

文章编号: 1004 - 7271(2001)03 - 0229 - 05

## 北太平洋西经海域(175°W - 170°W)温盐分布 及其与柔鱼渔场关系的初步研究

刘洪生, 杨 红, 章守宇

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

**摘 要:**根据 2000 年 5-7 月北太平洋鱿钓探捕调查所收集的海水盐度、温度及渔获量等数据,分析了调查海域表层盐度、不同水层水温的分布特征及鱿钓渔场的形成。利用聚类和相关分析方法,研究了单位捕捞努力量渔获量与表层盐度及不同水层水温的关系。结果表明,鱿钓渔场形成于表层低盐水舌和 100m 层水温暖水舌的交汇区,单位捕捞努力量渔获量与 100m 层水温相关性最好,但表层海水盐度的分布对鱿钓渔场的确定仍具有一定指示意义。

**关键词:**北太平洋;温盐分布;柔鱼渔场

**中图分类号:**S931.41      **文献标识码:**A

## Preliminary study on seawater salinity and temperature distributions and their relationship with the squid fishing grounds in 175°W - 170°W area of North Pacific

LIU Hong-sheng, YANG Hong, ZHANG Shou-yu

(Ocean college, SFU, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** Based on the seawater salinity, temperature and squid catches collected during the period of the exploratory squid jigging in the mid-East of North Pacific in May-July in 2000, close analysis was made out of the distribution characterizations of the sea surface salinity, seawater temperatures of different depths, and squid fishing grounds. By using methods of cluster and correlation analysis, the correlation of the catch per unit effort (CPUE) to the sea surface salinity and the seawater temperatures of different depths were studied. The results indicate that squid fishing grounds are located in the folding zones of the lower salinity tongue and the warmer temperature tongue. The correlation of CPUE to 100m depth temperature is the most apparent, but there is still some good designation of the squid fishing grounds in the distribution mode of the sea surface salinity.

**Key words:** North Pacific; salinity and temperature distribution; squid fishing ground

北太平洋中东部海域系指北太平洋 35°N - 50°N; 170°E - 145°W 公海海域。该海域原是以大型流网捕捞柔鱼 (*Ommastrephes bartramii*) 的渔场, 由于 1993 年 1 月 1 日起公海大型流网的禁止使用<sup>[1]</sup>, 日本、韩国及我国相继在该海域开展了鱿钓渔法的试验和生产。关于海洋水文气象等环境因子分布及其与鱿钓渔场形成关系的研究也得以广泛进行, 并取得了许多研究成果, 其中西北太平洋(160°E - 170°E)鱿钓渔

收稿日期: 2001-03-05

第一作者: 刘洪生(1963-), 男, 上海人, 从事海洋环境方向的研究, E-mail: haliu@shfu.edu.cn

场形成和变化机制的研究较为成熟,比较一致的看法是鱿钓渔场形成于黑潮和亲潮及其分支的交汇区,鱿钓中心渔场的确定主要参考 100m 深水温<sup>[2]</sup>。但是在北太平洋中东部海域,日前关于海洋温盐等水文要素分布、鱿钓渔场形成机制及其它们之间关系的研究尚不是很多,尤其是盐度分布与鱿钓渔场形成之间关系的研究国内外均没有报道过。本文利用 2000 年 5-7 月北太平洋鱿钓探捕调查期间收集的表层海水盐度、各水层温度及渔获量等数据,开展了这方面的研究工作。本研究工作的成果将有助于进一步了解和掌握北太平洋中东部柔鱼渔场的形成,为各渔业公司生产作业提供指导。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料收集

本文原始数据来自 2000 年 5-7 月北太平洋鱿钓探捕调查所收集的有 关资料,包括单位捕捞努力量渔获量(CPUE)、表层海水盐度(SSS)、表层海水温度(SST)、及 100 米、200 米和 300 米各水层温度(依此以 T100、T200 和 T300 表示)。探捕调查海域为 39°N-43°N、175°W-170°W 之间水域,调查时间为 2000 年 5 月 6 日至 7 月 23 日,调查船为宁波远洋渔业公司的“天丰 805”鱿钓船。调查方式为大面调查与专项调查相结合,大面调查为定点的棋盘式调查,专项调查在大面调查的基础上选择有可能形成中心渔场的水域进行。

