

鼠害治理条件下鼠类群落变动的生态过程

张堰铭 樊乃昌* 王权业 景增春

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

摘 要

在高寒草甸鼠害治理过程中, 因治理方式、强度以及环境的差异, 鼠类群落的变动表现出不同的特点。次生植被地区, 灭杀高原鼯鼠和高原鼠兔后, 经补播、封育、灭杀残存高原鼯鼠等综合治理, 5年内, 高原鼯鼠和高原鼠兔种群数量显著低于灭杀前 ($P < 0.05$), 根田鼠和甘肃鼠兔种群数量剧烈波动, 鼠类群落多样性、均匀度指数年间波动大, 群落不稳定; 仅使用药物灭杀高原鼯鼠和高原鼠兔, 3年后, 高原鼯鼠种群数量与灭杀前无显著差异 ($P > 0.05$), 鼠类群落多样性、均匀度指数在灭鼠当年下降, 以后各年间变动不显著。原生植被地区, 使用药物灭杀高原鼠兔, 高原鼯鼠种群数量上升, 围栏封育措施, 对高原鼠兔种群的增长有显著的抑制作用 ($P < 0.05$), 但对高原鼯鼠作用不显著 ($P > 0.05$); 单一药物灭杀高原鼠兔, 鼠类群落多样性、均匀度指数无显著变化, 灭杀3年后, 高原鼠兔种群数量与灭杀前无显著差异 ($P > 0.05$), 高原鼯鼠显著增加 ($P < 0.05$)。人工大量捕杀高原鼯鼠, 非围栏封育地区, 高原鼠兔种群显著增加 ($P < 0.05$)。

关键词 生态过程; 鼠害治理; 鼠类群落

鼠害治理是当前解决草地退化最重要的途径之一, 探讨鼠害治理措施对鼠类群落作用的生态过程, 是合理利用牧草资源、加速植被恢复的前提。在高寒草甸地区, 小哺乳动物群落的研究多放在结构与功能方面 (刘季科等, 1982; 宗浩等, 1986; 施银柱等, 1991), 而对小哺乳动物群落的演替, 特别是鼠害治理措施条件下鼠类群落变动的过程, 基本未有涉及。小哺乳动物是高寒草甸生态系统中的重要组成部分, 阐明鼠害治理措施对鼠类的作用, 了解鼠类对草地植被危害的动态特征, 对提供草地管理决策有着重要的意义。本文旨在分析鼠害治理措施条件下, 高寒草甸生态系统的主要消费者——鼠类数量的变动特点、种间关系以及与环境之间的关系, 为控制鼠类对草地的危害提供科学依据。

研究地区和工作方法

本项工作于1987年4月~ 1991年10月在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站地区进行。1987年4月, 在该地区窑沟口、西大滩和盘坡选取20个固定的圆形样方, 样方大小为 0.25 hm^2 ($\pi \times 28.2^2 \text{ m}^2$), 植被类型为矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 草甸。依鼠害治理措施的不同设4个处理区。

A 区, 地点位于盘坡宁张公路153~ 155 km 路碑南侧, 面积约 200 hm^2 的次生植被地

* 现在浙江师范大学生物系
本文于1997年4月9日收到, 1998年1月9日收到修改稿

区,鼠害治理的时间和措施分别为:(1)1987年4月,采用模拟鼠洞道内机械投饵(樊乃昌等,1990)灭杀高原鼯鼠(*Myospalax baileyi*)和高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*),药剂分别为0.075%敌鼠钠盐和0.6%毒鼠磷;(2)1987年5月补播垂穗披碱草(*Elymus nutens*)、老芒麦(*Elymus sibiricus*)和星星草(*Puccinellia tenckfiora*),设立网围栏;(3)1988年4月,使用0.075%敌鼠钠盐地面洞口旁人工投饵灭杀高原鼠兔;(4)1987~1989年,每年4~10月定期灭杀该区内残存的高原鼯鼠。

