

アゲマキガイの中腸腺の構造

山元憲一[†], 半田岳志

Structure of the digestive diverticula of the Razor-shell, *Sinonovacula constricta* (Mollusca : Bivalvia : Eulamellibranchia)

Ken-ichi Yamamoto[†] and Takeshi Handa

Abstract : The corrosion resin-casts and the tissue preparations of the digestive diverticula of the Razor-shell, *Sinonovacula constricta* were observed. The resin-casts were made of the prepolymerization methyl methacrylate (MercoxCL-2R) containing 10 % Mercox MA. The tissue preparations were stained with Azan. The digestive diverticula developed up to 1/4 of the circumference of stomach. The origins of the ducts opened at 2 embayments on the stomach. Internal wall of the duct was uniformly covered with the cilium from the origin to the apex. Each tubule extended at the end of the duct.

Key word : Razor-shell ; Eulamellibranchia ; Corrosion resin-cast ; Digestive diverticula ; Duct ; Tubule

緒 言

二枚貝の中腸腺は、栄養吸収および老廃物の排泄に関与していると言われている^{1,2)}。このような中腸腺は、胃の周囲に位置し³⁾、胃に開口した導管で連絡している⁴⁻⁷⁾。中腸腺の導管と中腸腺細管の構造は組織像の観察から模式的に図示されており⁷⁻⁹⁾、胃と導管の構造は、ゼラチンを利用した鋳型からマガキ *Crassostrea gigas* で図示されている¹⁾。しかし、胃と導管、導管と中腸腺細管の位置関係を立体的に明らかにした例は見られない。

そこで、著者らは、腹足綱の5種類¹⁰⁻¹⁴⁾に続いて、二枚貝綱のイガイ目(等糸鰓目)のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis*¹⁵⁾、イガイ目で擬弁鰓型を示すリシケタイラギ *Atrina (Servatrina) lischkeana*¹⁶⁾、ウグイスガイ目で擬弁鰓型を示すアコヤガイ *Pinctada fucata martensii*¹⁷⁾、カキ目で擬弁鰓型を示すマガキ¹⁸⁾の中腸腺について、半重合メチルメタクリレートを使って鋳型を作成し、切片標本の観察および固定標本を切開した断面像の観察を行って、胃と中腸腺の立体構造を明らかにしている。本研究では、二枚貝綱真弁鰓類マルスダレガイ目のアゲマキガイ *Sinonova-*

cula constricta を用いて、前記と同様にして鋳型および切片標本を作成し、固定標本を観察して中腸腺の立体構造および組織像を調べたので報告する。なお、分類は波部ら¹⁹⁾および奥谷²⁰⁾に従った。

材料および方法

実験には、佐賀県有明水産研究所から入手した殻長82±16mm(平均値±標準偏差)のもの13個体および殻高8±1mmのもの10個体のアゲマキガイを用いた。アゲマキガイは、入手後、0.5μm以上の粒子を除去した海水を1l/min注水した状態で5~10日間蓄養して実験に供した。鋳型 鋳型の作成は、Handa and Yamamoto²¹⁾に準じて、主剤(MERCOX CL-2R, 応研商事株式会社)3ml当り硬化剤(MERCOX MA, 応研商事株式会社)約0.1gを混入したもの(以降、樹脂と表す)を用いて、次のようにして行った。まず、アゲマキガイを約0.4M/lの塩化マグネシウム水溶液²²⁾に、約20分間浸漬して左殻を取り除いた。口から食道へ濾過海水を満たしたポリエチレン細管(外径約1mm, 長さ20cm, Hibiki No. 3)を約5mm挿入し、プラス

チック製の注射筒 (5 ml, Top) を使って2分間に約1 mlの速さで総量約3 mlの樹脂を注入した。注入後, 細管の一端を炎であぶって封入し, 海水中で樹脂を硬化させ, 20%水酸化ナトリウム水溶液に浸漬して肉質部を除去し, 水洗した。

胃の断面像 観察は, Davidson液 (エタノール:ホルマリン:氷酢酸:蒸留水=66:44:23:67)²³⁾ で固定後, 安全剃刀で胃の部分を中心に軟体部を切開して行った。

組織像 観察は, 小さい方の10個体を用いて, 山元ら²⁴⁾と同様にしてDavidson液で固定した後, 常法に従ってパラフィン切片 (10 μm) を作成し, アザン染色して行った。

結 果

中腸腺は, 食道と腸に挟まれるようにして胃の周囲の約1/4の部位に展開していた (Figs. 1-8)。腸は複雑な螺旋構造を示していた (Figs. 4, 5)。導管は, 胃壁が大きく湾入してEmbayment構造⁴⁻⁶⁾を示した2箇所からそれぞれ複数本が出ていた (Figs. 3, 5, 9)。Embayment構造から出た導管は枝分かれを繰り返して次第に細くなり (Figs. 2, 5, 6, 9), 内面はそれらの末端から伸びている中腸腺細管との境までアザン染色で赤く染まるFlagellated cellで構成され, 繊毛で覆われていた (Fig.10)。中腸腺細管は導管の末端から房状をなして直接1本ずつ出ている様子が確認された (Figs. 9, 10)。その組織像は, 導管と異なってアザン染色で青く染まる消化細胞 (Digestive cell) で周囲を囲まれ, 陥入した部位 (Crypt構造) には赤く染まった暗細胞 (Darkly staining cell) が確認された (Fig.10)。

考 察

Yonge¹⁾は, 原鰓類, 糸鰓類, 真弁鰓類の34種を調べて, 中腸腺はいずれも胃を囲むようにして存在していると報告している。等糸鰓類 (イガイ目) のタイラギ¹⁶⁾, 擬弁鰓目のアコヤガイ¹⁷⁾ やカキ目のマガキ¹⁸⁾ では, 中腸腺は同様に食道および胃の周囲に位置しているが, 殻の会合部分に面した噴門部から幽門部にかけての胃の外側には存在しないことが報告されている。真弁鰓類のアゲマキガイでは, 中腸腺は胃の周囲に位置したが, タイラギ, アコヤガイやマガキと比較しても胃の周囲に展開している中腸腺の範囲は著しく狭い (胃の周囲の約1/4) ことが明らかである。

Purchon⁴⁻⁶⁾は, 中腸腺の導管が胃壁に開口している部位を2つに分けており, 1つは導管が直接胃壁に開口して

いるところをOrifices, 胃壁の湾入したところに開口しているところをEmbaymentsとしている。アゲマキガイは, アコヤガイ¹⁷⁾ やその仲間である*Pinctada vulgaris*⁴⁾と同様にEmbayments構造を示していた。Embayments構造の数はアコヤガイ¹⁷⁾ やその仲間である*Pinctada vulgaris*⁴⁾では5箇所あると報告されている。しかし, アゲマキガイではこれらよりも数が少なく, 2箇所からなっていた。

