Lin & Zhang
In: Selected works on the investigation and research of the Kuroshio (V). China Ocean Press, Beijing.
黑潮调查研究论文选(五) 1993年

东海中部管水母和海樽类的密集及其对水团边界的指示作用

林 茂 张金标

(国家海洋局第三海洋研究所，厦门)

管水母和海樽是东海浮游动物的主要类群[1]，有关它们生物海洋学方面的研究，已有了不少报道[2~9]。浮游生物个体数的变化也是分析海流、水团的指标[10,11]。本文着重就管水母和海樽类个体数的分布与海流、水团的关系做一探讨。

一、材料与方法

本文所用材料系1987年8月在东海 F_7 断面和 R_1 断面14个测站(图1)上获得。水文要素资料按国家海洋局编制的《海洋调查规范》方法获取，浮游动物样品的采集使用大型浮游生物网(网口直径50 cm，网长270cm，由JP 12-15目/cm的筛绢制成)，从海底(浅于200 m)或200m处至表面垂直拖取。共获得浮游动物定量样品14份，标本的计算采用个体计数法，以个/100m³为计算单位。

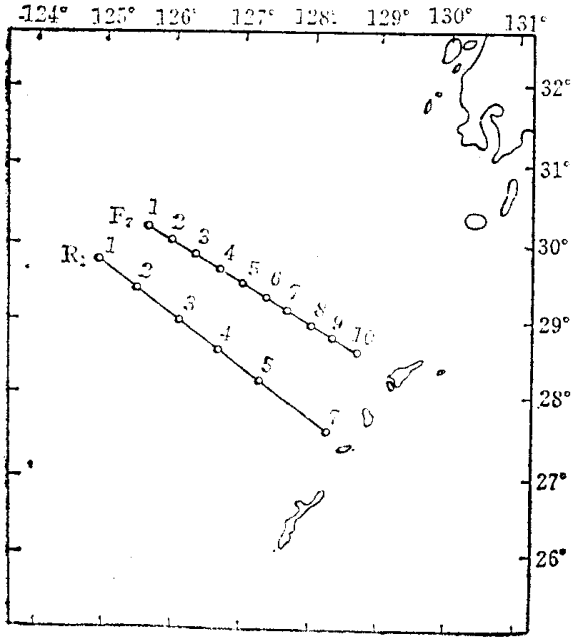

图1 调查区的位置

二、断面的水文结构

图 2 为文献[12]给出的 F_7断面上表层盐度锋位置，图 3 示同期 F_7断面的盐 度分布。由文献[13～15]可知，在断面上自东至西分别为黑潮水、台湾暖流水和近岸水所占据，其中近岸水盐度低于32，混合水盐度为32～34，外海水盐度大于34。若视盐度大于34.5为黑潮上层暖水的指标[16,17]，则在 F_7 断面上存在着四种水：黑潮水($S>34.5$)，台湾暖流 水 ($S=34.0$～34.5)，混合水($S=32.0$～34.0)和近岸水($S<32.0$)。在近岸水与台湾暖流水间有一盐 度梯度带，这大致是文献[12]所示的表层盐度锋位置。在200m 等深线附近的台 湾 暖流水与黑潮上层暖水间也有一显著的盐度梯度带，这就是黑潮盐度锋[18,19]。

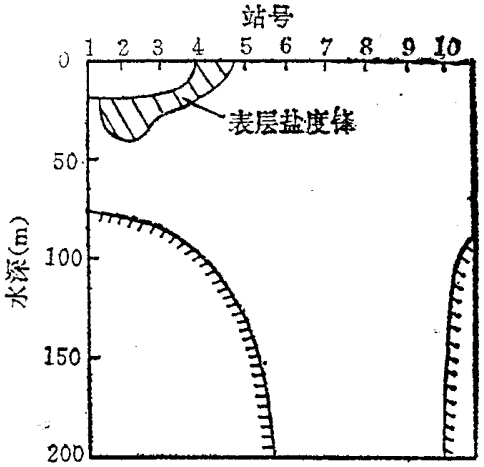

图 2　F_7 断面表层盐度锋位置
引自文献[12]

