

晚更新世末期北方陆架区沙漠-黄土堆积群的初步研究

于洪军 韩德亮 初风友

(中国科学院青岛海洋研究所)

摘要 晚更新世末期,强劲古季风活动的结果,在中国西部形成沙漠-黄土堆积群(黄土高原及其以西或西北的沙漠区),当它到达陆架区以后,风蚀作用继续存在,会产生同样的地质效果,因而在中国东部陆架区,形成两个新的沙漠-黄土堆积群。其一为渤海沙漠-黄土堆积群,包括渤海海底、渤海海岸一带的古沙漠活动区和辽东半岛西岸、庙岛群岛以及山东蓬莱以西的含有孔虫的黄土沉积。其二为黄海沙漠-黄土堆积群,包括苏北浅滩和长江三角洲地区全新世以前的沙漠活动区和南京一带的下蜀黄土。

关键词 晚更新世末期 北方陆架区 陆架沙漠化 沙漠-黄土堆积群

1 概述

我国北方沿海地区的陆架黄土,主要分布在下述两个海区:其一、为辽东半岛西岸、庙岛群岛以及山东蓬莱以西的黄土海岸(沿郯庐断裂带向南可延伸到临朐以南);其二、为南京一带的下蜀黄土。在早期的研究中,往往把黄土与沙漠分开来讨论,总以为黄土是从西伯利亚被西北风搬运而来,辽东半岛西岸、庙岛群岛、山东蓬莱以西的海岸黄土,以及南京一带的下蜀黄土也不例外。

作者根据前人的研究成果及多年海岸与海底调查资料,认为沙漠与黄土之间存在密切的对应关系。对于陆架黄土来说,找到了黄土沉积区还必须找到与之对应的沙漠分布区。末次冰期的最盛时期,频繁出现的冬季风除在西北地区形成沙漠与黄土堆积系列以外,当它到达出露了的陆架以后,会产生同样的地质效果,在陆架大平原上形成新的风蚀和风积地貌,即沙漠-黄土沉积体的形成。海退后的陆架平原系由松散沉积物所组成,给风暴的吹扬作用提供了丰富的物源。在风蚀地貌区,原先的海相地层会发生解体,形成沙丘、席状沙地等地貌类型;在风积地貌区,沉积分异作用的结果,在沙漠活动区的下风头上出现了黄土沉积,这种黄土沉积被称为衍生沉积。

研究黄土与沙漠的关系,对于探索陆架黄土的形成,查明古沙漠区的分布范围具有十分重要的意义,其研究成果在工程地质中具有广泛的应用前景。

注:山东省青年基金(Q95E038号)及海洋所所长基金共同资助

2 沙漠与黄土衍生沉积关系的建立

董光荣教授认为,我国西北的黄土带处于戈壁、沙漠的外围,构成所谓“孳生关系”^[1]。1991年赵松龄教授提出了“陆架沙漠化”理论,认为在古冬季风特别活跃的末次冰期最盛时期,海退后的陆架平原和我国西北地区一样,处在十分干旱的环境下,富含盐分的海退平原,被风暴活动所改造,导致陆架沙漠化环境的形成^[2-5]。作为陆架沙漠化环境衍生沉积体的黄土,正是在这种背景下形成。

所谓衍生沉积乃是沙漠化环境的边缘沉积。从全球环境变化的观点来看,存在多种类型的衍生沉积体。如当冰期来临时,海面降低,陆架出露,在风力作用下,出现沙漠化的环境,在陆架沙漠化的边缘出现黄土沉积;又如内陆的大型湖泊变干,湖底出露,在风力作用下,也能出现沙漠化环境(现代的咸海海底正在变干,那里已经是沙漠与沙漠化环境);再如大陆冰川外围的冰水沉积区以及原先的沙漠地区,也都能形成干旱化、沙漠化环境,并在其边缘地带,特别在下风头上,形成衍生沉积系列。这就是黄土总是伴随沙漠而生的真正原因。

中国黄土的粉尘,主要是以强盛的西北风为标志的冬季风的搬运,伴有干冷的气候条件。值得注意的是,这种冬季风对粉尘的搬运,并不是一次性的,或者说,并不是仅在西北地区起作用^[6]。因为冬季风从其源地到其消失地,往往有数千公里的路程,沿途具有多次机会形成戈壁—沙漠—黄土堆积序列。十分明显,只有少数极细的颗粒,被季风扬起,进行长距离输送,多数颗粒只能就近搬运,在空间上形成多轮回的沙漠—黄土堆积群。

