

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2016.15381

## 2006–2013 年黄海秋季头足类资源状况调查与分析

杜腾飞<sup>1,2</sup>, 李昂<sup>2</sup>, 戴芳群<sup>2</sup>, 李达<sup>1,2</sup>, 柳淑芳<sup>2,3</sup>, 庄志猛<sup>2,4</sup>

1. 上海海洋大学, 水产与生命学院, 上海 201306;

2. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071;

3. 青岛海洋科学与技术国家实验室, 海洋渔业科学与食物产出过程功能实验室, 山东 青岛 266200;

4. 海洋生物学与生物技术功能实验室, 山东 青岛 266200

**摘要:** 为摸清中国黄海秋季头足类的资源状况, 本研究根据 2006–2013 年秋季黄海渔业资源调查所取得的 292 个站位底拖网资料, 以渔获率作为头足类资源分布的数量指标, 分析黄海秋季头足类的种类组成、数量分布、年度变化以及空间分布格局。结果表明, 黄海秋季分布的头足类有 14 种, 隶属于 3 目 6 科 8 属, 不同年度头足类的种类变化为 $(8\pm 2)$ 种/年, 以温带种占优势, 也有一定数量的暖水种, 未出现冷水种, 明显反映出暖温带海区的动物区系特征。黄海秋季头足类的优势种为太平洋褶柔鱼(*Todarodes pacificus*)、日本枪乌贼(*Loligo japonica*)、剑尖枪乌贼(*L. edulis*)、针乌贼(*Sepia andreana*)和双喙耳乌贼(*Sepioida birostrata*), 年际间优势种稍有不同。更重要的是, 此阶段调查捕获了 3 个黄海新记录种: 罗氏乌贼(*Sepia robsoni*)、多钩钩腕乌贼(*Abralia multihamata*)和真蛸(*Octopus vulgaris*)。根据这 3 个暖水种在黄海其出现的位置、频率和数量, 分析可能的原因是全球气候变暖使得头足类暖水种分布的纬度发生变化, 导致其栖息范围扩大。调查还发现, 柔鱼类和枪乌贼类为秋季黄海头足类优势类群, 不同类群头足类的渔获量在年际间存在一定波动, 且过去的十多年间黄海秋季头足类资源组成结构已有所变化。黄海不同区域间头足类资源量从北往南呈现递增趋势, 黄海北部、中部、南部头足类的平均渔获率分别为 0.55 kg/h、0.67 kg/h、0.98 kg/h。本研究结果可为黄海头足类资源养护和可持续利用提供理论依据。

**关键词:** 头足类; 资源调查; 优势种; 空间格局; 黄海

中图分类号: S92

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2016)04-0955-10

头足类具有经济价值高、生命周期短、资源补充快等特点, 是重要的捕捞资源之一, 也是海洋生态系统的关键种, 在海洋生态系统食物网中起着枢纽作用。中国近海的头足类种类丰富, 约占世界头足类总种数的八分之一<sup>[1]</sup>。头足类是中国重要的海洋捕捞对象, 乌贼曾被誉为中国四大海产之一, 在中国海洋渔业中享有很高的资源地位。中国近海开发利用的重要头足类资源主要有金乌贼(*Sepia esculenta*)、曼氏无针乌贼(*Sepiella maindroni*)、日本枪乌贼(*Loligo japonica*)、中国枪

乌贼(*Loligo chinensis*)和太平洋褶柔鱼(*Todarodes pacificus*)等。摸清近岸头足类资源状况, 对于认识该水域的渔业资源和生态系统的结构与功能, 及今后资源增殖工作的开展, 均具有重要意义。

黄海是多种重要经济种类的产卵场和索饵场, 也是渔业生产的主要作业区。历史上曾对黄海开展过多次重要的渔业资源调查, 头足类为该海域拖网调查捕获的主要经济无脊椎动物之一, 其在黄海拖网渔业中和黄海生态系的食物网中占有比较重要的位置<sup>[2]</sup>。然而, 关于黄海头足类资源的种

收稿日期: 2015-12-25; 修订日期: 2016-01-26.

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划课题(2012BAD18B03); 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室开放课题(2014K01); 基本科研业务费专项(20603022015009); 山东省泰山学者建设工程专项。

作者简介: 杜腾飞(1990–), 女, 硕士研究生, 从事海洋生物学研究. E-mail: dutengfei1225@163.com

通信作者: 柳淑芳, 研究员, 从事海洋生物学研究. E-mail: liusf@ysfri.ac.cn

类组成及其时空分布特征研究却鲜有报道。本研究根据 2006–2013 年间开展的 6 次秋季黄海生物资源底拖网调查资料,分析了该海域秋季头足类的物种组成、数量分布、优势种年际变化和空间分布格局,以期了解黄海秋季头足类资源分布状况,为有效保护和可持续利用黄海头足类资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 数据资料与调查方法

头足类数据来自 2006–2013 年秋季开展的 6 次黄海渔业资源调查,共计 292 个站位。调查由

中国水产科学研究院黄海水产研究所“北斗”号专业调查船承担。调查范围在黄海机轮拖网禁渔区线以外的海域,每年稍有差异(表 1)。调查站位按经纬度 30'×30'布置(图 1)。网具参数为:网口周长 836 目×20 cm,囊网网目大小 24 mm,网具总长度 83.2 m,网口高度一般变动在 6.1~8.3 m。调查方法是每站拖网 1 h,拖速一般为 3 kn。

1.2 样品处理与分析指标

参考《世界大洋经济头足类生物学》<sup>[3]</sup>,对头足类样品进行物种鉴定。按种类对头足类进行称重和计数,电子天平的精确度为 0.01 g,用渔获率即每小时的渔获量表示头足类资源数量的分布情况。

