

# 龙凤山苔属(新修订)——可能的 最早的苔藓植物化石

张 忠 英

(南京大学地球科学系)

## 一、前 言

前寒武纪古生物学是当前古生物学中最活跃的分支学科之一。自六十年代以来,特别是最近十年,我国前寒武纪古生物学取得了很大的进展。在炭质大型化石(carbonaceous megafossils)研究方面,近年来最引人注目的发现之一,是杜汝霖等采自河北怀来龙凤山青白口系长龙山组并由他定名为 *Longfengshania* (“龙凤山藻”)的化石(杜汝霖, 1982; Du and Tian, 1985; 杜汝霖、田立富, 1985, 1986)。有意义的是, Hofmann (1985) 在加拿大西北部马坎兹(Mackenzie)山脉中元古代小达尔(Little Dal)群上部锈页岩组(Rusty Shale Formation)内也找到了这一化石。这是一种保存在页岩中的肉眼能见的压型化石,由卵圆形至椭圆形的炭质薄膜及从它的近端伸出的柄状物所组成。前者长几毫米至十几毫米,宽 3—7mm; 后者直径通常不超过 1mm,长短不一。柄状物的基部有时膨大或连着一不规则的炭质物。化石体单生或群集(见图版 I, 图 1, 2, 4, 5; 图版 II, 图 1, 3—5, 7; 插图 2)。

1983 年夏,笔者在河北地质学院地质系参观了杜汝霖等采集的 *Longfengshania* 标本。这些形态独特,器官分化明显的标本引起了笔者的极大兴趣。通过对大量标本的观察,笔者确信它们是生物成因的,并认为系植物化石。它们究竟属于哪一类植物,却是一个扑朔迷离的问题。笔者最初也倾向于将 *Longfengshania* 看作是一种藻类化石,但由于缺乏与该属类似的

现代和化石藻类的对比物,总觉得这种看法不能令人信服。1985—1986 年笔者在查阅有关地球上早期高等植物的文献时,意外地发现 *Longfengshania* 在形态特征上,与古生代某些归入苔藓植物或可能属于苔藓植物的化石有着惊人的相似性。在作了进一步的形态比较和研究后,笔者就 *Longfengshania* 的分类位置和亲缘关系提出一些新的看法,旨在抛砖引玉,引起大家的注意和讨论。

笔者衷心感谢河北地质学院杜汝霖教授和田立富同志给予的大力支持和帮助,并惠赠标本和照片。比利时皇家自然科学研究所古生物学部和 F. Martin 博士惠寄有关化石照片和文献资料,亦借此致以深切谢意。

## 二、前人关于 *Longfengshania* 的研究和看法

*Longfengshania* 是杜汝霖 1982 年以 *L. stipitata* Du 为模式种而建立的 1 新属。在建立新属时,他认为 *Longfengshania* 是一种多细胞藻类化石,可能与褐藻类有亲缘关系(杜汝霖, 1982)。他和田立富在随后的论文(杜汝霖、田立富, 1985; Du and Tian, 1985)中,又进一步指出, *Longfengshania* 显示出类似“根、茎、叶”的器官分化,其藻体由叶状体和拟茎两部分组成,在某些拟茎的基部还可见到假根。他们推测 *Longfengshania* 营底栖生活或漂浮生活,有些叶状体原为中空充气的球形或囊状体。

段承华等(1985)将 *Longfengshania* 的特征描述为“藻体由叶状部分和带状部分组成,叶状部分作椭圆至长舌状轮廓,带状部分为端部尖细柔软的窄带状”,并将叶状部分强烈缢缩的类型另建立 1 新属 *Paralongfengshania* Duan et Du。这 2 属一起被归入“龙凤山藻类”(Longfengshanides)。他们认为此类群藻体的带状部分为叶状部分在基部沿中轴方向向外延伸的窄带状物,可能代表直立于水体中漂浮生活的类型。根据他们的看法,“龙凤山藻类”系“低等植物中早期的叶状体植物,或者说是具有营养、繁殖功能分异的多细胞藻类的遗体”。

Hofmann (1985) 在记述加拿大小达尔群炭质大型化石时,将 *Longfengshania* 置于“分类位置不明 (Incertae sedis)”的类群,并存疑地归入藻类 (Algae?)。由于化石的分类位置不明,他不使用专门的形态术语,而尽量采用一般形态用语对标本的特征给予比较客观的记述。Hofmann 将加拿大的标本定为 *L. stipitata*, 并认为它与杜汝霖(1982)描述的那些标本在基本形态构造上很难区别,只是前者长卵形的炭质薄膜簇生一起,呈次辐射状排列,其柄状物来自一个共同的中央炭质体 (central carbonaceous mass) (插图 1)。他把中央炭质体看作是一种附着器官 (organ of attachment), 多少有些像现代的 *Halosaccion*。因而, Hofmann 认为 *Longfengshania* 可能与褐藻门或红藻门有关。

在最近出版的一本专著里,杜汝霖和田立富(1986)对 *Longfengshania* 做了系统总结,建立了一套该类化石的“描述用语体系”,并用这套术语对有关化石重新进行了描述。其中有些术语如“茎髓”、“茎基”、“须状根”等,直接套用了高等植物的有关形态术语(关于这些术语的涵义和使用是否确切,本文暂不讨论)。他们建立了 1 新科“龙凤山藻科”(Longfengshaniaceae),包括 *Longfengshania* 和 *Paralongfengshania* 2 属,并建议使用“宏观藻类化石 (macroalgal fossils)”一名。根据杜汝霖和田立富

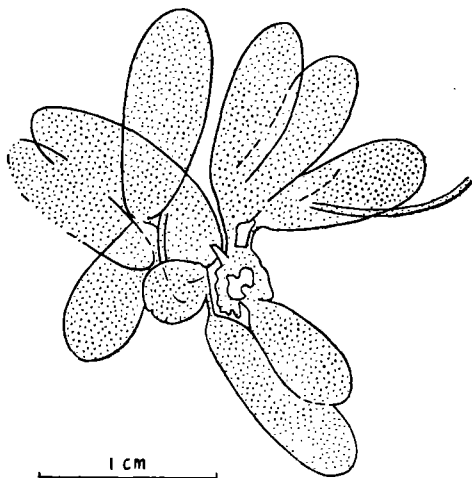


插图 1 *Longfengshania stipitata* Du, 标本产自加拿大西北部中元古代小达尔群(据 Hofmann, 1985, 重绘)

