

人工落叶松林土壤动物生物量的研究*

张雪萍 (哈尔滨师范大学, 哈尔滨 150080)

崔国发 (黑龙江省林科院, 哈尔滨 150040)

陈 鹏 (东北师范大学, 长春 130024)

【摘要】 对不同林龄人工落叶松林的土壤动物生物量的研究表明, 在不同林型中, 大型土壤动物占总生物量的 41.6~64.0%, 中小型土壤动物为 24.4~39.0%, 湿生动物为 8.9~25%。在土壤动物各类群中, 蚯蚓生物量最大, 线虫类次之, 线蚓最小。土壤动物生物量与凋落物量、植被总盖度、土壤 pH、土壤含水量和土壤有机质含量呈正相关关系。

关键词 土壤动物 生物量 落叶松人工林

Biomass of soil animals in larch plantation. Zhang Xueping (*Harbin Normal University, Harbin 150080*), Cui Guofa (*Heilongjiang Academy of Forest Sciences, Harbin 150040*), Chen Peng (*Northeast Normal University, Changchun 130024*). *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1996, 7(2): 150~ 154

The study on soil animal biomass in larch plantation with different ages shows that in different stands, soil macroanimals occupy 41.6~64.0% of the total, middle-small size animals 24.4~39.0%, and hygrocolous animals 8.9~25%. Among them, earthworm is the maximum, nematode is the medium, and enchytraeidae is the minimum. Soil animal biomass is positively related to the litter, plant coverage, soil pH, soil moisture content and soil organic matter.

Key words Soil animal, Biomass, Larch plantation

1 引言

土壤动物在森林生态系统的物质循环与转化中起着重要的作用。土壤动物生物量能反映不同林龄的落叶松林对林地的土壤环境作用的程度。各发展阶段的人工林的环境质量及其物质循环状况, 在一定程度上指示了人工落叶松林发展的规律。本研究以不同林龄人工落叶松林土壤动物为研究对象, 旨在揭示人工林生态系统随时间的推移、群落的变化对土壤动物的影响, 土壤动物与环境因子的关系以及在生态系统中的地位 and 作用。为人工林的调控、配置及促进系统良性循环提供参考依据。

2 自然概况与研究方法

2.1 自然概况

研究地点设在东北林业大学帽儿山实验林场, 127°30'~34'E, 45°20'~25'N, 属张广才岭北部余脉, 主要为低山丘陵, 地势北高南低, 平均海拔 300 m, 丘陵有白浆土分布。原地带性植被为红松阔叶混交林, 破坏后逐步恢复为天然次生林。1994 年 7~8 月及 1995 年 8 月, 对 7、13、25、37 龄 4 个林龄的人工落叶松林土壤动物进行了 2 次系统调查, 共获土壤动物 34278 个, 隶属于 5 门、9 纲、17 目、78 科。样地自然概况见表 1。

2.2 采样

在选定的各林型内, 随机选 4 个样点。每样点

* 国家自然科学基金资助项目。

1995 年 4 月 11 日收到, 1996 年 2 月 5 日改回。

表 1 样地自然状况

Table 1 Natural condition of the plots

样地号 Plot number	林龄 Age of stand	土壤 Soil	pH	有机质 Organic matter (%)	含水量(7~ 8月) Soil water content (%)	凋落物 Litter (t·hm ⁻²)		植被总盖度 Total coverage (%)
						未分解 Predepo- sition	现存量 Standing crop	
1	7	暗棕壤 Bark brown forest soil	6.4	12.9	50	6.4	15.9	188
2	13	暗棕壤	6.1	7.02	28	1.6	7.7	112
3	25	暗棕壤	6.2	7.80	32	4.9	20.7	170
4	37	白浆土 Albic soil	6.0	4.93	29	5.1	22.1	180

分别在凋落物层、0~ 5、5~ 10、10~ 15 cm 土层取样, 取样深度为 5 cm。每层按 3 种类型取样, 大型土壤动物手拣法, 采样面积 50 cm × 50 cm, 中小型土壤动物 Tullgren 分离法, 面积 10 cm × 10 cm; 湿生动物 Baermann 分离法, 面积 5 cm × 5 cm。本调查共 4 块样地, 2 年共采样 384 个。

2.3 土壤动物生物量的测量方法

首先, 将大型、中型土壤动物直接称重。将保存在 75% 的酒精中的预称动物放在洁净的酒精中洗净泥土, 用纸巾或滤纸吸干其表面的酒精, 按类在天平秤上分别称重、记录。其次, 根据单位数量土壤动物平均重量推算生物量。它适用于由 Tullgren 法分离出的中小型动物和由 Baermann 法分离出的湿生动物。用吸管吸数滴土壤动物保存液放在载玻片上, 统计液体中的个体数, 用滤纸将酒精吸干, 放在分析天平上称重。以此方法称 3 块不同样地样品的单位个体数的生物量, 求其平均生物量值, 由此推算出各样地中小型及湿生动物的生物量。

