

文章编号: 1000-5692(2006)06-0608-06

扬子鳄发情期昼间行为时间分配及活动节律

鲁庆彬^{1,2}, 王小明², 亩中², 李新庆²

(1. 浙江林学院 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300; 2. 华东师范大学 生命科学学院, 上海 200062)

摘要: 2004年5~6月, 在安徽扬子鳄国家级保护区红星保护点, 对发情期的扬子鳄(*Alligator sinensis*)进行了昼间行为时间分配和活动节律的研究。扬子鳄的行为谱包括游动、晒阳、停息、吼叫和交配等。就所观察到的几种主要行为统计发现, 从7:00到19:00, 扬子鳄昼间游动行为占有最大的百分率, 达到(34.30±26.27)%; 其次是停息行为, 为(30.44±18.50)%; 再次为晒阳和吼叫行为, 分别为(21.04±32.95)%和(14.16±18.97)%。游动行为各时段占有的百分率比较接近, 为26.47%~44.83%, 但在游动过程中, 它们并不是始终保持一种姿势游泳。停息行为存在2个高峰期, 分别为9:00~11:00和17:00~19:00时间段; 晒阳行为出现在6月3日以后, 仅有1个高峰期(11:00~13:00)。吼叫行为的高峰期出现在7:00~9:00时间段; 结合夜晚记录发现, 21:00~23:00时间段也是一个吼叫高峰。扬子鳄的吼叫次数与水温差存在一定的关系, 吼叫次数最多的水温差为3.5℃, 在1.5~3.5℃吼叫最频繁。笔者认为, 该时期扬子鳄的活动行为主要受繁殖因素的影响。图3参36

关键词: 动物学; 扬子鳄; 行为; 活动节律; 发情期

中图分类号: Q958.1; S718.61 **文献标识码:** A

扬子鳄 *Alligator sinensis* 又称鼉、土龙、猪婆龙等^[1,2], 是我国特有的国家一级保护动物, 属于爬行纲 Reptilia 鳄目 Crocrodilia 鼉科 Alligatoridae 鼉属 *Alligator*, 现主要分布于皖南的宣州、朗溪等县(市)以及浙江西北少量地区^[3~5]。扬子鳄是现存世界23种鳄类中2种淡水鳄之一。由于其野外的物种资源数量极少, 被列为全球鳄类保护计划之首^[6], 现已被世界自然保护联盟(IUCN)的鳄类专家组确认为世界上最濒危的鳄类之一^[7]。保护野生扬子鳄是我国保护工作者迫在眉睫的大事情, 但是最有效的保护工作必须建立在对其野生种群生态学基础信息有一个全面客观认识的基础上。虽然20世纪80年代以来对野生扬子鳄种群做过一些研究工作, 主要包括组织胚胎解剖学^[8~10]、种群数量繁殖及生存状况^[5,11,12]等方面, 有关野生扬子鳄种群的生物信息与其他鳄类研究比较仍然十分匮乏^[6,13], 尽管有饲养条件下种群行为学研究方面的报道^[14,15], 但野生种群行为节律的定量研究还很缺乏^[16]。动物的活动节律研究, 可提供动物的营养状况、社会地位和社会压力等重要的生物学信息, 因而是描述动物个

收稿日期: 2006-03-06; 修回日期: 2006-05-25

基金项目: 教育部跨世纪优秀人才培养计划资助项目(2003); “十五”“211工程”重点学科建设子项目; 浙江林学院人才启动基金项目(2351000579)

作者简介: 鲁庆彬, 副教授, 博士, 从事生态学和保护生物学研究。E-mail: lqbin190@zjfc.edu.cn. 通信作者: 王小明, 教授, 博士, 博士生导师, 从事分子生态学和种群生态学等研究。E-mail: xmwang@ecnu.edu.cn

