

# 塞罕坝不同林型土壤节肢动物群落变化研究

鲁绍伟<sup>2</sup>, 刘凤芹<sup>3</sup>, 周国娜<sup>\*</sup>, 朱新玉<sup>4</sup>, 马建昭<sup>5</sup>, 袁胜亮<sup>5</sup>, 张丽丽<sup>5</sup>

(1. 石家庄经济学院, 河北石家庄 050031; 2. 北京林业大学, 北京 100083; 3. 秦皇岛外国语职业学院, 河北秦皇岛 066311; 4. 河北农业大学, 河北保定 071000; 5. 河北神鹿绿化有限公司, 河北石家庄 050051)

**摘要** 对塞罕坝不同林型中土壤节肢动物进行调查, 结果表明, 两种不同林型土壤节肢动物共721个, 隶属4个纲15类(目); 不同林型具有不同分布特点, 且对土壤节肢动物产生影响的土壤理化性质不同。

**关键词** 土壤节肢动物; 群落多样性; 垂直分布; 土壤理化性质

中图分类号 S154.5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)22-06903-02

## Study on Soil Arthropod Community in Different Forests in Saihanba

LU Shao-wei et al (Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang, Hebei 050031)

**Abstract** Soil arthropod community in the different forest was investigated. The results showed that there were 721 soil arthropods, belonging to 4 classes and 15 orders. The physical and chemical properties affecting soil arthropod were different in different forest types.

**Key words** Soil arthropod; Community diversity; Uprightness distribution; Soil physical and chemical property

在陆地生态系统中, 土壤动物区系是分解者食物网的重要组成部分, 是土壤养分的制造者<sup>[1-2]</sup>。而土壤节肢动物又是土壤动物中重要的组成部分, 其对土壤的发生发展、枯落物的分解、营养元素循环、微生物的群落组成和活动、土壤生态系统中食物网的组成、土壤环境及土壤肥力的变化等起着重要的影响和指示作用<sup>[3-5]</sup>。目前关于土壤节肢动物的研究很多, 主要是针对南方的茶园、热带雨林、热带次生林及松嫩草原的农牧林复合系统中的土壤节肢动物进行的研究<sup>[6-10]</sup>, 但对于不同林型中土壤节肢动物的比较研究较少。笔者以河北省北部塞罕坝地区为研究对象, 研究不同林型(针叶林和阔叶林)中土壤节肢动物的群落结构组成、垂直分布规律及土壤理化性状对土壤节肢动物群落的影响, 揭示该区域不同林型中土壤节肢动物群落结构及多样性的变化规律, 为更好地管理和保护塞罕坝地区的生物多样性提供理论依据和基础性资料。

## 1 研究区自然状况

塞罕坝位于河北省最北部, 地处北纬42°02'~42°36', 东经116°51'~117°39'。该区属于半干旱半湿润气候区, 年均气温-1.4℃。无霜期短, 常年多在60 d左右, 极端最低温度-42.8℃, 最高温度30.9℃。年均日照2367.8 h, 年均降水量437.8 mm。年均6级以上大风日76 d, 年积雪长达7个月。主要成土母质为风积物、残积物、堆积物及冲积物等。生物资源极其丰富, 森林覆盖率达66.7%, 以寒温性针叶林、落叶阔叶林为主, 野生动物较丰富, 主要种类有鹿、豹、野猪、狗、猓、狍、鸟类等。

