

# 枝角类休眠卵形成和萌发的研究进展

孟琼 邓道贵\*

( 淮北煤炭师范学院生物学系 淮北 235000; 上海水产大学生命科学与技术学院 上海 200090)

**摘要:**综述了多年来国内外对枝角类休眠卵的研究概况,重点介绍了休眠卵的形态、形成的条件、保存方式及萌发条件等。休眠卵通常呈圆形或椭圆形,外被一层厚的卵膜。休眠卵的形成主要依赖于生物因子(遗传因素、种群密度等)和非生物因子(温度、食物、光照等)的作用。影响休眠卵萌发的因子有休眠卵的保存方式、保存时间、萌发阶段的光照及温度等。

**关键词:**枝角类;休眠卵;形成;保存;萌发

**中图分类号:**Q958.1 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2008)03-154-07

## Advances in the Production and Hatching of Resting Eggs of Cladoceran

MENG Qiong DENG Dao-Gui\*

( Department of Biology, Huaibei Coal Industry Teachers College, Huaibei 235000;  
College of Aquarlife Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The studies on resting eggs of cladoceran were reviewed in this paper. It was emphasized on the morphology of resting eggs, and the factors influencing resting eggs production, preservation and hatching of resting eggs. The resting eggs are usually roundness or oval, and there is a thick membrane outside them. The formation of resting eggs depends primarily on biological factors (genetic factors, population density, etc) and non-biological factors (temperature, food, illumination, etc). The factors affecting the hatching of resting eggs are the formation and time of preservation as well as illumination and temperature of hatching period.

**Key words:** Cladoceran; Resting eggs; Production; Preservation; Hatching

枝角类属节肢动物门甲壳纲鳃足亚纲枝角目,是浮游动物的重要组成部分。枝角类的生殖方式包括孤雌生殖与两性生殖。在正常的环境条件下以孤雌生殖为主,是其进行大量繁殖的主要方式。休眠卵(冬卵)是枝角类在不良环境条件下进行有性生殖延续后代的产物<sup>[1]</sup>。国内外一些学者对不同属种的枝角类休眠卵的形态、形成与萌发等方面进行了大量研究,本文对相关文献做一综述,以期对枝角类的繁殖生物学研究提供一定的理论依据。

### 1 枝角类休眠卵的形态

枝角类休眠卵外包裹一层较厚的卵膜,卵膜外还常常含有其他结构。薄皮蚤科、单肢蚤

科以及一部分仙达蚤科等种类的休眠卵在卵膜外有一层透明的胶膜,由雌体输卵管分泌物形成。大眼蚤科休眠卵卵膜外被有硬壳,由孵育囊底部上皮细胞的分泌物形成。而象鼻蚤科、粗毛蚤科、盘肠蚤科以及蚤科的休眠卵则在卵膜外由于壳瓣的参与而形成卵鞍<sup>[1]</sup>。

枝角类卵鞍结构十分恒定,在扫描电镜下,

基金项目 安徽省教育厅自然科学基金项目(No. 2006J K228B, KJ2008B059);

\*通讯作者, E-mail: dengdg @263. net;

第一作者介绍 孟琼,女,硕士研究生;研究方向:水域生态学; E-mail: joanmeng47 @163. com.

收稿日期:2007-11-01,修回日期:2008-01-22

枝角类卵鞍有明显的种间和亚种间的差异,即枝角类卵鞍具有种的特异性<sup>[1]</sup>。除了可能因环境造成的个体大小差异外,各种枝角类卵鞍表面的纹饰以及结构不仅具有种的特异性,而且卵鞍的形态、休眠卵的数量及排列方式都非常稳定。枝角类种类间的分类地位相距越远,卵鞍的形态和结构差异越明显,因此卵鞍可作为枝角类的分类依据。

此外,一些研究者还对枝角类休眠卵卵鞍的形成进行了探讨。低脊锥唇溞(*Wlassicsia pannonica*)卵鞍的鞍壳主要由母溞的外壳参与形成,覆盖了溞体背部的大部分<sup>[2]</sup>。隆线溞(*Daphnia carinata*)休眠卵从母体剥离后母溞壳瓣无明显缺损,且其壳瓣与卵鞍差异显著,这说明了隆线溞休眠卵卵鞍并非来自于母溞壳瓣,而是卵鞍形成过程中新产生的<sup>[1,3]</sup>。

