

# 蓝尾石龙子孵化期卵内物质和能量的利用\*

许雪峰 吴霖生 吴义莲

(滁州学院化学生物学系 滁州 239012)

**摘要:** 研究了安徽滁州蓝尾石龙子卵在温、湿度分别为 30℃、-12 kPa 的孵化条件下, 胚胎对卵内物质和能量的利用。本研究蓝尾石龙子卵孵化期为 21.1 d, 卵孵化时从基质中吸水导致重量增加。卵孵化过程中, 干重、非极性脂肪和能量转化到孵出幼体的比率分别为 57.1%、38.8% 和 52.3%。新生卵卵壳中 50% 的灰分、59% 的钙转移至孵出幼体中, 胚胎发育所需要的无机物来自卵黄和卵壳。

**关键词:** 蓝尾石龙子; 卵孵化; 物质和能量利用; 孵出幼体

**中图分类号:** Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)05-02-03

## Utilization of Egg Material and Energy by the Blue-tail Skinks (*Eumeces elegans*) Embryos during Incubation

XU Xue-Feng WU Lin-Sheng WU Yi-Lian

(Department of Biochemistry, Chuzhou University, Chuzhou 239012, China)

**Abstract:** Utilization of egg material and energy by the Blue-tail Skinks (*Eumeces elegans*) embryos during incubation was studied under the condition of  $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$  and  $-12\text{ kPa}$  water potential. Female blue-tail skinks used for this study were collected from a mountain population in Langyashan mountain, Chuzhou, eastern China. The incubation length averaged 21.1 d. The wet mass of eggs increased because of absorbing moisture. During incubation, approximately 57.1% of dry material, 38.8% of non-polar lipids and 52.3% of energy in the yolk of freshly laid egg was transferred to the hatchling. 61.2% of non-polar lipids and 47.7% of energy was used for embryogenesis. Hatchling could obtain approximately 50% of ash, 59% of calcium from the eggshell.

**Key words:** *Eumeces elegans*; Egg incubation; Utilization of egg material and energy; Hatchling

爬行动物卵内营养物质超过一个完整幼体形成的需求。爬行动物胚胎发育过程中,除了动用卵黄内的有机物和无机物外,还部分地动用卵壳内的无机物。就特定种类而言,卵内物质和能量的转化与卵孵化环境、胚胎发育的能耗、幼体内剩余卵黄和脂肪体大小密切相关<sup>[1]</sup>。

蓝尾石龙子(*Eumeces elegans*)为年产单窝卵的小型有鳞类爬行动物,遍布内蒙古南部、山西、河北、山东、安徽和江苏北部<sup>[2]</sup>。有关该种的生理生态学研究已涉及:①分布状况、活动节律、食性和繁殖<sup>[2-4]</sup>;②生长、两性异形及雌性

繁殖<sup>[5]</sup>;③成体选择体温、热敏感性以及温度对食物同化和运动能力的影响<sup>[6]</sup>。有关该种卵孵化过程中物质和能量动态方面的研究还没有涉及。本文报道安徽滁州琅琊山产蓝尾石龙子孵化期卵内物质和能量的动态,旨在为完善蜥蜴类动物繁殖生态学理论提供新的资料。

\* 安徽省教育厅自然科学基金,校自然科学基金资助项目;  
第一作者介绍 许雪峰,男,37岁,教授;研究方向:动物生理生态学;E-mail: xuefxu@cztc.edu.cn.

收稿日期:2003-11-10,修回日期:2004-07-16

## 1 材料与方法

研究用蓝尾石龙子于 2003 年 4 月采自滁州琅琊山。捕获的动物带回滁州师专实验室,关养在蜥蜴专用玻璃缸(长×宽×高=400 mm×200 mm×200 mm)内,动物能在缸内自由取食面包虫(larvae of *Tenebrio molitor*),并接受自然光照。当环境温度低于 24℃时,玻璃缸顶部的 100 W 灯泡被开启,提供辅助热源,保证蜥蜴能将体温调整到喜好温度<sup>[6]</sup>。定期在蜥蜴饮水中添加爬行动物专用复合维生素和儿童钙粉,确保动物全面的营养需求。定期触摸判断雌体的怀卵状态,将怀输卵管卵的雌体单个关养在有潮湿沙质基质的产卵缸(长×宽×高=300 mm×150 mm×250 mm)内。共有 3 条蓝尾石龙子雌体(体长分别为 74.4 mm、67.8 mm、69.8 mm)分别产 8、7、5 枚卵,产卵时间为 2003 年 6 月 15 日~6 月 29 日。所有卵均在产后 1 h 内被收集,进行测量、称重和编号。从 3 窝新生卵中随机取 9 枚卵,分离成卵壳、胚胎和卵黄,其余新生卵被移入内含孵化基质的塑料盒中。孵化基质的湿度设置为 -12 kPa [干蛭石(vermiculite):水=1:2]。孵化盒用穿孔的塑料薄膜覆盖,放置在温度设置为(30±0.5)℃的生化培养箱内。卵的 1/3 埋于基质中,胚点朝上。定期向孵化盒内加水,以保持基质湿度的恒定;每日调整孵化盒的位置以减少相互间的温差。每隔 5 d 称量孵化卵重量,直至幼体孵出。共孵出 9 个幼体,幼体出壳后的 1 h 内被冰冻。

