

吉林省中西部平原区农业生境土壤甲虫群落结构特征*

吴东辉^{1,2} 张 柏² 陈 鹏³

(1 吉林大学地球科学学院, 长春 130061)

(2 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

(3 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 月对吉林省中西部平原区农田、居民点园地和“三北”防护林等典型农业土地利用生境进行土壤甲虫调查,了解农业土地利用差异对土壤甲虫群落的影响。研究区共捕获土壤甲虫 26 科 955 只,优势类群为金龟甲科(Scarabaeidae)幼虫、步甲科(Carabidae)和步甲科幼虫,共占全部总捕获个体数 65.03%。研究表明:土壤甲虫类群空间分布的广狭与个体数量的多寡在吉林省中西部平原区呈现出明显的一致性;中部平原区与西部平原区土壤甲虫群落特征差别显著;土地利用类型差异影响土壤甲虫个体密度和多样性分布,其中农田和居民点园地减少了土壤甲虫个体密度和多样性,防护林的存在对于农业生境土壤甲虫生物多样性保护具有重要意义。

关键词 土壤甲虫;农业生境;群落结构;吉林省中西部平原区

中图分类号 S154 **文献标识码** A

由于甲虫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,土壤甲虫被看作是评价土壤质量变化的敏感指示生物^[1~3]。近年来,国外学者加强了农业生产活动对土壤甲虫群落动态变化影响的研究^[4~7]。我国从 20 世纪 80 年代开始土壤动物生态学方面的研究^[8],但有关土地利用与土壤甲虫群落动态变化关系方面的研究报道不多^[9~11]。

吉林省中西部平原区属温带森林草原、草甸草原地带,是我国重要的农牧业生产基地,近年来由于人为过度地垦殖,平原区土壤生态环境日益恶化,土壤肥力不断下降^[12,13]。选择对吉林省中西部平原区土壤甲虫群落特征进行研究,目的在于了解该区土壤甲虫群落组成、生态结构及土地利用差异对土壤甲虫群落动态的影响,旨在为保护吉林省中西部平原区土壤甲虫群落多样性和合理利用土壤甲虫资源,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 样地选择与研究方法

1.1 样地选择

研究区设在吉林省中西部平原区,该区属温带

半湿润森林草原黑土、草甸草原黑钙土地带,降水集中在每年 6~9 月份。中部平原区年均降水量 500 mm 以上,干燥度 1.0~1.1,原生植被为森林草原,地带性土壤为黑土。西部平原区年均降水量 350~500 mm,干燥度 1.1~1.49,原生植被为草甸草原,地带性土壤为黑钙土。

中部平原区研究样地设在长春市、扶余市、德惠市、公主岭市黑土区,西部平原区研究样地设在白城市、大安市黑钙土区和长岭县风沙土区,选择当地典型农业土地利用方式:农田、居民点园地和“三北”防护林调查取样。因为吉林省中西部平原区的农田主要农作物为玉米,居民点园地以蔬菜地为主,“三北”防护林以杨树纯林为主,因此研究区农田样地设在玉米田,居民点园地样地设在蔬菜地,防护林样地设在农田周围的杨树林。

1.2 样品采集与处理

于 2003 年 7 月、9 月,在研究区分 2 次对扶余市三岔河镇、德惠市沃皮乡、长春市城西乡、公主岭市南崴子乡、白城市史家屯、大安市大安北镇、大安市大岗乡、长岭县太平川镇农田、防护林和居民点园地 8 个采样区 24 个典型样地进行土壤甲虫取样。每个样地取样方 4 次重复,样方面积 50 cm × 50 cm,分 0~5 cm、5~10

* 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-19)和吉林大学创新基金(4CX105)资助

作者简介:吴东辉(1971~),男,汉族,黑龙江省望奎人,博士,主要从事土壤动物生态学,Email: wudhyang@yahoo.com.cn; Tel: 0431-7623736

收稿日期:2005-01-28;收到修改稿日期:2005-06-28

cm、10~15 cm 三层采样,其中农田和居民点园地三层土样均在耕作层内,2次共取土样576个。手拣法野外采集土壤甲虫^[14],显微镜下分析鉴定,动物标本依据尹文英等《中国土壤动物检索图鉴》鉴定^[15],一般鉴定到科,同时统计个体数量。其中成虫与幼虫的生态功能不同,类群数与个体数分开统计。

