

红罗非鱼的骨骼系统

杨 凡*, 郭明兰, 苏永全, 王 军**

(厦门大学海洋与环境学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 采用 3 种方法制成红罗非鱼整体和分离的骨骼标本, 并详细叙述了骨骼系统的结构. 红罗非鱼鼻骨发达, 无后耳骨和基蝶骨, 眶后骨短管状, 脑颅背面有由额骨、颅顶骨和上枕骨共同形成的 3 列骨嵴以及第三椎体上有强大腹突等是红罗非鱼骨骼系统的主要特点.

关键词: 红罗非鱼; 骨骼系统

中图分类号: Q 954. 54

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2007)S1-0161-06

红罗非鱼(*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) 以其体色喜庆、个体大、生长快、病害少、产量高和肉味鲜美等优良性状受到市场欢迎, 是我国近年来养殖产量较高的罗非鱼. 近年来已有学者对红罗非鱼的消化率^[1]、生长特性^[2]、能量收支^[3]、耗氧率^[4]、提纯选育^[5]和养殖效果^[6-8]等进行了研究. 本文对红罗非鱼骨骼系统进行详细的研究和描述, 研究结果将为罗非鱼形态学研究积累重要资料.

1 材料与方法

1.1 材 料

实验鱼: 红罗非鱼 4 尾, 全长 21.3~25.1 cm, 体重 372~685 g, 购自厦门市渔市场.

试验器材: 常用手术器械, 电炉, 铝锅, 数码相机等.

1.2 方 法

实验方法根据参考文献^[9-16]并稍作修改, 主要通过以下 3 种方法进行骨骼标本的制作:

(1) 鲜煮法: 先将实验鱼直接水煮 10 min, 再除去皮肤、肌肉、内脏和结缔组织.

(2) 腐蚀法: 先将实验鱼放入 5% 甲醛溶液浸泡 2 d, 再放入 5% NaOH 溶液浸泡 1 d, 最后除去皮肤、肌肉、内脏和结缔组织.

(3) 混合法: 先将实验鱼放入 5% 甲醛溶液浸泡 2d, 再水煮 20 min, 除去皮肤、肌肉、内脏和结缔组织.

2 结 果

2.1 中轴骨骼

图 1 为红罗非鱼骨骼全图, 由中轴骨骼和附肢骨骼组成. 中轴骨骼包括头骨、脊柱和肋骨, 具有支持身体, 保护鱼体内部柔软器官以及配合肌肉产生各种动作的功用.

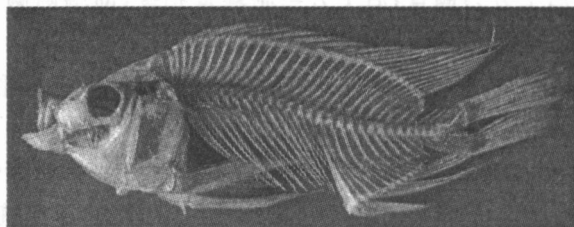


图 1 红罗非鱼骨骼由中轴骨骼和附肢骨骼组成

Fig. 1 The skeleton of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus* is made up of axiale skeleton and appendiculare skeleton

2.1.1 头骨

头骨由脑颅和咽颅组成, 脑颅位于咽颅上方, 用于包藏脑和感觉器官; 咽颅呈弧形, 成对地排列在消化道的最前端, 由颌弓、舌弓和鳃弓组成, 与鱼类取食行为密切相关.

(1) 脑颅

脑颅为保护脑和感觉器官的骨骼, 按所在部位可分为鼻区、眼区、耳区和枕区(图 2A~G).

(1) 鼻区骨骼(图 2A)

围绕嗅觉器官的骨骼, 由鼻骨、犁骨、中筛骨和侧筛骨等 4 种骨骼组成.

鼻骨: 1 对, 斧头状, 前端扁平, 位于额骨前方, 侧筛骨外侧, 眶前骨上方, 后接侧筛骨.

