

# 黄海表层沉积物中硅藻分布与环境 关系探讨

王开发 蒋辉 张玉兰  
(同济大学, 上海)

王永吉 徐家声  
(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

**提要** 黄海表层沉积硅藻可划分为三个区: (1)滨岸-潮间带区,水深为20—30m,盐度为30.0‰,主要分布着以柱状小环藻为主的潮间带种类; (2)过渡区,包括黄海北部的大部和西南部,水深在30—50m之间,盐度为31.0—32.5‰,本区还可进一步划分为明盘藻、直链藻和辐辏藻三个亚区; (3)浅海区,包括黄海中北部和东南部,深度大于50m,盐度大于32.0‰,分布着以圆筛藻为主的组合,个别海区还见反常硅藻组合。光照、盐度和温度是影响硅藻分布最重要的因素,而反常硅藻组合的出现则可能与古地理条件有关。

近年来,国际上随着海洋地质尤其是深海地质研究的蓬勃开展,海洋硅藻在划分和对比地层、恢复古气候、再造古地理环境中越来越显示出其重要性,已成为最重要的微体化石门类之一。近几年来,我国对海洋沉积物中硅藻的研究也有了较快的发展,王开发等先后报道了东海、黄海南部、冲绳海槽海底沉积物的硅藻<sup>[1-3]</sup>,金德祥等也对东海表层沉积物中的硅藻进行了研究<sup>[5]</sup>。本文系统地研究了黄海表层沉积物中的27个硅藻样品,在24块样品中发现了丰富的硅藻化石。样品皆用盐酸、硫酸处理,重液浮选。硅藻统计采用丰富、较多、少见和偶见四级制。

## 一、概 况

黄海位于中国与朝鲜半岛之间,为一半封闭陆架浅海,总面积380,000km<sup>2</sup>,地形总的趋势是西北向东南倾斜,黄海北部平均水深38m,最大深度为85m,黄海南部平均水深26m,最大深度为140m<sup>[4]</sup>。生物地理分区属北温带区系组、北太平洋区的东亚海洋植物亚区<sup>[9]</sup>。

本区由黄海暖流、黄海沿岸流和西朝鲜沿岸流共同构成了整个黄海环流系统。其中黄海暖流是对马暖流在济州岛东南方向伸入黄海的分支,以高温、高盐为特征,而黄海沿岸流和西朝鲜沿岸流则受沿岸水体影响明显,具低温低盐的性质。流入黄海的主要河流有鸭绿江、新沂河和淮河水系等,在朝鲜沿岸则有大同江水系等<sup>[4]</sup>(图1)。

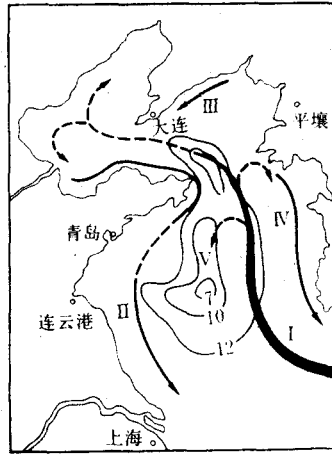


图1 黄海海流系统(据《中国自然地理》改画, 1979)

- I. 黄海暖流; II. 黄海沿岸流; III. 辽东沿岸流; IV. 西朝鲜沿岸流;  
V. 黄海冷水团 8 月底层水温分布

黄海表层沉积硅藻种类主要为近岸种及潮间带种,此外,还有一定数量的浅海种类和少量的淡水种,与东海的硅藻组合相比,其淡水种和潮间带种类的含量明显增高,而真正的远洋浮游性种类却很少见到,整个组合面貌及属种成分与东海迥然不同,反映出一个三面为陆地环绕的半封闭内陆海所特有的海生植物群面貌(表 1)。

## 二、黄海表层沉积物中硅藻分区

黄海表层沉积物中的硅藻主要为滨岸潮间带种、近岸种和浅海种三种类型,这恰好代表了黄海硅藻三个不同分布区的特点。图 2 分别以三角图表示这三种类型的百分含量,形象地指明了每个站位应属那个区。

