

黄土高原主要造林树种对鼯鼠危害的抗性研究

韩崇选, 辛晓辉, 张 放, 王明春, 杨清娥, 张宏利

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:采用定植 3 a 林木的被害率和被害存活率指标, 将黄土高原主要造林树种分为高抗、中抗、低抗和易害树种。油松、侧柏、山杏、刺槐和沙棘个体死亡时根系的被害程度依次为 13.58%、19.81%、33.50%、39.62%、42.16%, 被害林木死亡率为 100% 时的根系被害程度依次为 72.52%、78.03%、81.25%、89.12%、90.14%。林木抗鼠性差异的主要原因是林木的生长特性和鼯鼠对其喜食的程度与取食量。林木根系生长愈快、萌生能力愈强, 被害程度愈低, 耐鼠性愈强。

关键词:黄土高原; 鼯鼠; 主要造林树种; 抗鼠性; 耐鼠性

中图分类号: S764.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7461(2009)01-0116-06

Zokor Resistance of Main Tree Species on Loess Plateau

HAN Chong-xuan, XIN Xiao-hui, ZHANG Fang, WANG Ming-chun, YANG Qing-e, ZHANG Hong-li

(College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on field survey and test-woods investigation, adopting indices of injury rate and survival rate of injured trees in a three-year-old plantation, main species of afforestation on the Loess Plateau were divided into 4 groups: high, middle, low resistant and susceptible species to zoker. For tree species, *Pinus tabulaeformis*, *Platycladus orientalis*, *Armeniaca sibirica*, *Robinia pseudoacacia* and *Hippophae rhamnoides*, the root injury rates were 13.58%, 19.81%, 33.50%, 39.62% and 42.16% respectively in the initial stage of the death of injured trees. The root injury rate were 72.52%, 78.03%, 81.25%, 89.12% and 90.14% when damaged forest mortality was 100%. The main reasons resulted in the difference of tree species rodent-resistance were that the forest vegetative characteristics, the zokor food specialization and intaking dosage. The higher development of root system and sprouting capability of the tree species, the lower injury rates and higher resistance to zoker.

Key words: Loess Plateau; zokor; main tree species; rodent-resistance; rodent-endurance

植物与有害生物的关系是生态学和育种学研究的热点问题, 特别是植物抗逆性研究一直受到人们的关注^[1-5]。近年来, 随着可持续发展的需要和森林健康概念的提出^[1-2], 鼯鼠治理更加注重以生态系统为基础的生态调控修复^[6-7]。但是, 由于鼯鼠发生规律的独特性和复杂性, 加之森林生态系统结构的多样性, 林木抗鼠性研究至今未见系统的文献报道。通过黄土高原主要造林树种对鼯鼠危害的反应研究, 确定林木抗鼠性指标, 评价主要造林树种的抗鼠性, 筛选抗鼠性树种, 为黄土高原造林树种选择和林

区鼯鼠可持续生态修复方案的制定提供科学依据。

1 研究地概况

研究地选择在陕西省宝鸡市麟游县的杨家沟、桥北林业局、延安市吴旗县的柴沟和宁夏原州区的叠叠沟。研究地均属国家退耕还林工程和天然林保护工程的重点实施区域, 总面积 4 500 hm²。杨家沟位于渭北高原中部, 海拔 1 350~1 520 m, 年平均日照时数 2 190.3 h, 年平均气温为 9.2 ℃, 极端最高气温 37.5 ℃, 极端最低气温 -55.1 ℃, 无霜期平均

收稿日期: 2008-03-28 修回日期: 2008-09-16
基金项目: 国家科技支撑项目(2005BA529A05, 2006BAD08A1004)
作者简介: 韩崇选, 男, 教授, 研究员, 主要从事森林鼠害治理研究工作。

