

# 温州沿海 QTZ3 孔孢粉组合特征及古气候分析

吴同<sup>1,2</sup> 杨振京<sup>21</sup>

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059;

2. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北 石家庄 050061)

**【摘要】:** 通过对温州 QTZ3 孔的 73 个孢粉样品进行分析, 共发现 197 个属种, 划分为 6 个孢粉组合带。结果表明, 温州沿海平原植被演替经历了以针叶树为主的针叶阔叶混交林-沼泽草甸 ( $Q_6^2$ ) → 以栎属为主的针阔混交林-草原 ( $Q_6^2$ ) → 落叶阔叶林-湖沼湿地或草原 ( $Q_6^3$ ) → 以栎属为主、落叶树种类丰富的针阔混交林-典型草原 ( $Q_6^3$ ) → 草原-湿地-局部以栎属为主的常绿落叶阔叶林 ( $Q_6^3$ ) → 常绿落叶阔叶林-沼泽草甸 ( $Q_n$ ) → 以常绿树种为主的混合型阔叶林-典型草原 ( $Q_n$ )。同时, 当地古气候变化过程如下: 温暖湿润 ( $Q_6^2$ ) → 温和偏干 ( $Q_6^3$ ) → 温凉略湿 ( $Q_6^3$ ) → 温和偏湿 ( $Q_6^3$ ) → 温暖湿润 ( $Q_n$ )。总体反映了温州湾中更新世以来的气候变迁情况。

**【关键词】:** 温州 孢粉组合 植被演替 古气候

**【中图分类号】:** TB **【文献标识码】:** A

近几十年来, 孢粉、古植被演替、古气候变化之间的相互关系, 成为孢粉学研究的热点(杨振京等, 2002)。对于浙江沿海地区的孢粉学研究, 主要集中在杭州湾和宁波沿海(刘会平, 1987; 张培新, 2018)。温州沿海地区的第四纪研究, 主要是汪品先等(1982)学者进行的海侵地层研究, 但并未涉及孢粉数据。本文通过对温州沿海地区 QTZ1 孔 73 个孢粉样品进行鉴定分析, 根据其孢粉组合特征, 并综合考虑岩石地层划分结果, 分析当地中更新世以来的植被演替和气候变化。

## 1 研究区概况

温州市位于浙江省东南部, 研究区位于东海沿岸, 瓯江入海口南侧。温州地区属中亚热带常绿阔叶林南部亚带, 它是一个亚热带南北植物汇聚区, 植物资源丰富(吴征镒, 1980; 熊先华等, 2017)。孢粉记录表明, 温州沿海平原地区第四纪以来发育森林植被类型包括中亚热带常绿阔叶林、常绿-落叶混交林、针叶阔叶混交林、针叶林等, 在时间尺度上存在一个经常变化的趋势。

## 2 研究方法

样品来源于温州沿海第四纪地质钻孔 QTZ3。选取深度在 3.5-120m 范围的岩芯进行孢粉实验和鉴定。根据已有资料, 利用岩石地层学方法推断该地区全新统底界约为 35m, 上更新统底界约在 110.3m 附近, 本钻孔未见中更新统底界, 第四系底界尚不知晓。

