

文章编号: 1674-5566(2011)05-0759-06

## 北太平洋中东部2个海区柔鱼生物学特性比较研究

陈峰<sup>1</sup>, 陈新军<sup>1,2,3</sup>, 陆化杰<sup>1</sup>, 刘必林<sup>1,2,3</sup>, 钱卫国<sup>1,2,3</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2010年4-7月北太平洋中东部海域采集的854尾柔鱼样本, 分东经海域(170°E~180°E)和西经海域(170°W~180°W)分析其胴长组成、性别比、性成熟度和性成熟指数等生物学特性。结果表明, 西经海域雌性个体的优势胴长组为25~29 cm和35~43 cm, 平均胴长为32.9 cm; 雄性个体优势胴长组为23~27 cm, 平均胴长为24.5 cm。而东经海域雌性个体优势胴长组为35~43 cm, 平均胴长为36.9 cm, 雄性个体仅1尾。体重-胴长关系表明, 雌性个体生长速度明显快于雄性, 尤其是西经海域。渔获物中性别组成均不符合1:1。西经海域雌性个体以性成熟度I、II期为主, 占总数的97.9%, 对应的优势胴长分别为23~27 cm、35~43 cm, III期雌性个体的优势胴长为45~49 cm; 雄性个体的性成熟度为I、II期, 对应的优势胴长分别为23~27 cm和25~27 cm。东经海域雌性个体性成熟以I、II期为主, 对应的优势胴长分别为29~35 cm和35~43 cm。西经海域和东经海域雌性个体初次性成熟胴长分别为47.3 cm和50.7 cm。分析认为, 调查海域渔获均为秋生群, 东经海域主要以大型群为主体, 存在少量的小型群; 而西经海域小型群和大型群并重。

**研究亮点:** 分析比较了4-7月北太平洋中东部西经和东经海域的柔鱼生物学。东经海域以大型群为主体, 存在少量的小型群; 西经海域小型群和大型群并重。渔获个体均以性成熟度I、II期为主。西经和东经海域雌性个体初次性成熟胴长分别为47.3 cm和50.7 cm。

**关键词:** 柔鱼; 生物学; 北太平洋中东部

**中图分类号:** S 932.8

**文献标志码:** A

柔鱼(*Ommastrephes bartarmii*)是北太平洋海域的重要经济头足类之一<sup>[1]</sup>。日本从1974年开始商业捕捞<sup>[2]</sup>, 中国大陆于1994年开始进行商业开发, 目前年产量稳定基本维持在8~10万吨左右。柔鱼生命周期通常为一年<sup>[3]</sup>, 分为秋生中部群体、秋生东部群体、冬春生西部群体和冬春生中东部群体等4个群体<sup>[3-5]</sup>。其中冬春生西部群体为中国大陆鱿钓船的传统捕捞对象, 主要捕捞区域为38°~46°N、165°E以西海域, 其产量约占年总产量的70%~85%<sup>[6]</sup>。有关文献表明, 对北太平洋西部柔鱼冬春生群体的生物学<sup>[7-9]</sup>、渔场与海洋环境关系<sup>[10-14]</sup>等方面的研究比较多, 但对中东部群体研究相对较少<sup>[15]</sup>。柔鱼不仅在北

太平洋海洋生态系统中地位重要, 而且具有较大的开发和利用价值, 历史上流刺网年产量基本上稳定在20~30万吨<sup>[16]</sup>。为此, 本文根据2010年4-7月在北太平洋中东部海域连续采集的柔鱼样本, 分析其种群结构、性别比、性腺成熟度和性腺指数等生物学特性, 并对东经和西经海域的柔鱼生物学特性做一比较。

### 1 材料与方法

探捕时间为2010年4-7月, 主要采样时间为5-6月。调查船为舟山宁泰远洋渔业有限公司所属的“金海827”鱿钓船, 调查海域为北太平洋171°28'E~170°00'W, 38°22'N~40°18'N海

收稿日期: 2010-11-28 修回日期: 2011-04-08

基金项目: 国家高技术研究发展计划(2007AA092202); 教育部博士点基金(20093104110002); 国家发改委产业化专项(2060403); 上海市重点学科建设项目(S030702)

作者简介: 陈峰(1984—), 男, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源。E-mail: cf0421223@163.com

