

中国麒麟菜族的分类研究^{*}

匡 梅 曾呈奎 夏邦美

(中国科学院海洋研究所)

麒麟菜是生产卡拉胶的主要原料(Doty, *et al.*, 1978)。麒麟菜的研究在其他国家起步较早, Agardh J. 于 1847 年创立了麒麟菜属 *Eucheuma*, 随后, 荷兰藻类学家 Weber-van Bosse(1928)、日本藻类学家 Yamada(1936), 以及 Kraft(1969) 都有较详细的报道; 此外, 还有一些区域性的研究报告(Taylor, 1960; Dawson, 1961; Dawes, *et al.*, 1974; Cheney, *et al.*, 1980)。我国从 50 年代起陆续开展了麒麟菜的资源保护、繁殖及养殖工作, 主要开发利用的是琼枝 *Betaphycus gelatinum*。1985 年我国从菲律宾引进了异枝麒麟菜(吴超元等, 1988), 现称长心卡帕藻 *Kappaphycus alvarezii*。从分类的角度来说, 琼枝藻属和卡帕藻属在我国为属的新记录。

1985 年, 美国藻类学家 Doty 和 Norris 从商业角度出发, 提出了 15 种具有商业价值的麒麟菜的分类标准, 使麒麟菜属的分类研究获得较大进展; 1988 年, Doty 再次修正了 18 种麒麟菜的分类标准, 并在红翎菜科内新建了麒麟菜族 Eucheumatoidae, 其中除麒麟菜属外, 还建立了一新属——卡帕藻属 *Kappaphycus*, 1996 年再次新增了琼枝藻属 *Betaphycus*。

随着世界工业的发展, 目前卡拉胶的需求量大增, 作为其主要原料之一的麒麟菜种类甚多, 每属富含的卡拉胶的种类不同(琼枝藻属以 β -型、麒麟菜属以 ϵ -型、卡帕藻属以 κ -型卡拉胶为主)(Doty, 1996), 同时特定的工业也要选用特定类型的卡拉胶, 因此, 正确区分这三属的不同种工作是十分重要的。迄今, 我国关于麒麟菜的研究, 除了一些区域性的调查外(夏恩湛, 1963)¹⁾, 还没有分类方面的专论性研究。因此, 本文试图通过对所能收集到的标本的分析研究, 明确我国产的琼枝藻属、麒麟菜属和卡帕藻属的种类、产地和种类间的区别, 为卡拉胶实验的科学研究部门和生产单位在选择实验材料、选种养殖或收购原料时提供依据。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 3092 号。本文承张峻甫教授审阅, 文中部分标本由台湾大学海洋研究所江永棉教授赠送, 冷增福老师和上海水产大学陈慧同学为本文绘图, 董瑞琪老师帮助拍摄照片, 在此一并志谢。

收稿日期: 1996 年 12 月 16 日。

1) 中国科学院南海海洋研究所, 1975, 西沙群岛海区综合调查初步报告, 49。

一、材料与方法

1. 材料 就中国科学院海洋研究所植物标本室现存的、历年采集的国内标本和国外赠送与交换的麒麟菜族标本进行分类(包括1993年9月在海南省琼海市沙荖养殖场和三亚市亚龙湾采集的标本,以及1994年3月采自我国南沙群岛的标本)。所用的标本绝大多数为腊叶标本,少量液浸标本。

2. 方法 进行形态和内部构造的比较研究,着重于囊果、精子囊和四分孢子囊的结构。经徒手或冰冻切片机切片,镜检以后,用绘图器绘图,再用30%—50%的甘油暂时保存,或用30%的苯胺蓝染色,30%的Karo液固定、封片,Olympus BH-2显微镜下拍照或绘图。

二、结果与讨论

(一)麒麟菜族藻体的一般形态

1. 藻体的外形 麒麟菜族现有琼枝藻属、麒麟菜属和卡帕藻属。藻体外形比较复杂(图版Ⅲ—Ⅵ),通常为圆柱状、圆柱状扁压至扁平,仅有菲律宾所产的一种 *K. procrasteanum* 为不规则囊状、叶状(Kraft, 1969)。藻体肥厚多肉,二叉或不规则分枝,少数羽状分枝,分枝互相缠结形成团块,分枝上多具乳头状或疣状突起。直立或匍匐生长。

2. 固着器 固着器有多种形态,盘状居多,还有圆柱状、垫状等。在某些种类中,除了藻体基部的盘状固着器外,在分枝顶端和枝侧常生有吸盘状的附着器附着于生长基质上,藻体借以匍匐生长。某些种类的基础固着器上亦有分枝发生,成为彼此相连较为复杂的固着器(图5:3),这一特点可用来协助区分种类(Doty, 1988)。

3. 内部构造 横切面,外皮层,假薄壁细胞组成的内皮层和中央髓核是三属的营养结构。皮层细胞较小,通常为卵圆形,最外的几层细胞含有色素体;内皮层由外向内细胞逐渐增大,一般近圆形,或略有角,无色、中空;髓部中央由厚壁细胞组成假根丝体或由原生的大细胞及次生的小细胞共同组成。这一特点在不同种类中有所差异,因而可作为分类的主要标准之一。

4. 四分孢子囊 四分孢子囊呈层形分裂,散生在四分孢子体的皮层中,切面观幼时为卵圆形,成熟时则为长圆柱形。四分孢子囊囊周的皮层细胞通常稍作延长。

5. 精子囊 精子囊棍棒状,有时顶端较平。无色,散生在藻体的皮层中。每个皮层细胞转化为1—2个精子囊母细胞,每个精子囊母细胞通常顶生1—2个精子囊。

6. 囊果 囊果明显地突出于体表面,分散在藻体的各处,常呈球形、半球形,囊果顶端下陷,囊果基部缢缩或不缢缩,该特征在三属中均有差异。成熟囊果包括:中央一个大的融合胞,由融合胞上辐射出产孢丝细胞和营养细胞,囊果被和一至数个囊果。

(二) 麒麟菜族三属的比较

这三属藻体的外部形态、内部构造及可产出卡拉胶的主要类型均有不同,可根据以下检索表加以区分。

中国麒麟菜族属的检索表

1. 藻体通常圆柱状或稍扁平 2
1. 藻体由典型的扁平分枝组成,横切面髓部中心通常亦扁平,由厚壁细胞组成,产 β -型或其他类型卡拉胶 *Betaphycus*
2. 分枝较光滑,无刺或有非对生轮生的刺,横切面髓部中心由薄壁细胞组成,产 κ -型卡拉胶 *Kappaphycus*
2. 分枝及刺常对生或轮生,横切面髓部中心由厚壁细胞组成或不密集成束,产 ϵ -型卡拉胶 *Eucheuma*

(三) 麒麟菜族的种类

中国的三属麒麟菜族现有 9 种,包括一新种。

中国麒麟菜族种类检索表(附产地)

1. 藻体外形不规则,分枝圆柱状、扁压至扁平 2
1. 藻体由典型的圆柱状或扁平分枝组成 3
2. 藻体分枝常互相愈合合成团块状,背腹明显,匍匐生长,一面及两缘密被耳状、乳头状突起,囊果所在的突起无柄,中央下陷成囊孔 *Kappaphycus cottonii* (Weber-van Bosse) Doty (海南文昌清澜港、冯家港、琼海沙荖;西沙群岛)
2. 分枝基部圆柱状,分枝由下至上很快扁压,藻体由一小的壳状固着器上蔓延,固着器复杂 *Eucheuma perplexum* Doty (台湾)
2. 分枝极严格对生,基部圆柱状或扁压,中部至顶端为扁压或扁平 *E. serra* J. Agardh (台湾)
3. 分枝扁平,囊果生于藻体腹面的突起中,突起为不规则球形,基部缢缩成细长的柄,大多生于藻体的腹面 *Betaphycus gelatinum* (Esp.) J. Aardh (海南琼海沙荖、青葛、文昌冯家港、清澜港、冠南、抱虎港、龙楼淇水港,崖县红塘、马玲、东沙群岛)
3. 分枝圆柱形 4
4. 具明显的粗细枝 5
4. 分枝直径大致相等 6
5. 营养体的分枝光滑且有特别的弯曲扭转 *K. alvarezii* (Doty) Doty (海南琼海沙荖、三亚牙龙湾)
5. 营养体的一面及两缘被疣状突起,突起低而钝,细枝极尖细 *K. striatum* (Schmitz) Doty (海南琼海沙荖、三亚牙龙湾)
6. 分枝多基出,上、下等径,不育枝较光滑,多皱折至有细疣突,或分枝的一面具长短不一的突起,囊果生于藻体一面的突起中,突起无柄,球形,顶端下陷 *E. xishaensis* sp. nov. (西沙群岛全福岛)
6. 小枝轮生 7
7. 小枝多,密集轮生,分枝自上而下渐粗,呈圆锥形 *E. arnoldii* Weber-van Bosse (西沙群岛永兴岛、赵述岛、西沙洲)
7. 小枝少,仅在每“节”上简单轮生,枝端尖细 *E. denticulatum* (N. L. Burman) Collins et Hervey (西沙群岛金银岛,台湾)

(四) 麒麟菜族种的描述

1. 琼枝 *Betaphycus gelatinum* (Esp.) Doty (图 1; 图版 I : 3, 4, 图版 II) Doty, 1996:

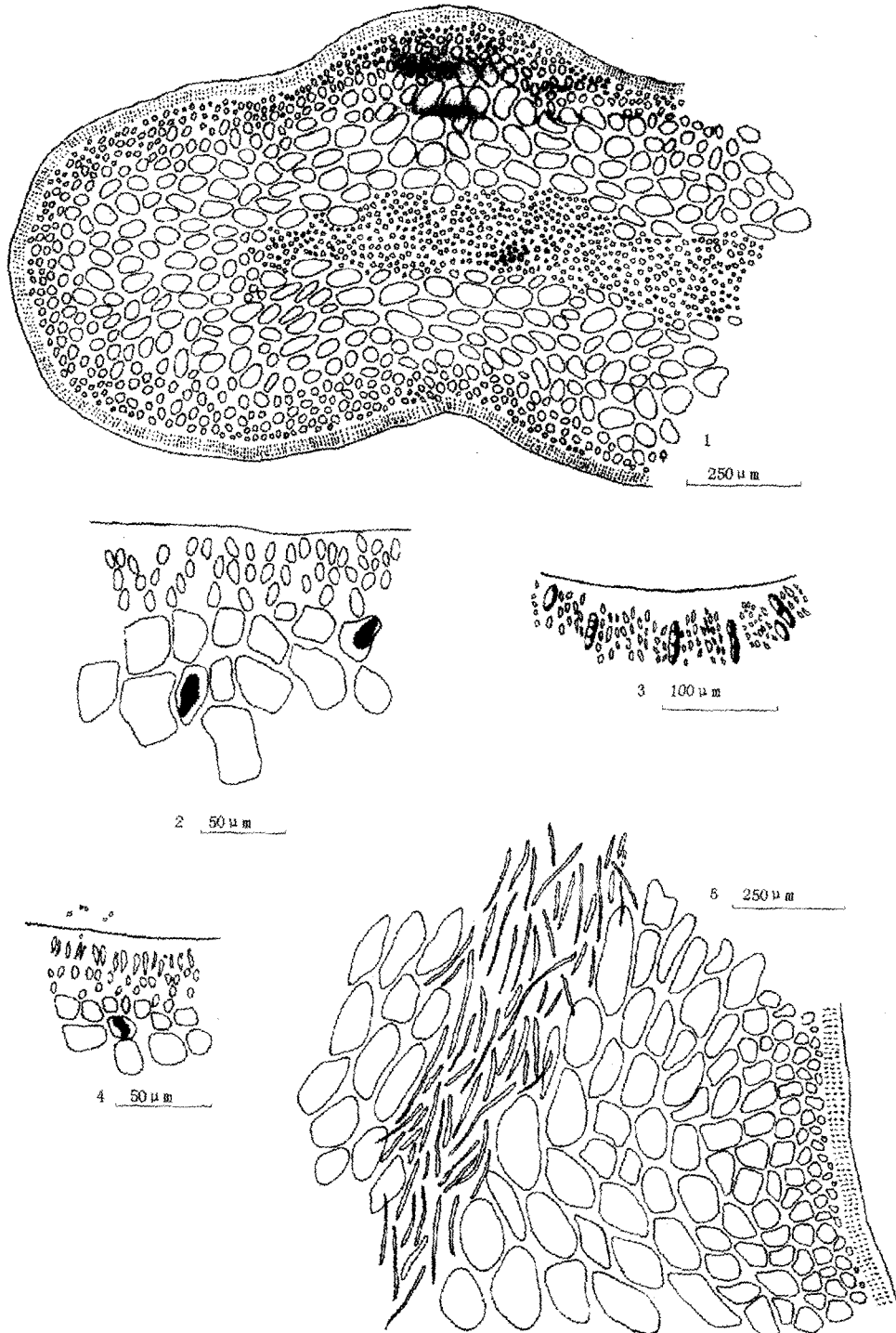


图 1 琼枝 *Betaphycus gealtinum* (Esper.) J. Agardh

1. 藻体枝端横切面, AST59-4192; 2. 枝端横切面放大, 示皮层细胞, AST77-28A;
3. 四分孢子囊切面观, AST60-7969; 4. 精子囊切面观, AST77-28; 5. 藻体纵切面观, AST59-4192

237, figs. 1-5。

异名 *Fucus gelatinae* Esper, 1797: 101; *Eucheuma gelatinae* J. Agardh, 1852: 628; De-Toni, 1893: 374; Weber-van Bosse, 1928: 412, fig. 163; Yamada, 1936: 120; Valerie May, 1964: 123; Doty et Norris, 1985: 57, fig. 3; Doty, 1988: 188, figs. 23(A, B), 24(A); Gavino C. Trono, 1988: 157, fig. 3; 冈村, 1936: 594。

模式标本产地 东印度洋。

藻体平卧于生长基质上, 团块直径 10—20cm, 不规则对生、互生或叉状分枝, 偶有羽枝。分枝向四面伸展, 枝近于扁平, 3—5mm 宽, 1—2mm 厚。藻体表面通常光滑, 腹面常具有疣状或圆锥状突起, 枝两缘生羽状小枝, 分枝上或小枝顶端常具有圆盘状固着器, 用以附着于碎珊瑚或其他藻体上, 分枝基部稍缢缩, 分枝亦常互相附着而呈愈合现象(图版 I)。表面多现紫红或黄绿等色, 有的则呈现绿色, 夏季有些藻体为黄色, 腹面大部分为紫红色。

