

桂林甑皮岩洞穴遗址第四纪孢粉分析

王丽娟

(地质矿产部岩溶地质研究所)

关键词 甑皮岩;孢子;花粉;全新世

内 容 提 要

本文对桂林甑皮岩洞穴古人类遗址的文化层堆积物和钙华板系统采样进行孢粉分析研究,分析了当时的植被演替和气候变化、古人类的生活环境以及文化层和钙华板形成的地质时代。

一、概 况

甑皮岩洞穴遗址位于桂林市南郊漓江之西、岩溶峰林平原的一座孤山——独山的西南麓,距市中心约9公里。当地平原面高程154米,洞口相对高程3米。岩洞发育于泥盆系融县组灰岩中。洞口朝向南西,高5米,宽12米,向东北方向呈半弧形状延伸约15米。洞内文化层堆积东南侧厚,西北侧薄,岩性为褐、棕褐、棕黄色砂质粘土、钙质胶结。经考古发掘,获得了古人类和各种动物骨骼、陶片、骨器、石料以及大量瓣鳃类和腹足类动物化石。文化层之上覆盖着厚约10—80厘米钙华板,致使下部文化层中的遗骨、遗物保存得十分完好,成为我国南方一个重要的新石器时代人类遗址。

作者于1983和1986年在洞内文化层堆积物的DT4、DT5、DT6探方坑即03、01和02地点以及钙华板即04地点分别采样作孢粉分析(见图1)。

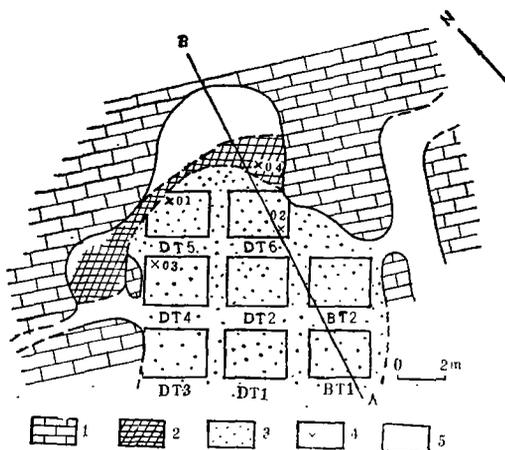


图1 洞穴及采样点平面分布示意图
(洞穴平面图据翁金桃,1980)

Schematic map of distribution of the Karst cave and sampling location

1. 灰岩; 2. 钙华板; 3. 文化层堆积; 4. 采样点; 5. 文化层探方坑

二、孢粉分析结果

经孢粉分析发现在03地点堆积物和04地点的钙华板剖面中富含孢粉,而在01和02地点的堆积物中含孢粉较少,而且类型也较少,经初步鉴定共计有184个科、属和

种。

现将各采样点剖面的孢粉组合特征分述如下:

1. 01 剖面

位于 DT5 探方坑北侧的崩塌层下,出露厚度 30 厘米,采样 1 块,样品含孢粉较少,总数 64 粒,以蕨类孢子为主(41 粒),其中凤尾蕨属(*Pteris*) 19 粒和水龙骨科(Polypodiaceae) 6 粒,其他尚见有少量凤丫蕨属(*Coniogramme*)、里白属(*Hicriopteris*)、铁线蕨科(Adiantaceae)和海金沙科(Lygodiaceae)。木本植物花粉以松属(*Pinus*)占多数,有 16 粒。柳属(*Salix*)、桦属(*Betula*)和栎属(*Quercus*)等只个别出现。草本植物花粉见蓼属(*Polygonum*)和十字花科(Cruciferae)各 1 粒。环纹藻(Concentricystes)、苔藓(Bryophyta)和菌类(Mycophyta)孢子有少量出现。

