

# 北太平洋秋刀鱼渔场形成与水温之间关系的初步研究

朱国平, 朱清澄, 陈锦淘, 许巍, 张先存

(上海水产大学 海洋学院, 上海 200090)

**摘要:** 利用地理信息系统(GIS)技术对2004年7~9月在北太平洋秋刀鱼(*Cololabis saira*)资源调查中的渔业数据与水温之间的关系进行了初步分析。结果表明,各小渔场的温跃层厚度及其平均值分别为23.21~45.23 m(22.02 m), 9.26~26.16 m(16.90 m), 19.03~27.60 m(8.57 m)和19.09~30.53 m(11.44 m)。各小渔场0~50 m(50~100 m)的温度梯度分别为0.46 /m(0.40 /m), 0.36 /m(0.14 /m), 0.49 /m(0.24 /m)和0.42 /m(0.18 /m)。50~100 m水层时,各渔场最高单位捕捞努力量渔获量(Catch Per Unit Effort, CPUE)平均分布的各层温度范围较为接近,50 m水层为3.00 左右,75 m水层约为2.00 ,100 m水层为1.50 左右。

**关键词:** 北太平洋; 秋刀鱼(*Cololabis saira*); 渔场; 水温

**中图分类号:** S931.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2006)07-0091-06

秋刀鱼(*Cololabis saira*)属中上层冷水性洄游鱼类,适温范围为10~24 ,最适温度15~18 。秋刀鱼栖息在亚洲和美洲沿岸的太平洋亚热带和温带19°~58°N水域中,主要分布于太平洋北部温带水域。日本学者曾对秋刀鱼的渔场、资源状况、分布、生长等方面进行广泛的研究<sup>[1-10]</sup>。太平洋秋刀鱼洄游范围很广,从亚热带水域,游经黑潮-亲潮交汇区,一直到达亚北极区水域。冬季,秋刀鱼主要产卵场在黑潮水域<sup>[4]</sup>。仔稚鱼在亚热带水域生长,越冬后便开始向北洄游,夏季到达亲潮水域索饵。了解海洋渔业资源的波动对渔业管理非常重要,因此对资源变动与海况及气候变化之间的关系研究也日益受到渔业学者的关注<sup>[11-13]</sup>。海洋物理变量的变化,如水温与鱼类种群的季节性或年际变动有着非常明显的关系,而两者之间的内在机理还存在着很大的不确定性<sup>[14]</sup>。中国学者对秋刀鱼的研究仅限于渔具渔法、渔场开发状况<sup>[15-18]</sup>,对秋刀鱼渔场与环境因子之间关系研究在国内还未见报道。作者根据2004年7~9月在北太平洋秋刀鱼资源调查资料,特别是上层水温(表层,10,30,50,75和100 m)数据,对北太平洋秋刀鱼渔场做了初步的分析,为更好地开发北太平洋秋刀鱼资源提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

本研究所采用数据为2004年7~9月中国北太平洋秋刀鱼资源探捕数据,内容包括作业位置、作业日期、渔区作业船次和渔区日产量(t)等。

### 1.2 分析方法

#### 1.2.1 调查海域及时间

考虑到作业时间及实际生产情况,同时考虑到数据处理及分析,作者将调查区域分成4个小渔场(图1)。渔场~的调查时间分别为2004年7月8~14日,7月18~24日,7月26日~8月5日和8月8~16日。

#### 1.2.2 数据预处理

##### 1.2.2.1 单位捕捞努力量渔获量计算

单位捕捞努力量渔获量(Catch Per Unit Effort,

收稿日期:2005-07-08;修回日期:2006-01-08

基金项目:上海市捕捞学重点学科资助项目(T1101)

作者简介:朱国平(1976-),男,安徽池州人,博士研究生,主要从事金枪鱼渔业开发、渔业GIS及渔业资源评估研究,电话:021-65710964,E-mail:tunagis@126.com;朱清澄,通讯联系人,E-mail:qcqzhu@shfu.edu.cn

CPUE) 定义为每天每网次秋刀鱼渔获量 ( $t/(d \cdot \text{网次})$ )。表达公式为: 单位捕捞努力量渔获量 = 渔获量 / (时间  $\times$  网次)。

