

黄、东海及邻近水域浮游有孔虫 地理区划的初步探讨*

郑执中 郑守仪

(中国科学院海洋研究所)

浮游生物地理分布的界限，通常是与大洋环流系统或较大水团的分布范围相符合。因此，在进行海洋浮游生物区系性质的分析时，除了考虑种类组成、地理分布以及区系的发展历史过程外，还应该结合环境条件和浮游生物的生态特点，进行综合分析。

浮游生物与底栖生物在生态性质上有很大的差别，它是随波逐流的，其地理分布界限亦随着海流的方向与强度的季节变化而在不断地变迁着。因此，欲进行浮游生物的地理区划，就特别需要以一种能反应平均状态的、长期积累的資料为依据。浮游有孔虫就是一种最适于反映这种平均状态的优越材料。因为它的分布，一方面是在受着环境因子综合作用的影响；另一方面，这些浮游原生动物死后的遗骸以沉积物的形态出现于海底，也正反映着某些环境因子长期作用的规律性。它的种类组成、生态性质和地理分布区范围，在一定程度上，是可以反映出一个海区浮游动物的区系特点和区系的地理界限。

一、黄、东海浮游有孔虫的分布概况及其与环境因子的关系

根据我们历年来的调查记录，中国陆棚区浮游有孔虫计有11属29种及1变种。分布于南海的有11属28种及1变种，东海有11属25种及1变种^[2,3]。自东海扩布到南海的仅3属3种。北黄海及渤海均未见分布。东海所有的种类，除 *Globigerina bradyi* Wiesner 外，全部与南海的相同。其中属于 *Orbulinidae* 科的19种；*Globorotaliidae* 科的4种及1变种；*Hantkeninidae* 科的2种。在数量上，亦以 *Orbulinidae* 科占优势，计占总数量的96%。其余两科仅占4%^[2]。

这些种类，除 *Globigerina bulloides* d'Orbigny 为温带广布种外，其余均为大洋性热带种，主要分布于南海及东海外海。随着纬度的增高，种数及数量都显著减少(图1)。

在黄、东海浮游有孔虫的数量上，以 *Globigerina eggeri* Rhumbler, *G. bulloides* d'Orbigny, *Globigerinoides rubra* (d'Orbigny), *G. sacculifera* (Brady), *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker & Jones) 等5个优势种数量最多，占总量的93%，其次是 *Globigerinoides conglobata* (Brady) 和 *Hastigerina aequilateralis* (Brady) 2种。其余的19种 *Hastigerina pelagica* d'Orbigny, *Globorotalia menardii* (d'Orbigny), *G. menardii* (d'Orb.) var. *redunca* Cheng & Cheng, *G. tumida* (Brady), *G. hirsuta* (d'Orbigny), *G. truncatulinoides*

* 中国科学院海洋研究所调查报告第241号；本文曾于1962年6月及9月先后在青岛由中国海洋湖沼学会和中国科学院海洋研究所共同召开的海洋动植物区系学术讨论会以及在苏联列宁格勒由太平洋西部渔业研究委员会召开的太平洋西部动物区系和藻类区系学术讨论会上宣读过，会后略有补充修改。

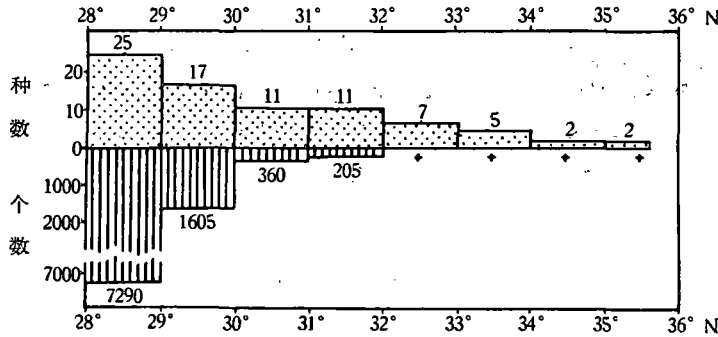


图1 黄、东海浮游有孔虫种数和数量的纬度分布(个/50克干沉积物/站)
“+”表示微量

Fig. 1. Latitudinal variation in species number and total number of planktonic foraminifera (no./50 grams of dried sediment per station) of the Yellow Sea and East China Sea.

