

星突江鲽的形态特征及内部结构研究

齐国山^{1,2}, 李迪^{1,2}, 陈四清², 庄志猛², 刘长琳², 宋宗诚³, 邓永生²

(1. 中国海洋大学 生命科学与技术学部, 山东 青岛 266003; 2. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 3. 山东威海市环翠区水产研究所, 山东 威海 264200)

摘要: 通过观察、测量、解剖、数据的整理和分析, 对 120 尾全长 11~43 cm, 体质量 0.02~2.49 kg 的养殖星突江鲽 (*Platichthys stellatus* Pallas) 外部形态、可量可比性状、可数性状和内部结构进行了研究。外部形态包括口、鼻、眼、鳍条、侧线和鳞片的特征; 可量可比性状包括全长/体长 (T/L)、体长/体高 (L/H)、体长/头长 (L/H_L)、头长/吻长 (H_L/P)、尾柄长/尾柄高 (C/C_H)、体长/尾柄长 (L/C)、头长/眼间距 (H/E)、头长/眼径 (H/E_d) 比值及其相关方程; 可数性状包括背鳍鳍条、尾鳍鳍条、臀鳍鳍条、腹鳍鳍条、胸鳍鳍条、侧线鳞、侧线上鳞、侧线下鳞、牙齿、幽门盲囊、上鳃耙、脊椎骨; 内部结构主要包括消化系统的组成和解剖位置。结果表明: (1) 外部形态的明显特征在于: 背鳍、臀鳍、尾鳍有黑色和黄色相间的条纹; 多角星状鳞片, 有刺状突起。(2) 全长/体长变动范围最小, 雌雄差异最小, 其线性相关性最好, 全长与体长相关方程为 $S_L = 0.877 1T_L - 0.158 9$ ($R^2 = 0.982 2$); 头长/吻长、头长/眼径不仅变动最大, 而且其线性相关性最差, 雌雄的差异也最大; 星突江鲽体长与体质量关系为: $W = 0.016 8S_L^{3.199}$, $R^2 = 0.979 7$; 雄性: $W = 0.027 4S_L^{2.972 1}$, $R^2 = 0.993$; 雌性: $W = 0.013 4S_L^{3.300 8}$, $R^2 = 0.982 2$ (W 代表体质量, kg; S_L 代表体长, cm)。(3) 星突江鲽腹鳍鳍条与幽门盲囊最稳定; 侧线鳞和牙齿变动最大。(4) 牙尖锐, 圆锥形; 胃大, 呈“1”型, 肠粗短; 1~2 枚幽门盲囊。通过比较发现: 星突江鲽的外部形态、可量可比性状和内部结构特征均与石鲽相近; 星突江鲽与 6 种比目鱼相比, 可数性状指标的数目多较少。[中国水产科学, 2008, 15(1): 1~11]

关键词: 星突江鲽; 外部形态; 可量可比性状; 可数性状; 内部结构

中图分类号: Q959.486

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)01-0001-11

星突江鲽 (*Platichthys stellatus* Pallas), 属鲽形目 (Pleuronectiformes)、鲽科 (Pleuronectidae)、江鲽属 (*Platichthys* Girard)。又名星斑川鲽、江鲽、珍珠鲽、黄金鲽; 英文名有星鲽 (starry flounder)、花斑鲽 (piebald flounder) 等 (图 1)。星突江鲽是一种分布较广的比目鱼类, 北到白令海峡、楚科其海、阿拉斯加和加拿大北极沿岸, 南到北美和南加利福尼亚。我国黑龙江、绥芬河、图们江等河内, 以及日本、朝鲜沿岸均有分布^[1]。

在比目鱼中, 国内对大菱鲆 (*Scophthalmus maximus* (Linnaeus))、牙鲆 (*Paralichthys olivaceus* Temminck et Schlegel, 1846)、石鲽 (*Kareius bicoloratus* (Basilewsky)) 以及半滑舌鲷 (*Cynoglossus semilaevis* Gvntner, 1873) 的研究比较多, 雷霖霖^[2] 对大菱鲆包括分类地位、外部形态、内部结构在内的生物学特性和养殖技术进行

了全面而细致的研究, 宫春光、殷禄阁等^[3] 研究了牙鲆的分类地位、生物学特征和生态习性, 陈京华、赵波^[4] 对半滑舌鲷的外部可量可比和可数性状以及食性特点等进行了探讨。但是目前国内对星突江鲽的研究还比较少, 国外加拿大研究较多, Campana^[5-7] 对星突江鲽耳石的生长模式进行了研究; Orcutt^[8]、Spies 等^[9] 和 Clemens 等^[10] 分别研究了其生活习性、生长繁殖习性和摄食特点; Moon 等^[11] 对其生殖调控进行了初步研究。而对其生物学特性则研究很少。国内仅马爱军等^[12]、王广军等^[13] 对其生物学特性和养殖前景进行了初步研究, 而星突江鲽的外部形态和内部结构还缺少全面的数据。因此, 本项研究对星突江鲽的形态特征和内部结构进行观察, 以期对星突江鲽的分类和养殖提供科学依据。

收稿日期: 2007-09-29; **修订日期:** 2007-10-30.

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD03B08-07); 青岛市科技发展计划 (06-2-3-18-hy).

作者简介: 齐国山 (1982-), 男, 硕士研究生. E-mail: qgs_123@163.com

通讯作者: 陈四清 (1966-), 男, 博士, 副研究员, 主要研究海水养殖、营养饲料及海养标准化技术等. E-mail: chensq@ysfri.ac.cn



图1 星突江鲽

Fig.1 *Platichthys stellatus* Pallas

1 材料与方法

1.1 材料来源

实验鱼于2007年3月取自青岛龙湾生物科技有限公司。

1.2 材料规格与数量

样品进行随机取样,样品规格为全长11~43 cm,体质量0.02~2.49 kg,样本总数120尾。

1.3 实验工具

实验中用到的工具包括测量尺、电子秤、数码照相机、解剖刀、解剖盘、医用解剖剪、镊子。

1.4 实验前准备

将实验材料按规格大小分成体长11~21.7 cm(体质量0.02~0.85 kg)、21.7~32.4 cm(0.85~1.66 kg)、32.4~43 cm(1.66~2.49 kg)3组,每组40尾,分别放养于5 m×6 m×1.5 m大小的3个池中,将池标号。每天投喂鲢鱼2次,换水7~8次,每4~5天药浴1次。

