

# 野生大鲵繁殖洞穴生态环境的初步研究

罗庆华<sup>①</sup> 刘清波<sup>①</sup> 刘英<sup>②</sup> 罗浩<sup>①</sup> 唐初春<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> 吉首大学大鲵研究所 张家界 427000 ;<sup>②</sup> 张家界市畜牧水产局 张家界 427000)

**摘要** :为了探明野生大鲵 (*Andrias davidianus*) 自然繁殖所需要的主要生态条件, 给人工养殖条件下大鲵的自然繁殖提供生态学依据, 对张家界国家级大鲵保护区境内野生大鲵的栖息繁殖洞穴进行生态学考察。对海拔、洞口的宽度与高度等 10 个生态因子进行定量观测和主成分分析, 结果表明, 影响大鲵选择繁殖洞穴的主要因子是海拔、洞口高度、洞底组成, 以及洞穴中水的透明度、pH、流速、饵料丰度 7 个因子。对大鲵繁殖洞穴相连河段进行调查, 发现多为山溪流。对繁殖洞穴中水的溶解氧、化学耗氧量、硫化物等 5 项主要指标进行检测, 除硫化物外, 其他指标多达到国家饮用水的水质标准, 可见大鲵自然繁殖对洞穴与水质的要求较高。

**关键词** :大鲵; 繁殖; 生态条件; 洞穴; 水质

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2007)03-114-06

## Preliminary Study on Ecological Conditions in Breeding Den of Chinese Giant Salamander

LUO Qing-Hua<sup>①</sup> LIU Qing-Bo<sup>①</sup> LIU Ying<sup>②</sup> LUO Hao<sup>①</sup> TANG Chu-Chun<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> Institute of Chinese Giant Salamander, Jishou University, Zhangjiajie 427000 ;

<sup>②</sup> Bureau of Animal Husbandry and Aquiculture of Zhangjiajie, Zhangjiajie 427000, China)

**Abstract** :In order to ascertain the main ecological condition for wild Chinese Giant Salamander's (*Andrias davidianus*) natural breeding and provide ecological basis for Chinese Giant Salamander's natural breeding under artificial conditions, the breeding den of wild Chinese Giant Salamander in Zhangjiajie Giant Salamander State Reserve was investigated with observing and analyzing 10 ecological factors quantitatively and measuring the main water factors including dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), sulphide, total hardness and pH. The results also showed that the main factors at the breeding den for Chinese Giant Salamander are the altitude, den high, bottom composition and diaphaneity, pH, velocity, food abundance of water. The measured results also showed that most of water quality index reach the state drinking water standard except sulphide. The natural breeding of Chinese Giant Salamander demands for high quality of den and water.

**Key words** :Chinese Giant Salamander (*Andrias davidianus*); Multiply; Ecological conditions; Habitual den; Water quality

大鲵 (*Andrias davidianus*) 属两栖纲 (Amphibia) 有尾目 (Caudata) 隐鳃鲵科 (Cryptobranchidae), 属国家二级保护动物, 已被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 I 中<sup>[1]</sup>。大鲵主要分布在我国长江中上游、珠江中上游及汉水上游深山峡谷的溪流中。由于生

态环境的破坏、大鲵迁移范围局限等多方面的

基金项目 湖南省教育厅资助项目( No. 06C648 ), 湖南省科技厅项目( No. 06sk3055 );

第一作者介绍 罗庆华, 女, 学士, 副教授, 研究方向: 水生动物 E-mail: lqh700930@126.com

收稿日期 2006-08-23, 修回日期 2007-03-24

原因,大鲵的栖息地已经大幅度减少并岛屿化,同时由于人为的滥捕滥杀,大鲵的数量日趋减少,目前我国野生大鲵种群仅存在于人类难以到达的石灰岩溶洞和地下暗河。国内一些学者初步报道了野生大鲵的生态学,主要是针对大鲵栖息地的定性描述<sup>[2~4]</sup>。笔者对湖南省张家界大鲵国家级自然保护区境内主要野生大鲵种群繁殖洞穴的生态环境因子、与洞穴相连河段以及洞穴中水质的主要特征因子进行了定量观测和统计分析,从而确定大鲵自然繁殖所需的主要生态条件,为进一步保护野生大鲵的自然繁殖生态环境,并为探索人工养殖条件下大鲵的自然繁殖技术提供生态基础资料。

