

研究简报

春夏期间苏北海面的冷域

浦 泳 修

(国家海洋局第二海洋研究所, 杭州)

提要 每年春夏之际, 在紧靠苏北浅滩东侧海面有一冷水域存在。黄海西南部深层冷水的逐月南移并逆坡爬升是这一冷域的主要成因; 而苏北外海水下三角洲北侧海底深沟的存在决定了这一冷域的位置。

另外, 春夏期间在 32°N , 124° — $124^{\circ}30'\text{E}$ 海面, 也经常观测到另一冷域的存在。据分析, 此冷水主要来自黄海西北部的深层, 而冷水的上涌则与前期台湾暖流的“脉冲型”北伸有关。

苏北外海, 因其地形特殊, 又有多股水系在此交汇, 形成了颇为复杂的水文状况。每年夏季出现于苏北浅滩东侧的海面冷域和经常呈现于济州岛西南水面、中心位置约在 32°N 和 124° — $124^{\circ}30'\text{E}$ 的夏季冷域, 即反映了此种动力结构的某些重要侧面。

1. 苏北外海的表面冷域

1959年的调查即已发现, 春夏之际苏北外海面存在明显的表面冷域(简称苏冷)。从1975—1981年5—8月的资料可看出, 苏冷几乎年年均可观测到。其位置大多在 33° — 34°N , 122° — $122^{\circ}30'\text{E}$ 附近(图1a); 但也有数次苏冷中心外移到 33°N , 123° — $123^{\circ}30'\text{E}$ 附近(图1b)。同时还可以看到: (1) 苏冷的中心均位于自海州湾方向南下的低盐水舌轴线的上方或西侧, 且均在 32°N 以北; (2) 当苏冷紧贴苏北浅滩, 出现于 122° — $122^{\circ}30'\text{E}$ 区间时, 冷域呈狭长形; (3) 当苏冷偏东时, 冷中心通常在 33°N , $123^{\circ}30'\text{E}$ 附近, 其特点是冷域面广, 呈不规则椭圆形, 位置比前者偏南。

据目前对该区流系的认识及温盐度分布的推测, 黄海水主要在 34°N 的 $122^{\circ}30'\text{E}$ 以西沿苏北浅滩的东缘流入东海, 在其流域内, 上下游站间深层水的变性应有相同的趋势。据笔者以前所做的相关计算表明, 这种变性趋势是存在的。图2反映了苏冷与济州岛西南的冷涡似乎为同一源头, 其间因受海底地形和台湾暖流北上水的影响而被“分支”。

据观测, 黄海南部冷水团有东、西两个冷中心。根据万国铭等的调查¹⁾, 在1978—1980年观测期间, 西部冷中心的位置如次: 6月前在 36°N , 122°E ; 7月在 $35^{\circ}30'\text{N}$, $121^{\circ}46'\text{E}$; 8月在 35°N , $121^{\circ}45'\text{E}$; 9月在 35°N , 122°E 。冷水块的气旋型流态反映了它处在西部的黄海沿岸流和东部的黄海暖流之间。因黄海暖流的流速极微而黄海沿岸流的流速较大, 致使冷水块南移。

1977年6月的资料为苏冷表现得最强的一次(图1b)。对照该月底层和20m层的温度分布可以发现: (1) 苏冷的位置正好处在北面黄海冷水团的南端正前方; (2) 黄海西部底层冷水的低温中心位于 34°N , $123^{\circ}30'\text{E}$ 附近, 与其他年份的同期相比偏南约1.5—2个纬度, 中层的温度分布也反映出低温水的南下较常年剧烈; (3) 黄海西南部冷水块的形状竟成了一条狭长的带域, 与5月份的相比冷水块的耗衰极快; (4) 比较5、6两月的资料发现, 6月底层冷中心的水温为 6.41°C , 在 34°N , $122^{\circ}30'\text{E}$ 处。而在

