

黑潮调查研究论文选

(二)

国家海洋局科技司

海洋出版社

黑潮调查研究论文选

(二)

国家海洋局科技司

海洋出版社

1990年·北京

内 容 简 介

本论文选汇集33篇中日黑潮合作调查研究的中方论文,主要内容是根据1987年4个航次的调查资料。介绍了东海黑潮区、日本以南海域的水文特征、水团、流场结构、化学要素分布及生物种类、数量、生产力等问题。

本书可供从事海洋、气象、地理、水产、环保、军事、航海以及海洋开发等科研、教学、监测和生产等部门参考与使用。

主 编 苏纪兰
副 主 编 陈则实 余国辉
编 委 孙秉一 孙湘平 吴宝铃 杨德全
张金标 周明煜 黄世玫 浦泳修
管秉贤
特约编辑 黎淑珍 宣维莹
责任编辑 王小南

黑潮调查研究论文选(二)

国家海洋局科技司

※

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街1号)

海洋出版社发行处发行 青岛印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.4 字数: 520 千字

1990年12月第一版 1990年12月第一次印刷

印 数: 1—1000 册

※

ISBN 7-5027-1018-3/P·233 ¥: 19.00元

前 言

黑潮与大西洋的湾流齐名,是太平洋西边界一支高温高盐水流,以流速强、流量大、流幅窄和流程长而著称。它起源于菲律宾以东海域,流经我国台湾以东,进入东海,穿越吐噶喇海峡,经日本以南海域,汇入北太平洋海流。黑潮的存在与变异,对中国沿海和日本南部及东部海域的海洋环境、沿海气候、渔业资源等均有较大影响。

中国和日本两国充分认识到黑潮对两国的这些影响,很早便开始了对黑潮的调查研究,对黑潮有了初步的了解和认识。但是黑潮是一个整体,中日两国各自的调查研究都有一定的局限性。为适应开发利用海洋的新形势,中国国家海洋局和日本国科学技术厅经过多次磋商和谈判,正式签署了《中华人民共和国国家海洋局和日本国科学技术厅关于黑潮合作调查项目实施协议》。这个协议为期7年,从1986年正式开始执行。

这次合作调查研究的内容包括5个方面:

1. 阐明黑潮流经海域海况变异机制;
2. 阐明黑潮流经海域生物生产机制;
3. 阐明黑潮的净化机制;
4. 黑潮流经海域海洋-大气相互作用;
5. 弄清调查研究海域的热能和功能。

合作调查研究的海域为黑潮进入东海至黑潮汇入北太平洋海流所流经的海域。合作调查研究的方法是双方各自派遣调查船进行调查,双方派科学家上对方船上参加调查,并到对方实验室从事合作研究。每年出版《黑潮图集》,定期召开学术研讨会。

根据中日两国协议,国家海洋局1986年开始海上调查,投入调查的船只有“向阳红09”船和“实践”船。参加调查研究的单位主要有国家海洋局北海分局、东海分局、第一海洋研究所、第二海洋研究所、海洋资料中心等单位。在1984年至1985年黑潮试验性调查的基础上,第一年主要是对台湾暖流、东海黑潮主干区、对马暖流区及琉球群岛以东黑潮流经海域进行概查,其目的是通过概查,进一步确定重点调查海区 and 重点研究解决的课题。

1987年两条船共进行了4个航次的调查,调查的时间是:“向阳红09”船1987年7~8月和1987年12月~1988年1月;“实践”船1987年夏季和冬季。调查的项目为海洋水文、气象、生物、化学等学科诸要素综合调查。对重点测流区布放了锚系测流浮标,4个航次共完成大面测站390个。

在1984年至1985年黑潮试验性调查阶段,国家海洋局第一海洋研究所、第二海洋研究所曾编辑出版了《黑潮调查研究论文集》。由于中日合作黑潮调查研究为期7年,论文必将很多,不能全部收集出版,只能选取部分论文,分期陆续出版《黑潮调查研究论文选》。这次出版的《黑潮调查研究论文选(二)》是根据1987年4个航次的调查资料和参考日本的同年部分调查资料撰写的,经过专家评审推选出的部分论文。文选有不妥之处,敬请有关专家批评指正,以促进中日合作黑潮调查研究的进展。

