

98, 10(3)
1-7

1998/P7421X/018/003

P534.63

我国西部内陆型晚冰期环境特征的湖相沉积记录

1-7
P531

钟巍 韩淑媿

(新疆大学地理系, 乌鲁木齐 831046)

摘要 根据新疆东部巴里坤湖沉积地层及孢粉、地球化学元素和有机质含量波动特征, 同时结合年代的测定, 本文对由其所揭示的晚冰期中的几次冰阶与间冰阶交替出现的内陆型环境演变特征进行了研究, 指出此阶段中环境演变仍具有相对冷湿与暖干交替的匹配模式, 广泛的区域性对比表明, 它的出现具有全球一致性, 同时又具有区域性差异特征, 这种非线性的气候变化对于研究气候突变事件的发生机制具有重要意义。

关键词 晚冰期 内陆型 环境演变特征 湖相沉积 巴里坤湖

分类号 P467 P534.63

古环境

晚冰期是指末次冰盛期以后与全新世之间的过渡期, 由于区域性差异及测年精度等众多因素的限制, 全球各地其起止时间不尽相同, 大致在 15/14-10kaBP 之间^[1]。晚冰期最早在欧洲研究比较详细, 其气候变化的重要标志是以示干冷的北欧仙女木(Dryas)植物群的展缩, 分别代表了其中的几次气候冷暖波动, 故现今人们仍以仙女木来命名其中的几次冰阶, 目前, 这一时期的气候特征已越来越多地从深海同位素、冰芯、内陆湖泊沉积、风成黄土等记录中得以揭示, 在我国东部地区晚冰期的起止时间约在 13.7-10.5(10.2)kaBP^[2]之间, 孢粉记录清晰地揭示了期间的 5 次气候冷暖交替, 本文根据新疆东部巴里坤湖 ZK00A 孔的研究, 以期获得我国西部内陆地区晚冰期期间气候特征的有关信息。

1 巴里坤湖晚冰期气候特征的记录

1.1 沉积地层记录

巴里坤湖位于新疆东部天山北麓的巴里坤盆地, 海拔 1580m, 年均降水量 201mm, 年均气温 1.1℃。巴里坤湖因其高位、封闭的特点, 受人为干扰较少, 位于湖心的 ZK00A 孔共深 13.6m, 距顶 4.2m 处 ¹⁴C 年代为 14360±410aBP, 1.14m 处 ¹⁴C 年代为 6618±89aBP, 为了便于讨论, 本文在已有研究的基础上^[3-6], 重点选用 1.14-4.2m 段作为研究对象, 探讨晚冰期中该地区气候演变过程及特征, 沉积物岩性特征及年代数据如表 1 所示。

巴里坤湖 ZK00A 孔沉积地层的综合分析表明^[6], 粒细径, 结构致密、微含盐矿物的灰绿、灰黑或灰白色粘土、淤泥应当为冷或凉湿条件下的产物; 而粒径较粗, 结构疏松, 富含蒸发岩类矿物以黄色、灰黄色沙、亚粘土沉积为主的则为暖干或热干环境下的沉积^[3], 据此划分的沉积地层气候旋回见表 1。

• 国家自然科学基金(4570042)资助项目。
收稿日期:1997-10-20;收到修改稿日期:1998-03-16。钟巍,男,1967年生,博士,副教授。

表 1 巴里坤湖 ZK00A 孔 1.14—4.20m 段沉积特征、年代数据与沉积气候地层旋回
 Tab.1 Sedimentary features, datings and climatic-stratigraphic cycle
 from 1.14-4.20m of ZK00A core in Balikun Lake

