

文章编号: 1674-5566(2012)03-0431-08

利用栖息地指数预测西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔场

陈新军^{1,2,3}, 陆化杰¹, 刘必林^{1,2,3}, 钱卫国^{1,2,3}

(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发展省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 西南大西洋阿根廷滑柔鱼是我国鱿钓船船队重要的捕捞对象, 准确预测中心渔场可以为科学地指导渔业生产提供依据。根据 2000-2005 年 1-5 月主渔汛期期间我国鱿钓船队在西南大西洋海域的鱿钓生产数据, 结合遥感获得的表温及叶绿素 a 数据, 分别将作业次数百分比和单位渔船日产量作为适应性指数。利用算术平均法建立基于表温和叶绿素 a 因子的栖息地指数(HSI)模型。利用 2005 年 1-5 月生产数据及环境资料对 HSI 模型进行验证, 分析认为作业渔场主要分布在 HSI 大于 0.6 海域, 其作业次数比重达到 76% 以上, 各月平均日产量均在 7.2 t/d 以上。研究表明, 基于表温和叶绿素 a 的 HSI 模型能较好预测西南大西洋阿根廷滑柔鱼中心渔场, 预报准确率在 70% 以上。

研究亮点: 利用我国鱿钓船多年生产统计数据, 结合表温及叶绿素 a 环境因子, 采用算术平均法建立了基于表温和叶绿素 a 因子的栖息地指数模型。验证表明, 作业渔场主要分布在 HSI 大于 0.6 海域, 中心渔场预报准确率达到 70% 以上。

关键词: 阿根廷滑柔鱼; 栖息地模型; 表温; 叶绿素 a; 中心渔场; 西南大西洋

中图分类号: S 931.4

文献标志码: A

阿根廷滑柔鱼 (*Illex argentinus*) 是西南大西洋重要的经济头足类资源^[1]。其中分布在公海海域的南部巴塔哥尼亚种群是我国鱿钓渔船的重要捕捞对象^[1]。研究认为, 阿根廷滑柔鱼渔场形成与海洋环境关系密切^[2-3], 特别是表层水温 (SST)^[4-5]。栖息地指数 (Habitat suitability Index, HSI) 模型用来模拟生物体对其周围栖息环境要素反应, 已广泛应用于物种管理、鱼类分布等领域^[6-7], 同时也逐渐被用来分析渔场分布^[8-10], 取得了较好的预测效果。国内外还未见利用栖息地指数的概念来研究西南大西洋阿根廷滑柔鱼渔场分布的相关报道。本研究结合栖息地指数的原理, 采用 SST 和叶绿素等环境指标, 分析它们与作业次数和平均日产量的关系, 建立栖息地综合指数模型, 探索其在渔场预报中可行性, 从而为我国鱿钓船在西南大西洋海域进行高效捕捞阿根廷滑柔鱼提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

(1) 阿根廷滑柔鱼渔获数据来源于上海海洋大学鱿钓技术组, 时间为 2000-2005 年 1-5 月。海域为 50°W-65°W、40°S-55°S, 空间分辨率为 30'×30', 时间分辨率为月 (图 1)。数据内容包括作业位置、作业时间、渔获量和作业次数。

(2) 西南大西洋海域 SST 资料来源于 NASA 网站海洋数据中心 (PO. DAAC)^[11], 空间分辨率为 30'×30', 数据的时间分辨率为月。叶绿素 (Chl. a) 数据来自 NASA 网站 (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/>)^[12], 空间分辨率为 9 km, 并转化为 30'×30', 数据的时间分辨率为月。

1.2 数据处理方法

(1) 作业次数即捕捞努力量, 通常认为是可代表鱼类出现或鱼类利用情况的指标^[13]。单位

收稿日期: 2011-12-07 修回日期: 2012-01-05

基金项目: 国家高技术研究发展计划 (2007AA092201); 国家发改委专项 (2060403); 上海市重点学科建设项目 (S30702)

作者简介: 陈新军 (1967-), 男, 教授, 研究方向为远洋鱿钓渔业、渔业资源与渔场学等。E-mail: xjchen@shou.edu.cn

日产量(CPUE)可作为表征资源密度的指标^[14]。因此,利用作业次数和 CPUE 分别与 SST、chl. *a* 来建立适应性指数(Suitability index, SI)模型。

