

石磺科 3 种贝类皮肤显微结构比较

王冬凤 沈和定* 吴欣

上海海洋大学省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室 上海 201306

摘要: 应用石蜡切片和 H.E 染色技术, 对石磺科 (Onchidiidae) 3 个属的代表物种: 瘤背石磺 (*Onchidium struma*)、平疣桑椹石磺 (*Platevindex mortoni*) 和里氏拟石磺 (*Paraoncidium reevesii*) 的皮肤进行了组织学观察及参数测量比较。结果表明, 3 种石磺的皮肤虽然厚度不一, 但基本结构相似, 均由角质膜、表皮和真皮构成。角质膜是一层覆盖于表皮角质层上的蛋白质薄膜; 表皮由多层上皮细胞构成, 包括角质层、颗粒层和生发层; 真皮包括疏松层和致密层, 疏松层中嵌有颗粒腺和黏液腺两种腺体。3 种石磺的皮肤厚度、各组织相对厚度及腺体数量等均存在差异。将结构差异与石磺的栖息环境进行比较分析后得到: 陆栖为主的瘤背石磺皮肤表皮角质化程度高, 颗粒腺发达; 以水栖为主的里氏拟石磺表皮角质化程度相对低, 黏液腺发达; 而水陆两栖的平疣桑椹石磺, 皮肤角质化程度介于前述二者之间, 颗粒腺与黏液腺均不发达。研究结果体现了三者不同的生态适应特征, 也为深入探讨海洋无脊椎动物从海洋向陆地进化的研究提供形态学依据。

关键词: 石磺科; 皮肤; 显微结构; 环境适应; 进化

中图分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2015) 03-437-08

Comparative Histology of the Skin from Three Species of Onchidiidae

WANG Dong-Feng SHEN He-Ding* WU Xin

Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education,

Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

Abstract: The amphibiotic mollusca Onchidiidae are ideal species for the study of evolution from sea to land in marine invertebrates. In this paper, we choose three representative species of Onchidiidae, *Paraoncidium reevesii*, *Onchidium struma* and *Platevindex mortoni* (Plate I : 1 - 3), which live in shallow water, intertidal zone and supratidal zone respectively. We speculate that, with the change of habitats, the structure of their skin which has the function of respiration must have differences. Therefore, the skin microstructure of three species was observed via paraffin section and hematoxylin-eosin staining and the skin parameters were also analyzed via JMP10.0 statistical software. The results showed that the basic structures of skin among three species were almost the same, made up of cuticular membrane, epidermis and dermis (Plate I : 4 - 12). Cuticular membrane covered on the surface of the skin. Epidermis consists of stratum comeum, stratum

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 41276157), 上海高校水产学一流学科建设项目;

* 通讯作者, E-mail: hdshen@shou.edu.cn;

第一作者介绍 王冬凤, 女, 硕士研究生; 研究方向: 海洋生物学; E-mail: wonderful_1990@163.com.

收稿日期: 2014-11-19, 修回日期: 2015-02-16 DOI: 10.13859/j.cjz.201503014

granusum and stratum germinativum. Dermis was composed of stratum spongiosum and stratum compactum. The stratum spongiosum was rich in two types of glands: mucus gland and granular gland (Plate I : 13 - 18). However, there were interspecific differences in several aspects, including skin thickness, the number and the size of glands and so on. After the comparison between the structural difference and habitat environment, we conclude that *O. struma*, which mainly lives on terrestrial habitats, has a higher degree of keratinization and a larger number of glandular glands. Compared to *O. struma*, the mainly aquatic species, *P. reevesii* has a thinner stratum comeum, while its number of mucus gland is the highest. As for the amphibian *P. mortoni*, the keratinizational degree of its skin is the medium and two kinds of glands are also not developed well. These results reflect three different ecological adaptive mechanisms and also provide the morphological basis for deeper research about the evolution of marine invertebrate from sea to land.

