野生扬子鳄种群动态变化及致危因素

丁由中 王小明*

(华东师范大学生命科学学院, 上海 200062)

摘要: 1998–2003 年, 采用问卷调查、走访居民、夜间灯光照射计数等方法, 对可能有野生扬子鳄 (*Alligator sinensis*) 分布的安徽省、浙江省和江苏省的 45 个地点进行了调查。结果发现: 目前野生扬子鳄呈点状分布在至少 23 个地点, 个体总数约 120 条, 主要集中分布在安徽扬子鳄国家级自然保护区内。通过连续调查和对比分析表明: 自 20 世纪 50 年代扬子鳄数量急剧下降(从 5000–6000 条下降为 120 条), 但 1998 年至今其数量保持相对稳定(120 条), 种群的致危因素主要是栖息地破坏、人为捕杀、环境污染、自然灾害、繁殖力低等。在不同时期导致数量下降的因素不同: 1950–1990 年间, 主要是由于栖息地丧失、人为捕杀等; 目前的主要致危因素是缺乏适宜的自然栖息地, 环境污染和遗传多样性丧失是潜在的致危因素。旱灾对野生扬子鳄生存的影响并不明显。

关键词: 野生扬子鳄 种群动态 保护 栖息地

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1005–0094(2004)03–0324–09

Factors influencing the population status of wild Chinese alligators (*Alligator sinensis*)

DING You-Zhong, WANG Xiao-Ming*

School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062

Abstract: During April–August 1998, 200 questionnaires were distributed and collected in each of 200 towns and villages in the National Chinese Alligator Nature Reserve in Anhui Province. Based on the results of the questionnaires, quantitative nocturnal spotlight surveys were carried out from July to October of 1999, 2000, 2001, 2002 and 2003 in areas most likely to have wild alligator populations. The survey area included 36 sites in five counties or municipalities (Xuancheng, Jingxian, Guangde, Langxi, Nanling) in Anhui Province, seven sites in Changxing County and Anji County of Zhejiang Province, and two sites (Fuxijian and Dahanjie) near Yixing City in Jiangsu Province.

Based on these surveys we estimate that the current size of the wild Chinese alligator population in Anhui and Zhejiang Provinces is 120 individuals. The population is fragmented into 23 isolated small local populations with 1–10 individuals each. No alligators were found in Jiangsu Province. Analysis of our data revealed that the wild Chinese alligator population and its distribution have declined sharply since the 1950s. The current population size of wild Chinese alligators has declined an estimated 76.5% from its levels in the 1980s. However, the population appears to have been stable from 1998 to 2003 with an estimated 120 individuals.

The factors most responsible for the population decline have varied over the last fifty years but overall have been habitat fragmentation and degradation, hunting, natural disasters (floods and drought), low productivity and pollution. From the 1950s to 1990s, habitat loss and the killing of alligators were the most significant factors. Presently, killing of alligators is less of an issue but the loss of habitat has been virtually complete. Therefore, the highest priority for conservation of Chinese alligators must be habitat restoration as the first step towards reintroducing alligators by releasing captive-bred individuals. In addition, the potential consequences of environmental pollution and reduced genetic diversity of wild Chinese alligator population must also be addressed.

Key words: *Alligator sinensis*, population dynamics, conservation, habitat

扬子鳄(*Alligator sinensis*)是中国特有种,并为国家一级重点保护野生动物。由于野生扬子鳄种群濒临灭绝(Thorbjarnarson & Wang,1999;丁由中等,2001a;Thorbjarnarson *et al.*,2002;王小明等,2002),已成为世界上最濒危的鳄类之一(Jelden,2002)。对野生扬子鳄种群动态的科学认识是对其进行有效保护的前提和基础。1998-2003年,我们对可能有野生扬子鳄存在的区域进行了野外调查,同时结合20世纪50-90年代对野生扬子鳄已有的研究工作,分析其近50年的种群动态趋势与致危因素。

1 研究地点及研究方法

1.1 研究地点

在1998年对野生扬子鳄种群数量进行问卷调查的基础上(王小明等,2002),我们于1999、2000、2002、2003年每年的7-10月,对安徽省扬子鳄国家级自然保护区及其附近的一些可能有野生扬子鳄存在的区域进行了调查。其调查范围涉及安徽省宣城、泾县、广德、郎溪、南陵5县市的36个地点,其中包括扬子鳄国家级自然保护区的13个保护点。

