

侧生动物——海绵动物门（Spongia）综述

姓名： 学号：

专业： 生命科学 班级： 401

联系方式：

摘要

海绵动物是一种极为原始的多细胞动物，是动物进化中的一个侧支。海绵动物缺少神经系统、消化系统和循环系统，但拥有替代相应功能的特殊结构以及特殊的胚胎发育现象，因此拥有特殊功能、形态及用途。本文简要介绍了海绵动物的生物学特征，科学研究以及与人类的关系。

关键词：侧生动物；海绵动物门；生物学特征；科学研究

1 海绵动物的生物学特征

1.1 形态结构特征

海绵动物与人们日常所见的大多数动物都不同，拥有一副植物的样貌，也因此常被人误认为植物。但海绵动物类似于其他动物，并无细胞壁，因此属于一种原始的多细胞动物。通常来说，海绵动物群居与淡水及海水域，其形态也千姿百态，有片状、块状、圆球状、扇状、管状、瓶状、壶状、树枝状，姿态万般^[1]。

海绵的形态万变，但其结构特征却较为单一，主要包含体壁结构以及水沟系统。正因这两个系统，细胞未分化的海绵动物可以正常地进行生命活动。

1.1.1 体壁结构

海绵动物的身体是空心的，组成其身体部分的结构我们称之为体壁结构。体壁结构由皮层(dermal epithelium)，领细胞层(又称胃层, choanocyte layer)以及中胶层(mesoglea)组成。其中皮层将内外隔开，起到保护作用；而领细胞层负责摄食、消化等功能，中胶层则负责维持海绵动物的形状以及消化等功能。

皮层主要由扁平细胞(pinacocyte)组成，扁平细胞之前存在可以调节大小的孔细胞，孔细胞则允许营养物质随着水流进入海绵动物体内(即中央腔)。

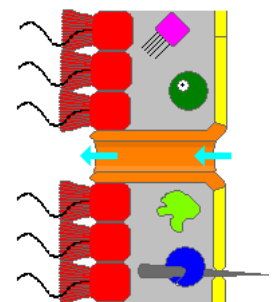


图 1: cell types[2]

领细胞层主要由领鞭毛细胞（choanocyte）组成，而领鞭毛细胞除了拥有通常细胞拥有的细胞器外，还拥有特殊结构——领和鞭毛。领鞭毛细胞通过鞭毛的摆动，促使水流从外界通过孔细胞流入中央腔，带入食物以及氧气^[3]。

食物在领鞭毛细胞中初步消化后，会进入到中胶层中的变形细胞（amoebocyte）内进一步消化。中胶层中还有支撑海绵动物身体的骨骼，以及各种变形细胞，这些变形细胞可以转化为有具体功能的细胞包括造骨细胞，成海绵丝细胞，原细胞以及芒状细胞等^[4]。

1.1.2 水沟系统

水沟系统是海绵动物特有的系统，对于海绵动物适应固着生活极为重要，海绵动物的呼吸、摄食、排泄、生殖等功能都依靠水沟系统及水流实现。

根据水沟系统的复杂程度，可以分为单沟型（ascon type），双沟型（sycon type）和复沟型（leucon type）。复杂程度的增加代表着进化程度的增加，同时代表着海绵动物对于水流的利用效率的提升。

单沟型水沟系统限制了海绵动物的体积大小，因为当海绵动物体积增大时，体积与表面积的比例会增加，而体积反应了所需要的营养物质，表面积反映了提供营养物质的能力。而单沟型水沟系统提供营养物质的能力较弱，无法支持大体积的存在，因此通常来说，大体积海绵动物都为多沟型^[2]。