Key words: Onchidiidae; Skin; Microstructure; Environmental adaptation; Evolution

石磺科贝类广泛分布于印度-太平洋沿岸海域, 我国黄海、东海和南海沿岸均有分布。隶属于软体动物门 (Mollusca) 腹足纲 (Gastropoda) 肺螺亚纲 (有肺类 Pulmonata) 缩眼目 (Systellommatophora) (Bouchet et al. 2005)。其下辖的 6 个属, 除 *Onchidina* 属外, 其余 5 个属在我国均有分布 (Sun et al. 2014), 大多栖息于浅海、潮间带或高潮带的岩礁以及红树林、芦苇丛等沿岸湿地和潮上带, 是能用树枝状鳃、肺和皮肤呼吸的水陆两栖性贝类。石磺科贝类的皮肤不仅担任呼吸、保护、离子运输、水盐调节、抗菌的功能, 同时具备温度调节、御敌、伪装的作用 (黄金田等 2004)。不同属种因为皮肤特性等表型的差异体现出由海洋向陆地的环境适应性进化过程。先前的研究发现我国石磺科贝类体色表现出逐渐从浅海、潮间带向潮上带的适应现象 (吴旭峰等 2010), 关于其皮肤结构与生态环境相关性研究至今未见报道。

由水生到陆生过渡的两栖类脊椎动物的皮肤会随生存环境改变发生适应性变化 (刘满樱等 2007), 海洋无脊椎动物中类似的研究尚未见报道, 作为两栖性贝类的石磺是难得的研究材料。本文分别选取栖息于高潮带和潮上带的瘤背石磺 (*Onchidium struma*)、生活于泥滩、潮上带及树干上的平疣桑椹石磺 (*Platevindex mortoni*) 和栖息于潮间带的里氏拟石磺

(*Paraoncidium reevesii*) 作为代表物种, 拟从组织学水平初步分析 3 种石磺的皮肤形态结构差异, 旨在为进一步探讨石磺科贝类皮肤与环境适应的关系提供基础资料, 丰富贝类学研究内容。

1 材料与方法

实验所用的瘤背石磺采自上海崇明北八滙, 平疣桑椹石磺与里氏拟石磺采自福建厦门东海岛。采回样品于实验室进行暂养。每种石磺各取 3 只成体样品, 具体实验样品信息见表 1。样品用乙醚麻醉后, 分别取身体上、中、下端三处背部皮肤, Bouin's 液固定 24 h, 70%酒精洗涤脱色 12 h。经酒精逐级脱水, 二甲苯透明, 石蜡包埋, Leica RM2016 型切片连续切片 (切向与身体长轴垂直), 厚度为 5~6 μm , 贴片、展片后 H.E 染色, 中性树胶封片。

Nikon Eclipse Ni 电光学显微镜下观察, NIS-Elements D 软件测量并拍照。每只样品随机取 10 个切片进行观察测量, 每块切片随机测量 6 个位点处的皮肤厚度、表皮层数、表皮厚度、真皮厚度、疏松层厚度及致密层厚度; 并计数每厘米皮肤所含颗粒腺、黏液腺的数量, 测量颗粒腺、黏液腺长短径。采用 JMP10.0 软件进行数据统计分析。采用 Wilcoxon 检验对各组数据进行正态性检验, 符合正态分布的数据做方差分析, 不符合正态分布的数据运用

表 1 3 种石磺实验样品信息 ($n = 3$)

Table 1 Specimens information of three species of family Onchidiidae

物种 Species	体长 Snout-vent length (mm)	体重 Weight (g)	样品来源 Sample source
瘤背石磺 <i>Onchidium struma</i>	37.43 ± 1.57	10.62 ± 0.55	上海崇明北八滙 Beibayao, Chongming County, Shanghai
里氏拟石磺 <i>Paraoncidium reevesii</i>	27.99 ± 1.77	6.53 ± 0.54	福建厦门东海岛 Donghai Island, Xiamen, Fujian Province
平疣桑椹石磺 <i>Platevindex mortoni</i>	21.56 ± 0.98	5.86 ± 0.28	福建厦门东海岛 Donghai Island, Xiamen, Fujian Province

