

高原鼠兔贮草选择及其生物学意义

刘伟¹ 张毓² 王溪¹ 赵建中³ 许庆民⁴ 周立¹

(1 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001) (2 青海三江源自然保护区管理局, 西宁 810008)

(3 青海省草原总站, 西宁 810001) (4 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 本文采用观察法和样方法对不同栖息地类型高原鼠兔的贮草选择进行了分析, 旨在探讨高原鼠兔在不同栖息地类型中干草堆的放置方式、数量、植物种类组成以及与栖息地类型和冬季食物组成的关系, 在此基础上, 阐明高原鼠兔建立干草堆的生物学意义。结果表明, 高原鼠兔堆集干草堆的方式与其它鼠兔不同, 它们将干草堆放置于独一味、甘肃棘豆等植物上, 以减少干草堆植物的腐烂; 不同栖息地类型干草堆数量有所不同, 杂类草草甸中干草堆较多, 平均为 29.00 ± 17.09 个/ hm^2 , 其次为垂穗披碱草草甸, 干草堆数量平均为 16.33 ± 9.50 个/ hm^2 , 矮嵩草草甸中干草堆最少, 平均为 12.67 ± 6.66 个/ hm^2 。在矮嵩草草甸中, 5 个较大的干草堆由 37 种植物组成, 其中 10 种植物选择水平在 3 级以上, 而甘肃棘豆和铺散亚菊占有较大的比例, 分别为 23.6% 和 19.1%。不同干草堆间相似性分析结果表明, 除第 2 个干草堆外, 其余干草堆间相似性指数较高, 最高为第 3 个和第 4 个干草堆之间, 为 0.9070。相关分析结果显示, 干草堆主要植物组成与高原鼠兔冬季食物主要组成之间呈显著的正相关 ($r=0.7323$, $df=6$, $P<0.05$)。扣笼试验结果表明, 高原鼠兔冬季未取食扣笼内的干草堆。在综合分析高原鼠兔的贮草行为的基础上, 我们认为, 高原鼠兔建立干草堆的目的是为了应付冬季食物条件的不可预测性。

关键词: 高原鼠兔; 贮草; 干草堆, 栖息地

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2009) 02 - 0152 - 08

Caching selection by plateau pika and its biological significance

LIU Wei¹, ZHANG Yu², WANG Xi¹, ZHAO Jianzhong³, XU Qingmin⁴, ZHOU Li¹

(1 Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

(2 Qinghai Sanjiangyuan National Nature Reserve Management Bureau, Xining 810008, China)

(3 Grassland General Station of Qinghai Province, Xining 810001, China)

(4 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The study analyzed the placing of haypiles, the quantities of haypiles, and the plant species composition of haypiles in different habitats, and compared the relation between haypiles and habitats and food items in winter by observational and sampling methods. The results showed that pikas adopted a special way in which haypiles were placed on *Lamiophlomis rotata* or on *Oxytropis kansuensis* to protect them from rotting. The haypile quantities were different in three kinds of habitats. The mean was 29.00 ± 17.09 unit/ha in the forbs meadow, 16.33 ± 9.50 unit/ha in the *Elymus nutans* meadow, and 12.67 ± 6.66 unit/ha in the *Kobresia humilis* meadow. The 5 largest haypiles included 37 plant species in the *Kobresia humilis* meadow. Preference indices were above 3 for 10 plant species, and the highest proportion for plant species were *Oxytropis kansuensis* (23.6%) and *Ajanía khartensis* (19.1%). The similarity analysis results showed that, except for the second haypiles, the similarity coefficients between the different haypiles were high. The correlation analysis for plant species composition was positive and significant ($r=0.7323$, $df=6$, $P<0.05$). The enclosed haypiles were not consumed by pikas. Based on these results, we explained the biological significance of caching haypiles by pikas, and we think that pikas collected haypiles as a hedge against an unpredictable food shortage in winter.

Key words: Caching; Haypiles; Habitat; Plateau pika (*Ochotona curzoniae*)

小哺乳动物是草地生态系统中重要的消费者, 在长期的进化过程中, 许多动物形成了贮存食物越冬的习性, 以适应寒冷和食物匮乏的冬季环境 (Smith and Reichman, 1984; Formozov, 1996; 施大

基金项目: 国家“十五”重大科技攻关项目 (2001BA606A-02)

作者简介: 刘伟 (1965-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事草地生态学方面的研究. E-mail: liuwei@nwipb.ac.cn

收稿日期: 2008-05-21; 修回日期: 2008-11-23

钊和海淑珍, 1997)。因此, 动物的贮食行为是在长期的进化过程中形成的一种重要的生存对策。近几年, 在对啮齿动物的研究中发现, 动物的贮藏行为与栖息地植被类型有密切的关系, 即在不同类型的栖息地贮草选择有所不同, 表现出一定的适应性调节能力(钟文勤等, 1982; 苏建平, 2004), 同时, 动物的贮草行为对其种群越冬具有重要的作用(张道川, 1994), 在贮草过程中, 动物对植物的刈割行为可能对当地的植物群落具有一定的调节作用(Aho *et al.*, 1998)。

