

黄、东海秋季温、盐度垂直分布类型及其逆转现象成因的初步分析*

丁宗信

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 用 1983 年 11 月在黄、东海调查的水文观测资料,分析了该海区温、盐度垂直分布类型的地理分布,详细地讨论了秋季温、盐度逆转现象的形成原因。分析得出,在研究海区内,引起温、盐度逆转现象的原因有:(1)海面失热冷却产生的垂直对流作用;(2)秋季季风已转变为北风,在北风(特别是北风大风)的驱动下,迫使表层水向南向外扩张的影响;(3)深层暖平流(台湾暖流和黄海暖流)向岸向北伸展或切入的影响;(4)在锋区,高温(或低温)高盐(或低盐)水沿等 σ_t 面扩展的影响。

关键词 黄、东海,秋季,温、盐度,逆转现象

关于黄、东海的水文状况和水团的基本特征,特别是关于黄海冷水团和台湾暖流已有许多研究,并取得了一些较为重要的结果。80 年代以来,对某些特定海域的温、盐度垂直结构进行了一些分析研究,同时对黄、东海温、盐度逆转结构进行了统计分析。本文拟在上述研究的基础上,对黄、东海温、盐度垂直分布类型的分布及其逆转类型的形成原因进行详细的分析研究。

此资料分析表明,黄、东海温、盐度垂直分布类型的分布,尤其是逆转类型及其成因,在不同的季节中均具有明显的差异,因此对上述内容按季分析研究是非常必要的,本文分析的是秋季的情况。

1 资料来源

1.1 1983 年 11 月 15~21 日由“科学一号”船为完成“中美南黄海沉积动力学的调查研究”而获得的 Mark III CTD 观测资料。调查范围是 $32^{\circ}\sim 37.5^{\circ}\text{N}$, 124°E 以西的广大海域(见图 1)。

1.2 1983 年 11 月 3~8 日由国家海洋局完成的东海标准断面资料。观测范围是 $28^{\circ}\sim 34^{\circ}\text{N}$, 127°E 以西的广大海域(见图 1)。该资料

是按标准层次给出的,无疑使温、盐度垂直分布曲线的绘制受到了一定的影响。

2 温度垂直分布类型和地理分布

按温度垂直分布曲线的形式,在秋季可划分为以下 5 种类型:垂直均匀型、负梯度型、正梯度型、中层冷水型和中层暖水型,其中正梯度型、中层冷水型和中层暖水型又分有跃层和无跃层两种分布形式(见图 2)。

温度垂直分布类型的分布如图 3 所示。由图 3 看出,温度的正梯度型,除在成山头外的局部区域外,绝大多数分布在苏北沿岸、长江口外和钱塘江外海域,基本连成一片。这一带的水深大致小于 30m,在长江口以东可达 40m。

垂直均匀型分布在正梯度型区域外,出现垂直均匀型的站数几乎占总测站数的一半。它的东部边界和 60m 等深线一致。在该类型分布的范围内,有个别测站为正梯度型或中层冷水型,但是两者的梯度都是非常小的。

