

大理地区碧伟蜓稚虫结构及行为观察

刘秉兰, 杨国辉*, 张吉龙, 张关令 (大理大学农学与生物科学学院, 云南大理 671003)

摘要 以大理地区广泛分布的碧伟蜓稚虫为对象, 通过实验室人工饲养, 结合野外观察, 对蜻蜓稚虫的行为习性进行初步研究, 并对死亡个体进行解剖, 应用生物电视成像系统(Nikon-SM21000)记录, 了解其内部结构, 为其规模化人工养殖和后续研究奠定基础。

关键词 大理地区; 碧伟蜓; 稚虫; 结构; 行为

中图分类号 S186 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)04-0083-03

Study on Structure and Behavior of Larvae of *Anax parthenope julius* Brauer in Dali Area

LIU Bing-lan, YANG Guo-hui, ZHANG Ji-long et al (College of Agriculture and Biology Science, Dali University, Dali, Yunnan 671003)

Abstract Taking larvae of *Anax parthenope julius* Brauer in Dali area as object, the behaviour of larvae of *Anax parthenope julius* Brauer was studied in laboratory and field, and dead individuals were dissected, internal structure of larvae was recorded by camera (Nikon-SM21000), the results can provide the basis for further study on artificial breeding and preceding research.

Key words Dali region; *Anax parthenope julius* Brauer; Larvae; Structure; Behavior

碧伟蜓(*Anax parthenope julius* Brauer, 1865)属于蜻蜓目(odonata)蜓科(Aeshmidae)伟蜓属(*Anax*), 其头部及身体均为绿色, 俗称“绿大头”, 在我国广泛分布^[1]。碧伟蜓在云南大理地区一年发生一代, 即每年5—7月成虫交配、产卵, 以稚虫过冬, 次年5—8月羽化。

云南的少数民族有食用蜻蜓稚虫的习惯。在大理, 人们把碧伟蜓稚虫称作“水蜻蜓”, “油炸水蜻蜓”是白族人民的传统名菜。研究表明蜻蜓目昆虫稚虫含有丰富的蛋白质、脂肪、氨基酸、微量元素等营养成分, 是一种有较高开发利用价值的天然昆虫资源^[2-4]。

国外对蜻蜓稚虫的研究较为深入, 涉及分类、分布格局、行为、生理、环境评价等方面^[5-10], 关于稚虫形态结构的研究, 卓有成就的是英国学者Tiliyard和Cantab, 其发表的专著《The Biology of Dragonflies》详细介绍了古北区部分蜻蜓稚虫的外部形态及生物学特性, 并探讨了稚虫的生理结构^[11], 而我国蜻蜓目稚虫方面的研究相对较薄弱, 分类方面仅Needham^[12]、赵修复^[13]、江尧桦^[14]、Zhang等^[15]少数几位学者对部分分类群进行过研究, 关于蜻蜓稚虫内部形态结构及行为的寥寥无几^[16]。目前, 对碧伟蜓*Anax parthenope julius* Brauer的研究主要集中在地理分布、成虫的行为及稚虫的营养价值, 对稚虫内部形态结构及行为的研究未见报道^[1,3,4,17]。

对大理地区的碧伟蜓稚虫进行人工饲养, 结合野外观察记录, 研究其行为习性, 并对其形态及内部结构进行研究, 为碧伟蜓规模化人工养殖和开展其他研究奠定基础。

1 材料与与方法

2015年10月和2016年1月在洱海边水质清澈、水草丰茂的地方, 利用孔径为80 mm的水网, 在水草下及湖滨区底泥捕捞收集碧伟蜓稚虫, 带回实验室进行人工饲养。

