

竹筴鱼形态特征参数的比较分析

胡晓亮, 陈庆余

(农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 国家水产品加工装备研发中心, 上海 200092)

摘要: 采集东海水域100尾竹筴鱼样本, 测量其体长、全长、头长、头高、体高、体厚、吻长、眼径、眼后头长、尾柄长、尾柄高、体重共12个形态或生物学特征指标。采用方差分析、偏相关分析, 研究竹筴鱼各参数与鱼体体长的关联及不同形态特征参数间的相关关系。结果表明: 竹筴1龄幼鱼同2龄成鱼在体长、头高、眼后头长、尾柄高及体重间存在显著差异。相比2龄成鱼, 1龄幼鱼各形态特征参数间存在更多的偏相关性, 其中头长与其它参数存在最多的偏相关性, 而吻长、尾柄长与其他参数的偏相关性最差; 对于2龄成鱼, 与其它参数存在最多偏相关性的是头高, 而吻长、尾柄长与其他参数间均不存在显著的偏相关性; 综合参数间的相关性, 头长、头高、尾柄高、体重这4个参数同其他特征参数间始终存在显著相关关系, 其变异的可能性较低。

关键词: 竹筴鱼; 形态特征; 相关分析; 变异

文章编号: 1673-9078(2013)1-34-37

Comparative Study on Morphological Characteristics of *Trachurus japonicus*

HU Xiao-liang, Chen Qing-yu

(Key Laboratory of Fishery Equipment and Engineering, Ministry of Agriculture, Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, National R & D Branch Center For Aquatic Product Processing Equipment, Shanghai, 200092)

Abstract: One hundred samples of *Trachurus japonicus* were collected from East China Sea in the year 2012. Its standard length, total length, head length, head depth, body depth, body width, snout length, eye diameter, postorbital length of head, peduncle length, peduncle depth, weight 12 morphological characteristics were measured. The correlation between the morphological characteristics was studied by analysis of variance and partial correlation analysis. The results showed that: standard length, head depth, postorbital length of head, caudal depth and weight of 1 - 2 Year-old *Trachurus japonicus* was exponentially different ($P < 0.01$). 1 Year-old *Trachurus japonicus* had more partial correlation than the 2 year-old one. The head length of 1 year-old had the most partial correlation, while snout length and peduncle length was the worst. The head depth of 2 year-old had the most partial correlation, while snout length and peduncle length had no partial correlation with others. Comprehensive partial correlation analysis showed that head length, head depth, peduncle depth and weight always had a significant correlation with other characteristic parameters, which had a lower possibility of variation.

Key words: *Trachurus japonicus*; morphological characteristics; correlation analysis; variation

竹筴鱼 (*Trachurus japonicus*) 隶属于鲈形目 (Perciformes), 鲈科 (Carangidae), 竹筴鱼属 (*Trachurus*), 广泛分布于西北太平洋海域, 在我国南海、东海、黄海、渤海均可捕获^[1]。竹筴鱼主要栖息于海藻茂密的暗礁周围和上层水域, 以仔稚鱼和浮游甲壳动物为食, 属暖水性中上层洄游鱼类^[2]。其体呈纺锤形, 侧扁, 尾柄短, 头锥形, 口裂倾斜, 体被小

收稿日期: 2012-09-11

基金项目: 国家863计划项目 (2011AA100803)

作者简介: 胡晓亮(1987-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事水产品加工技术方面的研究

圆鳞, 尾鳍和臀鳍后方无小鳍^[1-2]。竹筴鱼市场需求大, 群体产量高, 生长繁殖速度快且体色诱人、口感鲜嫩、营养丰富, 富含DHA和EPA两种不饱和脂肪酸, 经济价值高^[3]。竹筴鱼除鲜食外还可加工成冷冻原条鱼、鱼段、罐头、鱼粉、鱼油等产品, 在我国沿海、广东、台湾及东南亚、中东、南美等国家和地区备受青睐, 是我国主要的经济鱼类之一^[4-5]。研究者已对竹筴鱼的分类和分布、人工繁殖、摄食特性、营养成分等方面开展了相关研究^[6-7], 然而对竹筴鱼的形态特征、形态结构参数以及各参数间的相关关系分析却未见报道。因此本研究对竹筴幼鱼与成鱼形体特征的多个参

