

藏系绵羊实验放牧水平对啮齿

动物群落作用的研究*

I. 啮齿动物群落结构和功能的分析**

刘季科 王溪 刘伟 聂海燕
(中国科学院西北高原生物研究所)

摘要

本项研究结果表明,高原鼠兔和高原麝鼠的生物量密度比率随放牧强度的增大而增高;甘肃鼠兔、根田鼠和喜马拉雅旱獭的生物量密度比率依放牧强度的减小而增加。群落多样性及组成种的种数与放牧强度呈显著的正相关,而均匀度与放牧强度的相关则不显著。在群落组成成分之间,组成种的种数对多样性的作用相对地大于均匀度的作用。群落多样性与放牧处理引起栖息地植被结构的改变密切相关。动物群落多样性、均匀度分别与植物群落多样性、均匀度之间存在显著的正相关,而动物群落的种数与植物群落的种数之间则无线性相关关系。动物群落多样性分别与植物平均高度、植被覆盖水平(=总地上部分现存量)呈显著的负相关。研究结果进一步验证了草地小型哺乳类群落组成决定于栖息地结构特征的假设。同时,探讨了鼠害控制的生态对策。

关键词: 藏系绵羊; 实验放牧水平; 啮齿动物群落; 结构和功能; 种的多样性; 功能群。

大型食草动物放牧水平对草地生态系统结构和功能的作用,是生态系统理论和管理对策的重要领域。此类研究多在生产者群落进行,很少涉及消费者群落。就小型哺乳类群落而论,虽有部分工作(Batzli等,1980; Grant等,1982; 钟文勤等,1985),但有关家畜实验放牧水平对啮齿动物群落作用的研究,迄今未见报道。在高寒草甸生态系统,仅有的工作只限于家畜自然放牧强度引起主要啮齿动物数量的空间变化(萧运峰等,1982)。

* 国家自然科学基金、中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站基金资助项目。

** 本文是在夏武平教授的指导下完成的,工作中,得到周立先生和王启基同志的支持;青海畜牧兽医学院草原系学生阿翰林、贺生林参加野外工作,在此谨致谢忱。

植食性啮齿动物作为一类消费者,是草地放牧系统的重要组成部分之一。阐明家畜放牧对啮齿动物群落结构和功能的作用,对分析小型哺乳类动物在生态系统的功能作用,以及探讨放牧系统的管理对策均有重要意义。本文旨在围栏条件下,测定藏系绵羊实验放牧水平对植食性啮齿动物群落结构和功能的作用,分析其生物量密度的空间模式,以及与环境因子的关系,检验草地小型哺乳类群落组成依赖栖息地结构特征的假设。

研究地区与方法

该项工作于1988年8—9月在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站地区进行。研究样区设在藏系绵羊夏季实验放牧围栏。放牧围栏位于山麓阴坡金露梅 (*Potentilla fruticosa*) 灌丛地段,面积为8.05ha (402.47 × 200m²)。整个围栏分隔为5个实验栏,每栏又分为4个轮牧小区。放牧程序为小区轮牧制,轮牧的间隔期为7天。实验放牧处理依次为,重度放牧 (HSR), 次重度放牧 (SHSR), 中度放牧 (MSR), 次轻度放牧 (SLSR), 及轻度放牧 (LSR) 5个等级。放牧试验始于1985年6月。

根据研究地区啮齿动物群落的空间配置 (刘季科等, 1982), 栖息于金露梅灌丛的种类为, 高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*), 甘肃鼠兔 (*O. cansus*)、喜马拉雅旱獭 (*Marmota himalayana*)、根田鼠 (*Microtus oeconomus*) 及高原鼯鼠 (*Myospalax baileyi*)。其数量调查,在每一轮牧小区的中部设置面积为0.25ha (50 × 50m²) 的样区一块,每放牧处理共4块。每样区以10 × 10m² 网格置铁,连续捕获3昼夜。采用取样去除法 (Zippin, 1956) 估计高原鼠兔、甘肃鼠兔、根田鼠及高原鼯鼠的种群密度;喜马拉雅旱獭的种群密度则以观测值估计。对捕获个体逐一称重测量,并解剖观察胃内容物及繁殖状况等;同时,测定各样区每种个体平均重量。各放牧处理的取样日期依次为,15/8, 30/8, 1/9, 15/9 及 30/9 (日/月)。

在小型哺乳类,群落的研究中,生物量不仅是描述群落结构的最合理项目,又可作为估计群落生产量的基本参数 (Grant 等, 1982), 同时,生物量较之数量,更与小型哺乳类在群落中的作用直接有关 (Grant 和 French, 1980)。为分析不同放牧处理啮齿动物群落的结构特征,本文将每样区各种的种群密度与平均体重相乘,转换为生物量密度 (biomass density)。

不同放牧处理各样区群落种的多样性指数 (H') 及其相应的均匀度指数 (J') (Pielou, 1966) 分别按下列公式

$$H' = -\sum_i p_i \log_2 p_i$$

及

$$J' = H' / \log_2 S$$

计算。

式中, p_i 为第 i 种生物量占群落中各种总生物量的比例, S 为样区捕获的种数。

依本项研究以及观测资料,并参考有关生态学文献 (郑生武, 1980; 梁杰荣和孙儒泳, 1985; 黄孝龙等, 1986; Liu Ilke 等, 1988), 按捕获种类的体重、繁殖、生活习性、活动节律以及食性的趋同和趋异特征,功能群的分类为: A) 体重——以捕获时的活重分为5个功能群, ① ≤ 20g (1种), ② 20—80g (1种), ③ 80—140g (1种), ④

表1 藏系绵羊不同实验放牧处理的植被特征和放牧水平

Table 1 Vegetation characteristics and grazing level in different treatments of experimental grazing for Tibetan sheep.

