

文章编号 : 1004 - 7271(2006) 04 - 0468 - 05

东南太平洋智利竹筴鱼渔场分布 及其与海表温关系的研究

邵帼瑛, 张 敏

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

摘 要 根据 2005 年 3 月至 2006 年 1 月我国大型拖网加工渔船在东南太平洋的生产资料, 结合海表温数据, 按经纬度 $1^\circ \times 1^\circ$ 的空间单位进行分析, 利用 Marine Explorer 4.0 软件作图, 研究作业渔场 CPUE 分布与海表温的关系。结果表明, 适宜作业海表温为 $12 \sim 15^\circ\text{C}$, 月平均 CPUE 呈正态分布, 8 月最高, 为 11.34 t/h , 6~9 月均超过 7.00 t/h , 密集鱼群区域分布在 $34^\circ \sim 40^\circ \text{S}$, $79^\circ \sim 92^\circ \text{W}$, 其海表温范围为 $13 \sim 15^\circ\text{C}$; 10 月平均 CPUE 为 6.08 t/h , 其表温范围为 $14 \sim 17^\circ\text{C}$; 其余各月平均 CPUE 均不超过 4.30 t/h 。CPUE 与适宜海表温关系通过 K-S 的检验。

关键词 智利竹筴鱼; 渔场; 单位捕捞努力量; 表温; K-S 检验

中图分类号 S 931.4 文献标识码: A

A study on correlation of fishing ground distribution of jack mackerel (*Trachurus murphyi*) versus SST in the southeast Pacific Ocean

SHAO Guo-ying, ZHANG Min

(College of Marine Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract According to the production database from March 2005 to January 2006 of Chinese trawler fishing vessels with the statistic format of $1^\circ \times 1^\circ$, the plot is drawn by the software of Marine Explorer 4.0. Correlation of fishery distribution of jack mackerel versus SST is analyzed. The suitable SST was $12 \sim 15^\circ\text{C}$, and the average CPUE by month obeys the normal distribution with the peak of 11.34 t/h in August. From June to September the monthly average CPUE was at least 7.00 t/h . The fishing ground concentrated in the area of $34^\circ \sim 40^\circ \text{S}$ and $79^\circ \sim 92^\circ \text{W}$ with SST $13 \sim 15^\circ\text{C}$. The average CPUE in October was just 6.08 t/h with SST $14 \sim 17^\circ\text{C}$. The average CPUE of other months was less than 4.30 t/h . The relation between CPUE and suitable SST passed the K-S test.

Key words : *Trachurus murphyi*; fishing ground; CPUE; SST; K-S test

东南太平洋智利竹筴鱼(*Trachurus murphyi*)属大洋性中上层跨界鱼类^[1,2],从赤道至 52°S ,从智利、秘鲁专属经济区向西直到新西兰沿岸的广阔水域均有分布。尤其在 $35^\circ \sim 50^\circ \text{S}$ 区间,东起智利沿岸、西至新西兰沿岸的狭长水域,更是群体比较密集的区域,被称为“竹筴鱼带”^[3]。前苏联于 1978-1991 年,

收稿日期 2006-05-26

基金项目 2006 年农业部公海渔业资源探捕调查项目“东南太平洋(秘鲁外海)竹筴鱼资源探捕”;上海市捕捞学重点学科(T1101)项目。

作者简介 邵帼瑛(1981-),女,上海市人,硕士研究生,专业方向为远洋渔业系统集成。

通讯作者 张 敏, E-mail: mzhang@shfu.edu.cn

日本于 1983~1986 年分别对东南太平洋公海海域内的海洋环境和智利竹筴鱼渔场分布、资源量及生物学特征等进行了专门的研究^[3,4]。沿岸国智利和秘鲁对其 200 海里专属经济区内智利竹筴鱼渔场分布与水温的关系进行过研究^[1,5,6]。我国于 2000 年开始对智利外海公海竹筴鱼资源进行探捕^[7-9],目前已形成了一定规模商业性生产,且效益逐年递增。国内外的研究均认为智利竹筴鱼资源受水温影响较大,但对公海作业渔场分布与海表温关系的研究甚少。为此本文根据 2005 年 3 月至 2006 年 1 月国内部分渔业公司的生产统计资料,利用频度分析、地理信息系统和 K-S 检验法对智利竹筴鱼渔场分布和海表温(SST)之间的关系,及渔场变动情况进行分析,为今后进行渔场动态分析和渔情预报提供参考。

