

## 二枚貝の中腸腺細管の構造

山元憲一，半田岳志<sup>†</sup>

### Structure of Tubule and Duct of Digestive Diverticula in Bivalves

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

**Abstract :** Tubule and duct of digestive diverticula in thirty species of Bivalvia (four species of Arcoidea and four species of Mytiloidea in Filibranchia, three species of Pterioidea and five species of Ostreoida in Pseudolamellibranchia, and one species of Unioidea and thirteen species of Veneroidea in Lamellibranchia) were observed histologically with the sections stained with Mallory-Azan dye. The tubule of Filibranchia show the simple branching type II (The tubules branch off irregularly from regions more or less distant from the distal ends of the ducts), and those of Lamellibranchia the simple branching type I (The tubules always branch off from the distal end of the duct). In Pseudolamellibranchia, three species of Pterioidea (Pearl oyster *Pinctada fucata martensii*, Black-lip pearl oyster *P. margaritifera* and Pen shell *Atrina (Servatrina) lischkeana*) and three species of Ostreidae (Japanese oyster *Crassostrea gigas*, Rock-oyster *C. nippona* and Spiny oyster *Saccostrea kegaki*) show the simple branching type I. However, two species of Pectinidae in Ostreoida (Akazara-scallop *Chlamys (Azumapekten) farreri nipponensis* and Common scallop *Patinopekten yessoensis*) show the simple branching type II.

**Key words :** Bivalvia, branching type, digestive diverticula, duct, Filibranchia, Lamellibranchia, Pseudolamellibranchia, tubule

### 緒 言

軟体動物の中腸腺細管は、導管の先端およびその側面の所々から延びて大きな萎んだ袋状を呈するMonopodial branching type (単軸分枝型)、導管の先端およびその側面の所々から延びて枝分かれを繰り返すDichotomous branching type (又状分枝型)、導管の先端から延びて同細管の小室が1～数個連結したSimple branching type (単分枝型)の3つに大別されている<sup>1)</sup>。更に、単分枝型は、中腸腺細管が導管の末端から出た後に枝分かれするSimple branching type II (単分枝型II)と1つずつ独立して導管の末端から出ているSimple branching type I (単分枝型I)の2つに分けられている<sup>1)</sup>。

腹足綱では、カサガイ目のヨメガカサガイ科およびユキノカサガイ科は又状分枝型を、古腹足目のミミガイ科およびスカシガイ科は単軸分枝型を、ニシキウズガイ科およびサザエ科は又状分枝型を、アマオブネガイ目のアマオブネ

ガイ科は又状分枝型を、盤足目のタマキビ科のタマキビ *Littorina brevicula*およびタマガイ科のツメタガイ *Glossaulax didyma*は単軸分枝型を示している<sup>1)</sup>。山元・半田<sup>2-12)</sup>は、カサガイ目、古腹足目、盤足目および新腹足目のものは又状分枝型を示し、アマオブネガイ目、頭楯目、アメフラシ目、裸鰓目および基眼目のものは単軸分枝型を示すことを報告している。二枚貝綱では全て単分枝型を示し、糸鰓類では単分枝型IIを、弁鰓類では単分枝型Iを示すとされている<sup>1)</sup>。しかし、擬弁鰓類では、単分枝型のIあるいはIIのいずれを示すのかについては、明らかにされていない。

著者らは、鋳型作成法を用いて二枚貝綱の中腸腺の全体像を、糸鰓類のフネガイ目ではサルボウガイ *Scapharca kagoshimensis*、イガイ目ではムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis*、擬弁鰓類のウグイスガイ目ではアコヤガイ *Pinctada fucata martensii*、クロチヨウガイ *P. margaritifera*、リシケタイラギ *Atrina (Servatrina) lischkeana*、カキ目

ではマガキ *Crassostrea gigas*, 弁鰓類のマルスダレガイ目ではヒレシャコガイ *Tridacna squamosa*, アゲマキ *Sinonovacula constricta*, マテガイ *Solen strictus*, アサリ *Ruditapes philippinarum*, ハマグリ *Meretrix lisoria* で明らかにしてきた<sup>13-23</sup>。本研究では、二枚貝綱の中腸腺細管の構造を明らかにする目的で、組織標本を作製して糸鰓類のフネガイ目およびイガイ目、擬弁鰓類のウグイスガイ目およびカキ目、弁鰓類のイシガイ目およびマルスダレガイ目の合計30種について調べた。なお、供試貝の種分類は波部ら<sup>24</sup>、首藤<sup>25</sup> および奥谷<sup>26</sup> に従った。

### 材料および方法

実験には、糸鰓類のフネガイ目 Arcoida フネガイ科 Arcidae のカリガネエガイ *Barbatia (Savignyarca) virescens*, アカガイ *Scapharca broughtonii*, サルボウガイ, ハイガイ *Tegillarca granosa*, イガイ目 Mytiloida イガイ科 Mytiloidae のムラサキイガイ, ムラサキインコ *Septifer virgatus*, ヒバリガイ *Modiolus nipponicus*, ホトトギスガイ *Musculista senhousia*, 擬弁鰓類のウグイスガイ目 Pterioidea ウグイスガイ科 Pteriidae のアコヤガイ, クロチョウガイ, ハボウキガイ科 Pinnidae のリシケタイラギ, カキ目 Ostreoida イタヤガイ科 Pectinidae のアズマニシキ *Chlamys (Azumapecten) farreri nipponensis*, ホタテガイ *Patinopecten yessoensis*, イタボガキ科 Ostreidae のマガキ, イワガキ *Crassostrea nippona*, ケガキ *Saccostrea kegaki*, 弁鰓類のイシガイ目 Unionoida イシガイ科 Unionidae のドブガイ *Anodonta (Sinanodonta) woodiana*, マルスダレガイ目 Veneroida トマヤガイ科 Carditidae のトマヤガイ *Cardita leana*, バカガイ科 Tridacnidae のバカガイ *Mactra chinensis*, ウバガイ *Pseudocardium sachalinense*, チドリマスオ科 Mesodesmatidae のイソハマグリ *Atactodea striata*, フジノハナガイ科 Donacidae のナミノコガイ *Latona cuneata*, ニッコウガイ科 Tellinidae のサラガイ *Megangulus venulosa*, ナタマメガイ科 Pharellidae のアゲマキ, マテガイ科 Solenidae のマテガイ, マルスダレガイ科 Veneridae のオニアサリ *Protothaca jodoensis*, アサリ, オキアサリ *Gomphina semicancellata*, ハマグリ, オキシジミ *Cyclina sinensis* の合計30種を用いた (Table 1)。アカガイ, サルボウガイ, ハイガイ, ヒバリガイおよびリシケタイラギは、佐賀県地先の有明海で、ホトトギスガイおよびマテガイは山口県平生町地先の瀬戸内海で、クロチョウ

ガイは高知県の宿毛湾で、ウバガイは宮城県の仙台湾で採集したものを入手した。アコヤガイおよびイワガキは愛媛県の養殖業者から、マガキおよびアズマニシキは広島県の養殖業者から、ホタテガイおよびサラガイは北海道網走の養殖業者から入手した。ドブガイは水産大学校近くの河川で採集した。その他の種類は水産大学校に隣接する日本海で採集した。標本は入手後、水槽 (60 l) で畜養して、順次約0.4Mの塩化マグネシウム水溶液<sup>27</sup> に10時間以上浸漬し、体を伸展させて Davidson 液<sup>28</sup> で固定した。組織像は、常法に従ってパラフィン切片 (10 μm) を作成し、アザン染色を施して観察した<sup>4</sup>。

### 結果および考察

軟体動物の中腸腺細管は、多板綱、腹足綱および頭足綱のものでは導管の途中および先端から分かれて延びているが、二枚貝綱では導管の末端からのみ分かれて延びている<sup>1</sup>。また、軟体動物の中腸腺細管の先端は吻合連絡していない<sup>1</sup>。本研究の結果も同様に、実験に供した糸鰓類8種、擬弁鰓類9種および弁鰓類13種の合計30種の二枚貝綱のいずれも、中腸腺細管は導管の末端から分かれて延びており、その先端は吻合連絡していないことが観察された。

Nakazima<sup>1</sup> は、研究に用いた Eulamellibranchia (真弁鰓類) 14種の中腸腺細管の全ては単分枝型Iを、Filibranchia (糸鰓類) のサルボウガイ *Anadara subcrenata* およびホトトギスガイ *Brachidontes senhousia* では単分枝型IIを示すと報告している。ここでは、ドブガイ *Anodonta woodiana* およびカラスガイ *Cristaria plicata spatiosa* を真弁鰓類に含めて解析している。本研究の結果も同様に、研究に用いた糸鰓類8種 (Figs. 1~8) の全てが単分枝型IIを、ドブガイも含めた Lamellibranchia (弁鰓類) 14種 (Figs. 17~30) の全てが単分枝型Iを示すことが確認された。これらのことから、糸鰓類の中腸腺細管は単分枝型IIを、弁鰓類では単分枝型Iを示す考えられる。

しかし、擬弁鰓類では、カキ目イタヤガイ科のアズマニシキ (Fig. 12) およびホタテガイ (Fig. 13) は単分枝型IIを、同じカキ目イタボガキ科のマガキ (Fig. 14), イワガキ (Fig. 15), ケガキ (Fig. 16) およびウグイスガイ目ウグイスガイ科のアコヤガイ (Fig. 9), クロチョウガイ (Fig. 10), ウグイスガイ目ハボウキガイ科のリシケタイラギ (Fig. 11) は単分枝型Iを示した。これらのことから、擬弁鰓類の中腸腺細管の型は単分枝型を示すが、科に

**Table 1.** Size of Bivalvia used in this study

	Shell height (mm)	Shell length (mm)	Total weight (g)	Numbers
Filibranchia				
Arcoida				
Arcidae				
<i>Barbatia (Savignyarca) virescens</i>	32.4 ± 3.1	16.6 ± 1.8	4.6 ± 1.1	8
<i>Scapharca broughtonii</i>		13.3 ± 2.3		9
<i>S. kagoshimensis</i>	22.4 ± 2.6	11.6 ± 2.1	3.8 ± 1.3	10
<i>Tegillarca granosa</i>		21.2 ± 3.3		5
Mytiloidea				
Mytiloidea				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	43.6 ± 6.2	87.1 ± 6.1	76.4 ± 18.3	4
<i>Septifer virgatus</i>	20.1 ± 2.2	52.2 ± 4.6	14.2 ± 2.7	9
<i>Modiolus nipponicus</i>	14.2 ± 1.8	18.3 ± 3.4	0.6 ± 0.2	13
<i>Musculista senhousia</i>	7.9 ± 0.9	16.2 ± 1.7	0.3 ± 0.2	30
Pseudolamellibranchia				
Pterioidea				
Pteriidae				
<i>Pinctada fucata martensii</i>	12.8 ± 1.3	12.4 ± 1.8		10
<i>P. margaritifera</i>	115.0 ± 15.5	103.0 ± 13.8	203.8 ± 83.7	5
Pinnidae				
<i>Atrina (Servatrina) lischkeana</i>		23.2 ± 2.2		10
Ostreoida				
Pectinidae				
<i>Chlamys (Azumapecten) farreri nipponensis</i>	42.9 ± 16.3	37.9 ± 15.1	13.5 ± 13.6	3
<i>Patinopecten yessoensis</i>	59.3 ± 7.0	64.3 ± 6.1	26.7 ± 7.4	6
Ostreidae				
<i>Crassostrea gigas</i>	26.6 ± 6.5	39.4 ± 11.2	10.5 ± 7.2	30
<i>C. nippona</i>	85.1 ± 12.4	50.8 ± 11.4	77.1 ± 35.3	10
<i>Saccostrea kegaki</i>	32.0 ± 5.8	23.2 ± 6.4	7.5 ± 3.1	19
Lamellibranchia				
Unioidea				
Unionidae				
<i>Anodonta (Sinanodonta) woodiana</i>	67.8 ± 14.2	106.4 ± 23.3	35.4 ± 69.0	3
Veneroidea				
Carditidae				
<i>Cardita leana</i>	21.8 ± 5.9	12.4 ± 2.8	3.2 ± 1.9	6
Mactridae				
<i>Mactra chinensis</i>	33.2 ± 3.5	30.3 ± 3.0	6.9 ± 2.1	6
<i>Pseudocardium sachalinense</i>	48.4 ± 5.7	67.0 ± 9.0	31.4 ± 15.4	8
Mesodesmatidae				
<i>Atactodea striata</i>	13.3 ± 1.7	20.7 ± 2.4	1.5 ± 0.6	4
Donacidae				
<i>Latona cuneata</i>	14.4 ± 0.9	20.4 ± 1.6	1.7 ± 0.3	13
Tellinidae				
<i>Megangulus venulosa</i>	41.4 ± 5.0	67.5 ± 7.1	11.9 ± 4.9	4
Pharellidae				
<i>Sinonovacula constricta</i>		14.5 ± 2.4		10
Solenidae				
<i>Solen strictus</i>	7.3 ± 0.7	50.4 ± 4.8	2.2 ± 0.6	6
Veneridae				
<i>Protothaca jedomensis</i>		16.7 ± 3.4		7
<i>Ruditapes philippinarum</i>		10.2 ± 1.1		10
<i>Gomphina semicancellata</i>	23.6 ± 1.5	31.5 ± 1.4	6.9 ± 1.0	10
<i>Meretrix lusoria</i>		11.5 ± 1.4		10
<i>Cyclina sinensis</i>	38.3 ± 4.5	34.3 ± 3.7	7.2 ± 2.6	4

Values show the mean and standard deviation.

よって単分枝型Iあるいは単分枝型IIと異なると考えられる。

Nakazima<sup>1)</sup> は糸鰓類および擬弁鰓類の導管を構成する細胞によってその断面をAとBの二つの部位に分けている。Aの部位は、導管の断面を見ると、背の高い円筒形の細胞からなり、核が細長く、内面が繊毛で覆われている<sup>1)</sup>。Bでは、背の低い円筒形の細胞からなり、大きく丸い核を有し、内面には繊毛様の構造（絨毛）が見られるが、繊毛が認められない<sup>1)</sup>。本研究の結果でも、糸鰓類のカリガネエガイ (Fig. 1), アカガイ (Fig. 2), サルボウガイ (Fig. 3), ハイガイ (Fig. 4), ムラサキイガイ (Fig. 5), ムラサキインコ (Fig. 6), ヒバリガイ (Fig. 7), 擬弁鰓類のアコヤガイ (Fig. 9), リシケタイラギ (Fig. 11), アズマニシキ (Fig. 12), マガキ (Fig. 14), イワガキ (Fig. 15), ケガキ (Fig. 16) の導管は同様にAとBの部位から成ることを確認することができた。

また、弁鰓類および擬弁鰓類では、中腸線細管は導管のBの部位より分かれて延びている<sup>1)</sup>。本研究の結果からも、サルボウガイ (Fig. 3), ムラサキイガイ (Fig. 5), ヒバリガイ (Fig. 7), アコヤガイ (Fig. 9) およびマガキ (Fig. 14) で明らかのように、弁鰓類および擬弁鰓類の中腸線細管は導管のBの部位より分かれて延びるのが確認された。また、Bの部位の特徴として、粘液細胞を認めることができることを挙げている<sup>1)</sup>。本研究の結果でも、マガキ (Fig. 14) およびケガキ (Fig. 16) で同様にBの部位に粘液細胞が点在しているところが確認された。一方、弁鰓類の導管はmain duct（主導管）とlateral duct（二次導管）で構成され、胃からAとBの二つの部位で構成されている主導管が延びて分岐し、さらに主導管のBの部位から二次導管が延びて枝分かれを繰り返した構造となっている<sup>1)</sup>。しかし、本研究では、弁鰓類の主導管のAとBの二つの部位を明確に確認することができなかった。

二枚貝綱では、捕捉した懸濁粒子は、中腸線細管の消化細胞による食作用で細胞内消化を行うと同時に、中腸腺も含めた消化管で細胞外消化を行っている<sup>1)</sup>。本研究の結果でも、食作用で消化細胞内に懸濁粒子を取り込んだ様子をアズマニシキ (Fig. 12), トマヤガイ (Fig. 18), ナミノコガイ (Fig. 22), サラガイ (Fig. 23) およびオニアサリ (Fig. 26) で確認することができた。これらのことから、二枚貝綱の中腸線細管における消化細胞の食作用は、科が異なっても共通していると考えられる。

