

中国球毛藻属 *Sphaerotrichia* Kylin (Chordariales, Phaeophyta) 的分类研究^{*}

芑平 陆保仁 黄冰心 曾呈奎
(中国科学院海洋研究所)

瑞典藻类学家 Kylin (1940) 在研究索藻目 Chordariales 的过程中建立了球毛藻属 *Sphaerotrichia* Kylin, 模式种为 *Sphaerotrichia divaricata* (Agardh) Kylin. Kylin (1940) 在该属中建立了两个种, 即 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 和 *S. japonica* Kylin, 前一种分布于大西洋, 原名为 *Chordaria divaricata* Ag., 后一种分布于西太平洋。

日本藻类学家 Inagaki (1954) 在《Contributions to the Knowledge of the Chordariales from Japan I》一文中, 报道了日本的叉状球毛藻 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 及其变型。前苏联藻类学家 А. Л. ЗИНОВА (1958) 研究了部分大西洋和太平洋的球毛藻属 *Sphaerotrichia* 标本后将其划分为三种, 即 *S. divaricata* (Ag.) Kylin、*S. firma* (Gepp.) A. Zinova、*S. dissessa* (S. et G.) A. Zinova。她认为 *S. divaricata* 是大西洋的种, 而 *S. firma* 和 *S. dissessa* 为太平洋的种。其中, 中国有 *S. firma* 和 *S. dissessa*。

Lu Baoren 等 (1983) (C. K. Tseng edit) 在《Common Seaweeds of China》中报道了产于中国的硬球毛藻 *S. firma*。

球毛藻属 *Sphaerotrichia* 是 Kylin (1940) 从索藻属 *Chordaria* 中分离出来的一个新属。其与索藻属 *Chordaria* 的主要区别在于前者的中央轴单管状且同化丝顶细胞膨大。目前, 世界上球毛藻属 *Sphaerotrichia* Kylin 有 6 个种。而中国的球毛藻属经过本文作者的研究后确定为三个种, 即硬球毛藻 *Sphaerotrichia firma* (Gepp.) A. Zinova、黄地球毛藻 *S. huanghaiensis* Ding et Lu 和日本球毛藻 *S. japonica* Kylin。其中, 日本球毛藻 *S. japonica* Kylin 为中国的新记录。

一、材料与方法

实验材料选自中国科学院海洋研究所植物标本室保存的索藻属 (原始鉴定记录) 海藻标本 (腊叶标本和液浸标本)。切片用冰冻切片机切成 5 ~ 10 μm 左右, 在 Olympus BH-2 显微镜上观察解剖学结构并绘图。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 4403 号。

国家自然科学基金重大项目 B80981816 资助。

所有球毛藻属的标本都保存在中国科学院海洋研究所植物标本室。

中国球毛藻属种检索表

- 1. 藻体基部分枝和主分枝呈直角或者几乎呈直角.....*S. firma*
- 1. 藻体锐角分枝.....2
 - 2. 同化丝细胞 3~5 个*S. japonica*
 - 2. 同化丝细胞 6~10 个.....*S. huanghaiensis*

二、观察 结 果

1. 硬球毛藻 *Sphaerotrichia firma* (Gepp.) A. Zinova (图 1)

A. Zinova, 1958 p 1462~1469 Figs 5~6; 曾呈奎、张峻甫, 1962 p 50; Lu and Tseng, 1983, p. 176, Pl. 89 Fig. 4

Basionym: *Chordaria firma* Gepp, 1904, p 162, Tah 460 Fig. 7, 8

标本采集地 山东省青岛、荣成、烟台、威海, 辽宁省大连。生长在潮间带岩石上和石沼中。

形态描述 藻体单生或者丛生, 主枝明显, 高 20~30 cm; 分枝一般与主枝呈直角或者几乎呈直角; 髓部由 2~3 或 2~5 层细胞组成, 细胞壁较厚; 内皮层由 3~5 或 4~5 层细胞组成; 同化丝通常由 4~5 个细胞组成, 顶端细胞膨大; 单室孢子囊着生在同化丝的基部细胞上, 无柄, 长卵圆形, 长倒卵形, 长 70~80 μm , 直径 30~34 μm 。

