

# 鲤亚目鱼类分科的系统 and 科间系统发育的相互关系

伍献文 陈宜瑜 陈湘霖 陈景星

(中国科学院水生生物研究所)

## 摘 要

本文应用分支系统学的原理对鲤亚目鱼类的骨骼特征进行了分析,结果表明鲤亚目鱼类可以分为胭脂鱼超科和鲤超科两个姐妹群。前者包括胭脂鱼科、双孔鱼科和鳅科,后者包括鲤科和平鳍鳅科。

鲤亚目鱼类是现生的淡水鱼类中最大的一个类群,共计约有250个属2500余种<sup>[1]</sup>,广泛地分布于亚洲、欧洲、非洲和北美洲。近百年来,许多鱼类学家对这个类群试图提出分类系统,但至今仍无一个令人满意的。

Bleeker (1863) 和 Günther (1868) 都曾将鲤类分为鳅、平鳍鳅和鲤三个类群<sup>[2,3]</sup>, Regan (1911) 通过对骨骼系统的比较观察,将鲤亚目分为四个科<sup>[4]</sup>, 即胭脂鱼科 (Catostomidae)、鲤科 (Cyprinidae)、鳅科 (Cobitidae) 和平鳍鳅科 (Homalopteridae)。这样的分类排列顺序,一般意味着胭脂鱼类在鲤亚目中是最原始的,而平鳍鳅类是最进步的。Jordan (1923) 基本上承袭了这样的系统<sup>[5]</sup>, 但还有另外意见<sup>1)</sup>。Berg (1912) 建立了双孔鱼科 (Gyrinocheilidae), 将其置于鲤科之后<sup>[6,7]</sup>。Hora (1925) 先建立了扁吻鱼科 (Psilorhynchidae), 后来 (1950) 又将平鳍鳅科一分为二,另建了腹吸鳅科 (Gastromyzonidae)<sup>[8,9]</sup>, 这样鲤亚目鱼类就设置七个科。Ramaswami (1952, 1953, 1955, 1957) 对鲤亚目鱼类的许多类群的头骨作了解剖观察,通过特征的比较,支持划分为七个科的观点<sup>[10-17]</sup>。Rass 和 Lindberg (1971) 进一步指出鲤亚目分科顺序,这就是鲤科、双孔鱼科、扁吻鱼科、胭脂鱼科、平鳍鳅科、腹吸鳅科和鳅科<sup>[18]</sup>。而多数学者,如 Greenwood 等(1966)<sup>[11]</sup>, Gosline (1971)<sup>[19]</sup> 和 Nelson (1976)<sup>[20]</sup> 等仍将平鳍鳅类作为一个科,其它六个科的排列顺序与上相同。似乎是将鲤科视为最原始的,而将鳅科看作最进步的,这与 Regan (1911) 的观点<sup>[4]</sup> 有较大出入。

我国是世界上鲤亚目鱼类最丰富的国家之一,据初步统计约有145属580种,几乎包括了鲤亚目中的所有不同类群,这使我们研究它们的系统发育关系容易进行。最近,罗云林等(1979)<sup>[21]</sup> 和伍献文等(1979)<sup>[22]</sup> 分别用分支系统学的观点<sup>[23]</sup>,分析了胭脂鱼科和双孔鱼科鱼类的骨骼性状,认为它们是鲤亚目中比较原始的一对姐妹群。陈宜瑜(1980)<sup>[24]</sup> 探讨了平鳍鳅科鱼类中两个类群的关系,指出它们是起源于类似鲤科鱼类共同祖先的一个单源群。在另一篇文章中<sup>[25]</sup>,他又指出扁吻鱼属 (*Psilorhynchus*) 鱼类仅仅是鲤科鱼类派生的一个小分支,不能独立为一个科。陈湘霖等(1980)<sup>[26]</sup> 通过一些鲤科鱼类骨骼的比较,认为鲤科可分为雅罗系与鲃

本文1980年8月26日收到。

1) Jordan 曾另外建立 Medidae、Adiposidae 和 Lepidoglanidae 等三个科,但未被其他人所接受。

系两个大的姐妹群,这两个基本类群再分化成了一系列亚科。陈景星等(1980)<sup>[27]</sup>通过对鳅科鱼类骨骼的比较研究,分别探讨了科内的类群划分及其系统发育关系。本文综合了上述对鲤亚目中有代表性的78个属123种鱼类的骨骼性状分别比较研究的结果,通过其主要特征的分析,扼要地讨论了五个科之间系统发育的关系。