1.5 实验方法与步骤

1.5.1 外部形态特征观察 每组取出10~20尾鱼按照体型、体色、口、齿、鼻、眼、鳍、侧线和鳞片的顺序对其形态、大小、颜色和位置进行观察和记录,并对不同组进行比较。

1.5.2 可量可比性状测量与分析 对所有样本进行测量并区分雌雄,测量项目有:全长、体长、体高、头长、吻长、尾柄长、尾柄高、眼间距、眼径,对记录数据求平均值。用Excl求标准偏差,相关方程和 R^2 。测量方法严格按照鱼类种质研究^[14]所述方法进行。

1.5.3 可数性状 对所有样本进行计数,计数项目

有:背鳍鳍条、尾鳍鳍条、臀鳍鳍条、腹鳍鳍条、胸鳍鳍条、侧线鳞、侧线上鳞、侧线下鳞、牙齿、幽门盲囊、上鳃耙、脊椎骨。其中牙齿、幽门盲囊、上鳃耙、脊椎骨需随机解剖每组鱼体10条,解剖部位为颌部、鳃部、脊椎、内脏,以上指标用Excl求标准偏差。

1.5.4 内部结构的观察 每组鱼随机解剖10尾。解剖部位为有眼侧和无眼侧的内脏部,对消化系统和生殖系统进行描述,并对各组的解剖结果进行比较,绘图。

1.6 数据统计与分析

对数据进行整理,并用SPSS13.0分析软件对整理数据进行标准偏差的计算和线性回归关系的分析。

2 结果与分析

2.1 外部特征

2.1.1 外部形态特征 星突江鲽体扁平,左右不对称,有眼侧身体为灰青色,无眼侧白色;口前位,中等大,上下颌均有单排锥状齿。鼻孔两个,位于上颌的左后方,两眼连线的中垂线上,前一个略呈三角形,带有一瓣片,有膜;后一个呈椭圆形,无膜,无瓣片;头部朝上时,眼大多数位于头部的左侧,少数位于右侧,但李思忠^[1]研究认为,在美国西岸俄勒冈州约50.8%的鲽类两眼位头右侧,亚州东北沿岸均位头左侧,可能由于地理间的形态差异所致。

各鳍无棘,多分支鳍条;背鳍和臀鳍较大,而且背鳍、臀鳍和尾鳍上明显有黑色和黄色相间的条纹,其中背鳍和臀鳍的条纹与侧线垂直,而尾鳍的条纹成扇形,与鳍条平行。背鳍有4到7条条纹,起始于上眼后缘,结束于尾柄前端上部,起始处与结束处距离约为全长的7/10,最宽处约为体高的1/5;臀鳍有4到6条黑色条纹,起始于肛门,结束于尾柄前端下部,起始处与结束处距离约为全长的1/2,最宽处约为体高的1/5;尾鳍的条纹有3~4条。尾为双截形,不分叉。

侧线于鳃盖上部边缘处向头部方向分叉,一处到达背鳍起始点,另一处到达上眼下缘;另外侧线于胸鳍末端处弯曲,分叉处与弯曲处的距离约占侧线长的1/4,最后到达尾柄末端。而李思忠^[1]认为侧线近直线形,无显著弯曲。

星突江鲽全身被覆鳞片,鳞片的类型是其外部形态的主要特征之一,其中有眼侧为栉鳞(图2-1,图2-2),无眼侧为圆鳞(图2-3),且鳞片呈多角星状,其上有许多刺状突起(如图中所示),是其明显

特征之一; 星突江鲮的有眼侧背鳞较无眼侧鳞、有眼侧尾柄鳞 (图 2-4) 和鳃盖鳞 (图 2-5) 大, 其上的刺突也多而长; 无眼侧的鳞呈白色, 色素较少, 中间的较大, 刺突均不明显, 其大小次于有眼侧背鳞而大于鳃盖鳞和有眼侧尾柄鳞; 鳃盖上的鳞前小后大, 而有眼侧尾柄鳞与之相反; 靠近尾部的有眼侧背鳞与有眼侧尾柄鳞相似, 而靠近头部的有眼侧背鳞则与无眼侧鳞相近, 但基本都呈蝴蝶状, 鳞片两侧的凸起宽大; 其中以靠近头部的有眼侧背鳞和无

眼侧鳞较为规则, 边缘有十个左右的波浪状凸起; 而鳃盖鳞与以上鳞片差异较大, 大体呈正方形, 边缘的凸起也较少。另外, 鳞片上还布满大量的色素, 以点状分布于凸起的缝隙中。如图 2 所示。

星突江鲮雌雄幼鱼外部形态特征无明显差异。其雌雄成鱼外形特征差异在于体色和形体大小, 雌鱼的体色比雄鱼深, 形体比雄鱼稍大。桧山义夫和安田富士郎^[15]研究了星突江鲮, 认为雌鱼有眼侧呈黑褐色, 雄鱼有眼侧为淡紫红色。

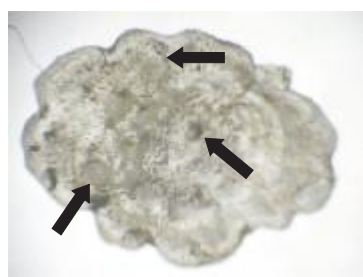


图 2-1 前背鳞

Fig.2-1 Front dorsal scale



图 2-2 后背鳞

Fig.2-2 Back dorsal scale



图 2-3 无眼侧鳞

Fig.2-3 Blind side scale

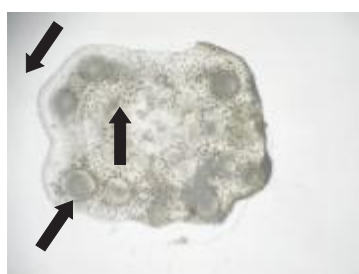


图 2-4 鳃盖鳞

Fig.2-4 Opercular scale

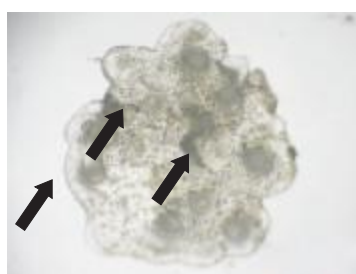


图 2-5 尾柄鳞

Fig.2-5 Caudate scale

图 2 星突江鲮各部位鳞片 (×20)

