

文章编号: 1004 - 7271(2008)01 - 0098 - 06

智利外海茎柔鱼资源密度分布与 渔场环境的关系

钱卫国, 陈新军, 郑波, 刘必林

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

摘要:根据2006年4-6月我国鱿钓船对东南太平洋智利外海茎柔鱼探捕所获资料,采用效能比方法,对茎柔鱼资源密度指标CPUE值进行了估算。分析表明,整个探捕海域均有茎柔鱼分布,且资源密度较高,但不同区域资源密度有所差异。南部区域(78°30'~84°W,37°30'~41°S),CPUE范围为0.4~10.3尾/线·h,平均2.8尾/线·h,高CPUE(5.0尾/线·h以上)区域分布在79°~79°30'W、40°~40°30'S附近。北部区域(76°~78°W,28°~30°S),CPUE范围为1.0~5.6尾/线·h,平均3.1尾/线·h,高CPUE(5.0尾/线·h以上)区域分布在28°30'S、77°W附近。南部和北部区域的温盐结构差异显著,南部区域各层的水温和盐度均低于北部区域相应水层。经分析,南部区域CPUE与上层(25~75m)水温和深水层(300~325m)盐度的关系较为密切,北部区域CPUE与深层水温(150~250m)和盐度的关系较为密切。

关键词:茎柔鱼;资源密度;空间分布;温度;盐度;智利外海

中图分类号:S 932.4 文献标识码:A

Study on the resource density distribution of *Dosidicus gigas* and marine environment in the high sea waters off Chile

QIAN Wei-guo, CHEN Xin-jun, ZHENG Bo, LIU Bi-lin

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

Abstract: Based on the investigation and the catch of *Dosidicus gigas* in the sea off Chile from April to June in 2006, the resource density index (CPUE) is calculated by the way of efficiency ratio. The results indicate that *Dosidicus gigas* are widely distributed in the investigation area and the resource density is relatively high, but the resource density varies with different fishing areas. In the south area (78°30' - 84°W, 37°30' - 41°S), the value of CPUE ranges from 0.4 to 10.3 squids per line in one hour, the average CPUE is 2.8, and the highest CPUE which above 5.0 is around the area of 40° - 40°30'S and 79° - 79°30'W. In the north area (76° - 78°W, 28° - 30°S), the value of CPUE ranges from 1.0 to 5.6, the average CPUE is 3.1, and the highest CPUE which above 5.0 is around 28°30'S, 77°W. Water temperature and salinity in different layers is greatly lower in the south area than that in the north area. CUPE is closely related to water temperature in 25 - 75 m layer and salinity in 300 - 325 m layer in the south area whereas CPUE is related to water temperature and salinity in 150 - 250 m layer in the north area.

收稿日期: 2006-10-27

基金项目: 农业部公海渔业探捕项目“东南太平洋(智利外海)柔鱼类资源探捕”资助(06-65); 上海市重点学科(T1101)

作者简介: 钱卫国(1977-), 男, 浙江象山人, 博士, 讲师, 主要从事远洋鱿钓渔业方面的研究。Tel: 021-65710205

通讯作者: 陈新军, E-mail: xjchen@shfu.edu.cn

Key words: *Dosidicus gigas*; resource density; spatial distribution; water temperature; salinity; the sea off Chile

茎柔鱼(*Dosidicus gigas*)广泛分布于中部太平洋以东海域,即在 125°W 以东的加利福尼亚半岛(30°N)至智利(45°S)一带水域^[1-2],资源极为丰富。上世纪 80 年代末期,茎柔鱼资源开始得到大规模商业开发^[3],并成为东南太平洋海域的重要捕捞对象^[4],主要利用国家和地区有沿岸国、日本、中国大陆和我国台湾省等^[5]。一些学者对分布在墨西哥、秘鲁等海域的茎柔鱼生物学特性、渔场分布、资源波动与环境关系等进行了初步研究^[6-14]。对分布在智利外海茎柔鱼的研究则很少^[15]。2002 年以前,智利近海及其外部海域茎柔鱼资源的开发利用处在低水平^[5],近年来得到较大规模的开发^[16]。但是,在智利外部公海海域的茎柔鱼资源则没有得到有效开发和利用,有关公海海域茎柔鱼资源分布状况则是空白。本文根据 2006 年 4-6 月我国鱿钓船在智利外部公海海域探捕调查所获得的生产统计资料,对其资源密度进行初步分析,以便为合理开发该海域的茎柔鱼资源提供基础。

