

昆明滇蛙和昭觉林蛙食物比较及益害评价

周伟*, 潘晓赋, 欧晓红, 张庆

(西南林学院保护生物学学院, 云南昆明 650224)

摘要: 对 1998 年 5 月—2003 年 11 月采自昆明白龙寺、花红洞及西街口的 1 105 只滇蛙 (*Rana pleuraden*) 及 428 只昭觉林蛙 (*Rana chaochiaoensis*), 采用剖胃法作食性分析, 分别计算它们的食物数量和频次百分比、 α 多样性指数、百分率相似性指数、营养生态位宽度、营养生态位重叠值和有益系数等。分析和计算结果显示, 不同采集地的滇蛙以及滇蛙与昭觉林蛙之间的主要食物组成基本相同; 但两种蛙之间, 甚至同一物种的雌雄之间的食物多样性及营养生态位均存在分化。滇蛙和昭觉林蛙周年的有益系数都为正值, 说明它们对人类的益处大于害处, 其中又以滇蛙的有益程度较昭觉林蛙的高。研究结果表明, 同一物种采自不同地域的种群和 (或) 同一种群采自不同的季节或年份, 其有益系数均具可变性, 即有益系数不具可比性。此系数仅表示蛙在一定时期对人类的益害程度。

关键词: 滇蛙; 昭觉林蛙; 食性分析; 食物多样性; 营养生态位; 益害评价

中图分类号: Q959.53; Q959.530.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254–5853 (2007) 01–0028–07

Comparison of Food Components Between *Rana pleuraden* and *Rana chaochiaoensis* from Kunming and Evaluation of Their Benefit and Harm

ZHOU Wei*, PAN Xiao-fu, OU Xiao-hong, ZHANG Qing

(Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College, Kunming 650224, China)

Abstract: Food components of 1 105 individuals of *Rana pleuraden* and 428 *Rana chaochiaoensis* collected from Bailongsi, Huahongdong and Xijiekou of Kunming from May 1998 to November 2003 were analyzed by dissecting their stomachs. It was calculated that percentage of number and frequency, α diversity index, index of percent similarity, width of trophic ecological niche, overlap of trophic ecological niche and beneficial coefficient of the two frog species. According to results, major food components of different populations of *R. pleuraden* collected from different localities as well between *R. pleuraden* and *R. chaochiaoensis* were basically identical. However, there were differentiation in food diversity and trophic ecological niche between *R. pleuraden* and *R. chaochiaoensis* as well between their males and females. The annual beneficial coefficients of both *R. pleuraden* and *R. chaochiaoensis* were positive, which implied that their benefit for mankind was larger than harm. The beneficial level of *R. pleuraden* was higher than one of *R. chaochiaoensis*. The study results showed that beneficial coefficient could be changed among populations of a species collected from different regions and/or the same population collected from different seasons or years, which meant that the beneficial coefficient could not be compared. This coefficient only expressed the level of benefit and harm for mankind in the certain period.

Key words: *Rana pleuraden*; *Rana chaochiaoensis*; Analysis of food components; Food diversity; Trophic ecological niche; Evaluation of benefit and harm

收稿日期: 2006–08–04; 接受日期: 2006–09–08

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (“973” 计划) 项目 (2003CB415100); 云南省自然科学基金项目 (2000C0054M); 云南省教育厅科学研究基金 (0012039); Russell E. Train Education for Nature (EFN) Program (RJ17), WWF 项目资助

* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: weizhou@public.km.yn.cn

第一作者简介: 周伟 (1957–), 男, 教授, 博士, 主要从事生物多样性保护, 动物生态学, 脊椎动物区系、分类和系统进化等领域的科研和教学。

国内蛙类食性分析已有较多报道, 其中最早的是对四川峨眉地区的青蛙 (*Rana nigromaculata*)、泽蛙 (*Rana limnocharis*) 和沼蛙 (*Rana guentheri*) 秋收季节的食性研究 (Liang et al, 1958)。该项工作的研究内容较全面, 但仅局限于秋收这一特定期, 这对于总体评价蛙的食性难免存在一定的局限性或偏差。此后, 无尾两栖类的食性研究大多与该项工作的研究内容相差不大, 或增补一二项新的研究内容, 如对鄂西棘腹蛙 (*Rana boulengeri*) 的工作, 还研究了其摄食行为、蝌蚪食性及充盈度和饱满度等内容 (Yuan & Wun, 1990), 但由于对鄂西棘腹蛙研究的标本为 1988 年 4 月—5 月间采集, 其研究结果只能反映棘腹蛙这一时期的生活习性及其食性变化; 对广东 31 种两栖动物的食性研究, 重点分析了泽蛙的食性, 而对其余种类仅有较简单的食性分析结果 (Su, 1985), 其研究内容和工作方法基本沿用前人的思路; 对花背蟾蜍 (*Bufo raddei*) 的摄食生态研究, 将蛙的摄食方式分类为拾取、击取、含取和刮取, 引入 α 多样性指数判断食物的多样性, 注重蛙的雌雄个体食性差异的解释 (Zhou & Song, 1997), 随后又应用了营养生态位解释了花背蟾蜍对资源的利用程度 (Zhou & Song, 1998), 但该项工作也仅局限于繁殖这一特定生理时期。

