

## 基于耳石微结构的西北太平洋柔鱼群体结构、年龄与生长的研究

陈新军<sup>1,2,3\*</sup>, 马金<sup>1</sup>, 刘必林<sup>1,2,3</sup>, 陆化杰<sup>1,2,3</sup>, 曹杰<sup>1</sup>

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306;

2. 上海海洋大学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. 上海海洋大学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)

**摘要:** 根据2007年7—10月在西北太平洋柔鱼传统作业渔场采集的样本, 利用耳石微结构对其渔获群体结构、年龄与生长进行了研究。分析认为, 雌性个体胴长为200~395 mm, 日龄为123~258 d; 雄性个体胴长为200~353 mm, 日龄为127~274 d。7、8月渔获样本的优势日龄为151~180 d, 9月为181~210 d, 10月为211~240 d。孵化日期为2006年12月下旬至2007年6月上旬, 其中1—4月为高峰期。雌性个体的胴长绝对生长率平均为(1.175±0.127) mm/d, 雄性为(0.952±0.213) mm/d。其胴长、体质量与日龄的关系可分别用线性和指数方程来拟合, 雌、雄个体胴长和体质量生长存在显著差异。研究认为, 传统作业渔场中大多数渔获属冬春生群, 7—10月各月优势日龄组呈现出随月变化一致的趋势, 进一步印证了柔鱼轮纹为日周期的结论。推测认为, 柔鱼孵化后, 从产卵场洄游至索饵场需要4~6个月的时间。

**关键词:** 柔鱼; 耳石微结构; 年龄; 生长; 渔获群体结构; 西北太平洋

**中图分类号:** Q 958.8; S 917

**文献标志码:** A

柔鱼 (*Ommastrephes bartramii*) 广泛分布在北太平洋海域, 资源丰富<sup>[1-2]</sup>。柔鱼一般可分为秋生东部种群、秋生中部种群、冬春生西部种群和冬春生中东部种群等4个种群<sup>[2-3]</sup>。其中, 分布在165°E以西海域的冬春生西部种群是中国、日本等国家和地区的主要捕捞对象<sup>[2]</sup>。作为目前重要的大洋性经济鱼类, 柔鱼在西北太平洋生态系统中具有重要地位, 柔鱼资源的可持续开发利用越来越受到中国和日本等国家的重视。关于柔鱼的种群结构<sup>[4]</sup>、年龄和生长<sup>[5-6]</sup>、摄食<sup>[7]</sup>等生物学特性已有初步研究, 但对传统作业渔场(150°E~165°E, 39°N~45°N) 渔汛期间渔获群体组成、年龄组成以及生长率等方面的研究还是空白。

耳石是头足类生态信息的良好载体, 一些大洋性耳石外部形态及其生长特性及<sup>[8-9]</sup>其微结构被应用在鱿鱼类年龄和生长的研究中<sup>[10-11]</sup>。本研究将根据西北太平洋传统鱿钓作业渔场的柔鱼

样本, 利用其耳石微结构对其渔获群体的群体结构、年龄组成和生长特性进行系统研究, 为传统作业渔场柔鱼的基础生物学提供资料。

### 1 材料与方法

#### 1.1 样本采集

柔鱼样本委托沪金渔701船于2007年7月25日—10月26日在西北太平洋生产期间采集, 作业海域为151°07'~157°36'E, 40°06'~44°24'N(图1)。样本采集随生产渔船进行。若作业渔场变动不大, 样本每周采集2次; 若作业渔场发生大的转移, 则样本每天采集一次。样本采集时, 从每个站点渔获中随机抽取柔鱼15尾, 抽取的样本放于编织袋中冷冻保藏, 并记录站点经纬度和钓捕日期, 最后将冷冻的样本带回实验室(表1)。

收稿日期: 2011-03-07 修回日期: 2011-05-12

资助项目: 教育部博士点基金(20093104110002); 上海市曙光计划跟踪计划(08GG14); 上海市优秀学科带头人计划(10XD1402000); 国家“八六三”高技术研究发展计划(2007AA092201; 2007AA092202); 上海市重点学科(S030702)

