

日本海太平洋褶柔鱼生物学特征的年际变化

唐峰华^① 刘尊雷^① 黄洪亮^① 刘健^① 张衡^①

朱金鑫^② 崔雪森^{①*}

① 中国水产科学研究院东海水产研究所 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室 上海 200090;

② 中国水产舟山海洋渔业公司 舟山 316101

摘要: 根据 2010~2013 年连续 4 个年度在日本海进行鱿钓生产采集的样本, 利用 SPSS 软件统计拟合生长和 Logistic 曲线的方法, 分析了太平洋褶柔鱼 (*Todarodes pacificus*) 的胴长、体重、性别、性成熟度和摄食强度等生物学特征, 以及日本海太平洋褶柔鱼群体结构和组成的年际变化。太平洋褶柔鱼总样本数量为 388 尾, 其中雌、雄个体的平均胴长分别为 231 mm 和 230 mm, 优势胴长组为 220 ~ 250 mm。各年度样本的雄雌性比均接近 1:1, 总性比为 0.89。胴长和体质量关系呈幂函数变化。Logistic 曲线拟合个体初次性成熟胴长, 其中雌性为 216.04 mm, 雄性为 216.71 mm。样本以性成熟个体为主, 成熟率 (III、IV 和 V 期) 高达 78.35%。摄食强度主要分布在 I、II、III 等级, 从胃含物组成的出现频率来看, 以鱼类最高且主要是沙丁鱼类和灯笼鱼类, 频率达 70% 以上; 头足类次之, 甲壳类较少。日本海太平洋褶柔鱼各年度的群落结构稍有差异, 推测其生长发育与海洋环境因子有关, 如温度、海流、盐度、饵料丰度等不同变化造成。

关键词: 日本海; 太平洋褶柔鱼; 群体结构; 性比; 年际变化

中图分类号: S931 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2015) 03-381-09

Interannual Variability of Biology Characteristics of Japanese Common Squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan

TANG Feng-Hua^① LIU Zun-Lei^① HUANG Hong-Liang^① LIU Jian^① ZHANG Heng^①

ZHU Jin-Xing^② CUI Xue-Sen^{①*}

① Key Laboratory of East China Sea & Oceanic Fishery Resources Exploitation and Utilization, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090;

② China Aquatic Products Zhoushan Marine Fisheries Corporation, Zhoushan 316101, China

Abstract: Biology characteristics, including mantle length, body weight, gender, sexual maturity and feeding levels, were measured for 388 samples of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) collected from squid jigging in the Sea of Japan from 2010 to 2013. SPSS software was used to count fitting growth

基金项目 国家科技支撑计划项目 (No. 2013BAD13B01), 国家“863”项目 (No. 2012AA092303);

* 通讯作者, E-mail: cui1012@sh163.net;

第一作者介绍 唐峰华, 男, 助理研究员; 研究方向: 海洋生态学与头足类渔业; E-mail: f-h-tang@163.com.

收稿日期: 2014-09-15, 修回日期 2014-11-10 DOI: 10.13859/j.cjz.201503008

and Logistic curve of the annual variability of community structure and composition of *T. pacificus* in the Sea of Japan. Results showed the mean mantle length of female and male of *T. pacificus* was 231 mm and 230 mm (Table 1). The dominant mantle length group was in 220 - 250 mm, respectively (Fig. 2). The sex ratio was 0.89 which was not significant difference from 1 : 1 (Fig. 1). The relationship between mantle length and body weight was depicted by the power function with growth parameter b closed to 3 (Fig. 3 and Fig. 4). The female matured at as length as 216.04 mm, and the male was at 216.71 mm (Fig. 6) fitted by Logistic curve. The mature ratio of the samples (III, IV and V period) was 78.35% (Fig. 5). The feeding intensity mainly distributed at level 1, 2, 3 based on 5 feeding intensity level (Fig. 7). Fish, such as sardines and lantern fish, were the most frequent food (up to 70%) in the stomach contains, Cephalopods were as second frequency of food, only a little crustacean found in the stomach. Annual variability of community structure of *T. pacificus* in the Sea of Japan was slight different which might resulted from variation of the marine environment factors, such as temperature, current, salinity and bait abundance. From ANOVA to test the effect of maturity stages on the relationship between mantle length and body weight, the relationship had significant differences (Table 2).