表 1 不同年份黄海秋季调查站位信息  
Tab. 1 Survey stations information of different years at Yellow Sea

| 年份 year | 月份 month                 | 站位数 No. of stations | 经纬度 longitude and latitude |              |
|---------|--------------------------|---------------------|----------------------------|--------------|
| 2006    | 9 月 September            | 49                  | 120.5°–124.5°E             | 32.0°–39.0°N |
| 2007    | 8–9 月 August–September   | 71                  | 121.5°–125.0°E             | 32.0°–39.0°N |
| 2008    | 10–11 月 October–November | 47                  | 121.5°–125.0°E             | 32.5°–37.0°N |
| 2009    | 10 月 October             | 46                  | 121.5°–124.5°E             | 32.5°–37.0°N |
| 2011    | 11 月 November            | 47                  | 121.5°–125.0°E             | 32.5°–37.0°N |
| 2013    | 9 月 September            | 32                  | 121.0°–125.0°E             | 31.5°–37.0°N |

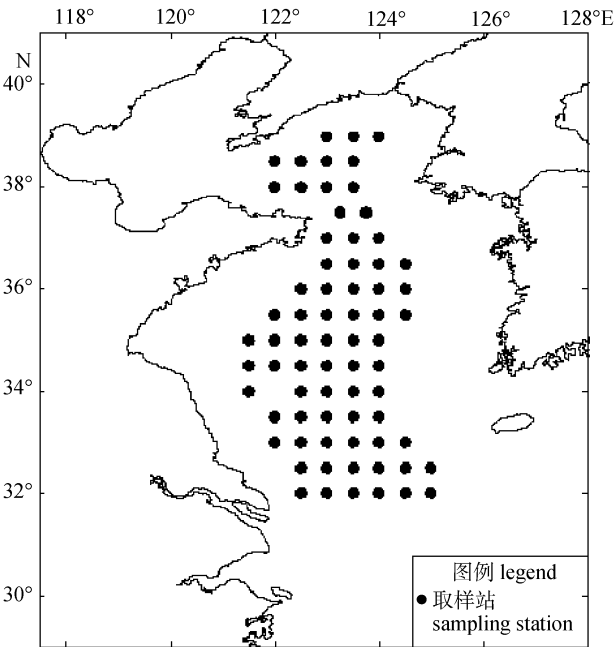


图 1 黄海渔业资源调查站位示意图

Fig. 1 Survey station of fishery resources in the Yellow Sea

头足类物种生态优势度采用相对重要性指数(index of relative importance, IRI)表示,计算公式

为:  $IRI = (N + W) \times F$ , 式中  $N$  为某一种类的尾数占总尾数的百分比;  $W$  为某一种类的重量占总重量的百分比;  $F$  为某一种类出现的站数占调查总站数的百分比。将 IRI 大于 1000 的种类定为优势种<sup>[4]</sup>。

为了研究黄海水域头足类资源的空间分布格局,将整个黄海海域划分为 3 个区域: 37°30'N 及其以北的黄海水域为黄海北部, 34°00'~37°30'N 之间的黄海水域为黄海中部, 34°00'N 及其以南的黄海水域为黄海南部<sup>[5]</sup>。

采用 SPSS 17.0 的单因素 ANOVA 和独立样本  $T$  检验,分析年际间及同一年份不同区域间头足类资源量变动趋势。头足类资源量分布图采用 Surfer 9 软件绘制。

2 结果与分析

2.1 头足类的种类组成

对头足类样品进行物种鉴定发现,2006–2013 年秋季分布在黄海调查海域的头足类共有 14 种,隶属于 3 目 6 科 8 属(表 2),其中乌贼目种类最多,有 6

个种类, 占总种数的 42.86%; 其次是枪形目, 有 5 个种类; 八腕目种类最少, 只有 3 种。按其生活方式的类型划分, 该海域头足类营游泳生活的头足类有 9 种(太平洋褶柔鱼、剑尖枪乌贼、日本枪乌贼、火枪乌贼、多钩钩腕乌贼、曼氏无针乌贼、金乌贼、罗氏乌贼、针乌贼), 占总数的 64.3%; 其余的是以营底栖生活的种数, 占该海域头足类总数的 35.7%; 未发现以营浮游生活方式生活的种类<sup>[1, 3]</sup>。该海域头足类以温带种占优势, 但也有一定数量的暖水种, 未出现冷水种, 明显反映出暖温带海区的动物区系特征。

2.2 头足类种类组成的年际变化

不同年份黄海区秋季获得的调查种类数不完全相同, 优势种在不同年份存在一定变化(表 2)。

2006 年秋季出现在黄海的头足类种类有 8 种, 优势种有 2 种, 分别为太平洋褶柔鱼、剑尖枪乌贼, 其中太平洋褶柔鱼优势度明显大于其他种类, 生物量占该海区头足类总渔获量的 67.55%, 个体数占头足类总个体数的 29.51%。2007 年秋季出现在黄海的头足类种类有 8 种, 优势种只有太平洋褶柔鱼 1 种, 其优势度明显大于其他种类, 生物量占该海区头足类总渔获量的 78.80%, 个体数占头足类总个体数的 39.68%。2008 年秋季出现在黄海的头足类种类有 10 种, 优势种有 3 种, 分别为太平洋褶柔鱼、日本枪乌贼、双喙耳乌贼, 其中日本枪乌贼优势度明显大于其他种类, 生物量占该海区头足类总渔获量的 54.07%, 个体数占头足类