数进行了测量,旨在比较竹筴幼鱼与成鱼形态特征参数差异,分析考察各参数与鱼体体长的关联及不同形态特征参数间的相关关系,为阐明个体功能差异的形态适应机制提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 试验鱼来源

2011年5~7月,分别两次随机挑选从东海水域捕获的野生竹筴鱼共100尾,其中1龄幼鱼50尾,2龄成鱼50尾。带回实验室作为试验鱼进行测量。

1.2 测定和计算方法

试验采用 Kerstan 等^[8]的测量方法对竹筴鱼体表形态特征参数进行测量:用游标卡尺、钢直尺测定每尾鱼的全长(吻端到尾鳍末端的直线长度)、体长(吻端到尾椎终端的直线长度)、头长(吻端到鳃盖骨后缘的直线长度)、头高(头部最大垂直高度)、体高(背鳍起点到腹面的垂直高度)、体厚(前后腹部的最大垂直高度)、吻长(吻端到眼前缘的直线长度)、眼径(眼眶前缘到眼眶后缘的直线长度)、眼后头长(眼眶后缘到鳃盖骨后缘的水平距离)、尾柄长(臀鳍基部后端到尾鳍基部的直线长度)、尾柄高(尾柄部最低处的垂直高度)等11个形态指标,用电子天平(± 0.01 g)称量竹筴鱼体重。

1.3 数据分析

使用 SPSS17.0 统计分析进行数据处理,对测量数据进行方差分析、显著性检验。

2 结果与分析

2.1 幼鱼与成鱼形态特征参数比较

比较竹筴1龄幼鱼、2龄成鱼各形态特征参数(表1),可以看出幼鱼与成鱼在体长上有极显著的差距($P < 0.01$),消除体长的影响,以体长为协变量,对幼鱼与成鱼其它形态变量进行单因素协方差分析,发现两者头高、眼后头长、尾柄高及体重间存在显著差异($P < 0.05$)。

2.2 形态特征参数与体长关系分析

分析比较竹筴幼鱼、成鱼的形态特征参数(表1),可以发现随着竹筴鱼体长的生长,鱼体全长、体高、体重和其他形态参数均有所增大,但不同的形态特征参数增加的幅度和趋势各不相同。以体长为因变量,其他形态特征参数为自变量,采用不同曲线进行拟合,探讨各形态特征参数和体长的关系^[9-10]。拟合结果见表2。依两组不同方程的拟合度统计检验:1龄幼鱼全长、体厚、吻长与体长呈线性相关($P < 0.01$),而头长、头高、眼径、眼后头长、尾柄长、尾柄高、体重则与

体长呈指数相关($P < 0.01$);2龄成鱼吻长、尾柄高与体长呈线性相关($P < 0.01$),而头长、头高、全长、眼径、眼后头长、体重则与体长呈指数相关($P < 0.01$)。试验测定的11个形态特征参数中,1龄幼鱼有10个参数与体长存在显著($P < 0.01$)相关关系(线性或指数相关);而2龄成鱼只有8个参数与体长存在显著($P < 0.01$)相关关系(线性或指数相关)。

表1 竹筴1龄幼鱼、2龄成鱼形态特征统计值

Table 1 Statistics of morphological characters of 1 year-old and 2 year-old *Trachurus japonicus* (mean \pm standard error)

形态变量	1龄幼鱼	2龄成鱼	显著水平
体长/cm	18.66 \pm 1.72	26.55 \pm 3.22	**
头长/cm	4.46 \pm 0.46	6.23 \pm 0.62	ns
头高/cm	2.72 \pm 0.35	4.28 \pm 0.48	*
全长/cm	20.57 \pm 1.93	29.83 \pm 4.01	ns
体高/cm	5.16 \pm 0.53	6.56 \pm 0.41	ns
体厚/cm	1.99 \pm 0.30	2.45 \pm 0.39	ns
吻长/cm	1.86 \pm 0.32	2.29 \pm 0.40	ns
眼径/cm	0.52 \pm 0.10	0.67 \pm 0.15	ns
眼后头长/cm	2.18 \pm 0.32	3.41 \pm 0.46	*
尾柄长/cm	2.57 \pm 0.42	4.10 \pm 0.48	ns
尾柄高/cm	2.18 \pm 0.30	3.98 \pm 0.41	*
体重/g	87.05 \pm 8.55	238.34 \pm 21.85	*

