

文章编号: 1674 - 5566(2011)06 - 0890 - 05

## 夏秋季西北太平洋柔鱼渔业生物学的初步研究

李建华<sup>1</sup>, 陈新军<sup>1,2,3</sup>, 刘必林<sup>1,2,3</sup>, 陆化杰<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 月我国鱿钓船在西北太平洋传统鱿钓作业渔场(150° ~ 165°E, 39° ~ 45°N) 渔汛期间所采集的柔鱼样本, 对夏秋季柔鱼渔业生物学特性进行初步研究。研究得知, 渔获物胴长范围为 200 ~ 436 mm, 平均胴长为 282 mm, 优势胴长为 230 ~ 320 mm, 占总数的 81.60%。各月渔获物中雄性个体的平均胴长小于雌性个体。胴长与体重关系的生长指数接近 3。渔获物中的性比符合 1:1 ( $P > 0.05$ ), 但成熟个体中雄性个体所占比例明显比雌性高 ( $P < 0.05$ )。渔获物的性腺成熟度以 I、II 期为主, 雌性个体性腺成熟晚于雄性个体。缠卵腺长和缠卵腺重随着性腺的成熟而逐步增大。渔获物中胴长组成呈双峰型, 且未成熟、成熟个体同时存在, 由此判断作业海域中柔鱼存在 2 个种群, 即小型的冬春季产卵群体和大型的秋季产卵群体, 且以小型的冬春季产卵群体为主。

**研究亮点:** 本文对夏秋季西北太平洋柔鱼渔业生物学特性进行初步研究。渔获胴长 200 ~ 436 mm, 优势胴长 230 ~ 320 mm。性比符合 1:1, 但成熟个体中雄性比例明显比雌性高。性成熟度以 I、II 期为主。渔获物中有小型的冬春季产卵群体和大型的秋季产卵群体, 且以小型的冬春季产卵群体为主。

**关键词:** 柔鱼; 西北太平洋; 渔业生物学; 渔获群体

**中图分类号:** S 932.8

**文献标志码:** A

柔鱼 (*Ommastrephes bartramii*) 广泛分布在世界亚热带和温带水域<sup>[1]</sup>, 其商业性开发利用主要集中在北太平洋海域<sup>[2]</sup>。北太平洋柔鱼于上世纪 70 年代初首先由日本鱿钓船开发, 我国于 1993 年首次对该资源进行调查, 1994 年进行商业性开发利用, 目前年产量稳定在  $8 \times 10^4 \sim 12 \times 10^4$  t 之间, 是我国远洋鱿钓渔业的主要捕捞对象<sup>[3-4]</sup>。村田守等<sup>[5]</sup>、沈新强等<sup>[6]</sup>、陈新军等<sup>[7-11]</sup>对柔鱼渔场形成、渔获量变动及其与海洋环境之间关系做了相关的研究。为了可持续利用该资源, 需要对其资源状况进行长期的监测与调查, 探讨其渔获物的群体组成。为此, 本研究根据 2007 年西北太平洋传统鱿钓渔船所采集的柔鱼样本, 对其渔业生物学特性进行了初步研究。

### 1 材料与方法

#### 1.1 采样时间和海域

柔鱼样本采集于 2007 年 7 月至 10 月, 委托“沪金渔 701 船”在西北太平洋生产期间采集。生产海域为 40° ~ 45°N, 151° ~ 158°E。每天从渔获物中随机采集 15 尾以上的柔鱼, 累计样本 1 337 尾, 7 - 10 月各月样本数分别为 127 尾、437 尾、412 尾和 361 尾, 样本冷冻后带回实验室分析测定。

#### 1.2 生物学测定

柔鱼样品解冻后, 对其生物学参数进行测定, 包括胴长、体重、性别、性腺成熟度、雌性卵巢重、雄性精巢重及雌和雄附属性腺重等。胴长测定精确至 1 mm, 重量精确至 1 g。参考 LIPINSKI

收稿日期: 2011-01-18 修回日期: 2011-03-07

基金项目: 教育部博士点基金(20093104110002); 国家高技术研究发展计划(2007AA092202); 国家自然科学基金(NSFC40876090); 国家发改委项目(2060403); 上海市重点学科建设项目(S030702)

作者简介: 李建华(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源学。E-mail: M100301441@stmail.shou.edu.cn

