

长春市不同土地利用生境土壤螨类群落结构特征

吴东辉^{1,2}, 张 柏^{1*}, 卜照义³, 陈 鹏⁴

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012; 2. 吉林大学地球科学学院, 长春 130061;

3. Department of Entomology, the Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA; 4. 东北师范大学城市与环境科学学院, 长春 130024)

摘要: 2003年7月和9月对长春市郊区天然次生林、农田、防护林和市区公园绿地等典型土地利用生境进行土壤螨类调查, Tullgren法提取土壤螨类, 应用个体密度、类群数量、群落多样性、丰富度和均匀度、甲螨群落MGP分析和捕食性螨类MI等指数, 研究土壤螨类的群落生态结构特征, 了解土地利用差异对土壤螨类群落结构的影响。研究区共捕获土壤螨类3亚目92属8703只, 其中隐气门亚目(Cryptostigmata)54属5091只, 前气门亚目(Prostigmata)17属1582只, 中气门亚目21属2030只。研究结果表明: 长春市土地利用差异对土壤螨类群落结构特征影响明显, 其中地表凋落物的移除和耕作活动是影响螨类群落结构的主要因素, 地表凋落物的移除显著减少螨类群落的类群数、个体密度、群落多样性和丰富度, 耕作活动促进螨类个体向土壤剖面下层移动, 而地表植物群落类型对土壤螨类群落生态结构特征影响差异不显著。

关键词: 土壤螨类; 群落结构; 土地利用; 长春市; 凋落物

文章编号: 1000-0933(2006)01-0016-10 **中图分类号:** Q145, Q958, S154.5 **文献标识码:** A

The characteristics of community structure of soil mites from different habitats in Changchun area

WU Dong-Hui^{1,2}, ZHANG Bai^{1*}, BU Zhao-Yi³, CHEN Peng⁴ (1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012, China; 2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China; 3. Department of Entomology, the Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA; 4. School of Urban and Environment, Northeast Normal University, Changchun 130024, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 16 ~ 25.

Abstract: The soil mites from different habitats i.e. Natural secondary forest, Farm-land, artificial secondary forest, Three-North Forest Shelterbelt etc. in Changchun Metropolitan area were investigated. The soil mites were extracted through Tullgren extractor and were identified to the genus level. A total of 8703 soil mite individuals was captured and fell into 92 genera. The characteristics of soil mite community structure was analyzed by using individual density, number of taxon, diversity, abundance, and evenness as well as MGP analysis and MI index. The results suggest that the land-use types affect the community structures of soil mites significantly, and litter removal and cultivation are the main factors in play. Litter removal considerably decreased the numbers of soil mite taxon, abundance and diversity, and cultivation changes vertical distribution of soil mite individual density in the soil profile and accelerate them move to the lower soil layers. The studies also suggest that the type of vegetation aboveground appear to have little influence on the ecological structures of soil mite community.

Key words: soil mite; community structure; land use; Changchun area; litter.

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KZCXZ-SW-416); 国家自然科学基金资助项目(40171053)

收稿日期: 2004-12-28; **修订日期:** 2005-07-07

作者简介: 吴东辉(1971~), 男, 黑龙江省望奎人, 博士, 主要从事土壤动物生态学研究. E-mail: wudhyang@yahoo.com.cn

* 通信作者 Author for correspondence. E-mail: zhangbai@mail.neigae.ac.cn

致谢: 感谢德国不来梅大学 Andrea Ruf 博士在捕食性螨类研究中给予的建议和帮助

Foundation item: Knowledge Innovation Program of CAS(No. KZCXZ-SW-416), National Natural Science Foundation of China (No. 40171053)

Received date: 2004-12-28; **Accepted date:** 2005-07-07

Biography: WU Dong-Hui, Ph.D., mainly engaged in soil animals ecology. E-mail: wudhyang@yahoo.com.cn

由于螨类在各类土壤中普遍存在,类群和数量丰富,群落生物多样性高,土壤螨类被看作是最重要的评价土壤质量变化的敏感指示生物之一^[1,2]。近年来,国外螨类研究学者加强了土地利用尤其农业生产活动对土壤螨类群落动态变化影响的研究^[3-5]。我国从20世纪80年代开始土壤螨类生态学方面的研究^[6,7],但有关土地利用与土壤螨类群落动态变化关系方面的研究报道一直不多^[8-10]。

长春市地处长白山余脉石碑岭山麓,地势较平坦,为缓和波状丘陵平原。气候属中温带半湿润大陆性季风气候,年均气温4.6℃,年均降水量567mm。原生植被为森林草原,地带性土壤为黑土。本文对长春市土壤螨类群落特征进行研究,目的在于了解该区土壤螨类群落组成、结构及土地利用差异对土壤螨类群落动态的影响,旨在为保护土壤螨类群落多样性和合理利用土壤动物资源,提高景观管理水平,促进土壤生态系统健康发展提供科学依据。

1 研究方法

1.1 样地选择

研究样地设在长春市郊区城西乡、净月潭国家森林公园和市内南湖公园,选择典型土地利用类型农田、“三北”防护林、天然次生林和人工林调查取样,共设10个样地。因为长春市郊区农田主要农作物为玉米,“三北”防护林以杨树纯林为主,因此城西乡农田样地1个设在玉米田,防护林样地1个设在农田附近的杨树林。净月潭国家森林公园样地3个,分别设在蒙古栎(*Quercus mongolica*) + 紫椴(*Tilia amurensis*)混交林、杂木林等天然次生林群落和群落面积较大、保育时间在30a以上的人工长白落叶松林。南湖公园样地5个,分别设在长白落叶松 + 黄槿(*Phellodendron amurense*)混交林、长白落叶松林、杨树林、白桦林(*Betula platyphylla*)和油松林(*Pinus tabulaeformis*)群落,南湖公园样地均为人工林,为公园风景林,其中油松林旅游活动影响最为强烈,白桦林次之。

