

鼎湖山两栖动物多样性的时空格局变异

陈卓¹,刘典¹,何玉晓²,朱艳军¹,可灿¹,冯琦琦¹,徐海根²,陈永杰¹

(1.河南师范大学 生命科学学院,河南 新乡 453007;2.生态环境部 南京环境科学研究所,南京 210042)

摘要:生物多样性是人类赖以生存的条件,具有很高的生态环境价值。为掌握广东省鼎湖山国家级自然保护区内外两栖动物多样性在时间和空间尺度下的动态变化,设置调查样线 13 条,涵盖河流、湖泊、池塘、林地、溪流和水田等 6 种生境类型,于 2018 年 4 月中旬、6 月初和 7 月底开展两栖动物多样性观测。观测期间记录两栖动物 10 种 1 794 只,隶属于 2 目 6 科 9 属,其中黑眶蟾蜍、沼水蛙和饰纹姬蛙为区域内优势种,被 IUCN 列为濒危等级(EN)的虎纹蛙为少见种,版纳鱼鲵、花狭口蛙和花姬蛙为本次调查少见种。两栖类动物的丰富度和多度与物种繁殖季节相关,4 月丰富度和多度以及相对多度均最高,为 10 种、1 144 只、63.8%;生境类型影响两栖类多样性,河流生境物种丰富度最高、为 9 种,水田生境物种多度和相对多度最高,为 768 只、42%,林地生境丰富度和多度均为最低。保护区内与保护区外物种多样性无明显差异。2018 年观测的两栖动物多样性远少于本区域已有记录。建议建立长效观测机制,根据两栖动物时空分布格局,有针对性地制定保护措施、提高保护成效。

关键词:两栖动物;多样性;时空格局;鼎湖山;广东省

中图分类号:Q958.8

文献标志码:A

生物多样性是人类赖以生存的条件,是经济社会可持续发展的基础,对国家或地区社会经济发展具有重要作用,越来越受到国际社会的广泛关注^[1]。两栖类动物作为脊椎动物水生到陆生过渡类群,在脊椎动物演化史上具有重要意义;而且,两栖动物还具有很高的生态环境价值,两栖动物的生存和繁殖不仅能够影响生态平衡,而且能够反映所处栖息地环境的质量,被认为是环境健康的重要指示类群。目前,全球两栖类生存面临巨大挑战,正在经历种群的快速下降和灭绝,因此,实施对两栖动物物种多样性及种群动态的长期监测刻不容缓^[2-4],为此,生态环境部南京环境科学研究所联合多家单位构建全国两栖动物生物多样性观测网络(China BON-Amphibians),在全国范围内开展两栖类监测^[5]。

鼎湖山位于广东省肇庆市东北部,最高峰鸡笼山海拔 1 000.3 m,与最低谷高差约 970 m,山势高峻错落,地形复杂多变,小气候、植被、土壤等自然要素垂直分化明显,植被演替完整,被称为“绿色宝库”。1956 年,鼎湖山成为我国第一个国家级自然保护区,1979 年成为我国第一批加入联合国教科文组织“人与生物圈”计划的世界生物圈保护区^[6]。鼎湖山国家级自然保护区(以下简称保护区)东距广州 86 km,南临西江 3 km,西离肇庆 18 km,北与九龙湖相邻,地理坐标为东经 112°30′39″~112°33′41″,北纬 23°09′21″~23°11′30″,总面积 1 155 hm²。鼎湖山处于北回归线南侧,属南亚热带季风湿润型气候,夏长冬短,热量丰富、雨量充沛,山涧溪流终年不断,为两栖类提供了适宜的栖息环境,根据资料记载,鼎湖山共记录到两栖类 23 种,隶属于 2 目 6 科,因此具有丰富的两栖类物种资源^[7]。鼎湖山保护区内外两栖动物动态监测是全国两栖动物多样性观测不可或缺的重要环节,通过观测掌握该区域内两栖动物多样性在时间和空间尺度下的动态变化,可反映北回归线、南亚热带季风区两栖动物多样性区域特点,分析探讨两栖动物受威胁因素及物种保护状况,评价保护成效,为当地乃至全国两栖动物保护、管理部门科学决策提供科学依据。

收稿日期:2020-06-24;**修回日期:**2020-10-06。

基金项目:国家重点研发计划(2018YFC0507206);国家自然科学基金(31872220;31601848)。

作者简介(通信作者):陈卓(1983-),男,河南浉池人,河南师范大学副教授,博士,硕士生导师,研究方向为动物多样性与分子进化,E-mail:chenzhuo-2005@163.com。