收稿日期: 2007-04-07

* 现工作单位: 海南省地质勘查局

** 通讯作者: junw@xmu.edu.cn

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

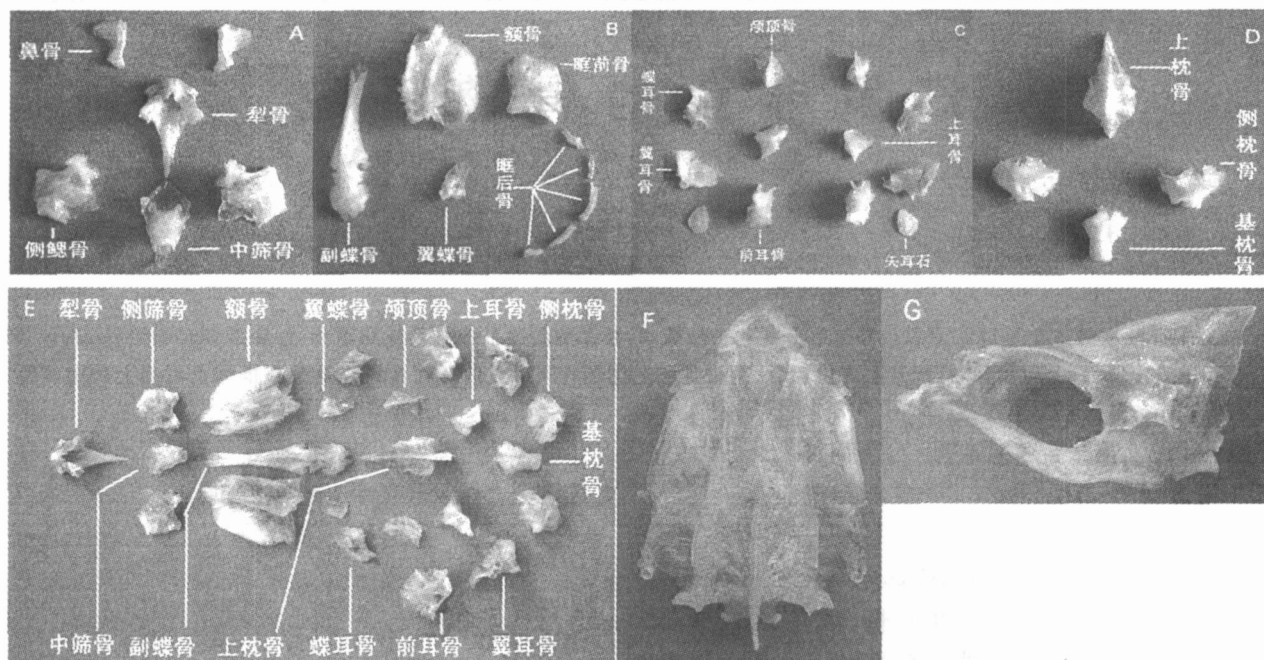


图2 红罗非鱼的脑颅

A: 鼻区骨骼; B: 眼区骨骼; C: 耳区骨骼; D: 枕区骨骼; E: 脑颅全骨骼; F: 俯视图; G: 侧视图

Fig. 2 Neurocranium of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*

犁骨: 1 块, 中部宽大, 后端尖细, 位于颅骨最前方, 后上方为额骨, 后下方与副蝶骨相接, 前端两侧各有一关节面与腭骨前端相关节。

中筛骨: 1 块, 前端片状透明, 三角形; 后端方形, 背面凸起光滑, 位于犁骨后方, 侧筛骨中间。

侧筛骨: 1 对, 形状不规则, 位于犁骨之后, 中筛骨两侧, 靠近中筛骨一侧有一圆形小孔, 为嗅神经通道。

(2) 眼区骨骼(图 2-B)

围绕眼区周围的骨骼, 由额骨、副蝶骨、翼蝶骨、眶前骨和眶后骨等 5 种骨骼组成。

额骨: 1 对, 位于脑颅的背面, 约占脑颅顶部面积 1/2, 它前接中筛骨和侧筛骨, 后连颅顶骨、翼耳骨、蝶耳骨和上枕骨, 下方为翼蝶骨。每块额骨背面中部均有一纵嵴与颅顶骨背面的纵嵴相连; 左右额骨也愈合成嵴与上枕骨嵴相连, 形成额骨背面三嵴鼎立。左右额骨前方内侧各有一管状结构。

副蝶骨: 1 块, 长条形, 前窄后宽, 后端宽大部分形成凹槽, 似药勺, 位于脑颅底部, 前接犁骨, 后方楔入基枕骨。背、腹面各有一棱突。

翼蝶骨: 1 块, 较小, 形状不规则, 上接蝶耳骨与额骨, 后接前耳骨。

眶前骨: 1 对, 位于眼眶正前方, 长方形, 前部覆盖上颌骨。

眶下骨: 5 对, 位于眼眶后下方, 小管状, 第 3 对最长。

(3) 耳区骨骼(图 2-C)

