

西藏佩枯错 13 000-5 000 aB·P. 植被与环境^{*}

黄 翡

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

提要 青藏高原的强烈上升对北半球大气环流起重要作用并控制东亚季风的形成和发展。西藏佩枯错 13 ka-5 ka B·P. 高密度样品孢粉分析表明: 约 12 500 aB·P. 湿度加强, 区域性植被中雪松占优势, 莎草草原大发展; 约 10 760 aB·P. 气候冷干, 莎草草原分布范围减少, 雪松成分降低, 可能与欧洲 Younger Dryas 事件相当; 10 000 aB·P. 左右是本区气候变化的转折点, 湿度迅速增加, 沙棘增多, 雪松林占优势; 9 125-8 600 aB·P. 莎草草原中灌丛成分增加, 除沙棘外, 有柳、锦鸡儿、杜鹃等; 10 000-6 800 a·B·P. 干旱逐渐加强, 约 6 800 aB·P. 达干旱高峰; 8 600-6 800 aB·P. 间气候冷干, 禾草、蒿草草原取代莎草草原, 草原植被中藜科、麻黄、白刺增多, 区域性植被松、高山栎、铁杉林占优势; 6 800-6 635 aB·P. 间湖水淡化, 水生植物狐尾藻、藻类等出现; 佩枯错 13 ka-5 kaB·P. 间出现 3 次湿润高峰, 它们分别为: 12.5 ka、10 ka、6 kaB·P.。湿度的增加可能与夏季风的加强有关。

关键词 13 ka-5 ka B·P. 植被 环境 佩枯错 西藏

1 研究区自然概况

佩枯错(28°50' N, 85°20' E)是藏南一较大的内陆湖泊。湖面海拔 4 590 m, 面积约 300 km², 为半咸水湖。湖盆周围湖相阶地广泛发育, 其东岸发育较完好的六级阶地, 南岸由冰碛、冰水洪积和湖相组成的堆积面从山麓向湖盆倾斜延伸, 堆积面中有达曲、拉曲两条河流切割并注入湖泊(中国科学院青藏高原科学考察队, 1983)。孢粉分析样品采自佩枯错南岸达曲左岸三级阶地剖面上。

佩枯错周围未设气象台站。据其东南侧 150 km 处定日(28°38' N, 87°05' E, 海拔 4 300 m)气象记录: 其年均温 0.7-2.7 °C, 最冷月均温 -7-11 °C, 最热月均温 11-12 °C, ≥10 °C 积温为 400-600 °C, 年降水量 200-300 mm。佩枯错偏西, 海拔较之高。根据植被及栽培作物推测, 其气候应较之更干冷些(中国科学院青藏高原科学考察队, 1988)。

佩枯错植被分区属藏南山原湖盆高山草原灌丛

亚区中的定日-佩枯小区(中国科学院青藏高原科学考察队, 1988), 该小区由西向东分布有吉隆盆地、佩枯盆地、古错盆地、定日盆地等。植被以高山草原为主。佩枯错周围高山草原植被类型中以紫花针茅(*Stipa purpurea*)分布最广, 还有蒿属(*Artemisia*)、固沙草(*Orinus thoroldii*)、白草(*Pennisetum flaccidum*)等为主组成的各种草原类型。另外, 该湖盆周围组成物质较细, 土壤水份条件较好, 生长了芨芨草(*Achnatherum longearistata*)草原草甸植被。

2 研究材料和方法

佩枯错三级阶地剖面出露厚度为 24.05 m。岩性主要为河湖相、三角洲相砂、粉砂、淤泥质亚粘土及砂砾。共分 18 层。岩性自上而下描述为(插图 1):

- 1) 砂 厚 0.4 m
- 2) 腐植质砂质土 厚 0.45 m
- 3) 粗砂层 厚 0.30 m
- 4) 细粒潜育砂层 厚 0.25 m

- 5) 砂砾层 厚 2.10 m
- 6) 细砂层, 具波纹。样品号: PK001-PK002 厚 0.25 m
- 7) 中、细砂层, 含铁质 厚 1.15 m
- 8) 砂质淤泥, 含植物透镜体, 7.70 m 以下见较多粘土。样品号: PK003-PK031 厚 6.65 m
- 9) 深棕色-褐红色亚粘土, 含细砂夹层。深 12.0-12.1 m 具浸染状有机质夹层。样品号: PK032-PK045 厚 1.45 m
- 10) 中砂层。样品号: PK046-PK056 厚 1.20 m
- 11) 厚层泥砂层。样品号: PK051-PK065 厚 1.90 m
- 12) 砂层, 具粉砂夹层。样品号: PK066-PK074 厚 1.80 m
- 13) 亚粘土, 含铁砂质夹层。样品号: PK075-PK081 厚 1.00 m
- 14) 棕黄色-褐色含铁亚粘土, 含砂质透镜体。样品号: PK082-PK084 厚 0.40 m
- 15) 亚粘土, 含砂质透镜体。深 20.2-20.4 m 见蓝灰色粘土层。样品号: PK085-PK096 厚 1.2 m
- 16) 蓝灰色粘土, 可塑性强, 深 21.4-21.5 m、23.1-23.2 m 见浸染状有机质。样品号: PK097-PK123 厚 2.8 m
- 17) 灰褐色砂, 23.5 m 之上含有机质透镜体 厚 0.45 m
- 18) 砂及砾 厚 0.30 m

剖面共采集了 123 个样品。除 0-8 m 以外, 其余层段均进行连续采样。0-8 m 采集了 2 个样品。8-9 m 采样间距 25 cm, 9-13 m 采样间距 10 cm, 13.00-14.25 m 采样间距 25 cm, 14.25-19.25 m 采样间距 10-15 cm, 19.25-23.25 m 采样间距 10 cm。