通讯作者: 陈新军, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

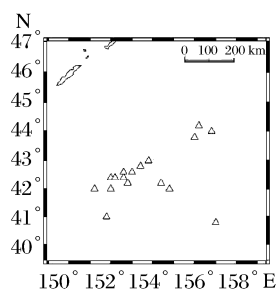


图1 柔鱼采样站点图

Fig. 1 Sampling locations of *O. bartramii*

表1 样本采集时间、数量、胴长和体重

Tab. 1 Sampling date, number of sampling and mantle length of *O. bartramii* in the northwestern Pacific Ocean

采样时间 time	样本尾数 number of sampling	胴长/mm ML	
		最小 min	最大 max
2007-07	67	205	306
2007-08	206	200	347
2007-09	257	223	392
2007-10	194	205	395
合计 total	724	200	395

## 1.2 研究方法

**生物学测定** 实验室解冻后对柔鱼进行生物学测定,包括胴长(mantel length, ML)、体质量(body weight, BW)、性别等。胴长测定精确至0.1 cm,重量精确至0.1 g。

**耳石提取** 提取耳石方法参考文献[11-12]。用镊子轻轻将耳石从平衡囊取出后,对耳石进行编号,然后存放于盛有95%乙醇溶液的1.5 mL离心管中,以便清除包裹耳石的软膜和表面的有机物质,最后提取完整耳石。

**耳石研磨与日轮读取** 耳石研磨方法详见文献[11-12]。经研磨获得的耳石切片724枚(雌性348枚,雄性376枚),胴长范围为200~395 mm(表1)。研磨好的耳石切片置于×400的光学显微镜下采用CCD(连接装置)拍照,并运用PhotoShop 7.0对图像进行叠加处理(图2)。计数过程中,每个耳石轮纹由两个不同的人计数,每次计数的轮纹数目与均值的差值低于5%,则认为计数准确[12],否则重新计数。

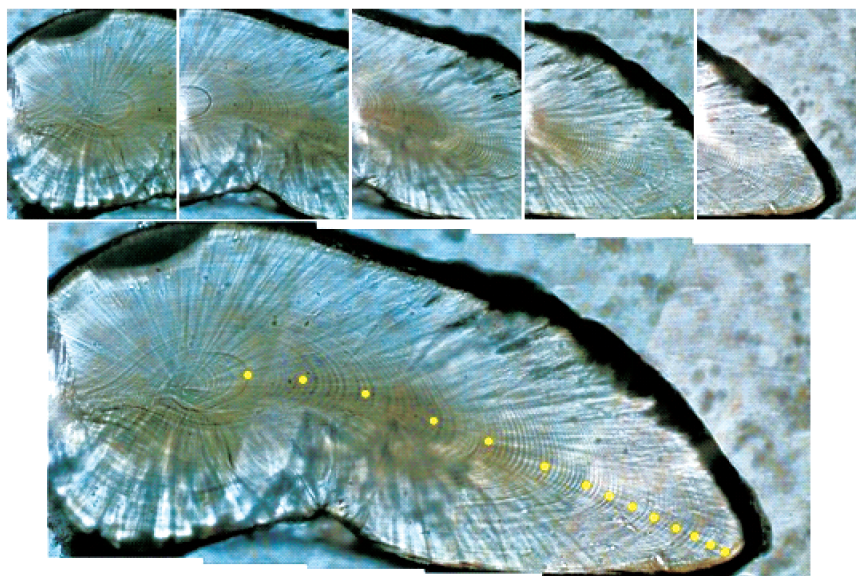


图2 耳石核心至边缘图像拼合图

胴长246.9 mm,年龄142 d,10天/点。

Fig. 2 Photo of statolith nuclear to edge and the full view of statolith microstructure

ML:246.9 mm,age:142 d,10 d/point.