1.3 数据处理

群落多样性分析采用 Shannon-Wiener 指数、Margalef 丰富度指数和 Pielou 均匀度指数相结合说明土壤甲虫群落的多样性^[16,17],

$$\text{Shannon-Wiener 指数, } H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

P_i 为土壤甲虫群落第 i 类群个体数占总个体数的比例; S 为群落中所有甲虫类群数(个)。

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

N 为土壤甲虫群落全部类群的个体总数(个)。

$$\text{Pielou 均匀度, } J = H / \ln S$$

H 为群落多样性, S 为群落中所有土壤甲虫类群数(个)。

群落相似性分析采用 Bray-Curtis 距离指数计算土壤甲虫群落相似性。

$$\text{生境间距离, } B_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^m (x_{ij} + x_{ik})}$$

m 为研究区土壤甲虫所有类群数(个); x_{ij} 为第 j 个生境第 i 个类群土壤甲虫的个体数(个); x_{ik} 为第 k 个生境第 i 个类群土壤甲虫的个体数(个)。

2 结果

2.1 种类与数量组成

研究区 2 次共捕获土壤甲虫 26 科 955 只,其中幼虫 12 科 534 只,成虫 18 科 421 只,优势类群为金龟甲科(Scarabaeidae)幼虫、步甲科(Carabidae)和步甲科幼虫,共占全部总捕获个体数 65.03%(表 1)。

表 1 吉林省中西部平原区土壤甲虫类群与个体数量

Table 1 Individuals and groups of soil coleoptera in the plain, mid-west Jilin Province

土壤甲虫类群 Groups of soil coleoptera	中部 Middle area		西部 West area		合计 Total	
	个体数(个) Individuals	优势度 Dominance	个体数(个) Individuals	优势度 Dominance	个体数(个) Individuals	优势度 Dominance
金龟甲科幼虫 Scarabaeidae (larvae)	129	+++	131	+++	260	+++
步甲科 Carabidae	160	+++	60	+++	220	+++
步甲科幼虫 Carabidae (larvae)	84	+++	57	+++	141	+++
隐翅甲科 Staphylinidae	55	++	29	++	84	++
拟球甲科幼虫 Corylophidae (larvae)	68	+++	13	++	81	++
瓢甲科 Goccinellidae	25	++	4	++	29	++
叶甲科幼虫 Chrysomelidae (larvae)	11	++	10	++	21	++
金龟甲科 Scarabaeidae	12	++	7	++	19	++
薪甲科 Lathridiidae	12	++	3	+	15	++
蚁甲科 Pselaphidae	12	++	1	+	13	++
盘甲科 Discodromidae	12	++			12	++
象甲科幼虫 Curculionidae (larvae)	10	++	1	+	11	++
露尾甲科 Nitidulidae	6	+			6	
隐翅甲科幼虫 Staphylinidae (larvae)	6	+			6	
花萤科幼虫 Cantharidae (larvae)	5	+			5	
锹甲科 Lucanidae	2	+	3	+	5	
粪金龟科 Geotrupidae	4	+			4	
丽金龟科 Butelidae	2	+	1	+	3	
叩甲科幼虫 Elateridae (larvae)	1	+	2	+	3	
虎甲科 Cicindelidae			3	+	3	
郭公虫科幼虫 Cleridae (larvae)	2	+			2	
小蕈甲科 Mycetophagidae	2	+			2	
蚁甲科幼虫 Pselaphidae (larvae)	2	+			2	
拟步甲科 Tenebrionidae	1	+	1	+	2	
苔甲科 Scydmaenidae	1	+			1	
大蕈甲科 Erotylidae	1	+			1	
毛蕈甲科 Biphyllidae	1	+			1	
伪瓢甲科 Endomychidae			1	+	1	
红萤科幼虫 Lycidae larvae			1	+	1	
缩头甲科幼虫 Chelonariidae (larvae)			1	+	1	

