

人工驯养下扬子鳄的生长规律

汪仁平² 叶日全² 周永康² 吴孝兵¹ 夏同胜²

(1 安徽师范大学生命科学学院, 重要生物资源保护与利用安徽省重点实验室, 芜湖 241000;

2 安徽省扬子鳄繁殖研究中心, 宣城 242034)

摘要: 研究结果表明扬子鳄在饲养条件下的生长具有一定的规律性。饲养群体中, 5 龄以前的鳄生长速率较快, 其中在2龄前生长速率最快, 在5龄至7龄间生长速率明显减慢; 鳄体长与体重之间呈正相关, 两者在体长小于50cm时呈直线相关, 体长大于50cm时呈曲线相关。不同性别的扬子鳄年生长状况不同, 从5龄开始雌雄鳄体重出现显著差异, 雄鳄重于雌鳄; 从6龄开始雌雄鳄在体长方面的生长速率出现差异, 雄鳄生长明显快于雌鳄; 达到10龄后, 雌雄鳄在体长和体重方面的增长均明显减慢, 达到15龄时两者的体形已相差悬殊, 雄性大于雌性。由 von Bertalanffy 生长模型分析, 雌鳄达到25龄而雄鳄达到35龄后, 各自的体长几乎停止生长, 雌鳄平均最大体长为173cm, 雄鳄平均最大体长为219cm。在人工越冬下, 除第一次越冬外, 扬子鳄在越冬室内的冬眠中体况无明显变化, 体能明显消耗出现在户外冬眠过程中。本研究为扬子鳄的科学化饲养提供理论依据。

关键词: 驯养; 扬子鳄; 生长规律

中图分类号: S966.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2006)05-0593-08

扬子鳄 (*Alligator sinensis* Fauvel) 是中国特有的珍稀动物。由于在野生环境下, 数量稀少, 濒临灭种危境。为了拯救扬子鳄, 实施了扬子鳄的人工驯养繁殖。从此, 圈养下的扬子鳄数量不断增加, 现已形成近万条的人工饲养种群。多年来, 在扬子鳄的人工驯养繁殖研究方面, 对扬子鳄的人工繁殖^[1-3]、饲养方法^[4-7]及饲养条件下扬子鳄的行为研究^[8]等报道较多, 但对扬子鳄的生长状况, 目前还没有人作详细报道。经过多年的观测研究, 本文总结出饲养条件下扬子鳄的生长规律, 为扬子鳄的科学化饲养提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 环境概况 安徽省扬子鳄繁殖研究中心位于宣城市的南郊, 丘陵地貌, 海拔高200m, 北纬30°54', 东经118°46'。养殖池塘就地势筑于山坡间的低洼处。

本地属中亚热带湿润季风气候, 四季分明, 常年平均气温为16.1—16.6℃, 1月平均气温为2.7—

4.9℃, 7月平均气温为27.8—29.6℃, 最低气温是-9℃, 最高气温是40.3℃, 平均冻土深度是10cm, 无霜期为220—240d, 平均日照数为1942—2000h。年平均降水量为1200—1300mL, 降水多集中在4—8月。土质为黄红壤, 呈微酸性, pH6.5。饲养用水来源于内部的山塘和水库里的天然蓄积水, pH6.7。

1.2 养殖方法 种鳄放养于半自然生态环境的池塘里, 人工投食, 自然越冬。每年所产的鳄蛋被收集放入孵化室内, 人工孵化^[9]。幼鳄于9月孵出, 在饲养室内饲养6个月(另有2个月为冬眠期)后, 于第二年5月底放出户外, 在露天饲养池中饲养4个月, 于11月中旬被抓回, 放入越冬室内, 人工越冬^[10]。到下年3月底, 鳄再被移出越冬室, 放入户外饲养池中饲养, 至11月中下旬被抓回, 人工越冬。大于1龄的鳄均采用这种“户外饲养——人工越冬——户外饲养”的循环饲养方式。在户外, 由于受自然气候的影响, 扬子鳄只在5—9月间摄食^[11], 其他月份不摄食或极少摄食。食物由人工投喂, 无天然食物。因此, 一年中1龄以上的圈养扬子鳄只有5个生长

