

# 輪藻化石

王 水



中国科学院古生物研究所編輯

科学出版社出版



# 化石與環境

——



中國科學院南京地質古生物研究所編

南京地質古生物研究所

# 石 化 藻 輪

王 水 著

科 学 出 版 社

1959

## 內 容 簡 介

本书系中级理論性讀物,对輪藻化石的一般概況、研究历史、名詞术语、分类、演化及其在地层上的应用等都作了簡要介紹,可供地質古生物工作者参考,并对勘探起一定的作用。

## 輪 藻 化 石

王 水 著

\*

科学出版社出版 (北京朝阳門大街 117 号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

\*

1959 年 3 月第 一 版

書号: 1659 字數: 37,000

1959 年 3 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/25

(京) 0001-2,300

印张: 1 19/25 插頁: 7

定价: (10) 0.50 元

# 目 录

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 前言                  | ( 1 ) |
| 一、輪藻化石研究的簡史         | ( 2 ) |
| 二、一般介紹              | ( 5 ) |
| 1. 現代輪藻植物的概況        | ( 5 ) |
| 2. 輪藻化石保存的狀況        | ( 6 ) |
| 3. 輪藻化石的野外采集和室內处理   | ( 7 ) |
| 4. 研究輪藻化石的意义        | ( 8 ) |
| 三、輪藻藏卵器化石各部分构造的名詞解釋 | ( 9 ) |
| 四、輪藻化石的分类           | (15)  |
| 五、輪藻植物的演化           | (26)  |
| 六、輪藻化石在地层上的作用       | (29)  |
| 主要参考文献              | (31)  |

## 前 言

輪藻化石 (Fossil Charophyta) 为微体古生物之一, 由于个体微小, 过去很少为野外地質和古生物工作者所注意, 直到現今, 我国关于这方面的研究还是很少的。近年来, 石油地質勘探和普查的大力开展, 在新疆、甘肃酒泉和青海柴达木盆地等均有大量輪藻化石的发现; 最近在苏北东台的鉆探岩心中也发现了少量保存很好的輪藻化石, 引起国内石油勘探工作者的注意。輪藻化石在国内的研究才开始不久, 其在科学上和生产实践上的意义还不大为人们所了解, 笔者特此作一简单介绍, 以备国内地質及古生物工作者的参考。

本文内容包括一般介绍和輪藻化石研究的簡史, 輪藻藏卵器化石各部分构造的名詞解释, 輪藻化石的分类, 演化及其在地层上的应用等。最后还附有主要参考文献, 供讀者查閱之用。

本文承斯行健、卢衍豪、楊敬之、李星学、盛金章諸先生于百忙之中抽暇修改文稿, 并提出宝贵意見和指导, 笔者特在此致以深切的感謝。本文图版和部分插图系古生物研究所照相室摄制, 部分插图系繪图室繪制, 笔者亦表示感謝。

## 一、輪藻化石研究的簡史

輪藻化石最初沒有被當作輪藻植物。阿伯福爾梯士(Abbe Fortis)<sup>[24]</sup>早在 1774 年把產自達爾馬顛(Dalmatien)的一個輪藻化石當作昆蟲化石。索爾丹尼(Soldani)<sup>[12]</sup>于 1780 年曾把一個產自托士加拿(Toscana)的輪藻化石當作了軟體動物的外殼。拉馬克(Lamark)<sup>[12]</sup>在 1804 年描述了巴黎盆地第三紀地層中的一個很大的圓球形的輪藻藏卵器,曾經定這個化石的學名為 *Gyrogonites medicaginula*, 並且也認為它是一個軟體動物的外殼化石。種名 *medicaginula* 的含意是表示和苜蓿(*Medicago*)的一個種的果實是相似的。直到 1822 年布朗尼亞(A. Brongniart)<sup>[12]</sup>方才認識這些化石是輪藻化石,他定拉馬克的種為 *Chara medicaginula*。後來在古生代地層中又逐漸發現了直立的和右旋的輪藻類(Trochilisken)。但是有些古生物學者卻把它們當作魚卵、有孔蟲、水螅體、葉足類卵、管藻或棘皮動物等,議論紛紛,莫衷一是,但一般曾把它們當作有問題的(Problematica)化石來看的。直到 1906 年,偉大的俄國古生物學家卡賓斯基(A. P. Karpinsky)<sup>[19]</sup>經過詳細的研究之後,才證明它們是屬於輪藻類植物,並把它們合稱 Trochilisken。繼此偉大的發現之後,英國李德(C. Reid)和格羅夫士(J. Groves)<sup>[40]</sup>在 1916 年又發現了具有奇特外殼的棒輪藻(Clavatoraceen)。這樣,人們才發覺到化石輪藻類是較複雜的。

