

DOI:10.14188/j.ajsh.2021.06.005

## 云南特有螺类光肋螺蛳主要生物学特征研究

刘开润<sup>1</sup>,朱挺兵<sup>2\*</sup>,夏黎亮<sup>3</sup>,梁用本<sup>3</sup>,王春勇<sup>1</sup>

- (1. 通海县水产工作站, 云南 玉溪 652700;
2. 中国水产科学研究院长江水产研究所 农业农村部淡水生物多样性保护重点实验室, 湖北 武汉 430223;
3. 玉溪市水产工作站, 云南 玉溪 653101)

**摘要:** 光肋螺蛳(*Margarya mansugi*)是仅分布于云南省的特有螺类。受过度捕捞、栖息环境破坏等人为因素影响,光肋螺蛳自然种群急剧萎缩,目前已被世界自然保护联盟列为极危物种。由于光肋螺蛳的研究资料匮乏,其生物学特征尚未被完全掌握,制约了光肋螺蛳保护对策的制定。为此,通过室内人工驯养观察,记述了光肋螺蛳的形态、活动习性、食性、生长和繁殖等主要生物学特征。光肋螺蛳壳质厚且坚硬,呈长圆锥形,褐色,角质层,螺壳一般有5~6个螺层,体螺层有4条环肋,雌螺体型一般比同龄雄螺大;喜栖息在水体底层,夜晚活动频率明显高于白天;主要以藻类为食,成螺经驯化可摄食人工配合饲料;仔螺、幼螺和成螺的生长速度顺次降低;性成熟时间需要两年以上,卵胎生,终年生产,一般在白天交配,交配时间7~10 h,分批产仔,每次产仔1~2只,观察到的一只雌螺分9批产仔,共产仔螺14只。从受精到仔螺产出需85 d以上。本研究可为光肋螺蛳基础生物学研究积累资料,同时也可高原湖泊特有螺类的人工驯养繁育提供参考。

**关键词:** 特有螺类;光肋螺蛳;生物学特征;人工驯养

**中图分类号:** S917.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-3491(2021)06-0568-07

## Study on main biological characteristics of an endemic gastropod *Margarya mansugi* in Yunnan, China

LIU Kairun<sup>1</sup>, ZHU Tingbing<sup>2\*</sup>, XIA Liliang<sup>3</sup>, LIANG Yongben<sup>3</sup>, WANG Chunyong<sup>1</sup>

- (1. Fishery Workstation of Tonghai County, Yuxi 652700, Yunnan, China;
2. Key Laboratory of Freshwater Biodiversity Conservation, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China, Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Science, Wuhan 430223, Hubei, China;
3. Fishery Workstation of Yuxi, Yuxi 653101, Yunnan, China)

**Abstract:** *Margarya mansugi* is an endemic gastropod only distributed in Yunnan, China. Due to overfishing and habitat environment damage, the natural population of *M. mansugi* has shrunk sharply, and has been listed as critically endangered species by IUCN. Due to the lack of research data, the biological characteristics of *M. mansugi* have not been fully mastered, which restricts the formulation of its protection countermeasures. In this study, the main biological characteristics of *M. mansugi*, such as morphology, activity habits, feeding habits, growth and reproduction, were observed during indoor artificial domestication experiments. The shell of *M. mansugi* is thick and hard, brown, long conical, and horny. The shell generally has 5 to 6 layers and the body layer has 4 ring ribs. The females are generally larger than the males of the same age. *Margarya mansugi* likes to inhabit the bottom of the water body, and its activity frequency at night is significantly higher than that during the daytime. *Margarya mansugi* mainly feeds on algae, and the adults can

收稿日期: 2021-08-20 修回日期: 2021-10-08 接受日期: 2021-10-26

作者简介: 刘开润(1972-),男,高级农艺师,研究方向为水产养殖技术。E-mail: lkr002@126.com

\* 通讯联系人: 朱挺兵(1987-),男,博士,副研究员,研究方向为鱼类生态学。E-mail: zhutb@yfi.ac.cn

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFD09005)

引用格式: 刘开润,朱挺兵,夏黎亮,等. 云南特有螺类光肋螺蛳主要生物学特征研究[J]. 生物资源, 2021, 43(6): 568-574.

