

左家自然保护区大型土壤动物与土壤因子关系研究*

刘继亮¹ 殷秀琴¹ 邱丽丽²

(1 东北师范大学城市与环境科学学院, 长春 130024)

(2 绵阳师范学院资源环境系, 四川绵阳 621000)

摘要 从生态序列的角度研究了左家自然保护区微地貌中大型土壤动物群落的分布格局, 同时考虑到土壤因子对大型土壤动物的综合作用, 从小尺度上探讨大型土壤动物群落与土壤因子的关系。研究结果表明, 凋落物的种类和数量差异对大型土壤动物的分布影响明显, 阴坡和阳坡的四个生境坡谷、坡麓、坡中、坡顶植被差异较小, 土壤因子是研究区大型土壤动物序列分布的一个重要影响因子。微地貌条件下, 土壤有机质、土壤含水率、pH、全氮、全磷变化趋势接近, 土壤温度与土壤含水率、pH、土壤有机质、全氮和全磷这5个指标变化趋势相反, 土壤有机质、土壤含水率、pH、全氮、全磷和土壤温度这6个指标对研究区主要的大型土壤动物类群的分布有重要的影响。

关键词 大型土壤动物; 微地貌; 典范对应分析; 左家自然保护区

中图分类号 Q145 **文献标识码** A

生态序列是由于环境某一或某些因子的梯度差异而引起生物种群和群落发生相应变化的结果, 构成生态序列的环境梯度实际上是个复杂的综合体, 环境梯度可以理解为由许多环境因子在空间上的复合梯度^[1~3]。由自然景观地形形成的小环境差别非常重要, 动物经常利用环境变化梯度来调整它们自己的小环境, 使其保持在一个稳定的水平, 表现为动物分布沿着环境梯度, 生物群落、景观均发生相应变化, 这一自然现象, 日益受到国内外学者的重视, 尤其在环境受到一定干扰的地区。排序是梯度分析中常用的一种方法, 他在大型土壤动物和中型土壤动物的研究上已有应用^[4~7], 能较好地反映土壤动物与环境因子的关系, 土壤动物的序列分布已有研究^[3], 但微地貌土壤动物与土壤因子的序列研究未见报道, 为此作者运用排序的方法从生态序列的角度对微地貌区土壤动物群进行研究, 以海拔高度、坡度变化设置样方, 调查分析了大型土壤动物群落, 测定各生境的土壤因子, 探讨了微地貌土壤动物群落分布规律及其与土壤因子的关系, 为合理利用资源和森林的可持续发展提供科学依据。

1 研究区概况

左家自然保护区位于吉林省中部, 隶属于吉林

市昌邑区, 位于东经126°01'~126°08', 北纬44°10'~44°45'; 地质构造属于舒兰-伊通地堑的西部边缘; 地貌类型为低山丘陵, 境内最高峰大老虎头山海拔542 m, 最低海拔210 m。本区属于温带大陆性季风气候区, 年降水量550~720 mm, 年平均气温31.6 e~41.5 e, 无霜期125 d。原始地带性植被是红松阔叶混交林, 由于人类活动的干扰, 现已被次生落叶阔叶林和部分人工落叶松林所取代。地带性土壤为暗棕壤。研究区选在左家北山, 整个丘陵为溪流源头的分水岭, 坡度变化范围为71.6°~291.5°, 阳坡坡度变化小于阴坡。阳坡主要为蒙古栎林, 阴坡主要为杂木林。

2 研究方法

2.1 土壤动物及土壤理化性质分析

阴坡和阳坡分别选取坡谷、坡麓、坡中、坡顶4个生境, 即按两个序列取样。共取8个生境, 每个生境取4个50 cm@50 cm的样方, 每个样方分5层, 即凋落物层、0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm和15~20 cm。采用手捡法分离土壤动物。用烘干法(温度为105 e)测定土壤自然含水率, 采用半微量开氏定氮法测定土壤全氮含量, 用重铬酸钾2硫酸消化法

