

西南大西洋公海阿根廷滑柔鱼角质颞色素变化分析

方 舟¹, 陈新军^{1,2,3*}, 李建华¹

(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 2010 年 1—3 月中国鱿钓船采集的阿根廷滑柔鱼样本(胴背长范围为 166 ~ 266 mm), 提取出 264 对角质颞(雌性 143 对, 雄性 121 对), 测定下头盖长(LHL)、下脊突长(LCL)、下喙长(LRL)、下喙宽(LRW)、下侧壁长(LLWL)、下翼长(LWL)等 6 个形态参数, 按角质颞色素沉积等级 0~7 级进行了划分, 分析阿根廷滑柔鱼角质颞色素变化, 及其与个体生长、性腺成熟度以及角质颞生长等因素的关系。分析认为, 1—3 月阿根廷滑柔鱼角质颞色素沉积以 3 级为优势, 占总样本的 35.98%。色素沉积的平均等级总体上随着月份推移而增加。胴背长与体质量随着色素沉积的增加而呈线性增加, 相关关系显著($P < 0.01$)。雌雄个体的性腺成熟度与角质颞色素沉积等级的关系有差异, 其中雌性个体的色素沉积等级与性成熟度之间呈显著的正相关($P < 0.01$), 雄性个体则不显著($P > 0.05$)。角质颞各外部形态参数与色素沉积等级之间的关系有一定的差异, 其中与 LHL、LLWL、LWL 关系显著($P < 0.01$)。

关键词: 阿根廷滑柔鱼; 角质颞; 色素沉积; 胴背长; 性成熟度; 西南大西洋

中图分类号: S 943

文献标志码: A

阿根廷滑柔鱼(*Illex argentinus*)为大洋性浅海种, 分布在 22°S ~ 54°S 的西南大西洋大陆架和陆坡, 其中以 35°S ~ 52°S 海域资源尤为丰富, 是目前世界头足类中最为重要的资源之一^[1]。硬组织是头足类记录生态信息的优良载体, 具有不易腐蚀等特性。其中角质颞为头足类的主要摄食器官, 在其形态结构变化以及食性的转变方面都有着很重要的关系^[2-3]。在生长过程中, 角质颞的一个重要变化就是色素沉积^[4]。角质颞色素沉积不仅影响头足类对食物的选择性, 而且将进一步影响到头足类的行为学^[2-3]。因此, 研究角质颞色素沉积及其与个体大小、性成熟等关系有助于掌握其生态信息。例如, Hernández-García^[5]将埃布短柔鱼(*Todaropsis eblanae*)角质颞色素沉积过程分为 8 个等级。不同地理区域的同种头足类, 其角质颞黑色素沉着程度也存在差异, 并可能与其生境不同有关^[3]。国内外学者对阿根廷滑

柔鱼角质颞形态参数与体质量、胴长的关系进行了研究^[6], 但对其角质颞色素沉积及其变化的研究未见报道。为此, 本实验将根据 2010 年 1—3 月我国鱿钓船采集阿根廷滑柔鱼样本, 对其角质颞色素沉积的变化及其生长特性进行分析, 为更好地掌握阿根廷滑柔鱼渔业生物学提供基础。

1 材料与方 法

1.1 样本采集

调查时间为 2010 年 1—3 月, 生产海区为 45°17'W ~ 47°14'S、60°05'W ~ 60°47'W。随机采集样本 286 尾, 获得的样本经冷冻保藏运回实验室。

从头部口器中提取角质颞, 用镊子先将下角质颞取出, 然后再取出上角质颞。最后得到完整角质颞样本 264 对(雌 143 对、雄 121 对)。对取出的角质颞进行编号并存放于盛有 75% 乙醇溶液的 50 mL 离心管中, 以便清除包裹角质颞表面

收稿日期:2012-01-20 修回日期:2012-02-22

资助项目:国家自然科学基金项目(NSFC41276156);上海市科技创新行动计划(12231203900);国家发改委产业化专项(2159999)

通信作者:陈新军, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

的有机物质。

1.2 基础数据测定

分别测定阿根廷滑柔鱼的胴背长(以下简称胴长)、体质量,鉴定性别和性腺成熟度。胴长精确至 1 mm。体质量精确到 0.1 g。性腺成熟度划分为 I、II、III、IV、V 期^[7]。