2. 02 剖面

位于 DT6 探方坑东南侧坑壁,出露厚度 2 米,共采样 5 块,经孢粉鉴定剖面顶部 5 号样含孢粉较多(223 粒),但成份单调,其余样品含孢粉均较少(17—57 粒)。在剖面中、下部以蕨类孢子为主,其中又以凤尾蕨属和水龙骨科占多数,最多分别有 23 粒和 5 粒,其他蕨类孢子有金粉蕨属(*Onychium*)、鳞盖蕨属(*Microlepia*)、石松属(*Lycopodium*)、卷柏属(*Selaginella*)和里白属等个别出现。木本植物花粉以扁担杆属(*Grewia*)含量最高(96 粒),主要集中于剖面顶部 5 号样,其他还见有松属、大戟科(Euphorbiaceae)、血桐属(*Macaranga*)、山麻杆属(*Alchornea*)、木兰科(Magnoliaceae)、枫香属(*Liquidambar*)、枫杨属(*Pterocarya*)、山核桃属(*Carya*)、桦属、榛属(*Corylus*)、栎属、榆属(*Ulmus*)、朴属(*Celtis*)和蔷薇科(Rosaceae)等少量出现。草本植物花粉以山蚂蝗属(*Desmodium*)为主(80 粒),也主要集中于顶部 5 号样,其他还见有少量禾本科(Gramineae)、蒿属(*Artemisia*)、毛茛科(Ranunculaceae)、莎草科(Cyperaceae)、蓼属(*Polygonum*)和唇形科(Labiatae)等。环纹藻、苔藓和菌类孢子仍见少量出现。

3. 03 剖面

位于 DT4 探方坑北侧坑壁,可见厚度 2.5 米,共采孢粉样 8 块(见图 2),每块样品均富含孢粉,最多 479 粒,最少 336 粒。根据孢粉类型和含量在剖面纵向上的变化情况自下而上又可划分出两个孢粉组合带:

第一孢粉组合带(1—5 号样)

主要特征 1) 孢粉组合中以蕨类孢子为主,占孢粉总数的 53.7—63.6%,木本植物花粉居次,占 22.2—32.8%,草本植物花粉占 12.7—15.1%。2) 木本植物花粉中,针叶植物花粉含量较低,其中以松属占大多数,最高含量为 24.2%,其他还有罗汉松属(*Podocarpus*)、柏科(Cupressaceae)等少量出现,阔叶植物花粉含量较高,占木本花粉的 75.8—89.6%,以山核桃属、栎属、榆属、朴属、蜡瓣花属(*Corylopsis*)和大戟科为主,其中尤以山核桃属数量较多,占木本花粉的 13.3—24.2%。其次尚有杨梅属(*Myrica*)、棕榈科(Palmae)、木兰科、枫杨属、桦属、榛属、桤木属(*Alnus*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)、枫香属

(*Liquidambar*)、水丝梨属 (*Sycopsis*)、榉属 (*Zelkova*)、木犀属 (*Osmanthus*)、冬青属 (*Ilex*)、苏铁属 (*Cycas*)、山矾属 (*Symplocos*)、五加科 (*Araliaceae*)、山黄皮属 (*Randia*)、马鞭草科 (*Verbenaceae*)、芸香科 (*Rutaceae*)、马鞍树属 (*Maackia*)、龙船花属 (*Ixora*) 和蔷薇科 (*Rosaceae*) 等。3) 草本植物花粉以禾本科为主, 占草本花粉的 33.3—42.9%, 其次是蒿属、菊科 (*Compositae*)、毛茛科、唇形科 (*Labiatae*)、蓼科 (*Polygonaceae*)、十字花科、伞形科 (*Umbelliferae*)、胡椒属 (*Piper*)、豆科 (*Leguminosae*)、苦苣苔科 (*Gesneriaceae*)、金丝桃属 (*Hypericum*)、荨麻属 (*Urtica*)、爵床属 (*Justicia*)、玄参科 (*Scrophulariaceae*)、菖蒲属 (*Acorus*) 等。水生植物花粉有狐尾藻属 (*Myriophyllum*) 和紫萍属 (*Spirodela*)。4) 蕨类植物孢子以凤尾蕨属为主, 占蕨类孢子的 23.1—32.4%, 其次是水龙骨科、铁线蕨科、金粉蕨属、凤丫蕨属、里白属、金毛狗属 (*Cibotium*)、鳞盖蕨属、卷柏属、石松属、桫欏科 (*Cyatheaceae*)、海金沙科、蹄盖蕨科 (*Athyriaceae*)、金星蕨科 (*Thelypteridaceae*) 和膜蕨科 (*Hymenophyllaceae*) 等。5) 有大量环纹藻、苔藓和菌类孢子出现。

第二孢粉组合带 (6—8 号样)

