

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

山元憲一[†]，半田岳志

Structure of Tubules of Digestive Diverticula in Neogastropoda, Cephalaspidea, Aplysiomorpha, Nudibranchia and Basommatophora (PROSOBRANCHIA, OPISTHOBRANCHIA and PULMONATA : GASTROPODA)

Ken-ichi Yamamoto[†] and Takeshi Handa

Abstract : Tubules of digestive diverticula in five species of Neogastropoda, one species of Cephalaspidea, one species of Aplysiomorpha, two species of Nudibranchia and one species of Basommatophora were observed by means of the tissue preparations by Azan staining. Tubules of Neogastropoda show the dichotomous branching type. Tubules of Cephalaspidea, Aplysiomorpha, Nudibranchia and Basommatophora show the monopodial branching type.

Key words : Neogastropoda, Cephalaspidea, Aplysiomorpha, Nudibranchia, Basommatophora, Tubule type

Nakazima¹⁾ は軟体動物の中腸腺細管の型を，大きな萎んだ袋状を呈する monopodial branching type (単軸分岐型)，枝分かれを繰り返す dichotomous branching type (又状分岐型) および導管の先端に同細管の小室が1～数个連結した simple branching type (単分岐型) の3つに大別している。腹足綱前鰓亜綱カサガイ目ではヨメガサガイ科およびユキノカサガイ科は又状分岐型を，古腹足目ではミミガイ科およびスカシガイ科は単軸分岐型を，ニシキウズガイ科およびサザエ科は又状分岐型を，アマオブネガイ目ではアマオブネガイ科は又状分岐型を示すことが報告されている¹⁻⁵⁾。盤足目では，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* は単軸分岐型を示すとされている^{1, 6)}。山元・半田⁴⁾ は，盤足目についてタマキビ科も含めた8科12種を調べた結果，いずれも又状分岐型を示したことを報告している。以上のように，中腸腺細管の型は，カサガイ目，古腹足目，アマオブネガイ目，盤足目へ向けて，単軸分岐型か

ら又状分岐型へと単純に変化しているようには見られない。

本研究では，腹足綱の中腸腺細管の発達過程を明らかにする目的で，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の構造を組織標本を用いて調べた。なお，分類は波部⁷⁾，首藤⁸⁾ および奥谷⁹⁾ に従った。

材料および方法

実験には，新腹足目としてアッキガイ科 Muricidae のヒメヨウラクガイ *Elgaratax contractus*，イボニシ *Thais (Reishia) clavigera*，レイシガイ *Thais (Reishia) bronni*，アカニシ *Rapana venosa* およびイトマキボラ科 Fascioliariidae のコナガニシ *Fusinus ferrugines* の5種を，頭楯目としてブドウガイ科 Haminoeidae のブドウガイ *Haloa japonica* を，アメフラシ目としてアメフラシ科 Aplysiidae のアメフラシ *Aplysia (Varria) kurodai* を，裸鰓目としてドーリス科

Dorididaeのクモガタウミウシ*Platydorid cruenta*とクロシタナシウミウシ科Dendrodorididaeのマダラウミウシ*Dendrodoris rubra*の2種を、基眼目としてカラマツガイ科Siphonariidaeのキクノハナガイ*Siphonaria (Anthosiphonaria) sirius*を用いた (Table 1)。標本は水産大学校近隣の海岸で採集し、水槽 (60l) で畜養して2週間以上絶食させ、約0.4Mの塩化マグネシウム水溶液¹⁰⁾に10時間以上浸漬し、体を伸展させてDavidson液¹¹⁾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²⁾。

結果および考察

新腹足目のヒメヨウラクガイ (Fig. 1), イボニシ (Fig.

2), レイシガイ (Fig. 3), アカニシ (Fig. 4), コナガニシ (Fig. 5) の5種の導管は、胃から出た後、中腸腺の螺旋状の内側に先端に向けて太い管となって伸び、その所々から中腸腺細管が伸びているところが確認された。このような導管の構造は、盤足目のマルタニシ*Cipangopaludina chinensis laeta*, ウミニナ*Batillaria multiformis*, フトヘナタリ*Cerithidea (Cerithidea) rhizophorum*, ヘナタリ*Cerithidea (Cerithideopsilla) cingulata*, カワアイ*Cerithidea (Cerithideopsilla) djadjariensis*, カワニナ*Semisulcospira libertina*, タマキビ*Littorina (Littorina) brevicula*, シドロガイ*Strombus (Doxander) japonicus*, キクスズメ*Hipponix conica*,

オオヘビガイ*Serpulorbis imbricatus*, メダカラ*Cypraea (Purpuradusta) gracilis*およびミヤコボラ*Bufonaria*

Table 1. The size of animals used for this study

	Shell length (mm)	Shell width (mm)	Total body weight (g)	n
PROSOBRANCHIA				
Neogastropoda				
Muricidae				
<i>Elgaratax contractus</i>	25.7 ± 2.64	13.7 ± 1.84	2.08 ± 0.53	54
<i>Thais (Reishia) clavigera</i>	27.2 ± 3.03	16.9 ± 1.45	3.68 ± 0.88	21
<i>Thais (Reishia) bronni</i>	34.3 ± 10.1	20.1 ± 5.80	7.93 ± 6.39	22
<i>Rapana venosa</i>	16.1 ± 4.10	12.8 ± 4.10		10
Fascioliidae				
<i>Fusinus ferrugines</i>	68.0 ± 14.1	23.3 ± 10.9		9
OPISTHOBRANCHIA				
Cephalaspidea				
Haminoeidae				
<i>Haloa japonica</i>	15.5 ± 1.41	10.8 ± 0.80	1.44 ± 0.13	20
Aplysiomorpha				
Aplysiidae				
<i>Aplysia (Varria) kurodai</i>			154.7 ± 45.7	10
Nudibranchia				
Dorididae				
<i>Platydorid cruenta</i>			21.3 ± 3.75	3
Dendrodorididae				
<i>Dendrodoris rubra</i>			6.35 ± 2.62	3
PULMONATA				
Basommatophora				
Siphonariidae				
<i>Siphonaria (Anthosiphonaria) sirius</i>	20.6 ± 3.10	15.2 ± 1.96	0.99 ± 0.33	30

Data showed mean ± standard deviation.
n indicated the individual numbers.

*rana*の12種でも認められている⁴⁾。しかし、前記の新腹足目5種の導管は、胃から出た後、直ちに太い中腸腺細管となって、この中腸腺細管が中腸腺の螺旋状の内側を先端に向けて太い管となって伸び、その所々から中腸腺細管が枝分かれしている古腹足目のニシキウズガイ科のクボガイ *Chlorostoma lishkei*, ヘソアキクボガイ *Chlorostoma turbinatum*, クマノコガイ *Chlorostoma xanthostigma*, コシダカガンガラ *Omphalius rusticus*, イシダタミ *Monodonta labio* from *confusa* およびクロツゲガイ *Monodonta neritoides* の6種、ならびにサザエ科のサザエ *Turbo (Batillus) cornutus*, スガイ *Turbo (Lunella) cornutus corrensis* およびウラウズガイ *Astraliium haematragum* の3種とは異なった構造を示していた²⁾。

前記の新腹足目5種の中腸腺細管は、前記の古腹足目および盤足目と同様に、導管から延びた後、枝分かれをする又状分岐型を示していた (Figs. 1-5)。山元ら¹²⁾ は、アカニシの中腸腺細管は単分枝型を示すと報告している。しかし、本研究では、組織標本を再度作製し、精査した結果、中腸腺細管の型が前記の他の新腹足目4種と類似していたことから、又状分岐型を示すと判断した。このような又状分岐型の構造は、導管の構造が異なっている (導管が極短く、胃から延びた後直ちに中腸腺細管に連なっている) カサガイ目ヨメガサガイ科のヨメガサガイ *Cellana toreuma*, マツバガイ *Cellana nigrolineata*, ベッコウガサガイ *Cellana grata*, ユキノガサガイ科のウノアシガイ *Patelloida saccharina* from *lanx* とコウダカアオガイ *Nipponacmea concinna* でも認められている²⁾。また、又状分岐型の構造は、古腹足目のニシキウズガイ科のクボガイ、ヘソアキクボガイ、クマノコガイ、コシダカガンガラ、イシダタミおよびクロツゲガイの6種、およびサザエ科のサザエ、スガイおよびウラウズガイでも認められている²⁾。しかし、前記の新腹足目5種の中腸腺細管の内面は、前記の古腹足目、盤足目およびカサガイ目と異なり、良く発達した繊毛で覆われていた (Figs. 1-5)。

一方、頭楯目のブドウガイ (Fig. 6), アメフラシ目のアメフラシ (Fig. 7), 裸鰓目のクモガタウミウシ (Fig. 8), マダラウミウシ (Fig. 9), 基眼目のキクノハナガイ (Fig. 10) の5種の導管は、胃から出て枝分かれし、その所々から中腸腺細管が延びる構造が認められた。このような導管の構造は、古腹足目ミミガイ科のクロアワビ *Haliotis discus discus* やスカシガイ科のオトメガサ *Scutus (Aviscutum) sinensis* およびアマオブネガイ目アマオブネ

ガイ科のキバアマガイ *Nerita (Ritena) plicata*, オオマルアマオブネ *Nerita (Theliostyla) chammaeleon*, アマオブネガイ *Nerita (Theliostyla) albicilla* およびアマガイ *Nerita (Heminerita) japonica* においても認められている²⁻⁴⁾。

前記5種の中腸腺細管は、クロアワビや前記のアマオブネガイ目4種と同様に、導管の所々から大きな萎んだ袋状を呈して出ている単軸分岐型を示していた。ブドウガイおよびアメフラシの中腸腺細管は単分枝型を示すと報告されている^{13,14)}。しかし、本研究では、組織標本を再度作製し、精査した結果、中腸腺細管の型がミミガイ科のクロアワビおよびスカシガイ科のオトメガサと類似していたことから、単軸分岐型を示すと判断した。

以上のことから、腹足綱の中腸腺細管の構造は、単軸分岐型か又状分岐型を示すと考えられる。しかし、その構造が単軸分岐型から又状分岐型へと発達したとは考えられない。むしろ、これらの型の相違は、食性の違いあるいは体型の違いなどに起因していると推測される。

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 : 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)
- 3) 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)
- 4) 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, 183-222 (2011)
- 5) 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, 71-89 (2007)
- 6) 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)
- 7) 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). サイエンティスト社, 東京, 3-134 (1994)
- 8) 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). サイエンティスト社, 東京, 217-269 (1994)
- 9) 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)

- 10) 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)
- 11) Bell T A and Lightner D V : A handbook of normal penaeid shrimp histology. World Aquaculture Society, USA, 2 (1988)
- 12) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和 : アカニシの中腸腺の構造. 水大校研報, 55, 101-114 (2007)
- 13) 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)
- 14) 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)

Short forms used in the figures

CL	cilium
DD	duct
DI	digestive diverticula
GD	gonad
JDT	junction of the duct with a tubule
ST	stomach
T	tubule