通信作者:徐海根,研究员,博士生导师,E-mail:xhg@nic.org。

1 材料方法

1.1 样线设置

根据鼎湖山现有两栖动物生活习性、栖息环境特点、干扰类型和干扰程度,结合生态系统、生境代表性和典型性,在保护区内及周边选择 6 种生境类型设置 13 条样线(样线编号 Y1-Y13),涵盖河流、湖泊、池塘、林地、溪流和水田等 6 种生境类型,样线 Y1 至 Y9 位于保护区内,共 9 条,样线 Y10 至 Y13 位于保护区外,共 4 条(图 1、表 1)。

表 1 鼎湖山观测样区样线信息

Tab.1 Survey sample line information of Dinghushan observation sample area

样线编号	地名	起点经纬度	终点经纬度	样线长/m	生境类型	人为干扰类型	干扰程度	栖息地状况
Y1	鼎湖	23°10.724'N 112°32.202'E	23°10.650'N 112°32.154'E	190	湖泊	旅游开发	弱	人为干扰
Y2	飞玺桥	23°10.572'N 112°32.237'E	23°10.577'N 112°32.277'E	160	湖泊	自然状态	无	自然状态
Y3	飞水潭	23°10.503'N 112°32.480'E	23°10.512'N 112°32.543'E	190	河流	旅游开发	弱	人为干扰
Y4	荣睿碑亭	23°10.391'N 112°32.533'E	23°10.379'N 112°32.632'E	195	溪流	自然状态	无	自然状态
Y5	院士基地	23°10.226'N 112°32.698'E	23°10.198'N 112°32.659'E	130	林地	自然状态	无	自然状态
Y6	旱坑口	23°10.085'N 112°32.791'E	23°10.045'N 112°32.830'E	115	林地	旅游开发	弱	人为干扰
Y7	保护区大门	23°09.959'N 112°32.908'E	23°09.920'N 112°32.890'E	195	池塘	自然状态	无	自然状态
Y8	鼎湖幽胜牌坊	23°09.871'N 112°32.843'E	23°09.814'N 112°32.856'E	130	河流	旅游开发	弱	人为干扰
Y9	迪坑	23°09.726'N 112°32.803'E	23°09.718'N 112°32.743'E	125	河流	自然状态	无	自然状态
Y10	红岭村	23°09.260'N 112°32.344'E	23°09.241'N 112°32.445'E	177	河流	固体废弃物排放	弱	人为干扰
Y11	铁路	23°09.018'N 112°32.507'E	23°08.968'N 112°32.552'E	120	河流	固体废弃物排放	弱	人为干扰
Y12	鸡梯	23°08.817'N 112°32.259'E	23°08.936'N 112°32.314'E	270	水田	水污染	中	人为干扰
Y13	蕉园村	23°08.728'N 112°32.778'E	23°08.784'N 112°32.803'E	163	池塘	放牧	弱	人为干扰

1.2 布设方法及观测记录

1.2.1 样线法

根据南方山区生境复杂、水系发达等特点,考虑交通可达性,样区样线长度 115~270 m,样线宽度 2 m,每条样线每次由 3 人同时完成,以速度 1 km/h 行进,均由相同两人进行观测、一人记录,每条样线连续 3 d 重复观测。根据两栖类的生活习性,选择 4 月中旬、6 月初、7 月底,于日落半小时后(19:30~24:00)进行观测。

1.2.2 观测记录

观测时打开手机奥维地图 APP,将样线轨迹加载到 APP 中,记录样线起始时间、方位、海拔等时间和地理信息,记录观测到的两栖动物物种和个体数量,以及水温、气温、湿度和 pH 等环境因子信息。

1.2.3 分类依据

物种鉴定依据费梁等^[8-10]和 JIANG 等^[10-11]。物种保护级别、受威胁程度和濒危等级依据蒋志刚等^[12],

物种区系划分参考张荣祖^[13].

1.2.4 生境类型划分

根据实地观察将平均水深大于 1 m、河面宽度大于 5 m 的划分为河流,反之为溪流^[14],此次调查生境类型共分为 6 种生境类型,分别为河流、溪流、湖泊、池塘、水田、林地等^[15].

1.3 数据统计和分析

1.3.1 相对多度

使用物种相对多度 Relative abundance of species 进行比较, $R = S/A$, R 表示相对多度, S 为某一物种的个体数量, A 为群落中所有个体数量.

1.3.2 优势度

使用 Berger-Parker 优势度指数进行计算, $P_i = N_i / N$, P_i 为优势度指数, N_i 为第 i 个物种的个体数, N 为总个体数, $I \geq 0.1$ 为优势种, $0.01 \leq I < 0.1$ 为常见种, $I < 0.01$ 为少见种^[16].