深度(m)	沉积物特征	样号	年代(aBP)	沉积地层气候旋回
1.14—1.40	灰白、青灰含盐类斑点淤泥	31	6618±89	暖湿期 (气候适宜期)
1.41—1.70	灰白亚粘土,含少量石膏及芒硝,下部芒硝增多	32	7000±150	暖干期
		33	8290±150	冷湿期
1.71—1.90	灰绿色含芒硝亚粘土,下部为灰白色亚粘土	34	8970±140	暖干期
1.91—2.00	灰白亚粘土,芒硝互层,下部芒硝增多	35	9370±160	暖干期
2.01—2.20	粘土含芒硝	36	10084	冷湿期(新仙女木)
2.21—2.50	灰白色芒硝、石膏亚粘土互层,下部芒硝、石膏变少	37	10870±240	暖干期
		38	12070±280	(阿尔露德)
2.51—2.62	灰黑色含小卷螺亚粘土	39	12150±240	冷湿期 (中仙女木)
2.63—3.20	灰黑色含石膏、芒硝亚粘土、亚沙土	40—43	12530	暖干期 (博林)
3.21—4.20	灰绿色或黄绿色粘土、淤泥		13650±360	冷湿期
		44—50	14360±410	(老仙女木)

1.2 生物地层学记录

巴里坤湖沉积物所揭示的气候演变特征具明显的西风型模式^[2],即在冷期中,相对湿度增大;而在暖期中,却表现为干燥程度的增强,但是,孙湘君等在北疆玛纳斯湖的研究中却发现由孢粉所揭示的气候特征与我国东部基本一致,但对孢粉资料的解释作者承认存在不足性^[7]。二者的分歧固然同我国干旱地区目前的研究不够深入有关。在分析孢粉的环境指向问题上,容易理解在极端干旱的宏观背景下,对植被影响作用最大的是湿润状况,并且湿润条件的改变最多也只是影响以旱生、荒漠植被型为主的植被茂盛程度,而对其种类的影响作用颇微。故在缺乏具特殊环境指向意义的植物类型的情况下,孢粉总浓度较之于孢粉类型组合更具环境指向意义。从年代数据与样品孢粉总浓度绘制的图 1a 中可以发现,在 1.14—4.20m 共 3.06m 长的部分,孢粉浓度共出现 3—5 次峰值,其年代分别为 6180±89aBP、8290±150aBP、10084aBP、12150±240aBP 和 13650±360aBP。除第一个峰值为全新世气候适宜期相对温暖环境条件的体现外(达 898—10000 粒/g),其余 4 次则分别代表了全新世第一新冰期和晚冰期中的新、中、老仙女木 3 次冰阶,其孢粉浓度分别达到 270 粒/g、132—173 粒/g 和 429 粒/g。在 14360±4100aBP,孢粉浓度达到 19630 粒/g,可能是末次冰盛期的反映。而在 10870±280aBP 和 12530aBP 的阿尔露德和博林两次间冰阶中,孢粉浓度却分别只有 2 粒/g 和 106 粒/g,表明冰阶中相对湿冷的生境条件更有利于植被的生长(图 1)。

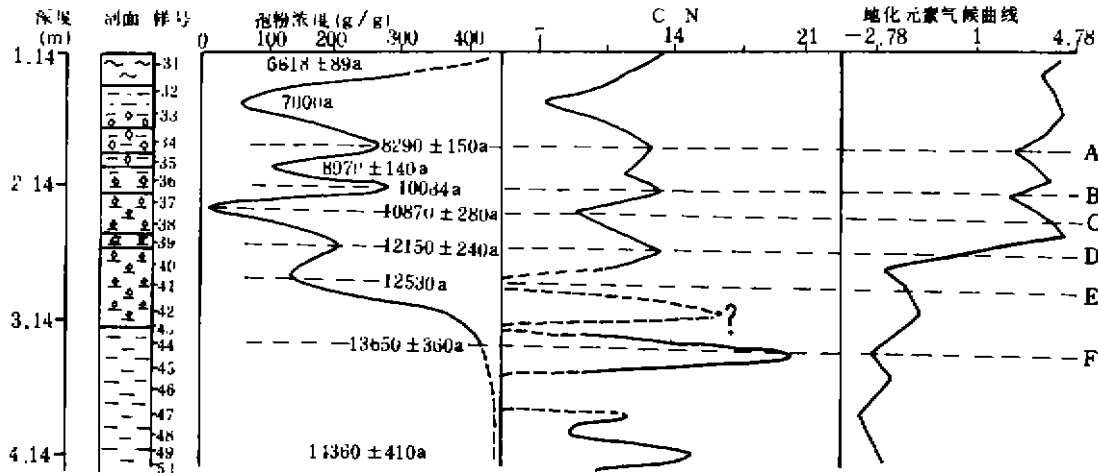


图 1 巴里坤湖 ZKOOA 孔晚冰期孢粉浓度及地球化学元素气候曲线的对比
 A: 第一新冰期; B: 新仙女木; C: 阿尔露德; D: 中新仙女木; E: 博林; F: 老仙女木