假定最高作业次数 NET_{max} 或 $CPUE_{max}$ 为阿根廷滑柔鱼资源分布最多的海域,认定其适应性指数 SI 为 1,而作业次数或 CPUE 为 0 时通常认为是阿根廷滑柔鱼资源分布最不适宜的海域,并认定其 SI 为 0^[15]。SI 计算公式如下:

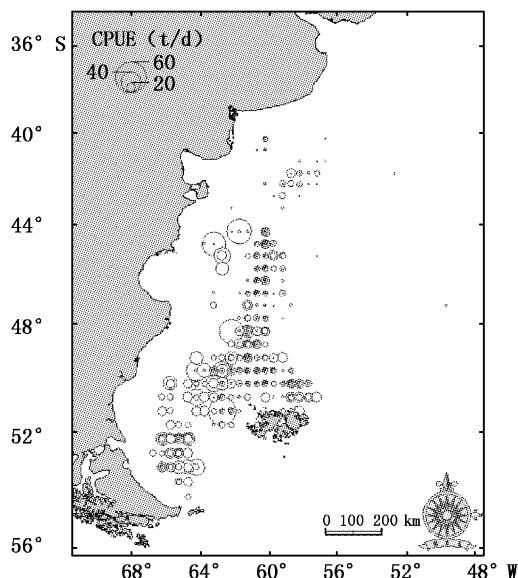


图 1 2000-2004 年阿根廷滑柔鱼 CPUE 分布示意图

Fig. 1 The CPUE distribution of *Illex argentinus* in the southwest Atlantic from 2000 to 2004

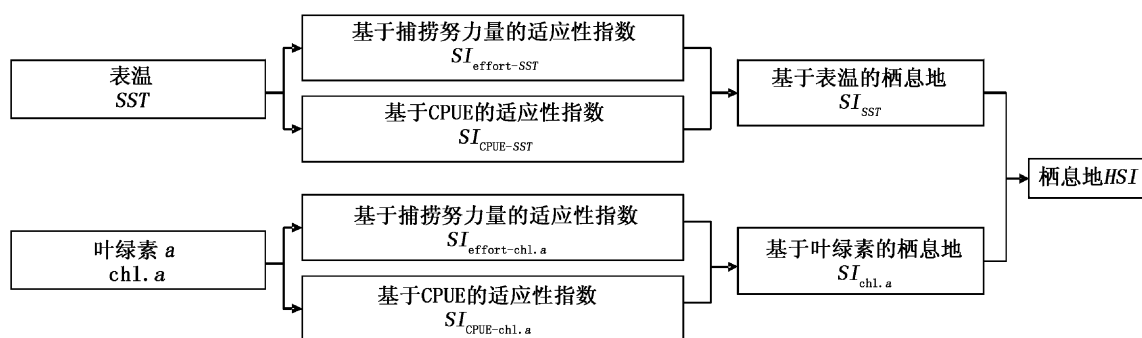


图 2 栖息地指数计算示意图

Fig. 2 The illustration of estimating habitat suitability index

2 数据处理结果

2.1 作业次数、CPUE 与 SST 和 chl. *a* 的关系

1 月份,作业次数主要分布在 SST 为 13~16 °C 和 chl. *a* 为 0.3~1.2 mg/m³ 海域(图 3a, 4a), 分别占总作业次数的 76.4% 和 61.4%, 其对应的 CPUE 范围分别为 5.5~12.5 t/d 和 4.7~10.5 t/d;

$$SI_{i,NET} = \frac{NET_{ij}}{NET_{i,max}} \quad (1)$$

$$SI_{i,CPUE} = \frac{CPUE_{ij}}{CPUE_{i,max}} \quad (2)$$

式中: $SI_{i,NET}$ 为 *i* 月以作业次数为基础获得的适应性指数; $NET_{i,max}$ 为 *i* 月的最大作业次数(*d*); $SI_{i,CPUE}$ 为 *i* 月以 CPUE 为基础获得适应性指数; $CPUE_{i,max}$ 为 *i* 月的最大 CPUE(t/d)。

$$SI_i = \frac{SI_{i,NET} + SI_{i,CPUE}}{2} \quad (3)$$

式中: SI_i 为 *i* 月的适应性指数。

(2) 利用正态和偏正态函数分别建立 SST、chl. *a* 和 SI 之间的关系模型。利用 DPS 软件进行求解。通过此模型将 SST、chl. *a* 和 SI 两离散变量关系转化为连续随机变量关系。

