組研究简报 組

浙江东部牛蛙的自然种群及潜在危害

武正军^{1,2} 王彦平^{1,2} 李义明^{1*}

1 (中国科学院动物研究所, 北京 100080)

2 (中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 牛蛙 (*Rana catesbeiana*) 的入侵已成为一些本地两栖类种群数量下降或灭绝的主要因素之一。1959 年牛蛙被引入中国大陆, 但直到 1990 年才开始在国内大范围饲养。牛蛙的自然种群在国内一直未见报道。我们于 2003 年 9 - 11 月调查了浙江省东部 5 区 3 县的牛蛙种群, 发现在岱山、秀山、六横及佛渡岛上有牛蛙分布, 共捕获 23 只牛蛙, 包括 4 只成年个体, 18 个亚成体和 1 只蝌蚪。于 2004 年 1 月和 2 月在岱山捕获 28 只蝌蚪。结果显示: (1) 牛蛙的蝌蚪能在当地越冬成活, 说明牛蛙在上述 4 岛成功地建立了自然种群; (2) 牛蛙主要分布于水库、池塘和溪流, 牛蛙的生境与 6 种当地蛙有部分重叠; (3) 养殖时管理不善造成的牛蛙逃逸, 以及牛蛙价格过低而导致养殖户将牛蛙弃置野外可能是牛蛙入侵的主要原因。牛蛙对当地蛙的潜在威胁很大, 开展牛蛙的分布、食性和种群动态研究是当务之急。

关键词: *Rana catesbeiana*, 分布, 食性, 生境, 生物入侵

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1005 - 0094(2004)04 - 0441 - 06

Natural populations of bullfrog (*Rana catesbeiana*) and their potential threat in the east of Zhejiang Province

WU Zheng-Jun^{1,2}, WANG Yan-Ping^{1,2}, LI Yi-Ming^{1*}

1 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039

Abstract: The invasion of bullfrog (*Rana catesbeiana*) has become one of the main factors leading to population decline and extinction of some native amphibians. Although bullfrogs were introduced into mainland China in 1959, they were not widely raised until 1990. Natural populations of the species in China have never been reported. We investigated bullfrogs in Zhoushan Archipelago and Ningbo area in the east of Zhejiang Province, China. Bullfrogs were found on Xiushan, Liuheng, Daishan and Fodushan. A total of 23 individuals of bullfrogs were captured on these islands from Sep. to Nov. 2003, including 4 adults, 18 juveniles and 1 tadpole. Twenty-eight tadpoles of bullfrogs were captured from Daishan between Jan. and Feb. 2004. This clearly shows that tadpoles of bullfrogs can overwinter and bullfrogs have successfully established their populations in the wild on these islands. Bullfrogs were mainly found in reservoirs, ponds and rivers, and share habitats with 6 indigenous frog species in this area. Escape from farms and release of live bullfrogs abandoned by bullfrog farmers due to falling profits are the main sources of the bullfrog invasion. There will be a great potential threat of bullfrogs to indigenous amphibians in the area. There is an urgent need for greater understanding of the diet, distribution and population dynamics of the bullfrog in China.

Key words: *Rana catesbeiana*, distribution, diet, habitats, biological invasions

牛蛙 (*Rana catesbeiana*) 是极其危险的外来入侵种, 已被世界保护联盟 (IUCN) 入侵种专家组 (ISSG) 列为全球 100 种最具危害的入侵种 (Lowe et

al., 2000), 是我国公布的第一批外来入侵种名单中唯一的脊椎动物。该蛙原为分布于美国东部和加拿大安大略省和魁北克省南部的土著种, 是北美

* 收稿日期: 2004 - 02 - 08; 接受日期: 2004 - 05 - 14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30270264) 和中科院知识创新工程项目 (KSCX3-IOZ-02, KSCX2-SW-118)