## 3 结果

在 QTZ3 孔中共分析了总共 73 个孢粉样品, 共发现、鉴定并统计了 197 个科属的植物花粉。根据显微镜下的鉴定结果, 绘制

**作者简介:** 吴同(1993-), 男, 汉族, 四川内江人, 硕士研究生, 研究方向: 第四纪地质学; 杨振京, 通讯作者。

孢粉浓度图谱。将钻孔按照自下而上的序列划分为 6 个孢粉组合带,孢粉组合带特征如下。

### 3.1 孢粉带 I (120-111m)

本带共鉴定了 5 个孢粉样品。该带木本植物花粉含量极高,平均含量为 79.43%,山毛榉属(20.59%)、松属(19.27%)和落叶栎属(14.64%)为主要成分,常绿栎含量(6.95%)较少。本带乔木植物种类丰富,阔叶树种包括鹅耳枥属(3.60%)、榆属(3.26%)等。草本植物花粉含量远低于木本植物,在本带孢粉中仅占 13.52%,中的中旱生草本基本未见,主要以喜湿的莎草科(3.06%)和毛茛科(1.59%)为主,本带禾本科含量(5.04%)较高。蕨类孢子含量极少,平均含量为 7.06%,单缝孢(5.73%)就占据了其中的 81.2%,其他蕨类孢子只零星出现,故本带蕨类孢子组合特征不具有参考价值,但本阶段孢粉浓度较大,其木本和草本花粉组合能够有效的反映气候条件,当地植物处于湿度较大的生长环境,喜暖的乔木植物属种含量不高,气候总体偏凉。

### 3.2 孢粉带 II (80-75m)

本带共鉴定了 6 个孢粉样品。本带孢粉组合以蕨类植物孢子含量(71.95%)极高为显著特征,这是唯一一个蕨类孢子占绝对优势的孢粉带。其中单缝孢为主要成分,平均含量达到 52.11%,次要成分包括瓦韦属(5.91%)、水龙骨科(3.38%)、水龙骨科(2.94%)、海金沙属等。草本植物花粉含量占 13.05%,以旱生草本为主,在 78m 处达到峰值,存在 22.95%的藜科花粉,9.84%的蒿属,2.36%的禾本科,且其他草本植物极少出现。本带木本植物平均含量仅为 15%,主要是松属(5.60%)、落叶栎属(3.90%)和铁杉(1.78%)等针叶-落叶阔叶树种,常绿栎消失。本带的孢粉组合特征说明该时期植被类型以偏干灌丛草原和湿地沼泽共同组成的草甸景观,所见乔木植物花粉可能为外来属种。

### 3.3 孢粉带 III (73-61m)

本带共鉴定了 13 个孢粉样品。本带木本植物花粉含量(48.84%)和草本植物花粉(44.26%)含量发生了明显的变化,松属含量仅为 16.66%,可将其视为外来属种。其他针叶树种可见杉科(2.93%)、铁杉(1.34%)、云杉(1.34%),阔叶树种中落叶栎属(10.24%)为主要成分、常绿栎(5.06%)和山毛榉(4.25%)较少,此外还有少量枫香属(1.65%)和桑科(1.33%)。草本植物种类丰富,主要成分为莎草科(21.07%)和禾本科(16.12%),其次为藜科(1.88%)和香蒲属(1.65%)。蕨类孢子除单缝孢(5.14%)外均极少出现,说明本带植物群落是以落叶栎为主的落叶林,局部有针叶树种生长,林下发育大量喜湿润环境的草本植物。

### 3.4 孢粉带 IV (61-49m)

本带共鉴定孢粉样品 12 个。木本植物花粉含量(48.90%)较前带基本没有变化,其针叶树种含量明显降低,但其中可见少量的柏科花粉(0.25%),不过含量过少,环境指示意义较差。落叶栎属(10.93%)、常绿栎属(3.58%)、枫香属(2.83%)为阔叶树种的主要成分。林下草甸湿生草本含量明显较少,莎草科含量降低至 3.50%,同时禾本科降低至 7.44%。与草本植物相比,蕨类植物孢子含量大幅增加,达到 33.86%,仍以单缝孢(17.19%),本带的孢粉组合特征说明当地是以落叶栎为主的针阔混交林为主的植被景观,其草原环境逐步转为灌丛草甸。

### 3.5 孢粉带 V (49-35m)

本带共鉴定孢粉样品 13 个。受松属花粉含量变化影响,该孢粉带木本植物含量波动较大,其含量在 6.97-77.39%间变化,平均含量 45.06%。本带以阔叶树种为主,植物类型丰富,其中落叶栎含量为 12.85%,常绿栎(4.20%)较少,山毛榉属(3.54%)、枫香属(2.31%)及鹅耳枥属(1.62%),此外还包括少量的桤木属、胡桃属等。湿生草本含量明显增加,主要是莎草科(13%),中旱生草本以藜科(3.87%)和蒿属(3.07%)为主,还有少量菊科,此外禾本科含量降低至 4.83%。蕨类植物孢子除单缝孢外少量出现,主要成分为卷柏属和鳞盖蕨属。