Fig. 1 The comparison of the spore-pollen density and geochemical climatic curve during late glaciation of ZKOOA core in Balikun Lake

表 2 巴里坤湖 ZKOOA 孔晚冰期段地化元素含量波动

Tab. 2 Contents of geochemical elements of ZKOOA core during Late Glaciation in Balikun Lake

样号	孔深 (m)	C/N	Sr/Ba	Al ₂ O ₃ (%)	CaCO ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Ti (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Sr (mg/kg)	Ba (mg/kg)
31	1.20-1.25	12.04	7.90	3.18	46.61	1.26	826	14.91	1761	321.69
32	1.45-1.55	13.59	9.02	3.03	48.15	1.20	770	13.58	1885	208.93
33	1.60-1.70		5.00	3.28	35.58	1.28	890	15.70	937	187.28
34	1.80-1.90	13.52	7.29	3.84	41.68	1.60	1047	14.28	1751	240.15
35	1.90-2.00	11.22		3.60	40.18	1.42	975		1915	
36	2.10-2.20	13.12	5.80	3.26	28.63	1.23	903	15.88	1078	187.09
37	2.20-2.30	7.81	12.27	4.67	38.67	1.82	1313	17.19	2944	239.99
38	2.30-2.50	16.02	9.03	4.30	46.15	1.89	1191	16.09	1890	266.92
39	2.50-2.60	12.57	8.06	3.60	52.90	1.48	952	14.39	2097	243.74
40	2.60-2.80		0.99	12.86	46.25	4.94	3462	26.33	444	449.52
41	2.85-2.95	20.36	0.84	12.16	17.75	4.10	3579	17.74	422	502.62
42	2.95-3.02		0.77	12.93	17.77	4.29	3832	26.28	412	533.80
43	3.02-3.10		0.54	14.13	10.02	4.21	3999	27.62	289	538.02
44	3.10-3.32	20.54	0.61	13.72	14.35	6.20	3780	27.70	291	474.80
45	3.32-3.60	8.89	0.55	14.05	12.61	5.37	3989	28.57	269	489.87
46	3.70-3.75		0.56	14.38	13.73	5.74	3973	30.29	283	504.36
47	3.75-3.80	11.00	0.46	15.11	11.12	6.15	4017	29.21	236	515.82
48	3.80-3.85	8.86	0.50	15.19	13.32	5.81	3911	30.21	285	489.76
49	3.90-4.00	14.99	0.16	14.42	12.02	5.01	3253	26.88	522	482.70
50	4.15-4.20	9.40	0.69	12.43	17.91	5.77	3852	30.03	522	488.53

1.3 沉积物地球化学元素记录

地球化学元素在剖面中的含量波动一定程度上反映了沉积时的表生地球化学元素沉积环境,特别是水分状况.变化总规律是(表2),在相对冷湿条件下,湿润型元素如 Ti、Ni、Cr、Fe 等^[3]性质比较稳定的元素或氧化物由于地表径流的增加,故而沉积物易于以碎屑形式被携至湖盆沉积下来,致使其含量明显增高.但在相对暖干期中,蒸发强烈,地表径流减少,难以将物源区土壤中稳定元素带入湖盆,致使湖积地层中这类元素含量明显降低.相反,某些性质活泼的元素如 Sr、Ca、Mg 等干旱盐湖典型示干元素的含量在暖干期却大幅增加,而在冷湿期中减少(表2).运用主成分分析法处理地化元素数据,提取第一主分量,已能代表所有地化元素气候指向信息的 83.4%,依其载荷值成图,即得到由地化元素揭示的气候波动曲线.它所反映的气候信息具有综合性,虽然其波动表现的不十分剧烈,但其波动的形式总体上与孢粉浓度、有机 C/N 比值曲线及南格陵兰冰盖 Dye3 孔同位素曲线(图 2d)具较好对应(图 1,图 2).

