

文章编号: 1001-1498(2010)04-0554-06

# 萧氏松茎象发生与湿地松林地枯落物 及土壤物理性质的关系

唐艳龙<sup>1</sup>, 杨清培<sup>2</sup>, 温小遂<sup>3\*</sup>, 王丽娜<sup>1</sup>, 何小龙<sup>2</sup>, 余林<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 2. 江西农业大学林学院, 江西 南昌 330045;  
3. 江西省林业有害生物防治检疫局, 江西 南昌 330077)

**摘要:** 对萧氏松茎象不同危害程度湿地松林地的枯落物及土壤物理性质比较研究结果表明: 枯落物及腐殖质层厚度对萧氏松茎象危害程度的影响最大, 其次是枯枝落叶干质量和土壤含水量, 枯枝落叶含水率和吸水率影响最小, 即枯落物及腐殖质层越厚, 枯枝落叶越多, 土壤湿度越大的林区, 萧氏松茎象发生越重。单因素分析表明: 枯落物及腐殖质层厚度、枯枝落叶干质量和土壤质量湿度与有虫株率的相关关系均达到显著水平。萧氏松茎象有虫株率火炬松和马尾松林发生林地明显低于湿地松发生林地。与不发生林地相比, 发生林地的土壤更湿润, 土壤的保水能力更好, 孔隙度更高, 石砾含量相对较低。

**关键词:** 萧氏松茎象; 枯落物; 土壤性质; 湿地松

中图分类号: 791.246

文献标识码: A

## The Relationship between Physical Characteristics of Litterfall and Soil in Slash Pine Plantation and the Occurring of *Hylobitelus xiaoi* Zhang

TANG Yan-long<sup>1</sup>, YANG Qing-pei<sup>2</sup>, WEN Xiao-sui<sup>3</sup>, WANG Li-na<sup>1</sup>, HE Xiao-long<sup>2</sup>, YU Lin<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;  
2. College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China;  
3. Forestry Pest Control and Quarantine Bureau of Jiangxi Province, Nanchang 330077, Jiangxi, China)

**Abstract:** The litters and soil physical characteristics of the forest site damaged to certain extents by *Hylobitelus xiaoi* were compared and analyzed. The results showed that the thickness of litterfall had the most effects on the damage of *H. xiaoi*, followed by the dry weight of litterfall and the soil weight, and the moisture content rate and water absorbing rate of litterfall had the least effects. That meant that the *H. xiaoi* damaged more heavily at the sites with thicker litterfall layers, more litterfall amounts and higher soil moisture content. Single factor analysis indicated that the thickness and dry weight of litterfall and soil moisture content were obviously correlated with the rate of insect-attacked tree. The rate of insect-attacked tree in *Pinus taeda* and *P. massoniana* plantations were significantly lower than that in *P. elliotii* plantations. Compared with no-attacked forest site, the insect-attacked sites had higher soil moisture, better water-holding capacity, higher porosity and less gravels.

**Key words:** *Hylobitelus xiaoi*; litterfall; soil property; *Pinus elliotii*

收稿日期: 2008-09-03

基金项目: 国家林业局重点课题资助项目(2001-22); 江西省科委攻关项目; 江西省自然科学基金(2007GZN0510)

作者简介: 唐艳龙(1982—), 男, 湖北长阳人, 博士生, 研究方向为森林昆虫生态学与生物防治. E-mail: woniu1127@yahoo.com.cn