## 要 約

二枚貝綱の中腸線細管の構造を、組織学的に糸鰓類フネガイ目4種, イガイ目4種, 擬弁鰓類ウグイスガイ目3種, カキ目5種, 弁鰓類イシガイ目1種, マルスダレガイ目13種の合計30種で調べた。糸鰓類は単分枝型IIを、弁鰓類は単分枝型Iを示した。擬弁鰓類では、ウグイスガイ目は単分枝型Iを、カキ目イタボガキ科のマガキ, イワガキ, ケガキは単分枝型Iを示したが、同じカキ目のイタヤガイ科のアズマニシキ, ホタテガイは単分枝型IIを示した。

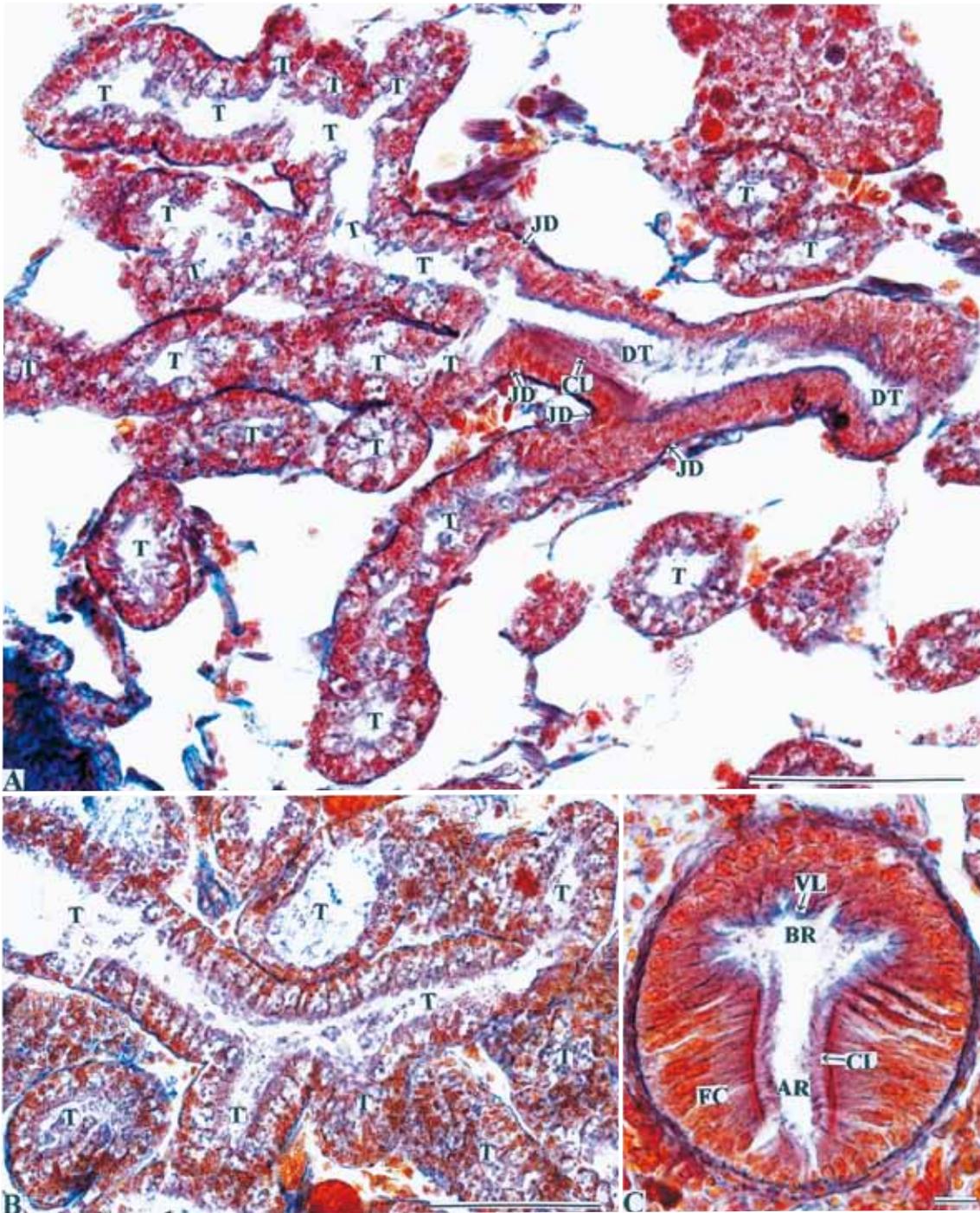
## 文 献

- 1) 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)
- 2) 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, 105-116 (2005)
- 3) 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, 70-88 (2007)
- 4) 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)
- 5) 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, 149-159 (2007)
- 6) 山元憲一, 半田岳志: カワニナの中腸腺の導管と中腸腺細管の構造. 水大校研報, 57, 271-275 (2009)
- 7) 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, 90-98 (2007)
- 8) 山元憲一, 半田岳志: アマオブネガイ目と盤足目の中腸腺細管の構造. 水大校研報, 59, 187-226 (2011)
- 9) 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, 100-113 (2007)
- 10) 山元憲一, 半田岳志: ブドウガイの中腸腺の構造. 水大校研報, 59, 19-26 (2010)
- 11) 山元憲一, 半田岳志: アメフラシの中腸腺の構造. 水大校研報, 59, 27-38 (2010)
- 12) 山元憲一, 半田岳志: 新腹足目, 頭楯目, アメフラシ目, 裸鰓目および基眼目の中腸腺細管の構造. 水大校研報, 60, 1-26 (2011)

- 13) 山元憲一, 半田岳志: サルボウガイの中腸腺の構造. 水大校研報, 58, 31-41 (2009)
- 14) 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, 111-127 (2008)
- 15) 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, 31-43 (2004)
- 16) 山元憲一, 半田岳志: クロチョウガイの中腸腺の構造. 水大校研報, 59, 39-52 (2010)
- 17) 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, 43-56 (2008)
- 18) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和: マガキ中腸腺の鋳型作成の試み. 水大校研報, 51, 95-104 (2003)
- 19) 山元憲一, 半田岳志: ヒレシヤコガイの中腸腺の構造. 水大校研報, 58, 135-157 (2009)
- 20) 山元憲一, 半田岳志: アゲマキガイの中腸腺の構造. 水大校研報, 57, 195-207 (2009)
- 21) 山元憲一, 半田岳志: マテガイの中腸腺の構造. 水大校研報, 60, 103-122 (2012)
- 22) 山元憲一, 半田岳志: アサリの中腸腺の構造. 水大校研報, 58, 113-133 (2009)
- 23) 山元憲一, 半田岳志: ハマグリの中腸腺の構造. 水大校研報, 57, 209-218 (2009)
- 24) 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). サイエントティスト社, 東京, 3-134 (1994)
- 25) 首藤次男: 系統と進化. 波部忠重, 奥谷喬司, 西脇三郎 (編), 軟体動物概説 (上巻). サイエントティスト社, 東京, 217-269 (1994)
- 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 S, Uematsu K, Yoshida M, Kondo K and Miyata Y: Persistent relaxation of the adductor muscle of oyster *Crassostrea gigas* induced by magnesium ion. *Fish Sci*, 61, 241-244 (1995)
- 28) Bell T A and Lightner D V: A handbook of normal penaeid shrimp histology. World Aquaculture Society, USA, 2 (1988)

## Short forms used in the figures

AR	A-region of the duct	導管のA区域
BR	B-region of the duct	導管のB区域
CL	cilium	絨毛
CT	ctenidium	鰓
DC	digestive cell	消化細胞
DS	darkly staining cell	暗細胞
DT	duct	導管
DD	digestive diverticula	中腸腺
FC	flagellated cell	絨毛細胞
IN	intestine	腸
JD	junction of the duct with a tubule	導管と中腸腺細管の接合部
MC	mucous cell	粘液細胞
OS	oesophagus	食道
RB	red blood cell	赤血球
ST	stomach	胃
T	tubule	中腸腺細管
VL	villus	絨毛



**Fig. 1.** *Barbatia (Savignyarca) virescens* (PTERIOMORPHIA, Filibranchia, Arcoida, Arcidae). A, tubule and duct; B, tubule; C, duct. Azan staining. Bars in A and B = 100  $\mu$ m, and bar in C = 10  $\mu$ m.

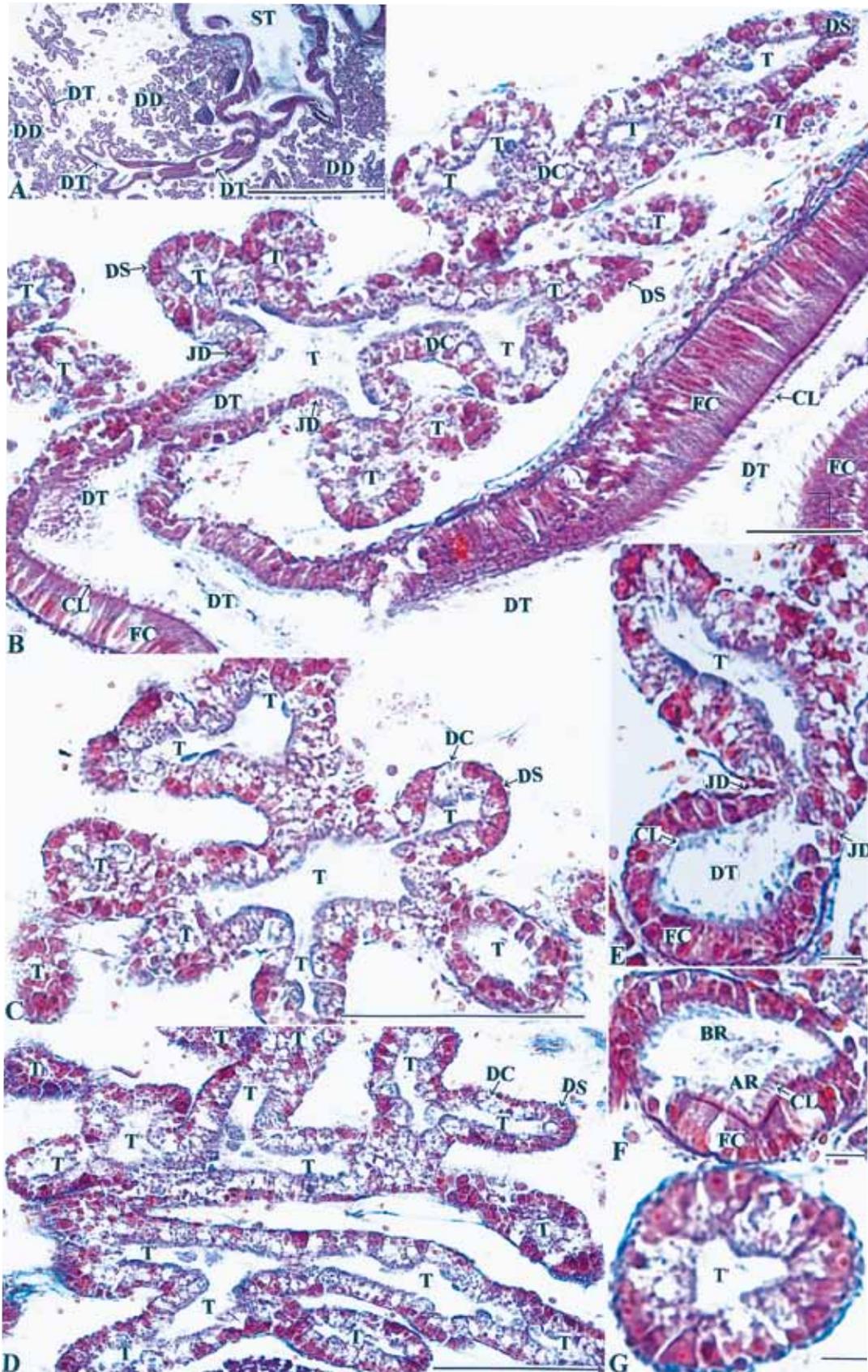
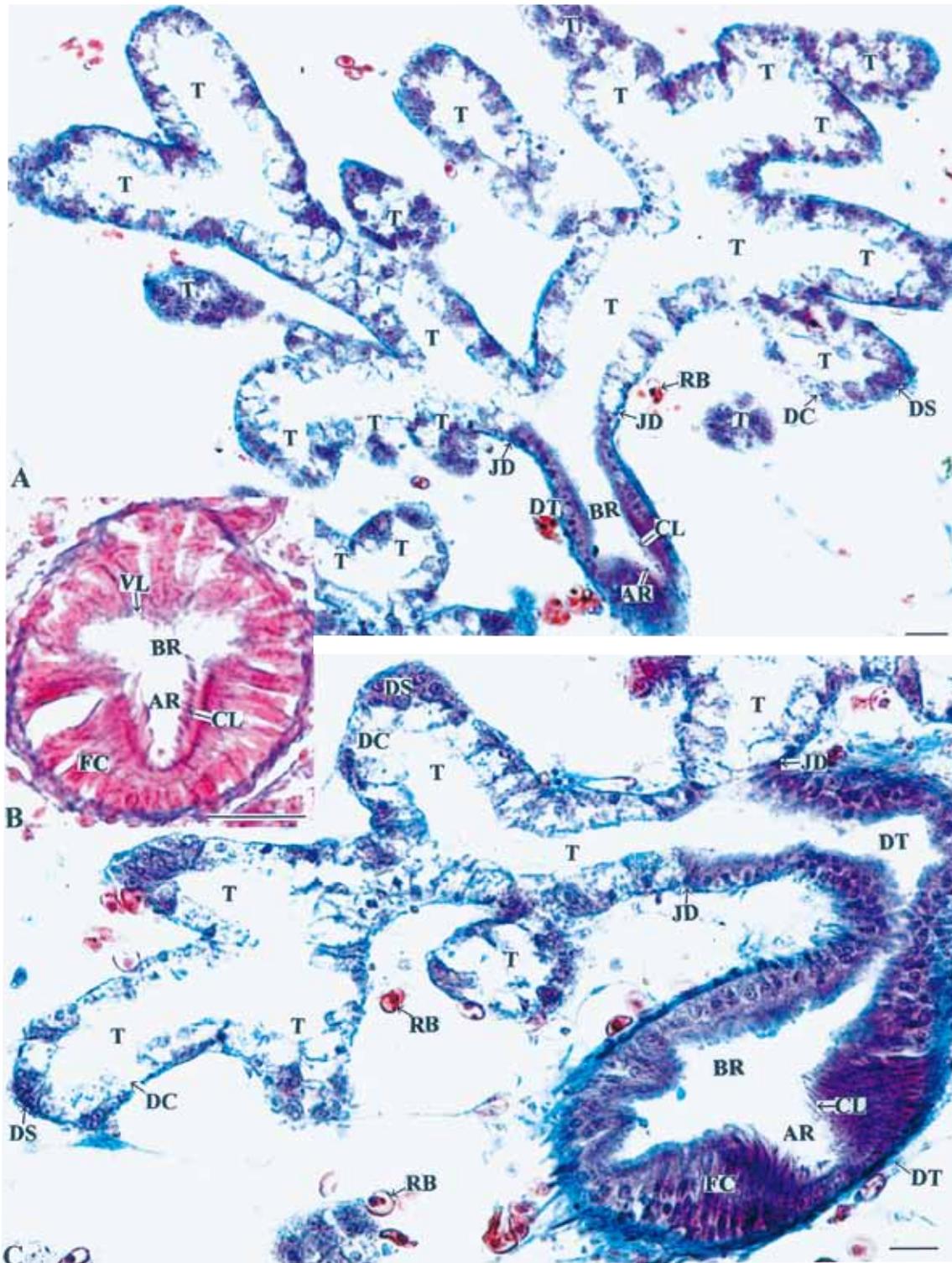


Fig. 2. *Scapharca broughtonii* (PTERIOMORPHIA, Filibranchia, Arcoida, Arcidae). A, stomach and digestive diverticula; B and E, tubule and duct; C, D and G, tubule; F, duct. Azan staining. Bar in A = 1 mm, bars in B-D = 100  $\mu$ m, and bars in E-G = 10  $\mu$ m.



**Fig. 3.** *S. kagoshimensis* (PTERIOMORPHIA, Filibranchia, Arcoida, Arcidae). A and C, tubule and duct; B, duct. Azan staining. Bars = 10  $\mu$ m.

