

文章编号: 1674-5566(2010)03-0378-07

西北太平洋柔鱼渔场变化与黑潮的关系

范江涛¹, 陈新军^{1 2 3}, 曹杰¹, 田思泉^{1 2 3}, 钱卫国^{1 2 3}, 刘必林^{1 2 3}

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306

2. 上海海洋大学大洋生物资源开发和利用上海市高校重点实验室, 上海 201306

3. 上海海洋大学大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 柔鱼是北太平洋海域的重要经济头足类, 黑潮的变化直接影响着柔鱼渔场形成及其空间分布。利用1998—2007年黑潮分布类型, 结合同期8—10月我国鱿钓渔船生产数据, 分析北太平洋柔鱼渔场变化与黑潮分布的关系。在 $25^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$ $125^{\circ} \sim 150^{\circ} \text{E}$ 海域内, 以空间分布率经纬度 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 为一个空间单元, 共分A($140^{\circ} \sim 145^{\circ} \text{E}$ $35^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$)、B($145^{\circ} \sim 150^{\circ} \text{E}$ $35^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$)、C($135^{\circ} \sim 140^{\circ} \text{E}$ $30^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{N}$)、D($140^{\circ} \sim 145^{\circ} \text{E}$ $30^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{N}$)和E($145^{\circ} \sim 150^{\circ} \text{E}$ $30^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{N}$)5个区, 将黑潮分布类型分为大弯曲型、小弯曲型和平直型3种。利用渔场重心的纬度向变化作为柔鱼渔场变动的指标。研究认为, A区黑潮分布特征对柔鱼渔场重心纬度影响最大, 其次为B区和C区, 而其它区影响则不明显。A区出现黑潮大弯曲型时, 柔鱼渔场重心明显偏北且概率高; 小弯曲型或平直型时, 柔鱼渔场重心明显偏南。研究认为, 黑潮流轴的走向影响着柔鱼渔场的空间分布。

关键词: 柔鱼; 黑潮; 北太平洋; 渔场变化

中图分类号: S931.4 **文献标识码:** A

The variation of fishing ground of *Ommastrephes bartramii* in the Northwest Pacific concerning with Kuroshio current

FAN Jiang-tao¹, CHEN Xin-jun^{1 2 3}, CAO Jie¹, TIAN Si-quan^{1 2 3}, QIAN Wei-guo^{1 2 3}, LU Bi-lin^{1 2 3}

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Key Laboratory of Oceanic Fisheries Resources Exploitation of Shanghai Education Commission, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

3. Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: *Ommastrephes bartramii* is one of the important economic cephalopod in the north Pacific and Kuroshio current has a great impact on the forming of fishing ground for *Ommastrephes bartramii*. Based on the data of Kuroshio current and squid jigging of Chinese mainland fishing fleet during August to October from 1998 to 2007, the variation of the fishing ground mainly concerning with the distribution of the Kuroshio current is analyzed. In the area of $25^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$ and $125^{\circ} \sim 150^{\circ} \text{E}$, five sub-areas were set up based on spatial resolution 5 degrees latitude and 5 degrees longitude, i.e. $140^{\circ} \sim 145^{\circ} \text{E}$ and $35^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$ (area A), $145^{\circ} \sim 150^{\circ} \text{E}$ and $35^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$ (area B), $135^{\circ} \sim 140^{\circ} \text{E}$ and $30^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{N}$ (area C), $140^{\circ} \sim 145^{\circ} \text{E}$ and $30^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{N}$

收稿日期: 2009-11-13

基金项目: 国家“八六三”高技术研究发展计划(2007AA092202, 2007AA092201); 国家科技支撑计划(2006BAD09A05); 上海市捕捞学重点学科项目(S0702)

作者简介: 范江涛(1987—), 男, 硕士研究生, 专业方向为海洋渔业科学与技术研究。E-mail: jft@smail.shou.edu.cn

通讯作者: 陈新军, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

(area D), 145°—150° E and 30°—35° N (area E). Three types of Kuroshio distribution have been classified as big bending, small bending and straight patterns. The variation on gravity center of fishing ground in the latitude is recognized as an indicator reflecting the changes of fishing ground for *O. bartramii*. The results indicated that the distribution type of Kuroshio in the A area seriously affected fishing ground, the next is areas B and C, while the other areas have no significant relationship with fishing ground. While a big bending pattern occurs in the A area, the fishing ground will generally shift more northwards. While small bending or straight pattern of Kuroshio occurs in the A area, the fishing ground will generally shift towards south. This paper concluded that the bending pattern of Kuroshio affects the spatial distribution of fishing ground of *O. bartramii*.

