

## 中国鲷科鱼类骨骼系统比较及属种间分类地位探讨

陈咏霞<sup>1</sup>, 刘 静<sup>2\*</sup>, 刘 龙<sup>1</sup>

(1. 河北大学生命科学学院, 河北 保定 071002;

2. 中国科学院海洋研究所, 海洋生物分类与系统演化研究室, 山东 青岛 266071)

**摘要:**为进一步探讨鲷科鱼类分类和系统进化关系长期存在的争议问题,实验采用常规方法制备采自中国近海鲷科 5 属 8 种(亚种)鱼类的骨骼标本,并对头骨进行比较分析。结果显示,依据尾舌骨腹缘是否分叉、前颌骨犬齿数目、中筛骨背面中央为纵嵴或为凹窝、蝶耳骨后侧缘是否与额骨相连、围眶骨形态、腭骨后支是否发达等特征,将中国鲷科鱼类分为 2 个类群:平鲷属和棘鲷属为一类;赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属为另一类。犁齿鲷属和赤鲷属在前颌骨和齿骨的臼齿列数、第三围眶骨、后耳骨以及腭骨等骨骼特征差异较小。金赤鲷与真赤鲷之间、黑棘鲷与切氏黑棘鲷之间骨骼特征差异较小,支持真赤鲷与金赤鲷、黑棘鲷与切氏黑棘鲷为同一物种的观点。研究表明,鲷科鱼类各属种间在尾舌骨、前颌骨、围眶骨、中筛骨、蝶耳骨、腭骨上表现出明显的形态差异,这些特征可以作为属间、种间的鉴别特征。

**关键词:** 鲷科; 骨骼系统; 形态学; 分类地位

**中图分类号:** Q 959; S 917.4

**文献标志码:** A

鲷科(Sparidae)鱼类隶属于硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鲈形目(Perciformes)、鲈亚目(Percoidei),主要分布于大西洋、印度洋和太平洋的热带及温带沿岸海域<sup>[1]</sup>。据 Nelson<sup>[2]</sup>统计,世界范围内的鲷科鱼类有 33 属约 115 种。随后,又陆续有一些新种记述以及有效属种的分类修订<sup>[3-7]</sup>。目前,世界报道鲷科鱼类约有 34 属 133 种<sup>[8]</sup>,中国已知有 7 属 18 种<sup>[3,9]</sup>。鲷科鱼类肉质鲜美,营养丰富,多为名贵海产经济鱼类。随着人工繁育技术的成功,有些种已成为中国海水鱼类的重要养殖对象。

由于趋同进化,鲷科鱼类近缘种因长期适应相似的环境,其适应性特征逐渐表现为形态特征趋于相似。部分鲷科鱼类还存在渐变态现象,即在个体发育过程中,同一物种的不同发育阶段,其外部形态和内部构造也常常发生变化,幼龄个体的体色斑纹与成鱼存在差异<sup>[10]</sup>。如常见的二长棘犁齿鲷(*Evynnis*

*cardinalis*)成鱼,其第 3~4 鳍棘延长呈丝状,有的幼龄个体则是第 3~5 鳍棘延长,还有的个体是第 3 鳍棘稍延长,而第 4~5 鳍棘延长呈丝状。除此之外,鲷科鱼类体侧斑纹还会随环境变化而发生改变<sup>[11-12]</sup>。因此,鲷科鱼类的这种多态现象,给鲷科鱼类的分类与鉴定带来诸多困难,出现很多同物异名,以至于鲷科鱼类的属种归属变动很大<sup>[13-15]</sup>。

鱼类骨骼系统的形态构造相对稳定性,是传统分类系统学研究的重要依据<sup>[16]</sup>。关于中国鲷科鱼类骨骼系统学研究,国内只有零星报道。王存信<sup>[17]</sup>依据头骨形态和牙齿等特征对中国鲷科鱼类进行了比较研究,并认为鲷属(*Sparus*)、平鲷属(*Rhabdosargus*)、犁齿鲷属(*Evynnis*)和二长棘鲷属(*Parargyrops*)等 4 个属有较近的亲缘关系,而真鲷属(*Pagrosomus*)、长棘鲷属(*Argyrops*)和黄鲷属(*Taius*)等 3 属亲缘关系较近。杨太有等<sup>[18]</sup>比较了二长棘鲷(*Parargyrops*

收稿日期:2014-06-25 修回日期:2014-08-03

资助项目:国家自然科学基金(31172053;41276166)

通信作者:刘 静,E-mail:jliu@qdio.ac.cn

edita) 和黄鳍鲷 (*Sparus latus*) 的骨骼系统, 表明二者骨骼特征差异明显。随着鲷科鱼类的研究越来越深入, 特别是分子生物技术的应用, 鲷科鱼类的分类地位和系统进化研究日臻完善, 部分鲷科属种的归属和命名得到修订<sup>[19]</sup>。目前, 中国已报道的鲷科 7 个有效属分别为棘鲷属 (*Acanthopagrus*)、冬鲷属 (*Cheimerius*)、牙鲷属 (*Dentex*)、犁齿鲷属、赤鲷属 (*Pagrus*)、平鲷属、四长棘鲷属 (*Argyrops*)。过去文献中出现的二长棘鲷属和真鲷属合并到赤鲷属 (*Pagrus*); 鲷属并入棘鲷属; 黄鲷属 (*Taius*) 修订为牙鲷属。本研究对已获得的中国近海 5 属 8 种 (亚种) 鲷科鱼类的骨骼系统进行比较研究, 以期对鲷科鱼类分类及系统进化研究提供基础资料。

## 1 材料与方 法

于 2012 年 12 月至 2013 年 11 月, 在辽宁省大连市、山东省青岛市、福建省厦门市、广东省湛江市、广西壮族自治区北海市, 海南省三亚市等近海采获鲷科 5 属 8 种 (亚种) 鱼类标本 26 尾, 包括赤鲷属 2 种 6 尾、犁齿鲷属 1 种 2 尾、牙鲷属 1 种 4 尾、平鲷属 1 种 1 尾和棘鲷属 3 种 (亚种) 13 尾。物种鉴定和形态测量主要依据《中国鱼类系统检索》<sup>[20]</sup>、《台湾鱼类图鉴》<sup>[21]</sup>。标本种类与来源见表 1。骨骼标本制作采用常规方法, 先剔除皮肤、肌肉和内脏等, 再用双氧水漂白, 分别制成整体或部分分离标本, 用于骨骼形态比较。用于本文比较分析的骨骼名称及英文缩写见表 2。

表 1 实验材料的种类和来源  
Tab. 1 Species and specimen localities

属名 genus	种名 species	标本来源 locality	标本数量 number	体长/mm standard length
赤鲷属 <i>Pagrus</i>	金赤鲷 <i>P. auratus</i>	海南三亚 Sanya, Hainan	1	209.0
		广西北海 Beihai, Guangxi	1	237.0
	真赤鲷 <i>P. major</i>	辽宁大连 Dalian, Liaoning	2	286.0, 346.0
		山东青岛 Qingdao, Shandong	2	265.0, 300.0
犁齿鲷属 <i>Eynnmis</i>	二长棘犁齿鲷 <i>E. cardinalis</i>	福建厦门 Xiamen, Fujiang	2	126.0, 139.0
牙鲷属 <i>Dentex</i>	黄牙鲷 <i>D. hypselosomus</i>	海南三亚 Sanya, Hainan	4	189.0 ~ 215.0
平鲷属 <i>Rhabdosargus</i>	平鲷 <i>R. sarba</i>	辽宁大连 Dalian, Liaoning	1	196.0
棘鲷属 <i>Acanthopagrus</i>	黄鳍棘鲷 <i>A. latus</i>	广西北海 Beihai, Guangxi	1	250.0
		广东湛江 Zhanjiang, Guangdong	1	264.0
		辽宁大连 Dalian, Liaoning	1	252.0
	黑棘鲷 <i>A. schlegelii schlegelii</i>	山东青岛 Qingdao, Shandong	2	246.0, 253.0
		广东湛江 Zhanjiang, Guangdong	1	241.0
	切氏黑棘鲷 <i>A. schlegelii czerskii</i>	辽宁大连 Dalian, Liaoning	5	178.0 ~ 192.0
	山东青岛 Qingdao, Shandong	2	186.0, 190.0	