### I. 滨岸-潮间带区(图 3)

该区包括黄海南部和北部沿岸,深度一般在 20—30m 等深线以浅,区内不仅潮汐、波浪作用强烈,而且沿岸水流对硅藻的分布亦有明显的制约。盐度一般小于 30‰,最大不超过 31‰。本区主要分布着以小环藻为主的硅藻组合。小环藻在组合中达 29—56%,以柱状小环藻为主,其次为细弱明盘藻,后者数量变化较大,一般距岸越远含量越大。本区的蜂窝三角藻在整个黄海表层沉积物中数量最多,最高含量可达 8.59%,同时,还含有一定数量的网眼藻、波纹藻和舟形藻等。整个组合以潮间带的种类为主,并有少量的淡水种,而且所见硅藻壳体的遗骸大多数均很破碎。

### II. 过渡区

本区的范围较大,包括黄海中北部大部及黄海西南部 30—55m 等深线之间的广大区域。盐度一般为 31.0—32.5‰。根据区内各站位中主要硅藻属种的不同,划分为三个亚区。其中虽然属种成分有所不同,但各亚区的主要种类基本上都为近岸种,并含有一定数量的潮间带和浅海种类。

II<sub>1</sub>. 明盘藻亚区: 在本亚区中明盘藻属占绝对优势,个体含量达 26.5—62.7%,其中



	▲ ▲			*		▲			
	*			*		▲ ★			
	*			*		.		.	.
	▲ *		*	*	.	.	.	*	.
*	*	*		*	▲	*			
.	▲ ▲			*	*	*	▲		*
.	*			.	*		▲		
*			.	.	★	★			*
	*	*		*	*	★	*		▲
*	▲ *	.	.	▲	▲	*	*	*	.
.				★	*	*			
.	*	.		.	★	*	*		.
*	.	*		▲	*	▲	*		*
				★	.	.			
	*	.	*	*	★	.	▲		.
	*	.	*	*	★	.	*		*
*	*	.	*	*	★	*	*	*	.
*	▲		*	.	▲	.	*	*	*
					*	*	★	*	*
*	*	▲	.	▲ *	▲	*	*	*	*
*	*	★		*	▲				
*	▲	.	*	.	*		*		*
	*	★		▲	*				

*Cos. subtilis* Ehrenberg  
*Cos. angusta-lineatus* A. Schmidt  
*Cyclotella* sp.  
*C. comta* (Ehr.) Kützing  
*C. striata* (Kützing) Grunow  
*C. stylocum* Brightwell  
*Diploneis* sp.  
*D. bombus* Ehrenberg  
*D. crabro* Ehrenberg  
*D. splendida* (Greg.) Cleve  
*D. smithii* (Brébisson) Cleve  
*D. ovalis* var. *oblongaila* (Naeg.) Cleve  
*Epithemia* sp.  
*Hyalodiscus* sp.  
*H. stelliger* Bailey  
*H. subtilis* Bailey  
*H. aff. subtilis* Bailey  
*Melosira* sp.  
*M. sulcata* (Ehr.) Kützing  
*Navicula* sp.  
*N. directa* Cleve  
*Nitzschia* sp.  
*Pinnularia* sp.  
*Pleurosigma pelagicum* Feragallo  
*Rhaphoneis surirella* (Ehr.?) Grunow  
*Surirella* sp.  
*S. fastuosa* var. *punctata* Grunow  
*Thalassiosira* sp.  
*Th. pacifica* Gran et Angst  
*Trachyneis aspera* (Ehr.) Cleve  
*Triceratium javus* Ehrenberg  
*Tropidoneis* sp.  
*Tryblionopychus cocconeiformis* (Cleve) Hendye

