

中国北部石枝藻属一些种的分类研究*

张德瑞 周锦华

(中国科学院海洋研究所)

本文主要对产于中国北部沿岸海域的4种石枝藻作较全面的分类研究。它们是：尖顶石枝藻 *Lithothamnium aculeiferum* L. R. Mason, 异石枝藻 *L. fretense* Fosl., 中间石枝藻 *L. intermedium* Kjellman 和太平洋石枝藻 *L. pacificum* (Fosl.) Fosl. 其中, 异石枝藻和尖顶石枝藻为我国首次报道; 太平洋石枝藻为分布局限于潮间带的种。作者先前报道的太平洋石枝藻(张德瑞、周锦华, 1981), 经反复对比分析, 现在认为它是异石枝藻的误鉴定。

1. 尖顶石枝藻 *Lithothamnium aculeiferum* L. R. Mason (图版 I: 1—7)

Setchell and Mason, 1943: 94; Mason, 1953: 326, pl. 33, fig. c; Dawson, 1960: 10, pl. 3, figs. 1—3, pl. 5, fig. 1; Masaki, 1968: 10, pls. II, III and XLI; Johansen in Abbott and Hollenberg, 1976: 382, fig. 321.

藻体牢固地附着在基质上, 厚 400—1700 μm , 具有许多疣突, 往往向顶部逐渐变尖, 高 1—1.5(—2)mm, 疣突基部径 1—2.5 mm。纵切面观, 基层发育很差或不规则, 厚 40—60 μm , 通常由 (5—)8—10 列(有时可达 15 列以上)矩形细胞组成, 细胞长 13—19(—22) μm , 径 4—7(—8) μm 。围层细胞在不同部位大小有些差异, 呈带状分层, 但层理远不如异石枝藻 *L. fretense* 明显, 细胞排列有时较紧密, 有时很疏松(特别在分枝上部); 细胞卵圆形或长椭圆形, 卵圆形时二径约 5 μm 左右, 长椭圆形时高 10—13(—21) μm , 径 5—8 μm 。表皮由 1—2 层细胞组成, 具典型的“覆盖细胞”(cover cells), 高 3—5 μm , 径 5—7 μm , 往往显得很扁平, 极易磨损。孢子囊生殖窝径 160—220 μm (在孢子囊放空后, 有些窝腔径可扩至 330 μm 左右), 高 120—160 μm , 密集地生长在皮壳部和疣突上, 窝顶约具 28—42 个开孔。孢子囊二分、四分均有(在同一藻体中同时可见), 长 80—100 μm , 径 35—50 μm , 精子囊生殖窝易见, 径 200—270 μm , 高 70—120 μm , 象孢子囊生殖窝一样, 深埋在藻体内的雄性生殖窝亦常见(特别在多年生藻体的切片中)。精子囊着生在发育于整个窝壁的丝体上, 呈树状排列。雌性生殖窝未见。

习性和标本采集地 生长在中潮带石沼中的石头上。辽宁大连老虎滩, 11 月 (64—4071)。

地理分布 美国(加利福尼亚)、墨西哥、日本。

我们仅在 1964 年 11 月在大连老虎滩中潮带的石沼中采到一块标本。其外形有些特别, 在不少疣突的顶部均有变尖的现象, 且疣突径通常比太平洋石枝藻 *L. pacificum* 细; 可是其孢子囊生殖窝密集地生长在皮壳部及枝突上, 这一点又与太平洋石枝藻的较细类

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1336 号。文中电镜照片除图版 II: 6 为黄求获同志摄制外, 其他均为王军同志提供, 特此志谢。

收稿日期: 1986 年 11 月 28 日。

型有些相似,但从藻体内部布满了内径通常较小的生殖窝以及藻体表面的亚微结构来看,与太平洋石枝藻还是有些不同。我们的标本在外形上也与多形疣石藻 *Phymatolithon polymorphum* (L.) Fosl. 有些相似,并且在雄配子体纵切面中,可看到精子囊窝在藻体内分布的情况与 Suneson (1943) 所报道和描绘的多形疣石藻雄体的情况极其相似。可是,仔细检查了孢子体和雄配子体的表皮层细胞后,发现我们的标本具有典型的“覆盖细胞”,所以我们肯定它们是石枝藻属的种,并且与尖顶石枝藻最为相近。当然,我们的标本在枝突高度、基部的宽度和孢子囊生殖窝内径等方面比加利福尼亚、日本等地的标本要稍大一点,而基层厚度和日本的近似(均较薄),这些都是与典型的尖顶石枝藻不同之处。

2. 异石枝藻 *Lithothamnium fretense* Fosl. (图版 II:1—7)。

Foslie, 1907: 8; 1929: 41, pl. XIV, fig. 17; 岡村, 1936: 504, fig. 234; Adey, 1970: 20.