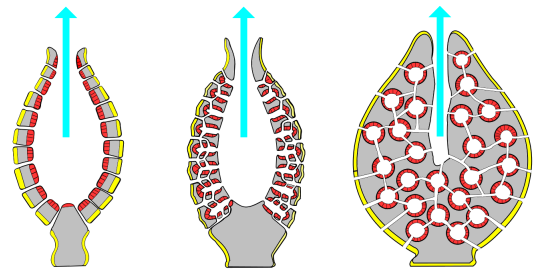


图 2: Porifera body structure[2]

1.1.3 特征简述

海绵动物汲取营养的工作原理类似于烟囱，在底部及侧面吸入水流，由鞭毛带入中央腔内，然后通过顶部的出水口喷出。通过鞭毛的摆动，海绵动物可以利用由伯努利原理产生的吸力，更容易的通过孔细胞吸入水流。海绵动物也可以通过完全或部分停用鞭毛或关闭孔细胞来控制水流的流入，如在水流中含有大量沙子或淤泥时，海绵动物则可能停止吸入水流^[5]。

除此以外，中胶层可以在海绵动物的生命过程中不断调整形状，最大限度地利用居住地的水流资源^[2]。

1.2 分类学特征

海绵属于多孔动物门，被称为侧生动物。海绵动物没有明显的组织分化，没有器官及系统，其身体是由夹在两层细胞间的中胶层组成^{[6][7]}。所有已知的活体海绵再生能力都很强，可以从小块海绵重新长成个体，因为其大多数类型的细胞可以在其体内移动，少数可以从一种类型变为另一种^[8]。

1.3 生活习性

海绵遍布全球，从极地到热带的海洋中都能发现他们的身影^[9]。他们大多生活在海浪较为平静、水质较好的水域，因为海浪以及杂质会堵塞孔细胞，使其难以呼吸、进食^[10]。海绵大多附着在岩石等坚固表面上，但一些海绵可以通过根状的基底附着在柔软的沉积物上^[11]。

海绵无性生殖有三种方式：一是通过出芽，二是通过产生芽球（gemmule），三是通过海绵的碎片重新发育成个体。通常来说，只有极少数的海绵会通过出芽进行繁殖^[2]，而芽球是由少数海洋海绵以及大部分淡水海绵在死亡时产生的，这种状态可以度过恶劣的情况^[2]。

1.4 生理特征

1.4.1 基础生命活动

作为原始的多细胞动物，海绵基本没有进行细胞分化，因此也没有专门的循环系统、呼吸系统、消化系统和排泄系统，而是依靠水流来完成大部分功能。

在摄取食物时，水流中大于 50 微米的颗粒无法进入孔细胞，而是进入外侧的扁平细胞，通过吞噬作用来消化它们。0.5 微米到 50 微米的颗粒则被吸入孔细胞，但因为从外端到内端逐渐变细，因此会被困在孔道中，由扁平细胞或 archeocytes 吞噬吸收。小于 0.5 微米的颗粒则可以直接穿过孔道，被领鞭毛细胞吞噬吸收。^[2] 由于小于 0.5 微米的颗粒是最常见的，因此领鞭毛细胞提供了 80% 的食物供应^[9]。

海绵动物同样需要氧气，这项功能同样依靠水流实现。海绵动物的细胞吸收水中的氧气，当水流过身体时，二氧化碳和其他可溶性废物也会进入细胞中。Archeocytes 会清除可能堵塞孔道的颗粒物质，并将它们排泻至水流中^[2]，使其通过出水口排出。

1.4.2 生殖及胚胎发育

海绵动物除了上述提到的无性生殖外，还可以进行有性生殖。大部分的海绵是雌雄同体的，其精子是由领鞭毛细胞产生的，这些精子进入中胶层并形成受精卵，而卵细胞是由 archeocytes 转化而成或是由某些种类的领鞭毛细胞形成的^[2]。

一般来说，大部分海绵将把受精卵保留在体内，直到它们变为幼虫；小部分海绵则将直接受精卵释放至水中^[2]。在胚胎发育时，海绵动物会出现逆转 (inversion) 现象，即动物极陷入内部成为内层细胞，而植物极形成外层细胞。