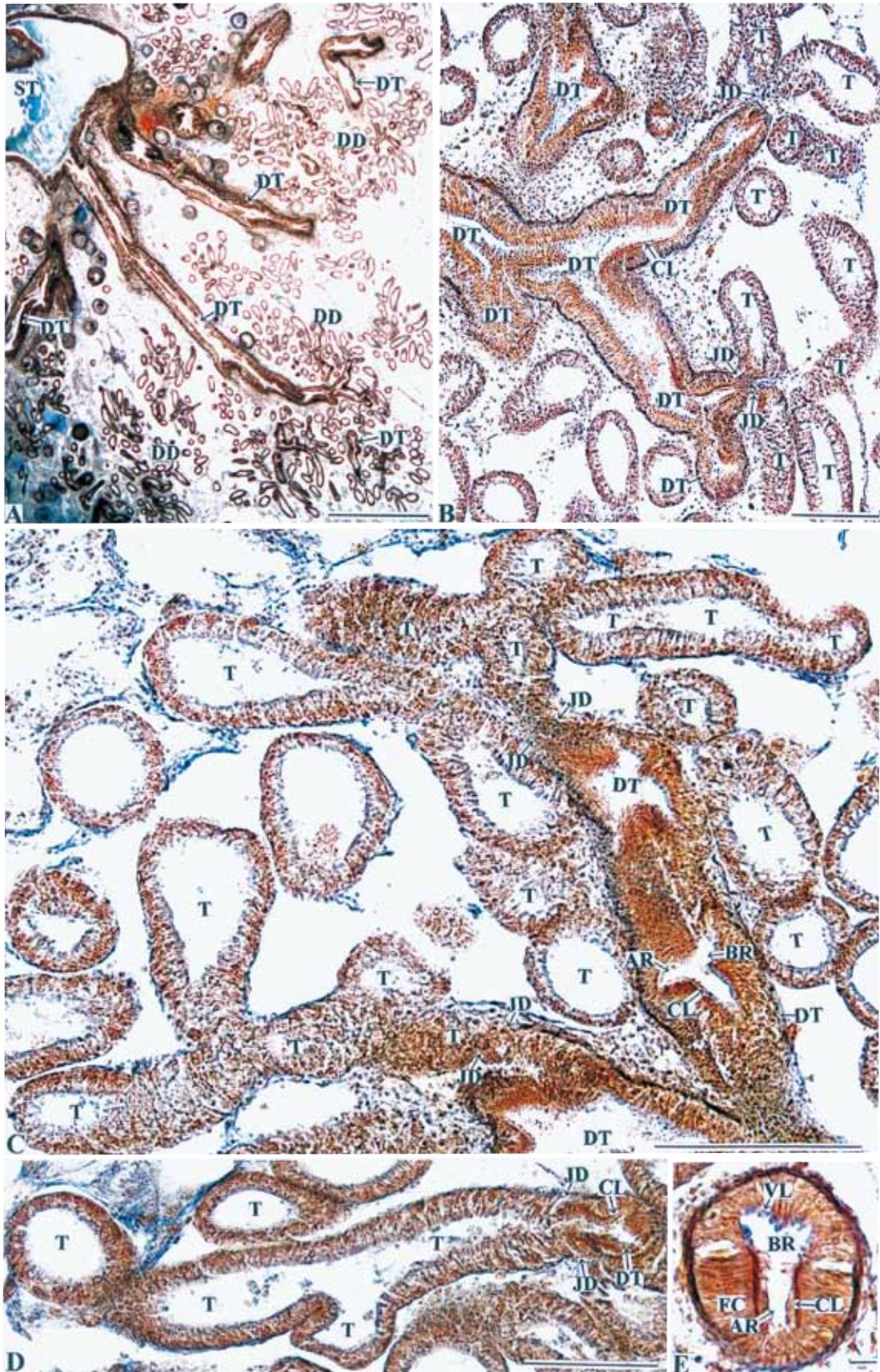


Fig. 4. *Tegillarca granosa* (PTERIOMORPHIA, Filibranchia, Arcoida, Arcidae). A, stomach and digestive diverticula; B-D, tubule and duct; E, duct. Azan staining. Bar in A = 1 mm, bars in B-D = 100  $\mu$ m, and bar in E = 10  $\mu$ m.

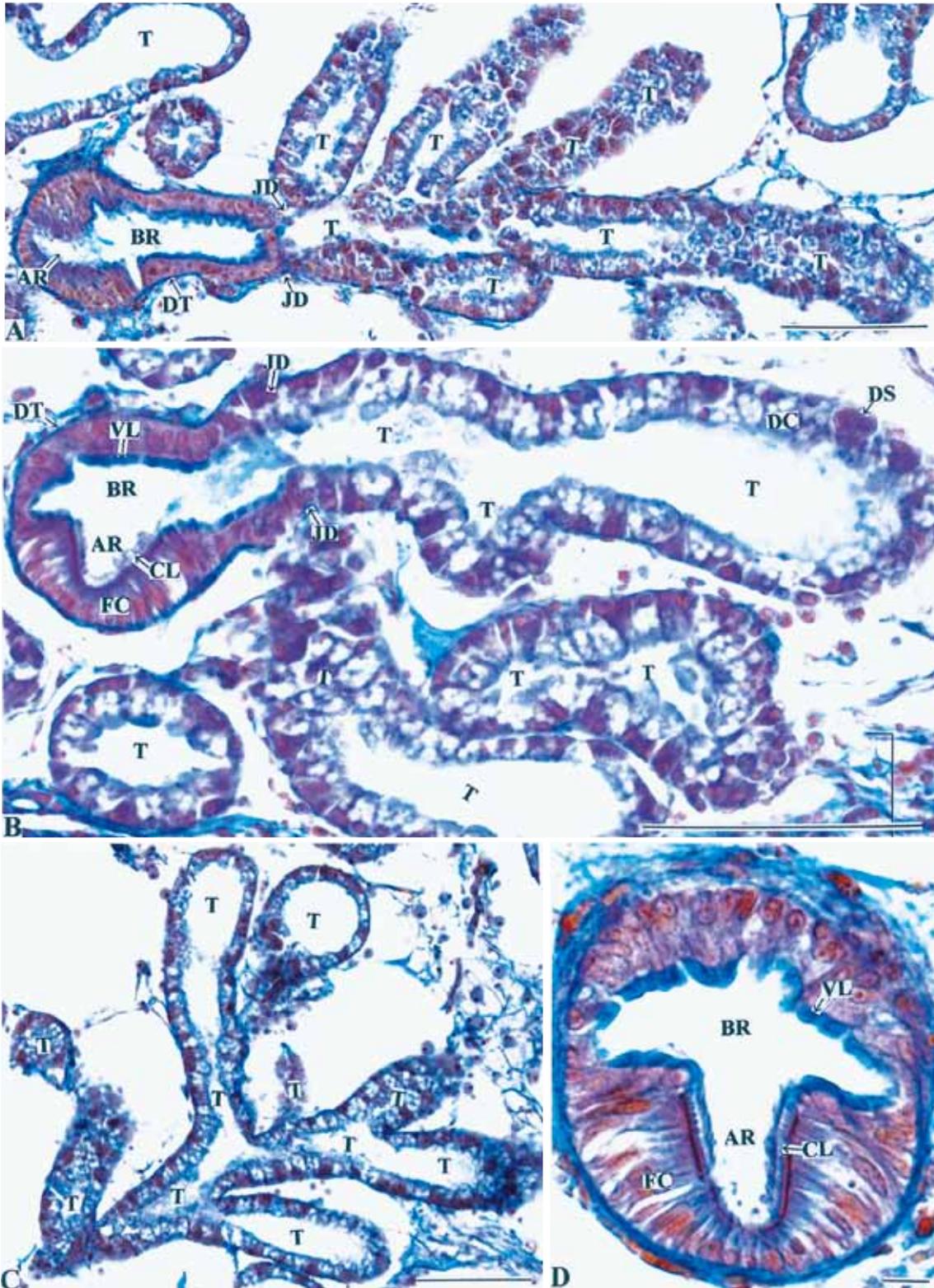


Fig. 5. *Mytilus galloprovincialis* (PTERIOMORPHIA, Isofilibranchia, Mytiloidea, Mytiloidae). A and B, tubule and duct; C, tubule; D, duct. Azan staining. Bar in A-C = 100  $\mu$ m, and bar in D = 10  $\mu$ m.

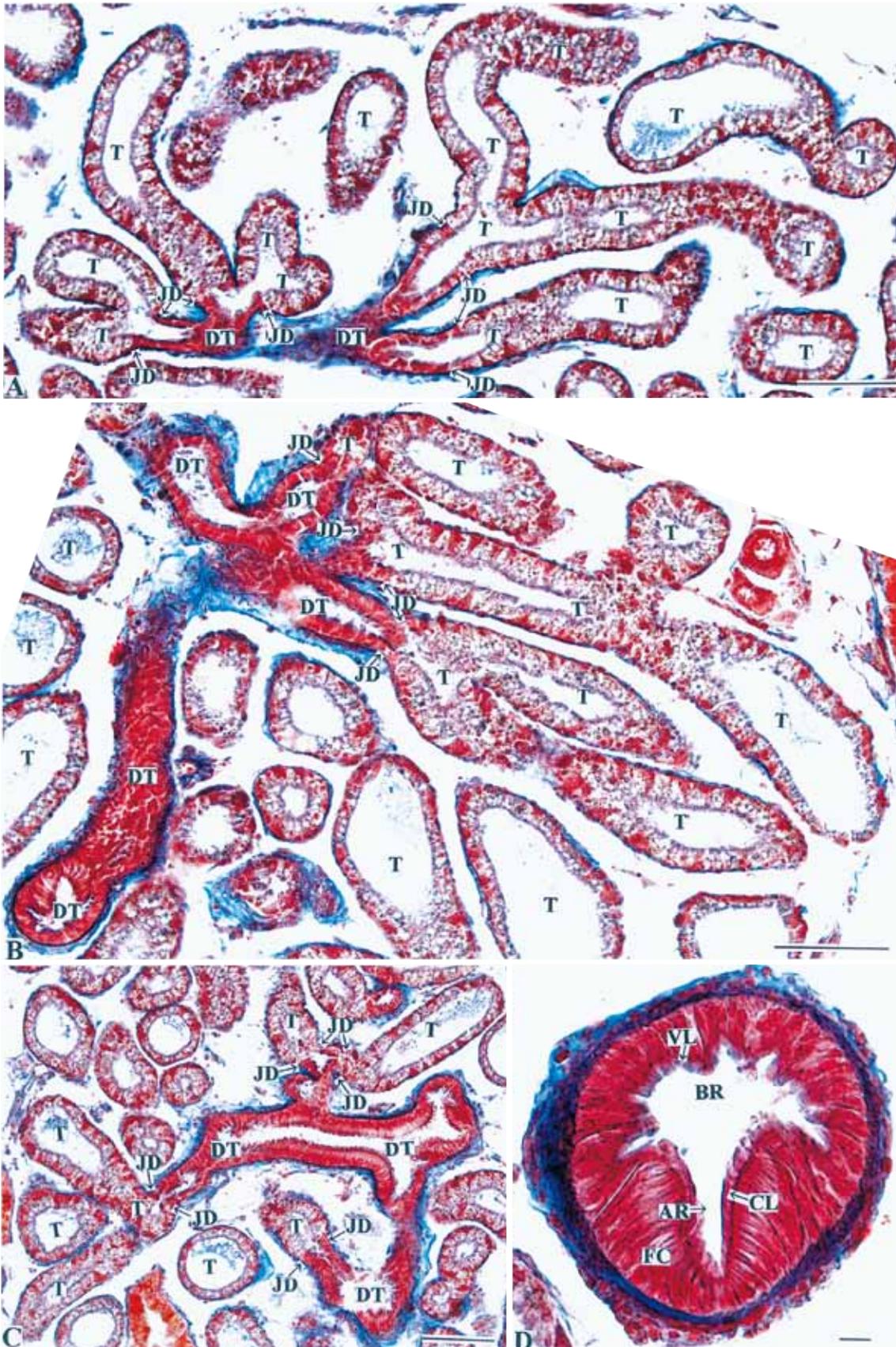


Fig. 6. *Septifer virgatus* (PTERIOMORPHIA, Isofilibranchia, Mytiloidea, Mytiloidea). A-C, tubule and duct; D, duct. Azan staining. Bars in A-C = 100 μm, and bar in D = 10 μm.

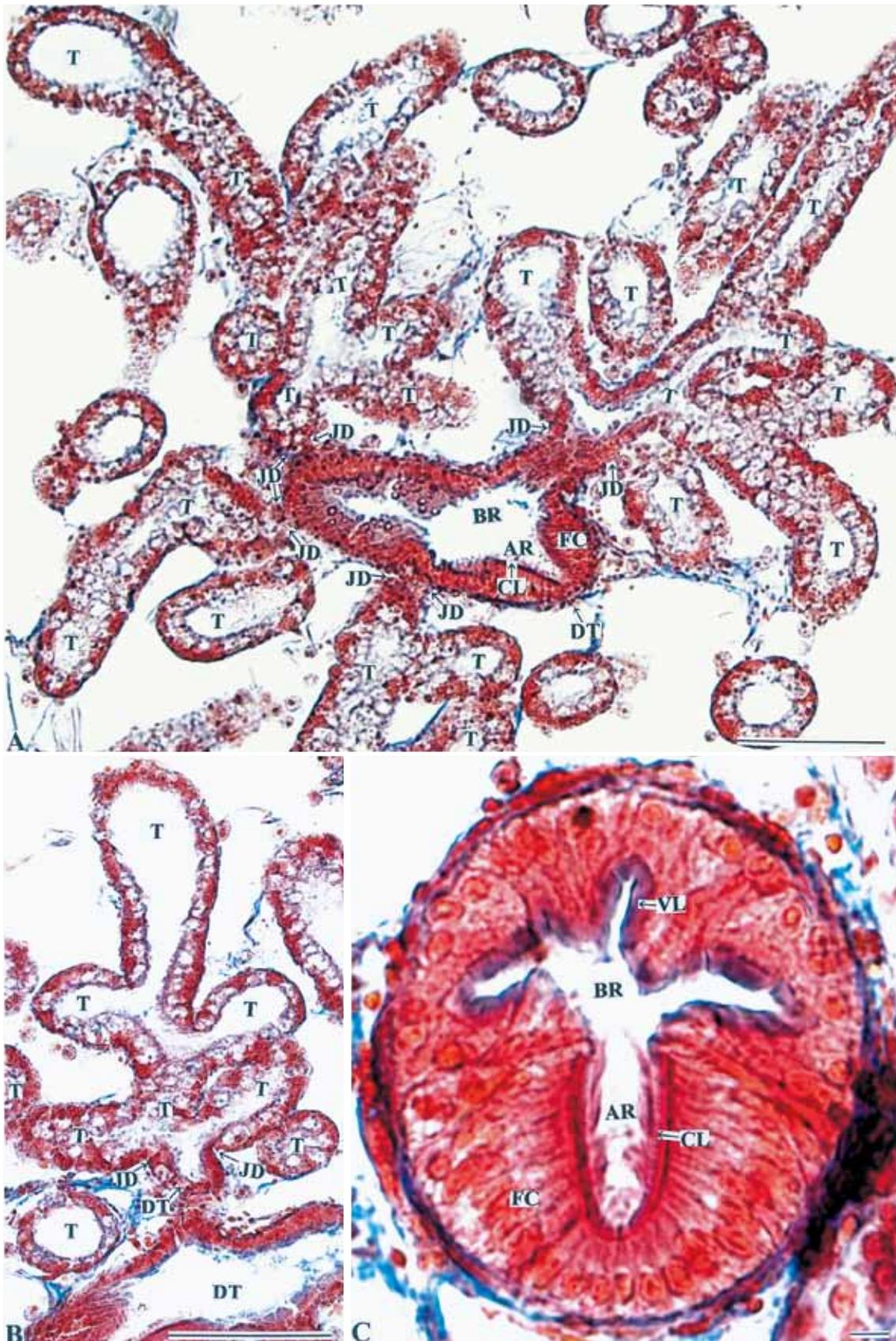


Fig. 7. *Modiolus nipponicus* (PTERIOMORPHIA, Isofilibranchia, Mytiloidea, Mytiloidea). A and B, tubule and duct; C, duct. Azan staining. Bars in A and B= 100 μm, and bar in C = 10 μm.

