

分离弱硅化化石苔虫材料的酸处理方法^{*}

马俊业^{**} 张红勇

(中国科学院南京地质古生物研究所, 现代古生物学和地层学国家重点实验室, 南京 210008, jyma@nigpas.ac.cn)

摘要 文中介绍一种处理具弱硅化化石的碳酸盐岩的酸处理方法。以湖北松滋市刘家场流水镇响水洞剖面下奥陶统南津关组底部生屑灰岩为实验对象, 通过对醋酸浓度(1%)、酸泡与清洗流程(静水条件下早晚两次/天)等实验条件的优化与控制, 可从碳酸盐岩中得到保存非常精美的、弱硅化的苔虫化石。这种新方法的应用可为深入探索苔藓动物的起源与早期演化提供重要的实证材料。

关键词 醋酸处理 苔虫化石 弱硅化 碳酸盐岩

1 简介

苔藓动物, 又称苔虫, 是一类滤食、底栖群生生物, 其组成单元为单个的个虫(Zooid)。我们常见的化石苔虫是由个虫所分泌的钙质骨骼, 在早奥陶世—新生代的海洋地层中皆有分布(Ryland, 1970)。

通常, 化石苔虫基于定向制片(横切、纵切和弦切)的钙质骨骼的显微构造特征进行定性和定量性描述和统计来进行属种鉴定(Boardman, 1984; 夏凤生等, 2013)。在实际工作中, 与其他门类的无脊椎动物相比, 化石苔虫很易破裂成小枝甚至是碎枝, 特别是隐口目和杆苔虫目, 加上这些苔虫本身就只有较小的群体, 在野外通常不易识别。

化石苔虫在成岩过程中经常会发生程度不等的硅化作用, 即最初碳酸钙成分发生硅质交代。当围岩经后期风化而消失后, 在岩石表面显露出大小不等的硅化的化石苔虫个体, 易于野外识别, 但难于采集。然而, 这些发生硅化的苔虫可以在实验室通过酸处理方法从岩石中剥离出来成为孤立的标本, 为后期定向制片和形态鉴定提供便利条件。硅化程度不同的样品, 对实验室处理的要求也略有不同。化石苔虫的实验室酸处理过程必须小心谨慎, 稍有疏忽就可能导致整个样品报废, 只留下一些极其破碎

的残渣。我们通过长期摸索, 寻找到了—套专门从碳酸盐岩石中分离具弱硅化化石苔虫的酸处理方法, 并且已经获得了一批保存精美的化石苔虫新材料(插图 1)。这些化石标本, 为深入探索苔藓动物的起源与早期演化提供了重要的实证材料。本文简要介绍这一方法, 以与感兴趣的同行分享。

2 实验步骤与方法

我们用冰醋酸对取自湖北松滋市刘家场流水镇响水洞剖面下奥陶统南津关组底部生屑灰岩进行酸泡处理。以往研究显示, 该地层中化石苔虫存在硅化作用(Ma *et al.*, 2015), 但尚未获得过精美的、数量丰富的苔虫化石。本研究实验步骤如下:

1) 净样。取 5—10 kg 岩石样品, 洗净晾干。为保证能够得到尽可能多的、相对完整的化石标本, 样品不需要人为破碎。

2) 吊样。用耐酸材质绳子(一般为塑料质)将整个岩石样品绕圈捆绑, 并悬浮于塑料容器 A 中上部, 容器大小以能完全浸没岩样为宜(本实验中所用容器体积为 20 cm×30 cm×50 cm 的塑料桶)。

3) 泡样。向塑料容器中注入约 1% 左右的稀释冰醋酸, 将样品完全浸入稀释过的溶液中。

4) 洗样。待反应基本停止时(即驻足观察数分

收稿日期: 2018-04-25

^{*} 国家自然科学基金(41521061, 41472008)资助; 论文还是 IGCP 653 项目(The Onset of the Great Ordovician Biodiversification Event)的阶段成果。