所以,同样的冬季风除在西北地区形成沙漠与黄土堆积系列以外;当风力到达出露了的陆架区以后,会产生同样的地质效果,即在陆架大平原上形成风蚀地貌和风积地貌;风蚀地貌区使海相地层发生解体,形成沙丘等地貌类型;风积地貌区堆积成陆架黄土等衍生沉积类型。因此,我国东部沿岸地带黄土表现出粒度粗、含有少量有孔虫壳体、大量不稳定矿物等一系列近源沉积的特点,显示为海退以后陆架起源的特征。

3 晚更新世末期北方陆架区沙漠—黄土堆积群

来自WN方向的古季风,在渤海海区仍以WN方向为主;在经过山东半岛以后,发生转向变化,在南黄海逐渐变为东北风,这一转向变化对于长江下游一带的黄土的形成具有十分重要的意义。从宏观环境来看,在古季风的通道上,也就是古季风的路径上,在东部陆架区至少出现两个沙漠—黄土堆积群(图1)。

3.1 渤海海域一带的沙漠—黄土堆积群

渤海沿岸出露黄土的研究,早在本世纪60年代初期就已经开始,金翔龙等曾对庙岛列岛的黄土进行了初步调查,提出了“海成黄土”说^[7]。1985年刘东生教授认为:冰期时的山东半岛和渤海部分海区,除接受大量从西北地区通过大气系统以尘暴形式搬运来的粉尘外,还接受了来自其东部海滩吹向陆地的粉尘,其中包括含有孔虫的混杂物质^[8]。曹家欣教授、李培英教授等认为,庙岛列岛等地马兰期黄土的来源既有西北气流自亚洲内陆搬运来的物质,也有地方风气吹扬出露的海底沉积物的就地降落^[9-12]。

在末次冰期的最盛时期,强大的西北古季风吹蚀出露的陆架地区,使解体了的海相地层的范围不断扩展,沙漠化的范围得以不断加大,使整个陆架出现干旱化、沙漠化环境,原地的粗粒