アゲマキガイの導管が胃から中腸腺細管へ進むに従って枝分かれして次第に細くなる構造は, 原鰓類のクルミガイ科Nuculidae, 等糸鰓類および真弁鰓類について図示されている⁷⁾ものと同様である。しかし, 等糸鰓類および真弁鰓類では, 導管は主導管 (Main duct) と二次導管 (Secondary duct) とに分かれ, 主導管は断面をみると繊毛で覆われている部分と刷子縁で覆われている部分に分かれて構成され, 二次導管は全体が刷子縁で覆われた構造になっていると報告されている⁸⁾。等糸鰓類のムラサキガイやマガキでは, 二次導管は周囲が刷子縁で覆われていると報告されている^{15, 18)}。しかし, 真弁鰓類であるアゲマキガイでは, 導管の末端は中腸腺細管との境までアザン染色で赤く染まるFlagellated cellで構成され, 内面には繊毛が確認されたことから, アゲマキガイの導管は, 周囲を刷子縁で覆っているとされる二次導管と異なる構造を示すと考えられる。

中腸腺細管は, 糸鰓類である*Anadara subcrenata*や*Brachidontes senhousia*では導管の末端から出た後に, 中腸腺細管が枝分かれする型 (Simple branching type I) を, 等糸鰓類や真弁鰓類では導管の末端に1つずつ独立して出ている型 (Simple branching type II)⁸⁾を示すとされている。アゲマキガイでも真弁鰓類の特徴である, type IIの様相を示していた。

中腸腺細管の暗細胞は, 繊毛を備えており, 若い細胞で将来栄養細胞になると推測されている¹⁾。このような暗細胞は, 真弁鰓類ではCryptに存在していることが知られている²⁵⁾。アゲマキガイでも中腸腺細管は真弁鰓類の特徴を示し, 暗細胞をCryptに備えている像が確認された。

要 約

アゲマキガイの中腸腺の構造を鋳型および組織像から調べた。中腸腺は, 食道と腸に挟まれるようにして胃の約1/4の範囲に展開していた。導管は, 胃壁が大きく湾入した2箇所から出た。導管は先端まで一様で内壁がFlagellated cellからなり, 繊毛で覆われていた。中腸腺細

管は導管の末端から1本ずつ独立して出ている。

文 献

- 1) Yonge C M : Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *Ostrea edulis*. *J Mar Biol Ass UK*, **14**, 295-386 (1926)
- 2) Mathers N F : The tracing of a natural algal food labelled with a carbon 14 isotope through the digestive tract of *Ostrea edulis* L. *Proc malac Soc Lond*, **40**, 115-124 (1972)
- 3) Yonge C M : The digestive diverticula in the lamellibranchs. *Trans Roy Soc Edinb*, **54**, 703-718 (1926)
- 4) Purchon R D : The stomach in the Filibranchia and Pseudolamellibranchia. *Proc Zool Soc, London*, **129**, 27-60 (1957)
- 5) Purchon R D : The stomach in the Eulamellibranchia; Stomach type IV. *Proc Zool Soc, London*, **131**, 487-525 (1958)
- 6) Purchon R D : The stomach in the Eulamellibranchia; Stomach type IV and V. *Proc Zool Soc, London*, **135**, 431-489 (1960)
- 7) Owen G : Observations on the stomach and digestive diverticula of the lamellibranchia. II. The Nucleidae. *Quart J micr Sci*, **97**, 541-567 (1955)
- 8) Owen G : Observations on the stomach and digestive diverticula of the lamellibranchia. I. The Anisomyaria and Eulamellibranchia. *Quart J micr Sci*, **97**, 517-537 (1955)
- 9) Nakazima M : On the structure and function of the mid-gut gland of Mollusca with a general consideration of the feeding habits and systematic relation. *Jpn J Zool*, **11**, 469-566 (1956)
- 10) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : クロアワビの中腸腺の構造. *水大校研報*, **53**(3), 105-116 (2005)
- 11) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : サザエの中腸腺の構造. *水大校研報*, **55**(3), 71-89 (2007)
- 12) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : マルタニシの中腸腺の構造. *水大校研報*, **55**(4), 149-159 (2007)
- 13) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : ツメタガイの中腸腺の構造. *水大校研報*, **55**(3), 91-99 (2007)
- 14) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : アカニシの中腸腺と唾液腺の構造. *水大校研報*, **55**(3), 101-114 (2007)
- 15) 山元憲一・半田岳志 : タイラギの中腸腺の構造. *水大校研報*, **57**(1), 71-80 (2008)
- 16) 山元憲一・半田岳志 : ムラサキイガイの中腸腺の構造. *水大校研報*, **57**(2), 71-80 (2008)
- 17) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : アコヤガイの中腸腺の構造. *水大校研報*, **52**(1), 31-43 (2004)
- 18) 山元憲一・半田岳志・近藤昌和 : マガキの中腸腺の鋳型作成の試み. *水大校研報*, **51**(3), 71-80 (2003)
- 19) 波部忠重, 浜谷 巖, 奥谷喬司 : 分類. 波部忠重, 奥谷喬司, 西脇三郎 (編), 軟体動物概説 (上巻). サイエンス社 (1994)
- 20) 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)
- 21) Handa T and Yamamoto K : Corrosion casting of the digestive diverticula of the pearl oyster, *Pinctada fucata martensii* (Mollusca : Bivalvia). *J Shell Res*, **22**(3), 777-779 (2003)
- 22) Namba K, Kobayashi M, Aida S, Uematsu K, Yoshida M, Kondo Y and Miyata Y : Persistent relaxation of the adductor muscle of oyster *Crassostrea gigas* induced by magnesium ion. *Fish Sci*, **61**, 241-244 (1995)
- 23) Bell T A and Lightner D V : A handbook of normal Penaeid shrimp histology. World aquaculture society, USA, pp 2.
- 24) 山元憲一, 近藤昌和, 半田岳志, 林安章 : アコヤガイの鰓換水に及ぼすホルマリンの影響. *水産増殖*, **49**(4), 461-467 (2001)
- 25) Owen G : Lysosomes, peroxisomes and bivalves. *Sci Prog, Oxf*, **60**, 299-318 (1972)