《黄渤海海洋》和《东海海洋》两编辑部参加了本文选的编辑等工作。

国家海洋局科学技术司司长 朱文学

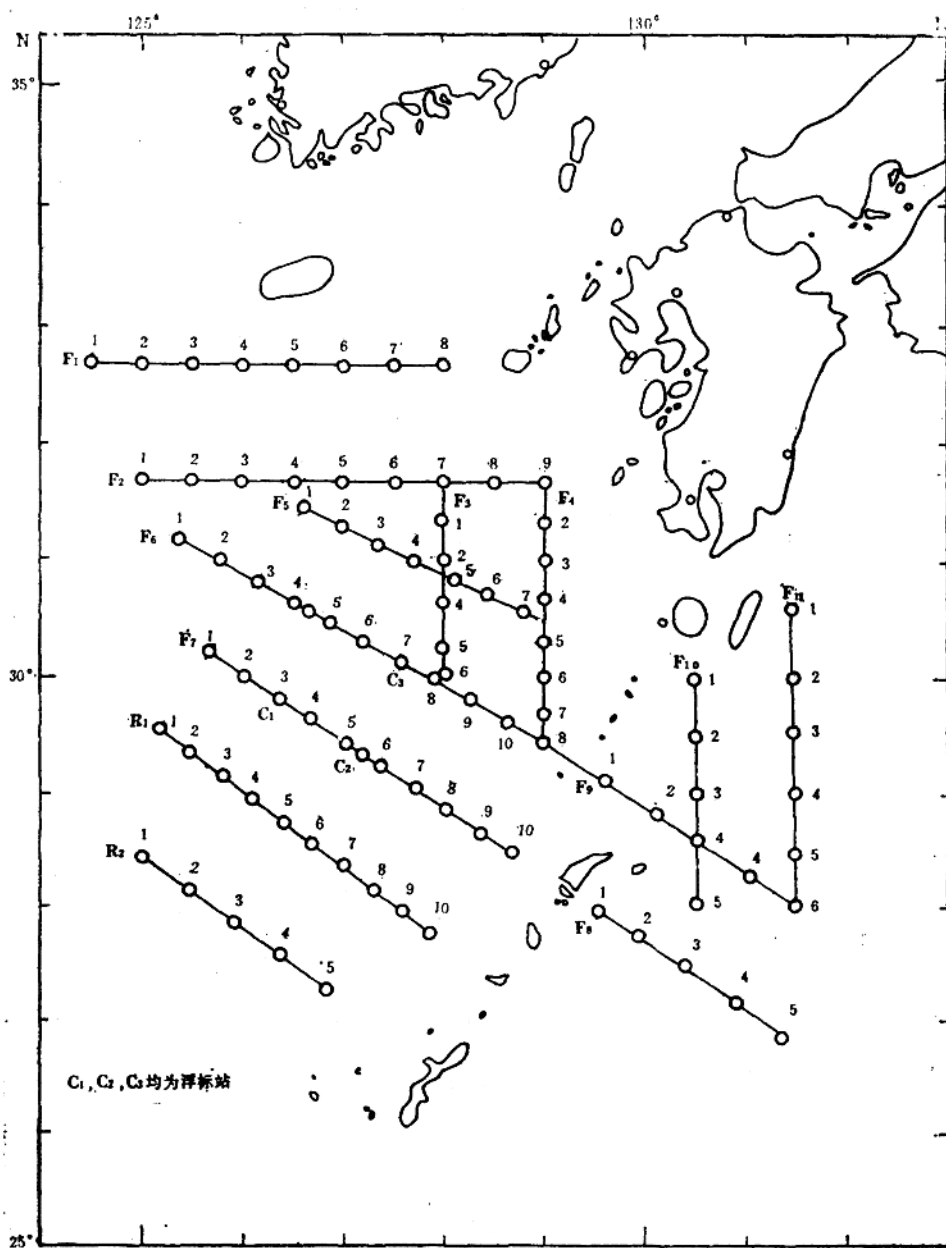


图1 1987年夏季(7~8月)“向阳红09”号船调查站位图

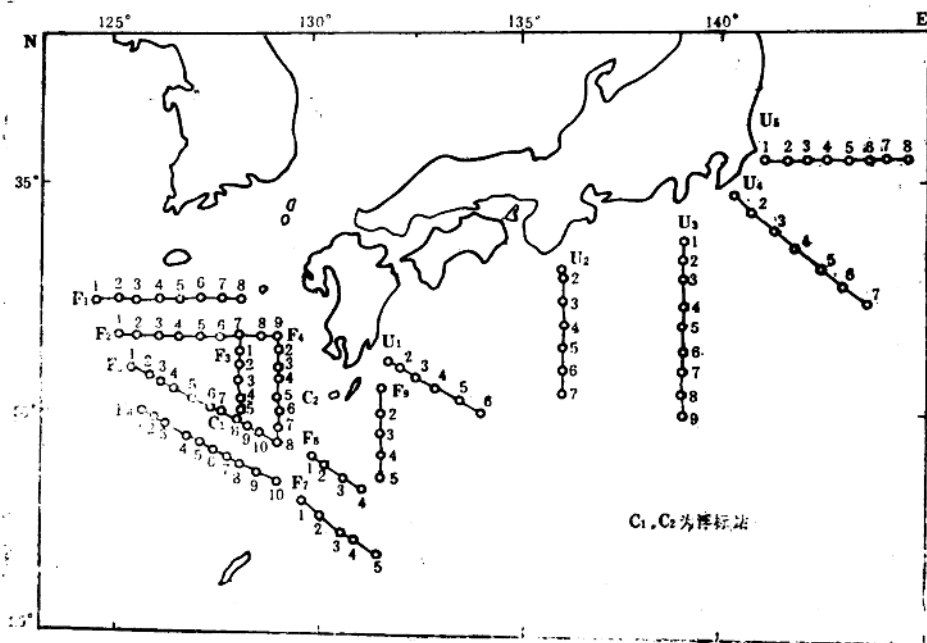


图2 1987年冬季(12~1月)“向阳红09”号船调查站位图

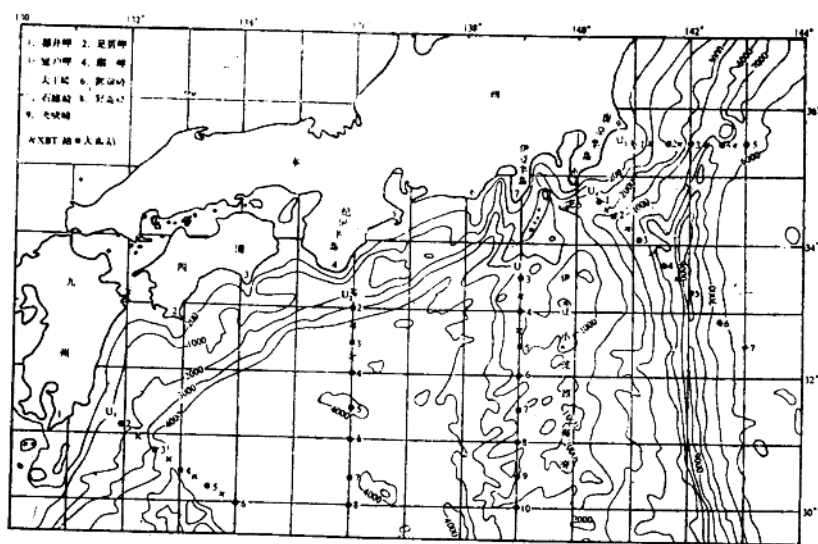


图3 日本以南海域水深分布及1987年7~8月“实践”号船调查站位图

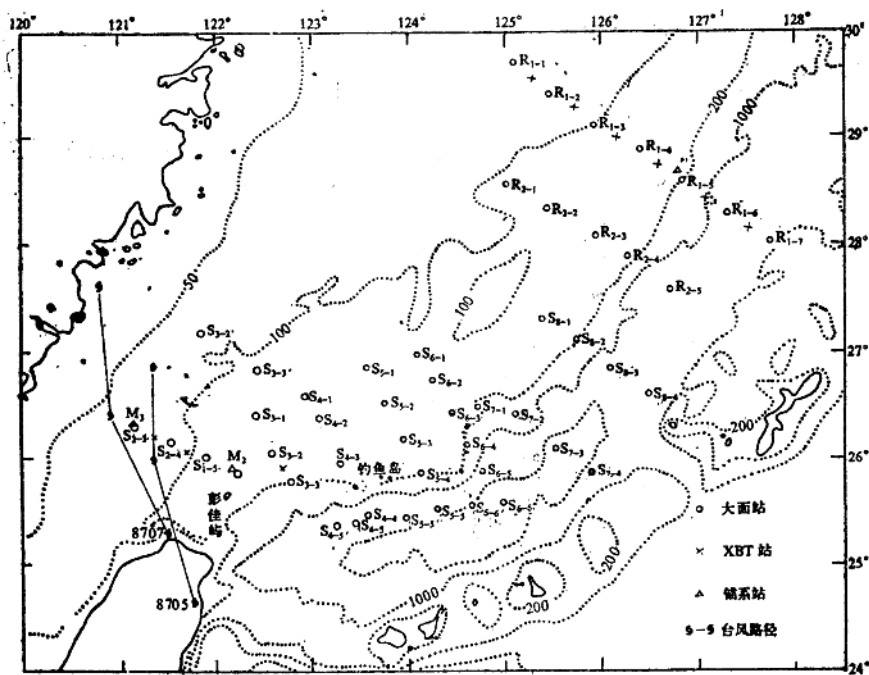


图4 1987年7~8月“实践”号船调查站位图

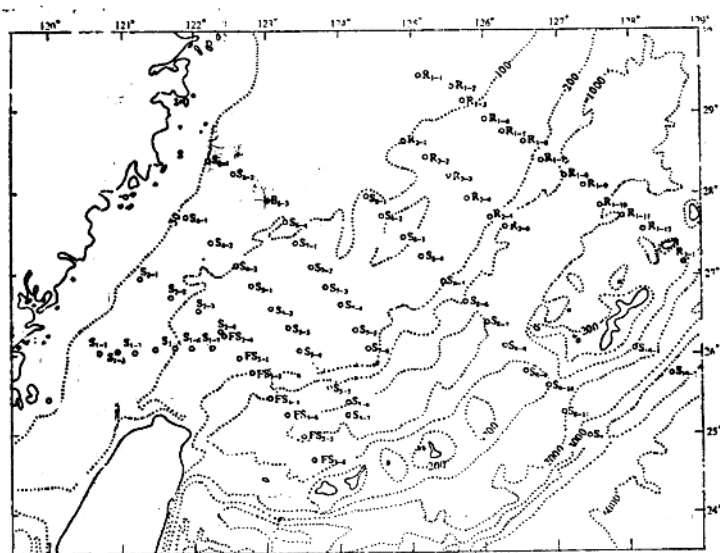


图5 1987年12月“实践”号船调查站位图

目 录

对马暖流源区夏季温、盐结构和环流特征.....	宋万先 郭炳火(1)
模糊集方法在对马暖流源区水团混合研究中的应用.....	卢中发(10)
东海北部海区黑潮锋的位置变动及其对陆架外缘附近海区水团分布的影响.....	郑义芳(22)
对马暖流源区流速和流量的计算.....	郭炳火 陈则实 修树孟(29)
东海东北部陆架边缘处海流特征.....	林 葵 郭炳火(39)
潮混合对形成初夏东海西侧近岸海洋锋的作用.....	汤毓祥(49)
海平面和气温对海洋变动的响应.....	李坤平 曾宪模(59)
黑潮海域海温场与埃尔尼诺事件的呼应性.....	丁良模(67)
东海北部黑潮流域无机氮分布特征和成因的研究.....	姚乔尔(73)
东海北部黑潮及其邻近海域溶解氧分布特征的研究.....	傅永法(84)
1987年夏季东海黑潮区的浮游动物.....	孟 凡 黄凤朋 李钦亮 马兆党(92)
黑潮及其邻近海域毛颚类的种类组成与分布.....	李钦亮 孟 凡(99)
1987年夏季东海黑潮区端足类桡亚目的分布与生态.....	李钦亮(107)
东海陆架外缘海域叶绿素a高值形成机理初析.....	费尊乐(114)
台湾以北海域夏、冬季的海洋学特征及其变异.....	潘玉球 苏纪兰 徐端蓉(126)
1987年夏季东海陆坡附近海域温跃层的分布特征.....	于洪华 苗育田(136)
台风作用后东海水团混合分析.....	苗育田 于洪华(145)
吐噶喇列岛周围海域的温盐结构与海流.....	苏玉芬 浦泳修(156)
东中国海冬季环流的一个预报模式研究.....	袁耀初 苏纪兰 倪菊芬(169)
台湾以北黑潮入侵陆架途径的探讨.....	苏纪兰 潘玉球(187)
1987年7~8月东海测流点的潮流和余流特征.....	苏玉芬 浦泳修(198)