★ 丰富; ▲ 较多; \* 少见; . 偶见

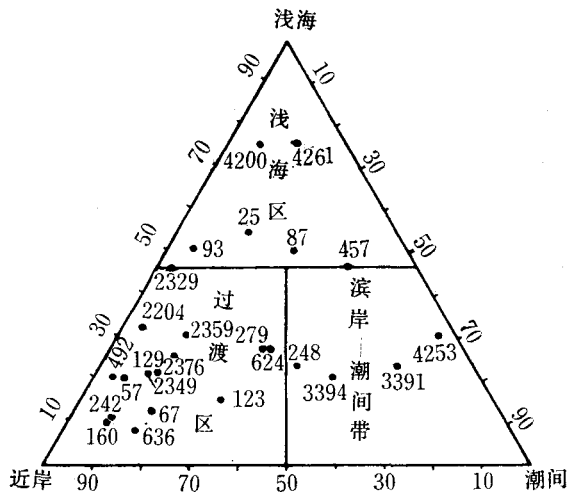


图2 黄海表层沉积各站位硅藻属性分析

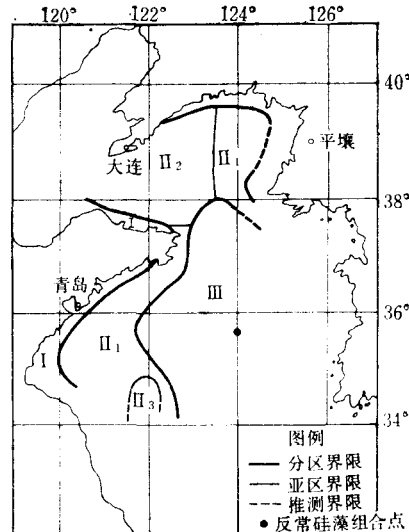


图3 黄海表层沉积物硅藻分区图

I. 滨岸-潮间带区; II. 过渡区 (II<sub>1</sub> 明盘藻亚区, II<sub>2</sub> 直链藻亚区, II<sub>3</sub> 辐桐藻亚区); III. 浅海区

以细弱明盘藻为主,圆筛藻属在组合中也占有一定比例,其中主要有多束圆筛藻、蛇目圆筛藻、偏心圆筛藻、线性圆筛藻。另外尚见有波形辐桐藻、具槽直链藻、蜂窝三角藻、华美双壁藻、舟形藻等。如以属为单位,本亚区是黄海几个表层组合中硅藻种类最为丰富的组合之一。

II<sub>2</sub>. 直链藻亚区: 本亚区主要特点是具槽直链藻占绝对优势,为总数的39.26—64.6%,其次为明盘藻、圆筛藻、小环藻和辐桐藻等。另外还见有粗纹藻、双菱假脊藻和双壁藻等。

II<sub>3</sub>. 辐桐藻亚区: 本区以波形辐桐藻和华美辐桐藻占绝对优势为特征,双菱假脊藻数量也较多,为10.37%,另外还见有少量的小环藻,明盘藻、圆筛藻和舟形藻。

### III. 浅海区

本区硅藻组合特征是以圆筛藻为主,分布在黄海中部及东南部,受黄海暖流影响比较大,水深一般大于50m,盐度大于32‰。各种类型的圆筛藻占整个硅藻组合总数的45.0—80.0%,其中主要为辐射圆筛藻、星形圆筛藻、蛇目圆筛藻、虹彩圆筛藻、具边圆筛藻、偏心圆筛藻、细弱圆筛藻、小眼圆筛藻、线性圆筛藻。细弱明盘藻、具槽直链藻、小环藻也占有一定数量。另外,还发现少量的辐桐藻、海链藻、双壁藻。整个组合面貌基本上以浅海沿岸的种类为主,并具有少量的远洋和潮间带种类。在本区的个别站位还发现较特殊的硅藻组合,它以浅海和潮间带种类在组合中同时占优势为特征,两者所要求的生态环境完全不同,活时不能同生,然死却共穴,其所反映的古地理意义颇耐人寻味,且组合中缺少浅海和潮间带之间的过渡性种类,更说明了本组合的特殊性。