1.2 样品采集与处理

2003年7~9月,分2次对研究区样地进行土壤螨类取样。每个样地随机设4个样点,每个样点采样面积10cm × 10cm,沿土壤剖面分凋落物层(包括半腐殖质层)、0~5cm、5~10cm、10~15cm四层采样,其中白桦林、油松林、郊区防护林和农田缺失凋落物层,10个样地2次共取样288份。Tullgren法实验室分离提取土壤螨类^[11,12],依据尹文英《中国土壤动物检索图鉴》鉴定标本^[13],一般鉴定到属,同时统计个体数量。

1.3 数据分析与处理

甲螨(Oribatid)群落结构 MGP 分析 将甲螨分为三大类:M(Macropyline)大孔低等甲螨;G(Gymnonota)无翅坚背甲螨;P(Poronota)有翅孔背甲螨。MGP分析即是根据三大类甲螨各占群落的百分比分析群落结构特征,若以甲螨种类数计算百分比,称为MGP分析I;以甲螨个体数计算百分比,则称为MGP分析II^[10,14]。

中气门螨类(Mesostigmata)群落结构分析 中气门螨类是重要的捕食性螨,本文采用MI(maturity index)指数表达各生境中气门螨类群落结构特征,通过计算中气门螨类K-选择类群在土壤螨类群落中的类群数权重获得MI指数^[15]:

$$MI = \frac{\sum_{i=1}^s K_i}{\sum_{i=1}^s K_i + \sum_{i=1}^s r_i} \quad (1)$$

s为土壤螨群落中气门螨类属数, K_i 为第i属所在科的K值, r_i 为第i属所在科的r值

群落多样性分析 国内外学者普遍运用Shannon-Wiener指数与Margalef丰富度指数和Pielou均匀度指数相结合说明土壤动物群落的多样性^[16-18]。本文采用上述3个指数计算研究区土壤螨类群落多样性:

$$\text{Shannon-Wiener 指数}(H') \quad H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (2)$$

P_i 为土壤螨群落第i类群个体数占总个体数的比例;S为土壤螨群落中所有螨类群数。

$$\text{Margalef 丰富度}(SR) \quad SR = (S-1)/\ln N \quad (3)$$

N 为土壤螨类群落全部类群的个体总数。

Pielou 均匀度 (J)

$J = H' / \ln S$

(4)

群落相似性分析 采用 Bray-Curtis 距离指数计算土壤螨类群落相似性:

生境间距离 (B_{jk})

$$B_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^m (x_{ij} + x_{ik})}$$

(5)

m 为研究区土壤螨类所有类群数; x_{ij} 为第 j 个生境第 i 个类群螨类的个体数; x_{ik} 为第 k 个生境第 i 个类群螨类的个体数。

数据统计处理 方差分析由 SPSS 软件完成。

2 结果与分析

2.1 土壤螨类群落种类和数量组成

研究区共捕获土壤螨类 8 703 只, 隶属于蛛形纲蜱螨亚纲 3 亚目 92 属(表 1)。其中隐气门亚目(Cryptostigmata)54 属5 091 只, 前气门亚目(Prostigmata)17 属1 582 只, 中气门亚目 21 属2 030 只(表 1), 无气门亚目(Astigmata)数量和种类太少, 未统计在上述结果中。

表 1 长春市土壤螨类群落构成
Table 1 Compositions of soil mites community in Changchun metropolitan area

土壤螨属名 Genera of soil mite	个体数 Individuals	优势度 Dominance	土壤螨属名 Genera of soil mite	个体数 Individuals	优势度 Dominance
奥甲螨属 <i>Oppia</i>	739	++	小革螨属 <i>Gamasellus</i>	26	+
木单翼甲螨属 <i>Xylobates</i>	617	++	残领甲螨属 <i>Defectamerus</i>	26	+
囊螨属 <i>Asca</i>	573	++	尖棱甲螨属 <i>Ceratozetes</i>	21	+
若甲螨属 <i>Oribatula</i>	415	++	拉奥甲螨属 <i>Lauropippa</i>	20	+
下盾螨属 <i>Hypoaspis</i>	414	++	缝甲螨属 <i>Hypochothonius</i>	19	+
小奥甲螨属 <i>Oppiella</i>	412	++	胭螨属 <i>Rhodacarus</i>	17	+
繙板颧甲螨属 <i>Chamobates</i>	397	++	小跳甲螨属 <i>Microzetorchestes</i>	16	+
美绥螨属 <i>Ameroseius</i>	355	++	赫甲螨属 <i>Hermannia</i>	15	+
长须螨属 <i>Stigmaeus</i>	349	++	足角螨属 <i>Podocinum</i>	15	+
盾螨属 <i>Scutaracus</i>	331	++	土厉螨属 <i>Oloaelaps</i>	15	+
珠足甲螨属 <i>Belba</i>	303	++	新派盾螨属 <i>Neparholaspis</i>	15	+
下盾甲螨属 <i>Hypovortex</i>	279	++	船甲螨属 <i>Scapheremus</i>	14	+
新肋甲螨属 <i>Neoribates</i>	260	++	缝鄂螨属 <i>Raphignathus</i>	11	+
庭甲螨属 <i>Domatorina</i>	257	++	革伊螨属 <i>Gamasiphis</i>	10	+
原大翼甲螨属 <i>Protokalumna</i>	244	++	拟表刻螨属 <i>Epicriopsis</i>	9	+
蚊螨属 <i>Zercon</i>	214	++	罗甲螨属 <i>Lohmannia</i>	9	+
吸螨属 <i>Bdella</i>	173	++	隐肋甲螨属 <i>Costeremus</i>	8	+
盲蛛螨科 <i>Caeculidae</i>	173	++	小胭螨属 <i>Rhodacarellus</i>	7	+
叉肋甲螨属 <i>Furcoribula</i>	147	++	古甲螨属 <i>Palaeacarus</i>	7	+
奇矮螨属 <i>Allopygmephorus</i>	136	++	全罗甲螨属 <i>Perlohmannia</i>	7	+
上罗甲螨属 <i>Epilohmannia</i>	125	++	琴甲螨属 <i>Lyropippa</i>	6	+
派盾螨属 <i>Parolaspis</i>	124	++	日本汉甲螨属 <i>Nippohermannia</i>	6	+
拟上罗甲螨属 <i>Epilohmannoides</i>	118	++	半懒甲螨属 <i>Heminothrus</i>	6	+
表刻螨属 <i>Epicrius</i>	107	++	赤螨科 <i>Erythraeidae</i>	5	+
微三甲螨属 <i>Microtritia</i>	106	++	隐鄂螨属 <i>Cryptognathus</i>	4	+
跳甲螨属 <i>Zetorchestidae</i>	96	++	裂头甲螨属 <i>Fissicepheus</i>	4	+
携卵螨科 <i>Labidostomidae</i>	94	++	真罗甲螨属 <i>Eulohmannia</i>	4	+
小派盾螨属 <i>Parholaspulus</i>	72	+	全单翼甲螨属 <i>Perxylobates</i>	4	+
全盾螨属 <i>Holaspulus</i>	61	+	平壳甲螨属 <i>Platylodes</i>	2	+
盲甲螨属 <i>Malaconothrus</i>	61	+	孔翼甲螨属 <i>Porogalumnella</i>	2	+
丽甲螨属 <i>Liacarus</i>	55	+	裂甲螨属 <i>Meristacarus</i>	2	+