1987年夏、冬季北纬30°以南东海黑潮区溶解氧和磷酸盐的分布及其影响因素.....	董恒霖 任典勇 刘 波(208)
1987年夏季东海南部黑潮区浮游硅藻的分布特征.....	徐芝敏 蒋加伦 陆斗定(218)
东海黑潮区毛颚类数量分布及几种水团指示种的初步研究.....	王春生(224)
琉球海流特征的探讨.....	王元培 孙湘平(237)
1987年夏季日本以南黑潮区域上层海水结构及其环流.....	许建平 赵金三(246)
1987年冬季日本以南黑潮流域的海流计算.....	袁耀初 苏纪兰 潘子勤(256)
1987年夏季日本以南海域营养盐分布特征初步探讨.....	任典勇 董恒霖(267)
1986年秋季日本以南及以东海区浮游甲藻群落组成特点.....	陆斗定 徐芝敏 蒋加伦(275)
1986年秋季日本东南黑潮区域浮游动物群落结构和分布特征的初步研究.....	刘红斌 何德华 王春生 祝希雅(281)
1986年秋季日本以南和以东水域浮游桡足类分布特征.....	何德华(289)
1987年夏季日本以南黑潮区叶绿素a及初级生产力的分布.....	朱碧英 王小羽(299)
黑潮流流西段表层流路及其两侧涡旋的分析.....	孙湘平 王元培 袁启科(304)

CONTENTS

The Thermohaline Structure and Characteristics of Circulation in the Source Area of Tsushima Warm Current in Summer	Song Wanxian and Guo Binghuo (9)
Application of Fuzzy Set Method to the Study of Water Mass Mixing in the Source Region of the Tsushima Warm Current.....	Lu Zhongfa (21)
Short-Period Variation in the Position of the Kuroshio Front in the Northern East China Sea and its Effects on the Water Mass Distribution in the Shelf Edge Region.....	Zheng Yifang (28)
Calculation of the Current Velocity and Transport in the Source Area of the Tsushima Warm Current	Guo Binghuo Chen Zeshi and Xiu Shumeng (38)
The Current Features Along the Edge of the Continental Shelf of The Northeastern East China Sea	Lin Kui and Guo Binghuo (48)
