维普资讯 http://www.cqvip.com

第18卷第1期
1998年2月

地 理 科 学
SCIENTIA GEOGRAPHICA SINICA

Vol.18 No.1
Feb., 1998

53-57 P534.63 P531

# 长江三角洲地区晚更新世硬粘土层成因研究*

陈庆强 李从先

（同济大学 国家教委海洋地质开放实验室 上海 200092）

**提 要** 长江三角洲地区全新统下伏的硬粘土层具有粘粒胶膜、裂隙、植物根茎等暴露成土标志，系古土壤。古土壤层厚度多在2.0 m以上；剖面具有多个粘聚层，但缺乏钙积层；半数以上研究钻孔的古土壤层中出现有孔虫；剖面的磁化率值低而平稳，磁组构参数变化范围广。它是河水漫滩不断加积和成土作用持续进行的共同产物。

**关键词** 古土壤，古环境，晚第四纪，长江三角洲地区 硬粘土层

**分类号** 中图法 P534.63

长江三角洲地区全新统以下第一硬粘土层的成因问题，存在着风成说[1~4]与水成说[5,6]的分歧，而近年来把长江三角洲地区硬粘土层、东海陆架硬土层与下蜀土等同起来的观点[3,4]，使得该硬粘土层的风成成因逐渐成为倾向性意见。这层硬粘土的成因关系到末次冰期中国东部沿海及大陆架地区的沉积分布格局、季风的影响、沉积环境演变等重大问题。最新研究表明该硬粘土层系古土壤[7]。本文使用10多个钻孔(图1)资料，结合对几种现代沉积的研究结果，从成壤母质的角度分析它的成因。

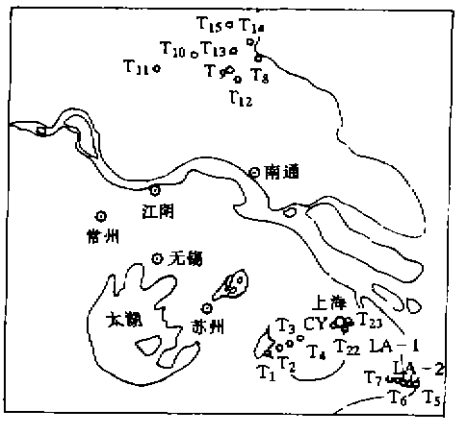



图1 钻孔位置图

Fig.1 Location of drilling cores

## 1 硬粘土层分布及地层层位

第一硬粘土层分布在长江三角洲南北两翼，埋深3～25 m，西部浅，东部深，总体上具有自西向东的自然坡度。西部硬粘土层的厚度最大，平均7.2 m，向东变薄，至上海市区平均为2.9 m。硬粘土层上覆滨、浅海相泥质沉积(东部)，或湖沼相泥质沉积(西部)，二者之间为突变；硬粘土层向下渐变为灰黄色或灰色滨海、河流相粉细砂或砂质粘土。

* 国家自然科学基金与国家教委博士学科点专项科研基金资助的课题。

第一作者简介：陈庆强，男，1969年生，博士，海洋地质学专业。

收稿日期：1996－04－22；改回日期：1997－03－09

维普资讯 http://www.cqvip.com



## 2 硬粘土层的古土壤特征

### 2.1 粘粒胶膜

硬粘土层含有丰富的粘粒胶膜,主要分布于土壤结构体表面及裂隙内壁,基质中偶见粘粒胶膜,在一些树枝状裂隙中可见多个微层叠置而成的层状粘粒胶膜,属多世代成因,是成土期间长期淋滤淀积的结果。粘粒胶膜,特别是孔隙胶膜是成土作用的最可靠证据[8],因此硬粘土层系古土壤。

### 2.2 裂隙

硬粘土中广泛发育裂隙,它们大多呈垂向分布,上宽下窄,长 2～20 cm,宽 3～10mm;微形态鉴定发现宽仅 30～50 μm 的微裂隙,形态多样。裂隙均已被充填。裂隙是成土干裂所致,而内部的充填物是湿季胶体淀积形成的。因此,大量充填裂隙的广泛存在是硬粘土层长期暴露成土的佐证。

### 2.3 植物根茎

硬粘土顶部存在大小相近的植物根系和植物碎屑,说明系原地自生的。硬粘土层中孢粉数量甚微,却含丰富的植物硅酸体,40 g 干样中个体数目多在 200～300 粒以上[9],其中草本植物的硅酸体占了压倒优势,当时应以草本植物为主,属生草环境。植物根茎及植物硅酸体的广泛分布是硬粘土层经受成土作用的又一有力证据,孢粉含量甚低正是成土风化破坏的反映。