Lithothamnium pacificum sensu Zhang and Zhou (张德瑞、周锦华) 1981: 139 (图版 I: 1—4)。

藻体初为皮壳状,紧实地固着在基质上(如牡蛎壳等),厚约 1—1.3 mm。随着藻体的不断生长,逐渐地从皮壳体的表面长出许多突起,有的顶部刚开始即呈扁平状,有的则呈钝圆形。最终,在皮壳体表面突枝密集,呈单条、亚二叉状或不规则的分枝;枝条常愈合,近顶部多呈扁压状,但圆柱形的突枝亦常见,枝径(2—)3—4 mm,有时因枝条愈合,其径可达 10 mm。纵切面观,基层由 10—20 列细胞排列而成,通常厚 96—128 μm ,细胞呈矩形,长 13—19(—23) μm ,径 5—8 μm 。围层细胞排列较为整齐、紧密,层理明显,细胞常呈亚长方形—椭圆形,每一分层下部细胞较大,高 16—21(—24) μm ,径 6—10 μm ,分层上部细胞较小,高(6—)10—14 μm ,径 5—6 μm 。在基层和围层(特别是围层)细胞间的融合现象明显易见。表皮由 2—3 层细胞组成,靠外面的一层由覆盖细胞组成,其下通常是一层着色很深(用铁凡苏木精染色)的分生组织;细胞间的扫描图象具明显的白边。孢子囊生殖窝主要长在分枝部,径 210—390 μm ,高 110—160 μm ,窝孔 15—50 或更多;孢子囊通常二分,极少四分,高 125—140 μm ,径 60—85 μm 。有性生殖器官未见。

习性和标本采集地 低潮带或水下 2—3 m 处,多着生在牡蛎壳和石头上。山东省:龙须岛南面,11 月(73—1245);黄县桑岛,5 月(78-016II),9 月(75—609)。

地理分布 日本海沿岸。

我们的标本,特别是采自龙须岛的标本,在外形(尤其是具发达、常扁压的分枝)和基层细胞、生殖窝径的大小等方面的特征均与 Foslie (1907, 1929) 和岡村(1936)对异石枝藻 *Lithothamnium fretense* Fosl. 的描述和图片相当一致。

我们对比了先前报道的山东黄县产海浮石的种类之一——太平洋石枝藻 *Lithothamnium pacificum* (Fosl.) Fosl. (张德瑞、周锦华,1981),它们的外形通常仅具圆柱形的突枝,但其纵切面,特别是表皮层(覆盖细胞和分生组织)和基层的情况、以及孢子囊生殖窝径的大小等特征均与异石枝藻较一致。另外,太平洋石枝藻通常仅分布在潮间带。所以我们现将此原定的山东黄县产“太平洋石枝藻”暂修订为异石枝藻。我们也对比了正置富太郎教授惠寄的二号日本石枝藻 *Lithothamnium japonicum* Fosl. 标本,它们在外形上易变,有时呈圆柱形,有时则变成扁的,并具发达的分枝,在表皮细胞的亚微结构图象上通常也具白边(特别是采自水下 3—9 m,突枝呈圆柱形的 JA 107 号标本),这些特征均与异石枝藻异常相似。但对比内部的切面观,可以看出日本石枝藻的孢子囊生殖窝普遍稍

大于异石枝藻，表皮下的分生组织形态亦有所不同，故我们将 1981 年定的“太平洋石枝藻”修订为异石枝藻。

3. 中间石枝藻 *Lithothamnium intermedium* Kjellman (图版 III:1—8)

Kjellman 1883: 127, pl. 4, figs. 1—10; Foslie, 1905: 36; 1929: 42 pl. 22, figs. 1—5; Masaki and Tokida, 1963: 3, pl. 4, figs. 1—4, pl. 5, figs. 1—3, pls. 6—8; 1968: 14.

Lithothamnium fruticulosum (Kützinger) Fosl. f. *intermedia* (Kjellm.) Fosl., 1895: 18.

Lithothamnium ungeri Kjellman f. *intermedia* (Kjellm.) Fosl., 1900: 11.