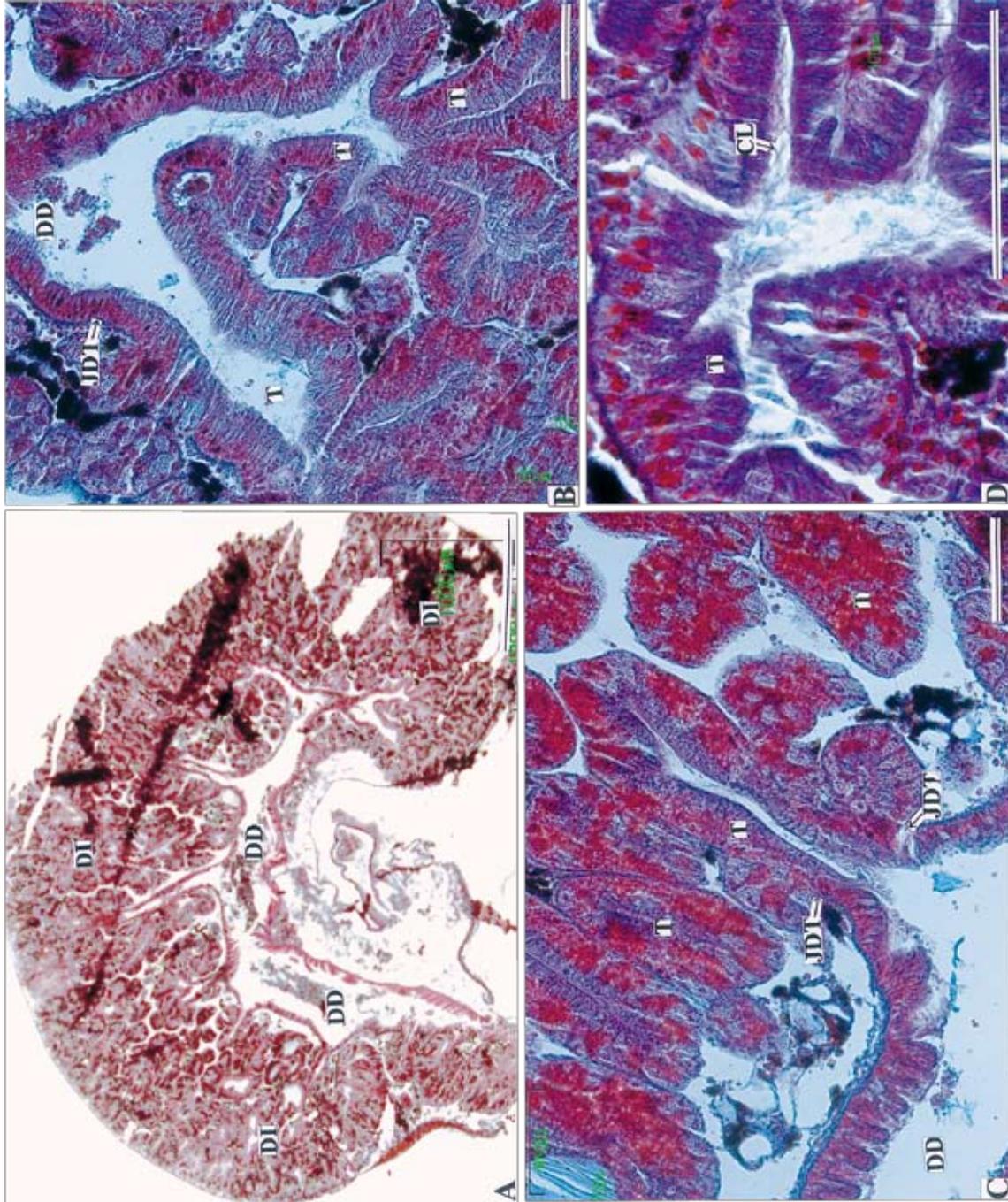


Fig. 1-1. Longitudinal sections of digestive diverticula of *Elgaratax contractus* (PROSOBRANCHIA : Neogastropoda : Muricidae). Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μ m.

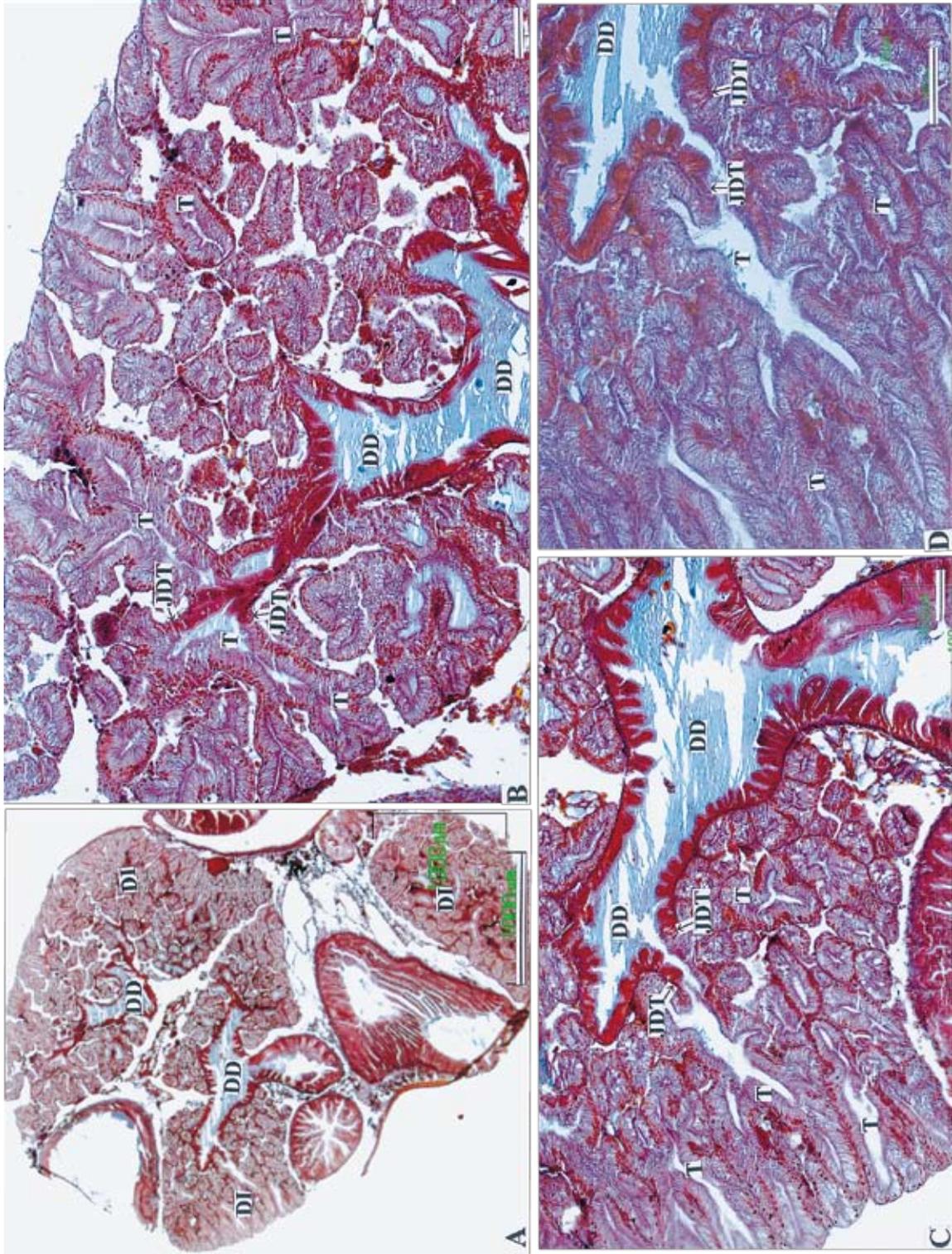


Fig. 1-2. Vertical sections of digestive diverticula of *E. contractus*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μ m.

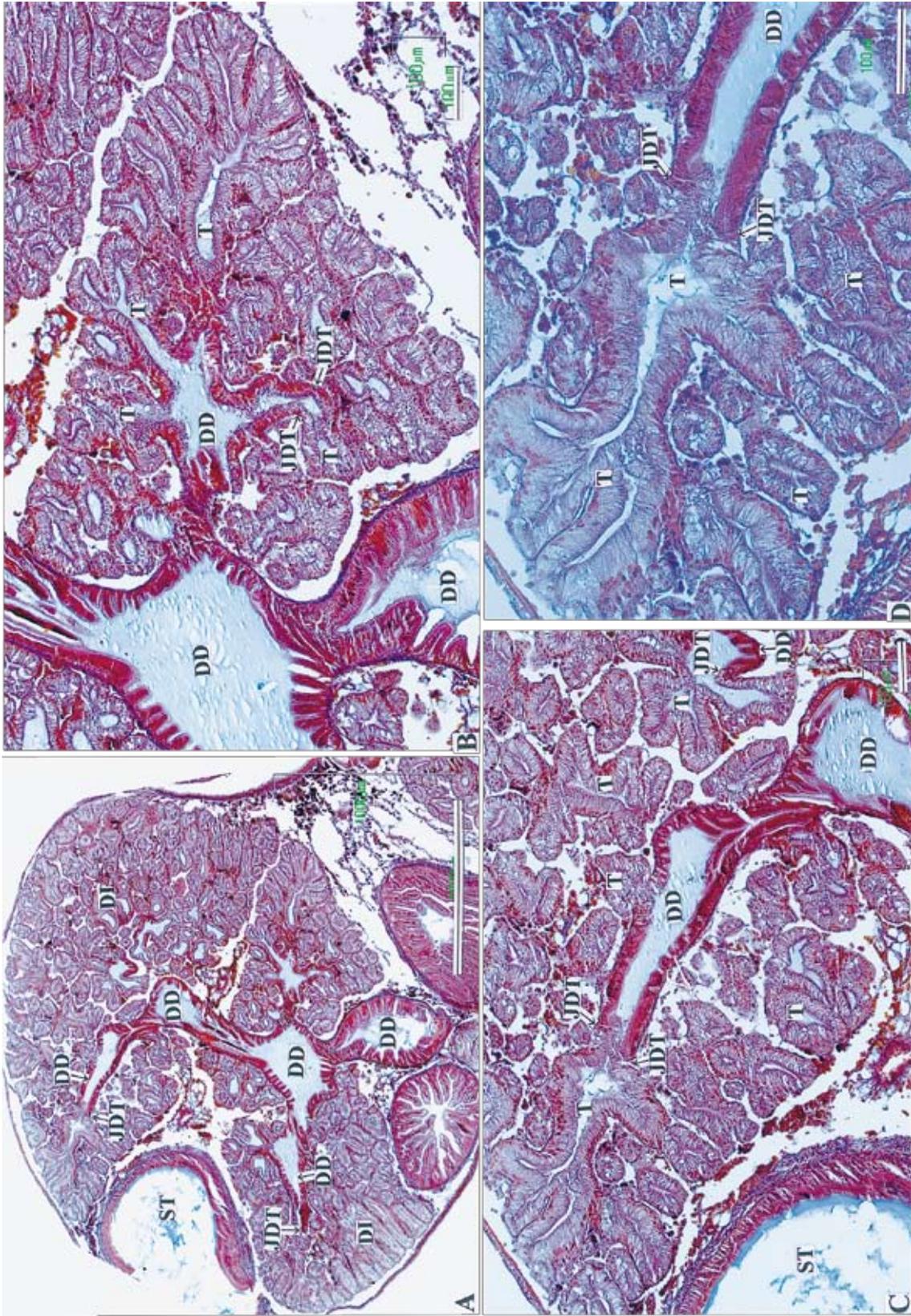


Fig. 1-3. Vertical sections of digestive diverticula of *E. contractus*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μ m.