### 1.2 分析方法

分析方法包括定性和定量分析两个方面。定性分析依据是 SSS、SST、T100、T200 及 T300 的等值线分布图,目的是确定各水层不同水系和鱿钓渔场的分布;定量分析采用相关系数和聚类分析方法。通过计算标准化 CPUE 与 SSS、SST、T100、T200 及 T300 的相关系数,即可根据相关系数的大小判断 CPUE 与 SSS、SST 等因子的相关程度。聚类分析种类有很多,本文利用海洋数据处理中最常用的谱系聚类分析(Hierarchical Cluster Analysis)法<sup>[3]</sup>,其原理是将 CPUE 等因子看作  $n$  维向量( $n$  为样本容量,本文中  $n=24$ ),然后在  $n$  维空间中计算各因子两两之间的欧氏距离(Euclidean distances)系数矩阵,根据系数矩阵便可进行聚类,进而确定 CPUE 与各个影响因子的关联程度。

相关系数和欧氏距离的计算公式如下:

$$C_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_i)(X_{jk} - \bar{X}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_i)^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{jk} - \bar{X}_j)^2}} \quad (i, j = 1, \dots, m) \quad (1)$$

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (i, j = 1, \dots, m) \quad (2)$$

式(1)和(2)中  $C_{ij}$  和  $d_{ij}$  分别为标准化相关系数和欧氏距离,  $X_{ik}$  ( $X_{jk}$ ) 是标准化因子观测值,  $\bar{X}_i$  ( $\bar{X}_j$ ) 为标准化因子样本均值,  $m$  为标准化因子个数,本文中  $m=6$ 。

## 2 结果

### 2.1 水温大面分布

北太平洋中东部海域位于北太平洋的海洋锋区,即低纬度的高温海水(暖水团)和高纬度的低温海水(冷水团)的交汇区,水温沿经度线方向梯度远大于沿纬度线方向梯度。锋区内等温线分布密集,大致平行于纬度线,但随着冷、暖水团强度的消长变化,等温线偏离纬度线,进而形成冷暖水舌。通常冷水舌自北向南伸展,暖水舌则自南向北扩展。

图 1 是 2000 年 6 月 7-17 日实测水温大面分布图,其中(a)、(b)、(c)及(d)依次为 SST、T100、T200

及 T300 大面分布。图(a)中表明,6月中旬调查水域,SST 没有形成明显的冷、暖水舌,等温线大致相互平行,呈西西北-东东南走向,并在 39°40'N-40°50'N 之间形成水平温度梯度较大的带状区域。在图(b)中,在 175°W 和 174°W 之间形成了明显的暖水舌,该暖水舌强度大、范围广,暖水舌轴线呈西南-东北走向,10°C 等温线前锋已越过 41°N、174°W,并与其北侧冷水(<9°C)形成较明显的流隔;在 171°W 附近 T100 也形成一暖水舌,不过该暖水舌强度和范围较小,10°C 等温线前锋位于 40°N 附近。在图(c)中,在 175°W 和 174°W 之间同样形成的明显暖水舌,10°C 等温线前锋在 40°40'N、174°W 附近;在 171°W 附近 T200 的暖水舌也很明显,位置有所偏南,10°C 等温线前锋位于 40°N 纬线上。在图(d)中,在 175°W 和 174°W 之间的暖水舌强度和范围已明显减小,10°C 等温线前锋已退至 40°N 纬线以南,与 T100 同值等温线前锋位置相比,向南撤了一个多纬度。