Tukey-Kramer 进行非参数检验, 以 0.05 作为差异显著性的判断标准。所有数据以平均值 ± 标准误 (Mean ± SE) 的形式表示。

2 结果与分析

2.1 3 种石磺皮肤结构观察

瘤背石磺、平疣桑椹石磺和里氏拟石磺 (图版 I: 1 ~ 3) 皮肤结构均由角质膜、表皮和真皮三部分组成 (图版 I: 4 ~ 12), 皮肤腺体包括颗粒腺和黏液腺两种 (图版 I: 13 ~ 18)。

2.1.1 角质膜 3 种石磺表皮表面覆盖有 1 层较厚的角质膜 (图版 I: 4 ~ 9), H.E 染色呈深紫色或淡紫色, 为蛋白质成分, 有防止水分蒸发和保护身体的作用。

2.1.2 表皮 石磺表皮由多层上皮细胞构成, 根据各层细胞的形态结构及功能, 从外向内依次为角质层、颗粒层和生发层, 生发层之下是一层胶原纤维构成的基膜将表皮与真皮分开。3 种石磺表皮一般含有 2 ~ 3 层细胞, 表皮表面有轻微角质化, 疣突表面及周围角质化明显。角质层由 1 层扁平无核细胞构成。颗粒层由 1 层卵圆形颗粒细胞组成, 颗粒层向体表逐渐推移, 角化成角质层。生发层是表皮基底层, 位于基膜之上, 由 1 层排列紧密的长圆柱形细胞组成。生发层细胞为表皮干细胞, 不断分裂增殖形成新细胞向外推移, 逐渐分化为各层细胞。除了组成表皮各层的细胞外, 在表皮各层中还存在着瓶状细胞、细长柱状细胞和黑色素细胞, 分别

起到机体渗透调节、支持细胞、固定表皮等作用 (图版 I: 4 ~ 9)。

2.1.3 真皮 真皮分为内外两层, 外层是疏松层, 由疏松结缔组织组成, 含有交错排列的肌纤维、大小不一的血腔隙 (小空泡样, 又称血窦) 及各类型的细胞, 包括含有色素的色素细胞。内层是致密层, 紧贴表皮生发层下, 由大量横向排列的肌纤维和少量垂直的肌纤维交织而成, 成束分布, 表皮来源的黏液腺和颗粒腺则镶嵌在疏松层中。在 H.E 染色条件下, 致密层呈浅粉色, 颜色较疏松层要深, 在里氏拟石磺与平疣桑椹石磺中尤为明显。疏松层中分布有大量色素细胞、纤维、血窦及腺体。血窦分布于表皮与真皮的相连处, 血窦在瘤背石磺皮肤中量少, 平疣桑椹石磺居中, 而里氏拟石磺中最多。瘤背石磺的黑色素细胞主要分布在真皮致密层中, 而平疣桑椹石磺和里氏拟石磺除在真皮致密层中散布着较多的色素细胞外, 在真皮疏松层最外层内也分布着大量的黑色素细胞, 甚至形成了网状或块状的色素层, 平疣桑椹石磺最多, 里氏拟石磺次之。3 物种的真皮中存在着大量不规则颗粒, H.E 染色为蓝色或深蓝色, 初步认定为钙颗粒。3 种石磺的真皮含有发达的肌纤维和结缔组织, 交织成网, 增强了皮肤的弹性和韧性, 能更好地适应环境 (图版 I: 4 ~ 12)。