注:+++为优势类群,个体数占总捕获量 10%以上; ++为常见类群,个体数占总捕获量 1%~10%; +为稀有类群,个体数占总捕获量 1%以下
Note:+++ Dominant group, the number of individuals accounts for more than 10% of the total caught; ++ Common group, the number of individuals for 1%~10%; + Rare group, the number of individuals for less than 1%^[18]

中部平原区共捕获 22 科 626 只,优势类群为金龟甲科幼虫、步甲科、步甲科幼虫和拟球甲科(Corylophidae)幼虫,占中部总捕获个体数 70.45%,常见类群包括隐翅甲科(Staphylinidae)、瓢甲科(Goccinellidae)和薪甲科(Lathridiidae)等 8 类,共占中部总捕获个体数 23.80%,稀有类群包括叶甲科(Elateridae)幼虫、露尾甲科(Nitidulidae)和锹甲科(Lucanidae)等 14 类,共占中部总捕获个体数 5.75%。

西部平原区共捕获 17 科 329 只,优势类群为金龟甲科幼虫、步甲科和步甲科幼虫,共占西部总捕获个体数 75.38%,常见类群包括拟球甲科幼虫、隐翅甲科和金龟甲科等 5 类,共占西部总捕获个体数 19.15%,稀有类群包括薪甲科、蚁甲科(Pselaphidae)和虎甲科(Cicindelidae)等 11 类,共占西部总捕获个体数 5.47%。

吉林省中西部平原区土壤甲虫群落优势类群和

常见类群数量少,但个体数量多,分布广泛;而稀有类群数量丰富,个体数量稀少,分布的范围相对较小,上述结果显示土壤甲虫各类群空间分布的广狭与个体数量的多寡在研究区呈现出明显的一致性。

2.2 群落结构

2.2.1 垂直结构 表 2 结果表明各生境土壤剖面甲虫个体密度总体上随土壤深度的增加而递减,不同季节和不同生境递减幅度不同,其中中西部防护林生境土壤甲虫个体密度在 7 月份表聚性最为明显,0~5 cm 土层甲虫个体密度占整个土壤剖面 50%以上,此外,中西部防护林生境各土壤层土壤甲虫个体密度大于农田和居民点园地相应土壤层;土壤甲虫类群数量在各生境土壤层次间垂直分布特征与个体密度类似,只是在 7 月份的西部防护林 0~5 cm 土层甲虫类群数与 5~10 cm 和 10~15 cm 土层类群数相差不大。

表 2 吉林省中西部平原区土壤甲虫垂直分布¹⁾

Table 2 Vertical distribution of soil coleoptera in soil profile in the plain, mid-west Jilin Province

采样点 Sampling site	7 月 Jul.						9 月 Sep.					
	0~5 cm		5~10 cm		10~15 cm		0~5 cm		5~10 cm		10~15 cm	
	G	I	G	I	G	I	G	I	G	I	G	I
ZFS	16	27	8	15	5	6	11	10	8	9	8	8
ZFY	7	12	8	11	4	7	12	9	7	4	6	7
ZHL	11	8	7	5	5	4	10	9	8	7	5	2
XFS	7	13	7	5	4	5	6	7	4	11	5	5
XFY	3	5	6	3	4	4	6	5	4	2	2	1
XHL	4	2	6	2	2	3	5	3	5	2	5	3

1) ZFS:中部“三北”防护林 Central part of the Sanbei Windbreak Forest Belts; ZFY:中部居民点园地 Residential area in the central part; ZHL:中部农田 Farmland in the central part; XFS:西部“三北”防护林 Western part of the Windbreak Forest Belts in Northeast, North and Northwest China; XFY:西部居民点园地 Residential area in the western part; XHL:西部农田 Farmland in the western part; G—类群数 Group numbers; I—个体密度(只 m⁻²) Individual density(ind. m⁻²)

2.2.2 水平结构 通过对所获土壤甲虫类群数和个体密度进行方差分析,表明生境差异对土壤甲虫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甲虫群落类群数影响显著于个体密度(表 3)。西部平原区土壤甲虫个体密度和类群数显著少于中

