

# 渤海海底埋藏黄土及沿岸 出露黄土的成因\*

刘敬圃 赵松龄

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

**提 要** 根据自60年代以来渤海海底的15个地质钻孔及最近的大量海上调查资料,在其他学者对渤海沿岸出露黄土各种特征详尽研究的基础上,分析了晚更新世末期以来渤海的陆架区环境特征。结果表明,晚更新世末期强劲的西北冬季风使出露的渤海海底部分发生沙漠化,在下风头形成黄土堆积。部分黄土被全新世海相层覆盖形成埋藏黄土,在辽东半岛、庙岛群岛及山东半岛沿岸则形成出露黄土。

**关键词** 渤海 沙漠化 埋藏黄土 出露黄土

渤海沿岸地区黄土的研究已逐渐成为沿岸第四纪地质学的热点,尤其是对于辽东半岛、庙岛群岛及山东半岛沿岸地区的研究。自60年代以来就有众多不同的学术观点(金翔龙等,1964;赵奎寰,1983;刘东生等,1985;曹家欣等,1987;焦亚宁等,1987;李雪铭,1991;赵松龄,1991;李培英等,1992),其中较有影响的是赵松龄(1991)、李培英(1992)等对于渤海沿岸地区黄土风成近源成因的论述。但一直没能对于渤海海底的大量钻孔资料进行对比分析。

## 1 资料与方法

在前人研究基础上,重新分析了60年代渤海地区自西向东15个地质钻孔(秦蕴珊等,1985),将全新世海相地层之下的埋藏黄土与沿岸出露的马兰期黄土进行对比,分析了海底埋藏黄土与沿岸出露黄土的分布、粒度组成、花粉、微体化石、矿物含量及化学成份等,结果如下。

## 2 研究结果

**2.1 晚更新世末期渤海陆架区的古环境特征** 末次冰期盛时,渤海陆架出露了献县海侵所形成的一套海相地层。当时的冬季风特别盛行,强大的西北风、北风和东北风的风力吹扬作用是那时渤海陆架上的最主要的外营力。强大的风力作用改变了部分松散的海相地层,统一的海相地层得到解体;粗粒物质就地被掀起,形成了沙丘及混杂堆积地层;而细粒物质则在下风头堆积起来,形成一系列衍生沉积堆积(赵松龄,1991)。

**2.2 渤海海底钻孔及浅地层资料分析** 中国科学院海洋研究所曾在渤海及沿岸地区所钻15个地质钻孔,见图4。对于底部细砂层之上的亚砂土、亚粘土层,及黄土-粘土亚层作的详尽分析对比,见图1—图3。

\* 国家自然科学基金资助项目,49070266号。刘敬圃,男,出生于1970年1月,硕士。

收稿日期:1994年5月29日,接受日期:1994年7月20日。

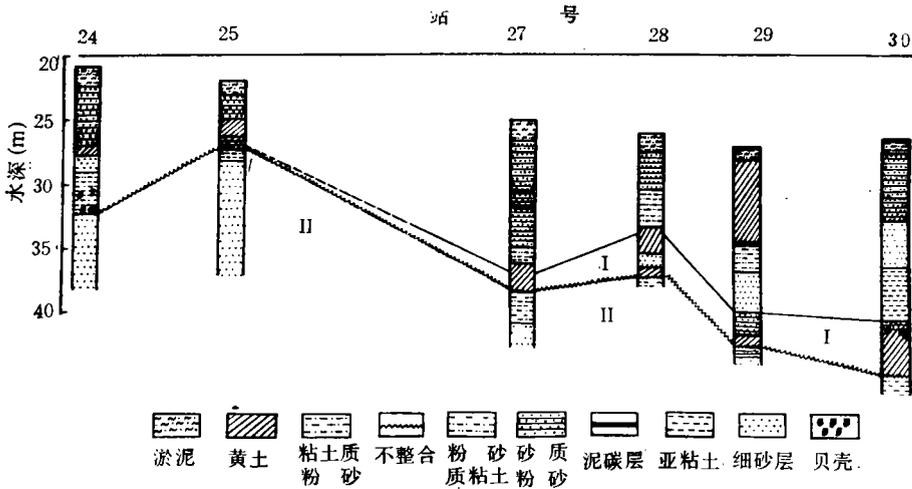


图1 渤海海底24—30孔柱状剖面对比  
 Fig. 1 Sections of the cores 24—30 in the Bohai seabottom  
 I. 黄土-粘土亚层; II. 细砂层(图2、图3同)。