178 d,年降水量 640.4 mm,区内农林交错分布,为甘肃鼯鼠(*Myospalax cansus*)的重发区;土壤为瘠土和森林黄土性黄土。植被破坏严重,残存有零星的次生乔、灌木,森林覆盖率为 19.0%^[8-9]。柴沟和桥北林业局位于陕北黄土高原,年均气温 7~10℃,无霜期以长城沿线最短,为 150~180 d,黄土丘陵区为 150~190 d,早霜始于 9 月下旬或 10 月上旬,晚霜终于 4 月中旬。延河以北主要是中华鼯鼠(*Myospalax fontanierii*)危害,延河以南主要为甘肃鼯鼠^[10-12]危害。叠叠沟位于宁夏南部六盘山北麓,属黄土丘陵地带。海拔 1 500~1 800 m,年均气温 5.0~7.5℃,年均降水量 350~500 mm,土壤主要是黑瘠土和黄绵土,植被属森林草原、灌丛草原和干草原。但由于人为的毁林开荒和过度放牧,使天然植被遭到反复破坏,草场严重退化^[13-14]。主要造林树种有油松(*Pinus tabulaeformis*)、樟子松(*P. sylvestris* var. *mongolica*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、杨树(*Populus* spp.)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、山桃(*Amygdalus davidiana*)、山杏(*A. sibirica*)、仁用杏(*A. vulgaris* × *A. sibirica*)等。

2 材料与方法

2.1 主要造林树种抗鼠性

在各研究基地,采用面上调查和定点调查相结合的方法追踪调查主要造林树种的抗鼠性。面上调查主要包括造林树种的被害率和被害林木死亡率^[15-18];定点调查主要包括定植 3 a 内的被害率和被害林木死亡率。

2.2 主要树种根系的耐鼠性

1992—2001 年,结合中德合作陕西造林工程项目和国家退耕还林工程项目,在各示范区选择鼯鼠密度基本相同,立地条件基本一致的宜林地,利用油松、侧柏、山杏、刺槐和沙棘进行造林试验^[19-24]。油松、侧柏株行距为 1 m×2 m,山杏、刺槐和沙棘株行距为 2 m×3 m。造林后第 3 年分株调查根系被害程度和林木死亡率。根系被害程度调查,采用土壤解剖法获取林木的整株根系,根据鼯鼠危害症状统计林木根系危害情况,计算林木根系被害程度。林木被害程度按照鼯鼠取食率分为 10 级(表 1),并统计相应的林木被害死亡株数。

2.3 树种抗鼠性和耐鼠性

1992—1994 年春季,在桥北林业局和麟游示范区,选择立地条件基本相同的宜林地,利用油松、侧

柏和刺槐进行造林试验^[19,24]。试验采取随机区组排列,株行距 2 m×3 m,重复 3 次,每树种造林面积不小于 5 hm²。试验布设后,每年 4—5 月调查 1 次各试验区林地的鼯鼠密度和土丘变化情况,同时随机抽取 200 株林木调查被害率和被害死亡率,不足 200 株的,全部调查。

表 1 林木根系被害程度分级标准

Table 1 Standard degree of root injured

等级	等级标准/%	标准参数
I	0~10	5
II	11~20	15
III	21~30	25
IV	31~40	35
V	41~50	45
VI	51~60	55
VII	61~70	65
VIII	71~80	75
IX	81~90	85
X	91~100	95

3 结果与分析

3.1 主要树种抗鼠性

树种抗鼠性是指树种对害鼠危害的适应性和抵抗力。不同的树种抗鼠性不同,同一树种因栽植的环境、生长状况、定植年限的差异,抗性也存在差异。表 2 反映了主要树种的抗鼠性差异。对表 2 中林木抗鼠性指标进行反正弦转换后,用平均距离法进行聚类分析,可将树种分为 4 类(图 1)。第一类为高抗性树种,包括泡桐类和紫穗槐、白桦、花椒、柠条等;鼯鼠偶尔取食或不取食,造林后前 3 a 的平均被害率为 3.2%±1.60%,被害苗木成活率为 71.5%±9.52%。第二类为中等抗性树种,包括槭树类和侧柏、云杉、冷杉、白榆、枣树、山桃等;幼树被害率和被害存活率分别为 12.0%±4.84%和 44.6%±17.99%。第三类为低抗性树种,包括杨柳类和华山松、柴松、刺槐、杜仲、山楂、沙棘、苹果、山杏、漆树等;抗性较差,造林后前 3 a 林木被害率和被害林木存活率分别为 28.6%±15.85%和 52.1%±5.00%。第四类为易害树种,抗鼠性最差,造林后前 3 a 林木被害率高达 51.0%±7.59%,林木存活率仅为 32.9%±11.19%;包括松属、落叶松属的大部分针叶树种和少数阔叶树种。

