

文章编号: 1004 - 7271(2008)06 - 0721 - 05

西南大西洋公海阿根廷滑柔鱼性成熟的初步研究

刘必林^{1,2}, 陈新军^{1,2}, 田思泉^{1,2}, 钱卫国^{1,2}

(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)

摘要: 根据 2007 年 2 - 5 月我国鱿钓船在西南大西洋公海生产期间所采集的阿根廷滑柔鱼(南部巴塔哥尼亚种群)数据, 对其性成熟进行分析。结果表明, 渔获物雌雄比例约为 1.1:1。雌雄性腺成熟度差异大, 雄性个体性成熟度高于雌性。雄性 III、IV、V 期占总样本的 78.4%, 雌性仅占 48.1%。雌性群体 3 月开始大批量性成熟, 4 月开始大批量产卵; 雄性群体 2 月即开始大量性成熟, 并开始交配。经拟合, 南部巴塔哥尼亚种群雌雄个体初次性成熟胴长($ML_{50\%}$)分别为 264.9 mm 和 208.5 mm。

关键词: 阿根廷滑柔鱼; 西南大西洋公海; 性比; 初次性成熟

中图分类号: S 932 文献标识码: A

Sex maturity of *Illex argentinus* in the high sea waters of southwest Atlantic

LIU Bi-lin^{1,2}, CHEN Xin-jun^{1,2}, TIAN Si-quan^{1,2}, QIAN Wei-guo^{1,2}
(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;
2. The Key Laboratory of Oceanic Fisheries Resources Exploitation of Shanghai Education Commission, Shanghai 201306, China)

Abstract: Based on the commercial data about *Illex argentinus* from Chinese jigging vessel in the high sea waters of southwest Atlantic from February to May in 2007, the sex maturity of *Illex argentinus* was studied. The result indicated that the ratio of females to males was about 1.1:1. Much difference between females and males was determined. The maturity stage of male is higher than that of female, in which stage III, IV and V occupied 78.4% of the total in males but accounted for 48.1% in females. For the female squid, the majority matured squid occurred in March and major spawned squid occurred in April. For the male squid, reproductive period lasted a long time, and most of matured squid occurred in February and began mating. By fitting Logistic function, the mantle length of first maturity for females and males were 264.9mm and 208.5mm respectively.

Key words: *Illex argentinus*; high sea of southwest Atlantic; sex ratio; first maturity

收稿日期: 2008-01-26

基金项目: 教育部新世纪优秀人才计划项目(NCET-06-0437); 农业部智利外海茎柔鱼探捕项目(科 06-65); 上海市重点学科建设(T1101); 上海水产大学青年基金(科 07-254)

作者简介: 刘必林(1980-), 男, 江苏南京人, 硕士, 助理工程师, 主要从事头足类生物学和分类方面的研究。E-mail: bl-liu@shou.edu.cn

通讯作者: 陈新军, Tel: 021-61900340, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

阿根廷滑柔鱼 (*Illex argentinus*) 为重要的浅海大洋性经济头足类, 生命周期短, 生长迅速^[1]。主要分布于 22° ~ 54°S 西南大西洋的大陆架和陆坡, 其中以 35° ~ 52°S 资源尤为丰富^[2]。西南大西洋阿根廷滑柔鱼资源开发始于 20 世纪 80 年代早期, 我国于 1997 年才开始在该海域试捕, 并在 1999 年得到迅速发展, 至 2003 年产量约达 10 万 t。各国学者对阿根廷滑柔鱼的生物学^[3-5] 和资源评估、开发及管理^[6-7] 等方面进行了广泛的研究。近年来, 海洋环境 (主要是表温) 对渔场形成以及群体补充资源量的影响则是研究的重点^[8-9]。性成熟度是渔业生物学测定的主要内容, 是繁殖生物学研究的重要基础。目前国内外还未见利用连续性的调查时间, 对阿根廷滑柔鱼性成熟及初次性成熟情况进行研究。本文根据 2007 年 2-5 月我国鱿钓生产船在西南大西洋生产的实测数据, 对其性成熟进行初步研究, 为我国持续开发和利用西南大西洋阿根廷滑柔鱼资源提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料来源