(d'Orbigny), *Globigerina inflata* d'Orbigny, *G. bradyi* Wiesner, *G. rosula* Cheng & Cheng, *Hastigerinella digitata* (Brady), *Globigerinoides triloba* (Reuss), *G. sinensis* Cheng & Cheng, *Globigerinoides* sp., *Globigerinoides* sp. A., *Sphaeroidinella dehiscens* (Parker & Jones), *Candeina nitida* d'Orbigny, *Orbulina universa* d'Orbigny, *O. bilobata* (d'Orbigny), *Tinophodella ambitacrena* Loeblich & Tappan 数量都很稀少。前5个优势种的分布范围较广,其他种的分布区绝大多数局限于东海外海。各个种的数量分布趋势基本上是一致的。东海外海黑潮区的数量最多,向陆棚内区逐渐减少。在东海西部,浮游有孔虫的主要分布区基本上局限于 30°N 以南,向北越过舟山群岛至杭州湾及长江口,即渐趋绝迹。在 30°N 以南的各等量线,几乎一致是西南-东北走向,先与浙江海岸平行,至舟山群岛附近即东转浙江外海,趋向日本九州,并在济州岛南面,略向南黄海伸展^[3]。这些暖水性种类在日本沿岸的分布,主要局限于 36°N 以南的太平洋沿岸和新泻附近或能登半岛以南的日本海东南部^[5]。这与黑潮暖流的分布途径正相符合。

上述浮游有孔虫的地理分布是受着黄、东海的水文条件及其他环境因子的影响:

温度(在陆棚区还有盐度)是影响浮游有孔虫分布的重要制约因子。在黄、东海陆棚区,温、盐度的分布是由南向北,自东而西递减。高温、高盐水偏于 30°N 以南的东面外海,浮游有孔虫的种类和数量分布与高温、高盐水的分布呈现一致的趋势。在表层水温¹⁾年总平均 $>20^{\circ}\text{C}$,2月平均 $>15^{\circ}\text{C}$,8月平均 $>28^{\circ}\text{C}$,盐度 $>34.5\text{‰}$ 的东海外海,浮游有孔虫的种类和数量都很多,而在表层水温年总平均 $<15^{\circ}\text{C}$,2月平均 $<10^{\circ}\text{C}$,盐度 $<33\text{‰}$ 的区域,数量则很稀少,渐趋绝迹。在高温、高盐外海水与大陆近岸水相互交汇所形成的温、盐梯度区,常成为浮游有孔虫难以逾越的障碍。

海底地形在一定程度上可以影响海水的运动,而海水的运动又可以直接地影响浮游有孔虫和海底沉积物的分布。黄、东海浮游有孔虫的等量线的分布与等深线呈现极其一致的趋势。如浮游有孔虫的10与500等量线(个/50克干沉积物)几乎重复了70与60

