



Palaeoworld

This is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship.

PALAEOWORLD Editorial Office

State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy

Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences

Beijingdonglu 39, 210008 Nanjing, PR China

e-mail: palaeoworld@nigpas.ac.cn

PALAEOWORLD online submission:

<http://ees.elsevier.com/palwor/>

PALAEOWORLD full-text (Volume 15 –) available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/1871174X>

生物矿物演化的新资料*

戴永定

(中国科学院地质研究所,北京)

作者在修改《生物矿物学》书稿时,又发现许多文献资料,进一步证实作者提出的“生物矿物体的演化规律”(戴永定,1989)。

1. 放射虫 棘骨虫类(acantharia)壳体由天青石小骨针组成。放射虫许多属种所析出的同形孢子中发现天青石晶体,包围于液泡中。说明放射虫的祖先具有硫酸锶生物矿物体。棘骨虫的出现可能早于含非晶硅生物矿物体的放射虫(Anderson, 1989)。

2. 海绵 现生硬骨海绵大多数属种先形成单轴硅质骨针,后来加入海绵丝,两者结合在一起,最后骨针一端被包埋于文石内骨壳中,并被溶解交代(Hardman, 1981)。串管海绵文石内骨壳中也发现有硅质骨针,被文石交代(Scnombari-Daryan, 1989)。说明硅质骨针生成早。

3. 竹节石 竹节石和塔节石两目叶片结构中方解石叶片大多数呈菱形,直径 $1\mu\text{m}$,少数呈假六边形,直径 $2.5\mu\text{m}$ 。其中分别存在有文石的三角棱柱和环形三连晶残形(Blind, 1969)。说明文石生成较方解石为早。

4. 多板纲牙齿 主体为碳羟磷灰石,与软体接触。外层覆盖磁铁矿,与碳羟磷灰石接触处为纤铁矿(Lowenstam, 1967, 1985)。说明磁铁矿生成较碳羟磷灰石早。

5. 箭石 侏罗纪、白垩纪的某些属,其原始和幼年期鞘为文石层纤,后来的正鞘大多为方解石放射柱状。在晚期发育阶段,成体分泌外鞘,其轴部为文石正纤,外缘为方解石正柱结构(Bandel and Kulicki, 1988)。鞘为内壳,故方解石较文石生成要晚。

6. 头足类牙齿 主要由镁方解石组成,软体接触处有一层薄文石层。镁方解石生物矿物体内生长线内含钙磷酸盐斑点(Lowenstam *et al.*, 1984)。说明文石较镁方解石生长要晚,而钙磷酸盐可能生长较镁方解石早。

7. 头足类平衡锥 外壳类平衡囊中含有许多文石小平衡锥,其非晶质磷酸盐含量不等。内壳类平衡囊中仅含有1个文石平衡石,无非晶质磷酸盐(Lowenstam *et al.*, 1984)。

8. 尾索动物海鞘目 在双矿组成生矿体种属中,鹿角形生矿体多由碳羟磷灰石(或非晶质钙磷酸盐)组成。星形或刺球形生矿体多由镁方解石组成,在 *Pyura bradleyi* 中,其鹿角形生矿体内部为非晶质钙磷酸盐,外层为非晶质钙碳酸盐。针(杆)状生矿体由钙磷酸盐、钙碳酸盐和氟化钙3种非晶质矿物组成(Lowenstam, 1989)。说明钙磷酸盐比钙碳酸盐生成早。

9. 细菌 演化规律能源从化能到光能,碳源从异养到自养,电子供体从有机到无机,对氧要求从厌氧到喜氧。因此,最早为厌氧的化能有机异养菌,如螺菌科

* 开放实验室资助项目, 893104项。

(Spirillaceae)。在前太古代, 大气中 SO_2 含量很高。螺菌科能将 SO_2 还原为 H_2S , 再形成金属硫化物。太古代时, 天然有机合成物减少, 细菌不得不采取自养方式, 厌氧的光能无机自养菌, 如绿硫细菌和色硫细菌科发育。它们吸取 CO_2 和 H_2O , 通过光合作用自己制造养分, 但不放出氧气, 并能将硫化物氧化为硫或硫酸盐, 供给电子, 在细胞内外积累硫粒。当大气圈氧气增加时, 喜氧的化能无机自养菌, 如硫细菌科和铁细菌类发育。它们分别能使硫化物和低价锰氧化物氧化为硫酸盐和高价铁锰氧化物以获取能源(Gerdes and Krumbein, 1987)。当光合作用进一步加强时, 发育了喜氧的光能无机自养菌——蓝菌。它们不但吸收 CO_2 , 而且放出 O_2 , 使大气层氧气增加。