Key words: The Sea of Japan; Japanese common squid (*Todarodes pacificus*); Population structure; Sex ratio; Annual variability

太平洋褶柔鱼 (*Todarodes pacificus*) 属头足纲枪形目柔鱼科褶柔鱼属, 为暖温带种, 仅分布在太平洋西北海域和东太平洋的阿拉斯加湾, 是世界上头足类最早被大规模开发利用的种类之一, 主要的捕捞渔场分布在西太平洋的 $21^{\circ} \sim 50^{\circ}\text{N}$ 海域, 即日本海以及中国的黄海、东海 (郑元甲等 2003, 王尧耕等 2005)。日本海海域存在着较为复杂的海流, 在太平洋一侧为黑潮和亲潮, 日本海一侧为对马海流、东朝鲜暖流和里曼寒流, 相互交汇形成流隔, 饵料生物丰富, 为太平洋褶柔鱼聚集索饵形成创造了条件 (宋海棠等 2009)。

早在 18 世纪中叶, 日本就开发利用了其沿岸水域所有头足类。我国于 1989 年 8 月首次赴日本海俄管水域进行调查与试捕。1990 年开始, 我国的鱿钓船在日本海正式进入商业性生产。随着专属经济区 (Exclusive Economic Zone, EEZ) 的划定和流刺网的禁止使用, 目前我国约有几十艘鱿钓船在日本海以购买配额制的方式于每年的 11 ~ 12 月在其指定海域进行生产作业。国外学者在种群变动、资源密度、空间分布等方面对日本海太平洋褶柔鱼做了相关研

究 (Bower et al. 1999, Yamamoto et al. 2002, Choi et al. 2008, Kidokoro et al. 2008), 但国内研究甚少 (陈新军 1997)。日本海海域的太平洋褶柔鱼资源量常出现剧烈变动 (程家骅等 2005), 同时作为一年生的软体动物, 其群体结构时刻更新, 资源密度及群体结构状况易受海况变化、捕捞水平等因素影响, 年间波动较大 (Kasahara 1978)。本研究利用 2010 ~ 2013 年连续 4 年在日本海海域渔业资源调查取得的样本, 对太平洋褶柔鱼渔获物的群落结构进行了年际分析, 以了解日本海太平洋褶柔鱼渔汛期的群体组成及主要生物学特征, 掌握资源的变动规律, 为实现资源的合理利用提供基础数据。

1 材料与方 法

1.1 材料来源

样本来源于 2010 ~ 2013 年冬季 (11 ~ 12 月) 在日本海进行的鱿钓生产, 随机采集样品。采样海域范围为 $36^{\circ}00'\text{N} \sim 38^{\circ}40'\text{N}$ 、 $130^{\circ}00'\text{E} \sim 136^{\circ}30'\text{E}$, 具体站位见图 1。每年平均采集 8 个站位, 每个站位采样 10 ~ 20 尾。共测量样本 388 尾, 其中 2010 年 91 尾, 2011 年 93 尾,

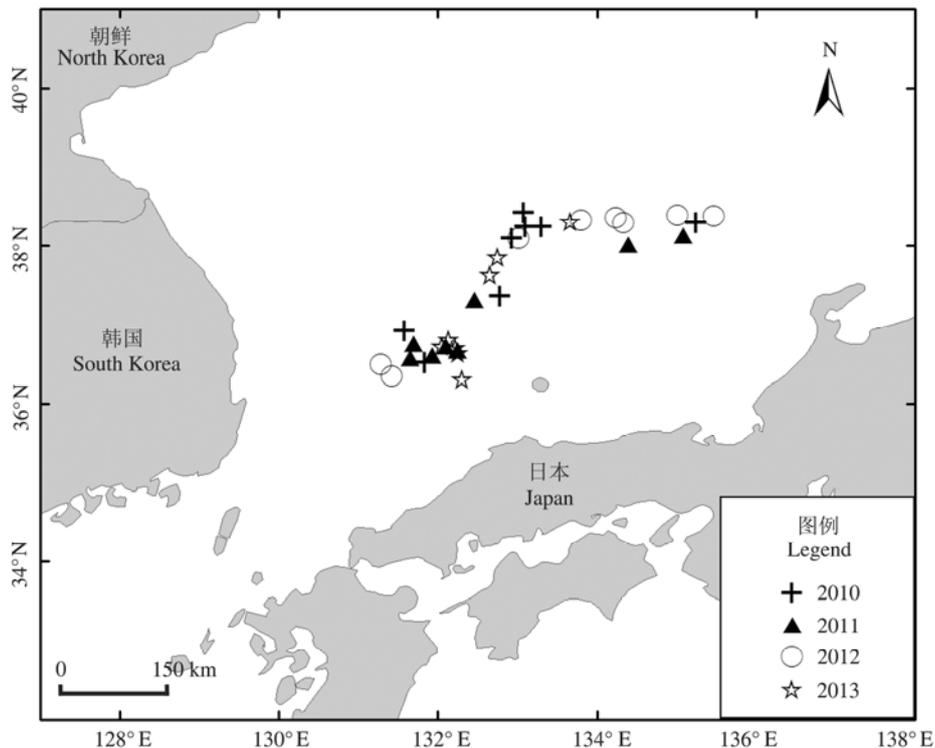


图 1 日本海太平洋褶柔鱼渔场采样站点

Fig. 1 Sampling location of *Todarodes pacificus* at fisheries in the Sea of Japan

