

# 五种不同食性鯉科魚的消化道

林浩然

(生物系)

关于硬骨魚类消化道形态解剖和組織构造的研究,前人曾做过不少工作,其中較主要的是:Greene(1912),Bakin和Bowie(1928),Dawes(1929),Blake(1930,1937),Rogick(1931),Curry(1939),McVay和kaan(1940),Suyehiro(1941),Al-Hussaini(1945,1946,1947,1949),Ahsan-ul-Isham(1949),Girgis(1952),Kapoor(1953,1957),Inaba和Nomura(1956),秉志(1960),孟庆聞和苏錦祥(1960)等人分別研究了王鲢、底鱗(*Fundulus heteroclitus*)、比目魚、鯉、鯽、鮰、野鰲、鮫、花鰱、鮠等許多种魚类的消化道构造。但是,在以往的研究对象中,重要的淡水經濟魚类不多,而且研究內容在形态解剖方面較为深入,組織构造方面做得較少,亦沒有結合魚的食性进行分析比較。

本文選擇我国华南地区淡水养殖漁业中較为重要的五种不同食性的鯉形目鯉科魚类做研究对象,包括杂食性的鯉 *Cyprinus carpio* Linne,草食性的鮫(草魚) *Ctenopharyngodon idellus*(C.&V.),肉食性的鰱 *Elopichthys bambusa*(Richardson),偏重浮游动物食性的鱮 *Aristichthys nobilis*(Richardson),偏重浮游植物食性的鮰 *Hypophthalmichthys molitrix*(C.&V.)。其中鰱是淡水漁业的敌害,其他四种魚都是重要的淡水漁业养殖对象。

本文研究五种魚类消化道的形态解剖和組織构造的特点,并按照它們不同的食性做比較,分析构造和食性之間的关系,既可供动物学、比較解剖学、魚类学的教学参考資料,亦可供有关方面在研究魚类形态构造、魚类消化道病理等問題时参考。

本文采用的名詞均根据中国科学院出版的《脊椎动物解剖学名詞》和《动物組織学名詞》。

本文在完稿后,得到中国科学院动物研究所秉志先生指正,在研究过程中得到廖翔华先生指导,特此一并志謝。

## 材 料 和 方 法

形态解剖的材料大部分是新鮮的成魚,少数是用5%甲醛浸制的,其大小相近,体长320—500毫米。进行消化道长度的測定时,均采用新鮮的材料。

观察組織构造采用的材料都是新鮮的成魚,体长約在300—400毫米之間。使用的固定液有Bouin氏液和Zenker氏液,染色用De-la-field苏木精染色法和Mallory氏三色染色法。切片多用横切面,只有少数,如咽与食道接連处、食道与肠接連处,用縱切面。切片厚度为6—10微米。

## 消化道的形态解剖

鯉、鮠、鰻、鱮、鰱的消化道分为口部、咽部、食管和腸部等四个部分。口部由上下颌到第一对鳃裂前缘，其中的口裂是由上下颌最前缘到其互相连接处。咽部分前咽和后咽，前咽由第一对鳃裂前缘到第五对鳃裂后缘，后咽则由前咽之后到食管前端。食管连接咽部和腸部。没有胃。腸部由食管后直达肛門口。茲比較五种魚各部分的构造。

口部 五种魚都是端形口，无牙齿，没有明显的舌，仅基舌骨上的上皮組織和肌肉組織稍增厚，上颌内側有半月形的口瓣；口腔上皮薄而潤滑，有色素分布。五种魚口部的主要区别为口腔的形状、大小和活动性的不同（見表1）。

表1 鯉、鮠、鰻、鱮、鰱、口部的比較

| 种 类 | 口裂长/吻长 | 口腔长/头长 | 口腔容积/头部体积 | 口张时，口腔容积增加倍数 | 口腔形状 |
|-----|--------|--------|-----------|--------------|------|
| 鯉   | 0.4    | 0.4    | 0.08      | 2.4          | 近圓筒形 |
| 鮠   | 0.7    | 0.5    | 0.08      | 1.7          | 寬扁形  |
| 鰻   | 0.9    | 0.4    | 0.10      | 2.0          | 長三角形 |
| 鱮   | 0.6    | 0.3    | 0.08      | 1.9          | 蚌 形  |
| 鰱   | 0.6    | 0.3    | 0.07      | 1.9          | 蚌 形  |

鯉魚口稍偏下位，上下颌和方骨之間的关节灵活，有韌帶相連，骨間有褶疊的皮膜，口可張开很大并向前伸出成管狀，使口腔容积大大增加。鮠魚口裂稍深，但上下颌和方骨之間的关节不甚灵活，口張开的程度較小，且不能向前伸出。鰻魚的口裂深而直，上下颌和方骨之間的关节較灵活，可使口張开很大，但完全不能伸出。鱮魚和鰱魚的口裂淺，口腔短而寬扁，主要依靠稍长而上斜的下颌上下活动，使口腔灵活地張开与閉合。

咽部 五种魚前咽的左右兩側为五对鳃裂貫穿，鳃弓内緣有鳃耙，咽壁柔軟，肥厚，潤滑，唯鮠魚基鳃骨部位的咽壁有許多扁平而結实的不規則形的乳突，形成粗糙的表面。五种魚前咽的主要区别为鳃耙的形状、排列和数目的不同（見表2），而以鱮魚和鰱魚的比較特殊与复杂。

表2 鯉、鮠、鰻、鱮、鰱鳃耙的平均数目

| 种 类 | 第一对鳃弓 |      | 第二对鳃弓 |      | 第三对鳃弓 |      | 第四对鳃弓 |      | 第五对鳃弓 | 每一厘米鳃弓上的鳃耙数目 |
|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|--------------|
|     | 外列    | 内列   | 外列    | 内列   | 外列    | 内列   | 外列    | 内列   | 外 列   |              |
| 鯉   | 21    | 30   | 27    | 30   | 27    | 28   | 29    | 32   | 21    | 4.5          |
| 鮠   | 18    | 23   | 22    | 23   | 23    | 21   | 20    | 15   | 14    | 3.5          |
| 鰻   | 14    | 9    | 14    | 7    | 13    | 10   | 11    | 18   | 0     | 3.0          |
| 鱮   | 695   | 680  | 680   | 680  | 695   | 695  | 640   | 640  | 405   | 52.0         |
| 鰱   | 2244  | 2244 | 2312  | 2312 | 2057  | 2057 | 2006  | 2006 | 1751  | 170.0        |

鯉魚的鰓耙均柔軟，短而扁，三角形，基部大而尖端細，上緣有一列乳頭狀細小櫛齒。鮫魚的鰓耙較堅硬，長圓柱形，無櫛齒，基部有三角形皮膜和鰓弓相連。鰻魚鰓弓的外列鰓耙比較發達，結實而堅硬，長圓錐形；內列鰓耙則退化，呈小突起狀。鱸魚和鰱魚前咽背壁由粘膜向鰓腔下垂而褶成九列縱走的鰓耙間褶(Inter gill-raker fold, Fang, 1928)，其側面觀呈長半月形，橫切面觀呈圓錐形，左右四列鰓耙間褶相應地突入位於下方的左右四對鰓弓內外列鰓耙所形成的溝道中，並與之相嵌合；位於中央的一小列鰓耙間褶則突入由左右第五對鰓弓的兩列鰓耙所形成的溝道中。鰓耙間褶隨着鰓弓一道呈螺旋狀卷入前咽背壁的內上方。由於鰓耙間褶突入，使鰓耙斜向內外側張開，前一鰓弓的內列鰓耙和後一鰓弓的外列鰓耙緊密靠近，填塞了鰓裂。鰓耙發達，軟骨質，有二種，一種為狹鰓耙，細長柱狀；另一種為寬鰓耙，有細長柱狀的中軸，外側為長三角形的薄膜狀構造，由中軸頂端延伸到基部。兩種鰓耙相間排列，其比例不一，通常每2—5枚狹鰓耙隔以1枚寬鰓耙。鰓耙較鰓絲長，或者等長，其排列緊密，鰓耙間隙小(鱸魚為50—80微米，鰱魚為25—30微米)，其間還有由鰓耙粘膜形成的小乳突。此外，鰓弓上部(即咽鰓軟骨)和鰓耙間褶呈螺旋形卷入前咽背壁內上方，其上的鰓耙較細短，排列緊密，每列鰓耙間褶之間有由前咽背壁形成的隔膜分隔開，包圍卷入的鰓弓和附在它上面的鰓絲和鰓耙。這種構造稱為鰓耙管(Gill-raker duct, Fang, 1928)或鰓管(Canale cochleares, Улитковый канал, Замбрибров, 1957)。鰱的鰓耙構造比鱸的還要複雜，主要表現為：