放牧处理 Treatment grazed	植物群落** Plant community						放牧水平 Grazing level				
	主要植物 Major vegetation	种数 Number of species	平均高度 (cm) Mean height (cm)	平均地上部分生物量 (g·湿重/m ²) Mean biomass of above-ground vegetation (g·wet·wt./m ²)			多样性指数 Diversity index (H')	均匀度指数 Evenness index (J')	可利用放牧面积(ha) Available grazing area (ha)	放牧羊数(只) Number of grazing sheep (No.)	放牧强度(只/ha) Grazing intensity (No./ha)
				总地上部分现存量 Total standing crop of above-ground	立枯 Standing dead	凋落 Litter					
HSR	金露梅+线叶嵩草+双叉细柄茅 <i>Potentilla fruticosa</i> + <i>Kobresia capillifolia</i> + <i>Ptilagrostis concinna</i>	50	30.23	292.50	11.60	11.60	1.5136	0.9015	0.92	5	5.43
SHSR	金露梅+紫羊茅+双叉细柄茅 <i>P. fruticosa</i> + <i>Festuca rubra</i> + <i>P. concinna</i>	47	29.88	294.40	7.60	11.60	1.5530	0.9015	1.12	5	4.50
MSR	金露梅+矮火绒草+兰石草 <i>P. fruticosa</i> + <i>Leontopodium nanum</i> + <i>Lancea tibetica</i>	52	27.66	296.6	0.80	3.60	1.4965	0.8720	1.39	6	4.30
SLSR	金露梅+紫羊茅+异针茅 <i>P. fruticosa</i> + <i>F. rubra</i> + <i>Stipa aliena</i>	49	35.22	310.40	8.60	4.80	1.4497	0.8577	1.85	6	3.26
LSR	金露梅+异针茅+线叶嵩草 <i>P. fruticosa</i> + <i>S. aliena</i> + <i>K. capillifolia</i>	50	42.75	326.46	43.60	9.60	1.4182	0.8347	2.75	7	2.55

* HSR=重度放牧 heavily stocking rate; SHSR=次重度放牧 sub-heavily stocking rate; MSR=中度放牧 moderately stocking rate; SLSR=次轻度放牧 sub-lightly stocking rate; LSR=轻度放牧 lightly stocking rate.

**Wet. =湿重。

140—200g (1种), ⑤>200g (1种); B) 繁殖对策——4群, ① $I \leq 0.01$ (2种), ② $0.01 < I \leq 0.05$ (1种), ③ $0.05 < I \leq 0.1$ (1种), ④ $I \geq 0.1$ (1种), 其中, 繁殖指数(I)的计算公式为:

$$I = \frac{\text{(平均胎仔数)} \times \text{(180天内繁殖的最大胎数)}}{\text{(第1次繁殖的最小年龄} \cdot \text{天)}}$$

(Grant 和 Birney, 1979); C) 生活型——3群, ①地下 (1种), ②地面 (2种), ③地表面下及枯枝落叶层栖息 (2种); D) 活动季节性——2群, ①全年 (3种), ②季节活动或冬眠 (2种); E) 摄食策略——3群, ①嗜食植物地上部分 (2种), ②主食植物地下部分 (1种), ③嗜食植物地上部分和选食少量植物地下部分 (2种)。

采用相似性指数 (R_o) (Horn, 1966) 对不同放牧处理啮齿动物群落进行比较。相似性指数 R_o 的计算公式为:

$$R_o = \frac{\sum_i (x_i + y_i) \ln(x_i + y_i) - \sum_i x_i \ln x_i - \sum_i y_i \ln y_i}{(X + Y) \ln(X + Y) - X \ln X - Y \ln Y}$$

式中, x_i 为第 i 种或第 i 功能群在一个群落总生物量的比例, y_i 为第 i 种或第 i 功能群在另一群落总生物量的比例; $X = \sum_i x_i$, $Y = \sum_i y_i$ 。

植物群落结构及其地上部分生物量的测定样方为 $0.25\text{m}^2 (50 \times 50\text{cm}^2)$ 。在每放牧处理的中部沿一条直线, 随机设置样方 5 块, 其中, 1 块统计各种的株 (丛) 数及植株高度, 其它 4 块供生物量测定。群落的多样性指数 (H') 及均匀度指数 (J') 仍按 Pielou (1966) 的公式计算。

各放牧处理植物群落的结构特征, 以及放牧处理水平载于表 1。其中, 可利用放牧面积 = 放牧面积 - [(放牧面积) (啮齿动物掘土活动 + 赤胸林蚁 (*Formica* sp.) 巢丘所减少的生草面积率)]; 以 Holmes (1980) 有关放牧强度的论述, 实验放牧强度定义为单位可利用放牧面积放牧的羊数。

二、结 果

研究时期, 不同放牧处理 5 种啮齿动物的总捕获数和观察数为 189 只, 其数量组成如下:

高原鼠兔	29 只	15.34%
甘肃鼠兔	90 只	47.62%
喜马拉雅旱獭	7 只	3.40%
根田鼠	56 只	29.63%
高原麝鼠	7 只	3.40%

上述数量组成说明, 在藏系绵羊实验放牧条件下, 金露梅灌丛啮齿动物的优势种类为甘肃鼠兔, 次为根田鼠。

(一) 群落组成及生物量密度空间模式

不同放牧处理啮齿动物群落的种类组成及生物量密度的配置列于表 2。在各放牧处理广泛分布的为甘肃鼠兔、根田鼠及高原麝鼠。除 LSR 处理外, 其它均有高原鼠兔栖息。喜马拉雅旱獭见于 HSR、SHSR 及 MSR 处理。不同放牧处理间啮齿动物种类组成

的异质性 (heterogeneity), 说明它们属于不同群落。根据各种生物量密度在不同放牧处理的配置 (表 2), 参照夏武平 (1964) 提出的草原啮齿动物群落命名原理, 对各放牧处理的群落命名如下:

- HSR——高原鼠兔+高原鼯鼠群落,
- SHSR——喜马拉雅旱獭+高原鼠兔群落,
- MSR——甘肃鼠兔+喜马拉雅旱獭群落,
- SLSR——甘肃鼠兔+根田鼠群落,
- LSR——根田鼠+甘肃鼠兔群落。

上述放牧处理条件下, 啮齿动物群落的结构与放牧处理前的自然群落明显不同, 放牧处理前为根田鼠+甘肃鼠兔+中华鼯鼠群落 (刘季科等, 1982), 说明放牧处理对啮齿动物群落结构演替的作用。

表 2 不同放牧处理啮齿动物生物量密度 (g 湿重/ha) 的空间模式
Table 2 Spatial pattern of rodent biomass densities (g wet.wt./ha) in different grazing treatments.