表 2 黄海调查海域头足类种类组成  
Tab. 2 Cephalopod species in the Yellow Sea

| 种 species                            | 属 genus                   | 科 family                 | 目 order           | 相对重要性指数 IRI |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|-------------|------|------|------|------|------|
|                                      |                           |                          |                   | 2006        | 2007 | 2008 | 2009 | 2011 | 2013 |
| 太平洋褶柔鱼<br><i>Todarodes pacificus</i> | 褶柔鱼属<br><i>Todarodes</i>  | 柔鱼科<br>Ommastrephidae    | 枪形目<br>Teuthoidea | 5348        | 5674 | 1039 | 4513 | 372  | 1005 |
| 剑尖枪乌贼<br><i>Loligo edulis</i>        | 枪乌贼属<br><i>Loligo</i>     | 枪乌贼科<br>Loliginidae      | 枪形目<br>Teuthoidea | 1184        | 208  | —    | —    | —    | 1463 |
| 日本枪乌贼<br><i>Loligo japonica</i>      | 枪乌贼属<br><i>Loligo</i>     | 枪乌贼科<br>Loliginidae      | 枪形目<br>Teuthoidea | 238         | 342  | 2409 | —    | 3305 | 1954 |
| 火枪乌贼<br><i>Loligo beka</i>           | 枪乌贼属<br><i>Loligo</i>     | 枪乌贼科<br>Loliginidae      | 枪形目<br>Teuthoidea | 481         | 87   | 2    | 567  | —    | —    |
| 多钩钩腕乌贼<br><i>Abralia multihamata</i> | 钩腕乌贼属<br><i>Abratia</i>   | 武装乌贼科<br>Enoploteuthidae | 枪形目<br>Teuthoidea | —           | —    | —    | —    | 15   | 251  |
| 毛氏四盘耳乌贼<br><i>Euprymna morsei</i>    | 四盘耳乌贼属<br><i>Euprymna</i> | 耳乌贼科<br>Sepiolidae       | 乌贼目<br>Sepioidea  | 0           | —    | —    | —    | —    | 3    |
| 双喙耳乌贼<br><i>Sepioida birostrata</i>  | 耳乌贼属<br><i>Sepioida</i>   | 耳乌贼科<br>Sepiolidae       | 乌贼目<br>Sepioidea  | 37          | 200  | 1827 | 657  | 1855 | 4    |
| 曼氏无针乌贼<br><i>Sepiella maindroni</i>  | 无针乌贼属<br><i>Sepiella</i>  | 乌贼科<br>Sepiidae          | 乌贼目<br>Sepioidea  | —           | 2    | 1    | —    | 2    | 15   |
| 金乌贼<br><i>Sepia esculenta</i>        | 乌贼属<br><i>Sepia</i>       | 乌贼科<br>Sepiidae          | 乌贼目<br>Sepioidea  | —           | —    | 1    | —    | —    | —    |
| 罗氏乌贼<br><i>Sepia robsoni</i>         | 乌贼属<br><i>Sepia</i>       | 乌贼科<br>Sepiidae          | 乌贼目<br>Sepioidea  | —           | —    | 2    | —    | —    | —    |
| 针乌贼<br><i>Sepia andreana</i>         | 乌贼属<br><i>Sepia</i>       | 乌贼科<br>Sepiidae          | 乌贼目<br>Sepioidea  | —           | —    | —    | —    | 1027 | —    |
| 长蛸<br><i>Octopus variabilis</i>      | 蛸属<br><i>Octopus</i>      | 蛸科<br>Octopodidae        | 八腕目<br>Octopoda   | 35          | 11   | 0    | 5    | 0    | 20   |
| 短蛸<br><i>Octopus ocellatus</i>       | 蛸属<br><i>Octopus</i>      | 蛸科<br>Octopodidae        | 八腕目<br>Octopoda   | 7           | —    | 2    | 16   | 86   | 7    |
| 真蛸<br><i>Octopus vulgaris</i>        | 蛸属<br><i>Octopus</i>      | 蛸科<br>Octopodidae        | 八腕目<br>Octopoda   | —           | 3    | 18   | 42   | —    | —    |

注: “—”表示该物种没有出现。  
Note: “—”means no appearance of this species.

总个体数的 48.84%。2009 年秋季出现在黄海的头足类种类有 6 种, 优势种只有太平洋褶柔鱼 1 种, 其优势度显著大于其他种类, 生物量占该海区头足类总渔获量的 73.04%, 个体数占头足类总个体数的 30.76%。2011 年秋季出现在黄海的头足类种类有 8 种, 优势种有 3 种, 分别为日本枪乌贼、双喙耳乌贼、针乌贼, 其中日本枪乌贼优势度明显大于其他种类, 生物量占该海区头足类总渔获量的 33.37%, 个体数占头足类总个体数的 48.39%。2013 年秋季出现在黄海的头足类种类有 9 种, 优势种有 3 种, 分别为太平洋褶柔鱼、剑尖枪乌贼、日本枪乌贼, 其中日本枪乌贼优势度显著大于其他种类, 生物量占该海区头足类总渔获量的 16.69%, 个体数占头足类总个体数的 52.78%。

所有调查年份中, 太平洋褶柔鱼、双喙耳乌贼和长蛸 3 种每年均有捕获。太平洋褶柔鱼在 5 个调查年份里(除 2011 年外)均为优势种, 整个黄海区均有分布; 日本枪乌贼在 2008、2011 和 2013 年为优势种, 主要分布于江苏外海以南至长江口海域; 剑尖枪乌贼在 2006 和 2013 年为优势种, 主要分布于南黄海海域; 双喙耳乌贼在 2008 和 2011 年为优势种, 主要分布在江苏外海海域; 针乌贼在 2011 年为优势物种, 主要分布于江苏外海海域, 在其他调查年份则没有出现(图 2)。

### 2.3 头足类资源量的年际变化

2006–2013 年秋季, 黄海 292 个调查站位的头足类总渔获量为 228.70 kg, 共计 22541 尾, 平均渔获率为 0.78 kg/h。其中, 2006 年渔获量最高, 为 101.53 kg, 4239 尾, 平均渔获率 2.07 kg/h; 此后渔获量急剧下降, 2009 年渔获量最低, 为 10.61 kg, 1011 尾, 平均渔获率 0.23 kg/h(表 3)。

对调查渔获物进行分析, 发现不同类群头足类的渔获量在年际间存在一定波动。柔鱼类在 2006、2007、2009 年表现为优势类群, 其渔获量所占的比例分别是 67.55%、78.80%、73.04%; 枪乌贼类在 2008 年和 2013 年表现优势类群, 所占比例分别为 54.39%和 57.55%; 乌贼类则在 2011 年为优势类群, 占当年头足类总渔获量的 42.26%(图 3)。纵观历年调查结果, 柔鱼类和枪乌

贼类渔获量之和占头足类总渔获量的比例为 43.22%~96.42%, 平均为 81.06%, 可见, 柔鱼类和枪乌贼类为黄海头足类重要类群。

### 2.4 头足类资源的时空分布格局

纵观 2006–2013 年的 6 次调查结果, 黄海不同区域、不同年份头足类资源量均存在一定波动。黄海北部平均渔获率为 0.25~0.93 kg/h, 均值为 0.55 kg/h; 黄海中部平均渔获率为 0.14~3.33 kg/h, 均值为 0.67 kg/h; 黄海南部平均渔获率为 0.33~2.56 kg/h, 均值为 0.98 kg/h。总的来看, 2006–2007 年, 黄海中部头足类的平均渔获率高于黄海南部; 2008 年以后, 黄海南部平均渔获率均高于黄海中部(图 4)。