截至目前, 无尾两栖类的食性研究大多停留在对某一种蛙某一时期的食谱分析、益害评价, 以及食性在不同年龄、性别和生境的差异分析等。尚未见关于任何一种无尾两栖类年周期食性分析研究的报道, 更未见对同域分布的两种无尾两栖类进行为期一周年的食性对比研究的报道。而要真正了解一种或几种蛙的生态习性及其食性情况, 应该对其进行年周期性调查和分析研究。

1 材料与方法

1.1 材料来源

实验用滇蛙和昭觉林蛙均采自昆明东北郊的金殿—白龙寺—白沙河—王大桥一带 (以下简称白龙寺地区), 采集时间自 1998 年 5 月—1999 年 5 月, 每周六采集一次; 2001 年 5 月—2003 年 11 月, 每月采集一次。此外, 2002 年 5 月—2003 年 11 月对昆明市西山区花红洞和石林县西街口两地的蛙类每月采集一次。蛙类标本采集后立即置于 8% 的福尔马林液处死和固定, 最终用 5% 福尔马林液保存。

1.2 研究方法

先测量标本的体长 (snout-vent length, SVL, 精度 0.1 mm)。接着剪开腹腔, 肉眼观察性腺发育情况和辨别性别。然后从贲门和幽门处剪下蛙胃。因预试验解剖发现, 肠管内食物几乎完全被消化, 仅余部分残片, 很难辨别种类和计数, 故仅取贲门—幽门一段作食性分析。

把食物中昆虫残骸与同一栖境采集的昆虫标本作比对, 鉴定主要参照蔡邦华 (1955) 系统, 同时参考其他相关资料 (Wang, 1980; Nankai University et al, 1980; Zhang, 1984; Zhong, 1985, 1990; Li, 1985; Morse et al, 1994; Wu, 1996; Zheng & Gui, 1999), 并与西南林学院昆虫标本室鉴定完备的昆虫实物标本对比核实。食物种类鉴定时, 同步统计各类食物的数量及频次。

食物计数标准主要根据发现的动物头的数目来确定。如果没有头时, 则按照某一类器官或结构的套数来计算, 如胡蜂的前翅和后翅各 1 对时, 则计作 1 只胡蜂。少于一套的算 1 只, 多于一套而不足两套的算 2 只, 其余依此类推。食物量和频次统计时, 凡是只能分到目而不能分到科的, 则按科计数, 只能分到纲和门的也是如此。植物性食物仅在少数蛙胃中发现, 故未予统计。

食物类群分为有益、有害、益害兼有及益害不明等四类, 其中有害类群包括作物害虫、鱼类害虫、人畜寄生虫或其宿主, 以及有毒动物等; 有益类群包括捕食性昆虫、寄生性昆虫、传粉昆虫、鱼类饵料等 (Liang et al, 1958)。

1.3 数据处理

1.3.1 食物数量和食物频次百分比 以 $K = n_1 / N_1$ 和 $P = n_2 / N_2$ 分别计算食物数量和食物频次百分比。式中: n_1 和 n_2 分别表示某类食物在胃内出现的数量和频次; N_1 和 N_2 分别表示各类食物类群在胃内出现的总数量和总频次 (Liang et al, 1958)。

1.3.2 α 多样性指数 采用香农—威纳指数 (Shannon-Wiener index)

$$H = - \sum_i^s (P_i \times \log_2 P_i)$$

计算胃内食物类群的丰富度。式中: S 为类群数目, P_i 为第 i 类群在胃中的食物数量百分比 (Hulbert, 1971; Sun, 1992)。

1.3.3 百分率相似性指数 以 $PS = \sum (P_{\min})$ 计算百分率相似性指数 (index of percent similarity)。

