

文章编号: 1004 - 7271(2008)04 - 0471 - 05

## 西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔场与 主要海洋环境因子关系探讨

张炜<sup>1</sup>, 张健<sup>2</sup>

(1. 上海海洋大学信息学院, 上海 200090;

2. 上海海洋大学图书馆, 上海 200090)

**摘要:**西南大西洋阿根廷滑柔鱼是我国鱿钓船的重要捕捞对象之一, 掌握阿根廷滑柔鱼渔场分布及其与海洋环境因子关系是高效开发利用的基础。根据2001年1-5月我国鱿钓船在西南大西洋的生产数据和各主要环境因子资料, 利用海洋地理信息系统专用软件 Marine Explore 4.0 按  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  的格式绘制了 CPUE 与海表温度(SST), 叶绿素(CHL), 盐度, 海表面高度(SSH)四个主要环境因子关系的分布图。结果显示: 1-5月产量主要分布于  $44^\circ \sim 54^\circ \text{S}$ ,  $56^\circ \sim 66^\circ \text{W}$ , 3月产量达到最高; 各月份最适 SST 分别为:  $13 \sim 14.5^\circ \text{C}$ 、 $12.5 \sim 14^\circ \text{C}$ 、 $9 \sim 13.5^\circ \text{C}$ 、 $8 \sim 13^\circ \text{C}$ 、 $6.5 \sim 10^\circ \text{C}$ ; 各月份最适叶绿素为:  $0.5 \sim 1 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.9 \sim 1.6 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.3 \sim 1 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.1 \sim 0.6 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.1 \sim 0.8 \text{ mg/m}^3$ ; 各月份最适海面高度分别为:  $-22 \sim -8 \text{ cm}$ 、 $-20 \sim -8 \text{ cm}$ 、 $-18 \sim -2 \text{ cm}$ 、 $-20 \sim -4 \text{ cm}$ 、 $-26 \sim -2 \text{ cm}$ ; 各月份最适盐度为:  $33.75 \sim 33.95$ 、 $33.75 \sim 33.95$ 、 $33.7 \sim 34.0$ 、 $33.5 \sim 34.0$ 、 $33.35 \sim 34.1$ 。K-S 检验法表明, 各因子与 CPUE 的差异性不大。

**关键词:** 阿根廷滑柔鱼; 西南大西洋; 海表温度; 盐度; 海表高度; 叶绿素

中图分类号: S 931.4 文献标识码: A

## A discussion about relationship between the distribution of production of *Illex argentinus* and marine environmental factors in the Southwest Atlantic Ocean

ZHANG Wei<sup>1</sup>, ZHANG Jian<sup>2</sup>

(1. Information College, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China;

2. Library of Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** *Illex argentinus* in the Southwest Atlantic Ocean is one of the important fishing targets in the Chinese squid jigging fishery, because it is the basis of the efficient development and to use that to master the relationship between the production distribution of *I. argentinus* and marine environmental factors. Based on the production database of Chinese squid fishing vessels in the Southwest Atlantic Ocean and major environmental factors, the distribution maps whose format is  $0.5^\circ$  latitude by  $0.5^\circ$  longitude include CPUE distribution maps of *I. argentinus* and distribution maps of relationships between CPUE and sea surface temperature (SST), chlorophyll concentration (CHL), salinity and sea surface height (SSH) in each month

收稿日期: 2007-12-03

基金项目: 国家“八六三”计划项目(2003AA637030)