收稿日期: 2004-11-08 修订日期: 2006-01-18

基金项目: 安徽省优秀青年基金(04043049); 安徽省学术与技术带头人基金安徽省高校生物环境与生态安全省级重点实验室基金资助

作者简介: 汪仁平(1962—), 男, 安徽省六安人, 副研究员, 研究方向: 扬子鳄生物学

通讯作者: 吴孝兵, E-mail: wuxb@mail.ahnu.edu.cn

月(或喂养月数),而 1 龄以内的有 10 个生长月(或喂养月数)。

1.3 测量与数据分析方法 主要测量 15 龄以下各龄鳄的体长和体重,并对雌雄鳄加以鉴别。鳄被抓回室内越冬后,于 12 月份随机抽取各龄健康的鳄(断尾的不用)测量一次。为了比较越冬前后鳄的体况变化,在次年的 3 月份再次重复测量部分年龄的鳄(两次所测量的鳄个体相同)。鳄体长用钢卷尺(精确度 0.1cm)测出,方法为将鳄腹部着地面(卧式),尺置于腹部下,量出从吻尖至尾尖的全长;体重测量方法为小于 4 龄的鳄用托盘天平(精确度 0.1g)称量,4—6 龄的鳄用托盘台秤(精确度 1g)称重,大于 6 龄的鳄用杆秤(精确度 0.1kg)称重。15 龄的鳄在户外自然越冬,不过自然越冬与人工越冬对鳄的生长没有大的影响。

将所测得的体长和体重数据分别求平均值,得出各龄鳄的平均体长与体重。为了分析体长与体重之间的相关性(不考虑年龄大小),将相同体长(精确度为 1cm, 小数点后是 0—9 的,记作相同体长)鳄的体重数据组取平均值,得出该体长下的体重值,即某体长值所对应的体重值是多个样本的平均值,样本数为 2—20 不等。通过统计,将 51cm 长为起点的鳄体长与体重对应数据用 cubic 程序分析,得出体长与

体重之间的曲线回归方程。活体扬子鳄的性别在小于 3 龄时难于鉴别,因此本文所测量的 3 龄以下鳄的数据没有雌雄之分。为了评估人工驯养雌雄鳄的不同生长趋势,本文采用 von Bertalanffy 生长曲线模型^[12—13],推导出雌雄鳄的体长与年龄之间的关系方程 $L(t) = L_{\infty}(1 - be^{-kt})$,其中 $L(t)$ 表示体长, L_{∞} 表示终极体长, b, k 为参数, e 为自然对数的底数, t 为鳄的生长月数。 L_{∞}, b, k 三个参数通过方程 $L_t = L + (L_{\infty} - L)(1 - e^{-kt})$ 和 $L_0 = L_{\infty}(1 - b)$ 算出,这里 L 为某龄鳄的体长, L_t 为较大龄鳄的体长, t 为较大龄鳄的生长月数, L_0 为孵出时鳄的体长。

2 结果

2.1 人工驯养下扬子鳄的群体生长状况

2.1.1 各龄鳄的体长、体重与年生长率 表 1 中列出了各龄扬子鳄的平均体长与平均体重。由于同龄的成年雌雄扬子鳄体形大小有差异,所以在测量 4.25 龄之后各龄鳄样本中,取得雌雄鳄的数量相等,以消除因性别而造成的均值偏差。表 2 是根据表 1 中的数据而算出的体长和体重生年生长率。从表 2 可见,5 龄前的鳄生长速率较快,2 龄前生长速率最快,从 5 龄开始至 7 龄生长速率明显减慢。但是,不同性别鳄的年生长率却有不同的变化(表 3)。

表 1 各龄扬子鳄的体长与体重

Tah 1 Body length and body weight of *A. sinensis* with varied ages

年龄 Age	样本数 No. of sample	均长(cm) Ave. length	均重(g) Ave. weight
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{y} \pm SD$
0	200	22.2 ± 0.8	24.8 ± 2.7
0.67	210	30.1 ± 2.2	71.0 ± 13.4
1.25	200	43.5 ± 3.3	187.2 ± 49.3
2.25	115	62.9 ± 5.3	716.6 ± 193.2
3.25	121	81.2 ± 6.0	1562.7 ± 371.9
4.25	100	102.5 ± 7.2	3420.1 ± 758.3
5.24	100	114.7 ± 7.6	5066.4 ± 1133.1
6.25	52	125.0 ± 7.9	6670.0 ± 1430.0
7.25	66	134.3 ± 8.3	8810.0 ± 1650.0
10.25	48	173.8 ± 8.7	22090.0 ± 4500.0
15.25	46	188.4 ± 19.4	31185.0 ± 9940.0

注:扬子鳄在每年的 9 月份孵出,到第二年 12 月份有 15 个月时间,相当于 1.25 龄,于是本表中的年龄由此推出。Note: *A. sinensis* is hatched in September every year, in December next year it has one year and three months in age, is equal to 1.25 years old. The ages in this table are derived according to this.