种类 Species*	放牧处理 Treatment grazed **				
	HSR	SHSR	MSR	SLSR	LSR
高原鼠兔(<i>Ochotons curzoniae</i>) (3.2.2.1.3)	4 744.76 (42.31)	3 521.76 (27.81)	2 739.44 (12.20)	1 152.56 (11.01)	
甘肃鼠兔(<i>O. cansus</i>) (2.3.3.1.3)	1 767.00 (15.76)	3 095.19 (24.44)	8 655.88 (38.54)	6 068.92 (57.96)	3 499.00 (47.02)
喜马拉雅旱獭(<i>Marmota himalayana</i>) (5.1.2.2.1)	1 206.00 (10.75)	3 618.00 (28.57)	7 202.00 (32.07)		
根田鼠(<i>Microtus oeconomus</i>) (1.4.3.1.1)	451.62 (4.03)	533.83 (4.22)	1 761.00 (7.84)	2 829.60 (27.02)	3 732.84 (50.16)
高原鼯鼠(<i>Myospalax baileyi</i>) (4.1.1.2.2)	3 044.00 (27.15)	1 894.00 (14.96)	2 100.00 (9.35)	420.00 (4.01)	210.00 (2.82)
合计 Total	11 213.38	12 662.78	22 458.32	10 471.08	7 441.84

* 每种之后, 括号内数字为功能群分类。Parenthetical number following each species indicated the functional groups.

** 每种生物量密度之下, 括号内数字为各种生物量密度占各处理总生物量密度的百分率。Parenthetical number under each biomass density indicated percentage of the total biomass density in the treatment.

各放牧处理啮齿动物群落间总生物量密度具有明显的差异 (表 2), 以成对比较, 对每群落的总生物量密度与其它群落者作 χ^2 测验, 10 个对比的差异均为显著或极显著, 其大小序列为:

MSR 群落 > SHSR 群落 > HSR 群落 > SLSR 群落 > LSR 群落。

如图 1 所示, 不同种类生物量密度的配置随放牧处理而异。根据表 1 列示的放牧处理水平, 对放牧强度 (grazing intensity, GI) 与各种的生物量密度比率 (表 2) 进行线性相关分析, GI 与高原鼠兔和高原鼯鼠的生物量密度比率呈显著的正相关 ($r = 0.933$, $0.05 > P > 0.02$; $r = 0.935$, $0.02 > P > 0.01$), 即它们的生物量密度比率以放牧强度的增大而增加。GI 与甘肃鼠兔和根田鼠的生物量密度比率为显著的负相关 ($r = -0.881$, $r = -0.928$, $0.05 > P > 0.02$); 而 GI 与喜马拉雅旱獭生物量密度比率则呈极显著的负相关

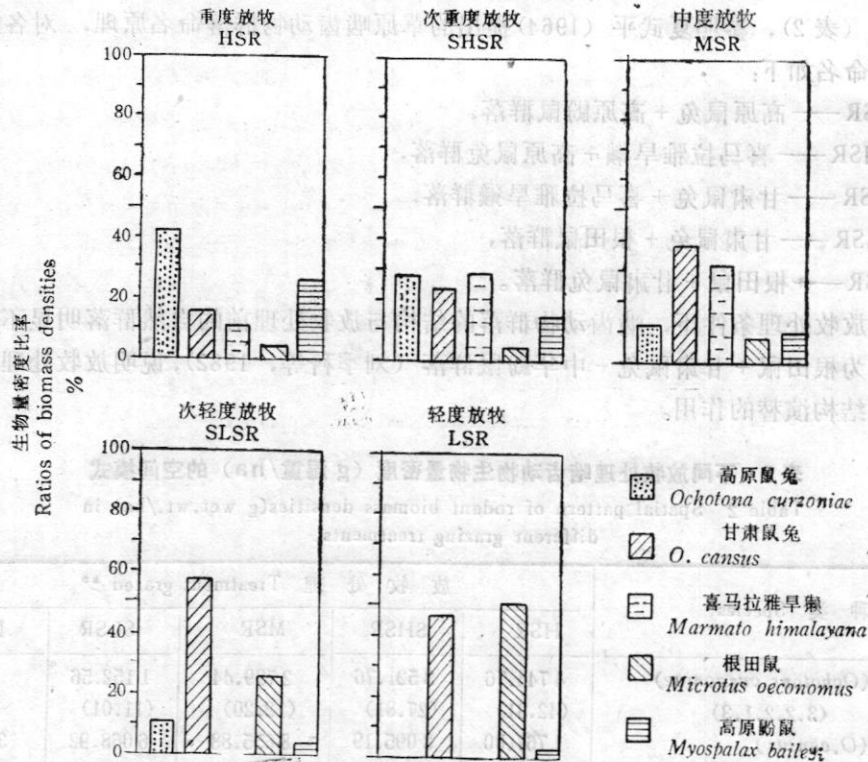


图1 不同放牧处理各种啮齿动物的生物量密度比率

Fig.1 Ratios of biomass densities among rodents in different grazing treatments.