藻体内部横切面观(图 1: 1, 4), 靠近藻体表面为 3—4 层具有色素、个体较小的皮层细胞, $10\mu\text{m} \times 7\mu\text{m}$, 卵圆形; 向内是个体较大的薄壁细胞构成内皮层, $(66-100\mu\text{m}) \times (33-66\mu\text{m})$; 髓部中央具厚壁细胞(径 $17\mu\text{m}$)密集成束的藻丝, 其方向与藻体平行; 藻体纵切面观(图 1: 5), 中央为沿藻体纵向延长的藻丝。

四分孢子体与营养体和雌、雄配子体均同型, 但四分孢子体稀有刺突或乳突(图版 II: 1)。四分孢子囊散生于藻体表面, 切面观, 幼时卵圆形, 层形分裂至成熟时为长圆柱形, $5\mu\text{m} \times 13\mu\text{m}$, 与营养细胞有边缘纹孔连结。周围的皮层细胞有加厚、伸长现象, 且较分散(图 1: 3)。成熟的囊果为不太规则的球形, 通常具柄, 单生或二、三个合生于一个柄的突起中。年幼的囊果球形, 无明显的柄, 生于藻体的腹面及两侧。纵切(图版 I: 3, 4)为中央融合胞, 并由中央融合胞上发射出产孢丝, 在各个产孢丝顶端产生成束的果孢子, 外具囊果被。精子囊散生在藻体的表面(图 1: 2), 一个皮层细胞发育成 1—2 个细长的精子囊母细胞, $13\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$; 每个精子囊母细胞顶生 1—2 个精子囊(直径 $< 3\mu\text{m}$, 图 1: 4)。本种精子囊为首次记述。

习性与产地 生长于低潮线附近, 深可达低潮线下 2—4m, 但以低潮线下 1m 处生长最为旺盛。海南省: 琼海沙荖, 2 月(76-123)、3 月(80-2703)、4 月(56-1536 四分孢子体、56-3450)、5 月(80-2479、80-2729)、6 月(55-677)、7 月(55-681)、8 月(63-2367、77-26、77-28 雄配子体、77-28A、77-35、77-37)、9 月(55-684、57-1873、59-4192 雌配子体、93-600 雌配子体、93-601、93-602、93-605)、11 月(Ph90-53); 青葛, 5 月(80-2487)、6 月(55-678); 文昌冯家港, 3 月(60-4208、60-4211、60-8423 雌配子体)、6 月(55-674); 清澜港, 3 月(55-872)、4 月(54-4619); 冠南, 6 月(55-676)、8 月(54-4506 雌配子体)、9 月(60-7801); 抱虎港, 4 月(92-0223), 崖县红塘, 10 月(60-7969 四分孢子体、60-8040 雌配子体); 马铃, 3 月(62-2538 四分孢子体)、9 月(60-7698 雌配子体)。东沙群岛, 5 月(85-0046)。

地理分布 菲律宾东部和中国南部, 日本的琉球群岛、冲绳岛那霸, 印度尼西亚, 澳大利亚西岸, 新喀里多尼亚岛, 塔斯马尼亚岛。

讨论 琼枝 *B. gelatinum* 是盛产于我国南部的一种海藻, 除上述产地外, 据 Yamada(1936)报道还产于我国的台湾澎湖岛, 1962 年我国即有本种的报道, 当时记载为 *Eucheuma gelatinae*(曾呈奎等, 1962), Doty(1996)认为该种归于琼枝藻属。本种是我国生产卡拉胶的主要原料。在海南, 民间将其称为“菜仔”的海藻; 另有一种被称作“菜母”的海藻(凤尾菜), 归于江蓠属——*Gracilaria* Harv., 二者外形非常相似(曾呈奎等, 1962)。

表 1 琼枝 *Betaphycus gelatinum*(Esper)Doty 和凤尾菜 *Gracilaria eucheumoides* Harv. 的特征比较

	<i>Betaphycus gelatinum</i>	<i>Gracilaria eucheumoides</i>
分类地位	Gigartinales, Solieriaceae	Gigartinales, Gracilariaceae
颜色	深紫红, 稀绿色	深紫红
外形	扁平, 肥厚肉质, 腹面及边缘多乳突	扁平, 肥厚肉质, 无突起
分布	热带、亚热带珊瑚礁	同左
繁殖	以营养繁殖居多	同左
营养体横切	髓部中央有丝体	髓部均为薄壁细胞
四分孢子囊	散生在藻体各处, 层形分裂	散生在藻体各处, 十字形分裂
囊果	生在具柄的球形突起中, 囊果中央有一大融合胞, 以辐射状的不育丝与囊果被相连	散生在藻体各处, 滋养丝有或无, 产孢丝向外生长
精子囊	散生在体表面, 精子囊母细胞顶生 1—2 个精子囊	散生在藻体各处, 集生于体表面或下陷的生殖窝中

琼枝藻属是 Doty(1996)新立的一属,其主要依据是本属的种类细胞壁中以 β -型卡拉胶为主,与麒麟菜族中的其他各属相区别。本属现还包括以下两种:*B. speciosum*(原为 *Gigartina speciosa*)和 *B. philippinensis*(本属的模式种)。

2. 珊瑚状麒麟菜 *Eucheuma arnoldii* Weber-van Bosse(图 2;图版 I :1,图版 III)

Weber-van Bosse, 1928: 421, pl. 13, fig. 1; Draft, 1972: 318, figs. 3~14, 16; Doty et Norris, 1985: 57; Doty, 1988: 185, figs. 19A, 21.

异名 *E. cupressoideum* Weber-van Bosse, 1928: 421, pl. 14, fig. 3; Yamada, 1936: 131, figs. 1-2; Shen, Y. F. et Fan K. C., 1950: 338.

模式标本产地 印度尼西亚伊里安以西的 Ceram。

藻体丛生(图版 III),覆盖于生长基质上,藻体下部匍匐,但分枝直立向上,彼此附着或附着于其他物体上,因此,整个藻体相互缠结而成团块状。主枝直径 0.5—0.7cm,分枝直径 0.2—0.3cm,通常侧生,圆柱状,覆盖以短圆锥状的小枝,小枝彼此规则分布,形成明显的节和节间,在节处常形成一轮,因节间部分短,轮枝彼此重叠,轮生分枝有时不明显。藻体深紫红色,完整的藻体外形很像鹿角珊瑚(*Acropora*),胶质或肉质。

藻体内部横切面观(图 2:1,2),外皮层细胞小,2—3 层,排列紧密,卵圆形或近圆形, $10\mu\text{m}\times 16\mu\text{m}$;内皮层由大而圆的细胞组成, $166-216\mu\text{m}\times 116-183\mu\text{m}$,髓部中央杂有小细胞,直径 50—100 μm 。藻体纵切面观(图 2:4),髓部由不规则形状的大细胞($216-332\mu\text{m}\times 116-232\mu\text{m}$)和小细胞($116\mu\text{m}\times 66\mu\text{m}$)构成。

四分孢子体(图版 III :1)较营养体之小枝更密,颜色稍浅,典型轮生,且稍粗壮,主枝直径 0.6—0.7cm;分枝直径 0.3—0.4cm。四分孢子囊层形分裂(图 2:3),切面观幼时卵形, $26\mu\text{m}\times 16\mu\text{m}$,成熟后长圆柱形, $66-73\mu\text{m}\times 26-33\mu\text{m}$,四分孢子囊囊周的皮层细胞稍变形。囊果体(AST75—1402,图版 III :2)枝粗 0.3—0.7cm,向顶端渐细,藻体四周均有囊果突起,直径 1—2cm,圆球形,顶部稍下陷。囊果纵切面(图版 I :1,2)为中央一个融合胞,由中央融合胞放出的产孢丝体辐射状分布,果孢子成堆、成束,外被囊果被。在一个突起中可同时存在两个或两个以上的囊果,成熟的果孢子由囊果孔发散(图版 I :2),精子囊未发现。

习性与产地 生于低潮线下数米深处,鹿角珊瑚等珊瑚枝上。西沙群岛:永兴岛,4 月(57-5031, 57-5175)、(57-1879 此号标本月份不详),西沙洲,4 月(75-1402 雌配子体),赵述岛,3 月(80-161,80-164

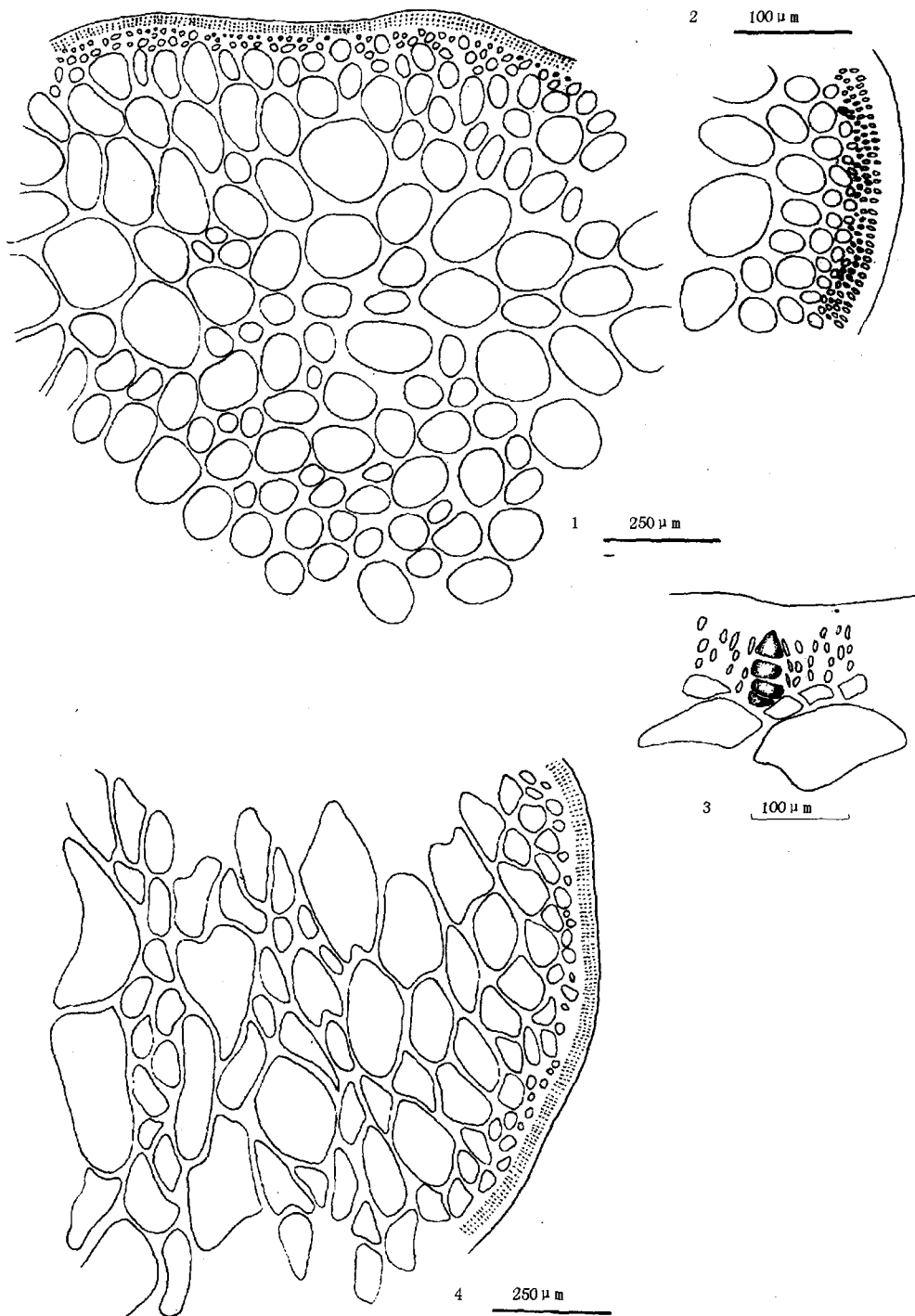


图2 珊瑚状麒麟菜 *Eucheuma arnoldii* Weber-van Bosse

1. 藻体横切面观, AST80-164A; 2. 藻体横切面放大, AST801-164A;
3. 四分孢子囊切面观, AST80-164; 4. 藻体纵切面, AST80-164A

四分孢子体,80-164A,80-170 雌配子体);南沙群岛;涠碧礁,4月(94-0209 雌配子体)。

地理分布 日本琉球群岛宫古岛,澳大利亚托雷斯海峡。

讨论 Weber-van (1928) 在描述 *E. arnoldii* 的模式标本(南纬 03°50', 东经 130°50', 水下 18m, 新几内亚岛以西)时,过分突出了二叉分枝,偏生和对生分枝等特点(因为标本是被压过的)。

Weber-van (1928) 还描述了第二种麒麟菜 *E. cupressoideum* W. -v. B. (标本采自托雷斯海峡,同时有干标本和液浸标本),与前种的区别在于外形较小、较薄,具网结枝以及丛生等特征,并且有些分枝上有刺突。Kraft (1972) 记述了菲律宾产的 *E. arnoldii* 的特征,认为是与 Weber-van 1928 所述之 *E. cupressoideum* 外形相似的藻体,在被压以后又与 *E. arnoldii* 之外形相一致,且二者均有网结分枝和偶有轮生现象,仅藻体的厚薄存在差异,这可视为个体间的差异。所以 Kraft 将这两种合并为 *E. arnoldii* Weber-van Bosse。

Yamada (1936) 报道的生长在 1.8—4.0m 深的珊瑚礁(北纬 24°28.2', 东经 125°12') 的 *E. cupressoideum* 的分枝较通常的分枝更厚,其外形介于 Weber-van (1928) 所记录的 *E. arnoldii* 和 *E. cupressoideum* 之间。

我们的标本(75—1402 雌配子体、80—164 四分孢子体)和营养体(80—164A)在外形上也有差异(图版Ⅲ),通常囊果体最粗厚,营养体最纤细,四分孢子体和营养体的轮生小枝极明显,囊果体的“节”和“节间”则有压缩现象。各藻体的横切面具有相似的髓部构造。因此我们同意 Kraft (1972) 的观点,认为 *E. arnoldii* W. -v. B. 和 *E. cupressoideum* W. -v. B. 是同一种。

3. 麒麟菜 *Eucheuma denticulatum* (N. L. Burman) Collins et Herve (图 3; 图版Ⅳ:1)

Collins et Herve, 1917:106~108; Doty et Norris, 1985:49, figs. 1~2; Gavino C., 1988:158, figs. 122A, B; Doty, 1988:179, figs. 3B, 5A, 7A, 8~10.

异名 *Fucus denticulatus* Burman, 1768:28; *F. muricatus* Gmelin, 1768:111, pl. 6; *F. spinosus* Linnaeus, 1771:313; L. Turner, 1808; *Sphaerococcus spinosus* Agardh, 1823:272, 1824:223; *E. spinosum* J. Agardh, 1847:16, 1852:601; Okamura, 1909:41-44, pls. 61-62, figs. 4-6; 远藤, 1911:630, 179 图; *E. jugatum* J. Agardh, 1892:122; *E. muricatum* Weber-van Bosse, 1928:413, pl. 12, figs. 153/157/164; Kylin, 1932:23; 冈村, 1936:593. 278; Valerie May, 1946:123; Yamada, 1936:122, pls. 23, figs. 3-5.