Liu K R, Zhu T B, Xia L L, et al. Study on main biological characteristics of an endemic gastropod *Margarya mansugi* in Yunnan, China [J]. Biotic Resources, 2021, 43(6): 568-574.

feed on artificial feed after domestication. The growth rate of the larval, the young and the adult of *M. mansugi* decrease in turn. *Margarya mansugi* was viviparous and can spawn throughout the year. Sexual maturity takes over two years for *M. mansugi*, and the mating usually takes place in the daytime and lasts for 7 to 10 hours. *Margarya mansugi* spawn in batches, giving birth to 1 to 2 larval gastropods each time. A female *M. mansugi* was observed to give birth to 14 offspring in 9 batches. It takes more than 85 days from fertilization to birth. The present results can accumulate data for the basic biological research of *M. mansugi* and provide reference for the artificial domestication and breeding of endemic snails in plateau lakes.

**Key words:** endemic gastropod; *Margarya mansugi*; biological characteristic; artificial domestication

## 0 引言

螺类在水生态系统和湿地生态系统中具有十分重要的功能。螺类在全球分布广泛,可以在河流、湖泊、池塘、湿地、沟渠等多种环境中生存。从食物网的角度来看,螺类属初级消费者,主要取食植物、吸收含碳的藻类和碎屑,同时又被其他高等动物(如水鸟、鱼类等)所取食<sup>[1]</sup>,有些种类可被人类食用。螺类对藻类的取食,可以有效抑制富营养化湖泊中藻类的爆发<sup>[2]</sup>,促进水生植物的恢复<sup>[3]</sup>。螺类可以加速水底碎屑的分解、调节泥水界面的物质交换、并且能促进水体的自净<sup>[4]</sup>。但另一方面,螺类也是传播寄生虫病的媒介动物,危害人与其他动物的健康。此外,螺类对环境变化敏感,因此可作为潜在的环境指示物种<sup>[1]</sup>。随着人类活动的加剧,螺类的生存也面临越来越多的威胁,甚至很多种类濒临灭绝。

光肋螺蛳(*Margarya mansugi*),别称螺蛳、孟氏螺蛳,隶属于软体动物门腹足纲(Gastropoda)田螺科(Viviparidae)螺蛳属(*Margarya*),是云南高原湖泊特有的古老物种,世界上最稀少的淡水螺类群之一,自然分布于云南省滇池、抚仙湖、杞麓湖、星云湖、异龙湖、大屯海、长桥海<sup>[5~7]</sup>。光肋螺蛳营养丰富、食用方便,自古以来就是产区主要的经济软体动物。云南省通海县杞麓湖湖畔“兴义贝丘遗址”(贝丘是指古人吃剩的螺蛳壳)的发现,证实杞麓湖中光肋螺蛳的生存历史至少达4千余年,且历史上种群数量巨大,是当时古人的重要动物蛋白质来源。原云南省水产研究所1982年的调查记录显示,杞麓湖当时的光肋螺蛳产量仍可达每亩97 kg<sup>[8]</sup>。

有关光肋螺蛳的研究资料极其有限。1960年以前有田螺科螺蛳属相关形态和习性的报道<sup>[9]</sup>,后期有研究报道了云南高原湖泊螺类的资源状况和系统发育<sup>[10]</sup>等。1983—1987年对云南高原湖泊贝类种群进行调查时,发现光肋螺蛳仍是当时杞麓湖底栖软体动物的优势种群<sup>[11]</sup>。但近几十年来,受到过度捕捞、水质污染、填湖造陆、外来物种入侵等多重因素影响,光肋螺蛳分布区不断缩减,已经在异龙

湖和大屯海消失<sup>[9]</sup>,洱海偶有记录报道<sup>[12]</sup>,其他原产地也基本很少能发现活体,显示其自然种群已经处于极度濒危的状态。2009年,世界自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)将光肋螺蛳列为极危物种。然而,目前光肋螺蛳的生物学特征还未见有报道,也未见有针对光肋螺蛳的保护管理措施。