Fig.2 Various scales of *Platichthys stellatus* Pallas (×20)

2.1.2 可量可比性状特征 实验测量和计算获得的可量可比性状特征数据见表 1。(1) 总样本、雌雄样本的内部比较: 总样本中项目全长/体长的标准偏差为 0.02, 最小, 表明其变动范围最窄; 而头长/吻长为 1.11, 最大, 则其变动最大。全长/体长, 体长/体高, 体长/头长相关方程的 R^2 大于 0.8, 其他项目指标皆小于 0.7, 故三者线性相关性最好。雌雄样本中项目全长/体长的标准偏差均为 0.02, 最小, 且其比值的平均值分别为 1.16 和 1.15, 最为接近, 说明雌雄样本全长/体长的变动规律具有一致性, 雌雄差异很小。雌性样本头长/眼径和雄性样

本头长/吻长的标准偏差分别为 2.08、0.95, 为最大。雌性样本除头长/吻长、头长/眼径相关方程的 R^2 小于 0.5 外, 其余均在 0.6 以上, 其中全长/体长、体长/体高均大于 0.99。这表明头长/吻长、头长/眼径不仅变动最大, 而且其线性相关性最差。产生这种结果的原因可能是吻长和眼径的个体差异很小。雄性样本各项相关方程的 R^2 均大于 0.96, 这是由于实验雄性样本数少的缘故。

(2) 雌雄样本与总样本间的比较: 雌性样本除头长/吻长、头长/眼径、头长/眼间距 3 项比值与总样本 3 项比值差距较大外, 其余各项比值与总样

本各项比值均较接近,相关方程 R^2 也符合此规律。另外,雄性样本 R^2 均大于总样本 R^2 。由于本实验总样本中雌性样本数远大于雄性样本数,雄性样本各项线性相关性肯定好, R^2 必定较高。雌性样本数占优势的情况下,若雌雄差异小,雌性样本与总样

本的可量可比性状特征应具一致性,即其各项比值和相关方程 R^2 应较接近,而头长/吻长、头长/眼径、头长/眼间距 3 项比值与总样本 3 项比值较大的差距则表明雌雄的差异。

表 1 星突江鲮形态特征的可量可比性状
Tab.1 Measurable parameters ratio of *Platichthys stellatus pallas*

n=120			
项目 Item	比值 Ratio ($\bar{X} \pm SD$)	相关方程 Correlation equation	R^2
全长/体长 (T_l/S_l)	1.16 $\pm$ 0.02 ♀ 1.16 $\pm$ 0.02	$S_l = 0.8771 T_l - 0.1589$ $S_l = 0.8856 T_l - 0.3344$	0.9822 0.9976
Total length/Standard length	♂ 1.15 $\pm$ 0.02	$S_l = 0.862 T_l + 0.0834$	0.9988
体长/体高 (S_l/B_d)	1.76 $\pm$ 0.08 ♀ 1.75 $\pm$ 0.08	$B_d = 0.5475 S_l + 0.2613$ $B_d = 0.4709 S_l + 0.3298$	0.8984 0.9902
Standard length/Body depth	♂ 1.84 $\pm$ 0.14	$B_d = 0.3888 S_l + 1.2179$	0.9737
体长/头长 (S_l/H_l)	3.52 $\pm$ 0.22 ♀ 3.52 $\pm$ 0.24	$H_l = 0.2714 S_l + 0.1668$ $H_l = 0.2943 S_l - 0.1039$	0.834 0.8505
Standard length/Head length	♂ 3.60 $\pm$ 0.27	$H_l = 0.289 S_l - 0.123$	0.9851
头长/吻长 (H_l/P_l)	7.40 $\pm$ 1.11 ♀ 7.62 $\pm$ 1.35	$H_l = 0.1201 H_l + 0.0624$ $P_l = 0.1035 H_l + 0.1163$	0.4023 0.2757
Head length/Proboscis length	♂ 7.32 $\pm$ 0.95	$P_l = 0.1581 H_l - 0.0657$	0.9721
尾柄长/尾柄高 (C_l/C_d)	1.07 $\pm$ 0.11 ♀ 1.07 $\pm$ 0.10	$C_d = 0.5859 C_l + 0.5385$ $C_d = 0.7431 C_l + 0.3206$	0.6252 0.9705
Caudal length/Caudal depth	♂ 1.10 $\pm$ 0.10	$C_d = 0.8653 C_l + 0.0752$	0.9699
体长/尾柄长 (S_l/C_l)	8.08 $\pm$ 0.88 ♀ 8.08 $\pm$ 0.75	$C_d = 0.1154 S_l + 0.1182$ $C_d = 0.1347 S_l - 0.1406$	0.604 0.9697
Standard length/Caudal length	♂ 7.88 $\pm$ 0.65	$C_l = 0.1115 S_l + 0.2034$	0.9724
头长/眼间距 (H_l/E_l)	3.73 $\pm$ 0.43 ♀ 3.45 $\pm$ 1.13	$E_l = 0.2772 H_l - 0.0195$ $E_l = 0.2793 H_l - 0.0301$	0.6895 0.6832
Head length/Eye interval	♂ 3.92 $\pm$ 0.67	$E_l = 0.2822 H_l - 0.0675$	0.9658
头长/眼径 (H_l/E_d)	6.87 $\pm$ 0.73 ♀ 6.35 $\pm$ 2.08	$E_d = 0.1018 H_l + 0.157$ $E_d = 0.095 H_l + 0.1794$	0.5197 0.4522
Head length/Eye diameter	♂ 6.74 $\pm$ 0.64	$E_d = 0.1351 H_l + 0.0477$	0.9758

注: T_l 、 S_l 、 B_d 、 H_l 、 P_l 、 C_l 、 C_d 、 E_l 、 E_d 分别代表全长、体长、体高、头长、吻长、尾柄长、尾柄高、眼间距、眼径。每项首行为总样本,次行为雌性样本,第 3 行为雄性样本。

Note: T_l , S_l , B_d , H_l , P_l , C_l , C_d , E_l and E_d stand for total length, standard length, body depth, head length, proboscis length, caudal length, caudal depth, eye interval and eye diameter respectively. The first line stands for total samples. The second and third line stand for female and male samples respectively.

