

71-76

16167(10)

第16卷第1期

生态学报

Vol. 16, No. 1

1996年1月

ACTA ECOLOGICA SINICA

Jan., 1996

内蒙古典型草原 4 种常见小哺乳动物的营养生态位及相互关系*

王桂明 周庆强 钟文勤

中国科学院动物研究所, 北京, 100080

5812

A

摘要 本文根据布氏田鼠、达乌尔鼠兔、达乌尔黄鼠和草兔在自由生活下的食物组成, 分别计算了它们之间的实际营养生态位重叠程度及生态位宽度。还计算了布氏田鼠、达乌尔鼠兔和达乌尔黄鼠间的原始营养生态位重叠程度及宽度。由于栖息地资源可利用性的限制, 这 3 种小哺乳动物的实际营养生态位较原始营养生态位窄, 分布空间的重叠可导致布氏田鼠与达乌尔鼠兔间实际营养生态位的较高程度重叠。此结果支持了 MacArthur 和 Wilson (1967) 的生态位压缩假说。

关键词: 营养生态位, 压缩假说, 达乌尔鼠兔, 布氏田鼠, 达乌尔黄鼠, 草兔。 哺乳动物

草原生态学

TROPHIC NICHES OF FOUR SPECIES OF COMMON SMALL MAMMALS IN INNER MONGOLIA GRASSLAND AND THEIR RELATIONSHIPS

Wang Guiming Zhou Qingqiang Zhong Wenqin

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing, China, 100080)

Abstract In this paper, the realized trophic niche overlaps and breadths were calculated among *Microtus brandti*, *Ochotoma daurica*, *Citellus dauricus* and *Lepus capensis* respectively, according to the diet compositions under free-living circumstances. Fundamental trophic niche breadths and overlaps of *Microtus brandti*, *Ochotoma daurica* and *Citellus dauricus* were also measured based on the results of food selection trials. Owing to the restriction of food availability in the habitats, the realized trophic niche breadths of *Microtus brandti*, *Ochotoma daurica* and *Citellus dauricus* were more narrow than their fundamental ones, respectively. The overlap of local distribution spaces between *Microtus brandti* and *Ochotoma daurica* might lead to quite larger overlap of their realized trophic niches. The results of this paper supported MacArthur and Wilson's compression hypothesis.

Key words: trophic niche, compression hypothesis, *Ochotoma daurica*, *Microtus brandti*, *Citellus dauricus*, *Lepus capensis*.

* 本项研究受中国科学院重点项目基金资助。

收稿日期, 1994 08 22, 修改稿收到日期, 1995 03 01。

动物对资源的竞争是种间相互作用的一个重要方面。竞争的结果是动物合理地分享资源(Resource partitioning), 即生态位分离。许多学者认为小哺乳动物由于资源竞争而导致的生态位分离是决定小哺乳动物群落结构的主要因素^[1-3]。随着生态位概念以及定量测度方法的不断发展, 生态位已成为测度群落内种间生态学差异和研究种间竞争关系的重要手段。食物作为动物种群生态和发展的一项重要资源, 它不仅为动物生命活动提供所需的能量和物质, 而且还影响着动物对空间资源的利用。食物也是影响动物栖息地选择的重要因素之一。因此从营养生态位角度研究群落内物种间的资源分享颇受重视。布氏田鼠(*Microtus brandti*)、达乌尔鼠兔(*Ochotona daurica*)、达乌尔黄鼠(*Citellus dauricus*)和草兔(*Lepus capensis*)是内蒙古典型草原区的常见小哺乳动物。其中布氏田鼠、达乌尔黄鼠和达乌尔鼠兔为退化草场小哺乳动物群落的优势种。草兔的活动范围很广, 常常与前3者的栖息地重叠。因此, 研究这4种小哺乳动物营养生态位及其相互关系对于认识草原小哺乳动物群落结构具有重要的理论意义。有关在自由生活下这4种小哺乳动物的夏季食性已作报道^[4-6]。本文将进一步分析这4种小哺乳动物间的营养生态位关系。

