

## 日本鰻 (*Anguilla japonica*) 組織學之研究

### Histological Study of Eels (*Anguilla japonica*)

劉朝鑫\* 韓海倫\*\* 王金和\*\*\*

Chaw-King Liu\*, Helen Han\*\* and Chin-Ho Wang\*\*\*

#### Abstract

Economic importance of cultured eels has led to a need for the study of the diseases of this species of fish.

Histology is a fundamental science for physiology, pharmacology, toxicology and pathology. In order to adequately and accurately study the diseases of eels, knowledge of the histology of the healthy eels become necessary. Based on this reason, thirteen organs of Japanese eels (*Anguilla japonica*) were histologically studied in the present paper.

#### 緒 言

隨着鰻魚養殖事業的發展，鰻病研究之重要性日益增加。組織學為生理學、藥理學、中毒學及病理學之基礎。目前對於鰻魚組織學尚無有系統的研究報告。本文乃就鰻魚之皮膚、心臟、食道、胃、小腸、肝臟、膽囊、胰臟、脾臟、鰓、鰾、氣腺及腎臟等十三種器官做組織學之描述。

#### 材料及方法

本研究使用鰻魚為日本鰻 (*Anguilla japonica*)，自市場中購回健康者，在水缸中蓄養 3~4 日後取出，測量其體長及體重後，自尾部放血，取皮膚、心臟、食道、胃、小腸、肝臟、膽囊、胰臟、脾臟、鰓、鰾、氣腺及腎臟等器官，以布氏液 (Bouin's fluid) 固定後依法<sup>(1)</sup>做成臘塊，切成約 5  $\mu\text{m}$  厚之切片，固定於載玻片上，染色後鏡檢。

染色方法以蘇木紫—伊紅 (Hematoxylin-Eosin) 為主。依據需要另做鍍銀染色<sup>(2)</sup>、彈性纖維染色<sup>(3)</sup>、郭摩利鎳蘇木紫玫瑰紅染色<sup>(4)</sup> (Gomori's Chromium Hematoxylin Phloxine stain)、過碘酸染色<sup>(5)</sup> (Periodic Acid-Schiff stain) 及脂肪染色<sup>(6)</sup>等特殊染色，做進一步的鏡檢。

#### 觀察結果及討論

##### 一、皮 膚

鰻魚的皮膚光滑，背部呈黑色，腹部呈白色，在軀體左右兩側有明顯的黑白界限。其主要功能為保護、維持體內滲透壓、感覺作用及呼吸作用。當鰻魚被移出水面後，能擴張表皮的微血管行表皮呼吸

\* 國立臺灣大學獸醫學研究所 (Graduate Institute of Veterinary Medicine, National Taiwan University.)

\*\* 美國康乃爾大學紐約州立獸醫學院預防醫學研究所 (Department of Preventive Medicine, New York State Veterinary College at Cornell University, United States of America.)

\*\*\* 臺灣省家畜衛生試驗所 (Taiwan Provincial Research Institute for Animal Health.)

(dermal respiration)，可維持相當長的時間<sup>(1)</sup>。

皮膚分爲表皮及真皮二層。鰻魚皮膚表示於圖 1。

表皮含有豐富的粘液細胞 (mucous cells)、棍狀細胞 (rod cells 或 club cells)、色素細胞 (chromatophore)、游走細胞 (wandering cells) 及胚芽細胞 (germinal cells)，構成一複層扁平上皮組織 (stratified squamous epithelium)。粘液細胞呈圓形，大小不一，核小而被擠至細胞的一側。以 PAS 染色鏡檢呈陽性，即呈鮮紫紅色 (圖 2)。欲分泌粘液時，即移行至表皮上方開口分泌而呈杯狀，故又稱爲杯狀細胞 (goblet cells)。棍狀細胞亦爲大小不一，呈棍狀，或扭曲狀，核圓形而位於細胞中央。以 PAS 染色鏡檢呈陰性。欲分泌時亦移行至表皮上層，形成 Y 字形的棍狀細胞而分泌警報性物質 (alarm substance) 以向同伴示警<sup>(5)</sup>。

鰻魚皮膚表皮的最外一層細胞爲扁平細胞，不像哺乳動物最外一層爲角化層 (stratum corneum)。角化層爲天然的良好保護性柵門 (barrier)，鰻魚缺少角化層，所以有豐富的粘液細胞分泌粘液保護個體，在面臨危急或離開水中時大量分泌，所以養殖鰻的粘液細胞比天然鰻多 1 倍<sup>(2)</sup>。此外，又以棍狀細胞分泌警報性物質，以保護種族的安全。

除了上述二種細胞外，有少數的小形、色黑、長核形的色素細胞混雜於表皮細胞間。接近表皮底部有二層細胞，最下層的爲縱行排列的胚芽細胞，爲柱狀細胞，鏡檢下呈小長方形，核大質紅染，構成胚芽層 (stratum germinativum)。游走細胞位於胚芽層上方。

鰻魚腹部以外的皮膚，在表皮下方真皮上方，有一層黑色素細胞層 (melanophores)。黑色素細胞爲星芒狀細胞，細胞質內充滿褐色或黑色的色素顆粒。

真皮由結締組織纖維構成，主要爲膠原纖維，此外尚有彈性纖維、血管、神經及豐富的平滑肌纖維混合存在。緊接表皮的部份，纖維分佈較緻密而強韌，有血管、神經的集中分佈，以行表皮呼吸及感覺等作用。真皮的下面，纖維分佈較疏鬆。表皮的上層有鱗片分佈成鱗片層，如圖 1 所示，鱗片乃併行排列存在於鱗囊內 (scale pocket)。在真皮下層，亦可見黑色素細胞的分佈。

