

155°E 断面夏季温、盐度的基本特征^{*}

蓝淑芳

(中国科学院海洋研究所)

有关太平洋海洋环流,特别是对亚热带(又称副热带)、热带和赤道带环流的调查研究,近数十年来在国内、外海洋学界已蓬勃展开。其中,日本气象厅于 1967 年至今在 137°E 断面上每年进行 1—2 次定期海洋观测,并于 1972—1979 年、1987—1995 年在 155°E 断面上每年夏季进行一次观测。根据上述经向断面观测资料,许多学者对 137°E 断面的海流结构、温、盐分布、水团及其变异,以及与 ENSO 现象的关系作了细致的分析研究(邹娥梅等,1993;顾玉荷,1996;Guan,1986;Masuzawa,1967);关于 155°E 断面的研究,则着重于太平洋赤道区域海流结构和它的变异及其与 ENSO 现象的关系等(顾玉荷,1990;Guan,1986)。本文拟根据 155°E 断面 1972—1979 年夏季(6—7 月)日本气象厅的海洋水文气象观测资料(其中 1974 年无资料),分析研究该断面(北亚热带、热带和赤道带海域)的温、盐度分布特征和热、盐含量及其年际变异,并探讨其与 ENSO 现象之间的关系。

155°E 断面北起 30°N,南至 11°S,自北向南横穿北亚热带、热带、赤道带和南半球热带。测站的密度以 1975—1977 年最密(设 55 个测站),1972 年和 1973 年次之(分别设测站 33 个和 40 个),1978 年和 1979 年测站稀疏,仅为 15 个和 12 个。采样深度间隔于 30m 以浅为 10m,50—150m 层间为 25m,150—300m 层间为 50m,300—1000m 层间为 100m。图 1 为断面的位置和站位分布(5028 站至 5058 站每相邻两站中间省略一站位)。

为了便于分析断面上各纬度带的水文特征及年际变异,将该断面自北向南划分为 4 个纬度带,即北亚热带(18°—30°N)、北半球热带(2°—18°N,以下简称北热带)、赤道带(2°N—2°S)和南半球热带(2°S 以南,以下简称南热带)。其中北热带又划分为北赤道流区(8°—18°N)和北赤道逆流区(2°—8°N)。

一、断面温度分布

断面的温度分布特征以正常年的 1973 年来表征,图 2a 为 1973 年 6—7 月观测的断面温度分布(时值 1972 年 ENSO 事件结束后约 4 个月,海洋正处于向正常状况调整时

^{*} 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 3305 号。

本课题为国家自然科学基金资助项目,49576281 号。

王宗山研究员审阅全文,并提出宝贵意见;杜湄山绘图,在此一并致谢。

收稿日期:1997 年 10 月 9 日。

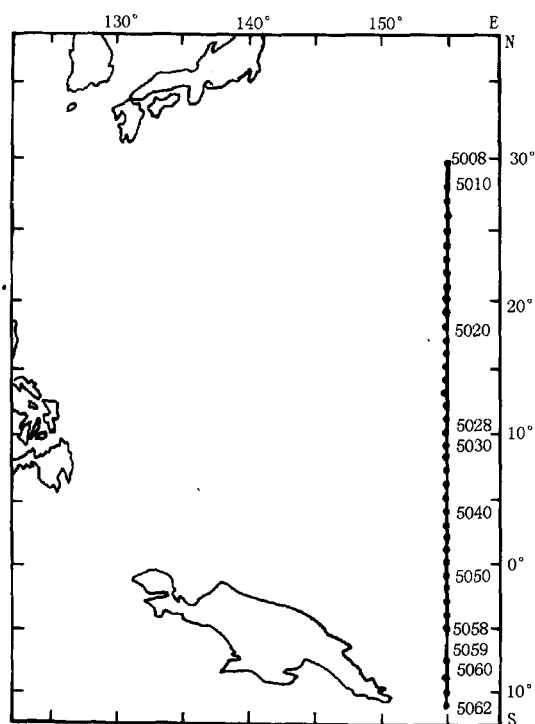
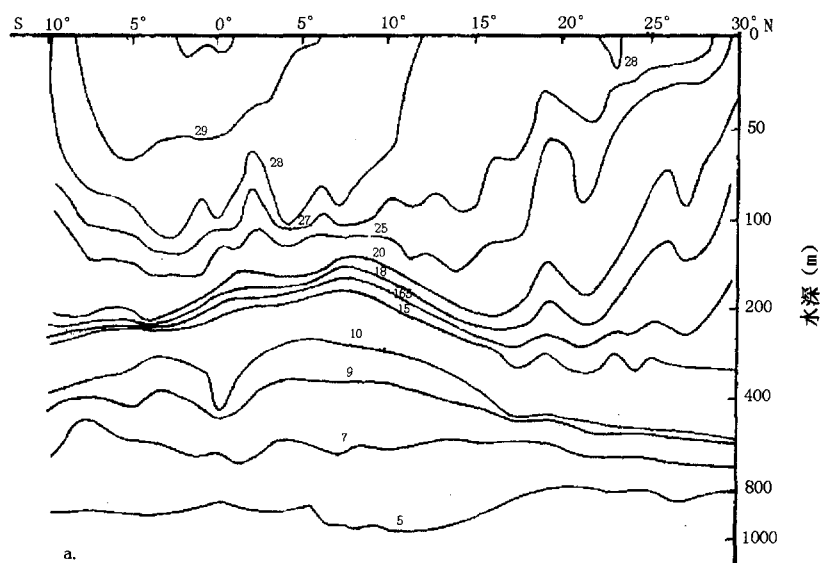


