

华北盐渍化改造区农田蚯蚓生态学研究——以河北省曲周县为例

吴文良¹, 乔玉辉¹, 徐 芹², 陈 锴³

(1. 中国农业大学 生态与环境科学系 北京, 100094; 2. 北京教育学院生物系 北京, 100035; 3. 中国人民解放军总后勤部 农技推广站 北京, 100081)

摘要:河北省曲周盐渍化改造区通过治理改造,土壤环境状况得到极大改善,土壤中蚯蚓种相对较丰富,有 3 个科、6 个属、6 个种,正蚓科的赤子爱胜蚓、暗灰异唇蚓和链胃蚓科的日本杜拉蚓在该地区的数量较多。种群密度 20.50 条/m²,生物量 6.01g/m²,基本达到普通农田生态系统的水平;从年龄结构上看该地区蚯蚓种群属稳定型,成蚓和幼蚓量基本相当;全年蚯蚓的数量分布规律是:盛夏 > 初春 > 深秋。

关键词:盐渍化改造区;农田生态系统;蚯蚓

An Ecological study on earthworm in farmland of salinity transforming area in north China plain

WU Wen-Liang¹, QIAO Yu-Hui¹, XU Qin², CHEN Kai³ (1. Department of Ecology and Environment Science, China Agricultural University, Beijing, 100094; 2. Department of Biology, Beijing Education College, Beijing 100035; 3. Agricultural Technology Extension Institute of PLA, Beijing 100081, China)

Abstract: Soil environment has been greatly improved through transforming saline-alkali land in Quzhou county, Hebei Province. Earthworms in this area are relatively abundant and there are 3 families, 6 genera and 6 species. *Allolobophora trapezoides*, *Eisenia foetida* of Lumbricidae and *Drawida japonica* of Moniligastridae are the dominant species. The average population density of earthworms is 16.53 /m², and the biomass is 4.81 g/m². This has reached normal level of farming ecosystem. It showed by the age structure that the population structure of local earthworms is in a stable situation. The number of earthworms during the year is in the order of summer > early spring > autumn.

Key words: salinity transforming region; farmland ecosystem; earthworms

文章编号:1000-0933(2001)07-1109-05 中图分类号:Q958 文献标识码:A

近十几年来,随着农业持续性研究的逐步深入,土壤质量被认为是农业持续性的关键因素之一,蚯蚓对土壤质量的作用日益受到重视,国外对于农田生态系统中蚯蚓生态学方面的研究较多^[1~3],但国内这方面的研究较少,并且只在亚热带农田生态系统中调查了蚯蚓种群情况^[4],而在温带地区特别是在盐渍化改造区进行这方面的研究还未见报道。本研究在河北省曲周县盐渍化改造区主要农田利用类型中进行了蚯蚓多样性调查,旨在探明该地区蚯蚓种的组成特征、动态分布规律及其与生态环境的关系,为保护和利用蚯蚓生物资源提供依据。

1 研究地点概况

本研究在河北省曲周县盐渍化改造区内进行,这里属暖温带半湿润季风气候区,光、热、水资源比较丰富,一年两熟,但由于受季风气候强烈影响,冬季寒冷干燥,夏季温暖多雨,年均降雨 604mm,但分配不均,

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:393701341)

收稿日期:1999-11-05 修回日期:2000-05-21

作者简介:吴文良(1961~),男,山东人,博士,教授。主要从事农业生态研究。

7、8月份降雨约占全年60%，常积涝成灾；年蒸发量1841mm，为年降雨量的3倍，春旱尤为严重。浅层地下水矿化度大，地下水位高，在气候因素影响下形成积盐深度大、含盐量高的原生盐碱土，成为内陆冲积平原浅层咸水型盐渍化低产地区。

自1973年开始先后在这里建立了第一代试区Ⅰ（1973年）、第二代试区Ⅱ（1978年）和第三代试区Ⅲ（1982年）等综合治理试验区。到1996年为止，分别经过了23a、18a和14a的综合治理，农业生产效益、经济效益及生态效益都逐步提高。尚未开垦的盐荒地称为原貌地（Original area），目前盐碱仍比较严重，植被主要是盐蒿、茅草和零星分布的芦苇。不同试区土壤性状及样点分布如表1、2。