Drawing of *Longfengshania stipitata* Du from the mid-Proterozoic Little Dal Group, North-West Canada (Redrawn from Hofmann, 1985)

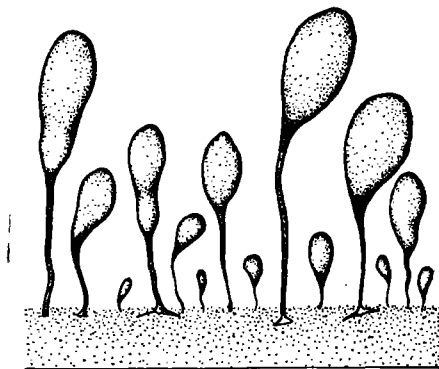


插图 2 *Longfengshania* Du 生态复原图 (据杜汝霖、田立富, 1986, 重绘)

Ecological reconstruction of *Longfengshania* Du (Redrawn from Du & Tian, 1986)

的看法, *Longfengshania* 可与现代褐藻门异形世代纲的某些藻体呈囊状的类型,或绿藻门粗枝藻目的某些藻体呈球形的类型相比较。他们认为, *Longfengshania* 中某些具固着器的类型属固着底栖生活(插图 2),“很可能是世界上时

代最早的宏观底栖藻类化石”。

综上所述,可以看出,尽管目前国内外学者对 *Longfengshania* 的分类位置和亲缘关系的看法不尽相同,但他们都比较一致地把它看作是一种藻类化石或有存疑地归入藻类,并与现代褐藻、绿藻或红藻的某些类型相比较。

### 三、新的解释

根据 *Longfengshania* 的基本形态特征及与类似化石的形态比较,笔者认为它是一种苔藓植物化石,或与苔藓植物有关的化石。当前保存下来的化石体主要是它的孢子体 (sporophyte) 部分,可明显地分出三部分。其中的卵圆形至椭圆形炭质薄膜部分,即杜汝霖等称之为“叶状体”的部分,系孢子囊 (sporangium) 或孢蒴 (capsule); 细长如柄的部分,即杜汝霖等描述为“拟茎”或“似叶柄”的部分,系孢囊柄 (sporangiophore) 或蒴柄 (seta); 而柄状物基部的膨大部分,即部分地相当于杜汝霖等命名为“假根”或“固着器”的部分,系基足 (foot) (插图 3)。

我们知道,苔藓植物的孢子体不能独立生活,要依附在配子体上;它以基足插入配子体组

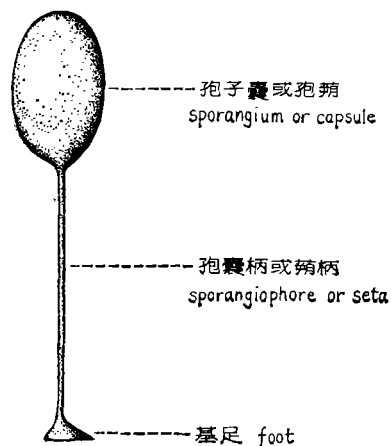


插图 3 *Longfengshania* Du emend. 孢子体由三部分组成

Diagram showing the sporophyte of *Longfengshania* Du emend. that differentiates into three parts

织内来获取营养。孢蒴是孢子体的主要部分。现生苔类植物成熟的孢蒴呈球形、椭球形、棒状和长角形。叶苔类的孢蒴长可达 2.2mm, 宽达 1.5mm; 角苔类的孢蒴长可达 3—4cm, 最长达 10cm。孢蒴成熟后形成孢子。值得注意的是,杜汝霖和田立富(1986)将化石体的炭质薄膜剥离到玻片上,通过镜下观察在碎片上发现许多直径 8—10 $\mu$ m 或更大的小核。他们认为这些小核“可能是藻类的孢子”;另外还见到直

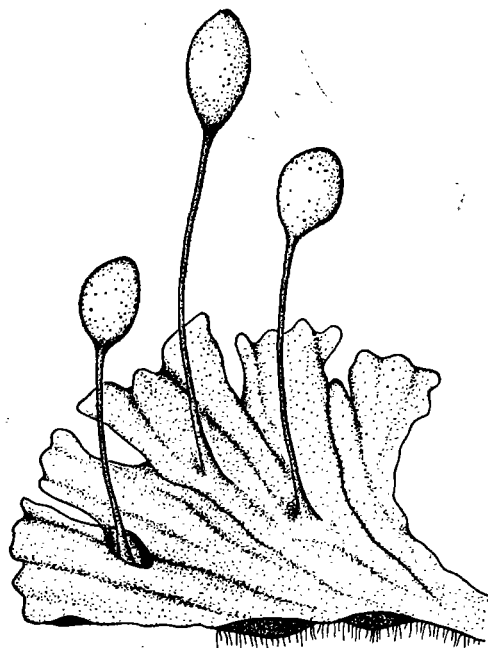


插图 4 *Longfengshania stipitata* Du emend. 复原图  
Suggested reconstruction of *Longfengshania stipitata* Du emend.

径 10—15 $\mu$ m 的厚缘孢子。如果确是这样,笔者认为这些孢子很可能就是在孢蒴内形成的孢子。Hofmann (1985) 曾提到在他的标本上柄状物来自一个共同的中央炭质体。这个中央炭质体有可能代表保存下来的配子体的残余。杜汝霖和田立富(1986)所说的某些“假根”,特别是“块状根”和“盘状根”,很可能也是这样;而所谓“须状根(纤维状根)”或许代表配子体叶状体腹面的假根,具有固着和吸收的功能。笔者曾