注:数据用平均值 \pm 标准偏差表示。体长为单因素方差分析,其余形态特征参数均以体长为协变量作单因素方差分析。*表示 $P < 0.05$; **表示 $P < 0.01$; ns 表示 $P > 0.05$ 。

2.3 形态特征参数间的相关关系分析

控制体长的影响,分别分析1龄幼鱼、2龄成鱼与体长相关性显著($P < 0.01$)的各形态特征参数:头长、头高、全长、体厚、吻长、眼径、眼后头长、尾柄长、尾柄高、体重10个参数之间的偏相关关系,如表3、表4所示。可以发现,相比2龄成鱼,1龄幼鱼10个形态特征参数间存在更多的偏相关性,其中与其它参数存在最多偏相关性的是头长,它与除尾柄高外的其他8个参数间均显著相关;而吻长、尾柄长与其他参数的偏相关性最差,吻长只与头长、眼径、尾柄高显著相关,尾柄长与头长、头高、体重显著相关。对于2龄成鱼,与其它参数存在最多偏相关性的是头高:头高与头长、全长、体厚、眼径、尾柄高、体重6个参数显著相关;吻长、尾柄长与其他参数间均不存在显著的偏相关性。竹筴1龄幼鱼和2龄成鱼的10个参数之间分别存在同样显著偏相关关系的是头长与头高、头长与体厚、头长与体重、头高与全长、头高与体厚、头高与尾柄高、头厚与体重、尾柄高与体重。

表 2 竹筴幼鱼、成鱼形态特征参数与体长的拟合方程

Table 2 Curve fitting equation of morphological characters and body length in 1 year-old and 2 year-old *Trachurus japonicus*

形态变量	1 龄幼鱼		2 龄成鱼	
	拟合方程	R ²	拟合方程	R ²
头长 H _l	y=0.3753x ^{0.8947}	0.9022	y=0.6535x ^{0.6876}	0.8573
头高 H _d	y=0.3656x ^{1.0412}	0.9124	y=0.7991x ^{0.6420}	0.8436
全长 L _l	y=1.1053x+0.1047	0.9307	y=0.2565x ^{1.4522}	0.8671
体高 B _d	P>0.05		P>0.05	
体厚 B _w	y=0.1204x-0.1362	0.8672	P>0.05	
吻长 S _l	y=0.0828x+0.3134	0.8337	y=0.1136x-0.6261	0.8431
眼径 E _d	y=0.1521x ^{0.5741}	0.8178	y=0.1241x ^{0.5142}	0.7448
眼后头长 P _{lh}	y=0.1106x ^{0.7927}	0.8320	y=0.2640x ^{0.7803}	0.7656
尾柄长 P _l	y=0.0970x ^{0.9916}	0.9117	P>0.05	
尾柄高 P _d	y=0.0532x ^{1.2094}	0.9029	y=0.1353x+0.5047	0.9268
体重 W	y=0.0156x ^{2.9736}	0.9331	y=0.0461x ^{2.6328}	0.8932

表 3 竹筴 1 龄幼鱼形态特征的偏相关系数 (y=a+bx, b 值)

Table 3 Partial correlation of morphological characters in 1 year-old *Trachurus japonicus*

形态变量	头长 H _l	头高 H _d	全长 T _l	体厚 B _w	吻长 S _l	眼径 E _d	眼后头长 P _{lh}	尾柄长 P _l	尾柄高 P _d
头长 H _l									
头高 H _d	0.33**								
全长 T _l	0.37**	0.34**							
体厚 B _w	0.51**	0.23*	-0.03						
吻长 S _l	0.34**	0.11	0.14	-0.05					
眼径 E _d	0.45**	0.13	0.41**	0.15	0.32**				
眼后头长 P _{lh}	0.31**	0.14	0.15*	-0.05	0.03	0.18*			
尾柄长 P _l	0.19*	0.18*	0.08	0.05	-0.03	0.12	-0.05		
尾柄高 P _d	-0.01	0.17*	0.07	0.25*	0.21*	-0.02	0.13	0.08	
体重 W	0.43**	0.56**	0.51**	0.38**	0.13	0.20*	-0.02	0.54**	0.49**

