

# 智利外海茎柔鱼(*Dosidicus gigas*)耳石外部 形态特征分析\*

陆化杰<sup>1</sup> 陈新军<sup>1, 2, 3</sup> 刘必林<sup>1, 2, 3</sup>

(1. 上海海洋大学海洋科学学院 上海 201306; 2. 大洋生物资源开发和利用上海市高校重点实验室 上海 201306;  
3. 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室 上海 201306)

**提要** 根据 2008 年 1—5 月智利外海茎柔鱼资源调查中随机采集的 663 尾样本(雌性 464 尾, 雄性 199 尾), 对其耳石形态特征进行观察与测量。观测表明, 茎柔鱼耳石具有长窄的吻区和宽大的翼区。对耳石 10 项形态参数进行主成分分析, 结果显示, 耳石总长(*TSL*)、吻侧区长(*RLL*)、翼区长(*WL*)可以作为耳石长度特征的代表, 最大宽度(*MW*)则可代表耳石宽度特征。雌性个体 *TSL*、*RLL*、*WL* 和 *MW* 与胴长(*ML*)之间为线性关系( $Y = a + b \times ML$ ) ( $P < 0.05$ ), 生长系数 *b* 在 1.9358—2.9607 间, 其中 *MW* 的最小, *WL* 的最大, 耳石各区为均匀生长。雄性个体 *TSL*、*RLL*、*WL* 和 *MW* 与 *ML* 之间为幂函数关系( $Y = c \times ML^d$ ) ( $P < 0.05$ ), 生长系数 *d* 在 0.9165—1.1877 间, 其中 *TSL* 生长速度慢于 *ML*, *RLL* 和 *MW* 基本与 *ML* 一致, *WL* 则快于 *ML*, 耳石各区为非均匀生长。

**关键词** 茎柔鱼, 耳石形态特征, 智利外海

**中图分类号** Q179.3

茎柔鱼(*Dosidicus gigas*)广泛分布在太平洋东部海域(Nesis, 1983), 从东太平洋的加利福尼亚湾到智利南部海域, 其中以加利福尼亚半岛至智利北部海域为主要分布区, 特别是秘鲁海流海域(Koron, 1988)。分布在秘鲁外海的茎柔鱼已被大规模开发, 而智利外海的茎柔鱼则正处于开发利用的初级阶段。我国分别于 2006 年和 2007 年对智利外海茎柔鱼资源进行探捕调查, 获得了较好的产量。国内外学者对茎柔鱼年龄和生长(Unai *et al.*, 2004; Argüelles *et al.*, 2001; Nigmatullin *et al.*, 2001)、种群结构(Argüelles *et al.*, 2001; Edson *et al.*, 2007; Unai, 2006; Anatolio *et al.*, 2001)、资源波动与环境之间的关系(叶旭昌等, 2007; 陈新军等, 2005, 2006; 王尧耕等, 2005)、摄食特性(钱卫国等, 2007; Robert *et al.*, 2006)进行了研究。头足类耳石是良好的信息载体, 其形态特征常用作种类或

种群鉴定(Clarke, 1978; Arkhipkin *et al.*, 1998), 但是专门针对茎柔鱼耳石外形特性分析的报道并未见到。本文根据 2008 年 1—5 月我国鱿钓渔船“新世纪 52 号”调查期间所获得的茎柔鱼耳石样本, 对其耳石形态进行观测与分析, 旨在探究耳石生长、观测耳石形态特征, 为下一步利用耳石日轮技术研究柔鱼年龄与生长打下基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

样品来自“新世纪 52 号”专业鱿钓船。时间为 2008 年 1 月 3 日—5 月 15 日, 采集海域为 12°30'S—22°30'S, 81°W—84°W, 37°S—40°S, 79°30'W—81°W。每个站点渔获中随机抽取柔鱼 10—15 尾, 获得的样本经冷冻保藏运回实验室。共采集茎柔鱼样本 663 尾,

\* 国家自然科学基金项目, 40876090 号; 曙光计划跟踪项目, 08GG14 号; 上海市教委优秀青年基金项目, B-8101-080-0024 号; 上海市捕捞学重点学科项目, S30702 号。陆化杰, E-mail: huajielu2006@yahoo.com.cn