藻体初为皮壳状，厚 320—1500 μm ，径 6—9 cm，牢固地附着于礁石和牡蛎壳上。随后，皮壳体上长满许多突枝，径 2—3(—4) mm，高 4—5 mm 或更多，为单条、亚二叉状或反复地分枝呈密集的丛束，突枝部通常与发育得很好的皮壳部共存。藻体纵切面观，基层通常由 5—6 层或更多层矩形细胞组成，细胞长 10—20 μm ，径 5—10 μm ；围层具明显的“杯形”层 (cup-shaped layers)，细胞多呈长方形，长 7—17(—20) μm ，径 5—8 μm ，有些则呈亚圆形或卵圆形，径 5—8 μm ，在基层和围层相邻藻丝间细胞融合现象易见；表皮层具典型的“覆盖细胞”，径 5—6 μm ，高 3 μm 。孢子囊生殖窝常生长在突枝上或皮壳体上兼有；窝内径 (210—)250—340 μm ，高 115—180 μm ，顶厚 17—25 μm ，窝顶具 20—40 或更多个开孔；孢子囊四分，长约 110 μm ，径 40 μm 左右，在孢子放散后，整个生殖窝易脱落，留下杯形的凹陷，后逐渐为新组织填满。精子囊生殖窝突起在分枝和皮壳体的表面，内径 (220—)250—350(—420) μm ，高 150—270 μm ，顶厚 17—25(—30) μm ，精子囊散生在窝内。雌性藻体未见。

习性和标本采集地 水下 2—10m 或更深处。山东黄县桑岛，5 月 (76-2075, 78-016d)；9 月 (75-572)；11 月 (73-1298)。

地理分布 冰岛、挪威、日本。

我们的标本在分枝形式，发达的皮壳部与分枝部共存，藻体纵、横切面具明显的杯形层，孢子囊窝径的大小，窝顶的开孔数及其在水下分布的深度等方面均与 Foslie (1905, 1929) 的描述和图示较为相近，只是我们的标本在纵切面中未看到孢子囊生殖窝过度生长进藻体组织内的情况等方面，与 Foslie (1905) 意指的中间石枝藻有所不同。

我们对比了日本的中间石枝藻标本及其切片¹⁾，在具发达的皮壳部和分枝部共存，它们的纵、横切面均具明显的杯形层等方面，与我们的标本颇为相似；但在孢子囊生殖窝的孔数方面差异较大，日本标本通常为 65—80 甚至 110 个开孔 (Masaki, 1968)，而我们的标本则通常为 20—40 个或更多一些，这与 Foslie (1905) 描述的本种具 30—60 个开孔相近。

我们还与日本石枝藻进行了对比，发现我们的标本与 JA107 号标本 (突枝呈圆柱形) 有不少相似之处，特别是孢子囊生殖窝通常聚生在突枝上，藻体纵、横切面观具杯形层，孢子囊生殖窝通常不过度生长进藻体组织等特征。但考虑到表皮细胞形态、藻体的多形性等，如将我们的标本定为日本石枝藻是不太合适的。

经过较为全面的比较研究，我们认为将我们的标本暂定为中间石枝藻比较合理。当然，很有必要对该种的模式标本作进一步的检查研究。

1) 该标本和切片系日本北海道大学正置富太郎教授借给我们作比较参考用，特此志谢。

这种标本几乎占山东黄县桑岛产海浮石组成成分的 60—70%。

4. 太平洋石枝藻 *Lithothamnium pacificum* (Fosl.) Fosl. (图版 IV:1—7)

Foslie, 1906: 10; 1929: 44, pl. 4, figs. 13, 14; Smith, 1944: 221, pl. 49, fig. 3; Taylor, 1945: 173; Mason, 1953: 328, pl. 34; Dawson, 1960: 22, pl. 13, fig. 3; Masaki, 1968: 16, pl. IX, figs. 1, 2; pls. X, XLV & XLVI; Johansen (in Abbott), 1976: 389, fig. 328.

Lithothamnium sonderi Hauck f. *pacificum* Foslie, 1902: 4; 1905: 24 (f. *pacificum*).

藻体皮壳状,固着生长在石头、牡蛎等基质上。活体色紫红,表面长出许多疣状突起或突枝,突枝径 2—4 mm,高 2—6 mm,一般为单枝,有的枝条在基部彼此连接。纵切面观,基层通常由 6—8(—15)层细胞组成,厚 (35—)65—80(—100) μm ,细胞矩形,长 11—24(—29) μm ,径 5—8 μm ;围层占据藻体纵切面的大部分,细胞有的呈亚正方形或卵圆形,二径长 5—7 μm ,有的则呈带圆角的矩形或长椭圆形,长 10—16 μm ,径 5—7 μm ,有的形态比较不规则。在基层和围层中,相邻藻丝细胞间的融合现象普遍存在。表皮层由 2—3 层细胞组成,具典型“覆盖细胞”层,覆盖细胞径约 6 μm 左右,高 3—5 μm ,其下的分生组织层,着色时深时浅(可能与藻体的生长时期不同有关)。孢子囊生殖窝在皮壳部和突枝上均有分布(往往密集布满其表面),内径 (180—)240—400(—450) μm ,高 120—160 μm ,窝顶具 (20—)30—50 或更多的开孔。孢子囊二分,有时四分,高 (90—)100—140 μm ,径 30—65 μm 。有性生殖器官少见。