实验室分析方法主要是浸解法。在对孢粉样品进行百分含量统计时, 还计算了孢粉浓度。孢粉浓度计算公式: $C = (A \times B \times C / D \times E \times G) \div H$ (其中 A: 统计的花粉粒数; B: 盖片长度(mm); C: 试管中制备的样品体积(ml); D: 统计行数; E: 视野宽度(mm); G: 制片时使用的样品体积(ml); H: 实验室分析时所用的沉积物的体积(ml)。浓度单位: 每立方厘米沉积物(或每克沉积物)中所含花粉粒数。

该剖面 23.2 m 处样品 AMS¹⁴C* 测年值: 12 650 ± 140 a B.P.。王富葆(1992)在该剖面 21.6 m、12 m 处测年值分别为: 10 760 ± 660 a B.P.、6335 ± 20 a B.P.。假定 23.25-9 m 段沉积速率比较稳定, 按内插法求得不同深度¹⁴C 年龄。

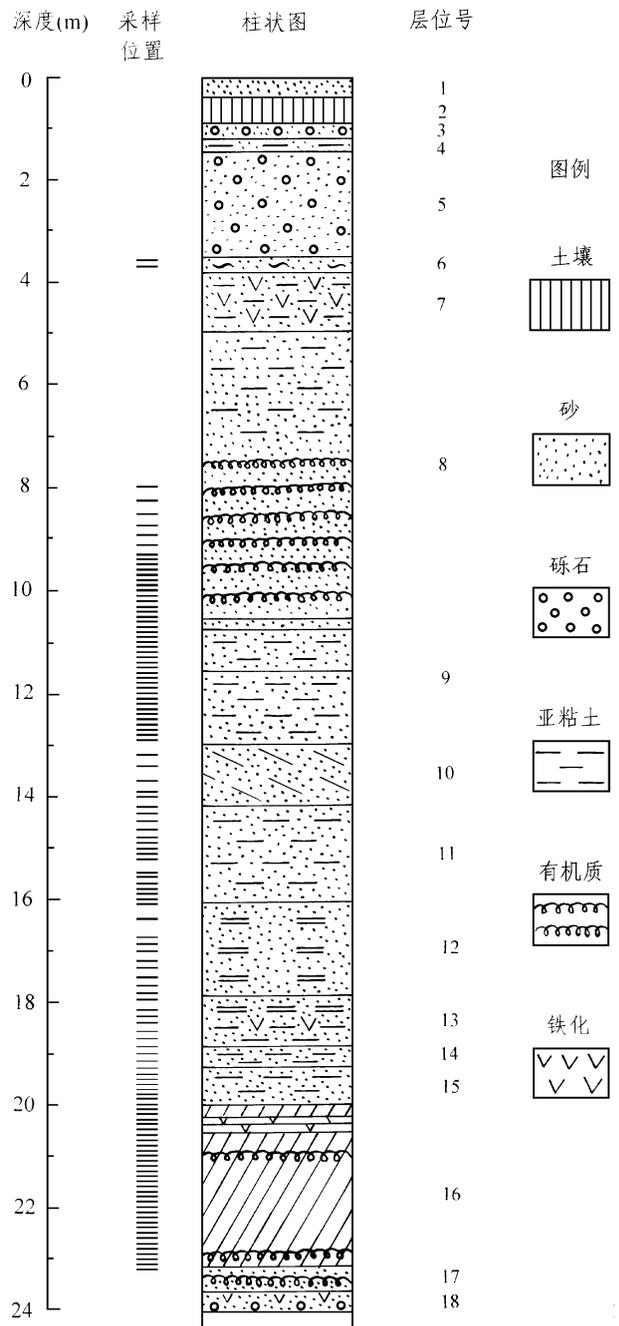


插图 1 佩枯错三级阶地剖面柱状图(据 Orlov)

Stratigraphic column of Peiku Co terrace 3 section(After Orlov)

3 佩枯错三级阶地剖面孢粉分析

经实验室分析处理后, 除 PK001-PK009、PK014-PK017、PK028-PK030、PK036、PK049-PK054 以及 PK057-PK058 花粉浓度低, 统计粒数不超过 200 粒外, 其余样品均富含孢粉。在观察分析样品时, 每个样品统计约 400 粒, 其中乔灌木统计

* AMS¹⁴C 由 California-Irvine 大学 Dr. Susan Trumbore 完成。

了 200 粒以上,最多时一个样品统计达 1 037 粒。本剖面共统计花粉 47 266 粒,分属 71 个科属。其中针叶乔木有冷杉属(*Abies*)、云杉属(*Picea*)、松属(*Pinus*)、雪松属(*Cedrus*)、铁杉属(*Tsuga*)以及少量的柏科(Cupressaceae)、罗汉松属(*Podocarpus*)及柳杉属(*Cryptomeria*)等;还可见冷杉属、云杉属、松属、雪松属、铁杉属等再沉积花粉;落叶阔叶乔灌木类有:桦属(*Betula*)、桤木属(*Alnus*)、栎属(*Quercus*)、榛属(*Corylus*)、鹅而栎属(*Carpinus*)、胡桃科(Juglandaceae)、榆科(Ulmaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、沙棘属(*Hippophae*)、麻黄属(*Ephedra*)、白刺属(*Nitraria*)、少量槭属(*Acer*)、鼠李属(*Rhamnus*)、柳属(*Salix*)、虎耳草属(*Saxifraga*)、锦鸡儿属(*Caragana*)、金露梅属(*Potentilla*)、大戟科(Euphorbiaceae)等;草本植物主要类型有:禾本科(Gramineae)、蒿属(*Artemisia*)、藜科(Chenopodiaceae)、莎草科(Cyperaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、蓼属(*Polygonum*)、豆科(Leguminosae)、菊科(Compositae)、唐松草属(*Thalictrum*)以及少量的龙胆属(*Gentiana*)、石竹科(Caryophyllaceae)、草属(*Humulus*)等;还有极个别的百合科(Liliaceae)、十字花科(Cruciferae)、唇形科(Labiatae)等。蕨类植物主要有:水龙骨科(Polypodiaceae)、阴地蕨属(*Botrychium*)、鳞盖蕨(*Microlepia*)、凤尾蕨属(*Pteris*)等。