通讯作者: 陈新军, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

和 UNDERHILL<sup>[12]</sup> 及 EHRHARDT 等<sup>[13]</sup> 将性腺成熟度划分为 5 级。

### 1.3 研究方法

(1) 采用频度分析法分析渔获物胴长组成, 组间距分别为 30 mm。

(2) 采用线性回归法, 求取胴长与体重之间的关系:

$$W = bL^a \quad (1)$$

式中:  $W$  为体重(g);  $L$  为胴长(mm);  $a$ 、 $b$  为估算参数。

## 2 研究结果

### 2.1 胴长组成

渔汛期间, 柔鱼渔获物胴长范围为 200 ~ 436 mm, 平均胴长为 282 mm, 优势胴长为 230 ~ 320 mm, 占总数的 81.60%。雌性个体胴长范围为 200 ~ 436 mm, 平均胴长为 289 mm, 雄性个体胴长范围为 200 ~ 392 mm, 平均胴长为 275 mm。雌、雄性个体的优势胴长组均比较接近 230 ~ 320 mm (图 1), 无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。

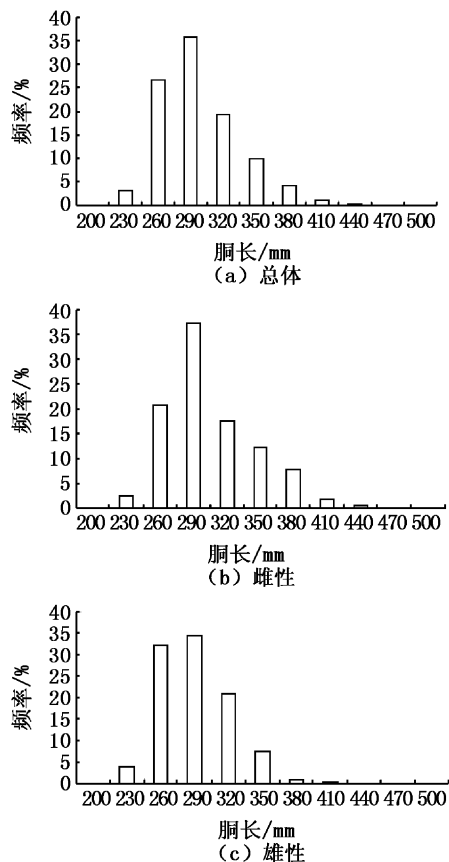


图 1 西北太平洋柔鱼胴长组成  
Fig. 1 Distribution of mantle length of *O. bartramii* in the Northwest Pacific Ocean

### 2.2 胴长与体重的关系

经拟合分析, 雌雄个体的体重与胴长的关系式分别为 (图 2):

$$\text{雌性: } W = 6.0 \times 10^{-5} L^{2.9721} \quad (R^2 = 0.8730, n = 655)$$

$$\text{雄性: } W = 4.0 \times 10^{-5} L^{2.9373} \quad (R^2 = 0.8487, n = 682)$$

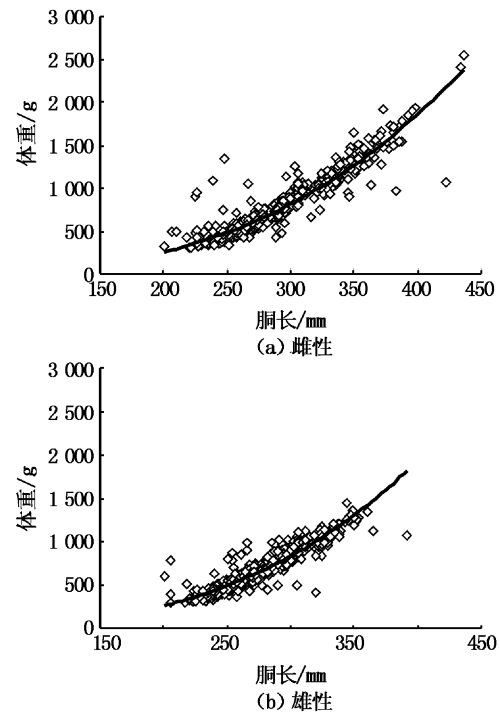


图 2 西北太平洋柔鱼胴长与体重的关系  
Fig. 2 Relationships between mantle length and body weight of *O. bartramii* in the Northwest Pacific Ocean

### 2.3 繁殖生物学

#### 2.3.1 性比

渔获样本中, 雌性个体为 655 尾, 雄性为 682 尾。分析表明, 7-10 月各月雌雄个体的性比、成熟个体中性比存在差异, 总体性比在 0.9:1 ~ 1.08:1 范围内变动, 平均为 0.96:1; 成熟个体的性别比为 0.25:1 ~ 0.67:1, 平均为 0.40:1 (图 3)。统计检验表明: 总体性比均符合 1:1 ( $P > 0.05$ ), 成熟个体中雌性个体显著小于雄性 ( $P < 0.05$ )。

