

牙鲆、大黄鱼和小黄鱼不同部位鳞片类型的比较

王晶 高磊 鲍宝龙*

上海海洋大学 水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 海洋动物系统分类与进化上海高校重点实验室,
水产科学国家级实验教学示范中心 上海 201306

摘要: 真骨鱼类的骨鳞有圆鳞和栉鳞两种类型, 观察了大黄鱼 (*Larimichthys crocea*) 和小黄鱼 (*Pseudosciaena polyactis*) 成体的鳞片类型, 发现同一个体同时存在圆鳞和栉鳞, 有典型的圆鳞和栉鳞结构, 也有两者的过渡型形态。而对 100 日龄和成体牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) 不同部位鳞片类型的观察发现, 100 日龄牙鲆眼侧存在圆鳞向栉鳞过渡的 III 型鳞片、IV 型初始栉鳞和 V 型典型栉鳞, 而成体牙鲆有眼侧仅覆盖 V 型典型栉鳞, 推测栉鳞和圆鳞可能存在发育上的联系。通过统计大黄鱼和小黄鱼不同部位的圆鳞和栉鳞数量, 发现二者体表栉鳞数量均为从头部到尾部依次减少, 而背部与腹部之间没有明显差异。

关键词: 圆鳞; 栉鳞; 牙鲆; 大黄鱼; 小黄鱼

中图分类号: S917.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 05-850-07

Comparative Analysis on Scale Types from Different Body Part in Flounder, Large Yellow Croaker and Small Yellow Croaker

WANG Jing GAO Lei BAO Bao-Long*

The Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education; Shanghai Universities Key Laboratory of Marine Animal Taxonomy and Evolution; National Demonstration Center for Experimental Fisheries Science Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

Abstract: In order to understand the developmental relationship between the cycloid scale and ctenoid scale in teleosts, the distribution of the two types of scales in Flounder (*Paralichthys olivaceus*), Large Yellow Croaker (*Larimichthys crocea*) and Small Yellow Croaker (*Pseudosciaena polyactis*) were investigated (Fig. 1). By comparing with the different morphological structures in different scales stained with alizarin red, we found not only cycloid scale and ctenoid scale with typical structures, but also scales with transitional morphological features between typical cycloid scale and ctenoid scale in one fish body of flounder, large

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31472262);

* 通讯作者, E-mail: blbao@shou.edu.cn;

第一作者介绍 王晶, 女, 硕士研究生; 研究方向: 鱼类发育生物学; E-mail: sundywangjing1992@126.com。

收稿日期: 2016-10-26, 修回日期: 2017-03-20 DOI: 10.13859/j.cjz.201705014

yellow croaker and small yellow croaker, that indicated the typical ctenoid scale might be developed from the cycloid scale (Fig. 2). The different types of scales in the same body section were found in the flounder at 100 days after hatching and adults, which provided the further indication for the developmental relationship between the cycloid scale and ctenoid scale (Fig. 2). We further investigated the numbers of cycloid scales and ctenoid scales in different body parts in both *L. crocea* and *P. polyactis*, and found out no significant difference of the numbers of cycloid scales or ctenoid scales between left and right body sides (Table 1, 2). We also did not found any difference between the scale number in dorsal area, lateral line area and abdomen area. However, the significant difference in number was found in the different body areas along anterior to posterior axis in both *L. crocea* and *P. polyactis* (Table 1, 2). The number of cycloid scales decreased gradually from the head to tail, on the contrary, the number of ctenoid scales increased gradually from anterior to posterior (Fig. 3, 4). More ctenoid scales distributed in the body rear in the two species of croakers, indicating the croaker might use ctenoid scales as generator vortex to improve swimming efficiency.