表 2 扬子鳄的年生长率
Tab. 2 Yearly growth rates of *A. sinensis*

年龄段 Age range	喂养期(月数) Monthly No. of feeding	增长量 Increment		生长率(%) Growth rates	
		体长(cm) Body length	体重(g) Body weight	体长 Body length	体重 Body weight
0—0.67	6	7.9	46.2	35.6	186.3
0.67—1.25	4	13.4	116.2	44.5	163.7
1.25—2.25	5	19.4	529.4	44.6	282.8
2.25—3.25	5	18.3	846.1	29.1	118.1
3.25—4.25	5	21.3	1857.4	26.2	118.9
4.25—5.25	5	12.2	1646.3	11.9	48.1
5.25—6.25	5	10.3	1603.6	9.0	31.7
6.25—7.25	5	9.3	2140.0	7.1	32.1

注: 表中的喂养期是指鳄实际摄食月数, 也是鳄的生长月数。 Note: Monthly number of feeding in this table indicates not only an actual number of months that *A. sinensis* accepts its food in but also monthly numbers of its growth.

2.1.2 扬子鳄的体长与体重之间的关系 根据测量数据与统计结果, 得出 20—50cm 体长范围内的鳄体长与体重之间线性相关极显著 ($n = 31, F = 332.02, **P < 0.01$, 图 1), 相关系数 $r = 0.959$, 直线回归方程是 $y = 8.33x - 175.05$, 这里 y 表示体重(g), x 表示体长(cm)。从体长 51cm 开始至 198cm 为止, 共取 116 组体长与体重对应数据, 这些数据通过电脑程序分析, 得出体长与体重之间非线性相关极显著 ($n = 116, F = 5816.09, **P < 0.01$, 图 2), 曲线回归方程是 $y = -1809.362 + 74.222x - 1.059x^2 + 0.008x^3$, 该方程里 y 代表体重(g), x 代表体长(cm)。

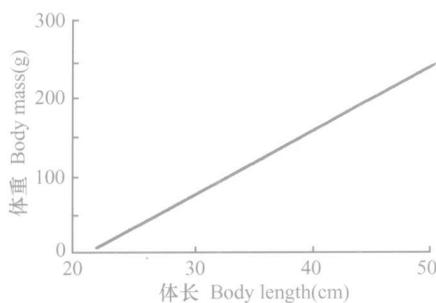


图 1 体长小于 50cm 的扬子鳄体长与体重关系

Fig. 1 The relationship between body length and body weight of *A. sinensis* with less than 50cm body length

2.2 人工驯养下雌雄扬子鳄的年生长

表 3 列出了各龄雌雄扬子鳄的体长和体重数值, 根据表 3 得出雌雄扬子鳄的年生长率(表 4)。从表 3 可见, 雌雄扬子鳄在 5 龄时体重开始出现显著差异, 表现出雄鳄重于雌鳄; 在 6 龄时体长开始出现显著差异, 雄鳄大于雌鳄。这表明从 5 龄开始雌雄鳄体形大小产生差异, 随着年龄的增长, 这种差异将

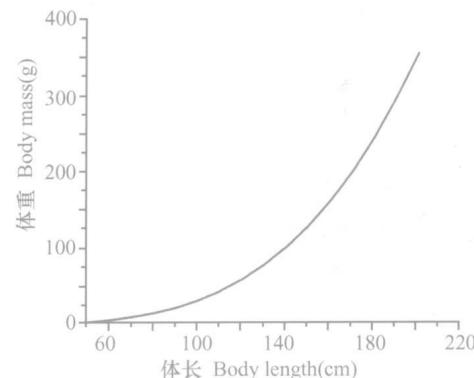


图 2 体长大于 50cm 的扬子鳄体长与体重关系

Fig. 2 The relationship between body length and body weight of *A. sinensis* with more than 50cm body length

愈来愈大。从表 4 可见, 在 10 龄以前雄鳄的体长生长速率不减, 而雌鳄从 5 龄至 10 龄之间生长减慢, 10 龄以后雌雄鳄的生长均明显减慢。由 von Bertalanffy 生长模型, 导出雌雄扬子鳄体长与年龄之间的关系方程: $L(t) = 219.2(1 - 0.8987e^{0.02297t})$ (雄性), $L(t) = 173.4(1 - 0.8720e^{0.0315t})$ (雌性), 其中 $L(t)$ 表示体长(cm), t 表示从出生到某年龄间的生长月数, 如 1 龄时(相当于 0—1.25 龄段) t 为 10 个月, 2 龄时(相当于 0—2.25 龄段) t 为 15 个月, 3 龄时(相当于 0—3.25 龄段) t 为 20 个月, 依次类推。根据前面两项方程式, 绘出雌雄扬子鳄的体长随着年龄增大而变化的趋势图(图 3)。从图 3 中预测, 当达到一定年龄(雌鳄约 25 龄, 体长达到 171cm; 雄鳄约 35 龄, 体长达到 216cm)后, 雌雄鳄的体长几乎停止生长, 雌鳄达到约 40 龄时, 体长接近最大值 173cm, 雄鳄达到约 60 龄时, 体长接近最大值 219cm。根据实际测量的数据, 15 龄时, 雌鳄体长范围在 158—182cm