## 2 枝角类休眠卵的形成

与轮虫一样,枝角类的生活史具有世代交替的规律,可进行孤雌生殖和有性生殖。在温度适宜、食物丰富的环境条件下,枝角类通常进行孤雌生殖,行单性世代。当环境条件恶化时,如食物缺乏、温度过高或者过低、种群密度过大等,枝角类单性生殖产生的卵有一部分发育成雄体,与需精雌体行两性世代,它们交配受精后,便形成具厚壳的休眠卵<sup>[4]</sup>。Hobaek等<sup>[5]</sup>认为大型溞(*D. magna*)雄体的产生与卵鞍的形成可能是由不同环境因素独立控制的。但有报道认为蚤状溞(*D. pulex*)孤雌生殖雌体在没有受精的情况下可以直接产生休眠卵<sup>[6]</sup>,其机理将有待于进一步的研究。

### 2.1 生物因子

#### 2.1.1 种群密度对枝角类休眠卵形成的影响

种群密度是动物自我调节以保持种群稳定的一个重要因素。对于具有世代交替的枝角类来说,在适宜的环境下,通过孤雌生殖很快扩大种群。当种群密度过大时,便会引起食物的不足和空间的拥挤,进而减少生殖量。种群开始出现需精雌体和雄体,有性生殖随之发生<sup>[1,7]</sup>。

种群密度是诱发休眠卵产生的一个重要生

态因子,不同种类间存在明显的差异性。在短光照周期下,大型溞产生休眠卵的种群密度阈值为0.06个/ml,且当种群密度在0.06~0.6个/ml范围时,休眠卵的数量与种群密度呈线性相关<sup>[8]</sup>。休眠卵的数量与种群密度呈显著相关在另外一个大型溞实验中得到验证<sup>[9]</sup>。当蒙古裸腹溞(*Moina mongolica*)种群密度达到0.3个/ml以上时,能诱发产生雄体和休眠卵;种群密度达0.3~1.6个/ml,第一窝雄体百分率随种群密度增加而增加<sup>[10]</sup>。模糊网纹溞(*Ceriodaphnia dubia*)的两性生殖和休眠卵的产生也受食物浓度和种群密度的诱导<sup>[11]</sup>。但是D'Abramo<sup>[12]</sup>发现在食物充足时,即使种群密度高达20~30个/ml,也没有发现多刺裸腹溞(*M. macrocopa*)进行两性生殖。

种群密度增大导致枝角类休眠卵产生的机制,存在不同的看法。研究人员发现代谢物的积累对大型溞休眠卵的产生没有明显影响。Carvalho等<sup>[9]</sup>的研究显示,随着种群密度增加,大型溞碰撞率(encounter rate)增大,休眠卵个数显著增多,且大型溞碰撞率的大小与产生休眠卵的个数显著相关。卢芳野等<sup>[10]</sup>也通过类似实验基本排除了排泄物和食物的作用,得出蒙古裸腹溞休眠卵的产生与个体碰撞率相关。Innes<sup>[13]</sup>发现蚤状溞休眠卵的形成与种群密度无明显关系,其雄体的出现刺激了两性生殖雌体(sexual females)的产生,易于交配产生休眠卵。

#### 2.1.2 遗传因素对枝角类休眠卵形成的影响

外界环境因子影响枝角类个体的生长、生殖以及存活,但其自身的遗传因素是影响其休眠卵形成的重要内因。对子代起显著影响的母体效应倍受关注<sup>[14~16]</sup>。Mousseau等<sup>[17]</sup>提出了母体将环境变化的信息传递给子代,从而子代表现出对环境变化的适应性表现型。LaMontagne等<sup>[16]</sup>的实验中提到母体为子代储存能量,可以影响其生长率、存活率和生殖力,并通过母体效应影响子代的繁殖模式,出现有性生殖个体,产生休眠卵。Alekseev等<sup>[18]</sup>发现母溞(*D. pulicaria*)可以把食物和光照等信息传递给子

