

草原沙蜥秋季食性分析

赵雪 毕俊怀* 刘睿 何志超 陈绍勇

内蒙古师范大学生命科学与技术学院 呼和浩特 010022

摘要: 利用剖胃法对采自内蒙古自治区鄂尔多斯库布齐沙漠的草原沙蜥 (*Phrynocephalus frontalis*) 进行食性分析研究。结果表明,该地区的草原沙蜥在 8~9 月间,以昆虫类动物为主要食物,占全部食物的 95.8%。不同性别草原沙蜥取食的食物种类差异不显著,雌雄个体的食物百分率相似性指数及营养生态位重叠值均较大,雄性的食物多样性指数 (*IFD*) 及营养生态位宽度 (*BTN*) 均大于雌性。成体和亚成体之间以及亚成体和幼体之间食物种类存在差异但不显著,而成体和幼体间的食物种类差异极显著,不同年龄草原沙蜥的食物百分率相似性指数较小,*IFD* 值与 *BTN* 值均是成体最大,幼体最小。总有益系数、不同性别的有益系数分别为 $V_{\text{总}} = 22.44\%$, $V_{\text{雌}} = 12.76\%$, $V_{\text{雄}} = 9.83\%$,草原沙蜥是对荒漠化草原有益的类群。

关键词: 草原沙蜥;食物组成;益害评价

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2013)03-321-10

The Feeding Habits of Toad-headed Lizard (*Phrynocephalus frontalis*) in Autumn

ZHAO Xue BI Jun-Huai* LIU Rui HE Zhi-Chao CHEN Shao-Yong

College of Life Science and Technology Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China

Abstract: We studied the food habits of Toad-headed Lizard (*Phrynocephalus frontalis*) collected in the Erdos region of Inner Mongolia using stomach dissection. The results show that Toad-headed Lizard prefers insects which account for 95.8% of all the food items in the period from August to September. No significant difference in food items was found between male and female although the index of food diversity (*IFD*) and the breadth of trophic niche (*BTN*) were greater in males than those in females. No any difference in food habits was found between adults and subadults or between subadults and juveniles, however, significant difference was detected between adults and juveniles. The percent similarity of food index was great between sexes and lower in different age group. The *IFD* and the *BTN* in different ages was the greatest in adults and the lowest in juveniles. The general beneficial coefficient, the beneficial coefficient in different gender and ages were $V_{\text{Total}} = 22.44\%$, $V_{\text{Female}} = 12.76\%$, $V_{\text{Male}} = 9.83\%$. The *P. frontalis* is a species beneficial to the desert steppe.

Key words: *Phrynocephalus frontalis*; Food composition; Evaluation of benefit and harm

基金项目 内蒙古师范大学研究生科研创新基金项目 (No. CXJJS12045);

* 通讯作者, E-mail:bjjunhuai@yahoo.com.cn;

第一作者介绍 赵雪,女,硕士研究生;研究方向:动物生态学;E-mail:yatouzxl@163.com。

收稿日期:2012-11-07,修回日期:2012-12-27

研究一个物种的食性可以帮助我们了解动物的历史、生态需求以及其寻找食物的策略 (Kozykariski et al. 2011)。而且对于个体生态、行为进化、种群动态以及食物链的认识有着十分重要的意义。近几年在蜥蜴类食性分析方面已经进行了一些研究 (林植华等 2000, 张永普等 2000, 2004, 邱清波等 2001, 许雪峰等 2003, 赵文阁等 2006, 刘洋等 2011, Van et al. 2011, Kraus et al. 2012), 但关于草原沙蜥 (*Phrynocephalus frontalis*) 食性研究的报道较少。陈小勇等 (1997) 对草原沙蜥春季的食性做过调查, 连雪 (2011) 对草原沙蜥食物多样性及营养生态位宽度做了初步统计并对其有益系数做了计算, 毕俊怀等 (1997) 的研究中提出草原沙蜥捕食大量有害昆虫, 对消灭荒漠害虫, 保护沙生植物有重要意义。通过食性的分化减少种间和种内的竞争并选择有效的取食策略以获得充足的食物, 是爬行类动物生存和发展最根本保障 (Toft 1958)。本研究采用大样本量研究不同年龄和性别草原沙蜥食性的差异及其有益系数, 了解该物种秋季的食性在不同性别和不同年龄之间的差异。