2012 年 107 尾, 2013 年 97 尾。

1.2 生物学测定及数据处理

1.2.1 生物学测定

海上现场调查和生物学测定依据《海洋监测规范》(国家质量监督检验检疫总局等 2008) 进行, 测量内容包括胴长 (mantle length)、体重 (body weight)、性别、性成熟度和摄食等级。其中胴长测定精确至 1 mm, 体重精确至 0.1 g。摄食强度根据《海洋调查规范》(国家质量监督检验检疫总局 2008) 规定, 分为 5 级: 0 级, 空胃; I 级, 胃内食物不足胃腔的 1/2; II 级, 胃内食物占胃腔的 1/2; III 级, 胃内充满食物, 但胃壁不膨胀; IV 级, 胃内充满食物, 胃壁膨胀变薄。性腺成熟度等级划分参照 Ehrhardt 等 (1983) 的方法, 划分为 I、II、III、IV、V 5 期, 将性腺成熟度达到 I、II 期的定为性未成熟个体, III、IV、V 期的为性成熟个体。

1.2.2 处理方法

采用线性回归方法计算太平

洋褶柔鱼胴长与体重之间的关系 (唐峰华等 2012): $W = aL^b$, 式中, W 为体重 (单位 g), L 为胴长 (单位 mm), a 和 b 为参数。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, 拟合 Logistic 曲线, 推算不同性别太平洋褶柔鱼的初次性成熟胴长 (Tafur et al. 2001): $P_i = \frac{1}{1 + e^{-(a+bl_i)}}$, 式中成熟率 P_i 为性成熟个体数占组内所有样本数量的比例, l_i 为各胴长组的胴长 (单位 mm), 组间间隔 10 mm, a 和 b 为参数, 初次性成熟胴长 ($L_{50\%}$) = $-a/b$ 。数据统计分析采用 SPSS 16.0 软件, 显著性水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 样品概况

调查期间共测定太平洋褶柔鱼 388 尾, 其中雌性 207 尾, 雄性 181 尾。所有样品雌、雄个体的平均胴长分别为 231 mm 和 230 mm, 平均体

重分别为299 g和297 g。各年度的样品概况见表1。卡方检验显示,各年度样品的雄雌性别比例均接近1:1,总性比为0.89,各年度太平洋褶柔鱼的雌性个体数量均多于雄性 ($P < 0.05$),各年度性比在0.86~0.91之间波动。优势胴长组范围为220~250 mm (图2)。

2.2 胴长与体重的关系拟合

对各年度日本海太平洋褶柔鱼的胴长和体重关系进行拟合,呈幂函数变化(图3):2010年, $W = 2 \times 10^{-4} L^{2.6155}$, $R^2 = 0.9241$; 2011年,

$W = 1 \times 10^{-4} L^{2.7032}$, $R^2 = 0.9214$; 2012年, $W = 1 \times 10^{-4} L^{2.6677}$, $R^2 = 0.9557$; 2013年, $W = 6 \times 10^{-5} L^{2.835}$, $R^2 = 0.9356$,所有年度的胴长和体重关系都呈现显著相关 ($P < 0.001$)。

雌、雄太平洋褶柔鱼各自的胴长和体重拟合关系见图4,胴长和体重均呈极显著的幂函数关系。雌性 $W = 1 \times 10^{-4} L^{2.7171}$, $R^2 = 0.9295$, $P < 0.001$; 雄性 $W = 1 \times 10^{-4} L^{2.6893}$, $R^2 = 0.9411$, $P < 0.001$ 。

表1 太平洋褶柔鱼的样本概况及性比组成

Table 1 Summary examined samples and sex ratio of *Todarodes pacificus*

年份 Year	样品数 (尾) Sample number (ind)	胴长 Mantle length (mm) (平均值 ± 标准差) (Mean ± SD)		体重 Body weight (g) (平均值 ± 标准差) (Mean ± SD)		性比 sex ration ♂/♀	卡方检验 Chi-square test χ^2	P 值 P-value
		雌性 Female ♀	雄性 Male ♂	雌性 Female ♀	雄性 Male ♂			
		2010	91	234.0 ± 11.9	236.0 ± 16.3			
2011	93	229.0 ± 7.3	228.0 ± 8.8	291.0 ± 26.4	289.0 ± 32.6	0.90	3.63	$P < 0.01$
2012	107	230.0 ± 11.4	230.0 ± 12.4	296.0 ± 40.4	294.0 ± 43.8	0.91	1.09	$P < 0.05$
2013	97	231.0 ± 12.9	228.0 ± 12.1	297.0 ± 47.1	286.0 ± 46.6	0.87	0.74	$P < 0.05$
总计 Total	388	231.0 ± 11.2	230.0 ± 12.9	299.0 ± 41.2	297.0 ± 46.3	0.89	4.04	$P < 0.05$