## 一、特征分析

关于骨鳔类(Ostariophysi)的系统发育,Regan(1911)<sup>[4]</sup>,Greenwood等(1966)<sup>[1]</sup>,Rosen et Greenwood(1970)<sup>[28]</sup>和Roberts(1973)<sup>[29]</sup>曾进行过较详细的讨论,他们一致认为脂鲤类(Characoids)是骨鳔类中相对原始的类群。因此,我们以为脂鲤类有可能作为鲤亚目鱼类的祖先型的代表。对在这个类群中具有特殊意义的如脊椎骨的横突、头骨背面的上颞窝等形态特征,进行系统发育的分析。一般以接近于脂鲤类的特征为祖征(Plesiomorphy),而将那些偏离祖先性状的派生特征为离征(Apomorphy)。如果性状选择得适合,可以看出离征一系列的改变,就能显示出类群的系统发育关系。

### 1. 韦氏器官及其相关的构造

韦氏器官是骨鳔鱼类共有的特殊构造,在鲤亚目鱼类中,虽然在韦氏小骨的结构上,或多或少是近似的,但与它们相关的前四个脊椎骨的结构,却表现出不同的形式。

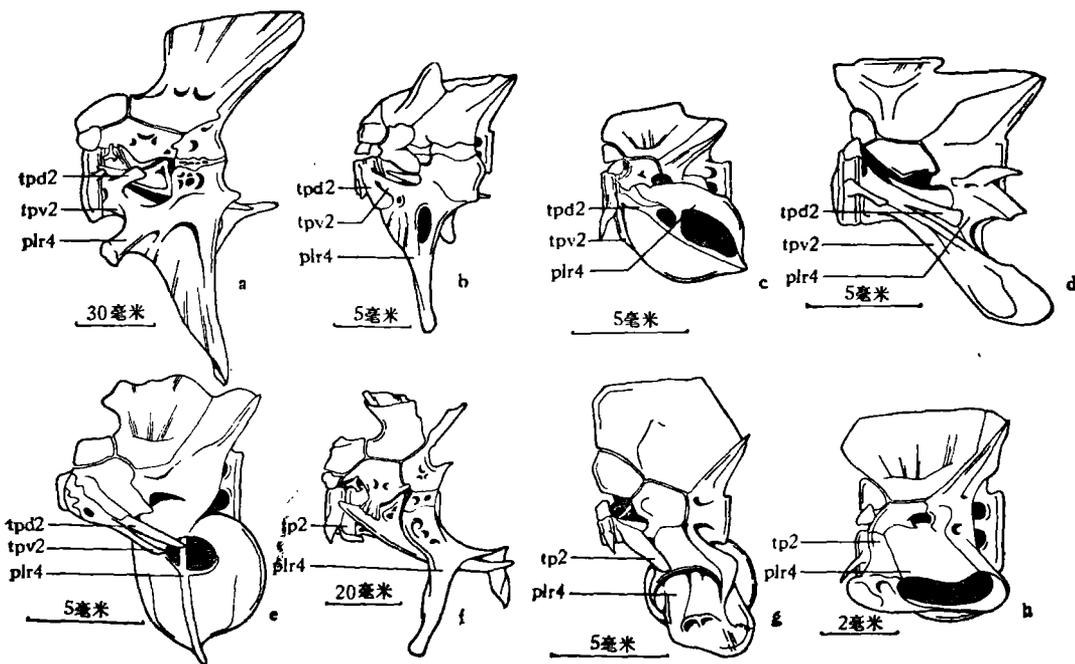


图1 鲤亚目鱼类的韦氏器官及其相关结构

[a. 中国胭脂鱼 *Mexocyprinus asaticus* (Bleeker), b. 双孔鱼 *Gyrinocheilus aymonieri* (Tirant), c. 西藏条鳅 *Nemachilus tibetanus* Regan, d. 花斑副沙鳅 *Parabotia fasciata* Dabry, e. 泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor), f. 青鱼 *Mylopharyngodon piceus* (Richardson), g. 蛇胸 *Saurogobio dabryi* Bleeker, h. 平舟原缨口鳅 *Vanmanenia pingchowensis* (Fang). plr 4: 第四脊椎的腹肋, tp 2: 第二脊椎的横突, tpd 2: 第二脊椎横突的背支, tpv 2: 第二脊椎横突的腹支]