1937 年以前,除了直立和右旋輪藻(Trochilisken)、棒輪藻(*Clavator*)、有瘤輪藻(*Kosmogyr*)、麗藻(*Nitella*)和鳥巢輪藻(*Tolypella*)等另有屬名外,其餘的輪藻類絕大部分均用 *Chara* 作屬名,其中包括很多種,這些種有的現在仍舊被保留應用,有的已經取消。

自從美人培克(R. E. Peck)<sup>[31]</sup>創立新屬開口輪藻屬(*Aclistochara*)之後,到現在又有許多學者另建了不少新屬。這些屬,有許多是把以前籠統歸到輪藻屬(*Chara*)中的種區分開來而建立的。

目前,歐洲研究輪藻化石的人較多,德國的梅德勒(K. Mädlér)<sup>[23]</sup><sup>[24]</sup>

近年来提出了輪藻化石的新分类,引起了許多学者的注意。法国的格拉姆巴(Grambast)<sup>[8][9][10]</sup>在輪藻分类上也作出了不少貢獻。瑞典的巒青(H. af Rantzien)<sup>[16][17]</sup>研究过瑞典南部中三迭紀和拉丁美洲的輪藻化石,并取得显著的成績。英国的李德、格罗夫士和哈雷士(T. M. Harris)等也是对輪藻类很有研究的学者。格罗夫士<sup>[12]</sup>編了一篇綜合性輪藻化石的索引,把1933年以前的文献和种属均收集到里面,給以后研究輪藻化石的人开了方便之門,已成为研究輪藻化石不可缺少的参考資料。李德和格罗夫士死后,其最重要的上侏罗紀普尔貝克(Purbeck)层輪藻化石則由哈雷士<sup>[13]</sup>繼續研究,这项研究在1939年完成,为研究上侏罗紀至下白堊紀輪藻化石的重要著作。1947年苏联馬斯洛夫(V. A. Maslov)<sup>[25]</sup>在研究方法上开辟了一条新的道路,用磨片法研究輪藻化石,并提出了新的分类意見。

在美洲,美国研究輪藻的学者首推培克<sup>[23]—[36]</sup>,他曾作过北美下石炭紀底部的直立和右旋輪藻化石和北美后期古生代及早期中生代,上侏罗紀,下白堊紀,始新統以及南美秘魯的輪藻化石的研究;1953年他又对輪藻作过綜合介紹,并著有“輪藻化石”(Fossil Charophyta)一文,对輪藻研究工作有一定貢獻。

亚洲的輪藻学者以印度較多, Rao & Rao<sup>[38]</sup>在1939年研究了始新統的輪藻化石,类型和欧洲的相似。此外薩尼(B. Sahni)等<sup>[42]</sup>也曾于1943年描述过一些始新統中矽化了的并保存有莖叶的輪藻化石。