## 二、心臟

鰻魚的心臟位於咽喉下方左側，外面有一層白色堅韌的心囊 (pericardium) 包圍。其功用與哺乳動物心臟相同，即利用其舒張、收縮間的力量，把血液輸送出去，成爲體循環的原動力。心臟與心囊間有少許心囊液，以減少彼此間的摩擦。心房與心室背部，有結締組織纖維與心囊連接。

鰻魚的心臟由四部份構成，即靜脈竇 (sinus venosus)、心房 (atrium)、心室 (ventricle) 及動脈球 (bulbus arteriosus)。血液由靜脈竇流入，經過心房、心室再由動脈球流出心臟外。竇房間有結締組織性的半月瓣 3 個，即右側有小型瓣 2 個，左側有大型瓣 1 個。房室間有 2 個瓣，室球間亦有 2 個瓣。血流的方向由這些瓣控制，以防止血液逆流。動脈球與大動脈交接處，雖然沒有瓣存在，但此處管腔非常狹窄，幾乎完全閉塞而具有類似瓣的作用。魚類心臟與哺乳類不同，只有靜脈血通過，而無動脈血<sup>(6)</sup>。

鰻魚的心房相當大，壁薄且柔軟。心室則壁厚而有豐富的心肌，極富於彈性。心房心室壁均由心外膜 (epicardium)、心肌 (myocardium) 及心內膜 (endocardium) 三層構成 (圖 2)。

心外膜的外層爲單層的間皮細胞 (simple mesothelium) 所覆蓋。其下爲含有許多結締組織、血管、神經及脂肪的心外膜下結締組織層 (subepicardial connective tissue layer)。心室的此層中可見到許多自第二上鰓動脈 (secondary branchial artery) 來的冠狀動脈 (coronary artery)<sup>(2)</sup>，供給心臟血液。心房的心外膜下結締組織層，較心室的爲薄，且所含的血管亦較少。

心肌層主要由心肌纖維及網狀纖維構成。鰻魚的心肌層表示於圖 2。心室的心肌層由二層即外層又稱緻密層 (compact layer) 及內層又稱海綿層 (spongy layer) 構成。外層的心肌有二走向，外側心肌縱行，內側心肌環行。內層心肌呈海綿狀疏鬆排列。心房的心肌層，外側肌纖維不明顯，僅可見到發達的內層心肌，呈不規則的海綿狀疏鬆排列。

心內膜則是由一單層內皮細胞 (endothelium) 及其下的結締組織層構成。心房的結締組織層比心室的疏鬆；厚薄則依部位而略異。

竇房間瓣，房室間瓣及室球間瓣，均由緻密的結締組織構成。這些瓣各朝心房、心室及動脈球方向開口。鰻魚心臟的乳頭肌 (papillary muscle) 及腱索 (chordae tendinae) 等不發達，所以這些瓣的開閉，由其連接的環狀肌控制，當心房或心室收縮時，環狀肌便集合而使瓣關閉，以防止血液逆流。

動脈球是一變形的血管，其壁非常厚，約為心室壁之三倍<sup>(2)</sup>，乃是為適應心室送出血液時的高血壓。動脈球由內膜層 (tunica intima) 及外膜層 (tunica adventitia) 構成 (圖 3)。雖然含有零星的平滑肌纖維，但未構成肌肉層，故本身無法收縮，完全藉着血液的流入而擴張，血液的流出而縮小。內膜層有一層內皮細胞覆蓋，下面為疏鬆的結締組織層及發達的彈性纖維層。彈性纖維層相當於心室或心房的心肌層。彈性纖維呈海綿狀排列，使動脈球富於彈性。外膜層由結締組織構成，含有神經及血管。血液從心室流出後，先在動脈球經過緩衝作用，使血壓降低，流速變慢，以免損傷組織，並使血中及水中的氣體能夠充分交換。

### 三、食 道

鰻魚的食道與哺乳類相似，呈直細管狀，位於肝臟腹側，前接咽喉，為消化道直接連絡口腔之部分，下端與胃相通，將食物送入胃中進行消化。

食道的組織學構造，如圖 4 所示，可分為 4 部份即粘膜層 (tunica mucosa)、粘膜下層 (tunica submucosa)、肌肉層 (tunica muscularis) 及外膜層 (tunica adventitia)。

粘膜層由複層扁平上皮細胞、固有層 (lamina propria) 及不發達的粘膜肌 (muscularis mucosa) 所構成。複層扁平上皮細胞間含有粘液細胞分泌粘液，以協助食團之潤滑下送。粘液細胞之數目依食道部位之不同而異，食道前三分之一所含的粘液細胞較少，呈長圓形，且有許多棍棒狀細胞同時存在；中間三分之一所含的粘液細胞非常多，呈長形，幾乎充滿整個上皮層；後端三分之一所含的粘液細胞數目仍多，但形狀較短。粘液細胞在過碘酸染色鏡檢下細胞質呈紅紫色，核呈藍色被擠在細胞之一邊，正在分泌粘液的細胞多呈杯狀。