在胭脂鱼科、双孔鱼科和鳅科鱼类,第二椎体的横突 (Transverse process), 毫无例外地上下叉开,分为背支(或称背肋)和腹支(或称腹肋)(图 1, a—c: tpd 2; tpv2)。其中除了鳅科的花鳅亚科之外,第二椎体横突的腹支都向后伸展,与第四脊椎骨的腹肋(图 1: plr4)相连接,在条鳅类和沙鳅类,它们共同组成骨质鳔囊(图 1, c,d: tpv2; Plr4) (Alexander, 1964<sup>[30]</sup>)。在鲤科和平鳍鳅科,第二椎体的横突单一地横向伸展,一般不与第四脊椎骨的腹肋相连接(图 1, f, g: tp2)。在平鳍鳅类单根的第二椎体横突,由于受到肩带骨骼的压挤紧贴于骨质鳔囊的前部,但并不参与其腹壁的组成(图 1, h; tp2)。

在脂鲤类,根据 Weitzman (1954, 1962) 对 *Carnegiella*, *Brycon* 和 *Hydrolycus* 等属的描述<sup>[31,32]</sup>, 及我们自己对 *Hydrocyon forskalii* Cuvier 和 *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz<sup>[3]</sup> 的观察结果,它们第二椎体的横突(或称侧突)是单根不分支的,我们认为鲤形目的共同祖先的性状也是如此。因此,在鲤科和平鳍鳅科鱼类保持了共同祖征,而胭脂鱼科、双孔鱼科和鳅科则派生出与此不同的共同离征。罗云林等<sup>[21]</sup>和伍献文等<sup>[22]</sup>曾将第二椎体横突腹支与第四脊椎腹肋相融合,称为胭脂鱼类的自在离征,但与双孔鱼类合并认识是共同离征。实际上第二椎体横突分为背腹两支,也是它们与鳅科鱼类的共同离征。这三个科鱼类的共同祖先第二椎体横突想是分支的,并且其腹支与第四脊椎的腹肋相连,但在鳅科的花鳅亚科出现二者不连接的情况,这又是新的派生性状,在鳅科鱼类系统发育关系上另有重要意义<sup>[27]</sup>。

## 2. 咽齿及其相关构造

(1) 咽齿 (Pharyngeal teeth) 鲤亚目鱼类的咽齿和脂鲤类比较,看不出直接的宗线联系,但在亚目中存在着彼此相关的发展线路。在双孔鱼科,第五角鳃骨 (Ceratobranchial) 与前四对完全相似,具两行鳃耙,无咽齿<sup>[17,21]</sup>。胭脂鱼类的第五角鳃骨或多或少地保留着固有的形状,但其内行鳃耙已骨化成一排的“同形齿”<sup>[21,34]</sup>,数目随体长增加而增多,约为 30—120 枚不(图 2, a)。鳅科的绝大多数种类(*Paramisgurnus* 例外)的第五角鳃骨也是狭长而稍弯;咽齿尖细,1 行,数目约与外行的鳃耙相近(图 2, b)。而在鲤科鱼类,第五角鳃骨发生了特殊变化,形成钩状,咽齿发展到最高水平,形态各异,排列成 1—3 行,其主行齿数不超过 7 个<sup>[35]</sup>(图 2, c)。平鳍鳅科鱼类第五角鳃骨宽扁,内缘具数目较少的 1 行细齿<sup>[24]</sup>,这可能表现出由鲤科咽齿退化的形式(图 2, d)。

(2) 咽突和咽垫 咽突和咽垫是与咽齿相关联的构造,在胭脂鱼科、双孔鱼科和鳅科,它们的咽突与咽齿一致地表现出结构上的初级发展状况,它仅是基枕骨(Basioccipital)后部的一对比较简单的突起,即使其中某些种类左右突起在背大动脉的腹面相接,但也不扩大和愈合,