图1 断面的位置和站位分布(1977)

期), 主要特征分述如下。

(1) 在上层, 自北热带 11°N 至南热带 10°S 海区, 大致在 100m 以浅, 以赤道为中心, 有一呈“U”字形的高温区, 温度较均匀一致(在 28°C 以上, 最高高于 29.5°C), 亦即反映出 1972 年 ENSO 事件结束之后, 高温水重新在西太平洋堆积。而在 $120-250\text{m}$ 层, 于 $10^{\circ}\text{S}-16^{\circ}\text{N}$ 之间, 等温线大致以 7°N 为顶点分别向北、南两侧下倾, 但下倾的幅度远比 1972



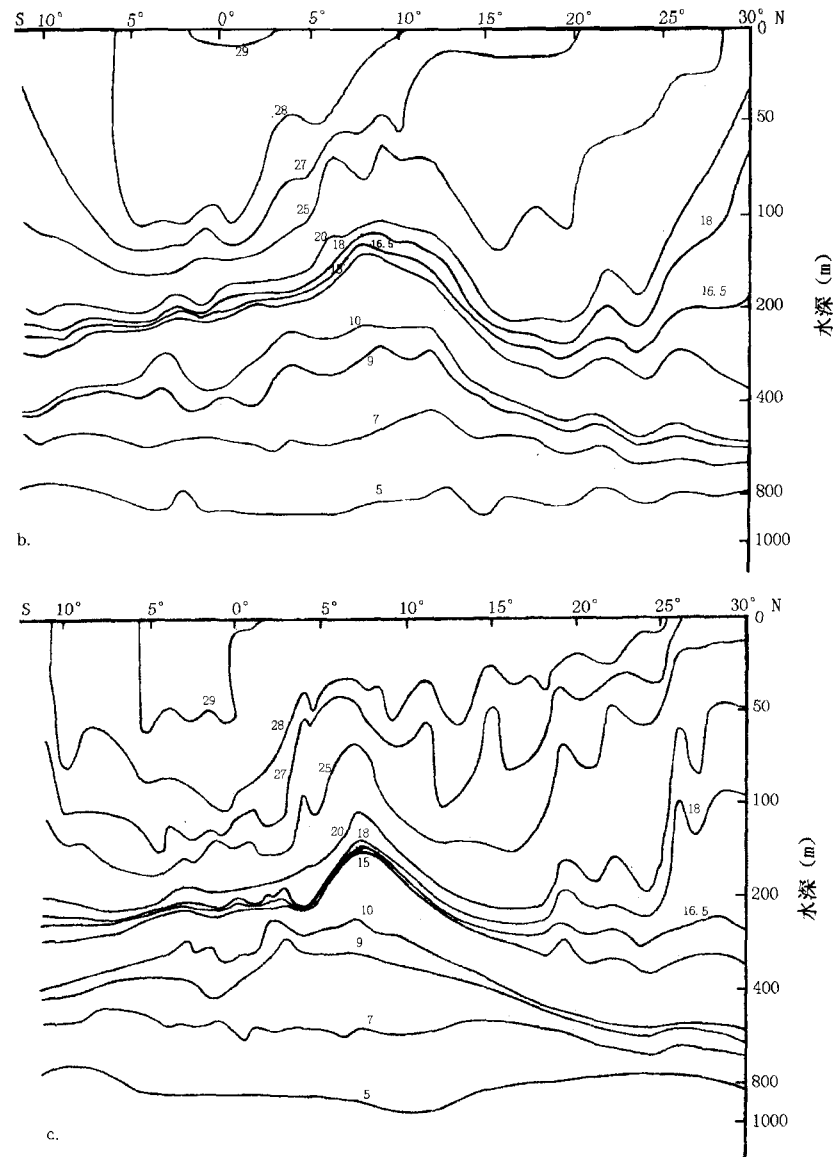


图2 断面温度分布(°C)