本研究以野外采集的光肋螺蛳野生个体为对象,通过室内人工驯养观察,记述了光肋螺蛳的形态、习性、食性、生长和繁殖等主要生物学特征,以期积累光肋螺蛳基础生物学资料,为光肋螺蛳及其他高原特有螺类的保护提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验螺

试验螺最初为2020年10月采自杞麓湖的19只野生光肋螺蛳,其中13只为成螺,6只为幼螺。野外采集点的水深3.45 m,透明度56 cm,溶解氧6.7 mg/L, pH 8.2,氨氮0.2 mg/L,亚硝酸盐0.05 mg/L,硫化物和磷酸盐浓度低于0.05 mg/L。其中,部分成螺在驯养期间产出一批仔螺,亦作为生长试验螺备用。

### 1.2 试验设计与条件

为了系统观察光肋螺蛳的形态、食性、习性、生长和繁殖行为特征,在实验室条件下,利用7个玻璃缸进行试验螺的驯养观察(表1)。养殖水源采用室外养殖水。采用恒温棒(柏卡乐牌,功率500 W)对各试验缸的水温进行统一调控。采用增氧泵(松宝SB-988)对试验水体进行充氧,以使溶解氧充足。

### 1.3 观察方法

#### 1.3.1 形态、习性、食性及生长观察

将采集到的光肋螺蛳分仔螺、幼螺和成螺三个规格组按照表1的设计分别放入不同的试验缸中进行驯养观察。表2列出了各规格组全部试验螺的初始个体大小。仔螺组是从出生到3个月的仔螺,幼螺组是出生4个月后至成年前的幼螺,成螺组是已成年的螺。

表1 光肋螺蛳生物学特征观察试验设计

Table 1 Experimental design of the observation on the biological characteristics of *Margarya mansugi*

玻璃缸号	玻璃缸规格	放养螺类型	观察内容
1	200 cm×60 cm×100 cm	成螺	形态、生长、食性、栖息习性
2	120 cm×60 cm×70 cm	幼螺	形态、生长、食性、栖息习性
3	120 cm×60 cm×70 cm	幼螺	形态、生长、食性、栖息习性
4	120 cm×60 cm×70 cm	仔螺	形态、生长、食性、栖息习性
5	120 cm×60 cm×70 cm	仔螺	形态、生长、食性、栖息习性
6	120 cm×60 cm×70 cm	交配后的雌螺	产仔批次、数量及时间
7	120 cm×60 cm×70 cm	交配后的雌螺	产仔批次、数量及时间

表2 光肋螺蛳试验螺初始个体大小

Table 2 Initial size of the experimental *Margarya mansugi*

发育阶段及编号	壳高/mm	体重/g
仔螺1号	9.16	0.26
仔螺2号	9.32	0.33
仔螺3号	11.00	0.37
仔螺4号	10.16	0.34
仔螺5号	8.98	0.30
仔螺6号	10.89	0.34
幼螺1号	33.25	4.83
幼螺2号	48.89	11.85
幼螺3号	37.28	7.36
幼螺4号	35.52	6.32
幼螺5号	39.64	8.64
幼螺6号	45.78	10.75
幼螺7号	30.55	4.05
幼螺8号	44.62	10.82
成螺1号	70.79	32.96
成螺2号	56.97	18.16
成螺3号	56.97	15.96
成螺4号	53.29	13.99
成螺5号	41.94	7.54

幼螺以肥水(取自普通养殖池塘)养殖,成螺主要投喂配合饲料(中山统一永康虾粉料,粗蛋白含量45%),加水搅拌成糊状投喂。每天保持12 h光照,水温14~23 ℃,溶解氧5~6 mg/L。每天观察试验螺的栖息水层及摄食情况。不定期对试验螺的外部形态特征进行观察。每隔1个月测量试验螺的壳高和体重。试验螺的长度测量采用游标卡尺(精确到0.01 mm),体重测量采用电子天平(精确到0.01 g)。最终,仔螺组、幼螺组和成螺组的驯养时长分别为3个月、4个月、8个月。