^{**} 通讯作者: 马俊业, 副研究员, 主要从事苔藓动物系统古生物和分子古生物研究。

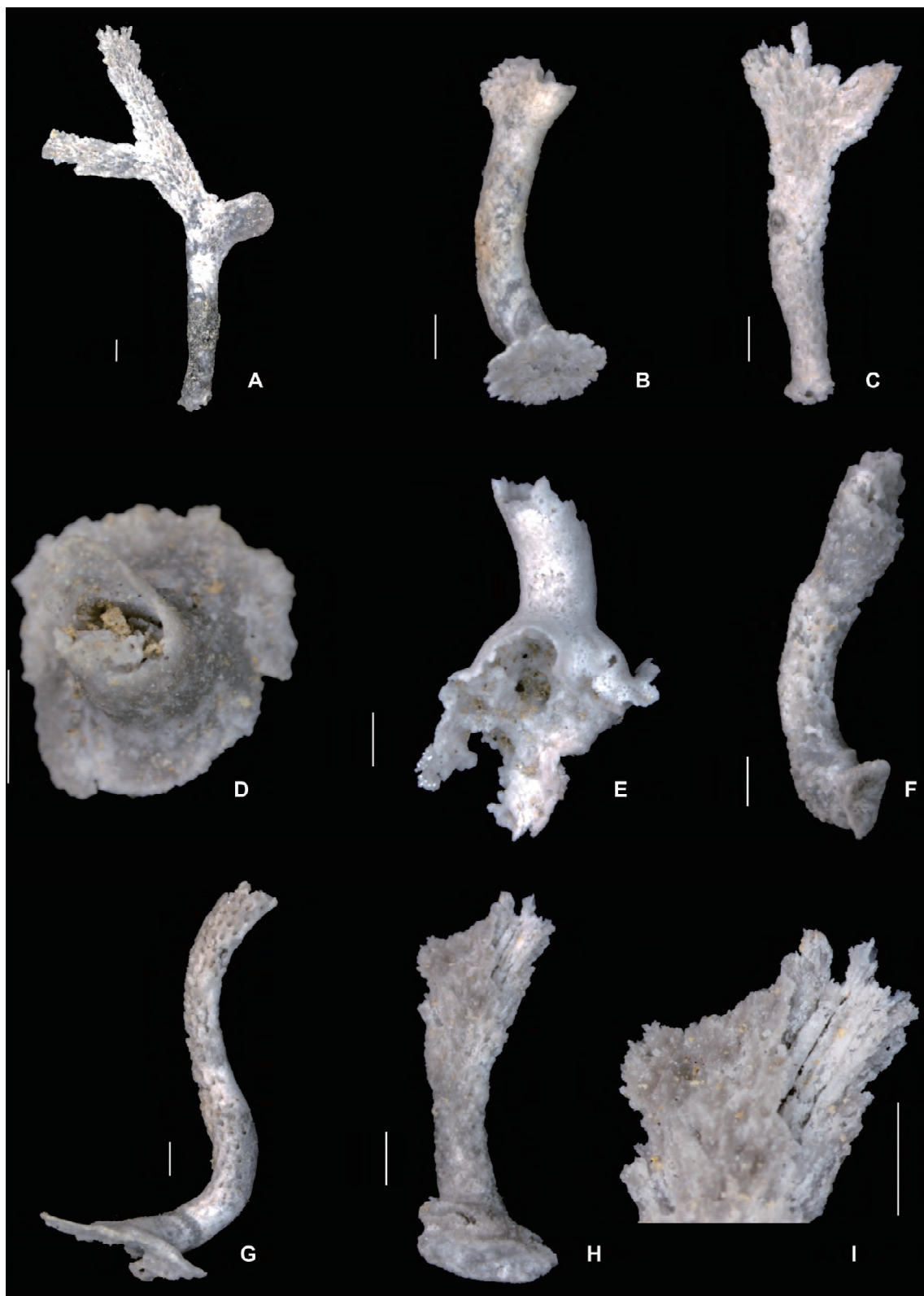


插图 1 苔藓动物化石片段,全部为 1%冰醋酸处理,样品采自湖北松滋刘家场响水洞剖面下奥陶统特马豆克阶南津关组灰岩
Branch fragments of bryozoans. All specimens extracted by using 1% acetic acid from the limestone of the
Nantsinkuan Formation (Liujiachang, Songzi, Hubei Province).