a. 1973年; b. 1972年; c. 1976年

年和1976年6—7月为小,这表明,1973年观测期间,北赤道逆流和北赤道流均不甚强盛。此外,16°N以北至28°N,上均匀层高温水的温度逐渐降低,垂向尺度逐渐变小,至北亚热带29°N处上均匀层消失。在次表层的上半部,等温线自南向北大致呈上翘分布,值得注意的是,等温线在上翘的总趋势下,于19°N处出现一波峰,波峰两侧(15°—17°N和21°—22°N)出现波谷,这种分布与15°—17°N至19°N和21°—30°N两纬度带上存在北亚热带逆流及在两纬度带之间存在西向流的动力状况有关(Yoshida *et al.*, 1967a, b)。而在次表层的下半部,等温线的走向较平直。令人感兴趣的是,在北亚热带25°—30°N,次表层的上部和下部之间存在一个温度相当均一的水层,这就是有的学者(Ebbesmeyer *et al.*, 1986)在研究北大西洋亚热带区域中所谓的“18°C水”,不过,在我们讨论的海区应称其为

“16.5℃水”更为确切,此水系是冬季海水垂向混合和夏季形成的季节性温跃层的热屏障综合作用的产物(邹娥梅等,1983)。

(2)断面上温跃层所处深度随纬度的变化而变化。以1973年为例,南热带10°S处,温跃层所处位置较浅,在75—100m深度范围内,跃层强度值为0.12℃/m。10°S向北温跃层下沉,至8°S处下沉至150—250m深度范围内,直至赤道带1°S处,强度值由0.08—0.09℃/m增加至0.10℃/m以上,其中4°S处的200—250m层,3°S处的150—200m层强度值均高达0.19℃/m。自赤道带1°S温跃层向北涌升,直至北热带的9°N处,跃层位于100—150m深度范围;强跃层出现在赤道带1°N处和北热带北赤道逆流区7°N和8°N处的125—150m层,其强度值分别为0.22℃/m,0.23℃/m和0.22℃/m。进入北热带北赤道流区,跃层又呈下降趋势,自10°N至13°N,位于125—200m层,强度值在0.10℃/m左右。14°N至16°N,跃层下降至150—250m层,强度值减小至0.06—0.07℃/m左右。16°N向北跃层略有回升。自亚热带19°N至22°N,跃层分为两部分,上部分为季节性温跃层,位于20—75m深度范围内,强度值由0.12℃/m向北减小至0.06℃/m;下部分为永久性温跃层,位于100—200m深度范围内,强度值在0.06—0.07℃/m。至北亚热带24°—30°N海区,温跃层仅出现在上层;在23°—24°N,温跃层出现在20—50m深度范围内;在25°—30°N海区,温跃层上升至10—50m深度范围内,强度值均在0.10℃/m以上,其中26°N处的20—30m层,温跃层强度值达0.23℃/m。

(3)各纬度带温跃层以下温度随深度的增加缓慢减小,当到达800m深度时等温线基本呈水平分布状态,整个断面温度差异不超过1℃。

(4)图2b,c为1972年和1976年ENSO事件处于盛期的断面温度分布。将其与正常年(图2a)相比较,不难看出如下差异:①赤道带及南热带内的高温水的温度及其占据的范围均较非ENSO年的1973年为小,这与ENSO期间热带西太平洋的暖水输向中、东太平洋有关;②在北热带北赤道逆流区内的7°—8°N附近,暖水以下至250m深度范围内的等温线涌升比正常年显著,以25℃等温线为例,1972年和1976年分别涌升至72m和70m深度上;而1973年,1975年和1977年则分别位于118m,116m和117m深度上,即ENSO年的1972年25℃等温线较上述3年平均涌升了45m,1976年平均涌升了47m,这是由于在ENSO的盛期北赤道逆流和北赤道流均有加强而引起的;③在北半球亚热带海域,温跃层在自南向北的上翘过程中出现2—3个波峰和对应的2—3个波谷。根据地转流原理和“东向的副热带逆流与次表层热锋相关联”这一概念(Uda *et al.*, 1969),在锋的左侧应存在2(1972年6—7月)—3(1976年6—7月)股亚热带逆流,其右侧则对应存在着西向流与之相间分布。

二、热含量的分布

根据该断面温度资料,按下式计算了上层水(100m以浅)在各纬度带上单位纬线(取1m)体积内的热含量:

$$Q = \rho c_p T d Y d Z \quad (1)$$

式中, ρ 为海水密度, c_p 为海水比热, T 为温度, Y 为断面坐标, Z 为深度坐标。为便于计算,取 ρc_p 为1,计算结果列于表1(由于1978年和1979年断面5°N以北每隔5°N一个测

站,测站稀疏,北热带及其以北纬度带内热含量未能计算)。由表 1 可见:

(1)在 100m 以浅的每个纬度带内,单位纬线体积内一个纬度平均体积热含量从高到低的次序为赤道带、南热带、北热带和北亚热带;赤道带内为 $1.045 \times 10^{13} \text{J}$,南热带内为 $1.037 \times 10^{13} \text{J}$,北热带内为 $1.002 \times 10^{13} \text{J}$,北亚热带内为 $0.873 \times 10^{13} \text{J}$;北热带中北赤道逆流区大于北赤道流区,它们分别为 $1.034 \times 10^{13} \text{J}$ 和 $0.983 \times 10^{13} \text{J}$ 。

(2)100m 以浅各纬度带上,单位纬线体积内的热含量存在年际差异,在 ENSO 年(1972 年和 1976 年),南热带和北热带内热含量均较低,均低于 5 年平均值,即为负距平;而在非 ENSO 年则高于平均值,出现正距平。在赤道带热含量年际差异很小。在北亚热带 ENSO 年(1972 年)热含量低于平均值,出现负距平。这说明:①北热带和南热带热含量的年际变异对 ENSO 现象的反映比较显著;②北赤道逆流在 ENSO 事件中扮演向东输送暖水的重要角色;③北亚热带与北热带中的北赤道逆流区各年热含量距平类同,故两者可能有着内在的联系。

表 1 上层水(0—100m)在各纬度带单位纬线体积内 1972—1979 年的热含量及其距平值($\times 10^{13} \text{J}$)

纬度带	1972 年		1973 年		1975 年		1976 年		1977 年		1972—1977 年	1972—1977 年	1978 年	1979 年
	热含量	距平值	热含量	距平值	热含量	距平值	热含量	距平值	热含量	距平值	热含量 平均	纬度 平均	热含量	热含量
南热带 (2°S—10°S)	8.150	-0.143	8.305	0.012	8.419	0.126	8.291	-0.002	8.298	0.005	8.293	1.037	8.437	8.265
赤道带 (2°S—2°N)	4.182	0.003	4.185	0.006	4.173	-0.006	4.177	-0.002	4.178	-0.001	4.179	1.045	4.226	4.199
北热带 (2°—18°N)	15.387	-0.645	16.259	0.227	16.251	0.219	15.899	-0.133	16.362	0.330	16.032	1.002		
北热带 (北赤道逆流 区 2°—8°N)	5.909	-0.347	6.233	0.200	6.208	0.218	5.902	0.169	6.778	-0.242	6.206	1.034		
北热带 (北赤道流区 8°—18°N)	9.478	-0.297	10.025	0.027	10.043	0.002	9.994	-0.304	9.583	0.572	9.825	0.983		
北亚热带 (18°—30°N)	10.424	-0.058	10.513	0.031	10.536	0.054	10.600	0.118	10.336	-0.146	10.482	0.873		

三、断面盐度分布

断面盐度分布的主要特征是:表层在 0—10°N 海区多为低于 34.5 的低盐海区,在表层和次表层分别存在两个盐度值大于 35 的高盐区,高盐区中其中一个高盐水源自北太平洋的亚热带区,随深度增加向南伸展,最南可伸至 10.5°N(1977)附近,深度达 200m 以深;另一个来自东南太平洋的亚热带区,观测期间高盐水在 10°S 处,由 40—84m 和 290—360m 深度范围自南向北穿过断面的南热带区,并可越过赤道伸至北热带区的 2°—6°N 附近,且垂向尺度逐渐变小。本文将上述两个高盐区的高盐水称作北、南太平洋高盐核^①,这