模式标本产地 不能确定。

藻体圆柱状(图版Ⅳ:1), 枝长 12—22cm, 直径 2—3mm, 藻体以盘状固着器附着于其他物体上, 伏卧。枝广开, 呈水平伸出, 互生、对生, 有时位置稍偏, 或成叉状, 枝端尖细, 四周具刺状、疣状突起; 分枝常互相愈合, 亦附着于其他物体上; 突起偶单生, 但一般稍对生, 或 3 个乃至数个轮生, 但不规则, 上部的长枝往往隔一小段距离稍作整齐的轮生。藻体紫红色, 软骨质。

藻体内部横切面观(图 3:1, 2)为典型的外皮层、内皮层和髓部假根构造。外皮层 2—3 层细胞, 卵圆形, 直径 7 μ m; 向内是逐渐增大的髓部薄壁细胞构成的内皮层, 133—166 μ m $\times$ 83—149 μ m; 髓部为厚壁细胞组成的髓丝(直径 33 μ m)。藻体纵切面观(图 3:3)之中央假根丝体纵向。

囊果、精子囊和四分孢子囊均未发现。

习性与产地 生于低潮线下 2-5m 处的珊瑚礁上。西沙群岛; 金银岛, 2月(76—661); 台湾, 10月(50—152)(1950年10月由青岛购自台湾的标本)。

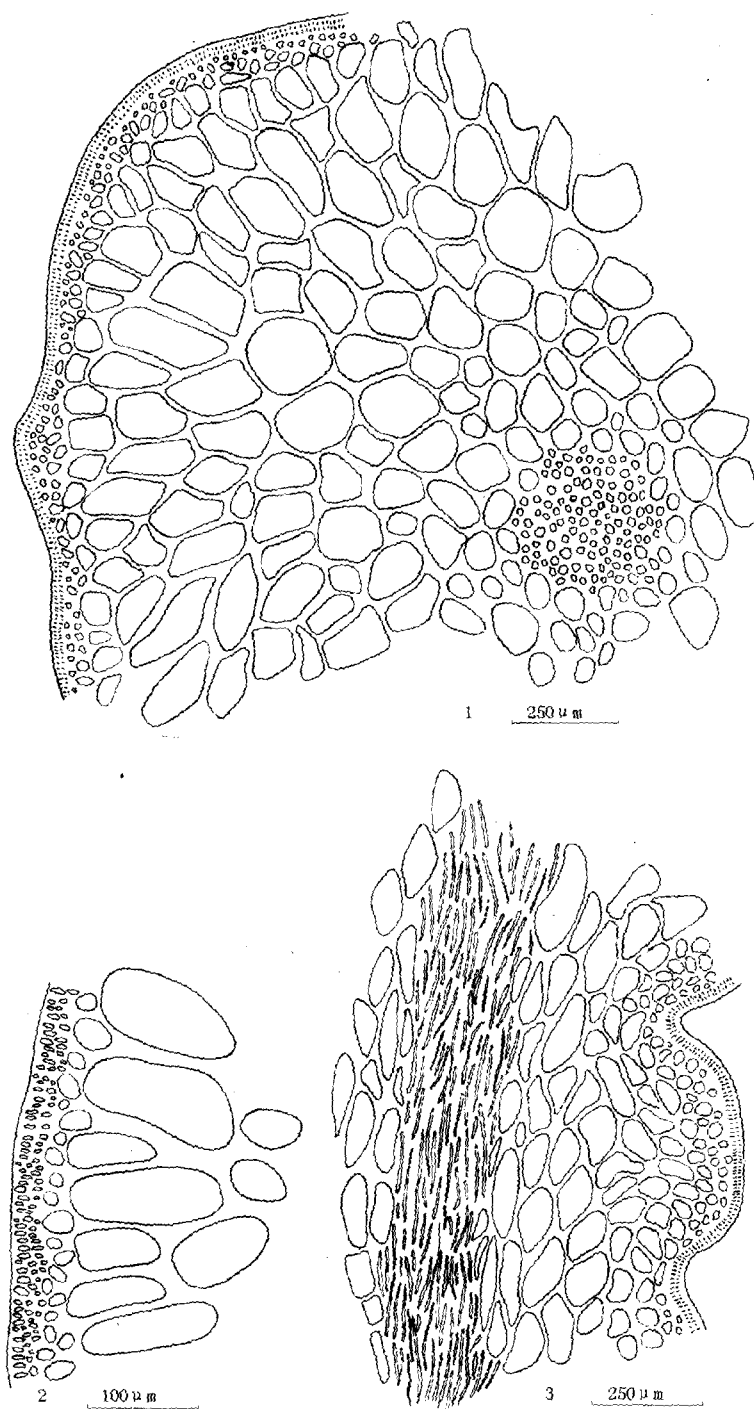


图3 麒麟菜 *Eucheuma denitculatum* (N. L. Burman) Collins et Hervey

1. 藻体横切面观, AST77-661; 2. 藻体横切面放大, 示皮层细胞, AST77-661;

3. 藻体纵切面观, AST50-162

地理分布 东非至西部太平洋, 密克罗尼西亚西部。

讨论 本种为麒麟菜属的模式种。但由于标本数量很少,无法进行深入的研究。据文献报道(Doty, 1988), *E. denticulatum* 为变化极大的种类,与其他那些圆柱状分枝,且在轴心密生厚壁假根的相似种类的区别在于:本种在节间具有规则轮生的刺,且这些刺趋于短筒形;偶有对生分枝,分枝少,趋于平卧生长(图版 IV:1),与之相似的其他种类可能因为是一年生的由孢子萌发形成,所以趋于直立。本种是多年生种类,生殖多依赖于环境刺激打断藻枝。囊果不常见,但可能靠近边生刺的顶部。

本种在我国主要产于台湾沿岸,曾呈奎等(1962)所记载的 *E. muricatum* 与本种是同物异名。

4. 错综麒麟菜 *Eucheuma perplexum* Doty(图 4;图版 IV:2)

Doty, 1988:188, figs. 2, 7b, 24E, 25, 27.

模式标本产地 台湾北端的八斗子。

藻体最初由一小的壳状固着器蔓延开,并与其他物体相缠结。然后,囊果枝直立,高约 5cm,并具复杂的彼此相连的固着器。基部圆柱形,主枝很快成为扁压状,并渐宽,边缘散生刺,或刺近对生。边缘可能出现附加刺。背腹面保持扁平或稀有散生刺。分枝对生或呈不规则羽状。

藻体内部横切面观(图 4:1,3),外皮层细胞 2—3 层,卵圆形,长径约 $7\mu\text{m}$;假薄壁组织细胞($150-200\mu\text{m} \times 66-116\mu\text{m}$)构成内皮层,髓部中央具假根丝体(细胞大小 $50-60\mu\text{m} \times 33\mu\text{m}$)。藻体纵切面观(图 4:2),中央为纵向延长的髓丝($300\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$)。

四分孢子囊生于主轴,成熟时, *E. perplexum* 的四分孢子囊群的两端与中央两部分一样,通常钝圆或圆胖—圆柱形。囊果位于或靠近突起的顶端,突起则多生于扁平轴边缘或偶生于平面的任一面。囊果具有囊果被,面向产孢丝体。囊果所在的突起起初为半球形,掺杂于相似的稍尖的刺中;其后,囊果逐渐大于刺,囊孔不明显。

产地 台湾台北县龙洞,5 月(78—100,1994 年台湾海洋研究所赠送)。

地理分布 菲律宾,日本南部,坦桑尼亚。

讨论 本种为 Doty(1988)所报道的新种,与 *E. serra* 和 *E. denticulatum* 外形很相似。只能根据刺的着生方式(*E. serra* 的刺极严格对生)和藻体的颜色(本种常为明显的红色或基部颜色较深,而 *E. serra* 常呈灰黄色)与 *E. serra* 加以区分。本种与 *E. denticulatum* 的不同之处在于, *E. denticulatum* 的主要分枝基部最宽,分枝均为圆柱形或向顶端渐细;而本种的主要分枝基部是圆柱形,从基部向上逐渐增宽,主枝很快扁压。

本种产 L-型卡拉胶。

5. 齿状麒麟菜 *Eucheuma serra* J. Agardh(图 5;图版 V:1)

J. Agardh, 1852:626; De-Toni, 1893:371; Weber-van Bosse, 1928:411, pl. 13, figs. 4-5; Kylin, 1932:24, pl. 10, fig. 21; Yamada, 1936:120, figs. 1-2, pls. 21-22; Borgesen, 1943:43, figs. 15-16; Shen Y. F. et Fan C. K., 1950:338; Tseng Wen-young, 1984:237, figs. 4-8; Doty et Norris, 1985:56; Doty, 1988:180, figs. 1D, 17.

异名 *E. nodulosum* Areschoug, 1854:22(348); Kylin, 1932:24, fig. 22.

模式标本产地 毛里求斯。

成熟的藻体匍匐,幼体有直立分枝。从固着器上或环绕固着器不规则生出许多严格对生分枝。成熟的藻体有明显的背、腹之分,幼体的背腹面则有相似的颜色。根据分枝和突起形状可分为四分孢子体、雄配子体、雌配子体。

四分孢子体和雄、雌配子体的横切面具有相似的内部结构(图 5:2,3)。最外表面覆盖一薄层

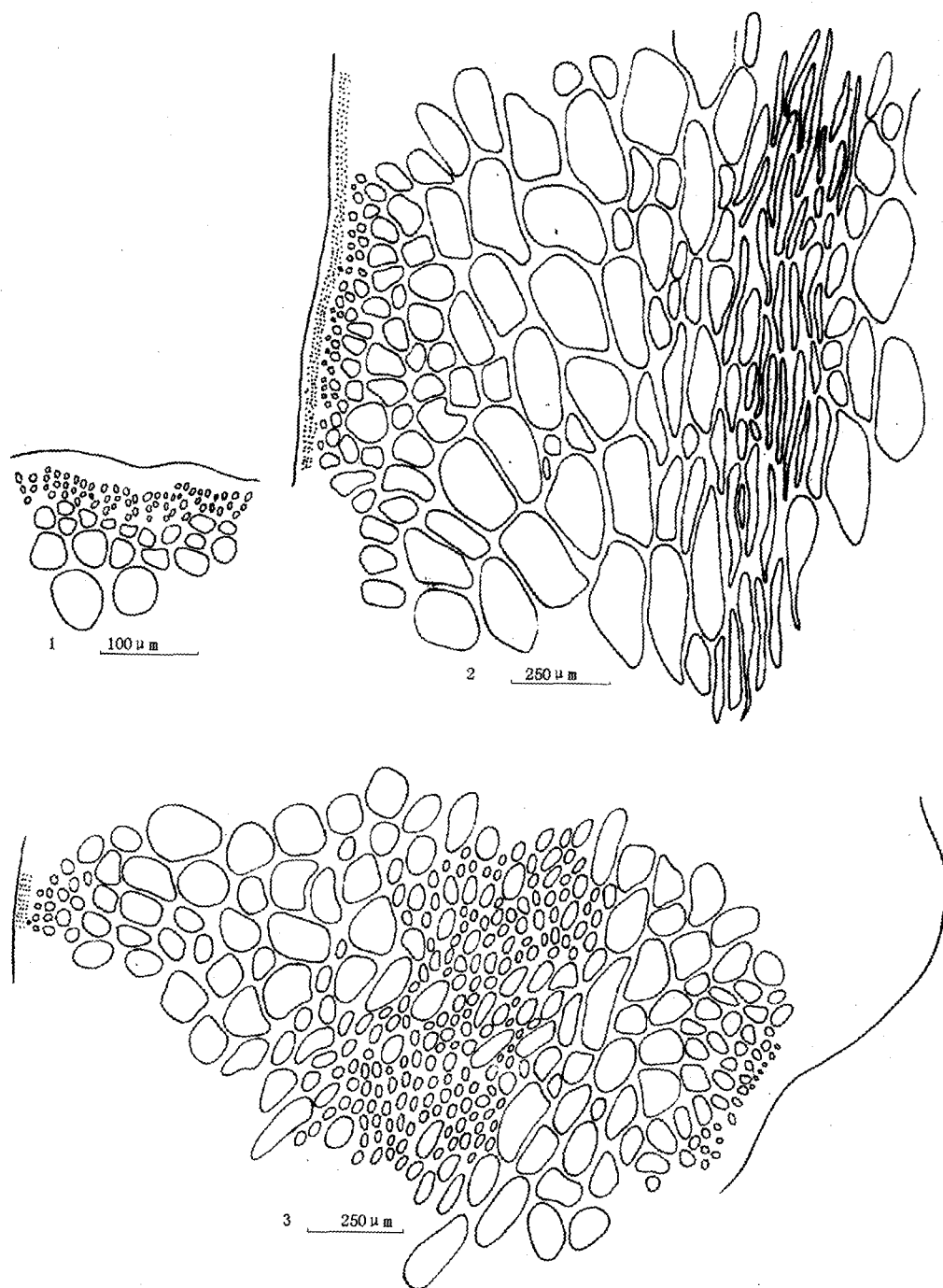


图4 错综麒麟菜 *Eucheuma perplexum* Doty AST78-100

1. *E. perplexum* 的藻体横切面放大; 2. *E. perplexum* 的藻体纵切面;
3. *E. perplexum* 的藻体横切面

胶质和外皮层细胞($10\mu\text{m}\times 7\mu\text{m}$),外皮层细胞下由6—7层薄壁细胞 $[(100-166)\mu\text{m}\times (83-133)\mu\text{m}]$ 构成内皮层,外皮层及内皮层的外层细胞含有色素,中央髓部为厚壁细胞(径 $33\mu\text{m}$)构成的紧密的假根丝体。纵切面观(图5:1)之中央假根丝体纵向延长。