代,从而影响子代休眠卵的产生。与蚤属亲本相比,杂种种类两性生殖成功率更低,不利于休眠卵的产生<sup>[19]</sup>。

枝角类不同品系间的繁殖也有所不同。Ferrari 等<sup>[20]</sup>发现采自于剑桥池塘的大型蚤第一胎产生的雄体为 11.9%,而采自北极的大型蚤在相同条件下培养,第一胎没有雄体产生,后期培养的结果也不一样。剑桥种与北极种杂交形成的后代生殖情况则介于二者之间。另外,光照时间对不同品系大型蚤生殖方式的影响存在明显差异。采自加拿大北部的大型蚤单个培养时,即使食物丰富,光照时间减少会促进雄体和休眠卵的产生;而来自英国的品系,在光照周期改变时却不产生雄体和休眠卵;用两个品系杂交的后代做实验得出的结果介于二者之间<sup>[20]</sup>。这一观点与轮虫的有性生殖在一定程度上也是由遗传因素控制的结论相似<sup>[21]</sup>。因此,蚤类有性生殖的形成不仅受外界刺激影响,而且母蚤本身也影响其两性生殖。

## 2.2 非生物因子

### 2.2.1 温度对枝角类休眠卵形成的影响

温度影响枝角类的生长与生殖(如世代时间、内禀增长率以及生殖方式)<sup>[22]</sup>。温度升高会加快枝角类发育成熟,缩短性成熟所需的时间且减少生殖量。透明蚤(*D. hyalina*)在 15、20、25 和 30℃ 下性成熟所需要的时间分别为 7.9、4.3、3.8 和 3.3 d<sup>[23]</sup>。

在自然水体和室内培养条件下,过高或过低的温度均能够诱发枝角类的两性生殖。大型蚤在温度低于 18℃ 时产生大量雄体,并出现休眠卵,且随着温度的升高雄体所占比例逐渐减少<sup>[22]</sup>。D'Abramo<sup>[12]</sup>认为温度影响多刺裸腹蚤产生两性生殖的原因可能与降低其摄食率有关。微齿喜马拉雅低额蚤(*Simocephalus himalayensis minorodus*)两性生殖主要是由低温(15℃)造成的<sup>[24]</sup>。隆线蚤孤雌生殖最适水温在 25℃ 左右。但在大幅度变温(16~30℃)和高温(30℃)条件下休眠卵的发生率明显高于其他温度,且低温不利于获得大量休眠卵<sup>[25]</sup>。总之,温度是影响枝角类休眠卵形成的必要条件,

温度对不同种类的影响存在明显的差异,其作用机制有待于进一步研究。

### 2.2.2 光照周期对枝角类休眠卵形成的影响

Stross 等<sup>[26]</sup>发现蚤状蚤在高种群密度条件下,光照昼夜比为 12:12 与 16:8 培养时,前者产生休眠卵,后者没有休眠卵。所不同的是, Korpelainen<sup>[22]</sup>发现大型蚤在昼夜比 16:8 光照条件下所产生的雄体与休眠卵数大于长时间光照(昼夜比 22:2)与短时间光照(昼夜比 10:14)条件下。

Ferrari 等<sup>[20]</sup>研究发现光照时间对不同品系大型蚤生殖方式的影响存在明显差异。由此可见,光照对枝角类生殖方式的作用受其对环境适应的影响,其作用机制有待进一步研究。

### 2.2.3 食物对枝角类休眠卵形成的影响

食物密度一方面影响枝角类的生殖量,增加食物可以提高生殖量,缺少食物会降低生殖量;另一方面,食物密度和质量还控制枝角类的生殖方式发生改变。陆开宏等<sup>[25]</sup>发现隆线蚤在半饥饿状态下有较高的休眠卵发生率。当温度适宜时,食物不足或过多都会促进长刺蚤(*D. longispina*)产生雄体<sup>[27]</sup>。当蚤类在较短的时间内处于饥饿状态时便会刺激其产生休眠卵,若蚤类受饥饿时间过长就会引起蚤体孵育囊中的卵被吸收<sup>[27]</sup>。

曹文清等<sup>[28]</sup>研究表明,当小球藻(*Chlorella* sp.)密度下降到  $(1 \sim 2) \times 10^3$  个/cm<sup>3</sup> 时,蒙古裸腹蚤便出现有性生殖个体,并形成休眠卵。另外,在饥饿状态下蒙古裸腹蚤所产生的卵有的不排入孵育囊中或者早期胚胎被母体吸收。郑重等<sup>[29]</sup>把出现的类似现象,称为“诞生前的死亡”。这种现象究竟是食物因素还是母蚤本身的遗传因素导致的,原因有待进一步探讨。