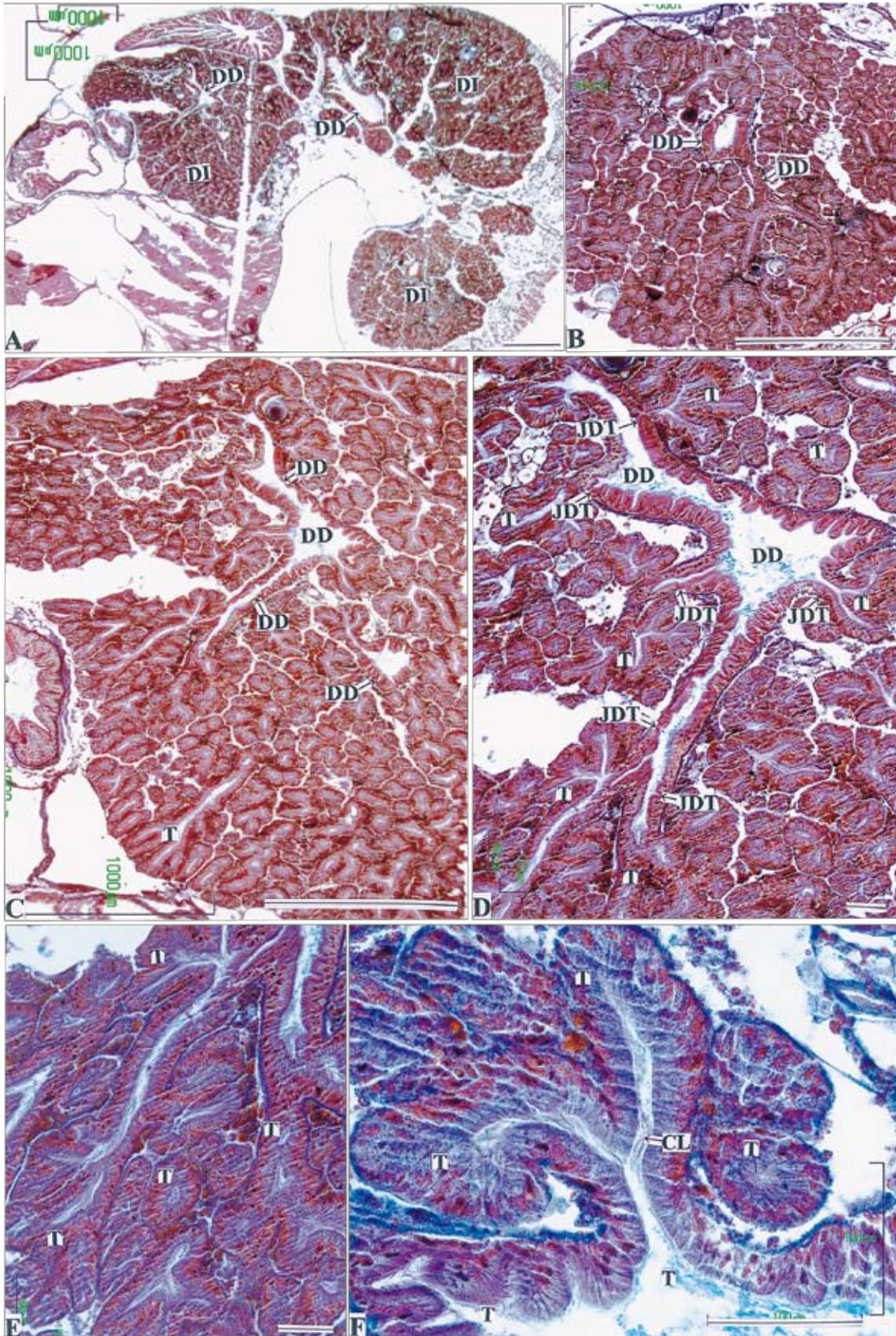


Fig. 2-1. Longitudinal sections of digestive diverticula of *Thais (Reishia) clavigera* (PROSOBRANCHIA : Neogastropoda : Muricidae). Azan stain. Bars in A-C = 1 mm, and bars in D-F = 100 μm.

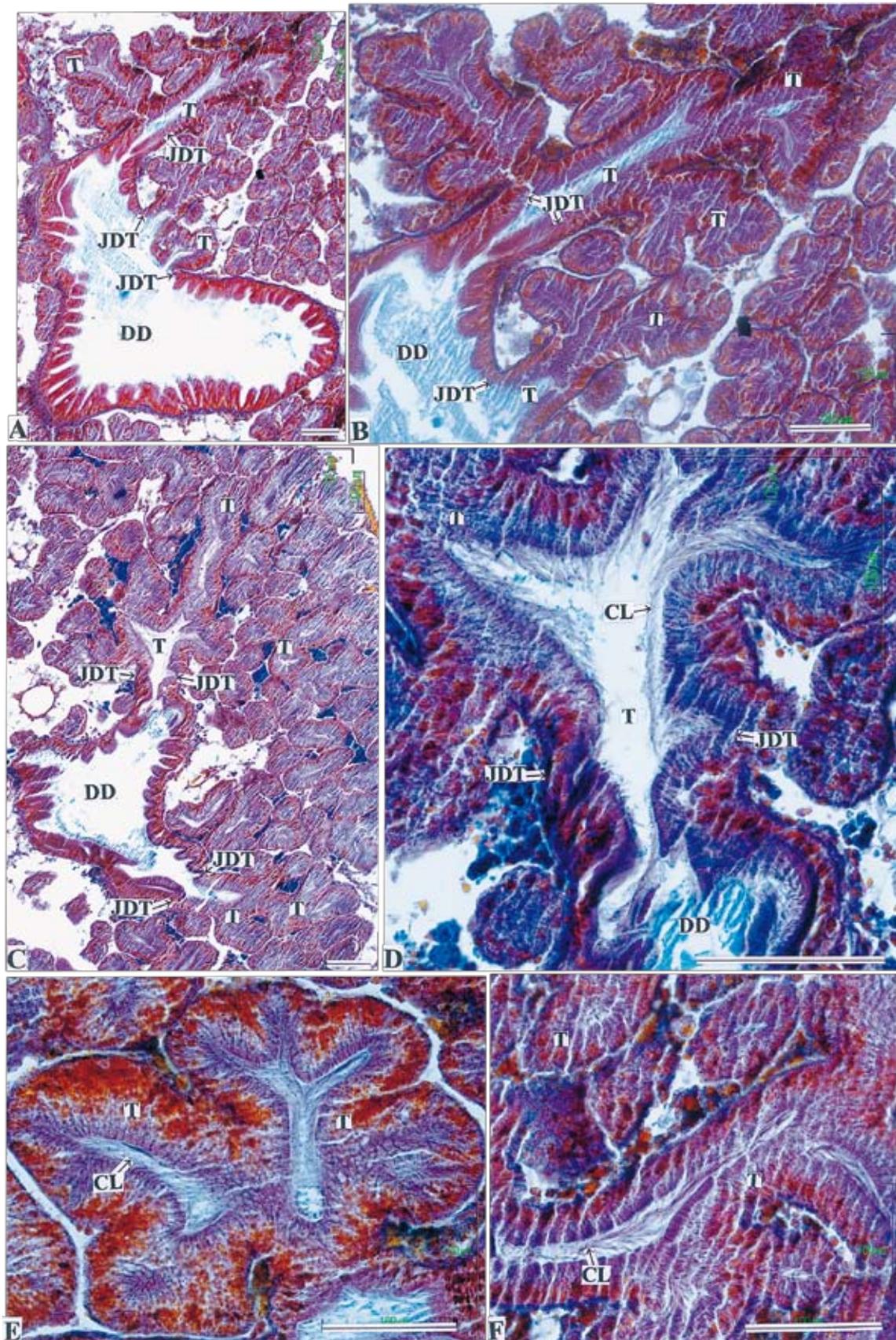


Fig. 2-2. Vertical sections of digestive diverticula of *T. (Reishia) clavigera*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-F = 100 μ m.

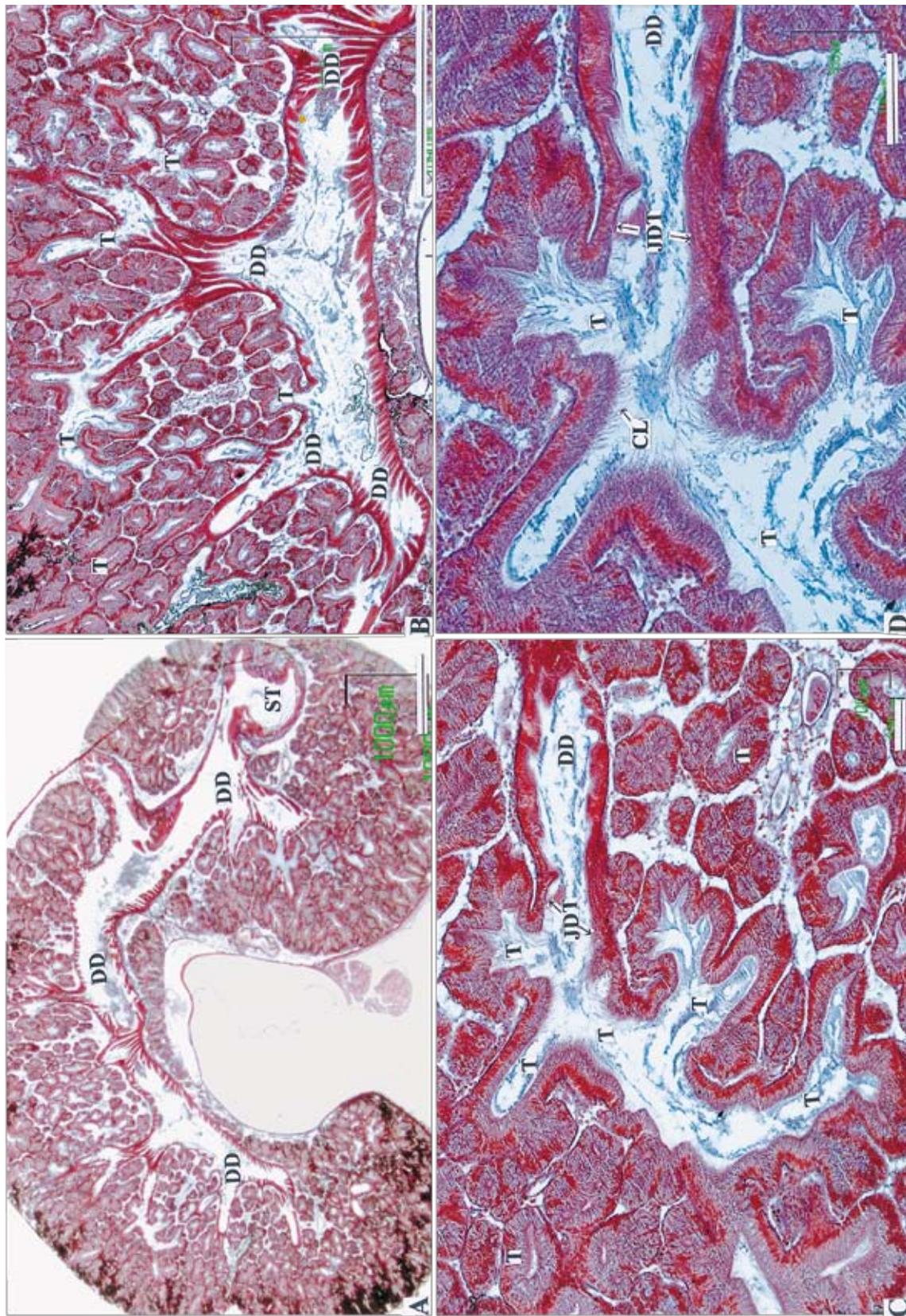


Fig. 3-1. Longitudinal sections of digestive diverticula of *Thais (Reishia) bronni* (PROSOBRANCHIA : Neogastropoda : Muricidae). Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μ m.

