

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/312523473>

# Pollen analysis of surface samples from the desert–steppe transitional area of Siziwangqi, central Inner Mongolia

Article · January 2009

CITATIONS

4

READS

68

4 authors, including:



**Fangyuan Mao**

Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences

62 PUBLICATIONS 509 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Wei-Ming Wang**

Chinese Academy of Sciences

188 PUBLICATIONS 2,382 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Y-Q Wang**

Chinese Academy of Sciences

143 PUBLICATIONS 5,507 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

# 内蒙古中部四子王旗荒漠草原过渡带表土花粉分析\*

舒军武<sup>1\*\*</sup> 毛方园<sup>2)</sup> 王伟铭<sup>1)</sup> 王元青<sup>2)</sup>

1) 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

2) 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044

**提要** 通过研究内蒙古中部四子王旗地区的表土花粉, 试图揭示荒漠草原地区小尺度范围中表土花粉的植被和气候指示意义。源自4个不同植物群落的19块表土花粉显示: 研究区表土花粉组合主要以草本植物蒿属(*Artemisia*)、藜科(*Chenopodiaceae*)花粉占优势, 两者百分含量一般在60%以上; 禾本科(*Poaceae*)花粉具低代表性, 平均含量在5%左右; 另含有一定数量的白刺属(*Nitraria*)、麻黄属(*Ephedra*)、菊科(*Asteraceae*)和葱属(*Allium*)等花粉为特征。笔者首次提出的(蒿属+禾本科+菊科)/(白刺属+麻黄属+藜科)百分比值, 有效地揭示了研究区北部较南部要干旱, 与A/C比值及当地现生植被生境和气候因子相吻合。研究结果对我国内陆干旱、半干旱荒漠草原区第四纪古植被的恢复, 以及古气候的重建提供了参照依据。

**关键词** 表土花粉 干旱、半干旱区 荒漠草原 四子王旗 内蒙古

表土花粉研究根据表土花粉组合面貌特点, 通过定性或定量分析, 建立与现生植被和气候环境的联系, 可为正确解读地质时期沉积物中孢粉组合, 重建古植被和恢复古气候提供依据。表土孢粉分析目前已成为开展新生代, 特别是第四纪以来孢粉学研究的重要基础性工作之一。随着全球环境变化研究的兴起, 第四纪孢粉学的研究精度要求在不断地提高, 表土孢粉研究得到了广泛的开展, 成为古环境研究中的一个不可缺少的环节。

我国干旱、半干旱区的表土花粉研究开展较早, 研究区域主要集中在内陆西部新疆、塔里木盆地、柴达木盆地和阿拉善高原等为代表的荒漠区(阎顺, 1991; 翁成郁等, 1993; Herzschuh *et al.*, 2003; 李月丛等, 2004; 李月丛等, 2005a; Herzschuh *et al.*, 2006; 罗传秀等, 2006, 2008; Luo *et al.*, 2009; Zhao & Herzschuh, 2009), 以及北方温带草原区(Liu *et al.*, 1999; 许清海等, 2005; 李月丛等, 2005b)。这些工作大多以大尺度范围来揭示表土花粉与植被及气候环境关系为重点, 积累了丰富的资料, 为开展干旱半干旱地区第四纪古植被和古气候研究打下了坚实的基础。但在我国处于荒漠草原过渡区, 表土花

粉研究工作除王琰瑜等(1996)外, 少有开展。笔者试图通过解析荒漠草原区小尺度区域内的表土花粉资料, 阐述表土花粉组合与当地植被和气候环境的关系。

## 1 研究区自然概况

研究区位于内蒙古自治区中部乌兰察布市四子王旗东北部, 地处阴山北麓风蚀沙化高平原区(图1A)。境内地势开阔、地形复杂。地势南高北低, 平坦而波状起伏, 局部有丘陵、台地、沙地及河谷低地。以高差20—30 m的和缓岗地与宽展的低平地构成这一地区的基本地貌轮廓。海拔在1 000—2 000 m, 土质以栗钙土为主(赛胜宝, 2001; 常明月和王心源, 2003; 武艳萍和潘学标, 2005)。

四子王旗地区属于典型的中温带干旱、半干旱大陆性季风气候, 具明显的大陆性高原气候特点, 春季干旱多风, 夏季炎热。有效水分是该区气候特征的主导因子, 历年平均降水量为310.2 mm, 由南(350 mm)向北(150 mm)递减, 降水量主要集中在6—8月, 由于南部阴山山脉阻碍海洋暖湿气流的输

\* 本文工作得到国家自然科学基金重点项目(40532010)和中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx2-yw-105)共同资助。

\*\* 通讯作者 E-mail: junwushu@126.com (J.W. Shu)

收稿日期 2009-09-04, 修改稿收到日期 2009-09-29

入,致使该旗降水少且分布不均匀,月际、年际波动显著;另一方面水分蒸发量大,年蒸发量高达1 500—2 300 mm,北部干燥度明显大于南部。年均

气温达1—6℃,≥10℃的年积温为2 200—2 500℃,昼夜温差大,寒暑变化剧烈(赛胜宝, 2001; 武艳萍和潘学标, 2005; 马治华等, 2007)。