将外部清洗干净后,用数显游标卡尺对角质颚形态进行测量。首先沿水平和垂直两个方向进行校准,然后对角质颚的下颚进行测量(图 1),包括下头盖长(lower hood length, LHL)、下脊突长(lower crest length, LCL)、下喙长(lower rostrum length, LRL)、下喙宽(lower rostrum width, LRW)、下侧壁长(lower lateral wall length, LLWL)、下翼长(lower wing length, LWL) 6 项形态参数,测量精确至 0.1 mm。

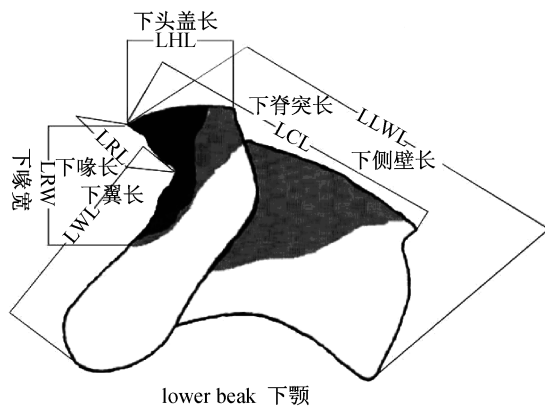


图 1 阿根廷滑柔鱼角质颚下颚外部形态测量示意图

Fig. 1 Scheme of morphometric measurements of lower beak for *I. argentinus*

1.3 色素沉积等级划分

角质颚为几丁质,由上下两部分组成^[8]。参考 Hernández-García^[5]对短柔鱼的分级方法,结合阿根廷滑柔鱼角质颚的生长特点,将角质颚色素沉积分为 0~7 级,共 8 个等级(图 2),各级的特征描述如表 1。

1.4 研究方法

色素沉积等级的频度分析 按月进行角质颚色素沉积各等级的频度分析,探讨不同月份渔获个体角质颚的色素沉积变化,以及色素沉积等级的优势组成。

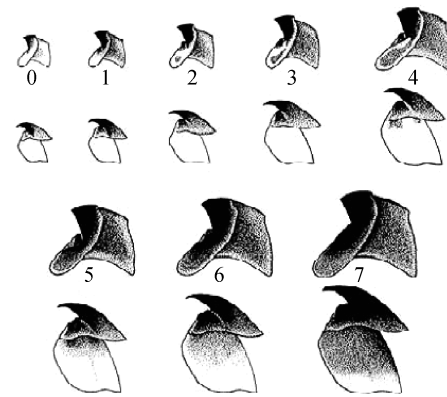


图 2 短柔鱼角质颚色素沉积过程 (引自 Hernández-García^[5])

0~7 级的特征描述见表 1。

Fig. 2 Pigmentation process in beaks of

T. eblanae (Cited from Hernández-García^[5])

The characteristic description of pigmentation stage (stages 0 to 7) is described in Table 1.

表 1 阿根廷滑柔鱼角质颚色素沉积特征描述

Tab. 1 Characteristic description of pigmentation stage (stages 0 to 7) for *I. argentinus*

特征描述 characteristic description		等级 stage
上颚 upper beak	下颚 lower beak	
翼部无色素,侧壁无任何色素沉积	仅有喙和头盖前端有色素沉积	0
肩部开始出现色素,侧壁无任何色素沉积	色素到达齿部,侧壁开始出现色素	1
头盖色素到达角点,侧壁无任何色素沉积	色素沉积到达肩部	2
颚缘与翼部连接处模糊,侧壁在翼部和头盖边缘开始有色素沉积	色素从肩部开始向下延伸,但与翼部界限明显	3
头盖部 1/2 被黑色素覆盖,并不断向后延伸;侧壁处色素在翼部和头盖边缘颜色加深,并向后延伸	黑色素延伸到达翼部并不断扩大,与翼部界限不明显	4
区域色素融合,侧壁少于 1/3 的部分已有色素沉积	肩部仅有一条窄带未有色素沉积,齿透明带仍然存在,但已很微弱	5
已无可分辨的单独色素块,侧壁约 1/2 部分有色素沉积	翼部由于色素沉积有轻微着色,在较远部分(正在生长处)有较宽的未着色区域;齿部仅有较小或无透明带;肩部软骨缩小或消失,形成透明带而出现齿	6
侧壁超过 2/3 已有色素沉积;肩部无透明带;上颚基本都有着色,喙端通常被腐蚀	色素完全沉积于下颚,呈深棕色,在头盖和肩部接近黑色;喙端通常被腐蚀,齿部不断减小,剖面上可见两者已无连接	7