## 三、控制硅藻分布的因素及问题探讨

一定的地理环境具有一定的生态因素,生物生存、发展、消亡均受这些因素的控制

和影响。从上面硅藻的分布可以看出,深度和海流对硅藻的分布起了重要作用。从滨岸潮间带到浅海区,随着深度加深,组合中潮间带种类逐渐减少,而近岸种的种类增多,直至出现真正远洋浮游种类,而不同硅藻组合的分布也受各沿岸水流和海流的制约。但是,例外的情况也可以看到,如黄海北部 123 站,水深仅为 30m, 248 站水深为 50m,但后者柱状

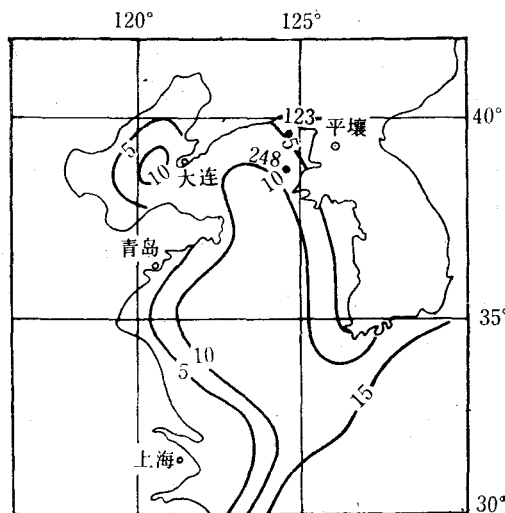


图 4 黄海年平均海水透明度 (m) 分布图

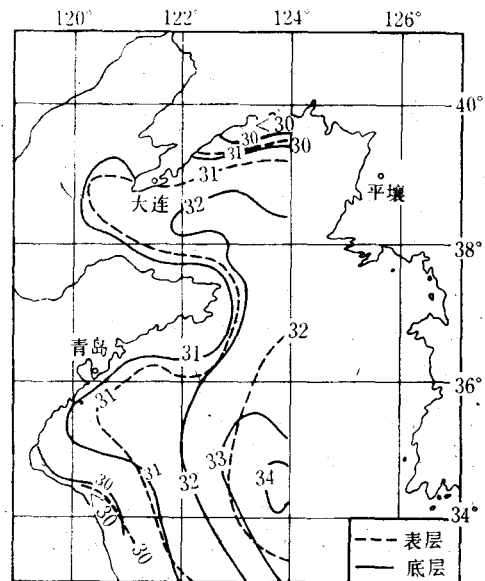


图 5 黄海年平均盐度等值线分布图

小环藻却较前者多,这就使我们得到了这样一种启示,在探讨硅藻的分布规律时,不能简单地仅依据一、二种因素,而要综合研究各种因素可能产生的影响,尤其要从硅藻本身的生活特性来考虑反映这些因素本质的物理、化学条件,这样才能比较客观地解释复杂的自然现象。

下面我们就海洋中一些常见的海洋水文条件对黄海表层沉积物中硅藻分布进行一些探讨。

### 1. 光照

不同地区的光照条件的强弱程度是影响藻类分布的一个极为重要的因素。而对底栖硅藻来说,其光合作用除受光照条件影响外,还要受海水的深度和透明度的影响。从黄海的年平均透明度等值线图(图 4),可解释 123 站和 248 站硅藻组合面貌与深度矛盾的现象。123 站虽然深度不大,但地处鸭绿江出口,河流携带大量的悬浮物质,因此透明度仅为 5m 左右,而 248 站水色较清,透明度相当于 123 站的 2 倍,如按此比例换算,则两处的光照条件就基本相近。

### 2. 盐度

盐度是决定硅藻分布的最重要因素之一,不同的种类对盐度的适应各不相同,据此可把硅藻划分为淡水、半咸水和海水硅藻。从黄海盐度等值线图(图 5)可看出,黄海的最低平均盐度为  $>29.0\%$ ,因此一些淡水种类是无法在此水域中生存的,组合中的淡水种类

只能是由入海河流携带而来,被埋葬于异乡客地。对照一下我们划分的硅藻分布区和盐度等值线图(图5),可以看到两者存在着明显的一致性:滨岸-潮间带分布区的盐度一般为30.0‰左右,最大不超过31.0‰,过渡区为31.0—32.5‰,而浅海区的盐度则一般大于32.0‰。