(3) 利用算术平均法(arithmetic mean, AM) 计算获得栖息地综合指数 HSI。HSI 值在 0(不适宜)到 1(最适宜)之间变化。计算公式如下:

$$HSI = \frac{1}{2}(SI_{SST} + SI_{chl.a}) \quad (4)$$

式中: SI_{SST} 和 $SI_{chl.a}$ 分别为 SI 与 SST、SI 与 chl. *a* 的适应性指数。

(4) 验证与实证分析

根据以上建立的公式(4),对 2005 年 1-5 月 SI 值与实际作业渔场进行验证,探讨预测中心渔场的可行性。其技术路线示意图见图 2。

2 月份,作业次数主要分布在 SST 为 13~16 °C 和 chl. *a* 为 0.3~0.9 mg/m³ 海域(图 3c, 4c), 分别占总作业次数的 93.7% 和 48.1%, 其对应的 CPUE 范围分别为 3.1~10.8 t/d 和 7.9~10.0 t/d; 3 月份,作业次数主要分布在 SST 为 12~14 °C 和 chl. *a* 为 0.1~0.9 mg/m³ 海域(图 3e, 4e), 分别占总作业次数的 59.4% 和 82.4%, 其对应的

CPUE 范围分别为 10.5 ~ 12.5 t/d 和 8.0 ~ 11.5 t/d; 4 月份,作业次数主要分布在 SST 为 10 ~ 12 °C 和 chl. *a* 为 0.2 ~ 0.6 mg/m³ 海域(图 3g, 4g), 分别占总作业次数的 49.8% 和 80.9%, 其对应的 CPUE 范围分别为 4.6 ~ 7.1 t/d 和 5.1 ~ 5.8 t/d; 5 月份,作业次数主要分布在 SST 为 7 ~ 10 °C 和 chl. *a* 为 0.1 ~ 0.6 mg/m³ 海域(图 3i, 4i), 分别占总作业次数的 70.7% 和 88.1%, 其对应的 CPUE 范围分别为 4.0 ~ 10.0 t/d 和 5.9 ~ 7.8 t/d。

2.2 SI 曲线拟合及模型建立

利用正态和偏正态模型分别进行以作业次数和 CPUE 为基础的 SI 与 SST、chl. *a* 曲线拟合(图 3 和图 4), 拟合 SI 模型见表 1, 模型拟合通过显著性检验($P < 0.01$)。

2.3 HSI 模型分析及验证

根据表 1 中各月适应性指数, 计算获得 2000 - 2004 年 1 - 5 月栖息地指数 HSI(表 2)。从表 2 可知, 当 HSI 为 0.6 以上时, 1 月份作业次数比重分别占 81.79%, CPUE 均在 7.8 t/d 以上; 2 月份作业次数比重分别占 76.00%, CPUE 均在 7.0 t/d 以上; 3 月份作业次数比重分别占 84.33%, CPUE 均在 9.5 t/d 以上; 4 月份作业次数比重分别占 75.82%, CPUE 均在 7.0 t/d 以上; 5 月份作业次数比重分别占 81.52%, CPUE 均在 6.1 t/d 以上。

利用 HSI 模型(见公式 4), 根据 2005 年 8 - 10 月 SST 和 chl. *a* 值, 分别计算各月的 HSI 值, 并与实际作业情况进行比较。分析发现, HSI 大于 0.6 海域主要分布在: 1 月份为 59° ~ 65°W、45° ~ 51°S 的海域, 作业渔船主要集中在 60° ~ 61°W、45° ~ 47°S 海区; 2 月份为 59° ~ 63°W、44° ~ 51°S 海域, 作业渔船主要集中在 59° ~ 61°W、44° ~ 47°S、60° ~ 62°W、49° ~ 50°30'S; 3 月份为 56° ~ 64°W、43° ~ 50°S 海域, 作业渔船主要分布在 59° ~ 62°W、44°30' ~ 50°30'S; 4 月份为 58° ~ 64°W、47° ~ 51°30' S, 作业渔船主要分布在 60° ~ 62°30'W、48° ~ 51°S; 5 月份为 58° ~ 63°W、46° ~ 51°S, 作业渔船主要分布在 60° ~ 61°30'W、47° ~ 50°S。从表 3 可以看出, 当 HSI 大于 0.6 时, 其作业次数比重均在 76% 以上, 平均 CPUE 均在 7.2 t/d。如果以实际