通讯作者: 陈新军, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

域,具体采集样本站点如图 1,样本共 854 尾。

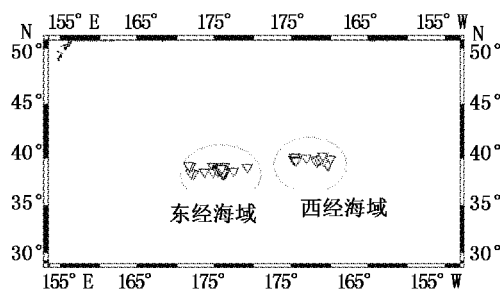


图 1 北太平洋柔鱼资源探捕站点示意图

Fig. 1 Survey locations for *Ommastrephes bartramii* in the north Pacific

## 1.1 研究方法

### 1.1.1 生物学测定

测定内容包括胴长、性别、性腺成熟度、性腺重和雌性缠卵腺重及长度。胴长用量鱼板测定,精确至 1 mm;雌性缠卵腺长用游标卡尺测定,精确至 0.01 mm;缠卵腺重采用万分之一电子天平称重,精确至 0.001 g。依据性腺成熟度划分法<sup>[17]</sup>将其划分为 5 期(I、II、III、IV 和 V),并根据性成熟度分为性未成熟(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)3 个等级。

### 1.1.2 数据处理

(1) 将调查海域分两个海区,即 170°E ~ 180°E 和 170°W ~ 180°W (图 1),分别称为东经和西经海域。按各海域的所取样本分雌、雄,按胴长组(组间间距 2 cm)统计分析种群结构以及各性成熟期胴长,利用 *t* 检验(*t*-test)检验各个群体胴长的差异性。

(2) 体重( $W_B$ )与胴长( $L_M$ )关系采用线性回

归法,  $\ln W_B = \ln a + b \ln L_M$ 。

(3) 运用 SPSS 15.0 进行统计分析,利用  $\chi^2$  拟合度检验<sup>[18]</sup>(Chi-Square Goodness-of-Fit test)检验各海区雌雄比例是否等于 1:1;非参数曼-惠特尼 U 检验<sup>[18]</sup>(Mann-Whitney U-test)检验不同性腺成熟度等级的缠卵腺和性腺指标差异性。

(4) 以 2 cm 为间距,利用不同胴长组的性成熟个体百分比拟合 Logistic 曲线,推算柔鱼雌雄个体的初次性成熟胴长<sup>[19]</sup>:

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

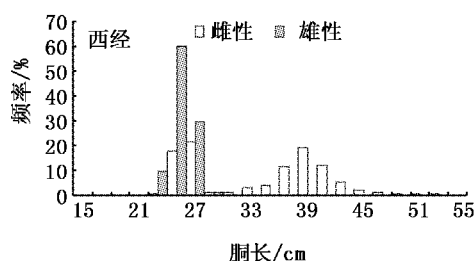
式中: $p_i$ 为成熟个体占组内样本的百分比; $l_i$ 为各胴长组(cm); $a$ 和  $b$ 为回归系数(常量);初次性成熟胴长( $L_{M50\%}$ ) =  $-a/b$ 。

## 2 结果

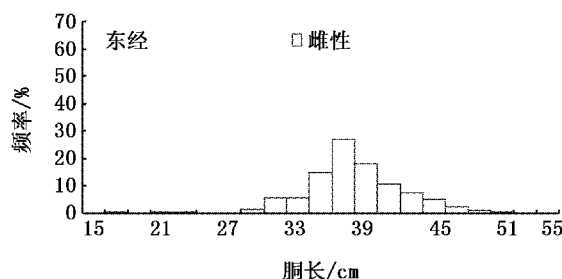
### 2.1 胴长组成

西经海域,雌性个体胴长范围为 21.8 ~ 51.6 cm,优势胴长组为 25 ~ 29 cm 和 35 ~ 43 cm,分别占雌性个体的 40.23% 和 51.18% (图 2a),平均胴长为 32.9 cm;雄性个体胴长范围为 21.2 ~ 27.5 cm,优势胴长组为 23 ~ 27 cm (图 2a),占雄性个体的 99.05%,平均胴长为 24.5 cm。统计分析表明,雄性个体明显比雌性个体小( $P < 0.05$ )。

