

西藏阿里札达盆地香孜剖面孢粉分析

韩建恩, 余佳, 孟庆伟, 吕荣平

朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘要: 通过对西藏阿里札达盆地香孜剖面的孢粉分析, 初步定出该地区新近纪和第四纪的界线, 并得到更新世晚期以来该地区植被与环境发展的历史。约在 2.68~2.45Ma 期间, 植被以乔木为主, 主要为松、藜、蒿, 属山地寒温气候; 约在 2.45~2.11Ma 期间, 草本植物迅速上升, 气候变得干旱寒冷, 显示出灌木草原气候特征; 在 2.11~1.49Ma 期间, 草本植物数量和种类达到之最, 灌木相对增加, 也显示气候进一步趋于干旱; 在 1.49~1.36Ma 期间, 草本植物有小幅下降, 但蕨类植物增加幅度较大, 显示了干冷草原气候特征。

关键词: 西藏; 札达盆地; 植被; 香孜剖面; 孢粉分析

中图分类号: Q913.84

文献标识码: A

1 区域地质及自然环境

札达盆地位于西藏之西南隅, 为喜马拉雅山与阿伊拉日居山之间的一个地堑式断陷盆地。其走向大致为 NW—SE, 长轴 240km, 南北宽约 37~55km, 最宽处约 60~70km (图 1)。盆地基底均属中生代砂板岩, 盆地北部除中生代砂板岩外, 还有晚古生代地层出露, 间有少量花岗岩和超基性岩等。盆地南部的喜马拉雅山一带, 除中生代砂板岩、灰岩外还有深变质的片麻岩等出露。盆地中沉积的湖相地层分布面积约 5600km²。盆地南北均以正断层为边界, 盆地最低处约为 3600m, 盆地中一般海拔为 4400~4500m。盆地北基岩山地海拔在 5000~6000m 之间, 属于侵蚀剥蚀高山地貌, 在主脊线附近仍有少量现代冰川分布。盆地南基岩山地, 海拔在 6000m 以上, 属于侵蚀剥蚀极高山地貌, 在主脊线附近现代冰川发育。前人对该套地层先后做了不同程度的研究^[1-9], 2003 年笔者参加了西藏阿里札达盆地野外调查, 在香孜剖面地层中采集了大量的孢粉样品, 并对所采孢粉样品进行了分析, 探讨了札达盆地香孜剖面上新世以来的古植被和古环境。

收稿日期: 2005-07-11

基金项目: 中国地质调查局“青藏高原第三纪重点古湖泊环境演变序列”(200313000066)和“青藏高原生态地质环境遥感调查与监测”(200315100002)项目的阶段性研究成果。