Key words: *Ommastrephes bartramii*; Kuroshio current; north Pacific; variation of fishing ground

柔鱼 (*Ommastrephes bartramii*)广泛分布在北太平洋海域^[1-2],并被规模性开发,是目前世界上重要经济大洋性柔鱼类之一^[1]。我国于1993年开始对北太平洋海域的柔鱼资源进行开发,目前年产量稳定在8~11万吨之间^[1],已是我国重要的商业性开发种类^[2]。

柔鱼通常在夏季随着黑潮北上,进行索饵洄游,并在黑潮和亲潮交汇区形成渔场^[1]。黑潮大弯曲现象使西北太平洋海况异常,从而影响该区域的中上层鱼类资源和渔获量,这是海洋渔业学家所公认的^[3-4]。沈惠明^[3]研究认为,1999年黑潮弯曲现象带来异常的海况,使金枪鱼、鲣鱼出现10多年来未有的大丰产,而秋刀鱼和鲑鱼则减产。邵全琴等^[4]对西北太平洋柔鱼渔场分布与黑潮亲潮交汇模式进行了探讨。国内外学者如陈新军^[5-10]、刘洪生^[11]、Yasu等^[12-14]、村田守等^[15]也对北太平洋柔鱼资源、渔场与海洋环境的关系进行了研究。柔鱼随黑潮北上进行索饵洄游,因此黑潮的势力及其走向,特别是弯曲程度,可能对柔鱼洄游分布和渔场形成产生重要影响。为此,本文尝试根据1998—2007年8—10月我国鱿钓船在北太平洋的生产数据,结合同期黑潮分布图,分析黑潮变化与柔鱼中心渔场分布之间的关系,以便为资源分布和渔场预报提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

我国鱿钓船在北太平洋的生产数据来自上海海洋大学鱿钓技术组,数据覆盖1998—2007年8—10月,包括作业月份、作业位置并与之相对的

作业次数、产量。1998—2007年黑潮分布图来自日本气象厅^[16],海域选择为25°~40°N,125°~150°E,空间分布率为经纬度5°×5°。

1.2 研究方法

1.2.1 黑潮分析

在黑潮流经海域(25°~40°N,125°~150°E),以空间分布率经纬度5°×5°为一个空间单元,共分A(140°~145°E,35°~40°N)、B(145°~150°E,35°~40°N)、C(135°~140°E,30°~35°N)、D(140°~145°E,30°~35°N)和E(145°~150°E,30°~35°N)5个小区。同时根据黑潮分布的弯曲程度将其分为大弯曲型、小弯曲型和和平直型3种类型,并分别以3、2、1来表示。根据对A、B、C、D和E5个区黑潮分布的目测情况,获得1998—2007年8—10月柔鱼渔汛旺期各旬黑潮弯曲程度,具体见表1。

1.2.2 渔场重心计算

按月份进行柔鱼作业渔场重心计算,其公式为^[17]

$$\text{渔场重心经度} = (\text{经度} \times \text{作业次数}) / (\text{合计作业次数}) \quad (1)$$

$$\text{渔场重心纬度} = (\text{纬度} \times \text{作业次数}) / (\text{合计作业次数}) \quad (2)$$

1.2.3 作业渔场空间分布与黑潮的关系

由于柔鱼随黑潮自南向北进行索饵洄游,并在39°~46°N海域形成渔场^[1],因此着重研究黑潮分布与渔场重心纬度的关系。利用灰色系统关联度分析法^[18-19],分析5个小区黑潮分布类型与作业渔场空间分布的关系。以各年度渔场重心纬度作为母序列,以5个小区黑潮分布类型作为子序列。

表 1 1998—2007年 8—10月 25°~40°N和 125°~150°E海域黑潮空间分布类型
 Tab 1 Distribution type of Kuroshio current in the areas of 25°~40°N and 125°~150°E
 during August to October from 1998 to 2007