* 国家自然科学基金项目(40171053)和东北师范大学分析测试基金资助

- 通讯作者, E2mail: yinxq773@nenu.edu.cn

作者简介: 刘继亮(1979~), 男, 黑龙江人, 博士研究生, 主要从事土壤动物生态学和生物地理学研究。E2mail: liujl707@yahoo.com.cn

收稿日期: 2006-09-28; 收到修改稿日期: 2006-12-16

测定土壤有机质含量,用 PHS23B 精密 pH 计测定土壤 pH,用酸溶)钼锑抗比色法测定土壤全磷含量。用地温计测量 0~20 cm 土壤温度。在土壤动物采样的同时,用海拔仪测量各个生境的海拔高

度,地质罗盘仪测量坡度;同时进行样地植物群落调查,测量林下调落物厚度,用目测估计法测量植物群落郁闭度、草本层盖度等。各生境自然环境特征概况见表 1。

表 1 研究区自然环境特征
Table 1 Environmental characteristics of the investigation area

生境 Habitat	阴坡 Shady				阳坡 Sunny			
	坡谷	坡麓	坡中	坡顶	坡顶	坡中	坡麓	坡谷
	Vale	Downslope	Mesoslope	Ridge	Ridge	Mesoslope	Downslope	Vale
相对高度 Relative altitude(m)	0	20	40	60	60	40	20	0
坡度 Slope (b)	1214	716	2015	2915	2218	2518	2211	2118
凋落物厚度 Litter thickness(cm)	115	3	215	1	1	1	215	115
林冠郁闭度 Canopy density	013	015	0175	0145	0125	013	015	013
草本层盖度 Herb coverage	90%	75%	60%	50%	40%	50%	65%	60%

2.1.2 数据处理

土壤动物数量数据采用 Excel 2003 软件处理,用 Canoco for Windows 4.5 进行土壤动物群落排序,SPSS13.10 进行土壤因子的相关分析。

3 结果与分析

3.1.1 土壤动物的类群和数量组成

在研究区共获得土壤动物 4144 个,26 类,隶属于 3 门 6 纲 22 目,其中优势类群为蚁科 (Formicidae)、鞘翅目幼虫 (Coleoptera)、线蚓科 (Enchytraeiidae),其个体数之和占总个体数的 61.14%;常见类群 8 类,其个体数之和占总个体数的 34%;稀有类群 14 类,其个体数之和占总个体数的 41.56%,密度为 518 只 m^{-2} (表 2)。坡谷和坡麓土壤动物的种类和数量较多,坡中和坡顶土壤动物的种类和数量较少,由坡谷到坡顶,阳坡土壤动物个体数的递减变化较阴坡明显。双尾目 (Diplura)、鳞翅目成虫 (Lepidoptera) 仅出现在阴坡,综合纲 (Symphyta)、盲蛛目 (Opiliones) 仅出现在阳坡,阴坡喜湿土壤动物个体数量较多,阴坡和阳坡的坡谷和坡麓的线蚓、蚯蚓 (Lumbricidae)、双翅目幼虫 (Diptera) 数量较多。

3.1.2 不同生境土壤动物分布及其影响

利用对应分析^[8,9] (Correspondence Analysis, CA) 研究不同生境大型土壤动物的分布,可以直观地反映环境因子差异对大型土壤动物群落的影响。在 CA 分析中降低数量少的种类的权重,排序结果见图 1。大型土壤动物 CA 排序的特征值为 0.1394,四个

