

# 辽南大莲泡沉积物的沉积特征及古环境变化

李雪铭

(辽宁师范大学地理系, 大连 116021)

**提 要** 辽南大莲泡是形成于冰后期的一个现已干涸的小型山间湖泊。对大莲泡沉积物粒度作一般分析,并用对应因子分析法作了计算分析,结果表明:大莲泡沉积物粒度分布主要受入湖的沟谷泥石流、河流和湖泊沉积作用控制。即下层以泥石流沉积为主;中层以湖泊沉积为主;上层以河流作用为主。据此并结合孢粉分析资料(主要以湿生沼生和旱生、盐生草本孢粉带更替为依据),初步恢复了大莲泡沉积环境的演变过程。

全新世高海面在辽南地区是存在的,大莲泡与海相通的特殊位置及地层特征和孢粉特点揭示在全新世气候最适宜期海水在涨潮时曾作过短暂的停留,高海面在渤海沿岸出现位置不超过现代海面之上 5 m

**关键词** 沉积物 粒度 对应分析 古环境

**分类号** P 512.2

**第一作者简介** 李雪铭 男 31岁 讲师(硕士) 地貌学及第四纪地质学

辽南大莲泡位于辽东半岛南端大连市金州区大魏家附近(“泡”在当地语中即为积水湖洼之意),为一个由复向斜构造组成的山间小盆地。盆地周边是由大西山、七顶山及大东山等组成的剥蚀高丘,岩性为奥陶系、寒武系白云质灰岩和团块灰岩、石英岩。剥蚀高丘山麓地带分布有早第三系红粘土,盆地东侧为三十里堡河,该河从东南流向西北,穿盆而过,注入渤海湾。盆地南部剥蚀发育了多条沟谷,出山口后均汇入湖盆。目前大莲泡除丰水年盆地低洼处尚有积水外,基本上处于干涸状态,绝大部分盆底已开辟为农田(图 1)。

在大莲泡湖盆之底部广泛发育一层厚度不大的松散沉积物,平均厚 1.5~3.0 m,根据地层岩性变化自下而上大致可划分为三层。

**下层** 埋深 1.65~3.0 m,局部地段未见底板,该层为一套黄棕色亚粘土层,含有磨圆较差的砾石,最大砾石粒径在 0.65 m 左右,在埋深 2.20 m 以下的基岩风化壳与上覆沉积物呈明显不整合接触,重矿物分析表明从地表至埋深 2.20 m 处沉积物不稳定矿物以角闪石为主,含量均在 70%~80% 之间,最高可达 84.4%,而在埋深 2.20 m 处不稳定矿物平均含量突减至 30.37%,在 2.50 m 以下不足 6%,相反褐铁矿等稳定矿物从埋深 2.20 m 以上不足 1% 突增至 42.9%,在 2.5 m 以下达 80.42%,说明基岩风化壳是经历了一段较长时间的风

化作用后,黄棕色沉积物直接超覆于风化壳之上。

**中层** 埋深 0.85~1.65 m,该层为灰褐色黑色淤泥粘土层,富含有机质,局部可见黑色泥炭层。

**上层** 地表始至 0.85 m 处,该层上段为黄棕色粉砂层,局部地带厚度在 1.5 m,沉积物中含有细砾,但最大粒径不超过 10 cm,且磨圆较好,下段是草炭层,植物残体分解不充分,<sup>14</sup>C 测定为 667±100 年左右,辽南出土的珍贵的古莲子即产于该段

