

两种石磺齿舌形态差异分析

代欣欣 沈和定* 冉 福 吴杨平 王美玉

(上海水产大学 农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室 上海 200090)

摘要:显微观察了瘤背石磺 (*Onchidium struma*) 和石磺 (*O. verruculatum*) 齿舌的形态结构。运用差异系数法对两种石磺齿舌参数进行比较分析。利用 SPSS 10.0 对瘤背石磺、石磺齿舌参数(齿舌长、齿舌头宽、齿舌中宽、齿舌尾宽、横列数、每排最少齿片数和每排最多齿片数)与个体参数(体长、体宽、体高、足长、足宽和体重)作回归分析。结果表明,两种石磺齿舌都很发达,外观呈长统靴状;齿片排成许多横列,每一横列均有中央齿一枚,侧齿若干无缘齿;两种石磺的齿舌头宽、齿舌中宽和齿舌尾宽差异极显著,但差异系数小于 1.28,认为两种石磺的齿片形态存在明显的种间差异,但齿舌参数不适合作为石磺属贝类的分类依据;瘤背石磺的体宽和石磺的体重在评估各自齿舌生物学性状方面起到比较重要的作用。

关键词: 石磺; 齿舌; 差异系数; 回归分析; 分类

中图分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2007)05-149-08

Morphological Discrimination of Radula between Two Species of *Onchidium*

DAI Xin-Xin SHEN He-Ding* RAN Fu WU Yang-Ping WANG Mei-Yu

(Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: The radula morphology of *Onchidium struma* and *O. verruculatum* was compared under light microscope. The coefficients of difference were calculated between the radular parameters of two species. The regression equations between radular parameter (radular length, radular anterior width, radular midst width, radular posterior width, transverse rows, the least and the most teeth in one row) and individual parameter (body length, body width, body height, foot length, foot width, body weight) were presented by SPSS 10.0. The results show that the radula of two species was top boot-like and well developed. The radula bears many transverse rows of teeth, and there are one ranchidian tooth and numerous lateral teeth in a transverse row, no marginal teeth. There were extremely significant differences in the radular anterior width, radular midst width, and radular posterior width. But the coefficients of difference are less than 1.28. So the radular morphology of *Onchidium* could be used in classifying *Onchidium*, but the radula parameter could not. While the body width of *O. struma* and the body weight of *O. verruculatum* played an important role in evaluating the biospeciality of radula.

Key words: *Onchidium*; Radula; Coefficient of difference; Regression analysis; Classifying

齿舌为软体动物独有的取食器官,位于口腔底部舌突的表面,是消化系统的重要组成部分。贝类摄食时口吻翻出外面,用齿舌面舐取食物^[1]。目前有关齿舌的研究主要集中在形态结构、齿舌内部神经^[2-4]、摄食的动力学模式^[5]、矿物沉积^[6,7]、性别二态性^[8]、磁性^[9,10]等

基金项目 宁波市海洋与渔业局 2005 年项目“瘤背石磺人工养殖与人工育苗技术的研究”,上海市重点学科建设项目(Y1101);

* 通讯作者, E-mail: hdshe@shfu.edu.cn;

第一作者介绍 代欣欣,女,硕士研究生;专业方向:海洋生物生理生态学;E-mail: xxdai@stmail.shfu.edu.cn。

收稿日期:2007-03-26,修回日期:2007-07-17

方面。在形态结构方面的研究, Jørgensen^[11] 应用扫描电镜非常详细地描述了穴螺属 *Lacuna* 的齿舌形态结构; 潘宝平等^[12] 利用显微观察的方法研究了淡水习见腹足类齿舌的类型, 详细描述了齿式及齿片的形态; 李进寿等^[13] 对福建沿海 7 种常见多板类软体动物的齿舌形态作了详细的比较研究; 王少海等^[14] 采用光学显微镜和扫描电镜相结合的方法, 对采自 4 省 11 地外形特征有明显差异的钉螺 *Oncomelania* 的齿舌进行了观察和分析; 陈广文等^[15] 也利用光镜与电镜相结合的方法研究了褐带环口螺 *Cyclophorus martensianus* 的齿舌。