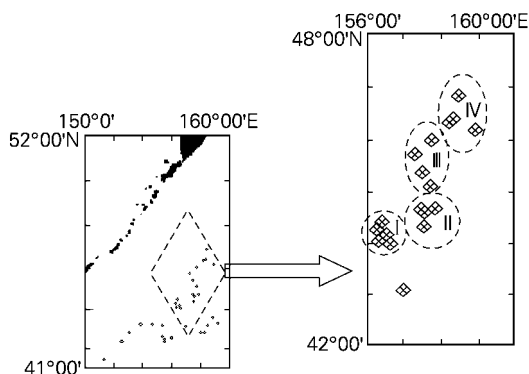


图1 2004年7~9月份北太平洋秋刀鱼调查海域  
Fig. 1 Surveyed areas of *Cololabis saira* in the Northern Pacific Ocean from July to September in 2004

### 1.2.2.2 温跃层计算

混合层深度计算采用水野<sup>[19]</sup>提出的方法,计算出垂直水温斜率,分别计算出温深盐仪(Conductivity, Temperature and Depth, CTD)(美国 SEABIRD 公司,型号 SM37)所记录(每5秒记录一次,水层为0~200 m)的各水层斜率,以第一个垂直水温变化大于0.05  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  的深度为温跃层的起始点深度(斜率大于0.05  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  的最浅深度),再求取各 CTD 中各个铅直面下水层的斜率超过0.05  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  的最深者(斜率超过

0.05  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  的最深深度),以求取作业时现场温跃层的空间分布。

### 1.2.3 数据分析

(1)分析各小渔场的表温分布及垂直水温结构与 CPUE 之间的关系,同时对各指标结构进行分析采用地理信息系统(GIS)软件 Marine Explorer(由日本环境模拟室开发,版本 4.0)进行数据处理。(2)分析最大 CPUE 时的水温分布。

## 2 结果

### 2.1 最大 CPUE 时的水温分布

图2显示了2004年7~9月份北太平洋秋刀鱼调查渔场 ~ 最高 CPUE 时的水温剖面分布。表1显示了2004年7~9月份北太平洋秋刀鱼调查各渔场最大 CPUE 时各层平均水温分布。由图2及表1可知,温跃层厚度均不太大,也就是说,表层水温变化较为剧烈,而且垂直温度分布较为相似,各小渔场的温跃层厚度(及其平均值)分别为 23.21~45.23 m (22.02 m), 9.26~26.16 m (16.90 m), 19.03~27.60 m (8.57 m) 和 19.09~30.53 m (11.44 m)。各小渔场 0~50 m (50~100 m) 的温度梯度分别为 0.46  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  (0.40  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), 0.36  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  (0.14  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), 0.49  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  (0.24  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) 和 0.42  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$  (0.18  $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ )。

### 2.2 各小渔场各层水温与 CPUE 之间的关系

渔场 : CPUE 最大时的 0~100 m(表层, 10, 30, 50, 75 和 100 m)水层对应水温分别约为 11.15, 11.13, 8.19, 5.62, 4.91 和 3.95 (图3)(图中黑圆圈表示 CPUE 的大小,图4~图6同)。同时由图可以看出,表层, 10, 30, 50, 75 及 100 m 水层处钓获

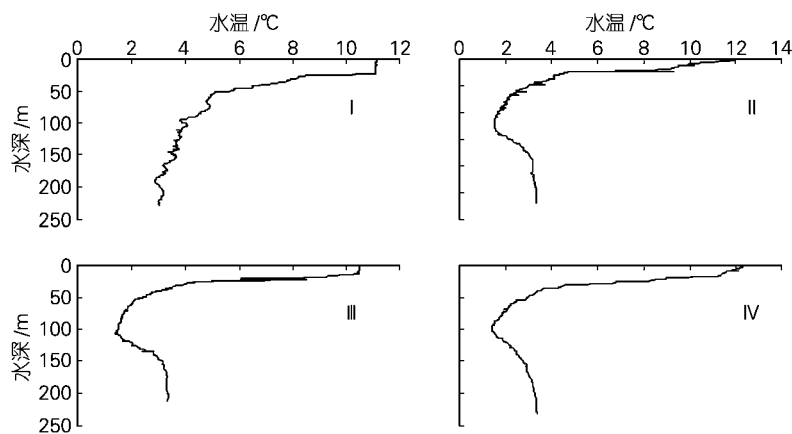


图2 渔场 ~ 最高 CPUE 的水温剖面分布

Fig.2 Distributions of water temperature profile with highest CPUE in fishing ground to

