

利用地面活动的节肢动物进行 农田生态环境监测的研究*

胡敦孝¹ 吴文良² 韩纯儒³

(中国农业大学昆虫学系¹ 农业生态系² 农学系³ 北京 100094) (湖北省潜江市农业环境保护站 潜江 433100)

蔡烈万 何家海

M. G. Paoletti

(Dept. of Biology, Padova University, Italy)

提要 1993年10月至1995年3月在湖北省潜江市郊,用陷阱法进行了地面活动的节肢动物作为农田生态环境监测指标的研究。结果表明:①用陷阱法监测地面活动的节肢动物,全年的调查频率以4~9月每月1次为好。②该地区用于监测的关键节肢动物可以通过因子分析的方法来选择。③在一个地区,多样化农田景观元素的合理镶嵌是保护有益节肢动物,充分发挥农业生态系统自控功能的有效途径。

关键词 节肢动物 农业生态 环境监测

本世纪80年代初 Cairns 和 Schalie 就提出“生物监测革命”的时代已经到来^[1]。此后,对于水体质量的生物监测得到了重视,而农业环境的生物监测则尚未提到议事日程上来。然而随着我国工业的发展和地区农村经济的发展,一些地区农业的环境污染,农业生态环境的破坏现象逐渐严重起来,集中表现在向农田中大量地施入化肥和农药,作物大面积的连片种植,原有的田地边缘大大减少,小片林地被砍伐。对于环境污染程度的监测用单一的化学指标虽能精确反映污染物的含量,但它对生态系统的综合影响和生物的反映则表现不出来,对于农业生态环境破坏状况的估计,则以生物指标来反映更为适宜。按照 Pimental 1992年的估计,在已知的动、植物种类中,节肢动物的种类几乎占了90%^[2]。这些小动物在维持生态平衡,维持系统的稳定结构和功能上起了重要的作用,用它们作为监测对象是可行的。通常用的指标是生物多样性指数,而全部的生物多样性是很难测量的^[3]。多方位的生物多样性在实际工作中,也是不可取的,用什么方法,选取哪些类别来监测环境的变化,它们的指示作用是什么,均是首要研究的问题。为此以位于中国亚热带人口密集地区——江汉平原的潜江市郊农村为代表,进行了节肢动物生物多样性代表性类别的选择和有关方法的研究,以节肢动物为指标,监测农田生态环境的质量和变化,为区域自然生态条件

的评价,打下一定的基础。

1 材料和方法

1.1 调查地点的基本情况

在湖北省潜江市总面积为7.8km²的两个村庄的26个样点上取样,这26个样点包括了9个农田景观单元:①庭院小菜园(样点1、2、23、24)前期平均种有4~6种蔬菜,后期为2种蔬菜,平均每hm²有效农药的投入为4.6kg。②滩田(样点6、14、15)前期为油菜,后期为黄豆或花生,平均每hm²有效农药为0.36kg。③旱地(样点3、4、9、10)前期为小麦或油菜,后期为黄豆或芝麻,平均每hm²有效农药为0.63kg。④商业性菜地(样点8、21、22)样点8为露地菜地,前期种植辣椒、茄子、草莓,后期种植白菜、萝卜;21和22为温室菜地,前期温室种植青椒、茄子,后期为露地花椰菜、白菜,平均每hm²有效农药的投入为6.9kg。⑤稻田边缘(样点25、26、27、28)主要杂草为狗牙根草。⑥树篱(样点19、20)高1.2~1.8m,主要为包围庭院菜地之用。⑦林粮间作地(样点7、18、29),林为水杉,作物前期为油菜,后期为豆类,无农药。⑧大堤草地(样点30、31),主要覆盖的是肉棒根草。⑨林地(样点16),主要树种为水杉和竹子。

1.2 调查方法

运用陷阱法,收集12类地面活动的节肢动物共9次,每个陷阱为杯口直径7.3cm,杯深13.5cm的玻璃瓶,内盛2%的福尔马林约150ml,杯口与地面平,雨季,瓶上放防雨罩,每次6个重复,每次于放杯后的第5天取回分析,在实体解剖镜下鉴定类别。

1.3 统计方法

在 Quattro pro3 软件上建立相应的数据库,并进行计算和绘图,用 SAS 软件进行多元统计计算。

* 本研究为欧共体资助项目的一部分

2 结果与分析

2.1 农田利用节肢动物进行环境监测频率的研究

2.1.1 12类地面活动节肢动物的季节发生动态

从陷阱法获取的类别中,选取了最适合这种方法收集的12类节肢动物,进行了季节发生的调查。其他适合于干漏斗法(Tullgren)收集和不是地面活动为主的节肢动物则删除。