续表 1

小赫甲螨属 <i>Hermanniella</i>	49	+	纹奥甲螨属 <i>Striatoppia</i>	2	+
肉食螨属 <i>Cheyletus</i>	48	+	三甲螨属 <i>Oribotritia</i>	2	+
微奥甲螨属 <i>Microppia</i>	41	+	阿斯甲螨属 <i>Astegistes</i>	2	+
厚绥螨属 <i>Pachyseius</i>	39	+	小梭甲螨属 <i>Microzetes</i>	2	+
布伦螨属 <i>Brennandania</i>	38	+	异盾珠甲螨属 <i>Allosuctobelba</i>	2	+
寄螨科 <i>Parasitidae</i>	37	+	小黑螨属 <i>Caligonella</i>	2	+
懒甲螨属 <i>Nothrus</i>	37	+	格甲螨属 <i>Ghiralovus</i>	2	+
前小派盾螨属 <i>Proparholaspulus</i>	37	+	巨须螨属 <i>Cunaxa</i>	1	+
直卷甲螨属 <i>Archoplophora</i>	36	+	绒螨科 <i>Trombidiidae</i>	1	+
厚厉螨属 <i>Pachylaelaps</i>	33	+	叶爪螨科 <i>Penthaleidae</i>	1	+
维螨属 <i>Veigaia</i>	32	+	真翅脊甲螨属 <i>Eupterotegaeus</i>	1	+
尾足螨科 <i>Uropodidae</i>	32	+	平懒甲螨属 <i>Platynothrus</i>	1	+
刀肋甲螨属 <i>Cultroribula</i>	30	+	附线螨属 <i>Tarsonemus</i>	1	+
洼甲螨属 <i>Camisia</i>	27	+	无前翼甲螨属 <i>Anachipteria</i>	1	+
步甲螨属 <i>Carabodes</i>	26	+	菌甲螨属 <i>Scheloriates</i>	1	+

+++ 优势类群,个体数占总捕获量的 10% 以上 Dominant group, individual number is more than 10% of total individual number; ++ 常见类群,个体数占总捕获量的 1% ~ 10% Frequent group, individual number is between 10% and 1%; + 稀有类群,个体数占总捕获量的 1% 以下 Rare group, individual number is less than 1%^[19]

2.2 土壤螨类群落结构

2.2.1 垂直结构 除南湖杨树林外,有凋落物层生境凋落物层螨类的类群数和个体密度占绝对优势(表 2),其中凋落物层螨类个体密度比其它 3 个土壤层的总和还要多几倍,相差最大是 7 月份南湖混交林达到 6.57 倍,有凋落物层生境随土层深度增加螨类个体密度递减幅度大。缺失凋落物层生境土壤螨类个体密度和类群数表聚性不如凋落物层生境明显,南湖公园白桦林、油松林和郊区防护林生境土壤螨类类群数和个体密度集中在 0 ~ 5cm 土壤层,郊区农田变化比较均匀,其中土壤螨类类群数 5 ~ 10cm 土层高于其他两个土壤层。此外,月份变化,9 月螨类个体密度和类群数存在一定程度向土壤下层移动的趋势。

2.2.2 水平结构 通过对 10 个样地各 4 个样点所获土壤螨类类群数和个体密度进行方差分析,表明生境差异对土壤螨类群落个体密度和类群数均具有显著影响,其中生境差异对土壤螨类群落个体密度影响显著于类群数(表 3),各生境土壤螨类群落个体密度和类群数差异主要存在于有凋落物生境和缺失凋落物生境之间,其中南湖油松林与有凋落物生境间差异最大(图 1,图 2)。月份变化以及生境差异与月份变化交互作用对土壤螨类群落个体密度和类群数影响不明显。

各生境平均数月份间比较,郊区农田、防护林、净月潭长白落叶松林、净月潭混交林、南湖杨树林和南湖油松林土壤螨类群落个体密度 9 月升高,成对 t 检验,尽管郊区农田升幅最大,但升幅没有达到显著水平($t = 2.464, t_{0.05} = 3.182$);其余生境下降,南湖长白落叶松林和南湖混交林降幅最大(图 1),只有南湖长白落叶松林降幅显著($t = 3.798, t_{0.05} = 3.182$);螨类群落类群数只有净月潭混交林生境 9 月有小幅升高(图 2),但 t 检验升幅不显著($t = 0.319, t_{0.05} = 3.182$)。

2.2.3 群落多样性 方差分析结果表明生境差异对土壤螨类群落多样性和丰富度具有显著影响,但对均匀度影响很小,差异不明显,而月份变化仅对土壤螨类丰富度影响显著,生境差异和月份变化交互作用仅对土壤螨类群落均匀度影响显著(表 3)。各生境土壤螨类群落多样性和丰富度差异主要存在于有凋落物生境与无凋落物生境之间,无凋落物层生境土壤螨类群落多样性和丰富度低于有凋落物生境(表 4)。