1 材料和方法

1.1 探捕海域和时间

探捕区域为:78°30'~84°W, 37°30'~41°S(简称南部区域,图 1),探捕时间为 2006 年 4 月 21 日-6 月 7 日;76°~78°W,28°~30°S(简称北部区域,图 1),探捕时间为 2006 年 6 月 9 日-6 月 24 日。按 30'×30'设置站点,自南向北探捕,其中南部区域部分站点因受风暴影响未进行探测。

1.2 探捕渔船

“新世纪 52 号”鱿钓渔船:总长 71.5 m,型宽 11.0 m;总吨 1 336 t,舱容 1 000 t;主机功率 1 691 kW,副机功率 320 kW×3 台+200 kW×2 台,速冻能力 38t/d;集鱼灯 180 盏×2 kW,水下灯 2 只×5 kW;SE-UTO1 型钓机 22 台;手钓船员 40 名。

1.3 数据采集

(1)记录探捕船每天的生产情况,包括:作业位置、手钓作业人数、机钓作业台(线)数、作业时数、作业产量等。每根钓线机钓钩为 8 枚。

(2)记录探捕船每天的生产情况,包括作业位置、作业产量等。利用 CTD(SE-37, SeaBird USA)测定各站点 0~300 m 水层的温度与盐度。

1.4 分析方法

(1) CPUE 计算

在鱿钓渔业中,日本学者通常将单位捕捞努力量渔获量(CPUE)定义为“一个小时内一根钓线的渔获尾数”^[17-18],其值可作为资源密度的指标之一。由于生产调查中,使用了手钓和机钓两种不同渔法,其手钓 CPUE 和机钓 CPUE 有着很大差别,为此在计算资源密度时,需要对 CPUE 值进行标准化。在本研究中,引入“手钓与机钓的渔获效能比”这一概念,其表达式如下^[19]:

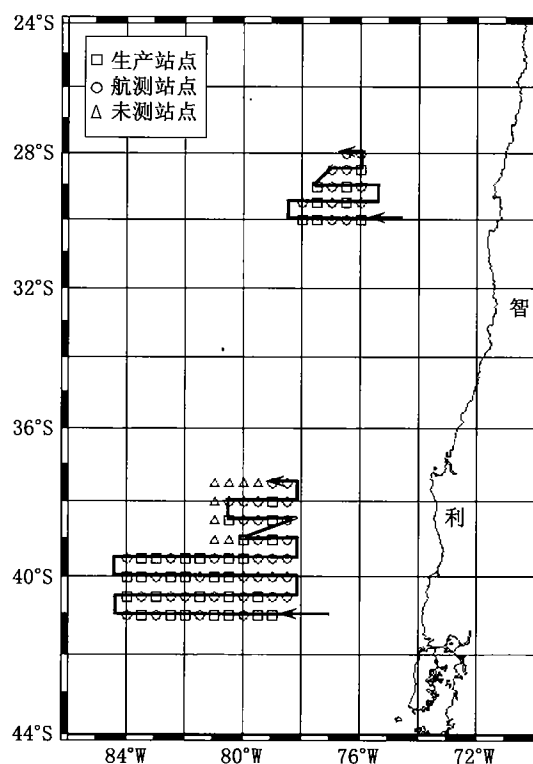


图 1 调查区域和站点

Fig. 1 The research area and sampling stations

$$\text{效能比: } \lambda = \frac{\frac{P_{\text{手}}}{P_{\text{手}} \times t_{\text{手}}}}{\frac{P_{\text{机}}}{J_{\text{机}} \times t_{\text{机}}}} \quad (1)$$

式中: λ ——1名手钓人员所对应的机钓线数;

$P_{\text{手}}$ ——当次作业手钓的总产量,kg;

$M_{\text{手}}$ ——当次作业手钓的总人数;