石磺 (*Onchidium*) 属软体动物门 (Mollusca) 腹足纲 (Gastropoda) 肺螺亚纲 (Pulmonata), 柄眼目 (Stylommatophora) 石磺科 (Onchidiidae)^[1], 广泛分布于印度洋至太平洋沿岸的河口海域, 国内则多分布于东海和南海, 江苏、上海、浙江、福建、广东、香港等沿海地区的资源量很大。具有极高的营养价值及药用价值^[16], 还是滩涂湿地的指示性贝类。有关石磺属贝类的研究多集中在生态习性^[16-18]、生理生态^[19] 及神经生物学^[20] 等方面, 而关于其齿舌的研究, 仅见 Britton 等^[21] 分别对石磺科贝类 12 个属的齿式及齿片形态的描述。国内学者邱立言^[18] 1991 年将分布在江苏中南部及上海海涂的石磺称为瘤背石磺 *O. struma*, 认为体表密布瘤状突起, 背部中央有一伸缩的背眼。石磺 *O. verruculatum* 是 Cuvier 于 1830 年命名, 其背部常具多数的背眼和树枝状鳃, 栖息在海边岩石上, 我国主要分布在福建以南沿海地区^[1]。本文通过比较两种石磺齿舌的形态特征, 分析其在分类学上的价值, 为今后石磺属贝类分类学研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料 2006 年 6 月底从浙江慈溪 (N30°18', E121°23') 采集瘤背石磺, 体长 24~66 mm, 宽 19~52 mm, 腹足长 20~45 mm, 腹足宽 6~15 mm, 体重 2.5~29.36 g; 从福建宁德 (N26°65', E119°52') 采集石磺, 个体长 14~44 mm, 宽 9~28 mm, 腹足长 7~31 mm, 腹足宽 4~9 mm, 个体重

0.65~3.68 g。分别于上海水产大学海洋生物学实验室仿生态箱^[19] 中暂养备用。

1.2 方法

1.2.1 齿舌的获得 随机选取两种石磺各 50 只, 用游标卡尺测量样本的体长、体宽、体高、体重及腹足长和宽。采用陈广文等^[15] 的方法获取齿舌, 即将标本置于蜡盘中, 沿头部解剖摘下口球, 将整个口球放入 15% NaOH 溶液中浸泡 12~24 h, 剔除其周围组织, 用蒸馏水冲洗, 得洁净样品。

1.2.2 光镜观察 根据王少海等^[14] 的方法, 将所获得的齿舌直接置光镜下测量齿舌长、宽 (头部、中部、尾部), 并计算齿排横列数、每列齿片的个数, 然后置 Olympus BH-2 光镜下观察拍片。齿舌的测量方法见图 1。

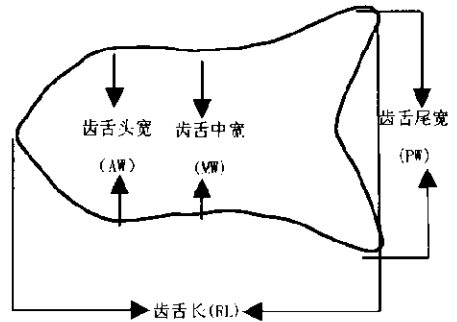


图 1 齿舌生物学数据的测量方法

Fig 1 The radula of *Onchidium* showing anterior width of the radula (AW), midst width (MW), posterior width (PW), and length of radula (RL)

1.2.3 数据处理方法 利用 Mayr^[23] 方法计算两物种齿舌参数的差异系数。差异系数 $CD = (M_B - M_A) / (SD_A + SD_B)$, 其中, M_A 、 M_B 分别为两种石磺某参数的均值, SD_A 、 SD_B 分别为两种石磺某参数的标准差。Mary 等^[23] 认为如果差异系数 < 1.28 , 可视两群体为种内不同地理居群水平的差异。

分别以两种石磺的齿舌长 (y_1)、齿舌头宽 (y_2)、齿舌中宽 (y_3)、齿舌尾宽 (y_4)、横列数 (y_5)、每排最少齿片数 (y_6) 和最多齿片数 (y_7) 为因变量, 体长 (x_1)、体宽 (x_2)、体高 (x_3)、足长