各生境平均数月份间比较,成对 t 检验,只有净月潭落叶松林螨类群落多样性($t = 4.208, t_{0.05} = 3.182$)、丰富度($t = 3.204, t_{0.05} = 3.182$)和均匀度($t = 9.667, t_{0.01} = 5.841$)显著下降,郊区农田土壤螨类群落均匀度显著升高($t = 3.974, t_{0.05} = 3.182$),其余生境多样性、丰富度和均匀度月份间尽管有升降变化,但变化不显著。

2.2.4 甲螨群落结构特征 本文采用“MGP I 分析”和“MGP II 分析”研究长春市不同土地利用生境土壤甲螨群落结构特征。计算结果见表 5。

表 2 长春市土壤螨类群落垂直结构

Table 2 Mite distributions in the soil profile in Changchun metropolitan area

生境 Habitats		7 月 Jul.				9 月 Sep.			
		Litter	0 ~ 5cm	5 ~ 10cm	10 ~ 15cm	Litter	0 ~ 5cm	5 ~ 10cm	10 ~ 15cm
类群数(属) Group number (genera)	CJN		19	20	16		17	24	11
	CJF		23	14	12		19	13	8
	JLS	18	14	6	6	22	14	14	12
	JZM	40	18	17	9	30	16	10	4
	JHJ	25	22	9	12	27	22	15	12
	NHJ	34	19	13	5	26	21	15	12
	NYL	25	21	15	11	12	31	14	13
	NBH		15	17	13		22	11	13
	NYS		15	1	1		9	6	4
	NLS	30	23	10	7	21	14	10	9
Habitats		7 月 Jul.				9 月 Sep.			
		Litter	0 ~ 5cm	5 ~ 10cm	10 ~ 15cm	Litter	0 ~ 5cm	5 ~ 10cm	10 ~ 15cm
个体密度 (只/m ²) Density (Ind./m ²)	CJN	0	3850	2525	675	0	6850	3950	3525
	CJF	0	6775	1100	550	0	5250	2600	750
	JLS	6050	2050	400	450	9200	2225	1100	475
	JZM	12975	1675	1100	350	8850	2850	650	350
	JHJ	10900	1925	625	600	9675	6575	1100	1400
	NHJ	17400	1725	725	200	6650	2700	800	825
	NYL	4400	2575	700	725	1450	6000	2150	1525
	NBH	0	7525	900	925	0	5500	1050	2075
	NYS	0	875	50	25	0	875	275	200
	NLS	13550	3325	325	300	3475	1400	1300	650

CJN 城市郊区农田 Farmland in suburb; CJF 城市郊区“三北”防护林 Three-North Forest Shelterbelt in suburb; JLS 净月潭落叶松 Larch in Jingyuetan; JZM 净月潭杂木林 Shaw in Jingyuetan; JHJ 净月潭混交林 Mixed forest in Jingyuetan; NHJ 南湖混交林 Mixed forest in Nanhu; NYL 南湖杨树林 Poplar in Nanhu; NBH 南湖白桦林 Birch in Nanhu; NYS 南湖油松林 Chinese pine in Nanhu; NLS 南湖落叶松林 Larch in Nanhu; 下同 the same below

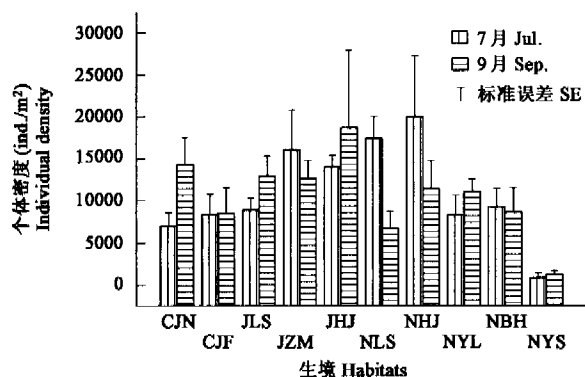


图 1 长春市土壤螨类个体密度

Fig.1 Individual density of soil mites in Changchun metropolitan area

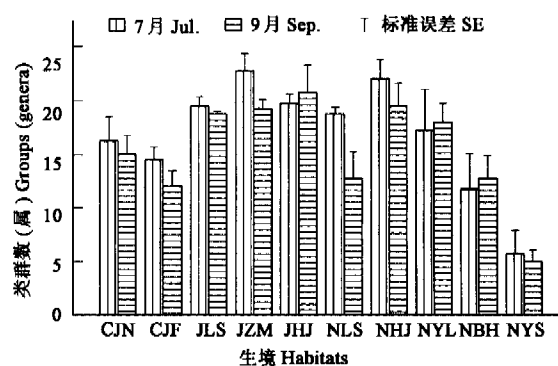


图 2 长春市土壤螨类类群数

Fig.2 Group numbers of soil mites in Changchun metropolitan area

表 3 不同生境和月份土壤螨类群落水平结构差异

Table 3 Differences of community structure of soil mite in different habitats and months

项目 Item	类群数 Group number		密度 Density		丰富度 Richness		多样性 Diversity		均匀度 Evenness	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
生境 Habitats	3.170	* *	12.328	* * *	7.583	* * *	8.050	* * *	1.275	ns
月份 Months	2.742	ns	0.152	ns	4.776	*	0.113	ns	1.624	ns
交互作用 Interaction	0.652	ns	1.549	ns	0.556	ns	0.786	ns	2.596	*