作者简介: 韩建恩 (1980-), 男, 在读硕士研究生, 主要从事区域地质、沉积相与古环境研究。

E-mail: hanjianen@163.com

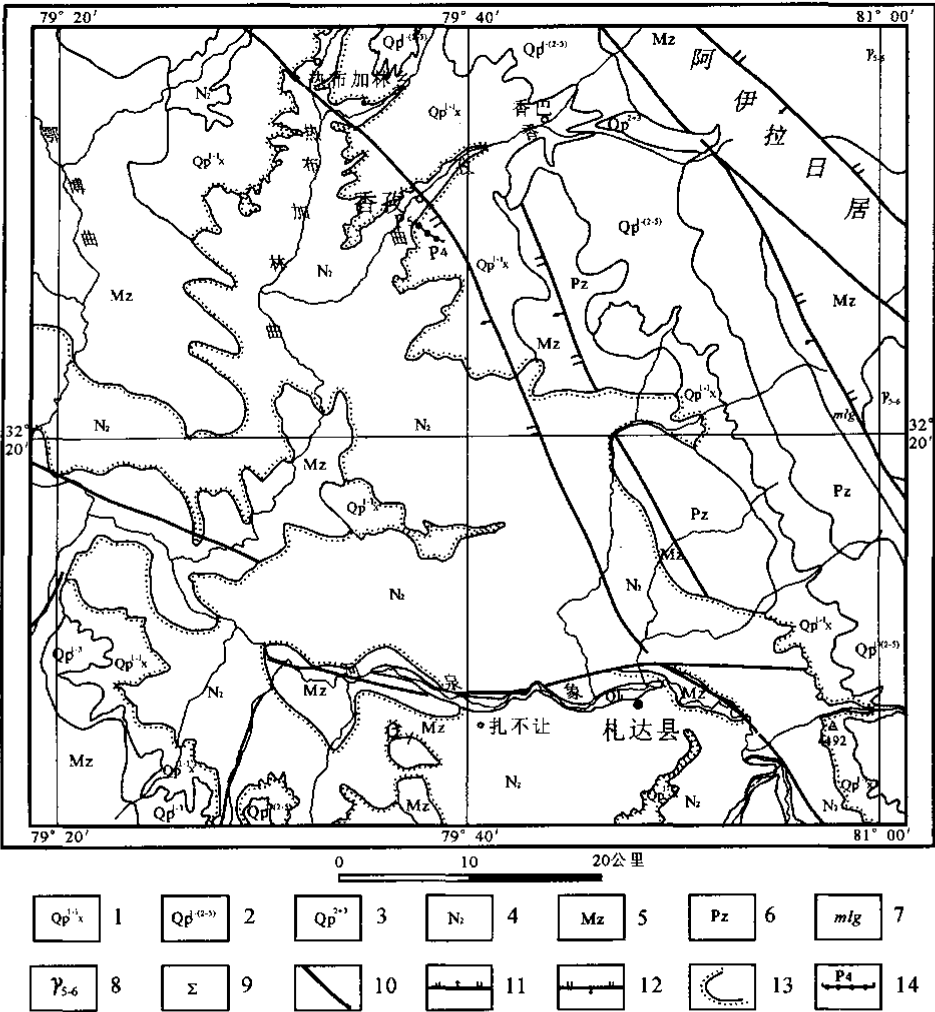


图 1 札达盆地香孜剖面位置及区域地质图

Fig. 1 Geological map showing the location of the Qangzê section in the Zanda basin

1. 下更新统香孜组；2. 更新统冰水冰碛堆积；3. 中上更新统冰碛冰水堆积；4. 上新统含托林组及古格组；5. 中生界；6. 古生界；7. 构造混杂岩类；8. 花岗岩类；9. 超基性岩；10. 断层；11. 正断层；12. 逆断层；13. 不整合界线；14. 剖面及采样点

2 剖面及样品

札达盆地的边缘地平均海拔 4500m 左右，区内干旱少雨，现代植被稀少，主要为次生灌木和灌草丛。香孜剖面位于本区香孜乡东南约 3km 的沟谷中，剖面出露厚度 247m。根据野外观察，按其岩性特征，将剖面由上至下划分为 26 层。在 26 层中，有 15 层鉴定出含有孢粉化石。各层特征和含有的主要孢粉化石依次如下：

上覆：下更新统冰碛层 ($Q_p^{1-(2-5)}$)

——整合——

香孜组 (Q_p^{1-x})