A. 无固着部位苔藓动物化石;B—H. 具固着部位的苔藓动物化石;I. H 的放大。比例尺:1 mm。

A. Bryozoan fragment; B—H. Bryozoan fragments with basal part; I. Enlargement of part of H. Scale bar = 1 mm.

钟仍不见有气泡冒出),将样品提起,缓慢转移至容器B中,或直接在水槽中用小流量(流速)的自来水清洗;清洗时,容器B或水槽中预先注满清水,样品轻轻放入后,静止0.5—1小时;之后用缓水对样品及原液进行清洗,直至溶液中性。洗样频率按2次/天为宜,一般是早晚各一次。

5) 分样。收集溶出物。操作时,要求动作轻、水流缓。苔虫样品肉眼可见,可直接分出,并与其他成分保存、备用。

6) 再泡样。将样品重新放入1%冰醋酸溶液,使其浸漫。

7) 重复步骤3—6,直至样品溶解殆尽。

3 结果讨论

通过改善冰醋酸酸泡实验流程,我们得到了丰富且质量很好的枝状苔虫标本(插图1-A—I)。化石苔虫群体枝状、细小,每一个枝的直径约1 mm,长度不等,1—10 mm;并且,除了苔虫群体片段外(如插图1-A),部分化石样品还保存了相对完整的

苔虫用于附着基底的固着部位(如插图1-B—H),直径2—4 mm,厚度在0.1 mm左右。同时,化石苔虫的室口圆形或卵圆形,在每一个枝上呈菱形分布,虫室直径约0.2 mm(如插图1-I),初步鉴定为*Prophyllodictya*(属于Cryptostomata)苔虫。

化石苔虫通常保存在薄层灰岩和钙质页岩交替的地层序列中,如宜昌地区下奥陶统分乡组(如插图2-B);也可以保存在厚层灰岩中,但不容易被发现,特别是在新鲜岩石露头,找到孤立的苔虫枝更是困难。在部分岩石中,化石苔虫在沉积或成岩过程中发生硅化,苔虫群体会因为围岩的差异风化而显露在岩石表面(如插图2-A)。因此,我们可以利用化石苔虫(硅质)和围岩(碳酸钙质)之间成分的差异,用冰醋酸酸溶蚀的方法将其从围岩中分离,可获得数量丰富、保存精美的化石材料。但是,生物体硅化的程度影响酸泡实验的最后结果。部分化石苔虫仅仅在骨骼表层发生了硅化,而其内部成分仍为方解石结晶,在酸处理后容易发生溶解而消失,形成管状结构(如插图1-E)。类似的管状结构同样也可以在野外岩石表面观察到(如插图2-A)。我们在酸处理



插图2 A. 显露于灰岩表面的硅化的化石苔虫 *Prophyllodictya*(下奥陶统特马豆克阶南津关组,湖北松滋刘家场);

B. 薄层灰岩和钙质页岩间的化石苔虫 *Orbiramus*(下奥陶统特马豆克阶分乡组,湖北宜昌陈家河)

A. *Prophyllodictya* bryozoans on the surface of the limestone (Nantsinkuan Formation, Tremadocian, Lower Ordovician, Liujiachang of Songzi, southwestern Hubei Province); B. *Orbiramus* bryozoans between the limestone and calcareous shales of the Fenghsiang Formation (Tremadocian, Lower Ordovician) at Chenjiahe, northern Yichang, western Hubei Province).