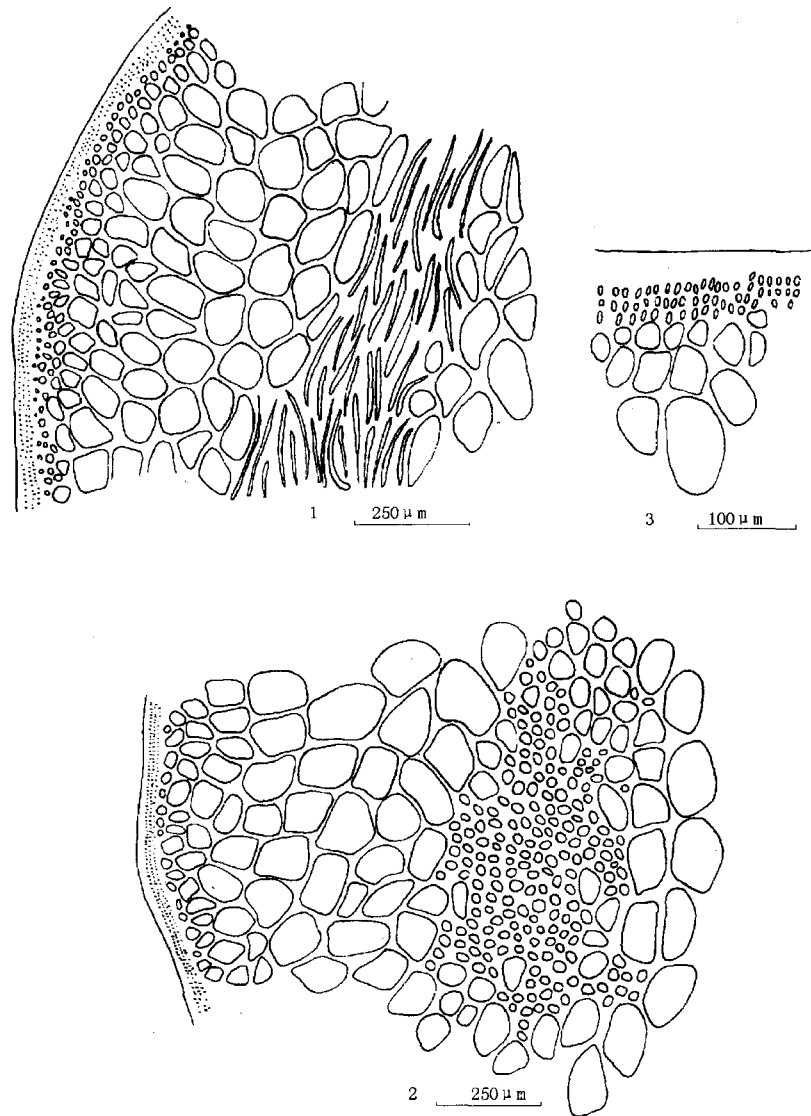


图5 齿状麒麟菜 *Eucheuma serra* J. AgardhAST70-0011

1. *E. serra* 的藻体纵切面;2. *E. serra* 的藻体横切面;3. *E. serra* 的藻体横切面放大

成熟的四分孢子体的分枝呈乳黄色,背面带有淡红色斑点,腹面深红色,分枝圆柱至扁压,环绕分枝有棘状突起。雄配子体背面为奶白或奶黄色,腹面淡红色,分枝基部圆柱状或扁压,中部到顶端为扁压或扁平。箭状突起通常羽状生长,极少生于藻体的背腹面。雌配子体颜色和分枝形状与雄配子体非常相似,但箭状突起不仅边生,背面也很丰富,且绝大多数转变为囊果。

习性与产地 生长于水下3—4m深的礁坪上。每年3月,水温 $20-23^{\circ}\text{C}$ 时开始繁殖。起初垂直生长,4月开始水平生长,5月中旬,藻体平均宽为10—20cm,长10—15cm;6—8月是繁殖和生长最旺盛的

阶段;7月底、8月初顶端出现漂白和坏死(ice-ice phenomenon);9月初,发生腐烂;10月中旬,水温 15—18℃,腐烂现象消失;冬季极少发现。台湾屏东县万里桐,5月(70—001,此号标本是台湾海洋研究所 1994 年赠送的)。

地理分布 同 *E. denticulatum*。

讨论 本种是盛产于我国台湾的一种麒麟菜,广泛分布于台湾的澳底及南部的鹅銮鼻等地。

本种在外形和切面构造上与 *E. denticulatum* 非常相似,但本种的藻体为一年生,有直立枝;近基部红色;顶端细长,主轴的中央部分增宽,分枝严格对生等特点显然与 *E. denticulatum* 有别。

6. 西沙麒麟菜 *Eucheuma xishaensis* sp. nov. (图 6;图版 V:2)

腊叶标本的分枝直径为 1cm 左右,通常等径、直立、各处分枝,圆柱状,表现观有两种类型的分枝,一种腹面具小圆柱状突起;第二种藻枝较光滑,仅多皱折或有细疣突。主要固着器上有细分枝,并有许多次生固着器。藻体深紫红色(图 6:3)。

藻体内部横切面观(图 6:2,4),由三层细胞($13\mu\text{m}\times 7\mu\text{m}$)构成外皮层,由外向内,内皮层细胞逐渐增大,至中央髓部,在大小几乎相等的原生大细胞($100\mu\text{m}\times 66\mu\text{m}$)中杂有厚壁的次生小细胞[($33-50\mu\text{m}\times (17-33)\mu\text{m}$)],并具丰富的侵填体(thylles)。

囊果体厚,有疣突,囊果生于藻体腹面的突起中,位于突起与主枝交接处,突起呈半球形,顶端略下陷,较营养性突起钝。囊果($730\mu\text{m}\times 614\mu\text{m}$)纵切面为中央一个大的融合胞($282\mu\text{m}\times 166\mu\text{m}$),从融合胞上辐射出产孢丝细胞,顶端分裂出成熟的果孢子($33\mu\text{m}\times 17\mu\text{m}$),外围包裹着囊果被。囊果被内部与果孢子堆之间是充满胶质的横走丝细胞的空间(图 6:1)。精子囊和四分孢子囊未见。

习性 生于珊瑚枝上。

模式标本和采集地 本新种的正模式标本为 AST80—1447 号,雌配子体,1980 年 5 月 3 日张德瑞等采自西沙群岛全福岛;副模式标本 AST80—1447A 号,所有标本均存于中国科学院海洋研究所植物标本室。

主要特征 (1)有两种分枝,腹面具刺突者和较光滑有皱折者直径近相等;(2)具多个次生固着器,主要的固着器有细分枝;(3)枝顶横切髓部中央由大细胞和次生厚壁小细胞构成;(4)囊果位于主轴与突起的交接处。

讨论 本种具有以下特点(包括藻体的粗细和大小):具多个次生固着器,主要的固着器上有分枝;突起集中在藻体的一面;无突起的枝端较平,分枝直径几乎相等,在匍匐枝上生有直立枝,有的直立枝顶端渐细;囊果所在的突起直接生在藻体上,其顶端下陷;囊果纵切面为中央融合胞等与 *K. inerme* 相似。但本种的囊果位于突起之下与主茎的交接处,这一性质在琼枝藻属、麒麟菜属及卡帕藻属中是绝无仅有的,可用以区分 *Eucheuma xishaensis* sp. nov. 与 *K. inerme*。此外,本种的藻体之较光滑的分枝(表面观仅有皱折,无明显突起)的枝端横切,髓部中央为原生的大细胞中分布有厚壁的次生小细胞,且具有丰富的侵填体,这是麒麟菜属 *Eucheuma* 中无轴丝组 Section Anaxiferae 的特点。经与 *E. arnoldii*, *K. alvarezii*, *K. striatum*, *K. cottonii* 的横切面相比,与 *E. arnoldii* 更为相似。

根据以上的特征和比较,该种为迄今尚未报道的新种西沙麒麟菜 *Eucheuma xishaensis* sp. nov.。但因标本较少,有待今后收集更多的材料以便深入研究。

7. 长心卡帕藻 *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty (图 7)

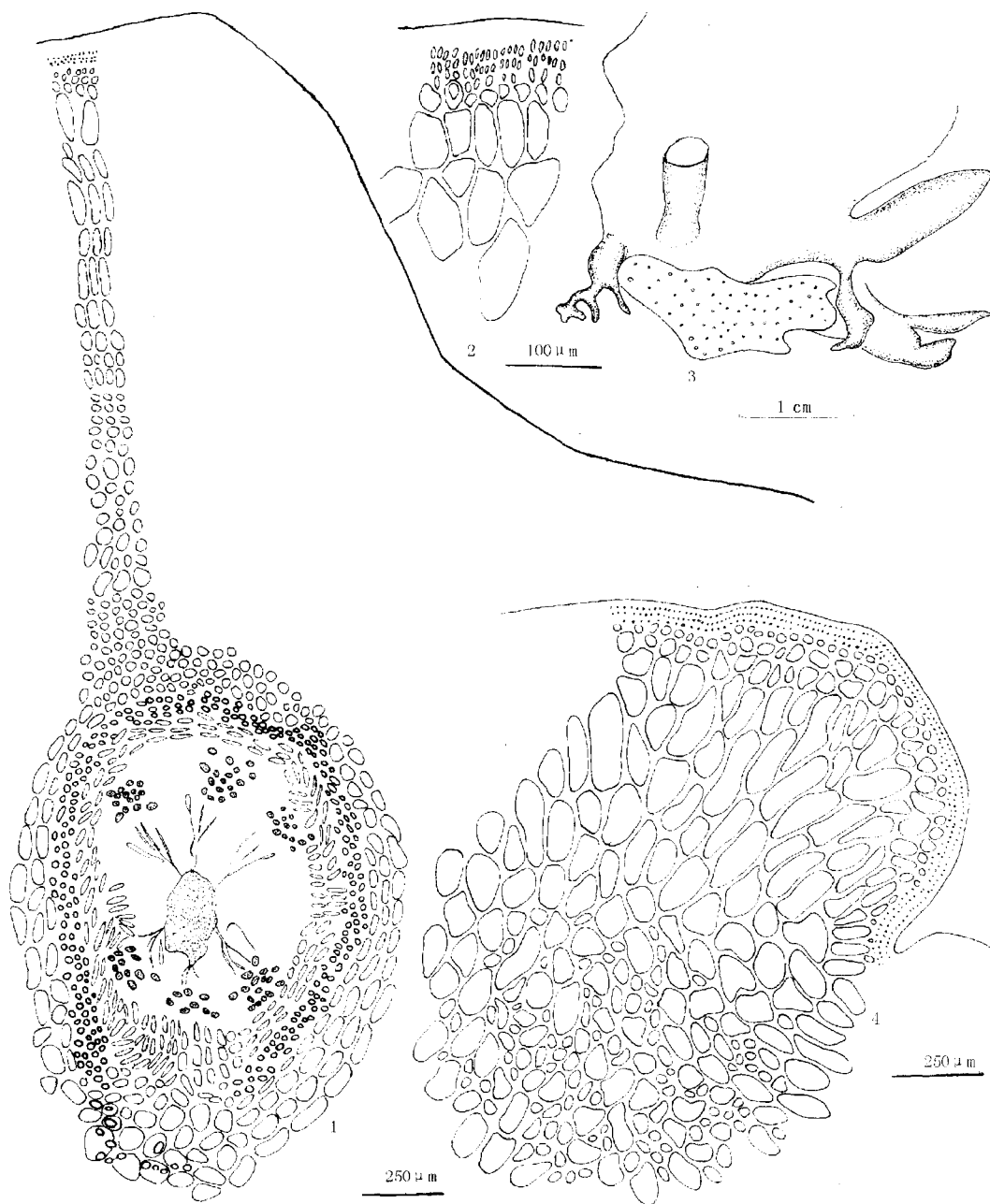


图6 西沙麒麟菜 *Eucheuma xishaensis* sp. nov.

1. 囊果纵切面, AST80-1447A; 2. 放大的藻体横切面, 示皮层, AST80-1447;
3. 藻体外形, 示具分枝的固着器, AST80-1447; 4. 藻体横切面, AST80-1447

Doty, 1988: 172, figs. 3C, 4, 6, 11.

异名 *Eucheuma alvarezii* Doty, 1985: 37, figs. 1-8.

模式标本产地 马来西亚。

藻体直立, 丛生, 圆柱状, 长 2m, 宽 2.5cm, 基部具简单的固着器, 分枝从基部长出很短一段, 之后由基部向顶端渐细。藻体在营养充足的正常条件下生长, 为紫红色。由于水

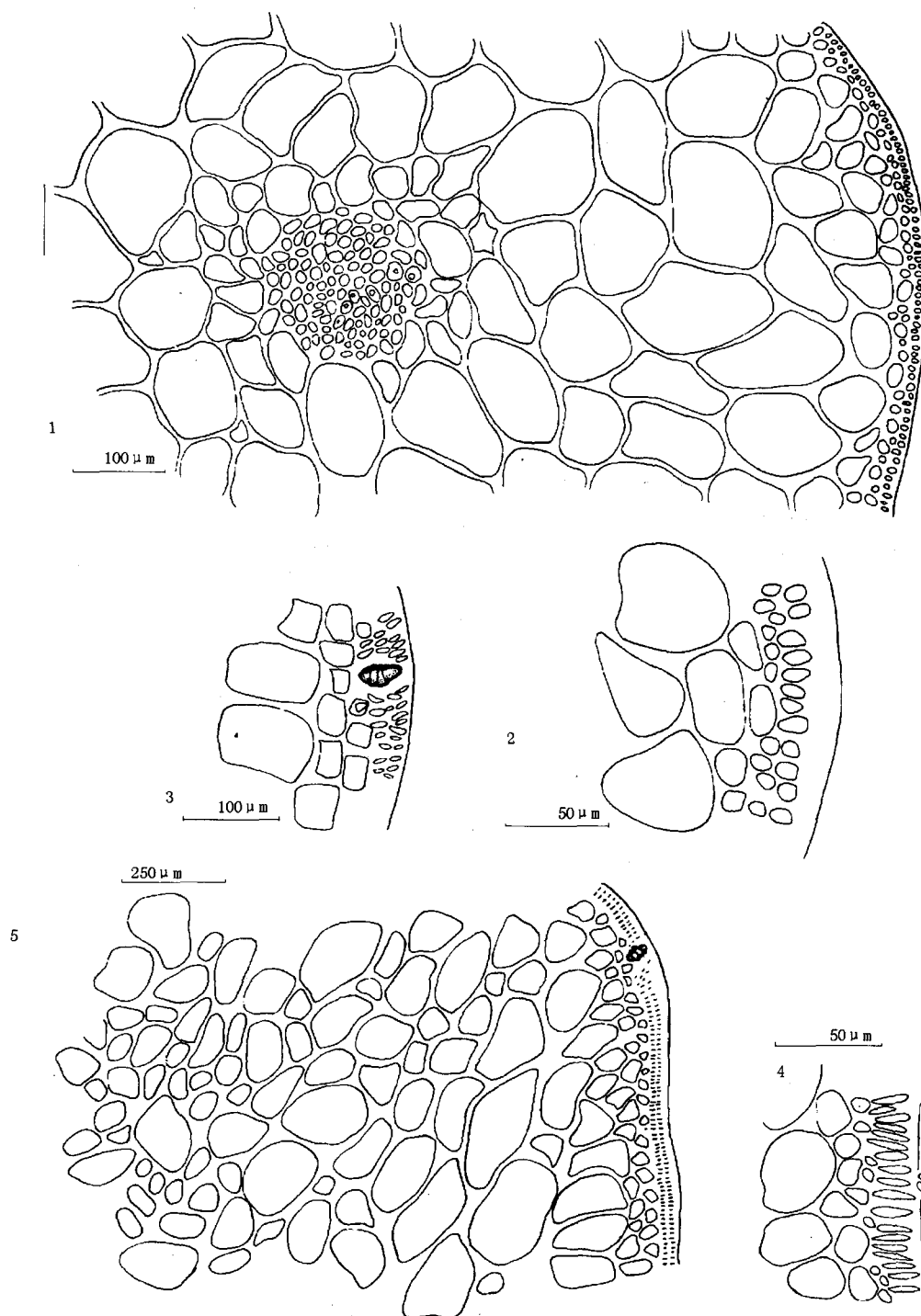


图 7 长心卡帕藻 *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty

1. 藻体枝端横切面, AST85-665; 2. 藻体横切面放大, 示皮层细胞, AST85-665;