**孵化日期推算** 柔鱼科以及其它多数开眼亚目诞生轮即为耳石的零轮,因为这些头足类在孵化后才开始有生长纹沉积[12-13],因此捕

获日期减去估算年龄所得的日期即为柔鱼的孵化日期。

**生长速度估算** 采用瞬时相对生长速度

(instantaneous relative growth rate,  $G$ ) 和绝对生长速度 (absolute daily growth rate,  $AGR$ ) 来估算柔鱼的生长速度, 计算公式如下:

$$G = \frac{\ln(R_2) - \ln(R_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\ln(R_2) - \ln(R_1)}{\Delta t} \times 100\% \quad (1)$$

$$AGR = \frac{R_2 - R_1}{t_2 - t_1} = \frac{R_2 - R_1}{\Delta t} \quad (2)$$

式中,  $R_2$  为  $t_2$  龄时体质量 (BW) 或胴长 (ML);  $R_1$  为  $t_1$  龄时体质量 (BW) 或胴长 (ML);  $G$  为相对生长速度百分比;  $AGR$  单位为 mm/d 或 g/d, 本研究中时间间隔  $t = t_2 - t_1$  为 20 d<sup>[12]</sup>。

**生长模型** 生长曲线拟合采用线性和指数 2 种模型<sup>[5-6]</sup>, 并以 AIC (Akaike's Information Criterion) 为选择最佳模型的依据。

线性方程:

$$L = a + bt \quad (3)$$

指数方程:

$$L = ae^{bt} \quad (4)$$

$$AIC = n \ln(RSS/n) + 2k \quad (5)$$

式中,  $L$  为胴长 (或体质量), 单位为 mm 或 g;  $t$  为年龄, 单位为 d;  $n$  为观测样本数,  $RSS$  为残差平方和,  $k$  为模型中参数的个数。

利用协方差分析相同年龄组不同性别的生长速度的差异性。

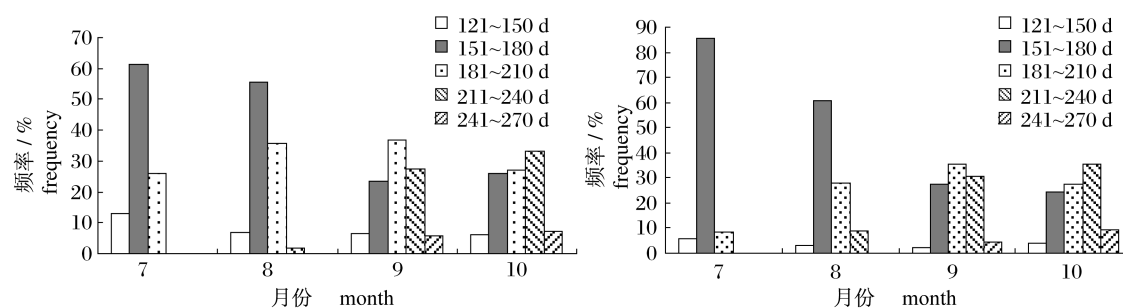


图 4 各月柔鱼个体日龄分布

Fig. 4 Monthly age distributions of neon flying squid

## 2.2 孵化日期

估算认为, 柔鱼孵化日期为 2006 年 12 月下旬至 2007 年 6 月上旬, 1—4 月为柔鱼的孵化高峰期 (图 5), 由此可以判断, 本次样本基本隶属冬春生群。按性别来看, 雌性个体的孵化高峰期为 2 月上旬至 3 月上旬 (图 5), 占其总数的 60.3%,

## 2 结果

### 2.1 日龄组成

分析发现, 雌性个体年龄范围为 123 ~ 258 d, 平均年龄 ( $189 \pm 28$ ) d, 优势年龄组为 150 ~ 240 d, 占其总数的 90.5% (图 3); 雄性个体年龄范围 127 ~ 274 d, 平均年龄 ( $196 \pm 24$ ) d, 优势年龄组为 150 ~ 240 d, 占其总数的 93.6% (图 3)。

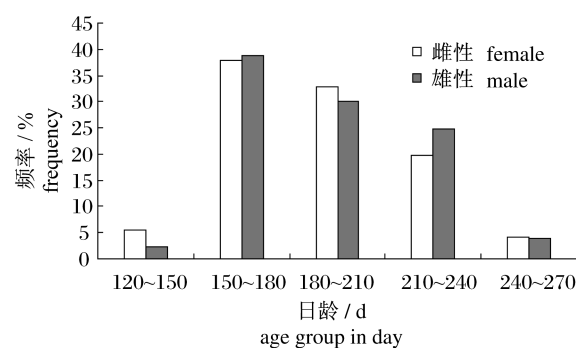


图 3 柔鱼雌雄个体的日龄组成

Fig. 3 Age composition of female and male for neon flying squid

从各月份的日龄组成来看, 7 月柔鱼样本的日龄为 121 ~ 210 d; 8 月柔鱼样本中开始出现日龄大于 210 d 的个体; 9 月柔鱼样本中日龄大于 240 d 的个体开始出现 (图 4)。7, 8 月柔鱼样本中优势日龄组为 151 ~ 180 d, 9 月优势日龄组为 181 ~ 210 d, 10 月优势日龄组为 211 ~ 240 d (图 4)。