广泛分布于青藏高原高寒草甸的高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*), 因其特有的生态特性和生存环境受到国内外学者的关注(王学高等, 1988; 张堰铭等, 2005; 李文靖和张堰铭, 2006)。然而, 在以往的研究中, 仅张毓等(2005)对高原鼠兔的刈割行为进行了初步研究, 而对于鼠兔在冬季来临之前是否贮草以及干草堆与栖息地和冬季食物之间的关系缺乏深入系统的研究。本文采用观察法和样方法, 分析了三种不同类型栖息地中高原鼠兔贮草行为及干草堆的数量、植物种类组成, 并探讨干草堆与冬季主要食物组成之间的关系, 试图阐明高原鼠兔贮草的生物学意义。

1 材料和方法

1.1 研究地区自然概况

研究区域位于青海省果洛藏族自治州玛沁县大武乡格多牧委会, 地理位置为 $34^{\circ}17' \sim 34^{\circ}25'N$, $100^{\circ}26' \sim 100^{\circ}43'E$, 平均海拔 4 120 m。该地区气候具有典型的高原大陆性气候特点, 无明显的四季之分, 仅有冷暖之别, 冷季漫长、干旱且寒冷, 暖季短暂、潮湿而阴冷, 年温差较小, 而日温差较大, 全年无绝对无霜期, 年降水量为 420 ~ 560 mm, 多集中在 6 ~ 10 月(王长庭等, 2004; 王启基等, 2004)。

植被类型丰富多样, 其中高寒嵩草草甸占优势, 为该地区主要的冬春草场。主要优势植物种为矮嵩草(*Kobresia humilis*), 主要的伴生种有高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)、二柱头蒿草(*Scirpus distigmaticus*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、早熟禾(*Poa annual*)、太白细柄茅(*Ptilagrostis concinna*)、黑褐苔草(*Carex moorcraftii*)、铺散亚菊(*Ajania khartensis*)、弱小火绒草(*Leontopodium pusillum*)、短穗兔耳草(*Lagotis beachystachya*)等。土壤类型为高山草甸土和高山灌丛草甸土, 土壤表

层和亚表层中的有机质含量丰富(周华坤等, 2003)。

1.2 样地设置

试验始于 2005 年 6 月, 结束于 2005 年 10 月。实验样地选择在离果洛州玛沁县 15 km 和 20 km 处, 选取三种不同类型的高原鼠兔栖息地类型: 分别为矮嵩草草甸(A): 优势种植物为矮嵩草, 次优势种为二柱头蒿草、鹅绒萎陵菜(*Potentilla anserine*), 短穗兔耳草; 垂穗披碱草草甸(B): 优势种植物为垂穗披碱草, 次优势种植物为矮嵩草和弱小火绒草; 杂类草草甸(C): 优势种植物为铺散亚菊, 次优势种植物为短穗兔耳草和黄帚囊吾(*Ligularia virgaurea*)。其中, 栖息地 A 与栖息地 C 相距 2 km, 栖息地 B 距栖息地 A 8 km, 栖息地 B 距栖息地 C 10 km, 栖息地样地大小分别为 6 hm^2 , 8 hm^2 和 20 hm^2 , 该区地形相对平坦而开阔, 三种栖息地中高原鼠兔为单一一种。

1.3 干草堆数量, 植物种类组成

于 2005 年 8 月下旬, 在不同类型栖息地内, 统计 3 块样地内(样地大小为 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$) 高原鼠兔贮存干草堆的数量, 并记录堆放在宽大叶片植物上的干草堆数量, 同时选取 5 个较大的干草堆带回实验室(栖息地 A), 分类检出所有的植物种, 烘干称重。于 2005 年 9 月, 利用高 1.5 m、底面 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 、竖向栏间距为 10 cm 的钢筋扣笼置于 6 个干草堆上(距栖息地 B 1 km 的封育垂穗披碱草草甸), 以阻止牛羊对干草堆的取食, 四角在底部固定, 同时标记干草堆附近 50 m 内高原鼠兔有效洞口 30 个, 并于翌年 4 月观察扣笼内的干草堆取食情况, 以检测冬季高原鼠兔是否取食干草堆。

2005 年 7 ~ 9 月, 在不同类型栖息地内, 采用样方法测定高原鼠兔刈割植物的相对频次及生物量比例, 并分别在 11 月和翌年 1 月、3 月和 4 月在样地内捕获高原鼠兔, 取得胃内容物, 采用显微组织学方法测定冬季食物组成, 具体方法见刘伟等(2009)。

1.4 数据统计分析

干草堆中不同植物选择等级以重量百分比的加权平均值作为选择等级的划分标准: I 级为最喜食, 重量百分比 $\geq 10\%$, II 级为喜食, 重量百分比为 $5\% \sim 10\%$, III 级为较喜食, 重量百分比为 $1\% \sim 5\%$, IV 为不喜食, 重量百分比为低于 1% (蒋志刚和夏武平, 1987)。

不同干草堆植物组成比较采用相似性系数

(Horn, 1966) 分析, 计算公式为:

$$R_0 = \sum (x_i + y_i) \ln(x_i + y_i) - \sum (x_i \ln x_i) - \sum (y_i \ln y_i) / [(X + Y) \ln(X + Y) - X \ln X - Y \ln Y]$$