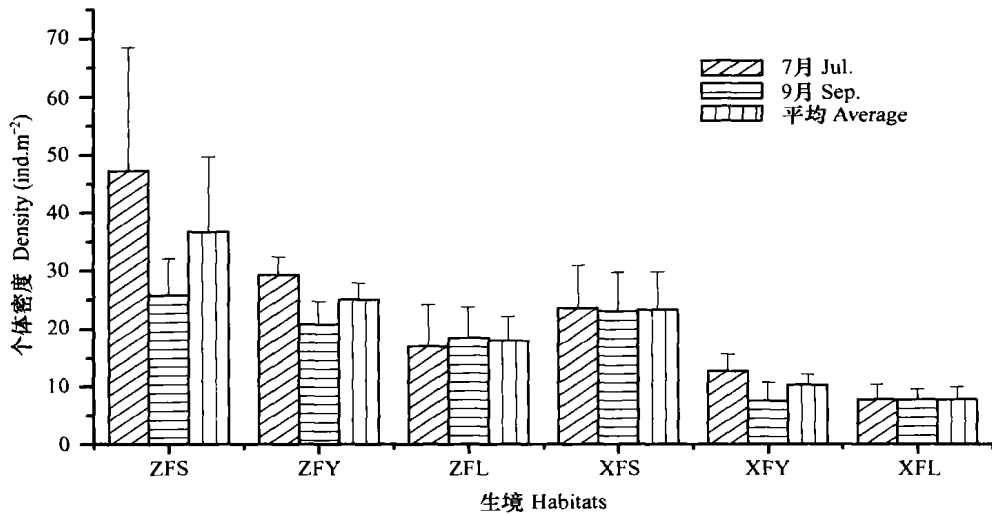
部平原区,各生境甲虫群落个体密度和类群数差异主要存在于农田、居民点园地两类生境与防护林生境之间(图 1,图 2)。除中部防护林在 9 月份甲虫个体密度明显下降外,月份变化以及生境差异与月份变化交互作用对土壤甲虫群落个体密度和类群数影响不明显。

表 3 不同生境和月份土壤甲虫群落水平结构差异

Table 3 Community structures of soil coleoptera in different habitats and months

	类群数 group number		密度 Density		多样性 Diversity		丰富度 Richness		均匀度 Evenness	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
生境 Habitats	7.015	***	3.725	**	5.728	**	5.933	***	1.758	ns
月份 Months	0.017	ns	1.570	ns	0.168	ns	0.569	ns	5.113	*
交互作用 Interaction	0.128	ns	0.606	ns	0.829	ns	0.341	ns	1.732	ns

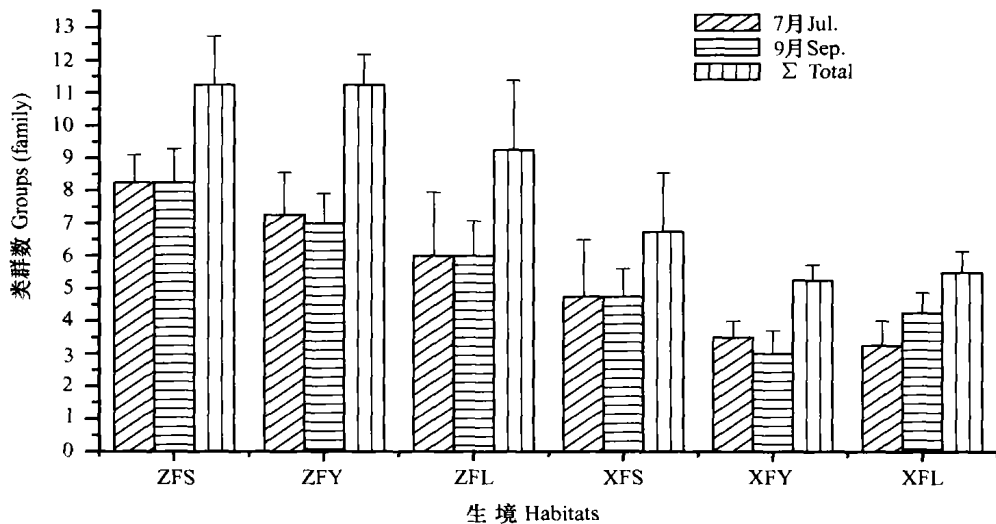
*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$, ns $P > 0.05$