固有層含有相當緻密的膠原纖維、血管及神經等。粘膜層相當發達，由疏鬆的結締組織構成，含有許多血管及神經。靠近肌肉層的膠原纖維，排列較緻密。

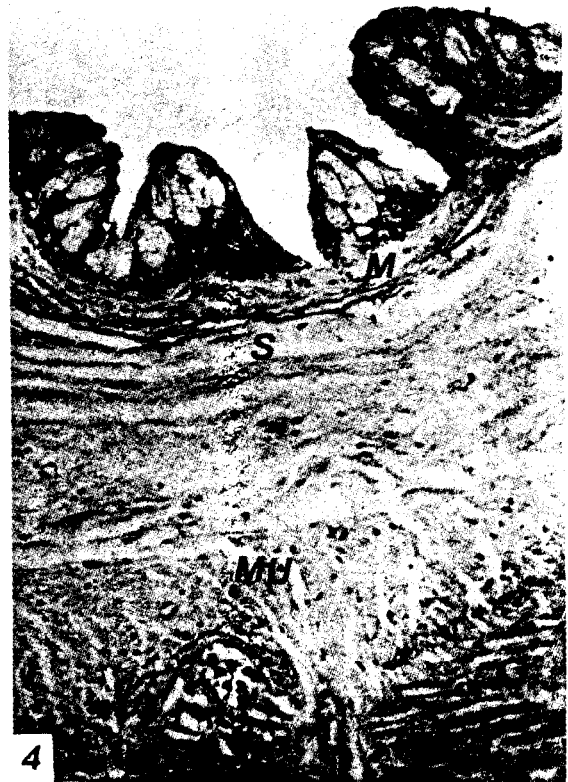
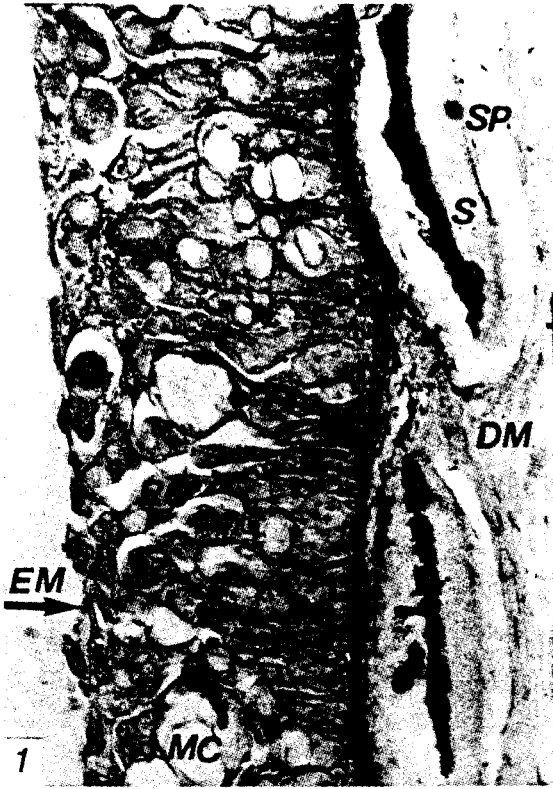
肌肉層主要由橫紋肌構成，分為內層環行及外層縱走的二層。食道前三分之二的二層肌肉皆相當發達，後三分之一則縱走肌不發達，鏡檢下只見到一層明顯的環行肌。肌肉層收縮時，粘膜層形成許多縱行排列的皺摺 (fold)，使食道口徑減小，擴張時則皺摺消失，使食道口徑變大，食團即在一舒一縮間送下進入胃內。

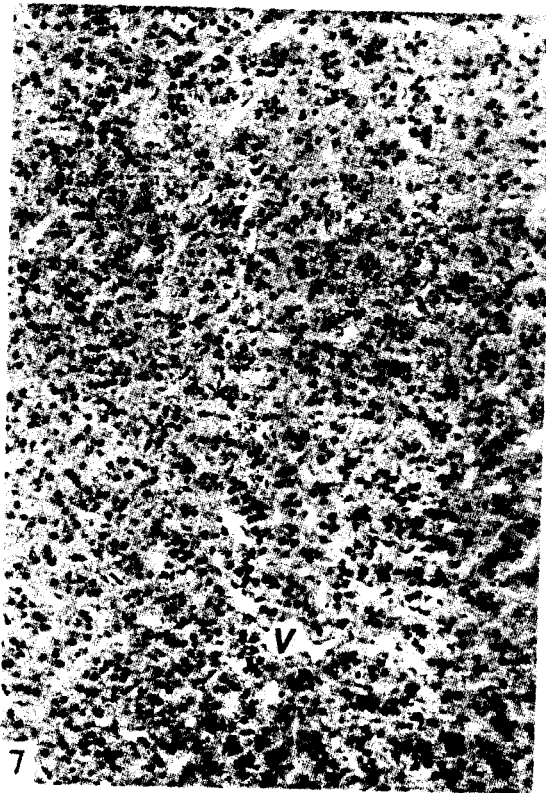
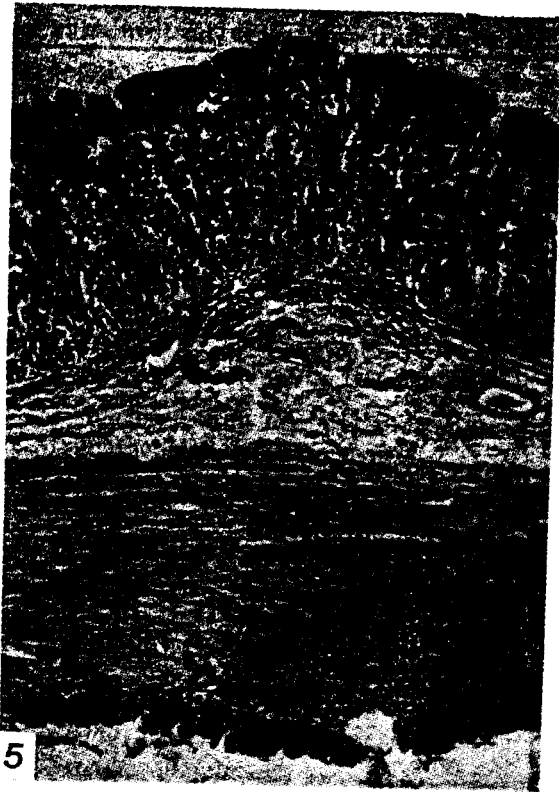
### 四、胃