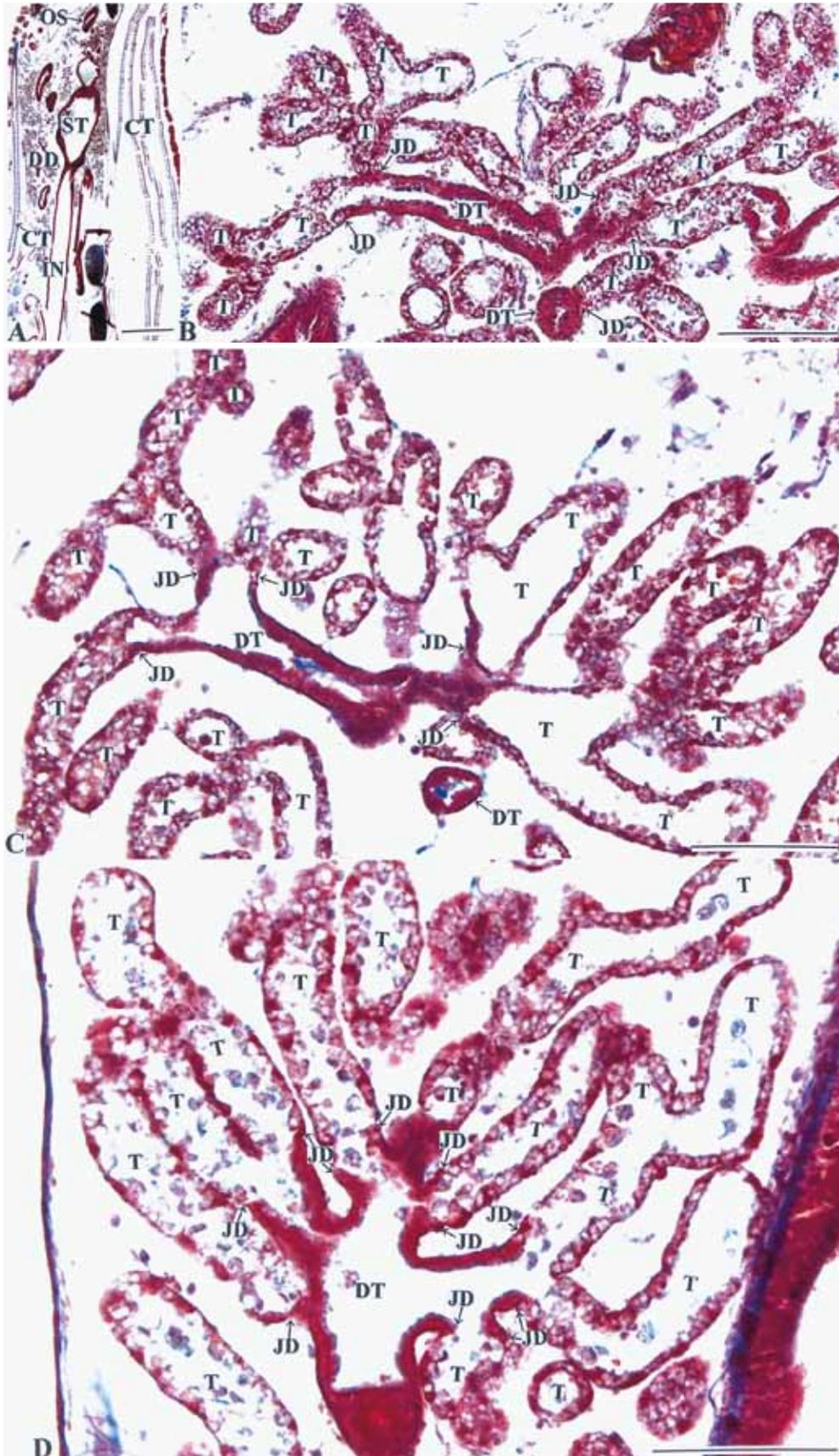
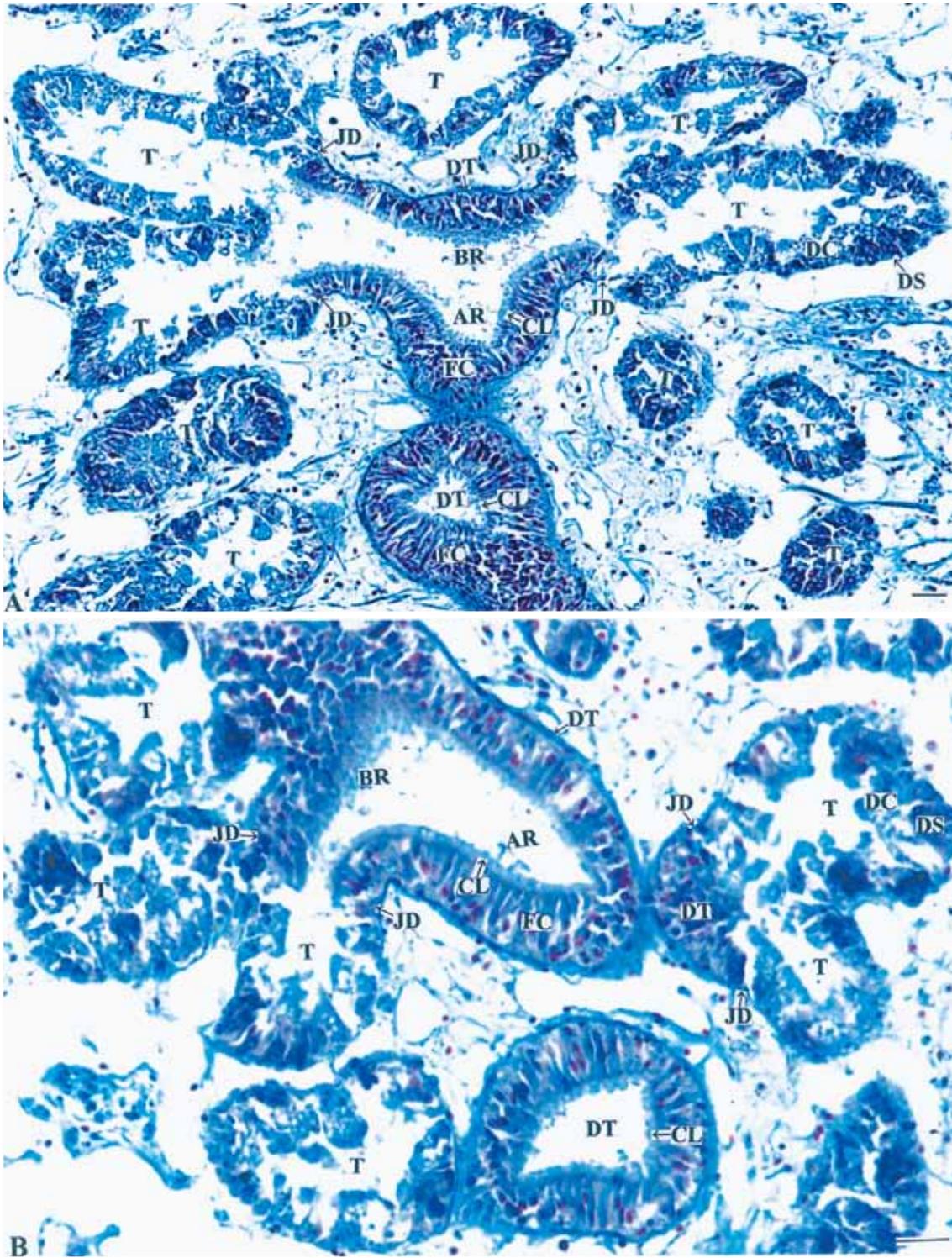


Fig. 8. *Musculista senhousia* (PTERIOMORPHIA, Isofilibranchia, Mytiloidea, Mytiloidea). A, stomach and digestive diverticula; B-D, tubule and duct. Azan staining. Bar in A = 1 mm, bars in B-D = 100 μm.



**Fig. 9.** *Pinctada fucata martensii* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Pterioida, Pteriidae). A and B, tubule and duct. Azan staining. Bars = 10 μm

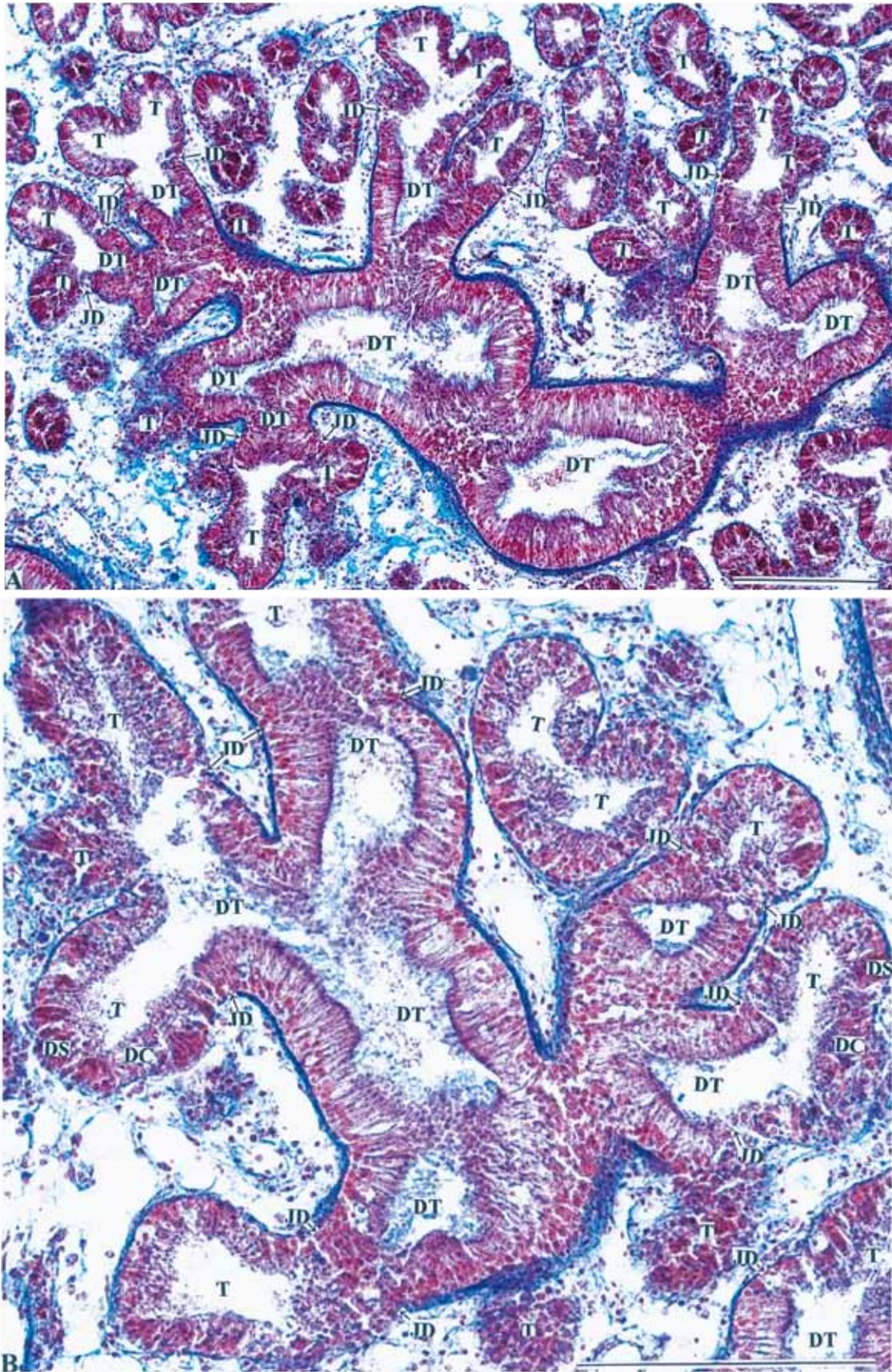


Fig. 10. *P. margaritifera* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Pterioida, Pteriidae). A and B, tubule and duct. Azan staining. Bars = 100  $\mu$ m.



Fig. 11. *Atrina (Servatrina) lischkeana* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Pterioida, Pinnidae). A and B, tubule and duct. Azan staining. Bars = 100  $\mu$ m.

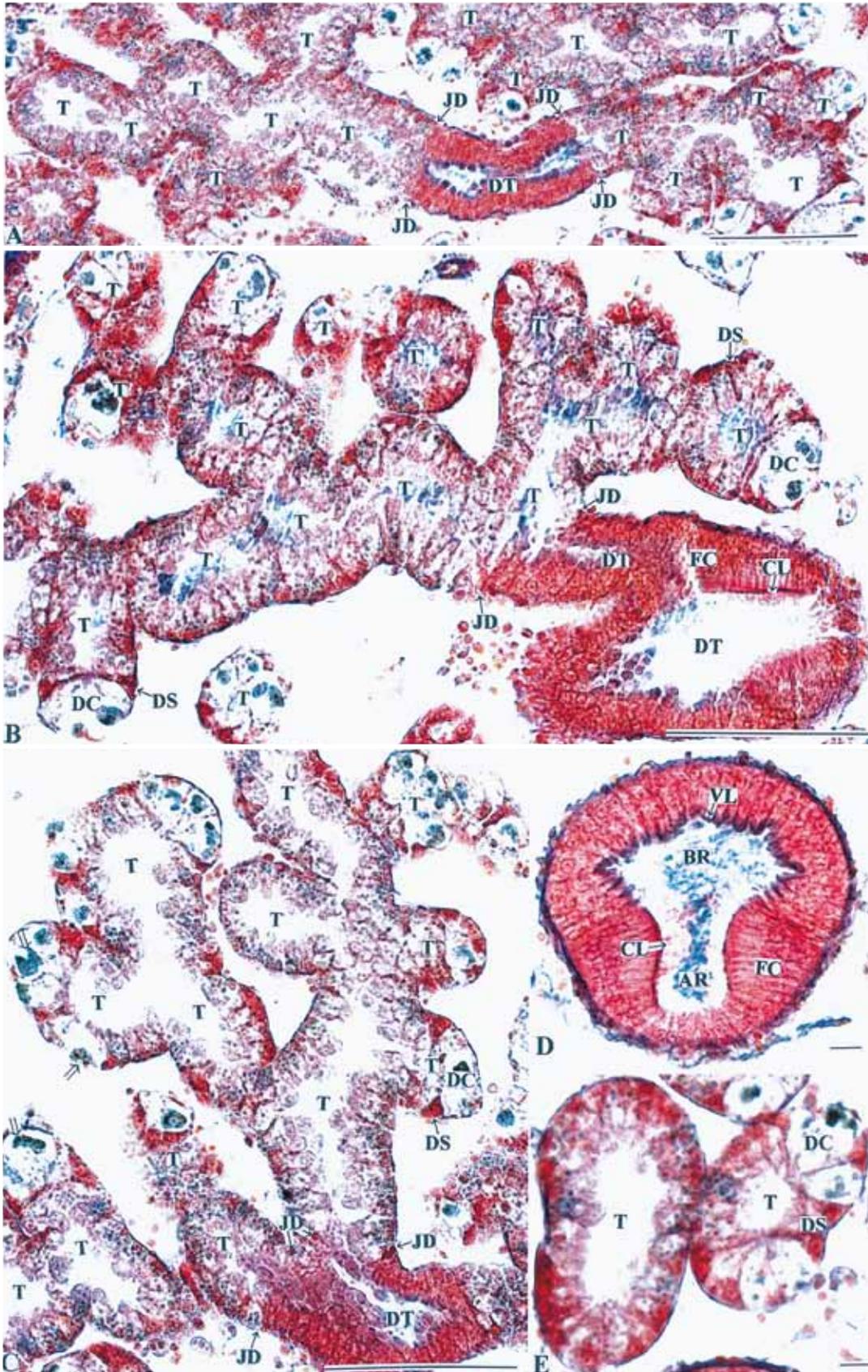
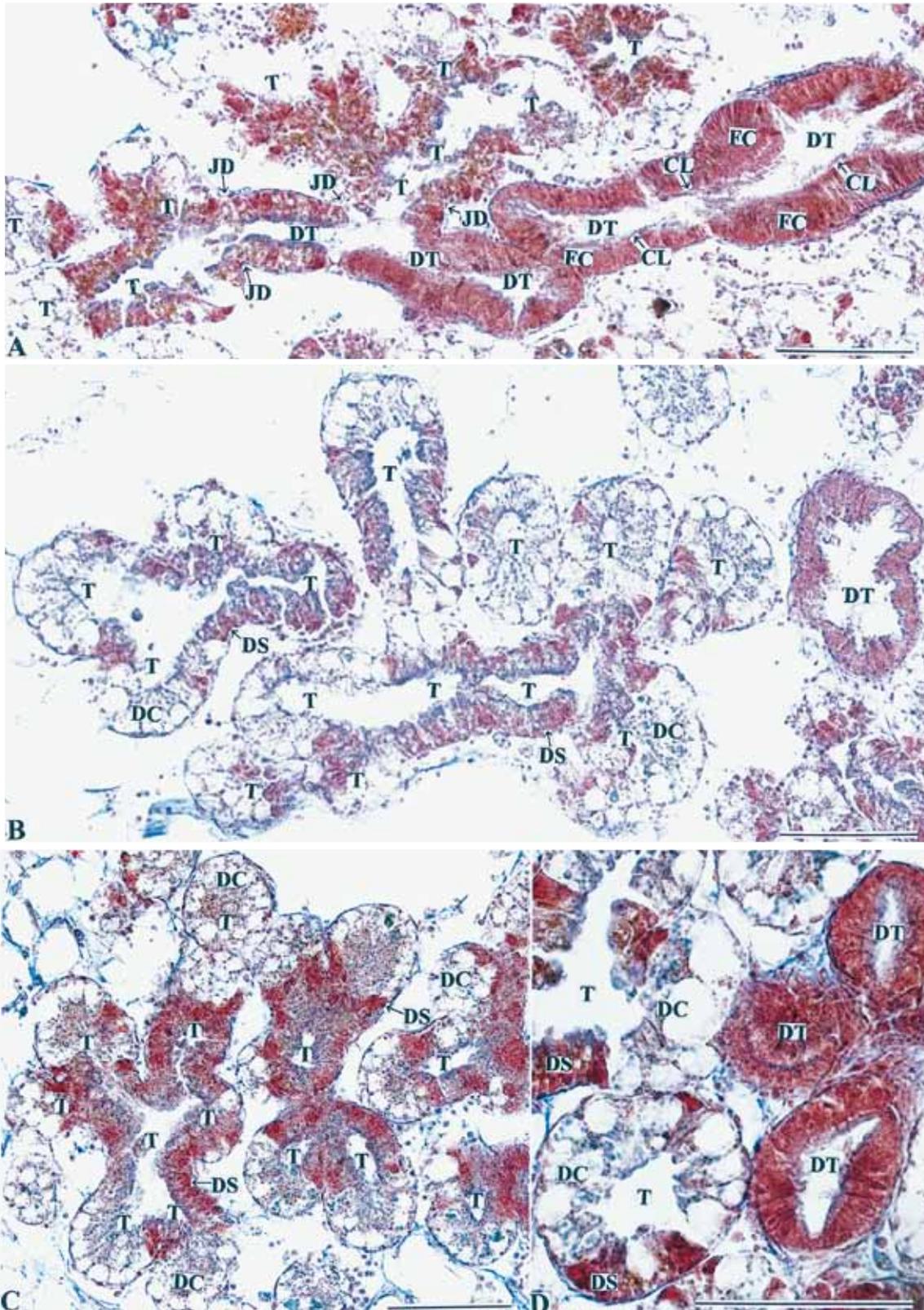


Fig. 12. *Chlamys (Azumapecten) farreri nipponensis* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Ostreoida, Pectinidae). A-C, tubule and duct; D, duc; E, tubule. Arrows indicate the digestive cell phagocytosed the suspended matter. Azan staining. Bars in A-C = 100  $\mu$ m, and bars in D and E = 10  $\mu$ m.



