

贵州福泉的索氏桃花水母生长及精巢发育初步研究

陶莎^① 姚俊杰^{①*} 谭华^① 杨梅^① 石让安^②

^① 贵州大学渔业资源与环境研究所, 高原山地动物遗传育种与繁殖教育部重点实验室 贵阳 550025;

^② 贵州省福泉县水产站 贵阳 550025

摘要: 2017年10月中旬,在贵州省福泉县一个池塘中发现了桃花水母,经分子鉴定确认为索氏桃花水母(*Craspedacusta sowerbyi*)。研究了其生长发育的情况,建立了拟合优度线性相关函数,并观察了雄性索氏桃花水母精巢外形发育过程。结果表明,福泉的索氏桃花水母雌雄异体,雌性触手细长,伸向上方;雄性触手短粗,垂向下方。缘膜宽度、口径宽度、触手数量与伞径相关函数的相关系数 r 均大于0.75,说明3个指标与伞径之间均存在极强正相关关系。福泉的索氏桃花水母雄性个体性腺4个,淡绿色,成熟雄性个体精巢呈囊状、三角囊状、长三角囊状,4个精巢的发育不同步。研究表明,当伞径小于12 mm时,福泉的索氏桃花水母处于生长发育期,缘膜、口径宽度、触手数量、雄性精巢4个性状随之增长而变化,当伞径大于等于12 mm时,个体处于成熟期,上述4个性状相对稳定,变化不大。本文对于性腺作为桃花水母分类指标的有效性做了探讨。

关键词: 贵州福泉; 索氏桃花水母; 生长; 性腺; 精巢

中图分类号: Q955 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2019) 04-581-08

Preliminary Research on Growth and Testicle Development of *Craspedacusta sowerbyi* Inhabiting in Fuquan, Guizhou Province

TAO Sha^① YAO Jun-Jie^{①*} TAN Hua^① YANG Mei^① SHI Rang-An^②

^① Institute of Fisheries Resources and Environment, Key Laboratory of Animal Genetics, Breeding and Reproduction in the Plateau Mountainous Region Ministry of Education, Guizhou University, Guiyang 550025;

^② Fuquan County Aquaculture Techniques Station of Guizhou Province, Guiyang 550025, China

Abstract: In mid-October 2017, *Craspedacustas* was found in a pond in Fuquan County, Guizhou Province. It was identified as *Craspedacusta sowerbyi* by molecular analysis. We observed its growth and testicle development process, then established correlations between width of velum, width of mouth and number of tentacles with its umbrella diameter respectively. As shown in Fig. 1, the female tentacles were slender and

基金项目 贵州省黔西南特色产业扶持与生态修复协同创新中心平台建设项目(黔科合 2016-18), 贵州省水产产业体系项目(No. GZCYTZX2013-011);

* 通讯作者, E-mail: junjieyao@163.com;

第一作者介绍 陶莎, 女, 硕士研究生; 研究方向: 渔业资源与环境; E-mail: Quella_tao@hotmail.com。

收稿日期: 2018-10-23, 修回日期: 2019-04-14 DOI: 10.13859/j.cjz.201904015

extended upward, while the male tentacles were tubbiness-like and vertically downward. In the correlation function analysis as shown in Fig. 5 - 7, R^2 values were 0.78, 0.92, 0.92 respectively, r values were 0.88, 0.96, 0.96 respectively, suggesting that there are strong positive correlation between the width of velum, width of mouth, number of tentacles with its umbrella diameter. But remarkably, when the umbrella diameter is greater than or equal to 12 mm, the changes of the three factors are not obvious. The growth of testicles is also consistent with this conclusion. Therefore, when the diameter is less than 12 mm, meaning *C. sowerbyi* is in developing stage, and the width of velum, width of mouth, number of tentacles and testicles increased with the increase of its diameter, while when the diameter is greater than or equal to 12 mm, the above characters are relatively stable and have little change with the increase of its diameter, meaning that *Craspedacusta sowerbyi* is in the maturation stage.

Key words: Guizhou Fuquan; *Craspedacusta sowerbyi*; Growth; Gonads; Testis

桃花水母是腔肠动物门 (Coelenterata) 水螅纲 (Hydrozoa) 淡水水母目 (Limnomedusae) 笠水母科 (Olindiidae) 桃花水母属 (*Craspedacusta*) 物种的统称, 是世界上珍稀淡水水生生物之一。桃花水母已经在地球上生存了 5.5 亿年甚至更长的时间 (和振武等 2003), 有“水中大熊猫”之称。目前, 世界上公认的桃花水母有 3 种, 即英国的索氏桃花水母 (*C. sowerbyi*)、日本的伊氏桃花水母 (*C. iseanum*) 和中国的中华桃花水母 (*C. sinensis*) (胡义波 2005, 苏春分等 2009)。