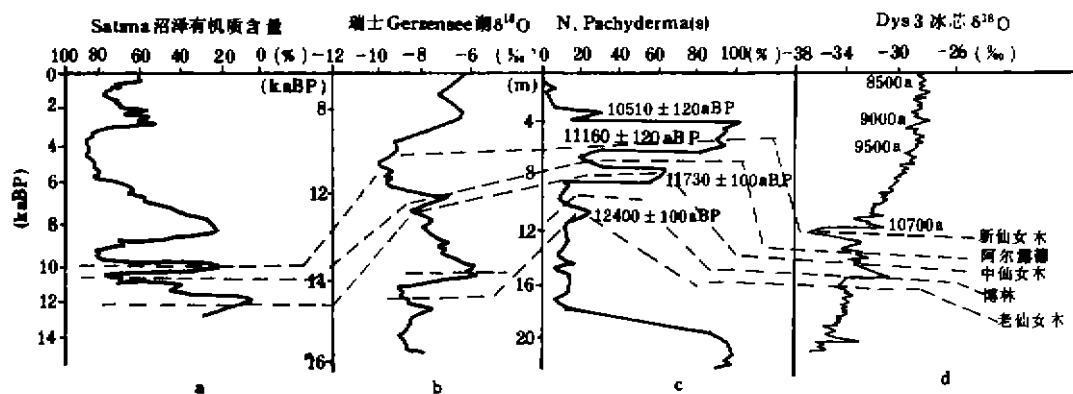


图 2 晚冰期气候变化的地质记录对比(文献来源:a^[1],b,c^[4],d^[10])

Fig. 2 Different geological records of the Late Deglaciation climatic changes

2 巴里坤湖地区晚冰期气候演变特征

晚冰期是以气候的转暖为主要趋势,但期间仍有几次剧烈的气候突变事件发生.新疆巴里坤湖湖相沉积代表的晚冰期中气候演变特征表明:其中的三次冰阶尤以老仙女木事件变冷的幅度最大,而以新仙女木事件的变化最为迅速;两次间冰阶以阿尔露德暖干的特征最为显著.总的特征呈现出明显的冷与湿、暖与干相配置的西风型环境演变的过程与我国东部长江中、下游地区、北京地区以及北欧地区^[2]完全可以对比(表3),体现了晚冰期气候演变的全球一致性.如在北京地区,晚冰期在 13.10—11.85kaBP 之间就曾出现过几次气候明显地变冷.冷峰分别出现 13.10—12.99kaBP、12.56—12.40kaBP 和 10.85kaBP,并且在 10.75±0.150kaBP 之后,乔木成分减少,苔原扩大,气候再次步入寒冷^[2].孢粉分析还表明,北京地区晚冰期中前段气候以相对冷干为主,云杉等植被多次更替;后阶段转暖,水生草本植物繁茂,沼泽泥炭广布,表现了一种暖湿的环境特征,但后期气候转向干暖.在北欧地区,以仙女木植物群的展缩为代表的晚冰期中的几次冷暖波动与我国内陆及东部地区亦可对比,表3中各次冰阶与间冰阶

起止时代的差异,可能是因为区域性差异或测年方法的限制所致(表 3)。

表 3 晚冰期气候演变特征的区域对比

Tab. 3 Regional comparison of climatic during the Late Glaciation.

