

闽中沿岸冬季存在上升流的迹象*

黄荣祥

(福建海洋研究所 厦门 361012)

关键词 冬季, 上升流, 闽中沿岸

经多航次调查搜集的资料分析, 已证实福建中部(简称闽中)的海坛岛附近海域夏季存在上升流^[1~4]。然而该海域在冬季是否存在上升流, 有关这一问题至今尚缺讨论。本文采用福建海洋研究所 1983 年 12 月及 1984 年 1 月在台湾海峡中、北部海域的调查资料及 1964 年 1, 2 月全国海洋调查时的闽中沿岸的测流资料(站位见图 4), 对台湾海峡中、北部海域的冬季水文结构进行了分析, 初步得出形成夏季以海坛岛为中心的闽中沿岸上升流的因子在冬季同样存在, 因而该海域冬季亦有可能存在着上升流。

1 形成上升流的因子分析

众所周知, 任何一海域之所以会形成上升流, 与其周围的地理环境和水动力条件相关。闽中沿岸夏季上升流主要是 N 向流动的海峡暖流和地形的综合效应所致^①。分析了冬季的水动力条件后, 初步得出上述情况在冬季同样存在。

1.1 上升流水体来源

研究表明, 夏季闽中沿岸上升流水体主要来自台湾海峡南部北上的海峡暖流深层水^①。而 1983 年 5 月~1984 年 5 月周年调查资料的水团分析指出, 海峡暖流水不仅夏季存在, 其他季节亦不同程度影响着研究海域, 其分布范围有明显季节变化, 是海域中体积最大、分布最广的主要水团^[1]。作者对位于 24°30'N 断面处海峡中部的 4 站与近岸的 1 站(见图 4)周年调查的表层温、盐度年变化曲线加以对比(图 1), 就不难看出冬季时海峡暖流水对研究海域之影响。

这两站水温的年变化均为冬季温度低、夏季温度高, 但冬季时该断面处海峡中部 4 站的水温要比同纬度相距约 40n mile 近岸 1 站的水温高约 6~7℃, 盐度偏大约 3~4, 且整个冬季盐度

表 1 闽中近岸站(水深约 50m) $T(^{\circ}\text{C})$, S 值

Tab. 1 $T(^{\circ}\text{C})$ and S values of Minzhong coastal stations (depth: about 50m)

项 目	站位(断面)			
	2	1	2	2
	(26°00'N)	(25°30'N)	(24°30'N)	(24°30'N)
50m	20.39	20.97	20.96	20.65
12 $T(^{\circ}\text{C})$ 50m~表层 ΔT	1.12	4.18	3.17	2.11
50~30m ΔT	0.8	3.9	2.04	0.4
50m	32.46	34.15	34.20	34.40
月 S 50m~表层 ΔS	1.46	5.52	3.86	2.51
50~30m ΔS	0.03	5.2	2.45	0.32
50m	19.46	16.37	16.37	15.45
1 $T(^{\circ}\text{C})$ 50m~表层 ΔT	0.66	3.94	4.28	1.31
50~30m ΔT	0.0	2.72	1.11	0.82
50m	33.34	32.88	34.32	32.15
月 S 50m~表层 ΔS	1.19	3.37	5.61	1.55
50~30m ΔS	0.5	2.08	1.86	1.3

值均在 34.5 以上。秋、冬季整个海峡地区气温持续下降, 而该断面处海峡中部附近海域与同纬度近岸海域相比, 在冬季仍能维持高温、高盐, 表明冬季海峡南部有 N 向的海峡暖流水不断进入研究海域。地处海坛岛外侧、乌丘水槽北端的 25°30'N 断面 1, 2 站在冬季近底层水温、盐度及其垂直向差值相对偏高于近岸深度相近