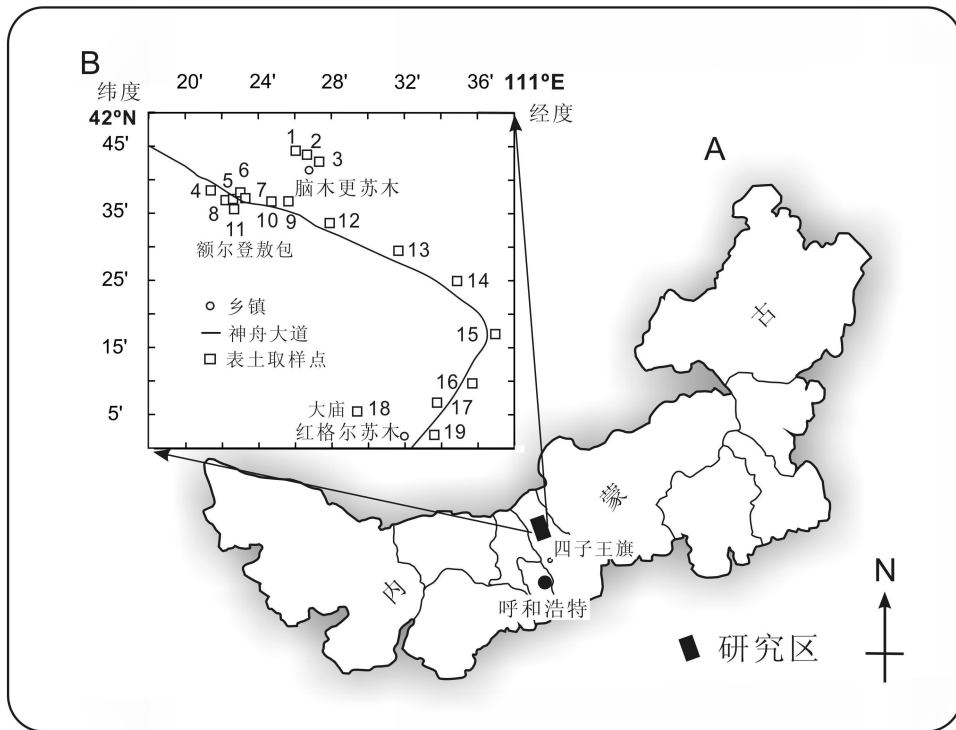


图1 研究区位置图及取样点地理坐标图

Fig. 1 Map shows the study area (A) and sampling sites (B)

四子王旗位于乌兰察布高原半干旱欧亚草原区荒漠草原过渡地带。研究区东南侧与内蒙古高原东部典型草原及西侧与阿拉善东部草原化荒漠各自相接。荒漠草原是草原植被最早生的类型,主要受到水分的明显限制,致使群落呈现矮化、半郁闭矮草外貌特征。植物区系成分主要由戈壁—蒙古和中亚东部荒漠草原种组成,以禾本科针茅属(*Stipa*),如戈壁针茅(*S. gobica*)、克氏针茅(*S. krylovii*)、小针茅(*S. klemenzii*)等,以及糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、多根葱(*Allium polyrhizum*)等为建群种和优势种,同时伴生有强旱生的猪毛菜属(*Salsola*)、白刺属(*Nitraria*)、蒿属(*Artemisia*)、锦鸡儿属(*Caragana*)和耆状亚菊(*Ajania achilleoides*)等灌木、小半灌木成分。这些成分反映了与相邻区域植物种类的密切联系及荒漠草原过渡性特点。本区荒漠草原是十分脆弱的生态系统,严酷的气候条件加上频繁的人畜活动和草地不合理利用促使该区域草场荒漠化日趋严重(吴征镒, 1980; 武艳萍和潘学标, 2005)。

## 2 方法和材料

笔者于2008年7月,随中国科学院古脊椎动物与古人类研究所野外考察队在内蒙古自治区乌兰察布市四子王旗东北部,沿不同海拔高度(海拔1 028 m至1 318 m)约10×10 m的自然地表样方内采用梅花点法,收集地表以下0—1 cm左右的土壤,记录经、纬度和海拔后密封保存,共获取19块土壤样品(图1B)。样品主要采自脑木更苏木到红格尔苏木神舟路段地表。样品带回实验室自然风干后进行孢粉酸碱醋解法常规流程处理,具体为:每样称取干样70 g,处理前外加石松孢子一片(10 850±200粒)以估算孢粉浓度,依次经10% HCl、10% NaOH、36% HF和醋解处理,最后用10 μm尼龙布筛滤后离心富集。花粉鉴定与统计在Leitz光学显微镜40×下进行,孢粉照相由Nikon E600显微镜400×及配套成像软件ACT-1共同完成。

花粉统计平均每样631(334—782)粒,各科属花粉百分比均以乔灌木、陆生草本花粉总和为基准

计算获得, 孢粉百分比及浓度图谱使用 Tilia 2.0 和 TGview 软件绘制而成。

分析后的剩余孢粉底样保存在中国科学院南京地质古生物研究所古植物学与孢粉学研究室, 供备查及后续研究。

### 3 表土花粉组合及其特点

#### 3.1 表土花粉组合面貌

花粉统计及鉴定结果显示, 除少数表土样品外均含有丰富的花粉, 浓度平均为 6 548 (826—15 012) 粒/g; 孢粉类型单调, 共有 25 科属。表土孢粉组合以藜科和蒿属为主的陆生草本植物花粉占

优势, 两者含量一般在 60% 以上, 部分样品达 90%; A/C 比值平均为 0.8 (0.2—2.0); 禾本科、菊科花粉常见, 前者平均含量 5.0%, 后者为 2.9%。