## 2 材料与方法

**2.1 样地选择与设置** 研究区设在河北省北部的塞罕坝地区。按照塞罕坝植被类型图、林相图, 在森林带选取有代表性的林型, 选取华北落叶松作为针叶林林型、选取山杨林和柞木混交林作为阔叶林林型, 每种生态类型的样地设置3次

重复。取样时尽量选在地势平缓、石头较少、自然环境一致、不在生境边缘、避开人为活动比较频繁等地方, 一般远离居民点和道路。设置样地面积为30 m×30 m。

野外调查时详细记录调查日期、时间、天气状况, 土壤节肢动物情况、透光情况、枯枝落叶层厚度和土壤类型。采用随机取样, 在每个样方处先去除地上植株部分, 然后自上而下分3层: 0~5 cm( )、5~10 cm( )、10~15 cm( ), 每层用体积100 cm<sup>3</sup>的土壤环刀采集土样, 装入塑料袋中, 带回实验室。首先设样方为25 cm×25 cm, 分层取样, 用手捡法采集大型土壤节肢动物。再设样方为10 cm×10 cm, 分层取样, 所取土样用干漏斗(Tullgren)法分离提取中、小型土壤节肢动物。沿土壤剖面自上而下, 分别采集0~5、5~10、10~15 cm的土样, 于室内测定土壤酸碱度<sup>[11]</sup>。用土壤环刀法采集土壤样品, 装入铝盒, 测定土壤含水率。在土壤节肢动物采样的同时, 测量各个样地的坡向和土壤温度。

## 2.2 数据处理方法

数量统计数据采用Excel 2000软件处理完成。运用生物多样性有关公式对群落特征进行测度。土壤节肢动物群落的多样性的测度采用下列指标标定: 物种多样性指数采用Shannon-Wener指数; 均匀度采用Pielou指数; 群落相似性采用Sorenson指数定量化, 物种多样性指数Shannon-Wener信息多样性指数公式:  $H = -\sum_{i=1}^S P_i \log P_i$ ; S为指所有的物种数;  $P_i$ 指第i个物种的多度比例。Pielou均匀度指数公式:  $E = H / \ln S$ ; H为Shannon-Wener多样性指数, S为指所有物种数。Sorenson相似性指数公式:  $G = 2j / (a + b)$ ; j为两个群落或样地共有种数, a和b分别是群落A、B的类群数。

## 3 结果与分析

**3.1 土壤节肢动物群落的结构组成** 通过对塞罕坝的华北落叶松林与山杨—白桦混交林中土壤节肢动物的调查, 共获得土壤节肢动物721个, 隶属4个纲15类(目)(表1)。

由表1可知, 从物种组成上来看, 山杨—白桦阔叶混交林和华北落叶松针叶林中存在共有类群: 两种不同林型均以弹尾目和蜱螨目的个体数量最多, 是共有优势类群; 双翅目、蜘蛛目是共有的常见类群; 石蜈蚣目和等足目是共有的稀有类群。从共有类群的数量和成分上看, 华北落叶松林与山杨

**基金项目** 北京市科委重大项目“北京山区森林健康经营关键技术研究及示范”(D0706001000091); 国家“十一五”科技攻关“华北土石山区植被恢复与重建技术试验示范”(2006BAD03A11-4); 国家林业局新技术储备项目“典型生态系统动态监测技术开发与应用”。

**作者简介** 鲁绍伟(1972-), 男, 河北秦皇岛人, 理学博士后, 硕士生导师, 高级工程师, 从事生态系统结构与功能研究。\* 通讯作者。

**收稿日期** 2007-04-16

—白桦混交林基本一致,具有相似的特征。另外,两种不同林型中还存在各自的特有类群:地蜈蚣目、半翅目、鳞翅目、缨翅目是山杨—白桦阔叶混交林中特有类群;而鞘翅目的隐翅甲科、膜翅目是华北落叶松针叶林中的特有类群,这些特有类群多数属于稀有类群,一方面说明不同林型中土壤节肢动物群落的结构组成存在一定的差异,另一方面这些稀有类群在一定程度上也反映了各自林型的特点。

