

# 郑州市公园绿地土壤动物群落结构及垂直变化

司志国<sup>1</sup>,曹艳春<sup>1</sup>,周垂帆<sup>2\*</sup>

(1.河南职业技术学院 环境艺术工程系,河南 郑州 450046; 2.福建农林大学 林学院,福建 福州 350002)

**摘要:**研究郑州市公园绿地土壤动物的群落组成、垂直分布及多样性,以期为公园绿地土壤动物多样性保护及土壤生态环境的改善提供科学依据。结果表明,郑州市公园绿地土壤动物分属于4门9纲26目;小杆目、蝉螨目、膜翅目、弹尾目为优势类群,其动物数量占总动物数的83.26%;颤蚓目、姬马陆目、蜘蛛目、鞘翅目、双尾目、缨翅目为常见类群,其动物数量占总动物数的14.60%;稀有类群动物数量占总动物数的2.14%;公园绿地土壤动物群落垂直分布非常明显,随着土层深度增加,土壤动物的类群数和个体数逐渐减少,表现出较强的表聚性,且土壤动物优势度指数升高,多样性指数降低。

**关键词:**公园绿地;土壤动物;群落结构;多样性

**中图分类号:**S154.5   **文献标志码:**A   **文章编号:**1004-3268(2016)07-0067-04

## Animal Community Structure and Vertical Change in Park Green Space Soil in Zhengzhou

SI Zhiguo<sup>1</sup>, CAO Yanchun<sup>1</sup>, ZHOU Chufan<sup>2\*</sup>

(1. Environmental Art Engineering Department, Henan Polytechnic, Zhengzhou 450046, China;

2. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** The community structure and vertical change of soil animal in park green space in Zhengzhou were investigated to provide a scientific basis for the protection of soil animal diversity and improvement of the soil ecological environment of urban park. The results showed that the soil animals belonged to 4 phyla, 9 classes and 26 orders. The dominant community included Rhabditida, Acarina, Hymenoptera and Collembola, their number accounted for 83.26% of total animal number; the common population included Tubificida, Julida, Araneae, Coleopteran, Diplura and Thysanoptera, their number accounted for 14.60% of total animal number; the rare population number accounted for 2.14% of total animal number. The vertical distribution of soil animal community was obvious. With the increase of soil depth, the species number and individual number of soil animal decreased, showing a strong table cohesion; the dominance index of soil animal increased; the diversity index decreased.

**Key words:** park green space; soil animal; community structure; diversity

土壤动物种类丰富、数量庞大,是土壤生态系统的重要组成部分,也是土壤生物群落的重要组成部分。土壤动物一方面在改变土壤理化性质、提高和保持土壤肥力、促进能量流动和物质循环方面发挥重要作用<sup>[1]</sup>,另一方面对一些土传病虫害的发生也有一定的推动作用<sup>[2]</sup>。众多的土壤动物又是人类的生物资源,与农业、林业的发展息息相关,土壤动

物学已经成为生命科学的一个重要分支学科,受到广泛的关注<sup>[3]</sup>。但是,关于土壤动物的研究主要集中在农田土壤动物<sup>[4-5]</sup>、森林生态系统土壤动物群落<sup>[6-8]</sup>、土壤污染对土壤动物的影响等方面<sup>[9-11]</sup>,关于公园绿地土壤动物的研究较少,且多数关注的是土壤动物群落结构<sup>[12-14]</sup>,对公园绿地土壤动物群落垂直分布的研究鲜有报道。为此,对郑州市公园绿

收稿日期:2016-01-20

基金项目:国家自然科学基金项目(31400465)