1 材料与方法

1.1 自然概况 草原沙蜥在内蒙古自治区主要分布于辽河平原、阴山南麓高原、阴山北部锡林郭勒草原、东部鄂尔多斯草原、西部鄂尔多斯荒漠以及阴山北部乌兰察布荒漠 (赵肯堂 2002)。用于本项研究的草原沙蜥于 2011 年 8~9 月采集自内蒙古鄂尔多斯北部的库布齐沙漠 (40°12' N, 111°06' E), 该地区生境属于典型的荒漠草原生态系统, 海拔 1 100 m 左右, 总面积约 145 万 hm^2 。

1.2 实验动物采集 选择在草原沙蜥的活动高峰期 (连雪 2011) 徒手捕捉, 捕获后立即注射 75% 乙醇于蜥蜴腹腔内, 之后放入 75% 乙醇溶液中保存, 带回实验室。

1.3 食性分析 将野外采集的标本解剖, 取出整胃, 借助放大镜和解剖镜鉴别胃内容物中的食物种类, 统计各种食物的数量 (林植华

2000)。半消化不完整的种类, 依照其残存的复眼、触角、口器、颚、附肢以及腹板等来鉴定。在分析过程中参照《昆虫学》(南开大学等 1980)、《昆虫学分类学》(蔡邦华 1973)、《内蒙古昆虫》(能乃扎布 1999) 等书目进行鉴定。我们在鉴定时以昆虫头部、翅、口器和附肢等较难消化的部分作为分类依据, 故只能鉴定到科 (毕俊怀等 1997)。

1.4 数据统计 所有数据用 Excel 软件和 Spss 软件处理, 数据作参数统计分析前, 分别检验其正态性 (Kolmogorov-Smirnov test) 和方差同质性 (F-max test)。用方差分析 (ANOVA) 分别检验不同性别和年龄个体所食食物种类的差异。文中所有描述性统计值均用平均值 \pm 标准误差表示, 显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$ 。食物数量百分比 (K) 和食物频次百分比 (P) 分别以 $K = n_1/N_1$ 和 $P = n_2/N_2$ 计算, 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 分别表示各食物类群在胃内出现的总数量和总频次 (梁中宇等 1958)。食物数量为解剖后胃内某类昆虫的个数, 食物频次为解剖后某类昆虫出现的次数。以 $PS = \Sigma (P_{\min})$ 计算食物百分率相似性指数 (index of percent similarity, PS), 式中, P_{\min} 为每一科最低的百分比。用 $PD = 1 - PS$ 计算胃内容物类群的百分率相异性指数 (index of percent diversity, PD) (孙儒泳 2001)。以 $O = 1 - 1/\Sigma |P_{ij} - P_{jk}|$ 计算营养生态位重叠 (overlap of trophic ecological niche, O), 用 $S = 1 - O$ 计算营养生态位分离值 (separation of trophic ecological niche, S), P_{ij} 和 P_{jk} 分别为被 j 和 k 动物组利用的第 i 种食物在所有被利用的食物中所占的数量百分比 (Schoener 1968, Rodriguez et al. 2008)。以 $BTN = 1/\Sigma P_i^2$ 计算营养生态位宽度 (breadth of trophic niche, BTN), 式中, P_i 为实际利用的第 i 种食物在所有被利用的食物中所占的比例 (Colwell et al. 1971, Teixeira-Filho et al. 2003)。采用食物多样性指数 (index of food diversity, IFD) 即香农-威纳指数 (Shannon-Wiener index) 计算胃内食物类群的丰富度, 即