1) 万国铭等, 海洋调查, 1982年第1期。

收稿日期: 1985年4月6日。

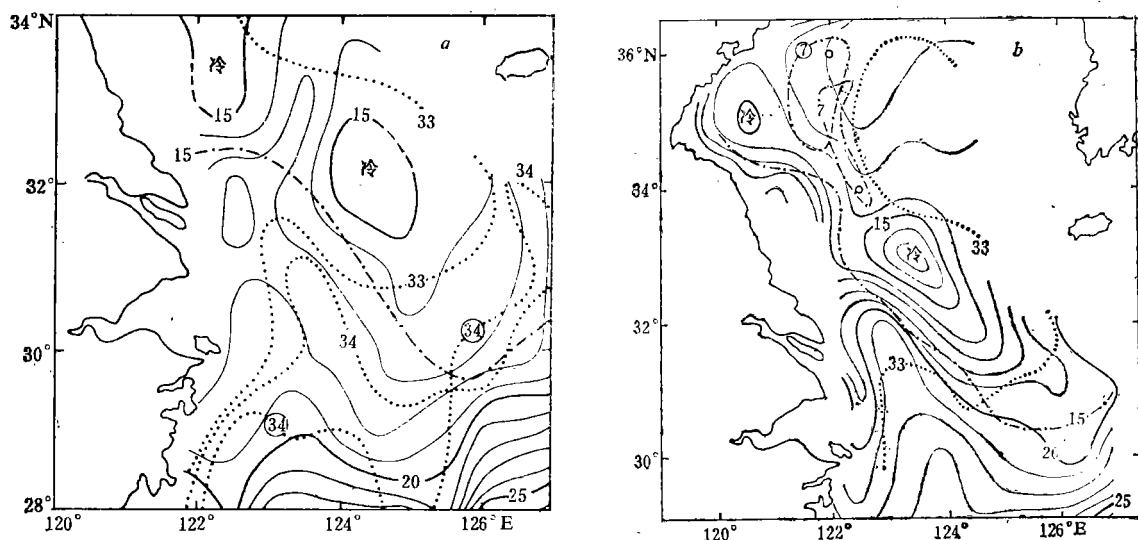
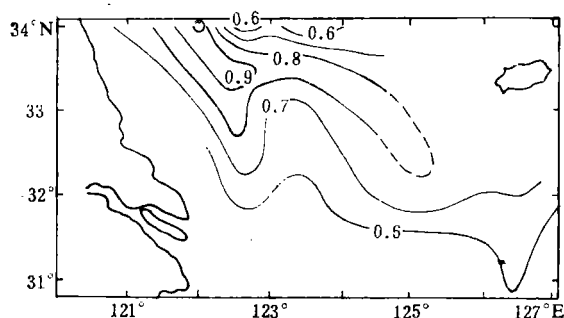


图1 表层温度分布

- a. 1978年5月(---②---表示前月底层34等盐度线);
 b. 1977年6月(---⑦---表示前月底层7°C等温线).
 ————表层等温线; ---———底层某一等温线;
底层某一等盐线; ○表示底层前、后两个月实测的最底温度值位置。

图2 34°N, 122°E 站与其他站底层间温度距平序列的相关联系(信度 0.05)¹⁾

5月, 35°N和36°N断面的测值均高于此值。可见5月份的西部冷中心应在35—36°N之间(36°N以北没有观测)。在1977年5到6月的两次观测期间, 西部冷中心的位置由35°N以北移到了34°N附近, 南移了1—2个纬度(图1b)。这种移动速度与万国铭等观测到的每月约半度的速度相比差别较大。

上述观测事实表明, 黄海西南部冷水块的相对快速南移, 导致它在三角洲北坡上抬升的加剧; 又因冷中心直接移到了34°N附近, 因此在1977年6月的苏北海面观测到了历史上同期最低的水温值。据此再查看历次的观测结果, 这一规律均较明显。所以, 北部冷水的南移是苏冷形成的首要条件。

这一冷域的中心几乎位于33—34°N, 122°—122°30'E或33°N线上的123°—123°30'E。对照地貌(图3), 这两处正位于海底深沟的南端上方。因此, 由黄海沿岸流带动南移的黄海西部冷水必有部分顺沟南涌上达海面。西沟有两条, 皆呈窄条形; 而东沟较宽阔, 位置比西沟偏南。因此, 顺西沟上涌的冷水呈