2.1.4 皮肤腺 3 种石磺皮肤中均存在颗粒腺与黏液腺, 两种腺体均为多细胞腺体, 由分泌

部和导管组成，多个腺上皮组成分泌部，并向下凹陷于真皮疏松层内，呈球状结构；导管由柱状上皮细胞组成，与表皮细胞相连，开口于体表。颗粒腺比黏液腺大，分布不如黏液腺广泛，腺泡内充满了大小不一致的椭球形或圆球形颗粒，这些颗粒在 H.E 染色下显示粉色、红色或深紫红色。瘤背石磺的颗粒腺数目最多，里氏拟石磺次之，平疣桑椹石磺中最少。黏液腺在 3 种石磺中均有分布，黏液腺的体积仅为颗粒腺的十分之一，数量却远远多于颗粒腺，多为中空，且在疣突处尤为丰富。里氏拟石磺的黏液腺明显多于其他 2 种，瘤背石磺其次，平疣桑椹石磺中最少（图版 I：13~18）。

2.2 3 种石磺皮肤量度

瘤背石磺表皮角质化程度稍高于其他 2 种，疣突与背眼处角质化明显，平疣桑椹石磺次之，里氏拟石磺最低。3 种石磺皮肤厚度有差异（表 2）。据统计学分析表明，平疣桑椹石磺和里氏拟石磺表皮厚度差异显著 ($P < 0.05$)，瘤背石磺与里氏拟石磺表皮厚度差异极显著

($P < 0.01$)，平疣桑椹石磺与瘤背石磺之间差异不显著。

2.3 3 种石磺的皮肤腺体

不同石磺皮肤中颗粒腺、黏液腺的数量以及长短径见表 3，黏液腺的分布多于颗粒腺。将 3 种石磺的颗粒腺长短径两两比较，平疣桑椹石磺与里氏拟石磺的差异显著 ($P < 0.05$)。里氏拟石磺的黏液腺数量最大，但长短径最短，与瘤背石磺的差异极显著 ($P < 0.01$)，其短径与平疣桑椹石磺的差异显著 ($P < 0.05$)。平疣桑椹石磺与瘤背石磺的黏液腺短径差异也显著 ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 从皮肤结构看石磺科贝类水陆适应进化

瘤背石磺栖息于潮上带及高潮区的植物丛泥滩中，无钻泥习性，但多栖居其他动物的洞穴，淹没后水下停留时间最短。平疣桑椹石磺体硬，既生活于泥滩又能生活于潮上带及树干上，有钻泥或爬岩习惯，能长时间生活在水中

表 2 3 种石磺皮肤厚度 ($n = 3$, 单位: μm)

Table 2 Skin thickness of three species of family Onchidiidae (Unit: μm)

	瘤背石磺 <i>Onchidium struma</i>		里氏拟石磺 <i>Paraonchidium reevesii</i>		平疣桑椹石磺 <i>Platevindex mortoni</i>	
	范围 Min ~ Max	平均值 \pm 标准误差 Mean \pm SE	范围 Min ~ Max	平均值 \pm 标准误差 Mean \pm SE	范围 Min ~ Max	平均值 \pm 标准误差 Mean \pm SE
表皮 Epidermis	30.38 ~ 65.08	43.01 \pm 5.07**	20.54 ~ 30.35	26.17 \pm 1.89	27.39 ~ 36.02	32.78 \pm 1.35*
疏松层 Stratum spongiosum	212.29 ~ 830.61	475.97 \pm 103.45	247.87 ~ 617.63	438.69 \pm 67.23	224.59 ~ 483.42	358.12 \pm 35.79
致密层 Stratum compactum	271.62 ~ 372.50	287.79 \pm 20.37	208.16 ~ 364.28	293.30 \pm 24.43	172.55 ~ 425.91	266.36 \pm 37.36
皮肤整体 Whole skin	271.62 ~ 372.50	816.74 \pm 107.90	531.16 ~ 921.01	764.98 \pm 62.65	473.84 ~ 885.09	662.29 \pm 65.58

针对 3 种石磺两两之间的表皮、疏松层、致密层和皮肤整体厚度分别进行数据统计分析，* 表示差异显著 ($P < 0.05$)，** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

Statistical analysis of the thickness of epidermis, stratum spongiosum, stratum compactum and whole skin was done separately among three species, * indicates significant difference ($P < 0.05$), ** indicates extremely significant difference ($P < 0.01$).

