

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

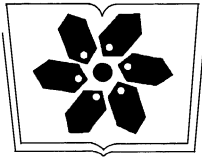
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第6期 Vol.33 No.6 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 6 期

2013 年 3 月 (半月刊)

目 次

专论与综述

- 基于遥感技术的森林健康研究综述..... 高广磊,信忠保,丁国栋,等 (1675)
Agent 农业土地变化模型研究进展..... 余强毅,吴文斌,杨 鹏,等 (1690)

个体与基础生态

- 辽东湾北部近海沙蜃的动态分布..... 王 彬,秦宇博,董 婧,等 (1701)
口虾蛄 proPO 基因全长 cDNA 的克隆与组织表达..... 刘海映,刘连为,姜玉声,等 (1713)
中缅树鼯头骨及下臼齿几何形态与环境的关系..... 朱万龙,贾 婷,黄春梅,等 (1721)
亚热带 3 种树种凋落叶厚度对其分解速率及酶活性的影响..... 季晓燕,江 洪,洪江华,等 (1731)
浙北地区常见绿化树种光合固碳特征..... 张 娇,施拥军,朱月清,等 (1740)
两种高质牧草不同生育期光合生理日变化及光响应特征..... 郭春燕,李晋川,岳建英,等 (1751)
基于 WOFOST 作物生长模型的冬小麦干旱影响评估技术..... 张建平,赵艳霞,王春乙,等 (1762)
基于线粒体 DNA 控制区的斑翅草蛉不同地理种群遗传分化研究..... 周志军,尚 娜,刘 静,等 (1770)
圈养尖吻蝾螈雌体大小、窝卵数和卵大小之间的关系..... 胡明行,谭群英,杨道德 (1778)
应用寄生蜂和不育雄虫防控田间橘小实蝇..... 郑思宁,黄居昌,叶光禄,等 (1784)
青蒿素对外生菌根真菌化感效应..... 李 倩,袁 玲,王明霞,等 (1791)

种群、群落和生态系统

- 海湾生态系统健康评价方法构建及在大亚湾的应用..... 李纯厚,林 琳,徐姗姗,等 (1798)
上升流和水团对浙江中部近海浮游动物生态类群分布的影响..... 孙鲁峰,柯 昶,徐兆礼,等 (1811)
半干旱区生态恢复关键生态系统识别——以内蒙古自治区和林县为例.....
..... 彭 羽,高 英,冯金朝,等 (1822)
太岳山油松人工林土壤呼吸对强降雨的响应..... 金冠一,赵秀海,康峰峰,等 (1832)
重庆酸雨区马尾松林凋落物特征及对干旱胁迫的响应..... 王轶浩,王彦辉,于澎湃,等 (1842)

景观、区域和全球生态

- 城市典型水域景观的热环境效应..... 岳文泽,徐丽华 (1852)
外来树种桉树引种的景观生态安全格局..... 赵筱青,和春兰 (1860)
基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究..... 施开放,刁承泰,孙秀峰,等 (1872)
大气 CO₂ 浓度升高对稻田根际土壤甲烷氧化细菌丰度的影响..... 严 陈,许 静,钟文辉,等 (1881)

资源与产业生态

- 基于可变模糊识别模型的海水环境质量评价..... 柯丽娜,王权明,孙新国,等 (1889)
亚热带养殖海湾皱瘤海鞘生物沉积的现场研究..... 闫家国,齐占会,田梓杨,等 (1900)
黄土高原典型苹果园地深层土壤氮磷钾养分含量与分布特征..... 张丽娜,李 军,范 鹏,等 (1907)

旱作农田不同耕作土壤呼吸及其对水热因子的响应..... 张丁辰,蔡典雄,代 快,等 (1916)

商洛低山丘陵区农林复合生态系统中大豆与丹参的光合生理特性..... 彭晓邦,张硕新 (1926)

外源油菜素内酯对镉胁迫下菊芋幼苗光合作用及镉富集的调控效应..... 高会玲,刘金隆,郑青松,等 (1935)

基于侧柏液流的测定对 Granier 原始公式系数进行校正 刘庆新,孟 平,张劲松,等 (1944)

研究简报

湿地自然保护区保护价值评价方法..... 孙 锐,崔国发,雷 霆,等 (1952)

干热河谷印楝和大叶相思人工林根系生物量及其分布特征..... 高成杰,唐国勇,李 昆,等 (1964)

海滨沙滩单叶蔓荆对沙埋的生理响应特征..... 周瑞莲,王 进,杨淑琴,等 (1973)

宁夏贺兰山、六盘山典型森林类型土壤主要肥力特征 姜 林,耿增超,张 雯,等 (1982)

学术争鸣

小兴安岭十种典型森林群落凋落物生物量及其动态变化..... 侯玲玲,毛子军,孙 涛,等 (1994)

中国生态学会 2013 年学术年会征稿通知 (2002)

第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)

中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 328 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 34 * 2013-03