体和群体状况有用的工具^[17, 18]。因此, 2004 年 5~6 月, 笔者对安徽省扬子鳄国家级自然保护区的一个保护点野生种群的行为节律进行了研究, 试图增加对野生扬子鳄种群的了解, 为有关部门的保护和管理工作提供一定的科学参考。现将结果报道如下。

1 研究地点与方法

1.1 研究地点

研究地点设在安徽扬子鳄国家级自然保护区红星保护点, 30°46'N, 118°41'E, 位于安徽省宣城市周王镇碧田村, 主要由一个面积为 814 hm² 的水库构成。水库是 1957 年人工建成的, 一面靠山丘, 三面临水田或农民住宅区, 水库中央有 2 个植被茂盛的小岛, 面积分别约为 500 m² 和 30 m²。水库的西面是一座茂密的阔叶林山丘, 主要植物种类有刺槐 *Robinia pseudoacacia*, 桑 *Morus alba*, 杉木 *Cunninghamia lanceolata* 等, 还生长着一些竹类, 山丘面积有约 0.15 km²; 东面为农民居住区, 近水库边为灌木丛; 南面是大片的农田, 近水库边有一片平坦的陆地, 杂草丛生; 北面是拦河大坝, 平缓的坡面生有许多杂草。据研究, 该保护点有野生扬子鳄 10 条左右, 是现有野生扬子鳄个体数量最多的分布地点之一^[5]。

该保护点属于山地丘陵区, 地处亚热带, 季风气候影响显著, 四季分明, 雨水适中, 无霜期长; 年平均气温为 15.9 °C, 最冷月为 1 月, 平均 2.5 °C, 极端最低气温 -13.7 °C, 最热月为 7 月, 平均气温 29.1 °C, 极端最高气温 41.7 °C; 年均降水量为 1 180 mm, 年均相对湿度 79%^[19]。水库中水生生物比较丰富, 主要有鱼类、龟鳖类、甲壳类、软体动物以及一些昆虫的幼虫。它们是野生扬子鳄的重要食物资源。

1.2 研究方法

2004 年 5~6 月, 每天 7:00~22:00 观察, 采用瞬时扫描取样方法^[20], 每隔 10~20 min 观察水库中所见个体的行为状态, 并用温度计测定水温和气温, 熟悉并掌握扬子鳄的行为类型和活动规律, 共计观察 225 h。在不干扰扬子鳄活动的情况下, 利用双筒望远镜观察, 并进行巡视, 夜晚还采用灯光计数法统计。以此为依据, 笔者制定了扬子鳄的行为活动谱。

将扬子鳄昼间各种行为发生的时间进行统计, 计算出时间百分比和标准偏差, 从而得出行为时间分配。笔者采用具体时间段内的各种行为频次百分率进行统计, 以便得出具体某一时段的行为节律数据。检验时, 以每天观察记录的数据为一个样方, 由于数据不符合正态分布, 故利用非参数检验对扬子鳄的昼间不同行为间进行差异显著性检验, 并分析与水温的关系, 显著性水平设置为 $\alpha=0.05$ 。所有数据处理均在 Microsoft Excel 2000 和 SPSS 11.5 for Windows 软件包上进行。

2 研究结果

2.1 扬子鳄的行为谱

游动 (swimming): 指扬子鳄的躯体在水中游泳的过程, 其游泳的方式有浮头、露背或者既浮头又露背等。

晒太阳 (basking): 指扬子鳄爬上岸来, 在太阳照射到的草丛中静卧, 头略向上抬, 嘴微微张开, 通常背部向上而腹部向下, 离岸距离约 1~2 m。

停息 (resting): 指扬子鳄在岸边或小岛边静止不动, 身体所处状态不发生改变的行为, 头部漂浮在水面上, 有时背部也露出水面, 但大部分身体仍在水中。

吼叫 (bellowing): 指扬子鳄在水域中, 经常在不能观察的某个地方, 发出沉闷的叫声, 持续时间仅几十秒钟, 每次叫一至十几声不等。

交配 (mating): 指扬子鳄繁殖的行为, 通常在水中进行, 雄性爬上雌性的背部, 雌雄鳄鱼头向上抬起, 雌性的尾部也向上举, 从而弯曲成一个弓形, 持续时间为 1 min 左右。

