

泰州组沼、水生植物孢粉及水盆演变

周山富

(华东石油地质局地质研究所, 江苏扬州 225002)

苏北如东地区泰州组中, 产有较多类型的沼、水生植物孢粉、藻类, 均与漫流、静水的湖泊、沼泽有关。通过与现代湖泊生物带模式的对比, 泰州组经历了藻类带萌芽阶段, 挺水植物带、浮水植物带形成阶段, 沉水植物带和水底无植物带发展阶段, 及浮游植物带衰退阶段、轮藻植物带消亡阶段的完整水盆演变过程。

关键词 生物带、水生植物、水盆演变 泰州组

作者简介 周山富 男 56岁 高级工程师 孢粉学

苏北如东地区梅斯特里克蒂阶至达宁阶泰州组, 是苏北南黄海盆地的生油母岩之一, 又是储油岩之一。对该水盆的水体环境和演变的研究, 具有一定的现实意义和理论意义。笔者依据孢粉组合中含量稀少的沼、水生植物孢粉和藻类化石, 将今论古研究如2井泰州组沉积时的生物带、环境和水盆演变。

一、沼、水生植物的生态环境

(一) 化石及其环境意义

苏北盆地如东地区如2井泰州组可分两段。上段: 井深903—1050 m, 为黑色泥岩段, 以黑灰—灰黑色泥、页岩为主。下部夹有少量灰岩、泥灰岩。灰岩为灰色假鲕状生物介壳灰岩或灰色含粉砂介壳灰岩, 含大量介形虫化石。顶部为咖啡、暗棕色泥岩夹棕色泥质粉砂岩、棕灰白色砂岩。下段: 井深1050—1138 m 砂岩段, 为棕灰白色砂岩、粉砂岩夹灰黑、暗棕色泥岩。泰州组角度不整合于赤山组之上, 与上覆阜宁组一段为整合接触(有些地区为假整合接触, 图2)。

如2井泰州组见有沼、水生植物孢粉和藻类化石。计有盘星藻(*pediastrum*)、环纹藻(*Concentricystis*)、角环藻(*Savitrinia*)、四突起藻(*Tetrangulaclinium*)、轮藻(*Chara*)、苹(*Marsilea*)、满江红(*Azolla*) 大孢子、浮萍(*Lemna*)、水鳖(*Hydrocharis*)、眼子菜(*Potamogeton*)、黑三棱(*Sparganium*)、香蒲(*Jypa*)、水松(*Glyptostrobus*)和落羽杉(*Taxodium*)等。

水体环境和性质的变化, 将直接影响和改变水体中植物的种群。不同属种的繁盛或消失, 反映水体环境、性质的变化。盘星藻生活于浅水, 水深很少超过15 m, 可大量繁殖于某些静水池塘中。类似环纹藻的单细胞生物、角环藻、轮藻, 均与静水或漫流的浅水水体有关^[1-4]。眼子

菜、浮萍、满江红和水鳖、苹、黑三棱等水生维管束植物和香蒲也均生于静水或漫流的浅湖、浅河、池沼、沼泽或水边^[5,6]。水松和落羽杉为乔木植物,生于低洼积水地和沼泽中,前者是我国沼泽乔木的代表。它们的生境,表明泰州组沉积时的水体与漫流、静水的浅湖、沼泽有关。

特拉弗斯和金斯伯格^[7]指出:沼泽里的花粉沉积作用,大量地或完全地是一种“花粉雨”(空气传播)的产物。微动的水对花粉的散布并无任何显著的影响,大概是降落在湖面上的花粉立即沉到表面张力膜之下,并随着水波的运动进行垂直移动之故^[8]。陆生植物的花粉尚且如此,那些生于漫流、静水或沼泽中的草木植物和藻类,其花粉、孢子和藻体,绝大多数的沉积埋藏地几乎就是生长地。