2000年8月、2001年7-8月,根据当地林业部门提供的信息,调查了可能存在野生扬子鳄的浙江省湖州市长兴县、安吉县的7个地点,2001年10月,考察了江苏省宜兴市的伏西涧、大汉介2个地点。

1.2 研究方法

1998年4-8月对安徽扬子鳄国家级自然保护区内的每一个乡镇,以村为单位进行走访和问卷调查,发放问卷200份,全部回收。调查对象包含不同年龄(30-80岁)、不同职业(农民、村镇干部、护林员等)、不同性别的人群(王小明等,2002)。

依据问卷调查的结果,选择有可能存在野生扬子鳄的地点进行实地调查。利用扬子鳄的眼睛在夜晚灯光照射下反射红色亮点的特点,用头灯和手持12V聚光灯在夜晚进行观察和计数(丁由中等,2001a;Thorbjarnarson *et al.*,2002)。在1999年对安徽26个地点调查的基础上,针对其中野生扬子鳄分布较集中的地点,分别在2000、2002、2003年进行跟踪调查,并补充调查了其他10个地点。

在浙江省和江苏省调查时,根据当地林业部门的建议,用同样的方法在可能存在野生扬子鳄的地点进行调查。

图1 野生扬子鳄集中分布图
Fig. 1 The main distribution of Chinese alligators in the wild habitats in China

2 研究结果

2.1 野生种群现状

目前野生扬子鳄主要分布在安徽南部地区,浙江北部与安徽接壤的长兴县有残留个体。图 1 示目前野生扬子鳄分布比较集中的地点。

1999 – 2003 年对安徽省野生扬子鳄分布集中的 16 个地点进行了连续 4 年的重复调查,表 1 反映

了这 16 个地点的水域面积、实见扬子鳄数(不包含当年野外孵化的个体)、居民估计个体数等。

据浙江省林业部门和当地居民介绍,浙江省安吉县 10 年内未发现野生扬子鳄的活动踪迹,长兴县在 1982 年从野外收集有 11 条扬子鳄,其后只有村民传闻见到过一条野生鳄,但我们在野外没有见过活的个体,仅发现了两个扬子鳄洞穴,考虑到各地点距离很近且相互连通(同一个乡),估计可能有两

表 1 安徽省 16 个地点跨年度野生扬子鳄调查对比表(1999 – 2003)
Table 1 Results of the successive field survey of wild Chinese alligators in 16 sites from 1999 to 2003, Anhui Province

县 County	地点 Site	经纬度 Location	水域面积 Water area (hm ²)				实见个体数(条) Individuals as seen				当地居民估计个体数(条) Individuals observed by local people				最后筑巢的时间 Last nest
			1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003	
泾县 Jingxian	双坑 Shuangkeng	30°42'47.8" N 118°27'23.5" E	1.71	1.34	1.71	1.71	3	3	2	3	4 – 5	4 – 5	4	4	1999
	中桥 Zhongqiao	30°49'55.1" N 118°22'50.3" E	3.37	0.52	3.37	3.37	1	1	6	2	4	4	3	6	2003
	岩潭 Yantan	30°39'35.3" N 118°22'37.6" E	2.53	2.23	2.53	2.53	0	0	0	0	1	0	1	1	1992
宣城 Xuancheng	杨林 Yanglin	30°46'29.9" N 118°54'30.4" E	0.36	–	0.36	0.36	0	–	0	0	1	–	1	1	1970s
	毛家 Maojia	30°46'46.1" N 118°52'34.1" E	1.28	–	1.28	1.28	0	–	1	0	1	–	1	1	1996
	红星 Hongxing	30°46'54.9" N 118°41'40.1" E	8.44	1.62	8.44	8.44	4	0	2	4	7	3	5	4	2003
	庄头 Zhuangtou	30°49'29.9" N 118°43'18.0" E	6.08	0.45	6.08	6.08	2	0	3	4	4	3	4	4	1999
	李云庙 Liyunmiao	30°44'50.5" N 118°47'31.7" E	0.67	0	0.67	0.67	0	0	0	–	1	0	0	0	1991
广德 Guangde	朱村 Zhucun	30°49'42.5" N 119°26'46.8" E	2.76	0.31	2.76	2.76	3	0	2	2	5	3	4	3	1980s
	加谷 Jiagu	30°55'11.1" N 119°11'10.6" E	1.22	0.05	1.22	1.22	0	0	0	0	2	2	2	1	1980s
南陵 Nanling	长乐 Changle	30°55'23.0" N 118°24'40.6" E	0.28	0.28	0.28	0.28	5	4	3	3	7	4	4	4	1994
	楂林 Zhalin	30°45'59.0" N 118°17'02.4" E	2.08	0.32	2.08	2.08	3	0	2	1	5	3	4	3	1993
	合义 Heyi	30°57'21.9" N 118°28'10.7" E	2.11	–	2.11	2.11	1	–	0	1	3	–	1	1	1970s
	天官 Tianguan	30°53'21.6" N 118°14'14.9" E	1.67	0	1.67	1.67	0	0	0	0	1	1	1	1	1970s
	宋村 Songcun	30°55'34.6" N 118°25'12.1" E	0.39	–	0.39	0.39	0	–	0	0	2	–	1	0	1980s
郎溪 Langxi	章村 Zhangcun	31°03'58.6" N 119°14'05.4" E	2.29	–	2.29	2.29	1	–	1	0	11	–	5	3	1996
合计 Total	16		37.24	7.12	37.24	37.24	23	8	22	20	59 – 60	27 – 28	41	37	