冰冻幼体以后经解冻,解剖分离成躯干、剩余卵黄和脂肪体,分别在 65℃烘箱中干燥至恒重,称出干重。胚胎、卵黄和幼体中的非极性脂

肪,用索氏脂肪提取器在 55℃条件下抽提,分析纯乙醚作抽提溶剂。上述物质的能量用 HR-15 型微电脑热量计(长沙高教仪器厂)测定,灰分含量用马福炉在 700℃条件下焚烧 12 h 测得。卵壳中的钙含量用原子吸收分光光度计(北京第二光学仪器厂)测定。

所有数据在作参数统计分析前,分别检验其正态性(Kolmogorov-Smirnov test)和方差同质性(F-max test)。经检验,部分原始数据须经 ln 转化后能用于参数统计分析。用单向方差分析(one-way ANOVA)、协方差分析(ANCOVA)处理和比较相应的数据。描述性统计值用平均值±标准误表示,显著性水平设置为  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

蓝尾石龙子年产单窝小型柔性卵,30℃、-12 kPa条件下,卵孵化期为(21.1±0.2) d (20.2~21.9,  $n=9$ )。孵出幼体在卵孵化的 0~15 d 内,从孵化基质中吸收水分导致重量显著增大(ANOVA:  $F_{3,32}=19.65, P<0.0001$ ),孵化 15 d、10 d 和 5 d 的卵重分别是新生卵重的 2.12 倍、1.86 倍和 1.57 倍。

比较本研究蓝尾石龙子新生卵和初生幼体的成分发现:初生幼体的干重、非极性脂肪含量、能量均低于新生卵内容物;幼体灰分含量则高于新生卵内容物;孵化后卵壳的干重、灰分以及钙含量明显低于新生卵卵壳(表 1)。卵的干重、非极性脂肪和能量转化到初生幼体内的比率分别为 57.1%、38.8%、52.3%。非极性脂肪在幼体内的分配为躯干 55.9%、脂肪体 6.7%、剩余卵黄 37.4%;能量在幼体内的分配为:躯干 71.1%、脂肪体 3.2%、剩余卵黄 25.7%。初

表 1 蓝尾石龙子新生卵和初生幼体组成成分比较

|           | 新生卵 ( $n=9$ ) |           |           | 已孵卵 ( $n=9$ ) |           | ANCOVA: $F_{(1,16)}$ |           |
|-----------|---------------|-----------|-----------|---------------|-----------|----------------------|-----------|
|           | 胚胎            | 卵黄        | 卵壳        | 初生幼体          | 卵壳        |                      |           |
| 干重(mg)    | 4.6±0.2       | 135.8±3.4 | 6.5±0.3   | 82.1±2.7      | 5.7±0.1   | 154.30****           | 8.60**    |
| 非极性脂肪(mg) | 1.3±0.2       | 47.9±1.2  |           | 19.9±0.6      |           | 154.13****           |           |
| Ca (mg)   |               |           | 0.44±0.04 |               | 0.18±0.02 |                      | 40.09**** |
| 灰分重量 (mg) | 0.4±0.2       | 8.4±0.3   | 0.8±0.1   | 9.5±0.4       | 0.4±0.1   | 6.76*                | 24.86***  |
| 能量 (kJ)   | 0.09±0.01     | 3.77±0.08 |           | 2.06±0.06     |           | 264.01****           |           |

数据用矫正平均值±标准误表示,新生卵重为协变量;\*  $P<0.05$ , \*\*  $P<0.01$ , \*\*\*  $P<0.001$ , \*\*\*\*  $P<0.0001$

生幼体剩余卵黄干重占新生卵黄干重的 15.5%, 占幼体干重的 21.4%。新生卵卵壳中 50% 的灰分、59% 的钙转移至幼体中。

### 3 讨论

爬行动物卵孵化过程中, 胚胎对物质和能量的动用存在显著的种间差异<sup>[7,8]</sup>, 并且受孕内外环境因素的影响<sup>[1]</sup>。为了排除环境因素对胚胎发育过程的影响, 本文作者设置恒定的卵孵化条件(温、湿度分别为 30℃、-12 kPa), 研究蓝尾石龙子卵孵化过程中物质和能量的动用情况, 并与已研究的蜥蜴类进行比较, 以得出一些有意义的结果。

