

新疆地区表土孢粉空间分布规律研究

罗传秀¹, 郑 卓¹, 潘安定², 安放舟³, BEAUDOUIN Celia¹, 黄康有¹

(1. 中山大学地球科学系, 广东 广州 510275; 2 广州大学地理科学学院,
广东 广州 510006 3 新疆大学资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要: 中国新疆地区表土花粉研究结果展示了干旱区主要孢粉的空间分布规律, 大部分表土花粉属种的地理空间分布与含量与相应植物的分布区域基本一致, 藜科、蒿属、麻黄属及木本植物云杉属、桦木属等花粉普遍呈超代表性, 柽柳属花粉呈低代表性。干旱区主要草灌木表土花粉数据的聚类分析结果可以基本反映本区植物群落的主要生态组合类型。主成分分析进一步表明该区草本和灌木花粉分布主要受水文和湿度等因素控制。

关 键 词: 表土孢粉分布; 旱生植物; 聚类分析; 主成分分析; 新疆地区

中图分类号: Q944.457 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2008)02-0272-04

欧亚大陆中部干旱区可敏感地响应全球变化, 因而成为全球变化研究热点地区之一。该区广泛分布的沉积物的沉积速率高、沉积连续, 这些沉积物中的孢粉纪录是揭示过去植被、生态环境变化的最佳指标之一, 而现代花粉雨及其与植被关系的定量研究对于正确解释化石花粉记录和提高古环境研究的精度十分必要^[1~9]。国外学者对干旱地区的表土花粉研究做出了很大贡献^[10, 11], 而目前国内关于干旱区表土花粉与植被关系的研究多集中于局部区域或仅对个别种类进行分析^[3, 12~19], 针对这一点, 本研究对新疆地区较大尺度表土孢粉进行了空间分布规律研究和数值分析。

1 样点分布与区域概况

本研究在新疆地区分析了 218 个表土样点, 位于 74°~96°E, 34°~49°N, 海拔为 156~5100 m, 主要位于北疆阿尔泰山、准噶尔盆地(海拔 500~1000 m)、天山、南疆的塔里木盆地(海拔 800~1300 m)、昆仑山等地。北疆为温带大陆性干旱半干旱气候, 南疆为暖温带大陆性干旱气候, 山地气候垂直差异明显。北疆的年平均气温为 4~9℃, 南疆为 7~14℃。天山山区西部年降水量为 450~830 mm, 向东逐渐减少。盆地四周降水次之, 北疆地区年降水量 100~200 mm 左右, 南疆盆地不

足 50 mm^[20]。植被以盐生和耐盐的旱生、中生为主, 计有 36 科、123 属, 共 300 多种^[15]。对大部分样点进行了植被样方调查, 并统计了植被的盖度及主要科属的盖度。

2 新疆表土孢粉的空间分布规律

新疆 218 个表土样品中鉴定出高等植物花粉 40 余科、125 个属种一些蕨类和苔藓孢子。其中以草本和灌木为主, 如蒿属(*Artemisia*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、禾本科(*Gramineae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、菊科(*Compositae*)、玄参科(*Scrophulariaceae*)、车前属(*Plantago*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、伞形科(*Umbelliferae*)、麻黄属(*Ephedra*)、柽柳属(*Tamarix*)等。乔木植物花粉主要有云杉(*Picea*)、落叶松(*Larix*)、桦木属(*Betula*)等。

2.1 草本植物的空间分布规律

蒿属植物花粉主要分布在昆仑山、阿尔泰山、天山、准噶尔盆地周围, 含量可达 40%~65%。藜科花粉主要分布在阿尔泰山、准噶尔盆地周围、天山、昆仑山, 含量达 40%~60%, 在塔里木盆地东南部含量为 20%~40%。蒿属、藜科花粉的 *R* 值普遍大于 1, 特别是在非藜科植物占优势的荒漠中, 藜科花粉的 *R* 值更大于 20(表 1), 这与许多表土孢粉研究中发现蒿属、藜科花粉呈超代表性的结论相

收稿日期: 2007-03-08 修订日期: 2007-07-17

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(40331011)、国家自然科学基金(40671187)、国家自然科学基金(40671187)资助。

作者简介: 罗传秀(1970-), 女, 四川简阳人, 博士研究生, 主要从事第四纪孢粉、环境演变研究。E-mail: Luocx30@126.com

通讯作者: 郑 卓, 教授。E-mail: eeszhuo@mail.sysu.edu.cn

表 1 新疆地区主要表土花粉 R 值

Table 1 The representation of main surface pollens in Xinjiang Region

花粉	样点	植物群落	R	花粉	样点	植物群落	R
蒿属	CX J001	博乐蒿荒漠	15.01	桦属	CX J018	山地针叶林	7.71
<i>Artemisia</i>				<i>Betula</i>			
藜科	CX J041	假木贼戈壁荒漠	0.72	桤柳属	CX J046	桤柳胡杨林	0.05
Chenopod	CX J029	小蓬戈壁荒漠	1.06	<i>Tamarix</i>	CX J047	盐碱地荒漠	0.21
iaceae	CX J010	碱蓬戈壁荒漠	2.14		CX J079	绿洲湿地干化	0.54
	CX J012	梭梭荒漠	2.76		CX J082	禾草牧场	0.43
	CX J003	木地肤荒漠	3.02		CX J083	芦苇草原牧场	0.32
	CX J046	柽柳胡杨林	20.84		CX J084	甘草草原	0.66
	CX J027	麻黄荒漠	21.29		CX J113	芦苇盐碱地	0.31
	CX J013	荒漠绿洲交错带	48.91		CX J114	黑果枸杞盐碱地	3.5
禾本科	CX J082	禾草草原牧场	0.08	麻黄属	CX J115	麻黄戈壁荒漠	2.04
Gramineae	CX J083	芦苇草原牧场	0.16	<i>Ephedra</i>	CX J080	麻黄荒漠	2.12
	CX J105	芦苇草原	0.17		CX J027	麻黄梭梭荒漠	2.33
	CX J086	芦苇胡杨林	0.21		CX J116	麻黄黑果枸杞荒漠	3.85
	CX J100	禾草草原	0.23		CX J049	琵琶柴小沙丘	5.01
	CX J113	芦苇柽柳盐碱地荒漠	0.23		CX J118	麻黄荒漠	11.24
	CX J043	盐节草盐碱地荒漠	1.21		CX J050	麻黄半荒漠	16.07
	CX J084	甘草草原	1.33		CX J052	麻黄荒漠	26.19
	CX J087	沙漠边缘	2.07		CX J051	麻黄半荒漠	31.81

符^[3 11 13 14 17 22]。蒿属、藜科花粉分布与植被分布十分吻合^[23 24]。北疆蒿属和藜科花粉含量大于南疆,这是因为准噶尔盆地周围的半灌木和矮半灌木荒漠以藜科和蒿属花粉为主,而塔里木盆地边缘的灌木荒漠则以麻黄和藜科花粉为主^[25]。

禾本科花粉的代表性是相对的。在昆仑山西端和天山东端,禾本科花粉的含量一般为 10%~20%,最高可达 20%~30%。其原因可能是因为在高寒草甸中,蓼科(Polygonaceae)花粉呈低代表性,相应地提高了莎草科和禾本科在高山草甸花粉百分比统计中的含量^[14]。相反,在准噶尔盆地西部和东部的山地草原、阿尔泰山南缘的草甸及草原的很多样点中,其花粉含量一般不超过 5%,R 值小于 1(见表 1),在其他草原中也发现禾本科花粉呈低代表性^[13 18 25 26]。而在塔里木盆地东南部禾本科植物不占优势的荒漠或草原植被中,其花粉却出现最高含量,一般在 20%~30%,若干样点的 R 值大于 1(见表 1)。在河西走廊石羊河流域也发现大体相似的规律^[15]。莎草科花粉主要分布在天山东端和昆仑山西端的高寒草甸,含量为 20%~50%。菊科花粉在昆仑山含量达 10%,个别样点超过 15%,在阿尔泰山南缘也有 5%~10% 的含量。莎草科和菊科植物是高寒草甸的优势种类,主要分布在天山东端、昆仑山西端^[23 24]。

2.2 灌木植物的空间分布规律

麻黄属花粉主要分布在天山和塔里木盆地西

部及北部边缘,含量高达 50% 以上,在准噶尔周围较低,为 10%~20%。麻黄属花粉呈现明显的超代表性(表 1),与其他学者在干旱区的研究结论一致^[11 13 14 17]。白刺属(*Nitraria*)花粉主要分布在昆仑山西端和塔里木盆地西部、东南部,含量 5%~10%,个别白刺群落样点含量甚至在 15% 以上。麻黄、白刺都是塔里木盆地灌木荒漠的优势植物^[23 24]。柽柳植物分布广泛,但其花粉含量却相对较低,主要出现在塔里木盆地东南部及天山,含量最高在 15%,因此呈低代表性(见表 1)。

2.3 木本植物的空间分布规律

云杉属花粉主要分布在天山、阿尔泰山的云杉林地区,含量达 30%,有的甚至超过 50%。在云杉林附近可达 15%~30%,而在云杉林以外则一般不超过 5%。云杉林植被也主要分布在阿尔泰山南缘和东天山北坡,这说明云杉花粉若仅靠风力搬运,是不能大量远距离传播的;影响表土中云杉花粉含量最大因素是距林地的水平距离,只有云杉花粉的含量大于 15% 时,才表明数十米范围内有云杉生长^[12 19 27]。桦木属花粉主要分布在阿尔泰山针叶林和天山的云杉林带,含量为 5%~10%,最高达 30%。在阿勒泰(表 1)和干旱地区的其它研究均发现桦属花粉具超代表性^[13 15]。杨属植物花粉在塔里木盆地含量达 10% 以上,与塔里木盆地各河谷冲积平原发育有大面积的胡杨林(*Populus diversifolia*)和灰杨林(*P. pruinosa*)有关。另外,杨

属花粉在喀什含量也较高,个别样点含量在 5%,可能与村落附近和城市种植的钻天杨有关。

3 孢粉数据聚类分析和主成分分析

3.1 聚类分析

对 203个样点 (去掉森林) 17种主要旱生草本和灌木植物花粉含量的对数进行分层聚类, 17个变量可分为 3类 (图 1): A类为藜科、蒿属、麻黄花粉, 代表以荒漠、草原为主的各种植被类型优势种类。B类是菊科、莎草科、禾本科、十字花科 (Cmuciferae), 这些花粉可能是偏向草原草甸的非优势种类。C类可分 2个亚类, C1石竹科 (Caryophyllaceae) + 蔷薇科 (Rosaceae) + 毛茛科 + 伞形科花粉, 这些花粉很可能与新疆高寒草甸组有关^[24]。C2豆科 (Leguminosae) + 蓼科 + 胡颓子科 (Elaeagnaceae) + 白刺花粉及杨属 + 桤柳属花粉, 可能代表盐生草甸及附近塔里木河荒漠河岸林^[18]。

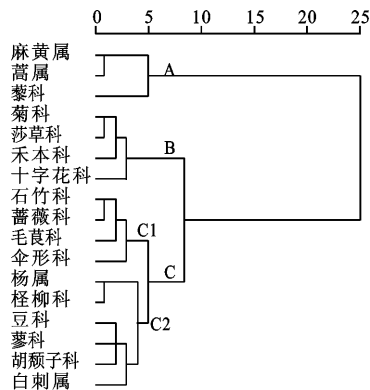


图 1 聚类分析结果

Fig 1 The result of Cluster Analysis

3.2 主成分分析

对 83个样点 12种主要草本和灌木植物花粉含量对数进行主成分分析^[28], 结果显示 (图 2): 第 1主轴最低排序值为藜科, 最高排序值为杨属和桤柳属 (多为荒漠河岸林), 因而第 1因子可能主要反映荒漠区水文因素。其它研究也发现, 干旱地区植物更多受局域水文状况影响^[15 29]。第 2主轴最高排序值为十字花科、莎草科, 最低排序值为杨属和喜温极耐干旱的蓼科^[30]。因此第 2因子可能一定程度上反映地带性湿度变化。选取因子 1、2构成因子平面聚点图, 根据不同类型花粉在排序轴上位置基本将花粉类型分 3组。

