

文章编号: 1004 - 7271(2005)02 - 0168 - 08

西北太平洋海域柔鱼产卵场和作业渔场的水温 年间比较及其与资源丰度的关系

陈新军, 田思泉, 许柳雄

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

摘要:根据 1995 - 2002 年西北太平洋柔鱼的产卵场和索饵场表温及其生产统计数据, 对其表温的年间变动及其与资源丰度的关系进行探讨。在 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $140^{\circ} \sim 170^{\circ}\text{E}$ 产卵场海域, 1995 - 1997 年表温相对较低, 而 1999 年偏高, 1998 年和 2000 - 2002 年则处在中间水平。在 $39^{\circ} \sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 150°E 以西索饵场海域, 2002 年表温处在较低水平, 1998 - 2000 年偏高, 1995 - 1997 和 2001 年处在中间水平。在 $39^{\circ} \sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $150^{\circ} \sim 165^{\circ}\text{E}$ 索饵场海域, 1995、1997 和 2002 年表温较低, 1998 - 2000 年偏高, 1996 和 2001 年处在中间水平。灰色关联表明, 产卵场和索饵场的表温及距平均值均对柔鱼资源丰度影响较为显著, 其关联度均在 0.5 以上。资源丰度与距表温平均值的多元线性模型为: 在 150°E 以西海域, $\text{CPUE} = 1.0700 + 1.6840T_1 + 2.7596T_2 - 2.3177T_3$; 在 $150^{\circ} \sim 165^{\circ}\text{E}$ 海域, $\text{CPUE} = 2.5311 - 1.5226T_1 + 0.1519T_2 + 0.6720T_3$ 。

关键词:柔鱼; 表温; 距表温平均值; 产卵场; 索饵场; 渔情模型

中图分类号: S 932.8

文献标识码: A

Analysis on changes of surface water temperature in the spawning and feeding ground of *Ommastrephes bartrami* and its relationship with abundance index in the Northwestern Pacific Ocean

CHEN Xin-jun, TIAN Si-quan, XU Liu-xiong

(Ocean College of Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Based on the catch data from Chinese fishing boats and surface temperature data in the spawning and feeding ground of Northwestern Pacific Ocean from 1995 to 2002, the annual changes of SST and its relationship with abundance index for *Ommastrephes bartrami* were analyzed. The results indicated that the SST was low between 1995 and 1997, high in 1999 and mediate in 1998 and from 2000 to 2002 in the spawning ground ($20^{\circ} - 30^{\circ}\text{N}$, $140^{\circ} - 170^{\circ}\text{E}$). In the feeding ground ($39^{\circ} - 45^{\circ}\text{N}$, west of 150°E), the SST was low in 2002, high between 1998 and 2000, middle in 2001 and from 1995 to 1997. In the feeding ground ($39^{\circ} - 45^{\circ}\text{N}$, $150^{\circ} - 165^{\circ}\text{E}$), the SST was low in 1995, 1997 and 2002, high between 1998 and 2000, middle in 1996 and 2001. The degree of grey incidence indicated that the SST and its anomaly in the spawning and feeding ground had an obvious effect on abundance index of squid, and the values were above 0.5, which may be related with the biology and resource characteristics of squid. The multiple linear models among abundance index and SST anomaly factors were as

收稿日期: 2004-08-27

基金项目: 上海市启明星计划 (编号 02QC14040) 和农业部 948 项目“卫星遥感在远洋渔业中的应用” (编号 2001 - 476)

作者简介: 陈新军 (1967 -), 男, 浙江义乌人, 教授, 博士生导师, 主要从事远洋渔业资源开发和利用、渔业遥感和渔业 GIS 及其资源经济学的研究。Tel: 021 - 65711303, E-mail: xjchen@shfu.edu.cn

follows: $CPUE = 1.0700 + 1.6840T_1 + 2.7596T_2 - 2.3177T_3$ in the waters west of $150^\circ E$, $CPUE = 2.5311 - 1.5226T_1 + 0.1519T_2 + 0.6720T_3$ in the waters of $150^\circ - 165^\circ E$. The average relative errors are 8.58% and 0.49% respectively.