* 翁学传研究员给本文提出了宝贵意见, 特表谢意。

① 黄荣祥、翁学传, 闽中沿岸上升流特征和成因分析。热带海洋(待刊)。

收稿日期: 1995 年 5 月 4 日

的测站(表 1),表明冬季时海峡暖流水进入研究海域后,其近底层水仍沿乌丘水槽北上并向北流去,给上述测站近底层带来了高温、高盐的海峡暖流水。

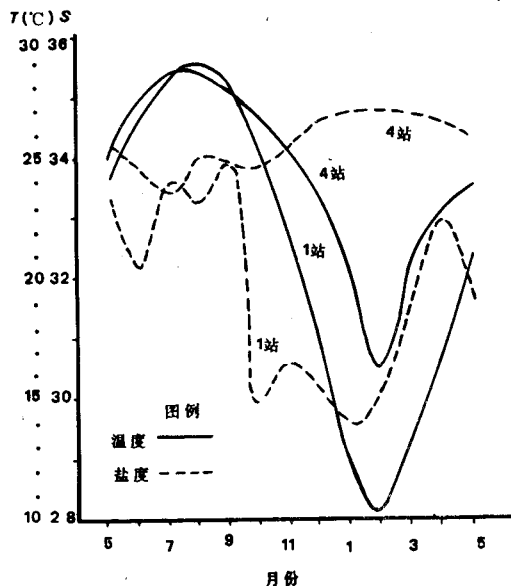


图 1 24°30'N 断面 1,4 站表层温(°C)、盐度年变化曲线(1983 年 5 月~1984 年 5 月)

Fig. 1 Yearly change curves of surface level temperature (°C) and salinity of stations 1 and 2 at 24°30'N section

1.2 海流与风

冬季研究海域盛吹东北季风,与夏季盛行的西南季风正好反向,在其影响下的闽中近岸上表层的余流应以西南向为主。分析了 1964 年 1,2 月闽中沿岸一带(站位见图 4)实测流资料得出,除海坛岛外侧海域的余流略小于夏季外,其流向分布具有与夏季类同的特征。流向自表层(冬季偏东向;夏季东北向)至底层向左偏转,下层呈向岸流动趋势(图 2)。从图 2a 可见,在海坛岛外侧东北及偏东侧的 I 站和 II 站,其表至底层余流自偏东-北北东-偏西北向左偏转,下层呈向岸流动趋势。处在湄洲湾口门外 IV 站的余流向自表至底层虽向左偏转,但均指向东北。处在泉州湾口门外 V 站的余流向自表至底层均指向西南。从上述各站余流沿岸线方向分解的

垂直岸向分量(U)和平行岸向分量(V)看(图 2b),处海坛岛外侧 I ~ III 站均具有较强的平行海岸向的 N 向流动,其 U 分量平均流速(约 $18\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)大于 V 分量平均流速(约 $11\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)。 U 分量的垂直分布明显呈交叉型结构,10m 层以下呈向岸运动,10m 层以上呈离岸运动,且向岸流速较大。处在湄洲湾口门外的 IV 站虽具有较强的平行岸向的 N 向流动,但其垂直岸向流动完全呈离岸状。处泉州湾口门外 V 站的平行岸向流动完全呈偏 S 向。按理东北季风将会引起闽中沿岸上层水趋岸堆积下沉,从而导致底层产生离岸流。但从海坛岛外侧 I ~ III 站余流垂直岸向的分布及 1984~1988 年在台湾海峡投放的“人工水母”看^[5],均显示出海坛岛附近海域冬季近底层流况与夏季有类同之处,即存在向岸流动。其动力因子就是 N 向流动的海峡暖流及其受地形影响所导致的向岸分量。

