

## 乌梁素海沉积物分布特征\*

梁文<sup>1,2</sup> 张生<sup>1\*\*</sup> 李畅游<sup>1</sup> 詹勇<sup>1</sup> 王爽<sup>1</sup> 计亚丽<sup>1</sup>

(1. 内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院, 呼和浩特, 010018; 2. 呼和浩特市环境科学研究所, 呼和浩特, 010030)

乌梁素海, 地理坐标为 40°36'—41°03'N, 108°43'—108°57'E, 形似一瓣桔, 被芦苇和香蒲分割成大小不一的几个水域; 湖区呈南北长, 东西窄的狭长形态, 南北长 50 km, 东西宽 20 km, 水域平均水深为 1.5 m 左右, 最大水深 2.5 m 左右, 是中国八大淡水湖之一, 现有水域面积 285.38 km<sup>2</sup>. 近年来, 乌梁素海富营养化和外源污染源的研究已有较多的报道, 但对其内源污染问题涉及的较少. 乌梁素海是黄河遗迹湖, 位于内蒙古高原中部黄河沿岸的河套平原的最东端, 其开发历史悠久, 由于受到人类活动的强烈影响, 其湖底沉积物淤积在时空分布上有较大的差异. 由于湖泊沉积物常被视作湖泊环境的重要信息库, 特别是湖底的现代沉积部分可反映湖泊的污染程度及其演变过程, 因此研究湖底沉积物的分布特征, 对于控制湖泊的内源污染和富营养化有着重要意义.

### 1 材料及方法

沉积物厚度采用杆测法, 即使用具有刻度标记、直径 50 mm 的硬质直杆垂直探测, 从标杆上读取记录探测到的软性淤泥深度. 研究针对小海子区域以南受人为影响较大的主体湖区, 根据污染源的分布和水动力特征, 将乌梁素海在空间上以正方形网格剖分, 利用网格的交点, 布置取样监测点 21 个, 由北向南以英文字母顺序编号, 由东向西以阿拉伯数字顺序编号, 湖区南北以 N13 点分界, I12、J11 点为入河口附近, J13、K12、L11、M12 位于湖的东岸附近, L13 为湖心处, 南部 O10-W2 成对角线分布, 其余 L15、M14、N13 及南部 P11、O10 均位于湖西岸附近.

2010 年 1 月, 采用抓斗式采样器采集相应点浅层 0—20 cm 的沉积物样品, 由于有些取样点无法采集, 只采集到部分样点的沉积物样品, 共计样点 12 个, 沉积物采集后分别装入铝盒和聚乙烯塑料袋后封口冷藏保存, 带回实验室, 分别进行含水率、pH 值、比重、颗粒分析的测定, 各种测定均按照相关规范操作, 分别使用铝盒称重法、玻璃电极法、比重计法, 颗粒分析土样 0.074 mm 以上使用筛分法和 0.074 mm 以下使用沉淀法, 其原理依据 Stokes 定律.

### 2 结果与讨论

#### 2.1 乌梁素海沉积物基本性状及颗粒组成

根据对浅层 0—20 cm 厚度内沉积物的具体分析, 湖区北部基本呈黑色或褐色, 有臭味, 新鲜沉积物含水率均值为 60.63%, 湖区南部基本呈灰黑色, 有明显的腐臭味, 新鲜沉积物含水率均值为 46.17%, pH = 8.07—8.95, 偏碱性, 比重为 2.5—2.7. 沉积物粒径均小于 1 mm, 粒径分布较为均匀, 级配状况良好. 按照我国土壤颗粒分级标准(农业上), 颗粒组成以砂粒和粉粒为主, 粘粒次之, 其中砂粒以细砂粒为主, 粉粒以粗粉粒居多(见表 1). 乌梁素海属于浅水湖泊, 沉积物颗粒的粗细与湖泊的沉积作用有关, 受湖泊地形和动力条件的影响, 湖岸边沉积物的颗粒粒径相对较粗, 远离湖岸的沉积物样品的颗粒粒径相对较细. 由于沉积物干化后与土壤性质相同, 因此根据沉积物颗粒大小及其组合比例, 按照我国土壤质地分类法划分, 沉积物土质均属于壤土类, 其中大部分为砂壤土.

表 1 乌梁素海浅层沉积物颗粒粒径组成(%)

粒级名称	粒径范围/mm	J13	K12	L11	L15	M12	N13	P9	P11	Q8	R7	U4	W2	
砂粒	粗砂粒	1—0.25	3.4	2.8	1.2	0.0	15.2	0.0	3.9	3.9	31.0	0.4	0.0	0.5
	细砂粒	0.25—0.05	29.0	28.5	28.9	16.0	49.8	23.0	24.1	22.1	3.1	40.6	5.0	52.5
粉粒	粗粉粒	0.05—0.01	28.9	22.9	37.0	57.0	12.8	40.0	35.0	69.0	27.8	25.0	76.0	14.0
	中粉粒	0.01—0.005	10.8	14.8	8.7	3.5	5.2	13.2	10.0	2.5	11.0	8.0	7.5	9.5
	细粉粒	0.005—0.002	13.0	13.1	12.8	5.7	9.1	10.8	12.0	0.5	11.2	7.0	5.5	9.5
粘粒	粗粘粒	0.002—0.001	15.0	8.0	7.5	2.8	6.0	8.0	5.0	0.8	7.8	5.0	3.0	4.0
	细粘粒	≤0.001	8.0	10.0	4.0	5.0	2.0	5.0	10.0	1.2	8.0	4.0	3.0	10.0

2011 年 3 月 28 日收稿.