过程中,通过控制冰醋酸的浓度(1%)以及浸泡-清洗的频率和程度(早晚两次/天,静水冲洗),可以有效地降低因硅化程度不同而将化石标本破坏的可能性,即通过在被溶蚀之前将化石样品清洗与收集的方法,有效地提高了实验效率。并且,相对于传统样品处理,恰当浓度的冰醋酸分析处理可以得到数量更多、保存细节更多、更加优美的化石苔虫及其固着部位,为深入探索早期苔虫群体生长发育提供重要的实证材料。

冰醋酸广泛应用于微体化石的预处理,并且针对不同化石类群发展出了一系列各具特色的标准程序(王志浩,2013)。但是,不同的“材质”(即不同的围岩和化石属性)需要“个性化”的特殊方法(包括酸的使用、操作步骤等)方能获取理想的研究材料。另外,耐心、细致和用心也是化石预处理能否成功的关键因素。在以往研究中,蚁酸常被用来处理含硅化苔虫的灰岩,可以获得数量丰富和保存完好的苔虫化石样品(Tavener-Smith,1973),但是所获苔虫样品常常中空,内部构造缺失,无法进行分类鉴定工作。而这主要是由实验人员的细致操作程度和经验以及化石苔虫硅化程度不完全所致。而且,相对于冰醋酸,蚁酸具有很强的腐蚀性,会对实验人员带来不便而未能广泛使用。因此,根据化石的沉积环境以及埋藏特征,通过改善传统酸泡处理程序,我们可以获得传统手段难以获得的珍贵化石材料,特别是那些具有重要生物学或宏演化意义但化石丰度又较低甚至很低的化石类群,如本文所述下奥陶统特马

豆克阶南津关组的化石苔虫。这一新的尝试或许可为我们今后在更老地层中发现化石苔虫提供一种新的思路和途径。

致谢 北京大学刘建波教授给予指导,审稿专家提出宝贵修改意见,在此一并致谢。

参 考 文 献 (References)

- Boardman R S, 1984. Origin of the post-Triassic Stenolaemata (Bryozoa): A taxonomic oversight. *Journal of Paleontology*, **58**: 19—39.
- Ma Jun-ye, Taylor P D, Xia Feng-sheng, Zhan Ren-bin, 2015. The oldest known bryozoan: *Prophyllodictya* (Cryptostomata) from the lower Tremadocian (Lower Ordovician) of Liujiachang, south-western Hubei, central China. *Palaeontology*, **58**: 925—934.
- Ryland J S, 1970. *Bryozoans*. London: Hutchinson University Library. 1—175.
- Tavener-Smith R, 1973. Fenestrate Bryozoa from the Visean of County Fermanagh, Ireland. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology*, **23**: 391—493.
- Wang Zhi-hao (王志浩), 2013. Acid treatment of conodont microfossils. In: Chen Xu, Yuan Xun-lai (eds.), *Field Guides of Geology and Palaeontology in South China*. Hefei: The University of Science and Technology of China Press. 323—326 (in Chinese).
- Xia Feng-sheng (夏凤生), Wang Chang-nian (王长年), Ma Jun-ye (马俊业), 2013. Collection and thin section making of fossil bryozoans. In: Chen Xu, Yuan Xun-lai (eds.), *Field Guides of Geology and Palaeontology in South China*. Hefei: The University of Science and Technology of China Press. 330—338 (in Chinese).

AN ACID METHOD OF EXTRACTING WEAKLY-SILICIFIED BRYOZOANS FROM CARBONATES

MA Jun-ye and ZHANG Hong-yong

(State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China, jyma@nigpas.ac.cn)

Key words Ice acetic acid, bryozoans, silicified, carbonates

Abstract

An improved method of diluted glacial acetic acid was introduced in this study. By controlling the concentration of acetic acid and the way of digestion and washing of samples, many well-

preserved weakly-silicified bryozoan microfossils were extracted from carbonate rocks of the Nantsinkuan Formation (Tremadocian, Lower Ordovician) from Xiangshuidong section (Songzi, Hubei Province). The applying of this technique could provide more materials to explore the macroevolution of early bryozoans.