Key words: Cycloid scale; Ctenoid scale; *Paralichthys olivaceus*; *Larimichthys crocea*; *Pseudosciaena polyactis*

真骨鱼类的鳞片为覆瓦状排列的骨鳞, 每一枚骨鳞由上层的骨质层和下层的纤维层组成, 骨质层表面可区分为前区(埋在真皮层内)、后区(未被相邻鳞片覆盖的区域)、上侧区(被上方相邻鳞片覆盖的区域)和下侧区(被下方相邻鳞片覆盖的区域)。鳞片表面有骨质层的隆起, 在鳞片表面上形成一圈圈的鳞脊。鳞脊在后区易发生变化, 根据鳞脊的变形物伸出后区与否, 又可把骨鳞分为圆鳞和栉鳞两种类型, 其区别为栉鳞的后缘有明显的齿状突起结构(栉齿), 而圆鳞的后缘光滑没有栉齿(Lagler 1947, Casteel 1973, 孟庆闻等 1989, Patterson et al. 2002)。圆鳞一般存在于低等真骨鱼类, 如鲤形目(Cypriniformes)(周伟等 1990, 谢林等 2003)、鲷亚科(Xenocyprininae)(李仲辉等 1996)等, 而栉鳞存在于棘鳍鱼类, 如鲈形目(Perciformes)的花鲈(*Lateolabrax japonicus*)(黄建生等 2015)以及蓝罗非鱼(*Oreochromis aureus*)(范瑞青等 2000)。还有一些鱼类, 同一个体的体表不同部位分布着圆鳞或栉鳞, 如鲷形目的半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)的无眼侧为圆鳞, 有眼侧为栉鳞(黄建生等 2015); 又如河川沙塘鳢(*Odontobutis potamophila*)的头部、第一背

鳍前方及体下腹部的鳞片均为圆鳞, 而其他部位则被覆栉鳞(胡先成等 1996)。大黄鱼(*Larimichthys crocea*)、石斑鱼(*Epinephelus*)的侧线上方多为栉鳞, 而下方则为圆鳞(孟庆闻等 1989)。除此之外, 圆鳞和栉鳞也可见于同一鱼体的不同年龄阶段, 如太平洋鲱鱼(*Clupea pallasii*)的幼鱼体表为圆鳞, 而成鱼体表为栉鳞(郑伟 2009)。

牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)(朱杰等 2004)和河川沙塘鳢(胡先成等 1996)的栉鳞被推测来自圆鳞, 但圆鳞到栉鳞的转化过程, 尚没有被描述。国外有对栉鳞栉齿发育的形态学观察, 但其主要描述的是栉齿的形成, 未描述圆鳞向栉鳞的转变过程(Patterson et al. 2002)。为了更深入地了解棘鳍鱼类圆鳞和栉鳞的差异, 本研究较为详细地比较了不同生长时期的牙鲆以及大黄鱼和小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*)身体各部分圆鳞及栉鳞形态与分布的差异, 并对圆鳞转变为栉鳞的诱因进行了探讨。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验中所采用的 100 日龄牙鲆为 2015 年 4

月繁殖，并在中国水产科学研究院北戴河中心实验站养殖，选取 30 尾为本实验材料，用 95% 的乙醇整体固定，平均体长 (7.56 ± 0.18) cm，平均体重 (2.65 ± 0.10) g。成体牙鲆于 2016 年购自上海临港芦潮港水产市场，共 5 尾，平均体长 (53.60 ± 1.09) cm，平均体重 (1849.20 ± 12.17) g。小黄鱼和大黄鱼于 2016 年购自上海市临港芦潮港水产市场，各 20 尾，小黄鱼平均体长 (19.84 ± 0.17) cm，平均体重 (62.03 ± 1.19) g；大黄鱼平均体长 (24.23 ± 0.23) cm，平均体重 (153.98 ± 3.90) g。

1.2 体表不同部位的鳞片观察和统计

100 日龄牙鲆参照柯中和等 (2008) 用茜素红整体染色，染色后再取身体不同部位 1 cm² 内的鳞片于显微镜下观察。成体牙鲆、大黄鱼和小黄鱼先取身体不同部位鳞片，再对鳞片进