**Fig. 13.** *Patinopecten yessoensis* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Ostreoida, Pectinidae). A, B and D, tubule and duct; C, tubule. Azan staining. Bars in A-D = 100 μm.

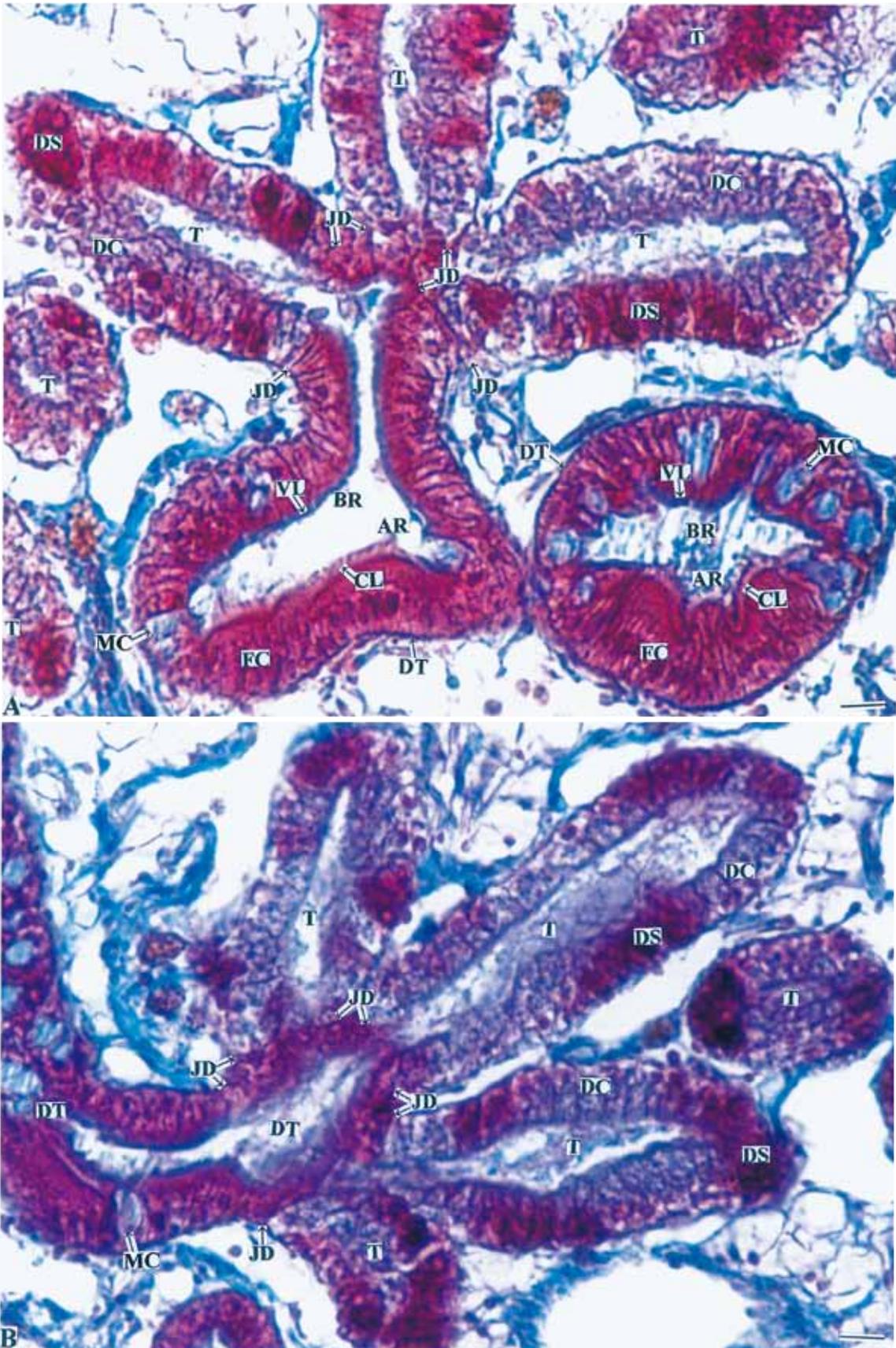


Fig. 14. *Crassostrea gigas* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Ostreoida, Ostreidae). A and B, tubule and duct. Azan staining. Bars in A and B = 10  $\mu$ m

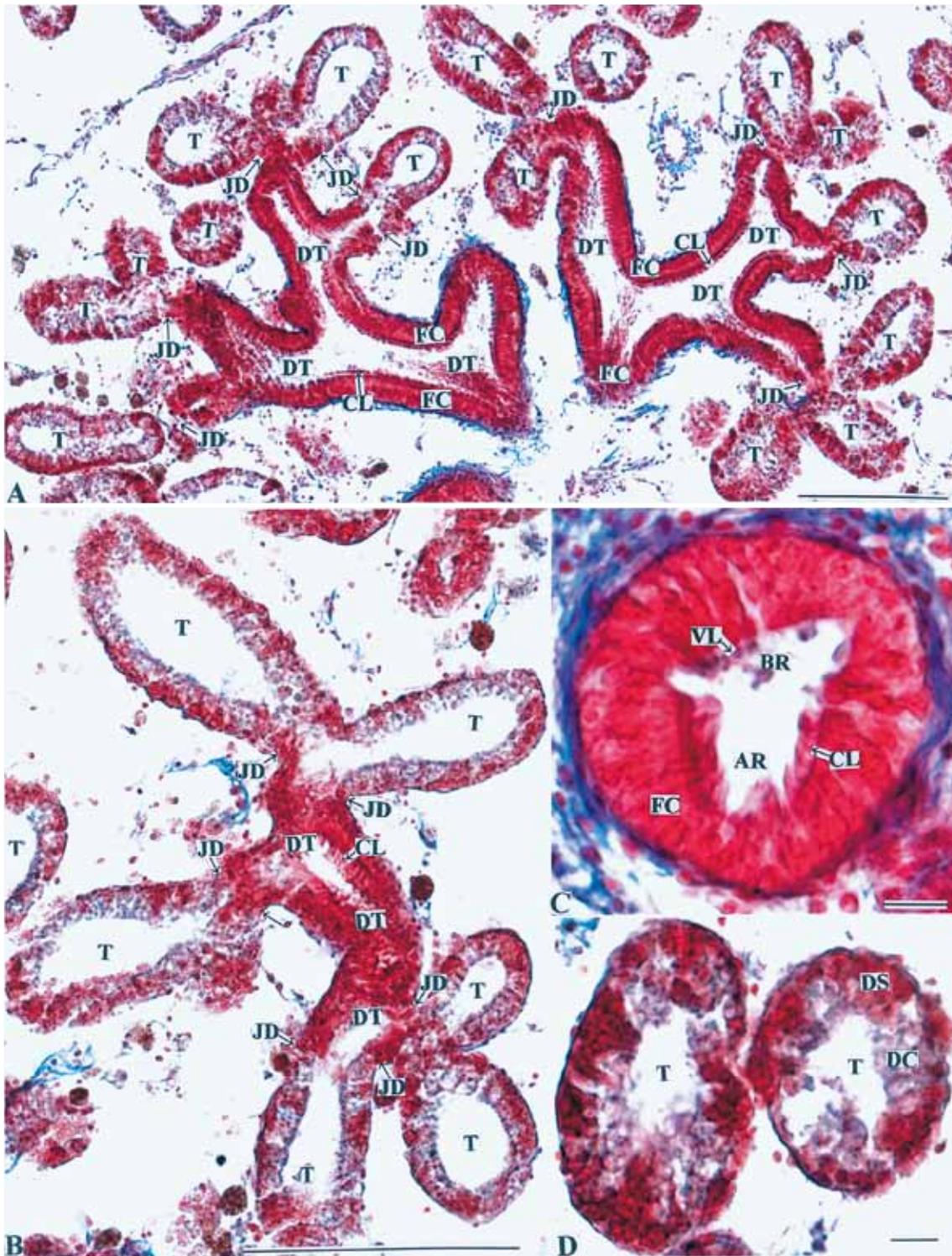


Fig. 15. *C. nippona* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Ostreoida, Ostreidae). A and B, tubule and duct; C, duct; D, tubule. Azan staining. Bars in A and B = 100  $\mu$ m, bars in C and D = 10  $\mu$ m.

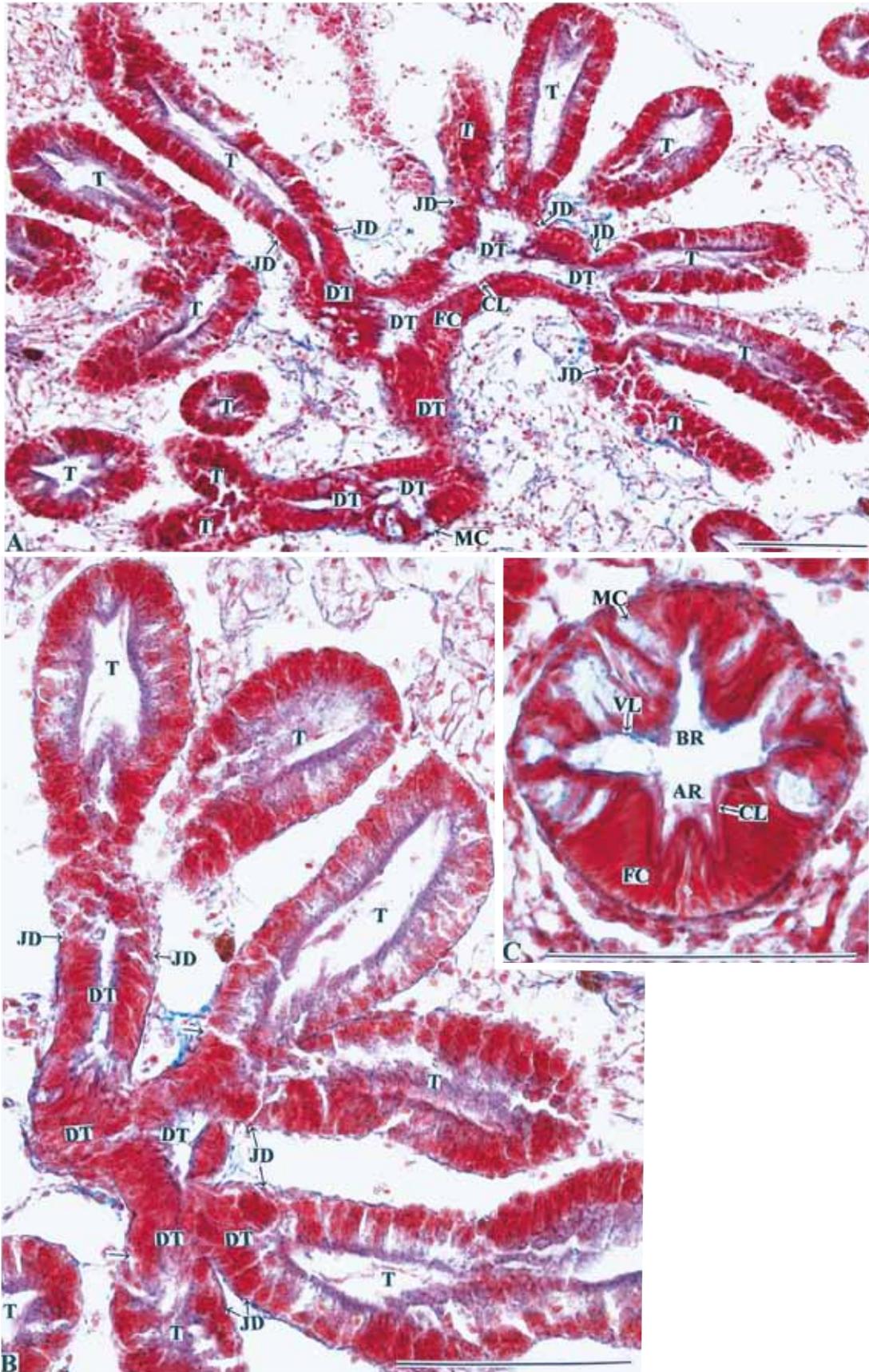
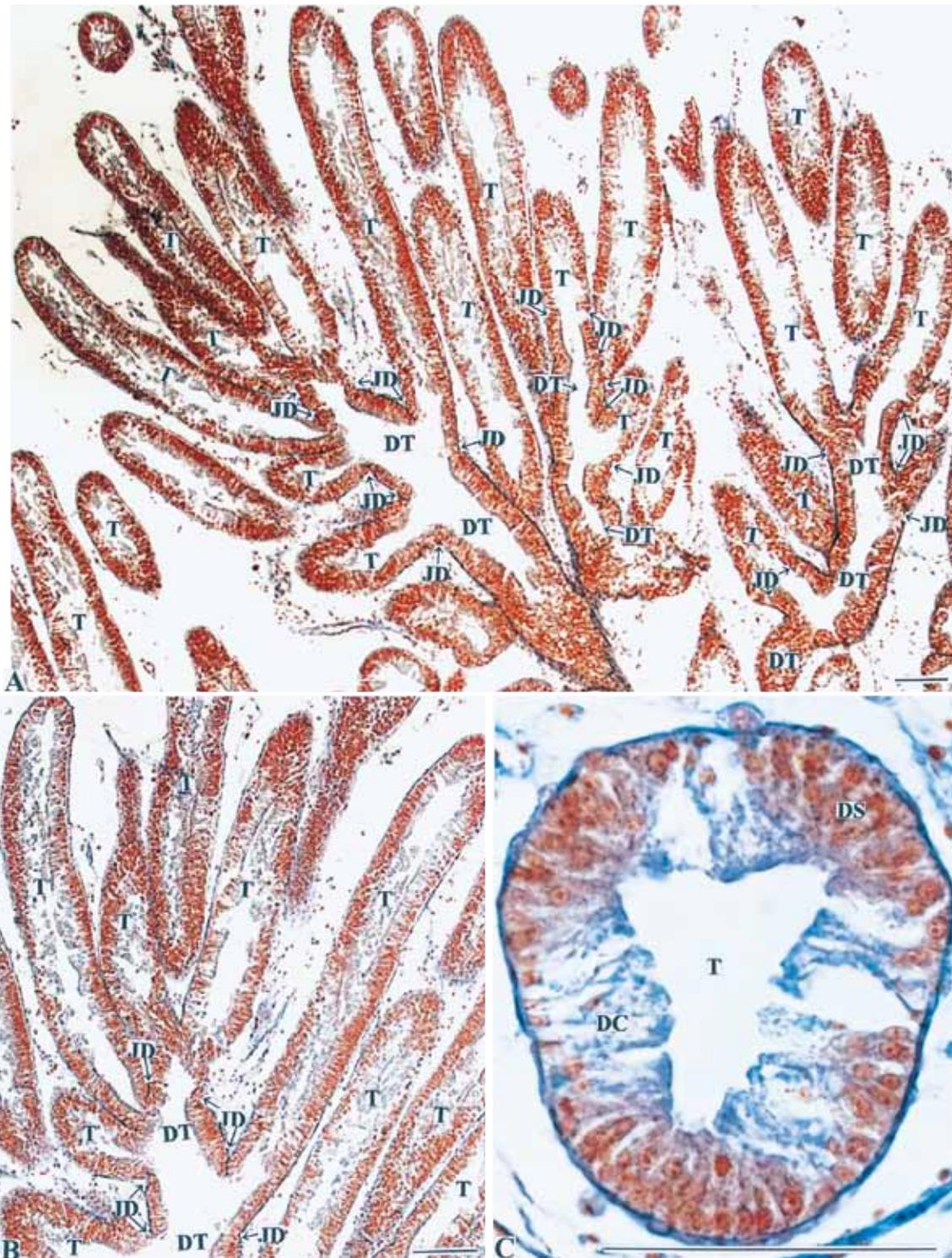


Fig. 16. *Saccostrea kegaki* (PTERIOMORPHIA, Pseudolamellibranchia, Ostreoida, Ostreidae). A and B, tubule and duct; C, duct. Azan staining. Bars in A-C = 100  $\mu$ m.