1) 温度系根据日本函馆海洋气象台资料^[4]整理的。

米等深綫。在东海陆棚外区水深超过 90—120 米为砂质带,浮游有孔虫特别丰富,这正是黑潮主流流經的途径。黑潮一方面带来了大量的浮游有孔虫,另一方面将細颗粒沉积物冲刷走,而將顆粒較粗的砂质及浮游有孔虫的遺壳遺留下来。在这条砂质带的內緣是粘土质軟泥。它的位置正是黑潮与大陆近岸水系的交汇区的大致范围与界限^[3]。此外,沉积物中 CaCO_3 的来源与含量亦与浮游有孔虫的分布有着密切关系。在东海外海的黑潮区, CaCO_3 相当富集,含量 $> 20\text{—}40\%$ 。它的主要来源是有孔虫遺壳,其次是貝壳,棘皮动物的棘和苔蘚虫遺骸等^[16]。20% 等含量綫正与热带性显著的浮游有孔虫如 *Globorotalia menardii* (d'Orbigny), *Orbulina universa* d'Orbigny 等的分布区的界限相符合。而在东海西部及黄、渤海, CaCO_3 含量都 $< 20\%$, 主要以陆源物质为主。这条 20% 的 CaCO_3 等含量綫是大陆近岸水系与黑潮流系的大致分界綫,同时,是浮游有孔虫主要分布区的边缘,很可能也是热带浮游动物区系和温带浮游动物区系在东海的大致分界綫。

无可置疑的,影响黄、东海及其邻近水域浮游有孔虫地理分布最主要的环境因子是海流与水团。黑潮及其支流是传播这些浮游原生动物的动力。在黄、东海,大陆近岸水,如长江径流、江浙沿岸流以及自黄海南下的冷水团等,却是阻碍它的扩布的制约因子。而在日本海及日本太平洋沿岸,限制它向北分布的,主要是里門寒流与亲潮。

在黑潮主流及其分支(如台湾暖流)流經的途径上,浮游有孔虫的种类及数量都很多,并自暖流主軸向其边缘水域逐渐减少,到了与大陆近岸水团或海流相互交汇区,即停止向前扩布。例如,随着台湾暖流向浙江沿岸分布的浮游有孔虫,在 30°N 以南,数量相当多,但向北进入受錢塘江及长江径流影响較大的水域,种类与数量便迅速减少,渐趋于絕迹。又如随着黄海暖流(对馬暖流西分支)分布至南黄海的少数种,基本上止于黄海中央冷水团的南界^[3,4]。

图 2 是根据我們的調查資料($126^\circ 30'\text{E}$ 以西)^[3]和日本浅野清(Asano)^[5]有关日本近海的調查資料以及別茲魯柯夫(П. Л. Безруков)^[1]及其合作者所发表的苏联“勇士”号在东海北部的調查資料制成的¹⁾。从图中可以很清楚地看出暖流指标种 *Globorotalia menardii* (d'Orbigny) 在黄、东海及其邻近水域的地理分布是与黑潮暖流的分布途径十分符合的。而典型的寒流指标种 *Globigerina borealis* Brady (= 有些作者的 *G. pachyderma* Ehrenberg) 的分布区的南面边缘,则与里門寒流和亲潮的南界相当。

二、黄、东海浮游有孔虫区系与邻近海区的比較

前面已提到,东海所有浮游有孔虫的种类,除 *Globigerina bradyi* 外,全部与南海的相同。可見这两个海区的浮游有孔虫是属于同一区系。Cushman^[10,11,12], Graham and Militante^[13], Bradshaw^[8] 和 Brady^[9] 所记录分布于热带太平洋、菲律宾及其邻近水域的浮游有孔虫計有 23 种,其中与南海相同的有 21 种,与东海相同的有 19 种。在日本沿岸及其邻近水域,据 Asano^[5], Bradshaw^[8], Brady^[9], Cushman^[10,11] 等人的报告,計有 28 种,除 3 种分布于亲潮区的北方冷水种和 3 种尚有疑問者外,其余 22 种中有 21 种与南海和东海的相

1) 勇士号在东海北部設有 12 个調查站,但报告中仅表列 3537—3540 站(大概位置: $30^\circ 10'\text{—}30^\circ 37'\text{N}$; $128^\circ 05'\text{—}129^\circ 50'\text{E}$)浮游有孔虫出現名录,其他各站均未加說明,故不引用。从地理位置上看来,估計各站都会有 *Globorotalia menardii* 的分布。

