

张家界国家森林公园金鞭溪河段大鲵栖息地特征 *

罗庆华 ** 康练常

(吉首大学大鲵研究所, 湖南张家界 427000)

摘 要 为进一步保护和改善张家界国家森林公园野生大鲵的栖息环境, 增殖大鲵野生资源提供依据, 于 2008 年 8—9 月对公园境内大鲵 (*Andrias davidianus*) 的栖息地——金鞭溪河段的现状进行了调查, 从大鲵的隐蔽物、水质与饵料生物 3 个方面进行定量分析。结果表明: 金鞭溪河段由石质性河底与河岸组成, 两岸坡度大 ($82^{\circ} \pm 3^{\circ}$), 两岸植被盖度大 ($93\% \pm 3\%$), 水流速度较大 [$(0.36 \pm 0.15) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$], 人为干扰中等, 有一定数量洞穴 ($5 \sim 7$ 个 $\cdot 200 \text{ m}^{-1}$), 水质清澈, 浊度 $6^{\circ} \sim 8^{\circ}$, 溶解氧高 ($6.61 \sim 8.11 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 化学耗氧量较低 ($7.15 \sim 9.69 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 大鲵饵料生物较丰富, 饵料生物总量平均密度为 (51107 ± 9198) $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$, 金鞭溪现具有大鲵自然生长所需生态条件, 可以在此进行大鲵增殖放流。

关键词 大鲵; 栖息地; 张家界国家森林公园; 金鞭溪

中图分类号 Q958.1 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2009)09-1857-05

Habitat characteristics of Chinese giant salamander in Golden Whip Stream of Zhangjiajie National Forest Park, China. LUO Qing-hua, KANG Lian-chang (Institute of Chinese Giant Salamander, Jishou University, Zhangjiajie 427000, Hunan, China). Chinese Journal of Ecology 2009 28(9):1857-1861.

Abstract: In order to provide basis for further protecting and improving the habitat quality of Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*) in the Zhangjiajie National Forest Park and to increase the wild resource of *A. davidianus*, an investigation was conducted in Gold Whip Stream from August to September in 2008 to quantitatively analyze the covert, water quality, and food resources in the stream. This stream is composed of lithoid bottom and bank, and has big bank gradient ($82^{\circ} \pm 3^{\circ}$), high vegetation coverage ($93\% \pm 3\%$) and water velocity [$(0.36 \pm 0.15) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$], and definite amounts of dens ($5 \sim 7 \text{ dens} \cdot 200 \text{ m}^{-1}$), with moderate anthropogenic interferences. Its water quality is good with low nepheloid ($6^{\circ} \sim 8^{\circ}$), high DO ($6.61 \sim 8.11 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), and low COD ($7.15 \sim 9.69 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). The average density of food organisms in the stream is (51107 ± 9198) $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$. All the habitat characteristics suggested that Gold Whip Stream could satisfy the growth of *A. davidianus*, being a suitable place for increasing the wild resource of the Chinese giant salamander.

Key words: Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*); habitat; Zhangjiajie National Forest Park; Golden Whip Stream.

大鲵 (*Andrias davidianus*) 属两栖纲有尾目隐鳃鲵科, 主要分布在中国长江中上游、珠江中上游及汉水上游的深山峡谷的溪流中(侯进慧等 2004)。由于 20 世纪 80 年代前国家过度收购, 栖息地丧失, 非法捕杀, 以及大鲵本身繁殖力低等原因, 大鲵种群数量下降, 湖南、安徽等地的大鲵产量在 20 世纪 50 年

代至 70 年代下降超过 80%, 分布区也极度萎缩(章克家等 2002)。目前, 野生大鲵种群仅存在于人类破坏难涉及的石灰岩溶洞和地下阴河, 被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES) 附录 I 中, 为极危物种, 国家 II 级重点保护野生动物。湖南省张家界市是大鲵重要原产区, 50 年代每年收购出口大鲵达 50000 kg(刘英 2006)。为加强对大鲵资源的保护, 1996 年 11 月, 经国务院批准在湖南张家界市设立了大鲵国家级自然保护区(尚立晰等 2001)。

* 湖南省科技厅资助项目(06SK3055 和 JT1046)和湖南省教育厅资助项目(06C648)。

** 通讯作者 E-mail: lqh700930@126.com

收稿日期: 2009-02-10 接受日期: 2009-06-17

人工增殖放流已成为重建和恢复珍稀濒危水生物种种群的重要手段(牛盾 2008)。为了增殖大鲵资源,丰富公园生物多样性,2002 年 12 月在张家界国家森林公园金鞭溪开始国内首次大鲵增殖放流(陈功建,2003),2004 与 2005 又在金鞭溪放流大鲵 3 次共放流大鲵约 300 尾,但资源调查发现大鲵数量没有明显增加(罗庆华等 2009),放流效果差。放流地点的选择是决定放流效果的重要条件之一(蒋志刚 2004)。本文对公园境内大鲵栖息地的现状进行全面定量观测,确定其作为大鲵增殖放流地点的可行性,为进一步保护和改善公园野生大鲵的栖息环境,合理实施大鲵放流,增加野生大鲵资源量提供依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 调查点概况

张家界国家森林公园(29°17'N—29°21'N, 110°24'E—110°28'E)位于张家界市中部,是 1982 年由国务院批准成立的中国第一个国家森林公园,1992 年被联合国列入《世界自然遗产名录》,2004 年 2 月被列入世界地质公园。公园总面积 4768 hm²,茂密的森林形成了独特的小气候环境,冬暖夏凉,年平均气温 12.8℃,年降雨量 1200~1600 mm(黄艺等,1991)。张家界森林公园为大鲵的传统栖息地(黄艺等,1991;尚立晰等,2001)。但是,在过去的旅游开发中忽视对大鲵资源的保护,生活污水排入大鲵栖息河段,使水质恶化,游道的修建破坏了大鲵栖息的隐蔽物,大鲵数量日渐减少。

大鲵主要栖息在公园内唯一河流—金鞭溪,金鞭溪全长约 8000 m,发源于朝天观下的土地垭,由西南流向东北,途中汇合了多条溪流,于水绕四门由索溪流入澧水。金鞭溪多年平均流量 0.56 m³·s⁻¹,全部落差 150 m(黄艺等,1991)。

1.2 调查时间、项目与方法

2008 年 8—9 月对金鞭溪沿线进行实地考察,

在其上、中、下游选择观测点各 1 个,分别为老磨湾、紫草潭与水绕四门。利用全球卫星定位仪(GPS)确定各点的位置,用海拔表测定海拔,分别对组成大鲵生境的主要因素隐蔽物、水质和饵料生物资源进行考察。

1.2.1 隐蔽物 观测各样点上下 100 m 河段的宽度与深度、底质、河床类型、河岸组成、两岸坡度、植被类型和盖度、流速以及人为干扰强度等生境信息(陶峰勇等 2004);记录各样点上下 100 m 河段相连洞穴个数,洞穴的洞口宽高、洞面积、洞底组成、洞中水深、水流速度等生境信息(陶峰勇等 2004)。

1.2.2 水质 在观测点附近的洞穴口与河段中取水样,每个点取样 3 个,样点间距 50 m。按照水库渔业资源调查规范(SL 167-96)(中华人民共和国水利部,1998)对水样进行测定分析。测定的水质指标包括水温、浊度、电导率、pH 值、溶解氧、化学耗氧量、总碱度、总硬度、总氮、总磷、硫化物、大肠菌群。各点的水质指标以 3 个水样测定值的平均值表示。

1.2.3 饵料生物 采用标志重捕法(殷名称,1995)确定鱼类、蛙类、虾类和蟹类等大鲵主要饵料(宋鸣涛,1994)的资源丰度。样方为调查点周围 100 m² 区域,其中鱼类采用电捕,在尾鳍上剪小口后放流,蛙类采用网目为 2 cm 的捞网捕捞,在蛙腿部挂环标记后释放,虾类采用虾耙捕捞,将触须剪短后释放,蟹类通过徒手捕捞,在甲壳上刻上标记后释放。鱼、蛙、虾、蟹分别于释放后 3、5、5 和 7 d 后再次捕捞计数。水生昆虫采用踢网采集。每个观测点每个指标各重复 3 次,结果取平均值。

2 结果与分析

2.1 大鲵隐蔽物特点

调查点附近河段的特点见表 1,海拔平均 491 m,河宽平均 8.31 m,可见金鞭溪上游较宽,中游窄,下游最宽;深度相反,上游深,中游最深,下游最浅;上中游河底组成多为卵石与礁石,下游多为卵石与

表 1 样点附近河段特征
Tab.1 Features of reaches near investigated sites

地点	海拔 (m)	河宽 (m)	河深 (m)	底质	河岸 组成	河床 类型	两岸坡度 (°)	两岸植被 类型	覆盖度 (%)	流速 (m·s ⁻¹)	人为 干扰
老磨湾	569	7.72	0.72	卵石与礁石	石壁	平底型	80	针阔混交林	95	0.36	强
紫草潭	478	5.38	0.91	卵石与礁石	石壁	不规则型	85	灌木丛	95	0.51	中
水绕四门	426	11.84	0.37	卵石与块石	石壁	平底型	80	针阔混交林	90	0.22	中
平均	491±72	8.31±3.27	0.67±0.27				82±3		93±3	0.36±0.15	

表 2 样点洞穴特点
Tab.2 Features of the dens at investigated sites

地点	洞穴数	洞穴面积 (m ²)	洞口宽 (m)	洞口高 (m)	水深 (m)	流速 (m · s ⁻¹)	洞底组成
老磨湾	7	1. 23 ~ 3. 78	0. 41 ~ 1. 93	0. 42 ~ 1. 84	0. 35 ~ 1. 61	0. 07 ~ 0. 38	卵石或礁石
紫草潭	6	1. 58 ~ 4. 32	0. 23 ~ 2. 17	0. 58 ~ 1. 59	0. 28 ~ 0. 70	0. 11 ~ 0. 34	卵石或礁石
水绕四门	5	1. 12 ~ 5. 64	0. 54 ~ 1. 28	0. 37 ~ 2. 51	0. 21 ~ 0. 53	0. 12 ~ 0. 31	卵石或礁石
平均	6 ± 1	2. 57 ± 1. 25	1. 06 ± 0. 55	1. 08 ± 0. 60	0. 65 ± 0. 44	0. 22 ± 0. 09	

表 3 样点水质分析结果
Tab.3 Results of water quality analysis at investigated sites

样点	水温 WT (°C)	浊度 (°)	电导率 (μS · cm ⁻¹)	pH	溶解氧 (mg · L ⁻¹)	化学耗 氧量(mg · L ⁻¹)	总碱度 (mg · L ⁻¹)	总硬度 (CaCO ₃ mg · L ⁻¹)	总氮 (mg · L ⁻¹)	总磷 (mg · L ⁻¹)	硫化物 (mg · L ⁻¹)	大肠菌群 (ind · L ⁻¹)
老磨湾	18. 5	8	107	8. 16	6. 61	9. 69	37. 52	96. 63	0. 48	0. 09	0. 04	9200
紫草潭	18. 2	7	99	8. 15	6. 68	8. 52	36. 24	90. 31	0. 41	0. 07	0. 03	5400
水绕四门	17. 6	6	80	8. 10	8. 11	7. 15	46. 56	91. 43	0. 18	0. 05	0. 02	1400
平均	18. 1 ± 0. 5	7 ± 1	95 ± 14	8. 14 ± 0. 03	7. 13 ± 0. 85	8. 45 ± 1. 27	40. 11 ± 5. 63	92. 79 ± 3. 37	0. 36 ± 0. 16	0. 07 ± 0. 01	0. 03 ± 0. 01	5333 ± 3900

表 4 样点大鲵的饵料生物量(mg · m⁻²)
Tab.4 Biomass of food organisms for Chinese giant salamander at investigated sites

地点	鱼类	蛙类	蟹类	虾类	水生昆虫类	合计
老磨湾	17532 c	8558 c	2488	5676 c	21082 c	58036 c
紫草潭	18358 c	8381 c	2199	5097 c	20578 c	54613 c
水绕四门	12876 ab	6687 ab	2379	6658 ab	12072 ab	40672 ab
平均	16255 ± 2956	7875 ± 1032	2355 ± 146	5810 ± 789	17911 ± 5063	51107 ± 9198

规定各组代号为 a 老磨湾 b 紫草潭 c 水绕四门。同列中均数后有某点代号时 表示该点与某点之间差异显著($P < 0. 05$)。

块石 ;河岸为石壁 ;河床类型上下游为平底型 ;中游不规则 ;两岸坡度平均 82° ;两岸植被为针阔混交林和灌木丛 ,平均盖度 93% ;水流速度中游较大 ,下游较小 ;人为干扰中等 ,表现为游客的声音干扰与水中嬉戏 ,以及上游有经过处理的已经达标的生活污水的进入(李佩耕等 2008) ,没有非法捕杀。

调查点附近河段相连洞穴特点见表 2。金鞭溪沿线洞穴数为 5 ~ 7 个 · 200 m⁻¹ ,洞穴面积平均 1. 12 ~ 5. 64 m² ,洞口宽与高分别为 0. 23 ~ 2. 17 m 与 0. 37 ~ 2. 51 m ,洞口水深 0. 21 ~ 1. 61 m ,流速为 0. 07 ~ 0. 38 m · s⁻¹ ,整个河流洞底组成均为卵石或礁石。

2.2 水质现状

各样点水质情况见表 3。相关项目均优于中国渔业水质标准相应指标(吴新儒 ,1999) ,也优于中国《地面水环境质量标准》(GB 3838-2002) II 类地表水标准相应指标(仇雁翎等 ,2006)。从上游到中、下游 ,浊度、溶解氧、化学耗氧量、总氮、总磷、硫化物、大肠菌群等水质指标不断优化 ,可见金鞭溪水体有较好的自净作用。

2.3 饵料生物种类与密度

样点的饵料生物情况见表 4 ,饵料生物总量平均密度为 51107 mg · m⁻²。方差分析表明 ,鱼、蛙、水生昆虫与饵料总量的密度以上中游较大 ,下游较小 ,虾的情况相反。蟹密度在上、中、下游差异不显著($P > 0. 05$)。

3 讨 论

3.1 金鞭溪大鲵隐蔽物特点

罗庆华等(2007)报道 ,野生大鲵栖息地海拔 190 ~ 500 m ,河宽 2. 2 ~ 9. 1 m ,河深 0. 9 ~ 3. 0 m。河底由卵石或礁石组成 ,河岸多为石壁 ,河床多为不规则型 ,两岸坡度大(45° ~ 60°) ,植被多为灌木和针阔混交林 ,植被盖度 > 50% ,水流速度较大(0. 22 ~ 0. 56 m · s⁻¹) ,人为干扰较严重。与其比较 ,金鞭溪的海拔、河宽、底质、河岸组成、河床类型、两岸植被类型与盖度、水流速度均属于报道的数据范围 ,仅河深稍浅 ,两岸坡度稍大 ,人为干扰较弱。与陶峰勇等(2004)报道的大鲵栖息地河段特点比较 ,金鞭溪河段的河水较浅 ,河宽较小 ,利于大鲵上岸活动 ,与

其两栖生活习性相适宜(费梁等 2006)。两岸坡度大,有利于两岸山上植物的落叶与残渣落入河段中,形成的腐殖质,为大鲵饵料生物(鱼、虾、蟹、水生昆虫等)提供直接或间接食物(罗庆华等 2007),同时对河段起到遮阳的作用,使河段中光线弱、温度低,满足大鲵喜阴喜凉的生态习性(胡小龙 1987;刘宝和 1990)。人为干扰较弱,更有利用大鲵自然生长。金鞭溪的河段特点适宜大鲵自然生长。

罗庆华等(2007)报道,大鲵栖息洞穴特点为水深 0.20 ~ 1.00 m,洞口宽 0.40 ~ 4.00 m;高度为 0.27 ~ 2.50 m,洞口水流速 0 ~ 0.40 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,底质为卵石、沙石或礁石。与其相比较,金鞭溪的河段相连洞穴高属于以上范围,底质特点完全一致,仅个别洞穴洞口稍窄(0.23 ~ 2.17 m),水稍深(0.21 ~ 1.61 m),流速稍小(0.07 ~ 0.38 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。与陶峰勇等(2004)报道的大鲵栖息地洞穴特点比较,仅个别洞口稍高。个别洞口稍窄或稍高对大鲵栖息影响不大,因为大多数的大鲵个体的宽 < 0.23 m,此外,大鲵有较好的游泳能力,洞穴水稍深对大鲵生活影响小。流速小有利于大鲵摄食(陶峰勇等 2004)。所以金鞭溪的洞穴特点能满足野生大鲵自然生长。

成鲵非繁殖期独居洞穴,产卵时另觅较浅的新洞,洞穴数量会限制其种群数量(王文林等 2000)。调查发现金鞭溪沿线洞穴不多,对大鲵种群增殖不利。按照公园气候特点,金鞭溪中大鲵繁殖时间大约在 9 月,该时间段公园游客人数多,由于洞穴距离游道近,所受干扰较大,会导致大鲵自然繁殖困难。这可能是 2002—2005 年 3 次在金鞭溪进行大鲵放流,而资源量没有增加的原因之一。如何解决金鞭溪缺乏适宜的大鲵自然繁殖场地?可以对该河段远离游道的部分洞穴,按照大鲵所需繁殖场条件进行改造,制造出适宜的大鲵繁殖场。天敌的掠食作用致使幼鲵的成活率很低(王文林等 2000),所以需要在繁殖季节注意对自然繁殖场中天敌的控制,提高大鲵自然繁殖效果。

3.2 金鞭溪水质特点

通过水质分析,证实了新建污水处理厂对排入老磨湾污水进行前处理后,金鞭溪水质改善较大(李佩耕等 2008)。与罗庆华等(2007)报道的大鲵繁殖洞穴中水质指标相比较,溶解氧、化学耗氧量、总硬度、pH 均较高,硫化物含量低。而与吴方同等(2007)报道的壶瓶山大鲵栖息地水质比较,pH 值

在其报道范围(7.43 ~ 8.63)内,而溶解氧、化学耗氧量和总硬度均略小。可见金鞭溪的溶解氧、化学耗氧量、总硬度与 pH 较适宜。硫化物含量低,有利于水生动物生活。金鞭溪现有水质条件能够满足大鲵生活,以中下游紫草潭到水绕四门河段为宜。2005 年前金鞭溪水质较差,老磨湾、紫草潭与水绕四门 2003 年水质污染等级为 4.47、1.26 与 1.01,2004 年开始好转为 1.14、1.10 与 1.01,2005 年为 1.62、1.08 与 1.05,2006 年为 1.01、1.00 与 1.00,到 2007 年 3 个样点都为 1.0(李佩耕等 2008)。水质可能是金鞭溪大鲵 2002—2005 年间放流不成功的主要原因。

3.3 金鞭溪饵料生物特点

通过对金鞭溪水中大鲵饵料生物定量分析,发现大鲵饵料生物较丰富,平均饵料生物总密度为 51107 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$,每天饵料生物总量的 10% 被摄取不会影响饵料生物的再生(李永涵 2002),所以金鞭溪每天可提供饵料约 5111 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$,大鲵食量较小(宋鸣涛 1994),如果计大鲵捕食量为 50 $\text{g} \cdot \text{尾}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,约 66480 m^2 ($8000 \text{ m} \times 8.31 \text{ m} = 66480 \text{ m}^2$)的金鞭溪提供的饵料生物量可以养活 6795 尾大鲵。而通过资源调查,该溪现有大鲵约 100 尾(罗庆华等 2009)。所以在金鞭溪进行大鲵增殖有较好的饵料支持。

4 小 结

通过实地考察,发现导致金鞭溪大鲵放流不成功的主要原因—水质问题已经得到解决,金鞭溪在隐蔽物、水质与饵料等条件现状均满足大鲵自然生长繁殖,可以在该地进行大鲵资源增殖。此外,在公园增殖野生大鲵资源,有气候、安全性优势。公园能满足大鲵喜阴凉、对水依赖性强的要求;公园有现成的防盗机制,能保证大鲵的安全。金鞭溪中下游的水质条件较好,故可在中下游选择远离游道的适应地点,适当改造洞穴,进行大鲵增殖放流。随着大鲵资源不断增加,游客能观看到野生大鲵,将为公园增加一项鲜活的科普景观,巨大提升张家界森林公园的旅游价值。大鲵资源量的增加也将丰富公园生物多样性的内涵。

本次实地考察点数量少,且仅在一个时间段进行考察。需要在不同季节,多设样点进行考察,才能对金鞭溪大鲵生态环境有更全面的评价。

参考文献

- 陈功建. 2003. 张家界实施大鲵规模放流. 内陆水产, (1): 6.
- 费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 等. 2006. 中国动物志, 两栖纲 (上卷), 总论, 蚓螈目, 有尾目. 北京: 科学出版社.
- 侯进慧, 朱必才, 童玉玮, 等. 2004. 中国大鲵研究进展. 四川动物, 23(3): 262-266, 276.
- 胡小龙. 1987. 安徽大别山区大鲵的生态研究. 安徽大学学报(自然科学版), (1): 69-73.
- 黄艺, 吴楚材, 刘云国, 等. 1991. 张家界国家森林公园研究. 北京: 中国林业出版社.
- 蒋志刚. 2004. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社.
- 李永涵. 2002. 水产饵料生物学. 大连: 大连出版社.
- 李佩耕, 吴文晖, 樊玲凤. 2008. 张家界国家森林公园地表水污染综合分析. 中国环境监测, 24(3): 83-87.
- 刘宝和. 1990. 中国大鲵的生态调查及饲养观察. 野生动物, (4): 12-14.
- 刘英. 2006. 张家界大鲵资源与保护现状[EB/OL]. [2006-06-12]. <http://www.giant-salamander.com/default.asp>
- 罗庆华, 刘清波, 刘英, 等. 2007. 野生大鲵繁殖洞穴生态环境的初步研究. 动物学杂志, 42(3): 114-119.
- 罗庆华, 刘英, 张立云, 等. 2009. 张家界大鲵资源调查研究. 四川动物, 28: 422-426, 436.
- 牛盾. 2008. 深入实践科学发展观, 大力推进水生生物资源增殖放流事业. 中国水产, (12): 4-5, 25.
- 仇雁翎, 陈玲, 赵建夫. 2006. 饮用水水质检测与分析. 北京: 化学工业出版社.
- 尚立晰, 向延振, 伍大荣, 等. 2001. 张家界市情大辞典. 北京: 民族出版社.
- 宋鸣涛. 1994. 中国大鲵食性研究. 动物学杂志, 29(4): 38-41.
- 陶峰勇, 王小明, 章克家. 2004. 大鲵栖息地环境的初步研究. 四川动物, 23(2): 83-87.
- 王文林, 蒋发俊, 王炳立. 2000. 大鲵的自然繁殖习性调查. 水利渔业, 20(6): 12-13.
- 吴新儒. 1999. 淡水养殖水化学. 北京: 农业出版社.
- 吴方同, 苏秋霞, 李文健, 等. 2007. 壶瓶山大鲵栖息地水环境因子的调查分析. 长沙理工大学学报(自然科学版), 4(4): 94-98.
- 殷名称. 1995. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社.
- 章克家, 王小明, 吴巍, 等. 2002. 大鲵保护生物学及其研究进展. 生物多样性, 10(3): 291-297.
- 中华人民共和国水利部. 1998. 水库渔业资源调查规范. 北京: 中国水利水电出版社.

作者简介 罗庆华, 女, 1970年生, 硕士, 副教授. 主要从事水生动物生态学与营养学研究, 发表论文20篇。E-mail: lqh700930@126.com
责任编辑 李凤芹
