

黄海獐子岛几种大型红藻的分类研究*

王艺晓, 陈彦伟, 杨楠, 丁兰平, 刘金梅, 姜晶晶, 黄冰心**

(天津师范大学生命科学学院, 天津市动植物抗性重点实验室, 天津 300387)

摘要: 对2017年8月采集自辽宁大连獐子岛的部分红藻门海藻样品进行形态分类学研究。经鉴定,样品中包含角叉菜属1种及1变种,即角叉菜(*Chondrus ocellatus* Holmes)和角叉菜小型变型(*C. ocellatus* f. *parvus* Mikami);马泽藻属1种,即日本马泽藻(*Mazzaella japonica* (Mikami) Hommersand);蜈蚣藻属4种,即亚洲蜈蚣藻(*Grateloupia asiatica* Kawguchi et Wang)、链状蜈蚣藻(*Grateloupia catenata* Yendo)、青岛蜈蚣藻(*Grateloupia qingdaoensis* Li et Ding)和带形蜈蚣藻(*Grateloupia turuturu* Yamada)。文中提供了详细的物种鉴定特征描述、解剖学特征图片及生物地理分布信息等内容,研究结果丰富了中国黄海北部地区红藻门的物种多样性,对该地区海藻资源的保护和利用提供了一定的分类学依据。

关键词: 獐子岛;红藻门;角叉菜属;马泽藻属;蜈蚣藻属;多样性;分类学

中图法分类号: Q949.64

文献标志码: A

文章编号: 1672-5174(2020)02-075-10

DOI: 10.16441/j.cnki.hdxh.20180308

引用格式: 王艺晓, 陈彦伟, 杨楠, 等. 黄海獐子岛几种大型红藻的分类研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2020, 50(2): 75-84.

WANG Yi-Xiao, CHEN Yan-Wei, YANG Nan, et al. Study on classification of several large red algae at the Zhangzi Island in Yellow Sea[J]. Periodical of Ocean University of China, 2020, 50(2): 75-84.

大连獐子岛地处太平洋与亚欧大陆间的中纬地带,素有“黄海明珠”之美誉。岛上拥有丰富的藻类资源,得天独厚的地理位置为海藻的生长提供了适宜的场所。

红藻是重要的海洋大型藻类类群,具有很高的研究和利用价值。其中,杉藻目海藻富含卡拉胶或琼胶^[1],可用于食品、药品制造和工农业生产中^[2]。角叉菜属(*Chondrus*)和马泽藻属(*Mazzaella*)均属于杉藻目、杉藻科。蜈蚣藻属(*Grateloupia*)隶属于红藻门、隐丝藻目、海膜科^[3]。蜈蚣藻可食用,并因其色泽光鲜,被用于合成天然色素,可作为生产琼胶的原料^[4],也可用于制作清热解毒的药物,其中繁枝蜈蚣藻(*Grateloupia ramossissima*)和带形蜈蚣藻(*Grateloupia turuturu*)还具有抗病毒活性^[5-6]。

角叉菜属由 Stackhouse 于 1797 年建立^[7],种间差异比较小^[8]。目前,角叉菜属已报道 104 种及 65 个种下单位,其中仅 19 种得到确认,主要分布于北太平洋和北大西洋^[9],中国已发现 10 种,即扩大角叉菜(*Chondrus armatus* (Harvey) Okamura),沟状角叉菜

(*Chondrus canaliculatus* (C. Agardh) Greville),皱叶角叉菜(*Chondrus crispus* Stackhouse),皱叶角叉菜纤细变种(*Chondrus crispus* var. *filiiformis* (Hudson) Lyngbye),*Chondrus crispus* var. *lonchophorus* Montagne),日本角叉菜(*Chondrus nipponicus* Yendo),角叉菜(*Chondrus ocellatus* Holmes),树枝角叉菜(*Chondrus pinnulatus* (Harvey) Okamura),宽叶角叉菜(*Chondrus platynus* (C. Agardh) Ruprecht)和异色角叉菜(*Chondrus verrucosa* Mikami^[10])。1904年,Gepp^[11]报道了产自山东威海的(*Cystoclonium armatus* (C. armatus))。而后,曾呈奎、杭金欣、周贞英等^[12-14]先后报道了产自广东、福建和浙江的 *C. ocellatus*。1998年,栾日孝^[7]等报道了产自大连的 *C. armatus* 和 *C. yendoi* (楔形角叉菜)。1999年,夏邦美^[15]报道了产自山东的 *C. nipponicus*,并指出曾呈奎、杭金欣等^[12-13]报道的产于东南沿海的 *Chondrus ocellatus* 不属于角叉菜属。2001年,苏乔、栾日孝等^[16]报道了产自大连的 *C. ocellatus* 和 *Mazzaella japonica* (日本马泽藻)。2002年苏乔、栾日孝等^[17]指出产于中国东

* 基金项目:国家自然科学基金面上项目(31670199; 31400186);天津市教委科研项目(JW1705);天津师范大学引进人才基金项目(2016);天津市高校“学科领军人才培养计划”项目(2017)资助

Supported by the National Natural Science Foundation of China (31670199; 31400186); the Tianjin Municipal Education Commission Scientific Research Project (JW1705); the Tianjin Normal University Talent Introduction Fund Project(2016); the “Discipline Leading Talents Training Plan” Project of Tianjin Higher Education Institutions(2017)

收稿日期:2018-09-12;修订日期:2018-11-26

作者简介:王艺晓(1995-),女,硕士生,研究方向为大型海藻生理生态及其调控。E-mail: 15620723426@qq.com

** 通讯作者:E-mail: skyhbx@tjnu.edu.cn

南沿海的角叉菜 *C. ocellatus* 应为 *Grateloupia imbricata* (复瓦蜈蚣藻), 最初被归类在角叉菜属的 *C. yendoi* 应为 *Mazzaella japonica*。其中, 由于角叉菜 (*C. ocellatus*) 的形态变异很大, Mikami^[18] 在前人研究的基础上将其划分为 4 个变型, 即 *C. ocellatus* f. *aequalis*、f. *crispoides*、f. *ocellatus* 和 f. *parvus*。中国该属的物种虽然不多, 但以往的鉴定是否正确, 学者们仍然存在疑虑^[17]。