最早报导中国輪藻化石的是1923年瑞典人安特生(J. G. Andersson)<sup>[2]</sup>,他記載了山西垣曲始新統中的 *Chara* sp., 同时又报导了山东蒙阴及萊蕪谷道中亦有与垣曲相似的輪藻化石的發現,但均沒有图和描述。抗战期間楊鍾健、黃汲清、程裕琪、周宗浚、岳希新和米泰恆等先后于新疆第三紀庫車层中發現很多輪藻化石,由卢衍豪<sup>[20][21][47]</sup>作了詳細研究,写成論文发表。同时他还介紹了輪藻化石的特性,演化及地层作用等,为中国輪藻化石的研究奠定了良好的基础;其后顧知微于1941—1943年間在云南婆兮中泥盆紀龙华山系中采得的輪藻类也是由卢衍豪<sup>[22]</sup>研究,并著文发表,这是中国古生代的第一篇輪藻化石論文。解放以后,祖国地質普查和勘探大規模开展,輪藻化石也大量被發現并作了收集。1955年楊敬之和笔者等在四川江油中泥盆紀及侏罗紀千佛

岩系中就曾采得很多輪藻化石。泥盆紀的已經笔者和张善楨<sup>[18]</sup>作了研究并著文发表:侏羅紀的尚未着手进行研究。近年来,石油地質普查和勘探大力开展,在新疆、甘肃酒泉和青海柴达木盆地等均发现了大量輪藻化石,其中以柴达木盆地所发现的层位最多,数量最丰,正由笔者进行研究。最近在苏北东台的钻井岩心中也发现了少量輪藻化石,保存很好,它們都是第三紀的产物。

## 二、一般介紹

### 1. 現代輪藻植物的概況:

現代輪藻類 (Recent living Charophyta) 为生活在淡水及半咸水中的藻類植物,在靜水池塘,沟渠,湖泊及稻田等处常常可以見到。它們的生殖器官即藏精器 (Antheridium) 和藏卵器 (Oogonium) 的結構頗为复杂,与其他植物不同。因此,在植物分类上的位置很难确定。有人把它放在菌藻植物門 (Thallophyta) 中藻類植物的綠藻綱 (Clorophyceae); 也有人把它单独地另成一門。

輪藻類的营养器官主要由短的节細胞 (Nodal cell) 和长的管柱状节間細胞 (Internodal cell) 所組成 (图版 VIII-1; 图 1)。其长度可达 20—30 厘米。莖着生在地下生长的无色的假根 (Rhizome) 上; 莖和枝为无限生长; 叶 (或称小枝) 为有限生长, 輪生在节上。所有的細胞均含有叶綠素, 所以把它放在綠藻綱。在节間上, 有的生有皮层細胞, 如輪藻属 (*Chara*) (图版 VIII-1—2; 图 2-1c); 有的沒有皮层細胞, 如丽藻属 (*Nitella*) (图版 VIII-6, 7, 9—12; 图 10-2)。

藏精器为圓球形, 外壁由 8 个盾状細胞构成 (图 2), 成熟时呈鮮紅色或黄色, 精細胞具有二根鞭毛, 呈螺旋形, 与苔蘚植物的精細胞相似。藏卵器外面被 5 个向左旋轉的螺旋細胞所包围, 頂端具有 5 个或 10 个小的冠細胞 (Coronula cells) (图版 VIII-3、8、13; 图 2-1c)。藏卵器的里面有卵細胞, 精子由頂部的孔中进入而受精; 頂部无孔的, 則由頂部的細

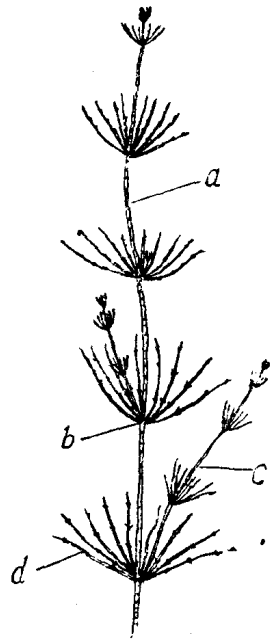


图 1. 輪藻 (*Chara*) 植物体的上部, 原大

a. 节間, b. 节,  
c. 枝, d. 叶(小枝).  
(根据 Haupt, 1953<sup>[14]</sup>,  
Fig. 51. A)