Effects of the Tidal Mixing on the Formation of the Front in Early Summer in the West of the East China Sea	Tang Yuxiang (58)
The Responses of Sea Level and Air Temperature to Oceanic Events	Li Kunping and Zeng Xianmo (66)
Sea Surface Temperature of the Kuroshio Region and its Relation to the El Niño Event	Ding Liangmo (72)
A Study on the Characteristics and the Cause of Formation of the Distribution of Inorganic Nitrogen in the Northern East China Sea Region of the Kuroshio	Yao Qiaoer (83)
A Study of the Distribution Characteristics of Dissolved Oxygen in the Northern East China Sea Region of the Kuroshio	Fu Yongfa (91)
Zooplankton in the Kuroshio Region of the East China Sea in the Summer of 1987	Meng Fan Huang Fengpeng Li Qinliang and Ma Zhaodang (98)
Species Composition and Distribution of Chaetognatha in the Kuroshio Region and Adjacent Waters	Li Qinliang and Meng Fan (105)
Distribution and Ecology of the Hyperiidea Amphipoda in the Kuroshio Region of the East China Sea in the Summer of 1987	Li Qinliang (112)
Preliminary Analysis on the Formation Mechanism of High Content of Chlorophyll-a in the Waters of the East China Sea Continental Shelf Edge.....	Fei Zunle (125)