习性和标本采集地 通常生长在中潮带石沼中或低潮带的石头、牡蛎壳上,黄海、渤海沿岸较易找到。山东省:青岛太平角,4月(82—203);烟台崆峒岛,10月(64—3859,64—3893);荣成龙须岛,11月(73—1249);石岛,11月(73—1237,73—1240)。

地理分布 日本、美国(加利福尼亚)。

本种标本在外形上有时和异石枝藻 *L. fretense* Fosl.、多皱石枝藻 *L. rugosum* Fosl.、多疣石枝藻 *Lithothamnium phymatodeum* Fosl.、略粗石枝藻 *L. crassiusculum* (Fosl.) Mason 等相似。但前二种的孢子囊生殖窝通常生长在分枝上,而后二种生殖窝的着生位置与本种相似,皮壳部和突枝上均有。多疣石枝藻的基层厚达 300—350 μm ,而本种的基层通常仅厚约 60—70 μm 。黄海、渤海本种标本与略粗石枝藻的孢子囊生殖窝在藻体上的分布情况很相似;但后者的突枝通常粗短(在基部宽为 4—10 mm,高为 2—4 mm),这又有别于我们的标本。

参 考 文 献

- 张德瑞、周锦华,1981。山东省黄县产“海浮石”——几种石枝藻属藻类。海洋与湖沼 12(2):138—141,图版 I—II。
 岡村金太郎,1936。日本海藻誌。東京内田老鶴園,9+6+964+11頁図 1—427。
 Abbott, I. A. and G. J. Hollenberg, 1976. Marine Algae of California, Stanford University Press, Calif. 827pp.
 Adey, W. H., 1970. A revision of the Foslie crustose coralline herbarium. K. Norske Vidensk. Selsk. Skr. I: 1—46.
 Dawson, E. Y., 1960. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. Pacific Naturalist 2: 1—125.
 Foslie, M. H., 1895. The Norwegian forms of Lithothamnium. K. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1895(2): 29—208, pls. 1—23.
 ———, 1900. Revised systematical survey of the Melobesieae. Ibid. 1900(5): 1—22.
 ———, 1902. New species or forms of Melobesieae. Ibid. 1902(2): 1—11.
 ———, 1905. Remarks on Northern Lithothamnium. Ibid. 1905(3): 1—138.
 ———, 1907. Algologiske Notiser III. Ibid. 1906(8): 1—34.
 ———, 1929. Contributions to a Monograph of the Lithothamnium (Edited by H. Printz), 60pp., pls. 1—75.

- Trondheim.
- Kjellman, F. R., 1883. The algae of the Arctic Sea. *K. Svenska Vetensk. Akad. Handl.* 20(5): 1—350, 31pls.
- Masaki, T., 1968. Studies on the Melobesioideae of Japan. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 16: 1—80, pls. 1—79.
- Masaki, T. and J. Tokida, 1963. Studies on the Melobesioideae of Japan, II. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 14(1): 1—6, pls. 1—10.
- Mason, L. R., 1953. The crustaceous coralline algae of the Pacific coast of the United States, Canada and Alaska. *University of California Publications in Botany* 26(4): 313—390, pls. 27—46.
- Setchell, W. A. and L. R. Mason, 1943. New or little known crustaceous corallines of Pacific North America. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 29: 92—97.
- Smith, G. M., 1944. Marine Algae of the Monterey Peninsula, California. Stanford University, 622 pp., 98 pls.
- Sunesson, S., 1943. The structure, life-history and taxonomy of the Swedish Corallinaceae. *Lunds, Univ. Arsskr.*, n.f. 39(9): 1—66, text-figs. 1—26, pls. 1—9.
- Taylor, W. R., 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Exped.* 12: i—iv + 1—528, pls. 1—100.
- Zhang Derui (张德瑞) and Zhou Jinhua (周锦华), 1983. Family Corallinaceae. In: Common Seaweeds of China (edited by C. K. Tseng). pp. 74—94. pls. 39—49.