围绕内耳周围的骨骼, 由颅顶骨、蝶耳骨、翼耳骨、上耳骨、前耳骨等 5 种骨骼组成。

颅顶骨: 1 对, 位于额骨之后, 上耳骨之前, 翼耳骨前方内侧, 左右颅顶骨为上枕骨所分隔。颅顶骨形状不规则, 背面中央有一嵴与额骨背嵴相连。

蝶耳骨: 1 对, 形状不规则, 眼眶后上方, 后接翼耳骨, 背面部分被额骨覆盖, 朝外有三角形突起, 后缘与前耳骨相连, 与翼耳骨毗邻处有一凹臼与舌颌骨相关节。

翼耳骨: 1 对, 形状不规则, 位于额骨, 蝶耳骨后方, 前耳骨上方, 上耳骨外侧, 后上方有 2 小孔, 腹面有两凹臼与舌颌骨相关节。

上耳骨: 1 对, 位于颅顶骨后方, 上枕骨外侧, 翼耳骨内侧, 后端与侧枕骨上方相连, 后背面有凹槽与后颞骨分叉相连。

前耳骨: 1 对, 形状不规则, 外侧面光滑, 位于脑颅两侧, 前上方接蝶耳骨和翼耳骨, 前后方以侧枕骨为邻, 下接副蝶骨和基枕骨。

(4) 枕区骨骼(图 2-D)

脑颅最后端, 围绕枕骨大孔, 由上枕骨、外枕骨和基枕骨组成。

上枕骨: 1 块, 位于颅骨后方中央, 前接额骨, 两侧与颅顶骨, 上耳骨相接, 后下方为侧枕骨。中央隆起嵴为上枕骨嵴, 与额骨中嵴相连接。

侧枕骨: 1 对, 位于上枕骨两侧, 下接基枕骨, 侧枕骨下方各具一髁骨与第 1 脊椎的前关节突相关节。左右侧枕骨汇合成枕骨大孔。

基枕骨: 1 块, 位于脑颅的后下方, 后端有一凹臼与第 1 脊椎的椎体相关节。

(七) 咽颅

红罗非鱼咽颅共有 7 对, 第 1 对演化成颌弓, 第 2 对演化成舌弓, 第 3 至第 7 对演化成鳃弓(图 3)。

(1) 颌弓(图 3-A)

为支持上、下颌的骨骼。上颌由前颌骨、上颌骨、腭骨、前翼骨、中翼骨、后翼骨和方骨等 7 种骨骼组成, 下颌由齿骨、关节骨和隅骨组成。

前颌骨: 1 对, “L”形, 左右前颌骨在吻端组成口上缘, 中部外侧有一浅槽与上颌骨前端突起相关节。前颌骨前端附生多列不规则颌齿, 颌齿长扁形, 齿端多为褐色, 有时分叉。

上颌骨: 1 对, 不规则条形, 前端叉突分别与腭骨及前颌骨相关节。

腭骨: 1 对, 略呈不规则扇形, 组成口盖, 有 3 个关节面, 分别与上颌骨、侧筛骨和犁骨侧面凹臼相关节。

前翼骨: 1 对, 略呈三角形, 方骨前方, 腭骨下方。

中翼骨: 1 对, 略呈梯形, 位于腭骨之后, 后翼骨之上, 中翼骨后下方与方骨, 后翼骨相重叠。

后翼骨: 1 对, 略呈梯形, 后接舌颌骨, 下接续骨, 前接方骨, 上前方与中翼骨相连接。

方骨: 1 对, 略呈梯形, 前端有一凹臼与关节骨突起相关节, 下缘与前鳃盖骨为邻, 后端为后翼骨, 上前方为翼骨。

齿骨: 1 对, 组成口下缘, 后端分叉, > 形, 上端有侧翼, 形成浅槽。齿骨上有排列不齐的颌齿 2~4 列, 上、下颌齿同形。

关节骨: 1 对, 位于齿骨后方, 锚状, 分别有突起、凹陷和关节面, 与齿骨上端、上颌骨和方骨相关节。

隅骨: 1 对, 菱形, 位于关节骨后下方, 与关节骨连接紧密。

尾舌骨: 1 块, 前端有一钩状突起, 从侧面看呈三角形, 底部有两侧翼, 从后端朝前看呈倒“Y”形, 前部上端由韧带连于基鳃骨, 下端由两韧带系于下舌骨下方。

(2) 舌弓(图 3-B)