样本于 2007 年 2-5 月由浙江丰汇远洋渔业有限公司“新世纪 52 号”鱿钓渔船, 在阿根廷公海海域 (57°55' ~ 60°43'W, 40°02' ~ 46°53'S) 生产时随机采集, 共 770 尾。

1.2 方法

1.2.1 生物学测定

测定内容为: 胴长、性别和性腺成熟度。胴长用量鱼板测定, 精确至 1 mm。依据 Zuev 等^[10]、Lipinski 和 Underhill^[11] 将性腺成熟度划分为 I、II、III、IV、V 五期, 以及性未成熟 (I、II 期)、性成熟 (III、IV 期)、繁殖后 (雄性为交配后, 雌性为产卵后) (V 期) 三个等级。

1.2.2 数据分析

(1) 将样本分雌雄, 并按不同月份和胴长组 (组间距为 20 mm) 统计分析性腺成熟度;

(2) 对不同胴长组内性成熟个体的比例和胴长组数据, 采用线性回归法来拟合 Logistic 曲线, 推算不同性别阿根廷滑柔鱼初次性成熟的胴长^[12]:

$$p_i = \frac{1}{1 + e^{-(a + bl_i)}}$$

式中, p_i : 成熟个体占组内样本的百分比; l_i : 各胴长组 (mm);

初次性成熟胴长 ($ML_{50\%}$) = $-a/b$ 。

2 结果

2.1 性别比例

在随机采集的 770 尾样本中, 雌性个体 408 尾, 雄性个体 362 尾, 雌雄比例约为 1.1:1。按不同月份分析发现 (表 1): 2-5 月各月雌雄比例分别为 0.8:1、1.1:1、1.2:1、2.7:1。2-4 月雌雄比例缓慢增大, 4-5 月雌雄比例迅速增大, 这可能与 4 月份开始大量亲体繁殖, 而繁殖后雄性亲体先行死亡有关。

表 1 不同月份阿根廷滑柔的鱼雌雄比例

Tab. 1 The sex ratio of females to males for *I. argentinus* in different months

月份	2月	3月	4月	5月
雌雄比例	0.8:1	1.1:1	1.2:1	2.7:1

2.2 性腺成熟度

雌性和雄性性成熟度存在较大差异。雌性未成熟个体占总样本的 51.9%, 成熟个体 (包括交配后) 占 48.1%; 而雄性未成熟个体仅占总样本的 21.6%, 成熟个体 (包括交配后) 占 78.4% (表 2)。

对雌性群体分析发现(图 1),2-3 月间,阿根廷滑柔鱼性成熟缓慢,样本以未成熟个体为主,约占总样本的 70%;2 月份产卵个体开始出现,至 3 月一直维持较低水平;3-4 月性成熟开始加快,未成熟个体减少,成熟个体(包括产卵后)增多;4-5 月性成熟急剧加快,所有个体全部性成熟,产卵后个体骤增。而雄性群体,2 月份开始就有相当一部分(超过 50%)个体达到性成熟,并开始交配;至 3 月,未成熟个体迅速减少,成熟个体迅速增加,交配后个体略有增加;3-5 月未成熟个体缓慢减少,成熟个体占据了主体,交配后个体基本维持 3 月水平。因此,由以上分析可看出,阿根廷滑柔鱼雄性个体性成熟较雌性早;雌性群体 3 月开始大批量性成熟,4 月开始大批量产卵;雄性群体 2 月即开始大量性成熟,并开始交配,繁殖期持续时间长。