表1 三代试区及原貌地土壤的肥力状况

Table 1 Soil fertility of the three experimental areas and original land

试区 Survey area	有机质 O. M (g/kg)	全氮 Total N(mg/kg)	碱解氮 Available N(mg/kg)	速效磷 Available P(mg/kg)	速效钾 Available K(mg/kg)	全盐量 Salt content (g/kg)	pH 值
Ⅰ	14.1	80	47.69	18.38	106.10	0.94	7.98
Ⅱ	14.3	80	47.54	26.25	91.92	1.06	7.93
Ⅲ	14.6	85	51.54	24.61	160.20	1.31	8.39
原貌地(OA)	7.6	33	4.99	4.69	128.80	11.47	7.87

2 调查测定方法

蚯蚓调查采用样方徒手分离法。每一样点(1 500 m²的样块)随机选取5个小样点，每一小样点取土30×30×20 cm³置于平展于地的塑料布上，采用手捡法捡取蚯蚓，然后带回实验室称其鲜重并马上鉴定分类，或用5%~10%福尔马林处理后保存，以后鉴定，鉴定方法和分类依据《中国动物图谱——环节动物》^[5]。

3 结果与讨论

3.1 蚯蚓分类及种群组成

在曲周试验区历时两年进行了6次蚯蚓调查，鉴定结果表明：该区域的不同试区内及原貌地所调查到的蚯蚓有6种，3科、6属，具体分类见图1。

表2 调查样点的分布状况

Table 2 Distribution of sample plots

试区 Survey area	样点数 Sample plots	边缘地 Filed margin	果园 Orchard	菜地 Vegetable land	耕地 Crop land
Ⅰ	23	5	3	2	13
Ⅱ	20	5	3	2	10
Ⅲ	24	5	3	2	14
原貌地 OA	3	3	0	0	0

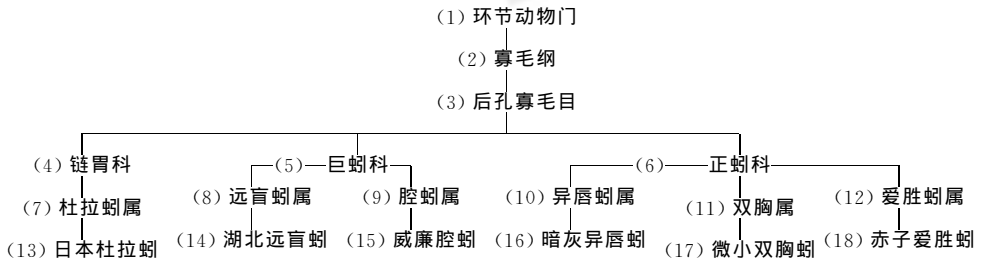


图1 曲周盐渍化改造区蚯蚓分类图

Fig. 1 Taxonomy of earthworm species in Quzhou saline transforming area

- (1) Annelida (2) Oligochaeta (3) Oligochaeta opisthopera (4) Moniligastridae (5) Megascolecidae (6) Lumbricidae (7) Drawida (8) Amynthes (9) Metaphire (10) Allolobophora (11) Bimastus (12) Eisenia (13) Drawida japonica Michaelsen 1892 (14) Amynthes hupeiensis Michaelsen 1895 (15) Metaphire guillelmi Michaelsen 1895 (16) Aporetodea Dugea 1828 (17) Bimastus parvus Eisen 1874 (18) Eisenia foetida Savigny 1825

图 2 是盐渍化地区蚯蚓种群组成及分布状况,从图中可以清晰地看出该地区蚯蚓种群的组成特点。在第二代试区和第一代试区内所调查到的蚯蚓以正蚓科的赤子爱胜蚓、暗灰异唇蚓为主,占调查到的蚯蚓总个体数的 25% 以上;在第三代试区由于农田景观的异质性,蚯蚓种的组成有别于第 1、第 2 代试区,此试区的日本杜拉蚓多于赤子爱胜蚓和暗灰异唇蚓,占调查蚯蚓总个体数的 40.65%,并且它在第 1 代试区的分布占到调查总数的 20.61%,多于其它 3 个种。综合以上 3 个不同试区蚯蚓种的分布情况,可以认为正蚓科的赤子爱胜蚓、暗灰异唇蚓和链胃蚓科的日本杜拉蚓是该地区的优势种。在所调查的 70 个样点(指地块,每个地块 5 点采样)中有 60 个出现赤子爱胜蚓,占总调查样点的 85.71%;暗灰异唇蚓在 55 个样点被发现,占 78.57%;日本杜拉蚓出现在 53 个样点中,占 75.71%,说明这 3 个种在本地区广泛分布,属于广布种。而湖北远盲蚓、威廉腔蚓及微小双胸蚓 3 个种分布范围小,出现的样点数分别是 25、3、14,占总样点数的 35.71%、4.28%、20%,并且在数量上相对较少。