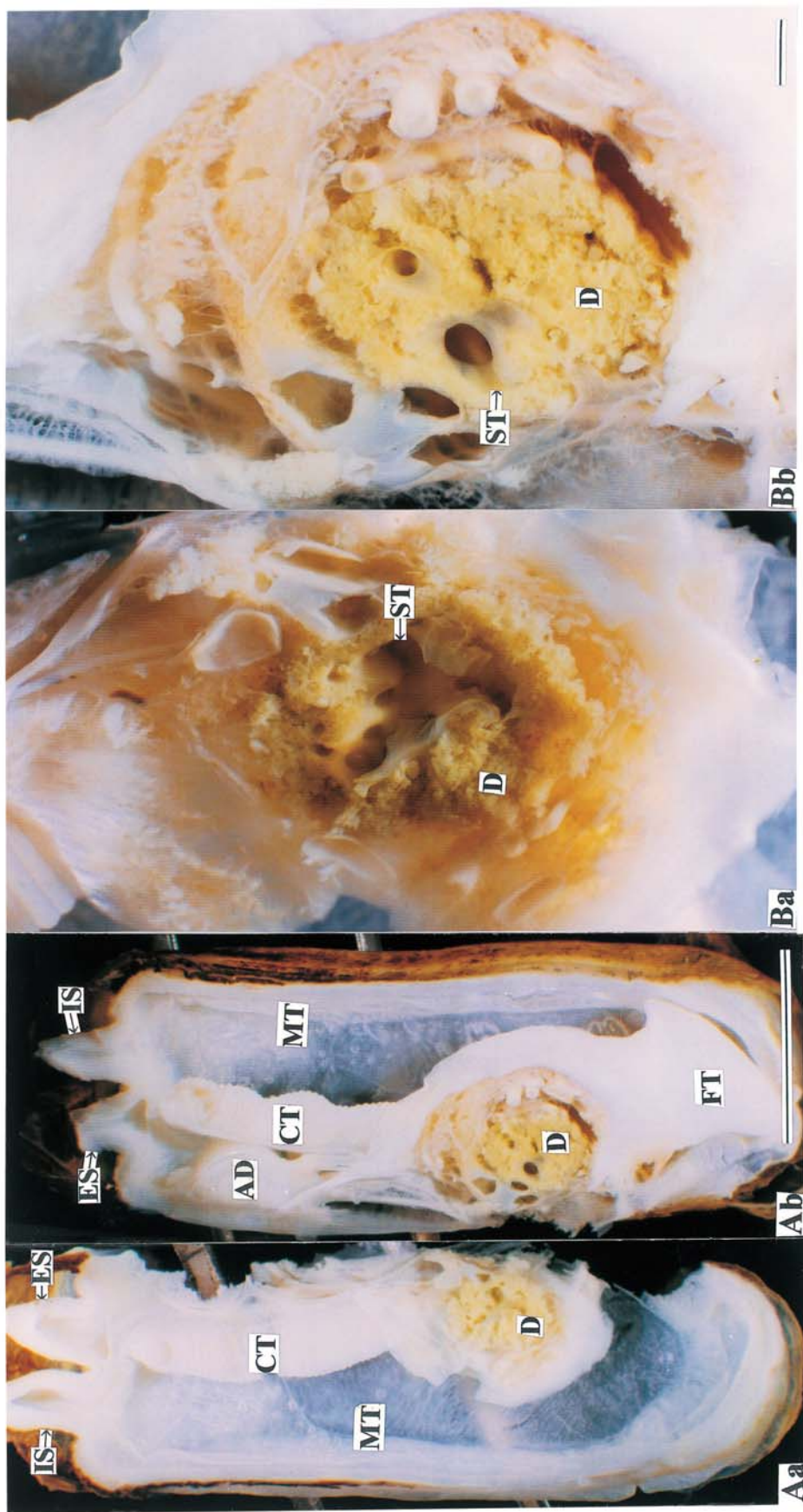


Fig. 1. Cutting view of the soft part of the Razor-shell, *Simononacula constricta*. a : lateral view (right), b : lateral view (left), IS : inspired siphon, ES : expired siphon, MT : mantle, CT : ctenidium, D : digestive diverticula, ST : stomach, FT : foot, AD : adductor muscle. Bar in A = 1 cm, Bar in B = 1 mm.