对不同月份性腺成熟度分析发现,随着月份的推移阿根廷滑柔鱼逐渐趋于性成熟。雌性个体,2 月份性腺成熟度以 I 期为主,II、III、IV 期所占比例较少,仅有少数 V 期个体出现;3 月份性腺成熟度 I 期所占比例开始减少,II 期比例开始增加,III、IV 期比例基本维持 2 月水平,V 期比例略有增加;3 月份 I 期所占比例继续减少,IV、V 期比例开始增加;5 月份已无 I、II、III 期个体,IV、V 期比例达到最大值,其中 V 期个体超过了 60%。雄性个体,2 月份以 I、IV 期为主,II、III 期所占比例较少,无 V 期个体出现;3 月份 I 期所占比例骤减,II、III 期比例略微减少,IV 期比例较 2 月份增加了 1 倍,V 期个体开始出现;4 月份 I、II、III 期个体均维持一个较低水平,IV 期所占比例继续增加,V 期比例维持 3 月水平;5 月份已无 I、II、III 期个体出现,IV 期所占比例超过 90%,而 V 期个体较 3 月和 4 月略有减少。

表 2 不同性别阿根廷滑柔鱼性腺成熟度组成

Tab. 2 Composition of sex maturity of *I. argentinus* in different sex squid

性别	总尾数	性腺成熟度(%)				
		I	II	III	IV	V
雌性	408	32.8	19.1	5.9	22.3	19.9
雄性	362	10.8	10.8	13.0	58.6	6.0

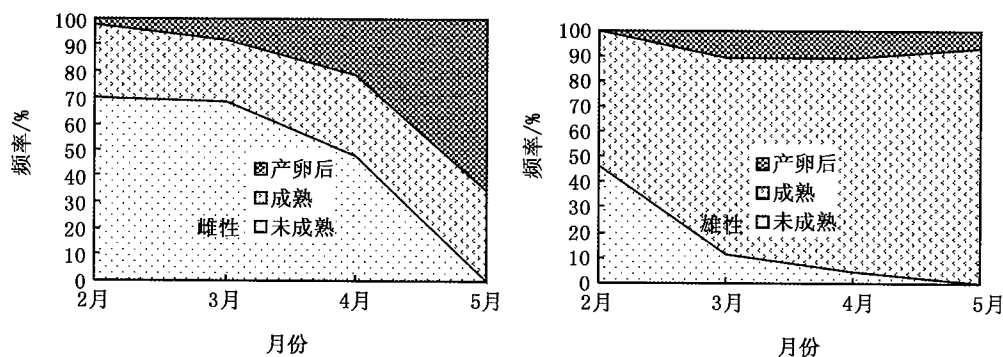


图 1 阿根廷滑柔鱼各月性成熟分布图

Fig. 1 Monthly percentage of maturity stage for females and males of *I. argentinus*

阿根廷滑柔鱼雌性成熟胴长范围 192~346 mm,平均胴长 274 mm;雄性成熟胴长范围 185~298 mm,平均胴长 231 mm。对同一胴长组性腺成熟度分析发现(图 2):雌性群体,胴长小于 190 mm 完全未成熟,大于 250 mm 的个体 90% 以上已性成熟,大于 270 mm 完全性成熟;雄性群体,胴长小于 190 mm 已有性成熟个体出现,大于 210 mm 的个体 90% 以上已性成熟,大于 250 mm 完全性成熟。

表3 不同月份阿根廷滑柔鱼性腺成熟度组成
Tab.3 Monthly composition of sex maturity of *I. argentinus*

性别	月份	性腺成熟度(%)				
		I	II	III	IV	V
雌性	2月	56.3	13.6	9.7	18.4	1.9
	3月	36.1	31.9	7.6	16.0	8.3
	4月	27.3	20.5	3.4	27.3	21.6
	5月	0.0	0.0	0.0	34.2	65.8
雄性	2月	28.3	18.1	19.7	33.9	0.0
	3月	0.7	11.0	11.0	66.2	11.0
	4月	2.8	1.4	9.7	75.0	11.1
	5月	0.0	0.0	0.0	92.6	7.4