泰州组所产的沼、水生植物孢粉、藻类,虽有一些已灭绝无法与现代的对比,但满江红、香蒲、浮萍、苹、眼子菜、黑三棱等大多数化石,与现代的很相似。尤其是盘星藻化石与现代的短棘盘星藻(*Pediastrum boryanum*)几乎无法区别。化石与现代的特征的一致或相似为对比提供了可能。

(二) 生态环境模式

一般说来,由于水域条件具有相对的稳定性和一致性,在不同的自然带内,组成相似的水生植被类型,显示了植物群落的分布,往往是跨地带性的。如我国西南部滇中的滇池、洱海等湖泊,分布在海拔1800—2000 m左右,水生植被群落类型及种类组成与长江中下游平原地区的湖泊很相似^[9]。

泰州组沉积时,水盆处于稍湿的半干旱亚热带气候^[10]。故笔者选用研究较详的紧靠亚热带的江苏洪泽湖和处于亚热带的湖北洪湖,作为对比的生物带、生态模式。

现代的水生植被在较大的深水池塘和湖泊内,都是有规律地呈环带状分布。从沿岸浅水向深水方向依次为挺水植物带、浮水植物带及沉水植物带(图1)。

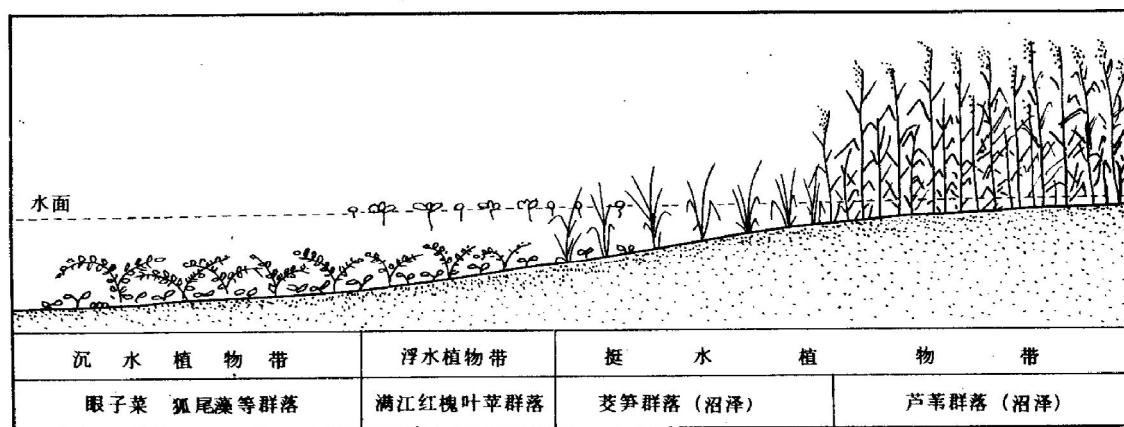


图1 江苏省洪泽湖水生和沼泽植被带状分布生态系列图

(据中国植被编辑委员会, 1980)

二、泰州组沉积时水盆的演变

(一) 水体性质

盘星藻是淡水藻类,迄今为止还没有在海洋中找到过,仅个别种可出现于半咸水的泻湖

或河口附近^[11]。环纹藻与盘星藻、鼓藻共生，因而认为大多数环纹藻是淡水藻类^[1]。角环藻和四突起藻见于淡水水盆的沉积中^[2,12]。轮藻生长在各种淡水或半咸水环境，亦可在海中或温泉中生存^[3,13]；但 310 多种现生轮藻，95% 产于淡水，因此一般都把它视作典型的淡水藻类^[4]。苹和满江红是淡水蕨类。眼子菜、黑三棱、水鳖和香蒲为淡水多年生草本。浮萍是淡水浮水小草本或淡水多年生沉水草本^[5,6]。水松和落羽杉分别生长于我国珠江沿岸、闽江口的沼泽地区和北美密西西比河流域、墨西哥大西洋沿岸的低洼积水地、沼泽地中^[14,15]。上述沼、水生植物、藻类的生境，表明苏北如东地区是淡水水盆。

