

晚更新世末期尼罗河三角洲 蒸发性盆地群的发现及其意义

陈中原

(华东师范大学, 上海 200062)

提 要 利用 87 个深为 10—60 m 的钻孔, 并结合大量样品分析, 对尼罗河三角洲晚更新世末期硬土的分布和成因进行了研究。共发现 14 个由硬土组成的洪积盆地和四种硬土亚相: I) 含钙质结核硬土亚相; II) 含石膏结核硬土亚相; III) 含贝壳硬土亚相和 IV) 含泥炭硬土亚相。亚相 I) 基本上分布在盆地的外缘, 亚相 II) 总是出现在盆地中央; 它们与亚相 III) 和 IV) 一起, 总体反映了晚更新世末期尼罗河三角洲干旱气候条件控制下的蒸发性古洪积盆地群的成因特征。

关键词 蒸发性盆地群 古气候 晚更新世末期 尼罗河三角洲
第一作者简介 陈中原 男 42岁 教授 博士 沉积学

世界上晚更新世末期三角洲平原广布多层由粉沙质泥组成的硬土, 它们的成因已引起许多地学工作者的关注。Fisk、Nelson 和 Donaldson 等认为沿墨西哥湾分布的密西西比和瓜德路普 (Guadalupe) 等三角洲的硬土具有河湖沉积和土壤化过程特征^[1-3]; Oomkens 提出容 (Rhone) 三角洲的硬土为河流冲积成因^[4], 郑详民等则认为长江三角洲的硬土具有风尘成因特征^[5]。1990—1994 年, 作者参加了由美国 Smithsonian 研究所 Stanley 教授主持的尼罗河三角洲研究项目, 对该三角洲晚更新世末期的硬土作了系统的地层、岩相和成因探讨^[6], 本文在此基础上总结成文, 着重讨论本区硬土层的成因过程及其意义, 旨在为其它三角洲硬土沉积的研究并相互对比提供信息。

1 基础资料

尼罗河三角洲平原在 10—50 m 松散的全新世沉积物之下普遍出现 1—3 层硬土, 厚度一般在 < 1—5 m, 最厚可达 10 m。1985—1991 年, 5 次尼罗河三角洲野外工作获取孔深在 10—60 m 之间的钻孔 87 个 (图 1a)。其中, 43 个遇见硬土层, 累积厚度为 104 m。

对钻孔中硬土取样 214 个进行了粒度分析: 对每个样品沙级以上的颗粒进行了成分鉴定: 轻重矿物、云母、黄铁矿、石膏、钙结核、铁锰结核、贝壳个体、有孔虫、介形虫和硅藻等; 做了 56 个粘土矿物分析, 48 个 ¹⁴C 测试; 对所有硬土都作了 X 光层理结构透射。这些对论证硬土层蒸发性沉积环境、成因及其古气候意义等提供了充分依据。