式中, x_i 为第 i 种植物在一栖息地内的相对频度或生物量, y_i 为第 i 种植物在另一栖息地内的相对频度或生物量; $X = \sum x_i$, $Y = \sum y_i$ 。

采用相关分析法对干草堆主要植物组成、高原鼠兔刈割植物比例和冬季食物组成三者之间进行比

较。

2 结果

2.1 干草堆数量及放置方式

在三种不同类型栖息地中, 共观察到 174 个干草堆 (表 1), 其中, 杂类草草甸中最多, 平均 29 个/hm², 垂穗披碱草草甸次之, 平均 16.3 个/hm², 矮嵩草草甸中最少, 平均 12.67 个/hm²。

表 1 不同类型栖息地中干草堆数量

Table 1 The number of haypiles in different habitats

	样方 1 (个/公顷) Sample 1 (unit/ha)	样方 2 (个/公顷) Sample 2 (unit/ha)	样方 3 (个/公顷) Sample 3 (unit/ha)	平均值 (个/公顷) mean ± SD (unit/ha)
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humulis</i>	5	16	17	12.67 ± 6.66
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i>	16	7	26	16.33 ± 9.50
杂类草草甸 Forbs	27	13	47	29.00 ± 17.09

在调查过程中, 我们发现高原鼠兔刈割植物形成干草堆时, 将其置于具有宽大叶片或丛状生长的植物上 (图 1)。8 月高原鼠兔将刈割的植物均放置于独一味、大黄叶片和甘肃棘豆丛上, 而 9 月下旬则将刈割的大多数植物直接放置于地面, 我们所收集的 5 个干草堆中有 4 个直接置于地面 (图 2)。

在统计的 174 个干草堆中, 其中有 31 个草堆放置于独一味叶上, 植物有少部分的腐烂; 17 个放置于棘豆丛上, 几乎没有腐烂的植物; 其余直接放于地面, 置于地面上的干草堆周围不存在独一味或距离独一味较远, 干草堆植物腐烂程度较前两者高。

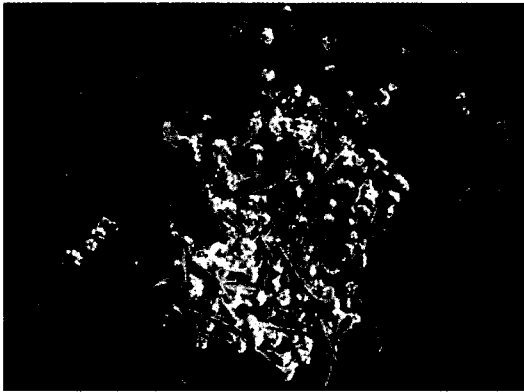


图 1 放置于独一味上的干草堆
Fig. 1 Haypiles placed on the *Lamioiphomis otate*

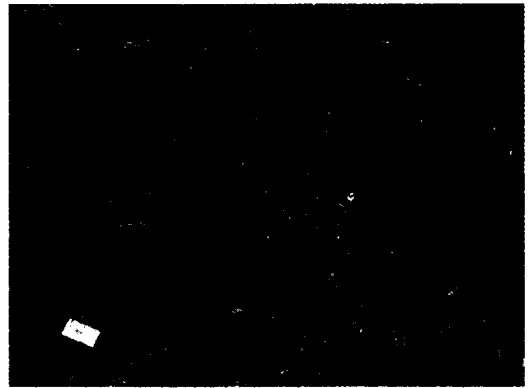


图 2 较大的干草堆
Fig. 2 The bigger haypiles

2.2 干草堆的建立与植物种类组成

高原鼠兔其贮草过程大致如下: 出洞——奔跑搜寻——咬断植物——运草——中途瞭望——堆集植物, 之后进行下一次的收集, 如此循环。在不同类型栖息地中共发现 174 个干草堆, 但大部分较小, 只在矮嵩草为优势种的栖息地 (栖息地 A) 内收集到 5 个较大的干草堆。最大的干草堆干重为 999.4 g (表 2), 而最小的仅为 148.7 g, 存在较大的差异。5 个干草堆烘干重合计为 2 450.6 g, 包括

37 种植物, 分属 20 科 31 属。由于研究区域在 6~9 月的降水比较丰富, 处于最底层的植物有部分已经腐烂难以辨认, 故将其划为不可识别物, 其重量占总重的 17.0%。由表 2 可看出, 在 37 种可识别成分中, 甘肃棘豆和铺散亚菊所占比例较大, 分别占总重的 23.6% 和 19.1%。根据蒋志刚和夏武平 (1987) 对植物喜好程度划分的标准, 高原鼠兔对这两种植物的喜好等级为 I 级 (>10%); 对垂穗披碱草、长茎藁本、铁棒锤、黄帚橐吾 4 种成分的

喜好等级为Ⅱ级 (5% ~ 10%); 另有 4 种成分的 (0.1% ~ 1%), 17 种为Ⅴ级 (<0.1%)。喜好等级为Ⅲ级 (1% ~ 5%), 10 种为Ⅳ级