作业次数所占比重作为中心渔场准确性的指标, 并且以 HSI 值大于 0.6 以上作为判别中心渔场的适宜环境指标, 则我们可以初步判别, 该模型预报渔场的成功率超过 70%, 较好地获得了中心渔场预测的结果。

3 讨论

3.1 阿根廷滑柔鱼渔场分布与海洋环境因子的关系

阿根廷滑柔鱼是一种短生命周期的种类, 资源和渔场变动极易受到 SST 等海洋因子的影响^[1,4,16]。SST 通常可作为西南大西洋海域寻找阿根廷滑柔鱼中心渔场的指标^[4-5]。阿根廷滑柔鱼一般随着巴西暖流南下索饵成长, 在巴西暖流和福克兰寒流交汇处、饵料丰富海域生长, 并在此海域形成渔场。因此, 本文利用 SST 和 chl. *a* 作为海洋环境因子, 研究其与渔场分布的关系, 是可行的。本研究根据 2000 - 2004 年 1 - 5 月我国鱿钓船的生产统计数据及其表温资料, 获得的各月最适 SST 和 chl. *a* 范围, 其最适 SST 范围基本上与前人研究结果^[4-5,17-18] 相同。

3.2 柔鱼适应性指数模型分析

SI 模型表明, 柔鱼资源密度(CPUE)与 SST 存在着正态分布关系($P < 0.01$), 与 Chl-*a* 存在着偏正态的关系。这一关系也在其它鱼类和柔鱼类 SI 值与海洋环境的关系中得到证实^[19-21]。但是, 以作业次数为基础的 SI 值与以 CPUE 为基础的 SI 值还是不同, 产生这一差异原因可能有: (1) 作业渔船分布多的海区, 其资源量不一定是最高的, 有可能渔船未在所有中心渔场作业; (2) 作业渔船多的海区, 由于渔船间的相互影响(集鱼灯放入相互影响), 导致平均日产量出现下降; 反之, 在作业渔船少的海区, 其平均日产量则较高。因此, 本研究综合了上述 2 种情况, 其综合 SI 值取二者的平均值, 以便较客观地反映柔鱼适应指数模型。但是, 在验证分析中, 发现一些 HSI 高的区域分布在等深线 200 m 以外海域, 但是事实上阿根廷滑柔鱼分布较少, 而主要分布在 100 m 等深线附近海域, 因此, 在今后研究中需要考虑水深的因子。