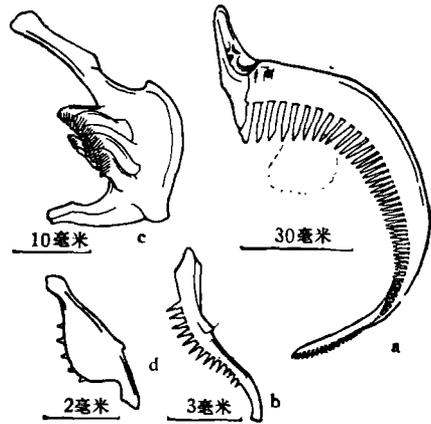


图 2 鲤亚目鱼类的咽齿

[a. 中国胭脂鱼 *Mexocyprinus asiaticus* (Bleeker), b. 泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor), c. 草鱼 *Ctenopharyngodon idellus* (Cuvier et Valenciennes), d. 平舟原缨口鳅 *Vanmanenia pingchowensis* (Fang)]

1) Nelson (1949)<sup>[33]</sup> 说,该种“第二椎体有两个突起,一个短而宽的腹肋和一个横突,它们完全与椎体融合。”经检查由巴西 Menezes 寄赠的标本,证实它仅有单根不分支横突。作者对 Menezes 博士提供标本表示感谢。

也不覆盖咽垫(图 3, a—c: php). 鲤科的基枕骨具有较发达的咽突,其左右两部分在背大动脉的腹面融合. 一般扩大,并形成了带有盾形中凹的突起,腹面附有角质垫,后部还有向后延伸的后支(图 3, d: php). 在平鳍鳅科中<sup>[24]</sup>,腹吸鳅类(Gastromyzone)虽也具有在腹面愈合的小咽突,但表现出由鲤科经过退化的形状(图 3, e: php);而在平鳍鳅类(Homalopterine)则已完全退化(图 3, f).

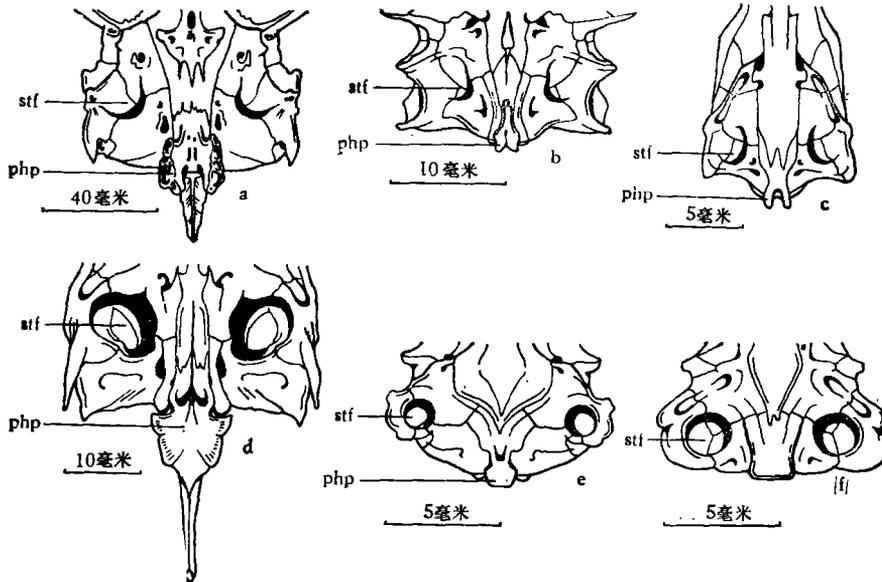


图 3 鲤亚目鱼类的咽突和下颞窝

[a. 中国胭脂鱼 *Mexocyprinus asiaticus* (Bleeker), b. 双孔鱼 *Gyриноcheilus aymonieri* (Tirant), c. 花斑副沙鳅 *Parabotia fasciata* Dabry, d. 三角鲂 *Megalobrama terminalis* (Richardson), e. 爬岩鳅 *Beaufortia leveretti* (Nichols et Pope), f. 刺臀华吸鳅 *Sinogastromyzon wui* (Fang). php: 咽突 stf: 下颞窝]