硬粘土层经受了明显的成土改造,实际为古土壤。

## 3 硬粘土层水成成因的若干证据

硬粘土层的许多原始特征已在成土过程中受到不同程度的改造,硬粘土层已成为古土壤。判断它的成因需从剖面的整体特征入手,因为剖面的塑造往往能够反映原始沉积的特点。

### 3.1 古土壤剖面具有多个粘聚层

长江三角洲地区第一埋藏古土壤剖面的粘粒含量变化型式多样(图 2),有的自上而下由低快速增高,之后又逐渐降低($T_1$ 孔),有的上下变化不大,总体上呈锯齿型($T_2$ 孔);有的自上而下递减,之后又突然变大($T_5$ 孔)。此外,古土壤剖面的粘聚层数目多变,且粘聚层厚度相差很大(图 2)。钻孔之间相距 20～30 km,有时甚至几公里,粘聚层个数不等,且所在层位难以相互对比,这显然与典型黄土[10]及下蜀黄土[11]中的古土壤不同。冲积物在形成时即可产生粘土富集层,成为母质中固有的原生粘聚层[12]。同一古土壤层在不同的钻孔中粘聚层数不等,剖面粘粒含量变化型式多样,这决非单由成土作用所致,很可能是母质沉积差异造成的。硬土层的厚度远超过现代土壤,这是多次沉积、多次成土的结果。在长江这样的大河河漫滩上才有可能广泛地发生多次沉积与多次成土。受河漫滩原始地形、洪水大小的影响,河漫滩不同部位沉积物有明显差异,从而才可能造成剖面粘聚层数目在横向上多变。

### 3.2 古土壤缺乏钙积层

长江三角洲地区第一古土壤层普遍缺乏钙积层,而且$CaCO_3$含量低而稳定,仅仅为 0.4%～1.5%,胶体中CaO含量上下变化不大,没有明显的积钙和脱钙现象。这明显不同

维普资讯 http://www.cqvip.com



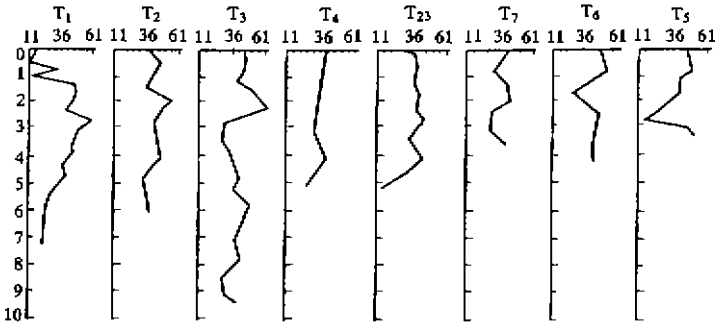



图2　古土壤剖面粘粒(<0.004 mm)含量(%)变化

Fig.2　Variation of content of clay (<0.004 mm) in the paleosols

于下蜀黄土发育的黄棕壤及黄土中的古土壤和发育在黄土上的黄绵土。古土壤中缺乏钙积层说明土壤剖面中淋溶、淀积作用不充分,土壤成熟度偏低,反映连续成土时间较短,这是成土作用多次被沉积作用中断的必然结果。本区只有在河漫滩上才会发生沉积与成土的多次交替。末次冰期时海平面较现今低 130～150 m[13],现今长江三角洲地区的海拔当在 100 m 以上,地下水位随季节等而变化,可能有较大的升降幅度,幅度大而频繁的地下水升降是造成古土壤 $CaCO_3$、CaO 含量低而稳定的另一重要原因。在本区,河漫滩地区地下水位因季节及大小洪水的影响最易发生升降幅度大而频繁的变化。

### 3.3　古土壤中出现有孔虫

长江三角洲地区第一古土壤层含有孔虫,在研究的 16 个钻孔中,半数以上钻孔的古土壤层含有孔虫,而有的钻孔($T_{15}$)有孔虫含量达百枚以上。有孔虫壳体呈黄褐色,具氧化特征,与上覆海相层有孔虫的白色壳体明显不同,反映经历了氧化作用,是在成土作用之前与母质一起沉积下的。事实上,大风暴潮完全可以把海相微体生物带到该地区,在本区只有河漫滩这样地势低平而宽广的沉积环境,才有利于此类事件沉积的保存。

