

江苏北部下第三系戴南组的盘星藻化石 及其沉积环境的初步分析

朱浩然 曾昭琪 张忠英

(南京大学生物系)

(南京大学地质系)

内 容 提 要

本文记述了江苏北部兴化县下第三系戴南组盘星藻化石1属、15种、2变种,其中5新种。根据盘星藻生态条件的分析,对戴南组的沉积环境进行了讨论。

近年来利用藻类化石划分地层和作时代对比的研究^[7,8],已经愈来愈引起人们的注意。这是由于这种划分和对比不仅对研究地史提供了资料,而且对指导生产实践有着重要的意义。

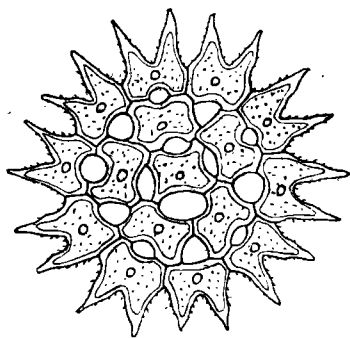
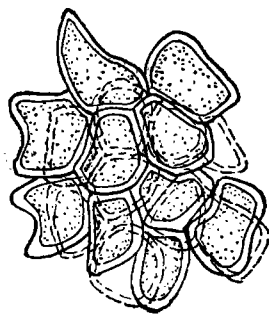
盘星藻属(*Pediastrum*)植物是世界性广分布的绿藻类,从寒带到热带,从低地到高山均有分布。目前此属植物的化石已在澳大利亚、印度尼西亚、丹麦、冰岛、芬兰、苏联和美国等许多地方发现。我国东部下第三系内也找到不少盘星藻化石,但还未做过系统的研究。

本文所分析的钻井样品(岩屑),系1975年10月南京大学地质系古生物地层专业1973届工农兵学员采自江苏北部兴化县。我们所分析的层段,按井队地质组地层划分意见,属下第三系戴南组。样品的岩性为黑色泥岩和黑色、咖啡色粉砂质泥岩。样品经酸碱处理和重液浮选后,分离出大量保存很好的盘星藻化石。与盘星藻化石同时析出的还有许多兰藻化石^[6]和孢粉化石,以及一些真菌孢子化石。

江苏北部下第三系戴南组盘星藻化石的研究仅是开始。这方面的详细研究,将为我国东部下第三系的划分和对比提供新的古生物资料。更为重要的是,盘星藻化石是一种很好的指相化石,可用来恢复当时的沉积环境,这在生产上是有指导意义的。

一、江苏北部兴化县下第三系戴南组盘星藻化石的种类

盘星藻属于绿藻门(*Chlorophyta*)绿藻纲(*Chlorophyceae*)绿球藻目(*Chlorococcales*)水网藻科(*Hydrodictyaceae*)。原植体为自由漂浮的定形群体(*coenobium*),圆盘形,单层或偶而为多层圆盘状的细胞群,各细胞相互连接在一起(图1)。盘状群体的外周细胞有一个或两个突起,有时突起微缺或有变化。内部细胞与外周细胞通常形态不相同;但有时也可以相似。细胞内有一个边缘位的网状色素体,充满细胞之内,有一个明显的淀粉核;细胞多核。盘星藻的定形群体是在母细胞的膜囊内的动孢子发育时排列而成,此膜囊是

图1 盘星藻的形态,现代(引用), $\times 448$ 图2 盘星藻群体形态的变异,现代, $\times 640$

由母细胞破裂后释放出来的。因此,当膜囊内的动孢子排列过程中受到干扰时,可出现群体形态的变异(图2)。

江苏北部兴化县下第三系戴南组盘星藻化石种类相当丰富,而且保存得也很好。经鉴定计有1属15种2变种,其中5新种。

系 统 描 述

绿藻门 Chlorophyta

绿藻纲 Chlorophyceae

绿球藻目 Chlorococcales

水网藻科 Hydrodictyaceae

盘星藻属 *Pediastrum* Meyen, 1829

短棘盘星藻 *Pediastrum boryanum* (Turp.) Meneghini, 1840

(图版I, 图1—3; 插图3)