色素沉积等级与胴长、体质量的关系 按雌雄不同个体分析不同渔获个体大小(以胴长和体质量表示)与色素沉积等级的关系,并尝试利用一般线性方程拟合二者之间的相关性。

色素沉积与性成熟度的关系 由于阿根廷滑柔鱼为一年生的种类,产完卵即死,因此其性成熟等级实际上就意味着其个体的生长,为此,按雌雄不同性别性成熟与色素沉积等级的关系,探讨性成熟度对角质色素沉积的影响。

色素沉积与角质颌下颚形态参数的关系 由于角质颌判定等级是以下颚作为依据^[3],同时角质颌的色素沉积主要部位集中在喙部、翼部以及侧壁部,因此本研究测定的6项形态数据中,选用LHL、LRL、LLWL、LWL分别与色素沉积等级建立关系式,探讨色素沉积等级与角质颌生长的关系。

文中数据处理和统计分析均使用DPS 7.05。

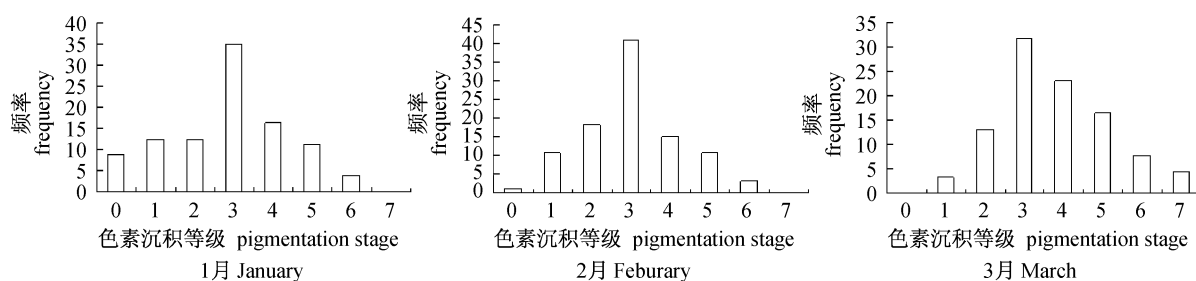


图3 各月阿根廷滑柔鱼角质颌色素沉积等级的频度分布

Fig. 3 Monthly frequency distribution of different beak pigmentation stage for *I. argentinus*

2.2 色素沉积等级与胴长和体质量的关系

统计发现,不同性别的胴长($t = 1.70, P < 0.05$)和体质量($t = 3.21, P < 0.01$)均存在着差异,故将不同性别分开讨论。在胴长与色素沉积等级关系分析中发现,色素沉积等级随着胴长的增加而呈阶梯式分布(图4-a, b)。其中,雌性样本中色素沉积等级为0~3级的个体,其胴长多小于210 mm;色素沉积等级4~7级的个体胴长多大于230 mm。雄性样本中,色素沉积等级为0~3级的个体,其胴长多小于200 mm;色素沉积等级4~7级的个体胴长多大于220 mm。

体质量与色素沉积等级关系关系不明显(图4-c, d)。其中,雌性样本中色素沉积等级为0~3级的个体,其体质量多小于200 g;色素沉积等级4~7级的个体,体质量多大于250 g。雄性样本

2 结果

2.1 色素沉积的频度分析

阿根廷滑柔鱼雌性个体胴长和体质量范围分别为172~261 mm、81~350 g,平均胴长和体质量分别为219.1 mm、209.3 g;雄性个体胴长和体质量范围分别为166~266 mm、90~346 g,平均胴长和体质量分别为214.4 mm、237.5 g。

1—3月中以3级色素沉积所占比例为最高(图3),各月分别为35%、40.86%和31.87%。三个月中色素沉积等级0~2级所占比例随月份的推移而降低,分别只有33.75%、30.1%和16.48%;而4~7级所占比例的总体上出现增加趋势,分别为31.25%、20.03%和51.64%。分析发现,角质颌色素沉积等级7级的个体在1—2月份没有出现,全部出现在3月份。