\* 通讯作者: 温小遂, 教授级高工. E-mail: jxsfzwx@yahoo.com.cn

土壤是一种特殊的生态环境。土壤中拥有大量生物群落, 物理性状变化多, 它同地面上环境相比有其特殊性, 但二者又密切相关<sup>[1-2]</sup>。土壤的物理性状包括土壤紧密度、土壤水分含量、通气性以及团粒的构造等, 其不但影响生长在土壤内的植物, 也影响着地下昆虫和部分地面昆虫的种类和数量<sup>[1-2]</sup>。萧氏松茎象 (*Hylobitelus xiaoi* Zhang) 属鞘翅目 (Coleoptera) 象甲科 (Curculionidae), 松茎象属 (*Hylobitelu* Reitter)<sup>[3]</sup>, 主要危害湿地松 (*Pinus elliottii* Engelm.), 火炬松 (*P. taeda* L.) 等国外松, 也危害马尾松 (*P. massoniana* Lamb.) 和华山松 (*P. armandi* Franch)。自1988年在江西省首次发现以来, 先后又在湖南、湖北、广东、广西、贵州和福建等省陆续发生, 面积已达18万 $\text{hm}^2$ , 涉及119个县市, 仅江西就有55个县发生危害, 面积达12万 $\text{hm}^2$ , 林木枯死率达10% 鹵 30%<sup>[4]</sup>。在一些严重发生的林区, 如永修县云山垦殖场, 已造成60%以上的林木死亡<sup>[4-5]</sup>。国内有关昆虫与枯枝落叶及土壤物理性质的关系研究不多, 对萧氏松茎象发生与林地枯落物及土壤物理性质的关系亦未见报道。温小遂等<sup>[4-5]</sup>报道不论是湿地松和火炬松等国外松, 还是马尾松和华山松等本地松, 萧氏松茎象幼虫的危害一般在30 cm以下的树干基部和根颈部, 有相当一部分在土中危害根颈部韧皮组织<sup>[4]</sup>。萧氏松茎象成虫是一种好湿的昆虫, 晚上上树取食补充营养, 白天则在树干基部的树皮缝或近寄主的枯落物及腐殖质层下栖息。萧氏松茎象雌虫亦在树干基部产卵。因此, 萧氏松茎象的发生与近地层的枯枝落叶和土壤有一定的关系。这些物理因子是如何影响萧氏松茎象的发生, 又是哪些物理因子在其中起关键作用? 本文对此开展研究, 以期揭示萧氏松茎象发生与林地枯落物及土壤

$$r_i(k) = \frac{\min_j |X_0(k) - X_i(k)| / + \max_j |X_0(k) - X_i(k)|}{\max_j |X_0(k) - X_i(k)| / + \min_j |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (1)$$

为分辨系数, 是0与1之间的某一取定的数, 值不同, 关联系数的取值不同, 一般取  $r = 0.5$ , 并定义  $X_i$  对于  $X_0$  的关联度为:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r_i(k) \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

比较  $r_1, r_2, \dots, r_m$  的大小, 便得到关联序。根据关联序可确定各比较数列对参考数列影响程度的大小<sup>[7-9]</sup>。

### 1.3 萧氏松茎象危害程度的量化

参照《森林病虫害预测预报管理办法》蛀干害

物理性质的关系, 为萧氏松茎象的生态调控技术和湿地松的营林抚育提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 研究方法

1.1.1 样品的采集<sup>[6]</sup> 2006年冬季天晴3鹵4天后下午13:00—15:00时在江西省靖安、安福和信丰县选择面积大于10 $\text{hm}^2$ 的林地中设置样地, 按不同林型和萧氏松茎象发生状况, 设置样地36个, 每个样地面积为25.82 m  $\times$  25.82 m, 其中湿地松发生样地18个, 不发生样地3个, 火炬松和马尾松发生与不发生样地各3个, 另外, 混交林样地3个。在所选样地内按对角线取样法选取松树15株, 根据是否有流脂判断松树是否受害, 记载被害株数, 用公式: 被害株率 = 100%  $\times$  被害株数 / 总株数, 计算被害株率<sup>[4-5]</sup>。

在上述样地内不同位置选择有代表性的取样点3个, 先在100 $\text{cm}^2$ 的样方中取枯枝落叶, 再用土壤环刀法分3层(0鹵10、10鹵20、20鹵40 cm)取原状土壤, 并套保鲜袋保湿。所用环刀容积为100 $\text{cm}^3$ 。