通讯作者: 陈新军, 教授, 博士生导师, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

收稿日期: 2008-11-23, 收修改稿日期: 2009-02-05

其中雌性 464 尾、雄性 199 尾。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 生物学测定与耳石提取** 实验室解冻后对茎柔鱼进行生物学测定, 包括胴长(Mantel length, *ML*)、体重、性别、性成熟度等。胴长测定精确至 0.1cm, 重量精确至 0.1g。

从头部平衡囊提取耳石, 最后得到完整耳石样本 664 对(雌 464 对, 雄 199 对), 雌、雄茎柔鱼的胴长范围分别为 278—702mm、299—492mm。对取出的耳石进行编号并存放于盛有 95%乙醇溶液的 1.5ml 离心管中, 以便清除包裹耳石的软膜和表面的有机物质。

**1.2.2 耳石形态测量** 选取右耳石进行图像拍摄, 首先将耳石凸面向上置于 Nikon ZOOM645S 体式显微镜(物镜×0.8, ×1, ×2, ×3, ×4, ×5; 目镜×10)×50 倍下采用 CCD 拍照, 然后利用 YR-MV1.0 显微图像测量软件对耳石各形态参数值进行测量。测量时, 首先沿水平和垂直两个方向进行校准, 然后对耳石总长(Total statolith length, *TSL*)、翼区长(Wing length, *WL*)、吻区长(Rostrum length, *RL*)、背侧区长(Ventral dorsal dome length, *DLL*)、吻侧区长(Rostrum lateral dome length, *RLL*)、最大宽度(Maximum width, *MW*)、侧区长(Lateral dome length, *LDL*)、翼区宽(Wing width, *WW*)、吻区宽(Rostrum width, *RW*)、耳石中心至背区

长(Focus-dome length, *FDL*) 10 项形态参数(图 1、图 2)进行测量, 测量结果精确至 0.1 $\mu$ m。测量由 2 人独立进行, 若两者测量的误差超过 5%, 则重新测量; 否则取它们的平均值。

### 1.2.3 数据处理方法

(1) 利用 DPS3.01 统计软件对 10 个耳石形态参数进行主成分分析, 获得主要长度和宽度参数;

(2) 用线性( $Y = a + b \times ML$ )、幂函数( $Y = a \times ML^b$ ) (Yatsu *et al*, 1997, 2000)和对数函数( $Y = a \times \log_b ML$ ) (Arkhipkin *et al*, 2000)等模型分别拟合雌、雄个体耳石主要长度参数和宽度参数(单位为  $\mu$ m)与胴长(*ML*, mm)的关系, 并选取最佳模型。

## 2 结果

### 2.1 耳石形态特征

观测发现, 茎柔鱼耳石具有典型的背区、侧区、吻区和翼区结构, 背区小、侧区稍大, 翼区宽大, 吻区长窄(图 2)。雌性样本中, 各形态参数值分别为: *TSL* 为 1661—2743.8 $\mu$ m, *MW* 为 658.1—1573.2 $\mu$ m, *LDL* 为 888.8—1756.4.2 $\mu$ m, *DLL* 为 623.6—1320.5 $\mu$ m, *RLL* 为 1008.6—2127 $\mu$ m, *RL* 为 404.6—1831.2 $\mu$ m, *RW* 为 105—552.4 $\mu$ m, *WL* 为 1107.1—2468.2 $\mu$ m, *WW* 为 213.7—813.6 $\mu$ m, *FDL* 为 362.3—990.8 $\mu$ m。雄性样本中, 各形态参数值分别为: *TSL* 为 1604—2455.8 $\mu$ m,

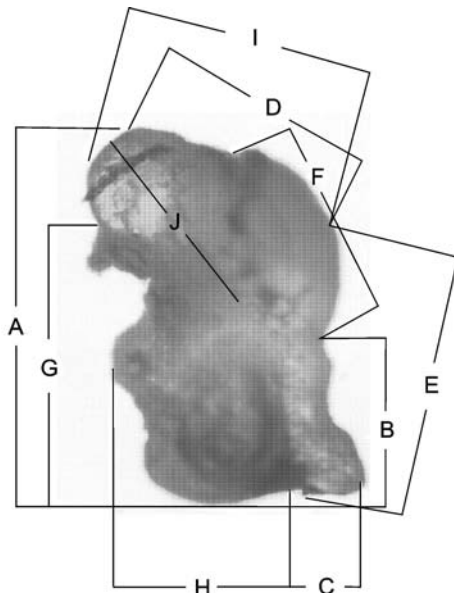


图 1 耳石形态参数示意图

Fig.1 Scheme of morphometric measurements of statolith  
A. *TSL*; B. *RL*; C. *RW*; D. *DLL*; E. *RLL*; F. *LDL*; G. *WL*; H. *WW*;  
I. *MW*; J. *FDL*