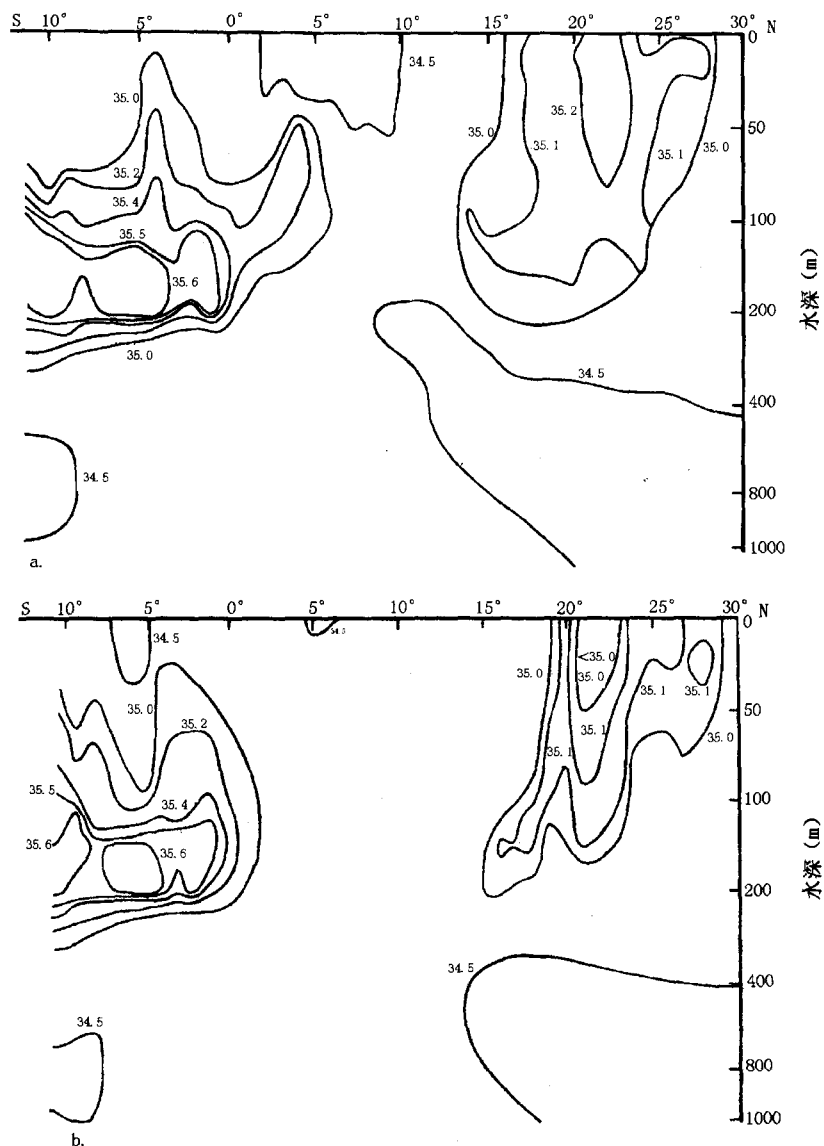
① Li Yongxiang and Hu Dunxin, 1987, Reexamination on the phenomenon of high salinity core crossing the equator in the Western Equatorial Pacific, Proceedings of symposium on air-sea interaction in the tropical Western Pacific and interannual climate change, 65—66.

两个高盐核的核心层位恰对应于温跃层(在北亚热带区位于季节性温跃层),即沿着跃层移动。在北太平洋高盐核的下面,被核心盐度为 34.2 的来自亚极地的中层低盐水所占据,它向南可伸展至 12°N 附近,同时最高可上翘至 200m 左右(A. M. 穆罗姆采夫,1959)。南半球的热带,于南太平洋高盐核下面的 800m 附近,也存在来自亚南极的低盐水由南伸向北。

本文着重讨论北、南高盐核特征及其年际变化,取 35 为边界盐度值来划定高盐核边界,并计算其盐含量。

1. 北太平洋高盐核

北太平洋高盐核位于北热带和北亚热带中部,1972—1977 年夏季,在断面表层位于 $14^{\circ}-29^{\circ}\text{N}$ 范围以内,并在 50—100m 深度范围内向南伸展,至 100—200m 深度内达到 $10^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$ 范围内,高盐核最深可达 210—235m 深度范围,盐度值多在 35.0—35.2(1972



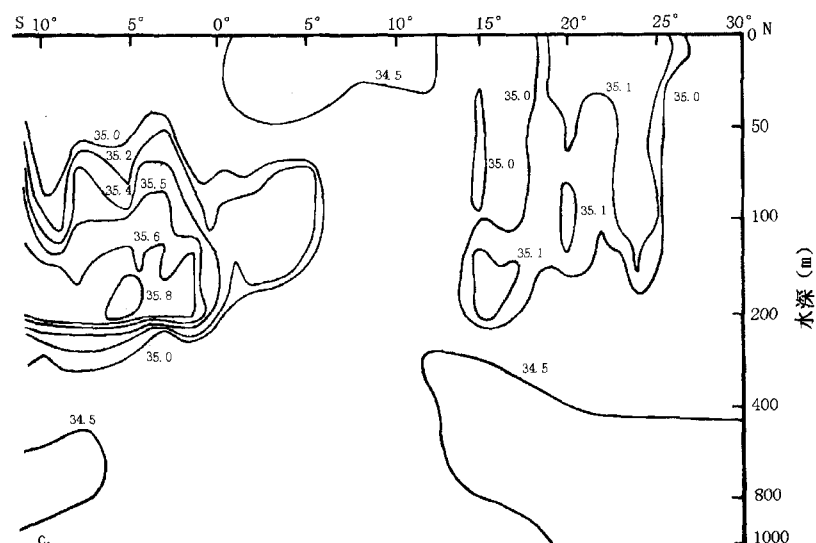


图3 断面的盐度分布

a. 1972 年; b. 1973 年; c. 1976 年

年和 1977 年偏高)。以 ENSO 年的 1972 年为例(图 3a),高盐核上层南、北向跨度最大(由 16°—28.2°N 共占据 12.2 个纬度),且其下层相对上层南伸较甚,在 50m 以深向南移动,及至 100m 深度移至 13.5°—25°N 范围内,高盐核最深达 235m。高盐核盐度值在 35.0—35.3 范围内。