ZFS:中部“三北”防护林 Central part of the Sanbei Windbreak Forest Belts;ZFY:中部居民点园地 Residential area in the central part; ZFL:中部农田 Farmland in the central part; XFS:西部“三北”防护林 Western part of the Windbreak Forest Belts in Northeast, North and Northwest China; XFY:西部居民点园地 Residential area in the western part; XFL:西部农田 Farmland in the westernpart

图1 吉林省中西部平原区土壤甲虫个体密度

Fig.1 Individual density of soil coleoptera in the plain, mid-west Jilin Province



ZFS:中部“三北”防护林 Central part of the Sanbei Windbreak Forest Belts;ZFY:中部居民点园地 residential area in the central part; ZFL:中部农田 Farmland in the central part; XFS:西部“三北”防护林 Western part of the Windbreak Forest Belts in Northeast, North and Northwest China; XFY:西部居民点园地 Residential area in the western part; XFL:西部农田 Farmland in the westernpart

图2 吉林省中西部平原区土壤甲虫类群数

Fig.2 Group numbers of soil coleoptera in the plain, mid-west Jilin Province

2.2.3 群落多样性 通过对土壤甲虫群落多样性、丰富度和均匀度进行方差分析,表明生境差异对土壤甲虫群落多样性和丰富度均具有显著影响,其中生境差异对土壤甲虫群落丰富度的影响显著高于对多样性的影响,而对群落均匀度的影响不明显(表3)。西部平原区土壤甲虫多样性和丰富度明显少于中部平原区,但西部平原区、中部平原区内部各生境

间甲虫多样性与丰富度差异不大(表4)。月份变化以及生境差异与月份变化交互作用对土壤甲虫群落多样性和丰富度影响不明显,同时生境差异与月份变化交互作用对均匀度影响也不明显,但月份变化对土壤甲虫群落均匀度影响显著,主要表现在9月份西部平原区各生境甲虫群落均匀度均有不同程度的下降。

表 4 吉林省中西部平原区土壤甲虫群落多样性¹⁾

Table 4 Diversity of soil coleoptera in the plain, mid-west Jilin Province

采样时间 Sampling time	ZFS		ZFY		ZHL	
	均值 Mean	标准误 SE	均值 Mean	标准误 SE	均值 Mean	标准误 SE
H 指数 7 月 Jul.	0.72	0.05	0.76	0.1	0.60	0.12
H index 9 月 Sep.	0.75	0.05	0.71	0.07	0.63	0.1
SR 指数 7 月 Jul.	4.68	0.43	4.88	1.08	4.04	1.01
SR index 9 月 Sep.	5.28	0.31	5.33	0.59	4.33	0.82
J 指数 7 月 Jul.	0.8	0.03	0.87	0.04	0.89	0.05
J index 9 月 Sep.	0.83	0.01	0.8	0.05	0.82	0.08

采样时间 Sampling time	XFS		XFY		XHL	
	均值 Mean	标准误 SE	均值 Mean	标准误 SE	均值 Mean	标准误 SE
H 指数 7 月 Jul.	0.49	0.09	0.48	0.07	0.42	0.09
H index 9 月 Sep.	0.44	0.12	0.25	0.14	0.54	0.05
SR 指数 7 月 Jul.	2.62	0.94	2.36	0.47	2.82	0.52
SR index 9 月 Sep.	3.09	0.76	1.53	0.89	3.74	0.33
J 指数 7 月 Jul.	0.81	0.03	0.88	0.05	0.9	0.08
J index 9 月 Sep.	0.64	0.14	0.43	0.25	0.88	0.03

1) ZFS:中部“三北”防护林 Central part of the Sanbei Windbreak Forest Belts; ZFY:中部居民点园地 residential area in the central part; ZHL:中部农田 Farmland in the central part; XFS:西部“三北”防护林 Western part of the Windbreak Forest Belts in Northeast, North and Northwest China; XFY:西部居民点园地 Residential area in the western part; XHL:西部农田 Farmland in the western part