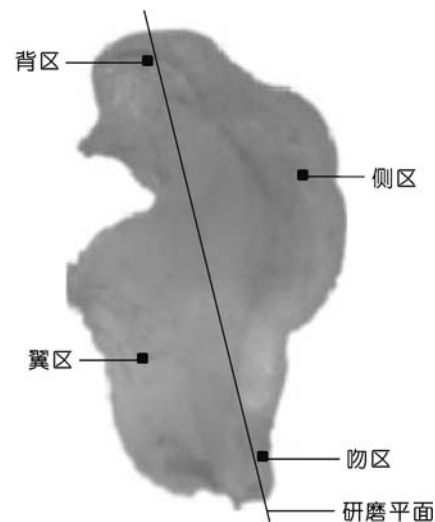


图 2 耳石各区分布示意图

Fig.2 Scheme of each dome of statolith

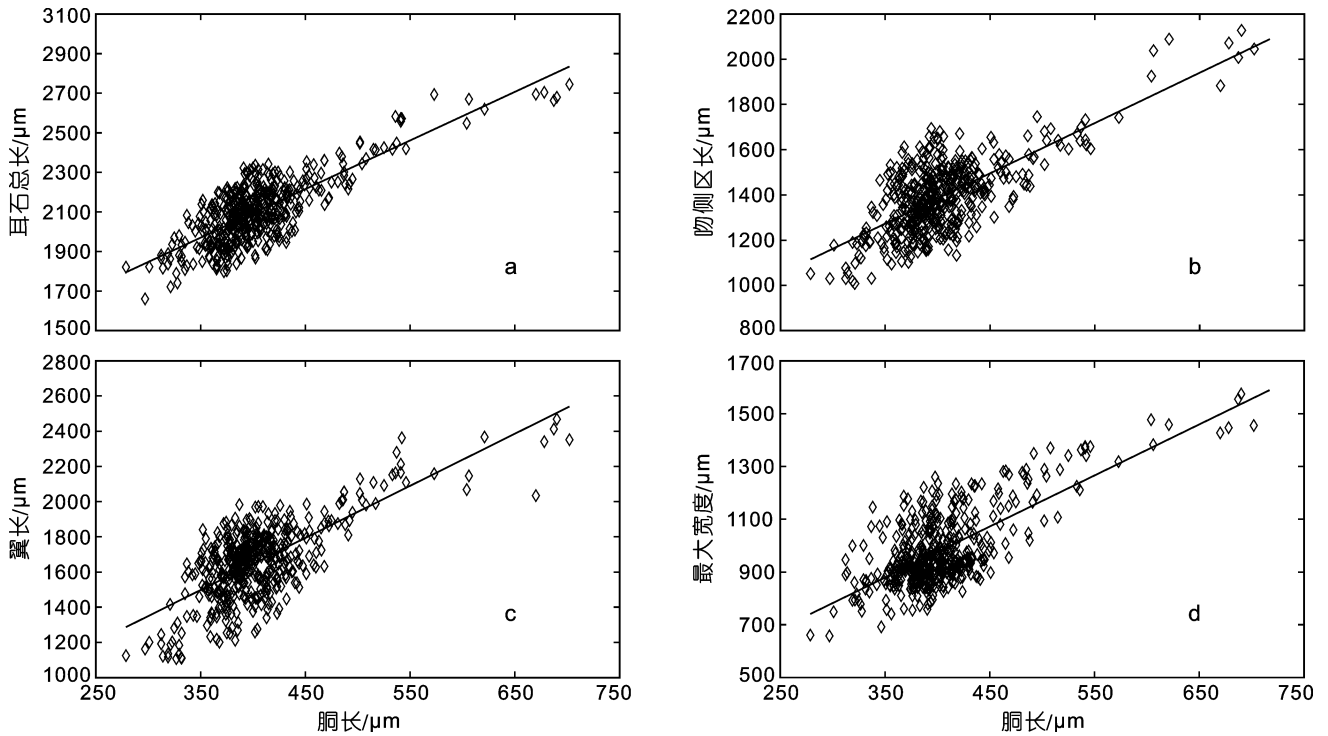


图 3 茎柔鱼雌性个体耳石主要形态参数与胴长关系

Fig.3 Relationship between main parameters of statolith and mantle length for female squid