巴里坤湖		长江中下游地区 ^[11]		北欧地区 ^[11]
年代(aBP)	环境特征	年代(aBP)	环境特征	环境特征
10084	(凉)冷湿期(新仙女木)	10200— 10000	相对冷干,疏林草原	寒冷期,苔原重新广布
10070±200	暖干期(阿尔露德)	10000— 11600	较暖湿,温带暖温带 针阔混交林,温度与 降水与今相当	气温回升,年均温在 12℃左右,温 暖期
12150±240	冷湿期(中仙女木)	11600— 12600	相对干冷,草原植被 带	苔原植被再次扩展,温度与早仙女 木基本一致
12540	暖干期(博林)	12600— 13000	较暖湿,暖温带针阔 混交林,气温降水与 今相当	温度迅速增加,森林植被扩展,与 现今气温基本一致
13650±360	冷湿期(老仙女木)	13000— 13700	冷干,温带草原植被, 气温下降 5—7℃	以仙女木植物群为主的植被生长 环境与冰缘永久冻土气候相当,气 温在-5℃至 6℃

晚冰期中气候变化是具突变性的,在 3—4ka 的时间尺度中,连续 5 次的冷暖波动体现了其短暂、迅速的突变性特征,冷期与暖期之间的相互转换在 10²a 尺度上可迅速完成,并且众多地质记录如动、植物群、沉积环境、地球化学特征等一系列气候指标同步地发生改变,全球各地众多不同的地质记录如湖泊沉积、深海同位素、冰芯中粉尘含量、深海微体动物化石含量等都程度不同地记录到了这一具有全球普遍性的气候波动过程(图 2)。

3 晚冰期新仙女木事件研究的意义

晚冰期中的第三次冰阶即新仙女木事件因其受冷最具突然性从而引起世界各国学者的高度重视,此期间,北半球太阳辐射量值几乎达到最大值^[12](图 3),而世界很多地区气温却大幅下降,北欧某些地区出现了类似于末次冰盛期的环境特征^[13],北大西洋水温此时较现今下降了 6—7℃,海冰边界甚至也达到了玉木冰期最盛期时的范围^[14],气候系统中的某些亚系统如洋流^[15]、大气环流^[16]、海平面^[17]、CO₂ 浓度^[18]等均发生了程度不同的调整或改变,因此,新仙女木事件已成为研究气候突变事件发生机制、气候与环境演变之间非线性关系等内容的理想范例。

从巴里坤湖沉积中新仙女木事件的有关资料来看,它在晚冰期中的各次冰阶中并不是最强烈的,其原因目前还无法解释,综合对比表明,新仙女木事件的发生具有全球普遍性和突然性,就其产生的机制,目前仍存在很多假说,如冰架、冰盖融水假说、天文因素成因假说、CO₂ 浓度变化说^[19]等,但它们也只能部分地解释其成因,事实上,目前人们对短期气候突变事件成因机制的认识还远未达到对长期气候变化机制的认识水平,从单一因子入手很难顾及气候系统

各方面,而全球洋流系统的改变,同时结合海气之间 CO_2 的交换很可能是理解新仙女木事件发生的一个新的着眼点.

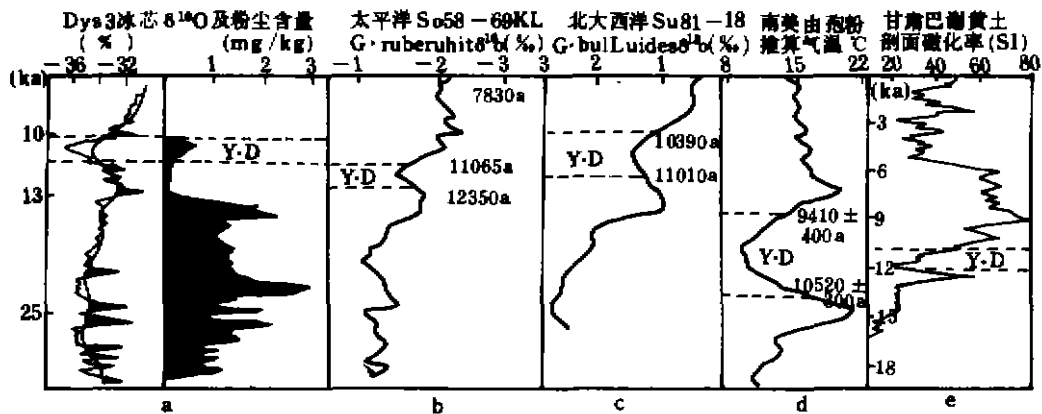


图3 新仙女木事件记录的对比(文献来源:a^[10],b^[11],c^[11],d^[8],e^[12])