表 2 用于本文比较分析的骨骼名称及英文缩写  
Tab. 2 Names and abbreviations of the bones compared in this study

鼻区 olfactory region	眼区 orbital region	耳区 otic region	枕区 occipital region	舌弓 hyoid arch	颌弓 mandibular arch
鼻骨 nasal, n	额骨 frontal, f	顶骨 parietal, p	上枕骨 supraoccipital, so	尾舌骨 urohyoid, uhy	腭骨 palatinum, pal
中筛骨 mesethmoid, e	翼蝶骨 pterosphenoid, pts	蝶耳骨 sphenotic, spho	外枕骨 exoccipital, exo		前颌骨 premaxilla, pmx
前额骨 prefrontal, pf	基蝶骨 basisphenoid, bas	翼耳骨 pteroitic, pto	基枕骨 basioccipital, bo		齿骨 dentary, d
犁骨 vomer, v	副蝶骨 parasphenoid, pas	上耳骨 epiotic, epo			
	围眶骨系 circumorbital series, circ	前耳骨 prootic, pro			
		后耳骨 opisthotic, opo			

## 2 结果

### 2.1 尾舌骨

尾舌骨是位于咽颌舌弓腹面前方中央的一块小骨,前端与左右下舌骨相关节。鲷科鱼类尾舌骨侧视为帆船状,前端突出光圆,腹缘较厚,背部中央隆起的纵嵴呈薄片状,形状为不规则多边形。根据鲷科鱼类尾舌骨腹缘是否分叉,可分为2种类型:

(1)尾舌骨腹缘分叉型,棘鲷属和平鲷属属于此类型。此类型鱼类的尾舌骨前端背缘突出,形成一向上的棘(图版I-1~4)。

(2)尾舌骨腹缘不分叉型,赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属属于此类型。此类型鱼类的尾舌骨前端向上的棘演变为纵嵴前端的一突起(图版I-5~8)。

### 2.2 前颌骨与齿骨

前颌骨呈“L”形,上支前端的纵裂将其分为2支,外支为较宽薄的骨片,前端尖,内支厚实,短于外支;横支侧扁,弧形,后段尖,腹侧缘近前端有较大的犬齿,其后为不规则的小圆锥状和粒状齿群。齿骨近前端有较大的犬齿,内侧有不规则的小圆锥状和粒状齿群。根据鲷科鱼类前颌骨犬齿数目,将其分为2种类型:

(1)前颌骨具犬齿6枚,棘鲷属和平鲷属属于此类型(图版II-1~4)。棘鲷属和平鲷属鱼类前颌骨近前端有较大的犬齿6枚,其后外侧缘前端为1列小犬齿,后端为臼齿;内侧缘前端为众多不规则的粒状齿群,后端为2~3列臼齿。平鲷属鱼类最后1枚臼齿最大,约为前面臼齿的5~6倍。齿骨近前端有6枚较大犬齿,其后外侧缘前端为1列小犬齿,后端为臼齿;内侧缘前端为众多不规则的齿群,后端为1~2列臼齿。平鲷属鱼类最后1枚臼齿最大,约为前面臼齿的5~6倍。

(2)前颌骨具犬齿4枚,赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属属于此类型(图版II-5~8)。赤鲷属和犁齿鲷属鱼类前颌骨近前端有较大犬齿4枚,其后外侧缘前端为1列小犬齿,中部为1列臼齿,其后为粒状齿;内侧缘前端为众多不规则的粒状齿群,中部为1列臼齿,其后为粒状齿。齿骨近前端有6枚较大犬齿,其后外侧缘前端为1列小犬齿,中部为1列臼齿;内侧缘前端为众多不规则的齿群,中部为1列臼齿,其后为小颗粒齿。牙鲷属鱼类

前颌骨近前端有较大犬齿4枚,其后外侧缘为1列小犬齿,内侧缘为众多不规则的粒状齿群;齿骨近前端有6枚较大犬齿,其后外侧缘为1列小犬齿,内侧缘为众多不规则的粒状牙群。

### 2.3 中筛骨

中筛骨1块,位于脑颅前方背面中央。根据中筛骨背面中央为纵嵴或呈凹窝,可分为2种类型:

(1)中筛骨背面中央呈凹窝,属于此类型的属有棘鲷属和平鲷属(图版III-1~4)。

(2)中筛骨背面中央为纵嵴,属于此类型的属有赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属(图版III-5~8)。

### 2.4 蝶耳骨

蝶耳骨1对,位于额骨的后外侧,背面有一纵沟,向腹面下弯。根据蝶耳骨外侧缘是否与额骨相连,可分为2种类型:

(1)蝶耳骨外侧缘向背前或向腹前略延伸,不与额骨相连,属于此类型的有棘鲷属和平鲷属(图版IV-1~4)。棘鲷属的蝶耳骨向背前略延伸;平鲷属的蝶耳骨向腹前略延伸。

(2)蝶耳骨外侧缘向背前延伸,与额骨相连,属于此类型的有赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属(图版IV-5~8)。

### 2.5 围眶骨系

围眶骨系是围绕在眼眶周围的一组骨片。鲷科鱼类的眶上骨缺失,围眶骨系由6块骨片组成。根据第I块(也称泪骨)顶部突起发达与否,将其分为2种类型:

(1)泪骨顶部突起发达,属于此类型的有棘鲷属和平鲷属(图版V-1~4)。第I块泪骨近方形,较大,骨面粗糙,顶部突起发达,尖锐。第III块形成眶下骨架,顶部长薄片状,其宽与颈部同宽或略宽,基部不扭曲,薄片状,纵长大于横宽。第IV块小,扁管状,一端顶部略呈薄片状。

(2)泪骨顶部突起不发达,属于此类型的有赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属(图版V-5~8)。第I块泪骨近长方形,较大,骨面粗糙,顶部突起不发达或消失。第III块形成眶下骨架,顶部长薄片状,其宽远大于颈部,基部扭曲,薄片状,纵长小于横宽。第IV块较小,顶部全呈长薄片状,基部管状。

### 2.6 腭骨

腭骨略呈三角形,肥厚,分背、腹、后3支,背支无齿。根据腭骨后支是否发达,将其分为2种

类型:

(1) 腭骨后支不发达,属于此类型的有棘鲷属和平鲷属(图版VI-1~4)。

(2) 腭骨后支发达,与前端突起略水平,属于此类型的有赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属(图版VI-5~8)。

### 2.7 其他骨骼差异

额骨位于脑颅背面,长形,背面后方有对称的小窝或小孔。棘鲷属、平鲷属和犁齿鲷属左右额骨分离(图版III、图版IV-1~4,7);赤鲷属和牙鲷属左右额骨愈合成一块(图版III、图版IV-5~6,8)。

上枕骨位于脑颅背后端中央,背面中央有发达的上枕嵴,中部两侧具翼状侧突,向前连接额骨中嵴,向后下方抵枕骨大孔。平鲷属上枕嵴背缘最薄,嵴后缘平直,背缘与后缘夹角尖锐,约 $65^\circ$ (图版III、图版IV-4);棘鲷属上枕嵴背缘略厚,嵴后缘内凹或略平直,背缘与后缘夹角尖锐,约 $50^\circ$ ,或钝圆,约 $70^\circ$ (图版III、图版IV-1~3);赤鲷属上枕嵴背缘略厚,后缘内凹,背缘与后缘夹角钝圆,约 $80^\circ$ (图版III、图版IV-5~6);牙鲷属上枕嵴背缘略厚,嵴后缘外凸,略呈弧形,背缘与后缘夹角尖锐,约 $90^\circ$ (图版III、图版IV-8);犁齿鲷属上枕嵴背最厚实,嵴后缘外凸,略呈弧形,背缘与后缘夹角尖锐,约 $90^\circ$ (图版III、图版IV-7)。