原植体圆盘形,一般为8—16—32个细胞组成。群体的内层细胞有4—6个侧边,边缘直走;外周细胞向内的一半与左右两侧及内层细胞三面相接;向外的边缘上延伸成两个短而钝形的突起;两突起间有较浅的微缺。细胞壁光滑或有小颗粒。细胞直径7.5—30 μ , 16个细胞的定形群体直径40—100 μ 。真性浮游种类。

二棘盘星藻 *Pediastrum duplex* Meyen, 1829

(图版I, 图4; 插图4)

原植体常由8—16—32个细胞组成。细胞为四边形,内部细胞与细胞之间的空隙呈晶状,孔状;外周细胞向外的一半延伸成两个渐狭的突起,突起间的外壁内凹,两突起间的距离与相邻细胞的突起之距离有一定的比例。细胞直径常在15—17 μ 间,32个细胞群体直径为100—110 μ 。真性浮游种类。

1) 曾昭琪,1964: 环境因子对盘星藻(*Pediastrum*)定形群体形成的影响。(未刊稿)

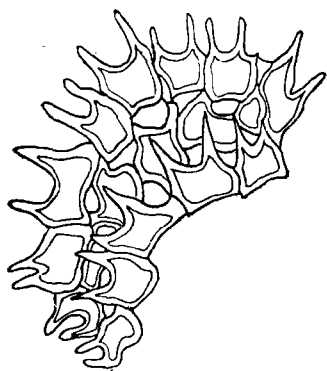


图3 短棘盘星藻, ×448

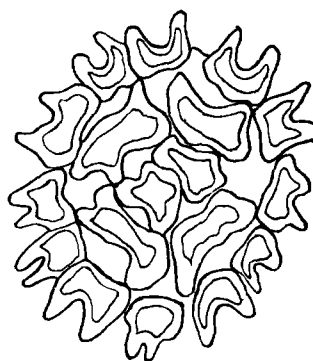


图4 二棘盘星藻, ×640

单棘盘星藻 *Pediastrum simplex* (Meyen) Lem., 1897

(图版 I, 图 5; 插图 5)

原植体通常为 16—32 个细胞, 作辐射状排列的圆盘状, 细胞壁平正, 内部细胞有 5 或 6 个侧边。外周细胞向外延伸成单一的突起, 其顶部有的渐尖, 有的截形。细胞直径 12—18 μ , 有一个淀粉核在细胞的中央。突起短时为指状, 长时为棘状。细胞向内的一半膨大, 而向外的一半延长而尖。浮游种类。

单棘盘星藻肠突变种 *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhost, 1868

(插图 6)

原植体外周细胞有显著的向外延伸的单个突起, 而向内的一半膨大, 壁上有小刺, 直径 10—20 μ 。真性浮游种类。

四胞盘星藻 *Pediastrum tetras* (Ehr.) Ralfs, 1844

(插图 7)

群体为四个细胞组成, 内部缺如。外周细胞具 4—6 个侧边, 向外的一面通常具钝齿状的两个突起; 两突起间略向内陷, 相邻细胞有 2/3 互相靠近。细胞直径 8—16 μ 。浮游种类。

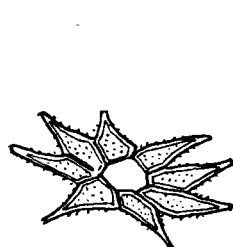


图5 单棘盘星藻, ×640

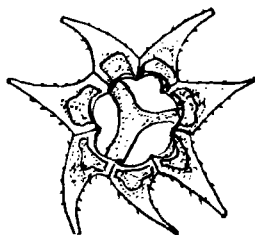


图6 单棘盘星藻肠突变种, ×640

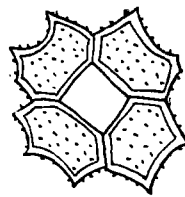


图7 四胞盘星藻, ×640

蛛网盘星藻 *Pediastrum araneosam* (Raeib.) G. M. Smith, 1916

(插图 8)