地理分布 中国及俄罗斯。

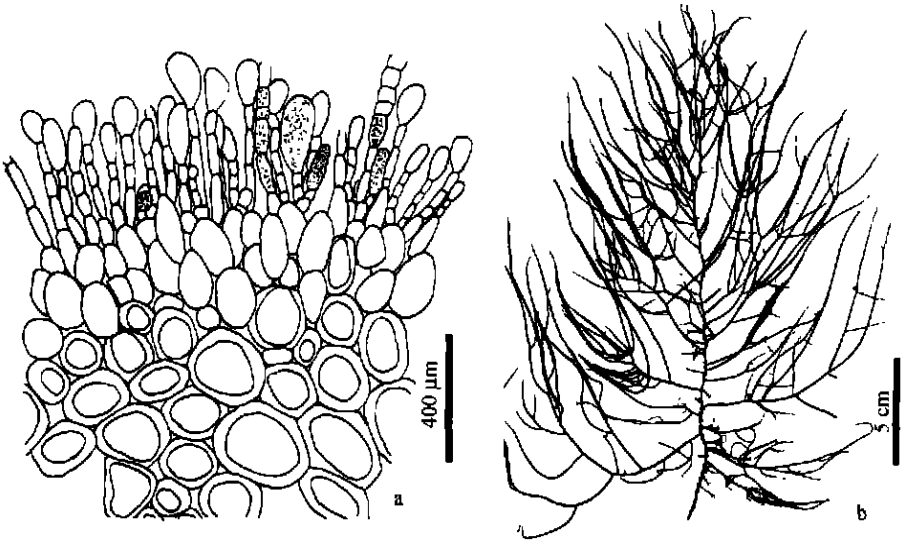


图 1 硬球毛藻 *Sphaerotrichia firma* (Gepp.) A. Zinova
a 藻体中部的横切面(单位: 400 μm); b 藻体外形

2. 黄海球毛藻 *Sphaerotrichia huanghaiensis* Ding et Lu (图 2)

Ding et Lu, 2003(in press).

标本采集地 1957 年 8 月 28 日张峻甫、王立明采自青岛麦岛。模式标本号: AST 57-0534。

生长在低潮线附近的浪大处。

形态描述 藻体丛生，线状，高 6~23 cm；主枝明显，常扭曲；分枝明显弯曲；髓细胞壁较厚，靠近内皮层具纹孔；成熟藻体的内皮层比较厚，由 5~6 层细胞组成；同化丝由 6~10 个细胞组成；单室孢子囊生长在同化丝的基部，无柄或有 1~2 个细胞的柄，梨形或者倒卵形，长 50~90 μm ，直径 20~30 μm 。

研究标本 朝连岛 AST 53-1147, 青岛薛家岛 AST 55-0362, 55-0402。

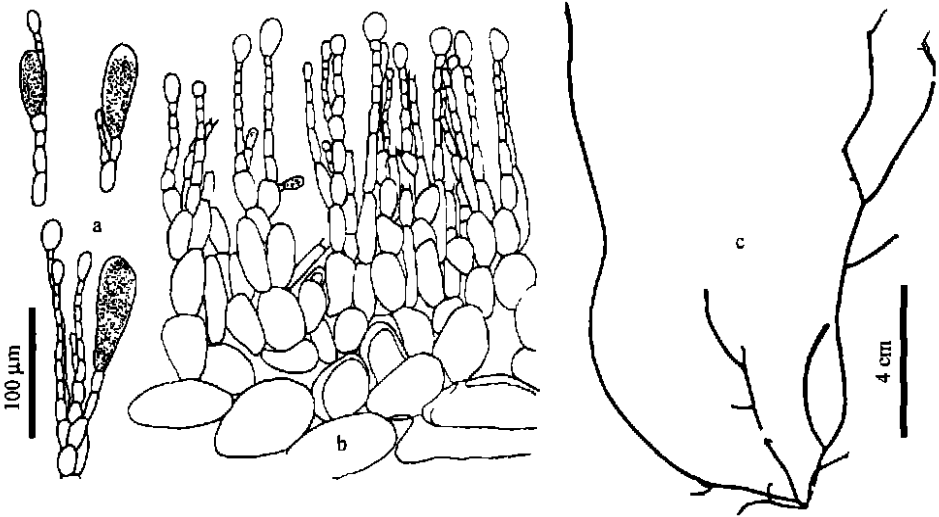


图 2 黄海球毛藻 *Sphaerotrichia huanghaiensis* Ding et Lu

a. 单室孢子囊及同化丝；b. 部分内皮层细胞及同化丝 (单位: 100 μm)；c. 藻体外形

3. 日本球毛藻 *Sphaerotrichia japonica* Kylin (图 3)

Kylin, 1940, p. 38, Fig. 20, a, d; Kylin, 1947, p. 58, Figs. B, C.