中,色素沉积等级为0~3级的个体,其体质量多小于200 g;色素沉积等级4~7级的个体,其体质量多大于250 g。

色素沉积等级与胴长和体质量的关系式如下:

雌性 $X = 0.0344 ML - 4.4228 (R^2 = 0.3093; n = 143; P < 0.001)$

$X = 0.0098 BW + 1.0619 (R^2 = 0.2342; n = 143; P < 0.001)$

雄性 $X = 0.0378 ML - 4.7271 (R^2 = 0.2962; n = 121; P < 0.001)$

$X = 0.0101 BW + 0.9617 (R^2 = 0.2485; n = 121; P < 0.001)$

式中, X 均为色素沉积等级;ML和BW分别为胴长(mm)和体质量(g)。

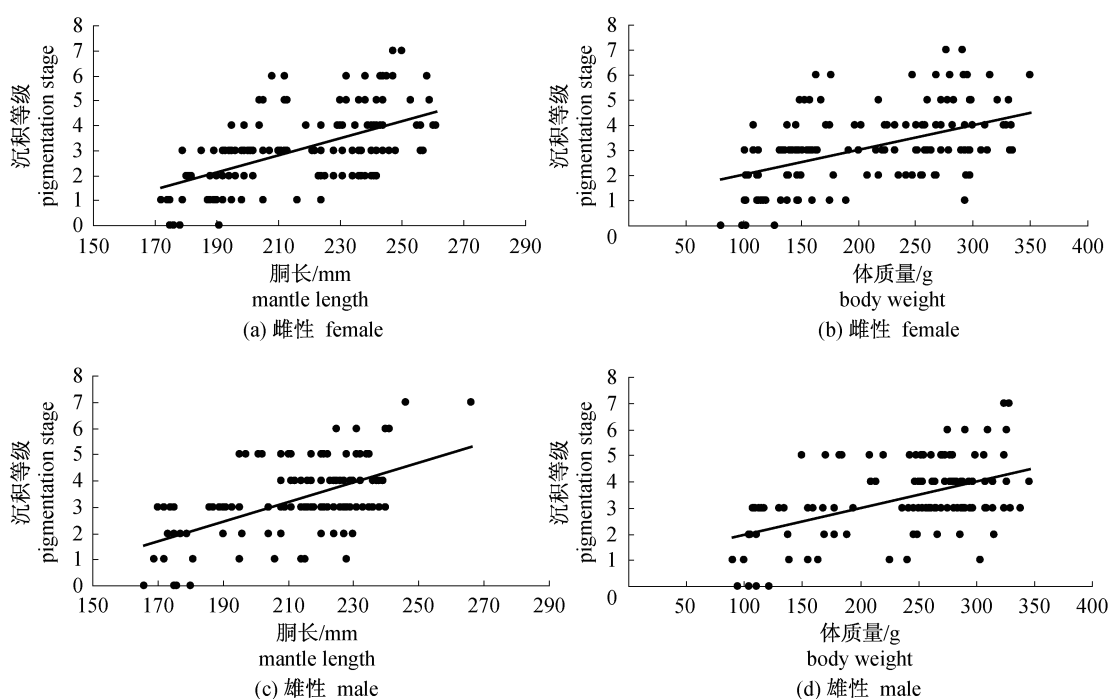


图 4 阿根廷滑柔鱼角质颞色素沉积等级与胴长和体质量的关系

Fig. 4 Relationship between beak pigmentation stage and mantle length for *I. argentinus*

2.3 色素沉积与性腺成熟度的关系

性腺成熟度为Ⅱ期的雌性个体,其角质颞色素沉积等级以2~3级为主,所占比重为65.58%;性腺成熟度为Ⅲ期的雌性个体,其角质颞色素等级以3~4级为主,所占比重58.93%;性腺成熟度为Ⅳ期的雌性个体,其角质颞色素等

级以3~5级为主,所占比重为90.91%。而雄性个体,性腺成熟度为Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ期的个体,它们的角质颞色素等级分别以1~3级、3级、3级、3级为主,所占比重为60.0%、50%、40.28%、46.15%(表2)。