$IFD = - \sum (P_i)(\log_2 P_i)$, 式中, P_i 为第 i 类群在胃中的食物数量百分比(孙儒泳 2001)。采用 $V = (n - u) / t$ 评价草原沙蜥的益害, 式中, n 和 u 分别为胃内有害种类和有益种类个体数, t 为内容物总数, V 为益害指数。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, 但在计算内容物总数(t)时, 则包含 4 种类型的数据总和(梁中宇等 1958)。摄食率 = 实胃数/总胃数, 实胃数即非空胃的个体数。

2 结 果

2.1 草原沙蜥胃内容物组成 本研究中共分析了草原沙蜥 139 个胃的内容物。包括成体 29 个, 亚成体 100 个, 幼体 10 个; 雌性 52 个, 雄性 87 个。其中, 空胃 1 个, 实胃 138 个, 摄食率 99.28%。胃内容物中共鉴定出 2 纲 12 目 27 科的动物物种, 取食食物 3 867 个(套), 在部分个体的胃容物中发现少量植物碎片, 但由于已消化, 难以进行物种鉴定。在取食的动物物种中, 主要以昆虫纲(Insecta)动物为主, 占全部食物总数量的 95.8%。其中, 鞘翅目(Coleoptera)、同翅目(Homoptera)、膜翅目(Hymenoptera)和半翅目(Hemiptera)的昆虫尤为常见, 最喜食的昆虫种类包括蚁科(Formicidae)(39.23%)、蚜科(Aphididae)(19.24%)、鞘翅目幼虫(Coleoptera Larvae)(17.71%)、瓢甲科(Coccinellidae)(3.13%)、叶蝉科(Cicadellidae)(2.46%)和鳞翅目幼虫(Lepidoptera Larvae)(2.28%)等。另外, 草原沙蜥对蜘蛛目(Araneida)的捕食频率也较高, 为 2.56%(表 1)。

2.2 不同性别的草原沙蜥食性比较 对不同性别的草原沙蜥胃内容物进行分析, 雌雄两性最喜捕食膜翅目蚁科(雌性 44.13%, 雄性 40.91%), 其次为鞘翅目幼虫(雌性 18.54%, 雄性 18.23%), 再次是同翅目蚜科(雌性 17.73%, 雄性 14.28%)(表 2)。经 ANOVA 检验显示, 两性间所食食物种类差异不显著($F_{1,127} = 0.703, P = 0.404$)。通过计算可得出

不同性别草原沙蜥的食物百分率相似性指数(PS)、食物百分率相异性指数(PD)、营养生态位重叠值(O)、营养生态位分离值(S)、食物多样性指数(IFD)、营养生态位宽度(BTN)(表 3)。草原沙蜥雌雄个体的 PS 值(90.08%)及 O 值(0.96)均较大, PD 值(9.92%)及 S 值(0.04)均较小, 说明雌雄个体间食物相似性较大, 两者存在食物强烈竞争的可能性。雄性草原沙蜥的 IFD 值(2.98)及 BTN 值(14.01)均大于雌性(分别为 2.67 和 13.27), 说明雄性草原沙蜥取食的丰富度比雌性大。

2.3 不同年龄阶段的草原沙蜥食性比较 在捕捉的 139 条草原沙蜥中, 成体草原沙蜥主要以蚁科(44.43%)、蚜科(12.61%)、鞘翅目幼虫(10.70%)、瓢甲科(7.62%)等昆虫为主要食物, 亚成体以蚁科(41.47%)、鞘翅目幼虫(20.22%)、蚜科(16.22%)、蜘蛛目(2.45%)、叶蝉科(2.30%)以及瓢甲科(2.30%)为主要食物, 幼体则以蚜科(51.11%)、蚁科(15.06%)、鞘翅目幼虫(12.35%)、半翅目幼虫(4.44%)、蜘蛛目(2.96%)等为主要食物(表 2)。经 ANOVA 检验显示, 成体和亚成体之间所食食物种类存在差异($F_{1,127} = 1.829, P = 0.18$); 亚成体和幼体间食物种类也存在差异($F_{1,108} = 2.43, P = 0.123$); 而成体和幼体间食物种类差异极显著($F_{1,37} = 7.785, P = 0.008$)。不同年龄草原沙蜥的 PS 值较小(40.09), PD 值(59.91)较大, 说明不同年龄间取食的食物种类有差异。不同年龄草原沙蜥的 IFD 值与 BTN 值均是成体最大(2.95 和 13.89), 亚成体次之(2.83 和 13.71), 而幼体最小(2.58 和 12.23)(表 4), 即草原沙蜥取食丰富度是成体 > 亚成体 > 幼体。