1 研究方法

该项研究在中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站(N43°26'—44°68', E116°04'—117°05')进行。研究样区内植被为克氏针茅(*Stipa krylovii*) + 冷蒿(*Artemisia frigida*) + 羊草(*Aneurolepidium chinense*)草原。用鼠夹捕获布氏田鼠25只, 达乌尔鼠兔10只和达乌尔黄鼠10只。用枪击法捕获草兔10只。解剖所有的捕获标本, 并将胃浸泡于5%的福尔马林溶液中, 供食性分析用。用胃内容物显微组织学分析法^[7,8]分析4种小哺乳动物在自由生活下的食物组成。采用公式(1) $B_i = \sum P_{ij} \ln P_{ij}$ 计算各种动物的营养生态位宽度; 以公式(2) $C_{jk} = \sum (P_{ij}, P_{ik})$ 计算种间营养生态位重叠程度。式中 P_{ij} 为 i 种群利用 j 资源的比例; P_{ik} 为 k 种群利用 j 资源的比例。

2 结果

2.1 4种小哺乳动物夏季的食物组成

夏季, 布氏田鼠的食物由20种植物组成。双子叶植物和单子叶植物分别占食物干重的50.65%和49.35%, 超过食物干重1%的主要植物9种。达乌尔鼠兔选择15种植物, 其中单子叶植物占食物干重61.58%, 双子叶植物占38.42%, 主要植物11种。达乌尔黄鼠的夏季自然食物由14种植物组成。该鼠主要取食双子叶植物, 占食物干重87.05%, 单子叶植物只占食物干重2.98%, 主要植物7种。另外, 达乌尔黄鼠还取食一些动物性食物(占食物干重9.97%)。草兔取食21种植物, 以双子叶植物为主, 占食物干重66.60%。单子叶植物占其食物干重33.40%。可见, 这4种小哺乳动物在资源利用方面存在一定差异(表1、图1)。

2.2 4种小哺乳动物营养生态位重叠及宽度

根据4种小哺乳动物在自由生活下的食物资源利用谱计算它们之间实际营养生态位(Realized trophic niche)重叠程度(表2), 4种小哺乳动物的实际营养生态位宽度大小顺序如下:

草兔:2.4684 > 布氏田鼠:1.7524 > 达乌尔鼠兔:1.6234 > 达乌尔黄鼠:1.4325。

表 1 自由生活 4 种小哺乳动物的夏季食物组成

Table 1 The food compositions of four species of free-living small mammals in the summer

食物种类 Food kind	与食物干重百分比 Percent in dried diet (%, Mean+SE)			
	布氏田鼠 <i>Microtus brandti</i>	达乌尔鼠兔 <i>Ochotona dauurica</i>	达乌尔黄鼠 <i>Citellus dauricus</i>	草兔 <i>Lepus capensis</i>
兰草 <i>Aneurolepidium chinense</i>	40.34±4.43	56.45±5.46	2.09±0.02	6.42±0.03
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	4.74±0.09	2.31±0.38	0.26±0.01	0.17±0.01
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i>	2.11±0.71	2.30±1.13	0.13±0.01	11.14±0.20
尾毛萎陵菜 <i>Potentilla anandae</i>	0.06±0.03	0.00	6.84±0.06	14.15±0.21
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	6.45±2.65	0.50±0.44	58.07±0.16	6.55±0.07
苦买菜 <i>Lycris chinensis</i>	0.97±0.91	3.43±1.31	0.00	0.91±0.01
草地风毛菊 <i>Saussurea amara</i>	0.10±0.10	0.00	0.00	0.00
杂花苜蓿 <i>Melilotus ruthenica</i>	28.95±4.74	3.56±0.89	0.00	1.87±0.03
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus alticus</i>	7.57±3.16	7.18±2.52	0.44±0.01	0.16±0.01
芨叶萎陵菜 <i>Potentilla tanacetifolia</i>	2.73±2.00	14.11±3.55	2.27±0.05	23.36±0.23
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	2.16±1.45	0.06±0.06	0.00	0.91±0.03
二裂萎陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	1.49±1.23	3.24±1.51	0.00	0.00
东北鹤虱 <i>Lappula myosotis</i>	0.54±0.51	0.00	1.61±0.02	3.97±0.09
井头黄芩 <i>Scutellaria scordifolia</i>	0.16±0.13	2.00±1.07	0.00	0.00
乳白花黄芪 <i>Astragalus galactites</i>	0.13±0.11	1.96±1.78	15.58±0.19	0.00
蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	0.12±0.10	0.00	0.00	0.00
无腺花旗杆 <i>Dontostemon eglandulosus</i>	0.11±0.08	0.25±0.25	0.00	0.00
披针叶黄芩 <i>Thermopsis lanceolata</i>	0.07±0.07	0.00	0.39±0.01	0.00
小酸模 <i>Bumex acetosella</i>	0.04±0.04	0.00	0.00	0.00
直立黄芪 <i>Astragalus adsurgens</i>	0.85±0.82	1.78±1.06	0.00	4.56±0.11
寸草苔 <i>Carex diutiuscula</i>	0.00	0.46±0.46	0.00	0.18±0.11
双齿葱 <i>Allium bidentatum</i>	0.00	0.00	0.19±0.01	0.00
治草 <i>Koeleria cristata</i>	0.00	0.00	0.96±0.01	0.08±0.01
内蒙古黄芪 <i>Astragalus mongolicus</i>	0.00	0.00	0.06±0.01	0.00
芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	0.00	0.00	0.00	10.96±0.11
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.00	0.00	0.00	4.51±0.08
芯芭 <i>Cymbaria dahurica</i>	0.00	0.00	0.00	0.49±0.01
藜 <i>Chenopodium album</i>	0.00	0.00	0.00	0.43±0.01
黄蒿 <i>Artemisia capuria</i>	0.00	0.00	0.00	0.44±0.01
兴安虫实 <i>Conispermum chinganum</i>	0.00	0.00	0.00	0.08±0.01
麻花头 <i>Serratula centaureoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.08±0.01
其它双子叶植物 Other dicotyledons	0.32±0.15	0.41±0.29	1.60±0.02	2.82±0.03
其它单子叶植物 Other monocotyledons	0.00	0.00	0.44±0.01	3.51±0.05
无脊椎动物 Invertebrates	0.00	0.00	9.97±0.16	0.00