式中： P_{\min} 为每一科最低的百分比。用 $PD = 1 - PS$ 计算胃内食物类群的百分率相异性指数 (index of percent diversity) (Sun, 1992)。

1.3.4 营养生态位宽度 以 $B = 1/\sum P_{ij}^2$ 计算营养生态位宽度 (width of trophic ecological niche)。式中： P_{ij} 为同一时期某类个体或同一个体在某一时期的 i 科食物频次百分比 (Colwel & Fuluyma, 1971; Zhou & Song, 1998)。

1.3.5 营养生态位 以 $O = 1 - 1/2 \sum |P_{ij} - P_{jk}|$ 计算营养生态位重叠值 (overlap of trophic ecological niche), 用 $S = 1 - O$ 计算营养生态位分离值 (separation of trophic ecological niche)。 P_{ij} 、 P_{jk} 分别为相对应的同一时期的某类个体或同一个体在某一时期的 i 科食物频次百分比 (Schoener, 1968; Zhou et al, 1998)。

1.3.6 有益系数 采用 $U = (n - u) / t$ 评价两栖类的益害。式中： n 和 u 分别为胃内有害种类和有益种类个体数, t 为胃内容物总数。计算时, 益害兼有及益害不明两类的的数据不统计在有益或有害的任一类中, 但在计算胃内容物总数 (t) 时, 则包含 4 种类型的数据总和 (Liang et al, 1958)。

2 结果与分析

共解剖滇蛙标本 1 105 只, 其中采自白龙寺地区的 563 只 (♂ 223 只, ♀ 235 只, 亚成体 105 只); 采自花红洞的 178 只 (♂ 69 只, ♀ 82 只, 亚成体 27 只); 采自西街口的 364 只 (♂ 145 只, ♀ 197 只, 亚成体 22 只)。共解剖了白龙寺地区的昭觉林蛙标本 428 只 (♂ 184 只, ♀ 202 只, 亚成体 42 只)。解剖结果, 白龙寺地区、花红洞和西街口滇蛙胃容物的食物分别为 2 590 只 (套)、609 只 (套) 和 1 309 只 (套); 白龙寺地区的昭觉林蛙为 1 813 只 (套)。

2.1 食物组成

不同采集点的滇蛙和昭觉林蛙的食物均以动物性食物为主, 组成主要为节肢动物门、软体动物门、环节动物门和脊索动物门等, 其中以节肢动物门的昆虫纲占绝对优势, 均达食物数量百分比的 72% 以上 (表 1) (为简明和节约篇幅, 昆虫食物的分类仅给出了目的数据)。食物频次百分比的总体趋势与食物数量百分比的情况一致。对能区分性别的滇蛙和昭觉林蛙标本, 按性别分别统计食物数量的百分比, 食物也以昆虫纲占绝对优势, 均达食

物数量百分比的 71% 以上 (表 2)。

2.2 食物多样性与营养关系

因仅在昆明白龙寺地区同时采到滇蛙和昭觉林蛙, 所以就该地区两种蛙的营养关系作分析。据表 1 和表 2 计算出滇蛙和昭觉林蛙的食物多样性指数 (H)、食物百分率相似性指数 (PS)、百分率相异性指数 (PD)、营养生态位宽度 (B)、营养生态位重叠 (O) 和营养生态位分离 (S) (表 3)。

滇蛙和昭觉林蛙在食物多样性及营养生态位上体现出如下特点:

(1) 滇蛙和昭觉林蛙种间的食物相似性指数 (75.65%) 及营养生态位重叠值均较大 (0.7216), 相异性指数 (24.35%) 及营养生态位分离值则较小 (0.2784)。这两项指标均反映, 滇蛙和昭觉林蛙胃内食物的相似程度较大。

(2) 滇蛙雌雄个体的食物多样性指数 (5.3554) 和营养生态位宽度 (20.6644) 均分别大于昭觉林蛙的 (5.0271, 19.0725), 即滇蛙的食物多样性较昭觉林蛙丰富。

(3) 滇蛙雄性个体的营养生态位宽度大于雌性的, 但食物多样性指数差异较小。雌雄个体间食物百分率相似性指数和生态位重叠均较大, 而食物百分率相异性指数和营养生态位分离则较小。

(4) 昭觉林蛙雄性个体的食物多样性指数大于雌性的, 雄性个体的营养生态位宽度小于雌性的。雌雄个体间食物相似性指数和营养生态位重叠值均较大, 相异性指数及营养生态位分离值则较小。