马泽藻属由 De Toni 于 1936 年建立, 目前, 本属已报道 31 种及 4 个种下单位, 28 种得到确认^[9]。中国仅发现 3 种, 即报道产于台湾的近源马泽藻 (*Mazzaella affinis* (Harvey) Fredericq), 报道产于台湾的异果马泽藻 (*Mazzaella heterocarpa* (Postels et Ruprecht) Fredericq) 和报道产于辽宁的日本马泽藻 (*Mazzaella japonica* (Mikami) Hommersand^[10])。其藻体主要特征为叉状分枝、表面有光泽且平滑。本属在中国黄、渤海沿岸有分布, 多生长于中、低潮带的岩石上^[19]。近年来, 在生长季节, 本属海藻在中国北部沿海的生长呈爆发趋势, 但涉及物种的相关报道非常少。

蜈蚣藻属是海膜科里最大的属, 被认为是世界上最难区分的属之一^[20], 目前, 本属已报道 149 种及 30 个种下单位, 96 种得到确认^[9]。蜈蚣藻属的分类鉴定是以藻体形态、内部结构、繁殖器官等特征为基础, 但藻体形态通常受环境影响而发生改变^[21]。近年来, 王宏伟教授^[33, 37]等专家学者对中国蜈蚣藻属开展了丰富的研究工作, 发表了一系列研究成果, 本文对此不再重复相关内容。

在以上研究的基础上, 本文对大连獐子岛角叉菜

属、马泽藻属和蜈蚣藻属海藻进行了分类研究。该研究结果丰富了该海域海藻的物种多样性, 为獐子岛地区角叉菜属、马泽藻属和蜈蚣藻属物种资源的利用提供分类学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

以 2017 年 8 月 3—6 日采集自大连獐子岛的角叉菜属、马泽藻属和蜈蚣藻属标本为实验材料, 包括: 浸液 (用 5% 甲醛海水液和 90% 酒精液浸泡) 和腊叶标本, 编号保存。

1.2 方法

1.2.1 外形特征比较 主要观察藻体的轮廓、高度、宽度、颜色、主轴及分枝特点、藻体顶端及基部特点、以及生殖器官的形状、大小、发生位置等。

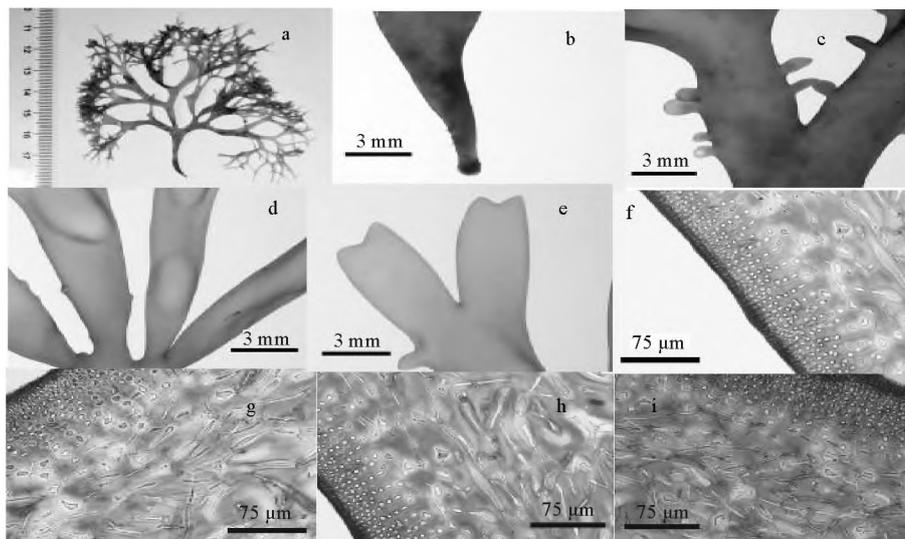
1.2.2 显微特征比较 将样品制成临时装片, 放置于荧光显微镜 Leica DM5000B 和体式显微镜 Nikon SMZ25 下观察并拍照。观察、比较藻体皮层厚度; 内外皮层细胞层数、大小、形状; 髓部是否中空、髓部细胞形状、大小等。

1.2.3 物种鉴定 结合相关文献和数据, 与上述特征进行比对, 鉴定物种。

2 结果

2.1 角叉菜属

2.1.1 角叉菜 (*Chondrus ocellatus* Holmes) 由 Holmes^[22] 首次命名 (见图 1)。



(a.藻体外观; b.楔形基部; c.分枝小育枝; d.顶端分枝; e.分枝顶端; f.皮层细胞; g~i.藻体纵切面观, 髓丝。a.External morphology of a frond; b.Cuneate base; c.Branches give birth to young branches; d.Top branches; e.Top of the branches; f.Cortical cells; g~i.Longitudinal section view of frond, medullary filaments.)

图 1 角叉菜的形态学特征

Fig.1 Morphological characteristics *Chondrus ocellatus*

特征描述: 藻体红褐色, 偶尔带绿, 丛生, 高 8.2 cm。基部扁平楔形, 具亚圆柱状短柄。多次叉状分枝呈扇形, 枝端微尖或钝圆, 主枝和分枝上生有副枝和小育枝。藻体内部结构分为皮层和髓部, 皮层厚 80~100 μm , 皮层细胞向内逐渐变大。外皮层细胞椭圆或近圆形, 5~8 层, 最外层细胞长 2.5~4 μm , 宽约 2 μm , 含色素体, 向内细胞长 4~6 μm , 宽 2~5 μm 。内皮层细胞近圆形或星形, 2~4 层, 长 6~8 μm , 宽 4~6 μm 。髓部由丝状细胞构成, 呈网状排列, 多与藻体表面平行, 长 25~78 μm , 宽 1~5 μm 。