为连接脑颅, 支持舌的骨骼。由舌颌骨、续骨、基舌骨、角舌骨、下舌骨、上舌骨、间舌骨和尾舌骨等 8 种骨骼组成。

舌颌骨: 1 对, 上缘形状复杂, 有 3 个关节突, 其中 2 个与蝶耳骨、翼耳骨和前耳骨形成凹臼关节, 将颌弓

于悬挂脑颅, 另 1 个与前鳃盖骨上方内侧的凹臼关节。舌颌骨下端为棒状, 与间舌骨相连。

续骨: 1 对, 细长, 前窄后宽, 前端插入方骨内侧, 后上端连后翼骨。

基舌骨: 1 块, 略呈三角形, 前宽后窄, 向前伸入口腔底, 位于下舌骨和基鳃骨前方。

下舌骨: 2 对, 位于基舌骨后下方, 形状不规则, 分上下 2 块, 其间有一沟, 后方以齿状尖突与角舌骨连接。

角舌骨: 1 对, 中间窄两头宽, 前接下舌骨, 后接上舌骨, 下缘附 3 条鳃条骨。

上舌骨: 1 对, 前宽后窄, 下端薄片状, 与角舌骨大小相近, 前接角舌骨, 后接间舌骨, 下缘附 2 条鳃条骨。

间舌骨: 1 对, 小棒状, 一端与上舌骨相连, 另一端连于前鳃盖骨内侧并与舌颌骨相关连。

(3) 鳃弓(图 3-C, C1)

为支持鳃和鳃间隔的骨骼, 由基鳃骨、下鳃骨、角鳃骨、上鳃骨、上咽骨、下咽骨和咽喉悬着骨等 7 种骨骼组成。

基鳃骨: 3 块, 位于鳃弧中央, 基舌骨正后方, 前 2 块为短棒状, 最后 1 块矛头状。

下鳃骨: 3 对, 位于基鳃骨两侧。第 1 对长条形, 中间窄两头宽, 与第 2 块基鳃骨相连; 第 2 对比第 1 对稍粗短; 第 3 对下鳃骨犬牙状。

角鳃骨: 4 对, 长条状, 前 3 对均接在相应的下鳃骨后, 第 4 对与第 3 块基鳃骨相接。角鳃骨腹面附着鳃丝, 背侧附着鳃耙。

上鳃骨: 4 对, 角鳃骨之后, 较短小, 末端与上咽骨相连。第 1 对末端分叉, 第 2 对上鳃骨与上咽骨连接处为片状, 第 3 对上鳃骨片状, 第 4 对上鳃骨最短小。

上咽骨: 2 对, 位于下咽骨上方, 椭圆形, 与下咽骨共同形成咽喉, 咽齿密集, 形同颌齿。

下咽骨: 1 对, 位于上咽骨下方, 由第 5 对鳃弧演变而成, 咽齿密集, 上下咽齿同形。

咽喉悬着骨: 1 对, 弓形, 位于第 1 对上鳃骨末端, 其上端与前耳骨内侧面相接。

(4) 鳃盖骨系(图 3-D)