东经海域,雌性个体胴长范围为 20 ~ 50 cm,优势胴长组为 35 ~ 43 cm,占雌性个体的 77.83% (图 2b),平均胴长为 36.9 cm。样本中,雄性个体仅 1 尾,因此不对雄性个体做分析。统计分析表明,东经海域的雌性个体明显比西经个体大( $P < 0.05$ )。



(a)



(b)

图 2 北太平洋中东部海域柔鱼胴长组成

Fig. 2 Mantle length distribution of *Ommastrephes bartarmii* in the central and eastern North Pacific Ocean

## 2.2 胴长与体重关系

根据线性回归结果,体重 ( $W_B$ , g) 与胴长 ( $L_M$ , mm) 关系式为(图 3):

西经海域雌性个体:  $W_B = 8 \times 10^{-6} L_M^{3.205}$   
( $R=0.9939$ ,  $P<0.0001$ ) (图 3a)

西经海域雄性个体:  $W_B = 0.0006 L_M^{2.4412}$   
( $R=0.8093$ ,  $P<0.0001$ ) (图 3b)

东经海域雌性个体:  $W_B = 4 \times 10^{-5} L_M^{2.9618}$   
( $R=0.9574$ ,  $P<0.0001$ ) (图 3c)

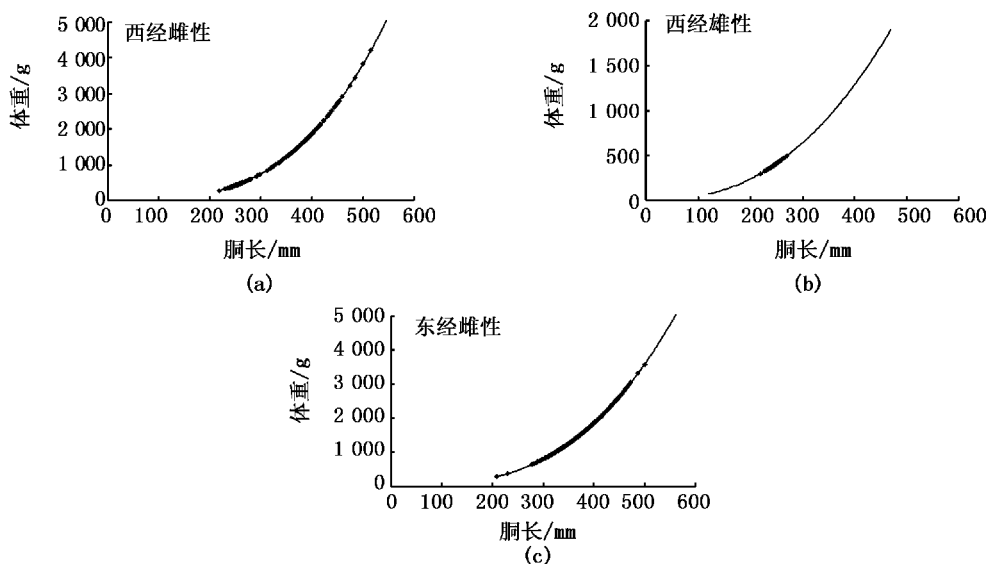


图 3 柔鱼体重与胴长关系

Fig. 3 Relationship between body weight and mantle length of *Ommastrephes bartarmii*

## 2.3 性别比

分析发现,东经和西经水域柔鱼总性别比分别为 406:1 (东经海域仅 1 为雄性个体) 和 3.2:1。整个海域,柔鱼渔获物性别比均不符合 1:1 ( $P<0.05$ )。同样,成熟个体中雌雄性别比也不符合 1:1 ( $P<0.05$ ) (表 1)。

## 2.4 性成熟度及胴长组成

在西经海域,雌性个体以性成熟度 I、II 期为主,占总数的 97.9%, III 期所占比例较少,没有 IV、V 期的个体(表 1)。分析发现,性成熟度 I 期中雌性个体的优势胴长为 23~27 cm, 占其总数的 96.7%, 平均胴长为 28.0 ± 5.3 cm; II 期雌性

