

# 中华绒螯蟹幼蟹蜕壳的生态学观察\*

张堂林 李钟杰

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

**提 要** 本文对河蟹幼蟹蜕壳过程及蜕壳后的特征进行了比较详细的观察, 并初步探讨了蜕壳与光照、温度及生境的关系. 对于 0.5-2g 的幼蟹, 蜕壳期大约需要 3-6h, 软壳期需要 2h, 薄壳期需要 15h. 幼蟹特别喜欢选择有草的生境作为蜕壳地点, 也喜欢在池塘浅水区蜕壳, 但是在 2m 以内水深对蜕壳成功率没有影响. 蜕壳存在明显的昼夜节律, 白天蜕壳的数量显著高于夜间 ( $F_{1,30} = 13.4, P = 0.0009$ ), 蜕壳高峰发生在上午 (07:00-11:00), 低谷一般发生在夜间 (23:00-03:00). 协方差分析 (昼夜为协变量) 表明: 水温的昼夜变化 (28-35℃) 对蜕壳并没有显著的影响 ( $F_{7,11} = 1.99, P = 0.1467$ ), 在水温高达 35℃ 时蜕壳仍然能顺利进行, 蜕壳下限温度在 14℃ 左右.

**关键词** 中华绒螯蟹 蜕壳 生态环境 光照强度 温度

**分类号** Q959.225

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*), 俗称河蟹, 属于甲壳动物. 蜕壳是一种复杂的周期性活动; 甲壳动物的生长必须经过蜕壳 (或蜕皮) 才能进行<sup>[1]</sup>. 蟹类的蜕壳周期 (Intermolt cycle) 分为五个时期, 即软壳期 (Soft-shelled stage, 即 A 期)、薄壳期 (Paper shell stage, 即 B 期)、硬壳期 (Hard stage, 即 C 期)、蜕壳前期 (Proecdysis stage, 即 D 期) 和蜕壳期 (Molt stage, 即 E 期); 虽然蜕壳期在整个周期中只占很短的时间, 但面临着许多危险, 包括机械的、生理和生物学的<sup>[2]</sup>. 国内外有关河蟹蜕壳的资料非常少<sup>[3-6]</sup>. 本文对幼蟹蜕壳过程及蜕壳后的特征进行了比较详细的观察, 并初步探讨了光照、温度及生态环境对蜕壳的影响, 旨在揭示与蜕壳有关的生态学特征, 改善河蟹蜕壳期间的管理, 指导河蟹养殖.

## 1 材料与方法

幼蟹蜕壳的观察, 采用室外和室内相结合的方法. 光照、温度及生态环境 (水草和水深) 对蜕壳影响的研究均在保安湖及湖滨的试验池 (2300m<sup>2</sup>) 中进行; 幼蟹蜕壳过程及蜕壳后特征的观察均在室内玻璃缸 (20×20cm) 中进行. 1993 年 6 月 20 日, 试验池放养了 47000 只幼蟹 (壳长均值 7.3mm, 标准误 0.07). 所有观察蟹来自这批蟹.

### 1.1 蜕壳过程及蜕壳后特征的观察

将快要进入蜕壳期的幼蟹饲养于室内玻璃缸中, 观察蜕壳过程. 蜕壳后, 用面条、米饭、鱼肉、螺肉、黄粉虫、小麦、幼螺等投喂, 观察其何时开口摄食及对不同食物的摄食能力, 同时, 还观察了甲壳硬化的过程. 试验蟹为 0.5-2g, 观察期间水温范围为 26-28℃.

### 1.2 蜕壳后完成吸水膨胀的时间

将刚刚蜕出的 4 只幼蟹 (2-8g) 分别称重后暂养于四只玻璃缸中, 然后每隔 1h 分别测定

\* 国家科技攻关 (96-008-02-03) 及中国科学院“九五”重大项目 (KZ951-A1-102) 联合资助.  
收稿日期: 1998-12-03; 收到修改稿日期: 1999-05-28. 张堂林, 男, 1966 年生, 助理研究员.