原植体为圆盘状或卵圆形。细胞群常常超过 32 个细胞,内部细胞有 4—6 个侧边,彼此相靠紧,没有空隙。外周细胞的游离部分具两个突起,突起向内凹。细胞壁上有粗糙的蛛网状隆起线。细胞 15—32 μ 。兼性浮游生物。

全缘盘星藻 *Pediastrum integrum* Naegeli, 1849

(插图 9)

定形群体由 16—32 个细胞组成,圆盘状。内部细胞多角形,有 5—6 个侧边;外周细胞的外边有疣状突起,另有细小颗粒在突起之间。细胞间无空隙。细胞直径 10—15 μ 。真性浮游种类。

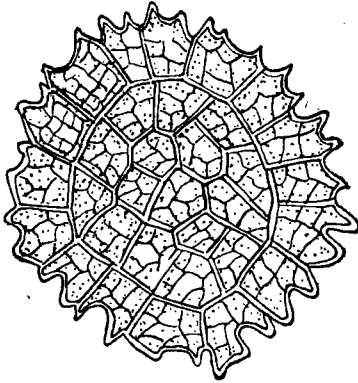


图 8 蛛网盘星藻, $\times 640$

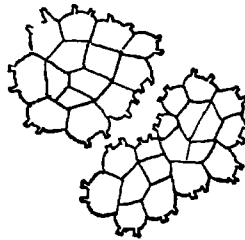


图 9 全缘盘星藻, $\times 640$

全缘盘星藻隐迹变种 *Pediastrum integrum* var. *priva* Printz, 1914

(插图 10)

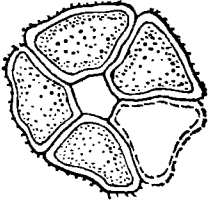
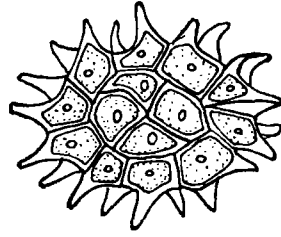
原植体由 4—6 个细胞组成。外周细胞为不等边四边形,向外的一面边缘不直,略有凸凹;细胞壁较厚。细胞直径 10—18 μ ,较标准种稍大。真性浮游种类。

叠指盘星藻 *Pediastrum kawraiskyi* Schhmidle, 1897

(图版 I, 图 6; 插图 11)

群体外周细胞无锯齿,内部细胞与外周细胞均为五边形。外周细胞的两个突起指状,并且不在一个平面上,而是一个盖在另一个之上。细胞直径 10—20 μ ,定形群体常为 16 个细胞组成。真性浮游种类。

本种曾经被误认为是短棘盘星藻 (*P. boryanum*) 的一个生长形,但是 G. M. Smith^[23]曾进行多年培养,从未发现短棘盘星藻外周细胞突起彼此重叠,一个在另一个之上。因此 *P. kawraiskyi* 不是短棘盘星藻的一种暂形态,而是客观存在的物种。

图 10 全缘盘星藻隐迹变种, $\times 640$ 图 11 叠指盘星藻, $\times 640$

钝角盘星藻 *Pediastrum muticum* Kuetzing, 1849

(插图 12)

原植体圆盘状, 为 16 个细胞所组成, 内部细胞具 5—6 个侧边, 外周细胞的外侧有两个裂片状隆起, 两者的间距比相邻细胞间两个隆起为远, 细胞壁上有小棘状齿。细胞直径 20—22 μ 。

1889 年 De Toni 在《藻类总汇 (Sylloge Algarum)》一书中曾将本种与 *P. tetras* 放在一起。但是本种之突起间的宽度与 *P. tetras* 突起间的凹入是有根本区别的, 应为独立种。现存种很少采到, 只有南京一次采集记录。