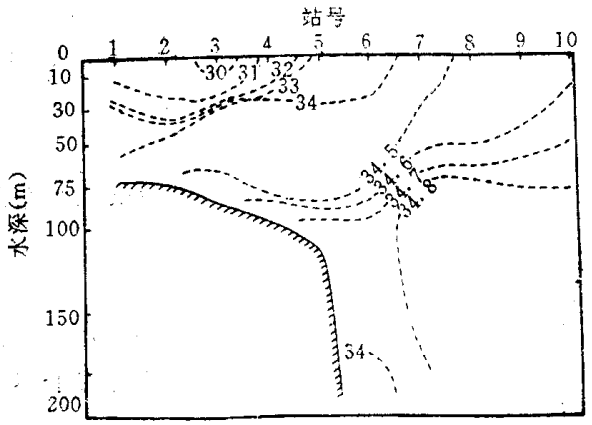

图 3　F_7 断面的盐度分布

根据前面给出的盐度值，在 R_1 断面上由东向西存在着黑潮水，台湾暖流水和混合水(图 4)。在200m 等深线附近有黑潮盐度锋；断面中部80m 等深线附近的台湾暖流水与水温低于 20℃的黑潮次表层水[20]间存在温跃层；断面西侧30m 等深线附近的台湾暖流水 与 混 合水间有温跃层出现。

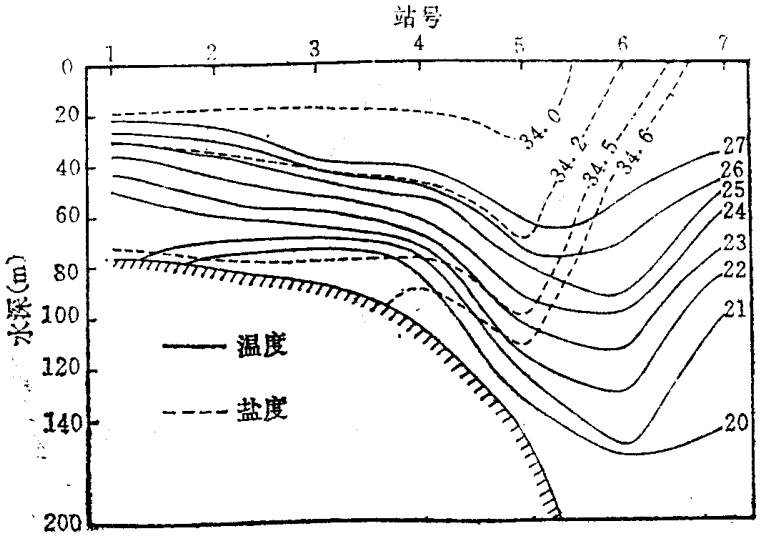

图 4　R_1断面的温盐分布

表1 F_7断面管水母类和海樽类种类名录及其个体数分布

管水母类 Siphonophora								
种类名 \ 个体数(个/100m³)	站号							
	1	3	4	5	6	7	8	9
华丽盛装水母 *Agalma elegans*						1		
气囊水母 *Physophora hydrostatica*	1	2		2	1		1	1
海冠水母 *Halistemma rubrum*								1
钟水母 *Forskalia* sp.			2					
玫瑰水母 *Rosacea plicata*						1		
马蹄水母 *Hippopodius hippopus*							1	
四齿无棱水母 *Sulculeolaria quadrivalvis*								1
膨大无棱水母 *S. turgida*							1	
长囊无棱水母 *S. chuni*				8	3		4	
双生水母 *Diphyes chamissonis*	2511	264		2	1	7	5	
拟细浅室水母 *Lensia subtiloides*	948	536	7	8	15	4	6	
大西洋五角水母 *Muggiaea atlantica*		508						
异双生水母 *Diphyes dispar*						1	1	2
拟双生水母 *D. bojani*					9	3	2	2
细浅室水母 *Lensia subtilis*					3	3		
拟铃浅室水母 *L. campanella*			2					
异板浅室水母 *L. challengeri*							1	
小体浅室水母 *L. hotspur*						1	4	1
微脊浅室水母 *L. cossack*					1	1		
浅室水母 *Lensia* sp.					1			
扭歪爪室水母 *Chelophyes contorta*			7	8	66	18	25	45
爪室水母 *Ch. appendiculata*		28			28	15	9	9
尖角水母 *Eudoxoides mitra*		9			2	10	7	11
螺旋尖角水母 *Eud. spiralis*	12	9	7		4		14	4
大真光水母 *Eudoxia macra*						10		
角杯水母 *Ceratocymba leuckarti*					1	1		2
方拟多面水母 *Abylopsis tetragona*					5	10	11	3
小拟多面水母 *Aby. eschscholtzi*	25				13	9	4	14
巴斯水母 *Bassia bassensis*				2	8	12	16	11
小计 (个/100m³)	3498	1405	31	34	184	111	105	124
海樽类 Thaliacea								
软拟海樽 *Dolioletta gegenbauri*	1612	696			1			
小齿海樽 *Doliolum denticulatum*		292	787	2	49	30	28	26
海樽无性个体 Doliolidae	2474	979	7	8	17	13	14	9
环羽纽鳃樽谢氏亚种 *Cyclosalpa pinnata sewelii*						1		
长吻布氏纽鳃樽 *Brooksia rostrata*						2		
梭形纽鳃樽 *Salpa fusiformis*							1	4
双尾萨利亚 *Thalia democratica*				16	50	23	16	12
双尾萨利亚东方亚种 *T. d. orientalis*					+	+		+
大西洋火体虫 *Pyrosoma atlanticum*								1
小计 (个/100m³)	4086	1967	794	26	117	70	59	52