资料来源: 国家环境保护总局文件 [环发 (2003) 11 号]: 关于发布中国第一批外来入侵物种名单的通知。

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: liym@panda.ioz.ac.cn

最大的蛙类(Bury & Whelan, 1985),成年体长一般在 8 - 12 cm,最大体重可达 2 kg,因雄蛙的鸣声似牛而得名。由于它的后腿肉鲜美而被广泛地引种和饲养,每年全球牛蛙腿的贸易量在数千吨。另外,牛蛙的个体大,外观漂亮,经常被人们当作宠物饲养和携带。19 世纪末被引入美国西部加利福尼亚州,开始逐渐在美国扩散,20 世纪 30 - 40 年代先后被引入加拿大西部和英国,目前已扩展到美国大部分的州,欧洲的比利时、法国、德国、希腊和意大利,南美洲的牙买加、古巴、巴西、智利、哥伦比亚和委内瑞拉,以及亚洲的日本、韩国和我国的台湾。

牛蛙对生物多样性危害极大(Bury & Whelan, 1985)。它的成体能吞食比它个体小的任何生物,包括昆虫和甲壳动物、蛇、蜥蜴、小哺乳动物、鸟类、鱼和龟等;它的蝌蚪不但能取食水生植物、细菌、小脊椎动物和死鱼,而且能与当地蛙的蝌蚪竞争,减少它们的取食活动,减少变态时的身体大小和变态时的变态比例,降低它们的存活率,改变当地蛙的生境利用格局(Kiesecker & Blaustein, 1998; Kiesecker *et al.*, 2001; Kats & Ferrer, 2003)。另外,牛蛙还能把疾病传播给本地两栖类(Lawler *et al.*, 1998);它的蝌蚪能释放抑制物质,阻碍其他蝌蚪的生长(Kiesecker & Blaustein, 1998)。由于它们的食性广泛多样,个体适应环境的能力强,寿命长,缺乏天敌控制,种群增长极为迅速,一旦在一个地方建立种群,则极难根除。该蛙已导致世界许多地区蛙类和蛇类种群数量的严重下降、分布区缩小和局部绝灭(Alford & Richards, 1999; Blaustein & Kiesecker, 2002; Collins & Storfer, 2003; 武正军和李义明, 2004),并极大地破坏了水生生态系统的结构(Blaustein, 2001)。

牛蛙于 1959 年被引入我国广东省。长期以来,由于食料问题没有解决,只局限在广东省的个别地区饲养。1990 年以后,人工饲料得到改进,因而在全国广泛引种和饲养。现在,除西藏、海南、香港和澳门外,北京以南的所有省份(包括台湾),均有饲养。有人推测牛蛙已在我国建立了自然种群(李振宇和解焱, 2002),但一直未得到证实。何晓瑞(1998)在分析我国特有种滇螈(*Cynops wolterstorffii*)的绝灭原因时,认为牛蛙可能对其有影响。牛蛙的自然种群在国内从未见报道,对它们的生活史和生态危害也知之甚少。我们在浙江东部发现了它的自然种群,现将主要结果报道如下。

1 调查地点和方法

1.1 调查地点

调查地区包括浙江省宁波市的象山县、北仑区、鄞州区和舟山市的定海区、普陀区、岱山县、嵊泗县以及紧靠浙江的上海金山区。地理位置为 120°55' - 123°25' E, 28°51' - 31°04' N。本区属亚热带季风气候,雨量主要集中于 5 - 9 月,四季分明。1 月是一年中最冷的月份,月平均温度分别为 4.2 (宁波)和 5.0 (舟山岛),水库和池塘一般不结冰。宁波在 7 月份最热,平均温度为 28.0;舟山岛 8 月份最热,平均温度为 27.3。植被主要为亚热带常绿阔叶林。地形主要以丘陵和平原为主。宁波两栖动物比较丰富,有 17 种土著种(黄美华, 1990; Li *et al.*, 1998),而舟山群岛仅分布有 10 种土著两栖动物。本地区在长江三角洲东南,是我国最早对外开放的地区之一,经济繁荣,淡水养殖业比较发达,牛蛙的消费量较高,同时由于毗邻上海,是上海农副产品的主要来源地之一。