### 3.6 孢粉带 VI (35-3.5m)

本带共鉴定孢粉样品 24 个。木本植物重回绝对优势地位,其平均含量增加至 61.83%,以松属为主 (31.71%),其他针叶树属种仅个别层位零星出现,含量极低。落叶栎属不再是阔叶树种的第一组分 (5.90%),常绿栎属含量增加至 16.03%,山毛榉属、鹅耳枥属及枫香属等前孢粉带中的处于次要地位的阔叶树种含量均不足 1%。中旱生草本中藜科 (2.67%) 和蒿属 (2.82%) 含量与前带相仿,毛茛科 (1.24%)、莎草科 (1.07%) 及香蒲属 (0.44%) 等喜湿草本含量较低,可看做孢粉带 V-2 湿生草本含量降低的延续。本阶段蕨类植物孢子中芒萁属含量较高 (2.91%),蹄盖蕨属 (2.89%) 和鳞盖蕨属 (2.79%) 也占有相当程度的比重。

## 4 孢粉来源及代表性分析

通常认为草本植物由于个体矮小,传播能力较弱,故而其花粉多数会降落于母体植物附近(曾蒙秀,2017)。温州沿海平原钻孔剖面中的草本植物以禾本科、藜科、蒿属、莎草科为主,其次可见少量的毛茛科和香蒲属。禾本科广泛分布于草原环境,其花粉产能低,且保存性较差,故在孢粉组合中禾本科含量普遍不高,具有较低的代表性。但禾本科通常都是本地属种,因此即使禾本科含量不超过 10%,也可能作为优势树种甚至建群种(刘鸿雁,2009)。藜科是草原的代表性花粉,与禾本科不同,藜科花粉通常具有干旱气候指示意义,常作为荒漠环境的指示性属种。根据前人研究成果,藜科花粉含量高于 25%,则为荒漠草原,如含量较低也可以指示典型草原环境(许清海,2005)。莎草科为喜湿草本,毛茛科为湿生植物,环境指示意义与莎草科类似,其花粉含量在温州沿海平原中不高,故仅作为低代表性属种。QTZ3 孔中草本植物花粉含量普遍不高,应均为本地草本,其含量可能受到过量外来木本植物花粉的影响。

蕨类植物多数喜荫蔽湿润环境,可生长于沼泽草甸、河流两岸或森林环境的高大乔木之下(王宪曾,1987)。钻孔蕨类植物孢子含量均在 22%左右,在整个钻孔剖面中其含量波动幅度较大。鳞盖蕨属和凤尾蕨属为陆生植物,主要生长于溪水岸边、湖沼环境或林地边缘等阴湿环境中(杨东梅,2014)。水龙骨科在长江以南各地均广泛分布,其环境意义不够明确,故而水龙骨科尽管在蕨类植物孢子中占比较高,本文仍不将其作为代表性属种。由于蕨类植物孢子主要的传播方式为自由逸散,且环境中的水体多数为静水或低能水环境,通过流水传播至远处的可能性不大,因此其孢子来源基本可排除外来干扰。总体看来,QTZ3 钻孔蕨类植物组合特征代表了温州沿海平原林下荫蔽偏湿的环境或局部存在的沼泽草甸。