1.5 科学研究概况及与人类的关系

对于海绵动物，除了对其进化的研究关系外，关于其在生态环境与科技应用方面的研究同样重要，且更受重视。这些方面与人类息息相关，因此本段主要讨论有关生态环境与科技应用方面的研究趋势，并以此作为切入点简述海绵与人类的关系，主要着眼于海绵对于人类的益处。

首先是对于海绵及其相关微生物的研究。这项研究在 1990 年前后开始爆发 (图 3), 主要关注于存在于海洋中的海绵。这些海绵与微生物形成了密切的关系, 是生物活性次级代谢物质的丰富来源^[12]。

通过对与海绵及微生物的研究, 可以更好的了解他们的来源以及共存的机制, 同时也可以了解海绵在生态方面的作用, 例如海绵中的氮循环 (图 4)。除此之外, 还可以从海绵中获得具有生物活性的化学物质, 而如何获取这些物质 (即制备方式) 同样也是研究方向之一。而在这些具有生物活性的化学物质中, 存在一些具有潜在药物特性的代谢物, 它们在制药行业中可以作为产生新药的手段之一, 并且具有巨大的潜力^[13]。

不仅如此, 对于海绵的研究也可以使其用于生物修复方面, 例如, 减少因污水排放而造成海洋污染的细菌, 以及因海洋养鱼场而产生的细菌^[14]

除了上述提到的生物益处, 海绵也有经济上的好处。海绵种植是一个简单的过程, 不大需要专业知识, 且对于野生种群的压力以及环境的破坏极小^[15], 并且可以全年提供经济效益, 因此在经济上也极为有用^[16]。

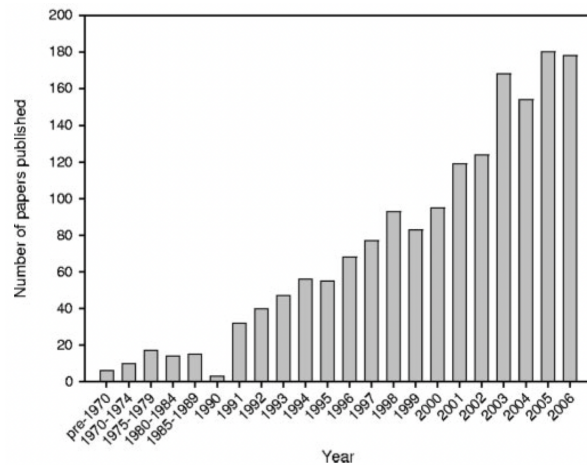


图 3: 对海洋海绵-微生物关联的研究兴趣不断增加 [12]