(x_4)、足宽(x_5)和体重(x_6)为自变量,应用 SPSS 10.0 软件的逐步回归分析法,根据模型模拟的 R 值、方差分析的 F 检验值及回归方程中的回归系数 t -检验值进行分析比较。

2 结 果

2.1 两种石磺齿舌的形态比较 两种石磺齿舌长、宽、横列数及每排最多及最少齿片数列于表 1。结果表明,除横列数外石磺齿舌的其他参数均小于瘤背石磺,两种之间横列数存在差

异,但同一种不同个体间也存在差异,石磺齿舌横列数为 66~88 列,瘤背石磺齿舌横列数为 66~85 列。 t -检验结果表明,两种石磺的齿舌长、横列数和每排最少齿片数不存在显著性差异($P > 0.05$);每排最多齿片数差异显著($P < 0.05$);齿舌头宽、齿舌中宽和齿舌尾宽差异极显著($P < 0.01$)。但它们的差异系数值小于亚种分类的阈值 1.28,因此两种之间齿舌的差异仍属于不同地理居群的差异,还没有上升到亚种水平。

表 1 两种石磺齿舌的测量结果

Table 1 Metrical results of radula in *Onchidium struma* and *O. verruculatum*

齿舌参数 Radula parameter	石磺 <i>Onchidium verruculatum</i> ($\bar{X} \pm SD, n = 50$)	瘤背石磺 <i>Onchidium struma</i> ($\bar{X} \pm SD, n = 50$)	t -检验 t -value	差异系数 Coefficient of difference
齿舌长(cm)Length of radula (RL)	0.43 ± 0.08	0.48 ± 0.06	-1.856	0.357
齿舌头宽 (cm)Width of the radula (AW)	0.24 ± 0.07	0.34 ± 0.05	-4.279**	0.819
齿舌中宽(cm)Midst width of radula (MW)	0.23 ± 0.05	0.32 ± 0.05	-4.078**	0.900
齿舌尾宽(cm)Posterior width of radula (PW)	0.29 ± 0.05	0.40 ± 0.05	-4.555**	1.100
横列数 (列)Transverse rows	77.3 ± 6.6	75.4 ± 6.6	0.694	0.159
每排最少齿片数(个)The least teeth one row	5.6 ± 4.3	9.8 ± 6.5	-1.715	0.389
每排最多齿片数(个)The most teeth one row	90.2 ± 13.0	102.1 ± 13.5	-2.083*	0.374

* 表示差异显著, $P < 0.05$; ** 表示差异极显著, $P < 0.01$ 。

* Indicates significant differences, $P < 0.05$; ** Indicates bally significant differences, $P < 0.01$.

石磺属贝类齿舌生在齿舌囊内,其外观似长统靴状,先端伸到口腔底部并外翻,后端的柄部延伸到食道内;其展开状态似鱼形。由许多分离的角质舌齿固定在一个基膜上形成。每一横列的齿片均对称排列,居中的一个称为中央齿,其两侧为侧齿(图版 I:1~8)。

石磺中央齿上表面有个凹槽,边缘有三个几丁质突起,中间的一个突起较尖,两端的突起则较钝(图版 I:9),侧齿上是一个小的钝形突起和一个长椭圆形基板(图版 I:10~12),但第一对侧齿的基板与其他侧齿的基板相比较短(图版 I:10);瘤背石磺中央齿上表面也有一个凹槽,但其上缘的三个几丁质突起都较尖(图版 I:13),每一个侧齿上都有一枚细长的尖齿和一枚长椭圆形基板(图版 I:14~16),第一对侧齿跟其他侧齿相比,尖齿和基板都较小(图版 I:14)。

2.2 齿舌参数与个体参数间的线性回归关系

实验结果表明:

瘤背石磺齿舌长对其体宽的一元线性回归方程为: $y_1 = 0.330 + 0.048x_2$

瘤背石磺齿舌舌头宽对其体宽的一元线性回归方程为: $y_2 = 0.199 + 0.046x_2$

瘤背石磺齿舌中宽对其体宽的一元线性回归方程为: $y_3 = 0.218 + 0.033x_2$

瘤背石磺齿舌横列数对其体宽的一元线性回归方程为: $y_4 = 60.579 + 4.735x_2$

瘤背石磺每排最多齿片数对其体宽、足宽、体重的三元线性回归方程为: $y_7 = 73.804 + 30.813x_2 - 47.773x_5 - 1.791x_6$

瘤背石磺的齿舌参数与个体参数回归关系的显著性检验见表 2。从表中可知,瘤背石磺齿舌长、齿舌头宽、齿舌中宽、横列数、每排最多齿片数对体宽的回归关系差异显著($P <$

0.05), 每排最多齿片数对足宽和体重的回归关系存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

表 2 瘤背石磺齿舌参数与个体参数回归关系显著性检验

Table 2 Significant test between radula and individual parameter of *Onchidium struma*

齿舌参数 Radula parameter	复相关系数 <i>R</i> value	<i>F</i> 检验值 <i>F</i> -test value)	方程截距 Intercept	回归系数 <i>t</i> -检验 <i>t</i> -test of coefficient					
				体长 Body length	体宽 Body width	体高 Body height	足长 Foot length	足宽 Foot width	体重 Body weight
齿舌长 (cm) Length of radula (RL)	0.787	22.751**	9.972**		4.770**				
齿舌头宽 (cm) Width of the radula (AW)	0.820	28.718**	7.110**		5.359**				
齿舌中宽 (cm) Midst width of radula (MW)	0.575	6.900*	5.312**		2.627*				
横列数 Transverse rows	0.660	10.798**	12.901**		3.286**				
每排最多齿片 The most teeth one row	0.803	7.268**	5.677**		4.229**			-2.956*	-2.381*

* 表示差异显著, $P < 0.05$; ** 表示差异极显著, $P < 0.01$ 。
* Indicates significant differences, $P < 0.05$; ** Indicates bally significant differences, $P < 0.01$ 。

表 3 石磺齿舌参数与个体参数回归关系显著性检验

Table 3 Significant test between radula and individual parameter of *Onchidium verruculatum*

齿舌参数 Radula parameter	复相关系数 <i>R</i> value	<i>F</i> 检验值 <i>F</i> -test value)	方程截距 Intercept	回归系数 <i>t</i> -检验 <i>t</i> -test of coefficient					
				体长 Body length	体宽 Body width	体高 Body height	足长 Foot length	足宽 Foot width	体重 Body weight
齿舌长 (cm) Length of radula (RL)	0.947	26.117**	12.970**					-2.932*	6.441**
齿舌头宽 (cm) Width of the radula (AW)	0.968	44.755**	11.254**					-4.528**	8.753*
齿舌中宽 (cm) Midst width of radula (MW)	0.803	12.727**	7.320**						3.567**
齿舌尾宽 (cm) Posterior width of radula (PW)	0.907	32.487**	14.292**						5.700**
每排最少齿片数 The least teeth one row	0.970	26.478**	-5.481**			2.889*	4.238**		-4.933**

* 表示差异显著, $P < 0.05$; ** 表示差异极显著 $P < 0.01$ 。
* Indicates significant differences, $P < 0.05$; ** Indicates bally significant differences, $P < 0.01$ 。

石磺齿舌长对其足宽和体重的二元线性回归方程为: $y_1 = 0.374 - 0.207x_5 + 0.095x_6$
石磺齿舌头宽对其足宽和体重的二元线性回归方程为: $y_2 = 0.206 - 0.203x_5 + 0.082x_6$
石磺齿舌中宽对其体重的二元线性回归方

程为: $y_3 = 0.162 + 0.036x_6$
石磺齿舌尾宽对其体重的一元线性回归方程为: $y_4 = 0.218 + 0.040x_6$
石磺每排最少齿片数对其体高、足长和体重三元线性回归方程为: $y_6 = -9.678 +$

$$11.144x_3 + 6.533x_4 - 3.734x_6$$

石磺的齿舌参数与个体参数回归关系的显著性检验见表 3。齿舌长对体重和足宽的二元线性回归关系差异显著($P < 0.05$),齿舌头宽对体重和足宽的二元线性回归差异极显著($P < 0.01$),齿舌中宽对体重的一元回归关系差异极显著($P < 0.01$),齿舌尾宽对体重有显著性差异($P < 0.05$),每排最少齿片数与足长、体重和体高之间存在显著性差异($P < 0.05$)。