仔细地观察过 *Longfengshania* 的大量标本和剥离出来的炭质薄膜碎片, 但均未见到维管组织。笔者推测的这一植物的复原图如插图 4 所示。

在已知的苔藓植物或类似苔藓植物的化石中, *Longfengshania* 与 *Sporogonites* 在基本形态特征上有着惊人的相似性。*Sporogonites* 是 Halle (1916) 在七十多年前建立的属, 模式种为 *S. exuberans*, 材料来自挪威勒兰根(Rörågen)下泥盆统。之后, 在比利时、英国威尔士和法国也先后找到了这一种化石(Edwards, 1979)。这一属标本还见于世界其它一些地方, 包括澳大利亚、阿根廷和我国云南等地。目前归于这一属名下的种共有 4 个, 除模式种外, 其它 3 种是: *S. chapmanii* Lang and Cockson (1930), *S. excellens* Frenguelli (见 Edwards, 1979) 和 *S. yunnanense* Hsü (1946)。该属化石体呈多少平行排列的细弱的不分叉的柄, 宽 0.5—0.75mm, 长可达 10cm; 在柄的顶端长有梨形孢子囊, 最宽处直径 1.5—4mm, 长可达 9mm, 内有直径约 20—30 $\mu$ m 的三射线孢子。目前对该属化石的内部构造知道得很少, 但看来是没有维管组织的。值得注意的是, *Sporogonites* 的柄很象 *Longfengshania* 的蒴柄, 而前者的孢子囊与后者的孢蒴在形态上没有多大的区别。*Sporogonites* 的某些标本还显示柄的基端附着在不规则的薄的“炭质薄膜(carbonaceous film)”上(Andrews, 1960)。这种“炭质薄膜”可能相当于 *Longfengshania* 的“中央炭质体”。

关于 *Sporogonites* 的系统分类位置, Halle (1916) 最初认为它可能与苔藓植物有关。后来, 由于英国苏格兰早泥盆世瑞尼(Rhynie)植物化石的发现, 有人提出它与瑞尼蕨类(rhyniophytes)有关, 如 Dixon (1927)。Halle (1936) 本人也改变了自己原来看法, 认为 *Sporogonites* “可能代表一种属于裸蕨目或与其有关的蕨类植物的一部分”。Andrews (1960) 在重新研究了比利时下泥盆统大量的 *S. exuberans* 标本

(Lang, 1937; Stockmans, 1940) 后, 认为这是一种非维管植物, 其原植体呈不规则扁平状, 从它的上面长出孢囊柄, 柄的顶端着生有一个孢子囊(图版 I, 图 6; 图版 II, 图 2, 8; 插图 5)。根据该植物的一般习性和缺乏维管组织, 他进而提出它与苔藓植物, 而不是与裸蕨植物有关, 甚至可能代表苔藓植物中一个独立的类群。这里应当指出的是, Andrews 当时将“炭质薄膜”暂作为“原植体(thallus)”看待。依笔者的看法, “炭质薄膜”所代表的可能是配子体, 而不是孢子体部分。无论如何, Andrews 关于 *Sporogonites* 的分类位置的看法已为很多学者所接受, 如 Taylor (1981), Stewart (1983) 及 Krassilov 和 Schuster (1983) 等。

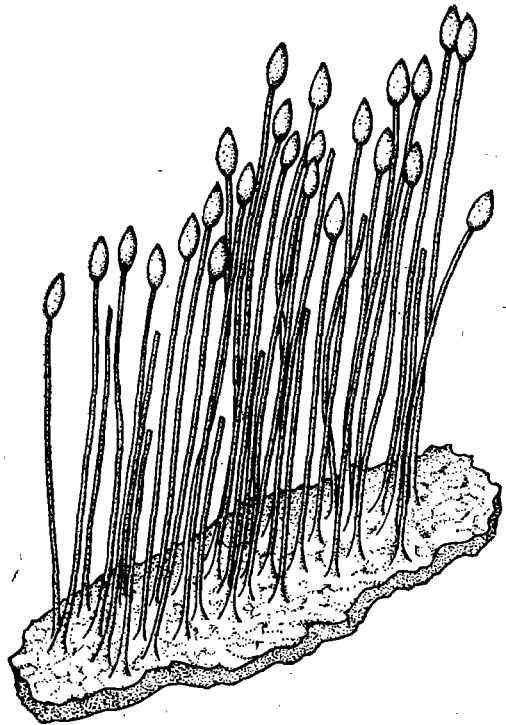


插图 5 *Sporogonites exuberans* Halle 复原图  
(据 Andrews, 1960, 重绘)

Reconstruction of *Sporogonites exuberans*  
Halle (Redrawn from Andrews, 1960)

另一个应当提及的化石属是发现于英国南威尔士上志留统当顿阶(Downtonian)的 *Tortilicaulis* Edwards, 1979。属的特征是“植物碎

片,由不分叉的可能直立的轴组成,轴的顶端有被解释为孢子囊的伸长形、纺锤形至卵形体。轴有时扭曲,特别是在紧靠孢子囊下面的地方。”(Edwards, 1979, 图版 I, 图 3, 7; 图版 II, 图 6, 9) 在 *Tortilicaulis* 的孢子囊内尚未分离出孢子, 在它的轴上也未见到维管组织。就化石体的基本形态来看,该属与 *Longfengshania* 比较相似,不过前者比后者要小得多。据模式种 *T. transwalliensis* 17 个标本的度量结果,它的孢子囊平均长度和宽度分别为 2.07mm 和 0.80 mm, 轴的平均宽度仅为 0.20mm。此外, *Longfengshania* 的孢蒴顶端圆钝,而 *Tortilicaulis* 的孢子囊顶端尖锐。有趣的是, *Tortilicaulis* 与现代苔藓植物 *Pellia* 的孢子体(图版 I, 图 8) 有着惊人的相似性,只是后者的孢蒴呈球形。虽然 Edwards (1979) 将 *Tortilicaulis* 归入“分类位置不明”的类群,但她指出该属具有苔藓植物孢子体的某些特征。Taylor (1981) 也认为 *Tortilicaulis* 可能与苔藓植物有亲缘关系。

## 四、分类群的修订

### 苔藓植物门或似苔藓植物化石

### Bryophyta or Bryophyte-like fossils

### 苔纲? Hepaticeae?

### 龙凤山苔属 (新修订)

### *Longfengshania* Du, 1982, emend. nov.

1982 *Longfengshania* Du, 杜汝霖, 3 页。

1985 *Paralongfengshania* Duan et Du, 段承华等, 76 页。

### 模式种 *Longfengshania stipitata* Du,

1982, emend. nov.