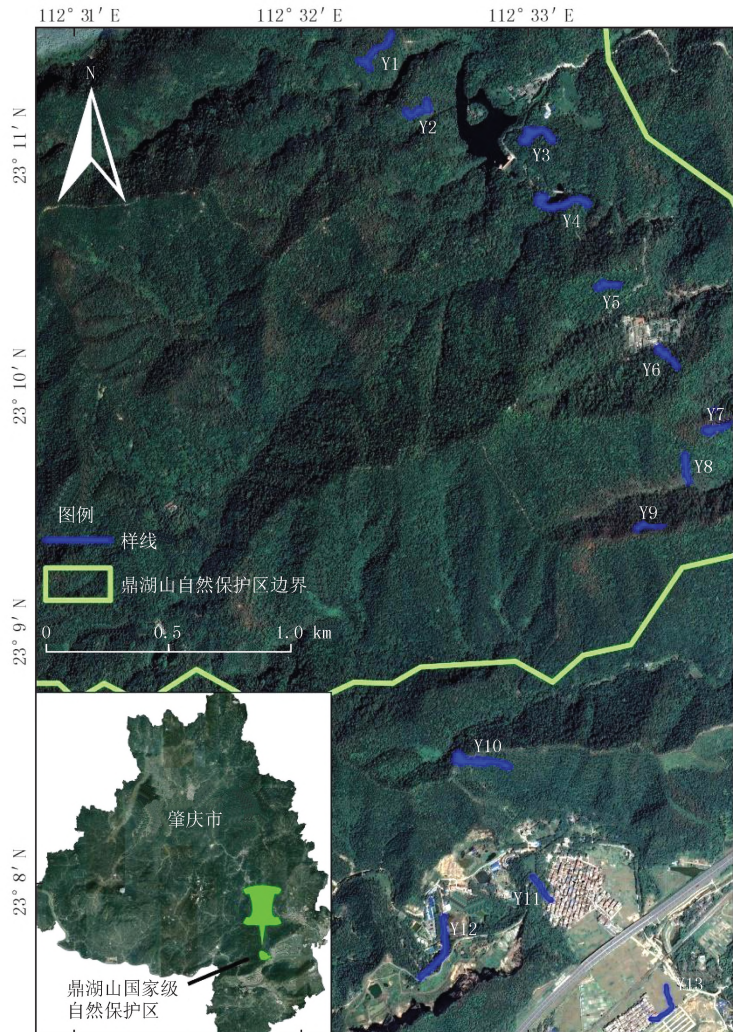


图1 鼎湖山观测样区样线设置图

Fig.1 Distribution map of observation sample line of Dinghushan

2 结果

2.1 物种丰富度及多样性

2.1.1 物种组成

鼎湖山区共观测两栖动物 10 种,隶属于 2 目 6 科 9 属(表 2).

区系组成看,此次观测到的两栖类均为东洋界物种,其中以华中、华南及西南区共有种为主,共计 5 种;华南区物种 2 种,华中与华南共有种 3 种.生态类型以陆栖-静水型(AT)为主,占调查物种的 50%;其次为树栖型(TS)、2 种;水栖-静水型(AQ)、水栖-流水型(AR)和穴栖型(A)各 1 种.除虎纹蛙被 IUCN 列为濒危等级(EN),其余物种均为无危(LC)(表 2).

2.1.2 不同月份丰富度与多度比较

不同月份两栖动物物种丰富度、多度以及相对多度存在一定差异,丰富度和多度结果显示:4 月份 10 种、1 144 只,6 月份 9 种、296 只,7 月份 6 种、354 只(图 2);相对多度结果显示:4 月为 63%,6 月 16%,7 月 19%.4 月物种丰富度和多度以及相对多度均显著高于 6 月和 7 月,7 月份物种丰富度最低,6 月份物种多度