1. 鰓耙數較多，排列較緊密，鰓耙間距較小。
2. 鰓耙較柔軟，鰓耙粘膜形成的乳突較鱸的約多一倍。
3. 鰓弓的每列鰓耙側面(即不與鰓耙間褶貼近的那面)包被以由粘膜形成的海綿狀的篩膜(Sifting membrane, Fang, 1928)，它支持柔軟的鰓耙，鰓耙之間又有許多軟骨質的小橋互相連接，並把它們橫隔為4—6格，以形成細密的濾過網。
4. 鰓耙管較長而卷曲，面積較大。
5. 鰓耙較鱸的長，約為鰓絲長的兩倍左右。

後咽分前後兩部分。前部的上方為角質墊，兩側為咽喉齒貫穿，底部為厚而結實的咽齒，後部延伸到體腔中，狹小而短，約占後咽全長的四分之一，其壁厚而結實。五種魚後咽的主要區別為咽壁皺襞的發達程度，咽喉齒的數目，排列和形狀不同。鯉魚後咽壁不形成明顯的皺襞，每側的咽齒有三列，第一列有三枚，粗大而結實，齒冠光滑或有稜與溝，第二列只一枚，短小，圓形，齒冠有稜與溝，第三列亦只一枚，細長柱狀，齒冠光滑。鮫魚後咽壁形成發達的皺襞，背壁還有2—3縱列的乳頭，每側的咽齒有二列，第一列有四或五枚，通常左側五枚而右側四枚，側扁形，具長柄，齒冠由左右兩列櫛狀齒合成為鋸刀狀，甚為堅硬銳利，第二列有二枚，形小，長圓柱形，齒冠有3—6列稜突。鰻魚後咽壁後部形成几列不很明顯的縱走皺襞，每側的咽齒有二列，第一列有五枚，較大，第二列有四枚，較小，均呈犬齒狀，末端尖銳並彎曲成鈎狀。鱸和鰱的後咽壁均平滑而柔軟，每側的咽齒僅一列四枚，長橢圓狀，齒冠扁平，有細紋，邊緣銳利。

食管 鯉、鮫、鰻、鱸、鰱的食管均粗短，壁厚而結實，開始於和氣道相連接處，末端和腸的分界處較狹小，可看見一圈環狀括約肌，且食管較狹小，壁較厚，而腸前端

較寬大，壁較薄，兩者極易分別。

腸部 無胃，腸部沒有明顯分化。五種魚腸部的主要不同在於腸的長度，直徑，腸壁厚度，腸盤旋次數和形狀等（見表3）。

表3 鯉、鮠、鰻、鱮、鰱腸部的比較

| 種類 | 腸長/體長     | 腸長/腹腔長    | 腸前端直徑<br>(以鯉的直徑<br>為1而做出<br>的比例) | 腸壁厚度<br>(以鯉的厚<br>度為1而做出<br>的比例) | 盤<br>旋<br>次<br>數 | 盤 旋 的 一 般 形 狀                                   |
|----|-----------|-----------|----------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| 鯉  | 1.64—2.45 | 3.10—5.35 | 1.0                              | 1.0                             | 6                | 呈兩個互相靠近與并排的<br>“S”字型。                           |
| 鮠  | 2.29—2.54 | 4.69—5.31 | 1.0                              | 0.9                             | 8                | 呈三個并排在一起的<br>“S”字型，而在腹腔左<br>前方和右後方形成兩個盤<br>旋中心。 |
| 鰻  | 0.54—0.63 | 1.18—1.44 | 1.6                              | 2.0                             | 0                | 沒有盤旋，只在後部扭曲<br>一次。                              |
| 鱮  | 4.63—4.97 | 10.0—11.0 | 0.5                              | 0.6                             | 24               | 互相重迭，在腹腔左前方<br>經腹面中央錢而轉向腹腔<br>右後方形成三重發條狀。       |
| 鰱  | 6.29—7.77 | 15.0—19.0 | 0.4                              | 0.5                             | 27               | 在腹腔的左右兩側盤旋成<br>較規則的發條狀，而在腹<br>腔的前方中央則不很規<br>則。  |

## 消化道的組織構造

口部 鯉、鮠、鰻、鱮、鰱五種魚的口腔壁都可分為黏膜層、黏膜下層和肌肉層。

黏膜層由復層扁平上皮組成，一般厚約10—20層，常形成不很明顯的皺襞。表層的細胞稍扁平，排列緊密，核不明顯，底層細胞橢圓形，有圓形的核。在復層扁平上皮中散布有分泌黏液的小形杯形細胞和較大形的瓶狀黏液細胞，味蕾亦常看到，它呈長橢圓形或瓶形，頸狀的味孔伸到上皮表面，由七、八個支持細胞和味細胞組成。黏膜層通常沒有頂板而有基膜，其基底部與黏膜下層的結締組織連接處形成乳頭，數目不多，排列與形狀不規則，但常呈尖長的葉形突入黏膜層，其上方是味蕾主要分布的地方。黏膜層下方由一大束膠原纖維組成的結實層不很明顯。黏膜層在舌部稍增厚，味蕾和分泌黏液的細胞較多。

黏膜下層由不規則排列的網狀纖維結締組織組成，其表層較緊密，纖維束間有許多圓形或橢圓形的核，底層呈疏網狀，纖維束間有較大空隙，有時混雜有少許肌肉纖維和脂肪細胞。

肌肉層厚，由橫紋肌纖維組成。

五種魚口腔壁的組織構造彼此間有很大區別，主要表現在于黏膜層厚度，上皮細胞的

形状构造, 味蕾和分泌粘液的细胞的数量等方面。

鲤鱼口腔壁的前缘, 粘膜层增厚, 且较结实, 其细胞膜厚, 细胞核扁平, 细胞质不明显; 在粘膜层中, 分泌粘液的细胞不多, 味蕾则较多, 常数个聚在一起分布于表层 (图 1)。口腔壁的其他部分, 粘膜层较薄, 味蕾减少而杯状细胞和粘液细胞增多。粘膜层底部的乳头短小而多, 成波浪形排列; 在舌部的乳头则细长而少, 常突入粘膜层深处。

鲢鱼口腔壁的粘膜层最厚, 表面的上皮细胞略为角化; 味蕾少; 粘液细胞少而杯状细胞很多, 特别在舌部, 常集中于表层。粘膜层表面形成较明显而数目较多的皱襞, 底部的乳头较大而多。

鳊鱼口腔壁的粘膜层很薄, 只由 5—9 层扁平上皮细胞组成, 其表面的皱襞和底部的乳头都不明显, 味蕾很少, 呈空泡状的杯状细胞很多 (图 2)。

鳙鱼和鲢鱼口腔壁的组织构造相似, 最大特点是在粘膜层中的味蕾少而分泌粘液的细胞非常丰富, 它们占了粘膜层的大部分位置, 其组成包括: (1) 分布在表层的小形杯状细胞; (2) 分布在中间层的瓶形或椭圆形的粘液细胞, 其形状大, 核和细胞质常集中在细胞中央; (3) 主要分布在底层的粘膜层颗粒体 (Granular body, Fang, 1928), 圆形, 排列紧密, 其内部有疏松散布的点状颗粒, 颗粒体的体积比粘液细胞小, 而比上皮细胞和杯状细胞大, 其构造很类似粘液细胞, 只是没有明显的细胞核, 因此, 可认定它们在发展过程中的粘液细胞 (图 3)。