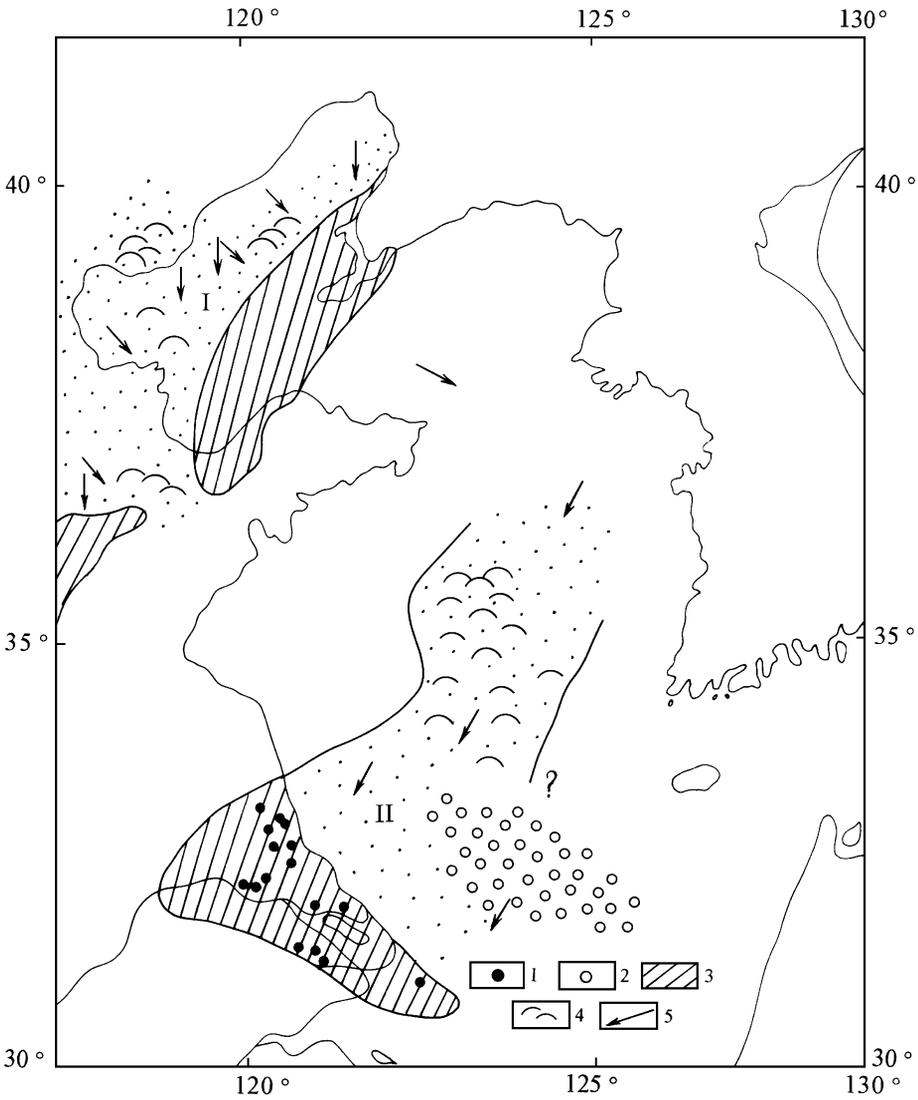


图 1 晚更新世末期北方陆架区沙漠-黄土堆积群

Fig. 1 The desert-loess sedimental groups in the North shelf during the last stage of late Pleistocene

I . 渤海沙漠黄土堆积群; II . 黄海沙漠黄土堆积群; 1. 长江三角洲一带钻孔位置 (据李从先 1985);
2. 第三纪砂岩分布区; 3. 黄土; 4. 沙丘; 5. 古风向

物质就地分选产生混杂堆积,陆架上出现沙丘、沙丘群、片状沙等风积地貌类型。细粒物质被风吹走在下风头形成富含海相微体化石的黄土堆积。这样,渤海海域一带出现了一个沙漠-黄土堆积群。

渤海海域的几个衍生沉积系列为:

3.1.1 辽东半岛西部的衍生沉积 辽东半岛为狭长的低山丘陵区,作为衍生沉积体的黄土,主要分布于半岛的西北侧,从旅顺老铁山西麓至盖县仙人岛,在长 200 余公里的海岸地带,构

成断续的黄土堆积带。黄土覆盖在山坡或低缓的分水岭之上,厚度几米到十几米,由坡脚向坡上,黄土的厚度逐渐变小。而半岛的东南侧却很少能见到黄土堆积物。在黄土分布区的前缘,相当于辽东湾的东半部,晚更新世末期的陆架沉积已发生解体,形成大面积沙丘分布区,证明晚更新世末期,当地的陆架曾发生过沙漠化。由此可见,在黄土分布区的前缘,一定存在沙漠分布区。

3.1.2 庙岛群岛的衍生沉积 庙岛群岛系由长岛、北长山岛、庙岛、大黑山岛、砣矶岛、大钦岛、小钦岛、南隍城岛、北隍城岛等一系列岛屿所构成,其上均有黄土发育。黄土填充在岛屿上的古老冲沟及覆盖在平缓的坡地上,以沟谷中的厚度最大。与下伏岩层——石英岩、千枚岩及玄武岩直接接触;有的覆盖在海滨砾石层上;有的与红色粘土成过渡关系,这里的黄土在成因上与辽东半岛西部的黄土一致。由于这些岛屿黄土的存在,可以推测在其上风头的海底肯定存在海底沙漠分布区,从海底钻孔及大量浅地层剖面的分析资料中,已经得到了证实。

3.1.3 山东半岛的衍生沉积 山东半岛沿岸的黄土主要分布于北岸沿海,尤以蓬莱黄土最为典型,剖面发育最完整。蓬莱以西,黄土与黄土状沉积构成与岸线平行且向海缓倾的黄土台地。在下朱潘、林格庄和泊子等地,台地前缘形成陡立壮观的黄土海蚀崖,显示了特有的海岸黄土地貌。沿着海岸地带,黄土覆盖了玄武岩台地、垅岗和红色风化壳,或填充在沟谷中。作为衍生沉积的黄土从海向陆,顺坡分布在原始的地形面上。值得注意的是,林格庄一带的黄土剖面,构成我国海岸上唯一的一段由黄土组成的海岸。进入90年代以来,由于在当地不合理的进行海滩挖沙,破坏了海底平衡,出现了严重的海岸侵蚀,黄土台地不断后退,致使我国海岸上唯一由黄土组成的海岸,几乎不复存在,代之而起的是人工石坝。由此看来,防止海岸侵蚀已成为当地最为重要的环境保护问题。