鰻魚之胃呈 Y 字形，位於肝臟下方，其二角分別與食道及小腸相連，在交接處各有賁門及幽門括約肌控制食團之進出。胃體呈盲囊狀。食團由食道進入胃後，在胃體進行消化作用。

### Legend

- Fig. 1. Skin of eels. H & E; 400x. EM: Epidermis. DM: Dermis. MC: Mucous cell. RC: Rod cell. S: Scale. SP: Scale pocket.
- Fig. 2. The wall of the ventricle. H & E; 200x. CL: Compact layer. SL: Spongy layer.
- Fig. 3. The wall of bulbus arteriosus. H & E; 200x. I: Tunica intima. A: Tunica adventitia.
- Fig. 4. The wall of esophagus. H & E; 200x. M: Tunica mucosa. S: Tunica submucosa. MU: Tunica muscularis. A: Tunica adventitia.





胃之組織學構造如圖 5 所示，可分為 4 層即粘膜層、粘膜下層、肌肉層及漿膜層。粘膜層由單層圓柱上皮細胞 (Simple Columnar epithelium)、固有層、粘膜肌層所構成。粘膜表面為呈凹陷狀的胃小凹 (gastric pit)，約佔整個粘膜層的二分之一至三分之一。胃小凹之數目，在胃底部較少，胃體部則相當發達，愈近幽門部胃小凹愈多。胃小凹之表面由一層單層圓柱粘液上皮細胞所覆蓋。粘液上皮細胞所分泌之粘液顆粒聚集在細胞核上方之細胞質。細胞核呈長形，位於基部。以過碘酸染色鏡檢，可見此種細胞之上三分之一細胞質呈紅紫色，核則藍染。

胃小凹之底部乃是胃腺 (gastric gland) 之開口，每一胃腺均為固有層之纖維包圍。胃腺之口徑小而腺體相當大。在鏡檢下較粗的腺體由 7~8 個細胞構成，較細處則由 3~4 個細胞構成。

胃腺的細胞僅由主細胞 (chief cells) 構成，而不似哺乳動物之同時具有壁細胞 (Parietal cells)<sup>(4)</sup>。哺乳動物之壁細胞乃產生鹽酸之先質，而鹽酸在胃中則激活胃蛋白酶及凝乳酶，使其消化蛋白質<sup>(4)</sup>。鰻魚胃腺中僅有主細胞而無壁細胞，則其主細胞所分泌之胃蛋白酶及凝乳酶，如何受到激活，其機制有進一步研究之必要。

主細胞在鏡檢下呈錐體狀，細胞核圓形而位於基部，在細胞的上半部細胞質內含有許多分泌出來的酶顆粒，此種顆粒在郭摩利銘蘇木紫玫瑰紅染色鏡檢下觀察，則呈粉紅色。

胃腺在胃體及胃底部均相當發達，但在幽門部則不存在。

固有層主要由結締組織構成，含有血管及神經等。粘膜肌層在賁門部不明顯外，在其他各部均有分佈。粘膜下層由較緻密的纖維所構成，含有血管及神經等。

肌肉層由平滑肌構成，除了幽門部外，均為內環外縱的二層走向。胃底部的環走肌較薄，約為縱走肌的二倍厚，其餘部份的環走肌皆相當發達，厚度約為縱走肌的二倍，藉此行強有力的收縮。幽門部的肌肉排列雖混亂，仍以環行肌為主，形成厚的幽門括約肌。

漿膜層為一很薄的結締組織層，含有血管及神經等，最外層以中皮層 (mesothelium) 覆蓋。

## 五、小 腸

鰻魚之小腸位於肝臟下方，呈長的直管狀與胃平行排列。可分為十二指腸、空腸與迴腸三部份。十二指腸與胃相通，且胰臟、膽囊均有管道通入此區域，將分泌液送至此區域協助消化。迴腸則接肛門，將消化吸收後之渣滓排出體外。

鰻的小腸在組織學上如圖 6 所示亦可分為粘膜層，粘膜下層，肌肉層與漿膜層四部分。小腸的表面有粘膜的指狀突起即絨毛，絨毛上有刷狀緣 (brush border)，以此構造來增加吸收表面積。絨毛在十二指腸特別發達，細長呈壓舌板狀之構造；在迴腸則呈手指狀。

粘膜層由單層柱狀上皮及固有層所組成。單層柱狀上皮覆蓋在絨毛表面，其間有許多杯狀細胞 (goblet cells) 呈點狀分佈。杯狀細胞在迴腸之分佈尤其多。從固有層游走來的游走淋巴球 (migrating lymphocyte) 也常在柱狀上皮間出現。

如圖 7 所示，固有層伸展於絨毛核心間及粘膜下層上方，由膠原纖維、彈性纖維、血管、神經及疏鬆的淋巴組織所構成。淋巴球以散佈成小結節 (nodule) 狀存在，在迴腸內淋巴結含量較多。

鰻魚之十二指腸不含十二指腸腺 (Brunner's gland)，亦無賴伯公隱窩 (Crypt of Liberkuhn) 存

## Legend

Fig. 5. The wall of stomach. H & E; 100x. M: Tunica mucosa. S: Tunica submucosa. MU: Tunica muscularis.