在我国杭州、宁波、信阳等地都曾发现过桃花水母, 并开展了大量相关研究, 涉及桃花水母的生物学及遗传分析 (胡义波 2005)、分类 (符方尧等 2006)、脂肪酸组成 (王丹丽等 2008)、基因序列分析 (徐善良等 2010) 等多方面。由于桃花水母世代交替的特点, 在自然水体中存在的时间有限, 研究困难, 加之种群形态存在差异, 学者们在研究其形态结果时的主观描述也有很大出入, 所以至今少见有关索氏桃花水母生长发育方面的报道。我们此前在贵州省的独山县 (岑戈潜 2004)、镇远县舞阳河、贵阳市百花湖 (梁正其等 2011) 等地多次发现过桃花水母, 对桃花水母有初步的认识与了解。

2017 年 10 月, 在贵州省福泉县金山街道太平村箭巴林组一池塘中发现了的桃花水母, 进行了为期 1 周的实地观察研究及采样, 发现

桃花水母群体个体大小不一, 不喜阳光, 正午时大都沉入水底, 待天气转阴以后, 大量浮于水面并聚集在水岸边, 体呈淡绿色。经过分子鉴定, 确认为索氏桃花水母。进而对该地出现的索氏桃花水母进行了生长发育及雄性个体精巢外形发育过程观察, 以期初步了解其生长发育的基本过程和精巢发育情况, 为这一珍稀物种的保护及后续研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 样品来源

索氏桃花水母于 2017 年 10 月中旬取自贵州省福泉县金山街道太平村箭巴林组一池塘, 水体颜色呈淡绿色, 水温 16~17 °C, pH 6.5。

1.2 采样方法

取大小不一的桃花水母样品 500 只左右, 将采集后的水母活体放入盛有原池水的玻璃缸中带回实验室, 在水族箱中暂养, 需固定的水母放入 20% 甲醛溶液中保存, 便于取样观察。

1.3 实验方法

随机从水母群体中取出 200 只个体, 测量伞径, 以分析群体伞径分布。将 200 只个体放回后再随机取出 100 只活体桃花水母, 测量其伞径、缘膜宽度、口径宽度, 在解剖镜下计数触手数量, 以分析缘膜宽度、口径宽度、触手数量与伞径增长的关系。所有数据精确到 0.1 mm。记录数据, 拍照留存。

以个体伞径为横坐标, 分别以缘膜宽度、

口径宽度、触手数量为纵坐标建立散点图, 建立两两之间的拟合优度线性相关公式, 计算 R^2 值。 R^2 值是趋势线拟合程度的指标, 它的数值大小可以反映趋势线的估计值与对应实际数据之间的拟合程度, 拟合程度越高, 趋势线的可靠性就越高, R^2 取值在 0 到 1 之间, 当趋势线的 R^2 等于 1 或接近 1 时, 其可靠性最高, 反之则可靠性较低。相关系数 r 表示两个变量之间线性相关关系, $r > 0$ 时两个变量呈正相关, $r < 0$ 时两个变量呈负相关; r 的值在 1 与 -1 之间, r 的绝对值越接近 1, 两个变量线性相关性越强, r 的绝对值接近于 0 时表明两个变量几乎不存在线性相关关系, 通常 r 的绝对值大于 0.75, 就认为两个变量有很强的线性相关关系。

2 结果

2.1 福泉的索氏桃花水母雌雄个体形态

福泉的桃花水母雌雄异体, 形态差异明显。雌性触手细长, 伸向上方; 雄性触手短粗, 垂向下方。雌雄个体大小差异不大, 雌性 4 条主幅触手明显长于雄性 (图 1)。

2.2 福泉的索氏桃花水母群体特征

200 只随机选取的索氏桃花水母个体大小不一, 其中最小个体伞径约为 2.0 mm, 最大个体伞径约为 14.2 mm; 伞径在 12.0 ~ 13.9 mm 之间的水母数量最多, 为优势个体 (图 2), 其中雄性个体 (154 ind) 多于雌性个体 (46 ind);

随着个体增长, 福泉的索氏桃花水母伞径增大, 4 根主幅触手明显变长, 二、三级触手更加密集; 雄性索氏桃花水母的 4 个精巢由小变大, 逐渐发育成熟 (图 3)。

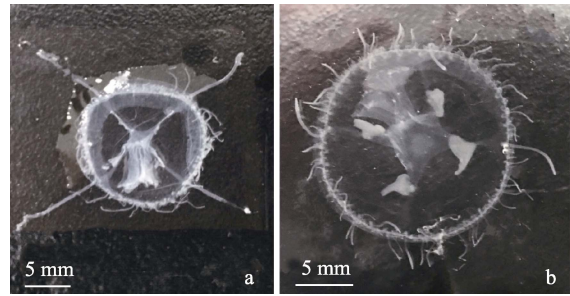


图 1 福泉的索氏桃花水母雌性 (a) 和雄性 (b) 个体
Fig. 1 Female (a) and male (b) individuals of *Craspedacusta sowerbyi* in Fuquan