在实验中增加适量酵母,隆线蚤休眠卵的发生率明显增大<sup>[25]</sup>。Laur & Määttä 等<sup>[30]</sup>用铜绿微囊藻(*Microcystis aeruginosa*)培养蚤状蚤种群时,发现蚤状蚤种群密度下降,单个幼蚤性成熟时间延缓且成体产生大量的休眠卵。

### 2.2.4 代谢产物对枝角类休眠卵形成的影响

代谢产物积累是影响枝角类生长发育和生殖

的生态因子之一,一些代谢产物的化学成分与性质至今仍不清楚。许多研究表明不同枝角类种类及不同品系对代谢物积累的敏感程度存在差异。卢芳野等<sup>[10]</sup>实验表明,代谢物积累能诱发蒙古裸腹蚤雄体的产生,雄体出现率高达33.3%。L ülin 等<sup>[31]</sup>将僧帽蚤(*D. cucullata*)与蚤状蚤放入积累其代谢物的培养液中培养,两种蚤的内禀增长率分别下降了25%和44%。此外,代谢产物还促进了蚤状蚤休眠卵的产生,并导致83%的僧帽蚤卵不能完成发育。Hobaek 等<sup>[32]</sup>认为大型蚤不仅对自身代谢产物积累敏感,而且对其他枝角类如蚤状蚤等积累的代谢物也很敏感,产生雄体和休眠卵,其诱发作用的机理在于化学物质的刺激。但是,Carvalho 等<sup>[9]</sup>发现代谢产物的积累对大型蚤休眠卵的产生并没有明显影响。

**2.2.5 其他环境因子对枝角类休眠卵形成的影响** 除上述因子外,外源物质如重金属、氨氮、pH对枝角类两性生殖也有影响。如 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 对发头裸腹(*M. irrasa*)的两性生殖具有诱导作用<sup>[33,34]</sup>。

### 3 枝角类休眠卵的萌发

枝角类在环境恶化时,由孤雌生殖转为两性生殖并产生休眠卵,休眠卵可以抵抗不良环境,在条件好转时重新萌发进行孤雌生殖。枝角类萌发分为两个阶段,即暗反应的孵育阶段和光反应的萌发阶段<sup>[35]</sup>。

低温保存是完成休眠卵孵育的必要条件,光照、干湿循环、干燥等因素可触发休眠卵的萌发。休眠卵的质量、暗反应阶段休眠卵的保存方式以及保存时间、萌发阶段萌发液的选择等也是影响枝角类休眠卵萌发的重要条件。此外,氧气、培养液中的离子成分和光照条件对枝角类萌发率和萌发速率也有影响<sup>\*</sup>

除了休眠卵本身的质量外,水温、水中的离子成分、光照等对于休眠卵的萌发率与萌发速率也都有一定的影响。

**3.1 枝角类休眠卵的质量** 枝角类休眠卵的质量对于其萌发率的影响较大。陆正和 发现

在种群急剧拥挤效应下获得的蚤状蚤休眠卵萌发率明显低于低温条件下、种群密度相对较高所产生的休眠卵。前者空卵鞍较多,饥饿引起休眠卵积蓄能量不足,不易萌发。相似结论也出现在蒙古裸腹蚤休眠卵萌发上<sup>[36]</sup>。枝角类休眠卵的形成条件通常是非常复杂的。当条件不成熟时,可能刺激枝角类表现出两性生殖形成休眠卵的行为,但未真正受精,出现了空卵鞍,或者卵鞍内休眠卵营养不足。空卵鞍是影响枝角类休眠卵萌发率的重要因素。

#### 3.2 暗反应阶段的因子

**3.2.1 枝角类休眠卵的保存时间** 休眠卵必须经历一定的滞育期,受到足够的刺激才能萌发<sup>[11]</sup>。简单的外界刺激并不能促进枝角类胚胎发育的迅速完成。枝角类滞育期在夏天持续几天或者几周,在秋冬季节则持续几个月,滞育期的长短还因种类以及外界条件而不同,即使同一个种、在同样条件下,滞育期也不同。Stevense 等<sup>[35]</sup>发现蚤属休眠卵在干燥或者潮湿状态下置于黑暗中保存5d,休眠卵在21℃下孵化,需要3~5d,在低温(7℃)下需要9d。一些蚤属休眠卵在底泥中的生存活力可大于125年<sup>[37]</sup>。但有研究人员发现,通过改变多刺裸腹蚤的培养条件可以获得大量的休眠卵,且休眠卵无滞育期,适宜条件下就可以孵化<sup>[38]</sup>。