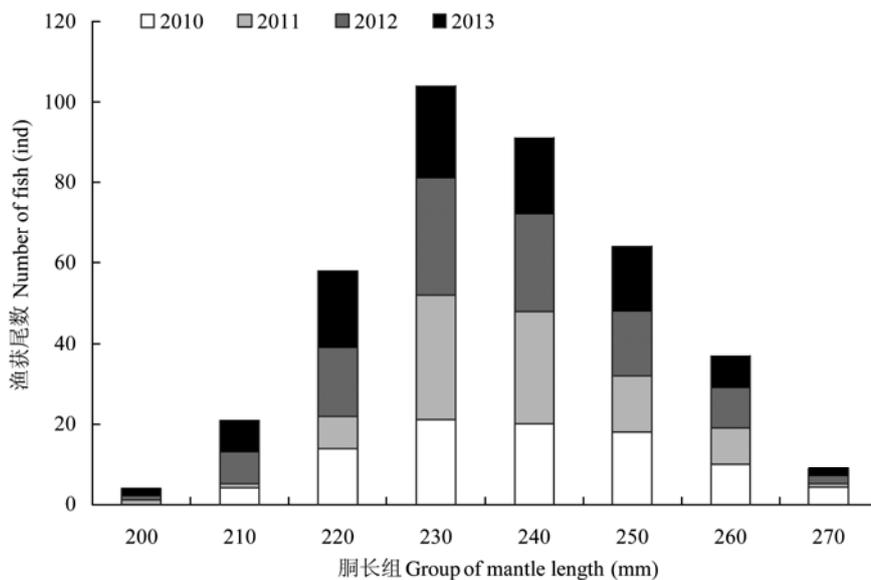


图2 各个胴长组的渔获数量分布

Fig. 2 Distribution of fishing by mantle length group

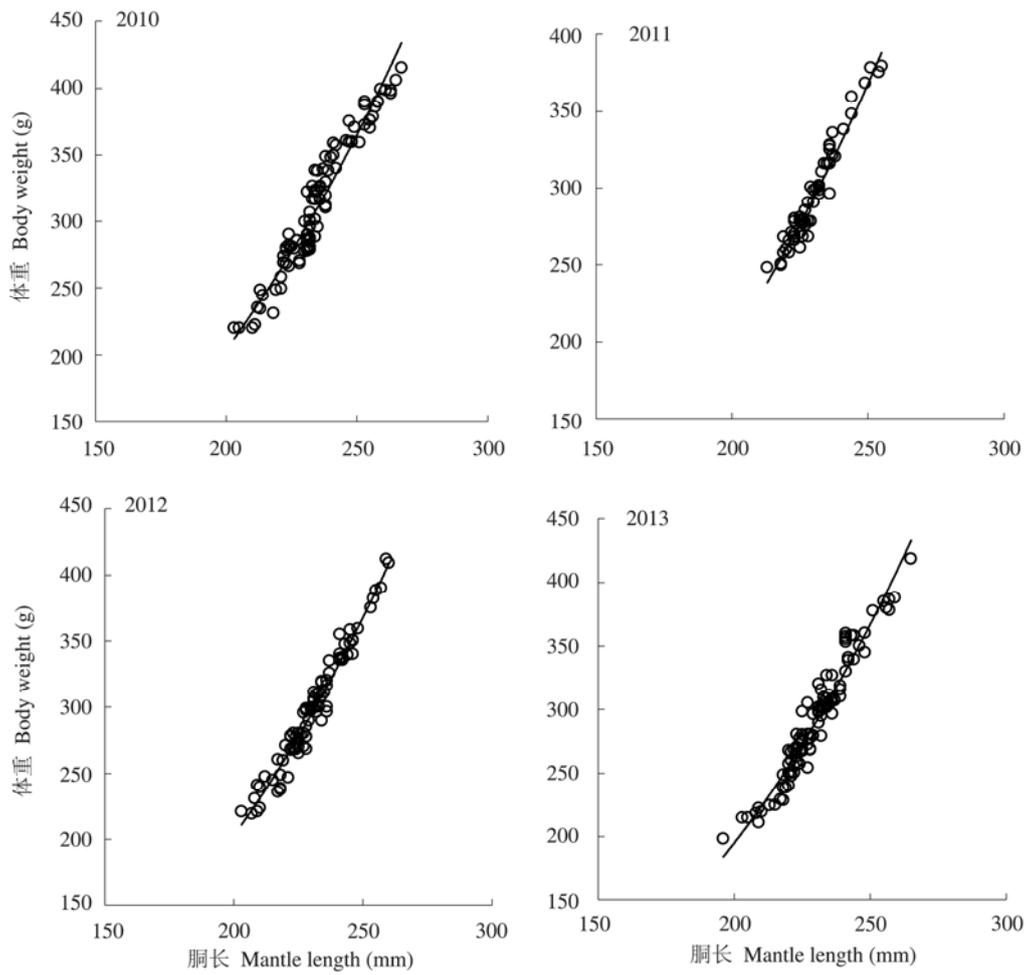


图 3 不同年度太平洋褶柔鱼体重与胴长的关系

Fig. 3 Relationship between mantle length and body weight of *Todarodes pacificus* collected in different years