根据孢粉分布特征,选取剖面较连续出现的有代表性的孢粉类型,用 Tilia 软件绘制出佩枯错三级阶地剖面孢粉百分含量图式及浓度图式。现将 23.25—9.4 m 段 5 个孢粉组合带描述如下(插图 2—5):

PK-1 带(深 23.25—21.6 m, 13 000—10 760 a B.P.):本组合带乔木类花粉浓度值为 5.53×10^4 粒/克;灌木、草本花粉浓度达 8.27×10^4 粒/克;其中灌木花粉浓度: 0.69×10^4 粒/克。乔木花粉含量占花粉总量的 37.5%,以松(30.3%)、雪松(26.5%)占优势,22.5 m 处云杉花粉含量高达 19.5%;落叶阔叶类以栎、桦居多(约 7.3%);其次,为榛、鹅而栎。灌木、草本花粉占花粉总量 57.5%,以莎草科占优势,达 56.9%;蒿及豆科次之(8%);其他有禾本科、毛茛科等。灌木类以沙棘居多(4.3%)。藜科、麻黄仅在该组合带底部出现。

PK-2 带(深 21.6—18.25 m, 10 760—9 125 a B.P.)又可划分为两个组合亚带 PK-2A 亚带(21.6—20.9 m, 10 760—10 000 a B.P.)、PK-2B 亚

带(20.9—18.25 m, 10 000—9 125 a B.P.);PK-2A 亚带,乔木类花粉浓度出现本剖面最高值(18.2×10^4 粒/克)。灌木、草本花粉浓度值 6.6×10^4 粒/克。其中灌木类花粉浓度为 0.61×10^4 粒/克。乔木类雪松(45.9%)占优势;松含量 28.3%;其次是云杉(10.8%)、铁杉(4%)及冷杉(2.6%)。灌木、草本中以莎草科为主,含量高达 57.6%;其次是豆科(9.9%)、禾本科(7.9%)、沙棘(7.2%);偶见柳属、杜鹃花粉。PK-2B 亚带,以乔木类花粉浓度(6.98×10^4 粒/克)迅速降低为特征,灌木、草本成分浓度值变化不大。乔木类中雪松(30.5%)、松(28.4%)含量相当;铁杉(7.3%)含量增加较明显;落叶阔叶类榛、鹅而栎均有上升趋势。灌木、草本中以莎草科(47.7%)、沙棘(10.6%)为主;其次,蒿、豆科、毛茛科含量相当,为 6%—7%。偶见白刺花粉。

PK-3 带(18.25—15.05 m, 9 125—7 700 a B.P.)又可划分为两个组合亚带 PK-3A 亚带(18.25—17 m, 9 125—8 600 a B.P.)、PK-3B 亚带(17—15.05 m, 8 600—7 700 a B.P.);PK-3A 亚带,以灌木浓度(1.29×10^4 粒/克)增加为其特征。乔木类以松(33.4%)取代雪松(27.5%)成为优势分子;其次,是铁杉(11.3%)、栎(6.6%)、桦(5.3%)。灌木、草本仍以莎草、沙棘占优势,麻黄曾消失。PK-3B 亚带,以花粉浓度骤减为特征。乔木浓度为 1.72×10^4 粒/克,灌木、草本为 1.77×10^4 粒/克(其中灌木类浓度为 0.26×10^4 粒/克)。乔木仍以松、桦、栎为主。灌木、草本中蒿、禾本科、豆科花粉含量逐渐上升,藜科花粉较连续出现。

PK-4 带(深 15.05—11.9 m, 7 700—6 335 a B.P.)划分两个组合亚带,即 PK-4A 亚带(15.05—13.4 m, 7 700—6 800 a B.P.)、PK-4B 亚带(13.4—11.9 m, 6 800—6 335 a B.P.);PK-4A 亚带以花粉浓度降至剖面最低值为其特征。乔、灌木、草本浓度值相当,约 0.05×10^4 粒/克。乔木中以松(38.7%)、桦(12.5%)、栎(10.6%)、铁杉(9.2%)为主;其次,是雪松(6%)。灌木、草本植物中,莎草含量降至 16.8%;其次,是蒿,13.9%;豆科,12.5%;蔷薇科、沙棘及禾本科含量相当,约 10%。耐旱种类含量明显增大。PK-4B 亚带,花粉浓度迅速增加,乔木浓度为 4.68×10^4 粒/克,灌木、草本浓度上升为 5.17×10^4 粒/克。乔木以松(40.9%)、雪松(14.6%)、铁杉(11.1%)等为主。灌木、草本以莎草(40.3%)为主;豆科(11.8%)次之。出现狐尾藻及藻菜花粉。蕨类孢子种类增多。

PK-5带(深11.9—9.4 m, 6 335—5 000 aB.P.);花粉浓度变化幅度大。由几万粒/克降至几百粒/克。其中在11.2—11.4 m(包括28、29、30号样品),9.8—10.1 m段(包括14、15、16、17号样品)