### 3. 温度

温度与硅藻的分布密切相关。Jousé 等(1971)把太平洋及邻近海域中所见的硅藻植物群划分为七个尸积群,自北向南依次为亚北极、北方、亚热带、热带、赤道、亚南极和南极尸积群<sup>[8]</sup>。与此对照,则他们所划分的北方尸积群的一些种如偏心海链藻、弓束圆筛藻、具边圆筛藻及亚热带尸积群的并基海链藻、辐射圆筛藻等在黄海均有发现,而热带或赤道尸积群的种类少见或完全不见。Motoda 和 Marumo (1963)把 *Gosleriella tropica* Schutt, *Hemiaulus hauckii* Grunow 和 *Chaetoceros coarctatus* Lauder 这三个种的发现作为黑潮暖流未被冲淡的标志<sup>[9]</sup>,但这三个种在本区均未被发现。Aikawa (1936)指出,至少在黄海的部分区域,硅藻植物群为北方滨岸种并混有一些黑潮暖流的种类,以圆筛藻的一些种及中华盒形藻等盒形藻为特征,因此他认为黑潮的影响直抵黄海<sup>[7]</sup>。本文的研究结果表明,黑潮暖流作为影响海水温度的直接因素的作用已经极其微弱了,这主要表现在黄海的硅藻组合基本上缺失黑潮暖流的标志种,但其支流——黄海暖流仍对黄海的水温有着明显的影响,这主要表现为凡是黄海暖流所经过的海域,其硅藻组合和同纬度的相比,北方沿岸种明显减少,而暖水种类明显增加。

从上述分析可以看出,光照、盐度和温度等对海洋硅藻的分布起着决定性的作用。在大范围内,温度对海洋硅藻分布的控制比较明显,而盐度则不同于温度,即使两地相距很近,其硅藻组合面貌也会明显不同,而海流和水团则是上述因素的综合反映。

还有一点要提及的,即是现生的硅藻植物群和尸积群之间的关系。一般说来两者的主要成分基本一致,如通过对鄂霍茨克海、白令海、南极海等海区的现在硅藻群与海底表层沉积物中硅藻群的研究结果表明,表层沉积物中的硅藻群能在很大程度上反映表层水中硅藻群的种的组成(Jousé 1962, 1969)。但由于硅藻壳体在下沉过程中被溶解及沉积后受到的各种侵蚀,一些壳壁很薄的种类在尸积群中就见不到了,如角毛藻在黄海海水中不乏其种,但在表层沉积物中却没有发现,而那些栖于它地、壳壁厚耐侵蚀种类的尸体却由河流或海流搬运而来,丰富了尸积群的面貌。黄海表层沉积物中的硅藻组合基本上和现代海洋地理环境相吻合,反映了现代硅藻植物群的面貌。但在黄海南部出现较特殊的硅藻组合,说明这两者之间的关系并不是那么简单。这种特殊的硅藻组合不仅组合面貌奇特,而且与现代的地理环境明显不符,如果说624站还能用沿岸河流作用的因素来解释,那么位于黄海中南部水深为75m的457站的硅藻组合显然不能用现代海洋水文条件来自圆其说,其成因可能与古地貌有关。

### 参 考 文 献

- [1] 王开发、孙煜华、张玉兰, 1979. 东海北部沉积物的孢粉、藻类组合及其地层、古地理. 同济大学学报 2: 129—152.
- [2] 王开发、张玉兰、蒋辉等, 1980. 黄海表层沉积物的孢粉、藻类组合. 植物学报 22(2): 182—190.
- [3] 王开发、孙煜华, 1982. 冲绳海槽沉积的孢粉、藻类组合. 海洋与湖沼 13(5): 440—450.