3. 四分孢子囊切面观, AST85-665A; 4. 精子囊切面观, AST85-665B; 5. 藻体主枝横切面, AST85-665A
质、光照及营养的影响, 藻体可呈棕黄色、黄绿色或绿色。

藻体内部横切面观(图 7:1,2,5)有内、外皮层,外皮层占直径的很小部分,由含色素的放射状延长的长 $10-13\mu\text{m}$,径 $7\mu\text{m}$ 的细胞组成;内皮层由放射状延长的等径的厚壁细胞组成,细胞间彼此有纹孔连接。髓部的原生细胞通常等径,枝端横切细胞径为 $100-147\mu\text{m}$,其髓部出现相对紧密的次生细胞的中心,细胞大小统一,直径 $7-26\mu\text{m}$;轴心向基部逐渐不规则,成为小细胞(直径 $33-66\mu\text{m}$),中间杂有大细胞[($166-332$) $\mu\text{m} \times$ ($116-200$) μm]。

四分孢子囊由皮层细胞转变而来,切面观卵圆形(图 7:3), $36\mu\text{m} \times 26\mu\text{m}$,层形分裂伸长成为四个细胞,先中央两细胞增宽,随后两端加宽成为两端与中央两部分等宽的圆柱状, $59\mu\text{m} \times 26\mu\text{m}$;若未完全成熟,则两端稍尖, $40\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 。四分孢子囊周围的皮层细胞稍变形。精子囊连续分散在皮层细胞中(图 7:4),一个皮层细胞特化形成 12 个细长的精子囊母细胞,($17-20$) $\mu\text{m} \times$ ($3-5$) μm ;每个精子囊母细胞可产生 1—2 个精子囊,直径 $3-7\mu\text{m}$ 。囊果未发现。

习性与产地 生长于礁盘上。海南省:琼海沙荖,7 月(85-664,85-665,85-665A 四分孢子体,85-665B 雄配子体,86-1269)、9 月(93-662,93-663,93-664);三亚牙龙湾,9 月(93-805)。

地理分布 菲律宾苏禄群岛及附近区域。

讨论 本种是目前人工养殖的主要品种之一,其生长速率大,富含 κ -卡拉胶。我国的长心卡帕藻是 1985 年从菲律宾引进的,在海南省养殖获得成功。

本种是多年生的海藻。囊果体上分布有半球形的突起,突起顶端下陷成囊孔;营养体极光滑。由于我们收集的是人工养殖的标本,尚未成熟,无法观察。但从作者收藏的夏威夷的标本 HB4112 中可以看出,其囊果体与营养体是有较大差别的。

8. 耳突卡帕藻 *Kappaphycus cottonii*(Weber-van Bosse)Doty(图 8;图版 I:5,6,图版 VI:1)

Doty,1988:177,fig. 16。

异名 *Eucheuma cottonii* Weber-van Bosse,1928:419,pl. 13,fig. 6;Dickinson,1954:536,Tseng Wenyoung,1984:237;Doty,1985:49,figs. 5-6;Gavino C.,1988:156,figs. 110A、B;E. *okamurai* Yamada,1936:125,pls. 26-27,figs. 8-9,Shen, Y. F. and C. K. Fan,1950:338,Mshigeni 1984:348;E. *crustiforme* Weber-van Bosse,1928:24,fig. 165;冈村,1936:594;E. *horizontale* Weber-van Bosse,1928:24,fig. 166。

模式标本产地 毛里求斯以北的印度洋的萨亚·德马利亚(Saya de Malha)。

藻体重叠成团块状,匍匐生长,团块直径可达 $20-25\text{cm}$,背腹明显,分枝不规则,扁圆至扁压,枝与枝有互相愈合的现象。藻体一面及边缘密密地覆盖着连生成耳状的乳突;另一面光滑,无突起,藻体颜色因生长的潮带、阶段而异,一般为紫红色或稍带黄色。肉质,干后为硬软骨质,制成的腊叶标本不易附着于纸上(图版 VI:1)。

藻体内部横切面观(图 8:2,4),3 层细胞组成外皮层,细胞卵圆形,大、小近相等, $7\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$;髓部中央无假根丝体,大细胞[直径($398-531$) $\mu\text{m} \times$ ($332-465$) μm]间生小细胞[直径($133-166$) $\mu\text{m} \times$ ($100-133$) μm]。纵切面观(图 8:1)中央为不规则形状的大细胞(直径 $150-232\mu\text{m} \times 83-133\mu\text{m}$)和小细胞(直径 $33\mu\text{m}$),无髓丝。

四分孢子囊散生于皮层细胞中,切面观卵圆形(图 8:3), $40\mu\text{m} \times 26\mu\text{m}$,先层形分裂,伸长,再横向扩展成宽圆柱形, $7\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$,四分孢子囊囊周的皮层细胞($13\mu\text{m} \times 6\mu\text{m}$)变态明显。囊果直接生于藻体表面的球形突起中,突起无柄,顶部较平,下陷为囊果孔。囊果

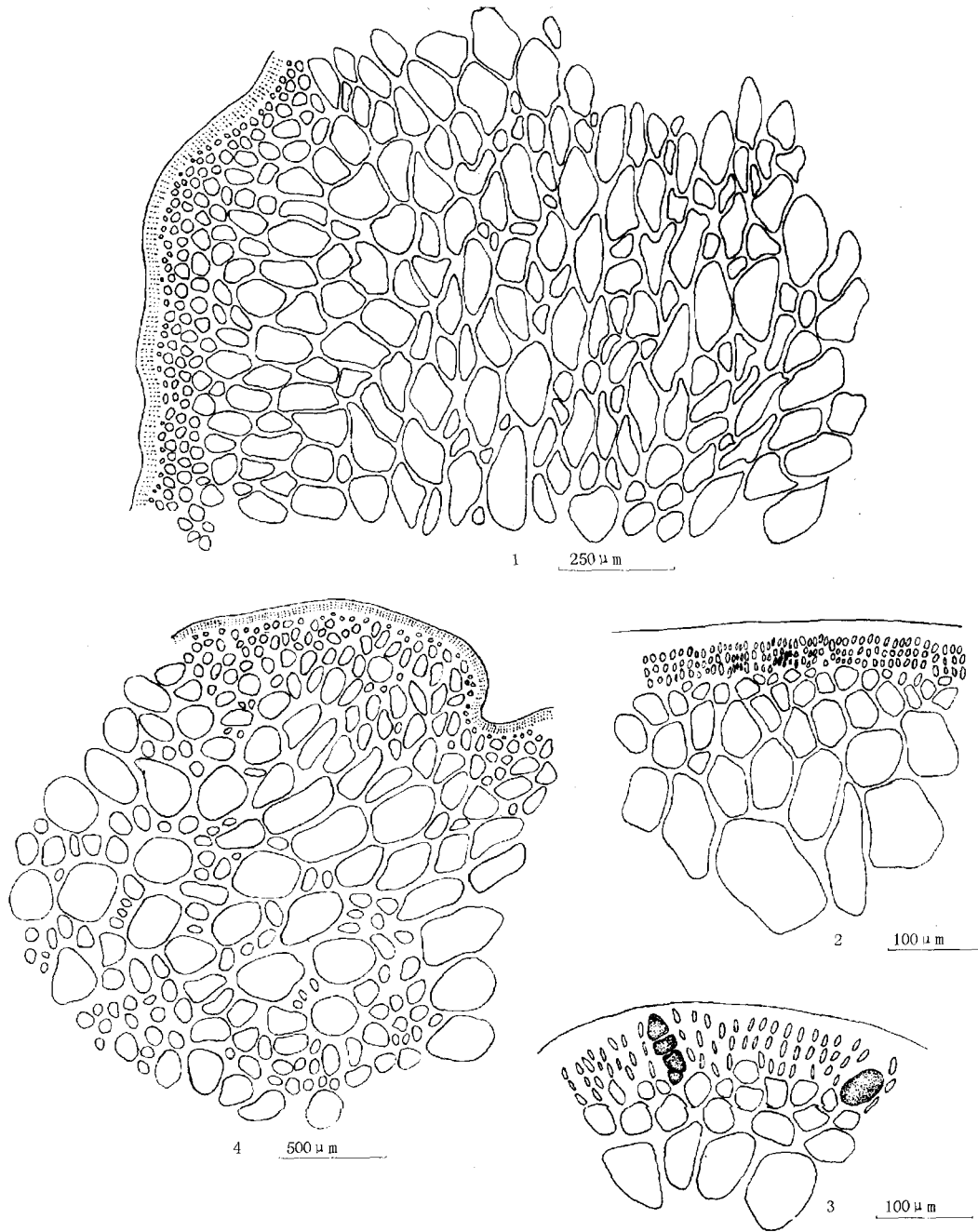


图8 耳突卡帕藻 *Kappaphycus cottonii* (Weber-van Bosse) Doty

1. 藻体纵切面, AST80-499; 2. 藻体横切面放大, 示皮层细胞, AST77-80; 3. 四分孢子囊切面观, AST55-685;

4. 藻体横切面, AST77-80

纵切面(图版1:5,6)为中央一个融合胞,囊果被和由融合胞上辐射出的产孢丝之间是一充满胶质的空间。精子囊未发现。

习性与产地 生于低潮线下1—2m深处的碎珊瑚上。海南省:文昌清澜港冠南,6月(55-6779)、8

月(54-4505 雌配子体、54-4507、54-4508);冯家港,3月(60-4207);琼海沙荖,2月(76-122)、4月(56-1535、56-3460、PH92-269)、5月(80-2480、80-2730)、7月(80-199 雌配子体 80-499A)、9月(59-4191)(55-685 四分孢子体、77-80 雌配子体、77-81 雌配子体,月份不详);青葛,5月(80-2488、80-2489)。西沙群岛:1月(55-649、55-480)、3月(55-738、55-758、58-4960)、6月(55-679)、8月(63-2369);金银岛,2月(76-651)、3月(76-1343、76-1344)。

地理分布 坦桑尼亚,我国海南省,菲律宾和美国关岛。

讨论 日本藻类学家冈村金太郎(1936)曾报道了产于我国台湾省红头屿的 *E. crustiforme*,但 Yamada(1936)认为,冈村所报道的 *E. crustiforme* 实系 *E. okamurai* 之误。我国亦有 *E. okamurai* 的报道(曾呈奎等,1962)。然而,Yamada(1936)所建立的新种 *E. okamurai* 与 *E. cottonii* 的区别仅在于分枝和突起的形状有所不同。在我们的标本中可以发现,在同一藻体上既有单生的圆锥状突起(*E. okamurai* 之特点),也有耳状连生的突起(*E. cottonii* 之特点),同时两种的分枝方式亦无显著差异。藻体内部构造和生殖器官也保持一致。所以这二者应为同物异名。

本种外形变异很大,Doty(1988)认为环境因素对 *K. cottonii* 的藻体外形有很大影响,分布于岩石顶部的藻体为匍匐分枝,而处于泥沙压迫下的藻体失去其正常的带状形式,易被认为是 *E. crustiforme* 或 *E. horizontale*,这二者现已归入 *K. cottonii*。

9. 异枝卡帕藻 *Kappaphycus striatum* (Schmitz) Doty (图 9;图版 VI:2)

Doty, 1988:173, fig. 4.

异名 *Eucheuma striatum* Schmitz, 1895:151; Weber-van Bosse, 1928:423, pl. 14, figs. 1, 4, 14, 16, 171; Yamada, 1936:124, pls. 24-25, figs. 6-7; *E. crassum* Zanardini, 1878:n. 7. (from Yamada); De Toni, 1897:375; Weber-van Bosse, 1928:411, pl. 13, figs. 4-5; Yamada 1936:120, figs. 1-2, pls. 21-2; Shen Y. F. and K. C. Fan, 1950:338; *E. edule* (Kuetz.) Weber-van Bosse, 1926:fig. 33, 1928:422, pls. 14-2, 15, 16-5, fig. 170; *E. dichotomum* Weber-van Bosse, 1928:419, figs. 168-169; *E. vermiculare* (Kuetz.) Weber-van Bosse, 1928:419, pl. 13, fig. 2; *E. cervicorne* Weber-van Bosse, 1928:420, pl. 16, figs. 1-2; *E. simplex* Weber-van Bosse, 1928:424, pl. 13, fig. 3.

