

陕北林地啮齿动物群落多样性研究

韩崇选, 杨学军, 王明春, 卜书海, 张宏利, 杨清娥

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:通过聚类分析和主成分排序,陕北林地啮齿动物群落被划分为3个类型。吴旗林区的啮齿动物群落是典型的黄土高原风沙区林地群落类型,种类较多,密度变化较大,优势种为中华鼯鼠和跳鼠类。对林木造成巨大危害的种类主要为中华鼯鼠和草兔。退耕林地啮齿动物群落保持了原农田群落的特点,其桥山林区的群落优势种是甘肃鼯鼠,而吴旗林区退耕林地中华鼯鼠。桥山林地啮齿动物群落种类和生物量因植被状况较大差异,天然次生林种类较少,密度较低,优势种是达乌尔黄鼠和松鼠类。灌木疏林林地群落兼有天然次生林的啮齿动物群落和农田啮齿动物群落的特性,优势种为达乌尔黄鼠和松鼠类。次生林全面清坡造林幼林地,其群落优势种为甘肃鼯鼠。

关键词:啮齿动物;群落;群落多样性

中图分类号:S731.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2006)01-0099-06

Rodent Community Diversity in Forest Lands of North Shaanxi

HAN Chong-xuan, YANG Xue-jun, WANG Ming-chun, ZHANG Hong-li

万方数据

(College of Forestry Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi, 712100, China)

Abstract: 3 types of rodent communities were classified in forest lands of North Shaanxi by clustering and principal components analyzing. The Wuqi community is the representative community in dune area of the Loess Plateau area. There were more species and different densities. The dominant species were Chinese zokor and jerboa. The key species damaging the forests were Chinese zokor and grass rabbit. The forest community returned from farmland retained the characteristics of original farmland. Its dominant species was Gansu zokor in Qiaoshan, and Chinese zokor in Wuqi. The species and biomass of community in Qiaoshan forest land have bigger variety because of the vegetation condition. The species in the natural secondary forest were fewer and the density was lower, the dominant species were yellow mouse and squirrel. The community in shrub forest owned both the characteristics of natural secondary forest and farmland, its dominant species were yellow mouse and squirrel too. In clear cutting forest, the dominant species was Gansu zokor.

Key words: rodent; community; community diversity

生物群落是在一定地理区域内,生活在同一环境中的不同种群的集合体,其内部存在着极其复杂的相互联系。群落的结构和组成是群落生态学的基础,也是整个生态学研究十分重要的内容。群落的多样性与生态、生物地理的和进化等诸因素相互作用有关。国内外对啮齿动物群落的研究很多,Grant、Brown、Macathur、Price、Hafner、钟文勤、周庆强、米

景川、施大钊等人分别对草原、荒漠灌丛、高寒草甸、山区、岛屿、荒漠农田及城郊的鼠类群落进行了研究^[1~9],David 和夏武平等研究了草原、高寒草甸及荒漠等自然景观中鼠类群落优势种对植物群落演替的作用^[10,11];Grant、Bowers 和刘季科等人从区域尺度验证了鼠类群落结构特征由其栖息环境决定的假设^[1-2,12],杨春文、赵定全、喻德生、范喜顺和卜书

海等人对不同林区的鼠类群落结构和演替等进行了研究^[13-17]。而对退耕林地啮齿动物群落仅见韩崇选等人对陕西关中北部塬区啮齿动物群落多样性和结构的研究报道^[18-20]。本文试图通过对陕北灌木疏林、荒坡和退耕林地的啮齿动物群落多样性研究,探讨林地啮齿动物群落的演变规律和爆发成灾原因,为林区重大害鼠的监测和可持续控制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查地点概况