个体的优势胴长为 35~43 cm, 占其总数的 78%, 平均胴长为 37.8 ± 4.4 cm; III 期雌性个体的优势胴长为 45~49 cm, 占其总数的 66.7%, 平均胴长为 43.9 ± 5.5 cm (图 4a)。不同性成熟的雌性个体间差异明显 ( $P<0.05$ )。雄性个体仅只有性成熟度 I、II 期, 未见成熟个体(表 1)。I 期雄性个体的优势胴长为 23~27 cm, 占其总数的 96.7%, 平均胴长为 24.3 ± 1.3 cm; II 期雄性个体的优势胴长为 25~27 cm, 占其总数的 94.1%, 平均胴长为 24.9 ± 1.3 cm (图 4b)。II 期雄性个体的平均胴长比 I 期的稍高, 但在统计上没有显著性差异 ( $P>0.05$ )。

表 1 柔鱼性腺成熟度组成

Tab. 1 The sex maturity composition of *Ommastrephes bartarmii*

性成熟度	170°W ~ 180°W 海域		170°E ~ 180°E 海域	
	雌性	雄性	雌性	雄性
I	146	77	41	0
II	183	28	350	1
III	7	0	14	0
IV	0	0	1	0
V	0	0	0	0

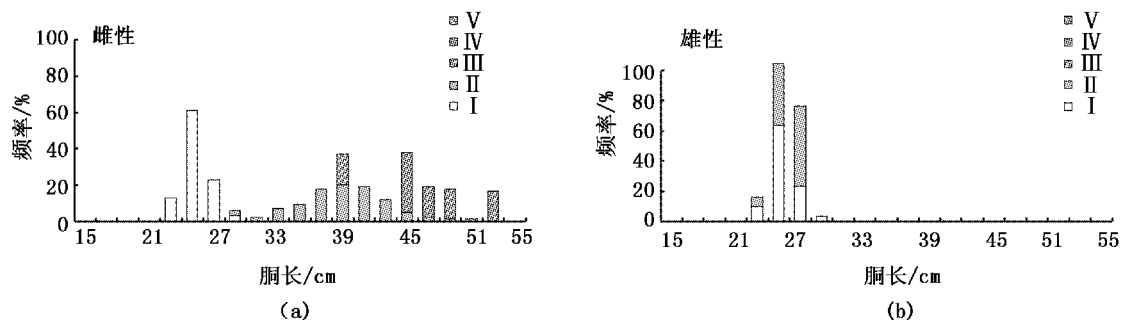


图4 170°W ~ 180°W 海域柔鱼不同性成熟度下胴长组成

Fig. 4 Mantle length distribution of *Ommastrephes bartarmii* by maturity stage in the areas of 170°W – 180°W

在东经海域样本主要为雌性个体,性成熟以 I、II 期为主,其中 II 期个体占总样本数的 86.2%。I 期雌性个体的优势胴长为 29 ~ 35 cm,占其总数的 84.8%,平均胴长为  $31.3 \pm 3.3$  cm; II 期雌性个体的优势胴长为 35 ~ 43 cm,占其总数的 71.5%,平均胴长为  $37.5 \pm 4.8$  cm; III 期雌性个体的优势胴长为 45 ~ 49 cm,占其总数的 84.6%,平均胴长为  $43.1 \pm 8.2$  cm(图 5)。不同性成熟间的胴长间差异显著( $P < 0.05$ )。

### 2.5 初次性成熟胴长

由于在样本中无雄性成熟个体,因此本研究仅分析雌性个体。

$$\text{西经海域: } p_i = \frac{1}{1 + e^{-(-15.4006 + 0.303468l_i)}} \quad (R =$$

0.644 0)

$$\text{东经海域: } p_i = \frac{1}{1 + e^{- (22.58715 - 0.47757l_i)}} \quad (R =$$

0.962 4)

西经海域雌性个体初次性成熟胴长为 50.7 cm(图 6a);东经海域雌性个体初次性成熟胴长为 47.3 cm(图 6b)。

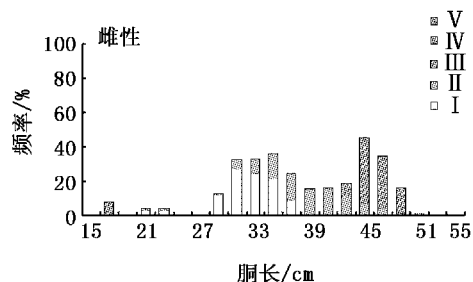


图5 170°E ~ 180°E 海域柔鱼不同性成熟度下胴长组成

Fig. 5 Mantle length distribution of *Ommastrephes bartarmii* by maturity stage in the areas of 170°E to 180°E