生态位重叠程度反映了物种间对资源利用的相似程度,同时也反映它们之间的潜在竞争程度。4 种小哺乳动物中以布氏田鼠与达乌尔鼠兔间的实际营养生态位重叠程度最高(表 2)。这两种动物的栖息地常常重叠,在取样区两者的洞群紧紧相邻,栖息地重叠程度很高。草兔与达乌尔鼠兔、达乌尔黄鼠、布氏田鼠之间的实际营养生态位重叠程度要高于布氏田鼠与达乌尔黄鼠以及达乌尔鼠兔与达乌尔黄鼠之间的重叠程度(表 2)。草兔的活动范围较大,常与其余 3 种小哺乳动物有一定程度的栖息地重叠。而达乌尔黄鼠与布氏田鼠,达乌尔鼠兔的栖息地呈相邻分布,栖息地重叠度很低。可见本研究中重叠分布小哺乳动物

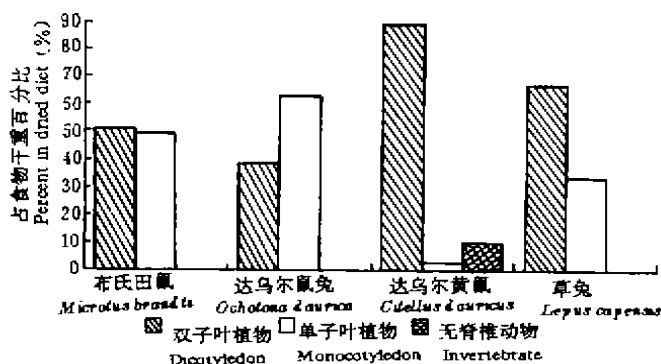


图1 4种小哺乳动物夏季食物中双子叶植物和单子叶植物的比例

Fig. 1 The contributions of dycotyledons and monocotyledons in summer diets of four small mammals

间的营养生态位重叠程度要高于非重叠分布小哺乳动物间的营养生态位重叠度。

3 讨论

夏季是典型草原植物最茂盛的季节,因此是最能反映其植被特征的季节。从整体而言,夏季栖息地内的植被为小哺乳动物提供了充足的食物条件。在此条件下,可以分析这些动物的栖息地重叠对营养生态位的影响。

影响小哺乳动物营养生态位重叠的因素很多。首先是这些动物对植物的喜

表2 4种小哺乳动物实际营养生态位重叠度

Table 2 The overlaps of realized trophic niche between four species of small mammals