Key words: *Ommastrephes bartrami*; surface water temperature; SST anomaly; spawning ground; feeding ground; fishery forecasting model

柔鱼(*Ommastrephes bartrami*)是一种短生命周期的大洋性头足类。日本鱿钓船于 1974 年最早利用该资源^[1]。我国于 1993 年开始对柔鱼资源进行调查,1994 年开始商业性开发。1998 年以后,我国在北太平洋生产的鱿钓船数量在 350 艘以上,产量在 $8 \times 10^4 \sim 12 \times 10^4 t$ ^[2]。据估计,北太平洋柔鱼的潜在渔获量为 $30 \times 10^4 t$ 以上^[3-5],柔鱼资源总体上未得到充分利用。但据实际生产情况,其资源年间波动较大,原因是捕捞强度过大,还是海洋环境因素变动,还是综合因素的影响,目前国内外还没有这方面的研究。陈新军^[6-9]、刘洪生等^[10]、Akihiko^[11]、Akihiko 等^[12-13]、村田守等^[14]、Gong 等^[15]对柔鱼的渔场形成、资源分布与海洋环境关系进行了研究,但各环境因子对柔鱼资源变化的影响程度等还没有展开。为此,本文利用 1995-2002 年 6-12 月我国鱿钓船的生产统计数据,分析柔鱼产卵场和索饵场的水温状况,对表温年间变动与资源丰度的关系进行探讨。

1 材料和方法

1.1 材料来源

从 1995-2002 年我国北太平洋柔鱼生产数据库(由上海水产大学鱿钓技术组提供)提取 $140^\circ - 165^\circ E$ 海域的生产数据,数据字段有:日期、经度、纬度、产量、作业船数和平均日产量(CPUE)。其时间分辨率为天,空间分辨率是 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 。表温及其距平均值来自美国哥伦比亚大学全球海洋环境数据库^[16],时间跨度为 1995-2002 年,时间分辨率为月;空间范围为 $140^\circ \sim 170^\circ E$ 、 $10^\circ \sim 45^\circ N$,空间分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 。

将生产统计数据和环境数据按 $1^\circ \times 1^\circ$ 的空间分辨率和以月为单位的时间分辨率进行预处理。

1.2 分析方法

1.2.1 数据处理

根据日本学者的研究结果^[17-19],分布在西北太平洋($170^\circ E$ 以西)海域的柔鱼,其产卵场在 $20^\circ \sim 30^\circ N$ 、 $140^\circ \sim 170^\circ E$ 海域,产卵时间为 1-4 月,因此,求出上述海域 1995-2002 年各年 1-4 月份的表温和表温距平均值(SST anomaly)的总平均,以分析表温变化对资源量的影响程度。

由于西北太平洋柔鱼作业渔场及其海洋环境的不同^[6],主要渔汛为 7-11 月,为此分两个海区($150^\circ E$ 以西、 $39^\circ \sim 45^\circ N$ 和 $150^\circ \sim 165^\circ E$ 、 $39^\circ \sim 45^\circ N$)分别求得 1995-2002 年各年 7-11 月份表温和距平均表温(SST anomaly)的总平均,以分析表温变化对资源量大小及其分布的影响。

由于西北太平洋黑潮和亲潮相互交汇、收敛混合后向东流动,其混合水构成了亚极海洋锋面(约在 $40^\circ N$),宽度约 2-4 个纬度^[6]。因此我们对 $40^\circ 30' N$ 纬度线 $145^\circ 30' E$ 、 $150^\circ 30' E$ 、 $155^\circ 30' E$ 、 $160^\circ 30' E$ 、 $165^\circ 30' E$ 站位的表温状况进行分析,以评价各年度的海洋环境变化及其对柔鱼资源影响。

从生产统计数据库中分别求得各年度整个西北太平洋海域的平均日产量,以及 $150^\circ E$ 以西和 $150^\circ \sim 165^\circ E$ 两个海区的平均日产量。由于柔鱼是鱿钓渔业目标鱼种,没有兼捕物,因此从理论上可以将 CPUE 作为衡量资源量丰度的一个指标。

1.2.2 灰色关联度法

由于样本数量少,为此我们采用灰色关联度法对产卵场和作业渔场(索饵场)表温值和距平均表温与 CPUE 的关系及其影响程度进行分析。关联度计算方法见陈新军^[20]。以 CPUE 为母序列,表温和距平均表温为子序列。原始数据变换采用均值化变换。分辨系数取 0.5。

1.2.3 多元线性方程

利用多元线性方法获得资源丰度与多个变量之间的模型,并进行显著性检验。计算方法见耿修林等^[21]。采用 S-Plus2000 统计软件进行计算。

2 结果与分析

2.1 产卵场表温年间变动

在柔鱼产卵场海域,总体平均表温基本上在 22.6~24.4℃,距表温平均值在 0.19~1.46℃。1995~1997 年表温处在较低水平,平均表温为 22.6~22.8℃,距表温平均值为 0.19~0.27℃;1998 年和 2000~2002 年处在中间水平,平均表温为 23.4~23.7℃,距表温平均值为 0.61~0.81℃;1999 年表温则偏高,平均表温为 24.34℃,距表温平均值达到 1.46℃(图 1)。

