

# 渤海东侧海岸带黄土中的放射虫\*

程振波 李培英 吕厚远 鞠小华

(国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266003)

**提要** 阐述了海岸带黄土中放射虫的种类及组合特征,并对其来源进行了探讨。初步认为:放射虫最初是在间冰期高海面时被黄海暖流带入渤海的,后来在冰期低海面时,裸露的海底受强大的西北向低空气流作用,致使一些放射虫壳体伴随沙尘而沉降到附近海岸黄土之中。

**关键词** 海岸带黄土,放射虫,渤海

放射虫是确定海相沉积和大洋沉积的标志化石,主要分布于热带、亚热带海域和大洋暖流区。在渤海和北黄海的第四纪沉积物中,至今尚未发现,仅在古渤海西部平原海侵地层中曾有人发现浮游有孔虫化石<sup>[1]</sup>。

最近,作者在分析渤海东侧海岸带(118°~122°E, 37°20'~40°N)黄土时,发现其中含有较

多的放射虫。它们来自于何处?如何赋存到黄土中?对海岸带黄土形成机制及古气候与古环境变迁的研究来说,具有重要的科学意义。

海岸带黄土中含有孔虫化石,已有较多报

---

\* 国家自然科学基金资助项目。

收稿日期:1994年12月23日

道<sup>[2~5,13]</sup>。但关于其中的放射虫,除少量文献提及外<sup>①</sup>〔4〕,迄今尚未见其他报道。本文依据实验室分析、鉴定与统计所获得的放射虫系统资料,对海岸带黄土中的放射虫组合特征、来源和搬运过程作初步探讨。

## 1 研究方法

### 1.1 样品采集

考虑到分析资料的代表性,分别在渤海海峡中的庙岛群岛和辽东半岛各选择一个典型剖面进行采样。前者位于大黑山岛(图1),下部黄土样品采自黑石沟剖面,上部黄土样品采自北庄剖面,以0.2m的间距,分别取样35个和23个;后者位于金州大魏家海滨,自上而下共采样12个(参见文献〔5〕)。

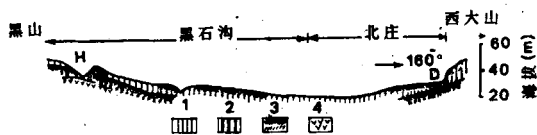


图1 大黑山岛黄土综合剖面

Fig. 1 Comprehensive section of oess at Daheishan Island

H—黑石沟貂厂取样点,D—北庄南侧取样点

1. 晚更新世黄土; 2. 中更新世黄土; 3. 古土壤与古风化层; 4. 玄武岩

### 1.2 实验室分析方法

海岸带黄土中含有较多的海相微体生物化石,但与海相沉积物相比,其含量又是很低的。因此,在进行实验室分析时,我们选取的干样重量为50g。

在分析过程中,起初部分样品用重液( $\text{CCl}_4$ )浮选,再置于实体显微镜下观察、挑选与鉴定。一般来说,浮选后的样品量少,工作量小,在镜下易于完成挑样。但是后来发现在浮选后的部分黄土样品中,仍有微体化石存在,鉴于此,对于这些样品的底样又重新做了挑选。以后,省略了重液浮选过程,将50g干样中大于0.063mm的颗粒全部置于镜下进行挑选,经过

1a多实验室工作,完成大部分样品的挑样与鉴定,获得了比较理想的结果。

## 2 放射虫化石组合

### 2.1 鉴定结果

在上述黄土样品中,共发现放射虫24属28种,分述如下:

2.1.1 泡沫虫类 剑球虫(未定种)(*Xiphosphaera* sp.)、三帚圆星虫(*Cyclastrum trifastigiatum*)、棒网虫(*Dictyocoryne profunda*)、六柱虫(未定种)(*Hexastylus* sp.)、旋壳虫(未定种)(*Streblonia* sp.)、六矛虫(未定种)(*Hexalonche* sp.)、空球虫(未定种)(*Cenosphaera* sp.)、多棘木偶海绵虫(*Spongocore polyacantha*)、尖球虫(未定种)(*Acrosphaera* sp.)、刺尖球虫(*Acrosphaera spinosa*)、丘尖球虫(*Acrosphaera collina*)、美壳虫(未定种)(*Euchitonia* sp.)、秀美壳虫(*Euchitonia elegans*)、太阳盘虫(未定种)(*Heliodiscus* sp.)、针网虫(未定种)(*Stylodictya* sp.)、多角针网虫(*Stylodictya polygonia*)、星球虫(未定种)(*Astrosphaera* sp.)、三臂星虫(*Triastrum aurivillii*)、维那斯针膜虫(*Stylochlamydidium venustum*)、人字双棒虫(*Amphirhopalum ypsilon*)、海绵盘虫(未定种)(*Spongodiscus* sp.)、小艇虫(未定种)(*Phorticium* sp.)、四房馒头虫(*Ommatartus tetrathalamus*)。