“ – ”表示当年没有调查该地点
“ – ” no survey

条野生扬子鳄(表 2)。

2001 年 10 月,考察了江苏省宜兴市的伏西涧、大汉介,该地区没有野生扬子鳄生存的证据。

2.2 繁殖力与性比

由于野生扬子鳄分布区与人类生产活动区相重叠(丁由中等 2003),因此,扬子鳄在野外产卵的巢基本上可以被当地村民发现。浙江、江苏近 20 年来没有野生扬子鳄巢、卵的记录。由于安徽扬子鳄繁殖研究中心一直付钱给当地人收集野生扬子鳄卵并放于该中心孵化,1984 – 1998 年共发现野生扬子鳄巢 52 窝,收集鳄卵 810 枚(丁由中等 2001a)。从表 1、2 可知,大部分野生扬子鳄较多的地点已有近 10 年甚至更长的时间没有发现巢、卵。1998 年以来安徽野生扬子鳄的产卵与孵化情况见表 3,5 个地点共发现 9 窝巢,卵 181 枚,其中 5 窝巢的 93 枚卵(71 枚受精卵)被安徽扬子鳄繁殖中心收回进行人工孵化,产出幼鳄 44 条;4 窝巢的 88 枚卵(83 枚受精卵)在野外自然孵化,产出幼鳄 58 条。

自然界中扬子鳄雌雄比为 5 : 1(陈壁辉等, 1985),因此,对其繁殖起主要作用的是雄性个体的数量和生理状况。1984 年野外收集扬子鳄的产卵巢为 16 窝,卵 154 枚(丁由中等 2001a),现在每年

的产卵窝数不足 1984 年的 1/4(表 3)。野生扬子鳄种群中有可能存在雄性个体缺乏、性比失调的现象。

2.3 现存野生种群数量

1998 – 2003 年对 3 个省的 45 个地点进行了调查,其中有 12 个地点观察到野生扬子鳄个体,有 11 个地点发现野生扬子鳄存在的证据(洞穴、活动痕迹等)。通过 6 年研究工作的总结,对目前我国野生扬子鳄的种群数量估算结果见表 4。野生扬子鳄总数应不超过 120 条,并明显分为至少 23 个数量不等且十分稀少的地方种群,其中数量最多的地点为安徽泾县的中桥,有 10 条野生扬子鳄,数量最少的地点只有 1 条。

2.4 野生种群数量变动

综合文献、访谈、调查问卷等信息来源并结合我们 6 年来的工作结果,对野生扬子鳄种群自 20 世纪 50 年代以来的数量变动进行了总结(表 5)。

3 讨论

3.1 种群动态变化趋势

种群数量变动是由出生和死亡、迁入和迁出相互作用的综合结果,所有能影响出生率、死亡率和迁移的因素都对种群数量变动有影响,因此种群数量

表 2 浙江省 2000 和 2001 年野生扬子鳄调查总结
Table 2 Field survey results of wild Chinese alligators in the year of 2000 and 2001 in Zhejiang Province