年月	A	B	C	D	E	年月	A	B	C	D	E
98年 8月上旬	3	2	3	2	1	03年 8月上旬	2	2	2	2	1
98年 8月中旬	3	1	3	2	2	03年 8月中旬	2	2	2	2	1
98年 8月下旬	2	2	3	2	2	03年 8月下旬	2	2	2	2	1
98年 9月上旬	2	2	3	2	2	03年 9月上旬	2	2	2	2	1
98年 9月中旬	2	2	2	2	2	03年 9月中旬	2	2	2	2	2
98年 9月下旬	2	2	2	2	2	03年 9月下旬	2	2	2	2	2
98年 10月上旬	1	2	3	2	1	03年 10月上旬	2	2	2	2	2
98年 10月中旬	2	2	3	2	1	03年 10月中旬	2	2	2	2	2
98年 10月下旬	1	3	3	2	2	03年 10月下旬	2	2	2	2	2
99年 8月上旬	3	3	2	2	1	04年 8月上旬	2	2	3	1	2
99年 8月中旬	3	2	2	2	2	04年 8月中旬	3	2	3	1	1
99年 8月下旬	3	2	2	2	2	04年 8月下旬	3	2	3	1	1
99年 9月上旬	3	3	2	2	1	04年 9月上旬	3	2	3	1	1
99年 9月中旬	3	3	2	2	1	04年 9月中旬	3	2	3	1	1
99年 9月下旬	3	3	2	2	1	04年 9月下旬	2	2	3	1	1
99年 10月上旬	3	3	2	2	1	04年 10月上旬	3	2	3	1	1
99年 10月中旬	3	3	2	2	1	04年 10月中旬	3	2	3	1	1
99年 10月下旬	3	1	3	3	1	04年 10月下旬	3	2	3	1	2
00年 8月上旬	3	3	3	2	1	05年 8月上旬	2	2	3	2	1
00年 8月中旬	3	3	3	2	1	05年 8月中旬	2	2	2	2	2
00年 8月下旬	2	2	3	3	1	05年 8月下旬	2	2	2	2	2
00年 9月上旬	2	2	3	3	1	05年 9月上旬	2	1	2	2	2
00年 9月中旬	3	2	3	3	1	05年 9月中旬	3	2	2	2	2
00年 9月下旬	2	2	3	2	1	05年 9月下旬	3	2	2	2	2
00年 10月上旬	3	2	3	3	1	05年 10月上旬	3	1	1	2	2
00年 10月中旬	2	2	2	3	1	05年 10月中旬	3	1	1	2	2
00年 10月下旬	3	2	2	3	1	05年 10月下旬	3	1	2	2	2
01年 8月上旬	3	2	2	2	1	06年 8月上旬	1	2	2	3	2
01年 8月中旬	3	2	2	2	1	06年 8月中旬	1	2	2	2	2
01年 8月下旬	3	2	2	2	1	06年 8月下旬	1	1	2	2	2
01年 9月上旬	3	2	3	2	1	06年 9月上旬	1	1	2	2	2
01年 9月中旬	3	2	2	2	1	06年 9月中旬	1	1	2	3	2
01年 9月下旬	3	2	2	2	2	06年 9月下旬	1	2	2	3	2
01年 10月上旬	3	3	2	3	1	06年 10月上旬	1	2	2	3	2
01年 10月中旬	3	3	2	3	1	06年 10月中旬	2	1	2	3	2
01年 10月下旬	3	2	2	3	1	06年 10月下旬	3	1	2	3	2
02年 8月上旬	2	1	2	2	2	07年 8月上旬	2	1	3	2	2
02年 8月中旬	2	1	2	2	1	07年 8月中旬	2	1	3	3	2
02年 8月下旬	2	2	2	2	1	07年 8月下旬	2	2	3	3	2
02年 9月上旬	2	2	2	2	1	07年 9月上旬	2	1	3	2	2
02年 9月中旬	2	2	2	2	1	07年 9月中旬	2	1	2	2	2
02年 9月下旬	2	2	2	2	1	07年 9月下旬	3	1	3	2	2
02年 10月上旬	2	2	2	2	1	07年 10月上旬	3	2	2	2	1
02年 10月中旬	2	2	2	2	1	07年 10月中旬	3	2	2	2	1
02年 10月下旬	3	2	2	2	1	07年 10月下旬	2	2	2	2	1