此外, 普遍见有一定数量的白刺属、麻黄属、蒺藜属 (*Tribulus*) 及葱属花粉, 零星见有旋花属 (*Convolvulus*)、十字花科 (*Brassicaceae*)、石竹科 (*Caryophyllaceae*) 等花粉; 木本植物含量较低, 以松属 (*Pinus*)、桦木属 (*Betula*)、榛属 (*Corylus*) 为主, 含少量的沙棘属 (*Hippophae*)、榆属 (*Ulmus*)、栎属 (*Quercus*) 和桤木属 (*Alnus*) 花粉; 个别样品出现莎草科花粉 (*Cyperaceae*) 峰值, 并见有少量的香蒲属花粉; 未见蕨类植物孢子 (见图版)。

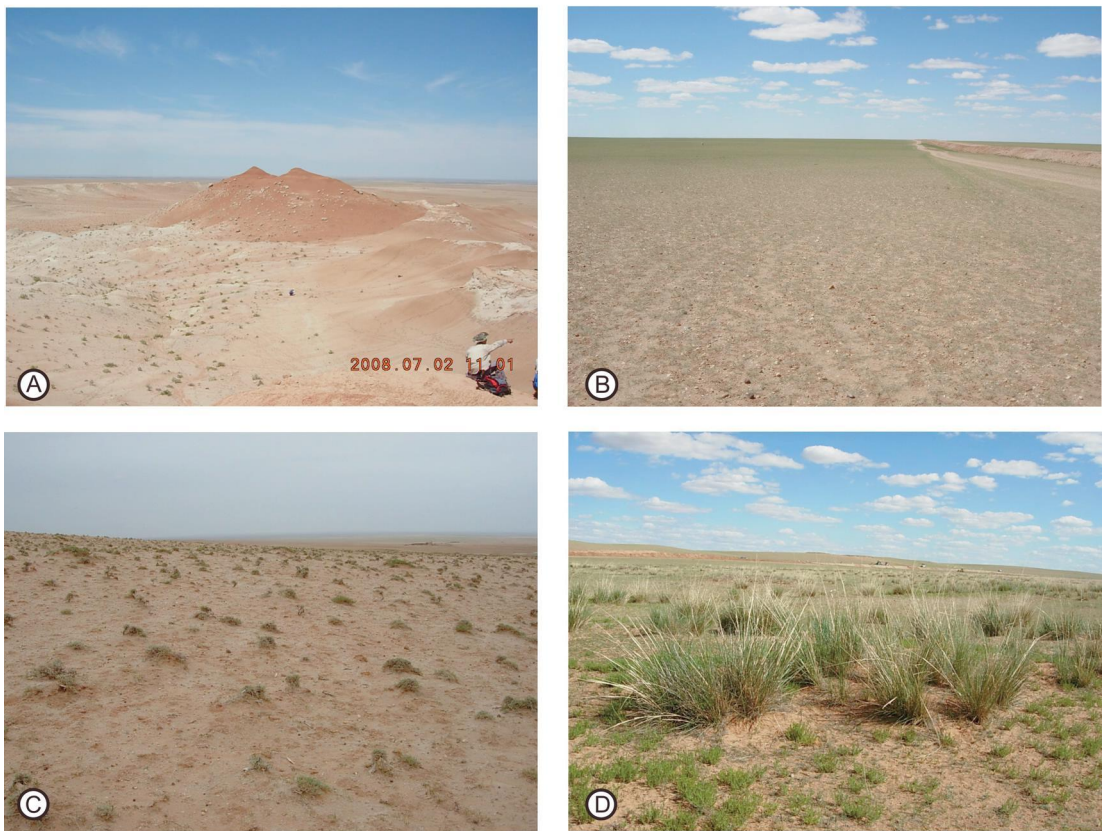


图 2 部分表土花粉取样点状况 (A: 样品 5; B: 样品 13; C: 样品 2; D: 样品 17)

Fig. 2 Pictures for some sampling sites (A: Sample 5; B: Sample 13; C: Sample 2; D: Sample 17)

本文表土花粉植物群特征与王琚瑜等 (1996)、许清海等 (2005) 研究的荒漠草原区表土花粉相似。

#### 3.2 花粉组合及其特点分析

根据藜科、蒿属、禾本科含量变化、A/C 比值结合当地植被生境状况, 该表土孢粉植物群可以划分为 A-1 和 A-2 两个带 (图 3)。

1) A-1 孢粉组合带 (研究区北部, 样品 1—11)

A-1 带由 11 个孢粉样品组成, 位于研究区北部 (图 1B), 分别取自脑木更苏木附近的丘陵谷地稀疏霸王 (*Zygophyllum xanthoxylon*)—麻黄属-珍珠猪毛菜 (*Salsola passerina*) 群落 (图 2A)、珍珠猪毛菜稀疏禾草群落 (图 2C) 及丛生禾草-珍珠猪毛菜群落。其中以霸王-麻黄属-珍珠猪毛菜群落植被最为稀疏, 孢粉浓度也最低 (图 4)。