县 County	地点 Site	经纬度 Location	水域面积 Water area (hm ²)	实见个体数(条) Individuals as seen		当地居民估计个体数(条) Individuals observed by local people		存在的证据 Evidence of living alligator	最后筑巢 的年代 Last nest
				2000	2001	2000	2001		
长兴 Changxing	毛家村 Maojiacun	30°57'20.7" N 119°38'29.7" E	河流 River	0	0	1	1	无 No	无 No
	西芥水库 Xika Reservoir	30°58'41.7" N 119°38'25.2" E	3.1	0	0	1	1	洞穴(1) Burrow(1)	无 No
	二界岭水库 Erjieling Reservoir	30°57'09.4" N 119°36'27.2" E	66.7	0	0	1	1	洞穴(1) Burrow(1)	无 No
	燕子门 Yanzimen	30°57'56.0" N 119°37'11.3" E	河流 River	0	0	0	0	无 No	无 No
	西芥上 Xikashang	30°58'89.3" N 119°38'20.4" E	0.75	0	0	0	0	无 No	无 No
安吉 Anji	竹种园 Zhuzhongyuan	30°35'53.0" N 119°39'43.6" E	河流 River	—	0	—	0	无 No	无 No
	孝丰 Xiaofeng	30°35'93.0" N 119°33'32.1" E	河流 River	—	0	—	0	无 No	无 No
合计 Total				0	0	3	3		

“ — ”表示当年没有调查该地点
“ — ” no survey

表 3 1998 – 2003 年安徽野生扬子鳄繁殖情况
Table 3 The breeding of wild Chinese alligators from 1998 to 2003 in Anhui Province

年 Year	地点 Site	窝数 Number of nests	卵数(受精卵) Number of eggs (fertile eggs)	孵化 Incubation	幼鳄数 Number of babies
1998	—	—	—	—	—
1999	泾县双坑 Shuangkeng , Jingxian	1	17(10)	人工孵化 Incubated in artificial room	5
	泾县中桥 Zhongqiao , Jingxian	1	17(11)	人工孵化 Incubated in artificial room	7
	峰山高村 Gaocun , Yishan	1	16(12)	人工孵化 Incubated in artificial room	12
	宣城庄头 Zhuangtou , Xuancheng	1	19(19)	野外孵化 Incubated in field	0
2000	泾县中桥 Zhongqiao , Jingxian	1	19(19)	野外孵化 Incubated in field	17
2001	—	—	—	—	—
2002	泾县中桥 Zhongqiao , Jingxian	1	18(18)	人工孵化 Incubated in artificial room	6
	宣城红星 Hongxing , Xuancheng	1	25(20)	人工孵化 Incubated in artificial room	14
2003	泾县中桥 Zhongqiao , Jingxian	1	22(22)	野外孵化 Incubated in field	18
	宣城红星 Hongxing , Xuancheng	1	28(23)	野外孵化 Incubated in field	23

“ — ”表示没有
“ — ” no eggs

表 4 野生扬子鳄种群数量估算
Table 4 The estimated size of surviving wild populations of Chinese alligator

省 Province	县区 County	地点 Site	估计个体总数(条) Population estimated
安徽省 Anhui Province	泾县 Jingxian	双坑 Shuangkeng	6
		中桥 Zhongqiao	10
		岩潭 Yantan	1
		其他地点 Other areas	10
	宣城 Xuancheng	杨林 Yanglin	1
		毛家 Maojia	3
		红星 Hongxing	8
		庄头 Zhuangtou	5
		夏渡 Xiadu	1
		梅村 Meicun	2
		其他地点 Other areas	11
	广德县 Guangde	朱村 Zhucun	5
		加谷 Jiagu	2
		其他地点 Other areas	5
	南陵县 Nanling	长乐 Changle	7
		楂林 Zhalin	5
		合义 Heyi	3
		天官 Tianguan	1
		宋村 Songcun	1
		其他地点 Other areas	8
	郎溪县 Langxi	章村 Zhangcun	7
		其他地点 Other areas	10
	浙江省 Zhejiang Province	长兴 Changxing	2
		安吉 Anji	0
	江苏省 Jiangsu Province	宜兴 Yixing	0
估算总数 Total population estimated			不超过 120 Less than 120