排序轴的特征值分别为 0.1241、0.1076、0.1026、0.1023,排序轴 Axis1 解释了 61.13% 的生境和动物物种变化,前两个排序轴解释了 80.15% 的生境和动物物种变化。从图 1 可以清楚地看出,排序轴 Axis1 将阴坡坡谷和阴坡坡麓与阴坡坡中和阴坡坡顶分开;阳坡的坡麓与阳坡其余生境分开,排序轴 Axis2 将阴坡坡顶与阴坡其余生境分开。对应分析的结果表明,大型土壤动物沿排序轴 Axis1、Axis2 分布,不同生境大型土壤动物的群落组成反映了生境环境条件的差异,阴坡坡顶的大型土壤动物群落结构与阳坡的大型土壤动物群落结构接近,而与阴坡其余生境相距较远,阳坡坡麓的生境条件明显好于阳坡其他生境,因而它的大型土壤动物群落结构与阳坡其余生境相距较远,阴坡坡谷和阳坡坡谷受人类活动影响较大,它们的大型土壤动物群落组成与自然生境有一定差别。

由表 1 可见,阴坡坡度变化和凋落物平均厚度均大于阳坡,植被覆盖好于阳坡,总的来说阴坡植被条件好于阳坡,坡谷和坡麓植被覆盖好于坡中和坡顶的植被覆盖,人类活动的干扰明显改变坡谷的植被,不同生境植被因子的差异与大型土壤动物的数量和类群一致,均是阴坡好于阳坡,坡谷和坡麓土壤动物数量和类群多于坡中和坡顶,坡谷由于受人类活动影响较大,特别是阳坡坡谷土壤动物个体数量明显多于其他生境,这说明植被因子对大型土壤动物影响较大。同时,植被因子也能影响不同生境的土壤因子。白垩草原恢复演替过程中植物群落结构和凋落物的种类和数量与大型土壤动物关系密

表 2 大型土壤动物的数量统计

Table 2 Statistics of largesized soil fauna in the research area(只 m⁻²)

	阴坡 Shady				阳坡 Sunny				密度 Density	多度 Abundance
	坡谷	坡麓	坡中	坡顶	坡顶	坡中	坡麓	坡谷		
	Vale	Downslope	Meslope	Ridge	Ridge	Meslope	Downslope	Vale		
线蚓科 Enchytraeidae	195	84	153	52	3	19	59	47	761.5	+++
蚁科 Formicidae	104	200	82	80	108	294	124	305	1621.1	+++
鞘翅目幼虫 Coleoptera	27	60	98	73	37	73	129	140	791.62	+++
鞘翅目 Coleoptera	57	41	46	65	21	27	18	81	441.5	++
正蚓科 Lumbricidae	83	37	74				5	5	251.5	++
蜘蛛目 Araneae	14	32	17	40	27	39	66	59	361.75	++
柄眼目 Stylematephora	6	15	28	32			13	3	121.12	++
地蜈蚣目 Geophilomorpha	14	13	12	41	18	20	40	52	261.25	++
双翅目幼虫 Diptera	20	14	12	16	12	8	37	27	181.25	++
双尾目 Diplura	30	9	5						51.5	++
石蜈蚣目 Lithobiomorpha	8	18	13	4		4	3	8	71.25	++
鳞翅目幼虫 Lepidoptera	2	7	2	10	6	2	5	4	41.75	+
马陆 Juliformia	2	2	1	5	4	3	3	1	21.625	+
同翅目 Homoptera	1	5	2		3	2	3	2	21.25	+
啮虫目 Corrodentia		6		1	1	7	2	1	21.25	+
双翅目 Diptera	1	1	1	3		3	3	1	11.625	+
膜翅目 Hymenoptera		2	1	1		3	1		1	+
蜈蚣目 Scolopendromorpha		1		2			1		01.5	+
半翅目 Hemiptera		3			6	8	3	16	41.5	+
鳞翅目 Lepidoptera	2								01.25	+
直翅目 Orthoptera		1		1	2	3	6	2	11.875	+
石蚱目 Microcoryphia	1								01.125	+
缨翅目 Thysanoptera			1		1				01.25	+
革翅目 Deramptera	1							2	01.375	+
盲蛛目 Opiliones						4		2	01.75	+
综合纲 Symphylla					1	3	3		01.5	+
动物数合计(只 m ⁻²)	568	551	548	426	250	519	524	758	518	
类群数合计(类)	18	20	17	16	15	17	20	19		