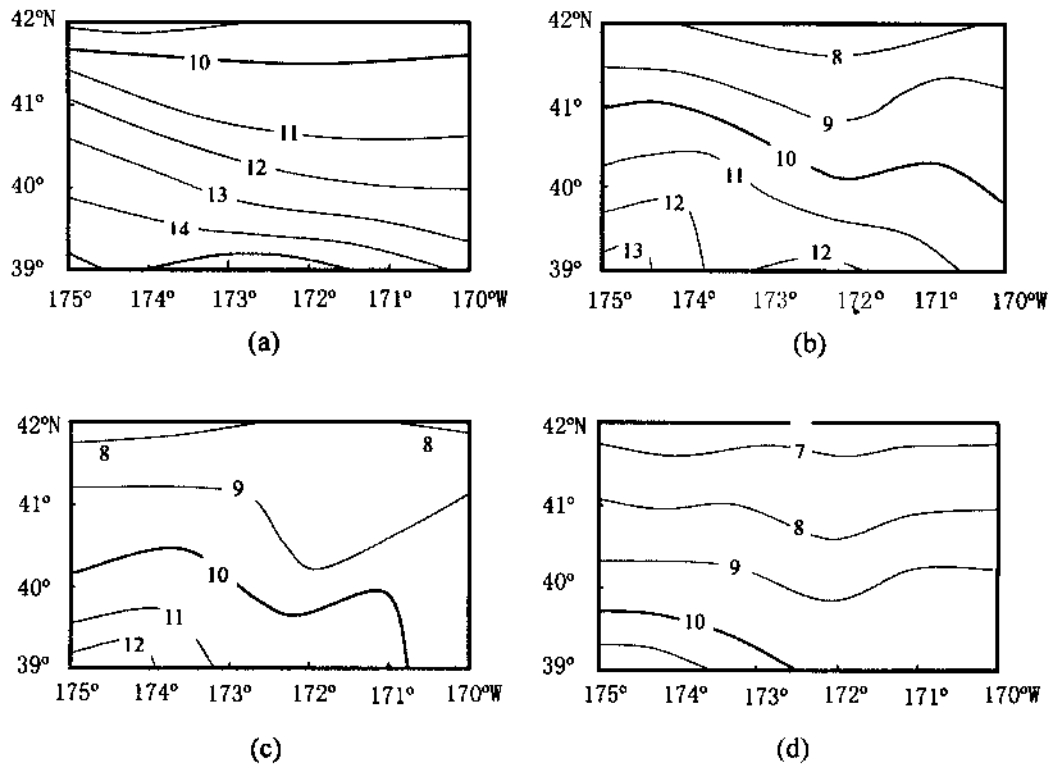


图1 6月中旬不同水温大面水平分布图

Fig. 1 The horizontal distribution of different water temperatures during the 2<sup>nd</sup> ten day of June

综上所述,6月中旬探捕调查水域水温大面分布基本特征是在 175°W-174°W 之间及 171°W 附近形成了两个较明显的暖水舌,两暖水舌之间则有冷水舌,冷、暖水舌交汇区主要在 100 m 和 200 m 水层较为显著。

## 2.2 表层海水盐度分布

就整个北太平洋年平均 SSS 分布而言,热带海区相对较低( $34.5 \times 10^{-3}$ ),副热带海区最高( $35.5 \times 10^{-3}$ ),高纬度近极地海区最低( $32.5 \times 10^{-3} \sim 33.0 \times 10^{-3}$ )<sup>[4]</sup>。北太平洋中东部海域年平均 SSS 在  $33.0 \times 10^{-3} \sim 34.5 \times 10^{-3}$  范围内,SSS 沿经度线方向的梯度远大于沿纬度线方向的梯度,等盐线大致平行于纬度线。但是随着高纬度的低盐水团和低纬度的高盐水团强度的消长变化,等盐线分布偏离纬度线,并形成低盐和高盐水舌。

图2是6月中旬 SSS 分布。图中表明 SSS 基本上在  $33.00 \times 10^{-3} \sim 34.00 \times 10^{-3}$  之间,等盐度线分布形成较明显的低盐水舌。在 41°N-42°N 之间低盐水舌大致呈 NW-SE 走向,低盐水舌前锋 41°N、172°W

附近;至 39°N - 40°N 之间,该低盐水舌分裂为两个,分别向 SW 和 SE 伸展。如前所述,同期 SST 并没有形成明显的冷水舌,而 SSS 形成了明显的低盐水舌。低盐水舌反映了来自高纬度富含营养盐和浮游生物的冷性水系,其前锋通常与来自低纬度的暖性高盐水系相交汇。

### 2.3 鱿钓渔场分布

在西北太平洋海域,柔鱼渔场分布于不同水系的交汇区。北太平洋中东部海域虽没有西北太平洋那样发达的冷、暖水系(即亲潮和黑潮),但是,该海域冷性低盐、暖性高盐水舌仍相当活跃、且交汇频繁。冷性低盐水舌引导高纬度富含营养盐和浮游生物的海水南下,为随暖性高盐水舌北上索饵洄游的柔鱼提供了良好的饵料环境,因此它们的交汇区往往是鱿鱼集群索饵场所,并形成渔场。