表 5 50 年间野生扬子鳄种群数量
Table 5 The population of wild Chinese alligators in China from 1950s to the present

时间 Time	地 点 Site	估计数量(条) Estimated population	参考数据来源 The source of information
2003	安徽省、浙江省 Anhui Province , Zhejiang Province	120	本文 This paper
1998 – 2000	安徽省、浙江省 Anhui Province , Zhejiang Province	130 – 150	丁由中等(2001a) Thorbjarnarson 等(2002) 王小明等(2002)
1994	安徽省 Anhui Province	670 – 740	李成元等(1996) 周应健(1997)
1992	安徽省 Anhui Province	674 – 900	陈壁辉(1998) 周应健(1997)
1987	安徽省 Anhui Province	407 – 463	周应健(1997)
1985	安徽省 Anhui Province	690 – 774	周应健(1997)
1983	安徽省 Anhui Province	520	陈壁辉(1985 ,1998) 王小明等(2002)
1981	安徽省 Anhui Province	320 – 520	陈壁辉等(1985) 王小明等(2002)
80 年代 1980s	安徽省、浙江省、江苏省 Anhui Province , Zhejiang Province , Jiangsu Province	350 – 560	黄祝坚等(1985) 陈壁辉等(1985) 王小明等(2002)
70 年代 1970s	安徽省、浙江省、江苏省 Anhui Province , Zhejiang Province , Jiangsu Province	1400 – 1500	黄祝坚等(1985) 陈壁辉等(1985) 王小明等(2002) 本文估算 This paper
60 年代 1960s	安徽省、浙江省、江苏省 Anhui Province , Zhejiang Province , Jiangsu Province	3000 – 3100	黄祝坚等(1985) 陈壁辉等(1985) 王小明等(2002) 本文估算 This paper
50 年代 1950s	安徽省、浙江省、江苏省、湖北省 Anhui Province , Zhejiang Province , Jiangsu Province , Hubei Province	5000 – 6000	朱承瑄(1954 ,1957) 黄祝坚等(1985) 陈壁辉等(1981) 本文估算 This paper

变动的机制是极为复杂的。导致种群数量变动的机制主要可以归结为内因和外因两种 ,由于现有野生扬子鳄数量的稀少和前期内因调节的研究工作开展较少 ,所以我们主要从影响种群数量变动的外因进行分析 ,讨论导致野生扬子鳄数量下降的主要因素。

野生扬子鳄多穴居于水域附近 ,并且其栖息地与人类生产活动密切相关 ,所以我们的调查结果能大致反映野生扬子鳄的真实数量(丁由中等 , 2003)。其次 ,虽然不同时期的研究人员不同 ,但所采用的调查方法基本一致(丁由中等 2001a) ,因此不同时期的研究结果之间具有一定的可比性。自 20 世纪 50 年代以来 ,野生扬子鳄的数量总体呈下

降趋势 ,但在 20 世纪 80 年代到 90 年代初有一定的回升(表 5)。目前野生扬子鳄的数量(120 条)仅为 80 年代的 23. 5% ,1992 年的 13. 2% ,1994 年的 16%。如果与 20 世纪 50 年代到 70 年代的估算数据相比 ,差距就更大了(表 5)。在我们近 6 年的研究期间内 ,其种群数量相对稳定(表 1、2、4、5) ,但是 ,这种较稳定的状态并不能使人感到乐观 ,因为其数量很低且相互隔离严重 ,如果不进行人为补充和保护 ,最后灭绝是不可避免的(丁由中等 ,2001a ; Thorbjarnarson *et al.* 2002 ;王小明等 2002)。

3. 2 不同历史时期致危因素对种群生存的影响

野生扬子鳄数量下降的原因主要可归结为栖息

地破坏、人为捕杀、自然灾害、环境污染等(波部摩娜等,1982;黄祝坚等,1985;陈壁辉等,1985,1998;李成元等,1996;何利军等,2002)。但这些致危因素在不同的历史时期所产生的作用不同。

