

内蒙古呼伦湖表层沉积物的 矿物组成和沉积速率

吉磊 夏威胤 项亮 王苏民

(中国科学院南京地质与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放研究实验室, 南京 210008)

摘要 呼伦湖表层沉积物的取样和分析表明, 沉积物主要由碎屑矿物和自生碳酸盐矿物组成。碳酸盐含量为 10%—18%。碳酸盐沉积作用与湖水的较高含盐量和碳酸盐过饱和度有关。湖泊中心 HL8 号柱样的²¹⁰Pb 测定结果是, 10 cm 以上平均沉积速率 0.25 cm/a, 10—12 cm 为 0.05 cm/a。60 年代开始随湖泊水位上涨沉积物输入量迅速加大。

关键词 表层沉积物 沉积矿物 沉积速率 呼伦湖

呼伦湖, 也称达赉湖、呼伦池, 位于内蒙古呼伦贝尔草原西部。湖泊面积 2379 km², 平均水深 5.7 m, 最大水深 8 m 左右^[1], 是我国第五大湖, 也是我国纬度最高的大湖(117°00′10″E—117°41′40″E, 48°30′40″N—49°20′40″N)。呼伦湖不仅是我国北方重要的淡水渔业生产基地, 也是著名的避暑旅游胜地。然而由于位置偏僻、交通不便等原因, 过去对呼伦湖的科学调查和研究较为薄弱。1991 年夏, 我们对呼伦湖进行了科学考察, 对湖泊表层沉积物进行采样分析, 研究了沉积物的化学成分、矿物成分和近代沉积速率。

1 自然地理概况

呼伦湖处于中高纬度过渡区, 属中温带(接近北温带)半干旱大陆性气候。在湖区的扎赉诺尔, 年均气温 -1.3℃, 年均降水量 319 mm, 年均日照 2840 h, 年均蒸发量 1406 mm^[1]。

湖水的补给除来自降水和地下水外, 注入湖泊的河流主要有两条, 即从湖西南流入的克鲁伦河和东面注入的乌尔逊河。湖东北部的达兰鄂罗木河是一条吞吐性河流, 当海拉尔河水高于呼伦湖时, 河水注入呼伦湖, 反之呼伦湖水顺达兰鄂罗木河流向额尔古纳河。

湖水的含盐量随湖泊水量变化而改变。1962 年湖水位 548.28 m, 含盐量 777 mg/L; 1981 年湖水位 543.32 m, 含盐量提高到 1261 mg/L; pH 值 8.85, 碱度 13.76 me/L, 总硬度 17.79, 水型 C₁^h; 据 1985 年的资料, 含盐量 1055 mg/L, pH 值 8.8, 碱度 10.03 me/L, 总硬度 15.67^[1]。