## 1 考察地点和方法

**1.1 考察时间与地点** 张家界市位于湖南省西北部,属山地季风湿润气候,年平均气温 16℃。境内喀斯特地貌,溶洞、深潭、阴河、泉水众多,为大鲵的生长繁殖提供了得天独厚的生态环境\*,1996 年 11 月被国务院列为大鲵国家级自然保护区。根据张家界市渔政站提供的资料,将每年春季有野生大鲵苗流出的洞穴确定为野生大鲵的自然繁殖洞穴。2006 年 4~5 月,对张家界市境内 8 处共 12 个野生大鲵繁殖洞穴进行实地考察,地点为桑植县上洞街乡院子村、五道水镇七眼泉与穿峡洞每处 2 个洞穴、芭茅溪与芙蓉桥乡泉河口每处 1 个洞穴、永定区的响水洞与四都坪每处 1 个洞穴、后坪乡前坪村 2 个洞穴。

### 1.2 考察方法

**1.2.1 洞穴环境因子的调查** 对繁殖洞穴 10 项生态环境因子进行测定,考虑到主成分分析只能对数值变量进行处理,所以对其中 3 个描述性因子进行量化。

①海拔: CASIO 双感应手表海拔计测定,精确至 10 m;

②水深: 洞口下缘距水面的距离,精确至 0.01 m;

③洞口宽度和高度: 测量洞口的最大宽度和最大高度,精确至 0.01 m;

④水温: 水银温度计测量洞口附近的水温,精度 0.1℃;

⑤水流速度: 流速计测定,精确至 0.1 m/s;

⑥pH: 精密试纸测定,精确到 0.3;

⑦透明度: 目测,分为很清、清和浑浊,分别量化为 3、2 与 1;

⑧洞穴底组成: 区分洞穴底组成为砂石、卵石或礁石,分别量化为 1、2 与 3;

⑨饵料: 在洞口附近选点采集大鲵饵料,并对其丰度做定性分析,丰富量化为 3,一般为 2,很少为 1。

采用 SPSS 统计软件的主成分分析方法对上述测定的结果进行分析,使用 70% 的阈值,通过主成分分析确定影响大鲵繁殖洞穴选择的主要生态因子。

**1.2.2 河段因子的调查** 所考察的大鲵自然繁殖洞穴,多数一端通向溶洞或暗河,另一端连接河段。这些洞穴相连的河段也可能是大鲵亲本活动的场所,并影响着洞穴的水质与饵料生物等生态因子。调查记录这些河段的环境特征。

①海拔、河底组成、pH、水温、流速、饵料生物和河水透明度,测定方法同洞穴考察;

②河的宽度与深度: 选 5 个点测定河段宽度与深度,取其均值,精确至 0.1 m;

③河床类型: 通过观察确定河床横截面的类型,分为 U 型(河床下切较深)、平底型(河床平缓)和不规则型(河床深浅变化没有规律)<sup>[5]</sup>;

④河岸组成: 按其组成区分为石壁、土山和其他;

⑤两岸坡度: 目测两岸的大致坡度;

⑥植被类型和盖度: 把两岸的植被类型区分为阔叶林、针叶林、针阔混交林和灌丛,盖度分为 < 25%、25% ~ 50%、50% ~ 75% 和 > 75%;

⑦人为干扰强度: 主要依据对大鲵的捕杀情况、沿河居民对河流的利用情况,区分为强、

\* 刘英. 张家界市大鲵资源现状及保护. 长沙: 湖南省大鲵保护与发展协会 国际大鲵保护协作网, 2005. 2.