2.3 有益系数

将数年滇蛙和昭觉林蛙的食物成份分析结果综合起来计算, 滇蛙和昭觉林蛙周年的有益系数都为正值, 说明它们对人类的益处大于害处。不同地点滇蛙种群的有益系数不一样, 白龙寺、花红洞和西街口的分别为: 24.75%、22.17% 和 27.65%。而两种蛙中又以滇蛙的有益程度较高, 昭觉林蛙的略低 (19.75%) (表 4)。根据白龙寺 2002 和 2003 年滇蛙的食性分析结果, 计算不同年份和不同季节的有益系数。结果表明, 2002 和 2003 年的有益系数不相同, 分别为 15.18% 和 31.20%; 每一年的各季节之间不相同, 两年的同一季节相比亦不相同 (表 4)。

3 讨论

3.1 食物组成与分化

表 1 昆明滇蛙和昭觉林蛙食物数量及食物频次比较

Tab. 1 Food comparisons on percentage of number and frequency between *Rana pleuragen* and *R. chaochiaoensis* from Kunming

食物成分 Prey taxon	食物数量百分比 Percentage of number (%)			频次百分比 Percentage of frequency (%)					
	滇蛙 RP			昭觉林蛙 RC		滇蛙 RP			昭觉林蛙 RC
	白龙寺 BLS	花红洞 HHD	西街口 XJK	白龙寺 BLS	白龙寺 BLS	花红洞 HHD	西街口 XJK	白龙寺 BLS	
昆虫纲 Insecta	78.11	72.91	79.60	79.76	79.78	68.62	75.28	82.07	
直翅目 Orthoptera	2.08	2.63	2.60	4.19	3.10	3.32	3.73	5.26	
同翅目 Homoptera	1.43	3.12	1.91	1.05	1.90	3.57	2.48	1.37	
半翅目 Hemiptera	4.05	2.96	6.57	4.19	4.60	3.32	8.07	4.82	
鞘翅目 Coleoptera	24.63	26.27	26.89	26.48	26.15	22.19	22.48	28.15	
双翅目 Diptera	12.05	6.08	8.33	6.78	11.61	7.40	8.57	6.77	
鳞翅目 Lepidoptera	11.54	16.26	8.63	19.36	10.23	16.33	9.69	18.21	
膜翅目 Hymenoptera	15.44	9.20	18.18	11.80	16.03	5.61	12.92	11.09	
毛翅目 Trichoptera	0.04	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.07	
脉翅目 Neuroptera	0.04	0.00	0.61	0.11	0.06	0.00	0.62	0.14	
等翅目 Isoptera	1.81	0.00	0.23	0.77	1.67	0.00	0.25	0.94	
革翅目 Dermaptera	2.47	6.08	5.58	2.98	2.30	6.38	6.34	3.24	
双尾目 Diplura	0.08	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	
蜉蝣目 Ephemera	0.50	0.00	0.00	0.77	0.63	0.00	0.00	0.86	
蜚蠊目 Blattaria	1.89	0.16	0.00	1.05	1.32	0.26	0.00	0.94	
蜻蜓目 Odonata	0.04	0.16	0.08	0.00	0.06	0.26	0.12	0.00	
竹节虫目 Phasmida	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.22	
蜘蛛(蛛形纲: Arachnida)	9.58	13.46	8.25	13.29	10.00	14.29	10.19	12.17	
马陆(重足纲: Diplopoda)	0.39	0.00	0.00	0.28	0.34	0.00	0.00	0.29	
蜈蚣(唇足纲: Chilopoda)	0.50	0.82	0.61	0.94	0.75	1.28	0.99	1.01	
鼠妇(甲壳纲: Crustacea)	0.04	0.00	0.00	0.17	0.06	1.79	0.75	0.22	
蛙类(两栖纲: Amphibia)	1.54	1.31	1.91	0.06	0.80	0.00	0.00	0.07	
蚯蚓(环节动物门: Annelida)	0.46	0.33	0.69	3.64	0.40	0.51	0.50	2.09	
螺类(软体动物门: Mollusca)	6.14	6.57	4.13	1.10	3.91	7.65	4.97	1.22	
未明食物 Unidentified	3.24	4.60	4.81	0.77	3.97	5.87	7.33	0.86	
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

RP: *Rana pleuraden*; RC: *Rana chaochiaoensis*; BLS: Bailongsi; HHD: Huahongdong; XJK: Xijiekou.