### 1.3.2 繁殖观察

为了观察试验螺的繁殖行为、生产方式、产仔批次、产仔时间等基础繁殖生物学特征,将性成熟雌螺和雄螺放入同一个试验缸中进行交配观察。雄雌螺

分开即交配结束后将雌螺隔离养殖,观察生产批数,每批生产个数,直到雌螺完全停止产仔,同时计算出从受精卵到产出仔螺需要的时间。

### 1.4 数据处理

采用特定生长率(specific growth rate, SGR)指标来评价不同处理组试验螺的生长速度。分别计算体重特定生长率( $SGR_w$ )和壳高特定生长率( $SGR_L$ ),计算公式分别为:

$$SGR_w = 100(\ln W_t - \ln W_0) / t$$

$$SGR_L = 100(\ln L_t - \ln L_0) / t$$

其中, $G_w$ 表示日增重量, $W_0$ 和 $W_t$ 表示实验开始前后试验螺的体重, $L_0$ 和 $L_t$ 表示实验开始前后试验螺的壳高, $t$ 表示实验天数。

数据采用平均值±标准误表示。单因素方差分析比较各规格组试验螺特定生长率的差异,当 $P < 0.05$ 时即认为差异显著。数据统计分析软件采用Excel 2016和SPSS 16.0。

## 2 结果

### 2.1 形态特征

光肋螺蛳(图1)螺壳呈右螺旋式中空圆锥形,个体大,成螺属苗条型,螺旋部与体螺层差异不大,呈宝塔状逐步增大。螺壳厚,一般有5~6个螺层,体螺层有4条环肋,缝合线深,壳厚。成螺深褐色,新生长部分当年为浅褐色。刚出生仔螺乳白色,之后颜色逐步变深至浅褐色。幼螺螺层数量为3个。厣为黄褐色卵圆形角质薄片,具有明显的同心圆的生长纹,厣核位于内唇中央处。光肋螺蛳雌雄异体,雌螺体型一般比同龄雄螺大,雌螺触角呈对称状态,大小一致,雄性田螺两个触角不对称,右触角短而粗,向右内弯曲特化成交配器官(弯曲部分即雄性生殖器)。足部背面均成彩色,有鲜艳的点状花纹。

### 2.2 栖息习性

光肋螺蛳喜生活在水体底层,常匍匐在试验水缸底部。不耐高温,对环境敏感。夜晚活动频率较白



图1 不同生长发育阶段的光肋螺蛳(A:成螺;B:幼螺;C:仔螺)

Fig. 1 *Margarya mansugi* at different growth and development stages (A: adult gastropod; B: young gastropod; C: larval gastropod)

天高,喜欢夜间活动和摄食。从野外采集点的环境特征判断,本次采集的光肋螺蛳喜生活在具有一定水深的水域底部,一般很难在湖岸浅水区看到活体。

### 2.3 食性

光肋螺蛳仔螺主要以藻类为食物,刮食,试验仔螺培育用水取自池塘,池塘水经人工调控肥水后转入养殖缸,每4~5 d换水一次。三周后大部分光肋螺蛳幼螺和成螺会主动摄食配合饲料,每日投喂一次,投饵量约为体重的7.8%。在水温14℃以下时摄食明显减少。

### 2.4 生长

图2和图3分别展示了三个规格光肋螺蛳的体重和壳高生长动态。总体而言,各规格组试验螺在驯养试验期间均有明显的正增长。仔螺的生长明显快于幼螺和成螺,特别是在试验第一个月。

表3列出了驯养期间各规格组试验螺的特定生长率。驯养期间,仔螺、幼螺和成螺的体重特定生长率顺次降低并具有显著差异( $P < 0.05$ ),壳高特定生长率也呈顺次降低趋势,仔螺的壳高特定生长率显著大于幼螺和成螺( $P < 0.05$ )。