2000 年 5 - 7 月探捕调查期间的鱿钓渔场主要分布在 SSS 的低盐水舌和 T100 的暖水舌的交汇区,即大致在以下两个水域:39°30'N - 41°10'N, 174°40'W - 173°30'W 和 39°30'N - 41°10'N, 171°10'W - 170°10'W(见图 3)。图 3 是 6 月中旬 SSS、T100 及鱿钓渔场分布图,图中表明,两个鱿钓渔场形成于 SSS 的低盐水舌( $33.50 \times 10^{-3} \sim 33.75 \times 10^{-3}$ )和 T100 的暖水舌(10 ~ 11°C)交汇区。如前所述,探捕调查期间,T100 等深层水温形成较明显的暖水舌,SST 则并没有形成,但 SSS 形成了相当明显的低盐水舌,因此利用 T100 等深层水温确定鱿钓渔场时,如同时考虑 SSS 分布的低盐水舌,那么鱿钓渔场定位准确率可能会更高一些。“天丰 805”探捕船在上述两鱿钓渔场分别作业 10 天(6 月 8 日至 29 日和 6 月 30 日至 7 月 13 日),日均产量分别达到 2.14t/d 和 2.64t/d。

### 2.4 CPUE 与温盐分布关系

通常一个渔场的好坏可用单位捕捞努力量渔获量(CPUE)来表示,影响 CPUE 的因子很多,如捕捞设备、捕捞技术、生物和非生物环境因子等。本文中 CPUE 定义为平均每小时每条钓线钓获鱿鱼的重量,单位为 kg/(H·L)(其中,H 表示一小时,L 表示一条钓线),并只计算、分析了 CPUE 与海水 SSS、SST、T100、T200 及 T300 的关系。

相关系数计算表明,CPUE 与 SSS、SST、T100、T200 及 T300 的相关系数依次为 0.5949、0.6790、0.7733、0.6993 及 0.7202。由此可见,CPUE 与 T100 的相关性最好,而与 SSS 的相关性较差。图 4 是 CPUE 及 SSS、SST、T100、T200 及 T300 的聚类分析计算结果。图中表明,T100、T200 和 T300 可划入同一类,而 CPUE、SST 及 SSS 各自成一类。从聚类联结度的大小来判断,CPUE 与 T100、T200 和 T300 一类距离最小,与 SST 的距离次之,与 SSS 的距离最大。换言之,CPUE 与 T100、T200 和 T300 关系最密切,而与 SSS

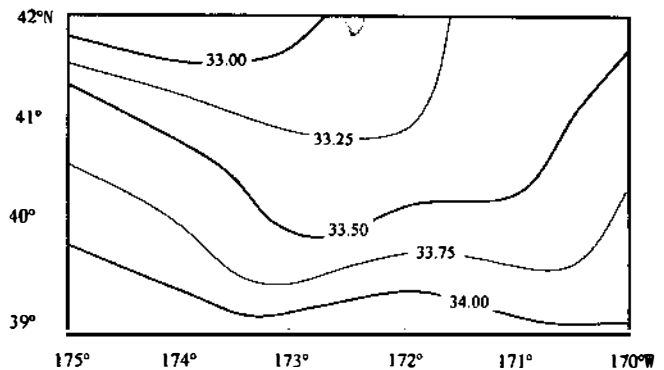


图 2 6 月中旬表层盐度水平分布

Fig. 2 The horizontal distribution of sea surface salinity (SSS) during the 2<sup>nd</sup> ten day of June