作者简介: 张炜(1982-), 男, 安徽黄山人, 硕士研究生, 专业方向为计算机应用。

通讯作者: 张健, E-mail: jzhang@shou.edu.cn

are drawn by Marine Explorer 4.0. The results show that production from January to May mainly is distributed in  $44^{\circ} - 54^{\circ}\text{S}$ ,  $56^{\circ} - 66^{\circ}\text{W}$  and the production comes to the highest in March; the most suitable SST in each month is  $13 - 14.5^{\circ}\text{C}$ ,  $12.5 - 14^{\circ}\text{C}$ ,  $9 - 13.5^{\circ}\text{C}$ ,  $8 - 13^{\circ}\text{C}$  and  $6.5 - 10^{\circ}\text{C}$ ; the most suitable chlorophyll in each month is:  $0.5 - 1 \text{ mg/m}^3$ ,  $0.9 - 1.6 \text{ mg/m}^3$ ,  $0.3 - 1 \text{ mg/m}^3$ ,  $0.1 - 0.6 \text{ mg/m}^3$  and  $0.1 - 0.8 \text{ mg/m}^3$ ; the most suitable SSH in each month is:  $-22 - -8 \text{ cm}$ ,  $-20 - -8 \text{ cm}$ ,  $-18 - 2 \text{ cm}$ ,  $-20 - 4 \text{ cm}$  and  $-26 - -2 \text{ cm}$ ; the most suitable sea surface salinity in each month is:  $33.75 - 33.95$ ,  $33.75 - 33.95$ ,  $33.7 - 34.0$ ,  $33.5 - 34.0$  and  $33.35 - 34.1$ . The result of K-S test shows that the differences between four major environmental factors and CPUE are not remarkable.

**Key words:** *Illex argentinus*; Southwest Atlantic Ocean; sea surface temperature; sea surface salinity; sea surface height; chlorophyll concentration

分布于西南大西洋的阿根廷滑柔鱼 (*Illex argentinus*) 是目前世界头足类中最为重要的渔业资源之一。我国大陆于 1993 年开始利用该资源, 1994 年进行较大规模地商业性生产, 目前已成为我国远洋渔业的支柱之一<sup>[1]</sup>。因此, 研究阿根廷滑柔鱼其作业渔场分布及其与主要环境因子的关系具有重要现实意义和应用价值。目前, 国内外一些文献<sup>[2-4]</sup>主要分析了表温与阿根廷滑柔鱼渔场分布或利用海洋遥感数据对阿根廷滑柔鱼资源状况进行分析, 但是对叶绿素、海面高度和盐度等海洋环境因子涉及的相对较少。本文选取海平面温度、叶绿素、海面高度和盐度四个海洋环境因子作为研究对象, 分析了 2001 年渔汛期间 (1-5 月) 阿根廷滑柔鱼渔场分布与这些海洋环境因子关系, 从而为西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔场的分布和形成的研究提供了参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据及来源

生产数据由上海水产大学鱿钓技术组提供, 时间为 2001 年 1-5 月, 包括日期、作业位置、产量, 其时间分辨率为月, 空间分辨率是  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ , 渔场环境数据为美国 NASA 提供的卫星遥感反演三级数据产品, 包括有: 海表温度 (SST)、叶绿素、盐度和海表面高度 (SSH), 空间分辨率为  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ , 时间分辨率为 d。

### 1.2 数据预处理

生产统计数据按经纬度  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$  空间分辨率进行统计, 并按月进行处理。本文所采用的单位捕捞努力量渔获量 (catch per unit effort, CPUE) 定义为  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$  渔区范围内平均每艘作业船 1 d 的产量, 单位为  $\text{t/d}$ 。

### 1.3 数据分析

(1) 利用 Marine Explorer 4.0 绘制各月 CPUE 分布图, 并与表温、叶绿素、盐度、海表面高度进行空间叠加。

(2) 四个环境参数分别按一定的间距, 进行产量统计分析, 分析作业产量、CPUE 与表温等环境因子的关系, 得出各月作业渔场的适宜环境参数范围。

(3) 利用非参数统计 K-S (Kolmogorov-Smirnov) 检验方法<sup>[5]</sup>, 对各环境因子进行显著性检验。K-S 检验方法如下:

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l(x_i)$$

$$g(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{y} l(x_i)$$

$$D = \max |g(t) - f(t)|$$

式中: $n$ 为资料个数; $t$ 为分组 SST 值; $x_i$ 为第  $i$  月 SST 观察值; $y_i$ 为第  $i$  月的 CPUE; $\bar{Y}$ 为所有月的平均 CPUE;若  $x_i \leq t$  时, $l(x_i)$  值为 1,否则  $l(x_i)$  值为 0。

## 2 结果

### 2.1 CPUE 时间分布

从表 1 看出,2 月、3 月产量最高,占 1-5 月总产量的 68%,CPUE 也是最高的两个月,分别是 8.1 t/d 和 9.7 t/d。其次是 4 月,达到了 8 375 t;1 月、4 月、5 月 CPUE 基本维持在 7.0 左右。

表 1 2001 年 1-5 月西南大西洋阿根廷滑柔鱼产量和 CPUE 统计

Tab. 1 The production and CPUE of *Illex argentinus* from January to May in the Southwest Atlantic Ocean

| 月份  | 产量(t)   | CPUE(t/d) |
|-----|---------|-----------|
| 1 月 | 5081.7  | 6.9       |
| 2 月 | 11194.2 | 8.7       |
| 3 月 | 17195.5 | 9.7       |
| 4 月 | 8375    | 7.2       |
| 5 月 | 7425    | 6.8       |