B区,地点位于盘坡A区北侧,面积约130 hm²的次生植被地区,鼠害治理的时间和措施分别为:(1)1988年4月,使用0.1%敌鼠钠盐地面洞口旁人工投饵灭杀高原鼠兔;(2)1988年5月,使用模拟鼠洞道内机械投饵灭杀高原鼠兔和高原鼯鼠,药剂分别为0.075%敌鼠钠盐和0.6%毒鼠磷。

C区,地点位于窑沟口,面积约150 hm²的原生植被地区,鼠害治理的时间和措施分别为:(1)1988年4月和1988年12月两次使用C型肉毒梭杆菌生物毒素地面洞口旁人工投饵灭杀高原鼠兔;(2)1988年9月设置网围栏。

D区,地点位于西大滩,面积约200 hm²原生植被地区,1988年4月和1988年12月两次使用C型肉毒梭杆菌生物毒素地面洞口旁人工投饵灭杀高原鼠兔。

4个处理区均为冬春放牧草地,每年6~10月为草场休牧期,1991年4~10月,在4个处理区内,人工捕杀高原鼯鼠。调查时间为每年10月。对于不同的鼠种,采用不同的数量统计指标:高原鼯鼠采用土丘群系群法;高原鼠兔采用有效洞口法;根田鼠(*Microtus oeconomus*)、甘肃鼠兔(*Ochotona cansus*)采用去除取样法。

鼠类群落多样性指数采取目前比较广泛使用的Shannon-Wiener指数进行测定(Shannon等,1949;Hafner,1977),其计算公式为: $H = - \sum P_i \cdot \ln P_i$,式中, H 为多样性指数, P_i 为第*i*个鼠种的个体占样地内鼠类群落中个体总数的比例,均匀度指数根据多样性指数进行计算(Pielou,1966),公式为: $J = H / \ln S$,式中, S 为物种数。

结 果

1. 次生植被地区鼠害治理后,鼠类种群数量及群落多样性、均匀度指数的变动

采用模拟鼠洞道内机械投饵灭杀高原鼯鼠和高原鼠兔,灭杀效果分别为85.70%和98.35%(景增春等,1991)。在此基础上进行补播、封育、灭杀残存高原鼯鼠的A区,鼠类种群数量及群落多样性、均匀度指数年间的变动(表1)与只采取单一机械投饵灭杀高原鼯鼠和高原鼠兔措施的B区有明显的不同(表2)。

在A区,高原鼯鼠灭杀后第3年(1989年)种群数量极显著高于灭杀当年(1987年)($t = 10.108, P < 0.001$),但仍低于其危害防治经济阈值4.18只/hm²(陶燕锋等,1988)的种群密度。灭杀后第4年(1990年),种群密度显著高于1989年($t = 4.347, P < 0.05$),达到轻度危害水平,但种群密度极显著低于灭杀前(1986年)($t = 4.413, P < 0.01$)。1991年该区内人工捕杀高原鼯鼠,高原鼠兔种群数量显著高于1987年($t = 3.865, P < 0.05$),但仍极显著低于灭杀前(1986年)($t = 5.783, P < 0.01$)。退化草地补播、封育使草地植物的组成及生物量发生显著的变化(景增春等,1991),造成根田鼠和甘肃鼠兔种群数量在该区剧烈波动。鼠类群落多样性和均匀度指数波动大,鼠类群落优势种每年均发生更替,高寒矮嵩草甸鼠类群落伴生种根田鼠和甘肃鼠兔,1989和1991年分别为群落优势种。

表1 A 试区——次生植被灭鼠、补播、封育综合治理区鼠类群落组成及多样性、均匀度指数的变化

Table 1 Treatment A—the changing of the species composition, diversity index (H) and evenness index (J) of rodent community by rodent pest controlled, fenced and sowed in the secondary vegetation area