模式标本产地 坦桑尼亚的桑给巴尔岛。

藻体团块状,大者可达 20cm 左右,分枝圆柱形,从老的粗枝上发出幼嫩、光滑的细枝,分枝愈向顶端愈细,在细枝的顶端更尖锐。藻体被以疣状突起,但本种藻体上的突起与其他种类比较则较低而钝,老枝上的疣突近于平秃,似乎仅有粗糙、凹凸的表面(图版 VI:2)。

藻体内部横切面观(图 9:1—3),靠近藻体表面为 1—2 层外皮层细胞,卵圆形(粗枝 $26\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$,细枝 $7\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$);内皮层是数层个体较大的不规则形薄壁细胞,胞径 $(66-133)\mu\text{m} \times (33-83)\mu\text{m}$;髓部中央,细枝由大、小相等的薄壁细胞组成藻丝,胞径约 $17\mu\text{m}$,粗枝则有较集中的小细胞,但未密集成藻丝,其中杂有大、小不等的细胞,胞径 $(232-364)\mu\text{m} \times (116-199)\mu\text{m}$ 。

囊果圆球形,直接生于藻体上,直径 1.5—2cm,顶端有一下陷的囊孔,纵切面中央为一个大的融合胞,产孢丝体延长,辐射状进入产孢丝座空间(具胶质、不育丝体及空隙等),外面包围着囊果被(图 9:4)。精子囊和四分孢子囊未发现。

习性与产地 生于低潮线下 0.5-6m 深处。西沙群岛:大筐,5月(58-4769、58-4769A、58-4769B、58-4770);永兴岛,4月(57-5093、58-4154A 雌配子体);珊瑚岛,4月(87-787)。

地理分布 东非,印度尼西亚,马来西亚的萨巴(Sabah)以东,菲律宾,贝劳(Belau)和 Pohnpei(密

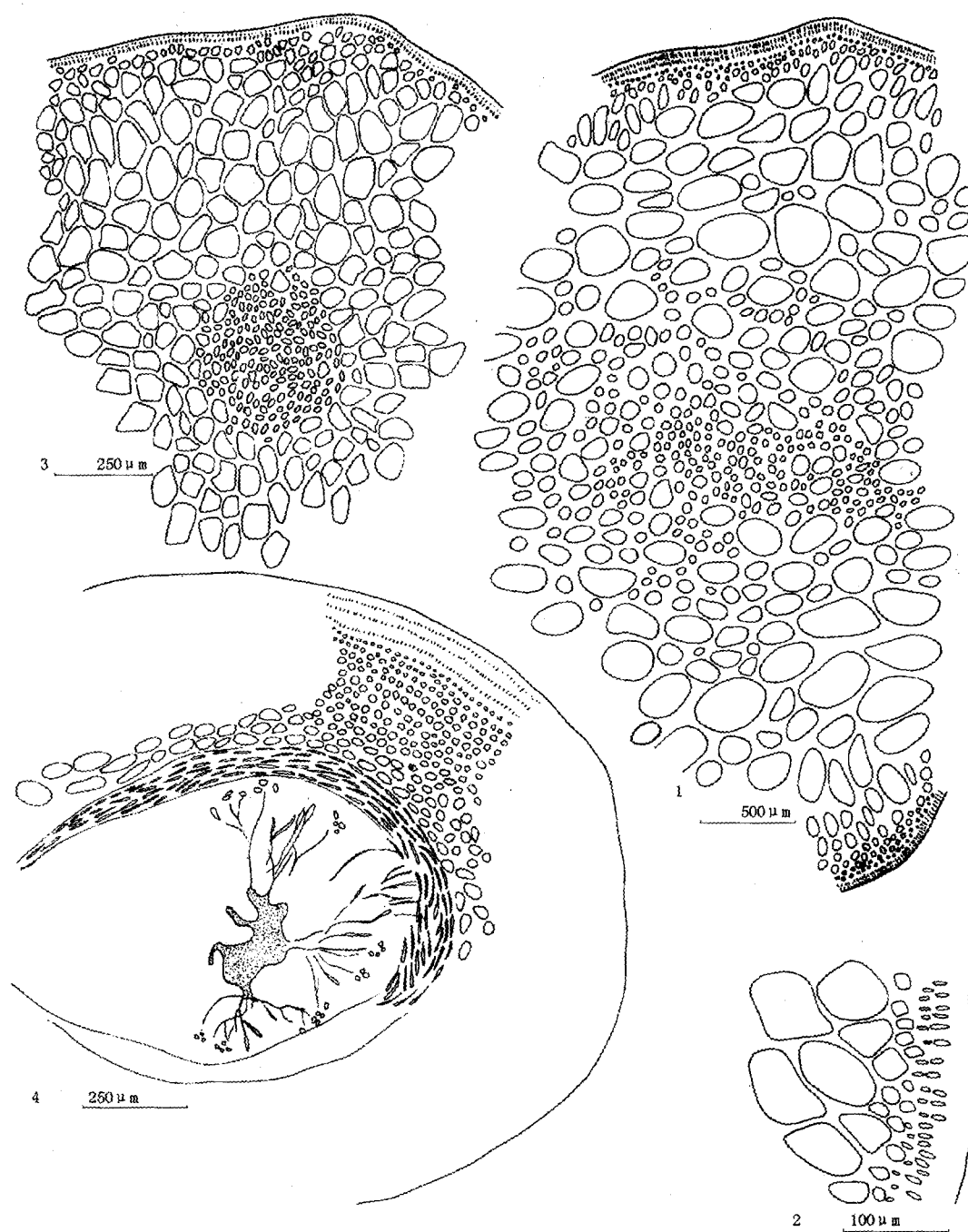


图9 异枝卡帕藻 *Kappaphycus striatum* (Schmitz) Doty

1. 藻体横切面(粗枝), AST58-4769B; 2. 藻体横切面放大(粗枝), AST58-4769B;
3. 藻体横切面(细枝), AST58-4769B; 4. 囊果纵切面, AST58-4154A

克罗内西亚联邦各州)。

讨论 本种是世界上最早养殖的种类,其形态变异很大。根据其生长环境和外形, Doty(1988)认为主要有两种形式,第一种生长于礁盘上,外形如鹿角(“elkhorn”var.),可塑性很大;第二种则与 *E. dichotomum* Weber-van Bosse 的外形很相似,称 *dichotomous* var.。Kraft(1969)在研究菲律宾的麒麟菜时,提出将 *E. vermiculare* (Kuetzing) Weber-van Bosse, *E. edule* (Kuetzing) Weber-van Bosse, *E. crassum* Zanardoni, *E. cervicorne* Weber-van Bosse, *E. dichotomum*, *E. simplex* Weber-van Bosse 和 *E. striatum*, *E. nudum* (原产于佛罗里达的 *E. nudum* 不包括在内)等种归于这一新组合,并指出 *E. edule* 是 *K. striatum* 的主要变型。

我们所检查的 *K. striatum* 的标本外形也存在很大的变异,其中产于西沙群岛珊瑚岛东北的 87—787 号标本,外形上兼有 Doty(1988)所述之“elkhorn”var. 和 *dichotomous* var. 的特点,进一步证实了外界环境对藻体外形的影响。

本种的显著特点是:由老的粗枝上发出幼嫩、光滑、顶端尖细的幼枝。

Weber-van Bosse(1928)将 *E. striatum* 放在无轴丝组;而 Yamada(1936)则将其置于有轴丝组,并说明这些根丝既不像 *B. gelatinum* 和 *E. serra* 那样密集,且细胞壁亦不如另二者厚。根据我们的切片观察,在藻体的细枝中心确实具有稍疏松的薄壁细胞藻丝,而粗枝的横切中心则为原生大细胞中掺杂有大量的次生小细胞。藻体不同部位的切面构造所具有的上述差异是卡帕藻属的一个特征。

三、结 语

琼枝藻属、麒麟菜属和卡帕藻属是分布于热带、亚热带海域的重要经济海藻,是生产卡拉胶的主要原料。麒麟菜族属于红翎菜科、杉藻目、红藻门。迄今为止,我国还没有关于这三属分类方面的专论性研究。本文从藻体的外部形态、内部构造,并着重在生殖器官等方面对这三属标本进行了分类研究,结果表明,我国(包括台湾)共有 1 种琼枝藻;*B. gelatinum* (Esper) Doty, 5 种麒麟菜:*E. arnoldii* Weber-van Bosse, *E. denticulatum* (N. L. Burman) Collins et Hervey, *E. perplexum* Doty, *E. serra* J. Agardh, *E. xishaensis* sp. nov.; 3 种卡帕藻:*K. alvarezii* (Doty) Doty, *K. cottonii* (Weber-van Bosse) Doty, *K. striatum* (Schmitz) Doty。其中琼枝藻属和卡帕藻属为属的新记录, *E. xishaensis* sp. nov. 为新种。

参 考 文 献

- 吴超元等, 1988, 异枝麒麟菜的移植和人工栽培, 海洋与湖沼, 19(5): 410—417。
 夏恩湛, 1963, 中国麒麟菜属植物地理学的初步研究, 海洋与湖沼, 5: 52—55。
 曾呈奎等, 1962, 中国经济海藻志, 科学出版社, 144—148。
 冈村金太郎, 1936, 日本海藻, 东京内田老鹤, 592—595。
 Agardh, J. G., 1847, Nya alger frön Mexico. *Öfversigt K. Vet. Akad. Förhandl.*, 4: 5—17。
 Agardh, J. G., 1852, *Eucheuma*. In: *Species, genera et ordines algarum*, 2(2). C. W. K. Gleerup, Lund, 624—629。
 Cheney, D. P., and C. J., Dawes, 1980, On the need for revision of the taxonomy of *Eucheuma* (Rhodophyta) in Florida and the Caribbean Sea. *J. Phycol.* 16: 622—625。
 Dawes, C. J., Mathieson, A. C., Cheney, D. P., 1974, Ecological studies of Floridian *Eucheuma* (Rhodophyta, Gigartinales) I. Seasonal growth and reproduction. *Bull. Mar. Sci.* 24(2): 235—273。
 Dawson, E. Y., 1961, Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4. Gigartinales. *Pac. Nat.* 2(5—6): 192—343。
 De Leon, C. A., 1974, Studies on the carrageenan content of various species of *Eucheuma* and other aural genera. *Acta Marilana* (Univ. of Santo Tomas research center) Series A., 12: 30—47。

- Doty, M. S., 1985, Taxonomy of economic seaweeds; With reference to some Pacific and Caribbean species. California Sea Grant College Program, La, Jolla, Calif., 37—45.
- Doty, M. S., 1988, Taxonomy of economic seaweeds; With reference to some Pacific and Caribbean Species. Vol 1. California Sea Grant College Program, University of California, La Jolla, Calif. Rep T-CSGCP-018, 159—207.
- Doty, M. S., 1996, Taxonomy of economic seaweeds; With reference to some Pacific and Caribbean species. Vol 1V. California Sea Grant College Program, University of California, La Jolla, Calif. Rep T-CSGCP 237—245.
- Doty, M. S., and J. N. Norris 1985, Taxonomy of economic seaweeds; With reference to some Pacific and Caribbean species. California Sea Grant College Program, Univ. of California, La Jolla, Calif. Rep. T-CSGCP-011, 47—61.
- Doty, M. S., and. G. A. Santos, 1978, Caraeeneans from tetrasporic and cystocarpic *Eucheuma* species. *Aquatic Bot.*, 4; 143—149.
- Kraft, G. T., 1969, *Eucheuma procrusteanum*, a new red algal species from the Philippines. *Phycologia*, 8(3/4): 215—219.
- Kraft, G. T., 1972, Preliminary studies of Philippines *Eucheuma* species (Rhodophyta), Part I: Taxonomy and ecology of *Eucheuma arnoldii* Weber-van bosse. *Paci. Sci.*, 26: 318—335.
- Kylin, H., 1932, Die florideenordnung Gigartinales, *Lunds Univ. Arsskr.*, N. F. Avd. 2, 28(8): 1—18.
- Mshigeni, K. E., 1984, The red algal genus *Eucheuma* (Gigartinales, Solieriaceae) in East Africa: An underexploited resource, *Proc. Int. Seaweed Symp.*, 11: 347—350.
- Schmitz, O. C., 1895, Marine Florideen von Deutsch Ost-Afrika, In: *Engler's Bot. Jahrb.*, 21: 137—177.
- Taylor, W. 1960, Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Univ. of Michigan Press, Ann Arbor, 870.
- Trono, G. C., Jr., Garzon-Fortes, E. T., 1988, Philippine Seaweeds, National Book Store, INC. Manila Philippines, 153—162.
- Tseng Wen-young, 1984, *Eucheuma* of Taiwan—Emphasizing its Mariculture Potential, *Proc. Int. Seaweed Wympt.*, 11: 237—242.
- Weber-van Bosse, A., 1928, Liste des algues du Siboga. IV. Rhodophyceae, Pt. 3. Gigartinales et Rhodymeniales. In: Weber, M., (ed.), *Siboga Exped.*, Monog. # 59d, 393—533, E. J. Brill, Leiden.
- Yamada, Y., 1936, The species of *Eucheuma* from Ryukyu and Formosa. *Sci. Pap. Inst. Alg. Res.*, Hokkaido Univ., 1 (2): 119—134.

TAXONOMY OF EUCHEUMATOIDAE IN CHINA *

Kuang Mei, Zeng Chengkui, Xia Bangmei

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

ABSTRACT

Betaphycus Doty, *Eucheuma* J. Agardh and *Kappaphycus* Doty are three important economic red genera that distribute in tropical and subtropical areas, belong to Eucheumatoidae, Solieriaceae, Gigartinales and Rhodophyta, and have been used as raw materials for the production of carrageenan.

Samples of the three genera, collected and kept for many years, or received from foreign countries, are deposited in the Herbarium of the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.

* Contribution No. 3092 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.

The characters of gross morphology, vegetative anatomy, especially the reproductive organs of thalli, are used for taxonomy of the three genera. There are altogether 1 species of *Betaphycus*, *B. gelatinum* (Esper.) Doty; 5 species of *Eucheuma*, *E. arnoldii* Weber-van Bosse, *E. denticulatum* (N. L. Burman) Collins et Hervey, *E. perplexum* Doty, *E. serra* J. Agardh, *E. xishaensis* sp. nov.; and 3 species of *Kappaphycus*, *K. alvarezii* (Doty) Doty, *K. cottonii* (Weber-van Bosse) Doty, *K. striatum* (Schmitz) Doty. Among these, *E. xishaensis* sp. nov. is a new species, *Betaphycus* and *Kappaphycus* are newly recorded genera in China respectively.

Diagnosis of the new species

Eucheuma xishaensis sp. nov. (text-fig. 6; pl. V:2)

Thalli cylindracei, irregulariter ramificantis; primariae cellulae medullosae pseudoparenchy matae saepe isodiametricae et ferentes thyllus procurentes in spatia intercellulosa; cystocarpia hemisphaerice, strato speeiali cellularum inter pericarpium et gonimoblastum.

Thallus erect, cylindrical, irregularly branching, arising from a compound holdfast. Branches generally 1cm in dia. from base to apex. There are two kinds of branches, one is quite smooth, the under surface and both margins of the other are densely covered with long, thin branchlets and small wart-like protuberances dark purplish red in color.

Thallus in transverse section consisting of 3 layers of cortical cells, pigmented, ovoid, $13\mu\text{m} \times 7\mu\text{m}$ in dimensions; toward the center; the pseudoparenchymatous cells of the medulla gradually enlarging, small and large cells mixed in the cylindrical axes.

Thallus of cystocarps thick, having wart-like protuberances. Cystocarps on the under surface of the thallus, at the connections of the protuberances and the main branches; protuberances hemi-spherical, often pliculate. Cystocarps $720\mu\text{m} \times 614\mu\text{m}$ in dimensions; gonimoblast arising from a large fusion cell; carpospores about $33\mu\text{m} \times 17\mu\text{m}$ in dimensions, surrounded by pericarp. The space between the inner surface of the pericarp and the clusters of the carpospores is the space full of gel. Tetrasporangia and spermatangia unknown.

Holotype: AST 80-1447 (pl. V right), cystocarpic, growing on coral, Quanfu Island, Xisha Islands, China, May 3, 1980; leg. Zhang Derui.