由鳃盖骨、前鳃盖骨、间鳃盖骨、下鳃盖骨和鳃盖条骨等 5 种骨骼组成。

前鳃盖骨: 1 对, 新月形, 前方凹缘分别与翼耳骨、舌颌骨、续骨和方骨相连, 下缘覆盖着间鳃盖骨上缘。

鳃盖骨: 1 对, 鳃盖骨系最大的 1 块骨骼, 略呈扇形, 其上端内侧有一凹臼与舌颌骨后端突起相关节。

间鳃盖骨: 1 对, 位于前鳃盖骨下方, 略呈长方形,

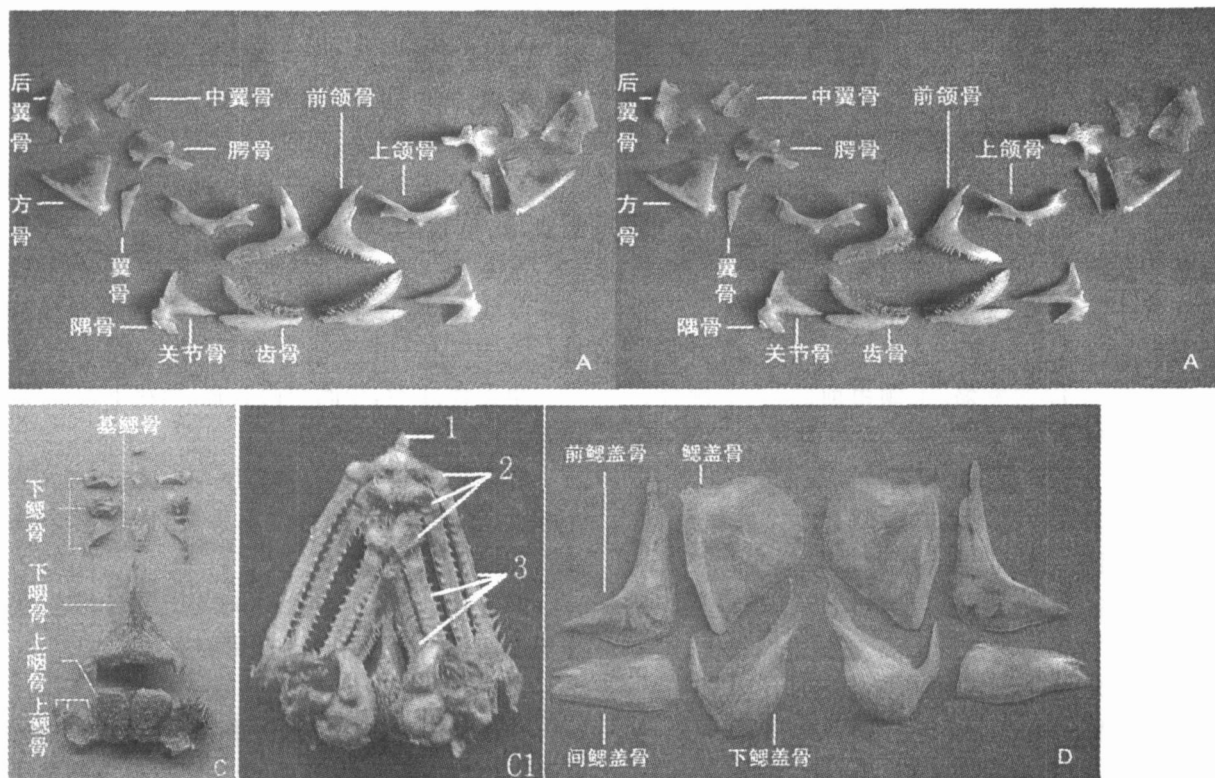


图3 红罗非鱼的咽颅

A: 颌弓骨骼; B: 舌弓骨骼; C~C1: 鳃弓骨骼(1: 基鳃骨; 2: 下鳃骨; 3: 角鳃骨); D 鳃盖骨

Fig. 3 Splanchnocranium skeleton of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*

前端呈叉状。

下鳃盖骨: 1对, 位于鳃盖骨后下方, 略呈深“L”形, 与鳃盖骨连接紧密。

鳃盖条骨: 5对, 细长, 弧形, 前3对附于角舌骨下缘, 后2对附于上舌骨下缘。

2.1.2 脊柱和肋骨

红罗非鱼椎骨为双凹型, 具躯椎16个, 尾椎15个(含最后一变异尾椎); 腹肋14对, 背肋10对。

(I) 躯椎

红罗非鱼的躯椎(图4C)由椎体、髓弓、髓棘、椎体横突、前背关节突、后背关节突和肋骨组成。椎体横突向后渐发达, 前后躯椎间的前背关节突, 后背关节突连接紧密, 腹肋附着在椎体横突上。

第一躯椎虽为双凹型椎体, 但前关节面近平面, 椎体短, 椎体关节面和基枕骨相关连。无腹肋, 有一背肋直接连于椎体上(图4A)。

第三躯椎腹部出现似尾椎的脉管的骨片, 推测由似椎体和椎体横突共同演变而成(图4B)。

(II) 尾椎

红罗非鱼的尾椎由椎体、髓弓、髓棘、脉弓、脉棘、前背关节突、后背关节突、前腹关节突、后腹关节突组成(图4D)。

两尾椎间的前背关节突与后背关节突基部连接, 端部分开。第13尾椎髓棘和脉棘粗大, 第14尾椎髓棘和脉棘扁平, 支持部分尾鳍条。最后一尾椎椎体变异, 延长成一上翘的棒状尾杆骨, 用于尾鳍附着。