主要特征 1) 蕨类孢子仍居优势, 占孢粉总数的 46.1—63.9%, 木本植物花粉占 23.6—35.4%, 草本植物花粉占 12.6—18.5%。2) 木本植物花粉中, 针叶树松属较上一组合带增多, 最高含量为 34.8%, 其他还见有油杉属 (*Keteleeria*)、罗汉松科 (*Podocarpaceae*) 等少量出现。阔叶植物花粉有所减少, 占木本花粉的 61.8—75.5%, 其中山核桃属已由 13.3—24.2% 减少到 4.5—11.0%, 金缕梅科 (*Hamamelidaceae*) 和桦科 (*Betulaceae*) 也有所减少、榆科 (*Ulmaceae*)、木兰科和杨梅属 (*Myrica*) 数量略增, 其他花粉如鹅耳枥属 (*Carpinus*)、枫杨属、棕榈科 (*Palmae*)、栎属、栗属 (*Castanea*)、朴属、大戟科、桑科 (*Moraceae*)、夹竹桃科 (*Apocynaceae*)、漆树科 (*Anacardiaceae*)、槭树属 (*Acer*)、卫矛科 (*Celastraceae*)、冬青属、桃金娘科 (*Myrtaceae*)、无患子科 (*Sapindaceae*)、乌柏属 (*Sapium*)、山麻杆属 (*Alchornea*)、醉鱼草属 (*Buddleja*) 和蔷薇科等也比较多见。3) 草本植物花粉仍以禾本科 (*Gramineae*) 为多, 占草本花粉的 16.7—42.9%, 其他有蒿属 (*Artemisia*)、苦苣苔科 (*Gesneriaceae*)、豆科 (*Leguminosae*)、唇形科、毛茛科、伞形科 (*Umbelliferae*)、石竹科 (*Caryophyllaceae*)、菖蒲属 (*Acorus*) 和爵床属 (*Justicia*) 等。水生植物花粉有睡莲属 (*Nymphaea*)、萍蓬草属 (*Nuphar*)、香蒲属 (*Typha*) 和狐尾藻属 (*Myriophyllum*)。4) 蕨类孢子仍以凤尾蕨属为主, 占蕨类孢子的 17.5—36.9%, 其余成份与上一组合带基本相似。5) 仍有相当多的环纹藻、苔藓和菌类孢子出现。

4. 04 钙华板剖面

位于洞内东北侧, 共采样 3 块, 均富含孢粉, 最多 263 粒, 最少 249 粒 (见图 3)。

主要特征 1) 蕨类孢子居优势, 占孢粉总数的 60.8—68.4%, 木本植物花粉次之, 占 19.8—23.3%, 草本植物花粉占 9.2—17.9%。2) 木本植物花粉中, 针叶植物花粉沿剖面自下而上逐渐增多, 其中以松属为主, 最高含量可达木本花粉的 57.7%, 其他见有柏科 (*Cupressaceae*) 和三尖杉 (*Cephalotaxus fortunei*) 等个别出现。阔叶植物花粉占木本

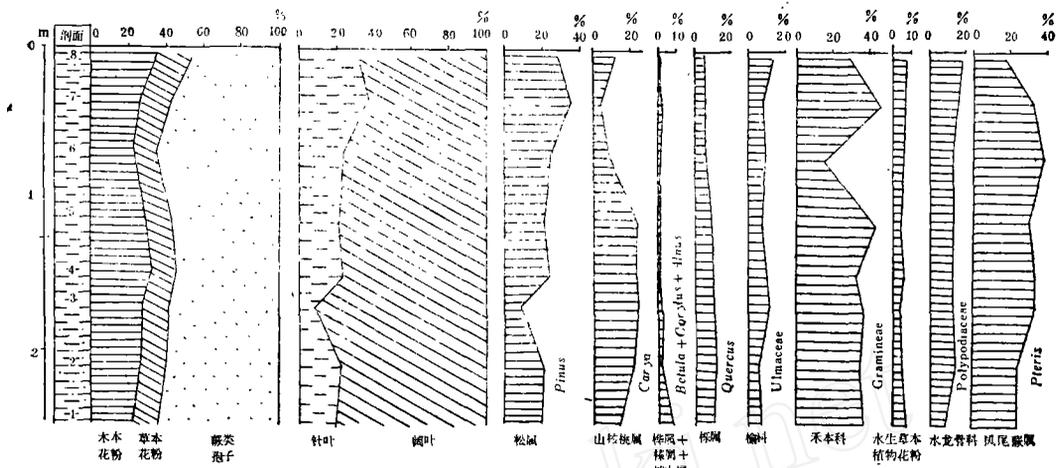


图 2 03 地点剖面孢粉图式
Sporo-pollen diagram of No. 03 profile
(剖面的岩性符号代表砂质粘土, 1—8 为孢粉样品号)