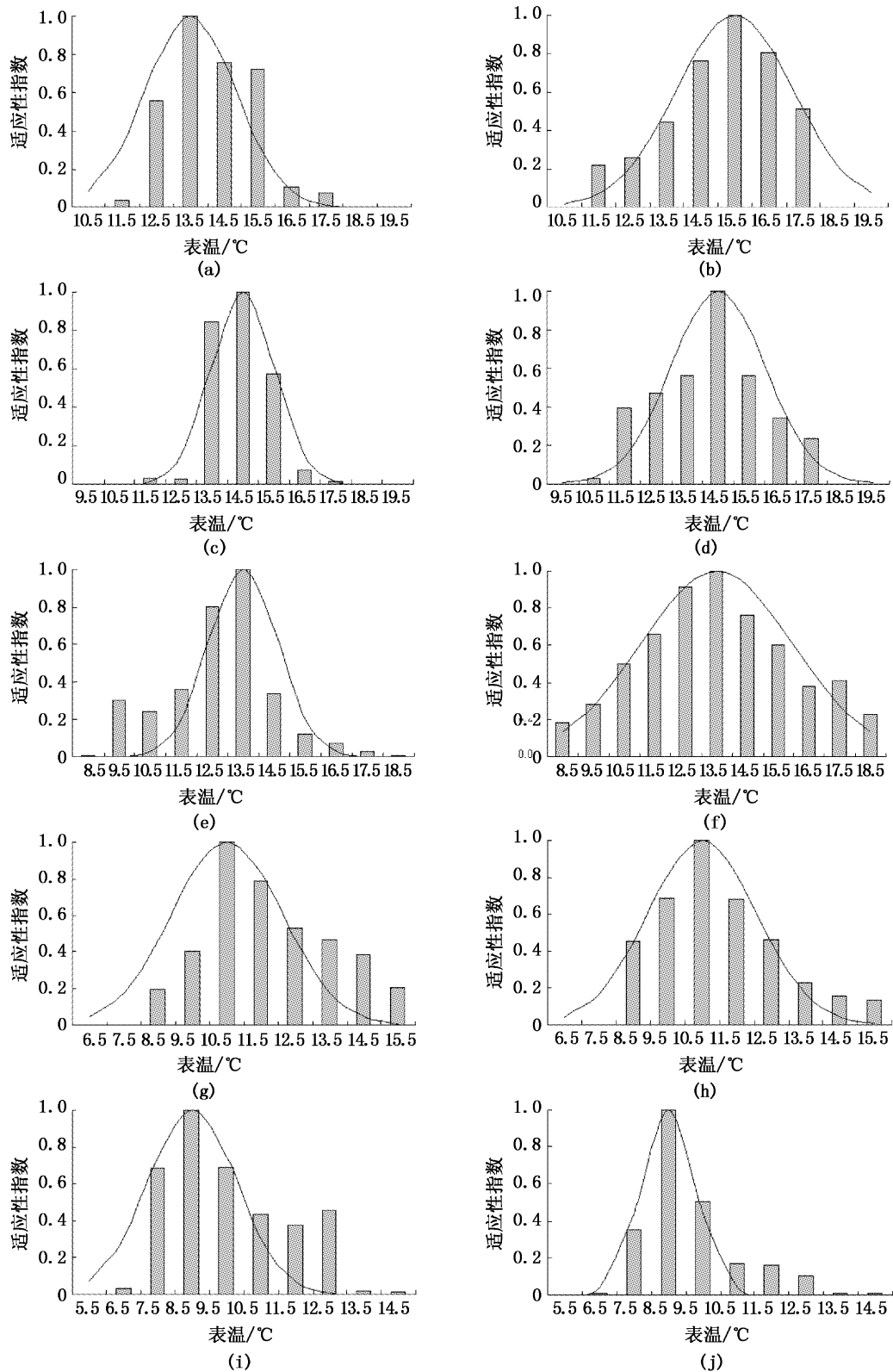


图3 西南大西洋阿根廷滑柔鱼1-5月作业次数、平均日产量与表温的关系

Fig. 3 Relationship between fishing time or CPUE of *I. argentinus* and SST from January to May in the southwest Atlantic Ocean