一般、弱。

**1.2.3 大鲵繁殖洞穴中水质的测定** 考察点均无工业与生活垃圾污染,水清澈透明,测量 5 项主要水质指标:溶解氧、碘量法、总硬度、配位滴定法、硫化物、碘量法、化学耗氧量、碱性高锰酸钾法<sup>[6]</sup>,pH 值、洞考察。

## 2 结果

**2.1 大鲵繁殖洞穴的主要生态因子** 调查结果见表 1。大鲵栖息洞穴的一般特征是:海拔范围在 190 ~ 500 m 之间,洞穴中水深 0.20 ~ 1.00 m,洞口宽度为 0.40 ~ 4.00 m,洞口高度为 0.27 ~ 2.50 m,洞口的水流速度 0.26 m/s 左右;

洞底组成中 66.7% 为卵石,其他的为砂石和礁石;pH 近中性(6.4 ~ 7.2);洞穴中水非常清澈占 66.7%,饵料丰富的占 75%。由于到每个调查点的时间不同,测出的温度没有可比性,因此排除了该因子,采用 SPSS 软件对其余的 9 个生态因子进行主成分分析,分析结果见表 2。前 3 种主成分的累计贡献率为 71.748%,故选用其进行分析。在第 1 主成分中的海拔、洞底组成与透明度,第 2 主成分中的洞高与 pH,第 3 主成分中的流速和饵料,这 7 个因子的权系数绝对值大于 0.7。表明大鲵选择栖息繁殖洞穴的主要生态因子为海拔、洞底组成、洞口高度、水的透明度、pH、流速和饵料丰度 7 个因子。

表 1 大鲵繁殖洞穴生态因子特征

Table 1 The features of ecological factor at breeding den of Chinese Giant Salamander

地点 Place	海拔 Elevation (m)	水深 Water depth(m)	洞宽 Den width(m)	洞高 Den height (m)	流速 Water velocity (m/s)	洞底组成 Bottom composition	pH	饵料 Food	透明度 Diaphaneity	温度 Temperature (℃)
院子洞 1 Yuanzi den 1	410	0.42	1.61	1.52	0.28	2	6.4	3	3	15.0
院子洞 2 Yuanzi Den 2	360	0.34	4.00	2.15	0.22	1	6.4	3	2	15.0
七眼泉洞 1 Qiyang Spring 1	490	0.40	0.40	0.27	0.30	2	7.0	3	3	12.5
七眼泉洞 2 Qiyang Spring 2	490	0.40	0.62	0.85	0	2	7.0	2	3	12.5
泉河口 Quanhekou	330	0.23	0.78	0.43	0.36	2	7.0	3	3	17.1
芭茅溪 Bamao rivulet	430	0.50	0.72	0.28	0.36	2	7.0	3	2	13.2
穿峡洞 1 Chuanxia Den 1	500	0.56	1.68	0.61	0.50	3	7.2	2	3	11.5
穿峡洞 2 Chuanxia Den 2	500	0.20	1.21	0.32	0.22	2	7.2	3	3	11.5
响水洞 Xiangshui Den	260	0.20	3.19	2.50	0.28	3	6.4	3	3	14.8
后坪洞 1 Houping Den 1	210	0.34	1.72	2.02	0	1	7.2	3	2	16.0
后坪洞 2 Houping den 2	190	1.00	1.18	0.32	0.40	2	7.2	2	2	16.0
四都坪 Sidouping	390	0.21	0.81	0.57	0.21	2	7.0	3	3	18.9
平均 Mean	380 ± 112	0.40 ± 0.22	1.49 ± 1.01	0.98 ± 0.82	0.26 ± 0.15	2.00 ± 0.60	6.91 ± 0.32	2.75 ± 0.45	2.67 ± 0.49	

洞底组成中 1、2、3 分别代表砂石、卵石与礁石,饵料因子中丰富为 3,一般为 2,水的透明度中很清澈为 3,清澈为 2,浑浊为 1。

In bottom composition :1, 2 and 3 indicate sand, scree and rock; in food factors :1, 2 and 3 indicate a few, common and abundance; in diaphaneity :1, 2 and 3 indicate muddy, limpidity and very limpidity.