3 讨 论

3.1 齿舌的类型 腹足类动物齿片的形状常随齿片的数目和动物的食性而变化^[1]。通常情况下,具大型的齿,总数一般较少,具小型的齿,一般数目较多。肉食性的种类齿片较少,但强而有力,齿端有钩、刺,有时还有毒腺;草食性种类,齿片小而数目较多,圆形或先端较钝,有时细而狭长。本研究表明,两种石磺均具有发达的齿舌和数目较多的齿片,从而说明这两种石磺应属于草食性种类,这一点与前人^[16~24]的研究结果一致。从中央齿和侧齿的形态看,瘤背石磺齿舌与 *Platevindex mortoni* sp. nov. 的齿舌结构很相似。但后者的体长 9~26 mm,体宽 10~18 mm,腹足长 6~21 mm,腹足宽 4~8 mm,齿式为 $60 \times 73 \cdot 1 \cdot 73$ ^[21];而瘤背石磺体长 24~66 mm,体宽 19~52 mm,腹足长 20~45 mm,腹足宽 6~15 mm,并且没有固定的齿式。石磺则与 *Paraoncidium reevesii* 相似,外部形态差异也较小,前者体长 14~44 mm,体宽 9~28 mm,腹足长 7~31 mm,腹足宽 4~9 mm,齿式也不固定;后者体长 15~34 mm,体宽 9~21 mm,腹足长 10~32 mm,腹足宽 8~16 mm,齿式为 $53 \times 77 \cdot 1 \cdot 77$ ^[21]。但是否属于同一种还需要进一步的证明。在以往的文献中只有对石磺属贝类的齿片形态及齿式进行一般性的描述^[21],而对齿舌的整体形状没有描述。本研究显示石磺属贝类齿舌自然状态下呈长统靴状,其靴底附有一层膜,柄部朝上通往食道。摄食时口吻外翻,利用齿舌括取软泥表面或岩石表面的食物,并且其吞噬量很大,边食边排,粪便呈大米粒状^[16],

所以该类动物发达的齿舌可能与其摄食方式有关。

3.2 齿舌在石磺属贝类分类学上的意义 以往研究表明腹足类齿舌的齿片形状、数目和大小随种类有很大变化,是分类依据之一^[1]。但现今不同的学者对齿舌是否能作为软体动物的一种分类依据有不同的看法。潘宝平等^[12]研究淡水习见腹足类的结果表明,齿舌在科属种水平,均可作为一种重要的分类依据。欧阳珊等^[26]在小型腹足类的齿舌研究中发现,不同种类螺的齿舌形态、齿舌带上齿片的排列方式(即齿式)不同,中央齿、侧齿、缘齿上缘及侧缘的尖齿形态、数目,在腹足类分类中具有重要意义。李英溪等^[27]研究海产腹足类,根据齿舌带上中央齿、侧齿和缘齿的有无将齿舌分为三种类型,即全型齿舌、无缘齿型齿舌和侧齿型齿舌,认为不同目之间齿舌类型不同,同一目内各科之间齿舌类型相同,同一科内各种之间齿舌的形态、齿片数日和排列方式均有差异,同种的齿舌则形态特征恒定,因此齿舌可作为腹足类分类特征的依据。以上的研究结果表明齿舌可以作为种间鉴定的依据之一。但王少海等^[14]的研究发现齿舌特征不适合作为钉螺的一项分类指标。在 Britton^[21]的报道中也表明,不同属的石磺的齿舌中央齿数相同,均有一枚,但横列数和侧齿数有差异,可这种情况在同一属的不同种间也存在。

本研究结果表明,两种石磺齿舌类型相同,均属于无缘齿型齿舌,齿舌展开状态似鱼形,每排的齿式都不尽相同。两种石磺中央齿和侧齿形态差异明显,齿舌参数的齿舌头宽、齿舌尾宽和齿舌中宽虽然差异极显著,但差异系数均小于 1.28,由此判断瘤背石磺和石磺应该属于同一种不同地域的居群,但这与实际不符。综上所述,我们认为石磺属贝类的齿片形态存在明显的种间差异,但齿舌参数不适合作为石磺属贝类的分类依据。