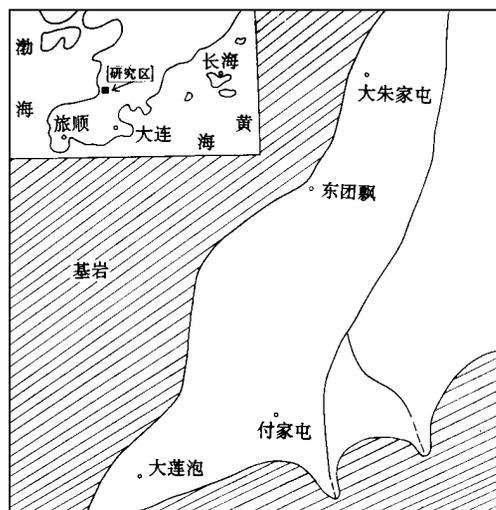


图 1 研究区略图

Fig. 1 Sketch map showing the study area

大莲泡地层岩性变化特征基本上可与相邻地区

的湖沼相、滨海相和冲洪积相等全新统地层对比,属全新世环境下的产物<sup>[1]</sup>。

## 1 沉积物粒度分析和水动力环境

我们在挖取的剖面上共采集了 44 块粒度样 (间距 5 cm), 其中上层 14 块、中层 10 块、下层 20 块沉积物中粗颗粒部分 ( $< 4\phi$ ) 采用筛析法, 细颗粒部分 ( $> 4\phi$ ) 运用日产 SA-CP<sub>3</sub> 型离心粒度仪测试, 结

果见表 1。从表 1 可看出, 大莲泡沉积物粒度成分主要以粉砂为主, 平均含量 71.77%, 砂、粘土含量次之, 分别为 13.43% 和 15.29%。各粒级百分含量在剖面上都有较大变化, 尤其是  $-1\phi$  粒级组百分含量变化最大, 从零至 26.78%, 且高含量值多集中于沉积物下层, 全部样品平均粒径  $5.8\phi$ , 分选系数 1.86, 分选差 (按 Folk 标准), 反映出山间小湖泊沉积环境的特殊性。

表 1 大莲泡沉积物粒度分布 (n=44)

Table 1 Grain size distribution of sediments in Dalianpao

粒度 项目	各粒级重量百分比 ( $\phi$ 为单位)											粒度参数					
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	X	$\delta$	SK	K
平均值	3.91	0.83	0.94	2.84	4.89	2.30	18.62	19.44	17.38	14.03	9.97	3.48	1.94	5.89	1.86		
范围	0.0- 26.78	0.0- 3.64	0.0- 2.83	0.0- 7.53	0.1- 10.87	0.03- 15.10	0.47- 35.83	9.62- 29.20	2.70- 30.40	5.73- 31.59	2.92- 27.72	0.0- 6.45	0.0- 4.27	4.84- 6.59	1.29- 2.29	-0.89- -0.14	-0.73- -4.21

近年来, 因子分析方法在粒度分析中运用越来越广泛, 其优点是克服了传统方法缺陷, 利用所有粒度数据信息, 全面反映了粒度分布 (尤其对一些古代沉积物) 的受控因素, 本文运用对应分析方法 (Correspondence analysis) 对大莲泡沉积物粒度进行了计算分析, 具体方法是: 把沉积物粒度各粒级 (以  $\phi$  为单位) 作变量 (11 个) 各个样品每个粒级的百分含量为样本 (n=44) 形成  $1 \times 44$  矩阵计算。

沉积物粒度数据对应分析的特征值 ( $\lambda_i$ ) 及前四个特征值的累积百分数已达 87.7%, 前四个特征值基本上代表了原始数据所含的粒度变化信息 (图 2)。

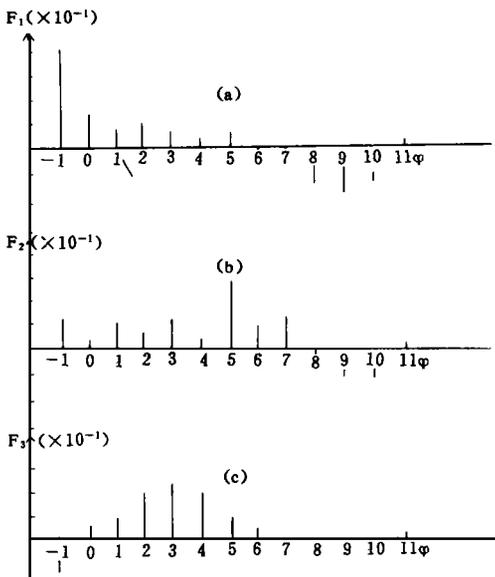
$F_1$  因子基本代表了  $-1\phi$  变量, 它是  $F_1$  因子的端元元素, 由于  $-1\phi$  是粒度分布中居最粗一端, 因此, 它是控制粒度分布粗粒级的控制因素, 显然属于水动力搬运的高能环境。