沿渤海周围的黄土主要分布在东南部的辽东半岛的南部、庙岛群岛、蓬莱、莱州、潍坊等地,形成半环形带状分布,其基本分布格局与内陆沙漠与黄土的分布方式非常类似。只不过海岸一带的黄土,普遍的含有少量的有孔虫。

3.2 黄海一带的沙漠-黄土堆积群

1924年刘季辰等曾把沿长江两岸分布的一套黄褐色亚粘土称之为黄土层,并将其与华北的黄土相对比;1935年李四光、朱森等对南京、下蜀、镇江一带的棕黄色亚粘土,命名为“下蜀系”,该地层的研究已有70余年。到目前为止,有关下蜀黄土成因的研究,尚未取得一致意见。据多年来的调查,下蜀黄土主要分布在宁镇山脉北坡与山麓面凹地、沿江孤丘、平台及江北平原的大面积下蜀黄土堆积区。宁镇山脉北坡下蜀黄土一般厚20—30m,出露高度在20—50m,少数山地可达80—100m的高度;山体北坡土层的粒度一般为0.014—0.024mm,南坡则为0.011—0.015mm,显示了北坡粒度较粗,南坡粒度较细的沉积特征。老虎山剖面的下蜀黄土,土层柱状解理发育,其自然剖面呈陡壁或直立,土质均匀,无层理,粉砂含量达55%—63%,其中粗粉砂为细粉砂的3—5倍,粘土占20%—32%,粗砂为1%—2%^[13,14]。尽管许多研究者已经发现下蜀黄土与西北黄土存在许多差异,仍未能对传统的解释提出怀疑。

据作者的研究,南京一带的下蜀黄土和西北地区黄土之间,既存在共同性,也存在差异性。其共同性在于形成黄土的大环境是相同的,即相同的古季风作用(在西北形成黄土高原,在陆架边缘形成陆架黄土);类似的沙漠化、干旱化的沉积环境(都在干旱少雨的环境中形成);都是古沙漠体的衍生沉积;都分布在就近沙漠体的下风头上;都处于沙漠的边缘;都属于近源沉积;都含有耐旱的生物群(如位于长江三角洲地区的C_H孔,在孔深40—50m处的沙层中,耐干旱麻黄的含量高达29.9%)。由于区域环境背景不同,南京一带的下蜀黄土和西北地区的黄土之

间也存在若干不同之处,如粒度组成偏粗,黄土堆积的规模较小,矿物成分和化学成分略有差异等。

中更新世晚期,大范围的陆架海侵尚未形成,出露的第三纪砂岩分布区和辽阔的苏北浅滩都可作为下蜀黄土的源区;进入晚更新世以后,末次间冰期时海侵范围扩大,下蜀黄土沉积速度减慢;进入末次冰期最盛时期,陆架再度大面积出露,下蜀黄土堆积速度复又加快。许多测年资料显示下蜀黄土存在两组不同的年龄,其一认为是中更新世沉积物;其二认为是晚更新世的沉积物,如吴标云对南京泰山新村黄土层中钙质结核¹⁴C测年,上部为 $16470 \pm 200 \text{a BP}^{[13]}$;陈铁梅对下蜀土下部古土壤层铀系测年,结果为距今 0.37Ma ,也许这两组年龄都是正确的。