基金项目 中国三江并流区域生物多样性协同创新中心、大理大学实验教学示范中心建设项目(X-SYZX-3); 2016年大理大学大学生科研项目。

作者简介 刘秉兰(1993—), 女, 云南大理人, 本科, 专业: 生物技术。
* 通讯作者, 高级实验师, 硕士, 从事昆虫害虫学研究。

收稿日期 2017-10-31

将稚虫放入实验室的水族箱中, 模拟野外环境, 室温19~22℃, 水温11~13℃, 鱼缸底部铺设适量的沙石, 用石头搭建了几个能让蜻蜓稚虫躲避, 蛰伏的洞穴, 再放入采自洱海的水生植物和适量水藻, 每3 d投喂一次黄粉虫或者水蚯蚓, 并在投食3 h后更换培养水, 观察记录其捕食、运动和防御等行为, 对部分被残食的稚虫用60%酒精保存, 进行内部解剖、生物电视成像系统(Nikon-SM21000)记录。

2 结果与分析

2.1 行为观察 野外碧伟蜓稚虫生活在水质清澈、水草丰茂的水域中, 夏季喜在水草中活动, 冬季则潜伏在水底泥沙或残枝败叶下。实验室饲养中除白天进食活动外, 一般潜伏在水底泥沙或挺水植物的基部。

2.1.1 捕食行为。 碧伟蜓稚虫口器结构特殊, 下颏非常发达, 是一个长且可折叠的结构, 平时折于腹面, 在捕食时快速伸出, 并用前方的颏钩夹紧猎物, 收回后放入口中。其捕食方式有2种, 一种是主动追击, 即主动寻找食物, 然后追逐、捕获; 另一种是偷袭, 即潜伏水底等待猎物靠近时, 立刻弹出长长的下颏, 捕获猎物。在食物短缺时稚虫会彼此相互残食。

2.1.2 运动和防御行为。 碧伟蜓稚虫在水中除了依靠3对足划水和行走外, 还通过胸部和腹部气孔喷出的气流推动身体向前运动, 这与蜓科物种相同^[18]。

在自然环境中碧伟蜓稚虫既是捕食者, 也是被捕食的对象。在研究中观察到其具有明显的防御行为。遇到捕食者会主动逃避, 也会用腹部的侧刺、附器及下颏进行搏击。

2.1.3 羽化。 羽化前稚虫的胸部肌肉收缩, 复眼变大, 腹部变软, 体色由棕色或绿色变成墨绿色, 然后缓慢爬出水面, 停栖在挺水植物上, 早晨9:00左右开始羽化, 首先从前胸背中部裂开一个口, 胸部先从几丁质的外壳露出, 然后头部、六足、腹部依次离开稚虫的外壳, 最后翅膀展开, 整个过程持续近0.5 h, 刚羽化的碧伟蜓身体较柔弱, 不能飞行。

2.2 外部形态 碧伟蜓稚虫一生经历6~8次蜕皮, 研究用标本为4~5龄稚虫, 体长在50~55 mm, 体型较粗壮, 体色为

褐色、暗褐色或绿色,常因栖息地环境变化有差异。

稚虫体分为头、胸、腹三部分(图1)。头呈三角形,能自由活动,有触角1对,细小,刚毛状;复眼1对,较发达,单眼3个;咀嚼式口器,下颏极度延长,并分3节,尖端有一对可活动的颏钩。

胸部:前胸较小,中胸和后胸愈合,较前胸发达。前胸背板和中胸背板间有气门1对,足3对分别着生在前胸、中胸及后胸的腹面,前后翅芽位于中胸及后胸的背方。

腹部10节,每节均由1个背片、1个腹片及2个体侧片组成,每个体节的体侧片上有气孔1对,两侧体壁有侧刺。尾须较小,不分节,肛附器呈长三角形,长约8 mm。雄性在第9腹节腹片上有1个黑斑,雌性有一个长条状的生殖板,可以用来辨别稚虫性别。