**特征** 炭质压型孢子体化石,由孢蒴、蒴柄和基足三部分组成。孢蒴顶生,呈圆形、卵形、梨形、舌形和葫芦形等。蒴柄细长柔弱,未见维管组织。有的保存基足,呈块状或盘状。孢子体从一共同的炭质体(配子体残余?)长出。

**讨论** 在杜汝霖(1982)建立 *Longfengshania* 属后,段承华和杜汝霖(段承华等, 1985)根据在同一地方、同一层位采到的某些“叶状部分强烈缢缩”的标本,又创立了一个新属 *Paralo-*

*ngfengshania* Duan et Du, 1985 (“拟龙凤山藻属”)\*。笔者认为, *Longfengshania* 的孢蒴有着较大的形态变异。事实上,被定为 *L. elongata* Du et Duan 的有些标本(杜汝霖、田立富, 1986, 图版 IX, 图 2) 的孢蒴中部两侧也向内收缩,它与 *Paralongfengshania* 的模式种 *P. sicyoides* Du et Duan\*\* 的标本(杜汝霖、田立富, 1986, 图版 IX, 图 14) 是不容易区别的。该种的正模标本(段承华等, 1985, 图版 17, 图 10; 杜汝霖、田立富, 1986, 图版 IX, 图 15), 从照片上看,孢蒴中部的“强烈缢缩”似乎是化石保存过程中遭受强烈扭曲所致。因而,笔者建议将 *Paralongfengshania* 与 *Longfengshania* 两属合并,并按优先律采用后者的名称。

### 柄龙凤山苔 (新修订)

### *Longfengshania stipitata*

### Du, 1982, emend. nov.

(图版 I, 图 1, 2, 4, 5; 图版 II, 图 1, 3—5, 7; 插图 4)  
1982 *Longfengshania stipitata* Du, 杜汝霖, 3 页, 图版 I, 图 11—15。

1985 *Longfengshania ovalis* Duan et Du\*\*\*, 段承华等, 75 页, 图版 17, 图 3, 8, 9。

1985 *Longfengshania elongata* Duan et Du\*\*\*, 段承华等, 75—76 页, 图版 17, 图 1, 2, 6。

1985 *Longfengshania longipetiolata* Du et Tian\*\*\*\*, 杜汝霖、田立富, 187 页, 图版 II, 图 1—4。

\* 在后来出版的一本专著(杜汝霖、田立富, 1986)中,该属被引证为“*Paralongfengshania* Du et Duan, 1983”。根据命名规则和优先律,这里以该属合格发表的命名者排列顺序和命名年代为准。

\*\* 在上面提到的这本专著中,该种被引证为“*P. sicyoides* Du et Duan (gen. et sp. nov.)”(第 4 页)和“*P. sicyoides* Du et Duan, 1983”(第 85 页)。这样的引证同样是不能被接受的。

\*\*\* 在同年和后来出版的著作中,杜汝霖和田立富(1985, 1986; Du and Tian, 1985)将这两个种的命名者写作“Du et Duan”。这里引证的采用这两个种合格发表(段承华等, 1985)的命名者写法和命名年代。

\*\*\*\* 该种曾先后两次以“新种 (sp. nov.)”发表在不同年代的公开出版物(杜汝霖、田立富, 1985, 1986)上,这就构成了异名式同名 (homonym synonymicum)。而且,两次正式发表的新种的原始拼缀都存在笔误 (laps. cal.) 或印刷上的差错 (err. typogr.)。例如,种本名“*longepetiolata*”和“*longipetiolata*”均系“*longipetiolata*”之误。

1985 *Paralongfengshania sicyoides* Duan et Du, 段承华等, 76 页, 图版 17, 图 10。

1986 *Longfengshania gemmiforma* Du et Tian, 杜汝霖、田立富, 83 页, 图版 VIII, 图 7—8。

1986 *Longfengshania spheria* Du et Tian, 杜汝霖、田立富, 84 页, 图版 VIII, 图 7—12。

**特征** 同属征(新修订)。孢蒴大小不一, 通常长 5—19mm, 宽 3—7mm; 蒴柄宽 0.3—1.0mm; 最长可超过 20mm。

**讨论** 迄今在 *Longfengshania* 属名下的种已有 6 个, 即:

*L. snipitata* Du, 1982

*L. ovalis* Duan et Du, 1985

*L. elongata* Duan et Du, 1985

*L. longipetiolata* Du et Tian, 1985

*L. gemmiforma* Du et Tian, 1986

*L. spheria* Du et Tian, 1986

杜汝霖(1982)最初建立 *Longfengshania* 属时仅有 1 种, 即 *L. snipitata*。当时这个种的范围比较广, 它包括了一些“叶状体”(即孢蒴)形态不一的分子。后来, 这个种被细分, 它本身仅限于“叶状体”呈椭圆形的分子(段承华等, 1985; 杜汝霖、田立富, 1985, 1986)。根据“叶状体”的不同形状, 即卵圆形、长叶形、短椭圆形、楔形和圆盘形, 再结合其它一些特征, 先后分出了上述其它 5 种。问题在于孢蒴形状的不同究竟是具有分类意义的种间特征, 还是种内的形态变化。英国上志留统与苔藓植物有亲缘关系的 *Tornilicaulis transwalliensis* 的孢子囊形态变化也很大, 从卵圆形、细长形至纺锤形都有(Edwards, 1979)。就河北的材料而言, 在这些不同形状的孢蒴之间存在着过渡类型, 它们并没有截然分明的界限。如被定为 *L. ovalis* 的标本(杜汝霖、田立富, 1986, 图版 VIII, 图 6)与被定为 *L. gemmiforma* 的标本(杜汝霖等, 1985, 图版 II, 图 10; 杜汝霖、田立富, 1986, 图版 VIII, 图 8)实际上是很难区别的; 而后者也曾被定为 *L. ovalis* (杜汝霖、田立富, 1985, 图版 I, 图 8)。有些形态特征, 如“叶状体”的“边缘带”、“环纹”以及“拟茎”的长