花粉浓度低,为几百粒/克。9.5 m处,花粉浓度迅速增加。乔木类以雪松、松、铁杉为主,落叶阔叶类栎、桦含量呈下降趋势。灌木、草本以莎草、沙棘为主,菊科含量增多。

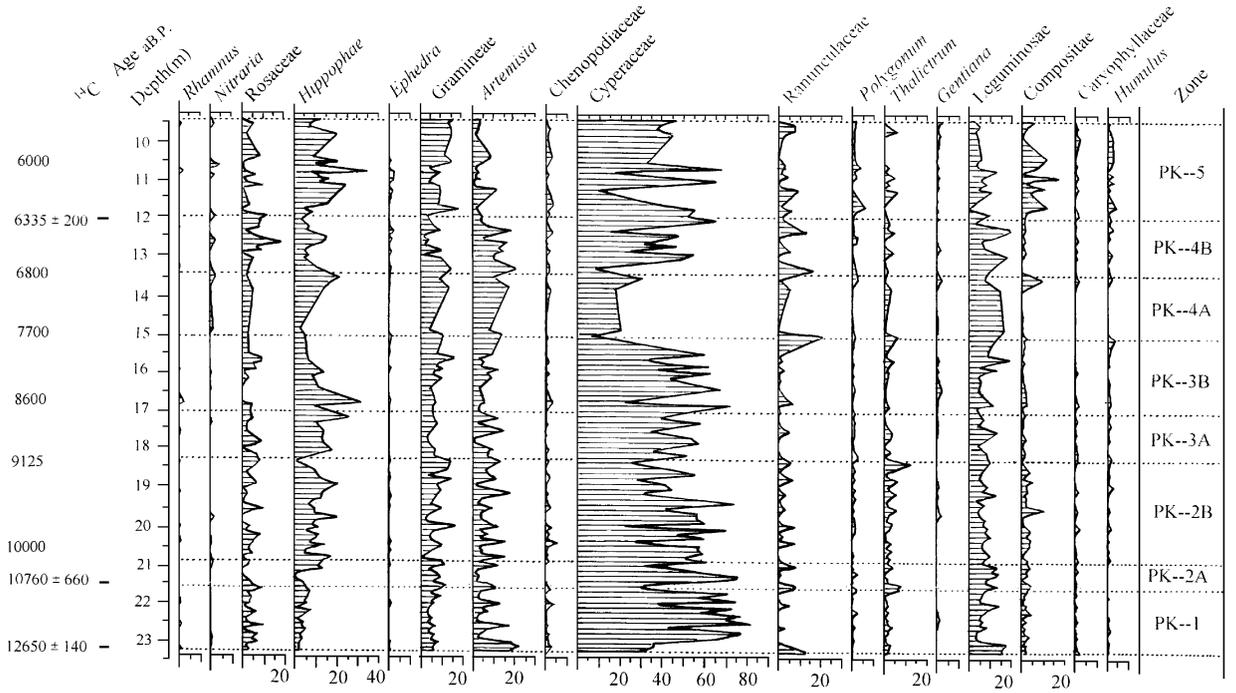


插图2 佩枯错三级阶地剖面 13 ka—5 ka B.P.间灌木、草本花粉百分含量图式
Nonaboreal pollen percentage diagram of Peiku Co during 13 ka—5 ka B.P.

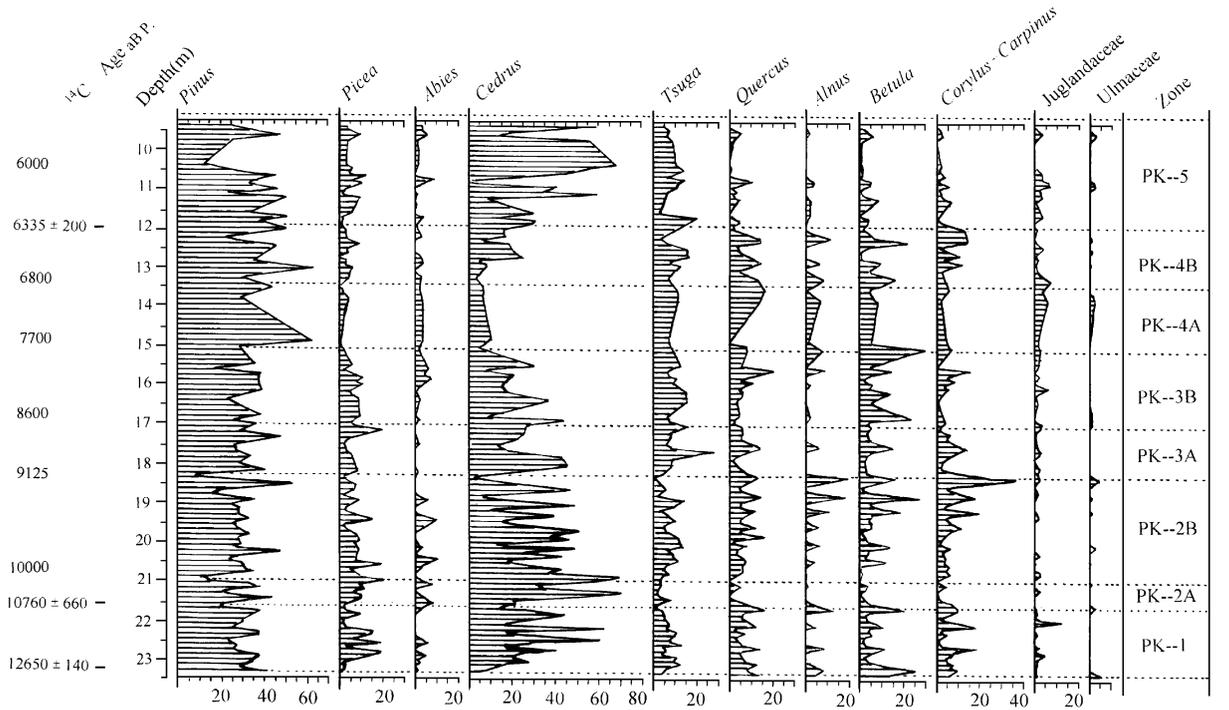


插图3 佩枯错三级阶地剖面 13 ka—5 ka B.P.间乔木花粉百分含量图式
Aboreal pollen percentage diagram of Peiku Co during 13 ka—5 ka B.P.