2.2 扬子鳄的昼间行为时间分配

扬子鳄的某些行为无法观察到 (如洞内行为和水下行为等), 交配行为也仅在 5 月 29 日观察到 1

次, 无统计意义。在调查期间, 由于晚上 19: 00 以后, 天色暗下来无法进行正常的观察, 虽有灯光记述, 但具体行为观察存在一定困难, 所以笔者分析 7: 00~19: 00 的数据, 就所观察到的几种主要行为统计发现, 扬子鳄昼间游动行为占有最大的百分率, 达到 $(34.30 \pm 26.27)\%$; 其次是停息行为, 占百分率为 $(30.44 \pm 18.50)\%$; 再次为晒阳和吼叫行为, 分别占百分率为 $(21.04 \pm 32.95)\%$ 和 $(14.16 \pm 18.97)\%$ (图 1)。

分析发现, 从 7: 00~22: 00, 扬子鳄的吼叫次数与水温差存在一定的关系, 观察期间的平均水温差是 $(2.75 \pm 1.80)^\circ\text{C}$, 平均吼叫次数是 (5.42 ± 10.52) 次 (图 2)。其中, 吼叫次数最多的水温差为 3.5°C 。在 $1.5 \sim 3.5^\circ\text{C}$, 扬子鳄的吼叫最频繁。同时, 笔者也发现, 扬子鳄的晒阳行为出现在 6 月 3 日以后, 该日最高气温达 29°C , 高于以前各日。

2.3 扬子鳄昼间行为节律

从 7: 00~19: 00, 扬子鳄的 4 种主要行为 (停息、游动、晒阳和吼叫) 各时段所占百分率呈现一定的波动性 (图 3)。而且不同行为的昼间变动规律存在极显著的差异性 (Kruskal Wallis Test 检验: $\chi^2 = 11.532$, $P = 0.009$, $d_f = 3$)。其中, 游动行为各时段占有的百分率比较接近, 为 $26.47\% \sim 44.83\%$, χ^2 检验不显著 ($\chi^2 = 6.9065$, $P = 0.2277$, $d_f = 5$); 停息行为存在 2 个高峰期, 分别在 9: 00~11: 00 和 17: 00~19: 00; 晒阳行为出现 1 个高峰期, 位于 11: 00~13: 00; 吼叫行为表现较为复杂, 据我们的观察, 7: 00~9: 00 和 21: 00~23: 00 这 2 个时间段是其高峰期。

尽管停息行为和吼叫行为都有 2 个高峰期, 但通过 Mann-Whitney U 检验, 它们之间差异极显著 ($U = 46.500$, $z = -2.778$, $P = 0.005$)。游动行为有 2 种不同的方式, 分别是浮头游和露背游, 两者之间也不存在差异性 (Mann-Whitney U 检验: $U = 79.500$, $Z = -1.387$, $P = 0.166$), 但却存在一定的相关性 (Pearson Correlation 检验: $R = 0.556$, $P = 0.028$, $N = 15$)。说明扬子鳄在游动过程中总是一会儿浮头, 一会儿浮背, 或者既浮头又露背, 不是始终保持一种游泳姿势。

除此之外, 笔者还记录了夜间的吼叫行为的次数, 结果发现在晚上 21: 00~23: 00 时间段平均吼叫次数高于其他任何时段。

3 讨论

取食行为是动物最重要的行为之一, 因为这是动物能够生存下来的基础和条件。野生成年扬子鳄以鱼、虾、螺、蚌等为食^[21], 它们通常浮出水面, 四处捕食^[22]。笔者调查发现扬子鳄在取食过程中, 主要是在池塘边的浅水区进行。对其他鳄类也有类似报道^[23]。鉴于此, 笔者认为, 如果扬子鳄白天