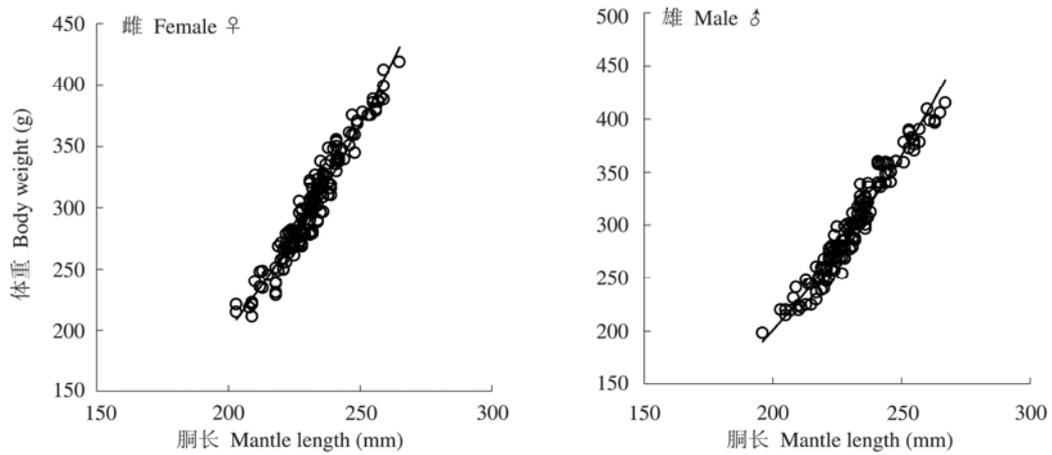


图 4 雌、雄太平洋褶柔鱼体重与胴长的关系

Fig. 4 Relationship between mantle length and body weight of male and female *Todarodes pacificus*

2.3 性成熟度

调查期间获得样本的性腺成熟度达到III、IV和V期（性成熟）的个体占有所有样本的比例高达78.35%。2010年样本中性成熟个体的比例最高，达85.71%，其次是2012和2013年，分别为76.64%和76.29%，2011年性成熟率最低，为75.27%。具体分布见图5。

对不同性腺成熟度的雌、雄日本海太平洋褶柔鱼胴长与体重关系进行方差分析，发现雌、雄太平洋褶柔鱼在不同性成熟度下胴长与体质量的回归方程呈显著差异（ANOVA, $P < 0.01$, 表2）。

2.4 初次性成熟度

采集样本中雌、雄个体成熟度胴长的 Logistic 曲线见图6。拟合方程雌性为

$$P_i = \frac{1}{(1 + e^{-(-61.8509 + 0.2863 t_i)})}, R^2 = 0.9231, P < 0.05;$$

$$P_i = \frac{1}{(1 + e^{-(-67.0704 + 0.3095 t_i)})}, R^2 = 0.9286, P < 0.05.$$

个体初次性成熟胴长 ($L_{50\%}$)，雌性为216.04 mm，雄性为216.71 mm。雌性初次性成熟胴长略小于雄性的现象，提示雌性个体发育成熟的时间可能略早于雄性。

2.5 摄食等级

采集样本的摄食强度主要为 I、II、III 等级，各年度调查个体的摄食等级分布见图7。统计显示每年均以摄食强度 II 级所占比例最高，且 II 级及以上较高摄食强度个体所占比例明显高于 I 级及以下低摄食强度个体的比例。这一