表 2 矮嵩草甸干草堆植物组成与选择性

Table 2 Composition and preference in haypiles in the *Kobresia humilis* meadow

植物种类 Plant species	干草堆 1 Haypiles 1	干草堆 2 Haypiles 2	干草堆 3 Haypiles 3	干草堆 4 Haypiles 4	干草堆 5 Haypiles 5	干重 (克) Dry weight (g)	百分比 (%) Percentage	选择等级 Rank of preference
甘肃棘豆 <i>Oxytropis kansuensis</i>	60.22	104.16	253.25	93.30	66.46	577.39	23.6	I
铺散亚菊 <i>Ajania khartensis</i>	154.46	0.68	171.66	103.29	37.51	467.60	19.1	I
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	7.04	0.00	58.80	68.59	5.97	140.40	5.7	II
黄帚囊吾 <i>Ligularia virgaurea</i>	42.19	0.00	115.50	40.52	0.00	198.21	8.1	II
覆毛铁棒槌 <i>Aconitum pendulum</i>	49.16	0.53	51.21	18.09	9.73	128.72	5.3	II
长茎蕨本 <i>Ligusticum thomsonii</i>	6.54	0.00	105.96	43.73	10.23	166.46	6.8	II
短穗兔耳草 <i>Lagotis beachystachya</i>	4.54	0.00	24.00	1.44	15.27	45.25	1.9	III
芸香叶唐松草 <i>Thalictrum rutifolium</i>	20.12	0.00	6.49	2.98	0.04	29.63	1.2	III
大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	4.98	0.00	39.36	36.60	4.73	85.67	3.5	III
红花岩生忍冬 <i>Lonicera rupicola</i>	6.99	0.00	0.00	42.95	19.35	69.29	2.8	III
矮嵩草 <i>Kobresia humilis</i>	11.11	0.00	0.00	2.56	0.00	13.67	0.6	IV
二柱头蔗草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	3.08	0.00	0.37	0.00	0.00	3.45	0.1	IV
早熟禾 <i>Poa</i> sp.	16.90	2.26	0.00	0.00	0.00	19.16	0.8	IV
弱小火绒草 <i>Leontopodium pusillum</i>	0.40	0.00	4.93	4.89	0.13	10.35	0.4	IV
乳白香青 <i>Anaphalis lactea</i>	3.61	0.06	0.47	0.45	0.00	4.59	0.2	IV
甘肃马先蒿 <i>Pedicularis kansuensis</i>	0.47	0.00	19.83	3.03	0.00	23.33	1.0	IV
茵垫黄芪 <i>Astragalus chilienshanensis</i>	0.00	0.00	1.61	3.18	0.00	4.79	0.2	IV
多裂萎陵菜 <i>Potentilla multifida</i>	8.32	0.00	3.22	3.30	0.74	15.58	0.6	IV
蓝玉簪龙胆 <i>Gentiana veitchiorum</i>	0.00	0.00	9.67	0.00	0.00	9.67	0.4	IV
白苞筋骨草 <i>Ajuga lupulina</i>	2.26	0.00	0.00	2.31	0.00	4.57	0.2	IV
蓝花棘豆 <i>Oxytropis glabra</i>	0.00	0.00	1.42	0.32	0.00	1.74	0.1	V
太白细柄茅 <i>Ptilagrostis concinna</i>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0	V
麻花苻 <i>Gentiana straminea</i>	0.15	0.00	0.00	0.12	0.00	0.27	0.01	V
三脉梅花草 <i>Parnassia trinervis</i>	0.00	0.00	0.59	0.14	0.03	0.76	0.03	V
西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.01	V
青藏蚤缀 <i>Arenaria roborowskii</i>	0.00	0.00	0.39	0.19	0.00	0.58	0.02	V
磷叶龙胆 <i>Gentiana squarrosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	0.0	V
西藏微孔草 <i>Microula tibetica</i>	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00	2.05	0.1	V
露蕊乌头 <i>Aconitum gymnaadrum</i>	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	1.29	0.1	V
锥果葶苈 <i>Draba lanceolata</i>	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.0	V
圆赤狗娃花 <i>Heterappus crenatifolius</i>	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	1.90	0.1	V
甘肃大戟 <i>Euphorbia kansuensis</i>	0.00	0.00	0.00	1.81	0.00	1.81	0.1	V
拉拉藤 <i>Galium verum</i>	0.00	0.00	0.39	0.03	0.09	0.51	0.02	V
洽草 <i>Koeleria cristata</i>	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00	1.12	0.1	V
柔软紫菀 <i>Aster flaccidus</i>	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.65	0.03	V
肋柱花 <i>Lomatogonium carinthiacum</i>	0.00	0.00	0.15	1.92	0.06	2.13	0.1	V
马尿泡 <i>Przewalskia tangutica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.67	0.03	V
不可识别物 Unidentified plant species	155.72	41.00	127.05	67.21	26.14	417.12	17.0	
合计 Total	558.27	148.69	999.39	546.95	197.32	2450.60	100.0	