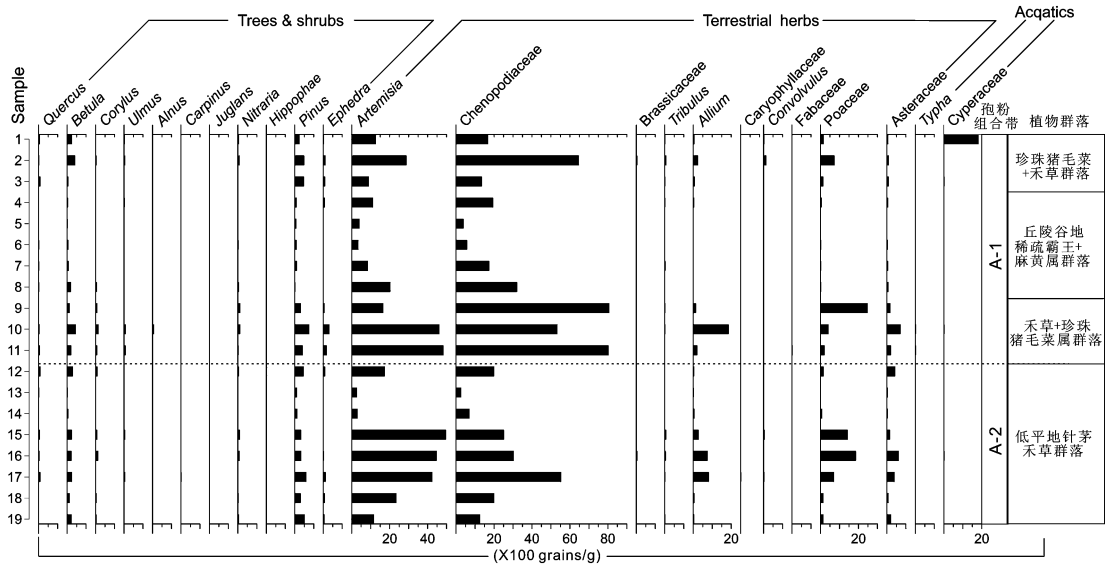


图 3 内蒙古四子王旗表土孢粉百分比图谱

Fig. 3 Pollen percentage diagram of top soil samples from Siziwangqi, Central Inner Mongolia

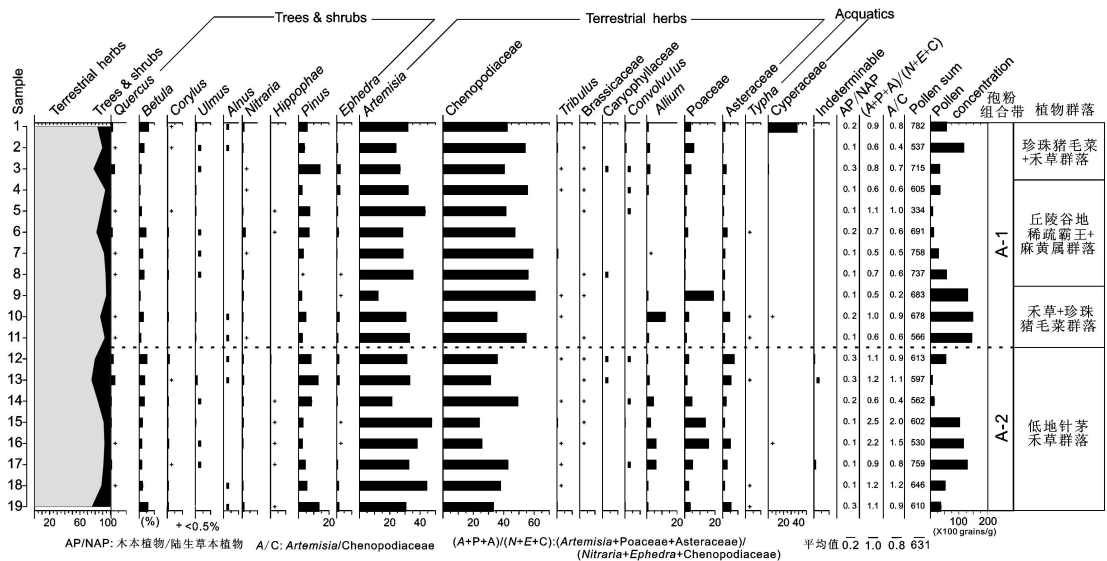


图 4 内蒙古四子王旗表土孢粉浓度图谱

Fig. 4 Pollen concentration diagram of surface samples from Siziwangqi, Central Inner Mongolia

本带孢粉组合特点为藜科花粉平均含量 47.6%，蒿属 31.9%；A/C 值较低，平均为 0.7 (0.2—1.0)；禾本科花粉含量平均为 2.5%；菊科花粉常见，平均含量为 2.0%；含有一定量的麻黄属、白刺属；零星见有蒺藜属、旋花属、十字花科和石竹科花粉。

另外，取自有水迹的低洼地和密生的丛生禾草群落的 1 号和 9 号样品具局部特殊生境特征，分别与前者含有丰富的莎草科及后者较高的禾本科花粉相对应。

2) A-2 孢粉组合带(研究区南部, 样品 12—19)  
本带样品主要沿研究区南部神舟路采集, 共 8 块样品。样品取自开阔低平地, 以针茅属等禾本科植物为主, 植被一般较低矮稀疏(图 2B), 局部有水分较好的低洼地或河道禾草发育较好(图 2D)。

组合以禾本科花粉含量明显增加(平均为 6.4%), 藜科植物花粉显著减低, A/C 比值 1.1 (0.4—2.0) 升高为特征区别于 A-1 带(表 1)。蒿属花粉平均含量为 25.1%。此外, 葱属、菊科花粉增加, 白刺属和麻黄属花粉含量比上一亚带有所下降。

表 1 花粉组合带 A-1 与 A-2 主要科属类型含量比较表

Table 1 Comparison of Pollen percentage between Zone A-1 and Zone A-2

花粉带	花粉科属	蒿 属	藜 科	A/C	禾本科	白刺属+ 麻黄属	菊 科	(A+ P+ A)/ (N+ E+ C)
A-1		31.9	47.6	0.7	2.5	2.1	2.0	0.7
A-2		25.1	35.2	1.1	6.4	1.9	4.1	1.4

