

文章编号: 1001-411X(2002)01-0027-04

菜田土壤节肢动物类群结构与数量动态研究

侯有明¹, 庞雄飞², 梁广文²

(1 福建农林大学植保学院, 福建 福州 350002; 2 华南农业大学昆虫生态研究室, 广东 广州 510642)

摘要: 系统调查表明, 菜田土壤节肢动物类群包括昆虫 9 目 18 科 35 种; 蜱螨目 3 种; 真螨目 1 种; 蜘蛛 3 科 6 种。优势类群主要是紫跳虫 *Hypogastura commubis* Folsom、菜白棘跳虫 *Onychiurus folsomi* Schaffer 和甲螨。对不同层次土壤节肢动物多样性的变化分析表明, 以 5~10 cm 层次的物种数多, 多样性指数较大。同时, 不同季节和不同蔬菜种类土壤节肢动物多样性差异较大, 其决定因素主要为优势集中性指数和物种均匀性的变化。

关键词: 菜田; 土壤节肢动物; 多样性; 优势集中性

中图分类号: S436.3

文献标识码: A

菜田中的一些节肢动物种类昼夜性或季节性往返于土壤与植株之间, 全部或发育的某一阶段栖居于土壤中。如菜田的黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* (F.), 其成虫在地上部猖獗为害, 主要取食叶片, 而其幼虫在土壤中为害蔬菜的根部, 容易造成缺苗、毁苗现象。蔬菜品种多, 生产周期短, 种收茬口不一, 菜地交错、间套频繁而使菜田的生态条件极不稳定, 造成土壤节肢动物的种类结构和数量变化较为复杂^[1]。有关菜田节肢动物多样性动态的研究较多^[2~4], 对菜地土壤动物群落生态学也进行过研究^[5]。对其他农业生态系统土壤动物及农药对土壤动物群落的影响亦有研究报道^[6,7]。本文于 1997~1999 年对深圳生态村菜田土壤节肢动物的物种组成、数量分布, 不同蔬菜种类对土壤节肢动物物种结构的影响, 及不同土壤层次的种类和数量变动进行系统研究, 为菜田主要害虫的生态控制提供理论依据。

1 研究方法

1.1 调查的蔬菜种类

菜心 (*Brassica parachinensis* Bailey); 奶白 (*Brassica* sp.); 花椰菜 (*B. oleracea* L. var. *botrytis* L.); 萝卜 (*Raphanus sativus* L.); 菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L. var. *humiis* Alef.); 豌豆苗 (*Pisum sativum* L.)。

1.2 调查样地

试验在深圳龙岗生态村及其附近菜场进行。龙岗生态村菜场不使用化学杀虫杀螨剂, 应用烟草、 NH_4HCO_3 等处理土壤, 降低土壤中主要害虫基数; 对主要害虫实施生态控制, 主要包括释放赤眼蜂、喷施

昆虫病毒、施用病原线虫和异源植物次生物质控制主要害虫的为害。该区环境已有明显的改善, 主要害虫发生为害明显减轻。

1.3 大田系统调查

在每个处理区随机取样 9 点, 每点分 2 种方法取样, 一种是用小铲取样 $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 以 5 cm 深度连续等距离取样 3 层, 用肉眼观察记载大型土壤节肢动物的种类、年龄结构与数量; 另一种是采用柱型分层取样器 ($h=15\text{ cm}$, $d=8\text{ cm}$; 分 0~5、5~10、10~15 cm 3 层), 按不同层次取回土样, 带回室内用干漏斗法烤虫, 烤至土干为止 (一般为 6~7 h), 分离出小型土壤节肢动物种类, 在解剖镜下分类鉴定其种类、年龄结构与数量, 一般鉴定到科或属。每 7 d 调查取样 1 次。

2 结果与分析

2.1 菜田土壤节肢动物物种组成与数量动态分析

据 1997 年 10 月至 1999 年 1 月对深圳碧岭生态村菜田土壤节肢动物的系统调查, 共获得土壤昆虫 35 种, 隶属 9 目 18 科; 蜱螨目 3 种, 真螨目 1 种; 蜘蛛 3 科 6 种 (表 1)。菜田土壤节肢动物的优势类群 (个体数量占总捕量的 10% 以上) 主要是弹尾目和蜱螨目 2 类, 在弹尾目中以跳虫科的紫跳虫 *Hypogastura commubis* Folsom 和棘跳虫科的菜白棘跳虫 *Onychiurus folsomi* Schaffer 的数量最大, 分别占该类的 54.68% 和 12.70%; 蜱螨目中以甲螨类的数量最大, 占该类的 87.32%。常见类群 (个体数量占总捕量的 1%~10%) 有 4 类, 主要是鞘翅目的黄曲条跳甲幼虫、拟