短和基部收缩与否等, 可能与化石保存状况和挤压变形有关。某些标本形态上的差别或许代表化石的不同的保存类型。假如 *L. longipetiolata* 的正模标本(杜汝霖、田立富, 1986, 图版 X, 图 8a 或图版 XI, 图 11)和其它一些标本(如杜汝霖、田立富, 1985, 图版 II, 图 4)的“拟茎”下部因折断而没有保存下来的话, 那么它们与狭义的 *L. snipitata* 是没有什么不同的。值得注意的是, 上述 6 种和 *Paralongfengshania sicyoides* 产出的层位相当稳定, 均限于青白口系长龙山组第二段内。有时甚至在同一块岩石标本上可见不同形态(“种”)和过渡类型的个体。鉴于上述考虑, 笔者认为与其人为地分裂成不同的“种”, 而造成实际应用上的困难和混乱, 倒不如扩大模式种的范围, 将它们合并为 1 种。经笔者重新修订后的模式种是一个广义种, 它不仅包括 *Longfengshania* 上述其余 5 种, 而且还包括与之共生的 *Paralongfengshania sicyoides*。

另外, 河北怀来、兴隆和昌平等地青白口系长龙山组第二段发现的一些无柄的椭圆形、卵圆形的炭质薄膜化石, 如 *Shouhsienia* 和 *Ovidiscina* 等, 其中有一部分很可能是 *Longfengshania snipitata* 的单独保存下来的孢蒴化石。

**产地层位** 河北燕山地区, 青白口系长龙山组第二段。

## 五、意义与讨论

苔藓植物约有 900 属, 24000 种(Taylor, 1981), 但在地球的植被景观中并不占有显眼的地位。植物体一般很小, 有的肉眼几乎不能辨认, 大者也很少超过 60cm。平常所见到的植物体为配子体, 柔弱娇嫩。茎、叶不分化或分化简单, 没有维管组织, 缺乏具抵抗力的机械组织, 很少或没有角质层保护。因而, 苔藓植物通常很难保存为化石。Stewart 和他的同事们曾花费好多年时间研究煤球中保存下来的完好的化石材料。尽管石炭纪的沼泽环境为苔藓植物的生活提供了很好条件, 并有大量的维管植物

的繁衍,但在煤球中明显地缺乏苔藓植物化石(Stewart, 1983)。直到本世纪开始,人们对苔藓植物的早期地质历史的了解仍处于混沌状态。Kidston (1900) 曾提到当时所知道的唯一可靠的古生代苔藓植物化石,就是保存在法国上石炭统斯蒂芬阶(Stephanian)页岩中的一种藓类化石 *Muscites polytrichaceus* Renault et Zeiller, 1888。稍后, Wills (1914) 在英国晚石炭世煤系中发现了一种似叶状体植物,它可能是石炭纪苔类化石的最早记录。到本世纪二十年代, Walton (1925, 1928) 发表了两篇有关石炭纪苔藓植物的重要论文,详细地描述了 5 种苔类化石和 2 种藓类化石,并介绍了苔藓植物化石的处理技术。Walton 的杰出工作,标志着化石苔藓植物研究进入了一个新的阶段。此后,在世界许多地方不同地质时代的地层中相继发现并描述了为数不少的苔藓植物化石。至六十年代晚期,仅古生代和中生代苔藓植物总数已达 68 种,其中古生代苔类 9 种,藓类 17 种,中生代苔类 34 种,藓类 8 种(Lacey, 1969)。目前公认的最早的苔类化石是发现于美国纽约州上泥盆统最下部(弗拉斯阶)的 *Pallavicinites devonicus* (= *Hepaticites devonicus*) (Hueber, 1961; Schuster, 1966)。与苔类的地质记录相比,藓类化石出现迟些,在早石炭世前的地层中尚未被发现(Smoot & Taylor, 1986)。事实上,苔藓植物的历史还可追溯到更早。早泥盆世的 *Sporogonites* 被认为是形态上类似苔藓植物的最古老植物之一。总的来说,泥盆纪苔藓植物已表现出很大的形态多样性,分化出来的类型与现生的目甚至科从表面上看是十分相近的。毫无疑问,苔藓植物出现的时间应远早于泥盆纪。但是除了晚志留世的一种可能与苔藓植物有亲缘关系的植物 *Torillicaulis* 外,在这方面化石记录没有提供更多的证据。至于以前报道的来自奥陶系的苔藓植物化石,正如 Taylor (1981) 所指出,在确认它们的生物亲缘关系前尚需更深入的分析,其中有的可能系现代植物的混染物。总之,在以

往文献中尚无可靠的早古生代早期苔藓植物或与其有关的化石的报道,更不要说前寒武纪的了。化石记录的空白使人们长期来形成了这样一种传统观念,即在前寒武纪时地球表面除了菌类和藻类外,别无高等植物。在这种思想束缚下,对于在前寒武纪地层中找到的植物化石,人们往往不能跳越低等植物的框框去探讨它们的分类位置和亲缘关系。河北青白口系长龙山组龙凤山苔属的发现,打破了这一传统观念的束缚,说明在前寒武纪晚期,至少说距今 850—900 百万年前,地球上已存在最简单的高等植物了。

关于苔藓植物的起源问题,已经争论了一百多年,至今尚未取得一致看法。基本上有两种假说:一种认为苔藓植物起源于藻类,主要是绿藻,但也有人主张来自轮藻、甚至褐藻;另一种认为苔藓植物是由早期维管植物瑞尼蕨类通过连续丧失维管植物特征而退化成的。对这两种假说,化石记录均没有提供任何直接证据。后面一种假说的地质学依据是,在地质年代上,瑞尼蕨类出现的时间要比苔藓植物早几千万年。因而,从时间上看,后者可能起源于前者。龙凤山苔属的发现,对这一假说提出了挑战,表明早在瑞尼蕨类出现之前几亿年,地球上已经有苔藓植物或与其类似的高等植物了。这就反过来为苔藓植物起源于藻类的假说提供了地质学依据,说明它们在时间上是合乎进化顺序的。我们知道,藻类在地球上出现很早,至少说在前寒武纪晚期高等藻类已相当繁盛。龙凤山苔属很可能是由藻类,特别是绿藻(或褐藻?红藻?)演化来的。

苔藓植物在形态构造上,兼具适应陆生生活和水生生活的特点,因而它在植物界由水生环境到陆生环境这一重大转变中具有重要意义。就龙凤山苔属的基本特征来看,植物体由于不具维管组织,输导能力不强;孢子体虽已能适应陆上生活,但不能独立生活,而是用蒴柄的基部插入配子体组织内,依赖配子体供给养料和吸取水份。这就决定了该植物还不能完全脱

