科学通报
第40卷 第8期 CHINESE SCIENCE BULLETIN 1995年4月

黄河袭夺若尔盖古湖时代的沉积学依据*

王云飞 王苏民 薛 滨 吉 磊 吴敬禄 夏威岚 潘红玺
(中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放实验室，南京 210008)
张平中
(中国科学院兰州地质研究所气体地球化学国家重点实验室，兰州 730000)
陈发虎
(兰州大学地理系，兰州 730000)

关键词 沉积记录 35～38 kaB.P. 黄河袭夺 若尔盖古湖

若尔盖盆地位于川西北，是伴随青藏高原隆起而形成的断陷盆地．海拔高程3 400～3 600 m，地势南高北低起伏较小．现代黄河从西部流入盆地蜿蜒曲折，在接纳源于东南部山区的白河、黑河后折向西北，从玛曲县流出盆地进入峡谷区．研究峡谷区即为古黄河袭夺区，袭夺前的若尔盖盆地曾长期维持湖泊环境[1]．作者于1992年在若尔盖县黑河牧场西南约3km的黑河南岸施工RH孔．孔位坐标33°50′N，120°30′E，地处古湖泊凹陷中心附近．据^{14}C测年[1)]和磁极性测试，建立了RH孔较精确的年代序列(图1)．对研究层段4.1～30.0m的沉积物经多项环境代用标志分析测试，在井深12.4m，^{14}C年代(37 630±1 070)aB.P.处，获得该孔黄河切穿若尔盖古湖的沉积学证据，现作简要分析．

1 RH孔沉积记录依据

RH孔的沉积记录在20.2m和12.4m均表现出明显变化，把研究层段一分为三(图1)．根据各项指标的分异规律辨析各段的沉积环境，尤其对12.4m的突变给予科学解释，有助于揭示若尔盖盆地环境演化的基本过程．

1.1 岩性和沉积环境

RH孔20.2m以下沉积物主要为青灰色泥质粉砂与粉细砂不等厚互层，发育水平层理、波状层理；含有机质斑块，螺壳化石和泥质碳酸盐薄层，应为浅水湖相沉积．20.2～12.4m下部以湖沼相泥炭为主，上部变为粉细砂和泥质沉积，顶部发育35cm泥炭．内见冲刷和扰动现象，发育透镜状层理，与河流的分流进入湖中造成的充填沉积较相似[2]．12.4m以上岩性突变为厚层砂，底部黄灰色，中上部黄色，其组成与现代黑河相似，证明该层为古湖泊后期被黑河充填和最终消失后发育的河流相沉积．

1.2 碳酸盐含量(CM)和无机$\delta^{13}C$变化

20.2m以下，碳酸盐沉积发育，CM5%～10%，但20.2m时突然降低，分析湖水已有外泄而急剧淡化．12.4m以上出现的碳酸盐应属古湖消失后的少量积累．这从碳酸盐$\delta^{13}C$变化也能予以证实．下部波动较小反映各阶段因温度、湿度不同造成了溶解无机^{13}C含量和湖水与大气

1994-07-29收稿，1994-12-10收修改稿
* 国家自然科学基金重点资助项目
1) 加速器质谱仪分析(AMS)由美国明尼苏达大学湖泊研究中心和亚里桑那大学提供；其余^{14}C分析由中国科学院兰州冰川冻土研究所完成

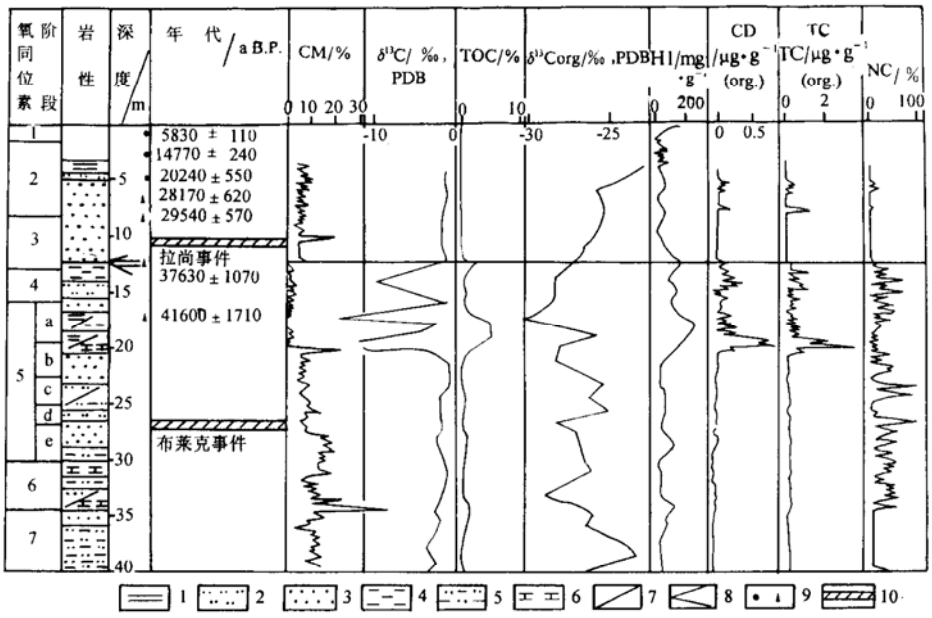

图1 若尔盖古湖RH孔环境代用标志的垂向变化

1示泥炭，2示粉砂，3示砂，4示泥，5示泥质粉砂，6示碳酸盐泥，7示互层，8示夹层，9示^{14}C测年样，三角为AMS数据，10示磁极性事件

CO_2同位素交换的差异，中部变化幅度增大(其他指标也类似)，是古沉积环境变化加剧的表现．12.4 m以上$\delta^{13}C$一直偏正，揭示在陆上相对暴露条件下，洼地积水可获得与大气CO_2同位素的更大交换，因而使无机$\delta^{13}C$保持了相对一致的偏正趋势[3].