1. 灰黄、灰红色薄板一页片状粘土粉砂质细砂岩

0.9m

2. 灰黄色厚层砾岩夹中粗粒长石石英杂砂岩, 含松 (*Pinux*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 禾本科 (*Gramineae*), 蒿 (*Artemisia*), 水龙骨单缝孢多种 (*polypodiaceasporites* spp.)
4.05m
3. 灰黄色中细粒长石石英杂砂岩夹泥质粉砂岩
9.0m
4. 灰红色含砾钙质岩屑长石砂岩, 含藜科 (*Chenopodiaceae*), 禾本科 (*Gramineae*), 蒿 (*Artemisia*)
9.45m
5. 灰色厚层砾岩与中厚层泥质粉砂岩互层, 冻融褶皱发育, 含松 (*Pinux*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 禾本科 (*Gramineae*), 蒿 (*Artemisia*)
10.2m
6. 深灰色厚层砾岩, 含松 (*Pinux*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 禾本科 (*Gramineae*), 蒿 (*Artemisia*), 绣线菊 (*Spiraea*), 毛茛 (*Ranuncula*)
8.7m
7. 土黄色厚层含砾泥质粉砂岩, 冻融褶皱发育
1.65m
8. 深灰色厚层砾岩, 含松 (*Pinux*), 桦, 绣线菊 (*Spiraea*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 禾本科 (*Gramineae*)
5.25m
9. 灰色厚层砾岩与中厚层泥质粉砂岩互层, 冻融褶皱发育, 含绣线菊 (*Spiraea*), 水栢枝, 蒿 (*Artemisia*)
1.2m
10. 灰黑色厚层砾岩, 见板状斜层理, 含绣线菊 (*Spiraea*), 桦 (*Betula*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 蒿 (*Artemisia*)
9.6m
11. 灰色厚层砾岩与中厚层泥质粉砂岩互层冻融褶皱发育
7.05m
12. 灰黑色厚层砾岩夹含砾粗砂岩, 含绣线菊 (*Spiraea*), 禾本科 (*Gramineae*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 蒿 (*Artemisia*)
6.6m
13. 灰黄色厚层砾岩夹薄层泥质粉砂岩, 含禾本科 (*Gramineae*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 蒿 (*Artemisia*)
6.15m
14. 灰黄色含砾细砂岩, 含禾本科 (*Gramineae*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 蒿 (*Artemisia*)
12.6m
15. 灰黑色砾岩
3.0m
16. 土黄色厚层含砾粗砂岩与砾岩互层, 含藜科 (*Chenopodiaceae*), 蒿 (*Artemisia*)
7.95m
17. 灰黑色巨厚层砾岩
4.65m
18. 灰黄色厚层含砾砂岩, 含禾本科 (*Gramineae*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 蒿 (*Artemisia*)