+++ 优势类群 Dominant groups(> 10%); ++ 常见类群 Common groups(1%~ 10%); + 稀有类群 Rare groups (< 1%)

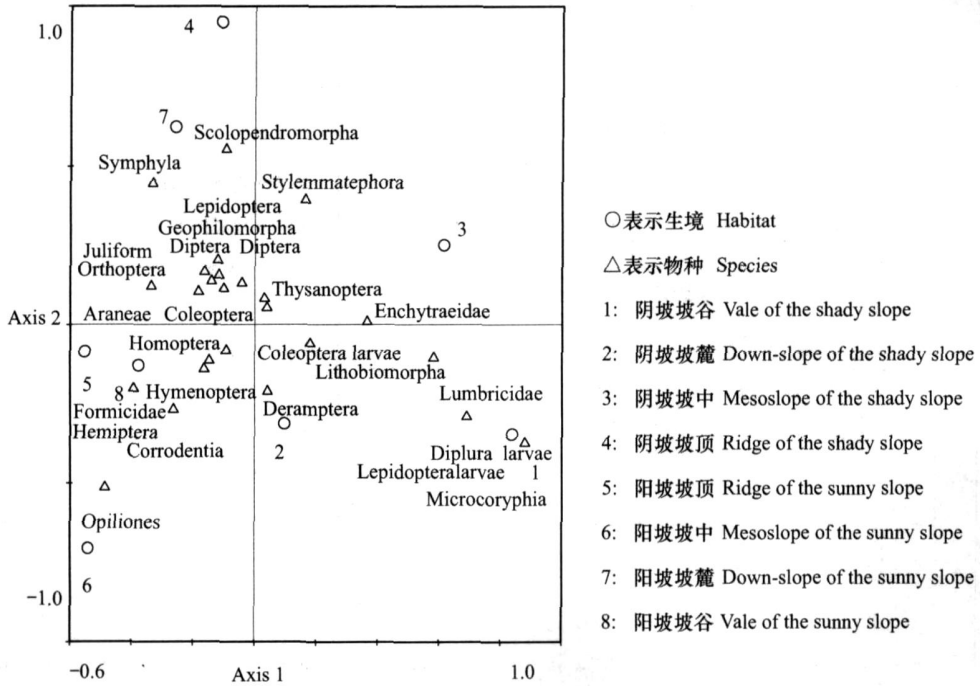
切^[8]。山毛榉(beech)林、山毛榉和鹅耳枥(horn beam)混交林中大型土壤动物空间分布与土壤凋落物的种类和数量关系密切^[9]。本研究结果与之接近,由此可见植被因子对大型土壤动物影响较大,阴坡和阳坡的四个生境海拔高度、植被组成差异不大,因而凋落物种类差异不大。凋落物的厚度存在一定差异,阴坡和阳坡大型土壤动物的序列分布与土壤因子存在密切联系。

3.1.3 土壤动物与土壤因子的排序

土壤中许多因子直接影响土壤动物的种类组成和数量。有研究表明土地利用、土壤养分、pH、土壤湿度等与土壤动物群落有密切的联系^[10~15]。大型土壤动物在土壤系统中扮演着重要的角色,它能改

变土壤结构和营养循环^[16],因而土壤动物与土壤因子的作用是相互的。微地域内土壤动物与土壤因子关系复杂,通过排序可以建立出土壤动物变化与土壤因子的梯度关系^[17]。

利用 Canoco for Windows 4.15 对土壤动物和土壤因子进行典范对应分析^[18~21](Canonical correspondence analysis, CCA),得到二维 CCA 排序图 2, CCA 排序过程中降低数量少的种类权重(Downweighting of rare species),采用置换次数(Permutations under reduced model)为 999,其余选项为默认值,排序结果见表 3,结果经 Monte Carlo test 检验^[22]第一排序轴和所有排序轴均显著(p= 0.001, p = 0.004)。由表 3