3 结果与分析

3.1 各林型土壤动物的生物量

土壤动物的生物量由大型、中小型、湿

生土壤动物生物量组成。各林型土壤动物的生物量组成与生态分布的不均匀性, 反映土壤动物与环境因子之间的关系及同发育阶段人工落叶松林对环境的影响程度。各林型土壤动物生物量如表 2。

由表 2 可见, 各林型中, 大型土壤动物占总生物量的 41.6%~ 64.0%, 平均约占 51%, 中小型土壤动物生物量占总生物量的 24.4%~ 39.0%, 平均约占 32%, 湿生动物占总生物量的 8.9%~ 25%, 平均约占 16%, 大型土壤动物生物量在总生物量中占有绝对优势, 是土壤动物生物量的主体。因此, 大型土壤动物生物量在一定程度上能够反映该调查区域的生物量状况。总生物量的 3 个组成部分在各林型的比例关系, 则可以说明各样地环境的特殊性。通常, 在有机质含量较高的土壤中, 由于土壤环境条件较好, 大型土壤动物生物量在总生物量中所占比例较高, 反之, 中小型土壤动物及湿生动物所占比例较高。

土壤动物个体差别较大, 因此, 土壤动

表 2 土壤动物生物量

Table 2 Biomass of soil animal (g·m⁻²)

样地号 No.	大型土壤动物 Large-size		中小型土壤动物 Middle-small-size		湿生动物 Hygrocolous		总生物量 Biomass	%
	生物量 Biomass	%	生物量 Biomass	%	生物量 Biomass	%		
1	15.87	64.0	6.05	24.4	2.86	11.5	24.78	31.3
2	9.54	56.4	5.85	34.5	1.52	8.9	16.91	21.3
3	8.33	41.6	6.65	33.2	5.01	25	19.99	25.2
4	7.32	41.7	6.85	39.0	3.35	19.1	17.52	22.1
计 Total	41.06	50.9	25.1	32.7	12.74	16.1	79.2	

物各类群在总生物量中所占比例相差悬殊。调查结果表明,就所调查地区总体而言,在土壤动物各类群中,蚯蚓的生物量占有绝对优势,其次为线虫,再次为线蚓,其它各类群总量在总生物量中所占比重<5%。就不同林龄的林地而言,各类群所占总生物量的比例却不尽一致。7 龄林土壤动物各类群生物量排序为蚯蚓>线虫>线蚓>昆虫及其幼虫>弹尾类>螨类>腹足类>倍足类>唇足类;13 龄林为蚯蚓>线蚓>线虫>弹尾类>螨类>腹足类>倍足类>唇足类;25 龄林为蚯蚓>线虫>线蚓>弹尾类>螨类>昆虫及其幼虫>唇足类>腹足类>倍足类;37 龄林为蚯蚓>线虫>线蚓>昆虫及其幼虫>弹尾类>螨类>倍足类>腹足类>唇足类(图 1)。

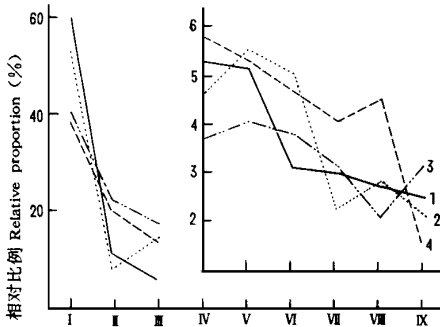


图 1 土壤动物类群生物量相对比例

Fig. 1 Relative proportion of the biomass of soil animal groups

1. 7 龄林 7 years stand; 2. 13 龄林 13 years stand; 3. 25 龄林 25 years stand; 4. 37 龄林 37 years stand

I. 蚯蚓 *Oligochaeta opidtopora*, II. 线虫 *Nematoda*, III. 线蚓 *Enchytraeidae*, IV. 昆虫 *Insecta*, V. 弹尾类 *Collembola*, VI. 螨类 *Acarina*, VII. 腹足类 *Gastropoda*, VIII. 倍足类 *Diplopoda*, IX. 唇足类 *Chilopoda*

3.2 各林型土壤动物的生态分布

3.2.1 土壤动物生物量的水平结构 由于人工落叶松林的林龄不同,土壤动物生物量的水平结构也就是其时间结构。土壤动物总生物量及其组成成分,在不同林龄段的变化较复杂,反映了土壤动物与群落发