赵霞飞等^[16]根据碳、氧稳定同位素比率的微小变化，认为泰州组上段主要属淡水湖环境。李哲等^[17]根据 *Discorbis*, *Globatzenella* 等有孔虫和适应海相环境的新单角介 *Neomonoceratina*，认为当时部分地区曾受到海水的波及或局部一度与海洋连通，但波及或连通的时间是短暂的，范围是局限的，广大苏北盆地仍为淡水至半咸水的湖相沉积。这些研究进一步佐证泰州组沉积时主要是淡水湖盆。仅局部地区可能受到短暂的海水影响。

pH 值 7.5—8.4 的微碱性湖，适宜于大多数水生植物的生长；pH 值达到 9.2 时，就限制了许多水生植物的生存^[11,18]，因此，泰州组湖盆水体主要是微碱性的。

(二) 生物带

根据瓦尔特定律^[49]，我们依据生物垂直分带序列（图 2），重建了生物横向分布模式（图 3）。

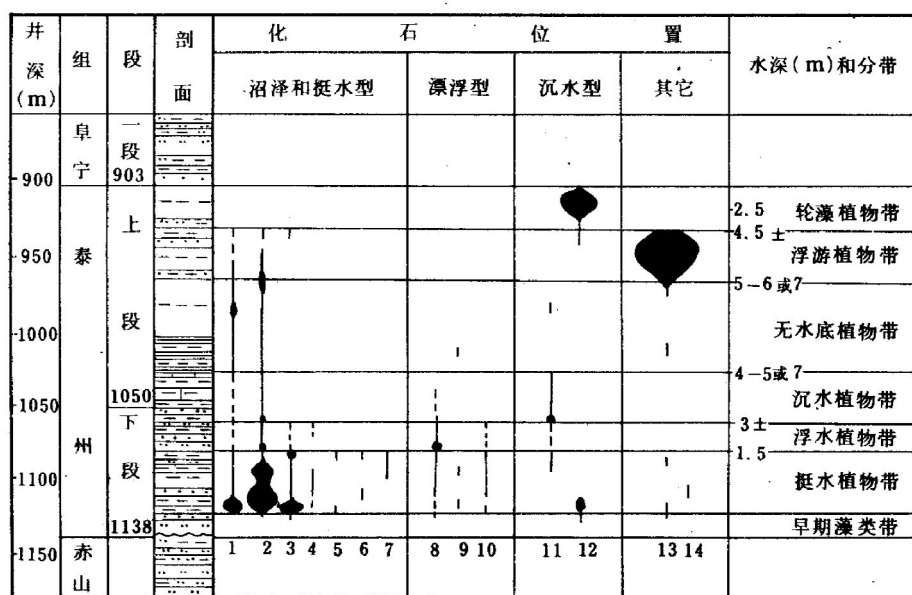


图 2 如 2 井生物分带垂直序列图

1. 藻类带

燕山期的地壳运动—仪征运动，使本区地壳上升，结束了赤山组的沉积，并使其遭受剥蚀夷平。继之地壳下降，开始了泰州组下段^[15]的沉积。在沙质沉积中出现了轮藻，并在其上的一些薄层泥岩中，见到了盘星藻，偶见满江红和苹。这一现象与现代沼泽形成初期的情况是一致的；属于湖泊岸边的生物带。