注: A为 140°~145°E 35°~40°N B为 145°~150°E 35°~40°N C为 135°~140°E 30°~35°N D为 140°~145°E 30°~35°N E为 145°~150°E 30°~35°N

2 结果

2.1 黑潮分布分析

根据表 1 的统计分析, 1998—2007 年间黑潮空间分布情况如下: A 区内, 大弯曲线所占比重最高, 为 46.67%; 其次为小弯曲线, 占总数的 43.33%; 直线型仅占总数的 10%。B 区内, 小弯曲线所占比重最高, 为 67.78%, 其次是直线型和大弯曲线, 分别占总数的 20% 和 12.22%。C 和 D 区内, 同样以小弯曲线为主, 分别占总数的 63.33% 和 70.0%, 大弯曲线分别占总数的 34.45% 和 20.0%, 直线型分别占总数的 2.22% 和 10%。E 区内, 直线型所占比重最大, 为 55.56%; 其次为小弯曲线, 占总数的 44.44%, 而大弯曲线所占比重为 0%。

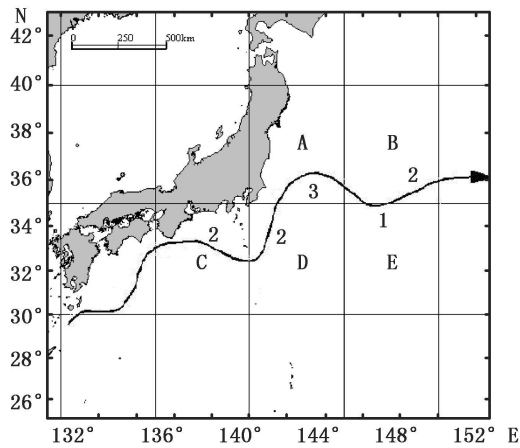


图 1 黑潮路径示意图

Fig 1 General view of kuroshio current

2.2 渔场空间分布分析

1998—2007 年 8、9 和 10 月份 3 个月作业渔场重心分布如表 2 所示, 并计算出不同年份 8—10 月作业渔场重心的平均纬度。各年度其平均纬度值如下: 1998 年为 43.1°N, 1999 年为 43.26°N, 2000 年为 44.04°N, 2001 年为 43.38°N, 2002 年为 41.98°N, 2003 年为 41.95°N, 2004 年为 42.52°N, 2005 年为 43.03°N, 2006 年为 42.52°N, 2007 年为 42.93°N。其中, 2000 年作业渔场平均重心处于最北端, 而 2003 年处于最南端 (图 2)。

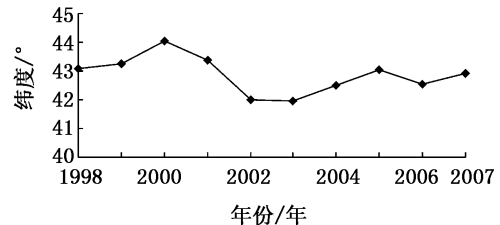


图 2 各年度 8—10 月柔鱼作业渔场重心的平均纬度分布图

Fig 2 Annual distribution of average latitude for gravity center of fishing ground during August to October

2.3 渔场空间分布与黑潮的关系分析

以 X 轴表示时间, Y 轴表示黑潮的弯曲程度和渔场重心纬度, 绘制 A、B、C、D、E 各区内黑潮分布特征与渔场重心纬度的关系图, 其中粗线表示黑潮特征, 细线表示渔场重心纬度 (图 3—7)。从图中可以看出, A 区中黑潮分布特征与渔场重心纬度的对应关系明显, 而 B、C、D、E 区的对应关系相对不明显。

表 2 1998—2007 年 8—10 月柔鱼作业渔场重心空间分布

Tab 2 Gravity center distribution of fishing ground for *Q. bartramii* during August to October from 1998 to 2007