表 2 阿根廷滑柔鱼角质颞色素沉积等级所占比例与性腺成熟度的关系

Tab. 2 Relationship between percentage of pigmentation stage and sexual maturity stage for *I. argentinus*

性别 sex	性腺成熟度等级 sexual maturity stage	不同角质颞色素沉积等级个体所占比例 percentage of different pigmentation stage							
		0	1	2	3	4	5	6	7
雌性 female	Ⅱ	4.92	11.48	34.43	31.15	9.84	1.64	4.92	1.64
	Ⅲ	1.79	12.50	7.14	42.86	16.07	8.93	8.93	1.79
	Ⅳ	0.00	0.00	4.55	27.27	31.82	31.82	4.55	0.00
	Ⅴ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
雄性 male	Ⅱ	20.00	20.00	20.00	0.00	20.00	20.00	0.00	0.00
	Ⅲ	12.50	12.50	12.50	50.00	12.50	0.00	0.00	0.00
	Ⅳ	1.39	5.56	5.56	40.28	20.83	20.83	4.17	1.39
	Ⅴ	0.00	0.00	15.38	46.15	15.38	15.38	3.85	3.85

卡方检验表明,雌性 $\chi^2 = 44.4241$, P 值为0.0001;雄性 $\chi^2 = 25.5402$, P 值为0.2245,因此认为,雌性性腺成熟度与角质颞色素沉积等级是

显著的关联性,而雄性个体则不显著。

2.4 色素沉积与角质颞形态之间的关系

分析发现,角质颞色素沉积等级与其外部形

态参数呈现出一定的相关性(图5)。统计分析认为,除 LRL 外,其他角质颚形态参数与色素沉积等级关系显著。其关系式如下:

雌性 $X = 1.2571 \times \text{LHL} - 1.9733$ ($R^2 = 0.2424$; $n = 143$; $P < 0.001$)

$X = 0.5656 \times \text{LLWL} - 3.4686$ ($R^2 = 0.2828$; $n = 143$; $P < 0.001$)

$X = 0.3345 \times \text{LWL} + 0.6193$ ($R^2 = 0.1180$; $n = 143$; $P < 0.001$)