表 3 3 种石磺颗粒腺及黏液腺形态比较与分布 ($n = 3$)

Table 3 Morphological comparison and distribution of granular glands and mucus glands of three species of family Onchidiidae

		数量 Number		长径 Long diameter (μm)		短径 Short diameter (μm)	
		范围	平均值	范围	平均值 \pm 标准误	范围	平均值 \pm 标准误
		Min ~ Max	Mean	Min ~ Max	Mean \pm SE	Min ~ Max	Mean \pm SE
瘤背石磺 <i>Onchidium struma</i>		0 ~ 3	2	0 ~ 194.95	147.43 \pm 30.94	0 ~ 163.41	109.74 \pm 23.61
颗粒腺 Granular gland	里氏拟石磺 <i>Paraonchidium reevesii</i>	4 ~ 8	5	106.90 ~ 199.72	155.17 \pm 12.88	75.07 ~ 136.36	111.36 \pm 9.40
	平疣桑椹石磺 <i>Platevindex mortoni</i>	2 ~ 4	3	43.40 ~ 119.83	80.59 \pm 12.72*	35.93 ~ 95.07	59.57 \pm 9.96*
	瘤背石磺 <i>Onchidium struma</i>	5 ~ 9	7	73.58 ~ 114.52	99.00 \pm 6.10**	56.09 ~ 81.97	71.09 \pm 4.16**
黏液腺 Mucus gland	里氏拟石磺 <i>Paraonchidium reevesii</i>	21 ~ 52	37	23.97 ~ 38.30	30.94 \pm 2.25	17.56 ~ 25.26	20.89 \pm 1.26
	平疣桑椹石磺 <i>Platevindex mortoni</i>	0 ~ 3	2	0 ~ 34.35	18.17 \pm 5.98*	0 ~ 19.24	10.17 \pm 3.45*

针对 3 种石磺两两之间的颗粒腺和黏液腺的数量、长径和短径分别进行数据统计分析, * 表示差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

Statistical analysis of the number, long diameter and short diameter of granular gland and mucus gland was done separately among three species, * indicates significant difference ($P < 0.05$), ** indicates extremely significant difference ($P < 0.01$).

又能长时间暴露于空气中。里氏拟石磺栖息于潮间带, 有钻泥习性, 水下停留时间也长。瘤背石磺以陆栖为主, 里氏拟石磺以水栖为主, 而平疣桑椹石磺水陆两栖。这 3 种石磺皮肤结构的差异充分说明了动物由水生向陆生过渡过程中产生的适应性变化。

瘤背石磺的皮肤呼吸功能不强, 多用呼吸孔进行呼吸, 而平疣桑椹石磺和里氏拟石磺能够利用皮肤进行呼吸 (吴旭峰等 2010)。3 种石磺的角质层上有一层角质膜, 可防止体表水分蒸发 (Bubel 1984)。在两栖类的研究中也发现, 水栖性强的物种皮肤呼吸占重要地位, 在皮肤结构上有两方面体现: (1) 表皮角质化程度低, 透气性良好, 有利于皮肤呼吸 (唐以杰等 1999); 而陆栖性种表皮角质化程度高。(2) 皮肤中血窦分布密集是水栖性较强物种皮肤结构的另一重要特征 (曹燕等 2011), 该特征在

大鲵 (*Andrias davidianus*) (吴翠蘅等 1983)、爪鲵 (*Onychodactylus fischeri*) (陆宇燕等 2004) 和隆肛蛙 (*Rana quadrana*) (梁刚等 2004) 等物种的皮肤显微结构观察中均有报道。以上两个特点在 3 种石磺科贝类也有良好体现, 以陆栖为主的瘤背石磺, 皮肤的呼吸功能相对弱化, 其表皮厚, 因而保护功能更为明显; 以水栖为主的里氏拟石磺, 皮肤呼吸功能强大; 水陆两栖的平疣桑椹石磺表皮厚度及血窦数目介于二者之间。