图中物种为线蚓科 Enchytraeidae, 蚁科 Formicidae, 鞘翅目幼虫 Coleoptera larvae, 鞘翅目 Coleoptera, 正蚓科 Lumbricidae, 蜘蛛目 Araneae, 柄眼目 Stylenmatephora, 地蜈蚣目 Geophilomorpha, 双翅目幼虫 Diptera larvae, 双尾目 Diplura, 石蜈蚣目 Lithobiomorpha, 鳞翅目幼虫 Lepidoptera larvae, 马陆 Julifomia, 同翅目 Homoptera, 啮虫目 Corrodentia, 双翅目 Diptera, 膜翅目 Hymenoptera, 蜈蚣目 Scolopendromorpha, 半翅目 Hemiptera, 鳞翅目 Lepidoptera, 直翅目 Orthoptera, 石蚰目 Microcoryphia, 缨翅目 Thysanoptera, 革翅目 Deramptera, 盲蛛目 Opiliones, 综合纲 Symphyla

图 1 土壤动物和生境的对应分析

Fig 1 Correspondence analysis dimensional ordination of soil animals and habitats

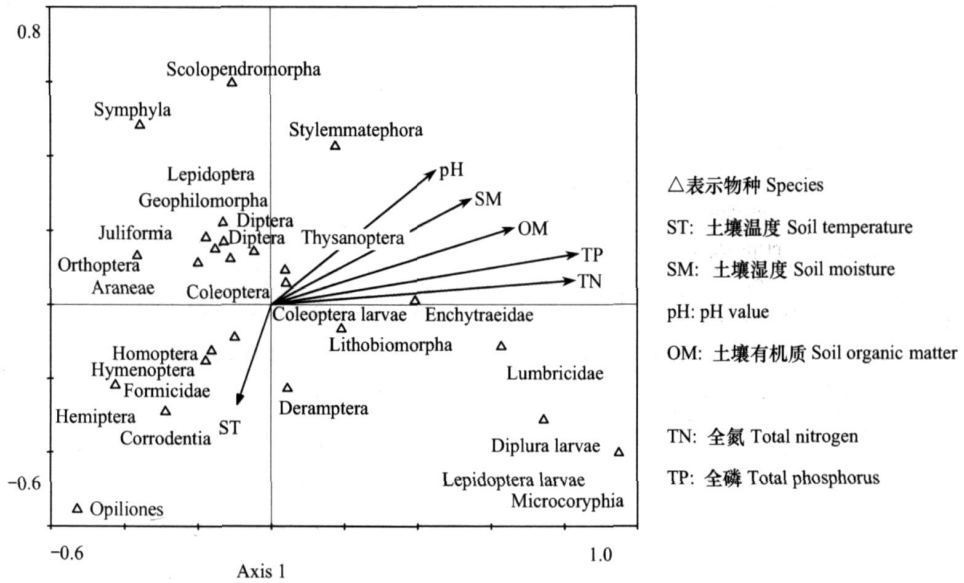
表 3 土壤因子与排序轴的相关系数、特征值和解释方差

Table 3 Eigenvalues, correlations, cumulative percentage variance for elevation, soil factors

	排序轴 Axis	
	Axis1	Axis2
土壤温度 Soil temperature	- 01 092 7	- 01270 8
土壤含水率 Soil moisture	01 551 2	01285 8
有机质 Soil organic matter	01 671 1	01206 7
pH	01 457 5	01365 1
全氮 Total nitrogen	01 835 8	01065 6
全磷 Total phosphorus	01 845 4	01137 3
特征值 Eigenvalues	01 241	01076
物种与环境相关系数	11 000	11000
Species2environment correlations		
物种数据变化的累积比率		
Cumulative percentage variance of species data	621 9%	821 7%

可知, 排序轴 Axis 1 和排序轴 Axis 2 均与土壤温度呈负相关, 排序轴 Axis 1 和排序轴 Axis 2 均与土壤有机质、土壤含水率、pH、全氮、全磷呈正相关, 土壤有机质、土壤含水率、pH、全氮、全磷与排序轴 Axis 1