休眠卵的萌发率也随着保存时间的长短而变化。在-4℃下冷冻保存0~62d内,蒙古裸腹蚤休眠卵的萌发率随着保存时间的增加而增加;62~180d内其萌发率呈现下降的趋势<sup>[36]</sup>。这与蚤状蚤<sup>[39]</sup>休眠卵萌发率的规律一致。

**3.2.2 枝角类休眠卵的保存方式** 枝角类休眠卵的保存方式一般包括:低温干燥保存、低温带水保存和常温干燥保存<sup>[36,38]</sup>。Doma<sup>[40]</sup>还利用干湿循环的保存方法刺激大型蚤休眠卵的萌发。程汉良等<sup>[38]</sup>发现多刺裸腹蚤休眠卵的萌发以干燥低温最理想,保存一年后孵化率仍能达到60%。蒙古裸腹蚤在-4℃下冷冻保存,

\* 陆正和. 蚤状蚤繁殖生物学研究. 南京:南京师范大学硕士学位论文, 2002, 28~32。

其萌发率最高(达 22%)<sup>[36]</sup>。另外,在有氧条件下保存,不论采取任何萌发液,蚤状溞休眠卵都不能萌发,无氧条件下则萌发率较高<sup>[39]</sup>。

### 3.3 光反应阶段的因子

**3.3.1 光照** 光是枝角类休眠卵萌发的必要条件,处于黑暗状态下的休眠卵通常不易萌发<sup>[39]</sup>。蚤状溞休眠卵经低温长期保存后,即使在适宜的温度(15~30℃)条件下,若没有光照,萌发率仅为 3.33%,但在光照的条件下,其萌发率可提高到 20%<sup>[39]</sup>。Stross<sup>[41]</sup>也观察到类似趋势,在无光刺激时蚤状溞休眠卵的萌发率不超过 2%,并认为光的刺激与休眠卵的保存时间无关。

**3.3.2 温度** 温度是影响枝角类休眠卵萌发的重要生态因子。枝角类休眠卵一般在最适温度下孵化率较高,温度过高或者过低孵化率均不理想。蚤状溞休眠卵萌发率在 25℃ 下最高,15℃ 和 20℃ 下萌发率均较低<sup>[39]</sup>。程汉良等<sup>[38]</sup>发现,多刺裸腹溞休眠卵孵化时数( $H$ )与水温( $T$ )存在直接的关系。即  $H = 474.3259 - 29.4515T + 0.4783T^2$  ( $R^2 = 0.9784, n = 8$ ),且 15℃ 是多刺裸腹溞休眠卵萌发的临界温度。发头裸腹溞休眠卵发育的最低温度为 12℃,当水温上升到 35℃ 以上时休眠卵开始出现死亡或者萌发困难,即便休眠卵能够孵化出幼溞,其孵化出的幼溞也很快死亡<sup>[42]</sup>。

## 4 自然水体中枝角类休眠卵的状况

在自然水体的底泥中蕴藏着丰富的枝角类休眠卵,尤其是富营养化水体,但底泥中缺氧、重金属成分的积累都可能成为抑制休眠卵萌发的重要因素<sup>[43]</sup>。不管怎样,部分休眠卵的萌发、溞类的生长与生殖是自然水体中枝角类自然增殖的物质基础。Maia-Barbosa 等<sup>[43]</sup>在富营养水体底泥中检出大量枝角类与轮虫休眠卵,且发现轮虫休眠卵孵化率为 60%~80%,明显高于枝角类的 10%。

调查发现,底泥中的休眠卵比水体中的枝角类物种更丰富<sup>[43,44]</sup>。在 Kenya 水体底泥里蕴藏的 11 种溞属物种的休眠卵,是水体中的两倍