- [4] 中国自然地理编委会, 1979. 中国自然地理(海洋地理). 科学出版社, 17—115 页。
- [5] 金德祥、程兆第、林均民等, 1980. 东海表层沉积硅藻. 海洋学报 2(1): 97—108。
- [6] 曾呈奎、张峻甫, 1964. 黄海西部沿岸海藻区系性质的分析研究. 海洋与湖沼 6(2): 152—165。
- [7] Aikava, H., 1936. On the diatom communities in the waters surrounding Japan. *Rec. Oceanogr. WKS. Japan* 8: 1—159.
- [8] Jousé, A. P., O. G. Kojliova & V. V. Mukhina, 1971. Distribution of diatom in the surface layer of sediments from the Pacific Ocean. In: *Micropaleontology of Oceans*. Cambridge University Press, pp. 263—269.
- [9] Motoda, S. & R. Marumo, 1963. Plankton of the Kuroshio Water. Proc. Symp. Kuroshio. *Oceanogr. Soc. Jap. and UNESCO*, pp. 48—61.

## ENVIRONMENTAL DISCUSSION ON DISTRIBUTION OF THE DIATOM IN THE SURFACE SEDIMENTS OF THE HUANGHAI SEA

Wang Kaifa Jiang Hui Zhang Yulan  
(Tongji University, Shanghai)

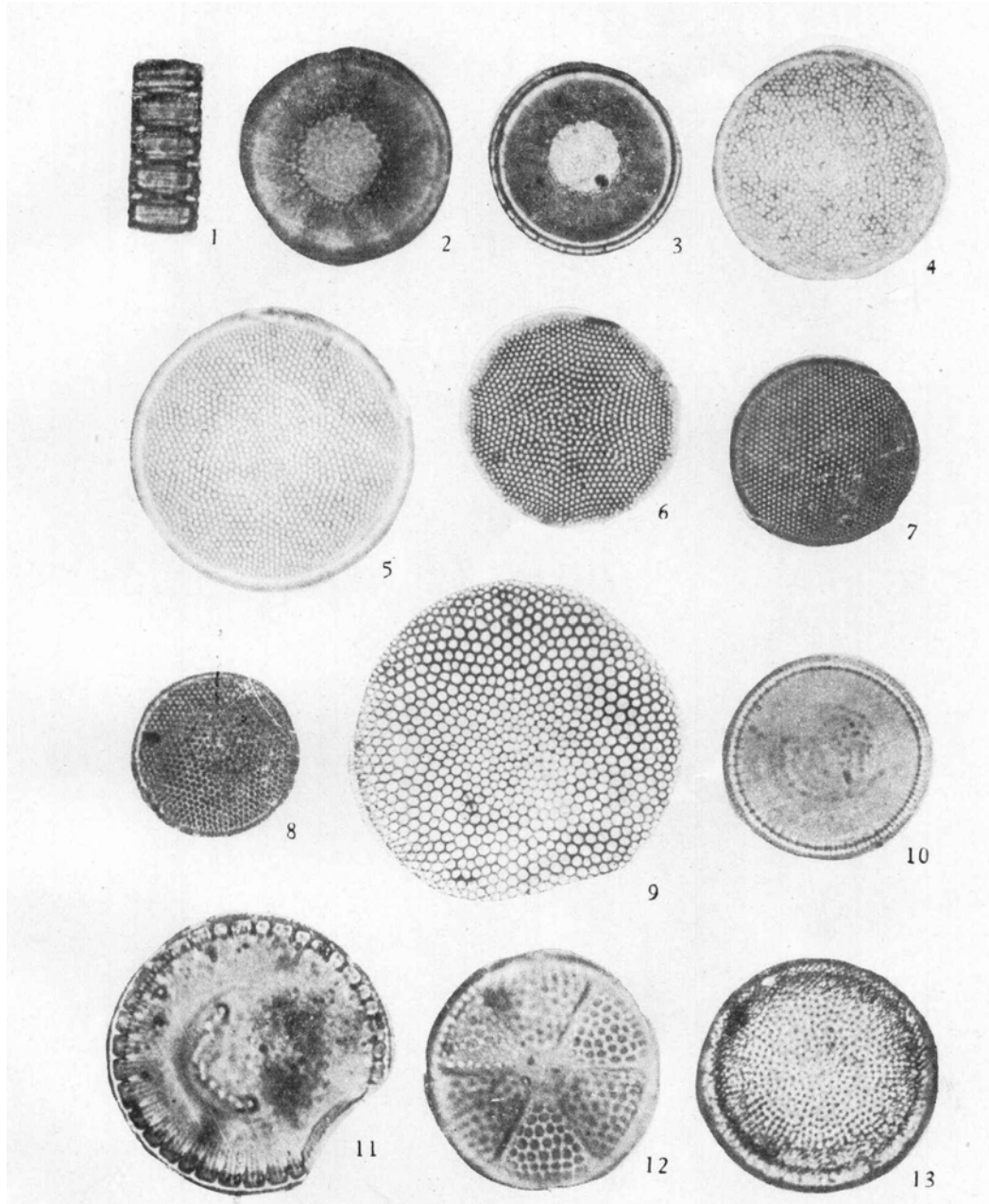
Wang Yongji and Xu Jiasheng  
(The First Institute of Oceanography, NOB, Qingdao)