陕北年均气温 $7\sim 10^{\circ}\text{C}$, 无霜期以长城沿线最短, 为 $150\sim 180\text{ d}$, 黄土丘陵区为 $150\sim 190\text{ d}$, 早霜始于 9 月下旬或 10 月上旬, 晚霜终于 4 月中旬。森林植被以次生林为主, 多分布于崂山、黄龙山和桥山林区, 主要树种有辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platyphylla*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)等, 主要造林树种有油松、侧柏、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、沙棘(*Hippae rhamnoides*)、山桃(*Prunus persica*)、山杏(*Prunus ansu*)等。草地面积 302.08 万 hm^2 , 占全省草地的 55.48% 。调查地点之一的吴旗县, 海拔在 $1\,233\sim 1\,809\text{ m}$ 之间。以白于山为界, 东北部位于内蒙古毛乌素沙漠南缘, 属无定河流域, 约占全县总面积的 15% ; 白于山以南属北洛河流域, 约占全县总面积的 85% 。总土地面积 $3\,791.5\text{ km}^2$, 其中农耕地 6.67 万 hm^2 , 林地 9.67 万 hm^2 , 人工草地保留面积 1.33 万 hm^2 , 森林覆盖率 20.6% 。年平均气温 7.8°C , 无霜期 136 d , 年均降水量 483.4 mm 。雨热同季, 农作物一年 1 熟。1998 年以来, 全县累计完成退耕还林(草)面积 10.37 万 hm^2 。地下鼠主要是鼯鼠类, 其中延河以北为中华鼯鼠(*Myospalax fontanieri*), 延河以南为甘肃鼯鼠(*Myospalax cansus*)^[21]; 地面鼠主要有小家鼠(*Mus musculus*)、达尔乌尔黄鼠(*Citellus dauricus*)、花鼠(*Eutamias sibiricus*)、岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)、长爪沙鼠(*Meriones meridianus*)、子午沙鼠(*Meriones unguiculatus*)、长尾仓鼠(*Cricetulus longicaudatus*)、大仓鼠(*Cricetulus triton*)、三趾跳鼠(*Dipus sagitta*)、五趾跳鼠(*Allactaga sibirica*)、根田鼠(*Microtus oeconomus*)、达尔乌尔鼠兔(*Ochotna daurica*)和草兔(*Lepus capensis*)等^[22-24]。

1.2 调查方法

根据陕北林区从南向北的变化规律, 选择了桥山林业局的双龙林场, 桥北林业局的岔口林场、任家台林场、和尚塬林场和吴旗县为调查基点。1999~2002 年 4~5 月, 在基点范围内, 采取踏查的方法, 选择具有代表性的林地生境 $3\sim 5$ 块作为标准地。其中, 在桥山选择了油松种子园、荒坡造林和油松、侧柏混交幼林 3 块标准地; 按照桥北局林地鼠害从西向东逐渐加重的规律^[25], 选择了林下更新、荒坡造林、退耕造林、农林交叉和油松、侧柏混交幼林 5 块标准地; 在吴旗县选择了退耕造林、沙棘幼林、农林交叉、经济林和油松、侧柏混交幼林 5 块标准地。鼠与兔调查的标准地面积分别为 1 hm^2 和 5 hm^2 。鼯鼠采用“丁字弓”调查, 每块标准地布设 30 个弓; 地面鼠用夹捕法调查, 每块标准地按照 $5\text{ m}\times 15\text{ m}$ 布设 100 个捕鼠夹, 草兔调查采用丝套法进行, 即在标准地内草兔采食道坡度较大的地方, 布设 100 个丝套。每天检查统计 1 次, 并重新布放捕鼠器械。一般每块标准地调查统计 $3\sim 5\text{ d}$, 直到捕获数量不在增加为止。同时, 根据各种啮齿动物对林木的危害症状(查迹法), 在标准地内调查鼠类对林木的危害。对各标准地捕获的啮齿动物进行分类统计, 以各鼠种所占捕获总数的百分率和林木被害率作为分类单元, 利用平均距离聚类法和主成分分析法对群落排序和分类^[26]。