"+"表示有出现。

三、结　　果

（一）种类组成及其生态特点

在两个断面上共记录管水母32种，海樽10种（表1、2），根据它们的生态特点[2~6,21]，可分为如下生态类种。

1．近岸性广布生态类群

该类群由管水母类的双生水母，拟细浅室水母和大西洋五角水母组成。它们是断面上管水母类的优势种。

2．大洋性广布生态类群

该类群的代表种有：海樽类的软拟海樽、小齿海樽、双尾萨利亚，管水母类的扭歪爪室水母、爪室水母、尖角水母、螺旋尖角水母、方拟多面水母和巴斯水母等。其中，软拟海樽和小齿海樽是断面上海樽类的优势种。

3．大洋性狭布生态类群

属于该类群的种类有：海樽类的长吻布氏纽鳃樽、大西洋火体虫、梭形纽鳃樽，管水母类的角杯水母、海冠水母。

（二）个体数的分布

由表1可见，F_7断面管水母类的密集区出现于3号站以西，位于近岸水和台湾暖流水交汇的表层盐度锋区（图2，3），区内的个体数为非密集区的十倍以上。属近岸性广布种的双生水母，拟细浅室水母和大西洋五角水母的个体数在密集区内占绝对优势。表明管水母类的密集是由其近岸性广布种在水团交汇界面上大量聚集的结果。海樽类个体数的密集区也出现于近岸水和台湾暖流水交汇的表层盐度锋区，密集区内的个体数是密集区外个体数的十倍左右，甚至更高。属大洋性广布种的软拟海樽和小齿海樽的个体数在密集区内占绝对优势。表明海樽类的密集是由其大洋性广布种在水团交汇界面上大量聚集的结果。管水母类的大洋性广布生态群的个体数于黑潮盐度锋附近的水域较多。管水母和海樽类大洋性狭布生态类群的种类仅出现于黑潮盐度锋及其以东水域（图5a，5b）。

由表2可见，R_1断面管水母类个体数的密集区出现于1号站，近岸性广布种在区内占绝对优势。由前面的分析可知，在该水域混合水与台湾暖流水间有温跃层存在（图4）。表明在R_1断面，管水母类的密集仍然是由其近岸性广布种在水团交汇界面上大量聚集的结果。海樽类个体数密集区一个出现于1号站，另一个出现于3号站和4号站间的水域，这是台湾暖流水和黑潮次表层水交汇的水域，两者交汇的界面上有温跃层出现（图4）。海樽类的大洋性广布种个体数在上述两个密集区占绝对优势，表明了海樽类在水团交汇界面的密集是由其大洋性广布种聚集的结果。此外，由表2可知，管水母的大洋性广布性生态类群个体数于黑潮盐度锋处较多。管水母类和海樽类的大洋性狭布种仅出现于黑潮盐度锋及其以东水域（图5c，5d）。