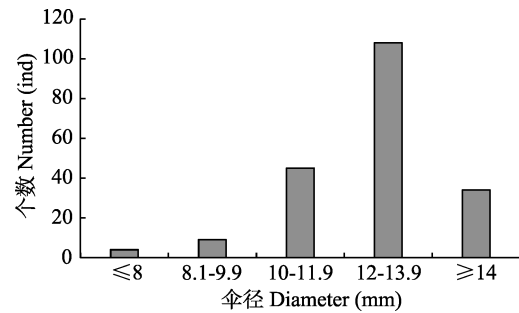


图 2 福泉的索氏桃花水母群体伞径分布
Fig. 2 Frequency distribution map of diameter of *Craspedacusta sowerbyi* in Fuquan

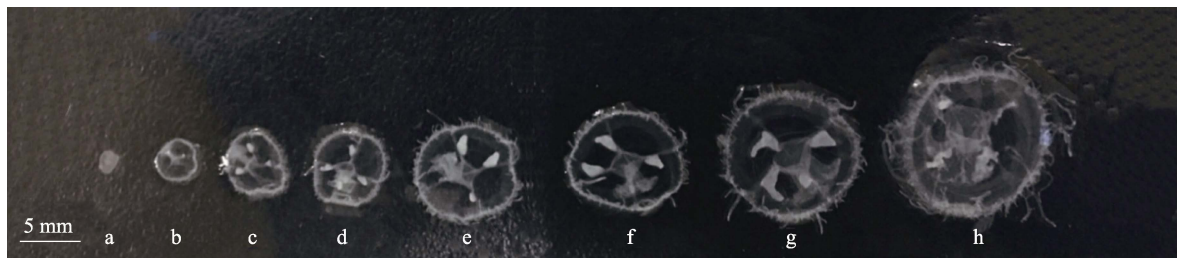


图 3 福泉不同伞径大小的索氏桃花水母

Fig. 3 Different sizes of *Craspedacustas sowerbyi* in Fuquan

a. 本研究发现的最小伞径 (2 mm) 个体; b~g. 不同伞径大小的个体; h. 本研究发现的最大伞径 (14.2 mm) 个体。

a. *Craspedacusta sowerbyi* with a minimum umbrella diameter of 2 mm; b-g. Individuals with different umbrella diameters; h. *Craspedacusta sowerbyi* with a maximum umbrella diameter of 14.2 mm.

2.3 伞径与缘膜宽度、口径宽度、触手数的关系

对水母群体中随机选取的 100 只桃花水母进行伞径、缘膜宽度、口径宽度、触手数量的观察测量。福泉的索氏桃花水母伞径在 2.0 ~ 14.2 mm 之间不等, 缘膜宽度在 0.5 ~ 3.1 mm 之间, 口径宽度在 0.5 ~ 5.2 mm 之间, 触手数最少 69 条, 最多 460 条。

2.3.1 缘膜宽度与伞径关系 缘膜宽度随着个体增大而增宽, 当伞径大于等于 12 mm 时, 缘膜宽度在 2.0 ~ 3.2 mm 之间波动。建立缘膜宽度 (y) 与伞径 (x) 的相关性函数 $y = 0.2109x - 0.8681$, 其 R^2 值为 0.78, r 值为 0.88, 缘膜宽度与伞径存在正相关关系 (图 4)

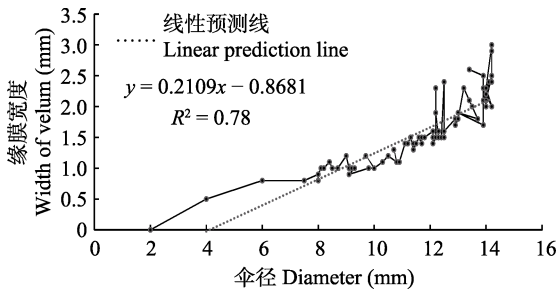


图 4 福泉的索氏桃花水母缘膜宽度与伞径的关系

Fig. 4 Relationship between the width of velum with diameter of *Craspedacusta sowerbyi* in Fuquan

2.3.2 口径宽度与伞径关系 口径宽度随着伞径增加而增宽, 当伞径大于等于 12 mm 时, 口径宽度在 4 ~ 5 mm 之间波动。口径宽度 (y) 与伞径 (x) 的相关性函数为 $y = 0.394x - 0.2438$, 其 R^2 值为 0.92, r 值为 0.96, 口径宽度与伞径存在正相关关系 (图 5)。