1 材料和方法

1.1 数据来源

生产数据取自 2005 年 3 月至 2006 年 1 月在东南太平洋公海海域捕捞智利竹筴鱼的 5 艘中国渔船的生产统计资料,数据包括各航次作业日期、作业位置、时间、网次产量及鱼体大小。2005 年 3 月至 2006 年 1 月,作业范围内空间分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 的海表温数据取自哥伦比亚大学网站 <http://iridl.ldeo.columbia.edu>^[10]。

1.2 数据处理

对生产统计资料进行数据标准化处理,按下式计算产量重心与单位捕捞努力量(CPUE)。

$$Lat. = \frac{\sum_i^n w_i \times lat. .i}{\sum_i^n w_i}; Lon. = \frac{\sum_i^n w_i \times lon. .i}{\sum_i^n w_i}; CPUE = \frac{\sum_i^n \frac{w_i}{\Delta t_i}}{n}$$

式中:Lat. 为产量重心的纬度; w_i 为第 i 网的产量; n 为放网次数;Lon. 为产量重心的经度;CPUE 为单位捕捞努力量,单位 t/d; Δt_i 为第 i 网的拖网时间。

按 $1^\circ \times 1^\circ$ 空间分辨率统计单位空间平均 CPUE,并按月进行处理。

按 1°C 为组距,统计各温度区间平均 CPUE。

1.3 数据分析

利用 Marine Explorer 4.0 绘制各月 CPUE 分布图,与 SST 分布图进行叠加。

利用非参数统计 K-S (Kolmogorov-Smirnov) 检验方法进行适温关系的显著性检验^[11,12]。K-S 检验方法如下:

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i); g(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{y} I(x_i); D = \max |g(t) - f(t)|$$

式中: n 为样本个数; t 为分组 SST 值(以 0.5°C 为组距); x_i 为第 i 月份 SST 观察值; y_i 为第 i 月份的 CPUE; \bar{y} 为所有月份的平均 CPUE; $I(x_i)$ 为若 $x_i \leq t$ 时, $I(x_i)$ 值为 1,否则为 0。

2 结果

2.1 产量和 CPUE

2005 年 3 月至 2006 年 1 月,共有 5 条渔船在渔场进行作业,其中 2005 年 7-12 月,同时生产的作业渔船船数为 4 艘,2005 年 3-6 月,为 3 艘,2006 年 1 月,为 2 艘。

2005 年 3 月至 2006 年 1 月,总产量为 486 10 t,月平均 CPUE 为 5.00 t/h。7-9 月产量均在 8 000 t 以上,9 月产量最高,为 8 426 t;其次为 7 月,为 8 249 t(图 1)。7-10 月,累计产量占统计总产量的 67.12%;其余 7 个月的产量仅占 32.88%。这与作业船数不等有一定的关系。

8 月,月平均 CPUE 最高,为 11.34 t/h,7 月和 9 月分别为 9.50 t/h 和 8.15 t/h,除 2006 年 1 月外,其余各月均在 2.00 t/h 以上(图 2)。

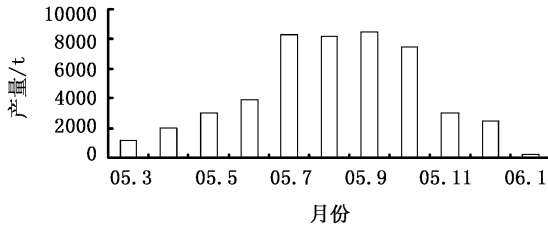


图1 各月产量

Fig.1 The distribution of production by month

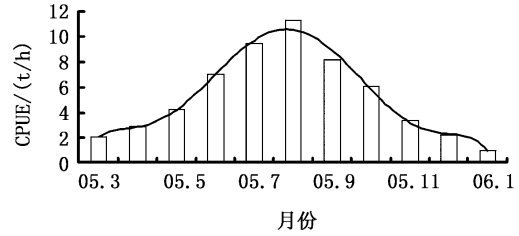


图2 各月平均 CPUE

Fig.2 The distribution of CPUE by month

2.2 CPUE 空间分布及其与 SST 的关系

2005年3月至2006年1月,渔船作业范围为 $32^{\circ}30' \sim 45^{\circ}30' \text{ S}$, $78^{\circ}30' \sim 100^{\circ}30' \text{ W}$,表温范围为 $11 \sim 18^{\circ} \text{ C}$ 。各月 CPUE 空间分布及其与 SST 的关系见图3。各月作业海域, SST 范围,最高 CPUE,适宜作业海域,适宜 SST 见表1。按 1° C 组距统计的各 SST 区间平均 CPUE 见图4,其中 $13 \sim 14^{\circ} \text{ C}$ 区间内的平均 CPUE 最高,为 12.74 t/h ;其次为 $14 \sim 15^{\circ} \text{ C}$ 区间,为 12.39 t/h ; $12 \sim 13^{\circ} \text{ C}$ 区间内的平均 CPUE 为 10.92 t/h 。

