

# 西藏普兰涕松上新世孢粉植物群

曹 流

(中国科学院南京地质古生物研究所)

## 前 言

中国科学院的西藏高原综合科学考察队,于1976年夏季,首次在西藏阿里地区进行多学科考察。南京大学地理系王富葆,在喜马拉雅山脉西段北坡孔雀河流域的涕松褐煤露头剖面,采集了15块孢粉样品,赠给笔者研究。经过分析,其中7块样品获得孢粉化石,种类繁多,含量丰富,地质时代属于上新世早、中期。这一孢粉植物群对探讨西藏高原的古植被、古气候和古地理的演变,以及喜马拉雅山脉的上升问题,提供了重要资料。

孢粉样品的处理由黄凤宝分析,照片由毛继良拍摄,插图由徐宝瑞绘制。孢粉属种承我院植物研究所张金谈鉴定,文稿承王富葆提出宝贵意见,均在此表示感谢。

## 一、涕松褐煤的地层剖面

涕松在行政区划上,属于阿里地区普兰县赤德浦公社,剖面位于孔雀河西岸,东经 $81^{\circ}$ 、北纬 $30^{\circ}20'$ 的地方,海拔高度为42250米。由于露头在河谷盆地揭露不多,样品难以取得,褐煤露头地层剖面的厚度仅7米左右,现将岩性自上而下简述如下:

1. 现代表土层,厚50—60厘米。
2. 黑色褐煤层,厚20—30厘米。孢粉样品号1和2。
3. 棕黄色粉砂土层,厚10—30厘米。
4. 灰黄色粘土层,厚约2米。
5. 白色粉砂土层,上、下均有薄层泥炭,厚度0—30厘米。孢粉样品号6和7。
6. 粉砂土层,夹粘土和褐煤块,厚约1.5

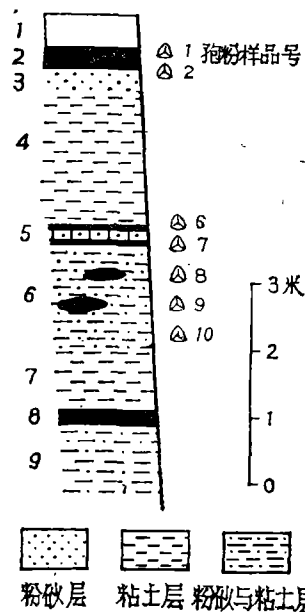


插图1 普兰县赤德浦公社涕松褐煤露头剖面

Textfig. 1 The lignite exposure in Disong of Burang, Xizang

米。孢粉样品号8和9。

7. 青灰色粘土层,含介形类化石,厚度约

1米。孢粉样品号10。

8. 褐煤层,厚20厘米。

9. 粉砂土与粘土层,厚1米左右。

## 二、孢粉植物群与植物垂直分布带

涕松剖面的化石孢粉,主要是从褐煤、粘土和粉砂土层分离出来的,经过初步鉴定、分类和统计,共有50余科、近90属、140多种的孢子和花粉(表I)。其中蕨类植物的孢子有8科、15属、23种,裸子植物的花粉有6科、8属、16种,被子植物的花粉有38科、60余属、近100种。另外,还有一些不能鉴定的孢粉。涕松孢

粉组合既种类繁多、含量丰富,又混杂多种植物成分,主要特点如下:

1. 含有一定种类和数量的亚热带蕨类植物的孢子,如水龙骨科 (Polypodiaceae) 的瓦韦属 (*Lepisorus*)、伏石蕨属 (*Lemmaphyllum*)、丝带蕨属 (*Dryotaenium*)、骨牌蕨属 (*Lepidogrammitis*)、水龙骨科 (*Polypodium*)、崖姜属 (*Pseudodrynaria*)、星蕨属 (*Microsorium*) 和盾蕨属 (*Neolepisorus*)、膜蕨科 (Hymenophyllaceae) 的瓶蕨属 (*Vandenboshia*)、骨碎补科 (Davalliaceae) 的小膜盖蕨属 (*Araistegia*) 和阴石蕨属 (*Humata*)、凤尾蕨科 (Pteridaceae) 的凤尾蕨属 (*Pteris*) 等,一般多为陆地中、小型附生植物的属种,附生在森林树干或者岩石上,反映了一种亚热带森林植被带的存在。孢子含量 5—17%, 平均含量占孢粉总含量 11.5%。

2. 裸子植物花粉的含量 15—47%, 平均含量占孢粉总含量 29%。其中松科的冷杉属 (*Abies*)、云杉属 (*Picea*)、雪松属 (*Cedrus*) 和罗汉松科 (Podocarpaceae)、柏科 (Cupressaceae) 以及麻黄属 (*Ephedra*) 的花粉,种类不是太多,其百分含量一般也不太高。但其中松属的各种类型花粉比较多,例如乔松 (*Pinus griffithii*)、相似高山松 (*P. cf. densata*) 和松属(未定种 1) (*Pinus* sp. 1)、松属(未定种 2) (*Pinus* sp. 2)、松属(未定种 3) (*Pinus* sp. 3) 等,含量也比较高,约占孢粉总含量的 15%。

3. 被子植物花粉中,含有一定种类和数量的亚热带常绿阔叶林带的植被成分,主要的花粉类型以栎属 (*Quercus*)、栗属 (*Castanea*)、青冈属 (*Cyclobalanopsis*)、栲属 (*Castanopsis*) 和冬青属 (*Ilex*) 等为主,还有杨梅属 (*Myrica*)、枫杨属 (*Pterocarya*)、木兰属 (*Magnolia*)、山竹子属 (*Garcinia*)、悬铃木属 (*Platanus*)、槭属 (*Acer*)、桑橙属 (*Maclura*)、构属 (*Broussonetia*)、臀形果属 (*Pygeum*)、黄牛木属 (*Cratogeomys*)、瑞香属 (*Daphne*)、十大功劳属 (*Mahonia*) 以及楝科 (Meliaceae)、芸香科 (Rutaceae)、山茶科 (Theaceae)、大戟科 (Euphorbiaceae)

ae)、金缕梅科 (Hamamelidaceae)、蔷薇科 (Rosaceae) 等。约占孢粉总含量的 30%, 其中壳斗科 (Fagaceae) 的花粉约占孢粉总含量的 20%。

4. 阔叶落叶的木本植物成分的花粉,也有一定的数量,包括桦木科 (Betulaceae) 的桦木属 (*Betula*)、桤木属 (*Alnus*)、榛属 (*Corylus*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*)、榆科 (Ulmaceae)、漆树科 (Anacardiaceae) 的漆树属 (*Rhus*)、杨柳科 (Salicaceae) 和胡桃科 (Juglandaceae) 的胡桃属 (*Juglans*) 等。花粉含量约占孢粉总数的 10%。