作者简介:司志国(1978-),男,河南长垣人,副教授,博士,主要从事绿地土壤教学和科研工作。E-mail:s197726@163.com

\*通讯作者:周垂帆(1986-),男,山东青岛人,副教授,博士,主要从事土壤污染修复研究。E-mail:zhouchufan@163.com

地土壤动物进行调查,研究土壤动物的群落组成、垂直分布及多样性,以期为公园绿地土壤动物多样性保护及土壤生态环境的改善提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于郑州市(112°42' ~ 114°13'E, 34°16' ~ 34°58'N),该地区属北温带大陆性季风气候,年平均气温 14.2 ℃,年平均降雨量 640.9 mm,无霜期 220 d,全年日照时间约 2 400 h。

### 1.2 土壤采集

于 2015 年 7 月,在郑州市人民公园、碧沙岗公园、紫荆山公园、绿城广场、植物园、绿博园各选择代表性样地 6 个,分层(即 0 ~ 5、5 ~ 10、10 ~ 15 cm)进行取样,共获得土样 108 份,大型土壤动物在野外就地手拣放入 75% 乙醇中杀死,中小型动物采用干漏斗法进行分离<sup>[15]</sup>,并参照尹文英<sup>[16]</sup>的方法在显微镜下对土壤动物进行鉴定和统计。

### 1.3 土壤动物群落多样性分析

土壤动物群落多样性采用 Shannon - Wiener 多样性指数( $H$ )、Pielou 均匀度指数( $E$ )、Simpson 优势度指数( $C$ )、Menhinick 丰富度指数( $D$ )进行分析,其计算公式<sup>[17-18]</sup>如下。

$$H = - \sum (P_i \ln P_i)$$

$$E = H / \ln S$$

$$C = \sum P_i^2$$

$$D = \ln S / \ln N$$

式中, $P_i = n_i / N$ , $n_i$ 为第  $i$  个类群的个体数, $N$  为群落中所有类群的个体总数, $S$  为类群数。

### 1.4 数据统计及分析

试验数据采用 SPSS 17.0 进行处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 郑州市公园绿地土壤动物群落组成及数量

对郑州市公园绿地土壤动物进行调查共获得土壤动物 13 674 只,分属于 4 门 9 纲 26 目(表 1)。其中,优势类群(个体数占总动物数 10.0% 以上的类群)为小杆目、蜱螨目、膜翅目、弹尾目,其动物数量分别占总动物数的 29.05%、29.06%、11.06%、14.09%;常见类群(个体数占总动物数 1.0% ~ 10.0% 的类群)为颤蚓目、姬马陆目、蜘蛛目、鞘翅目、双尾目、缨翅目,其动物数量分别占总动物数的 6.23%、1.39%、1.30%、1.73%、2.60%、1.35%;柄眼目等 16 个类群的动物数量占总动物数的 2.14%,为稀有类群(个体数占总动物数不足 1.0% 的类群)。综上,4 个优势类群和 6 个常见类群的动物数量占 97.86%,构成了郑州市公园绿地土壤动物群落的主体。

表 1 郑州市公园绿地土壤动物群落组成

门	纲	目	个体数/只	所占比例/%	多度
软体动物门(Mollusca)	腹足纲(Gastropoda)	柄眼目(Styommatophora)	12	0.09	+
线虫动物门(Nemata)	线虫纲(Nematoda)	小杆目(Rhabditida)	3 972	29.05	+++
环节动物门(Annelida)	寡毛纲(Oligochaeta)	正蚓目(Lumbricida)	12	0.09	+
		颤蚓目(Tubificida)	852	6.23	++
节肢动物门(Arthropoda)	倍足纲(Diplopoda)	带马陆目(Polydesmida)	14	0.10	+
		姬马陆目(Julida)	190	1.39	++
	蛛形纲(Arachnida)	蜱螨目(Acarina)	3 974	29.06	+++
		裂盾目(Schizomida)	8	0.06	+
		伪蝎目(Pseudoscorpiones)	64	0.47	+
		蜘蛛目(Araneae)	178	1.30	++
		盲蛛目(Opiliones)	16	0.12	+
		等足目(Isopoda)	6	0.04	+
	软甲纲(Malacostraca)	地蜈蚣目(Geophilomorpha)	18	0.13	+
	唇足纲(Chilopoda)	蚰蜒目(Scutigeromorpha)	6	0.04	+
	综合纲(Symphyla)	综合目(Symphyla)	24	0.18	+
	昆虫纲(Insecta)	鞘翅目(Coleoptera)	2 38	1.73	++
		鳞翅目(Lepidoptera)	34	0.25	+
		膜翅目(Hymenoptera)	1 512	11.06	+++
		蜚蠊目(Blattoptera)	24	0.18	+
		弹尾目(Collembola)	1 926	14.09	+++
		双尾目(Diplura)	356	2.60	++
		直翅目(Orthoptera)	8	0.06	+
		革翅目(Dermoptera)	22	0.16	+
		同翅目(Homoptera)	10	0.07	+
		缨翅目(Thysanoptera)	184	1.35	++
		石蛃目(Microcoryphida)	14	0.10	+