在图1柱状剖面中渤海西部的第24,25孔没有埋藏黄土出现,仅在底部的中粗砂层与上部的粉砂层存在一明显的分界面。从中部的27孔开始一直到30孔砂层上部都有埋藏黄土出现,并由西向东黄土层厚度逐渐增大,一直到达庙岛群岛和山东蓬莱的出露黄土。对于庙岛的出露黄土的研究已经积累了不少的资料,其成因已逐步形成风成近源说(曹家欣等,1987,1993,1994;李培英等,1991;赵松龄,1991)。对于蓬莱的黄土,林格庄以西山坡上有分布,而东麓却没有分布,反映了来自近源的出露渤海海底的特点。

图2剖面中第40孔没有黄土层出现,从41孔开始出现埋藏黄土层,向东北方向39孔逐渐增厚,一直到辽东半岛的黄土层位,构成了从盖县仙人岛至旅顺老铁山分布于辽东半岛西北侧的海岸地带。李雪铭(1991)对辽南的出露黄土研究表明,此区黄土来源于末次冰期盛时出露的渤海海底。

图3剖面中从渤海中部的41孔开始出现埋藏黄土一直到渤海南岸,从南岸的305孔到526孔都有黄土堆积,且厚度由北向南逐渐增大,到526孔几乎全部变为埋藏很浅的黄土层。韩有松等(1994)在对本区详尽工作的基础上,分析和总结了渤海南岸埋藏与出露黄土的特点。