展的关系

土壤动物生物量随人工落叶松林植物群落结构的变化而发生相应的变化,其原因在于群落的年凋落物数量和组成随林龄增长而改变,从而导致土壤养分及土壤 pH 值的变化,而土壤养分和 pH 值又是制约土壤动物生物量的重要因素。林分郁闭前(7 龄)林下草本植物生长茂盛,其盖度达 113%,林分形成 2 层结构,凋落物中针叶比例较小,而枯草所占比例较大,对土壤动物来说,该阶段食物丰富多样,环境条件良好,土壤动物得到极大发展,其总生物量最大。林分郁闭后(13 龄),林下草本植物极少,草本植物盖度仅占 15%。林分形成单层结构,凋落物中 93% 为针叶,因此土壤动物生物量在 4 个林龄中最小。林分抚育间伐后(25 龄、37 龄),其它植物开始侵入、发展,逐渐形成 3 层结构,凋落物中阔叶和枯草比例开始上升,草本植物盖度分别为 50% 和 20%。在中年林(25 龄)到近熟林(37 龄)的发展过程中,群落结构处于相对稳定的发展阶段,土壤动物的发展也相对稳定。但由于 37 龄林土壤为白浆土,土壤矿质养分低,土壤动物生物量低于 25 龄林。各林龄土壤动物总生物量为 7 龄林>25 龄林>37 龄林>13 龄林。

3.2.2 土壤动物生物量的垂直结构 土壤动物生物量分布在垂直方向上也具有明显的规律。大型土壤动物生物量的最大值通常出现在土壤的第 1 层和第 2 层(图 2)。凋落物层土壤动物的生物量取决于凋落物的现存量及每年新鲜落叶量。在 15 cm(图 2)土层以下,大型土壤动物数量明显减少,生物量也明显减少。中小型土壤动物及湿生动物生物量的垂直分布,与大型土壤动物生物量的垂直分布有所不同。它们明显地表现为生物量的表聚性,即生物量的垂直分布自凋落物层向下锐减。因此,土壤动

物的总生物量的垂直分布, 仍表现为自表层向下逐渐递减的趋势, 即凋落物层生物量 > 0~5 cm 层 > 5~10 cm 层 > 10~15 cm 层

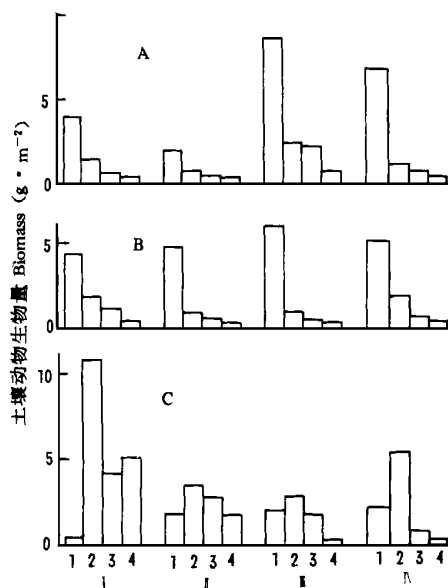


图2 土壤动物生物量的垂直分布

Fig 2 Vertical distribution of soil animal biomass

I. 7 龄林 7 years stand; II. 13 龄 13 years stand; III. 25 龄 25 years stand; IV. 37 龄 37 years stand

1. 凋落物层 Litter; 2. 0~5 cm 土层 Soil layer; 3. 5~10 cm 土层 Soil layer; 4. 10~15 cm 土层 Soil layer

3.3 土壤动物生物量与环境因子的相关性分析

3.3.1 植物凋落物 植物凋落物是土壤动物的食物来源和重要的栖息场所, 因此凋落物的数量对土壤动物的生物量有很大的影响。对土壤动物生物量与凋落物现存量及未分解凋落物量的相关性分析表明, 土壤动物生物量与凋落物的未分解量呈正相关, r 为 0.619, 与凋落物现存量相关不明显。其原因在于, 现存量更多体现了不易分解物质的累积量, 因此, 现存量不能较好地反映群落的年归还量。凋落物年归还量(未分解凋落物量)在很大程度上可以被看作是提供给土壤动物的新鲜食物量, 因此, 土

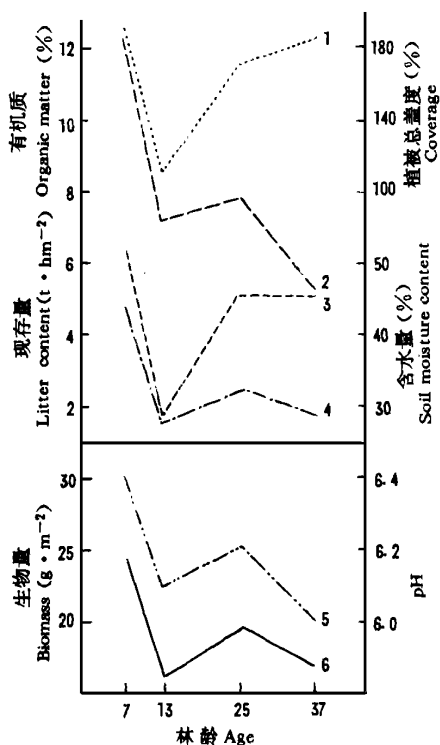


图3 土壤动物生物量与生态因素的关系

Fig 3 Relationship between soil animal biomass and ecological factors in stands with different age