### 1.1.2 样品的处理

1.1.2.1 土壤样品的测定步骤 参见参考文献[6]。

1.1.2.2 枯枝落叶样品的测定步骤 参见参考文献[6]。

1.1.3 计算方法 参见参考文献[6]。

### 1.2 灰色关联分析方法<sup>[7-9]</sup>

设参考数列为  $X_0 = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)\}$ , 被比较数列为  $X_i = \{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)\}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ )。则实数称为  $X_i$  对于  $X_0$  在  $k$  点的关联系数。

虫分级标准结合江西省实际情况拟将萧氏松茎象危害程度划分为3个等级。

1级, 被害株率10%以下, 轻; 2级, 被害株率11% 鹵 60%, 中; 3级, 被害株率61%以上, 重。

## 2 结果与分析

### 2.1 湿地松林各因子与萧氏松茎象发生程度的灰色分析

将湿地松被害株率按100%, 90% 鹵 100%, 80% 鹵 90%, 60% 鹵 80%, 40% 鹵 60%, 0% 鹵 40%, 0%,

共 7 阶, 先计算同一样地内 3 个取样点同一层土壤及枯落物物理性质的平均值, 再计算同一阶内样地各性质的平均值, 同时计算被害株率的平均值, 结果列于表 1。各阶样地均为 3 个。设表 1 中第一行萧氏松茎象的被害株率 = {  $X_0(1), X_0(2), X_0(3), X_0(4), X_0$

(5),  $X_0(6), X_0(7)$  } 为参考数列; 影响萧氏松茎象危害程度的枯落物和 0 鹈 10 cm 土壤物理性质  $X_i = \{ X_i(1), X_i(2), X_i(3), X_i(4), X_i(5), X_i(6), X_i(7), X_i(8), X_i(9), X_i(10), X_i(11), X_i(12), X_i(13), X_i(14), X_i(15), X_i(16) \}$  为被比较数列。

表 1 萧氏松茎象不同危害程度林地各性质平均值

被害株率 $X_0$	1	0.933	0.867	0.667	0.467	0.333	0
土壤含水量 (%) $X_1$	23.63	20.8	18.75	18.20	17.31	16.34	9.62
土壤容积含水量 (%) $X_2$	41.99	25.05	22.06	21.41	19.28	30.97	16.28
土壤密度 ( $g \cdot cm^{-3}$ ) $X_3$	1.78	1.20	1.18	1.18	1.11	1.90	1.69
最大持水量 (%) $X_4$	47.24	39.10	39.22	40.99	42.43	34.97	24.36
毛管持水量 (%) $X_5$	33.20	31.71	32.30	33.36	31.93	26.23	19.86
最小持水量 (%) $X_6$	31.69	29.48	28.21	29.27	29.39	24.63	17.32
非毛管孔隙 (容积%) $X_7$	24.09	8.80	7.93	8.83	11.43	15.21	7.72
毛管孔隙 (容积%) $X_8$	58.56	37.87	37.77	38.93	35.60	48.65	32.88
总孔隙度 (容积%) $X_9$	82.65	46.67	45.70	47.77	47.03	63.86	40.59
土壤通气度 (容积%) $X_{10}$	40.66	21.62	23.64	26.36	27.75	32.90	24.31
石砾质量百分率 (%) $X_{11}$	28.58	9.036	18.83	18.81	15.12	26.88	27.59
石砾体积百分率 (%) $X_{12}$	13.33	5.83	8.33	10.33	8.67	15.67	17.28
枯枝落叶含水率 (%) $X_{13}$	55.03	54.81	64.05	63.37	49.48	55.12	59.11
枯枝落叶吸水率 (%) $X_{14}$	121.24	188.18	225.13	244.44	164.75	124.93	137.24
枯枝落叶干质量 ( $g \cdot cm^{-2}$ ) $X_{15}$	0.023	0.020	0.021	0.016	0.017	0.021	0.003
枯落物及腐殖质层厚度 (cm) $X_{16}$	20	15	18	12	8	10	0.33

本文用初值化法对表 1 中的数据进行无量纲化处理, 即将表 1 中每个数列除以每一列的第 1 个数。然后按公式 (1) 取  $r_i = 0.5$  计算关联系数, 按公式