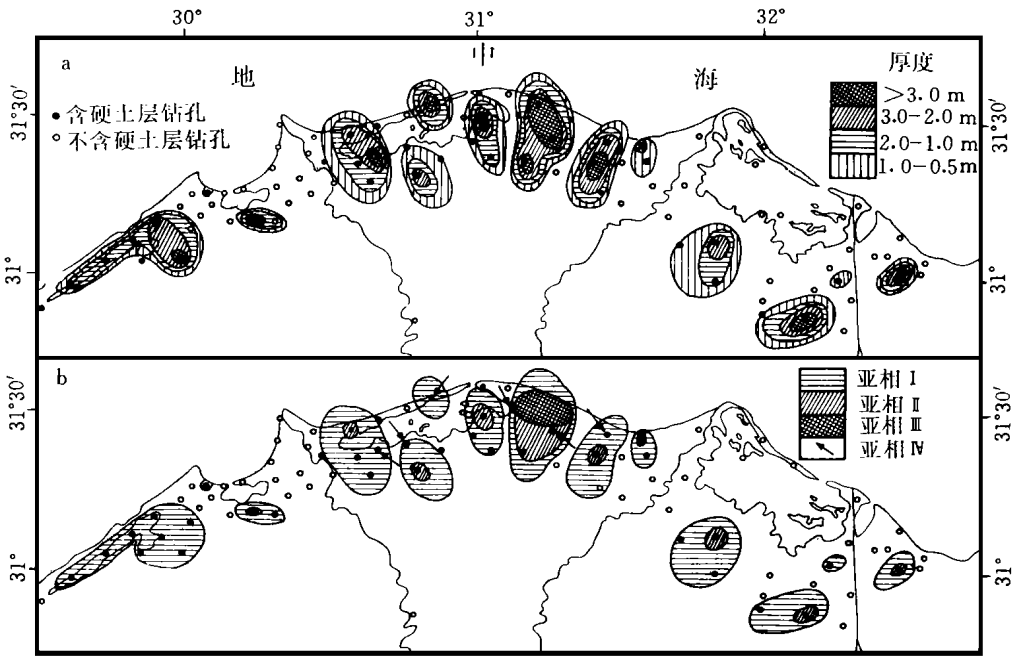


图 1 a) 尼罗河三角洲钻孔位置, 晚更新世末期硬土层厚度

b) 盆地形态和亚相分布, 亚相IV零星出现, 仅用箭头表示其位置

Fig. 1 a) Core locations in the Nile delta, Isopach of the Late Pleistocene stiff muds; b) Configuration of alluvial basins and distribution of stiff- muds subfacies.

Arrows pointing to the sites of subfacies IV, which appears less often

2 蒸发性盆地标志

钻孔资料表明尼罗河三角洲古平原中存在着 14块硬土分布区(图 1), 西部 3块, 东部 4块, 中部 7块, 面积最大可达 600 km², 最小仅为约 5 km². 分布疏密不均, 平原东西部大片缺失; 中部较密集(图 1). ¹⁴C测年证明, 它们主要形成距今 28000- 22000年和距今 16000- 11000年^[6]. 共发现四种硬土沉积亚相(I-IV), 即I) 含钙质结核硬土亚相; II) 含石膏结核硬土亚相; III) 含贝壳硬土亚相; IV) 含泥炭硬土亚相. 它们沉积特征分别为:

2.1 含钙质结核硬土亚相

由棕黄或棕灰色泥质粉沙组成. 泥含量 > 60%, 少数 < 20%; 粉沙约 30%; 沙 < 5%, 个别 10%- 15%. 沙级成分中以表面呈锈斑状、磨圆度好的石英为主, 钙质结核幼体达 50%- 80%. 剖面中常见小型波状交错层理和水平层理、铁锰氧化团块和钙质结核(直径 1- 2 cm, 最大 5 cm), 杂乱分布, 局部成层出现, 厚度 3- 5 cm. 钙质结核薄层之下, 常出现钙质淋滤现象和许多紫红色细小的植物根茎; 粘土矿物中, 蒙脱石含量平均为 47%, 高岭石 33%, 伊利石 20%. 硬土层剖面中, 经常发现若干层龟裂纹, 长度 2- 5 cm, 宽度 1-

2 cm, 裂隙中充填了锈斑状、磨圆度极好的石英沙。龟裂层之上, 常堆积了厚度为 10—30 cm 不具层理的沙质泥, 沙含量可达 30% 以上, 显然为风成堆积。

2.2 含石膏结核硬土亚相

由灰色粉沙质泥组成。泥含量 40%—85%, 粉沙 8%—26%, 沙较少。沙级成分以具锈斑状石英为主, 石膏晶体含量为 3%—10%, 最高达 40%, 散状分布。剖面中常出现薄层状石膏结核, 厚度 2—4 cm, 其下, 见许多紫红色细小的植物根茎; 见大量由有机物组成的水平纹层和植物碎屑薄层; 还见许多黄褐色铝钒土透镜体和铁锰氧化团块。与亚相 I) 类似, 亚相 II) 中见若干龟裂纹层, 上覆沙质泥, 粘土矿物与 I) 类同。