(3) 星突江鲮体长与体质量关系为:

$$W=0.0168 S_l^{3.199} \quad R^2=0.9797$$

$$\text{雄性: } W=0.0274 S_l^{2.9721} \quad R^2=0.993$$

$$\text{雌性: } W=0.0134 S_l^{3.3008} \quad R^2=0.9822$$

W 代表体质量 (g), S_l 代表体长 (cm)。

2.1.3 可数性状特征 实验测得的星突江鲮的可数性状数据见表 2。

(1) 总样本中项目腹鳍鳍条与幽门盲囊平均值的标准偏差为 0.4, 最小, 说明其最稳定。而侧线鳞和牙齿的标准偏差大于 10, 最大, 变动也最大。

(2) 雌性样本与总样本的范围均相同, 雄性样本除腹鳍鳍条和侧线上鳞与总样本和雌性样本范围相同外, 其余各项均包含于雌性样本与总样本的范围内, 但不能说明雄性样本范围较雌性样本小, 因为本实验雌性样本数远大于雄性样本数。

表 2 星突江鲮的可数性状
Tab.2 Observed numbers of *Platichthys stellatus* n=120

项目 Item	背鳍鳍条 Dorsal fin ray	尾鳍鳍条 Caudal fin ray	臀鳍鳍条 Anal fin ray	腹鳍鳍条 Pectoral fin ray	胸鳍鳍条 Pelvic fin ray	侧线鳞 Lateral line scale
数值范围	53-63	13-17	35-42	6-7	8-11	32-69
Value interval	♀ 53-63	♀ 13-17	♀ 35-42	♀ 6-7	♀ 8-11	♀ 32-69
	♂ 53-56	♂ 16-17	♂ 39-40	♂ 6-7	♂ 9-10	♂ 57-65
$\bar{X} \pm SD$	57±3.9	16±1.5	39±2.7	6±0.4	10±1.0	55±13.5
项目 Item	侧线上鳞 Upper lateral scale	侧线下鳞 Lower lateral scale	牙齿 Tooth	幽门盲囊 Pyloric caecum	上鳃耙 Upper gill raker	脊椎骨 Vertebra
数值范围	6-13	8-13	41-69	1-2	9-12	30-35
Value interval	♀ 6-13	♀ 8-13	♀ 41-69	♀ 1-2	♀ 9-12	♀ 30-35
	♂ 6-13	♂ 9-10	♂ 44-57	♂ 2	♂ 10-11	♂ 32-34
$\bar{X} \pm SD$	9±2.6	11±1.5	52±10.5	2±0.4	10±1.2	34±1.7

2.2 内部结构

星突江鲮吻甚短（约占头长0.14倍），口前位，斜弧形，左右对称，下颌长于上颌，牙齿尖锐，呈圆锥状，前部牙大，上下颌各一行，有眼侧牙齿数目多且发达。舌小而短。鳃耙式为9-12+9-10。

星突江鲮的消化道完全排列在腹腔中。食道粗短，胃大壁厚，呈“I”型，盘曲于体腔中；幽门盲囊1-2枚，至食道前端距离约占食道至肛门距离的1/10；肠管粗短。

肝较大，约占整个腹腔的1/3，呈倒“L”型，左

叶大于右叶。胆囊呈绿色，被胃幽门部覆盖，脾在胃幽门部的下面。胰脏呈弥散状，伴随肠系膜绕于肠管间。

肾脏位于肝脏的上部，紧贴腹腔顶部，暗红色。性腺位于肾脏的后面，一对，呈左右对称分布；雄性幼鱼性腺为白色，略为三角形，雌性幼鱼白色，戟形。雄性成鱼精巢乳白色，钝三角形状，雌性成鱼卵巢为暗红色，袋状。心脏有白色的动脉球。星突江鲮的内脏结构如图3、图4所示。

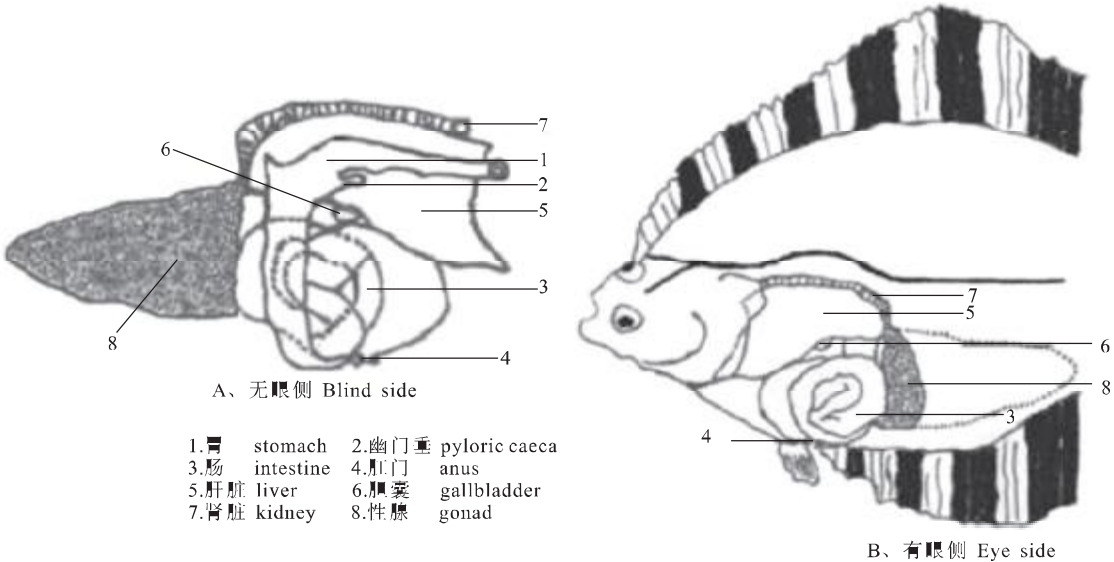


图3 星突江鲮的内部结构（♀）
Fig.3 Internal structure of *Platichthys stellatus* Pallas (♀)