负梯度型主要分布在水深大于 60m 的海

* 中国科学院海洋研究所研究调查报告第 2159 号。国家自然科学基金资助项目,编号 49176254。

收稿日期 1992 年 12 月 12 日

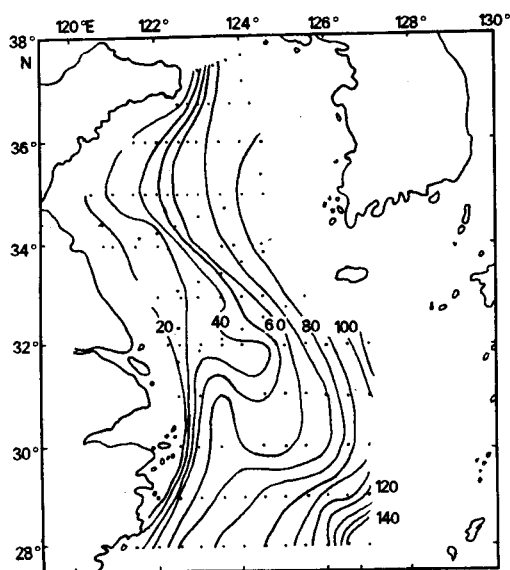


图 1 站位和海底地形

Fig. 1 Stations and bottom topography

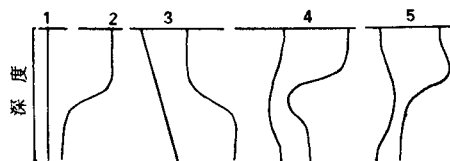


图 2 温度垂直分布类型

Fig. 2 Vertical distribution types of temperature

域。在这一海域内,黄海暖流流经和影响的区域,出现了中层暖水型和中层冷水型。中层暖水型分布在济州岛西北一带海域,而中层冷水型分布在成山头东南的黄海深槽一带。另外在台湾暖流流经的海域,也有少数的中层暖水型出现。中层冷水一般存在于温跃层下界,而中层暖水一般存在于温跃层的上界,这对秋季来说已成为规律。

3 盐度垂直分布类型和地理分布

按盐度垂直分布曲线可划为 5 种类型:垂直均匀型、正梯度(包括双盐跃层的正梯度型)、负梯度型、中层低盐水型和中层高盐水型(见图 4)。

盐度的垂直分布类型的地理分布如图 5 所示。

3.1 垂直均匀型 在秋季对黄、东海海区来讲,垂直均匀型是分布较广的类型。在 32°N 以北的南黄海,水深小于 60m 的广大浅水区几乎均为该类型。 32°N 以南的东海区,该类型则分布在 30m 和 70m 等深线之间的海域。 28°N 上的个别测站,水深已达 90m,仍为垂直均匀型。11 月上旬由表面冷却而引起的垂直对流不可能达到这样的深度,这很可能是由水团的变化造成的。

3.2 正梯度型 该类型包括有或无跃层的正梯度型和双跃层的正梯度型。由图 5 可以看出,分别分布在长江口外、浙江沿岸水深小于 30m 的浅水区和水深大于 60m(在黄海)或 70m(在东海)的深水区。在南黄海中央的深槽及附近,有很大范围为双跃层正梯型分布的区域。

3.3 负梯度型、中层低盐水型和中层高盐水型 均为存在逆结构的类型。在秋季它们的梯度及中层低盐水和中层高盐水的强度都是很小的,也就是它们发展得并不典型。这三种类型零星地分布在正梯度型区的个别测站上,没有一定的分布规律。

4 温、盐度逆转现象的形成原因

在海洋的某一水层,常常观测到海水的温度(盐度)随深度的增加而升高(减小)。温度和盐度的这种异常垂直分布现象,被称为温、盐度的逆转现象;温、盐度垂直分布凡出现逆转现象的统称作其逆转类型。

在上述垂直分布类型中,温度的正梯度型、中层冷水型和中层暖水型属温度的逆转类型,盐度的负梯度型、中层低盐水型和中层高盐水型属盐度的逆转类型。逆转类型的分布如图 3 和图 5 所示。