$F_2$  因子代表  $5\sim 7\phi$  变量, 在粗粉砂范围比  $F_1$  的端元元素  $-1\phi$  粒级要细得多, 是控制细粒分布的控制因子, 相对而言, 代表一种低能环境。

$F_3$  因子端元元素为  $2\sim 4\phi$  变量, 在极细砂范围, 介于  $F_1$ 、 $F_2$  控制因素之间, 属中能环境。

$F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  对应的样本载荷分别以 33 号 (0.179, 载荷值, 下同)、22 号 (0.086)、26 号 (0.063) 最高, 其分别是高、低、中能环境下沉积而成的代表性样品。

代表性样品 33 号, 平均粒径  $4.8\phi$ , 分选系数 2.15, 分选差, 以粉砂为主, 但砾石成分占有较大比重, 达 26.7%, 整个粒度分布具有三峰形式, 最粗峰约在  $-2\sim -1\phi$  范围, 这与辽南老帽山辽东宽甸泥石流流粒度分布的最粗峰相当, 具有相似之处, 最细峰在  $5\phi$  左右, 对最粗峰所作曲线拟合度计算表明该峰的高斯分布拟合度 94.18%, 要比罗辛拟合度 98.14% 小, 更趋近于罗辛曲线分布, 具有泥石流沉积物粒度曲线分布的一般特征, 最细峰则相反, 高



a. 高能作用 b. 低能作用 c. 中能作用

图 2 R型分析结果 (因子载荷值)

Fig. 2 Values of R-factor analysis

斯拟合度大于罗辛拟合度,具有静水环境(湖泊)沉积作用的特征,因此,以粒度分布曲线看,33号样品实际上是两种沉积物的混合作用结果,据此分析,在低能环境下形成的这种沉积物可能是沟谷泥石流流入湖后运移至湖盆底后与湖泊沉积作用共同作用的结果

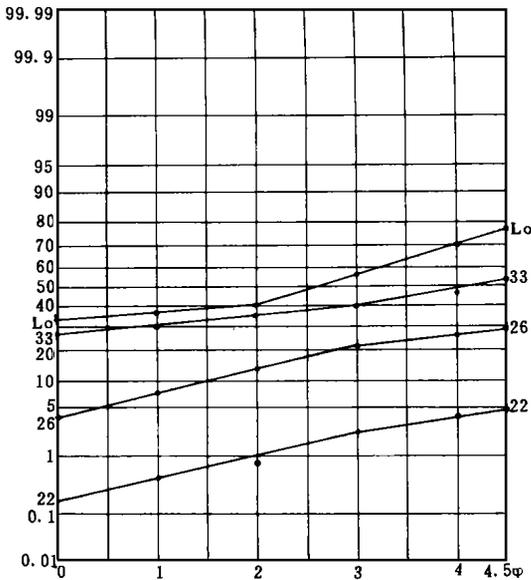


图3 代表性样品累积概率曲线图

Fig. 3 Cumulative probability curves of grain size of the typical samples

代表样品22号,平均粒径 $5.8\phi$ ,分选系数1.44,相对分选较好,典型单峰分布图式,以粉砂物质居绝对优势,曲线高斯拟合值大于罗辛拟合值,反映出这种沉积物在形成之前经过了充分分选,表明这是低能环境下湖泊沉积作用形成的沉积物

代表样品26,平均粒径 $5.04\phi$ ,分选系数2.22,具有双峰分布,粗峰不明显,细峰突出,这与湖滨河流相沉积物分布曲线相似,但粗峰要比后者明显,砂砾组分含量要高,说明其搬运能力较大,属中能环境,这可能是挟带大量砂砾的一般山区性河流入湖后与湖泊沉积共同作用的结果

从图3累积概率曲线看,33号、26号代表性样品的悬浮搬运总体与跳跃总体(牵引总体不明显)的截点跨度较大,亦即其结合点是渐变的,与相邻区域沟谷泥石流截点的突变不同<sup>[2]</sup>,这充分说明这是两种不同作用过程的混合,才造成了曲线的这种独