体重(精确至 0.01g). 每次称重时先用吸水纸吸去体表水分, 各次称量时的操作过程一致.

### 1.3 蜕壳的昼夜节律

8月8-13日, 在试验池周边的浅水区, 用竹签标出一条宽约 40cm 的水带, 水深不超过 30cm, 肉眼可见池底. 在幼蟹蜕壳期间每隔 4h 收集水带内的蟹壳(Cast integument)并计数, 通过统计分析蟹壳数量的昼夜变化, 揭示光照、温度对幼蟹蜕壳节律的影响. 观察期间幼蟹的个体大小为 3-8g.

### 1.4 蜕壳的生态环境特征

在幼蟹放入试验池后, 每天检查蜕壳情况. 在 8月8日作者比较仔细地测算了水带内有草底质面积约 25m<sup>2</sup>, 无草底质的面积约 53m<sup>2</sup>. 9-13日每次拾壳时分两类生境统计. 此外, 还观察了即将蜕壳的幼蟹(1-2g)在保安湖不同水层(0.5m, 1.0m, 1.5m 和 2.0m)中蜕壳的成功率, 以此评价幼蟹蜕壳对水深的要求. 实验的具体操作是把即将蜕壳的幼蟹放入虾笼, 每一虾笼一只蟹, 然后沉于设定的水层中, 同一水层有四只蟹, 即四个重复.

## 2 结果

### 2.1 蜕壳过程及蜕壳后特征的观察

经过多次重复观察, 即将进入蜕壳期的幼蟹停止摄食, 头胸甲呈萎黄色, 步足指节呈浅棕色. 从头胸甲与腹节交界处开始分离且蜕壳线(侧板线)出现裂痕到蜕出需要 3-6h. 新头胸甲第 4 侧齿露出老壳至蜕出大约为 0.5h, 这是蜕壳期最危险的过程, 易于受到敌害生物的攻击、伤害或捕食, 因为此时的蜕壳蟹完全丧失了逃避和防御能力.

幼蟹蜕出后, 如果没有受到干扰, 总会在空壳旁静伏 1h 左右, 但是如果受到接触刺激, 即使刚蜕出的幼蟹, 也会作出逃避反应, 借着水的浮力非常缓慢地爬行, 这个时期是蜕壳后最危险的. 蜕出约 17h 后, 可以开口摄食较软的食物(如米饭、鱼糜), 约 2d 后可以摄食较硬的食物(如黄粉虫、小麦和大米等), 约 3d 后可以捕食幼螺. 螯足硬化的速度比步足快, 2d 后螯足指节和前节变得较坚硬, 外骨骼完全硬化大约需要 4d.

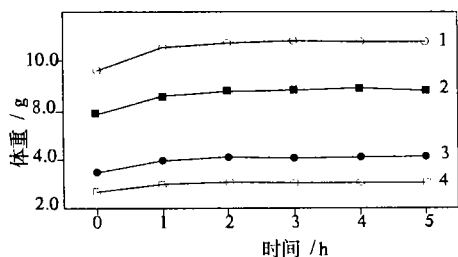


图 1 四只幼蟹在蜕出后一段时间内体重的变化

Fig. 1 Changes in body weight of four juveniles soon after ecdysis

### 2.2 蜕壳后完成吸水膨胀的时间

幼蟹蜕出老壳后, 由于渗透压的影响, 仍然要从外界摄入水分, 体重增加, 大约经过 2h 完成了吸水膨胀的过程, 体重不再增加(图 1).

### 2.3 蜕壳地点

无论是在有草的底质上还是在无草的底质上, 无论是在淤泥上还是在室内光滑的玻璃缸中, 幼蟹都能顺利蜕壳, 这表明蜕壳对底质本身的要求并不高. 但是, 野外观察表明, 幼蟹特别喜欢选择有草的生境作为蜕壳地点, 在有草底质上拾到的蟹壳显著多于无草底质上的(表 1).