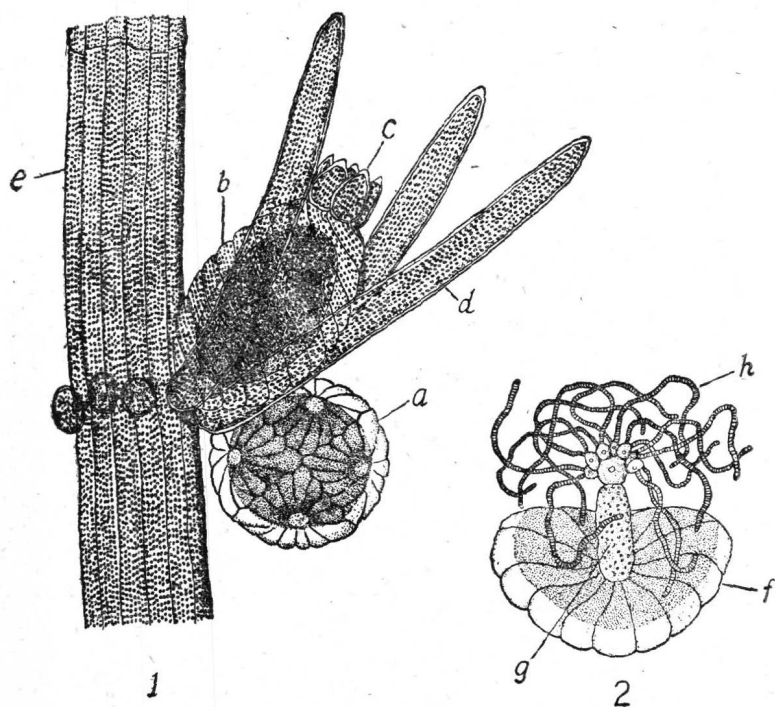


图2. 1. 輪藻的一个具有皮层細胞的小枝, 节上生有藏精器、藏卵器和苞片, 放大 $\times 50$ , a. 藏精器, b. 藏卵器, c. 冠細胞, d. 苞片, e. 皮层細胞。  
2. 藏精器的一个盾片, f. 盾片, g. 柄, h. 产生精子的絲状体。

(1. 根据 Haupt, 1953<sup>[14]</sup>, Fig. 52;

2. 根据 Fig. 53 B)

胞裂开而受精。受精后, 在受精卵的外面被一层薄的受精卵膜(Oospore membrane)所包围(图 6), 形成了受精卵(Oospore), 其中充滿了淀粉, 作为萌发时的养料。关于化石藏卵器各部分的名詞术语, 将在下面詳述。

## 2. 輪藻化石保存的状况:

輪藻类的地理分布很广, 地質时代亦很长, 从泥盆紀一直到現在均有代表。一般只有它的藏卵器, 因为具有鈣化能力, 形成了鈣质的螺旋細胞, 才被保存为化石, 因此, 我們見到的輪藻化石, 絕大部分是它的藏

卵器。莖、叶、藏精器以及藏卵器頂上冠細胞，因无鈣化能力，都不易成为化石，只有在很特殊的情况下，莖和叶才被保存为化石，但也多为碎片，不易看出和藏卵器的关系，如英国始新統下黑洞层（Lower Headon Beds）中保存了一些輪藻类的莖节和节間的碎片，都是殘碎的（图版 VI-7—13）。卢衍豪也报导了在新疆庫車层中有少数輪藻类营养器官的碎片，但都无法鑑定。根据文献記載，能够看出藏卵器着生在莖、叶上的情况，只有英国上侏罗紀普尔貝克层中的棒輪藻属（*Clavator*）（图版 II-3）；意大利的里雅斯特（Trieste）古新統力伯尼恩（Liburnian）层中的瓶狀輪藻属（*Lagynophora*）（图版 III-8—10）和印度始新統中的少撒尔輪藻（*Chara sausari*）（图版 VI-14），但这种例子并不多。藏精器保存为化石的只有求偶輪藻（*Perimneste*）一个属（图版 II-12—16）。冠細胞被保存为化石的仅有美国下石炭紀底部（Basal Mississippian）錫拉摩尔（Sylamore）层中的卡宾斯基氏右旋輪藻亚属（*Karpinskya*）（图版 I-17—21；图 8）。

