

东海北部气旋涡区 冬半年水文特征的初步分析*

丁宗信

(中国科学院海洋研究所)

关于东海北部气旋涡区夏半年水文结构及其逐月变化,作者已作了比较系统的分析。本文是上述工作的继续。鉴于冬半年海水的温、盐度等要素垂直分布均匀,其结构简单,而夏半年几个突出的水文现象大多没有出现,因此,本文叙述的方式和内容同前文⁽¹⁾是不同的。

迄今,只有毛汉礼⁽²⁾等(1964)曾对研究海区冬季的水文特征以及海水类型作过分析,但对这一海区的水文特征在冬半年的变化规律尚未见报道。历史资料表明,该海区在冬半年诸月的水文特征及水系的消长变化是明显的。摸清该海区的水文变化规律,对进一步研究东海北部海区环流结构具有一定的现实意义。

本文利用1979年10月—1980年4月的海洋调查资料,对上述问题作比较详细的分析研究。

应该说明的是,从每年10月到翌年4月(实际包括秋末、冬季和春初),该海区温、盐度除10—12月的深水区外,都是垂直均匀或接近垂直均匀的冬季型,所以本文把这几个月统称为冬半年。

一、温、盐度的平面分布

在冬半年,由于表层海水不断冷却下沉,同时又受到风的搅拌作用,整个研究海区的温、盐度两要素的垂直分布,除在10—12月间的深水区外,均以垂直均匀为其特点,所以在只讨论底层的温、盐度平面分布(见图1)。

图1表示1979年10月—1980年4月底层温、盐度的平面分布。不难看出,冬半年温、盐度平面分布的主要特征,归纳起来有:(1)温度和盐度等值线的分布趋势基本一致。(2)

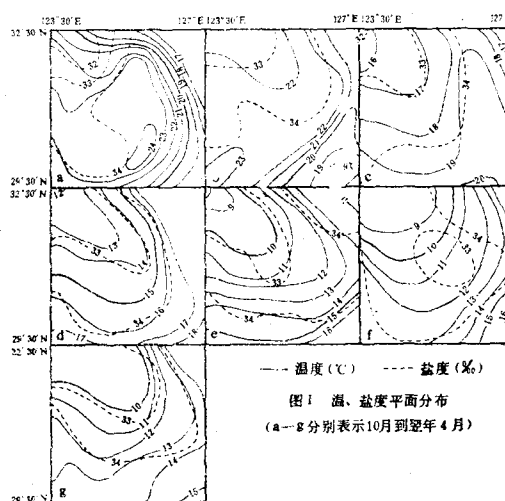


图1 温、盐度平面分布
(a—f分别表示10月到翌年4月)

10月份,在研究海区的中部为一个近乎封闭的高温区。这个高温区四周温度水平梯度大,形成一个明显的温度锋面。(3)冬半年诸月均有一个低温低盐水舌由西北向东南伸入研究海区。到翌年1—4月间,这一低温低盐水舌控制着整个研究海区。其水舌的温、盐性质和同期的南黄海陆架混合水相似,所以说它是由南黄海沿岸流带来的陆架混合水。东海高温高盐表层水分布在这一水舌的外面,两个水系之间形成了一个明显的温度锋面和一个弱的盐度锋面。(4)3月份,在低温低盐水舌舌尖区出现了一个盐度小于33‰的低盐区,该区的水温也略低于周围水温。由历史资料分析得知,这一低盐区经常在3—4月间出现。

对比低温低盐水舌在冬半年诸月的变化便

*中国科学院海洋研究所调查研究报告第1224号

可看出：在10月水舌的舌尖刚刚伸进研究海区的西北隅。由于南黄海陆架混合水的温度在近岸高于远岸，而盐度分布是近岸低于远岸，故使这时的低盐舌和低温舌不相一致。从盐度等值线来看，这一低温低盐水舌由于研究海区中部高温高盐水的存在而沿着西部边缘有向南扩展的趋势。11月，这一水舌开始转向东南，并伸到研究海区的中部，相应地高温区明显缩小。以后诸月渐渐向东南方向扩展，到翌年2月几乎占据研究海区的大部，这时东海高温高盐表层水退居到研究海区的东南隅和东北隅。以后的3—4月间，这个水舌向西北稍有退缩。因而，由这个水舌的进退而温、盐度锋面也随之发生变化，如水舌向东扩展愈甚，在研究海区东北部的温、盐度锋面则向西推进愈甚。又如水舌向南扩展愈甚，在研究海区西部的温、盐度锋面则向北推进愈甚。反之，其锋面的变化则相反。