表1 两种不同林型土壤节肢动物群落类群和数量组成

种类	山杨—白桦混交林		华北落叶松林	
	个体数	占总体比例	个体数	占总体比例
唇足纲 地蜈蚣目	3	+	0	
石蜈蚣目	1	+	1	+
昆虫纲 半翅目	1	+	0	
弹尾目	234	+++	118	+++
鳞翅目	1	+	0	
鞘翅目 蛴螬	7	++	2	+
鞘翅目 幼虫	3	+	4	++
鞘翅目 隐翅甲科	0		1	+
双翅目	16	++	19	++
同翅目	5	++	1	+
缨翅目	1	+	0	
膜翅目	0		13	++
软甲纲 等足目	3	+	1	+
蛛形纲 蜱螨目	190	+++	72	+++
蜘蛛目	14	++	10	++

注:+++代表优势类群(个体数占总体的10%以上);++代表常见类群(个体数占总体的1%~10%);+代表稀有类群(个体数占总体的1%以下)。

**3.2 土壤节肢动物群落多样性及相似性分析** 物种多样性的高低在一定程度上能够反映群落的结构水平及不同生境中土壤节肢动物的复杂程度;而群落相似性指数,则可以比较不同林型间的差异性和相似性的程度,进而了解不同生境条件对土壤节肢动物的影响程度(表2)。

表2 不同林型中土壤节肢动物群落的各指数

林型	类群	个数	多样性 (H)	均匀度 (E)	相似性 (G)
山杨-白桦混交林	13	479	1.189 8	0.463 9	0.750 0
华北落叶松林	11	242	1.397 6	0.582 8	

从表2可知,华北落叶松林中的多样性和均匀度均大于山杨—白桦混交林,而类群数和个体数华北落叶松林均小于山杨—白桦混交林,说明山杨—白桦混交林中的土壤节肢动物的类群数虽多,但个体分布的均匀性较差,有明显的优势类群存在;而华北落叶松林中虽类群数和个体数均较少,但个体分布的均匀性高,故多样性指数高,该林分中没有特别突出的优势类群。从相似性指数可以看出,两种不同林型中的土壤节肢动物在结构组成上存在较大的相似性,这与前面的结果相一致。

**3.3 土壤节肢动物群落垂直分布** 由图1、2可知,从整体上看,不同林型内土壤节肢动物的垂直分布表现出相似的变化规律:土壤节肢动物的垂直分布基本上符合从地表向下随深度的增加,土壤节肢动物类群和个体表现出递减的规律<sup>[14]</sup>,这与前人的研究结果相一致。土壤节肢动物主要栖息在0~10 cm的土层中,表现出明显的表聚性特征。土壤节肢动物

的个体数和类群数基本保持一致的变化趋势,当个体数高时,相对应的类群数也较高,土壤节肢动物在土体空间上的垂直排列具有明显的成层现象。土壤节肢动物的这种成层现象与土壤有机质的表聚、土壤水热条件以及理化特征的垂直差异有密切关系。

在不同林型中,土壤节肢动物的垂直分布在类群数和个体数量上也存在一定的差异,山杨—白桦混交林的类群数和个体数均大于华北落叶松林,但在不同的土壤深度上表现出明显不同。从类群数上来看,在0~5、10~15 cm的土壤深度上,不同林型的土壤节肢动物的类群数差异较小,而在5~10 cm的土壤深度上,两者差异显著,说明山杨—白桦混交林中土壤节肢动物在0~10 cm的土层中类群数的变化速率低于华北落叶松林。从个体数量上来看,在0~5、5~10 cm的土壤深度上两种林型的土壤节肢动物的个体数量差异显著,而在10~15 cm的土层中,两者的差异不明显。

由图1、2可以发现,山杨—白桦混交林的土壤节肢动物在0~5、5~10 cm的土层中的变化较小,说明该林分中的土壤节肢动物最适宜在0~5 cm的土层中活动。华北落叶松林的土壤节肢动物在3个土壤层次中的递减变化的速率相似,而在0~5 cm的土壤中的类群数和个体数最多,说明该土层最适宜土壤节肢动物活动。