* : * * * $p < 0.001$, * * $p < 0.01$, * $p < 0.05$, ns $p > 0.05$

表 4 长春市土壤螨类群落多样性

Table 4 Diversity of soil mite community in Changchun metropolitan area

指数 Index	月份 Month	CJN		CJF		JLS		JZM		JHJ	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
H' 指数 H' index	7	0.96	0.08	0.86	0.10	1.12	0.03	1.13	0.05	0.99	0.09
	9	0.97	0.04	0.87	0.04	1.01	0.02	1.09	0.05	1.14	0.04
SR 指数 SR index	7	8.43	1.22	7.20	0.61	9.64	0.78	10.09	0.65	8.79	0.44
	9	6.59	0.74	6.16	0.24	7.99	0.29	8.78	0.58	9.35	0.60
J 指数 J index	7	0.80	0.03	0.74	0.07	0.86	0.01	0.84	0.02	0.76	0.06
	9	0.96	0.04	0.82	0.05	0.79	0.01	0.85	0.03	0.88	0.01
指数 Index		NHJ		NYL		NBH		NYS		NLS	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
H' 指数 H' index	7	1.12	0.06	1.03	0.10	0.75	0.16	0.75	0.16	0.92	0.04
	9	1.07	0.04	1.08	0.05	0.93	0.09	0.93	0.09	0.86	0.14
SR 指数 SR index	7	9.89	1.33	8.49	1.49	5.50	1.64	5.50	1.64	7.99	0.35
	9	9.20	0.47	8.31	0.67	6.17	0.72	6.17	0.72	6.52	0.99
J 指数 J index	7	0.84	0.02	0.85	0.02	0.71	0.08	0.71	0.08	0.73	0.04
	9	0.84	0.03	0.86	0.01	0.86	0.05	0.86	0.05	0.78	0.11

SE 均值的标准误 Standard error of mean

表 5 长春市土壤甲螨群落结构分析

Table 5 Analysis of soil oribatida community structure in Changchun metropolitan area

生境 Habitats	月份 Month	个体数百分比 Individual percent(%)			群落类型 Type	类群数百分比 Group percent(%)			群落类型 Type
		M 群	G 群	P 群		M 群	G 群	P 群	
		Macropyline	Gymnonota	Poronota		Macropyline	Gymnonota	Poronota	
CJN	7	22.97	30.14	46.89	O	21.43	35.71	42.86	O
	9	12.73	52.36	34.91	G	22.22	22.22	55.56	P
CJF	7	13.10	36.90	50.00	P	26.67	33.33	40.00	O
	9	18.44	13.48	68.08	P	25.00	25.00	50.00	P
JLS	7	8.34	67.42	24.24	G	23.53	47.06	29.41	O
	9	9.40	27.18	63.42	P	20.00	46.67	33.33	O
JZM	7	3.30	50.88	45.82	G	24.00	52.00	24.00	G
	9	10.46	57.74	31.80	G	35.71	28.58	35.71	O
JHJ	7	1.09	64.75	34.15	G	18.75	56.25	25.00	G
	9	10.57	52.06	37.37	G	28.57	42.86	28.57	O
NHJ	7	13.27	25.42	61.31	P	31.58	26.32	42.11	O
	9	17.76	33.88	48.36	GP	33.33	40.00	26.67	O
NYL	7	15.95	32.52	51.53	P	26.32	36.84	36.84	O
	9	14.69	29.86	55.45	P	40.00	26.67	33.33	O
NBH	7	13.06	28.38	58.56	P	25.00	37.50	37.50	O
	9	6.38	52.13	41.49	G	37.50	25.00	37.50	O
NYS	7	5.88	11.77	82.35	P	14.29	28.57	57.14	P
	9	8.33	83.34	8.33	G	50.00	25.00	25.00	M
NLS	7	12.45	65.28	22.27	G	47.62	23.81	28.57	O
	9	14.12	63.28	22.60	G	25.00	33.33	41.67	O

M 型, M 大类超过 50%; G 型, G 大类超过 50%; P 型, P 大类超过 50%; O 型, 3 大类均超过 20%, 但不超过 50%; MG 型, M 大类和 G 大类在 20% ~ 50% 之间, P 大类少于 20%; GP 型, G 大类和 P 大类在 20% ~ 50% 之间, M 大类少于 20%; MP 型, M 大类和 P 大类在 20% ~ 50% 之间, G 大类少于 20% M type, Macropyline mites is more than 50%; G type, Gymnonota mites is more than 50%; P type, Poronota type is more than 50%; O type, M mites, G mites and P mites are 20% ~ 50%; MG type, M mites and G mites are 20% ~ 50%, P mites is less than 20%; GP type, G mites and P mites are 20% ~ 50%, M mites is less than 20%; MP type M mites and P mites are 20% ~ 50%, G mites is less than 20%

土壤甲螨群落类群结构, 各生境只有南湖油松林 9 月类群结构属 M 型, 郊区农田和防护林 9 月属 P 型, 南湖杨树林、净月潭杂木林和净月潭混交林 7 月属 G 型, 其余均属 O 型。个体密度结构, 除郊区农田 7 月为 O 型、南湖混交林 9 月为 GP 型外, 其余属 P 型或 G 型(表 5)。仅有少数生境土壤甲螨群落个体密度结构类型和类群结构类型一致。上述结果表明, 长春市各土地利用生境土壤低等甲螨类群数和个体密度低, 无翅坚背甲

螨和有翅孔背甲螨是长春市土壤甲螨群落的主体。

2.2.5 中气门螨类群落结构特征 采用 *MI* 指数研究长春市不同土地利用生境土壤中气门螨类群落结构的差异。捕食性螨类类群 *K*-值和 *r*-值的确定见表 6。*MI* 指数计算结果见表 7。

表 6 捕食性土壤螨类 (Mesostigmata) *r*-值和 *K*-值的确定

Table 6 *K*- or *r*-values assigned to predatory soil mites (Mesostigmata)

土壤螨类(科) Soil mites(family)	<i>K</i> -值 <i>K</i> -value	<i>r</i> -值 <i>r</i> -value	土壤螨类(科) Soil mites(family)	<i>K</i> -值 <i>K</i> -value	<i>r</i> -值 <i>r</i> -value
囊螨科 Ascidae		1	蚊螨科 Zerconidae	3	
厉螨科 Laelapidae		1	表刻螨科 Epicriidae	3	
厚厉螨科 Pachylaelapidae	1		派盾螨科 Parholaspididae	2	
寄螨科 Parasitidae		4	尾足螨科 Uropodidae	3	
植绥螨科 Phytoseiidae		2	土革螨科 Ologamasidae		1
胭螨科 Rhodacaridae	2		足角螨科 Podocinidae		1
维螨科 Veigaiidae	2		美绥螨科 Ameroseiidae	3	