2 结果与方法

2.1 群落的聚类分析

将 13 块标准地的调查资料进行整理列入表 1, 利用平均距离法进行聚类分析, 结果见图 1。从图 1 分析可知, 不同的群落指标, 聚类分析的结果基本稳定, 13 块标准地上的啮齿动物均被划分为 2 个不同的群落, 即桥山林区啮齿动物类型和吴旗林区啮齿动物类型, 但群落归类不同。

2.1.1 桥山林区啮齿动物群落 按照群落的特点不同, 其群落可划分为以下 4 小类。

群落 A 桥山林区的达尔乌尔黄鼠+松鼠群落, 包括标准地 QS-3。是桥山混交幼林啮齿动物的主要群落, 群落总捕获密度为 $42\text{ 只}\cdot\text{hm}^{-2}$, 是以达尔乌尔黄鼠和松鼠类为优势种的群落, 组成比分别为 47.6% 和 21.4% , 占群落的 69.0% 。对林木造成的关键种是甘肃鼯鼠和草兔, 组成比分别为 11.9% 和 7.1% 。

群落 B 桥山林区的松鼠群落, 用密度指标聚

类,标准地包括 QS-1、QS-2 和 QB-5,在图中为 1、2、8;以组分比指标聚类,标准地包括 QS-1、QB-2 和 QB-8,在图中表现为 1、5、8,是桥山荒坡林地群落啮齿动物的典型群落。栖息地为荒坡林地,其间有少量的农田交错分布,是该区的典型生态景观。群落优势种为松鼠类,捕获密度为 8~21 只·hm⁻²,组分比

为 29.5%~44.1%,其次为达乌尔黄鼠和甘肃麝鼠,其捕获密度分别为 4~11 只·hm⁻²和 5~10 只·hm⁻²,组分比分别为 10.4%~23.6%和 13.7%~20.8%。是甘肃麝鼠的重灾区,草兔危害相对较轻,密度多为 1~2 只·5hm⁻²。

表 1 各标准地啮齿动物种类组成
Table 1 The rodent species composition of sample plots

项目	样地号	鼠种数	捕鼠/只	麝鼠	黄鼠	松鼠	跳鼠	沙鼠	田鼠	鼠兔	草兔	栖息地
捕获数/只	QS-1	8	48	10	5	21	1	3	1	6	1	油 松 园
	QS-2	8	51	7	11	15	2	4	3	7	2	荒坡造林
	QS-3	7	42	5	20	9	0	2	1	2	3	混交幼林
	QB-1	7	13	0	3	4	1	1	1	2	1	林下更新
	QB-2	8	25	5	4	8	2	1	3	1	1	荒坡造林
	QB-3	7	34	12	5	7	1	0	5	2	2	退耕造林
	QB-4	7	39	14	12	4	1	2	4	0	2	农林交叉
	QB-5	6	34	6	8	15	1	0	3	0	1	混交幼林
	WQ-1	8	44	11	3	9	5	6	3	4	3	退耕造林
	WQ-2	8	34	8	2	4	10	5	1	2	2	沙棘幼林
	WQ-3	8	40	13	4	3	8	7	1	1	3	农林交叉
	WQ-4	8	31	9	2	4	5	4	5	1	1	经 济 林
	WQ-5	7	30	6	1	7	6	2	3	3	2	混交幼林
	统计	8	465	8.2	6.2	8.5	3.3	2.8	2.6	2.4	1.8	平均
组成比/%	QS-1	8	48	20.8	10.4	43.7	2.1	6.3	2.1	12.5	2.1	油 松 园
	QS-2	8	51	13.7	21.6	29.5	3.9	7.8	5.8	13.7	4.0	荒坡造林
	QS-3	7	42	11.9	47.6	21.4	0.0	4.8	2.4	4.8	7.1	混交幼林
	QB-1	7	13	0.0	23.1	30.7	7.7	7.7	7.7	15.4	7.7	林下更新
	QB-2	8	25	20.0	16.0	32.0	8.0	4.0	12.0	4.0	4.0	荒坡造林
	QB-3	7	34	35.3	14.7	20.6	2.9	0.0	14.7	5.9	5.9	退耕造林
	QB-4	7	39	35.9	30.7	10.3	2.6	5.1	10.3	0.0	5.1	农林交叉
	QB-5	6	34	17.7	23.6	44.1	2.9	0.0	8.8	0.0	2.9	混交幼林
	WQ-1	8	44	25.0	6.8	20.5	11.4	13.6	6.8	9.1	6.8	退耕造林
	WQ-2	8	34	23.5	6.2	11.5	29.4	14.7	2.9	5.9	5.9	沙棘幼林
	WQ-3	8	40	32.5	10.0	7.5	20.0	17.5	2.5	2.5	7.5	农林交叉
	WQ-4	8	31	29.0	6.6	12.9	16.1	12.9	16.1	3.2	3.2	经 济 林
	WQ-5	7	30	20.0	3.3	23.3	20.0	6.7	10.0	10.0	6.7	混交幼林
	统计	8	465	21.9	17.0	23.7	9.8	7.8	7.9	6.7	5.3	平均