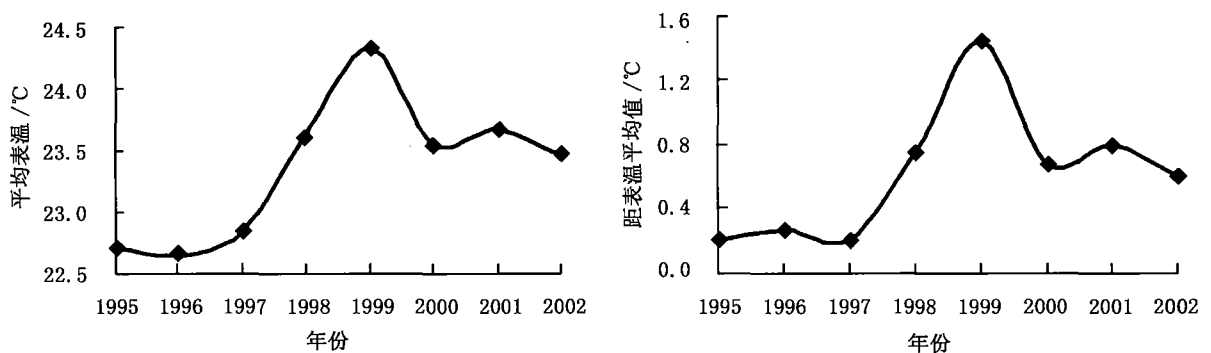


图 1 1995~2002 年 1-4 月 20°~30°N, 140°~170°E 海域平均表温和距表温平均值

Fig.1 Average SST and SST anomaly in the waters of 20°~30°N, 140°~170°E during January and April from 1995 to 2002

2.2 索饵场表温年间变动

2.2.1 索饵场表温年间总体变动

在柔鱼索饵场海域,总体平均表温在 14.8~17.0℃,距表温平均值在 -0.32~1.47℃。1997 年、2002 年处在较低水平,平均表温为 14.8~15.0℃,距表温平均值为负值,即 -0.32~-0.05℃;1995~1996 年和 2001 年处在中间水平,平均表温为 15.2~15.8℃,距表温平均值为 0.14~0.44℃;1998~2000 年则处在较高水平,表温为 16.6~17.0℃,距表温平均值达到 1.19~1.47℃(图 2)。

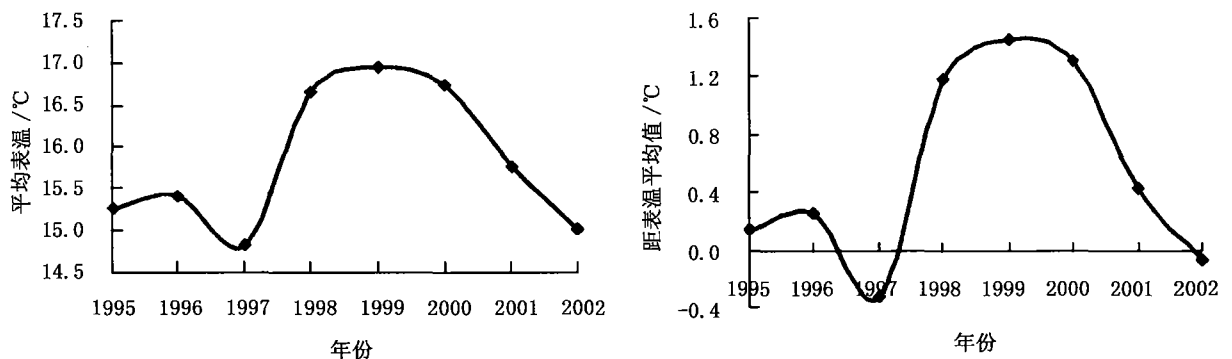


图 2 1995~2002 年 7-11 月 39°~45°N, 140°~170°E 海域平均表温和距表温平均值

Fig.2 Average SST and SST anomaly in the waters of 39°~45°N, 140°~170°E during July and November from 1995 to 2002

2.2.2 150°E 以西索饵场表温年间总体变动

在 150°E 以西索饵场海域,总体平均表温在 15.3~17.6℃,距表温平均值在 0.03~1.69℃。2002 年处在较低水平,平均表温为 15.3℃,距表温平均值为 0.03℃;1995-1997 年和 2001 年处在中间水平,平均表温为 15.6~16.3℃,距表温平均值为 0.27~0.63℃;1998-2000 年则处在较高水平,表温为 16.8~17.5℃,距表温平均值达到 1.07~1.69℃(图 3)。