4 月也存在部分孵化群体 (图 5), 约占其总数的 17.2%。雄性个体的孵化高峰期出现在 2—3 月 (图 5), 占其总数的 73.7%。

### 2.3 生长速度

**胴长生长速度** 雌性个体, 胴长  $AGR$  为 0.999 ~ 1.385 mm/d, 平均值为 ( $1.175 \pm 0.127$ )

mm/d, 胴长 AGR 最大值出现在 201 ~ 220 d 年龄阶段, 最小值出现在 141 ~ 160 d 年龄阶段(图 6)。胴长 G 为 0.319 ~ 0.455 mm/(d · %), 平均值为

(0.406 ± 0.051) mm/(d · %), 胴长 G 最大值出现在 201 ~ 220 d 年龄阶段, 最小值出现在 241 ~ 260 d 年龄阶段(图 6)。

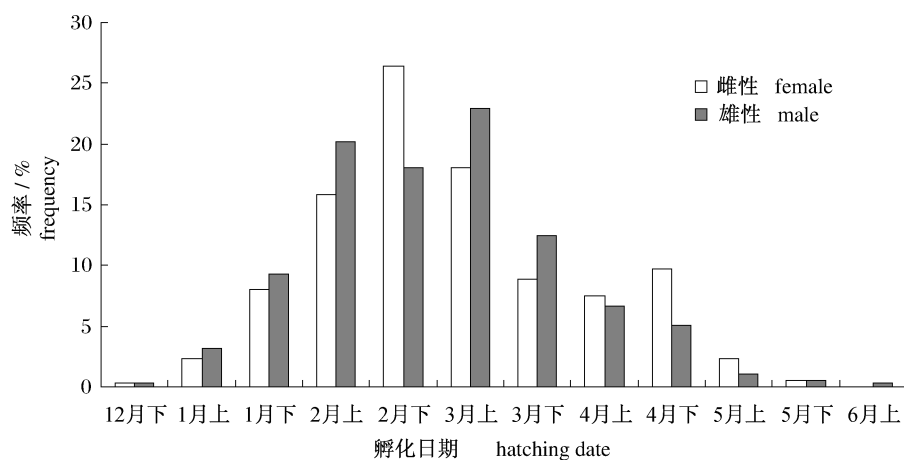


图 5 柔鱼孵化日期分布示意图

Fig. 5 Hatching date of neon flying squid

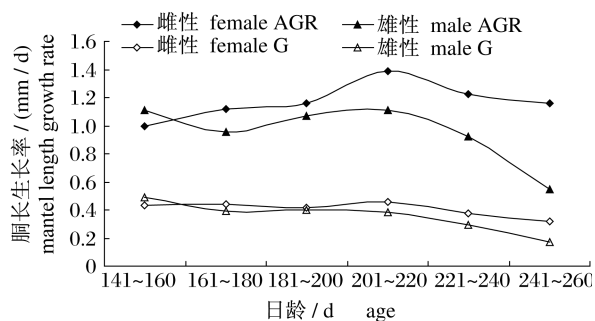


图 6 柔鱼雌雄个体胴长生长速度对比

Fig. 6 Comparison of individual mantle length growth rates of *O. bartramii*

雄性个体, 胴长 AGR 为 0.547 ~ 1.109 mm/d, 平均值为 (0.952 ± 0.213) mm/d, 胴长 AGR 最大值出现在 141 ~ 160 d 和 201 ~ 220 d 年龄阶段, 最小值出现在 241 ~ 260 d 年龄阶段(图 6)。胴长 G 为 0.174 ~ 0.492%/d, 平均值为 (0.356 ± 0.109) mm/(d · %), 胴长 G 最大值出现在 141 ~ 160 d 年龄阶段, 最小值出现在 241 ~ 260 d 年龄阶段(图 6)。