$t_{\text{手}}$ ——当次作业手钓的作业时数,h;

$P_{\text{机}}$ ——当次作业机钓的总产量,kg;

$J_{\text{机}}$ ——当次作业机钓线数;

$t_{\text{机}}$ ——当次作业机钓的作业时数,h。

$$\text{资源密度计算公式为: } CPUE = \frac{\frac{P_{\text{H}}}{G_{\text{平}}}}{\lambda \times M_{\text{手}} \times t_{\text{手}} + J_{\text{机}} \times t_{\text{机}}} \quad (2)$$

式中: P_{H} ——当次作业的总产量,kg;

$G_{\text{平}}$ ——当次作业所获茎柔鱼的平均体重,kg。

(2) 关联度计算

以 CPUE 为母序列、各水层(0 m、25 m、50 m、75 m、100 m、150 m、200 m、250 m、300 m 和 325 m) 的温度与盐度作为子序列,利用灰色关联法计算其关联度,获得影响日产量的主要海洋环境因子。灰色关联的计算方法见陈新军^[20]。原始数据处理采用标准化,分辨系数取 0.5。

(3) 利用 GIS 软件制作茎柔鱼资源密度空间分布图。

2 结果

2.1 CPUE 组成和空间分布

(1) 南部区域

根据 6 次手钓和机钓的生产统计(表 1),由式(1)获得其手钓与机钓的效能比, λ 值范围为 1.7~5.1,平均效能比 $\lambda = 3.5$ 。

利用式(2)以平均效能比 $\lambda = 3.5$ 计算各站点资源密度 CPUE,得到南部区域各站点 CPUE 值,其范围为 0.4~10.3 尾/线·h,平均 CPUE 为 2.8 尾/线·h。

表 1 手钓与机钓生产统计及其效能比

Tab. 1 The catch statistics of handed-jigger and machined-jigger and its fishing efficiency ratio

次数	日总产量(t)	产量(t)	手钓人数	时数(h)	产量(t)	机钓线数	时数(h)	效能比
1	21.5	19.0	40	12	2.5	32	10	5.1
2	26.7	23.5	40	12	3.2	32	10	4.9
3	8.5	8.0	40	12	0.5	18	5	3.0
4	9.3	7.8	40	12	1.5	20	8	1.7
5	15	12.7	40	12	2.3	26	10	3.0
6	7.1	6.9	40	12	0.2	14	3	3.0
平均	14.7	13.0	40.0	12.0	1.7	23.7	7.7	3.5

各站点 CPUE 组成如下:CPUE 在 1~2 尾/线·h 间的站点为最多,占总作业次数的 38.2%;其次为 CPUE 2~3 尾/线·h,占总数的 29.4%;CPUE > 5 尾/线·h 占总数的 14.7%;CPUE 为 3~4 尾/线·h 的占 8.8%;CPUE < 1 尾/线·h 的占 5.9%;CPUE 为 4~5 尾/线·h 的仅占 2.9%。

整个南部探捕海域均有茎柔鱼分布。其中 CPUE 较高(3 尾/线·h 以上)的区域在 79°~84°W、

40°~41°S,以及 78°30'W、37°30'S 附近海域。而 CPUE 最高(5 尾/线·h 以上)的区域在 79°~79°30'W、40°~40°30'S 附近(图 2)。

(2) 北部区域

根据式(2)以平均效能比 $\lambda = 3.5$ 计算,得到北部区域各生产站点的资源密度 CPUE。其 CPUE 的范围为 1.0~5.6 尾/线·h,平均 CPUE 为 3.1 尾/线·h,比南部区域平均值高 0.3 尾/线·h。

各站点 CPUE 大小组成如下: CPUE 为 1~2 尾/线·h 和 3~4 尾/线·h 的站点为最多,均占总作业次数的 27.3%;其次为 CPUE 在 2~3 尾/线·h 和 4~5 尾/线·h,均占总作业次数的 18.2%; CPUE >5 尾/线·h 的占 9.1%。

整个北部探捕海域也都有茎柔鱼的分布(图 2)。其中 CPUE 较高(3 尾/线·h 以上)分布在 76°30'~77°W、28°~30°S 附近海域; CPUE 最高(5 尾/线·h 以上)则分布在 77°W、28°30'S 附近海域。