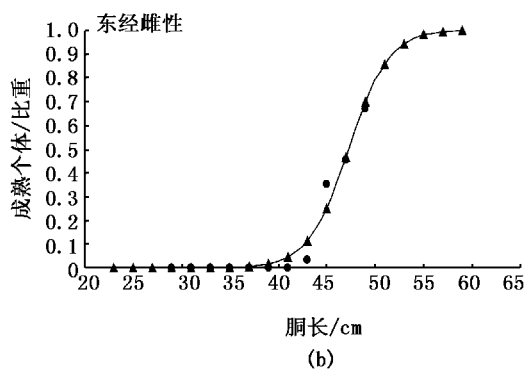
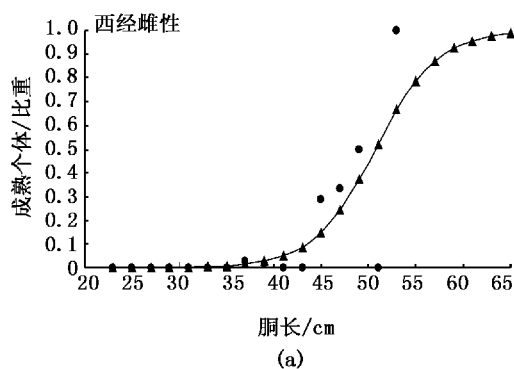


图6 柔鱼雌性个体性成熟胴长

Fig. 6 The size at maturity of females for *Ommastrephes bartarmii*

### 3 讨论与分析

本次探捕采集的柔鱼样本,西经海域柔鱼胴长范围为 21.2 ~ 51.6 cm,东经海域柔鱼胴长范围为 20.8 ~ 50.0 cm。从样本胴长组分布来看(图 2),北太平洋中东部海域存在着两个群体,即优势胴长组分别为 25 ~ 29 cm 的小型群和 35 ~ 43 cm 的大型群,初步推测这 2 个群体均为秋生群。YATSU 等<sup>[20]</sup>研究认为,秋季产卵群体可分为中部群体和东部群体,很少出现在 170°E 以西海域。王尧耕和陈新军<sup>[16]</sup>认为,6-7 月 170°E ~ 180°E 海域的柔鱼渔获物胴长范围为 33 ~ 49 cm,优势胴长为 38 ~ 41 cm。因此,根据本次调查的渔获物胴长组成,判断 5-6 月份 170°E ~ 180°E 海域主要以大型群为主体,存在少量的小型群;而在 170°W ~ 180°W 海域,小型群和大型群并存,各自比例相当。

根据体重与胴长关系分析,雌性个体生长速度明显快于雄性个体,生长系数差异明显,雌性个体的生长系数为 2.96 ~ 3.20,而雄性个体的生长系数为 2.44。170°W ~ 180°W、170°E ~ 180°E 海域间雌性个体的生长差异不明显。王尧耕和陈新军<sup>[16]</sup>认为,170°E ~ 180°E 海域柔鱼(不分雌雄)胴长与体重的生长系数为 2.885。

分析发现,渔汛期 5-6 月中东部海域柔鱼群体以 I、II 期为主,比例高达 97.4%,成熟个体(III、IV 期)比例仅占 2.6%。雌性个体胴长均随着成熟期的推迟而增长( $P < 0.05$ ),但雄性个体则不明显( $P > 0.05$ )。渔获物中,雌性个体数量明显高于雄性,且雌性性成熟等级也明显高于雄性。这一结论与王尧耕和陈新军基本相同<sup>[16]</sup>。

通过对两海域雌性个体初次性成熟胴长的分析可见,西经海域雌性个体初次性成熟胴长高达 50.7 cm,稍高于东经海域的 47.3 cm,这一初次性成熟的个体大小可认为是秋生群体的。MORI<sup>[21]</sup>、YATSU 等<sup>[20]</sup>研究表明,雌性个体性成熟胴长为 40 ~ 55 cm,雄性个体性成熟胴长为 30 ~ 33 cm,与我们研究结果基本相同。但由于缺少成熟雄性个体数据,无法推测雄性个体初次性成熟胴长。