的相关系数较大, 土壤有机质、土壤含水率、土壤温度、pH 与排序轴 Axis 2 相关系数较大。土壤因子的相关分析(表 4)结果表明土壤温度与其余土壤因子呈负相关, 特别是与有机质呈显著负相关, 土壤含水量与 pH、有机质、全氮、全磷显著相关, pH 与全氮和全磷显著相关, 有机质、全氮、全磷三者之间显著相关, 这与 CCA 排序的结果接近, 土壤因子之间相互联系和制约, 它们的综合作用影响大型土壤动物的分布和不同生境大型土壤动物群落组成。由图 2 可见, 土壤有机质、土壤含水率、pH、全氮、全磷对蚯蚓、线蚓、石蜈蚣 (Lithobiomorpha)、双翅目幼虫 (Diptera)、鞘翅目成虫、缨翅目 (Thysanoptera)、柄眼目 (Stylenmatephora) 的分布影响较大。土壤温度对蚁科、同翅目 (Homoptera)、膜翅目 (Hymenoptera)、革翅目 (Deramptera) 的分布影响较大, 其余类群的分布受土壤因子影响较小, 这些与土壤因子关系密切的类群多为大型土壤动物群落中的优势类群和常见类群, 它们对群落的结构影响较大, 因而大型土壤动物的序列分布与土壤因子的关系密切。生境土壤因子的差异影响了大型土壤动物在空间上的分布。



图中物种为线蚓科 Enchytraeidae, 蚁科 Formicidae, 鞘翅目幼虫 Coleoptera larvae, 鞘翅目 Coleoptera, 正蚓科 Lumbricidae, 蜘蛛目 Araneae, 柄眼目 Stylenmatephora, 地蜈蚣目 Geophilomorpha, 双翅目幼虫 Diptera larvae, 双翅目 Diptera, 石蜈蚣目 Lithobiomorpha, 鳞翅目幼虫 Lepidoptera larvae, 马陆 Juliformia, 同翅目 Homoptera, 啮虫目 Corrodentia, 双翅目 Diptera, 膜翅目 Hymenoptera, 蜈蚣目 Scolopendromorpha, 半翅目 Hemiptera, 鳞翅目 Lepidoptera, 直翅目 Orthoptera, 石蛞目 Microcoryphia, 缨翅目 Thysanoptera, 革翅目 Deramptera, 盲蛛目 Opiliones, 综合纲 Symphyla

图 2 物种的二维排序图

Fig 2 Canonical correspondence analysis dimensional ordination of soil animal species

表 4 土壤因子之间的相关系数

Table 4 Correlation coefficients between soil factors

	土壤温度 Soil temperature	土壤含水率 Soil moisture	pH	土壤有机质 Soil organic matter	全氮 Total nitrogen	全磷 Total phosphorus
土壤温度 Soil temperature	1					
土壤含水率 Soil moisture	- 01 69	1				
pH	- 01 12	0179*	1			
土壤有机质 Soil organic matter	- 01 75*	0197**	01 70	1		
全氮 Total nitrogen	- 01 43	0188**	01 87**	0183*	1	
全磷 Total phosphorus	- 01 35	0182*	01 88**	0178*	01 97**	1

* 在 0.05 水平 (双侧) 上显著相关 Correlation is significant at the 0.05 level (2tailed); ** 在 0.01 水平 (双侧) 上显著相关 Correlation is significant at the 0.01 level (2tailed)

4 结 论

1) 研究区共获得土壤动物 4 144 个, 26 类, 隶属于 3 门 6 纲 22 目, 其中优势类群是蚁科、鞘翅目幼虫、线蚓科, 其个体数之和占总个体数的 61144%; 常见类群 8 类, 其个体数之和占总个体数

的 34%; 稀有类群 14 类, 其个体数之和占总个体数的 4156%, 密度为 518 只 m⁻², 稀有类群种类较多。双尾目、鳞翅目成虫仅出现在阴坡坡谷, 综合纲、盲蛛目仅出现在阳坡部分生境。