(III) 肋骨

红罗非鱼的肋骨位于躯椎的椎体横突上, 分为腹肋和背肋。腹肋14对, 分别附于第3到第16躯椎的椎体横突末端。背肋10对, 第1、2对附着于第1、2躯椎前背关节突后方, 第3至第10对分别位于第1至第8对腹肋上方。红罗非鱼无肌间骨。

2.2 附肢骨骼

红罗非鱼的附肢骨骼由鳍条和支鳍骨组成。

2.2.1 背鳍支骨骼(图5A~B)

红罗非鱼具背鳍1个, 基底长。背鳍支鳍骨为30条, 支持着17条硬棘和13条鳍条。背鳍支鳍骨上端宽大, 下端尖细, 前后面观为匕首状。支鳍骨上端与背鳍硬棘和软鳍条相关连, 下端插入前后脊椎的髓棘之间。第1和第2支鳍骨、第20和第21支鳍骨、第23和第24支鳍骨、第25和第26支鳍骨、第27和第28支鳍骨分别两两插在同一前后髓棘之间(图1)。前后支鳍骨间有1间鳍骨(图5A)。具背鳍前髓棘间骨1块。

2.2.2 臀鳍支骨骼(图1)

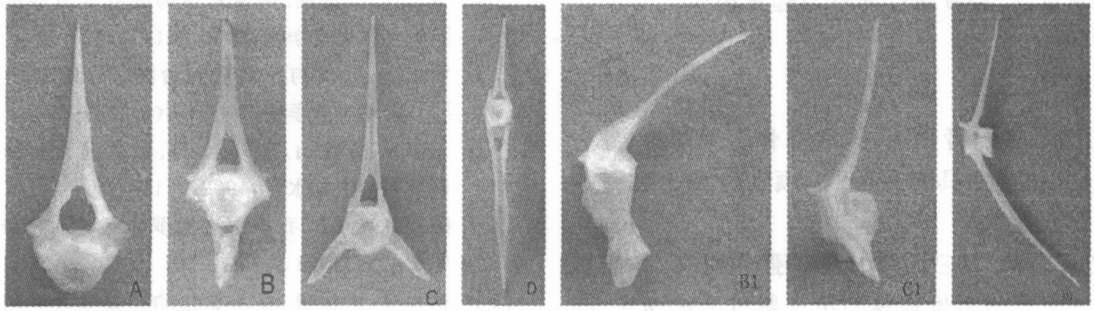


图4 红罗非鱼的脊椎骨骼

A: 第1 躯椎; B: 第3 躯椎; C: 第11 躯椎; D: 第2 尾椎; B1: 第3 躯椎侧视图

Fig.4 Vertebra skeleton of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*

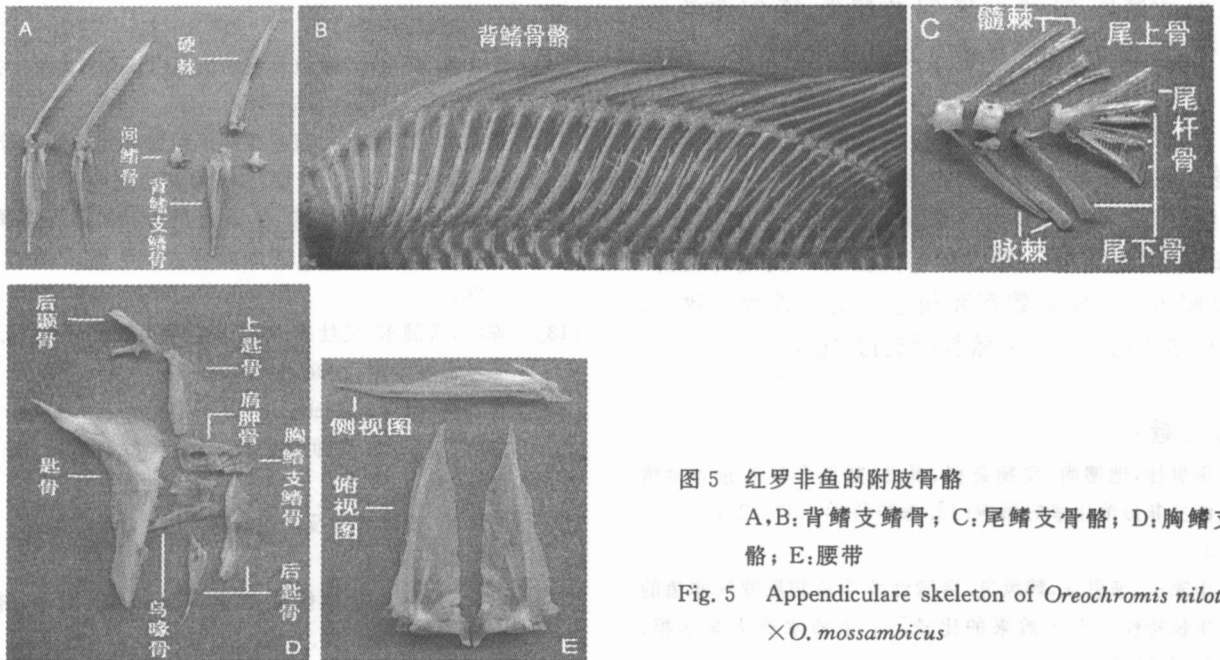


图5 红罗非鱼的附肢骨骼

A,B: 背鳍支鳍骨; C: 尾鳍支鳍骨; D: 胸鳍支鳍骨; E: 腰带

Fig.5 Appendicular skeleton of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*