#### 2.3.2 性腺成熟度与胴长关系

分析表明, 雌性个体中未成熟、性成熟和繁殖后的比例分别为 77.71%、13.44% 和 8.85%, 雄性比例占 67.30%、31.96% 和 0.73%。按不同月份分析, 各月雌雄个体均以未成熟个体为主

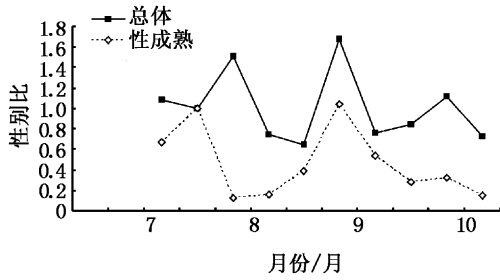


图3 西北太平洋柔鱼不同月份总体和性成熟个体中雌雄性别比  
Fig.3 Monthly sex ratio for all squid and for mature individuals of *O. bartramii* in the Northwest Pacific Ocean

(表1)。7、8月雌、雄个体未成熟比重均大于85%，仅少量性成熟个体；9月雌、雄群体性成熟个体比例均显著上升( $P > 0.05$ )，其中雌性个体达到性成熟高峰，随后开始下降。9、10月雌性繁

殖后个体出现比例较高，在10%以上，10月雄性达到性成熟的高峰。在同一月份，雄性个体的性腺发育程度较雌性个体高，这表明雌性个体性成熟晚于雄性个体。

性成熟I期中雌、雄性个体的胴长范围分别为200~320 mm、200~290 mm，优势胴长分别为260~290 mm、230~260 mm；II期雌、雄性个体的胴长范围分别为230~350 mm、230~320 mm，优势胴长分别为260~290 mm、260~320 mm；III期雌、雄性个体的胴长范围分别为290~380 mm、260~350 mm，优势胴长分别为320~350 mm、290~320 mm；IV、V期雌、雄性个体的胴长范围分别为320~410 mm、290~350 mm。雌、雄个体各期平均胴长均随着性腺成熟度的增加而增大。在相同性腺成熟度下，雌性个体的柔鱼胴长显著大于雄性( $P < 0.05$ )。

表1 西北太平洋柔鱼性腺成熟度月组成

Tab.1 Monthly composition of sex maturity of *O. bartramii* in the Northwest Pacific Ocean

月份	雌性			雄性		
	未成熟	性成熟	繁殖后	未成熟	性成熟	繁殖后
7月	96.97	3.03	0	95.08	4.92	0
8月	96.82	2.73	0.45	86.64	13.36	0
9月	61.62	27.78	10.61	57.48	40.65	1.87
10月	64.33	14.62	21.05	47.37	52.11	0.53

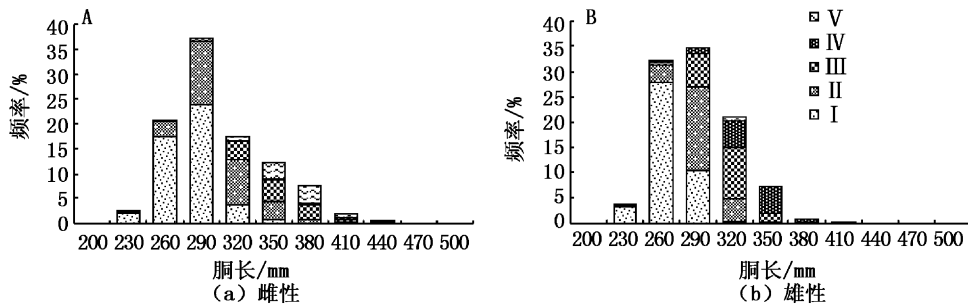


图4 西北太平洋柔鱼性成熟度与胴长关系  
Fig.4 Relationships between sexual maturity and mantle length of *O. bartramii* in the Northwest Pacific Ocean

2.3.3 缠卵腺指数

分析认为，样本中柔鱼缠卵腺长为14.13~68.99 mm，缠卵腺重为0.015~2.220 g，缠卵腺长与缠卵腺重呈指数关系(图5)，其关系式如下：

$$W_{NG} = 0.0094e^{0.09L_{NG}} \quad (R^2 = 0.7119, n = 606) \quad (2)$$

式中： $W_{NG}$ 为缠卵腺重(g)； $L_{NG}$ 为缠卵腺长(mm)。

不同性腺成熟度分析显示，随着性腺成熟度的增加，柔鱼缠卵腺长与缠卵腺重均不断增大

( $P < 0.05$ )(表2)。

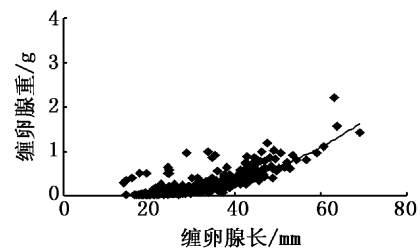


图5 雌性柔鱼缠卵腺长与缠卵腺重关系  
Fig.5 Relationships between nidamental gland length and weight of *O. bartramii*