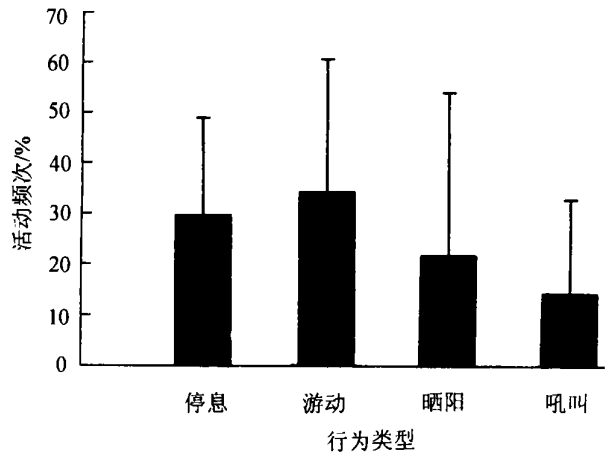


图 1 扬子鳄各种活动行为的比较 (7: 00~19: 00)

Figure 1 Comparison among the different behaviors of *Alligator sinensis*

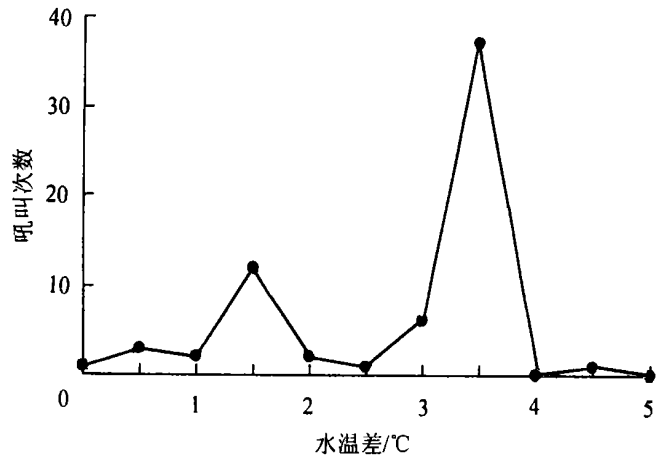


图 2 吼叫次数与水温差的关系 (7: 00~22: 00)

Figure 2 Relation between bellowing times and difference in water temperature

有捕食活动, 就必然能观察到。那么白天不能见到扬子鳄取食行为的唯一解释只能是其主要捕食时间不在白天, 而在晚上。这一结论与陈壁辉^[22]的报道颇为一致, 他认为扬子鳄的捕食活动开始于黄昏。既然如此, 扬子鳄白天的主要活动方式之一——四处游动就可能不是为了取食。在比较温暖的发情期, 尽管最大温差达 5.5 °C, 但扬子鳄每天各时段的游动时间百分率差异不大(图 3), 说明扬子鳄的这种行为可能受温度影响不大。扬子鳄属变温性爬行动物, 尽管在爬行动物中是高等类群, 其生理机能及代谢仍然受温度季节变化的影响, 呈现出季节周期性的变化^[22, 24]。由此看来, 扬子鳄的游动行为可能也不是为了增加体温, 即像一些陆生动物那样通过运动来保持体温恒定^[25, 26]。笔者推测, 发情期扬子鳄的游动可能与繁殖有关, 因为它们的交配一般于 5 月下旬开始, 6 月初进入高潮, 6 月上旬结束^[24]。笔者在 5 月 29 日也观察到一次交配行为。由于游动行为在每天的活动行为中占最大比例, 所以发情期与繁殖有关的行为占主要地位。