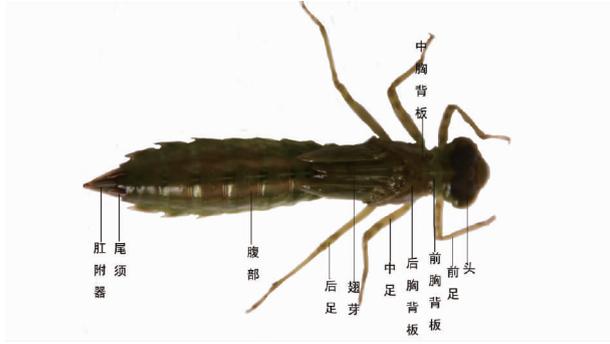


图1 碧伟蜓稚虫背面

Fig. 1 Back of larvae of *Anax parthenope julius*

2.3 内部解剖 取60%酒精保存的碧伟蜓稚虫进行解剖观察,先沿腹部2个体侧片自后向前逐步剪去背板,再沿头胸两侧剪开,置于泡沫板上,用大头针固定,剔除遮挡观察的肌肉,移至生物体视成像系统(Nikon-SM21000)下观察。

2.3.1 消化系统。消化道自头至尾可分为前肠、中肠、后肠三段。前肠从口开始,经由咽、食道、嗦囊3个器官,终止于前胃,向后伸入中肠前端,以贲门瓣与中肠为界(图2)。口腔的前端开口在上唇和下颏的基部之间,开口呈喇叭形的一小段通道。咽部为前肠的最前端部分,碧伟蜓是咀嚼式口器的昆虫,咽仅是食物的通道。食道位于咽后方的一段狭长管道,是食物的通道。嗦囊是食道后端的膨大部分,其作用是暂时贮藏食物。前胃(砂囊)是前肠的最后一段,是消化道最特化的部位。其形状是一个较小的球形体,作用是用来磨碎食物。

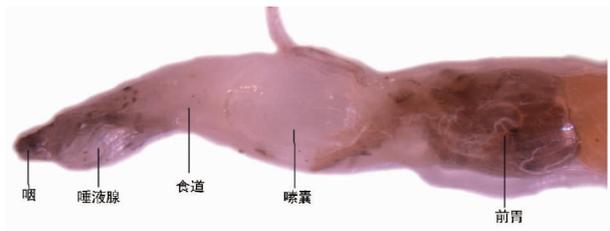


图2 碧伟蜓稚虫前肠

Fig. 2 Foregut of larvae of *Anax parthenope julius*

中肠(图3):位于消化道的中部,是一条前后相似的管道,圆筒形,前端与前胃相连,后端与后肠相连,是稚虫消化

系统消化吸收的主要部位。

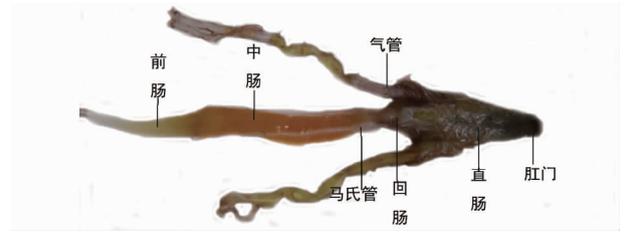


图3 碧伟蜓稚虫的消化和排泄系统

Fig. 3 Digestion and excretory system of larvae of *Anax parthenope julius*

后肠(图3):碧伟蜓稚虫后肠包括回肠、结肠、直肠三段。回肠前粗后细,前端内面具幽门瓣;结肠较短,连接回肠和直肠,细而弯曲;直肠在后肠后端,较为粗大,形状呈长椭圆形,末端的开口是稚虫肛门。

消化腺有唾腺,呈葡萄状颗粒,开口在舌下基部,能分泌唾液帮助消化。

2.3.2 排泄系统。碧伟蜓稚虫的排泄器官是位于中肠与后肠交界处的2根马氏管,长而粗壮,端段和基端的内容物相似,均为清水状,基部连通直肠。

2.3.3 循环系统。碧伟蜓稚虫的循环系统是封闭式循环,大部分器官的供血靠背血管,极少部分靠腹血管。背血管(图4)为背板中央一条纵贯头部至腹末的血管。心脏由位于1~9腹节的8个心室及心脏瓣、心门组成。腹血管为腹部体腔中线上一条纵贯头部至腹末的管状器官。辅搏器位于蜻蜓稚虫的触角、足或翅膀的基部。