习性: 固着于中、低潮带石沼中的岩石上。北太平洋特有物种。

模式标本产地: 日本。

标本编号: 20180804004A, 采集自大连獐子岛褙褙岛。

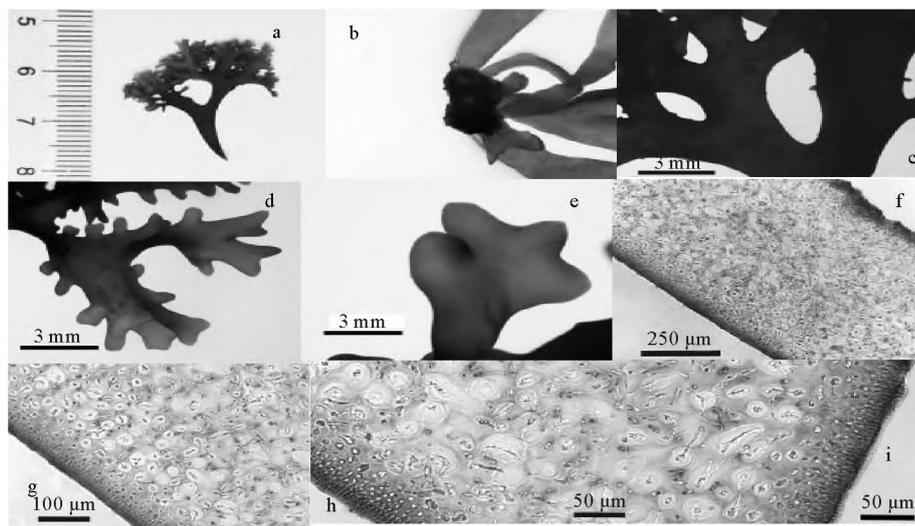
2.1.2 角叉菜小型变型 (*C. ocellatus* f. *parus* Mikami) 由 Mikami^[18] 首次命名 (见图 2)。

特征描述: 藻体紫红色, 高 2.4 cm。基部楔形, 固着器不规则圆盘状, 2~3 次二叉状分枝, 腋角钝圆, 分枝顶端不规则浅裂。藻体内部结构分为皮层和髓部, 皮层细胞由外向内逐渐变大, 外皮层细胞椭圆形, 长 2~7 μm , 宽 1~3 μm , 约 6 层, 排列紧密。内皮层细胞近圆形或不规则形, 长 2~7 μm , 宽 1~3 μm , 2~3 层。髓部由髓丝组成, 多数与表面平行。孢子囊数目众多, 分布于整个藻体上, 常彼此相互汇合在一起。孢子囊成熟时呈椭圆形, 长 30~60 μm , 宽 25~40 μm , 十字形分裂。

习性: 大多在潮间带及石沼内生长, 本变型在辽东半岛的分布不普遍, 量少。分布于东亚地区。

模式标本产地: 日本。

标本编号: 20170805001B, 采集自大连獐子岛大圈。



(a. 藻体外观; b. 基部固着器; c. 叉状分枝; d~e. 分枝顶端; f~g. 藻体纵切面观; h~i. 髓丝和近一步发育的孢子囊。 a. External morphology of a frond; b. Base fixator; c. Dichotomous branches; d~e. Top of the branches; f~g. Longitudinal section view of frond; h~i. Medullary filaments and developed sporangia.)

图 2 角叉菜小型变型的形态学特征

Fig. 2 Morphological characteristics of *C. ocellatus* f. *parus* Mikami

2.2 马泽藻属

2.2.1 日本马泽藻 (*Mazzaella japonica*) 由 Hommersand^[23] 首次命名 (见图 2)。

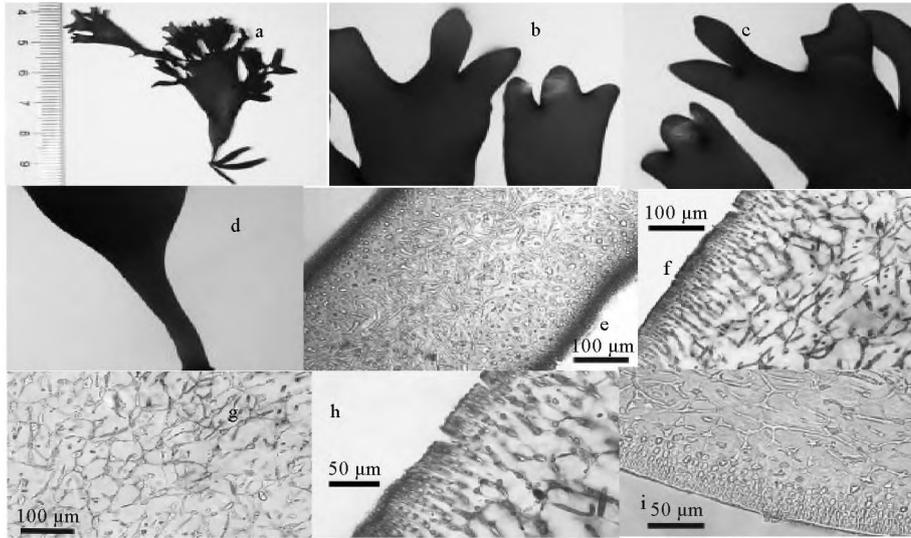
特征描述: 藻体紫红色, 表面光滑, 具荧光, 叶片状, 高 5.2 cm。盘状固着器, 藻体下部具楔形短柄, 分枝不规则, 枝宽 1~6 cm。藻体内部结构由皮层和髓部组成, 皮层厚 50~80 μm , 细胞由外向内逐渐变大, 6~8 层, 含色素体。外皮层细胞近椭圆形, 长 3~10 μm , 宽

2~4 μm , 排列紧密。内皮层细胞近圆形或星形, 长 8~13 μm , 宽 8~10 μm , 约 2 层。髓部由髓丝组成, 多与表面平行, 宽约 3 μm 。

习性: 常生长于潮间带岩石沼泽, 部分也可在低于低潮线的岩石中生长。东亚特有种类。

模式标本产地: 日本。

样品编号: 20170805006A, 采集自大连獐子岛大道沟。



(a.藻体外观;b~c.分枝顶端;d.叶柄;e~f.藻体纵切面观;g.髓丝;h~i.皮层细胞。a.External morphology of a frond; b~c.Top of the branches; d.Petiole; e~f.Longitudinal section view of frond; g.Medullary filaments; h~i.Cortical cells.)