多<sup>[44]</sup>。休眠卵在沉积物中的积累,可能是一个潜在的基因库,保证了枝角类物种的多样性。在自然水体中,由于水流搅动一部分休眠卵埋于底泥中得以避光保存,在适宜条件下,休眠卵因外力(水流搅动等因素)离开底泥,在光照作用下孵化出幼溞。通过这种方式,枝角类能够完成其世代交替过程,保存了种的延续。另外,Arbačiauskas 等认为自然水体中的溞属休眠卵一般在食物充足的季节(春季)大量萌发<sup>[45]</sup>。

## 5 枝角类休眠卵的研究意义及展望

休眠卵是枝角类在不良环境条件下进行有性生殖延续后代的产物。休眠卵的产生对枝角类种群的季节动态和物种的延续具有十分重要的意义。另外,诱导休眠卵的形成以及休眠卵的适时孵化利用也是水产养殖业中非常有意义的课题。休眠卵的质量、保存方法与保存时间长短、萌发机制以及如何选择适时萌发,这些问题都决定着枝角类商业化生产是否可行、能否被推广应用。此外,在生产实践中,休眠卵的萌发率是广大科研工作者需要特别关注的,只有当多数休眠卵在短时间孵化处理进入孤雌生殖阶段,才能使种群密度迅速增加,保证鱼类育苗饲料的需要。

休眠卵在诱发、萌发以及应用过程中,还有许多问题尚未得到解决。例如休眠卵的诱发规律、休眠卵的萌发形式及萌发条件等需要科研工作者展开更深入的研究与探索。

## 参 考 文 献

- [1] 蒋燮治,堵南山. 中国动物志 淡水枝角类. 北京:科学出版社,1979,24~54.
- [2] 张会新,施心路. 低脊锥唇溞休眠卵诱发、萌发及卵鞍形态学的初步研究. 哈尔滨师范大学自然科学学报,2004,42(5):71~82.
- [3] 陆开宏. 几种枝角类的卵鞍形态及表面超微结构. 动物学报,2001,47(5):565~572.
- [4] 章宗涉,黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法. 北京:科学出版社,1991,288~300.
- [5] Hbbaek A, Larsson P. Sex determination in *Daphnia magna*. *Ecology*, 1990, 71(6):2255~2268.
- [6] Innes DJ, Fox CJ, Winsor GL. Avoiding the cost of males in

