
* 鱼类生态学 *
*

厦门水产学院养殖系
1993年9月

目 录

绪 论.....	1
第一章 鱼类的营养.....	3
第一节 鱼类的营养类型.....	4
第二节 鱼类的摄食器官及摄食方法.....	11
第三节 鱼类的食物组成——食谱.....	19
第四节 鱼类的摄食强度和节律.....	36
第五节 食物的消化.....	48
第六节 饥饿及其影响.....	60
第二章 鱼类的繁殖和发育.....	69
第一节 鱼类的性成熟和繁殖力.....	70
第二节 生殖群体.....	91
第三节 繁殖习性.....	106
第四节 孵化和胚胎发育.....	129
第三章 鱼类的年龄和生长.....	156
第一节 研究鱼类的年龄和生长的意义.....	156
第二节 鉴定鱼类年龄的方法.....	162
第三节 鱼类的生长.....	179
第四章 鱼类的回游.....	201
第一节 鱼类回游的类型.....	201
第二节 影响鱼类回游的各种因素.....	209
第三节 研究鱼类回游的方法.....	211
第五章 鱼类与非生物环境的相互关系.....	215

第六章	鱼类与生物环境的相互关系	236
第七章	鱼类种群和数量变动	256
第一节	研究鱼群数量变动的途径	257
第二节	非生物环境条件对数量变动的直接影响	259
第三节	鱼类种群数量变动的基本规律	262
第四节	渔获量的生物学基础和渔业预报	272
第五节	鱼类增殖的途径	275

绪 论

鱼类生态学是研究鱼类生活习性及其与外界环境相互关系的一门学科，是生态学的一个分支，鱼类学的一个重要组成部分。鱼类生态学是随着渔业生产的不断发展及其对鱼类研究的不断深化而逐渐建立和发展起来的一个学科。它对于指导今后渔业生产的更大发展具有重要意义。

鱼类是水体中的主要经济种。在自然界中，鱼类及其生物和非生物环境因素所形成的生态系统，是水体中许多亚系统中的重要组成部分。维护鱼类生态系统和水体中相互交叉的各个亚生态系统之间的相对平衡，保持系统中的能量流动及物质循环，对充分发挥水体生产力和提高水体经济效益将起决定性的作用。

鱼类与外界环境的关系，包括与各种生物和非生物因素的关系，是错综复杂的，既有间接的、又有直接的。因此，鱼类生态学不可避免地与其他学科领域发生或多或少的联系，特别是在鱼类形态学及分类学基础上发展起来的。随着人们对鱼类生命现象的解释和阐明的不断深入，鱼类生态学和生理学在许多方面互相渗透，起着相辅相成的作用。在生物学领域，已建立起生态生理学的新科学了。

本世纪以前，鱼类学的内容以分类和形态为主。随后，由于鱼类生活习性方面的知识日益增多，有的国家也出版了一些鱼类生物学、渔业生物学或鱼类生态学等著作，随着渔业科学技术的发展，近代的鱼类学，则基本上把有关鱼类分类，形态和生态各方面的内容进行综合论述。

我国对于近代鱼类学的系统研究开始于本世纪，一些年来。鱼类学的研究工作多偏重于分类和形态方面的工作，生态方面甚少；这与旧中国的科学落后状况是分不开的，也是历史发展的必然。新中国成立以来，鱼类学各个领域的调查研究工作都有了很大的发展，特别在生态学方面，不论是海水或淡水鱼类，都做出

了显著成绩，一些方面已在联系国民经济建设中起了积极的作用，但是由于我国有漫长曲折的海岸线及浩瀚的海域，同时又有纵横交错的江河及星罗棋布的湖泊和水库，鱼类种类多种多样，资源极为丰富。回顾过去的工作，鱼类生态学方面的研究其广度及深度十分不够，资料的积累更为薄弱，还有不少工作还未开展，这种状态还远远不能满足渔业生产迅速发展及四化建设方面对渔业的要求。今后，应该努力把这项工作超上去，为渔业生产在廿一世纪初翻二番而共同努力工作。