图3 日本马泽藻的形态学特征

Fig.3 Morphological characteristics of *Mazzaella japonica*

2.3 蜈蚣藻属

2.3.1 亚洲蜈蚣藻 (*Grateloupia asiatica*) 由 Kawguchi^[33]首次命名(见图4、5)。

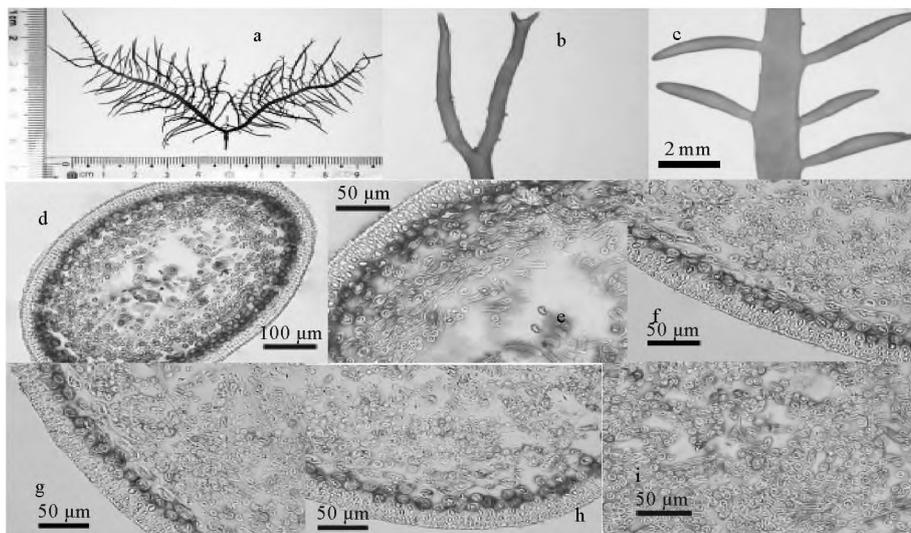
特征描述:藻体紫红色,扁压状,较小个体高5.5 cm,基部具圆柱形短柄,主枝1~2回羽状分枝,主枝顶端为两叉分枝,各叶片末端一般尖细。较大个体高9.5 cm,主枝直立,线形,基部固着器不规则圆盘状,羽状分枝,枝端尖细。藻体内部结构分皮层和髓部,皮层细胞由外向内逐渐变大,5~7层,厚50~70 μm。外皮层细胞近椭圆形或近圆形,3~5层,长3~8 μm,宽

2~5 μm。内皮层细胞近椭圆形或多角形,2~3层,长9~17 μm,宽5~10 μm。髓部髓丝纵行分布,宽3~9 μm。

习性:生长在潮间带石沼中,秋冬季节成熟。分布于东亚、东南亚及欧洲的法国。

模式标本产地:日本。

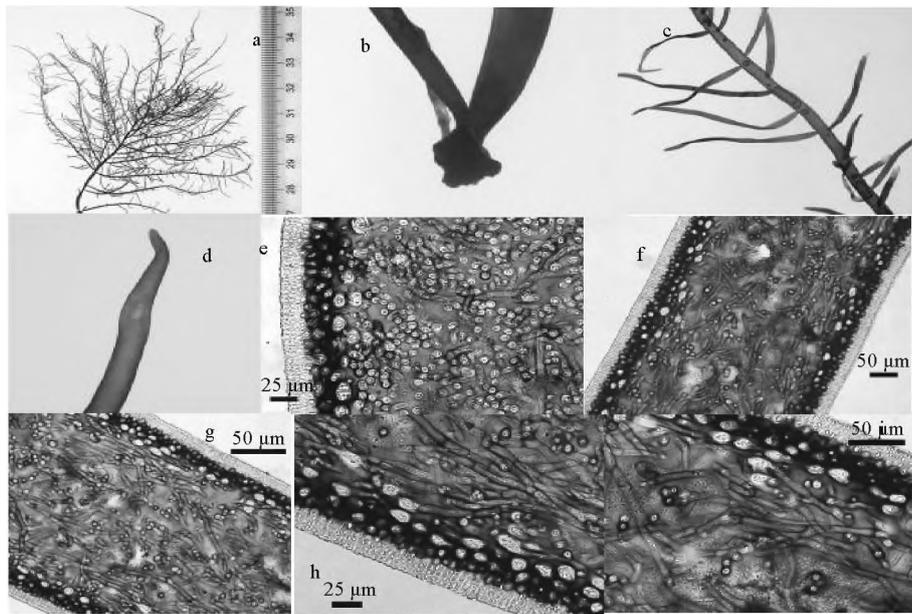
样品编号:20170806008(较小个体),采集自大连獐子岛褙褙岛;20170804008(较大个体),采集自大连獐子岛二大滩。



(a.藻体外观;b.主枝顶端;c.指形小枝;d~e.藻体基部横切面观;f~h.皮层细胞;i.基部横切面髓丝。a.External morphology of a frond; b.Top of the main branches; c.Finger twigs;d~e.Transverse section view of frond base; f~h.Cortical cells; i.Medullary filaments in transverse section at base.)

图4 亚洲蜈蚣藻(20170806008)的形态学特征

Fig.4 Morphological characteristics of *Grateloupia asiatica* (20170806008)



(a.藻体外观;b.基部固着器;c.分枝;d.主枝顶部;e.藻体基部横切面观;f~h.皮层细胞;i.基部横切面示髓丝。a.External morphology of a frond; b.Base fixator; c.Branches; d.Top of main branches; e.Transverse section view of frond base; f~h.Cortical cells; i.Medullary filaments in transverse section at base.)

图5 亚洲蜈蚣藻(20170804008)的形态学特征

Fig.5 Morphological characteristics of *Grateloupia asiatica* (20170804008)

2.3.2 链状蜈蚣藻(*Grateloupia catenata*) 由 Yendo^[25]首次命名(见图6)。

特征描述:藻体红棕色,高11 cm,主枝线状,末端尖细,不规则羽状分枝,两侧有长短不同的小枝,顶端尖细或生出更小的分枝,基部隘缩。藻体髓部中空,外皮层5层细胞,最外层细胞近椭圆形,长10~12.5 μm,宽2.5~4 μm,呈栅栏状整齐排列,向内细胞近圆形或不规则形,逐渐变大,直径5~17 μm;内皮层为短圆柱形细胞,底面直径约3 μm,多垂直于横切面。