2. 挺水植物带

泰州组下段下部为灰黑色和少量暗棕色泥岩夹粉、细砂岩。该层段孢粉以落羽杉、水松

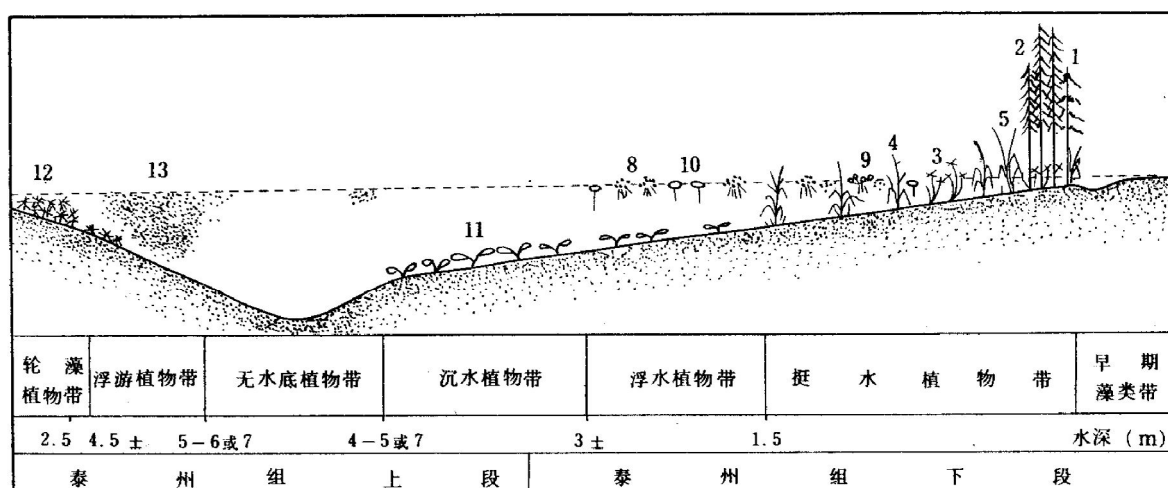


图3 如2井生物带及生态横向排列模式图

1—水松, 2—落羽杉, 3—苹, 4—黑三棱, 5—香蒲, 6—环纹藻, 7—角环藻, 8—满江红
9—水鳖, 10—浮萍, 11—眼子菜, 12—轮藻, 13—盘星藻, 14—四突藻

的连续出现为特征。其它有苹、黑三棱、香蒲、满江红、水鳖、浮萍等。底部轮藻含量稍多, 上部见有眼子菜。沼生挺水植物发育、类型多样, 构成挺水植物带。同时有浮水植物和少量沉水植物参予其中。根据现代挺水植被的分布其水深应在1.5 m以内的水域。

3. 浮水植物带

泰州组下段上部为粉、细砂岩与灰黑色、暗棕色泥岩互层。该层段落羽杉、水松明显减少, 发育苹、黑三棱、满江红、浮萍和眼子菜, 尤以满江红在底部稍多为特征。由浮水植物组成, 伴生有沉水植物。现代的浮水水生植被, 一般分布在水深3 m以内, 结合挺水植物带的水深, 此带水深可能在1.5 m至3 m左右。

4. 沉水植物带

泰州组下段的顶部和上段的底部为灰黑—黑灰色泥岩、泥灰岩夹生物介壳灰岩、粉细砂岩。该层段孢粉以眼子菜连续出现, 底部含量稍多为特征, 其它有满江红, 稀少或零星的落羽杉和水松。由沉水植物组成, 伴有浮水植物和少量挺水植物。现代的沉水植物可分布于水深4—5 m处^[9]。如云南高原近40个湖泊中的眼子菜, 生长在0.3—7 m深的水底, 水透明度较好的沙质水底, 在3—7 m较发育^[18]; 而在泥、泥灰质水底, 水透明度较差, 则在更浅的地方发育。推测该沉水植物带的水深为3—5 m, 有时可深达7 m。

5. 无水底植物带

泰州组上段中、下部的灰黑色泥、页岩中, 仅见到水松、落羽杉和零星、无规律的眼子菜, 水鳖花粉及很少的盘星藻。除盘星藻能浮游并生存于深湖区外, 其它均可能为异地搬运的结果。反映水盆进一步扩大, 水体进一步加深, 达到湖盆发育的鼎盛期, 水生植物已难以生存。

