

施用不同肥料对农田土壤动物群落结构的影响

李淑梅, 樊淑华

(周口师范学院 生命科学系, 河南 周口 466000)

摘要: 从土壤动物的群落结构和数量分布方面, 探讨了施用不同肥料对农田土壤动物的影响。试验共获得土壤动物 813 头, 隶属于 4 门、11 纲、17 目。各处理土壤动物的数量表现为: 有机肥组 (325) > 对照组 (265) > 化肥组 (223); 多样性指数表现为: 有机肥组 (1.9825) > 对照组 (1.7024) > 化肥组 (1.4906); 优势度指数则相反。研究结果表明: 农田施用有机肥能使土壤动物的数量增加, 群落结构复杂; 大量施用化肥则抑制土壤动物或致死。

关键词: 肥料; 土壤动物; 群落结构

中图分类号: S154.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)02-0057-03

Effects of Applying Different Fertilizers on Soil Animal Community Structure

LI Shu-mei, FAN Shu-hua

(Department of Life Science, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466000, China)

Abstract: The effect of applying different fertilizers on the community structure and quantity of soil animals was studied. A total of 813 soil animals were collected, which were divided into 4 Phyla, 11 Classes, and 17 Orders. The order of soil animal quantity was: organic fertilizer group (325) > control (265) > chemical fertilizer group (223), and the diversity index was also organic fertilizer group (1.9825) > control (1.7024) > chemical fertilizer group (1.4906), but the dominance index was in reverse order. The results showed that the application of organic fertilizer could increase the soil animal number and community structure complexity, while applying chemical fertilizer in great amount could suppress or even kill the soil animals.

Key words: Fertilizer; Soil animal; Community structure

土壤动物在土壤物质能量迁移转化过程中具有特殊的功能和作用^[1]。土壤动物的同化作用、异化作用、呼吸作用对于土壤有机质形成和土壤微生物过滤具有重要影响, 并可以通过土壤动物的作用来判断生态群落和系统水平的能量, 因而, 土壤动物在土壤生态系统中非常重要^[2]。土壤动物多样性与农业生态系统功能之间的关系已经引起人们的重视。多年来, 我国在土壤动物研究方面已经取得非常重要的进展, 涌现大量的科研成果, 但多侧重森林和草原等自然生态系统的分类和群落多样性研究, 涉及农业生态系统土壤动物的研究主要是农药、除草剂、重金属污染对土壤动物群落结构的影响^[3~6], 至于

施肥对土壤动物影响方面的研究则较少。本试验从土壤动物群落结构入手, 探讨施用不同肥料对土壤动物的影响, 旨在为合理施肥及实现农业的可持续发展提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 样地设置和试验材料

试验点设在周口师范学院花园苗圃, 土壤为黄壤土, 土层深厚, 物理性状良好。先将土壤除草、翻耕约 20cm, 然后用红砖将其分隔成边长为 150cm 正方形小畦 6 个。试验设 3 个处理, 分别为有机肥组、化肥组和对照组, 每处理 2 畦。并作标记。5 月

收稿日期: 2007-10-21

作者简介: 李淑梅 (1964-), 女, 河南项城人, 副教授, 主要从事动物学教学与研究。

中旬, 有机肥组每畦施有机肥(40%牛粪、30%猪粪和 30%人粪尿混合发酵 5 个月)4kg, 化肥组施碳酸氢铵 0.3kg, 对照组不施用任何肥料。

1.2 采样时间和调查方法

2006 年 6~10 月, 每月中旬采样 1 次。将土层垂直分为 3 层, 上层(0~5 cm)、中层(5~10 cm)、下层(10~15 cm), 每处理重复采样 3 次。每月共获取土样 27 个。土壤环刀的容积为 100 cm³。样品装入纸袋, 带回实验室处理。大型土壤动物用手拣法采集, 中小型土壤动物分别用干漏斗法和湿漏斗法分

离提取, 将收集到的土壤动物标本在双筒解剖镜下分类。分类检索参见尹文英《中国土壤动物检索图鉴》^[7]。计数时, 将同一处理同类土壤动物个体数进行叠加, 算作该施肥条件下的土样中土壤动物个体的总捕获量。

2 结果与分析

2.1 土壤动物的群落结构和数量分布

本试验共获各类土壤动物 813 头, 分别隶属于 4 门、11 纲、17 目, 结果见表 1。

表 1 各处理土壤动物的群落结构和数量分布 (2006 年 6~10 月, 头)