2. 北太平洋高盐核的盐含量

北太平洋高盐核在断面上、单位纬线(取 1m)内的盐含量和体积按下式计算

$$S_s = \rho S d Y d Z \quad (2)$$

$$V_s = d Y d Z \quad (3)$$

式中, S_s , V_s 为高盐核盐含量和体积; ρ 为海水密度,取值为 1.025g/cm^3 ,计算结果见表 2 (由于 1978 年和 1979 年断面 5°N 以北每隔 5°N 一个测站,测站稀疏,所以该两年北太平洋高盐核的盐含量等未能计算)。

表2 北太平洋高盐核的盐含量、年距平及体积

年 份	1972	1973	1975	1976	1977	平均
盐含量(10^3kg)	7 069.1	5 541.9	5 238.0	7 390.1	7 652.5	6 578.3
盐含量距平(10^3kg)	490.8	-1 036.4	-1 340.3	811.8	1 074.2	
体积(10^3m^3)	120 267	68 002	22 367	73 172	50 917	66 945.0

由表 2 可以看出,在 ENSO 年(1972 年和 1976 年)高盐核的盐含量距平为正值,而在非 ENSO 年(1973 年和 1975 年)距平为负值。这是因为在 ENSO 年,北半球副热带高压加强,从而使高盐水的盐度增加,高盐核范围扩大。

3. 南太平洋高盐核

南太平洋高盐核主要位于南亚热带中部,在该断面只能揭示其在南热带至北热带范围内的分布特征。南太平洋高盐核在断面上主要位于 70—300m 深度范围内,自南向北呈

舌形分布,并有逐渐变浅的趋势,且具有年际变化。以 ENSO 年(1972 年,1976 年)高盐舌向北伸展的较远,达到 6°N ;在非 ENSO 年仅达到 $2^{\circ}-3^{\circ}\text{N}$ 。高盐核的上界(35 等盐线)在 1°N 至 5°S 范围内出现涌升,其中以非 ENSO 年的 1975 和 1978 年涌升最为显著,直达海平面,其它各年涌升至 23—43m 深度范围以内,这是南赤道流增强的作用结果。高盐核内有一大于 35.5 盐度值的高盐带,亦自南向北呈舌形分布,舌端达赤道带的 $0-1^{\circ}\text{S}$ 范围以内。高盐核内各年盐度最大值出现在 150—200m 深度范围,可以认为,该深度范围为高盐轴层,盐度值最高可达 36.0。南太平洋高盐核内盐度值明显大于北太平洋高盐核。

在非 ENSO 年,赤道附近为南赤道流所占据,表层海水辐散,中层水涌升,有时高盐水涌升可达表面。在 ENSO 年,西太平洋表层为东向流,致使赤道附近表层海水辐合下沉,故温、盐度均呈“U”字形分布(图 3)。

4. 南太平洋高盐核的盐含量

根据(2)式及取值标准,计算了南太平洋高盐核的盐含量和体积,计算结果见表 3(为计算时方便,按其周界盐度值 35 计算,故算出的盐含量较实际盐含量低)。

表 3 南太平洋高盐核的盐含量、年距平及体积

年 份	1972	1973	1975	1976	1977	1978	1979	平均
盐含量(10^3kg 以上)	11 159.8	9 690.2	12 145.4	11 693.8	10 076.6	9 189.7	10 429.4	10 626.4
盐含量距平(10^3kg)	533.4	-936.2	1 519.0	1 067.4	-549.8	-1 436.7	-197.0	
体积(10^3m^3)	311 074	270 109	338 548	325 959	280 880	256 160	290 714	296 206.3

由表 3 可以看出,在 ENSO 年(1972 和 1976 年),南太平洋高盐核在断面上的盐含量均较高,为正距平;而在非 ENSO 年(1973,1977,1978,1979 年)均为负距平。这是因为在 ENSO 年期间,赤道西太平洋上层的暖水大量东移,而次表层高盐水随即给以补偿,故在此期间来自南半球的高盐水亦加强。

上述北、南太平洋高盐核的逐年变异表明,它们对 ENSO 现象是有明显响应的,但高盐核的强、弱变化与其源头的副热带高压强度的年际变化,以及与向赤道方向输运的流系变化有关,故 ENSO 现象不是引起高盐核逐年变异的惟一因素。如非 ENSO 年的 1977 年,北太平洋高盐核的盐含量距平为正,非 ENSO 年的 1975 年南太平洋高盐核距平亦为正就是这个原因。