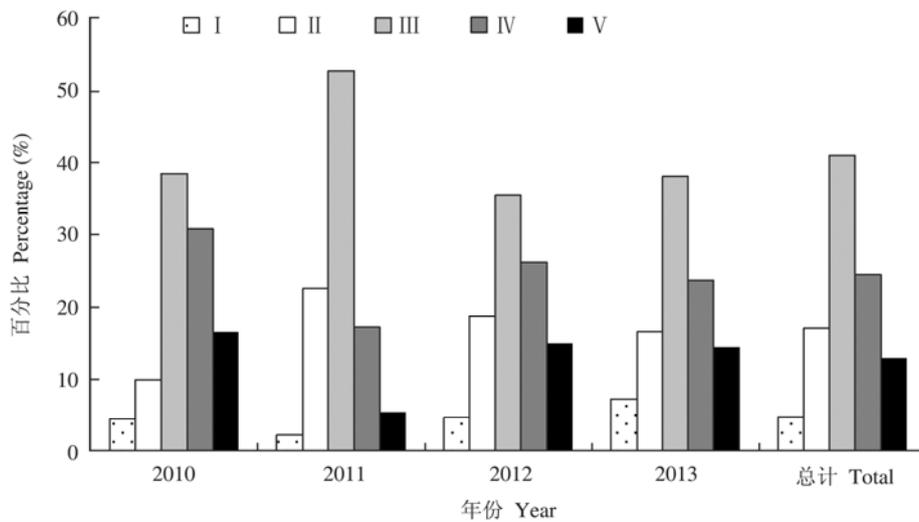


图5 调查期间太平洋褶柔鱼性成熟度百分比

Fig. 5 Percentage of sexual maturity degree of *Todarodes pacificus* collected in different survey period

表2 性成熟度对胴长与体重关系影响的方差分析

Table 2 Result of maturity stages effect on the relationship between *ML* and body weight by ANOVA tes

性别 Sex	差异来源 Difference sources	自由度 Freedom degree	均方 Mean square	F 检验 F-test	P 值 P-value
雌性 Female ♀	体重对数 Log (Weight)	1	45.973	1.021	< 0.01
	性成熟度 Sexual maturity	3	8.741	14.553	< 0.01
雄性 Male ♂	体重对数 Log (Weight)	1	3.126	10.013	< 0.01
	性成熟度 Sexual maturity	3	1.368	9.394	< 0.01

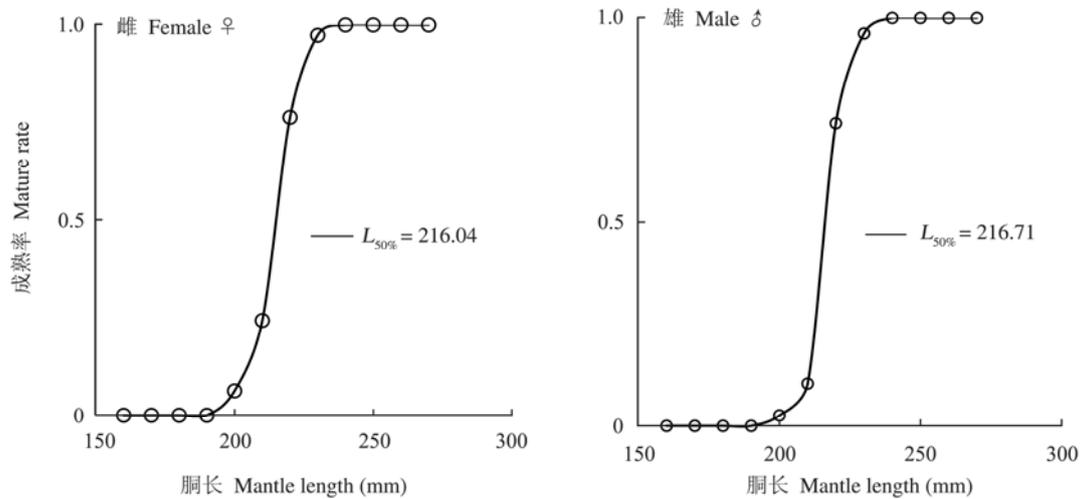


图6 雌、雄太平洋褶柔鱼的初次性成熟胴长

Fig. 6 Size at first maturity ($L_{50\%}$) for female and male of *Todarodes pacificus*

成熟率即 P_i ，定义为性成熟个体数占组内所有样本数量的比例；初次性成熟胴长 $L_{50\%} = -a/b$ 。

Rate that P_i was defined as the formula, the proportion for maturity number accounts of all sample size in the group, the size at first maturity $L_{50\%} = -a/b$.