由此可见,冬季海坛岛附近海域近底层处的水动力条件与环境因素与夏季存在相类似的状况。

2 上升流迹象的反映

2.1 温、盐结构

冬季闽中沿岸温、盐结构的主要特征是,具高温、高盐的海峡暖流水明显向近岸岸底楔入,温、盐锋带自外海表层向近岸岸底呈下倾分布。从图 3 可见,1983 年 12 月表、底层温、盐度总分布趋势差异并不大,闽中近岸侧为低温($16.11 \sim 19.54^\circ\text{C}$)、低盐($26.14 \sim 32.08$)的浙闽沿岸水所流经,且在海坛岛东侧有分支向东伸展。沿岸水外侧为温、盐度相对较高的海峡暖流水所影响,不同水系间存在着明显的温、盐锋带。如该月以 21.0°C 等温线和 34.0 等盐线为海峡暖流水外沿,则表层的高温、高盐舌呈西南-东北走向,其水舌伸至 $25^\circ00'\text{N}$ 以北,底层的高温、高盐舌呈南西南-北东北走向,且明显伸向海坛岛外侧(达 $25^\circ30'\text{N}$ 附近),在海坛岛附近海域海峡暖流水在近底层呈向岸入侵趋势。从该月断面分布(图 4)看, $24^\circ30'\text{N}$ 及 $25^\circ00'\text{N}$ 断面外海基本上为 $T > 21.0^\circ\text{C}$, $S > 34.0$ 的海峡暖流

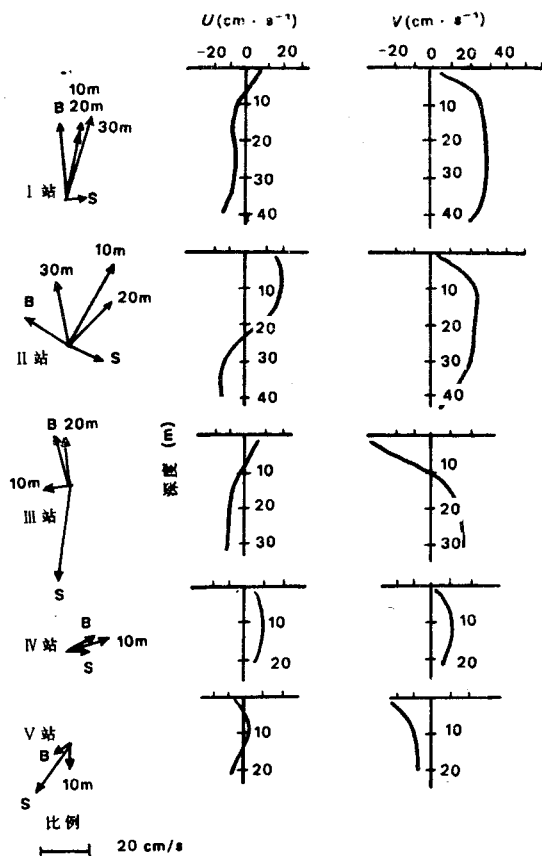


图2 1964年1,2月闽中沿岸余流垂直分布
a. 垂直分布; b. U, V 分量垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of residual current in Minzhong coast (January and February, 1964)

水所控制,温、盐值均以外海向近岸、底层向上表层呈递减状分布。但在 $25^{\circ}30'N$ 断面处,低温的浙闽沿岸水与海峡暖流水交叠显著,暖水明显向近岸近底层楔入,温、盐锋带自外海表层向近岸的近底层呈下倾分布。在锋带外侧的水体较为均匀,垂直间温、盐差值均在 0.8 以下;在锋带近岸侧,30m 层以上水体较为一致,30m 层以下至 50m 近底层的温、盐值递增极显著。该月在近岸侧水深约 50m 的测站中,以海坛岛外侧 $25^{\circ}30'N$ 断面的 1,2 站垂间差异最显著,这两站约 50m 深处不但温度高、且盐度亦大。在水深 30~50m 区间内,垂直向温度差达 $2.0 \sim 3.9^{\circ}C$ 、盐度差达 $2.4 \sim 5.2$,其中 1 站盐跃层强度达 $0.26m^{-1}$ 。1984 年 1 月温、盐分布与 1983