和相对多度均呈现最低水平。从时间尺度看,4 月份两栖类丰富度、多度以及相对多度为 3 个月份中最高。

表 2 鼎湖山区两栖动物名录

Tab.2 List of amphibians in Dinghushan Nature Reserve

纲、目、科、属 ^[10,17]	物种名	区系 ^[13]	生态类型 ^[8,9,11,17]
两栖纲 Amphibia			
蚓螈目 Gymnophiona			
鱼螈科 Ichthyophiidae			
鱼螈属 <i>Ichthyophis</i>	版纳鱼螈 <i>Ichthyophis bamanicus</i>	S	A
无尾目 Anura			
蟾蜍科 Bufonidae			
头棱蟾属 <i>Duttaphrynus</i>	黑眶蟾蜍 <i>Duttaphrynus melanostictus</i>	SW-C-S	AT
姬蛙科 Microhylidae			
狭口蛙属 <i>Kaloula</i>	花狭口蛙 <i>Kaloula pulchra</i>	S	AT
姬蛙属 <i>Microhyla</i>	饰纹姬蛙 <i>Microhyla fissipes</i>	SW-C-S	AT
	花姬蛙 <i>Microhyla pulchra</i>	C-S	AT
蛙科 Ranidae			
水蛙属 <i>Hylarana</i>	沼水蛙 <i>Hylarana guentheri</i>	SW-C-S	AQ
叉舌蛙科 Dicroglossidae			
陆蛙属 <i>Fejervarya</i>	泽陆蛙 <i>Fejervarya multistriata</i>	SW-C-S	AT
虎纹蛙属 <i>Hoplobatrachus</i>	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	C-S	AR
树蛙科 Rhacophoridae			
泛树蛙属 <i>Polypedates</i>	斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>	SW-C-S	TS
张氏树蛙属 <i>Zhangixalus</i>	大树蛙 <i>Zhangixalus demysi</i>	C-S	TS

1.动物区系:SW 为东洋界西南区物种,C 为东洋界华中区物种,S 为东洋界华南区物种,C-S 为东洋界华中与华南区共有种,SW-C 为东洋界华中西南区物种,SW-C-S 为东洋界中华南及西南区共有种。2.濒危等级:EN—濒危,LC—无危。3.生态类型:水栖-静水型(AQ)、水栖-流水型(AR)、陆栖-静水型(AT)、树栖型(TS)和穴居型(A)。

物种总优势度结果显示,黑眶蟾蜍为优势种、个体数量 479 只、优势度 ($P_i = 0.2670$);其次为沼水蛙和饰纹姬蛙,个体数量分别为 449 只、442 只,优势度 (P_i) 分别为 0.2503 和 0.2464;泽陆蛙个体数量 329 只,优势度 (P_i) 0.1834;大树蛙和斑腿泛树蛙为常见种,个体数量为 53 只、26 只,优势度 (P_i) 分别为 0.0295、0.0145;虎纹蛙、花狭口蛙和花姬蛙为少见种,个体数量不足 10 只,优势度分别为 0.0039、0.0022、0.0022;版纳鱼螈为偶见种,仅 1 只(表 3)。

不同月份物种优势度既有相似之处也呈现一定波动。黑眶蟾蜍和沼水蛙在观测的 3 个月份都是优势种,且 6 月份优势度最高,分别为 0.378 和 0.432;饰纹姬蛙和泽陆蛙 4 月和 7 月份为优势种,6 月份优势度低;斑腿泛树蛙和大树蛙 3 个月份均有观测、为常见种,优势度在 0.014 至 0.037;花狭口蛙、花姬蛙和虎纹蛙均在 4 月和 6 月观测到,优势度 P_i 均小于等于 0.01;版纳鱼螈仅在 4 月份观测到 1 只(表 3)。

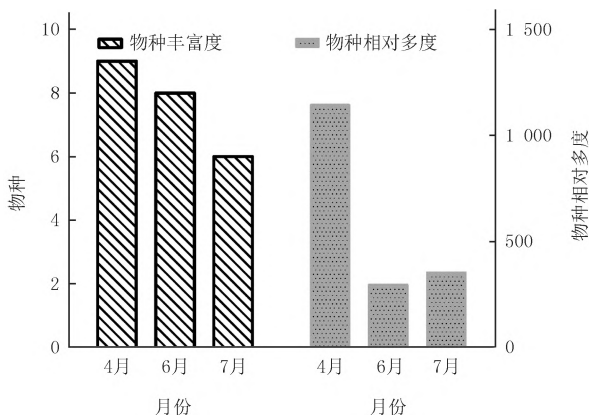


图2 鼎湖山样区不同月份两栖类丰富度和多度比较

Fig.2 Comparison of the richness and abundance of amphibians in different months

表 3 鼎湖山区不同月份两栖类物种优势度

Tab.3 Species dominance of amphibians in different months in Dinghushan sample area