($r = -0.999$, $0.01 > P = 0.001$); 这些分析结果表明, 这3个种的生物量密度比率随放牧强度的增大而降低。

(二) 群落多样性和均匀度分析

种的多样性和均匀度是群落结构的两个重要参数, 分析其指数的变化, 可定量地比较不同群落的结构特征。

不同放牧处理啮齿动物群落种的多样性指数 (H') 和均匀度指数 (J') 很不一致 (表3)。SHSR 群落及其邻近的 HSR 群落和 MSR 群落的 H' 及 J' 均较高, SLSR 群落和 LSR 群落者较低。放牧强度 GI 与 H' 之间存在显著的正相关 ($r = 0.887$, $0.05 > P >$

表3 不同放牧处理啮齿动物群落组成种的多样性指数 (H') 和均匀度指数 (J')

Table 3 Species diversity index (H') and evenness index (J') of rodent community in different grazing treatments.

放牧处理 Treatment grazed	种数 Number of species (S)	多样性指数 Diversity index (H')	均匀度指数 Evenness index (J')
HSR	5	0.5984	0.8562
SHSR	5	0.6408	0.9169
MSR	5	0.6149	0.8798
SLSR	4	0.4521	0.7509
LSR	3	0.3480	0.7294

0.02); GI 与 J' 的关系则相反, 其相关仅在 0.1 水准上达到显著 ($r = 0.816, 0.1 > P > 0.05$), 说明群落多样性依放牧强度的增大而增高, 而群落的均匀度与放牧强度有一定联系, 但不明显。放牧强度与群落组成种的种数 (S) 则为显著的正相关 ($r = 0.913, 0.05 > P > 0.02$)。

在放牧条件下, 啮齿动物群落的多样性和均匀度与植物群落的结构特征 (表 1) 有关。从表 4 的相关分析可知, 植物群落的多样性和均匀度分别与动物群落的多样性和均匀度之间存在显著的正相关; 而植物的种数与动物的种数尚无线性相关关系, 表明动物群落的多样性和均匀度相应地与植物群落多样性和均匀度的变化趋势一致, 但动物的种数则不依植物种数的增减而改变。

表 4 植物群落与啮齿动物群落结构参数的相关分析

Table 4 Correlation analysis of structural parameters between plant community and rodent community.

相关项目 Item correlated	样本数 Sample size	相关系数 Correlation coefficient	显著性检验 Significance test
H'	5	0.946	$0.02 > P > 0.01$
J'	5	0.891	$0.05 > P > 0.02$
S	5	0.031	$P > 0.10$

上述放牧处理, 动物群落的多样性还与其栖息地的植株平均高度 (H) 和植被覆盖水平 (cover level) 密切相关。以表 1 和表 3 列出的 H 及 H' 进行相关检验, H 与 H' 为极显著的负相关 ($r = -0.970, 0.01 > P > 0.001$)。参照 Grant 等 (1982) 对植被覆盖水平与小型哺乳类群落多样性的研究结果, 本文以总地上部分现存量 (total above-ground standing crop, TASC), 作为植被覆盖水平, 检验 TASC 与 H' 的相关, 结果为二者呈显著的负相关 ($r = -0.947, 0.02 > P > 0.01$)。为进一步检验植被覆盖水平和植株平均高度与动物群落多样性的相关关系, 经二元相关分析, H 和 TASC 与 H' 存在显著的复相关 ($R = -0.982, F = 27.384, df = 2.2, 0.05 > P > 0.01$)。上述相关分析说明, 动物群落的多样性共同受植株高度和植被覆盖水平的影响, 在植株低矮、覆盖水平低的放牧处理条件下, 动物群落的多样性较高; 反之, 植株高、覆盖水平高, 动物群落的多样性较低。

在放牧处理中, 家畜放牧水平对植被产生直接效应, 然而, GI 与 H 的相关 ($r = -0.846$) 仅在 0.1 和 0.05 显著水准之间, 但 GI 与 TASC 则有显著的负相关 ($r = -0.943, 0.05 > P > 0.02$), 说明放牧强度对植株高度的抑制作用小于对植物地上部分现存量的作用, 此与放牧条件下植物群落组成种的成分有关。

啮齿动物群落多样性与其组成种的成分直接有关。在 H' 高的群落中, S 多, 且 J' 较高, 反之亦然 (表 3), S 和 J' 分别与 H' 均有极显著的相关关系 ($r = 0.987, r = 0.966, 0.01 > P > 0.001$)。 S 和 J' 与 H' 的复相关亦非常显著 ($R = 0.999, F = 316.00, df = 2.2, P < 0.01$)。由此可见, 在藏系绵羊实验放牧条件下, 啮齿动物群落组成种的丰富度 (richness) 和种间生物量密度分配的均匀度 (evenness) 共同作用于多样性, 且种数的作用相对地大于均匀度的作用。

综上所述, 在实验放牧处理条件下, 啮齿动物群落的结构特征是放牧处理水平、栖

息地的结构参数, 以及群落组成成分等复合因子相互作用的综合反映。

(三) 对应种和功能群组成的分析与比较

不同放牧处理间啮齿动物对应种的组成不一, 且各对应种生物量密度的丰富度亦有明显差异 (表 2, 图 1)。在以甘肃鼠兔为优势种的 MSR 和 SLSR 处理中, 它的生物量明