秋季温、盐度逆转现象的产生与海面失热冷却而引起的垂直对流有着密切的关系。但是根据资料分析,不仅如此,而垂直对流对秋季黄、东海区的逆转类型的形成并不是主要的。

图 6 表示研究海区表层(见图 6 实线)和底

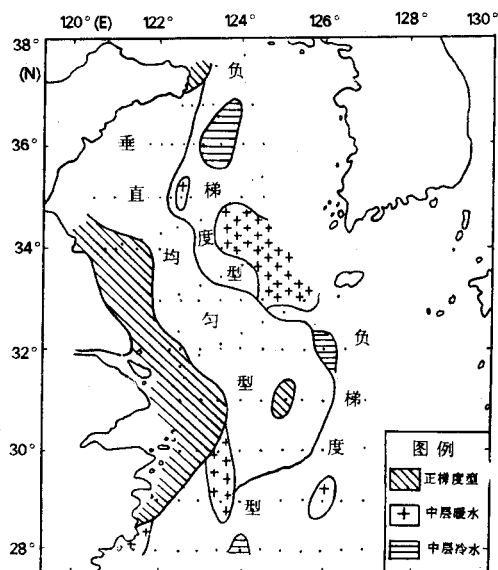


图 3 温度垂直分布类型的地理分布

Fig. 3 Geographic range of Vertical distribution types of temperature

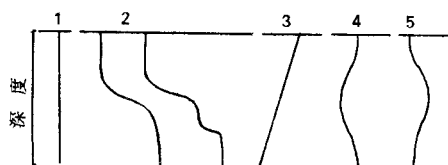


图 4 盐度垂直分布类型

Fig. 4 Vertical distribution types of Salinity

层(图 6 虚线)的盐度平面分布(温度平面图略)。由图 6 看出,在秋季(11 月)研究海区已转为以北风为主的季风,在北风驱动下,表层水系和深层水系同夏季比较发生了明显的变化:(1)以低温低盐为特征的长江冲淡水不再转向东北方向,而是转向东南,尔后沿浙江沿岸南下,长江冲淡水向东南扩张的过程中,叠置在台湾暖流水之上;(2)在长江冲淡水向东南扩展的同时,一个盐度大于 32 的高盐舌在它以东向西北方向伸展,一直越过 32°N 线,即长江口以北区域。这个高盐舌在底层比在表层向北和向岸方向伸展得更甚;(3)南黄海表层相对低温低盐水向东南扩展,低盐舌已伸向 32°N 以南的东海区;(4)以 33 等盐线为标志的黄海暖流水,在表层只达到济州岛以西,而在底层沿黄海深槽向北伸展或切入到 37°N 附近,黄海暖流水向小北

1994 年第 2 期

伸展或切入的厚度由南部 40~50m 到北部只有 20m。上述水系的变化对温、盐度逆转类型的

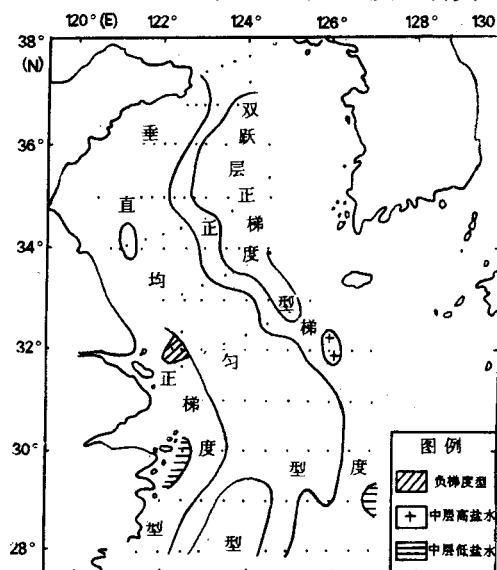


图 5 盐度垂直分布类型的地理分布

Fig. 5 Geographic range of Vertical distribution types of Salinity

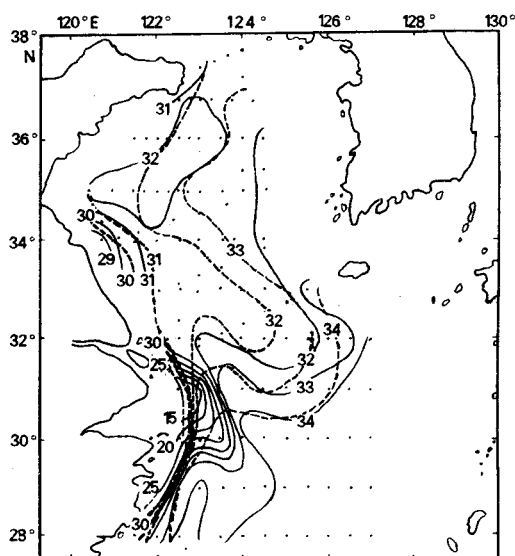


图 6 表层(实线)和底层(虚线)盐度平面分布

Fig. 6 Salinity distribution at 0 m (line) and bottom (dotted line)

形成起着主要的作用。

图 6 和图 3 对照分析,很容易得出:(1)温度的正梯度型的分布范围恰与苏北沿岸水、长江冲淡水及浙江沿岸水分布和扩展的范围一致。如果说正梯度型是由于海面失热冷却造成