注: A+ P+ A: *Artemisia*+ *Poaceae*+ *Asteraceae*; N+ E+ C: *Nitraria*+ *Ephedra*+ *Chenopodiaceae*

## 4 对表土花粉的几点初步认识

### 4.1 表土花粉与现生植被的关系

根据表土花粉特征结合源自四个不同的现生植物群落,即自北往南分别是猪毛菜属+ 禾草群落、霸王属+ 麻黄属群落、禾草+ 猪毛菜属群落及丛生小禾草群落,可以得到如下认识:

1) 前三个群落分布在研究区北部脑木更苏木、额尔登敖包周边(样品 1—11),植物群落外貌一般表现为低矮的旱生植物群丛。低平地主要由猪毛菜属和针茅属植物构成,在一些沙化的地段,主要见珍珠猪毛菜点状散落成片连续分布(图 2C),伴生有银灰旋花(*Convolvulus ammannii*)、匍枝骆驼蓬(*Peganum nigellastrum*)等植物。侵蚀的丘陵坡地由于地势较陡,蒸发量大,土壤水分不易保持,散生分布有霸王、局部见有中麻黄(*Ephedra intermedia*)等小灌木植物类群。这些植物表现为明显的干旱化性状,如霸王叶小肉质化,根系发达;中麻黄叶强烈退缩,根系较深。混生植物见有一年生的阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus*)、藜(*Chenopodium album*)、西伯利亚滨藜(*Atriplex sibirica*)、裂叶风毛菊(*Saussurea laciniata*)、蒺藜(*Tribulus terrestris*)、红砂(*Reaumuria soongorica*)、宽叶独行菜(*Lepidium latifolium*)和伞形科(*Apiaceae*)等耐旱植物。野外见少量的蒿属、白刺属及乔灌木植物。

从表土花粉组合来看,上述三个植物群落都以藜科和蒿属花粉为优势分子,禾本科、菊科花粉常见,这与现生实际植被的优势组成分子情况有较大的差别。藜科和蒿属花粉在干旱、半干旱地区表土花粉组合中普遍具有超代表性(Herzschuh *et al.*, 2003; 郑卓等, 2008; Zhao *et al.*, 2009)。研究区藜科花粉推测主要产生于猪毛菜属植物,由于其分布成片,花粉产量大,易风媒传播,所以表土花粉含量较高。在实际取样过程中,未见有诸多蒿属植物,但在表土花粉中一般能达到 30% 以上。蒿属具有超

代表性,其原因一方面与蒿属花粉产量大,外壁厚实,易散播和保存有关;另一方面与蒿属的生长特点有关。荒漠草原区,在降水相对较多的 6—8 月,如遇雨水集中,蒿属的某些类型如猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)能在短时间内迅速发育生长甚至爆发式生长,并快速繁衍后代,干季则处休眠干枯,表现为“夏雨型”植物特点。另外,花粉谱记录显示含有少量的乔灌木植物如松属、桦木属等,而本研究区未见这些木本植物,这些花粉视为外来“噪音”花粉,主要来自南边阴山、大青山森林植被,由风携带侵入本区(王璋瑜等, 1996)。

2) 12—19 号样品来自研究区南部,从取样时的现生植被来看表现较为一致,主要分布在地势开阔的低平地由小针茅等针茅属植物构成的群落,伴生有狭叶锦鸡儿(*Caragana stenophylla*)、中间锦鸡儿(*Caragana intermedia*)和二裂委陵菜(*Potentilla bifurca*)等植物;取样范围内未见蒿属和藜科植物分布。

从孢粉组合来看,依然表现为藜科和蒿属占优势,禾本科、葱属和菊科花粉比北部孢粉组合明显增加,藜科花粉含量有所降低。这样的花粉组合与当地的现生禾草植被有很大的不同,究其原因,一方面由于蒿属、藜科花粉的高含量掩盖或“稀释”了禾本科花粉的表现,另一方面由于禾本科本身低产量或者跟其分孽生殖及保存有关(Liu *et al.*, 1999; Herzschuh *et al.*, 2003; 许清海等, 2005; 李月丛等, 2005b)。

总体上来看,相近地区不同植物群落表土花粉表现为均匀“统一”化:高含量的藜科和蒿属花粉,伴有一定量的禾本科和菊科花粉。由此可见,花粉组合难以准确判别具体植物群落。这与李月丛等(2005b)指出的北方草原区表土花粉组合不能反映群落结构特征等观点相一致。但在本次研究中,北部的猪毛菜属-霸王属-禾草群落与南部的禾草群落虽同以蒿属、藜科花粉占主导,但南部禾草群落的禾本科花粉明显高于北部,因此根据禾本科花粉含量



可以大致识别群落的组成概况。

总之, 尽管植物群落与孢粉组合面貌不相一致, 但本文表土花粉具有干旱、半干旱区域的表土花粉普遍特征。依其含有的藜科、蒿属、禾本科、菊科、麻黄属和白刺属等荒漠和草原成分, 一定程度上反映出表土花粉的荒漠草原过渡性特点。