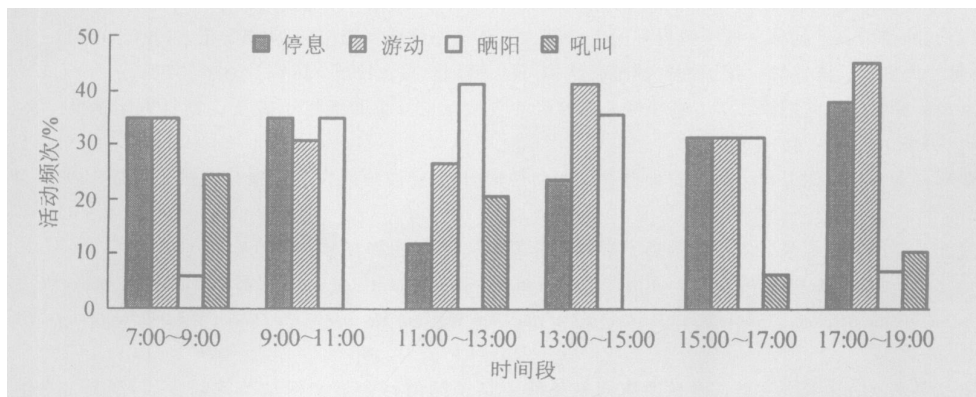


图 3 扬子鳄昼间各种活动行为的节律

Figure 3 Diurnal activity rhythm of *Alligator sinensis* in the different behaviors

许多动物在繁殖季节有领域性行为, 特别是在鸟类和哺乳类中常见。有研究认为, 扬子鳄在自然界中任何时候都有领域性行为特征^[27, 28]。在繁殖季节, 扬子鳄的游动行为可能是在巡视自己的领域, 雄性个体通过这种方式不仅是为了保护自己的领域, 而且可以增大找到配偶的机会, 这有待进一步观察研究。

据研究, 听觉通讯除了具有吸引异性和保护领域的功能外, 还可能与配偶的维持、社群关系的保持及食物资源的保护等有关^[29]。扬子鳄的吼叫作为一种听觉通讯行为, 也是个体间通讯与信息交流的重要工具之一。尽管在非繁殖期扬子鳄也有吼叫行为^[14], 但是繁殖期的吼叫行为是与其繁殖行为密切相关的, 这在密河鳄 *Alligator mississippiensis* 中已经得到证实^[30]。由于在野外很少发现扬子鳄有情斗现象^[31], 即雄性对雌性的竞争不激烈^[19]。因此, 繁殖期扬子鳄的吼叫行为具有特别重要的意义, 它一方面可以警告竞争者表明自己的存在, 同时也能吸引异性的注意, 增大交配的机会。这一现象也存在于某些哺乳类中。吼叫作为一种相对较低的耗能方式, 既能宣扬自身实力和优势地位, 又能威吓潜在的竞争对手, 可以避免不必要的争斗^[32, 33]。

研究发现, 吼叫高峰期主要发生在扬子鳄出洞活动的高潮时段, 即 7:00~9:00 和 21:00~23:00。Vliet^[3]在对密河鳄的研究中认为, 在繁殖期, 频繁的吼叫是为了保护自己的领域和排斥同性。在 7:00~9:00 时间段, 扬子鳄要出洞晒太阳, 这就增加了相遇的几率, 为保护领地, 甚至是为争夺晒太阳地, 它们可能会发出连续的吼叫声。据报道, 扬子鳄晚上活动量较大, 这些活动主要是捕食^[22]。但是在繁殖季节, 特别是 5 月下旬至 6 月上旬, 捕食成为次要角色, 争夺配偶占有绝对重要的地位。这种现象在鸟类和哺乳类中很普遍, 为了获得交配权, 雄性个体的体质量会明显下降^[34~36]。因此, 21:00~23:00 的高峰记录可说明, 该时段也可能是扬子鳄交配活动的高峰期, 它们通过吼叫来保卫自己的领域, 降低其他外来个体入侵的可能性。

参考文献:

- [1] 文焕然, 黄祝坚, 何业恒, 等. 试论扬子鳄的地理变迁[J]. 湘潭大学学报: 自然科学版, 1981, 4(1): 1-12.
- [2] 张孟闻, 宗愉, 马积藩. 中国动物志: 爬行纲 第1卷 总论 龟鳖目 鱉形目[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 陈壁辉. 扬子鳄[M] //汪松, 赵尔宓. 中国濒危动物红皮书——两栖类和爬行类. 北京: 科学出版社, 1998: 311-319.
- [4] THORBJARNARSON J, WANG X M. The conservation status of the Chinese alligator[J]. *Oryx*, 1999, 33(2): 152-159.
- [5] 丁由中, 王小明, 何利军, 等. 野生扬子鳄种群数量及栖息地现状研究[J]. 生物多样性, 2001, 9(2): 102-108.
- [6] THORBJARNARSON J. *Cocodiles: An Action Plan for Their Conservation* [R]. Gland: IUCN, 1992.
- [7] JELDEN D. Speech at the opening ceremony of the international workshop on protection and reintroduction of Chinese alligator[M] //Department of Wildlife Conservation State Forestry Administration, P R China. *Status and Future of Conservation for Chinese Alligator and Cocodiles in the World*. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 2002: 7-9.
- [8] 华田苗, 陈壁辉, 王朝林. 扬子鳄内耳的组织结构及其早期胚胎发育[J]. 动物学报, 1994, 40(1): 75-82.
- [9] 潘鸿春, 唐剑云, 陈壁辉. 扬子鳄肾的超微结构[J]. 解剖学报, 1995, 26(4): 436-438.
- [10] 张家兴, 黄学应, 何娟娟, 等. 扬子鳄心脏神经 Y 免疫反应纤维和细胞分布[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2001, 27(6): 657-660.
- [11] 陈壁辉, 李炳华, 谢万树. 扬子鳄种群数量变动初探[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 1981, 4(1): 40-42.
- [12] 李成元, 邵民, 朱红星, 等. 中国扬子鳄物种资源现状[J]. 生物多样性, 1996, 4(2): 83-86.
- [13] WAN Z M, GU C M, WANG X M, et al. Conservation, management and farming of crocodiles in China [C] //IUCN-The world Conservation Union. *Crocodiles, Proceedings of the 14th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*. Gland: IUCN, 1998.
- [14] 张方, 吴孝兵, 朱家龙, 等. 夏秋两季饲养条件下扬子鳄的行为谱和活动节律初步研究[J]. 水生生物学报, 2005, 29(5): 488-494.
- [15] 张方, 吴孝兵, 孟维志, 等. 人工饲养条件下扬子鳄的巢穴和产卵行为[J]. 动物学研究, 2006, 27(2): 151-156.
- [16] 吴建盛, 王小明. 野生条件下扬子鳄的吼叫规律[J]. 动物学研究, 2004, 25(4): 281-286.
- [17] TESTER J R, FIGALA J. Effects of biological and environmental factors on activity rhythms of wild animals [M] //HAYVES D K, PAULY J E, REITER R J. *Cronobiology: Its Role in Clinical Medicine, General Biology and Agriculture*. New York: Wiley, 1990: 809-819.
- [18] BERGER A, SCHEIBE K-M, EICHHORN K, et al. Diurnal and ultradian rhythms of behaviour in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions[J]. *Appl Anim Behav Sci*, 1999, 64(1): 1-17.
- [19] 朱红星. 扬子鳄——野生种群的观察[J]. 四川动物, 1997, 16(1): 40-41.
- [20] 鲁庆彬, 王小明, 王正寰. 四川省石渠县藏原羚秋季采食行为特征[J]. 动物学研究, 2004, 25(6): 469-476.
- [21] 陈壁辉, 李炳华. 扬子鳄生态学初步观察[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 1979, 2(1): 69-78.
- [22] 陈壁辉, 花兆合, 李炳华. 扬子鳄[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1985: 205-215.
- [23] HERRON J C, EMMONS L H, CADLE J E. Observations on reproduction in the black caiman *Melanosuchus niger* [J]. *J Hepetol*, 1990, 24(3): 314-316.
- [24] 汪仁平, 周应健, 王朝林, 等. 扬子鳄生活习性与环境温度的关系[J]. 动物学杂志, 1998, 33(2): 32-35.
- [25] HART J, HEROUX O. Exercise and temperature regulation in lemmings and rabbits[J]. *Can J Biochem Physiol*, 1995, 33: 428-435.
- [26] 王德华, 王祖望, 根田鼠的活动代谢率[J]. 兽类学报, 1998, 18(4): 292-298.
- [27] 朱承. 鼯鼠生活史的初步研究[J]. 动物学报, 1957, 9(2): 129-143.
- [28] 陈壁辉, 王朝林. 扬子鳄的人工繁殖[J]. 两栖爬行动物学报, 1984, 3(2): 49-54.
- [29] 尚玉昌. 行为生态学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1998.
- [30] VLIET K A. Social displays of the American alligator (*Alligator mississippiensis*) [J]. *Amer Zool*, 1989, 29: 1 019-1 031.
- [31] 陈壁辉. 谈谈扬子鳄的性行为[J]. 野生动物, 1983(4): 36-38.