表1 各月作业海域, SST 范围,最高 CPUE,适宜作业海域,适宜 SST

Tab.1 Monthly fishing area, SST range, the highest CPUE, suitable fishing area and SST

月份	作业海域	SST 范围 ($^{\circ} \text{ C}$)	最高 CPUE (t/h)	适宜作业海域	适宜 SST ($^{\circ} \text{ C}$)
2005年3月	$41^{\circ} \sim 44^{\circ} \text{ S}$ $82^{\circ} \sim 87^{\circ} \text{ W}$	14 ~ 16	4.29	$42^{\circ} \sim 43^{\circ} \text{ S}$ $83^{\circ} \sim 85^{\circ} \text{ W}$	14 ~ 15
2005年4月	$41^{\circ} \sim 43^{\circ} \text{ S}$ $78^{\circ} \sim 85^{\circ} \text{ W}$	13 ~ 16	5.91	$41^{\circ} \sim 42^{\circ} \text{ S}$ $81^{\circ} \sim 83^{\circ} \text{ W}$	14 ~ 15
2005年5月	$40^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{ S}$ $81^{\circ} \sim 85^{\circ} \text{ W}$	11 ~ 14	9.60	$41^{\circ} \sim 42^{\circ} \text{ S}$ $82^{\circ} \sim 85^{\circ} \text{ W}$	13 ~ 14
2005年6月	$37^{\circ} \sim 41^{\circ} \text{ S}$ $79^{\circ} \sim 86^{\circ} \text{ W}$	12 ~ 14	92.31	$37^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{ S}$ $79^{\circ} \sim 81^{\circ} \text{ W}$	13 ~ 14
2005年7月	$35^{\circ} \sim 39^{\circ} \text{ S}$ $79^{\circ} \sim 90^{\circ} \text{ W}$	12 ~ 15	39.45	$35^{\circ} \sim 36^{\circ} \text{ S}$ $87^{\circ} \sim 90^{\circ} \text{ W}$	14 ~ 15
2005年8月	$32^{\circ} \sim 37^{\circ} \text{ S}$ $85^{\circ} \sim 94^{\circ} \text{ W}$	13 ~ 16	157.50	$35^{\circ} \sim 37^{\circ} \text{ S}$ $90^{\circ} \sim 92^{\circ} \text{ W}$	13 ~ 14.5
2005年9月	$33^{\circ} \sim 36^{\circ} \text{ S}$ $86^{\circ} \sim 95^{\circ} \text{ W}$	14 ~ 16	23.49	$34^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{ S}$ $90^{\circ} \sim 92^{\circ} \text{ W}$	14.5 ~ 15
2005年10月	$32^{\circ} \sim 37^{\circ} \text{ S}$ $88^{\circ} \sim 100^{\circ} \text{ W}$	14 ~ 17	13.67	$32^{\circ} \sim 33^{\circ} \text{ S}$ $91^{\circ} \sim 94^{\circ} \text{ W}$	16 ~ 17
2005年11月	$34^{\circ} \sim 39^{\circ} \text{ S}$ $89^{\circ} \sim 100^{\circ} \text{ W}$	13 ~ 17	5.87	$35^{\circ} \sim 37^{\circ} \text{ S}$ $89^{\circ} \sim 91^{\circ} \text{ W}$	15 ~ 16
2005年12月	$36^{\circ} \sim 44^{\circ} \text{ S}$ $93^{\circ} \sim 98^{\circ} \text{ W}$	12 ~ 18	3.35	$38^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{ S}$ $94^{\circ} \sim 96^{\circ} \text{ W}$	16 ~ 17
2006年1月	$40^{\circ} \sim 43^{\circ} \text{ S}$ $90^{\circ} \sim 99^{\circ} \text{ W}$	14 ~ 16	1.83	$40^{\circ} \sim 41^{\circ} \text{ S}$ $91^{\circ} \sim 92^{\circ} \text{ W}$	15 ~ 16