二、温、盐度断面分布

冬半年诸月，研究海区内 30°N 、 31°N 和 32°N 断面上的温、盐度分布趋势和变化大体相似。因此，本文仍选取横切低温低盐水舌的 32°N 断面为例，分析该海区温、盐度断面分布的特点及其变化规律。

图2分别表示1979年10月—1980年4月 32°N 断面上的温、盐度分布。

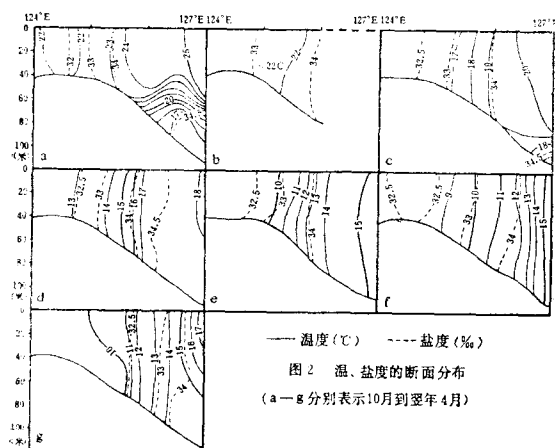


图2 温、盐度的断面分布
(a—g 分别表示10月到翌年4月)

由图2可见，除10月深水区海水有明显的层化现象，即在50米层以下存在一个较强的变温层外，温、盐度垂直分布均匀或接近垂直均匀。温、盐度值自西向东递增，而在低温低盐水舌中心，则出现盐度和温度略低于两侧的迹象。在断面的西侧，盐度都低于 33‰ 。同时温度也是整个断面最低的区域。在断面的东侧，盐度值均大于 34‰ ，最大可达 34.5‰ ；海水温度是该断面上较高的区域，它是东海高温高盐表层水所控制的区域。在盐度为 33‰ — 34‰ 之间的区域，是陆架混合水和东海表层水的混合区，其温、盐度的水平梯度较两侧大。在冬半年诸月，盐度最低值是在10月，约小于 32‰ ；盐度最大值出现在1月，约大于 34.5‰ 。温度最高值出现在10月，约高于 25°C ；最低值出现在3月，约低于 9°C 。这个最低值出现的时间比近岸海区或其它海区一般要滞后一个月。这可能是因受低温的黄海沿岸流的影响造成的。

对比图2中几幅图，温、盐度垂直结构的变化是明显的。首先，从均匀层的厚度来看，从10月至翌年1月，其厚度逐月加大，由10月的平均40余米，逐渐加深到近百米，这时整个断面上温、盐度垂直分布均匀。4月，浅水区温度等值线开始倾斜，在上层出现层化现象。其次，从深水区的变温层来说，10月大约在40—75米之间有一个明显的变温层，垂直梯度约为 $0.2^{\circ}\text{C}/\text{米}$ 。同时也存在一个弱的盐跃层，垂直梯度约为 $0.01\text{‰}/\text{米}$ 。以后这一变温层逐月加深并梯度变小，至翌年1月完全消失。最后，低温低盐水舌和东海高温高盐表层水之间的锋面的变动是：10月平均中心位置在 125°E 附近，以后逐月向东缓慢移动；到翌年3月已东移到 $126^{\circ}30'\text{E}$ ，4月又开始西移。锋面在冬半年的变动和上述两个水系消长变化是一致的。

三、温、盐度垂直分布类型

就本海区而言，冬半年温、盐度垂直分布主要取决于海水的垂直对流的强弱和暖流的作用。在10—12月间，气温还不是那么低，在大于50米的深水区，垂直对流不能到底；同时又

由于黄海暖流的影响,所以在深水区还存在着层化现象。这时温度垂直分布类型为有变温层的负梯度型;盐度垂直分布为有变盐层的正梯度型。从1月开始,温、盐度垂直分布都为垂直均匀型。总之,冬半年温、盐度垂直分布类型简单。垂直均匀型为冬半年的主要类型,分布范围广且持续时间最长。

从微观来看,盐度垂直分布又可分为中层高盐型和中层低盐型两种逆结构类型,分别分布在研究海区的西部和东部。这两种逆结构主要是由海水沿等 σ_t 面扩散所造成的。

四、讨 论

1. 水系的消长变化

由图1看出,冬半年本海区只存在着黄海陆架混合水和东海高温高盐表层水。这两个水系的消长变化是相互制约的。为了和夏半年水系的变化进行比较,本文仍选取34‰等盐线作为东海高温高盐表层水同黄海陆架混合水的界线,以此讨论东海高温高盐表层水在冬半年的消长变化。文献〔3〕认为:东海表层水边界的盐度值,夏半年低于34‰,约为33.5‰;冬半年的盐度值均高于34‰。因此,以34‰等盐线划分东海表层水,对夏半年来说,其范围偏小些;对冬半年来说,其范围偏大一些。由于本文不是严格地划分水团的边界,所以用34‰等盐线分析东海表层水的消长变化趋势还是可行的。