鼠种	布氏田鼠	达乌尔黄鼠	达乌尔鼠兔	草兔
Rodent species	<i>M. brandti</i>	<i>C. dauricus</i>	<i>O. daurica</i>	<i>L. capensis</i>
布氏田鼠	—	0.1275	0.6282	0.2364
<i>Microtus brandti</i>				
达乌尔黄鼠		—	0.8004	0.2195
<i>Citellus dauricus</i>				
达乌尔鼠兔			—	0.2700
<i>Ochotona daurica</i>				
草兔				—
<i>Lepus capensis</i>				

择性(Preference),其次是食物资源的可利用性,再者是物种间的相互作用,包括竞争作用。钟文勤等^[9]、周庆强等^[10-11]曾在笼养条件下分别研究达乌尔鼠兔、达乌尔黄鼠和布氏田鼠的食性(表3)。在这些选食试验中,供选植物具相同可利用性,而且所供的量充足,这3种动物不受食物可利用性的限制,它们可根据自己的“喜好”选择食物。同时,受试鼠独居一笼,不存在与其它个体的竞争。依照 Hutchinson^[12]的观点,可以认为通过实验室笼养选食试验测得的食物资源利用谱近似这些动物的原始生态位(Fundamental niche)。由这些资源利用谱,用公式(2)计算这3种小哺乳动物原始营养生态位的重叠度(表4)。而自由生活下的小哺乳动物根据其对植物的喜择性和食物的重叠度(表4)。而自由生活下的小哺乳动物根据其对植物的喜择性和食物的可利用性(Availability)选择食物^[4,13]。笼养选食试验和胃内容物分析结果之间存在一定差异,造成这种差异的主要原因是食物的可利用性^[4,13]。食物可利用性除了受栖息地内各种植物丰度的影响,还应包括来自种间和种内的竞争对可利用性降低的作用。因而,动物在自由生活下的食物资源利用谱是实现的(Realized)资源利用谱,以此为基础的生态位是实现的生态位,即实际生态位。布氏田鼠和达乌尔鼠兔实际营养生态位重叠程度远较原始营养生态位重叠度高。这可以解释为,由于它们重叠分布(Locally sympatric distribution),栖息地重叠程度较高,因此,具有相同的可利用食物资

源。受资源可利用性的限制, 这 2 种动物不能仅根据自己对食物的喜择性来挑选食物, 而必须利用植被中资源较丰富的一些植物。这样就使动物实际资源利用谱偏离原始资源利用谱, 迫使布氏田鼠和达乌尔鼠兔利用更多的相同植物, 如羊草、针茅等^[14]。由于分布空间的重叠, 在环境的压缩下, 两种群的实际营养生态位可有较大的重叠。而达乌尔黄鼠与布氏田鼠及达乌尔鼠兔的栖息地重叠较少, 资源可利用性压缩两种群利用相同资源的作用较弱。因此, 它们的实际营养生态位重叠较布氏田鼠与达乌尔鼠兔的低, 且较原始生态位重叠度低。这个研究结果支持了 MacArthur 和 Wilson 的压缩假设 (Compression hypothesis)^[14]。

表 3 3 种小哺乳动物的夏季粮食组成 (笼养条件下)

Table 3 The daily food compositions of three species of small mammals in food selection trials

食物种类 Food kind	占日粮的百分比 Percent in daily food consumption (%)		
	布氏田鼠 <i>M. brandti</i>	达乌尔鼠兔 <i>O. daurica</i>	达乌尔黄鼠 <i>O. dauricus</i>
羊草 <i>Aneurolepidium chinense</i>	22.91	5.61	5.44
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i>	14.71	4.40	6.31
星毛萎陵菜 <i>Potentilla anaulis</i>	0.00	6.98	0.00
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	4.36	4.23	2.69
杂花苜蓿 <i>Melilotus ruthenica</i>	14.55	0.00	8.61
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaiicus</i>	6.14	0.00	8.75
菊叶萎陵菜 <i>Potentilla tanacetifolia</i>	5.58	5.29	24.70
二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	5.58	12.09	0.00
双内葱 <i>Allium bidentatum</i>	4.62	16.39	0.00
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.00	0.00	13.16
芯芭 <i>Cymbaria dahurica</i>	0.74	0.00	0.00
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	4.11	6.83	14.52
小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	1.22	6.71	0.00
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	0.00	5.02	3.31
变蒿 <i>Artemisia commutata</i>	9.48	26.42	4.04
野韭 <i>Allium ramosum</i>	0.00	0.00	4.74
无脊椎动物 Invertebrates	0.00	0.00	3.73