1.3 有机质含量(TOC)和有机质$\delta^{13}C(\delta^{13}C_{org})$

湖泊水介质有利于有机质保存，所以12.4m以下TOC含量较高．12.4m以上TOC突然降低，含量<1%，表明在陆上氧化条件下有机质被大量破坏．同时$\delta^{13}C_{org}$在界线之上急剧偏正，表明^{13}C主要来源于陆上草本植物和某些灌丛植物，使C_4植物对^{13}C的贡献增大[4].

1.4 氢指数(HI)

指单位含量有机质中富氢有机质程度，用于表征有机质保存条件和来源的又一指标．藻类和无定形残留物含较丰富的饱和有机化合物，因此更富集氢．陆上有机残留物富含芳香族化合物其氢含量较低．12.4m以下HI100～250mg·g^{-1}，表明有机质多来源于湖中低等植物且保存条件好．上部突降至50mg·g^{-1}以下，是有机质在陆上氧化环境下不易保存和草本植物为其主要来源的佐证[5].

1.5 色素

沉积物中叶绿素及其衍生物(CD)、总类胡罗卜素(TC)和脱镁叶绿素(NC)等含量和比值是环境的敏感指示剂[6]．湖泊沉积物中因藻类和水生植物的贡献含色素较高．相反陆上有机质中色素因保存条件差及纤维素和木质素等大量介入和稀释使其含量降低．它们在12.4m显示的突变，再次证明此深度上、下区域环境有重大变化．

2 盆地中露头剖面信息

若尔盖古湖消失是区域性的环境更迭事件，因此在部分露头剖面上也可观察到这一事件

的旁证.

2.1 索格藏寺剖面[7]

位于唐克附近黄河东岸阶地. 据宗冠福(1985)研究,在距底约3.5m处有马、披毛犀、普氏羚羊、原始牛等哺乳动物化石出土,其^{14}C年代为22.6ka B.P.,表明在此时本区已演化为森林草原景观. 可见黄河袭夺若尔盖古湖的时代应早于22.6ka B.P..

2.2 玛曲县黑河口剖面

剖面上部3m为粗碎屑沉积物,属洪积-冲积相沉积. 3m以下突变成青灰色粉砂质泥,水平层理和韵律层序发育,属湖相. 据界面^{14}C测年,证实(24830±1580)a B.P.(AMS)黑河口附近的湖相沉积已为洪积-冲积物取代.

3 讨论

RH孔是若尔盖古湖沉降中心附近的连续沉积. 研究结果表明剖面古环境演化经历了湖泊环境,袭夺初期的湖泊充填和黑河下游平原沉积3个阶段. 其中第三阶段始于井深12.4m,(37030±1070)a B.P.前后的环境突变,分析资料显示并非气候因素影响,而是黄河袭夺了若尔盖古湖,使区域环境发生重大变化所致. 又据黑河口剖面资料,湖泊沉积在(34830±1580)a B.P.也为洪积-冲积物取代. 因此38～35 ka B.P.可作为黄河袭夺若尔盖古湖的沉积学依据.

黄河袭夺若尔盖古湖有其内在的环境条件和构造背景. 据研究若尔盖盆地在玉木冰期间冰段古气候较为温湿. 另据报道,青藏高原北部在39～50 ka B.P.普遍有一次明显的构造运动,表现在陇西盆地黄河二级阶地形成;宁夏中宁盆地的断块活动和柴达木盆地的强烈构造隆起等[8]. 若尔盖盆地可能在其影响下缓慢隆起,大大增强了黄河对袭夺区的溯源侵蚀作用,最终导致若尔盖古湖被黄河切穿而逐步消失. 诚然,后续工作还应对下游袭夺区的地貌演化过程以及黄河溯源侵蚀的构造背景和动力机制作深入研究.

致谢 本研究得到课题负责人施雅风、李吉均院士指导. 郑本兴、李世杰、刘光秀等协同野外工作,在此一并致谢.

参 考 文 献

1 徐茂其. 川西北若尔盖高原第四纪环境演变概要. 西南师范大学学报(自然科学版), 1988, (4): 94～106
2 Reineck H E, Singh I B. Depositional Sedimentary Environments. 2nd edtion. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1980. 257～314
3 Turner T V. Kinetic fractionation of carbon-13 during calcium carbonate precipitation. Geochem Cosmochem Acta, 1982, 46: 83 ～ 92
4 Deines P. The isotopic composition of reduced organic carbon. In: Fritz P, Fontes J Ch ed. Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Vol 1A. Amsterdam: Elseveier, 1980. 329～406
5 Talbot M R, Livingstone D A. Hydrogen index and carbon isotopes of lacustrine organic matter as lake level indicators. Palaeogeogr Palaeoclimat Palaeoecol, 1989, 70: 121～137
6 Swain E B. Measurement and interpretation of sedimentary pigments. Freshwat Biol, 1985, 15: 53～75
7 宗冠福, 徐钦琦, 陈万勇. 阿坝藏族自治州若尔盖晚更新世地层及哺乳类化石. 古脊椎动物学报, 1985, 23(2): 161～166
8 朱允铸, 李争艳, 吴必豪. 从新构造运动看察尔汗盐湖的形成. 地质学报, 1990, 64(1): 13～21