歧射盘星藻 *Pediastrum biradiatum* Meyen, 1829

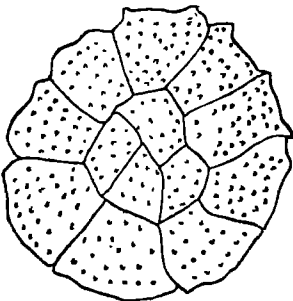
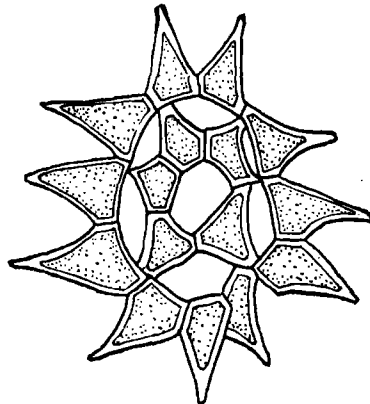
(图版 I, 图 9)

群体常为 16—32 个细胞组成, 圆盘形, 有很多空隙。内部细胞方形, 四边内陷, 以角部相连; 外周细胞有两深的缺刻, 缺刻的两侧的片粗大, 上方分为二叉突起。群体呈放射状排列, 外周细胞除侧面与基部与相邻细胞部分相连外, 大部分为游离的。细胞壁较厚, 并且有纹饰。细胞长 15—30 μ , 宽 10—22 μ 。为常见湖泊生种类。

多孔盘星藻 *Pediastrum clathratum* (Schroeter) Lem., 1897

(图版 I, 图 7; 插图 13)

原植体为放射状圆盘形。单个细胞为等腰三角形, 内部细胞常以顶角与两个外周细

图 12 钝角盘星藻, $\times 448$ 图 13 多孔盘星藻, $\times 640$

胞的基部交界处相连;群体中有多而大的空隙,细胞中有一明显的淀粉核。细胞长 $15-25\mu$, 宽 $10-15\mu$ 。常见于小型湖泊中。

兴化盘星藻(新种) *Pediastrum singhuaensis* Chu et Tseng sp. nov.

(图版 I, 图 8; 插图 14)

原植体圆盘状,群体内部细胞与外周细胞形态相同,有 4—5 个侧边。外周细胞无突起,但在细胞壁上有小颗粒。细胞排列不紧密,有不规则的空隙,边缘有不整齐的裂片。细胞直径 $15-24\mu$ 。此种形态在现存种中未见有报道。

二乳头盘星藻(新种) *Pediastrum bimammosum* Chu et Tseng sp. nov.

(图版 I, 图 12; 插图 15)

定形群体扁盘状,一般由 8—16 个细胞组成。内部细胞 5—6 个,侧边与外周细胞相连;外周细胞向外的一半细胞上形成两个乳头状突起,乳头有时明显,有时不明显,但无论如何突起的末端一定成乳头状。细胞长 $15-24\mu$, 宽 $8-12\mu$ 。此种形态在现存种中未有报道,因此我们把这个种定为新种。

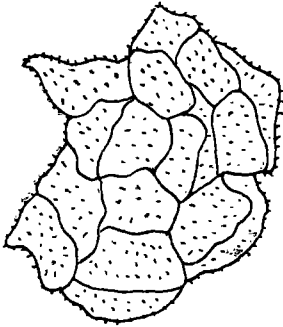


图 14 兴化盘星藻(新种), $\times 640$

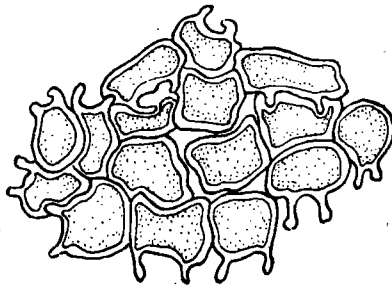


图 15 二乳头盘星藻(新种), $\times 640$

四棘盘星藻(新种) *Pediastrum quadriangulatum* Chu et Tseng sp. nov.