习性:藻体生长于中、高潮带的岩石上,5—8月为生长发育期。东亚特有种类。

模式标本产地:日本。

样品编号:20170805012B,采集自大连獐子岛大圈。

2.3.3 青岛蜈蚣藻(*Grateloupia qingdaensis*) 由夏邦美^[35]首次命名(见图7)。

特征描述:藻体紫红色,高13 cm,丛生。主枝直立,扁形,末端叉状分枝,2~3回羽状分枝,羽枝长,对生、互生或偏生,排列紧密,向上弯曲如镰刀状,羽枝上生有小育枝,分枝末端尖细或两叉分枝。藻体内部结构分皮层和髓部。皮层细胞8~20层,厚80~150 μm。外皮层细胞4~18层,近椭圆形,长5~10 μm,宽

3.5~5 μm。内皮层细胞2~3层,星形、近圆形或不规则形,长5~15 μm,宽4~11 μm。髓部髓丝交错分布,长9~67 μm,宽3~5 μm。

习性:生长在低、中潮带的岩石或沙砾上。

模式标本产地:主模式标本为LI83-446,雌配子体,系1983年7月14日李伟新采自中国山东省青岛。

标本编号:20170804015A,采集自大连獐子岛东邦。

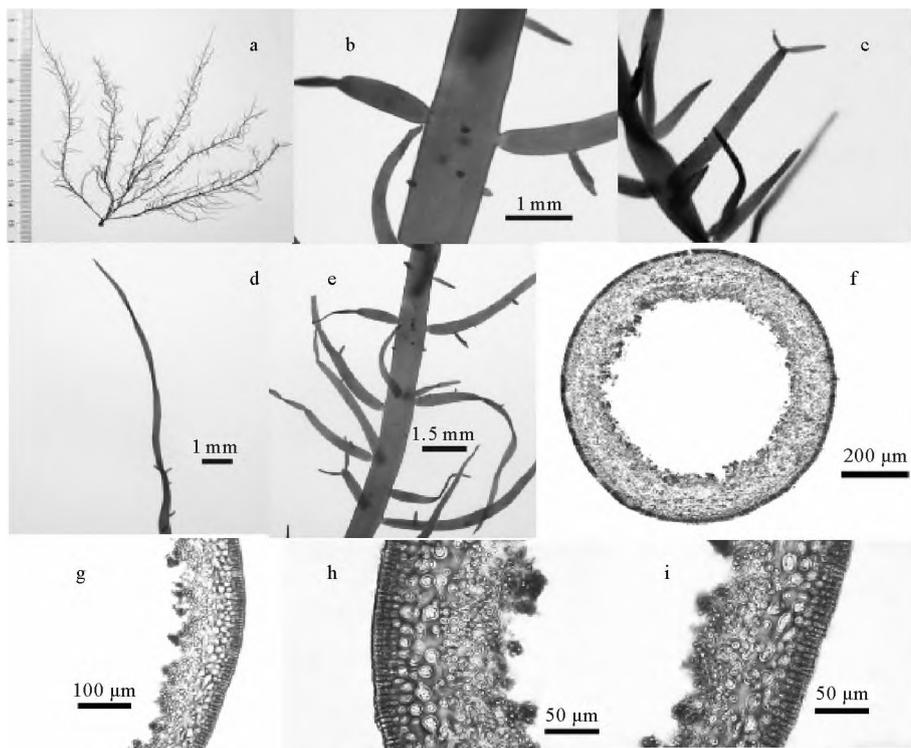
2.3.4 带形蜈蚣藻(*Grateloupia turuturu*) 由 Yamada^[26]首次命名(见图8)。

特征描述:藻体淡红色,带淡黄色,黏滑,扁平带状,高18 cm,宽5~6.5 cm,基部楔形,有短柄,固着器圆盘状,藻体边缘波浪状。藻体由皮层和髓部组成。皮层细胞由外向内逐渐变大,6~7层,厚50~60 μm。外皮层细胞3层,椭圆形,长5~10 μm,宽3~5 μm;内皮层细胞2~3层,椭圆形,长6~10 μm,宽5~8 μm;中央髓丝垂直于表面分布,宽2~5 μm。

习性:通常在中、高潮带的岩石上生长,6—8月为成熟期。东亚、美洲、非洲、澳洲和欧洲均有分布。

模式标本产地:日本。

标本编号:20170806017,采集自大连獐子岛褙褙岛。



(a.藻体外观;b.小枝基部;c.小枝顶端;d.主枝末端;e.主枝分枝;f.藻体横切面观;g~i.皮层细胞。a.External morphology of a frond; b.Branchlets base; c.Top of branchlets; d.End of branchlets; e.Branch of main branches; f.Transverse section view of frond; g~i.Cortical cell.)

图6 链状蜈蚣藻的形态学特征

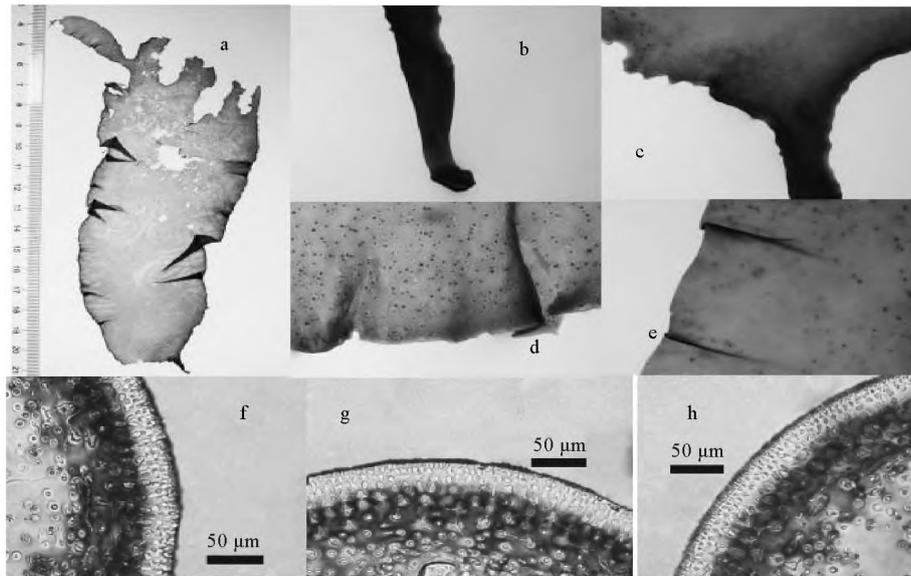
Fig.6 Morphological characteristics *Grateloupia catenata*



(a.藻体外观;b.基部;c.小育枝;d.部分分枝末端;e.主枝末端;f.藻体横切面观;g~h.皮层细胞;i.髓丝。a.External morphology of a frond; b.Base; c.Young branches; d.End of partial branches; f.Transverse section view of frond; g~h.Cortical cells; i.Medullary filaments.)