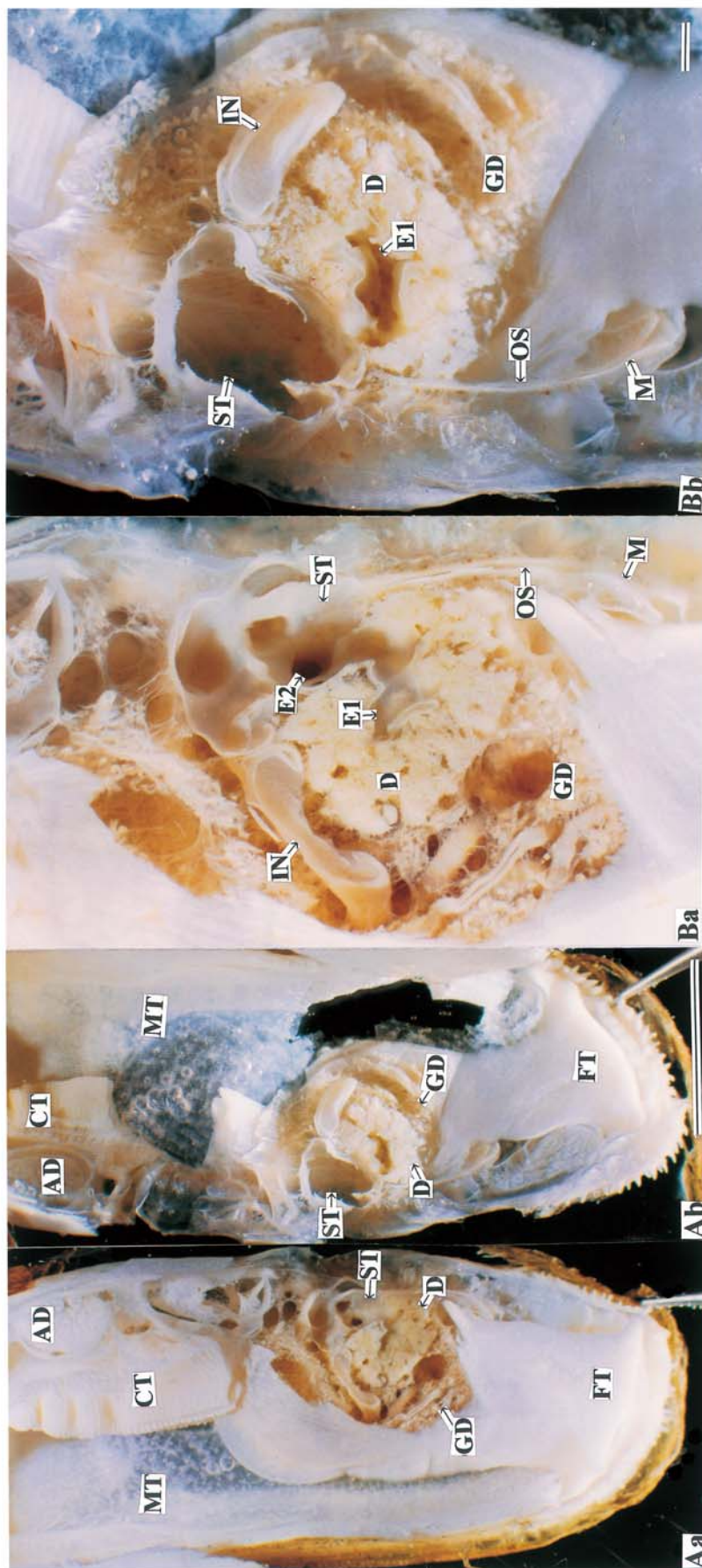


Fig. 2. Cutting view of the soft part of the Razor-shell. a : lateral view (right), b : lateral view (left), b : lateral view (right), b : lateral view (left). AD : adductor muscle, CT : ctenidium, MT : mantle, IN : intestine, OS : oesophagus, M : mouth, E1 and E2 : embayment. Bar in A = 1 cm, Bar in B = 1 mm.

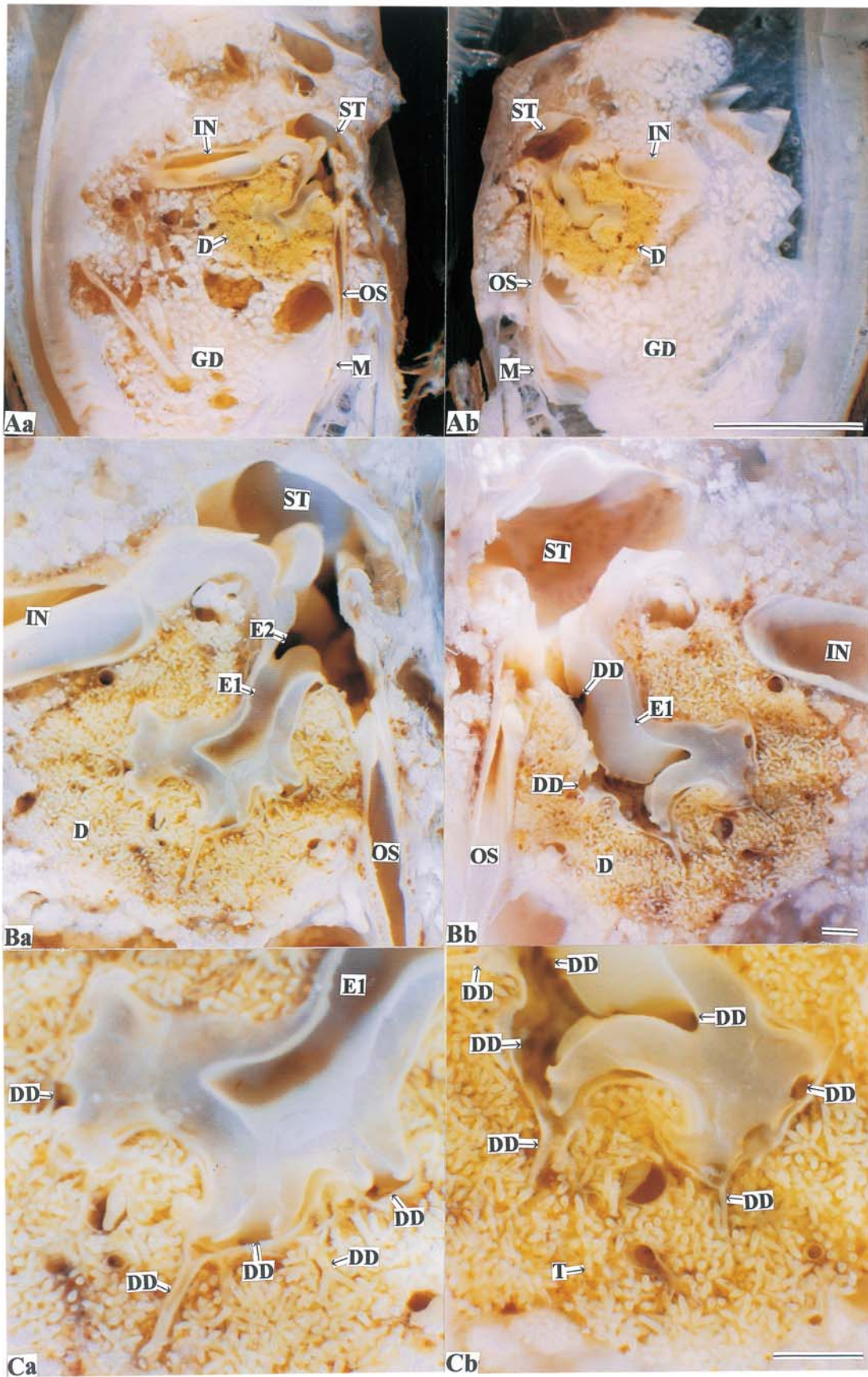


Fig. 3. Cutting view of the soft part of the Razor-shell. a : lateral view (right), b : lateral view (left), D : digestive diverticula, ST : stomach, GD : gonad, IN : intestine, OS : oesophagus, M : mouth, E 1 and E 2 : embayment, DD : duct, T : tubule. Bar in A = 1 cm, Bars in B and C = 1 mm.