调查地点包括舟山群岛的舟山、金塘、册子、秀山、岱山、小长涂、衢山、泗礁、黄龙、金平、花鸟、嵊山、庙子湖、蚂蚁、六横、元山、佛渡、梅山等 18 个岛屿,及宁波象山县贤庠镇、鄞州区天童村、北仑区郭巨镇和小港镇,上海金山区漕泾镇。调查点分布见图 1,共计 31 个点。

1.2 调查方法

调查分为两个阶段,第一阶段主要调查牛蛙的分布和生境,第二阶段调查牛蛙的越冬情况和饲养情况。

1.2.1 牛蛙的分布和生境

将生境分为池塘、水库水体、水库岸边、稻田、旱地、林地、溪流等 7 类。

各生境的定义如下:

池塘:主要指一些自然的静水水体;

水库水体:主要指水库水域;

水库岸边:指从水域边缘向陆地延伸 5 m 远的生境;

稻田:指种植水稻的农田,但不包括农田间的水池等水体;

旱地:主要指种植蔬菜的生境;

林地:包括果园、乔木和灌木生长的生境;

溪流:主要指一些流水水体如河流、水渠等。

采用样线调查法。2003 年 9 - 11 月,于每晚 19:00 - 22:00,手持 GPS,用手电筒照明,调查研究地点的各类生境,抓捕所有遇见的蛙类,用 GPS 确定采集个体的位置和海拔。同一生境采集的蛙类用一个塑料袋装,并将塑料袋贴上标签,记录采集的时间、地点和生境类型。将捕获的蛙类带回室内,用浸有乙酸乙酯(ethyl acetate)的药棉放入塑料袋内将蛙类麻醉致死,随即鉴别种类、性别。

1.2.2 牛蛙的越冬和饲养历史

调查岱山、秀山、六横和佛渡岛的 4 个岛屿蝌蚪的越冬情况,用密网捕捞牛蛙主要栖息的水域,如池塘和水库,鉴定采集到的蝌蚪的年龄,测定体长。在宁波和 4 个岛屿进行以牛蛙养殖户为重点的社会调查。调查内容包括:牛蛙饲养地点、饲养时间、饲养方式、是否有逃跑的个体和弃养的原因。到上海铜川水产市场收集近几年来牛蛙的价格数据。

2 结果与分析

2.1 牛蛙的分布及与本地蛙类的生境重叠情况

在 31 个调查点中,仅在岱山、秀山、六横和佛渡岛的 4 个调查点发现有牛蛙分布(图 1)。在这 4 个调查点共捕获牛蛙和其他 6 种本地蛙类 202 只,其中牛蛙 23 只、泽蛙(*Rana limnocharis*) 85 只、黑斑蛙(*R. nigromaculata*) 36 只、中华蟾蜍(*Bufo bufo gargarizans*) 38 只、日本林蛙(*Rana japonica japonica*) 12 只、金线蛙(*R. plancyi plancyi*) 5 只、阔褶蛙(*R. latouchii*) 4 只。牛蛙占采集总数的 11.4 %。以上 7 种蛙在各生境中的分布见表 1。从表中可见牛蛙在水库水体分布最多,其次为池塘和溪流,在其他生境未见分布,牛蛙与本地蛙类的生境有部分重叠。

2.2 牛蛙蝌蚪的越冬

2004 年 1 月和 2 月再次调查了上述四岛,仅在岱山岛的一个池塘采集到牛蛙的蝌蚪。2004 年 1 月采集到 25 只,其中 1 只年龄为 Gosner 46,其余的年龄在 Gosner 25 - 36。2004 年 2 月在同一池塘采集到 3 只蝌蚪,年龄分别为 Gosner 33、35 和 37。