a、c、e、g和i为以作业次数为基础的适应性指数；b、d、f、h和j为以CPUE为基础的适应性指数。

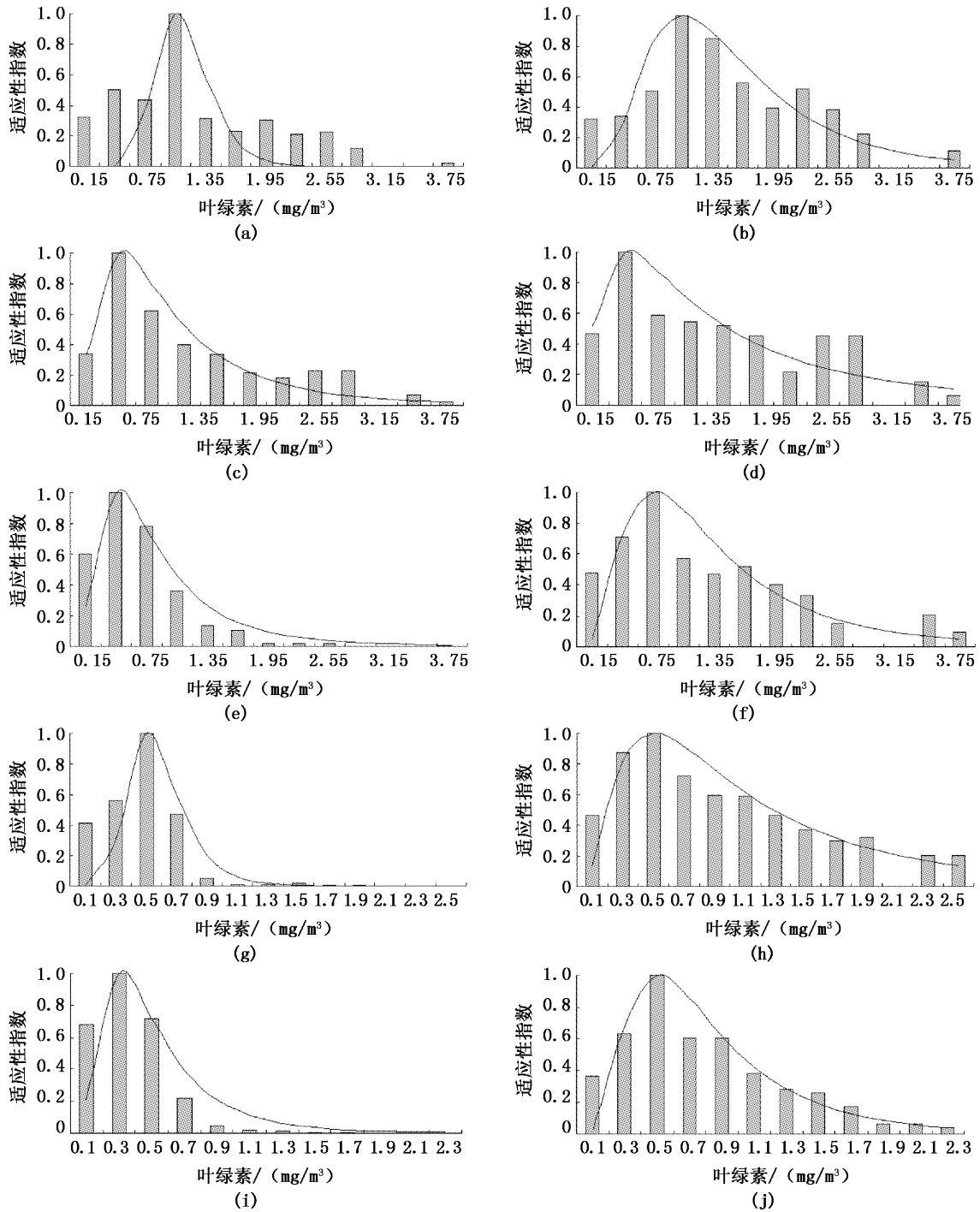


图 4 西南大西洋阿根廷滑柔鱼 1-5 月作业次数、平均日产量与叶绿素 a 的关系

Fig. 4 Relationship between fishing time or CPUE of *I. argentinus* and chl. a from January to May in the southwest Atlantic Ocean

a、c、e、g 和 i 为以作业次数为基础的适应性指数; b、d、f、h 和 j 为以 CPUE 为基础的适应性指数。

表 1 1-5 月阿根廷滑柔鱼适应性指数模型
Tab. 1 The suitability index model of *I. argentinus* from January to May

月份	适应性指数模型	P 值
1 月	$SI_{\text{effort-SST}} = \exp(-0.2753(X_{\text{SST}} - 13.5)^2)$	0.027
	$SI_{\text{CPUE-SST}} = \exp(-0.1671(X_{\text{SST}} - 15.5)^2)$	0.0001
	$SI_{\text{effort-chl. a}} = \exp(-8.5001(\ln(X_{\text{chl. a}}) - 0.0488)^2)$	0.0234
	$SI_{\text{CPUE-chl. a}} = \exp(-1.8174(\ln(X_{\text{chl. a}}) - 0.0488)^2)$	0.0001
	$SI_{\text{effort-SST}} = \exp(-0.4833(X_{\text{SST}} - 14.5)^2)$	0.0008
2 月	$SI_{\text{CPUE-SST}} = \exp(-0.2172(X_{\text{SST}} - 14.5)^2)$	0.004
	$SI_{\text{effort-chl. a}} = \exp(-0.9113(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 0.7985)^2)$	0.0001
	$SI_{\text{CPUE-chl. a}} = \exp(-0.5406(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 0.7985)^2)$	0.0001
	$SI_{\text{effort-SST}} = \exp(-0.3972(X_{\text{SST}} - 13.5)^2)$	0.006
	$SI_{\text{CPUE-SST}} = \exp(-0.0806(X_{\text{SST}} - 13.5)^2)$	0.0001
3 月	$SI_{\text{effort-chl. a}} = \exp(-1.1022(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 0.7985)^2)$	0.0001
	$SI_{\text{CPUE-chl. a}} = \exp(-1.1648(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 0.2877)^2)$	0.0003
	$SI_{\text{effort-SST}} = \exp(-0.1915(X_{\text{SST}} - 10.5)^2)$	0.0446
	$SI_{\text{CPUE-SST}} = \exp(-0.2008(X_{\text{SST}} - 10.5)^2)$	0.0003
	$SI_{\text{effort-chl. a}} = \exp(-4.6032(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 0.6931)^2)$	0.002
4 月	$SI_{\text{CPUE-chl. a}} = \exp(-0.7694(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 0.6931)^2)$	0.0001
	$SI_{\text{effort-SST}} = \exp(-0.2995(X_{\text{SST}} - 8.5)^2)$	0.0224
	$SI_{\text{CPUE-SST}} = \exp(-0.8093(X_{\text{SST}} - 8.5)^2)$	0.0003
	$SI_{\text{effort-chl. a}} = \exp(-1.2993(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 1.2040)^2)$	0.001
	$SI_{\text{CPUE-chl. a}} = \exp(-1.3809(\ln(X_{\text{chl. a}}) + 0.6931)^2)$	0.0001