高原鼠兔刈割植物并形成大小不一的干草堆, 这些干草堆不仅大小存在着差异, 而且其植物种类组成也不完全相同, 其中, 干草堆 4 植物种数最多, 为 27 种, 其次为干草堆 3, 植物种数为 25 种, 干草堆 2 干重最小, 植物种数也最少, 仅为 5 种。但相关分析结果表明, 干草堆的大小与植物种

数没有明显的相关关系 ($r = 0.7716$, $df = 3$, $P > 0.05$)。不同干草堆之间植物种类所占比例的相似性分析结果显示 (表 3), 除第 2 个干草堆与其它干草堆之间相似性系数较低外, 其它干草堆之间相似性系数均较高, 其中, 干草堆 3 和 4 植物组成最为接近, 相似性系数达到 0.9070。

表3 不同干草堆植物组成相似性分析

Table 3 Similarity coefficient analysis of plant composition between different haypiles

干草堆 Haypiles	干草堆 1 Haypiles 1	干草堆 2 Haypiles 2	干草堆 3 Haypiles 3	干草堆 4 Haypiles 4	干草堆 5 Haypiles 5
干草堆 1 Haypiles 1	1				
干草堆 2 Haypiles 2	0.5562	1			
干草堆 3 Haypiles 3	0.8217	0.6048	1		
干草堆 4 Haypiles 4	0.8107	0.5130	0.9070	1	
干草堆 5 Haypiles 5	0.7669	0.6823	0.8416	0.8516	1

2.3 干草堆主要组成及其与高原鼠兔冬季食物组成的关系

高原鼠兔从 7 月开始进行贮草, 并形成大小不同的干草堆, 在构成干草堆的 37 种植物中, 某些植物所占比例很低, 也非高原鼠兔冬季选食的植物, 因此, 为了便于了解干草堆与刈割植物及鼠兔冬季食物之间的关系 (表 4), 我们对干草堆中选择等级在 3 级以上的 8 种植物进行了相关分析 (表 5), 由于红花岗岩生忍冬和黄帚囊吾两种植物没有在矮蒿草草甸刈割而不进行分析。干草堆植物组成

与刈割植物相对频次, 刈割生物量比例均采用 8 月份同一样地的数据, 冬季主要食物组成采用同一样地 11 月、1 月、3 月和 4 月的加权数值。分析结果显示, 干草堆主要植物组成所占比例与刈割植物生物量比例及鼠兔冬季主要食物组成比例呈显著的正相关 ($r=0.7717$, $r=0.8135$, $df=6$, $P<0.05$), 并且, 刈割植物生物量所占比例亦与鼠兔冬季主要食物组成比例呈显著的正相关 ($r=0.8388$, $df=6$, $P<0.05$)。

表 4 矮蒿草草甸中干草堆主要植物组成、刈割植物相对频次和生物量百分比及冬季主要食物组成
Table 4 The biomass percentages of plant species, plants harvested by pikas, the relative frequency of plants harvested by pikas and the main food items in winter in *Kobresia humilis* meadow

	干草堆主要植物组成 (%) Biomass percentages of plant species in haypiles	刈割植物生物量比例 (%) Biomass percentages of plants harvested by pikas	刈割植物相对频次 (%) The relative frequency of plants harvested by pikas	冬季主要食物组成 (%) The main food items for pikas in winter
甘肃棘豆 <i>Oxytropis kansuensis</i>	23.6	17.1	13.3	11.3
铺散亚菊 <i>Ajania khartensis</i>	19.1	45.5	15.7	16.2
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	5.7	9.0	21.6	5.5
覆毛铁棒槌 <i>Aconitum pendulum</i>	5.3	0.6	0.2	3.9
长茎橐吾 <i>Ligusticum thomsonii</i>	6.8	0.4	1.2	7.5
短穗兔耳草 <i>Lagotis beauchystachya</i>	1.9	0.8	5.5	2.4
芸香叶唐松草 <i>Thalictrum ratifolium</i>	1.2	0.3	0.4	2.4
大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	3.5	1.3	0.9	9.7

表 5 干草堆主要组成与刈割植物和鼠兔冬季食物的相关分析

Table 5 Correlation analysis of plant composition between haypiles, plants harvested and food items in winter

	A	B	C	D
A	1			
B	0.7717 *	1		
C	0.5498	0.6399	1	
D	0.8135 *	0.8388 *	0.4371	1

* 表示相关显著. A: 干草堆; B: 刈割植物生物量比例; C: 刈割植物相对频次; D: 鼠兔冬季主要食物组成。

* denotes significant correlation. A denotes biomass percentages of plant species in haypiles, B is biomass percentages of plants harvested by pikas, C is the relative frequency of plants harvested by pikas, and D is the main food items for pikas in winter.