表 3 人工驯养下雌雄扬子鳄的体长与体重
Tab. 3 Body length and body weight of male and female *A. sinensis* in captivity

年龄 Age	样本数 No. of sample	体长 Body length		t 检验 t test		体重 Body weight		t 检验 t test	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
0	200	22.2				24.8			
0.67	210	30.1				71.0			
1.25	200	43.5				187.2			
2.25	115	62.9				716.6			
3.25	n _♂ =n _♀ =24	80.1	82.7	P>0.05		1479	1659	P>0.05	
4.25	n _♂ =n _♀ =37	105.0	102.2	P>0.05		3669	3349	P>0.05	
5.25	n _♂ =n _♀ =36	116.0	114.1	P>0.05		5332	4959	P<0.05	
6.25	n _♂ =n _♀ =26	128.5	123.1	P<0.05		7216	6283	P<0.05	
7.26	n _♂ =n _♀ =33	140.6	130.6	P<0.05		9200	8385	P<0.05	
10.25	n _♂ =n _♀ =24	183.1	164.5	P<0.01		25720	18450	P<0.01	
15.25	n _♂ =n _♀ =23	206.7	170.0	P<0.01		40400	21960	P<0.01	

表 4 雌雄扬子鳄的年生长率
Tab. 4 Yearly growth rates of male and female *A. sinensis*

年龄段 Age range	喂养期(月数) Monthly No. of feeding	增长量 Increment				生长率(%) Growth rate			
		体长(cm) Body length		体重(g) Body weight		体 长 Body length		体 重 Body weight	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
3.25—4.25	5	24.9	19.5	2190	1690	31.1	23.6	148.1	101.9
4.25—5.25	5	11.0	11.9	1663	1610	10.5	11.6	45.3	48.1
5.25—6.25	5	12.5	9.0	1884	1324	10.8	7.9	35.3	26.7
6.25—7.25	5	12.1	7.5	1984	2102	9.4	6.1	27.5	33.5
7.25—10.25	15	42.5	33.9	16520	10065	30.2	26.0	179.6	120.0
10.25—15.25	25	23.6	5.5	14680	3510	12.9	3.3	57.1	19.0

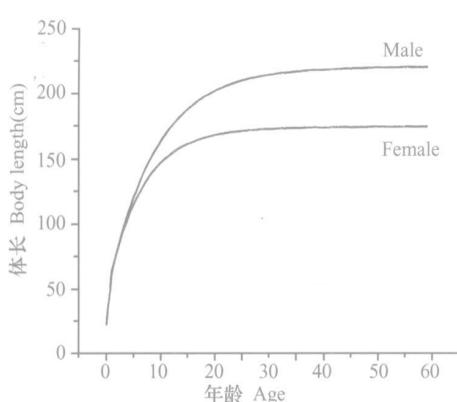


图 3 雌雄扬子鳄的年龄与体长关系趋势图

Fig. 3 Extending relationship between body length and age of male and female *A. sinensis*

之间, 体重在 17.8—29.0kg 之间; 雄鳄体长范围在 198—217cm 之间, 体重在 32.5—48.0kg 之间, 可见雌雄鳄的体形已相差悬殊, 与各自最大体长相差无几。从所测量的个体数据看, 相同体长的鳄体重变化很大, 这可能与个体营养状况、疾病影响等因素有关, 因此本文未对雌雄鳄的体重与年龄之间的关系作进一步分析。

2.3 人工越冬下扬子鳄在越冬前后体长和体重的变化
从表 5 可见, 4 月龄的扬子鳄冬眠(属第一次越冬)后体长未变化, 体重显著减轻。除此时段外, 扬子鳄在此后的越冬中, 体长和体重均未产生明显变化。因此人工越冬下, 除第一次越冬外扬子鳄在冬眠过程中的体况无明显变化, 体能消耗很小。

表 5 室内越冬前后扬子鳄体长和体重的变化

Tab 5 Various quantity on body length and body weight of *A. sinensis* between beginning and end of indoor hibernation

