

# 两种小达氏涡虫的阴茎发育与分类性状关系

于 微 涂 斌 汪安泰\* 黎双飞

(深圳大学生命科学学院 深圳 518060)

**摘要:** 小达氏涡虫属个体的骨质阴茎是物种鉴定的重要依据。本实验观察了中国小达氏涡虫 (*Microdalyellia sinensis*) 与湖南小达氏涡虫 (*M. hunanensis*) 阴茎的形态形成及发育。结果表明: (1) 阴茎末端各分支的形态形成是一次性成型, 终身不变; (2) 两种涡虫在发育的第 12 d 都完成阴茎的骨质化; (3) 阴茎的基柄形态随个体发育而增长。研究证实, 小达氏涡虫属阴茎末端分支结构是稳定的分类性状, 可以作为重要的分类依据。

**关键词:** 涡虫; 中国小达氏涡虫; 湖南小达氏涡虫; 阴茎; 发育; 分类性状

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 0250 3263(2008)03-17-06

## Relationship between Taxonomy Characteristics and Phallus Development in Two Kinds of *Microdalyellia*

YU Wei TU Bin WANG An-Tai\* LI Shuang-Fei

(College of Life Sciences, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China)

**Abstract:** The bone phallus is an important characteristic for species identification in *Microdalyellia*. In this paper, the shape and development of the phallus were observed in both *M. sinensis* and *M. hunanensis*. The results have shown that the branch characteristic in the distal branch of the phallus comes into being in early development and remains all the life; the complete ossification of the phallus occurs at 12 d in both *M. sinensis* and *M. hunanensis*; and the stem of the phallus becomes longer and bigger gradually along with individual's growth. We therefore suggest that the branch characteristics in the distal branch of the phallus are reliable taxonomy criteria in *Microdalyellia*.

**Key words:** Turbellarian; *Microdalyellia sinensis*; *M. hunanensis*; Phallus; Development; Taxonomy characteristic

小达氏涡虫属 (*Microdalyellia*) 是单肠目 (Rhabdocoela) 达氏亚目 (Dalyellioida) 达氏科 (Dalyelliidae) 内最大的淡水涡虫属, 分布广泛<sup>[1-3]</sup>, 中国已发现 4 种<sup>[4,5]</sup>, 即木鱼小达氏涡虫 (*M. muyuensis*)、神农架小达氏涡虫 (*M. Shennongjiae*)、中国小达氏涡虫 (*M. sinensis*) 和湖南小达氏涡虫 (*M. hunanensis*)。前 2 种分布于湖北省神农架自然保护区海拔 1 200 m 的木鱼镇附近溪水内, 后 2 种在我国淡水水域分布比较广泛。这类涡虫常年具雌雄生殖器官, 除阴茎为骨质外, 全身为肉质。阴茎长度在 30~250 μm 之间。阴茎的结构是其分类的主要依

据。作者在鉴定湖南小达氏涡虫过程中, 发现与湖南小达氏涡虫接近的褐小达氏涡虫 (*M. fusca*)<sup>[2]</sup> 和武装小达氏涡虫 (*M. armigera*)<sup>[2,3]</sup> 阴茎的形态结构因产地不同, 其长度有明显差异, 为小达氏涡虫属的鉴定工作带来一定难度。过去, 作者曾一直把湖南小达氏涡虫新种误为褐小达氏涡虫, 但证据不足。易艳琼等发现 2

基金项目 深圳大学大学生创新性实验计划项目 (2008) 资助;

\* 通讯作者, E-mail: wang118@szu.edu.cn;

第一作者介绍 于微, 女, 本科生; 研究方向: 涡虫生物学; E-mail: 550yuwei@163.com.

收稿日期: 2007-12-09, 修回日期: 2008-03-07

种达氏科涡虫的雄性交配器官的成熟时间明显滞后于雌性生殖器官, 开始产卵的涡虫不能作为雄性交配器官成熟的标志, 亦不能作为模式标本和副模标本<sup>[6]</sup>。至于小达氏涡虫属的阴茎在发育期间, 其形态上是否有变化? 能否在小达氏涡虫阴茎完全成熟前, 依据阴茎的部分形态对其进行初步的分类鉴定, 迄今未见报道。近3年来作者对湖南小达氏涡虫及中国小达氏涡虫进行了连续饲养和实验观察, 对上述问题进行了较为细致的研究, 以期对小达氏涡虫属种类的鉴定提供关键的参考依据。

## 1 材料与方法

**1.1 实验动物来源与培养** 湖南小达氏涡虫和中国小达氏涡虫取自深圳大学生命科学学院实验室。解剖镜下分离涡虫, 移入含有草履虫的直径为9 cm的培养皿里培养, 加入3粒麦粒, 每周换一次麦粒并补充因蒸发而损失的水分。按照涂斌的方法培养草履虫<sup>[7]</sup>。

**1.2 涡虫发育标本取样与角质阴茎解剖** 分别取10条已经怀卵的湖南小达氏涡虫和中国小达氏涡虫, 24 h后将涡虫移到新设置的培养皿里培养, 统计涡虫24 h内的产卵数, 并作好标记。每隔24 h重复以上步骤, 直至该涡虫死亡。卵置于阴凉处自然发育, 室温(25±1)℃(空调), 每24 h观察一次, 至幼虫孵出。幼虫单独培养, 从1 d开始检查阴茎形态, 每隔24 h解剖3~5条涡虫, 对其阴茎形态进行追踪观察、拍照。共解剖涡虫70条。解剖方法: 先挑出虫体, 清水冲洗干净, 移到干净的载玻片上, 用手术刀将虫体切开两截, 取尾段, 用滤纸吸干周围水分, 滴入1小滴1% NaOH溶液, 置于解剖镜下观察。待骨质阴茎显露、肉质部分透明时, 立刻滴入高纯水连续清洗3次, 吸干水分后自然晾干, 滴入一滴Olympus显微镜油, 加盖玻片, 置于显微镜下观察。

**1.3 观察与拍照** Olympus BX 51 微分干涉装置显微镜下观察、Olympus DP 70 显微镜专用数码相机拍照。利用Olympus DP 70 测量软件对

各发育时间段的阴茎结构进行仔细测量, 每个时间段测量3个标本。利用SPSS 10.0 软件统计各组测量数据, 以平均值±标准差(Mean±SD)记述测量结果。用Adobe Photoshop 7.0 软件整理图版。

## 2 结果

小达氏涡虫属的阴茎为骨质, 其基部的2柄在阴茎中部愈合呈“U”形, 愈合部称为横枝。远端分支连接横枝的有钩刺、粗刺、侧端枝、中枝等(图1), 不同种类的阴茎结构差异较大, 是小达氏涡虫属物种鉴定的重要依据。侧端枝外被有膜片, 为膜质。阴茎远端的中枝和2个近端的柄与横枝紧密愈合为一体, 而阴茎远端的钩刺、粗刺、侧端枝在生活标本中可以向两侧张开。中枝在正常状态下其横切面呈“U”形(图1:mb), 压片后可以展开(图1:mb)。粗刺镶嵌在中枝内, 侧端枝附在中枝的一侧。用5%的乙醇处理虫体后做压片标本观察, 很容易观察到阴茎远端除中枝外, 其他分支向左右张开, 接着出现排精现象。

### 2.1 中国小达氏涡虫的角质阴茎发育与形态

由图版I:1~7可见, 中国小达氏涡虫阴茎的形态结构随个体发育而变化。在1~4 d(虫体出卵后日龄)的虫体内没有找到阴茎的痕迹。5 d 阴茎远端各分支(钩刺、粗刺、侧端枝和中枝)已经形成, 阴茎全长为113 μm, 至14 d达160 μm左右, 12 d后远端已经完全骨质化, 结构已经稳定。阴茎形态初步形成时, 其远端的粗刺、中枝、钩刺、侧端枝的形状与成熟个体的阴茎基本相同, 其基部的两条柄随个体生长有明显增长。由表1可见, 阴茎远端分支, 即粗刺(76.0±5.0) μm、中枝(91.4±5.1) μm、钩刺(55.1±5.3) μm、侧端枝(85.6±2.8) μm的形态与虫龄无明显关联, 而2根阴茎柄的长度增长显著, 柄1长从21.8 μm增至73.9 μm, 柄2长从9.5 μm增至68.5 μm。阴茎长度(141.6±17.0) μm的变化完全来自柄部的增长。12 d后阴茎长度基本趋于稳定。24 d后虫体逐渐衰老死亡。

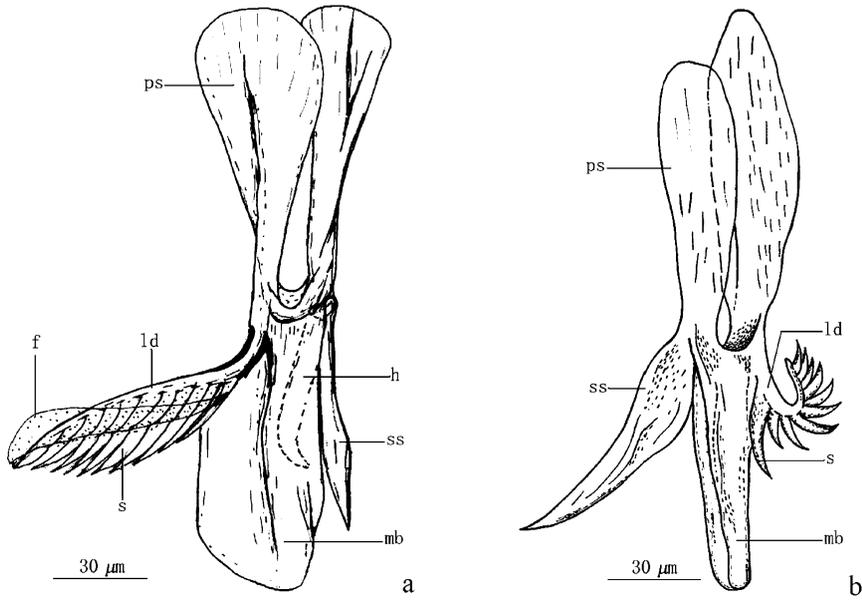


图 1 中国小达氏涡虫(a)和湖南小达氏涡虫阴茎(b)

Fig. 1 The phallus in *M. sinensis* (a) and *M. hunanensis* (b)

f: 膜片; h: 钩刺; ld: 侧端枝; mb: 中枝; ps: 柄部; s: 刺; ss: 粗刺。

f: Film; h: Hook; ld: Lateral distal branch; mb: Median branch; ps: Proximal stalks; s: Spines; ss: Stout spines.

表 1 中国小达氏涡虫不同发育时间的阴茎测量( $\mu\text{m}$ ;  $n = 3$ )

Table 1 The phallus length of the *M. sinensis* at different developmental stages

时间 (d) Time	全长 Length	柄 1 Proximal stalks 1	柄 2 Proximal stalks 2	粗刺 Stout spines	中枝 Median branch	钩刺 Hook	侧端枝 Lateral distal branch
5	111.7±0.2	21.8±1.0	9.5±2.4	70.5±0.6	87.8±0.2	48.6±0.6	89.8±0.7
5.5	124.4±0.7	31.6±2.8	30.5±2.3	73.6±1.1	92.1±0.3	54.3±0.4	86.4±1.0
6	128.0±0.5	37.2±2.5	32.6±1.3	74.3±1.7	90.4±2.5	54.8±0.1	83.2±1.9
7	123.2±1.7	40.9±1.3	34.3±1.8	65.1±1.3	81.9±0.8	45.5±1.4	82.0±1.3
8	145.9±1.3	57.6±2.2	50.4±1.0	75.9±0.4	91.5±3.4	57.1±1.0	86.9±1.6
9	140.2±0.2	53.2±1.2	45.9±0.7	80.2±1.2	93.0±0.5	53.4±0.6	81.3±2.6
10	145.3±1.1	62.8±1.4	58.8±1.5	79.8±0.3	88.6±0.5	56.1±0.4	85.7±2.6
11	157.3±0.5	66.7±1.4	62.9±1.5	76.9±2.4	90.7±0.8	54.6±1.9	85.1±1.4
12	164.6±2.6	67.0±4.3	63.8±2.6	82.4±1.0	102.2±1.9	66.0±2.0	86.8±0.3
13	154.2±0.3	66.7±1.9	66.6±0.5	76.9±1.4	91.2±0.9	57.4±0.7	84.4±1.1
14	162.7±0.5	73.9±1.4	68.5±1.3	80.3±0.9	96.3±0.7	58.5±0.8	90.0±0.4
平均 Mean	141.6±17.0	52.7±17.2	47.6±18.9	76.0±5.0	91.4±5.1	55.1±5.3	85.6±2.8

## 2.2 湖南小达氏涡虫角质阴茎的形态发生

由图 2 及图版 I: 8~15 可见, 湖南小达氏涡虫阴茎的形态结构随个体发育而变化。在 1~4 d 的虫体内没有找到阴茎的痕迹。从 5 d 个体开始检测到阴茎, 其远端的粗刺、中枝、侧端枝的形状与成熟个体的阴茎基本相同, 其基部的两条柄随个体生长有明显增长。12 d 后阴茎远端

完全骨质化。由表 2 可见, 其远端的粗刺、中枝、侧端枝各时间段的长度值非常相近。在 5~18 d 间, 粗刺 ( $79.4 \pm 5.9$ )  $\mu\text{m}$ 、中枝 ( $83.5 \pm 4.0$ )  $\mu\text{m}$ 、侧端枝 ( $57.5 \pm 2.8$ )  $\mu\text{m}$  的长度与涡虫的日龄无明显关联。阴茎近端的 2 个柄的长度在 14 d 内增加显著, 即柄 1 和柄 2 分别从 ( $51.7 \pm 0.7$ )  $\mu\text{m}$  和 ( $45.0 \pm 0.5$ )  $\mu\text{m}$  增长至 ( $124.1 \pm$

1.1)  $\mu\text{m}$  和  $(105.0 \pm 0.4) \mu\text{m}$ , 二者平均长度分别为  $(88.6 \pm 22.1) \mu\text{m}$  和  $(72.5 \pm 18.4) \mu\text{m}$ 。阴茎长度从 5 d 的  $(123.1 \pm 0.5) \mu\text{m}$  增加到 18 d 的

$(206.7 \pm 1.5) \mu\text{m}$ , 其长度变化完全来自柄部的增长。15 d 后的阴茎长度基本稳定。24 d 后虫体逐渐衰老死亡。

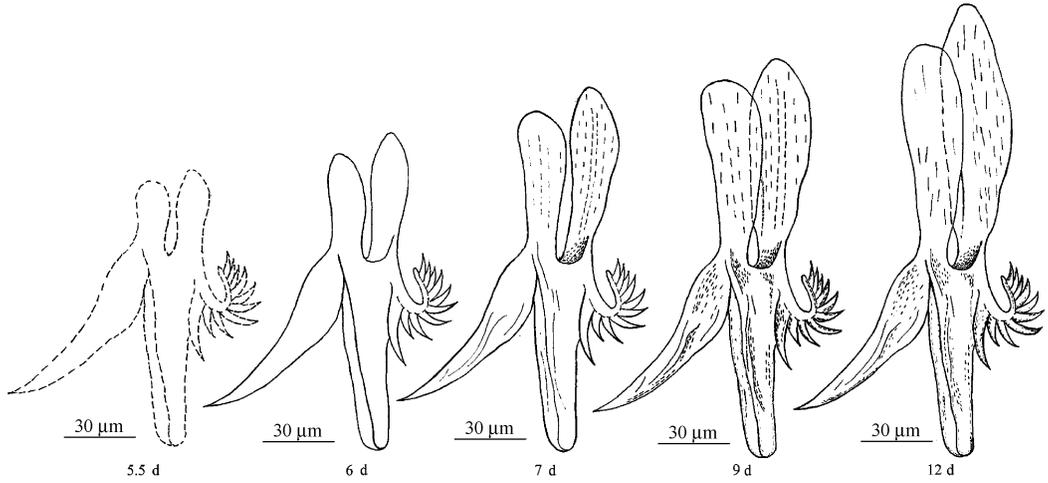


图 2 湖南小达氏涡虫阴茎的发育

Fig. 2 The development schema of the phallus in *M. humanensis*

表 2 湖南小达氏涡虫不同发育时间的阴茎测量( $\mu\text{m}$ ;  $n = 3$ )

Table 2 The phallus length of the *M. humanensis* at different developmental stages

时间 (d) Time	全长 Length	柄 1 Proximal stalks 1	柄 2 Proximal stalks 2	粗刺 Stout spines	中枝 Median branch	侧端枝 Lateral distal branch
5	123.1 ± 0.5	51.7 ± 0.7	45.0 ± 0.5	68.9 ± 0.2	72.9 ± 0.6	52.5 ± 1.1
5.5	149.2 ± 0.8	66.1 ± 0.7	53.6 ± 1.1	79.1 ± 0.8	87.5 ± 0.9	57.2 ± 1.9
6	155.8 ± 0.3	73.0 ± 0.4	60.5 ± 0.3	84.5 ± 0.5	85.3 ± 0.2	59.2 ± 0.3
7	156.7 ± 1.8	70.5 ± 1.1	55.7 ± 0.5	89.0 ± 0.2	86.1 ± 1.3	60.5 ± 1.6
8	157.9 ± 0.7	79.4 ± 0.6	65.4 ± 1.3	84.8 ± 0.9	81.5 ± 0.3	54.0 ± 1.1
9	158.6 ± 0.5	76.0 ± 2.9	64.6 ± 0.1	83.0 ± 0.6	82.1 ± 0.4	57.0 ± 3.1
10	160.6 ± 1.6	70.7 ± 0.9	55.7 ± 0.9	86.2 ± 0.5	86.7 ± 0.7	62.4 ± 2.3
11	161.3 ± 1.1	83.6 ± 0.7	70.1 ± 0.6	76.7 ± 0.4	80.2 ± 1.0	56.2 ± 1.5
12	170.9 ± 0.5	93.1 ± 0.8	78.6 ± 0.4	73.2 ± 2.3	81.9 ± 0.9	56.6 ± 1.3
13	171.0 ± 0.9	90.9 ± 1.3	72.0 ± 0.7	85.2 ± 0.6	83.9 ± 0.4	57.3 ± 1.0
14	177.3 ± 0.9	101.2 ± 2.4	73.5 ± 0.7	71.7 ± 2.7	81.0 ± 0.8	52.8 ± 0.9
15	192.4 ± 0.6	111.4 ± 1.5	95.3 ± 1.1	76.7 ± 0.8	83.9 ± 0.8	59.6 ± 2.1
16	195.6 ± 1.0	120.2 ± 1.9	102.6 ± 1.0	78.2 ± 4.7	86.8 ± 0.9	57.8 ± 0.3
17	203.6 ± 1.4	117.4 ± 2.4	89.8 ± 1.4	79.3 ± 1.1	89.8 ± 0.6	59.1 ± 2.6
18	206.7 ± 1.5	124.1 ± 1.1	105.0 ± 0.4	75.0 ± 1.2	83.2 ± 0.8	60.1 ± 1.7
平均 Mean	169.4 ± 22.6	88.6 ± 22.1	72.5 ± 18.4	79.4 ± 5.9	83.5 ± 4.0	57.5 ± 2.8

### 3 讨论与结论

达氏科涡虫肉质部分的形态特征因制作标本方法上的差异, 易出现一定的偏差, 而惟有阴茎是骨质的, 其形态结构稳定, 是物种鉴定的主

要依据。本实验发现, 阴茎远端除中枝外, 粗刺、钩刺、侧端枝的基部是可以活动的。该类群涡虫是体内受精的<sup>[6]</sup>, 粗刺、钩刺、侧端枝在虫体交配过程中张开, 可以防止个体间脱离, 有效保障交配的成功。一般认为体内具卵的涡虫是

成熟标本的选定标准。易艳琼等 2006 年发现, 产卵个体表明雌性器官成熟, 但雄性生殖系统滞后雌性生殖系统 3~ 5 d 成熟<sup>[6]</sup>。本实验发现, 小达氏涡虫属的 2 种涡虫阴茎发育初期虽然没有骨化, 但此时远端形成的各个分支在随后的发育中, 其形态及大小基本保持不变; 阴茎基部的 2 条柄的长度随个体发育而增长。鉴于本实验发现, 本文认为, 作为小达氏涡虫属新种描述的模式标本的选定应慎重, 在选定模式标本之前, 有必要对该物种进行一段时间的人工饲养及繁殖, 时间约 10 d。如果采集到的标本不易饲养, 或远程野外采集, 依据阴茎远端分支的形态结构, 可以进行初步鉴定。

致谢 本院本科生物技术专业 2002 级易艳琼同学在实验过程中给予热情帮助, 在此鸣谢!

## 参 考 文 献

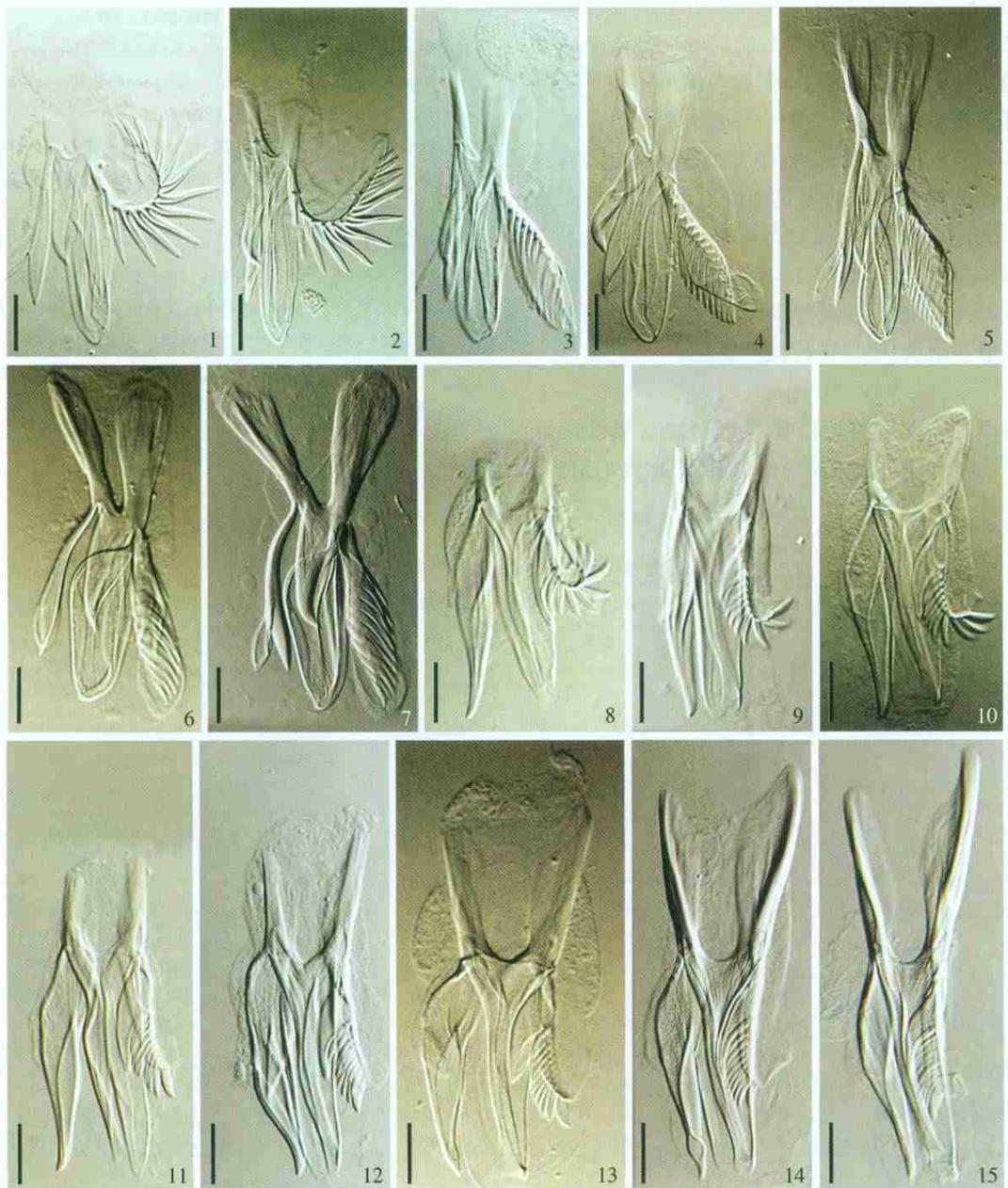
- [1] Hochberg R, Cannon L R G. Two new freshwater rhabdocoels, *Australdalyellia* n. gen. and *Haplodidymos* n. gen (Platyhelminthes, Rhabdocoela) from Queensland. *Australia Zootaxa*, 2002, **44**: 1~ 15.
- [2] Luther A. Die Dalyelliiden (Turbellaria Neorhabdocoela), eine Monographie. *Acta Zool Fenn*, 1955, **87**: 1~ 337.
- [3] Okugawa K I. A list of the freshwater Rhabdocoelida found in Middle Japan, with preliminary descriptions of new species. *Mem Coll Sc Kyoto Imp Univ*, 1930, **5**: 75~ 88.
- [4] 汪安泰, 吴海龙. 达氏科中国一新纪录属三新种 (扁形动物门, 单肠目, 达氏亚目). *动物分类学报*, 2005, **30**(2): 300~ 308.
- [5] 汪安泰, 吴海龙. 小达氏涡虫属一新种 (扁形动物门, 单肠目, 达氏科). *动物分类学报*, 2008, **33**(1): 118~ 121.
- [6] 易艳琼, 梁羽, 汪安泰. 中国小达氏涡虫和大变杰氏涡虫的生物学特性. *动物学杂志*, 2006, **41**(1): 84~ 90.
- [7] 涂斌, 易艳琼, 李盟等. 草履虫常年培养. *生物学通报*, 2005, **44**(4): 56~ 57.
- [1] Hochberg R, Cannon L R G. Two new freshwater rhabdocoels,

于 微等: 两种小达氏涡虫的阴茎发育与分类性状关系

图版 I

YU Wei *et al.*: Relationship between Taxonomy Characteristics and Phallus Development in Two Kinds of *Microdalyellia*

Plate I



1~ 7. 中国小达氏涡虫不同发育时间的阴茎形态: 1. 5 d; 2. 6 d; 3. 7 d; 4. 9 d; 5. 12 d; 6. 15 d; 7. 18 d; 8~ 15. 湖南小达氏涡虫不同发育时间的阴茎形态: 8. 5 d; 9. 6 d; 10. 7 d; 11. 8 d; 12. 9 d; 13. 10 d; 14. 11 d; 15. 12 d. 标尺= 25 μm

1~ 7. The phallus shape at different developmental stages in *Microdalyellia sinensis*: 1. 5 d; 2. 6 d; 3. 7 d; 4. 9 d; 5. 12 d; 6. 15 d; 7. 18 d; 8~ 15. The phallus shape at different developmental stages in *M. hunanensis*: 8. 5 d; 9. 6 d; 10. 7 d; 11. 8 d; 12. 9 d; 13. 10 d; 14. 11 d; 15. 12 d. Bar= 25 μm