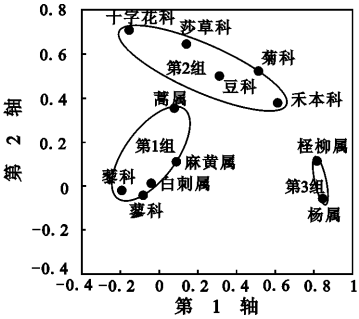


图 2 主成分分析第 1、2因子关系图

Fig 2 The relation between first and second factors in Principal Component Analysis

4 结 论

本文对新疆地区较大尺度进行了表土花粉的空间分布研究, 结果表明, 大部分种属的花粉含量都具有清楚的地理分布规律, 花粉含量的空间变化与植物生长区域具有较好的对应, 藜科、蒿属、麻黄属及木本植物云杉属、桦木属等花粉普遍呈超代表性, 桤柳属花粉呈低代表性; 聚类分析将花粉类型分 3类, 包括优势种类藜科、蒿属、麻黄, 偏向草原非优势种类 (菊科、莎草科、禾本科、十字花科), 偏向草甸的非优势种类 (石竹科、蔷薇科、毛茛科、伞形科及豆科、蓼科、胡颓子科、白刺花粉等), 花粉聚类分析结果可基本反映本区植物群的主要生态组合类型。主成分分析显示新疆的主要草本和灌木花粉分布主要受水文和湿度等因素控制。

参考文献:

[1] 钟 巍,熊黑钢,王立国,等. 塔里木盆地南缘策勒绿洲近 4 000 年来环境变化 [J]. 地理科学, 2004 24(6): 687~692

[2] 冯 松,张拥军,朱德琴,等. 近 2000 年古里雅冰芯净积累量与南疆盆地南沿的干湿变化 [J]. 地理科学, 2005 25(2): 221~225

[3] Cour P, Zheng Z, Duzer D, et al. Vegetation and climatic significance of modern pollen rain in northwestern Tibet [J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 1999 104: 183~204

[4] 张玉兰,贾 丽. 上海东部地区晚第四纪沉积的孢粉组合及古环境 [J]. 地理科学, 2006 26(2): 186~191

[5] 谢远云,李长安,王秋良,等. 江汉平原 9 0 ka B. P. 以来的气候演化: 来自江陵剖面沉积物记录 [J]. 地理科学, 2006 26(2): 199~204

[6] 李月丛,许清海,肖举乐,等. 中国北方几种灌丛群落表土花粉与植被关系研究 [J]. 地理科学, 2007 27(2): 205~210

[7] 朱江玲,刘鸿雁,王红亚. 河北坝上地区湖泊沉积物记录的全新世干旱气候 [J]. 地理科学, 2007 27(3): 380~384

[8] 史 威,朱 诚,王富葆,等. 宁夏及宜溧地区全新世中晚期

典型沉积相与 5 700 a B. P. 前后的气候突变事件 [J]. 地理科学, 2007, **27** (4): 512~ 518

[9] 张新荣, 胡 克, 王东坡. 东北地区泥炭土中植硅体的形态特征 [J]. 地理科学, 2007, **27** (6): 831~ 876

[10] EIGHAZALI G E B Moore D P. Modern lowland pollen spectra and contemporary vegetation in the eastern Sahel vegetation Zone Sudan [J]. Review of Palaeobotany and Palynology 1998 **99** 235~ 246.

[11] Jose S Carrion. A taphonomic study of modern pollen assemblages from dung and surface sediments in arid environments of Spain [J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 2002, **120** 217 ~ 232

[12] 阎 顺, 孔昭宸, 杨振京, 等. 新疆表土中云杉花粉与植被的关系 [J]. 生态学报, 2004 **24** (9): 2017~ 2023.

[13] 阎 顺, 许英勤. 新疆阿勒泰地区表土孢粉组合 [J]. 干旱区研究, 1989 **6** (1): 26~ 33

[14] 许英勤, 阎 顺, 贾宝全, 等. 天山南坡表土孢粉分析及其与植被的数量关系 [J]. 干旱区地理, 1996 **19** (3): 24~ 30

[15] 程 波, 朱 艳, 陈发虎, 等. 石羊河流域表土孢粉与植被的关系 [J]. 冰川冻土, 2004 **26** (1): 81~ 88

[16] 潘安定. 天山北坡不同植被类型的表土孢粉组合研究 [J]. 地理科学, 1993 **13** (3): 227~ 233

[17] 杨振京, 孔昭宸, 阎 顺. 天山乌鲁木齐河源区大西沟表土花粉散布特征 [J]. 干旱区地理, 2004 **27** (4): 543~ 547

[18] Hongyan Liu, Haiting Cui, Richard Pott et al. The surface pollen of the woodland-steppe ecotone in southeastern Inner Mongolia, China [J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 1999 **105**: 237 ~ 250.