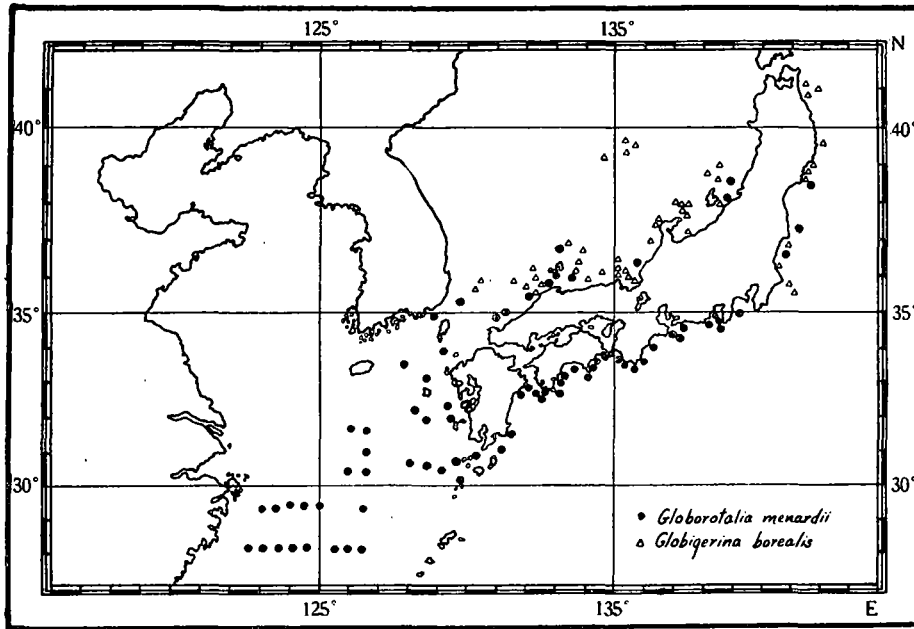


图2 *Globorotalia menardii* (暖流指标种) 和 *Globigerina borealis* (寒流指标种) 的分布。
[根据作者(126°30'E 以西)^[8]及浅野清^[9]和别兹鲁柯夫^[11](部分)资料]

Fig. 2. Distribution of *Globorotalia menardii* (warm-water indicator) and *Globigerina borealis* (cold-water indicator).

[Based on data of Cheng & Cheng^[8] (West of 126°30'E), Asano^[9] and Безруков^[11](part)]

同。Bradshaw^[8]所报导组成太平洋赤道西中央区系 (equatorial west central fauna) 的浮游有孔虫计有 24 种, 除 3 种未鉴定种名外, 在其余 21 种中与东、南海相同的达 19 种。Millet^[12]记载分布于马来群岛的 17 种, 皆与东、南海的相同。值得提出的是, 所有分布于西北太平洋 40°N 以北水域和日本海的冷水种, 均未分布到中国海域。从种类组成、生态性质和地理分布上看来, 中国东、南海区、菲律宾以及日本南部的浮游有孔虫与Bradshaw^[8]所提出的太平洋赤道西中央区系是属于同一区系。这是很易于理解的, 因为浮游有孔虫是随着大洋环流而分布的。上述这些海区都处于黑潮系流域, 而黑潮系是起源于北赤道流。因此, 在这个强大的大洋环流系统所影响的区域中, 很自然的具有比较一致的水文条件与区系特性。这和其他浮游动物如毛颚动物的区系分布是一致的^[6]。

很显然, 黑潮流系在黄、东海及日本的峯面区, 正是这个热带浮游有孔虫区系的北界, 同时也正是北太平洋温带区系的南界。在这两个区系之间, 亦即是黑潮的第一峯面与第二峯面之间, 是这两个区系中一些适温范围较广的种类的混合分布的过渡带。在这里并没有“亚热带区系”存在。值得提出的是, 分布在北太平洋及日本海的冷水性浮游有孔虫, 如 *Globigerina borealis* 和 *Globigerinoides cf. minuta* 等均未分布至黄、东海区。而在黄、渤海及黄、东海交界水域则出现一些暖温带浮游动物, 如 *Sagitta crassa* Tokioka, *Thermisto gracilipes* Norman, *Euphausia pacifica* Hansen 等等。