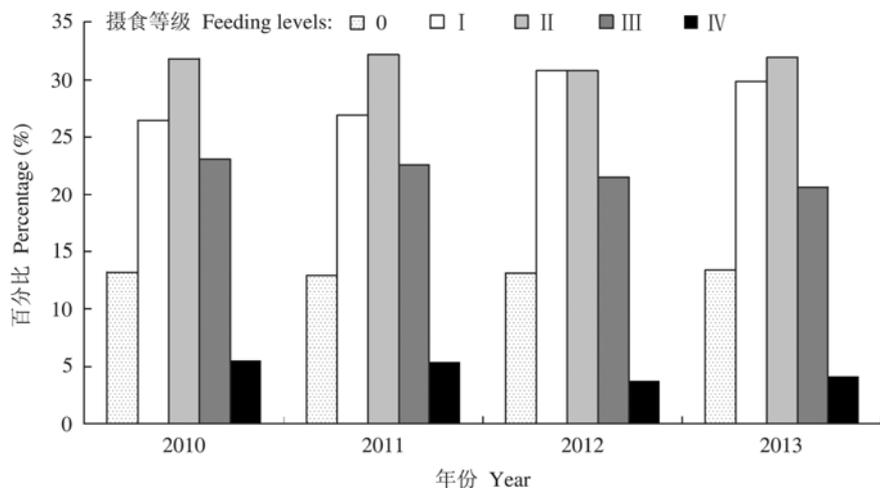


图7 太平洋褶柔鱼的摄食等级分布

Fig. 7 Distribution of feeding levels of *Todarodes pacificus*

现象说明该作业海域处于太平洋褶柔鱼的索饵场所，胃含物饱满度高。

从解剖分析胃含物各种成分出现的频率看，鱼类出现频率最高，在70%以上，主要种类是沙丁鱼类和灯笼鱼类，头足类次之，以同类和巴特柔鱼 (*Ommastrephe bartrami*) 为主，甲壳类较少。由于饵料在绝大多数样品胃内的

消化程度较高，达II、III级，难以分析饵料的具体种类和比例。

3 讨论

3.1 群体结构的比较

2010~2013年度雌、雄太平洋褶柔鱼个体的平均胴长比早期结果(陈新军 1997)偏小5

~ 20 mm, 但是拟合体重与胴长的关系, 两个研究得到的生长指数 b 在 2.5 ~ 3.0 区间内, 因而可以认为太平洋褶柔鱼属均速生长型。

与我国东海太平洋褶柔鱼群体结构 (杨林林等 2014) 相比较, 日本海的个体明显偏大, 体重较重。这些差别可能与两个海域的采样时间段及海洋环境不同有关, 日本海处于我国东海的北面, 纬度更高, 同期海表温度以及垂直水温都相对较低, 导致日本海的太平洋褶柔鱼发育阶段时间较长, 摄食量更多, 因此个体较大。其食谱较广, 主要以中上层的小型鱼类、甲壳类和头足类为食, 其肠腺能分泌较多消化酶, 是凶猛的肉食性头足类 (Goto et al. 2002)。除了海水温度, 头足类的生长发育与其他海洋环境如海流、盐度、饵料丰度等也密切相关 (Young et al. 1994)。太平洋褶柔鱼的群落结构有差异, 可能与海流的消长有一定关系。日本海属于对马暖流水域, 在海域分布着许多中小规模的涡流, 如在韩国东岸、能登半岛外海均存在着水团流隔, 海洋水文条件的年间差异对太平洋褶柔鱼渔场的形成以及个体发育都会产生影响 (Sakurai et al. 2000)。

3.2 繁殖群体的变化

冬生群和秋生群为日本列岛海域太平洋褶柔鱼的 2 个主要群体, 中南部海域捕捞的太平洋褶柔鱼为冬生群, 主要渔场在道东和北方四岛的太平洋一侧海域 (Song et al. 2012)。这些海域的暖流与寒流的强弱是影响太平洋褶柔鱼资源状况的重要因素, 也是影响渔获量高低的重要因子之一 (Yamamoto et al. 2007)。在洄游过程中, 太平洋褶柔鱼可分成若干地方种群, 略呈辐射状, 作短距离的移动。冬生群是中国大陆鱿钓船的传统捕捞对象, 主要捕捞区域为 $36^{\circ} \sim 39^{\circ}\text{N}$, $131^{\circ} \sim 136^{\circ}\text{E}$ 的日本海偏南部海域。本研究根据捕捞的太平洋褶柔鱼都以性成熟个体为主的现象, 初步推测每年的 11 ~ 12 月日本海中南部海域的太平洋褶柔鱼群体处于发育后期。按照笠原昭吾 (1988) 对日本海的太平洋褶柔鱼各个发育阶段及其特征描述, 加

上辅助本研究对照摄食强度的分析, 本研究时段 (11 ~ 12 月) 太平洋褶柔鱼处于成熟期阶段, 先成熟的个体已经在进行交配, 尚未性成熟的个体经过一个冬季的索饵和交配洄游, 雌性也将陆续产卵。次年的资源量主要取决于当年繁殖亲体的数量。尽管目前还不能完全了解各繁殖群体的资源量增减的主要原因, 但 Sakurai 等 (1996) 分析了 20 世纪中日本海西南海域和东北海域 20 多年秋季太平洋褶柔鱼稚仔鱼密度指数与单位捕捞努力量渔获量 (catch per unit of effort, CPUE) 的关系, 发现资源量与幼仔个体数量基本上呈正相关。

本研究采集的样本量总体偏小, 可能会影响研究的精度。但本研究涵盖的海域是我国当前远洋鱿钓渔业的主要渔场之一, 有必要系统地对该作业海域的太平洋褶柔鱼资源进行调查和研究。太平洋褶柔鱼的生长发育速度以及群体结构的年际变化应该与所处海域相对复杂的海洋环境条件有关, 但二者间的定量关系, 还需要在进一步掌握太平洋褶柔鱼群体的产卵繁殖、具体洄游路线以及产卵和幼体的成长规律等调查数据, 并结合具体的海表温、叶绿素 a、浮游生物、饵料等环境因子来加以追踪分析和验证。

致谢 本研究得到中国水产舟山海洋渔业公司“舟渔 679#”全体船员的大力支持, 谨致谢忱!