2.3 含贝壳硬土亚相

由黄灰和深灰色粉沙质泥组成。泥含量 55%—65%, 粉沙 10%—45%, 沙较少。沙级成分以具锈斑状石英为主, 贝壳碎片和云母含量明显增多, 另见有孔虫和咸水介形虫。剖面中, 出现个体完整的贝壳和碎片混杂层, 厚度 10—15 cm。经鉴定, 这些贝壳多为半咸水生物^[6]。见许多钙质和石膏结核, 若干龟裂纹层和沙质泥。粘土矿物同上。

2.4 含泥炭硬土亚相

由黑灰色泥炭和灰黑色粉沙质泥组成。泥含量 > 70%, 粉沙 10%—30%, 沙很少, 局部 10%。沙级成分仍以表面呈锈斑状石英为主, 植物碎片含量 20%—80%。剖面中常见 10—15 cm 厚的泥炭层, 钙质结核零星分布, 偶见薄层状分布。粘土矿物同上。

对上述亚相的分布进行了剖析。结果发现, 平面上, 凡含石膏结核硬土亚相 (II) 总位于硬土区块的中央 (图 1b), 含钙质结核硬土亚相 (I) 总位于亚相 (II) 的外缘, 含贝壳硬土亚相 (III) 也分布在硬土区块的中部, 但仅出现两处, 含泥炭硬土亚相 (IV) 则零星出现; 在垂向剖面上, 亚相 (I) 大多出现在亚相 (II) 之下。据统计, 亚相 (I) 出现机率在本区最大, 占全区硬土的 65% 以上, 亚相 (II) 30%, (III) 和 (IV) < 5%。

以上资料表明晚更新世末期的尼罗河三角洲古平原基本由硬土盆地群组成, 大量钙质结核和石膏结核的存在, 显示了这些盆地具有蒸发性特征。

3 蒸发性盆地的意义

距今 10000—28000 年间, 海平面低于现今^[7]。此时, 尼罗河三角洲古平原裸露地表, 河流深切本区入海。钻孔资料证实, 凡硬土层缺失之处, 均出现厚层河流沙。古平原东西两翼尼罗河古流系曾十分发育^[6], 因此硬土层也就大范畴缺失。

三角洲古洪水具有暴涨暴落的特点, 在季节性的泛滥过程中, 将其携带的大量细颗粒泥沙堆积在河床两侧的浅水湖盆地。洪峰期很短, 仅 1—2 个月^[6], 其余为枯水期。汛期, 汹涌的洪水几乎淹没整个古平原, 随着洪水的退却, 地下水位回落, 河间洼地积水迅速蒸发、干枯, 直至第二年汛期。这种周期性的湿、干环境, 加上后期的压实作用, 导致了硬土的形成。

洪水携带的大量植物碎片时常和河间洼地周围的植被一起掩埋, 在炎热、干燥的环境下转化成泥炭; 盆地中有机物在周期性的干、湿环境中形成纹层, 植物碎片也往往转化成铝矾土^[8], 与石膏共生。另外, 本区硬土层沉积时, 地中海海平面较低, 古岸线可距现今海岸 50 km 之外。因此, 硬土中出现的大量半鳃类、腕足类和较多的有孔虫实际上也是本区

炎热、干燥气候的结果。蒸发导致内陆盆地中水体浓缩、盐度增加，咸水生物便可发育、衍生。在开罗南部距现代海岸 240 km 的一个名叫 Birkat Karoun 的内陆湖盆中，就发现了许多咸水生物^[9]。

盆地的干枯导致化学过程十分明显。地下水中大量钙离子通过植物毛细管作用富集在地下水位附近，形成钙结核；随着水面进一步收缩，地表水中的盐度迅速增加，形成石膏结核；季节性的地下水位波动使得结核呈层分布。干枯后的盆底泥裂严重，风尘沙改造作用明显。这种盆地蒸发模式清晰地表明，晚更新世末期尼罗河三角洲地区气候十分干旱^[10]，古平原冲积盆地呈现一片半沙漠化的萨巴哈景象。