3.3 齿舌参数与个体参数间的关系 回归方程体现了齿舌参数与个体参数之间的代数关系。个体参数的研究能够有效预测齿舌参数,

这将对形态方面的研究有重要意义^[28]。本研究表明:瘤背石磺的齿舌长、齿舌头宽、齿舌中宽、横列数和每排最多齿舌个数与其体宽有显著性的回归关系;石磺的齿舌长、齿舌头宽、齿舌中宽、齿舌尾宽、每排最少齿舌数与其体重有显著性的回归关系。由此可见,瘤背石磺的体宽和石磺的体重在评估各自的齿舌生物学数据方面起着比较重要的作用。其原因应该是因为瘤背石磺的体宽与口球的大小有关,而口球的大小又可能决定齿舌的大小;石磺的体重变化范围相对较小,体重最小值是 0.65 g,最大值是 3.68 g;而瘤背石磺的体重最小值是 2.50 g,最大值是 29.36 g,变化幅度相对较大。并且由回归方程可知,瘤背石磺的体宽和石磺的体重与齿舌参数间是正相关的关系,因此可通过体宽和体重两个参数较为准确地评估两种石磺的齿舌参数。

参 考 文 献

- [1] 蔡英亚,张英,魏若飞编著.贝类学概论(第二版).上海:上海科学技术出版社,1995,68~72.
- [2] Rosen S C, Miller M W, Evans C G, et al. Diverse synaptic connections between peptidergic radula mechanoreceptor neurons and neurons in the feeding system of *Aplysia*. *J Neurophysiol*, 2000, **83**: 1 605 ~ 1 620.
- [3] Rosen S C, Miller M W, Cropper E C, et al. Outputs of radula mechanoreceptor neurons in *Aplysia* are modulated by motor neurons, interneurons, and sensory neurons. *J Neurophysiol*, 2000, **83**: 1 621 ~ 1 636.
- [4] Zhurov Y, Brezina V. Variability of motor neuron spike timing maintains and shapes contractions of the accessory radula closer muscle of *Aplysia*. *J Neurosci*, 2006, **26**: 7 056 ~ 7 070.
- [5] Drushel R F, Sutton G P, Neustadter D M, et al. Radula-centric and odontophore-centric kinematic models of swallowing in *Aplysia californica*. *J Exp Biol*, 2002, **205**: 2 029 ~ 2 051.
- [6] Evans L A, Alvarez R. Characterization of the calcium biomineral in the radular teeth of *Chiton pellerisepentis*. *J Biol Inorg Chem*, 1999, **4**: 166 ~ 170.
- [7] 刘传琳,赵见高,崔龙波等.红条毛肤石蟹齿舌形态及矿物成分含量. *动物学报*, 2001, **47**(5): 553 ~ 557.
- [8] Mutlu E. Sexual dimorphisms in radula of *Conomurex persicus* (Gastropoda: Strombidae) in the Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 2004, **145**: 693 ~ 698.