輪藻化石大都保存在泥灰岩、鈣質頁岩及砂岩中，常和介形类（Ostracods）、瓣鰓类（Lamellibranchiata）及腹足类（Gastropoda）等淡水动物化石共生。

現代有些地区的湖底也常沉积着較厚的輪藻类的鈣質殘留物，农民們常用來作为缺乏鈣質土壤的肥料。在地質时期中，有些地方輪藻类殘留物的大量沉积，可以形成成层的石灰岩，如美国洛磯山区（Rocky Mountain Region）上侏罗紀的莫里生建造（Morrison Formation）中就有人看見过有成层不規則的凸鏡狀輪藻石灰岩（*Chara Limestone*）。又据約翰生（J. H. Johnson）<sup>[18]</sup>报导，在美国克洛拉多（Colorado）的梨酒公园（Perry Park）有厚度超过 40 英尺，长达 800 英尺以上的輪藻石灰岩。在顯微鏡下，可以看到这种石灰岩的成分全部是由鈣化了的輪藻化石莖的碎片和无数的生殖器官組成的（图版 IX-1, 2）。中国是否也有这种石灰岩存在，是值得今后的注意。

### 3. 輪藻化石的野外采集和室內处理：

前已提过，輪藻化石主要是藏卵器部分。藏卵器很小，长和寬不及 1 毫米，最大者也不超过 2 毫米，而最小者只有 0.2—0.3 毫米。測量长寬的单位用微米（ $\mu$ ）即千分之一毫米（mm）。他們的形状很多，有椭

圓形、球形、卵圓形、長卵形、倒卵形、梨形、瓶形、罈形、杯形、柱形等。因為個體很小，在野外尋找時就要特別細心，用鐵錘在地層中逐層敲下，再用放大鏡仔細觀察。如果發現有化石，就採一些岩石放在小布口袋裏或用柔紙包起來。太細和太粗的岩石中常不容易發現化石。如果岩石中看到介形類而沒有看到輪藻化石，最好多採一些標本，帶到室內進行處理，因為輪藻化石常常和介形類共生在一起。

回到室內以後，把所採標本放在洋瓷碗內浸泡 24 小時。如果岩石較硬，可敲成碎塊，然後再泡，及至岩石泡軟，破碎很細，再進行沖洗。要是岩石還沒有泡軟，可放在電爐上加熱數小時。或者在泡的時候加一些過氧化鈉 ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) 或碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )，使其起作用，把岩石弄碎。這樣做的目的，就是要把化石從岩石中分解開來。經過沖洗，就把懸浮的岩石沖去，留下的則是含有化石的岩屑。把岩屑放在烘箱內烘乾，再用 1 毫米和 0.5 毫米篩格的銅羅篩把粗細的岩屑篩分出來以後，放在顯微鏡下，用細毛筆把化石從岩屑中挑出來，然後進行研究。如果要進一步研究內部構造，還須磨製成薄片(圖版 VII-4,5; 圖 7)，再放在顯微鏡下觀察。顯微鏡的倍數一般不宜太高(但研究內部構造時則須高倍顯微鏡，如觀察受精卵膜的構造則須 500—600 倍，圖版 III-5，放大倍數達 600)，一般放大約 30—50 倍即可。顯微鏡內須附有顯微尺，以便測量化石的長度和寬度，因為他們在鑑定種的時候起着極大的作用。在挑擇化石時，用低倍的鏡頭比較方便。

#### 4. 研究輪藻化石的意義：

輪藻化石是過去輪藻類的遺跡，它們絕大部分已經絕滅，現在活着的類型，只不過是其中殘留而繼續生存下來的一部分。因此，從生物演化的觀點來看，輪藻化石告訴了我們輪藻類在過去發展的情況，它們是循着一個什麼樣的趨向來演變的，各個地質時代有什麼樣的特徵；什麼樣的類型是占優勢的；什麼樣的類型是趨向衰微的。所以，輪藻化石可以看作是輪藻類植物譜系的記載，在生物學上有着重大的意義。