**Fig. 17.** *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (PLAEOTHERODONTA, Palaeolamellibranchia, Unionida, Unionidae). A and B, tubule and duct; C, tubule. Azan staining. Bars in A-C = 100 μm.

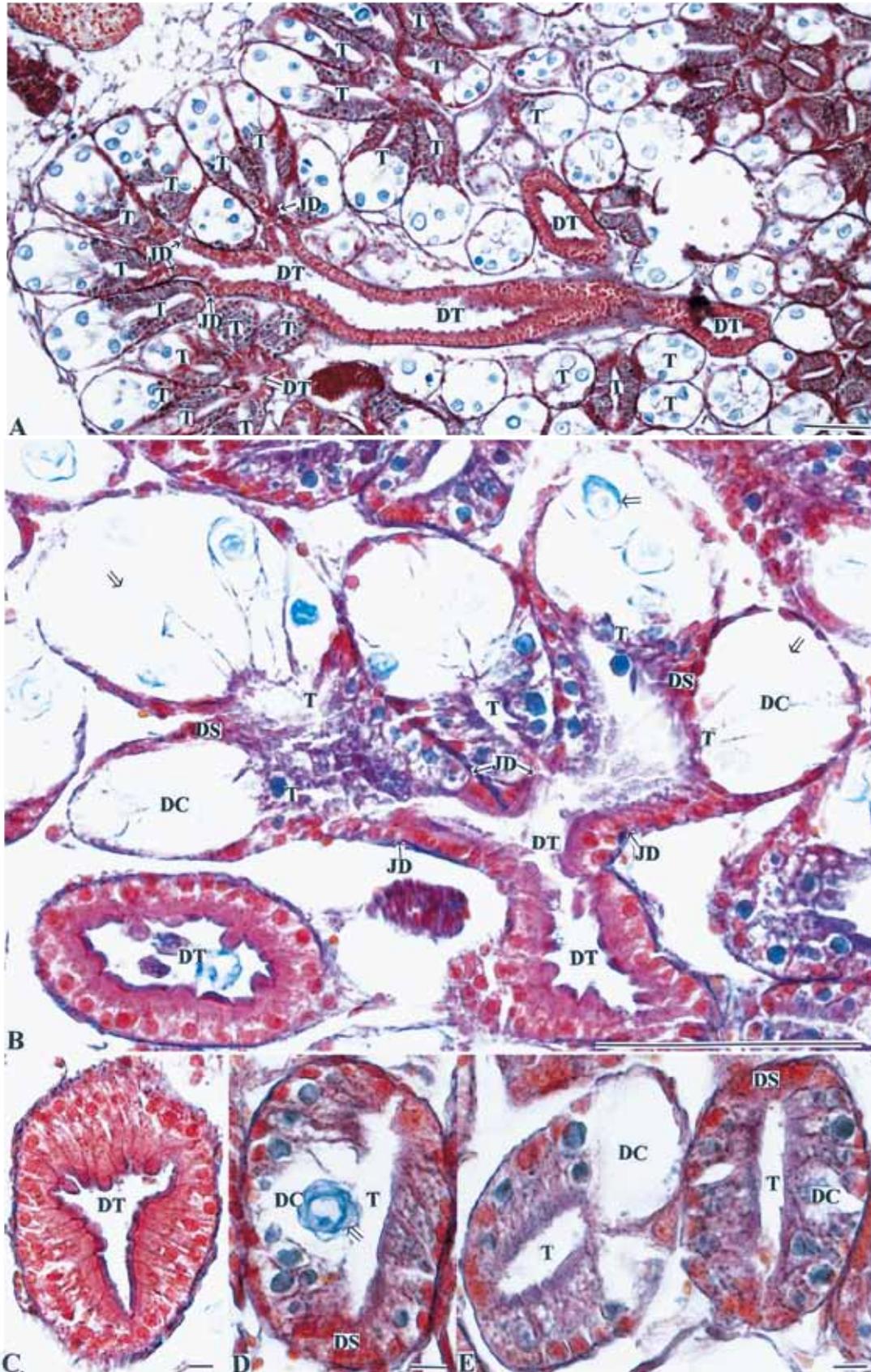


Fig. 18. *Cardita leana* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Carditidae). A and B, tubule and duct; C, duct; D and E, tubule. Arrows indicate the digestive cell phagocytosed the suspended matter. Azan staining. Bars in A and B = 100  $\mu$ m, bars in C-E = 10  $\mu$ m.

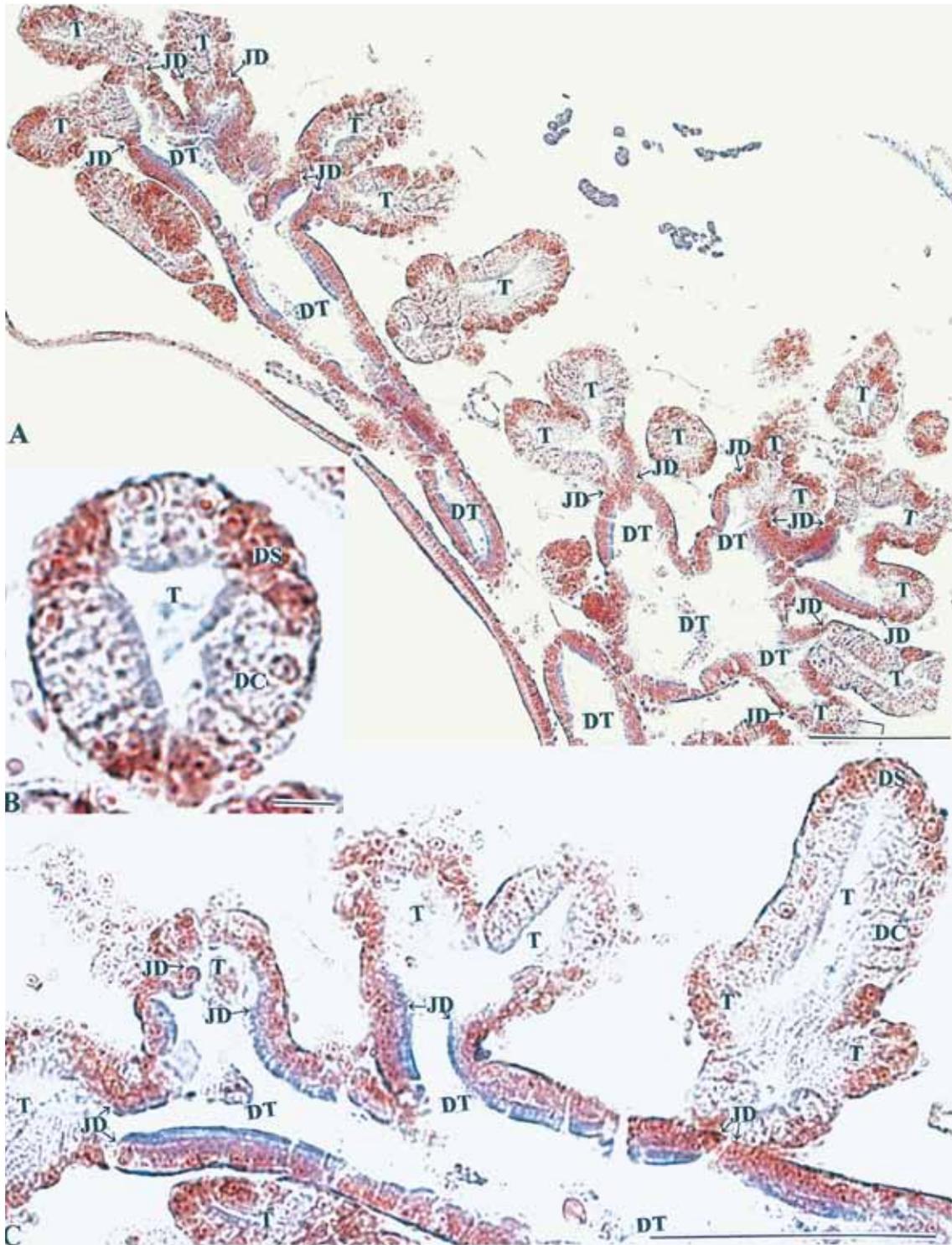


Fig. 19. *Mactra chinensis* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Tridacnidae). A and C, tubule and duct; B, tubule. Azan staining. Bars in A and C = 100  $\mu$ m, bar in B = 10  $\mu$ m.



Fig. 20. *Pseudocardium sachalinense* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Tridacnidae). A and B, tubule and duct. Azan staining. Bars in A and B = 100  $\mu$ m.

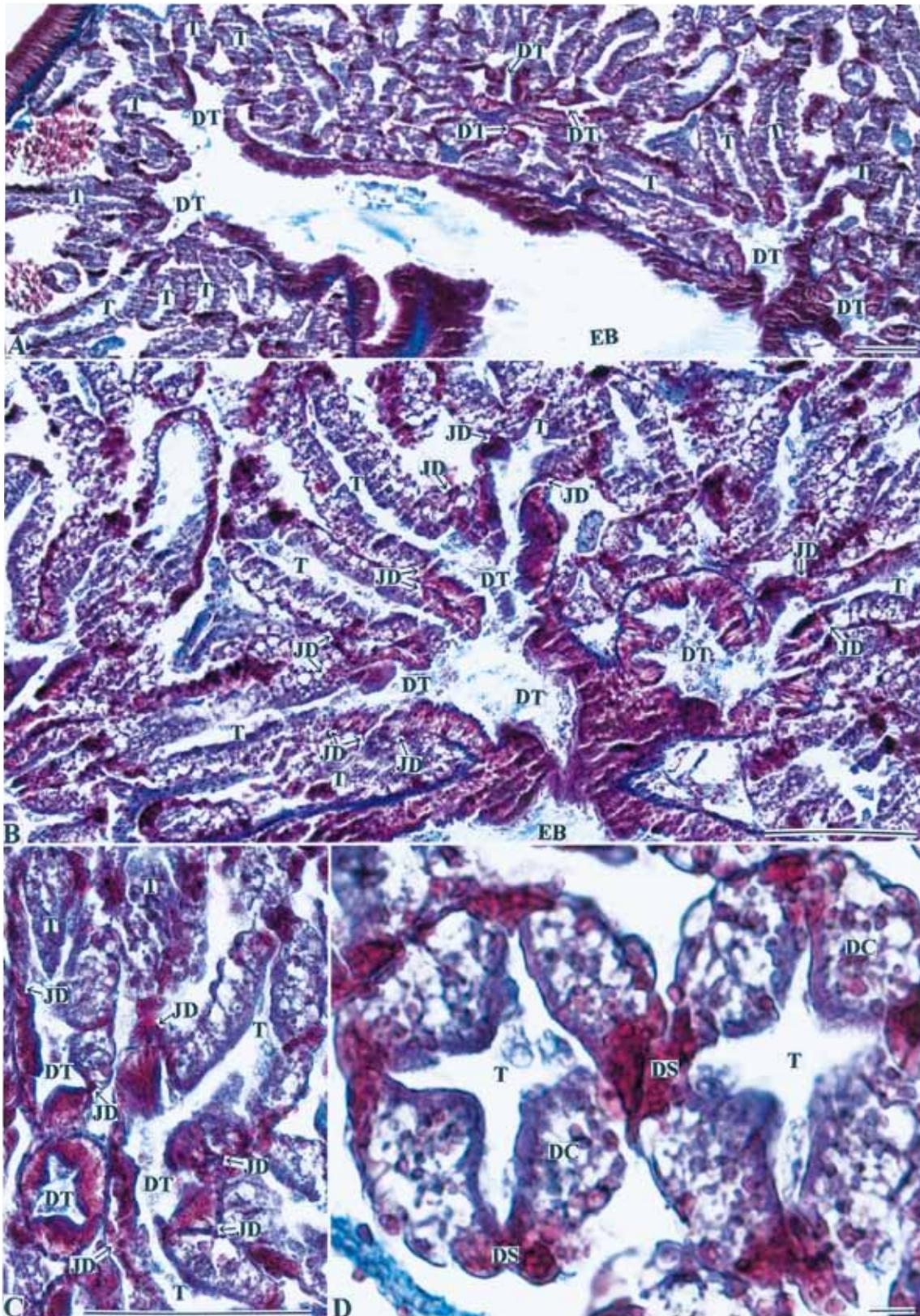


Fig. 21. *Atactodea striata* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Mesodesmatidae). A-C, tubule and duct; D, tubule. Azan staining. Bars in A-C = 100  $\mu$ m, bar in D = 10  $\mu$ m.