行茜素红染色。鳞片采集部位为背部、侧部、腹部，每个部位分别取头、中、尾 3 处 (图 1)。成体牙鲆和大、小黄鱼各部位均采集面积 2 cm² 内的鳞片，用游标卡尺测量划定。

取 95% 乙醇固定的样本，用磷酸缓冲液浸洗 3 次，每次 20 min，然后进行 0.1% 茜素红-Tris-HCl (pH 8.3) 染色 30 min，最后用磷酸缓冲液清洗 3 次，每次 20 min。染色后的样本置于 4℃ 保存。每个部位取 100 个鳞片在体视镜下观察并分种类计数。各部位圆鳞与栉鳞分布差异用 IBM SPSS Statistics 软件进行卡方独立性分析。

2 结果

2.1 大黄鱼、小黄鱼和牙鲆的鳞片观察

牙鲆和大黄鱼及小黄鱼体表均主要覆盖 5



图 1 鳞片采样部位

Fig. 1 Sampling positions of scales

大黄鱼和小黄鱼左图为个体左侧，右图为个体右侧，牙鲆左图为有眼侧，右图为无眼侧；A. 背-头；B. 背-中；C. 背-尾；D. 侧-头；E. 侧-中；F. 侧-尾；G. 腹-头；H. 腹-中；I. 腹-尾；成体牙鲆标尺为 3 cm，其他标尺为 1 cm。

Left picture: left side of individuals; Right picture: right side of individuals; A. Head part of dorsal; B. Middle part of dorsal; C. Tail part of dorsal; D. Head part of lateral; E. Middle part of lateral; F. Tail part of lateral; G. Head part of abdomen; H. Middle part of abdomen; I. Tail part of abdomen; Bars of adult flounder, 3 cm; Bars of others, 1 cm.