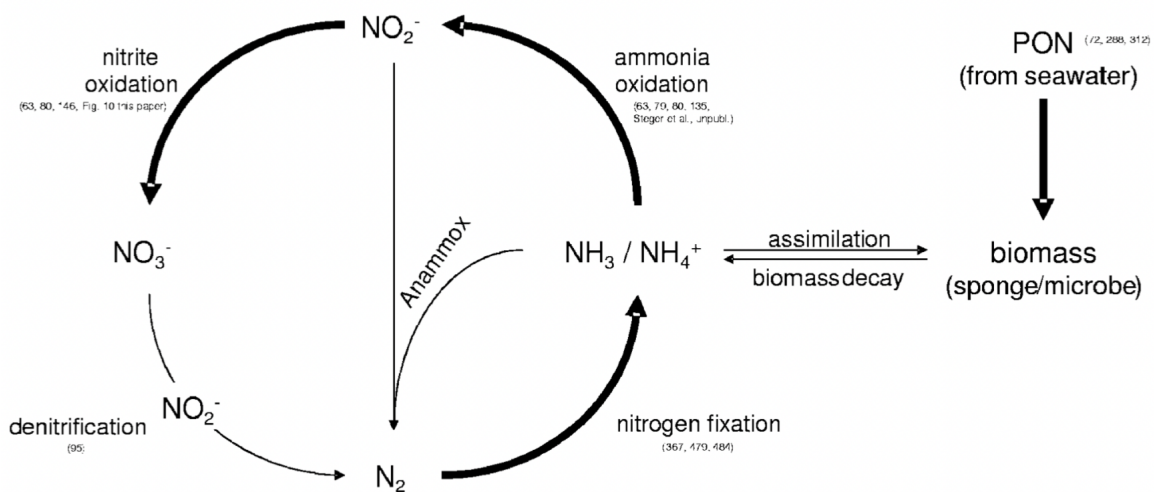


图 4: 海绵的氮循环 [12]

参考文献

- [1] 李厚杰. 深海“烟囱”——海绵. 农村青少年科学探究, 2008, (11)
- [2] Ruppert EE, Fox RS, Barnes RD (2004). *Invertebrate Zoology* (7th ed.). ISBN 978-0-03-025982-1.
- [3] Anderson, D. (2001) *Invertebrate Zoology* Oxford University Press
- [4] "The Porifera - Invertebrate Biology Course"
(https://www.ncsu.edu/project/bio402_315/lec%203%20porifera/Porifera%202013.html)
- [5] Ruppert, Fox & Barnes 2004, pp. 76-97
- [6] Bergquist PR (1998). "Porifera". In Anderson DT (ed.). *Invertebrate Zoology*. Oxford University Press. pp. 10-27. ISBN 978-0-19-551368-4.
- [7] Hinde RT (1998). "The Cnidaria and Ctenophora". In Anderson DT (ed.). *Invertebrate Zoology*. Oxford University Press. pp. 28-57. ISBN 978-0-19-551368-4.
- [8] Hooper JN, Van Soest RW, Debrenne F (2002). "Phylum Porifera Grant, 1836". In Hooper JN, Van Soest RW (eds.). *Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges*. New York: Kluwer Academic/Plenum. pp. 9-14. ISBN 978-0-306-47260-2.
- [9] Bergquist PR (2001). "Porifera (Sponges)". *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1038/npg.els.0001582. ISBN 978-0-470-01617-6.
- [10] Krautter M (1998). "Ecology of siliceous sponges: Application to the environmental interpretation of the Upper Jurassic sponge facies (Oxfordian) from Spain". *Cuadernos de Geología Ibérica*. 24: 223-239.
- [11] Weaver JC, Aizenberg J, Fantner GE, Kisailus D, Woesz A, Allen P, et al. (April 2007). "Hierarchical assembly of the siliceous skeletal lattice of the hexactinellid sponge *Euplectella aspergillum*". *Journal of Structural Biology*. 158 (1): 93-106.
- [12] Taylor M W, Radax R, Steger D, et al. Sponge-associated microorganisms: evolution, ecology, and biotechnological potential[J]. *Microbiology and molecular biology reviews*, 2007, 71(2): 295-347.
- [13] Blunt, JW; Copp BR; Hu WP; Munro MHG; Northcote PT; Prinsep MR (2009). "Marine natural products: review". *Natural Product Reports*. 26 (2): 170-244.
- [14] Fu, W. T., L. M. Sun, X. C. Zhang, and W. Zhang. 2006. Potential of the marine sponge *Hymeniacidon perleve* as a bioremediator of pathogenic bacteria in integrated aquaculture ecosystems. *Biotechnol. Bioeng.* 93:1112-1122.

- [15] Osinga, R; Sidri M; Cerig E; Gokalp SZ; Gokalp M (2010). "Sponge Aquaculture Trials in the East-Mediterranean Sea: New Approaches to Earlier Ideas". *The Open Marine Biology Journal*. 4: 74–81.
- [16] Duckworth, AR (2009). "Farming sponges to supply bioactive metabolites and bath sponges a review". *Marine Biotechnology*. 11 (6): 669–679.