表2 R_1断面管水母类和海樽类种类名录及其个体数分布

种类名 \ 个体数(个/100m³)	站号 1	2	3	4	5	7
管水母类 Siphonophora						
华丽盛装水母 *Agalma elegans*					1	
盛装水母 *A. okeni*						1
气囊水母 *Physophora hydrostatica*	3			2		1
支管双钟水母 *Amphycaryon ernesti*						1
长囊无棱水母 *Sulculeolaria chuni*			2	26		3
双生水母 *Diphyes chamissonis*	823	21	48	18		1
拟细浅室水母 *Lensia subtiloides*	149		86	30		9
大西洋五角水母 *Muggiaea atlantica*	11					
异双生水母 *Diphyes dispar*						2
拟双生水母 *D. bojani*					1	4
细浅室水母 *Lensia subtilis*					1	4
拟铃浅室水母 *L. campanella*						5
小体浅室水母 *L. hotspur*			2			5
微脊浅室水母 *L. cossack*						1
扭歪爪室水母 *Chelophyes contorta*		2	2	6	8	36
爪室水母 *Ch. appendiculata*	11				2	40
尖角水母 *Eudoxoides mitra*		2			1	33
螺旋尖角水母 *Eud. spiralis*			4	2		8
大真光水母 *Eudoxia macra*						1
角杯水母 *Ceratocymba leuckarti*					1	2
方拟多面水母 *Abylopsis tetragona*			2		5	16
小拟多面水母 *Aby. eschscholtzi*			6		1	17
巴斯水母 *Bassia bassensis*			4	2	1	15
小计 (个/100m³)	1020	30	164	98	26	236
海樽类 Thaliacea						
软拟海樽 *Dolioletta gegenbauri*	23				4	
小齿海樽 *Doliolum denticulatum*	102	11	1648	654		33
海樽无性个体 Doliolidae	366	187	171	58	7	29
双尾萨利亚 *Thalia democratica*		2			3	34
双尾萨利亚东方亚种 *T. d. orientalis*					+	+
梭形纽鳃樽 *Salpa fusiformis*						2
大西洋火体虫 *Pyrosoma atlanticum*					1	2
小计 (个/100m³)	491	200	2029	712	15	101