表 2 因子(主成分)负荷矩阵

Table 2 Component Matrix (a)

主成分 Principal components	成分 Component		
	1	2	3
海拔 Elevation	-0.785	-0.136	0.382
水深 Water depth	-0.540	-0.518	0.212
洞宽 Den width	-0.002	0.636	-0.323
洞高 Den height	-0.026	0.926	0.041
流速 Water velocity	0.004	-0.200	0.718
洞底组成 Bottom composition	0.799	-0.078	0.485
pH	0.483	-0.740	-0.228
饵料 Food	-0.081	0.400	0.778
透明度 Diaphaneity	0.765	0.121	0.257

2.2 繁殖洞穴相连河段 调查结果如表 3, 上洞街院子洞 1 的两端均连接溶洞, 无结果; 七眼

泉和穿峡洞, 每处的 2 个洞穴相距近, 连接同一河段, 每处结果为一组数据。海拔、pH、水温、河水透明度、饵料生物丰富度 5 个因子的结果同该处洞穴情况见表 1。可见, 大鲵繁殖洞穴相连河段的宽为 2.2~9.1 m, 深为 0.85~3 m; 水流速度 0.22~0.56 m/s (平均 0.38 m/s); 河底全部由石质性(卵石与礁石)组成; 河岸组成多为石壁(占 66.7%); 6 条河段的河床呈不规则型, 为山溪河流(66.7%); 两岸坡度多为 45~60°(88.9%) 植被多为灌丛(77.8%) 植被盖度均大于 50%。人为干扰严重, 主要包括对大鲵弓、炸、毒、网、电捕, 沿河有微弱的生活污染, 如洗衣服, 没有生活垃圾与工业污染。

表 3 野生大鲵繁殖洞穴相连河段的特征因子

Table 3 The character factors of linked reach with breeding den of wild Chinese Giant Salamander

因素 Factors	地点 Place								
	院子洞 2 Yuanzi den 2	七眼泉洞 Qiyquan den	泉河 Quanhe	穿峡洞 Chuanxia den	芭茅溪 Bamao rivulet	响水洞 Xiangshui den	后坪 1 Houping den 1	后坪 2 Houping den 2	四都坪 Shidouping
河宽 River width(m)	8.1	6.4	7.8	5.2	8.9	2.2	6.3	9.1	8.3
河深 River depth(m)	3.0	0.9	1.4	1.5	2.0	1.2	2.0	1.2	1.5
水流速度(m/s) Water velocity	0.22	0.51	0.36	0.40	0.36	0.29	0.39	0.30	0.56
河底组成 River bottom composition	卵石	卵石	卵石	礁石	卵石	礁石	卵石	卵石	卵石
河岸组成 Bank composition	土山	石壁	石壁	石壁	石壁	土山	石壁	石壁	土山
河床类型 River bed type	平底型	不规则型	不规则型	不规则型	U 型	不规则型	不规则型	U 型	不规则型
河流类型 Rivers type	平底型	山溪型	山溪型	山溪型	U 型河流	山溪型	山溪型	U 型河流	山溪型
两岸坡度(°) Gradient	60	45	45	50	45	65	45	45	30
植被类型 Vegetation type	灌木丛	灌木丛	灌木丛	灌木丛	灌木丛	灌木丛	针阔 混交林	针阔 混交林	灌木丛
植被盖度(%) Vegetation cover	> 75	50~75	> 75	50~75	> 75	50~75	50~75	50~75	> 75
人为干扰 Jamming	较强	较强	较强	一般	一般	较强	较强	较强	较强

**2.3 大鲵繁殖洞穴中的水质** 在 12 个洞穴中取水样,所测定的溶解氧、化学耗氧量、硫化物、总硬度(以氧化钙计)和 pH 结果见表 4(院子洞、七眼泉、穿峡洞和后坪 4 处的 2 个洞穴的水样结果相同)。可以看出,大鲵繁殖洞穴中水质优良。溶解氧含量 6.0~7.5 mg/L,而化学耗氧量和硫化物含量较低,分别为 0.8~1.2 mg/L 与

0.06~0.09 mg/L;总硬度为 42.3~50.4 mg/L;水的 pH 为 6.4~7.2。各项指标均远优于我国的相关渔业水质标准<sup>[7]</sup>,除硫化物外,其他指标接近或达到了国家饮用水的水质标准<sup>[6]</sup>(院子洞与响水洞两处 pH 为 6.4,接近国家饮用水水质标准 pH 6.5~8.5)。