2.4 益害评价 通过表 1、表 2 可对不同性别的草原沙蜥进行益害评价, 利用有益系数公式可分别算得草原沙蜥总有益系数、不同性别的有益系数, $V_{\text{总}} = 22.44\%$, $V_{\text{雌}} = 12.76\%$, $V_{\text{雄}} = 9.83\%$ 。 V 均为正数, 因此草原沙蜥取食害虫比益虫多。

表 1 草原沙蜥胃内容物组成
Table 1 The composition of food items in stomach of *Phrynocephalus frontalis*

昆虫纲 Insecta	鞘翅目 Coleoptera	食物类型 Food type	食物数量 Prey number	数量百分比 (%) Number percentage	出现频次 Frequency	频次百分比 (%) Frequency percentage	有害动物 Harmful animals	有益动物 Beneficial animals	益害兼有 Benefit and harm	益害不明 Benefit against unknown
	幼虫 Larvae		685	17.71	114	13.19				+
	瓢甲科 Coccinellidae		121	3.13	63	7.29		+		
	象甲科 Curculionidae		15	0.39	15	1.74	+			
	步甲科 Carabidae		1	0.03	1	0.12		+		
	幼虫 Larvae		38	0.98	3	0.35				+
	蚜科 Aphididae		744	19.24	94	10.88	+			
	叶蝉科 Cicadellidae		95	2.46	59	6.83	+			
	粉介科 Pseudococcidae		2	0.05	2	0.23	+			
	蛭亚目 Coccoomorpha		3	0.08	3	0.35	+			
	幼虫 Larvae		1	0.03	1	0.12				+
	蚊科 Formicidae		1 517	39.23	101	11.69			+	
	姬蜂科 Ichneumonidae		18	0.47	13	1.50		+		
	茧蜂科 Braconidae		57	1.47	50	5.79		+		
	小蜂总科 Chalcidoidea		48	1.24	27	3.13		+		
	蚜小蜂科 Aphelinidae		1	0.03	1	0.12		+		
	胡蜂科 Vespidae		3	0.08	2	0.23		+		
	蚜虫蜂科 Incubidae		2	0.05	2	0.23		+		
	姬小蜂科 Eulophidae		8	0.21	7	0.81		+		
	叶蜂科 Tenthredinidae		4	0.10	4	0.46	+			
	广腰亚目 Symphyta		3	0.08	3	0.35				+
脉翅目幼虫 Neuroptera larvae			31	0.80	24	2.78				+
双翅目 Diptera	幼虫 Larvae		19	0.49	11	1.27				+
	食蚜蝇科 Syrphidae		8	0.21	6	0.69		+		
	长足虻科 Dolichopodidae		3	0.08	3	0.35		+		
	螻蛄科 Ceratopogonidae		1	0.03	1	0.12	+			

表 2 不同性别、年龄草原沙蜥食性
Table 2 The diet compositions of different sexes and ages in *Phrynocephalus frontalis* stomach