5. 北、南太平洋高盐核的源地

从世界大洋图集(Sergei,1976)看出,北、南太平洋亚热带海区出现了盐度高值区(1925—1968 年平均),这是由于亚热带海区碧空无云、气温高和蒸发量大所造成的。8 月,北太平洋大于 35 的高盐封闭海区占据北太平洋的亚热带海区,其范围为 $17^{\circ}-33^{\circ}\text{N}$, $150^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ 。在次表层高盐水沿着跃层向西、向南扩展。由于南半球的副热带高气压强于北半球,故南太平洋亚热带高盐水的盐度值明显大于北太平洋亚热带,由图 4 可以看出,南太平洋大于 35.5 的高盐封闭海区最大伸展范围为 $2^{\circ}-27^{\circ}\text{S}$, $160^{\circ}\text{E}-113^{\circ}\text{W}$ 。

155°E 断面穿过北亚热带高盐区的西部,断面上出现高盐核的部分源头。而南半球高盐核的源头区离 155°E 断面较远,故该断面只能在一定程度上反映南亚热带高盐源头区的特征和变异。

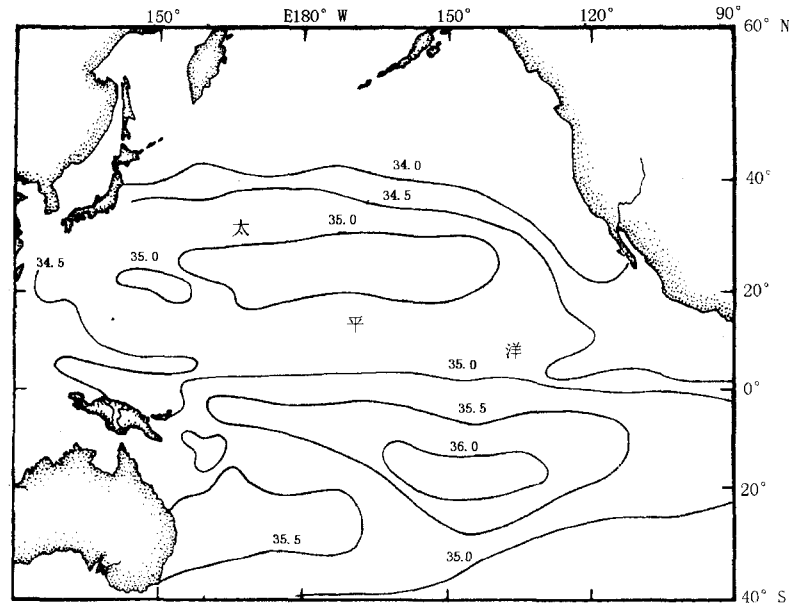


图4 太平洋北、南亚热带高盐区的分布(50m层)

四、断面的温、盐度分布异常及其与 ENSO 现象的关系

ENSO 现象一般每隔 2—7 年发生一次,它的发生不仅使中、东太平洋赤道地区出现水温异常升高,而且还导致西太平洋温、盐特征的异常变化。1972—1979 年发生过两次不同强度的 ENSO 事件,其中 1972 年为较强 ENSO 事件年,1976 年为中等强度 ENSO 事件年。根据上述 155°E 断面各纬度带的温、盐特征及其年际变化的分析不难看出,在 ENSO 发生年的夏季(6—7 月),其温、盐特征出现类似的异常现象,其表现为:

(1)在北热带的 7°—8°N 附近(北赤道逆流区与北赤道流区交界处),上均匀层高温水的下界至 250m 深度范围内等温线强烈向上拱起,即冷水涌升显著(以 25℃等温线为例,1972 年较 1973,1975,1977 年三年平均涌升 45m,1976 年平均涌升了 47m)。

(2)在北热带和南热带内 100m 层以浅,热含量均较低,为负距平。赤道带热含量年际差异很小,北亚热带于 ENSO 年(1972 年)为负距平。

(3)北、南太平洋高盐核的盐含量及体积在 ENSO 年均较高,为正距平。南太平洋高盐核向北伸展较远,穿过赤道可达 6°N。

五、结 语

综上所述,可以得出以下几点认识:

(1)北热带至南热带范围区内表层温度在 6—7 月多高于 28℃。上层水于 ENSO 年热含量降低,而在非 ENSO 年则增高;而北、南高盐核于 ENSO 年盐含量增多,非 ENSO 年减少。在北亚热带范围内,表层水均自南向北变薄。温跃层在北热带至南热带范围内于非 ENSO 年相对平直,且层位较深;而在 ENSO 年层位变浅,且在逆流槽处伴随着北赤道逆

流和北赤道流的加强等温线向上拱起。在亚热带区域,跃层自南向北逐渐由统一体分离为上部的季节性温跃层和下部的永久性温跃层两部分,其中,上部温跃层内存在2—3股东向流(亚热带逆流),并与西向流相间分布。