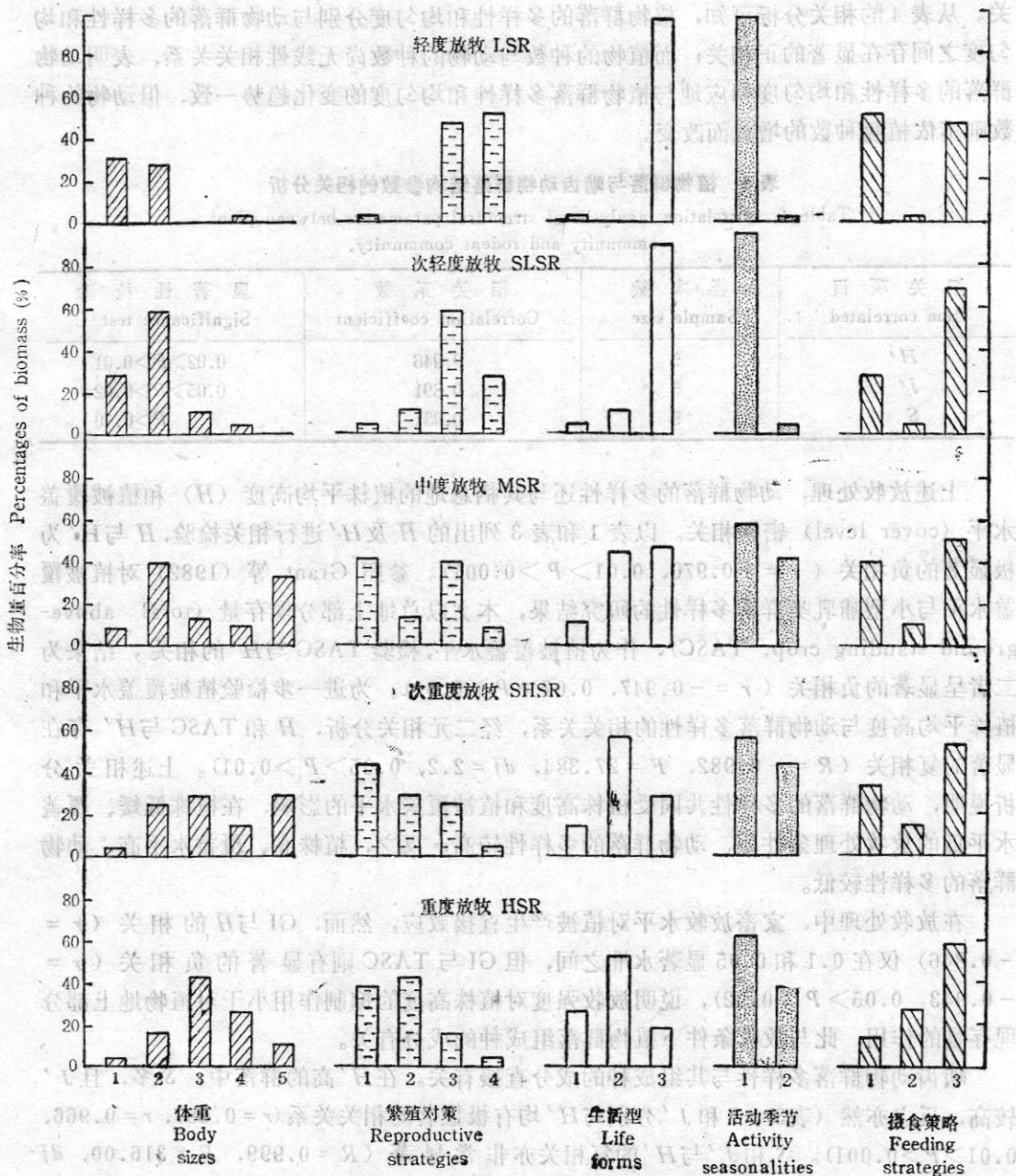


图 2 不同放牧处理啮齿动物功能群的生物量配置

注: 各功能群的定义见正文

Fig.2 Distributions of rodent biomass among functional groups in different grazing treatments.

Note: Each functional group is defined in text.

显大于该种在其它处理的生物量，最大者为 MSR 处理，最小者在 HSR 处理，前一处理，该种生物量为后者的 4.90 倍。根田鼠为 LSR 处理的优势种，其生物量为该种在 HSR 处理的 8.27 倍。而以高原鼠兔为优势种的 HSR 处理，该种生物量为其在 SLSR 处理的 4.12 倍。高原鼠兔者最大在 HSR 处理，最小在 LSR 处理，前者该种生物量为后一处理的 14.5 倍。在 SHSR 处理中，喜马拉雅旱獭生物量为该种在 HSR 处理的 5.97 倍。