从图1—图3中可以看出,在渤海海底全新世底界普遍发育泥碳层,<sup>14</sup>C测年为1.1万

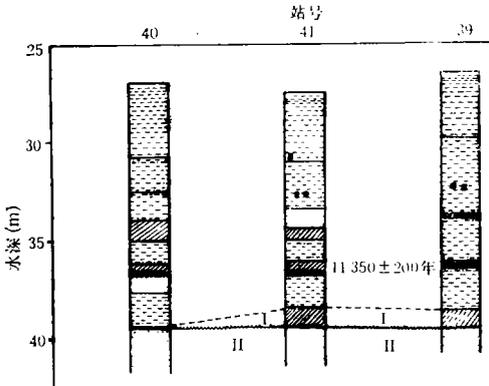


图2 渤海海底39—41孔柱状剖面对比  
 Fig. 2 Sections of the cores 39—41 in the Bohai seabottom

从图1—图3中可以看出,在渤海海底全新世底界普遍发育泥碳层,<sup>14</sup>C测年为1.1万

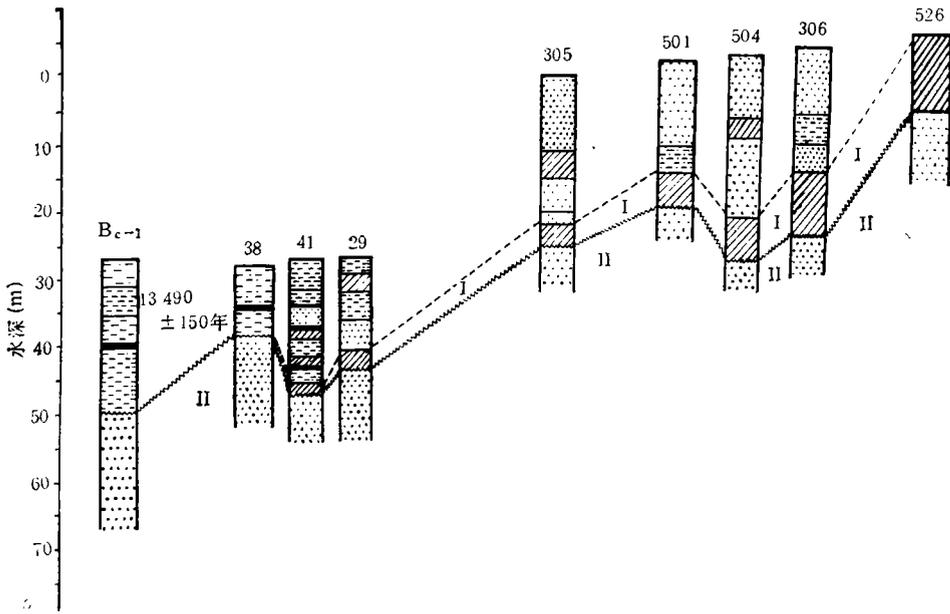


图3 渤海海底 Bc-1 孔至渤海南岸剖面对比

Fig. 3 Comparison of the core Bc-1 in the seabottom and the cores of southern coastal zone sections of Bohai Sea

年左右,可作为判断其下为晚更新世地层沉积的标志。每个孔底部晚更新世地层中都存在细砂层,与其上的堆积有明显的分界面,形成不整合接触,并且埋藏黄土层的下部与砂层上部存在一沉积间断。该区的浅层剖面仪记录更加证实了这一地质现象的存在,许多学者研究了海底大量的浅地层剖面仪的记录发现,在第二海相地层与其上混杂堆积地层之间存在一明显的分界面(赵松龄,1991;李培英等,1991)。赵松龄(1991)将这一界面命名为风蚀界面,认为是在晚更新世末期,渤海陆架区强大西北风、北风的风力作用改变了部分松散的海相地层,统一海相地层得到解体,形成了这一普遍存在于黄渤海陆架的风蚀界面。徐文强等(1994)对本区晚更新世末期陆相石英砂表面微结构的扫描电镜分析表明,具有大型蝶型坑、新月型坑、薄层沉淀、硅质磷片、沉淀裂纹等明显的风蚀作用特征。

**2.3 海底埋藏黄土的特征分析** 从以上分析得知,渤海海底西部及北部没有黄土出现,埋藏黄土大都分布于渤海的东南部,并在东南岸的辽东、庙岛及蓬莱、莱州、昌邑一带出露。对沿岸出露黄土的详尽研究表明,自北向南出现粒度由粗变细,不稳定矿物渐少,姜结石增多,普遍发现海相有孔虫化石(表1、表2)。海底埋藏黄土以粉砂粘土为主,粉砂含量50%—70%、砂粒为10%—30%;分选均匀,成份以石英和暗色矿物为主,不稳定矿物以绿帘石等为主;含腐烂的植物碎片和小螺及少量贝壳碎屑,个体约为3—4mm;有机质含量高,加浓HCl强烈起泡;黄土层与上下层的分界线清楚,呈水平层理结构。在渤海南岸的5个地质孔分析中,发现风化较深的岩屑及少量的藜科、蒿属、菊科、栎属等花粉成份,显示了干燥风化的环境特点。

据对该区出露黄土的分析对比可以看出,海底埋藏黄土与沿岸出露黄土具有成份一

致、连续过渡、时代相当的特点。从黄土的粒度特征看,普遍比洛川黄土要大,且西部北部较东部南部要粗,属于干旱荒漠沉积环境。从矿物、化学成份等也可以看出是属于近源沉积成因系列。