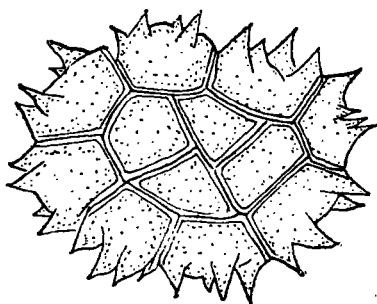
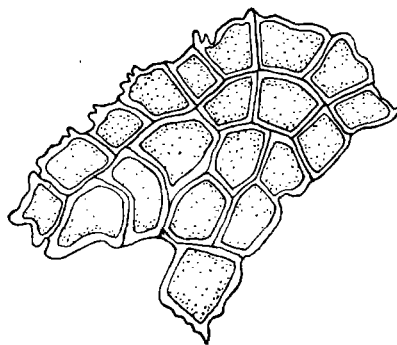
(图版 I, 图 10; 插图 16)

群体由 12 个细胞组成。内部 4 个细胞,有 4—6 个侧边,细胞为方形或多角形。外周细胞有 5 个侧边。群体的细胞排列紧密,无空隙。外周细胞的外侧有 4 个渐尖的突起,呈棘状。细胞壁光滑而厚。细胞长 $9-11\mu$, 宽 $10-12\mu$ 。现存种类中未见过这种类型的报道。

多齿盘星藻(新种) *Pediastrum multidentatum* Chu et Tseng sp. nov.

(图版 I, 图 11; 插图 17)

群体较大,内部细胞不规则状。外周细胞排列整齐,相邻细胞完全连接在一起,只是向外的细胞壁有 2—3 或 4 个突起,突起呈锯齿状。单个细胞大,直径 $20-25\mu$ 。现存种类中未见有此种形态。化石标本保存不完整,仅为群体的一部分。

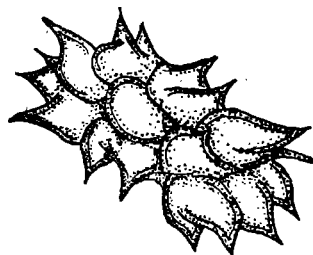
图 16 四棘盘星藻(新种), $\times 640$ 图 17 多齿盘星藻(新种), $\times 448$

古叠指盘星藻(新种) *Pedistrum parakawraiskyi* Chu et Tseng sp. nov.

(图版 I, 图 13; 插图 18)

群体圆盘状。单个细胞蒜瓣状, 由 12 个细胞组成。内部细胞形态相同。外周细胞外壁有两个裂片构成的突起; 突起渐尖延长而不在一个平面上, 一个明显地在另一个之上。细胞壁光滑; 细胞直径 14—18 μ 。在现存种类中未见过此种形态。

1953 年 L. R. Wilson 和 W. S. Hoffmeister^[24] 所报道的在印度尼西亚早第三纪地层内发现的 4 种盘星藻化石与现存种不同。其中的 *Pedistrum bifidites* 与我们发现的古叠指盘星藻的形态有些近似。但 *P. bifidites* 外周细胞的两个突起是在一个平面上的, 尽管它的两个突起间内陷很深, 并且细胞饱满似蒜瓣状。所以, *Pedistrum parakawraiskyi* 应作为一个新种加以报道。

图 18 古叠指盘星藻(新种), $\times 640$

二、根据盘星藻化石对江苏北部兴化县下第三系戴南组沉积环境的初步分析

1. 兴化县戴南组出现的化石盘星藻种类与现存种类的比较

据 1954 年 H. Beger 的报告, 盘星藻属的现存种类约有 35 个种^[9]。但常见者也只有 10 余种。迄止 1974 年, 我国记载的盘星藻已有种与变种 31 个¹⁾。江苏北部兴化县下第三系戴南组出现的化石盘星藻, 除 5 个新种外, 其余 12 个种与变种均可在现代生活的藻类中找到它们的代表。在这 12 个种与变种中, 大多数属于我国常见的现存种类, 只有全缘盘星藻隐迹变种和钝角盘星藻两种尚未见报道。不过这两种盘星藻在世界上是广分布的, 常见于大型水体中, 如北美的维斯康星湖及大湖区, 可能是广水性种类。

从群体形态来看, 兴化县戴南组的化石盘星藻与现存种类的差异是不大的。

1) 朱浩然、曾昭琪, 1964: 南京地区的盘星藻 (*Pedistrum*) 种类及其多层现象。(未刊稿)