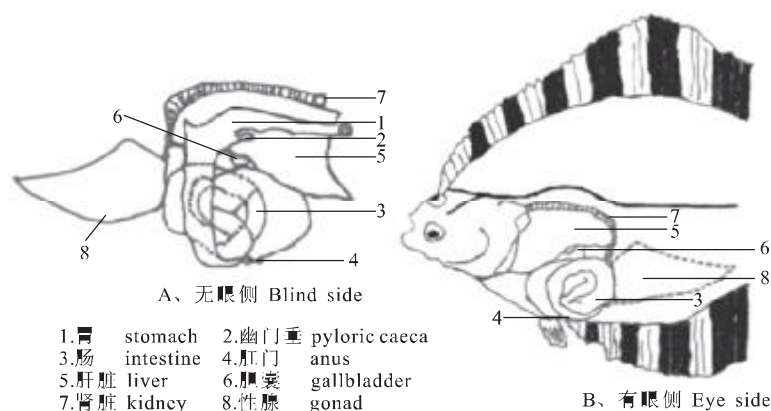


图4 星突江鲽的内部结构(♂)

Fig.4 Internal structure of *Platichthys stellatus* Pallas(♂)

3 讨论

3.1 星突江鲽与几种比目鱼在外部形态上的比较

星突江鲽与几种比目鱼外部形态的比较见表3。表中比较显示:石鲽、星突江鲽、大菱鲆、牙鲆、半滑舌鲷有眼侧的体色由灰暗色、灰青色到棕褐色、褐色再到褐色或暗褐色,星突江鲽有眼侧体色灰青色与石鲽相近,与体质量几种比目鱼相比较淡;有眼侧侧线由1条变为3条,星突江鲽与石鲽、大菱鲆、牙鲆有眼侧均有一条侧线,且于前部弯曲,而舌鲷则有3条,除石鲽侧线前部直线状,其余均发生弯曲,星突江鲽与石鲽有明显颞上支;星突江鲽与牙鲆、半滑舌鲷无眼侧均有圆鳞,而石鲽和大菱鲆成鱼无眼侧无鳞,石鲽幼鱼鳞退化埋于皮肉中;现有文献显示,星突江鲽与牙鲆的背鳍、臀鳍和尾鳍上都有条纹,星突江鲽与大菱鲆的鳍条多分支,而半滑舌鲷的鳍条不分支。

因此,从体色和侧线特征上看,星突江鲽与石鲽相似;而从鳞片和鳍分析,星突江鲽又与牙鲆共同点较多。星突江鲽与石鲽的相似可能是分类地位相近的原因,而对鳞片和鳍的分析缺乏有力的文献资料,星突江鲽与牙鲆的相似之处需进一步分析研究。

3.2 星突江鲽与几种比目鱼在可量可比性状上的比较

星突江鲽与几种比目鱼可量可比性状的比较见表4。由表中数据得出体长/体高的比值由高到低依次为:圆斑星鲽、牙鲆、大西洋牙鲆、石鲽、星突江鲽、大菱鲆。体长与体高的比值可以反映鱼类的

体型^[25]。大菱鲆的体长和体高比1.3~1.5,体长和体高较接近,体型接近圆形。圆斑星鲽的体长为体高的2.5~4倍,其体长和体高相差比较大,体形似椭圆。由表中数据,圆斑星鲽、牙鲆、大西洋牙鲆、石鲽、大菱鲆体长与体高比值依次减小,说明:牙鲆、大西洋牙鲆、石鲽的体型从圆形到椭圆渐变,实验测得的星突江鲽的体长为体高的1.68~1.84倍,其比值介于石鲽和大菱鲆之间,因此体形也是介于二者之间。体长/头长的比值从小到大依次为:大菱鲆、石鲽、星突江鲽、牙鲆、大西洋牙鲆、半滑舌鲷。大菱鲆体长与头长之比为2.7~2.9,头部占体长比例最大,半滑舌鲷为3.9~4.4,头部所占比例最小,而石鲽、牙鲆、大西洋牙鲆体长与头长之比逐渐增大,头部所占比例依次减小,测定的星突江鲽的体长与头长比为3.3~3.74,其比值小于牙鲆和大西洋牙鲆,而大于石鲽,故星突江鲽的头部所占比例大于前两者而小于后者,全长/体长,头长/吻长,头长/眼径都属于这类指标,分别反映体长占全长,吻长占头长,尾柄长占体长及眼径占头长的比例大小。由表中数据得出的比较结果如下:全长/体长比值由大到小依次为大西洋牙鲆、星突江鲽;头长/吻长比值由小到大依次为:圆斑星鲽、牙鲆、石鲽、星突江鲽;头长/眼径比值由小到大依次为:大西洋牙鲆、牙鲆、星突江鲽、半滑舌鲷。

综上所述比较结果可发现星突江鲽的头长/吻长、体长/体高、体长/头长等比值均与石鲽较接近,这可能是由于二者亲缘关系近的原因。

表 3 星突江鲽与其他几种比目鱼外部形态的比较

Tab.3 Comparison of external shape between *Platichthys stellatus* and several other flatfish

鱼种 Species	体色 Body color	侧线 Lateral line	鳞片 Scale	鳍 Fin	参考文献 Reference
星突江鲽 <i>Platichthys stellatus</i>	身体有眼侧为灰青色,无眼侧白色	有眼侧侧线一条,前有颞上支,并于胸鳍末端处弯曲	有眼侧栉鳞,无眼侧圆鳞,鳞片多角星状,其上有许多刺状突起	分支鳍条,背鳍、臀鳍和尾鳍上有黑黄相间条纹	本研究 This study
石鲽 <i>Kareius bicoloratus</i>	雄鱼有眼侧体色鲜亮,白点大而亮,无眼侧发白;雌鱼无眼侧有褐色绒斑,有眼侧较灰暗	有眼侧侧线一条,其上有一行大骨板,下一行小骨板,侧线上有不规则排列的小骨板侧线直线状,有颞上支	幼鱼期皮肉中埋有退化小鳞,成鱼无鳞	—	[16] [17]
大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	有眼侧体色较深,呈棕褐色具咖啡色和黑色点状色素,无眼侧白色	侧线左右同等发达,在胸鳍上有弧状弯曲	背部有少量角质鳞分布,无眼侧光滑无鳞	背鳍臀鳍尾鳍有鳍膜连,鳍多分支,无棘,腹鳍小不连臀鳍	[16] [18]
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	有眼侧具呈褐色,有暗色或黑色斑点,无眼侧白色,有眼侧体色可随环境变化	左右侧线各一条,明显且发达,前部呈弓状,无明显的颞上支	有眼侧被小栉鳞,无眼侧被圆鳞 有眼侧鳞片呈褐色,具暗色或黑色斑点,无眼侧呈白色	臀鳍始于胸鳍,背鳍臀鳍和尾鳍均有暗色斑纹,胸鳍有暗色点列横条纹	[16] [19]
半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	有眼侧具呈褐色或暗褐色,奇鳍呈黑褐色,边缘淡色	有眼侧侧线3条,无眼侧无侧线	鳞小,有眼侧被栉鳞,无眼侧被圆鳞	背鳍臀鳍和尾鳍连续,无胸鳍,仅有眼侧有腹鳍鳍条均不分支	[4] [16] [18]