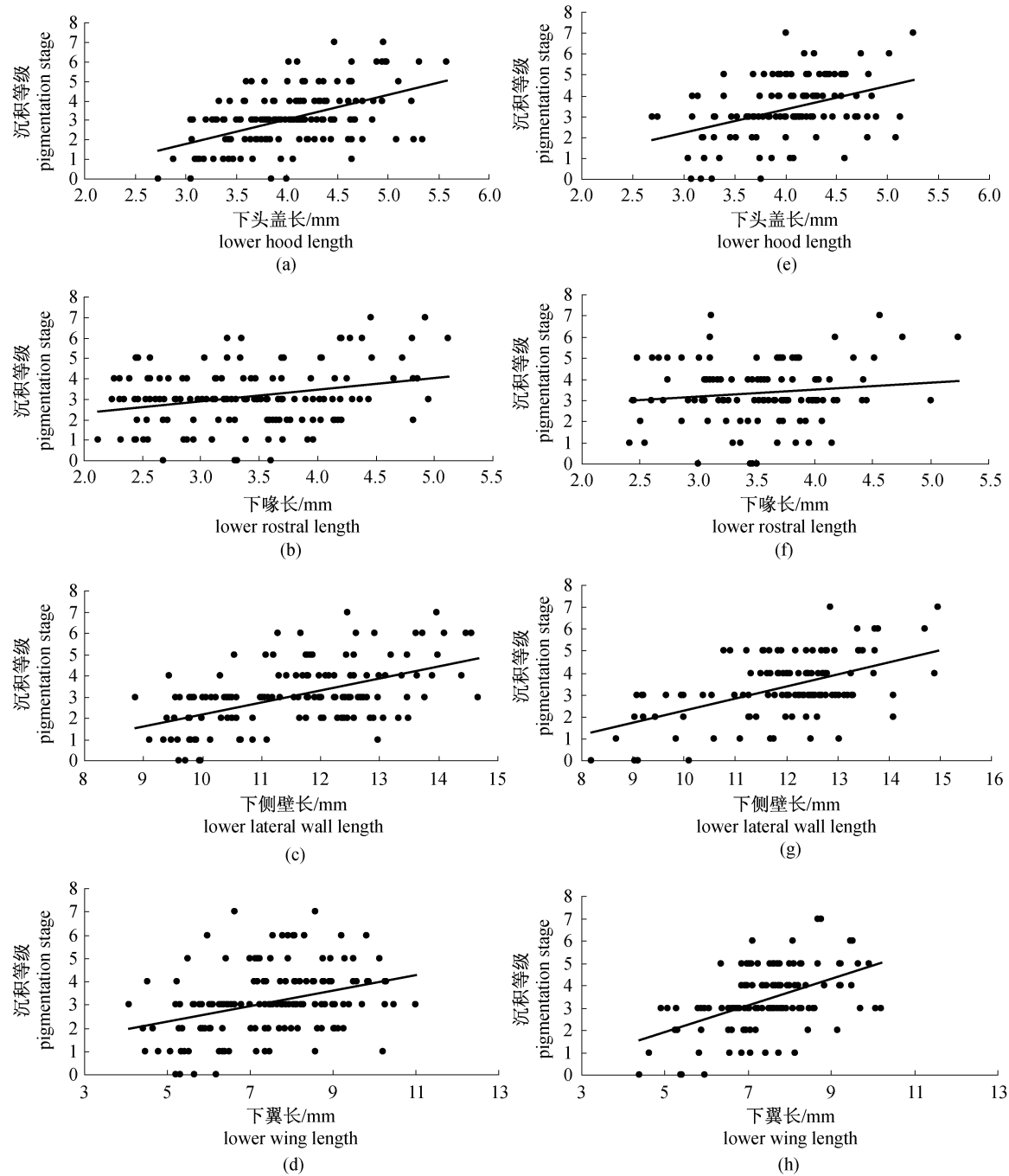


图5 阿根廷滑柔鱼角质颚色素沉积等级与下角质颚各外部形态的关系

a, b, c 和 d 为雌性; e, f, g 和 h 为雄性。

Fig. 5 Relationship between pigmentation stage of low beak and morphological indices for *I. argentinus*

a, b, c and d stand for female squid; e, f, g and h stand for male squid.

$X = 0.5669 \times \text{LRL} + 1.1834 (R^2 = 0.0754; n = 143; P < 0.05)$

雄性 $X = 1.1182 \times \text{LHL} - 1.1029 (R^2 = 0.1650; n = 121; P < 0.001)$

$X = 0.5534 \times \text{LLWL} - 3.2549 (R^2 = 0.2778; n = 121; P < 0.001)$

$X = 0.5978 \times \text{LWL} - 1.0591 (R^2 = 0.2560; n = 121; P < 0.001)$

$X = 0.3265 \times \text{LRL} + 2.2215 (R^2 = 0.0164; n = 121; P > 0.05)$

3 讨论

随着阿根廷滑柔鱼渔汛的推迟,其个体在不断地生长,角质颞色素沉积等级随着个体的生长而增大,但三个月中色素沉积等级 3 级所占比例为最高,而 1 级以下和 6 级以上的个体相对较少。胴长和体质量与色素沉积等级之间的关系表明,其式中的截距值,雄性个体都比雌性小,由此认为在同等胴长或体质量的条件下,雌性个体的角质颞色素沉积要快于雄性,实际上柔鱼类的雌性个体生长速度都要快于雄性,最大雌性个体要比雄性大^[8]。

雌雄个体的性成熟度与其色素沉积等级之间的关系有明显差异。雌性个体的性成熟度与色素沉积等级具有显著关联性,雄性则没有。由于阿根廷滑柔鱼雄性个体成熟要比雌性早^[9],所以雄性个体的色素沉积等级相对稍高,但不明显,这可认为性腺成熟过程和角质颞色素沉积的过程并不同步,角质颞色素沉积的速度稍慢。雄性个体的取样局限性(缺少 I 和 V 期样本)可能也影响到研究结果。本研究中发现,色素沉积等级与胴长、体质量、性腺成熟度以及角质颞形态参数等在统计上有显著的关系,但是其相关系数 R^2 均小于 0.5,其原因可能来自几个方面:(1)角质颞色素沉积 0~7 级划分标准可能过细,使得对角质颞色素沉积的判别出现较大的误差,特别是对一些模棱两可的样本;(2)角质颞色素沉积过程是一个复杂的问题,在同一大小的渔获物个体或者是同一性腺成熟度等级的个体,其角质颞色素沉积等级的范围很大,例如色素等级为 3 级的阿根廷滑柔鱼,其体质量范围为 100~350 g(图 4),这种现象在短柔鱼中也尤为明显^[3],因此影响角质颞色素沉积的因素很多,需要结合摄食等习性来综合