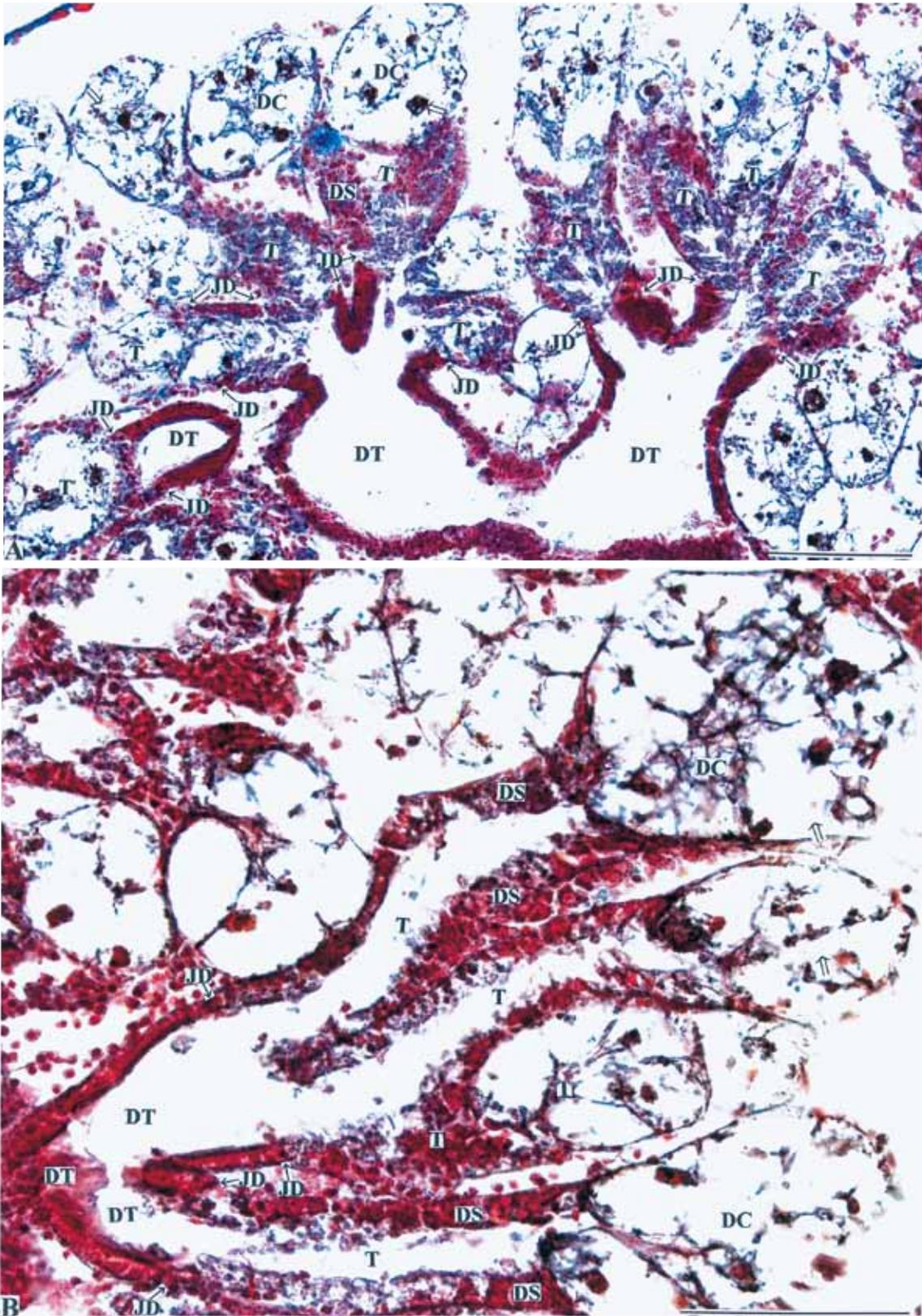
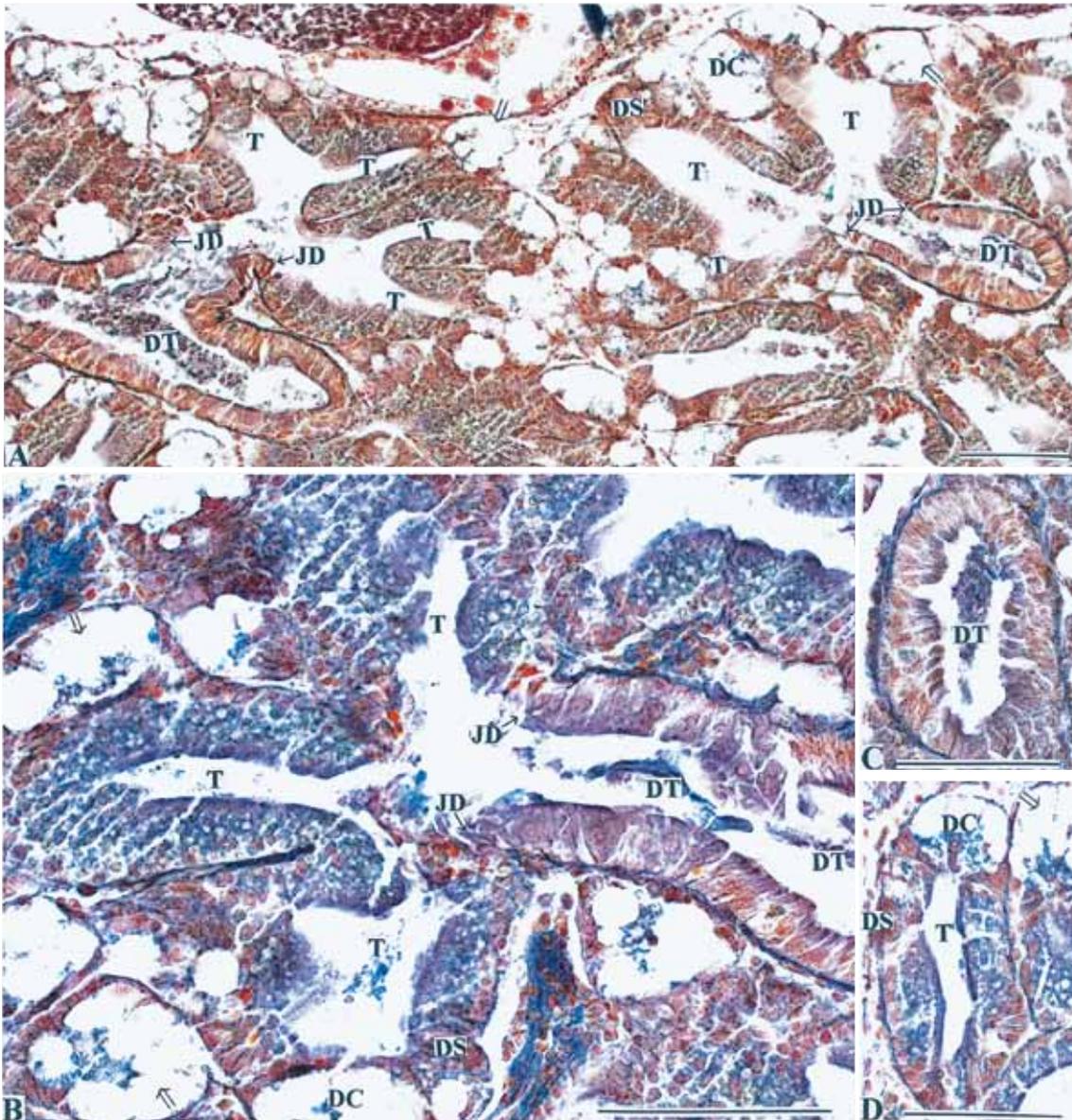


Fig. 22. *Latona cuneata* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Donacidae). A and B, tubule and duct. Arrows indicate the digestive cell phagocytosed the suspended matter. Azan staining. Bars in A and B = 100  $\mu$ m.



**Fig. 23.** *Megangulus venulosa* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Tellinidae). A and B, tubule and duct; C, duct; D, tubule. Arrows indicate the digestive cell phagocytosed the suspended matter. Azan staining. Bars in A-D = 100 μm.

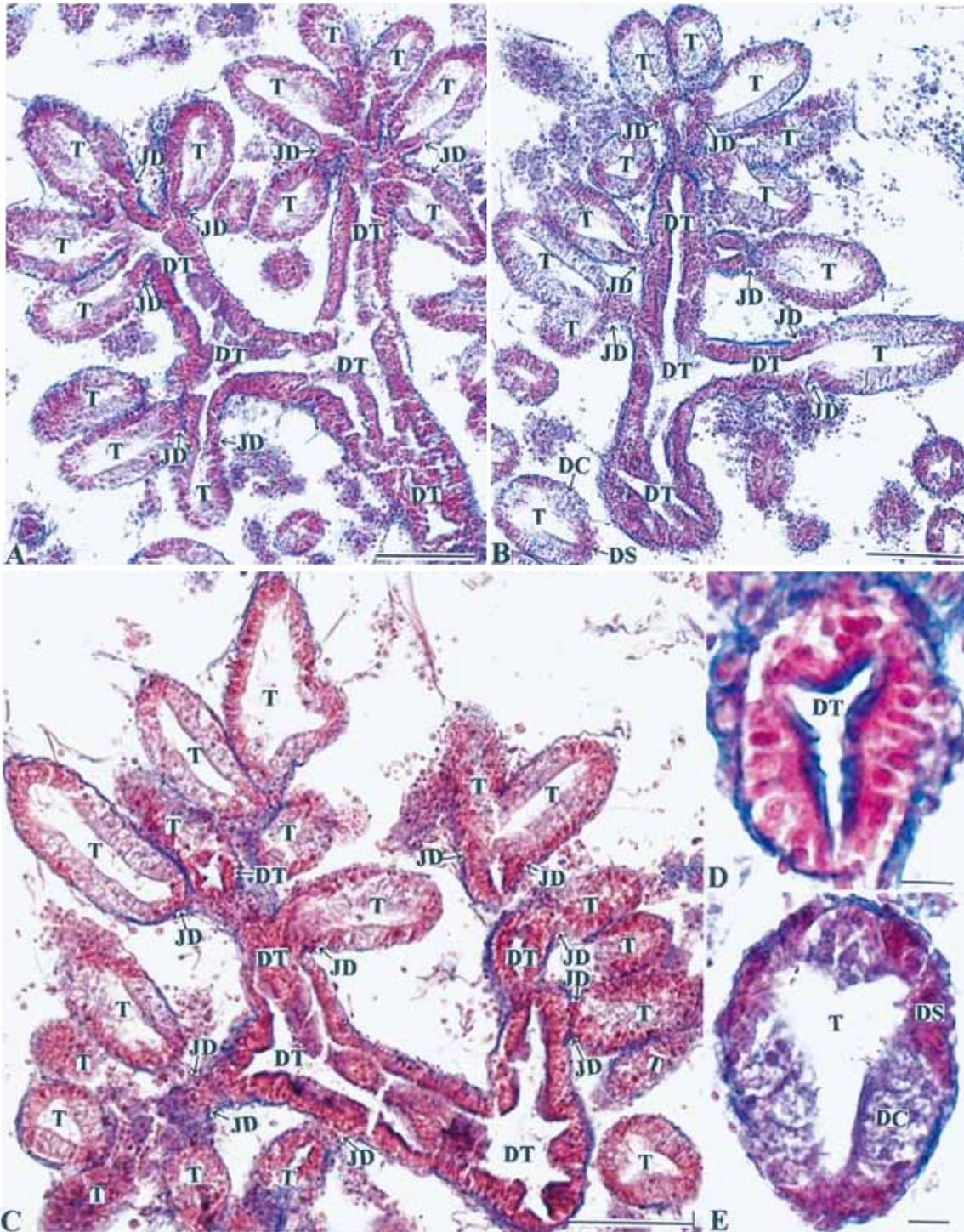


Fig. 24. *Sinonovacula constricta* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroidea, Pharellidae). A-C, tubule and duct; D, duct; E, tubule. Azan staining. Bars in A-C = 100  $\mu$ m, bars in D and E = 10  $\mu$ m.

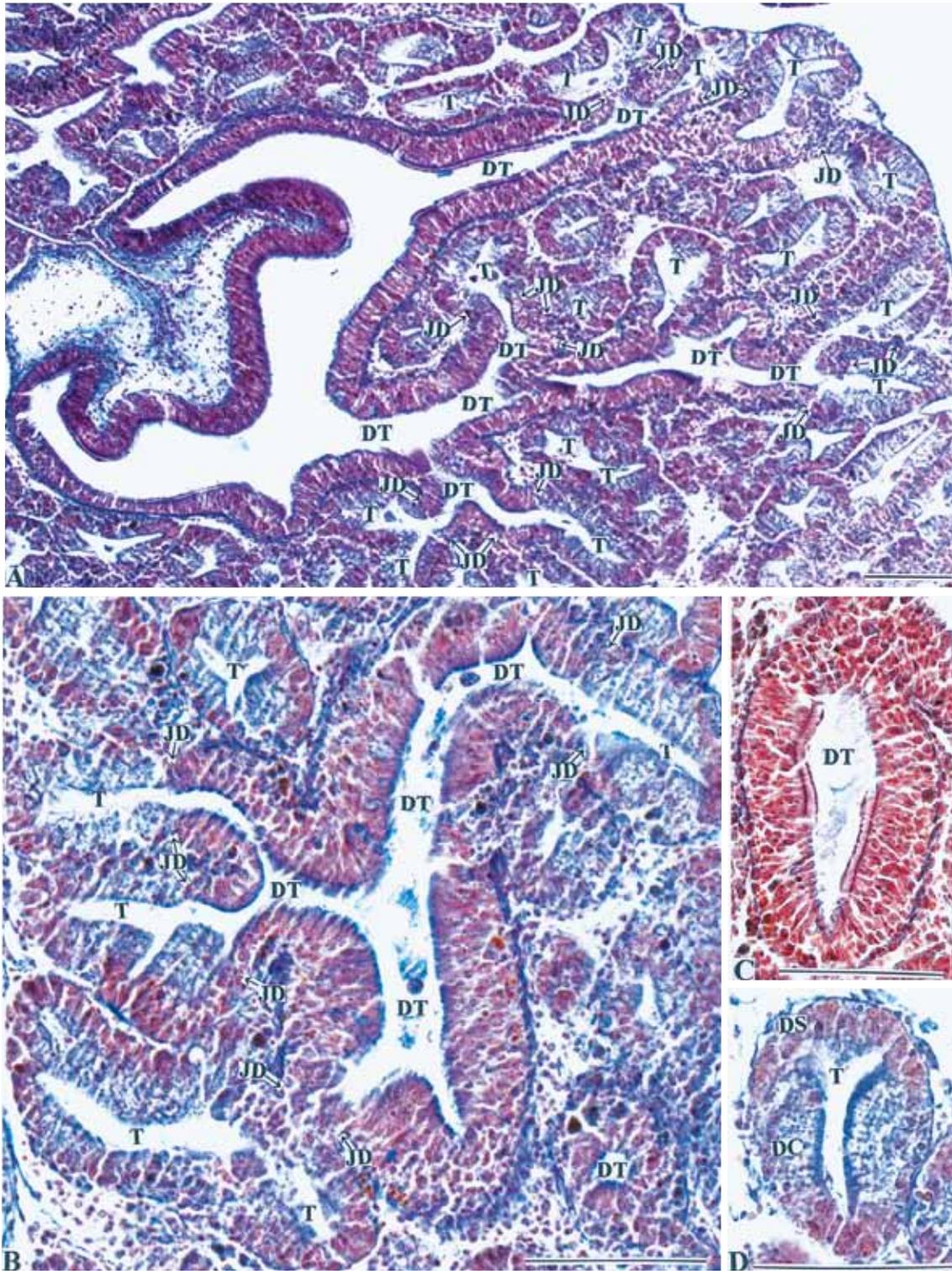


Fig. 25. *Solen strictus* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Solenidae). A and B, tubule and duct; C, duct; D, tubule. Azan staining. Bars in A-D = 100  $\mu$ m.

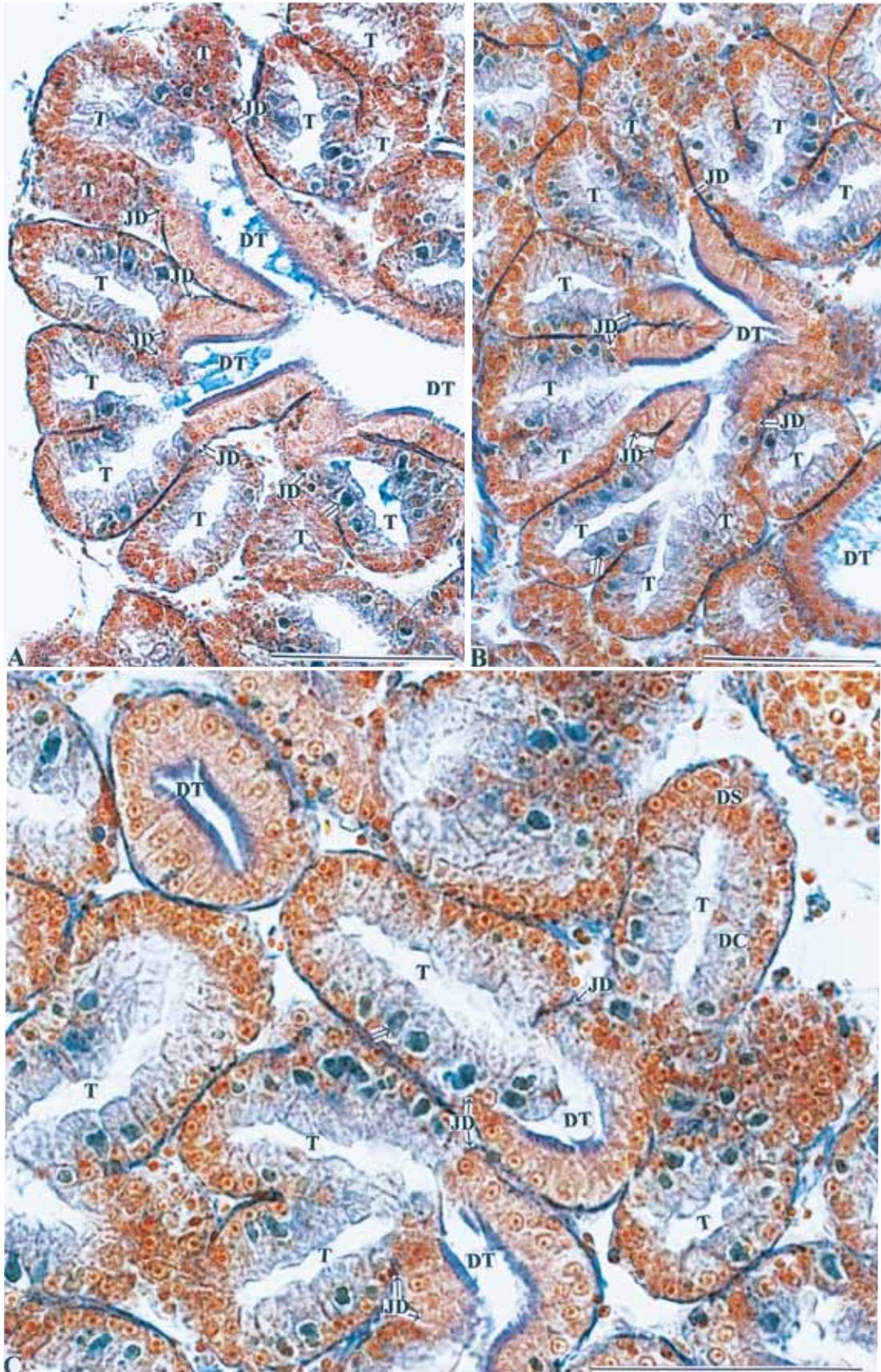


Fig. 26. *Protothaca jadoensis* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Veneridae). A-C, tubule and duct. Arrows indicate the digestive cell phagocytosed the suspended matter. Azan staining. Bars in A-C = 100  $\mu$ m.