年 Year	样方数 Plots	鼠类群落 Rodent community				多样性和均匀度指数 Diversity and evenness index	
		高原鼯鼠 Plateau zokor (ind./hm ²)	高原鼠兔 Plateau pika (ind./hm ²)	根田鼠 Root vole (ind./hm ²)	甘肃鼠兔 Gansu pika (ind./hm ²)	H	J
1986*	5	29.7 ± 8.30 (18.0)**	135.3 ± 37.9 (82.0)	0	0	0.471	0.471
1987	5	0.1 ± 0.04 (2.6)	3.8 ± 1.9 (97.4)	0	0	0.121	0.121
1988	5	0.1 ± 0.04 (5.6)	1.7 ± 4.0 (94.4)	0	0	0.216	0.216
1989	5	3.5 ± 0.50 (1.5)	0	217.2 ± 18.4 (89.3)	22.4 ± 5.4 (9.2)	0.383	0.242
1990	5	10.1 ± 6.80 (100.0)	0	0	0	0	0
1991	5	2.4 ± 1.90 (2.6)	20.4 ± 10.7 (22.5)	26.9 ± 8.6 (9.7)	41.0 ± 25.5 (45.2)	1.150	0.575

* 为灭杀前种群密度 Population densities before pest controlled

** 括号内为组成 (%) Number in brackets is Percent of species composition

下同 the same as the tables below

表2 B 试区——次生植被单一灭鼠措施区鼠类群落组成及多样性、均匀度指数的变化

Table 2 Treatment B—the changing of the species composition, diversity index (H) and evenness index (J) of rodent community by rodent pest controlled only in the secondary vegetation area

年 Year	样方数 Plots	鼠类群落 Rodent community				多样性和均匀度指数 Diversity and evenness index	
		高原鼯鼠 Plateau zokor (ind./hm ²)	高原鼠兔 Plateau pika (ind./hm ²)	根田鼠 Root vole (ind./hm ²)	甘肃鼠兔 Gansu pika (ind./hm ²)	H	J
1987*	5	25.6 ± 2.70 (19.7)**	104.4 ± 9.3 (76.4)	0	0	0.496	0.496
1988	5	0.1 ± 0.02 (3.8)	2.5 ± 0.5 (96.2)	0	0	0.162	0.162
1989	5	11.1 ± 4.50 (75.5)	2.8 ± 1.2 (19.0)	0.8 ± 0.3 (6.5)	0	0.767	0.484
1990	5	21.7 ± 7.10 (78.9)	2.7 ± 0.7 (9.8)	1.6 ± 0.4 (5.8)	1.5 ± 0.4 (5.5)	0.740	0.369
1991	5	2.2 ± 1.10 (5.0)	24.6 ± 3.9 (55.5)	1.3 ± 0.6 (2.9)	16.2 ± 3.1 (36.6)	0.947	0.473

B 区, 高原鼯鼠灭杀后第2年 (1989年) 种群数量极显著高于灭杀当年 (1988年) ($t = 6.995, P < 0.001$), 灭杀后第3年 (1990年) 种群数量与灭杀前 (1987年) 无显著差异 ($t = 0.795, P > 0.05$)。高原鼠兔在机械投饵和地面洞口旁人工投饵的多次灭杀后, 种群

数量维持较低水平, 1991年该区内捕杀高原鼢鼠, 高原鼠兔种群数量显著高于1990年 ($t=4.334, P<0.05$), 但仍极显著低于灭杀前(1987年) ($t=7.615, P<0.01$)。根田鼠和甘肃鼠兔种群数量仅在低密度范围内波动。鼠类群落变动过程中, 群落多样性和均匀度指数自1989年后, 波动幅度较小, 群落优势种仍为高原鼢鼠或高原鼠兔。

表3 C 试区——原生植被灭鼠、封育措施区鼠类群落组成及多样性、均匀度指数的变化

Table 3 Treatment C—the changing of the species composition, diversity index (H) and evenness index (J) of rodent community by rodent pest controlled and fenced in the primary vegetation area