20世纪50年代到80年代之间,由于开垦农田等生产活动,使扬子鳄栖息地面积大幅度减少是造成其数量下降的主要原因。研究表明在这30年间栖息地面积减少了四分之三以上(波部摩娜等,1982;黄祝坚等,1985)。其次,人为的捣巢毁卵和滥捕滥杀是造成扬子鳄数量下降的另一个重要原因,而1958年前后的大规模消灭血吸虫运动,在沟、塘边大量使用五氯酚钠消灭钉螺,也使得扬子鳄食物缺乏甚至被毒死,在分布区域内数量明显减少(陈壁辉等,1985)。

20世纪80年代以来,由于安徽省扬子鳄国家级自然保护区成立,人为捕杀的影响已明显降低(王小明等,2002)。到90年代初野生扬子鳄种群数量有一定的回升(表5)。虽然保护区已经建立多年,但是对其栖息地的破坏却一直存在,主要原因是保护区没有土地的使用权,即使是野外划定的保护点,其土地、水塘等也不归属保护区管理使用,只有其中的野生鳄属于保护区保护,所以其保护效果必将大受影响(Thorbjarnarson *et al.*, 2002; Thorbjarnarson & Wang, 1999)。人们的生产活动等和扬子鳄在池塘的用水问题上有着直接冲突,因此切实解决保护区的用地问题是实施有效保护的关键。同时,现有的保护点由于面积小(丁由中等,2001a)、隔离严重,因此缺乏足够大的适宜栖息地是一个明显限制种群数量发展的因素。其次,保护区自1984年来共收集野生鳄卵903枚回繁殖中心孵化,也直接导致了野生种群数量的下降。

环境污染是造成野生扬子鳄数量降低的潜在威胁之一(波部摩娜等,1982;陈壁辉等,1985;李成元等,1996;王小明等,2002),但这方面的研究却很少。我们研究发现人工养殖的扬子鳄所产卵中的重金属元素含量高于野生扬子鳄卵,说明重金属元素在扬子鳄体内已经有了一定的积聚(丁由中等,2001b)。在安徽扬子鳄保护区内,农药和化肥的使用十分普遍(种类至少在57种以上),但对于农药污染问题的研究仅停留在使用种类和数量的水平(王小明等,2002)。我们近几年的调查发现,环境污染对野生扬子鳄的影响已经存在,只是影响的程度还属未

知,但保护区内野生扬子鳄因中毒而导致死亡的事件已有发生(何利军等,2002)。对美国密河鳄(*Alligator mississippiensis*)的研究表明:有机农药的污染会造成密河鳄卵的生存力(egg viability)下降和繁殖系统的破坏(Guillette *et al.*, 1997)。

野生扬子鳄遗传多样性的丧失也是一个不容忽视的潜在威胁。吴孝兵等(1999)和Wu等(2002)对安徽扬子鳄繁殖研究中心人工饲养种群的研究表明,子代鳄的繁殖率下降和畸形率上升的原因与近亲繁殖有关。与繁殖中心建立时从野外收集的212条成鳄相比较,现有野生扬子鳄种群数量更小且隔离严重,长此以往,遗传多样性的丧失是难免的。1984-1990年在野外共发现39个繁殖巢穴,而1991-2000年仅发现19个(丁由中等,2001a),且繁殖现象越来越集中在有限的几个地点(中桥、红星等),近6年来在野外发现筑巢现象9次,分散在5个地点(表3)。近十几年内其繁殖能力降低很快,可以推断其种群内的年龄结构、性比等趋向于严重失调,对种群的维持十分不利。从表3中发现,野外自然孵化的成功率并不比人工孵化的低,这一现象有待深入研究。

3.3 旱灾对种群动态的影响

许多学者都曾从不同的角度提出旱灾将会增加野生扬子鳄的死亡率(朱承瑄,1957;波部摩娜等,1982;李成元等,1996;陈壁辉,1998)。在我们的研究中发现,2000年夏天安徽省东南部发生较大的旱灾,扬子鳄生活的水塘面积大幅度下降,水域面积平均只有1999年的1/4,有的地点更少甚至干涸,观察到的野生扬子鳄成体数(8条)仅占1999年在相同地点观察到的38.1%(表1)。旱灾是发现野外个体数量少的主要原因,但是在野外并未发现其死亡个体(丁由中等,2001a)。在2002、2003年调查时又发现与1999年基本上相同数量的野生个体存活于上述区域中,并没有因为2000年的大旱造成种群数量的明显降低(表1)。