由图3a和图3b看出:在冬半年,34‰等盐线在表层和底层上的位置是相同的,这表明东海表层水是以由表到底整个水体推进到研究海区,这一点和夏半年单从深底层切入是不同的。在10月,东海表层水几乎占据研究海区的大部分。11月至翌年2月,随着低温低盐水舌向研究海区扩展,东海表层水则逐月向东、向南退缩,2月几乎退出了整个研究海区。2—4月间,这一水系似有向西、向北推进的趋势。由此看来,东海表层水在冬半年好像出现了一个完整的消长过程。

结合夏半年底层34‰等盐线的逐月变

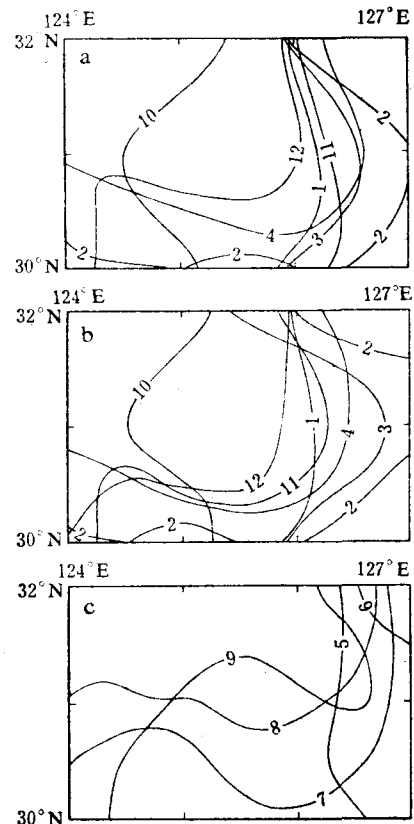


图3 冬半年和夏半年34‰等盐线的逐月变化

化(见图3c), 不难看出,东海表层水在一年内的消长变化过程大致是:从7月开始,东海表层水在研究海区南部的近底层切入。在8—9月间,向北切入的范围逐月增大,其厚度也逐月加大,到10月它已发展到表层。这时东海表层水占据研究海区的大部,是它在本海区发展最强盛的季节。11月至翌年2月,由于南下的黄海沿岸流的加强,东海表层水便相应地逐月向南向东退缩。3—5月间,这一高温高盐水又向本海区推进,随后在5—6月间又开始向南向东退缩。由此看来,东海表层水一年之内有两次消长过程,即7月至翌年2月和3月—6月。在第一次过程中,7—10月为发展期,11月至翌年2月为消弱期。在第二次过程中,3—5月为发展期,5—6月为消弱期。在这次过程中,东海表层水消长变化不大,是该表层水的次要的消长过程。显然,东海表层水的这种变化,

主要同黑潮和黄海沿岸流的强弱变化有直接的关系。

南黄海陆架混合水（夏半年在底层称为黄海冷水）一年内的消长变化和东海表层水则完全相反。

2. 高温区和低盐区的成因

从图1a看出，在底层有一个近似封闭的高温区，这一高温区几乎每年10月都在底层存在。根据历史资料分析，这一高温区的形成，主要因为该海区的水深小，东海高温高盐的表层水占据在这里。在其北部，有低温低盐水舌伸入；在其西、南和东三面水深均比这个海区水深大，海水温度也低，因而导致了底层高温区的形成。以后诸月，随着低温低盐水舌的扩展，这一高温区也随之缩小，以至消失。

从图1f看出，在低温低盐水舌的前部，存在着一个低盐（有时也为低温）区。历史资料表明，这一低盐区经常存在于3月和4月，偶尔在2月也会存在。这时从表层到底层均为低盐中心。这个低盐区在过去的研究中从未引起人们的注意。笔者认为，这个低盐区的出现标志着黄东海环流的变化。具体地说，这时黄海沿岸流可能不再进入研究海区，而在长江口东

北海域向东流去，从以下的分析便可得出这一点。

为了分析低盐区的成因，绘制了底层温、盐度距平（ $\Delta T = T_{3月} - T_{2月}$ ， $\Delta S = S_{3月} - S_{2月}$ ）平面分布（见图4）。