年 Year	样方数 Plots	鼠类群落 Rodent community				多样性和均匀度指数 Diversity and evenness index	
		高原鼢鼠 Plateau zokor (ind./hm ²)	高原鼠兔 Plateau pika (ind./hm ²)	根田鼠 Root vole (ind./hm ²)	甘肃鼠兔 Gansu pika (ind./hm ²)	H	J
1987*	5	10.4 ± 3.5 (17.0)**	50.6 ± 16.4 (83.0)	0	0	0.456	0.456
1988	5	15.4 ± 4.2 (32.9)	31.4 ± 6.2 (67.1)	0	0	0.634	0.634
1989	5	14.4 ± 4.8 (85.2)	2.5 ± 0.9 (14.8)	0	0	0.491	0.491
1990	5	19.7 ± 7.1 (52.1)	9.1 ± 3.8 (24.1)	7.8 ± 0.5 (20.6)	1.2 ± 0.8 (3.2)	1.118	0.559
1991	5	2.7 ± 1.4 (11.1)	9.5 ± 7.1 (79.9)	2.2 ± 0.4 (9.0)	0	0.640	0.404

表4 D 试区——原生植被单一灭鼠措施区鼠类群落组成及多样性、均匀度指数的变化

Table 4 Treatment D—the changing of the species composition, diversity index (H) and evenness index (J) of rodent community by rodent pest controlled only in the primary vegetation area

年 Year	样方数 Plots	鼠类群落 Rodent community				多样性和均匀度指数 Diversity and evenness index	
		高原鼢鼠 Plateau zokor (ind./hm ²)	高原鼠兔 Plateau pika (ind./hm ²)	根田鼠 Root vole (ind./hm ²)	甘肃鼠兔 Gansu pika (ind./hm ²)	H	J
1987*	5	7.7 ± 1.7 (10.5)**	62.2 ± 22.4 (85.0)	3.3 ± 0.5 (4.5)	0	0.514	0.324
1988	5	11.3 ± 3.3 (31.5)	24.4 ± 6.4 (68.5)	0	0	0.595	0.595
1989	5	12.9 ± 3.0 (64.2)	6.6 ± 2.0 (32.8)	0.6 ± 0.4 (1.0)	0	0.696	0.439
1990	5	15.9 ± 4.5 (40.5)	20.3 ± 11.1 (51.7)	2.1 ± 1.2 (5.3)	1.0 ± 0.6 (2.5)	0.955	0.476
1991	5	2.8 ± 0.8 (3.3)	74.6 ± 17.0 (92.0)	2.2 ± 1.3 (2.7)	1.5 ± 0.9 (1.8)	0.364	0.182

2 原生植被地区鼠害治理后, 鼠类种群数量及群落多样性、均匀度指数的变动

1988年4月和1988年12月, 两次使用C型肉毒梭杆菌生物毒素灭杀高原鼠兔并采取封育措施的C区与仅采取灭杀高原鼠兔措施的D区, 鼠类种群数量及群落多样性、均匀度指数年间的变动分别列于表3和表4进行分析。

在C区, 两次灭杀高原鼠兔并采取围栏封育措施后, 高原鼠兔1989年和1990年种群

数量极显著低于灭杀前(1987年) ($t=5.040, 4.125, P<0.01$), 1991年人工捕杀高原鼯鼠后, 高原鼠兔种群数量与1990年差异不显著 ($t=0.088, P>0.05$)。高原鼯鼠种群自1987年后逐年增长, 1990年种群数量显著高于1987年 ($t=2.469, P<0.05$), 鼠类群落的多样性、均匀度指数在灭杀高原鼠兔和捕杀高原鼯鼠年间下降, 群落优势种仍为高原鼯鼠或高原鼠兔, 根田鼠和甘肃鼠兔为群落伴生种。

在D区, 单一灭杀高原鼠兔后, 灭效仅保持1年(1989年)。在随后的各年中, 高原鼠兔种群数量迅速增长, 1990年种群数量显著高于1989年 ($t=3.115, P<0.05$), 1991年人工捕杀高原鼯鼠, 其种群数量极显著高于1990年 ($t=3.640, P<0.01$), 且与灭杀前(1987年)的种群数量差异不显著 ($t=0.713, P>0.05$)。高原鼯鼠种群数量自1987年后逐年增长, 1990年种群数量显著高于1987年 ($t=2.478, P<0.05$)。鼠类群落多样性、均匀度指数除1991年捕杀高原鼯鼠下降外, 其他年间均有不同程度的增长, 鼠类群落优势种1989年为高原鼯鼠, 其它年间均为高原鼠兔。