陈壁辉(1998)提出干旱导致扬子鳄发生迁徙,而个体死亡可能是发生于迁徙过程中的人为捕杀,似乎更符合实际情况。如果是这样,加强对保护区内居民的宣传教育工作,无疑会对更好的保护野生扬子鳄产生重要作用。究竟野生扬子鳄因为干旱导致缺水而直接死亡、或因为干旱迁徙途中遭遇人为捕杀、还是其对干旱的抵抗能力极强而不受影响,这

一问题值得进一步深入研究。

致谢:非常感谢美国野生生物保护学会的 John Thorbjarnarson 先生以及何利军、王正寰、吴巍、吴建盛等同学在野外工作期间给予的帮助。同时,在多年的野外调查过程中,得到了安徽省林业厅自然保护区施葵初、顾长明,安徽省扬子鳄国家级保护区谢万树、王朝林、邵民、马光荣,浙江省长兴林业局王志平,江苏省宜兴林业局丁锡方等先生的大力支持,在此一并表达谢意。在图表处理过程中,华东师范大学环境科学系徐启新博士给予了很好的指导和帮助,对此深表感谢。

参考文献

- Chen, B. H. (陈壁辉), Li, B. H. (李炳华) and Xie, W. S. (谢万树). 1981. The preliminary study on the population fluctuation of the Chinese alligator. *Journal of Anhui Normal University (Natural Science)* [安徽师范大学学报(自然科学版)], (1): 40 – 42. (in Chinese with English abstract)
- Chen, B. H. (陈壁辉), Hua, Z. H. (花兆合) and Li, B. H. (李炳华). 1985. *Alligator sinensis* (扬子鳄). Anhui Technology Press, Hefei. (in Chinese)
- Chen, B. H. (陈壁辉). 1998. *Alligator sinensis*. In: Wang, S. (汪松) and Zhao, E. M. (赵尔宓) (eds.), *China Red Data Book of Endangered Animals (Amphibia and Reptilia)* (中国濒危动物红皮书). Science Press, Beijing, 311 – 319. (in Chinese)
- Ding, Y. Z. (丁由中), Wang, X. M. (王小明), He, L. J. (何利军), Shao, M. (邵民), Xie, W. S. (谢万树), Thorbjarnarson, J. and Mcmurry, S. 2001a. Study on the population and habitat of the wild Chinese alligator (*Alligator sinensis*). *Biodiversity Science* (生物多样性), **9**: 102 – 108. (in Chinese with English abstract)
- Ding, Y. Z. (丁由中), Wang, X. M. (王小明), He, L. J. (何利军), Wang, R. P. (汪仁平), Xie, W. S. (谢万树), Shao, M. (邵民) and Thorbjarnarson, J. 2001b. A preliminary study on heavy metal elements (Cu, Zn, Cd and Pb) in different parts of the eggs of Chinese alligator (*Alligator sinensis*). *Zoological Research* (动物学研究), **22**: 253 – 256. (in Chinese with English abstract)
- Ding, Y. Z. (丁由中), Wang, X. M. (王小明), He, L. J. (何利军), Wang, Z. H. (王正寰), Wu, W. (吴巍), Tao, F. Y. (陶锋勇) and Shao, M. (邵民). 2003. Position of burrow entrance in wild Chinese alligators. *Zoological Research* (动物学研究), **24**: 254 – 258. (in Chinese with English abstract)
- Guillette, L. J. Jr., Crain, D. A., Rooney, A. A. and Woodward, A. R. 1997. Effect of acute stress on plasma concentrations of sex and stress hormone in juvenile alligators living in control and contaminated lakes. *Journal of Herpetology*, **31**: 347 – 353.
- He, L. J. (何利军), Ding, Y. Z. (丁由中), Li, X. H. (李秀洪), Hu, L. Y. (胡林英), Wang, X. M. (王小明), Shao, M. (邵民), Xie, W. S. (谢万树), Thorbjarnarson, J. and Gu, C. M. (顾长明). 2002. The research of the Chinese alligator population and habitat quality in Nanling County of Anhui Province. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), **37**(1): 31 – 35. (in Chinese with English abstract)
- Huang, Z. J. (黄祝坚), Lin, H. Z. (林恒章) and Zhang, S. K. (张圣凯). 1985. An analysis of the remote sensing image of the Chinese alligator's habitat. *Oceanologia et Limnologia Sinica* (海洋与湖沼), **16** (1): 35 – 41. (in Chinese with English abstract)
- Jelden, D. 2002. Speech at the opening ceremony of the international workshop on protection and reintroduction of Chinese alligator. In: Department of Wildlife Conservation State Forestry Administration, P. R. China (国家林业局动植物保护司) (ed.), *Status Quo and Future of Conservation for Chinese Alligator and Crocodiles in the World* (中国扬子鳄及世界鳄类的保护现状与未来). China Forestry Publishing House, Beijing, 7 – 9.
- Li, C. Y. (李成元), Shao, M. (邵民) and Zhu, H. X. (朱红星). 1996. The situation of Chinese alligator population. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **4**: 83 – 86. (in Chinese with English abstract)
- Sun, R. Y. (孙儒泳). 2001. *Principles of Animal Ecology* (动物生态学原理). Beijing Normal University Press, Beijing. (in Chinese)
- Thorbjarnarson, J. and Wang, X. M. 1999. The conservation status of the Chinese alligator. *Oryx*, **33**: 152 – 159.
- Thorbjarnarson, J., Wang, X. M., Shao, M., He, L. J., Ding, Y. Z., Wu, Y. L. and Mcmurry, S. 2002. Wild population of Chinese alligator approach extinction. *Biological Conservation*, **103**: 93 – 102.
- Wang, X. M. (王小明), Ding, Y. Z. (丁由中), He, L. J. (何利军), Shao, M. (邵民), Xie, W. S. (谢万树), Thorbjarnarson, J., Mcmurry, S., Gu, C. M. (顾长明) and Wang, Z. P. (王治平). 2002. Assessment on the current population status of the wild Chinese alligator (*Alligator sinensis*). In: Department of Wildlife Conservation State Forestry Administration, P. R. China (国家林业局动植物保护司) (ed.), *Status Quo and Future of Conservation for Chinese Alligator and Crocodiles in the World* (中国扬