Syn.: *Chordaria cladosiphon* Okam. (non Kuetz.), 1915, p. 166, Pl. 144, Figs. 1~4, Pl. 145, Figs. 10~14.

标本采集地 中国青岛(湛山湾、麦岛、姜哥庄、石老人、朝连岛)、荣成(俚岛)、烟台(担子岛、东炮台、崆峒岛)、威海、大连(大砣子)等。生长在中、低潮带石沼中或者马尾藻属等藻体上。

形态描述 藻体，单生或者丛生，圆柱形，软骨状，具胶质包被，黏滑，中空，不规则地叉状分枝，高 5~30 cm。固着器盘状。1~4 次侧生或者互生分枝，分枝呈锐角长出，主轴明显或者不十分明显，有时扭曲。分枝直径 0.5~1 mm 或更粗，藻体上部分枝一般较细，下部的分枝常略粗。末端小枝长 1~2 cm，常常散开，尤其在幼期，伴有相当浓密的短小枝或稀少的长小枝。髓层，几乎成管状，外侧由纵向大的长形细胞组成。髓部细胞壁，一般加厚。内皮层，由 2~3 层不规则的短圆柱状或者亚圆形—圆形细胞组成。同化丝，简单，比较短，通常由 3~5 个完全包埋在胶质中的细胞组成，其下部细胞圆柱状，长约 10~40 μm ，直径约 7~10 μm ，顶端细胞倒卵形或者亚圆形或者梨形，长约 25~40 μm ，直径 27~40 μm 。毛，透明，很长，在幼嫩的部位丰富，较老的部位则常脱落。单室孢子囊，生长在同化丝的基部，无柄，长圆形或者椭圆形，长 80~100 μm ，宽 20~32 μm 。多室孢子囊不详。藻体，褐色或浅褐色，干燥后呈黑褐色。藻体干燥后粘在纸上。