封面图说: 亭亭玉立的白桦树——白桦为落叶乔木,可高达 25m,胸径 50cm。其树冠呈卵圆形,树皮白色,纸状分层剥离;叶三角状、卵形或菱状卵形;花单性,雌雄同株。白桦树喜光,耐严寒,对土壤适应性强,喜酸性土,沼泽地、干燥阳坡及湿润阴坡都能生长。常与红松、落叶松、山杨、蒙古栎混生。白桦的天然更新好,生长较快,萌芽强,在人为的采伐迹地或火灾、风灾等自然损毁的迹地里,往往由白桦首先进入,为先锋树种,而形成白桦次生林。白桦分布甚广,我国大、小兴安岭及长白山均有成片纯林,在华北平原和黄土高原山区、西南山地亦为阔叶落叶林及针叶阔叶混交林中的常见树种。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201202130186

胡明行, 谭群英, 杨道德. 圈养尖吻蝾螈雌体大小、窝卵数和卵大小之间的关系. 生态学报, 2013, 33(6): 1778-1783.

Hu M H, Tan Q Y, Yang D D. Relationships among female body size, clutch size, and egg size in captive *Deinagkistrodon acutus*. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(6): 1778-1783.

圈养尖吻蝾螈雌体大小、窝卵数和卵大小之间的关系

胡明行¹, 谭群英², 杨道德^{1,*}

(1. 中南林业科技大学野生动植物保护研究所, 长沙 410004; 2. 永州市异蛇科技实业有限公司, 永州 425006)

摘要:尖吻蝾螈(*Deinagkistrodon acutus*)野生资源日益枯竭, 食用和药用压力巨大, 亟需开展人工养殖。目前尖吻蝾螈的人工养殖技术还不够成熟, 大多数养殖场采用半地下室饲养尖吻蝾螈, 有关该条件下尖吻蝾螈的繁殖特性报道较少。为促进尖吻蝾螈的人工养殖, 2010 年 4—9 月, 在湖南永州市对半地下室圈养的尖吻蝾螈成体的体型指标、窝卵数、窝卵重、卵重等繁殖特征之间的关系进行了研究。结果表明: 圈养尖吻蝾螈成年雌体产单窝柔性卵, 平均窝卵数为 23.0 ± 7.8 (13—37) 枚 ($n = 23$); 将产后雌体体重和窝卵重相加记为产前雌体体重, 采用 SPSS 13.0 软件处理数据, 设置 $\alpha = 0.05$ 和 $\alpha = 0.01$, 发现产前雌体体重分别与窝卵数、窝卵重、卵重均呈显著相关性; 产前雌体体长分别与窝卵数、窝卵重、卵重无显著相关性; 窝卵数与卵重无显著相关性, 卵重分别与卵短径、卵长径均呈显著相关性。产前体重在 1000—1200 g 之间的雌蛇所产窝卵数和单枚卵重的数值均较大且最集中, 这保证了雌体繁殖输出后代的生存优势, 对尖吻蝾螈人工养殖挑选雌性种蛇有一定的指导意义。

关键词:人工养殖; 尖吻蝾螈; 繁殖特征; 剧毒蛇

Relationships among female body size, clutch size, and egg size in captive *Deinagkistrodon acutus*

HU Minghang¹, TAN Qunying², YANG Daode^{1,*}

1 Institute of Wildlife Conservation, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China

2 Yongzhou YISHE Technology Co., Ltd., Yongzhou 425006, China

Abstract: Wild populations of the five-paced pit-viper (*Deinagkistrodon acutus*) are increasingly threatened due to overhunting by local human populations, who kill the snakes mostly for food and medicinal use, and to a lesser extent for their skin to use in handiwork. Because *D. acutus* is currently classified as a highly vulnerable species in China, there is increased urgency to develop artificial breeding technology to ensure the long-term survival of the species. Although a number of farms currently breed *D. acutus* under semi-basement captive conditions, the artificial breeding technology for this species is still in its infancy, and few studies have empirically investigated the reproductive characteristics of *D. acutus*. In order to increase our understanding of the reproduction of *D. acutus*, and hence improve prospects of artificially breeding the species, we studied the body size, clutch size, clutch mass and other reproductive characteristics of adults under semi-basement captive conditions in Yongzhou City of Hunan Province from April-September 2010. We collected 42 healthy *D. acutus* (14 ♂ 28 ♀) adults and housed them in semi-basement conditions within Yongzhou YISHE Technology Co., Ltd. The snakes' housing consisted of seven cement pools (1.5 m length, 1.0 m width, 1.2 m height), which each had a 20 cm-thick layer of soil on the bottom and a nylon net covering the top. Six individuals (2 ♂ 4 ♀) were put into each pool, in which the temperature was 16—29°C and relative humidity was 78%—96%, and housed from April 15-September

基金项目:国家自然科学基金项目(31071946); 高等学校博士学科点专项科研基金课题(20104321110004); 湖南省高等学校科研基金重点项目(09A102); 国家林业局野生动植物保护管理项目(2009)

收稿日期:2012-02-13; **修订日期:**2012-08-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: csfuyydd@126.com