2.3.3 触手数量与伞径关系 触手数量随着个体增大而增加, 当伞径大于等于 12 mm 时, 触手数量在 360 ~ 460 之间波动。触手数量 (y) 与伞径 (x) 的相关性函数为 $y = 36.1x - 40.523$, 其 R^2 值为 0.92, r 值为 0.96, 触手数量与伞径存在正相关关系 (图 6)。

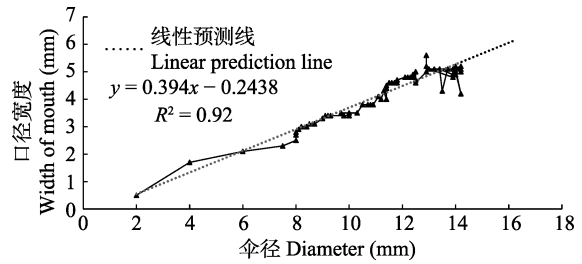


图 5 福泉的索氏桃花水母口径宽度与伞径的关系

Fig. 5 Relationship between the width of mouth with diameter of *Craspedacusta sowerbyi* in Fuquan

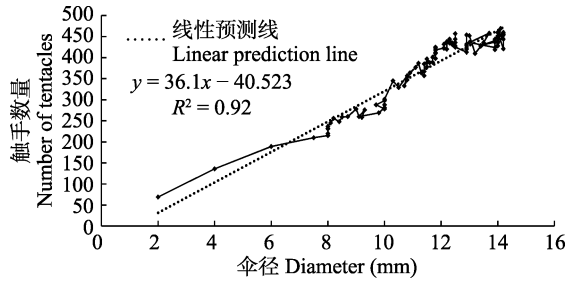


图 6 福泉的索氏桃花水母触手数量与伞径的关系

Fig. 6 Relationship between the number of tentacles with diameter of *Craspedacusta sowerbyi* in Fuquan

2.4 雄性桃花水母精巢发育外形观察

福泉的索氏桃花水母群体中, 雄性远多于雌性, 其性腺样品丰富, 更方便于取样观察, 因此本实验主要观察雄性个体的精巢外形发育过程 (图 7)。雄性桃花水母精巢 4 个, 悬附于 4 条辐管上, 呈小囊状 (图 7d, g)、三角囊状 (图 7h) 和长三角囊状 (图 7i), 淡绿色。福泉的雄性索氏桃花水母精巢随着个体生长逐渐发育, 但 4 个精巢发育不同步。伞径约为 2 mm 的桃花水母其性腺还未开始发育 (图 7a); 其伞径增长到约 4 mm 时, 4 条辐管上初生性腺小点, 性腺即将开始发育 (图 7b); 伞径增长到约为 5 mm 时, 精巢开始发育, 有的相邻两精巢先发育 (图 7c), 有的相对两精巢先发育 (图 7d); 伞径增长到约 9 mm 左右时, 精巢的发育比较多样化, 有已发育了 3 个精巢, 仍有 1 个性腺点还未发育 (图 7e), 有的只发育了 1 个精巢, 另外 3 个性腺点还未发育的 (图 7f),