顶骨被上枕骨分割,其背面有一低矮的骨嵴,骨嵴向后抵上耳骨。棘鲷属的骨嵴较高(图版IV-1~3);平鲷属、犁齿鲷属、赤鲷属和牙鲷属的骨嵴低矮(图版IV-4~8)。

后耳骨位于顶骨后方的1对薄片状小骨。棘鲷属末端左右两侧对称延伸(图版VII-1~3);平鲷属、赤鲷属和犁齿鲷属末端一侧明显延伸,而另一侧稍延伸(图版VII-4~7);牙鲷属一侧自中部开始稍延伸,而另一侧不延伸(图版VII-8)。

鼻骨1对,位于中筛骨基部两侧。棘鲷属的鼻骨腹视呈“b”形,前端狭长,后端渐宽,背侧有一骨嵴(图版VIII-1~3);平鲷属、犁齿鲷属、赤鲷属和牙鲷属的鼻骨腹视呈长靴状,其后端明显宽大(图版VIII-4~8)。

## 3 讨论

### 3.1 鲷科鱼类属间分类地位

本研究依据鲷科鱼类尾舌骨腹缘是否分叉、前颌骨犬齿数目、围眶骨形态、中筛骨背面中央是否为纵嵴或凹窝、蝶耳骨外侧缘是否与额骨相连、

腭骨后侧突起是否发达等特征,将鲷科鱼类分为2个类群:平鲷属和棘鲷属为一类;赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属为另一类。此结果与鲷科鱼类按照体色划分相一致,即平鲷属和棘鲷属体色为青灰色;赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属体色为红色。支持Akazaki<sup>[22]</sup>基于传统非定量方法对鲷科鱼类进行系统发育分析,以及Taniguchi等<sup>[23]</sup>应用18种同工酶位点对日本鲷科鱼类研究得出的结论,即犁齿鲷属、赤鲷属、四长棘鲷属、牙鲷属具较近的亲缘关系。本研究结果同样支持基于mtDNA部分基因序列分析结果。江世贵等<sup>[24]</sup>运用mtDNA Cytb基因序列对中国鲷科4种鱼类进行分子系统学的研究,杨慧荣等<sup>[25]</sup>利用RAPD技术对中国鲷科5种鱼类亲缘关系进行分析,其结果均认为平鲷属、棘鲷属具有较近的亲缘关系,赤鲷属、犁齿鲷属和牙鲷属具有较近的亲缘关系。但是,与王存信<sup>[17]</sup>依据鲷科鱼类头骨形态的划分不一致,认为犁齿鲷属、棘鲷属、平鲷属额骨左右分离,具有较近的亲缘关系;赤鲷属、四长棘鲷属、牙鲷属左右额骨愈合,具有较近的亲缘关系。然而,作者认为仅依据左右额骨是否愈合这一特征来判断鲷科各属的亲缘关系,显得证据不足。因为,额骨左右是否愈合并不是一个稳定的特征,真赤鲷幼鱼的左右额骨是分离的,当体长超过200 mm时,左右额骨会愈合为一整体<sup>[17]</sup>。本研究依据尾舌骨、前颌骨、围眶骨、中筛骨、蝶耳骨、腭骨等多个特征对鲷科鱼类的划分不仅与按体色划分相吻合,也与基于分子数据研究结果相一致。因此,本研究认为尾舌骨、前颌骨、围眶骨、中筛骨、蝶耳骨、腭骨等特征可以作为鲷科鱼类属间物种的有效鉴别特征。

### 3.2 赤鲷属与犁齿鲷属的分类地位

江世贵等<sup>[24]</sup>、杨慧荣等<sup>[25]</sup>和樊冀蓉<sup>[26]</sup>依据mtDNA分子遗传距离,认为犁齿鲷属、赤鲷属和四长棘鲷属彼此间的序列差异处于种间的分化水平,建议将犁齿鲷属和赤鲷属归并为同一属。本研究通过对前颌骨和齿骨的白齿列数、第三围眶骨、后耳骨、腭骨等骨骼特征比较分析发现,二长棘犁齿鲷与真赤鲷前颌骨和齿骨均具2~3列白齿,属于同一类群的黄牙鲷前颌骨和齿骨无白齿;二长棘犁齿鲷与真赤鲷第III围眶骨结构相同,顶部骨片较长,基部骨片向横向延伸呈尖端突起状,而黄牙鲷顶部骨片相对短,并且基部骨片横向无

明显的突起;二长棘犁齿鲷与真赤鲷后耳骨末端一侧明显延伸,另一侧稍延伸,而黄牙鲷后耳骨一侧自中部开始稍延伸,另一侧不延伸;二长棘犁齿鲷与真赤鲷腭骨后支与背支交界处均有一向上的突起,而黄牙鲷无此突起,后支较前者发达。犁齿鲷属和赤鲷属鱼类骨骼特征上的相似,与 mtDNA 分子遗传距离相一致,但是犁齿鲷属和赤鲷属鱼类是否处于种间的分化水平,能否将二长棘犁齿鲷与赤鲷属归并为同一属,还有待于进一步研究。

### 3.3 真赤鲷与金赤鲷的分类地位

Fowler<sup>[27]</sup> 曾将采于北半球的印度-中国-日本近海的赤鲷标本命名为真赤鲷,而将采于南半球的澳大利亚和新西兰沿岸的标本命名为金赤鲷。然而,台湾鱼类资料库<sup>[8]</sup>和台湾鱼类图鉴<sup>[21]</sup>将分布于中国的台湾海峡以南的金赤鲷归到真鲷属(*Chrysophrys*),记录为金鲷(*C. aurata*)。目前,该种的归属仍存在争议,本研究采纳 Fowler<sup>[27]</sup> 的观点,将该种归置于赤鲷属。虽然,Paulin<sup>[28]</sup> 基于形态学比较分析了日本和澳大利亚近海的标本后,认为它们为同一物种,并依据命名优先原则,认定金赤鲷是真赤鲷的先定同物异名。但是,Tabata 等<sup>[29]</sup> 通过 mtDNA CR 区序列分析,认为金赤鲷和真赤鲷为 2 个独立的地理亚种。

本研究通过骨骼比较解剖,发现真赤鲷和金赤鲷在骨骼特征上差异很小,仅在额骨有稍许差异,真赤鲷(大连)额骨前缘圆润无缺刻,而金赤鲷(北海)额骨前缘有缺刻。本研究对金赤鲷幼鱼(三亚)骨骼解剖发现,金赤鲷幼鱼额骨左右分离,推测金赤鲷成鱼额骨前缘的缺刻应该是幼鱼未完全骨化留下的痕迹。因此,与 Paulin<sup>[28]</sup> 的观点相一致,认为金赤鲷与真赤鲷应为同一物种,并依据命名优先原则,认定金赤鲷是真赤鲷的先定同物异名。

### 3.4 黑棘鲷和切氏黑棘鲷的物种有效性

黑棘鲷的外部形态(尤其是体色)受生活环境影响而发生改变,传统的形态分类依据黑棘鲷体侧有、无横带这一形态特征,将黑棘鲷分为 2 个亚种,即将体侧具有深灰色云斑的个体鉴定为亚种黑棘鲷(*A. schlegelii schlegelii*),而将体侧具 6~7 条暗色横带的个体鉴定为亚种切氏黑棘鲷(*A. schlegelii czerskii*)<sup>[30-31]</sup>,并且这 2 个亚种同域分布于中国近海。吴仁协等<sup>[15]</sup> 利用 mtDNA CO I 和 CR 基因的研究,以及 Kharin 等<sup>[32]</sup> 重新