2.4 洞道解剖和扣笼内干草堆观察

为了进一步证明高原鼠兔具有贮存食物越冬的

习性, 我们对其洞道进行了解剖, 但由于高原鼠兔的洞道较复杂, 许多洞道互相连接, 常构成一个洞

系, 解剖洞道时对草原植被破坏较严重, 因此, 仅对干草堆较集中的三个洞道进行挖掘。解剖洞道过程中未发现贮食仓, 仅在主室内发现大量植物, 以垂穗披碱草等禾本科植物为主, 且已基本干枯, 平均重量在1 500 g左右。同时在下一年的春季发现被高原鼠兔推出的土丘中有大量的长短不一的节状禾本科植物。

2005年9月在栖息地B将扣笼放置于6个干草堆上, 以避免放牧动物的采食, 当翌年4月观察时发现, 扣笼中的干草堆并没有被高原鼠兔采食, 周围高原鼠兔有效洞口数量为24个, 有效洞口数下降20%。

3 讨论

3.1 高原鼠兔的贮草行为

长期以来, 众多学者对高原鼠兔在冬季来临前是否堆集干草堆以维持其冬季的食物来源存在一定的争议, 有些学者认为高原鼠兔具有贮草行为并形成干草堆, 而有些学者认为其仅在夏季临时储存一些食物, 且见于阴雨天, 且储存量较少, 有些学者则认为它们不具有贮草行为(中国科学院西北高原生物研究所, 1989; 苏建平, 2004), 从我们在研究区域的观察结果来看, 高原鼠兔具有贮草行为, 并形成大小不等的干草堆, 并非一种临时性的行为。

高原鼠兔在堆集干草堆之前首先对栖息地中的植物进行刈割, 刈割后在早期不堆集而是散落在各处, 以等待植物干枯后搬运、堆集。从结果可以看出, 高原鼠兔刈割的植物种类较多, 并且刈割的大部分是其栖息环境中相对丰富度较大的植物。这说明高原鼠兔堆集干草堆具有强烈的选择性, 即干草堆中的主要植物多为冬季所选食的植物, 这与甘肃鼠兔(*O. cansus*)和达乌尔鼠兔(*O. daurica*)贮草行为具有相似的结果(钟文勤等, 1982; 张道川, 1994; 苏建平, 2004)。但与上述结果不同的是, 高原鼠兔在7月即开始贮草。我们认为高原鼠兔的这一行为与其生存的环境密切相关, 是其长期适应高寒草甸寒冷气候的结果。7月, 植物体内蛋白质含量较高, 此时贮草有利于获得高质量的食物。而至9月, 植物进入枯黄期, 植物体内蛋白质含量降低, 纤维素含量增加, 食物质量降低。

高原鼠兔堆集干草堆的主要植物与其冬季食物组成有密切的联系, 这就决定了高原鼠兔对所贮藏食物的选择与当地植被类型有一定的关系。在栖息

地A的5个干草堆中, 除第2个干草堆外, 其余干草堆植物组成相似性系数较高, 说明干草堆主要植物组成比较接近, 第2个干草堆与其余干草堆之间差异较大, 可能与植物群落组成的不均匀分布有关。在我们的试验中, 垂穗披碱草草甸和杂类草草甸中没有发现较大的干草堆, 难以比较不同类型栖息地间干草堆的差异, 这一结论不能得到证实。但在统计干草堆数量时, 我们发现大多数较小的干草堆植物种类比较单一, 且主要以干草堆附近的植物为主, 如在杂类草草甸有许多小干草堆均为黄帚橐吾, 而在垂穗披碱草草甸, 则主要为垂穗披碱草, 这也从另一方面说明了干草堆的组成与栖息地之间有密切的联系, 而其它的研究也得出了相似的结果(钟文勤等, 1982; 张道川, 1994)。

洞道解剖的结果表明, 高原鼠兔的洞道内均有较多的禾草类植物, 并且大量被高原鼠兔咬切的长短不一, 我们认为这些植物并非是鼠兔冬季取食的食物来源, 而主要是作为冬季窝内的铺垫物以保暖。国外有些学者通过洞道的解剖结果, 认为干草堆不仅仅作为冬季的食物来源, 而且具有保暖或防止天敌等其它作用, 因为所挖出的干草堆不足以维持整个冬季食物来源(Conner, 1983; Dearing, 1997)。关于这一点目前仍有争论, 需进一步的试验证明。

3.2 高原鼠兔干草堆的放置方式

高原鼠兔贮草过程中的某些行为与已经报道的其它种类的鼠兔有所不同, 高原鼠兔将采集的植物晾晒于洞道附近具有宽大叶片的鲜活植物上。高原鼠兔这一行为的产生可能是在长期进化过程中, 为防止植物腐烂而发展出的一种食物处理的技巧。国外学者在研究北美鼠兔(*Ochotona princeps*)时发现其将干草堆建在含有酚类等次生化化合物的植物上以延缓腐烂(Aho *et al.*, 1998; Dearing, 1996, 1997)。他们通过野外观察推测北美鼠兔在建立干草堆时有意识选择了这些起防腐作用的植物。但后来Dearing(1996)通过实验室方法证明这些植物并没有明显的防腐作用, 不能作为干草堆中植物的天然防腐剂, 但含有较多酚类的植物可以阻碍微生物的生长。有关高原鼠兔通过选择放置干草堆的位置以防止其腐烂的机理尚需进一步的实验证明。

3.3 高原鼠兔建立干草堆的生物学意义

食物贮存是食草动物在时间和空间上合理利用食物的适应性行为(Andersson and Krebs, 1978; Vander Wall, 1990), 对食草者而言, 由于竞争