2006 年秋季, 渔获率为 0 的站位 9 个, 占总站位数的 18.37%; 渔获率 0~0.5 kg/h 的站位 13 个, 占总站位数的 26.53%; 渔获率大于 0.5 kg/h 的站位 27 个, 占总站位数的 55.10%; 渔获率最高的站位位于黄海中部(124°E, 37°N), 为 17.50 kg/h(图 5)。黄海北部、中部、南部头足类的平均渔获率分别为 0.25 kg/h、3.33 kg/h、2.56 kg/h, 中部和南部显著高于北部( $P < 0.05$ )。

2007 年秋季, 渔获率为 0 的站位 25 个, 占总站位数的 35.21%; 渔获率 0~0.5 kg/h 的站位 24 个, 占总站位数的 33.80%; 渔获率大于 0.5 kg/h 的站位 22 个, 占总站位数的 30.99%; 渔获率最高的站位位于黄海北部(123°E, 38.5°N), 为 5.30 kg/h(图 5)。黄海北部、中部、南部头足类的平均渔获率分别为 0.93、0.60、0.44 kg/h, 差异不显著( $P > 0.05$ )。

2008 年秋季, 渔获率为 0 的站位 15 个, 占总站位数的 31.91%; 渔获率 0~0.5 kg/h 的站位 21 个, 占总站位数的 44.68%; 渔获率大于 0.5 kg/h 的站位 11 个, 占总站位数的 23.40%; 渔获率最高的站位位于黄海南部(123°E, 33.5°N), 为 17.32 kg/h(图 5)。黄海中部和南部头足类的平均渔获率分别为 0.27 和 1.22 kg/h, 差异不显著( $P > 0.05$ )。

2009 年秋季, 渔获率为 0 的站位 19 个, 占总站位数的 41.30%; 渔获率 0~0.5 kg/h 的站位 19 个, 占总调查站位的 41.30%; 渔获率大于 0.5 kg/h 的站位 8 个, 占总站位数的 17.39%; 渔获率最高的

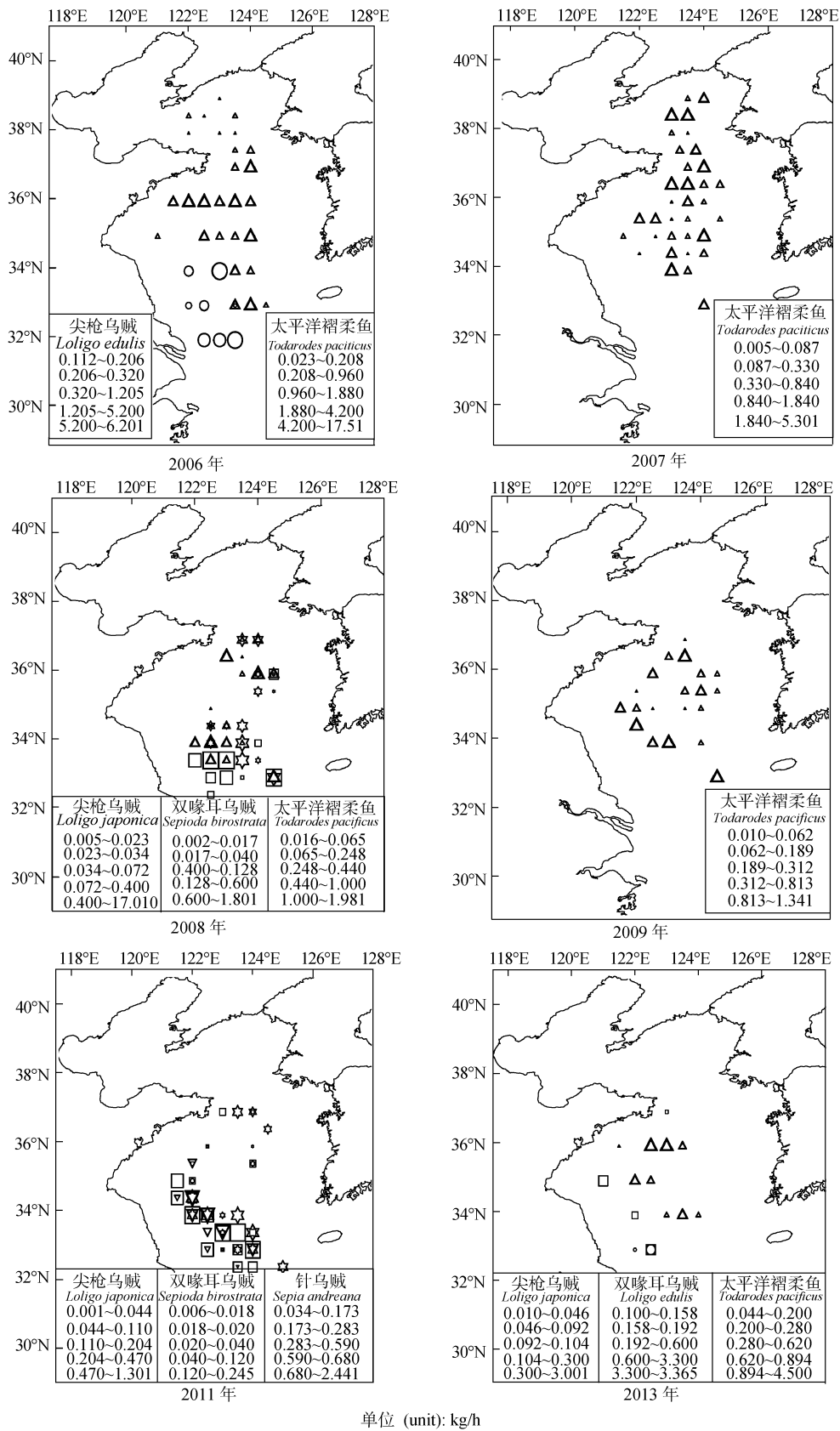


图 2 黄海调查海域头足类优势种的资源分布图

Fig. 2 Biomass distribution of dominant species in the Yellow Sea

表 3 黄海不同年际头足类资源的特征值  
Tab. 3 Characteristic index of Cephalopod resources in the autumn in the Yellow Sea