年 龄	室内越冬开始			室内越冬结束			越冬前后差异性	
	Beginning of indoor hibernation			End of indoor hibernation			t test	
	体长(cm)	体重(g)	尾 数	体长(cm)	体重(g)	尾 数	体 长	体 重
Age	Body length	Body weight	Num. n	Body length	Body weight	Num. n	Length	Weight
0.33 [*]	26.4±1.8	48.8±8.9	200	26.2±1.8	46.0±8.8	200	$P>0.05$	$P<0.01$
1.25	43.9±3.3	186.3±48.5	122	44.1±3.2	188.0±49.0	122	$P>0.05$	$P>0.05$
2.25	62.9±5.3	716.6±193.2	115	62.3±5.2	713.2±189.1	115	$P>0.05$	$P>0.05$
3.25	81.2±6.0	1562.7±371.9	121	81.1±6.3	1548.7±411.0	94	$P>0.05$	$P>0.05$
4.25	102.5±7.2	3420.1±758.3	100	102.9±7.1	3418.8±722.3	97	$P>0.05$	$P>0.05$
5.25	114.7±7.6	5093.3±1133.1	100	114.8±7.4	5065.0±1127.2	94	$P>0.05$	$P>0.05$
7.25	133.6±8.3	8.81±1.70kg	66	135.1±8.2	8.94±1.76kg	66	$P>0.05$	$P>0.05$
10.25	173.8±10.7	22.09±4.3kg	48	173.5±10.8	21.87±4.2kg	47	$P>0.05$	$P>0.05$

为4月龄幼鳄数据, 测量时间是在2001年1月6日(在室内冬眠前)和2001年3月7日(冬眠结束)各一次。 is a data of 4-month-old alligators that was obtained on Jan. 6th, 2001(beginning of indoor hibernation) and on Mar. 7th, 2001(end of hibernation)

3 讨论

3.1 扬子鳄的人工饲养特点

在突破扬子鳄人工繁殖难关后, 扬子鳄人工饲养的难关是对小于2龄幼鳄的喂养, 特别是对初生幼鳄(雏鳄)的喂养, 因为幼鳄的饲养存在初开食的时间和方法的掌握、饲料的选择、鳄体娇嫩而生理调节能力较差、易生病和死亡率较高等问题。经过对雏鳄卵黄消化特点的掌握^[14], 以及幼鳄饲养密度^[4]、饲料配方^[15]、成活率^[6]、生长率^[9]和疾病^[16-17]的研究, 终于克服幼鳄饲养的难关, 现在已形成了幼鳄饲养的成熟方法, 使2龄内的幼鳄成活率达到85%以上^[6]。

在扬子鳄的现行饲养方式中, 小于8月龄的幼鳄在人工条件下饲养, 室内温度保持30.5±1℃, 人工光照大于8月龄的鳄都在户外大饲养池(面积80—2000m²)中喂养; 在户外, 自然气候, 自然光照, 温度不稳定, 温差变化大, 把扬子鳄按不同年龄和个体大小, 分开放入大小不等的池中, 在高密度(0.5—2尾/m²)下饲养, 人工投喂以淡水野杂鱼和白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)为主的饲料; 在冬眠期, 鳄被抓入室内, 在控温的越冬室内冬眠, 人工对其护理。

将扬子鳄的户外饲养环境与野生环境作比较, 可见圈养鳄和野生鳄同在自然气候下生长, 不同之处是圈养鳄生活在高密度大群鳄之中, 且食物充足, 而野生鳄可在栖息地自由活动, 空间无限制, 但食物稀少, 栖息地易受破坏。两种环境下扬子鳄的生长情况如何? 作者作以下比较。将陈壁辉等绘制的野生鳄体长与体重关系曲线[回归方程为 $y=6.7-$

$0.1713x+0.001189x^2+0.0000011x^3$, 其中 y 代表体重(kg), x 代表体长(cm), 样本 $n=87$]^[18], 与圈养鳄的关系曲线(本文结果)作比较(图4), 发现二条曲线不重合, 得出超过130cm体长后, 圈养鳄体重较相同样体长的野生鳄重得多之结果。在实际中可见圈养鳄要比野生鳄肥胖, 且肤色较浅。

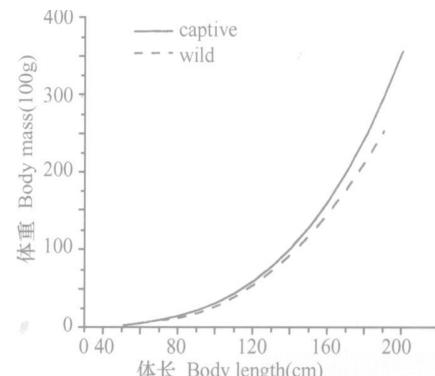


图 4 野生与圈养的扬子鳄体重比较

Fig. 4 Comparison between body weight of *A. sinensis* in the wild and in captivity