4 佩枯错三级阶地剖面 13 ka—5 ka B.P. 植被及环境

4.1 孢粉源分析

从佩枯错剖面孢粉分析可知: 孢粉谱中乔木类花粉占相当比例, 而乔木中以雪松及松为主, 其含量 >50%。雪松花粉常见于晚白垩世—早第三纪地层中。通过对青藏高原及其毗邻地区所作的大量孢粉研究工作, 第三纪地层中出现大量雪松花粉, 而第四纪地层中仅少量出现(陶君容、孔昭宸, 1973; 李浩敏等, 1976; 徐仁等, 1976; 郑亚惠, 1983; 黄赐璇、李炳元等, 1980; 黄赐璇、王燕如等, 1983; 黄赐璇、梁玉莲, 1983)。青藏高原雪松花粉含量的多寡可作为划分第三纪—第四纪地层的标准之一(黄赐璇, 1980)。佩枯错三级阶地剖面底部年龄值为: 12 650 ± 140 aB.P.。因此, 本剖面中以雪松为主的乔木类成分

表 I 佩枯错不同地貌单元表土样品乔木花粉统计表
Statistics of aboreal pollen of surface samples in different geomorphic units

地 区	编 号	地貌单元	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Pinus</i>	<i>Tsuga</i>	<i>Cedrus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Corylus-Carpinus</i>
定 日 佩 枯 小 区	佩 1	坡积			50	11	1	1	7	6	1
	佩 2	冲积扇	5	1	1	15		8	23	3	5
	佩 3	阶地			31	7		2	2	10	
	佩 4	阶地	3	2	18	6	2	5	35	19	1
	佩 5	阶地	5	1	55	31	5		16		2
	佩 6	坡积			11			2	10	9	4
	佩 7	洪积石地			4			2	15	3	4
	佩 8	洪积石地		4	44	15	7		39	7	2
	佩 9	终 磧	3	4	37	17	4		8	7	1
	佩 10	终 磧	5	2	60	12	7		14	2	2
	佩 11	终 磧	31			35	5	1	21	14	1
	那克 3	冰水平原			+	+					
	康 1	冰水沉积	5		7	2			2		
嘎罗		+		+				+			

(1) 统计 100 粒以上各种类所含花粉粒数

(2) “+”表示有此类花粉出现

是外来的。主要是风传播而来的。

通过对湖区不同地貌单元采集的 11 个表土样品进行孢粉分析(见表 I)。佩枯错及其周围地区表土孢粉谱中的乔木类花粉均为传播能力强的类型。因此, 剖面中乔木类成分可看成是外来的。

4.2 主要植物生态分析

莎草科: 喜湿, 生于浅水带中。分布于潮湿的湖滨、河滩, 并与湿中生的草甸植物生长在一起, 构成

沼泽化草甸, 在水分生态上具较广的适应性; 沙棘属: 落叶灌木或小乔木, 为广生态幅植物, 沙棘丛林分布的生境可分为两类: 一类是较阴凉湿润的溪旁林缘; 一类为全光照、当风、干燥、温暖变幅大的河流阶地石滩, 广泛分布在藏东、藏南及藏中西部的河漫滩、溪旁等地; 白刺属: 为旱生落叶灌木, 耐干旱; 麻黄属: 灌木, 耐干旱; 蒿属: 西藏蒿属植物群落组成的小半灌木草原具一定御寒耐旱能力, 主要分布在喜马拉雅北侧藏南湖盆区、雅鲁藏布中上游干旱山坡、山前洪积扇等地。分布的海拔高度约 4 300—4 800 m。土壤为沙壤质高山草原土, 地表常覆碎砾和石块; 禾本科: 以禾本科为主要组成成分的丛生禾草原一般具低温耐旱特征, 广泛分布于藏南、阿里地区的干旱宽谷、山麓洪积平原等地, 海拔在 3 200—5 300 m, 土壤为碎砾石的沙质或沙质高山草原土。

4.3 佩枯错 13 ka—5 kaB.P. 植被及环境

因研究剖面 5 kaB.P. 以后(约 9.4 m 以上)共 10 个孢粉样品浓度值低, 采样不连续, 故只讨论研究区 13 ka—5 kaB.P. 间植被及环境。

依据孢粉源分析, 佩枯错 13 ka—5 kaB.P. 间孢粉谱中乔木类, 灌木、草本类分别代表区域性植被及地方性植被。

通过对佩枯错孢粉谱中主要成分生态分析, 绘制了佩枯错 13 ka—5 kaB.P. 间湿干比值(M/D)变化图(插图 6)。其中偏湿成分主要有: 莎草及沙棘; 偏干成分主要有: 白刺、麻黄、蒿及禾本科。以下将根据孢粉分析并结合介形类分析(彭金兰, 1997), 探讨佩枯错 13 ka—5 kaB.P. 间植被及环境变化。

13 000—10 760 aB.P. (约 23.25—21.6 m): 草原植被中以莎草科占优势, 蒿及豆科占一定的比例, 并伴生禾本科、毛茛等中、湿生草本植物。从湿度变化曲线图分析: 约 12 500 aB.P. (深 22.5 m 左右) M/D 值出现高值, 达 21.3, 区域性植被以雪松、云冷杉林为主, 气候湿润。约 10 760 aB.P. (深约 21.6 m), M/D 迅速降至 1.6。表明此时偏湿成分陡减。莎草草原分布范围缩小; 区域性植被中雪松、云冷杉林成分减少。反映气候迅速干旱, 可能与欧洲 Younger Dryas 事件相当。13 000—10 600 aB.P. 间, 介形类组合反映气候冷湿。其中 10 980—10 600 aB.P. 喜冷水介形类 *Candona xizangensis* 出现高值, 为 Younger Dryas 事件在本区的反映。故综合孢粉、介形类分析结果, 11 000—10 000 aB.P. 研究区存在 Younger Dryas 事件。