[11-12]。

3 讨论

3.1 1 龄幼鱼与 2 龄成鱼形态特征参数及其比较

竹筴 1 龄幼鱼与 2 龄成鱼在体长上有显著差异 (P<0.01)，消除体长的影响，两者头高、眼后头长、尾柄高及体重长间存在显著差异 (P<0.05)，而且由表 2 知其中 1 龄幼鱼除体高外，其余特征参数与体长均存在显著相关关系 (P<0.05)，而 2 龄成鱼的体高、体厚及尾柄长与其体长不存在显著相关关系。可见，相比 1 龄幼鱼，竹筴 2 龄成鱼的体高、体厚及尾柄长这 3 个参数存在较大的变异。由表 1 分析可见竹筴 2 龄成鱼体高、眼径、尾柄长随体长增长其增加幅度有所下降，因为竹筴鱼主要栖息于海藻茂密的暗礁周围和 中层水域，以仔稚鱼和浮游甲壳动物为食，也少量摄食高等植物，其成鱼倾向于伏击隐蔽取食，这种行为适应方式的改变降低了对游泳速度的要求，故尾柄长相对较短，而体高随体长增幅下降更利其伏击隐蔽

3.2 形态特征参数间的相关关系分析

试验测定的 11 个形态特征参数中，以体长为因变量，其他形态特征参数为自变量，采用不同曲线进行拟合后发现，1 龄幼鱼有 10 个参数与体长存在显著 (P<0.01) 相关关系 (线性或指数相关)；而 2 龄成鱼只有 8 个参数与体长存在显著 (P<0.01) 相关关系 (线性或指数相关)。研究中常使用指数方程表示鱼体重和体长的关系，通常指数 b 值在 2.5~4 之间，该值与鱼体各部分生长速度的相对大小有关，对于体长、体高及体厚等速增长的鱼类，b 值约为 3^[13]。竹筴 1 龄幼鱼的 b 值为 2.9736，接近 3，为等速生长；竹筴 2 龄成鱼的 b 值为 2.6328，说明竹筴成鱼形态特征参数并不完全表现为等速生长，其体形在该生活史阶段有一定变化。本试验中竹筴鱼的形态特征参数比例要略小于 Arayaa 等^[14]的研究结果，产生这些差异的可能原因同采集鱼体海域的地理位置不同、竹筴鱼的生长环境、

水体温度、盐度、饵料等存在一定的差异有关，此外及人为因素均有一定的关系。试验结果还与样本大小、样本数量、样本的养殖方式

表 4 竹筴 2 龄成鱼形态特征的偏相关系数 (y=a+bx, b 值)

Table 4 Partial correlation of morphological characters in 2 year-old *Trachurus japonicus*

形态变量	头长 H _l	头高 H _d	全长 T _l	体厚 B _w	吻长 S _l	眼径 E _d	眼后头长 P _{lh}	尾柄长 P _l	尾柄高 P _d
头长 H _l									
头高 H _d	0.35**								
全长 T _l	0.12	0.15*							
体厚 B _w	0.62**	0.21*	-0.11						
吻长 S _l	0.15	0.15	0.06	-0.15					
眼径 E _d	0.08	0.38**	0.15	-0.06	0.02				
眼后头长 P _{lh}	0.11	-0.14	-0.07	0.22*	0.05	0.12			
尾柄长 P _l	0.19	0.12	0.01	0.11	-0.13	0.02	-0.01		
尾柄高 P _d	-0.01	0.19*	-0.14	0.10	0.05	-0.22	0.11	0.14	
体重 W	0.41**	0.18*	0.11	0.39**	-0.22	-0.28	-0.12	0.08	0.52**

控制体长的影响，分析1龄、2龄竹筴鱼与体长相关性显著的各形态特征参数可以发现，相比2龄成鱼，1龄幼鱼的形态特征参数间存在更多的偏相关性。可见，竹筴2龄成鱼各形态指标具有更多的相对独立性，具有更大的变异可能性。而试验测定的11个特征参数中头长、头高、全长、吻长、眼径、眼后头长、尾柄高、体重这8个参数与体长始终存在显著相关关系，变异可能性较低。由偏相关关系分析可知，竹筴1龄幼鱼和2龄成鱼的10个参数之间分别存在同样显著偏相关关系的是头长与头高、头长与体厚、头长与体重、头高与全长、头高与体厚、头高与尾柄高、头高与体重、头厚与体重、尾柄高与体重。综合上述相关关系，可以发现无论对于竹筴1龄幼鱼还是2龄成鱼，头长、头高、尾柄高、体重这4个参数不仅与体长始终存在显著相关关系而且与其它同体长显著相关的参数间也始终存在显著相关关系，其变异的可能性最低。