1) 原理和方法见: 浦泳修, 海洋科技资料, 1981年5期。

狭长条,位置也较北(图 1a);而顺东沟上涌的冷水则通常为椭圆形,位置偏南(图 1b)。由此看来,海底地形是苏冷位置稳定的主要原因。

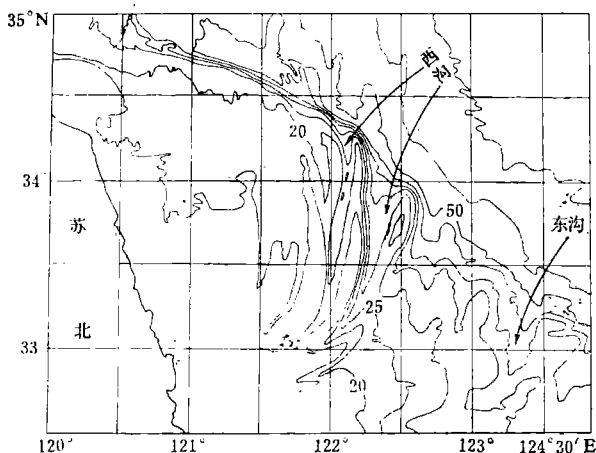


图 3 海底地形¹⁾

2. 苏岩西侧的表面冷域

从历年夏季的观测资料获知,在 32°N 的温度断面上,在 124°E 以东的中下层存在着一个约以 126°E 为中心的冷水“系统”(现已习称为济州岛西南冷涡,以下简称为济冷),其时空分布极其稳定,等温线族的西边界正好位于 $123^{\circ}30' - 124^{\circ}30'\text{E}$,给人以东侧冷水沿坡向西爬升的错觉(图 4),故一般均认为在 32°N , $124^{\circ}30'\text{E}$ 附近的表层冷域(因在苏岩、虎皮礁等西侧,故称为礁西冷域)必是济冷的上露。若果真如此,则对照表、底层冷中心之间的位置,就可察觉,这一涡旋竟在 50—60m 厚的水层中倾斜了约 2 个经度,这是难以理解的。

1975—1981 年,在济州岛西南海面出现显著封闭型冷域 5 次,其出现月份和中心位置见表 1。其中只有 1981 年 5 月的一次出现在 31°N , 126°E 附近,可以认为是深层冷水的上涌,另外 4 次均位于 32°N , $124^{\circ} - 124^{\circ}30'\text{E}$,与深层冷中心距 100n mile 之遥。其环境特征为:(1)从 32°N 断面的温、盐度分布看,表层冷水区的盐度均小于 32‰,其低温、低盐特征显著;(2)由底层的温、盐度分布知,表面冷区恰处在自海州湾方向而来的低盐水舌的轴线上,表层冷中心处上、下层的盐度值比较接近;(3)表层冷中心位于下层台湾暖流水舌的东北侧。

据毛汉礼等的分析²⁾, 32°N , $124^{\circ}30'\text{E}$ 附近的中层正处在苏北沿岸水水舌的轴线上,这里的流向当指东南。1981 年 8 月曾在 32°N , $124^{\circ}30'\text{E}$ 处布设了一个锚系站,测得表、底两层的平均余流指向东北,而中层 20m 指向正东且强^[2],后者与毛汉礼等的分析比较相符。这也与丁宗信^[1]的观测事实一致。同月份的 32°N 温度断面并无异常,反映东侧深层低温水的等温线族仍向西扩展到 124°E 附近的 10m 层高度,所以 $124^{\circ}30'\text{E}$ 处 20m 深仍处在这一冷水体中(图 4)。因此,中层水的东流方向足以否定东部冷水逆坡西爬的假想。

相关计算反映:(1) 32°N , $124^{\circ}30'\text{E}$ 测站在表、中、底三层的盐度变化之间有相当高的相关系数,特别在中、上层,相关系数大于 0.80 (信度 0.01);(2)该站 25m 层的温度变化与西北侧测站底层之间有极高的相关关系,系数高达 0.80—0.90 以上;(3)位于冷核中心处的 32°N , 126°E 站,其 25m 层的温度变