年份	作业渔场重心	8月	9月	10月	年份	作业渔场重心	8月	9月	10月
1998	经度 (°E)	154.51	156.29	158.92	2003	经度 (°E)	158.22	154.06	151.79
	纬度 (°N)	42.46	43.21	43.64		纬度 (°N)	41.61	42.48	41.76
1999	经度 (°E)	156.81	159.22	158.15	2004	经度 (°E)	154.89	156.55	155.42
	纬度 (°N)	42.66	43.86	43.26		纬度 (°N)	42.64	42.74	42.19
2000	经度 (°E)	156.32	159.2	161.24	2005	经度 (°E)	153.58	155.57	154.36
	纬度 (°N)	43.57	44.41	44.13		纬度 (°N)	41.95	43.9	43.26
2001	经度 (°E)	155.32	157.88	158.63	2006	经度 (°E)	152.25	154.27	154.33
	纬度 (°N)	42.9	43.67	43.57		纬度 (°N)	41.75	43.14	42.67
2002	经度 (°E)	163.14	156.86	156.17	2007	经度 (°E)	154.74	155.55	154.35
	纬度 (°N)	40.98	42.56	42.41		纬度 (°N)	41.91	44.14	42.75

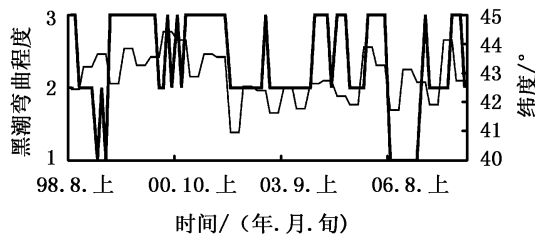


图 3 A空间内黑潮弯曲程度与渔场重心纬度的关系
Fig 3 Relationship between Kuroshio bending and fishing ground in area A

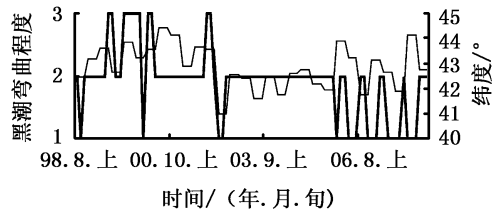


图 4 B空间内黑潮弯曲程度与渔场重心纬度的关系
Fig 4 Relationship between Kuroshio bending and fishing ground in area B

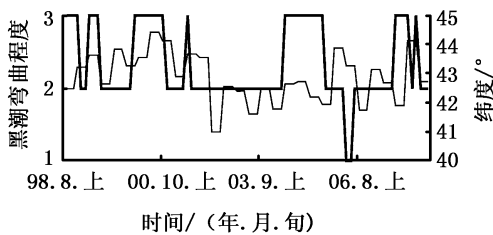


图 5 C空间内黑潮弯曲程度与渔场重心纬度的关系
Fig 5 Relationship between Kuroshio bending and fishing ground in area C

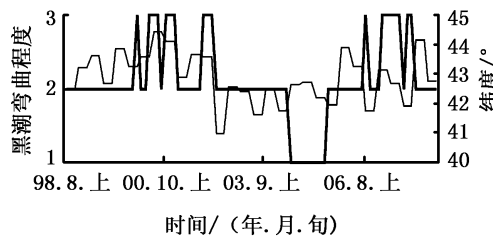


图 6 D空间内黑潮弯曲程度与渔场重心纬度的关系
Fig 6 Relationship between Kuroshio bending and fishing ground in area D

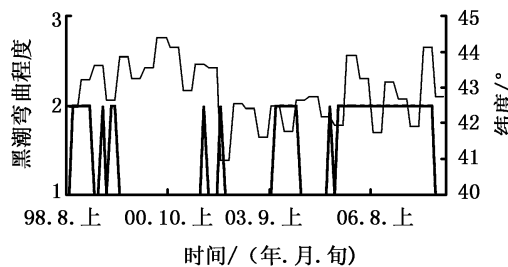


图 7 E空间内黑潮弯曲程度与渔场重心纬度的关系
Fig 7 Relationship between Kuroshio bending and fishing ground in area E

将黑潮弯曲度与渔场重心的纬度间的关系用灰色关联度分析, 结果表明: A区的关联系数为 0.760 2, B为 0.727 8, C为 0.706 9, D为 0.697 7, E为 0.619 8. 因此, A区内的黑潮分布特征与渔场重心的纬度关联度为最大, 其次为 B区和 C区, 最低为 E区. 分析还表明, A区内发生大弯曲型(3)时, 渔场重心纬度明显偏高; 发生小弯曲型(2)或平直型(1)时, 渔场重心纬度则相对偏低(图 3).