确定土壤捕食性螨类 *K*-值或 *r*-值主要是依据各科螨类每天的产卵率和发育速度,以及螨类的扩散能力和种群动态 assign *K*-or *r*-values to families of predatory soil mites according to the egg-laying rate per day and developmental rate, mainly, other factors are dispersal ability and stability of populations^[15]

长春市不同土地利用生境中气门螨类 *MI* 指数,7月南湖白桦林>南湖油松林=南湖落叶松林>南湖杨树林>净月潭落叶松林>南湖混交林=郊区防护林>净月潭杂木林>郊区农田>净月潭混交林;9月南湖油松林>南湖落叶松林>郊区农田>南湖白桦林>净月潭杂木林>郊区防护林>南湖杨树林=净月潭混交林>净月潭落叶松林>南湖混交林。月份间变化,净月潭落叶松林、南湖混交林、南湖杨树林和南湖白桦林4个生境9月 *MI* 指数下降,其他生境指数值升高,只有郊区农田 *MI* 指数升高幅度较大。

表 7 长春市气门捕食性土壤螨类群落结构特征

Table 7 Communities structures of soil predatory mites (Mesostigmata) in Changchun metropolitan area

项目 Item	月份 Month	CJN	CJF	JLS	JZM	JHJ	NHJ	NYL	NBH	NYS	NLS
<i>MI</i> 指数 <i>MI</i> index	7	0.62	0.69	0.70	0.64	0.60	0.69	0.72	0.90	0.86	0.86
	9	0.85	0.71	0.63	0.79	0.69	0.59	0.69	0.84	0.90	0.87
类群数 Groups	7	12	7	7	16	11	16	12	10	4	11
	9	6	8	7	10	14	11	13	10	5	8
个体数 Individuals	7	60	21	25	128	151	124	88	127	11	107
	9	186	92	175	201	192	119	180	156	14	62

2.3 群落相似性

各生境群落组成成分差异,不仅反映在群落类群组成差异方面,也反映在相同类群个体密度差异方面。生境间 Bray-Curtis 指数距离计算结果见表 8,南湖油松林与其他所有生境间相似性最差,农田和防护林与其他所有生境间相似性也很低,南湖风景林强烈的旅游活动、郊区农田耕作和防护林下放牧等不同的土地利用方式增加了同一地区土壤螨类群落结构特征差异,显示土地利用差异对生境土壤螨类群落相似性产生了一定影响。长春市不同土地利用生境间土壤螨类群落相似性还存在月份变化,9月除郊区农田与防护林、净月潭落叶松林和郊区防护林以及南湖油松林和郊区农田生境间相似性降低外,其余生境间相似性与7月相比均有所增加。

表 8 结果还表明,净月潭国家森林公园内部3个不同植物群落生境间螨类群落更为相似,郊区农田和防护林两个生境最为相似,只有南湖公园内部不同植物群落生境间螨类群落相似性存在一定差异,但有凋落物生境间相似性大,样地空间地理距离对土壤螨类群落相似性产生了一定影响,其中7月份最为明显。此外,净月潭长白落叶松林和南湖落叶松林间、南湖杨树林与郊区防护林间的相似性较差,显示长春市不同土地利用生境植物群落类型对土壤螨类群落相似性影响不大。

这一研究结果与 Karasawa 等在日本的工作结果有一定差别,他们研究 Ryukyu 群岛地理空间距离对人工林螨类(主要是甲螨)群落的影响,对相距 470km 的两个岛屿样地采样,岛屿间相同植物群落类型下螨类群落

结构与同一岛屿不同植物群落类型下螨类群落结构相比更相似, Karasawa 等认为空间地理距离对螨类群落影响小于植被类型的作用^[20]。Karasawa 等在 Ryukyu 群岛 3 个样地采集螨类样品, 取样范围除林下土壤外, 还包括树叶、枝条和树干等, 本研究采样范围只局限在凋落物层和其下的土壤层, 而且本研究取样地点位于同一城市区域, 彼此间空间距离不超过 10km, 取样微环境的差异可能是两个研究结论存在差异的主要原因。具体原因还需要深入研究。

表 8 不同生境间土壤螨类群落 Bray-Curtis 指数

Table 8 Bray-Curtis Index of soil mites between different habitats

生境 Habitats	CJN	CJF	JLS	JZM	JHJ	NHJ	NYL	NBH	NYS
7 月	CJF	0.38							
	JLS	0.67	0.49						
July	JZM	0.72	0.69	0.55					
	JHJ	0.74	0.65	0.45	0.47				
	NHJ	0.73	0.68	0.81	0.66	0.74			
	NYL	0.65	0.61	0.66	0.63	0.67	0.66		
	NBH	0.75	0.79	0.8	0.69	0.7	0.77	0.56	
	NYS	0.83	0.86	0.91	0.93	0.93	0.91	0.85	0.86
	NLS	0.75	0.71	0.72	0.69	0.8	0.53	0.59	0.69
									0.91
生境 Habitats	CJN	CJF	JLS	JZM	JHJ	NHJ	NYL	NBH	NYS
9 月	CJF	0.55							
September	JLS	0.65	0.68						
	JZM	0.62	0.64	0.41					
	JHJ	0.58	0.64	0.4	0.31				
	NHJ	0.66	0.52	0.48	0.44	0.5			
	NYL	0.57	0.45	0.51	0.43	0.53	0.46		
	NBH	0.51	0.56	0.64	0.46	0.59	0.54	0.41	
	NYS	0.87	0.77	0.83	0.82	0.87	0.81	0.79	0.74
	NLS	0.57	0.59	0.61	0.51	0.59	0.49	0.46	0.48
									0.71