2.3 群落相似性

各生境群落组成成分的差异,不仅反映在群落类群组成方面,也反映在个体密度方面。分析表 5 结果,中部平原区与西部平原区相应生境相比,中西部防护林间相似性小于中西部农田间和中西部居民点园地间相似性,与 7 月份相比,9 月份相应生境间相似性距离扩大;中部平原区各生

境间比较,无论 7 月份还是 9 月份,与防护林相比,农田与居民点园地间更相似,在 9 月份 3 个生境彼此间相似性距离不同程度小于 7 月份;西部平原区各生境彼此间比较,在 7 月份农田与居民点园地间相异性最大,在 9 月份防护林与农田、居民点园地间相似性距离扩大,但农田与居民点园地间相似性距离缩小。

表 5 吉林中西部平原区生境间土壤甲虫群落 Bray-Curtis 指数¹⁾

Table 5 Bray-Curtis indexes of soil coleoptera in different habitats in the plain, mid-west Jilin Province

	ZFS		ZFY		ZHL		XFS		XFY	
	7 月 Jul.	9 月 Sep.	7 月 Jul.	9 月 Sep.	7 月 Jul.	9 月 Sep.	7 月 Jul.	9 月 Sep.	7 月 Jul.	9 月 Sep.
ZFY	0.53	0.46								
ZHL	0.64	0.48	0.42	0.38						
XFS	0.53	0.63	0.29	0.71	0.35	0.46				
XFY	0.62	0.68	0.46	0.58	0.49	0.52	0.48	0.72		
XHL	0.74	0.61	0.61	0.49	0.43	0.45	0.54	0.63	0.56	0.44

1) ZFS:中部“三北”防护林 Central part of the Sanbei Windbreak Forest Belts; ZFY:中部居民点园地 residential area in the central part; ZHL:中部农田 Farmland in the central part; XFS:西部“三北”防护林 Western part of the Windbreak Forest Belts in Northeast, North and Northwest China; XFY:西部居民点园地 Residential area in the western part; XHL:西部农田 Farmland in the western part

3 讨论

吉林省中部平原区土壤甲虫个体数显著大于西

部平原区。其中中部 Carabidae 个体数量是西部该科的 2.67 倍,中部拟球甲科幼虫个体数量 5.23 倍于西部平原区捕获该科的数量,而中部隐翅甲科个体数量也达到了西部 1.89 倍,中部与西部土壤甲虫

个体数量的差别主要表现在步甲科、隐翅甲科和拟球甲科幼虫 3 个类群方面,中西部上述 3 个类群捕获数量之差占中西部总捕获量之差的 61%。

步甲科和隐翅甲科均为捕食性昆虫,土壤有机质的增加能够增加被捕食类群种群个体数量,进而增加步甲科和隐翅甲科个体数量^[19,20],此外,干旱导致土壤含水量降低,也不利于土壤动物个体数量增长,土壤动物生存需要合适的土壤湿度^[17],吉林省中部平原区降水多于西部,西部近年来干旱化趋势明显,降水变率增大^[21],中部黑土区土壤有机质含量高于西部黑钙土和风沙土区^[22],土壤环境相对优越于西部平原区,气候差异和土壤物质组成差异可能是吉林省中西部平原区土壤甲虫组成存在显著差异的主导因素,中西部平原区土壤甲虫组成的显著差异进一步导致了群落多样性的差别。

不同土地利用生境土壤甲虫个体密度和多样性也存在差异。中西部居民点园地和农田土壤甲虫个体密度和多样性明显偏低,农业生产活动对土壤甲虫群落个体密度和多样性的影响是负面的^[3,4],农业生产活动减少了土壤甲虫的个体密度和多样性^[23,24],尽管中西部防护林存在林间放牧活动,土壤甲虫群落个体密度和多样性增长受到了一定限制,但 3 类生境相比,防护林土壤甲虫个体密度和多样性仍然最高,这种现象可能和防护林位于农田和居民点园地的边缘有关,边缘效应能够增加边缘生境的土壤动物个体密度和多样性^[25,26],防护林的存在对于农业生境土壤甲虫生物多样性保护具有重要意义,防护林在空间上起着相邻农田和居民点园物种库和物种交流廊道的作用,这对农业生态系统的稳定性无疑是有益的^[9]。