4 结论

试验采集100尾竹筴鱼样本（1龄幼鱼与2龄成鱼各50尾），测量其体长、全长、头长、头高、体高、体厚、吻长、眼径、眼后头长、尾柄长、尾柄高、体重共12个形态或生物学特征指标。采用方差分析、偏相关分析，研究竹筴鱼各参数与鱼体体长的关联及不同形态特征参数间的相关关系。结果表明：竹筴1龄幼鱼同2龄成鱼在体长、头高、眼后头长、尾柄高及体重间存在显著差异。1龄幼鱼全长、体厚、吻长与体长呈线性相关(P<0.01)，而头长、头高、眼径、眼后头长、尾柄长、尾柄高、体重则与体长呈指数相关(P<0.01)；2龄成鱼吻长、尾柄高与体长呈线性相关(P<0.01)，而头长、头高、全长、眼径、眼后头长、体重则与体长

呈指数相关(P<0.01)。竹筴1龄幼鱼体长和体重的拟合方程为： $y=0.0156x^{2.9736}$ (R²=0.9331)；b值为2.9736，接近于3，为等速增长；竹筴2龄成鱼体长和体重的拟合方程为： $y=0.0461x^{2.6328}$ (R²=0.8932)；b值为2.6328，小于3，为负异速生长。相比2龄成鱼，1龄幼鱼各形态特征参数间存在更多的偏相关性，其中头长与其它参数存在最多的偏相关性，而吻长、尾柄长与其他参数的偏相关性最差；对于2龄成鱼，与其它参数存在最多偏相关性的是头高，而吻长、尾柄长与其他参数间均不存在显著的偏相关性；综合参数间的相关性，头长、头高、尾柄高、体重这4个参数不仅与体长始终存在显著相关关系而且与其它同体长显著相关的参数间也始终存在显著相关关系，其变异的可能性较低。

参考文献

- [1] 朱元鼎.东海鱼类志[M].北京:科学出版社,1963
- [2] 黄洪亮,沈新强.智利竹筴鱼渔场与海洋环境因子的关系分析[J].海洋渔业,2003,25(1):15-18
- [3] 白福臣,贾宝林.近年国内海洋资源可持续利用研究述评[J].渔业现代化,2011,38(3):50-53
- [4] Horn P L. Growth, age structure, and productivity of jack mackerels (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters [J]. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1993, 27: 145-155
- [5] 张敏,邹晓荣,季星辉,等.东南太平洋公海水域智利竹筴鱼探捕及其商业开发前景探讨[J].水产学报,2005,29(3): 386-391
- [6] 吕耀平.唇鱼骨1龄鱼和2龄鱼形态特征参数及其相关性比较分析[J].上海水产大学学报, 2008, 17(2):170-174

- [7] 李显森,戴芳群,赵俊,等.智利外海渔场竹筴鱼资源分布特征[J].海洋水产研究,2004,25(1):20-27
- [8] Kerstan M. Age and growth rates of agulhas bank horse mackerel *Trachurus capensis*-comparison of otolith ageing and length frequency analyses [J]. S Afr J Mar Sci, 1995, 15: 137-156
- [9] Zhao H, Zhang ZB, Shao HB, et al. Genetic correlation and path analysis of transpiration efficiency for wheat flag leaves [J]. Environmental and Experimental Botany, 2008, 64: 128-134
- [10] 徐冬冬,詹炜,楼宝,等.网箱养殖黄姑鱼生长特性初步研究[J].渔业现代化,2010,37(5):34-37
- [11] 敏雄,庄平,章龙珍,等.点篮子鱼形态特征及其相关性参数分析[J].海洋渔业,2010,32(4):395-400
- [12] 林婉玲,关熔,曾庆孝,等.彩鲷和普通罗非鱼不同部位营养及质构特性的研究[J].现代食品科技,2011,27(1):16-21
- [13] 王彩理,郭晓华,苑德顺,等.不同生长阶段大菱鲆的氨基酸评价分析[J].现代食品科技,2012,28(1):104-107
- [14] Arayaa M, Cubillos A, Guzman M, et al. Evidence of a relationship between age and otolith weight in the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) [J]. Fish Res, 2001, 51: 17-26