3.2 主要树种耐鼠性

树种耐鼠性是指树种在鼠害胁迫下形成的对害鼠危害程度的适应范围,不同树种对害鼠危害程度的适应范围不同。鼯鼠对林木的危害,主要是造成其根系的损伤,从表 3 可看出,不同树种对鼯鼠危害程度的反应差异很大:林木死亡率(Y)与根系被害程度(X)的回归模型如下:

油松 $Y=-0.001\ 1X^3+0.139\ 8X^2-3.276\ 2X+16.211\ 0$ $(R=0.944\ 9,F=130.767\ 5,P=0.000\ 2)$

侧柏 $Y=-0.001\ 2X^3+0.166\ 5X^2-5.113\ 3X+43.045\ 6$ $(R=0.994\ 5,F=119.258\ 1,P=0.000\ 2)$

山杏 $Y=-0.001\ 4X^3+0.246\ 7X^2-11.329\ 3X+152.620\ 4$ $(R=0.997\ 8,F=227.569\ 8,P=0.000\ 5)$

刺槐 $Y=-0.001\ 1X^3+0.204\ 6X^2-9.732\ 1X+134.545\ 1$ $(R=0.998\ 4,F=407.633\ 7,P=0.000\ 0)$

沙棘 $Y=-0.001\ 5X^3+0.288\ 8X^2-15.835\ 0X+264.201\ 2$ $(R=0.999\ 0,F=478.352\ 6,P=0.000\ 2)$