雌、雄个体胴长生长速度随年龄增长发生变化(图 6), 在 121 ~ 260 d 年龄阶段, 雌性个体胴长 AGR 出现先增加后减小的变化趋势, 雄性个体胴长 AGR 总体呈下降趋势; 在 121 ~ 260 d 年龄阶段, 雌雄性个体胴长 G 与各自 AGR 变化趋势一致。总体上, 雌性个体的胴长生长速度均值大于雄性

个体 ( $P < 0.05$ )。

体质量生长速度 雌性个体, 体质量 AGR 为 1.737 ~ 13.219 g/d, 平均值为 (9.015 ± 4.305) g/d, 体质量 AGR 最大值出现在 201 ~ 220 d 年龄阶段, 最小值出现在 141 ~ 160 d 年龄阶段(图 7)。体质量 G 为 0.402 ~ 1.530 mm/(d · %), 平均值为 (1.078 ± 0.412) g/(d · %), 体质量 G 最大值出现在 201 ~ 220 d 年龄阶段, 最小值出现在 141 ~ 160 d 年龄阶段(图 7)。

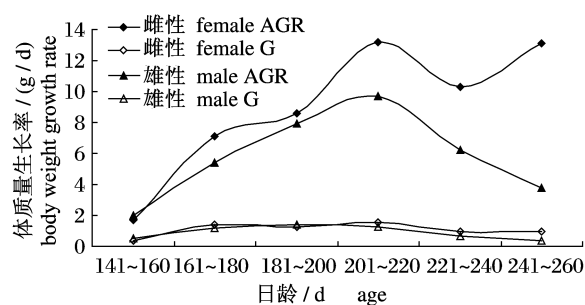


图 7 柔鱼雌雄个体体质量生长速度

Fig. 7 Comparison of individual body weight growth rates of *O. bartramii*

雄性个体, 体质量 AGR 为 2.013 ~ 9.699 g/d, 平均值为 (5.845 ± 2.772) g/d, 体质量 AGR 最大值出现在 201 ~ 220 d 年龄阶段, 最小值出现在 141 ~ 160 d 年龄阶段(图 7)。体质量 G 为 0.405 ~ 1.399 mm/(d · %), 平均值为 (0.908 ± 0.428)

$g/(d \cdot \%)$ , 体质量  $G$  最大值出现在 181 ~ 200 d 年龄段, 最小值出现在 241 ~ 260 d 年龄段 (图 7)。

雌、雄个体体质量生长速度随年龄增长发生变化 (图 7)。在 121 ~ 260 d 的年龄段, 雌性个体体质量  $AGR$  随年龄增长呈增加趋势, 相比 200 ~ 260 d 年龄段, 121 ~ 200 d 年龄段的体质量  $AGR$  处在较小的生长水平上; 在 121 ~ 260 d 年龄段, 雄性个体体质量  $AGR$  先增加后减小, 在 201 ~ 220 d 达到最大值, 相比雌性个体, 雄性个体体质量生

长速度提前减慢; 在 121 ~ 260 d 的年龄段, 雌性个体体质量  $G$  与  $AGR$  变化趋势一致。总体上, 雌性个体的体质量生长速度均值大于雄性个体 ( $P < 0.05$ )。

#### 2.4 生长模型

由表 2 可知, 雌、雄个体的胴长生长方程以线性模型的 AIC 为小, 分别为

$L_{雌} = 50.149 + 1.272t$ ;  $L_{雄} = 73.048 + 1.06t$   
经检验, 两直线差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 2 柔鱼胴长生长方程的拟合数据

Tab. 2 Fitted data of mantel length growth function of *O. bartramii*

胴长生长方程 ML growth model	参数 parameter		样本数 $n$	决定系数 R square	AIC
	a	b			
<b>线性 linear</b>					
雌性群体 female cohort	50.149	1.272	348	0.927 0	1 608.1
雄性群体 male cohort	73.048	1.060	376	0.861 5	1 702.8
<b>指数 exponential</b>					
雌性群体 female cohort	128.801	0.004 3	348	0.928 8	1 617.7
雄性群体 male cohort	134.913	0.003 7	376	0.860 2	1 727.1