特分布图式,这种情形与一般河流入湖(海)后河口附近沉积物(如砂坝)的粒度分布累积概率曲线特征(结合点多渐变)具有相似之处<sup>[3]</sup>。

22号代表样品粗截点位置极低,主要以悬浮作用为主,具有多段年线,也存在着多变性质,而且斜率大,分选差,反映出不同于一般大型湖泊具有稳定沉积环境下形成的湖泊沉积物,这可能是山间小型湖泊静水环境经常受入湖的水流作用等因素影响干扰所致。

综上所述,控制大莲泡全新世沉积物来源主要是源于周边山地的沟谷泥石流和山区性河流沉积以及湖泊自身的沉积作用形成的湖沼沉积物。但在沉积相序上表现一定的规律性,即早期多沟谷泥石流,中期为湖沼沉积,晚期为河流沉积

## 2 古气候环境重建

一般而言,孢粉式中反映植被和气候变化最明显的主要是木本花粉组合的规律性变化,然而,我们对大莲泡沉积物剖面孢粉分析结果表明木本植物花粉在剖面中含量很少,而湿生、沼生植物及旱生、盐生草本植物和蕨类孢子植物的孢粉含量却在剖面中呈现规律性变化<sup>①</sup>(图4)。

带I 埋深1.30~2.20 m,根据孢粉粉数量分为两个亚带,即:

I<sub>1</sub>亚带(孢粉贫乏亚带) 埋深1.65~2.20 m,黄棕色亚粘土层,该带孢粉含量极少,仅见几颗松花粉,未见草本、水生植物花粉

I<sub>2</sub>亚带(水生、草本植物花粉优势亚带) 埋深1.30~1.65 m,沉积物为浅湖相灰色粘土,水生植物和草本植物花粉含量相当,前者略占优势,草本植物以蒿属为主,水生植物主要是香蒲和狐尾藻,并出现双星藻科孢子,并伴有一定数量的狐尾藻

带II 埋深0.85~1.30 m,根据水生植物多寡,又可分为两个亚带,即:

II<sub>1</sub>亚带(盐生蒿属花粉优势亚带) 埋深1.10~1.30 m,湖相,黑色淤泥,该亚带孢粉分布特点是淡水水生植物突然消失,盐生蒿属植物占绝对优势,含量达到90%~99%。

II<sub>2</sub>亚带(水生植物花粉优势亚带) 埋深0.85~1.10 m,泥草炭,该亚带分布特点是水生植物含量较高,达60%,最高可达79%,水生植物主要为

① 曲晓新,大连地区全新世环境变迁.辽宁师大硕士论文,1991

香蒲和狐尾藻, 双星藻明显增加, 同时偶有莲的花粉出现, 反映出浅水湖沼沉积环境, 另外, 对比以上各带, 该带木本植物花粉有较大增加, 松栎平分秋色

带Ⅲ 根据水生植物及蕨类孢子多寡, 将此带

又可分为 2 个亚带。

Ⅲ<sub>1</sub> 亚带 (水生、草本植物花粉优势亚带) 埋深 0. 65~ 0. 85 m, 沉积物为沼泽相草炭, 该带孢粉组合特点与 I<sub>2</sub> 带相似, 只是水生植物减少, 在沉积物中与草本植物含量几乎相当。