- Oceanographic Features on the Northern Shelf of Taiwan in Summer and Winter Pan Yuqiu Su Jilan and Xu Duanrong (135)
- Distribution Characteristic of Thermocline near the Continental Slope in the East China Sea in Summer 1987 Yu Honghua and Miao Yutian (144)
- Analysis of Water Mass Mixing in the East China Sea after Typhoon Miao Yutian and Yu Honghua (154)
- The Temperature and Salinity Structure and Sea Current of the Sea Area around the Tokara Islands Chain Su Yufen and Pu Yongxiu (167)
- A Study on the Prognostic Model of the Winter Circulation in the East China Sea Yuan Yaochu Su Jilan and Ni Jufen (186)
- On the Areas of Shelf-Intrusion of the Kuroshio North of Taiwan Su Jilan and Pan Yuqiu (196)
- The Tidal Current and Residual Current Characteristic in the East China Sea during 7-8. 1987 Su Yufen and Pu Yongxiu (206)
- The Distribution and Influential Factors of Oxygen and phosphate in Kuroshio area of the East China Sea North to 30N in Summer and Winter 1987 Dong Henglin Ren Dianying and Li Bo (217)
- Distributive Characteristics of Planktonic Diatoms in Kuroshio Water Area of Southern Part of East China Sea in Summer 1987 Xu Zhimin Jiang Jialun and Lu Douding (223)
- Preliminary Studies on the Quantitative Distribution of Chaetognaths and Certain Chaetognaths as Indicator Species of Water Masses in Kuroshio Upstream Area and Adjacent Waters Wang Chunsheng (236)
- A Study on the Features of the Ryukyu Current Wang Yuanpei and Sun Xiangping (245)
- Hydrographic Structure and Circulation in Upper Layer of Kuroshio Region South off Japan in the Summer of 1987 Xu Jianping and Zhao Jinsan (255)
- Calculation of the Kuroshio Current South of Japan During Dec., 1987—Jan., 1988 Yuan Yaochu Su Jilan and Pan Ziqin (266)
- The Preliminary Discussion for the Distributive Features of Nutrient Salt in Sea area off Southern Japan in Summer 1987 Ren Dianying and Dong Henglin (274)
- Community Composition of Dinoflagellates in the South and East Sea off Japan in Autumn, 1986 Lu Douding Xu Zhimin and Jiang Jialun (280)
- Characteristics of Macroplankton Community in the Kuroshio

Area South and East off Japan, Autumn 1986	
.....Liu Hongbin He Dehua Wang Chunsheng and Zhu Xiya	(287)
Distribution Characteristics of the Pelagic Copepods in the Waters	
South and East off Japan in Autumn, 1986..... He Dehua	(298)
The Distribution of Chlorophyll <i>a</i> and Primary Production in the	
Southern and Eastern Ocean Areas off Japan in 1987	
..... Zhu Biying and Wang Xiaoyu	(303)
Analyses of the Surface Paths of the Western Sector of the	
Kuroshio Extension and the Eddies on Both of its Sides	
.....Sun Xiangping Wang Yuanpei and Yuan Qike	(312)

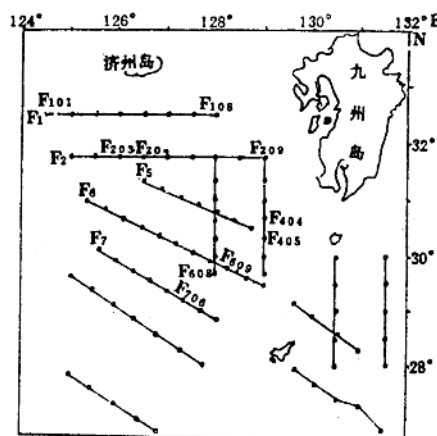
对马暖流源区夏季温、盐结构和环流特征

宋万先 郭炳火

(国家海洋局第一海洋研究所)

一、前言

东海东北部,九州以西海域是黑潮高盐水、东海陆架混合水、沿岸低盐水及黄海混合水的交汇之地。不同来源的水系在此交汇和相互作用,使得该区的水文状况变得十分复杂。通常认为这里是对马暖流和黄海暖流的发源地。几十年来,日本的海洋科学工作者对该海域做过大量的调查和研究工作,但由于海区状况的复杂性及调查手段所限,某些重要的海洋现象至今仍未被充分认识。我国于1981年6月~1982年4月由山东海洋学院“东方红”号调查船在长江口和济州岛南部进行了四个航次的调查,取得了对马暖流源区部分调查资料。总之,我国在该区域的调查资料甚少,研究有关对马暖流的某些问题是十分困难的。为此,1987年夏季中、日合作进行的黑潮综合调查中,在九州西、南部海域设置了十三条断面,取得了近90个测站(站位见图1)的水文资料。本文根据此次调查资料,阐述调查期间测区的温、盐结构和环流特征,并对对马暖流的起源提一点认识。作者还整理了1977~1980年夏季日本在该海域的调查资料,以帮助分析和比较某些现象的年内变化。



九州以南海域的调查资料, 这些资料(图略)与本次调查(图2)一致地表明, 该区域主要是两种水系——自西向东扩展的沿岸低盐水及外海高盐水, 在此交汇。如以32.0和34.0等盐线分别代表沿岸水和外海水的界限指标, 则图3和图4分别给出了本次调查及1977~1980年这两种水系在对马暖流源区的扩展范围。文献[1]计算的PN断面夏季表层相对 $700 \times 10^4 \text{ Pa}$ 的地转流量及7月、8月份长江径流量由小到大依次为1978, 1979, 1977, 1980年, 将该情况与图3和图4给出的沿岸低盐水及外海高盐水的扩展范围进行比较, 可以看出, 沿岸低盐水向东或东南扩展范围随长江径流量的增大而扩大, 而由于长江径流增加导致的低盐水覆盖面的扩大, 黑潮流量较大的年份, 34.0等盐线也并非向北扩展较远。如在长江径流量最小的1978年,

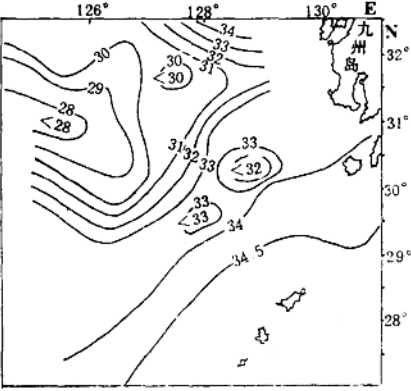


图2 1987年夏季表层盐度分布

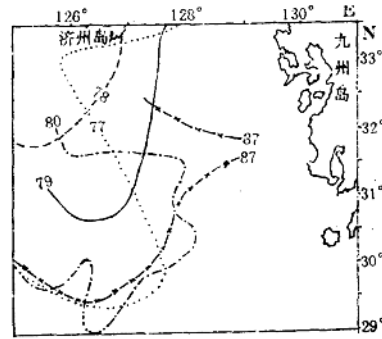


图3 夏季表层32等盐线分布
(1977~1980年, 1987年)