花粉的 40.4—53.6%，较 03 剖面有所减少，以栎属、栲属 (*Castanopsis*)、栗属、木兰科、棕榈科、桑科、大戟科、山麻杆属、芸香科、蔷薇科和楝科 (*Meliaceae*) 花粉较多见。3) 草本植物花粉数量不多，都是常见的一些分子，如禾本科、唇形科、苦苣苔科、蒿属、毛茛科、豆科、菖蒲属和莎草科 (*Cyperaceae*) 等。水生植物花粉有睡莲属、水鳖科 (*Hydrocharitaceae*) 和雨久花科 (*Pontederiaceae*)。4) 蕨类孢子以水龙骨科和里白属为主，分别占

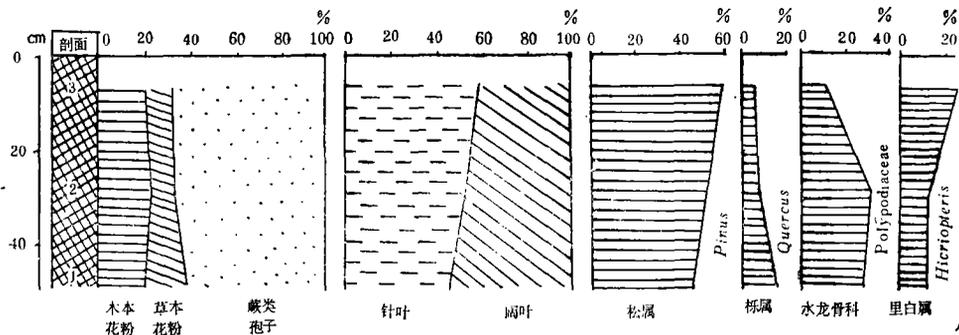


图 3 04 地点剖面孢粉图
Sporo-pollen diagram of No. 04 profile
(剖面的岩性符号代表钙华板, 1—3 为孢粉样品号)

蕨类孢子的 10.6—30.6% 和 10.7—24.4%，其次是凤尾蕨属、凤丫蕨属、铁线蕨科、金粉蕨属、鳞盖蕨属和垂穗石松 (*Lycopodium cernnum*) 等。环纹藻有少量出现，苔藓和菌类孢子已基本消失(图版 I、II)。

三、古植被和古气候

根据上述几个剖面孢粉组合反映的植被特征,可以划分出三个不同的植被演替和气候变化阶段:

1. 疏林植被阶段

见于 01 和 02 剖面所述,此时植被的主要成份是松属、栎属、枫杨属、枫香属、山核桃属、榆属、朴属、柳属、木兰科和蔷薇科等阔叶植物,但数量不多,可能零星分布在低山丘陵和平原地,组成了疏林景观。喜温凉的榛属、桦属等落叶阔叶植物可能零星分布在较高的一些山地,在山坡和平原有少量禾本科、蒿属等草本植物生长,在阴蔽潮湿处生长了凤尾蕨属和水龙骨科占多数的蕨类植物。以 01 剖面和 02 剖面中、下部出现的植被成分来看,阔叶植物数量很少,而且多属温带落叶阔叶类型,如榛属、桦属、栎属、柳属、榆属、朴属等。亚热带成分只见个别落叶阔叶植物山核桃属和枫杨属。这些阔叶类植物在当前该区野生植物中已不复存在,而目前生长在该区的野生植物多属于一些亚热带、热带的落叶阔叶和常绿阔叶类。这说明当时气温较今日要稍偏低。而 02 剖面上部植被除含有上述一些温带成分外,亚热带、热带成分增多了,如枫香属、枫杨属、山核桃属、木兰科、大戟科、血桐属、山麻杆属、扁担杆属和山蚂蝗属等。反映的气温较 01 剖面和 02 剖面中、下部要高。该两地的 ^{14}C 测年分别为 11210 ± 140 和 12390 ± 250 年,这进一步说明在全新世早期该区植被为疏林,气温较现今偏低的事实。