(Keddy, 2001)、季节性变化 (Owen-Smith, 2002)、或者潜在的捕食风险 (Hik, 1995; Morrison *et al.*, 2004), 食物资源变得短缺或不可利用, 而贮存食物可以使食草者在不利的条件下获得营养需求 (Vander Wall, 1990)。在现存的 26 种鼠兔科 (Ochotonidae) 动物中, 已确认有 10 种鼠兔具有贮存食物越冬的习性, 而高原鼠兔并不包括在内。对鼠兔科动物贮存食物越冬的意义也存在着分歧。其中, 一种观点认为, 鼠兔贮存的干草堆不是主要的越冬食物, 仅在食物极端匮乏时, 干草堆才被明显利用, 在正常条件下, 鼠兔冬季仍会正常取食, 贮存食物的目的仅仅是为了应付冬季食物条件的不可预测性 (Krear, 1965; Millar and Zwickel, 1972; Millar, 1974; Conner, 1983)。另一种观点则认为, 干草堆是鼠兔冬季的主要食物, 对种群越冬存活具有决定性作用 (张道川, 1994; Dearing, 1997)。在青海南部如同德、玛沁、达日等地区均观察到高原鼠兔的贮草行为, 且贮草时间长达 3~4 个月, 那么, 这种行为又具有什么样的生物学意义呢? Dearing (1997) 通过测量干草堆的大小、干草堆被利用的时间以及挖洞实验后, 认为北美鼠兔建立的干草堆是其冬季的主要食物来源; 张道川 (1994) 在对达乌耳鼠兔的研究中, 发现其贮存的草堆对其成功越冬至关重要, 如果移去草堆, 其越冬存活率将大大下降, 甚至出现种群局部消失的结果; 苏建平等 (2004) 在研究甘肃鼠兔贮存的干草堆时, 认为草堆可能是其越冬的主要食物。从我们的研究结果来看, 高原鼠兔建立干草堆, 主要以其冬季喜食的植物为主, 其中甘肃棘豆和铺散亚菊占有较大的比例, 且相关分析结果表明干草堆主要植物组成与冬季食物组成间呈显著的正相关 (表 5), 似乎鼠兔建立干草堆是作为冬季食物的贮备, 但扣笼试验的结果与此相矛盾, 扣笼中干草堆并未被高原鼠兔在冬季取食, 且扣笼附近高原鼠兔的有效洞口没有显著的变化, 说明即使在不取食干草堆植物的情况下, 高原鼠兔种群亦不会受到很大的影响。这一结果与甘肃鼠兔、达乌耳鼠兔和北美鼠兔贮草越冬行为的意义不相一致, 而倾向于支持上述第一种观点, 即贮草不是高原鼠兔的主要越冬食物, 仅在食物极度匮乏的年份才被明显利用; (2) 扣笼试验结果表明, 当年 9 月置于其内的 6 个干草堆至翌年 4 月的半年多时间内, 干草堆均未被食用的事实, 亦进一步说明其不是鼠兔越冬的主要食物。

参考文献:

- Andersson M, Krebs J. 1978. Evolution of hoarding behavior. *Anim Behav*, **26**: 707-711.
- Aho K, Huntly N, Moen J, Oksanen T. 1998. Pikas (*Ochotona princeps*; Lagomorpha) as allogenic engineers in an alpine ecosystem. *Oecologia*, **114**: 405-409.
- Conner D A. 1983. Seasonal changes in activity patterns and the adaptive value of haying in pikas (*Ochotona princeps*). *Can J Zool*, **61**: 411-416.
- Dearing M D. 1996. Disparate determinants of summer and winter diet selection in a generalist herbivore. *Oecologia*, **108**: 467-478.
- Dearing M D. 1997. The function of haypiles of pikas (*Ochotona princeps*). *J Mammal*, **78** (4): 1156-1163.
- Formozov A N. 1996. Adaptive modification of behavior in mammals of the Eurasian steppes. *J Mammal*, **47** (2): 208-223.
- Hik D S. 1995. Dose risk of predation influence population-dynamics - evidence from the cyclic decline of snowshoe hares. *Wildl Res*, **22**: 115-129.
- Horn H S. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Amer Nat*, **100**: 419-424.
- Keddy P A. 2001. Competition. 2nd ed. Kluwer, Dordrecht.
- Krear H R. 1965. An ecological and ethological study of the pika (*Ochotona princeps saxatilis* Bangs) in the front range of Colorado. University of Colorado, Boulder, 329.
- Liu W, Zhang Y, Wang X, Zhao J Z, Xu Q M, Zhou L. 2009. Food selection pattern for plateau pikas in winter. *Acta Theriologica Sinica*, **29** (1): 12-19 (in Chinese)
- Li W J, Zhang Y M. 2006. Impacts of plateau pikas on soil organic matter and moisture content in alpine meadow. *Acta Theriologica Sinica*, **26** (4): 331-337. (in Chinese)
- Millar J S, Zwickel F C. 1972. Characteristics and ecological significance of haypiles of pikas. *Mammalia*, **36**: 657-667.
- Millar J S. 1974. Success of reproduction in pikas *Ochotona princeps* (Richardson). *J Mamm*, **55**: 527-542.
- Morrison S, Barton L, Caputa P, Hik D S. 2004. Forage selection by collared pikas, *Ochotona collaris*, under varying degrees of predation risk. *Can J Zool*, **82**: 533-540.
- Owen-Smith N. 2002. Adaptive Herbivore Ecology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shi D Z, Hai S Z. 1997. Study on the behavior forage and selection for storage of forage plants of Brandt's vole (*Microtus brandti*) before overwintering. *Acta Agrestia Sinica*, **5** (1): 20-26. (in Chinese)
- Smith C C, Reichman O J. 1984. The evolution of food caching by birds and mammals. *Annu Rev Ecol Syst*, **15**: 329-351.
- Su J P, Lian X M, Zhang T Z, Cui Q H, Liu J K. 2004. Haypile caches as winter food by Gansu pikas and its biological significance. *Acta Theriologica Sinica*, **24** (1) 23-29. (in Chinese)
- Vander Wall S B. 1990. Food hoarding in animals. Chicago: University of Chicago Press.
- Wang C T, Wang Q J, Long R J, Jing Z C, Shi H L. 2004. Changes in