扬子鳄的现行饲养方式在鳄类的人工饲养中是独有的, 与其亲缘关系较近、生活习性相似的密河鳄(*Alligator mississippiensis*)在美国也不采用这种方式饲养。在美国, 密河鳄自孵出后至3龄一直在控制环境室内饲养, 不让它冬眠, 其室内温度维持在30—31℃, 秋、冬、春季都保持黑暗, 3龄以后鳄才被移到户外半自然环境池中饲养^[19]。这种饲养方式能促进密河鳄的快速生长, 是亚热带鳄类商品化饲养的主要方式。热带鳄不具有冬眠习性, 与亚热带扬子鳄的生活习性不同, 所以其饲养方式与扬子鳄的不同。

3.2 雌雄扬子鳄的生长

在自然状况下,爬行动物随时间变化的生长被认为常不稳定,而在人工圈养下,爬行动物(包括鳄类)的充足生长最终接近于高等的渐近线^[13]。虽然这种渐近线可用 von Bertalanffy 曲线和 Richards 模型来描绘,但是前者应用更广泛,常被用于描述鼍属的雌雄鳄生长^[13],所以本文采用 von Bertalanffy 曲线描述雌雄扬子鳄的生长。套用模型来描述动物的生长,会出现与实际情况不完全相符的误差,这主要是因为采用的数据有限,如果能使用动物最终生长数据,那么用模型描述动物的生长将会很真实,但是,这种描述也不能应用于在不同条件下的动物生长^[13]。本文使用的最后数据是 15 龄的,由于扬子鳄的存活寿命还不清楚,因此本文的雌雄扬子鳄后期生长曲线只能是评估趋势线。扬子鳄属中小型鳄类,通过生长曲线分析,5 龄后雄鳄体形大于雌鳄,雄鳄体长最终能达到 219cm。曾见一条最大饲养鳄(雄性),体长为 220cm,体重达 52.5kg,年龄约 16—18 岁,陈壁辉等记载,野生扬子鳄最大个体体长为 237cm,体重约 60kg^[18]。

关于扬子鳄的性成熟年龄,圈养鳄最早为 6 岁,多数是 7 岁,体长约为雄性 140cm、雌性 130cm,而野生鳄目前尚不清楚。Ted Joosten 等认为,快速生长饲养的密河鳄,其性成熟受到体长和年龄两个重要因素的影响,若体长达到性成熟时的体长 1.8m,而年龄未到,那么鳄没有营巢行为和产卵,只有当年龄也达到性成熟的年龄 6 岁时,鳄才有繁殖行为,且年龄对性成熟的影响更大。扬子鳄有待进行快速生长饲养研究。

3.3 冬眠中的扬子鳄体能消耗

扬子鳄在越冬之前要贮存足够的营养和能量,用于冬眠过程中的体能消耗和有关器官(如性腺)的发育,那么,体能明显消耗出现在冬眠期的什么阶段呢?一般说体能发生消耗会出现体重减轻情况。依据本文结果,人工越冬下(12 月初至次年 3 月下旬)除当年生幼鳄(4 月龄)外,鳄体重无明显变化,因

此,1 龄以上扬子鳄在此阶段无明显体能消耗。由此得出,扬子鳄的体能明显消耗发生在抓入室冬眠之前(时间为 10 月中旬至 11 月底)和移出户外之后(时间为 3 月底至 4 月底)这两段冬眠时期。为什么体能明显消耗会出现在这两个阶段呢?作者从代谢率方面探讨原因。鳄类的代谢率随温度不同而变化十分显著。王培潮等经过对三种年龄扬子鳄的静止代谢率研究,发现温度和季节对扬子鳄静止代谢率的影响显著,在高温或热的季节里该代谢率水平比低温或冷的季节高,通过测量得出其中一种年龄鳄的耗氧量在 1 月(平均气温 12℃)、7 月(平均气温 28℃)、10 月(平均气温 20℃)各为 6.49、21.85、9.87mL/kg·h。可见 10 月的鳄静止代谢率是 7 月的一半,比 1 月的高,1 月的为最低。在人工越冬室里环境温度稳定,为 8—12℃,扬子鳄不活动,基本上处于静止状态,因此扬子鳄在越冬室里的代谢率仅为静止代谢率。在户外冬眠阶段,平均气温比越冬室温度高,在 4 月下旬平均气温为 10.7—16.4℃,10 月中旬至 11 月底平均气温为 9.5—17.8℃^[11],所以户外鳄的静止代谢率比在室内越冬时的高,况且户外冬眠鳄虽然活动性减弱,但仍在运动,因此其代谢率高于静止代谢率,以致户外冬眠阶段的鳄代谢率大大高于在室内冬眠时的代谢率。代谢率愈高,体能消耗量就愈大,这就是人工扬子鳄体能明显消耗发生在户外冬眠阶段的原因。