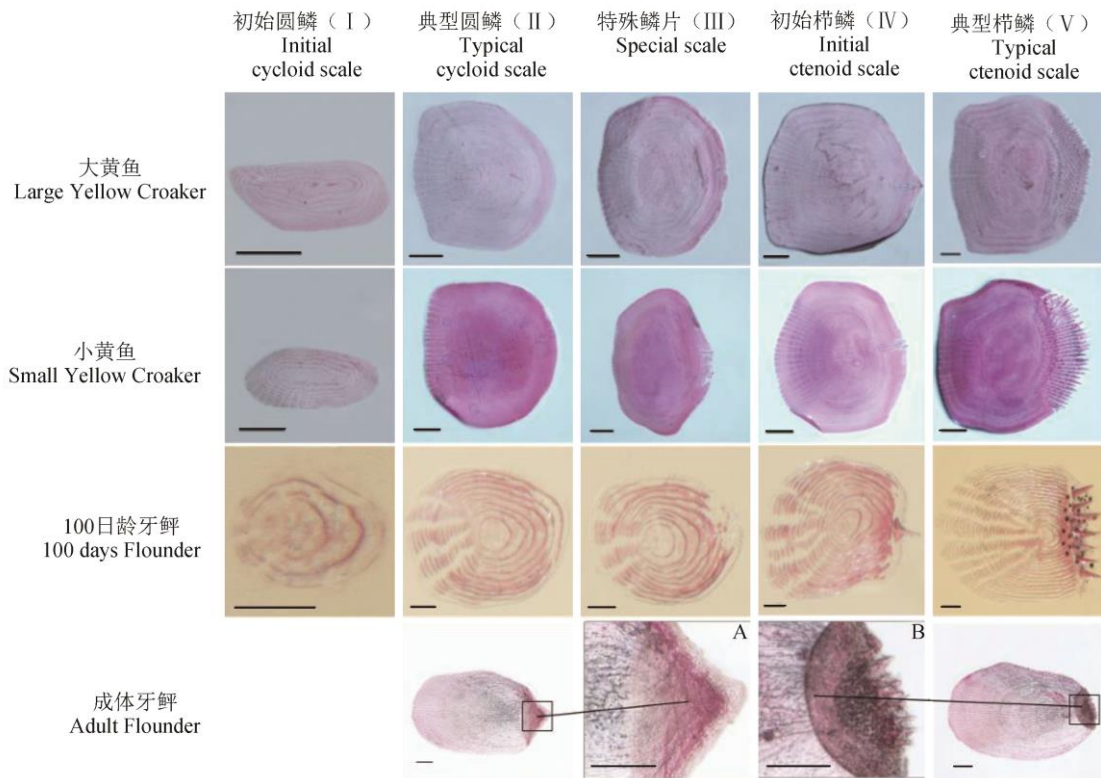


图 2 三种鱼体表的鳞片类型

Fig. 2 Scales in three species of fishes

A. 成体牙鲆 II 型鳞片局部放大图; B. 成体牙鲆 V 型鳞片局部放大图; 大黄鱼、小黄鱼及成体牙鲆鳞片标尺为 500 μm ; 100 日龄牙鲆鳞片标尺 50 μm 。

A. Enlarged view of part of adult flounder's scale II; B. Enlarged view of part adult flounder's scale V; Bars of croakers and adult flounder, 500 μm . Bars of 100 days flounder, 50 μm .

种类型的鳞片 (图 2)。I 型鳞片为初始圆鳞, 环片和辐射沟较少, 鳞焦不明显, 形态不规则; II 型鳞片为典型圆鳞, 环片和辐射沟数量较多, 鳞焦为明显的圆形, 形态为规则的椭圆形; III 型鳞片为典型圆鳞后区顶端断裂而形成的特殊鳞片; IV 型鳞片为初始栉鳞, 鳞片其他地方与圆鳞没有差别, 仅在断裂的后区顶部中间长出最初一个或几个栉齿; V 型鳞片为典型栉鳞, 栉齿数量较多。

100 日龄牙鲆无眼侧覆盖 I 型初始圆鳞和 II 型典型圆鳞, 有眼侧覆盖 III 型特殊鳞片、IV 型初始栉鳞和 V 型典型栉鳞。成体牙鲆体表有眼侧仅覆盖 V 型典型栉鳞, 无眼侧仅覆盖 II 型

典型圆鳞, 未见覆盖 I 型初始圆鳞、III 型特殊鳞片和 IV 型初始栉鳞。

2.2 大黄鱼体表不同部位鳞片分布的差异

对大黄鱼体表各个部位采集鳞片进行统计, 发现上述 5 种类型鳞片均覆盖于大黄体表各个部位, 但各部位 5 种鳞片类型所占比例有差别 (表 1)。

对表 1 数据进一步汇总 (图 3), 大黄鱼体表左右侧均同时存在圆鳞和栉鳞, 将 I 型初始圆鳞、II 型典型圆鳞和 III 型特殊鳞片作为圆鳞统计, 左右两侧鳞片分布基本一致 ($P > 0.05$), 栉鳞数量多于圆鳞 (图 3a)。背部、侧部和腹部均存在栉鳞和圆鳞, 栉鳞数量均多于圆鳞,

表 1 大黄鱼及小黄鱼体表不同部位不同类型鳞片占所有鳞片的百分比
Table 1 The percentage of different scale types to all scale pattern at Large Yellow Croaker and Small Yellow Croaker body parts (%)