参 考 文 献

- Bower J R, Nakamura K, Mori K, et al. 1999. Distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) paralarvae near the Kuroshio off southern Kyushu, Japan. *Marine Biology*, 135(1): 99–106.
- Choi K, Lee C I, Hwang K, et al. 2008. Distribution and migration of Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, in the southwestern part of the East (Japan) Sea. *Fisheries Research*, 91(2/3): 281–290.
- Ehrhardt N M, Jacquemin P, Garcia F, et al. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico // FAO Fisheries technical papers, 231. Rome:

- FAO, 306–340.
- Goto T, Kidokoro H, Kasahara S, et al. 2002. Changes in the distribution and abundance of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) paralarvae in the southwest Sea of Japan with changing stock levels. *Fisheries Science*, 68(1): 198–201.
- Kasahara S. 1978. Descriptions of offshore squid angling in the Sea of Japan, with special reference to the distribution of common squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup) and on the techniques for forecasting fishing conditions. *Bulletin of the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory*, (29): 179–199.
- Kidokoro H, Sakurai Y. 2008. Effect of water temperature on gonadal development and emaciation of Japanese common squid *Todarodes pacificus* (Ommastrephidae). *Fisheries Science*, 74(3): 553–561.
- Sakurai Y, Bower J R, Nakamura Y, et al. 1996. Effects of temperature on development and survival of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) paralarvae. *American Malacological Bulletin*, 13(1/2): 89–95.
- Sakurai Y, Kiyofuji H, Saitoh S, et al. 2000. Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. *ICES Journal of Marine Science*, 57(1): 24–30.
- Song H, Yamashita N, Kidokoro H, et al. 2012. Comparison of growth histories of immature Japanese common squid *Todarodes pacificus* between the autumn and winter spawning cohorts based on statolith and gladius analyses. *Fisheries Science*, 78(4): 785–790.
- Tafur R, Villegas P, Rabi M, et al. 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fisheries Research*, 54(1): 33–50.
- Yamamoto J, Masuda S, Miyashita K, et al. 2002. Investigation on the early stages of the ommastrephid squid *Todarodes pacificus* near the Oki Islands (Sea of Japan). *Bulletin of Marine Science*, 71(2): 987–992.
- Yamamoto J, Shimura T, Ryosuke U, et al. 2007. Vertical distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) paralarvae near the Oki Islands, southwestern Sea of Japan. *Marine Biology*, 153(1): 7–13.
- Young R E, Mangold K M. 1994. Growth and reproduction in the mesopelagic-boundary squid *Abralia trigonura*. *Marine Biology*, 119(3): 413–421.
- 陈新军. 1997. 浅析日本海中南部海域太平洋褶柔鱼的一些生物学特性. *中国水产科学*, 4(5): 29–32.
- 程家骅, 张秋华, 李圣法, 等. 2006. 东黄海渔业资源利用. 上海: 上海科学技术出版社, 144–155.
- 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 2008. 海洋监测规范. 北京: 中国标准出版社.
- 国家质量监督检验检疫总局. 2008. 海洋调查规范. 北京: 中国标准出版社.
- 笠原昭吾, 永澤亨. 1988. 对馬暖流系スルメイ稚仔分布の経年変動. 伪類資源, 漁海況検討会議報告(昭和 62 年度), 34–45.
- 宋海棠, 丁天明, 徐开达. 2009. 东海经济头足类资源. 北京: 海洋出版社, 24–31.
- 唐峰华, 伍玉梅, 樊伟. 2012. 2010 年北太平洋海区巴特柔鱼 (*Ommastrephe bartrami*) 的生物学特征. *海洋科学进展*, 30(2): 257–265.
- 王尧耕, 陈新军. 2005. 世界大洋性经济柔鱼类资源及其渔业. 北京: 海洋出版社, 160–168.
- 杨林林, 姜亚洲, 刘尊雷, 等. 2014. 夏季东海太平洋褶柔鱼群体结构的年际变化. *中国水产科学*, 21(3): 593–601.
- 郑元甲, 陈雪忠, 程家骅, 等. 2003. 东海区大陆架生物资源与环境. 上海: 上海科学技术出版社, 694–703.