物种	4 月		6 月		7 月		总数	总优势度 P_i
	数量/只	优势度	数量/只	优势度	数量/只	优势度		
版纳鱼螈	1	0.001	0	0	0	0	1	0.000 5
黑眶蟾蜍	314	0.274	112	0.378	53	0.150	479	0.267 0
花狭口蛙	1	0.001	3	0.010	0	0	4	0.002 2
饰纹姬蛙	326	0.285	1	0.003	115	0.325	442	0.246 4
花姬蛙	2	0.002	2	0.007	0	0	4	0.002 2
沼水蛙	249	0.218	128	0.432	72	0.203	449	0.250 3
泽陆蛙	188	0.164	39	0.132	102	0.288	329	0.183 4
虎纹蛙	4	0.003	3	0.010	0	0	7	0.003 9
斑腿泛树蛙	17	0.015	4	0.014	5	0.014	26	0.014 5
大树蛙	42	0.037	4	0.014	7	0.020	53	0.029 5
总计	1 144	1	296	1	354	1	1 794	1

2.1.3 不同生境类型丰富度与多度比较

观测样区 6 种生境类型丰富度和多度结果显示,河流生境 9 种、435 只,溪流生境 3 种、78 只,湖泊生境 4 种、229 只,池塘生境 6 种、210 只,水田生境 8 种、768 只,林地生境 4 种、74 只(图 3、表 4)。相对多度结果显示:河流生境为 24%,溪流生境 4%,湖泊生境为 12%,池塘生境为 11%,水田生境为 42%,林地生境为 4%。结果表明河流生境丰富度最高,溪流生境最低;水田生境多度最高,林地生境最低;相对多度显示水田生境最高,溪流和林地最低。

不同栖息地物种优势度显示:湖泊生境沼水蛙为绝对优势种($P_i = 0.812$)、泽陆蛙为罕见种($P_i = 0.004$);溪流生境观测到 3 个物种,黑眶蟾蜍为绝对优势种($P_i = 0.961$),沼水蛙优势度仅 0.039,泽陆蛙仅 1 只、为罕见种;河流生境物种最丰富,黑眶蟾蜍和沼水蛙为优势种,优势度分别为 0.444 和 0.317,大树蛙、泽陆蛙和斑腿泛树蛙为常见种,饰纹姬蛙、花狭口蛙、花姬蛙、虎纹蛙均为罕见种,其中花姬蛙和花狭口蛙各 1 只;林地生境黑眶蟾蜍为绝对优势种($P_i = 0.878$),斑腿泛树蛙和 大树蛙的优势度高于沼水蛙;水田生境饰纹姬蛙和泽陆蛙为优势种、优势度分别为 0.570 和 0.345,虎纹蛙仅 1 只;池塘生境黑眶蟾蜍和沼水蛙为优势种、优势度分别为 0.471 和 0.390,泽陆蛙为常见种、优势度 0.124,大树蛙、斑腿泛树蛙、版纳鱼螈为罕见种,均为 1 只(表 4)。

2.2 物种多样性时空格局

2.2.1 两栖类多样性时间尺度变化

从时间尺度看,4 月份观测到的两栖类丰富度最高、10 种,且多度最高、1 144 只,相对多度为 63.8%;而 6 月、7 月物种丰富度和多度都显著小于 4 月份。与 7 月相比,6 月丰富度为 8 种,高于 7 月,但多度为 296 只,少于 7 月。

2.2.2 两栖类多样性空间尺度变化

调查样区 6 种生境类型中,河流生境类型的丰富度最高、9 种,其次为水田生境、8 种,而溪流生境最少、

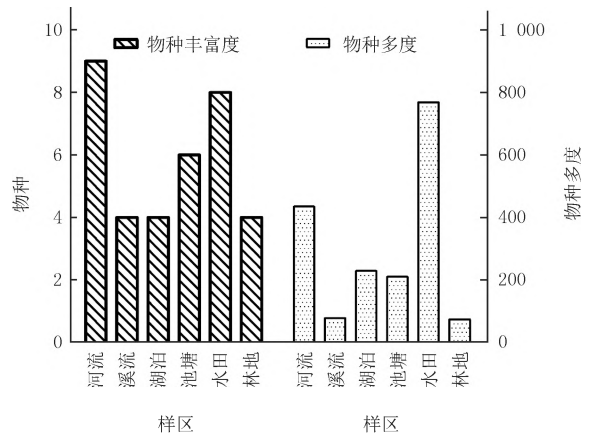


图3 鼎湖山样区不同生境两栖类丰富度与多度

Fig.3 Amphibian species richness and abundance in different habitats in Dinghushan Mountain sample area

3 种.物种多度显示,水田生境类型中两栖类多度显著高于其他 5 种生境类型、为 768 只、相对多度为 42.8%,林地生境类型两栖类多度为 6 种生境类型中最少,74 只.鼎湖山区 6 种生境物种丰富度大小依次为河流、水田、池塘、湖泊、林地、溪流,而多度大小依次为水田、河流、湖泊、池塘、溪流、林地.