(3) 下颞窝 (Subtemporal fossa) 在鲤亚目鱼类的颅骨腹面后侧一般都具有一对下颞窝,其周围大致由翼耳骨 (Pterotic)、前耳骨 (Prootic) 和外枕骨 (Exoccipital) 构成. 这个窝在原始的脂鲤类是一对很浅的凹痕<sup>[29,31]</sup>. 作为一个咽肌的固着窝,下颞窝的发展状况是与咽齿相关联的. 在胭脂鱼科和双孔鱼科,下颞窝处于原始状态,相对较小而浅<sup>[10,17,21,22]</sup>(图 3, a, b: stf). 鳅科鱼类也是如此(图 3, c: stf),其中花鳅类的某些种类浅的几乎没有发展. 在鲤科鱼类其下颞窝随着咽齿的发达,普遍大而深(图 3, d: stf),在平鳍鳅科鱼类中,除腹吸鳅类稍为退化变小外,多数仍是大而深的(图 3, e, f: stf).

鲤亚目鱼类的咽齿及相关构造有着自己的发展倾向,这样的性状可以作为辅征<sup>[23]</sup>,用于特征分析. 在这里,胭脂鱼科、双孔鱼科和鳅科表现出具有共同的祖征,鲤科和平鳍鳅科却表现出共同的离征.

### 3. 后颞窝及其同源结构

在脂鲤类一般具有很发达的后颞窝 (Posttemporal fossa),其开口被上耳骨 (Epiotic) 的侧突分为前后两部分,前部开口由顶骨 (Parietal) 和上耳骨组成,后部开口由翼耳骨和上耳骨构成<sup>[31,35]</sup>. 鲤亚目鱼类普遍存在着和后颞窝同源结构,但均不同程度地退化,并被赋予不同的名

称。在胭脂鱼科鱼类, 这窝是由顶骨、翼耳骨和上耳骨包围的深窝(图 4, a: *suptf*), 被称为上颞窝(Supratemporal fossa)<sup>[17,21]</sup>。同样类似的结构, 在双孔鱼科鱼类(图 4, b: *ltf*)被称为侧颞窝(Lateral temporal fossa)<sup>[17,22]</sup>, 在鳅科鱼类(图 4, c, d: *suptf*)又被称为颞孔(Temporal opening)<sup>[14]</sup>。这三个科的颞窝是同源构造, 与脂鲤类比较, 明显退化, 在脂鲤类存在的后面部分完全消失, 上耳骨已不形成后颞窝中部的一个桥, 而是成了它的后缘(图 4, a—d: *ept*), 人们可以认为这是由原始状态派生的离征。在鲤科鱼类颅骨的后侧存在着明显或不明显的后颞窝<sup>[36]</sup>, 而平鳍鳅科则几乎完全看不到。与脂鲤相比, 鲤科中后颞窝也已显著退化, 但它退化的形式与上述三个科不同, 而是前开口完全消失, 上耳骨成了后颞窝的上侧边缘(图 4, c: *ept*), 这同样也是由原始状态派生的又一种离征。