### 2.5 繁殖

共对20批次光肋螺蛳的交配和生产进行了观测。光肋螺蛳雌雄异体、卵胎生,交配一般是在白天,交配时长7~10 h。观察到的产仔日期覆盖全年(表4),表明光肋螺蛳全年均可繁殖。由于光肋螺蛳种源和试验条件有限,仅随机对3只交配后的雌螺进行了长期的隔离养殖与观察。雌螺子宫中常含有不同发育阶段的仔螺,表明其为分批产仔。观察到的一只雌螺体内同时含有不同发育阶段的仔螺9批,每次产仔1~2只,全年累计产出14~20只仔螺(表5)。根据交配日期和第一批仔螺产出日期估算,光肋螺蛳从受精卵到仔螺产出的时间在85 d以上。新生仔螺有3个螺层,体重0.3 g左右,壳高10

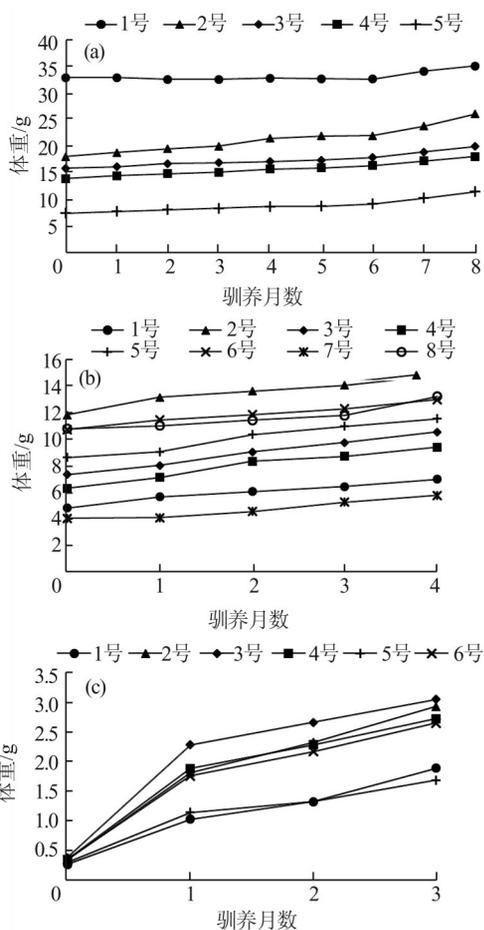


图2 光肋螺蛳的体重生长动态(a:成螺;b:幼螺;c:仔螺)

Fig. 2 Growth dynamics of the body weight of *Margarya mansugi* (a: adult gastropod; b: young gastropod; c: larval gastropod)

mm左右,壳宽7 mm左右,新生螺呈乳白色,大部分呈纺锤状,体肥,随后体型慢慢转变。雌雄比例为雌螺多,雄螺偏少。雌雄个体大小差异大,同龄的雌螺个体明显大于雄螺。繁殖期间的水温14~25℃(最低温出现在当年11月至第二年4月且均保

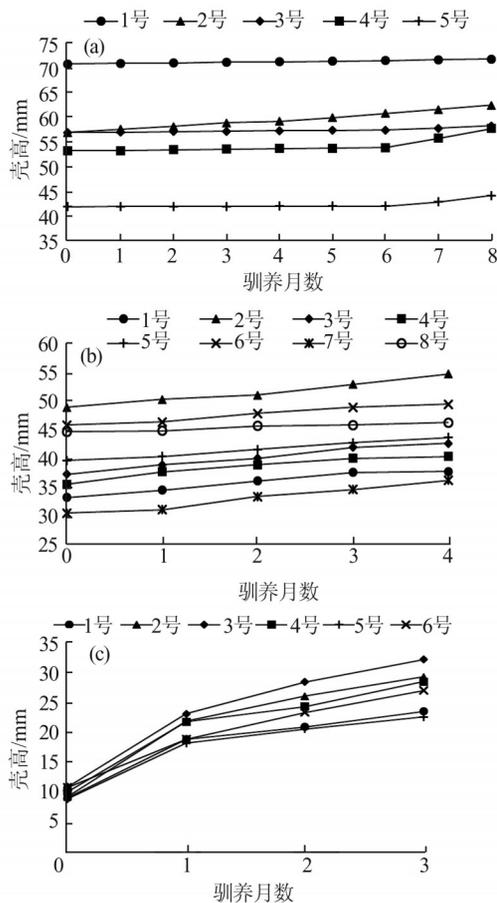


图3 光肋螺蛳的壳高生长动态(a:成螺;b:幼螺;c:仔螺)