CJN、CJF、JLS、JZM、JHJ、NHJ、NYL、NBH、NYS、NLS 同表 2 the same as table 2

3 讨论

Vreeken-buijs 等通过研究荷兰不同土地利用方式对土壤微节肢动物生态特征影响, 认为土壤孔隙的大小和数量会影响螨类在土壤剖面上的数量分布^[21]。Ducarme 等研究比利时森林螨类在土壤剖面上的分布规律时, 发现土壤中拥有足够多和足够大的孔隙有利于土壤螨类向更深土壤层分布^[12]。耕作活动改变了长春市郊区农田土壤结构, 使土壤更加疏松, 增加了土壤孔隙率, 有利于螨类向土壤下层运动, 螨类在各土壤层次间分布比较均匀, 而白桦林、油松林和防护林生境土壤保持自然状态, 土壤螨类个体密度和类群数自土壤表层向土壤下层递减幅度相对较大^[7], 南湖公园白桦林、油松林和防护林生境与郊区农田螨类个体密度垂直分布差别反映了耕作活动对土壤螨类群落在土壤剖面上垂直分布的影响。

本研究结果表明, 拥有凋落物层的生境, 无论螨类类群数还是个体密度都是最高, 该类生境土壤螨类群落拥有较高的多样性, 环境条件相对优越; 缺失凋落物层的生境, 土壤螨类的多样性很低, 凋落物层的移除显著减少了土壤螨类群落多样性, 显示凋落物的移除对土壤螨类群落多样性影响是负面的, 它将降低土壤螨类群落结构的稳定性^[22,23]。凋落物移除后农田周期性的耕作生产、防护林下放牧活动和公园人工林持续增加的旅游等干扰活动将进一步降低土壤螨类的多样性、类群数和个体密度, 这一结论与其他地区的研究结果相似^[1,3,5]。此外, 南湖杨树林生境凋落物层螨类个体密度和类群数很低也可能和凋落物的间断性有关, 该生境每年都有部分林下凋落物被园林工人清除。

柯欣等研究下辽河平原不同土地利用方式下土壤微节肢动物(包括螨类)群落结构特征, 与旱田、水田和林地相比, 撂荒地由于无人干扰, 土壤性状和植被保护较好, 养分可持续积累, 因而撂荒地土壤动物(包括螨类)保护较好, 其密度、类群数和多样性等都显著地高^[24]。邓晓保等研究西双版纳热带雨林不同土地利用方

式对土壤动物(包括螨类)个体数量的影响,刀耕火种地与自然林之间土壤动物(包括螨类)个体数量差别最为显著,指出刀耕火种使地表失去了植被覆盖,改变了土壤表层自然结构,进而不同程度地影响土壤动物的种群结构与个体数量^[25]。结合本研究,有理由认为提高生境螨类个体密度和多样性的关键之一是保持生境凋落物层的存在。无论是天然林还是人工林,无论保育时间长短,只要适当保存生境凋落物层的数量和厚度,保护土壤螨类生存的微环境,就能一定程度上达到保护土壤螨类群落多样性的目的。不同土地利用生境土壤螨类群落相似性分析表明,长春市生境植物群落类型差异对土壤螨类群落结构特征影响不大。

MI 指数最早由 Ruf A. 提出,通过计算土壤中捕食性螨类 *K* 选择类群和 *r* 选择类群比例的变化来反映中气门土壤捕食性螨类的群落结构特征,用以评价环境变化对螨类群落的影响,进而衡量土壤生态过程的状态。通过研究北美和中欧土壤捕食性螨类群落, Ruf A. 认为环境所受扰动越小,土壤捕食性螨类群落 *MI* 指数越大^[15],即群落 *K* 选择类群数比例越高。长春市各生境土壤捕食性螨类群落结构指数并没有得出与 Ruf 所提出的规律一样的结论,而是存在一定的差异,尤其是受人类影响最为强烈的南湖油松林和白桦林, *MI* 指数值显著高于净月潭各生境,受耕作活动影响的郊区农田 *MI* 指数值尽管 7 月较低,但 9 月却明显升高,显著高于其他受人类干扰很少的生境。

在生物群落中, *K* 选择类群竞争力强、存活力高, *r* 选择类群竞争力弱、繁殖力强^[26],对螨类生活史干扰的因素,将决定群落中 *K* 选择类群和 *r* 选择类群的比例,进而决定 *MI* 指数的高低。南湖杨树林、混交林、净月潭混交林、落叶松林、7 月份杂木林以及 7 月份郊区农田和 7 月份郊区防护林 *MI* 指数值低的主要原因是这些生境都有寄螨科(Parasitidae)的存在,根据欧洲对寄螨科的生活史研究,寄螨科 *r* 值为 4,这就加大了 *MI* 指数的分母,致使生境 *MI* 指数变低,本文采用的捕食性螨类 *k-r* 选择系列赋值主要是依据欧洲和北美的研究成果^[15],由于生物生存的地理区域不同,生活史可能会有有一定的差异,进一步加强我国土壤捕食性螨类生活史的研究对于准确评价土地利用变化对土壤螨类影响是必要的。

类群数、个体密度、群落多样性、丰富度和均匀度是评价土壤动物群落结构变化的量化指标,上述不同指数组成的指标能够一定程度上反映群落环境质量状况,可以用来评价土壤质量^[24]。本研究运用土壤螨类类群数、个体密度、群落多样性和丰富度可以反映有凋落物生境与缺失凋落物生境的显著差异,并可以进一步反映郊区农田、防护林、南湖白桦林和油松林之间的差异,说明土壤螨类作为土壤质量评价指标能够反映长春市土地利用差异对土壤环境产生的影响。此外,土壤中气门捕食性螨类群落 *MI* 指数和甲螨群落 MGP 分析的应用可以进一步研究不同土地利用生境间土壤螨类群落结构的差别,这些成果都将是土壤螨类群落评价指标的有益补充,多指标结合应用,对于科学评价土壤环境质量的变化的变化是必要的,只是土壤中气门捕食性螨类群落 *MI* 指数还需要大量的科学实践完善。

References:

- [1] Valerie M B. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, 74: 411 ~ 423.
- [2] Ruf A, Beck L, Dreher P. A biological classification concept for the assessment of soil quality: "biological soil classification scheme" (BBSK). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2003, 98: 263 ~ 271.
- [3] Hulsman A, Wolters V. The effects of different tillage practices on soil mites, with particular reference to Oribatida. *Applied Soil Ecology*, 1998, 9: 327 ~ 332.
- [4] Peachey R E, Moldenke A, William R D, et al. Effect of cover crops and tillage system on symphytan (Symphyla: Scutigera immaculata, Newport) and *Pergamasus quisquiliarum* Canestrini (Acari: Mesostigmata) populations, and other soil organisms in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, 2002, 21: 59 ~ 70.
- [5] Kinnear A, Tongway D. Grazing impacts on soil mites of semi-arid chenopod shrublands in Western Australia. *Journal of Arid Environments*, 2004, 56: 63 ~ 82.
- [6] Zhang Y Z, Yang M X, Chen P, et al. Soil animals primary investigation of forest eco-system in northern slope of Changbai Mountain. *Research of forest ecosystem*, 1980, (1): 133 ~ 152.
- [7] Chen P, Wen Z G, Aoki J I, et al. Investigation on soil acrid in Jingyuetan area Changchun. *Acta Zoologica Sinica*, 1988, 34(3): 282 ~ 293.