其次，當我們掌握了輪藻化石演化的規律，了解各個地質時代輪藻化石的特徵以後，我們就可據來作地層對比。特別是它的個體很小，在鑽探岩心中容易獲得較完整的，為數較多的個體。經過詳細研究可以找出它們分布的規律和石油等礦產的關係，借以指導鑽探工作的進行。

### 三、輪藻藏卵器化石各部分构造的名詞解釋

我們已經知道輪藻類保存為化石的，大部為藏卵器，因此，化石上的名詞術語主要是在藏卵器上的。藏卵器原來叫做 Oogonium 和現在植物的術語是一致的。近十幾年，有些學者建議把化石的藏卵器專門叫做 Gyrogonite，以區別於現代輪藻植物的藏卵器，因為化石藏卵器所保存的有機部分只是鈣化了的部分，並不是全部的藏卵器。化石藏卵器各部分結構的名稱如下：

1. 螺旋細胞 (Spiral cell) 又稱包圍細胞 (Enveloping cell)：一般由 5 個長柱形細胞組成，向左旋轉成螺旋形，將受精卵包圍。它們由底部開始，向頂部延伸。無論從頂部或底部觀看，細胞數目都是 5 個(圖 4-1、3)；側視則多於 5 個，如圖 4-2 的側視螺旋環有 16 個之多。側視螺旋細胞的數目叫做螺旋環數 (Number of convolutions)。螺旋細胞的數目，在古生代的化石標本上有 5 個的，6 個的，8—13 個的，甚至達 20 個的。旋轉方向也不只是向左轉的，有向右的，還有直立的。

螺旋細胞的旋轉方向和數目是輪藻化石分類的根據，但是它們的鈣化程度是不足以作為分類的根據。因為，在同一個種中，有的鈣化強，有的鈣化弱；甚至在同一個體上，有的部分鈣化好，有的部分則鈣化差，如頂部和底部鈣化常不及中部好。鈣化好時，螺旋細胞則突起，稱為細胞脊 (Cellular ridge) (圖 5-1)；鈣化不好時，螺旋細胞則平坦或下凹成溝，稱為細胞溝 (Cellular furrow) (圖 5-2、3)。螺旋細胞相接之處稱為縫合綫 (Suture line)，鈣化好時，縫合綫下凹，稱為細胞間溝 (Intercellular furrow) (圖 5-1)；鈣化不好時，縫合綫則凸起，稱為細胞間脊 (Intercellular ridge) (圖 5-2、3)。鈣化程度往往隨發育時期的不同而不同，一般幼年期鈣化較弱，螺旋細胞是凹的；中年期是平的或平凹的；成熟期鈣化最好；往往是凸出的。

2. 冠細胞 (Coronula cell)：位在藏卵器之頂端 (圖版 VIII-3、8、13；圖 2-1c)，本由螺旋細胞分裂而成的，但不鈣化，一般不易保存為化