离水体而生活。根据燕山地区长龙山组的沉积特征和微量元素分析, 当时该地处于滨海潮坪或潮汐三角洲环境(杜汝霖、田立富, 1986)。沉积面时而暴露在大气中, 时而淹没在水中, 经常处于半干半湿的状态。这样的生态环境, 显然有利于龙凤山苔属的生存。可以想象, 植物界在完成从水到陆这一革命性转变的过程中, 必然要经历一个相当长的“亦水亦陆”的过渡时期。龙凤山苔属就是这个过渡时期已知的最早的高等植物代表。这个过渡时期, 至少从青白口纪长龙山期已开始, 一直到早期维管植物登陆为止, 大致延续了 400—500 百万年。

### 参 考 文 献

杜汝霖, 1982: 冀西北青白口系 *Chuarina* 等化石的发现及其意义。地质论评, 28 卷, 1 期。  
 ——, 田立富, 1985: 燕山青白口系宏观藻类龙凤山藻属的发现和初步研究。地质学报, 1985 年第 3 期。  
 ——, ——, 1986: 燕山地区青白口纪宏观藻类。河北科学技术出版社。  
 段承华、邢裕盛、杜汝霖、殷继成、刘桂芝, 1985: 中国晚前寒武纪宏观藻类。中国晚前寒武纪古生物, 68—77 页。地质出版社。  
 Andrews, H. N., Jr., 1960: Notes on Belgium specimens of *Sporogonites*. -Palaeobotanist, 7: 85—89.  
 Dixon, H. N., 1927: Muscineae. In W. Jongmans (ed.), Fossilium catalogus. II. Plantae, Pars, 13: 106.  
 Du Rulin & Tian Lifu, 1985: Algal macrofossils from the Qingbaikou System in the Yanshan Range of North China. -Precambrian Res., 29: 5—14.  
 Edwards, D., 1979: A late Silurian flora from the Lower Old Red Sandstone of south-west Dyfed. -Palaeontology, 22: 23—52.  
 Halle, T. G., 1916: Lower Devonian plants from Rörägen in Norway. -Kungl. Svenska Vet. Handl., 57: 3—46.  
 Hofmann, H. J., 1985: The mid-Proterozoic Little Dal

macrobiota, Mackenzie Mountains, North-West Canada. -Palaeontology, 28: 331—354.  
 Hsü, J., 1946: Plant fragments from Devonian beds in Central Yunnan, China. (M. O. P. Iyengar Commemoration vol.) J. Indian Bot. Soc., p. 339—360.  
 Hueber, F. M., 1961: A new fossil liverwort from the Devonian of New York. -Ann. Missouri Bot. Gard., 48: 125—131.  
 Kidston, R., 1900: The flora of the Carboniferous period. 1. -Proc. Yorks. Geol. polytech. Soc. 14: 189—230.  
 Krassilov, V. & Schuster, R. M., 1983: Paleozoic and Mesozoic fossils. In R. M. Schuster (ed.), New manual of bryology, 2: 1172—1193.  
 Lacey, W. S., 1969: Fossil bryophytes. -Biol. Rew Rev., 44: 189—205.  
 Lang, W. H., 1937: A specimen of *Sporogonites* from the “Grès de Wépion” (Lower Devonian, Belgium). -Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique., 13(29): 1—7.  
 Lang, W. H. & Cookson, I. C., 1930: Some fossil plants of Early Devonian type from the Walhalla Series, Victoria, Australia. -Phil. Trans. R. Soc. B 219: 133—163.  
 Schuster, R. M., 1966: The Hepaticae and Anthocerotae of North America. I: 352. Columbia Univ. Press, NY.  
 Smoot, E. L. & Taylor, T. N., 1986: Structurally preserved fossil plants from Antarctica: II. A Permian moss from the Transantarctic Mountains. -Amer. J. Bot. 73: 1683—1691.  
 Stewart, W. N., 1983: Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge Univ. Press.  
 Stockmans, F., 1940: Végétaux Eodévonien de la Belgique. -Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique., (93): 1—90.  
 Taylor, T. N., 1981: Paleobotany. McGraw-Hill Book Company.  
 Walton, J., 1925: Carboniferous Bryophyta. I. Hepaticae. -Ann. bot., 39: 563—572.  
 Willis, L., 1914: Plant cuticles from the Coal Measures of Britain. -Geol. Mag. N. S., 6: 385.

[1987 年 5 月 25 日收到]



## LONGFENGSHANIA DU EMEND.: AN EARLIEST RECORD OF BRYOPHYTE-LIKE FOSSILS

Zhang Zhong-ying

(Department of Earth Sciences, Nanjing University)

### Summary

The genus *Longfengshania* was first established by Du (1982) for round, oval, elliptical, pyriform and fan-shaped carbonaceous films with stalk-like projections at their proximal ends found in the second member of the 900—850 Ma Chang-longshan Formation (Tsingpaikou System) in the Yanshan Range of Hebei, North China. He suggested that the genus was an algal fossil. In a later account, Du and Tian (1985) stated that *Longfengshania* exhibits clear differentiation of organs (a foliate and a parastem), and that a rhizome (organ of fixation) was observed at the base of some of the parastems. The parastem was regarded by them as the stem of higher plants in function, not only supporting the foliate, connecting it with the rhizome, but also holding the foliate up to sunlight for photosynthesis in the water (Du and Tian, 1986). Hofmann (1985) described the bundled specimens of *Longfengshania* exhibiting subradial arrangement and superposition from the Mid-Proterozoic Little Dal Group in the Mackenzie Mountains, North-West Canada, and suggested that the genus was possibly an alga of phaeophyte or rhodophyte affinities. However, no vascular tissues have been found in both Chinese and Canadian specimens.

During the summer of 1983, the author was privileged to examine the rather vast collections of *Longfengshania* in the Department of Geology, Hebei College of Geology that have been gathered in recent years by Prof. Du Rulin and his colleagues. The unusual and puzzling features of this interesting but problematical genus have attracted the author's special attention.