表 4 星突江鲽与其他几种比目鱼可量可比性状的比较

Tab.4 Comparison of morphometric characters between *Platichthys stellatus* Pallas and several other flatfish

鱼种 Species	全长 / 体长 T_l / S_l	体长 / 体高 S_l / B_d	体长 / 头长 S_l / H_l	头长 / 吻长 H_l / P_l	头长 / 眼径 H_l / E_d	参考文献 Reference
星突江鲽 ($\bar{X} \pm SD$) <i>Platichthys stellatus</i>	1.16±0.02	1.76±0.08	3.52±0.22	7.40±1.11	6.87±0.73	本研究 This study
石鲽 <i>Kareius bicoloratus</i>	—	2.0–2.5	3.0–3.8	5.56	—	[16] [20]
圆斑星鲽 <i>Verasper variegates</i>	—	2.5–4	—	3	—	[21]
大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	—	1.3–1.5	2.7–2.9	—	—	[18] [22]
大西洋牙鲆 <i>Paralichthys dentatus</i>	1.212	2.3–2.4	3.64–4.3	—	5.86	[23] [24]
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	—	2.3–2.7	3.4–3.9	4.1–4.4	6.5–7.2	[16]
半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	—	—	3.9–4.4	—	11.4–14.3	[4]

3.3 星突江鲽与几种比目鱼在可数性状上的比较

星突江鲽与几种比目鱼可数性状的比较见表5。由表中数据得到比较结果如下:

背鳍鳍条: 半滑舌鲷 > 大西洋牙鲆 > 圆斑星鲽 > 牙鲆 > 大菱鲆 > 石鲽 > 星突江鲽。

臀鳍鳍条: 半滑舌鲷 > 大西洋牙鲆 > 圆斑星鲽 > 牙鲆 > 石鲽 > 大菱鲆 > 星突江鲽。

尾鳍鳍条: 大菱鲆 > 大西洋牙鲆 > 牙鲆 > 星突江鲽 > 半滑舌鲷。

腹鳍鳍条: 星突江鲽 > 大菱鲆 = 大西洋牙鲆 = 牙鲆 > 半滑舌鲷。

幽门盲囊: 大西洋牙鲆 = 牙鲆 = 圆斑星鲽 > 大菱鲆 > 星突江鲽。

上鳃耙: 星突江鲽 > 大西洋牙鲆 = 牙鲆 > 石鲽 > 圆斑星鲽。

侧线鳞: 半滑舌鲷 > 牙鲆 > 大西洋牙鲆 > 星突江鲽。

脊椎骨: 圆斑星鲽 > 大西洋牙鲆 > 石鲽 > 星突江鲽。

胸鳍鳍条: 大西洋牙鲆 > 大菱鲆 > 星突江鲽。

牙齿: 石鲽 > 星突江鲽 > 圆斑星鲽。

表5 星突江鲽与其他几种比目鱼可数性状的比较

Tab.5 Comparison of meistic characters between *Platichthys stellatus* Pallas and several other flatfish

鱼种 Species	背鳍鳍条 Dorsal fin ray	尾鳍鳍条 Caudal fin ray	臀鳍鳍条 Anal fin ray	腹鳍鳍条 Ventral fin ray	胸鳍鳍条 Pectoral fin ray	侧线鳞 Lateral line scale	牙齿 Tooth	幽门盲囊 Pyloric caecum	上鳃耙 Upper gill raker	脊椎骨 Vertebra	参考文献 Reference
星突江鲽 <i>Platichthys stellatus</i>	53-63	13-17	35-42	6-7	8-11	32-69	41-69	1-2	9-12	30-35	本研究 This study
石鲽 <i>Kareius bicoloratus</i>	52-68	—	36-60	—	—	—	54-73	—	3-5	35-44	[20] [26]
圆斑星鲽 <i>Verasper variegates</i>	77-87	—	57-68	—	—	—	33-44	4	0	40-62	[18] [21]
大西洋牙鲆 <i>Paralichthys dentatus</i>	80-98	18	60-78	6	10-13 11-13	108	—	4	4-7	40-43	[23] [24]
大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	57-71	20-22	43-52	6	8-10 11-12	—	—	2	—	—	[16] [18] [27]
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	63 84	17 18	48 65	6	—	108 130	—	4	5 6	—	[16] [20]
半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	124-127	9	95-99	4	—	125-144	—	—	—	—	[4] [17]

由背鳍鳍条和臀鳍鳍条的比较结果可看出: 背鳍鳍条和臀鳍鳍条数的变化具一定的规律性且星突江鲽的鳍条数均最少; 同样星突江鲽的尾鳍鳍条数也较少, 但不符合背鳍和臀鳍鳍条的变化规律; 腹鳍鳍条和幽门盲囊均较少, 但上鳃耙在比较种类中却最多; 星突江鲽的侧线鳞、脊椎骨、胸鳍鳍条、

牙齿数相比之下都较少。可见, 星突江鲽可数性状指标的数目多较少。原因尚不清楚。

同时在腹鳍鳍条、幽门盲囊和上鳃耙3组比较结果中出现同科或不同科鱼比较结果相等或极相近的情况, 这可能是由于腹鳍鳍条、幽门盲囊和上鳃耙属稳定性状的原因。鱼类的可数性状也是鱼