收稿日期: 2001-04-16

作者简介: 侯有明 (1966—), 男, 副教授, 博士。

基金项目: 国家自然科学基金 (39870441 和 30070503); 中国博士后基金 (2000); 福建省自然科学基金 (B0020002); 福建省科委 (97-Z-220); 福建省教育厅 (K20031) 等资助课题

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

步甲类、同翅目的蚜虫类、等翅目蚁类和蜘蛛类等。由此可见,菜田土壤节肢动物优势类群和常见类群大多是小型土壤昆虫,个体数量大,前者占全捕量的 82.52%,后者占全捕量的 16.57%,此类群构成了菜田土壤节肢动物的基本成分。稀有类群(个体数量占总捕量的 1%以下)有 6 类,占总类群数的 50%,但其个体数仅占总个体数的 0.91%,其中又以鞘翅目的叶甲类幼虫、隐翅虫、步甲幼虫等的生物量大,分布较为广泛,且多为捕食性昆虫,在土壤节肢动物的食物链及其物质和能量转化中起着重要的作用。

表 1 菜田土壤节肢动物类群物种组成(深圳 龙岗, 1997~1999)

目 order	科 family		种 specie		相对丰富度 relative richness / %
	科数 family number	比率 rate / %	种数 species number	比率 rate / %	
弹尾目 Collembola	4	16	8	17.78	72.35
等翅目 Isoptera	2	8	3	6.67	3.50
革翅目 Dermaptera	1	4	1	2.22	0.01
同翅目 Homoptera	1	4	2	4.44	3.75
半翅目 Hemiptera	1	4	2	4.44	0.01
鞘翅目 Coleoptera	4	16	13	28.89	3.38
鳞翅目 Lepidoptera	1	4	1	2.22	0.02
双翅目 Diptera	2	8	3	6.67	0.83
膜翅目 Hymenoptera	2	8	2	4.44	0.02
蜱螨目 Acarina	3	12	3	6.67	10.17
真螨目 Acarifomes	1	4	1	2.22	0.02
蜘蛛 Spider	3	12	6	13.33	5.94
合 计 total	25	100	45	100	100

表 2 不同季节菜心田土壤节肢动物多样性特征¹⁾(深圳 龙岗, 1997~1999)

Tab. 2 Characteristics of soil arthropod community in vegetable fields in different seasons (Longgang, Shenzhen)								
年 year	月 month	物种数 species number(S)	个体总数 individual number(N)	多样性 diversity (H)	均匀性 evenness (E)	优势度 dominance (d)	优势度数 dominance (C)	优势种类 dominance species ²⁾
1997	10	19	124	2.98	0.78	0.39	0.27	1, 2, 3
	11	13	175	3.04	0.82	0.30	0.16	1, 2, 3
	12	17	276	2.41	0.59	0.54	0.31	1, 2
1998	1	19	334	2.59	0.61	0.42	0.24	1, 2
	3	14	100	2.39	0.63	0.51	0.30	1, 2
	4	16	41	2.94	0.73	0.25	0.17	1, 2, 3
	5	18	56	3.14	0.75	0.31	0.17	1, 2, 3
	6	12	56	2.01	0.56	0.48	0.34	4
	7	6	8	1.08	0.42	0.85	0.68	4
	8	9	14	2.30	0.72	0.51	0.31	4
	9	17	51	2.97	0.73	0.44	0.23	4
	10	20	213	2.47	0.87	0.32	0.22	1, 2, 3
	11	17	234	2.96	0.74	0.38	0.18	1, 2, 3
1999	12	18	314	2.14	0.57	0.51	0.30	1, 2
	1	21	284	2.64	0.69	0.47	0.22	1, 2

1) H' 为 Shannon-Wiener 多样指数^[8,9], d 为 Berger-Parker 优势度指数^[10], C 为 Simpson 优势集中性指数^[11]; 2) 优势种类 1 为紫跳虫, 2 为茭白棘跳虫, 3 为黄曲条跳甲, 4 为甲螨