- plant species diversity and productivity along an elevation gradient in an alpine meadow. *Acta Phytocologica Sinica*, **28** (2): 240 - 245. (in Chinese)
- Wang Q J, Shi H L, Jing Z C, Wang C T, Wang F G. 2004. Recovery and benefit analysis of ecology on degraded natural grassland of the source region of Yangze and Yellow Rivers. *Pratacultural Science*, **21** (12): 37 - 41. (in Chinese)
- Zhang Y, Liu W, Wang X Y. 2005. A preliminary study of caching behavior of the plateau pika. *Zoological Research*, **26** (5): 479 - 483. (in Chinese)
- Zhang Y M, Zhang Z B, Wei W H, Cao Y F. 2005. Time allocation of territorial activity and adaptation to environment of predation risk by plateau pikas. *Acta Theriologica Sinica*, **25** (4): 333 - 338. (in Chinese)
- Zhong W Q, Zhou Q Q, Sun C L. 1982. Study on the relation of the grass selection of the Dahurian pika for its stores with the plant communities. *Acta Ecologica Sinica*, **2** (1): 77 - 84. (in Chinese)
- Zhou H K, Zhou L, Liu W, Zhao X Q, Lai D Z, Cai R T, Zhao B C, Li Y F. 2003. Study on grassland degradation and strategies for the sustainable development of the livestock raising industry in Guoluo Prefecture of Qinghai. *Pratacultural Science*, **20** (10): 128 - 134. (in Chinese)
- 王长庭, 王启基, 龙瑞军, 景增春, 史惠兰. 2004. 高寒草甸群落植物多样性和初级生产力沿海拔梯度变化的研究. *植物生态学报*, **28** (2): 240 - 245.
- 王学高, Smith A T. 1988. 高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 冬季自然死亡率. *兽类学报*, **8** (2): 152 - 156.
- 王启基, 史惠兰, 景增春, 王长庭, 王发刚. 2004. 江河源区退化天然草地的恢复及其生态效益分析. *草业科学*, **21** (12): 37 - 41.
- 中国科学院西北高原生物研究所. 1989. 青海经济动物志. 西宁: 青海人民出版社.
- 李文靖, 张堰铭. 2006. 高原鼠兔对高寒草甸土壤有机质及湿度的作用. *兽类学报*, **26** (4): 331 - 337.
- 刘伟, 张毓, 王溪, 赵建中, 许庆民, 周立. 2009. 高原鼠兔冬季的食物选择. *兽类学报*, **29** (1): 12 - 19.
- 苏建平, 连新明, 张同作, 崔庆虎, 刘季科. 2004. 甘肃鼠兔贮草越冬及其生物学意义. *兽类学报*, **24** (1): 23 - 29.
- 周华坤, 周立, 刘伟, 赵新全, 来德珍, 才让太, 赵邦彩, 李有福. 2003. 青海省果洛州草地退化探析及畜牧业可持续发展策略. *草业科学*, **20** (10): 128 - 134.
- 张道川. 1994. 达乌耳鼠兔 (*Ochotona daurica*) 贮草行为. *高原生物学集刊*, **12**: 195 - 200.
- 张堰铭, 张知彬, 魏万红, 曹伊凡. 2005. 高原鼠兔领域行为时间分配格局及其对风险环境适应的探讨. *兽类学报*, **25** (4): 333 - 338.
- 张毓, 刘伟, 王学英. 2005. 高原鼠兔贮草行为初探. *动物学研究*, **26** (5): 479 - 483.
- 施大钊, 海淑珍. 1997. 越冬前布氏田鼠 (*Microtus brandti*) 储草行为与储草种类选择的研究. *草地学报*, **5** (1): 20 - 26.
- 钟文勤, 周庆强, 孙崇潞. 1982. 达乌耳鼠兔的贮草选择与其栖息地植物群落的关系. *生态学报*, **2** (1): 77 - 84.
- 蒋志刚, 夏武平. 1987. 高寒草甸生态系统中牦牛、藏系绵羊和高原鼠兔的生态研究. *高原生物学集刊*, **7**: 115 - 146.