#### 4.2 $A/C$ 、 $(A+P+A)/(N+E+C)$ 比值与荒漠草原植被

蒿属、藜科、禾本科、菊科、麻黄属和白刺属等花粉是我国内陆干旱、半干旱地区的主要花粉类型, 其组合变化对植被及气候具有指示意义。由于植物各自生境不同、花粉产量各异、花粉传播方式和保存能力的差别及沉积环境、微地形变化的外在因素, 如何应用表土花粉资料准确解读植被和转化气候指标一直是孢粉学的一个难题。El-Moslinmny (1990)、陈辉等 (2004) 认为蒿属/藜科 ( $A/C$ ) 百分比比值是反映干旱半干旱地区环境湿度变化的重要指标, 比值越小干旱程度越大。李文漪和阎顺 (1990)、阎顺 (1991)、Luo 等 (2009) 研究了新疆地区的表土花粉, 他们认为荒漠区  $A/C$  低于 0.5, 荒漠草原为 0.5—1.2 左右, 草原区一般大于 1.0。另外, 李月丛等 (2005b) 指出北方荒漠草原区藜科花粉含量多高于 25% 及郑卓等 (2008) 认为  $A/C$  比值指示的降雨量则与植物分布有较好的对应。本文  $A/C$  平均值为 0.8 (0.2—1.5), 绝大部分值处于 0.5—1.2 范围之内, 藜科花粉平均含量达 44%, 与本区的荒漠草原植被吻合。北部 (A-1 带)  $A/C$  平均值为 0.7, 低于南部 (A-2 带) 比值 1.1, 指示北部比南部较干旱, 这与实际的植被生境及气候环境相一致, 表明  $A/C$  比值对判断植被类型和干旱程度具有重要的指示意义。

依据李月丛等 (2005a) 提出以  $A/C$  值多为 0.5—2.0, 麻黄/蒿属多小于 0.1, 白刺/麻黄比值多大于 1.0 为草原化荒漠群落花粉组合标准, 本文表土花粉组合特别是 A-1 带符合草原化荒漠的特征。这可能是由于本区长期过度放牧, 植被退化, 导致藜科花粉含量相对偏高有关 (王琫瑜等, 1996; 李月丛等, 2005b)。近些年, 研究区由于气候环境的严酷, 草场退化, 风沙增多, 牧民大多向外迁移, 草场慢慢处于恢复之中。从野外考察情况来看, 笔者认为干旱的气候环境是该地区植被荒漠化的主导因素, 而不合理的放牧是荒漠化的叠加诱发因子。

干旱半干旱地区主要受制于有效水分因子, 从我国东部森林草原到西部荒漠区, 随着水分及温度

环境梯度的变化, 植物组成类型明显不同。从植物生境及生活性状来看, 藜科、麻黄属和白刺属在干旱半干旱区多为强旱生低矮小灌木、灌木植物, 大多适应偏荒漠性环境, 属于荒漠型植物类型; 蒿属、禾本科和菊科为一年生、多年生的陆生耐旱或中生草本植物, 普遍适应偏草原性环境, 属草原型植物类型。由此, 笔者提出以 (蒿属+禾本科+菊科)/(白刺属+麻黄属+藜科) 花粉百分比比值即  $(A+P+A)/(N+E+C)$  尝试对植被及气候进行判别。结果显示北部 (A-1 带)  $(A+P+A)/(N+E+C)$  平均比值为 0.7 (0.5—1.1) 明显低于南部 (A-2 带) 1.4 (0.6—2.5) (表 1), 指示北部比南部更为干旱, 与  $A/C$  比值指示意义相一致。但  $(A+P+A)/(N+E+C)$  比值比  $A/C$  表现更为显著, 因此, 笔者初步认为  $(A+P+A)/(N+E+C)$  可能比  $A/C$  对干旱气候环境更为有效和灵敏。至于该指标是否具有广泛意义, 还需更多资料佐证, 本文限于样品和研究范围在此仅作抛砖引玉, 不足以深入探讨。

## 5 结 论

在我国干旱半干旱内陆地区, 详细的表土花粉资料可有效指示特定的植被类型和气候环境特征。内蒙古中部四子王旗荒漠草原过渡带 19 块表土花粉样品分析显示: 1) 表土花粉组合以藜科和蒿属占主导, 两者百分比含量一般 60% 以上, 可高达 90% 以上; 禾本科花粉具低代表性, 一般在 5% 左右; 木本阔叶植物稀疏,  $AP/NAP$  一般在 0.2 左右;  $A/C$  平均值为 0.8 (0.2—1.5); 同时含有一定量的麻黄属、白刺属等强干旱类型, 表现为草原类型和荒漠类型的混合, 与本区的荒漠草原过渡性植被吻合; 2) 4 个不同的植物群落具有相似的表土花粉组成; 3) 本文首次提出的  $(A+P+A)/(N+E+C)$  比值对植物生境具有良好的指示意义, 其大小可指示环境干旱程度; 结合  $A/C$  值结果显示, 相比较研究区南部, 北部具有较低的  $(A+P+A)/(N+E+C)$  和  $A/C$  值, 反映北部比南部更为干旱, 与当地现生植被生境及降水条件相一致。

致谢 诚谢美国自然历史博物馆孟津博士和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所李强高工等人员野外协助采样、内蒙古大学生命科学学院生态与环境科学系赵利清博士对研究区植物鉴定和交流及评审专家对本文的有益建议。