(2) 计算关联度<sup>[7-8]</sup>。并将结果列于表 2。灰色关联度认为 2 个序列间关联度越趋近于 1 则相似性越大<sup>[7-9]</sup>。

表 2 参考数列与各比较数列关联系数和关联度

$X_i$	关联系数							关联度 $r_i$
	$X_0(1)$	$X_0(2)$	$X_0(3)$	$X_0(4)$	$X_0(5)$	$X_0(6)$	$X_0(7)$	
$X_1$	1	0.927 1	0.901 9	0.867 2	0.717 5	0.653 2	0.623 6	0.812 9
$X_2$	1	0.667 0	0.664 1	0.811 4	0.988 9	0.625 4	0.635 1	0.770 3
$X_3$	1	0.725 1	0.767 4	0.993 4	0.808 1	0.479 3	0.414 8	0.741 2
$X_4$	1	0.864 7	0.948 8	0.770 5	0.609 9	0.623 7	0.566 8	0.769 2
$X_5$	1	0.968 9	0.864 1	0.666 3	0.576 7	0.596 3	0.530 1	0.743 2
$X_6$	1	0.995 7	0.966 2	0.724 2	0.594 1	0.603 1	0.552 4	0.776 5
$X_7$	1	0.542 9	0.556 7	0.692 2	0.988 5	0.693 6	0.678 1	0.736 0
$X_8$	1	0.701 8	0.752 7	0.997 3	0.826 9	0.575 7	0.545 9	0.771 5
$X_9$	1	0.646 7	0.682 6	0.883 8	0.868 3	0.605 7	0.578 8	0.752 3
$X_{10}$	1	0.626 9	0.702 9	0.973 4	0.757 6	0.586 6	0.530 2	0.739 6
$X_{11}$	1	0.522 3	0.764 6	0.987 5	0.915 5	0.526 3	0.411 4	0.732 5
$X_{12}$	1	0.576 4	0.736 3	0.861 7	0.786 4	0.445 0	0.342 4	0.678 3
$X_{13}$	1	0.915 0	0.694 2	0.581 9	0.609 4	0.502 4	0.385 8	0.669 8
$X_{14}$	1	0.521 6	0.405 3	0.333 3	0.430 6	0.491 9	0.373 5	0.508 0
$X_{15}$	1	0.911 8	0.952 9	0.941 1	0.711 0	0.541 6	0.857 9	0.845 2
$X_{16}$	1	0.786 4	0.952 9	0.910 1	0.910 1	0.801 9	0.975 9	0.905 3

从表 2 中可以得出: 按关联度大小排列的关联序为:  $r_{16} > r_{15} > r_1 > r_6 > r_8 > r_2 > r_4 > r_9 > r_5 > r_3 > r_{10} > r_7 > r_{11} > r_{12} > r_{13} > r_{14}$ , 即枯落物及腐殖质层厚度 ( $X_{16}$ ) 对萧氏松茎象危害程度的影响最大, 其次是枯

枝落叶干质量 ( $X_{15}$ ) 和土壤含水量 ( $X_1$ ), 枯枝落叶含水率 ( $X_{13}$ ) 和吸水率 ( $X_{14}$ ) 影响最小。也就是说, 枯落物及腐殖质层越厚, 枯枝落叶越多, 土壤含水量越大的林区, 萧氏松茎象发生越重。

对表 2 中灰色关联系数大于 0.8 的 3 个关键因子枯落物及腐殖质层厚度 ( $X_6$ )、枯枝落叶干质量 ( $X_{15}$ ) 和土壤含水量 ( $X_1$ ) 进行单因素分析见图 1、2、3。