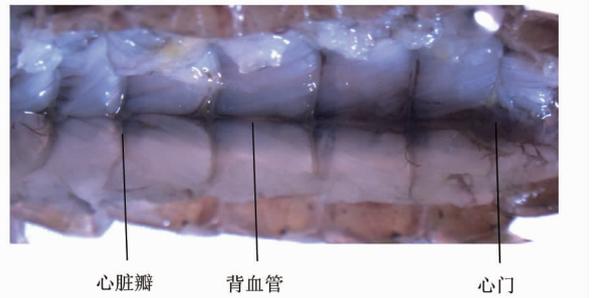


图4 碧伟蜓稚虫的背血管及心门

Fig. 4 Digestion and excretory system of larvae of *Anax parthenope julius*

2.3.4 呼吸系统。碧伟蜓稚虫的呼吸系统包括气管及直肠鳃两大部分(图5)。气管位于消化道两侧的白色管状结构,纵贯头、胸及腹部,通过中胸气门、腹部的各节气门与外界相通,离开水面后也能自主呼吸。直肠鳃位于稚虫的直肠部位,是由直肠的特殊上皮细胞变形而成的众多的鳃篮子集合体。

2.3.5 神经系统。碧伟蜓稚虫的神经系统包括神经及感觉器官两部分。神经从上而下由脑、围咽神经节、食道下神经节、胸神经节及腹神经节及神经组成,分别位于头顶、前胸、中胸、后胸及腹部,除脑及围咽神经节外,其余均位于纵贯全身背血管下方,呈白色的线状。感觉器官有触角、复眼及单眼等,均集中在头部。

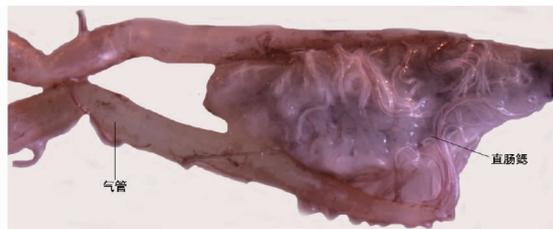
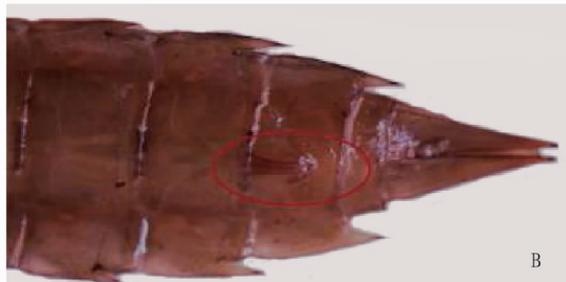
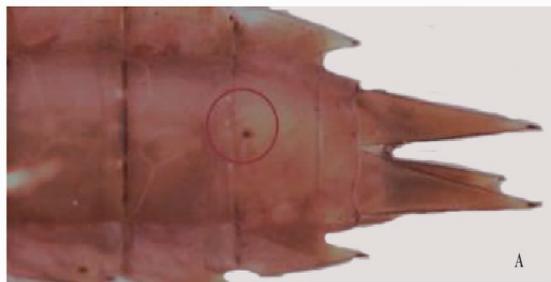


图 5 碧伟蜻蜓稚虫的直肠鳃及气管

Fig. 5 Rectal gill and trachea of *Anax parthenope julius*



注:A - 雄性,B - 雌性

Note: A - male, B - female

图 6 碧伟蜻蜓稚虫腹部末端腹面观(示雌雄外生殖孔)

Fig. 6 Terminal abdomen and ventral side of *Anax parthenope julius* (female and male external gonopore)

侧输卵管在卵巢两侧,连接卵巢和中输卵管,是 1 对等长的管道。中输卵管为侧面 2 条侧输卵管并入的地方,开口于第 9 腹节处,内陷形成蜻蜓生殖腔,在中输卵管下方有一开口于生殖板的结构。