## 参考文献

- 马治华, 刘桂香, 李景平, 李 洁, 2007. 内蒙古荒漠草原生态环境质量评价. *中国草地学报*, **29**(6): 17—21
- 王琇瑜, 宋长青, 孙湘君, 1996. 内蒙古中部表土花粉研究. *植物学报*, **38**(11): 902—909
- 李月丛, 许清海, 阳小兰, 肖举乐, 梁文栋, 彭彦嘉, 2004. 内蒙古岱海表层沉积物中孢粉的分布与来源. *古地理学报*, **6**(3): 316—328
- 李月丛, 许清海, 阳小兰, 肖举乐, 陈 辉, 吕新苗, 2005a. 中国荒漠区东部花粉对植被的指示性研究. *科学通报*, **50**(13): 1356—1364
- 李月丛, 许清海, 阳小兰, 郑振华, 2005b. 中国草原区主要群落类型花粉组合特征研究. *生态学报*, **25**(3): 555—564
- 李文漪, 阎 顺, 1990. 柴窝堡盆地第四纪孢粉学研究. 见: 施雅风(主编), *新疆柴窝堡盆地第四纪气候环境变迁及水文地质条件*. 北京: 海洋出版社. 46—74
- 许清海, 李月丛, 阳小兰, 郑振华, 2005. 北方草原区主要群落类型表土花粉分析. *地理研究*, **24**(3): 394—402
- 吴征镒(主编), 1980. *中国植被*. 北京: 科学出版社.
- 陈 辉, 吕新苗, 李双成, 2004. 柴达木盆地东部表土花粉分析. *地理研究*, **23**(2): 201—210
- 武艳萍, 潘学标, 2005. 四子王旗生物气候资源及其变异分析. *干旱区资源与环境*, **19**(1): 126—130
- 罗传秀, 郑 卓, 潘安定, 安放舟, BEAUDOUIN Celia, 黄康有, 2008. 新疆地区表土孢粉空间分布规律研究. *地理科学*, **28**(2): 272—275
- 罗传秀, 潘安定, 郑 卓, 2006. 西北干旱地区表土孢粉与植被关系研究进展. *干旱区研究*, **23**(2): 314—319
- 郑 卓, 黄康有, 许清海, 吕厚远, Rachid CHEDDADI, 罗运利, Celia BEAUDOUIN, 罗传秀, 郑艳伟, 李春海, 魏金辉, 杜春彬, 2008. 中国表土花粉与建群植物地理分布的气候指示性对比. *中国科学(D)*, **38**(6): 701—714
- 翁成郁, 孙湘君, 陈因硕, 1993. 西昆仑地区表土花粉组合特征及其与植被的数量关系. *植物学报*, **35**(1): 69—79
- 常月明, 王心源, 2003. 论内蒙古四子王旗农牧交错带林地的发展与演化. *内蒙古林业科技*, **1**: 27—31
- 阎 顺, 1991. 新疆第四纪孢粉组合特征及植被演替. *干旱区地理*, **14**(2): 1—8
- 赛胜宝, 2001. 内蒙古北部荒漠草原带的严重荒漠化及其治理. *干旱区资源与环境*, **15**(1): 34—38
- CHANG Yue-ming, WANG Xin-yuan, 2003. Development and Evolution of Woodland of Agro-pastoral Areas of Siziwang Qi in Inner Mongolia. *Inner Mongolia Forestry Science & Technology*, **1**: 27—31
- CHEN Hui, LÜ Xinmiao, LI Shuangcheng, 2004. A study on topsoil pollens in the east of Qaidam Basin. *Geographical Research*, **23**(2): 201—210
- HERZSCHUH U, K RSCHNER H, MA Yuzhen, 2003. The surface pollen and relative pollen production of the desert vegetation of the Alashan Plateau, western Inner Mongolia. *Chinese Science Bulletin*, **48**(14): 1488—1493
- HERZSCHUH Ulrike, K RSCHNER Harald, BATTARBEE Rick, HOLMES Jonathan, 2006. Desert plant pollen production and a 160-year record of vegetation and climate change on the Alashan Plateau, NW China. *Vegetation History and Archaeobotany*, **15**(3): 181—190
- EL-MOSLINMNY A, 1990. The ecological significance of common nonarborescent pollen example from dryland of the Middle East. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **64**: 343—350
- LI Wen-yi, YAN Shun, 1990. Quaternary spore-pollen study of the Chaiwopu Basin. In: Shi Ya-fen (ed.), *The Quaternary Climate-Environment Changes and Hydrogeological Condition on the Chaiwopu Basin in Xinjiang Region*. Beijing: China Ocean Press. 46—74
- LI Yuecong, XU Qing-hai, YANG Xiao-lan, XIAO Ju-le, LIANG Wen-dong, PENG Yan-jia, 2004. Distribution and source of pollens and spores in surface sediments of Daihai Lake, Inner Mongolia. *Journal of Palaeogeography*, **6**(3): 316—328
- LI Yuecong, XU Qing-hai, YANG Xiao-lan, XIAO Ju-le, CHEN Hui, LÜ Xin-miao, 2005a. Pollen indication to source plants in the eastern desert of China. *Chinese Science Bulletin*, **50**(15): 1632—1641
- LI Yuecong, XU Qing-hai, YANG Xiao-lan, ZHENG Zhen-hua, 2005b. Pollen assemblages of major steppe communities in China. *Acta Ecologica Sinica*, **25**(3): 555—564
- LIU Hong-yan, CUI Hai-ting, POTT Richard, SPEIER Martin, 1999. The surface pollen of the woodland-steppe ecotone in southeastern Inner Mongolia, China. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **105**(3—4): 237—250
- LUO Chuan-xiu, ZHENG Zhuo, PAN An-ding, AN Fang-zhou, BEAUDOUIN Celia, HUANG Kang-you, 2008. Spatial Distribution of Modern Pollen in Xinjiang Region. *Scientia Geographica Sinica*, **28**(2): 272—275
- LUO Chuanxiu, PAN An-ding, ZHENG Zhuo, 2006. Progresses about the Studies on the Relationship between Topsoil Spore pollen and Vegetation in Arid Areas of Northwest China. *Arid Zone Research*, **23**(2): 314—319
- LUO Chuanxiu, ZHENG Zhuo, TARASOV Pavel, PAN Anding, HUANG Kangyou, BEAUDOUIN Celia, AN Fangzhou, 2009. Characteristics of the modern pollen distribution and their relationship to vegetation in the Xinjiang region, northwestern China. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **153**(3—4): 282—295
- MA Zhi-hua, LIU Gu-xiang, LI Jing-ping, LI Jie, 2007. The Evaluation of Desert-steppe Ecosystem Quality in Inner Mongolia. *Chinese Journal of Grassland*, **29**(6): 17—21
- SAI Sheng-bao, 2001. Serious Desertification of Desert Steppe Zone and Its Control in Northern Inner Mongolia. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, **15**(1): 34—38
- WANG Feng-yu, SONG Chang-qing, SUN Xiang-jun, 1996. Study on surface pollen in Middle Inner Mongolia, China. *Acta Botanica Sinica*, **38**(11): 902—909
- WENG Cheng-yu, SUN Xiang-jun, CHEN Yin-shuo, 1993. Nu-