2.2 CPUE 与水温、盐度关系分析

作业渔场各水层的温度、盐度与 CPUE 之间关系见表 2。由表 2 可见,南部区域总体表温为

13.9~15.6 °C,盐度为 33.55~34.23;50 m 水层的温度为 13.2~14.9 °C,盐度为 33.14~34.29;100 m 水层的温度为 10.3~11.9 °C,盐度为 33.72~34.21;200 m 水层的温度为 8.6~9.6 °C,盐度为 33.80~34.26;300 m 水层的温度为 6.4~7.4 °C,盐度为 34.07~34.45。

表 2 探捕海域各水层的温度、盐度关系

Tab.2 Water temperature and salinity of different layer during investigation period

水深(m)		0	50	100	200	300
南部	温度(°C)	13.9~15.6	13.2~14.9	10.3~11.9	8.6~9.6	6.4~7.4
	盐度	33.55~34.23	33.14~34.29	33.72~34.21	33.80~34.26	34.07~34.45
北部	温度(°C)	16.4~19.6	15.2~17.4	12.5~15.5	10.1~12.0	8.5~9.8
	盐度	34.63~34.73	34.65~34.72	34.38~34.59	34.44~34.57	34.51~34.63

北部区域各水层的温盐情况与南部海域差异较大。从表 2 可知,北部区域总体表温为 16.4~19.6 °C,盐度为 34.63~34.73;50 m 水层温度为 15.2~17.4 °C,盐度为 34.65~34.72;100 m 水层温度为 12.5~15.5 °C,盐度为 34.38~34.59;200 m 水层温度为 10.1~12.0 °C,盐度为 34.44~34.57;300 m 水层温度为 8.5~9.8 °C,盐度为 34.51~34.63。

将各作业站点 0~325 m 各水层的温度、盐度值与当次作业的 CPUE 作关联度分析。由表 3 可以看出,在南部区域,温度与 CPUE 的关联度处于前三位为:25 m 层(0.698 0),50 m 水层(0.692 0)和 75 m 层(0.689 4),最低的为 300 m 层(0.635 8)。盐度与 CPUE 的关联度处于前三位为:300 m 层(0.793 8),75 m 水温(0.779 8)和 325 m 层(0.777 5),最低的为 0 m 层(0.746 4)。

在北部区域(表 3),温度与 CPUE 的关联度处于前三位为:200 m 层(0.701 1),150 m 水温(0.667 0)和 325 m 层(0.632 9),最低的为 50 m 层(0.564 7)。盐度与 CPUE 的关联度处于前三位为:250 m 水层(0.674 3),50 m 水层(0.655 5)和 200 m 层(0.628 5),最低的为 75 m 水层(0.561 8)。

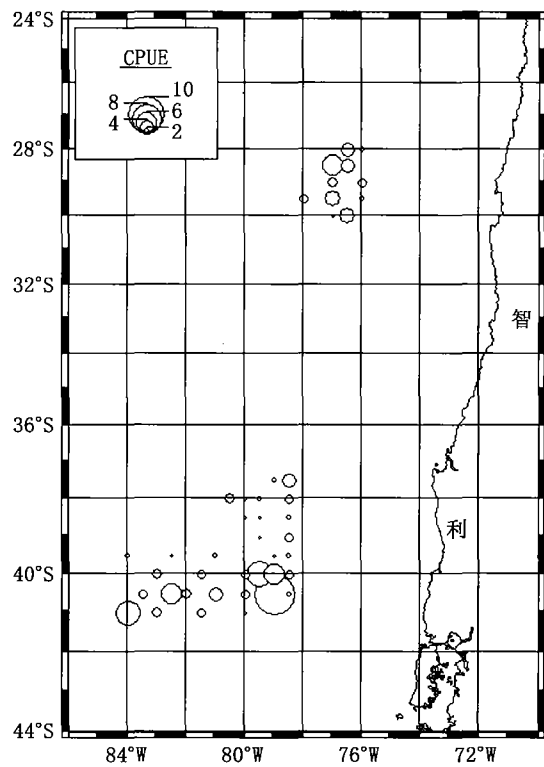


图 2 探捕区域各站次 CPUE 空间分布
Fig.2 The spatial distribution of CPUE in the research area