用公式(1)计算布氏田鼠、达乌尔鼠兔和达乌尔黄鼠的原始营养生态位宽度, 结果为, 达乌尔黄鼠: $2.4009 >$ 布氏田鼠: $2.2622 >$ 达乌尔鼠兔: 2.1930 。从原始营养生态位宽度与实际营养生态位宽度的变化也可看出资源可利用性对营养生态位有一定压缩作用。在笼养条件下, 各种供选植物量充足且相等, 由于不受食物资源可利用性的限制动物可根据其对食物的喜择性 (Preference) 选择食物^[4], 因而这 3 种动物的原始营养

表 4 3 种小哺乳动物实际营养生态位重叠度

Table 4 The overlaps of realized trophic niche between three species of small mammals

鼠种 Rodent species	布氏田鼠 <i>M. brandti</i>	达乌尔黄鼠 <i>C. dauricus</i>	达乌尔鼠兔 <i>O. daurica</i>
布氏田鼠 <i>Microtus brandti</i>	+	0.4292	0.4457
达乌尔黄鼠 <i>Citellus dauricus</i>		+	0.3200
达乌尔鼠兔 <i>Ochotona daurica</i>			+

生态位较宽。而在野外条件下,或因竞争的影响或因资源可利用性的限制,这些动物不采取较宽营养生态位的对策,表现为它们依赖于植被中丰富度较高的少数几种主要食物^[3-5]。因此,这3种动物的实际营养生态位变窄。有一点值得强调,单凭生态位重叠程度和生态位宽度的变化仍不能判断物种间对食物资源的竞争存在与否,生态位有较大幅度的重叠只能表明存在竞争的潜在可能。实际竞争存在与否还与是否有足够的资源可供利用有关。

这4种小哺乳动物原始营养生态位宽度与实际营养生态位宽度的不同以及实际营养生态位重叠与原始营养生态位重叠的变异反映了它们对食物资源利用的可塑性和适应性。根据这4种小哺乳动物营养生态位重叠度和宽度的变化可见,动物对微栖息地(Microhabitat)的选择影响它们对食物资源的利用谱,从而影响营养生态位宽度及它们之间的重叠,即压缩假设 Kikkawa^[5]认为动物的资源分享以栖息地或空间生态位分离最为重要,其次是营养生态位分离,再者是时间生态位的分离。对微栖息地选择的差异还有助于解释一些具重叠栖息地不同种群间营养生态位的高度重叠。对这4种小哺乳动物微栖息地的选择有待进一步研究。只有了解空间、营养和时间等多维生态位方能更好地认识动物群落。

参 考 文 献

1. M'closkey R T. Community structure in sympatric rodents. *Ecology*, 1976, **57**: 723—739
2. Kincaid W B, et al. Effects of species removal on resource utilization in Texas rodent community. *J. Mammal.* 1983, **63** (2): 229—235
3. 王桂明等. 布氏田鼠(*Microtus brandti*)的食性. 兽类学报, 1992, **12**(1): 57—64
4. 王桂明等. 达乌尔鼠兔的食性及其与食物可利用性的关系. 草原生态系统研究. 北京: 科学出版社, 1993, 69—76
5. 王桂明等. 自由生活下达乌尔鼠兔的食物选择. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 中国动物学会成立六十周年纪念论文集, 370—374
6. 王广和等. 典型草原区草兔的自然食性及其季节变化. 北京: 科学出版社, 草原生态系统研究, 1994, 第五集
7. Williams O. A technique for studying microtine food habits. *Journal of Mammalogy*, 1962, **45**(3): 365—368
8. 王桂明. 植食性啮齿动物食性的显微组织学分析法. 动物学杂志, 1992, **27**(5): 57—59
9. 钟文勤等. 达乌尔鼠兔的食物和食量. 生态学报, 1983, **3**(3): 269—276
10. 周庆强等. 达乌尔鼠兔的食物和食量. 北京: 科学出版社, 草原生态系统研究, 1994, 第一集, 139—145
11. 周庆强等. 布氏田鼠 *Microtus brandti* 的食物和食量. 北京: 科学出版社, 草原生态系统研究, 1993, 第四集, 61—68
12. Hutchinson G E. Concluding remarks. Cold spring Harbour symp. *Quant. Biol.* 1957, **22**: 415—427
13. MacArthur R H, et al. *The theory of island biogeography* Princeton: Princeton University Press, 1967
14. Kikkawa J, et al. *Community ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986