图7 青岛蜈蚣藻的形态学特征

Fig.7 Morphological characteristics *Grateloupia qingdaensis*



(a.藻体外观;b~c.基部;d~e.藻体边缘;f~h.藻体纵切面观。a.External morphology of a frond; b~c.Base; d~e.Margin of frond; f~h.Longitudinal section view of frond.)

图8 带形蜈蚣藻的形态学特征

Fig.8 Morphological characteristics *Grateloupia turuturu*

3 讨论

角叉菜属在辽东半岛集中分布在大连的各个海区,其它的海区极少。由于其生境差异明显,即使是同一种变型,其形态差异也很大,但它们都有相似的内部结构:皮层细胞由外向内逐渐变大,外皮层细胞5~7层,内皮层细胞2~3层;髓部由网状、稍与表面平行的髓丝组成;四分孢子囊由髓细胞发育而成。目前在中国已发现的3种角叉菜(角叉菜、日本角叉菜和扩大角叉菜)的区别在于:(1)日本角叉菜和扩大角叉菜分枝方式是二叉状分枝或双二叉状分枝,而角叉菜只有二叉状分枝;(2)日本角叉菜和扩大角叉菜的高(10~15 cm),纵切面细胞的宽(7~12 μm)和长(7~15 μm)都比角叉菜的大(对应分别是4~10 cm,4~5.5 μm ,5~6 μm)^[8]。上述关于角叉菜高度和细胞大小的报道与本文中角叉菜的相关描述基本吻合。此外,角叉菜的另一特征——囊果,在藻体各部分都可能生长(基部除外),一面凹陷,一面凸出^[36]。但本次采集的角叉菜未发现囊果。王宏伟等^[27]在2014年对大连水域中采集的日本角叉菜的雌配子进行鉴定,发现囊果出现在9月一次年3月;10月中旬—11月中旬大连海水平均温度分别为17.8和13.2 $^{\circ}\text{C}$,此间雌配子体上成熟囊果明显多于其他月份。根据这一研究结果推测,本次未能采集到带有囊果的角叉菜可能和采集的月份(本次采集时间为8月上旬)和水温有关。

角叉菜小型变型由Mikami^[18]建立,中国关于角叉菜小型变型的报道很少,仅李熙宜等^[37]描述其藻体矮

小、2~3 cm、扇形、1~3次近二叉分枝和四分孢子囊发育情况与角叉菜原变形相同。本样品特征基本与Mikami^[18]和李熙宜^[28]等的相符。在中国北部沿海,角叉菜的外形变化很大,过去都归入本种中,引起了一些争议,可能存在如Mikami介绍的不同变型或者属于不同的物种,希望后续能结合分子分析进一步明确。

马泽藻属和角叉菜属亲缘关系很近^[38],日本马泽藻分枝无规则,而角叉菜属分枝方式则为有规律的叉状分枝,且日本马泽藻表面具荧光、叶片状。这些外形上的特征可以帮助区别马泽藻和角叉菜属海藻。本文日本马泽藻的内部结构与张晓明^[30]等的基本相符,例如皮层厚50~80 μm ,细胞5~7层(本文为6~8层),外皮层细胞椭圆形,长2~10 μm ,宽2~3 μm ,(本文为长3~10 μm ,宽2~4 μm),内皮层细胞直径8~15 μm (本文为长8~13 μm ,宽8~10 μm)等。

过去,报道产于亚洲的蜈蚣藻(*G. filicina*)是一个很常见的种类,但2001年王宏伟等^[29]认为是一新种—亚洲蜈蚣藻(*G. asiatica* Kawaguchi et Wang),并确认*G. filicina*在西太平洋和亚洲没有分布^[43]。本次采集到的个体较大的亚洲蜈蚣藻样品(20170804008),与文献^[35]所报道的蜈蚣藻(*G. filicina*)的外形与内部特征相似,差异仅为内皮层细胞大小不同,该文献报道的内皮层细胞长15~20 μm 、宽20~25 μm ,而本文样品的长9~17 μm 、宽5~10 μm 。本次采集的个体较小的(20170806008)亚洲蜈蚣藻与两叉蜈蚣藻(*G. dichodoma*)的特征相似。但戚贵成等(2009)^[20]认为两叉蜈蚣藻在辽宁沿海并无分布,过去报道的应该并入亚洲蜈

蜈蚣藻,二者区别在于亚洲蜈蚣藻主枝 1~2 回或 2~3 回羽状分枝、分枝末端尖细,两叉蜈蚣藻主枝叉羽状或叉状分枝、顶端为两叉。本文大、小个体的样品符合王宏伟、戚贵成等^[20,24]报道的亚洲蜈蚣藻的特征,故都鉴定为亚洲蜈蚣藻。本文对亚洲蜈蚣藻的内部结构进行了具体描述,但并未发现其生殖器官。王宏伟等^[37]报道采集于 4—7 月的藻体没有生殖器官,8 月开始出现四分孢子囊、囊果等生殖器官,且生殖器官首先出现在较大个体上。而本文样品的采集时间在 8 月初,亚洲蜈蚣藻的生殖器官可能仍在发育的初期,特征不明显。

依据藻体中空的特点,李伟新等^[31-32]将蜈蚣藻节莖变型 *Grateloupia filicina* f. *lomentaria* 和中空变型 *Grateloupia filicina* f. *porracea* 移出蜈蚣藻属,另建一新属——管形藻属 *Sinotubimorpha*, 但 WANG 等^[33]对蜈蚣藻的节莖变型、中空变型和管形藻 *Sinotubimorpha catenata* 进行形态学和 rbcL 序列分析后,认为它们为同物异名,并将它们归类成蜈蚣藻属中一个独立种 *Grateloupia catenata* Yendo(1920) (链状蜈蚣藻)。本文接受 WANG 等^[33]的观点,且相关样品的外部形态和内部结构特征符合李伟新等^[31-32]和 WANG 等^[33]所描述的蜈蚣藻中空变型、管形藻和链状蜈蚣藻。