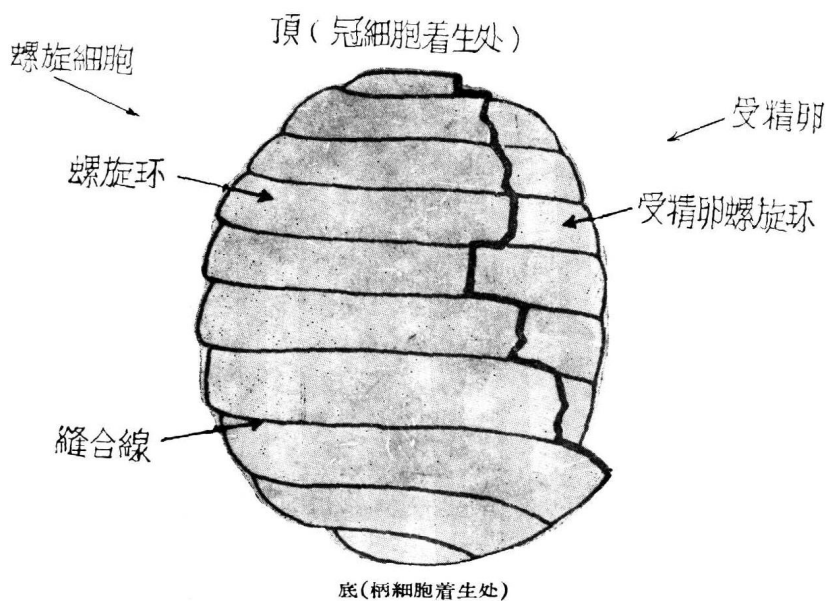


图 3. 化石藏卵器构造图(根据 Papp, 1951<sup>[27]</sup>, Abb. 1)

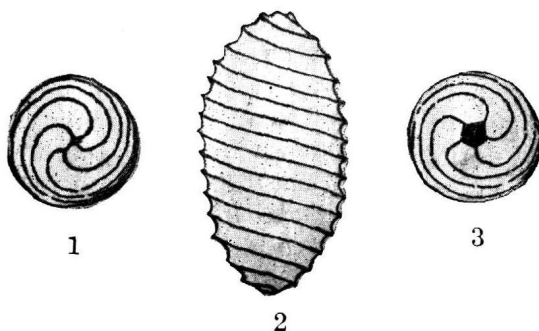


图 4. 烏德林氏輪藻 (*Chara woodringi* Betty)  
藏卵器, 放大 $\times 30$

1. 頂視; 2. 側視; 3. 底視, 表示螺旋細胞數目由頂部  
或底部觀看都是 5 个, 側視則有 16 个螺旋环。

(根据 Betty, 1922<sup>[41]</sup>, Fig. 1)

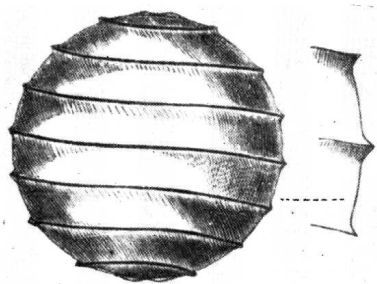
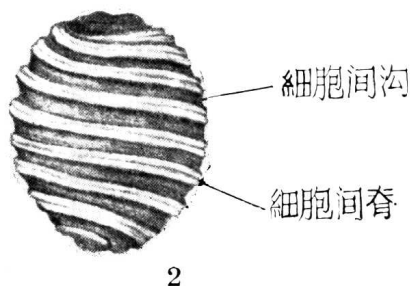
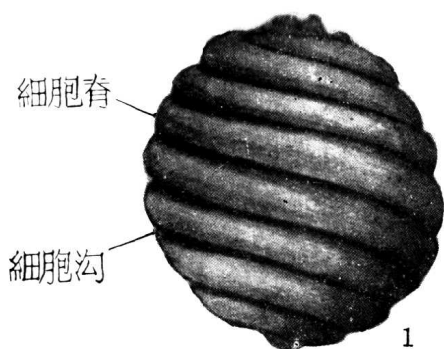
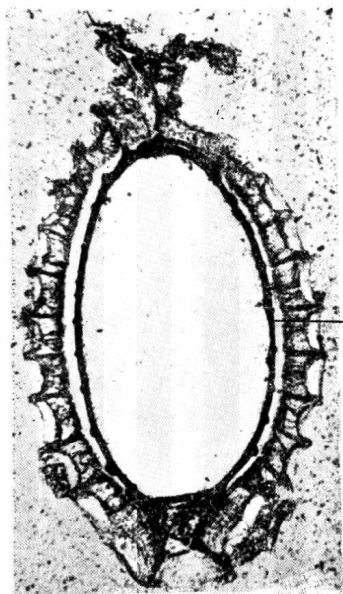