松属是温州沿海平原钻孔中的主要木本属种,其花粉产量极大,并拥有极强的传播能力和保存能力,传播范围可辐射数百公里。即使在无松林生长的地区,其花粉含量甚至能达到 50%以上(许清海等,2007)。因此,通常认为只有当松属含量高于 30%,才能说明当地发育松林。QTZ3 钻孔仅 13-3.5m 层段有本地松属生长,其他各阶段松属花粉含量均不足 20%。栎属是具有代表性的植被属种(李宜垠,2000),也是北半球亚热带-温带阔叶林中分布最为广泛的树种,能适应各种类型的地理气候条件。QTZ3 钻孔栎属含量不超过 20%,以落叶栎属为主,常绿栎较少,13-3.5m 层段栎属含量仅为 2.95%,可认为该时期没有栎属生长。温州沿海平原地区出现的云杉属、铁杉属、杉科花粉含量较小,其总量不到 3%,本文采用李文漪(1991)所用的划分方法,认为当孢粉组合中,云杉、铁杉含量约 1%左右时,可认为当地数十公里范围内有该植物生长,根据其生长习性,推断其来源应为海拔 500m 的山地丘陵地带。

## 5 结论

根据上述分析,可得到结论如下:

温州沿海平原植被演替过程:针阔混交林-沼泽草甸 ( $Q_p^2$ ) → 针阔混交林-草原 ( $Q_p^2$ ) → 落叶阔叶林-草原 ( $Q_p^3$ ) → 针阔混交林-草原 ( $Q_p^3$ ) → 草原-湿地-局部常绿落叶阔叶林 ( $Q_p^3$ ) → 常绿落叶阔叶林-沼泽 ( $Q_n$ ) → 混合型阔叶林-草原 ( $Q_n$ )。

温州沿海平原古气候变化过程如下:温暖湿润 ( $Q_p^2$ ) → 温和偏干 ( $Q_p^3$ ) → 温凉略湿 ( $Q_p^3$ ) → 温和偏湿 ( $Q_p^3$ ) → 温暖湿润 ( $Q_n$ )。

---

#### 参考文献:

- [1]杨振京,徐建明.孢粉-植被-气候关系研究进展[J].植物生态学报,2002,(S1):73-81.
- [2]刘会平.杭州湾北部沿岸全新世的孢粉组合与地层、古地理探讨[J].湖南师范大学自然科学学报,1987,(03):96-102.
- [3]张培新.宁波东南沿海平原晚第四纪孢粉组合与沉积环境分析[D].成都:成都理工大学,2018.
- [4]汪品先,闵秋宝,卞云华.温州、黄岩平原第四纪海侵地层[J].海洋通报,1982,(3):29-36.
- [5]吴征镒,李锡文.对《中国植物志》65(2)、66卷册——唇形科的一些说明[J].云南植物研究,1980,(02):235-239.
- [6]熊先华,陈贤兴,胡仁勇,等.温州种子植物区系统计分析[J].浙江大学学报(理学版),2017,44(04):446-455.
- [7]曾蒙秀.四川西部晚冰期以来植被和气候变化及其对人类活动的影响[D].南京:南京大学,2017.
- [8]刘鸿雁.半干旱区气候变化和人类活动的孢粉指示[A].中国古生物学会孢粉学分会、南京地质古生物研究所.中国古生物学会孢粉学分会八届一次学术年会论文摘要集[C].中国古生物学会孢粉学分会、南京地质古生物研究所:中国古生物学会孢粉学分会,2009:1.
- [9]许清海,李月丛,阳小兰,郑振华.中国北方几种主要森林群落表土花粉组合特征研究[J].第四纪研究,2005,(05):585-597.
- [10]王宪曾.孢粉与环境[J].微体古生物学报,1987,(04):439-444.
- [11]杨东梅.凤尾蕨属植物的园林应用[J].园林,2014,(03):22-23.
- [12]许清海,李月丛,阳小兰,郑振华.中国北方几种主要花粉类型与植被定量关系[J].中国科学(D辑:地球科学),2007,(02):192-205.
- [13]李宜垠,张新时,周广胜,倪健.中国北方几种常见表土花粉类型与植被的数量关系[J].科学通报,2000,(07):761-765.
- [14]李文漪.云杉花粉散播效率问题[J].Journal of Integrative Plant Biology,1991,(10):792-800.