### 2.2 CPUE 空间分布与海表温度的关系

由图 1 可见,1 月份阿根廷滑柔鱼产量主要分布在 44°~47°S,60°~62°W,适宜 SST 是 13~14.5 °C,

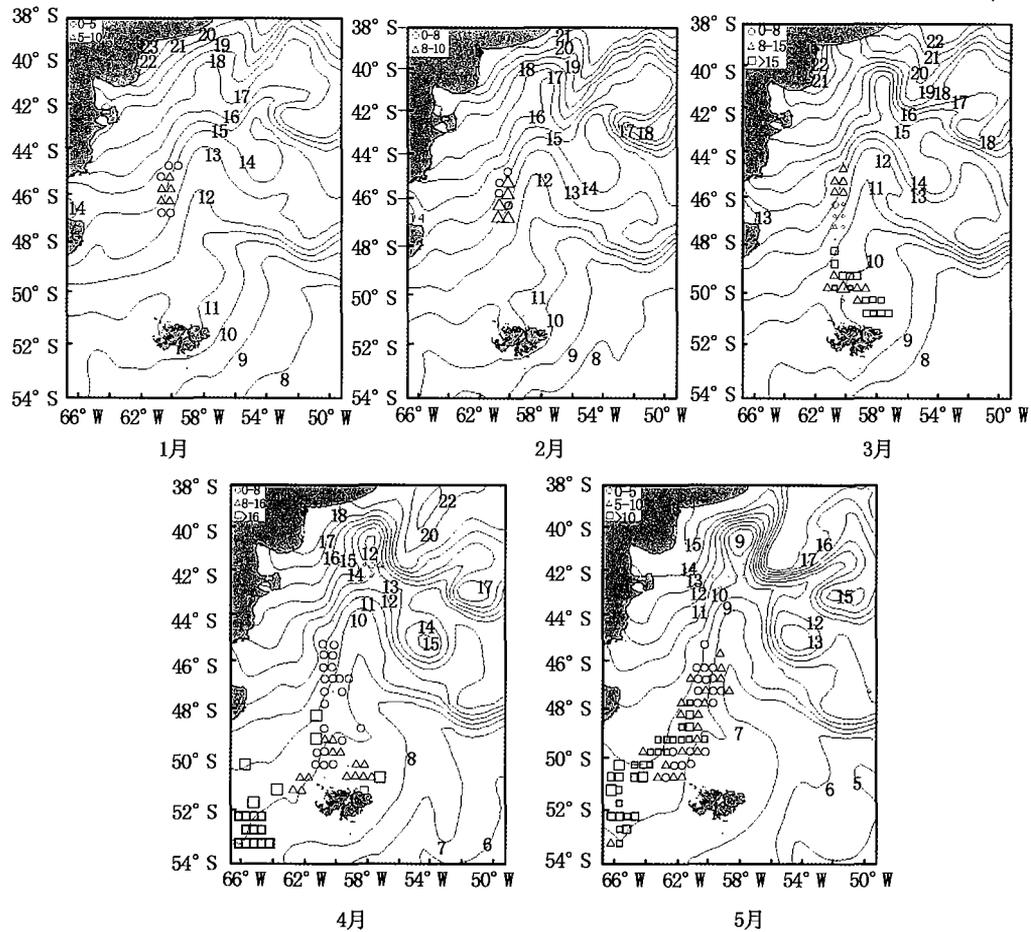


图 1 各月滑柔鱼 CPUE 分布与表温之间的关系

Fig. 1 The CPUE distribution of *Illex argentinus* and its relationship with SST in each month

图中△、○、□均表示 CPUE,单位为 t/d

产量是这5个月中最低的,CPUE也不高。2月份适宜温度是12.5~14℃,产量和CPUE都有明显提高。3月份适宜温度是9~13.5℃,产量和CPUE均达到最高,是最主要的捕捞月份。4月份适宜温度是8~13℃,5月份适宜温度是6.5~10℃,4月和5月产量和CPUE明显大幅度下降,两个月产量总和只占五个月总产量的32%。总体上看,1-5月产量主要分布7~14℃。

### 2.3 CPUE与叶绿素的关系

由表2可知各月适宜叶绿素浓度范围。1月份产量中心集中在0.5 mg/m<sup>3</sup>。2月适宜叶绿素浓度明显高于其他几个月份,但产量大部分集中在0.9~1.1 mg/m<sup>3</sup>。3月产量中心集中在0.8 mg/m<sup>3</sup>。4月产量中心集中在0.4 mg/m<sup>3</sup>。5月产量中心集中在0.3 mg/m<sup>3</sup>。总体上看,1-5月产量主要分布于0.1~1.1 mg/m<sup>3</sup>。

### 2.4 CPUE与海表面高度的关系

由表3可知各月适宜海表面高度范围。1-5月产量中心集中在-18~-8之间。海面高度反映的是海流流向、流速等海洋动力环境状况,从海面高度的时空配置与分布情况,同样可以推知相关的渔场信息。

### 2.5 CPUE与盐度的关系

由表4可知各月适宜盐度范围。1-5月产量中心集中在盐度为33.9左右。

### 2.6 K-S检验

计算1-5月份K-S检验统计量 $D$ ,并以 $\alpha = 0.10$ 做显著性检验。检验结果表明,在显著水平 $\alpha = 0.10$ 的水平下,各因子 $D < P(\alpha/2)$ ,假设检验条件 $F(t) = G(t)$ 对各个因子均成立,没有显著性差异,可以认为各月作业渔场的表温、叶绿素、盐度和海表面高度范围是合适的。

表2 各月最适叶绿素浓度分布

Tab. 2 The distribution of the most suitable chlorophyll in each month

| 月份 | 适宜叶绿素浓度(mg/m <sup>3</sup> ) |
|----|-----------------------------|
| 1月 | 0.5~1                       |
| 2月 | 0.9~1.6                     |
| 3月 | 0.3~1                       |
| 4月 | 0.1~0.6                     |
| 5月 | 0.1~0.8                     |

表3 各月最适海表面高度分布

Tab. 3 The distribution of the most suitable SSH in each month

| 月份 | 适宜海表面高度(cm) |
|----|-------------|
| 1月 | -22~-8      |
| 2月 | -20~-8      |
| 3月 | -18~-2      |
| 4月 | -20~-4      |
| 5月 | -26~-2      |

表4 各月最适盐度分布

Tab. 4 The distribution of the most suitable salinity in each month

| 月份 | 适宜盐度        |
|----|-------------|
| 1月 | 33.75~33.95 |
| 2月 | 33.75~33.95 |
| 3月 | 33.7~34.0   |
| 4月 | 33.5~34.0   |
| 5月 | 33.35~34.1  |