部位 Site	左侧鳞片类型 Scale types at left side					右侧鳞片类型 Scale types at right side				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
背-头 Head part of dorsal	8.33 ± 0.88	51.67 ± 1.20	12.33 ± 0.88	25.67 ± 0.88	2.00 ± 0.58	2.00 ± 0.58	50.33 ± 0.88	15.33 ± 1.45	20.00 ± 4.04	12.33 ± 1.45
背-中 Middle part of dorsal	4.33 ± 1.45	29.33 ± 0.33	10.00 ± 0.58	29.67 ± 0.88	26.67 ± 1.20	5.00 ± 0.00	25.67 ± 0.88	7.33 ± 1.45	34.00 ± 4.36	28.00 ± 2.08
背-尾 Tail part of dorsal	6.00 ± 1.53	6.00 ± 1.15	6.00 ± 2.31	42.00 ± 0.00	40.00 ± 2.65	4.33 ± 2.03	6.00 ± 0.00	4.33 ± 1.45	38.67 ± 2.33	46.67 ± 1.67
侧-头 Head part of lateral	7.33 ± 1.20	51.67 ± 1.20	17.67 ± 1.20	17.67 ± 1.45	35.67 ± 1.76	6.67 ± 0.67	62.33 ± 1.20	11.33 ± 0.33	16.33 ± 1.20	3.33 ± 0.33
侧-中 Middle part of lateral	5.67 ± 1.45	34.00 ± 0.58	3.67 ± 0.67	26.33 ± 2.91	30.33 ± 2.33	3.33 ± 0.33	42.67 ± 0.88	12.67 ± 4.06	27.67 ± 3.53	13.67 ± 1.76
侧-尾 Tail part of lateral	4.67 ± 2.73	7.67 ± 0.67	4.33 ± 0.33	15.67 ± 2.96	67.67 ± 1.33	1.67 ± 1.20	6.33 ± 0.88	6.00 ± 2.31	13.33 ± 2.33	72.67 ± 6.44
腹-头 Head part of abdomen	4.00 ± 0.00	22.00 ± 1.53	11.00 ± 1.53	22.00 ± 1.15	41.00 ± 1.15	2.33 ± 0.33	14.67 ± 1.20	7.67 ± 0.33	22.67 ± 1.45	51.00 ± 3.51
腹-中 Middle part of abdomen	2.67 ± 1.20	6.33 ± 0.67	8.67 ± 0.67	9.67 ± 1.45	72.67 ± 0.33	2.33 ± 1.20	3.67 ± 1.20	16.33 ± 0.88	2.67 ± 0.33	75.00 ± 1.15
腹-尾 Tail part of abdomen	1.33 ± 0.88	5.33 ± 0.67	3.33 ± 0.88	3.67 ± 0.67	86.33 ± 0.88	6.33 ± 2.85	5.00 ± 0.58	3.00 ± 0.00	9.67 ± 0.33	76.00 ± 3.00
背-头 Head part of dorsal	18.67 ± 0.88	29.00 ± 0.58	22.00 ± 1.15	15.33 ± 0.67	15.00 ± 3.21	15.33 ± 0.67	32.33 ± 0.88	17.33 ± 0.88	11.67 ± 0.88	23.33 ± 0.33
背-中 Middle part of dorsal	12.67 ± 0.33	16.33 ± 0.67	10.00 ± 0.58	23.33 ± 0.67	37.67 ± 0.33	10.00 ± 0.58	20.00 ± 0.58	12.67 ± 0.88	25.00 ± 2.00	32.33 ± 1.20
背-尾 Tail part of dorsal	4.33 ± 0.33	6.00 ± 0.58	6.67 ± 0.33	34.67 ± 0.33	48.33 ± 0.67	4.00 ± 0.58	5.00 ± 0.58	12.67 ± 0.33	33.67 ± 0.33	44.67 ± 0.33
侧-头 Head part of lateral	15.33 ± 0.88	33.00 ± 1.00	18.67 ± 0.67	12.67 ± 1.33	20.33 ± 0.67	19.33 ± 0.33	25.00 ± 0.58	23.33 ± 0.33	8.67 ± 0.88	23.67 ± 1.45
侧-中 Middle part of lateral	19.33 ± 0.88	11.67 ± 0.88	16.33 ± 0.88	27.00 ± 0.58	25.67 ± 0.88	17.00 ± 1.15	15.67 ± 0.88	16.33 ± 0.67	22.33 ± 0.67	28.67 ± 1.20
侧-尾 Tail part of lateral	11.33 ± 0.88	10.67 ± 0.88	8.00 ± 0.58	37.00 ± 1.15	33.00 ± 0.58	10.33 ± 0.33	8.33 ± 0.33	9.33 ± 0.33	37.67 ± 0.33	34.33 ± 0.67
腹-头 Head part of abdomen	20.67 ± 0.33	26.67 ± 0.88	19.67 ± 0.33	13.67 ± 0.67	19.33 ± 0.33	19.33 ± 0.88	31.67 ± 0.88	18.67 ± 0.33	13.33 ± 0.67	17.00 ± 1.53
腹-中 Middle part of abdomen	8.67 ± 0.33	20.33 ± 0.33	18.00 ± 0.58	20.67 ± 0.67	32.33 ± 0.33	14.67 ± 1.76	18.33 ± 0.67	9.67 ± 1.20	25.00 ± 2.31	32.33 ± 2.33
腹-尾 Tail part of abdomen	10.67 ± 0.67	7.00 ± 1.15	5.33 ± 0.88	31.00 ± 0.58	46.00 ± 1.53	11.33 ± 0.88	8.00 ± 0.58	6.33 ± 0.33	36.00 ± 0.58	38.33 ± 0.67