群落 C 桥北农林交叉林地的甘肃麝鼠群落,包括标准地 QB-4。在图中为 7。群落兼有农田群落和林地群落的特点,捕获密度为 39 只·hm⁻²。优势种和关键种均为甘肃麝鼠,草兔是次关键种。甘肃麝鼠密度为 14 只·hm⁻²,组成比为 35.9%,危害十分严重。近年来,随着天然林保护工程和退耕还林(草)工程的实施,群落中草兔密度不断增加,为害日趋严重,其密度已上升为 2 只·5hm⁻²,占群落种群总量的 5.1%。由于其个体大,食性杂,对幼林的危害超过了麝鼠。

群落 D 桥北林下更新林地的松鼠+达乌尔黄

鼠群落,密度聚类该群落仅包括标准地 QB-1,在图中为 4,而利用群落组分比聚类,该类型包括 QS-2 和 QB-1 两块标准地。从林木被害程度分析,标准地 QS-2 与 QB-1 差异较大,所以,密度指标聚类分析结果更接近实际。该群落是桥山次生天然林的典型群落,栖息地以栎、桦为主,林相复杂,其间穿插分布着块状灌木林和荒草坡地,啮齿动物种群相对稳定。啮齿动物主要有 7 类,种群密度为 13 只·hm⁻²,松鼠类、达乌尔黄鼠、达乌尔鼠兔和草兔为常见种类,松鼠类和达乌尔黄鼠是其优势种,密度分别为 4.0 和 3.0 只·hm⁻²,组分比分别为 23.1 和

30.7%，占群落组分的53.8%。林相较好的，郁闭度在0.8以上的天然次生林中没有甘肃麝鼠的分布，而在疏林地带，偶尔可见到甘肃麝鼠分布；林中草地和零星块状分布的沙棘林附近是次生栎、桦林甘肃麝鼠发生的核心区域，密度较大，但在林内所占的比例很小，是次生林改造和全面清坡造林后林地麝鼠的中心发源地^[25]。所以在实行次生林改造时，要重点监测这些核心地带的甘肃麝鼠动态，坚持预防为主方针，将造林地甘肃麝鼠的发生遏制在萌芽中，保证造林成活率，提高造林质量。

2.1.2 吴旗林地啮齿动物群落类型 按照群落特点，可以分为3个小类。

群落E 吴旗沙棘幼林和农林交叉分布林地的麝鼠+跳鼠群落，包括标准地WQ-2和QW-3，在图中为10和11。标准地啮齿动物捕获密度分别为44只·hm⁻²和34只·hm⁻²。优势种为麝鼠和跳鼠，组成比分别为23.5%~32.5%和20.0%~29.4%，关键种是中华麝鼠和草兔，危害十分严重。草兔密度达2~3只·5hm⁻²，4年生以下的侧柏和沙棘被害株率达90%以上，死亡率分别为24.1%和31.2%，仁用杏危害程度达52.5%，死亡率达28.5%。