中国陆栖蚯蚓从地理分布来看,可以分为两个明显不同的区系,即:古北界和东洋界,其在中国境内的分界线是东经 100°、北纬 32°^[6]。河北曲周试区在地理位置上属于古北界。历来学者认为古北界典型蚯蚓是正蚓科,即在此地区广泛分布异唇蚓属、爱胜蚓属、双胸蚓属等。本调查结果表明:在 3 个不同试区内正蚓科所占比例分别为第 3 代试区(54.76%)、第 2 代试区(88.02%)、第 1 代试区(75.22%),微小双胸蚓的数量很少,在此地区也分布属于东洋界典型蚯蚓的巨蚓科的远盲蚓属、腔蚓属和链胃蚓科的杜拉蚓属的一些广布种,可见蚯蚓在古北界和东洋界的分布并不是绝对的,经过长时期的生物演替及迁移过程,在古北界也出现了部分东洋界的广布种,反之也是如此;这种分布状况提高了该地区的蚯蚓的物种多样性,有利于土壤肥力状况的改善。

3.2 曲周试区蚯蚓的数量特征

3.2.1 种群平均密度及生物量 种群密度是种群的一个重要特征,种群密度的稳定与否可以反映种群自我调节、保持稳定的能力,同时也可以反映环境因素的影响程度。

表 3 蚯蚓种群平均密度和生物量

Table 3 Earthworm population density and biomass

年-月 Year-Month	1995-05	1995-08	1995-10	1996-05	1996-08	1996-10	1995	1996
	种群密度(条/m ²) Population density (individuals/m ²)						年平均 Average per year	
原貌地(OA)	0	0	0	1.48	5.19	1.67	0	2.78
I	11.79	12.44	12.78	10.37	21.94	7.5	12.34	13.27
II	14.67	76	20.22	60	20.22	10.33	36.96	30.18
III	12.95	32.27	11.4	23.09	19.23	11.21	18.87	17.84
	生物量 Biomass (g/m ²)							
原貌地(OA)	0	0	0	0.07	1.11	0.61	0	0.60
I	3.05	2.36	3.60	4.44	4.94	1.79	3.00	3.72
II	3.97	24.10	6.08	17.17	7.7	2.33	11.38	9.07
III	9.71	5.88	7.09	2.28	3.76	6.32	4.38	

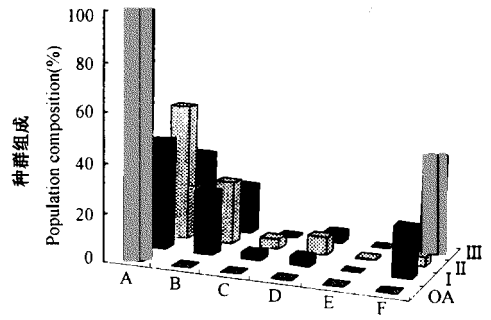


图 2 盐渍化地区蚯蚓种群组成及分布状况

Fig. 2 Earthworm population composition and relative distribution

A 赤子爱胜蚓 *Eisenia foetida* B 暗灰异唇蚓 *Aporrectodea Dugea* C 微小双胸蚓 *Bimastus parvus* D 湖北远盲蚓 *Amyntas hupeiensis* E 威廉腔蚓 *Metaphire guillelmi* F 日本杜拉蚓 *Drawida japonica*

