

花背蟾蜍繁殖种群食物多样性及营养生态位的研究

周立志 宋榆钧

(东北师范大学生命科学院 长春 130024)

摘要 作者于1995年4~5月份在长春市调查了花背蟾蜍繁殖种群不同繁殖时期的食性,并通过食物多样性和营养生态位对食性变化进行了分析。结果表明,繁殖种群繁殖后的食物多样性指数、营养生态位宽度较繁殖期为大;繁殖期和繁殖后的食物百分率相似性指数及营养生态位重叠值小,而食物百分率相异性及营养生态位分离值大。繁殖期雄体的食物多样性指数及营养生态位宽度均大于雌体,繁殖后雌体的食物多样性指数及营养生态位宽度均大于雄体,雌雄个体间的食物百分率相异性指数及营养生态位分离值小。摄食活动性受繁殖影响,并随繁殖结束而增强。

关键词 花背蟾蜍 繁殖种群 食物多样性 营养生态位

花背蟾蜍(*Bufo raddei*)以昆虫等小型无脊椎动物为食^[1-3],在东北地区的冬眠期为上年10月至当年4月份,4月中旬后出蛰^[3-4]。冬眠是动物对温度的季节性变化及食物短缺的适应^[5],因此,出蛰后需获得大量食物补充机体的营养消耗。然而,花背蟾蜍出蛰后便进行繁殖活动^[4,6]。为了解繁殖种群的繁殖活动对摄食活动影响程度,笔者于1995年4~5月在吉林省长春市对花背蟾蜍繁殖种群的食物多样性及营养生态位进行了调查,结果报道如下。

1 工作地点和方法

工作地点 长春市地处东经43.9°、北纬125.3°,属大陆季风气候区。全年平均气温4~5℃,降水量500~600mm。春季升温迅速,4、5月平均气温分别为6~8℃和15℃,降水量50~70mm。调查地点为该市伊通河东岸的河滨公园。公园远离市区,游人相对较少,其内草木、水池多,尤为适合花背蟾蜍繁殖和摄食活动。

工作方法 采集繁殖期和繁殖后的个体,在1小时内(或当场处死后)带回实验室剖胃分析食性。由于植物性食物和其它杂物在胃内比例极少,故不作统计。动物性食物成份除少数鉴定到目外都鉴定到科,统计各类动物在胃内

出现的数量和频次。

数据处理 $K = n_1/N_1$ 、 $P = n_2/N_2$ 分别计算各类食物的食物量百分比和食物频率百分比。其中 n_1 、 n_2 分别为某类食物在胃内出现的数量和频次, N_1 、 N_2 分别为各类食物在胃内出现的总数量和总频次^[7]。 $H = -\sum_i P_i \log_2 P_i$ ^[5,8] 计算食物多样性指数,其中 P_i 为第 i 科食物在胃内的食物量百分比。 $PS = \sum_i P_{i \min}$ ^[5] 计算食物百分率相似性指数。 $PD = 1 - PS$ ^[5] 计算食物百分率相异性指数。 $B = 1 / \sum P_{ij}^2$ ^[9] 计算营养生态位宽度,其中 P_{ij} 为同一时期某类个体或同一个体在某个时期的 i 科食物频率百分比。 $O = 1 - 1/2 \sum |P_{ij} - P_{ik}|$ ^[10] 计算营养生态位重叠, P_{ij} 、 P_{ik} 分别为相对应的同一时期的某类个体或同一类个体在某个时期的 i 科食物频率百分比。 $S = 1 - O$ 计算营养生态位分离值。

2 结果

2.1 繁殖种群的胃检结果 花背蟾蜍4月中旬

第一作者简介:周立志,男,34岁,讲师,硕士,中国科学院动物所在读博士生;

收稿日期:1996-08-15,修回日期:1996-10-29

出蛰入水,5月中旬后陆续结束繁殖,离开水域,在陆上活动。因此,以5月中旬前采集于水域的个体代表繁殖期个体,5月中旬后采集于陆上的个体代表繁殖后个体。94只繁殖期个体(69♂,25♀)的空胃率达69.23%,其中雌体中空胃率达92.00%,雄体空胃率达60.87%,60只繁殖后个体(33♂,27♀)的空胃率仅5.00%,其中雌体空胃率为1.67%,雄体空胃