关于青岛蜈蚣藻的报道非常少,仅《中国海藻志》^[35]对其进行了形态学描述。本文青岛蜈蚣藻与文献^[35]描述基本相符,例如:2~3 回羽状分枝,羽枝长,排列紧密,向上弯曲如镰刀状,皮层细胞 8~22 层(本文为 8~20 层)等。

本文带形蜈蚣藻样品的内部结构与文献^[35]描述基本相符,差异主要在藻体大小和颜色方面,文献报道其藻体可高达 40~100 cm、甚至高于 100 cm,颜色鲜红、淡红或深红带绿,本文样品的藻体高度未达到 40 cm 且颜色淡红带黄。然而,本文带形蜈蚣藻样品的这些外部形态特征与文献^[35]报道的裂叶蜈蚣藻 *Grateloupia latissima* 相似。戚贵成^[20]等认为中国裂叶蜈蚣藻与新西兰的带形蜈蚣藻属于同一亚群,二者碱基差异为种内差异,并暂时命名其为带形蜈蚣藻裂叶变型 *Grateloupia turuturu* f. *latissima*。本文样品的内部结构和大部分外形特征与文献^[35]中对带形蜈蚣藻的描述相近,暂命名其为带形蜈蚣藻,但仍需进一步研究。

参考文献:

- [1] 钱树本,刘东燕,孙军. 海藻学[M]. 青岛:中国海洋大学出版社,2005.
Qian S B, Liu D Y, Sun J. Phytology[M]. Qingdao: Ocean University of China Press, 2005.
- [2] 何培民. 海藻生物技术及其应用[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

- He P M. Algae Biotechnology and Its Application[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.
- [3] 江永棉. 台湾海藻养殖之研究发展[C]. //两岸水产养殖学术研讨会论文集. 台北:台湾省水产试验所,1993:143-151.
Jiang Y M. Research and development of seaweed farming in Taiwan[C]. //Proceedings of the Cross-Strait Symposium on Aquaculture. Taipei: Taiwan fisheries laboratory, 1993:143-151.
- [4] 赵丹. 中国海膜科蜈蚣藻属四个新种的生活史研究[D]. 大连:辽宁师范大学,2012.
Zhao D. The Life History Research of Four New Species of *Grateloupia* (Halymeniaceae, Rhodophyta), from China[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2012.
- [5] 芮雯,岑颖洲,李药兰,等. 带形蜈蚣藻硫酸多糖的提取、分析及其抗病毒活性[J]. 中国海洋药物,2006,25(2):12-16.
Rui W, Cen Y Z, Li Y L, et al. Extraction, analysis of sulfated polysaccharides from *Grateloupia turuturu* Yamada and their antiviral activities[J]. China Ocean Medicine, 2006, 25(2):12-16.
- [6] 朱艳梅,王一飞,张美英,等. 繁枝蜈蚣藻粗提物体外抗单纯疱疹病毒研究[J]. 中国卫生检验杂志,2006,16(1):6-8.
Zhu Y M, Wang Y F, Zhang M Y, et al. Study on the effects of amylose extracted from *Grateloupia filicina* against herpes simplex virus in vitro[J]. Chinese Journal of Health Inspection, 2006, 16(1):6-8.
- [7] 栾日孝,张淑梅. 大连角叉菜属(杉藻科)的研究[J]. 植物分类学报,1998,36(3):268-272.
Luan R X, Zhang S M. Studies on the genus *Chondrus* (Gigartineaceae) from Dalain, China[J]. Acta botanica Sinica, 1998, 36(3):268-272.
- [8] 胡自民. 角叉菜属分子分类、系统发育及居群遗传多样性研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2007.
Hu Z M. Studies on Molecular Taxonomy, Phylogeny and Genetic Diversity of *Chondrus* Stackhouse (Florideophyceae, Rhodophyta) [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2007.
- [9] Guiry M D, Guiry G M. Worldwide electronic publication, national university of Ireland, Galway [EB/OL]. [2018-06-15]. <http://www.algaebase.org>.
- [10] 丁兰平,黄冰心,王宏伟. 中国海洋红藻门新分类系统[J]. 广西科学,2015,22(2):164-188.
Ding L P, Huang B X, Wang H W. A new classification system of marine red algae in China[J]. Guangxi Science, 2015, 22(2):164-188.
- [11] Gepp E S. Chinese marine algae[J]. J Bot, 1904(42):161-165.
- [12] 曾呈奎,张德瑞,张峻甫,等. 中国经济海藻志[M]. 北京:科学出版社,1962.
Zeng C K, Zhang D R, Zhang J P, et al. China's Economic Seaweed[M]. Beijing: Science Press, 1962.
- [13] 杭金欣,孙建章. 浙江海藻原色图谱[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1992.
Hang J X, Sun J Z. Primary Color Atlas of Zhejiang Seaweed[M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1992.
- [14] 周贞英,陈灼华. 福建海藻名录[J]. 台湾海峡,1983,2(1):91-102.
Zhou Z Y, Chen Z H. A directory of Fujian seaweed[J]. Taiwan Strait, 1983, 2(1):91-102.
- [15] 夏邦美,张峻甫. 中国海藻志[M]. 北京:科学出版社,1999.