本文选择 2000 年(渔场重心最北)和 2003 年(渔场重心最南)作为特例, 来分析黑潮空间分布类型与渔场重心的关系. 分析发现(图 8), 2000 年作业渔场重心纬度值最高, A空间内黑潮明显形成一个大弯曲型; 而 2003 年作业渔场重心纬度值最低, A空间内黑潮分布基本呈现直线或小弯曲(图 8).

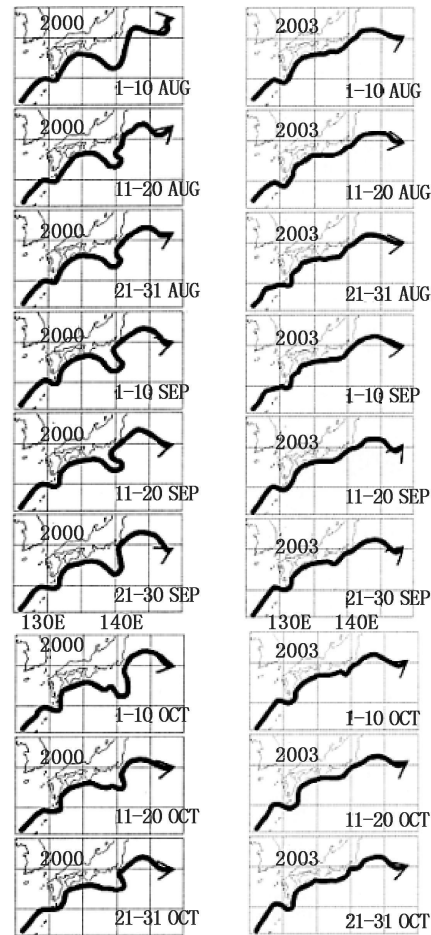


图 8 2000 年(A区大弯曲)和 2003 年(A区小弯曲)黑潮空间分布

Fig 8 Distribution of Kuroshio in 2000 (big bending in area A) and 2003 (small bending in area A)

3 讨论

在西北太平洋, 强大的黑潮与亲潮所形成的交汇区, 为海洋生物的生长与发育带来了丰富的饵料, 使该海域成为世界海洋中渔业产量最高的水域之一^[20]。研究表明, 黑潮路径的变化会对西北太平洋海况和生物量产生影响, 从而影响该区域的渔况和产量^[21]。

西北太平洋柔鱼渔场主要是黑潮和亲潮交汇形成的流隔渔场, 黑潮与亲潮的强弱决定了流隔的位置, 从而影响渔场分布^[22-24]。Kamatsu等^[25]发现黑潮发生弯曲时, 浮游动植物向北分布, 从而使得柔鱼渔场北移。Suginori等^[26]发现在黑潮发生大弯曲时, 鱼卵输送到孵化场的比率要比平直期高。但是日本沙丁鱼 (*Sardinops melanostictus*) 的补充量在大弯曲时要少。这是因为弯曲时黑潮势力增强, 黑潮入侵导致的觅食环境恶劣造成的。陈新军等^[10]探讨了西北太平洋柔鱼渔场和黑潮与亲潮强弱的关系, 研究发现黑潮势力较强、亲潮势力较弱时, 渔场位置偏北, 反之则偏南。另外, 黑潮变化可能会影响到海洋表面温度 (SST) 的变化, 从而影响了中上层鱼类补充量的变化和渔场的分布^[27]。Aoki和Miyashita^[20]对日本鳀 (*Engraulis japonicus*) 幼体的

研究发现, 随着离岸距离的增加, 幼体的平均体长增加。这可能是由于较大个体的幼鱼洄游到亚北极辐合区的北部, 而柔鱼是以鳀鱼为饵料生物, 从而间接影响柔鱼渔场的分布。