同种的不同种群食物组成及食物多样性丰富程度与地理距离跨度存在极大的相关性, 如安徽淮北地区与吉林长春地区相距甚远, 两地花背蟾蜍的食物多样性指数差异较大 (Zhou & Song, 1997)。本研究的滇蛙采自昆明市的不同采集点, 但它们的食物组成基本相同, 仅各组分的比例不尽相同 (表 1)。这与昆明气候稳定, 各采集点之间相距不远, 以及由昆虫纲、蛛形纲和其他动物所构成的食物资源相 (phase of food resource) 十分相近有着密切的关系。相同的食物资源相, 甚至可能使同一地区相近种 (如滇蛙和昭觉林蛙) 的食物组成及食物多样性丰富程度也十分接近。

滇蛙和昭觉林蛙的食物相似性高, 惟有前者的食物多样性较后者的略丰富 (表 3)。这主要与滇蛙分布的生境食物资源相多样性稍高有关, 因为滇蛙

主要分布在农田, 农田生境的植被一年当中呈规律性更替, 在不同季节, 生活着一些适应不同要求的食物资源类群和种类; 而昭觉林蛙主要分布在林地。相对农田生境而言, 林地的植被较为稳定, 食物资源类群和种类的组成亦较稳定。

食物多样性指数和营养生态位的宽度反映种间 (或者种内) 食物的丰富程度以及对食物资源利用情况 (Zhou & Song, 1998)。在昆明的白龙寺, 滇蛙和昭觉林蛙呈同域分布 (Zhou et al, 2003)。由于食物相似性高 (75.65), 营养生态位重叠高 (0.7216), 两者具潜在的食物强烈竞争的可能性; 但它们的分布范围不尽相同, 且生境选择不相同 (Zhou et al, 2006), 从而避免了食物的强烈竞争。

滇蛙和昭觉林蛙的雌雄个体之间在食物多样性指数和营养生态位宽度均存在一定差异; 但这种差

表 2 不同性别滇蛙和昭觉林蛙食物数量百分比的比较

Tab. 2 Food comparisons on percentage of number in different gender between *Rana pleuragen* and *R. chaochiaoensis* from Kunming

食物成分 Prey taxon	食物数量百分比 Percentage of number (%)							
	滇蛙 RP						昭觉林蛙 RC	
	白龙寺 BLS		花红洞 HHD		西街口 XJK		白龙寺 BLS	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
昆虫纲 Insecta	78.08	78.13	71.43	73.90	78.65	80.36	80.52	79.20
直翅目 Orthoptera	1.73	2.38	0.82	3.85	2.25	2.84	4.44	4.01
同翅目 Homoptera	1.90	1.05	2.04	3.85	1.69	2.07	0.78	1.24
半翅目 Hemiptera	3.62	4.40	0.82	4.40	6.18	6.85	3.27	4.87
鞘翅目 Coleoptera	24.59	24.67	23.27	28.30	26.40	27.26	26.80	26.24
双翅目 Diptera	12.42	11.74	6.53	5.77	10.11	7.11	5.23	7.92
鳞翅目 Lepidoptera	10.35	12.51	15.51	16.76	6.55	10.08	22.75	16.89
膜翅目 Hymenoptera	16.48	14.61	15.10	5.22	20.04	16.93	11.76	11.83
毛翅目 Trichoptera	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
脉翅目 Neuroptera	0.09	0.00	0.00	0.00	0.75	0.52	0.26	0.00
等翅目 Isoptera	1.04	2.45	0.00	0.00	0.00	0.39	0.78	0.76
革翅目 Dermaptera	2.76	2.24	7.35	5.22	4.68	6.20	2.88	3.05
双尾目 Diplura	0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
蜉蝣目 Ephemera	0.43	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.76
蜚蠊目 Blattaria	2.59	1.33	0.00	0.27	0.00	0.00	0.52	1.43
蜻蜓目 Odonata	0.00	0.07	0.00	0.27	0.00	0.13	0.00	0.00
竹节虫目 Phasmida	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.19
蜘蛛 (蛛形纲: Arachnida)	8.80	10.20	13.47	13.46	8.24	8.27	14.51	12.40
马陆 (重足纲: Diplopoda)	0.43	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.38
蜈蚣 (唇足纲: Chilopoda)	0.43	0.56	0.82	0.82	0.75	0.52	0.52	1.24
蛙类 (两栖纲: Amphibia)	1.90	1.26	0.82	1.65	0.19	3.10	0.00	0.10
鼠妇 (甲壳纲: Crustacea)	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
蚯蚓 (环节动物门: Annelida)	0.17	0.70	0.41	0.27	0.75	0.65	2.75	4.29
螺类 (软体动物门: Mollusca)	6.30	6.01	6.94	7.14	6.37	2.58	1.31	0.95
未明食物 Unidentified	3.88	2.73	6.12	2.75	5.06	4.52	0.26	1.15
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

RP: *Rana pleuraden*; RC: *Rana chaochiaoensis*; BLS: Bailongsi; HHD: Huahongdong; XJK: Xijiekou.