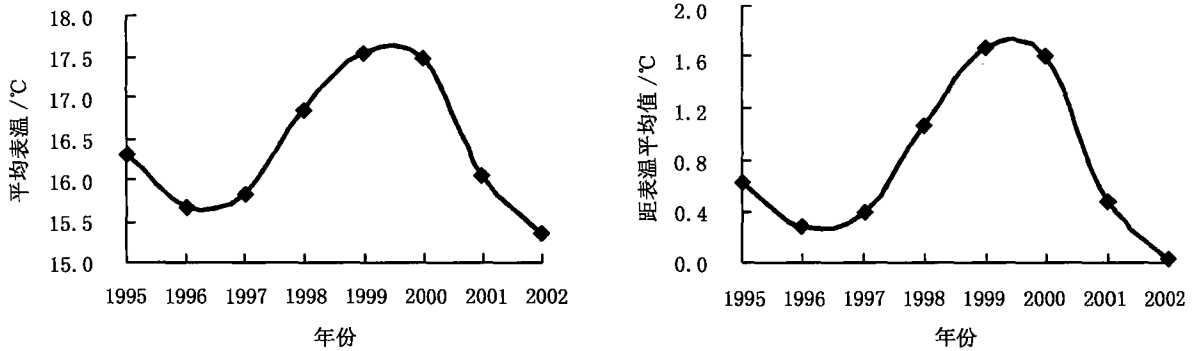


图 3 1995-2002 年 7-11 月 39°~45°N、150°E 以西海域平均表温和距表温平均值

Fig.3 Average SST and SST anomaly in the waters of 39°-45°N, west of 150°E during July and November from 1995 to 2002

2.2.3 150°~165°E 海域索饵场表温年间总体变动

在 150°~165°E 索饵场海域,总体平均表温在 14.5~17.0℃,距表温平均值在 -0.56~1.52℃。1995 年、1997 年和 2002 年处在较低水平,平均表温为 14.5~14.9℃,距表温平均值为负值,即 -0.56~-0.20℃;1996 年和 2001 年处在中间水平,平均表温为 15.1~15.6℃,距表温平均值为 0.02~0.27℃;1998~2000 年则处在较高水平,表温为 16.6~17.0℃,距表温平均值达到 1.20~1.53℃(图 4)。

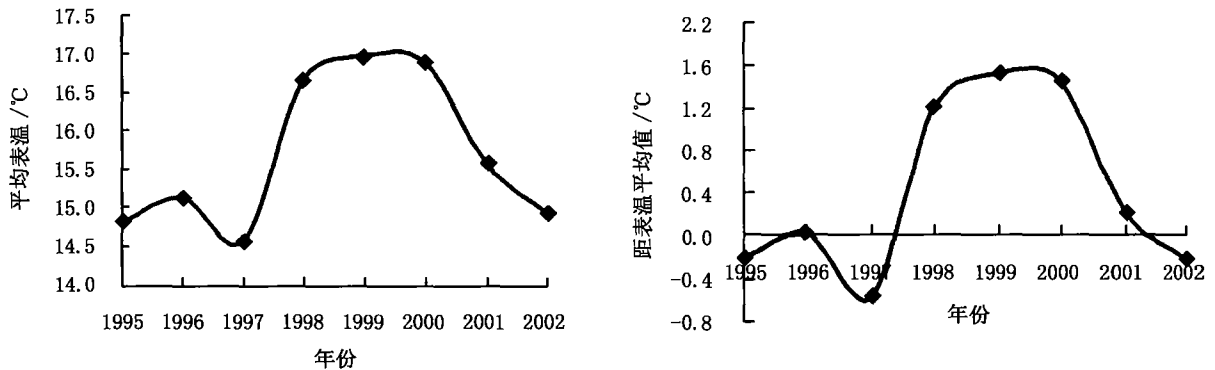


图 4 1995-2002 年 7-11 月 39°~45°N、150°~165°E 海域平均表温和距表温平均值

Fig.4 Average SST and SST anomaly in the waters of 39°-45°N, 150°-165°E during July and November from 1995 to 2002

2.2.4 40°30'N 纬度线表温年间变动及其产量分布

在索饵场 40°30'N、145°30'E 附近海域(39°~41°N、144°~146°E),1995-2002 年我国鱿钓船共进行了 4.8 万次作业,捕捞总产量约为 12.6×10^4 t,平均日产量约 2.626 t/d。1999 和 2000 年该海域表温比往年高,特别是 8-9 月约高 2.5℃,10-11 月高 1~2℃,2 年平均日产量为 2.18 t/d,处在较低水平。1995-1997 年表温处在较低水平,3 年平均日产量为 2.60 t/d,处在中等水平。2001 和 2002 年部分月份的表温高于往年,部分月份低于往年,平均日产量为 2.06 t/d,处在较低水平。1998 年除 8 月距表温平均值出现负值外,其余月份均比往年高 1℃,平均日产量达到 3.59 t/d。