讨 论

有害生物的控制是使生物群落结构发生变化的主要原因之一, 它在群落的物种多样性和均匀度指数的变化中起着重要的作用 (Allen 等, 1980; Brown 等, 1980)。对比A、B两试区结果, 我们可得出综合治理与单一灭杀危害鼠种所获得的效果明显不同。在A区由于灭杀高原鼠兔和高原鼯鼠, 补播草籽、封育等综合治理措施, 根田鼠、甘肃鼠兔种群数量增长快, 高密度维持时间短; 高原鼠兔种群数量低, 恢复速度慢; 高原鼯鼠因采用多种灭杀方式, 种群数量表现为不稳定的波动, 鼠类群落多样性、均匀度指数波动较大(表1), 说明综合治理措施对鼠类群落具有长期的干扰作用。而在B区, 危害鼠种群恢复的周期短, 鼠类群落的优势种仍为草地的主要危害鼠种, 多样性、均匀度指数在灭杀期间下降, 非灭鼠时期无明显变化(表2), 说明单一灭鼠措施对鼠类群落的作用仅限定于灭鼠当年。

鼠类群落的演替, 是组成群落物种间以及物种与环境间相互作用的结果, 控制主要危害鼠种的数量和改变鼠类栖息环境, 是直接促使动物群落的组成种类在时、空上发生变化的重要措施 (Haynes 等, 1973; 1980; April 等, 1988)。A区灭鼠后, 补播、封育等措施, 使该区植物群落组成发生显著的变化, 1988年地上生物量达到 437.5 g/cm^2 , 草群高度达80 cm, 植物群落盖度为80% (景增春等, 1991)。由于禾草和莎草地上生物量增加, 高原鼠兔种群数量恢复受到抑制, 而植物群落的此种变化为根田鼠、甘肃鼠兔提供了良好的食物条件和隐蔽场所, 1989年该区2种鼠种群数量迅速增长, 成为鼠类群落的优势种(表1)。1989年后, A区草地资源过度利用, 半人工草地退化, 环境稳定性被破坏, 高原鼯鼠种群数量大幅度上升, 高原鼠兔逐年侵入, 危害草地植被的优势种重新在该区出现。因此, 环境的变化也是引起草地植被重新出现危害的主要原因之一, 鼠害治理不但要注意鼠类群落结构的变化, 还应注意各种措施对环境稳定性的作用。

高寒草甸地区, 由于鼠类物种之间的相互作用, 灭杀高原鼠兔可引起高原鼯鼠种群数量的增长(表3, 表4), 该结果在其他有关高寒草甸鼠类群落的研究中已得到证实 (梁杰荣等, 1978; 宗浩等, 1986)。在C区, 高原鼯鼠种群数量的显著增加, 说明围栏封育措施对高原鼯鼠种群不能产生直接的抑制作用。对比C、D两区, D区高原鼠兔种群数量年间差异显著, 且显著高于围栏封育后的C区, 1991年捕杀高原鼯鼠, D区高原鼠兔种

群数量显著增加(表4), C区年间则无显著差异(表3), 说明围栏封育对高原鼠兔种群有良好的抑制作用。在D区, 单一灭杀高原鼠兔, 鼠类群落的多样性、均匀度指数无较大变化(表4), 说明该措施对鼠类群落的作用较小, 鼠类对草地的危害始终未能消除。因此, 在鼠害治理过程中, 应将鼠类群落视为一危害系统, 综合研究鼠类种间的相互关系和危害特征, 以此制定长期、高效的综合治理措施。

总之, 鼠害治理改变了原有鼠种的种群数量和栖息环境, 直接影响了鼠类群落的相似性, 多样性和均匀度的变化, 导致群落结构的非平衡性; 且随治理活动的目的、方式和强度的不同, 鼠类群落变动的趋势表现为多重性。