"+"表示有出现。

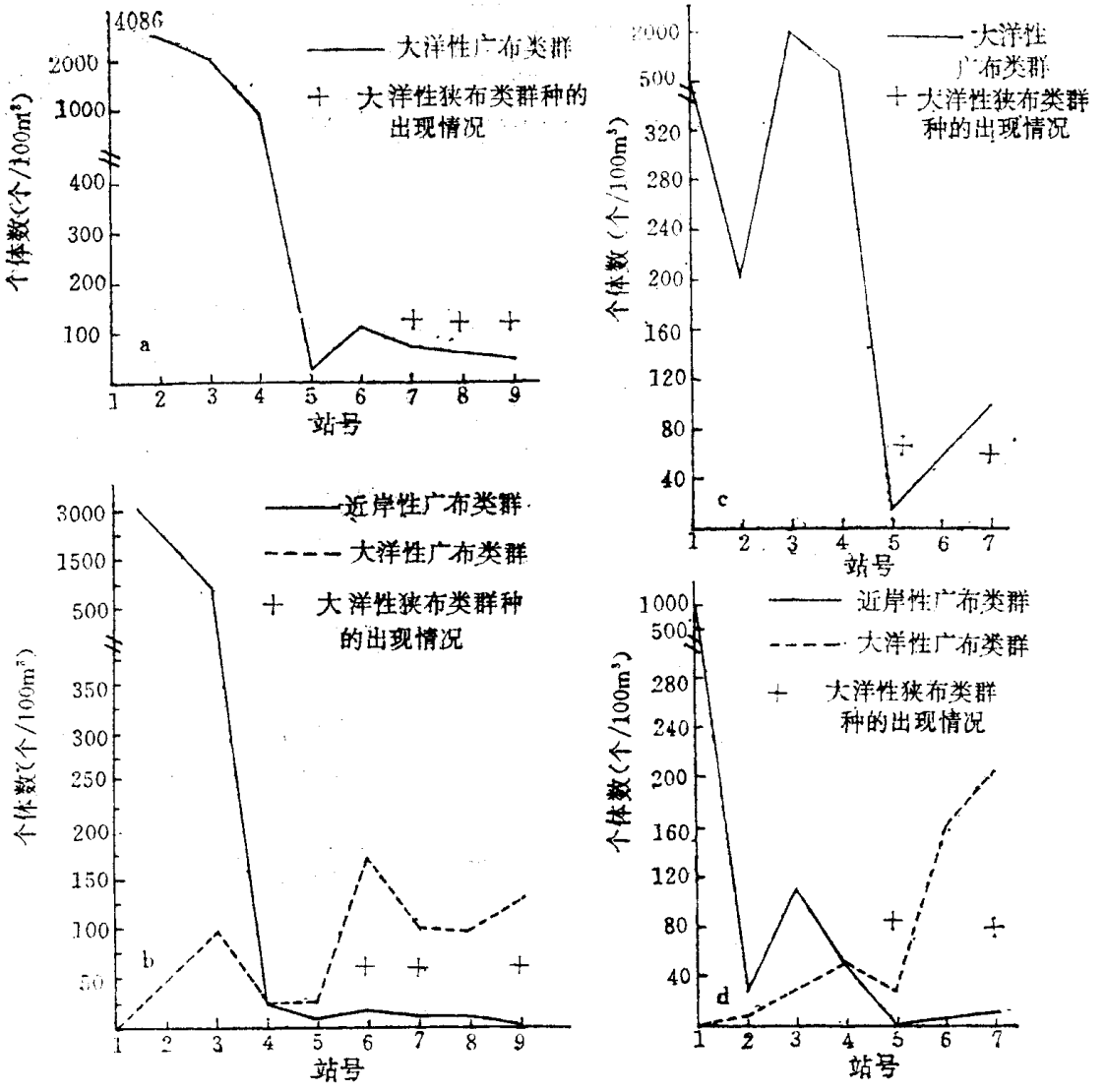

图 5　管水母类和海樽类各生态类群在断面的分布状况

a．F_7 断面海樽类；　b．F_7 断面管水母类；

c．R_1 断面海樽类；　d．R_1 断面管水母类

综上所述，调查区管水母类和海樽类各生态类群的密集都出现于水团交汇的界面上，但它们的密集模式存在着明显差异。据此，我们将调查区管水母类和海樽类在水团交汇界面密集的种分为如下 4 种类型：

类型Ⅰ　由管水母类的优势种、近岸性广布种——双生水母、拟细浅室水母和大西洋五角水母；海樽类的优势种、大洋性广布种——小齿海樽和软拟海樽组成。它们密集区出现于近岸水或混合水和台湾暖流水交汇的界面。因此，该类型对上述水系的交汇界面具有指示作用。

类型Ⅱ　由海樽类的优势种、大洋性广布种——小齿海樽和软拟海樽组成。它们的密集区出现于台湾暖流水和黑潮次表层水交汇的界面。因此，该类型对这两种水系的交汇界面有指示作用。

类型Ⅲ　由管水母类的大洋性广布种组成。主要代表种有：爪室水母、扭歪爪室水母、尖角水母、螺旋尖角水母、巴斯水母、小拟多面水母和方拟多面水母等。它们的密集区出现

于黑潮盐度锋附近水域。因此，该类型的分布对黑潮盐度锋有指示作用。

类型Ⅳ　由管水母类和海樽类的大洋性狭布种组成，代表种有：海冠水母、角杯水母、大西洋火体虫、长吻布氏纽鳃樽。它们的个体数通常都较少，在调查海区仅出现于黑潮盐度锋及其以东的黑潮流域。因此，该类型对黑潮水的动态有指示作用。

四、小结与讨论

1．在水团交汇的界面——锋面和跃层，往往出现管水母类和海樽类的密集。表明了管水母类和海樽类的密集与锋面和跃层的分布有关。

2．管水母类和海樽类在水团交汇界面上的密集都是由某一些广布性种在界面上聚集的结果。这可能与广布性种有较强的适应性有关。

3．本文将管水母类和海樽类在水团交汇界面上的密集的种类分为4种类型。类型Ⅰ对近岸水或混合水和台湾暖流水交汇的界面有指示作用；类型Ⅱ对台湾暖流水和黑潮次表层水交汇的界面有指示作用；类型Ⅲ对黑潮盐度锋有指示作用；类型Ⅳ对黑潮水有指示作用。值得一提的是前3种类型都是由一些广布性种组成，表明了广布性种个体数的变化动态对海流、水团有一定指示作用，是分析海流、水团的指标之一。

4．通常认为，狭布种对海流、水团有指示作用。由前面的分析可知，狭布种仅分布于台湾暖流水和黑潮水交汇界面的黑潮水一侧，而在台湾暖流水流域及其与近岸水或混合水交汇的界面没有狭布种出现。这表明在调查区狭布种的分布尚不能指示台湾暖流水的分布及其与近岸水或混合水的边界。因此，仅用狭布种作为指示生物来分析海流、水团就具有局限性。

参考文献

[1] 何德华等，浙江沿岸上升流区浮游动物生态研究Ⅰ，海洋学报，9 (1987)，1：79～92.

[2] 张金标、许振祖，中国海域管水母类的地理分布，厦门大学学报自然科学版，19(1980)，3：100～108.

[3] 洪惠馨、张士美，中国海域管水母类(SIPHONOPHORA)区系的初步分析，厦门水产学院学报，1981，1：46～55.

[4] 高尚武，东海水母类的研究，海洋科学集刊，13(1982)，33～42.