| 年份<br>year | 渔获量/kg<br>total catch quantity | 渔获尾数/ind<br>total catch number | 平均渔获率/(kg·h <sup>-1</sup> )<br>average relative biomass |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 2006       | 101.53                         | 4239                           | 2.07                                                    |
| 2007       | 42.30                          | 1078                           | 0.60                                                    |
| 2008       | 34.60                          | 12530                          | 0.74                                                    |
| 2009       | 10.61                          | 1011                           | 0.23                                                    |
| 2011       | 16.00                          | 2749                           | 0.34                                                    |
| 2013       | 23.68                          | 934                            | 0.74                                                    |
| 合计 total   | 228.70                         | 22541                          | 0.78                                                    |

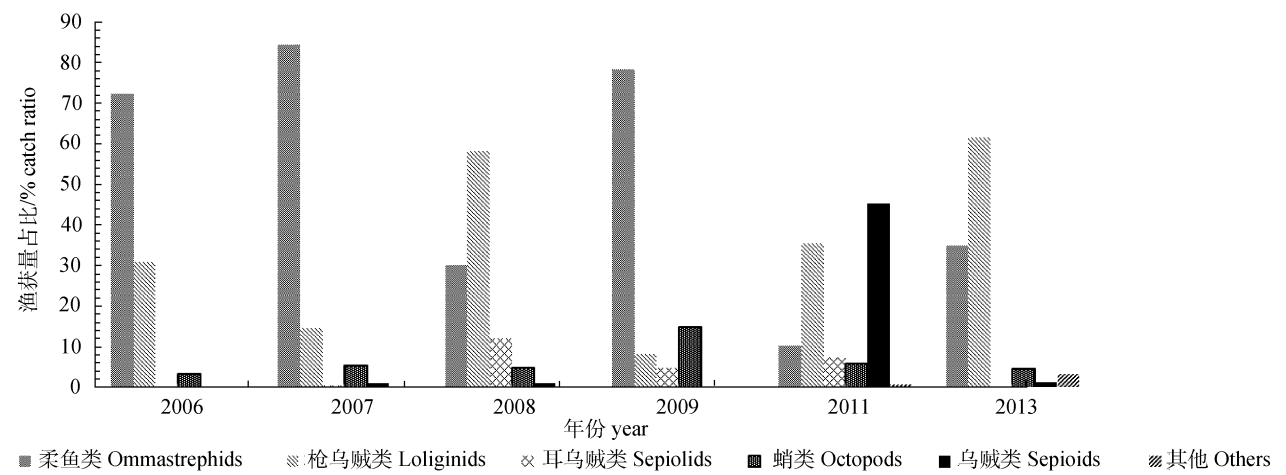


图 3 黄海头足类不同类群渔获量的年际变化  
Fig. 3 Inter-annual catch rate of Cephalopod among different groups catches in the Yellow Sea

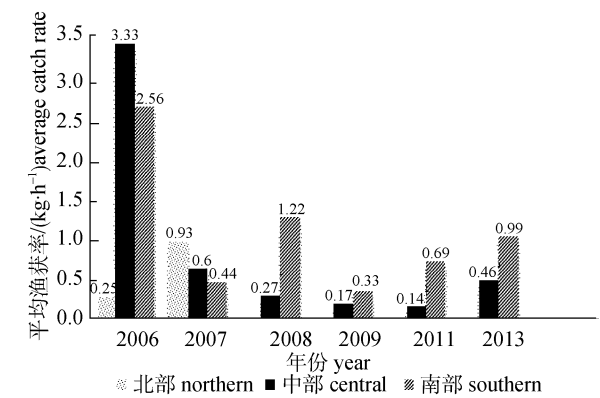


图 4 黄海秋季头足类平均渔获率  
Fig. 4 Average catch rate of Cephalopod in autumn in the Yellow Sea

站位位于黄海南部(124.5°E, 33°N), 为 1.76 kg/h (图 5)。黄海中部和南部头足类的平均渔获率分别为 0.18 kg/h 和 0.33 kg/h, 差异不显著( $P>0.05$ )。

2011 年秋季, 渔获率为 0 的站位 12 个, 占总站位数的 25.53%; 渔获率为 0~0.5 kg/h 的站位 27 个, 占总站位数的 57.45%; 渔获率大于 0.5 kg/h 的站位 8 个, 占总站位数的 17.02%; 渔获率最高的站位位于黄海南部(123°E, 33.5°N), 为 3.76 kg/h (图 5)。黄海中部和南部头足类的平均渔获率分别为 0.14 kg/h 和 0.69 kg/h, 南部显著高于中部( $P<0.05$ )。

2013 年秋季, 渔获率为 0 的站位 10 个, 占总站位数的 31.25%; 渔获率 0~0.5 kg/h 的站位 12 个, 占总站位数的 37.50%; 渔获率大于 0.5 kg/h 的站位 10 个, 占总站位数的 31.25%; 渔获率最高的站位位于黄海南部(123°E, 31.5°N), 为 6.93 kg/h (图 5)。黄海中部和南部头足类平均渔获率分别为 0.46 kg/h 和 0.99 kg/h, 差异不显著( $P>0.05$ )。