表 1 2004 年 7~9 月份北太平洋秋刀鱼调查各渔场最大 CPUE 时各层平均水温分布

Tab. 1 Distributions of average profile water temperature with highest CPUE in four surveyed Pacific saury fishing grounds in the Northern Pacific Ocean from July to September in 2004

渔场	最大 CPUE (t / (d·网次))	平均水温( )					
		0 m	10 m	30 m	50 m	75 m	100 m
	1.857	10.85	10.65	7.28	4.94	3.85	3.04
	1.667	11.09	10.58	5.38	3.36	2.26	1.71
	1.915	11.29	10.82	4.89	2.85	2.11	1.84
	0.826	13.11	12.78	5.87	2.82	1.92	1.51

率基本上在冷水涡或冷暖水涡交汇处附近。

位置基本上集中在等温线较为密集的水域。

渔场 : CPUE 最大时的 0~100 m(表层, 10, 30, 50, 75 和 100 m) 水层对应水温分别约为 12.02, 10.03, 4.26, 2.98, 2.06 和 1.67 (图 4)。相对来讲, 作业

渔场 : CPUE 最大时的 0~100 m(表层, 10, 30, 50, 75 和 100 m) 水层对应水温分别约为 10.60, 10.49, 3.72, 2.43, 1.73 和 1.49 (图 5)。

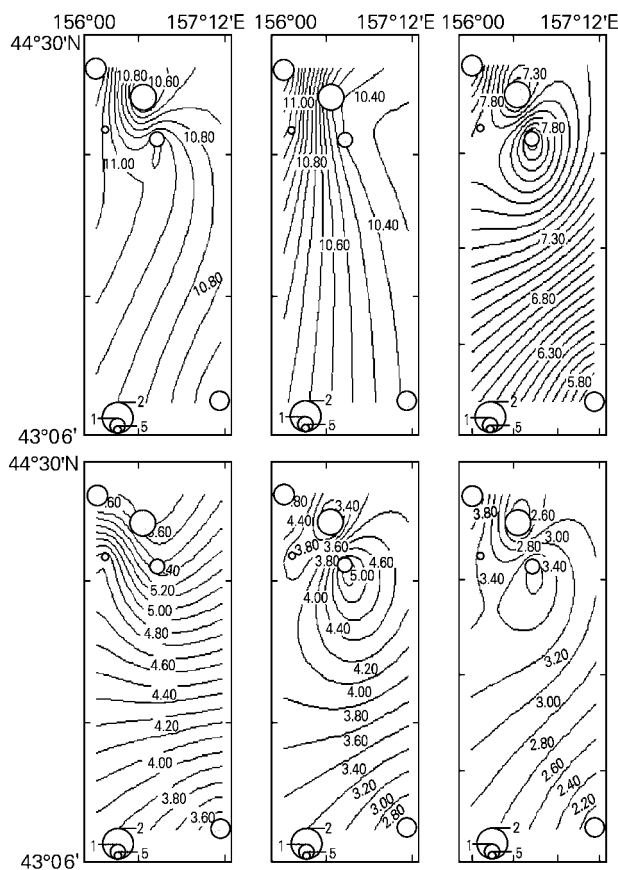


图 3 渔场 表层至 100 m 水层水温与对应的 CPUE 之间的关系

Fig.3 Relationship between isotherm in 0~100 m water stratum and CPUE correspondingly in fishing ground I

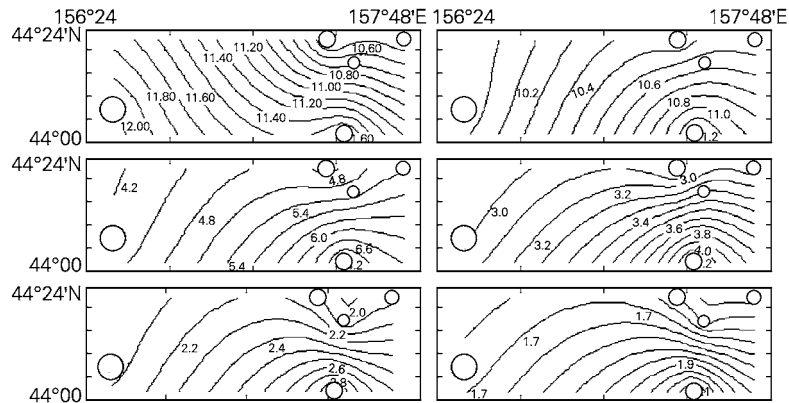


图 4 渔场 表层至 100 m 水层水温与对应的 CPUE 之间的关系

Fig.4 Relationship between isotherm in 0~100 m water stratums and CPUE correspondingly in fishing ground