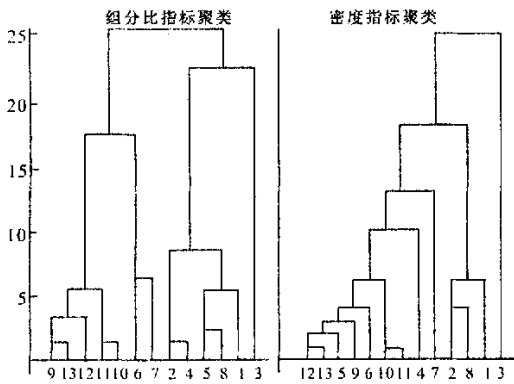


图1 陕北林地啮齿动物群落聚类分析

Fig 1 The clustering analysis of the rodent community in forest lands of North Shaanxi

- | | |
|-----------|-----------|
| 1 桥山油松园 | 2 桥山荒坡造林 |
| 3 桥山混交幼林 | 4 桥北林下更新 |
| 5 桥北荒坡造林 | 6 桥北退耕造林 |
| 7 桥北农林交叉 | 8 桥北混交幼林 |
| 9 吴旗退耕造林 | 10 吴旗沙棘幼林 |
| 11 吴旗农林交叉 | 12 吴旗经济林 |
| 13 吴旗混交幼林 | |

群落F 桥山林区退耕林地的甘肃麝鼠群落，包括标准地QB-3(图中6)。该群落是延安南部林区啮齿动物群落向延安北部群落演替的过渡群落，其保持了原农田啮齿动物群落的特性，捕获密度为34

只·hm⁻²。群落优势种为甘肃麝鼠，密度为12只·hm⁻²，组分为35.3%。关键种为甘肃麝鼠和草兔。

群落G 吴旗退耕林地、混交幼林和经济林的中华麝鼠群落，主要包括WQ-1、WQ-4和WQ-5标准地(图1中9、12、13)。群落优势种为中华麝鼠，其密度依次为11、9和6只·hm⁻²，组成比为25.0%、29.0%和20.0%。关键种与其退耕林地群落E相同，是中华麝鼠和草兔的重发区。

2.2 群落的主成分排序

对群落进行主成分分析可知(表2)，密度指标、组分比指标和综合指标的前两个主成分的累计贡献率均在75%以上，完全满足生物统计的需要，可以反映群落的总体信息。

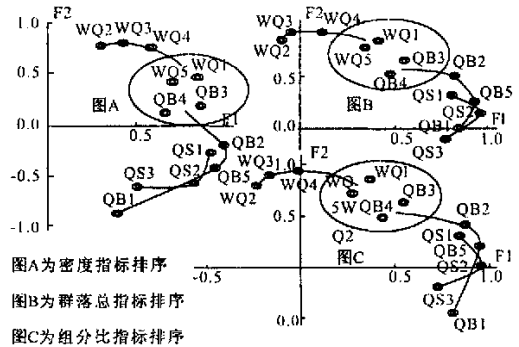


图2 陕北林区啮齿动物群落主成分排序

Fig. 2 The principal components taxis of the rodent community in forest lands of North Shaanxi

用前2个主成分对群落排序，从图2可看出，13个群落被明显的分为3种不同的类型。第1类为吴旗林地的中华麝鼠+跳鼠群落，是典型的黄土高原风沙区林地群落类型，种类较多，密度变化较大，优势种为中华麝鼠和跳鼠类，其次为沙鼠。对林木造成巨大危害的种类主要为中华麝鼠和草兔。群落生物量随着立地和植被多样性的丰富而增加，表现为农林交叉分布的林地最高，纯经济林最低，但不同的种群有所差异。第2类为退耕林地的麝鼠群落，群落保持了原农田群落的特点。群落的优势种因标准地不同而有所变化，桥山林区的群落优势种是甘肃麝鼠，其次是达乌尔黄鼠和松鼠类；而吴旗林区，退耕林地中华麝鼠，其次为松鼠类，退耕混交林地松鼠类，其次为中华麝鼠和跳鼠类。对林木造成严重危害的是草兔和麝鼠，是草兔发生的重灾区。第3类为桥山林地啮齿动物类型，群落种类和生物量因植被状况差异较大，多样性较丰富。在天然次生林林下更新林地，啮齿动物种类相对较少，密度较低，是鼠类灾害的偶发区，其优势种达乌尔黄鼠和松鼠类。在灌木