Fig. 6. The wall of intestine. H & E; 100x. M: Tunica mucosa. S: Tunica submucosa. MU: Tunica muscularis.

Fig. 7. The liver of eels. H & E; 200x. V: Central vein.

Fig. 8. Reticular tissue in the liver of eels. Silver impregnation; 400x.

在，粘膜肌層亦不明顯。粘膜下層與固有層相連，主要由結締組織構成，含有相當豐富的血管。肌肉層由二層平滑肌以內環外縱走向形成，除了十二指腸的環走肌約為縱走肌之二倍厚外，其餘各部份縱、環走肌之厚度大約相等。漿膜層則由薄的疏鬆結締組織所構成，含有血管及神經等。

鰻魚無大腸，其功能均由小腸代行。

## 六、肝 臟

肝臟為鰻體內最大的器官，位於胃之前上部。呈赤褐色，分為二葉，左葉大而發達。肝臟之功用與哺乳動物相同，有貯藏肝醣、蛋白質及分泌膽汁以協助消化，並有解毒之功能<sup>(3)</sup>。

肝由被膜 (Capsule) 及實質二部分構成。被膜由膠原纖維及彈性纖維組成。肝頭部 (region of the hilus) 被膜較發達，形成血管、神經及膽管之外鞘 (sheath)。實質部分則由許多肝小葉組成，小葉間組織很薄，分葉不清楚 (圖 7)。鍍銀染色可見肝臟由網狀纖維所形成的肝細胞所支持 (圖 8)。肝三角區 (Portal triad) 內之肝動脈，膽管與肝靜脈間之距離較大，家畜則距離極接近。

肝細胞以肝靜脈為中心，呈放射及分枝狀排列，但其所形成的肝細胞索 (liver lamella)，不如家畜肝細胞索之有規則。肝細胞之形狀呈不規則六角形，在 H & E 染色鏡檢時，肝細胞質淡染且呈小空泡型，核則呈圓形或卵圓形。另有庫佛氏細胞 (Kupffer cell) 位於肝細胞邊緣，細胞小，核呈長形，以過碘酸染色鏡檢，可見到許多紫紅色的肝醣顆粒存於細胞質內。以蘇丹染色鏡檢則可見到豐富的呈橙紅色的脂肪顆粒分佈於肝細胞質內。

## 七、膽 囊

鰻之膽囊為一卵圓而綠色的囊狀體，位於肝臟腹面。肝細胞所分泌之膽汁經由肝細胞索間之膽小管 (bile canaliculus) 滙入膽管，再經由膽囊管 (cystic duct) 貯存於膽囊中，然後與膽囊之分泌物<sup>(2)</sup>一起排入十二指腸中。

膽囊之構造可以分成三層，即粘膜層，肌肉層及外膜。粘膜層由粘膜上皮細胞及固有層組成，粘膜上皮為單層柱狀上皮細胞，固有層則為排列疏鬆的結締組織構成。肌肉層以環行肌為主，相當薄；外膜則由很厚的結締組織構成。外膜中有許多梨狀的腺體呈小葉狀分佈，分泌細胞之形狀及嗜色性，均與胰臟之分泌細胞相似，惟細胞較小。

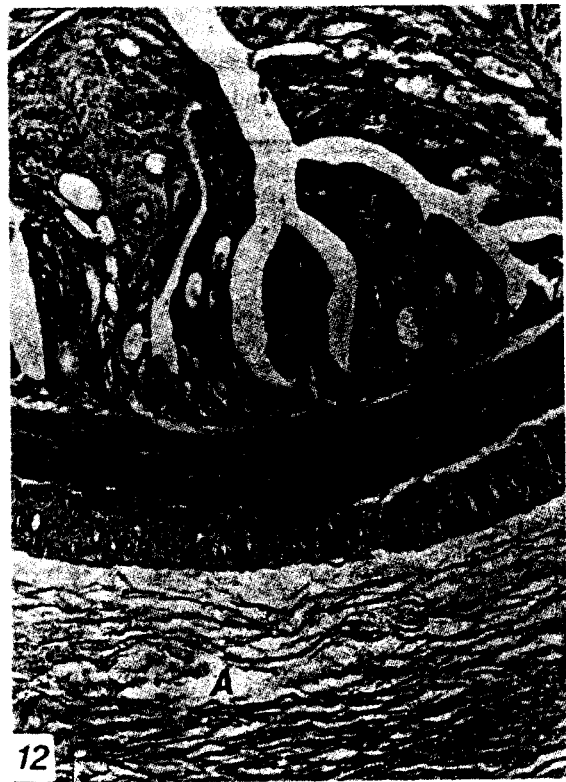
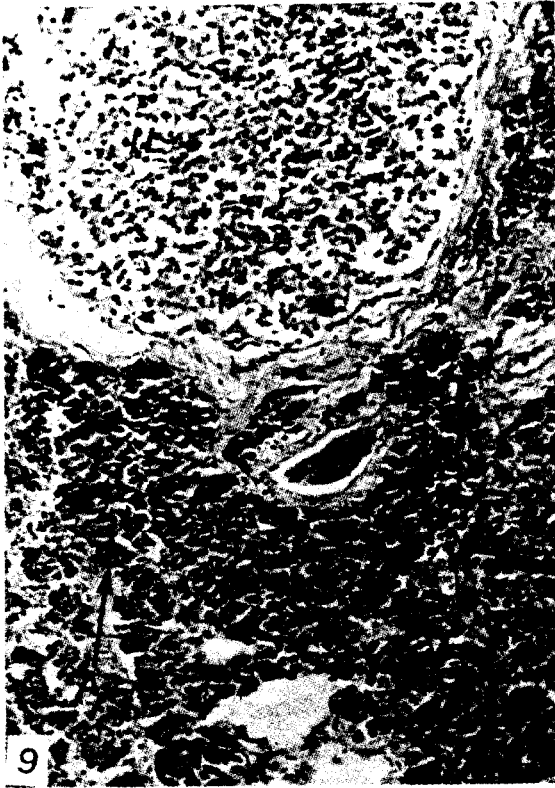
## 八、胰 臟

