

黄河三角洲土壤动物多样性初步调查研究

田家怡¹ 潘怀剑¹ 傅荣恕²

1(滨州师范专科学校, 山东滨州 256604) 2(山东师范大学, 济南 250100)

摘要: 1995~1996年对黄河三角洲9个代表性样区,进行了土壤动物定性、定量调查,并对古代、近代、现代黄河三角洲3个代表性样区开展了土壤动物周年调查,研究了土壤动物的种类组成、分布和季节变化,以及土壤动物多样性。调查研究结果:黄河三角洲共鉴定出土壤动物38种,土壤动物种类组成和数量分布因三个三角洲成土年龄不同而存在差异,土壤动物多样性以夏季为丰富。黄河三角洲土壤动物多样性与均匀度表现为正相关关系,与单纯度呈负相关趋势。

关键词:黄河三角洲,土壤动物,多样性

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:1005-0094(2001)03-0228-09

Study on soil animal diversity in the Yellow River Delta

TIAN Jia-Yi¹, PAN Huai-Jian¹, FU Rong-Shu²

1 Binzhou Teachers College, Binzhou, Shandong 256604

2 Shandong Normal University, Jinan 250100

Abstract: Based on qualitative and quantitative investigations of soil animals in nine sampling areas of the Yellow River Delta (YRD) made from 1995 to 1996 and yearly investigations made in the same period of soil animals in three sampling areas of ancient, recent and contemporary YRDs, the species composition, distribution, seasonal changes and diversity of soil animals have been characterised. In the YRD, 38 species of soil animals have been identified, most belong to the orders Acarina, Coleoptera and Collembola. According to different sampling methods, 19 species of large soil animals, 31 species of medium-small Tullgren soil animals and 3 species of medium-small Baermann soil animals have been identified. The species compositions and distributions in the three YRDs are different because of the age of soil formation. So are the seasonal species compositions and distributions, the soil animal in summer being richest in diversity. The index of diversity of soil animals in the YRD is correlated with the index of evenness, but is negatively correlated with the purity.

Key words: Yellow River Delta (YRD), soil animal, diversity

从150多年前在欧洲开始关于土壤动物的研究至今,土壤动物学研究已取得了很大进展。我国在20年代起就有学者从事某一类群的土壤动物研究,但真正系统地开展土壤动物学的研究,还是在近十几年的事(廖崇惠等,1984;陈鹏,张一,1986;廖崇惠,陈茂乾,1989;陈茂乾,廖崇惠,1990;廖崇惠等,1997;李朝达等,1997)。黄河三角洲是我国三大江河三角洲之一,也是世界著名的河流三角洲,它由

黄河携沙造陆而形成。黄河三角洲土地资源丰富,气候条件优越,浅海滩涂广阔,湿地资源独特,是地球上温带地区最完整、最广阔、最年轻的湿地生态系统,是目前我国三大三角洲中唯一具有保护价值的原始生态植被区,但对黄河三角洲的土壤动物过去一直少有报道。为此,笔者在进行黄河三角洲生物多样性研究的同时(田家怡,1999),于1995~1996年对该区土壤动物多样性开展了初步调查与研究。

1 研究方法

1.1 采样站点布设

由于黄河在各个历史时期的入海方位和冲淤范围不同,黄河三角洲生成发育的位置和规模也在不断变化。黄河三角洲分为古代黄河三角洲(黄河自远古至 1855 年改道山东大清河入海以前形成的三角洲)、近代黄河三角洲(1855 年~1934 年黄河分流顶点下移垦利渔洼之前形成的三角洲)、现代黄河三角洲(1934 年至今形成的三角洲)。为反映不同时期黄河三角洲沉积土壤动物多样性,本研究在黄河三角洲的无棣城东、滨城北、近代黄河三角洲的义和东、孟家西和现代黄河三角洲的黄河故道、西宋东、孤东与大汶流自然保护区、广北农场样区各设一个采样站点,共计 9 个代表性采样点(图 1)。

1.2 采样时间与频次

滨城北、孟家西和孤东自然保护区站点分别在 1995 年 12 月和 1996 年 2、4、6、8、10 月各调查采样 1 次,周年计 6 次;其他站点于 1996 年 6 月、8 月各采样 1 次,全年计 2 次。