地理分布 日本和中国。

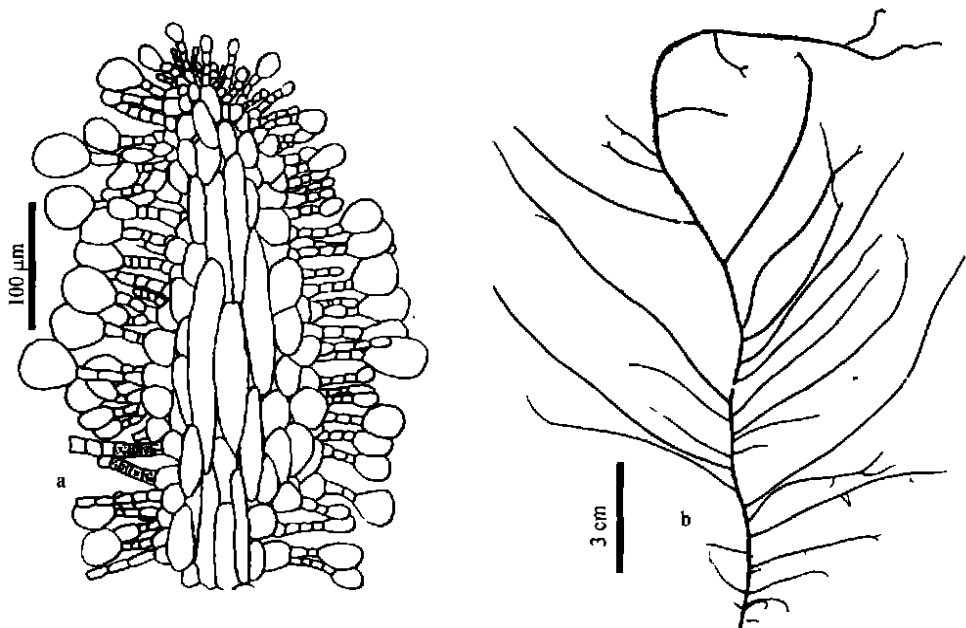


图 3 日本球毛藻 *Sphaerotrichia japonica* (Ag.) Kylin
a 藻体顶部纵切面(单位: 100 μm); b 藻体外形

三、讨 论

1. 球毛藻与索藻的比较

Kylin (1940, 1947) 和 Inagaki (1954) 在研究 *Sphaerotrichia* 属过程中, 都是以幼嫩藻体作为材料的, 因为球毛藻属只有在 1 cm 左右的幼嫩藻体中才能清楚地观察到明显的生长点和单管中央轴的结构, 之后随着生长发育的继续, 一些与中央轴很相似的髓部丝体发育得相当完好并与之混在一起, 使生长点和单管中央轴结构难以分辨。这给该属的鉴定工作带来了很大的困难。虽然本文作者未进行球毛藻属的生活史研究, 但根据观察比较后, 作者认为, 球毛藻属 *Sphaerotrichia* 同化丝顶细胞膨大、成熟藻体顶端隐约可见的单管结构以及髓部没有细小的假根状的丝体等特征, 也足以把 *Chordaria* 和 *Sphaerotrichia* 两个属区分开来。

本文作者对保存在中国科学院海洋研究所植物标本室的原始记录为索藻属及球毛藻属的标本进行比较研究发现, 中国目前尚未发现索藻属的种类, 而过去的记录和鉴定均属错误鉴定, 应归入球毛藻属中。

2. 球毛藻属的问题探讨

Sphaerotrichia 属是 Kylin 在 1940 年建立的, 模式种为 *Sphaerotrichia divaricata* (Agardh) Kylin, 是从索藻属 *Chordaria* 中分离出来的新属, 与 *Chordaria* 的主要区别在于前者中央轴单管状且同化丝顶细胞膨大。Kylin (1940) 在该属中建立了两个种, 即 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 和 *S. japonica* Kylin。

Inagaki (1954) 把日本 *Sphaerotrichia* 属的种都划归 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 和变型中, 其中包括 *S. japonica* Kylin。他比较全面地研究了日本具有 *Sphaerotrichia* 属特征的标本, 并在日本的 *Sphaerotrichia* 属幼藻体中找到了生长点。通过与 Yamada 在大英博物馆描绘的 *Chordaria firma* Gepp. (首次在中国发现的种) 模式标本图进行比较后, Inagaki (1954) 认为 *Sphaerotrichia divaricata* (Agardh) Kylin 与 *Chordaria firma* Gepp. 在内部形态结构上非常相似, 结果把它们当做了同种异名来处理, 在此基础上他把日本的标本均鉴定为 *Sphaerotrichia divaricata* (Agardh) Kylin。

而本文作者认为幼藻体生长点的特殊结构是 *Sphaerotrichia* 属的特征之一。

作者比较了 Kylin (1940) 和 Inagaki (1954) 文献中的幼藻体生长点结构, 发现它们并不完全一致。在 Inagaki (1954) 的文献中, 生长点顶细胞比 Kylin (1940) 的大, 其整个生长点的结构也比 Kylin (1940) 的长一些。这说明由 Inagaki (1954) 鉴定的日本产的 *S. divaricata* 与 Kylin (1940) 所鉴定的可能不是一个种。

A. Л. ЗИНОВА (1958) 研究了部分大西洋和太平洋的 *Sphaerotrichia* 属标本后把它划分为三种, 即 *S. divaricata* (Ag.) Kylin, *S. firma* (Gepp.) A. Zinova, *S. dissessa* (S. et G.) A. Zinova。她认为 *S. divaricata* 是大西洋的种, 而 *S. firma* 和 *S. dissessa* 为太平洋的种。她认为中国有 *S. firma* 和 *S. dissessa*。

在 A. Л. ЗИНОВА (1958) 的文献中, *S. divaricata* (Ag.) Kylin 的内部细胞一般都是薄壁的, 只有少数细胞壁稍厚, 而中国标本的内部细胞几乎都是厚壁的。同时, 在对大西洋的 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 及 *Mesoglobia divaricata* (Ag.) Kuetz. (Kuetzing, 1858) [Kylin (1940) 认为是 *S. divaricata* 的同种异名] 的外部形态图进行了仔细的比较后, 本文作者发现中国标本与大西洋的标本在外部形态上差异很大。大西洋标本的藻体较细, 分枝一般也较细、较短, 而中国标本的藻体比大西洋的略粗或者粗很多, 分枝变化较大, 长短不一, 整体上来说与大西洋的是不一样的。