Fig. 3 Growth dynamics of the shell height of *Margarya mansugi* (a: adult gastropod; b: young gastropod; c: larval gastropod)

表3 光肋螺蛳驯养试验期间的特定生长率

Table 3 Specific growth rate of *Margarya mansugi* during the domestication experiment

规格	体重特定生长率	壳高特定生长率
仔螺	2.245 8±0.068 7	1.117 9±0.043 0
幼螺	0.357 7±0.071 2	0.087 6±0.011 1
成螺	0.112 2±0.026 2	0.021 9±0.006 4

持在 14℃左右,其他月份最高温度 25℃)。以 2020 年 10 月野外采集的光肋螺蛳幼螺为对象,按实验室养殖较快的生长速度估算,光肋螺蛳的性成熟时间在两年以上。

### 3 讨论

#### 3.1 光肋螺蛳的生物学特征

本研究表明,光肋螺蛳壳质厚且坚硬,呈长圆锥形,褐色,角质厣,螺壳一般有 5~6 个螺层,体螺层有 4 条环肋;喜栖息在水体底层,夜晚活动频率明显高于白天;主要以藻类为食,成螺经驯化可以摄食人工配合饲料。光肋螺蛳雌雄异体,雌螺体型一般比同龄雄螺大,雌螺数量一般比雄螺多,这种特点与中华圆田螺 (*Cipangopaludina chinensis*)<sup>[9]</sup>类似。光肋螺蛳性成熟时间需 2 年以上,晚于大沼螺 (*Parafossarulus eximius*)<sup>[13]</sup>、耳萝卜螺 (*Radix auricularia*)<sup>[14]</sup>和尖膀胱螺 (*Physa acuta*)<sup>[15]</sup>等螺类。光肋螺蛳分批产仔,全年均可繁殖,年可产仔螺 15~20 只,不及中华圆田螺平均年产仔螺 50~60 个的规模<sup>[16]</sup>。光肋螺蛳的交配时间为 7~10 h,长于赤豆螺 (*Bithynia fuchisiana*)的 0.5~2 h<sup>[15]</sup>。

光肋螺蛳的生长速度受驯养环境、饵料、年龄、能量分配策略等因素的影响。仔螺的生长速度显著快于幼螺和成螺,其次是幼螺在成年前的生长较快。仔螺的快速生长可能有提高摄食和反捕食能力的效果,从而提高仔螺的存活率。成螺生长速度最慢,特别是成年雌螺在冬季因产仔还导致了体重的短暂下降,这表明成螺的能量分配向繁殖活动进行了大幅倾斜。限于条件本研究无法开展不同环境因子多梯度的比较试验,但可以预测的是,驯养环境和饵料丰度对于光肋螺蛳的生长速度也应具有重要的影响。

#### 3.2 光肋螺蛳保护研究存在的主要难题

生物学特征尚未完全掌握。有关光肋螺蛳的报道仅见于少数几部分类学相关的专著和零星的文献当中,且多为 20 世纪的研究资料。历史资料仅简要报道了光肋螺蛳的形态特征和主要自然分布水域,而种群生物学、生态习性、种群资源量等关键信息几乎都是空白。因此,开展光肋螺蛳的保护工作需要补充开展大量的基础研究。

试验螺的来源有限。受过度捕捞、生存环境变化等因素,目前已经很难在野外采集到光肋螺蛳。同时,国内也没有大规模蓄养光肋螺蛳的机构。因此,要想获得充足的光肋螺蛳来开展科学试验存在很大困难。本研究的试验螺是野外偶然采集到的,