### ABSTRACT

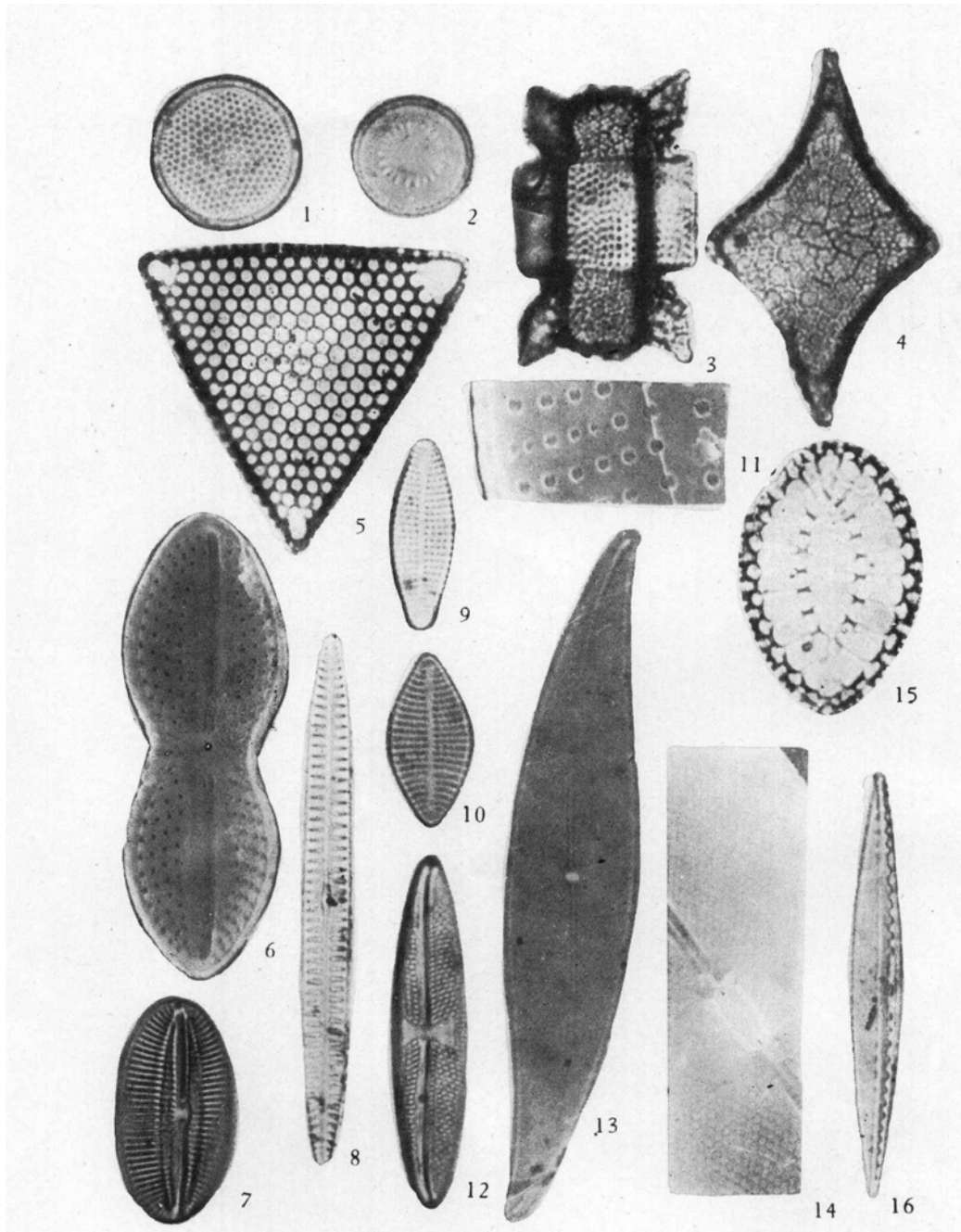
The distribution of diatom in the surface sediments of the Huanghai Sea (Yellow Sea) may be divided into 3 characteristic regions: 1. the coastal and intertidal region with a depth of 20—30 m or less, salinity of 30.0‰, never more than 31.0‰, and with the distribution of intertidal species such as *Cyclotella stylorum* Brightwell and *Triceratium favus Ehrenbergii*; 2. the transition region, including most of the northern Huanghai Sea and the west of the southern Huanghai Sea, depth between 30—50 meter, salinity 31.0—32.5‰, and subdivided into *Hyalodiscus*, *Melosira* and *Actinoptychus* three subregions; 3. the neritic region, including the south of northern Huanghai Sea and the east and middle of southern Huanghai Sea, depth more than 50 m, salinity higher than 32.0‰, with a distribution of *Coscinodiscus* assemblage and extraordinary diatom assemblage occasionally.