动 物 种 类			有机肥组	化肥组	对照组	合计
线虫动物门 Nemata	线虫纲 Nematoda		62(19.08)	48(21.52)	54(20.38)	164(20.17)
节肢动物门 Arthropoda	弹尾纲 Collembola	弹尾目 Collembola	86(26.46)	66(29.60)	78(29.43)	230(28.29)
	蛛形纲 Arachnida	真螨目 Acariformes	92(28.31)	83(37.22)	86(32.45)	261(32.10)
		蜘蛛目 Araneae	14(4.31)	8(3.59)	11(4.15)	33(4.06)
		伪蝎目 Pseudoscorpiones	2(0.62)	0(0.00)	0(0.00)	2(0.25)
	甲壳纲 Crustacea	等足目 Isopoda	18(5.54)	7(3.14)	12(4.53)	37(4.55)
	倍足纲 Diplopoda	圆马陆目 Sphaerotherida	3(0.92)	0(0.00)	1(0.38)	4(0.49)
	唇足纲 Chilopoda	地蜈蚣目 Geophilomorpha	0(0.00)	0(0.00)	1(0.38)	1(0.12)
	原尾纲 Protura	原尾目 Protura	3(0.92)	0(0.00)	0(0.00)	3(0.37)
	双尾纲 Diplura	双尾目 Diplura	3(0.92)	0(0.00)	1(0.38)	4(0.49)
	昆虫纲 Insecta	鞘翅目 Coleoptera	12(3.69)	6(2.69)	8(3.02)	26(3.20)
		鳞翅目幼虫 Lepidoptera larvae	2(0.62)	0(0.00)	0(0.00)	2(0.25)
		双翅目幼虫 Diptera larvae	3(0.92)	0(0.00)	1(0.38)	4(0.49)
		膜翅目 Hymenoptera	10(3.08)	3(1.35)	6(2.26)	19(2.34)
		革翅目 Dermaptera	2(0.62)	0(0.00)	0(0.00)	2(0.25)
		正蚓目 Lumbricida	3(0.92)	1(0.45)	1(0.38)	5(0.62)
		近孔寡毛目 Oligochaeta	2(0.62)	0(0.00)	1(0.38)	3(0.37)
		柄眼目 Stylomatophora	8(2.46)	1(0.45)	4(1.51)	13(1.60)
环节动物门 Annelida	寡毛纲 Oligochaeta	总计	325	223	265	813
软体动物门 Mollusca	腹足纲 Gastropoda					

注: 括号内数字为该类群占该组群落总数的百分比

由表 1 可见, 线虫动物纲、弹尾目和真螨目是该实验样点土壤动物群落的优势类群(占土壤动物全捕量 10%以上的类群), 分别占总数量的 20.17%, 28.29%和 32.10%; 常见类群(占土壤动物全捕量 1%以上的类群)为等足目、蜘蛛目、鞘翅目、膜翅目和柄眼目分别占总数量的 4.55%, 4.06%, 3.20%, 2.34%和 1.60%; 其余 10 个类群其数量均不足总数量的 1%, 为稀有类群。3 类优势类群和常见类群数量之和占 96.43%, 构成该试验区土壤动物群落的主体。各处理组土壤动物的群落组成和数量分布有明显的不同。从土壤动物类群来说, 有机肥组(17 种)>> 对照组(14 种)> 化肥组(9 种); 从土壤动物的数量分布来说, 有机肥组(325)>> 对照组(265)> 化肥组(223)。试验表明: 农田土壤动物的密度与土壤中的有机质含量有一定关系, 施用有机肥有利于农田土壤动物的生存和繁衍。

2.2 群落的多样性

采用以下几个参数来分析土壤动物群落的

多样性^[8]:

多样性指数(H): $H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i (p_i = n_i / N)$

均匀性指数(E): $E = H / \ln S$

优势度指数(C): $C = \sum_{i=1}^S (n_i / N)^2$

式中 S 为群落内动物类群数, n_i 为第 i 类群动物的个体数, N 为群落内动物个体总数, P_i 为第 i 类群动物个体数占群落总个体数的比例。

多样性指数(H)是描述群落结构中类群丰富性的特征指标。多样性指数大, 说明土壤动物群落物种丰富, 结构复杂, 类群数量分布均匀。均匀性指数(E)是指不同物种分布均匀程度的指标。优势度指数(C)是描述群落结构中类群优势集中的程度。优势度越大, 表明组成群落各类群所占比例差异越大; 优势度小, 表明组成群落各类群所占比例大致相当; 优势度为 0, 表明组成群落各类群所占比例相等^[9]。因此, 优势度指数愈大, 多样性与均匀性指数愈低。

对3种处理样地的土壤动物群落进行测定, 结果见表2。

表2 各处理土壤动物群落结构的主要指数

处理	类群数	H	E	C
有机肥组	17	1.9825	0.69974	0.1950
化肥组	9	1.4906	0.67840	0.2757
对照组	14	1.7024	0.64508	0.2390

由表2可见, 各处理土壤动物的多样性指数表现为: 有机肥组> 对照组> 化肥组; 均匀性指数表现为: 有机肥组> 化肥组> 对照组; 优势度指数表现为: 化肥组> 对照组> 有机肥组。施用有机肥的土壤动物多样性指数和均匀性指数均高于化肥组和对照组, 这说明施用有机肥的土壤中动物丰富, 群落结构复杂。原因是有机肥经土壤动物分解营养物质稳定释放, 有机质丰富, 土壤理化性能指标优良, 有利于土壤动物的生存和发展。施用化肥组的多样性指数最低。这说明施用高浓度单一化肥可使土壤动物的种类和数量减少, 主要是由于碳酸氢铵易在土壤快速释放, 导致土壤溶液浓度增高而引起土壤动物部分死亡。这说明施肥可以通过改变土壤的理化性质从而影响土壤动物。