的,那末在这样的浅水区由垂直对流作用应形成垂直均匀型,而不是正梯度型。另外从盐度的垂直分布看大都是带有跃层的正梯度型,其盐跃层的梯度往往还比较大。所以说秋季浅水区正梯度型形成主要受沿岸水向外扩展和深层水向岸伸入的影响,垂直对流的作用不是主要的。(2)中层冷水型主要分布在黄海底层高盐(高温)舌及其附近。冷水层位于主温层下界,其厚度在高盐舌区大,大者可达30m左右;高盐舌两侧较小,仅有1~2m。根据冷水层的温盐性质来分析,属黄海冷水团从夏季一直保留下来的水。在冷水层以下则为高温高盐的黄海暖流水。由此看来,黄海暖流贴近底层向北切入是形成秋季中层冷水的主要原因。(3)中层暖水型在秋季的形成原因很易归为海面失热冷却而引起的,但从研究海区内出现的中层暖水型看来不仅如此。从图6可以看出,在123°30'E,29°~30°N区域的中层暖水完全是因低温的长江冲淡水向东南扩展覆盖在高温的台湾暖流水之上造成的。至于济州岛西北海域出现的中层暖水看来垂直对流作用也不是主要的,因为暖水层位于温跃层上方,每一暖水层都对应着一个弱的盐跃层,和主盐跃层组成了盐度的双跃层垂直分布类型。如果说是由于垂直对流引起的,而这个弱的盐跃层不会形成,所以说还是由两种水(黄海表层水和黄海暖流水)叠置造成的。

另外,零星地分布在研究海区内的逆转类型,大部分出现在两种水系的锋区及附近,可能是冷水(或暖水)沿等 σ_t 面扩展的结果。

如图6所示,表层低盐水如何扩张变化,底层高盐水(黄海暖流水和台湾暖流水)又如何向北或向岸伸展和切入,低盐水总是置于上层,高盐水也总是位于下层,因此不易形成盐度的逆转类型。由图5可以看出,盐度逆转类型零星地分布在盐度锋区及附近,也可能是由于低盐水和高盐水沿 σ_t 面相互侵入的结果。

5 结语

5.1 在秋季,黄、东海温、盐度垂直分布类型的地理分布,大致以20~30m和60~70m等深线将划分为3个区,在20~30m等深线以浅的区域温度为正梯度型、盐度也为正梯度型;水深大于20~30m和小于60~70m之间的区域,温度和盐度均为垂直均匀型;水深大于60~70m区域,温度为有跃层的负梯度型,其间分布着中层冷水型和中层暖水型,盐度为有跃层的正梯度型,特别是在南黄海大部分为双跃层的正梯度型。

5.2 秋季的逆转类型以温度逆转类型为主,分布广且有规律,而盐度逆转类型却很少出现,只是零星地分布在个别测站上。

5.3 秋季温、盐度逆转现象的成因,作者认为垂直对流作用不是主要的,关键是(1)季风为北风,特别是较强的北风的驱动,迫使黄、东海表层水和沿岸水的扩张和变化;(2)暖平流(黄海暖流和台湾暖流)所带的高温水在底层向北向岸伸展和切入,造成了温度逆转类型呈现有规律的分布。由此可以说秋季北风的驱动和暖平流是产生逆转现象的主要原因。

参考文献

- [1] 丁宗信、胡敦欣、熊庆成,1986。海洋科学集刊 27:87~95。
- [2] 毛汉礼等,1964。海洋科学集刊 1:23~77。
- [3] 任允武等,1964。海洋科学集刊 1:78~125。
- [4] 翁学传、王从敏,1984。海洋科学集刊 21:49~61。
- [5] 曹欣中等,1982。海洋通报 3:1~5。
- [6] 蓝淑芳等,1985。海洋科学集刊 25:11~25。
- [7] Nagata, Y., 1967 *J. Oceanogr. Soc. Japan*. 23(5)1~11。
- [8] Toro Nakao, 1977. *J. Fac. Mar. Sci. Technol. Tokai Univ. Spec. No. Nov.* 199~367。

A PRELIMINARY ANALYSIS OF VERTICAL STRUCTURE TYPES OF TEMPERATURE AND SALINITY AND ITS CAUSES OF FORMATION OF INVERSE PHENOMENA IN THE YELLOW SEA AND EAST CHINA SEA IN AUTUMN

Ding Zongxin

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, China)

Received: Dec. , 12, 1992

Key Words: The yellow sea and East china sea, Autumn, Temperature and salinity, Inverse phenomena

Abstract

In this paper, using data observed in November 1983, geographical distributions of vertical structure types of temperature and salinity in the Yellow Sea and East China Sea are described, and the causes of inverse phenomena of temperature and salinity are discussed in great detail. The results show that the causes of inverse phenomena are: (1) the effect of vertical convection which is caused by cooling sea surface water, (2) the effect of expend and variation of surface water which are forced by northerly wind, (3) the effect of warm advection (Taiwan Warm Current and Huanghai Warm Current), and (4) the effect of intrusion of warm or cold water along σ_t surface.