检视切氏黑棘鲷和黑棘鲷 2 亚种的模式标本后均认为它们属于同一物种。本研究通过骨骼比较解剖,结果显示黑棘鲷和切氏黑棘鲷骨骼特征上无明显差异,支持将黑棘鲷和切氏黑棘鲷视为同一物种的观点,认定黑棘鲷是切氏黑棘鲷的先定同物异名。

于道德等<sup>[11]</sup> 对黑棘鲷早期色素细胞发育与体色变化研究发现,黑棘鲷初孵仔鱼体侧有 6~7 条暗色横带,而在成鱼阶段,6~7 条黑色横带变的不明显。真赤鲷成鱼体侧无 6~7 条暗色横带,但是在受到惊吓时,也出现类似黑棘鲷体侧 6~7 条暗色横带的现象<sup>[10]</sup>。本研究发现新鲜的黄棘鲷成鱼体侧也有 6~7 条暗色横带的现象。于道德等<sup>[11]</sup> 认为体侧具 6~7 条黑色横带这一体色模式应该是鲷科鱼类体色的共同祖征,后来产生分歧,形成各自物种特有的体色特征。

### 参考文献:

- [1] Carpenter K E, Niem V H. Family Sparidae [M] // The living marine resources of the western central Pacific, FAO species identification guide for fishery purposes. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001: 2990-3004.
- [2] Nelson J S. Fishes of the world [M]. Fourth Edition. New Jersey: John Wiley and Sons Inc, 2006: 371.
- [3] Guan Z C, Tang W Q, Wu H L. On new species of the genus *Evygnis* from China (Perciformes, Sparidae) [J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2012, 37(1): 217-221. [管哲成, 唐文乔, 伍汉霖. 中国犁齿鲷属鱼类一新种(鲈形目, 鲷科). 动物分类学报, 2012, 37(1): 217-221.]
- [4] Iwatsuki Y, Heemstra P C. *Polysteganus mascarenensis*, a new sparid fish species from Mascarene Islands, Indian Ocean [J]. Zootaxa, 2011(3018): 13-20.
- [5] Kume M, Yoshino T. *Acanthopagrus chinshira*, a new sparid fish (Perciformes: Sparidae) from the East Asia [J]. Bulletin of the National Museum of Natural Science, 2008, 2(Suppl.): 47-57.
- [6] Iwatsuki Y, Carpenter K E. *Acanthopagrus taiwanensis*, a new sparid fish (Perciformes), with comparisons to *Acanthopagrus berda* (Forsskål, 1775) and other nominal species of *Acanthopagrus* [J]. Zootaxa, 2006(1202): 1-19.
- [7] Iwatsuki Y, Kume M, Yoshino T. A new species, *Acanthopagrus pacificus* from the Western Pacific

- (Pisces, Sparidae) [J]. Bulletin of the National Science Museum, 2010, 36(4): 115 - 130.
- [8] The Fish Database of Taiwan 2014 [G/OL]. Sparidae in <http://fishdb.sinica.edu.tw/ajaxtree/tree.php>
- [9] Fan J R, Wu R X, Zhao Y J, et al. Progresses on taxonomy and phylogeny of the family Sparidae from China [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2011, 18(2): 472 - 480. [樊冀蓉, 吴仁协, 赵元君, 等. 中国鲷科鱼类分类和系统发育研究进展. 中国水产科学, 2011, 18(2): 472 - 480.]
- [10] Whitehead P J P, Bauchot M L, Hureau J C, et al. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean [M]. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1986: 903 - 904.
- [11] Yu D D, Liu H J, Guan J, et al. Early ontogeny of chromatophores and body color changes of *Acanthopagrus schlegelii* [J]. Progress in Fishery Sciences, 2012, 33(5): 1 - 7. [于道德, 刘洪军, 关健, 等. 黑棘鲷早期色素细胞发育与体色变化. 渔业科学进展, 2012, 33(5): 1 - 7.]
- [12] Yang J M. Undescribed body color changes of the red sea bream [J]. Marine Sciences, 2000, 24(6): 51. [杨纪明. 未见记载的真鲷变色. 海洋科学, 2000, 24(6): 51.]
- [13] Smith J L B, Smith M M. Smiths' Sea Fishes [M]. Johannesburg: New Holland Publishing, 1986: 149 - 907.
- [14] Rass T S, Lindberg G U. Modern concepts of the classification of living fishes [J]. Journal of Ichthyology, 1971(11): 302 - 319.
- [15] Wu R X, Liu J, Fan J R, et al. A review on the nomenclature and taxonomic status of the black porgy, *Acanthopagrus schlegelii* (Perciformes: Sparidae) [J]. Marine Sciences, 2011, 35(5): 117 - 119. [吴仁协, 刘静, 樊冀蓉, 等. 黑棘鲷的命名和分类地位探究. 海洋科学, 2011, 35(5): 117 - 119.]
- [16] Berg L S. Classification of fishes both recent and Fossil [M]. Beijing: Science Press, 1959: 1 - 265. [贝尔格 N C. 现代和化石鱼形动物及鱼类分类学. 北京: 科学出版社, 1959: 1 - 265.]
- [17] Wang C X. Studies on the Chinese sparid fishes [J]. Studia Marina Sinica, 1989(30): 251 - 259. [王存信. 中国鲷科鱼类的分类研究. 海洋科学集刊, 1989(30): 251 - 259.]
- [18] Yang T Y, Li Z H. A study on osteology of *Parargyrops edita* Tanaka and *Sparus latus* Houttuyn [J]. Journal of Guangdong Ocean University, 2008, 28(3): 1 - 5. [杨太有, 李仲辉. 二长棘鲷和黄鳍鲷骨骼系统的比较. 广东海洋大学学报, 2008, 28(3): 1 - 5.]
- [19] Wu H L, Shao K T, Lai C F. Latin-Chinese dictionary of fishes names [M]. Keelung: The Sueichan Press, 1999: 1 - 1028. [伍汉霖, 邵广昭, 赖春福. 拉汉世界鱼类名典. 基隆: 水产出版社, 1999: 1 - 1028.]
- [20] Cheng Q T, Zheng B S. Systematic synopsis of Chinese fishes [M]. Beijing: Science Press, 1987: 423 - 426. [成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索. 北京: 科学出版社, 1987: 423 - 426.]
- [21] Shen S C, Wu K Y. Fish of Taiwan [M]. Taipei: National Museum of Marine Biology and Aquarium, 2011: 481. [沈世杰, 吴高逸主编. 台湾鱼类图鉴. 台北: 国立海洋生物博物馆出版, 2011: 481.]
- [22] Akazaki M. Studies on the spariform fishes-anatomy, phylogeny, ecology and taxonomy [M]. Osaka: Japan Kosugi Co Ltd, 1962: 1 - 368.
- [23] Taniguchi N, Fujita M, Akazaki M. Genetic divergence and systematics in sparid fish from Japan [C]. Indo-pacific fish biology. Proceedings of the second international conference. Tokyo: Tokyo National Museum, 1986: 849 - 858.
- [24] Jiang S G, Liu H Y, Su T F, et al. Molecular phylogeny of mitochondrial cytochrome *b* gene sequences from four Sparidae fishes [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2003, 10(3): 184 - 188. [江世贵, 刘红艳, 苏天凤, 等. 4 种鲷科鱼类的线粒体细胞色素 *b* 基因序列及分子系统学分析. 中国水产科学, 2003, 10(3): 184 - 188.]
- [25] Yang H R, Jiang S G. Study on genetic relationships of Sparidae by RAPD [J]. Journal of Fisheries of China, 2006, 30(4): 469 - 474. [杨慧荣, 江世贵. 用 RAPD 技术探讨 5 种鲷科鱼类的亲缘关系. 水产学报, 2006, 30(4): 469 - 474.]
- [26] Fan J R. Study on the classification and molecular phylogeny of Sparidae in China Seas [D]. Chongqing: Chongqing Normal University, 2011. [樊冀蓉. 中国鲷科鱼类分类及分子系统发育研究. 重庆: 重庆师范大学生命科学学院, 2011.]
- [27] Fowler H W. The fishes of the family Banjosidae, Lethrinidae, Sparidae, Girellidae, Kyphosidae, Oplegnathidae, Gerridae, Mullidae, Emmelichthyidae, Sciaenidae, Sillaginidae, Arripidae, and Enoplosidae, collected by the U. S. Bureau of Fisheries steamer