15. Because *D. acutus* are typical sit-and-wait foragers, adults were fed on house mice (*Mus musculus*), domestic ducks and chickens. Captive *D. acutus* mainly preyed on live, small animals during the pre-breeding period, predated on live mice, live ducklings and live chicks in decreasing order. Oviposition season was from 2—21 August, and during this time we measured female body weight after oviposition (postpartum mass), snout-vent length (SVL), tail length (TL), oviposition time, clutch size, clutch mass, egg mass, egg length, egg width and relative clutch mass (RCM). All adult females laid a single clutch (mean egg number = 23.0 ± 7.8 ; (13—37); $n = 23$) during the breeding season and maintained a larger nest egg output. Clutches were made up of eggs with flexible shells and females displayed parental care behaviors to protect them. Clutch size, clutch mass and egg mass were positively correlated with female prenatal mass, but not with female size (SVL) (using SPSS 13.0 to process data with significance level $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$, and taking the sum of both the postpartum mass and the clutch mass as the prenatal mass). Egg mass was positively correlated with egg width and egg length, but not with clutch size. From our analysis, we show that females with prenatal mass of 1000—1200g produced clutches of eggs that were more numerous and heavier, which in turn guaranteed the survival of the resulting offspring. We suggest that female prenatal mass could be a criterion used in artificial breeding programs for *D. acutus*, and selecting females with prenatal mass of 1000—1200g could help produce greater numbers of healthy young in semi-basement farms that are seeking to breed the species.

Key Words: artificial breeding; *Deinagkistrodon acutus*; reproductive characteristics; venomous snakes

卵生爬行类的繁殖特征可受一些特定因素的影响,如许多龟鳖类卵的大小受骨盆大小的限制^[1];蜥蜴类雌体大小、窝卵数和卵大小三者之间的关系因产卵频率、窝卵数、繁殖资源和竞争的季节变化而显得非常复杂^[2-5]。然而,蛇类所产卵大小不受骨盆大小的限制,且一年仅产单窝卵(仔)^[6],最适合于研究亲体大小、窝卵数和卵大小三者之间关系。窝卵(仔)数通常与亲体大小呈正相关^[7-9],但亲体大小、窝卵(仔)数对卵(仔)大小的影响仍不甚明了。在研究亲体大小、窝卵数和卵大小之间关系的同时,有不少学者在不断地研究和检验用于解释繁殖力大小的理论和模型。相对窝卵重(relative clutch mass, RCM)曾被推荐为蜥蜴类一个独特的生活史特征,期间还被用于衡量蜥蜴类繁殖力的大小^[10-12],但后来有学者证实 RCM 与繁殖力大小之间并不存在必然的相关性^[13-14],不过其值大小与蜥蜴类生态学和形态学上的某些特征有较高的相关性,如坐等式捕食模式的物种 RCM 值高,而主动捕食的物种 RCM 值低。蛇类的 RCM 值明显高于蜥蜴类,而卵生的蛇类或蜥蜴类的 RCM 值与卵胎生类相比并无明显差别,现仍缺乏有力的证据来充分解释这个问题^[15]。

目前全球种群数量超过 90% 的野生尖吻蝮分布于中国^[16],国外仅分布于越南和老挝北部,有关圈养条件下尖吻蝮的繁殖特性报道较少。为探讨尖吻蝮雌体繁殖特征之间的关系,并为验证蛇类繁殖力大小的理论和模型提供原始数据,作者对圈养条件下尖吻蝮成年雌体的繁殖特征进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验场地

2010 年 4 月 15 日,在湖南永州市收集健康的野生尖吻蝮成体 42 条(14 ♂ 28 ♀),饲养于永州异蛇科技实业有限公司蛇场 7 个半地下室的水泥地圈内(每个地圈饲养 2 ♂ 4 ♀)。地圈规格均为 1.5 m×1.0 m,高 1.2 m,圈底铺 20 cm 左右厚的泥土层,圈顶加网盖防其外逃。2010 年 4 月 15 日—9 月 15 日,地圈室温保持在 16—29 ℃,相对湿度保持在 78%—96%。

1.2 试验材料的处理

在尖吻蝮繁殖交配期间,供给干净的饮用水及大小白鼠、家养的活小鸡苗、小鸭苗等食物,等待尖吻蝮自由交配、产卵。据每日连续观察,发现其交配行为出现在 2010 年 4 月 17 日 8:10—5 月 11 日 10:51 交配行为消失,期间观察到完成交配行为的有 2 对,观察到婚舞行为 5 次。饲养至 6 月 15 日,将所有雄蛇移出,并尽量减少对怀孕雌蛇的惊扰;7 月 26 日,可明显观察到靠近雌蛇泄殖腔前部的蛇体变得膨大。每天 8:00 查看,雌

蛇正在产卵或未产完卵时则避免打扰,如整窝卵已产完则立即收集蛇卵。尖吻蝾产单窝柔性卵,且有护卵行为,在收集蛇卵之前应先已将已产完卵的雌蛇移出。

1.3 主要指标测定

所有蛇卵均在每窝卵产完后 1 d 内被收集。测量并记录产后雌体的体重、体长(SVL)、尾长(TL)、产卵时间、窝卵数、窝卵重、卵重、卵长径、卵短径。

相对窝卵重(RCM):RCM=窝卵重/(产后雌体体重+窝卵重)^[14]。因雌体产卵前应避免干扰,故作者将产后雌体体重与窝卵重之和记为产前雌体体重。

数据测量:采用软尺(0—1.5 m)及电子秤(0—5000 g,精确到 1 g)测量产卵雌体的体型特征;采用数显游标卡尺(0—200 mm 精确到 0.1 mm)及电子秤(0—1000 g,精确到 0.1 g)测量蛇卵的形态特征。