2. 盘星藻现存种类的生态条件

前已提到,盘星藻属植物是世界性广分布的种类。这属植物在我国的分布,北自黑龙江,南到云南和两广,东自天津南大港的洼地,西至西藏高原的珠穆朗玛峰。根据文献报告和我们的观察记录,盘星藻现存种类的生态条件有以下几点:

(1) 淡水产: 盘星藻是生活于淡水中的藻类,迄今为止还没有在海洋中找到过。仅个别种可出现在半咸水的泻湖或河口附近。盘星藻生活的水体,都属于浅水型的湖泊、池塘、洼地、沟渠、河流等处,水深很少超过 15 米。

(2) 广温性: 盘星藻对温度的适应性较大,一般从 4℃ 至 36℃ 就能出现,但是它的最适温度为 $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ^[11]。因此在某些湖泊中盘星藻几乎能全年存在,如梁子湖从 3 月出现,一直到 10 月下旬,为该湖绿藻中的主要浮游植物^[2]; 淀山湖 4 月出现,6 月达高峰^[1]。它的出现常常与喜温种类的颤藻 (*Oscillatoria*)、颈胞藻 (*Trachelomonas*) 和叉星藻 (*Straurastrum*) 等相伴随^[3,4]。南京地区几乎全年均能找到盘星藻。但均于 3 月开始,4 月增多,5 月达到高峰(1962 年 5 月 11 日我们在一次采集中,曾于一滴水样内找到 158 个盘星藻的群体),6 月开始下降,8 月少见,9 月又是一个高峰,10 月下降,11 月显然难见,一直到第二年 3 月才又易于采到。总之,盘星藻的大多数种类是在 3 月至 10 月出现,这时气温较暖,水温一般在 15℃ 以上。

(3) 对营养盐类的要求: 据朱树屏的研究^[11,12],盘星藻对营养盐类,特别是 N(氮)、P(磷)、Fe(铁)的要求较明显,虽然要求量不算太高,但却是重要的影响因子。我们从 1961 年 10 月至 1962 年 9 月曾在南京市玄武湖附近的一个小池塘,对盘星藻进行定期的采集分析和水化学测定,目的在于寻找其消长的原因。研究结果表明,水体中营养盐类的含量是有变化的,特别是 N、P、Fe 含量在一年内季节变化十分显著,它与盘星藻的生长有一定的关系。硝态 N 在一年内高峰出现于 5 月(月平均为 0.4 毫克/升),6 月开始下降,至 8 月为最低(0.02 毫克/升),9 月又开始上升(月平均可达 0.26 毫克/升),10 月再次下降,至第二年 1 月又低(月平均为 0.037 毫克/升)。铵态 N 的年变化与硝态 N 不同,3 月开始升,它的高峰出现于 4 月(月平均为 0.3 毫克/升),5 月略有下降,6 月至 8 月都低,并且整个冬季(10 月至第二年 2 月)含量都低(通常 0.05 毫克/升)。三价铁离子在水中的含量,5 月最高(0.34 毫克/升),8 月最低(0.033 毫克/升),两者相差达 10 倍;有 5 个月(10 月、2 月、4 月、5 月和 9 月)在 0.25 毫克/升以上,其余 7 个月均较低。二价铁离子的含量,10 月为高峰(达 0.72 毫克/升),随后便一直下降(未超过 0.10 毫克/升),仅 4 月有回升(0.32 毫克/升)。不少工作者^[15,16,17,18,19,20,21]曾对很多自然水体的水质进行过测定,证明磷酸盐的含量过少或过多,对浮游植物的生长是一个限制因子。朱树屏(1942)指出^[11],不同的浮游植物对 P 和 N 的要求大体上是一致的。生长较好的培养中,磷酸盐浓度在 0.1—2.0 ppm; 当小于 0.05 ppm 时便产生了限制,而超过 20 ppm 时就产生了抑制。后来,他(1943)又指出,短棘盘星藻的磷酸盐生长适度为 0.09—17.8ppm^[12]。我们在 1961—1962 年的测定工作中,缺少 P 含量的测量结果。但从盘星藻的生长情况和 N 的含量变化中,或多或少可推知当时 P 在水中的含量是不低的。众所周知,天然水体中浮游植物的种类是很多的,组成十分复杂,没有足够的营养盐类就不能满足它们的繁殖所消耗。所以,我们可以这样说: 在一定时期盘星藻能得以大量繁殖的水体,大多为富营养型的水体。