2) 通过阴坡和阳坡土壤动物的对应分析的结果可以看出, 大型土壤动物的分布受植被因子的影响明显。阴坡坡顶的大型土壤动物群落结构与阳坡

的大型土壤动物群落结构接近,而与阴坡其余生境相距较远,阳坡坡麓的与阳坡其他生境的相距较远,这与各个生境的植被状况一致。大型土壤动物的分布与植被因子关系密切。本研究区阴坡和阳坡的四个生境间植被组成差异不大,因而凋落物种类差异不大。凋落物的厚度有一定差异,阴坡和阳坡大型土壤动物的序列分布与土壤因子有着密切联系。

3) 通过大型土壤动物与土壤因子的排序可以得出土壤温度、土壤含水率、土壤有机质、pH、全氮、全磷等土壤因子与土壤动物的分布关系密切,它们是阴坡和阳坡大型土壤动物序列分布的一个重要的影响因子。土壤有机质、土壤含水率、pH、全氮、全磷变化趋势接近,土壤温度与土壤含水率、pH、土壤有机质、全氮和全磷这5个指标变化趋势相反,土壤因子对研究区主要的大型土壤动物的分布有重要的影响。

参考文献

- [1] 景贵和. 综合自然地理学. 长春: 东北师范大学出版社, 1986. 157~ 188. Jing G H. Integrated Physical Geography (In Chinese). Changchun: Northeast Normal University Press, 1986. 157~ 188
- [2] 怀梯克 R H. 群落与生态系统. 北京: 科学出版社, 1977. 39~ 87. Whittaker R H. Communities and Ecosystems (In Chinese). Beijing: Science Press, 1977. 39~ 87
- [3] 侯威岭, 仲彦彦. 小兴安岭南坡土壤动物生态序列研究. 地理科学, 1999, 19(6): 559~ 564. Hou W L, Zhong W Y. The ecological series of soil animals in southern Xiao Xing'an Mountain (In Chinese). Scientia Geographica Sinica, 1999, 19(6): 559~ 564
- [4] Scheu S, Poser G. The soil macrofauna (Diplopoda, Isopoda, Lumbricidae and Chilopoda) near tree trunks in a beechwood on limestone: Indications for stemflow induced changes in community structure. Applied Soil Ecology, 1996, 3: 115~ 125
- [5] Popovici I, Ciobanu M. Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics. Applied Soil Ecology, 2000, 14: 27~ 36
- [6] Neher D A, Wu J, Barbercheck M E, et al. Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures. Applied Soil Ecology, 2005, 30: 47~ 64
- [7] Imler U. Climatic and litter fall effects on collembolan and oribatid mite species and communities in a beech wood based on a 7 years investigation. European Journal of Soil Biology, 2006, 42: 51~ 62
- [8] Decaens T, Dutoit T, Alard D, et al. Factors influencing soil macrofaunal communities post-pastoral successions of western France. Applied Soil Ecology, 1998, 9: 361~ 367
- [9] Aubert M, Hedde M, Decaens T, et al. Factors controlling soil macrofauna spatial pattern in a pure beech and a mixed beech-hornbeam forest. Comptes Rendus Biologies, 2005, 328: 57~ 74
- [10] 葛宝明, 孔军苗, 程宏毅. 等. 不同利用方式土地秋季大型土壤动物群落结构. 动物学研究, 2005, 26(3): 272~ 278. Ge B M, Kong J M, Cheng H Y, et al. Community structure of soil macrofauna in different using types of soils in autumn (In Chinese). Zoological Research, 2005, 26(3): 272~ 278
- [11] 钱复生, 王宗英. 水东枣园土壤动物与土壤环境的关系. 应用生态学报, 1995, 6(1): 44~ 50. Qian F S, Wang Z Y. Relationship between soil fauna and soil environment in Jujube garden of Shuidong, Anhui province (In Chinese). Chinese Journal of Applied Ecology, 1995, 6(1): 44~ 50
- [12] 殷秀琴, 吴东辉, 韩晓梅. 等. 小兴安岭森林土壤动物群落多样性的研究. 地理科学, 2003, 23(3): 316~ 322. Yin X Q, Wu D H, Han X M, et al. Diversity of soil animals community in Xiao Xing'an Mountains (In Chinese). Scientia Geographica Sinica, 2003, 23(3): 316~ 322
- [13] 殷秀琴, 王海霞, 周道玮. 松嫩草原区不同农业生态系统土壤动物群落特征. 生态学报, 2003, 23(6): 1071~ 1078. Yin X Q, Wang H X, Zhou D W. Characteristics of soil animals communities in different agricultural ecosystem in the Songnen grassland of China (In Chinese). Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(6): 1071~ 1078