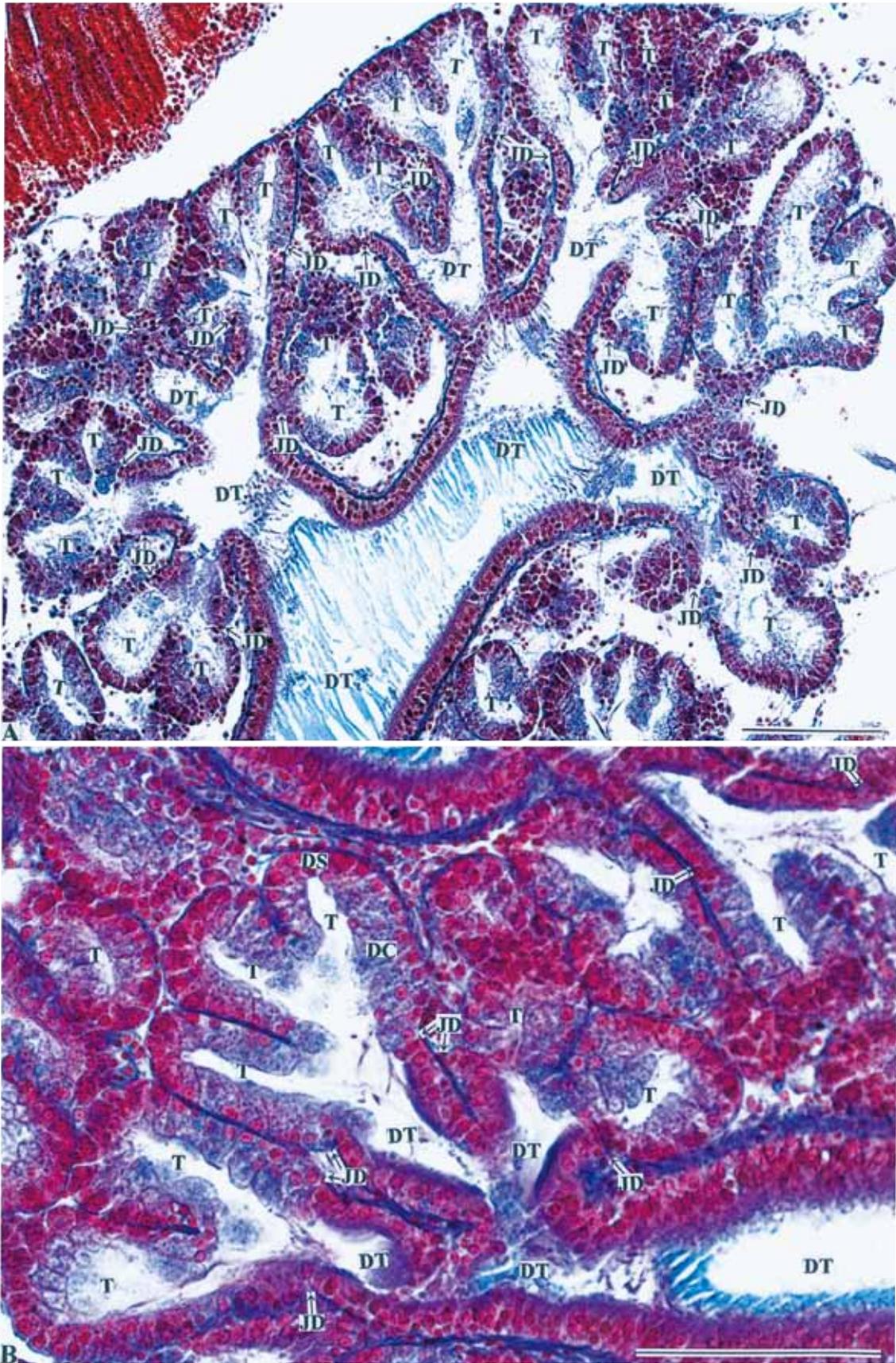


Fig. 27. *Ruditapes philippinarum* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Veneridae). A and B, tubule and duct. Azan staining. Bars in A and B = 100 μm.

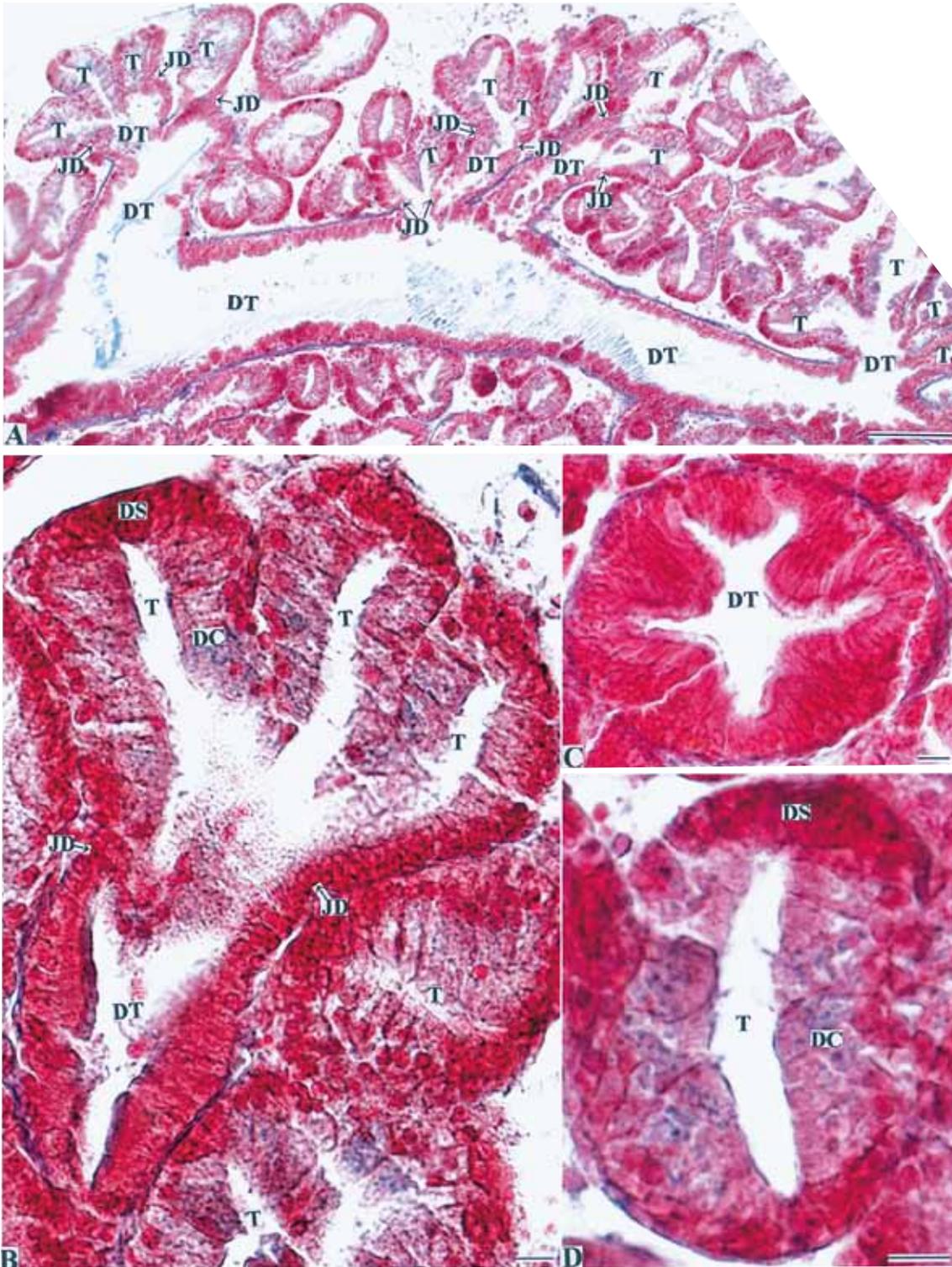


Fig. 28. *Gomphina semicancellata* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Veneridae). A and B, tubule and duct; C, duct; D, tubule. Azan staining. Bar in A = 100 μm, bars in B-D = 10 μm.

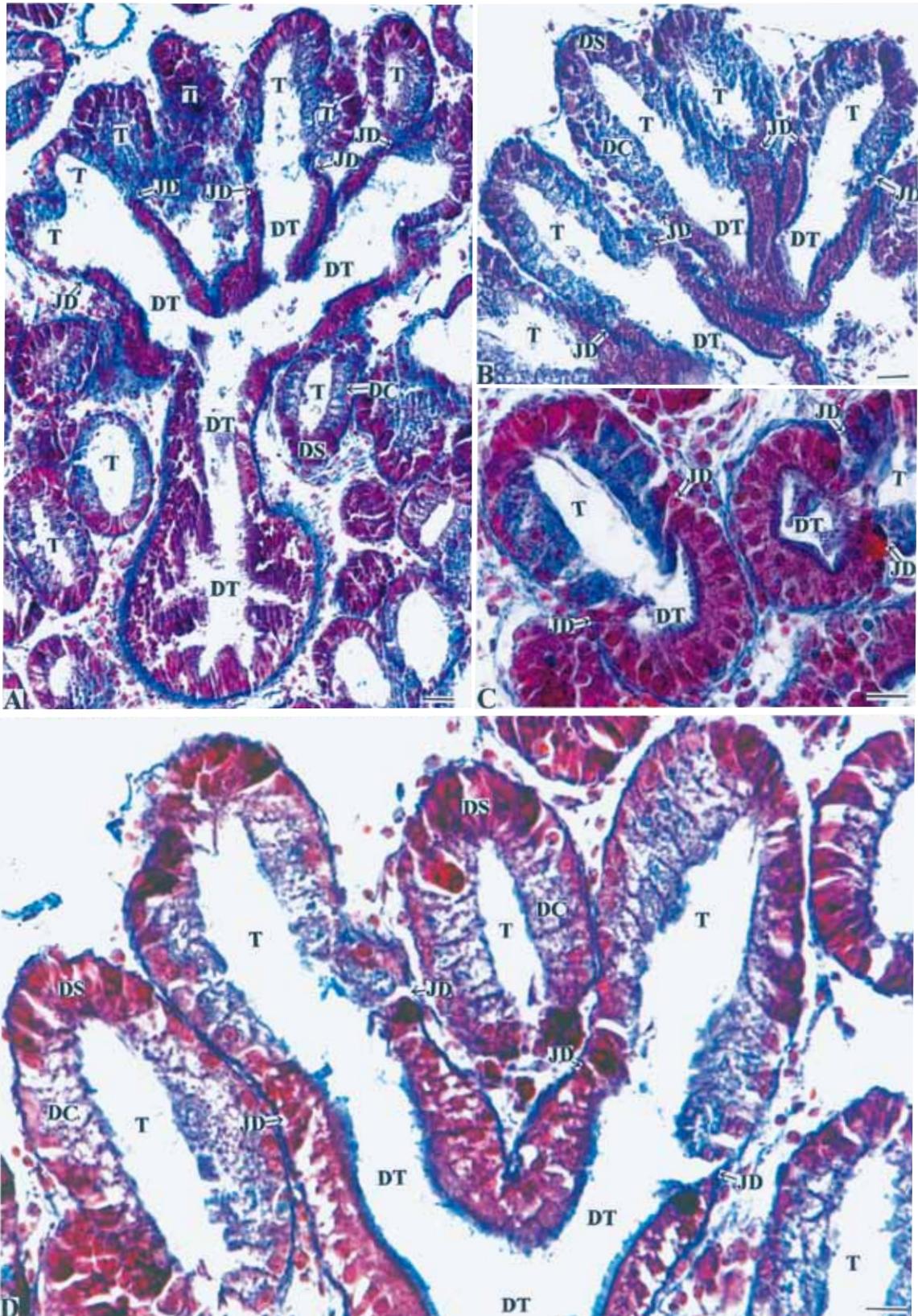


Fig. 29. *Meretrix lusoria* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroidea, Veneridae). A-D, tubule and duct. Azan staining. Bars in A-D = 10  $\mu$ m.

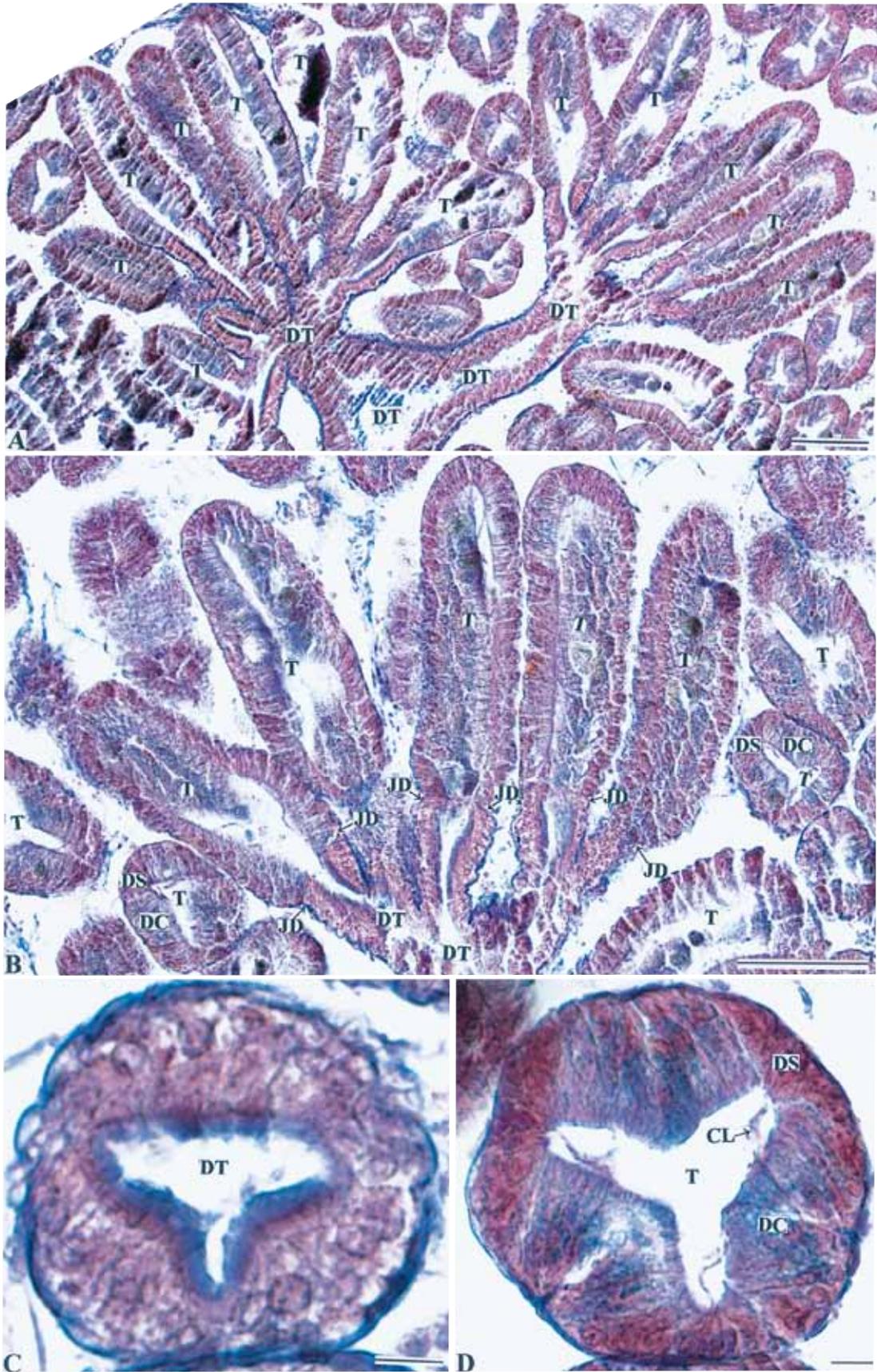


Fig. 30. *Cyclina sinensis* (HETERODONTA, Eulamellibranchia, Veneroida, Veneridae). A and B, tubule and duct; C, duct; D, tubule. Azan staining. Bars in A and B = 100  $\mu$ m, bars in C and D = 10  $\mu$ m.