率为3.33%。可见,花背蟾蜍繁殖种群摄食活动性小,雌体表现更突出;繁殖后,种群的摄食活动较为活跃。

从摄食成份上看,繁殖期食物隶属于3纲9目,仅昆虫纲占7目12科成虫及部分科的幼虫(见表1);繁殖后食物隶属于4纲9目,仅昆虫纲占7目22科的成虫和部分科的幼虫(见表2)。

表1 花背蟾蜍繁殖种群繁殖期的食物成份(剖胃94只:69♂、25♀,空胃65只:62♂、3♀)

Table 1 Food components of reproductive population of *Bufo raddei* during reproduction

食物类别 Food category	♂		♀		♂♀		♂		♀		♂♀	
	(食物量:头、百分比) (Amount of intake: number, percent)						(食物频率:次、百分比) (Frequency of intake: times, percent)					
步行虫科(Carabidae)	5	5.05			5	4.72	4	8.51			4	7.69
叶甲科(Chrysomelidae)	2	2.02			2	1.89	2	4.26			2	3.85
拟步甲科(Tenebrionidae)	9	9.09			9	8.49	5	10.64			5	9.62
虎甲科(Cicindelidae)	12	12.12			12	11.32	2	4.26			2	3.85
蝇科(Muscidae)	10	10.10			10	9.43	3	6.38			3	5.77
蚊科(Culicidae)	18	18.18			18	16.98	1	2.13			1	1.92
食蚜蝇科(Syrphidae)	1	1.01			1	0.94	1	2.13			1	1.92
蝶科(Ceratopogonidae)	1	1.01			1	0.94	1	2.13			1	1.92
尾蛉科(Gerridae)	8	8.08	1	14.29	9	8.49	4	8.51	1	20.00	5	9.62
仰蜂科(Noloneclidae)	1	1.01			1	0.94	1	2.13			1	1.92
蚊科(Fomicidae)	3	3.03			3	2.83	1	2.13			1	1.92
鳞翅目幼虫	2	2.02			2	1.89	1	2.13			1	1.92
螳螂若虫	2	2.02			2	1.89	1	2.13			1	1.92
蜂科(Caenagriidae)	1	1.01			1	0.94	1	2.13			1	1.92
蜘蛛目	23	23.23	6	85.71	29	27.36	18	38.30	4	80.00	22	42.31
蜘蛛目	1	1.01			1	0.94	1	2.13			1	1.92
合计	99	99.99	7	100.00	106	99.99	47	100.03	5	100.00	52	99.99

2.2 繁殖种群的食物多样性及营养生态位

依据表1、表2求得繁殖种群的食物多样性指数(H)、百分率相似性指数(PS)、百分率相异性指数(PD)、营养生态位宽度(B)、生态位重叠(O)、生态位分离(S)(见表3)。

花背蟾蜍繁殖种群繁殖期以及繁殖后在食物多样性及营养生态位上体现的特点是:(1)繁殖期,雄体的食物多样性指数及营养生态位宽度均大于雌体的,雌雄间的食物相似性指数及

营养生态位重叠值均较小,相异性指数及生态位分离则较大。(2)繁殖后,雌体的食物多样性指数及营养生态位宽度均大于雄体的,雌雄个体间的食物相似性指数及营养生态位重叠值较大,相异性指数及生态位分离则较小。(3)繁殖种群繁殖后的食物多样性指数、营养生态位宽度均大于繁殖期的,食物百分率相似性指数及营养生态位重叠小,而食物百分率相异性指数及营养生态位分离值大。

表2 花背蟾蜍繁殖种群繁殖后的食物成份(剖胃 60只:33♂、27♀,空胃3只:2♂、1♀)

Table 2 Food components of reproductive population of *Bufo raddei* after reproduction