2.1.2 罩笼虫类 果篮虫(未定种)(*Carpocanium* sp.)、窗袍虫(未定种)(*Clathrocyclas* sp.)、裙窗袍虫(*Clathrocyclas alcmenae*)、钟翼盔虫(*Pterocorys campanula*)。

### 2.2 放射虫组合及其特征

海岸带黄土中的放射虫分为两大类,即泡沫虫类和罩笼虫类。其中,以泡沫虫类占绝对优势,无论上部黄土,还是下部黄土,大约占放射虫总数的90%(表1)。

在这些放射虫种属中,优势种的绝大部分属亚热带暖水种类型,其组合特征与东海大陆架和中太平洋北部沉积物中的放射虫种类相

① 李培英,1984。山东庙岛群岛的第四纪沉积物与环境变迁。

同<sup>[8,9]</sup>。

镜下发现,泡沫虫类的壳体不仅数量多,而且保存较好,而罩笼虫类的壳体则保存较差,数量有限。其主要原因是,泡沫虫类壳体比较坚

实,大部分属种的骨架结构致密,不易破碎,罩笼虫类壳体较薄,骨架脆,在搬运过程中容易破碎,以致壳体化石保存下来的较少。

表 1 放射虫的组合特征

Tab. 1 Compose characteristic of radiolaria

地区与剖面	黄土层位	泡沫虫类		罩笼虫类	
		主要属种	总相对含量(%)	主要属种	总相对含量(%)
庙岛群岛 大黑山岛	上部	剑球虫(未定种)	89	果篮虫(未定种)	11
		棒网虫			
		针网虫(未定种)			
	下部	三帚圆星虫	94	窗袍虫(未定种)	6
		六柱虫(未定种)			
		尖球虫(未定种)			
辽东半岛 大魏家	上部	刺尖球虫	91	果篮虫(未定种)	9
		空球虫(未定种)			
		多角针网虫			
	下部	尖球虫(未定种)	100	无	0
		海绵盘虫			
		棒网虫			
上部	海绵盘虫	91	果篮虫(未定种)	9	
	尖球虫(未定种)				
	空球虫(未定种)				
	六柱虫(未定种)				
下部	棒网虫	100	无	0	
	多角针网虫				
	针网虫(未定种)				
上部	星球虫	100	无	0	
	六矛虫(未定种)				

### 3 黄土中放射虫壳体的来源

关于本研究区黄土的成因问题,文献[3]~[6]曾进行比较全面的讨论,认为它是从异地搬运而来的风积物,既不是海相沉积,也不是坡、洪、河流系水流沉积,其物质主要来自冰期低海面时期的附近海底。由此似乎可以认为,放射虫壳体也是伴随黄土物质从附近海域搬运而来。通过对黄土样品中放射虫化石的分析,发现这些放射虫化石组合与东海大陆架和西北太平洋中的放射虫非常接近。另外,还使人们不容易理解的是在以往所做的黄海和渤海的表层沉积物样品分析中并没有发现过放射虫壳体。那么,它们是从东海或西北太平洋被搬运而来的吗?是

在何种动力的作用下通过什么方式进入黄土之中的呢?因此,通过以下设想并援引有关研究成果讨论之。

#### 3.1 来自于东海陆架或日本海

据 A. N. 斯特拉勒, A. H. 斯特拉勒(1978)“尘土在空气中能长距离漂移。任何一次单独的沙漠尘暴中的尘土,常常可以追溯到 4 000km 远的地方”<sup>[9]</sup>。这样似乎看来,放射虫在第四纪冰期时,东海处于低海面期,裸露后的陆架由于强风的作用,把放射虫壳体随黄土一起漂移来此。但是,冰期时 SE 季风要比现在弱得多,而黄土中的放射虫壳体一般均大于 0.063mm,属于细砂级。这样大小的颗粒是不可能通过高空气流的搬运而漂移上千公里到达辽东半岛和庙岛