ON THE TAXONOMY OF SOME SPECIES OF NORTHERN CHINA *LITHOTHAMNIUM**

Zhang Derui and Zhou Jinhua

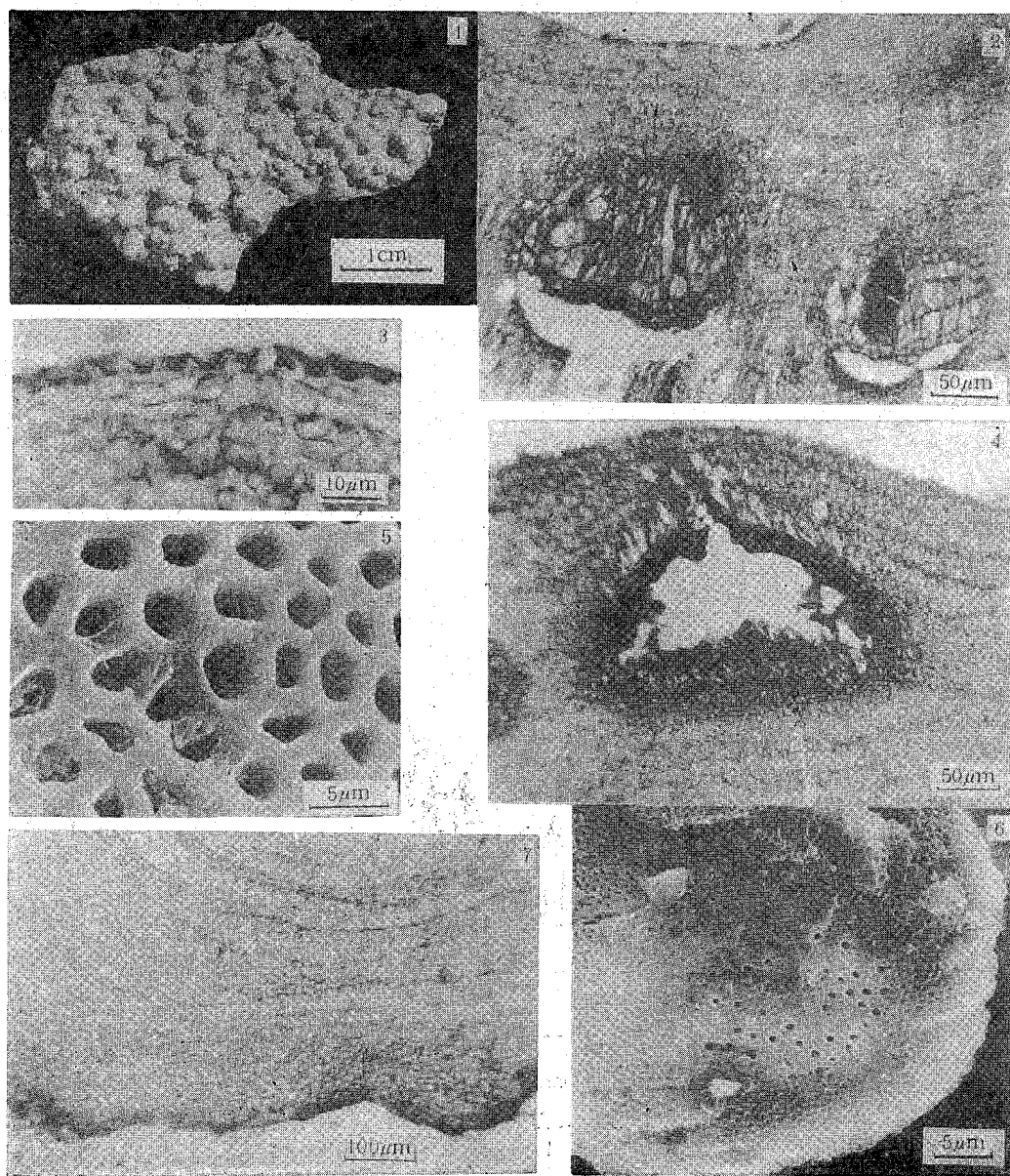
(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

We had described (1981) crustaceous coralline algae, *Lithothamnium pacificum* (Fosl.) Fosl. and 2 other doubtful species from Huangxian, Shandong Province, known for their medicinal value as expectorant, cough remedy, antipyretic, etc. or known as "Hai fu shi" in Chinese herbal pharmacopoeia. Further extensive collections made in other districts and a comparative study of their morphology with the use of SEM, made possible the distinguishing of 4 species of *Lithothamnium* from the North China Coasts, viz., 1. *L. aculeiferum* L. R. Mason, 2. *L. fretense* Fosl., 3. *L. intermedium* Kjellman, 4. *L. pacificum* (Fosl.) Fosl. Among them, *L. aculeiferum* and *L. fretense* are new to China. In this paper, *L. pacificum* is referred only to those distributed in the intertidal zone and *L. pacificum* sensu Zhang and Zhou is revised as *L. fretense*. Besides, *L. fretense* is quite similar to *L. japonicum* in their changeable outer morphology, though *L. japonicum* often becomes flat and often has well developed branches, the cover cells of *L. japonicum* are rather different from the former. More careful comparisons between *L. japonicum* and *L. fretense* are necessary in future.