参 考 文 献

- 刘季科, 梁杰荣, 周兴民, 李建华 1982 高寒草甸生态系统 兰州: 甘肃人民出版社, 34~ 43
- 宗浩, 夏武平, 孙德兴 1986 一次大雪对鼠类数量的影响 高原生物学集刊, 6: 85~ 90
- 施银柱, 边疆晖, 王权业, 张堰铭 1991 高寒草甸地区小哺乳动物多样性的初步研究 兽类学报, 11 (4): 279~ 284
- 梁杰荣, 肖运峰 1978 鼢鼠和鼠兔数量的相互关系及对草场植被的影响 灭鼠和鼠类生物学研究报告, 3: 118~ 124
- 陶燕铎, 樊乃昌, 景增春 1988 高原鼢鼠对草场的危害及防治阈值的探讨 中国媒介生物与控制杂志, 4 (3): 36~ 40
- 景增春, 樊乃昌, 周文扬, 边疆晖 1991 盘坡地区草场鼠害的综合治理 应用生态学报, 2 (1): 32~ 38
- 樊乃昌, 景增春, 周文扬 1990 高原鼢鼠的侵占行为及防治新途径 兽类学报, 10 (2): 114~ 120
- Allen G E, Bath J E 1980 The conceptual and institutional aspects of integrated pest management *Bio Science*, 30 (10): 658~ 644
- April D W, James K D 1988 Ecological consequences of prairie dog disturbances *Bioscience*, 38 (11): 778~ 785
- Brown G C, Lugardo A R, Gate S H 1980 Data base management systems in IPB programs *Environ Ent*, 9 (5): 475~ 482
- Hafner M S 1977 Density and diversity in Mojave dessert rodent and shrub communities *J anim Ecol*, 46 (3): 925 ~ 938
- Haynes D L, Brandenburg R K, Fisher P D 1973 Environmental monitoring network for pest management systems *Environ Entomol*, 2 (5): 889~ 999
- Haynes D L, Tummala R L, Ellis T L 1980 Ecosystem management for pest control *Bio Science*, 30 (10): 690~ 696
- Pielou E C 1966 The measurement of diversity in different types of biological collections *Theor Biol*, 13: 131~ 144
- Shannon C E, Weaver W 1949 The mathematical theory of communication Urbana, Illinois Press

THE CHANGING ECOLOGICAL PROCESS OF RODENT COMMUNITIES DURING RODENT PEST MANAGEMENTS IN ALPINE MEADOW

ZHANG Yanming FAN Naichang WANG Quanye JING Zengchun
(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

Abstract

Rodent pest management is one of the important methods to prevent the grassland from degenerating. We aim to analyse and discuss the changing process of rodent communities after rodent pest managements in this paper. The results of five years' study in alpine meadow are shown as follows.

Using the poison baits to kill plateau pika and plateau zokor, sowing seed and controlling the grazing cattle in secondary vegetation, the population densities of plateau zokor and plateau pika decreased rapidly and have been kept their lower from increasing for five years. The densities of root vole and Gansu Pika which usually are lower in meadow fluctuated stongerly during those years. The diversity and evenness indices of rodent community have changed irregularly for many years. However, there are not significant difference among the diversity and evenness indices of community which used the poison baits to kill the two rodents in secondary vegetation after the second year. Killing plateau pika only with poison baits in primary vegetation, the population density of plateau zokor increased gradually. The density of the third year after killing is significantly higher than the first year's. The treatment of fence and controlling the grazing cattle can keep the population density of plateau pika from increasing effectively. But it is not useful to plateau zokor. killing pika only with the baits can not prevent pika population from recovering in a few years. Furthermore, the killing cause zokor population to increase because the balance of rodent community has been broken.

The treatment of capturing and killing plateau zokor cause the rodent indices of diversity and evenness to decrease in primary vegetation. Whereas, it can cause the indices to increase in artificial or semi-artificial grassland.

Key words Ecological process; Rodent pest management; Community