[19] 李文漪. 云杉花粉散播效率问题 [J]. 植物学报, 1991, **33** (10): 792~ 800

[20] 靳立亚, 符娇兰, 陈发虎. 近 44 年来中国西北降水量变化的区域差异以及对全球变暖的响应 [J]. 地理科学, 2005, **25** (5): 567~ 572

[21] 米吉提 胡达拜尔地, 徐建国. 新疆高等植物检索表 [M]. 乌鲁木齐: 新疆大学出版社, 2000 1~ 788

[22] 刘会平, 唐晓春, 王开发, 等. 神农架北坡表土常见花粉的 R 值研究 [J]. 地理科学, 2001, **21** (4): 378~ 381

[23] 张佃民, 刘晓云, 刘 速, 等. 新疆植被区划的新方案 [J]. 干旱区研究, 1990, **7** (1): 1~ 10.

[24] 罗传秀, 郑 卓, 潘安定, 等. 新疆地区表土孢粉分布规律及与植被关系研究 [J]. 干旱区地理, 2007, **30** (4): 536~ 543

[25] 许清海, 李月丛, 阳小兰, 等. 北方草原区主要群落类型表土花粉分析 [J]. 地理研究, 2005 **24** (3): 394~ 402

[26] 吴玉书, 肖家仪. 西藏扎布耶盐湖地区现代花粉雨的研究 [J]. 云南植物研究, 1995, **17** (1): 72~ 78

[27] Zhu Yan, Chen Fahu, Cheng Ba et al. Pollen assemblage features of modern water samples from the Shiyang River drainage, Arid region of China [J]. Acta Botanica Sinica, 2002, **44** (3): 367~ 372

[28] 张佳华, 孔昭宸, 杜乃秋. 主成分分析对恢复过去植被和环境作用的再分析——以北京坟庄剖面为例 [J]. 地理科学, 1997, **17** (4): 316~ 322

[29] 姜清涛, 朱 诚, 穆桂金, 等. 新疆绿洲当代入地关系紧张情势与缓解途径 [J]. 地理科学, 2003, **23** (2): 157 ~ 163.

[30] 周忠泽, 李玉成, 张小平, 等. 中国藜科花粉类型的地理分布格局及其与生态因子的关系 [J]. 地理科学, 2003, **23** (2): 169~ 174

Spatial Distribution of Modern Pollen in Xinjiang Region

LUO Chuan-Xiu¹, ZHENG Zhuo¹, PAN An-Ding²,
AN Fang-Zhou³, BEAUDOUIN Celia¹, HUANG Kang-You¹

(1 Department of Earth Science, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, Guangdong 510275; 2 College of Geography Science, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006; 3 College of Resource and Environment, Xinjiang University, Xinjiang 830046)

Abstract The present study analyzes the pollen distribution in Xinjiang Region. The results show clearly that pollen percentage localities are accordant with their dominant community of vegetation. *Artemisia* pollen has relative high percentage on the Kunlun Mountains, the Altay Mountains and around Junggar Basin. Chenopodiaceae pollen occur widely on the Altay Mountains, Junggar Basin, the Tianshan Mountains and the Kunlun Mountains. *Ephedra* and other shrub pollen occur highly around Tarim Basin. The distribution of tree pollen, such as *Picea*, *Betula*, is mainly on the Altay Mountains and the Tianshan Mountains. The results of cluster analysis can reflect the main ecology assemblages of plant communities in study area. The result of principal component analysis confirms that the distribution of steppe and shrub pollen are mainly controlled by hydrology and humidity factors in study area.

Key words Modern pollen distribution; xeromorphic vegetation; Cluster Analysis; Principal Component Analysis; Xinjiang Region