表4 室内驯养期间光肋螺蛳产仔的日期记录

Table 4 Spawning date of *Margarya mansugi* during indoor artificial domestication

年度	日期
2020	5月19日、5月29日、6月5日、6月15日、6月24日、7月2日、7月16日、8月11日、10月18日、11月29日
2021	1月28日、2月23日、4月20日、4月26日、5月12日

表5 光肋螺蛳雌螺1号交配后隔离观察分批产仔的数量  
Table 5 The number of spawning in batches of a female *Margarya mansugi* after mating

产仔批次	1	2	3	4	5	6	7	8	9
产仔数	2	1	2	1	2	2	2	1	1

尽管已经可能充分地利用这些试验螺来开展研究,但仍存在体组织成分测定、温度耐受性、栖息地选择性、群体行为等很多研究课题受限于试验螺的数量而无法实施。

研究平台条件不足。国内专门从事螺类研究的机构和科研人员非常有限。如何系统地对螺类进行研究缺少参照。本研究的试验设施主要是室内玻璃缸,其环境条件难以模拟野外自然环境,所得到的研究结果与野外可能会有一定的差异。

### 3.3 光肋螺蛳保护建议

推动光肋螺蛳纳入各类保护动物名录。目前针对淡水螺类的保护还未引起足够重视,仅有螺蛳(*Margarya melanioides*)被纳入到国家林草原局和农业农村部最新发布的《国家重点保护野生动物》名录中。但当前光肋螺蛳的种群濒危状况并不比螺蛳乐观。建议先将光肋螺蛳列入地方重点保护野生动物名录,后续推动纳入国家级保护名录,以便确立其受法律保护的地位。

保护和恢复光肋螺蛳栖息地环境。光肋螺蛳为云南特有螺类,其分布范围极其狭窄,除了地理隔离的因素外,也预示光肋螺蛳对栖息环境有特殊要求。因此,有必要加强对杞麓湖、星云湖等湖泊的生态修复治理,改善光肋螺蛳的自然栖息地环境,以实现物种的自然恢复。

加强科学研究。目前有关光肋螺蛳的科研报道非常有限,很多方面还是空白。本研究虽然介绍了光肋螺蛳的主要生物学特征,但仍有很多欠缺的地方。建议进一步加强对光肋螺蛳的科学研究,深入开展种群生物学、进化生物学、遗传学、栖息地分布与环境特征、人工驯养繁育技术等方面的研究,以便为光肋螺蛳的保护提供理论和技术支撑。

### 参考文献

[1] 管强, 武海涛, 陈展彦, 等. 三江平原典型沼泽湿地螺类组成生态指示[J]. 生态学报, 2018, 38(9): 332-339.  
Guan Q, Wu H T, Chen Z Y, et al. Study on the assemblage and indicative characteristics of aquatic snails in typical marsh wetland on the Sanjiang Plain, China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(9): 332-339.

[2] 由文辉. 螺类与着生藻类的相互作用及其对沉水植物

的影响[J]. 生态学报, 1999, 18(3): 54-58, 74.

You W H. Snail-epiphyton interaction and its effects on submerged macrophytes [J]. Chinese Journal of Ecology, 1999, 18(3): 54-58, 74.