### 3.4　古土壤剖面的沉积磁组构特征

#### 3.4.1　磁化率值低而平稳

长江三角洲地区第一埋藏古土壤剖面磁化率量值较黄土中古土壤(平均 $2.31\times10^{-3}$ SL)[10]低 1～2 个数量级,除个别处,上下变化不大,没有明显的峰、谷值(图 3),与黄土发育的古土壤明显不同。磁化率值低而平稳,一是反映土壤成熟度偏低,剖面分异弱,这极可能是连续成土时间较短所致;二是母质沉积频繁且组成稳定。本区这些很可能发生于河漫滩,连续成土时间短是成土作用多次被沉积作用中断造成的。

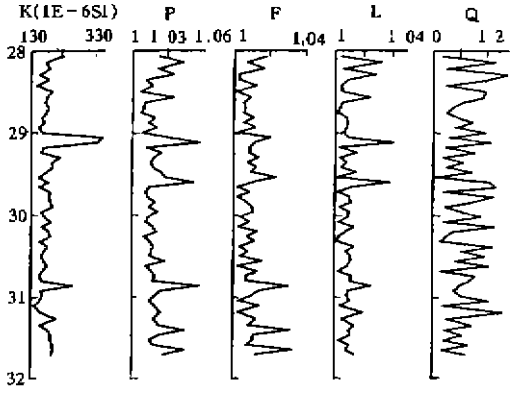



图3　CY-3孔古土壤层的磁组构特征

Fig.3　Magnetic fabric characteristics of the paleosol in Cy-3 core

#### 3.4.2　磁组构参数变化范围广

磁组构参数能够反映沉积动力特征。基质颗粒度($Q$)大于 0.7 代表事件性的快速沉

维普资讯 http://www.cqvip.com



积[14]，磁化率各向异性度($P$)、磁线理($L$)及磁面理($F$)说明能量强弱[15]。在 $P$、$F$、$L$ 的两两关系图上，下蜀土与河道边缘沉积的样品点分别集中于一个区域，下蜀土的集中区小，且位于能量最弱的部位，河道边缘沉积物的沉积动力最强，而潮坪沉积的样品点较分散，从强动力区到弱动力区均有展布(图 4)，说明古土壤母质与潮坪沉积具有相似的沉积动力特征，但是，相对于潮坪沉积，古土壤的样品点稍显集中，且较偏向于弱动力区。可见，古土壤母质沉积水动力强弱变化范围广，但与潮坪沉积又有所不同，在本区只有河漫滩沉积才具有这种沉积水动力特征。

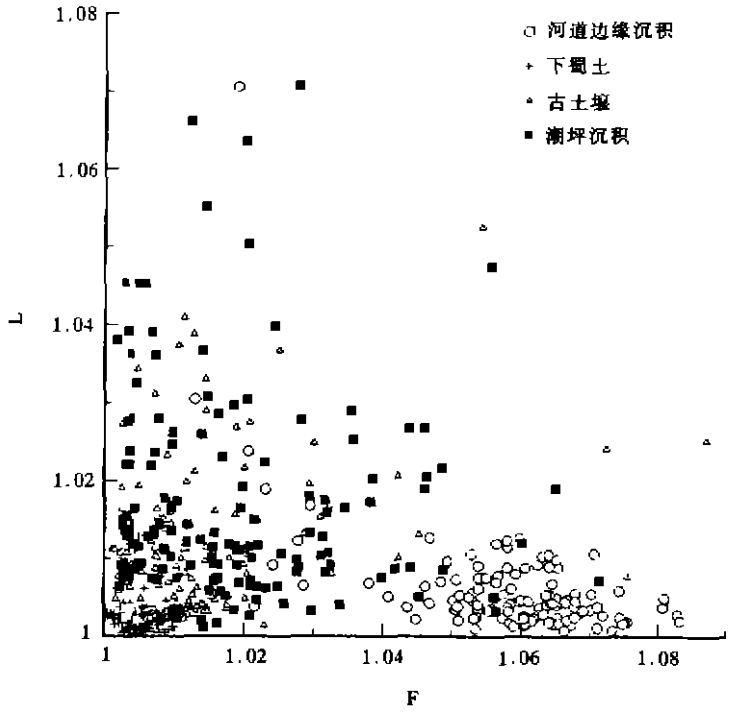



图 4 不同类型沉积物磁组构参数 $F$、$L$ 组合特征

Fig. 4 Characteristics of data points of different kinds of sediments on the relationship diagram of $F$ and $L$