6. 浮游植物带

泰州组上段上部为灰黑—黑灰色泥岩、砂质泥岩夹细砂岩, 产大量盘星藻, 零星落羽杉、水松, 未见其它沼、水生植物孢粉, 顶部见稀少的轮藻和苹。从生态相容性考虑, 落羽杉、水松和苹是异地搬运的结果。大量盘星藻的出现, 表明浮游植物带的形成。在云南滇池, 盘星藻数量的

多少与湖水深度密切相关,浅于 4.5 m 时,数量少、含量低;超过 4.5 m 时,个体数量激增,以 6.4 m 深的湖底沉积物中数量最多,7 m 附近虽可生存,但已不能大量繁殖。不同水深盘星藻数量的差异可达 5 倍之多^[21]。由此推测,浮游植物带的水深可能在 5—6 m 或 4.5—7 m。

7. 轮藻植物带

泰州组顶部的咖啡—棕色砂、泥岩是水盆沉积末期,水体不断变浅,进入消亡阶段的沉积物。盘星藻突然消失,轮藻开始增多,形成轮藻植物带。轮藻一般生活在 0.5—5 m 深的水底^[22],在云南高原的湖泊中,生于 0.4—4 m 的水底。以 1.4—2.5 m 水深的灰泥或泥质湖底较发育。盘星藻的消失和轮藻开始增多,表明水体已变浅至 4.5 m 左右。后来轮藻大量繁殖,表明水体已浅于 2.5 m。

(三) 生物带演变的环境、生物因素

在生物带演变中,我们可以清楚地看到,在水盆萌芽至发展阶段,湖盆以高等植物——水生维管束植物占优势,而在衰退至消亡阶段为低等植物——藻类所统治。这种演替明显差异,除水深因素外,还与生物本身的和其它的环境因素有关。

在萌芽、形成、发展阶段,很少见到盘星藻,少量轮藻的出现时间也很短暂。几乎由苹、黑三棱、满江红、浮萍、眼子菜等水生维管束植物占据。这是由于盘星藻和轮藻只能从水中吸取营养,而水生维管束植物不仅能从水中获取,且能从底积物中吸收,并将营养物质储存在自己的组织内。这样在很大程度上削弱了营养物质在水域中的循环,就对仅仅依赖于水中营养物质的藻类造成了威胁。同时水生维管束植物分泌的有机化合物,如硫化烯丙基团等,对轮藻和盘星藻等的生长,均有抑制作用。因而,盘星藻、轮藻等即使与水生维管束植物共存,也只能处于“挨饿”的境地,并非其生存的乐园。

来自陆地的营养盐,由于湖边生物的吸收,水中物质对营养盐的吸附、化学作用,其浓度离岸越远则越稀。深湖区比浅湖区小的多。形成水底无植物的环境。当衰退期湖水变浅,离陆地的距离缩短,则营养盐的浓度逐渐增加。此时,生活在深湖外缘的盘星藻,快速迁移。迅速繁殖并成为此一水域的主体。在沉水植物等水生维管束植物对盘星藻造成威胁之前,盘星藻已使水底阳光微弱,沉水植物等水生维管束植物无法生存或很快消失,构成盘星藻的一统天下。

轮藻植物带的出现,是由于地壳继续上升和气候向干热方向发展的结果。在水盆缩小变浅和气候干热的同时,水中钙质增多,有机质减少,pH 值升高。当 pH 值升高到一定程度,则使磷酸盐和碳酸盐共同沉淀。原先适宜盘星藻繁殖的水体,因磷酸盐的减少(当小于 0.05×10^{-6} 时),对盘星藻的发育就带来灾难。盘星藻喜欢 4.5—6.4 m 深、pH 值为 7.6—8.1 的水域,更深或更浅则只能少量出现。当 pH 值超过 8.1 时,盘星藻就无法生存。水生维管束植物亦难以生长。