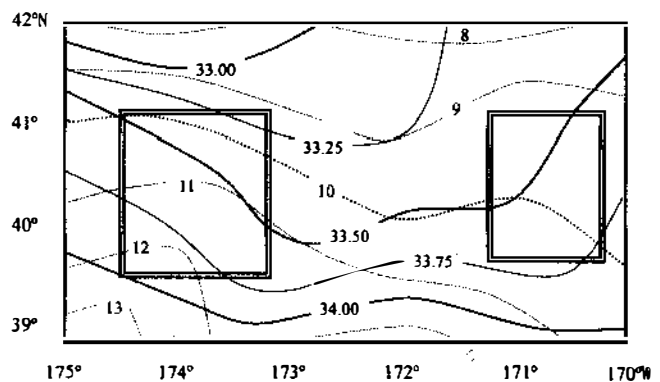


图 3 6 月中旬 SSS、T100 及鱿钓渔场水平分布

Fig. 3 The horizontal distribution of SSS, T100 & squid fishing grounds during the 2<sup>nd</sup> ten day of June  
注:图中双线框为中心渔场,实线和虚线分别为 SSS 等盐线和 T100 等温线

关系较不明显。由于本文只考虑了表层海水盐度(SSS),因此,CPUE 与不同水层盐度的相关性尚须进一步研究。尽管如此,上述定性分析结果表明,SSS 的分布对于确定鱿钓中心渔场仍有一定指导意义。

### 3 结论与分析

(1)北太平洋中东部海域位于海洋锋区,锋区以南是高温高盐的副热带海水,以北则是低温低盐的亚寒带海水,因而锋区作为不同水文特征海水的过渡区,冷性低盐、暖性高盐水舌活动频繁。尤其是来自高纬度的低温低盐海水,携带了丰富的营养盐和浮游生物,为随高温、高盐海水北上索饵洄游的柔鱼提供了良好的饵料环境,从而锋区内冷性低盐、暖性高盐水舌交汇区的暖水一侧往往形成良好的鱿钓中心渔场。

(2)由于仪器设备条件的限制,本文只收集到了 SSS 样本,未能获得其它不同水层的盐度资料,因此,关于 SSS 分布与鱿钓中心渔场形成的关系,本文的研究只是初步的。SSS 分布的定性分析结果,表明其对鱿钓中心渔场具有一定的指示性,但聚类分析和相关分析计算结果表明 CPUE 与 SSS 相关性较差。其原因一方面是盐度分析的样本太少,另一方面可能是 CPUE 的计算不够准确。因此海水盐度能否作为鱿钓渔场确定的一个指标,尚须今后进一步的分析研究。

(3)目前探捕调查仍以传统手段为主,每站仅水温观测就需 1~2 个小时,工作量较大,而盐度观测更为困难,这些大大限制了原始数据的收集。另外,单船走航式的大面调查历时长,所获水温资料等数据同步性较差,以致现场水温结构分析准确度难以保证,从而影响了中心渔场的准确定位。而卫星遥感观测的 SST 等数据,具有相当高的同步性,因此,今后利用卫星遥感数据可以更有效地进行鱿钓渔场及其环境影响因子关系的研究,从而确定鱿钓中心渔场形成的指标。

#### 参考文献:

- [1] 乐美龙. 关于北太平洋海域禁用大型远洋流网作业问题[J]. 上海水产大学学报, 1995, 4(1): 53 - 61.
- [2] 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, 6(4): 23 - 26
- [3] 陈上及, 马继瑞. 海洋数据处理分析方法及其应用[M]. 北京: 海洋出版社, 1991. 258 - 270.
- [4] 赵其庚. 海洋环流及海气耦合系统的数值模拟[M]. 北京: 气象出版社, 1999. 21 - 28.

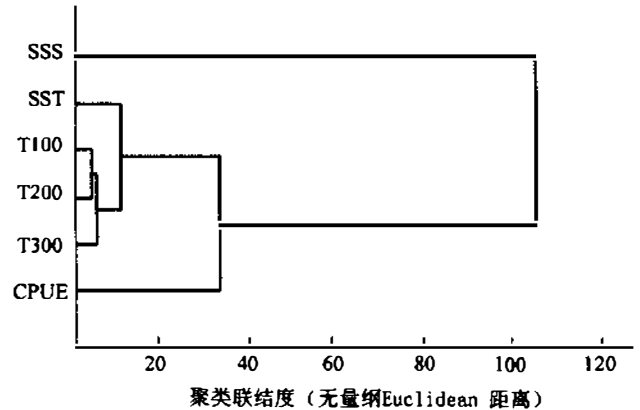


图 4 CPUE 及其影响因子聚类分析

Fig. 4 The cluster analysis of CPUE and its factors