该地区土壤中蚯蚓种群密度平均值为 16.53 条/m²。由于采样时间的不同并且受农田景观异质性的影响,蚯蚓在该地区土壤耕层中的密度波动范围较大。由表 3 可知,在原貌地因土壤条件极差,1995 年的 3 次调查均未发现蚯蚓,1996 年虽有蚯蚓出现,但其种群水平极低;而在 1996 年 8 月份的调查中,第 2 代试区的蚯蚓密度达最大值 76 条/m²。各试区种群密度出现在 10~25 条/m² 的频率为 58.33%。蚯蚓种群的大小在耕作土壤中一般每平方米从几十条到 100 多条,并随季节、土壤温度、湿度、有机质的变化有较大差异,有机质丰富的菜园和肥沃农田可达 100~300 条^[7]。由于自然条件的原因,本地区的土壤在改造初期比较贫瘠,经过 10~20a 的改造,土壤肥力得到恢复和提高,蚯蚓的数量也随之增加,其种群密度基本上与亚热带农田生态系统中蚯蚓种群密度相当^[8]。

从表 3 可以看出,耕层土壤中蚯蚓生物量的平均值为 4.81g/m²,由于调查时间不同其生物量变幅为 0~24.10g/m²,其中小于 10g/m² 的样点占调查试区的 91.67%。因为在蚯蚓的种群组成中赤子爱胜蚓、日本杜拉蚓为优势种,占的比例较大,但其个体相对较小,所以该地区的蚯蚓生物量普遍偏低。

从时间上看,3 代不同试区两年的平均种群密度基本上相同,处于较稳定的状态,这在一定程度上可以反映该地区农田生态系统的稳定性。从空间上来看,不同的生境条件下蚯蚓的种群密度和生物量又各不相同,从两年的调查结果看有以下规律:第 2 代试区>第 1 代试区>第 3 代试区>原貌地。原貌地因未进行改造,生态环境恶劣,植被难以生长,土壤中蚯蚓数量也很少。各试区经过不同时间的改造,土地生产力已达到或接近中等水平指标,其中第 2 代试区因肥料特别是有机肥投入量大,土壤肥力提高得快,目前无论是作物产量、土壤肥力还是土壤生物量都已超过第 1 代试区,第 2 代试区因改造的时间晚,投入量少,土地生产力稍差,蚯蚓的数量也比第 1、第 2 代试区少。

3.2.2 年龄结构 年龄结构是重要的种群特征,种群中各个年龄群比率决定现有的繁殖状况,并能表明种群的未来发展情形,一般选择蚯蚓种群中成蚓所占的比例来反映种群的年龄结构。

以 1996 年 8 月份调查的结果为例,总体上成蚓、幼蚓所占比例基本相当,说明该地区基本上属于稳定型种群。就每个种的年龄结构来说,大部分蚯蚓种处于成蚓数量略大于幼蚓或基本相同的状况。暗灰异唇蚓在 3 个地区中幼蚓所占比例较大,说明该种属于增长型种群。

3.2.3 蚯蚓的单体重 蚯蚓的单体重因不同的种有较大差异,正蚓科的种普遍个体较小,而巨蚓科的种个体相对较大。蚯蚓的单体重的大小可以反映蚯蚓对土壤结构、土壤理化性状的作用程度。

根据 1996 年 8 月份调查结果显示:该地区蚯蚓(成蚓)的个体大小顺序为:威廉腔蚓>湖北远盲蚓>暗灰异唇蚓>日本杜拉蚓>赤子爱胜蚓>微小双胸蚓。威廉腔蚓单体重最大为 3.0g;湖北远盲蚓次之为 1.08g;暗灰异唇蚓 0.82g;日本杜拉蚓和赤子爱胜蚓单体重基本相当,分别为 0.23g 和 0.20g;微小双胸蚓个体最小,单体重只有 0.10g。

3.3 蚯蚓种的分布特征

3.3.1 蚯蚓种的空间分布特征 就所调查的 70 个样点的地块中,有 3 个样点出现 5 个蚯蚓种;有 4 个样点未发现蚯蚓;出现 3 个种的频率最高,占调查总样点的 47%,出现 3 个种以上的样点的概率为 78%,这表明大部分样点蚯蚓物种较丰富。