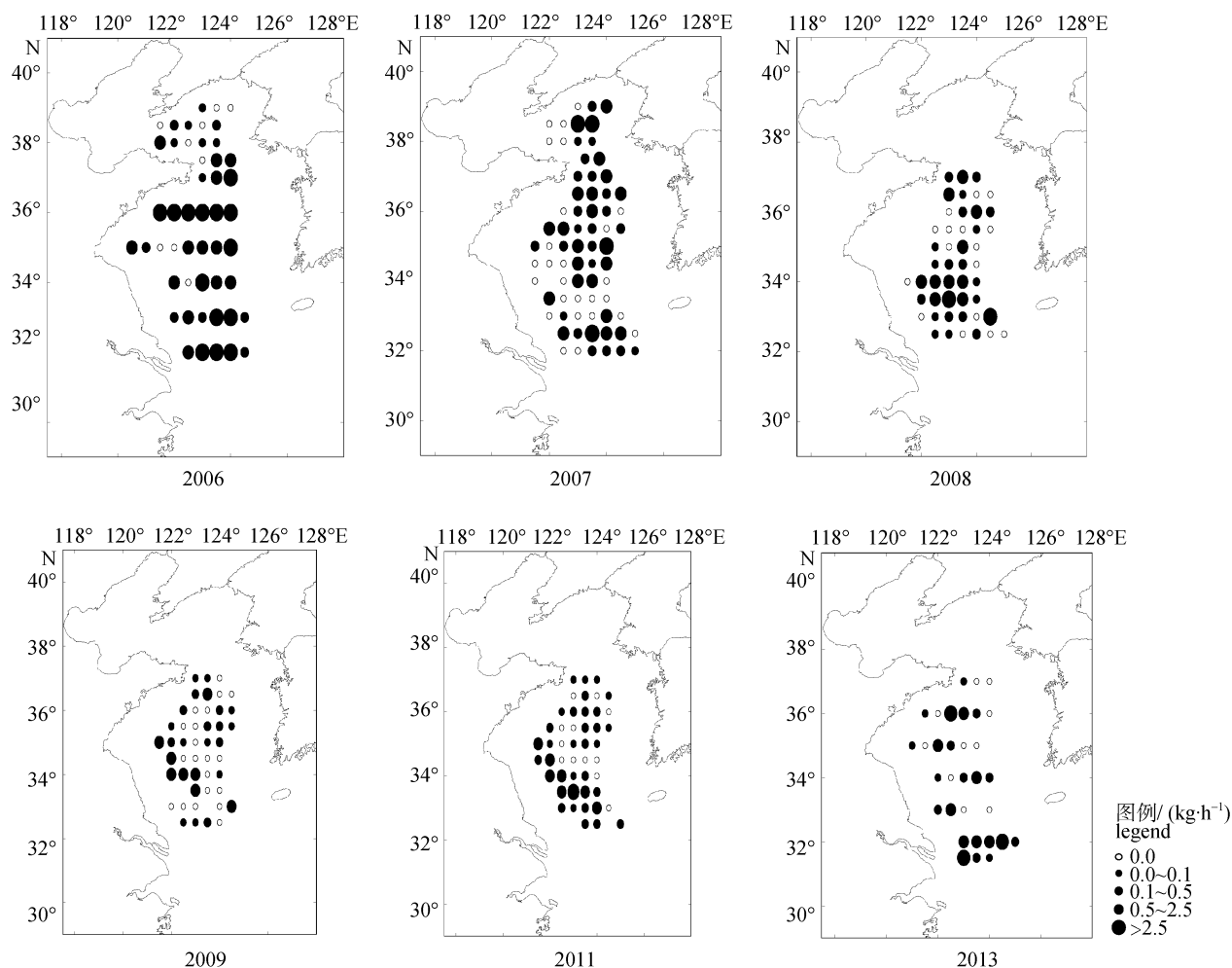


图 5 黄海秋季头足类资源分布图

Fig. 5 Cephalopod distribution in autumn in the Yellow Sea

### 3 讨论

2006–2013 年间黄海水域秋季调查结果表明, 黄海水域至少有 14 种头足类, 隶属于 3 目 6 科 8 属, 不同年度头足类的种类为  $(8 \pm 2)$  种/年。1987–1989 年开展的“山东省近海渔业资源调查及合理开发利用的研究”曾报道, 调查捕获的头足类为 3 目 6 科 9 属 16 种<sup>[6]</sup>, 与之相比较, 此次调查种类明显减少。可能是由于调查范围、季节及网具不同造成的, 此次调查所使用网具为底拖网, 其主要渔获种类是鱼类, 头足类种类在渔获中的比例相对较低, 可能影响到一些头足类种类的捕捞效率。另外, 此次调查时间为 8–11 月调查资料, 此阶段为黄海冷水团向冬季更新过渡的消衰期,

温差较大, 上层为高温 ( $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ), 下层为低温 ( $6 \sim 12^{\circ}\text{C}$ )<sup>[7]</sup>, 所以调查捕获的头足类在数量上占优势的多为广温性低盐种。

本调查结果显示, 此次捕获的 14 种头足类种类中有 11 种在捕捞历史资料<sup>[6]</sup>中都有记录, 可见近年来黄海秋季头足类的物种组成虽然年际间有变动, 但总的来说还是相对稳定的。然而, 此次调查捕获的罗氏乌贼、多钩钩腕乌贼和真蛸等 3 个暖水种在历年的黄海资源调查中为首次报道。罗氏乌贼出现在 2008 年黄海南部  $123^{\circ}\text{E}$   $32.5^{\circ}\text{N}$  和  $122.5^{\circ}\text{E}$   $33.5^{\circ}\text{N}$  两个站位, 数量各 1 尾。多钩钩腕乌贼 2011 年出现在黄海南部  $125^{\circ}\text{E}$   $32.5^{\circ}\text{N}$  和  $124^{\circ}\text{E}$   $32.5^{\circ}\text{N}$  两个站位, 数量共 69 尾; 2013 年在  $124^{\circ}\text{E}$   $32^{\circ}\text{N}$  和  $123.5^{\circ}\text{E}$   $32^{\circ}\text{N}$  两个站位捕获了 231

尾。真蛸 2007 年出现在 124.5°E 32.5°N, 数量 2 尾; 2008 年在 123.5°E 33°N 和 123.5°E 35°N 两个站位捕获 2 尾; 2009 年 122°E 34°N 和 123°E 33.5°N 两个站位捕获 4 尾。