红罗非鱼臀鳍1个, 基底短. 臀鳍支鳍骨11条, 分别插入第1脉棘前到第8脉棘前, 第7和第8支鳍骨、第9和第10支鳍骨分别两两插入同一前后脉棘之间. 红罗非鱼臀鳍具3硬棘, 9软鳍条, 臀鳍第1支鳍骨支持着第1、2硬棘.

2.2.3 尾鳍支骨骼(图5-C)

红罗非鱼最后1尾椎演变成尾杆骨. 尾杆骨后方有排列成扇形的数块骨骼, 分别为4块尾下骨, 2块尾上骨. 尾鳍支鳍骨与第13、14尾椎粗大的髓棘、脉棘共同支持38条尾鳍鳍条.

2.2.4 胸鳍支骨骼(图5-D)

胸鳍支骨骼包括肩带和支鳍骨.

肩带左右成对, 由上匙骨、后颞骨、上颞骨、匙骨、后匙骨、肩胛骨和乌喙骨等7种骨骼组成.

上匙骨: 1对, 位于后颞骨与匙骨之间, 上窄下宽, 与后颞骨连接紧密.

后颞骨: 1对, 位于肩带最上方, 其前端分叉, 分别

与上耳骨和后耳骨相关连.

上颞骨: 1对, 位于后颞骨的前上方, 紧贴翼耳骨, 管状.

匙骨: 1对, 肩带骨中最大的1块骨骼, 弓形, 上端被上颞骨覆盖, 外缘与肩胛骨和乌喙骨相连.

后匙骨: 1对, 位于匙骨内面, 由2块骨组成, 上端为1长条形骨片, 下端为略成钝角三角形的骨片.

肩胛骨: 1对, 为一不规则四边形骨片, 中央有一圆孔, 前接匙骨, 后接3个支鳍骨, 下接乌喙骨.

乌喙骨: 1对, 上连肩胛骨, 后连1支鳍骨, 呈鸟喙状.

胸鳍支鳍骨4对, 短棒状, 部分胸鳍条与胸鳍支鳍骨相连, 一些鳍条越级直接附着在肩带上.

2.2.5 腹鳍支骨骼

腹鳍支骨骼包括腰带、支鳍骨.

腰带1对(图5-E), 正面观和侧面观均呈三角形, 前端尖, 背面观左右腰带连接处凸起呈纵棱状, 支鳍

骨与腰带带愈合. 腰带通过韧带与匙骨相连.

3 结 论

(1) 红罗非鱼鼻骨发达, 无后耳骨和基蝶骨, 眶后骨短管状, 脑颅背面具有由额骨、颅顶骨和上枕骨共同形成的 3 列骨嵴.