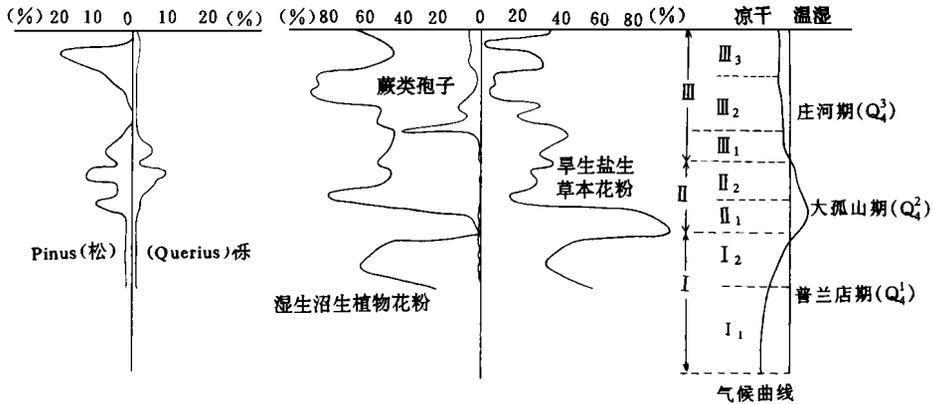


图 4 大莲泡剖面孢粉含量变化

Fig. 4 variation of spore-pollen percentage in the Dalianpao profile

Ⅲ<sub>2</sub> 亚带 (中华卷柏绝对优势亚带) 埋深 0. 3 ~ 0. 65 m, 该带草本、水生植物含量逐渐减少, 最后几乎消失, 而中华卷柏含量却显著增加, 最后几乎占据了整个孢粉总体的全部, 中华卷柏大量出现标志该带沉积物形成环境愈加干凉

根据孢粉分析, 结合沉积相特点, 可基本恢复大莲泡沉积环境:

**早期阶段** 从沉积相看为山地坡积冲洪积物及浅湖相灰色粉砂、粘土层, 此时大莲泡湖沼洼地处于初始阶段, 从孢粉分析看该阶段早期植物孢粉较少, 且多为耐贫脊的松花粉, 表明当时气候环境相对较差, 温度低而又相对干旱, 尚未完全摆脱末次冰期寒冻的影响, 盆地四周植被稀疏, 寒冻物理风化作用强烈, 降水多以暴雨形式出现, 强烈冲刷山体坡面风化物, 形成沟谷泥石流, 搬运出山口后多超覆堆积于湖盆风化壳的底部, 随着后期气候渐变暖, 植物增加, 盆地积水面积扩大, 由季节性积水转为常年积水, 从孢粉中出现的双星藻科孢子及伴生的香蒲和狐尾藻看, 大莲泡淡水湖沼环境基本形成, 并具有一定深度和稳定性, 此阶段相当于全新世普兰店期

**中期阶段** 为湖相黑色淤泥及淤泥质草炭, 沉积物中以粉砂粘土含量为主, 分选变好, 反映出早期山洪泥石流作用已基本消失, 入湖径流多以冲积性河流作用为主, 泥沙含量低, 粗颗粒物来源减

少, 湖泊处于一个相对稳定的静水环境, 沉积了大量的悬浮于湖水中的细粒物质, 沉积物中出现了栎等阔叶树种及大量水生植物中含有的示暖的莲的花粉, 推断该段处于全新世气候适宜期, 但值得注意的是在植被繁茂, 水草丰美气候适宜期之前曾经有一段以盐生蒿属占绝对优势 (II<sub>1</sub> 带) 的“荒凉”景观。这可能同当时高海面海水侵入大莲泡盆地有关

**晚期阶段** 根据孢粉资料该段又可分成二个阶段: 早期为湖沼草炭形成时期, 此段植物孢粉组合特点是草本植物花粉明显增加, 水生植物花粉、栎等阔叶树孢子开始减少, 沉积物以草炭层为主,<sup>14</sup>C 测定 667± 100 年, 标志大莲泡湖沼洼地稳定积水环境渐趋消失, 湖盆处于消亡阶段; 晚期为冲洪积物堆积期, 该阶段植物孢粉组合特征是草本及水生植物几近消失, 大量蕨类孢子植物繁盛, 孢子植物以中华卷柏为主, 最多可占孢粉总含量的 90% 以上, 反映气候环境又进入一个相对恶劣的一段时期。从其沉积年代看大约距今几百年时间 (最多不超过 659 年) 相当于全新世小冰期, 周围山地植被丰盛, 山青水秀景观不复存在, 沟谷、坡面侵蚀作用又得到加强, 造成大量水土流失, 入湖沟谷径流泥沙含量明显增多, 大莲泡湖盆变浅, 加上后期人类耕作活动影响, 湖泊水面逐渐萎缩, 干涸最终演变成今日现状 (图 5)

