

高寒草甸牧场鼠害综合治理后动植物群落的演替及经济、生态效益的研究

景增春 边疆晖 樊乃昌

(中国科学院西北高原生物研究所)

摘要

在对严重退化草场实行综合治理后的试验示范区内，连续6年追踪研究地上生物量的变化，动植物群落的演替趋势及相互关系，以及持续的经济和生态效益。结果表明，植物群落已从根茎杂类草阶段（萼果香薷+细叶亚菊+鹤绒委陵菜群落）经疏丛禾草阶段（垂穗披碱草+老芒麦—鹤绒委陵菜群落）进入密丛禾草阶段（异针茅—丽江风毛菊群落），地上生物量大幅度提高。同时，鼠类群落由高原鼠兔+高原鼢鼠群落演替为根田鼠+高原鼢鼠+甘肃鼠兔群落。植物群落多样性与动物群落多样性之间存在显著正相关，但二者在均匀度、种数之间则无线性相关关系。经合理改良，可使草场在较短期内恢复植被，有害鼠类种群数量被有效控制，6年内投入与产出的比值为1:8.87，取得明显的生态和经济效益。为退化草场的恢复或重建，为害鼠的有效治理提供了有效途径。

关键词：鼠害综合治理；群落；演替；经济和生态效益

群落演替是生态学研究领域中最重要的内容之一，亦在生态系统结构和功能研究中占有重要地位，日益受到广大学者的重视。关于鼠类对草原植被的影响，国内外已做了大量研究（姚崇勇等，1963, 1964；梁杰荣等，1978；萧运峰等，1981；樊乃昌等，1988；Batzli等，1970），在鼠类和植物群落演替关系方面，仅限于弃耕地内的研究（夏武平等，1966；肖运峰等，1982；Pearson等，1959；Huntly等，1987），有关高寒草甸退化草场综合治理后动植物群落的演替趋势及其相互关系，以及经济和生态效益的研究，迄今未见报道。

本文旨在探讨对鼠类为害的草场在人类合理调控下，对动植物群落间的结构变化，分析其演替规律，为退化草场的恢复或重建以及鼠害的有效控制均具有理论和实践意义。本研究于1987—1993年连续6年在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站的盘坡地区进行。

研究样区与方法

试验区设在盈坡地区宁-张公路(151-155公里)以南冬春草场上,面积为200公顷。该地区的自然概况、植被类型、鼠类配置和综合治理措施已有专题报道(杨福国,1982;周兴民等,1982;肖运峰等,1982;景增春等,1991)。不再赘述。

鼠类种群数量的统计,每年5,10月份在试验区的中部,分别选取3—5块0.25公顷(50×50 米 2)的样方,样方间距100米。高原鼢鼠(*Myospalax baileyi*)采用统计土丘数,以土丘系数换算成种群密度。高原鼠兔(*Otchotona curzoniae*)则以洞口系数折算为种群密度。其它地面鼠采用5×5米 2 网格置铗,连续捕鼠5昼夜,用去除取样法(孙儒泳,1987)求出各鼠种的种群密度。对捕获个体逐一称重、解剖。

植物群落特征值和地上生物量的测定同步进行,每年8月底到9月初在试验区内分别选取5—10块0.25米 2 样方,样方间距50米。植物群落种的重要值按相对盖度、相对高度和相对频度的总和求得。地上生物量的测定采用刈割法,分别以禾草、莎草杂类草的烘干重计。

结 果

1. 综合治理后地上生物量的变化

地上生物量(尤其是禾、莎草)的高低是直接衡量草场质量好坏的重要标志。综合治理前草场严重退化,植被稀疏,已沦为大面积次生裸地,基本失去利用价值。治理后6年来,草场植被逐年恢复,地上生物量大幅度提高,结果见表1。

表1 综合治理区地上生物量年变化(烘干重·克/米 2)