表 3 CPUE 与各层水温、盐度的关联度

Tab. 3 The degree of gray connection between CPUE and water temperature and salinity of different layer

水深(m)		0	25	50	75	100	150	200	250	300	325
南部	与水温关联度	0.6799	0.6980	0.6920	0.6894	0.6517	0.6544	0.6792	0.6569	0.6358	0.6652
	与盐度关联度	0.7264	0.7386	0.7538	0.7798	0.7579	0.7758	0.7646	0.7744	0.7938	0.7775
北部	与水温关联度	0.6236	0.6270	0.5647	0.5968	0.6263	0.6670	0.7011	0.5949	0.6005	0.6329
	与盐度关联度	0.6160	0.6216	0.6555	0.5618	0.5897	0.5916	0.6285	0.6743	0.6246	0.6036

3 结论和分析

探捕表明, 茎柔鱼在智利外部的公海海域有广泛分布, 且其资源密度较高。根据生产统计分析, 南部调查海域资源密度 CPUE 在 2 尾/线·h 以上的站点占到总数的 55.9%; 北部调查海域资源密度 CPUE 2 尾/线·h 以上的站点占总数的 72.7%。中心渔场(79° ~ 79°30'W, 40° ~ 40°30'S, 77°W, 28°30'S) 附近海域均在 5 尾/线·h 以上。南部区域平均 CPUE 为 2.8 尾/线·h, 北部区域为 3.1 尾/线·h。若按每艘鱿钓船 30 名手钓人员(效能比为 3.5, 不包括使用机钓)每天作业 12h, 按茎柔鱼平均体重 1.6 kg 计算^①, 则南部区域和北部区域的平均日产量分别达 5.6 t/d 和 6.2 t/d, 基本满足商业生产的需要。

从 CPUE 空间分布来看, 在南部区域: CPUE 较高区域分布在 79° ~ 84°W, 40° ~ 41°S, 以及 78°30'W、37°30'S 附近, 最高区域分布在 79° ~ 79°30'W, 40° ~ 40°30'S 附近。在北部区域: CPUE 较高区域分布在 76°30' ~ 77°W、28° ~ 30°S 附近海域, 最高区域则分布在 77°W、28°30'S 附近。根据与同期的海面高度分布图叠加分析, 资源密度较高区域多数处在冷水涡边缘或冷暖水团的交汇处附近^②。

调查表明, 南部海区(78°30' ~ 84°W, 37°30' ~ 41°S) 与北部海区(76° ~ 78°W, 28° ~ 30°S) 的温盐结构差异显著, 南部区域各层的水温和盐度均低于北部区域相应水层。经分析, CPUE 均与温盐结构关系较为密切, 其灰色关联度基本上都在 0.65 以上。在渔场作业时, 一般可选择上层水温作为寻找中心渔场的指标, 南部区域中心渔场的适宜表面温度为 14 ~ 16 °C, 50 m 水层适宜温度为 13 ~ 15 °C^②; 北部区域, 中心渔场的适宜表面温度为 16 ~ 19 °C, 50 m 水层适宜温度为 15 ~ 18 °C^②。

本文在新世纪 52 号调查船探捕生产的基础上进行茎柔鱼资源密度的计算, 其计算结果基本上反映了资源分布的实际情况。但由于首次资源调查, 站点相对较少, 还需要在今后研究中收集更多长时间序列数据。此外, 由于每次作业中不同时期的渔况不一样, 所以选择哪一个时段来观察统计手钓和机钓的 CPUE, 将直接影响到效能比 λ 以及 CPUE 标准化。为此大量的统计和观察数据, 才能获得较为可靠的手钓和机钓效能比 λ 。

参考文献:

- [1] Nesis K N. *Dosidicus gigas* [C] // Boyle P R. Cephalopod life cycles. London: Academic Press, 1983: 215 - 231.
- [2] Koron K A. Biological characteristics of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* caught in open waters of the Eastern Central Pacific from October to December 1986 [J]. ICES C M, 1988, 42: 6.
- [3] 黒岩道德. 海洋水産資源開発センターによる南東太平洋海域のアメリカオオアカイカ (*Dosidicus gigas*) 資源に関するイカ釣調査の変遷 [C] // 奥谷喬司. 外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集. 東京: 海洋水産資源開発センター, 1998: 85 - 102.
- [4] Yamashiro C, Mariátegui L, Rubio J, et al. Jumbo flying squid fishery in Peru [C] // Okutani T. Large Pelagic Squids. Tokyo: Japan Marine Fishery Resources Research Center, 1998: 119 - 125.