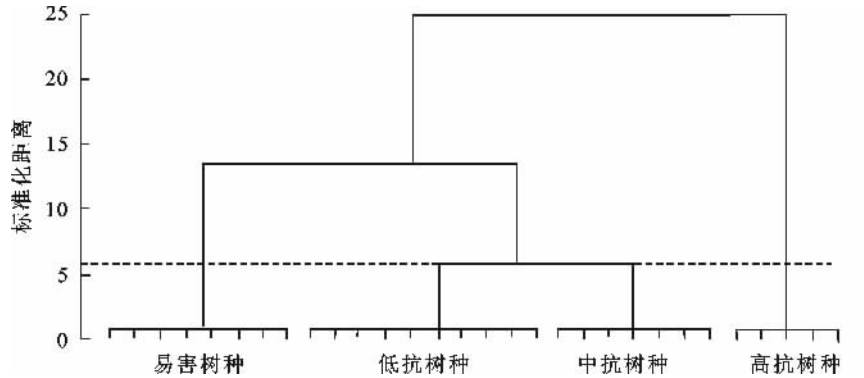


图 1 主要树种抗鼠性聚类分析树状图

Fig. 1 Rescaled distance cluster combine for rodent-resistant forest

表 2 主要树种的抗鼠性指标

Table 2 The rodent-resistant indexes of major afforestation species

主要树种	取食部位	喜食程度	抗鼠性指标	
			被害率/%	被害存活率/%
日本落叶松 <i>Larix kaempferi</i>	1,2,3	Ⅲ	52.1	35.2
落叶松 <i>L. gmelini</i>	1,2,3	Ⅲ	48.7	28.9
华北落叶松 <i>L. principis-rupprechtii</i>	1,2,3	Ⅲ	53.4	34.1
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	1,2	Ⅲ	55.2	23.4
西黄松 <i>P. ponderosa</i>	1,2	Ⅲ	55.8	26.0
奥地利黑松 <i>P. nigra</i> var. <i>austriaca</i>	1,2	Ⅲ	61.7	19.8
樟子松 <i>P. sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	1,2	Ⅲ	43.5	41.5
桑树 <i>Morus alba</i>	1,2	Ⅲ	37.6	54.6
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	1,2	Ⅱ	35.0	74.5
杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	1	Ⅱ	27.5	68.4
山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i>	1,3	Ⅱ	31.6	67.1
华山松 <i>P. armandi</i>	1	Ⅱ	32.5	35.7
柴松 <i>P. tabulaeformis</i> f. <i>shekanensis</i>	1	Ⅱ	31.4	45.2
沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	1	Ⅱ	35.2	70.6
苹果 <i>Malus pumila</i>	1	Ⅱ	24.1	39.7
山杏 <i>Armeniaca sibirica</i>	1	Ⅱ	26.5	40.9
杨柳类 <i>Populus</i> spp. ; <i>Salix</i> spp.	1	Ⅱ	24.0	38.5
漆树 <i>Toxicodendron vernicifluum</i>	1	Ⅱ	20.7	40.0
侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	1,2,3	I	19.8	29.0
槭树类 <i>Acer</i> spp.	1,3	I	17.2	54.5
云杉 <i>Picea asperata</i>	1	I	10.1	24.0
冷杉 <i>Abies fabri</i>	1	I	9.6	32.1
白榆 <i>Ulmus pumila</i>	1	I	12.3	68.4
无刺枣 <i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>inermis</i>	1	I	8.9	39.2
山桃 <i>Amygdalus davidiana</i>	1	I	6.2	65.2
紫穗槐 <i>Amorpha fruticosa</i>	1,3	0	3.2	79.1
白桦 <i>Betula platyphylla</i>	1	0	4.5	84.0
花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	1	0	4.9	66.8
柠条 <i>Caragana microphylla</i>	1	0	1.0	62.2
泡桐类 <i>Paulownia</i> spp.	1	0	2.3	65.2

注:1-根,2-幼苗,3-嫩枝。Ⅲ-最喜食,Ⅱ-喜食,I-为可食,0-偶食。被害率和被害死亡率为造林后3年的统计值

表 3 鼯鼠危害程度与林木死亡的关系
Table 3 The relation between density of zokor injury and forest mortality

树种	项目	林木根系被害程度/%									
		5.0	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	75.0	85.0	95.0
油松	样株数/株	50	75	68	110	73	95	46	101	150	150
	死亡数/株	0	1	4	21	38	80	45	101	150	150
	死亡率/%	0.0	1.3	6.2	19.1	52.1	84.2	97.8	100.0	100.0	100.0
侧柏	样株数/株	50	50	64	55	76	62	80	67	100	150
	死亡数/株	0	0	3	7	33	49	77	66	100	150
	死亡率/%	0.0	0.0	4.7	12.7	43.4	79.0	96.3	98.5	100.0	100.0
山杏	样株数/株	50	50	50	82	60	59	98	130	120	150
	死亡数/株	0	0	0	1	7	21	71	119	120	150
	死亡率/%	0.0	0.0	0.0	1.2	11.7	35.6	72.5	91.5	100.0	100.0
刺槐	样株数/株	50	50	50	112	65	86	54	69	165	150
	死亡数/株	0	0	0	1	5	26	32	61	163	150
	死亡率/%	0.0	0.0	0.0	0.9	7.7	30.2	59.3	88.4	98.8	100.0
沙棘	样株数/株	50	50	50	50	81	99	80	120	182	150
	死亡数/株	0	0	0	0	3	18	40	96	173	150
	死亡率/%	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	18.2	50.0	80.0	95.1	100.0

令模型为 0,求解可得,油松、侧柏、山杏、刺槐、沙棘开始死亡时的根系被害程度依次为 13.58%、19.81%、33.50%、39.62%、42.16%。令模型为 100 可得,油松、侧柏、山杏、刺槐、沙棘被害死亡率达 100%时的林木根系被害程度依次为 72.52%、78.03%、81.25%、89.12%、90.14%^[25-26]。