还观察了水深对幼蟹蜕壳的影响, 结果表明在保安湖不同水深(0.5m, 1.0m, 1.5m 和 2.0m)中幼蟹均能顺利蜕壳, 没有发现因蜕壳未遂而死亡的现象, 蜕壳成功率为 100%, 这表明在 2m 以内水深对蜕壳并没有影响.

表 1 在试验池标定的水带内有草底质和无草底质上拾到的蟹壳数/ind·m<sup>-2</sup>Tab.1 Cast integuments (ind·m<sup>-2</sup>) from weed-growing bottom and weedless bottom in the marked area along the pond

日期(月/日)	9/8	9/8	10/8	10/8	11/8	12/8	12/8	12/8	12/8	合计
时间	11:00	15:00	11:00	15:00	07:00	07:00	11:00	15:00	19:00	
有草底质上的蟹壳	4.3	3.0	4.8	4.0	2.0	1.6	4.1	2.8	1.9	28.5
无草底质上的蟹壳	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	2.5
水温/℃	34	35	31	33.5	29	28.5	30	32.5	32	

## 2.4 光、温度对蜕壳的影响

从图 2 可以看出,蜕壳与昼夜水温的变化趋势并不一致,白天(07:00-19:00)和夜间(19:00-07:00)都会蜕壳,蜕壳高峰发生在 07:00-11:00,低谷一般发生在 23:00-03:00.协方差分析(水温为协变量)表明:白天蜕壳频数显著高于夜间的( $F_{1,30} = 13.4, P = 0.0009$ ).

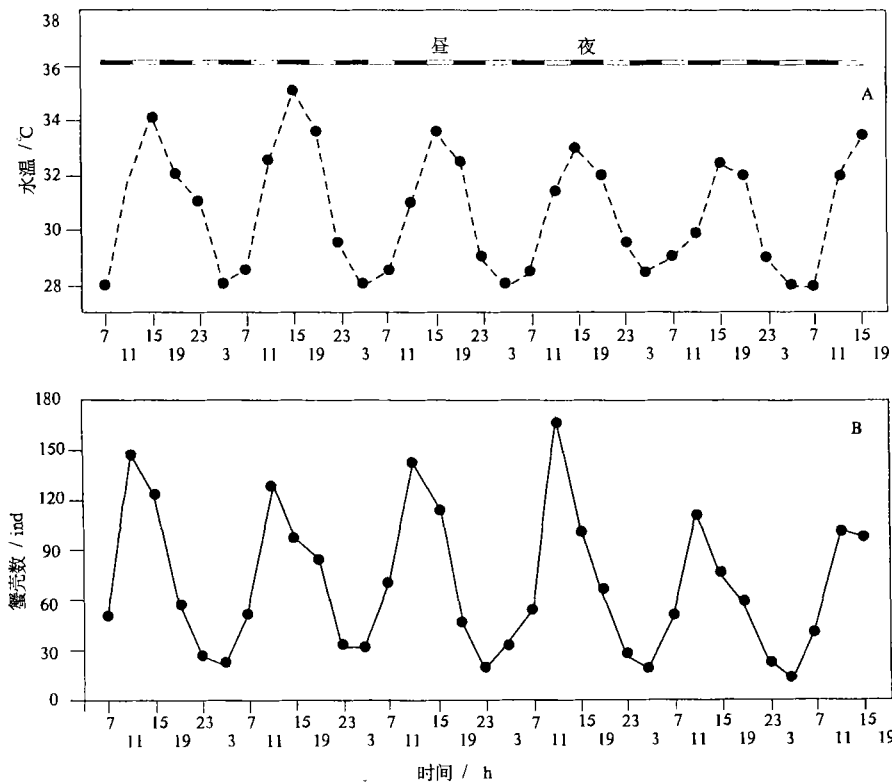


图 2 试验池(A)水温及(B)在标定的水带内每隔 4h 拾到的蟹壳数的变化

Fig.2 Variations in (A) water temperature and (B) cast integuments of crabs every four hours from the area marked by bamboo sticks installed 40 cm outshore along the pond