昆虫纲 Insecta	鞘翅目 Coleoptera	雌性 Female (n = 42)			雄性 Male (n = 87)			成体 Adult (n = 29)			亚成体 Subadult (n = 100)			幼体 Juvenile (n = 10)		
		数量百分比 Number percentage (%)	频次百分比 Frequency percentage (%)													
	幼虫 Larvae	18.54	13.50	18.23	13.07	10.70	11.76	20.22	13.64	12.35	13.16					
	瓢甲科 Coccinellidae	2.67	8.02	3.73	7.08	7.62	10.16	2.30	6.49	1.23	6.58					
	象甲科 Curculionidae	0.32	1.69	0.45	1.81	0.29	1.07	0.43	2.00	0.25	1.32					
	步甲科 Carabidae	0.00	0.00	0.04	0.18	0.15	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00					
	幼虫 Larvae	0.00	0.00	1.71	0.54	0.00	0.00	1.37	0.50	0.00	0.00					
	蚜科 Aphididae	17.73	11.81	14.28	10.34	12.61	10.16	16.22	10.98	51.11	11.84					
	叶蝉科 Cicadellidae	2.02	8.02	2.83	6.53	3.52	7.49	2.30	6.82	1.73	5.26					
	粉介科 Pseudococcidae	0.16	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.33	0.00	0.00					
	蛭亚目 Coccoomorpha	0.00	0.00	0.09	0.36	0.15	0.53	0.04	0.17	0.25	1.32					
	幼虫 Larvae	0.08	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.17	0.00	0.00					
	蚁科 Formicidae	44.13	12.24	40.91	11.62	44.43	10.16	41.47	12.31	15.06	10.53					
	姬蜂科 Ichneumonidae	0.32	1.69	0.58	1.45	1.03	2.14	0.36	1.33	0.25	1.32					
	茧蜂科 Braconidae	1.05	4.22	1.84	6.72	1.91	5.88	1.47	5.99	0.74	3.95					
	小蜂总科 Chalcidoidea	1.86	4.22	0.81	2.72	0.44	1.60	1.37	3.66	1.73	2.63					
	蚜小蜂科 Aphelinidae	0.08	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.17	0.00	0.00					
	胡蜂科 Vespidae	0.00	0.00	0.13	0.36	0.00	0.00	0.11	0.33	0.00	0.00					
	蚜虫蜂科 Incubidae	0.16	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.33	0.00	0.00					
	姬小蜂科 Eulophidae	0.24	1.27	0.09	0.36	0.00	0.00	0.18	0.83	0.74	2.63					
	叶蜂科 Tenthredinidae	0.00	0.00	0.18	0.73	0.44	1.60	0.04	0.17	0.00	0.00					
	广腰亚目 Symphyta	0.16	0.84	0.04	0.18	0.15	0.53	0.07	0.33	0.00	0.00					
	脉翅目 Neuroptera larvae	0.57	2.53	0.99	2.90	1.47	3.21	0.68	2.66	0.49	2.63					
	双翅目 Diptera	0.65	1.69	0.36	1.09	0.15	0.53	0.54	1.50	0.74	1.32					
	食蚜蝇科 Syrphidae	0.24	0.84	0.22	0.73	0.29	1.07	0.22	0.67	0.00	0.00					
	长足虻科 Dolichopodidae	0.00	0.00	0.09	0.36	0.15	0.53	0.04	0.17	0.25	1.32					
	蠓科 Ceratopogonidae	0.00	0.00	0.04	0.18	0.00	0.00	0.04	0.17	0.00	0.00					
	寄蝇科 Tachinidae	0.00	0.00	0.04	0.18	0.15	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00					
	蝇科 Muscidae	0.00	0.00	0.18	0.54	0.00	0.00	0.14	0.50	0.00	0.00					

表 3 不同性别草原沙蜥营养生态位及食物多样性比较

Table 3 Comparisons of trophic ecological niche and food diversity in different sexes of *Phrynocephalus frontalis*

项目 Item	雌性 Female	雄性 Male	两性 Different sexes
食物百分率相似性指数 Index of percent similarity (<i>PS</i>)			90.08
食物百分率相异性指数 Index of percent diversity (<i>PD</i>)			9.92
营养生态位重叠 Overlap of trophic ecological niche (<i>O</i>)			0.96
营养生态位分离 Separation of trophic ecological niche (<i>S</i>)			0.04
食物多样性指数 Index of food diversity (<i>IFD</i>)	2.67	2.98	3.81
营养生态位宽度 Breadth of trophic niche (<i>BTN</i>)	13.27	14.01	

表 4 不同年龄草原沙蜥营养生态位及食物多样性比较

Table 4 Comparisons of trophic ecological niche and food diversity in different ages of *Phrynocephalus frontalis*