2.3 土壤动物群落的垂直分布

由图1可知, 土壤动物分布具有表聚性, 主要是因为随着土层的加深, 土壤有机质减少, 透气性差, 不利于土壤动物的生存。但化肥组的中下层土壤动物多于上层, 可能是由于氮肥的释放影响到上层的土壤动物, 使之死亡或向下迁移所致。

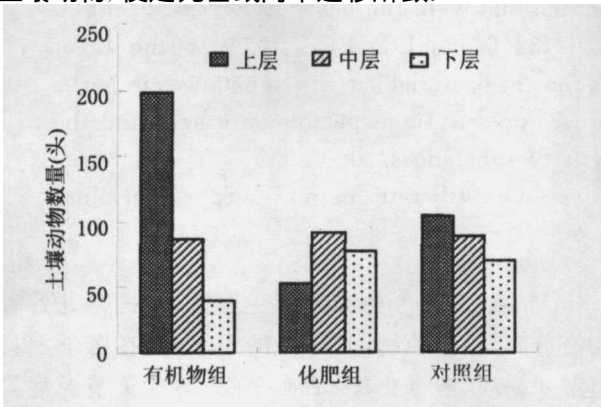


图1 各处理土壤动物群落的垂直分布

3 讨论

研究结果表明, 农田施用一定量的有机肥能使土壤动物的数量增加, 群落结构复杂; 而大量施用化肥能抑制土壤动物或致死。而土壤动物多样性与活性是保持农业生态系统健康和稳定的基础, 土壤动

物是分解者食物网(或称腐屑食物网)的重要组成部分, 并且是分解作用、养分矿化作用等生态过程的主要调节者。其调节途径主要是通过取食细菌和真菌后, 向土壤中排泄出无机氮, 这些无机氮素再供给微生物或植物吸收利用。此外, 土壤动物还能通过有机质的破碎和粪粒的形成来增加微生物侵袭的表面积, 也能通过粪土的产生间接地改变微生物的微环境, 进而影响土壤孔隙空间、团聚体大小和稳定性^[3]。显然, 土壤动物在土壤有机质分解、养分循环、改善土壤结构、影响土壤健康等方面具有重要的作用^[10]。

农田施用有机肥不仅有利于农田土壤动物的生存和发展, 可培肥地力, 促进土壤健康发展, 而且在改善作物品质及食品风味、提高农产品国际市场的竞争力等方面具有重要作用, 是无公害农业和有机农业生产中不可或缺的肥源。因此, 建议农田施用有机肥, 尤其是大力推广农村建立沼气池, 使农作物秸秆、猪粪、人粪尿等有机物资源充分得以利用, 避免有机物资源浪费及污染环境, 并能生产大量熟化的有机肥, 为农业生产服务, 同时, 也有利于改善农村生活环境和农业生态环境, 使农业生产步入良性循环的轨道。

参考文献:

[1] 王振中, 张友梅, 邢协加. 土壤环境变化对土壤动物群落影响的研究[J]. 土壤学报, 2002, 39(6): 892—897.

[2] Robertson G P, Coleman D C, Bledsoe C S, *et al.* Standard soil for long-term ecological research [M]. Oxford New York: Oxford Univer Press, 1999: 349—350.

[3] 蒋海东, 杨青, 吕宪国. 土壤动物在农业生态系统中的研究进展[J]. 土壤通报, 2006, 37(4): 805—807.

[4] 李忠武, 王振中, 邢协加, 等. 农药污染对土壤动物群落结构影响的实验研究[J]. 环境科学研究, 1999, 12(1): 49—53.

[5] 邱咏梅, 郑荣泉, 李灿阳, 等. 百草清除草剂对农田生态系统土壤动物群落结构的影响[J]. 土壤通报, 2006, 37(5): 976—980.

[6] 邓继福, 王振中, 张友梅, 等. 重金属污染对土壤动物群落生态影响的研究[J]. 环境科学, 1996, 17(2).

[7] 伊文英. 中国土壤动物检索图鉴[M], 北京: 高等教育出版社, 1988.

[8] 谢爱华, 付荣恕. 秸秆焚烧对农田土壤动物群落结构的影响[J], 山东农业科学, 2006(3): 56—57.

[9] 王晓燕, 徐志高, 杨明义, 等. 黄土高原小流域景观多样性动态分析[J], 应用生态学报, 2004, 15(2): 273—277.

[10] 梁文举, 葛亭魁, 段玉玺. 土壤健康及土壤动物生物指示的研究与应用[J], 沈阳农业大学学报, 2001, 32(1): 70—72.