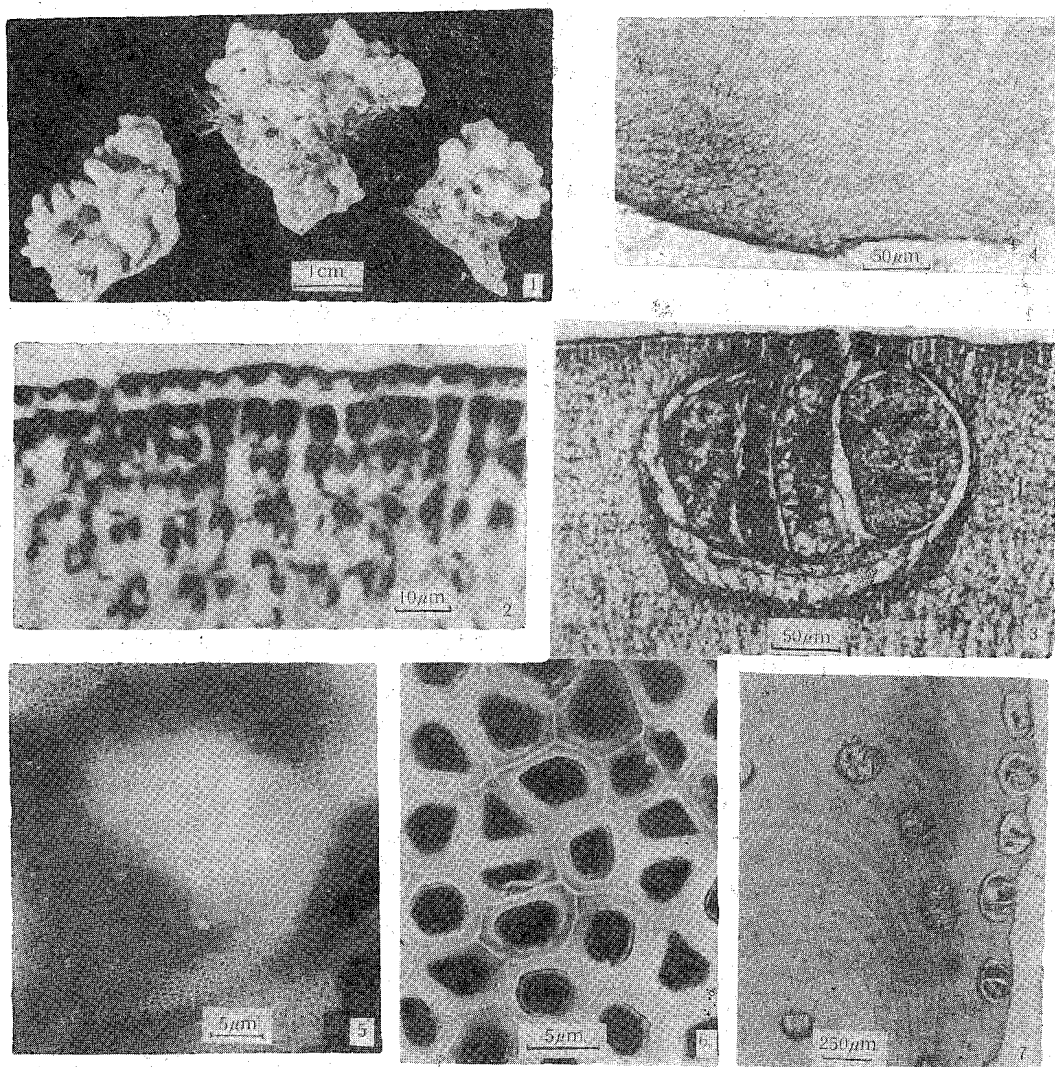
In the XIth International Seaweed Symposium, we had listed 6 species in the form of poster. Besides the above 4 species, other 2 species i.e. *Lithothamnium* sp. aff. *forficatum* f. *apiculata* Fosl. and *L. intermedium* sensu Zhang and Zhou (1983) are doubtful after our carefully comparative study. *L. intermedium* which we referred to *L. sp.* sensu Zhang and Zhou (1983) has very peculiar characteristics, with sporic conceptacles most readily detached after discharge and seems to be only superficial, not always growing down into the frond. After comparing our specimens with the Japanese one sent kindly by Prof. Masaki, we refer this species to *L. intermedium* rather than to *L. intermedium* sensu Zhang and Zhou (1983), because our specimens have a close resemblance to the Japanese one of *L. intermedium* in both their inner structure of the thallus and their well developed basal crust, but differ from it in having branches repeatedly divided, which often form dense bundles and in the number of muciferous canals in each sporangial conceptacle, etc. Of course, type study is necessary in future. *L. intermedium* may account for 50—70% of "Hai fu shi" in Huangxian, Shandong Province.