Table 1 Yearly variation of aboveground biomass in the integrated management area (dry wt. g/m 2)

| 年 份 Years | 试验样区 Treatment area | | | | 对照区 Contrast area | | | |
|--------------|---------------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|
| | 禾 草 Grasses | 莎 草 Sedges | 杂类草 Forbs | 合 计 Total | 禾 草 Grasses | 莎 草 Sedges | 杂类草 Forbs | 合 计 Total |
| 1987 | 50.81 | 11.04 | 107.54 | 169.39 | 21.82 | 10.72 | 94.54 | 127.08 |
| 1988 | 389.36 | 15.83 | 126.03 | 531.22 | 27.36 | 11.68 | 153.73 | 192.77 |
| 1989 | 351.03 | 14.10 | 168.13 | 533.26 | 30.76 | 14.29 | 163.60 | 208.65 |
| 1990 | 248.30 | 29.10 | 95.80 | 373.20 | 37.15 | 10.00 | 158.12 | 205.27 |
| 1991 | 139.72 | 30.74 | 134.74 | 305.20 | 35.14 | 8.23 | 99.65 | 143.11 |
| 1993 | 106.98 | 31.48 | 165.62 | 304.08 | 35.65 | 7.34 | 165.62 | 208.61 |

从表1中的数据可以看出,治理当年的1987年,试验区禾草产量为50.81克/米 2 ,第1年和第2年禾草产量达到最高,分别为389.36和351.03克/米 2 ,其原因是补播禾草成份大量增加所致。从第3—6年禾草产量有下降趋势,补播禾草出现退化现象,其余禾草得到复

壮。与此同时,莎草产量持续增长,草结皮层已形成,草场质量仍向良性方向发展。综合治理区的两类优良牧草(禾草和莎草)地上生物量,当年秋季是对照区的1.90倍,第1年至第6年分别是10.38倍,8.10倍,5.88倍,3.92倍和3.22倍。

2. 植物群落的演替

盐坡地区草场在30年前由于盲目垦荒—弃耕导致严重退化。虽经多年自然恢复,仍

表2 综合治理区植物重要值年间变化

Table 2 Yearly changes of plant importance value in the integrated management area