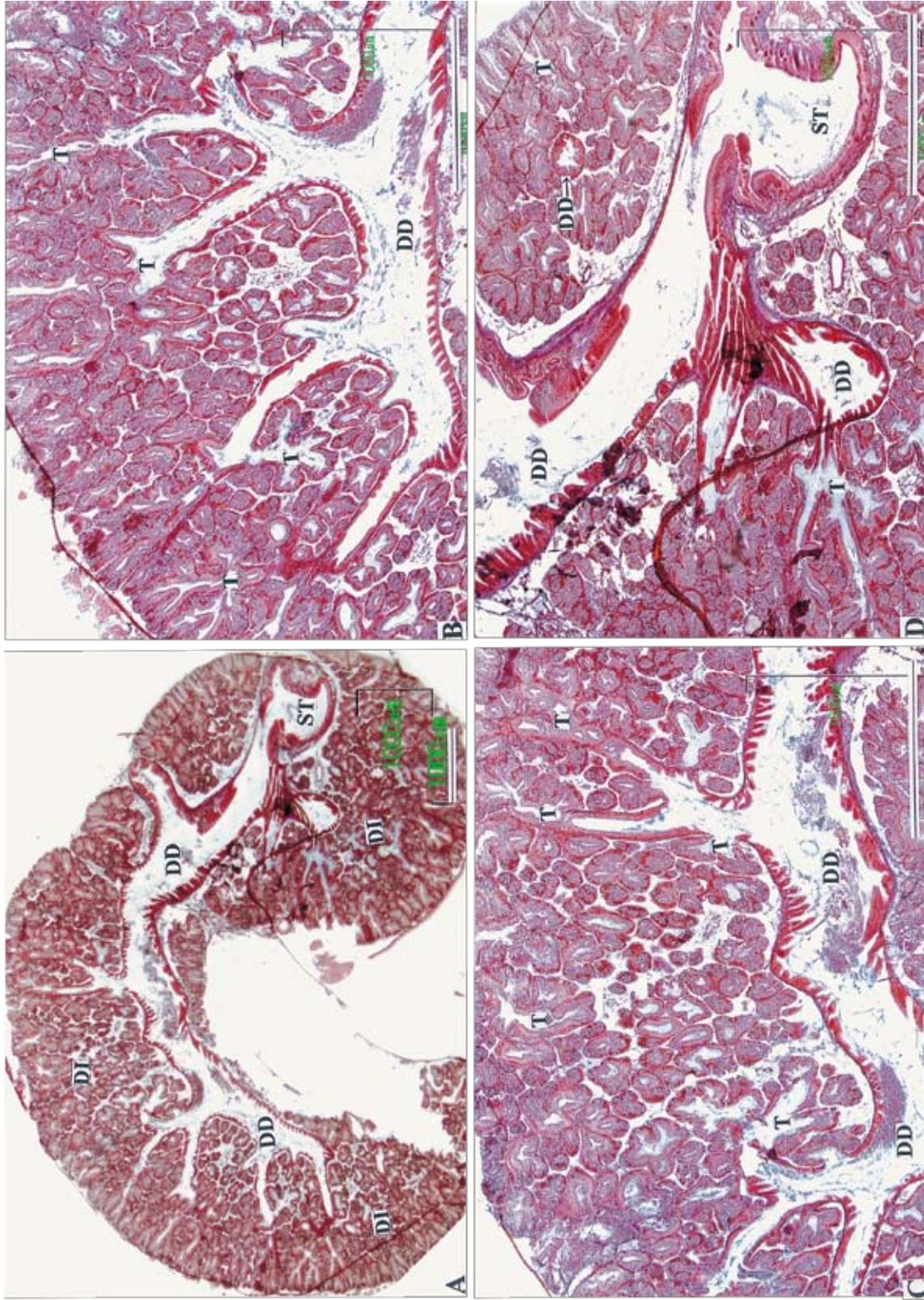


Fig. 3-2. Longitudinal sections of digestive diverticula of *T. (Reishita) bronni*. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μm.

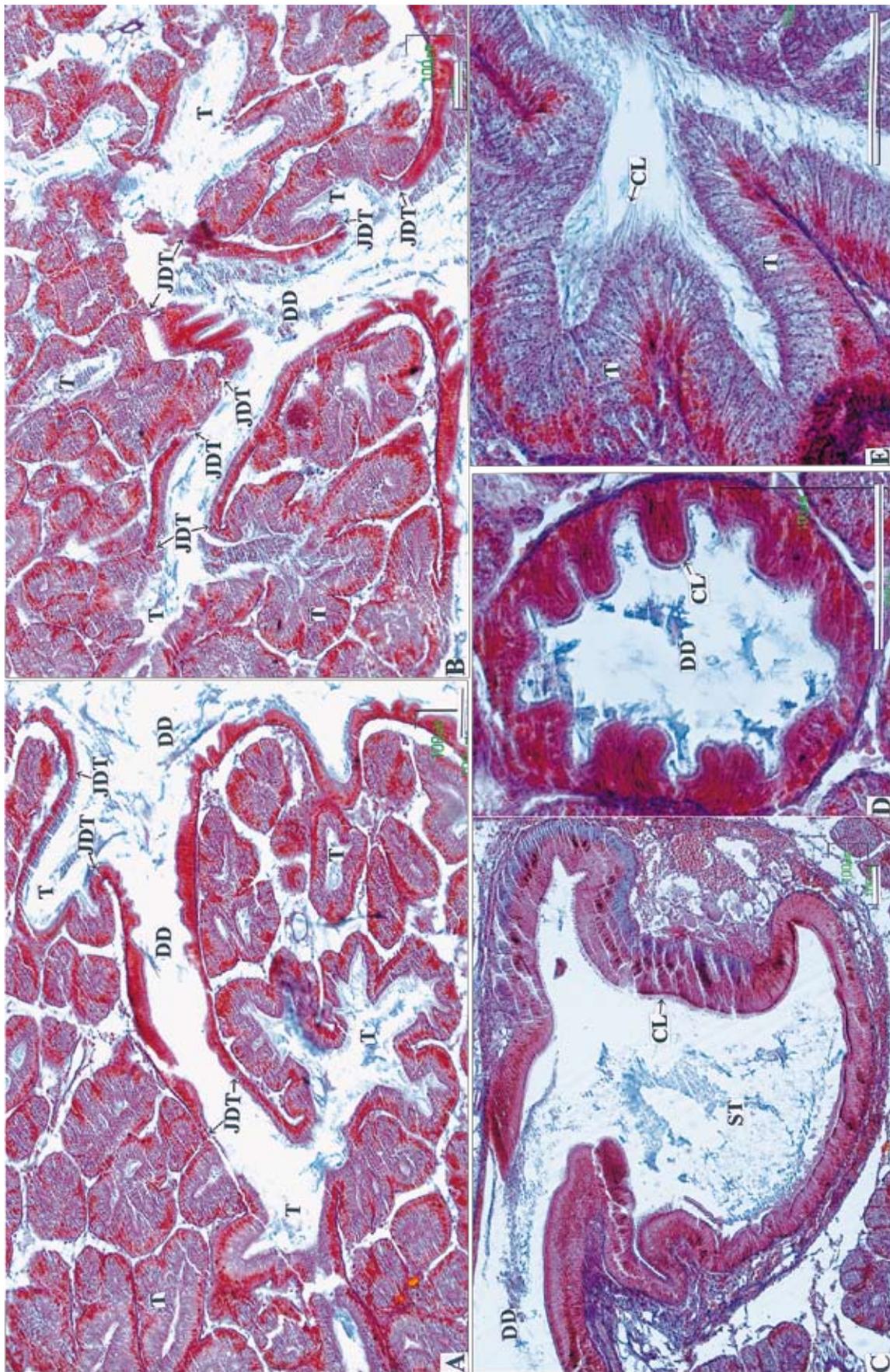


Fig. 3-3. Longitudinal sections of digestive diverticula of *T. (Reishia) bronni*. Azan stain. Bars = 100 μm.

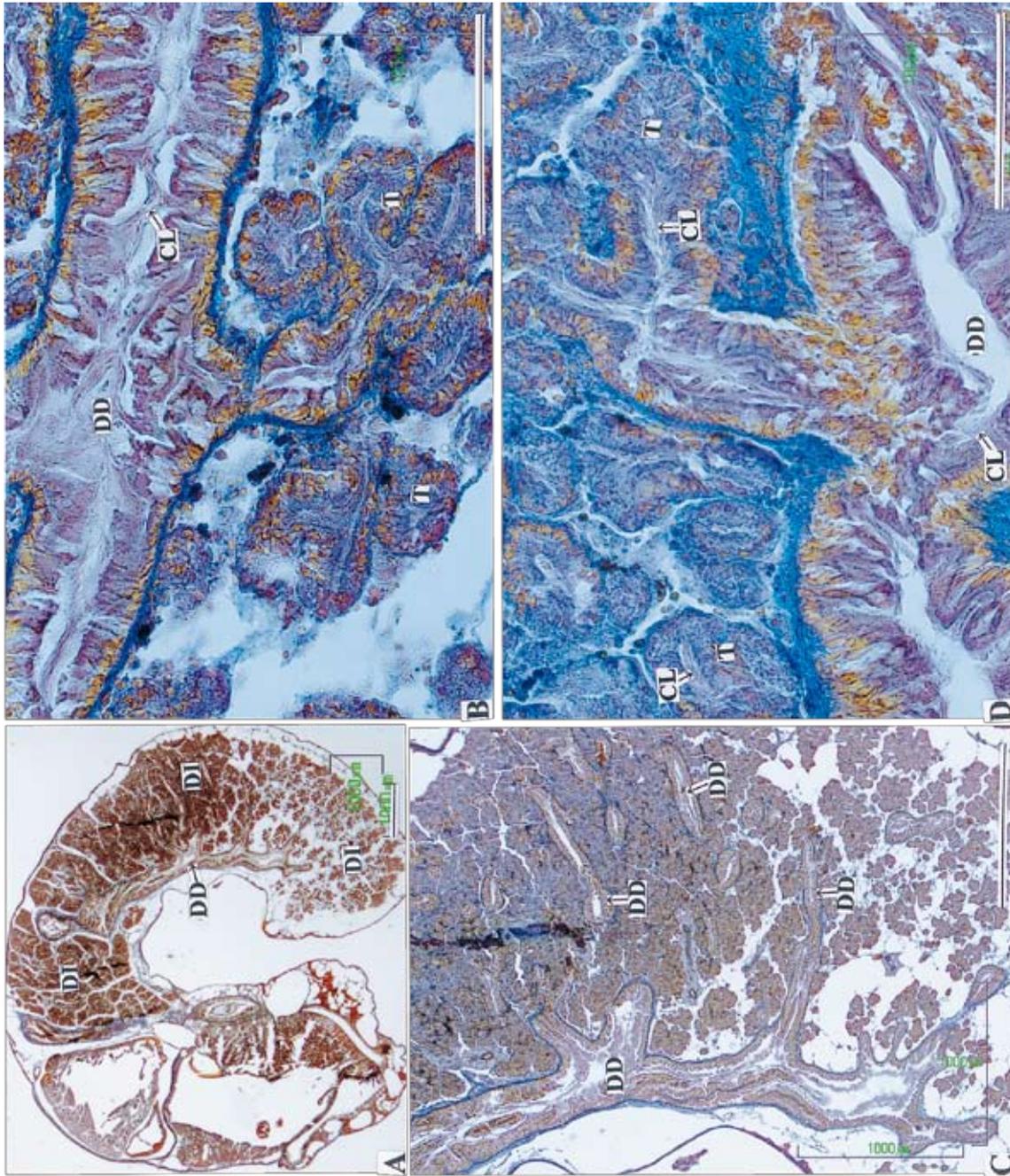


Fig. 4-1. Longitudinal sections of digestive diverticula of *Rabana venosa* (PROSOBRANCHIA : Neogastropoda : Muricidae). Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μm.

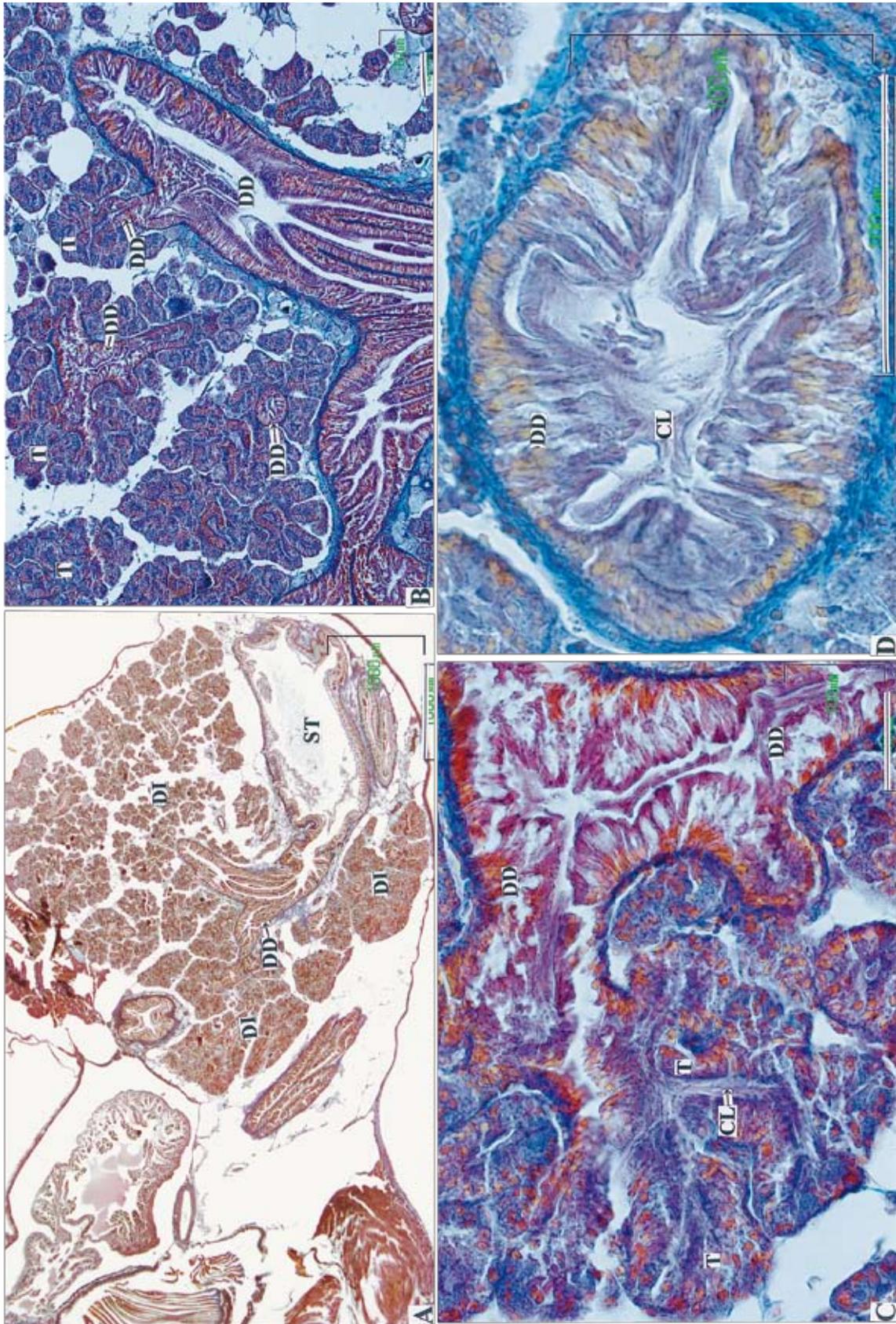


Fig. 4-2. Vertical sections of digestive diverticula of *R. venosa*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μ m.