2.3 菜田土壤节肢动物物种垂直分布规律

据不同层次土壤节肢动物多样性特征分析表明(表 3),物种在不同层次间的分布差异较大.在地表层(0~5 cm),虽然个体数量较多,但优势种类明显,优势度指数值较高,均匀性小,因而其多样性指数值较小;而在 5~10 cm 层次,物种最为丰富,均匀性较高,优势度较小,其多样性指数值较高;在 10~15 cm 层,虽然物种数较少,但均匀性最高,优势度最小,因而其多样性指数值也处于较高的水平.同时,不同优势类群在菜田不同层次的比例差异较大,且以弹尾目的紫跳虫、鞘翅目天敌、螨类的差异最为显著.在不同层次的优势类群中,以 0~5 cm 层的优势类群最

为明显,其中紫跳虫、菜白棘跳虫、黄曲条跳甲和甲螨类的数量较大,分别占该类群总量的 81.98%、39.93%、56.98%和 40.76%;在 5~10 cm 层,优势类群以菜白棘跳虫、鞘翅目幼虫类、蜘蛛类为主,分别占该类群总量的 39.24%、59.06%和 49.58%;而在 10~15 cm 层,物种分布均匀,无明显的优势类群.

2.4 不同蔬菜种类田土壤节肢动物结构特征

蔬菜种类、生长周期、郁闭程度对土壤节肢动物类群均有较大影响(表 4),在 6 类菜田中以花椰菜田的节肢动物种类最多,萝卜田次之,而以菜豆和豌豆苗田的物种数最小;个体总量也同样具有类似的变化,但豌豆苗田的个体总量较大;在物种分布均匀性

表 3 菜田土壤不同层次节肢动物物种的特征变化¹⁾(深圳 龙岗, 1997~1999)

Tab. 3 Characteristics of soil arthropod community in vegetable fields in different levels (Longgang, Shenzhen)							
层 次 different levels	物种数 species number (S)	个体总数 individual number (N)	多样性 diversity (H')	均匀性 evenness (E)	优势度 dominance (d)	优势度数 dominance (C)	优势种类 dominance species ²⁾
0~5 cm	27	3 112	2 524 5	0 530 9	0 154 2	0 306 0	1, 2 3, 4
5~10 cm	30	388	3 399 0	0 692 7	0 272 3	0 144 8	2, 5 6
10~15 cm	24	232	3 568 8	0 778 4	0 183 9	0 114 8	不显著

1) H' 为 Shannon-Wiener 多样性指数^[8,9], E 为均匀度指数^[8,9], d 为 Berger-Parker 优势度指数^[10], C 为 Simpson 优势集中性指数^[10]; 2) 优势种类 1 紫跳虫, 2 菜白棘跳虫, 3 黄曲条跳甲, 4 甲螨, 5 鞘翅目天敌, 6 蜘蛛类

表 4 不同蔬菜种类田土壤节肢动物结构特征变化¹⁾(深圳 龙岗, 1997~1999)

Tab. 4 Characteristics of soil arthropod community in different vegetable varieties fields (Longgang, Shenzhen)							
蔬菜种类 vegetable varieties	物种数 species number (S)	个体总数 individual number (N)	多样性 diversity (H')	均匀性 evenness (E)	优势度 dominance (d)	优势度数 dominance (C)	优势种类 dominance species ²⁾
菜 心 Chinese cabbage	22	2 418	2 746 3	0 733 2	0 211 2	0 171 7	1, 2, 3 4
奶 白 Pakchoi	24	2 488	3 112 4	0 686 7	0 281 4	0 213 1	1, 2, 3
萝 卜 Radish	26	2 685	3 271 6	0 726 5	0 314 2	0 283 7	2 3, 4
菜 豆 French beans	18	1 432	2 213 2	0 531 8	0 511 3	0 362 2	1, 2, 4
花椰菜 Cauliflower	28	3 147	2 684 7	0 643 2	0 331 4	0 192 8	1, 2, 3
豌豆苗 Pea seedling	20	2 623	2 506 8	0 632 3	0 421 1	0 2369	1, 2, 4

1) H' 为 Shannon-Wiener 多样性指数^[8,9], E 为均匀度指数^[8,9], d 为 Berger-Parker 优势度指数^[10], C 为 Simpson 优势集中性指数^[10]; 2) 优势种类 1 紫跳虫, 2 菜白棘跳虫, 3 黄曲条跳甲, 4 甲螨

中,以菜心和萝卜田的物种均匀性最高,优势度和优势度指数值最低,而以花椰菜和豌豆苗田的均匀性最小,优势度和优势度指数最高;在多样性指数中,以花椰菜和萝卜田的多样性指数值最高,以菜豆和豌豆苗田的多样性指数最低;在优势种类中,以菜心、菜豆和豌豆苗田的优势物种明显,但其优势物种的组成有一定的差异.这主要是与不同蔬菜种类田间的郁闭程度等有关,在花椰菜和萝卜田中,其郁闭程度较高,生长周期较长,生境相对比较稳定,因而土壤节肢动物类群多样性较高,在菜豆和豌豆苗田中,郁闭程度较低,生长周期较短,因而其多样性指

数值较低.