表 4 鼎湖山区不同栖息地两栖类物种优势度

Tab.4 Species dominance of amphibians in different habitats in Dinghushan Mountain sample area

物种名	河流 ^[17]		溪流 ^[17]		湖泊 ^[15]		池塘 ^[15]		水田		林地	
	个体数量	优势度	个体数量	优势度	个体数量	优势度	个体数量	优势度	个体数量	优势度	个体数量	优势度
版纳鱼螈	0	0	0	0	0	0	1	0.005	0	0	0	0
黑眶蟾蜍	193	0.444	74	0.961	39	0.17	99	0.471	9	0.012	65	0.878
花狭口蛙	1	0.002	0	0	0	0	0	0	3	0.004	0	0
饰纹姬蛙	4	0.009	0	0	0	0	0	0	438	0.57	0	0
花姬蛙	1	0.002	0	0	0	0	0	0	3	0.004	0	0
沼水蛙	138	0.317	3	0.039	186	0.812	82	0.39	38	0.049	2	0.027
泽陆蛙	36	0.083	1	0.013	1	0.004	26	0.124	265	0.345	0	0
虎纹蛙	3	0.007	0	0	3	0.013	0	0	1	0.001	0	0
斑腿泛树蛙	11	0.025	0	0	0	0	1	0.005	11	0.014	3	0.041
大树蛙	48	0.11	0	0	0	0	1	0.005	0	0	4	0.054
总计	435	0.444	78	1	229	1	210	1	768	1	74	1

3 讨 论

3.1 两栖类多样性时间格局分析

两栖动物的繁殖期集中在 3~5 月可能是影响其多样性时间格局的主要原因.根据以往研究,广东省版纳鱼螈繁殖期为 4 月至 5 月,大树蛙主要在 3 月中旬至 5 月,黑眶蟾蜍为 2 月中下旬至 3 月初,虎纹蛙和花狭口蛙仅在 4 月份集中繁殖^[18],因此,鼎湖山区监测过程中,黑眶蟾蜍、饰纹姬蛙、沼水蛙、泽陆蛙、斑腿泛树蛙和大树蛙 4 月监测到的个体数量显著大于 6 月、7 月,版纳鱼螈仅在 4 月监测到 1 只.对于延迟式或一年多次繁殖的物种黑眶蟾蜍、沼水蛙和泽陆蛙^[19-21],在观测的 3 个时间段内均具有较高的优势度(表 3),饰纹姬蛙则在 4 月和 7 月有较高优势度、6 月个体数量极少.

3.2 两栖类多样性空间格局分析

物种分布受环境影响,两栖类丰富度和多度受不同栖息环境制约^[22].陆栖-静水型的饰纹姬蛙、泽陆蛙、花狭口蛙、花姬蛙主要集中在水田,黑眶蟾蜍则在 6 种生境均有分布.水栖型的沼水蛙和虎纹蛙以湖泊和河流为主要栖息生境.树栖型的斑腿泛树蛙和大树蛙在林地观测到的数量远小于河流、水田(表 4),可能与二者在 4 月份繁殖时进入到附近河流或水田附近繁殖有关.同样,穴居型的版纳鱼螈 4 月在池塘环境有观测,也与繁殖离不开水有关.此次调查,河流生境包括 5 条样线,丰富度显示最高(9 种),多度也显示出较高水平(435 只),而水田生境作为受到中度人为干扰的唯一样线,多度(768)和相对多度(42%)均为各生境最高,远大于湖泊、池塘和溪流环境,丰富度也显示较高水平(8 种)^[23].

3.3 生物多样性保护现状及保护建议

此次调查,鼎湖山区保护区内样线观测到的两栖类物种数量和个体数量均低于保护区外,保护区内 9 条样线两栖动物丰富度为 8 种、多度为 738 只;保护区外 4 样线两栖动物丰富度为 9 种、多度为 1 056 只,其中水田生境(Y12)多度达 768 只,导致数据异常.不考虑极端数据情况下(除样线 Y12 外),保护区内外的两栖类相对多度分别为 72%,28%.保护区内 3 条河流样线(Y3, Y8 和 Y9)与保护区外 2 条河流样线(Y10 和 Y11)相对多度分别为 52.4%,47.5%;保护区内池塘样线(Y7)与保护区外池塘样线(Y12)相对多度分别为 61.4%,38.5%.另外,国家 II 级保护动物虎纹蛙在保护区内、外分别观测到 4 只和 3 只,其中保护区内的 1 只虎纹蛙栖息于受人为干扰的生境(Y3),保护区外的 3 只栖息于均受人为干扰的生境(Y11 和 Y12).因此,鼎