5. 以菊科 (Compositae)、藜科 (Chenopodiaceae) 和禾本科 (Gramineae) 为主的草本植物花粉含量丰富,特别是菊科花粉种类繁多,还有苋科 (Amaranthaceae)、石竹科 (Caryophyllaceae)、旋花属 (*Convolvulus*)、唐松草属 (*Thalictrum*)、堇菜属 (*Viola*)、百合科 (Liliaceae)、蓼科 (Polygonaceae) 和豆科 (Leguminosae) 等。花粉含量一般为 8—20%, 甚至有的样品的百分含量达到 30%。平均含量占孢粉总数的大约 18%。

在这仅 7 米厚的剖面中,含有 140 余种的花粉组合的一些特点是: 这一孢粉组合既含有亚热带植被成分、暖温带植被成分,又含有温寒带的植被成分。这种混杂多种植物成分的特点,是无法用一个植物水平带来解释的。这一孢粉组合的混杂面貌,明显地反映出植物垂直分布带的存在,它正是孔雀河河谷不同地势高度植被带所形成的。由于河谷纵深狭窄,不同地势高度植被带的孢子花粉,相当部分将漂落到河谷的底部,即使主要漂落在原地的分散孢子花粉,也随着地表的沉积物,被雨水或河水携带到河谷底部,同当地河岸附近或沼泽地植被带的孢粉混在一起,沉积下来。涕松孢粉组合的混杂面貌,可能就是这种原因。

根据涕松孢粉植物群的这些特点,孔雀河的河谷或某些地段稍微宽阔的地方,可称为河谷盆地,其植物垂直分带可能存在有以下的植被景观: 常绿阔叶林带分布在河岸、河谷沼泽地以及附近的山坡地,主要以常绿壳斗科的栎

属、青冈属、栗属、栲属和冬青属等为优势树种组成,还有木兰属、悬铃木属、臀形果属、相似云南山竹子 (*Garcinia* cf. *cowa*)、楝科、芸香科和大戟科等常绿乔木植物以及雪松属、水松属 (*Glyptostrobus*)、罗汉松属 (*Podocarpus*)、相似土杉 (*Podocarpus* cf. *macrophylla*) 和泪杉属 (*Dacrydium*) 等常绿裸子植物的针叶树种。其中也夹有少数阔叶落叶树种,如山核桃属 (*Carya*)、枫杨属和枫香属 (*Liquidambar*) 等。在河谷盆地底部的河岸溪边湿地、沼泽地和坡地林下,还生长着凤尾蕨科的相似贵州凤尾蕨 (*Pteris* cf. *Kweichowensis*)、卷柏科 (*Selaginellaceae*) 的相似伏地卷柏 (*Selaginella* cf. *nipponica*) 以及一些禾本科、菊科、藜科和豆科等草本植物。在常绿阔叶林中,树干或岩石上面,还附生着两色瓦韦 (*Lepisorus bicolor*)、相似伏石蕨 (*Lemmaphyllum* cf. *microphyllum*)、相似崖姜 (*Pseudodrynaria* cf. *coronans*)、盾蕨 (*Neolepisorus ovatus*)、丝带蕨 (*Drymotaenium miyushianum*)、相似水龙骨 (*Polypodium* cf. *niponicum*)、瓶蕨 (*Vandenboschia auriculata*)、相似美小膜盖蕨 (*Araiostegia* cf. *pulchra*) 和鳞叶阴石蕨 (*Humata trifoliata*) 等亚热带附生型蕨类植物。这些常绿阔叶林带及亚热带附生型蕨类植物的存在,说明当时的气候是炎热和湿润的。在常绿阔叶林带之上的河谷盆地的坡地,分布着大片的常绿阔叶和落叶阔叶混交林带。除河谷盆地底部的栎属、青冈属、栗属、栲属和冬青属的森林树种外,还生长着杨梅属、槭属、构属、桑橙属等常绿树种,以及胡桃属、桤木属、桦木属、鹅耳枥属、漆树属等阔叶落叶树种,组成了常绿阔叶和落叶阔叶混交林带。林带中也生长有少量的雪松属和罗汉松属等常绿针叶树种。林下还生长着常绿、半常绿和落叶灌木或小乔木,其中有黄皮属 (*Clausena*)、酒瓶叶属 (*Glucosmis*)、十大功劳属、瑞香属、黄牛木属、柃属 (*Eurya*)、溲疏属 (*Deutzia*)、叶下珠属 (*Phyllanthus*) 和腊瓣花属 (*Corylopsis*) 等。森林树干上的附生型蕨类植物还是很繁茂的,除河谷

盆地底部的那些种类外,在林下或岩石旁,还生长着相似短羽凤尾蕨 (*Pteris* cf. *brevifolia*)、相似粗糙凤尾蕨 (*Pteris* cf. *laeta*) 等蕨类植物以及禾本科、石竹科和菊科等草本植物。在常绿阔叶和落叶阔叶混交林带上部的山坡地,分布着阔叶落叶针叶混交林带。阔叶落叶的主要森林树种为桦木属、桤木属、蒙自桤木 (*Alnus nepalensis*)、*Alnus* cf. *kamtschatica*、榛属、鹅耳枥属、相似千金榆 (*Carpinus* cf. *cordata*)、胡桃属的相似野核桃 (*Juglans* cf. *cathayensis*)、相似胡桃楸 (*J.* cf. *mandshurica*)、相似胡桃 (*J.* cf. *regia*)、柳属 (*Salix*)、山毛榉属 (*Fagus*)、榆属 (*Ulmus*) 等和云杉属、冷杉属、金钱松属 (*Pseudolarix*)、油杉属 (*Keteleeria*)、松属、乔松、相似高山松、桧 (*Juniperus*) 等高山针叶树种,组成了阔叶落叶针叶混交林带。林下还分布着马醉木 (*Pieris*)、忍冬属 (*Lonicera*)、相似西藏金银花 (*Lonicera* cf. *tibetica*) 等小灌木树种。林下、岩石或土壤上生长着蹄盖蕨属 (*Athyrium*)、相似尾头假蹄盖蕨 (*Athyriopsis* cf. *attenuata*)、卷柏属 (*Selaginella*)、鞘舌卷柏 (*Selaginella vaginata*) 和凤尾蕨属等蕨类植物。林下的草本植物以菊科、藜科、禾本科等为主。河谷盆地上部为高山灌丛草甸,灌丛的主要成分为小蘗属 (*Berberis*)、杜鹃属 (*Rhododendron*)、马醉木属、忍冬属和麻黄属等。草甸以各种类型的菊科植物,例如蒿属 (*Artemisia*)、线叶菊属 (*Filifolium*)、翠菊属 (*Callistephus*)、鬼针草属 (*Bidens*)、紫菀属 (*Aster*)、千里光 (*Senecio*)、菊属 (*Chrysanthemum*)、牛蒡属 (*Arctium*)、黄鹌菜属 (*Youngia*)、苦苣菜属 (*Sonchus*) 等,以及禾本科、藜科、苋科、石竹科、百合科、蓼科、豆科、旋花属、花荵属 (*Polemonium*)、堇菜属、唐松草等组成。在灌木林下、草甸中或岩石上,还生长有卷柏属、蹄盖蕨属等蕨类植物。梯松孢粉植物群所反映的植物垂直分带,同目前我国西南地区(云南西北部和四川西南部)1,000—3,000 米山区的植物垂直分带的植被景观相类似,在喜马拉雅山脉南坡的印度、尼泊尔境内