表 2 2000-2004 年 1-5 月不同 SI 值下 CPUE 和作业次数比重

Tab. 2 CPUEs and percentages of fishing times under different SI values from January to May from 2000 to 2004

HSI	1 月		2 月		3 月		4 月		5 月	
	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%
[0,0.2]	4.84	0.57	1.00	1.93	1.20	1.30	1.44	2.18	3.53	1.35
[0.2,0.4]	6.33	1.47	4.55	4.87	4.01	1.78	3.20	1.77	4.03	3.52
[0.4,0.6]	6.63	16.17	6.09	17.20	4.72	12.59	3.68	20.23	5.66	13.61
[0.6,0.8]	7.85	32.18	7.09	30.67	9.59	39.28	7.06	36.52	6.11	35.22
[0.8,1.0]	9.51	49.61	11.25	45.33	11.40	45.05	10.94	39.30	7.80	46.30

表 3 2005 年 1-5 月不同 SI 值下 CPUE 和作业次数比重

Table 3 CPUEs and percentages of fishing times under different SI values from January to May in 2005

HSI	1 月		2 月		3 月		4 月		5 月	
	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%	CPUE/ (t/d)	作业次数 比重/%
[0,0.2]	4.12	2.59	2.18	1.31	0	1.00	3.90	1.80	1.90	1.60
[0.2,0.4]	3.65	1.07	4.07	7.51	3.11	1.78	4.22	7.01	4.17	9.20
[0.4,0.6]	4.59	13.20	4.16	13.50	8.29	10.32	4.29	12.59	7.12	12.60
[0.6,0.8]	7.31	38.37	7.21	39.10	12.20	42.15	8.21	32.80	8.13	33.10
[0.8,1.0]	7.58	44.77	12.8	38.58	9.31	44.75	12.13	45.80	9.25	43.50

3.3 栖息地指数模型的完善

尽管阿根廷滑柔鱼渔场分布与表温、chl. a 关系密切,栖息地指数模型也取得了较高的预测精度。但是阿根廷滑柔鱼具有昼夜垂直移动现象,通常其深层温度以及温跃层有无也是寻找中心渔场的指标之一^[22]。此外,其它海洋环境指标