考虑。

角质颞的生长与其摄食有着很大的关联性^[10]。在生长早期,头足类以身体较软的小型浮游动物为主要饵料,到生长后期,随着角质颞硬度增大,饵料转变成身体较硬、个体较大的鱼虾蟹类,这与性成熟后角质颞色素不再沉积,其化学成分也不再发生变化有很大关系^[3,10]。Ivanovic 等^[11]研究发现,在巴塔哥尼亚海域,阿根廷滑柔鱼主要捕食甲壳类,其出现频率为 85.29%,其次为头足类,再次为鱼类。而在布宜诺斯艾利斯海域,甲壳类依然是重要的捕食对象,但出现频率下降到 56.96%,而头足类和鱼类的出现频率分别增加到 29.41% 和 16.62%^[11]。在巴西南部海域,阿根廷滑柔鱼摄食的鱼类占到 43.8%,头足类占 27.5%,甲壳类占 18.7%,且捕食种类较为单一^[12]。经比较发现,阿根廷滑柔鱼在幼体时期主要是甲壳类为主,而在体长达到 200 mm 时,主要以同类和鱼类为主,且在洄游其间自食同类的比例非常高^[12]。近年来,通过稳定同位素方法分析了头足类肌肉与角质颞中 $\delta^{15}\text{N}$ 含量,证实了头足类在不同生长阶段食性的转变^[13],从而全面了解其摄食生态。由于本实验中冷冻样品的胃含物受到损坏,因此没有对样本的摄食特性进行分析。

角质颞越大,其色素沉积等级越高。雌性个体的 LHL、LLWL 与角质颞色素等级的相关系数较高,雄性的 LLWL、LWL 与角质颞色素等级相关性较大。分析认为, LRL 大于 4.32 mm 或 LWL 大于 6.37 mm 时,同等条件下雌性个体的色素沉积等级要高于雄性,反之则低于雄性个体。这也可认为,阿根廷滑柔鱼雄性个体的角质颞一开始生长较快,在后期雌性的生长则快于雄性。这可能与雌雄个体的生长特性有关,即雄性个体先于雌性个体成熟。Hernández-García^[5]对短柔鱼角质颞色素沉积研究认为,色素沉积过程类似科氏滑柔鱼 (*Illex coindetii*)^[2] 和褶柔鱼 (*Todarodes sagittatus*)^[14]。Hernández-García^[5]研究认为,色素沉积等级为 3~4 级的个体很少,认为 3~4 级是头足类在发生转变的一个极短的过程,这与本研究结论有所不同,这可能是由于不同种类受不同生活环境的影响以及其本身生长不同有关。

角质颞的生长与头足类的摄食有着很大的关联,本次样本中几乎所有的个体其摄食等级都为

1级。由于没有对其胃含物做进一步分析,这使得无法对它们的关联性进行分析。在今后的研究中,应该多采集一些较小个体,使得样本更加全面。同时,今后可利用稳定同位素($\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$)分析技术,来研究角质颚与个体生长摄食的关系^[15-16]。

研究得到国家远洋渔业工程技术研究中心(National Distant-water Fisheries Engineering Research Center)和农业部大洋渔业资源环境科学观测实验站(Scientific Observing and Experimental Station of Oceanic Fishery Resources, Ministry of Agriculture, China)的资助。