- Xia B M, Zhang J F. *Alga Records of China*[M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [16] 苏乔, 栾日孝, 杨君, 等. 中国杉藻科(Gigartinales)两个新记录种的研究[J]. 植物研究, 2001(2): 187-190.
Su Q, Luan R X, Yang J, et al. A study of two new recorded species of Gigartinales in China[J]. *Plant Research*, 2001(2): 187-190.
- [17] 苏乔, 栾日孝, 安利佳, 等. 中国角叉菜属(*Chondrus*)的分类研究: 形态观察和 rbcL 序列分析[J]. 植物研究, 2002(1): 10-18.
Su Q, Luan R X, An L J, et al. Taxonomic study on the genus *Chondrus* in China: Morphological observation and rbcL sequence analysis[J]. *Plant Research*, 2002(1): 10-18.
- [18] Mikami H. A Systematic Study of the Phylloporaceae and Gigartinales from Japan and Its Vicinity[M]. Hokkaido: Hokkaido Univ Fac Sci, 1965, 5: 220-233.
- [19] 夏邦美. 中国海藻志 第二卷红藻门第五册[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
Xia B M. *Alga Records of China-Tomus II Rhodophyta*, No. V [M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [20] 戚贵成. 辽宁沿海海膜科蜈蚣藻属的初步研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2009.
Qi G C. Preliminary Research of *Grateloupia* C Ag of Family Halymeniaceae from the Liaoning Coast [D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2009.
- [21] Inderji T, Chapman D, Ranelletti M, et al. Invasive marine algae: An ecological perspective[J]. *The Botanical Review*, 2006 (72): 153-178.
- [22] Holmes E. M. New marine algae from Japan[J]. *Linn J Bot*, 1896, 31: 7-12, 248-260.
- [23] Hommersand M H, Guiry M D, Fredericq S, et al. New perspectives in the taxonomy of the Gigartinales (Gigartinales, Rhodophyta)[J]. *Hydrobiologia*, 1993(85): 260-261.
- [24] 赵树雨. 蜈蚣藻属(*Grateloupia* C. Agardh)两个新种及亚洲蜈蚣藻个体生态学研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2016.
Zhao S Y. The Research of Two New Species of Genus *Grateloupia* and Autecological of *Grateloupia asiatica* [D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2016.
- [25] Yendo K. Novae algae Japonicae. Decas I-III[J]. *Botanical Magazine Tokyo*, 1920, 34: 1-12.
- [26] Yamada Y. Notes on some Japanese algae IX[J]. *Ibid*, 1941, 2 (2): 195-215.
- [27] 王宏伟, 周汝金, 姜朋. 温度及光照强度对日本角叉菜(*Chondrus nipponicus* Yendo)果孢子放散与附着的影响[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2016, 39(2): 236-240.
Wang H W, Zhou R J, Jiang P. Effects of temperature and light intensity on the release and attachment of fruit spores in *Chondrus nipponicus* Yendo[J]. *Journal of Liaoning Normal University* (Natural Science Edition), 2016, 39(2): 236-240.
- [28] 李熙宜, 蒋群, 陆江玲, 等. 辽东半岛角叉菜 *Chondrus ocellatus* Holmes 及其变型记述[J]. 大连水产学院学报, 1994(Z1): 21-25.
Li X Y, Jiang Q, Lu J L, et al. *Chondrus ocellatus* Holmes and its variation on liaodong peninsula[J]. *Journal of Dalian Fisheries University*, 1994(Z1): 21-25.
- [29] Hommersand M H, et al. Phylogenetic systematics and biogeography of the Gigartinales (Gigartinales, Rhodophyta) based on sequence analysis of rbcL[J]. *Bot Mar*, 1994(37): 193-203.
- [30] 张晓明. 中国杉藻目五种海藻的早期发育观察及温度和光照强度对其早期发育的影响[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2013.
Zhang X M. A Study on the Early Development and Temperature and Light Intensity on the Five Species, (Gigartinales, Rhodophyta) from China [D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2013.
- [31] 李伟新, 丁镇芬. 蜈蚣藻中空型的研究[J]. 湛江水产学院学报, 1995, 15(2): 9-16.
Li W X, Ding Z F. A study on *Grateloupia filicina* f. *Porracea* (Mert.) Howe[J]. *Journal of Zhanjiang Fisheries Institute*, 1995, 15(2): 9-16.
- [32] 李伟新, 丁镇芬. 隐丝藻科一新属 管型藻属[J]. 湛江海洋大学学报, 1998, 18(3): 1-5.
Li W X, Ding Z F. A new genus of Cryptotrichaceae *Sinotubimorpha* [J]. *Journal of Zhanjiang Ocean University*, 1998, 18 (3): 1-5.
- [33] Wang H W, Kawaguchi S, Horiguchi T. Reinstatement of *Grateloupia catenata* (Rhodophyta, Halymeniaceae) on the basis of morphology and rbcL sequences[J]. *Phycologia*, 2000(39): 228-237.
- [34] Kawaguchi S, Wang H W, Horiguchi T et al. A comparative study of the red alga *Grateloupia filicina* (Halymeniaceae) from the Northwestern Pacific and Mediterranean with the description of *Grateloupia asiatica* sp. nov.[J]. *Journal of Phycology*, 2001, 3(37): 433-442.
- [35] 夏邦美. 中国海藻志 第二卷红藻门第三册[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
Xia B M. *Alga Records of China-Tomus II Rhodophyta*, No. III [M]. Beijing: Science Press, 2004.
- [36] Yoshida T. *Marine Algae of Japan*[M]. Tokyo: Uchida Rokakuho Press, 1998.
- [37] 王宏伟, 刘雨薇, 王晨, 等. 亚洲蜈蚣藻(*Grateloupia asiatica* Kawaguchi et Wang)的个体生态学研究[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2017, 40(1): 83-88.
Wang H W, Liu Y W, Wang C, et al. Study on the individual ecology of *Grateloupia asiatica* Kawaguchi et Wang[J]. *Journal of Liaoning Normal University* (Natural Science Edition), 2017, 40 (1): 83-88.

Study on Classification of Several Large Red Algae at the Zhangzi Island in Yellow Sea

WANG Yi-Xiao, CHEN Yan-Wei, YANG Nan, DING Lan-Ping,
LIU Jin-Mei, JIANG Jing-Jing, HUANG Bing-Xin

(Tianjin Key Laboratory of Animal and Plant Resistance, College of Life Sciences, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

Abstract: The morphological taxonomy of some rhodophyta seaweed samples collected from Zhangzi island, Dalian, Liaoning province in August 2017 was studied. After identification, the samples contained 1 species and 1 variety of *Chondrus*, namely *Chondrus ocellatus* Holmes and *C. ocellatus* f. *parus* Mikami; 1 species of *Mazzaella*, namely *Mazzaella japonica* (Mikami) Hommersand; 4 species of *Grateloupia*, namely *Grateloupia asiatica* Kawguchi et Wang, *Grateloupia catenata* Yendo, *Grateloupia qingdaoensis* Li et Ding and *Grateloupia turuturu* Yamada. This paper provides detailed description of species identification features, pictures of anatomical features, and biogeographic distribution information and so on, the research results enrich the species diversity of the rhodophyta in the northern Yellow Sea area of China, and provide some taxonomic basis for the protection and utilization of algae resources in this area.

Key words: Zhangzi Island; Rhodophyta; *Chondrus*; *Mazzaella*; *Grateloupia*; diversity; taxonomy

责任编辑 高蓓