| 植物种名 | Species | 重要值 Importance value | | | | | |
|--------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1993 |
| 垂穗披碱草 | <i>Elymus nutans</i> | 22.99 | 34.63 | 36.75 | 35.78 | 26.97 | 18.57 |
| 老芒麦 | <i>E. sibiricus</i> | 0.00 | 33.35 | 35.13 | 24.59 | 19.20 | 14.07 |
| 星星草 | <i>Puccinellia tenuiflora</i> | 0.00 | 14.44 | 17.83 | 13.12 | 12.36 | 13.36 |
| 异针茅 | <i>Stipa aliena</i> | 4.09 | 4.16 | 12.52 | 14.53 | 17.22 | 26.90 |
| 羊茅 | <i>Festuca ovina</i> | / | / | / | 6.21 | 8.10 | 10.03 |
| 矮嵩草 | <i>Kobresia humilis</i> | 3.27 | 4.80 | 4.89 | 15.59 | 7.81 | 11.75 |
| 苔草 | <i>Carex spp.</i> | 6.58 | 8.07 | 15.60 | 9.67 | 20.09 | 13.26 |
| 萼果香薷 | <i>Elsholtzia calycocarpa</i> | 36.29 | 5.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 露蕊乌头 | <i>Aconitum gymnanandrum</i> | 9.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 尖叶龙胆 | <i>Gentiana aristata</i> | 8.00 | 4.15 | 4.91 | 4.93 | 6.33 | 7.09 |
| 甘肃马先蒿 | <i>Pedicularis kansuensis</i> | 18.79 | 16.53 | / | 9.63 | 8.38 | 11.25 |
| 鹤城委陵菜 | <i>Potentilla anserina</i> | 33.54 | 32.71 | 13.06 | 5.66 | 16.02 | 6.38 |
| 二裂委陵菜 | <i>P. bifurca</i> | 17.67 | 10.97 | 12.16 | 17.53 | 9.78 | / |
| 雪白委陵菜 | <i>P. nivea</i> | 7.66 | 7.86 | 8.19 | 3.85 | 5.17 | 5.80 |
| 柔軟紫菀 | <i>Aster flaccidus</i> | 5.10 | 8.36 | 11.07 | 9.94 | 21.69 | 13.49 |
| 兰石草 | <i>Lancea tibetica</i> | 7.42 | 7.32 | 5.68 | 6.16 | 5.04 | 4.55 |
| 直立梗唐松草 | <i>Thalictrum alpinum var. elatum</i> | 5.08 | 2.69 | 5.10 | 10.44 | / | 3.61 |
| 高山唐松草 | <i>Thalictrum alpinum</i> | 3.51 | 4.35 | 4.75 | / | 9.89 | 6.17 |
| 西伯利亚蓼 | <i>Polygonum sibiricum</i> | 21.45 | 11.85 | 10.98 | 10.29 | 2.05 | 2.69 |
| 矮金莲花 | <i>Trollius pumilus</i> | 5.69 | 5.50 | 9.43 | 9.44 | 13.25 | / |
| 海乳草 | <i>Glaux maritima</i> | 20.51 | 13.77 | 9.51 | 9.67 | 3.77 | 1.53 |
| 雅毛茛 | <i>Ranunculus pulchellus</i> | / | 11.46 | / | 13.41 | 9.91 | 11.46 |
| 细叶亚菊 | <i>Ajania tenuifolia</i> | 35.68 | 20.76 | 16.50 | 11.16 | 3.61 | 3.27 |
| 丽江风毛菊 | <i>Saussurea likiangensis</i> | 5.77 | 8.73 | 11.95 | 13.31 | 26.66 | 21.26 |
| 箭叶橐吾 | <i>Ligularia sagittata</i> | 4.48 | 6.14 | 11.95 | 8.74 | 14.16 | 4.98 |
| 摩苓草 | <i>Morina chinensis</i> | / | 3.87 | 7.15 | 11.73 | 2.07 | 11.57 |
| 异叶米口袋 | <i>Gueldenstaedtia diversifolia</i> | 3.48 | 5.75 | 6.81 | 12.12 | 4.47 | 2.39 |
| 花苜蓿 | <i>Trigonella rutenica</i> | 3.50 | 5.04 | 6.93 | 6.65 | 13.78 | 13.06 |
| 蒙古蒲公英 | <i>Taraxacum mongolicum</i> | 4.09 | 7.66 | 9.89 | 9.39 | 15.59 | 8.23 |
| 美丽风毛菊 | <i>Saussurea superba</i> | / | 4.61 | 5.29 | / | 2.02 | 5.14 |
| 甘青老鹳草 | <i>Geranium pylzowianum</i> | / | / | / | 12.12 | 18.95 | 11.75 |
| 矮火绒草 | <i>Leontopodium nanum</i> | 2.49 | / | 4.36 | 5.66 | 6.24 | 6.13 |

停留在杂类草阶段。其主要因素就是高原鼢鼠和高原鼠兔交替破坏的结果。1987年经综合治理后，对不同治理年限的植物群落调查，对比分析不同植物种在群落中的作用和群落演替的进程，数据列表2。

结果表明，治理前，植物群落的种类组成主要是杂类草成份，总盖度35%，草层高度9.9厘米。优势种为尊果香薷 (*Elsholtzia calycocarpa*)、细叶亚菊 (*Ajania tenuifolia*) 和 鹅绒委陵菜 (*Potentilla anserina*)。主要伴生种为西伯利亚蓼 (*Polygonum sibiricum*)、海乳草 (*Glaux maritima*)、甘肃马先蒿 (*Pedicularis kansuensis*) 和 二裂委陵菜 (*Potentilla bifurca*) 等，群落无层次分化。治理后的1—3年，以补播垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 和 老芒麦 (*E. sibiricus*) 居建群地位，一些多年生丛生禾本科和莎草科植物侵入，植物群落的种类组成成份发生明显变化，总盖度提高到70%—85%，草层高度达55厘米，群落层次分化明显。禾草组成第一层，莎草及杂类草组成第二层。土壤变得较为紧实，植被郁闭度显著增加，使次生演替阶段的优势种及其它阳性杂类草的生长受到抑制，有的在衰退，有的在消失。到治理后的第6年，密丛禾草异针茅 (*Stipa aliena*) 上升居主要地位，群落种类组成趋于接近原生植被。