从全年9个月捕获的这些节肢动物的数量排序来看,依次为隐翅甲(19463头)、蚂蚁(9915头)、蜘蛛(4449头),等足目的鼠妇(2901头)、步甲(2023头)、露尾甲(569头)、蜣螂(472头)、倍足纲的马陆(270头)。肉食性的蜘蛛、唇足纲的蜈蚣、盲蛛、步甲和露尾甲,占总捕获量的17.90%;多食性的隐翅甲占47.81%;杂食性的蚂蚁占24.36%;主要取食死的和腐烂有机质的等足目占7.12%;植物残体初期阶段的分解者马陆,植食性的金龟甲共占1.15%;还有粪食性为主的蜣螂和粪蝇占1.62%^[4]。它们在物质循环中各占有一定的位置,以行使各自的功能。总的看来,陷阱法中收集的种类以肉食、多食和杂食的为多。

该法方便,易行,实为衡量植食食物链中的肉食性类群和屑碎食物链中多食性类群的好方法^[5]。

从各类的季节发生来看(图1),其中隐翅甲和蚂蚁在整个作物生长季节(4月~10月)发生数量均多,隐翅甲发生的高峰在4月和9月,蚂蚁的发生高峰在4月。发生数量位居第二类的蜘蛛、步甲、等足目中以蜘蛛在生长季的4~7月分布均匀,5~6月是步甲的发生盛期,等足目的发生全年有三个高峰。总的发生数量少的马陆集中发生在4~7月,蜈蚣在3、5、7月发生较多些。其余的种类盲蛛、蜣螂、粪蝇、露尾甲的发生全年仅一个高峰。

2.1.2 地面活动的节肢动物各月发生百分率的比较

生物监测是系统地利用生物信息来确定环境的质量,不同的类别和种类年生活史差异很大,全年取样多少次即可基本代表主要节肢动物发生的情况呢?表1反映了各月捕获量占全年9个月捕获总量的百分率,其中生长季4~9月捕获的节肢动物的百分数已占全年9个月捕获量的70%以上,其中蜘蛛、步甲、隐翅甲、蚂蚁已达全年9个月捕获量的85%。为此初步确定监测地面活动的节肢动物的调查频率以每月1次,全年4~9月共6次为好。

表1 节肢动物各月发生的百分率

Table 1 Percentage of arthropods numbers in different month

	倍足纲 Diplopoda	唇足纲 Chilopoda	等足目 Isopoda	盲蛛目 Opiliones	蜘蛛目 Araneae	步甲科 Carabidae
2	2.96%	4.52%	1.48%	1.01%	3.75%	2.87%
3	11.11%	16.77%	3.10%	0.00%	6.18%	7.86%
4	23.33%	0.00%	16.51%	0.00%	21.22%	0.44%
5	16.67%	27.10%	1.79%	0.00%	16.32%	19.87%
6	15.19%	14.19%	27.47%	17.17%	15.22%	34.50%
7	15.19%	20.00%	20.27%	4.04%	18.68%	9.29%
8	7.04%	6.45%	5.79%	74.75%	8.25%	10.03%
9	4.44%	1.94%	4.65%	2.02%	6.09%	11.12%
10	4.07%	9.03%	18.92%	1.01%	4.20%	4.00%
总和(Total)4~9	0.82	0.7	0.76	0.98	0.86	0.85
	隐翅甲科 Staphylinidae	蜣螂科 Scarabaeidae	粪蝇科 Geotrupidae	金龟甲科 Melolonthidae	蚁科 Formicidae	露尾甲科 Nitidulidae
2	0.98%	0.42%	1.60%	10.05%	0.12%	1.41%
3	4.32%	2.54%	6.42%	3.52%	1.84%	0.35%
4	24.17%	0.00%	0.00%	0.00%	27.27%	0.00%
5	4.44%	3.18%	17.65%	8.54%	15.23%	14.41%
6	8.45%	76.69%	52.41%	5.03%	7.44%	0.53%
7	11.82%	4.66%	12.30%	2.01%	14.68%	0.00%
8	17.98%	8.90%	9.09%	29.65%	9.58%	60.28%
9	21.90%	1.69%	0.53%	35.18%	16.34%	15.64%
10	5.94%	1.91%	0.00%	6.03%	7.49%	7.38%
总和(Total)4~9	0.89	0.95	0.92	0.8	0.91	0.91