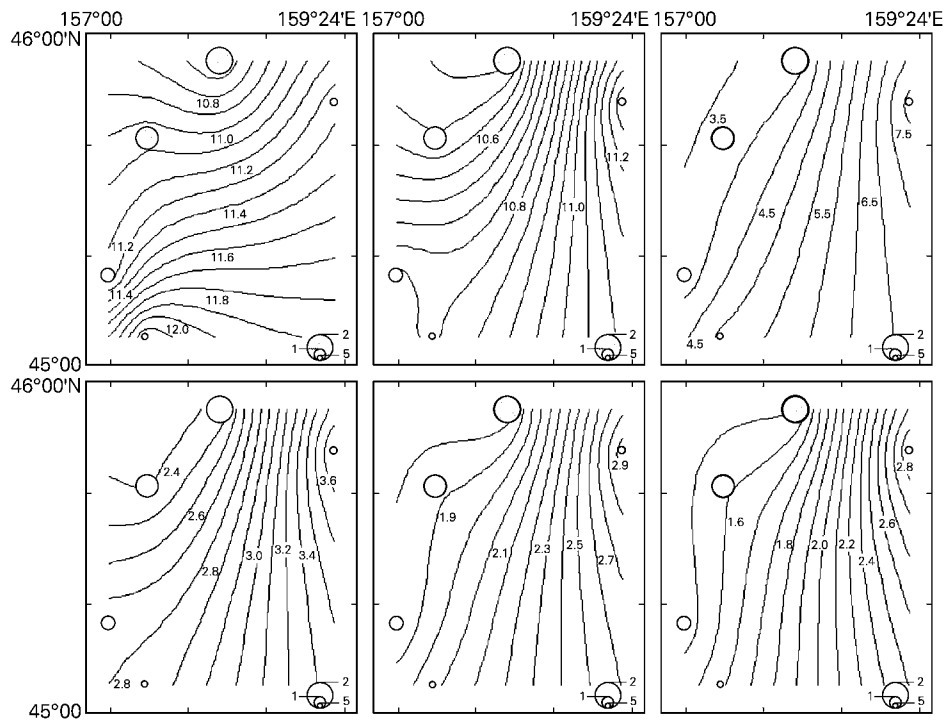


图 5 渔场 表层至 100 m 水层水温与对应的 CPUE 之间的关系

Fig.5 Relationship between isotherm in 0~100 m water stratums and CPUE correspondingly in fishing ground

渔场 : CPUE 最大时的 0~100 m(表层, 10, 11.71, 5.59, 2.95, 1.90 和 1.40 (图 6), 30, 50, 75 和 100 m)水层对应水温分别约为 12.54,

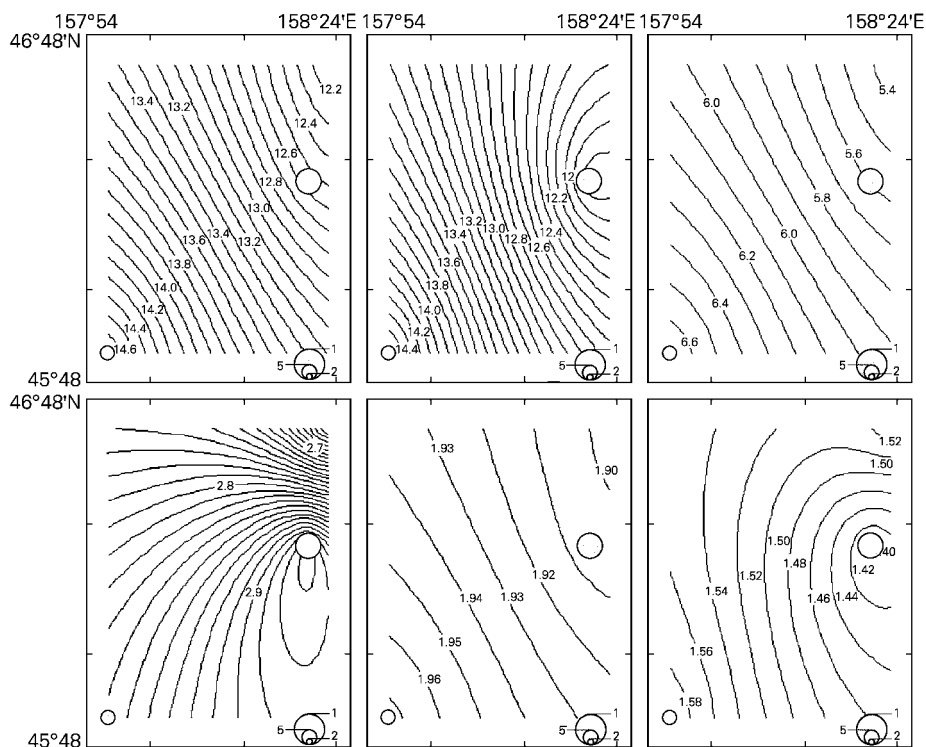


图 6 渔场 表层至 100 m 水层水温与对应的 CPUE 之间的关系

Fig.6 Relationship between isotherm in 0~ 100 m water stratum and CPUE correspondingly in fishing ground

综合渔场 ~ 可知, 50 m 和 100 m 水深处的等温线分布与 CPUE 分布有一定的关系, 但考虑到调查数据量较少, 这一点还需要进一步进行讨论和求证。CPUE 最高时各层水温范围分别为 10.60~12.54 (表层) 10.03~11.71 (10 m) 3.72~8.19 (30 m) 2.43~5.62 (50 m) 1.73~4.91 (75 m) 和 1.40~3.95 (100 m) 0~50 m 水层水温与 CPUE 关系不太明显, 但 50~100 m 水层时, 各渔场最高 CPUE 分布的各层温度范围较为接近, 50 m 水层为 3 左右, 75 m 水层约为 2, 100 m 水层为 1.50 左右。

### 3 结语

在北太平洋, 大规模的表温温度场所产生的不同变动模式会造成区域性生态系统产生较大的变化<sup>[2, 5]</sup>。Tian 等<sup>[8]</sup>分析表明, 黑潮水域的海洋条件变化, 如冬季表温可以作为太平洋秋刀鱼长期丰度变化趋势的一个非常有用的预测指标。作者只是初步的探讨了北太平洋秋刀鱼资源与水温之间的关系, 很多问题(如表温及水温断面季节性变化与年变动对北太平洋秋刀鱼资源、渔场及其生物学的影响等)限于现场条件

无法作进一步研究, 因此探究北太平洋秋刀鱼资源变动与水温, 或其他的环境因子(如盐度、溶解氧及大尺度气候等)变动之间的关系对开发北太平洋秋刀鱼资源有着非常重要的作用, 也是了解北太平洋秋刀鱼渔场的一个不可缺少的环节。

### 参考文献:

- [1] Fukushima S. Synoptic analysis of migration and fishing conditions of saury in the Northwestern Pacific[J]. *Ocean Bull Tohoku Reg Fish Res Lab*, 1979, 41: 1-70.
- [2] Hanawa K. Long-term variations in SST fields of the North Pacific Ocean[J]. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci*, 1995, 121: 25-36.
- [3] Kosaka S. Life history of Pacific saury *Cololabis saira* in the Northwest Pacific and consideration of resource fluctuation based on it[J]. *Bull Tohoku Natl Fish Res Inst*, 2000, 63: 1-96.
- [4] Kurita Y. Seasonal changes in spawning grounds and the abundance of egg-laying of Pacific saury[A]. Tohoku National Fisheries Research Institute. Annual Report of the Research Meeting on Saury Resource(49)[C]. Aomori,