By comparing the morphology of *Longfeng-*

*shania* with that of some early fossil bryophytes, the author's attention was drawn particularly to the basic similarity between the genus and the Lower Devonian fossil *Sporogonites*, one of the oldest plants that morphologically resembles a bryophyte. This fact encouraged the author to propose an alternative interpretation that *Longfengshania* probably represents the sporophyte of bryophytic affinities consisting of a slender sporangio-phore (seta) with a terminal sporangium (capsule), and an occasionally preserved foot at its base, which attaches it to the gametophyte. The common carbonaceous mass in Canadian specimens (Hofmann, 1985, pl. 38, fig. 4, text-fig. 5) might be interpreted as representing the remainder of the gametophyte. If this interpretation is acceptable, *Longfengshania* would represent an earliest record of bryophyte-like fossils, possibly related to the liverworts. In other words, the fossil record with probable bryophytic affinities can be traced with confidence back to the late Precambrian. Conceivably, *Longfengshania* evolved from aquatic ancestors, probably from the Chlorophyta (or Phaeophyta?, Rhodophyta?), representing the transition from aquatic to terrestrial in habitat. This stands for the reason that the discovery of *Longfengshania* in the late Precambrian implies the first appearance of the bryophytes on the Earth to be probably much earlier than was expected before, and also supports the view that the bryophytes evolved from algae.

### Taxonomic emendation

### Division Bryophyta or Bryophyte-like fossils

## Class Hepaticae?

nov.

Genus *Longfengshania* Du, 1982, emend. nov.

(Pl. I, figs. 1, 2, 4, 5; Pl. II, figs. 1, 3—5, 7; Text-fig. 4)

1982 *Longfengshania* Du, p. 3.1985 *Paralongfengshania* Duan et Du, in Duan et al., p. 76.1982 *Longfengshania stipitata* Du, p. 3, pl. 1, figs. 11—15.1985 *Longfengshania ovalis* Duan et Du, in Duan et al., p. 75, pl. 17, figs. 3, 8, 9.1985 *Longfengshania elongata* Duan et Du, in Duan et al., pp. 75—76, pl. 17, figs. 1, 2, 6.1985 *Longfengshania longipetiolata* Du et Tian, p. 1987, pl. II, figs. 1—4.1985 *Paralongfengshania sicyoides* Duan et Du, in Duan et al., p. 76, pl. 17, fig. 10.1986 *Longfengshania gemmiforma* Du et Tian, p. 83, pl. VIII, figs. 7—b.1986 *Longfengshania spheria* Du et Tian, p. 84, pl. VIII, figs. 7—12.Type species: *Longfengshania stipitata*

Du, 1982, emend. nov.

**Diagnosis (emended):** Carbonaceous compressions interpreted as sporophytes consisting of three parts (not always all fully developed)——a round, oval, pyriform, ligulate or gourd-shaped terminal sporangium (capsule); a slender sporangiophore (seta); and a tuberous or discoid basal foot. Sporophytes directly attached to a common carbonaceous mass (gametophyte?). No conducting tissues observed.

*Longfengshania stipitata* Du, 1982, emend.

**Diagnosis (emended):** Characters the same as in generic diagnosis. Sporangiophores 0.3—1.0 mm wide and up to over 20 mm long. Terminal sporangia 5—19 mm high and 3—7 mm wide.

## 图 版 说 明

### (Explanation of Plates)

全部图片未作任何润饰。图版 I, 图 1, 2, 4, 5 和图版 II, 图 1, 3—5, 7 的图片由杜汝霖和田立富提供; 除特别注明者外, 标本均产自河北怀来龙凤山青白口系长龙山组第二段, 存放在河北地质学院。图版 I, 图 6 和图版 II, 图 2, 8 的图片由 F. Martin 博士提供; 标本产自比利时下泥盆统, 存放在比利时布鲁塞尔自然历史博物馆古植物学部。图版 I, 图 3, 7 和图版 II, 图 6, 9 的图片采自 Edwards, 1979; 标本产自英国南威尔士上志留统当顿阶, 存放在英国威尔士国家博物馆。标本的原编号和图片的放大倍数均分别予以注出。

(The specimens illustrated in Pl. I, figs. 1, 2, 4, 5 and Pl. II, figs. 1, 3—5, 7 were collected by Prof. Du Rulin and his colleagues from the second member of the Changlongshan Formation (Tsingpaikou System) in the Yanshan Range of Hebei, and are housed at the Hebei College of Geology. I have been given some photographs of the *Sporogonites* specimens gathered by Dr. F. Stockman from the Early Devonian of Belgium and deposited in the Brussels National History Museum with the courtesy of Dr. F. Martin, and three of them (see Pl. I, fig. 6 and Pl. II, figs. 2, 8) are figured here for comparison. The specimens shown in Pl. I, figs. 3, 7 and Pl. II, figs. 6, 9 (from Edwards, 1979) occurred in the Late Silurian (Downtonian) of South Wales, and are kept at the National Museum of Wales. All the specimen numbers are cited here originally.)

## 图 版 I

1, 2, 4, 5. *Longfengshania stipitata* Du, emend. nov.

1. 标本号: 龙 No. 019, ×2 (见杜汝霖、田立富, 1986, 图版 VII, 图 2)。

2. 标本号: LcNo. 625, ×2 (见杜汝霖、田立富, 1986, 图版 VII, 图 10)。

4. = *L. ovalis* Duan et Du, 1985; 标本号: LcNo. 243b, ×2.5 (见杜汝霖、田立富, 1986, 图版 VIII, 图 1)。5. = *L. longipetiolata* Du et Tian, 1986; 标本号: LcNo. 785a ×2.1 (见杜汝霖、田立富, 1985, 图版 II, 图 1)。3, 7. *Tortilicaulis transwalliensis* Edwards

3. 标本号: NMW 77. 6G. 49, ×15。

7. 标本号: NMW 77.6G.7, ×15。

6. *Sporogonites exuberans* Halle

示孢囊柄的平行排列方式 (A specimen showing parallel alignment of sporangiophores); 标本号 No. 24108, ×1 (见 Andrews, 1960, 图版 2, 图 4)。