8.4m
19. 灰黑色厚层砂砾岩
35.7m
20. 灰黄色含砾细砂岩
14.7m

~~~~~角度不整合~~~~~

21. 灰黄色厚层含砾粗砂岩, 含松 (*Pinux*)  
31.95m
22. 杂色巨厚层砂砾岩, 见大型板状交错层理  
18.15m
23. 灰黄色厚层—巨厚层含砾粗砂岩, 含绣线菊 (*Spiraea*), 藜科 (*Chenopodiaceae*), 蒿 (*Artemisia*)  
10.2m
24. 灰黄色厚层砂砾岩, 夹炭质条带  
1.8m
25. 灰黄色厚层细粒岩屑砂岩, 含松 (*Pinux*)  
4.05m
26. 杂色厚—巨厚层砾岩夹炭质条带, 板状及羽状交错层理发育  
14.05m

整合

下伏：古格组（N<sub>2</sub>g）含砾泥质粉砂岩

笔者在香孜第四纪剖面上共采集到 34 个孢粉分析样品，由于岩性不同，采样间距不等。样品按粘土含量程度取 50g、100g、120g 不等，室内每个样品经氢氟酸溶液处理过筛后获得孢粉化石及藻类化石，然后进行分析。藻类化石有盘星藻（*Pediastrum*）、双星藻（*Zygnema*）及刺球藻（*Baltisphaeridium*）。统计的孢粉化石含量用百分数表示，基数为木本、草本、蕨类植物的总和，藻类含量以浓度表示。孢粉鉴定由中国地质科学院水文地质环境地质研究所童国榜研究员完成。为了确定所采集孢粉所处的时代，笔者还对样品进行了 ESR 测年，测试结果如表 1。

表 1 西藏阿里札达盆地香孜剖面 ESR 样品测年数据  
Table 1 ESR dating of the Qangzê section in the Zanda basin, Ngari, Tibet

| 样品编号      | 深度/m   | 样品成分      | 测试矿物 | 年龄/Ma Bp   |
|-----------|--------|-----------|------|------------|
| P4E2      | 2.4    | 粘土粉砂质细砂岩  | 石英   | 1.36 ± 0.1 |
| P4E4      | 15.6   | 砂岩        | 石英   | 1.49 ± 0.2 |
| P4E6      | 35.1   | 砾岩与泥质粉砂岩  | 石英   | 1.51 ± 0.2 |
| P4E10     | 55.2   | 砾岩与泥质粉砂岩  | 石英   | 1.62 ± 0.2 |
| P4E12     | 72.9   | 砾岩与泥质粉砂岩  | 石英   | 1.72 ± 0.2 |
| P4E14     | 89.4   | 砾岩与泥质粉砂岩  | 石英   | 1.81 ± 0.2 |
| P5E10 - 6 | 105.75 | 砾岩        | 石英   | 1.97 ± 0.2 |
| P5E9 - 1  | 107.7  | 砾岩        | 石英   | 2.11 ± 0.2 |
| P5E9      | 116.7  | 含砾粗砂岩     | 石英   | 2.17 ± 0.2 |
| P5E8      | 124.5  | 含砾粗砂岩     | 石英   | 2.24 ± 0.2 |
| P5E7      | 159.6  | 含砾细砂岩     | 石英   | 2.33 ± 0.3 |
| P5E6 - 1  | 175.8  | 砂砾岩与含砾粗砂岩 | 石英   | 2.41 ± 0.3 |