由表 3 可知, 体质量生长方程中以指数模型的 AIC 为小, 分别为

$W_{雌} = -801.715e^{7.708t}$ ;  $W_{雄} = 90.48e^{0.01t}$   
经检验, 两曲线差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 3 柔鱼体质量生长方程的拟合数据

Tab. 3 Fitted data of body weight growth function of *O. bartramii*

体质量生长方程 BW growth model	参数 parameter		样本数 $n$	决定系数 R square	AIC
	a	b			
<b>线性 linear</b>					
雌性群体 female cohort	-1 208.436	10.545	348	0.851 2	3 357.9
雄性群体 male cohort	-801.715	7.708	348	0.768 7	3 322.1
<b>指数 exponential</b>					
雌性群体 female cohort	69.544	0.012	376	0.870 3	3 326.1
雄性群体 male cohort	90.480	0.010	376	0.774 1	3 291.4

### 3 讨论

#### 3.1 渔获日龄结构及其轮纹分析

YATSU 等<sup>[5]</sup> 研究认为柔鱼雌雄个体的年龄均小于 1 年。本研究中, 最大日龄为 274 d, 雌雄个体的优势年龄组都为 150 ~ 240 d, 且占总数的 90% 以上。根据 8—10 月各月渔获样本的优势年龄组分析, 其优势年龄组随时间 (月) 的推移, 基本呈现出 30 d 增加的趋势, 即 8 月柔鱼优势年龄组为 151 ~ 180 d, 9 月为 181 ~ 210 d, 10 月份为 211 ~ 240 d, 这进一步印证了柔鱼耳石微结构轮

纹沉积的日周期性。

#### 3.2 渔获群体组成分析及其洄游时间推测

结合捕捞日期和日龄, 推算可知柔鱼样本的孵化日期, 其为 2006 年 12 月下旬至 2007 年 6 月上旬, 其中 1—4 月为柔鱼的孵化高峰期, 由此可判定大部分柔鱼样本隶属冬春生群。分析发现, 7 月采集的柔鱼样本中, 开始出现少许 3 月孵化的个体; 8 月份采集的柔鱼样本, 有 4 月份孵化的个体开始出现; 9 月份, 有 5 月份孵化的个体少量出现; 10 月份, 有 6 月份孵化的个体开始出现。此外, 考虑到 7 月份的采样时间为 7 月下旬 (25 ~ 29

日),2月份孵化的个体大量出现在8月的索饵场。由此可推测,柔鱼孵化后,从副热带的产卵场洄游至亚北极的索饵场需要4~6个月的时间。

此外,研究结果显示,各月皆存在年龄等级为121~150 d的小个体,这说明在作业渔场不断有柔鱼新的群体补充进入,渔获群体不止只有1个。同时也说明了柔鱼产卵时间是较长的。

### 3.3 生长速度和生长模型分析

不同生长阶段,柔鱼的生长速度不同。在121~220 d年龄段(对应的胴长雌性为203~329 mm,雄性为200~306 mm),柔鱼生长速度随年龄增长而逐渐增加,这可能与柔鱼本身处在生长阶段有关;220 d以后,生长速度开始减小,此时可能柔鱼已处在性成熟阶段。李思亮<sup>[14]</sup>研究认为,雌、雄柔鱼个体的初次性成熟胴长分别为331.7和299 mm,此时其日龄约为220 d。因此,柔鱼生长速度的变化与其性成熟密切相关,即早期幼鱼期摄入的能量主要用于发育和成长,而在性成熟阶段摄入能量的主要用于性腺发育。