类群数、个体密度、多样性指数以及群落丰富度和均匀度是评价土壤甲虫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的变化。本研究运用土壤甲虫群落类群数、个体密度和多样性的差异可以显著反映吉林中西部平原区大尺度土壤地理环境差异,也同时能够进一步区分农田、居民点园地与防护林生境的差异,说明土壤甲虫作为土壤质量评价指标是有意义的,也是可行的。此外,土壤甲虫群落结构具有空间变化特征,同时也具有昼夜变化、季节变化和年变化等时间变化特征,本研究表明在 7 月份、9 月份土壤甲虫群落特征以及上述 2 个月合并群落特征间存在差异,加强土壤甲虫群落结构不同类型时间变化特征的研究,对于丰富土壤

甲虫群落指标也是必要的。多指标结合应用,对土壤环境质量变化的评价更科学。

参考文献

- [1] Dring T F, Hiller A, Wehke S, *et al.* Biotic indicators of carabid species richness on organically and conventionally managed arable fields. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 2003, 98: 133 ~ 139
- [2] Purvis G, Faddl A. The influence of cropping rotations and soil cultivation practice on the population ecology of carabids (Coleoptera: Carabidae) in arable land. *Pedobiologia*, 2002, 46: 452 ~ 474
- [3] Kromp B. Carabid beetles in sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 1999, 74: 187 ~ 228
- [4] Asteraki E J, Hart B J, Ings T C, *et al.* Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 2004, 102: 219 ~ 231
- [5] Holland J M, Reynolds C J M. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia*, 2003, 47: 181 ~ 191
- [6] Noordhuis R, Thomas S R, Goulson D. Overwintering populations of beetle larvae (Coleoptera) in cereal fields and their contribution to adult populations in the spring. *Pedobiologia*, 2001, 45: 84 ~ 95
- [7] Clark M S. Ground beetle abundance and community composition in conventional and organic tomato systems of California's Central Valley. *Applied Soil Ecology*, 1999, 11: 199 ~ 206
- [8] 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, (): 133 ~ 152. Zhang R Z, Yang M X, Chen P, *et al.* Soil animals primary investigation of forest ecosystem in northern slope of Changbai Mountain (In Chinese). *Research of Forest Ecosystem*, 1980, (): 133 ~ 152
- [9] 刘云慧,宇振荣,刘云. 北京东北旺农田景观步甲群落结构的时空动态比较. *应用生态学报*, 2004, 15(1): 85 ~ 90. Liu Y H, Yu Z R, Liu Y. Temporal and spatial structure of carabid community in agricultural landscape of Dongbeiwang, Beijing (In Chinese). *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(1): 85 ~ 90
- [10] 刘新民,刘永江,乌宁,等. 内蒙古典型草原金龟总科昆虫群落动态及对放牧的响应. *内蒙古大学学报(自然科学版)*, 2000, 31(4): 417 ~ 421. Liu X M, Liu Y J, Wu N, *et al.* A study on the community dynamics and grazing effects of *Scarabaeoidea* larvae in NeiMongol typical steppe (In Chinese). *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis NeiMongol*, 2000, 31(4): 417 ~ 421
- [11] 路有成,王宗英,李景科,等. 皖南低丘陵板栗林土壤甲虫群落研究. *生态学杂志*, 1994, 13(6): 1 ~ 6. Lu Y C, Wang Z Y, Li J K, *et al.* Soil beetle communities in chinese chestnut forest on low hills of southern Anhui Province (In Chinese). *Chinese Journal of Ecology*, 1994, 13(6): 1 ~ 6
- [12] 崔海山,张柏,于磊,等. 中国黑土资源分布格局与动态分析. *资源科学*, 2003, 25(3): 64 ~ 68. Cui H S, Zhang B, Yu L, *et al.* Pattern and change of black soil resources in China (In Chinese). *Resources Science*, 2003, 25(3): 64 ~ 68