| P5E6      | 191.1  | 砂砾岩与含砾粗砂岩 | 石英   | 2.45 ± 0.3 |
| P5E5      | 206.1  | 砂砾岩与含砾粗砂岩 | 石英   | 2.57 ± 0.3 |
| P5E4      | 221.1  | 粘土粉砂质细砂岩  | 石英   | 2.66 ± 0.3 |

注：所有样品的年代测定均由成都理工大学 ESR 实验室梁兴中教授 2004 年完成。

3 孢粉分析和结果

在 34 个样品中共统计鉴定到 3660 粒孢粉，平均每样 107.6 粒，孢粉平均浓度为每样 27.2 粒/克（一般低于 30 粒/克，最低为 4.6 粒/克，最高为 101.7 粒/克），分属 180 个类型。为了讨论问题方便，本次鉴定中采用了第四纪常用的自然属命名，新近纪形态属的分子依其植物亲缘关系归入相应的自然属中。个别无明显亲缘关系的分子，暂列入每类植物孢粉名称的后部。按现生植物形态，将花粉分为乔木植物花粉、灌木植物花粉、草本植物花粉及蕨类植物孢子四大类。孢粉组合中以草本植物花粉含量为主，鉴定出 1869 粒，平均含量为 51.07%；其次为乔木植物花粉，鉴定出 1304 粒，平均含量为 35.63%；灌木植物花粉 382 粒，平均含量为 10.43%；蕨类植物孢子 105 粒，平均含量为 2.87%。主要孢粉类型分别为

乔木植物花粉：松 (*Pinus*)、云杉 (*Picea*)、冷杉 (*Abies*)、桦 (*Betula*)、柳 (*Salix*)。灌木植物花粉：绣线菊 (*Spiraea*)、麻黄 (*Ephedra*)、水柏枝 (*Myricaria*)、接骨木 (*Sambucus*) 等；草本植物花粉：藜科 (*Chenopodiaceae*)、蒿 (*Artemisia*)、禾本科 (*Gramineae*)、菊科 (*Compositae*)、毛茛 (*Ranuncula*)、玄参科 (*Scrophulariaceae*)、虎耳草 (*Saxifraga*)、蔷薇科 (*Rosaceae*)、唇形科 (*Labiatae*) 等，其次还有少量新近纪形态属分子：三沟粉多种 (*Tricolpopollenites* spp.)、扁三沟粉 (*Tricolpites*)、网面三孔沟粉 (*Retitricolporites*)、单沟粉 (*Monocolpopollenites*) 等。蕨类植物孢子：凤尾蕨 (*Pteris*)、铁线蕨 (*Adiantum*) 等，其次还有形态属分子水龙骨单缝孢 (*Polypodiaceasporites*) 等。

在札达盆地的河湖相地层中，埋藏着不同类型的植物孢粉，它们能比较可靠地反映当时的古植被的演化和古气候变化的情况。因此，通过对孢粉组合分析与相邻地区进行对比，可以推测出化石所在的地层当时的气候、环境及其与高原隆升的关系。

依据札达剖面几种典型孢粉类型图示 (图 2)，初步将其划分为，两个大的孢粉带，四个孢粉亚带，从下至上分别为：

I 带 剖面深度 191 ~ 247m，属 21 ~ 26 层，样品采自上新统第四岩段 ( $N_2^{-4}g$ ) 上部、第五岩段 ( $N_2^{-5}g$ ) 及早更新世香孜组第一岩段 ( $Qp^{1-1a}$ ) 底部，反映上新世后期到早更新世早期植物状况。本带孢粉比较丰富，共鉴定出孢粉 389 粒，其中乔木花粉 215 粒，灌木花粉 40 粒，草本植物花粉 121 粒，蕨类孢粉 13 粒。浓度一般为 8 ~ 80 粒/克。组合中以乔木植物花粉为主，含量约 65%。其次为草本植物花粉，约为 20%。灌木和蕨类孢粉较少，均为 10% 左右。主要花粉成分为松 (*Pinus*)、藜 (*Chenopodiaceae*)、蒿 (*Artemisia*)。特点是以喜阴的针叶林花粉为主，呈山地寒温带暗针叶林气候特征。