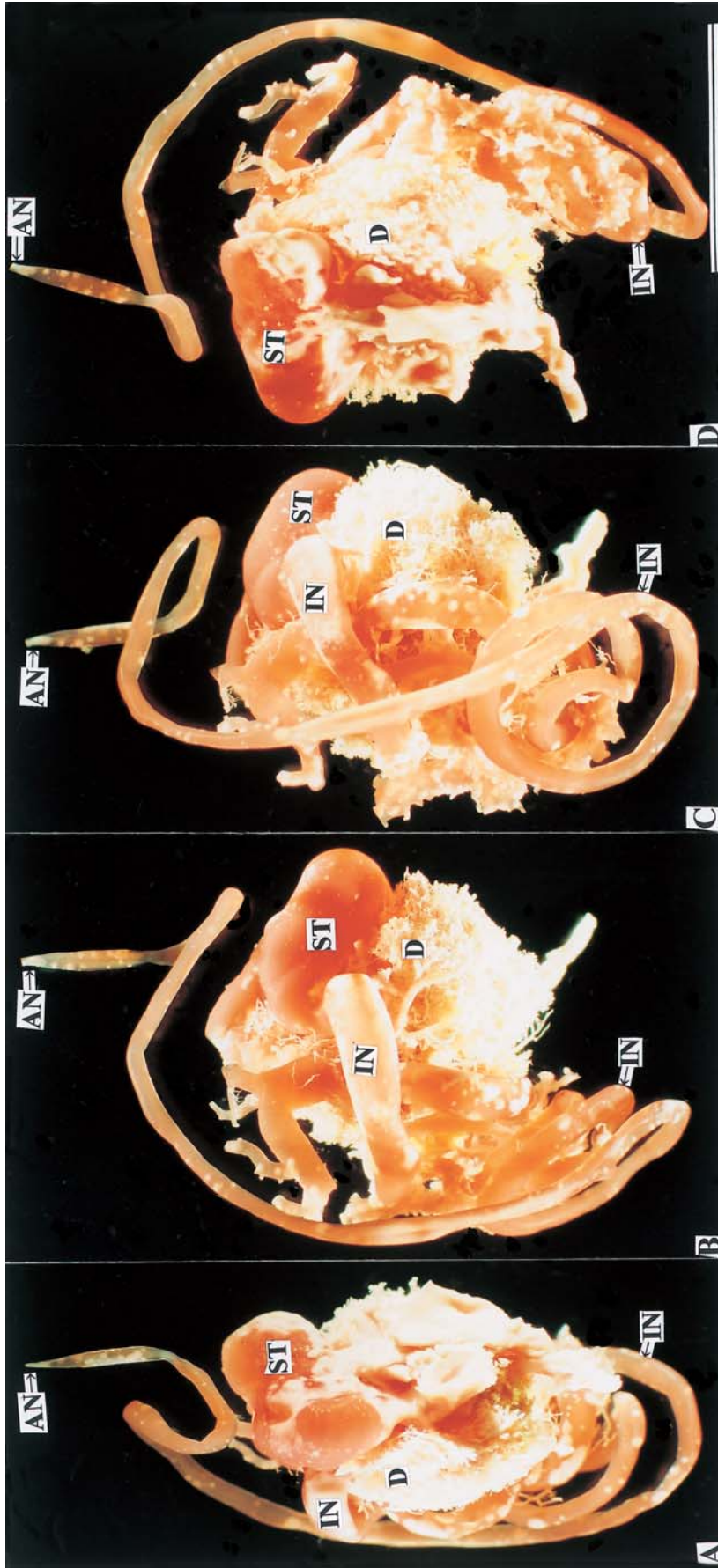


Fig. 4. Corrosion cast of the digestive organ of the Razor-shell. A : right side view, B : right angled ventral view, C : ventral view, D : left angled ventral view, AN : anus, D : digestive diverticula, ST : stomach, IN : intestine. Bar = 1 cm.

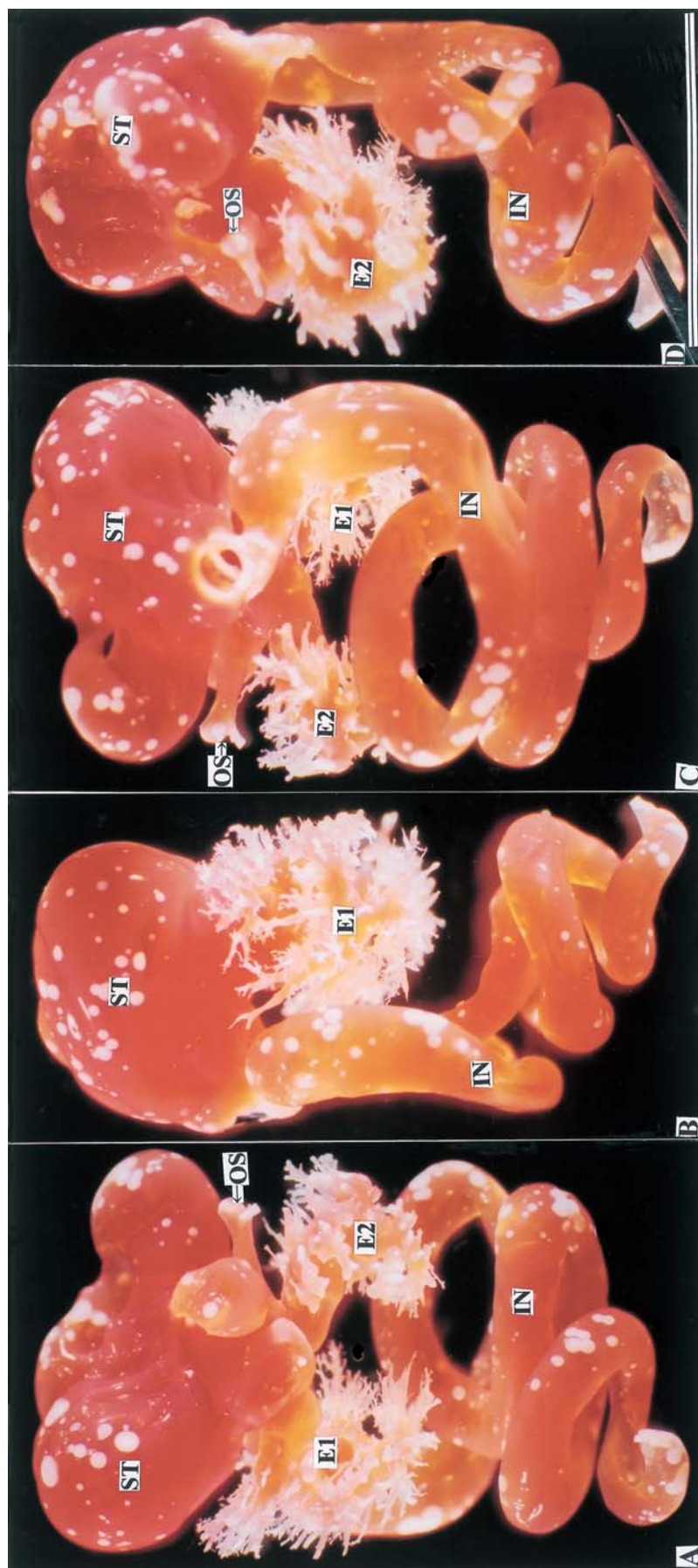


Fig. 5 • Corrosion cast of the digestive organ of the Razor-shell. A : left angled ventral view, B: left side view, C: right angled ventral view, D : right side view, OS : oesophagus, ST : stomach, E 1 and E 2 : embayment, IN : intestine. Bar = 1 cm.