Isotype: From the same collection as holotype, AST 80-1447A (pl. V:2 left).

500 μ m);2. 双花假膜孔苔虫 *Membraniporopsis bifloris* 的群育变化初生带,包括初虫、围初虫及其后续个虫(比例尺 1mm);3. 厦门琥珀苔虫(新种) *Electra xiamenensis* Liu sp. nov. 的群育变化初生带的初虫、围初虫及其后续个虫(比例尺 100 μ m);4. 艳丽琥珀苔虫 *Electra bellula* 的初虫及其两末端围初虫和一始端围初虫(比例尺 100 μ m)

(图 1—4 中 a 表示初虫)

图版(Plate) III

1. 孟加拉琥珀苔虫 *Electra bengaliensis* 的初虫、围初虫及其后续个虫(比例尺 100 μ m);2. 多刺琥珀苔虫 *Electra spinigera* 群育重复带的个虫(比例尺 100 μ m);3. 多刺琥珀苔虫的初虫、围初虫及其后续个虫(比例尺 100 μ m);4. 细小琥珀苔虫(新种) *Electra gracilis* Liu sp. nov. 群育重复带的个虫(比例尺 1mm);5. 细小琥珀苔虫(新种) *Eledra gracilis* Liu sp. nov. 的群育变化初生带,包括初虫、末端和始端围初虫形成的两支方向相反的树形分枝(比例尺 1mm)

(图 1—3 和 5 中的 a 表示初虫)

匡梅等:中国麒麟菜族的分类研究

图版(Plate) I

1. 珊瑚状麒麟菜 *Eucheuma arnoldii* 的成熟囊果,示中央融合胞,及周围的果孢子囊,通过原生质通道与中央融合胞相连,AST75-1402;2. 珊瑚状麒麟菜的成熟囊果,示囊果孔及通过囊果孔向外释放的果孢子,AST80-170;3. 贝他藻 *Betaphycus gelatinum* 的成熟囊果,示中央融合胞及周围的果孢子囊堆及胶质空间,AST59-4192;4. 贝他藻的成熟囊果,在一个生殖性突起中同时有两个果胞受精并发育成熟,AST59-4192。5. 耳突卡帕藻 *Kappaphycus cottonii* 的成熟囊果,示中央融合胞及周围与之相联系的果孢子囊堆和囊果被,AST77-81;6. 耳突卡帕藻的成熟囊果,成熟的囊果位于球形突起中,切面观囊果被呈椭圆形,AST77-81

图版(Plate) II 贝他藻 *Betaphycus gelatinum* 的外形

1. 囊果体(♀)AST93-600 和四分孢子体(♂)(较光滑,无乳突)AST60-7969;2. 放大的囊果体,囊果位于边生的球状突起中,突起下有柄,AST93-600

图版(Plate) III 珊瑚状麒麟菜 *Eucheuma arnoldii* 的外形

1. 营养体(V.)AST80-164A 和四分孢子体(♂)AST80-164 分枝轮生;2. 囊果体 AST75-1402

图版(Plate) IV 麒麟菜 *Eucheuma denticulatum* 的错综麒麟菜 *Eucheuma perplexum* 的外形

1. 麒麟菜 AST76-661;2. 错综麒麟菜 AST78-100

图版(Plate) V 齿状麒麟菜 *Eucheuma aerra* 和西沙麒麟菜 *Eucheuma xishaensis* sp. nov. 的外形

1. 齿状麒麟菜 AST70-001;2. 西沙麒麟菜,营养体(左),AST80-1447A 和囊果体(右),AST80-1477。图版 VI 耳突卡帕藻 *Kappaphycus cottonii* 和异枝卡帕藻 *K. striatum* 的外形 1. 耳突卡帕藻囊果体(左),AST58-4417,四分孢子体(右),AST55-4278;2. 异枝卡帕藻囊果体(左),AST58-4154A,营养体(右),AST58-4769B

图版 VI 耳突卡帕藻 *Kappaphycus cottonii* 和异枝卡帕藻 *K. striatum* 的外形

1. 耳突卡帕藻囊果体(♀)AST58-4417,四分孢子体(♂)AST55-4278;2. 异枝卡帕藻囊果体(♀)AST58-4154A,

营养体(v.)AST58—4769B。

李凤兰、林玉民:中国近海笋螺科的研究

图版(Plate) I

1. 光亮笋螺 *Terebra argus* Hinds X 1; 2. 暴笋螺 *Terebra anilis* (Roeding) x 1; 3. 白斑笋螺 *Terebra guttata* (Roeding) × 0.6; 4. 黄斑笋螺 *Terebra chlorata* Lamarck × 0.6; 5. 褐斑笋螺 *Terebra areolata* (Link) × 0.6; 6. 虎斑笋螺 *Terebra felina* (Dillwyn) × 0.6; 7. 托氏笋螺 *Terebra troendlei* Bratcher × 1.5; 8. 分层笋螺 *Terebra dimidiata* (Linnaeus) × 0.6; 9. 锥笋螺 *Terebra subulata* (Linnaeus) × 0.6; 10. 锯齿笋螺 *Terebra crenulata* (Linnaeus) × 0.6; 11. 罗纹笋螺 *Terebra maculata* (Linnaeus) × 0.6; 12. 斯氏笋螺 *Terebra stearnsii* Pilsbry × 1; 13. 铤笋螺 *Terebra lima* Deshayes × 1; 14. 索笋螺 *Terebra funiculata* Hinds × 1.7; 15. 蟹守笋螺 *Terebra cerithina* Lamarck × 1.4; 16. 光滑笋螺 *Terebra laevigata* Gray × 1.7

图版(Plate) II

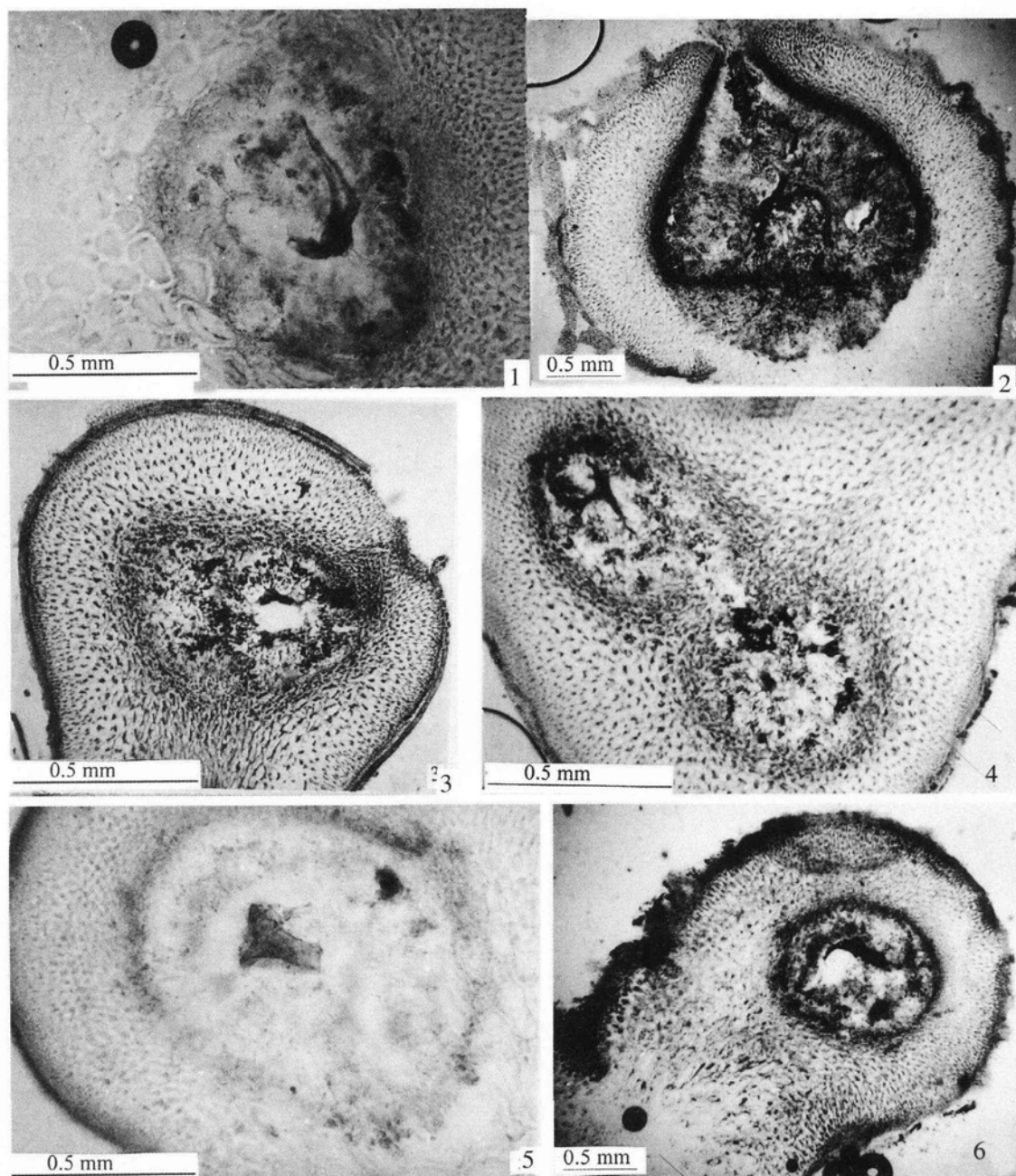
1. 笨重笋螺 *Terebra plumbea* Quoy and Gaimard × 2; 2. 深缝笋螺 *Terebra bathyrhapse* Smith × 2; 3. 双叶笋螺 *Terebra bifrons* Hinds × 1.3; 4. 波纹笋螺 *Terebra undulata* Gray × 2; 5. 拟笋螺 *Terebra affinis* Gray × 1; 6. 贫条笋螺 *Terebra paucistriata* (Smith) × 1.5; 7. 壮丽笋螺 *Terebra arabella* Thiele × 2; 8. 结节笋螺 *Terebra nodularis* Deshayes × 1.4; 9. 日本笋螺 *Terebra japonica* Smith × 1.5; 10. 白笋螺 *Terebra albida* Gray × 1; 11. 柱笋螺 *Terebra columellaris* Hinds × 1.7; 12. 朦胧笋螺 *Terebra nebulosa* Sowerby × 1; 13. 奇异笋螺 *Terebra miranda* (Smith) × 1.4; 14. 珍笋螺 *Terebra pretiosa* Reeve x1; 15. 三列笋螺 *Terebra triseriata* Gray × 1.3; 16. 方格笋螺 *Terebra cumingii* Deshayes × 1; 17. 布氏笋螺 *Terebra boucheti* Bratcher × 1.5; 18. 窗格笋螺 *Terebra fenestrata* Hinds × 1.5

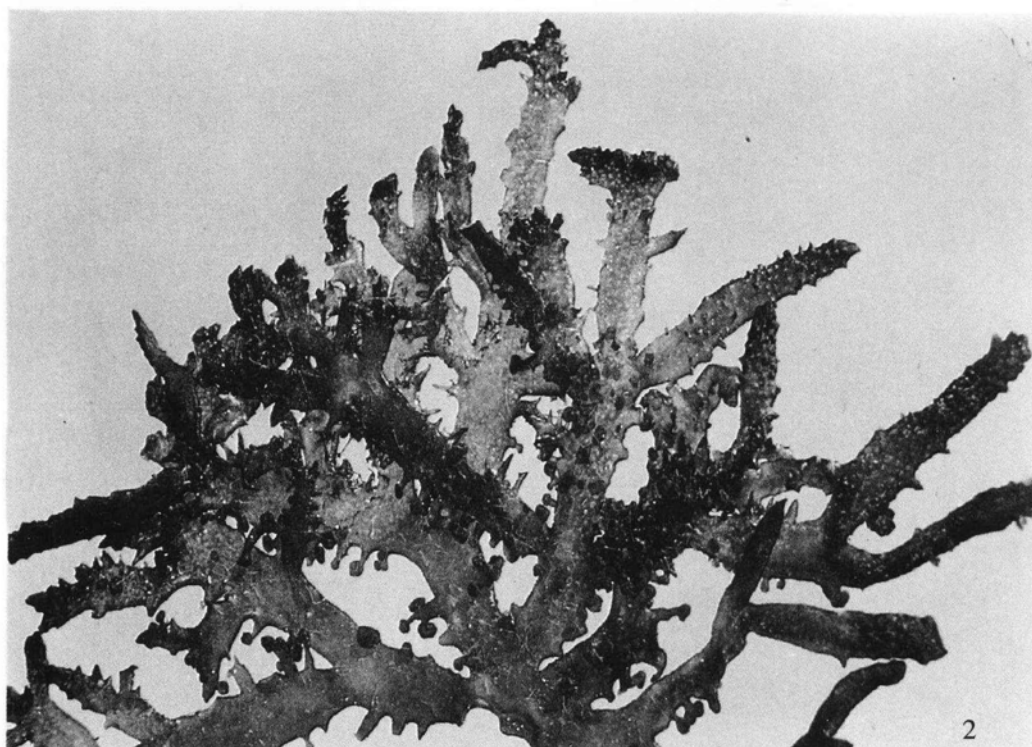
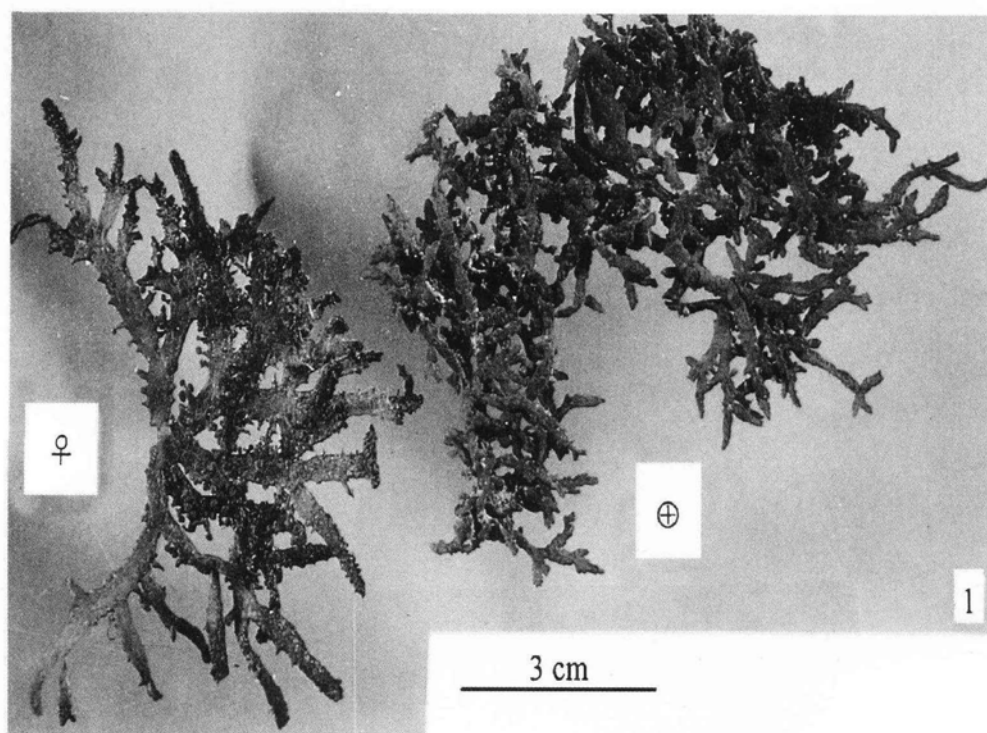
图版(Plate) III