II 带 剖面深度 0 ~ 191m，为 1 ~ 20 层，样品采自早更新世香孜组第二、三岩段 ( $Qp^{1-1b}x$ 、 $Qp^{1-1c}x$ ) 和香孜组第一岩段上部 ( $Qp^{1-1a}x$ )，反映早更新世早期植物状况。本带以草本植物花粉占绝对优势，带内孢粉尚丰富，共鉴定出孢粉 3271 粒，其中乔木花粉 1089 粒，灌木花粉 342 粒，草本植物花粉 1748 粒，蕨类孢粉 92 粒。浓度一般为 6 ~ 100 粒/克。组合中草本植物花粉为主，达 53% 左右，乔木植物花粉迅速减少，由早期的 55% 很快下降到 33% 左右，灌木植物花粉显著增加，约 10%，最高达到 27%，是整个剖面中灌木植物最为发育的阶段。蕨类植物孢子断续出现，分布不均匀，平均为 3% 左右。在最晚期蕨类植物孢子明显增加，达到 28%。主要花粉类型为蒿 (*Artemisia*) (约 22%)、松 (*Pinus*) (约 28%)、藜科 (*Chenopodiaceae*) (约 11%)、禾本科 (*Gramineae*) (约 4.5%)，绣线菊 (*Spiraea*) (约 5%)、毛茛 (*Ranuncula*) (约 1%) 及麻黄 (*Ephedra*) (约 1%) 等。按灌木植物花粉和蕨类孢子含量变化又可分为三个亚带，下部亚带 II<sub>1</sub>，剖面深度 103 ~ 191m，孢粉组合特征为木本花粉自高向低快速下降，草本植物花粉迅速上升，其中松 (*Pinus*)、桦 (*Betula*) 孢粉下降最为显著，而落叶栎 (*Quercus*)、常绿栎 (*Cyclobalanopsis*) 孢粉在这一带中开始出现，特别是常绿栎仅在这一带中出现，这说明这一带相对变暖，但是整体趋势是变冷；带 II<sub>1</sub> 同时又是整个地层中唯一没有检测到蕨类孢子的区段，反映气候向干旱寒冷转变，体现了由山地暗针叶林向灌木草原气候变化的特征。中部亚带 II<sub>2</sub>，剖面深度 5 ~ 103m，保持了 II<sub>1</sub> 带晚期的组合特征，松 (*Pinus*)、桦 (*Betula*) 孢粉均保持了相对低的水平，而落叶栎 (*Quercus*)、常绿栎 (*Cyclobalanopsis*) 孢粉已经消失，同时蕨类孢子断续出现。草本植物孢粉含量较高，平均达 57%，最高含量达 73%，同时种类有所增加，灌木花粉也相对

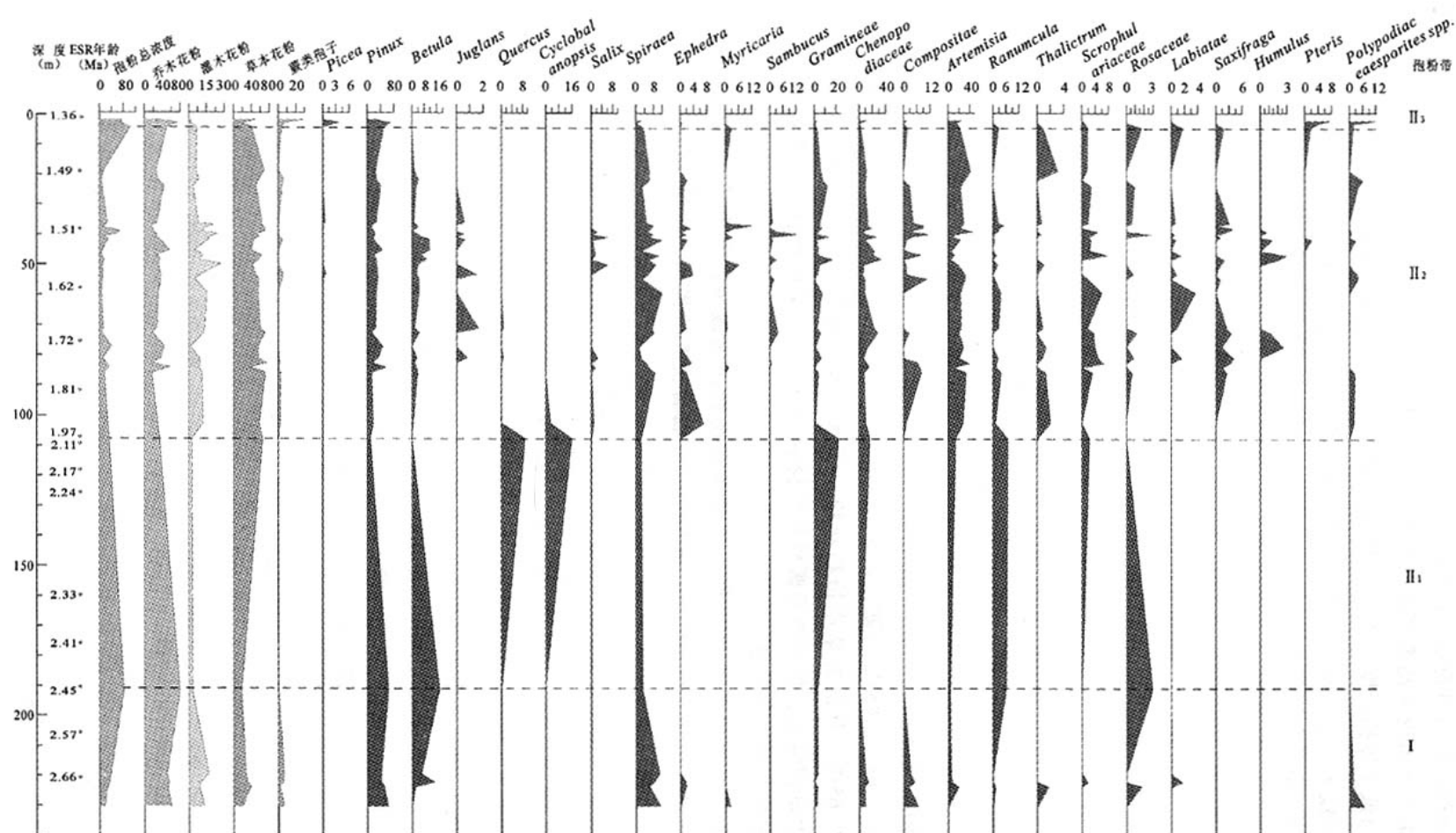


图2 香孜剖面孢粉百分比图式

Fig.2 Spore-pollen percentage of the Qangzê section

增加,而喜阴的针叶林花粉逐渐减少,反映气候进一步趋于干旱,高寒灌木草丛群落占优势。本段灌木花粉含量相对稳定,同时伴随有藜科的增加和蒿属的降低,体现了在高寒灌木草原大的气候条件下出现了高寒荒漠气候特征,同时该带中冻融褶皱十分发育<sup>[10]</sup>,说明一定时期该区气温低于零摄氏度。上部亚带Ⅱ<sub>3</sub>,剖面深度0~5m,样品采自早更新世香孜组第三岩组顶部的纹泥层,孢粉主要类型与前带基本相近。组合中草本植物有小幅下降,灌木花粉明显下降,但蕨类植物孢子增加幅度较大,最大为28%。属干冷草原气候特征。