2.3 牛蛙入侵途径

在 4 个岛屿调查了牛蛙养殖户 6 家,其中六横

图 1 调查点及牛蛙分布示意图

* 表示调查点, 表示采集到牛蛙的调查点。1 - 18 表示调查的岛屿:1:花鸟;2:嵎山;3:金平;4:泗礁;5:黄龙;6:衢山;7:岱山;8:小长涂;9:庙子湖;10:秀山;11:舟山;12:册子;13:金塘;14:蚂蚁;15:元山;16:六横;17:佛渡;18:梅山。

Fig. 1 Investigation sites and distribution sites of bullfrogs

* indicate the site of investigation; indicate the site where bullfrogs were caught. 1 - 18 indicate the islands investigated:1, Huanbiao;2, Shengshan;3, Jinping;4, Sijiao;5, Huanglong;6, Qushan;7, Daishan;8, Xiaochangtu;9, Miaozihu;10, Xiushan;11, Zhoushan;12, Cezi;13, Jintang;14, Mayi;15, Yuanshan;16, Liuheng;17, Fodu;18, Meishan.

岛和秀山岛各两家,佛渡岛和岱山岛各 1 家。他们过去饲养牛蛙,但现在均已放弃饲养,主要原因是饲养的利润问题。4 个岛屿牛蛙的饲养时间分别为:六横 1993 - 1995 年,佛渡 1997 - 1998 年,秀山 1990 - 1995 年,岱山 1994 年。他们主要在稻田蓄水养殖牛蛙,也有用池塘养殖的,但其周围都有围栏。牛蛙的市场价格只有在 12 元/ kg 以上时,饲养牛蛙才可获利,低于该价格,饲养就会亏损。市场价格高时,养殖户的管理也较好,牛蛙逃逸的较少;当

市场价格太低时,养殖户往往不用心管理,逃跑的个体较多,养殖户甚至会放弃饲养,将牛蛙留在野外任其自由生存,大量的牛蛙逃到野外。

在宁波共调查了 5 户牛蛙养殖户,他们都是近 5 年才开始养殖牛蛙的。据他们反映,牛蛙的市场价格波动非常剧烈。这可能对牛蛙的饲养和逃逸个体数有重要影响。上海铜川水产市场 4 年多来牛蛙的价格(元/ kg)变动情况(图 2)也可验证以上的社会调查结果。从图 2 可以看出,1999 年 9 月至 2000

表 1 牛蛙及 6 种本地蛙在不同生境的分布
Table 1 Distribution of bullfrogs and six native frog species in different habitats

种类 Species	生境 Habitats							合计 Total
	稻田 Rice field	旱地 Dry field	池塘 Pond	林地 Forest	溪流 River	水库水体 Water of reservoir	水库岸边 Bank of reservoir	
牛蛙 <i>Rana catesbeiana</i>			4		1	16	2	23
泽蛙 <i>R. limnocharis</i>	7	12	10			20	36	85
黑斑蛙 <i>R. nigromaculata</i>	12		12			12		36
中华蟾蜍 <i>Bufo bufo gargarizans</i>	10	8	2			5	13	38
日本林蛙 <i>Rana japonica japonica</i>		2	1				9	12
金线蛙 <i>R. plancyi plancyi</i>	1		4					5
阔褶蛙 <i>R. latouchii</i>							4	4

图 2 上海铜川水产市场牛蛙价格变化图
Fig. 2 Price of bullfrogs in the Tongchuan aquatic market in Shanghai

年 8 月牛蛙的价格较高,基本维持在 24 元/kg 以上,而从 2000 年 9 月至 2001 年 8 月价格跌入低谷,基本在 14 元/kg 以下,2001 年 9 月至 2002 年 8 月虽有所反弹,但也只在 20 元/kg 左右,2002 年 9 月至 2003 年 12 月价格再次下跌。其中 2000 年 12 月和 2003 年 7 月跌至 8 元/kg。这是上海市场的批发价,而批发商从养殖户直接购买牛蛙的价格可能更低,这极大地打击了一些养殖户的积极性。由于如此低的价格已无利可图,继续养殖将加大亏损,有些养殖户则将牛蛙弃置野外,加上平时疏于管理而逃逸的牛蛙,成为牛蛙野生种群的主要来源。