1.4 数据处理

采用 SPSS 13.0 软件处理数据,本研究涉及的参数统计方法包括线性回归、方差分析和两个变量相关分析等,显著性水平设置 $\alpha = 0.05$ 和 $\alpha = 0.01$ 。

2 结果与分析

在半地下室人工饲养的 28 条雌体中,共有 23 条雌体产卵(13—37 枚),产卵起止日期为 2010 年 8 月 2 日 8:00—8 月 21 日 15:00,共产卵 438 枚。尖吻蝾产单窝柔性卵,卵产下时胚胎已发育成型,胚胎发育历期通常超过 36 期^[17],灯检时发现未受精卵 8 枚,卵的受精率为 98.2%。对 23 条雌蛇和 23 枚卵的形态特征进行了测量(表 1)。

表 1 尖吻蝾 23 条雌体和 23 枚卵的形态特征

Table 1 Characteristics of the 23 females and the 23 eggs of *D. acutus*

相关指标 Characteristics	平均值±标准方差(范围) Mean ± SD(Range)
体长 Snout-vent length/cm	112.1 ± 7.4 (103.5—127.4)
尾长 Tail length/cm	14.3 ± 0.8 (13.9—14.7)
产后雌体体重 Postpartum mass/g	604.74 ± 96.47 (400.8—868.9)
窝卵数 Clutch size	23.0 ± 5.9 (13—37)
窝卵重 Clutch mass/g	431.78 ± 118.33 (200—606)
卵重 Egg mass/g	18.53 ± 2.04 (12—23)
卵长径 Egg length/cm	46.23 ± 0.12 (43.96—48.50)
卵短径 Egg width/cm	26.28 ± 0.10 (24.48—28.36)
相对窝卵重 Relative clutch mass	0.41 ± 0.06 (0.30—0.55)
产前雌体体重 Prenatal mass/g	1034.87 ± 175.74 (600.4—1386.7)

线性回归显示:窝卵数与产前雌体体重($r^2 = 0.614, F_{1,21} = 33.38, P < 0.01$)、窝卵重与产前雌体体重($r^2 = 0.739, F_{1,21} = 59.41, P < 0.01$)、卵重与产前雌体体重($r^2 = 0.23, F_{1,21} = 6.11, P < 0.05$),即窝卵数、窝卵重和卵重均与产前雌体体重呈显著正相关(图 1);窝卵数与雌体 SVL ($r^2 = 0.104, F_{1,21} = 2.48, P > 0.05$)、窝卵重与雌体 SVL ($r^2 = 0.117, F_{1,21} = 2.77, P > 0.05$)均无显著相关性;卵重与卵短径、卵长径均呈显著正相关(图 2),窝卵数与卵重($r^2 = 0.009, F_{1,21} = 0.185, P > 0.05$)无显著相关性。

两个变量相关性分析证实(表 2):窝卵数、窝卵重与产前雌体体重之间均呈显著正相关性;窝卵数、窝卵重与雌体 SVL 之间无显著相关性;窝卵重与卵重之间呈显著正相关性,卵重与卵长径(Pearson Correlation = 0.563)、卵重与卵短径(Pearson Correlation = 0.581)之间均呈显著相关性(两者 $P < 0.05$)。