- Japan: Tohoku National Fisheries Research Institute, 2001 : 203–205.
- [5] Nakamura H, Lin G, Yamagawa T. Decadal climate variability in the North Pacific during the recent decades[J]. **Bull Am Meteorol Soc**, 1997, 78 : 2 215– 2 225.
- [6] Tian Y, Akamine T, Suda M. Long-term variability in the abundance of Pacific saury in the Northwestern Pacific ocean and climate changes during the last century[J]. **Bull Jpn Soc Fish Oceanogr**, 2002, 66 : 16– 25.
- [7] Tian Y, Akamine T, Suda M. Variations in the abundance of Pacific saury (*Cololabis saira*) from the Northwestern Pacific in relation to oceanic– climate changes[J]. **Fish Res**, 2003, 60 : 439– 454.
- [8] Yongjun Tian, Yasuhiro Uenob, Maki Suda, *et al*. Decadal variability in the abundance of Pacific saury and its response to climatic/oceanic regime shifts in the northwestern subtropical Pacific during the last half century[J]. **Journal of Marine Systems**, 2004, 25 : 235– 257.
- [9] Watanabe Y, Kurita Y, Noto M, *et al*. Growth and Survival of Pacific saury *Cololabis saira* in the Kuroshio-oishio transitional waters[J]. **J Oceanogr**, 2003, 59 : 403 – 414.
- [10] 川崎健, 李大成, 张如玉 译. 中上层鱼类资源[M]. 北京: 农业出版社, 1986 : 48-52, 274-282.
- [11] Francis R C, Hare S R, Hollowed A B, *et al*. Effects of interdecadal climate variability on the oceanic ecosystems of the NE Pacific[J]. **Fish Oceanogr**, 1998, 7 : 1 – 21.
- [12] Beamish R J, Noakes D J, McFarlane G A, *et al*. The regime concept and natural trends in the production of Pacific salmon[J]. **Can J Fish Aquat Sci**, 1999, 56 : 516– 526.
- [13] Zhang C I, Lee J B, Kim S, *et al*. Climatic regime shifts and their impacts on marine ecosystems and fisheries resources in Korean waters [J]. **Prog Oceanogr**, 2004, 7 : 171–190.
- [14] Miller A J, Scheider N. Interdecadal climate regime dynamics in the North Pacific Ocean: theories, observations and ecosystem impacts [J]. **Prog Oceanogr**, 2000, 47 : 355– 379.
- [15] 王明彦, 张勋, 徐宝生. 秋刀鱼 *Cololabis saira* (Brevoort) 舷提网渔业的现状及发展趋势[J]. 现代渔业信息, 2003, 18 (4) : 3-7.
- [16] 孙满昌, 叶旭昌, 张健, 等. 西北太平洋秋刀鱼渔业探悉[J]. 海洋渔业, 2003, 25 (3) : 112-115.
- [17] 沈建华, 韩士鑫, 樊伟, 等. 西北太平洋秋刀鱼资源及其渔场[J]. 海洋渔业, 2004, 26 (1) : 61-65.
- [18] 汤振明, 黄洪亮, 石建高. 中国开发利用西北太平洋秋刀鱼资源的探讨[J]. 海洋渔业, 2004, 28 (10) : 56-59.
- [19] 水野惠介. 太平洋热带海域海洋变动[J]. 水产海洋研究会报, 1989, 53 (1) : 62- 70.

## Preliminary study on relationship between *Cololabis saira* fishing ground and temperature factor in the Northern Pacific Ocean

ZHU Guo-ping, ZHU Qing-cheng, CHEN Jin-tao, XU Wei, ZHANG Xian-cun

(Ocean College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 20009, China)

Received: Jul., 28, 2005

Key words: the Northern Pacific Ocean; *Cololabis saira*; fishing ground; temperature

**Abstract:** Based on the GIS technology, the paper analyzes the relationship between *Cololabis saira* resource and temperature factor with the data obtained by *Cololabis saira* survey in the Northern Pacific Ocean. The result indicates that the vertical range of thermocline in four fishing sub-grounds varied in 23.21 ~ 45.23 m, 9.26 ~ 26.16 m, 19.03 ~ 27.60 m, and 19.09 ~ 30.53 m respectively; The average thicknesses of thermocline are 22.02 m, 16.90 m, 8.57 m, and 11.44 m respectively. The temperature gradients in 0 ~ 50 m (50 ~ 100 m) strata of four fishing sub-grounds are 0.46 /m (0.40 /m), 0.36 /m (0.14 /m), 0.49 /m (0.24 /m), and 0.42 /m (0.18 /m) respectively. To the highest CPUE of four fishing grounds, the temperature ranges are insignificantly different in different strata, the temperatures in 50 m, 75 m, and 100 m stratum are 3.00, 2.00 and 1.50 respectively (本文编辑: 刘珊珊)