1991 年我们对呼伦湖的湖水重新进行了水化学分析, 结果表明湖水平均含盐量是 1155

• 国家自然科学基金委员会资助项目(49172119)。

收稿日期: 1992 年 11 月 4 日; 接受日期: 1994 年 2 月 1 日。

mg/L, pH 值 8.71, 碱度 11.03 me/L, 总硬度 14.89, 水型仍为 C_{11}^{ns} 。

2 表层沉积物的矿物和化学成分

表层沉积物的采样点主要分布在湖泊的中部和西北部, 共 7 个采样点(图 1)。样品系采用重力采样器获取, 取表层 2 cm 样品供研究用。

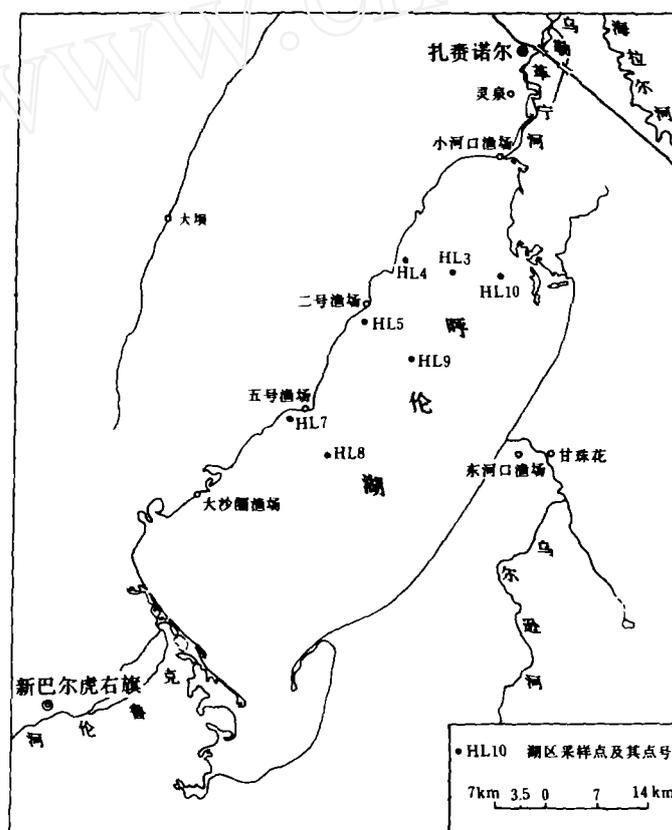


图 1 呼伦湖及采样点位置图

Fig. 1 Hulun Lake and the sampling location

呼伦湖湖底表层沉积物分布不均一, 西北部粒度较细, 以粉砂质粘土为主, 而南部和东部则主要分布砂质沉积。这是由于克鲁伦河和乌尔逊河的入湖口分别在湖泊的南侧和东侧, 而发源于大兴安岭的海拉尔河原先也在呼伦湖的东北侧入湖, 后期改道使之北折流入额尔古纳河^[2]。河流携带的粗碎屑沉积物造成湖底的东南部粒度组成较粗。此外, 在盆地东南乌尔逊河河道、阶地和海拉尔河故道附近分布了大范围的砂质沉积物, 在风力作用下可以将碎屑物搬运至湖滨和湖内再沉积, 因此, 湖泊表层沉积物的粗碎屑分布也可能与风力近距离搬运作用有关。

上述7个采样点除HL9外,均分布在细粒沉积物区。对沉积物样品采用光透式粒度仪和音波振动式筛分仪进行粒度分析,其结果除HL9外,其余样品的粒度中值为7.0—9.2 ϕ (0.007—0.002 mm),均为粘土级—极细粉砂级组分(表1)。我国一些较深的大湖通常沉积物粒度较细,如云南洱海、滇池和抚仙湖中,>8 ϕ 粒级组分占湖泊面积的75%—81.6%;而一些深度较小的湖泊如长江中下游五大淡水湖沉积物中,>8 ϕ 组分只占湖泊面积的25%—65%^[3]。

表1 呼伦湖表层沉积物的粒度参数和粒度组成*

Tab. 1 Grainsize parameters and compositions of surficial sediments in Hulun Lake

采样点	水深(m)	MS(ϕ) (中值)	SD (标准差)	SK (偏度)	K _w (峰态)	S ₀ (分选度)	粒度组成			
							<-1 ϕ	-1-4 ϕ	4-8 ϕ	>8 ϕ
HL3	8.2	8.380	2.055	-1.159	3.347	2.790	0	5.85	25.1	69.14
HL4	6.9	8.677	1.729	-1.385	4.349	2.512	0	1.69	22.64	75.67
HL5	6.8	8.556	1.855	-1.208	3.492	2.630	0	1.42	25.10	73.48
HL7	6.2	6.812	2.493	-0.040	1.554	5.823	0	18.46	43.09	38.46
HL8	7.0	7.001	2.789	-0.454	1.804	5.674	0	20.44	33.48	46.08
HL9	7.2	1.896	2.889	1.059	3.334	3.457	13.20	68.21	12.21	6.37
HL10	6.8	7.716	2.281	-0.655	2.304	3.819	0	7.24	38.91	53.85

* 粒度参数按矩法计算。

沉积物样品经镜下鉴定主要矿物成分是粘土矿物和方解石,含少量粉砂和砂颗粒。后者主要是石英、钾长石、斜长石、云母和少量重矿物及岩屑。方解石属自生矿物,呈微晶或微晶集合体,晶粒粒径为0.002—0.01 mm,含量5%—20%。采样点HL9样品是含砂细砾沉积,碳酸盐矿物含量较低。

对沉积物粉末样品进行了X射线衍射分析,用特征鉴定峰强度因子法^[4]半定量计算其矿物类型及含量。结果显示,除粘土矿物外,主要矿物是石英、钾长石、斜长石和方解石(表2)。经抽提,从沉积物中分离出<2 μ 的粒级组分,经X射线衍射分析测定,粘土矿物中伊利石含量最高,约占69%,绿泥石和蒙脱石各占约21%和10%。

表2 呼伦湖表层沉积物的矿物成分(%)

Tab. 2 Mineral composition of surficial sediments in Hulun Lake (%)

采样点	沉积物	石英	钾长石	斜长石	方解石
HL3	钙质粉砂质粘土	14	32	26	28
HL4	钙质粉砂质粘土	25	29	23	23
HL5	钙质粉砂质粘土	31	19	27	23
HL8	钙质含砂粉砂质粘土	29	24	27	20

* X射线衍射法测定,粘土矿物未计。

呼伦湖沉积物中方解石的形成主要与湖水的化学过程有关。据1985年的水化学分析资料^[1],呼伦湖湖水平均含盐量1055 mg/L,pH值8.8,Ca²⁺、CO₃²⁻和HCO₃⁻离子浓度分别是24.71 mg/L、1.41 me/L和8.62 me/L。经碳酸盐饱和度计算^[5],湖水中碳酸钙已达到过饱和状态,具备碳酸盐化学沉淀的基本条件。