10 760—9 125 aB.P. (深 21.6—18.25 m):

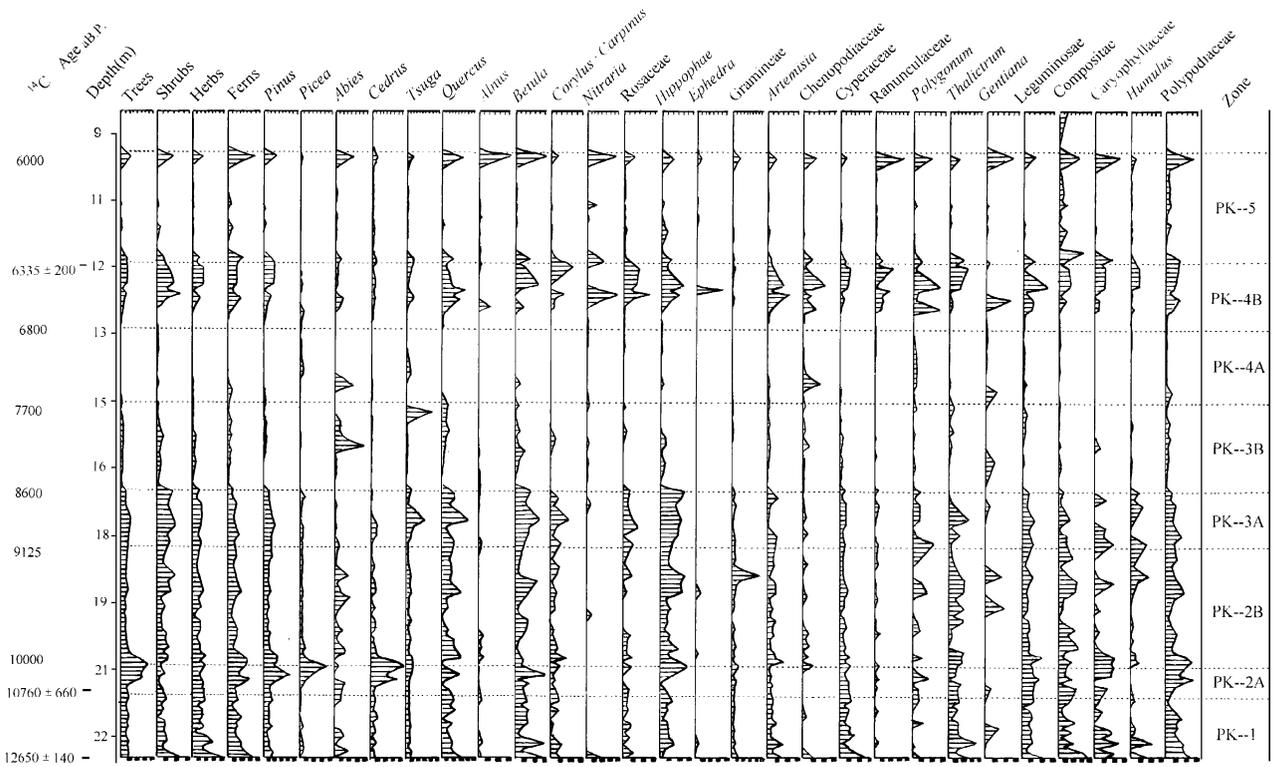


插图4 佩枯错三级阶地剖面 13 ka-5 ka B.P. 间花粉浓度图式
Pollen concentration diagram of Peiku Co during 13 ka-5 ka B.P.

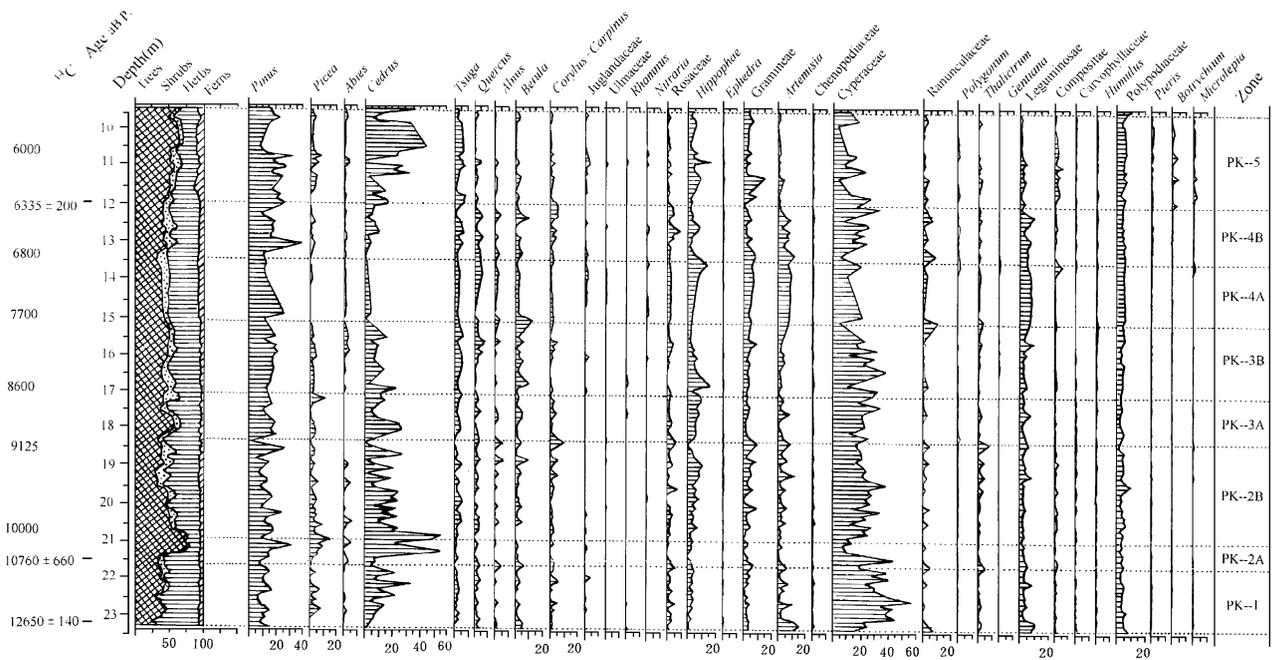


插图5 佩枯错三级阶地剖面 13 ka-5 ka B.P. 间孢粉总图式
Total spore-pollen percentage diagram of Peiku Co during 13 ka-5 ka B.P.