表 2 雌性柔鱼不同性腺等级的缠卵腺长和缠卵腺重

Tab.2 Nidamental gland length and weight in different maturity stages of *O. bartramii*

性腺等级	缠卵腺长/mm				缠卵腺重/g			
	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差
I	14.74	44.83	24.78	4.45	0.015 6	0.649 0	0.095 3	0.100 4
II	18.87	56.68	29.60	5.89	0.014 5	0.871 8	0.184 1	0.144 5
III	14.13	54.48	38.05	6.67	0.130 2	0.914 0	0.391 8	0.187 7
IV	41.30	58.96	47.74	7.75	0.411 5	1.005 3	0.746 0	0.291 5

### 3 分析与讨论

#### 3.1 群体组成

在西北太平洋传统鱿钓渔场,渔获物的胴长组成呈双峰型,秋季产卵的柔鱼达到性成熟高峰但量少,未成熟的个体占绝大多数,因此初步判定样本中存在少量较大胴长的秋季产卵群体和大量的个体较小的冬春生产卵群体,即小型的冬春生群体和大型的秋生群体,这与利用形态、耳石和寄生虫研究<sup>[14-18]</sup>得到的结论基本相符。分析认为,本次渔获物中雌、雄个体的优势胴长组均为 230~320 mm,雄性个体的平均胴长小于雌性个体。

柔鱼的胴长与体重存在明显的幂指数关系,其生长指数为 2.890 5,这比王尧耕和陈新军<sup>[2]</sup>、黄洪亮等<sup>[19]</sup>分别根据 1993-1999 年、1998-2001 年渔获样本获得的生长指数 b 值(分别为 3.189 4 和 3.386 2)要小,这可能是由于采样的海区和时间不同造成的,也可能是由于有较多小型柔鱼个体补充到群体中而导致的结果。

#### 3.2 繁殖生物学

有研究表明,渔汛期间西北太平洋柔鱼渔获物雌雄性比在 1:1 左右<sup>[2,19]</sup>。本文结果也表明,雌雄性比为 1:1( $P > 0.05$ )。成熟个体中,雌性的数量显著小于雄性( $P < 0.05$ ),符合头足类繁殖时期成熟个体雄性比率高的观点<sup>[2]</sup>。

本次渔获物中,柔鱼性腺成熟度均以 I、II 期为主,这与黄洪亮等<sup>[19]</sup>和孙满昌等<sup>[20]</sup>的研究一致,不论是雄性还是雌性,随着时间的推移,性腺发育程度增高,而在相同月份,雄性的性腺发育程度较雌性要高。由于柔鱼是一年生,雌雄生活周期相同,可认为雄性繁殖期持续时间长,雌性个体性成熟晚于雄性个体,这些与村田守和石井正<sup>[21]</sup>的研究一致。

雌、雄性均出现了繁殖后个体,可推断该海

域可能存在一个秋季产卵群体。这与已有研究结论相符合<sup>[2]</sup>。未成熟群体和产卵群体同时存在说明该海域对于西北太平洋柔鱼兼有索饵场和产卵场的可能。缠卵腺是柔鱼类雌性繁殖系统的重要组织,研究结果显示,柔鱼缠卵腺长和缠卵腺重随着性腺成熟度增加逐步增大。

由于柔鱼在北太平洋海域的栖息范围极为广阔,但本文的样本局限在 35°N 以北的索饵场,而产卵场以及肥育场则没有涉及,所以对柔鱼的生物学特性了解还不够全面,加上柔鱼样本来源于鱿钓生产船,渔具选择性(不同大小钓钩)对柔鱼样本的采集可能会有较大的影响。海洋环境的变化对柔鱼资源的影响,有待于我们进一步收集调查数据进行深入分析。