- [32] CLUTTON-BROCK T H, ALBON S D. The roaring of red deer and evolution of honest advertisement [J]. *Behaviour*, 1979, **69**: 145—170.
- [33] 曾志高, 宋延龄, 李善元, 等. 海南坡鹿雄鹿发情期的吼叫行为及其在繁殖中的意义[J]. *动物学报*, 2001, **47** (5): 481—487.
- [34] LINCOLN G A. The seasonal reproductive changes in the red deer stags (*Cervus elaphus*) [J]. *J Zool London*, 1971, **163**: 109—127.
- [35] MITCHELL B, MCCOWAN D, NICHOLSON I A. Annual cycles of body weight and condition in Scottish red deer, *Cervus elaphus* [J]. *J Zool London*, 1976, **180**: 107—127.
- [36] BARBOZA P, JORDE D. Intermittent fasting during winter and spring affects body composition and reproduction of a migratory duck [J]. *J Comp Physio B*, 2002, **172** (5): 419—434.

Diurnal time budget and activity rhythm of *Alligator sinensis* in the rutting season

LU Qing-bin^{1,2}, WANG Xiao-ming², DING You-zhong², LI Xin-qing²

(1. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300 Zhejiang, China; 2. College of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062 China)

Abstract: Time budget and activity rhythm of Chinese alligators (*Alligator sinensis*) during daytime had been studied in Hongxing Reservoir of Anhui Chinese Alligator National Reserve from May to June in 2004. The results showed that the behaviors of Chinese alligators include swimming, basking, resting, bellowing, mating and so on. Among them, swimming, resting, basking and bellowing take up $(34.30 \pm 26.27)\%$, $(30.44 \pm 18.50)\%$, $(21.04 \pm 32.95)\%$ and $(14.16 \pm 18.97)\%$ of the diurnal activity percentages respectively. The percentages that swimming takes up in the different time period are close to each other, ranging between 26.47% and 44.83% ($\chi^2 = 6.9065$, $P = 0.2277$, $d_f = 5$), but Chinese alligators usually don't keep a sort of poses in the course of swimming. Two peaks are characteristic of resting behavior, ranging from 9:00 to 11:00 and from 17:00 to 19:00 respectively. Basking comes forth and has only a peak between 11:00 and 13:00 after 3 June. Two bellowing peaks observed are from 7:00 to 9:00 and from 21:00 to 23:00. Bellowing is related to the difference of water temperature (DWT). Chinese alligators frequently bellow when DWT is between 1.5 °C and 3.5 °C, and the biggest bellowing times take place at 3.5 °C. It is suggested that the behaviors of Chinese alligators are mainly affected by their reproductive factor in the rutting season. [Ch, 3 fig. 36 ref.]

Key words: zoology; Chinese alligator (*Alligator sinensis*); behavior; activity rhythm; rutting season