疏林林地,啮齿动物群落兼有天然次生林群落和农田群落的特性,优势种为达乌尔黄鼠和松鼠类,甘肃鼯鼠密度较高,危害较严重,局部草兔密度较大,危

害严重。在次生林全面清坡造林幼林地,其群落优势种为甘肃鼯鼠,危害十分严重。

表 2 陕北林地啮齿动物群落的主成分分析

Table 2 The principal components analysis of the rodent community in forest lands of North Shaanxi

分析因子	分析结果	第 1 主成分(F1)	第 2 主成分(F2)
密度	特征值	6.150	3.956
	贡献率/%	47.3	30.4
	累计贡献率/%	77.7	
组成比	特征值	5.370	4.734
	贡献率/%	41.3	36.4
	累计贡献率/%	77.7	
总指标	特征值	5.338	5.045
	贡献率/%	41.1	38.8
	累计贡献率/%	79.9	

3 结论与讨论

物种多样性在区域过程(如扩散与物种形成)和局部过程(生物互动与随机)之间存在着平衡^[27]。因此,将生态现象的描述进行相互转化是非常有必要的^[28]。鼯鼠和地面鼠可以共存是因为两者在空间利用行为上的分化,前者为地下生活种类,后者为地面活动型;前者主要取食植物的根与茎,后者主要取食植物地上部分。按照 Levin 的论述,它们属于时空镶嵌格局型。这一结果与赵亚军等对豫西黄土高原农作区棕色田鼠和大仓鼠研究的结论相似^[29]。

Mellink 在热带高原农田生态系统的研究中,验证了异质性导致多样性,而多样性导致稳定性的假设^[30]。然而,多样性与稳定性之间并非如此简单的因果关系^[31]。本文结果进一步检验了异质性导致多样性的假设,但陕北林区啮齿动物群落多样性与其稳定性之间并无显著的一致性,这可能与人类活动的干扰或者与黄土高原景观结构有关^[29]。

多数学者认为鼠类群落的多样性与其生境的复杂程度有一定关系^[1,32-34]。在植被结构单一的荒漠地区的植被覆盖度所产生的植被空间异质性,决定了荒漠地区鼠类群落的结构。武晓东等认为同一地带生境条件的局部变化,如地形起伏、植被分布的不均匀性和坡向等都会影响到鼠类的分布和数量^[35]。陕北林区植被种类、覆盖度等影响啮齿动物的种类和组成,天然次生栎、桦林,林相复杂,松鼠类和达乌尔黄鼠是其优势种,占群落组分的 53.8%。郁闭度在 0.8 以上的天然次生林中没有甘肃鼯鼠的分布,而在疏林地带,偶尔可见到甘肃鼯鼠分布,这可能是

因同一地带性群落中鼠类在空间和营养等生态位不同所引起的。

参考文献:

[1] Grant WE, Birney EC. Small mammal community structure in the North American Grasslands[J]. Mamm, 1979, 60(1): 23-36.

[2] Brown J H. Species diversity of seed-eating desert rodents in sand dune habitats[J]. Ecol, 1973, 54: 775-787.

[3] Macathur. Fluctuation of annual populations and a measure of community stability[J]. Ecology, 1995, 26(3): 533-536.

[4] Price. The role of microhabitat in structuring desert rodent communities[J]. Ecology, 1978, 59 (3): 910-921.