3.3 树种抗鼠性和耐鼠性

树种的抗鼠性和耐鼠性随着树龄的增长有增强的趋势^[27-28],但不同的树种变化规律存在差异(表 4,图 2)。

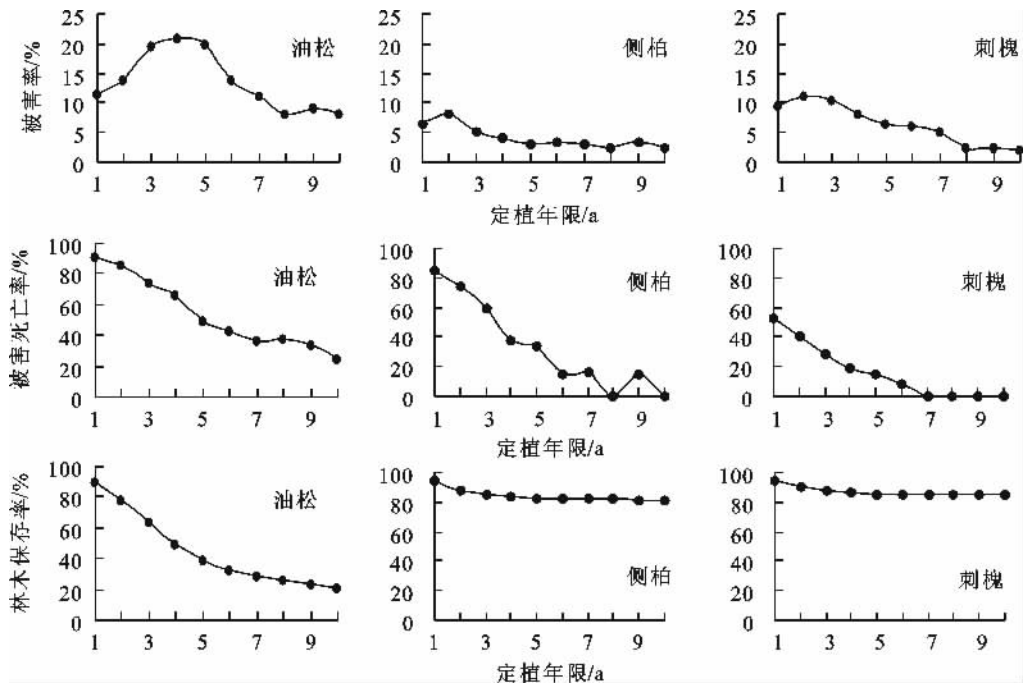


图 2 主要造林树种抗鼠性与定植年限的关系
Fig. 2 The relation between rodent-resistant tree species and planted forest ages

3.3.1 油松抗鼠性和耐鼠性的变化 油松定植后的前 5 a,随着定植年限的增加,抗鼠性逐年降低;定植 5 a 以后,随着年龄的增加,抗性迅速增强;8 a 以后,抗鼠性趋于稳定,即定植 4~6 a,鼯鼠危害率最大,林木重复被害现象严重;耐鼠性表现为随着定植年限的增加逐年增强,被害林木死亡率从定植 1 a 时的 91.4%,下降到定植 10 a 时的 25.0%;在不考虑其他因素影响前提下,林木保存率逐年下降,定植 10 a 时,林木保存率仅为 21.0%。

3.3.2 侧柏抗鼠性和耐鼠性的变化 侧柏定植第 2 年抗鼠性最差,鼯鼠危害率为 8.0%;定植 2 a 后,随着年限的增加,抗鼠性逐渐增强;定植 6 a 后,抗

鼠性逐渐趋于稳定,被害率稳定在 3%左右。定植后前 6 a,被害林木死亡率逐年下降,耐鼠性逐年增强;定植 6 a 以后,林木被害死亡率逐渐趋于稳定,10 a 以后,几乎没有被害死亡的林木。林木保存率前 3 a 下降较快,定植 4~5 a 缓慢下降,5 a 以后趋于稳定,林木保存率保持在 82.0%左右。