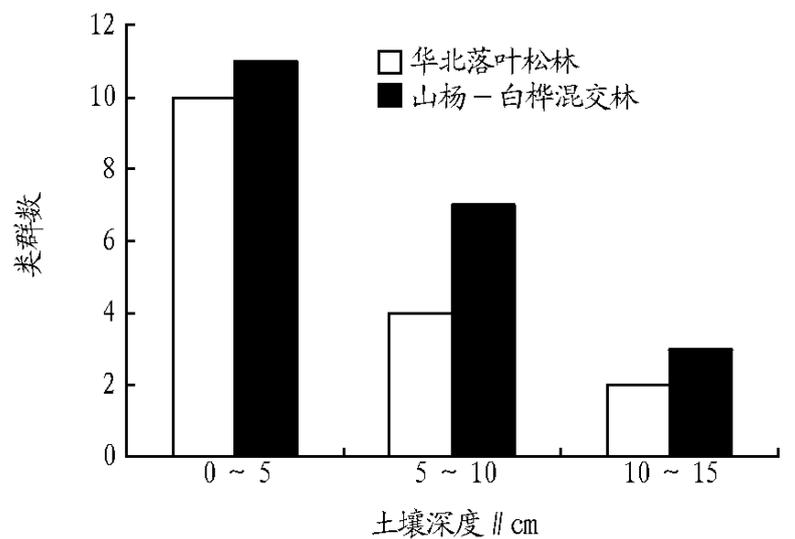


图1 不同林型土壤节肢动物类群数的垂直分布

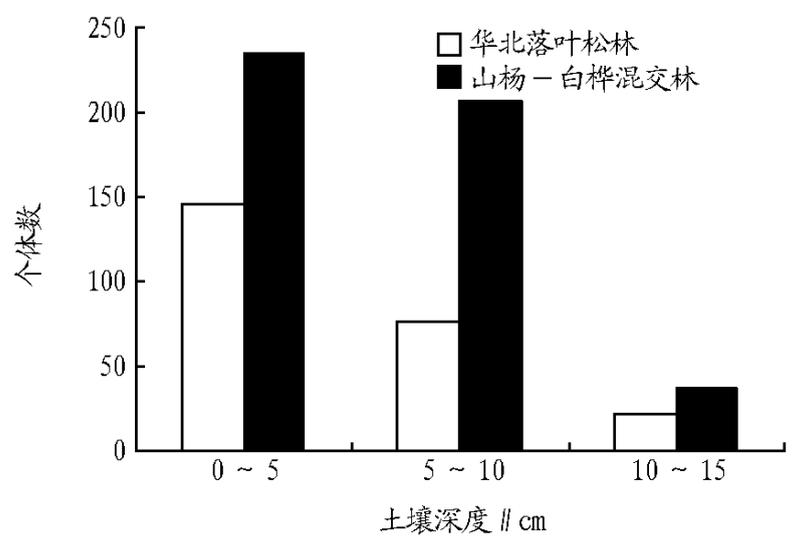


图2 不同林型土壤节肢动物个体数的垂直分布

**3.4 土壤节肢动物群落与土壤理化性质的相关性分析** 土壤含水量和温度是土壤节肢动物生态分布的重要限制因子。通过对土壤理化性质和土壤节肢动物的调查,对两者之间的相关性进行分析,结果如表3。

由表3可知,不同林分类型对土壤节肢动物的个体数和类群组成产生影响的主要因素不同。从个体数与土壤理化

(上接第6904页)

性质的相关性系数来看,在华北落叶松林中影响最大、相关性最高的是温度因子,而在山杨—白桦混交林中则是湿度因素的影响最大。说明不同的林分类型中,影响土壤节肢动物个体数量的主要因素存在较大差异,在针叶林中温度的影响最大,而在阔叶林中湿度的影响最大。从类群组成与土壤理化性质的相关性系数来看,在华北落叶松林中湿度对土壤节肢动物类群组成影响最大,温度次之;而在山杨—白桦混交林中,以温度的影响最大,相关系数达0.977 2,另外湿度和pH值的影响也较大,其相关系数分别为:0.657 1、0.678 8。说明在不同的林分类型中影响土壤节肢动物的类群组成的因素及各因素的影响程度均存在较大的差异。