1.3 调查内容

土壤动物定性、定量调查,同步测定土壤温度及理化因子。

1.4 采样方法

按国际通用方法进行。大型土壤动物采集使用大型取样器;中、小型节肢动物用容量为 100 mL 的采样器取样,然后置 Tullgren 式漏斗上,烘 48 h(简称干法),分检、鉴定;湿生土壤动物用容量为 25 mL 的采样器取样,置 Baermann 湿漏斗上烘 48 h(简称湿法),分检、鉴定(尹文英等,2000)。各类土壤动物均分别采上(0~5 cm)、中(5~10 cm)、下(10~15 cm)三层。

2 结果

2.1 土壤与植被

调查样区土壤多为滨海潮土,义和东和广北农场为滨海潮盐土。土壤 pH 7.0~7.6。土壤含盐量 0.1%~0.5%。滨城北、孟家西、西宋东植被均为栽培作物,黄河故道为人工刺槐林,其余样区为不同群丛的草甸(表 1)。

2.2 土壤动物种类组成

黄河三角洲 9 个调查样区共鉴定出土壤动物 38 种,分别隶属于线形动物、环节动物、软体动物、

节肢动物 4 门 8 纲。土壤动物各类群中,以蜚蠊目检出种数最多,达 10 种,占总种数的 26.32%;其次为鞘翅目,检出 6 种,占总种数的 15.79%;第三为弹尾目,检出 5 种,占总种数的 13.16%;膜翅目检出 3 种,柄眼目和直翅目各检出 2 种,其他类群各检出 1 种。

按不同的集虫方法分析,大型土壤动物共检出 19 种,占土壤动物检出总种数的 50.00%;其中以鞘翅目、腹足纲、寡毛纲和膜翅目种数为多,分别为 5、3、2 和 2 种,其他类群土壤动物各 1 种。中小型土壤动物(干法)共检出 31 种,占土壤动物总种数的 81.58%;其中以蜚蠊目、鞘翅目和弹尾目检出种数最多,分别为 10、6 和 5 种,各占中小型土壤动物(干法)种数的 32.26%、19.35% 和 16.13%,共占 67.74%,为土壤动物的重要组成成分。中小型湿生土壤动物(湿法)仅检出 3 种,分属于线虫纲、蜚蠊目和弹尾目。可见,三种不同集虫方法检出的土壤动物中,以中小型土壤动物(干法)最多,大型土壤动物次之,中小型湿生土壤动物(湿法)最少。

2.3 土壤动物优势种类

各调查样区土壤动物出现月份、频次和数量较多的优势种类有:钻螺(*Opeas* sp.)、革螨(*Gamasina* sp.)、爪哇菌甲螨(*Schelorbates fimbriatus*)、船形木虱(*Nagurus* sp.)、白符蚧(*Folsomia candida*)、*Entomobrya striatella*、蛭虫(*Psocoptera* sp.)、步甲(*Carabidae* sp.)、蚁形隐翅甲(*Paederus* sp.)等。

2.4 土壤动物的分布

2.4.1 种类分布 古代黄河三角洲的滨城北样区,大型土壤动物检出 9 种,分别隶属于 7 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数 23 种的 39.13%。中小型土壤动物(干法)检出 15 种,隶属于 8 个(纲)目,占该样区总种数的 65.22%;以蜚蠊目、弹尾目和鞘翅目种类为多,分占中小型土壤动物(干法)种数的 26.67%、20.00% 和 20.00%(表 2)。

近代黄河三角洲的孟家西样区,大型土壤动物检出 8 种,分别隶属于 5 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数 23 种的 34.78%。中小型土壤动物(干法)检出 17 种,隶属于 9 个(纲)目,占总种数的 73.91%;以蜚蠊目、弹尾目和鞘翅目检出种数为多,分别占中小型土壤动物(干法)种数的 23.53%、23.53% 和 17.65%。