表 1 沿渤海黄土与内陆黄土粒度成份的对比

Tab. 1 Loess grain-sizes in the Bohai Sea coastal zone and inland area

地 点	含量(%)				粒度特征值( $\Phi$ )	
	中 砂 <2 $\Phi$	细 砂 2—4 $\Phi$	粉 砂 4—9 $\Phi$	粘 土 >9 $\Phi$	$Md$	$Mz$
辽 南 (刘家河)	5.20	53.80	35.90	5.00	3.85	4.21
庙 岛	1.17	24.79	58.77	15.19	4.60	5.54
蓬 莱		14.55	58.65	26.70	5.41	
陕西洛川		4.22	76.77	18.41	6.00	6.64
兰 州		3.06	79.60	17.34	6.12	6.15

表 2 渤海地区埋藏黄土与出露黄土的特征分析

Tab. 2 The characteristics of the buried and exposed loess in the Bohai Sea area

花 粉	蒿属( <i>Artemisia</i> )占60%—90%,藜科( <i>Chenopodiaceae</i> ),蕻草( <i>Humulus</i> ),松属等( <i>Pinus</i> )
海相有孔虫化石	主要种属:毕克卷转虫( <i>Ammonia beccarii</i> ),冷水面颊虫( <i>Buccella frigida</i> ),波伊艾饰九字虫( <i>Cribronion pocyanum</i> )
动物化石	鸵鸟蛋( <i>Struthiolithus anderssoni</i> ),赤鹿角( <i>Cervus canadensis</i> ),梅花鹿角( <i>Cervus nippon</i> ),猛犸象( <i>Mammuthus primigenus</i> )等
矿 物	该区黄土不稳定矿物(40%—70%)自北向南递减,稳定矿物(12%—26%)逐渐增多。而洛川黄土不稳定矿物含量为20.48%,稳定矿物为32.59%
化学成份	Si, Na, K 的含量大大高于洛川黄土, $SiO_2$ 与 $Ki(SiO_2/Al_2O_3)$ 的值也远比内陆黄土要大

### 3 结论

沿渤海东部出露黄土及海底埋藏黄土主要是晚更新世末期强劲的西北风、北风及东北风吹蚀出露的渤海陆架,形成风蚀界面及其混杂堆积,先前的海相地层得到解体(刘敬圃等,1994),细粒物质在下风头堆积而成的一系列衍生沉积体系。因此,笔者提出了沿渤海黄土的近源沉积及分布关系,建立了沿渤海黄土成因的扇型分布模式(图4)。古冬季风在渤海地区作用后,绕过山东半岛逐渐变成东北季风。在海州湾形成富含钙质结核的海底埋藏黄土,在长江三角洲之下形成富含海绿石和大量破碎有孔虫化石的硬粘土层(埋藏黄土)以及南京附近的下蜀黄土。关于末次冰期盛时古季风在东部陆架区的环境效应,我们将作进一步的详尽研究和报道。

从距今1.8—1.2万年,陆架环境逐渐转化,气温回升、冰川融化、海面升起、沙漠化环境消失、陆架黄土逐渐终止形成。8000年开始原先出露的陆架又变成海洋环境,海底黄土逐渐被覆盖,这样陆架海底的马兰期黄土就变成埋藏黄土被保存下来。