在爬行动物卵生-卵胎生连续谱中, 龟鳖类、鳄类和有鳞类壁虎科动物接近卵生一端<sup>[9]</sup>, 蓝尾石龙子位于连续谱的中点附近, 受精卵在母体输卵管内滞留时间相对较长, 卵产出时明显可见胚胎。因此, 在特定温湿度条件下, 其孵化期小于中国石龙子(*E. chinensis*)<sup>[7]</sup>、山地麻蜥(*E. brenchleyi*)<sup>[8]</sup>以及作者另文报道的北草蜥(*Takydromus septentrionalis*), 而大于极端卵胎生的中华鳖(*Pelodiscus sinensis*)<sup>[11]</sup>。

同中国石龙子一样, 蓝尾石龙子年产单窝卵, 但由于特定孵化环境下, 卵的孵化期相对较短, 其干物质、非极性脂肪和能量的转化率低于中国石龙子<sup>[7]</sup>。山地麻蜥和北草蜥年产多窝卵, 特定孵化条件下卵的孵化期高于蓝尾石龙子, 故干物质和能量的转化率相对较高。山地麻蜥(33%)和北草蜥(37%)非极性脂肪的转化率低于蓝尾石龙子的结果, 可能反映了卵内物质组分比例上的差异。

在缺乏亲代抚育的爬行动物中, 剩余卵黄是亲体投入到卵内的一部分超出胚胎发育所需的物质和能量, 用于幼体早期的生长和维持。剩余卵黄比例的大小主要取决于卵孵化过程中物质和能量的转化率。比较已被研究的蜥蜴种类, 山地麻蜥和北草蜥年产多窝卵, 卵孵化过程中物质和能量的转化率相对较高, 剩余卵黄占幼体的比例较小; 蓝尾石龙子和中国石龙子年

产单窝卵, 物质和能量的转化率相对较低, 剩余卵黄占幼体的比例较大。相对较高的物质和能量转化有利于动物较早地生长到性成熟的最小体长, 相对较多的剩余卵黄有利于幼体早期的生长和维持, 以提高后天的存活几率。物质和能量的转化率以及剩余卵黄占幼体的比例大小, 反映了特定种类在繁殖投入上所采取的策略。

卵生羊膜动物卵孵化过程中, 卵黄提供胚胎发育所需要的无机物(包括钙)是一个普遍现象。比较蓝尾石龙子孵化后卵壳和新生卵壳的灰分和钙重量发现, 新生卵卵壳中 50% 的灰分、59% 的钙转移至幼体中。说明卵壳作为胚胎的第二储库, 提供了胚胎发育所需要的无机物(包括钙)。

### 参 考 文 献

- [1] Deeming D C, Ferguson, M W J. Physiological effects of incubation temperature on embryonic development in reptiles and birds. In: Deeming D C, Ferguson M W J ed. Egg Incubation, Its Effect on Embryonic Development in Birds and Reptiles. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 147 ~ 171.
- [2] 赵尔宓, 赵肯堂, 周开亚等. 中国动物志——爬行纲第二卷·有鳞目·蜥蜴亚目. 北京: 科学出版社, 1999, 228 ~ 230.
- [3] 王培潮. 杭州四种蜥蜴的生态研究 I. 动物学杂志, 1964, 9(2): 70 ~ 85.
- [4] 王培潮. 杭州四种蜥蜴的生态研究 II. 动物学报, 1966, 18(2): 170 ~ 185.
- [5] 杜卫国, 计翔. 蓝尾石龙子的生长、两性异形及雌性繁殖. 动物学研究, 2001, 22(4): 279 ~ 286.
- [6] Du W G, Yan S J, Ji X. Selected body temperature, thermal tolerance and thermal dependence of food assimilation and locomotor performance in adult blue-tailed skinks, *Eumeces elegans*. *J Therm Biol*, 2000, 25: 197 ~ 202.
- [7] Ji X, Fu S Y, Zhang H S, et al. Material and energy budget during incubation in a Chinese skink, *Eumeces chinensis*. *Amphibia-Reptilia*, 1996, 17: 209 ~ 216.
- [8] 许雪峰, 吴义莲. 安徽乾山山地麻蜥卵孵化过程中物质和能量的变化. 动物学研究, 2003, 24(2): 106 ~ 110.
- [9] Shine R. Reptilian reproductive modes: the oviparity-viviparity continuum. *Herpetologica*, 1983, 39: 1 ~ 8.
- [10] 林植华, 计翔. 孵化温湿度对北草蜥孵化卵和孵出幼体的影响. 动物学研究, 1998, 19(6): 439 ~ 445.
- [11] 杜卫国, 计翔, 徐铤卿. 中华鳖孵化过程中物质和能量的动态. 动物学报, 2001, 47(4): 371 ~ 375.