- “Albatross” chiefly in Philippine seas and adjacent waters [J]. Bulletin of the United States National Museum, 1933, 100(12): 64 – 186.
- [28] Paulin C. *Pagrus auratus*, a new combination for the species known as “snapper” in Australian waters (Pisces: Sparidae) [J]. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1990, 24(2): 259 – 265.
- [29] Tabata K, Taniguchi N. Differences between *Pagrus major* and *Pagrus auratus* through mainly mtDNA control region analysis [J]. Fisheries Science, 2000, 66(1): 9 – 18.
- [30] Lindberg G U, Krasnyukova Z V. Fishes of the sea of Japan and adjacent waters of the sea of Okhotsk and the Yellow Sea [M]. Leningrad: Zoological Institute of the Academy of Science of the USSR, 1969: 498.
- [31] Sokolovskaya T G, Sokolovskii A S, Sobolevskii E I. A list of fishes of Peter the Great Bay (the Sea of Japan) [J]. Journal of Ichthyology, 1998, 38(1): 1 – 11.
- [32] Kharin V E, Markevich A I. On taxonomic status of Czernsky black porgy (*Sparus swinhonis Czernskii* Berg, 1915) (Actinopterygii, Sparidae) [J]. Izvestiya of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography, 2010(160): 128 – 135.

## Comparative osteology in eight sparid fishes (Osteichthyes: Perciformes) with remarks on their classification

CHEN Yongxia<sup>1\*</sup>, LIU Jing<sup>2</sup>, LIU Long<sup>1</sup>

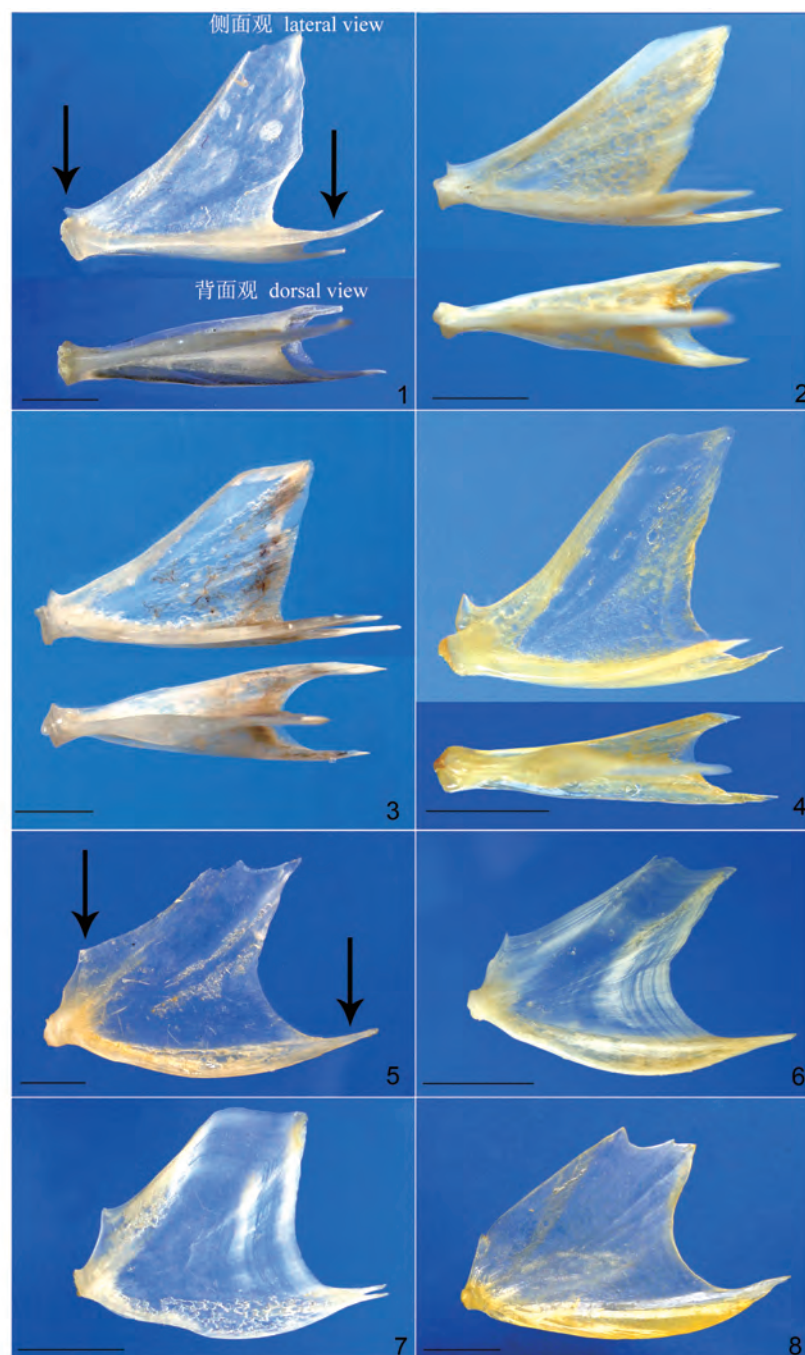
(1. College of Life Sciences, Hebei University, Baoding 071002, China;

2. Laboratory of Marine Organism Taxonomy and Phylogeny, Institute of Oceanology,  
Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

**Abstract:** The sparid fishes are one of the most economically important marine fishes in the world. However, the classification and phylogeny of Sparidae have been long confused due to the high diversity of morphological characters. The present paper deals with the comparative osteology in eight species pertaining to five genera of Sparidae collected from Chinese coastal waters by conventional method. The results indicate that the family Sparidae is divided into two groups on the basis of the comparative anatomy and morphology of urohyoid, premaxilla, mesethmoid, sphenotic, circumorbital series and palatinum. The two genera *Rhabdosargus* and *Acanthopagrus* are grouped in one clade, and the three genera *Pagrus*, *Evynnis* and *Dentex* are grouped in another clade. There is a subtle difference between *Pagrus* and *Evynnis* in the characters including number and patterns of molariform teeth on both jaws, the third circumorbital, the palatinum and opisthotic. There are no obvious differences in osteological characters between *P. auratus* and *P. major*. The present results suggest that these two species, *P. auratus* and *P. major*, did not show enough morphological divergences to be classified as different species. We support partly the findings of Paulin that these two species should be treated as a single species named *P. auratus*, because *P. auratus* is the senior synonym of *P. major*. Similarly, the present results also suggest that the relationship between *A. schlegelii schlegelii* and *A. schlegelii czerskii* is at the level of a single species named *A. schlegelii*. These characters of skeletons can be used as important basis for identifying genera or species.