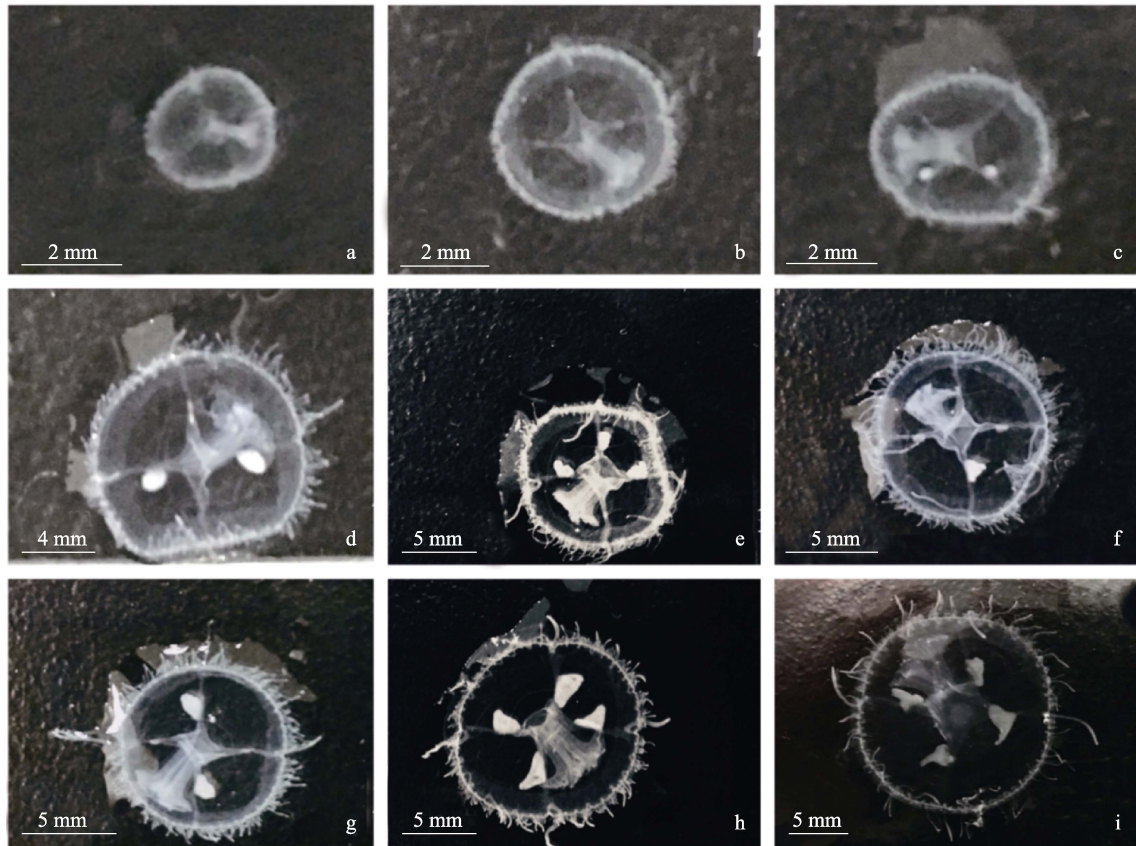


图 7 福泉的索氏桃花水母雄性精巢发育过程

Fig. 7 The testicle development process of *Craspedacusta sowerbyi* in Fuquan

a. 性腺还未发育的索氏桃花水母; b. 出现性腺点的索氏桃花水母; c. 发育相邻两个精巢的索氏桃花水母; d. 发育相对两精巢的索氏桃花水母; e. 已发育 3 个精巢, 第 4 个性腺点出现; f. 已发育 1 精巢, 出现 3 个性腺点; g. 已发育 2 个精巢, 出现另外 2 个性腺点; h. 4 个精巢发育成熟 (伞径为 12 mm 的索氏桃花水母); i. 4 个精巢发育成熟 (伞径为 14 mm 的索氏桃花水母)。

a. Young *C. sowerbyi* larvae with undeveloped glands; b. *C. sowerbyi* t with gonadal points; c. *C. sowerbyi* that developed two adjacent testicles; d. *C. sowerbyi* that developed two relative testicles; e. Three testicles have been developed, and the fourth gland point appears; f. A testicle has been developed and the other three gland points appear; g. Two testicles have been developed, and other two glandular points have appeared; h. A 12 mm-diameter *C. sowerbyi* with four mature testicles; i. A 14 mm-diameter *C. sowerbyi* with four mature testicles.

有的已发育了 2 个精巢, 另外 2 个性腺点出现但还未发育的 (图 7g); 当伞径达到 12 mm 及以上时, 福泉的雄性索氏桃花水母 4 个精巢基本发育成熟, 囊状明显, 形状相似 (图 7h, i)。

3 讨论

3.1 福泉的索氏桃花水母的发育

研究发现, 福泉的索氏桃花水母缘膜宽度、口径宽度、触手数量与伞径之间均存在相关关

系, R^2 值分别 0.78、0.92、0.92, 说明三者与伞径的拟合程度高, 相关关系可靠性高; 其 r 值分别为 0.88、0.96、0.96, 皆大于 0.75, 且都接近 1, 说明均存在极强的正相关关系, 与胡义波等 (2006) 的结果一致。

但根据图 4 ~ 6 显示, 当福泉的索氏桃花水母伞径增长到 12 mm 及以上时, 缘膜宽度、口径宽度、触手数量随伞径变化不大, 均集中在一定范围内波动, 因此可以认为, 伞径小于

12 mm 时, 福泉的索氏桃花水母处于生长发育期, 各项指标在不断地生长发育, 当伞径达到 12 mm 及以上时, 达到个体成熟期, 各项指标稳定在一定范围之内。

3.2 雄性精巢外形发育

实验观察发现, 雄性桃花水母的 4 个精巢并不是同步发育的, 发育过程与其个体大小有关, 发育的情况也不尽相同。当桃花水母的伞径小于 12 mm 时, 其精巢处于生长发育期, 发育的精巢个数不相同。本实验获取的桃花水母个体伞径在 10.0 ~ 13.9 mm 之间的占多数, 因此观察到了许多性腺未发育完全的水母个体; 当个体伞径达到约 12 mm 及以上时, 4 个精巢基本发育完成, 大小形状稳定。笔者认为当福泉的索氏桃花水母雄性个体发育到伞径 12 mm 及以上时, 精巢发育成熟, 这与缘膜宽度、口径宽度、触手数量与伞径关系的研究结果高度相似。因此结合几项形态学指标综合分析, 认为福泉的索氏桃花水母, 其生长发育可以以其伞径增长到 12 mm 为一个分界点, 伞径小于 12 mm 时, 个体处于生长发育期, 各项形态学指标在不断地发育中; 伞径大于等于 12 mm 时, 个体发育达到成体期, 各项形态学指标趋于稳定, 变化不大。