- [3] 何虎, 何宇虹, 姬娅婵, 等. 蓝藻堆积和螺类牧食对苦草生长的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(17): 5562-5567.  
He H, He Y H, Ji Y C, et al. Effects of cyanobacterial accumulation and snail grazing on the growth of *Vallisneria natans* [J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(17): 5562-5567.
- [4] Wetzel R G. Limnology (2nd edition)[M]. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1983: 615-666.
- [5] 刘月英, 张文珍, 王跃先, 等. 中国经济动物志-淡水软体动物[M]. 北京: 科学出版社, 1979.  
Liu Y Y, Zhang W Z, Wang Y X, et al. Economic fauna of China - freshwater molluscs[M]. Beijing: Science Press, 1979.
- [6] 刘月英, 张文珍, 王耀先. 中国田螺科的地理分布[C]. 中国贝类学会贝类学论文集(第5-6辑). 青岛海洋大学出版社, 1995:8-16.  
Liu Y Y, Zhang W Z, Wang Y X. Distribution of the family Viviparidae from China (Mollusca: Gastropoda) [C]. Transactions of the Chinese Society of Malacology (No. 5-6). Ocean University of Qingdao Press, 1995: 8-16.
- [7] 张立. 云南主要湖泊的田螺科种类[C]. 中国贝类学会贝类学论文集(第4辑). 青岛海洋大学出版社, 1993: 22-28.  
Zhang L. On the snails belonging to Viviparidae (Mesogastropoda) from the major lakes in Yunnan province [C]. Transactions of the Chinese Society of Malacology (No. 4). Ocean University of Qingdao Press, 1993:22-28.
- [8] 鲍宏. 杞麓湖底栖生物调查报告[R]. 1985.  
Bao H. Investigation report on the benthos from the Qilu Lake[R]. 1985.
- [9] 张玺, 刘月英. 田螺的形态、习性和我国常见的种类[J]. 生物学通报, 1960(2): 49-57.  
Zhang X, Liu Y Y. Morphology, habits and common species of Viviparidae in China [J]. Bulletin of Biology, 1960(2): 49-57.
- [10] 杜丽娜, 杨君兴, von Rintelen T, 等. 中国特有腹足类—螺蛳属(*Margarya*)的系统发育学[J]. 科学通报, 2013, 58(16): 1483-1491.  
Du L N, Yang J X, von Rintelen T, et al. Molecular phylogenetic evidence that the Chinese viviparid genus *Margarya* (Gastropoda: Viviparidae) is polyphyletic [J]. Chinese Science Bulletin, 2013, 58(16): 2154-2162.
- [11] 王丽珍. 云南高原湖泊贝类种群的生态学研究[J]. 云

- 南大学学报(自然科学版), 1988, 10(增刊): 37-43.
- Wang L Z. Study on the ecology of mollusca populations in lakes of Yunnan Plateau [J]. Journal of Yunnan University (Natural Sciences Edition), 1988, 10(Supplement): 37-43.
- [12] 王丑明, 谢志才, 宋立荣, 等. 滇池大型无脊椎动物的群落演变与成因分析[J]. 动物学研究, 2011, 32(2): 212-221.
- Wang C M, Xie Z C, Song L R, *et al.* Dianchi Lake macroinvertebrate community succession trends and retrogressive analysis [J]. Zoological Research, 2011, 32(2): 212-221.
- [13] 陈晔光. 大沼螺的生物学研究[J]. 水生生物学报, 1988, 12(2): 97-106.
- Chen Y G. The biology of the freshwater snail *Parafossarulus eximius* in Poyang Lake, Jiangxi, China [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1988, 12(2): 97-106.
- [14] 杨光友. 雅安市郊四种淡水螺的生物学研究[J]. 四川畜牧兽医, 1994(4): 21-22.
- Yang G Y. Study on the biology of four freshwater snail species in the suburbs of Ya'an, Sichuan, China [J]. Sichuan Animal & Veterinary Sciences, 1994(4): 21-22.
- [15] 马军国, 李效宇. 尖膀胱螺的生物学特征及光照对其生长繁殖影响的初步研究[J]. 四川动物, 2012, 31(5): 763-767.
- Ma G J, Li X Y. Biological characteristics of *Physa acuta* and the effects of light on their growth and development [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2012, 31(5): 763-767.
- [16] 陈加林, 陈其羽, 向启华. 中国圆田螺生物学初步研究[C]. 中国贝类学会贝类学论文集(第5-6辑). 青岛海洋大学出版社, 1995: 81-91.
- Chen J L, Chen Q Y, Xiang Q H. Preliminary study on the biology of *Cipangopaludina chinensis* [C]. Transactions of the Chinese Society of Malacology (No. 5-6). Ocean University of Qingdao Press, 1995: 81-91.

□

(编辑: 张丽红)