* Contribution No. 1336 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



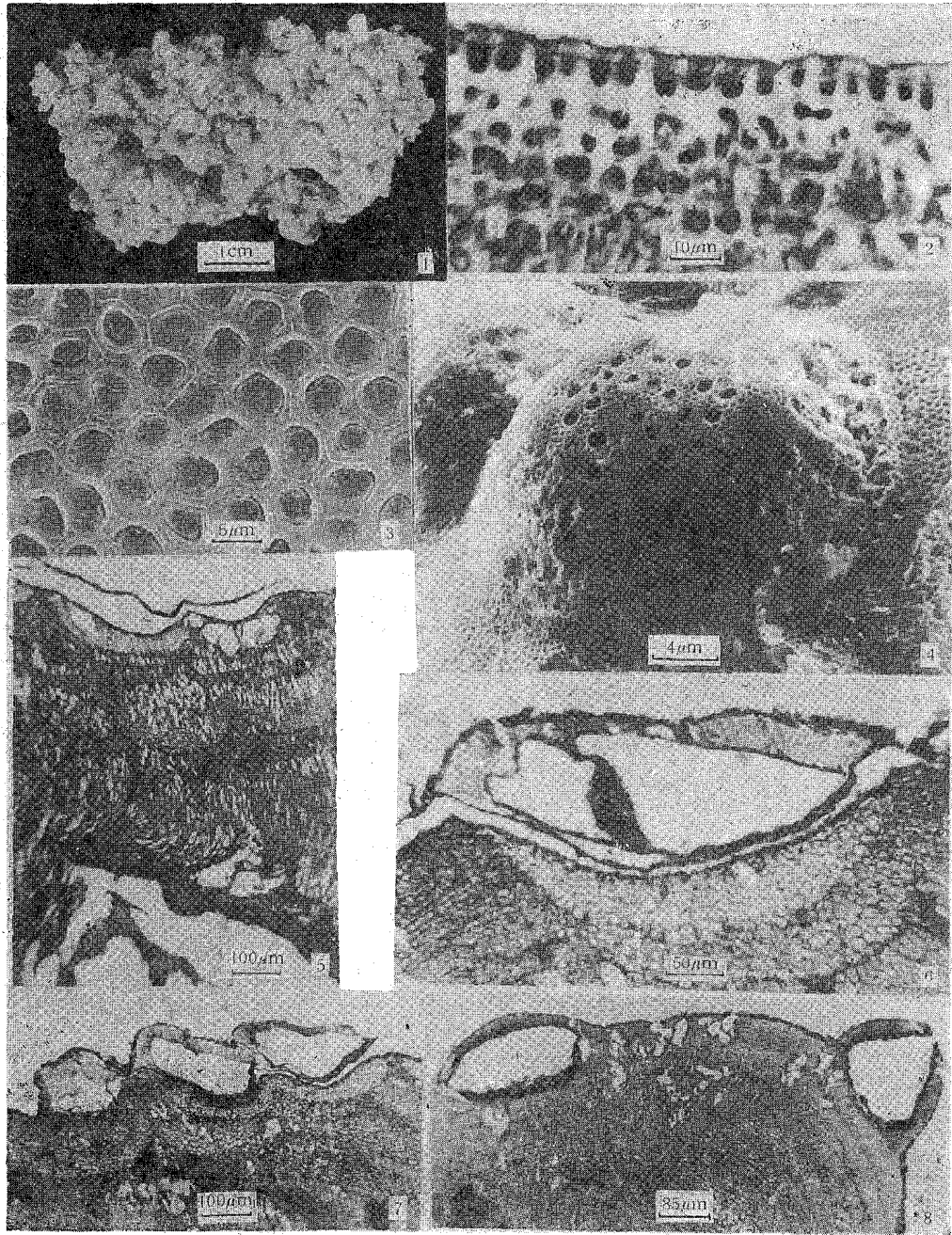
尖顶石枝藻 *Lithothamnium aculeiferum* L. R. Mason

1. 藻体外形； 2. 孢子囊生殖窝纵切面观； 3. 藻体上部的纵切面，示其表皮层的“覆盖细胞”的形态； 4. 精子囊生殖窝纵切面观； 5. 藻体表面电镜扫描图象； 6. 孢子囊生殖窝表面电镜扫描图象(图片中一个长度单位应为 $50\mu\text{m}$)； 7. 藻体下部纵切面观，示其基层及部分围层组织