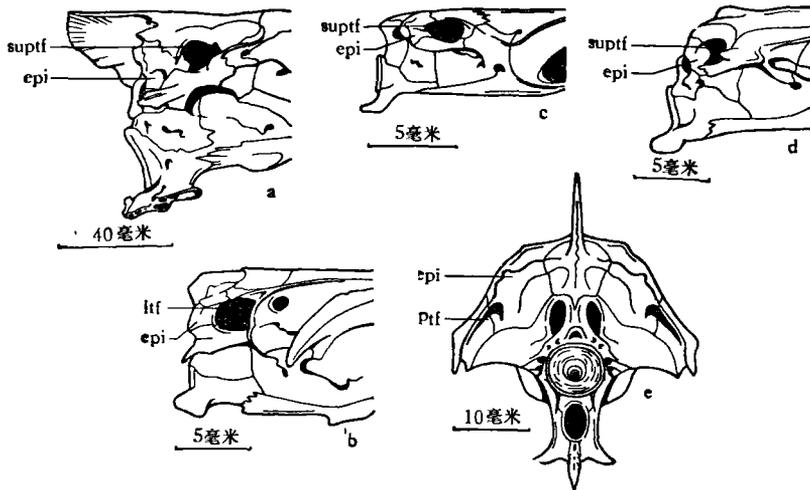


图 4 鲤亚目鱼类的后颞窝或上颞窝

[a. 中国胭脂鱼 *Mexocyprinus asiaticus* (Bleeker), b. 双孔鱼 *Cyrinocheilus aymonieri* (Tirant), c. 西藏条鳅 *Nemachilus tibezanus* Regan, d. 花斑副沙鳅 *Parabotia fasciata* Dabry, e. 三角鲂 *Megalobrama terminalis* (Richardson). *ept*: 上耳骨, *ltf*: 侧颞窝, *ptf*: 后颞窝, *suptf*: 上颞窝]

#### 4. 前上颌骨与口裂组成

在脂鲤类, 除少数特殊情况外<sup>[4]</sup>, 上颌骨(Maxilla)一般都参与口裂组成<sup>[35]</sup>。在鲤亚目中, 只有胭脂鱼科和双孔鱼科鱼类保持了原始的祖征, 其前上颌骨(premaxilla)呈方形或三角形, 无侧支, 仅组成口裂上缘之中部, 两侧部仍由上颌骨构成<sup>[4,21,22]</sup>(图 5, a, b: *pmx*, *max*)。在鳅科与鲤科<sup>[4]</sup>和平鳍鳅科<sup>[24]</sup>一样, 前上颌骨具有发达的侧支, 将上颌骨排除于口裂之外(图 5, c: *pmx*, *max*), 这是派生的离征。

#### 5. 筛骨—前犁骨区的某些结构

绝大多数鲤亚目鱼类与脂鲤类一样, 具有较宽的上筛骨(Supra ethmoid), 后缘固着于额骨(Frontal)的前缘。筛骨(Ethmoid)不与前犁骨(Prevomer)相愈合, 侧筛骨(Lateral ethmoid)也无特殊变化。但在鳅科鱼类, 上筛骨普遍狭窄, 筛骨与前犁骨相愈合, 这些结构形成鳅科鱼类的特殊离征, 其中沙鳅类和花鳅类, 侧筛骨的外侧突变为眼下刺, 并在额骨两侧形成能动的关节<sup>[4,14,27]</sup>。

与鲤科鱼类比较,平鳍鳅科鱼类侧筛骨显著发达,其延长的前突支持着扩大的泪骨(Lacrimal),而泪骨又与头前部的感觉管骨(Sensory canal bone)相连或愈合,不同程度地包在前上颌骨之前;在上颌骨和筛骨之间具有发达的两对前筛骨(Preethmoid),有些种类还有一对前腭骨(prepalatine),这些都是由原始的鲤科鱼类派生的离征<sup>[25]</sup>。

总之,鲤亚目鱼类的骨骼特征变异很大<sup>[21,22,24-27]</sup>,其在分类系统中的意义各有不同,在此不一一列举。我们认为上述几组特征,在探讨鲤亚目鱼类科级以上类群的系统发育关系上,具有比较重要的意义,这些特征在科级类群中的分布如图6所示。

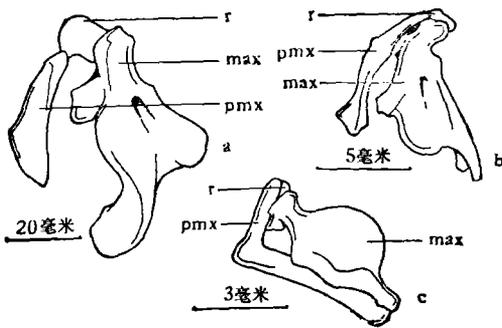


图5 鲤亚目鱼类的前上颌骨与上颌骨

[a. 中国胭脂鱼 *Mexocyprinus asiaticus* (Bleeker),  
b. 双孔鱼 *Gyриноcheilus aymanieri* (Tirant), c.  
花斑副沙鳅 *Paribotia fasciata* Dabry. max: 上颌骨, pmx: 前上颌骨, r: 吻骨]