#### 参考文献:

- [1] ANDERSON C I H, RODHOUSE P G. Life cycles, oceanography and variability: ommastrephid squid in variable oceanographic environments[J]. Fisheries Research, 2001, 54(1): 133-143.
- [2] 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: 124-159.
- [3] 陈新军,王尧耕. 中国远洋鱿钓渔业的发展前景[J]. 中国渔业经济研究, 1999(2): 38-39.
- [4] 陈新军,刘必林,王尧耕. 世界头足类[M]. 北京:海洋出版社, 2009: 298-334.
- [5] 村田守,石井正,新宫千臣. アカイカの釣漁場の位置と水温の季節変化,並びに回遊と漁場形成に関する若干の考察[R]. 北水研究報告第 48 号,1983: 53-77.
- [6] 沈新强,樊伟,崔雪森. 西北太平洋柔鱼渔场分布与水温关系的研究[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(3): 10-14.
- [7] 陈新军,许柳雄,田思泉. 北太平洋柔鱼资源与渔场的时空分析[J]. 水产学报, 2003, 27(4): 334-342.
- [8] 陈新军,许柳雄. 北太平洋 150°E~165°E 海域柔鱼渔场与表温及水温垂直结构的关系[J]. 海洋湖沼通报, 2004(2): 36-44.
- [9] 陈新军,田思泉,许柳雄. 西北太平洋海域柔鱼产卵场和作业渔场的水温年间比较及其与资源丰度的关系[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(2): 168-175.

- [10] 陈新军,刘必林. 2004 年北太平洋柔鱼产量分析及作业渔场与表温的关系[J]. 湛江海洋大学学报,2005,25(6):41-45.
- [11] 陈新军,田思泉. 西北太平洋海域柔鱼的产量分布及作业渔场与表温的关系研究[J]. 中国海洋大学学报,2005,35(1):101-107.
- [12] LINPINSKI M R, UNDERHILL L G. Sexual maturation in squid: quantum or continuum? [J]. South Africa Journal of Marine Science, 1995,15(1):207-223.
- [13] EHRHARDT N M, JACQUENMIN P, GARCIA F, et al. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico [R]//FAO. Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fisheries technical paper NO. 231. Rome, 1983:306-320.
- [14] 李思亮,陈新军,刘必林,等. 基于形态法的西北太平洋柔鱼种群结构研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2010,40(3):43-48.
- [15] BOWER J R, 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.
- [16] YATSU A, MIDORIKAWA S, SHIMADA T, et al. Age and growth of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean [J]. Fisheries Research, 1997, 29(3):257-270.
- [17] MURATA M. Oceanic resources of squids [J]. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 1990, 18(1):19-71.
- [18] ICHII T, MAHAPATRA K, SAKAI M, et al. Life history of the neon flying squid: effect of the oceanographic regime in the North Pacific Ocean [J]. Marine Ecological of Progress Series, 2009(378):1-11.
- [19] 黄洪亮,郑元甲,程家骅. 北太平洋海区柔鱼生物学特征研究[J]. 海洋渔业, 2003,25(3):126-135.
- [20] 孙满昌,张圣海,钱卫国. 北太平洋中东部海域的柔鱼生物学特征研究[J]. 海洋渔业, 2001,23(1):21-24.
- [21] 村田守,石井正. 北海道・三陸太平洋海域に出現するアカイカとツメイカの生態に関する2.3の知見[R]. 北水研究报告第42号,1977,42:1-23.

## Biological characteristics of *Ommastrephes bartramii* in northwest Pacific Ocean

LI Jian-hua<sup>1</sup>, CHEN Xin-jun<sup>1, 2, 3</sup>, LIU Bi-lin<sup>1, 2, 3</sup>, LU Hua-jie<sup>1</sup>

(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:** Based on the samples from Chinese squid jigging vessels in the traditional fishing area (150° - 165°E, 39° - 45°N) of northwest Pacific in 2007, the biological characteristics of squid *Ommastrephes bartramii* were studied. The results showed that the range of mantle length was from 200 to 436 mm and the average mantle length attained 282 mm, the dominant mantle length ranged from 230 to 320 mm which accounted for 81.6 percent of the total. The monthly mantle length of male squid was smaller than that of female, the growth index of relationship between mantle length and body weight was nearly three. The sex ratio of total number accorded with 1:1 ( $P > 0.05$ ), but the proportion of mature males was obviously higher than that of females ( $P < 0.05$ ). The sexual maturity stage dominated I and II, the average maturity stage of females was less than that of males. The length and weight of nidamental gland of squid increased with the growth of gland maturity. Since the composition of mantle length had two modes in samples and immature and mature individuals both exist, it is concluded that the individuals of the catch could be divided into two populations in the northwest Pacific Ocean, i. e. winter-spring cohort with smaller size and autumn-spawning cohort with bigger size, in which the winter-spring cohort dominated in the catch.

**Key words:** *Ommastrephes bartramii*; northwest Pacific Ocean; biological characteristics; population of the catch