三、黄、东海及其邻近海区浮游有孔虫地理区划

根据上述各种不同生态性质的浮游有孔虫的分布, 我们对黄、东海及其邻近海区浮游

有孔虫的地理区的划分,提出如下的初步意见,并以图 3 表示黄、东海及其邻近海区浮游有孔虫的,也可能是其他浮游动物的地理区的大致界限。

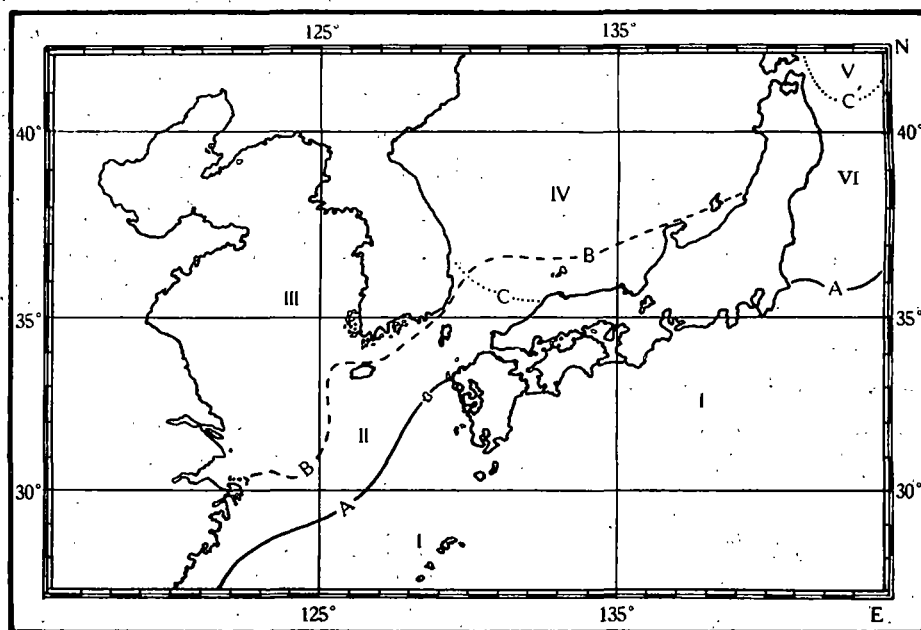


图 3 黄、东海及邻近海区浮游有孔虫地理区

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| I. 热带浮游有孔虫基本分布区; | II. 热带浮游有孔虫分布区向北季节移动范围; |
| III. 稀少或无浮游有孔虫分布区; | IV、V. 寒温带浮游有孔虫分布区; |
| VI. 热带与温带浮游有孔虫混合分布区。 | |
| A. 热带浮游有孔虫基本分布区北界; | B. 热带浮游有孔虫向北季节分布范围; |
| C、C'. 寒温带浮游有孔虫分布区南界。 | |

Fig. 3. Geographic regions of planktonic Foraminifera of the Yellow Sea, East-China Sea and adjacent waters.

- | |
|---|
| I. Basic distribution area of tropical planktonic foraminifera; |
| II. Extent of seasonal northward shift of distribution area of planktonic foraminifera; |
| III. Area where planktonic foraminifera are very rare or absent. |
| IV & V. Distribution areas of boreal planktonic foraminifera. |
| VI. Region of mixing of tropical and boreal planktonic foraminifera. |
| A. Northern boundary of the basic area of distribution of planktonic foraminifera. |
| B. Northern boundary of seasonal shift of distribution area of planktonic foraminifera. |
| C & C'. Southern boundary of the distribution area of boreal planktonic foraminifera. |