群岛的。因此,放射虫根本不可能被东北风从东海搬运而来。

放射虫壳体是否来自日本海或中太平洋北部?日本海比较深,即使冰期时海面达到最低位置,其陆架裸露面积也不会太大。另外,辽东半

岛和庙岛群岛与日本海之间相隔有朝鲜半岛,众多上千米高的山峰可以形成天然屏障。因此,可以认为放射虫来自日本海和中太平洋北部的可能性甚小。

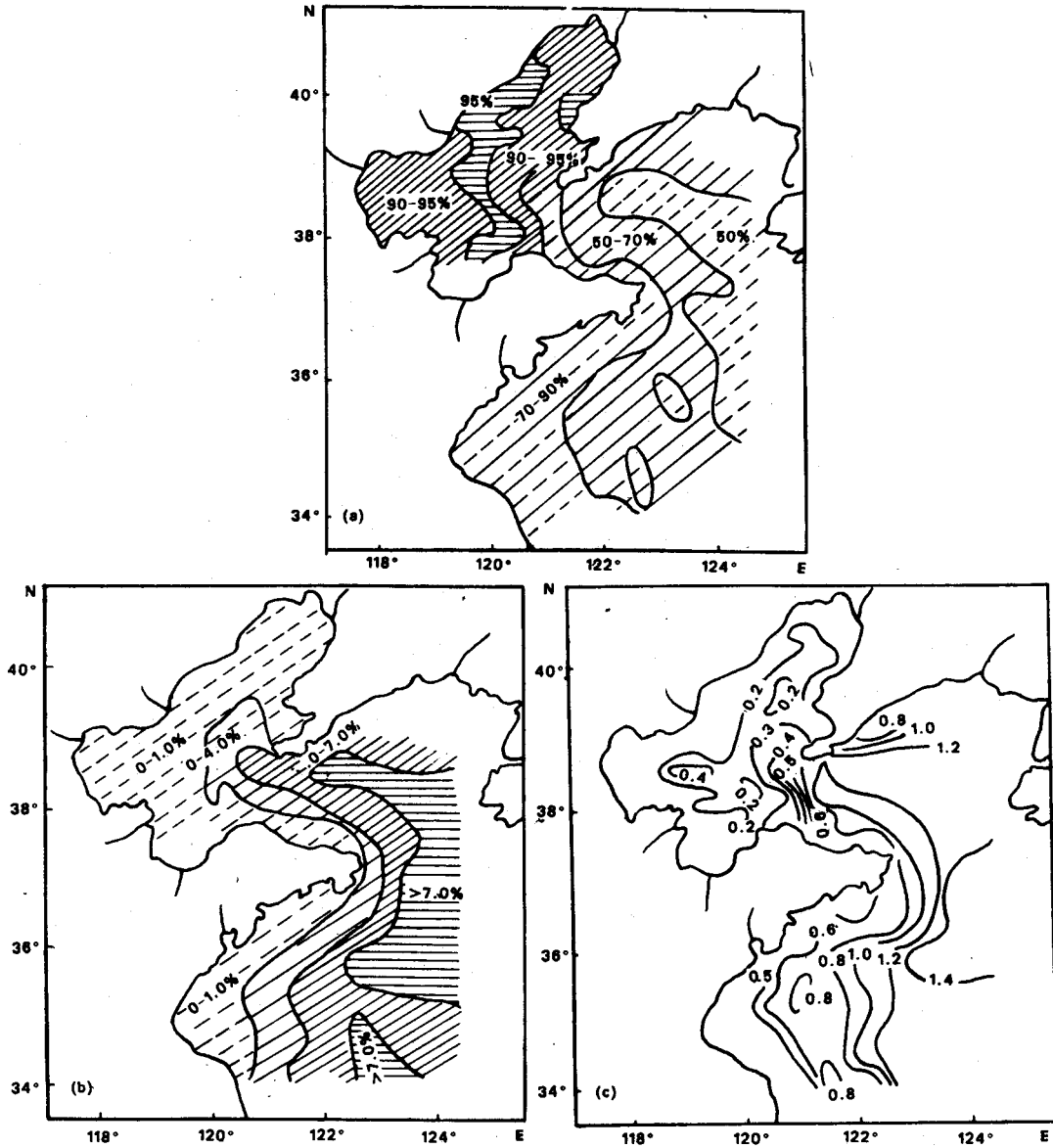


图2 钙质超微化石的百分含量及分异度  $D_H$  分布<sup>[12]</sup>

a. *Gephyrocapsa oceanica* 百分含量分布; b. *Emiliana huxleyi* 百分含量分布; c. 黄、渤海区钙质超微化石分异度  $D_H$  分布