- [9] 刘传琳,崔龙波,赵见高等.海洋软体动物齿舌中磁铁矿的研究. *生物物理学报*, 1999, **14**(4): 777 ~ 779.
- [10] 赵见高,温戈辉,刘传琳等.红条毛肤石蟹齿舌的磁性研究. *物理学报*, 1999, **48**(5): 973 ~ 976.
- [11] Jørgensen A. Variation in radular teeth and acuspid side of the radula in *Lacuna pallidula*, *L. parva* and *L. rivata* (Gastropoda: Littorinidae) from the Isle of Wight, United Kingdom. *Helgol Mar Res*, 2001, **55**: 95 ~ 100.
- [12] 潘宝平,周友华,陈玉芬.淡水习见腹足类齿舌的研究. *天津教育学院学报(自然科学版)*, 1991, **3**: 15 ~ 21.
- [13] 李进寿,周时强,何才焕.福建沿海多板类齿舌形态的比较研究. *厦门大学学报(自然科学版)*, 2004, **43**(4): 581 ~ 584.
- [14] 王少海,何立,唐在彬等.钉螺齿舌的光学显微镜和扫描电镜结果分析. *中国人兽共患杂志*, 1994, **10**(6): 26 ~ 29.
- [15] 陈广文,戴晓玲,朱命伟.褐带环口螺齿舌的光镜和扫描电镜观察. *动物学杂志*, 2000, **35**(3): 7 ~ 9.
- [16] 沈和定,李家乐,张婉溶.石磺的生物学特性及其增殖前景分析. *中国水产*, 2004, (1): 60 ~ 63.
- [17] 黄金田,沈伯平,王资生.瘤背石磺的生态习性观察. *海洋渔业*, 2004, **26**(2): 103 ~ 109.
- [18] 邱立言.苏沪沿海瘤背石磺的形态和习性. *动物学杂志*, 1991, **26**(3): 33 ~ 36.
- [19] 王金庆,成永旭,吴旭干等.瘤背石磺的生殖系统和性腺发育. *动物学杂志*, 2006, **41**(1): 19 ~ 26.
- [20] Dashpande U D, Nagabhushanam R, Hanumante M M. Preliminary evidence for the hormonal control of urea concentration in the marine pulmonate, *Onchidium terebriculatum*. *Hydrobiologia*, 1980, **75**(1): 45 ~ 47.
- [21] Britton K M. The Onchidiacea (Gastropoda, Pulmonata) of Hong Kong with a worldwide review of the genera. *J Mol Stud*, 1984, **50**: 179 ~ 191.
- [22] 黄金田.石磺及其物种保护. *水产养殖*, 2005, **26**(6): 30, 42.
- [23] 麦尔 E. 著(郑作新译).动物分类学的方法与原理.北京:科学出版社,1965,159 ~ 165.
- [24] 沈和定,陈汉春,陈贤龙等.几种饵料对石磺的暂养效果及其消化率的实验研究. *上海水产大学学报*, 2004, **13**(4): 293 ~ 297.
- [25] 沈和定,陈汉春,陈贤龙等.石磺繁殖生物学的实验研究. *水产学报*, 2006, **30**(6): 753 ~ 760.
- [26] 欧阳珊,吴小平,舒凤月.小型腹足类齿舌的扫描电镜观察. *动物学杂志*, 2001, **36**(5): 2 ~ 3.
- [27] 李映溪,陆敏,王春华等.大连海产腹足类齿舌的扫描电镜观察. *辽宁师范大学学报(自然科学版)*, 1990, (1): 43 ~ 50.