Chordaria firma Gepp 是英国藻类学家 Gepp (1904) 根据在中国烟台所采集的标本命名的。Inagaki (1954) 对模式标本图的研究表明, 日本的 *Sphaerotrichia* 属的标本与中国的具有相似的内部结构。但是综合作者和 A. Л. ЗИНОВА 的工作, 作者认为 Inagaki (1954) 把 *Chordaria firma* 作为 *S. divaricata* 的同种异名的观点并不十分妥当。相反, 作者同意 A. Л. ЗИНОВА 的观点, 即 *Chordaria firma* Gepp 改名为 *Sphaerotrichia firma* (Gepp) A. Zinova 是合适的。然而, 在她的文章中描述的 *S. dissessa* (S. et G.) A. Zinova (在她的论文中记载着的分布地包括青岛) 没有再次在中国的标本中发现。据作者初步判断, 可能是 *S. japonica* Kylin 的错误鉴定。

3. 中国三种球毛藻的问题探讨

Sphaerotrichia firma 是以在中国采集的标本为模式的, 其主要特征是藻体比较硬实, 不像其他种那样光滑, 分枝和主枝之间的角度较大, 接近直角, 尤其较基部的分枝特别明显。从切面观, 髓部细胞狭长, 细胞壁较厚, 内皮层较厚, 藻体下部多数 4~5 层短细胞, 藻体上部通常 3~4 层; 同化丝通常由 4 个细胞组成, 偶有 3 个或者 5 个细胞; 单室孢子囊大, 几乎达到同化丝长度的 2/3。在这个种的归属问题上, 本文作者同意上述 Zinova (1958) 的意见。根据中国的标本, *S. firma* (Gepp) Zinova 在外部形态和内部构造等方面

与 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 有明显不同, 后者是分布于欧洲和北美大西洋的种类, 藻体细胞比较小, 柔软, 分枝较短, 分枝角度较小, 中央腔大, 髓部细胞壁薄, 而 *S. firma* (Gepp) Zinova 藻体粗大, 坚实, 下部分枝呈直角, 髓部细胞壁加厚, 内皮层较宽。根据文献报道, *S. firma* (Gepp) Zinova 显然只产于北太平洋暖温带海区。

黄海球毛藻 *S. huanghaiensis* 是本文作者在检查了中国科学院海洋研究所现存的 *Sphaerotrichia* 属标本的过程中发现的。它在外形上和内部结构上与其他已知的几种球毛藻存在着差异: (1) 藻体圆柱形, 分枝稀疏, 分枝和主枝的角度较小, 锐角; (2) 内皮层比较厚, 5~6 层; (3) 同化丝很长, 可达 6~10 个细胞。本种的近缘种是日本球毛藻 *S. japonica* Kylin, 不同之处是本种的同化丝特别长, 一般为 6~10 个细胞组成。

日本球毛藻 *Sphaerotrichia japonica* 是 Kylin (1940) 根据 *Chordaria cladosiphon* Okam. 而定的新种, Inagaki (1954) 认为它是 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 的同物异名, 但本文作者认为把它作为一个独立的种比较合理。一方面因为它的藻体及其分枝与 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 有很明显的差别。 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 的藻体及其分枝比较纤细, 分枝比较短, 而 *S. japonica* Kylin 的藻体及其分枝粗, 分枝的长短不一, 另一方面它的内部结构与 *S. divaricata* (Ag.) Kylin 的也并不完全一样, *S. divaricata* (Ag.) Kylin 的同化丝细胞达到 4~6 个, 髓部细胞薄壁, 而 *S. japonica* Kylin 的同化丝细胞 3~5 个, 髓部细胞厚壁。与 *S. dissessa* (S. et G.) A. Zinova 进行比较后, 发现 *S. dissessa* 除了同化丝细胞较短(由 2~4 个细胞组成)外, 其他方面与 *S. japonica* Kylin 没有什么差别。本文作者认为 *S. dissessa* (S. et G.) A. Zinova 可能是 *S. japonica* Kylin 的错误鉴定, 有待进一步研究。本种为中国的新记录种。