本研究采集的样本中,成熟个体尤其是雌性个体数量少,特别是东经海域。同时也由于作业方式的选择性<sup>[22]</sup>,采集的样本受到一定的影响。

希望在以后的研究中加以补充。

### 参考文献:

- [1] MURATA M. Oceanic resources of squids [J]. *Marine and Freshwater Behavior and Physiology*, 1990, 18(1):19-71.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] NAGASAWA K, MORI J, OKAMURA H. Parasites as biological tags of stocks of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific Ocean [C]//Japan Marine Fishery Resources Research Center, 1998: 49.
- [5] MORI J. Geographical differences between the parasites' infection levels of the neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) from the North Pacific Ocean (Abstract). [Report of the 1995 Meeting on Squid Resources] [J]. *Contributions to the Fisheries Researches in the Japan Sea Block*, 1997, 36:85-86.
- [6] 陈新军,钱卫国,刘必林,等. 利用衰减模型评估柔鱼西部冬春生群体资源[J]. *海洋湖沼通报*, 2008(2):130-140.
- [7] 郑元甲,严利平. 1999 年北太平洋海区柔鱼群体组成特征[J]. *远洋渔业*, 2000(3):7-14.
- [8] 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.
- [9] 陈新军,田思泉. 西北太平洋柔鱼种群的聚类分析[J]. *上海水产大学学报*, 2002, 11(4):335-341.
- [10] 唐玉顺. 西北太平洋柔鱼渔场与流隔间的关系[J]. *上海水产大学学报*, 1996, 5(2):110-114.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] LIPINSKI M, UNDERHILL L. Sexual maturation in squid: quantum or continuum? [J]. *South African Journal of Marine Science*, 1995, 15(1):207-223.
- [18] 刘大海,李宁,晁阳. SPSS15. 统计分析从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社, 2008:217-220.

- [19] 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]. Fisheries Research, 2001, 54:33-50.
- [20] YATSU A, TANAKA H, MORI J. Population structure of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean [C]//Contributed Papers to International Symposium on Large Pelagic Squids, 1998.
- [21] MORI J. Neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) occurred in subtropical Japanese waters in winter[C]//National Research Institute of Far Seas Fisheries, 1998; 81-91.
- [22] 孙满昌,陈新军.北太平洋柔鱼对钓钩颜色的选择性研究[J].水产学报,1997,21(2):210-214.

## Comparison of biological characteristics of *Ommastrephes bartarmii* between two different areas in the east central waters of North Pacific Ocean

CHEN Feng<sup>1</sup>, CHEN Xin-jun<sup>1,2,3</sup>, LU Hua-jie<sup>1</sup>, LIU Bi-lin<sup>1,2,3</sup>, QIAN Wei-guo<sup>1,2,3</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 854 samples of *Ommastrephes bartramii*, collected by squid jigging vessel in the east central waters of North Pacific Ocean during April to July in 2010, the mantle length (ML) composition, sex ratio, sexual maturity and other biological properties in the two areas (170°E-180°E and 170°W-180°W) are analyzed and compared. The results showed that the dominant ML of female was 25-29 cm and 35-43 cm, the average ML was 32.9 cm in the waters of 170°W-180°W, and the dominant ML for male squid was 23-27 cm and the average ML was 24.5 cm. While in the waters of 170°E-180°E, the dominant ML for female squid was 35-43 cm and the average ML was 36.9 cm, and only one male squid was sampled. The relationship between weight and ML showed that the females grow faster than males, especially in waters of west longitude. The sexual composition in the catch does not meet 1:1. In the areas of 170°W-180°W, the female maturity for I and II stages accounts for 97.9% of the total, and the corresponding dominant ML were 23-27 cm and 35-43 cm respectively, the dominant ML for III maturity stage is 45-49 cm. For the male sexual maturity, stages I and II are most and the corresponding dominant ML were 23-27 cm and 25-27 cm respectively. In the areas of 170°E-180°E, the female maturity for stages I and II is the main part and the corresponding ML was 29-35 cm and 35-43 cm respectively. The female MLs of first maturity were 47.3 cm and 50.7 cm in the waters of 170°W-180°W and 170°E-180°E respectively. It is concluded that all samples belonged to the fall spawning group, the large-size group is the main part and there are a few small-size groups in the waters of 170°E-180°E, and small-size group and large-size group are of the same proportion in the waters of 170°W-180°W.

**Key words:** *Ommastrephes bartarmii*; fisheries biology; east central waters of North Pacific Ocean