在索饵场 40°30'N、150°30'E 附近海域(39°~41°N、149°~151°E),1995-2002 年我国鱿钓船共进行了

1.13 万次作业, 捕捞总产量约为 1.95×10^4 t, 平均日产量约为 1.723 t/d。1999 - 2000 年该海域表温比往年高 1 ~ 3℃, 2 年平均日产量为 1.929 t/d, 处在较高水平。1996 - 1997 年表温处在较低水平, 2 年平均日产量为 1.644 t/d。2001 和 1998 年大部分月份的表温在 1℃ 以内, 平均日产量为 1.69 t/d。2002 年除 10 月份外, 其它月份距表温平均值均为负, 平均日产量达到 1.25 t/d。

在索饵场 40°30'N、155°30'E 附近海域 (39° ~ 41°N、154° ~ 156°E), 1995 - 2002 年我国鱿钓船共进行了 2.46 万次作业, 捕捞总产量约为 5.24×10^4 t, 平均日产量约为 2.13 t/d。1998 - 2000 年该海域表温基本上比往年高 1 ~ 3℃, 2 年的平均日产量为 2.35 t/d, 处在较低水平。1995 - 1997 年和 2002 年表温处在较低水平, 4 年平均日产量为 2.15 t/d, 处在中等水平。2001 年除 8 月距表温平均值为负外, 其余月份均比往年高 1℃ 以内, 平均日产量为 1.29 t/d, 处在较低水平。

在索饵场 40°30'N、160°30'E 附近海域 (39° ~ 41°N、159° ~ 161°E), 1995 - 2002 年我国鱿钓船共进行了 1.58 万次作业, 捕捞总产量约为 3.06×10^4 t, 平均日产量约为 1.939 t/d。1998 - 2000 年该海域表温比往年高 1 ~ 2℃, 3 年平均日产量为 2.36 t/d, 处在较低水平。1995 - 1997 年和 2002 年表温处在较低水平, 4 年平均日产量为 1.64 t/d, 处在中等水平。2001 年除 8 月份距表温平均值为负外, 达到 -2.8℃, 其余月份基本与往年持平, 平均日产量达到 1.03 t/d。

在索饵场 40°30'N、165°30'E 附近海域 (39° ~ 41°N、164° ~ 166°E), 1995 - 2002 年我国鱿钓船共进行了 0.36 万次作业, 捕捞总产量约为 0.59×10^4 t, 平均日产量约为 1.646 t/d。1998 - 1999 年该海域表温比往年高 1 ~ 3℃, 3 年平均日产量为 1.69 t/d, 处在较低水平。1995 - 1997 年和 2002 年表温处在较低水平。2000 - 2001 年表温比往年高 1℃ 以内, 平均日产量达到 1.51 t/d。

2.3 表温变动与资源丰度之间关系

2.3.1 产卵场表温变动与资源丰度的关系

水温对鱼类的产卵、孵化及其补充量有着一定程度的影响^[22]。产卵场的平均表温及距表温平均值与资源丰度有着较为密切的关系(图 5)。平均表温与资源丰度的关联度为 0.644, 距表温平均值与资源丰度的关联度为 0.626(表 1)。

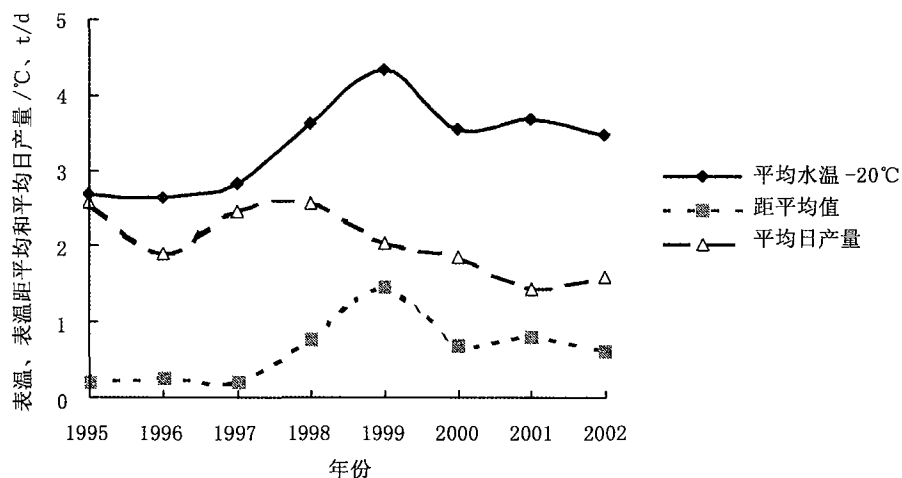


图 5 产卵场表温变动与资源丰度 CPUE 的关系

Fig.5 The relationship between SST in the fishing ground and abundance index (CPUE)