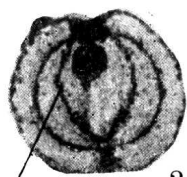
图5. 表示钙化程度不同的藏卵器

1. 钙化完全,螺旋细胞突起。放大约 $\times 32$
  2. 钙化不完全,螺旋细胞下凹,放大约 $\times 32$
  3. 钙化中常,螺旋细胞平凹,放大约 $\times 24$
- (1—2. 根据 Papp, 1951<sup>[27]</sup>, Taf. 1, Fig. 1; Taf. 2; Fig. 9, 3. 根据 Hebert, 1855<sup>[15]</sup>, Fig. 1)

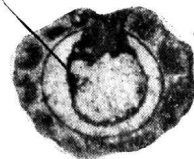
3



受精卵膜



2



3

图6. 现代轮藻和化石轮藻的受精卵膜

1. 粗糙轮藻 (*Chara aspera* Deth. et Willd), 现代种, 放大 $\times 100$ 。
2. 窝孔直立轮藻 (*Sycidium foveatum* Peck), 下石炭纪底部, 放大 $\times 20$ 。
3. 宽脊卡宾斯基氏右旋轮藻 [*Trochiliscus* (Karpinskya) *laticostatus* Peck], 下石炭纪底部, 放大 $\times 20$ 。

(1. 根据 H. af Rantzien, 1954<sup>[17]</sup>, Pl. 7, Fig. 4, 2—3. 根据 Peck, 1934, Pl. 11, Fig. 13, Pl. 13, Fig. 16)

1

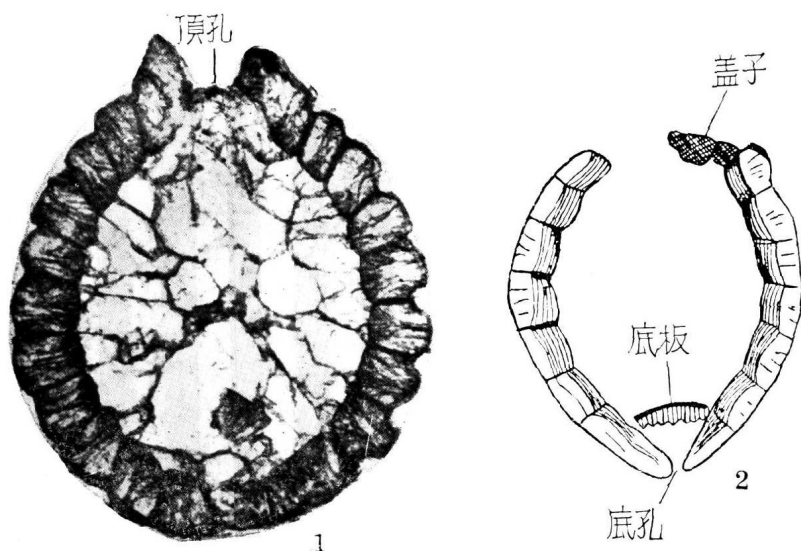


图7. 藏卵器的切片表示頂孔底孔和底板的情况

1. 放大 $\times 100$ 倍(根据 H. af. Rantzen, 1954<sup>[17]</sup>, Pl. 2, Fig. 4)
2. 放大 $\times 50$ 倍(根据 Maslova, 1947<sup>[28]</sup>, Fig. 12)

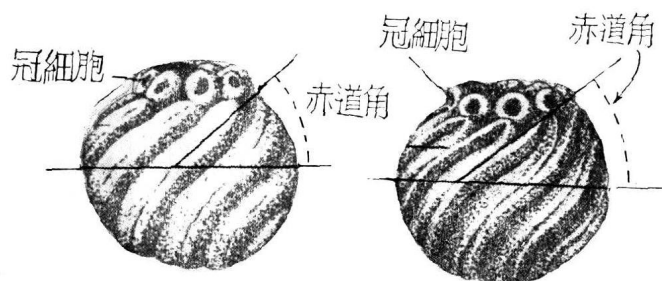


图8. 两个卡賓斯基氏右旋輪藻,表示赤道角,冠細胞和螺旋細胞鈣化程度的不同而有凸凹(根据 Peck, 1934<sup>[29]</sup>, Pl. 9, Fig. 13a-b)