适宜轮藻生存和繁殖的水体,与盘星藻、水生维管束植物明显不同,它需要 pH 值 8.0—8.9,总硬度 86—125 度^[18]、富钙而贫营养物质的水体。

消亡阶段的水体,正具备适宜轮藻生长的条件,又无其它“强者”与其竞争,几乎独霸了挺水植物带、浮水植物带和部分沉水植物带的水域。

参 考 文 献

- 1 王开发,韩信斌.我国东部新生界环纹藻化石研究.古生物学报,1983,22(4):471

- 2 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院、中国科学院南京地质古生物研究所. 渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类. 北京: 科学出版社, 1978. 33—35
- 3 胡鸿钧, 李尧美, 魏印心等. 中国淡水藻类. 上海科学技术出版社, 1979. 481—487
- 4 杨臣琼. 山东北部始新世红层的划分及其轮藻植物群发育的环境因素. 见: 第一届全国化石藻类学术会议论文选集. 北京: 地质出版社, 1985. 60
- 5 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴, 第一册. 北京: 科学出版社, 1972. 283—284.
- 6 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴, 第五册. 北京: 科学出版社, 1976. 1—383
- 7 Traverse, A. Ginsburg R N., Palynology of the Surface sediments of the Great Bahama Bank as Related to Water Movement and Sedimentation *Marine Geology*, 1966, 4 (6): 417—460
- 8 宋之琛等. 孢子花粉分析. 北京: 科学出版社, 1965
- 9 中国植被编辑委员会. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980. 666—697
- 10 周山富, 徐淑娟. 刺参粉和江汉粉. 植物学报, 1987, 29 (1): 90
- 11 朱浩然, 曾昭琪, 张忠英. 江苏北部下第三系戴南组的盘星藻化石及其环境的初步分析. 古生物学报, 1978, 17 (3): 240—241
- 12 钱泽书, 陈永祥, 何永全. 苏北东台拗陷古新世至始新世非海相微体浮游藻类. 古生物学报, 1986, 25 (1): 21
- 13 福迪 B. 藻类学. 罗迪安译. 上海科学技术出版社, 1978. 331
- 14 侯宽昭. 中国种子植物科属辞典. 北京: 科学出版社, 1958. 184
- 15 周山富, 王连元. 江苏北部如东地区腐粉类化石. 古生物学报, 1983, 22 (5): 533
- 16 赵霞飞, 何起祥, 许靖华. 苏北油田都 3 井泰州组及阜宁组二段沉积环境分析. 石油实验地质, 1983, 5 (2): 98
- 17 李哲, 张锡南. 苏北拗陷泰州组微古生物组合及其石油地层学意义. 石油实验地质, 1985, 7 (4): 314—316
- 18 李恒. 云南高原湖泊水生植被的研究. 云南植物研究, 1980, 2 (2): 113—141
- 19 Dodd J R, Stanton R J, Jr. 古生态学概念与应用. 徐珊红, 钱文龙, 王雪等译. 南京大学出版社, 1989. 325
- 20 宋之琛, 郑亚慧, 刘金陵等. 江苏地区白垩纪—第三纪孢粉组合. 北京: 地质出版社, 1981. 12
- 21 萧家仪, 吴玉书. 根据花粉与藻类化石组合探讨滇池 Q₃ 晚期的湖泊环境变迁. 湖泊科学, 1990, 2 (2): 25—30
- 22 刘宝珺, 曾允孚编. 岩相古地理基础和工作方法. 北京: 地质出版社, 1985. 70

SPORO-POLLEN OF HYDROPHYTE AND HELOPHYTE AND BASIN EVOLUTION OF TAIZHOU FORMATION

Zhou Shanfu

(Geological Institute, Huadong Bureau of Petroleum Geology, Yangzhou)

Abstract

Abundant sporo-pollen of hydrophyte and helophyte as well as algae found in the Taizhou Formation are related to slow flow and stillwater lakes or marshland environment. As compared with the biozone model of present-day lake, the formation underwent the complete process of water-basin evolution stages: algae germination stage, emerged plant stage, floating plant stage, immersed plant stage and benthophyte-lacking stage, plankton degeneration stage. Charophyta extinction stage.