表 4 水质分析结果

Table 4 The results of water quality analysis

地点 Place	指标 Indicators					温度 Temperature (°C)
	溶解氧 DO (mg/L)	化学耗氧量 COD (mg/L)	硫化物 Sulphides (mg/L)	总硬度 Total hardness (mg/L)	pH	
院子洞 Yuanzi den	6.5	0.9	0.06	46.4	6.4	15
七眼泉 Qiyantuan	6.0	0.8	0.08	51.0	7.0	12.5
芭茅溪 Bamao rivulet	7.0	1.2	0.07	40.0	7.0	13
穿峡洞 Chuanxia den	7.0	1.1	0.07	42.3	7.2	11.5
泉河口 Quanhekou	6.5	0.8	0.06	50.4	7.0	17
响水洞 Xiangshui den	6.3	0.8	0.09	45.4	6.4	15
后坪 Houping	6.5	1.0	0.06	48.2	7.2	16
四都坪 Sidouping	7.5	1.0	0.08	43.7	7.0	19
平均 Mean ± SD	6.69 ± 0.51	0.96 ± 0.16	0.07 ± 0.01	45.9 ± 4.17	6.83 ± 0.29	

### 3 讨论与结论

从主成分分析结果来看,海拔、洞底组成、洞口高、水的透明度、pH、流速和饵料丰度 7 个因子为大鲵对栖息繁殖洞穴选择的主要生态因子。大鲵偏向于海拔 357 m 左右,洞底组成为卵石或礁石,洞口水深 0.98 m 左右,水很清澈,pH 近中性,饵料丰富,水流动较慢的生态环境。大鲵的捕食行为之一是等候食物随水流至其嘴边,再进行捕食,大鲵栖息洞穴的洞口水流速度缓慢,可以保证其食物不会被马上冲走,有利于大鲵捕食;另外,与完全静水处相比,河水流动的地方含氧量略高。大鲵洞穴中水的溶解氧含量高,化学耗氧量很低,与其喜高溶解氧的习性相适应。大鲵栖息洞穴的河底组成多为卵石,相对于砂质河底,更能保证河水的清度。大鲵洞穴相连河段多为石灰岩层结构的溪流,流速较快,水质清澈,两岸植被覆盖度大,植物的落叶与残渣形成的腐殖质,为大鲵饵料(鱼、虾、蟹

等)提供直接或间接食物,河段中没有工业和生活污水污染,也是符合大鲵生物学特性的。

该考察所得结果具有局限性,因为部分生态因子如水的流速、水深会随季节发生变化,水温每天都会变化,需要记录每个观测点每天的数据,才能准确分析,故在分析中没有涉及水温,而水温对水生动物的生长繁殖影响很大,该次考察没有测定的光照因子对水生动物的生长繁殖也有很大的影响。所以野生大鲵繁殖所需生态因子的确定,尚需对更多的生态因子进行长期的观测和系统的调查研究。

在考察中发现,由于人为的滥捕滥杀,张家界大鲵国家级自然保护区的野生大鲵种群完全退缩于人为干扰难以到达的地下溶洞或暗河,河段中基本没有野生大鲵种群。野生大鲵的保护有法可依,但执法不严。主要是由于渔政执法力量太过于薄弱,无力追究有关的大鲵违法案件,而当地的公安执法部门缺乏重视,使许多滥捕滥杀现象没有得到相应的查处。尽管在国

家级的保护区,野生大鲵仍然没有安全保障。所以当地政府和公安执法部门应该提高对大鲵保护的認識,漁政部門也應該積極加強與其協作,努力保護野生大鲵的安全,使野生大鲵資源能長存并逐漸恢復。

## 参 考 文 献

- [1] 侯进慧,朱必才,童玉玮等.中国大鲵研究进展.四川动物,2004,23(3):262~265.  
[2] 刘宝和.中国大鲵的生态调查及饲养观察.野生动物,

- 1990(4):12~14.  
[3] 胡小龙.安徽大别山区大鲵的生态研究.安徽大学学报(自然科学版),1987(1):69~71.  
[4] 李新平,张建军.大鲵的生态学观察.山西林业,2002(增刊):36~37.  
[5] 陶峰勇,王小明,章克家.大鲵栖息地环境的初步研究.四川动物,2004,23(2):83~87.  
[6] 中国标准出版社第二编辑室.水质分析方法.北京:中国标准出版社,2001,155~157.  
[7] 吴新儒.淡水养殖水化学.北京:农业出版社,1985,276~277.

