

文章编号: 1009-6248(2004)01-0045-06

# 青海唐古拉地区晚更新世湖相沉积特征、古植被 及 17.4 ka B.P. 以来气候转型期的厘定

邓中林, 庄永成, 韩海臣

(青海省地质调查院, 青海 西宁 810012)

**摘要:** 通过年代学研究、沉积特征与配套的植物学分析, 确定出唐古拉地区晚更新世以来的古植被演化的3个阶段, 相应的古气候经历了干寒-湿润-干寒旋回性的演变过程。同时, 从晚更新世湖相沉积物中厘定出风成—水成的气候转型事件, 大致发生在17.4 ka B.P.(TL), 而植被特征也出现了从草本木本发育为主转变为以草本占绝对优势的阶段, 并于17.4 ka B.P.(TL)后风成堆积物中出现植物花粉的低峰带。

**关键词:** 唐古拉地区; 晚更新世; 古植被; 气候转型

**中图分类号:** P534.63<sup>+</sup>.1      **文献标识码:** A

## 1 引言

晚更新世时, 随着青藏高原大面积强烈整体隆升, 高原各大山系继续急剧上升, 唐古拉山各拉丹冬和昆仑山布喀达坂峰上升已成为接近6 000 m<sup>[1]</sup>的极高山, 研究区平均海拔已接近4 000 m, 高原内部沉积格局发生较大改变, 各种成因类型的第四纪沉积物充填于被分割的新生代盆地之中, 不同性质、不同阶段以及来源不同的物质组分可以揭示出沉积时相应的环境效应。

## 2 晚更新世以来的第四纪沉积物的分布及类型

研究区地处唐古拉山北坡, 在大地构造位置上处于东昆仑中缝合带之南, 红其拉甫—双湖—昌宁

缝合带之北古特提斯构造域与原特提斯构造域的“转换承接区”中部(图1), 广阔的地域发育大面积的第四纪沉积物, 地貌上可划分出山地、丘陵、台地和平原不同成因类型, 而区内晚更新世地层占据第四系总面积的一半以上, 广泛分布于沱沱河沿岸、苟鲁山克措、茶错、唐日加旁、勒池勒玛曲、夏俄巴及扎河一带。大部分的冲、洪积及冰水堆积物分布于山体周围, 间歇性的湖泊、沼泽与冲、洪积沉积物主宰的事件沉积成为晚更新世以来的主要沉积特征。

## 3 晚更新世湖积剖面介绍

笔者在从事1:25万沱沱河、曲柔尕卡幅区调的过程中, 对测区内的新生代地层进行了广泛的调查, 对分布于沱沱河沿的错阿日玛、日阿尺曲等地

收稿日期: 2003-06-23; 修回日期: 2003-12-15

基金项目: 国土资源大调查《1:25万沱沱河、曲柔尕卡幅》联测(20021300001) 区调项目

作者简介: 邓中林(1968-), 男, 湖南衡阳人, 高级工程师, 在读硕士, 研究方向为沉积学。

青海省区调综合地质大队, 《1:20万沱沱河、章岗日松幅》(I-46-[15、16]) 区域地质调查报告。

青海省区调综合地质大队, 《1:20万五道梁、错仁德加幅》(I-46-[9、10]) 区域地质调查报告。

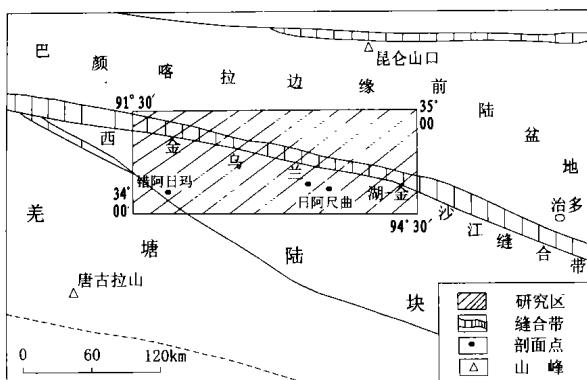


图1 研究区大地构造位置略图

Fig. 1 Tectonical location sketch map of the investigation area

晚新生代湖泊天然剖面的沉积学、年代学及植物花粉进行了研究, 所采孢粉样品经原地矿部水文地质工程地质研究所第四纪实验室鉴定统计, 其结果分属于13个科属, 可以反映出不同时代的植被特征。

### 3.1 错阿日玛晚更新世湖积剖面

该湖积剖面出露垂直厚度为14 m, 自上而下分为7层(图2):

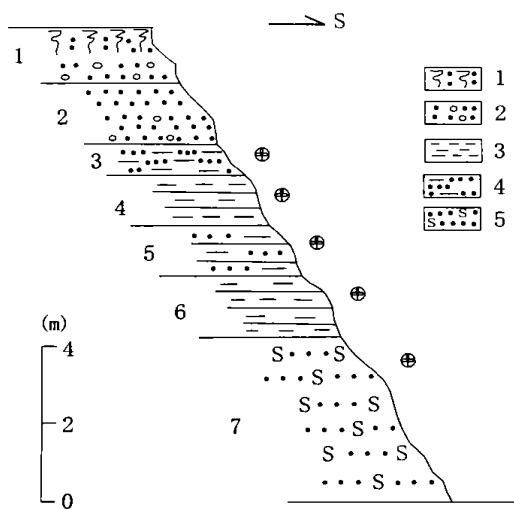


图2 错阿日玛晚更新世湖积剖面

Fig. 2 Late Pleistocene lake facies sedimentary profile of Chuoraima

1. 亚砂、腐植土; 2. 含砾粉砂; 3. 泥岩; 4. 亚砂土; 5. 淤泥

亚砂土、腐植土、草被。厚1.5 m。

灰黄色粉砂层。该层连续而稳定, 下部含极少量细砾。厚2 m。底部粉砂热释光测年17 400 a。

灰黄色亚砂土。厚0.8 m。采孢粉(VTBf 1233-5), 共计47粒, 草本植物花粉含量为100%; 其中蒿属(*A rtemisia*)66%, 藜科(Chenopodiaceae)19.1%, 禾本科(Gramineae)14.9%。

青灰色泥岩夹紫红色泥岩, 两者比为2:1, 具水平层理。厚1.5 m。该层采有孢粉(VTBf 1233-4)共计10粒; 其中木本植物花粉占10%, 主要为松属(*Pinus*)10%; 草本植物花粉占90%, 其中蒿属(*A rtemisia*)40%, 藜科(Chenopodiaceae)20%, 禾本科(Gramineae)30%。

青灰色-灰绿色含粉砂泥岩, 略呈层状半固结, 发育水平层理。厚1.4 m。该层采孢粉(VTBf 1233-3)共计17粒; 其中木本植物花粉占17.6%, 主要为松属(*Pinus*)11.8%, 云杉属(*Picea*)5.9%; 草本植物花粉占82.4%, 其中蒿属(*A rtemisia*)35.3%, 藜科(Chenopodiaceae)17.6%, 禾本科(Gramineae)29.4%, 麻黄属(*Ephedra*)。

青灰色泥岩夹紫红色泥岩, 两者比为3:1, 具水平层理, 厚1.8 m。该层采有孢粉(VTBf 1233-2)共计67粒; 其中木本植物花粉占41.8%, 主要为松属(*Pinus*)16.4%, 云杉属(*Picea*)23.9%; 草本植物花粉占58.2%, 其中蒿属(*A rtemisia*)17.9%, 藜科(Chenopodiaceae)35.8%, 禾本科(Gramineae)3%, 唐松草属(*Thalictrum*)1.5%。

灰黄色淤泥, 亚粘土, 粘土含量高, 局部富含有机质(未见底)。该层采有孢粉(VTBf 1233-1)共计58粒; 其中木本植物花粉占6.9%, 主要为松属(*Pinus*)3.4%, 云杉属(*Picea*)1.7%, 桤柳属(*Tamaricaceae*)1.7%; 草本植物花粉占93.1%, 其中蒿属(*A rtemisia*)62.1%, 藜科(Chenopodiaceae)20.7%, 禾本科(Gramineae)5.2%, 毛茛科(Ranunculaceae), 豆科(Leguminosae)1.7%, 律草属(*Humulus*)1.7%。

### 3.2 日阿尺曲晚更新世湖积剖面

该湖积剖面出露垂直厚度为3.8 m, 自上而下分为6层(图3):

灰黄色亚砂土、腐植质、草被根系组成的腐植层, 厚30 cm。

黄色风成沙, 具丘状层理, 由中粗、细砂构成, 厚245 cm。

棕色含砾古土壤, 砂石含量占5%。厚55 cm。

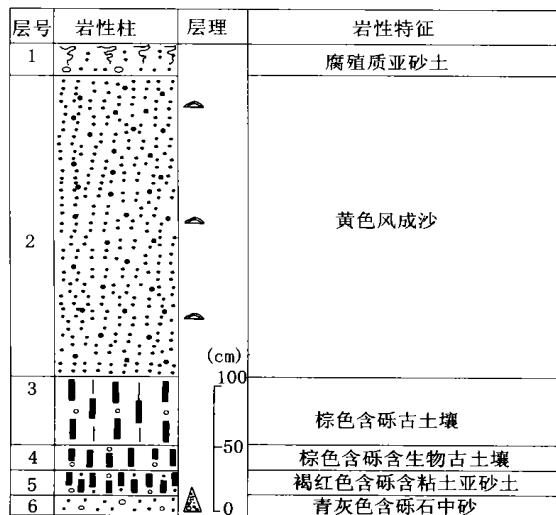


图3 日阿尺曲晚更新世湖积剖面

Fig. 3 Late Pleistocene lake facies sedimentary profile of Riachi river

该层采有孢粉(V TR 003-4)共计52粒;其中木本植物花粉占7.7%,主要有松属(*Pinus*)3.8%,麻黄属(*Ephedra*)1.9%,柽柳属(*Tamaricaceae*)1.9%;草本植物花粉占92.3%,其中蒿属(*Artensisia*)34.6%,藜科(Chenopodiaceae)48.1%,禾本科(Gramineae)7.7%,律草属(*Humulus*)1.9%。

棕色含砾含白色粒状生物古土壤,厚20 cm。该层采有孢粉(V TR 003-3)共计31粒;全为草本植物花粉(占100%),其中蒿属(*Artensisia*)61.3%,藜科(Chenopodiaceae)29.0%,禾本科(Gramineae)9.7%。

褐红色含砾含粘土亚砂土,其中砾石含量约10%。厚20 cm。该层采有孢粉(V TR 003-2)共计60粒;其中木本植物花粉占6.7%,主要有松属(*Pinus*)1.7%,云杉属(*Pinus*)3.3%,麻黄属(*Ephedra*)1.7%;草本植物花粉占92.3%,其中蒿属(*Artensisia*)41.7%,藜科(Chenopodiaceae)45.0%,禾本科(Gramineae)3.3%,律草属(*Humulus*)1.7%,虎耳草科(Saxifragaceae)。

青灰色含砾中砂,砾石含量约占20%。厚12 cm。该层采有孢粉(V TR 003-1)共计45粒;其中木本植物花粉占4.4%,主要有松属(*Pinus*)2.2%,云杉属(*Pinus*)2.2%;草本植物花粉占95.6%,其中蒿属(*Artensisia*)64.4%,藜科(Chenopodiaceae)24.4%,禾本科(Gramineae)6.7%。

#### 4 沉积特征分析

晚更新世沉积物除以阶地形式表现出的湖积特征外,尚有不同程度的风积物与冰水冲、洪积堆积,正是由于这些不同成因的物质堆积的存在,可以反应出气候环境的变化。

分布于错阿日玛地区的湖岸阶地可以划分出三级阶地,为高原不同抬升阶段的产物,从一级湖岸阶地上可以划分出湖积-风积不同阶段,以青灰色泥岩夹紫红色泥岩、青灰色-灰绿色含粉砂泥岩、青灰色泥岩夹紫红色泥岩、灰黄色淤泥等为代表的湖积层占阶地沉积的主体,具湖积纹理、水平层理,而上部的以风积作用为代表的灰黄色粉砂层,沉积构造具斜层理、水平层理和波状层理,两者截然不同,应为晚更新世以来的气候事件的标型层,该层位于地表下3.5 m,从中进行热释光测年,该事件的发生时代为17.40 ka BP(中科院环境地质开放实验室)。

测区东部的日阿尺曲(R 003点剖面),地表下2.7 m处为风-水成因转换面,其中风积物为灰黄色风成沙,由中-细沙构成,磨圆较好,分选中等且具双众数特点,局部压实较好,丘状层理发育;转换面下发育一套古土壤层,岩性为棕色含砾古土壤,并由下至上砾石含量逐渐衰减,在古土壤层下为河流相砂砾岩层沉积,发育粒序层理。

日阿尺曲一级河流阶地(021点)显示了同样的沉积特征,由地表向下沉积特征表现为:腐植砂土层、灰黄色砂土层(0.8 m),具水平纹层理构造,为风成砂土层,从该沉积层底部采样进行测年可知,该风水转换事件发生在17.46 ka BP(TL,中科院环境地质开放实验室),与地处西部的错阿日玛地区呈现出一致的态势。土黄色砂砾石层,具正粒序层理,究其成因,该砂砾石层应为冲洪积事件堆积。土黄色砂土层。

由不同沉积地段显示出相同的沉积特征物说明,研究区内晚更新世存在广泛的湖泊,当时可能是连为一体的大型湖泊或具有不同沉积地段的湖泊沉积中心,在由河流相-河-湖混相-湖相消失快速演变过程中,说明晚更新世时湖泊的存在也是一种短时间的效应。大套的湖相泥岩沉积物以不同颜色较有规律性地呈现(青灰-褐红-棕色-紫红-青灰),间接反映出气候变化相对的规律性。对R 003剖面 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 与 $\text{FeO}$ 含量变化进行研究,发现该剖面湖

相层出现 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 高峰值, 而 $\text{FeO}$ 含量普遍在1.0%以下, 最低值仅0.02%。同时 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 含量存在此消彼长的关系。由此不难看出,  $\text{Fe}^{3+}$ 含量增高, 代表当时气候相对潮湿, 成壤作用较强, 这与区域上 $\text{Fe}^{3+}$ 演化具有类同性。更进一步说明了晚更新世湖泊发育时期, 湿润的气候条件下植被生长茂盛。

表1 日阿尺曲湖积剖面(R 003)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 与 $\text{FeO}$ 分析表

Tab. 1 The analysis of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{FeO}$  about lake facies sedimentary profile of R iachi river

分析编号	样 号	室内 层号	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (%)	$\text{FeO}$ (%)
2002 地 HG7990	V TR 003Hx2-1	5	5.58	0.76
2002 地 HG7990	V TR 003Hx3-1	4	4.24	0.02
2002 地 HG7990	V TR 003Hx4-1	3	3.00	0.86

注: 由青海省地矿中心实验室测试。

区域上, 类似的沉积在五雪峰西南(可考湖盆北)、盼来沟、西金乌兰湖西北、苟弄措东侧、布南

湖等地, 研究区内在苟鲁山克措湖一带同样发育晚更新世湖相沉积层, 并于湖岸一级阶地直接与风积沉积物相接触。由此可知, 发生于测区17 400 a±的风成事件几乎遍及整个唐古拉区, 代表晚更新世晚期一次较强烈的气候转型期。

## 5 古植被、古气候演化特征的分析

根据孢粉分析(图4、5), 可以将测区晚更新世植被演化过程划分出3个明显不同的古植被、古气候演化阶段, 即: 以蒿属(*A rtemisia*)、藜科(*Chenopodiaceae*)为特色的草本植物阶段: 该阶段沉积主体为错阿日玛湖积剖面第1层, 草本植物花粉占93.1%, 主要为蒿属、藜科、禾本科, 少量豆科、律草属等, 此孢粉组合特征反应为草原-荒漠草原, 气候较干冷。