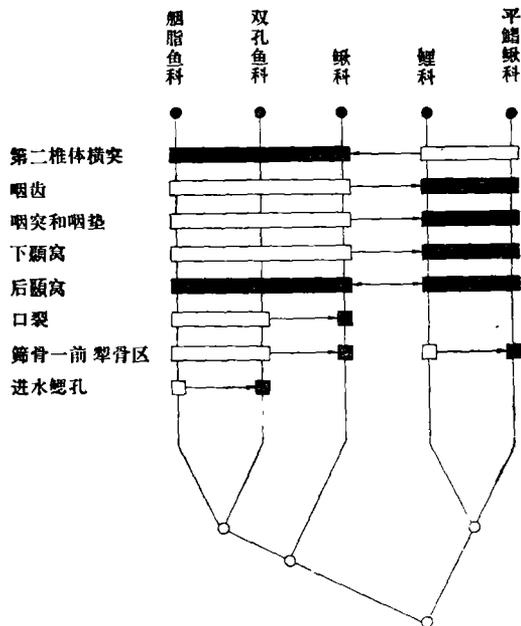


图6 鲤亚目鱼类系统发育图解

(■ 离征; □ 祖征; ■ 共同离征; □ 共同祖征)

## 二、讨论和结论

根据特征分析的结果,鲤亚目鱼类可以分为两大姐妹群:第一类群(Superfamily Catostomoidae),包括胭脂鱼科、双孔鱼科和鳅科三个科,它以第二椎体横突具背、腹分支和后颞窝后部开口退化为共同离征(Synapomorphy),组成一个单源群(Monophyletic group)。但在咽齿、咽突、咽垫和下颞窝等结构上表现出共同的祖征。第二类群(Superfamily Cyprinoidea),包括鲤科和平鳍鳅科,它们具有进步的下咽骨、咽齿和咽突;大而深的下颞窝;后颞窝前部开口减退,甚至完全退化,这些都是共同离征。而其第二椎体横突却保持单一简单的祖先特征。

这两个姐妹群很可能起源于类似原始脂鲤类的较远的共同祖先。根据化石记录<sup>[37]</sup>,胭脂鱼科和鲤科的化石都曾发现于始新统地层,那末这对姐妹群分离的时间应在始新世之前。其中前一个类群具有较多接近于脂鲤类的共同祖征,所以显得比后一个类群更为原始。

在第一个类群中,鳅科鱼类具有许多与胭脂鱼科、双孔鱼科不同的派生的离征,如前上颌骨将上颌骨排除于口裂之外;上筛骨狭窄,筛骨与前犁骨愈合;鳃大部为骨质鳃囊所包裹等等。

这些足以使人推想鳅类是较早从原始的胭脂鱼类分离的一个分支, 其最早的化石被发现于欧洲的渐新统地层<sup>[37]</sup>. 而胭脂鱼科和双孔鱼科可能是分离较迟的一对姐妹群<sup>[22]</sup>, 目前尚无双孔鱼化石的记载, 但据其生态习性及分布推测, 它与原始的胭脂鱼类的分离可能发生于晚第三纪.

在第二个类群中, 平鳍鳅科鱼类在骨骼和外形上都呈现出大量由鲤科鱼类适应激流生活而派生的性状, 如颅骨的筛骨前犁骨区的结构、肩带和腰带骨骼、鳃囊构造等<sup>[24]</sup>, 它们以这些性状为共同离征组成了一个单源群. 根据现生种类分布的推测, 它们与原始的鲤科鱼类分离的时间也可能在晚第三纪<sup>[24]</sup>. 虽然它们从鲤科鱼类分离的时间可能比鲤科的某些类群的分化<sup>[26]</sup>还要迟些, 但考虑到它们经过较快的特化的过程, 我们在此仍将平鳍鳅科作为与鲤科并列的一个科.