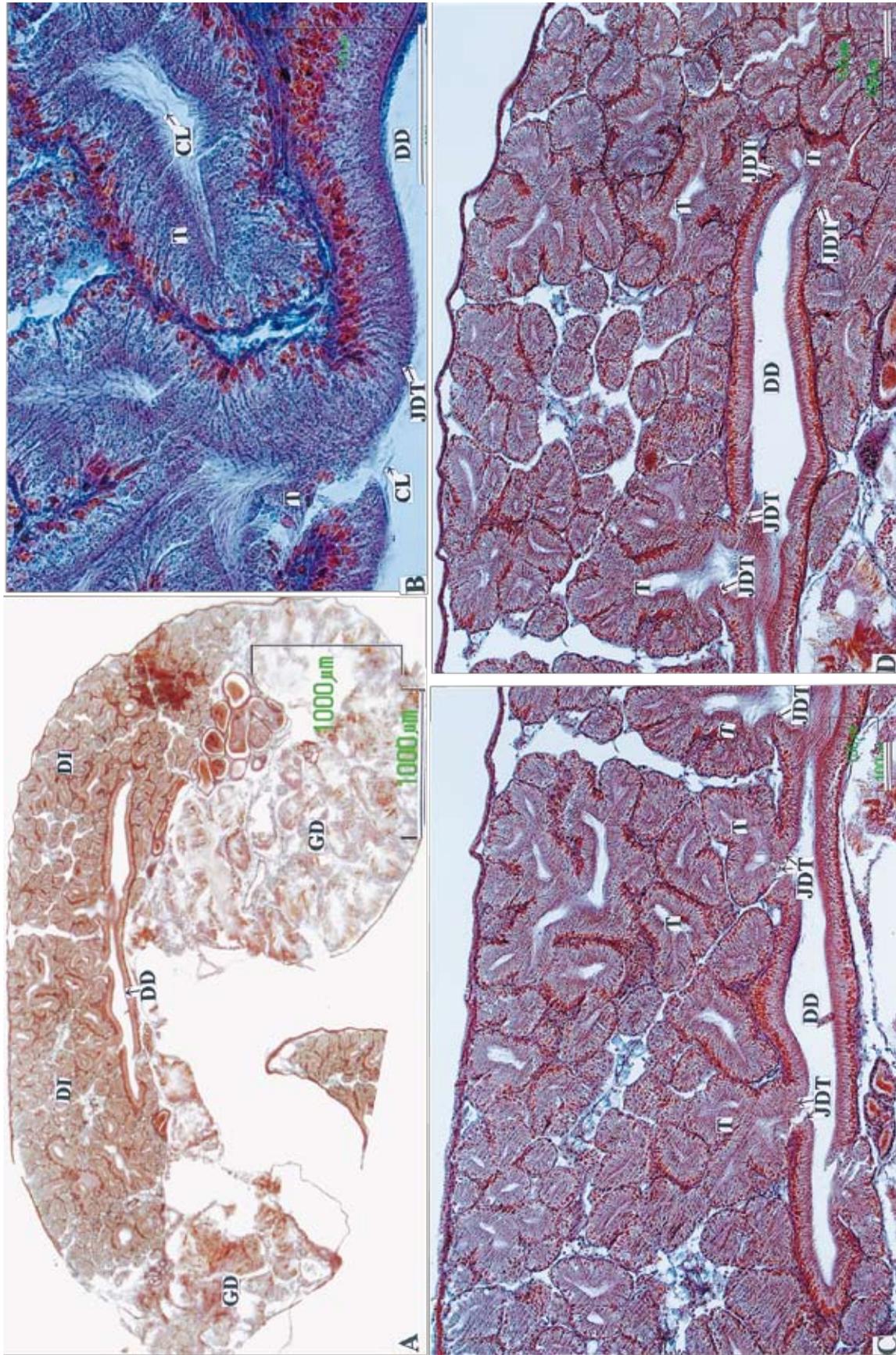


Fig. 5. Longitudinal sections of digestive diverticula of *Fusinus ferrugines* (PROSOBRANCHIA : Neogastropoda : Fasciolaridae). Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μm.

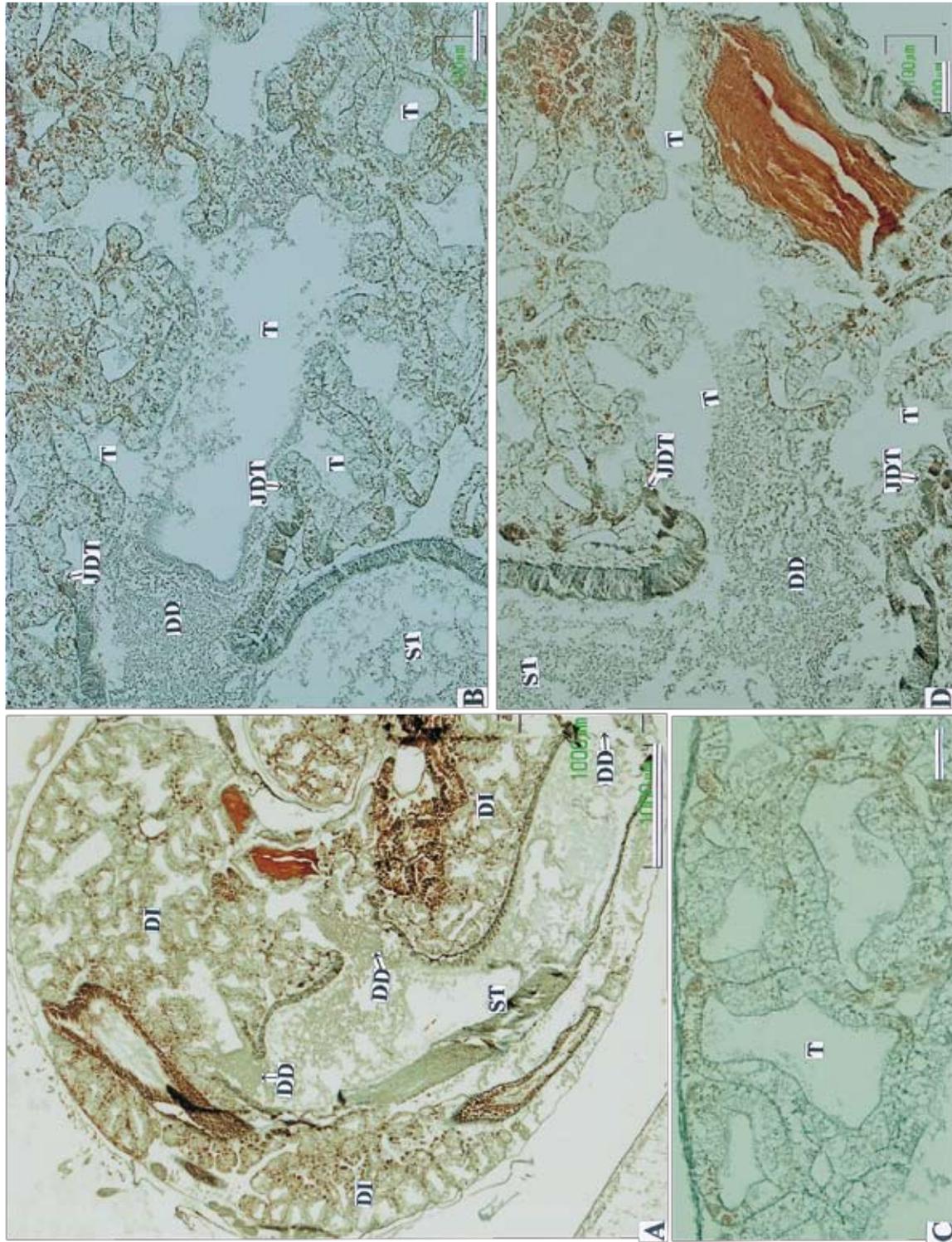


Fig. 6-1. Horizontal sections of digestive diverticula of *Hataia japonica* (OPISTHOBRANCHIA : Cephalaspidea : Haminoeidae). Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μ m.

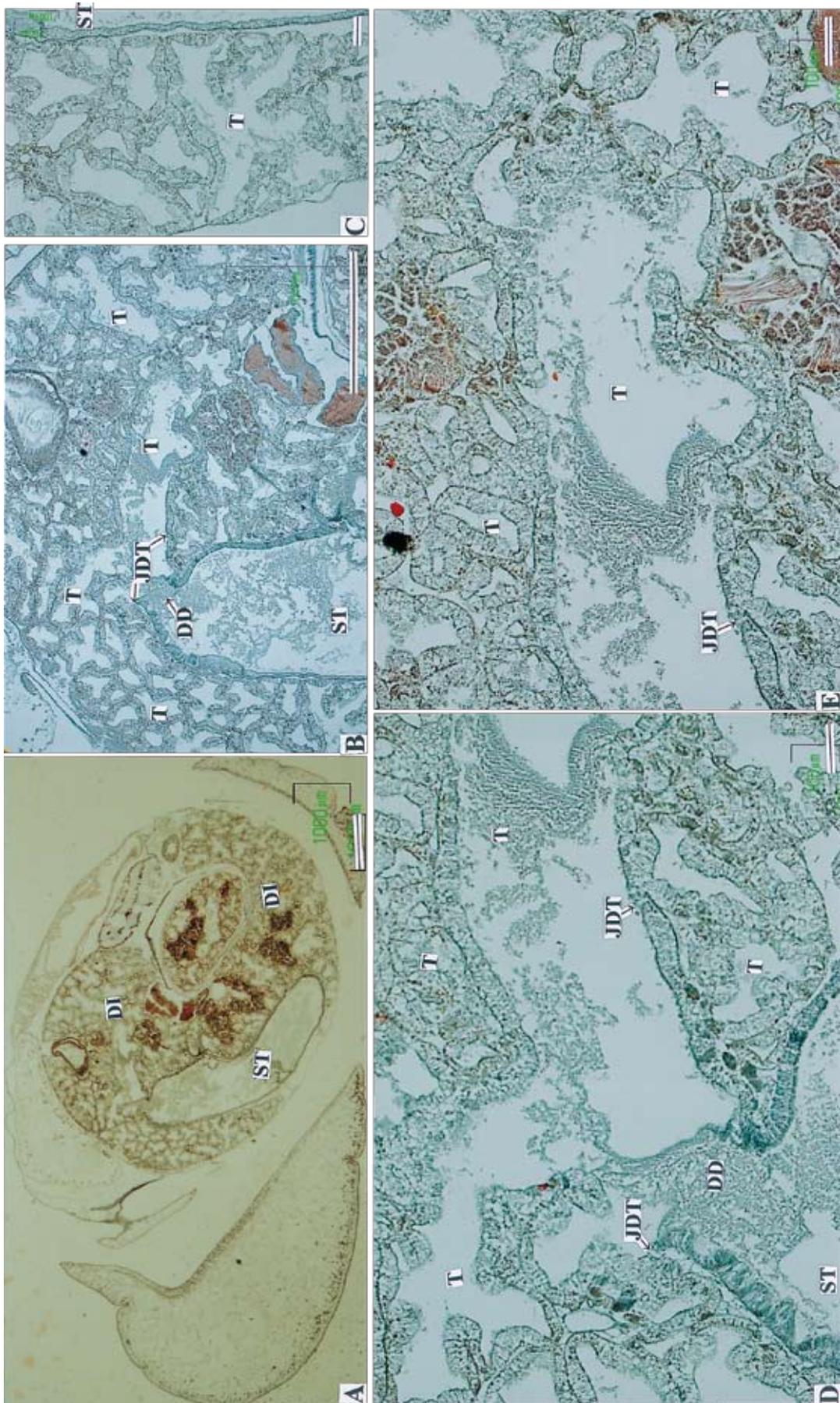


Fig. 6-2. Horizontal sections of digestive diverticula of *H. japonica*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-E = 100 μm.