3.2 腺体与石磺环境适应的关系

瘤背石磺的颗粒腺数目最为丰富, 里氏拟石磺的黏液腺数目最多。推测因瘤背石磺主要生活在泥滩上, 其颗粒腺的分泌物可以用于防御敌害, 使得表面光滑从而增加逃脱的概率 (Quay 1972), 其分泌物还释放刺激性气味, 致使捕食者放弃追捕。水下耐受力最长的里氏

拟石磺，利用黏液腺的分泌物来维持皮肤表面湿润黏滑以利气体交换和离子运输，并减少水分通过皮肤的散失和减少在水下时水与皮肤的摩擦力。而水陆两栖的平疣桑椹石磺，推测因其能够爬到较高处躲避敌害，故无需太多用于润滑和防御的皮肤腺体。

3.3 石磺蜕皮现象

暂养过程中里氏拟石磺的蜕皮现象明显。两栖类中曾有过关于蜕皮运动的报道，观察发现大蟾蜍 (*Bufo gargarizans*) 在生殖期蜕皮，生殖后期蜕皮减慢，冬眠期不蜕皮，耿欣莲 (1959) 认为不自然的生活条件可能会引起蜕皮。里氏拟石磺是否具有多次蜕皮现象还是为了适应实验室条件作出的蜕皮反应还有待于进一步观察。

3.4 黑色素细胞多寡与石磺适应性

色素细胞对于维持体色具有作用，在温度和光线的影响下，可通过扩展、聚拢的形态变化，形成保护色，或起到调节体温的作用 (Hunsaker et al. 1959)。黑色素细胞丰富，皮肤颜色加深，有助于动物从外界环境中吸取热量，达到促进自身新陈代谢的效果。显微镜下观察得到，平疣桑椹石磺黑色素细胞数量最为丰富，里氏拟石磺次之，瘤背石磺色素最少。而肉眼观察得到，瘤背石磺体色为深灰色，接近于泥土的颜色。除调节体温及伪装的作用外，黑色素细胞在 3 种石磺与适应环境之间的关系尚待进一步研究。

参 考 文 献

Bouchet P, Rocroi J P, Fryda J, et al. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia*, 47(1/2): 1–397.

- Bubel A. 1984. Epidermal cells//Bereiter-Hahn J, Matolsky A G, Richards K S. *Biology of the Integument, Invertebrates*. Berlin Heidelberg, Germany: Springer, 400–441.
- Hunsaker D, Johnson C. 1959. Internal pigmentation and ultraviolet transmission of the integument in amphibians and reptiles. *Copeia*, 1959(4): 311–315.
- Quay W B. 1972. Integument and the environment: Glandular composition, function and evolution. *American Zoologist*, 12(1): 95–108.
- Sun B N, Chen C, Shen H D, et al. 2014. Species diversity of Onchiidiidae (Eupulmonata: Heterobranchia) on the mainland of China based on molecular data. *Molluscan Research*, 34(1): 62–70.
- 曹燕, 谢锋, 江建平. 2011. 齿突蟾属四个物种皮肤的组织学观察. *四川动物*, 30(2): 214–219.
- 耿欣莲. 1959. 大蟾蜍 (*Bufo bufo gargarizans* Cantor) 皮肤在不同季节中的组织学观察. *动物学报*, 11(3): 313–330.
- 黄金田, 王资生, 沈伯平. 2004. 瘤背石磺的生态习性观察. *海洋渔业*, 26(2): 103–109.
- 梁刚, 王琼霞. 2004. 隆肛蛙皮肤及其腺体的显微结构特征. *动物学杂志*, 39(4): 73–76.
- 刘满樱, 肖向红, 徐佳佳, 等. 2007. 东北林蛙皮肤及其腺体组织形态学观察. *野生动物*, 28(4): 6–9.
- 陆宇燕, 王健, 刘新海, 等. 2004. 爪鲵皮肤的显微结构和呼吸作用. *四川动物*, 23(3): 178–182.
- 唐以杰, 曾小龙, 方昆阳. 1999. 中国大鲵皮肤的组织学观察. *广东科技*, 8 (7): 26–27.
- 吴翠衡, 高武. 1983. 中国大鲵的皮肤和肌肉系统解剖. *两栖爬行动物学报*, 2(4): 13–14.
- 吴旭峰, 沈和定, 吴文健, 等. 2010. 我国华东沿海 4 种石磺形态学比较. *动物学杂志*, 45(6): 92–100.