子鳄及世界鳄类的保护现状与未来). China Forestry Publishing House, Beijing, 55 – 72. (in Chinese and English)

Watanabe, M. (波部摩娜), Wang, K. (王柯) and Huang, Z. J. (黄祝坚). 1982. Research on the habitat of Chinese alligator through the technology of satellite remote sensing. *Natural Journal* (自然杂志), **5**: 852 – 854. (in Chinese with English abstract)

Wu, X. B. (吴孝兵), Wang, Y. Q. (王义权), Zhou, K. Y. (周开亚), Nie, J. S. (聂继山), Wang, C. L. (王朝林) and Xie, W. S. (谢万树). 1999. Analysis on reproduction of captive population of *Alligator sinensis* in Xuanzhou, Anhui. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology* (应用与环境生物学报), **5**: 585 – 588. (in Chinese with English abstract)

Wu, X. B., Wang, Y. Q., Zhou, K. Y., Zhu, W. Q., Nie, J. S., Wang, C. L. and Xie, W. S. 2002. Genetic variation in captive population of Chinese alligator, *Alligator sinensis*, revealed by random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Biological Conservation*, **106**: 435 – 441.

Zhou, Y. J. (周应健). 1997. Preliminary study on the decline of the wild population of the Chinese alligator. *Sichuan Journal of Zoology* (四川动物), **16**: 137. (in Chinese with English abstract)

Zhu, C. G. (朱承瑄). 1954. Chinese alligator. *Bulletin of Biology* (生物学通报), **9**: 9 – 11. (in Chinese)

Zhu, C. G. (朱承瑄). 1957. Observations on the life history of Chinese alligator (*Alligator sinensis*). *Acta Zoologica Sinica* (动物学报), **9**: 129 – 143. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑 : 闫文杰)