

汉江支流渭水河流域大鲵数量统计 方法的探讨及其资源*

刘诗峰 杨兴中

(西北大学生物系 西安 710068)

田英孝

(城固县林业局)

摘要 根据渭水河流域生境特点,采用“弓钩连续捕捉法”和“徒手连续捕捉法”对该河干、支流的大鲵数量分别进行了统计。计算了该流域大鲵的现存量和总重量。进行了该流域大鲵种群年龄组的划分,不同年龄组体长和体重年增长量的推算、性比的统计和食性分析。提出了加强保护、积极开展人工养殖的建议。

大鲵 *Andrias davidianus* 是我国特产的有尾两栖类之一,列为国家二级保护动物。由于大鲵属于由水生向陆栖过渡的类群,且体大肉多,肉质鲜美,营养丰富,以及高蛋白、低脂肪的营养结构更使其成为现代肉食之珍品;兼之肉、皮均有明显的药用价值^[1],故对大鲵的研究,具有重要科学意义和经济价值。

大鲵在我国的自然分布跨越古北、东洋两界,遍及17个省(区),主要产于长江、黄河和珠江中、下游支流中^[2]。陕西秦巴山区的甘肅县亦广泛分布,并有较丰富的资源量。1988年4月我们对城固县境内渭水河流域的大鲵资源进行了调查。

一、城固县境渭水河段自然概况

渭水河源于秦岭主峰太白山,总流向自北向南由太白县经洋县进入城固县境汇入汉江,属长江水系。在城固县境内全长57.75公里。城固县境的秦岭山区峰峦叠嶂,河流切割剧烈,形成了中、低山地貌。渭水河流经的中山地带最高海拔2602.8米,平均海拔1367.9米,平均坡度29度;低山地带以南为丘陵坡地区,再南为汉江平坝区,最低海拔467米,相对高差2135米。中山地带河谷宽、狭交错出现,沿河形成念珠状河谷小盆地和不很发育的河漫滩地,是山

区农田基地和散在的居民点。河谷两侧植被保护较好,多为森林棕壤土;河岸多巨石,石质以碳酸钙溶岩为主,洞穴多,甚适大鲵栖息;河床以较大卵石为主,水流湍急。低山区河谷两侧坡度较缓,植被破坏较重,多黄棕壤土;小卵石间砂质河床,水流相对较缓。中、低山河床比降较大,转弯处多深潭,水深数米至十数米不等,是大鲵冬季御寒的良好栖所。丘陵及平坝区砂质河床增多,河面开阔,水流更缓。这里海拔较低,水温较高,除山洪暴发大鲵被冲至这里外,正常情况大鲵不在这里生活。

山区河段主要支流15条,总长约201公里,生境适宜,多为大鲵繁殖的种源地。中、低山区的年降水量分别为950和900毫米,年均气温9.1和11.6摄氏度。

二、调查方法

在流量较大、水深不一、河床结构复杂洞穴较多的河流中,进行大鲵数量统计十分困难,尚未见有较好方法的报道。宋鸣涛等(1979)在乾佑河所用方法^[3],仅适于流量小的浅滩河段,且工作量大。为此,我们以湘、陕等地群众捕捉大

* 在陈服官教授指导下,城固县林业局白凌云、杜永安,西北大学张晓工、许岗及动物专业八五级周军等全体同学参加了调查,特此致谢。

鲃所用的“弓钩”，结合样方统计原则，设计了“弓钩连续捕捉法”。经对调查结果的概率分析，显著性达95%以上，证明此法简便易行，省时省工，结果准确可靠。

“弓钩”制作是取直径约15毫米，长1.2米左右的竹子，用细尼龙绳缚其两端使成弓状，在尼龙绳上每隔一定距离用长约15—20厘米的细绳绑上一枚锋利的钓钩，每弓5—7枚；在弓弦正中用10—15厘米的细绳绑缚钓饵，两端再各绑一长约40厘米用来绑小石块的细绳即成。

本次调查依据不同生境和海拔高度，在主河道的鸡冠岩、双溪、小河、盘龙和石槽选取五个样方，每个样方均包括急流、缓滩和深潭各一段；在支流朝阳沟河、西番河、堰叉沟河、大瓦子沟河、朝天沟河中选取六个样方。每个样方河段长度均为500米。根据在非洪水期、非繁殖期，4月份水温尚低（调查期间日均水温10.8—14.8℃），大鲃活动范围较小的情况，在主河道和支流样方内分别用“弓钩连续捕捉法”及“徒手连续捕捉法”进行数量调查。

“弓钩连续捕捉法”是在主河道样方内根据河床结构、水流等情况，每隔一定距离下一只弓。下弓时，先在弓弦正中的细绳上绑好鸡肠或鸡、鱼肉等食饵，两端细绳上绑一块小石，再

用长尼龙绳一端缚住弓背，然后抛入水中，另一端绑在岸边的树枝或石块上固定。弓在水中借助弓背的浮力和两端小石块的重力悬吊于水底。当大鲃捕食时，即会被弦上的钓钩钩住皮肤而不易逃脱。每日傍晚下弓，翌晨收弓，取回捕获的大鲃。如此连续捕捉至连续三日无大鲃上钩为止，所捕大鲃数即作为该样方内的条件捕获数。“徒手连续捕捉法”是在支流样方内，自下而上白天逐石逐洞捕捉，与晚9—11点大鲃出来觅食时用手电照明捕捉相结合，连续数日以不再捕到为止，将捕获大鲃数作为该样方的实有数量。带鳃幼鲃因多藏身于小水潭底的枯叶中，故用水网将枯叶一并捞起，倒在岸边拨开枯叶捕捉。在流量小、水浅的支流中采用此法，实践证明，虽较费工，但效果亦准确可靠。

每次捕得的大鲃均带回驻地，按常规方法进行测量、统计性别和随机取样进行食性分析。每个样方工作结束后，将剩余活鲃尾部系以号牌，重新放回原来河段。

三、调查结果及数量统计

(一) 各样方捕获量和主河道样方的条件捕获率见表1、2。

表1 主河道各样方大鲃捕获量及条件捕获率

样方号及所在地	样方海拔(m)	调查时水温(℃)	总弓数(个)	实弓数(个)即捕获条数(只)	空弓数(个)	瞬时捕获率	条件捕获率
I 鸡冠岩	620	11.25—11.95	192	8	184	0.04256	0.0417
II 双溪	700	11.7	123	7	116	0.05859	0.0569
III 小河	760	10.8—11.2	89	6	83	0.06974	0.0674
IV 盘龙	800	11.6—13	80	2	78	0.02532	0.0250
V 石槽河	860	11—14.8	130	3	127	0.02335	0.0231
总计			614	26	588	0.04327	0.0423

瞬时捕获率及条件捕获率是按 Rothschild (1967) 推导出的被捕概率的随机表达式^[3]估算的，即：瞬时捕获率 $\lambda = \frac{-n_1 [\text{Log}e(n_0/N)]}{N - n_0}$ ，

n_0 = 空弓数， n_1 = 钓到大鲃的实弓数， N = 总弓数，条件捕获率 $P_{01} = 1 - e^{-\lambda}$ 。

(二) 城固县境清水河流域大鲃现存量估算

1. 主河道大鲃现存量 样方内现存量 = 条件捕获率(丧失率) + 残存率(存活率)

以样方内现存量为1，由表1知平均条件捕获率为 $0.0423 = 26$ 条，则：

表 2 支流各样方大鲵捕获量

样方号及支流名称		I, II 朝天沟河	III 大瓦子沟河	IV 西番河	V 堰叉沟河	VI 朝阳沟河	总数及平均%
有外鳃大鲵	数量(条)	36	3	4	4	59	106
	%	51.43	17.65	100	100	78.67	62.35
无外鳃大鲵	数量(条)	34	14	0	0	16	64
	%	48.57	82.35	0	0	21.33	37.65

表 3 大鲵种群各年龄组的体重、体长及其年增长量

项目	2 龄	3 龄	4 龄	5 龄	6 龄
条数	13	29	19	3	7
频次	13.54	30.21	19.79	3.12	7.29
平均体长(范围) cm	6.49 (5—9)	20.99 (14—26)	30.97 (27—36)	40.77 (37—44)	51.58 (48—55)
平均体重(范围) g	3.84 (10以下)	65.48 (24.7—115)	206.50 (115—450)	375.00 (300—430)	885.71 (580—1225)
体长年增长量 cm	6.49	14.50	9.98	9.80	10.81
体重年增长量 g	3.84	61.64	141.02	168.50	510.71
性别		14♀ 9♂	8♀ 10♂	3♂	1♀ 5♂

项目	7 龄	8 龄	9 龄	11 龄
条数	9	8	7	1
频次	9.38	8.33	7.29	1.04
平均体长(范围) cm	59.43 (56—64)	68.41 (65—73)	79.22 (75—83)	102 (102以上)
平均体重(范围) g	1625.00 (1250—1940)	2352.85 (2170—2650)	3863.30 (3000—4650)	8050 (8000 以上)
体长年增长量 cm	7.85	8.98	10.81	22.78
体重年增长量 g	739.29	727.85	1510.45	4186.70
性别	6♀ 3♂	3♀ 5♂	4♀ 2♂	1♀

$$\text{残存率} = 1 - 0.0423 = 0.9577,$$

$$\text{残存量} = \frac{0.9577}{0.0423} \times 26 = 589 \text{ 条},$$

样方现存量 = 589 + 26 = 619 条,
每公里样方平均现存量

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{样方现存量 } 619 \text{ 条}}{5 \text{ 个样方} \times 0.5 \text{ 公里}} \\ &= 247.6 \text{ 条/公里}. \end{aligned}$$

主河道全长 57.75 公里, 除丘陵平坝区约 10 公里河段无大鲵自然分布外, 以 48 公里计,

表4 22个大鲵胃中食物的种类及频次

食物名称	胃内出现次数	频次(%)	食物名称	胃内出现次数	频次(%)
螃蟹	16	72.7	红尾副鳅	2	9.1
角鱼蛉(幼虫)	12	54.4	平鳍鲩	1	4.5
虾	8	36.4	贝氏高原鳅	1	4.5
拉氏鲮	2	9.1	唇鲮	1	4.5
细鳞鲉	1	4.5	红尾水鲮	1	4.5
蚌(幼虫)	5	22.7	稻穗	1	4.5
田鼠	1	4.5	小麦(粒)*	1	4.5
岩松鼠	1	4.5	枫杨等树叶	4	18.2
鼯鼠	1	4.5	树枝	5	22.7
蜻蜓(幼虫)	2	9.1	藻类	1	4.5
有鳃幼鳃	2	9.1	枯草枝	1	4.5
鸡(爪)*	1	4.5	砂粒	2	9.1
广翅目昆虫(幼虫)	7	31.8	小石块	3	13.6

* 这些食物可能是当地居民在河中淘洗时遗弃而被大鲵偶然吞食的。

表5 大鲵体长、年龄与食物种类和食物量的关系

标本编号	体长(cm)	年龄	食物量		食物种类
			重量(g)	容量(ml)	
60	6.5	2		0.5	虾、蜻蜓及其他水生昆虫幼虫
39	19.2	3			虾、有鳃幼鳃
58	20.5	3		2	虾、蚌及其他水生昆虫幼虫
41	20.85	3			虾、有鳃幼鳃、水生昆虫幼虫
56	32.0	4	25	5	虾、蜻蜓及其他水生昆虫幼虫
52	37.1	4			空胃
6	49.0	5	5	5	食糜,难于辨认
54	50.0	6		170	螃蟹、角鱼蛉及蚌幼虫、树枝
4	51.6	6	38	35	螃蟹、鱼、水生昆虫、小石块
42	55.0	7	55	110.2	拉氏鲮、树枝、树叶、枯草
32	57.0	7			拉氏鲮、角鱼蛉幼虫、螃蟹
37	56.0	7	85.5	87	螃蟹、角鱼蛉幼虫、稻穗、树枝
55	58.0	7		60	螃蟹、角鱼蛉幼虫、砂粒、岩松鼠(头)
33	61.5	7	116.2	115	田鼠、角鱼蛉幼虫、鱼、鸡爪、螃蟹
1	59.5	7	30	32	螃蟹、红尾副鳅、广翅目水生昆虫幼虫、树枝
53	63.0	7	120	115	鼯鼠、螃蟹、角鱼蛉幼虫、小石块
2	65.0	8	240	225	细鳞鲉、螃蟹
7	70.0	8	30	24	广翅目水生昆虫幼虫、小麦粒
50	78.1	9			角鱼蛉幼虫、螃蟹
43	83.0	9		230	唇鲮、平鳍鲩、贝氏高原鳅、红尾副鳅、螃蟹

并按 95% 置信区间推算,则:

$$\begin{aligned} \text{主河道大鲵现存量} &= 247.6 \times 48 \\ &= 11885 \pm 297 \text{ 条。} \end{aligned}$$

2. 支流大鲵的现存量 依据表 2, 支流样方每公里平均现存量

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{有外鳃大鲵数} 105 \text{ 条} + \text{无外鳃大鲵数} 64 \text{ 条}}{6 \text{ 个样方} \times 0.5 \text{ 公里}} \\ &= 56.66 \text{ 条/公里} \end{aligned}$$

主要支流全长 201.15 公里, 并按 95% 置信区间推算,则:

$$\begin{aligned} \text{支流大鲵现存量} &= 56.66 \times 201.15 \\ &= 11397 \pm 207 \text{ 条} \end{aligned}$$

3. 由 1、2 结果可知, 城固县境渭水河流域大鲵现存总量为 22778—23786 条。

4. 本次调查 96 条大鲵的平均体重 803 克, 故城固县境渭水河流域现存大鲵的总重量为:

$$\begin{aligned} &(22778 - 23786 \text{ 条}) \times 803 \text{ 克/条} \\ &\approx 18291 - 19100 \text{ 千克} \end{aligned}$$

(三) 城固县境渭水河流域大鲵种群年龄组的划分和性比

依据 96 条大鲵标本体重和体长的关系, 作出坐标图, 可将该种群划分为 9 个年龄组 (图 1)。各年龄组的体重、体长范围及其年增长率见表 3。

根据 80 条标本的统计, 该种群性比为雌:

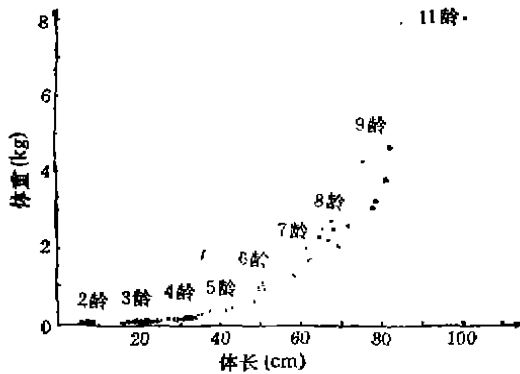


图 1 城固县渭水河流域大鲵种群年龄组的划分*

* 动物的年龄按年度划分,并非按实际年龄计算,本次调查最小年龄组的个体都是去年孵化的,故算作 2 龄;从图可看出,在 9—11 龄组间有一不相衔接的空档,这意味着本次调查未捕获 10 龄的标本。

雄 = 1:1.162。

(四) 食性分析 共解剖大鲵胃 22 个, 发现动物性食物 18 种, 其中属食虫目者 1 种, 鼠类及鸟类各 2 种, 鱼类 6 种, 节肢动物的甲壳类 2 种, 水生昆虫 4 种, 此外, 支流中较大的个体还吞食有鳃幼鲵。偶而也吞食一些植物和砂石块。其食物种类和频次见表 4, 体长、年龄与食物种类和食物量的关系见表 5。在测定的 7 只胃中有 5 只胃液 pH 在 6.4 以下, 另 2 只分别为 7 和 8。