3.3 性腺作为形态学分类指标的探讨

3.3.1 性腺的大小 桃花水母生活史有世代交替, 有性世代的雌雄桃花水母分别产出卵子和精子, 在水中受精, 从有性世代转入无性世代, 刚从水螅体释放出水母体时, 伞体直径约为 0.6 ~ 1.0 mm, 成体时根据种类不同, 伞径的大小也不同, 一般可达 15 ~ 25 mm (宋大祥等 2002)。本研究中, 图 1a 所示为成年雌性桃花水母, 可是其性腺极小, 近乎没有。有学者在对浙江省 7 个地点桃花水母形态学的研究中提到, 曾亲眼目睹一雌性桃花水母排卵后, 生殖腺上的指状突起立刻消失, 生殖腺体积大为缩小 (周剑君等 2010), 陈玉龙等 (2010) 也发现, 成熟的雌性桃花水母生殖腺上能观察到大量的卵细胞, 卵细胞如蜂窝状分布在生殖腺上, 当其进行生殖活动时, 可以观察到大量

卵细胞从生殖腺上分离。

根据陈玉龙等 (2010) 在桃花水母生活史的观察实验中发现, 从水螅体释放以后的水母幼体, 直径 0.6 ~ 1.0 mm, 生长 3 ~ 5 d 后直径可达 1.2 mm, 进入生长期, 20 ~ 35 d 以后长成成熟个体。将桃花水母带回实验室的第 10 天, 发现 1 只直径约为 2 mm 的桃花水母幼体, 可证实确有性腺成熟的雌雄桃花水母进行有性繁殖。因此本文图 1a 所示的雌性桃花水母可能为刚产完大量卵, 生殖腺上的卵细胞都排入了水中, 所以导致其性腺变得很小。说明进入成熟期的桃花水母, 性腺虽已发育完全, 但因排卵等一系列生殖活动, 其生殖腺的大小仍可能发生变化。

3.3.2 性腺的颜色 桃花水母性腺已报道的颜色有粉红色 (和振武 1980, 谢满超等 2017)、褐黄色 (Gaw et al. 1939)、微绿色 (Fujiwara 1932)、淡黄绿 (和振武等 2000)、绿色 (和振武等 2002) 及淡绿色 (Oka 1907, 梁正其等 2011)。在福泉池塘中取样时, 桃花水母的性腺明显呈淡绿色, 与发现桃花水母池塘的水色相近, 但是在实验室暂养了一段时间以后, 其性腺颜色变得越来越淡, 最终变为透明白色。谢满超等 (2017) 的研究中也提到, 桃花水母活体运动时, 生殖腺常呈粉红色, 麻醉后呈淡绿。说明随着生存环境、发育阶段等变化, 桃花水母的性腺颜色会变化。研究者进行桃花水母性腺的观察研究时往往只能描述其当时的一种状态, 因此性腺颜色这一形态学指标是否适合作为分类学标准, 仍值得讨论。

3.3.3 性腺的形状 目前, 对桃花水母生殖腺形状的描述很多, 有囊状、小囊状、大囊状、扁囊状、袋形、带形囊状及长囊状等, 但是对不同形状之间如何区分, 没有清晰的界定, 如小囊状与大囊状、扁囊状与长囊状缺少明确的特征来区分。

本实验观察到桃花水母的三种性腺形状, 分别定义为囊状 (图 7d, g)、三角囊状 (图 7h)、长三角囊状 (图 7i)。在谢满超等 (2017) 的研究中, 将信阳桃花水母的性腺描述为长三角

囊状（图 8a），将在陕西安康发现的索氏桃花水母的性腺描述为囊状（图 8b），与本研究定义的囊状与长三角囊状有着明显的区别，图片显示信阳桃花水母的性腺更加细长，形似镰刀

弯钩；王维德等（2005）在四川乐山发现的桃花水母性腺被定义为侧扁囊状（图 8c），梁正其等（2011）在贵州省百花湖发现的桃花水母性腺被描述为长囊状（图 8d）；在林鸿（2014）