MW 为 700.6—1357.8 $\mu\text{m}$ , LDL 为 702.2—1379.2 $\mu\text{m}$ , DLL 为 862.4—1631.2 $\mu\text{m}$ , RLL 为 624.1—1314 $\mu\text{m}$ , RL 为 422.6—1618.5 $\mu\text{m}$ , RW 为 168.5—472.3 $\mu\text{m}$ , WL 为 1073.5—1976.5 $\mu\text{m}$ , WW 为 248.6—729.2 $\mu\text{m}$ , FDL 为 454.4—983.6 $\mu\text{m}$  (图 1)。

2.2 主成分分析

分不同性别对耳石 10 个形态参数分不同性别进行主成分分析(表 1、表 2), 结果显示雌性样本第一、第二、第三、第四、第五和第六主成分解释形态参数

的贡献率分别为 40.33%、12.02%、11.88%、6.69%、5.57%和 4.77%, 累计贡献率约 87%; 雄性样本第一、第二、第三、第四、第五和第六主成分解释形态参数的贡献率分别为 42.78%、10.56%、11.01%、9.13%、7.46%和 5.01%, 累计贡献率约 86%。

从表 1 可以看出, 第一主成分与雌性个体耳石的 *TSL*、*RL*、*DLL*、*RLL*、*LDL*、*WL*、*MW* 有较大的正相关, 载荷系数均在 0.36 以上, 其中 *TSL*、*WL*、*RLL* 的载荷系数最大, 在 0.40 以上, 因此第一主成分可以

表 1 雌性茎柔鱼耳石 10 个形态参数 6 个主成分负荷值和贡献率

Tab.1 Loadings of six principal components for 10 morphometric parameters of female jumbo flying squid statolith

形态参数	主成分					
	1	2	3	4	5	6
<i>TSL</i>	0.4058	- 0.2067	- 0.1676	0.0818	0.1163	0.0938
<i>MW</i>	0.3774	0.0954	0.0740	- 0.1952	0.1710	- 0.0645
<i>LDL</i>	0.3600	- 0.0837	0.0311	- 0.0125	0.2984	- 0.7884
<i>DLL</i>	0.3912	- 0.1284	- 0.1761	0.0671	- 0.1376	0.1280
<i>RLL</i>	0.4030	- 0.1175	- 0.0552	0.1089	- 0.0517	0.4621
<i>WL</i>	0.4285	0.0067	0.0332	- 0.2303	- 0.0951	0.1331
<i>FDL</i>	0.0905	0.3260	0.7095	- 0.3153	0.3093	0.2291
<i>RW</i>	0.0842	- 0.2976	0.6118	0.6691	- 0.1979	- 0.0688
<i>WW</i>	0.2066	0.5753	0.0392	- 0.003	- 0.7214	- 0.2241
<i>RL</i>	0.0797	0.6205	- 0.2259	0.5819	0.4269	0.1017
贡献率(%)	40.33	12.02	11.88	6.69	5.57	4.77
累积贡献率(%)	40.33	52.35	64.23	70.92	76.49	81.26

被认为是耳石各区长度特征的代表; 第二主成分与 *RL*、*WW* 有较大的正相关, 第三主成分与 *FDL*、*RW* 有较大的正相关, 第四主成分与 *RW*、*RL* 有较大的正相关, 因此第二、第三和第四主成分可以被认为耳石长度和宽度特征的代表; 第五主成分分别与 *WW* 和 *LDL* 有较大的负相关, 载荷系数在 0.7 以上。

从表 2 可以看出, 第一主成分与 *TSL*、*RL*、*DLL*、*RLL*、*LDL*、*WL*、*MW* 有较大的正相关, 载荷系数均在 0.36 以上, 其中 *TSL*、*WL*、*RLL* 的载荷系数最大, 在 0.40 以上, 因此第一主成分可以被认为耳石各区长度特征的代表; 第二主成分与 *RL*、*WW* 有较大的正相关, 而与 *FDL* 为较大的负相关; 第三主成分与 *RL*、*RW* 有较大的正相关; 第四主成分与 *RL* 有较大的正相关, 而与 *RW* 有较大的负相关; 因此第二、第三和第四主成分可以被认为耳石长度和宽度特征的代表; 第五、第六主成分分别与 *WW* 和 *LDL* 有较大的负相关和正相关, 载荷系数在 0.7 以上(表 2)。