- [8] Bu Z Y. Preliminary research on ecological geography of soil mites in Jingyuetan region. *Acta Ecologica Sinica*, 1990, 10(4):355 ~ 361.
- [9] Zhen C Y, Hu D X, Li W J. Effects of EM compost on soil mites community in farmland. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(7):1116 ~ 1121.
- [10] Xie G L, Fu R S, Liu J L, *et al.* The community distribution of soil oribatida in Heze Peony Garden. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(4):693 ~ 699.
- [11] Chen P. Sampling methods of soil animals. *Chinese Journal of Ecology*, 1983, 2(2):46 ~ 51.
- [12] Ducarme X, André M H, Wauthy G. Are there real endogeic species in temperate forest mites? *Pedobiologia*, 2004, 48: 139 ~ 147.
- [13] Yin W Y. Pictorial keys to soil animals of China. Beijing: Science Press, 1998.
- [14] Aoki J I. Analysis of oribatid communities by relative abundance in the species and individual numbers of the three major groups (MGP-analysis). *Bull. Institue Enviro. Sci. Techno, Yokohama National University*, 1983, 10(1): 171 ~ 176.
- [15] Ruf A. A maturity index for predatory soil mites (Mesostigmata: Gamasina) as an indicator of environmental impacts of pollution on forest soils. *Applied soil ecology*, 1998, 9: 447 ~ 452.
- [16] Wang Z Y, Lu Y C, Wang H F. The ecological distribution of soil mites in Jiuhua mountains. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, 16(1):58 ~ 64.
- [17] Yeates G W, Bongers T. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, 74: 113 ~ 135.
- [18] Jennifer L D, Rick J Z, John C M. Soil microarthropod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in Western Colorado, USA. *Applied Soil Ecology* 2001, 18: 83 ~ 96.
- [19] Yin X Q, Wu D H, Han X M. Diversity of soil animals community in Xiao Hingan Mountains. *Scientia Geographica Sinica*, 2003, 23(3):316 ~ 322.
- [20] Karasawa S, Hiji N. Effects of microhabitat diversity and geographical isolation on oribatid mite (Acari: Oribatida) communities in mangrove forests. *Pedobiologia*, 2004, 48: 245 ~ 255.
- [21] Vreeken-buijs M J, Hassink J, Brussaard L. Relationships of soil microarthropod biomass with organic matter and pore size distribution in soils under different land use. *Soil Biology & Biochemistry*, 1998, 30: 97 ~ 106.
- [22] Koehler H H. Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, 74: 395 ~ 410.
- [23] Bengsson J, Lundkvist H, Saetre P, *et al.* Effects of organic matter removal on the soil food web: Forestry practices meet ecological theory. *Applied Soil Ecology*, 1998, 9: 137 ~ 143.
- [24] Ke X, Liang W Y, Yu W T, *et al.* Community structure and seasonal change of soil microarthropodes in the Lower Reaches of Liaohe River Plain under different land utilization. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15 (4):600 ~ 604.
- [25] Deng X B, Zhou S, Fu X H, *et al.* The impacts of land use practices on the communities of soil fauna in the Xishuangbanna rainforest, Yunnan, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(1): 130 ~ 138.
- [26] Li B, Yang C, Lin P, *et al.* *Ecology*. Beijing: Higher Education Press, 2000. 78.

参考文献:

- [6] 张荣祖, 杨明宪, 陈鹏, 等. 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*, 1980, (1):133 ~ 152.
- [7] 陈鹏, 文在根, 青木淳一, 等. 长春净月潭地区土壤螨类的调查研究. *动物学报*, 1988, 34(3):282 ~ 293.
- [8] 卜照义. 净月潭地区土壤螨类及其群落生态学研究. *生态学报*, 1990, 10(4):355 ~ 361.
- [9] 郑长英, 胡敦孝, 李维炯. 施用 EM 堆肥对于土壤螨群落结构的影响. *生态学报*, 2002, 22(7):1116 ~ 1121.
- [16] 王宗英, 路有成, 王慧英. 九华山土壤螨类的生态分布. *生态学报*, 1996, 16(1):58 ~ 64.
- [10] 谢桂林, 傅荣恕, 刘建丽, 等. 菏泽牡丹园土壤甲螨群落特点研究. *生态学报*, 2004, 24(4):693 ~ 699.
- [11] 陈鹏. 土壤动物的采集和调查方法. *生态学杂志*, 1983, 2(2):46 ~ 51.
- [13] 尹文英. 中国土壤动物检索图鉴. 北京: 科学出版社, 1998.
- [19] 殷秀琴, 吴东辉, 韩晓梅. 小兴安岭森林土壤动物群落多样性研究. *地理科学*, 2003, 23(3):316 ~ 322.
- [24] 柯欣, 梁文举, 宇万太, 等. 下辽河平原不同土地利用方式下土壤微节肢动物群落结构研究. *应用生态学报*, 2004, 15(4):600 ~ 604.
- [25] 邓晓保, 邹寿青, 付先惠, 等. 西双版纳热带雨林不同土地利用方式对土壤动物个体数量的影响. *生态学报*, 2003, 23(1): 130 ~ 138.
- [26] 李博, 杨持, 林鹏, 等. *生态学*. 北京: 高等教育出版社, 2000. 78.