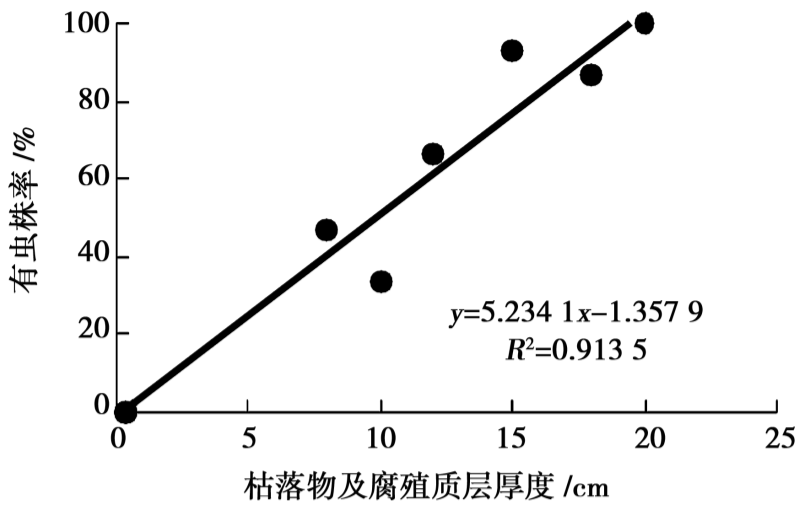


图 1 枯落物及腐殖质层厚度与有虫株率的关系

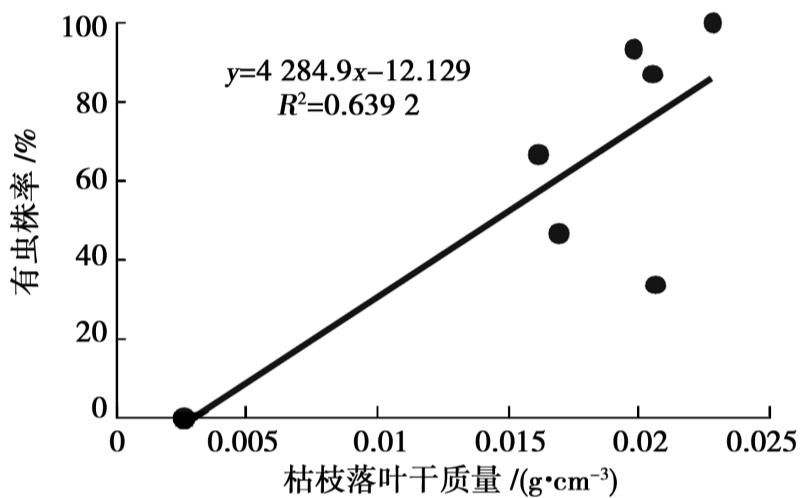


图 2 枯枝落叶干质量与有虫株率的关系

从图 1、2、3 可以看出: 萧氏松茎象有虫株率与枯落物及腐殖质层厚度、枯枝落叶干质量和土壤含水量均呈正相关。对相关关系进行  $F$  检验,  $F$  值分别为 52.783、8.858、42.076,  $p$  值分别为 0.0008、0.0309、0.0013, 均小于 0.05, 表明枯落物及腐殖质层厚度、枯枝落叶干质量和土壤含水量与有虫株率的相关关系均达到显著水平<sup>[10]</sup>。