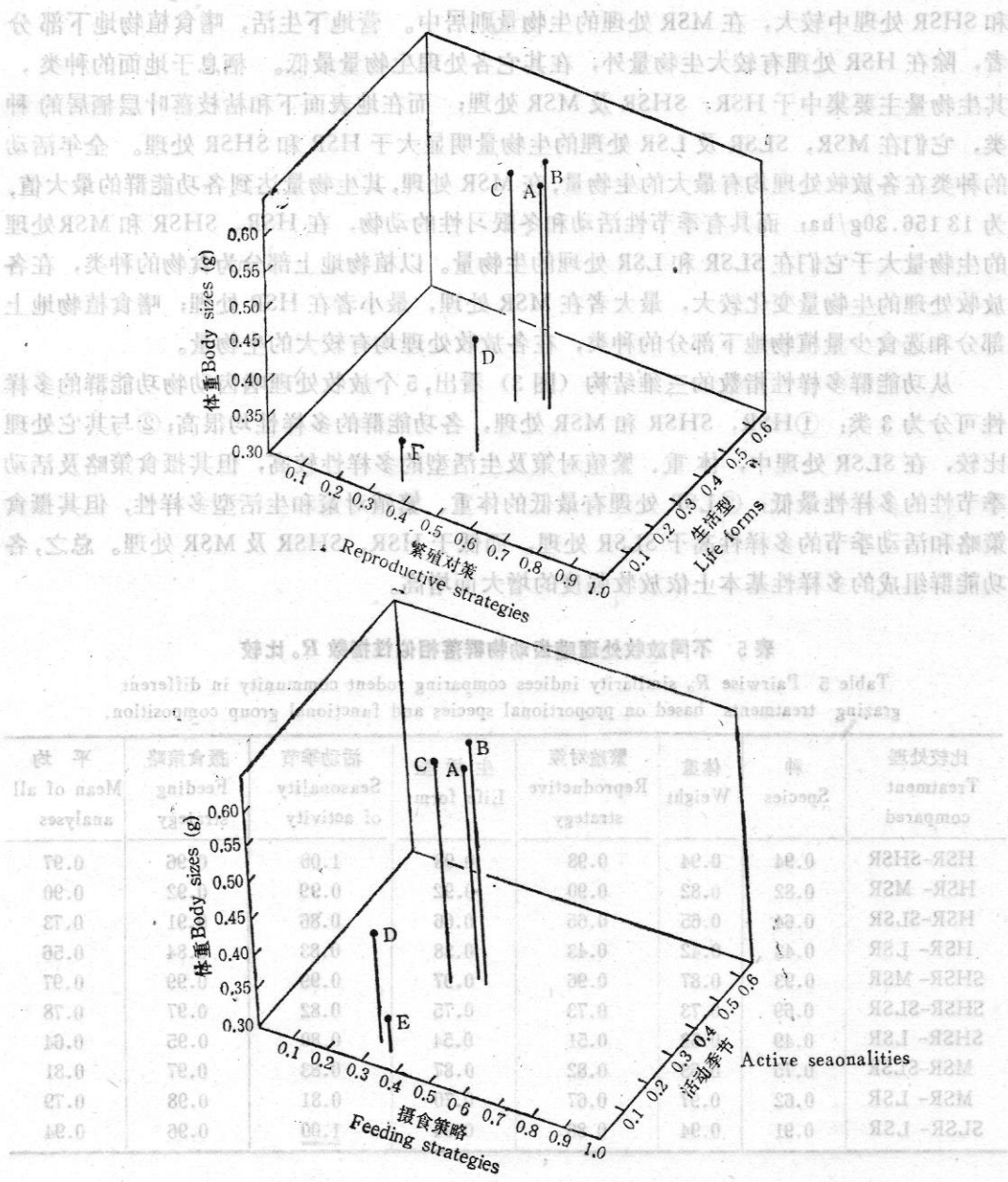


图3 不同放牧处理啮齿动物功能群的多样性

Fig.3 Diversities of functional group for the rodent communities in different grazing treatments. A=HSR, B=SHSR, C=MSR, D=SLSR, E=LSR.

放牧处理之间啮齿动物功能群组成及其生物量置配置亦有不同(表2, 图2)。体重中

等和较大的种类, 在 HSR 和 SHSR 处理具有较大的生物量; 而体重小和较小者在 MSR, SLSR 和 LSR 处理则有较大的生物量, 且占绝对优势。所有种类的繁殖对策均处于 $r-k$ 连续体 ($r-k$ continuum) 中 k -选择之末端, 繁殖指数普遍偏低。繁殖指数较高 ($0.05 < I \leq 0.1$, $I \geq 0.01$) 的种类, 具有潜在的繁殖力, 在 SLSR 和 LSR 处理有较大的生物量, 次为 MSR 处理; 而繁殖指数低者 ($I \leq 0.01$, $0.01 < I \leq 0.05$), 其生物量在 HSR 和 SHSR 处理中较大, 在 MSR 处理的生物量则居中。营地下生活, 嗜食植物地下部分者, 除在 HSR 处理有较大生物量外, 在其它各处理生物量最低。栖息于地面的种类, 其生物量主要集中于 HSR, SHSR 及 MSR 处理; 而在地表面下和枯枝落叶层栖居的种类, 它们在 MSR, SLSR 及 LSR 处理的生物量明显大于 HSR 和 SHSR 处理。全年活动的种类在各放牧处理均有最大的生物量, 在 MSR 处理, 其生物量达到各功能群的最大值, 为 13 156.30g/ha; 而具有季节性活动和冬眠习性的动物, 在 HSR, SHSR 和 MSR 处理的生物量大于它们在 SLSR 和 LSR 处理的生物量。以植物地上部分为食物的种类, 在各放牧处理的生物量变化较大, 最大者在 MSR 处理, 最小者在 HSR 处理; 嗜食植物地上部分和选食少量植物地下部分的种类, 在各放牧处理均有较大的生物量。

从功能群多样性指数的三维结构 (图 3) 看出, 5 个放牧处理啮齿动物功能群的多样性可分为 3 类: ① HSR, SHSR 和 MSR 处理, 各功能群的多样性均很高; ② 与其它处理比较, 在 SLSR 处理中, 体重、繁殖对策及生活型的多样性较高, 但其摄食策略及活动季节性的多样性最低; ③ LSR 处理有最低的体重、繁殖对策和生活型多样性, 但其摄食策略和活动季节的多样性高于 SLSR 处理, 而低于 HSR、SHSR 及 MSR 处理。总之, 各功能群组成的多样性基本上依放牧强度的增大而增高。

表 5 不同放牧处理啮齿动物群落相似性指数 R_o 比较

Table 5 Pairwise R_o similarity indices comparing rodent community in different grazing treatments based on proportional species and functional group composition.

比较处理 Treatment compared	种 Species	体重 Weight	繁殖对策 Reproductive strategy	生活型 Life form	活动季节 Seasonality of activity	摄食策略 Feeding strategy	平均 Mean of all analyses
HSR-SHSR	0.94	0.94	0.98	0.98	1.00	0.96	0.97
HSR- MSR	0.82	0.82	0.90	0.92	0.99	0.92	0.90
HSR-SLSR	0.64	0.65	0.65	0.66	0.86	0.91	0.73
HSR- LSR	0.43	0.42	0.43	0.38	0.83	0.84	0.56
SHSR- MSR	0.93	0.87	0.96	0.97	0.99	0.99	0.97
SHSR-SLSR	0.69	0.73	0.73	0.75	0.82	0.97	0.78
SHSR- LSR	0.49	0.52	0.51	0.54	0.80	0.95	0.64
MSR-SLSR	0.75	0.63	0.82	0.87	0.83	0.97	0.81
MSR- LSR	0.62	0.97	0.67	0.70	0.81	0.98	0.79
SLSR- LSR	0.91	0.94	0.86	0.94	1.00	0.96	0.94