鰻之胰臟呈黃白色，位於十二指腸之凸方側，存於肌肉層與漿膜層之間，起於幽門處沿十二指腸往下延伸而呈帶狀，長度約為胃長之三分之二，不但屬於外分泌器官，同時也是內分泌器官，二者的機能分由不同的細胞擔任。

胰臟之組織學構造可分為負責外分泌之腺泡組織 (acinus) 及主掌內分泌的蘭氏小島 (Islets of Langerham) 二部分。腺泡呈管狀或梨狀，由 4~8 個錐形的分泌細胞形成 (圖 9)。分泌細胞的核呈圓形，位於基底部，底部的細胞質呈嗜鹼性，即在蘇木紫—伊紅染色下鏡檢染成藍色，頂端的細胞質為嗜酸性且具有嗜酸性的分泌顆粒。在郭摩利鎳蘇木紫玫瑰紅染色的組織片鏡檢時，分泌細胞底部呈藍色，頂端為紅色，且可見到許多紅染的酵素顆粒分佈於頂端。在分泌細胞與腺泡底部的基膜 (basement

### Legend

- Fig. 9. The pancreas of eels. H & E; 200x. A: Acinus. IL: Islet of Langerham.  
 Fig. 10. The parenchyma of spleen. H & E; 100x. W: White pulp. R: Red pulp.  
 Fig. 11. The gill filament of eels. H & E; 200x. L: Lamellae. S: Supporting cell. C: Capillary.  
 Fig. 12. The wall of swim bladder. H & E; 100x. M: Tunica mucosa. MU: Tunica muscularis.  
 A: Tunica adventitia.



membrane) 之間，偶而可發現籃狀細胞 (basket cell)，其核呈長形，另外在腺泡管腔內，因切面之不同，偶而可見到一、二個導管細胞 (centroacinar cell)。

腺泡呈一堆堆小葉狀不規則排列，以結締組織分開，每個腺泡之間亦有薄的結締組織存在。結締組織內含有豐富的血管、神經及導管等。導管系統分為三部分：中央腺泡間導管 (intercalated ductules)、小葉內導管 (intralobular ducts) 及小葉間導管 (interlobular ducts)。構成此等導管之細胞均相似，僅上皮細胞之形狀由單層立方 (Simple cuboidal) 逐漸變成單層柱狀 (Simple columnar) 而已。胰臟的外分泌液經由此等導管運送至小腸內。

胰臟的內分泌部分蘭氏小島為圓形構造，分佈在整個胰臟中，以極薄的結締組織與腺泡分開。蘭氏小島是由胰島細胞及豐富的微血管構成，胰島細胞分為  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  及  $\delta$  4 種<sup>(2)</sup>，核均呈圓形或卵圓形而位於細胞之中央。在郭摩利銘蘇木紫玫瑰紅染色下鏡檢， $\alpha$  細胞位於蘭氏小島之邊緣，其顆粒紅染； $\beta$  細胞較  $\alpha$  細胞小，但數量較多，分佈於蘭氏小島之內部，細胞質內的顆粒染成藍色； $\gamma$  細胞為未完全分化的細胞，位於  $\alpha$  與  $\beta$  細胞之間，細胞質內不含特別的顆粒。

## 九、脾 臟

鰻之脾臟位於胃、腸間上方，呈長四角柱形而深紅色，長度約為胃長之二分之一至三分之一，為鰻之造血器官及貯藏血球之場所，同時也是破壞血球之場所<sup>(2)</sup>。

鰻之脾臟可分為被膜 (capsule) 及實質 (parenchyma) 二部分。被膜覆蓋於脾臟外層並有許多小樑 (trabeculae) 穿過被膜而進入脾臟實質部。脾臟表面有一很深的凹陷，即所謂的脾門 (hilum)，脾動脈及脾靜脈均由此處進出脾臟。被膜及小樑均由緻密的膠原纖維、網狀原纖維及一些平滑肌纖維構成。被膜在脾門處最厚，小樑由脾門及被膜向內放射伸進而分枝形成一網狀結構。

如圖 10 所示，鰻之脾臟實質可分為白髓 (white pulp) 及紅髓 (red pulp)。白髓與家畜之白髓不同，並不形成結節，亦無明顯的發生中心 (germinal center)。紅髓含有無數個靜脈竇 (venous sinuses)，靜脈竇間有脾索 (splenic cord) 形成一種逐漸伸入白髓中的網狀組織。在此網間有吞噬細胞 (macrophage)、單核球 (monocyte)、漿細胞 (plasma cell)、成漿細胞 (plasmoblast)、紅血球 (erythrocyte)、顆粒性白血球 (granular leucocytes) 及無數由白髓擴散來的大、中、小型淋巴球。