项目 Item	成体 Adult	亚成体 Subadult	幼体 Juvenile	不同年龄 Different ages
食物百分率相似性指数 Index of percent similarity (<i>PS</i>)				40.09
食物百分率相异性指数 Index of percent diversity (<i>PD</i>)				59.91
食物多样性指数 Index of food diversity (<i>IFD</i>)	2.95	2.83	2.58	3.95
营养生态位宽度 Breadth of trophic niche (<i>BTN</i>)	13.89	13.71	12.23	

3 讨论

本次研究在所采集样本的胃内容物中共鉴定出 2 纲 12 目 27 科的动物物种,主要食物是蚁科,这与毕俊怀等(1997)的研究结果不同,后者通过对内蒙古鄂尔多斯地区草原沙蜥胃部进行解剖,发现其取食食物包括天牛科、虎甲科、金龟子科、皮坚甲科、巨胸蜂科、肿腿蜂科、瘦蜂科、飞虱科、铗螋科、叶跳蝉科、蚜虫科、蚁科、蜘蛛目等昆虫及少量嫩叶。陈小勇等(1997)调查草原沙蜥的食性共鉴定出 2 纲 8 目 22 科,也与本项研究结果略有不同。这说明不同季节、不同地区草原沙蜥的食性有明显差异,这可能与栖息地及食物分布状况有关,不同环境及食物分布导致草原沙蜥食性有所差异。最优化觅食理论认为动物在觅食过程中搜寻食物和进食过程都需要花费能量,从食物中获得的能量与觅食过程中的能量消耗之差即为动物摄食的净收入,摄取某种食物所得收入越大,这种食物对捕食者来说就越有利,因此捕食者在觅食过程中总是选择有利性更大的食物(王培潮 1964)。在草原沙蜥的食谱中,膜翅目蚁科和同翅目蚜科所占的比例较大,这与这些动物相对容易捕食、不易消化部分少有关,捕食这些

动物可以使草原沙蜥获得更大的净收入。

草原沙蜥是广食性动物,两性间的食性有一定差异,但并不显著,这与连雪(2011)的研究结果一致。食物多样性指数和营养生态位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(周立志等 1998)。经分析,草原沙蜥雌雄个体间食物相似度较大,两者存在食物强烈竞争的可能性。但不同年龄草原沙蜥的食物百分率相似性指数较小,这种生态位的分离在一定程度上缓解了对食物资源的种内竞争,同时也有利于幼体的生存及种群的稳定。

草原沙蜥的成体与亚成体之间以及亚成体与幼体之间的食物种类存在差异,而成体和幼体之间的食物种类则存在显著性差异。不同年龄草原沙蜥的 *PS* 值较小,也说明不同年龄个体间取食的食物种类有差异。研究表明,有些蜥蜴,不同的体型大小及形态特征会导致在成幼体和两间的食性有差异(Vitt 1983)。由于食物大小与物种的体长以及与处理食物的能力有关,取食个体较大的食物所需的时间相对较长,吞咽的时间也会相对增加(赵文阁等 2006)。因此不同年龄的草原沙蜥食性有不同程度的差异。由于较大的食物可以给捕食者提供更多的能量,蜥蜴在个体生长发育的过程中,会逐渐捕

食更大的食物(Toft 1985)。如瓢甲科昆虫在成体草原沙蜥的食谱中所占的比例最高(7.62%),在亚成体(2.30%)及幼体(1.23%)的食谱中则分别次之,而蚜科昆虫在成体草原沙蜥的食谱中所占比例(12.61%)则不如亚成体(16.22%)和幼体(51.11%)中比例高,这与从食物中获得能量和觅食过程中的能量消耗的权衡有关,捕食这些动物可以使成体和幼体都获得更大的净收入。又由于幼体难以吞食较大、较硬的食物,限制了幼体所能捕食食物的种类,因此幼体的营养生态位宽度最窄,取食种类不如成体及亚成体丰富。