2.3.2 索饵场表温变动与资源丰度的关系

在 150°E 以西海域的柔鱼索饵渔场, 其平均表温、距表温平均值与资源丰度的关联度分别为 0.606 和 0.761(表 1)。1995 - 2002 年间, 除了 2001 年资源丰度出现小幅度上升外, 其余年份的平均表温、距表温平均值变化曲线与资源丰度变化基本一致(图 6)。各站点平均表温、距表温平均值与资源丰度的关

联度见表 1。

表 1 各个海区的平均表温和距表温平均值与资源丰度之间的关联度

Tab.1 The degree of grey incidence between average SST, SST anomaly and abundance index in different fishing areas

海区	平均表温与		海区	平均表温与	
	资源丰度	距表温平均值 与资源丰度		资源丰度	距表温平均值 与资源丰度
140° ~ 170°E, 20° ~ 30°N	0.644	0.626	160°30'E, 40°30'N	0.658	0.804
150°E 以西, 39° ~ 45°N	0.606	0.761	155°30'E, 40°30'N	0.607	0.533
150° ~ 165°E, 39° ~ 45°N	0.683	0.534	150°30'E, 40°30'N	0.973	0.611
165°30'E, 40°30'N	0.744	0.643	145°30'E, 40°30'N	0.620	0.674

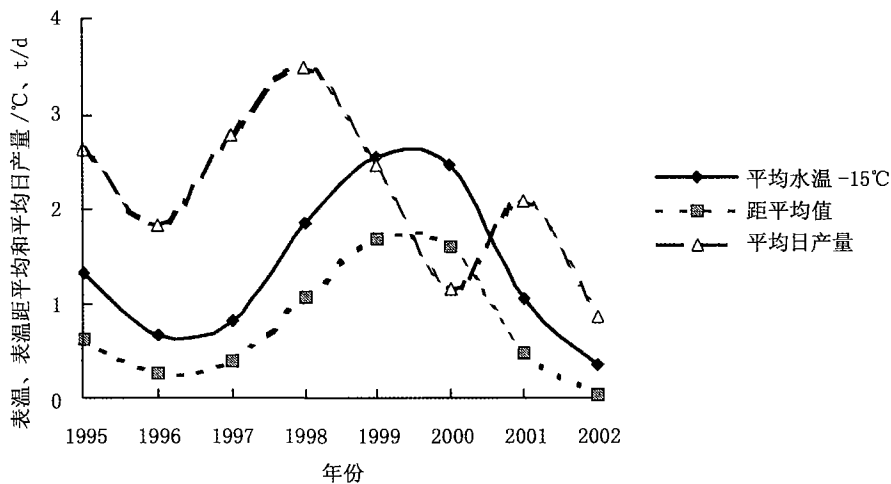


图 6 150°E 以北海域索饵场表温变动与资源丰度的关系

Fig.6 The relationship between SST in the west waters of 150°E for feeding ground and abundance index (CPUE)

在 150° ~ 165°E 海域柔鱼索饵渔场,其产量约占我国鱿钓总产量的 70% 以上,平均表温、距表温平均值与资源丰度的关联度分别为 0.683 和 0.534(表 1)。1995 - 2002 年除了 1999 和 2002 年资源丰度出现微小异常外,其余年份的平均表温、距表温平均值变化曲线与资源丰度变化基本一致(图 7)。各站点平均表温、距表温平均值与资源丰度的关联度见表 1。

2.4 资源丰度与距表温平均值之间的关系

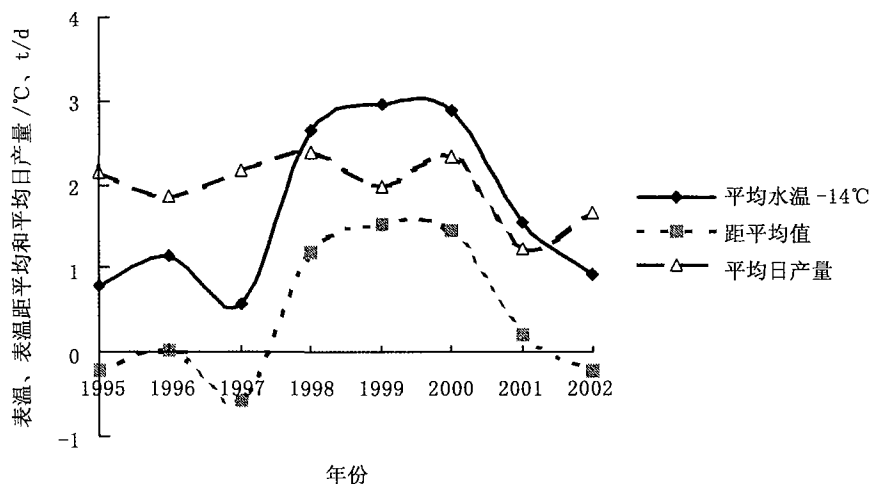


图 7 150° ~ 165°E 海域索饵场表温变动与资源丰度的关系

Fig.7 The relationship between SST in the waters from 150°E to 165°E for feeding ground and abundance index (CPUE)