图 版 说 明

3 种石磺皮肤结构比较

1. 瘤背石磺; 2. 里氏拟石磺; 3. 平疣桑椹石磺; 4. 瘤背石磺整体皮肤 ($\times 10$); 5. 里氏拟石磺整体皮肤 ($\times 10$); 6. 平疣桑椹石磺整体皮肤 ($\times 10$); 7. 瘤背石磺表皮 ($\times 40$); 8. 里氏拟石磺表皮 ($\times 40$); 9. 平疣桑椹石磺表皮 ($\times 40$); 10. 瘤背石磺真皮 ($\times 40$); 11. 里氏拟石磺真皮 ($\times 40$); 12. 平疣桑椹石磺真皮 ($\times 40$); 13. 瘤背石磺腺体 ($\times 10$); 14. 里氏拟石磺腺体 ($\times 10$); 15. 平疣桑椹石磺腺体 ($\times 10$); 16. 瘤背石磺腺体 ($\times 40$); 17. 里氏拟石磺颗粒腺 ($\times 40$); 18. 平疣桑椹石磺颗粒腺 ($\times 40$)。

Explanation of Plate

Comparative Microstructure of the Skin from Three Species of Onchidiidae

1. *Onchidium struma*; 2. *Paraoncidium reevesii*; 3. *Platevindex mortoni*; 4. Whole skin of *O. struma* ($\times 10$); 5. Whole skin of *P. reevesii* ($\times 10$); 6. Whole skin of *P. mortoni* ($\times 10$); 7. Epidermis of *O. struma* ($\times 40$); 8. Epidermis of *P. reevesii* ($\times 40$); 9. Epidermis of *P. mortoni* ($\times 40$); 10. Dermis of *O. struma* ($\times 40$); 11. Dermis of *P. reevesii* ($\times 40$); 12. Dermis of *P. mortoni* ($\times 40$); 13. Glands of *O. struma* ($\times 10$); 14. Glands of *P. reevesii* ($\times 10$); 15. Glands of *P. mortoni* ($\times 10$); 16. Glands of *O. struma* ($\times 40$); 17. Granular glands of *P. reevesii* ($\times 40$); 18. Granular glands of *P. mortoni* ($\times 40$).