湖山区两栖动物的栖息环境虽然受到一定的人为干扰,但并未对其个体数量造成严重影响.然而也存在一定的问题,(1)监测到的物种丰富度(10种)远低于鼎湖山保护区已有记录(23种)^[7],且未监测到雨蛙科(Hylidae)、叉舌蛙科(Dicroglossidae)棘胸蛙属(*Quasipaa*)和浮蛙属(*Occidozyga*)、蛙科(Ranidae)臭蛙属(*Odorrana*)、琴蛙属(*Nidirana*)、湍蛙属(*Amolops*)和蛙属(*Rana*)物种;(2)国家Ⅱ级保护动物、唯一被IUCN列为濒危等级的虎纹蛙,在其繁殖季仅观测到7只;(3)作为鼎湖山优势种的版纳鱼螈、花狭口蛙和花姬蛙^[7],在其繁殖季节仅观测到1只、4只和4只,同样为优势种的斑腿泛树蛙只有26只;(4)缺乏对两栖动物的栖息生境以及重要、珍稀濒危物种有针对性长效监测.为此,提出以下建议:(1)根据野生动物尤其是珍稀濒危两栖类的繁殖季节、繁殖习性和栖息环境,有针对性地制定保护措施,提高保护成效;(2)建立长效监测机制,加大监测力度;(3)完善生物多样性监测体系,建立生物多样性大数据平台,实现资源和信息共享.

参 考 文 献

- [1] 徐海根,曹铭昌,吴军,等.中国生物多样性本底评估报告[M].北京:科学出版社,2013.
XU H G, CAO M C, WU J, et al. China Biodiversity background assessment report[M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [2] STUART S N, CHANSON J S, COX N A, et al. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide[J]. Science, 2004, 306(5702): 1783-1786.
- [3] WAKE D B, VREDENBURG V T. Colloquium paper: are we in the midst of the sixth mass extinction A view from the world of amphibians[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2008, 105(1): 11466-11473.
- [4] SCHEELE B C, PASMANS F, SKERRATT L F, et al. Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity[J]. Science, 2019, 363(6434): 1459-1463.
- [5] 徐海根,吴军,吴延庆,等.全国两栖动物多样性观测网络(China BON-Amphibians)建设进展[J].生态与农村环境学报,2018,34(1): 20-26.
XU H G, WU J, WU Y Q, et al. Progress in the construction of the national amphibian diversity observation network(China BON-Amphibians)[J]. Journal of ecology and rural environment 2018, 34(1): 20-26.
- [6] 魏平,刘小燕.北回归沙漠带上的绿色宝库:鼎湖山国家级自然保护区[J].森林与人类,1999(02):38-39.
WEI P, LIU X Y. Dinghushan National Nature Reserve, a green treasure house in the Tropic of cancer desert zone[J]. Forest & Human-kind, 1999(02): 38-39.
- [7] 黄忠良,欧阳学军,曹洪麟,等.广东鼎湖山国家级自然保护区综合科学考察报告[M].广州:广东科技出版社,2015.
HUANG Z L, OUYANG X J, CAO H L, et al. Comprehensive scientific investigation report of Dinghushan National Nature Reserve in Guangdong[M]. Guangzhou: Guangdong science and Technology Press, 2015.
- [8] 费梁,叶昌媛,胡淑琴,等.中国动物志两栖纲(上卷)[M].北京:科学出版社,2006.
FEI L, YE C Y, HU S Q, et al. Fauna of China, Amphibia (Volume I)[M]. Beijing: Science Press, 2006.
- [9] 费梁,叶昌媛,胡淑琴,等.中国动物志两栖纲(下卷)[M].北京:科学出版社,2009.
FEI L, YE C Y, HU S Q, et al. Fauna of China, Amphibia (Volume III)[M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [10] 费梁,叶昌媛,江建平.中国两栖动物及其分布彩色图鉴[M].成都:四川科学技术出版社,2012.
FEI L, YE C Y, JIANG J P. Color Illustrated handbook of amphibians and their distribution in China[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2012.
- [11] JIANG D C, JIANG K, REN J L, et al. Resurrection of the Genus *Leptomantis*, with Description of a New Genus to the Family Rhacophoridae (Amphibia: Anura)[J]. Asian Herpetological Research, 2019, 10(1): 1-12.
- [12] 蒋志刚,江建平,王跃招,等.中国脊椎动物红色名录[J].生物多样性,2016,24(5):501-551.
JIANG Z G, JIANG J P, WANG Y Z, et al. Red list of vertebrates in China[J]. Biodiversity Science, 2016, 24(5): 501-551.
- [13] 张荣祖.中国动物地理[M].北京:科学出版社,1999.
ZHANG R Z. Zoogeography of China[M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [14] GRIFFITHS G H. Land Mosaics: the Ecology of Landscapes and Regions; T. T. Forman Cambridge University Press. Cambridge(1995)632 pp[J]. Applied Geography, 1998, 18(1): 98-99.
- [15] PIELOU E C. Mathematical Ecology[M]. New York: John wildy and sons, 1977.
- [16] INGRAM J C. Encyclopedia of Ecology[M]. Oxford: Elsevier Inc, 2008.
- [17] 费梁,胡淑琴,叶昌媛,等.中国动物志两栖纲(中卷)[M].北京:科学出版社,2009.
FEI L, HU S Q, YE C Y, et al. Fauna of China, Amphibia (Volume II)[M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [18] 黎振昌,肖智,刘少荣.广东两栖动物和爬行动物[M].广州:广东科技出版社,2011.
LI Z C, XIAO Z, LIU S R. Guangdong amphibians and reptiles[M]. Guangzhou: Guangdong science and Technology Press, 2011.