本研究得到 Stanley 教授的大力支持和指导，对此作者表示由衷谢意。

参 考 文 献

- [1] Fisk H N. Geological investigation of the alluvial valley of the Lower Mississippi River. U S, Army Corps of Engineers, Mississippi River Commission, Vicksburg, Mississippi, 78.
- [2] Nelson H F and Bray E E. Stratigraphy and history of the Holocene Sediments in the Sabine- High Island Area, Gulf of Mexico. In J P Morgan (ed): Deltaic Sedimentation Modern and Ancient. SEPM, Special Publication, 1970 (15): 107- 137.
- [3] Donaldson A C, Martin R H and Kanen W H. Holocene Guadalupe Delta of Texas Gulf Coast. In J P Morgan (ed): Deltaic Sedimentation Modern and Ancient. SEPM, Special Publication (15): 107- 137.
- [4] Oomkens E. Depositional sequences and sand distribution in the Postglacial Rhone Delta Complex. In J P Morgan (ed): Deltaic Sedimentation Modern and Ancient. SEPM, Special Publication (15): 198- 212.
- [5] 郑祥民, 彭加亮, 郑玉龙. 东海海底末次冰期埋藏风尘黄土地层初步研究. 海洋地质与第四纪地质, 1993, 13 (3): 49- 56.
- [6] Chen Z and Stanley D J. Alluvial stiff muds (Late Pleistocene) underlying the Lower Nile Delta Plain, Egypt. Petrology, Stratigraphy and Origin. Journal of Coastal Research, 1993, 9 (2): 539- 576.
- [7] Morner N A. Eustatic changes during the last 20000 years and a method of separating the isostatic and eustatic factors in an uplifted area. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1971, 9 153- 181.
- [8] Frye K. The Encyclopedia of Mineralogy. Stroudsburg, Pennsylvania Hutchinson Ross, IV, 1981, 794.
- [9] Perthuisot J P, Guelorget O, Ibrahim A W, et al. Organisation hydrochimique, biologique, et sedimentologique d'un lac intracontinental à peuplements lagunaires la Birket Karoun (Fayoum, Egypte). Geodinamica Acta, 1990, 4 73- 89.
- [10] Adamson D A, Gasse F, Street F A, et al. Late Quaternary history of the Nile. Nature, 1980, 288 50- 55.

Discovery and Evaluation of the Evaporate Basins of the Late Pleistocene Stiff Muds, Nile Delta, Egypt

Chen Zhongyuan

(Department of Geography, East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract

Stiff muds of the Late Pleistocene, revealed by 87 coriogs and tested by many sample analyses, are widely distributed in the entire former northern Nile delta plain. It is found on the basis of stratigraphic, lithologic, and petrologic analyses that there existed totally 14 lithosomes of stiff muds in the study area and four subfacies which are defined: I) calcareous nodule-bearing stiff muds, occurring constantly in the more outer of the all lithosomes, II) gypsum nodule-bearing stiff muds, emerging around the central sector of the almost all lithosomes, III) shell-bearing stiff muds, also distributed in central sector of the lithosomes and IV) plant-debris-bearing stiff muds, appearing less often.

The distribution of subfacies of the stiff muds is closely related to alluvial processes. The characteristics of sediment components of stiff muds, such as calcareous nodule, gypsum nodule, jarosite, mollusk and Foraminifera, strongly demonstrate that the muds are of evaporate property within seasonally-flooded alluvial sedimentary basins. Moreover, hot and dry weathers of the last period of Late Pleistocene are thus distinctively featured by the evaporate basins of stiff muds of the Nile delta, indicating the former semi-desertified Nile plain.

Key words evaporate basin paleoclimate Late Pleistocene Nile delta