海洋生物物种的分布具有明显的区域性和地方性。据文献报道, 罗氏乌贼主要分布在中国东海和南海<sup>[8-9]</sup>; 多钩钩腕乌贼为中国东海地方种, 分布在台湾海峡到舟山群岛附近海域<sup>[10]</sup>; 真蛸亦分布于中国东南沿岸, 主要在舟山群岛附近, 黄、渤海中尚未见它的踪迹<sup>[1, 11]</sup>。此次调查在黄海出现了这 3 种头足类新记录种, 从其出现的频率和数量看, 并非为黄海水体交换导致暖水种被交换进入黄海的偶然现象。推测可能的原因是, 全球气候变暖使得头足类暖水种分布的纬度发生变化, 栖息范围扩大。大量调查研究发现, 中国近海海洋表层温度正在不断上升, 尤其是 20 世纪 90 年度以来增暖明显<sup>[12-13]</sup>。英吉利海峡西部浮游动物和潮间带生物数量时空变化研究表明, 由于全球气候变化, 从 20 世纪 20 年代至今, 暖水性生物栖息北限已向北移动了 2222 km, 而冷水种种群数量下降, 栖息范围缩小<sup>[14]</sup>。可见, 全球变暖背景下的海洋生物多样性及其分布格局变化是必须给予关注的研究重点之一<sup>[15]</sup>。

在本此调查捕获的 14 种头足类中, 有 5 种为优势物种, 包括太平洋褶柔鱼、日本枪乌贼、剑尖枪乌贼、针乌贼和双喙耳乌贼。这一结果与 2006 年金显仕<sup>[16]</sup>观点较为一致, 他们认为太平洋褶柔鱼、日本枪乌贼和火枪乌贼在黄海头足类资源组成中占有重要的地位。本研究中, 太平洋褶柔鱼、双喙耳乌贼在所有调查年份均有捕获, 且占据主导地位。太平洋褶柔鱼的洄游分布规律显示, 每年 7 月份开始其主群进入黄海, 先是受黄海冷水团的影响向北进行索饵洄游, 然后从 10 月开始向南进行洄游<sup>[17]</sup>, 基本上整个秋季太平洋褶柔鱼的主群位于黄海海域, 所以黄海海域每年均有较大渔获量。双喙耳乌贼作为饵料生物经济价值不大, 不是海洋渔业的主捕对象, 这使得该物种受捕捞压力的影响小, 从而得到广泛稳定的分布, 且双喙耳乌贼营底栖生活<sup>[18]</sup>, 所以底拖网容易捕获。

值得关注的是, 本研究中金乌贼的捕获量甚少, 其优势地位已被取代。金乌贼曾是黄海头足类的优势物种<sup>[19]</sup>, 是中国北方海域重要捕捞对象。但自 20 世纪 80 年代以来, 由于过度捕捞和海洋环境的破坏等多种原因, 金乌贼资源量锐减, 产量急剧下降, 几近枯竭<sup>[20]</sup>。进入 21 世纪, 金乌贼已由资源枯竭向濒危物种转变, 目前金乌贼在许多海域已经绝迹, 全国原有的四大金乌贼渔场(山东日照岚山头渔场、山东青岛渔场、黄海中部和北部渔场)仅剩日照市岚山海域一处<sup>[21]</sup>。虽然此次调查的范围、季节和网具等可能影响到金乌贼的捕捞效率, 但也可以在一定程度上反映出金乌贼的资源状况不容乐观。

此次调查还发现, 不同类群头足类的渔获量在年际间存在一定波动。总体趋势上看, 柔鱼类和枪乌贼类为黄海头足类重要类群。枪乌贼类和柔鱼类渔获量占头足类总渔获量比例为 32.29% 和 56.30%。据 1997-2000 年黄海调查结果显示, 枪乌贼类和柔鱼类渔获量占头足类总渔获量的比例为 5.3% 和 90.0%<sup>[22]</sup>。可见, 过去的十多年间黄海秋季头足类资源组成结构有所变化, 枪乌贼在资源组成中所占比例显著提升, 而太平洋褶柔鱼则有所下降。很重要的一个原因就是多数头足类物种具有生命周期短, 一般 1~2 年生, 短的生命周期使得其资源量极易受到外部环境条件和人类活动的影响; 同时, 头足类也具有资源补充快的特点, 所以往往会出着同一类群今年少明年就多的现象。