这门课程的主要目的是把鱼类生态学的基本内容和方法给同学们作一个介绍，从中得到启示和诱发，为进一步深入学习鱼类生活习性方面的专著和系统理论打下一个初步的基础。

本课程共为七章，第一~四章是讲鱼类生活同期各个环节的生命现象，第五~六章是以外界非生物和生物环境条件为中心，分别叙述各个环境因素对鱼类生活各方面的影响，两者都涉及到鱼类环境的关系，但前者主要在外界非生物环境，后者主要侧重于生物环境。最后一章鱼类种群的数量变动规律综合叙述各环节之间的相互联系和相互矛盾。

由于时间急促，加上水平有限，难免有不少不当之处，甚至是错误之处，望同学们批评指正，并在教学实践中给予充实，纠正，使之趋于完善。

第一章 鱼类的营养

鱼类和所有的自由生活的动物一样，鱼类除了胚胎时期依靠卵黄或母体为营养外，还必须向外界环境中不断获得食物，来维持自身的生存，而且在鱼类的各个生活周期中，如生长繁殖等，都是以食物营养为基础来完成的。天然水体中的鱼类数量及养殖水体中的渔产量，都与营养状况，即食物的种类及数量，分布和保证程度十分密切关系。简单说，水体中鱼类营养状况的好坏与渔业生产的丰歉是有紧密关系的。因此，研究和掌握鱼类的营养规律，有助于合理地利用天然水体的资源及提高养殖效果。

由于鱼类的种类繁多，又广泛地分布在地球上不同类型的水体中，因而鱼类食物的多样性，在脊椎动物中是首屈一指的。凡是水体生长的动植物，几乎都是一种或多种鱼类的食物。因而那些经常或为鱼类摄食对象的水中动植物，称为鱼类的食物基础。因此可知，研究鱼类营养的同时，还必须掌握鱼类生物学状况和水体中其他生物的状况，以及环境条件的特点。

第一节 鱼类的营养类型

鱼类的种类很多，作为鱼类食物的水生动植物也很多。但所有的鱼类不但不吃同样的食物，而且各种鱼的食物往往有很大的差异。这与各种鱼类的大小不同，生活环境不同，消化器官的构造不同紧密相关。但是，也不是每一种鱼都有自己独特的食谱，而是有些鱼类的食物十分接近，属于同一个营养类型。大体说来，世界现在的二万种左右的鱼类中，按食物的性质划分，可归纳为四大营养类型，每一类型又可按具体食物不同，还可以进一步划分。还有些处于二者之间的中间类型。

一、食性。

以下四大营养类型是指成鱼而言，幼鱼因消化器官尚未特化，常具有共同的食性。

二、草食性。

摄食植物性的食物，即以高等水生维管束植物（水草）或低等的藻类为食。草食性的鱼类，在淡水鱼类中比较多。我国著名的草鱼（*Ctenopharyngodon idella*）就是完全以水草为食的鱼类。此外，长春鳊（*Parabramis perine sis*）、团头鲂（*Megalobrama amblycephala*）和赤眼鲮（*Squaliobarbus curriculus*）等这些优良的江湖经济鱼类也都是以水草为营养。不但如此，被淹没的陆地嫩草和一些陆生的瓜、菜叶片，也为它们所喜食。

水中的藻类，包括浮游植物和着生藻类，是各种幼鱼的主要食物之一，也有不少成鱼终生以藻类为食，如家鱼中的白鲢（*Hypophthalmichthys molitrix*），主要以摄食浮游植物闻名。长江上游出产的白甲鱼（*Varicorhinus sinus*）以浮游植物和着生的藻类为食。生活在海洋中的太平洋沙丁鱼（*Sardinops*

sagax) 也主要是以浮游植物为食。这些鱼类的鳃耙都比较细密 (见图1), 用以滤食细小的食物。



图1 鳃耙

三 肉食性:

这是一类吃动物性食物的鱼类, 根据捕食方式及摄食对象不同, 又可分为三个类型,

1. 凶猛肉食性,

这些鱼类通常以较大的活脊椎动物为食料, 其中主要是鱼, 甚至包括本种。凶猛性鱼类以游泳活泼, 口裂大, 善于追捕猎物为特点, 有些种类的上、下颌上还具锐利的齿, 便于摄获或撕裂食物 (见图2)。海洋中的板鳃鱼类 (Elasmobranchii), 我国淡水中的鱼鳅鱼 (Elopichthys bambusa), 哲罗鱼