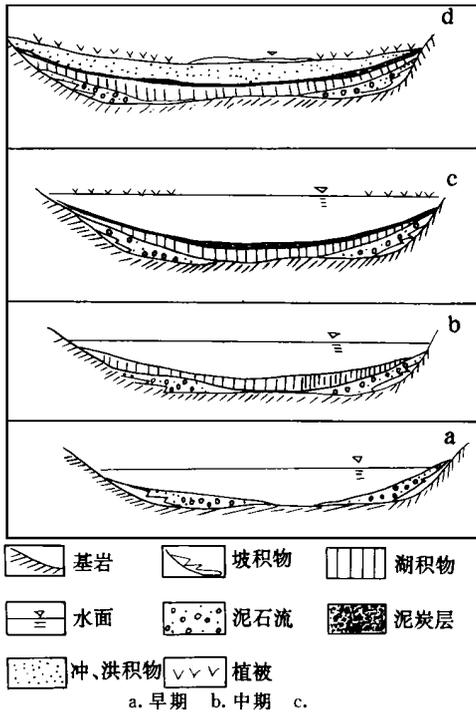


图 5 大莲泡湖泊古环境演变示意图

Fig. 5 Paleoenvironment changes of the Dalianpao lake

### 3 关于辽南沿海全新世高海面问题

辽南沿海全新世海陆环境变迁根据记录普遍存在海相贝壳堤,如发育于黄海沿岸的三道贝壳堤,代表了全新世海面的升降进退;基岩海岸普遍发育标高 10~15 m 的海蚀崖等。

如前所述,大莲花泡是一个与海相通的山间小盆地,从大莲泡中层 1.10~1.70 m 湖沼沉积物中淡水水生植物孢粉突然消失取而代之的是孢粉含量

高达 90%~99% 的盐生蒿属植物看,大莲泡淡水湖泊环境曾一度受海水的侵入影响。在该段中还含有大量软体动物的贝壳及碎片,初步鉴定主要是淡水螺 *Segmentine* sp. 等,表明此层沉积物形成时,可能受到海水的影响,但未有大规模的海水侵入,更没有较长时间的停留。从沉积相看,此层沉积物形成时的气候条件相对温暖湿润,且该沉积区三面环山,西部有间歇河流入海,与湖盆地相通,因而在全新世高海面时期,海面高出现今海面 2~5 m,海岸线伸入陆地几公里,十几公里远。此时海水在涨潮时完全有可能溯古河道东进,影响大莲泡淡水湖体环境,造成水生植物消失,盐生蒿属植物的大量繁殖,一般而言,湖沼相泥炭指示泥炭发育时海面在泥炭存在的位置以下,湖相淤泥对海岸变迁具有同等的指示作用。因此,大莲泡从受海水影响的湖相淤泥沉积到淡水湖相淤泥质草炭沉积代表一个高海面后的海退阶段。据考察,高海面之后的海退,在大莲泡西北的庙山山前留有一海拔不足 5 m 的砾石堤<sup>[4]</sup>。

#### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院贵阳地球化学研究所第四纪孢粉组, C<sup>4</sup>组. 辽宁省南部一万年来自然环境的演变. 中国科学, 1977, (6): 603~614.
- [2] 李雪铭. 辽东山区泥石流初步研究. 水土保持通报, 1991, (5): 32~38.
- [3] 李世杰. 应用粒度分析辨别某些第四纪混杂堆积成因初探. 冰川冻土, 1988, 10 (4): 441~449.
- [4] 李凤林, 王强. 依据辽东半岛海蚀海积遗迹分布特征探讨海平面变化问题. 中国第四纪海岸线学术讨论会论文集. 1985, 北京: 海洋出版社.

## Sedimentary characteristics of the Dalianpao Sediment in Southern Liaoning and Its Paleoenvironment Changes

Li Xueming

(Department of Geography, Liaoning Normal University, Dalian 116021)

#### Abstract

Dalianpu, located in the south of Liaodong Peninsula, is a small dried intermountane lake formed during Holocene. There is a thin bed of sediments in the lake basin. The sediments takes bimodal, multimodal and unimodal forms in size histogram. The parameters vary in the section. On the basis of the data of the grain size anellysys, the author adopts the method of correspondence factor analysis and comes to conclusion that F<sub>1</sub>-factor represents a high-energy environment. The grain size distribution of the sediments is controlled by debrisflow process, mountain torrents and lake deposit process, which results from changes of depositional paleoenvironment of the Dalianpu lake.

**Key Words** Sediments grain size correnspondence factor analysis paleo-environ ment