2.3 K-S 检验

利用 K-S 检验法对各月 CPUE 与 SST 分布进行分析($\alpha = 0.10$)。结果如表2所示,没有显著性差异。

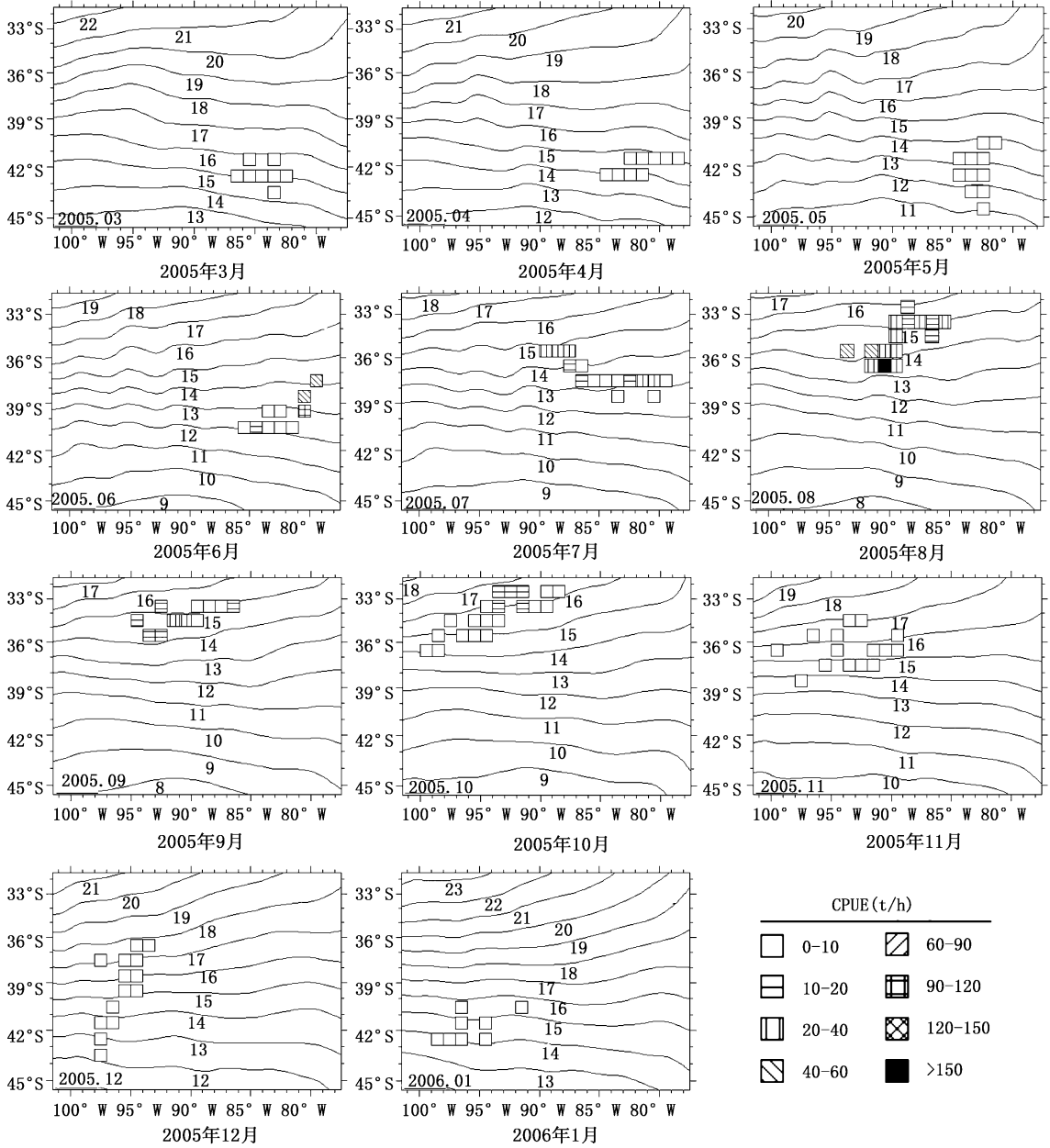


图3 CPUE 空间分布及其与 SST 的关系

Fig.3 The spatial distribution of CPUE and its relationship with SST

3 讨论与分析

2005 年 3 月至 2006 年 1 月我国大型中层拖网船的生产区域为 32°~45° S, 78°30'~100°30' W, 与 2000-2003 年的生产海域^[5] (30°~42° S, 78°~88° W) 相比, 作业区域偏西南, 且有所扩大。该海域受秘鲁寒流、西风漂流影响, 渔场资源丰富, 适宜于大型拖网加工渔船的生产作业。