四、分析讨论

(一) 用“弓钩连续捕捉法”对流量大、河水深浅不一、河床结构复杂河流中大鲵的数量调查是适宜的, 省工省时, 结果准确可靠。

(二) 大鲵的准确年龄不易判断, 我们认为依据大鲵体长和体重的关系来划分其年龄, 目前也是一种较为可行而可靠的方法。

(三) 由表 3 可看出, 体长在 10 厘米以下, 具有或刚蜕去外鳃的 2、3 龄幼鲵生长缓慢, 体长和体重的年增长量均较小, 这主要与其生活环境的水温低、食物单调及它们的捕食能力低有关; 平均体长在 19.5—33.5 厘米的 4、5 龄大鲵, 开始进入主河道, 水温相对较高, 食物也较支流中丰富, 且捕食能力很快加强, 能够捕获较多而大的食物, 因而其体长和体重的年增长量迅速增加; 平均体长在 42.6 厘米以上, 6—9 各龄大鲵的体长年增长率较趋稳定, 但体重年增长率却急剧增加, 这是符合体积和重量变化关系规律的; 至于体长 102 厘米的 11 龄组因仅获一条标本, 不宜说明问题, 但也符合上述规律。总之, 各年龄组的生长是不等速的。因此, 人工养殖可利用这一生物学特性, 在不同龄期采取不同的饲养措施, 以加速其生长发育, 尽快提供经济利用。

(四) 表 4 说明渭水河流域大鲵以动物性食物为主, 其中螃蟹频次最高, 不仅是由于该流域螃蟹数量多, 且易被大鲵所捕获; 大鲵尤其幼鲵饥饿时也以溪中的枯枝腐叶、藻类等植物充腹, 所以是以动物性食物为主的杂食性。在 4

月份吃到稻穗、麦粒虽属偶然,但可推想稻、麦成熟季节,溪流岸边的稻、麦田也会被大鲵所光顾。大鲵的牙齿并不发达,食物多囫囵吞咽入胃,故吞食粗砂粒及碎石块,有助于对食物的消化。

(五)表5说明体长32厘米以下2—4龄大鲵捕食能力较弱,多以虾、水生昆虫幼虫为食,正如上述是生长发育较慢的原因之一;体长19.2—20.85厘米3龄大鲵有吞食有鳃幼鲵现象,对其种群增殖十分不利;5龄后逐渐进入主河道,捕食能力逐渐增强,故可捕食鱼类、鼠类等较大而活动较快的动物,较为丰富的营养大大提高了大鲵体长和体重的年增长量,这一点从体长与食物量的关系亦可得到证实。

(六)大鲵胃液pH值一般为酸性,多在pH6.4以下,个别中性或偏碱者可能与食物或测定误差有关,需待验证。

(七)大鲵是一项珍贵的动物资源,虽分布较广,蕴藏量较大,但由于其经济价值甚高,近年各产地偷捕盗贩情况日趋严重。本次调查在石槽河乡河段到处可见偷捕的痕迹,当地个别

居民与广东、湖南的走私者相互勾结进行盗贩活动。另从调查结果年龄组划分来看,性成熟的个体数量较少,总的来说生长也较缓慢,年龄大的死亡率高。因此,应大力加强资源的保护与管理。产地各级主管部门要思想重视,明确部署,建立必要的保护管理机构 and 措施;加强保护的意识和法制宣传,发动群众监督少数人偷捕盗贩的行为;依法从严打击偷捕盗贩不法分子;尤其应特别重视支流大鲵种源地的保护,严禁在种源地河流中炸鱼和用鱼藤精等药品捕鱼,严控种源地河流两岸农田使用农药,切实保护大鲵的繁殖和幼鲵成活率。在加强保护基础上,充分利用当地优越的生态环境,积极开展人工养殖,为开发利用这一资源创造条件。

参 考 文 献

- [1] 李贵祿等 1983 大鲵生态初步研究 大自然探索 110—113。
- [2] 宋鸣涛等 1979 陕西乾佑河上游大鲵的生态调查 淡水渔业 (10,11): 33—34。
- [3] W. E. Ricker 著 费鸿年等译 1984 鱼类种群生物学统计量的计算和解析 16—17页 科学出版社。