食物类别 Food category	♂						♀					
	(食物量:头、百分比) (Amount of intake: numbers, percent)						(食物频率:次、百分比) (Frequency of intake: times, percent)					
步行虫科(Carabidae)	37	9.61	31	6.35	68	7.80	8	6.72	11	8.27	19	7.54
叶甲科(Chrysomelidae)	78	20.26	109	22.34	187	21.42	13	10.92	13	9.77	26	10.32
拟步甲科(Tenebrionidae)	6	1.56	15	3.07	21	2.41	4	3.36	3	2.26	7	2.78
虎甲科(Cicindelidae)	9	2.34	18	3.69	27	3.09	5	4.20	9	6.77	14	5.56
象虫科(Curculionidae)	22	5.71	8	1.64	30	3.44	8	6.72	5	3.76	13	5.16
瓢虫科(Coccinellidae)	79	20.52	34	6.97	113	12.94	20	16.81	14	10.53	34	13.49
叩头虫科(Elateridae)	7	1.82	7	1.43	14	1.60	3	2.52	4	3.01	7	2.78
隐翅虫科(Staphylinidae)	11	2.86	4	0.82	15	1.72	6	5.04	4	3.01	10	3.97
埋葬虫科(Silphidae)	2	0.52	2	0.41	4	0.46	2	1.68	2	1.50	4	1.59
拟天牛科(Oedemeridae)	1	0.26	1	0.20	2	0.23	1	0.84	1	0.75	2	0.79
伪瓢虫科(Endomychidae)	0	0.00	3	0.61	3	0.34	0	0.00	1	0.75	1	0.40
甲虫幼虫	3	0.78	15	3.07	18	2.06	2	1.68	4	3.01	6	2.38
鳞翅目幼虫	10	2.60	57	11.68	67	7.67	8	6.72	9	6.77	17	6.75
毛蚊科(Bibionidae)	32	8.31	101	20.70	133	15.23	8	6.72	13	9.77	21	8.33
蚊科(Culicidae)	3	0.78	1	0.20	4	0.46	2	1.68	1	0.75	3	1.19
蝇科(Muscidae)	3	0.78	0	0.00	3	0.34	5	4.20	0	0.00	5	1.98
果蝇科(Drosophilidae)	9	2.34	1	0.20	10	1.15	1	0.84	1	0.75	2	0.79
食蚜蝇科(Syrphidae)	0	0.00	3	0.61	3	0.34	0	0.00	3	2.26	3	1.19
双翅目幼虫	0	0.00	5	1.02	5	0.57	0	0.00	2	1.50	2	0.79
蚊科(Fomicidae)	1	0.26	2	0.41	3	0.34	1	0.84	2	1.50	3	1.19
树蜂科(Siricidae)	0	0.00	1	0.20	1	0.11	0	0.00	1	0.75	1	0.40
姬蜂科(Ichneumonidae)	0	0.00	6	1.23	6	0.69	0	0.00	5	3.76	5	1.98
叶蜂科(Lentherinidae)	3	0.78	5	1.02	8	0.92	2	1.68	2	1.50	4	1.59
膜翅目幼虫	0	0.00	2	0.41	2	0.23	0	0.00	2	1.50	2	0.79
蠹蛾科(Labiduridae)	1	0.26	0	0.00	1	0.11	1	0.84	0	0.00	1	0.40
蝽科(Pentatomidae)	0	0.00	3	0.61	3	0.34	0	0.00	2	1.50	2	0.79
龟蝽科(Gerridae)	2	0.52	0	0.00	2	0.23	1	0.84	0	0.00	1	0.40
蜘蛛目	63	16.36	50	10.25	113	12.94	15	12.61	16	12.03	31	12.30
单向蛸目	1	0.26	2	0.41	3	0.34	1	0.84	1	0.75	2	0.79
中腹足目	2	0.52	2	0.41	4	0.46	2	1.68	2	1.50	4	1.59
合计	385	100.01	488	99.96	873	99.98	119	99.98	133	99.98	252	100.00

表3 花背蟾蜍繁殖种群食物多样性及营养生态位

Table 3 Food diversity and trophic niche of reproductive population of *Bufo raddei*

项目 Items	繁殖时期 Breeding phases	♂	♀	♂♀
食物多样性指数 (H)	繁殖期	3.294	0.592	3.220
	繁殖后	3.384	3.480	3.573
食物百分率相似性指数 (PS)	繁殖期	31.43	31.31	10.25
	繁殖后		66.03	28.65
食物百分率相异性指数 (PD)	繁殖期	68.57	68.69	89.75
	繁殖后		33.97	71.35
— 营养生态位宽度 (B)	繁殖期	5.426	1.471	4.684
	繁殖后	11.931	14.464	13.698
营养生态位重叠 (O)	繁殖期	0.408	0.468	0.382
	繁殖后		0.789	0.060
营养生态位分离 (S)	繁殖期	0.592	0.532	0.618
	繁殖后		0.211	0.940