根据主成分载荷, 茎柔鱼雌、雄个体的耳石长度参数 *TSL*、*WL*、*RLL* 和宽度参数 *MW* 可代替 9 项形态参数来描述耳石的形态特征。

### 2.3 耳石主要形态特征参数与胴长的关系

分析表明, 雌性个体的 *TSL*、*RLL*、*WL* 和 *MW* 与胴长之间呈线性相关( $P < 0.05$ ), 而雄性个体的 *TSL*、*RLL*、*WL* 和 *MW* 与胴长呈幂函数关系( $P < 0.05$ )。分别如下:

雌性个体的关系式为:

$$TSL = 2.4566 \times ML + 1109.2 \quad (R^2 = 0.6243, n = 464)$$

(图 3a)

$$RLL = 2.2214 \times ML + 495.99 \quad (R^2 = 0.5119, n = 464)$$

(图 3b)

$$WL = 2.9607 \times ML + 460.99 \quad (R^2 = 0.5177, n = 464)$$

(图 3c)

$$MW = 1.9358 \times ML + 200.8 \quad (R^2 = 0.5103, n = 464)$$

(图 3d)

雄性个体的关系式为:

$$TSL = 8.6192 \times ML^{0.9165} \quad (R^2 = 0.7031, n = 199)$$

4a)

$$RLL = 2.3589 \times ML^{1.0532} \quad (R^2 = 0.5416, n = 199)$$

4b)

$$WL = 4.2048 \times ML^{0.9957} \quad (R^2 = 0.5169, n = 199)$$

4c)

$$MW = 2.4472 \times ML^{0.9952} \quad (R^2 = 0.5352, n = 199)$$

4d)

式中, *TSL*、*RLL*、*WL* 和 *MW* 分别为耳石总长、吻侧区长、翼长和耳石最大宽度, 单位为  $\mu\text{m}$ ; *ML* 为胴长 (mm)。

## 3 讨论与分析

### 3.1 耳石形态特征

耳石形态特征是反映柔鱼类栖息水层的重要信息, 底层生活种类耳石尺寸大、吻区前端平短、翼区窄; 上层生活种类的耳石尺寸小、吻区前端长窄、翼区宽(Clarke, 1978; Arkhipkin *et al.*, 1998; Arkhipkin, 2003)。研究结果发现, 茎柔鱼的耳石具有长窄的吻区和宽大的翼区。

表 2 雄性茎柔鱼耳石 10 个形态参数 6 个主成分负荷值和贡献率

Tab.2 Loadings of six principal components for 10 morphometric parameters of male jumbo flying squid statolith

形态参数	主成分					
	1	2	3	4	5	6
<i>TSL</i>	0.4198	- 0.0414	0.0576	- 0.0731	- 0.1447	- 0.2801
<i>MW</i>	0.3777	- 0.1471	0.0368	0.0948	0.1308	0.3815
<i>LDL</i>	0.3669	- 0.0254	- 0.1311	0.0949	- 0.0021	0.7315
<i>DLL</i>	0.4028	0.1584	- 0.0936	- 0.0545	- 0.1658	- 0.1639
<i>RLL</i>	0.3953	0.0100	0.0022	0.0632	- 0.2723	- 0.1183
<i>WL</i>	0.4107	- 0.0051	- 0.0653	- 0.1353	- 0.0632	- 0.3445
<i>FDL</i>	0.1417	- 0.6315	0.3015	0.4149	0.4490	- 0.2216
<i>RW</i>	0.0387	- 0.1077	0.7216	- 0.6533	- 0.0248	0.1592
<i>WW</i>	0.1943	0.5809	0.0337	- 0.0897	0.7632	- 0.0785
<i>RL</i>	- 0.0059	0.4505	0.5937	0.5869	- 0.2678	0.0252
贡献率(%)	42.78	10.56	11.01	9.13	7.46	5.01
累积贡献率(%)	42.78	53.34	64.35	73.48	80.94	85.95