\* 国家自然科学基金(50869007; 50969005; 40901262)联合资助.

\*\* 通讯联系人, Tel: 0471-4310175; E-mail: shengzhang@imau.edu.cn

## 2.2 乌梁素海沉积物淤积厚度分布特征

赵锁志等曾于 2008 年采用<sup>210</sup>Pb 及<sup>137</sup>Cs 在乌梁素海湖心附近处采样, 对其沉积速率进行了测定. 在过去的 100 多年里, 乌梁素海沉积速率发生了较大变化<sup>[1]</sup>. 根据其研究成果, 对近 50 年来乌梁素海现代沉积部分的沉积速率进行了计算, 结果见表 2, 结果显示近 50 年来沉积速率有所加快. 由于沉积物淤积厚度在年内变化不显著, 因此选取 2010 年 4—10 月沉积物厚度实测值的平均值(见表 3), 对乌梁素海沉积物淤积厚度分布特征进行分析, 结果表明沉积物淤积厚度分布不均, 湖区南部较厚且起伏波动较大; 湖区北部较浅, 入湖口和湖心处较低于其他区域, 但在入湖口附近的扇形区域内又有一定的富集, 最大厚度可达 0.89 m, 最小厚度仅有 0.21 m, 全湖平均厚度为 0.5 m 左右.

表 2 近 50 年来乌梁素海沉积速率变化情况

	1960—1970	1970—1980	1980—1990	1990—2000	2000—2010
沉积速率/(mm·a <sup>-1</sup> )	5.9	7.2	8.3	9.5	10.7

表 3 乌梁素海沉积物淤积厚度分布

湖区北部	I12	J11	J13	K12	L11	L13	L15	M12	M14	N13	均值	
泥厚/m	0.41	0.35	0.53	0.5	0.24	0.29	0.38	0.51	0.46	0.46	0.41	
湖区南部	O10	P9	P11	Q8	Q10	R7	S6	T5	U4	V3	W2	均值
泥厚/m	0.47	0.39	0.21	0.39	0.44	0.58	0.76	0.70	0.31	0.89	0.71	0.53

沉积物淤积厚度分布不均受多种因素影响. 首先, 最重要的因素就是古河道分布, 它的形成及其演变与黄河改道和后套平原发展有关, 据文献记载, 最初黄河在流入后套平原后, 在今磴口县的补隆淖西北分为南北两河, 南河(即现今黄河之河道)在当时为次河道, 北河为主河道, 它以现在的乌拉河及乌加河为河道呈抛物线形沿狼山山脚东流, 通过色尔腾山和乌拉山之间的明安川东流, 与石门河(现在包头市昆都仑河)相汇后, 转向南流, 与南河(现今黄河)重新汇合; 后由于后套平原相对下陷, 北河于现在的乌梁素海处受阻, 不能继续东去而转向南流, 形成一段南北走向的弧形河道, 流经至今乌拉特前旗后东拐流入黄河; 随着草原植被遭到破坏, 北河河床不断抬高, 泥沙淤塞, 迫使北河断流, 南河变为主河道成为今之黄河. 北河断流后, 在乌拉山西部旧河道处, 留下了两处积水洼地, 也就是乌梁素海湖底最初的形状<sup>[2]</sup>. 其次, 乌梁素海西岸承接有总排干、八排干、九排干等灌溉渠和排水沟, 水体自入湖口排入湖体后, 其水团中挟带的悬浮固体会随着水体流速的明显减小逐渐发生沉降, 因此在河口附近的扇形区域内形成一定的富集. 由于受流域内地形条件、土壤植被、人类活动的影响, 入湖河流挟带的泥沙含量大小不同, 也是造成乌梁素海沉积物淤积厚度分布不均的重要原因. 再有, 乌梁素海属于浅水湖泊, 风浪对于湖底的侵蚀造成泥沙的不断运移, 通过风浪不断地再搬运、再沉积过程, 使其成为极不稳定的悬移质. 湖区南部由于风浪流作用形成显著的堆积, 沉积物淤积厚度平均已达 0.6 m 左右. 另外, 湖泊南部是水流出口区域, 而且湖泊形态从北到南逐渐变窄, 使得流速变大, 冲刷加剧, 同时由于湖底地形变化较大, 因此沉积物淤积厚度在湖区南部起伏变化也较大.

## 3 结论

乌梁素海属于典型的浅水湖泊, 湖底沉积物偏碱性, 沉积作用明显, 受湖泊地形、水动力条件、入湖河道位置以及古河道分布的影响, 沉积物淤积厚度分布不均匀, 在 0.2—0.9 m 范围内变化, 全湖平均厚度为 0.5 m 左右. 近 50 年来, 虽然乌梁素海沉积速率有所加快, 相比国内典型湖泊<sup>[3]</sup>, 也并不算严重, 但是对于其平均 1.5 m 的水深使得乌梁素海的泥沙淤积问题仍然会受到威胁.

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 赵锁志, 孔凡吉, 王喜宽, 等. 内蒙古乌梁素海<sup>210</sup>Pb 和<sup>137</sup>Cs 测年与现代沉积速率[J]. 现代地质, 2008, 22(6): 909-914
- [ 2 ] Sun Biao, Li Changyou, Zhang Sheng, et al. Integration of 3S technologies for realizing the evolution of the lake of Wuliangsu Hai over the past one and half centuries[C]. The 13th World Lake Conference, 2009: 11
- [ 3 ] 朱金格, 胡维平, 胡春华. 太湖沉积速率分布演化及其淤积程度健康评价[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(6): 703-706