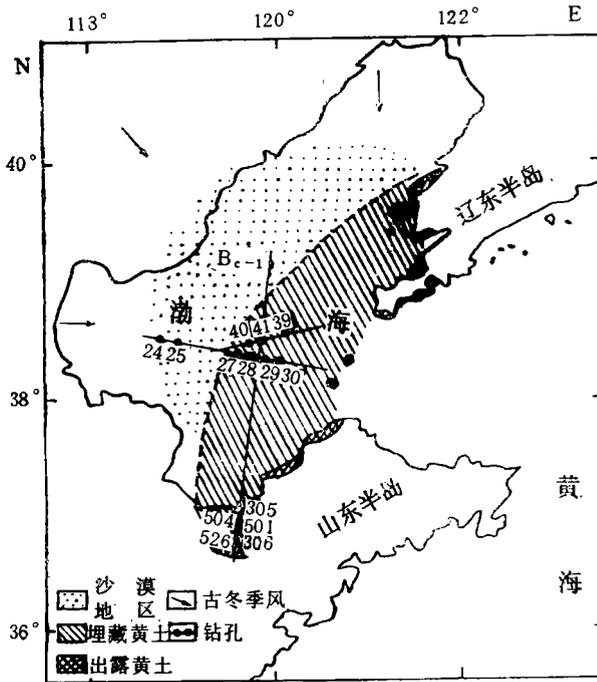


图 4 渤海海区埋藏黄土与出露黄土分布及成因模式

Fig. 4 The distribution and the forming models of the buried and exposed loess in Bohai Sea area

### 参 考 文 献

刘东生等,1985,黄土与环境,科学出版社(北京),24。  
 刘敬圃、于洪军,1994,晚更新世末中国陆架沙漠化成因机制初探,海洋科学,3: 33—35。  
 李雪铭,1991,辽南滨海黄土的粒度分析和古气候,海洋科学,2: 33—37。  
 李培英等,1991,中国东部海岸带黄土成因及冰期渤海沙漠化之探讨,中国海陆第四纪对比研究,科学出版社(北京),50—60。  
 李培英等,1992,辽东海岸带黄土,地质学报,66(1): 82—94。  
 金翔龙、郑开云,1964,庙岛群岛地质的初步观察,海洋与湖沼,6(4): 364—370。  
 赵奎寰,1983,从矿物学探讨庙岛列岛黄土成因,海洋科学,3: 29—32。  
 赵松龄,1991,晚更新世末期中国陆架沙漠化及其衍生沉积的研究,海洋与湖沼,22(3): 285—293。  
 徐文强、黄求获,1994,辽东湾晚更新世末期陆相沉积石英砂表面的微结构,海洋科学,2: 51—55。  
 秦蕴珊等,1985,渤海地质,科学出版社(北京),1—223。  
 曹家欣等,1987,山东庙岛群岛的黄土,中国科学, B 辑(10): 1116—1123。  
 曹家欣等,1993,山东庙岛群岛全新世黄土,第四纪研究,1: 26—33。  
 曹家欣等,1994,山东庙岛群岛的红色风化壳与棕红土及其古气候意义,中国科学, B 辑,24(2): 216—224。  
 焦亚宁等,1987,辽东半岛黄土的初步研究,地理科学,7(3): 231—237。  
 韩有松等,1994,渤海莱州湾滨海平原晚第四纪地质事件与古环境,海洋科学集刊,35: 87—96。

# ORIGIN OF THE BURIED LOESS IN THE BOHAI SEA BOTTOM AND THE EXPOSED LOESS ALONG THE COASTAL ZONE

Liu Jingpu, Zhao Songling

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071*)

## ABSTRACT

The authors analyzed the LGM paleoenvironment based on study of cores drilled in the 1960's and recent Bohai Sea data, and found the buried loess under the Holocene marine stratum. It's the first time that we compared the buried loess with the exposed loess from the center of Bohai sea bottom, the buried loess became gradually thicker and thicker from northwest to southeast. Comparison of it with the exposed loess on Miaodao Islands and the southern coastal region showed obvious difference between the Bohai Sea loess and Luochuan loess.

Study of the distribution, grain size, pollen, minerals, micro fossils and chemical components of the loess showed it originated from the Bohai Sea bottom. When the Bohai Sea shelf was totally exposed in the LGM period, the winter monsoon prevailed and aeoliation were the major exogenetic force on the shelf region at that time. The exposed area was covered with loose sediment and was very easily eroded by the paleomonsoon. Desertization occurred in parts of the Bohai Sea shelf and deposited the loess in the lee direction of the N, NW, NE wind from Mongolia. Then the Holocene marine stratum covered part of the loess, and the other became the exposed loess along the coastal zone (Liaonan, Miaodao, Penglai and Weifang).

**Key words** Bohai Sea Desertization Buried loess Exposed loess