3.3.3 刺槐抗鼠性和耐鼠性的变化 刺槐的抗鼠性表现为定植 2~3 a 最弱,林木被害率较高,定植 3

a 以后,林木抗鼠性迅速提高,鼠害率迅速下降,定植 7 a 以后,抗鼠性趋于稳定,被害率保持在 5%以下。定植 6 a 内,被害死亡率逐年下降,耐鼠性逐渐增大,定植 6 a 以后,林木耐鼠性达到最大,林木被害死亡率趋于 0。定植第 1~3 年,林木保存率下降较大,定植 3 a 以后,林木保存率逐渐趋于稳定,定植 10 a 时,林木保存率为 84.5%。

表 4 林木抗鼠性与树龄的关系

Table 4 The relation between rodent-resistant forest and tree ages

树种	项目	林木定植年限/a									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
油松	调查数/株	200	200	200	100	100	100	100	100	100	100
	被害数/株	23	28	39	21	20	14	11	8	9	8
	死亡数/株	21	24	29	14	10	6	4	3	3	2
	被害率/%	11.5	14.0	19.5	21.0	20.0	14.0	11.0	8.0	9.0	8.0
	被害林木死亡率/%	91.4	85.7	74.3	66.7	50.0	42.9	36.4	37.5	33.3	25.0
	林木保存率/%	89.5	77.5	63.0	49.0	39.0	33.0	29.0	26.0	23.0	21.0
侧柏	调查数/株	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	被害数/株	13	16	10	8	6	7	6	5	7	5
	死亡数/株	11	12	6	3	2	1	1	0	1	0
	被害率/%	6.5	8.0	5.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.5	3.5	2.5
	被害林木死亡率/%	84.6	75.0	60.0	37.5	33.3	14.3	16.7	0.0	14.3	0.0
	林木保存率/%	94.5	88.5	85.5	84.0	83.0	82.5	82.0	82.0	81.5	81.5
刺槐	调查数/株	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	被害数/株	19	22	21	16	13	12	10	5	5	4
	死亡数/株	10	9	6	3	2	1	0	0	0	0
	被害率/%	9.5	11.0	10.5	8.0	6.5	6.0	5.0	2.5	2.5	2.0
	被害林木死亡率/%	52.6	40.1	28.6	18.8	15.4	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	林木保存率/%	95.0	90.5	87.5	86.0	85.0	84.5	84.5	84.5	84.5	84.5

4 结论与讨论

研究表明,黄土高原主要造林树种的抗鼠性可以分为 4 类。其中,高抗性树种造林后前 3 a 的平均被害率为 3.2%±1.60%,被害苗木成活率为 71.5%±9.52%。中等抗性树种造林后前 3 a 的林木被害率和被害存活率分别为 12.0%±4.84%和 44.6%±17.99%。低抗性树种造林后前 3 a 林木被害率和被害林木存活率分别为 28.6%±15.85%和 52.1%±5.00%。易害树种造林后前 3 a 林木被害率高达 51.0%±7.59%,林木被害存活率仅为 32.9%±11.19%。造林设计时,应根据立地条件、树种特性和当地鼯鼠的密度选择造林树种。退耕林地应选择高抗性的泡桐类和紫穗槐、白桦、花椒、柠条等树种;在鼯鼠密度较低的荒山造林,可以选择槭树类和侧柏、云杉、冷杉、白榆、枣树、山桃等中等抗性树种,也可选择杨柳类和华山松、柴松、刺槐、杜仲、山楂、沙棘、苹果、山杏、漆树等低抗性树种;林下更新、天然林改造、生荒地、土层小于 30 cm 和石灰岩晶核含量少于 30%、鼯鼠很少发生的宜林

地造林,可选择落叶松、油松、樟子松、美国黄松和奥地利黑松等易害树种。

耐鼠性反映了树种对鼠害的忍受程度和修复能力。研究表明,油松、侧柏、山杏、刺槐和沙棘对鼯鼠危害忍受程度和修复能力不同,造成这种差异的原因是多方面的,但主要取决于林木根系的生长特性和鼯鼠对不同林木的喜食度与取食量;鼯鼠喜食度愈大,林木被害率愈高,取食愈频繁、取食量愈大,林木根系被害程度愈强;林木根系生长愈快,根系萌生能力愈强,被害程度愈低,耐鼠性愈强^[31-33]。