3 讨论

3.1 牛蛙的自然种群及分布

1 月是岱山一年中最冷的月份,2004 年 1 月和 2 月我们在岱山岛均采集到活的蝌蚪,说明牛蛙的蝌蚪能在岱山岛越冬成活。牛蛙蝌蚪的变态通常需要 1 - 2 年的时间(Howard, 1978),变态后,雄体个体性成熟需要 1 年,雌性个体需要 1 - 2 年,牛蛙的寿命一般为 5 - 8 年。秀山、六横和岱山岛的养殖户停止饲养牛蛙已有 9 - 10 年,这一时间长于牛蛙的寿命,因此,在这些岛上采集到的成体、亚成体和蝌蚪应该是来自于野外自然繁殖的种群,而不是从养殖户逃逸残存的个体。牛蛙从卵到亚成体一般需要 2 - 4 年(Howard, 1978),佛渡岛停止养殖牛蛙也已有 6 年,因此在佛渡岛采集到的亚成体可能是野外自然繁殖的,而不是从养殖场逃逸的。这些结果说明,牛蛙在上述 4 岛已成功地建立了自然繁殖种群。

3.2 牛蛙的生境

一些研究认为,牛蛙偏好人类制造或改造过的水体环境,如磨坊水池和水库(Bury & Luckenbach, 1976),但这一现象很少有人去验证(Adams *et al.*, 2003)。Werner 和 McPeck (1994) 认为牛蛙主要分布于永久性(permanent)水体,在暂时性(temporary)和短时性(ephemeral)水体很少出现,原因是永久性水体中有鱼,而其他两种水体中一般无鱼,鱼可捕食牛蛙蝌蚪的主要捕食者,但一般很少捕食牛蛙蝌蚪。从我们的调查结果来看,捕获的 23 只牛蛙,有 17 只是在水库水体和岸边捕获的,占捕获数的 73.9%,另外 4 只在旱地间的水池中捕获,可见牛蛙的生境主要还是永久性水体,不过我们采集的样本量偏小,这一结论需要进一步的验证。

3.3 牛蛙对本地蛙的潜在威胁

牛蛙的生境与 6 种本地蛙的生境有部分重叠,我们在岱山捕获的 1 只牛蛙胃内检获了 1 只黑斑蛙(未发表),说明牛蛙可捕食黑斑蛙,由此推测,牛蛙入侵后可能对黑斑蛙种群造成严重威胁。尽管牛蛙的亚成体和成体的生境与当地蛙并不完全重叠(表 1),但当地蛙类的蝌蚪与牛蛙蝌蚪往往需在同样的水体生长和发育,蝌蚪间的生境竞争和食物竞争将不可避免。由于牛蛙蝌蚪个体大,生长快,在竞争中往往占据优势,再加上牛蛙蝌蚪可能会捕食其他种的蝌蚪(Kiesecker & Blaustein, 1997),牛蛙对本地蛙蝌蚪的影响可能更具威胁。

我们在抓捕时发现,所捕获的牛蛙主要为个体较小的亚成体,因牛蛙在浙江省可能于 5 月前后产卵,若按 76 d 完成变态计算(叶昌媛等, 1993),推测其可能为当年变态的蛙,若等这些亚成体都进入繁殖期,牛蛙的种群数量将升高,其生态影响应不可小视。

外来种入侵可分为:引入(import)、逃逸(escape)、种群建立(establish)和危害(pest) 4 个阶段(Williamson & Fitter, 1996),就我们所调查的情况来看,本地区牛蛙的自然种群已经建立,正在向危害阶段发展。特别是在岛屿上,由于物种组成较简单,对生物入侵的抵抗力也较弱,外来种入侵成功的可能性较高(Elton, 1958),由此推断,牛蛙产生危害的可能性较高。应进一步加强对牛蛙入侵的食性、分布和种群动态研究,及时采取措施,防止其生态危害。