2. 阔叶植物为主的针阔叶混交林阶段

见 03 剖面两个孢粉组合带。阔叶植物在森林木本层中始终占优势,其中以胡桃科 (*Juglandaceae*)、山毛榉科 (*Fagaceae*)、大戟科、榆科和金缕梅科 (*Hamamelidaceae*) 的树种占主要,最高可达 72.9%,榛属和桦属最高仅占 6.0%,以剖面底部出现较多。针叶树松属在整个剖面上占有一定数量,但以剖面上部为多。以孢粉类型看,无论在木本、草本,乃至蕨类植物中都含有相当数量的热带、亚热带成分。由此说明,该剖面形成时期,遗址附近的植被面貌是以暖温带、亚热带和热带的落叶阔叶和常绿阔叶植物为主,并掺入松属等针叶植物组成的针阔叶混交林景观,此时遗址周围森林茂密、灌木丛生,藤本植物缠绕于林间,林下阴湿,从而为蕨类植物、苔藓植物和菌类植物的大量繁殖提供了良好环境。在山坡和林缘生长了各种生态的草本植物,水塘洼地生长了多种湿生和水生植物以及大量喜温暖的环纹藻藻类植物,此时遗址附近呈现出一片草木繁茂、郁郁葱葱的宜人景色,气候暖热潮湿,反映了亚热带气候特征。在该剖面形成后期,植被成份发生了一些变化,即此时林中阔叶成份减少了,针叶树松增加了,可能预示着气候有变干的趋势。

3. 针叶植物为主的针阔叶混交林阶段

见于 04 钙华板剖面。此时植物成份已起变化,针叶植物松明显增多,阔叶植物无论是数量还是类型都已明显减少,许多种属甚至完全消失,以阔叶植物为主的针阔叶混交林

逐渐被以针叶植物为主的针阔叶混交林所取代。此时林下蕨类植物仍较繁盛,但主要成份已发生变化,曾在前一阶段占重要位置的凤尾蕨属和金粉蕨属已退居次要地位,而代之以水龙骨科和里白属占居优势,一些热带、亚热带雨林成份如膜蕨科、桫欏科、海金沙科、金毛狗属等已大大减少,有的甚至完全消失。山坡和林缘继续有多种生态的草本植物生长,但已不如前繁盛,水塘洼地仍有水生植物和环纹藻藻类植物生长,但环纹藻的数量已较前大大减少,在前一阶段常见的苔藓和菌类植物此时已完全消失。说明这一时期的森林远不如前期茂密、气候也不如前暖热潮湿,呈现变干的趋势,促使松属等比较适应干旱条件生长的树种大量繁殖,而一些喜湿润气候条件的阔叶植物逐渐减少,当然后期人为的砍伐破坏也是一个重要因素。

由上述可见,甌皮岩从文化层堆积到钙华板形成这一过程,该区植被发生了明显的演替变化,即由疏林-阔叶植物为主的针阔叶混交林-针叶植物为主的针阔叶混交林。相应的气候变化是温湿偏凉-暖热潮湿-温暖稍干。

四、地质时代讨论

甌皮岩遗址地处我国低纬度、低海拔地区,第四纪冰期气候相对来说影响较小,但据作者对桂林地区晚更新世晚期的孢粉分析结果看,在一定程度上该区仍然受到末次冰期降温的影响,反映在这一时期针叶树松属大量出现,有时竟高达 80% 以上,并有一定数量的油杉属、铁杉属 (*Tsuga*) 和桦科植物出现,云杉属 (*Picea*)、冷杉属 (*Abies*) 也见少量,与其比较,甌皮岩几个剖面的孢粉组合面貌则迥然不同,含有较多暖温带、亚热带和热带成份,显示气候比较温暖,具有冰后期的气候特征。