- obligately asexual *Daphnia pulex* (Leydig). *Proc R Soc Lond B*, 2000, **267**: 991 ~ 997.
- [ 7 ] 郑重. 甲壳动物的生殖量与环境的关系: 枝角类. 生态学杂志, 1980, **9**(5): 36 ~ 41.
- [ 8 ] Stross R G, Hill J C. Diapause induction in *Daphnia* requires two stimuli. *Science*, 1965, **150**: 1462 ~ 1464.
- [ 9 ] Carvalho G R, Hughes R N. The effect of food availability, female culture density and photoperiod on ephippia production in *Daphnia magna* Straus (Crustacea: Cladocera). *Freshwater Biology*, 1983, **18**: 37 ~ 46.
- [ 10 ] 卢芳野, 何志辉. 蒙古裸腹蚤休眠卵诱发规律的研究. 大连水产学院学报, 1999, **14**(1): 1 ~ 8.
- [ 11 ] Rose R M, Warne M S J, Lim R P. Some life history responses of the cladoceran *Ceriodaphnia* cf. *dubia* to variations in population density at two different food concentrations. *Hydrobiologia*, 2002, **481**: 157 ~ 164.
- [ 12 ] D'Abramo L R. Ingestion rate decrease as the stimulus for sexuality in populations of *Moina macrocopa*. *Limnology and Oceanography*, 1980, **25**: 422 ~ 429.
- [ 13 ] Innes D J. Sexual reproduction of *Daphnia pulex* in a temporary habitat. *Oecologia*, 1997, **111**: 53 ~ 60.
- [ 14 ] Rossiter M. The role of environmental variation in parental effects expression. In: Mousseau T A, Fox C W eds. *Maternal Effects as Adaptations*. Oxford, UK: Oxford University Press, 1998, 112 ~ 134.
- [ 15 ] Jann P, Ward P L. Maternal effects and their consequences for offspring fitness in the Yellow Dung Fly. *Functional Ecology*, 1999, **13**: 51 ~ 58.
- [ 16 ] LaMontagne J M, McCauley E. Maternal effects in *Daphnia*: what mothers are telling their offspring and do they listen? *Ecology Letters*, 2001, **4**: 64 ~ 71.
- [ 17 ] Mousseau T A, Fox C W. The adaptive significance of maternal effects. *Trends in Ecology and Evolution*, 1998, **13**: 403 ~ 407.
- [ 18 ] Alekseev V, Lampert W. Maternal control of resting-egg production in *Daphnia*. *Nature*, 2001, **414**: 899 ~ 901.
- [ 19 ] Keller B, Spaak P. Nonrandom Sexual reproduction and diapausing egg production in a *Daphnia* hybrid species complex. *Limnology Oceanography*, 2004, **49**(4): 1393 ~ 1400.
- [ 20 ] Ferrari D C, Hebert P D N. The induction of sexual reproduction in *Daphnia magna*: genetic differences between arctic and temperate populations. *Canadian Journal of Zoology*, 1982, **60**: 2143 ~ 2148.
- [ 21 ] 闫冬春, 董双林, 黄捷. 轮虫休眠卵研究进展. 海洋湖沼通报, 2005, (3): 95 ~ 102.
- [ 22 ] Korpelainen H. The effects of temperature and photoperiod on life history parameters of *Daphnia magna* (Crustacea: Cladocera). *Freshwater Biology*, 1986, **16**: 615 ~ 620.
- [ 23 ] 黄祥飞. 温度对透明蚤和隆线蚤一亚种发育、生长的影响. 水生生物学集刊, 1984, **8**(2): 207 ~ 223.
- [ 24 ] 施心路, 史新柏. 微齿喜马拉雅低额蚤的生殖与发育. 动物学报, 1996, **42**(3): 287 ~ 296.
- [ 25 ] 陆开宏, 钱云霞. 隆线蚤冬卵的诱发试验. 浙江水产学院学报, 1992, (1): 9 ~ 15.
- [ 26 ] Stross R G, Hill J C. Photoperiod control of diapauses in *Daphnia*. Two stimulus control of long-day, short-day induction. *Biological Bulletin*, 1969, **137**: 359 ~ 374.
- [ 27 ] Banta A M, Brown L A. Control of sex in Cladocera. Localization of the critical period for control of sex. *PNAS*, 1929, **15**: 71 ~ 81.
- [ 28 ] 曹文清, 林元烧. 若干生态因子对蒙古裸腹蚤生殖方式转变效应的实验. 台湾海峡, 2001, **20**(增刊): 190 ~ 195.
- [ 29 ] 郑重, 曹文清. 海洋枝角类生物学. 厦门: 厦门大学出版社, 1987.
- [ 30 ] Laurén M, Hietala J, Walls M. Response of *Daphnia pulex* population to toxic cyanobacteria. *Freshwater Biology*, 1997, **37**: 635 ~ 647.
- [ 31 ] L'üling M, Roozen F, Donk E V, et al. Response of *Daphnia* to substances released from crowded congeners and conspecifics. *Journal of Plankton Research*, 2003, **23**(8): 967 ~ 978.
- [ 32 ] Hobaek A, Larsson P. Sex determination in *Daphnia magna*. *Ecology*, 1990, **71**(6): 2255 ~ 2268.
- [ 33 ] 周恩民. 发头裸腹蚤性别的分化诱导. 动物学研究, 1994, 增刊 **15**(1): 16 ~ 18
- [ 34 ] 庄德辉. 低pH值对大型蚤存活、生长和生殖的影响. 中国环境科学, 1994, **4**(2): 107 ~ 110.
- [ 35 ] Stevense S, Paul D N H. Methods for the activation of the resting eggs of *Daphnia*. *Freshwater Biology*, 1987, **17**: 373 ~ 379.
- [ 36 ] 卢芳野, 何志辉, 曲于红. 蒙古裸腹蚤休眠卵萌发规律的研究. 大连水产学院学报, 2000, **15**(2): 92 ~ 97.
- [ 37 ] Cáceres C E. Interspecific variation in the abundance, production, and emergence of *Daphnia* diapausing eggs. *Ecology*, 1998, **79**(5): 1699 ~ 1710.
- [ 38 ] 程汉良, 刘汉. 枝角类适种探索和休眠卵的利用. 水产科学, 1999, **18**(5): 9 ~ 11.
- [ 39 ] 陆正和, 杨家新. 生态因子对蚤状蚤休眠卵萌发率的影响. 南京师范大学学报, 2004, **3**(24): 78 ~ 82.
- [ 40 ] Doma S. Ephippia of *Daphnia magna* Straus a technique for their mass population and quick revival. *Hydrobiologia*, 1979, **36**: 439 ~ 455.
- [ 41 ] Stross R G. Light and temperature requirements for diapauses development and release in *Daphnia*. *Ecology*, 1966, **47**: 368

~ 374.