表 3 昆明白龙寺地区滇蛙和昭觉林蛙的营养生态位及食物多样性比较

Tab. 3 Comparisons of trophic ecological niche and food diversity between *Rana pleuraden* and *R. chaochiaoensis* from Bailongsi area, Kunming

项目 Items	种类 Species	雄性 (♂)		雌性 (♀)		两性 (♂ ♀)	
		种内 Intra	种间 Inter	种内 Intra	种间 Inter	种内 Intra	种间 Inter
食物多样性指数 (H)	滇蛙 RP	5.1187	—	5.1018	—	5.3554	—
Shannon-Wiener index	昭觉林蛙 RC	4.9973	—	4.5451	—	5.0271	—
食物百分率相似性指数 (PS)	滇蛙 RP	—	49.67	—	54.72	84.69	75.65
Index of percent similarity	昭觉林蛙 RC	—	—	—	—	61.73	—
食物百分率相异性指数 (PD)	滇蛙 RP	—	—	—	45.28	15.31	24.35
Index of percent diversity	昭觉林蛙 RC	—	50.33	—	—	38.69	—
营养生态位宽度 (B)	滇蛙 RP	23.1981	—	22.3241	—	20.6644	—
Width of trophic ecological niche	昭觉林蛙 RC	19.0729	—	20.6644	—	19.0725	—
营养生态位重叠 (O)	滇蛙 RP	—	0.6877	—	0.9309	0.8473	0.7216
Overlap of trophic ecological niche	昭觉林蛙 RC	—	—	—	—	0.7217	—
营养生态位分离 (S)	滇蛙 RP	—	—	—	—	0.1527	—
Separation of trophic ecological niche	昭觉林蛙 RC	—	0.3123	—	0.0681	0.2783	0.2784

RP: *Rana pleuraden*; RC: *Rana chaochiaoensis*; Intra: intraspecific; Inter: interspecific.

表 4 昆明地区滇蛙和昭觉林蛙的有益系数比较

Tab. 4 Comparisons of beneficial coefficient between *Rana pleuraden* and *R. chaochiaoensis* from Kunming area

滇蛙 (白龙寺) <i>R. pleuraden</i> (Bailongsi)					滇蛙 (花红洞) <i>R. pleuraden</i> (Huahongdong)				
时间 Time	有益食物数 B	有害食物数 H	食物总数 T	有益系数 BC	时间 Time	有益食物数 B	有害食物数 H	食物总数 T	有益系数 BC
1998—2003	1324	683	2590	24.75	2002—2003	294	159	609	22.17
滇蛙 (西街口) <i>R. pleuraden</i> (Xijiekou)					昭觉林蛙 (白龙寺) <i>R. chaochiaoensis</i> (Bailongsi)				
时间 Time	有益食物数 B	有害食物数 H	食物总数 T	有益系数 BC	时间 Time	有益食物数 B	有害食物数 H	食物总数 T	有益系数 BC
2002—2003	698	336	1309	27.65	1998, 2002	956	598	1813	19.75
滇蛙 (白龙寺) <i>R. pleuraden</i> (Bailongsi)					滇蛙 (白龙寺) <i>R. pleuraden</i> (Bailongsi)				
时间 Time	有益食物数 B	有害食物数 H	食物总数 T	有益系数 BC	时间 Time	有益食物数 B	有害食物数 H	食物总数 T	有益系数 BC
2002					2003				
春季 Spring	66	31	126	27.78	春季 Spring	47	30	97	17.53
夏季 Summer	43	49	105	-5.71	夏季 Summer	77	66	192	5.73
秋季 Autumn	44	24	79	25.32	秋季 Autumn	49	44	118	4.24
全年 Whole year	153	104	310	15.81	全年 Whole year	220	93	407	31.20

B: beneficial individuals in food; H: harmful individuals in food; T: total individuals in food; BC: beneficial coefficient. Spring: March to May; Summer: June to August; Autumn: September to November.