Light, salinity and temperature are the most important factors influencing the distribution of diatom. Occurrence of the extraordinary diatom assemblage may be related with the paleogeomorphology. All of these may be helpful to the explanation of paleoenvironment with the fossil diatom.





1. 具槽直链藻 *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing (环面); 2. 星形明盘藻 *Haylodiscus stelliger* Bailey; 3. 细弱明盘藻相似种 *H. aff. subtilis* Bailey; 4. 弓束圆筛藻 *Coscinodiscus curvatulus* Grunow; 5. 细弱圆筛藻 *Cos. subtilis* Ehrenberg; 6. 库氏圆筛藻 *Cos. kützingi* A. Schmidt; 7. 线性圆筛藻 *Cos. lineatus* Ehrenberg; 8. 偏心圆筛藻 *Cos. excentricus* Ehrenberg; 9. 蛇目圆筛藻 *Cos. argus* Ehrenberg; 10. 扭曲小环藻 *Cyclotella comta* (Ehrenberg) Kützing; 11. 柱状小环藻 *Cy. stylum* Brightwell; 12. 波状辐衲藻 *Actinoptychus undulatus* (Bailey) Ralfs; 13. 辣氏辐环藻 *Actinocyclus ralfsii* (W. Smith) Ralfs



1. 海链藻属(未定种) *Thalassiosira* sp.; 2. 具槽直链藻 *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing; 3, 4. 网状盒形藻 *Biddulphia reticulum* (Ehrenberg) Boyer (3. 壳环面; 4. 壳面); 5. 蜂窝三角藻 *Triceratium favus* Ehrenberg; 6. 华美双壁藻 *Diploneis splendida* (Greg.) Cleve; 7. 施氏双壁藻 *D. smithii* (Brebisson) Cleve; 8. 直舟形藻 *Navicula directa* Cleve; 9, 10, 11, 双菱假脊藻 *Rhaphoneis surirella* (Ehrenberg) Grunow (11. 壳面纹饰局部放大); 12. 粗纹藻 *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve; 13, 14. 海洋曲舟藻 *Pleurosigma pelagicum* Peragallo (14. 壳面纹饰局部放大); 15. 穿孔平行双菱藻 *Surirella fastuosa* var. *punctata* Grunow; 16. 菱形藻属(未定种) *Nitzschia* sp.