此外，古土壤 $Q$ 值大于 0.7 的峰值明显，而 $P$、$L$、$F$ 均小而稳定(图 3)。本区在河漫滩条件下才可能出现古土壤的上述沉积特征：洪水期间高含砂量的水流漫堤后流速锐减，$P$、$L$、$F$ 为低值，大量悬移质快速沉积，导致 $Q$ 值大于 0.7 的峰值；受地形起伏及距河床远近的影响，河漫滩不同部位沉积动力强弱差异明显，变化范围广。因此，古土壤的沉积磁组构特征是河漫滩沉积过程产生的必然结果。

## 4 结 论

长江三角洲地区第一硬粘土层的母质为河漫滩沉积，它是河水漫滩不断加积和成土作用持续进行的共同产物，实际为厚层古土壤。硬粘土层分布于长江古河间地，表明末次冰期时本区处于以长江为主要控制因素的沉积环境。

维普资讯 http://www.cqvip.com



致谢:在硬粘土层古土壤特征识别过程中,同济大学海洋地质与地球物理系李萍副教授、孔和平先生给予大力协助;样品磁组构分析是在国家海洋局第一海洋研究所丛友滋研究员的指导下完成的;刘宝柱博士参与部分样品的测试工作,在此一并致以衷心的感谢。

## 参 考 文 献

1 郑祥民,等.长江三角洲南部晚更新世晚期风成黄土与地层.见:严钦尚,等.长江三角洲现代沉积研究.上海:华东师范大学出版社,1987.76～91

2 郑祥民,等.上海地区晚更新世晚期暗绿色硬土层风积黄土成因说.上海地质,1991,(2):13～21

3 郑祥民,等.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

4 郑祥民,等.末次冰期苏北平原和东延海区的风尘黄土沉积.第四纪研究,1995,(3):258～266

5 郭蕾民.长江河口地区晚更新世晚期以来沉积环境的变迁.见:严钦尚,等.长江三角洲现代沉积研究.上海:华东师范大学出版社,1987.232～237

6 竹淑贞,等.上海地区第四纪地层与古气候.见:严钦尚,等.长江三角洲现代沉积研究.上海:华东师范大学出版社,1987.158～173

7 陈庆强,等.长江三角洲晚第四纪古土壤与古环境初探.沉积学报,1995,13(增刊):79～87

8 Fenwich l M. Paleosols: Problems of Recognition and interpretation, in: (J. Boardman, ed.) Soils and Quaternary Land Scape Evolution. JOHN WILEY & SONS, 1985. 3－21.

9 刘宝柱,等.长江三角洲地区晚第四纪古土壤中的植物硅酸体及其古环境意义.海洋地质与第四纪地质,1995,15(2):17－24

10 刘东生,等.黄土与环境.北京:科学出版社,1985.79－81,293－295

11 汪永进.南京下蜀土的粒度及其环境意义.南京师范大学学报,1992,16(增刊):37－43

12 詹尼,H.土壤资源、起源与性状.李孝芳等译.北京:科学出版社,1988.215－222

13 朱永其,等.关于东海大陆架晚更新世最低海面.科学通报,1979,24(7):317－320

14 丛友滋,等.用磁组构研究底层流流向的初步探讨.海洋学报,1990,12(3):347－351

15 Hrouda F. Magnetic Anisotropy of rocks and its Application in Geology and Geophysics. Geophysical Surveys, 1982. (5): 37－82.

# STUDIES ON ORIGIN OF THE LATE PLEISTOCENE STIFF CLAYS AT THE YANGTZE DELTA

Chen Qingqiang　　Li Congxian

(*Department of Marine Geology and geophysics of Tong ji University, Shanghai* 200092)

ABSTRACT

The stiff clays beneath the Holocene strata at the Yangtze Delta are considered to be paleosols by their subaerial pedogenesis characteristics, such as cutans, cracks and microcracks, plant roots and debris, etc. The paleosol sections, which are more than 2.0 meter thick, contain several clay accumulation layers, however, the sections are lack of caliche. Foraminifera occurs in paleosols of more than half of the study cores. Magnetic susceptibilities of the paleosol sections are low and lack of distinct fluctuations, and the magnetic fabric parameters alternate within a wide scope. The above characteristics of the paleosol sections suggest that the parent materials of the paleosols are of flood plain deposits, and the paleosols are the results of successive deposition and continuing pedogenesis on flood plain.

**Key Words**: Paleosol; Paleoenvironment; Late Quaternary; Yangtze Delta