如海面高度距平均值等影响到阿根廷滑柔鱼资源分布^[23],因此在今后研究中需要进一步综合上述环境因子^[24],加以综合分析与研究。同时,可结合实时海况资料,对阿根廷滑柔鱼渔场分布进行实时动态分析,为渔业生产提供科学依据。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 曹杰, 陈新军, 刘必林, 等. 鱿鱼类资源量变化与海洋环境关系的研究进展[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(2): 232 - 239.
- [3] WALUDA C M, TRATHAN P N, RODHOUSE P G. Influence of oceanographic variability on recruitment in the *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) fishery in the South Atlantic[J]. Marine Ecology Progress Series, 1999, 183: 159 - 167.
- [4] 陈新军, 刘金立. 巴塔哥尼亚大陆架海域阿根廷滑柔鱼渔场分布及与表温的关系分析[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(6): 19 - 24.
- [5] 陈新军, 赵小虎. 西南大西洋阿根廷滑柔鱼产量分布与表温的关系分析[J]. 大连水产学院学报, 2005, 20(3): 222 - 228.
- [6] GORE J A, HAMILTON S W. Comparison of flow-related habitat evaluations downstreams Regulated Rivers[J]. Res Manag, 1996, 12: 459 - 469.
- [7] MADDOCK I. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health[J]. Freshwater Biology, 1999, 41: 373 - 391.
- [8] 冯波, 陈新军, 许柳雄. 应用栖息地指数对印度洋大眼金枪鱼分布模式研究[J]. 水产学报, 2007, 31(6): 805 - 812.
- [9] 陈新军, 冯波, 许柳雄. 印度洋大眼金枪鱼栖息地指数研究及其比较[J]. 中国水产科学, 2008, 15(2): 269 - 278.
- [10] 陈新军, 刘必林, 田思泉, 等. 利用基于表温因子的栖息地模型预测西北太平洋柔鱼渔场[J]. 海洋与湖沼, 2009, 40(6): 707 - 713.
- [11] NASA PO. DAAC[EB/OL]. [2010 - 06 - 10]. http://podaac.jpl.nasa.gov/DATA_CATALOG/sst.html.
- [12] NASA SeaWiFSProject[EB/OL]. [2010 - 06 - 10]. <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/>.
- [13] ANDRADE H A, GARCIA A E. Skipjack tuna in relation to sea surface temperature off the southern Brazilian coast[J]. Fisheries Oceanography, 1999, 8: 245 - 254.
- [14] BERTRAND A, JOSSE E, BACH P, et al. Hydrological and trophic characteristics of tuna habitat: consequences on tuna distribution and longline catchability[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2002, 59: 1002 - 1013.
- [15] MOHRI M. Seasonal change in bigeye tuna fishing areas in relation to the oceanographic parameters in the Indian Ocean[J]. Journal of National Fisheries University, 1999, 47(2): 43 - 54.
- [16] WALUDA C M, RODHOUSE P G, PODESTA G P, et al. Surface oceanography of the inferred hatching grounds and *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) and influences on recruitment variability[J]. Marine Biology, 2001, 139: 671 - 679.
- [17] 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 - 34.
- [18] 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, 26(4): 283 - 288.
- [19] EASTWOOD P D, MEADEN G. J, GRIOCHE A. Modelling spatial variations in spawning habitat suitability for the sole *Solea solea* using regression quantiles and GIS procedures[J]. Marine Ecology Progress Series, 2001, 224: 251 - 266.
- [20] ZAINUDDIN M, KIYOFUJI H, SAITOH K, et al. Using multi-sensor satellite remote sensing and catch data to detect ocean hot spots for albacore (*Thunnus alalunga*) in the northwestern North Pacific[J]. Deep-Sea Research II, 2006, 53: 419 - 431.
- [21] CHEN X J, TIAN S Q, CHEN Y, et al. A modeling approach to identify optimal habitat and suitable fishing grounds for neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the Northwest Pacific[J]. Fishery Bulletin, 2010, 108: 1 - 14.
- [22] 陈新军. 渔业资源与渔场学[M]. 北京: 海洋出版社, 2004: 16 - 215.
- [23] 陆化杰, 陈新军. 2006年西南大西洋鱿渔场与表温和海面高度距平值的关系[J]. 大连水产学院学报, 2008(3): 230 - 234.
- [24] 龚彩霞, 陈新军, 高峰, 等. 栖息地适宜性指数在渔业科学中的应用进展[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(2): 260 - 290.

Forecasting fishing ground of *Illex argentinus* by using habitat suitability model in the southwest Atlantic

CHEN Xin-jun^{1,2,3}, LU Hua-jie¹, LIU Bi-lin^{1,2,3}, QIAN Wei-guo^{1,2,3}

(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: *Illex argentinus* is an important target species for Chinese squid jigging fleets in the southwest Atlantic, and the accurate forecasting of fishing ground can provide better scientific guidance for fishing activities. In this study, according to the Chinese squid fishing production data during the main fishing season (January to May) from 2000 to 2005, combined with sea surface temperature (SST) and chl. *a* accordingly, the percentage of fishing times and daily catch (CPUE) will be considered as the suitability index (SI). Using arithmetic mean model (AM) to establish the integrated habitat suitability index (HSI) based on SST and chl. *a* from 2000 to 2004, and the fishing and environmental data were used to test the established HSI model from January to May in 2005. The results indicated that AM model is fitted well. According to the data from January to May in 2005, we found that the main fishing ground is distributed in the waters with HSI more than 0.6 from the AM HSI model, and its percentage of fishing times reached more than 76 percent and its average CPUE were above 7.6 t/d. The results showed that the AM HSI model based on SST and chl. *a* can better predict the fishing grounds of squid in the southwest Atlantic and the accuracy rate of forecasting fishing ground reaches more than 70%.

Key words: *Illex argentinus*; habitat suitability model; sea surface temperature; chl. *a*; fishing ground; southwest Atlantic