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,2005:58-264.
- [2] Hernández-García V. Contribución al conocimiento bioecológico de la familia Ommastrephidae Steenstrup, 1857 en el Atlántico Centro-Oriental [D]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de GC, 1995.
- [3] Castro J J, Hernández-García V. Ontogenetic changes in mouth structures, foraging behavior and habitat use of *Scomber japonicus* and *Illex coindetii* [J]. Scientia Marina, 1995, 59(3-4):347-355.
- [4] Mangold K, Fioroni P. Morphologie et biométrie des mandibules de quelques cephalopods Méditerranéens [J]. Vie et Milieu (Serie A), 1966, 17:1139-1196.
- [5] Hernández-García V. Growth and pigmentation process of the beaks of *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) [J]. Berliner Paläobiologische Abhandlungen, 2003 (3): 131-140.
- [6] Ivanovic M L, Brunetti N E. Description of *Illex argentinus* beaks and rostral length relationships with size and weight of squids [R]. Revista de Investigacion Y Desarrollo Pesquero N, 1997, 11: 135-144.
- [7] Lipinski M R, Underhill L G. Sexual maturation in squid: quantum or continuum? [J]. South Africa Journal of Marine Science, 1995, 15(1):207-223.
- [8] 董正之.世界大洋经济头足类生物学[M].济南:山东科学技术出版社,1991:3-4.
- [9] Arkhipkin A. Age, growth, stock structure and migratory rate of pre-spawning short-finned squid, *Illex argentinus* based on statolith ageing investigations [J]. Fisheries Research, 1993, 16(4), 313-338.
- [10] 刘必林,陈新军.头足类角质颚的研究进展[J].水产学报,2009,33(1):157-164.
- [11] Ivanovic M L, Brunetti N E. Food and feeding of *Illex argentinus* [J]. Antarctic Science, 1994, 6(2): 185-193.
- [12] Santos R A, Haimovici M. Food and feeding of the short-finned squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern Brazil [J]. Fisheries Research, 1997, 33(1-3):139-147.
- [13] Cherel Y, Hobson K A. Stable isotopes, beaks and predators: a new tool to study the trophic ecology of cephalopods, including giant and colossal squids [J]. Proceedings of the Royal Society B, 2005, 272(1572):1601-1607.
- [14] Hernández-García V, Piatkowski U, Clarke M R. Development of the darkening of the *Todarodes sagittatus* beaks and its relation to growth and reproduction [J]. South Africa Journal of Marine Science, 1998, 20(1):363-373.
- [15] Ruiz-Cooley R I, Markaida U, Gendron D, et al. Stable isotopes in jumbo squid (*Dosidicus gigas*) beaks to estimate its trophic position: comparison between stomach contents and stable isotopes [J]. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2006, 86(2):437-445.
- [16] Hobson K A, Cherel Y. Isotopic reconstruction of marine food webs using cephalopod beaks new insight from captive raised *Sepia officinalis* [J]. Canadian Journal of Zoology, 2006, 84(5): 766-770.

Analysis of pigmentation change on beak for *Illex argentinus* in the high seas of southwestern Atlantic Ocean

FANG Zhou¹, CHEN Xinjun^{1,2,3*}, LI Jianguhua¹

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

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

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

Abstract: In this study, the samples of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* were collected by the Chinese squid jigger fleet during January to March in 2010, and the dorsal mantle length (DML) of the samples ranged from 166 mm to 266 mm. The total of 264 pairs of beaks (143 pairs for female and 121 pairs for male) were extracted, and the morphological indices in lower beak were measured, including Lower Hood Length (LHL), Lower Crest Length (LCL), Lower Rostral Length (LRL), Lower Lateral Wall Length (LLWL) and Lower Wing Length (LWL). The stages of beak pigmentation of those samples were checked based on the standard of Stage 0 to Stage 7. Combined with the ontogenesis, maturity stage of *I. argentinus* and growth of beak, the variation of beak pigmentation stages were preliminarily analyzed. The results showed that Stage 3 was the dominant proportion, accounting for 35.98% of the total samples during January to March. The monthly average level of beak pigmentation increased with the time passage from January to March. The beak pigmentation degrees of the samples increased with the growth of DML and body weight, and there were the significant linear relationships between beak pigmentation degrees and DML, beak pigmentation degrees and body weight ($P < 0.01$). The beak pigmentation degrees had a significant relationship with the sexual maturity stage for female squid ($P < 0.01$), but had not significant relationship for male squid ($P > 0.05$). The differences existed in the relationships between different morphological parameters of beaks (LHL, LCL, LRL, LLWL and LWL) and pigmentation stages, in which the significant relationships with LHL, LLWL and LWL are provided ($P < 0.01$).

Key words: *Illex argentinus*; beak; pigmentation; dorsal mantle length; sexual maturity; southwestern Atlantic Ocean

Corresponding author: CHEN Xinjun. E-mail: xjchen@shou.edu.cn