前咽 鲤、鲢、鳊、鳙、鲢的前咽壁组织构造和口腔壁的大体相似, 粘膜层通常较口腔壁的粘膜层厚些, 其表层的细胞较扁平, 排列紧密, 靠近底部的细胞呈瘦长形或椭圆形, 排列稍疏, 它们都有明显的核。粘膜层通常有顶板而基膜不很明显; 表面的皱襞和底部的乳头均较多而明显; 而且, 常比口腔粘膜层有较多的味蕾和分泌粘液的细胞, 尤其是后者, 常成层地集中排列在皱襞的凹下处。粘膜层下方有明显的结实层, 它由一大束胶原纤维组成。粘膜下层和肌肉层均和口腔壁的相似。

五种鱼鳃耙的粘膜构造和前咽壁的粘膜层相近, 由数层扁平上皮细胞组成, 并有少许杯状细胞、粘液细胞和味蕾分布, 底部有明显的基膜。鳊鱼的鳃耙粘膜不发达。

由于前咽的形态构造和它对取食的适应性不同, 使五种鱼前咽的组织构造彼此不同。

鲤鱼前咽壁粘膜层的上皮细胞层数, 分泌粘液的细胞和味蕾的数目都较口腔粘膜层的为多, 特别是分泌粘液的细胞, 数量上显著增多, 常把上皮细胞挤在一起, 同时, 粘膜层表面形成数目较多和较明显的皱襞, 杯状细胞常集中在皱襞的凹下处, 增加了它们排列的位置。

鲢鱼前咽壁最突出的特点是粘膜层很厚, 其表层的细胞扁平, 其中在表面的细胞趋于角化, 细胞核扁形, 细胞表面有一薄而明显的角化层; 中间层的细胞近五角形, 细胞膜厚, 底层的细胞长形, 细胞膜薄, 细胞核明显。粘膜层中味蕾和分泌粘液的细胞少, 底部和粘膜下层的结缔组织纤维形成许多叶形的乳头 (图 4)。在前咽的下壁, 上述的特点不显著, 因为粘膜层表层的细胞不角化, 表面不形成角化层, 且味蕾和杯状细胞较多。

鰻魚前咽壁的組織構造和口腔壁的很相似，仅粘膜层中的杯狀細胞和味蕾明显增多。

鱸魚和鮠魚前咽壁的粘膜层不比口腔壁的明显增厚，而分泌粘液的各种类型細胞均較口腔壁的略为減少。此外，鱸魚前咽壁粘膜层下方的結实层十分明显。

后咽 鯉、鮠、鰻、鱸、鮠的后咽壁都由粘膜层（包括复层上皮和固有膜）和肌肉层組成，延伸到体腔中的后咽后部分的最外方，还有一层薄的浆膜层。沒有粘膜下层。

粘膜层的复层上皮由未分化的扁形上皮細胞和杯狀細胞組成。扁形上皮細胞有明显的核和細胞質，主要分布在粘膜层底部，空泡狀的杯狀細胞主要分布于粘膜层表层，皺襞的兩側和凹处。粘膜层的頂板明显，沒有基膜。味蕾較前咽稍少（鯉例外）。結实层很不明显。粘膜层的复层上皮形成許多长形而有分支的皺襞；而在底部和固有膜的結締組織接連处形成数目很多的突出复层上皮表层的乳头，它們与皺襞相对，使复层上皮呈波浪形的起伏。固有膜由网状纖維結締組織組成，小束的纖維排列疏松，束間有許多結締組織的細胞核；它們占滿复层上皮底部乳头的空凹处，并在复层上皮下方形成很薄的一层。

肌肉层很厚，由橫紋肌纖維組成，肌束排列不規則，縱肌与环肌不明显区分。

浆膜层薄，由結締組織和一层扁平的間皮細胞組成。

后咽靠近前咽的部分，其構造和前咽相似，表现为：复层上皮的杯狀細胞較少，未分化的上皮細胞較多，固有膜較厚，有粘膜下层，肌肉层不发达。在靠近食管的部分，其構造和食管相近，表现为：复层上皮的杯狀細胞很丰富，未分化的上皮細胞少，固有膜薄，粘膜下层退化，肌肉层很发达。

五种魚后咽壁的組織構造彼此間亦有一些差別，主要表现为：鮠魚和鯉魚后咽壁粘膜层形成的皺襞比較发达，分支多，其次是鰻魚和鱸魚的，而鮠魚的皺襞最简单；鮠魚后咽壁粘膜层中味蕾最多，鯉、鱸和鮠次之，而鰻魚的味蕾最为稀見，鮠魚后咽壁粘膜层中的杯狀細胞最多（图5），其次是鯉、鰻、鱸，而以鮠魚的杯狀細胞为最少。

食管 鯉、鮠、鰻、鱸、鮠的食管壁由粘膜层肌肉层、和浆膜层組成。粘膜层的复层上皮很薄，由2—3层上皮細胞和杯狀細胞組成并形成少而沒有分支的皺襞，味蕾极少，頂板和基膜不很明显；底部和結締組織接連处形成少而不規則的乳头。固有膜較后咽的稍薄，由网状纖維結締組織組成，其底部有肌肉纖維侵入，因而和肌肉层的分界不明显（图6）。肌肉层发达，可明显分为內方的环肌和外方的縱肌，通常以环肌較厚，在食管末端，为厚而結实的括約肌。最外方的浆膜层由一层扁平的間皮細胞組成。五种魚的食管壁組織構造，彼此間的差异不明显。

腸部 鯉、鮠、鰻、鱸、鮠的腸壁和食管壁一样，由粘膜层、肌肉层和浆膜层組成。

粘膜层由单层柱形上皮細胞組成，它們排列整齐，橢圓形的核常位于細胞中央或稍靠近底部，通常，在上皮細胞的頂端有明显的垂直纤毛狀的紋狀緣，而在底部有基膜。在上皮細胞間有杯狀細胞，它們主要分布在皺襞頂部，其上緣沒有紋狀緣，并通过頸部而开口于腸腔中。在柱形上皮細胞之間還有少許小形的游走細胞，排列与分布都不規則，在上皮細胞的頂部和底部都有粘膜层形成許多复杂而多分支的皺襞（图7，8），在腸的前部，它們排列紧密，常由一个皺襞再分出若干小皺襞，排列的方向有橫走的，縱走的，斜走的，且皺襞之間常互相重叠与連接，因而几乎充滿整个腸腔。除柱形上皮細胞和杯狀

細胞外，沒有特殊的腸腺體構造。由腸的前部向腸的中部和後部，皺襞的數目漸減少，排列漸規則，腸壁漸變薄，杯狀細胞亦漸減少，但在腸的最後部分（靠近肛門附近），粘膜層由單層柱形上皮漸次變為復層柱形上皮，由2—3層柱形上皮細胞組成，並且有較豐富的杯狀細胞，因而和皮膚的組織構造相似（圖9）。粘膜層底部和固有膜結締組織連接處，隨著皺襞而形成許多不規則的突入腸腔中央的乳頭。固有膜由網狀纖維結締組織組成，它們布滿乳頭當中，圍繞皺襞的周圍，並在皺襞底部形成極薄的一層。在腸後部，由於皺襞簡單而排列整齊，固有膜稍厚。

肌肉層厚，和粘膜層的分界明顯，分為內方的環肌和外方的縱肌，兩者間有血管，神經及結締組織等；通常以環肌較厚。

漿膜層薄，由結締組織和一層扁平的間皮細胞組成。

五種魚腸壁的組織構造有顯著差異，主要表現為：

1. 腸壁粘膜層形成的皺襞各有特色，尤其在腸的前部：鯉魚的分支複雜，常互相關接與重疊排列，鮭魚的細長而直，延伸到腸腔中央，很少分支，鰻魚的不很規則，有的延伸到腸腔中央，有的分支或互相重疊，鱸魚和鯢魚的較簡單，短小，少分支與重疊，排列不甚規則。