#### 参考文献:

- [1] Dong Z Z. China Fauna Mollusks Door Cephalopod Outline[M]. Beijing: Science Press, 1988. [董正之. 中国动物志软体动物门头足纲[M]. 北京: 科学出版社, 1988.]
- [2] Cheng J S. Studies on fishery biology of squid and its resources in the Yellow Sea[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 1997, 4(5): 23-29. [程济生. 黄海针乌贼的渔业生物学及其资源状况的初步研究[J]. 中国水产科学, 1997, 4(5): 23-29.]
- [3] Dong Z Z. The world ocean economic cephalopods biology[M]. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 1991. [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.]
- [4] Deng J Y, Meng X T, Ren S M, et al. Species composition, abundance and distribution of fishes in the Bohai Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1988(9): 11–91. [邓景耀, 孟田湘, 任胜民, 等. 渤海鱼类种类组成及数量分布[J]. 海洋水产研究, 1988(9): 11–91.]
- [5] Liu X S. China Marine Fisheries[M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Publishing House, 1990. [刘效舜. 中国海洋渔业区划[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990.]
- [6] Tang Q S, Ye M Z. Shandong Offshore Fishery Resources Development and Protection[M]. Beijing: Agriculture Press, 1990. [唐启升, 叶懋中. 山东近海渔业资源开发与保护[M]. 北京: 农业出版社, 1990.]
- [7] Guan B X. A preliminary study of the temperature variations and the characteristics of the circulation of the cold water mass of the Yellow Sea[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1963, 5(4): 255–284. [管秉贤. 黄海冷水团的水温变化以及环流特征的初步分析[J]. 海洋与湖沼, 1963, 5(4): 255–284.]
- [8] Li X S, Liang Z H. The preliminary study on the cephalopod from the adjacent waters to northern Beibu gulf[J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 1987, 3(2): 33–44. [李显森, 梁志辉. 北部湾北部沿海头足类的初步调查[J]. 广西科学院学报, 1987, 3(2): 33–44.]
- [9] Li S F, Yan L P, Li H Y, et al. Spatial distribution of cephalopod assemblages in the region of the East China Sea[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(6): 936–944. [李圣法, 严利平, 李惠玉, 等. 东海区头足类群聚空间分布特征的初步研究[J]. 中国水产科学, 2006, 13(6): 936–944.]
- [10] Zheng Y J, Ling J Z, Yan L P, et al. Cephalopod resources and rational utilization in East China Sea[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 1999, 6(2): 53–57. [郑元甲, 凌建忠, 严利平, 等. 东海区头足类资源现状与合理利用的探讨[J]. 中国水产科学, 1999, 6(2): 53–57.]
- [11] Chen X J. The World Cephalopods[M]. Beijing: China Ocean Press, 2009. [陈新军. 世界头足类[M]. 北京: 海洋出版社, 2009.]
- [12] Zhang X Z, Qiu Y F, Wu X Y. The long-term change for sea surface temperature in the last 100 years in the offshore sea of China[J]. Climatic and Environmental Research, 2005, 10(4): 799–807. [张秀芝, 裘越芳, 吴迅英. 近百年中国近海海温变化[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 799–807.]
- [13] Pan W J, Qian G M, Yu K F, et al. Study on variation characteristics of SST observed in the past 40 years in the coastal region of south China[J]. Journal of Tropical Meteorology, 2007, 23(3): 271–276. [潘蔚娟, 钱光明, 余克服, 等. 华南近海近 40 年的实测 SST 变化特征[J]. 热带气象学报, 2007, 23(3): 271–276.]
- [14] Fang J Y, Tang Y H, Lin J D, et al. Global Ecology-Climate Change and Ecological Response[M]. Beijing: Higher Education Press, 2000: 1–278. [方精云, 唐艳鸿, 林俊达, 等. 全球生态学-气候变化与生态响应[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 1–278.]
- [15] Chen B H, Zhou Q L, Yang S Y. Impacts of climate change on marine biodiversity[J]. Journal of Oceanography in Taiwan Strait, 2009, 28(3): 437–444. [陈宝红, 周秋麟, 杨圣云. 气候变化对海洋生物多样性的影响[J]. 台湾海峡, 2009, 28(3): 437–444.]
- [16] Jin X S. Huang Bohai Fishery Resources Comprehensive Research and Evaluation[M]. Beijing: China Ocean Press, 2006. [金显仕. 黄渤海渔业资源综合研究与评价[M]. 北京: 海洋出版社, 2006.]
- [17] Lv Z B, Zhang H J. Study on the population dynamics of *Todarodes pacificus* in Yellow Sea[J]. Shandong Fisheries, 2007, 24(6): 50–54. [吕振波, 张焕军. 黄海太平洋褶柔鱼种群动态的研究[J]. 齐鲁渔业, 2007, 24(6): 50–54.]
- [18] Yang J M, Tan X J. Food analysis of three cephalopod species in the Bohai Sea[J]. Marine Science, 2000, 24(4): 53–55. [杨纪明, 谭雪静. 渤海 3 种头足类食性分析[J]. 海洋科学, 2000, 24(4): 53–55.]
- [19] Dong Z Z. On the geographical distribution of the Cephalopods in the Chinese waters[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1978(1): 108–118. [董正之. 中国近海头足类的地理分布[J]. 海洋与湖沼, 1978(1): 108–118.]
- [20] Chen S Q, Liu C L, Zhuang Z M, et al. Observations on the embryonic development of *Sepia esculenta* Hoyle[J]. Progress in Fishery Sciences, 2010, 31(5): 1–7. [陈四清, 刘长琳, 庄志猛, 等. 金乌贼胚胎发育的研究[J]. 渔业科学进展, 2010, 31(5): 1–7.]
- [21] Hao Z L, Zhang X M, Zhang P D. Biological characteristics and multiplication techniques of *Sepia esculenta*[J]. Chinese Journal of Ecology, 2007, 26(4): 601–606. [郝振林, 张秀梅, 张沛东. 金乌贼的生物学特性及增殖技术[J]. 生态学杂志, 2007, 26(4): 601–606.]
- [22] Tang Q S. China Exclusive Economic Zone of Marine Biological Resources and Habitats[M]. Beijing: Science Press, 2006. [唐启升. 中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境[M]. 北京: 科学出版社, 2006.]

## Survey and analysis of the autumnal Cephalopod distribution in the Yellow Sea during 2006–2013

DU Tengfei<sup>1,2</sup>, LI Ang<sup>2</sup>, DAI Fangqun<sup>2</sup>, LI Da<sup>1,2</sup>, LIU Shufang<sup>2,3</sup>, ZHUANG Zhimeng<sup>2,4</sup>

1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

3. Function Laboratory for Marine Fisheries Science and Food Production Processes, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266200, China;

4. Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266200, China

**Abstract:** An 8-year survey was conducted from 2006 to 2013 at 292 base stations using a bottom trawl to describe the autumnal distribution of cephalopods in the Yellow Sea. The cephalopod catch rate was used as a core quantitative index to analyze species composition, quantitative distribution, inter-annual variability of dominant species, and the spatial distribution pattern in the Yellow Sea. Fourteen cephalopod species, belonging to three orders, six families, and eight genera, were captured during the survey. The number of species captured per year varied (mean,  $8 \pm 2$ ), and the fewest were captured in 2009. Most of the species were temperate, a number of warm water species were captured, but no cold water species were collected, reflecting the faunal characteristics of a warm temperate zone. The dominant species were *Todarodes pacificus*, *Loligo japonica*, *Loligo edulis*, and *Sepioida birostrata*, although a slight difference existed between different years. Notably, three new species were recorded from the Yellow Sea during this investigation: *Sepia robsoni*, *Abralia multihamata*, and *Octopus vulgaris*. These species were probably present because their habitat ranges may have increased in latitude based on their location, frequency, and quantity. The survey also found that squid and cuttlefish were dominant cephalopods during autumn in the Yellow Sea. The annual catch of different groups of cephalopods fluctuated, and the resource composition structure has changed in the past 10 years. The quantities of cephalopod resources in different regions of the Yellow Sea showed an increasing trend from north to south. Average catch rates in the northern, central, and southern parts of the Yellow Sea were 0.55 kg/h, 0.67 kg/h, and 0.98 kg/h, respectively. These results will provide a theoretical basis for conservation and sustainable utilization of Yellow Sea cephalopod populations.

**Key words:** Cephalopod; survey; dominant species; spatial distribution; Yellow Sea

**Corresponding author:** LIU Shufang. E-mail: liusf@ysfri.ac.cn