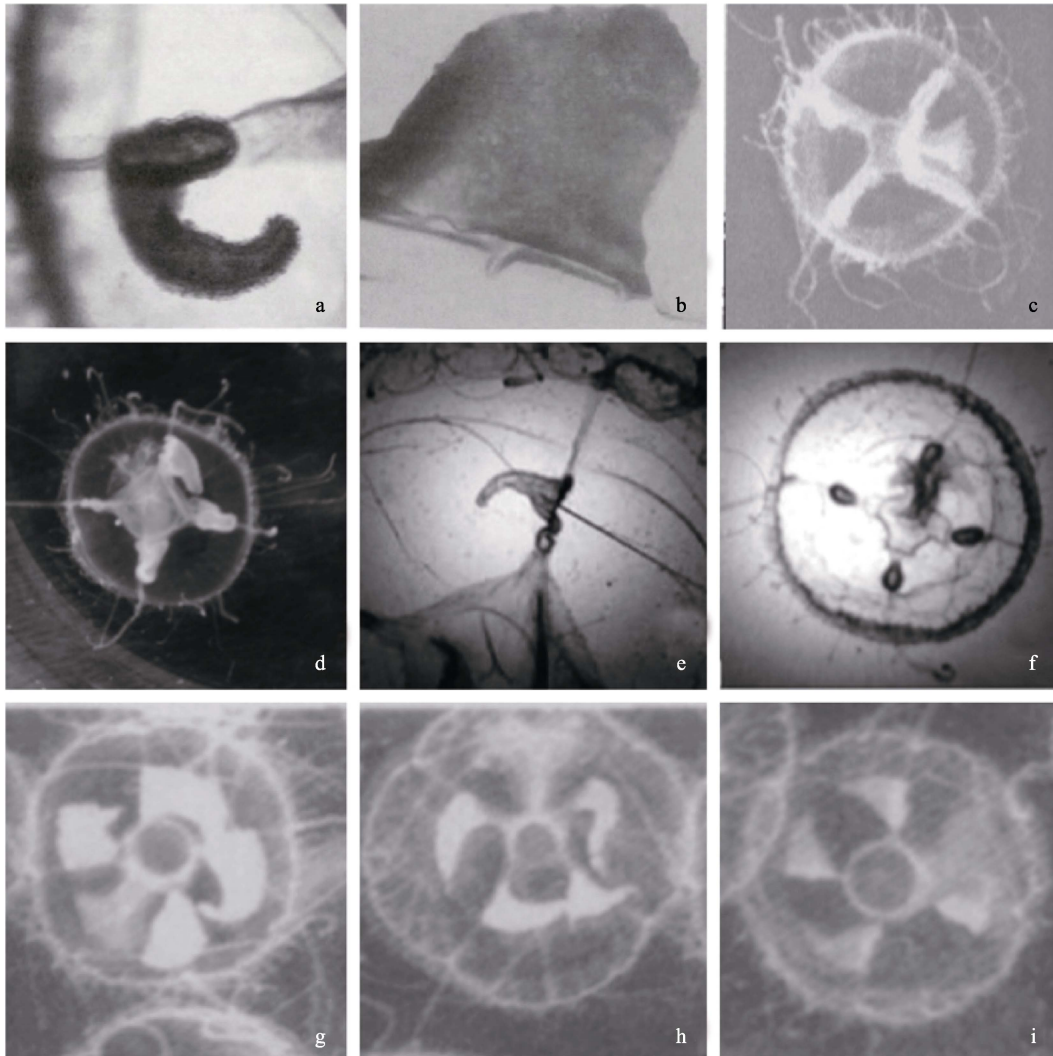


图 8 桃花水母的性腺形状

Fig. 8 The gonads shape of *Craspedacustas*

a. 陕西省安康市发现的信阳桃花水母（谢满超等 2017）；b. 陕西省安康市发现的索氏桃花水母（谢满超等 2017）；c. 四川乐山发现的桃花水母（王维德等 2005）；d. 贵州贵阳发现的桃花水母（梁正其等 2011）；e、f. 广东佛山发现的桃花水母（林鸿 2014）；g~i. 浙江杭州发现的索氏桃花水母（胡义波等 2006）。

a. *C. sowerbyi xinyangensis* found in Ankang, Shaanxi Province (XIE Man-Chao et al. 2017); b. *C. sowerbyi* found in Ankang, Shaanxi Province (XIE Man-Chao et al. 2017); c. *Craspedacusta* found in Leshan, Sichuan Province (WANG Wei-De et al. 2005); d. *Craspedacusta* found in Guiyang, Guizhou Province (LIANG Zheng-Qi et al. 2011); e, f. *Craspedacusta* found in Foshan, Guangdong Province (LIN Hong 2014); g - i. *C. sowerbyi* found in Hangzhou, Zhejiang Province (HU Yi-Bo et al. 2006).