[5] 林茂，台湾海峡西部海域海樽类(Thaliacea)的初步分析，海洋通报，17(1988).

[6] 林茂，台湾海峡西部水域管水母类的生态研究，海洋通报，8(1989)，3：65～71.

[7] 刘红斌，1986年春东海黑潮区管水母类组成与分布的初步研究，黑潮调查研究论文选(一)，海洋出版社，1990，267～276.

[8] 刘红斌、张金标，浙江近海一断面水螅水母类和管水母类的垂直分布和昼夜垂直移动的初步研究，东海海洋，7 (1989)，2：51～59.

[9] 黄加祺等，闽南—台湾浅滩渔场上升流区水母类的生态研究，闽南—台湾浅滩渔场上升流区生态系的研究，科学出版社，1991，456～468.

[10] Kuroda, K., Chaetognatha in the Kuroshio area south of Japan, Ⅱ. Reuision of indicator species, Bull. Kobe obs. 194 (1977), 26～32.

[11] 苗育田、于洪华，东海水系与生物关系的初步分析，海洋与湖沼，23(1992)，2.

[12] 卢中发，模糊集方法在对马暖流源区水团混合研究的应用，黑潮调查研究论文选(二)，海洋出版社，1990，10～21.

[13] 宋万先，1984年6—7月东海黑潮及其邻近海域的水文特征，黑潮调查研究论文集，海洋出版社，1987，99～117.

[14] 潘玉球等，1984年6—7月台湾暖流附近海域的水文状况，黑潮调查研究论文集，海洋出版社，1987，118～132.

[15] 宋万先、郭炳火，对马暖流源区夏季温盐结构和环流特征，黑潮调查研究论文选(二)，海洋出版社，1990，1～9.

[16] 潘玉球等，1983年5—6月台湾以北水文状况分析，黑潮调查研究论文选(一)，海洋出版社，1990，125～135.

[17] 潘玉球等，台湾以北海域夏、冬季的海洋学特征及其变异，黑潮调查研究论文选(二)，海洋出版社，1990，126～135.
[18] 郑义芳、谭铎，东海海洋锋和跃层现象，黑潮调查研究论文集，海洋出版社，1987，190～203.
[19] 于洪华、苗育田，东海黑潮锋的特征分析，黑潮调查研究论文选(三)，海洋出版社，1991，204～211.
[20] 卢中发、李可，东海水团的Fuzzy划分，黑潮调查研究论文集，海洋出版社，1987，163～176.
[21] 林茂，大亚湾海樽类生态的研究，大亚湾海洋生态文集(Ⅱ)，海洋出版社，1990，390～396.

Concentration Belt of the Siphonophora and Thaliacea and Their Relation with the Boundary of Water Masses in the Middle of the East China Sea

Lin Mao and Zhang Jinbiao

(*Third Institute of Oceanography, SOA, Xiamen*)

Abstract

In this paper, the distribution of species and the individual number of the Siphonophora and Thaljaces and their relation to water masses on section F_7 (30°07′N, 125°36′E －28°28′N, 128°45′E) and section R_1 (29°40′N, 125°00′E －28°34′N, 126°49′E) in the middle of the East China Sea in summer of 1987 are analysed. The results show that the Siphonophora and Thaliacea concentrate at the boundaries of water masses, oceanic front and thermocline. Their distribution pattern at the boundary of water masses could be grouped into four types as follows: type Ⅰ might represent the boundary between coastal water or mixed water and Taiwan Warm Current water; type Ⅱ might represent the boundary between Taiwan warm Current Water and Kuroshio subsurface water; type Ⅲ might be the Kuroshio saline front; type Ⅳ might be Kuroshio water. It is worthy to be noted that species which belong to type Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ are all widely-distributed forms, of which type Ⅰ consisted of neritic widely-distributed species of the Siphonophora (*Diphyes chamissonis, Lensia subtiloides and Muggiaea atlantica*) and oceanic widely-distributed species of the Thaliacea (*Dolioletta gegenbauri and Doliolum dentictum*), type Ⅱ consisted of oceanic widely-distributed species of the Thaliacea (*Dolioletta gegenbauri and Doliolum denticulatum*), type Ⅲ consisted of oceanic widely-distributed species of the Siphonophora (*Chelophyes contorta, Ch. appendiculata, Eudoxoides mitra, Eud. spiralis, Abylopsis eschscholtzi, Aby. tetragona and Bassia bassensis*). These show that variational condition of individual number in the widely-distributed species might be made one of indicators analysed water masses.