以表 5 列示的相似性指数 R_o , 进一步分析不同放牧处理啮齿动物对应种和功能群组成间的差异水平。从其平均相似性指数的分析看出, 群落间的相似性变化较大, 其中, 相似性最接近的群落有, HSR-SHSR, SHSR-MSR, SLSR-LSR 及 HSR-MSR, 它们的相似性指数高, 差异小; 其次为群落 MSR-SLSR, MSR-LSR, SHSR-SLSR, HSR-SLSR

和 SHSR-LSR; 群落 HSR-LSR 的相似性最低, 其相似性指数为 0.56, 即差异最大, 相异性指数为 0.44。上述 10 个对比, 活动节律和摄食策略的相似性指数明显高于对应种和其它功能群。此种差异与各群落组成种的种间关系, 及其在群落中所占的生态位宽度 (niche breadth) 有关。

三、讨论及生态对策

上文分析结果, 阐明了大型食草动物实验放牧水平对啮齿动物群落结构和功能的作用; 同时, 验证了草地小型哺乳类群落组成决定于栖息地结构特征的假设 (French 等, 1976; Grant 和 Birney, 1979)。

Grant 等 (1982) 认为, 在放牧条件下, 植被覆盖的降低能导致覆盖水平低于某些生境-特定临界限 (site-specific threshold), 使植食性种类不能维持其高密度的种群。Birney 等 (1976) 的研究结果表明, 对植被覆盖临界水平有明显反应的种类为栖息于枯枝落叶层的田鼠属 (*Microtus*) 啮齿动物。本次研究结果说明, 在重度、次重度和中度放牧处理中, 由于植被覆盖 (总地上部分现存量) 的降低 (表 1), 使根田鼠的生物量密度有所限制, 但在次轻度和轻度放牧处理中, 特别是在轻度放牧处理, 植被覆盖水平明显增大, 随之根田鼠的生物量密度增高, 且迅速形成以该种为优势的群落 (表 2)。鼠兔属 (*Ochotona*) 在地表下栖居的小型种类——甘肃鼠兔对植被覆盖降低亦有类似反应 (表 2); 此与北美草地小型哺乳类群落中的蒙大拿田鼠 (*Microtus montanus*) 和草原田鼠 (*M. ochrogester*) 对植被覆盖水平降低的反应 (Birney 等, 1976; Grant 等, 1982) 一致。与根田鼠和甘肃鼠兔相反, 体型较大, 喜栖开阔环境的高原鼠兔和喜马拉雅旱獭, 以及营地下生活的高原麝鼠, 它们在重度、次重度和中度放牧处理较为丰富, 而在次轻度和轻度放牧处理则较贫乏或消失。

就小型哺乳类群落多样性与植被特征的关系论, Grant 等 (1982) 仅观察到, 动物群落的多样性随自然放牧引起植被覆盖水平降低而增大的趋势。然而, 我们的研究结果则表明, 啮齿动物群落的多样性, 不仅与植被覆盖水平和植株高度具有显著的负相关, 还与实验放牧强度有显著的正相关。

在实验放牧条件下, 啮齿动物群落的多样性, 均匀度分别依植物群落的多样性、均匀度的增大而增大。Hafner (1977) 及周庆强等 (1982) 对荒漠和典型草原区鼠类群落的研究, 亦得到与此相似的结论。

本文研究结果和其它生态学家的工作 (Grant 等, 1977, 1982) 都充分证明了植物群落具有一定的结构特征以维持植食性哺乳类种群的丰富度, 此即临界条件 (threshold condition), 而家畜放牧压力 (grazing pressure) 对动物和植物群落的作用则是重要的干扰因子。

众所周知, 高原鼠兔和中华麝鼠是高寒草甸地区危害草场的主要鼠种。在重度和次重度放牧处理条件下, 这两种害鼠具有最大的生物量密度, 而在次轻度和轻度放牧处理中, 它们的生物量密度则显著降低, 因此, 在重度和次重度放牧条件下, 鼠类对草场的危害较之其它放牧处理严重; 相反, 在中度、次轻度和轻度放牧处理中, 根田鼠和甘肃鼠兔则有最大的生物量密度, 然而, 这两种鼠对草场尚不造成危害, 亦即在中度、次轻

度及轻度放牧条件下,鼠类对草场的危害甚轻或不存在益害问题。此外,家畜放牧对植物群落结构和生产力亦产生效应(表1),在中度、次轻度和轻度放牧处理中,植物地上生物量明显高于重度和次重度放牧处理。

综合放牧水平对啮齿动物和植物群落结构及生产力的生态效应,本文认为,在中度、次轻度和轻度放牧条件下,不仅草场的生产力不受影响,且能防止鼠害的发生和蔓延,使系统处于相对稳定的平衡状态,而有益于生物生产量的永续提高。因此,合理的放牧水平(中度及轻度)是控制鼠害,提高草场生产力的重要措施,此即本文探讨的放牧系统优化管理的生态对策(ecological strategy)。