数据以平均值 ± 标准误差表示。I. 初始圆鳞; II. 典型圆鳞; III. 特殊鳞片; IV. 初始栉鳞; V. 典型栉鳞。

Data are expressed as Mean ± SE. I. Initial cycloid scale; II. Typical cycloid scale; III. Special scale; IV. Initial ctenoid scale; V. Typical ctenoid scale.

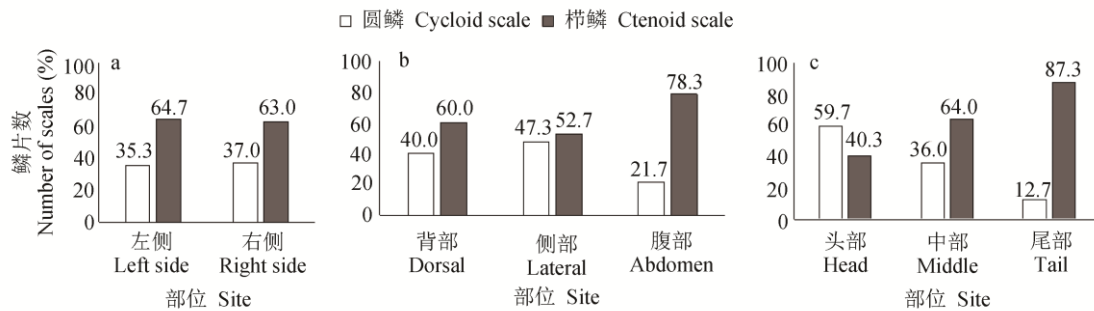


图3 大黄鱼体表圆鳞、栉鳞数量统计

Fig. 3 The percentage of cycloid and ctenoid scale at different body section in large yellow croaker

本统计以 I II III 型为圆鳞, 以 IV V 型为栉鳞。I II III. Cycloid scale; IV V. Ctenoid scale.