## 十、鰓

鰓為鰻之呼吸器官，位於咽喉上方頭部之兩側，呈鮮紅色，外有鰓蓋保護，上下顎與鰓蓋之開閉運動，能引水流入口腔，經過內鰓孔 (internal branchial aperture) 流入鰓室 (gill chamber)，通過鰓板 (gill lamellae)，經過外鰓孔 (external branchial aperture) 而由鰓裂 (gill slit) 流出體外，以行氣體交換而達到呼吸的效果<sup>(1,2,3)</sup>。

鰻之鰓含有 5 對鰓弓 (gill arch)，第一對鰓弓演化成擬鰓 (Pseudo branch)，有調整鹽類、調節呼吸機能、調整眼壓之功能<sup>(1)</sup>，真正有呼吸作用的只有第二～第五對鰓弓，此四對鰓弓均受下鰓骨支持而彎曲成弓狀，因而得名，鰓弓的兩側由呈絲狀平行排列的許多鰓絲 (gill filament) 構成，鰓絲兩面有無數橫走平行排列的呼吸瓣突出稱為鰓板 (lamellae)，此種構造使呼吸表面積大大地增加。

在鰓絲之底部有從腹大動脈 (ventral aorta) 分枝來的鰓導入動脈 (afferent branchial artery)，環繞位於鰓絲中央的軟骨，以形成鰓導出動脈 (efferent branchial artery) 而將含氧血帶出鰓，經過背大動脈 (dorsal aorta) 至全身各處<sup>(6)</sup>。鰓導入動脈含有許多分枝的微血管，經過每一鰓板之血管，無論是導入動脈或微血管的血液都與水流方向相反<sup>(1,6)</sup>，俾能使水中氧氣擴散進入血液的效果達到極點。

鰓板的外層覆蓋着一層由扁平上皮細胞 (Simple squamous epithelium) 組成的呼吸上皮，內部有由鰓導入動脈分枝的微血管及支柱細胞分佈 (圖 11)，血液與水僅隔一層呼吸上皮及一層微血管壁的內皮細胞行氣體交換及血中廢物排除。水中的溶氧以擴散作用進入血液中，血液中之二氧化碳亦經由擴散

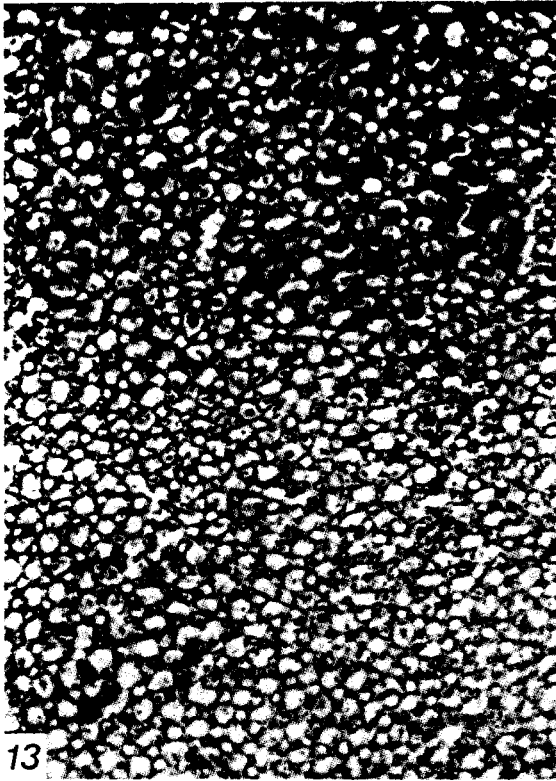


Fig. 13. The red gland of eels. H & E; 100x.



Fig. 14. The parenchyma of kidney. H & E; 200x. C: Renal corpuscle. P: Proximal convoluted tubule. D: Distal convoluted tubule.

作用排出水中<sup>(1,2)</sup>。在鰓板底部與鰓絲交接處可見到一些粘液細胞及氯化物細胞 (chloride cells) 散佈於間質細胞 (mesenchymal cell) 中，以分泌粘液，吸收及排泄氯離子而達到保護鰓部及平衡氯離子的作用<sup>(1)</sup>。

支柱細胞之核相當大，橢圓或長方形，呈空泡狀，細胞界限不明 (圖 11)，有支持鰓板內微血管之功能。粘液細胞大小不一，細胞質呈空泡狀，當鰓部受外界刺激時粘液細胞便增多，分泌粘液以保護鰓之受損害。

在鰓弓前面內有二列對稱鋸齒狀的白色鰓耙 (gill raker)，粗短似小刺，當大顆粒物質例如飼料顆粒流經鰓時，可及時將之固定住，以免傷及鰓絲或妨害呼吸<sup>(1,3)</sup>。

鰻之呼吸運動次數 (即鰓蓋運動) 極不規則，在安靜時的呼吸次數約為 41~58 次/分，但常受水溫變化、氧氣缺少、二氧化碳過多或其他有害物質等之影響而改變<sup>(1,2)</sup>。

### 十一、鰓

鰻之鰓與體軸平行，位於消化管之背面，為一長紡錘形的銀白色氣囊，其主要功用為儲藏空氣以調節鰻體之比重。鰻之鰓屬有管鰓 (Physostomes)，從鰓囊腹面約三分之一處有一氣道 (Pneumatic duct) 通往消化管開口於食道背側後端近胃之處。