**Key words:** Sparidae; skeleton system; morphology; classification

**Corresponding author:** LIU Jing. E-mail: jliu@qdio.ac.cn



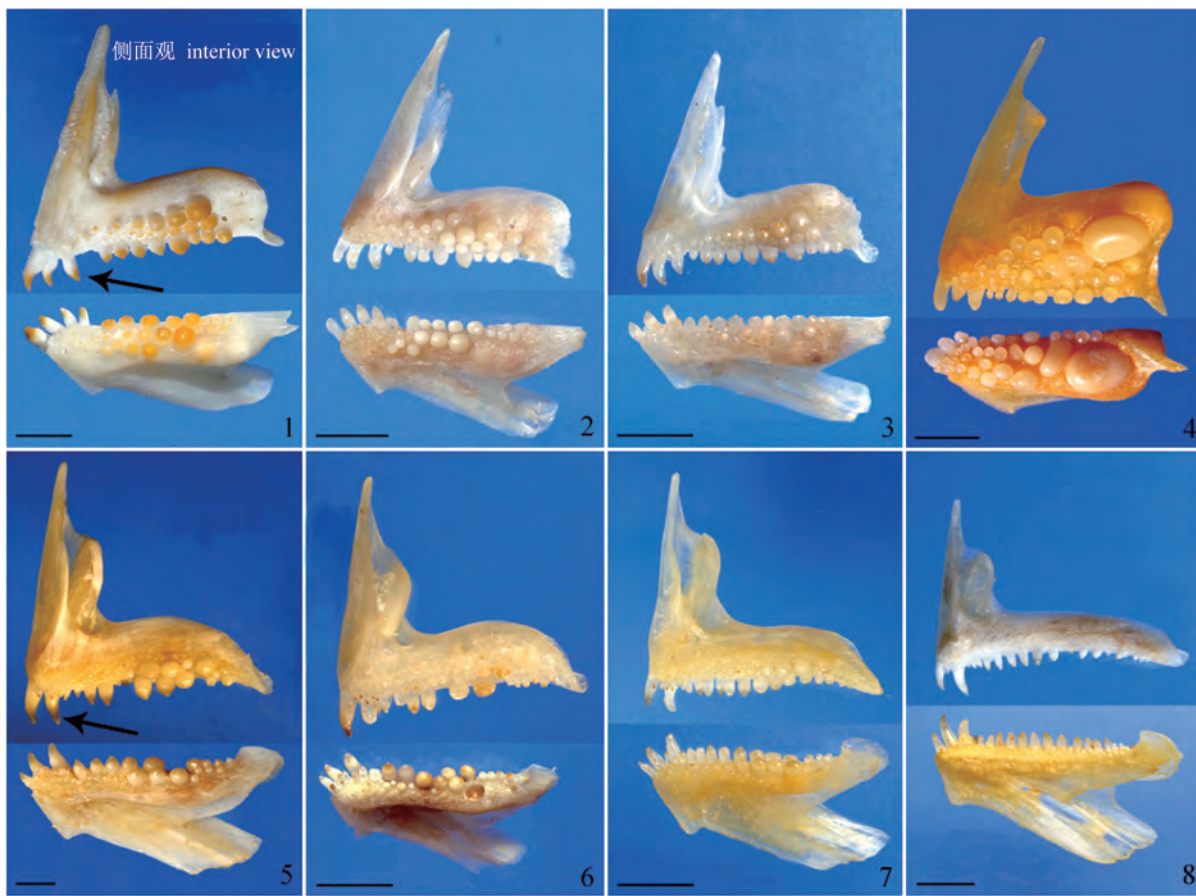
图版 I 尾舌骨

1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘犁齿鲷; 8. 黄牙鲷。图中标尺均为 0.5 cm

## Plate I Urohyoid

1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Evynnis cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 0.5 cm



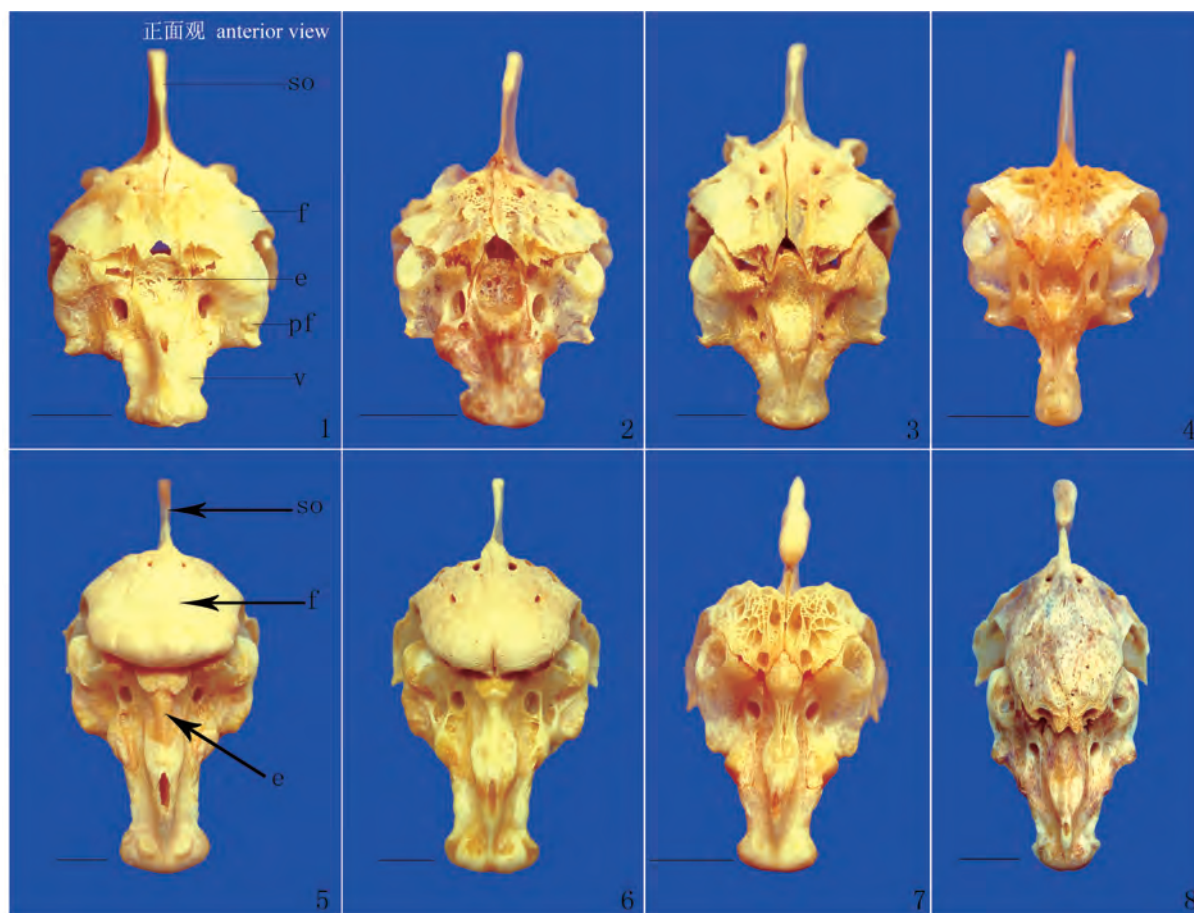


图版 II 前颌骨与齿骨

1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘犁齿鲷; 8. 黄牙鲷。图中标尺均为 0.5 cm

**Plate II Premaxilla and dentary**

1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Eynniss cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 0.5 cm