笔者进一步对沉积物的碳酸盐含量和有机碳含量作了定量测试。碳酸盐分析采用库伦法,结果表明,样品碳酸盐含量为10.1%—17.6%。个别样品如HL10碳酸盐含量不到2%

(表3),这是由于HL10处于海拉尔河三角洲的前缘,大量陆源碎屑的输入使碳酸盐矿物被稀释,造成碳酸盐含量的低值。

表3 呼伦湖表层沉积物的CaCO₃和C_{org}含量(%重量)
Tab.3 CaCO₃ and C_{org} contents of surficial sediments in Hulun Lake

采样点	沉积物	CaCO ₃	C _{org}
HL3	钙质粉砂质粘土		5.20
HL4	钙质粉砂质粘土	14.24	3.91
HL5	钙质粉砂质粘土	14.42	4.33
HL7	钙质含砂粘土/质粉砂	10.14	2.76
HL8	钙质含砂质粉砂质粘土	17.58	4.53
HL9	含砾粗砂	12.42	1.67
HL10	粉砂质粘土	1.91	1.11

有机碳分析采用氧化还原电位滴定法,测试结果(表3)显示,有机碳含量除个别采样点如HL9、HL10较低外,大多数均较高,其含量变化范围在1.1%—5.2%之间,平均值3.4%。较高的有机碳含量说明湖泊具有较高的初始生产力。此外,湖水较深、水温较低也使得沉积物中的有机质难以分解。

3 沉积速率

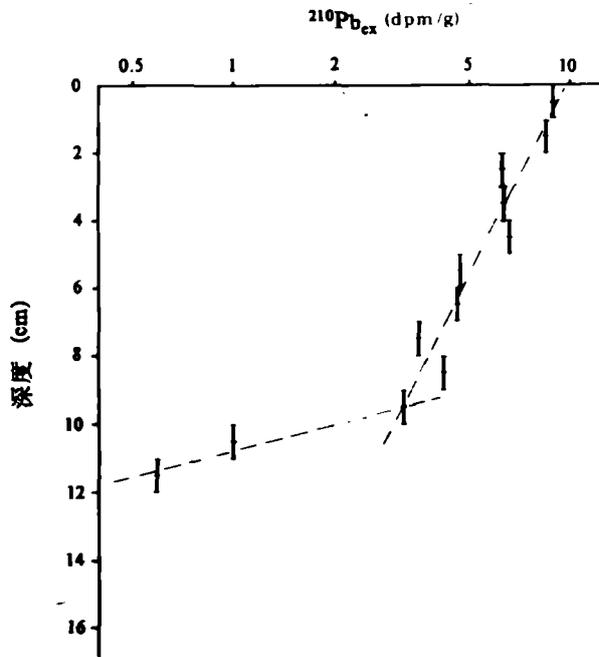


图2 HL8 采样点柱样的过量²¹⁰Pb 垂直分布

Fig.2 Vertical distribution of excess ²¹⁰Pb in core HL8

在HL8号采样点获取了一深约20cm的柱样用于测定湖泊沉积物的沉积速率。样品以1cm的间隔分取,称重后烘干,求出含水量。加入²⁰⁸Po示踪剂,用硝酸处理后再用盐酸浸取出样品中的²¹⁰Po,使Po同位素镀在银片上。由1024道多道分析仪与金硅面垒探测器组成的α能谱仪测得²¹⁰Po和²⁰⁸Po计数,由²¹⁰Po含量求得样品中²¹⁰Pb的放射性比度。

用²¹⁰Pb法的CIC模式计算了HL8号柱样的沉积物沉积速率^[6,7]。选择CIC模式的沉积环境应是沉积物来源于充分接受了大气中²¹⁰Pb沉降的物源(如流域侵蚀产物),并且在湖水中滞留时间较短,沉积物中的²¹⁰Pb含量明显受物源影响,即沉积物的增加能同时导致相应的²¹⁰Pb增加。这样才能保证沉积物—水界面放射性比度的平衡^[6]。

图 2 是呼伦湖 HL8 柱样的过量 ^{210}Pb 随深度变化的分布图。经计算得出 10 cm 处沉积物年龄为公元 1959 年,10 cm 以上平均沉积速率为 0.25 cm/a,10—12 为 0.05 cm/a。10cm 处存在一个显著的沉积速率变化界面。可见,60 年代开始呼伦湖沉积速率明显加大。