年 12 月大致相似,近岸垂向温、盐度差最大仍出现在 $25^{\circ}30'N$ 断面 1,2 站的 30~50m 区间内(表 1)。

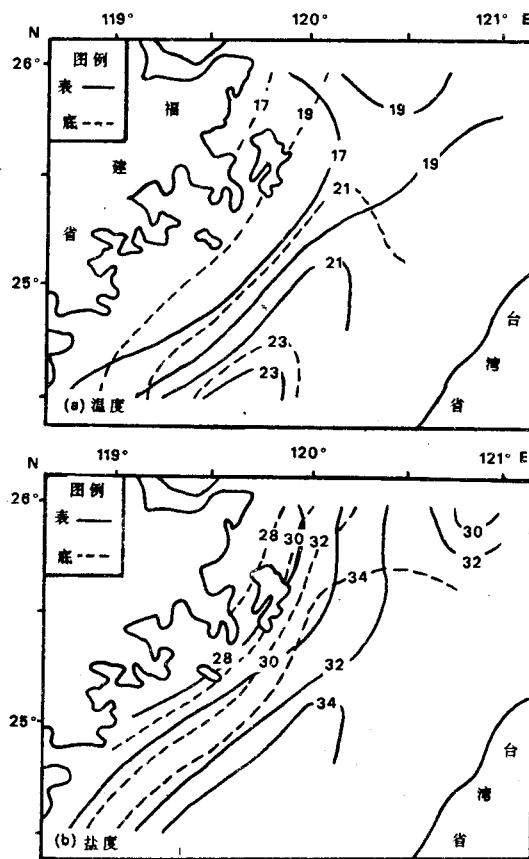


图3 1983年12月温($^{\circ}C$)、盐度分布
a. 温度; b. 盐度

Fig. 3 Distribution of temperature ($^{\circ}C$) and salinity (December, 1983)
a. temperature; b. salinity

2.2 化学要素分布

从 1983 年 12 月和 1984 年 1 月 $25^{\circ}30'N$ 断面溶解氧和硝酸盐分布(图略)表明,这两个化学要素的“锋带”所处的位置与相应月份温、盐锋带所处位置基本一致,低溶解氧和低硝酸盐的水体明显向近岸岸底楔入,由不同水系交汇所导致的溶解氧和硝酸盐的“锋带”自远岸表层向近岸岸底呈下倾趋势。

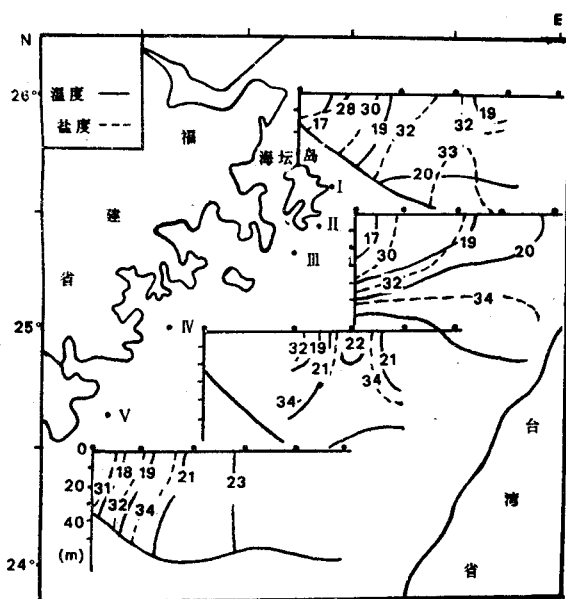


图4 1983年12月温(°C)、盐度断面分布
I, II, III, IV, V系测流点系断面及温、盐测点,各断面的站
号1,2,3序列自近岸向叶海排列

Fig. 4 Distribution of temperature (°C) and salinity
section (December, 1983)