2.2 节肢动物代表性调查类别的确定

就一个地区而言,寻找那些影响田块环境质量差

异的主要节肢动物类别是十分重要的。为此对调查的12类节肢动物(变量)进行了R型因子分析^[6]。将12

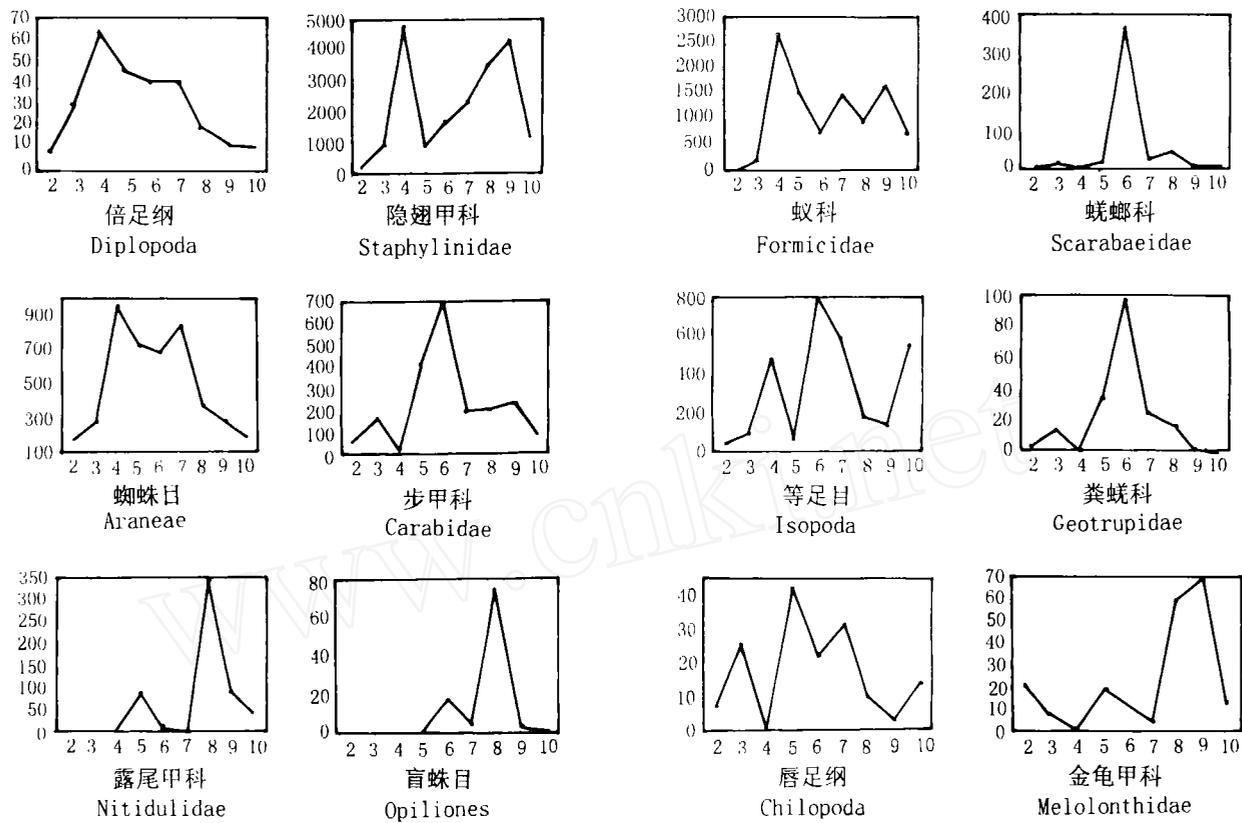


图1 地面活动的节肢动物的季节发生动态(X轴代表月,Y轴代表数量)

Fig. 1 Seasonal dynamics of epigeic arthropods (X axis represent month, Y axis represent number)

类节肢动物全年的调查总和建立起样本的相关矩阵,经 SAS 统计分析,以全年 6 次以上的调查数据达到了样本适合性检验的标准,为此进一步证明以地面节肢动物来作为环境监测的指标需 6 次取样为好。经统计分析随后得出相关矩阵的特征值和累积贡献率。

其中前 3 个特征值的累积方差贡献率已达到了 87.8%,故选取 3 个公共因子即可代表大部分可获取的信息。12 类节肢动物在 3 个公共因子上的载荷量经正交加斜交旋转后得到 3 个公共因子的载荷矩阵如表 2。

将在公共因子上大于 0.5 的关系提取出来分别得到了 3 个公共因子的函数方程式

$$F_1 \sim 0.8780(\text{Nitidulidae}) + 0.7646(\text{Carabidae}) + 0.7560(\text{Opiliones}) + 0.5880(\text{Araneae})$$

$$F_2 \sim 0.9344(\text{Formicidae}) + 0.9092(\text{Isopoda}) + 0.6386(\text{Chilopoda})$$