由上可知，综合治理措施可加速植物群落的演替进程，演替系列已从根茎杂类阶段—尊果香薷+细叶亚菊+鹅绒委陵菜群落经疏丛禾草阶段—垂穗披碱+老芒麦+鹅绒委陵菜群落进入密丛禾草阶段—异针茅+丽江风毛菊 (*Saussurea likiangensis*) 群落，并处于相对稳定阶段。

3. 鼠类群落的演替

综合治理前后对试验区内鼠类种群密度及群落组成逐年进行调查，结果列于表3。

表3 综合治理区鼠类种群密度变化(只/公顷)及群落组成
Table 3 Population density(ind./ha) and composition of rodent communities in the integrated management area

| 年份 Years | 高原鼢鼠 <i>Myospalax baileyi</i> | 高原鼠兔 <i>Ochotona curzoniae</i> | 根田鼠 <i>Microtus oeconomus</i> | 甘肃鼠兔 <i>Ochotona cansus</i> | 长尾仓鼠 <i>Cricetulus longicaudatus</i> | 总计 Sum |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|--------------|
| 1987* | 19.6(14.2) | 118.1(85.8) | 0.0(0.0) | 0.0(0.0) | 0.0(0.0) | 137.7(100.0) |
| 1988 | 0.7(11.7) | 5.3(88.3) | 0.0(0.0) | 0.0(0.0) | 0.0(0.0) | 6.0(100.0) |
| 1989 | 3.1(1.3) | 0.0(0.0) | 217.2(88.6) | 22.4(9.1) | 2.4(0.9) | 245.1(100.0) |
| 1990 | 6.4(4.5) | 0.0(0.0) | 124.4(87.4) | 11.5(8.1) | | 142.3(100.0) |
| 1991 | 7.5(6.7) | 0.0(0.0) | 68.8(60.6) | 35.2(30.9) | 2.0(1.8) | 113.6(100.0) |
| 1993 | 10.3(16.9) | 0.7(1.5) | 37.6(61.6) | 10.0(16.4) | 2.4(3.9) | 61.0(100.0) |

* 1987年为治理前密度。 Density before integrated management in 1987

1987年治理前，鼠类群落由高原鼠兔+高原鼢鼠两种鼠组成，高原鼠兔为优势种，占

85.8%，高原鼢鼠为次优势种，占14.2%。治理后的第1年（1988），群落仍由这两种鼠组成，高原鼠兔占88.3%，高原鼢鼠占11.7%。从1989年起群落组成随即出现急剧变化，由原来的高原鼠兔+高原鼢鼠群落演替为根田鼠（*Microtus oeconomus*）+甘肃鼠兔（*Ochotona cansus*）群落，优势种为根田鼠，其次为甘肃鼠兔。另有少量的高原鼢鼠和长尾仓鼠（*Cricetulus longicaudatus*）分布。至1993年，演替为根田鼠+高原鼢鼠+甘肃鼠兔群落。

从表3还可看出，虽然1988年与1987年均为同一群落，但种群数量有明显差异，高原鼢鼠由19.6只/公顷下降到0.7只/公顷，高原鼠兔从118.1只/公顷降到5.3只/公顷。1989年根田鼠和甘肃鼠兔种群数量急剧增加，而高原鼠兔种群几乎消失。之后，根田鼠逐渐降低，高原鼢鼠有回升趋势。