据水文、人文调查资料,呼伦湖在本世纪 40 年代前水位虽有波动,但湖面较小,水位低于 541 m;50 年代以来湖水渐涨,1962—1968 年达到近百年来历史最高水位 545.5 m^[1,2]。秦伯强等^[3]经水量平衡计算后认为,呼伦湖水位波动主要受地表径流量多少的控制。据此推测,在湖泊水位开始骤升的同时,入湖河流携带的泥沙量也相应增加,造成沉积速率的加大。

从呼伦湖沉积环境的实际条件来考虑,由于克鲁伦河、乌尔逊河和海拉尔河的汇入,呼伦湖沉积物受物源影响较为明显。由于沉积物中的 ^{210}Pb 含量取决于物源,沉积物在湖水中滞留时间亦较短。因此在采样点 HL8 计算其沉积速率时,用 CIC 模式与实际情况较为接近。

4 结 论

(1) 呼伦湖表层沉积物的主要矿物组成包括外源组分(即石英、长石、云母和粘土矿物等)和自生组分(主要是方解石)。化学分析表明沉积物碳酸盐含量为 5—18%。碳酸盐沉积与湖水的较高含盐量有关。

(2) 对湖泊中心部位(HL8 采样点)柱状样进行了 ^{210}Pb 测试,用 CIC 模式计算其沉积速率,说明 60 年代以来平均沉积速率是 0.25 cm/a。

致谢 参加野外调查工作的人员还有董本凤、王云飞、羊向东、马燕、秦伯强等,张立仁、龚埤、潘红玺、沈吉、薛滨等为实验分析提供了帮助。在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 徐占江(主编)。呼伦湖志。长春:吉林文史出版社,1989。
- 2 王乃康、郭绍礼、杨绪山。呼伦贝尔型达赉湖的形成及其变迁的初步探讨。见:干旱区地理学术会议文集。北京:科学出版社,1965,22—31。
- 3 朱海虹(主编)。云南断陷湖泊环境与沉积。北京:科学出版社,1989,281—303。
- 4 俞 旭、江超华。现代海洋沉积矿物及其 X 射线衍射研究。北京:科学出版社,1984,63—91。
- 5 Kelts, K., K. J., Hsu., Freshwater carbonate sedimentation. In: A. Lerman ed., Lakes: chemistry, geology, physics. New York: Springer-Verlag, 1978, 295—323.
- 6 McCall, P. L. et al., ^{137}Cs and ^{210}Pb transport and geochronology in urbanized reservoirs with rapidly increasing sedimentation rates. *Chem. Geol.*, 1984, 44:33—65.
- 7 Robbins, J. A., Geochemical geophysical applications of radioactive lead isotopes. In: J. P. Nriago ed., Biogeochemistry of lead. Elsevier, 1978, 285—393.
- 8 项 亮、韩晓钟。 ^{210}Pb 测年模式比较——以巢湖现代沉积速率变化分析为例。见:中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第 9 号。北京:科学出版社,1993,104—112。
- 9 秦伯强、王苏民。呼伦湖的近期扩张及其与全球气候变化的关系。海洋与湖沼,1994,25(3):280—287。

MINERAL COMPOSITION AND SEDIMENTATION RATE OF SURFICIAL SEDIMENTS IN HULUN LAKE, INNER MONGOLIA

Ji Lei Xia Weilan Xiang Liang Wang Sumin

(Lake Sediment and Environment Lab., Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008)

Abstract

Hulun Lake, the fifth largest lake in China, is located in the west side of Hulun Buir Prairie. It was seldom studied and understood before due to the remote border district. The observation and sampling of the modern sediment in Hulun Lake has been carried out and the mineral composition and the sedimentation rate analysed recently.

The surficial sediments of Hulun Lake are distributed unevenly, for the lake is linked to the influxes of the Herlen River, the Orxon River and the ancient Harlar River. Grainsize analysis of 7 sediment samples in the northwest demonstrates that the median size of most sample is $7.0-9.2\phi$, falling in the size fraction of clay-very fine silts. Mineral identification by microscope and XRD analysis for the sediment shows that the sediments are such allogenic minerals as quartz, feldspar, mica and heavy minerals and authigenic minerals, mainly calcite. Carbonate content of the sediment samples ranges from 10.1% to 17.6% indicated by chemical analysis, which is linked to higher salinity and supersaturation to carbonate of the lake water.

^{210}Pb dating was tested for a short core in the central part (site HL8) of the lake and the sedimentation rate was calculated using CIC model. The average sedimentation rate is 0.25 cm/a above 10cm-depth of the core and 0.05 cm/a in 10-12cm, implying higher sedimentation rate since 1959 A. D. Based on the hydrological data, the lake level rose gradually beginning from the 1950s and up to its historical highest in the 1960s. It is inferred that the influx sediment amount increased as the lake level rose.

Key Words Surficial sediment, sedimentary mineral, sedimentation rate, Hulun Lake