- merical characteristics of pollen assemblage of surface samples from the West Kunlun Mountains. *Acta Botanica Sinica*, **35** (1): 69—79
- WU Zheng-yi (ed.), 1980. *Vegetation of China*. Beijing: Science Press.
- WU Yan-Ping, PAN Xue-Biao, 2005. Analysis on Biologic Climate Resources and its Changes in Siziwangqi. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, **19**(1): 126—130
- XU Qing-hai, LI Yue-cong, YANG Xiao-lan, ZHENG Zhen-hua, 2005. Study on surface pollen of major steppe communities in northern China. *Geographical Research*, **24**(3): 394—402
- YAN Shun, 1991. The characteristics of Quaternary spore-pollen assemblage and the vegetation succession in Xinjinag. *Arid Land Geography*, **14**(2): 1—8
- ZHAO Yan, HERZSCHUH Ulrike, 2009. Modern pollen representation of source vegetation in the Qaidam Basin and surrounding mountains, north-eastern Tibetan Plateau. *Vegetation History and Archaeobotany*, **18**(3): 245—260
- ZHAO Yan, XU Qinghai, HUANG Xiaozhong, GUO Xiaoli, TAO Shichen, 2009. Differences of modern pollen assemblages from lake sediments and surface soils in arid and semi-arid China and their significance for pollen-based quantitative climate reconstruction. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **156**(3—4): 519—524
- ZHENG Zhuo, HUANG Kang-you, XU Qing-hai, LÜ Hou-yuan, Rachid CHEDDADI, LUO Yun-li, Celia BEAUDOUIN, LUO Chuan-xiu, ZHENG Yan-wei, DU Chun-bin, LI Chun-hai, 2008. Comparison of Climatic Threshold of Geographical Distribution between Dominant Plants and Surface Pollen in China. *Science in China (D)*, **51**(8): 1107—1120

## POLLEN ANALYSIS OF SURFACE SAMPLES FROM THE DESERT-STEPPE TRANSITIONAL AREA OF SIZIWANGQI, CENTRAL INNER MONGOLIA

SHU Jun-wu<sup>1)</sup>, MAO Fang-yuan<sup>2)</sup>, WANG Wei-ming<sup>1)</sup> and WANG Yuan-qing<sup>2)</sup>

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

2) *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044*

**Abstract** A total of 19 surface samples were palynologically analyzed in attempt to reveal the implication of surface pollen data under the modern vegetation and climate conditions in the desert-steppe area in Siziwangqi, Central Inner Mongolia, NE China. The results show that the pollen flora is characterized by the dominant *Artemisia* and Chenopodiaceae, usually accounting for above 60%. Poaceae pollen is at low level with an average percentage about 5% and some typical desert-steppe taxa are common such as *Nitraria*, *Ephedra*, Asteraceae and *Allium*. Exotic are limited arboreal pollen such as *Pinus*, *Betula*, and *Quercus* induced by winds from the southern mountainous areas.

The pollen flora is much similar to those from the arid and semi-arid area in NE China but is significantly different from the modern *Stipae-Salsola* dominant plant communities where the surface soil was sampled. This may be mainly attributed to the high productivity and dispersal of *Artemisia* and Chenopodiaceae in windy arid-semiarid areas, which overshadows the representation of the Poaceae-dominated steppe.

The ratio of (*Artemisia*+ Poaceae+ Asteraceae)/(*Nitraria*+ *Ephedra*+ Chenopodiaceae) [(A+ P+ A)/(N+ E+ C)] in pollen percentage proposed by the authors is useful to significantly identify the climatic condition in terms of relative aridity which is comparable to the ratio of *Artemisia*/Chenopodiaceae (A/C). The result shows that the northern part (Zone A-1) with lower (A+ P+ A)/(N+ E+ C) and A/C is drier than the southern part (Zone A-2) corresponding to the modern precipitation distribution in the study area.

**Key words** surface pollen, arid and semi-arid area, desert-steppe, Siziwangqi, Inner Mongolia

### 图版说明

1—3. 蒿属(*Artemisia*); 4, 5. 藜科(Chenopodiaceae); 6. 香蒲属(*Typha*); 7, 8. 菊科(Asteraceae); 9. 蓼科(Polygonaceae); 10. 桦木属(*Betula*); 11. 禾本科(Poaceae); 12, 13. 麻黄属(*Ephedra*); 14, 15. 白刺属(*Nitraria*); 16. 葱属(*Allium*); 17, 19. 蒺藜属(*Tribulus*); 18. 豆科(Fabaceae); 20. 松属(*Pinus*); 21. 莎草科(Cyperaceae); 22. 旋花属(*Convolvulus*).