头足类生长模型的建立大多根据耳石日轮数目和胴长的关系确定<sup>[5]</sup>,由于柔鱼的年龄和生长受生物(食物、敌害等)和非生物(温度、光照等)以及地理环境等多方面因素的影响,因此不同性别、孵化群体、地理区域之间,甚至不同生长阶段,适合的生长方程也会有差异<sup>[11]</sup>。本文采集的样本基本隶属冬春生群,这排除了孵化季节和地理区域的不同对柔鱼生长的影响。研究发现,雌雄个体的胴长生长模型用线性方程拟合为佳,体质量生长模型用指数方程拟合为佳,且雌雄个体之间的生长曲线存在显著差异。YATSU等<sup>[5]</sup>则分性别、孵化季节、地理区域对柔鱼的年龄和生长进行研究,发现柔鱼生活史中后期(ML为158~510 mm,稚鱼期至成体)的生长模型为线性;BIGELOW等<sup>[15]</sup>则认为,春冬生群体在孵化日期至35 d这一生长阶段,其胴长生长方程符合指数型;而对秋生群体,孵化日期至33 d(胴长约12 mm),其生长适合指数生长方程,尔后生长则为线性<sup>[6,16]</sup>。

此外,雌性个体的生长速度较雄性个体大,YATSU等<sup>[5]</sup>和BRUNETTI等<sup>[17]</sup>的研究也认为柔鱼雄性的总体生长速度小于雌性,导致这一现象的具体原因可能需要遗传因子等多方面来分析。

本研究样本采集的时间是柔鱼渔汛期间的7—10月,时间跨度较小,也缺少胴长小于200 mm的小个体样本。头足类的年龄和生长是一个极为复杂的生物学问题,下一阶段将通过采集个体更小的样本或者在产卵场进行取样,开展柔鱼生活早期和末期的年龄与生长研究,以便系统掌握其渔业生物学特性。

### 参考文献:

- [1] 王尧耕,陈新军.世界大洋性经济柔鱼类资源及其渔业[M].北京:海洋出版社,2005:152-153.
- [2] 陈新军,刘必林,王尧耕.世界头足类[M].北京:海洋出版社,2009:60-69.
- [3] BOWER J, ICHII T. The red flying squid (*Ommastrephes bartramii*): a review of recent research and the fishery in Japan [J]. Fisheries Research, 2005, 76(1): 39-55.
- [4] YATSU A, TANAKA H, MORI J. Population structure of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific [R] // Okutani T. Contributed papers to international symposium on large pelagic squids. Tokyo: Japan Marine Fishery Resources Research Center, 1998: 31-48.
- [5] YATSU A, MIDORIKAWA S, SHIMADDA T, et al. Age and growth of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean [J]. Fisheries Research, 1997, 29: 257-270.
- [6] YATSU A, MORI J. Early growth of the autumn cohort of neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean [J]. Fisheries Research, 2000, 45: 189-194.
- [7] WATANABE H, KUBODERA T, ICHII T, et al. Feeding habits of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in the transitional region of the central North Pacific [J]. Marine Ecology Progress Series, 2004, 266: 173-184.
- [8] 陈新军,马金,刘必林,等.性成熟和个体大小对西北太平洋柔鱼耳石形态的影响[J].水产学报, 2010, 34(6): 748-754.
- [9] 贾涛,陈新军,李纲,等.哥斯达黎加外海茎柔鱼耳石形态学分析[J].水产学报, 2010, 34(11): 1744-1752.
- [10] 陈新军,刘必林,钟俊生.头足类年龄与生长特性的研究方法进展[J].大连水产学院学报, 2006, 21(4): 371-377.
- [11] 刘必林,陈新军,陆化杰,等.头足类耳石[M].北京:科学出版社,2011.

- [12] 刘必林,陈新军,钟俊生. 采用耳石研究印度洋西北海域鳶乌贼的年龄、生长和种群结构[J]. 大连水产学院学报,2009,24(3):206-212.
- [13] BALCH N, SIROIS A, HURLEY G V. Growth increments in statoliths from paralarvae of the ommastrephid squid *Illex* (Cephalopoda: Teuthoidea) [J]. *Malacologia*, 1988, 29: 103-112.
- [14] 李思亮. 西北太平洋柔鱼渔业生物学研究[D]. 上海:上海海洋大学,2010.
- [15] BIGELOW K A, LANDGRAPH K C. Hatch dates and growth of *Ommastrephes bartramii* paralarvae from Hawaiian waters as determined from statolith analysis[C] // Okutani T, O'dor R K, Kubodera T. Recent advances in cephalopod fisheries biology. Tokyo: Tokai University Press, 1993: 15-24.
- [16] YATSU A. Age estimation of four oceanic squids, *Ommastrephes bartramii*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, and *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) based on statolith microstructure [J]. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 2000, 34(1): 75-80.
- [17] BRUNETTI N E, IVANOVIC M L, AUBONE A, et al. Reproductive biology of red squid (*Ommastrephes bartramii*) in the southwest Atlantic [J]. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 2006, 18: 5-19.