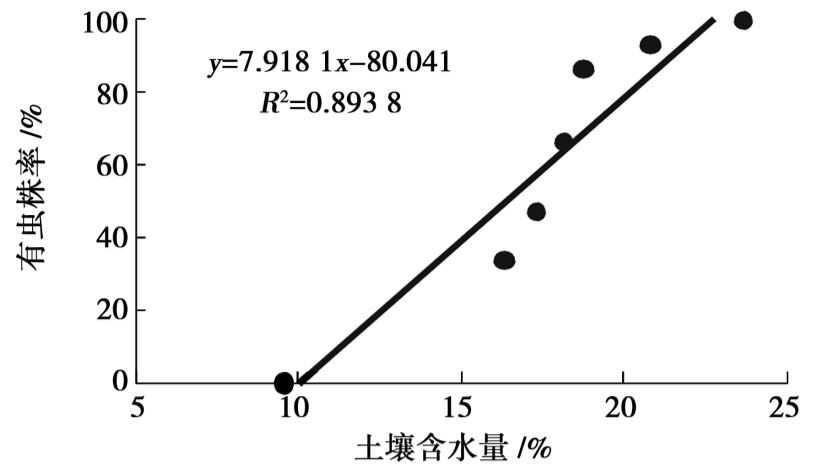


图 3 土壤含水量与有虫株率的关系

## 2.2 湿地松林不同层次土壤物理性质比较

按萧氏松茎象危害程度将湿地松林样地划分为重度、中度和无虫 3 个级别, 每个级别样地数量分别为 12、6、3 个, 求取平均值, 列于表 3。

从表 3 可以看出: 3 个不同层次土壤相比, 土壤含水量萧氏松茎象重度发生林地 0 鹛 10 cm 最大, 20 鹛 40 cm 最小; 不发生林地则相反, 0 鹛 10 cm 最小, 20 鹛 40 cm 最大; 中度发生林地 0 鹛 10 cm 最小, 另外两层间差异不大。土壤容积含水量重度发生林地 0 鹛 10 cm 和 10 鹛 20 cm 相差不大, 其余与土壤含水量的变化相似。土壤密度不发生林地较高, 且各层间几乎相同, 重度和中度发生林地差异不大。最大持水量、毛管持水量和最小持水量重度发生林地最高, 中度次之, 但差异不大, 且呈递减趋势, 不发生林地最低, 且呈递增趋势。非毛管孔隙、毛管孔隙、总孔隙度和土壤通气度重度发生林地最高, 且 0 鹛 10 cm 最高, 中度次之, 各层之间差异不大, 不发生林地最低, 且 0 鹛 10 cm 相对较低。石砾含量不发生林地最高, 重度发生林地最低, 且 0 鹛 10 cm 相对较低。

表 3 湿地松林不同层次土壤物理特点比较

危害程度	土壤层	土壤含水量 / %	土壤容积含水量 / %	土壤密度 / (g·cm <sup>-3</sup> )	最大持水量 / %	毛管持水量 / %	最小持水量 / %	非毛管孔隙 / %	毛管孔隙 / %	总孔隙度 / %	土壤通气度 / %	石砾质量百分率 / %	石砾体积百分率 / %
重度		21.06	29.70	1.39	41.85	32.40	29.79	13.61	44.73	58.34	28.64	18.81	9.2
		19.96	29.75	1.54	36.63	28.84	26.68	11.63	42.97	54.60	24.85	15.39	10.9
		16.01	24.62	1.57	35.99	29.39	25.71	9.53	43.88	53.41	28.79	23.73	13.6
中度		17.28	26.93	1.40	39.46	30.51	27.76	11.83	41.06	52.89	25.96	20.27	11.6
		19.76	28.49	1.49	36.60	29.17	26.59	10.71	41.92	52.63	24.13	18.26	10.4
		19.06	28.03	1.51	35.25	27.62	25.45	11.17	41.19	52.36	24.33	26.42	13.3
无虫		9.62	16.28	1.69	24.36	19.86	17.32	7.72	32.88	40.59	24.31	27.59	17.3
		14.8	24.16	1.65	27.20	22.39	19.56	7.61	36.28	43.89	19.73	25.56	18.3
		16.67	27.23	1.63	28.20	23.94	20.72	6.78	38.55	45.33	18.10	25.39	18.0