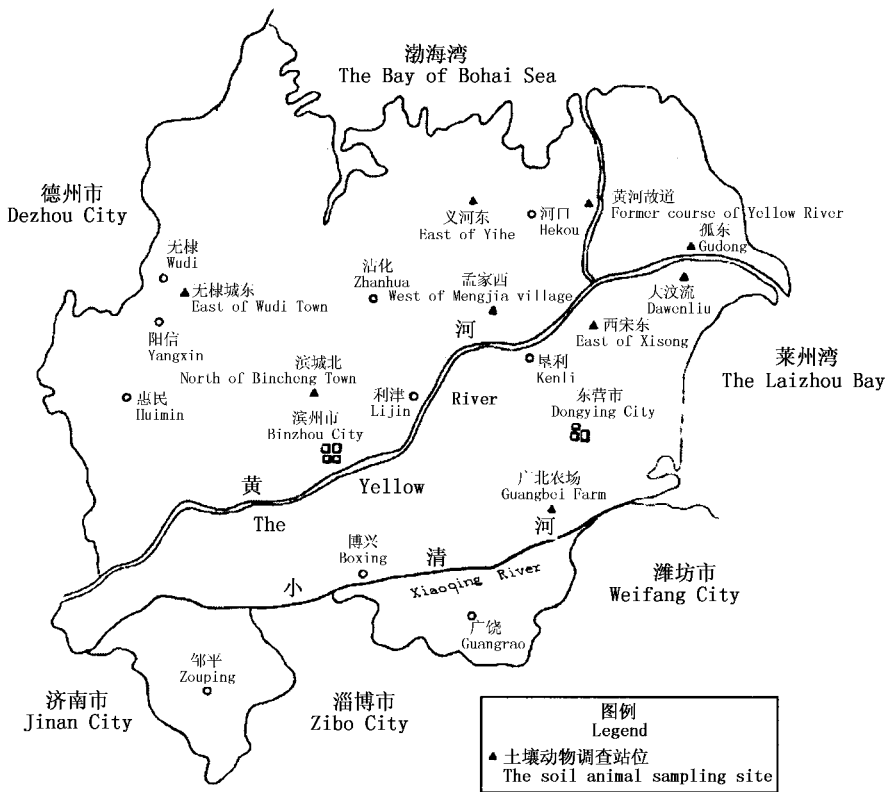


图 1 黄河三角洲土壤动物采样站点示意图
 Fig. 1 Sampling sites of soil animals in the Yellow River Delta

表 1 调查样区土壤理化因子与植被

Table 1 Physio-chemical factors of soils and vegetation of the sampling areas

调查样区 Sampling area	土壤类型 Soil type	土壤 pH Soil pH	土壤含盐量(%) Soil salineness (%)	植被状况 Vegetation	
古代黄河三角洲 Ancient YRD	无棣城北 North of Wudi Town	壤质滨海潮土 Loamy seashore moisture soil	7.3	0.3	次生杂类草 Secondary weeds
	滨城北 North of Bincheng Town	壤质滨海潮土 Loamy seashore moisture soil	7.0	0.1	栽培作物小麦、玉米、棉花 Cultivated wheat, corn and cotton
近代黄河三角洲 Modern YRD	义和东 East of Yihe	滨海潮盐土 Seashore solonchak	7.5	0.4	盐地碱蓬 - 二色补血草群落 Ass. <i>Suaeda salsa</i> - <i>Limonium bicolor</i>
	孟家西 West of Mengjia Village	砂质滨海潮土 Sandy seashore moisture soil	7.2	0.2	栽培作物玉米、蔬菜 Cultivated corn and vegetables
现代黄河三角洲 Contemporary YRD	西宋东 East of Xisong	粘质滨海潮土 Clay seashore moisture soil	7.3	0.3	栽培作物小麦、玉米、棉花 Cultivated wheat, corn and cotton
	黄河故道 Former course of the Yellow River	砂质滨海潮土 Sandy seashore moisture soil	7.2	0.2	人工刺槐林 Artificial <i>Robinia pseudoacacia</i> forest
	孤东 Gudong	砂质滨海潮土 Sandy seashore moisture soil	7.2	0.2	芦苇 - 獐茅群落 Ass. <i>Phragmites communis</i> - <i>Aeluropus Littoralis</i> var. <i>sinensis</i>
	大汶流 Dawenliu	砂质滨海潮土 Sandy seashore moisture soil	7.2	0.2	芦苇 - 苦蕒菜群落 Ass. <i>Phragmites communis</i> - <i>Ixeris denticulata</i>
	广北农场 Guangbei Farm	滨海潮盐土 Seashore solonchak	7.6	0.5	芦苇 - 獐茅群落 Ass. <i>Phragmites communis</i> - <i>Aeluropus Littoralis</i> var. <i>sinensis</i>

表 2 3 个代表样区不同集虫方法的土壤动物种类分布(单位:种)

Table 2 Distribution of soil animal species in three sampling areas (unit: species)