4. 植物多样性与动物多样性的关系

群落种的多样性与均匀度是群落结构的重要参数。综合治理区各年间捕获的鼠类，用 Shannon-Wiener 公式（Hafner, 1977）

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_e P_i$$

分别计算各年中鼠类多样性指数，式中 P_i 为 i 物种的个体占群落中个体总数的比值，以 Pielou (1966) 公式

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

计算各相应的均匀度指数，式中 S 为所包含的种数。用同样方法计算植物种的多样性和均匀度（表4）。

表4 植物群落和鼠类群落组成种的多样性指数（H'）和均匀度指数（J'）

Table 4 Species diversity index (H') and evenness index (J') of plant community and rodent community

| 年 份 Years | 植物群落 plant communities | | | 鼠类群落 Rodent communities | | |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | 种 数 Number of species (S) | 多样性指数 Diversity index (H') | 均匀度指数 Evenness index (J') | 种 数 Number of species (S) | 多样性指数 Diversity index (H') | 均匀度指数 Evenness index (J') |
| | | | | | | |
| 1987 | 24 | 2.266 | 0.726 | 2 | 0.408 | 0.589 |
| 1988 | 27 | 2.543 | 0.772 | 2 | 0.361 | 0.521 |
| 1989 | 25 | 2.676 | 0.831 | 4 | 0.424 | 0.306 |
| 1990 | 26 | 2.530 | 0.777 | 3 | 0.461 | 0.420 |
| 1991 | 27 | 2.913 | 0.884 | 4 | 0.920 | 0.663 |
| 1993 | 34 | 3.035 | 0.861 | 5 | 1.085 | 0.674 |

从表4中可以看出，治理后的不同年份之间鼠类群落的多样性指数（H'）和均匀度指数（J'）很不一致，1993和1991年群落的H'和J'均较高，1988和1989年则较低。经相关系

数的显著性检验,鼠种的多样性指数与植物种的多样性指数的相关显著($r=0.8803, r>r_{0.05}$, $P<0.05$),但二者的均匀度指数的相关不显著($r=0.2649, r<r_{0.05}$, $P>0.05$),鼠类与植物种数之间的相关系数亦不显著($r=0.6839, r<r_{0.05}$, $P>0.05$)。由此可见,在这些群落中,鼠类的均匀度和种数与植物的均匀度和种数并不存在线性相关,但鼠类的多样性相应地与植物的多样性变化趋势一致。

5. 经济、生态效益分析

治理前,盘坡地区的草场生态环境遭到严重破坏,已沦为大面积次生裸地,高原鼠兔和高原鼢鼠危害十分严重,极大的阻碍着本地区畜牧业生产的发展。针对该地区草场退化的原因以及鼠害发生与发展的规律,克服以往单一采用化学防治的弊端。1987年我们与门源种马场合作,把机械灭鼠,补播围栏和控制放牧等措施有机结合起来实行综合治理。经过6年的定位观察,综合治理示范区的鼠害得到了根本控制,草场植被得到显著恢复,载畜量逐年增加,生态环境明显改善,使过去失去放牧价值的“黑土滩”现已成为优良牧场。据地上生物量测定(表1),两类优良牧草(禾草+莎草)6年中净增青干草2 882 580公斤,能多提供3 455.05只藏系绵羊的食量。但承包牧户6年实际累积放养3 115.4只藏系绵羊。1987—1993年200公顷综合治理示范区内的投入与产出比值列表5。

表 5 综合治理区经济效益分析

Table 5 Analysis of economic benefit in the integrated management area

| 收支项目 Item of in-output | 投入 Input | | | 产出 Output | | | |
|--------------------------------|---|--|-------------|---|---|--------------------------|------------------------------|
| | 综合治理 费用 Cost of integrated management | 围栏维修 费用 Cost of fence repaired | 合计 Total | 折算畜产品产值 Conversion value of livestock products | 实际畜产品产值 Value of livestock products | | |
| | | | | 不变价* Stable prices | 调节价** Regulated prices | 不变价* Stable prices | 调节价** Regulated prices |
| 金额(元) Sum of money(yuan) | 40 170 | 6 667 | 46 837 | 313 304 | 443 548 | 282 505 | 415 346 |

* 依1987年收购价计算。According to 1987 purchase price.