3 讨论

研究表明,相对于其他农业生态系统,菜田土壤节肢动物类群的物种也是相当丰富的,且不同蔬菜种类上节肢动物类群的组成差异较大.提高菜田土壤节肢动物类群多样性的途径主要是增加物种数和提高物种分布的均匀性.同时,在菜田土壤节肢动物中,真正对蔬菜造成危害的种类是极少数的,而大多数节肢动物是有益或中性的,其相互作用、相互影响而形成菜田土壤节肢动物类群的动态变化.化学

杀虫剂对菜田土壤节肢动物的影响是相当明显的,尤其是对天敌类、蜘蛛类的影响最为显著^[1,7],化学杀虫剂的施用使菜田优势害虫的种群趋势指数不断提高,天敌的自然控制作用降低,从而使得优势害虫的为害更为猖獗^[1].目前应用化学杀虫剂的菜田,土壤节肢动物物种稀少,多样性指数较低,这是同长期、大量的施用化学杀虫剂有直接的关系,而这正是限制菜田实现害虫的全生物防治和生态控制的主要因素.因此,限制化学杀虫剂的使用,恢复由于化学杀虫剂大量使用而破坏了的菜田土壤环境,逐步增强天敌对优势害虫的控制能力,使优势害虫的优势集中性逐步降低,节肢动物类群的结构更趋合理,这在菜田害虫生态控制中有着十分重要的作用.

参考文献:

[1] 侯有明. 菜田生物群落与叶菜类主要害虫生态控制研究[D]. 广州: 华南农业大学, 1999.
[2] 赵志模, 刘映红, 张昌伦. 重庆市郊不同种植制度菜地昆虫群落结构研究[J]. 植物保护学报, 1994, 21(1): 39—45.

[3] 王金福, 李真峰. 杭州市郊区主要蔬菜害虫群落结构的研究[J]. 生态学报, 1996, 8(1): 78—85.
[4] 侯有明, 尤民生, 庞雄飞, 等. 菜田节肢动物类群结构与数量动态[J]. 福建农业大学学报, 2000, 29(3): 323—328.
[5] 路有成, 王宗英, 罗爱武, 等. 安徽沿江城郊蔬菜地土壤动物群落生态学研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(1): 70—76.
[6] 王宗英, 路有成. 长江南岸(安徽段)农业生态系统土壤动物群落结构初步研究[J]. 生态学杂志, 1988, 7(3): 12—17.
[7] 王振中, 张友梅, 夏卫生, 等. 有机磷农药对土壤动物群落结构的影响研究[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 357—366.
[8] 庞雄飞, 尤民生. 昆虫群落生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 77—103.
[9] HILL M O. Diversity and evenness: A unifying natative and its consequences[J]. Ecology, 1973, 54(2): 427—432.
[10] 侯有明, 车均义. 油菜田昆虫群落结构及其害虫防治策略研究[J]. 西北农业学报, 1998, 7(2): 51—54.
[11] MCNAUGHTON S J. Stability and diversity in grassland communities. Nature, 1979, 279: 351—352.

Study on the Structure and Fauna Dynamic of Soil Arthropod Communities in Vegetable Fields

HOU You-ming¹, PANG Xiong-fei², LIANG Guang-wen²

(1 College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;
2 Laboratory of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: By a systematic investigation, it was found that the soil arthropod in vegetable fields in Shenzhen included 9 orders, 18 families, 35 species of insects, 3 families, 3 species of Acarina, 1 specie of Acarifome and 3 families, 6 species of spiders. The dominant species were *Hypogastura commubis* Folsom, *Onychiurus folsomi* Schaffer, and Canestriniidae. According to the analyzed diversity of different soil levels, the species number and arthropod diversity at 5—10 cm depth were high. At the same time, the structures of arthropod species and diversity characteristics in different seasons and vegetable varieties were significant different. The index of arthropod diversity was mainly determined by the dominant concentrator index and species evenness.

Key words: vegetable fields; soil arthropod; diversity; dominant concentrator

【责任编辑 周志红】