## 4 结论与讨论

(1) 从香孜剖面孢粉带百分比图式的变化来看,带Ⅰ、带Ⅱ之间是一明显的分界,此前孢粉组合中乔木植物花粉占优势,主要为松,其中经常含有大量云杉及少量的落叶栎、常绿栎或栗/石栎等,且有少量亚热带成份,具新近纪特点。其后,孢粉组合中草本植物花粉占优势,主要为藜、蒿,而云杉、栎类花粉及亚热带花粉成份等少见,具第四纪特点,这与孟宪刚<sup>[10]</sup>、朱大岗<sup>[11]</sup>从沉积物特征分析得出结论基本一致。而在剖面深191.1m处 ESR 样品年龄为 $2.45 \pm 0.3\text{Ma}$ ,这点正好位于带Ⅰ、带Ⅱ之间的分界位置处,这与上新世和更新世的分界年代2.60Ma基本一致。

(2) 大约在2.68~2.45Ma时期,研究区孢粉浓度不高,为8~80粒/克。以乔木植物花粉为主,含量约65%。其次为草本植物花粉,灌木和蕨类孢粉较少。主要花粉成分为松、藜、蒿,还有少量常绿栎、落叶栎及暖性针叶树种雪松等,以喜阴的针叶林花粉为主,显示出山地寒温带暗针叶林气候特征。

(3) 在更新世2.45~2.11Ma时期,木本植物花粉快速减少,草本植物花粉迅速增加,其中松、桦孢粉显著减少,而落叶栎、常绿栎的孢粉含量有所提高,反映了气候向干旱寒冷转变,山地暗针叶林向灌木草原气候变化的特征。

(4) 在更新世2.11~1.49Ma时期,松、桦孢粉均保持了相对低的水平,而落叶栎、常绿栎孢粉已经消失,蕨类孢子断续出现,草本植物孢粉含量最高,同时种类有所增加,灌木花粉也相对增加,而喜阴的针叶林花粉逐渐减少,反映气候进一步趋于干旱,高寒灌木草丛群落占优势。表现出在高寒灌木草原大的气候条件下出现了高寒荒漠气候的特征。

(5) 在更新世1.49~1.36Ma时期,草本植物有小幅下降,灌木花粉下降明显,蕨类植物孢子增加幅度较大,最大为28%,显示出干冷草原气候特征。

(6) 上新世时期,本区气候是一种干旱一半干旱一半湿润的亚热带高山或高山类型,进入更新世,气候转向干旱寒冷,认为是海拔升高的结果。

## 参 考 文 献

- [1] 张青松,王富葆,李炳元,等.西藏札达盆地的上新世地层[J].地层学杂志,1981,5(2):11~15.
- [2] 中国科学院青藏高原综合科学考察队(李炳元,王富葆,张青松,等.).西藏第四纪地质[M].北京:科学出版社,1983.15~40.
- [3] 钱方,浦庆余,吴锡浩.念青唐古拉山东南麓第四纪冰川地质[A].见:青藏高原地质文集(4)第四纪地质、冰川[C].北京:地质出版社,1982.34~50.
- [4] 钱方.用古地磁方法对西藏阿里上新世以来水平运动的初步研究[A].见:喜马拉雅岩石圈构造演化——西藏地球物理论文集[C].北京:地质出版社,1990.198~206.

- [5] 钱方. 青藏高原晚新生代磁性地层研究 [J]. 地质力学学报, 1999, 5 (4): 22~34.
- [6] 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 等. 西藏阿里札达盆地上新世一早更新世河湖相沉积中两个不整合面的发现及意义 [J]. 地质通报, 2004, 23 (5~6): 605~608.
- [7] 李文漪, 梁玉莲. 札达盆地上新世湖相沉积的孢粉分析. 中国科学院青藏高原综合科学考察队, 西藏第四纪地质 [M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [8] 李建国, 周勇. 西藏西部札达盆地上新世孢粉植物群及古环境 [J]. 微体古生物学报, 2001, 18 (1): 89~96.