背部与侧部鳞片分布无差异 ($P > 0.05$), 腹部鳞片分布与背、侧部相较差异显著 ($P < 0.05$) (图 3b)。大黄鱼体表头部、中部及尾部鳞片差异显著 ($P < 0.05$), 圆鳞所占比例从头部到尾部依次递减, 栉鳞所占比例依次增多 (图 3c)。

2.3 小黄鱼体表不同部位鳞片分布的差异

对小黄鱼体表各个部位采集鳞片进行统计, 发现上述 5 种类型鳞片均覆盖于小黄鱼体表各个部位, 但各部位 5 种鳞片类型所占比例有差别 (表 1)。

小黄鱼体表左右侧均同时存在圆鳞和栉鳞, 两侧鳞片分布无显著性差异 ($P > 0.05$), 栉鳞数量均多于圆鳞 (图 4a)。背部、侧部及腹部鳞片分布差异不显著 ($P > 0.05$), 栉鳞数量均多于圆鳞 (图 4b)。小黄鱼体表两种鳞片分布从头部到尾部差异显著 ($P < 0.05$), 圆鳞所占比例依次递减, 栉鳞所占比例依次增多 (图 4c)。

部到尾部差异显著 ($P < 0.05$), 圆鳞所占比例依次递减, 栉鳞所占比例依次增多 (图 4c)。

3 讨论

本文在大黄鱼和小黄鱼体表各部位观察到存在圆鳞和栉鳞, 而且发现大黄鱼和小黄鱼体表存在 5 种形态的骨鳞, 此 5 种鳞片根据形态结构分为初始圆鳞、典型圆鳞、III 型特殊鳞片、初始栉鳞和典型栉鳞。III 型特殊鳞片与典型圆鳞的差别是后区顶端断裂, 而与典型栉鳞的差别主要在于尚没有形成栉齿, 通过与其他 4 种鳞片类型的形态比较, III 型特殊鳞片可能为圆鳞向栉鳞转化过程的过渡性鳞片。进一步比较 100 日龄牙鲆和成体牙鲆侧体表不同部位的鳞片形态, 尤其是 100 日龄牙鲆的有眼侧存在 III 型特殊鳞片、初始栉鳞和典型栉鳞 3 种鳞

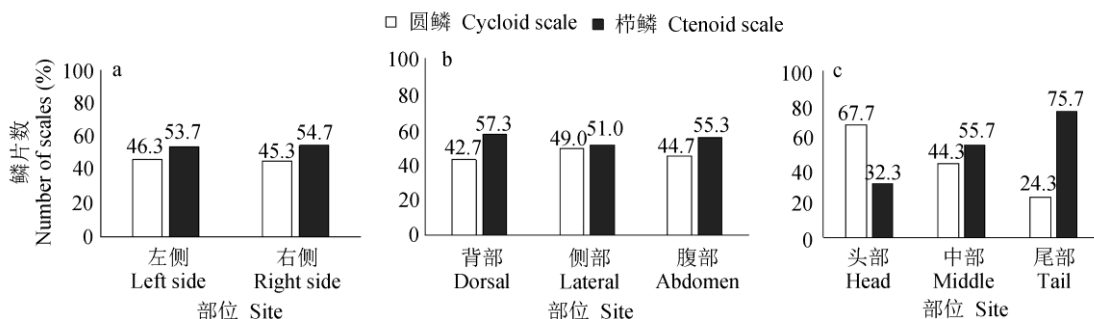


图4 小黄鱼体表圆鳞、栉鳞数量统计

Fig. 4 The percentage of cycloid and ctenoid scale at different body section of small yellow croaker

本统计以 I、II、III 型为圆鳞, 以 IV、V 型为栉鳞。I, II, III. Cycloid scale; IV, V. Ctenoid scale.