1. 尖头矛螺 *Hastula acumen* (Deshayes) × 2; 2. 斐济笋螺 *Terebra fijiensis* (Smith) × 2; 3. 塔笋螺 *Terebra turrita* (Smith) × 1.4; 4. 凸圆笋螺 *Terebra polygyrata* Deshayes × 1.4; 5. 窄带笋螺 *Terebra cinctella* Deshayes × 1.5; 6. 福氏笋螺 *Terebra fortunei* Deshayes × 1; 7. 杜氏笋螺 *Terebra turschi* Bratcher × 2; 8. 棒矛螺 *Hastula (Impages) bacillus* (Deshayes) × 2.3; 9. 三乐笋螺 *Terebra trismacaria* Melvill × 2.3; 10. 麦氏矛螺 *Hastula matheroniana* (Deshayes) × 2; 11. 留尼汪笋螺 *Terebra reunionensis* Bratcher and Cernohorsky × 1.5; 12. 巴东笋螺 *Terebra padangensis* Thiele × 3; 13. 香龟笋螺 *Terebra tantilla* (Smith) × 3; 14. 窄颈笋螺 *Terebra nassoides* Hinds × 2; 15. 柯氏双层螺 *Duplicaria crakei* Burch × 2; 16. 矛螺 *Hastula strigilata* (Linnaeus) × 1.4; 17. 红斑矛螺 *Hastula rufopunctata* (Smith) × 1.5; 18. 蒂尔笋螺 *Terebra tiuensis* Schepman × 2.3; 19. 编织笋螺 *Terebra textilis* Hinds × 2.3; 20. 暗笋螺 *Terebra caliginosa* Deshayes × 1.7

图版(Plate) IV

1. 寺町双层螺 *Duplicaria teramachii* Burch × 2; 2. 白环双层螺 *Duplicaria albozonata* (Smith) × 1.4; 3. 莫桑比克双层螺 *Duplicaria mozambiquensis* Bratcher and Cernohorsky × 1.5; 4. 柏氏双层螺 *Duplicaria baileyi* Bratcher and Cernohorsky × 1.7; 5. 甘蓝双层螺 *Duplicaria raphanula* (Lamarck) × 1; 6. 似白矛螺 *Hastula albula* (Menke) × 2.3; 7. 高丽矛螺 *Hastula (Impages) koreana* (Yoo) × 1; 8. 异常矛螺 *Hastula (Impages) anomala* (Gray) × 1.4; 9. 画笔矛螺 *Hastula penicillata* (Hinds) × 1.4; 10. 平户双层螺 *Duplicaria hiradoensis* (Pilsbry) × 1.7; 11. 醒目双层螺 *Duplicaria spectabilis* (Hinds) × 1.4; 12. 栗褐双层螺 *Duplicaria badia* (Deshayes) × 1.4; 13. 条纹矛螺 *Hastula lanceata* (Linnaeus) × 1.4; 14. 双层螺 *Duplicaria duplicata* (Linnaeus) × 1; 15. 白带双层螺 *Duplicaria dussumierii* (Kiener) × 1

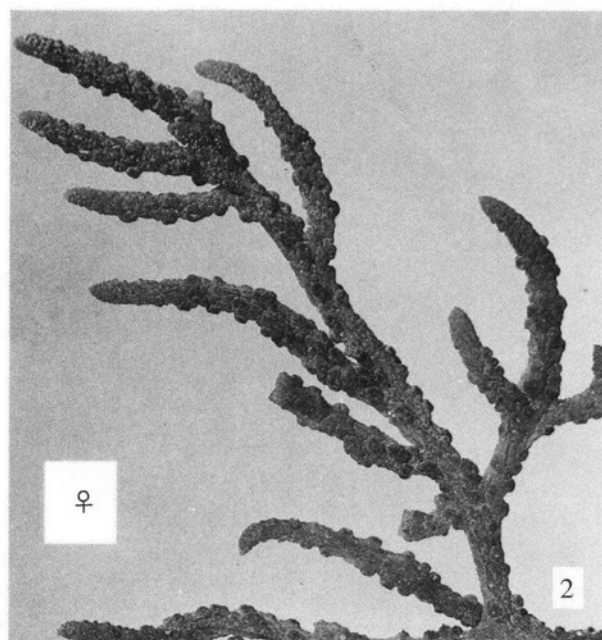
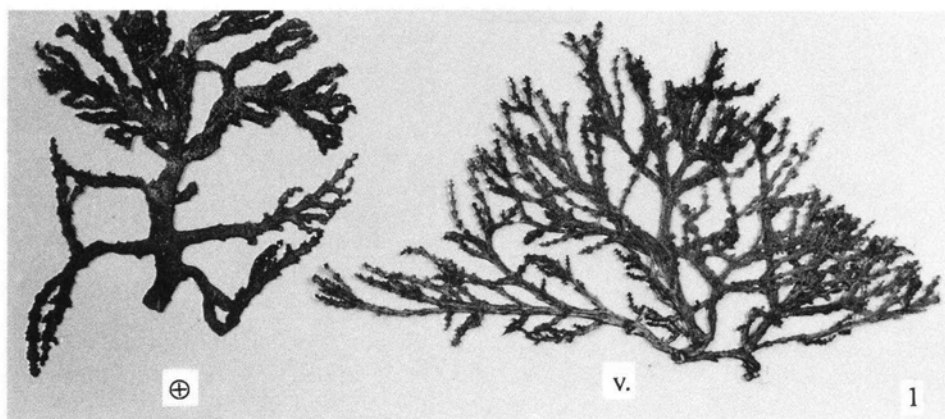


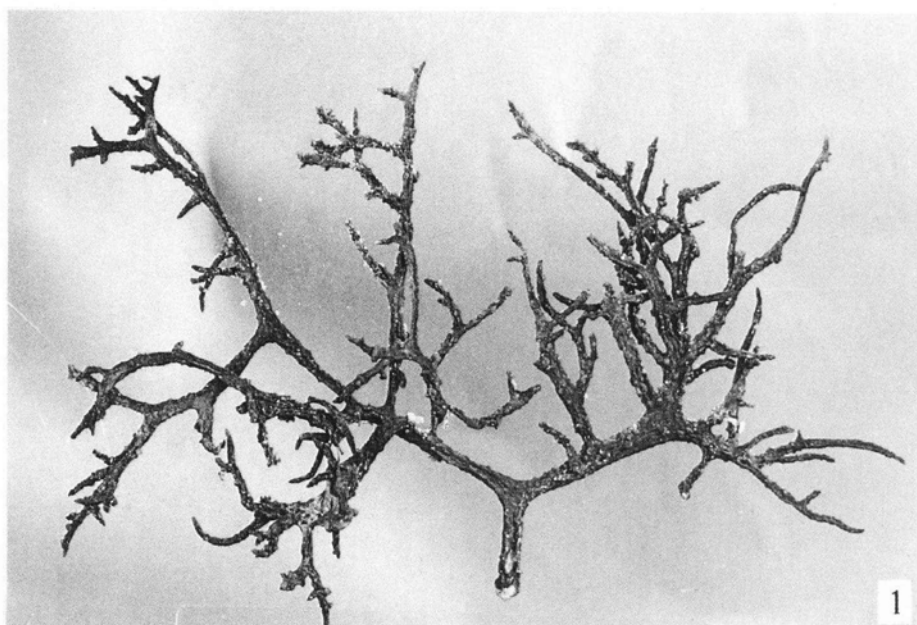


1cm

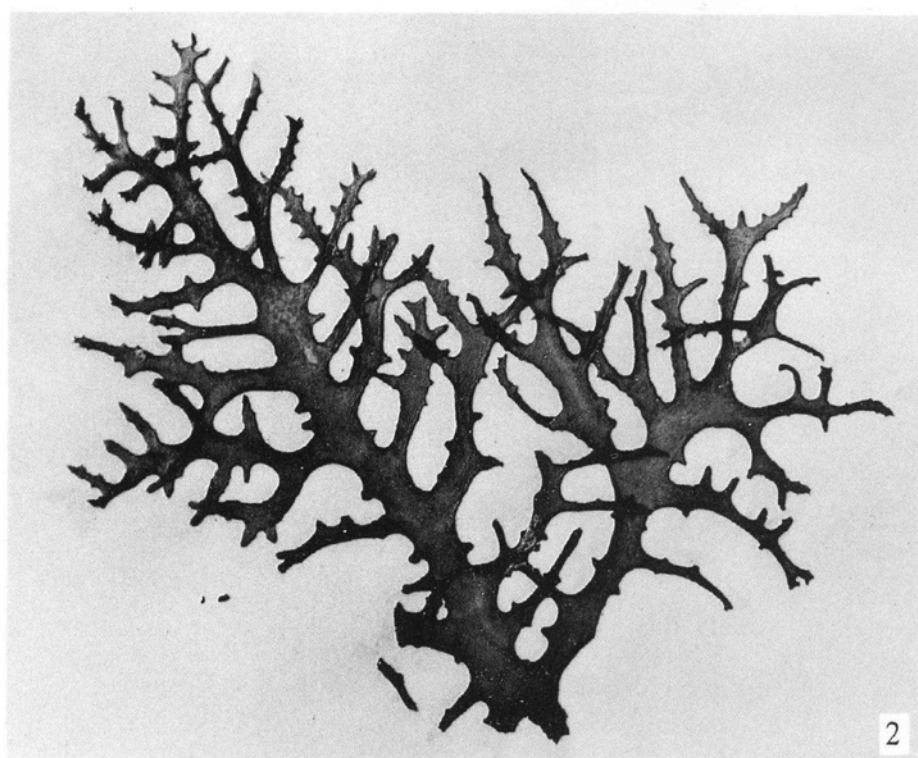
贝他藻 *Betaphycusgelatinum* 的外形

1. 囊果体 ♀ AST93-600 和四分孢子体(较光滑, 无乳突)AST60-7969;
2. 放大的囊果体, 囊果位于边生的球状突起中, 突起下有柄, AST93-600

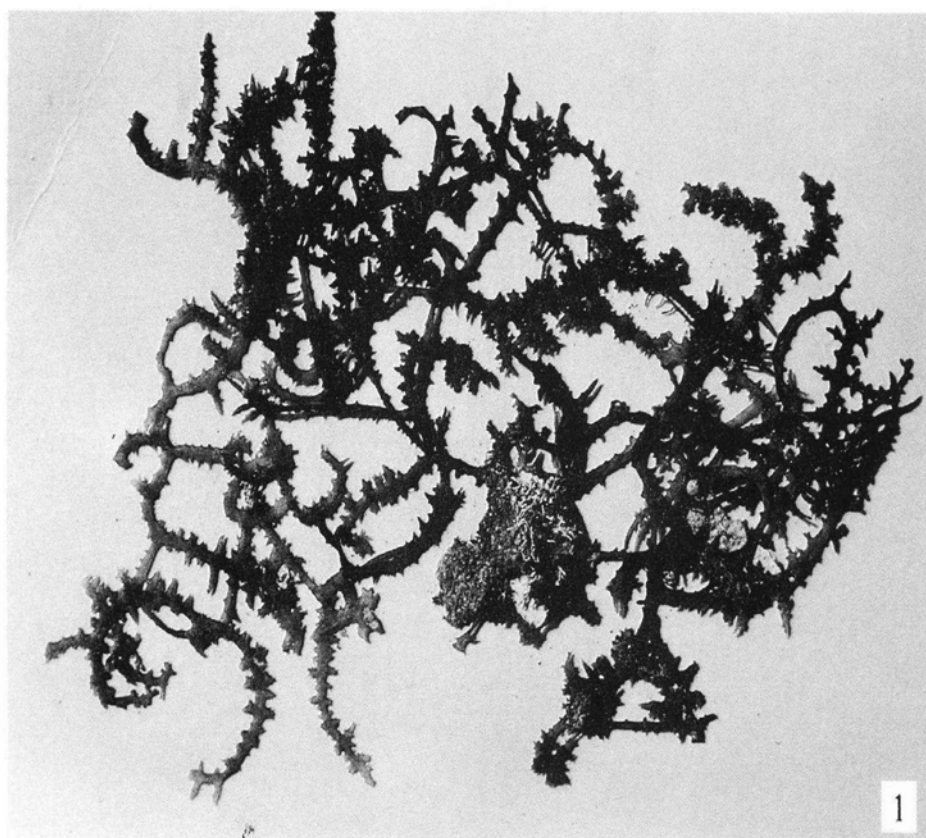




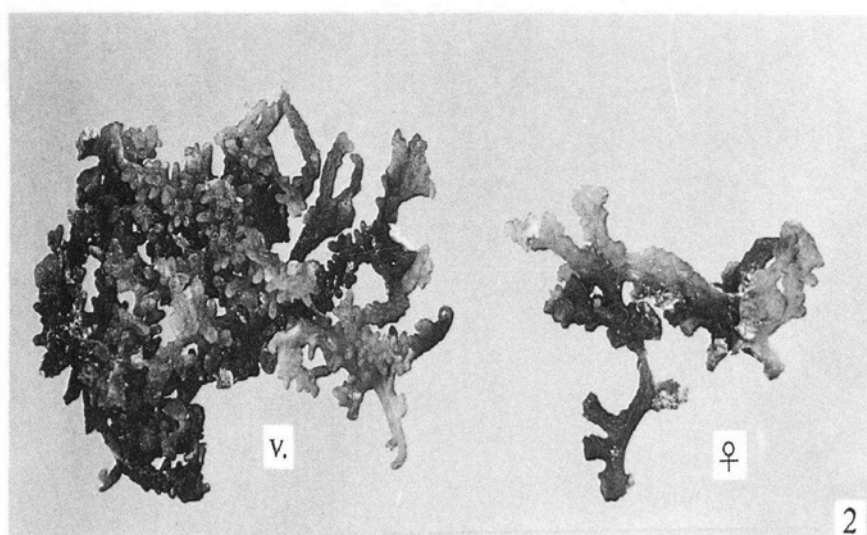
3 cm



3 cm



3 cm



1.5 cm