(*Hucho taimen*)、狗鱼 (*Esox reichertii*) 和鳊鱼 (*Siniperca chautsi*) 等等都是典型的凶猛肉食性鱼类。

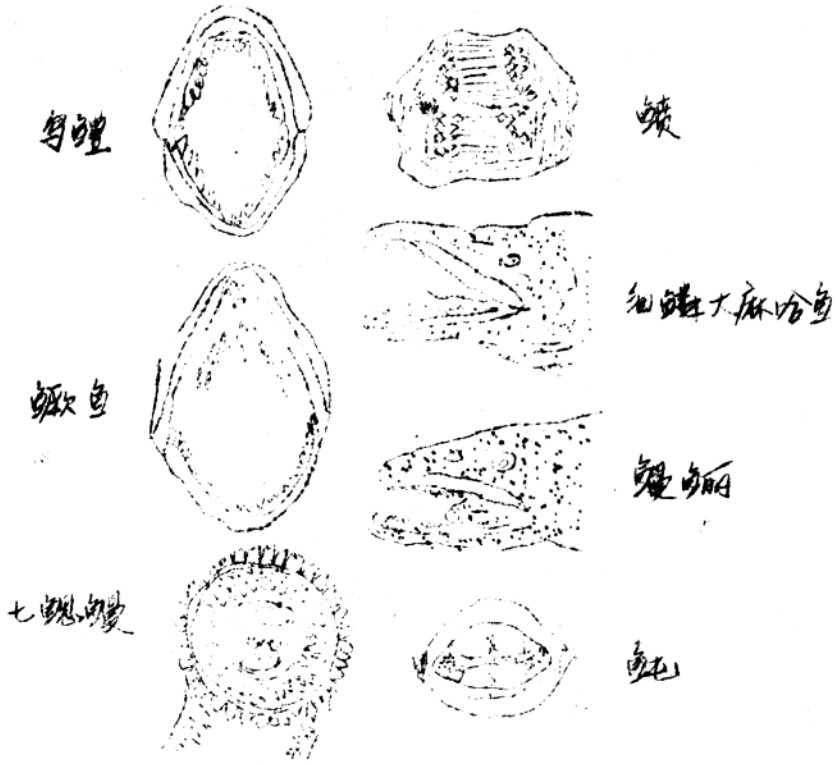


图2 鱼类的齿

2. 温和肉食性,

这一类肉食性鱼类主要以水中的无脊椎动物为食。如青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*) 以螺蚌、水蛭为食, 黄颡鱼 (*Pseudobagrus fulvidraco*) 摄食大量虾类。还有不少种类, 例如胭脂鱼 (*Myxocyprinus asiaticus*)、花鱼骨 (*Hemibarbus maculatus*)、铜鱼 (*Coreius heterotis*) 等, 由于生活在水的底部, 因此多以其他底栖动

物，如水蚯蚓、水生昆虫、淡水壳菜等为食。

3. 浮游动物食性；

这一类鱼以浮游甲壳类，如桡足类，枝角类为主食，它们的鳃耙也比较细密（见图1）。普通常见的鱼类，如鱼管鱼（*Ochetobius elongatus*）、银鱼科（*Salangidae*）鱼类，鱼齐属鱼类（*Coilia*）、鱼庸鱼（*Aristichthys nobilis*）以及回游的鲟鱼（*Macrura reevesii*）等都属于这一类。海洋中最大的鲨鱼，姥鲨（*Cetorhinus maximus*），体长可达15米，也是以浮游甲壳类为主食。

以上三类吃动物性食物的鱼类，所摄取的食物种类也不是固定不变，根据水体中食物基础的实际状况，它们有时也能吃其它种类食物。如凶猛的哲罗鱼，除经常食鱼外，对落入水中的蛙类、鼠、昆虫等都能猎取。吃底栖无脊椎动物的花骨和吃螺蛳的青鱼，有时也吃虾和小鱼，那些吃浮游动物的鱼类，在滤食的过程中，水中的其他浮游种类，如水生昆虫的幼虫，小鱼和幼虾，也可能被同时摄取。鱼庸鱼的食物中也必然参杂着一些浮游植物。这样，鱼类的食料也有一定的可塑性，但无论如何，这三类肉食性鱼类的区分还是十分明显，即有相对的稳定性。