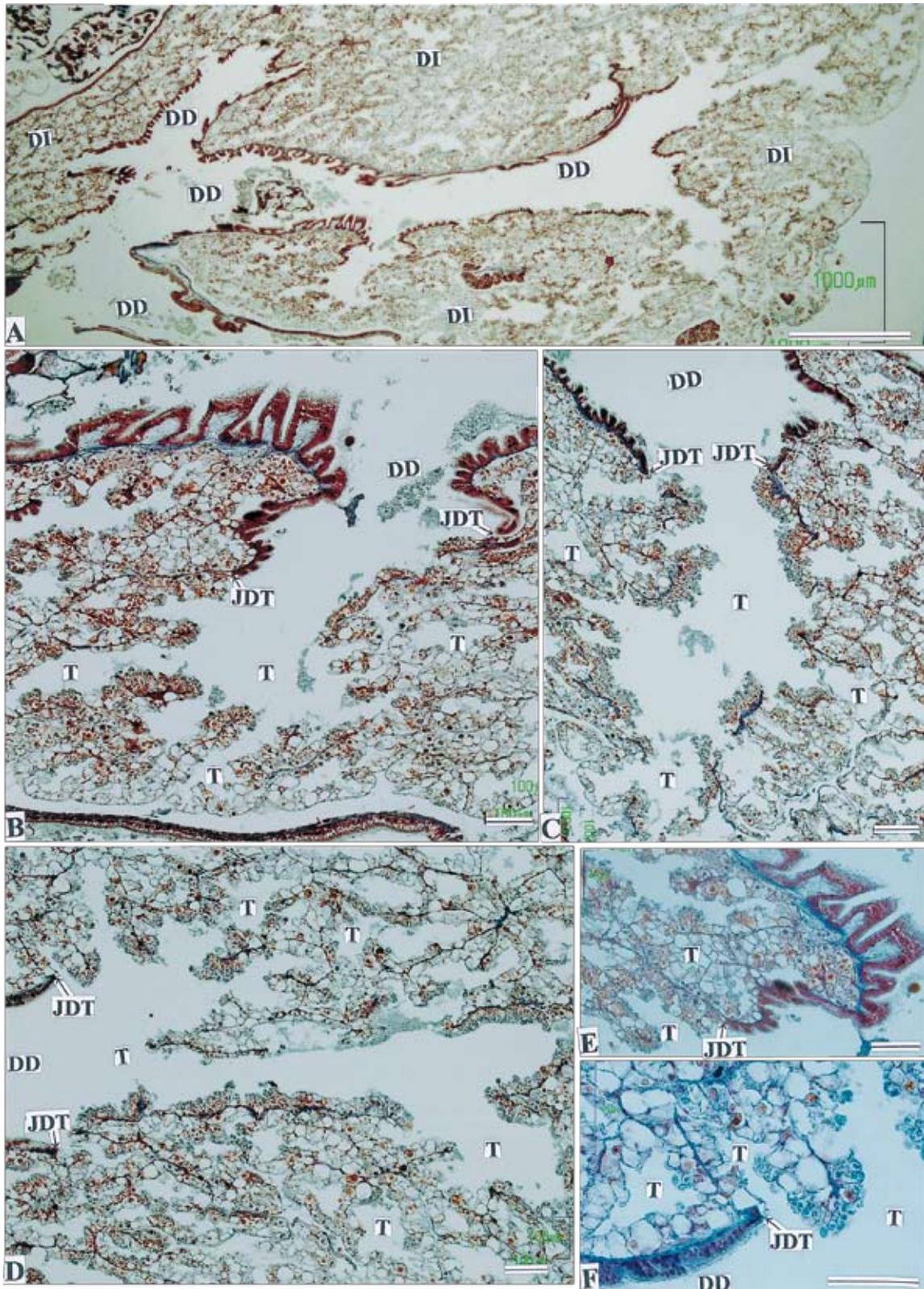


Fig. 7-1. Horizontal sections of digestive diverticula of *Aplysia (Varrisia) kurodai* (OPISTHOBRANCHIA : Aplysiomorpha : Aplysiidae). Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-F = 100 μm.

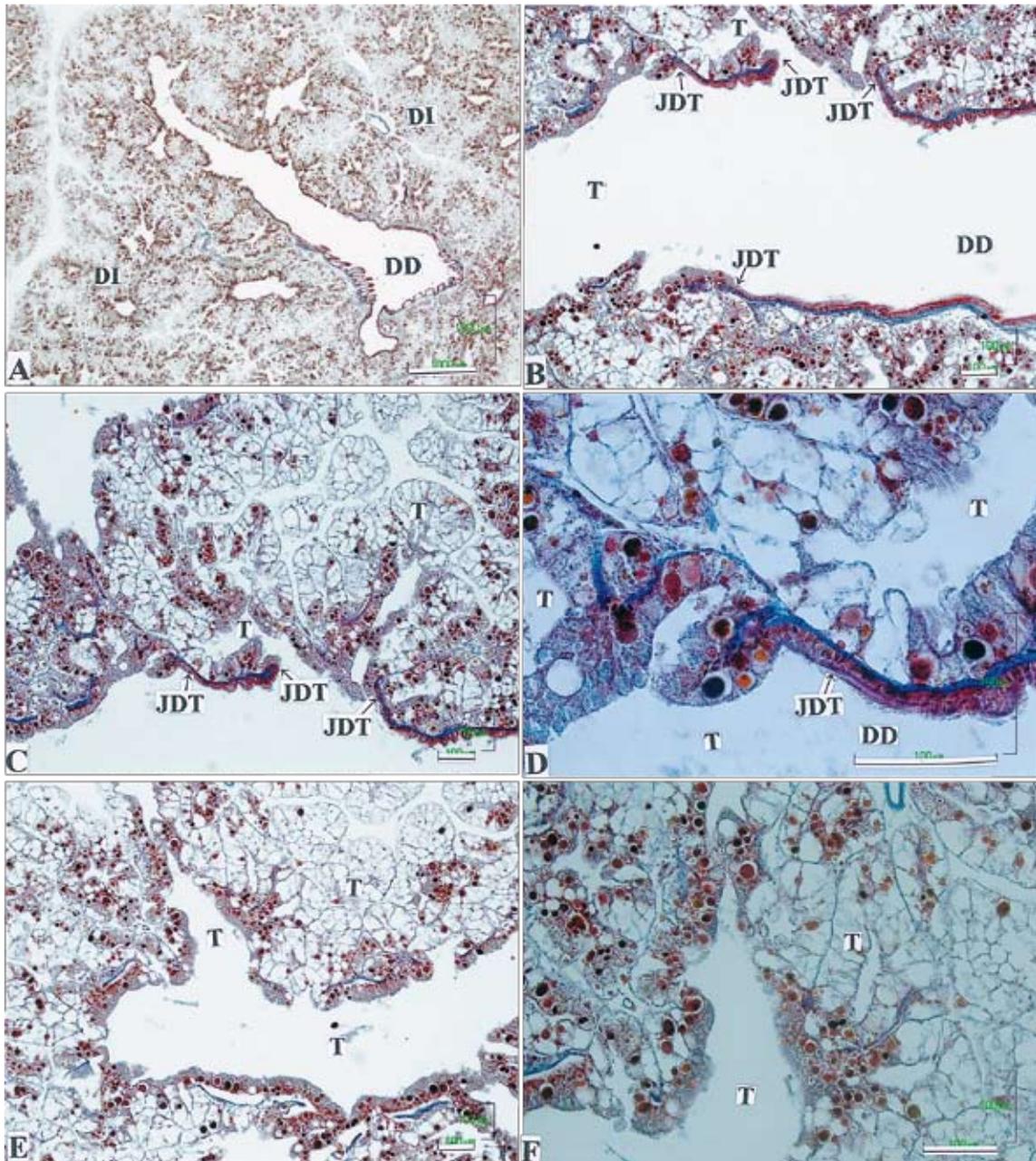


Fig. 7-2. Horizontal sections of digestive diverticula of *A. (Varria) kurodai*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-F = 100 μ m.

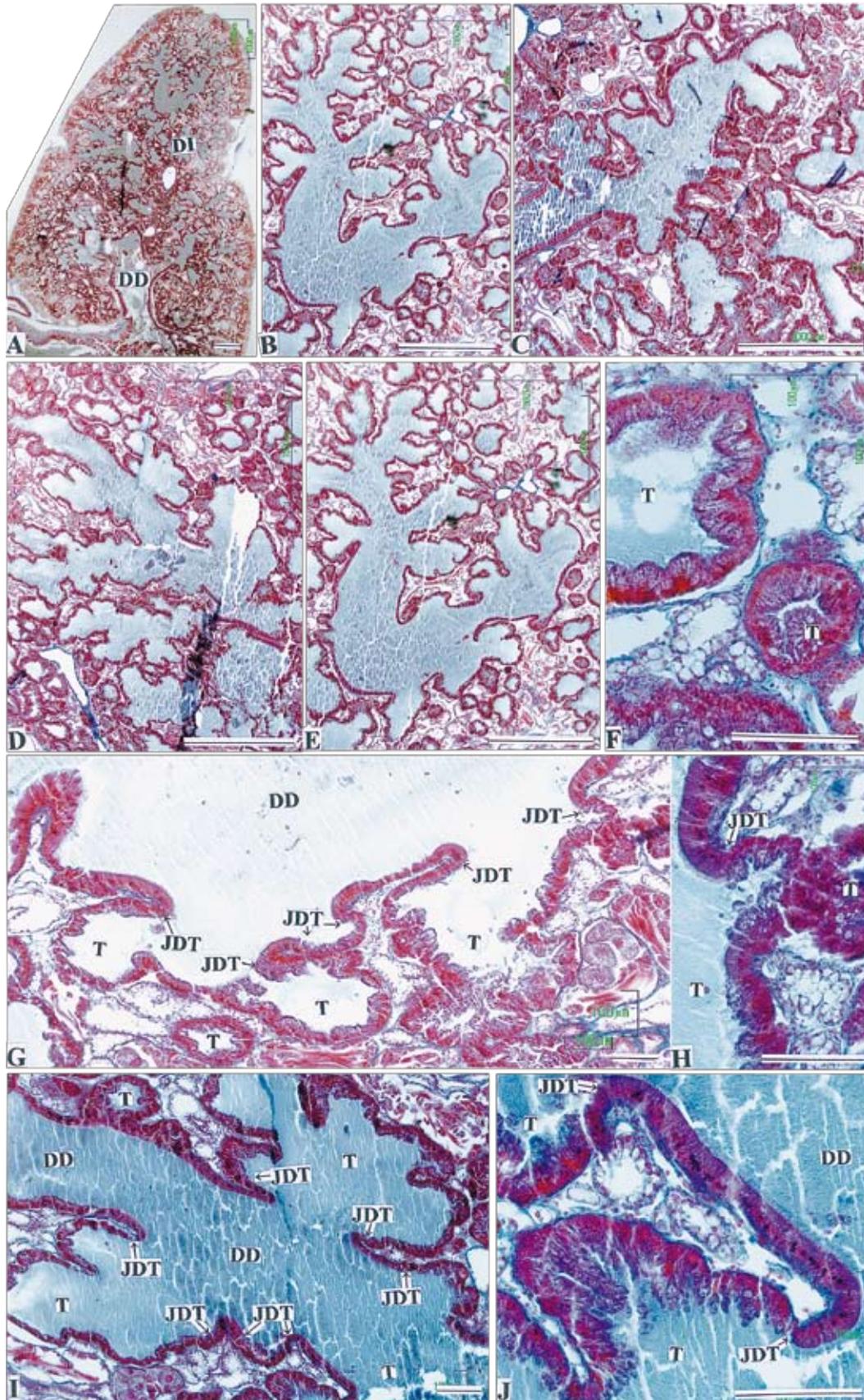


Fig. 8-1. Horizontal sections of digestive diverticula of *Platydoris cruenta* (OPISTHOBRANCHIA: Nudibranchia : Dorididae). Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-J = 100 μ m.