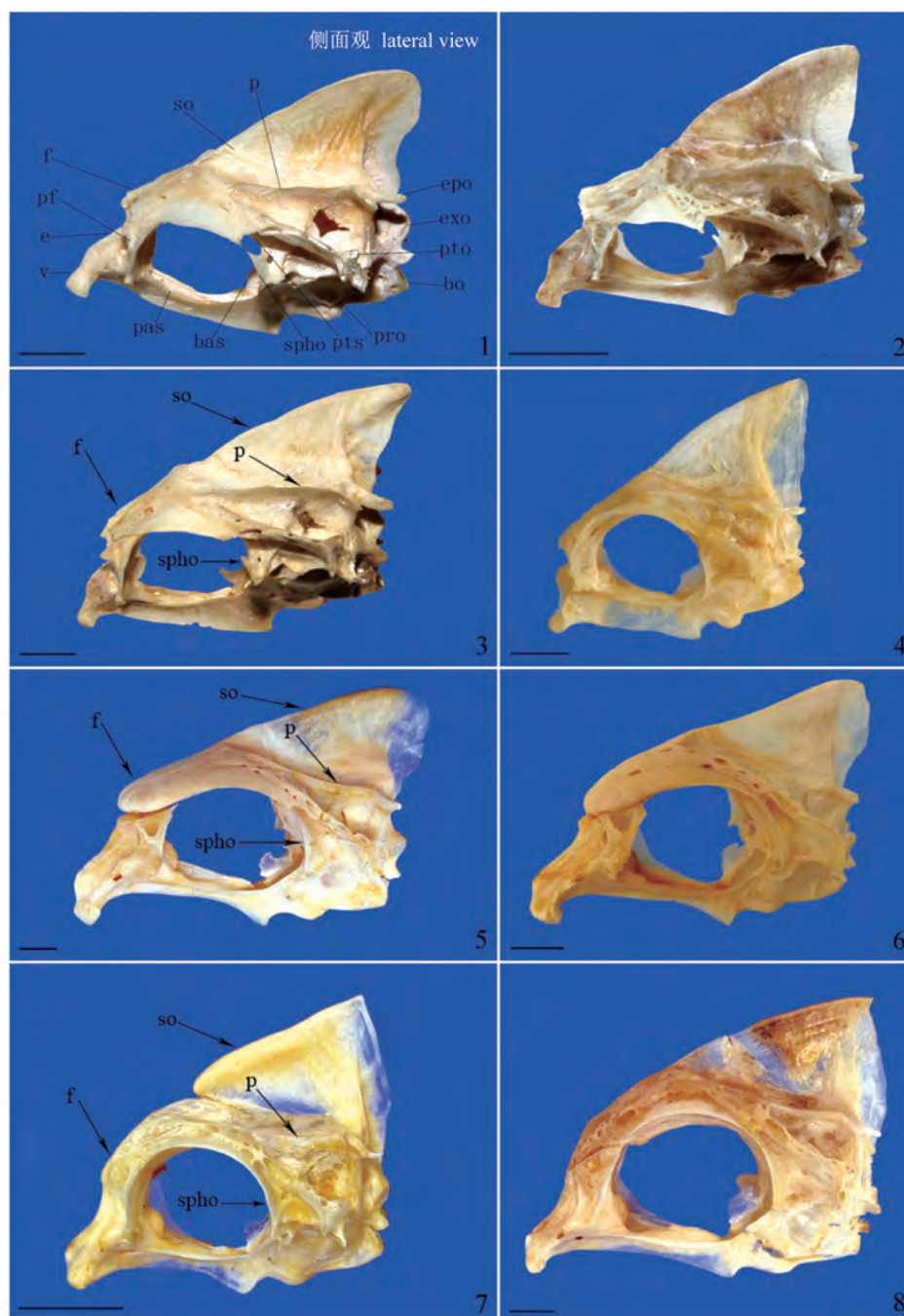


图版 III 脑颅

1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘犁齿鲷; 8. 黄牙鲷。标尺代表 1 cm。e. 中筛骨; f. 额骨; pf. 前额骨; so. 上枕骨; v. 犁骨

### Plate III Anterior view of neurocranium

1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Evynnis cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 1 cm. e. mesethmoid; f. frontal; pf. prefrontal; so. supraoccipital; v. vomer



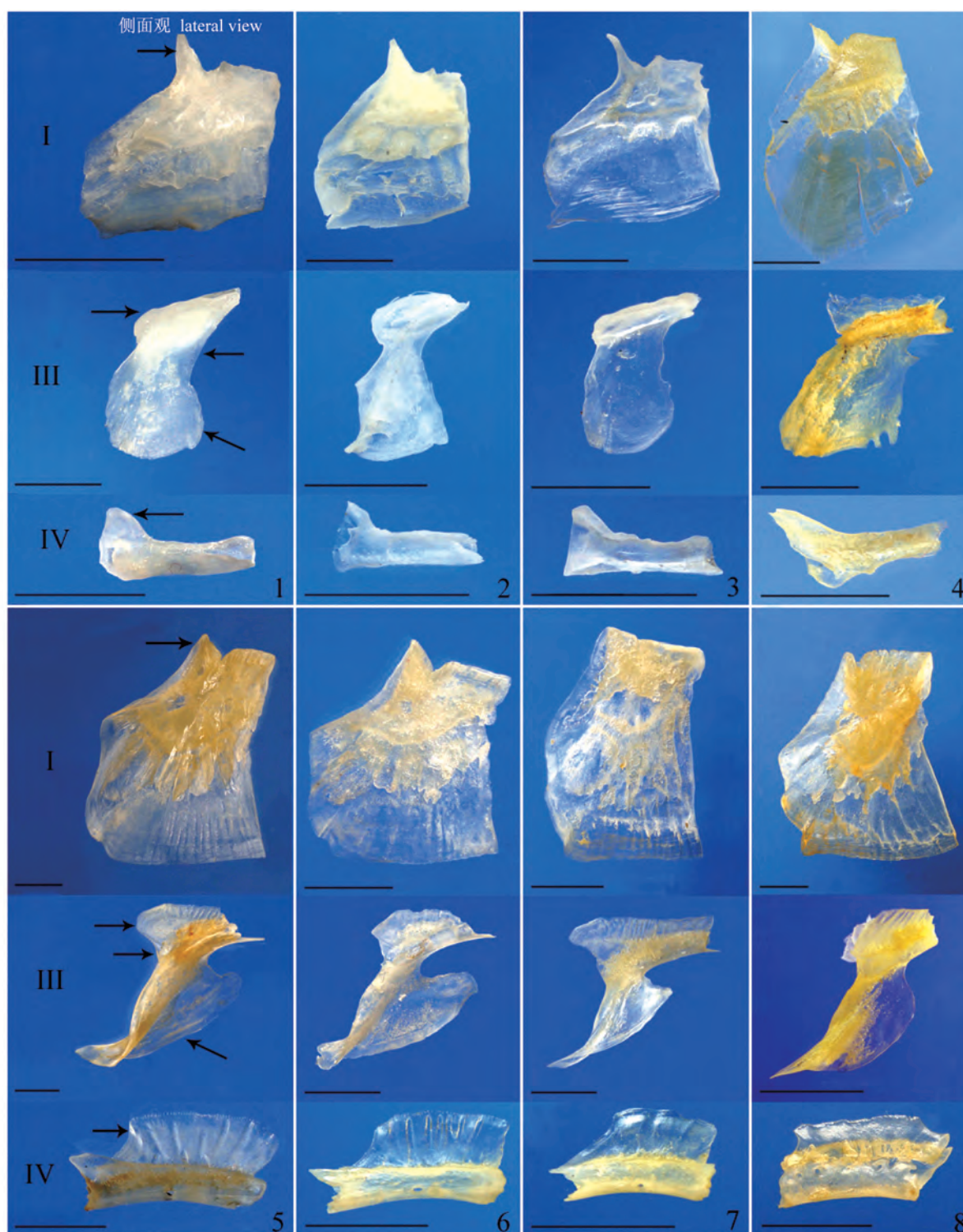
图版IV 脑颅

1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘型齿鲷; 8. 黄牙鲷。标尺代表1 cm。bas. 基蝶骨; bo. 基枕骨; e. 中筛骨; epo. 上耳骨; exo. 外枕骨; f. 额骨; p. 顶骨; pas. 副蝶骨; pf. 前额骨; pro. 前耳骨; pto. 翼耳骨; pts. 翼蝶骨; so. 上枕骨; spho. 蝶耳骨; v. 犁骨

#### Plate IV Lateral view of neurocranium

1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Evynnis cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 1 cm. bas. basisphenoid; bo. basioccipital; e. mesethmoid; epo. epiotic; exo. exoccipital; f. frontal; p. parietal; pas. parasphenoid; pf. prefrontal; pro. prootic; pto. pterotic; pts. pterosphenoid; so. supraoccipital; spho. sphenotic; v. vomer