灰色关联度分析表明,资源丰度与产卵场、索饵场的表温及其距平均值均有着较为密切关系,其关联度均在 0.5 以上。由于距表温平均值能较好地代表历年水温的变动,因此采用产卵场和索饵场的距表温平均值以及它们相互交感因素分别建立多元线性方程。

2.4.1 150°E 以西海域

由于中日新渔业协定于 2000 年正式生效,我国鱿钓船在 150°E 以西海域的作业受到限制,因此采用 1995 - 1999 年间数据建立渔情分析模型。其统计模型及其检验如表 2。两个模型在 0.05 置信限水平下,检验均为显著。

表 2 150°E 以西海域统计模型及其检验

Tab.2 The statistic models and its test in the waters west of 150°E

模型 1	模型 2
CPUE = 1.0700 + 1.6840T ₁ + 2.7596T ₂ - 2.3177T ₃	CPUE = 1.9938 - 2.3044T ₁ + 2.4257T ₂
剩余标准差 = 0.5877	剩余标准差 = 0.6371
复相关系数 R = 0.8687	复相关系数 R = 0.6508
F _{0.05} = 1.026 > P = 0.6037	F _{0.05} = 0.7349 > P = 0.5764
平均相对误差 8.58%	平均相对误差 13.77%

注: CPUE - 平均日产量(t/d); T₁ - 产卵场距表温平均值(20° ~ 30°N, 140° ~ 170°E); T₂ - 索饵场距表温平均值(39° ~ 45°N, 150°E 以西); T₃ - T₁ × T₂

2.4.2 150° ~ 160°E 海域

采用 1995 - 2002 年我国鱿钓船的生产数据建立渔情分析模型。其模型及其检验如表 3。两个模型在 0.05 置信限水平下,检验均为显著。

表 3 150° ~ 165°E 以西海域统计模型及其检验

Tab.3 The statistic models and its test in the waters from 150°E to 165°E

模型 1	模型 2
CPUE = 2.5311 - 1.5226T ₁ + 0.1519T ₂ + 0.6720T ₃	CPUE = 2.3339 - 0.9152T ₁ + 0.5158T ₂
剩余标准差 = 0.2434	剩余标准差 = 0.3065
复相关系数 R = 0.8771	复相关系数 R = 0.7367
F _{0.05} = 4.4476 > P = 0.09174	F _{0.05} = 2.966 > P = 0.1414
平均相对误差 0.49%	平均相对误差 1.00%

注: CPUE - 平均日产量(t/d); T₁ - 产卵场距表温平均值(20° ~ 30°N, 140° ~ 170°E); T₂ - 索饵场距表温平均值(39° ~ 45°N, 150°E - 160°E); T₃: T₁ × T₂

3 结论与讨论

(1) 各年间产卵场表温波动较大。1995 - 1997 年产卵场表温相对较低,平均表温和距表温平均值分别为 22.6 ~ 22.8°C、0.19 ~ 0.27°C; 而 1999 年产卵场表温偏高,距表温平均值达到 1.46°C。1998 年和 2000 - 2002 年处在中间水平,平均表温和距表温平均值分别为 23.4 ~ 23.7°C、0.61 ~ 0.81°C。灰色关联度表明,产卵场的表温状况对柔鱼的补充量有一定的影响。

(2) 两个索饵场海区表温分布及其变动不同,且年间变动较大。在 150°E 以西海域,2002 年表温处在较低水平,平均表温和距表温平均值分别为 15.3°C、0.03°C; 1998 - 2000 年表温偏高,平均表温和距表温平均值分别为 16.8 ~ 17.5°C 和 1°C 以上。1995 - 1997 和 2001 年处在中间水平,平均表温和距表温平均值分别为 15.6 ~ 16.3°C、0.27 ~ 0.63°C。

在 150° ~ 165°E 海域,1995、1997 和 2002 年表温较低,平均表温、距表温平均值分别为 14.5 ~ 14.9°C、-0.56 ~ -0.20°C; 1998 - 2000 年表温偏高,平均表温、表温距平均值分别为 16.6 ~ 17.0°C 和

1.20~1.53℃。1996和2001年处在中间水平,平均表温为15.1~15.6℃,距表温平均值为0.02~0.27℃。灰色关联度表明,索饵场的表温状况对柔鱼资源丰度有一定的影响。

(3)通过对40°30′纬度线上五个站位的表温、距表温平均值与各海区资源丰度的关联度分析,其关联度值均在0.5以上。上述站点均处在黑潮分支的附近或黑潮分支内,因此黑潮变动对资源丰度也有着一定的影响。