2.3 浮游动物分布

浮游动物分布受温、盐场所制约,这三要素曾被作为判别海流的良好指标。文献[1]研究表明,台湾海峡中、北部海域内年平均温、盐度最高的南部中央水域,浮游动物出现种数最多。该文献所示桡足类种数的分布和年平均表层水温、盐度的关系,显示了年平均高温、高盐舌及桡足类种数的等值线分布有突向海坛岛的趋势。分析还表明其他各门类分布情况都呈现这一共同规律。由于上述情况,故海坛岛外侧25°30'N断面近岸海域常出现一些其他近岸站少见的高温种类浮游动物,在隆冬季节的12月及1月能搜集到真哲水蚤、强真哲水蚤及亚强真哲水蚤等外海高温种类。最近冬季在海坛岛以南、南日岛东北海域的海岛调查中,除搜集到上述种类外,还搜集到半口壮水母、黄角光水蚤及丽降剑水蚤等外海高温种类^①。

一般而言,冬季在强劲的东北季风作用下,风混合作用强烈,海水应呈现充分混合状态,出

现上述分布状况,表明了冬季海峡暖流水进入研究海域后,仍继续向北运行并影响到海坛岛近岸海域。综观24°30'N,25°00'N,25°30'N及26°00'N 4个断面的温、盐度及海化等要素分布,台湾海峡暖流水在海坛岛东侧25°30'N断面向岸入侵表现最为显著。

3 结语

综合上述分析,研究海域冬季的水动力条件与环境因素与夏季有相类似之处,台湾海峡暖流深层水自南向北运移过程中,由于沿途水深变浅,海水受海底地形的抬升和摩擦作用,冬季在闽中沿岸海坛岛附近海域形成沿岸坡涌升,即产生上升流是可能的,文献[4]和本文得出的冬季N向的海峡暖流在海坛岛附近海域存在向岸运动分量可以佐证。此外,据范光隆的研究^[5]指出,特别在冬季时,当温度不同的两个水团相遇时,较暖的海水常会容易上升引起上升流。而海坛岛附近海域冬季正是低温的浙闽沿岸水与海峡暖流水交迭最显著区域,亦是垂向温、盐差最大的时候。冬季上升流反映没有夏季那么明显,是因为冬季有温度低、密度小的浙闽沿岸水覆盖在温度高、密度较大的海峡暖流水之上,海区温度正梯度型较为稳定,同时也存在较强的盐跃层,抑止了上升流的发展。

参考文献

- [1] 福建海洋研究所,1988.台湾海峡中、北部海域综合调查报告.科学出版社,130~188,303~305.
- [2] 肖晖,1988.台湾海峡 2:135~142.
- [3] 黄荣祥,1989.海洋湖沼通报 4:8~12.
- [4] 张以恩、翁学传等,1991.海洋与湖沼 2:124~131.
- [5] Fan, K. L., 1980. *Acta Oceanogr Taiwanica* 11: 105-117.

① “福建省海岛资源综合调查研究报告”由朱长寿副研究员提供。

INDICATION OF EXISTING MINZHONG COAST UPWELLING IN WINTER

Huang Rongxiang

(Fujian Institute of Oceanology, Xiamen 361012)

Received: May, 4, 1995

Key Words: Winter, Upwelling, Mizhong coast

Abstract

In this paper, we synthetically analyses the data of marine survey during January to February 1964, December 1983 ad January 1984 in and northern parts of Taiwan strait. It preliminarily shows, that main factors of Minzhong coastal upwelling formation in summer—— the northward current (strait warm current) and its on-shore component caused by the influence of topography also exist in winter. The main indication of Minzhong coastal upwelling existing in winter are the temperature and salinity fronts caused by the mixing of different water mass sloping from surface layer of Offlying sea to near-bottom layer of sea near-shore, cross flow existing in vertical coast direction and ome zooplankton of high temperature offlying sea emerging.