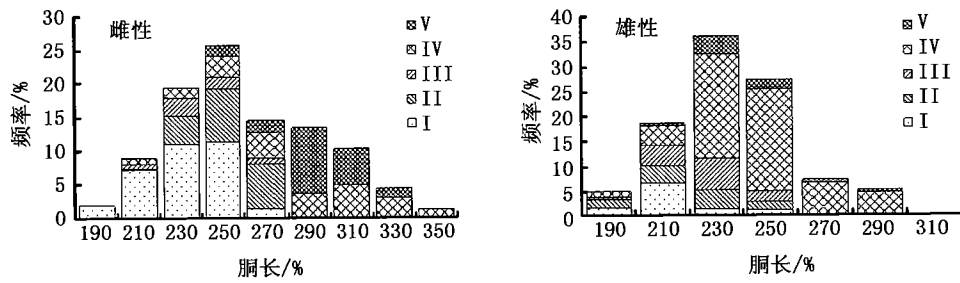


图2 不同胴长组阿根廷滑柔鱼性腺成熟度组成
Fig.2 Frequency distribution for maturity stage of *I. argentinus* by mantle length

2.3 初次性成熟胴长

雌性和雄性个体的性成熟度 - 胴长曲线分别为(图3):

$$\text{雌性: } P_i = \frac{1}{1 + e^{-(-17.2637 + 0.065165i_i)}} \quad (R^2 = 0.9699, n = 408, P < 0.01)$$

$$\text{雄性: } P_i = \frac{1}{1 + e^{-(-13.4572 + 0.064541i_i)}} \quad (R^2 = 0.9914, n = 362, P < 0.01)$$

50%性成熟(初次性成熟)胴长分别为:

雌性个体: $ML_{50\%} = 264.9 \text{ mm}$; 雄性个体: $ML_{50\%} = 208.5 \text{ mm}$

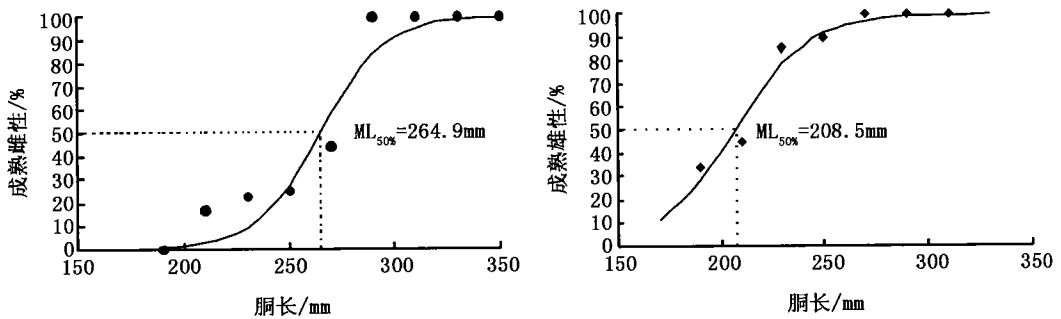


图3 阿根廷滑柔鱼初次性成熟胴长
Fig.3 Mantle length at first maturity of *I. argentinus*

3 讨论

研究发现,2-5月整个生产期间阿根廷滑柔鱼雌雄比例为1.1:1。王尧耕、陈新军^[2]研究认为,2000年1-5月阿根廷公海阿根廷滑柔鱼渔获物雌雄比例为1.3:1,其结果与本文相近。按月研究发现,2-4月雌雄比例逐渐增大,但变化不大,而5月雌雄比例为2.7:1,雌性个体的数量明显高于雄性,这可能由于4-5月繁殖群体增加,雄性个体在交配后先行大量死亡所致。这种性比现象在秘鲁外海茎柔鱼^[13]和印度洋西北海域鸢乌贼^[14]中也有发现。

分析表明,雌雄性腺成熟度差异大,雄性个体性成熟度高于雌性,性成熟较雌性早。雄性成熟个体(Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ期)占总样本的78.4%,而雌性仅占48.1%。雌性群体3月开始大批量性成熟,4月开始大批量产卵;雄性群体2月即开始大量性成熟,并开始交配,繁殖期持续时间长。王尧耕、陈新军^[2]研究发现,2000年1-3月阿根廷公海海域雌性个体的性成熟度以Ⅰ、Ⅱ为主,所占比例在60%~82%之间,雄性个体以Ⅱ、Ⅲ为主,约占总数的60%~93%。本研究亦发现,2007年2-3月阿根廷公海海域雌性个体的性成熟度以Ⅰ、Ⅱ为主,所占比例约为70%,但雄性个体以Ⅲ、Ⅳ期为主,约占总数的54%~77%。