异并不十分显著。相关研究亦证明, 食性不是影响滇蛙和昭觉林蛙两性异形分化的原因 (Li et al, 2006; Yang et al, 2006)。

3.2 益害评价及其局限性

了解蛙类食谱的重要应用价值之一是评价其在害虫控制中的地位和作用 (Premo & Atmowidjojo, 1987)。以往的研究往往只是对某一时期某种蛙的益害评价, 这只能初步说明该蛙在某段时期的益害程度 (Liang et al, 1958; Su, 1985; Yuan & Wen, 1990)。如果要对蛙类控制农林害虫作出全面、客观的益害评价, 必需对其全年不同时期的胃内容物系统分析, 才能得出较可靠的结论。

对滇蛙和昭觉林蛙的年周期食性研究显示, 不同采集地滇蛙的有益系数不相同, 滇蛙和昭觉林蛙的有益系数也不相同, 即不同的生境或不同的种类有益系数不同, 不能说有益系数大的种类比有益系数小的对人类更有益。

有益系数的变化主要受两方面的影响: 一方面, 蛙的有益系数受食谱及其栖息地食物种类组成及其数量变动的影 响, 而食谱又受环境、食物资源

相、取食对策等影响; 另一方面, 与研究 者对食物种类的鉴定准确度及食物种类的益害判断标准相关。益害标准很难统一和公允, 因目前对许多无脊椎动物的益害研究不够全面, 甚至许多类群 (种类) 根本就未做过研究工作。此外, 食物中的有些类群 (种类) 在一年中益害作用会发生转变, 也增加了归类的难度。因此, 同一物种采自不同地域的种群和 (或) 同一种群采自不同的季节或年份, 其有益系数均具可变性, 即有益系数不具可比性。此系数仅表示蛙在一定时期对人类经济活动的益害程度。

两栖类是生态系统中的一个重要类群, 它是捕食许多无脊椎动物的捕食者。同时, 它自己又是更高营养级动物的食物, 被许多脊椎动物捕食。有益系数仅反映了两栖类作为捕食者与猎物间的一定关系, 且是与人类经济活动相关的关系。很难或几乎不能反映两栖类在农林生态系统中捕食者与猎物之间的系统关系; 更不可能反映在生态系统中两栖类作为食物与更高级捕食者的关系。

参考文献:

- Hulbert SH. 1971. The Nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters [J]. *Ecology*, **52** (4): 576–586.
- Li TS. 1985. Economic Insect Fauna of China, Fasc. 30 (Hymenoptera: Vesoidea) [M]. Beijing: Science Press. [李铁生. 1985. 中国经济昆虫志, 第三十册(膜翅目: 胡蜂总科). 北京: 科学出版社.]
- Li X, Zhou W, Yang Y, Pan XF. 2006. Sexual dimorphism and feeding habits of *Rana pleuraden* [J]. *J Southwest For Coll*, **26** (1): 47–51 [李旭, 周伟, 杨颖, 潘晓赋. 2006. 滇蛙的食性与两性异形分化. 西南林学院学报, **26** (1): 47–51.]
- Liang ZY, Liu LC, Wu QR. 1958. Preliminary analyses of stomach contents of some anurans found in rice field during autumn harvest [J]. *Chn J Zool*, **2** (4): 220–229. [梁中宇, 刘良材, 吴其荣. 1958. 秋收时几种稻田蛙胃内容物的初步分析. 动物学杂志, **2** (4): 220–229.]
- Morse JC, Yang LF, Tian LX. 1994. Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality [M]. Nanjing: Hohai University Press.
- Nankai University, Zhongshan University, Beijing University, Sichuan University, Fudan University. 1980. Entomology [M]. Beijing: Pepole's Education Press. [南开大学, 中山大学, 北京大学, 四川大学, 复旦大学. 1980. 昆虫学. 北京: 人民教育出版社.]
- Premo DB, Atmowidjojo AH. 1987. Dietary patterns of the “crab-eating frog”, *Rana chancrivora*, in west Java [J]. *Herpetologica*, **43** (1): 1–6.
- Schoener TW. 1968. The *Anolis* lizards of Bimini: Resource partitioning in a complex fauna [J]. *Ecology*, **49**: 704–726.
- Su BZ. 1985. Studies on the feeding habits of 31 amphibian species of Guangdong [J]. *Acta Herpetol Sin*, **4** (4): 313–319. [苏炳之. 1985. 广东 31 种两栖动物食性的研究. 两栖爬行动物学报, **4** (4): 313–319.]
- Sun RY. 1992. Principle of Animal Ecology [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 254–257, 268–273, 352–358. [孙儒泳. 1992. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 254–257, 268–273, 352–358.]
- Wang PY. 1980. Economic Insect Fauna of China, Fasc. 21 (Lepidoptera: Pyralidae) [M]. Beijing: Science Press. [王平远. 1980. 中国经济昆虫志, 第二十一册(鳞翅目: 螟蛾科). 北京: 科学出版社.]
- Wu YR. 1996. Economic Insect Fauna of China, Fasc. 52 (Hymenoptera: Sphecidae) [M]. Beijing: Science Press. [吴燕如. 1996. 中国经济昆虫志, 第五十二册(膜翅目: 泥蜂科). 北京: 科学出版社.]
- Yang Y, Zhou W, Li X, Pan XF. 2006. Diet and Sexual Dimorphism in *Rana chaochiaoensis* [J]. *J Zhejiang For Coll*, **23** (5): 560–564. [杨颖, 周伟, 李旭, 潘晓赋. 2006. 昭觉林蛙的食性与两性异形分化. 浙江林学院学报, **23** (5): 560–564.]
- Yu JY, He XH. 2003. Statistics and Analysis for Data and the Application of SPSS [M]. Beijing: Post & Telecommunications Press. [余建英, 何旭宏. 2003. 数据统计分析与 SPSS 应用. 北京: 人民邮电出版社.]
- Yuan FX, Wen XP. 1990. A preliminary study on living and feeding habits of *Rana boulengeri* in western Hubei Province [J]. *Chn J Zool*, **25** (2): 17–21. [袁凤霞, 温小波. 1990. 鄂西棘腹蛙的生活习性及其食性的初步研究. 动物学杂志, **25** (2): 17–21.]
- Zhang ZL. 1984. Economic Insect Fauna of China, Fasc. 28 (Coleoptera: Larvae of Scarabaeoidea) [M]. Beijing: Science Press. [张芝利. 1984. 中国经济昆虫志, 第二十八册(鞘翅目: 金龟子总科幼虫). 北京: 科学出版社.]
- Zheng LY, Gui H. 1999. Insect Classification [M]. Nanjing: Nanjing Normal University Press. [郑乐怡, 归鸿. 1999. 昆虫分类. 南京: 南京师范大学出版社.]
- Zhong JM. 1985. Atlas of Insect Taxonomy [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Publishing House. [钟觉民. 1985. 昆虫分类学图谱. 南京: 江苏科学技术出版社.]
- Zhong JM. 1990. Taxonomy of Insect Larvae [M]. Beijing: Agriculture Press. [钟觉民. 1990. 幼虫分类学. 北京: 农业出版社.]
- Zhou LZ, Song YJ, Tian Y. 1998. A preliminary study on habitat selection and trophic ecology of amphibians in Nanhu Park, Changchun City [J]. *J Huaibei Coal Mining Teach Coll* (Natural ed.), **19** (1): 64–70. [周立志, 宋榆钧, 田蕴. 1998. 长春市南湖公园两栖类的生境选择和营养生态的初步研究. 淮北煤师院学报(自然科学版), **19** (1): 64–70.]
- Zhou LZ, Song YJ. 1997. A study of feeding ecology of *Bufo raddei* [J]. *Chn J Ecol*, **16** (4): 29–34. [周立志, 宋榆钧. 1997. 花背蟾蜍摄食生态的研究. 生态学杂志, **16** (4): 29–34.]
- Zhou LZ, Song YJ. 1998. Food diversity and trophic niche of the breeding population of *Bufo raddei* [J]. *Chn J Zool*, **33** (2): 7–10. [周立志, 宋榆钧. 1998. 花背蟾蜍繁殖种群食物多样性及营养生态位的研究. 动物学杂志, **33** (2): 7–10.]
- Zhou W, Li MH, Mai Z, Li W. 2006. Comparison of habitat utilization between sympatric populations of *Rana pleuraden* and *R. chaochiaoensis* in Kunming area [J]. *Zool Res*, **27** (4): 389–395. [周伟, 李明会, 麦紫, 李伟. 2006. 昆明滇蛙与昭觉林蛙同域分布种群的生境利用比较. 动物学研究, **27** (4): 389–395.]
- Zhou W, Li MH, Pan XF. 2003. Morphological differentiation between *Rana pleuraden* and *R. chaochiaoensis* with comments on their potential adaptive significance [J]. *Zool Res*, **24** (6): 445–451. [周伟, 李明会, 潘晓赋. 2003. 滇蛙和昭觉林蛙的形态差异及其潜在的适应意义. 动物学研究, **24** (6): 445–451.]