[5] Hafner MS. Density and diversity in Mojave desert and shrub communities[J]. J Anim Ecol, 1977, 46(3): 925-938.

[6] 钟文勋,周庆强,孙崇路. 内蒙古白音锡勒典型草原区鼠类群落的空间配置及其结构研究[J]. 生态学报, 1981, 1(1): 12-21.

[7] 周庆强,钟文勋. 内蒙古白音锡勒典型草原区鼠类群落多样性的研究[J]. 兽类学报, 1982, 2(1): 89-91.

[8] 米景川,王 谨. 内蒙古荒漠草原东段啮齿动物群落的聚类分析[J]. 兽类学报, 1990, 10(2): 145-150.

[9] 施大钊,王志洲,卜祥忠,等. 内蒙古达茂地区鼠类群落的初步研究[J]. 干旱区资源与环境, 1988, 2(4): 80-89.

[10] David M. Stoms. Responses of a small mammal community to heterogeneity along forest-old-field edges[J]. Landscape Ecology, 2000, 15(1): 21-33.

[11] 夏武平,钟文勋. 内蒙古查干敖包荒漠草原撷荒地内鼠类和植物群落的演替趋势及相互作用[J]. 动物学报, 1966, 18: 199-207.

[12] 刘季科,梁杰荣,周兴民,等. 高寒草甸生态系统定位站的啮齿动物群落与数量[C]. 夏武平. 高寒草甸生态系统第 1 集[M]. 北京: 科学出版社. 1982, 34-43.

[13] 杨春文,陈荣海,董志刚. 黄河泥林区鼠类群落演替的研究[J]. 兽类学报, 1993, 13(3): 205-210.

[14] 赵定全,刘少英,李成智. 川西北盆周山区鼠类群落结构研究

- [J]. 四川林业科技, 1993, 14(1): 63-66.
- [15] 喻德生, 杨春文, 楚立明. 林间鼠类群落的空间配置[J]. 林业科技, 1993, 18(2): 24-26.
- [16] 范喜顺, 刘朝辉, 翟荣仙. 吉木萨尔县园林鼠类群落的研究[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 1997, 14(2): 74-77.
- [17] 卜书海, 韩崇选, 吴凤霞, 等. 新疆吉木萨尔县林地鼠类夏季群落结构[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(4): 52-54.
- [18] 韩崇选, 杨学军, 王明春, 等. 关中北部塬区林地啮齿动物群落多样性变化研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003, 31(增): 177-183.
- [19] 韩崇选, 杨学军, 王明春, 等. 关中北部塬区林地啮齿动物群落结构与林木受害关系研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003, 31(增): 183-190.
- [20] 韩崇选, 王明春, 杨学军, 等. 林区啮齿动物群落结构和生态位研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003, 31(增刊): 191-198.
- [21] 韩崇选, 吕复扬, 卜书海, 等. 陕西林区啮齿动物群落多样性研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(3): 99-104.
- [22] 江延安. 陕北黄土高原啮齿动物的区系及鼠害的防治对策[J]. 水土保持通报, 1998, 18(1): 48-53.
- [23] 王廷正. 陕西省啮齿动物区系与区划[J]. 兽类学报, 1990, 10(2): 128-136.
- [24] 韩崇选. 林区害鼠综合治理技术[M]. 陕西杨陵: 西北农林科技大学出版社, 2003. 12-46.
- [25] 韩崇选, 胡志朗, 陈孝达, 等. 桥山林区甘肃鼯鼠发生规律研究[J]. 陕西林业科技, 1994, (4): 23-29.
- [26] 戈峰. 现代生态学[A]. 北京: 科学出版社, 2000. 213-276.
- [27] Ricklefs RE. Community diversity, relative roles of local and regional processes[J]. Science, 1987, 235: 167-171.
- [28] Levin SA. The problem of pattern and scale in ecology[J]. Ecology, 1993, 73(6): 1943-1967.
- [29] 赵亚军, 王廷正, 李金钢, 等. 豫西黄土高原农作区鼠类群落动态: 时空尺度格局的初步分析[J]. 兽类学报, 1997, 17(3): 197-203.
- [30] Mellink E. Rodent communities associated with three traditional agroeco systems in the San Luis Potosi Plateau, Mexico [J]. Agriculture, Ecosy terms & Environment, 1991, 33(4): 363-375.
- [31] Pimm SL. The complexity and stability of ecosystem[J]. Nature, 1984, 307: 321-326.
- [32] Grant W E, Birney E C, French NR et al. Structure and productivity of grazing small mammal communities related to grazing small mammal communities related to grazing induced changes in vegetative cover[J]. J. Mamm., 1982, 63(2): 248-260.
- [33] Meserve P L. Resource partitioning in a Chilean semiarid small mammal community[J]. Journal of Animal Ecology, 1981, 50(3): 745-757.
- [34] 武晓东, 施大钊, 刘勇, 等. 库布其沙漠及其毗邻地区鼠类群落的结构分析[J]. 兽类学报, 1994, 14(1): 43-50