Fig. 3 The comparison of the Younger Dryas Event

参 考 文 献

- 1 杨怀仁. 第四纪地质. 北京: 高等教育出版社, 1987. 154
- 2 徐 馨, 沈志达. 全新世环境. 贵阳: 贵州人民出版社, 1990. 48-86
- 3 韩淑媛. 北疆巴里坤湖全新世环境变迁序列. 地质科学, 1992, 增刊: 247-260
- 4 韩淑媛, 李志中. 论新疆巴里坤湖沉积地球化学指标的累积规律. 海洋与湖沼, 1994, 25(4): 429-437
- 5 韩淑媛, 程 章. 新疆巴里坤湖内陆型全新世气候特征. 中国科学(B), 1992, 11: 1201-1209
- 6 韩淑媛, 袁玉江. 新疆巴里坤湖 35000 年来古气候演化序列. 地理学报, 1990, 45(3): 353-356
- 7 孙湘君, 杜乃秋, 转成部等. 近 14000 年以来新疆玛纳斯湖的古植被与环境. 第四纪研究, 1994, 3: 239-247
- 8 Streef-Perrot F A. Abrupt climatic fluctuation in the tropics; the influence of Atlantic ocean circulation. *Nature*, 1990, 343: 607-612
- 9 马赫他. 人工影响天气和气候. 北京: 科学出版社, 1985. 110-112
- 10 Broecker W S. Does the ocean-atmosphere system have more than one stable mode of operation? *Nature*, 1985, 315: 20-26
- 11 Kudrass H R, et al. Global nature of the Younger Dryas cooling event inferred from oxygen isotope data from Sulu Sea cores. *Nature*, 1991, 349: 406-409
- 12 Berger A L. Long-term variation of caloric isolation resulting from the earth's orbital elements. *Quaternary Research*, 1978, 9: 139-167
- 13 Ruddiman W F and Mc Intyre A. The north Atlantic ocean during the last Deglaciation. *Paleogeogr Paleoclimatol Paleoveol*, 1985, 35: 145-214
- 14 Zubakov V A and Borzenkova I I. Global paleoclimate of the late cenozoic. Berlin: Elsevier Science Publisher B V, 1990. 258
- 15 Boyle E A and Keigwin L. North Atlantic thermohaline circulation during the past 20000 yrs linked to high-latitude surface temperature. *Nature*, 1987, 330: 35-40
- 16 Chappell J and Polach H. Post-glacial sea-level rise from a coral record at human peninsula, New Guinea. *Nature*, 1991, 349: 147-149

- 17 Harvey L D. Modeling the Younger Dryas. *Quaternary Science Reviews*, 1989, 8: 137-149
- 18 王建明, 钟 巍. 新仙女木事件的研究历史与现状. 冰川冻土, 1994, 16(4): 371-377
- 19 安芷生, 吴锡浩, 卢滨涛等. 最近 2 万年来中国古环境变迁的初步研究. 见: 刘东生主编, 黄土, 第四纪地质全球变化(第二辑), 北京: 科学出版社, 1990. 20

Inland Lacustrine Record of Environmental Change during Late Glaciation in West China

Zhong Wei Han Shutu

(Department of Geography, Xinjiang University, Urumqi 830046)

Abstract

Based on the sedimentary feature, spore-pollen analyses, the contents of geochemical elements and organic matter, together with the chronological results of the lacustrine sediment of Balikun Lake in the northern part of Xinjiang, this paper focuses on the climatic change during Late Glaciation. The climate during this period was characterized by alternation of several stadials and interstadials, and there still exists a disposal regime of hydro-and thermal-conditions, which is represented by cold-humid and warm-dry on the time scale of 100 years, differentiating from the eastern monsoonal area in China and the other areas over the world, but the process of climatic evolution is synchronous. What the paper has revealed is a non-linear climatic change during Late Glaciation in the northern part of Xinjiang, the most extreme arid inland area, which may be an important significance for providing some fresh insights into "The Climatic Abrupt Change Events".

Key Words Late Glaciation, inland style, environmental change, lacustrine sediment, Balikun Lake