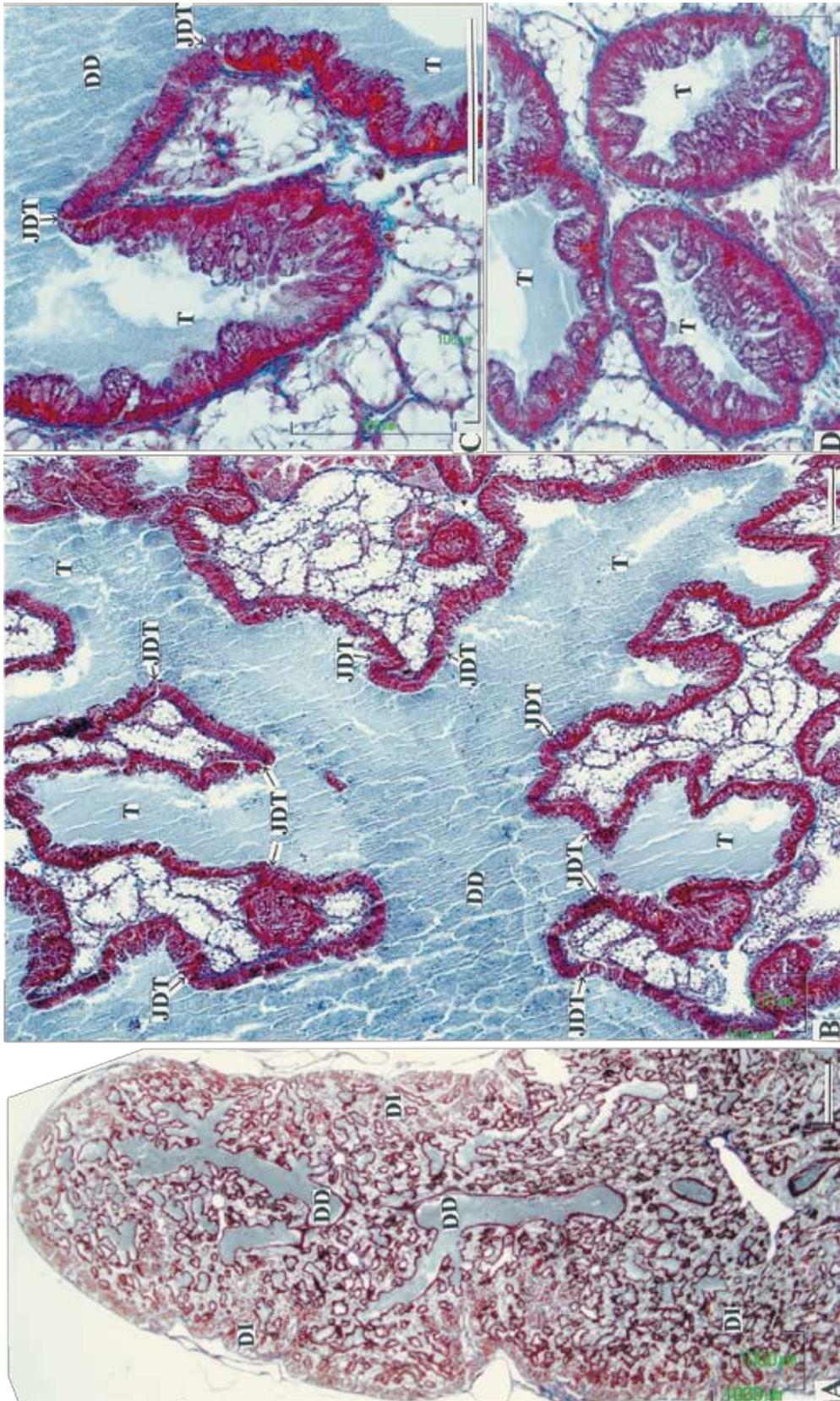


Fig. 8-2. Horizontal sections of digestive diverticula of *P. cruenta*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-D = 100 μ m.

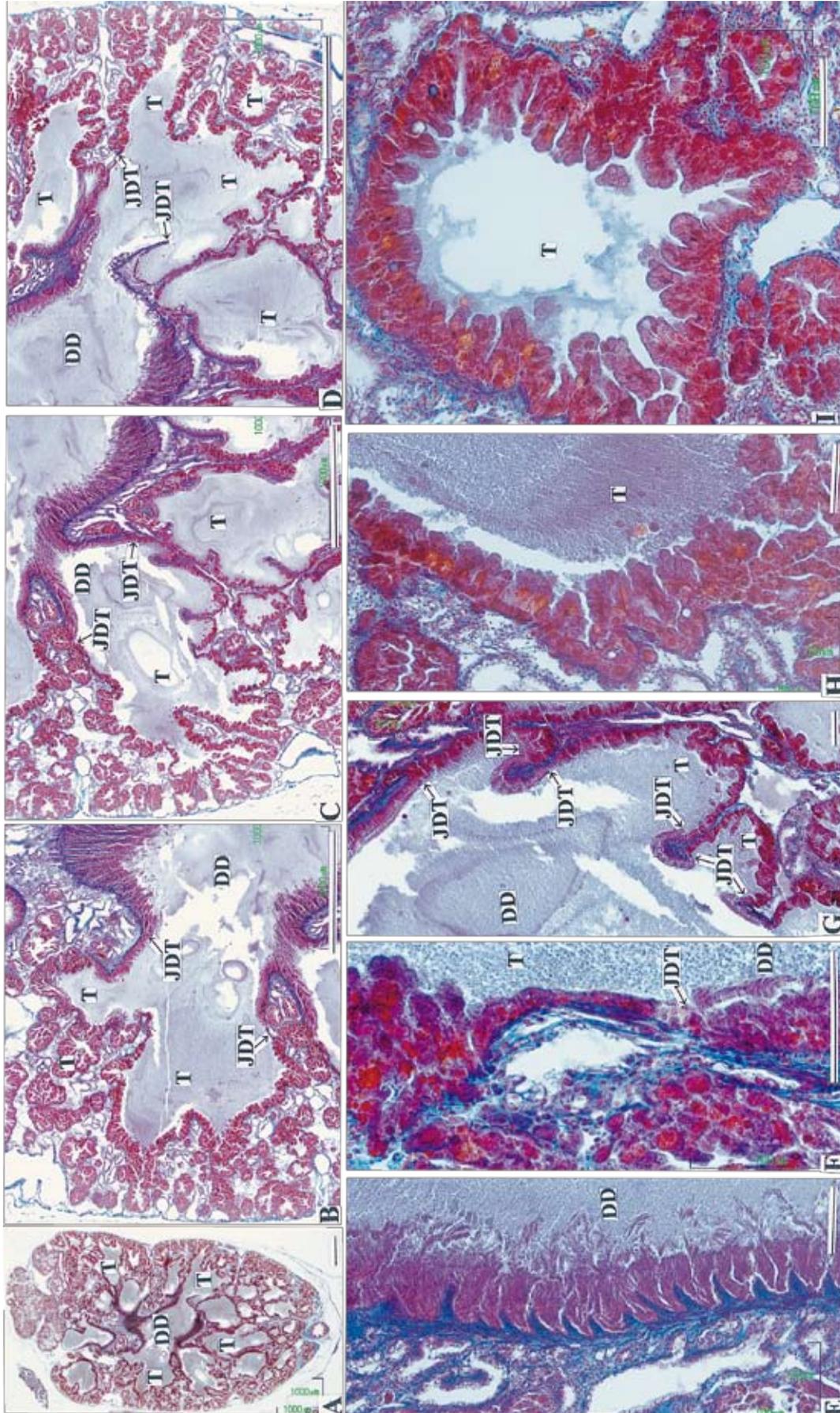


Fig. 9-1. Horizontal sections of digestive diverticula of *Dendrodoris rubra* (OPISTHOBRANCHIA : NUDIBRANCHIA : DENDRODORIDAE) . Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-I = 100 μ m.

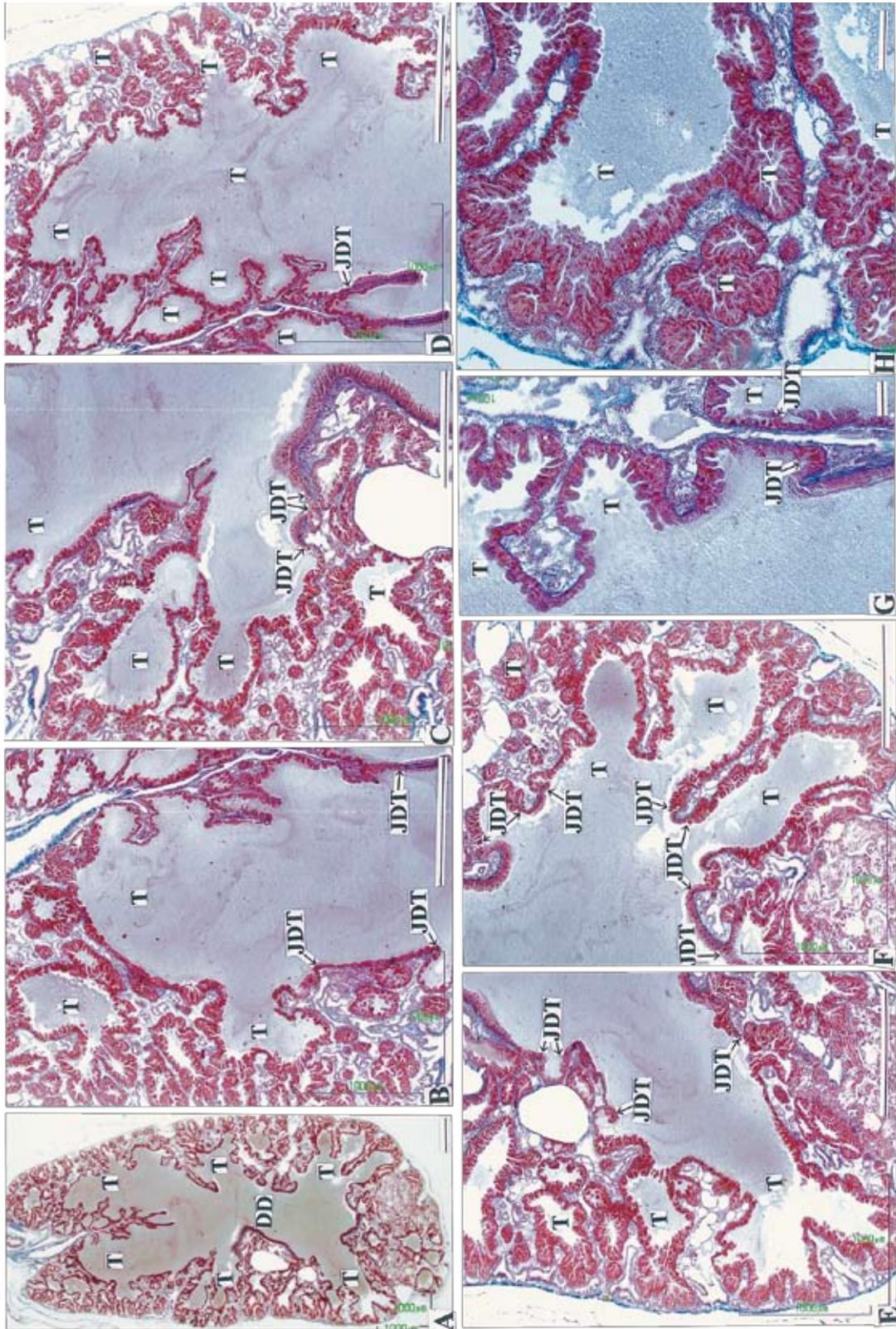


Fig. 9-2. Horizontal sections of digestive diverticula of *D. rubra*. Azan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-H = 100 μ m.