(2) 红罗非鱼第三躯椎上具有强大腹突, 作者在对其它罗非鱼解剖时也观察到第三躯椎上的腹突. 第三躯椎具腹突的骨骼结构在其它鱼类较为少见, 可以作为罗非鱼属的特征.

(3) 附肢骨骼中, 背鳍的第 1 和第 2 支鳍骨、第 20 和第 21 支鳍骨、第 23 和第 24 支鳍骨、第 25 和第 26 支鳍骨、第 27 和第 28 支鳍骨分别两两插在同一前后髓棘之间. 同样的, 臀鳍的第 7 和第 8 枚支鳍骨、第 9 和第 10 枚支鳍骨也分别两两插入同一前后脉棘之间. 这也是红罗非鱼的骨骼特点之一.

(4) 红罗非鱼臀鳍具 3 硬棘, 9 软条, 但支鳍骨仅为 11 条, 臀鳍的第 1、第 2 硬棘共由第 1 支鳍骨支持, 与“新鳍鱼类的鳍条数都和相应的支鳍骨数一致, 即每一枚鳍条均由一枚支鳍骨所支持”定义不符.

参考文献:

- [1] 雷思佳, 地德尚. 食物类型、温度、盐度和体质量对台湾红罗非鱼消化率的影响[J]. 海洋科学, 2000, 24(9): 1-3.
- [2] 李家乐, 李思发, 韩风进. 台湾红罗非鱼和尼罗罗非鱼的生长特性与养殖效果的比较[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(1): 1-5.

- [3] 雷思佳, 地德尚. 温度对台湾红罗非鱼能量收支的影响[J]. 应用生态学报, 2000, 11(4): 618-620.
- [4] 雷思佳. 盐度与体质量对台湾红罗非鱼耗氧率的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 739-742.
- [5] 王黎凡, 方建山, 陈远生, 等. 红罗非鱼的提纯选育技术研究[J]. 中国水产, 1999, 6: 18-19.
- [6] 陈素芝, 叶卫. 我国引进的罗非鱼类的初步研究[J]. 动物学杂志, 1994, 03: 18-23.
- [7] 徐永福, 汤宝贵. 红罗非鱼的生物学及养殖[J]. 内陆水产, 1999, 2: 11-12.
- [8] 李家乐, 李晨虹, 李思发. 台湾红罗非鱼后代不同体色的形态差异[J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(2): 179-184.
- [9] 丘书院. 大黄鱼的骨骼解剖[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1957, 2: 100-109.
- [10] 丘书院, 江素菲. 带鱼骨骼的研究[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1979, 3: 85-98.
- [11] 张其永, 洪万树. 网箱养殖卵形鲳鲷和布氏鲳鲷分类性状的研究[J]. 台湾海峡, 2000, 19(4): 494-505.
- [12] 焦燕, 邢智良, 杨秀霞, 等. 褐牙鲆与狭鳞庸鲷头颅骨骼特征的比较研究[J]. 青岛海洋大学学报, 2000, 2: 265-269.
- [13] 陈刚, 张健东, 吴灶和. 军曹鱼骨骼系统的研究[J]. 湛江海洋大学学报, 2004, 24(6): 6-10.
- [14] 李仲辉. 眼镜鱼 *Mene maculate* (Bloch et Schneider) 骨骼的研究[J]. 河南师范大学学报: 自然科学版, 2004, 32(1): 73-77.
- [15] 杨明生. 黄鳍舌骨及生长的研究[J]. 动物学杂志, 1997, 12-14.
- [16] 孟庆文, 苏锦祥, 李婉端. 鱼类解剖学[M]. 北京: 科学出版社, 1987, 75-90.

The Skeletal System of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*

YANG Fan^{*}, GUO Ming-lan, SU Yong-quan, WANG Jun^{**}

(College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: In this paper, three methods were used to obtain the unitary and separate skeletal samples of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*, and the configuration of the skeletal system was described in detail. Although there is a lack of opxisthoticum and basisphenoid, *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus* has well-developed nasal bones; furthermore, all post-orbital bones are short tube-like. On the dorsal view of neurocranium, there is a three-rows bone ridge which is made up of frontal bone, parietal bone and supraoccipital bone. There is a strong ventral process on the No. 3 centrum, it may be the trait of the genus *Oreochromis*. These are the main characteristics of the skeleton system of *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*.

Key words: *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*; skeletal system