(5) 这个湖泊后来在湖湾港汊被封闭,受淤变浅时,或向低位湿原发展,或形成沼泽。

三、问题讨论

目前,我国东部一些地区在产有盘星藻化石的地层内常常发现有海相生物化石,如海产甲藻类化石的出现。这又怎么解释呢?我们认为,这并不能证明盘星藻为海生藻类。假使这些盘星藻化石都是在原地被埋藏的,并未经过长距离的搬运,那么当时的沉积环境一定是湖相的,或泻湖相和河口相的。陆相湖盆在历史上可以遭受过海侵,甚至数次海侵。在半咸水的泻湖和河口处,只要其他条件适合,盘星藻是能够生存繁殖的。但如果是浅海,据盘星藻的现存种类来看,那是不可能的。W. R. Evitt (1963) 曾报道在白垩纪海相沉积中发现有淡水盘星藻化石,他认为这是由于搬运的结果^[44]。因为盘星藻的细胞壁具有抵抗力,使其有可能从原来生活的淡水环境而被搬运到海洋,并在海洋沉积物内保存下来。

参 考 文 献

- [1] 上海水产学院 62 级学生等, 1960: 淀山湖渔业资源的初步调查报告。上海水产学院学报, 创刊号。
- [2] 王祖熊, 1959: 梁子湖湖沼学资料。水生生物学集刊, 第 3 期。
- [3] 王乾麟、戈敏生等, 1959: 官厅水库、白沙水库及金盆浴鲤水库的水生生物调查和渔业利用的意见。水生生物学集刊, 第 1 期。
- [4] 王乾麟、陈受忠等, 1959: 长寿湖水库的调查。水生生物学集刊, 第 1 期。
- [5] 朱树屏等, 1960: 山东微山湖东南部黄山岛附近水域形态及湖水理化性和生物情况。海洋与湖沼, 第 3 卷第 2 期。
- [6] 张忠英, 1977: 江苏北部下第三系兰藻化石的发现。古生物学报, 第 16 卷第 2 期。
- [7] 梁玉左, 1962: 震旦纪古藻类化石的研究及新资料。中国地质, 第 8—9 期。
- [8] 曹瑞骥、梁玉左, 1974: 从藻类化石和迭层石论中国震旦系划分和对比。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 第 5 号。
- [9] Beger, H., 1954: In "Syllabus Der Pflanzenfamilien". Abteilung VIII. Chlorophyta. p. 94.
- [10] Bent, F., 1973: Studies in the vegetational history of Greenland. Palaeobotanical investigations of some holocene lake and bog deposits. Medd. Grönl., 198 (4): 1—245.
- [11] Chu, S. P. (朱树屏), 1942: The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planktonic algae. Part I. Journ. Ecol., 30 (2): 248—325.
- [12] ———, 1943: The influence of the mineral composition of the medium on the growth of algae. Part 2. Journ. Ecol., 31 (2): 109—148.
- [13] ———, 1949: Experimental studies on the environmental factors influencing the growth of phytoplankton.
- [14] Evitt, W. R., 1963: Occurrence of fresh-water algae *Pediastrum* in Cretaceous of marine sediments. Am. Journ. Sci., 261: 890—893.
- [15] Gessner, F., 1958: Handbuch der Pflanzenphysiologie. Vol. IV: 179—232. Springer, Berlin.
- [16] ———, 1959: Hydrobotanik. Vol. II. Berlin.
- [17] Harvey, H. W., 1957: The chemistry and fertility of sea waters. 2nd ed. Univ. press. Cambridge, London and New York.
- [18] Hutchinson, G. E., 1957: A treatise on limnology. pp: 727—752. Wiley, New York.
- [19] Kalle, K., 1958: Das Meerwasser als Mineralstoffquelle der Pflanze. In "Handbuch der Pflanzen physiologie", Vol. IV: 170—178. Berlin.
- [20] Ketchum, B. H., 1954: Mineral nutrition of phytoplankton. Am. Rev. Plant Physiol., 5: 55—74.
- [21] Pentti, A. and Ristiluoma, S., 1973: On the occurrence of subfossil *Pediastrum* algae in a Flandian core at Rikkonummi, southern Finland. Bull. Geol. Soc. Finl., 45 (1): 73—77.
- [22] Provasoli, L., 1958: Nutrition and ecology of protozoa and algae. Ann. Rev. Microbiol., 12: 279—308.