片，而成体牙鲈有眼侧仅存在典型栉鳞，推测 100 日龄牙鲈有眼侧的特殊鳞片和初始栉鳞到成体后，发育成了典型栉鳞，成体牙鲈有眼侧的栉鳞可能由圆鳞发育而来，当然，这一观点有待更多的实验证明。

大黄鱼和小黄鱼在背部、侧部及腹部三个部位圆鳞、栉鳞分布基本没有差异。这与之前文献观察到的大黄鱼的侧线上方多为栉鳞，而下方则为圆鳞的现象不同，但该文献没有进行数目上的具体统计（孟庆闻 1989）。有意思的是，大黄鱼和小黄鱼鱼体从头部到尾部，圆鳞数量递减而栉鳞数量递增。大黄鱼游泳主要推力来自身体后半部的波动和尾鳍的摆动，为鳟式泳姿（subcarangiform）（吴飞飞等 2014）。鱼类的栉鳞类似于飞机的涡流发生器，水流经过鱼体表可以减小流体阻力（Bone 1972）。大黄鱼和小黄鱼尾部的栉鳞数量多，推测栉齿有利于减少水流经过大黄鱼和小黄鱼尾部的流体阻力，这一观点有待实验证明。

总之，虽然已有不少文献报道在某些鱼类身体不同部位发现存在圆鳞和栉鳞的现象，但均没有进行具体的统计和比较分析。本研究详细地描述了圆鳞、栉鳞以及两者之间的过渡形态，并比较了两个发育阶段牙鲈体表的鳞片形态的差异，统计和发现了大黄鱼和小黄鱼前后轴方向上圆鳞和栉鳞数目上存在差异，而在背腹轴方向上圆鳞和栉鳞分布的数目并不存在差异，这为今后研究栉鳞发育的调控机制提供了非常有价值的线索。

参 考 文 献

- Bone Q. 1972. Buoyancy and hydrodynamic functions of integument in the castor oil fish, *Ruvettus Pretiosus* (Pisces: Gempylidae). *Copeia*, 1: 78–87.
- Casteel R. 1973. The scales of the native freshwater fish families of Washington. *Northwest Science Cheney*, 47(4): 230–238.
- Lagler K F. 1947. Lepidological studies 1. Scale characters of the families of great lakes fishes. *Transactions of the American Microscopical Society*, 66(2): 149–171.
- Patterson R, Wright C, Chang A, et al. 2002. Atlas of common squamatological (fish scale) material in coastal British Columbia and an assessment of the utility of various scale types in paleofisheries reconstruction. *Palaeontol Electron*, 4(1): 1–88.
- 范瑞青, 姜明, 汝少国, 等. 2000. 蓝罗非鱼鳞片表面结构的扫描电镜观察. *海洋科学*, 24(3): 48–51.
- 胡先成, 孙幅英. 1996. 河川沙塘鳢早期鳞被的形成. *重庆师范学院学报: 自然科学版*, 13(3): 7–9.
- 黄建生, 孙耀, 唐启升. 2015. 黄渤海常见鱼类鳞片的形态特征. *中国水产科学*, 22(3): 528–544.
- 柯中和, 张炜, 蒋燕, 等. 2008. 鲢肌间小骨发育的形态学观察. *动物学杂志*, 43(6): 88–96.
- 李仲辉, 杨太有. 1996. 中国鲷亚科鱼类鳞片表面结构的扫描电镜观察. *水生生物学报*, 20(3): 289–290.
- 孟庆闻, 缪学祖, 俞泰济, 等. 1989. *鱼类学*. 上海: 上海科学技术出版社.
- 吴飞飞, 王萍, 桂福坤, 等. 2014. 大黄鱼续航时间和临界游泳速度的初步研究. *渔业现代化*, 41(4): 29–33.
- 谢林, 方静. 2003. 齐口裂腹鱼鳞片表面结构的电镜观察. *电子显微学报*, 22(6): 506–507.
- 郑伟. 2009. 鱼类的鳞片. *水产科技情报*, 36(4): 206–208.
- 周伟, 谢庆春. 1990. 杞麓湖鲤鱼鳞片表面结构的扫描电镜观察. *动物学研究*, 11(1): 35–39.
- 朱杰, 张秀梅, 高天翔, 等. 2004. 体色异常褐牙鲈皮肤色素及鳞片发育的形态学研究. *水产生物学学报*, 11(6): 654–658.