由图4a看出，约在北纬 31° — 33° 之间、东经 125° E以西的广大海区，即在研究海区西北的低温低盐水舌及其西侧，盐度为正距平，最大距平为 2.5% 。盐度距平等值线以 32° N为轴心，并以舌状向东伸展。这表明该海区海水的盐度在3月高于2月。笔者认为这个盐度正距平区主要是高盐的台湾暖流在这时向北增强的结果。在 33° N以北窄狭的带状区，温度距平和盐度距平都为负值，最大温度距平值为 -3.4°C ，最大盐度距平值为 -0.8% ，两者均出现在负距平区的东部。距平值的上述分布，很可能是北上的台湾暖流和南下的黄海沿岸流相遇后均转向东或东北，把原在 33° N、 124° E附近的低温低盐水舌推向黄海暖流水区造成的。

关于上述看法，可从图4b清楚地看出：在研究海区以西的表示台湾暖流的低氧水舌，3月已向北扩展到 $32^{\circ}30'$ N，比2月向北推进了近50海里，和表示黄海沿岸流的高氧水舌在北纬 $32^{\circ}30'$ 附近相遇，两者都有明显向东或东北伸展的趋势。这时黄海沿岸流和台湾暖流一并向东北方向流去，切断或几乎切断了低温低盐水舌和黄海暖流水。因而在黄海沿岸流经过的地方形成了高氧带（对应于低盐），在其以北和以南分别出现了封闭的低氧区（对应于高盐）和低氧舌（在黄海暖流区），同时在研究海区的中部形成了低盐区。由此可知，这一低盐区是否形成，主要取决于台湾暖流的强弱。

综上所述，低盐区的出现标志着黄海沿岸流这时不再进入东海北部，即在南黄海内形成了一个封闭的反时针环流，使原来包括东海北部在内的黄东海反时针环流的范围大大缩小。因此，这一低盐区的出现，为进一步研究黄东海环流的变化提供了一个有力的证据。

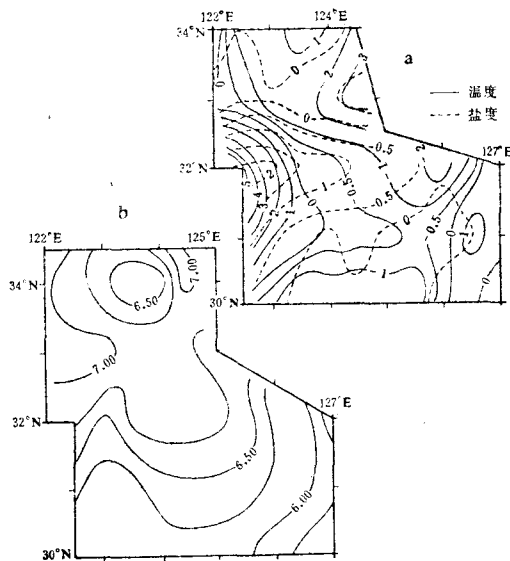


图4 (a) 底层温、盐度距平和
(b) 10米层溶解氧平面分布

参 考 文 献

- (1) 丁宗信, 1985. 东海北部气旋涡区夏半年水文结构. 海洋与湖沼 16(2): 138—146.
- (2) 毛汉礼、任允武、孙国栋, 1964. 南黄海和东海北部(28°—37°N)冬季的水文特征以及海水类型(水系)的初步分析. 海洋科学集刊 01:78—125.
- (3) 苏育嵩, 1980. 划分变性水团边界的温盐点聚对照法与东海西部海区变性水团的分析. 海洋学报 2(1): 1—13.

THE HYDROLOGIC FEATURE IN THE CYCLONIC EDDY REGION OF THE
NORTHERN EAST CHINA SEA IN THE COLD SEASONS

Ding Zongxin

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Abstract

Some hydrologic phenomena in the cyclonic eddy region of the Northern East China Sea in the cold seasons (October-April) are discussed in this paper on the basis of the temperature and salinity data during October 1979-April 1980. The monthly tongue shaped southeastward development of continental mixed water of the southern Huanghai Sea is a main hydrologic characteristic in the winter seasons in this region. The warm and salinic East China Sea Surface Water extending during July-October and March-May and contracting during October-February and May-June, is closely related to the variations of both the Kuroshio and Huanghai Sea Coastal Current. Lower salinity core formed in this region is caused by the intensification of the Taiwan Warm Current which turns the direction of the Huanghai Sea Coastal Current northeastward near 33°N. The appearance of lower salinity core indicates the variation of anticyclonic circulation in the Huanghai Sea and East China Sea and makes its range contract to a great extent.