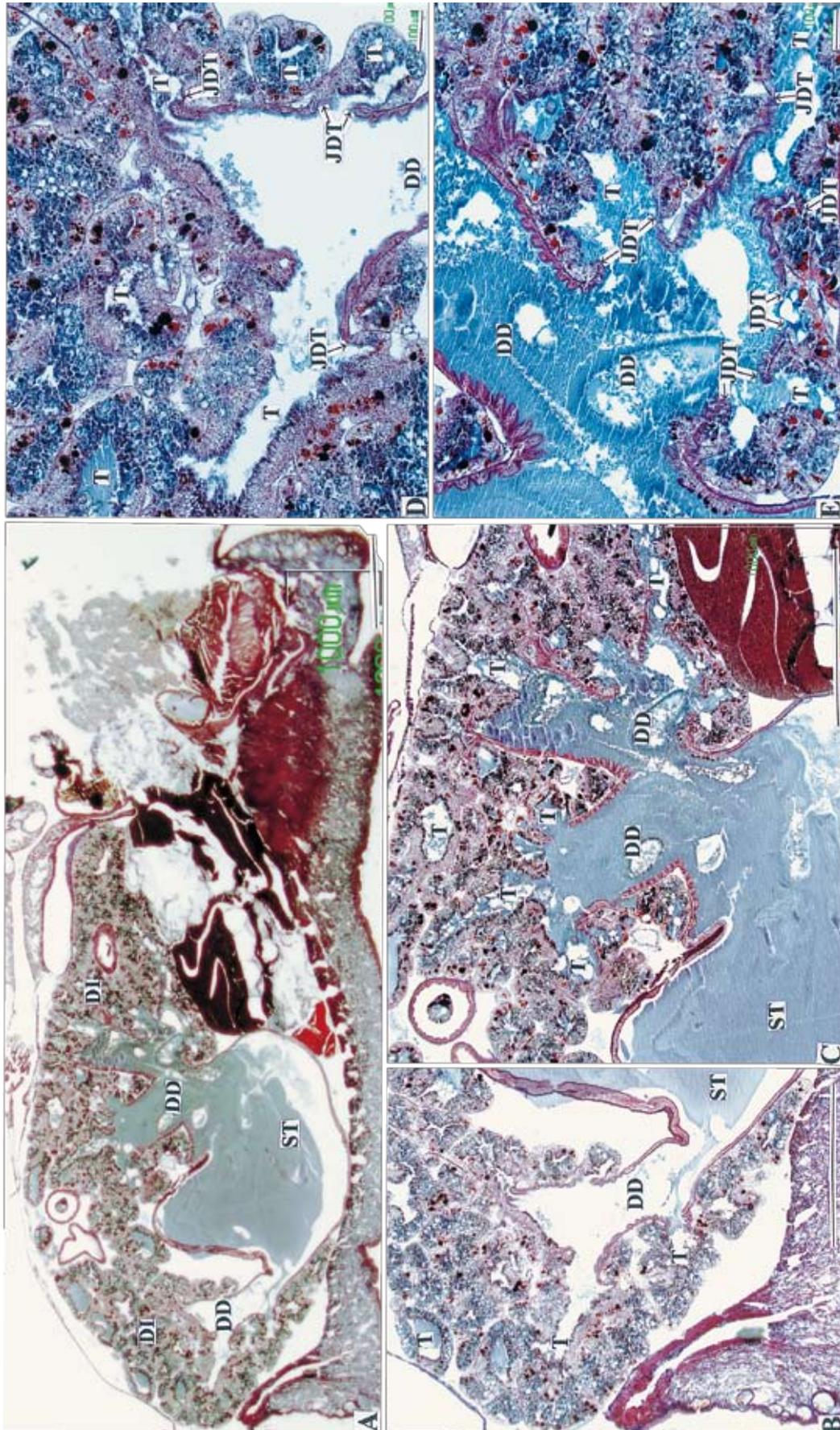


Fig. 10-1. Vertical sections of digestive diverticula of *Siphonaria (Anthosiphonaria) sirius* (PULMONATA: Siphonariidae). Aazan stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-E = 100 μm.

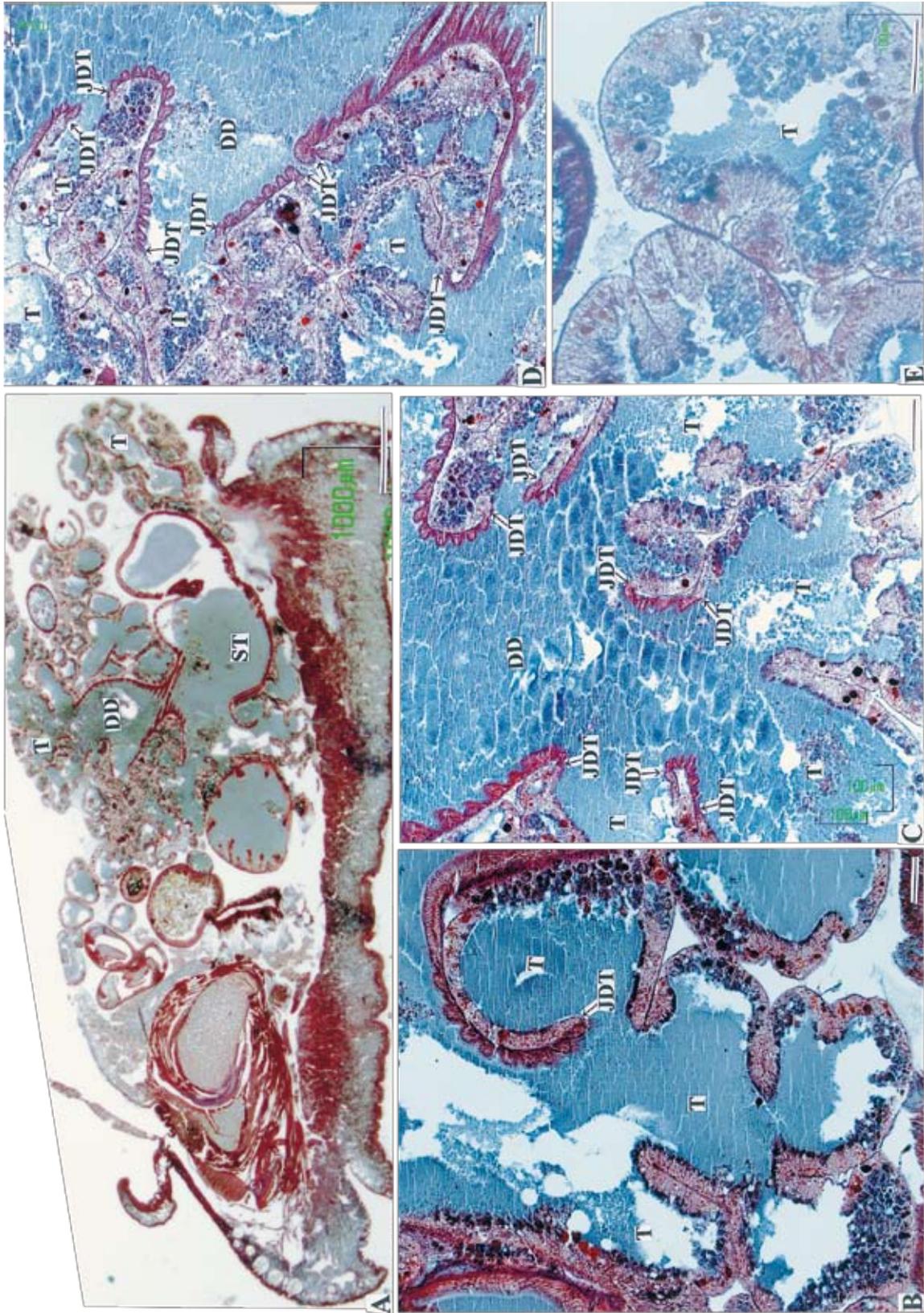


Fig. 10-2. Vertical sections of digestive diverticula of *S. (Anthosiphonaria) sirius*. Azen stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-E = 100 μm.

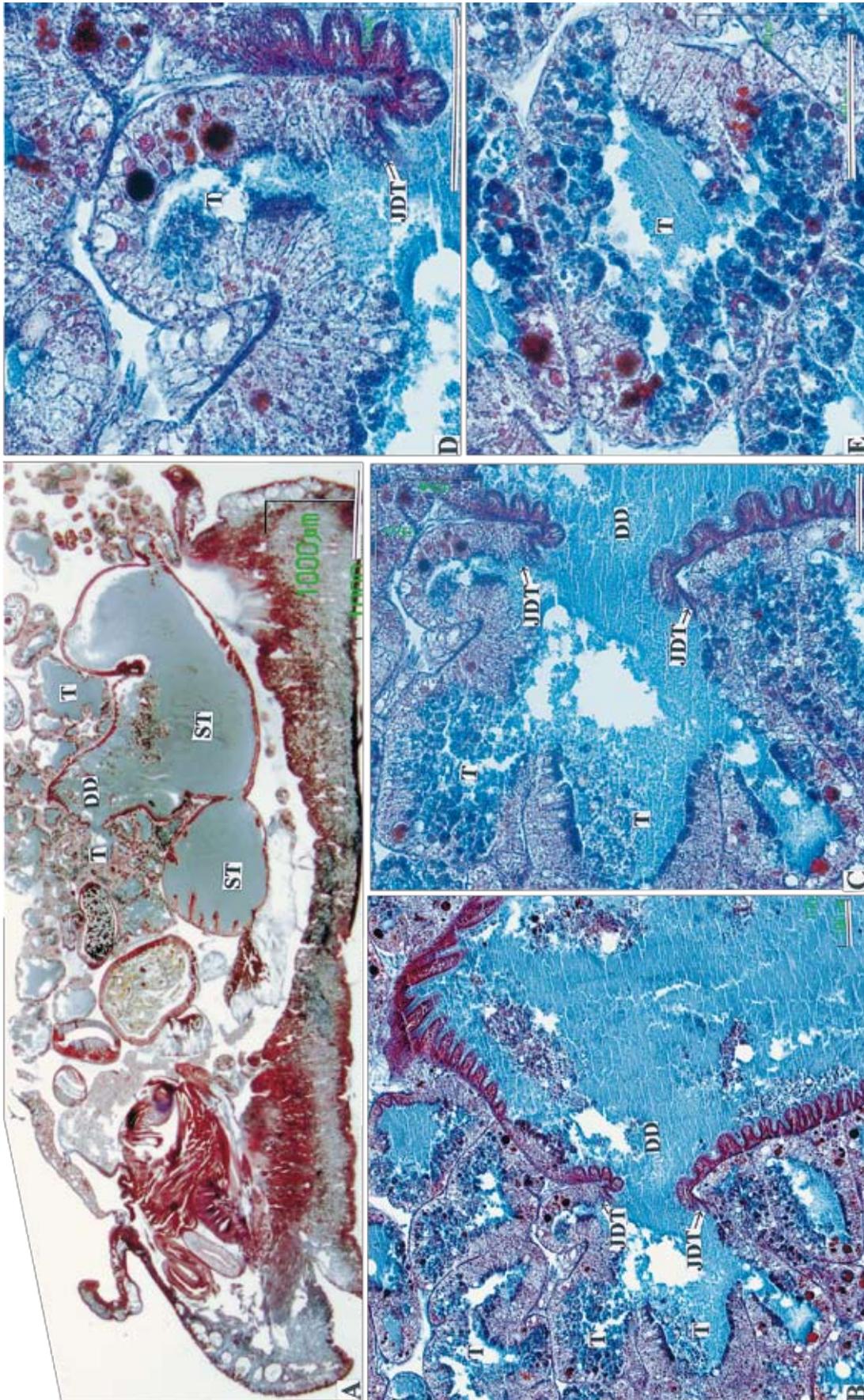


Fig. 10-3. Vertical sections of digestive diverticula of *S. (Anthosiphonaria) sirius*. Azen stain. Bar in A = 1 mm, and bars in B-E = 100 μm.