参 考 文 献

- 冈村金太郎, 1913~1915, 日本藻类图谱, 3: 166, 图版 144, 1~4; 图版 145, 10~14。
曾呈奎、张峻甫, 1962, 黄海西部沿海岸藻区系的分析研究 I. 区系的温度性质, 海洋与湖沼, 4(1~2): 49~59。
Ding Lanping and Lu Baoren, 2001, Four new species of genera *Eudesme* and *Sphaerotrichia* Kylin from China coasts. *Hydrobiologia*, 5: 125。
Gepp, E. S., 1904, Chinese marine algae *Jour. Bot.*, 42: 161~165。
Inagaki, 1954, Contribution to the Knowledge of the Chordariales from Japan I. *Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Fac. Sci. Hokk. Univ.*, 4(1): 9~13, Figs. 8~9。
Kylin, H., 1940, Die Phaeophyceenord Chordariales. *Lunds Univ. Arsskr.*, N. R. Avd. 2, Bd 36(9): 5~61. Lund.
Kylin, H., 1947, Die Phaeophyceen Schwed. Westk. *Lunds Univ. Arsskrift*, N. F. Avd. 2, Bd 43(4): 58~59. Lund.
Tseng, C. K. ed., 1983, 《Common Seaweeds of China》, Phaeophyta, Science Press, Beijing, China, 176, Pl 89, fig. 4。
Зинова, А.Л., 1958, К Пониманию Видов *Sphaerotrichia* Kyt Ботанический Журнал. Том 43: 1462~1469。

A TAXONOMIC STUDY OF THE GENUS *Sphaerotrichia* Kylin (Chordariales, Phaeophyta) FROM THE CHINA^{*}

DING Lanping, LU Baoren, HUANG Bingxin, C. K. Tseng

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

The genus *Sphaerotrichia* Kylin (Chordariaceae, Chordariales), distributed in the China coast, was studied in details. According to the morphological features and anatomy structure, the specimens can be divided into three species: *Sphaerotrichia firma* (Gepp.) A. Zinova, *S. huanghaiensis* Ding et Lu and *S. japonica* Kylin. *S. firma* is characterized by single or tuft frond, more or less evident main branch, 20 ~ 30 cm high, 1 ~ 1.5 mm in diameter or more; the branches generally are at right angle to the main ones; loose or dense; irregularly alternated branching 2 ~ 3 times or lateral; center cells columniform in medulla, densely arranged, consist of 2 ~ 3 or 2 ~ 5 layers of cells, cell wall thick; subcortical layer consists of 3 ~ 5 or 4 ~ 5 layers of cell; assimilated filaments often composed of 4 ~ 5 cells, with a swollen, spherical or oboval terminal cell; unilocular sporangia born on the basal cell of assimilated filaments, sessile, long oval or long oboval, 70 ~ 80 μm long, 30 ~ 34 μm in diameter. *S. huanghaiensis* Ding et Lu is characterized by linear tuft frond, 6 ~ 23 cm high; main branch evident, often distorted, 1 ~ 1.5 mm in diameter, 1 ~ 2 alternated or lateral branching; bent branches often evident, with slightly swollen tips or growing into slender divergent branches; cell wall of the medulla thick, secondary tip-connection related to subcortical layer cells; subcortical layer thick in mature frond, consists of 5 ~ 6 layers of cells; assimilated filaments very often densely arranged, consist of 6 ~ 10 cells; unilocular sporangia born on the base of assimilated filaments, sessile or petiolate with one to two cells, pyriform or oboval, 50 ~ 90 μm long, 20 ~ 30 μm in diameter. *S. japonica* Kylin is characterized by single or tuft frond, hollow, irregularly forked branching, 5 ~ 30 cm high; lateral or alternated branching 1 ~ 4 times with acute angle, main axes evident or not; branches 0.5 ~ 1 mm in diameter or thicker; the cell wall of medulla generally thick; subcortical layer composed of 2 ~ 3 layers of cells; assimilated filaments simple, short, consist of 3 ~ 5 cells with an oboval or subround or pyriform terminal cell; unilocular sporangia born on the base of assimilated filaments, sessile, long spherical or oblong, 80 ~ 100 μm long, 20 ~ 32 μm wide.

S. japonica is a newly recorded species in China. All specimens studied are preserved in the Herbarium of the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.

^{*} Contribution No. 4403 from the Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences.
©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>