- [19] 邹佩贞,温彩燕,蓝燕彬,等.沼水蛙繁殖习性与食性的初步研究[J].动物学杂志,2003,38(2):64-67.
ZOU P Z,WEN C Y,LAN Y B,et al.A preliminary study on the breeding habits and feeding habits of *Hylarana guentheri*[J].Chinese Journal of Zoology,2003,38(2):64-67.
- [20] 李志青.黑眶蟾蜍 *Bufo melanostictus* 繁殖习性的研究[D].福州:福建师范大学,1996.
LI Z Q.Study on Reproductive Habit of *Bufo melanostictus*[D].Fuzhou:Fujian Normal University,1996.
- [21] 施林强.泽陆蛙的生活史特征及后代表型对环境因子的响应[D].杭州:杭州师范大学,2011.
SHI L Q.The *Fejervarya multistriata* life history characteristics and the response of post representative to environmental factors[D]. Hangzhou: Hangzhou Normal University,2011.
- [22] 李成,江建平.无尾两栖类在不同生活史阶段的栖息环境[J].四川动物,2016(6):950-955.
LI C,JIANG J P.Habitat of Anura in different life cycle stages[J].Sichuan Journal of Zoology,2016(6):950-955.
- [23] VIECENS V,LENZ M,MOLIS M,et al.Testing the intermediate disturbance hypothesis(IDH):Impact of 16 different disturbance regimes(desiccation)on the diversity of natural diatom communities.5th International Temperate Reef Symposium,January 30-February 4, 2000[C].Cape Town:RSA,2000.

Temporal and spatial pattern variation of amphibian diversity in Dinghushan

Chen Zhuo¹, Liu Dian¹, He Yuxiao², Zhu Yanjun¹, Ke Can¹, Feng Qiqi¹, Xu Haigen², Chen Yongjie¹

(1.College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China;

2.Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China)

Abstract: Biodiversity is the condition of human survival, and has a high value of ecological environment. In this study, 13 survey lines were set up in and outside Dinghushan National Nature Reserve in Guangdong Province, covering six habitat types, i.e. river, lake, pond, forest land, stream and paddy field. Amphibian diversity monitoring was carried out in April, June and July of 2018. There are 10 species and 1794 amphibians, which belong to 2 orders, 6 families and 9 genera. The dominant species in Dinghushan National Nature Reserve are *Duttaphrynus melanostictus*, *Fejervarya multistriata*, and *Microhyla fissipes*, while *Hoplobatrachus chinensis* is rare species. However, the dominant species recorded in Dinghushan National Nature Reserve, i.e., *Ichthyophis banmanicus*, *aloula pulchra*, and *M. pulchra*, are rare species in this investigation. The richness and abundance of amphibians are related to the season of species reproduction. In April, the richness, abundance and relative abundance are the highest (10 species, 1 144 individuals, 63.8%). Habitat types affect the diversity of amphibians. The species richness of river habitat is the highest (9 species), paddy habitat is the highest (768 individuals, 42%), and forest habitat is the lowest. There was no significant difference in species diversity between inside and outside the reserve. The diversity of amphibians observed in 2018 is far less than that recorded in the region. It is suggested to establish a long-term observation mechanism, according to the temporal and spatial distribution pattern of amphibians, to formulate protective measures and improve the effectiveness of protection.

Keywords: amphibian; diversity; spatio-temporal pattern; Dinghushan mountain; Guangdong province

[责任编辑 王凤产 杨浦]