(上接第 113 页)

额鳞菱形,前端钝圆,后端略尖;左右前额鳞长大于宽,内缘前 2/3 相接,其后缘呈楔状向外侧突起;额鳞单枚,呈长五边形,前端镶嵌在前额鳞之间,后缘平齐与两额鳞相连,外侧与第一眶上鳞的大部和第二眶上鳞的前端相连;两枚额顶鳞呈不规则的五边形,较前额鳞大,内缘相连,外缘从前向后与第二、三眶上鳞和顶鳞相连,后缘与顶间鳞相连;顶间鳞小,呈倒置的水滴状,其后有一小的等腰梯形的枕鳞,二者将顶鳞分置左右;眶上鳞 3,第三枚极小;上唇鳞 7,第五枚最大,位于眼的正下方;下唇鳞 5,第三枚最大,第五枚最小;颊鳞卵圆形,较吻鳞大,没有后颊鳞;颌片 3 对,由前向后逐渐增大,第一对及第二对前 1/2 相连,后 1/2 及第三对被颌部细鳞分开。

2.2 躯干部 约 43 mm,体背部有棱鳞 6 行,中间两列较细小,不完全,腹面有大棱鳞 8 行,其两侧各有小棱鳞 3 行,最长一列长约 20 mm,共 29 枚棱鳞,前后不及两肢,距前肢基部后缘 12.5 mm,距后肢基部前缘 7.8 mm,其下侧的两列棱鳞小而不整齐,16 枚棱鳞,在小棱鳞与背大棱鳞间分布有 7~12 列密集的小粒鳞。

2.3 尾部 尾细长,共有 150 环发达的棱鳞,尾长约为头体长的 3.57 倍,肛门前鳞片亮白色,肛前有一大的肛前鳞,其两侧各有 2 对渐小鳞片,鼠蹊孔一对,突出,位于后肢基部内侧。

2.4 体色 活体头部、背部和体背部中央为黄灰色,体背两侧灰白色,有约一个半鳞为淡绿色,体侧及腹部小棱鳞呈暗黄色,腹部大棱鳞呈灰黄色。

2.5 与其他个体比较 其测量数据和形态特征与已知烟台昆崙山一雄性个体无明显差异,仅其尾长和头体长之比与已经报道 2~3 倍的检索特征差异明显,但与腹面具有 8 列棱鳞一致;与已知陕西周至一雄性标本头体长(76.2 mm)相差只有 1.2 mm,比福建武夷山的标本尾长(242.0 mm)长 34.1 mm,前肢(26.0 mm)长 0.5 mm,后肢(35.0 mm)长 1.9 mm 等,但比陆宇燕等<sup>[4]</sup>记录的个体量度特征均大,是其体重的 1.60 倍、头长的 1.12 倍、头宽的 1.88 倍、头高的 1.60 倍、头体长的 1.14 倍、尾长的 1.25 倍,差异显著。

此北草蜥反应敏捷,经常处于戒备状态,表现出极强的野生性。多次饲喂昆虫等食物而不食,于 2003 年 11 月 10 日死亡。

文献记载的北草蜥生境均为山地环境或丛林环境,并且分布于黄河以南及蒙新区、东北区,唯独处于中间地带的华北区没有报道,北草蜥在衡水市郊区的居民区草坪中出现实属罕见。衡水市位于河北省的中南部,北纬 37°03',东经 115°10',海拔 20 m,该区域是典型内陆平原,但土壤碱性,杂草丛生,沟壑洞穴众多,气候适宜,有大量的蜥蜴类等爬行动物分布,也较适合北草蜥的生存。因此,笔者认为,北草蜥在本区的发现并非偶然性,是否还有其他个体存在,还有待进一步调查。

韩九皋 马惠钦 王洪江 卢艳敏  
(河北衡水学院生命科学系 衡水 053000)