如前所述, 01 剖面 and 02 剖面中、下部孢粉组合反映的古气候是一个较现今气温稍低,但较该区晚更新世晚期的气温要高的气候环境, 02 剖面上部孢粉组合显示的气温较中、下部要高,但其植被成份仍显得比较单调,推测与中、下部是属于同一时期的先后堆积,时代均属于早全新世。由蕨类孢子出现较多的特点看,该区气候显得比较湿润,这和我国北方等地区全新世早期干凉气候是有一些差异的。从 01 剖面采样点处测得陶片的热发光年龄为 10370 ± 870 年 (王维达, 1984), 螺蛳壳的 ^{14}C 年龄为 10090 ± 105 年、 10270 ± 150 年和 11310 ± 180 年、兽骨 9100 ± 250 年 (中国社会科学院考古研究所, 1983), 即可证明其时代是属于早全新世。02 剖面无 ^{14}C 测年资料, 但在该剖面附近测得螺蛳壳的 ^{14}C 年龄为 $10675 \pm 150 - 11055 \pm 230$ 年, 木炭 9000 ± 150 年 (中国社会科学院考古研究所编著, 1983)。03 剖面的孢粉组合面貌与 01 和 02 剖面有较大差异,显然不是同一时期形成的,其形成时间要晚于 01 和 02 剖面,该剖面尚缺乏具体的 ^{14}C 测年资料,但是,根据 03 剖面孢粉组合面貌与近洞口 DT1 探方坑堆积物中的孢粉组合面貌完全一致,另外从堆积物的颜色看, 01 和 02 剖面为褐-棕褐色, 03 剖面为棕黄色,与 DT1 探方坑堆积物颜色相似,两地相距仅约 4 米,因此它们是属于同一时期的产物,而近洞口堆积物的形成时间较 01 和 02 剖面要晚 (图 4), 推测 03 剖面的形成时代应属于早全新世晚期-中全新世早期,从 DT1 探方坑内测得陶片的热发光年龄为 $7350 \pm 900 - 8000 \pm 650$ 年 (王维达, 1984) 可以说明。03 剖面之上的堆积物已被挖掉,故缺乏反映这一阶段古植被和古气候

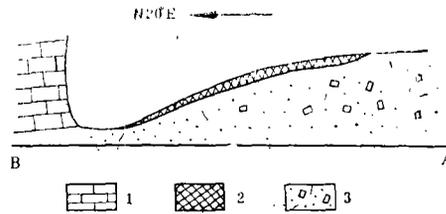


图 4 文化层和钙华板形成理想剖面图
Ideal profile of forming cultural trace bed and calctufa plate
1. 灰岩; 2. 钙华板; 3. 文化层堆积

的资料。04 钙华板剖面孢粉组合显示的古气候较 03 剖面稍干,而且剖面上部孢粉组合与平原区表层土孢粉组合很相似,二者均是以松属、水龙骨科和里白属占优势,阔叶植物较少为特征的孢粉组合(据作者对桂林平原地区表层土的孢粉分析资料),因此,钙华板的形成时代应属中全新世晚期—晚全新世。从钙华板的 ^{14}C 测年为 3370 ± 90 — 6600 ± 150 年,因“死碳”影响,实际年龄要比该测年小 1—2 千年(中国社会科学院考古研究所 ^{14}C 实验室、北京大学 ^{14}C 实验室,1982) 即可证明。

由此可见,甌皮岩从文化层堆积到钙华板形成,整个过程是经历了全新世早、中、晚三个漫长地质历史阶段。

综上所述可见,全新世早期该洞穴即为古人穴居生活的重要场所,虽然几遭洪水漫灌,但只形成部分堆积,古人仍可在内继续生活居住,到了早全新世晚期和中全新世早期,由于当时气候变得暖热潮湿,雨量充沛,特大洪水时有发生,从而造成洞穴大量堆积,以致最后将洞穴完全堵塞,原穴居在洞内的古人只好迁徙他地而留下这个至今保存完好的历史遗址。

甌皮岩陈列馆李志伟等同志和桂林市园林管理局熊松同志在孢粉采样和为本文提供资料方面给予了大力帮助,在此谨致谢意。

(1987 年 4 月 17 日收稿)