10 000 aB.P. (深约 20.9 m) 左右, 湿度迅速增大, M/D 达 36.7。莎草草原中沙棘灌丛在河谷及沟谷地带大面积分布, 区域性植被中雪松林分布范围增大。湿度曲线反映 10 000 aB.P. 后, M/D 迅速下降。9 125-8 600 aB.P. (深 18.25-17 m) 莎草草

原中灌木种类较多, 除沙棘外, 还见杜鹃、柳、锦鸡儿及鼠李等; 区域性植被中铁杉、高山栎成分增多。而 10 600-8 600 aB.P. 间, 喜冷水介形类壳体数量降低, 丰度值低, 气候温暖, 湖水位下降, 盐度升高。由此可见, 10 000-8 600 aB.P. 气候较温度湿润, 莎草

草原中灌丛较多。其中, 9 125—8 600 aB.P. 气候条件更优。

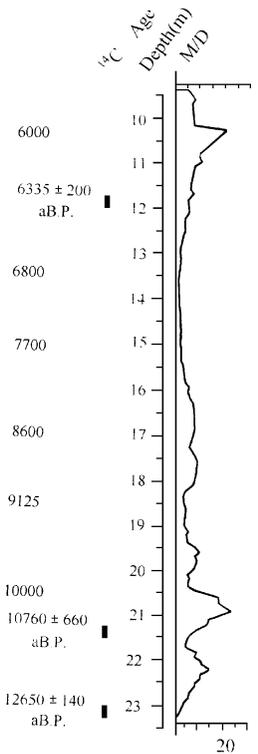


插图 6 佩枯错三级阶地剖面 13 ka—5 kaB.P. 湿度变化
Humidity change of Peiku Co during 13 ka—5 kaB.P.

8 600—6 800 aB.P. (深 17—13.4 m) 间, 莎草草原逐渐被禾草草原、蒿草草原取代, 藜、麻黄、白刺等渐多。区域性植被以松、铁杉、高山栎为主。8 600—6 800 aB.P. 间, M/D 逐渐下降。约 6 800 aB.P., M/D 最低值为 0.49。而此时, 介形类中喜冷水种类丰度增加。结合孢粉及介形类组合特征, 8 600—6 800 B.P. 间气候冷干。

6 800—5 000 aB.P. (深 13.4—9.4 m) 间, 莎草草原中蔷薇、菊科增多, 蕨类含量增多, M/D 值逐渐上升, 约在 6000 aB.P. (深 10.5 m) 左右出现 M/D 值最高峰。介形类组合中喜冷水种类丰度陡减, 反映此期间气候温暖湿润。其中 6 800—6 335 aB.P. 间, 淡水植物 *Myriophyllum*, *Nymphoides* 花粉偶有出现, 其间, 介形类组合中出现带刺的 *Leucocytherella* 种, 两者均反映湖水盐度有淡化趋势。

5 结论

1) 佩枯错 13 ka—5 kaB.P. 间草原植被经历了莎草草原—禾草草原、蒿草草原—莎草草原的发展过程。其中 9 125—8 600 aB.P. 间, 莎草草原中灌木成分增加。

2) 佩枯错晚冰期气候以冷湿为主。约 12 500 aB.P., M/D 值出现峰值, 湿度一度加强, 藏西北松西错 (Campo *et al.*, 1993) 约 12 500 aB.P. A/C 上升, 沼泽发育, 温湿条件有所改善; 藏东北若尔盖 13 ka—11 kaB.P. 间出现一温湿颤动 (刘光, 1994)。因此, 青藏高原约 12 500 aB.P. 可能较普遍存在一温湿颤动, 反映夏季风一度加强。

3) 孢粉、介形类分析表明: 约 10 760 aB.P. 佩枯错气候冷干, 相当欧洲 *Younger Dryas* 事件。11 ka—10 kaB.P. 间 *Younger Dryas* 事件在青藏高原不同地区均有反映。如: 藏西北松西错 (Campo *et al.*, 1993) 约 10 500 aB.P. 花粉浓度极低, A/C 比值亦最低, 植被极度贫乏; 若尔盖 (刘光, 1994) 11 ka—10.2 kaB.P. 气候恶化, 植被消失; 色林错 (孙湘君, 1993) 11 ka—9.6 kaB.P. 花粉浓度极低, 反映高山稀疏植被景观, 气候寒冷干燥; 青海湖沉积氧同位素研究 (Lister *et al.*, 1991) 表明: 10.8 ka—10.2 kaB.P. $\delta^{18}\text{O}$ 下降, 气候干冷; 祁连山敦德冰芯 (Thompson *et al.*, 1990) 研究表明: 11 ka—10 kaB.P. 间风尘堆积速率及氧同位素急剧下降, 反映 *Younger Dryas* 事件的存在。11 ka—10 kaB.P. 间青藏高原孢粉、冰芯及湖泊沉积物记录均反映了极端干冷的 *Younger Dryas* 事件的存在, 具全球一致性。

4) 约 10 000 aB.P. 是佩枯错地区气候变化的转折点, 湿度陡增。10 000—6 800 aB.P. 间 M/D 呈下降趋势, 但存在变化。10 000—8 600 aB.P. 间气候条件较优 (尤其 9 125—8 600 aB.P.); 8 600—6 800 aB.P. 气候冷干; 6 800—5 000 aB.P. 气候温湿; 约 6 000 aB.P. 湿度加强。