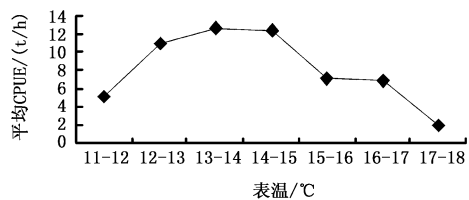


图4 不同表温下 CPUE 的分布

Fig.4 The distribution of average CPUE by different SST

表 2 K-S 检验结果

Tab.2 The results made by K-S test

月份	D	$P(\alpha/2)$	检验结果	月份	D	$P(\alpha/2)$	检验结果
2005 年 3 月	0.084 6	0.436	成立	2005 年 4 月	0.111 4	0.369	成立
2005 年 5 月	0.155 4	0.369	成立	2005 年 6 月	0.165 3	0.369	成立
2005 年 7 月	0.169 1	0.304	成立	2005 年 8 月	0.109 0	0.304	成立
2005 年 9 月	0.046 3	0.352	成立	2005 年 10 月	0.203 0	0.271	成立
2005 年 11 月	0.255 2	0.295	成立	2005 年 12 月	0.184 5	0.314	成立
2006 年 1 月	0.074 3	0.387	成立				

作业渔场主要分布在海表温范围为 $12 \sim 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的海域,平均 CPUE 均超过 10.00 t/h 。各月作业渔场的适宜 SST 有所差别,随着月份的推移有逐渐上升的趋势。按月统计的平均 CPUE 呈现出正态分布的特点,6-9 月为优势月份,月平均 CPUE 均超过 7.00 t/h ,作业渔场集中在 $34^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{ S}$, $79^{\circ} \sim 92^{\circ} \text{ W}$ 海域,适宜海表温范围为 $13 \sim 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

先前的探捕研究^[4,5]认为,捕捞智利竹筴鱼的适宜水温范围为 $10.00 \sim 14.00 \text{ }^{\circ}\text{C}$,未对智利竹筴鱼分布与海表温的关系进行研究。本文所取用的温度为海水表面温度,略高于作业时拖网所在位置实测温度,二者之间存在一定的差异。

国外研究认为, $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线对智利竹筴鱼的分布有着重要意义,一般情况下,幼鱼主要分布在 SST 高于 $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的海域,成鱼主要分布于水温较低的海域,一般在 $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线以南^[1]。认为 6~9 月 CPUE 较高的现象与渔获物中鱼体尺寸较大有关,对渔获规格数据进行统计后发现,6~9 月体重大于 350g 的渔获量占 33.64% ,其它各月仅为 15.45% ,这与国外研究基本相符。

本文只采用了国内部分渔业公司的生产资料,可能对结果的分析带来一定的差异,但 2005 年 3 月至 2006 年 1 月,国内外大批智利竹筴鱼作业船多数集中在该海域作业,分析所采用的数据具有一定的代表性。在今后的研究中,需以较长时间序列的生产数据和海洋环境资料(包括水温、盐度、叶绿素等)进行对比分析。

参考文献:

- [1] Dagoberto F A, Luis A C, Sergio P N. The jack mackerel fishery and El Niño 1997-98 effects off Chile[J]. Progress in Oceanography 2001, (49):597-617.
- [2] 黄洪亮,沈新强.智利竹筴鱼渔场与海洋环境因子的关系分析[J].中国水产科学,2005,12(1):99-103.
- [3] Boltachev A R. The features of fishery in oceanic open waters. <http://www.ibss.auf.net/people/boltach/eceoff99.htm>[Z].
- [4] 缪圣赐.东南太平洋公海智利竹筴鱼的开发利用可行性分析[J].远洋渔业,2000,2(3):19-26.
- [5] Arnaud B, Maria A B, Jose C, et al. Diel vertical behaviour, predator-prey relationships, and occupation of space by jack mackerel (*Trachurus murphyi*) off Chile[J]. ICES Journal of Marine Science, 2004, 61:1105-1112.
- [6] Jim H, Paul J B, Hart T A. Searching behaviour and catch of horse mackerel (*Trachurus murphyi*) by industrial purse-seiners off south-central Chile[J]. ICES J mar Sci, 1995, 52:991-1004.
- [7] 张敏,邹晓荣,季星辉.东南太平洋公海水域智利竹筴鱼探捕及其商业开发前景探讨[J].水产学报,2005,6:29-3.
- [8] 张敏,许柳雄.开发利用东南太平洋智利竹筴鱼资源的分析探讨[J].海洋渔业,2000,22(3):137-140.
- [9] 邹晓荣,张敏,季星辉.东南太平洋智利竹筴鱼渔场环境因子的测定和分析[J].海洋渔业,2002,24(增刊):13-19.
- [10] <http://irid1.1deo.columbia.edu>[Z].
- [11] 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.
- [12] 韩于哽.应用数理统计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1989.