图 7 碧伟蜻蜓稚虫雌性卵巢

Fig. 7 Female ovary of *Anax parthenope julius*

参考文献

- [1] 王治国. 中国蜻蜓分类名录(蜻蜓目)[J]. 河南科学, 2017, 35(1): 48 - 77.
- [2] 杨玉琼, 刘红, 杨娜. 蜻蜓蛹中微量元素及其营养价值[J]. 微量元素与健康研究, 2009, 26(6): 36 - 37.
- [3] 冯颖, 陈晓鸣, 王绍云, 等. 蜻蜓目的 3 种食用种类与营养价值[J]. 林业科学研究, 2001, 14(4): 421 - 424.
- [4] 蒋筠雅, 何钊, 赵敏, 等. 6 种常见食用蜻蜓稚虫含油率与脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(3): 135 - 139.
- [5] CLARK T F, SAMWAYS M J. Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa [J]. Journal of applied ecology, 1996, 33(5): 1001 - 1012.

2.3.6 生殖系统。昆虫的生殖系统包括外生殖器和内生殖器。而蜻蜓稚虫外生殖器官发育还不成熟,从外观上看,雄性在第 9 腹节腹板中央上有一个黑斑(图 6A),雌性是一个长条形的生殖板(图 6B),以此来辨别稚虫的性别。雄性的精巢发育不成熟,仅能观察到雌性稚虫的卵巢。

碧伟蜻蜓稚虫雌性生殖系统包括 1 对卵巢, 2 根位于侧面的侧输卵管和一根开口于生殖板处的中输卵管。卵巢位于蜻蜓稚虫消化道的两侧,由卵巢管组成,附着有脂肪体(图 7)。

- [6] CHOVANEC A, WARINGER J, RAAB R, et al. Lateral connectivity of a fragmented large river system: Assessment on a macroscale by dragonfly surveys (Insecta: Odonata) [J]. Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems, 2004, 14(2): 163 - 178.
- [7] GÓMEZ-ANAYA J A, NOVELO-GUTIÉRREZ R. A case of successful restoration of a tropical wetland evaluated through its Odonata (Insecta) larval assemblage [J]. Revista de biología tropical, 2015, 63(4): 1043 - 1058.
- [8] FRANCO G M S, TAKEDA A M. Spatial and temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two floodplain lakes from the upper Paraná River, Brazil [J]. Acta Sci, 2002, 24(2): 345 - 351.
- [9] GUILLERMO-FERREIRA R, BISPO P C. Description of the larva of *Telebasis griffithii* (Martin, 1896) (Zygoptera: Coenagrionidae) [J]. Odonatologica, 2013, 42(4): 403 - 407.
- [10] HONKANEN M, SORJANEN A, MÖNKKONEN M. Deconstructing responses of dragonfly species richness to area, nutrients, water plant diversity and forestry [J]. Oecologia, 2011, 166(2): 457 - 467.
- [11] TILLYARD R J. The biology of dragonflies [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1917.
- [12] NEEDHAM J G A. Manual of the dragonflies of China. A monographic study of the Chinese odonata [M]. Peiping: Fan Memorial Institute of Biology, 1930.
- [13] 赵修复. 中国春蜓分类 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1990.
- [14] 江尧桦. 六种蜻蜓及豆娘稚虫雌雄特征区别的研究 [J]. 昆虫知识, 1996, 33(1): 45 - 47.
- [15] ZHANG H M, TONG X L. Descriptions of *Boyeria karubei* Yokoi and *Periaeschna f. flinti* Asahina larvae from China (Anisoptera: Aeshnidae) [J]. Odonatologica, 2011, 40(1): 57 - 65.
- [16] 钟觉民. 幼虫分类学 [M]. 北京: 农业出版社, 1990: 17 - 20.
- [17] 刘保平. 伏击法捕捉碧伟蜻蜓技术研究 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(28): 11383 - 11385.
- [18] CORBET P S. Dragonflies behavior and ecology of odonata [M]. New York: Cornell University Press, 1999.

科技论文写作规范——作者

论文署名一般不超过 5 个。中国人姓名的英文名采用汉语拼音拼写, 姓氏字母与名字的首字母分别大写; 外国人姓名、名字缩写可不加缩写点。