类的分类依据之一,有些可数性状是较稳定的,如鳍条、鳃耙、脊椎骨。而有一些则变化较大,如侧线鳞和幽门盲囊等^[25]。据成庆泰等研究,木叶鲮与石鲮等鲮形目的种类相似,鳍无棘,背鳍软条数: 52~80; 臀鳍软条数: 36~60, 脊椎骨: 35~44^[26]。实验所测定的同亚科的江鲮背鳍软条数: 53~63; 臀鳍软条数: 35~42; 脊椎骨: 30~35, 数目接近。鲮科的漠斑牙鲮和大西洋牙鲮的腹鳍鳍条数均为 6, 胸鳍鳍条均为 11~13^[24], 也有人报道胸鳍鳍条数为 10~13^[23]。实验所得的江鲮的腹鳍鳍条数为 6~7, 胸鳍鳍条数为 8~11, 差距也不明显。斑鲮属的爪哇斑鲮和圆鳞斑鲮的上鳃耙为 9~15^[26], 所测江鲮的鳃耙为 9~12。同属鲮亚目的短颌属的侧线鳞为 30, 斑鲮属的侧线鳞为 58~100^[26], 测定江鲮的侧线鳞分别为 13~17 和 32~69。鲮亚科的尖吻黄盖鲮牙齿数为 38~54^[20], 江鲮为 41~69, 差距较明显。鲮亚科圆斑星鲮的幽门盲囊数为 3+1^[21], 粒鲮 5 枚 (呈

4+1 排列)^[20]; 本实验所测星突江鲮的幽门盲囊数却为 1~2。可见幽门盲囊数在同亚科内变化较大, 显然, 幽门盲囊数应属稳定可数性状。

另外, 从上述比较结果中可发现, 在星突江鲮和大西洋牙鲮同时出现的指标中, 大西洋牙鲮的相应数目基本上都大于星突江鲮, 这可能是由于大西洋牙鲮属牙鲮大型种^[16]。

3.4 星突江鲮与几种比目鱼内脏消化系统的比较

星突江鲮与几种比目鱼消化系统的比较见表 6。表中的比较显示: 牙鲮、星突江鲮、石鲮、半滑舌鲷的牙齿从犬牙状到尖锐圆锥形、顶端截形再到细小绒毛状变化; 食道由粗短到较细再到细短变化; 胃从大而壁厚的“Y”型到大而壁厚的“1”型、中等大小且中部膨大的“1”型再到中部略膨大的“1”型, 肠道由粗短到中等粗细再到细长变化; 幽门垂从粗大的 4 枚到粗大 1~2 枚、粗短再到消失; 肝因资料缺乏, 无法比较变化。

表 6 星突江鲮与其他几种比目鱼消化系统和食物的比较

Tab.6 Comparison of digestive system and food between *Platichthys stellatus* and several other flatfish

鱼种 Species	牙齿 Tooth	食道 Esophagus	胃肠 Stomach and intestine	幽门垂 Pyloric caecum	肝胰脏 Liver and pancreas	食物 Food	参考文献 Reference
牙鲮 <i>Paralichthys olivaceus</i>	大呈犬牙状	粗而短	胃大而壁厚, 呈“Y”型; 肠道粗短	粗大, 4 枚, 呈 3+1 排列	肝大, 胰腺弥散状	以鲮鱼, 天竺鲷, 小型鰕虎鱼, 枪乌贼, 鹰爪虾为主	[20]
石鲮 <i>Kareius bicoloratus</i>	牙小, 略扁, 顶端近截形	较细	胃中等大, 近“1”型, 中部较粗; 肠中等粗细	粗短, 呈豆瓣状	—	主食沙蚕, 蛇尾, 小虾和小型瑕虎鱼类	[20]
星突江鲮 <i>Platichthys stellatus</i>	尖锐, 圆锥形	粗短	胃大而壁厚, 呈“1”型; 肠粗短	1~2 枚, 粗大	肝大, 呈倒“L”形胰弥散	主食虾类、蟹类小贝类、棘皮和头足动物及小鱼	实验观察 [13]
条鲷 <i>Zebrias zebra</i>	牙细小, 呈绒毛状	细短	胃呈“1”型, 中部略膨大; 肠细长	无	—	主食端足类, 糠虾, 沙蚕, 并带有部分泥沙和有机碎屑	[20]

食物由主食鲮鱼、天竺鲷、小型瑕虎鱼、枪乌贼、鹰爪虾到主食虾类、蟹类、小贝类、棘皮动物、头足动物及小鱼, 主食沙蚕, 蛇尾小虾和小型瑕虎鱼类再到端足类, 糠虾, 沙蚕, 并带有部分泥沙和有机碎屑。Clemens 等^[10]曾研究发现星突江鲮在自然

界的食物组成包括蛇尾类、蛤、蠕虫类、小鱼和甲壳类, 随着生长, 其食性变化非常大, 主要食物变化日益增多。

由此可见牙鲮、星突江鲮、石鲮、半滑舌鲷的消化系统结构和食物结构都是有规律变化的, 而这种

变化是存在必然联系的。牙鲆、星突江鲽、石鲽、半滑舌鲷各自的生活区域的食物资源组成决定了其食物组成,而其食物组成的差异引起了消化系统结构的差异。

参考文献:

- [1] 李思忠. 中国动物志, 硬骨鱼纲: 鲽形目 [M]. 北京: 科学出版社, 1995: 251-252.
- [2] 雷霖霖. 大菱鲆养殖技术 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 8-15.
- [3] 宫春光, 殷禄阁. 牙鲆养殖技术 [M]. 北京: 金盾出版社, 2004: 6.
- [4] 陈京华, 赵波. 半滑舌鲷的生物学特性及养殖技术 [J]. 水产科技情报, 2005, 32(3): 105-109.
- [5] Campana S E. Feeding periodicity and production of daily growth increments in the otoliths of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) and starry flounder (*Platichthys stellatus*) [J]. Can J Zool, 1983, 61: 1591-1597.
- [6] Campana S E. Microstructural growth patterns in the otoliths of larval and juvenile starry flounder, *Platichthys stellatus* [J]. Can J Zool, 1984, 62: 1507-1512.
- [7] Campana S E. Lunar cycles of otolith growth in the juvenile starry flounder, *Platichthys stellatus* [J]. Mar Biol, 1984, 80: 239-246.
- [8] Orcutt H G. The life history of the starry flounder *Platichthys stellatus* (Pallas) [J]. Calif Div Fish Game Fish Bull, 1950, 78: 64.
- [9] Spies R B, Stegeman J J, Rice Jr D W, et al. Sublethal responses of *Platichthys stellatus* to organic and inorganic contamination in San Francisco Bay with emphasis on reproduction [J]. Boca Raton: CRC Press, 1990: 87-121.
- [10] Clemens Wilbert A, Wilby G V. Fishes of the Pacific coast of Canada [J]. Can Fish Res Bd Bull, 1946, 168: 307-328.
- [11] Moon S H, Lim H K, Kwon J Y, et al. Increased plasma 17-hydroxyprogesterone and milt production in response to gonadotropin-releasing hormone agonist in captive male starry flounder, *Platichthys stellatus* [J]. Aquaculture, 2003, 218: 703-716.
- [12] 马爱军, 庄志猛, 李晨, 等. 星突江鲽生物学特性及养殖前景 [J]. 海洋水产研究, 2006, 27(5): 91-95.
- [13] 王广军, 王智勇. 星斑川鲽的生物学特性与养殖前景分析 [J]. 渔业致富指南, 2006, 9: 40-41.
- [14] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 183-184.
- [15] 桧山义夫, 安田富士郎. 日本水产鱼谱 [M]. 东京: 株式会社内田老鹤圃, 1961: 100-102.
- [16] 雷霖霖. 海水鱼类养殖理论与技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 483-484.
- [17] 李明德, 张洪杰. 渤海鱼类生物学 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991: 82-84.
- [18] 姜志强, 吴立新, 郝拉娣, 等. 海水养殖鱼类生物学及养殖 [M]. 北京: 海洋出版社, 2005: 40-215.
- [19] 马永刚. 牙鲆 [J]. 北京水产, 2003: 39.
- [20] 陈大刚, 刘长安, 张树本, 等. 黄渤海比目鱼类的消化器官与食性特征的比较分析 [J]. 山东海洋学院学报, 1981, 11(1): 90-93.
- [21] 陈四清, 于东祥, 马爱军, 等. 圆斑星鲽 *Verasper variegates* (Temminck et Schegel) 生物学特性研究 [J]. 现代渔业信息, 2002, 17(10): 26.
- [22] 孟庆闻, 苏锦祥. 鱼类分类学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 489-505.
- [23] 王波, 左言明, 朱明远, 等. 大西洋牙鲆的生物学特性 [J]. 河北渔业, 2003, 6: 15-16.
- [24] 周进. 大西洋牙鲆引种概况及其生物学特性 [J]. 渔业致富指南, 2003: 42.
- [25] 匡友谊, 尹家胜, 白庆利, 等. 银鲑 (*Oncorhynchus kisutch*) 形态性状测量 [J]. 水产学杂志, 2004, 17(1): 22-23.
- [26] 成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索: 上册 [M]. 北京: 科学出版社, 1987: 489-502.
- [27] 门强, 雷霖霖, 王印庚. 大菱鲆的生物学特性和苗种生产关键技术 [J]. 海洋科学, 2004, 28(3): 1.

Morphological characteristics and internal structure of *Platichthys stellatus* Pallas

QI Guo-shan^{1,2}, LI Di^{1,2}, CHEN Si-qing², ZHUANG Zhi-meng², LIU Chang-lin², SONG Zong-cheng³, DENG Yong-sheng²

(1. College of Life Science and Technology, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 3. Fisheries Research Institute of Huancui District, Weihai City, Weihai 264200, China)

Abstract: By observing, measuring and anatomizing 120 individuals of the raised *Platichthys stellatus* Pallas (total length ranged from 11 to 43 cm, body weight ranged from 0.02 to 2.49 kg), the fish external shape, morphometric characters, meiotic characters and internal structure were observed and described. The external shape includes the description for mouth, noses, eyes, pterygiophores, lateral lines and scales; the morphometric characters include total length/standard length (T_l/S_l), standard length/body depth (S_l/B_d), standard length/head length (S_l/H_l), head length/proboscis length (H_l/P_l), caudal length/caudal depth (C_l/C_d), standard length/caudal length (S_l/C_l), head length/eye interval (H_l/E_i), head length/eye diameter (H_l/E_d) and their correlation equations; the meiotic characters includes dorsal fin rays, caudal fin rays, anal fin rays, ventral fin rays, pectoral fin rays, lateral line scales, the upper scales of lateral line, the lower scales of lateral line, teeth, pyloric caeca, the upper gill rakers, vertebrae; the internal structure mainly includes the constitution and anatomic position of digestive system. The results indicate that the visible characteristic of external shape lies in the black-yellow stripes on dorsal fin, anal fin and caudal fin as well as the multiangular stellate scales with spinulose gibbosity. Besides, the variation magnitude of total length/standard length is small with little difference between female and male. The correlation equation of total length and standard length [$S_l = 0.8771 T_l - 0.1589$ ($R^2 = 0.9822$)] presents the best in linear correlation. The values of both head length/proboscis length and head length/eye diameter not only vary largely but present the worst in linear correlation with great difference between female and male. The general correlation equations of standard length (S_l) and body weight (W) is $W = 0.0168 S_l^{3.199}$ ($R^2 = 0.9797$), for male, $W = 0.0274 S_l^{2.9721}$ ($R^2 = 0.993$); for female, $W = 0.0134 S_l^{3.3008}$, $R^2 = 0.9822$. Moreover, the numbers of ventral fin rays and pyloric caeca are relatively steady. The deviation of lateral line scales and teeth is the largest. The teeth are sharp and conical; the stomach with "I" shape is big; the intestine is wide and short and there are one to two pyloric caeca. By comparison, it is discovered that the characteristics of external shape, morphometric characters and internal structure of *Platichthys stellatus* Pallas are always similar with *Kareius bicoloratus* (Basilewsky), and most of the meiotic character indexes of *Platichthys stellatus* Pallas are less than six flatfishes in numerical value. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15(1): 1-11]

Key words: *Platichthys stellatus* Pallas; morphometric characters; meiotic characters; internal structure

Corresponding author: CHEN Si-qing. E-mail: chensq@ysfri.ac.cn