①郑波, 钱卫国, 陈新军. 智利外海茎柔鱼生物学特性分析. 2006 年度智利外海茎柔鱼资源探捕调查成果汇编 [C]. 上海水产大学智利外海茎柔鱼资源探捕课题组, 2006 年.

②钱卫国, 陈新军, 郑波. 智利外海茎柔鱼渔场分布与海洋环境关系分析. 2006 年度智利外海茎柔鱼资源探捕调查成果汇编 [C]. 上海水产大学智利外海茎柔鱼资源探捕课题组, 2006 年.

- [5] Francisco R, Marco A, Vega. Overview of cephalopod fisheries in Chilean waters[J]. Fish Res, 2003, 60:151 - 159.
- [6] Nigmatullin C M, Nesis K N, Arkhipkin A I. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) [J]. Fish Res, 2001, 54:9 - 19.
- [7] Taibe A, Yamashiro C, Mariategui L, et al. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999[J]. Fish Res, 2001, 5: 21 - 23.
- [8] Nesis K N. Biology of the Peru-Chilean giant squid, *Dosidicus gigas* [J]. Oceanology, 1970, 10:140 - 152.
- [9] Ehrhardt N M, Jacquemin P S, Garcia F, et al. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico [C]//Caddy. Advances in Assessment of World Cephalopod Resources. Rome; FAO Fisheries Paper, 1983, 231:306 - 340.
- [10] Ehrhardt N M, Solis A, Jacquemin P S, et al. Biological analysis and stock assessment of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California Mexico during 1980[J]. Ciencia Pesquera, 1986, 5:63 - 76.
- [11] Tafur R, Rabi M. Reproduction of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off Peruvian coasts[J]. Sci, 1997, 61 (Suppl. 2); 33 - 37.
- [12] Masuda S, Yokawa K, Yatsu A, et al. Growth and population structure of *Dosidicus gigas* in the southeastern Pacific Ocean [C]// Okutani T. International Symposium on Large Pelagic Squids. Tokyo: Japan Marine Fishery Resources Research Center, 1998:107 - 117.
- [13] Ichii T K, Mahapatra T, Watanabe A, et al. Occurrence of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* aggregations associated with the countercurrent ridge off the Costa Rica dome during 1997 El Niño and 1999 La Niña [J]. Ecol. Prog. Ser. :2002, 231:151 - 166.
- [14] 増田傑, 余川浩太郎, 谷津明彦, 等. 南東太平洋海域におけるアメリカオオアカイカ *Dosidicus gigas* の成長と資源構造 [C]//奥谷喬司. 外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集. 東京:東京海洋水産資源開発センター. 1998:103 - 114.
- [15] Rocha F. Cephalopods in Chilean waters: a review [J]. Malacol Rev, 1997, 30:101 - 113.
- [16] FAO. Capture Production for 1998 [C]//Fishery statistics, 2000:86(1).
- [17] 笠原昭吾. 平成元年の日本海スルメイカの漁況と資源状態 [J]. 水産世界, 1990, 39(4):44 - 50.
- [18] 村田守, 石井正, 中村好和. 60年度の太平洋海域におけるアカイカ漁況の特徴 [J]. 水産世界, 1986, 35(5):62 - 68.
- [19] 陈新军, 钱卫国. 印度洋西北部海域鳶乌贼资源密度分布的初步分析 [J]. 上海水产大学学报, 2004, 13(3):218 - 223.
- [20] 陈新军. 北太平洋 150°E 以西海域柔鱼渔场与时空、表温及水温垂直结构的关系 [J]. 上海水产大学学报, 2004, 13(1):78 - 83.