** 按各年的收购价计算。According to purchase price of each year.

从表5可以看出,综合治理费用和围栏维修费用共投资46 837元。据核算,从挽回牧草折算的畜产品产值按不变价和调节价计算,分别为313 304元和443 548元,投入与产出的比值分别为1:6.69和1:9.47。按实际畜产品产值的不变价和调节价计算,分别为282 505元和415 346元,投入与产出的比值分别为1:6.03和1:8.87。可见,治理后的生态效益和经济效益十分明显。

讨 论

本研究结果表明，在重度退化、鼠害严重的草场上，经综合治理后，在6年时间内，植物群落从原有的根茎杂类草演替阶段演变为密丛禾草阶段，鼠类群落由高原鼠兔+高原鼢鼠群落演变为根田鼠+甘肃鼠兔群落。

从表3可看出，首先极大程度地降低了高原鼠兔和高原鼢鼠的密度。并于1988年建成了以补播禾草为建群种的半人工草地（表2），为根田鼠和甘肃鼠兔的侵入创造了良好的空间环境条件。1989年鼠类群落演变为根田鼠+甘肃鼠兔群落。至1993年则变为根田鼠+高原鼢鼠+甘肃鼠兔群落。而在植物群落中由于人为加入原有优良牧草成分，所以加速并调节了植物群落的演替进程，从而改善了草地质量。从表1、表2还可看出，其种类组成趋于接近原生植被，地上生物量大幅度提高。在人类合理调控措施下，不仅使退化草地中的植物在短期内达到可利用程度，而且发挥了较长期的综合控害功能，保持了生物群落的相对稳定性。6年内投入与产生比值为1:8.87，取得了明显的生态和经济效益，为有效地治理鼠害提供了有效途径。

综合治理的综合控害功能主要反映在动植物群落间的演替关系上。高原鼠兔体型较大，且具有回避高草栖息地的选择行为。而根田鼠和甘肃鼠兔选择郁闭度较高的生境，并且植被盖度对二者的种群密度有较大影响，对根田鼠尤为如此，对其种群数量的调节起着重要作用（Birney等，1976；Grant等，1982）。这种不同物种对栖息地的不同需求和彼此的亲合性（Affinity）直接反映了高寒草甸地区鼠类群落结构的形成机制。根田鼠和甘肃鼠兔为微同域（Microsympatric）共存种，且摄食方式和食性相近，属同一食叶类龛群（刘季科等，1991），与高原鼠兔在形态上存在显著差异。它们在栖息地上的彼此分离和特化主要是捕食风险所致。郁闭生境对高原鼠兔而言是一种风险源，而对体形较小的根田鼠和甘肃鼠兔则是一种隐蔽所。显然，二者栖息地分离且特化的关键因子是栖息地的郁闭程度。因此，植物群落结构特征的改变必将导致鼠类对栖息地的重新选择，引起鼠类群落的相应演替。高原鼢鼠独特的栖息地分离，成为群落中的主要伴生种（施银柱等，1991），而植被状况对它的影响较小。

研究结果还表明，动植物群落的多样性指数随时间的延伸而增加。表明，植物群落中的种数增加且分布趋于均匀，但由于半人工草地的不稳定性，和向其原生植被放牧顶级群落的矮嵩草草甸演替过程中垂直结构趋于简单化，草层高度有不断下降之趋势。这有可能为高原鼠兔的重新侵入和其种群数量增加提供了空间环境条件。从表3中可看出1993年已有高原鼠兔的出现，而根田鼠数量有下降趋势。另外，高原鼢鼠由于残存鼠的自身繁殖，种群数量也不断上升，使群落种的多样性增加，但这并不意味着其结构相应更加稳定。相反，若高原鼠兔和高原鼢鼠数量不断上升并达到某一临界限时，势必中断植被的恢复，并导致植被的逆行演替，使这两种鼠有重新成为优势种的可能性。这就提示我们要注重治理后的草地管理及合理放牧，防止鼠害重新发生。