(2)盐度分布与温度不同,从南热带区的北部至北热带区的南部,于 ENSO 年表层为低盐水所占据;而在非 ENSO 年,则来自南半球的次表层高盐水在南赤道流的作用下在 0° — 5° S 区最高可涌升至海面。在逆流槽区域的表层和次表层观测期间总是为低盐水所占据。在温跃层内存在来自北、南亚热带的高盐水,其中,在北半球研究断面穿过高盐水的源地区,高盐核形成之后沿着温跃层向南潜移;来自南半球的高盐水穿过赤道向北伸展,且在 ENSO 年北伸的距离远些(6° N),高盐核的盐含量也高;而在非 ENSO 年北伸距离较小(2° — 3° N),盐含量较低。北、南高盐核以 6° — 8° N 带为界,北、南相对。

应该指出,由于研究断面位于东亚季风影响区的东边缘,该断面上的温、盐特征除受大气环流和洋盆尺度海洋与大气相互作用的制约外(Wyrtki, 1975),同时也受到东亚季风的影响,因此,上述认识仅是初步的,有待进一步通过更丰富的水文气象资料来印证。

参 考 文 献

- 邹娥梅、王宗山, 1983, 西太平洋的温盐分析, 黄渤海海洋, 1(2): 29—45。
- 邹娥梅、王宗山等, 1993, 沿 137° E 断面(1967—1987)海洋热状况的变化及其与埃尔尼诺事件的关系, 中国海洋学文集, 海洋出版社, 4: 31—44。
- 顾玉荷, 1996, 西北太平洋 137° E 断面海流的纬向体积输送, 海洋与湖沼, 27(1): 79—85。
- 顾玉荷, 1990, 155° E 赤道海流夏季基本特征, 海洋与湖沼, 21(4): 320—327。
- A. M. 穆罗姆采夫(谢金赞等译), 1959, 太平洋水文的基本特征, 科学出版社, 680。
- Ebbesmeyer, C. C. and E. J. Lindstrom, 1986, Structure and origin of 18° C Water observed during the Polymode local dynamics experiment, *J. Phys. Oceanogr.*, 16(3): 443—453。
- Guan Bingxian, 1986, Current structure and its variation in the equatorial area of the western North Pacific Ocean, *Chin. J. Oceanol. Limnol.*, 4(3): 239—255。
- Masuzawa, J., 1967, An Oceanographic Section from Japan to New Guinea at 137° E in January, *The Oceanographical Magazine*, 19(2): 95—118。
- Sergei, G. Gorshkov, 1976, World Ocean Atlas, Volume 1 Pacific Ocean, Pergamon Press, 1—302。
- Uda, M. and K. Hasunuma, 1969, The eastward subtropical countercurrent in the western North Pacific Ocean, *Jour. Oceanogr. Soc. Japan*, 25(4): 201—210。
- Wyrtki, K., 1975, El Niño the dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing, *J. Phys. Oceanogr.*, 5(4): 572—584。
- Yoshida, K. and T. Kidokoro 1967a, A Subtropical countercurrent in the North Pacific—An eastward flow near the subtropical convergence, *Jour. Oceanogr. Soc. Japan*, 23(2): 88—91。
- Yoshida, K. and T. Kidokoro, 1967b, A subtropical countercurrent—A prediction of eastward flows at lower subtropical latitudes, *Jour. Oceanogr. Soc. Japan*, 23(5): 197—244。

SUMMARY BASIC CHARACTERISTICS OF TEMPERATURE AND SALINITY AT 155°E SECTION*

Lan Shufang

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences*)

ABSTRACT

Hydrological and meteorological data observed along 155°E section by the R/V Ryofu Maru of JMA in the summers of 1972 to 1979, were used to analyze and study the characteristics of temperature and salinity in the south tropical, tropical, north tropical, and north subtropical sea areas at this section; the heat contents along the zonal belts; the salt contents to the north and south of the high-salinity cores and their yearly variations; and their relationship to the ENSO phenomenon.

During the ENSO events in the summers of 1972 and 1976, the following similar abnormalities in temperature and salinity characteristics occurred:

1. The isotherm within the range of depth from the lower limit of the high temperature water of the upper uniform layer to the 250m in the north tropical belt near 7° to 8°N, became intensely arched, indicating considerable upwelling of cold waters.

2. The heat contents in depth < 100m water layer in the north or south tropical belt appeared lower, being a negative anomaly.

3. Occupying volume and salt content of the high-salinity cores in the North or South Pacific Ocean were rather high, being a positive anomaly. Moreover, the high salinity core in the South Pacific Ocean across the equator, might extend further north, reaching as far as 6°N.

The occurrence and cause of the mentioned abnormal phenomena are discussed in this paper.

* Contribution No. 3305 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.