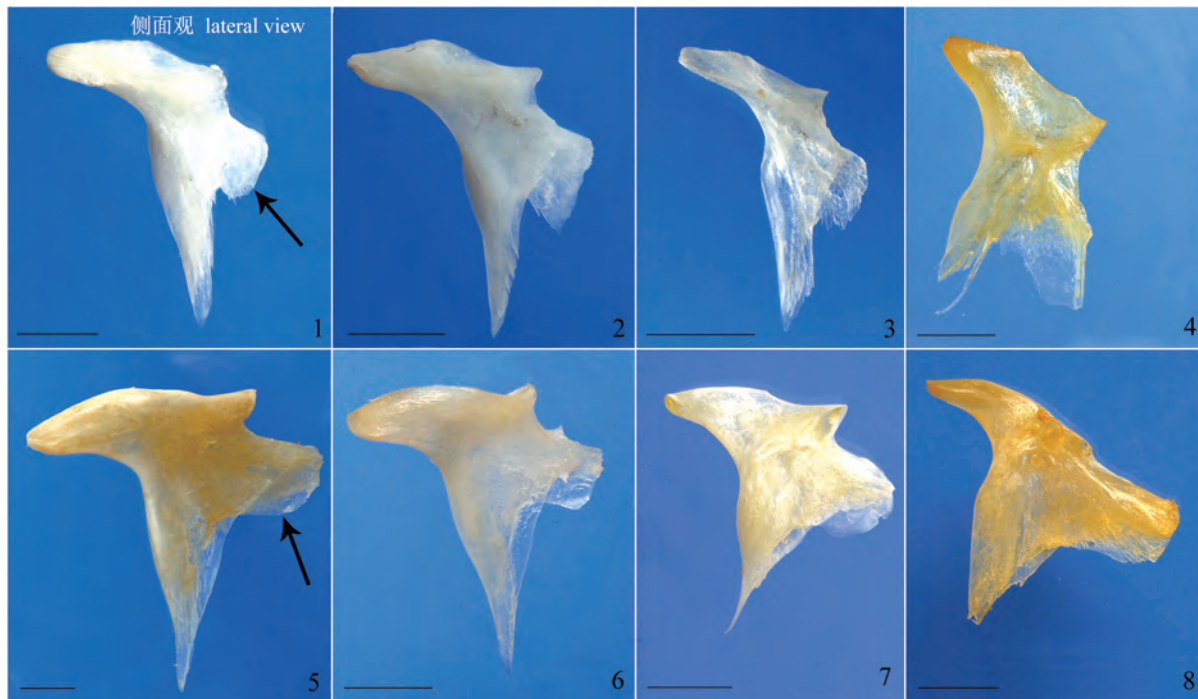


图版 V 围眶骨系

I. 第 1 块围眶骨; III. 第 3 块围眶骨; IV. 第 4 块围眶骨。1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘犁齿鲷; 8. 黄牙鲷。标尺代表 0.5 cm

### Plate V Circumorbital series

I. The first circumorbital; III. The third circumorbital; IV. The fourth circumorbital. 1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Evynnis cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 0.5 cm

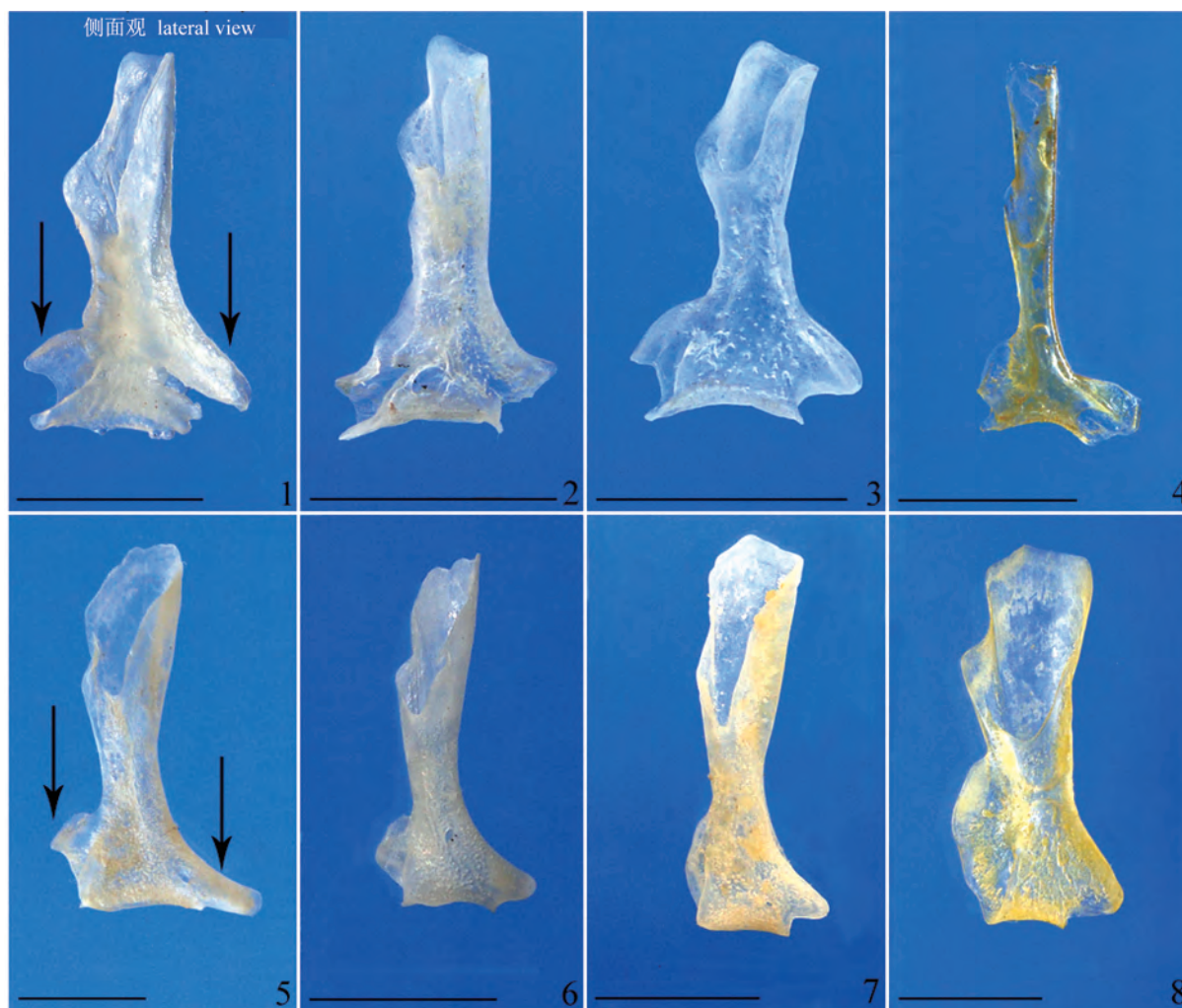


图版 VI 腭骨

1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘犁齿鲷; 8. 黄牙鲷。标尺代表 0.5 cm

### Plate VI Palatinum

1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Evynnis cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 0.5 cm



图版VII 后耳骨

1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘犁齿鲷; 8. 黄牙鲷。标尺代表 0.5 cm

### Plate VII Opisthotic

1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Evynnis cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 0.5 cm





图版VIII 鼻骨

1. 黑棘鲷; 2. 切氏黑棘鲷; 3. 黄棘鲷; 4. 平鲷; 5. 真赤鲷; 6. 金赤鲷; 7. 二长棘犁齿鲷; 8. 黄牙鲷。标尺代表0.5 cm

## Plate VIII Nasal

1. *Acanthopagrus schlegelii schlegelii*; 2. *Acanthopagrus schlegelii czerskii*; 3. *Acanthopagrus latus*; 4. *Rhabdosargus sarba*; 5. *Pagrus major*; 6. *Pagrus auratus*; 7. *Evynnis cardinalis*; 8. *Dentex hypselosomus*. Scale bar = 0.5 cm