沈明球等^[28]认为, 当黑潮弯曲时形成的冷水团的面积越大, 黑潮势力越强。黑潮势力的增强导致黑潮与亲潮交汇的锋区北移, 而使得渔场位置偏北。另外当黑潮由沿岸路线发生弯曲时需要有一个侧向力, 故而在黑潮弯曲时在近岸的位置会形成一个漩涡。而在黑潮的末端也会形成一个漩涡来阻止黑潮弯曲的继续发展。这个黑潮末端的漩涡会使营养盐上翻, 浮游生物量增加, 造成渔场的北移^[29]。邵全琴等^[4]对西北太平洋柔鱼渔场的分布模式研究发现涡流渔场 (即黑潮分支与亲潮分支交汇形成的暖涡) CPUE最高, 这也从侧面印证了本文的结论。由于柔鱼的分布受 SST 的影响较大, 当 A 区发生大弯曲时, 柔鱼适宜栖息的水温 15~20℃等温线向北突出, 渔场位置偏北。根据美国 NOAA 海洋遥感数据库的 SST 数据 (<http://oceanwatch.pifsc.noaa.gov/las/>), 2000年8-10月在作业渔场内 (155°E 35°~46°N 纬度向) 15~20℃等温线明显北移, 而 2003年同时期 15~20℃等温线则南移, 恰好说明了这点 (图 9)。

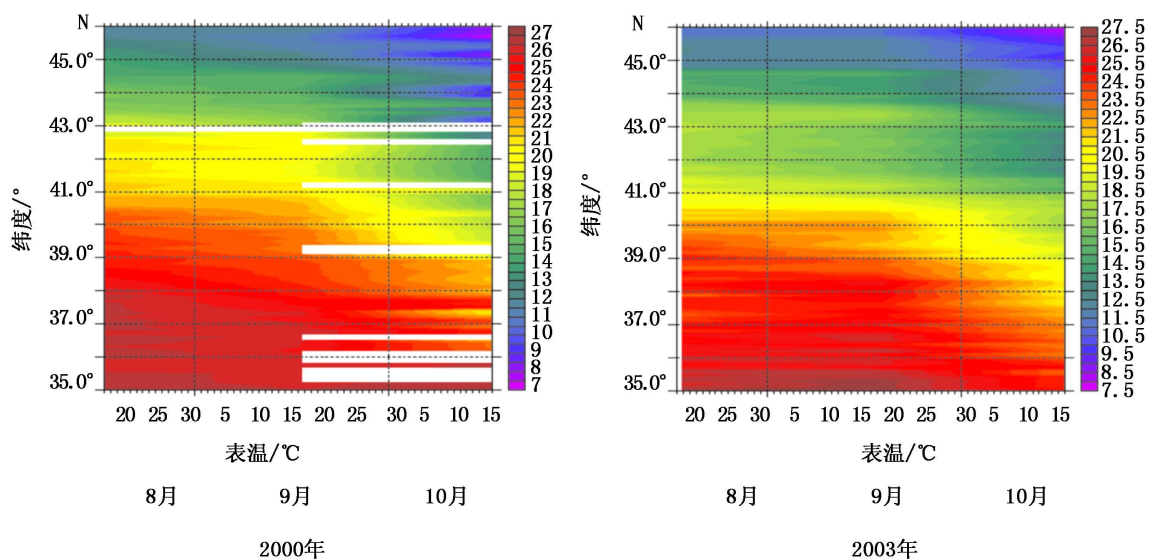


图 9 2000年和 2003年 8—10月 (155°E 35°~46°N) 表层水温比较

Fig 9 Comparison of sea surface temperature in the waters of 155°E and 35°-46°N from Aug to Oct in 2000 and 2003

本文只对黑潮分布进行了定性的分析,定量研究需要在下一步进行。8—10月份生产统计只采用了我国鱿钓船的数据,其他国家和地区的统计数据难以获得,不过我国鱿钓产量占了绝大多数^[21],且 $150^{\circ}\sim 165^{\circ}\text{E}$ 海域是8—10月传统作业渔场,因此研究结果具有一定的代表性。

参考文献:

- [1] 陈新军,刘必林,王尧耕.世界头足类[M].北京:海洋出版社,2009:5—20
- [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] 沈惠明.1999年6—12月北太平洋鱿钓渔场海况总结[J].远洋渔业,2000(3):15—18
- [4] 邵全琴,戎恺,马巍巍,等.西北太平洋柔鱼中心渔场分布模式研究[J].地理研究,2004,23(1):1—9
- [5] 陈新军,许柳雄.北太平洋($150^{\circ}\sim 165^{\circ}\text{E}$)海域柔鱼渔场与表温及水温垂直结构的关系[J].海洋湖沼通报,2004(2):42—43
- [6] 陈新军,刘必林.2004年北太平洋柔鱼产量分析及作业渔场与表温的关系[J].湛江海洋大学学报,2005,12(6):43—44
- [7] 陈新军.西北太平洋柔鱼渔场与水温因子关系的探讨[J].上海水产大学学报,1995,4(3):181—185
- [8] 陈新军.关于西北太平洋的柔鱼渔场形成的海洋环境因素的分析[J].上海水产大学学报,1997,6(4):263—267
- [9] 陈新军.北太平洋($160^{\circ}\sim 170^{\circ}\text{E}$)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
- [10] 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
- [11] 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
- [12] Yatsu A. Distribution of flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific based on a jigging survey 1976—1983. Bull Natl Res Inst Far Seas Fish Rj. 1992,29:13—37
- [13] Yatsu A, Watanabe T. Interannual variability in neon flying squid abundance and oceanographic conditions in the Central North Pacific Ocean 1982—1992. Bull Natl Res Inst Fish Rj. 1996,33:123—138
- [14] Yatsu A, Watanabe T, Mori J, et al. Interannual variability in stock abundance of the neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific Ocean during 1979—1998: impact of driftnet fishing and oceanographic conditions[J]. Fisheries Oceanography, 2000, 9(2): 163—170
- [15] 村田守.北太平洋巴特柔鱼(*Ommastrephes bartramii*)鱿钓业的八年(1976—1983)调查[J].远洋渔业,1994(3):22—29
- [16] 日本气象厅.旬别黑潮流轴图[DB/OL]. [2009-09-02]. <http://www.data.kishou.go.jp/kyou/db/kaiky/seiryu/junkyo.htm>
- [17] 陈新军,钱卫国,许柳雄,等.北太平洋 $150^{\circ}\text{E}\sim 165^{\circ}\text{E}$ 海域柔鱼重心渔场的年间变动[J].湛江海洋大学学报,2003,23:26—32
- [18] 唐启义,冯明光.DPS数据处理系统[M].上海:科学出版社,2007:327—343
- [19] 颜月珠.商用统计学[M].台北:三民书局(省),1985:787
- [20] Aoki, I, Miyashita K. Dispersion of larvae and juveniles of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in the Kuroshio Extension and Kuroshio-Oyashio transition regions western North Pacific Ocean[J]. Fisheries Research, 2000, 9: 155—164
- [21] 王尧耕,陈新军.世界大洋性经济柔鱼类资源及其渔业[M].北京:海洋出版社,2005:263—267
- [22] 邵全琴,马巍巍,陈卓奇,等.西北太平洋黑潮路径变化与柔鱼 CPUE 的关系研究[J].海洋与湖沼,2005,36(2):112—121
- [23] 唐玉顺.西北太平洋柔鱼渔场与流隔间的关系[J].上海水产大学学报,1996,5(2):110—114
- [24] Takagi K, Yatsu A. Age and growth of lanternfishes *Symphotoporus californiensis* and *Ceratoscopelus warmingtoni* (Mycetophidae) in the Kuroshio-Oyashio Transition Zone[J]. Ichthyological Research, 2006, 53: 281—289
- [25] Komatsu K, Matsukawa Y, Nakata K, et al. Effects of advective processes on planktonic distributions in the Kuroshio region using a 3-D lower trophic model and a data assimilative OGCM[J]. Ecological Modelling, 2007, 202: 105—119
- [26] Sugimoto T, Kobayashi M. Numerical Studies on the Influence of the Variations of the Kuroshio Path on the Transport of Fish Eggs and Larvae[J]. Geodunai, 1988, 16(1): 113—117
- [27] Watanabe Y. Recruitment variability of small pelagic fish populations in the Kuroshio-Oyashio transition region of the western north Pacific[J]. Northwest Fish Sci, 2009, 41: 197—204
- [28] 沈明珠,房建孟.黑潮大弯曲的灰色分析和预测[J].海洋通报,1997,16(2):11—19
- [29] Kurogi M, Akitomo K. Effects of stratification on the stable paths of the Kuroshio and on their variation[J]. Deep-Sea Research, 2006, 53(1): 1564—1577