注: :0 鹛 10 cm; :10 鹛 20 cm; :20 鹛 40 cm。

### 2.3 湿地松与火炬松、马尾松林 0 龄 10 cm 土壤物理性质比较

将湿地松和火炬松、马尾松林地按发生与不发生萧氏松茎象分为两类,对样地 0 龄 10 cm 土壤物

理性质统计计算平均值,列于表 4。其中湿地松发生样地 18 个,不发生样地 3 个,火炬松和马尾松发生与不发生样地均为 3 个。

表 4 湿地松与火炬松、马尾松林 0 龄 10 cm 土壤物理因子特点比较

林分类型	被害株率 / %	土壤含水量 / %	土壤容积含水量 / %	土壤密度 / ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	最大持水量 / %	毛管持水量 / %	最小持水量 / %	非毛管孔隙 / %	毛管孔隙 / %	总孔隙度 / %	土壤通气度 / %	石砾质量百分率 / %	石砾体积百分率 / %
湿地松	71.10	19.17	27.62	1.40	40.66	31.46	28.78	12.72	42.90	55.62	28.00	19.54	10.39
火炬松	16.65	24.97	30.23	1.19	41.08	35.20	31.93	6.77	42.02	48.78	18.55	15.84	9.42
马尾松	23.34	12.43	16.83	1.37	28.27	22.34	20.23	7.97	30.47	38.43	21.60	44.17	28.00
湿地松	0	9.62	16.28	1.69	24.36	19.86	17.32	7.72	32.88	40.59	24.31	27.59	17.30
火炬松	0	17.87	23.50	1.40	35.26	26.83	22.74	11.60	35.28	46.89	23.40	40.05	24.60
马尾松	0	9.21	26.15	1.54	30.61	25.31	22.49	7.70	38.56	46.25	20.10	36.05	22.11

从表 4 可以看出:萧氏松茎象有虫株率火炬松和马尾松林明显低于湿地松林。

湿地松萧氏松茎象发生林地土壤含水量、土壤容积含水量、毛管持水量和最小持水量都比火炬松发生林地低,但差异不大;土壤密度、非毛管孔隙、总孔隙度和土壤通气度湿地松林大于火炬松林地;最大持水量和毛管孔隙两者差异不大;石砾含量湿地松林比火炬松林略大。湿地松萧氏松茎象不发生林地在大多数物理性质上低于火炬松不发生林地,只有土壤密度和土壤通气度略大。

湿地松萧氏松茎象发生林地在大多数土壤物理性质分析数据值明显大于马尾松发生林地,只有土壤密度差异不大,石砾含量明显低于马尾松林。湿

地松萧氏松茎象不发生林地土壤含水量、土壤容积含水量和非毛管孔隙与马尾松不发生林地差异不大;土壤密度和土壤通气度比马尾松林略大;其余物理性质分析数据值均低于马尾松林。

火炬松发生林地在大多数物理性质分析数据值均高于不发生林地,只有土壤密度和土壤通气度略低,石砾含量偏低。马尾松发生林地只有土壤含水量略大于不发生林地,其他物理性质分析数据值均偏低或相差不大。

### 2.4 湿地松与混交林 0 龄 10 cm 土壤物理性质比较

对发生萧氏松茎象危害的湿地松和混交林样地 0 龄 10 cm 土壤物理性质统计计算平均值,列于表 5。其中湿地松发生样地 18 个,混交林 3 个。

表 5 湿地松与混交林第 1 层土壤物理因子特点比较

林型	被害株率 / %	土壤含水量 / %	土壤容积含水量 / %	土壤密度 / ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	最大持水量 / %	毛管持水量 / %	最小持水量 / %	非毛管孔隙 / %	毛管孔隙 / %	总孔隙度 / %	土壤通气度 / %	石砾质量百分率 / %	石砾体积百分率 / %
湿地松	71.10	19.98	27.62	1.40	40.66	31.46	28.78	12.72	42.90	55.62	28.00	19.54	10.39
混交林	25.40	19.81	30.09	1.52	35.40	28.74	25.88	10.04	43.36	53.40	23.30	28.88	17.39

从表 5 中可以看出:萧氏松茎象有虫株率混交林明显低于湿地松纯林,土壤多种物理性质间没有明显的差异。

## 3 小结与讨论

昆虫种群数量的变动是种群的遗传特性(生理、生态特性及适应性)与外界环境条件间相互不断矛盾统一过程中的一个暂时的结果表现。前者为引起种群数量波动的内因,后者则为外因。外界环境条件主要包括食物,植被,气候,土壤和天敌等<sup>[1-2]</sup>。

外界环境条件对种群的影响是综合发生作用的,但在一定的时间和空间内常有一种或几种起主导作用,其他则为次要因素。据报道,萧氏松茎象幼虫主要在树干基部和根颈部危害,成虫白天在树干基部的树皮缝隙或枯枝落叶层下静栖,因此,萧氏松茎象的发生与近地层的小环境有密切的关系。温小遂等<sup>[11]</sup>研究证明萧氏松茎象是一种好湿、负趋光性昆虫,喜欢生活在阴湿的环境里。湿度对萧氏松茎象成虫取食、繁殖和存活及卵的孵化均有显著的影响。显然较厚的枯落物及腐殖质层、较多的枯枝落叶和