1) 摘自国家海洋局第二海洋研究所出版的 1:1000000 图。

2) 毛汉礼、任允武、万国铭,1965 年 2 月。(未刊稿)。

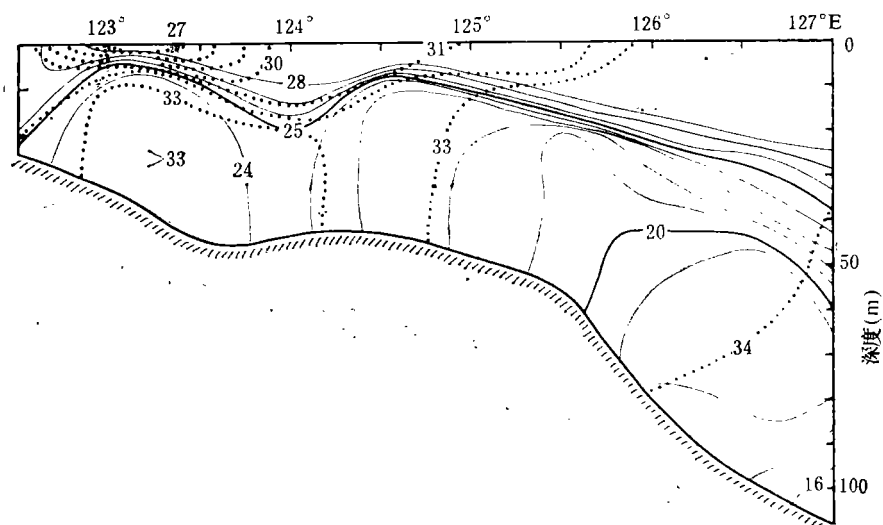


图4 1981年8月32°N温度断面

——等温度线;等盐度线

化也仅与西北侧测站底层间存在良好的相关关系(0.70左右)而与本站底层间的相关系数仅为0.62,与东侧各站各层无更高的相关关系。

以上(2)和(3)说明,礁西冷域的中层水与西北侧底层水的温度变化趋势一致。综合考虑,即可得出礁西冷域的低温水主要来自西北下层的结论。

表1 1975—1981年期间冷域出现月份和中心位置

年	月	礁西冷域(或济冷)中心		苏冷中心		备 注
		北纬	东经	北纬	东经	
1978	5	32°	124°30′	34°	122°15′	苏冷与北部冷区相连 在 32°N, 123°E 处水温略低
	6	32°	124°00′	34°	122°00′	
	7	32°	124°30′	33°	122°00′	
	8	—	—	—	—	
1981	5	31°	126°00′	33°	122°15′	
	6	32°	124°00′	34°	122°00′	
	7	—	—	34°	122°00′	
	8	—	—	33°	122°15′	

1975—1981年济州岛西南出现表面冷域的月份见表1。分析这几个月的表、底层温、盐度分布可以发现以下特点:1978和1981年5月(即表面冷区最初呈现的月份),在124°E以西的浙江一侧,底层34‰等盐线即已北伸到约31°N,为同期最北的两次;这两年的4至5月,近岸侧底层上34‰等盐线的位置向北推进了1.5—2个纬度,是同期北伸最强的两次(表2及图1a);这两年的6月,表层34‰等盐线的位置分别超过29°N和30°N,为同期偏北的月份。

综上所述,礁西冷域的出现与深层台湾暖流的“脉冲型”北伸有关。笔者对此的理解是:由于黄海暖流的位置比较稳定,黄海沿岸流在它的西南侧南下,故台湾暖流的急速北进,造成黄海南下水因通道变狭而受阻上涌。另一方面,台湾暖流的急进,必导致其与黄海水之间锋面,亦即斜压效应的强化,助长了

表 2 $124^{\circ}30'E$ 以西底层上 $S = 34\%$ 线线舌北伸程度(到达的纬度)

月 年	4	5	6	7	8	备 注
1978	过 29	过 31	近 31	过 31	近 31	5 月礁西冷域清晰
1980	过 31	近 31	近 31	过 31	过 31	
1981	过 29	近 31	过 31	过 31	过 31	5 月济冷清晰

上升运动的发展。礁西冷域位置的固定也与海底的地形有关: 在它的东侧水下, 正是苏岩、虎皮礁等组成的礁链之所在, 如果黄海水经礁链南下, 那么这一礁链无疑会对深层水起某种程度的阻滞作用, 使冷水位有所抬升, 因此如另有外力, 该处的冷水较易上达海面。

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] Zhao Jinsan, Qiao Rongzhen, Dong Ruzhou et al, 1983. An Analysis of Current conditions in the investigation area of the East China Sea. In Proceedings of International Symposium on Sedimentation on the Continental Shelf, with special reference to the East China Sea. April 12—16, 1983, Hangzhou, China. China ocean Press, Beijing. pp. 314—327.

COLD WATER AREAS ON THE SEA SURFACE OFF
SUBEI IN LATE SPRING AND SUMMER

Pu Yongxiu

(The Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou)

ABSTRACT

Every year during late spring and summer, a cold water area exists on the sea surface near the east side of Subei (northern Jiangsu) shoal patch. The main cause of the cold water area is the monthly southward migration and the climbing up against the slope of deep cold water from the western part of the south Huanghai Sea (Yellow Sea). The existence of the deep ditches on the north side of the under water delta off Subei decides the position fixation of this cold water.

Besides, another cold water area is commonly observed on the surface in the region $32^{\circ}N$ and 124° — $124.5^{\circ}E$ during late spring and summer. This water mainly comes from the deep layer of northwest area; its upwelling is related with northward "impulse-fashions" extension of Taiwan Warm Current in the previous period, and its position fixation is probably related with under-water reef chain there.