(上接第 92 页)

受到营养供给的影响。郭祥泉等^[9]通过南方红豆杉当年生实生容器苗不同生长期和施肥措施下生物量和养分含量分析表明, 苗木生长后期施肥能较大幅度地提高生物量和根冠比, 能明显促进 N、Ca 的积累, 并促进微量元素在全株中的积累, 而 P、K、Mg 在苗木生长过程中及施肥条件下总的积累量没有明显变化。本研究喷施药剂处理对红豆杉新生枝条鲜、干重有一定的作用, 但未达显著水平, 可能由于本研究系秋季进行, 这时红豆杉生长量只占全年总生长量的 20% 左右^[6], 影响了药剂对枝条生长量的作用。叶面施肥对红豆杉全年度生长的作用与叶面肥的合理施用浓度与次数等正在研究之中。

参考文献:

- [1] 陈振峰, 张成文, 寇玉峰, 等. 我国红豆杉资源及可持续利用对策[J]. 世界科学技术—中药现代化, 2002, 4(1): 40-46, 72.
- [2] 郭祥泉. 南方红豆杉苗木不同生长期和施肥时期的养分动态分析[J]. 福建林业科技, 2001, 28(4): 18-20, 24.
- [3] 谢志远, 方超程. 曼地亚红豆杉的引种栽培和速生刺激剂的研究[J]. 中草药, 1999, 30(2): 143.
- [4] 周洪英, 金平. 根外追肥对南方红豆杉二年生实生苗生长的影响[J]. 贵州科学, 1999, 17(3): 198-203.
- [5] 张宗勤, 杨建莉, 董雨芬, 等. 发展红豆杉药用原料林[J]. 中药材, 2003, 26(7): 477-479.
- [6] 张宗勤, 罗新谈, 杨金祥, 等. 红豆杉种子发育及幼苗生长动态[J]. 植物资源与环境, 1998, 7(2): 12-15.
- [7] 张宗勤, 罗新谈. 南方红豆杉幼树生长动态观察[J]. 陕西林业科技, 1997, (3): 26-27.
- [8] 崔成万, 安丰云, 刘喜发, 等. 东北红豆杉栽培技术的研究[J]. 中国林副特产, 2003, (2): 8-11.
- [9] 郭祥泉, 方兴添, 李玉霄, 等. 南方红豆杉实生容器苗施肥效果探讨[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(2): 97-100.
- [10] 汪智慧, 李勇, 黄建国. 南方红豆杉营养特性的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(1): 47-50.
- [11] 周吉源, 杨礼香. 稀土和氮源对南方红豆杉细胞生长及紫杉醇积累的影响[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2001, 35(3): 331-333.
- [12] 元英进, 胡国武, 王传贵, 饒. 钾对红豆杉细胞生长及紫杉醇合成与释放的影响[J]. 中国稀土学报, 1998, 16(1): 56-60.