- [14] 郑祥, 鲍毅新, 孔军苗. 等. 金华北山阔叶林大型土壤动物群落的初步研究. 土壤, 2005, 37(5): 545~ 550. Zheng X, Bao Y X, Kong J M, et al. Soil macrofauna on broadleaf forest in Mountain Bei of Jinhua (In Chinese). Soils, 2005, 37(5): 545~ 550
- [15] 殷秀琴. 东北森林土壤动物研究. 长春: 东北师范大学出版社, 2001. Yin X Q. Study on Forest Soil Animals in the Northeast of China (In Chinese). Changchun: Northeast Normal University Press, 2001
- [16] Lavelle P, Dangerfield M, Fragoso C, et al. The relationships between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: Nomer P L, Swift M J. eds. The Management of Tropical Soil Biology and Fertility. New York: Wiley-Sayce Publication, 1994
- [17] Hemerik L, Brussaard L. Diversity of soil macroinvertebrates in grasslands under restoration succession. European Journal of Soil Biology, 2002, 38: 145~ 150
- [18] Pierre Legendre, Eugene D G. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. Oecologia, 2001, 129: 271~ 280
- [19] Rusek J. Microhabitats of collembola (Insecta: Entognatha) in beech and spruce forests and their influence on biodiversity. Eur. J. Soil Biol., 2001, 37: 237~ 244
- [20] 焦菊英, 马祥华, 白文娟. 等. 黄土丘陵沟壑区退耕地植物群落与土壤环境因子的对应分析. 土壤学报, 2005, 42(5): 744~ 752. Jiao J Y, Ma X H, Bai W J, et al. Correspondence analysis of vegetation communities and soil environmental factors on abandoned cropland on hilly-gullied Loess Plateau (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2005, 42(5): 744~ 752
- [21] Ter Braak C J F, Smilauer P. CANOCO Reference Manual and User's Guide to CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4). NY: Microcomputer Power, Itaca, 1998

LARGE SIZED SOIL FAUNA AND SOIL FACTORS IN ZUOJIA NATURE RESERVE

Liu Jiliang¹ Yin Xiuqin¹ Qiu Lili²

(1 College of Urban and Environmental Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

(2 Department of Resource and Environmental Science, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichun 621000, China)

Abstract Spatial distribution of large sized soil animal communities in a microtopographical range of the ZuoJia Nature Reserve was studied from the perspective of ecological series, and relationship of large sized soil animal communities with soil factors on a small scale was explored taking into account comprehensive effect of soil factors on soil fauna. Results show that in the circumstance that there was no big change in altitude above sea level, vegetation was notable in affecting large sized soil fauna. Difference in vegetation was limited between the four habitats, ridge, mesoslope, downslope, and vale of the sunny slope and shady slope of the studied region, soil factors played an important role in distribution of the soil fauna along the slope in the research region. In a microtopographical range, the changes in soil organic matter, soil water content, pH, total N, and total P tended to be approximate, whereas the change in soil temperature was just the opposite. The effects of the six soil indices on distribution of dominating groups of large sized soil animals were significant.

Key words Large sized soil animal; Microtopography; Canonical correspondence analysis; ZuoJia Nature Reserve