10. 蓝菌 古、中生代蓝菌主要形成镁方解石或文石。新生代蓝菌主要形成方解石(Pentecost and Riding, 1986)。前寒武纪蓝菌主要形成白云石。

11. 红藻 主要为镁解石生矿体, 最早发现于下寒武统管孔藻。最早为碳羟磷灰石, 发现于上震旦统陡山沱组磷矿中的管孔藻科。文石较晚, 最早发现于二叠纪裸松藻科。

12. 维管束植物 非晶硅主要产于根和茎的次生木组织中, 非晶质碳酸钙仅分布于叶中, 草酸钙广泛存在。根茎形成早, 叶形成晚(Arnott, 1983)。说明非晶硅比非晶质碳酸钙早。

由上述事实材料可以再次证实作者提出的生物矿物演化趋向, 即金属硫化物—→铁锰氧化物—→非晶硅(蛋白石作为矿物名词已废弃, 仅作为宝石名称)—→白云石—→碳羟磷灰石—→镁方解石—→文石—→方解石。但需要补充的是, 硫酸盐虽为含氧盐, 但其发生较金属氧化物早, 比硫化物晚。自然硫在硫化细菌细胞内外广泛存在。其发生时代估计介于硫化物和硫酸盐之间。生物矿物开始发生时往往为非晶质, 后才逐渐转变为晶质矿物。

参 考 文 献

- 戴永定, 1989: 生物矿物体的演化. 古生物学报, 28(2):214—233.
- Anderson, O. R., 1981: Radiolarian fine structure and silica deposition. In: Simpson, T. L. and Volcani, B. E. (ed.): Silicon and siliceous structures in biological systems, 347—380. Springer-Verlag, Berlin, New York.
- Bandel, K. and C. Kulicki, 1988: *Belemnoteuthis poonia*, a belemnite with an aragonitic rostrum. In: Wiedinann, J. (ed.): 2nd international cephalopod symposium—Cephalopods, present and past, 303—316. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Blind, W., 1969: Die systematische stellung der Tentakuliten. Palaeontographica, Abt. A, 133(4—6):101—145.
- Gerdes, G. and W. E. Krumbein, 1987: Biolaminated deposits. Springer-Verlag, Berlin, New York.
- Hardman, W. D., 1981: Form and distribution of silica in sponges. In: Simpson, T. L. and Volcani, B. E. (ed): Silicon and siliceous structures in biological systems, 453—493. Springer-Verlag, Berlin, New York.
- Lowenstam, H. A., 1967: Lepidocrocite and apatite mineral and magnetite in the teeth of chitons (Polyplacophora). Science, (156): 1373—1375.
- , 1985: Transformation of amorphous calcium phosphate to crystalline dahllite in the

radular teeth of chitons. *Science*, (227): 51—53.

—————, 1989: Spicular morphology and mineralogy in some Pyuridae (Ascidacea). *Bulletin of Marine Science*, 45(2):243—252.

—————, W. Trauband and S. Weiner, 1984: Nautilus hard partd: a study of the mineral and organic constituents. *Paleobiology*, 10(2): 267—279.

Pentecost, A. and R. Riding, 1986: Calcification in cyanobacteria. In Leadbeater, B. S. C. and R. Riding, (eds.): *Biom mineralization in lower plants and animals*. 73—90. Clarendon Press, Oxford.

Senombari-Daryan, B., 1989: Spicula in segmentierten Schwammen. *Berliner Geowiss, Abh. A*, 106: 473—515.