注: +++ 代表优势类群, ++ 代表常见类群, + 代表稀有类群。

## 2.2 郑州市公园绿地土壤动物群落垂直分布规律

2.2.1 郑州市公园绿地土壤动物群落及个体数量的垂直分布 调查(表2)发现,0~5 cm土层土壤采集到的土壤动物占总动物数的46.07%,5~10 cm土层土壤采集到的土壤动物占33.76%,10~15 cm土层土壤采集到的土壤动物占20.17%。从表2可以看出,公园绿地土壤动物群落垂直分布非常明显,随着土层深度的增加,土壤动物类群数和个体数逐渐减少,表现出较强的表聚性。

表2 郑州市公园绿地土壤动物群落组成和数量的垂直分布

土层深度 /cm	土壤动物类群		土壤动物数量	
	数值 /个	占总类群数 的百分比/%	数值 /只	占总动物数 的百分比/%
0~5	20	76.92	6 300	46.07
5~10	16	61.54	4 616	33.76
10~15	12	46.15	2 758	20.17

2.2.2 郑州市公园绿地土壤动物群落多样性的垂直分布 从表3可以看出,0~5 cm土层土壤动物的Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数、Menhinick丰富度指数最高,分别为1.47、0.49、0.04; Simpson优势度指数最低,为0.21。10~15 cm土层土壤动物的Shannon-Wiener多样性指数和Menhinick丰富度指数最低,分别为1.09和0.01; Simpson优势度指数最高,为0.58。5~10 cm土层土壤动物的Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数、Simpson优势度指数、Menhinick丰富度指数均介于0~5 cm和10~15 cm土层之间。总体来看,随着土壤动物Simpson优势度指数的升高,其Shannon-Wiener多样性指数降低,说明优势类群所占比例影响群落的多样性指数。

表3 郑州市公园绿地土壤动物群落多样性的垂直分布

土层深度 /cm	Shannon - Wiener 多样性指数	Pielou 均匀度 指数	Menhinick 丰富度 指数	Simpson 优势度 指数
0~5	1.47	0.49	0.04	0.21
5~10	1.19	0.42	0.02	0.32
10~15	1.09	0.44	0.01	0.58

## 3 结论与讨论

对郑州市公园绿地土壤动物的采集共获得土壤动物13 674只,分属于4门9纲26目,其中优势类群为小杆目、蜱螨目、膜翅目、弹尾目,其动物数量分别占总动物数的29.05%、29.06%、11.06%、14.09%;常见类群为颤蚓目、姬马陆目、蜘蛛目、鞘翅目、双尾目、缨翅目,其动物数量分别占总动物数的6.23%、1.39%、1.30%、1.73%、2.60%、1.35%;柄