3 讨论与建议

本研究主要结论:(1)产前尖吻蝾雌体体重分别与窝卵数、窝卵重、卵重三者呈显著相关性;(2)尖吻蝾雌体 SVL 分别与窝卵数、窝卵重、卵重无显著相关性。

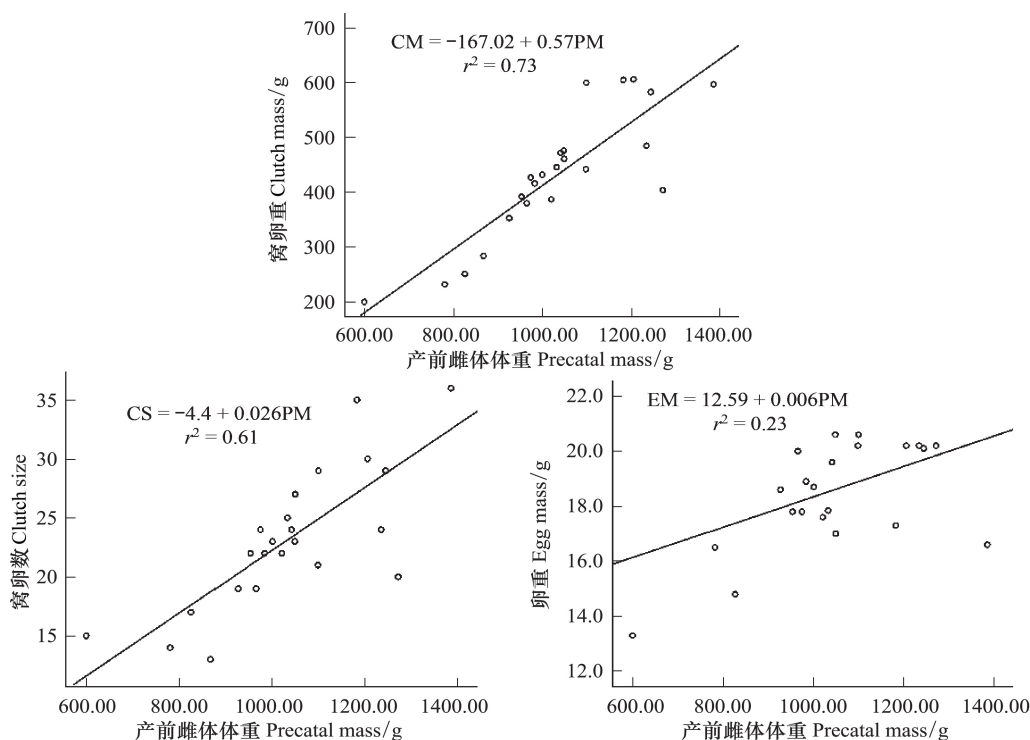


图 1 尖吻蝾产前雌体体重分别与窝卵数、窝卵重、卵重之间的关系

Fig. 1 Relationships both Prenatal mass and Clutch size, Clutch mass, Egg mass respectively in *D. acutus*

窝卵重 CM= Clutch mass; 窝卵数 CS= Clutch size; 卵重 EM= Egg mass; 产前雌体体重 PM=Precatal mss

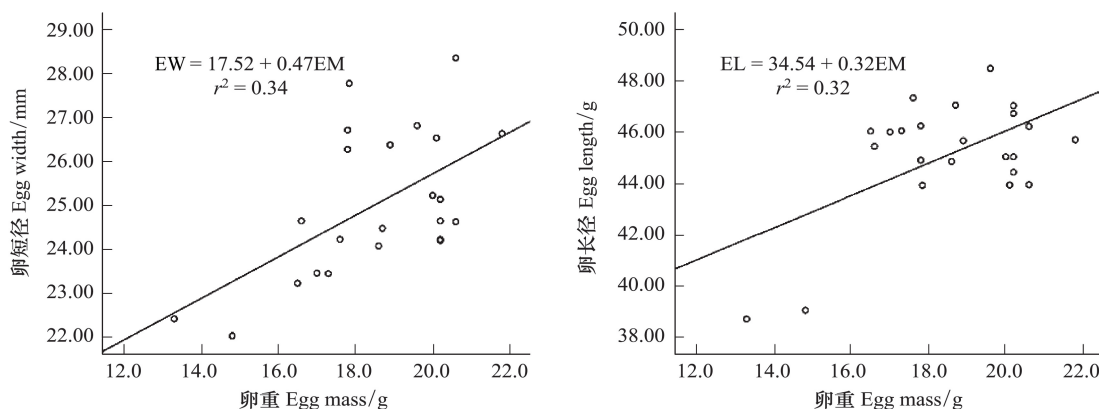


图 2 尖吻蝾卵重与卵短径、卵长径之间的关系

Fig. 2 Relationships both Egg mass and Egg length, Egg width respectively in *D. acutus*

卵短径 EW= Egg width; 卵长径 EL= Egg length; 卵重 EM= Egg mass

3.1 尖吻蝾繁殖特性

在许多爬行类中,体型大的雌性个体通过增加窝卵数或者卵(仔)重,分配更多的能量用于增加繁殖输出^[18]。本次研究结果显示:尖吻蝾产单窝柔性卵,产前雌体体重与窝卵数、窝卵重之间均呈显著相关性,尤其是产前雌体体重与窝卵数线性回归显著。以上结论通过两个变量的相关分析得到了证实,提示尖吻蝾种群通过增加窝卵数大小增加来繁殖输出,说明该群体中的雌体体重较大者具有分配出更多的能量用于增加繁殖输出的能力。

把窝卵数与雌体 SVL 数据作 ln 变换,在 SPSS 13.0 软件中进行两个变量的线性相关分析,发现尖吻蝾雌

表 2 尖吻蝾繁殖特征之间的相关性

Table 2 Correlation of the reproductive characteristics of *D. acutus*

变量 Variables	统计分析 Statistics	雌体体长 Female SVL	窝卵数 Clutch size	窝卵重 Clutch mass	卵重 Egg mass
产前雌体体重 Prenatal mass	Pearson Correlation		0.783 (**)	0.860 (**)	0.475 (*)
雌体体长 Female SVL	Pearson Correlation		0.325	0.341	0.236
窝卵数 Clutch size	Pearson Correlation	0.325	1	0.932 (**)	0.092
窝卵重 Clutch mass	Pearson Correlation	0.341	0.932 (**)	1	0.429 (*)
卵重 Egg mass	Pearson Correlation	0.236	0.092	0.429 (*)	1