5) 佩枯错 10 000—5 000 aB.P. 间至少经历了两次湿干旋回, 它们是 10 000—9 125 aB.P. 和 8 600—6 800 aB.P.。湿度变化可能与夏季风变化有关。

致谢 佩枯错孢粉分析样品由俄罗斯科学院地理所 Dr. A. P. ORLOV 提供; 王富葆教授给予笔者无私帮助; 成文过程得到导师宋之琛研究员及唐领余研究员的指教; 孢粉分析由黄凤宝同志完成; 任玉皋同志清绘所有图件。在此一并表示深深谢意。

参考文献

中国科学院青藏高原综合考察队, 1983. 西藏地貌. 北京: 科学出版社, 166—191, 224—229.

- 中国科学院青藏高原综合科学考察队, 1988. 西藏植被. 北京: 科学出版社.
- 王富葆, 1992. 青藏高原全新世气候及环境基本特征. 中国全新世大暖期气候与环境(施雅风主编). 北京: 海洋出版社. 197-205.
- 刘光, 沈永平, 王苏民, 1994. 若尔盖盆地 RM 孔 150 kaB.P. 以来植被及其气候记录. 青藏高原形成、环境变迁与生态系统学术论文集(青藏项目专家委员会编). 北京: 科学出版社. 199-207.
- 孙湘君, 1993. 西藏色林错湖相沉积物的花粉分析. 植物学报, **35**(2), 943-950.
- 李浩敏等, 1976. 西藏南木林中中新世植物群. 古生物学报, **15**(1): 7-20.
- 郑亚惠, 1983. 吉隆盆地沃马组孢粉组合. 西藏第四纪地质, 北京: 科学出版社. 145-153.
- 徐仁等, 1976. 珠穆郎玛峰地区第四纪植物学研究. 珠穆郎玛峰地区科学考察报告(1966, 1968), 第四纪地质. 北京: 科学出版社. 93-105.
- 陶君容, 孔昭宸, 1973. 云南洱源三营煤系的植物化石和孢粉组合. 植物学报, **15**(1): 120-126.
- 黄赐璇, 王燕如等, 1983. 试从孢粉分析论西藏中南部全新世自然环境的演变. 西藏第四纪地质. 北京: 科学出版社. 179-193.
- 黄赐璇, 李炳元等, 1980. 西藏亚汝雄拉达涕古湖盆湖相沉积的时代和孢粉分析. 西藏古生物(一). 北京: 科学出版社. 97-105.
- 黄赐璇, 梁玉莲, 1983. 曲松邛多江盆地早更新世孢粉组合及其古地理意义. 西藏第四纪地质. 北京: 科学出版社. 167-172.
- 彭金兰, 1997. 西藏佩枯错 13 000-4 500 年间的介形类及环境变迁. 微体古生物学报, **14**(3): 239-254.
- Campo E V, Gasse F, 1993. Pollen- and Diatom-inferred climatic and hydrological changes in Sumxi Co basin (western Tibet) since 13 000 yrB.P. Quaternary Research, **39**: 300-313.
- Lister G S, Kelts K *et al.*, 1991. Lake Qinghai, China; Closed-basin lake levels and the oxygen isotope for *Ostrocode* since the latest Pleistocene. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **84**: 141-162.
- Thompson L G *et al.*, 1990. Glacial stage ice-core records from the subtropical Dunde Ice Cap, China. Annals of Glaciology, **14**: 288-297.

VEGETATION AND CLIMATE BETWEEN 13 ka TO 5 ka B.P. IN PEIKU CO, TIBET

HUANG Fei

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Key words: Vegetation, climate, between 13 ka to 5 kaB.P., Peiku Co, Tibet

Abstract

The strong uplift of the Tibetan plateau not only greatly influences the atmospheric circulation of the Northern Hemisphere, but also plays a main role in the formation and development of the eastern Asian monsoon climatic system. Since relatively few continuous paleoclimatic records are available from the plateau, a completely consistent sequence of the late Quaternary climatic changes has not been made so far. Thus, it is quite important to analyse quantitatively the high resolution pollen samples of Peiku Co (Co means lake) from 13 ka to 5 ka B.P.

On the basis of pollen analysis of Peiku Co, the main results are summarized as follows: During 13 ka-5 ka B.P. the steppe vegetation chiefly consisted of Cyperaceae, and the regional vegetation was dominated by Cedar. From 9 125-8 600 aB.P., a shrub steppe occurred with a slightly warm and wet climate. The vegetation composition changes took place in the periods of 8.6 ka to 6.8 ka B.P. The steppe was dominated by Gramineae,

Artemisia, Leguminosae, and Ranunculaceae, etc., with an increase of plants of Chenopodiaceae, *Ephedra*, *Nitraria*, etc., indicating a cold-arid climate, and the regional vegetation was composed of pine, hemlock and oak, etc.

With the analysis of M/D ratio, it is suggested that a wet pulse (the first peak of M/D ratio see Text-fig. 6) occurred at about 12.5 ka B.P. and a cooling phase at about 11 ka-10 ka B.P., contemporaneous with the Younger Dryas event, which coincides with global changes. During 11 ka-10 ka B.P., the M/D ratio dropped suddenly, with a desert vegetation developing. A major environmental change occurred suddenly at 10 ka B.P. (the second peak of M/D ratio) with a sharp increasing humidity, and was followed by a long term trend towards maximum aridity occurred at about 6.8 ka B.P. During the periods of 6.8 ka-5 ka B.P., a third sharp increase in the M/D ratio may lead the salt lake refreshed. The major humidity fluctuations recorded at Peiku Co may have related to summer monsoon.