Fig. 2 Percent content of calcareous nanoplankton and distribution of  $D_H$

### 3.2 海鸟搬运

过去在对陆相地层进行分析时,对偶尔发现的少量海相微体生物化石,不少人曾认为是由于海鸟吞食食物时,连同微体生物一起吞入,以后海鸟又把微体生物壳体排泄于陆相地层中。有的科学家曾解剖海鸟,并在海鸟胃中发现微体生物。但是,辽东半岛和庙岛群岛黄土剖面中的放射虫壳体数量丰富,且种的分异度高,几乎分散在数十万年形成的黄土剖面中,显然是海鸟吞食搬运无法完成的,况且也难以想象在黄土堆积过程中有如此多的海鸟来往于深海和黄土堆积区之间。

### 3.3 黄海暖流作用

迄今,已有不少学者对黄海暖流从不同的角度进行了研究。其中,李繁华、孔祥德根据海水热平衡原理推算出黄海暖流在秋季最强时影响范围在纬向上可达 36°N 以北,在最弱的春季几乎未及黄海<sup>[10]</sup>。管秉贤则认为在冬季时黄海暖流可延伸至渤海<sup>[11]</sup>。最近,李文勤通过对黄渤海 223 个站位的表层沉积物中钙质超微化石的分析后认为:黄海暖流由黄海东南部进入黄海,沿看黄海海槽北上,绕过山东半岛进入北黄海,然后转向西从渤海海峡的北侧进入渤海,在渤海中呈南北向伸展<sup>[12]</sup>。这可以通过几个超微化石种的分布图以及超微化石分异度图得以证明。(图 2a,b,c)

由此可以认为:在第四纪间冰期高海面时,古黄海暖流已经到达了渤海和北黄海。正是由

于古黄海暖流的作用,把微体生物放射虫从深海(从东海陆架海区和中太平洋北部)带入渤海和北黄海。后来在冰期低海面时,裸露的海底受强大的西北向低空气流作用,致使一些放射虫壳体伴随沙尘而沉降到东侧海岸带。可见,这些放射虫化石是第四纪气候波动和海平面变化的产物。

### 参考文献

- [1] 中国科学院海洋研究所海洋地质研究室,1985。渤海地质。科学出版社,171~211。
- [2] 李文勤、赵全基,1983。海洋科学 3:20~23。
- [3] 李培英,1987。海洋地质与第四纪地质 7(4):111~122。
- [4] 曹家欣、李培英、石宁,1987。中国科学(B)10:1116~1123。
- [5] 李培英、程振波、吕厚远、刘国海,1992。地质学报 66(1):82~93。
- [6] 李培英、夏东兴、刘国海,1991。中国海陆第四纪对比研究(国际第十三届第四纪大会系列书)。科学出版社,50~60。
- [7] 谭智源、张作人,1976。海洋科学集刊 11:217~310。
- [8] 谭智源、宿星慧,1982。海洋科学集刊 19:129~152。
- [9] A. N. 斯特拉勒、A. H. 斯特拉勒,1983。现代自然地理学《现代自然地理学》翻译组译。科学出版社,396~404。
- [10] 李繁华、孔祥德,1987。海洋湖沼通报 4:1~5。
- [11] 管秉贤,1985。黄渤海海洋 3(4):1~9。
- [12] 李文勤,1991。黄渤海海洋 9(1):7~11。
- [13] Han Jingtai, 1987. Study on the Loess in Penglai District, Shandong Province. In: Aspects of Loess Research. China Ocean Press. 76-84.

## THE RADIOLARIA IN THE COASTAL LOESS IN EAST BOHAI SEA

Cheng Zhenbo, Li Peiying, Lü Houyuan and Ju Xiaohua

(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266003)

Received: Del. 23, 1994

Key Words: Coastal loess, Radiolaria, Bohai sea

### Abstract

The authors found that there were many shells of radiolaria in the loess samples collected from the Liaodong Peninsula and the Miaodao Islands in the east of Bohai Sea in 1994. Consulting the data on microfossils in Quaternary strata and modern sediments in the Bohai Sea and North Yellow Sea and the literature

containing information on the path of the Yellow Sea warm current in the North Yellow Sea and Bohai Sea, and after a comprehensive analysis the author finally concluded that the radiolaria come from the deep open sea area into the Bohai Sea and the North Yellow Sea via the warm current of the Yellow Sea during the high sea level stages in the interglacial periods in Quaternary period, and that later, during the low sea level stages in the glacial periods when the Bohai Sea and the North Yellow Sea were exposed and became a vast plain, the shells of the radiolaria were carried to the loess depositions along with the loessial sediment by strong winds under the cold and arid climatic conditions.