- [23] Smith, G. M., 1916: Cell structure and zoospore formation in *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegn. *Ann. Bot.*, **30**: 467—479.
- [24] Wilson, L. R. and Hoffmeister, W. S., 1963: Four new species of fossil *Pediastrum*. *Amer. Journ. Sci.*, **251**: 753—760.

(1977 年 8 月 26 日收到)

FOSSIL *PEDIASTRUM* ALGAE FROM THE DAINAN FORMATION (LOWER TERTIARY) OF NORTHERN JIANGSU WITH NOTE ON THEIR SEDIMENTARY CONDITIONS

Chu Hao-jan, Tseng Chao-tsi

(Department of Biology, Nanking University)

Zhang Zhong-ying

(Department of Geology, Nanking University)

Abstract

In this paper the fossil *Pediastrum* algae found from the Dainan formation (Lower Tertiary) of northern Jiangsu are described. They contain 15 species and 2 varieties (including 5 new species) as listed below: *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Meneghini, *P. duplex* Meyen, *P. simplex* (Meyen) Lem., *P. simplex* var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhost, *P. tetras* (Ehr.) Ralfs, *P. araneosum* (Raciborski) G. M. Smith, *P. integrum* var. *priva* Printz, *P. kawraiskyi* Schmidle, *P. muticum* Kuetzing, *P. biradiatum* Meyen, *P. clathratum* (Schroeter) Lem., *P. singhuaensis* Chu et Tseng (n. sp.), *P. bimammilosum* Chu et Tseng (n. sp.), *P. quadriangulatum* Chu et Tseng (n. sp.), *P. multidentatum* Chu et Tseng (n. sp.) and *P. parakawraiskyi* Chu et Tseng (n. sp.). All except new species closely resemble modern *Pediastrum* species living in fresh water almost in every respect. Modern *Pediastrum* is restricted to fresh-water, fluvial and lacustrine environments. The presence of great quantities of *Pediastrum* in the Dainan formation of northern Jiangsu indicates a lacustrine origin.

图 版 说 明

所有标本均保存在南京大学地质系古生物教研室。

图 版 I

1—3. 短棘盘星藻 *Pediastrum boryanum* Menehgin

1. $\times 200$; 2. $\times 460$; 3. $\times 460$ 。

4. 二棘盘星藻 *Pediastrum duplex* Meyen, $\times 600$ 。

5. 单棘盘星藻 *Pediastrum simplex* (Meyen) Lem., $\times 460$ 。

a. 群体的一部分; b. 小的群体。

6. 叠指盘星藻 *Pediastrum kawraiskyi* Schmidle, $\times 440$ 。

7. 多孔盘星藻 *Pediastrum clathratum* (Schroeter) Lem., $\times 400$ 。

8. 兴化盘星藻(新种) *Pediastrum singhwanensis* Chu et Tseng sp. nov., $\times 440$ 。

9. 歧射盘星藻 *Pediastrum biradiatum* Meyen, $\times 660$ 。

10. 四棘盘星藻(新种) *Pediastrum quadriangulatus* Chu et Tseng sp. nov., $\times 400$ 。

11. 多齿盘星藻(新种) *Pediastrum multidentatum* Chu et Tseng sp. nov., $\times 600$ 。

12. 二乳头盘星藻(新种) *Pediastrum bimammilosum* Chu et Tseng sp. nov., $\times 400$ 。

13. 古叠指盘星藻(新种) *Pediastrum parakawraiskyi* Chu et Tseng sp. nov., $\times 400$ 。