Brunetti^[15]依据体型大小、成熟时的胴长及产卵场时空分布,将阿根廷滑柔鱼分为4个群系:南部巴塔哥尼亚种群(South Patagonic Stock, SPS),布宜诺斯艾利斯-巴塔哥尼亚北部种群(Bonaerensis-Northpatagonic Stock, BNS),夏季产卵群(Summer-Spawning Stock, SSS)及春季产卵群(Spring-Spawning Stock, SpSS)。本研究期间,样本均来自公海海域,其群体基本上为SPS种群,因此对雌性和雄性胴长组和性成熟拟合Logistic曲线发现,该群体的初次性成熟胴长分别为264.9 mm和208.5 mm。

由于样本数量较少,本文还难以完整系统地分析和研究不同时期阿根廷滑柔鱼渔获物的性比、性成熟、产卵等繁殖生物学特性。为此,我们需要进一步采集不同空间和时间序列的生物学数据,结合胴长分布、生长曲线等划分不同种群,开展各项基础研究工作。

参考文献:

- [1] 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, 1991:131-134.
- [2] 王尧耕, 陈新军. 世界大洋性经济头足类资源及其渔业[M]. 北京: 海洋出版社, 2005:190-191.
- [3] Rodhouse P G, Hatfield E M C. Dynamics of growth and maturation in the cephalopod *Illex argentinus* de Castellanos, 1960 (Teuthoidea: Ommastrephidae) [J]. Philos Trans R Soc Lond, 1990, 329:229-241.
- [4] Arkhipkin A I. Age, growth, stock structure and migratory rate of prespawning short-finned squid, *Illex argentinus* based on statolith ageing investigations[J]. Fish Res, 1993, 16:313-338.
- [5] Rodhouse P G, Barton J, Hatfield EMC, et al. *Illex argentinus*: life cycle, population structure and fishery[J]. ICES Mar Sci Symp, 1995, 199:425-432.
- [6] Sato T, Hatanaka H. A review of assessment of Japanese distant-water fisheries for cephalopods [C]//CADDY J F. Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fisheries Technical Paper, 1983, No. 231.
- [7] Basson M, Beddington K R, Crombie J A, et al. Assessment and management techniques for migratory annual squid stocks: *Illex argentinus* fishery in the Southwest Atlantic as an example[J]. Fish Res, 1996, 28:3-27.
- [8] Waluda C M, Trathan P N, Rodhouse P G. Influence of oceanographic variability on recruitment in the *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) fishery in the South Atlantic[J]. Mar Ecol Prog Ser, 1999, 183:159-167.
- [9] 刘必林, 陈新军. 2001年西南大西洋阿根廷滑柔鱼产量分布与表温关系的初步研究[J]. 海洋渔业, 2004, 24(6):326-330.
- [10] Zuev G V, Nigmatullin C M, Nikovlsky V N. Nektonic oceanic squid[M]. Agropromizdat, Moscow, 1985.
- [11] Lipinski M R, Underhill L G. Sexual maturation in squid: quantum or continuum[J]. S Afr J Mar Sci, 1995, 15:207-223.
- [12] Ricardo T, Piero V, Miguel R, et al. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters [J]. Fish Res, 2001, 54:33-50.
- [13] 叶旭昌, 陈新军. 秘鲁外海茎柔鱼胴长组成及性成熟初步研究[J]. 上海水产大学学报, 2007, 16(4):347-350.
- [14] 杨德康. 两种鱿鱼资源及其开发利用[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(2):176-179.
- [15] Brunetti N E, Elena B, Rossi G R, et al. Summer distribution, abundance and population structure of *Illex argentinus* on the Argentine shelf in relation to environmental features [J]. S Afr J Mar Sci, 1998, 20:175-186.