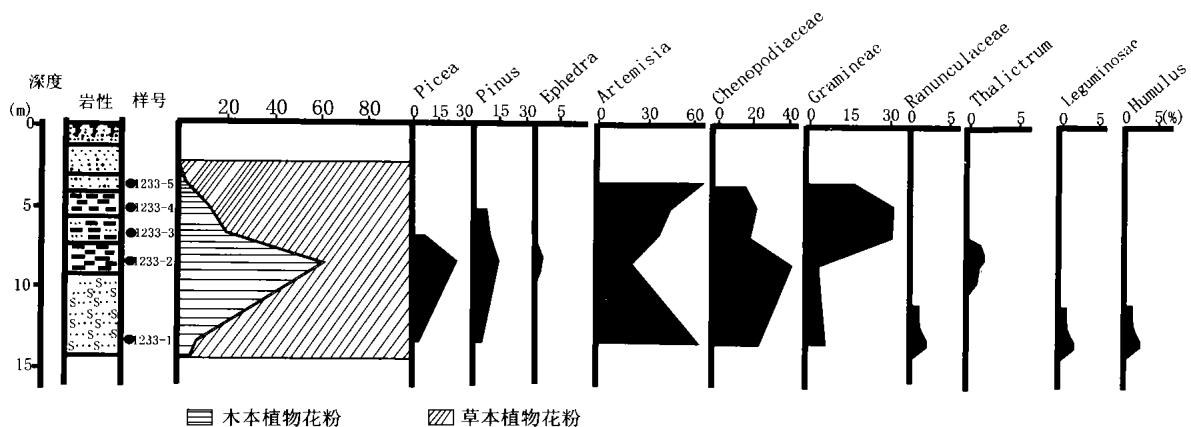


图4 错阿日玛剖面孢粉图式

Fig. 4 The sporopollen diagram of Chuoarima profile

以松属(*Pinus*)、云杉属(*Pinus*)及蒿属(*A rtemisia*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、禾本科为特色的木本—草本植物阶段: 沉积主体为错阿日玛剖面第2~3层, 该阶段草本植物花粉占58.2%~82.4%, 主要有蒿属、藜科, 还有禾本科、毛茛科、豆科、唐松草属等; 木本植物花粉占17.6%~41.8%, 有针叶树种云杉属、松属及灌木麻黄属和柽柳科。此组合反应为疏树草原-草原植被类型, 气候相对湿润。

以蒿属(*A rtemisia*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、禾本科(*Gramineae*)为主的草本植物阶段: 该阶段沉积主体为错阿日玛湖积剖面第4~5层、日阿尺曲剖面第3~6层及021点第3~4层, 草本植物花粉占90%~100%, 主要为蒿属、藜科为主, 少量禾本科、律草属、虎耳草科; 木本植物花粉占0~10%, 为云杉属、松属、麻黄属及柽柳科; 该孢粉组合特征反应植被景观为草原-荒漠草原, 气候冷干。

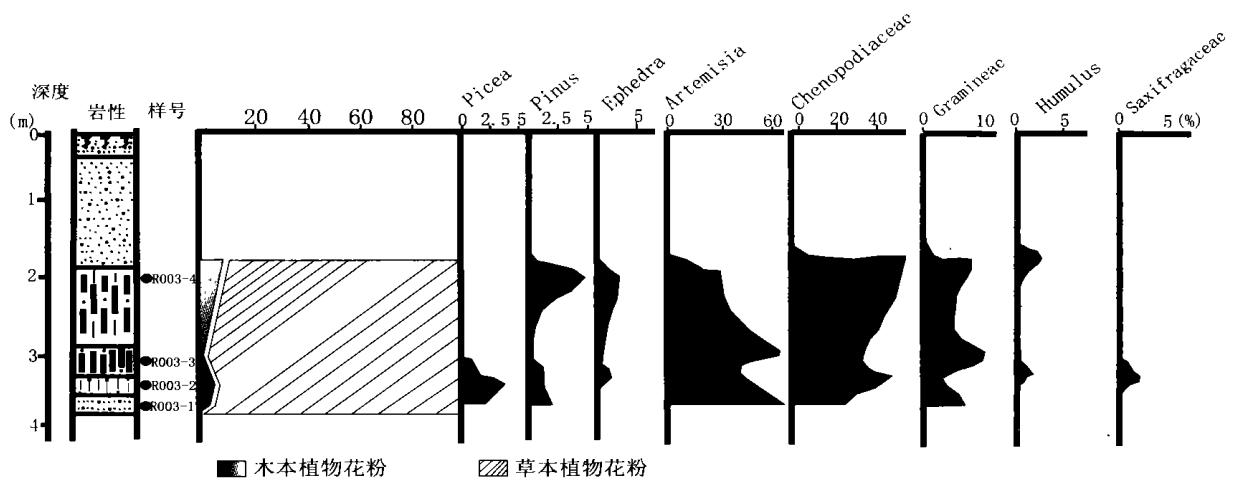


图5 日阿尺曲剖面孢粉图式

Fig. 5 The sporopollen diagram of Riachi river profile

## 6 结论与讨论

研究区晚更新世古植被、古气候是在全球气候波动和青藏高原强烈隆升的大背景下发生演变的，在演化的过程中气候波动显示出干冷和温湿频繁交替的特点，而在每一个气候期中都形成独特的水热条件，制约着古植被的演化与沉积物的形成。