油松被害率和被害死亡率的不同变化,反映了人工油松幼林生物群落的演替关系,包括生物和非生物间关系的变化。造林后,原有的植被发生变化,随着油松的生长,林下植被不断发生更替,林内光照、土壤湿度、气温等非生物因素也发生了很大变化,影响了林地甘肃鼯鼠的数量和分布,反过来又使油松被害程度发生变化。定植 1~3 a 的幼树根系不发达,油松属直根型,鼯鼠又喜欢取食,食量较大,鼯鼠一旦觅食到油松幼树,一次可将根系全部食完,被害死亡率极高;随着定植年限的增加,油松植株逐

渐长大,鼯鼠一般一次不能啃食全部根系,形成部分油松虽然被害但未死亡,只是生长势减弱,其被害死亡率较幼树低。定植 1~3 a 的油松,林内生长有大量的鼯鼠喜食的双子叶杂草,鼯鼠对油松幼树危害相对较轻。定植 4~6 a 的油松,林下禾本科杂草增多,而鼯鼠喜食的双子叶杂草减少,鼯鼠取食油松的机会增大,被害率上升。定植 7~10 a 的油松林郁闭度可达 0.6~0.8,长势旺盛的林子可达 0.9 左右,林内光照减少,湿度增大,林中杂草急剧减少,对鼯鼠生活极为不利,鼯鼠密度逐渐下降,危害率也逐渐降低。所以,造林整地时铲除杂草,加大造林密度,提早郁闭,可减轻鼯鼠对林木的危害^[2,28]。

造成侧柏和刺槐抗鼠性和耐鼠性变化差异的原因,主要是两者根系生长特性和分布规律的不同。在林龄相同的情况下,刺槐根系分布深度是侧柏的 2 倍多,但刺槐根区平均有效根长密度只有侧柏的 44.5%。在垂直方向上,2 树种有效根系主要分布在 0~60 cm 土层内,然而最大有效根长密度却均位于距地表 0~30 cm 土层。其中,刺槐 0~30 cm 区域内有效根长度占有效根总长度的 51.53%;侧柏略高于刺槐,为 58.38%。在水平方向上,刺槐有效根长密度以距树干 30~90 cm 处为最大,其有效根长度占全根区有效根总长度的 59.37%,侧柏以距树干 0~30 cm 处最大,其有效根长度占整个根区总有效根长度的 49.01%。侧柏有效根重密度是刺槐的 1.64 倍,但 0~60 cm 土层主要根系分布较平均,则刺槐的根重密度略大侧柏。垂直方向上。有效根重密度随土层加深而锐减。其中,以 0~30 cm 所占比例最大,侧柏达到 71.09%,刺槐为 63.01%;水平方向上,有效根重密度和根长密度具有一致的规律性,但所占比例略有不同^[34]。2 种树种根系分布规律和生物量的不同,造成了其抗鼠性和耐鼠的差异。

参考文献:

[1] 韩崇选,李金钢,杨学军,等. 中国农林啮齿动物综合管理[M]. 陕西杨陵:西北农林科技大学出版社,2005.

[2] 韩崇选,杨学军,李金钢,等. 农林啮齿动物灾害的环境修复与安全诊断[M]. 陕西杨陵:西北农林科技大学出版社,2004.

[3] 马常耕. 国外林木抗虫性育种现状[J]. 世界林业研究,1996(1):7-14.

[4] PESSARAKLI M. Handbook of plant and crop stress[M]. New York, Basel,Hong Kong,1993.

[5] ABRAMS M. Genotypic and phenotypic variation as stress adaptations in temperate tree species;a review of several case studies[J]. Tree Physiol.,1994(14):833-842.

[6] 韩崇选,杨林. 鼠类的危害与可持续控制技术研究[J]. 西北林学院学报,2003,18(1):49-52.