2. 腸壁粘膜層中的杯狀細胞，以鮭魚最多，且腸的中部和後部比腸的前部稍多，其次是鰻魚，它們的數量在腸的各個部分很少變化，再次是鯉魚，它的腸前段，杯狀細胞很少，腸中段完全沒有，而腸的後段大大增加，鱸魚和鯢魚的杯狀細胞都很少，且向腸後部逐漸減少。

3. 鯢魚的腸壁肌肉層相對厚度（和腸壁總厚度之比）最大，鮭魚次之，鯉魚和鰻魚再次之，而鱸魚最小。但是，肌肉層的絕對厚度以鰻魚的最大，鯉魚和鮭魚的次之，而鱸魚和鯢魚的最小。

4. 腸壁肌肉層的厚度由腸前部向後部逐漸增加，以鱸魚增加最顯著，鮭魚次之，鯉魚和鰻魚再次之，而鯢魚幾乎沒有增厚。肌肉層的環肌由腸前部向後部漸變薄，而縱肌則漸增厚，這種變化以鯉魚和鱸魚比較明顯。

5. 鱸魚和鯢魚的腸壁在固有膜下方有由彈性纖維和膠原纖維組成的結實層，在腸前部和中部尤為明顯（圖8）。

## 討 論

第一，關於形態與組織構造方面：

鯉科魚類一般沒有胃，食管之後便是腸部，且腸部亦沒有分化，其前後部分除腸直徑，腸壁厚度，腸壁粘膜層形成的皺襞數量和形狀等方面有些差別外，並沒有形態和組織構造上的明顯不同，因此，Rogick(1931)，McVay與Kaan(1940)，Kapoor(1957)等，把鯉科的 *Camprostoma anomalum*、鯽和鮠等的腸都分為“腸球”(intestine bulb)和“腸本部”(intestine proper)兩部分，實際上，並無多大必要。

鯉、鮭、鰻、鱸、鯢五種魚的口腔壁和前咽壁都有明顯的粘膜下層，這和各個學者對某些鯉科魚和其他魚類的觀察一樣。但是，在後咽壁，食管壁和腸壁，有些學者，如

Rogick (1931), Cheng L.T. (1931), Kapoor (1957) 等, 在粘膜层的固有膜下方还分出粘膜下层, 而另些学者, 如McVay与Kaan (1940) 则认为在前咽以后, 没有粘膜下层而只有固有膜。在观察鲤、鲇、鲃、鲮、鲢五种鱼的組織构造后, 证明McVay与Kaan的观察较正确, 因为由后咽起, 在上皮組織和肌肉层之间只有很薄的网状纤维結締組織层, 分布在皺壁的空凹处, 这是組成粘膜层一部分的固有膜, 它和口腔与前咽的粘膜层下方, 由很厚的不規則排列的彈性纖維和胶原纖維組成的粘膜下层明显不同。所以在后咽壁, 食管壁和肠壁, 没有必要单独分出粘膜下层。

鲤、鲇、鲃、鲮、鲢五种鱼消化道的粘膜层中, 分泌粘液的細胞常有杯状細胞和粘液細胞两种, 杯状細胞较小, 靠近表面分布, 常成椭圆形的空泡状, 排列较紧密; 粘液細胞较大, 多在中間层分布, 常成瓶形椭圆形或不規則形, 排列较稀疏, 細胞內的細胞質集中在細胞中央, 和細胞膜分离, 呈椭圆形, 位細胞質中央。杯状細胞在消化道各部分都可看到, 而在前咽以后较多, 粘液細胞則主要分布于口腔和前咽, 后咽以后很少。但是, Rogick (1931), McVay与Kaan (1940) 在观察鯽和*Campostoma anomalum*时, 认为后咽和食管主要是粘液細胞, Kapoor (1957) 在观察鲢时, 认为整个消化道的分泌粘液的細胞都是粘液細胞。可能是这些鱼类分泌粘液的細胞組成彼此不同, 亦可能是他們把杯状細胞和粘液細胞混同起来。此外, 鲮和鲢的口腔壁与前咽壁粘膜层中有发达的顆粒体, 內有着色較深的点状顆粒, 其作用肯定与分泌粘液有联系。Greene (1912) 和Bolton (1933) 在鲢科鱼类消化道的粘膜层曾观察到成层排列的粒細胞, 并认为它們的作用是分泌粘液与贮存养料。鲮和鲢的顆粒体是否和鲢科鱼类的粒細胞相似, 尚待研究。

口腔、咽和食管的肌肉层由横紋肌組成, 在食管后部开始混入平滑肌纖維, 而腸部肌肉层是平滑肌, 并有少許横紋肌纖維延伸到腸前部。但McVay与Kaan (1940) 认为“腸球”的肌肉层为横紋肌, 在“腸本部”才渐为平滑肌所取代, Patzelt (1936) 曾报导横紋肌纖維在某些鲤科鱼类延伸到消化道末端。在食管和腸部, 横紋肌由平滑肌逐渐取代的情况, 还值得进一步研究。

鲤、鲇、鲃、鲮、鲢腸部粘膜层单层柱形上皮頂端均有明显的紋状緣, 可能是由細胞質实体所形成, 在杯状細胞頂端則沒有紋状緣, 分泌物均破膜流出。在以往对鲤科鱼类消化道的研究中, 有些学者 (Cheng L.F., McVay与Kaan, Kapoor 等) 沒有描述这种构造或者把它看做是頂板。至于紋状緣的形成与作用, 还了解得不够。此外, 在腸部粘膜层中, Cheng L.F. (1931) 认为只有柱形上皮細胞, 沒有他种細胞, 而Kapoor (1957) 則观察到柱形上皮細胞之間还有小形的游走細胞。我們对鲤、鲇、鲃、鲮、鲢腸壁組織构造的观察結果, 和Kapoor的观察相似, 但是这种細胞的分布和数量变化很大, 其詳細的形态构造和作用还需繼續研究。

鲤、鯽、鲇、鲃、鲮、鲢, *Campostoma anomalum* 等鲤科鱼的消化道, 由后咽开始都沒有結实层, 但鲮和鲢的腸壁有明显的結实层, 其情形与Greene (1912) 在王鲢的胃、腸、幽門垂等处所观察到的結实层, 极为相似。但是, 鲮、鲢与王鲢为何有相似的結实层, 它的作用怎样, 还不了解。

第二, 关于形态与組織构造和食性的联系方面:

五种鱼消化道的形态构造与組織构造的特征都和各自的食性有密切联系。



在形态构造和食性的联系方面,主要表现为:

鯉魚是底栖的杂食性魚类,其能伸縮的管状口和張得很大的口腔,可帮助它弄松水底軟泥,吞吃埋藏于泥中的底栖生物。鰓耙虽稀疏,但柔軟而具一系列小齒,鰓耙間能互相紧密交錯排列而形成較密的过滤器,适合于鯉取食小型食物。鯉的角質垫不发达,咽喉齿强而齿冠的稜沟不甚显著,且其腸的长度,厚度,直径和盘旋次数等,均介于鯢和鰻之間,都和鯉的杂食性相适应。

鯢魚幼体吃浮游生物,成体主要吃草类和植物叶,所以,取食方式主要不是用鰓耙过滤与收集水中食物,而是主动吞取食物,因而,它的鰓耙稀疏,对获取食物沒有作用,但口寬闊,口腔和咽喉的壁厚而結实,富于肌肉質,前咽还有由結实的乳头形成的粗糙表面,既能分泌大量粘液,促使食物潤滑与向后移动,又能防止坚硬的草与叶損伤口腔与前咽的粘膜。咽喉齿发达,咀嚼型,角質垫厚而結实,表面凹凸不平,可使咽喉齿向角質垫磨擦而嚼碎食物。鯢腸长,盘旋較复杂,直径小,壁薄,具有植食性脊椎动物所共有的特征。

鰻魚是肉食性的,其口裂深,上下口盖边缘均被角化层,下頷中央还有一枚鈎齿状的角質突起,能帮助它捕捉活的动物并防止它們从口中滑逃。鰓耙不发达,且不交錯排列,对鰻的肉食性完全沒有影响。咽喉齿发达,犬齿型,而角質垫不发达,因为咽喉齿不必向角質垫磨擦,而是把活的动物撕裂或割碎。鰻的腸和鯢的相反,粗短、壁厚,沒有盘旋,具有肉食性脊椎动物所共有的特征。

鱮魚和鮠魚都主吃浮游生物,其消化道有特殊的适应性。首先,它們的食物細小而悬浮于水中,必需有大量水流进入口腔才能得到足够的食物,于是,口成扁闊的蚌形,口腔容积大,下頷能灵活地运动而使口張开或闭合;其次,它們要能够把水中的食物篩取和集中起来,就必需有結構完善的鰓腔和复杂而細密的鰓耙。所以,鱮魚和鮠魚的前咽长,前咽腔寬闊,且五对鰓弓纵向排列,鰓裂貫穿整个前咽下方,大大增加水流过滤面积。前咽壁形成九列鰓耙間褶,可分泌大量粘液以粘滑食物,且突入同一鰓弓的内外两排鰓耙之間,使前一鰓弓的内排鰓耙和后一鰓弓的外排鰓耙紧密靠近,填塞鰓裂,让水流从鰓耙間隙滤过;同时,使同一鰓弓的内外两排鰓耙之間造成空凹处,贮存过滤得的食物,形成食物团粒,便于吞咽,而对細长柔軟的鰓耙,亦起保护作用,免其受机械損伤。由于鱮魚和鮠魚的鰓耙十分发达,細长而密致,每排鰓耙間不是交錯排列,而仅鰓耙末端紧密靠近,同时,卷入前咽壁内方的鰓耙管,內中的鰓弓上亦有細密的鰓耙,因而大大增加过滤面积,是鯉科其他种魚类所不可拟比的。鰓耙不只数量多,排列密,且鰓耙粘膜还形成許多乳头,鮠的鰓耙还被以篩膜,因而形成非常严密的滤过网。由于网密,可能使水流通过緩慢,但狹鰓耙和寬鰓耙相間排列,狹鰓耙較多,便可减少水流磨擦,使水流順利通过。鰓耙管的作用尚未完全了解,但肯定能收集与贮存食物。咽喉齿和角質垫均不发达,对取食微小的浮游生物,不起什么作用。鱮魚和鮠魚的腸細长,大大超过植食性的鯢,且腸壁薄,盘旋非常复杂,这可能是因为它們取食是連續不断的,食物在腸中需經較長時間的停留,消化和吸收。

鱮魚和鮠魚之間消化道形态构造的差別亦和它們各自的食性有关。鱮魚的口腔較寬闊,容积較大,有利于增加浮游生物进入口腔的数量,鮠魚的鰓耙和鰓耙粘膜乳头的数

目較多，又有篩膜和鰓耙間的軟骨質小橋，形成比較細密的濾過網，使對食物的過濾作用加強。所以，鱮魚和鯢魚是從不同方面來提高獲得食物的可能性。但由於鰓耙的密致程度不同，使鱮魚以吃較大形的浮游動物為主，而鯢魚則能吃較小形的浮游植物，因而，鯢魚的腸特別細長，盤旋亦最複雜。

在組織構造和食性的聯繫方面，主要表現為：

鯢魚常用伸縮的管狀口弄松軟泥以覓取食物，所以，上下頷邊緣的口腔壁表面角化，粘膜層厚而結實，沒有分泌粘液的細胞而有大量味蕾，使口前部較結實，能弄松軟泥而不會受損傷，且加強味覺，便於挑選食物。鯢口腔壁和前咽壁的粘膜層都有豐富的分泌粘液的細胞和味蕾，可能是把進入口腔的食物挑選和潤滑，並集中起來，便於吞咽。食物在后咽主要是磨碎與形成食物團，所以杯狀細胞很多而味蕾很少。食物團經食管進入腸部被消化與吸收，所以，分泌粘液的杯狀細胞逐漸減少。

鯢魚口腔壁和咽喉壁均厚而結實，有丰富的肌肉纖維，前咽粘膜層表層細胞角化，表面還有角化層。它們的作用是加強口腔壁和咽喉壁的活動性，使食物能向消化道后部移動而不會損傷粘膜層。口腔壁和前咽壁的味蕾少而分泌粘液的細胞多，可能是由於口腔和前咽的主要作用是吞取與潤滑食物，並促使它們迅速通過，而不是挑選食物或形成食物團。后咽的杯狀細胞和味蕾都很多，一方面是因為大塊的草和葉，只有經過咀嚼磨碎後才能形成食物團，所以需要大量粘液，另一方面是在咀嚼作用時主動挑選食物，所以味覺集中在后咽。鯢魚的食管和腸部的杯狀細胞都很多，可能是繼續潤滑較大片的草和葉，以利於消化。鯢魚腸壁的肌肉層較鯢魚的厚，可加強腸的蠕動能力。

鱮魚口腔壁和前咽壁的粘膜層很薄，分泌粘液的細胞多而味蕾少，這是由於鱮在水表層捕食他種魚類，主要依靠視覺與嗅覺，且食物種類單純，不必經過味覺的挑選作用，而捕得食物後，只需將它們潤滑與向消化道后部移動。后咽的杯狀細胞很多，其作用和鯢魚的相似，把經咽喉齒撕碎的食物潤滑而後吞下。腸的杯狀細胞較多，可能亦是繼續潤滑較大形食物，以助消化，腸壁的肌肉層很厚，這和其他肉食性動物相似，大大加強腸的蠕動能力。

鱮魚和鯢魚的口腔壁和咽喉壁的粘膜層都有豐富的杯狀細胞，粘液細胞和顆粒體，非常有利於潤滑、粘着和收集細小的浮游生物以形成食物團。口腔壁和咽喉壁的味蕾很少，可能因為它們都是通過水流和過濾作用而被動地取得食物，不主動選取食物，所以味覺不發達。鱮魚和鯢魚后咽壁的分泌粘液的細胞較口腔壁和前咽壁少，這與它們的后咽缺乏食物的咀嚼作用有關，因為體形細小的浮游生物在口腔與前咽已充分粘滑和形成食物團，在后咽只是繼續粘滑而已。鱮魚和鯢魚腸壁的杯狀細胞很少，皺襞較少而簡單，既是由於腸的主要作用是消化與吸收，食物的潤滑作用很小，亦是由於腸部很長，使皺襞相應地趨於簡化。

## 總 結

1. 本文研究鯢、鯢、鱮、鱮、鯢五種食性不同的鯢科淡水魚類消化道的形態和組織構造，並且進行比較，了解彼此間構造上的差別，藉以說明消化道的構造與食性之間

的联系性。

2. 鲤、鲢、鳙、鳊、鲮五种鱼的消化道形态构造的共同点是消化道分为口部、咽部、食管、肠部等四部分,口内无齿,没有明显的舌,口盖上缘有口盖瓣,前咽上壁呈“软腭”状,下方为五对鳃弓所贯穿,后咽上方有角质垫,下方两侧有咽喉齿,食管直,短而粗,没有胃,肠部前段稍膨大。

3. 鲤鱼口稍斜向下方,可成管状向前方伸缩活动,鲢鱼的口成宽阔的扁圆形,鳙鱼的口成狭长的三角形,口盖边缘有角质鞘,下颚正中有角质的钩齿状突起,鳊鱼和鲮鱼的口成扁阔的蚌形。

4. 鳊鱼和鲢鱼的鳃耙排列十分稀疏,鲤鱼的鳃耙比较紧密的互相交错排列,鳊鱼和鲮鱼有宽鳃耙与狭鳃耙两种,它们的数目很多,排列非常密致,而且,鳊鱼的鳃耙比鳊鱼的还要多,鳃耙外包被以由粘膜组成的筛膜,鳃耙间有软骨质小桥连接。

5. 鲢鱼的咽喉齿是咀嚼型,鳊鱼的是犬齿型,鲤鱼的介于两者之间而类似咀嚼形,鳊鱼和鲮鱼的不发达。

6. 鳊鱼的肠最短,肠壁最厚,肠的直径最大,肠没有盘旋,鲢鱼的肠与鳊鱼的不同,肠较长,肠壁较薄,肠直径较小,肠盘旋复杂,鲤鱼的肠介于两者之间,鳊鱼和鲮鱼的肠相似:肠很长,直径很小,肠壁很薄,肠盘旋很复杂。

7. 鲤、鲢、鳙、鳊、鲮五种鱼消化道组织构造的共同点是:消化道由粘膜层、肌肉层和浆膜层组成,口腔和前咽有粘膜下层而没有浆膜层,后咽亦只在后端才有浆膜层。口腔与咽喉的粘膜为复层扁平上皮,食管为复层柱形上皮,肠部为单层柱形上皮,其后段则逐渐转变为复层柱形上皮。粘膜层的固有膜由网状纤维结缔组织组成。粘膜下层由不规则排列的结缔组织纤维组成。口腔、咽喉和食管的肌肉层主要由横纹肌纤维组成,它们不明显地分为环肌与纵肌,肠部的肌肉层主要由平滑肌纤维组成,明显分为内方的环肌和外方的纵肌。浆膜层薄,由一层扁平的间皮细胞组成。

8. 鲤鱼的口腔粘膜层(尤其是口腔前缘)厚,表层角化,味蕾丰富而分泌粘液的细胞少,鲢鱼的口腔粘膜层最厚,分泌粘液的细胞多而味蕾很少,鳊鱼的口腔粘膜层和鲢鱼的相似,但甚薄,鳊鱼和鲮鱼的口腔粘膜层有非常丰富的杯状细胞和粘液细胞,在底层还有特殊的颗粒体,但味蕾很少。

9. 鲢鱼的前咽粘膜层最厚,尤其是前咽上壁,其粘膜层表层的细胞角化而在表面有一层明显的角化层,但分泌粘液的细胞和味蕾则很少,鲤鱼前咽壁粘膜层中分泌粘液的细胞和味蕾最多,鳊鱼前咽粘膜层和口腔的相似,仅分泌粘液的细胞略增多,鳊鱼和鲮鱼前咽粘膜层中分泌粘液的细胞较口腔少。

10. 鲢鱼后咽粘膜层有很丰富的味蕾和杯状细胞,鲤、鳙、鳊等的杯状细胞亦比前咽增多,但粘液细胞和味蕾极少。

11. 五种鱼食管壁的组织构造没有明显差异,仅粘膜层中的杯状细胞,以鲤鱼最多,鲢鱼次之,鳊鱼与鳊鱼再次之,而鲮鱼最少。

12. 肠部粘膜层形成的皱襞,以鳊、鲤、鳊较多而鲢、鲮较少。

13. 肠部粘膜层的杯状细胞,以鲢鱼最为丰富,鳊鱼次之,鲤鱼再次之(主要在肠后段),鳊鱼和鲮鱼都很少。

14. 肠壁肌肉层以鲢鱼最厚, 鲤鱼和鳊鱼次之, 而鳙鱼与鳊鱼最薄。肠壁肌肉层的厚度由肠前部向后部增加, 且肌肉层的环肌由肠前部向后部渐变薄而纵肌则渐增厚, 这种变化以鳙、鲤和鳊较为显著。

15. 鳙鱼和鳊鱼的肠壁在固有膜下有由胶原纤维和弹性纤维组成的结实层, 其他三种鱼都没有。

## 参 考 文 献

- [1] 秉志 1960, 鲤鱼解剖, 科学出版社, 24—30页。
- [2] 孟庆闻、苏锦祥 1960 白鲢的系统解剖 科学出版社 77—82页。
- [3] 蒋天鹤 1952, 组织学, 华东区务生活社出版, 233—272页。
- [4] 倪达书、蒋燮治 1954 花鲢和白鲢的食料问题, 动物学报6(1):59—71。
- [5] Веригов Б.В. 1957 Строение жаберного аппарата и наджаберного органа толстолобика. Зоол. жу. 36(4): 595—602.
- [6] Замбрибориц Ф.С. 1957 Строение и функция наджаберного органа Амурского толстолобика. Зоол. Жу. 36(4):587—594.
- [7] Пучков Н.В. 1954 Физиология рыб. 119—140.
- [8] Ahsan-ul-Islam 1949 The comparative histology of the alimentary tract of certain fresh water teleost fishes. Proc. Indian Acad. Sci. B33,297—321.
- [9] Al-Hussaini, A.H. 1946 The anatomy and histology of the alimentary tract of the bottom feeder, *Mulloidies auriflamma*(Forsk.). Journ. Morphol., 78,121—154.
- [10] Al-Hussaini, A.H. 1947 The anatomy and histology of the plankton feeder *Atherina forskali*(Rupp). Journ. Morphol., 80, 251—286.
- [11] Al-Hussaini, A.H. 1949 On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits:Anatomy and histology. Quart. Journ. Microscop. Sci., 90, 109—139.
- [12] Babkin, B.P. and Bowie, D.J. 1923 The digestive system and its function in *Fundulus heteroclitus*. Biol., Bull., 54, 254—277.
- [13] Blake, I.H 1930 Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain Teleost fishes. I, A predaceous fish, the sea bass (*Centropristes striatus*). Journ. Morphol., 50(1):39—70.
- [14] Blake, I.H. 1937 Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain Teleost fishes. 3, A bottom feeding, the sea robin (*Prionotus carolinus*). Journ. Morphol., 60(1):72—102.
- [15] Brown, M.E. 1957 The physiology of fishes, 109—162.
- [16] Cheng L.T. (郑集)1931 A preliminary note on the epithelium and its adjacent structures of the fish's stomach in spring and winter. Contrib. Biol. Labor. Sci. Soc, China, 7(10): 305—313.
- [17] Curry, E. 1939 The histology of the digestive tube of the Carp (*Cyprinus carpio communis*). Journ. Morphol., 65, 53—78,

- [18] Dawes, B. 1929 The histology of the alimentary tract of the Plaice (*Pleuronectes platessa*). *Quart. Journ. Microscop. Sci.*, 73, 243—274.
- [19] Fang P.W. (方炳文) 1928 Notes on the gill-rakers and their related structures of *Hypophthalmichthys nobilis* and *H. molitrix*. *Contrib. Biol.Labor. Sci. Soc. China*. 4(5): 1—30.
- [20] Girgis, S. 1952 On the anatomy and histology of the alimentary tract of an herbivorous bottom feeding cyprinoid fish, *Labeo horie* (Cuvier). *Journ. Morphol.*, 90, 317—362.
- [21] Greene, C.W. 1912 Anatomy and histology of the alimentary tract of the king salmon. *Bull. U.S. Bur. Fisheries*. 32, 73—100.
- [22] Inaba, D. and Nomura, M. 1956 On the digestive system and feeding habits of young Chinese carp collected in the river Tone. *Journ. Tokyo Univ.Fish.*, 42(1): 17—24.
- [23] Kapoor, B. G. 1957 Oral valves of Teleosts. *Jap. Journ. Ichthyol.*, 5(3/4/5/6): 121—131.
- [24] Kapoor, B.G. 1957 The callous pad of the pharyngeal masticatory apparatus in Indian carps. *Jap. Journ. Ichthyol.*, 6(1/2): 26—30.
- [25] Kapoor, B.G. 1957 The digestive tube of an omnivorous cyprinoid fish, *Barbus stigma* (Cuv. & Val.). *Jap. Journ. Ichthyol.*, 6(3): 48—53.
- [26] Kapoor, B.G. 1957 A study on the tongue of fishes. *Jap. Journ. Ichthyol.*, 6(4/5/6): 82—86.
- [27] McVay, A.J. and Kaan, H.W. 1940 The digestive tract of *Carassius auratus*. *Biol. Bull.* 78(1):53—62.
- [28] Mohsin, S.M. 1961 The morphology and histology of the alimentary canal of *Glossogobius giuris*(Ham.). *Canadian Journ.Zool.*, 39(5):605—614.
- [29] Rogick, M.D. 1931 Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain Teleost fishes. 2. A minnow(*Compostoms anomalum*). *Journ. Morphol.* 52(1):1—25.
- [30] Smallwood, W.M. and Smallwood, M.L. 1931 Development of the carp, Part I. *Journ. Morphol.* 52(1):217—231.
- [31] Smallwood, W.M. and Derrickson, M.B. 1934 Development of the carp, Part 2. *Journ. Morphol.* 55(1):15—28.
- [32] Suyehiro, Y. 1941 A study on the digestive system and feeding habits of fish. *Jap. Journ. Zool.*, 10, 1—303.

## 圖版說明

## 第一圖版

- 圖1. 鯉魚口腔前緣上壁的橫切面，示粘膜层的角化細胞和味蕾。  
 圖2. 鰱魚口腔上壁的橫切面，示粘膜层的角化細胞。  
 圖3. 鱸魚口腔上壁的橫切面，示粘膜层的杯狀細胞，粘液細胞，顆粒体和味蕾。  
 圖4. 鮠魚前咽壁的橫切面，示粘膜层的角化細胞，多角形和橢圓形上皮細胞。

## 第二圖版

- 圖5. 鮠魚后咽壁的橫切面，示粘膜层的味蕾和杯狀細胞。  
 圖6. 鯉魚食管和腸壁連接处的縱切面，示食道的复层上皮过渡为腸壁粘膜层的单层柱形上皮。  
 圖7. 鮠魚腸管前段的橫切面，示腸壁一个皺襞的組織构造。

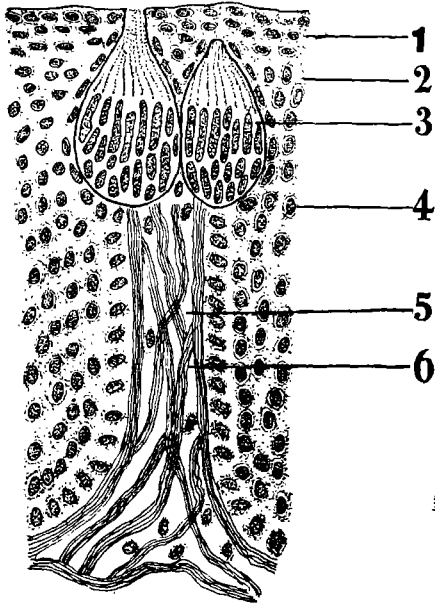
## 第三圖版

- 圖8. 鱸魚腸管中段的橫切面，示腸壁一个皺襞的組織构造。  
 圖9. 鮠魚腸管最后一段的橫切面，示粘膜层过渡为复层上皮以及发达的結实层。

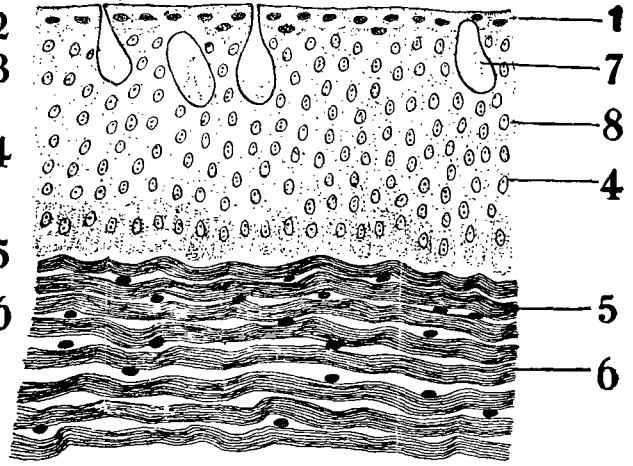
## 符 号 說 明

- |           |          |            |          |
|-----------|----------|------------|----------|
| 1. 角化細胞   | 7. 杯狀細胞  | 13. 柱形上皮細胞 | 19. 脂肪細胞 |
| 2. 扁平上皮   | 8. 复层上皮  | 14. 基膜     | 20. 纵肌   |
| 3. 味蕾     | 9. 粘液細胞  | 15. 紋狀緣    | 21. 漿膜层  |
| 4. 粘膜层    | 10. 顆粒体  | 16. 游走細胞   | 22. 結实层  |
| 5. 纖維結締組織 | 11. 固有膜  | 17. 微血管    |          |
| 6. 粘膜下层   | 12. 柱形上皮 | 18. 环肌     |          |

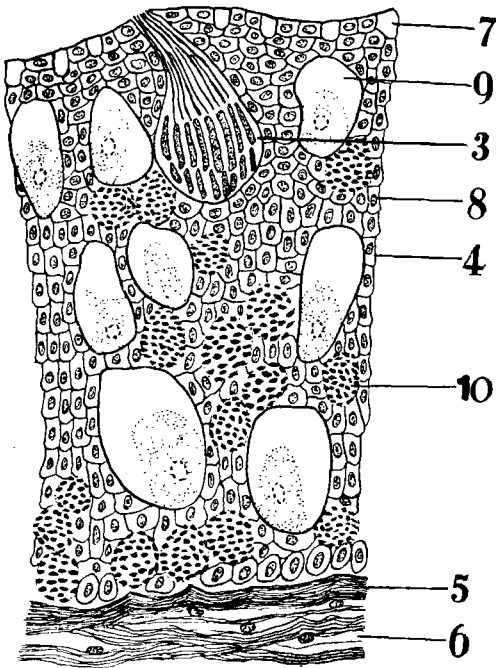
第一图版



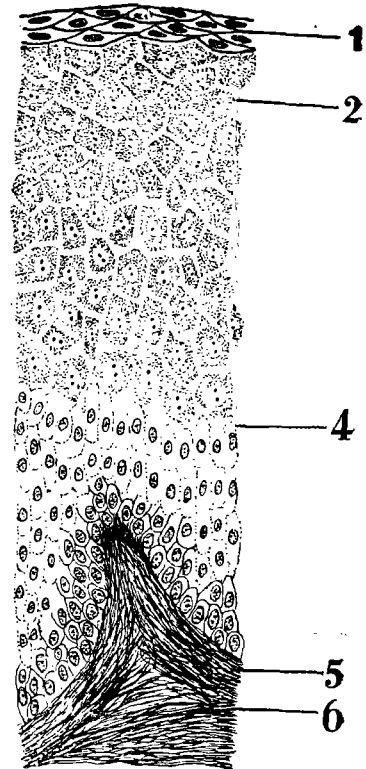
1



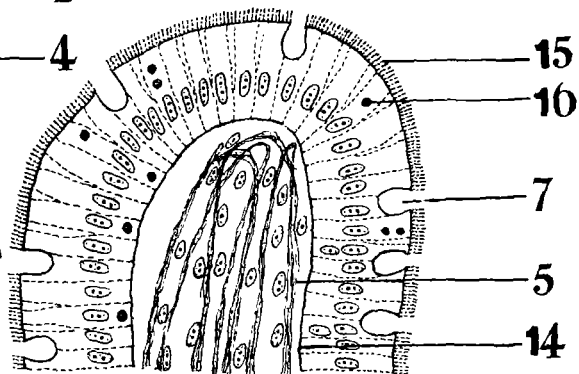
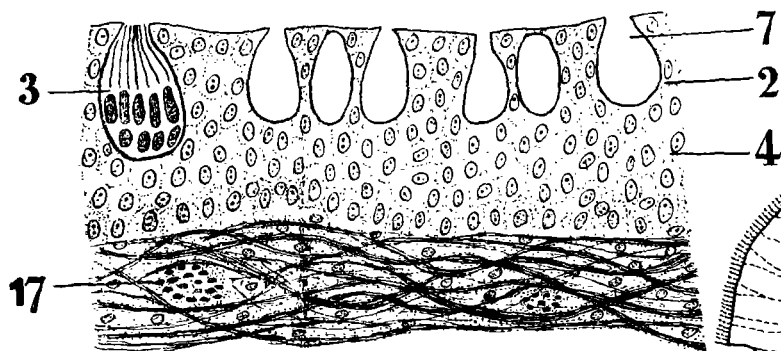
2



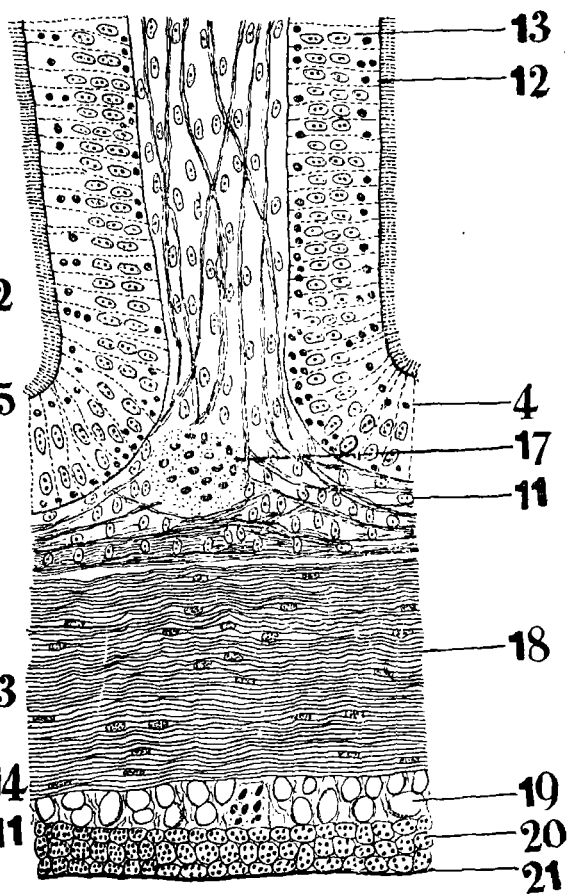
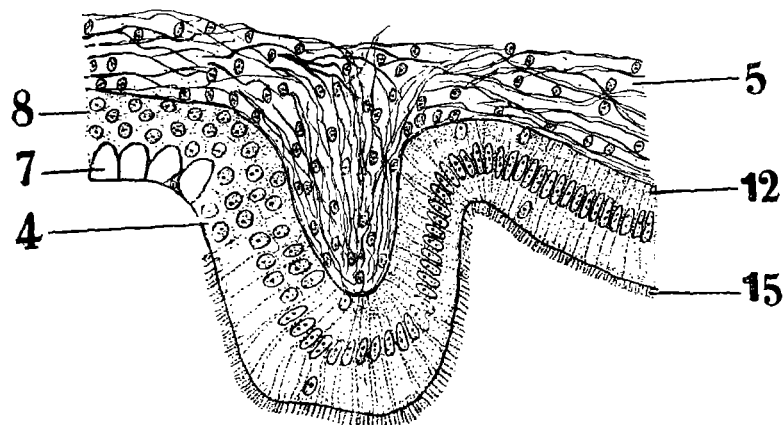
3



4

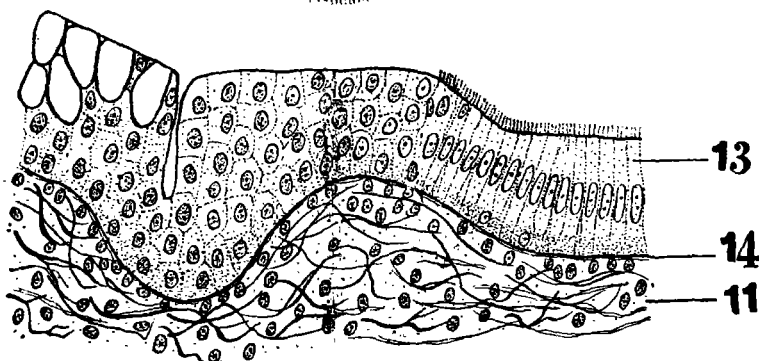


5



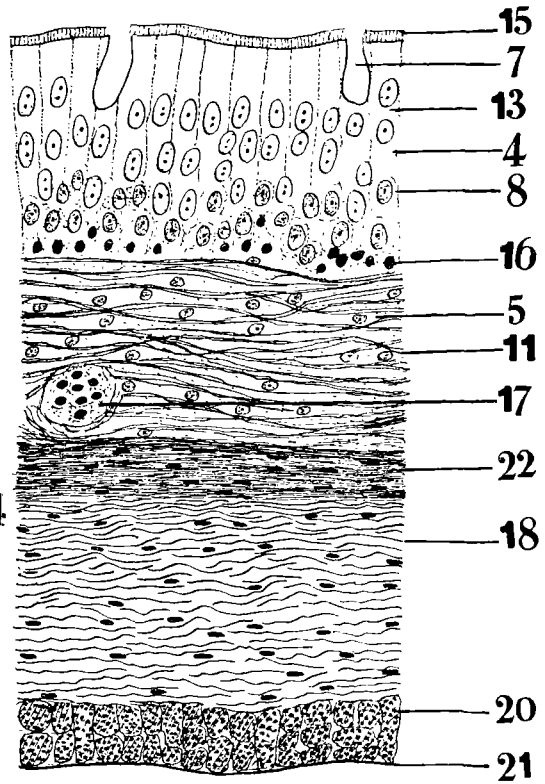
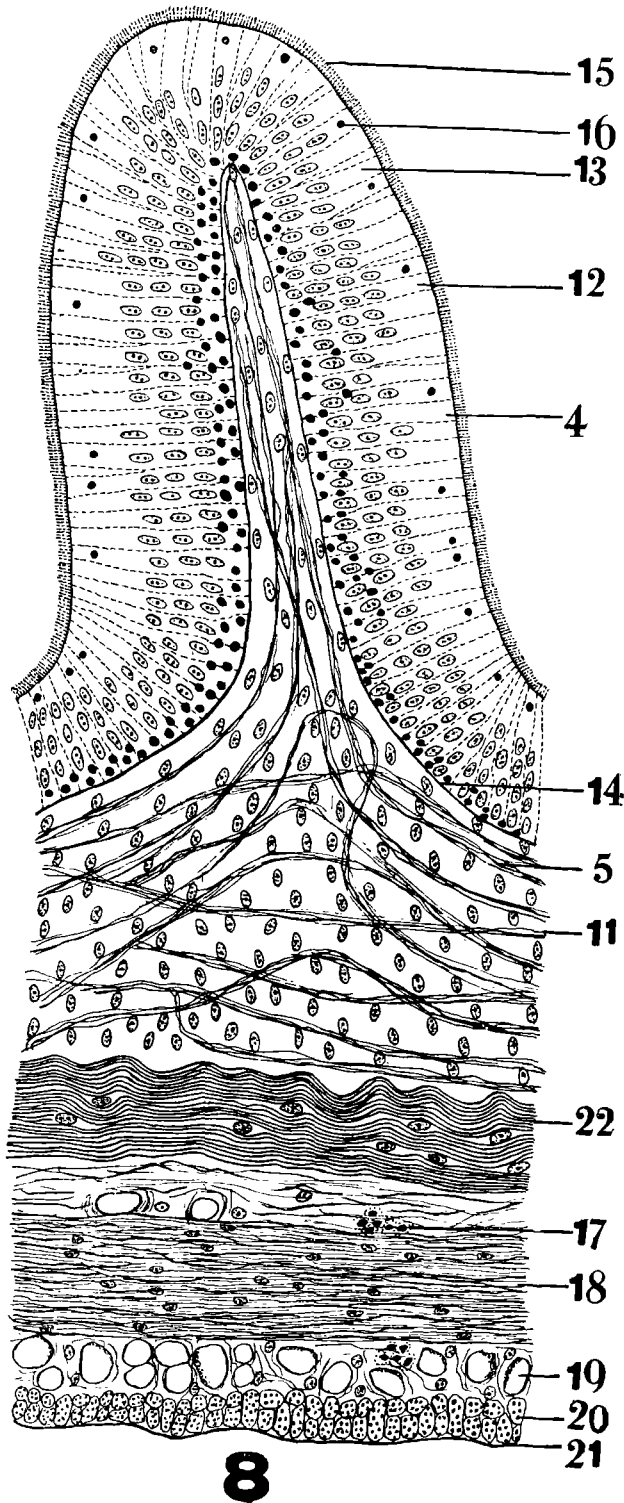
6

7





第三图版



9