I 区 即 A 线以南的广大海域。包括南海、东海外海和 36°N 以南日本东南广大水域。东面紧接 Bradshaw^[8] 的“中央区系”(“central fauna”)。这区是热带浮游有孔虫,同时也是其他热带浮游动物的基本分布区,整年都有热带性种类的分佈。A 线约相当于冬季表层水温平均 15°C 等温线和全年表层水温总平均 20°C 等温线,夏季东海部分平均 $> 28^{\circ}\text{C}$, 日本东南沿岸水域 $> 25^{\circ}\text{C}$ 。这是黑潮流系影响显著的区域,浮游有孔虫的数量很多。海底沉积物中 CaCO_3 主要是生物性来源,含量高,一般都在 20% 以上。

II 区 包括舟山群岛至济州岛蛇行联线 B 与 A 线之间水域、朝鲜海峡、新潟附近以南日本沿岸。本区受着黑潮的支流——台湾暖流和对马暖流,与黄海冷水、长江径流及大陆

沿岸流的交互影响,水文情况至为错综复杂,季节变化很显著,呈现不同水系交汇区的特点。这是热带浮游有孔虫分布区向北季节移动范围,可能也是其他浮游动物的热带区系与温带区系的过渡带。全区表层水温,冬季平均 10—15°C,夏季平均 26—28°C,全年总平均 17.5—20°C。本区的北界约相当于冬季平均表层水温 10°C 等温线。夏、秋两季,随着台湾暖流的增强,暖水性较强的浮游有孔虫和其他暖水性浮游动物在东海西部陆棚内区的分布区,向北推移至 B 线,少数个体有时可分布至 B 线以北。而在济州岛方面,则略向南退却。冬季及初春,南下的黄海冷水和沿岸流加强,台湾暖流相对地减弱,分布至浙江外海的浮游有孔虫及其他暖水性浮游动物即向东南外海退却。而分布于黄海的暖温带浮游动物如 *Sagitta crassa*, *Themisto gracilipes*, *Euphausia pacifica* 等便随着黄海冷水及沿岸流向 A 线扩布。与此相反,黄海暖流在冬季却相对地加强。少数耐温范围较广的暖水种即自济州岛南面侵入南黄海。

III 区 包括黄、渤海和济州岛以北的朝鲜沿岸。本区大部分水域已远离黑潮暖流的影响。浮游有孔虫及热带性浮游动物已很少分布,而是上述暖温带浮游动物的主要分布区。本区平均表层水温,冬季在南黄海部分为 5—10°C,北黄海 1—5°C,渤海 < 1°C,夏季全海区在 25—27°C。年总平均即使在本区水温最高的南黄海部分也 < 17°C,北黄海及渤海 < 13°C。海底沉积物中 CaCO₃ 主要是陆源,含量 < 15—20% 或更低 (< 10%)^[6]。

IV 区 联线 B 东段以北,包括日本海绝大部分。本区是寒温带冷水种 *Globigerina borealis* 的分布区。本区表层水温,冬季 0—10°C,夏季 21—25°C。在本区的东南部,即日本海南部的日本沿岸,有寒温带与热带浮游有孔虫混合分布。

V 区 包括日本本州东北,津轻海峡以东及以北水域。本区与 IV 区同样为寒温带冷水种 *Globigerina borealis* 和 *Globigerinoides cf. minuta* 等的分布区。C' 线是 Bradshaw^[8] 所绘“亚寒带区系”(“subarctic fauna”)的南界,相当于亲潮与黑潮交汇区的北界。热带性浮游有孔虫向北分布不越过此线。本区水温很低,表层水温冬季平均 < 0—5°C,夏季平均 < 20°C。