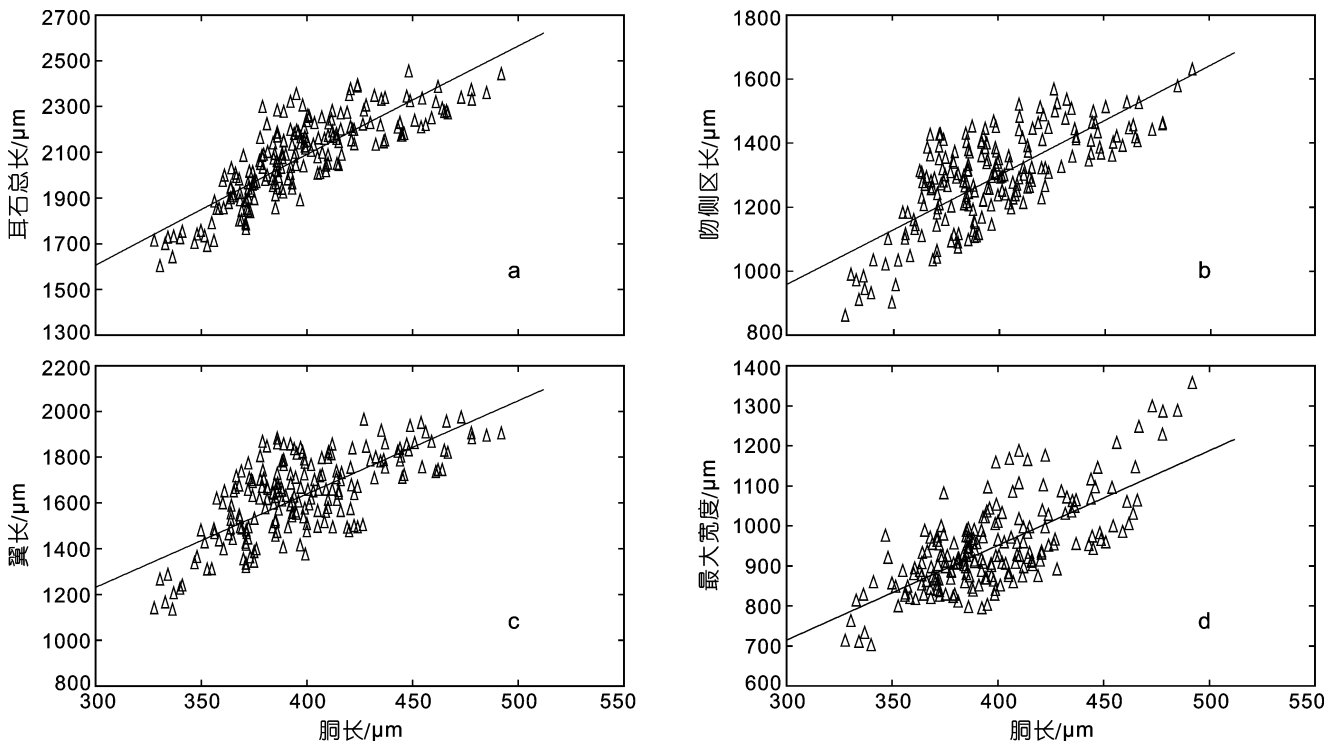


图 4 茎柔鱼雄性个体耳石主要形态参数与胴长关系

Fig.4 Relationship between main parameters of statolith and mantle length for male squid

主成分分析结果表明,  $TSL$ 、 $WL$ 、 $RLL$  和  $MW$  可代替 10 项形态参数来描述耳石的形态特征,  $TSL$ 、 $WL$ 、 $RLL$  可代表耳石长度的特征,  $MW$  可代表耳石宽度的特征。这一结果与其它柔鱼科的种类有差异, 如西北太平洋柔鱼(马金等, 2009)、印度洋西北海域鸢乌贼(刘必林等, 2008)和西南大西洋阿根廷滑柔鱼(陆化杰等, 2009), 也就是可表征耳石长度和宽度的形态参数不一致。

一些研究认为(Clarke, 1978; Arkhipkin *et al.*, 1998; 刘必林等, 2006), 柔鱼类在不同的幼体和成体发育阶段, 其耳石外部形态特征存在差异。早期的幼体阶段, 其耳石呈水滴状, 结构比较简单, 背区和侧区明显, 但二者之间难以明确划分, 而吻区稍小, 翼区完全没有形成。而处在成体阶段的, 其耳石各区逐渐生长, 且各区之间分界逐渐明显, 在个体成熟以后, 耳石具有典型的背区、侧区, 吻区及翼区。在本研究的样本中, 个体的最小胴长为 278mm, 缺少早期幼体的样本或者个体较小的样本, 这一方面是由于本研究样本采集的方法为钓捕作业, 难以钓获胴长较小的个体; 另一方面可能是作业海域为索饵渔场, 作业海域没有幼体分布。因此, 需要在以后的研究加以补充和完善。