的研究中,将在广东佛山发现的桃花水母成熟个体性腺形状描述为扁平囊状(图 8e),幼体性腺描述为囊状(图 8f),但其成熟个体性腺形状与谢满超等(2017)在陕西安康发现的信阳桃花水母性腺形状几乎相同,但却被分别命名为扁平囊状与长三角囊状;胡义波等(2006)在浙江发现的索氏桃花水母性腺分别描述为袋状(图 8g)、细长型(图 8h)、长囊状(图 8i),图片对比显示贵州百花湖发现的桃花水母性腺与浙江发现的索氏桃花水母性腺(图 8g)一致,但却被分别命名为长囊状与袋状。

以上说明不同的研究中,由于研究者的主观描述,桃花水母性腺形状可能会出现同型异名,异型同名的情况。Zhang 等(2009)对 28 个地点 7 种(亚种)桃花水母进行分子鉴定后发现信阳桃花水母是索氏桃花水母的同物异名种。但谢满超等(2017)的研究中发现,信阳桃花水母与索氏桃花水母性腺形状差别明显。在胡义波等(2006)的研究中,同地的索氏桃花水母群体,性腺形状也不尽相同(图 8g~i)。说明桃花水母性腺形状变化多,且易受各种生长因素、环境因素的影响,因此笔者认为桃花水母性腺形状不适合作为其形态学分类的主要指标。

在以后的研究中,需尽量以图示的方法将性腺形态及其他形态指标表示出,给予其他研究桃花水母的学者更多对比的资料,丰富我国桃花水母样品的图片资料。

参 考 文 献

- Fujiwara T. 1932. Notes on a fresh-water medusa found in China. *Jour Sci Hiroshima Univ Ser B (Zool)*, 1(5): 155-168.
- Gaw H Z, Kung L H. 1939. Fresh water medusae found in Kiating, Szechuen, China. *Science*, 90(2335): 299.
- Oka A. 1907. Eine neue süsswasser medusaeaus China. *Annotationes Zoologicae Japonenses*, 6(3): 219-227.
- Zhang L Q, Wang G T, Yao W J, et al. 2009. Molecular systematics of medusae in the genus *Craspedacusta* (Cnidaria: Hydrozoa: Limnomedusae) in China with the reference to the identity of species. *Journal of Plankton Research*, 31(5): 563-570.
- 岑戈潜. 2004. 贵州省独山县大黑寨水库惊现桃花水母. *水利渔业*, (3): 16.
- 陈玉龙, 王旭, 胡锦鑫, 等. 2010. 桃花水母生活史的实验观察. *动物学杂志*, 45(2): 88-92.
- 符方尧, 王丹丽, 徐善良, 等. 2006. 我国的桃花水母. *生物学通报*, 41(4): 13-14.
- 和振武. 1980. 我国发现两个新亚种淡水水母. *新乡师范学院学报: 自然科学版*, (1): 71-77.
- 和振武, 许人和. 2000. 湖北淡水水母一新种(淡水水母目: 笠水母科). *动物分类学报*, 25(2): 139-142.
- 和振武, 许人和. 2002. 中国淡水水母一新种. *动物分类学报*, 27(1): 33-35.
- 和振武, 许人和. 2003. 我国桃花水母分布近况. *动物学杂志*, 38(6): 79-80.
- 胡义波. 2005. 浙江索氏桃花水母的生物学及遗传分析. 杭州: 浙江大学硕士学位论文, 44-46.
- 胡义波, 姜乃澄, 王玥, 等. 2006. 浙江产索氏桃花水母的形态学及参数分析. *浙江大学学报: 理学版*, 33(6): 682-687.
- 梁正其, 姚俊杰, 王艳艳, 等. 2011. 贵阳市百花湖桃花水母的外部形态及运动特征. *广东农业科学*, 38(12): 125-127.
- 林鸿. 2014. 桃花水母形态结构观察及诱发环境因素探究. *科技创新导报*, (2): 205-210.
- 宋大祥, 张超, 吴岷, 等. 2002. 桃花水母. *生物学通报*, 37(10): 1-3.
- 苏春分, 王丹丽. 2009. 桃花水母的分类研究. *水产科学*, 28(3): 167-170.
- 王丹丽, 徐善良, 苏春分. 2008. 宁波地区桃花水母的脂肪酸组成研究. *水产科学*, 27(10): 523-526.
- 王维德, 金志良. 2005. 桃花水母一新种的记述(淡水水母目: 笠水母科). *乐山师范学院学报*, 20(12): 68-69.
- 谢满超, 屈国胜, 庄安. 2017. 桃花水母属(水螅纲: 淡水水母目: 笠水母科)陕西两新记录种记述. *安康学院学报*, (6): 97-100.
- 徐善良, 周剑君, 王丹丽, 等. 2010. 浙江省桃花水母 18s rRNA 基因序列分析及物种鉴定. *淡水渔业*, 40(2): 14-18.
- 周剑君, 王丹丽, 徐善良, 等. 2010. 浙江省 7 个地点桃花水母的形态学分类研究. *宁波大学学报: 理工版*, 23(1): 18-22.