如果不考虑光照对蜕壳的影响,那么蜕壳频数与昼夜的水温之间呈显著的正相关( $\gamma = 0.67, P < 0.0001$ ,图 3);但是,一旦考虑到光照的影响,协方差分析(昼夜为协变量)表明:水温

的昼夜变化(28–35℃)对蜕壳并没有显著的影响( $F_{7,11} = 1.99, P = 0.1467$ ). 蜕壳对高温的忍耐程度非常高,即使在水温为 35℃ 时,仍然能顺利蜕壳(图 3). 据观察,试验种群最后一次蜕壳的高峰发生在 9 月中旬,极少数个体到 10 月中旬才蜕壳,此时水温变化于 18–21℃,此后再也没有发现蜕壳,直至翌年 4 月初,该池残留的河蟹又开始蜕壳,此时水温变幅为 14–17℃,这表明河蟹蜕壳的下限温度在 14℃ 左右.

### 3 讨论

按 Passano<sup>[2]</sup>对蟹类蜕壳周期的划分标准,结合本文的观察,河蟹蜕壳期为蜕壳线出现裂痕至蜕出的过程,软壳期为蜕出后完成蟹体膨胀、体重不再增加的过程,在该时期中,河蟹防备敌害生物侵袭的能力仍然非常弱,薄壳期为完成蟹体膨胀后至开口摄食的过程,这个时期,河蟹具有一定的防御能力.

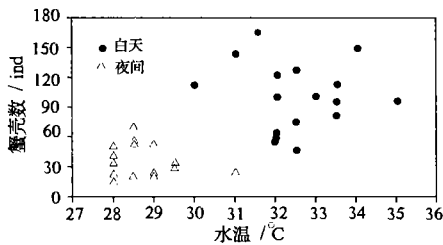


图 3 在试验池标定的水带内每隔 4h 拾到的蟹壳数与水温之间的关系

Fig. 3 Relationship between water temperature and cast integuments of crabs every four hours from the area marked by bamboo sticks installed 40 cm offshore along the pond

蟹类蜕壳周期的各个时期的长短与个体大小密切相关,随着个体的增大而相应增加<sup>[1,2]</sup>. 本研究结果表明:对于个体重量为 0.5–2g 的幼蟹,蜕壳期大约需要 3–6h,软壳期大约需要 2h,薄壳期大约需要 15h. 至于硬壳期及蜕壳前期所需时间,还难以估算,有待今后进一步探讨.

幼蟹蜕壳对底质本身的要求并不高,但是特别喜欢选择有草的生态环境作为蜕壳地点. 这可能主要是因为草丛能为其蜕壳提供一个安静、隐蔽和安全的场所. 在这种环境中,蜕壳蟹有一种安全感,可以尽量减少蜕壳过程中,特别是最脆弱的时期遭受敌害生物攻击的机会.

幼蟹蜕壳存在明显的昼夜变化,白天蜕壳的数量显著高于夜间的,蜕壳高峰发生在上午 07:00–11:00 时,低谷一般发生在夜间 23:00–03:00 时. 这与严生良等<sup>[3]</sup>的观察结果完全不同. 他们认为白天蜕壳的数量比之 18 时至翌日 8 时要少得多,并推测蜕壳高峰发生在黎明,但是没有提供相关的数据. 因此其结论难以令人信服.

