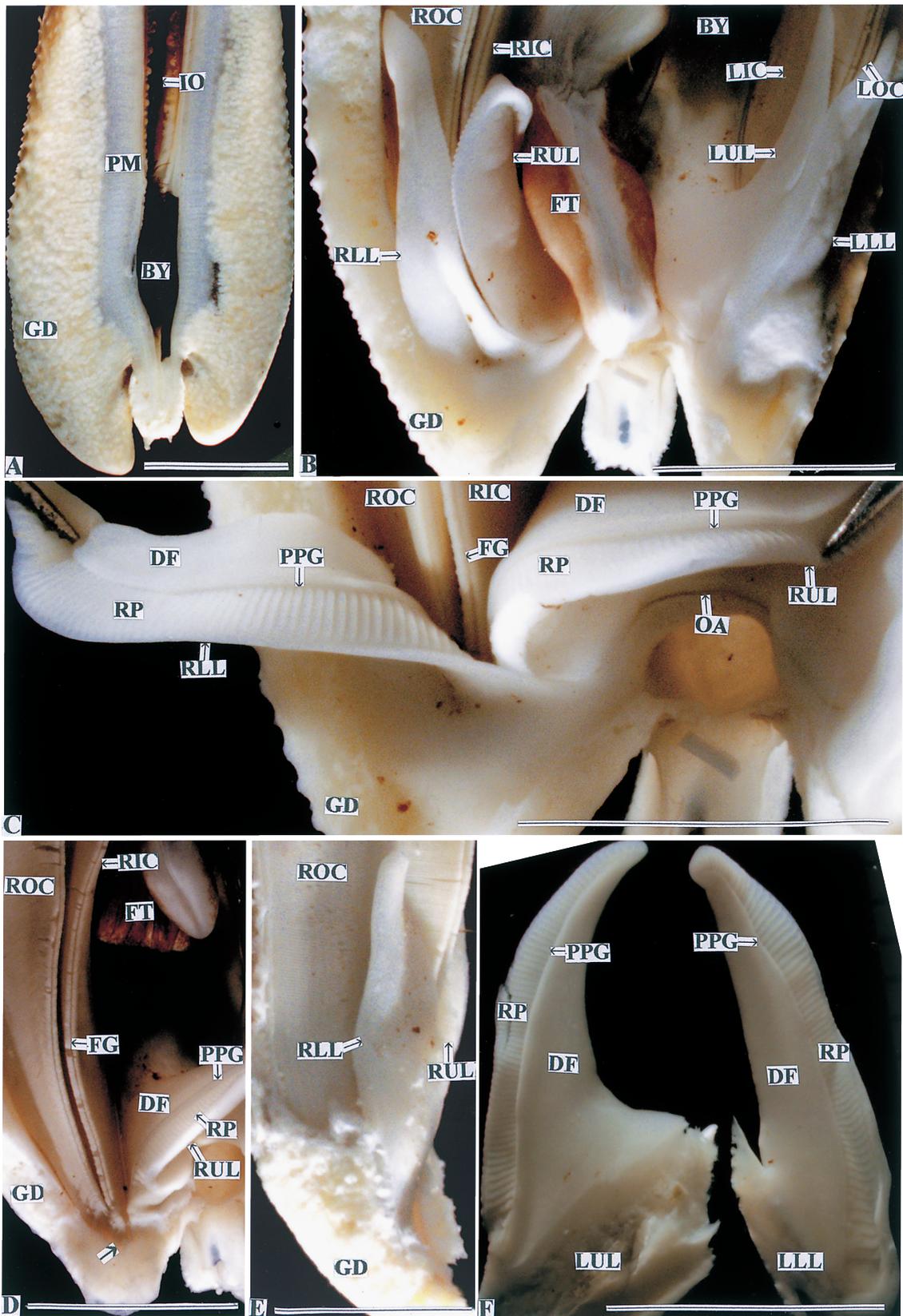


Fig. 9. Labial palp in the Purplish bifurcate mussel. A, ventral view of soft body ; B, ventral view of labial palp ; C, opened right labial palp ; D, end of the ctenidium ; Arrow, the tip of outer and inner ctenidia in D ; E, right view of labial palp ; F, exposed labial palp. Bars = 1 mm.