表5 K-S检验结果

Tab. 5 The results of K-S test

| 环境因子 | $D$ 值  | $P(\alpha/2)$ |
|------|--------|---------------|
| 表温   | 0.0627 | .             |
| 叶绿素  | 0.0562 | 0.0962        |
| 表层盐度 | 0.0871 |               |
| 海面高度 | 0.0657 |               |

## 3 结论与讨论

1-5月西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔场主要分布在44°~54°S,56°~66°W海域。其中,1-2月主要分布在44°~47°S,60°~62°W,因为由南向东北流动的冷水支配着拉普拉塔河前缘以南的大陆架外

缘和大陆坡水域,此时稚柔鱼开始从近海孵化场向中部北巴塔哥尼亚大陆架洄游,而那里正是冬季和春季索饵和产卵的场所<sup>[6]</sup>。

表温与产量有着一定的关系,各月适宜表温均有所不同,但随月份推移适宜表温呈下降趋势,这与其他学者研究成果吻合<sup>[7]</sup>。1-3月渔场中心叶绿素浓度基本维持在 $1\text{ mg/m}^3$ 左右,4-5月渔场中心叶绿素浓度明显回落到 $0.3\sim 0.5\text{ mg/m}^3$ 。

海面高度值大于平均海面意味着海流的辐合或涌升,海流的辐合及涌升使海域营养盐丰富,从而促进了鱼类的生长、发育及繁殖,渔场资源十分丰富。1-5月本文涉及海域海表高度绝大部分低于 $0\text{ cm}$ ,但由于 $60^\circ\text{W}$ 、 $45^\circ\text{S}$ 附近公海渔场位于大陆架水域和福克兰海流之间,整个春季和夏季浮游生物量高,阿根廷滑柔鱼在此集中索饵,形成渔场。3月后开始柔鱼向南洄游,渔船转移到福克兰群岛渔场作业。福克兰群岛周围有很强的上升流,上升流把底层的营养物质带到表层,浮游生物滋生,给阿根廷滑柔鱼带来丰富的饵料<sup>[8]</sup>,所以这并没有影响渔场的形成。

1-3月渔场适宜盐度为 $33.75\sim 33.95$ ,4-5月份适宜范围为 $33.45\sim 34.05$ 。鱼类能对 $0.2$ 的盐度变化起反应,海水的盐度变化对鱼类的渗透压和浮性鱼卵的漂浮等都会产生影响<sup>[9]</sup>,故盐度的显著变化是支配鱼类行动的一个重要因素。

#### 参考文献:

- [1] 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,1999,12(2):38-39.
- [2] 陈新军,刘必林,王跃中. 2000年西南大西洋阿根廷滑柔鱼产量分布及其与表温关系的初步研究[J]. 湛江海洋大学学报,2005,25(1):29-35.
- [3] 唐 议. 西南大西洋鱿钓作业渔获物—阿根廷滑柔鱼生物学分析[J]. 海洋渔业,2002,3(1):14-19.
- [4] Waluda C M, Podesta G P. Surface oceanography of the inferred hatching grounds of *Illex argentinus* (Cephalopoda:Ommastrephidate) and influences on recruitment variability[J]. Marine Biology,2001,17(13):671-679.
- [5] 魏季瑄. 数理统计基础及其应用[M]. 成都:四川大学出版社,1991:184-185.
- [6] 舒 扬. 阿根廷滑柔鱼资源与渔业[J]. 远洋渔业,2000,7(4):36-44.
- [7] 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,2004,4(26):26-31.
- [8] 宋伟华,熊鹏飞. 西南大西洋阿根廷滑柔鱼作业前景的探讨[J]. 海洋湖沼通报,2002,(1):62-69.
- [9] 陈新军. 渔业资源与渔场学[M]. 北京:海洋出版社,2004:125-128.