晚更新世末期的长江口一带,在古季风的作用之下,形成小沙漠环境,在沙漠区的下风头上,出现下蜀黄土沉积;在上风头上,形成由第三纪砂岩风化而成的海底戈壁,主要分布在 $32^{\circ} \text{N} - 33^{\circ} \text{N}$, $123^{\circ} \text{E} - 125^{\circ} \text{E}$ 之间,在那里至今还保存着大面积的第三纪砾石。采用海底拖网法,容易采集到大量砂岩砾石,其中的许多砾石还具有风成石的特征^[15];十分明显,在第三纪砂岩砾石与南京下蜀黄土之间,自然就形成了长江三角洲一带的古沙漠环境。全新世海侵的到来,海水淹没了南黄海南部的戈壁区,也覆盖了位置较低的沙漠区,而分布在南京丘陵一带的黄土,由于位置较高,而未被海水所吞食。长江的复杂,又带来大量的沉积物,把部分沙漠区覆盖起来,这就是长江三角洲一带,在全新世海侵沉积以下普遍出现厚层沙质沉积的原因。

综上所述:下蜀黄土来源于全新世以前长江三角洲沉积物以下的沙漠活动区,属于不同时期陆架沙漠化扩张期的衍生沉积。它与苏北浅滩沙漠活动区连成一片,形成黄海一带的沙漠-黄土堆积群。

4 结论

晚更新世末期,古季风活动的结果,除了在中国西部形成沙漠-黄土堆积群以外,当它到达陆架区以后,风蚀作用继续存在,因而在中国东部陆架区,形成新的沙漠-黄土堆积群:其一为渤海沙漠-黄土堆积群;其二为黄海沙漠-黄土堆积群,都是晚更新世末期陆架沙漠化的佐证。

参 考 文 献

- 1 董光荣,晚更新世以来我国北方沙漠地区的气候变化. 第四纪研究,1990,(3): 214- 222
- 2 赵松龄,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,1991,22(3): 285- 293
- 3 赵松龄,于洪军,陆架沉积环境研究的若干新进展. 中国沙漠,1993,13(4): 1- 5
- 4 赵松龄,于洪军,刘敬圃,晚更新世末期陆架沙漠化环境演化模式的探讨. 中国科学(D),1996,26(2): 142- 146
- 5 赵松龄,陆架沙漠化. 北京:海洋出版社,1996,1- 194
- 6 安芷生,吴锡浩,汪品先等.末次间冰期以来中国古季风气候与环境变迁.黄土、第四纪地质、全球变化(三),刘东生,安芷生主编,北京:科学出版社,1992,14- 30
- 7 金翔龙,郑开云,庙岛群岛地质的初步观察. 海洋与湖沼,1964,6(4): 364- 370
- 8 刘东生等,黄土与环境. 北京:科学出版社,1985
- 9 曹家欣等,山东庙岛群岛的黄土. 中国科学(B),1987,(10): 1116- 1123
- 10 曹家欣等,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),1994,24(2): 216- 224
- 11 李培英等,辽东海岸带黄土. 地质学报,1992,66(1): 82- 94
- 12 李培英等,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,北京:科学出版社,1991,

- 13 吴标云,南京下蜀黄土沉积特征研究. 海洋地质与第四纪地质, 1985, 5(2): 113- 121
- 14 李从先,长江三角洲晚第四纪古土壤与古环境初探. 沉积学报(13)(增刊), 1995, 79- 87
- 15 于洪军,黄海南部海底风成砾石的发现. 海洋与湖沼, 1993, 24(4): 440- 441

PRELIMINARY STUDY ON THE DESERT-LOESS DEPOSIT GROUP IN THE NORTH SHELF AREA AT THE CLOSE OF LATE PLEISTOCENE

Yu Hongjun Han Deliang Chu Fengyou
(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao*)

Abstract At the close of Late Pleistocene, as a result of strong monsoon action, the desert-loess deposit group was formed in western China(loess plateau and the desert region to its west). With its arrival in the shelf areas, two new desert-loess deposit groups were formed. One is the Bohai Sea desert-loess deposit group, including the floor of Bohai Sea and the desert zone along the coast and the loess deposits containing foraminifera distributed in the western coast of Liaodong Peninsula, the Miaodao Islands, and to the west of Penglai City, Shandong Province, the other is the Yellow Sea desert-loess group, including the desert area in the North Jiangsu shoal and Yangtze River delta region prior to Holocene transgression and the Xiashu loess in the vicinity of Nanjing City.

Key words Close of Late Pleistocene, north shelf area, shelf desertization-loess group

第一作者简介

于洪军,男,32岁,中国科学院海洋研究所,副研究员。从事海底地貌与第四纪地质研究
通讯地址:青岛南海路7号中国科学院海洋研究所。邮政编码:266071