参考文献

- 孙儒泳, 1987, 动物生态学原理, 185—186页, 北京师范大学出版社。
- 刘季科、王溪、刘伟, 1991, 植食性小哺乳类营养生态学的研究。高寒草甸生态系统, 第3集111—124, 科学出版社。
- 肖运峰、梁杰荣、沙渠, 1982, 高寒草甸弃耕地内鼠类的数量配置及对植被演替的影响, 兽类学报, 2(1): 32—38。
- 杨福国, 1982, 高寒草甸生态系统定位站的自然地理概况。高寒草甸生态系统, 1—8, 甘肃人民出版社。
- 周兴民、李建华, 1982, 海北高寒草甸生态系统定位站的主要植被类型及其地理分布规律, 高寒草甸生态系统, 9—18, 甘肃人民出版社。
- 姚崇勇、王庆瑞, 1963, 天祝草原鼢鼠的生物学特性及其对草甸植被影响的调查研究。动物学杂志, 5(1): 14—16。
- 姚崇勇、王庆瑞, 1964, 天祝草原的中华鼢鼠及其对植被演替的影响。甘肃师范大学学报, 1: 22—25。
- 梁杰荣、萧运峰, 1978, 鼢鼠和鼠兔数量的相互关系及其对草场植被的影响, 灭鼠和鼠类生物学研究报告, 3: 118—124。
- 施银柱、边疆晖、王权业、张培铭, 1991, 高寒草甸地区小哺乳动物群落多样性的初步研究, 兽类学报, 11(4): 279—284。
- 夏武平、钟文勤, 1966, 内蒙古查干敖包荒漠草原掠荒地内鼠类和植物群落的演替趋势及相互作用。动物学报, 18(2): 200—207。
- 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): 73—80。
- 萧运峰、梁杰荣、乐炎舟、谢文忠, 1981, 木格滩地区中华鼢鼠的分布及其对草场植被的影响。兽类学报, 1(1): 57—66。
- 樊乃昌、王权业、周文扬、景增春, 1988, 高原鼢鼠种群数量与植被破坏程度的关系, 高寒草甸生态系统国际学术讨论会文集, 109—115, 科学出版社。
- Birney, E. C., Grant, W. E., Baird, D. D., 1976, Importance of vegetation cover to cycles of *microtus* populations. *Ecol.*, 57, 349—376.
- Batzli, G. C., Pitelka, F. A., 1970, Influence of meadow mouse population on California grassland. *Ecol.*, 51(6), 1027—1039.
- Crant, W. E., Birney, E. C., French, N. R., Swift, D. M., 1982, Structure productivity of grassland small mammal communities related to grazing-induced changes in vegetative cover. *J. Mamm.*, 63, 248—260.
- Hafner, M. S., 1977, Density and diversity in Mojave Desert rodent and shrub communities. *J. Anim. Ecol.*, 46, 925—938.
- Huntly, N., Inouye, R. S., 1987, Small mammal population of an old-field chronosequence: Succession patterns and association with vegetation. *J. Mamm.*, 68, 739—745.
- Pearson, P. G., 1959, Small mammals and field succession on the piedmont of New Jersey. *Ecol.*, 40(2), 249—255.
- Pielou, E. C., 1966, The measurement of diversity in different types of biological collection. *Theor. Biol.*, 13, 134—144.

THE SUCCESSION OF COMMUNITY OF ANIMAL AND PLANT AND THE EFFECT OF ECONOMIC-ECOLOGY AFTER RODENT PEST INTEGRATED TREATMENT IN ALPINE MEADOW GRASSLAND

Jing Zengchun Bian Jianghui Fan Naichang

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

Abstract

This work was carried out at Panpo area of Haibei Research Station of Alpine Meadow Ecosystem from 1987 to 1993. The experiment area was integratively managed from 1987, and then animal community and economic benefit, with the biomass and the community of plant were varied. The results are as following:

The plant community had been succeeded from rhizome forbs (*Elyshitzia calycocarpa*, *Ajania tenuifolia* and *potentilla anserina*) to sparse grasses (*Elymus nutans*, *Elymus sibiricus* and *potentilla anserina*) to dense grasses (*Stipa aliena* and *Saussurea likiangensis*). Meanwhile, the animal community had been also varied from *Ochotona curzonae* and *Myospalax baileyi* to *Microtus oeconomus*, *Myospalax baileyi* and *Ochotona cansus*. There were significant relationships between the diversities of animal and plant communities, but correlation was found neither evenness nor number of species both animal and plant.

Key words: Rodent pest of integrated management; Communities; Succession; Benefit of economic and ecology