### 3.2 耳石主要形态参数与胴长的关系

雌、雄茎柔鱼主要形态参数  $TSL$ 、 $RLL$ 、 $WL$  和  $MW$  与  $ML$  关系并不完全一致。雄性个体茎柔鱼主要形态参数与  $ML$  呈显著的幂函数关系, 但指数值有明显差异。 $TSL$  与  $ML$  关系中, 其指数明显小于 1, 由此判定  $TSL$  的生长速度较胴长慢。 $RLL$  和  $MW$  与  $ML$  关系中, 指数接近 1, 这说明  $RLL$  和  $MW$  的生长速度基本上与  $ML$  一致。 $WL$  与  $ML$  的关系中, 指数大于 1, 这说明  $WL$  的生长速度则明显快于  $ML$ 。Unai 等(2004)研究认为, 墨西哥湾茎柔鱼雌、雄个体的耳石  $TSL$  与  $ML$  为幂函数关系, 其生长系数仅为 0.385。

雌、性个体茎柔鱼主要形态参数  $TSL$ 、 $RLL$ 、 $WL$  和  $MW$  与  $ML$  呈明显的线性关系, 根据线性关系式 ( $Y = a + b \times ML$ ) 分析,  $WL$  与  $ML$  关系中的  $b$  系数为最大, 说明其生长速度较快, 而  $MW$  与  $ML$  关系中的  $b$  系数为最小, 说明其生长速度较慢。

雌、雄个体间, 其耳石生长与个体大小之间的关系出现差异, 是本身个体生长特性造成的, 即雌性个体较雄性大, 且性成熟晚; 还是其它因素造成的, 如没有采集更小的个体, 还需要深入探讨。不过, 本研究初步获得了茎柔鱼耳石形态特征及其主要参数与胴长关系, 为茎柔鱼耳石研究打下了基础。

### 3.3 其它问题的探讨

本文初步对茎柔鱼耳石外部形态特征的分析与研究。耳石包含着头足类重要的生态信息(刘必林等, 2006), 温度(Villanueva, 2000; Durholtz *et al*, 2000)、盐度(钟文松, 2003<sup>1)</sup>; Ikeda *et al*, 1997)、饵料种类及其水平(Jackson *et al*, 2001; Kristensen, 1980)等因素均会影响耳石的形成, 因此需要加强对茎柔鱼样本的系统和科学采集, 结合海洋生物化学等学科, 系统地开展茎柔鱼耳石微结构形成及其机理的研究。