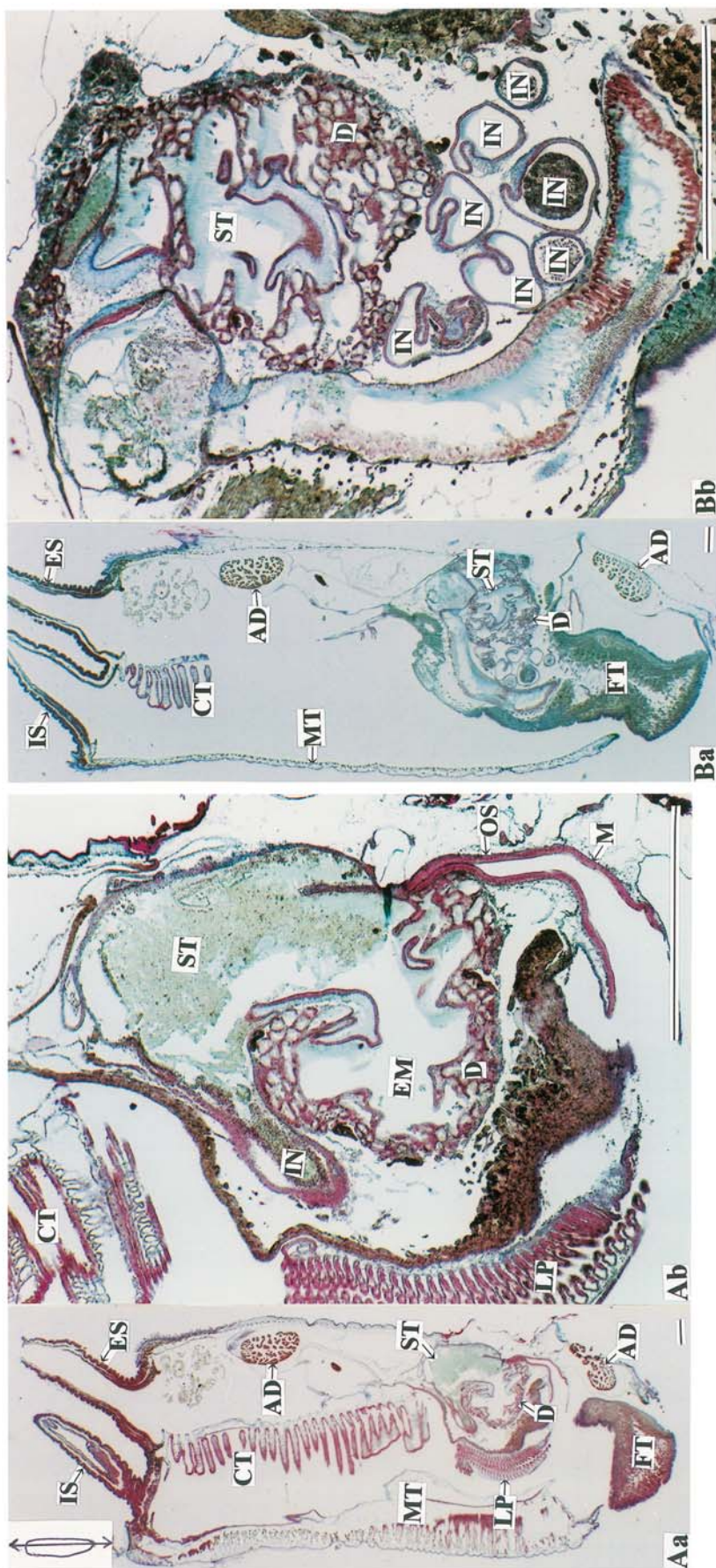


Fig. 6. Vertical section of the body of the Razor-shell. (b) was expanded the part of digestive organ in (a). IS : inspired siphon, ES : expired siphon, CT : ctenidium, AD : adductor muscle, MT : mantle, LP : labial palp, ST : stomach, EM : embayment, IN : intestine, FT : foot, OS : oesophagus, M : mouth. Bars = 1 mm.

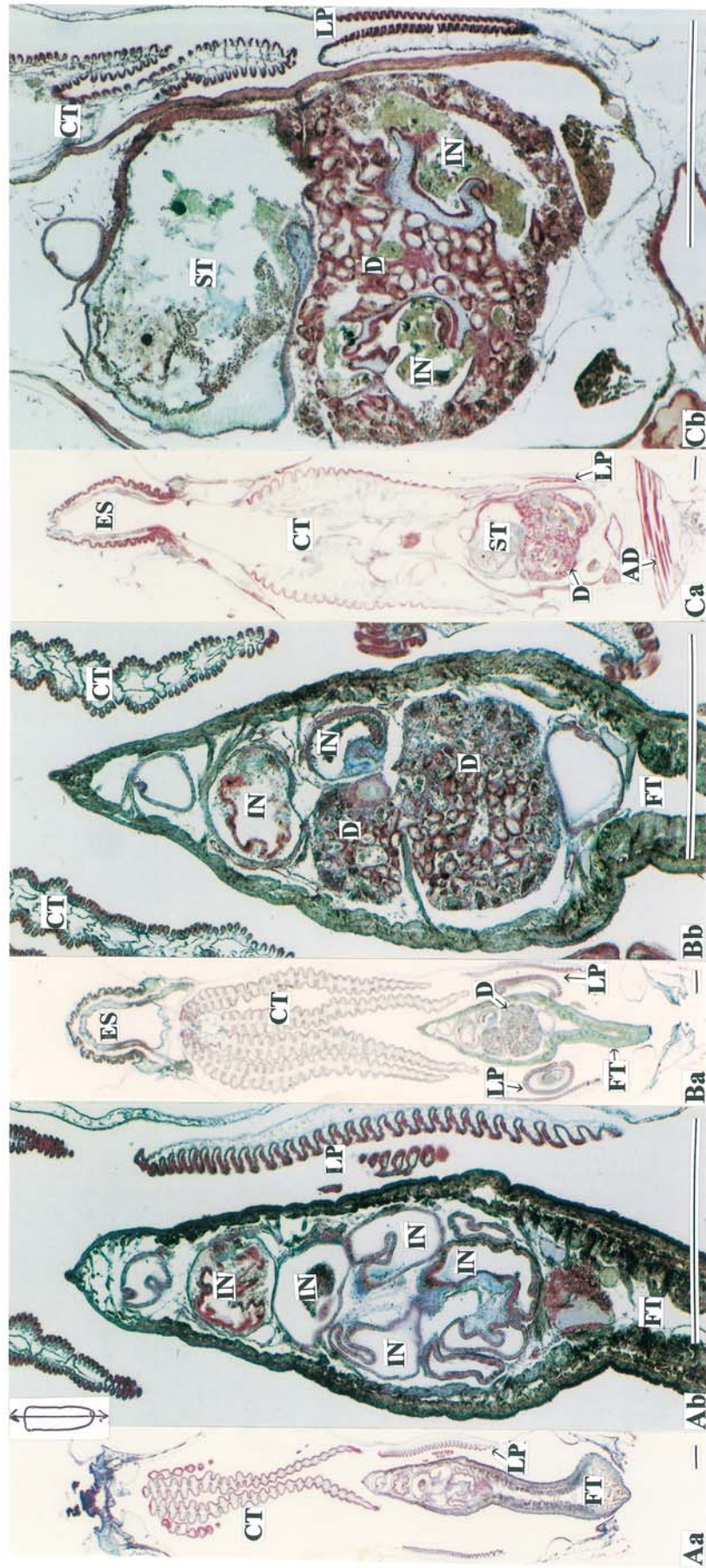


Fig. 7. Vertical section of the body of the Razor-shell. (b) was expanded the part of digestive organ in (a). CT : ctenidium, LP : labial pulp, FT : foot, IN : intestine, ES : expired siphon, D : digestive diverticula, AD : adductor muscle. Bars= 1 mm.