1,000—3,000 米的山坡上也有类似的植物垂直分带。由此可见,涕松孢粉植物群的形成同喜马拉雅山脉的上升是紧密关联的,一定数量和种类的草本植物的出现,不但由于地势的上升,而且同地史时期的气候有了某种改变有关。可见在当时涕松孢粉植物群的沉积时期,就已经成为一个水平地带和垂直分带紧密结合的自然地域单元了。

### 三、孢粉植物群的地质时代

在北半球,一般从上新世开始,孢粉植物群的基本面貌是:草本植物花粉在孢粉组合中突然增多,不仅种类较多,而且占有一定的百分含量;菊科花粉种类繁多,大网胞类型的花粉开始出现。化石孢粉的属种同现代植物的属种相近。涕松孢粉组合的面貌,反映了这一基本特点,例如草本植物花粉含量较高,平均占 18%,个别样品高达 30%;菊科花粉属种繁多,有黄鹌菜属和苦苣菜属的大网胞类型花粉的出现;化石孢粉的属种同现代植物的相近。这些特点说明了涕松孢粉植物群为上新世,而不象中新世的面貌。动物化石提供的依据,也证明了这一点,例如在青灰色粘土层所产介形类化石,经黄宝仁、杨恒仁鉴定,含有 *Leucocythere mirabilis*、*L. dorsotuberosa*、*L. pulanensis*、*Qinghaicypris medialis*、*Candoniella* sp.、*Herpetocyprilla davalysi* 等属种,时代为上新世。这些属种在我国柴达木盆地、新疆和苏联吉尔吉斯上新世地层都有发现。从沉积物的性质和岩性方面的对比看,涕松剖面同吉隆盆地卧马组的下段是一致的。再从孢粉方面分析,涕松孢粉组合中松属的花粉类型较多,还含有云杉属、冷杉属、雪松属、罗汉松属花粉及许多蕨类植物的孢子,这同以松科花粉、蕨类植物孢子为主的吉隆盆地卧马组下段砂砾岩层中孢粉组合很相近。卧马组下段位于三趾马化石层(逢蒂期)下部,时代属早上新世。涕松孢粉组合中还出现了具大网胞类型的菊科黄鹌菜属、苦苣菜属的花粉,是特别具有地层意义的,因为大网胞类型的苦苣菜

属(*Ixerix*)花粉,是从上新世开始出现的。吉隆盆地下段地层含有 *Ixerix chinensis* 的大网胞类型的花粉,这种花粉同涕松剖面的黄鹌菜属和苦苣菜属的大网胞花粉,在形态上是很相近的,可能属于同一时期的产物。

涕松孢粉植物群,同西藏日喀则地区南木林县当宗盆地早、中上新世的当金堂组和才多组的孢粉组合(宋之琛、刘金陵,1982),也有许多相近之处,当金堂组的孢粉组合是以具双气囊的松科花粉占显著位置(占 40%)为特征,草本植物花粉也占有一定的百分含量(10%)。松科花粉的各种类型以及孢粉组合的基本面貌,同涕松孢粉组合还是近似的。才多组除相似当金堂组孢粉组合外,另外还见到罗汉松粉属、胡桃粉属、菊科、藜科等花粉,这一组合也是以具双气囊的松科花粉占优势(45—55%)及草本植物花粉的广泛分布(10—20%)为其特征。这一孢粉组合的基本类型和面貌,也是同涕松孢粉组合相近的。涕松孢粉组合同当金堂组和才多组可能也是同一时期的沉积。

同上面一些孢粉组合略有区别的,是涕松孢粉组合的混杂面貌,以及较多亚热带植物成分的出现,这可能与印度洋的季风很容易顺河谷从南面吹进,因而出现亚热带的植物成分就是正常的了。再如郭双兴(1978)对四川西部高原上新世植物群的研究结果,德昌县昔格达组植物群有 4 科、5 属、7 种,其中多数为常绿阔叶植物,代表一种中亚热带的常绿阔叶林带,同现代四川西南部的自然环境相差不多。时代属上新世。从涕松孢粉植物群的面貌可以看出,昔格达组植物群的科属成分,多数在涕松孢粉植物群中也有出现,这说明孔雀河谷的常绿阔叶林带,同四川西部安宁河谷的昔格达组植物群是相近的。

涕松孢粉组合与我国希夏邦马峰的野博康加勒层(徐仁等,1973)和云南洱源三营煤系植物化石层(陶君容、孔昭宸,1973)的孢粉组合相互比较,相近之处也是不少的。凤尾蕨属、卷柏属和水龙骨科等蕨类孢子的存在;松属、云杉

表 I 西藏普兰涕松剖面孢粉分析统计表

Table 1. Showing the Analysis of Spore and Pollen Grains from the Disong Section in Burang of Xizang

数 量 (粒数) 样品号码 孢粉名称	1	2	6	7	8	9	10
<i>Selaginella vaginata</i>	2	1					1
<i>Selaginella</i> cf. <i>nipponica</i>		2					1
<i>Selaginella</i> sp.	1	1				2	
<i>Athyriopsis</i> cf. <i>attenuata</i>		1	1		1		1
<i>Vandenboschia auriculata</i>	1		2			1	3
<i>Pteris</i> cf. <i>kweichowensis</i>	3			1			4
<i>p.</i> cf. <i>brevifolia</i>	3	1			1	2	1
<i>p.</i> cf. <i>laeta</i>			2	1	1	2	1
<i>Pteris</i> sp.	4	1	1	1	1	1	4
<i>Pseudodrynaria</i> cf. <i>coronans</i>	2	1	2				2
<i>Athyrium</i> sp.	1	1	3			2	3
<i>Microsorium punctatum</i>	2		2	2	1		2
<i>Neolepisorus ovatus</i>	2	2	1		1		2
<i>Araistegia</i> cf. <i>pulchra</i>	3		1	1	1	1	2
<i>Humata trifoliata</i>	2		1	2	2		3
<i>Lemmaphyllum</i> cf. <i>microphyllum</i>	2	1	1	1	1	1	2
<i>Lepisorus bicolor</i>	3		2	1	2	1	2
<i>Lepidogrammitis</i> sp.			2				1
<i>Drymotaenium miyoshianum</i>	2		3	1	2	1	
<i>Polypodium</i> cf. <i>niponicum</i>	4	2	5	5	1	2	3
Polypodiaceae	5	1	2	1	1	2	3
<i>Riccia</i> sp.					1		3
<i>Podocarpus</i> sp.	8	7	4		1	2	3
<i>Podocarpus</i> cf. <i>macrophylla</i>	6		5	2		2	
<i>Pinus</i> sp. 1	6	7	4	1		2	3
<i>Pinus</i> sp. 2	10	28	10	3	2	11	20
<i>Pinus</i> sp. 3	17	24	10	2	2	9	16
<i>Pinus griffithii</i>	10	13	2	4	1	3	4
<i>P.</i> cf. <i>densata</i>	7	8	3	3	1	4	5
<i>Keteleeria</i> sp.	5						1
<i>Pseudolarix</i> sp.	3				1		

续表 I

数 量 (粒数) 样品号码 孢粉名称	1	2	6	7	8	9	10
<i>Cedrus</i> sp.	12	13	10	4	2	6	7
<i>Picea</i> sp.	8	10	4	2	2	3	5
<i>Abies</i> sp.	3	12	2	2	1	3	2
<i>Glyptostrobus</i> sp.	2	4		2			
Cupressaceae	3	8		1			
<i>Ephedra</i> sp. 1	2	9	2		1		4
<i>Ephedra</i> sp. 2	7	2	2	1	1	1	3
<i>Salix</i> sp.		3	1			1	
<i>Myrica</i> sp.	2	2	3		2	2	
<i>Carya</i> cf. <i>cathayensis</i>	3					1	1
<i>C.</i> cf. <i>tonkinensis</i>	2					1	
<i>Juglans</i> cf. <i>mandshurica</i>	2				2		3
<i>J.</i> cf. <i>cathayensis</i>	1				2	1	3
<i>J.</i> cf. <i>regia</i>	2						2
<i>Betula</i> spp.	5	2	4	2	3	2	11
<i>Alnus</i> sp.	4	2	2	2	2	3	2
<i>Alnus nepalensis</i>	2			2	1		3
<i>Alnus</i> cf. <i>kamtschatica</i>	2						2
<i>Corylus</i> sp.	3	1	2			2	1
<i>Carpinus</i> sp.	4		4	1		1	
<i>Carpinus</i> cf. <i>cordata</i>	1		2				1
<i>Quercus</i> sp. 1	28	10	12	5	9	18	19
<i>Quercus</i> sp. 2	27	7	19	5	8	16	31
<i>Quercus</i> cf. <i>monimotricha</i>	9	3	4	4	6	3	7
<i>Cyclobalanopsis</i> sp.	6		2	6		2	2
<i>Castanea</i> sp.	3			2		2	2
<i>Castanopsis</i> sp.	4		4	3		1	2
<i>Fagus</i> sp.	2			1	2		
<i>Ulmus</i> sp.					1	2	
Ulmaceae	1						
<i>Broussonetia</i> sp.						2	
<i>Maclura</i> sp.			3			2	

续表 I

数 量 (粒数) 样品号码 孢粉名称	1	2	6	7	8	9	10
<i>Berberis</i> sp.					3	2	
<i>Mahonia</i> sp.	2			1	2	1	
<i>Magnolia</i> sp.		3			1	2	
<i>Deutzia</i> sp.	3		1	1		1	4
<i>Corylopsis</i> sp.	2	5			2		1
<i>Liquidambar</i> sp.		2	1		1	1	1
<i>Platanus</i> sp.	2	1	4	2			
<i>Pygeum</i> sp.	4					2	4
Leguminosae						3	
<i>Clausena</i> sp.	9	2		2		5	4
<i>Glycosmis</i> sp.	5		5			1	
<i>Sandorium</i> sp.	5	1	2		2	1	
<i>Phyllanthus</i> sp.	2		1				
<i>Rhus</i> sp.	5		2	2		3	1
<i>Rhus</i> cf. <i>venenata</i>	11			1		2	2
<i>Ilex</i> sp.	5				3		
<i>Acer</i> sp.	2	1				2	1
Rhamnaceae						1	2
<i>Eurya</i> sp.	2		2	1		2	1
<i>Garcinia</i> cf. <i>cowe</i>	2		2	2	3	1	2
<i>Cratoxylon</i> sp.	7	1	2		3	3	5
Flacourtiaceae	2		1				1
<i>Daphne</i> sp.						3	
<i>Hippophae</i> sp.		2				1	
Elaeagnaceae							1
<i>Pieris</i> sp.					2	2	
<i>Rhododendron</i> sp.					2	1	
<i>Lonicera</i> sp.	3	2				2	1
<i>Lonicera</i> cf. <i>tibetica</i>	2	2				2	
Polygonaceae						2	
Chenopodiaceae	15	19	3	3	1	3	16
Amaranthaceae	4	3	1	1		1	3

续表 I

数 量 (粒数) 样品号码 孢粉名称	1	2	6	7	8	9	10
Caryophyllaceae	3						1
<i>Thalictrum</i> sp.		3				2	
<i>Convolvulus</i> sp.	1	1	2			1	
<i>Polemonium</i> sp.	1	2					1
<i>Viola</i> sp.		1				2	
Dipsacaceae	1	2	1				
<i>Artemisia</i> cf. <i>apiacea</i>	2		3	1		2	6
<i>A.</i> cf. <i>annua</i>	3		3	1		2	10
<i>A.</i> cf. <i>feddei</i>	4			1			5
<i>Filifolium</i> sp.					2	2	5
<i>Aster</i> sp.	5	13			1	3	
<i>Bidens</i> sp.	3	11	2	1	1	2	
<i>Bidens parviflora</i>	1	6	1			1	
<i>Callistephus</i> sp.	3	4	2	1			
<i>Myriactis</i> cf. <i>nepalensis</i>	2	3					1
<i>Senecio</i> sp.		6				3	
<i>Senecio</i> cf. <i>integrifolius</i>		3			1		
<i>Chrysanthemum</i> sp.	1	5	4				
<i>Arctium</i> sp.	1		4			1	
<i>Youngia</i> sp.		3				1	
<i>Sonchus</i> sp.	2					1	
Compositae	5	2			1	1	2
Gramineae	3	3		2	1	1	9
Liliaceae	2	2					1
孢 粉 总 数	400	300	200	100	100	200	300
植物孢子	42	15	31	17	17	18	44
乔木及灌木植物花粉	296	195	143	72	75	150	197
草本植物花粉	62	90	26	11	8	32	59

属、冷杉属、雪松属和罗汉松属等具双气囊的裸子植物花粉的产出；被子植物的栎属、桦木科、槭科、蔷薇科、杜鹃科等花粉的存在以及菊科、

藜科和禾本科等草本植物花粉的出现；都是这三个孢粉组合所具有上新世面貌的基本特征。但是，涕松孢粉植物群同野博康加勒层和三营



煤系植物化石层的孢粉组合的差别还是很明显的,例如:涕松孢粉植物群,以含有亚热带的植物分子象青冈属、栲属、栗属、黄皮属、黄牛木属、腊瓣花属、臀形果属、柃属、洩疏属、构属、桑橙属、楝科、芸香科、大风子科、大戟科和山茶科等属种较多、孑遗植物分子如悬铃木属、山核桃属、槭属等花粉的存在;草本植物花粉属种繁多,百分含量也较高,菊科大网胞类型花粉的出现;附生型的亚热带蕨类植物的孢子属种比较多等特征,可与野博康加勒层和三营煤系植物化石层的孢粉组合相区别。它也反映了孔雀河河谷盆地底部的海拔高度,较野博康加勒层和三营煤系植物化石层为低,气候较野博康加勒层和三营煤系植物化石层炎热湿润。综上所述,涕松剖面的地质时代比野博康加勒层和三营煤系化石层的新世中、晚期要早,即属于上新世早、中期。

#### 四、喜马拉雅山脉的上升问题

一百多年来,许多科学家一直对于喜马拉雅山脉的地势上升,地质时代和自然地理的环境变迁予以关切和注意,但由于没有获得足够的古生物证据,致使这些问题一直难以解决。1973年徐仁教授等对喜马拉雅山脉中段的希夏邦马峰高山栎化石层进行研究,发现了高山栎(*Quercus semicarpifolia*)、灰背栎(*Q. senescens*)和类似黄背栎(*Q. cf. pannosa*)等常绿乔木的叶化石,提出了希夏邦马峰在上新世中、晚期以后的二、三百万年,地势上升大约3,400米。

1975年赵希涛根据植物化石和古今雪线的对比等多方面因素,对喜马拉雅山脉近期上升的问题,作了探讨,提出了一些新的见解和看法,这是值得今后多方面加以深入研究的。

在涕松孢粉植物群中,对喜马拉雅山脉地势上升问题,有探讨意义的是一些属种的蕨类植物的孢子,从当前某些鉴定到种的6种孢子和7种相似种孢子的现代植物生长的海拔高度来看,也可以提出有关地势上升的依据。现列

表如表 II。

可以看出,用孢粉植物群的某些种计算海拔高度的方法,同样可以推算有关喜马拉雅山脉上升的高度。因为这些化石孢子的现代植物,一般生长在亚热带、热带1,000—2,500米的山区,个别种在1,000—3,000米上下。而且上述13种中的9种,在1,000米以下的低海拔就广泛分布,只有两种分布到3,000米以上的山区。从这些蕨类植物分子的地势分布的高程差来看,无疑证明当时孔雀河河谷盆地底部在1,000米上下,河谷盆地的高程差,可能在1,000—3,000米之间,上新世早中期喜马拉雅山脉的高峰,可能已上升到3,000米左右。

同希夏邦马峰野博康加勒层、云南三营煤系植物化石层,以及当金堂和才多组不同的是:在涕松剖面还发现了一些山核桃属(*Carya*)的花粉,这在西藏上新统是少见的,其中有相似山核桃(*Carya cf. cathayensis*)和相似滇山核桃(*Carya cf. tonkinensis*),虽然数量不多,但很有意义。山核桃属的现代植物,多数种类分布在北美洲。我国浙江、湖南、皖南、贵州和广西生长着的山核桃(*Carya cathayensis*),是分布在低海拔的亚热带山区,海拔从几十米到几百米。另外一种滇山核桃,又称东京山核桃(*Carya tonkinensis*),现代植物分布在越南和我国云南、广西等地亚热带和热带地区。当前从花粉形态鉴定,一种化石花粉的孔较大,是相近于现代种的山核桃的花粉形态,大小也很相近。另一种孔较小,个体也较小,可能同东京山核桃相近。这无疑证明,孔雀河河谷底部的海拔,当时也可能只有几百米,不会超过1,000米。

晚始新世以前,喜马拉雅地区还处于长期的浅海环境——特提斯海区,在强烈的喜马拉雅运动的作用下,喜马拉雅山脉才从沧海中升起,中新世时期,喜马拉雅地壳运动主要表现为大面积上升。在中新世早期,位于此处喜马拉雅山南麓的穆里系的物质来源,仍被认为是印度地盾。因此孔雀河的形成,当在中新世中、晚期,亦即喜马拉雅山及其以北地区,那时才上升

表 II 化石孢子及其现代种植物生态习性、区域地理分布和海拔高度的统计表

Table 2. Showing Fossil Spores and Their Living Species with Their Ecological Habitat, Geographical Distribution and Altitude

化石孢子名称	现 代 种 植 物		
	生态习性	区域地理分布	海拔高度(米)
<i>Lepisorus bicolor</i>	附生于森林的树干或岩石上	云南、贵州、四川、西藏和湖北。	1000—3000
<i>Dryotaenium miyoshianum</i>	附生于森林的树干上	云南、贵州、四川、湖北、浙江、台湾和广东以及日本等地。	980—3400
<i>Microsorium punctatum</i>	附生于森林树干或岩缝中	台湾、广东、广西、贵州和云南；亚洲和非洲热带。	500—1100
<i>Neolepisorus ovatus</i>	生长在林下、山坡阴处，疏密林中岩石上	云南、贵州、广西、台湾以及我国长江流域以南的亚热带地区；印度北部、尼泊尔、缅甸、越南。	*600—2100
<i>Humata trifoliata</i>	附生于森林树干和岩石上	我国台湾；马来群岛和菲律宾等地。	?—500
<i>Vandenboschia auriculata</i>	附生于林中树干或岩壁上	我国西南山区以及江西、浙江、台湾、广东、广西等长江流域以南地区；印度北部、北达日本的琉球、向东南经印度支那到东南亚。	?—2700
<i>Lemmaphyllum</i> cf. <i>microphyllum</i>	附生于森林的树干和岩石上	我国长江流域以南各省区、喜马拉雅山经泰国至日本。	500—1500
<i>Polypodium</i> cf. <i>niponicum</i>	附生岩石上	我国长江流域以南各省区；日本也有。	**200—2300
<i>Pseudodrynaria</i> cf. <i>coronans</i>	附生于森林树干或岩石上	台湾、广东、广西、云南；印度、尼泊尔、缅甸、印度支那和马来西亚。	100—1900
<i>Pteris</i> cf. <i>kweichowensis</i>	生长在林下或沟溪旁	贵州、广西。	?—1700
<i>P.</i> cf. <i>brevifolia</i>	生长在山谷岩石旁	云南、四川。	1100—1700
<i>P.</i> cf. <i>laeta</i>	生长在山谷酸性土上	四川、云南；印度北部、尼泊尔、不丹、锡金、柬埔寨、越南和日本等地。	900—2600
<i>Selaginella</i> cf. <i>nipponica</i>	生长在岩石上或溪边湿地	我国两广除外的长江以南各省区，向北到河南和陕西；日本也有分布。	710—2600

\* 《中国蕨类植物孢子形态》一书的海拔高度 950—1750 米。 \*\* 《中国蕨类植物孢子形态》一书的海拔高度 1140—2300 米。

到一定的高度。到上新世仍继续上升，但幅度不大，因为同涕松和阿里地区相邻的克什米尔及皮尔旁遮山脉，已区分出三个主要的造山运动幕：渐新世、中新世中期和更新世早期。根据这个情况，涕松及孔雀河河谷的形成，开始在中新世中、晚期，这同克什米尔及皮尔旁遮山脉也是一致的。

另一方面，从涕松孢粉植物群中的一些古老成分如山核桃、木兰、悬铃木、冬青、槭树、腊瓣花和枫香等的存在，可能在当地中新世是很

繁盛的，由于那时印度洋的季风，不受阻挡地吹进河谷地带，使一些亚热带、热带的常绿阔叶林及其林中附生型的蕨类植物，生长非常繁茂。涕松和孔雀河河谷盆地的上新世早、中期植物群，就是在这样的基础上演变发展而来的。

根据附生型的蕨类植物化石孢子、山核桃化石花粉，和山间河谷垂直分布的常绿阔叶林带的存在，涕松露头剖面当时的海拔高度在 1,000 米上下，同现在海拔高度 4,250 米相比，西喜马拉雅山脉及孔雀河流域一带，显然自上

新世早、中期以来,已升高 3,200 米。这同徐仁教授等所得的地势上升数据,基本上是一致的。

## 五、孢子花粉形态描述

限于篇幅,本文只对研究探讨喜马拉雅山脉地势上升有意义的一些蕨类植物孢子,进行描述(描述的化石孢子均产自普兰县涕松上新统):

### 水龙骨科 Polypodiaceae

#### 崖姜蕨属 Genus *Pseudodrynaria* C.

Chr. ex Ching

相似崖姜 *Pseudodrynaria* cf.

*coronans* (Wall) Ching

(图版 I, 图 9)

化石孢子赤道面观为豆形,极面观为椭圆形,单裂缝。大小为  $31.5 \times 43.5$  微米。外壁厚度为 2 微米,外表具小瘤状纹饰。同现代植物的崖姜孢子的特征基本相似,可以对比。

**生态环境:** 本种的现代植物分布于我国云南、广西、广东和台湾等省区;印度支那,缅甸,印度,尼泊尔,马来西亚也有分布。附生在雨林或季雨林中的树干或岩石上,其海拔高度在 100—1900 米。

#### 星蕨属 Genus *Microsorium* Link

星蕨 *Microsorium punctatum* (L.)

Copel.

(图版 I, 图 11)

化石孢子的赤道面观为豆形,单裂缝。孢子大小为  $20 \times 37.5$  微米。外壁较厚,2.5—3.7 微米,轮廓线凹凸不平呈波纹状,正面观为界线不明显的小瘤块状纹饰,瘤状不规则,合并形成穴状。

**生态环境:** 本种的现代植物分布于我国台湾、广东、广西、贵州和云南;亚洲热带以及非洲热带地区都有分布。附生于森林树干或崖缝中,海拔 500—1100 米。

#### 盾蕨属 Genus *Neolepisorus* Ching

盾蕨 *Neolepisorus ovatus* (Bedd.)

Ching

(图版 I, 图 10)

化石孢子极面观为椭圆形,赤道面观为豆形,近极较平。孢子大小为  $31.5 \times 58.8$  微米,较现代种孢子略小。外壁厚度为 2.5 微米,小瘤块状纹饰明显,轮廓线为小锯齿状。本属孢子以其密集的小锯齿状的轮廓线以及它所形成的小瘤块状纹饰与其它属的孢子相区别。

**生态环境:** 盾蕨的现代植物分布于我国云南、广西、贵州;亚洲和非洲亚热带地区,印度北部、尼泊尔、缅甸和越南也都有分布。生长在林下、山坡阴处的疏密林中的岩石上。海拔高度 600—2100 米。

#### 伏石蕨属 Genus *Lemmaphyllum* Presl.

相似伏石蕨 *Lemmaphyllum* cf.

*microphyllum* Presl.

(图版 I, 图 15)

化石孢子极面观为椭圆形,赤道面观为长球形。单裂缝,其长度为孢子的  $2/3$ 。孢子大小为  $47.5 \times 61.5$  微米。外壁厚度为 5.5—7.5 微米,外壁两层,外层显著厚于内层,外层厚度约为内层的 3—4 倍,轮廓线为起伏较大的圆锯齿状,表面具较大的云块状纹饰。伏石蕨属的孢子以其不规则云块状纹饰为其特征。

**生态环境:** 本种的现代植物分布于我国长江以南各省区;喜马拉雅山经泰国至日本。附生于树干和岩石上,其海拔 500—1500 米。

#### 瓦韦属 Genus *Lepisorus* Ching

两色瓦韦 *Lepisorus bicolor* (Takeda)

Ching

(图版 I, 图 16)

化石孢子极面观为椭圆形,赤道面观为超半圆形,单裂缝。孢子大小为  $47.5 \times 60$  微米。外壁厚度为 3.5—5 微米,轮廓线为波纹状的纹

饰,其表面分散着稀疏矩状小突起,在正面观形成界线模糊的拟网状或云块状纹饰。云块大小约为 3.5—5 微米。本种孢子以轮廓线为不整齐的波纹状,正面观为界线模糊的云块状纹饰为其特征,同具轮廓线呈圆锯齿状、表面以界线清楚的云块状纹饰、外壁较厚的伏石蕨孢子相区别。

**生态环境:** 本种的现代植物分布于云南、贵州、四川、湖北和西藏。附生于高山岩石或树干上,其海拔高度 1000—3000 米。

### 水龙骨属 Genus *Polypodium* L.

相似水龙骨 *Polypodium* cf. *niponicum*  
Mett

(图版 I, 图 17)

化石孢子极面观为椭圆形,赤道面观为豆形。单裂缝,具边缘,其长度为孢子的 2/3。孢子大小为 43.7—47.5 × 62.5—66.2 微米。外壁厚度为 2.5—5 微米,分两层,外层厚于内层,轮廓线为微波形、具整齐的疣状纹饰,疣的大小为 2.5—4 微米。

**生态环境:** 本种的现代植物生长在我国长江以南的各省区,日本也有分布。附生岩石上面,其海拔 1140—2300 米(“中国高等植物图鉴”上海海拔高度为 200—2300 米)。

### 丝带蕨属 Genus *Dryotaenium* Makino

丝带蕨 *Dryotaenium* *miyoshianum*  
(Makino) Makino

(图版 I, 图 18)

化石孢子极面观为椭圆形,赤道面观为豆形。单裂缝,约为孢子长度的 2/3,具边缘。孢子大小为 43.8—52.5 × 65—83.7 微米。孢子外壁很厚为其特征,厚度为 3.7—5 微米,外层的厚度约为内层的 4 倍,表面光滑或纹饰模糊。

**生态环境:** 本种现代植物分布于我国的四川、云南、贵州、湖北、浙江、台湾和广东等地。日本也有生长。附生于树干上,其海拔高度为 980—3400 米。

### 骨碎补科 Davalliaceae

阴石蕨属 Genus *Humata* Cav.

鳞叶阴石蕨 *Humata trifoliata* Cav.

(图版 I, 图 13)

化石孢子赤道面观为豆形,单裂缝。孢子大小为 31.5 × 43.7 微米。外壁厚度为 3 微米,疣状纹饰较大而显著。

**生态环境:** 本种的现代植物分布于我国台湾省;马来群岛和菲律宾等地。其海拔高度为 500 米。本种为中型附生植物,少有土生。主要分布于热带及亚热带亚洲。我国大部分属种分布于西南部地区。

### 小膜盖蕨属 Genus *Araiostegia* Cop.

相似美小膜盖蕨 *Araiostegia* cf.  
*pulchra* (Don) Cop.

(图版 I, 图 14)

化石孢子赤道面观为豆形,单裂缝。孢子大小为 28.7 × 41.5 微米。外壁厚度为 3.5 微米,两层,外层厚于内层。表面具穴状纹饰,穴小,圆形或稍长而弯曲。

**生态环境:** 小膜盖蕨属为中等大小的附生型植物,附生树干或岩石上,以我国西南山地为分布中心,向西到缅甸北部和印度北部,向东至我国台湾省。本种的现代植物分布于我国云南西北部;尼泊尔,斯里兰卡,越南,老挝以及泰国都有分布。

### 膜蕨科 Hymenophyllaceae

瓶蕨属 Genus *Vandenboschia* Cop.

瓶蕨 *Vandenboschia auriculata*  
(Bl.) Cop.

(图版 I, 图 3)

化石孢子四面体形,辐射对称。极面观为三角圆形或近圆形。孢子极轴长为 33.7—37.5 微米。具三裂缝,裂缝长度几达孢子赤道线,裂缝末端分叉。外壁厚度为 1.8 微米,外壁分内外两层,厚度几乎相等,外表具短棒状纹饰,表

面观形成为具粗颗粒—网状图案。

**生态环境:** 本种的现代植物分布于我国台湾、浙江、江西、广东、广西等长江流域以南的地区, 为我国西部及西南部山地常见的中型附生蕨类植物。同时也分布于印度东北部阿萨姆邦、北达日本的琉球, 向东南经印度支那、马来半岛、印度尼西亚、菲律宾、加里曼丹至伊里安。附生于林中树干或岩壁上。其海拔高度可达到 2700 米。

## 凤尾蕨科 *Pteridaceae*

### 凤尾蕨属 *Genus Pteris* Linn

#### 相似贵州凤尾蕨 *Pteris cf. kweichowensis* Ching

(图版 I, 图 6)

化石孢子极面观为三角形, 极轴长为 33.7—37.5 微米。三裂缝, 裂缝具有边缘, 有时不明显, 其长度几达孢子的赤道线。具有赤道环, 环的厚度为 3.7—5 微米, 极面观在三角上的环稍狭一些。

当前的孢子以个体较小同贵州凤尾蕨现代种孢子略有区别, 其它的特征都可以对比的。

**生态环境** 本种的现代植物高约 50 厘米, 特产于贵州南部和广西的东部。生于林下或沟溪旁, 其海拔高度可达到 1700 米。

#### 相似短羽凤尾蕨 *Pteris cf. brevifolia* Ching

(图版 I, 图 7)

化石孢子钝三角形, 三裂缝, 裂缝具有边缘, 其长度几达孢子的赤道线。孢子极轴长为 30 微米。外壁表面具小块或瘤状纹饰, 瘤比较小而圆, 块比较粗短。外壁具有赤道环, 环的厚度为 2.5—5 微米。以个体较小和赤道环比较薄同短羽凤尾蕨的现代种孢子稍有差别, 其它特征基本相类似。

**生态环境** 本种的现代植物分布于四川及云南。生长在山谷岩旁, 其海拔高度在 1100—1700 米。

#### 相似粗糙凤尾蕨 *Pteris cf. laeta* Wall.

(图版 I, 图 5)

化石孢子钝三角形, 极轴长为 38.7—44.5 微米。三裂缝, 裂缝长达孢子的赤道线。外壁厚为 1.5—2.5 微米。近极面为块状纹饰, 有时纹饰彼此连接形成弯曲的形状。外壁具有赤道环, 环的厚度为 3.8—6 微米。

**生态环境** 同本种可比较的现代种植物, 其植株高 30—70 厘米, 分布于四川、云南南部; 日本, 越南, 柬埔寨, 印度北部, 尼泊尔, 不丹, 锡金均有分布。生长在山谷中酸性土壤上, 其海拔高度 900—2600 米。

#### 凤尾蕨属 (未定种) *Pteris* sp.

(图版 I, 图 4)

化石孢子三角形, 极轴长为 27.5—30 微米。三裂缝, 裂缝几达赤道线。孢子具赤道环, 环的厚度为 5 微米。

**生态环境:** 本属现为陆生植物, 分布于世界热带和亚热带, 南达新西兰、塔斯马尼亚及南非洲, 北到日本及北美洲。我国主要分布于华南及西南地区, 少数种类向北到达秦岭南坡。

## 卷柏科 *Selaginellaceae*

### 卷柏属 *Genus Selaginella* Spring

#### 鞘舌卷柏 *Selaginella vaginata* Spring

(图版 I, 图 2)

化石孢子极面观为圆角三角形, 赤道面观为椭圆形, 具有三射线, 射线几乎长达孢子的赤道线, 具狭的边缘, 射线有时扭曲。孢子极轴长为 31.35 微米。外壁表面具有小疣状纹饰, 疣比较小, 约 1—1.5 微米。

化石孢子和现代植物孢子在形态上几乎相差无几, 完全可以比较。

**生态环境:** 本种的现代植物分布于我国云南和广西。

**相似伏地卷柏 *Selaginella cf. nipponica*  
Fr. et Sav.**

(图版 I, 图 1)

化石孢子圆三角形, 极轴长为 21—24 微米, 外壁薄, 分层不明显, 表面具细颗粒状的纹饰。三裂缝。当前的孢子以宽的三裂缝区别于裂缝微扭曲的现代种的孢子, 其它的特征都是可以进行对比的。

**生态环境:** 现代种植物的茎细弱, 伏地蔓生。分布于除两广外的我国长江以南各省区, 向北到陕西, 河南, 西南到云南。日本也有分布。生长在崖石上和溪边潮湿地带。其海拔高度在 710—2600 米。

**蹄盖蕨科 *Athyriaceae***

**假蹄盖蕨属 *Genus Athyriopsis* Ching**

**相似尾头假蹄盖蕨 *Athyriopsis cf. attenuata* Ching**

(图版 I, 图 8)

化石孢子极面观为椭圆形, 赤道面观为半圆形或豆形, 常近极面稍凹入。孢子大小约为  $27.5 \times 32.5$  微米(不包括周壁和棒状突起)。单裂缝, 裂缝的长度为孢子全长的  $2/3$ 。周壁脱落后, 表面不平, 具棒状突起, 突起高为 4.5—6.5 微米。外壁厚度为 1.5 微米, 分层性明显, 内外层厚度几相等, 表面纹饰模糊。

**生态环境:** 本种的现代植物, 其植株高为 70 厘米左右, 分布于四川东部及贵州北部, 生长在湿润荫蔽的阔叶林或矮刺竹林中。

**蹄盖蕨属 *Genus Athyrium* Roth**

**蹄盖蕨属 (未定种) *Athyrium* sp.**

(图版 I, 图 12)

化石孢子极面观为椭圆形, 赤道面观为豆形, 单裂缝。孢子大小为  $25—36.5 \times 43.7—51.5$

微米。外壁厚度为 2.5—3.7 微米, 外层厚于内层。外壁表面具网状纹饰。

**生态环境:** 本属植物主要产于世界温带和亚热带高山林下。我国以西南高山为其分布中心, 华北和东北也有分布, 但不产于热带和亚热带平原地区。

**主要参考文献**

- 中国科学院北京植物研究所古植物研究室孢粉组, 1976: 中国蕨类植物孢子形态。科学出版社。
- 中国科学院植物研究所, 1960: 中国植被区划(初稿)。科学出版社。
- 中国科学院植物研究所主编, 1972: 中国高等植物图鉴。科学出版社。
- 中国科学院植物研究所形态室孢粉组, 1960: 中国植物花粉形态。科学出版社。
- 王开发等, 1975: 根据孢粉组合推论西藏伦坡拉盆地第三纪地层时代及其古地理。地质科学, 4 期。
- 约纳斯著, 斯行健译, 1955: 花粉及孢子图鉴。科学出版社。
- 宋之琛, 刘金陵, 1982: 西藏南木林第三纪孢粉组合。西藏高原科学考察报告。古植物分册。科学出版社。
- 宋之琛等, 1965: 孢子花粉分析。科学出版社。
- 李文漪, 吴细芳, 1978: 云南中部晚第三纪和早第四纪的孢粉组合及其在古地理学上的意义。地理学报, 33 卷, 2 期。
- 陈万勇等, 1977: 西藏吉隆盆地上新世沉积相、粘土矿物特征及古气候。古脊椎动物与古人类, 15 卷, 4 期。
- 徐仁、陶君容、陈湘君, 1973: 希夏邦马峰高山标化石层的发现及其在植物学和地质学上的意义。植物学报, 15 卷, 1 期。
- 陶君容、孔昭宸, 1973: 云南洱源三营煤系的植物化石群和孢粉组合。植物学报, 15 卷, 1 期。
- 郭双兴, 1978: 四川西部高原上新世植物群。古生物学报, 17 卷, 3 期。
- 张经纬、姜恕, 1973: 珠穆朗玛峰地区的植被垂直分带及其水平地带关系的初步研究。植物学报, 15 卷, 2 期。
- 赵希涛, 1975: 喜马拉雅山脉近期上升的探讨。地质科学, 3 期。
- 额尔特曼著, 王伏雄、钱南芬译, 1965: 花粉形态与植物分类。科学出版社。
- Ertman, G., 1954: An Introduction to pollen Analysis. Chronica Botanica Company.
- Huang, T. C., 1972: Pollen Flora of Taiwan. Text Printed by Ching-Hwa Press GO. LTD.
- Leopold, E. B., 1969: Late Cenozoic Palynology. In: Aspects of Palynology.
- Nair, P. K., 1965: Pollen Grains of Western Himalayan Plants. London. Asia Publishing.

[1980 年 3 月 30 日收到]

## PLIOCENE PALYNOLOGICAL FLORA IN DISONG OF BURANG, XIZANG (TIBET)

Cao Liu

(*Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica*)

### Abstract

Recently, 15 palynological samples were collected from the lignite-bearing strata outcropping at Disong of Burang on the west bank of the Konche River and the northern slope of the Himalayas. The Disong section is estimated at 4250 m above sea level, but the mountain in the river valley ranges from 4000 to 7000 m in altitude. The palynological analyses resulted in that 7 samples definitely contain spores and pollen grains, totalling 140 species and 90 genera within 50 families. The palynological complex may represent a mixed one composed of the elements of subtropic, warm-temperate and moderate frigid zones, thus evidently indicating that there existed a subtropic mountainous vegetation in the Disong area and the Konche River valley. Its geologi-

cal age may be Early-Middle Pliocene.

It is noteworthy that among the Dizong palynological flora are the spores of pteridophytes, such as *Lepisorus bicolor*, *Dryopteridium miyoshianum*, *Microsorium punctatum*, *Neolepisorus ovatus*, *Humata trifoliata*, *Vandenboschia auriculata*, and *Lemmaphyllum* cf. *microphyllum*, *Polypodium* cf. *niponicum*, *Pseudodrynaria* cf. *coronas*, *Pteris* cf. *kweichowensis*, *P.* cf. *brevifolia*, *P.* cf. *laeta* and *Selaginella* cf. *nipponica*. As is calculated from the growth altitude of their modern species, the Disong section and the Konche River bottom were about 1000 m and the mountain over there ranged from 1000 to 3000 m high at that time. It seems this area has uplifted about 3200 m since the Pliocene.

## 图 版 说 明

玻片均保存在中国科学院南京地质古生物研究所。(所有图均放大 800 倍)

### 图 版 I

1. *Selaginella* cf. *nipponica* Fr. et Sav.  
野外孢粉样品号 10, 玻片号: Di-Song 10-8。
2. *Selaginella* *vaginata* Spring  
野外孢粉样品号 10, 玻片号: Di-Song 10-6。
3. *Vandenboschia* *auriculata* (Bl.) Cop.  
野外孢粉样品号 10, 玻片号: Di-Song 10-2。
4. *Pteris* sp.  
野外孢粉样品号 8, 玻片号: Di-Song 8-4。
5. *Pteris* cf. *laeta* Wall  
野外孢粉样品号 8, 玻片号: Di-Song 8-5。
6. *Pteris* cf. *kweichowensis* Ching  
粉样品号 1, 玻片号: Di-Song 1-3。
7. *Pteris* cf. *brevifolia* Ching  
野外孢粉样品号 8, 玻片号: Di-Song 8-2。
8. *Athyriopsis* cf. *attenuata* Ching  
野外孢粉样品号 10, 玻片号: Di-Song 10-5。
9. *Pseudodrynaria* cf. *coronans* (Wall) Ching  
野外孢粉样品号 6, 玻片号: Di-Song 6-5。
10. *Neolepisorus* *ovatus* (Bedd.) Ching  
野外孢粉样品号 1, 玻片号: Di-Song 1-10。
11. *Microsorium* *punctatum* (L.) Copel.  
野外孢粉样品号 7, 玻片号: Di-Song 7-4。
12. *Athyrium* sp.  
野外孢粉样品号 10, 玻片号: Di-Song 10-12。
13. *Humata* *trifoliata* Cav.  
野外孢粉样品号 8, 玻片号: Di-Song 8-11。
14. *Araiostegia* cf. *pulchra* (Don) Cop.  
野外孢粉样品号 10, 玻片号: Di-Song 10-10。
15. *Lemmaphyllum* cf. *microphyllum* Presl.  
野外孢粉样品号 1, 玻片号: Di-Song 1-10。
16. *Lepisorus* *bicolor* (Takeda) Ching  
野外孢粉样品号 6, 玻片号: Di-Song 6-10。
17. *Polypodium* cf. *niponicum* Mett  
野外孢粉样品号 1, 玻片号: Di-Song 1-1。
18. *Dryotaenium* *miyoshianum* (Makino) Makino  
野外孢粉样品号 6, 玻片号: Di-Song 6-3。
19. *Carya* cf. *cathayensis* Sarg  
野外孢粉样品号 10, 玻片号: Di-Song 10-6。
20. *Youngia* sp.  
野外孢粉样品号 2, 玻片号: Di-Song 2-7。