较大的土壤湿度不仅有利于保持萧氏松茎象生境较高的湿度, 也为其提供了庇护场所。本文研究证实了枯落物及腐殖质层厚度、枯枝落叶多少和土壤湿度大小与萧氏松茎象的发生关系密切。

在萧氏松茎象发生林区, 及时正确地组织透光伐、除伐和生长伐等, 并有效地清除杂灌和枯落物及腐殖质, 破坏适宜萧氏松茎象发生的微环境条件, 有可能将萧氏松茎象种群控制在较低的水平。事实上, 森林抚育是一种十分重要的林业防治方法, 特别是对某些蛀干害虫<sup>[13]</sup>。温小遂等<sup>[14-15]</sup>研究证实了营林措施对萧氏松茎象有较好的控制作用, 而且不需要增加防治有害生物的劳力和成本, 有利于天敌生存, 不污染环境, 符合生态防治的要求。

此外, 研究还发现, 不管是在湿地松林, 还是在马尾松和火炬松林, 萧氏松茎象发生林地比不发生林地土壤更湿润, 土壤的保水能力更好, 孔隙度更高, 石砾含量相对较低, 更利于萧氏松茎象的生存和繁衍。但萧氏松茎象在马尾松林和火炬松林的危害远远低于在湿地松林, 这与寄主的适应性有重要的关系<sup>[5]</sup>。另外, 本文所选混交林样地均在萧氏松茎象发生较重的林区, 因此, 林间湿地松仍然受到萧氏松茎象的危害, 但有虫株率要低于湿地松纯林。说明营造混交林对萧氏松茎象有一定的控制作用。

#### 参考文献:

[1] 张孝羲. 昆虫生态及预测预报[M]. 北京: 农业出版社, 1985

- [2] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 第2版. 北京: 北京师范大学出版社, 1996
- [3] 张润志. 萧氏松茎象——新种论述(鞘翅目: 象甲科) [J]. 林业科学, 1997, 33(6): 541 - 545
- [4] Wen X S, Kuang Y Y, Shi M Q, *et al.* Biology of *Hylobitelus xiaoi* Zhang (Coleoptera: Curculionidae), a new pest of slash pine, *Pinus elliottii* Engelm. [J]. J Econ Entomol, 2004, 97: 1958 - 1964
- [5] 温小遂, 匡元玉, 施明清, 等. 萧氏松茎象成虫的取食、产卵和行为[J]. 昆虫学报, 2004, 47(5): 624 - 629
- [6] 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984
- [7] 邓聚龙. 灰理论基础[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002
- [8] 丁世飞, 李照会. 应用灰色关联度分析研究中华稻蝗对水稻产量构成因素的影响程度[J]. 农业系统科学与综合研究, 1997, 13(2): 135 - 137
- [9] 唐艳龙, 温小遂, 许永青, 等. 应用灰色关联度分析环境因子与萧氏松茎象危害程度的关系[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(3): 356 - 359
- [10] 贾乃光. 数理统计[M]. 第2版. 北京: 中国林业出版社, 1993
- [11] 温小遂, 施明清, 匡元玉, 等. 湿度对萧氏松茎象取食繁殖及存活的影响[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(1): 89 - 91
- [12] 赵同海, 赵文霞, 高瑞桐, 等. 外来树种对本地林业虫害的诱发作用[J]. 昆虫学报, 2007, 50(8): 826 - 833
- [13] 张执中. 森林昆虫学[M]. 第2版. 北京: 中国林业出版社, 1991
- [14] 温小遂, 施明清, 匡元玉. 萧氏松茎象发生成因及生态控制对策[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(4): 495 - 498
- [15] 唐艳龙, 温小遂, 施明清, 等. 萧氏松茎象成虫在不同寄生植物上取食、繁殖和生活历期研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22(5): 701 - 704