· 会议信息 ·

## 第八届世界华人鱼虾营养学术研讨会



由中国水产学会水产动物营养与饲料专业委员会主办,上海海洋大学、四川农业大学、通威股份有限公司联合承办的“第八届世界华人鱼虾营养学术研讨会”(简称“世华会”)将于2011年9月6—10日在成都举行。大会主题为“营养健康安全可持续发展”。

### 一、主要议题

- (1) 蛋白质、氨基酸营养与替代蛋白源;
- (2) 糖类营养;
- (3) 脂肪营养;
- (4) 维生素、矿物质营养;
- (5) 营养、健康与环境;
- (6) 水产品品质与安全;
- (7) 饲料加工工艺与饲养管理;
- (8) 繁殖、仔稚鱼(虾)营养与饲料;
- (9) 其它。

本次“世华会”将设立“饲料企业可持续发展战略论坛”(简称“论坛”),邀请国内外著名饲料企业负责人、知名企业策划人和知名学者就企业管理和技术创新过程中遇到的难题和热点问题展开讨论,包括中国水产饲料行业发展战略;企业管理;产品创新;品牌打造;团队建设等议题。

### 二、会议日程

2011年9月6日为报到注册时间;9月7—9日为学术活动时间;9月9日下午为“饲料企业可持续发展战略论坛”;9月10日开始会后旅游。

会议地点为四川省人民政府金牛宾馆(成都市金泉路2号)。

### 三、秘书组联系人

黄旭雄, 华雪铭

通讯地址:上海市临港新城沪城环路999号,上海海洋大学水产与生命学院(邮编:201306)

电话:021-61900416, 61900463; 传真:021-61900416

E-mail: 8shh@shou.edu.cn

**Population structure, age and growth of neon flying squid  
(*Ommastrephes bartramii*) in the northwest Pacific  
Ocean based on statolith microstructure**

CHEN Xin-jun<sup>1,2,3\*</sup>, MA Jin<sup>1</sup>, LIU Bi-lin<sup>1,2,3</sup>, LU Hua-jie<sup>1</sup>, CAO Jie<sup>1</sup>

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Key Laboratory of Shanghai Education Commission for Oceanic Fisheries Resources Exploitation,  
Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

3. Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources,  
Shanghai Ocean University, Ministry of Education, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** According to the samples of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) collected by Chinese squid jigging vessels during July to October in 2007 in the traditional fishing ground of northwest Pacific Ocean, the population structure, age and growth of *O. bartramii* are obtained from the statolith microstructure. The results indicated that the mantle length of female squid ranged from 200 to 395 mm with the age ranging from 123 to 256d, and the mantle length of male squid is between 200 to 353 mm with age ranging from 127 to 274 d. In July and August the dominant age is from 151 d to 180 d, the ages of 181 to 210 d account for the most in September, and the age class of 211 to 240 d takes up the dominant part in October. The hatching dates of sampled squid were from December 2006 to June 2007, and the peak hatching dates are distributed in the months of January to April. The average absolute growth rates of mantle length reached  $(1.175 \pm 0.127)$  mm/d and  $(0.952 \pm 0.213)$  mm/d for female and male squids respectively. The relationships between mantle length and age, between body weight and age were best described by linear and exponential functions respectively. The female and male growth showed significant differences. The results indicated most of the catch in the traditional fishing ground belonged to the winter-spring spawning cohort. The monthly dominant age class changes the same as time going on, which further confirms the daily deposition of growth increments of *O. bartramii*. It is deduced that the squid spent about 4–6 months on the migration from spawning ground to feeding ground.

**Key words:** *Ommastrephes bartramii*; statolith microstructure; age; growth; the northwest Pacific Ocean

**Corresponding author:** CHEN Xin-jun. E-mail: xjchen@shou.edu.cn