** 表示 $P < 0.01$ 有显著相关性(双侧检验), * 表示 $P < 0.05$ 有显著相关性(双侧检验)

体所产窝卵数与雌体 SVL 无显著相关性($r^2 = 0.101$, $F_{1,21} = 2.37$, $P > 0.05$),这与林植华等报道的尖吻蝾窝卵数与雌体 SVL(数据均用 \log_e 转化)呈显著正相关的结果不相同^[19],与计翔等报道的舟山眼镜蛇(*Naja atra*)的窝卵数与雌体大小(SVL)呈显著正相关的结果不相同^[20],亦与卵胎生的短尾蝾(*Glyptothorax brevicaudus*)窝卵数与雌体大小(SVL)呈显著正相关的结果不相同^[21],作者认为这与试验对象的样本数不足,个体差异不大,没有包括较小和较大的性成熟雌体有关,故本研究中以尖吻蝾雌体的 SVL 大小来权衡窝卵数的数据优势不明显。黄松等报道尖吻蝾在中国有 4 个局部种群:黄山、浙江种群,武夷山种群,中部种群(江西、湖南等地),西部种群(重庆、贵州、广西等地)^[16],本研究结果与林植华等报道的不同,很可能是样本量不是很大造成的,是否还与局部种群的地域性差异有关,还有待于进一步的研究。尖吻蝾窝卵重与雌体 SVL 无显著相关性,窝卵数与卵重无显著相关性(表 2),这与计翔等有关浙江 5 种游蛇的研究结果相同^[22]。

3.2 尖吻蝾 RCM 值

Seigel 和 Fitch 提出假说“坐等式捕食模式蛇类的 RCM 值高而主动捕食模式蛇类的 RCM 值低”^[15],并在 97 种(亚种)蛇类中得到了验证,同时显示在相同的捕食模式下,卵生蛇类较卵胎生蛇类的 RCM 均值高。尖吻蝾为卵生坐等式捕食模式蛇种^[23],其 RCM 均值为 0.41;与同属蝾科且为坐等式捕食模式的 14 种卵生蛇类相比,尖吻蝾的 RCM 均值除与岩响尾蛇(*Crotalus lepidus*)的相等外,高于其余 13 种^[15]。虽然尖吻蝾 RCM 值的大小并不代表其繁殖力的强弱,但由其计算公式 $RCM = \text{窝卵重} / (\text{产后雌体体重} + \text{窝卵重})$ 可推知,当 RCM 值接近 0.5,产后雌体体重几乎等于窝卵重,即蛇种可通过增加窝卵重来达到较高的繁殖输出;通过测量统计,为验证蛇类繁殖力大小的理论和模型提供了原始数据。

3.3 人工养殖建议

窝卵数多、单枚卵大,能保证雌体繁殖输出后代的生存优势。尖吻蝾产前雌体体重与窝卵数、卵重之间均呈显著正相关,且产前体重在 1000—1200 g 的雌蛇所产窝卵数、单枚卵重两者的数值较大且最集中。这表明在人工养殖尖吻蝾时,可将体重作为选择雌体种源的重要参考标准。选择体重 1000—1200 g 的雌体作为种源能取得较好的窝卵数输出,并能降低种源购买成本。坐等式捕食模式的蛇类在人工饲养条件下,对空间的要求相对较小,人工饲养尖吻蝾只要满足其捕食及饮水等需要即可,不需要较大的活动场地。

在湖南永州市半地下室人工圈养尖吻蝾,雌雄按 2:1 配比,可明显地观察到部分个体出现交配行为,所产卵的受精率高达 98.2% (未考虑野外采集的雌蛇在配对之前是否就已受精或体内储存有精液)。这表明半地下室圈养尖吻蝾的方法可行,可保证较高的产卵受精率,半地下室圈养环境的温湿度与野生尖吻蝾栖息环境的温湿度极为相似,产卵后一个月内的温度恒定在 28 ℃,非常适宜于蛇卵的孵化,尖吻蝾种蛇可在该条件下进行大量人工试养。

致谢:南京师范大学计翔教授对写作给予帮助,特此致谢。

References:

- [1] Congdon J D, Gibbons J W. Morphological constraint on egg size: a challenge to optimal egg size theory? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1987, 84(12): 4145-4147.