壤动物生物量与凋落物未分解量表现为明显的正相关(图3)。

凋落物的年归还量与植被总盖度的大小呈正相关, 因此, 土壤动物生物量与植被总盖度也表现为正相关, r 为 0.482。在野外调查中, 植被总盖度是更直接、更易获取的分析资料, 对植被总盖度的调查有助于分析土壤动物状况, 并为综合分析提供参考数据。

3.3.2 土壤含水量 在本研究中, 蚯蚓、线虫、线蚓 3 类土壤动物约占土壤动物总生物量的 95%, 因为这些动物缺少防止水分丧失的机制, 所以, 适当的土壤含水量对它们是非常重要的。同样, 大多数土壤昆虫对缺水的敏感性比在土壤外面栖息的种类要高。因此土壤水分状况明显地制约着土壤动物生物量。土壤含水量过高或过低都会

妨碍土壤动物的生活 研究表明,土壤动物生物量与土壤含水量表现为正相关关系, r 为 0.802

3.3.3 土壤 pH 值 生物与环境的统一是生物界的一般法则,土壤动物生活在土壤环境中,土壤环境质量与性质都对其产生明显的影响 对吉林省羊草草原调查^[3]及殷秀琴^[4]对草场的研究表明,在草原碱性土壤环境中,土壤动物密度与土壤 pH 值呈负相关 本研究的人工落叶松林下土壤表层的腐殖质,以胡敏酸为主, H/F 一般大于 1, 7 龄林为 1.17, 13 龄林为 1.24, 25 龄林为 1.52 胡敏酸水溶液呈弱酸性反应,随林龄的增长,土壤酸性加强 与碱性环境不同,在微酸性环境中,土壤动物生物量与土壤 pH 值的关系表现为正相关关系, r 为 0.821

3.3.4 土壤有机质含量 本研究作了凋落物层营养元素含量、当年凋落物营养元素含量及土壤有机质含量的分析 土壤动物生物量与上述三者关系的分析结果表明,与前两者无明显相关性,而与土壤有机质含量呈正相关, r 为 0.768

4 结 论

4.1 对黑龙江省帽儿山不同林龄人工落叶松林土壤动物的研究表明,土壤动物总生物量以大型土壤动物为主,中小型土壤动物次之,湿生动物所占比例较小

4.2 土壤动物主要类群生物量比例相差悬殊,在该研究区域,蚯蚓生物量占有绝对优势,其次为线虫类,再次为线蚓类

4.3 人工落叶松林土壤动物生物量随林龄增长发生规律性的变化:从 7 龄林到 13 龄林的发展过程中,土壤动物生物量明显变小;而从 25 龄林到 37 龄林的发展过程中,土壤动物生物量则处于相对稳定阶段

4.4 土壤动物生物量的垂直分布表现为自表层向下递减的趋势,其生物量的表聚性明显弱于土壤动物密度的表聚性

4.5 土壤动物生物量与未分解凋落物量、植被盖度、土壤含水率、土壤 pH 值及土壤有机质含量均表现为正相关关系

参考文献

- 1 陈 鹏等. 1986 长白山土壤动物在物质循环中作用的初步探讨. 生态学报, 4(2): 172~179
- 2 张荣祖等. 1980 长白山北坡森林生态系统土壤动物初步调查. 森林生态系统研究, 1: 133~152
- 3 张雪萍. 1990 吉林省羊草草原土壤动物生态地理研究. 东北师范大学学报(自然科学版), (增刊): 83~100
- 4 殷秀琴等. 1993 森林凋落物与大型土壤动物相关关系研究. 应用生态学报, 4(2): 167~173
- 5 廖崇惠等. 1990 热带人工林土壤动物群落的次生演替和发展过程探讨. 应用生态学报, 1(1): 53~59
- 6 青木淳一. 1973 土壤动物学. 东京: 北隆馆
- 7 北泽右三. 1977 土壤动物生态研究法. 东京: 共立出版株式会社
- 8 Friedrich, S. 1968 Soil Animals. University of Michigan, Ann Arbor, Mich.
- 9 Halpern, C. B. 1989 Early successional patterns of forest species interactions of life history: traits and disturbance. Ecology, 70(3): 704~720