参考文献

- Adams, M. J., Pearl, C. A. and Bury, R. B. 2003. Indirect facilitation of an anuran invasion by non-native fishes. *Ecology Letters*, **6**: 343 - 351.
- Alford, R. A. and Richards, S. J. 1999. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology System*, **30**: 133 - 165.
- Blaustein, A. R. and Kiesecker, J. M. 2002. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. *Ecology Letters*, **5**: 597 - 608.
- Blaustein, A. R. 2001. Vanishing amphibians. *Defenders Magazine*, **76**: 13 - 17.
- Bury, R. B. and Luckenbach, R. 1976. Introduced amphibians and reptiles in California. *Biological Conservation*,

- 10: 1 - 14.
- Bury, R. B. and Whelan, J. A. 1985. *Ecology and Management of the Bullfrog*. U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC.
- Collins, J. P. and Storer, A. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distribution*, **9**: 89 - 98.
- Elton, C. S. 1958. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Methuen, London.
- He, X. R. (何晓瑞). 1998. *Cynops wolterstorffi*, an analysis of the factors caused its extinction. *Sichuan Journal of Zoology (四川动物)*, **17**(2): 58 - 60. (in Chinese with English abstract)
- Howard, R. D. 1978. The influence of male defended oviposition sites on early embryo mortality in bullfrogs. *Ecology*, **59**: 789 - 798.
- Huang, M. H. (黄美华). 1990. *Fauna of Zhejiang: Amphibia and Reptilia (浙江动物志: 两栖类 爬行类)*. Zhejiang Science and Technology Publishing House, Hangzhou.
- Kats, L. B. and Ferrer, R. P. 2003. Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. *Diversity and Distribution*, **9**: 99 - 110.
- Kiesecker, J. M. and Blaustein, A. R. 1997. Population differences in responses of red-legged frogs (*Rana aurora*) to introduced bullfrogs. *Ecology*, **78**: 1752 - 1760.
- Kiesecker, J. M. and Blaustein, A. R. 1998. Effects of introduced bullfrogs and smallmouth bass on microhabitat use, growth, and survival of native red-legged frogs (*Rana aurora*). *Conservation Biology*, **12**: 776 - 787.
- Kiesecker, J. M., Blaustein, A. R. and Miller, C. L. 2001. Potential mechanism underlying the displacement of native red-legged frogs by introduced bullfrogs. *Ecology*, **82**: 1964 - 1970.
- Lawler, S. P., Dritz, D., Strange, T. and Holyoak, M. 1998. Effects of introduced mosquitofish and bullfrogs on the threatened California red-legged frog. *Conservation Biology*, **13**: 613 - 622.
- Li, Y. M., Niemelä, J. and Li, D. M. 1998. Nested distribution of amphibians in the Zhoushan Archipelago, China: can selective extinction cause nested subsets of species? *Oecologia*, **113**: 557 - 564.
- Li, Z. Y. (李振宇) and Xie, Y. (解焱). 2002. *Invasive Alien Species in China (中国外来入侵种)*. China Forestry Publishing House, Beijing, 91. (in Chinese)
- Lowe, S. J., Browne, M. and Boudjelas, S. 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species* (pdf version). IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG), Auckland.
- Werner, E. E. and McPeck, M. A. 1994. Direct and indirect effects of predators on two anuran species along an environmental gradient. *Ecology*, **75**: 1368 - 1382.
- Williamson, M. and Fitter, A. 1996. The varying success of invaders. *Ecology*, **77**: 1661 - 1666.
- Wu, Z. J. (武正军) and Li, Y. M. (李义明). 2004. Causes and conservation strategies of amphibian population declines. *Chinese Journal of Ecology (生态学杂志)*, **23**(1): 140 - 146. (in Chinese with English abstract)
- Ye, C. Y. (叶昌媛), Fei, L. (费梁) and Hu, S. Q. (胡淑琴). 1993. *Rare and Economic Amphibians of China (中国珍稀动物及经济两栖类)*. Sichuan Science and Technology Publishing House, Chengdu, 356 - 361. (in Chinese)

(责任编辑: 闫文杰)