（三）杂食性；

这是一类对动植物食物都能吞食的鱼类。典型的例子有鲤鱼（*Cyprinus carpio*）、鲢条（*Hemiculter teuciscus*）、泥鳅（*Misgurnus anguillicaudatus*）等。鲤鱼既可吃大量水草，又可摄食螺蛳，其他多种底栖动物也经常在他的食谱中出现。鲢条的食性更杂，因为本身是小型鱼类，摄取的对象则限于小型动植物，如各种藻类、水生昆虫、水蚯蚓、浮游动物、小鱼幼虾等。由于鲢条常在近岸活动，因此，凡是落入水中的菜叶，杂食等，也无不摄取。泥鳅的食性，也是十分广泛，包括昆虫幼虫，小型甲壳类动物，扁螺、高等水生植物，藻类等。

（四）碎屑食性；

这类鱼类以吸取或舔刮底层碎屑或丛周生物为食，实际上也是一种杂食性鱼类。它们的口常为下位，下颌具角质边缘（见图3）。由于经常摄取大量腐殖质，除肠管中常出现大量泥沙外，碎屑中的

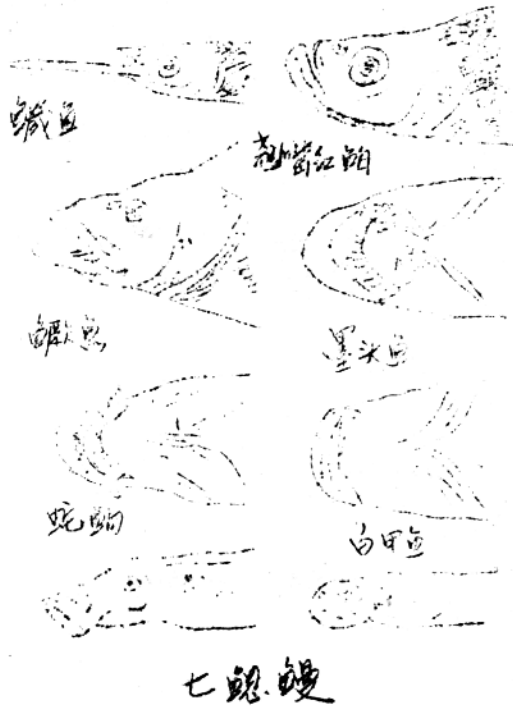


图3 鱼类的口裂，上位

动植物尸体和碎片，以及生活在腐殖质里面的小型底栖动植物，都是它们的良好营养物质。这类鱼类中，常见的有黄尾密鱼雷（*Xenocypris daridii*）、鲮鱼（*Cirrhina molitorella*），非洲出产的罗非鱼（*Tilapia mossambica*）和白甲鱼等。

除了按食物性质分成上述四大类之外，也可根据被吃食物的种类或类群的多少或广狭，把鱼类的营养类型分为如下三大类，即，

(一)广食性鱼类。

一般说来，杂食性鱼类多数是广食性的，它们的摄食和消化器官能适应摄取、消化、吸收不同种类的水生植物食物。

(二) 狭食性鱼类：

大多为只吃植物性或只吃动物性食物的鱼类，摄食和消化器官已较特化，当外界营养环境条件发生变化时，一般较难适应。

(三) 单食性鱼类：

真正只食一种食物的鱼是不存在的。所谓单食，是指仅吃植物或动物中的一些类群而言。如只吃鱼的凶猛鱼类，并不是只摄取一种鱼类，而是往往有十几种，甚至更多。吃藻的草鱼是单食性的，但喜吃的水旱草种类也不少。在水草的数量和种类不足的情况下，实际上是有什么吃什么。吃螺蛳的青鱼可说是典型的单食性鱼类，但水体中的腹足类软体动物也往往不止一种。

总的看来，鱼类的食性，是在种的形成过程中，对环境的适应而产生的一种特性。在水体中食料基础比较稳定的条件下，广食性鱼类较为适应；在食料基础经常发生变化的条件下，对食性鱼类的营养就比较有利。

三、食物链和食物网

对水体中的鱼类来说，它们的食物包括所有的水生动植物，但就每种鱼的具体食性来看，种间则存在着或多或少的差别。水体中作为鱼类食物的动物，它们除了被鱼类捕食外，自己也需要摄取别的动物来营养，这种被吃和又要摄食别的动物，往往要连续好几个环节，但是最初一定是植物性营养，即摄食水中的高等或低等绿色植物。水体中的这种食物关系称作食物链。由于最终的食物消化者是鱼类，所以就把这种连锁关系称为鱼类的食物链。因为各种鱼类的食性不同，体现在食物链上就有长有短。如草鱼是直接吃水草的，食物链最短，青鱼吃螺蛳，螺蛳则以藻类为食，食物链至少有三个环节，鳊鱼是吃鱼的，食物链至少有四个环节。

了解各种鱼类的食物链具有很大的实际意义，特别在水产养殖事业上如何降低生产成本，提高经济效益，选择养殖品种、充分、合理利用水体的空间方面具有实践指导意义。一般说来，鱼的食物链越短，它的生产价值越大，消耗的能量越少。相反，如果食物链长，则每一个环节上的动物所摄取的营养物质，被维持自身生命活动的代谢作用消耗了相当的数量，余下的才起增长身体的作用。从原始生产力的效果来看，食物链越长，就消耗的能量就越多，生产价值就不如食物链短的鱼类。

在自然界里，水体中的食物关系实际上常不是这种简单的直线串连关系，而是一些食物链相互交叉，各个环节彼此联系，相当复杂的食物关系，即实际上是一种网状关系。故称为食物网。食物网与食物链其意义及概念基本上是一致的，只是食物网表示得更为细致，具体而已。

现以鱼感鱼为例，图示这种食物关系，应当看到，图中反映的仅是基本的情况，实际上还要复杂得多。（见图4）

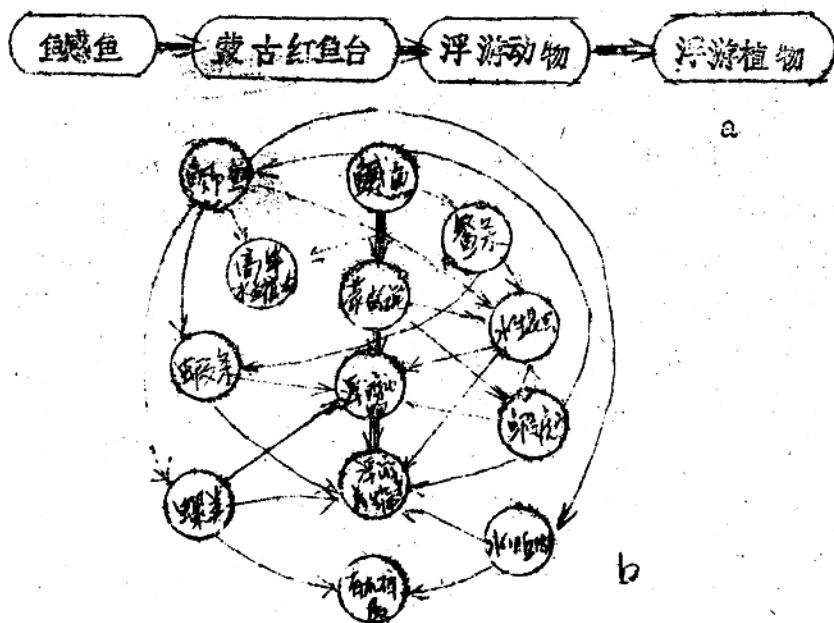


图4 鱼感鱼的食物链(a)和食物网(b)示意图

第二节 鱼类的摄食器官及摄食方法

各种鱼类的食性不同，作为鱼类食物的水生动植物的栖息环境也是多种多样。鱼类为了摄取不同的食物对象，其摄食器官及摄食方法也是多种多样的，各具特点。这些都是在种的形成过程中，长期适应的结果。

一、鱼类的摄食器官；

鱼类口部结构、触须、齿、咽喉齿和鳃耙，都是摄食器官的重要组成部分。

(一)口；

口是鱼类摄食的主要器官。口的形态及位置如何，决定了鱼类的摄食方式及食性。总的来说，鱼类的口可分为：

1. 口裂上位；

该种鱼类大多摄食那些栖息在水层中的食物。如翘咀红鲷 (*Brythrocultea ilishaeformis*)、鱈鱼 (*Hemiramphus kurumeus*)。

2. 口裂端位；

该种鱼口裂在肠的前端，食性多种多样，有的是善游泳管捕食性生活的中上层鱼类，如马鲛鱼等。有的是杂食性鱼类，如罗非鱼。当它在捕食底层碎屑时，就把身体竖直，使口对准底部。

3. 口裂下位；

该种鱼主要以吸吮底栖动物和水底碎屑为食，口开于吻端腹面，有的上下颌常具有肉质厚唇，如咽脂鱼等。有的上下颌具角质边缘，以舔刮着生生物为食，如细鳞斜颌鱼 (*Plagiognathops microlepis*) 等。

4. 吸盘状；

园口类的七鳃鳗没有真正的上下颌，口呈漏斗吸盘状，位于下位，吸附在其他鱼类身上，吸吮寄主的体液，营半寄生生活。（见图3）

（二）触须，

不少鱼类的口部和吻部，长有触须，这类鱼多数以底栖动物为食，以须来探觅食物，起触角作用。各种鱼类不仅生长的触须的部位不同，而且数目和长短也不同。海洋中的羊鱼（*Mullus barbatus*）下颌下方的正中有一根须。江鲟有（*Lota lota*）具有一根须。如果有二根以上的，须均是成对的。如鲤科鱼类中的棒花鱼（*Abbottina rivularis*）、鲤鱼、倒刺鱼巴（*Spinibarbus caldwelli*）等都有两对。鲇鱼的头部腹面、口的前方有四根感觉须，须的周围有许多味蕾和感觉窝，用以觅探食物。触须较多的鱼类，其数目往往是那一类形态上的特征之一，这不但说明了它们之间的亲缘关系，也显示它们具有相似的营养特点和分布区域。花鲶具有三对须，吻部二对、口角一对，鲶鱼具四对须，吻端，上下颌及口角各一对，具有五对须的泥鳅，象一把圆刷，可用来钻进泥中寻找食物（见图5）。

有的鱼类没有触须，用延长的鳍条来担当触角器官，鳍条上分布有许多感觉神经末梢，具有感觉作用，如丝足鱼（*Osphronemus goramy*），它的细长腹鳍鳍条就是。（见图6）

（三）齿，

有很多肉食性鱼类，上、下颌和口腔内具有锐利的齿。如乌鳢（*Ophiocephalus argus*）、鳅鱼和狗鱼的上下颌、犁骨、口盖骨上都有利齿，鱼卢鱼的上下颌、犁骨、腭骨及咽部都有利齿，鳊鱼及鲢鱼上下颌也有细齿。便于攫获猎物后，使之不易逃脱。鲨、鳐类，有的借助牙肉的活动使齿起撕裂和碾碎食物的作用。七鳃鳗的漏斗形口腔中和舌上都有锥状的角质齿，通过肌肉的活动，可以咀嚼食物。鲉亚目（*Tetrodontoidei*）鱼类上下颌具有由齿愈合而成的“板状齿”，具有压碎食物的功能。（见图

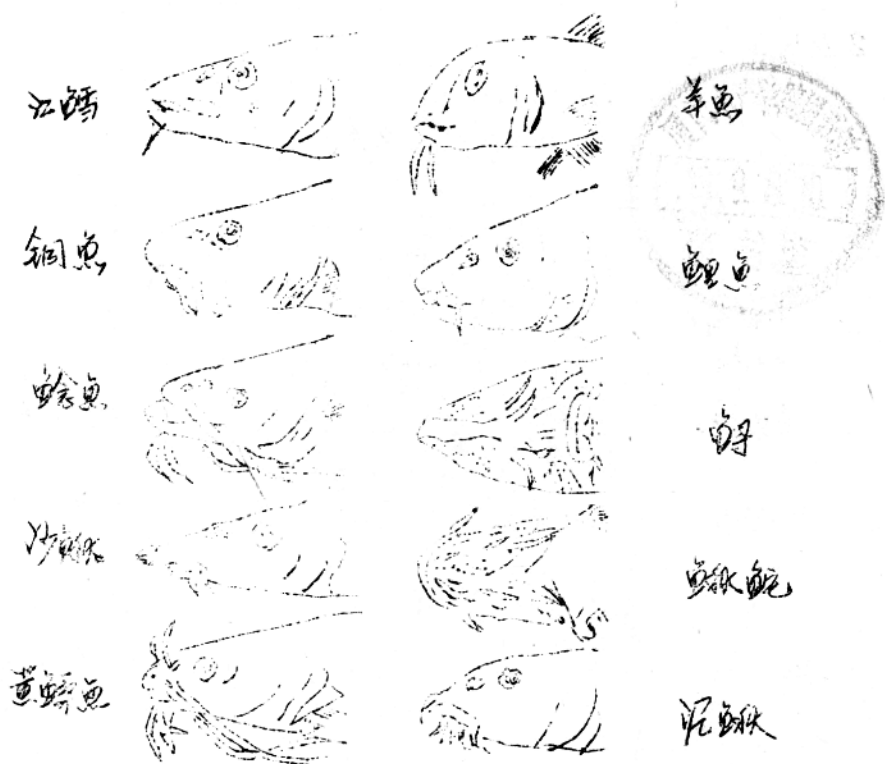


图5 鱼类的触须



图6 丝足鱼的细长腹鳍条

2及图7)。

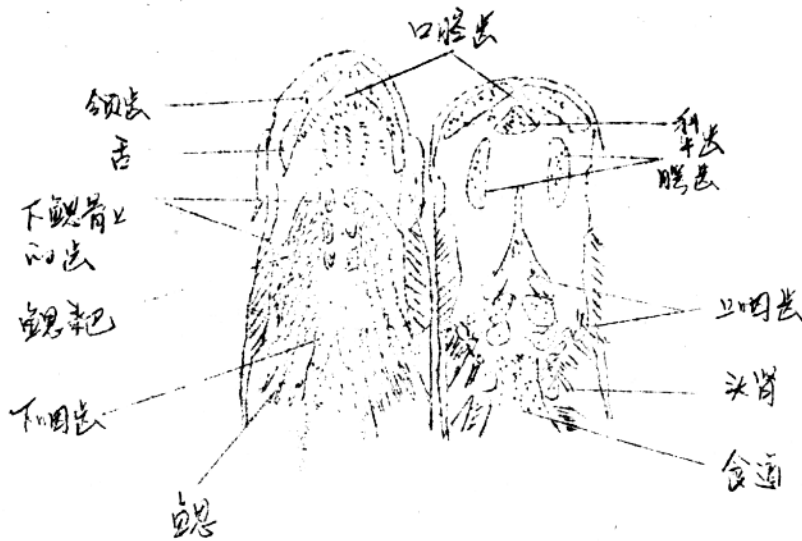


图7 鱼类的口腔齿

(四)下咽齿:

鲤科鱼类的上下颌和口腔内部都没有齿，普遍具有由第五对鳃弓的角鳃骨特化而来的下咽骨上而有各种各样的牙齿，称下咽齿。下咽齿依种类不同而数目及排列和形态都依种类各异。是鲤科鱼类分类上，一个重要形态特征。其功能是与基枕骨下方的齿磨配合，将各种食物压碎，切断或磨细。如青鱼及鲤鱼的臼状下咽齿，能把螺蚌的外壳压成碎片；草鱼的下咽齿有锯齿状边缘，能切断水草。（见图8）

(五)鳃耙:

鳃耙的数目和结构，在食性不同的鱼类中极为不同。肉食性凶猛鱼类的鳃耙多为短小而坚硬的突起，表面粗糙不平，起协助抓牢猎物，并有将食物逐渐送入食带的作用，如乌鳢及带鱼的呈