[7] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 鼠类危害的环境生态修复探讨[J]. 西北林学院学报,2005,20(4):124-128.

[8] 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(专):177-183.

[9] 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和生态位研究[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2003,31(专):184-190.

[10] 杨清娥,韩崇选,杨学军,等. 陕北林地啮齿动物群落结构研究[J]. 陕西林业科技,2004(3):5-13.

[11] 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.

[12] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 陕西林区草免空间格局及区域变化研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(11):65-72.

[13] 李立新,韩启龙,司雪芹,等. 固原县生态环境问题及其对策[J]. 宁夏农学院学报,2001,22(2):38-41.

[14] 杨学军,韩崇选,李继光,等. 多效抗旱驱鼠剂在固原造林中的应用[J]. 西北林学院学报,2004,19(4):90-93.

[15] 张三亮,郝积才,李广,等. 甘肃省中华鼯鼠、甘肃鼯鼠取食植物名录初报[J]. 甘肃林业科技,2001,26(4):43-44.

[16] 李平英,独军,蒋明,等. 中华鼯鼠对园林绿化树种危害的调查试验[J]. 甘肃林业科技,2001,26(1):54-56.

[17] 马有忠,张宏林,杨国宗,等. 不同立地条件幼林中华鼯鼠危害调查[J]. 林业实用技术,2005(4):31.

[18] 杨国宗,马有中,刘勋才,等. 祁连山东端中华鼯鼠对幼林危害的调查[J]. 中国森林病虫,2001(6):30-31.

[19] 韩崇选,胡忠朗,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.

[20] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 林区鼯鼠的综合管理研究[J]. 西北林学院学报,2002,17(3):53-57.

[21] 王明春,韩崇选,杨学军,等. 林区甘肃鼯鼠危害特征及生态控制对策[J]. 西北林学院学报,2004,19(3):105-108.

[22] 杨学军,韩崇选,王明春,等. 生物措施在林业鼠害治理中的应用[J]. 西北林学院学报,2002,17(3):58-62.

[23] 杨学军,韩崇选,王明春,等. 林业生态措施在鼠害控制中的应用[J]. 西北林学院学报,2001,16(3):76-79.

[24] 杨学军,韩崇选,王明春,等. 固原县林区鼠害现状及防治对策[J]. 宁夏农学院学报,2002,23(1):20-23.

[25] 韩崇选,胡忠朗,陈孝达,等. 甘肃鼯鼠对油松危害动态经济阈值研究及应用[J]. 西北林学院学报,1994,9(3):45-52.

[26] 韩崇选,胡忠朗,杨学军,等. 林地甘肃鼯鼠空间格局研究[J]. 西北林学院学报,1995,10(1):74-79.

[27] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 林区啮齿动物群落管理中的生态阈值研究[J]. 西北林学院学报,2005,20(1):156-161.

[28] 李金钢. 延安地区甘肃鼯鼠种群动态及预测预报的研究[M]//胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区鼯鼠综合管理研究. 西安:西北大学出版社,1995:76-85.

[29] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 主要啮齿动物的特异性研究[J]. 西北林学院学报,2002,17(3):48-52.

[30] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 克鼠星系列灭鼠剂饵料的筛选[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2003,30(4):42-46.

[31] 陈孝达,胡忠朗,王明春,等. 陕北林区甘肃鼯鼠食性与食量研究[M]//胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区鼯鼠综合管理研究. 西安:西北大学出版社,1995:119-123.

[32] 王明春,韩崇选,宗德禄,等. 无公害灭鼠剂克鼠星防治中华鼯鼠试验研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(5):39-43.

[33] 胡忠朗,韩崇选,王明春,等. 甘肃鼯鼠日生活节律及生物学特性的研究[M]//胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区鼯鼠综合管理研究. 西安:西北大学出版社,1995:104-111.

[34] 王进鑫,王迪海,刘广全. 刺槐和侧柏人工林有效根系密度分布规律研究[J]. 西北植物学报,2004,24(12):2208-2214.