- [28] 王朝林,薛辉,吴孝兵.扬子鳄幼鳄身体量度间的回归参数分析.安徽师范大学学报(自然科学版),2004,27(2):184~187.

图版说明

1~4,9~12 为石磺的齿舌形态;5~8,13~16 为瘤背石磺的齿舌形态。1,2,5,6.标尺 = 500 μm ,其余图片的标尺 = 10 μm 。1,5. 自然状态的齿舌 $\times 20$; 2,6. 平展状态的齿舌 $\times 20$; 3,7. 齿舌的中间部分 $\times 200$; 4,8. 齿舌的部分侧齿 $\times 200$; 9,13. 中央齿 $\times 200$; 10,14. 第一侧齿 $\times 200$; 11,15. 内侧齿 $\times 200$; 12,16. 外侧齿 $\times 200$ 。

Explanation of Plate

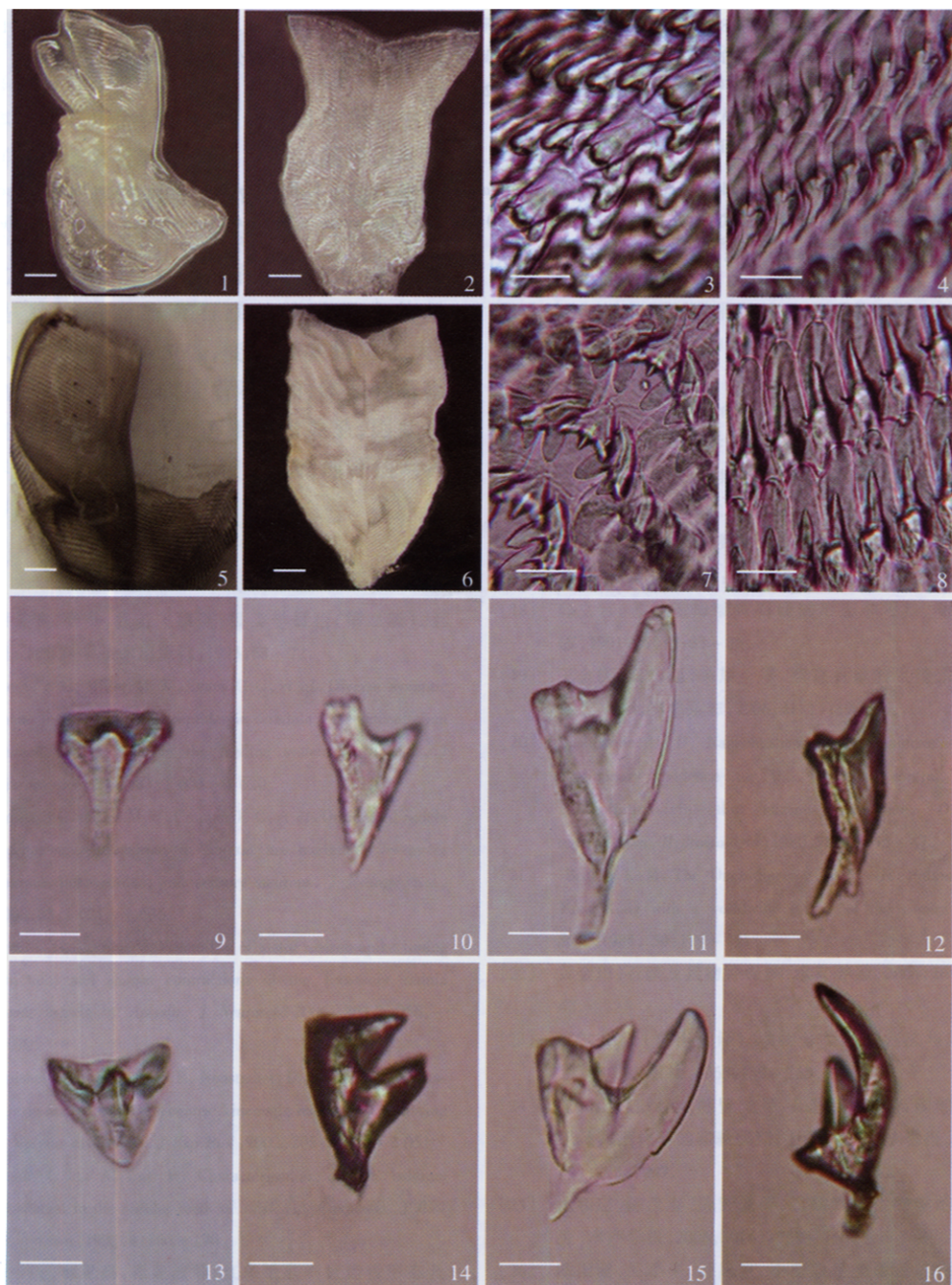
1~4,9~12: Light micrographs of the radular teeth in *Onchidium verruculatum*; 5~8,13~16: Light micrographs of the radular teeth in *Onchidium struma*. Scale bar of plate 1,2,5,6 is 400 μm ; scale bar of others is 10 μm . 1,5. The nature $\times 20$; 2,6. The outpread $\times 20$; 3,7. Midst part $\times 200$; 4,8. Partial lateral teeth $\times 200$; 9,13. Rachidian tooth $\times 200$; 10,14. The first lateral teeth $\times 200$; 11,15. Inner lateral teeth $\times 200$; 12,16. Outer lateral teeth $\times 200$.

代欣欣等:两种石磺齿舌形态差异分析

图版 I

DAI Xin-Xin *et al.*: Morphological Discrimination of Radula between Two Species
of *Onchidium*

Plate I



图版说明见文后