鰓擴張時其氣體來自血液，經氣腺 (gas gland 或 red gland) 之調節而進入鰓內儲藏。當鰓收縮時氣體則經氣腺之調節由氣道排經食管而進入水中。

鰓之組織學構造 (如圖 12) 可分為三層，由內至外依次為粘膜層，肌肉層及外膜層 (圖 12)。粘膜很薄，當鰓收縮時即摺疊形成皺壁縱行排列；當鰓擴張時皺壁便消失。粘膜上皮由低的單層柱狀上皮組

成，固有層非常薄，但血管極發達，由網狀纖維構成，粘膜肌層與粘膜下層均不發達。肌肉層分爲二層，內層爲環行肌肉層，外層爲縱行肌肉層，均由平滑肌構成，與消化管之肌肉層比較，顯然不發達。外膜相當厚，主要由膠原纖維構成，排列疏鬆，有許多彈性纖維混雜於其中，使鰻更堅韌而富彈性。

氣道之構造與鰻完全相同，但構成粘膜上皮之細胞，以內皮細胞替代柱狀上皮細胞。

## 十二、氣 腺

鰻之氣腺位於鰻腹側，爲一對血紅色的正三角錐體，由許多平行的動靜脈微血管組成的血管網 (rete mirabile) 所構成 (圖 13)，而非腺體。氣腺之血液主要來自腹動脈 (coeliac artery)，依逆流原理而調節血內氧的分壓，將氣體貯入鰻內或由鰻內經肝門靜脈輸送出去<sup>(6)</sup>。

氣腺內的動靜脈微血管均平行排列，動靜脈間次排列呈六角形，外面有一層結締組織包圍形成被膜。

## 十三、腎 臟

鰻之腎臟位於腹腔背部，分左右二枝，先端開始於肝臟背部，沿脊椎二側向下延伸，愈往後延伸愈膨大，越過排泄腔後更大，左右合而爲一，形成棒狀。鰻之腎臟除了有形成尿液，排泄體內廢物，維持滲透壓及平衡體液與鹽類之功用外，尚有造血及分泌腎上腺素之功用<sup>(1,2)</sup>。

鰻之腎臟可分爲前腎及後腎，前腎完全由淋巴組織構成，後腎則除了腎元 (nephron) 外，尚有淋巴組織存在 (圖 14)。輸尿管位於腎臟組織內中央部份，分左右二側向後方伸出，出腎臟後合而爲一，開口於肛門內，是爲泌尿孔 (Urinary pore)。鰻魚無膀胱及尿道之存在。

腎臟之淋巴組織是以網狀組織爲基礎構成網路，而有淋巴球，成淋巴球、漿細胞、單核球、顆粒球、紅血球等充滿於間隙。此外常可見到褐色的含鐵血紅素 (hemosiderin) 成團地沉澱於淋巴組織間。

腎元由腎小體 (renal corpuscle)，近側曲小管 (proximal convoluted tubules)、遠側曲小管 (distal convoluted tubules) 所構成，而缺少亨利氏襻 (Henle's loops)。亨利氏襻降肢部分之功能由近側曲小管之末端代行，上肢部分之功能則由遠側曲小管之前端代替<sup>(2)</sup>。

腎小體是由膨脹的鮑氏囊及腎絲球組成。鮑氏囊的壁層由單層鱗狀上皮構成，腎絲球則爲纏繞在一起的微血管構成。近側曲小管由單層低柱狀或立方狀細胞所構成，細胞較濃染，核呈圓形，位於細胞中央，在細胞頂端有刷狀緣 (brush border) 存在。在組織切片上以近側曲小管之數目最多。遠側曲小管直徑較小，由單層立方狀細胞所構成，因其細胞較低，故管內腔 (lumen) 在鏡檢下顯得較大。細胞質淡染，細胞呈圓形，位於細胞之中央。輸尿管則由偽複層上皮 (pseudostratified epithelium) 所覆蓋，細胞頂端有絨毛存在，細胞質淡染，有杯狀細胞同在。

後腎的間質中有甲狀腺的腺囊 (follicle) 散佈，腺囊由一單層立方狀上皮圍繞着充滿膠體 (colloid) 之管腔形成。

## 摘 要

本文曾就日本鰻 (*Anguilla japonica*) 之皮膚、心臟、食道、胃、小腸、肝臟、膽囊、胰臟、脾臟、鰓、鰻、氣腺及腎臟等十三器官做組織學的觀察及討論。

## 參 考 文 獻

1. 尾崎久雄，1969。呼吸の生理 p. 220，魚類生理學講座，第二卷。綠書房，東京，日本。
2. 松井魁，1972。外部形態、內部形態とその構造，96-179。鰻學 (生物學研究篇)。恒星社厚生閣，東京，日本。
3. 松原喜代松、落合明、岩井保，1965。形態，p. 26-120，魚類學 (上)，恒星社厚生閣，東京，日

本。

4. Clark, G. 1973. Staining Procedures, 3rd edi. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, Md., U. S. A.
5. Grizzle, J.M. and W. A. Rogers. 1976. Integumentary System, 40~42. in "Anatomy and histology of the channel catfish". Auburn University, Auburn, Alabama.
6. Hoar, W. S. & D. J. Randall, 1970. Circulation, Respiration, Excretion, Metabolism, Endocrine System, Fish Physiology.
7. Leeson, C. R. & T. S. Leeson. 1976. Histology, 3rd edi., W. B. Saunders Co., Philadelphia, U. S. A.
8. Trautman, A. and J. Fiebiger. 1957. The digestive system, 188-216, Fundamentals of the histology of domestic animals. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York.