在中更新世晚期，气候变得恶劣，乔木植物逐渐减少，几乎消失，只有藜科、白刺属、麻黄属等植物构成的灌丛草原广泛分布。

晚更新世早期以来，乔木植物的种类和数量进一步减少，在气候温暖时期，也只有一些桦树稀疏分布，局部山地有一些云杉生长，而鹅耳枥、榛、栎、柳、榆大大减少，这些植被大多生活在以富水份的远端冲洪积扇与沿湖、沼及一些远程河流处，从冰水冲、洪积扇细粒堆积物中进行的测年25.91 ( $\pm$  0.84) ka B.P. (TL, 年日曲)、33.45 ( $\pm$  1.11) ka B.P. (TL, V TTL 0365) 资料可知，该时段应为晚更新世晚期；大面积的冰水堆积沉积物揭示，整个唐古拉地区处于十分寒冷干旱的冰期气候，相当于在末次盛冰期<sup>[2]</sup>的晚期。

研究区内距今25.91~17.4 ka B.P. 以干冷气候占主导的大背景下，同样存在着较频繁的气候波动期，相应的植被演替出现了由草原、荒漠草原—疏树草原、草原—草原-荒漠草原过渡。约19.0 ka

B.P. (据沉积速率推算)以前的疏树草原、草原古植被阶段中，植物面貌中不乏以云杉、松属等乔木植物花粉的存在，这与测区不同地段、相同时代湖积沉积物及古土壤的出现共同说明了气候的相对湿润阶段的存在。

约19.0~17.4 ka B.P. 间，植物花粉中代表干旱气候的蒿属占较强的优势，除藜、蒿属、禾本科外，尚有唐松草属、律草属、虎耳草科，反映出草原-荒漠草原的植被景观，代表偏干且寒冷的气候条件。

17.4 ka B.P. 以来，出现了气候转型期，以风成沙为代表的堆积物广泛分布于测区内，该阶段为植物花粉低峰带，而盆地周缘的洪积扇则被抬升切割，形成高度不同的阶地，洪积扇迁移与叠加，表明测区气候的变迁是与青藏高原的整体强烈隆升紧密相连的。与此同时，地处塔里木盆地中部柴达木盆地<sup>[3]</sup>的局部地段在晚更新世发展成为中国面积最大的沙漠，分布于青海东部青海湖（19.0~17.0 ka）<sup>[4]</sup>一带风成沙的堆积与测区应为相同背景的成因产物。

综上所述，测区在晚更新世时，气候条件在以干、寒主导下，同样经历了由干寒-相对湿润-干寒的呈旋回性的演变过程。同时，在约17.4 ka B.P. 即在末次盛冰期的末期，于研究区内发生普遍的风成与水成事件的转换。

明 [M]. 北京: 科学出版社, 1991.

[3] 孙鸿烈, 郑度. 青藏高原形成演化与形成 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1998.

[4] 陈克造, JM Bow ler, K Kelts. 四百万年来青藏高原的环境变迁 [J]. 第四纪研究 (1): 21-30.

## 参考文献:

- [1] 李炳元. 青海可可西里地区自然环境 [M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [2] 李炳元, 李吉均, 等. 高原第四纪冰川遗迹分布图及说

# Late Pleistocene epoch lake facies sedimentary characteristics, paleoplant-cover and definition of climate transformation since 17.4 ka B.P. Tanggula area, Qinghai

DENG Zhong-lin, ZHUANG Yong-cheng, HAN Hai-chen

(Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012, China)

**Abstract:** According to chronology research, sedimentary characteristics and interrelated botany analysis. It can make sure that three stages of paleoplant cover evolve since Late Pleistocene epoch over Tanggula area, the paleoclimate had gone through the cyclical development process of dryness, cold-moist-dryness, cold. Meanwhile, the climate transformation event of wind-water had been defined from the Late Pleistocene epoch lake facies sediment, which occurred about 17.4 ka B.P. (TL). Corresponding plant cover characteristics also changed the stages from the main part of herbaceous-woody plant to the absolute advantage of herbaceous plant and low sporo-pollen zone appeared in the eolian deposite after 17.4 ka B.P. (TL).

**Keywords:** Tanggula area; Late Pleistocene epoch; paleoplant cover; climate transformation