表3 不同林型土壤节肢动物群落与土壤理化性质的相关系数

理化性质	华北落叶松		山杨—白桦混交林	
	个体数	类群数	个体数	类群数
温度	0.965 0	0.371 8	0.650 7	0.977 2
湿度 %	0.157 0	0.662 3	0.852 1	0.657 1
pH值	0.599 3	0.141 1	0.318 5	0.678 8

#### 4 小结与讨论

(1) 对塞罕坝不同林型中土壤节肢动物的调查,共获得土壤节肢动物721个,隶属4个纲15类(目)。土壤节肢动物群落不同林型中既有共有类群,又存在各自的特有类群,在群落组成上存在一定差异,但差异不大。

(2) 对不同林型中土壤节肢动物群落多样性及相似性进行分析得出,华北落叶松林中的多样性和均匀度均大于山杨—白桦混交林,而类群数和个体数小于山杨—白桦混交林,说明山杨—白桦混交林中的土壤节肢动物中有明显的优势类群存在;而华北落叶松林中并没有特别突出的优势类群。并且两种不同林型中的土壤节肢动物在结构组成上存在较大

的相似性。

(3) 从整体上看,不同林型内土壤节肢动物的垂直分布表现出相似的变化规律:随土壤深度的增加,土壤节肢动物表现出递减的规律;主要栖息在0~10 cm的土层中,表现出明显的表聚性特征;土壤节肢动物在土体空间上的垂直排列具有明显的成层现象。另外,不同林型中土壤节肢动物在随土壤深度增加的过程中其类群组成和个体数变化的速率不同,其最适宜的土壤层次也存在一定的差异。

(4) 不同林型中影响土壤节肢动物群落的土壤理化性质不同,华北落叶松林中对个体数影响最大的因子是温度,而在山杨—白桦混交林中则是湿度;华北落叶松林中湿度对土壤节肢动物类群组成影响最大,而在山杨—白桦混交林中湿度的影响最大,湿度和pH值的影响也较大。不同林型中,对土壤节肢动物产生影响的土壤理化性质不同。

#### 参考文献

- [1] 梁文举, 闻大中. 土壤生物及其对土壤生态学发展的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 137-140.
- [2] 尹文英. 土壤动物学研究的回顾与展望[J]. 生物学通报, 2001, 36(8): 1-3.
- [3] 王振中, 张友梅, 夏卫生. 有机磷农药对土壤动物群落结构的影响研究[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 357-366.
- [4] 查广才, 梁来荣, 周昌清. 苔藓土壤节肢动物群落及其多样性[J]. 生态学报, 2003, 23(6): 1057-1062.
- [5] JOHN C M, DAVID E W. Arthropod regulation of Micro and mesofauna in below ground detrital food webs[J]. Ann Rev Entomol, 1988, 33: 419-439.
- [6] 杨效东, 余宇平, 陶滔, 等. 云南思茅山区茶园土壤节肢动物群落结构与生境之关系[J]. 山地学报, 1999, 17(2): 141-146.
- [7] 杨效东, 余宇平, 陶滔. 思茅茶园土壤节肢动物群落与生境之关系[J]. 云南地理环境研究, 1998, 10(1): 26-33.
- [8] 杨效东, 刘宏茂, 沙丽清, 等. 西双版纳2种热带雨林类型土壤节肢动物群落结构及分布特征[J]. 林业科学研究, 2002, 15(3): 343-348.
- [9] 杨效东. 热带次生林、旱稻种植地和火烧迹地土壤节肢动物群落结构特征及季节变化[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 883-891.
- [10] 王海霞, 殷秀琴, 周道玮. 松嫩草原区农牧林复合系统中小型土壤动物群落生态研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1715-1718.
- [11] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.