综上所述, 我们根据特征分析的结果所反映的系统发育关系, 对鲤亚目鱼类提出一套新的分类系统:

鲤亚目 Suborder Cyprinoidei

胭脂鱼超科 Superfamily Catostomoidea

胭脂鱼科 Family Catostomidae

双孔鱼科 Family Gyrinocheilidae

鳅科 Family Cobitidae

鲤超科 Superfamily Cyprinoidea

鲤科 Family Cyprinidae (包括扁吻鱼科 Psilorhynchidae)

平鳍鳅科 Family Homalopteridae (包括腹吸鳅科 Gastromyzonidae)

参 考 文 献

- [1] Greenwood, P. H., Rosen, D. E., et al., *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, **131** (1966), 380—386.  
 [2] Bleeker, P., *Atlas Ichthyologique des Indes Orientales Néerlandaises*, **3** (1863), 15—21.  
 [3] Günther, A., *Catalogue of the Fishes in the British Museum*, London, **7** (1868), 340—342.  
 [4] Regan, C. T., *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **8** (1911), 26—32.  
 [5] Jordan, D. S., *Biological Sciences*, Stanford Univ., *Univ. Series*, **3** (1923), 139—145.  
 [6] Berg, L. S., *Faune de la Russie*, **3** (1912), 5.  
 [7] Berg, L. S., *Classification of Fishes both Recent and Fossil*, Russian and English Lithoprint, Michigan, 1974, 444—445.  
 [8] Hora, S. L., *Rec. India Mus.*, **27** (1925), 457—460.  
 [9] Hora, S. L., *Rec. India Mus.*, **48** (1950), 45—57.  
 [10] Ramaswami, L. S., *Proc. Natl. Inst. Sci. India*, **18** (1952), 125—140.  
 [11] Ramaswami, L. S., *Proc. Natl. Inst. Sci. India*, **18** (1952), 141—150.  
 [12] Ramaswami, L. S., *Proc. Natl. Inst. Sci. India*, **18** (1952), 495—517.  
 [13] Ramaswami, L. S., *Proc. Natl. Inst. Sci. India*, **18** (1952), 519—538.  
 [14] Ramaswami, L. S., *Proc. Natl. Inst. Sci. India*, **19** (1953), 323—347.  
 [15] Ramaswami, L. S., *Acta Zool., Stockholm*, **36** (1955), 127—158.  
 [16] Ramaswami, L. S., *Acta Zool., Stockholm*, **36** (1955), 199—242.  
 [17] Ramaswami, L. S., *Proc. Zool. Soc. Calcutta (Mook. Mem. vol.)*, (1957), 293—303.  
 [18] Rass, T. C. & Lindberg, G. Y., *Probl. Ichthyol.*, **11** (1971), 380—407.  
 [19] Gosline, W. A., *Function Morphology and Classification of Teleostean Fishes*, Honolulu, Hawaii, 1971, 120—123.  
 [20] Nelson, J. S., *Fishes of the world*, John Wiley & Sons, 1976, 124—129.  
 [21] 罗云林、伍献文, *动物分类学报*, **4**(1979), 195—203.  
 [22] 伍献文、罗云林、林人端, *动物分类学报*, **4**(1979), 307—311.

- [23] Hennig, W., *Phylogenetic Systematics*, Univ. of Illinois Press, Urbana, 1966.
- [24] 陈宜瑜, 动物分类学报, 5(1980), 200—211.
- [25] 陈宜瑜, 水生生物学集刊 (待印刷).
- [26] 陈湘舜、乐佩琦、林人端 (手稿).
- [27] 陈景星、朱松泉 (手稿).
- [28] Rosen, D. E. & Greenwood, P. H., *Amer. Mus. Novit.*, 2428 (1970), 1—49.
- [29] Roberts, T. R., *Interrelationships of Fishes* (ed. Greenwood, P. H., et al.), Linnean Society, London, 1973, 373—395.
- [30] Alexander, R. McN., *Proc. Zool. Soc. London*, 143 (1964), 177—190.
- [31] Weitzman, S. H., *Stanford Ichthyol. Bull.*, 4 (1954), 212—263.
- [32] Weitzman, S. H., *Stanford Ichthyol. Bull.*, 8 (1962), 1—77.
- [33] Nelson, E. M., *Jour. Morph.*, 84 (1949), 495—524.
- [34] Weisel, G. E., *Jour. Morph.*, 106 (1960), 109—129.
- [35] Chu, Y. T., *Biol. Bull. St. John's Univ., Shanghai*, 2 (1935), 1—225.
- [36] Howes, G. J., *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool)*, 34 (1978), 1—64.
- [37] Romer, A. S., *Vertebrate Paleontology*, 3rd Ed., Univ. Chicago, 1966, 356—357.