### 参 考 文 献

- 马 金, 陈新军, 刘必林等, 2009. 西北太平洋柔鱼耳石形态特征分析. 中国海洋大学学报, 39(2): 215—220
- 王尧耕, 陈新军, 2005. 世界大洋性经济柔鱼类资源及其渔业. 北京: 海洋出版社, 240—264
- 叶旭昌, 陈新军, 2007. 秘鲁外海茎柔鱼胴长组成及性成熟初步研究. 上海水产大学学报, 16(4): 347—350
- 刘必林, 陈新军, 钟俊生, 2006. 头足类年龄与生长特性的研究方法进展. 大连水产学院学报, 21(4): 371—377
- 刘必林, 陈新军, 钟俊生, 2008. 印度洋西北海域鸢乌贼耳石的形态特征分析. 上海海洋大学学报, 17(5): 604—609
- 陆化杰, 陈新军, 刘必林, 2009. 西南大西洋阿根廷滑柔鱼耳石外部形态特性分析. 上海海洋大学学报, 18(3): 338—345
- 陈新军, 赵小虎, 2006. 秘鲁外海茎柔鱼产量分布及其与表温的关系初步研究. 上海水产大学学报, 15(1): 65—70
- 陈新军, 赵小虎, 2005. 智利外海茎柔鱼产量分布及其与表温的关系. 海洋渔业, 27(2): 173—176
- 钱卫国, 陈新军, 郑波, 2007. 智利外海茎柔鱼渔获率及钓捕技术的初步研究. 上海水产大学学报, 16(5): 460—465
- Anatolio T, Carmen Y, Mariategui L *et al*, 2001. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. Fisheries Research, 54: 21—32
- Argüelles J, Rodhouse P G, Villegas P *et al*, 2001. Age, growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. Fish Res, 54: 51—61
- Arkhipkin A I, 2003. Towards identification of the ecological life style in nektonic squids using statolith morphometry. The Journal of Molluscan Studies, 69: 171—178
- Arkhipkin A I, Bizikov V A, 1998. Statolith in accelerometers of squid and cuttlefish. Ruthenica, 8: 81—84
- Arkhipkin A I, Bjørke H, 2000. Statolith shape and microstructure as indicators of ontogenetic shifts in the squid *Gonatus fabricii* (Oegopsida, Gonatidae) from the Norwegian sea. Polar Biol, 23: 1—10
- Clarke M R, 1978. The cephalopod statolith—an introduction to its form. J Mar Biol Assoc UK, 58: 701—712
- Durholtz M D, Lipinski M R, 2000. Influence of temperature on the microstructure of statoliths of the thumbstall squid *Loliguncula brevis*. Marine Biology, 136: 1029—1037
- Edson S C, Manuel U A, Píndaro D J, 2007. Population genetic structure of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) evaluated by RAPD analysis. Fish Res, 83: 113—118
- Ikeda Y, Arai N, Sakamoto W *et al*, 1997. Comparison on trace elements in squid statoliths of different species' origin as available key for taxonomic and phylogenetic study. International Journal of PIXE, 7: 141—146
- Jackson G D, Moltschniwskyj N A, 2001. The influence of ration level on growth and statolith increment width of the tropical squid *Sepioteuthis lessoniana* (Cephalopoda: Loliginidae): an experimental approach. Marine Biology, 138: 819—825
- Koron K A, 1988. Biological characteristics of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* caught in open waters of the Eastern Central Pacific from October to December 1986. ICES of Marine Science, 42: 6
- Kristensen T K, 1980. Periodical growth rings in cephalopod statolith. Dana, 1: 39—51
- Nesis K N, 1983. *Dosidicus gigas*. In: Boyle P R ed. Cephalopod Life Cycles. London: Academic Press, 215—231
- Nigmatullin Ch M, Nesis K N, Arkhipkin A I, 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fisheries Research, 54: 9—19
- Robert J Olsona, Marlon H Román Ve, Glenthon L Mac í as P, 2006. Bycatch of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the tuna purse-seine fishery of the eastern Pacific Ocean and predatory behaviour during capture. Fish Res, 79: 48—55
- Unai M, 2006. Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997—98 El Niño event. Fish Res, 79: 16—27
- Unai M, Casimiro Q V, Oscar S N, 2004. Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. Fish Res, 66: 31—47
- Villanueva R, 2000. Effect of temperature on statolith growth of the European squid *Loligo vulgaris* during early life. Marine Biology, 136: 449—460
- Yatsu A, Midorikawa S, Shimada T *et al*, 1997. Age and growth of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean. Fisheries Research, 29: 257—270
- Yatsu A, Mori J, 2000. Early growth of the autumn cohort of neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean. Fisheries Research, 45: 189—194

1) 钟文松, 2003. 温度盐度及光周期对于莱氏拟乌贼生活史初期平衡石成长轮生成的效应. 台北: 中山大学海洋生物所硕士论文, 25—28

## STATOLITH MORPHOLOGY OF JUMBO FLYING SQUID *DOSIDICUS GIGAS* IN THE HIGH SEA WATERS OFF CHILE

LU Hua-Jie<sup>1</sup>, CHEN Xin-Jun<sup>1,2,3</sup>, LIU Bi-Lin<sup>1,2,3</sup>

(1. *College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai, 201306*; 2. *The Key Laboratory of Shanghai Education Commission for Oceanic Fisheries Resources Exploitation, Shanghai, 201306*; 3. *The Key Laboratory of Ministry of Education for Oceanic Fisheries Resources Sustainable Exploitation, Shanghai, 201306*)

**Abstract** Statolith in cephalopod is an important hard tissue, and understanding its morphology is a basic research issue in fisheries biology. A total of 663 samples (464 females and 199 males) were collected off Chile by Chinese squid jigging boat during January to May 2008 and observed and measured in morphology. The results indicate that the statolith of *Dosidicus gigas* has a wide wing and long, narrow rostrum domes. The result of principal component analysis on nine morphologic indices shows that total statolith length, rostrum lateral dome length, wing length, and the mutual relationships can be used to distinguish among female and male individuals, and that the growth of statolith of male squid is uneven.

**Key words** *Dosidicus gigas*, Morphology characteristic of statolith, The sea off Chile