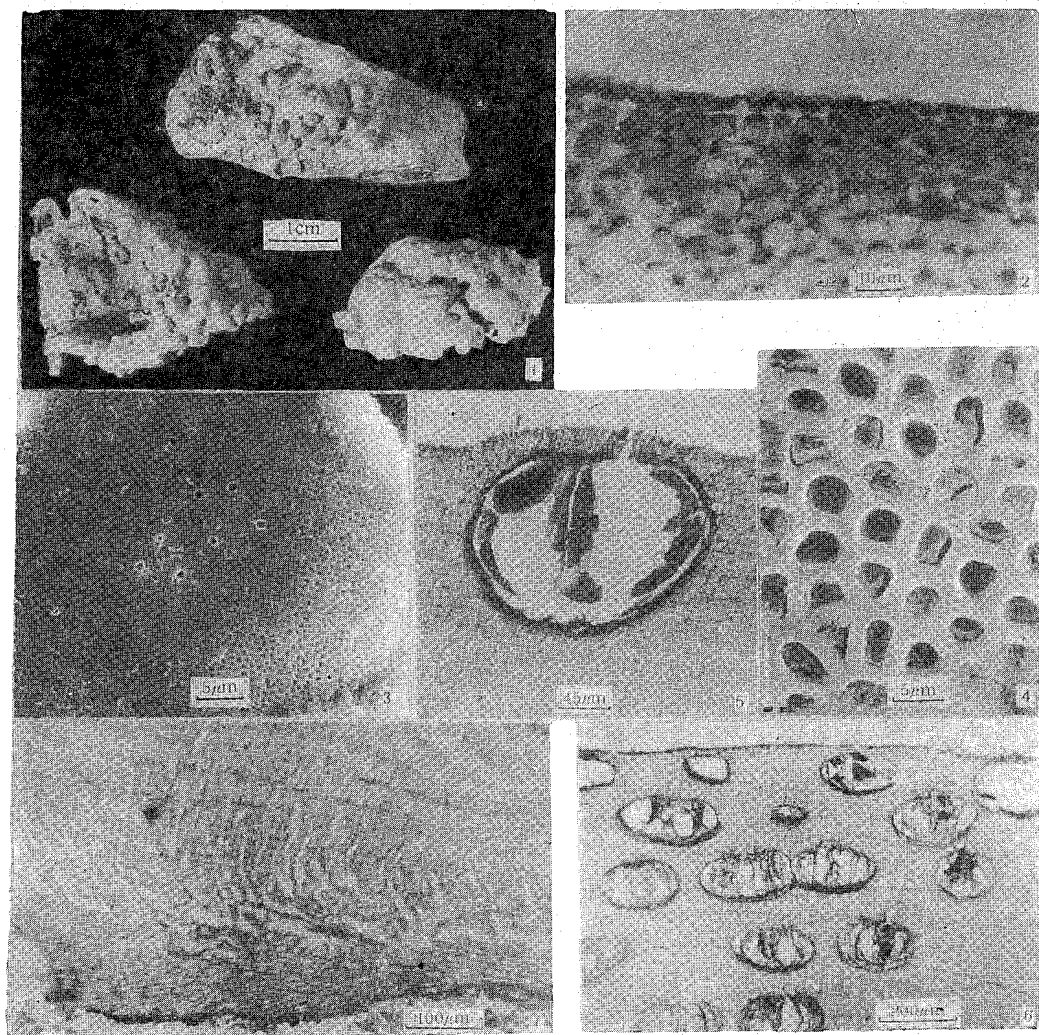
异石枝藻 *Lithothamnium fretense* fosl.

- 1.藻体外形； 2.藻体上部的横切面观，示其表皮层的“覆盖细胞”及分生组织的形态； 3.孢子囊生殖窝纵切面； 4.藻体基层纵切面观； 5.孢子囊生殖窝表面电镜扫描图象（图片中一个长度单位应为50μm）； 6.藻体表面电镜扫描图象； 7.藻体分枝部纵切面观



中间石枝藻 *Lithothamnium intermedium* Kjellman

1. 藻体外形； 2. 藻体上部的纵切面，示其表皮层的“覆盖细胞”及分生组织的形态； 3. 藻体表面电镜扫描图象； 4. 孢子囊生殖窝表面电镜扫描图象； 5. 皮壳体纵切面观，示其基层及具明显“杯形层”结构的围层组织； 6. 四分孢子囊生殖窝纵切面观，示快脱落的生殖窝及留下的杯形凹陷； 7. 三个四分孢子囊生殖窝的纵切面观； 8. 精子囊生殖窝纵切面观



太平洋石枝藻 *Lithothamnium pacificum* (Fosl.) Fosl.

1. 藻体外形； 2. 藻体上部的纵切面，示其表皮层“覆盖细胞”的形态； 3. 孢子囊生殖窝表面电镜扫描图象(图片中一个长度单位应为 $50\mu\text{m}$)； 4. 藻体表面电镜扫描图象； 5—6. 四分孢子囊生殖窝纵切面观； 7. 藻体下部纵切面观，示其基层及部分围层组织