- [9] 李建国, 周勇. 西藏札达盆地晚上新世古植被型分析 [J]. 古地学报, 2002, 4 (1): 52~59.
- [10] 孟宪刚, 朱大岗, 邵兆刚, 等. 西藏西部札达盆地早更新世香孜组沉积特征和时代——对青藏高原第四系底界的约束 [J]. 地质通报, 2005, 24 (6): 536~541.
- [11] 朱大岗, 孟宪刚, 邵兆刚, 等. 西藏阿里札达盆地上新世一早更新世沉积相及其构造演化特征 [J]. 地质力学学报, 2004, 10 (3): 243~252.

## PALYNOLOGICAL RECORDS IN THE QANGZÊ SECTION OF THE ZANDA BASIN, NGARI, TIBET

HAN Jian-en, YU Jia, MENG Qing-wei, Lü Rong-ping,

ZHU Da-gang, MENG Xian-gang, Shao Zhao-gang

(Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081)

**Abstract:** Based on palynological records of the Qangzê section in Zanda basin, Ngari, Tibet, the authors have preliminarily defined the Neogene-Quaternary boundary in the area and revealed the vegetational and environmental history of the area since the late Pleistocene. During ~2.68–2.45 Ma, the vegetation was dominated by arbores, mainly *Pinus*, *Chenopodiaceae* and *Artemisia*, indicating a cold warm climate in the mountain region. During ~2.45–2.11 Ma, herbs increased rapidly and the climate became dry-cold, indicating the characteristic of the bushveld climate. During 2.11–1.49 Ma, the quantity and species of the herbs reached the culmination and the bush increased accordingly, showing that the climate became more and more arid. During 1.49–1.36 Ma, herbs declined slightly but pteridophytes increased relatively greatly, revealing a dry-cold grassland climate.

**Key words:** Tibet; Zanda basin; paleovegetation; Qangzê section; environment; palynological records