VI 区 包括津轻海峡以南、犬吠岬以北水域。本区与 Bradshaw 所绘的北太平洋浮游有孔虫的“过渡区系”(“transition fauna”)和 Bogorov^[7] 所提出的西北太平洋热带与北温带浮游动物的“混合带”(“zone of mixing”)大致相当,惟南界略为偏南些。这是根据 *Globigerina borealis* 向南的分布是达到犬吠岬而绘的。这区的南界与 2 月平均表层水温 15°C 等温线相接近。本区平均表层水温冬季 5—15°C,夏季 20—25°C。这区正处于黑潮与亲潮的交汇水域,是热带和北温带浮游有孔虫的混合分布区,并没有本区特有的浮游有孔虫区系。Bogorov^[7] 也曾提出过,在西北太平洋浮游动物热带区系与温带区系之间没有明显的“亚热带浮游生物区系”存在。

不同性质的海流或水团互相交汇时,中间常存在着一个过渡带,很难找出一条那么明显可以截然分开的界线。来自各不同海流或水团的一些对环境条件变化的适应力较强的种类,常可扩布到过渡带而形成混合分布区。显然的,过渡带并不是一个独立的动物地理区。Bradshaw^[8] 把“过渡区系”与“亚寒带区系”和“太平洋赤道西中央区系”等并列是不够恰当的。因为,这个“过渡区系”本质上不是一个独立区系。

参 考 文 献

- [1] 别兹鲁柯夫(П. Л. Безруков)等, 1958. 论中国北部的沉积物及底栖动物区系. 海洋与湖沼 1(3): 269—315, 图1—2, 表1—5.
- [2] 郑执中、郑守仪, 1960. 黄海和东海的浮游有孔虫. 海洋与湖沼 3(3): 125—156, 图版1—11.
- [3] ————, 1962. 黄海和东海浮游有孔虫的生态研究. 海洋与湖沼 4(1—2): 77—102, 图1—19, 图版1.
- [4] 赫崇本等, 1959. 黄海冷水团的形成及其性质的初步探讨. 海洋与湖沼 2(1): 11—15, 图1—16.
- [5] Asano, K. (浅野清), 1957. The Foraminifera from the adjacent seas of Japan, collected by the S. S. Soyo-maru, 1922—1930. Part 3—Planktonic Foraminifera. *Sci. Repts. Tohoku Univ., Sendai, Japan* (2) Geol. 28: 1—26, pls. 1—2.
- [6] Bieri, R., 1959. The distribution of the planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to the water masses. *Limnology and Oceanography* 4(1): 1—28.
- [7] Bogorov, B. G., 1958. Biogeographical regions of the plankton of the north-western Pacific Ocean and their influence on the deep sea. *Deep Sea Research* 5: 149—161.
- [8] Bradshaw, J. S., 1959. Ecology of living planktonic Foraminifera in the north and equatorial Pacific Ocean. *Contr. Cushman Found. Foram Res.* 10(2): 25—64.
- [9] Brady, H. B., 1884. Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. "Challenger" during the years 1873—1876. *Rept. Voy. Challenger, Zool.* 9: 1—814, pls. 1—115 (in atlas).
- [10] Cushman, J. A., 1914. A monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean. Part 4—Chilostomellidae, Globigerinidae, Nummulitidae. *U. S. Nat. Mus., Bull.*, 71(4): 1—46, pls. 1—19.
- [11] ————, 1915. A monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean. Part 5—Rotaliidae. *U. S. Nat. Mus., Bull.* 71(5): 1—87, pls. 1—31.
- [12] ————, 1921. Foraminifera of the Philippine and adjacent seas. *U. S. Nat. Mus., Bull.* 100(4): 1—608, text-figs. 1—52, pls. 1—99.
- [13] Graham, J. J. and P. J. Militante, 1959. Recent Foraminifera from the Puerto Galera Area, Northern Mindoro, Philippines. *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.* 6(2): 1—132, pls. 1—19.
- [14] Hakodate Marine Observatory, 1958. The charts of the mean surface water temperatures in the neighbouring sea of Japan (1911—1940). *Bull. Hakodate Mar. Observatory* 5: 67—74.
- [15] Millett, F. W., 1898—1904. Report on the recent Foraminifera of the Malay Archipelago contained in anchor mud collected by Mr. A. Durrand. *Journ. Roy. Micros. Soc.* 17 pts.
- [16] Niino, H. and K. O. Emery, 1961. Sediments of shallow portions of East China Sea and South China Sea. *Geol. Soc. America, Bull.* 72(5): 731—762.