实际中,观察到扬子鳄在户外冬眠中体形出现消瘦,特别在移出越冬室后到开食之前这段苏醒期,鳄体消瘦明显,体质差的鳄容易死亡。作者曾测量 1 年龄鳄从冬眠初期至室内越冬结束期间的体重减少量(表 6)^[6]。本测量分二组。一组鳄于 10 月 20 日提前抓回室内冬眠,另一组鳄于 11 月 28 日按常规时间抓回冬眠,二组鳄室内越冬条件完全一样。室内越冬结束(3 月中旬)后,提前抓回的鳄平均减重 5g,常规抓回的鳄平均减重 13.5g,后者比前者多减重 8.2g,说明鳄体能消耗大量发生在户外高温冬眠阶段,极少发生于室内低温冬眠中。

表 6 前后入室的二批 1 年龄扬子鳄越冬期间体况变化比较

Tab. 6 Comparison on changes of body condition of 1-year-old *A. sinensis* between advance and regular retrieval

	初始值 Beginning value			结束值 End value			减重量(g) Less weight
	体长(cm) Body length	体重(g) Body weight	尾数 Num.	体长(cm) Body length	体重(g) Body weight	尾数 Num.	
提前组 Advance group	43.5±2.7	188.5±34.1	200	43.7±2.4	183.5±29.4	98	5.0
照常组 Regular group	43.5±2.7	188.5±34.1	200	43.6±3.3	175.3±32.3	98	13.2
差异性 T test				$P>0.05$	$P<0.05$		

4月龄扬子鳄由于在控制环境室内饲养, 当转入冬眠状态时要经历一个降温过程, 而当从冬眠状态转入饲养时又经历一个升温过程, 因此, 该龄鳄在这二个过程中体能消耗大, 况且它们在正常冬眠中所处的温度为13℃, 比其他年龄鳄的冬眠温度都高, 所以该龄鳄在冬眠过程中能量消耗过多, 体重明显减轻。

参考文献:

- [1] Chen B H, Wang C L. Artificial reproduction of *Alligator sinensis* [J]. *Acta Herpetological Sinica*, 1984, 3(2): 49—54 陈壁辉, 王朝林. 扬子鳄的人工繁殖. 两栖爬行动物学报, 1984, 3(2): 49—54
- [2] Zhang Z D, Zhao Y Z, Wang G, et al. Artificial culture of *Alligator sinensis* [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 1992, 11(1): 45—47 张正东, 赵耀宗, 王朝林, 等. 扬子鳄的人工养殖. 四川动物, 1992, 11(1): 45—47
- [3] Wu L S, Wu X B, Jiang H X, et al. The analysis on the reproductive ability of Chinese alligator (*Alligator sinensis*) in captive population in Anhui and the anticipation of population increase [J]. *Acta hydrobiologica sinica*, 2006, 30(2): 159—165 吴陆生, 吴孝兵, 江红星, 王朝林. 安徽省扬子鳄饲养种群繁殖力的参数分析及种群增长预测. 水生生物学报, 2006, 30(2): 159—165
- [4] Wang C L, Pan H T. Preliminary study on the feeding density of Chinese alligators [J]. *Chinese Wildlife*, 1990, (1): 18—19 王朝林, 潘宏堂. 扬子鳄幼鳄饲养密度的初步研究. 野生动物, 1990, (1): 18—19
- [5] Zhang Z D, Ting J R, Zhao Y Z, et al. The growth rates of young Chinese alligators in captivity [J]. *Acta Herpetologica Sinica*, 1986, 5(3): 217—222 张正东, 丁吉仁, 赵耀宗, 等. 扬子鳄初生幼鳄在人工饲养条件下的生长. 两栖爬行动物学报, 1986, 5(3): 217—222
- [6] Xia T S, Wang R P. Preliminary studies on raising the survival rate of the Chinese alligator hatching [J]. *Animal Science and Veterinary Medicine*, 2000, 17(6): 30—32 夏同胜, 汪仁平. 提高扬子鳄幼鳄成活率的初步研究. 动物科学与动物医学, 2000, 17(6): 30—32
- [7] Zhao E M. From Water onto Land [M]. Beijing: China Forestry Press, 1990. 256—261 赵尔宓. 从水到陆. 北京: 中国林业出版社, 1990. 256—261
- [8] Zhang F, Wu X B, Zhu J L, et al. Primary research on the activity rhythm and the behavior coding of captive-bred Chinese alligator in summer and autumn [J]. *Acta hydrobiologica sinica*, 2005, 29(5): 488—494 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. 水生生物学报, 2005, 29(5): 488—494
- [9] Liang B D, Pan H T. Temperature and humidity effect for the egg's hatching ratio of *Alligator sinensis* [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 1990, 9(3): 27—28 梁保东, 潘宏堂. 温、湿度对扬子鳄卵孵化的影响. 四川动物, 1990, 9(3): 27—28
- [10] Zhou Y K, Xie W S. The management for living through winter in *Alligator sinensis* [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2000, 19(1): 43—44 [周永康, 谢万树. 扬子鳄的越冬管理. 四川动物, 2000, 19(1): 43—44]
- [11] Wang R P, Zhou Y J, Wang G, et al. Relationship between the life habit of *Alligator sinensis* and environment temperature [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 1998, 33(2): 32—35 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. 动物学杂志, 1998, 33(2): 32—35
- [12] Fabens A J. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve [J]. *Growth*, 1965, 29: 265—289
- [13] Brishin Jr I L. Growth curve analyses and their application to the conservation and captive management of crocodilians [A]. In: Proceedings of the Ninth Working Meeting of the Crocodile Specialist Group [C]. Volume 1, SSC/ IUCN. Gland Switzerland 1990. 116—145
- [14] Chen B H, Wang C L. Research on the cause of compacted yolk during artificial culture of young Chinese alligator [J]. *Journal of Anhui Normal University*, 1989, (1): 46—50 陈壁辉, 王朝林. 人工饲养幼鳄出现卵黄硬结原因的探讨. 安徽师范大学学报(自然科学版), 1989, (1): 46—50
- [15] Gu C M, Wang C L, Pan H T. Comparison of different diet ration for Chinese Alligator [J]. *Chinese Wildlife*, 1987, (1): 24—25 顾长明, 王朝林, 潘洪唐. 扬子鳄不同饲料的对比试验. 野生动物, 1987, (1): 24—25
- [16] Zhang Z D, et al. Disease of young Chinese alligator [J]. *Chinese Wildlife*, 1986, (1): 35—36 张正东, 等. 扬子鳄幼鳄的疾病. 野生动物, 1986, (1): 35—36
- [17] The Amphibian Reptile Branch of Chinese Zoology Society, Cultum Herpetologica Sinica (Issue 4 5) [C]. 1995. 350—351 [中国动物学两栖爬行动物学分会. 两栖爬行动物学研究(第四、五辑). 1995, 350—351]
- [18] Chen B H, Hua T M, Wu X B. Research on *Alligator sinensis* [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Education Press, 2003. 13—15 陈壁辉, 华田苗, 吴孝兵, 等. 扬子鳄研究. 上海: 上海科技教育出版社, 2003. 13—15]

GROWTH REGULARITY IN CAPTIVE CHINESE ALLIGATOR, *ALLIGATOR SINENSIS*

WANG Ren-Ping², YE Ri-Quan², ZHOU Yong-Kang², WU Xiao-Bing¹ and XIA Tong-Sheng²

(1 College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000

2 Anhui Research Centre of Chinese Alligator Reproduction, Xuancheng 242034)

Abstract: The studies in this paper revealed that Chinese Alligator's growth has a regularity in captive conditions. In captive population, growth rates of *A. sinensis* were much higher before 5 years old, and highest before 2 years old, and significantly slowed down between 5 and 7 years old. There was a positive correlation between body length and body weight of the alligators, which presented linear correlation under 50cm in body length, and curve correlation over 50cm in body length. Growth of alligators is also different between male and female, which, the body weight between sexes revealed that the male was significantly heavier than the female from beginning of 5 years old, and the growth rate of male was higher than that of female from beginning of 6 years old. After 10 years old, both index in male and female slowed obviously down in body length and body weight, and up to 15 years old bodily form was quite different from the male and female, the male was far larger than the female. According to analysis using von Bertalanffy growth model, both sexes of the alligators would hardly grow in body length after 25 years old of the female and 35 years old of the male, respectively. In overall population, the maximum body length of the female alligators would come to 173cm, of the male alligators come to 219cm. Among artificial overwintering except the first overwintering, the bodily state of *A. sinensis* didn't change evidently in hibernation inside wintering chamber, a marked consumption of physical energy occurred in the progress of outdoor hibernation. This result will provide theoretical basis for scientific breeding of *A. sinensis*.

Key words: *Alligator sinensis* (Chinese Alligator); Captive population; Growth regularity