- [2] Ferguson G W, Bohlen C H. Demographic analysis: a tool for the study of natural selection of behavioral traits // Greenberg N, MacLean P D, eds. Behavior and Neurobiology of Lizards. Washington DC: Department of Health Education and Welfare Publish, 1978: 227-243.
- [3] Ferguson G W, Snell H L. Endogenous control of seasonal change of egg, hatchling, and clutch size of the lizard *Sceloporus garmani*. Herpetologica, 1986, 42(2): 185-191.
- [4] Ferguson G W, Brown K L, Demarco, V G. Selective basis for the evolution of variable egg and hatchling size in some iguanid lizards. Herpetologica, 1982, 38(1): 178-188.
- [5] Nussbaum R A. Seasonal shifts in clutch size and egg size in the side-blotched lizard, *Uta stansburiana* Baird and Girard. Oecologia (Berlin), 1981, 49(1): 8-13.
- [6] Fitch H S, Plummer M V. A preliminary ecological study of the soft-shelled turtle *Trionyx muticus* in the Kansas River. Israel Journal Zoology, 1975, 24(1): 28-42.
- [7] Fitch H S. Variation in Clutch and Litter Size in New World Reptiles. University of Kansas. Museum of Natural History Miscellaneous Publication No. 76, 1985: 29-47.
- [8] Seigel R A, Ford N B. Reproductive ecology // Seigel R A, Collins J T, Novak S S, eds. Snakes: Ecology and Evolutionary Biology. New York: Macmillan. 1987: 210-252.
- [9] Ford N B, Seigel R A. Relationships among body size, clutch size, and egg size in three species of oviparous snakes. Herpetologica, 1989, 45(1): 75-83.
- [10] Pianka E R, Parker W S. Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*. Copeia, 1975, 1975(1): 141-162.
- [11] Martin R F. Variation in reproductive productivity of range margin tree lizards (*Urosaurus ornatus*). Copeia, 1977, 1977(1): 83-92.
- [12] Droge D L, Jones S M, Ballinger R E. Reproduction of *Holbrookia maclata* in western Nebraska. Copeia, 1982, 1982(1): 356-362.
- [13] Vitt L J. Lizard reproduction: Habitat specificity and constraints on relative clutch mass. American Naturalist, 1981, 117(4): 506-514.
- [14] Vitt L J, Price H J. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. Herpetologica, 1982, 38(1): 237-255.
- [15] Seigel R A, Fitch H S. Ecological patterns of relative clutch mass in snakes. Oecologia, 1984, 61(3): 293-301.
- [16] Huang S, He S P, Peng Z G, Zhao K, Zhao E M. Molecular phylogeography of endangered sharp-snouted pitviper (*Deinagkistrodon acutus*; Reptilia, Viperidae) in Mainland China. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2007, 44(3): 942-952.
- [17] Zehr D R. Stages in the normal development of the common garter snake, *Thamnophis sirtalis sirtalis*. Copeia, 1962, 1962(4): 322-329.
- [18] Ford N B, Killebrew D K. Reproductive tactics and female body size in Butler's garter snake, *Thamnophis butleri*. Journal Herpetology, 1983, 17(3): 271-275.
- [19] Lin Z H, Ji X, Luo L G, Ma X M. Incubation temperature affects hatching success, embryonic expenditure of energy and hatchling phenotypes of a prolonged egg-retaining snake, *Deinagkistrodon acutus* (Viperidae). Journal of Thermal Biology, 2005, 30(4): 289-297.
- [20] Ji X, Du W G, Qu Y F, Lin L H. Nonlinear continuum of egg size-number trade-offs in a snake: is egg-size variation fitness related? Oecologia, 2009, 159(4): 689-696.
- [21] Gao J F, Qu Y F, Luo L G, Ji X. Evolution of reptilian viviparity: A test of the maternal manipulation hypothesis in a temperate snake, *Gloydius brevicaudus* (Viperidae). Zoological Science, 2010, 27(3): 248-255.
- [22] Ji X, Sun P Y, Xu X F, Du W G. Relationships among body size, clutch size, and egg size in five species of oviparous colubrid snakes from Zhoushan Islands, Zhangjiang, China. Acta Zoologica Sinica, 2000, 46(2): 138-145.
- [23] Lin Z H, Fan X L, Ji X. The predatory strike behavior of two species of hatchling poisonous snakes, *Deinagkistrodon acutus* and *Naja atra*. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(9): 2261-2269.

参考文献:

- [22] 计翔, 孙平跃, 许雪峰, 杜卫国. 浙江舟山五种卵生游蛇科动物个体大小、窝卵数和卵大小之间的关系. 动物学报, 2000, 46(2): 138-145.
- [23] 林植华, 樊晓丽, 计翔. 尖吻蝥和舟山眼镜蛇初生幼体的捕食性攻击行为. 生态学报, 2010, 30(9): 2261-2269.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 6 March, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Review and Monograph

- Forest health studies based on remote sensing: a review GAO Guanglei, XIN Zhongbao, DING Guodong, et al (1675)
- Progress of agent-based agricultural land change modeling: a review YU Qiangyi, WU Wenbin, YANG Peng, et al (1690)