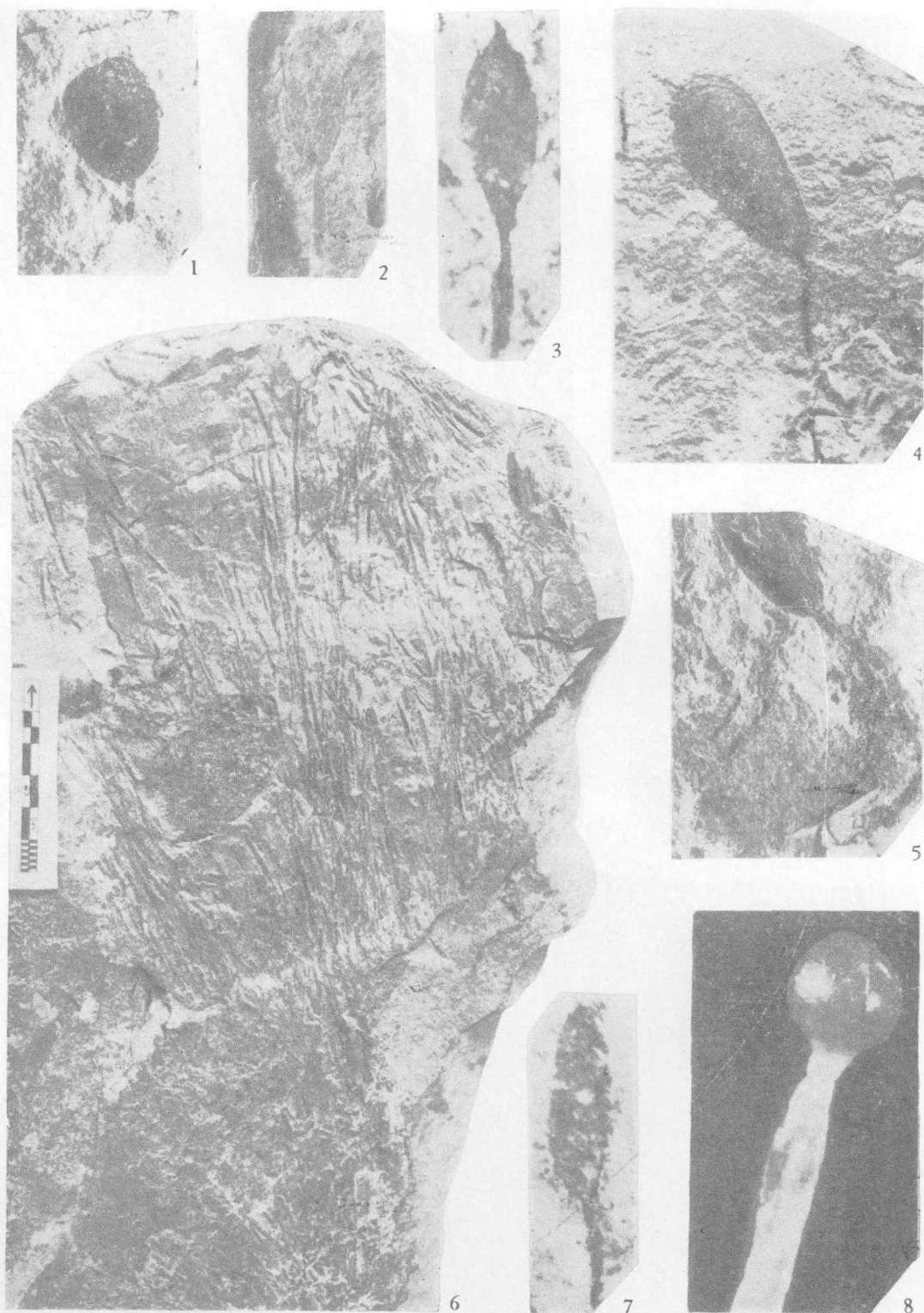
8. *Pellia epiphylla*

一种现生苔藓植物的孢子体, 孢蒴呈圆球形, 紧接孢蒴下面的蒴柄发生扭曲 (A extant liverwort showing the spherical capsule with twisted seta immediately below), ×12.5 (自 Edwards, 1979)。

## 图 版 II

1, 3—5, 7. *Longfengshania stipitata* Du, emend. nov.

1. = *L. longipetiolata* Du et Tian, 1986; 标本号: XcNo. 501,  $\times 1.8$ , 产自河北兴隆梨树沟青白口系长龙山组第二段。
3. = *L. longipetiolata* Du et Tian, 1986; 标本号: LcNo. 782,  $\times 1.5$  (见杜汝霖、田立富, 1986, 图版 X, 图 8)。
4. 标本号: 龙 No. 016,  $\times 2$  (见杜汝霖、田立富, 1986, 图版 VII, 图 4)。
5. = *L. longipetiolata* Du et Tian, 1986; 标本号: LcNo. 785,  $\times 1.3$  (见杜汝霖、田立富, 1986, 图版 XI, 图 10)。
7. 标本号: LcNo. 193,  $\times 2$  (见杜汝霖、田立富, 1986, 图版 VII, 图 8)。
- 2, 8. *Sporogonites exuberans* Halle
2. 示梨形孢子囊 (A specimen showing pyriform sporangia); 标本号: No. 23437,  $\times 2.5$  (见 Andrews, 1960, 图版 1, 图 1)。
8. 示“原植体”(图片下方)和孢囊柄(图片上方) (Portion of a plant showing “thallus” on the lower of the photograph and basal parts of sporangiophores on the higher); 标本号: No. 24113,  $\times 2$  (见 Andrews, 1960, 图版 1, 图 3)。
- 6, 9. *Tortilicanlis transwalliensis* Edwards
6. 标本号: NMW77. 6G. 7,  $\times 15$ 。
9. 标本号: NMW77. 6G. 49,  $\times 15$ 。

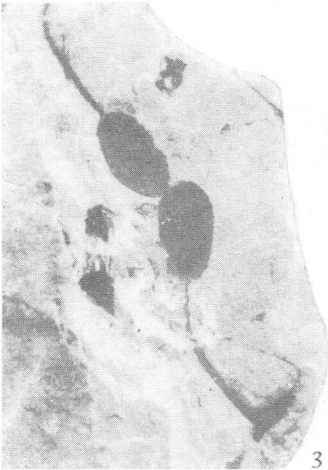




1



2



3



4



5



6



7



9



8