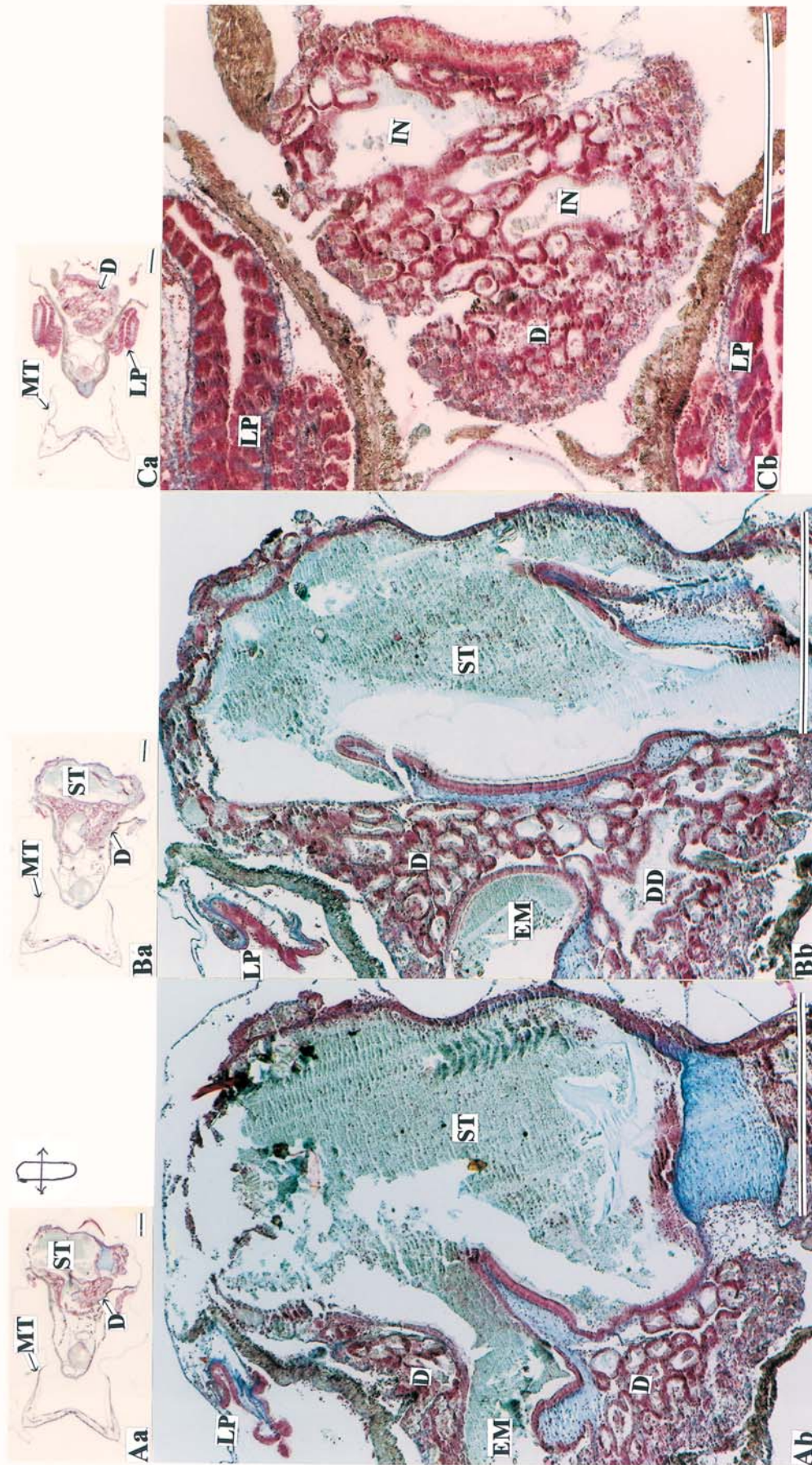


Fig. 8. Horizontal section of the body of the Razor-shell. (a). MT : mantle, ST : stomach, D : digestive diverticula, LP : labial pulp, EM : embayment, DD : duct, IN : intestine. Bars = 1 mm.