32.0等盐线向东扩展范围最小(127°E以西)。虽然该年夏季黑潮流量最小, 但由于低盐水向东扩展势力弱, 使得该年34.0等盐线向西、北扩展最远, 九州以西127°30'E以东海域全部被大于34.0的高盐水占据。在长江径流及黑潮流量均最大的1980年, 情况则相反, 沿岸水向东扩展最远, 而34.0等盐线向北仅达30°N附近。上述情况表明, 以长江冲淡水为主体的西部低盐水系向东扩展是影响夏季调查海区盐度分布状况的最主要因素。

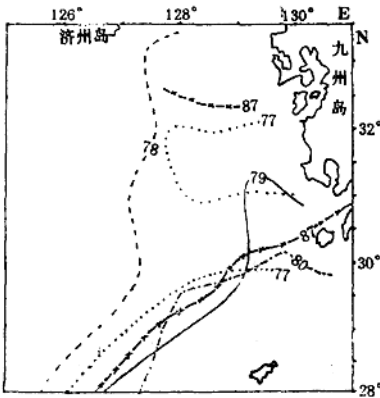


图4 夏季表层34等盐线分布
(1977~1980年, 1987年)

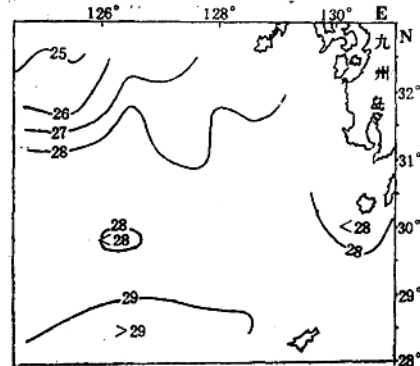


图5 1987年夏季表层温度(°C)分布

表层温度分布(图5)的特点是水温自东南向西北递减,这与1977~1980年表层温度分布(图略)特点一致。本次调查表层最低温度(24.76°C)出现于 F_{101} 站。 31°N 以南海域表层温度较均匀,温度大致在 28°C 以上。在 29°N 以南海域,沿黑潮主轴出现大于 29°C 的高温水舌,舌轴指向东北。

中层(50m)温度分布(图6)较好地反映了水系的配置,图中表明,海区西北部的低温区较表层更明显,最低水温(12.48°C)仍出现于 F_{101} 站。该低温水就是东海北部底层冷水,冷水舌舌轴指向东南,舌前部有较强的温度锋,锋区外缘大致位于100m等深线附近。1977~1980年50m层的温度分布均表明该冷水的存在,若以 18°C 等温线作为该冷水的界限指标,则由图7可知,本次调查及1977~1980年的几年中,冷水向南扩展范围变化于 $31^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 之间,向东变化于 $126^{\circ}30'\sim 127^{\circ}30'\text{E}$ 之间。从图6还可以看到,在海区西南部有一个向东北

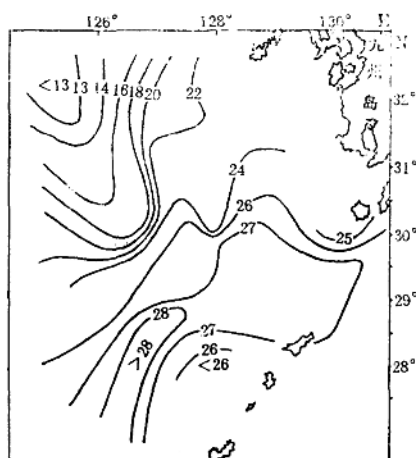


图6 1987年夏季50m层温度($^{\circ}\text{C}$)分布

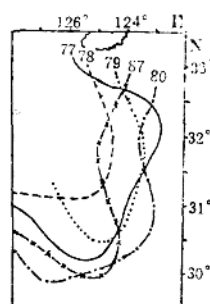


图7 18°C 等温线分布
(1977~1980年、1987年)

延伸的高温水舌,最高温度为 28.9°C ,高温水体有向九州以西海域延伸之势。

中层盐度分布(图8)自西北向东南递增。东海北部底层冷水区,盐度小于34.0。与该海区西南部高温舌相应的是向东北延伸的高盐水舌,最高盐度为34.89,高盐舌左侧等盐线自南沿九州以西海域向北延伸。

100m层温、盐分布(图9和图10)趋势与50m层类似。东海北部底层冷水范围比50m层扩大,冷水与黑潮水之间的温度锋更加明显。在黑潮流轴向东转折处出现封闭的高温、高盐核心。整个100m层盐度均大于34.5。34.7等盐线大致沿200m等深线由南向北延伸。