参 考 文 献

- 中国社会科学院考古研究所 ^{14}C 实验室、北京大学 ^{14}C 实验室,1982。石灰岩地区 ^{14}C 标本年代的应用及可靠性问题。第三届全国第四纪学术会议论文集,科学出版社,257—258。
- 中国社会科学院考古研究所编著,1983。中国考古学中碳十四年代数据集(1965—1981)。考古学专刊,乙种第二十一号,文物出版社,107—109。
- 王维达,1984。河姆渡和甌皮岩陶片热释光年代的测定——兼论粗粒石英断代技术。考古学集刊,(4):322—327。
- 李有恒,1978。广西桂林甌皮岩遗址动物群。古脊椎动物与古人类,16:243—260。
- 翁金桃,1980。广西桂林甌皮岩洞穴文化层盖板的成因探讨。岩溶科技,(2):8—14。

A QUATERNARY SPORO-POLLEN ANALYSIS OF ZENGPİYAN CAVE SITE, GUILIN

Wang Lijuan

(*Institute of Karst Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources*)

Key words Zengpiyan; Spore; Pollen; Holocene

Abstract

Zengpiyan Cave, a neolithic site, is situated about 9km south of Guilin city. A great number of pollen grains of ligneous plant, herbal plant and spores of pteridophyta have been found in the cultural bed and the calctufas' plate. Mainly they are: *Pinus*, *Carya*, *Quercus*, *Ulmus*, *Celtis*, *Coryloopsis*, *Liquidambar*, Euphorbiaceae, *Sapium*, *Alchornea*, *Myrica*, Magnoliaceae, Palmae, *Betula*, *Carpinus*, Rutaceae, Rosaceae, Gramineae, *Artemisia*, Ranunculaceae, Labiatae, Gesneriaceae, *Pteris*, Polypodiaceae, Adiantaceae, *Onychium*, and *Hicriopteris* etc.

The results of sporo-pollen analysis show that the process from accumulating of the cultural bed to forming the calctufas' plate may be divided by three phases of vegetation. They are rare forest vegetation phase, coniferous-broad leaf mixed forest phase with dominative broad leaf plant and coniferous-broad leaf mixed forest phase with dominative coniferous plant. The climates corresponding to three phases are mild-humid, warm-humid and warm-drier. The geological age of the cultural bed is described as the early Holocene-early middle Holocene, while the age of the calctufas' plate is late middle Holocene-late Holocene.

图 I 版 说 明

1—3. 松属 (*Pinus*); 4. 山核桃属 (*Carya*); 5. 朴属 (*Celtis*); 6. 榉属 (*Zelkova*); 7. 榆属 (*Ulmus*); 8. 枫杨属 (*Pterocarya*); 9. 胡桃属 (*Juglans*); 10. 鹅耳枥属 (*Carpinus*); 11. 桦属 (*Betula*); 12. 柾木属 (*Alnus*); 13, 14. 栎属 (*Quercus*); 15. 栗属 (*Castanea*); 16. 栲属 (*Castanopsis*); 17. 桃金娘科 (*Myrtaceae*); 18. 棕榈科 (*Palmae*); 19. 漆树科 (*Anacardiaceae*); 20. 杨梅属 (*Myrica*); 21. 血桐属 (*Macaranga*); 22. 山麻杆属 (*Alchornea*); 23. 冬青属 (*Ilex*); 图 1—3 放大 600 倍左右, 其余均放大 800 倍左右

(王丽娟摄)

图 版 II 说 明

1. 木兰科 (*Magnoliaceae*); 2. 腊瓣花属 (*Coryloopsis*); 3. 枫香属 (*Liquidambar*); 4. 楝科 (*Meliaceae*); 5. 伞形科 (*Umbelliferae*); 6. 爵床科 (*Acanthaceae*); 7. 禾本科 (*Gramineae*); 8. 菊科 (*Compositae*); 9. 莎草科 (*Cyperaceae*); 10. 蒿属 (*Artemisia*); 11, 12. 水龙骨科 (*Polypodiaceae*); 13. 里白属 (*Hicriopteris*); 14. 卷柏属 (*Selaginella*); 15, 16. 凤尾蕨属 (*Pteris*); 17. 鳞盖蕨属 (*Microlepia*); 18. 金毛狗属 (*Cibotium*); 19. 砂椴科 (*Cyatheaceae*); 20. 垂穗石松 (*Lycopodium cernuum*); 21. 环纹藻 (*Concentricystis*); 图 21 放大 600 倍左右, 其余均放大 800 倍左右

(王丽娟摄)