Autecology & Fundamentals

- Dynamic distribution of *Nemopilema nomurai* in inshore waters of the northern Liaodong Bay, Bohai Sea
..... WANG Bin, QIN Yubo, DONG Jing, et al (1701)
- Full length cDNA cloning and tissue expression of prophenoloxidase from *Oratosquilla oratoria*
..... LIU Haiying, LIU Lianwei, JIANG Yusheng, et al (1713)
- Morphometrics investigation of the skulls, mandibles and molar in *Tupaia belangeri* from Yunnan, Guizhou, Guangxi
..... ZHU Wanlong, JIA Ting, HUANG Chunmei, et al (1721)
- Effects of litter thickness on leaf litter decomposition and enzyme activity of three trees in the subtropical forests
..... JI Xiaoyan, JIANG Hong, HONG Jianghua, et al (1731)
- The photosynthetic carbon fixation characteristics of common tree species in northern Zhejiang
..... ZHANG Jiao, SHI Yongjun, ZHU Yueqing, et al (1740)
- Diurnal changes in the photosynthetic characteristics of two high yield and high quality grasses during different stages of growth
and their response to changes in light intensity GUO Chunyan, LI Jinchuan, YUE Jianying, et al (1751)
- Evaluation technology on drought disaster to yields of winter wheat based on WOFOST crop growth model
..... ZHANG Jianping, ZHAO Yanxia, WANG Chunyi, et al (1762)
- Genetic diversity of *Conocephalus maculatus* of different geographic populations based on mitochondrial DNA control region analysis ...
..... ZHOU Zhijun, SHANG Na, LIU Jing, et al (1770)
- Relationships among female body size, clutch size, and egg size in captive *Deinagkistrodon acutus*
..... HU Minghang, TAN Qunying, YANG Daode (1778)
- The field control of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) with parasitoid and sterile male
..... ZHENG Sining, HUANG Juchang, YE Guanglu, et al (1784)
- Allelopathic effects of artemisinin on ectomycorrhizal fungi LI Qian, YUAN Ling, WANG Mingxia, et al (1791)

Population, Community and Ecosystem

- Establishment of integrated methodology for bay ecosystem health assessment and its application in Daya Bay
..... LI Chunhou, LIN Lin, XU Shannan, et al (1798)
- The influence of upwelling and water mass on the ecological group distribution of zooplankton in Zhejiang coastal waters
..... SUN Lufeng, KE Chang, XU Zhaoli, et al (1811)
- Identification of key ecosystem for ecological restoration in semi-arid areas: a case study in Helin County, Inner Mongolia
..... PENG Yu, GAO Ying, FENG Jinzhao, et al (1822)
- The great rainfall effect on soil respiration of *Pinus tabulaeformis* plantation in Taiyue Mountain
..... JIN Guanyi, ZHAO Xiuhai, KANG Fengfeng, et al (1832)
- The litter-fall characteristics and their response to drought stress in the Masson pins forests damaged by acid rain at Chongqing,
China WANG Yihao, WANG Yanhui, YU Pengtao, et al (1842)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Thermal environment effect of urban water landscape YUE Wenzhe, XU Lihua (1852)
- Landscape ecological security pattern associated with the introduction of exotic tree species *Eucalyptus*
..... ZHAO Xiaoqing, HE Chunlan (1860)
- Ecological balance between supply and demand in Chongqing City based on cultivated land ecological footprint method
..... SHI Kaifang, DIAO Chengtai, SUN Xiufeng, et al (1872)
- Effect of elevated CO₂ on methanotrophs in the rhizosphere of rice plant YAN Chen, XU Jing, ZHONG Wenhui, et al (1881)

Resource and Industrial Ecology

- The seawater environment quality evaluation research base on variable fuzzy pattern recognition model KE Lina, WANG Quanming, SUN Xinguo, et al (1889)
- An *in situ* study on biodeposition of ascidian (*Styela plicata*) in a subtropical aquaculture bay, southern China YAN Jiaguo, QI Zhanhui, TIAN Ziyang, et al (1900)
- Distribution of soil NPK nutrient content in deep soil profile of typical apple orchards on the Loess Plateau ZHANG Lina, LI Jun, FAN Peng, et al (1907)
- Soil respiration and its responses to soil moisture and temperature under different tillage systems in dryland maize fields ZHANG Dingchen, CAI Dianxiong, DAI Kuai, et al (1916)
- Photosynthetic characteristics of soybean and salvia in an agroforestry system in the Hilly Region, Shangluo, China PENG Xiaobang, ZHANG Shuoxin (1926)
- Regulation of exogenous brassinosteroid on growth and photosynthesis of *Helianthus tuberosus* seedlings and cadmium biological enrichment under cadmium stress GAO Huiling, LIU Jinlong, ZHENG Qingsong, et al (1935)
- Calibration coefficients of Granier original formula based on sap flow of *Platycladus orientalis* LIU Qingxin, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (1944)

Research Notes

- An evaluation index system classifying the conservation value of wetland nature reserves based on AHP SUN Rui, CUI Guofa, LEI Ting, et al (1952)
- Root biomass and its distribution of *Azadirachta indica* and *Acacia auriculiformis* plantations in the Dry-hot Valley GAO Chengjie, TANG Guoyong, LI Kun, et al (1964)
- Physiological response of *Vitex trifolia* to sand burial in the sand coast ... ZHOU Ruilian, WANG Jin, YANG Shuqin, et al (1973)
- Soil fertility under different forest types in the Helan and Liupan Mountain ranges of Ningxia Province JIANG Lin, GENG Zengchao, ZHANG Wen, et al (1982)

Opinions

- Dynamic of litterfall in ten typical community types of Xiaoxing'an Mountain, China HOU Lingling, MAO Zijun, SUN Tao, et al (1994)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 6 期 (2013 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 6 (March, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元