(4)通过多元线性模型分析,加入产卵场和索饵场相互交感的距表温平均值这一因素,其模型的精度及其复相关系数均得到提高,这说明产卵场、索饵场的表温同时对资源丰度产生影响。分析表明,海洋环境对柔鱼资源丰度的影响是明显的,这可能与柔鱼本身的生物学及其资源特性有关。由于柔鱼是短生命周期的种类,其资源量极易受到海洋环境条件的影响(如水温,海流等)^[23-24]。

参考文献:

- [1] 奈须敬二,奥谷乔司,小仓通男. イカ - その生物からまで - [M]. 东京:成山堂书店, 1991. 123 - 124.
- [2] 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, (2): 38 - 39.
- [3] Okutani T, Statake S, Ohsumi, et al. Squids eaten by sperm whales caught off Joban district, Japan, during January and February 1976[J]. Fish Res, 1977, 87: 67 - 113.
- [4] Masanao O, Mamoru M. Stock assessment of cephalopod resources in the Northwestern Pacific[M]. FAO Fish Tech Pap, 1983, 231: 55 - 144.
- [5] Beamish R J, Mcfarlane G A. Effect of ocean variability on recruitment and an evaluation of parameters used in stock assessment models[J]. Can Spec Publ Aquat, 1989, 359 - 379.
- [6] 陈新军. 西北太平洋柔鱼渔场与水温因子的关系[J]. 上海水产大学学报, 1995, 4(3): 181 - 185.
- [7] 陈新军. 关于西北太平洋的柔鱼渔场形成的海洋环境因子的分析[J]. 上海水产大学学报, 1997, 6(4): 263 - 267.
- [8] 陈新军. 北太平洋(160°E~170°E)大型柔鱼渔场的初步研究[J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(3): 197 - 201.
- [9] 陈新军, 田思泉. 西北太平洋海域柔鱼渔场分析探讨[J]. 渔业现代化, 2001, 3: 3 - 6.
- [10] 刘洪生, 陈新军. 2000年5-7月北太平洋海域水温分布及柔鱼渔场研究[J]. 湛江海洋大学学报, 2002, 22(1): 34 - 39.
- [11] Yatsu A. Distribution of flying squid, *Ommastrephes bartrami*, in the North Pacific based on a jigging survey, 1976 - 1983[J]. Bull Natl Res Inst Far Seas Fish Enyosuienko, 1992, 29: 13 - 37.
- [12] Yatsu A, Watanabe T. Interannual variability in neon flying squid abundance and oceanographic conditions in the Central North Pacific Ocean, 1982 - 1992[R]. Bull Nat Res Inst Far Seas Fish, 1996, 33: 123 - 138.
- [13] Yatsu A, Watanabe T, Mori J, et al. Interannual variability in stock abundance of the neon flying squid, *Ommastrephes bartrami*, in the North Pacific Ocean during 1979 - 1998: impact of driftnet fishing and oceanographic conditions[J]. Fisheries Oceanography, 2000, 9(2): 163 - 170.
- [14] 村田守, 津靖彦. 北西太平洋海域におけるアカイカの資源特性値について[R]. 北水研報告, 1982, 47: 1 - 10.
- [15] Gong Y, Kim Y S. Abundance of flying squid in relation to oceanographic conditions in the North Pacific[R]. Bull Natl Fish Res Dev, Agency Korea, 1990, 44: 59 - 66.
- [16] <http://iridl.ldeo.columbia.edu/>[Z].
- [17] 村田守. 北太平洋におけるいか流し網漁場の海洋環境及びアカイカの分布洄游[R]. 日本海ブロック試験研究集録, 1990, 17, 144 - 148.
- [18] 村田守, 中村好和. 北太平洋におけるアカイカの季節的洄游および日周鉛直移動[A]. 外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集[C]. 东京: 海洋水产資源センター, 1998, 11 - 28.
- [19] 谷津明彦. 北太平洋における釣り調査によるアカイカの分布(1976~1983年)[R]. 远洋水研報第29号, 1992, 11 - 37.
- [20] 陈新军. 灰色系统理论在渔业科学中的应用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003. 28 - 31.
- [21] 耿修林, 谢兆茹. 应用统计学[M]. 北京: 科学出版社, 2002, 277 - 285.
- [22] 胡杰. 渔场学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990, 46 - 54.
- [23] Cairistiona I, Anderson H, Rodhouse P G. Life cycles, oceanography and variability: ommastrephid squid in variable oceanographic environments [J]. Fisheries Research, 2001. 54: 133 - 143.
- [24] Rodhouse P G. Managing and forecasting squid fisheries on variable environments[J]. Fisheries Research, 2001. 54, 3 - 8.