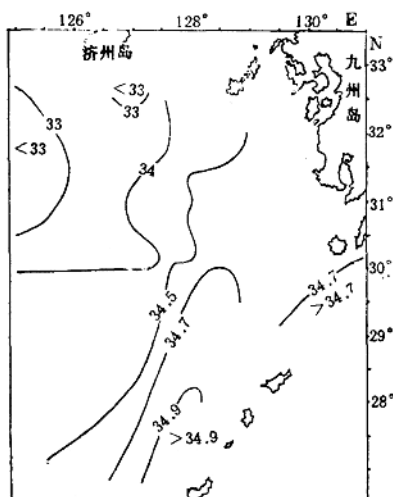


图8 1987年夏季50m层盐度分布

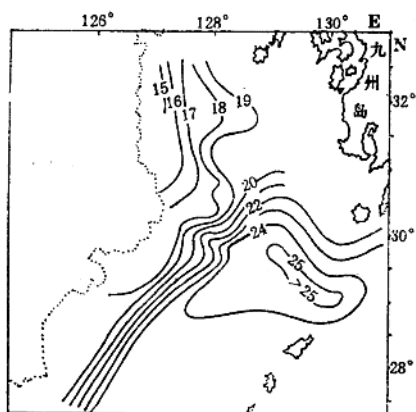


图9 1987年夏季100m层温度(°C)分布

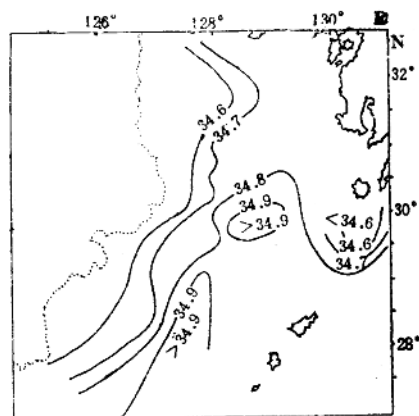


图10 1987年夏季100m层盐度分布

(二) 断面分布特征

为阐述对马暖流源区温、盐度的垂直结构, 本文选用 F_6 , F_4 , F_2 三个断面分述如下。

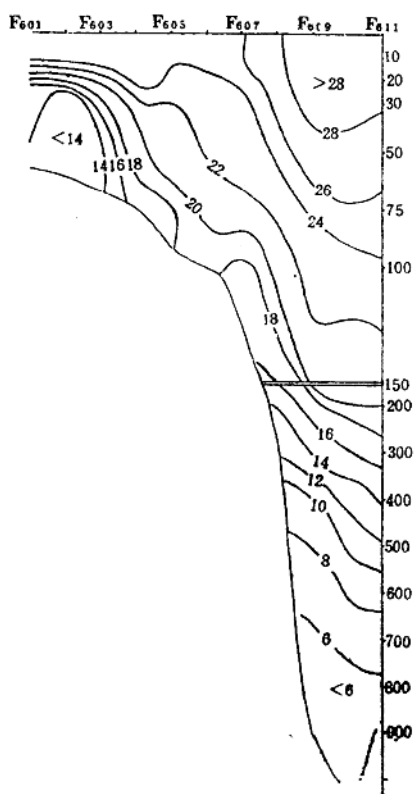


图11 F_6 断面温度(°C)分布

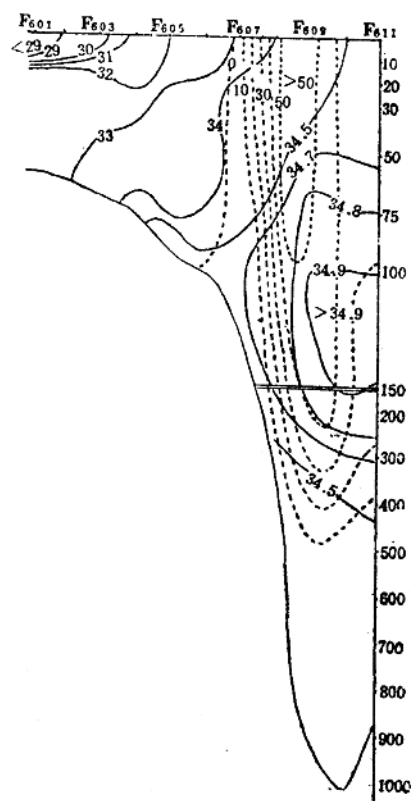


图12 F_6 断面盐度分布
实线为盐度, 虚线为流速

1. F_6 断面

该断面横贯黑潮主轴, 关于黑潮主轴区的温、盐垂直结构, 本文作者在文献〔2〕中已做过详细论述。为了便于同 F_4 及 F_2 断面进行比较, 在这里仅做扼要说明。由图11和图12可见, 断面西部被东海北部底层冷水占据, 最低水温为 13.21°C 。东部黑潮主干区表层最高水温为 29.25°C , 水温随深度增加递减, 底层最低水温为 5.68°C 。黑潮主干区盐度的分层现象与文献〔2〕阐述的一样, 即近表层低盐层、次表层高盐层、中层低盐层和近底高盐层。大于 34.8 高盐核上界位于 75m , 下界位于 250m 附近, 高盐核心位于 120m 附近。根据该断面地转流计算, 黑潮最大流速位于 $F_{608}\sim F_{609}$ 站之间(见图12), 大于 34.8 的高盐核位于黑潮最大流速区的东侧。

2. F_4 断面

该断面是九州西南海域的一条经向断面, 由图13和图14可见, 断面北部表层有间断的低盐区, 断面南部的温、盐结构与 F_6 断面黑潮主干区极相近。大于 34.8 的高盐核上、下界深度及高盐核核心深度与 F_6 断面一致。上述情况表明, 断面南部(F_{404} 站以南)属黑潮主干所经区域。地转流计算结果证实, 该断面 F_{404} 站以南为东向流, 表层最大流速在 $F_{404}\sim F_{405}$ 站之间。