AN ATTEMPT AT A PRELIMINARY DELINEATION OF THE GEOGRAPHIC REGIONS OF PLANKTONIC FORAMINI- FERA OF THE YELLOW SEA, THE EAST CHINA SEA AND ADJACENT WATERS

CHENG TSI-CHUNG, CHENG SAU-YEE
(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

(ABSTRACT)

The boundary of the geographic distribution of planktonic organisms shifts with the seasonal change in the direction and intensity of currents. A reliable delineation of the geographic regions of planktonic organisms should be based on data which represent the effect of long-standing interacting environmental factors. The dead tests of planktonic

Foraminifera, having accumulated on the sea floor over a long period are a reflection of the sum of the ecologic factors acting upon them and are therefore more reliable than their living counterparts, collected within a limited period, as a basis for delineating their geographic regions.

The planktonic Foraminifera found in our seas comprise about 29 species. In the South China Sea, there are 28 species, in the East China Sea, there are 25 species of which only 3 species are distributed up to the South Yellow Sea. In the North Yellow Sea and Pohai, we have not as yet encountered any planktonic species. With the exception of one species, *Globigerina bulloides* d'Orbigny, which is a widely-distributed temperate species, all are characteristic of warm water and none of cold water. From the point of view of faunal characteristics, the planktonic foraminiferal fauna of our seas, of southern Japan, of the Philippines and of adjacent waters are very similar to that of the equatorial west central fauna.

It is apparent from our data and from those of other authors that the front of the Kuroshio current and its branches corresponds roughly to the northern limit of distribution of tropical planktonic Foraminifera, at the same time, to the southern boundary of the temperate fauna of the North Pacific. Between the first and second fronts of the Kuroshio is a transition region populated by eurythermal tropical and temperate planktonic species.

Based on species composition, relative abundance and ecological characteristics, the distribution areas of planktonic Foraminifera of the Yellow Sea, the East China Sea and adjacent waters may be delimited into the following regions:

Region I—is the basic area of distribution of tropical planktonic Foraminifera. This region includes the South China Sea, the off-shore waters of the East China Sea and the waters southeast of Japan, south of latitude 36°N. Its northern boundary roughly coincides with the 15°C mean winter surface-water isotherm.

Region II—is the extent of the seasonal northward shift of the distribution area of planktonic Foraminifera. Its northern boundary, represented by a line extending from the Chusan Archipelago, curving upward to the vicinity of Saishu-to and extending across the Chosen Strait up to the vicinity of Niigata, Japan, roughly coincides with the 10°C mean winter surface-water isotherm.

Region III—is a rather closed area where planktonic Foraminifera are very rare or absent. This region includes the entire Yellow Sea and Pohai. Its southern boundary coincides roughly with the 10°C mean winter surface-water isotherm.

Region IV—is the distribution area of boreal planktonic Foraminifera. It includes the greater part of the sea of Japan which is under the influence of the Liman current.

Region V—is also the distribution area of boreal planktonic Foraminifera. It includes the region northeast of Honshu and of the Tsugaru Strait. Its southern boundary roughly coincides with the northern boundary of the region of mixing of the Oyashio and the Kuroshio.

Region VI—is the region of mixing of tropical and boreal planktonic Foraminifera. It includes the area south of the Tsugaru Strait and north of Inuboe-zaki and corresponds roughly to the region of mixing of the Kuroshio and the Oyashio.