- [13] 孙继敏,刘东生. 中国东北黑土地的荒漠化危机. 第四纪研究, 2001, 21(1): 72 ~ 78. Sun J M, Liu D S. Desertification in the northeastern China (In Chinese). *Quaternary Science*, 2001, 21(1): 72 ~ 78
- [14] 陈鹏. 土壤动物的采集和调查方法. 生态学杂志, 1983, 2(2): 46 ~ 51. Chen P. Sampling methods of soil animals (In Chinese). *Chinese Journal of Ecology*, 1983, 2(2): 46 ~ 51
- [15] 尹文英. 中国土壤动物检索图鉴. 北京: 科学出版社, 1998. Yin W Y. *Pictorial Keys to Soil Animals of China* (In Chinese). Beijing: Science Press, 1998
- [16] 于晓东,罗天宏,周红章. 四川蜂桶寨自然保护区地表甲虫物种多样性. 昆虫学报, 2003, 46(5): 609 ~ 616. Yu X D, Luo T H, Zhou H Z. Species diversity of litter-layer beetles in the Fengtongzhai National Nature Reserve, Sichuan Province (In Chinese). *Acta Entomologica Sinica*, 2003, 46(5): 609 ~ 616
- [17] 杨效东,沙丽清. 西双版纳热带人工林与次生林土壤动物群落结构时空变化初查. 土壤学报, 2000, 37(1): 116 ~ 123. Yang X D, Sha L Q. Preliminary investigation on time and space variation of structure of soil fauna community in artificial and secondary forests of Xishangbanna (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2000, 37(1): 116 ~ 123
- [18] 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. Yin X Q, Wu D H, Han X M. Diversity of soil animals community in Xiao Hinggan Mountains (In Chinese). *Scientia Geographica Sinica*, 2003, 23(3): 316 ~ 322
- [19] Gandhi K J K, Spence J R, Langor D W, *et al.* Fire residuals as habitat reserves for epigeic beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae). *Biological Conservation*, 2001, 102: 131 ~ 141
- [20] Bohac J. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 1999, 74: 357 ~ 372
- [21] 廉毅,高枫亭,任红玲,等. 20 世纪 90 年代中国东北地区荒漠化的发展与区域气候变化. 气象学报, 2001, 59(6): 730 ~ 736. Lian Y, Gao Z T, Ren H L, *et al.* Desertification development and regional climatic change in northeast China in the 1990s (In Chinese). *Acta Meteorologica Sinica*, 2001, 59(6): 730 ~ 736
- [22] 全国土壤普查办公室. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1995. Chinese Soil General Investigation Office. *Soil in China* (In Chinese). Beijing: Chinese Agricultural Press, 1995
- [23] Melnychuk N A, Olfert O, Youngs B, *et al.* Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 2003, 95: 69 ~ 72
- [24] Krooss S, Schaefer M. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: A five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 1998, 69: 121 ~ 133
- [25] Mólnr T, Magura T, Tihmrsz B. Groukd beetles (Carabidae) and edge effect in oak-hornbeam forest and grassland transects. *European Journal of Soil Biology*, 2001, 37: 297 ~ 300
- [26] Thomas C F G, Marshall E J P. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 1999, 72: 131 ~ 144

COMMUNITY STRUCTURE CHARACTERISTICS OF SOIL COLEOPTERA IN AGRO-HABITATS IN THE PLAIN, MID-WEST JILIN PROVINCE

Wu Donghui^{1,2} Zhang Bai² Chen Peng³

(1 College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China)

(2 Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China)

(3 School of Urban and Environment, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract Soil coleopteras in agro-habitats in the plain, mid-west Jilin Province were investigated with emphasis on species richness and abundance in relation to land-use patterns i. e. residential garden, farmland, and Sanbei Windbreak Forest Belts in July and September, 2003. Soil coleopteras were hand-sorted and identified to the families level. A total of 955 soil coleopterous individuals was captured and fell into 26 families. Scarabaeidae larvae, Carabidae and Carabidae larvae were the dominant groups that account for 65.03 % of the total captured. The results suggest that land use affects the species abundance and diversity, and there was significant difference in soil coleoptera community between the plains in the middle and in the west of Jilin Province. Agricultural activity reduced soil coleoptera abundance and diversity in residential garden and farmland, while forests improved soil coleptera diversity in agro-habitats.

Key words Soil coleoptera; Agro-habitats; Community structure; Plain, mid-west Jilin Province