经计算,草原沙蜥总的有益系数及不同性别的有益系数均为正数,这与毕俊怀等(1997)的研究结果相同。说明其取食害虫比益虫多,因此草原沙蜥是对荒漠化草原有益的类群,对生态系统中虫害的爆发有一定的控制作用。草原沙蜥捕食昆虫类等植食性动物,将猎物中的物质和能量加以固定,进而被肉食性、杂食性鸟类、兽类等高营养级捕食者所捕食。又由于草原沙蜥的取食范围十分广泛,增加了食物网的复杂程度。这都对维持生态系统物质循环和能量流动的稳定性与恢复性有着重要的意义。

食性在年龄和性别间的差异扩大了该种动物与环境的食物联系,因而在更大范围内利用环境资源,对扩大物种的分布范围、扩大和增加个体数量很有意义(孙儒泳 2001)。

参 考 文 献

Colwell R K, Fuluyma D J. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 52(4): 567 - 576.

Kozykariski M L, Belver L C, Avila L J. 2011. Diet of the desert lizard *Liolaemus pseudoanomalus* (Iguania: Liolaemini) in northern La Rioja Province, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 75(11): 1237 - 1239.

Kraus F, Preston D. 2012. Diet of the invasive lizard *Chamaeleo jacksonii* (Squamata: Chamaeleonidae) at a Wet-Forest Site in Hawai'i. *Pacific Science*, 66(3): 397 - 404.

Rodriguez A, Nogales M, Rumeu B, et al. 2008. Temporal and spatial variation in the diet of the endemic lizard *Gallotia galloti* in an insular Mediterranean scrubland. *Journal of Herpetology*, 42(4): 213 - 222.

Schoener T W. 1968. The Anolis lizards of Bimini: Resource partitioning in a complex fauna. *Ecology*, 49(4): 704 - 726.

Teixeira-Filho P F, Rocha C F D, Ribas S C. 2003. Relative feeding specialization may depress ontogenetic, seasonal and sexual variations in diet: the endemic lizard *Cnemidophorus littoralis* (Teiidae). *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 321 - 328.

Toft C A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia*, 1985, (1): 1 - 21.

Van L, Jeroen P, Catenazzi A, et al. 2011. Spatial, ontogenetic, and sexual effects on the diet of a teiid lizard in arid south America. *Journal of Herpetology*, 45(4): 472 - 477.

Vitt L J. 1983. Reproduction and sexual dimorphism in the tropical teiid lizard *Cnemidophorus ocellifer*. *Copeia*, 1983, (2): 359 - 366.

毕俊怀, 李建军, 苏兆龙. 1997. 内蒙古三种蜥蜴的食性研究 // 李德俊. 两栖爬行动物学研究: 6/7 集. 贵州: 贵州科技出版社, 123 - 127.

蔡邦华. 1973. 昆虫分类学: 中册. 北京: 科学出版社, 8 - 100.

陈小勇, 王建平, 龚大洁. 1997. 兰州北山三种蜥蜴春季食性分析. *动物学杂志*, 32(5): 13 - 18.

姜勇, 陈小麟. 2002. 石龙子的猎物选择研究. 厦门大学学报: 自然科学版, 41(5): 659 - 663.

连雪. 2011. 草原沙蜥(*Phrynocephalus frontalis*)种群的时空分布、栖息地选择及其对控制虫害的作用. 呼和浩特: 内蒙古师范大学硕士学位论文.

刘洋. 2010. 新疆两种荒漠蜥蜴两性异形、食性和繁殖的研究. 乌鲁木齐: 新疆农业大学硕士学位论文.

刘洋, 王舒娅, 时磊. 2011. 年龄和性别因素对奇台沙蜥食性的影响. *动物学杂志*, 46(6): 111 - 117.

林植华, 计翔. 2000. 浙江丽水中国石龙子的食性、两性异形和雌性繁殖. *生态学报*, 20(2): 304 - 310.

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.

南开大学, 中山大学, 北京大学, 等. 1980. 昆虫学: 上册. 北京: 高等教育出版社, 106 - 138.

能乃扎布. 1999. 内蒙古昆虫. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社.

邱清波, 马小梅, 计翔. 2001. 海南变色树蜥个体发育中形态和食性的变化. *动物学研究*, 22(5): 367 - 374.