眼目等16种稀有类群的动物数量占总动物数的2.14%。4种优势类群和6种常见类群的动物数量占97.86%,构成了郑州市公园绿地土壤动物群落的主体。

郑州市公园绿地土壤动物群落具有明显的垂直分布规律,随着土层深度增加,土壤动物的类群数和个体数逐渐减少,表现出较强的表聚性,这与刘红等<sup>[19]</sup>对泰山动物群落、申燕等<sup>[20]</sup>对茶园土壤动物群落的研究结果相似。这主要是因为土壤动物与土壤理化性质及营养状况有很大关系,表层土壤通气性好,养分含量高,为土壤动物繁衍提供了良好的外部环境条件;随着土壤剖面的加深,土壤通气透水性差,氧气减少,二氧化碳及有毒气体增多,同时土壤有机质及其他营养元素匮乏,导致土壤动物类群和数量逐渐减少<sup>[21]</sup>。

## 参考文献:

- [1] Jones T H, Bradford M A. Assessing the functional implications of soil biodiversity in ecosystems [J]. Ecological Research, 2001, 34(16): 845-858.
- [2] Abrahams P W, Steigmajer J. Soil ingestion by sheep grazing the metal enriched floodplain soils of mid Wales [J]. Environmental Geochemistry and Health, 2003, 25(1): 17-24.
- [3] 朱新玉,董志新,况福虹,等.长期施肥对紫色土农田土壤动物群落的影响[J].生态学报,2013,33(2): 464-474.
- [4] 朱强根,朱安宁,张佳宝,等.保护性耕作下土壤动物群落及其与土壤肥力的关系[J].农业工程学报,2010,26(2): 70-76.
- [5] 何先进,吴鹏飞,崔丽巍,等.坡度对农田土壤动物群落结构及多样性的影响[J].生态学报,2012,32(12): 3701-3713.
- [6] 刘瑞龙,杨万勤,谭波,等.土壤动物对川西亚高山和高山森林凋落叶第一年不同分解时期N和P元素动态的影响[J].植物生态学报,2013,37(12): 1080-1090.
- [7] 王文君,杨万勤,谭波,等.四川盆地亚热带常绿阔叶林不同物候期凋落物分解与土壤动物群落结构的关系[J].生态学报,2013,33(18): 5737-5750.
- [8] 李娜,张雪萍,张利敏.三种温带森林大型土壤动物群落结构的时空动态[J].生态学报,2013,33(19): 6236-6245.
- [9] 孙贤斌,刘红玉,李玉成,等.重金属污染对土壤动物群落结构及空间分布的影响[J].应用生态学报,2007,18(9): 2080-2084.
- [10] 白义,施时迪,齐鑫,等.台州市路桥区重金属污染对

- 土壤动物群落结构的影响 [J]. 生态学报, 2011, 31(2): 421-430.
- [11] 孙贤斌, 李玉成. 淮南煤矿废弃地重金属污染对土壤动物群落的影响 [J]. 生态学杂志, 2014, 34(2): 408-414.
- [12] 宋莫石, 李晓文, 李锋, 等. 北京市奥林匹克公园不同地表类型对土壤动物多样性的影响 [J]. 应用生态学报, 2015, 26(4): 1130-1136.
- [13] 史宝忠. 老顶山国家森林公园根际土壤动物多样性初步研究 [J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2012, 26(2): 73-75.
- [14] 李朝晖. 南京方山生态公园不同人工植被土壤动物群落结构 [J]. 土壤通报, 2014, 45(1): 72-76.
- [15] 武海涛, 吕宪国, 杨青, 等. 三江平原湿地岛状林土壤动物群落结构特征及影响因素 [J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(2): 50-57.
- [16] 尹文英. 中国土壤动物检索图鉴 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 56-89.
- [17] 黄秋娟. 保定市不同绿地类型土壤动物群落结构的研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2007.
- [18] 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 [J]. 生态学报, 2003, 23(6): 1071-1078.
- [19] 刘红, 袁兴中. 泰山土壤动物群的生态分布 [J]. 生态学杂志, 1999, 18(2): 13-16.
- [20] 申燕, 郑子成, 李廷轩. 茶园土壤动物群落特征及其与土壤理化特性的关系 [J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2010, 36(5): 503-512.
- [21] 廖崇惠, 李健雄, 黄海涛. 南亚热带森林土壤动物群落多样性研究 [J]. 生态学报, 1997, 17(5): 549-555.