$$F_3 \sim 0.8977(\text{Diplopoda}) + 0.7545(\text{Staphylinidae})$$

从专业知识上考虑,可以认为因子 1 为肉食性节肢动物因子^[7]。因子 2 为与土壤理化性状有关的节肢

动物因子。因子 3 为反映碎屑食物链中的节肢动物因

表 2 3 个公共因子对 12 类节肢动物的载荷量

Table 2 Loading values of three common factors on 12 arthropods

节肢动物种类 Arthropods	因子 1 Factor 1	因子 2 Factor 2	因子 3 Factor 3
露尾甲科 Nitidulidae	0.8780	-0.0152	0.0950
步甲科 Carabidae	0.7646	0.1954	0.1049
盲蛛目 Opiliones	0.7560	0.2080	-0.2271
蜘蛛目 Araneae	0.5880	0.0459	0.3997
蚁科 Formicidae	-0.04786	0.9344	0.0196
等足目 Isopoda	-0.00855	0.9092	-0.0422
唇足纲 Chilopoda	0.0971	0.6386	0.2382
倍足纲 Diplopoda	-0.1639	0.0003	0.8977
隐翅甲科 Staphylinidae	0.0693	0.0965	0.7545
蜣螂科 Scarabaeidae	0.3678	-0.1114	0.1927
粪蜣科 Geotrupidae	-0.0070	0.0198	0.0005
金龟甲科 Melolonthidae	-0.1672	-0.0599	-0.0625

子。以上结果反映了在调查的 12 类节肢动物中删除金龟甲、粪蜣和蜣螂的调查,从统计上来看并没有丧失太多的信息。通过因子分析,一方面找到了 3 个彼此独立的综合因子,另一方面也科学地减少了调查的

为的对环境的有害影响降到最低的一条农业持续发展、农村经济繁荣的有效途径。

3 结论和讨论

3.1 该地区采用陷阱法诱集地面活动的节肢动物,以期进行农田环境生态质量的监测,可选取3类综合因子中的9类代表性节肢动物,它们是肉食性节肢动物因子中的蜘蛛、步甲、盲蛛、露尾甲,与土壤某些理化性状有关的节肢动物因子中的等足目、蚂蚁和蜈蚣,碎屑食物链节肢动物因子中的隐翅甲和马陆。

3.2 从数据分析的可信度和收集量的大小来看,进行农田生态环境的生物监测频率以4~9月全年6次为好。

3.3 对已指定的肉食性节肢动物和碎屑食物链中的节肢动物进行定期的生物监测,并将结果代入得到的函数方程可作为该地区农田景观中不同单元在有益节肢动物存贮能力上的数量指标,它为农田景观元素的合理镶嵌设计提供了参考,为维护农业的良好生态环境和促进农村经济发展指明了出路。

3.4 深入研究那些数量多的类别如蜘蛛、步甲、隐翅

甲在种级水平上的物种数及其数量将会使生物指标的环境标准更为明确和简化。

3.5 农田景观元素的多样化是保护农田有益节肢动物的基础。一个地区根据经济发展的长远目标,制定合理的农田景观规划,保持高的农田生物多样性是农业持续发展的一条根本出路,景观元素的大小、格局、半自然带在农区中所占的比例,以及什么样的种植搭配,均需根据当地的资源利用及现时的经济发展水平以及相应科学研究的深入才能较好地拟定出来。

参 考 文 献

- 1 王国祥. 生物监测若干问题的探讨. 环境监测管理与技术, 1994, 6(3): 7~10
- 2 Pimentel D, et al. Conserving biological diversity in agricultural forestry systems. *Bioscience*, 1992, 42: 345~362
- 3 Duelli P. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1997, 62: 81~91
- 4 Raw f. *Arthropoda. Soil biology. Academic press*, 1967: 324~362
- 5 Atkins M D. *Insects in perspective. Macmillan Publishing Co.* 1978: 274~275
- 6 裴鑫德. 多元统计分析及其应用. 北京农业大学出版社, 1991: 257~286
- 7 胡敦孝, 宇振荣等. 湖北潜江农田景观中步甲和蜘蛛的群落结构. *昆虫学报*, 1998, 14: 91~97

Monitoring of Agriculture Ecology Environment by Epigeic Arthropods

Hu dunxiao¹ Wu wenliang² Han Chunru³

(Dept. of Entomology¹, Dept. of Agriculture Ecology², Dept. of Agronomy³, China Agricultural University Beijing, 100094)

Cai Liewan¹ He Jiahai⁴

(Qianjiang City Station of Agroecological Environment Protection⁴, Qian jiang)

M. G. Paoletti⁵

(Dept. of Biology, University of Padova, Italy⁵)

Abstract Agricultural environment monitoring by epigeic arthropods was carried from October, 1993 to March, 1995 in suburb of Qianjiang city, Hubei province.

The results indicate:

a) Frequency of surveying epigeic arthropods by pitfall should be six time per year (from April to September)

b) Key arthropods surveyed could be selected by factor analysis methods.

c) Mosaic of diversity landscape elements in an area is an effective way for preserving more beneficial arthropods and giving full play of self-control ability of agricultural ecology system.

Key word Arthropoda Agriculture ecology Environment monitoring