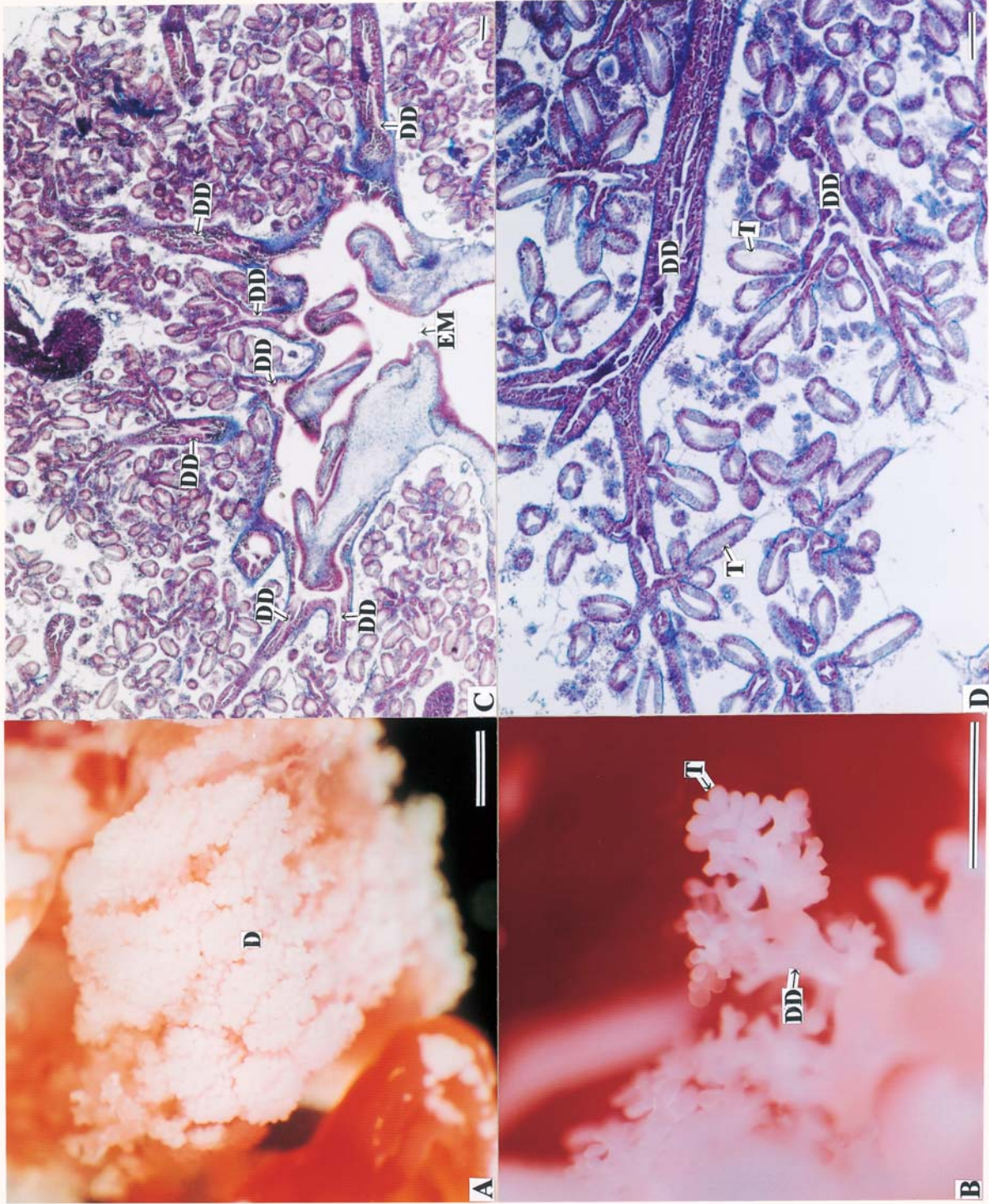


Fig. 9. Embayment, duct and tubule of the digestive diverticula of the Razor-shell. D : digestive diverticula, DD : duct, T : tubule, EM : embayment. Azan staining. Bars in A and B = 1 mm, Bars in C and D = 100 μ m

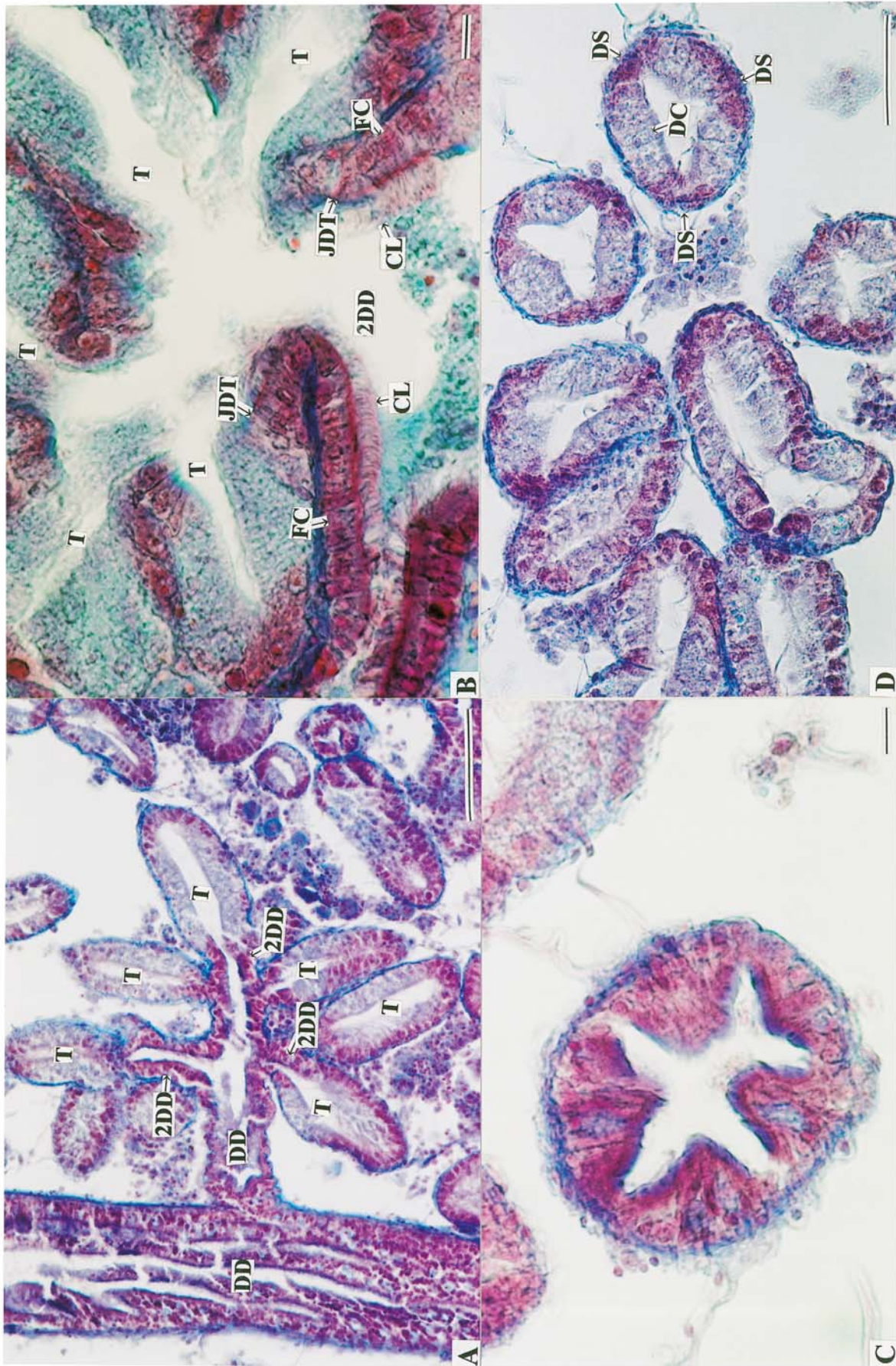


Fig.10. Duct and tubule of the digestive diverticula of the Razor-shell. C: secondary duct, D: tubule, DD : duct, 2 DD : secondary duct, T : tubule, JDT : junction of a duct with a tubule, FC : flagellated cells, CL : cilium, DC : digestive cell DS : darkly staining cell. Azan staining. Bars in A and D=100 μ m, Bars in B and C =10 μ m