(上接第 12 页)

- [5] Jiang Y Q, Deyholos M K. Comprehensive transcriptional profiling of NaCl-stressed *Arabidopsis* roots reveals novel classes of responsive genes [J]. BMC Plant Biology, 2006, 6(1): 1-20.
- [6] Jiang Y Q, Yang B, Deyholos M K. Functional characterization of the *Arabidopsis* bHLH92 transcription factor in abiotic stress [J]. Molecular Genetics and Genomics, 2009, 282(5): 503-516.
- [7] Kiribuchi K, Sugimori M, Takeda M, et al. *RERJ1*, a jasmonic acid responsive gene from rice, encodes a basic helix-loop-helix protein [J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2004, 325(3): 857-863.
- [8] Kiribuchi K, Jikumaru Y, Kaku H, et al. Involvement of the basic helix-loop-helix transcription factor RERJ1 in wounding and drought stress responses in rice plants [J]. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 2005, 69(5): 1042-1044.
- [9] Wang Y J, Zhang Z G, He X J, et al. A rice transcription factor OsbHLH1 is involved in cold stress response [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2003, 107(8): 1402-1409.
- [10] Ogo Y, Nakanishi I R, Nakanishi H, et al. The rice bHLH protein OsIRO2 is an essential regulator of the genes involved in Fe uptake under Fe-deficient conditions [J]. Plant Journal, 2007, 51(3): 366-377.
- [11] Shigeru H, Ralf S, Marc J, et al. A systematic survey in *Arabidopsis thaliana* of transcription factors that modulate circadian parameters [J]. BMC Genomics, 2008, 9: 1-13.
- [12] Niwa Y, Yamashino T, Mizuno T. The circadian clock regulates the photoperiodic response of hypocotyl elongation through a coincidence mechanism in *Arabidopsis thaliana* [J]. Plant Cell Physiol, 2009, 50(4): 838-854.
- [13] Ito S, Young H S, Josephson-Day A R J, et al. FLOWERING BHLH transcriptional activators control expression of the photoperiodic flowering regulator CONSTANS in *Arabidopsis* [J]. PNAS, 2012, 109(9): 3582-3587.
- [14] Dawn H N, Jose L P, Steve A K. FBH1 affects warm temperature responses in the *Arabidopsis* circadian clock [J]. PNAS, 2014, 111(40): 14595-14600.
- [15] Nidhi S, Xin R J, Dong-Hwan K, et al. NO FLOWERING IN SHORT DAY (NFL) is a bHLH transcription factor that promotes flowering specifically under short-day conditions in *Arabidopsis* [J]. Development, 2016, 143(4): 682-690.
- [16] 张珉, 文彦丽, 赵小磊, 等. 小麦 bHLH 型转录因子 *TaHLH1* 的分子特征和表达特性研究 [J]. 河北农业大学学报, 2013, 36(1): 1-5.
- [17] 符思路, 刘国祥, 张立超, 等. 小麦盐胁迫相关基因 *TabHLH13* 的克隆与分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(5): 1006-1011.
- [18] Suárez-López P, Wheatley K, Robson F, et al. CONSTANS mediates between the circadian clock and the control of flowering in *Arabidopsis* [J]. Nature, 2001, 410(6832): 1116-1120.
- [19] Mizoguchi T, Wheatley K, Hanzawa Y, et al. *LHY* and *CCA1* are partially redundant genes required to maintain circadian rhythms in *Arabidopsis* [J]. Dev Cell, 2002, 2: 629-641.