参 考 文 献

- 刘季科、梁杰荣、周兴民、李健华, 1982, 高寒草甸生态系统定位站地区的啮齿动物群落与数量, 高寒草甸生态系统(夏武平主编), 甘肃人民出版社, 34—43。
- 郑生武, 1980, 中华鼯鼠繁殖的研究, 动物学研究, 1(4): 465—477。
- 周庆强、钟文勤、孙崇谔, 1982, 内蒙古白音锡勒典型草原区鼠类群落多样性的研究, 兽类学报, 2(1): 89—94。
- 钟文勤、周庆强、孙崇谔, 1985, 内蒙古草场鼠害的基本特征及其生态对策, 兽类学报, 5(4): 241—249。
- 夏武平, 1964, 谈谈草原啮齿动物的一些生态学问题, 动物学杂志, 6(6): 299—302。
- 黄孝龙、王治军、吴驾松、刘丽娟, 1986, 青海海晏县热水滩和乌兰脑滩喜马拉雅旱獭的繁殖生物学特征, 兽类学报, 6(4): 307—310。
- 梁杰荣、孙儒泳, 1985, 根田鼠生命表和繁殖的研究, 动物学报, 31(2): 170—177。
- 萧运峰、谢文忠、梁杰荣、沙 渠, 1982, 高寒草甸放牧退化演替及其与鼠害的关系 自然资源, 1: 76—84。
- Batzli, G. O., R. G. White and S.F. MacLean, Jr., 1980, The herbivore-based trophic system. 335—410, in An arctic ecosystem: the coastal plain of Northern Alaska (J. Brown, P. C. Miller, L. L. Tieszen and F. L. Bunnell, eds.). Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, 571.
- Birney, E. C., W. E. Grant and D. D. Baird., 1976, Importance of vegetative cover to cycles of *Microtus* populations. *Ecology*, 57:1043—1051.
- French, N. R., W. E. Grant, W. Grodzinski and D. M. Swift., 1976, Small mammal energetics in grassland ecosystems. *Ecol. Monogr.*, 46: 201—220.
- Grant, W. E. and E. C. Birney, 1979, Small mammal community structure in North American grasslands. *J. Mamm.*, 60: 23—36.
- Grant, W. E., E. C. Birney, N. R. French and D. M. Swift, 1982, Structure and productivity of grassland small mammal communities related to grazing-induced changes in vegetative cover. *J. Mamm.*, 63: 248—260.
- Grant, W. E. and N. R. French, 1980, Evaluation of the role of small mammals in grassland ecosystem: a modelling approach. *Ecol. Modelling*, 8: 15—37.
- Grant, W. E., N. R. French and D. M. Swift, 1977, Response of a small mammal community to water and nitrogen treatments in a shortgrass prairie ecosystem. *J. Mamm.*, 58: 637—652.
- Hafner, M. S., 1977, Density and diversity in Mojave desert rodent and shrub communities, *J. Anim. Ecol.*, 46: 925—938.
- Holmes, W., 1980, Grass, its production and utilization. Blachwelt Scientific Publications. Oxford, 158—164.
- Horn, H. S., 1966, Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Amer. Nat.*, 100: 419—424.
- Liu Jike, Zhou Li, and Liu Yang, 1988, Vital statistics characteristic of plateau pika populations. in Abstracts of Symposium of Asian-Pacific Mammalogy (A. T. Smith, R. S. Hoffmann, W. Z. Lidicker, Jr, and D. A. Schlitter, eds.). Wen Yang Hotel, Huairou, Beijing.
- Pielou, E. C., 1966, The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13: 131—144.
- Zippin, C., 1956., An evolution of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics*, 12: 163—169.

These results lend further support to the hypothesis that the general composition of grassland small mammal communities is determined primarily by structural attributes of the habitat. Ecological strategies of rodent pest control were also discussed.

EFFECT OF EXPERIMENTAL GRAZING LEVEL OF TIBETAN SHEEP ON RODENT COMMUNITIES

I. ANALYSES OF STRUCTURE AND FUNCTION FOR RODENT COMMUNITIES

Liu Jike, Wang Xi, Liu Wei and Nie Haiyan

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences)

Effect of the level of grazing intensity in five experimental treatments for Tibetan sheep on the structure and function of rodent communities at Haibei Research Station of Alpine Meadow Ecosystem was examined quantitatively using data collected during the period of August and September, 1988. Species composition, biomass density, species diversity (H'), evenness (J'), proportional species and functional group composition among grazing treatments showed strong changes. The ratios of biomass densities for *Ochotona curzoniae* and *Myospalax baileyi* to total biomass density are increased with increase in grazing intensity, while the biomass density ratios of *O. cansus*, *Microtus oeconomus* and of *Marmota himalayana* decreased with increase in grazing intensity.

The species diversity and species number of the rodents showed significantly positive correlations with grazing intensity, respectively, and there was an insignificantly positive correlation between the rodent species evenness and grazing intensity. The positive correlation between diversity and species number was more significant than diversity and evenness within the rodent communities.

The rodent species diversity was also related to grazing-induced changes in vegetative structure. The species diversities of plants and of the rodents in these treatments indicated a significantly positive correlation, and the rodent evenness also showed significantly positive correlation with plant evenness. However, the relations between the species numbers of plants and of the rodents indicated an insignificant correlation. The rodent species diversity is correlated negatively to the height of plants and vegetative cover level (=total above-ground standing crop of plants), respectively.

These results lend further support to the hypothesis that the general composition of grassland small mammal communities is determined primarily by structural attributes of the habitat. Ecological strategies of rodent pest control were also discussed.

Key words: Tibetan sheep; Experimental grazing level; Rodent community; Structure and function; Species diversity; Functional group.

I. ANALYSES OF STRUCTURE AND FUNCTION FOR RODENT COMMUNITIES

Bin Jike, Wang Xi Bin Wei and Nie Haiyan
(Northwest Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences)

Effect of the level of grazing intensity in five experimental treatments for Tibetan sheep on the structure and function of rodent communities at Haihei Research Station of Alpine Meadow Ecosystem was examined quantitatively using data collected during the period of August and September, 1988. Species composition, biomass density, species diversity (H'), evenness (V'), proportional species and functional group composition among grazing treatments showed strong changes. The ratios of biomass densities for *Ochotona curzoniae* and *Myiopus baileyi* to total biomass density etc. increased with increase in grazing intensity, while the biomass density ratios of *O. curzoniae*, *Mixotona oeconomus* and *O. marmota sibirica* decreased with increase in grazing intensity.

The species diversity and species number of the rodents showed significantly positive correlations with grazing intensity, respectively, and there was an insignificantly positive correlation between the rodent species evenness and grazing intensity. The positive correlation between diversity and species number was more significant than diversity and evenness within the rodent communities.

The rodent species diversity was also related to grazing-induced changes in vegetative structure. The species diversities of plants and of the rodents in these treatments indicated a significantly positive correlation, and the rodent evenness also showed significantly positive correlation with plant evenness. However, the relations between the species numbers of plants and of the rodents indicated an insignificant correlation. The rodent species diversity is correlated negatively to the height of plants and vegetative cover level (=total above-ground standing crop of plants), respectively.