孙儒泳. 2001. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 47 - 49.

王培潮. 1964. 杭州四种蜥蜴的生态研究 I. 分布状况、活动规律及食性. *动物学杂志*, 6(2): 70 - 76.

许雪峰, 计翔. 2003. 山地麻蜥个体发育过程中头部两性异形和食性的变化. *应用生态学报*, 14(4): 557 - 561.

赵文阁,董丙君,刘鹏,等. 2006. 胎生蜥蜴的捕食行为及其食性分析. *生态学杂志*, 25(12): 1520-1523.

张永普,计翔. 2004. 蓝尾石龙子的头部两性异形和食性. *动物学报*, 50(5): 745-752.

张永普,计翔. 2000. 北草蜥个体发育过程中头部两性异形及

食性的变化. *动物学研究*, 21(3): 181-186.

赵肯堂. 2002. 内蒙古自治区爬行动物区系与地理区划. *四川动物*, 21(3): 118-122.

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.

《新疆雪豹》出版

2013年3月,由世界自然基金会(WWF-China)、中国绿色碳汇基金会拯救中国虎基金(China Green Carbon Foundation—Save China's Tigers)和中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室等机构资助的《新疆雪豹》在科学出版社出版了。该书是中国科学院新疆生态与地理研究所的马鸣研究员和徐峰博士等合作编写的国内首部雪豹著作,是新疆雪豹调查小组(Xinjiang Snow Leopard Team, XSLT)及新疆雪豹保护计划(Xinjiang Snow Leopard Project)十年雪豹研究工作的总结,同时书中也汇聚了国内外雪豹专家的研究成果。

本书是国内首部介绍雪豹的著作,重点回顾10年来新疆雪豹研究的成果,全书77万字,插图(绘图、红外照片、地图、数据曲线图等)约300幅,表格46个,关键词索引1100余条,参阅文献上千种。《新疆雪豹》内容丰富,深入浅出,涵盖人们最关心的雪豹的分布、种群数量、生活习性、生存现状等一系列问题。全书共分为10章,包括追寻远古的记录、雪豹在猫科家族中的分类地位、如何寻找雪豹——方法论、野外考察记、种群分布与数量、基础生物学——研究与发现、生存现状与面临威胁[探究十年保护策略SLSS(Snow Leopard Survival Strategy)之成败]、世界动物园中的雪豹、新疆与雪豹有关的自然保护区简介、来自邻国的经验等。该书是雪豹监测、研究、保育、管理的科学普及型著作。内容丰富,适合于保护区工作人员、野外调查志愿者、学生、教师、户外探险者、猫科动物爱好者、科研一线相关专业人员等参考。

本书作者马鸣研究员多年从事动物生态学与保护生物学研究。曾经承担多项国家级重大项目、国家自然科学基金项目和国际合作项目,在我国西北部的广大地区如新疆、青海、西藏、甘肃和内蒙古等地开展研究工作。现为中国科学院新疆生态与地理研究所研究员、国家自然科学基金评审专家、新疆科协第七届委员、中国鸟类学会副理事长、新疆动物学会副理事长、《干旱区地理》和 *Chinese Birds* 编委、中国青藏高原研究会理事及 IUCN 物种专家组成员、OBC 东方鸟类俱乐部成员。已出版专著10余部,发表论文120余篇,科普文章160余篇。

《新疆雪豹》统一书号:ISBN 978-7-03-036723-5。定价:145元(不包括邮费)。请参阅:马鸣,徐峰,程芸,等. 2013. 新疆雪豹. 北京:科学出版社,1-588。(Citation: Ma Ming, Xu Feng, Cheng Yun, *et al.*, 2013. Snow Leopards in Xinjiang. Beijing: Science Press, 1-588.)

联系人:马鸣(研究员)

地址:新疆乌鲁木齐市北京南路818号,中国科学院新疆生态与地理研究所,邮编:830011

电话:0991-7885363, 6622791;传真:0991-7885320

电邮:maming@ms.xjb.ac.cn; maming3211@yahoo.com; maming3211@sina.com