就每个种在该地区的分布来说,赤子爱胜蚓、暗灰异唇蚓、日本杜拉蚓在此地分布较广,分布最少的是威廉腔蚓,仅在第 2 代试区的小麦-东瓜地、第 1 代试区的小麦-豆类耕地和第 3 代试区的边缘地中发现。微小双胸蚓虽为古北界的种类,但在该地区分布较少,也可能是由于个体小,在采集时易被落掉或可能与该种对耕作等干扰较敏感有关,需进一步进行研究。

3.3.2 蚯蚓种随时间的动态分布规律 土壤的温度和湿度是蚯蚓敏感的环境因子,不同的蚯蚓种受到的影响各不相同,所以气候的变化影响到蚯蚓的分布状况。由表 4 可以看出,该地区 7~8 月份出现的蚯蚓种要多一些,而在深秋季节出现的种少,在此季节第 2 代试区仅出现 3 个种。全年蚯蚓的数量分布规律是:盛夏>初春>深秋,这是因为该地区属于暖温带气候,夏季温暖多雨、土壤潮湿,有益于蚯蚓繁殖生长,因此调查到的蚯蚓数量较多,而春秋两季地温较低且少雨、土壤较干燥,调查到的数量较少,另与调查的方法也有关系。调查的土层是 0~20cm 的土壤耕层,春秋两季土温低,部分蚯蚓可能在耕层以下活动或处于休眠

状态。

表 4 各试区蚯蚓种数及种群密度(条/m²)随季节动态变化情况(1995 和 1996 年两年平均值)

Table 4 Seasonal variation of earthworm species and population density(ind. / m², 1995, 1996)

试区 Survey area	月份 Month					
	4~5		7~8		10~11	
	种数 Species	种群密度 Population density	种数 Species	种群密度 Population density	种数 Species	种群密度 Population density
I	4	11.08	6	17.19	5	10.14
II	6	37.34	6	48.11	3	15.28
III	6	18.02	5	25.75	5	11.30

在调查中作者注意到巨蚓科的湖北远盲蚓和威廉腔蚓在两年的秋季调查中要明显少于其它科的蚯蚓,特别威廉腔蚓在秋季调查中三区皆未发现。这可能是不同蚯蚓种对温度的适应性不同引起的,因这两个种是东洋界的典型种,适应于南方温暖的气候,在此地温度较低条件下这两种蚯蚓的分布量较少。

4 主要结论

4.1 河北省曲周盐渍化改造区通过治理改造,土壤环境状况得到极大改善,土壤中蚯蚓种相对较丰富,有 3 个科、6 个属、6 个种,正蚓科的赤子爱胜蚓、暗灰异唇蚓和链胃蚓科的日本杜拉蚓是该地区的优势种。

4.2 当地土壤耕层中蚯蚓种群大小分别为:种群密度 20.50 条/m²,生物量 6.01g/m²,基本达到普通农田生态系统的水平,从年龄结构上看该地区蚯蚓种群属稳定型,成蚓和幼蚓量基本相当。

4.3 在所调查的样点中,出现 3 个蚯蚓种以上的样点比率占 78%,蚯蚓物种的空间分布相对较丰富。全年蚯蚓的数量分布规律是:盛夏 > 初春 > 深秋。

参考文献

- [1] Edwards C A, Lofty J R. BIOLOGY OF EARTHWORMS. Chapman and Hall, 1977.
- [2] Geoff Baker, et al. The abundance and diversity of earthworms in pasture soil in the Fleurieu Peninsula, South Australia. *Soil biology & biochemistry*, 24(12): 1389~1396.
- [3] Lee K E. Earthworm-their ecology and relationships with soils and land use. ACADEMIC PRESS, INC. (LONDON)LTD. 1985. 89~99.
- [4] 胡 锋, 吴珊眉. 不同土地利用方式红壤生态系统蚯蚓种群特征. 南京农业大学报, 1992, 16(1): 65~71.
- [5] 陈 义. 中国动物图谱——环节动物. 北京: 科学出版社, 1959. 2~16.
- [6] 徐 芹. 中国陆栖蚯蚓地理分布概述. 北京: 北京教育学院学报, 1996. 3.
- [7] 黄福珍. 蚯蚓. 北京: 农业出版社, 1982.
- [8] Fang pin, Wu wenliang, et al. Assessing Bioindication with Earthworm in An Intensively Farmed Rural Landscape. *Critical Reviews in Plant Science*, 1999, 18(3): 429~455.