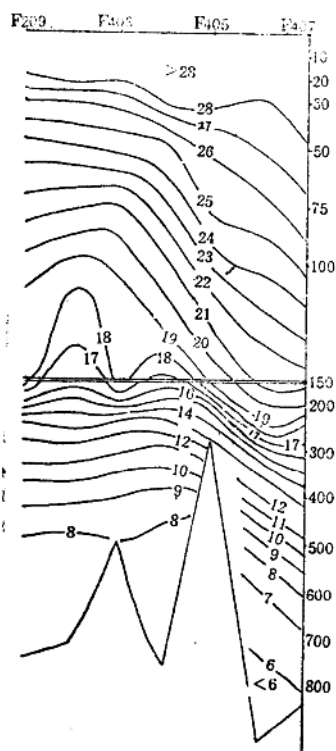


图13 F_4 断面温度($^{\circ}\text{C}$)分布

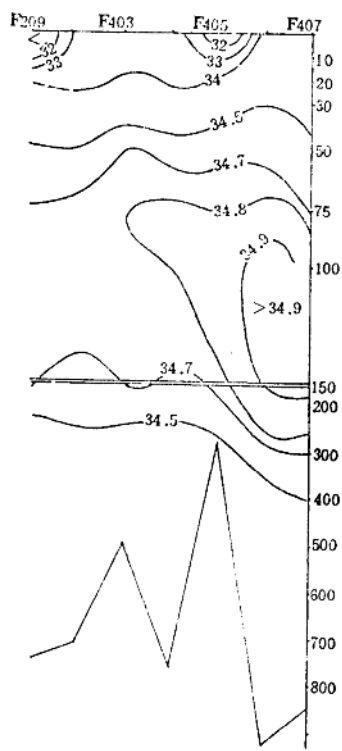


图14 F_4 断面盐度分布

3. F_2 断面

由图15和图16可见, 断面西部的东海北部底层冷水在该断面温度最低, 最低水温为

12.68℃, 冷水与上层暖水之间有较强的温度锋, 锋面位于20m附近, 胡敦欣^[3]利用1972年的调查资料证实该区域存在一个气旋式涡旋。根据本次调查资料进行的地转流计算得出, 在冷水东部F₂₀₃~F₂₀₄站之间, 表层北向流速为22.8cm/s, 冷水西部的南向流速为12.5cm/s。

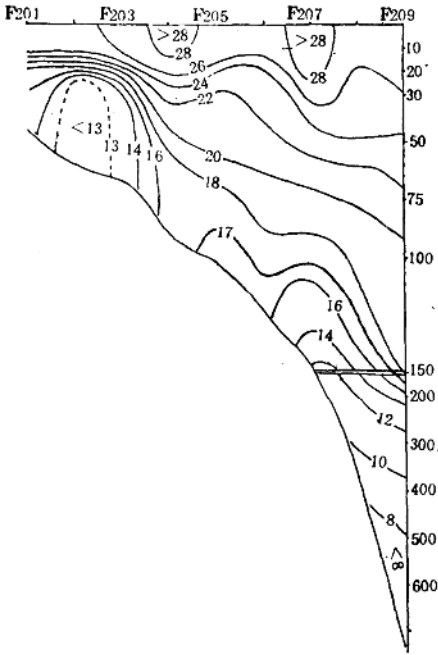


图15 F₂断面温度(°C)分布

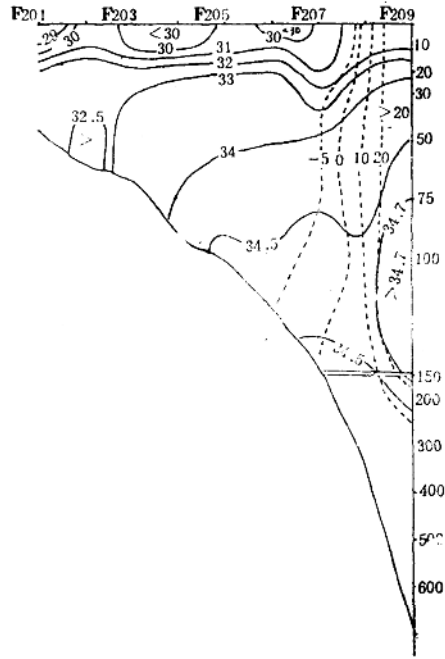


图16 F₂断面盐度分布

实线为盐度, 虚线为流速

断面东侧盐度的分层结构与F₆断面黑潮水体的分层结构一致, 只是400m以浅盐度较黑潮主轴区低, 各层盐度大致与F₆断面上大于34.8的高盐核西侧相近, 大于34.7的高盐核心与F₆断面一样位于120m附近。在海底地形陡升处有明显的涌升现象。

三、环流状况

(一) 流况

文献^[4]指出: 在该海域动力高度图所反映的流势与实测流比较一致。因此, 本文仍采用动力高度图来分析该海域的环流状况。

根据表层相对 $500 \times 10^4 \text{ Pa}$ 的动力高度分布(图17), 黑潮在 $29^\circ 45' \sim 30^\circ 45' \text{ N}$, 129° E 附近折转东南, 这与上节根据F₄断面的温、盐分布特点所指出的F₄断面南部属黑潮主干所经区域相吻合。九州以西海域动力高度分布的总趋势是东部高于西部, 南部高于北部, 也就是说, 该区域环流的总趋势是自西向东或自西南向东北, 然后转北。这种流动形势反映了东海陆架上层水输入黑潮, 同时与本文在阐述F₂断面一节时所指出的围绕东海北部底层冷水