[42] 黄诚,葛家春,孟文新等. 发头裸腹溪休眠卵发育的温度因子分析. 湖泊科学, 1996, 8(2): 152 ~ 155.

[43] Maia-Barbosa P M, Eskinazi-Sant 'Anna E M, Valadares C F, et al. The resting eggs of zooplankton from tropical, eutrophic reservoir (Pampulha Reservoir, south east Brazil). *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2003, 8: 269 ~ 275.

[44] Mergeay J, Verschuren D, Meester L D. *Daphnia* species diversity in Kenya, and a key to the identification of their ephippia. *Hydrobiologia*, 2005, 542: 261 ~ 274.

[45] Arbačiauskas K, Lampert W. Seasonal adaptation of ephippio and parthenogenetic offspring of *Daphnia magna*: differences in life history and physiology. *Functional Ecology*, 2003, 17: 431 ~ 437.

## 北京鸟类新纪录——斑头鸺鹠

2006年10月至2008年3月,北京市野生动物救护中心和北京猛禽救助中心陆续救助到4只斑头鸺鹠 (*Glaucidium cuculoides*),接收时间及测量数据见表1。4只鸺鹠都具有如下特征:上体、头部、颈侧部及翅上覆羽为暗褐色,具有细白色横斑;颈、颞纹、喉部的块斑以及下腹中央纯白,下腹部具有宽褐色纵纹,不杂横斑;虹膜黄褐色,喙浅绿而端黄,蜡膜暗褐色,趾黄绿色,爪近黑色(图1)。经查阅有关资料,并与北京罕见的花头鸺鹠外形特征对比,后者体型非常小(18 cm)而饱满、体羽蓬松。灰色的头上布满白色小点斑,眼小而呈橘黄色,下体偏白而略具灰褐色纵纹。上体灰褐、具白点,翼及尾上多横斑,白色眉纹短,不甚清晰。另外,虹膜橙黄色、喙角质灰色、脚黄色,两者区别明显。鉴定为鸺鹠科鸺鹠属的斑头鸺鹠。



图1 斑头鸺鹠

表1 北京地区斑头鸺鹠的测量数据 (g, mm) \*

日期(年-月-日)	地点	体重	体长	翅长	喙长	尾长	跗跖
2006-10-31	海淀区	195.0	250	150	15	94	34
2007-01-30	城区	185.0	234	140	12	95	21
2008-03-17	西城区	129.5	265	165	17	102	30

\*2008年3月7日北京猛禽救助中心在丰台区接收的一个个体未进行测量。

据文献记载,斑头鸺鹠分布于我国甘肃南部、陕西、四川、重庆、贵州、云南、西藏、湖北、湖南、河南、安徽、江西、江苏、上海、浙江、福建、广西、广东、海南及香港等地。迄今已知的最北界为山东,北京地区尚没有分布记录。中国有5个亚种: *austum* 在西藏东南部; *rufescens* 在云南西部; *brugeli* 在云南南部; *persimilie* 在海南岛; *whitelyi* 在华中、华南及东南等地区,偶见于山东。

上述4只斑头鸺鹠是由市民发现的受困野生动物。均没有外伤,羽毛完整,没有人为饲养迹象,因此认为它们均为野生个体,是北京鸟类的新纪录。斑头鸺鹠一般为留鸟,我国有5个亚种记录。从地理分布和形态特征来看,北京地区的个体应属于 *G. c. whitelyi* 华南亚种。斑头鸺鹠的繁殖期为3~6月,2008年3月7日接收的斑头鸺鹠为成年雌性个体,死亡后解剖发现卵泡发育明显。但斑头鸺鹠是否已经在北京地区繁殖还需更多资料证明。

感谢北京师范大学张正旺教授协助鸟类鉴定。

高峰 刘力宇 唐国梁 宋杰\*

(北京市野生动物救护中心 北京 100029; 北京市猛禽救助中心 北京 100875)

\*通讯作者, E-mail: songjie @bnu. edu. cn