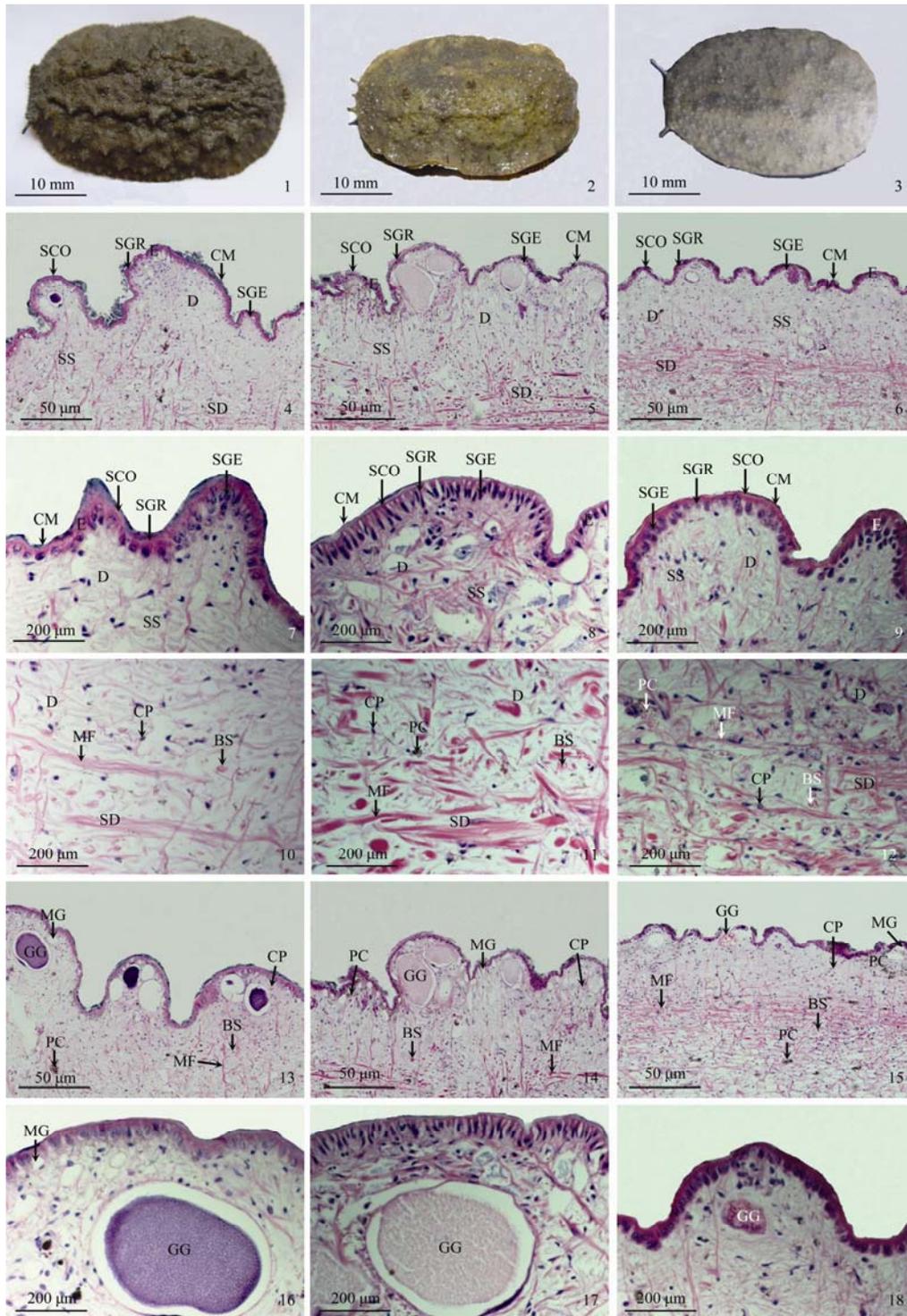
E. 表皮; D. 真皮; SS. 疏松层; SC. 致密层; CM. 角质膜; SCO. 角质层; SGR. 颗粒层; SGE. 生发层; MG. 黏液腺; GG. 颗粒腺; PC. 色素细胞; MF. 肌纤维; BS. 血窦; CP. 钙颗粒。

E. Epidermis; D. Dermis; SS. Stratum spongiosum; SC. Stratum compactum; CM. Cuticular membrane; SCO. Stratum comeum; SGR. Stratum granulosum; SGE. Stratum germinativum; MG. Mucous gland; GG. Granular gland; PC. Pigment cell; MF. Muscle fiber; BS. Blood sinus; CP. Calcium particle.

王冬凤等：石磺科 3 种贝类皮肤显微结构比较

图版 I

WANG Dong-Feng *et al.*: Comparative Histology of the Skin from Three Species of Onchidiidae
Plate I



图版说明见文后