3 讨论

生态多样性既反映群落中种数多少,又体现各种之间相对丰富度,是种数和均匀度混淆起来的一个单一的统计量^[11],生态位宽度是物种利用或趋于利用所有可利用资源状态而减少种内个体的相遇程度^[9,12,13];生态位重叠是两个种对一定资源状态的共同利用程度^[14];相似性系数则可以比较任何两部分的相似程度^[5,15]。因此,食物多样性指数和营养生态位的宽度体现繁殖种群食物的丰富程度以及对食物资源利用情况,而食物百分率相似性指数、营养生态位重叠值以及食物百分率相异性指数和营养生态位的分离值则体现不同时期不同性别个体间食物成份的相似和相异程度。花背蟾蜍食物多样性、相似性及营养生态位体现的特点表明,花背蟾蜍繁殖时对食物资源的利用范围较小,可见,繁殖活动限制了摄食活动。与活跃的繁殖活动相伴随的少量摄食活动表明花背蟾蜍出蛰后将积极地进行繁殖活动,从而取得了繁殖的良好时机,保证后代获得有利的生存机会。此时,摄取营养显得不十分重要,表现为几乎不摄取食物^[4,6]。但是,这并不意味着在繁殖期没有摄食倾向,较小的食物多样性指数及营养生态位宽度和较大的繁殖后的增值,意味着繁殖现象掩盖了较强的摄食倾向。求偶鸣叫、抱对、产卵排精等繁殖活动减少了摄取食物的机会。对于雌体来说,高的怀卵量^[3,6]增加了体重,减少了活动性。此外,雌体在内分泌系统及神经系统作用下,其摄食活动则受到更大的限制,表现为食物多样性指数和营养生态位宽度较雄体为小。种群一旦结束繁殖则广泛地利用和积极地开拓食物资源,从而使冬眠和繁殖引起的生理消耗得以补充。花背蟾蜍繁殖种

群繁殖前后的食性变化体现了有机体在长期进化过程中对自然选择的适应能力。

致谢 本文承安徽大学生物系王岐山先生审阅,并提出修改意见,东北师范大学生命科学院张凤岭先生核定部分昆虫标本,一并致谢。

参 考 文 献

- 1 叶增芳. 呼和浩特地区花背蟾蜍食性的初步研究. 两栖爬行动物学报, 1965, 2(4): 175~176.
- 2 邹寿昌. 花背蟾蜍秋冬季生态研究. 两栖爬行动物学报, 1987, 6(3): 4~8.
- 3 季达明(第一作者). 辽宁动物志 两栖类 爬行类. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1987, 33~34.
- 4 姜雅凤. 花背蟾蜍繁殖习性的观察. 四川动物, 1991, 10(2): 15~16.
- 5 孙儒泳. 动物生态学原理(第二版). 北京: 北京大学出版社, 1992, 50~52, 330~360.
- 6 姚树义. 徐州近郊花背蟾蜍繁殖习性的观察. 两栖爬行动物学报, 1984, 3(3): 21~22.
- 7 盛和林, 王岐山. 脊椎动物野外实习指导. 北京: 高等教育出版社, 1982, 107~108.
- 8 Hulbert, S. H. The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parameters. *Ecology*, 1971, 52(4): 576~586.
- 9 Colwell, R. K., D. J. Fulyma. Measurement of Niche Breadth and Overlap. *Ecology*, 1971, 52(4): 567~576.
- 10 Slobodchikoff, C. N. Measures of Niche Overlap. *Ecology*, 1980, 61(5): 1 051~1 055.
- 11 李典谟. 生态的多样性度量. 生态学杂志, 1987, 6(4): 19~52.
- 12 高中信. 动物生态学实验与实习方法. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1992, 182~187.
- 13 陈化鹏, 高中信. 野生动物生态学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1992, 177~178.
- 14 Hulbert, S. H. The Measurement of Niche Overlap and Some Relations. *Ecology*, 1978, 59(1): 67~77.
- 15 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社, 1994, 450~452.

FOOD DIVERSITY AND TROPHIC NICHE OF THE BREEDING POPULATION OF *BUFO RADDEI*

ZHOU Lizhi SONG Yujun

(School of Life Sciences, Northeast Normal University Changchun 130024)

ABSTRACT Based on the food habit of the breeding population of *Bufo raddei*, the food diversity and trophic niche were studied in Changchun, Jilin province in 1995 from April to May. Both the index of food diversity and the breadth of trophic niche of the population were greater after reproduction. Both the index of food percentage similarity and the overlap of trophic niches between breeding period and post breeding period were lower. During reproduction both the index of food diversity and the breadth of trophic niche of the males were greater than those of the females, but were lower after reproduction. Both the index of food dissimilarity and the separation of trophic niche between males and females were lower after reproduction. Reproduction affected the animal's food intake. The toads did not take in much food until finished reproduction.

KEY WORDS *Bufo raddei* Reproductive population Food diversity Trophic niche