光照强度及持续时间均能影响蟹类的蜕壳进程. 地蟹 (*Gecarcinus lateralis*) 在 10 lx 光连续照射下,即使其他条件适合蜕壳也会受到抑制,并长达数月之久<sup>[7]</sup>; 然而一种螯蛄 (*Cambarus virilis*) 生活在黑暗中,也不会出现蜕壳<sup>[8]</sup>. 本文结果表明适合的光照强度能刺激并加速幼蟹的蜕壳进程.

幼蟹在水温 35℃ 时仍然能顺利蜕壳,虽然作者未做实验观测蜕壳的极限温度,但据野外观察,蜕壳下限温度在 14℃ 左右,这比较接近已往研究的观察结果. 严生良等认为河蟹蜕壳的下限温度为 16℃ 左右<sup>[3]</sup>,汪留全等推测的生长起始温度为 16.5℃<sup>[9]</sup>,而青海省克鲁克湖观察的下限温度为 14℃<sup>[3]</sup>. 以上这些数据均是野外观察的结果,要想准确测定河蟹蜕壳的极限温度,只有通过严格的实验才行.

致谢 承蒙黄祥飞研究员、孙建贻副研究员审阅文稿,梁彦龄研究员修改英文摘要,在此谨表谢忱.

## 参 考 文 献

- 1 Hartnoll R G. Growth. In: Abele L G ed. The biology of Crustacea, Vol 2. New York: Academic Press Inc, 1982. 111 - 196
- 2 Passano L M, Molting and its control. In: Waterman T H ed. Physiology of Crustacea, Vol I. New York: Academic Press Inc, 1960. 473 - 536
- 3 严生良等. 中华绒螯蟹蜕壳(Ecdysis)的初步观察. 淡水渔业, 1990, (6): 8 - 10.
- 4 郭汉青等. 池养河蟹生长与蜕壳规律的初步研究. 湖南水产, 1991, (1): 8 - 11.
- 5 Peters N, Panning A. Die Chinesische WollandKrabbe (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards) in Deutschland. *Zool Ana*, 1933, **104**(Suppl): 1 - 180
- 6 Kamps L F. De chineesche wolhandkrab in Nederland. Leen: Bij F Ozinga, 1937. 61 - 75
- 7 Bliss D E. Light inhibition of regeneration and growth in the crab, *Gecarcinus lateralis*. *Anat Record*, 1954, **120**: 742 - 743
- 8 Stephens G J. Induction of molting in the crayfish, *Cambarus*, by modification of daily photoperiod. *Biol Bull*, 1955, **108**: 235 - 241
- 9 汪留全等. 水温影响幼蟹生长特性的初步研究. 生态学杂志, 1989, **8**(5): 22 - 25

## Ecological Observations on Molting of Juveniles of the Chinese Mitten Crab, *Eriocheir sinensis*

ZHANG Tanglin    LI Zhongjie

(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

### Abstract

Molting process of *E. sinensis* juveniles in laboratory and the habitat, illumination and temperature in relation to molting in an earthen pond were studied during July to August, 1993. Inter-molt cycle of crabs is divided into five stages (Stage A, B, C, D, E). For individuals with body-weight of 0.5 - 2g, stage A lasted about 2h, stage B about 15h, and stage E about 3 - 6h. The number of cast integuments per m<sup>2</sup> from weed-growing bottom was significantly greater than that from weedless bottom. Experiment shows that all the crabs molted normally at water depth of less than 2.0m. Diel variations in molting every four hours were observed, indicating that massive molting occurred at 07:00 - 11:00. Analysis of covariance (water temperature as covariate) suggests that the number of cast integuments every four hours in daytime (07:00 - 19:00) was significantly higher than that at night (19:00 - 07:00) ( $F_{1,30} = 13.4$ ,  $P = 0.0009$ ); the changes in diel water temperature (28 - 35°C) did not affect molting ( $F_{7,11} = 1.99$ ,  $P = 0.1467$ ). Studies also show that crabs initiate molting at water temperature of about 14°C and molt normally until 35°C.

**Key Words** *Eriocheir sinensis*, molt, habitat, illumination, temperature