门 Phylum	纲 Class	目 Order	滨城北 North of Bincheng Town			孟家西 West of Mengjia village			孤东 Gudong		
			大型 Big	中小型 (干法) Medium- small	中小型 (湿法) Medium- small	大型 Big	中小型 (干法) Medium- small	中小型 (湿法) Medium- small	大型 Big	中小型 (干法) Medium- small	中小型 (湿法) Medium- small
				(Tullgren)	(Baermann)		(Tullgren)	(Baermann)		(Tullgren)	(Baermann)
线形动物门 Nemathelminthes	线虫纲 Nematoda			1		1	1		1	1	
环节动物门 Annelida	寡毛纲 Oligochaeta		2	1		2			1		
软体动物门 Mollusca	腹足纲 Gastropoda	柄眼目 Stylommatophora	1						1		
节肢动物门 Arthropoda	蛛形纲 Arachnida	蜘蛛目 Araneae		1					1	1	
		蜱螨目 Acarina		4		1	4			7	
	软甲纲 Malacostraca	等足目 Isopoda	1				1				
	唇足纲 Chilopoda	地蜈蚣目 Geophilomorpha	1								
		蜈蚣目 Scolopendromorpha	1								
	昆虫纲 Insecta	弹尾目 Collembola		3			4			2	
		双尾目 Diplura					1				
		直翅目 Orthoptera				1	1		1		
		啮目 Psocoptera		1			1				
		鞘翅目 Coleoptera	2	3		3	3			2	
		膜翅目 Hymenoptera	1	1		1	1			1	
	蠋蟥纲 Pauropoda			1						1	
合计 Total			9	15	1	8	17	1	3	16	

现代黄河三角洲的孤东自然保护区,大型土壤动物检出 3 种,隶属于 3 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数 21 种的 14.28%。中小型土壤动物(干法)检出 16 种,隶属于 8 个(纲)目,占该样区总种数的 76.19%;以蜱螨目检出种类最多,占中小型土壤动物(干法)种数的 43.75%。

古代、近代、现代黄河三角洲 3 个样区中小型湿生土壤动物(湿法)均各检出线虫 1 种。

2.4.2 垂直分布 按土壤动物不同栖息层次分析,滨城北样区上层(0~5 cm)土壤动物检出 17 种,隶属于 10 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数

的 73.91%;以弹尾目和蜱螨目检出种类为多,分占上层土壤动物总种数的 23.53% 和 17.65%。中层(5~10 cm)土壤动物检出 12 种,隶属于 6 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数的 52.17%;以蜱螨目和鞘翅目检出种类为多,分占中层土壤动物总种数的 33.33% 和 25.00%。下层(10~15 cm)土壤动物检出 8 种,隶属于 5 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数的 34.78%;以鞘翅目检出种类为多,占下层土壤动物总种数的 37.50%(表 3)。

孟家西样区上层(0~5 cm)土壤动物检出 15 种,隶属于 8 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数

的 65.22% ;以弹尾目和鞘翅目检出种类为多,分占上层土壤动物种数的 26.67% 和 20.00%。中层(5 ~ 10 cm)土壤动物检出 12 种,隶属于 7 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数的 52.17% ;以蜚蠊目、鞘翅目检出种类为多,分占中层土壤动物总种数的 25.00%。下层(10 ~ 15 cm)土壤动物检出 9 种,隶属于 7 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数的 39.13% ;除蜚蠊目和膜翅目各检出 2 种外,其他类群均检出 1 种。

孤东自然保护区样区上层(0 ~ 5 cm)土壤动物检出 15 种,隶属于 7 个(纲)目,占该样区土壤动物总种数的 71.43% ;以蜚蠊目检出种数最多,占上层土壤动物总种数的 46.67%。中层(5 ~ 10 cm)土壤动物检出 7 种,隶属于 5 个(纲)目。下层(10 ~ 15

cm)土壤动物检出 7 种,隶属于 4 个目。中、下层土壤动物均以蜚蠊目种类为多,各占其总种数的 42.86%。

上述可见,3 个样区上层土壤动物栖息种类为多,中层次之,下层最少,土壤动物的垂直分布明显。

2.4.3 季节分布 按周年不同月份分析,滨城北样区以 10 月份、6 月份土壤动物种类最多,分别为 12 和 10 种,各占该样区土壤动物总种数的 52.17% 和 43.48%。以冬季的 2 月份土壤动物种类最少,仅检出 2 种,只占该样区土壤动物总种数的 8.70% (表 4)。

孟家西样区以 8、10 月份土壤动物检出种类最多,分别为 14 和 10 种,各占该样区土壤动物总种数的 60.87% 和 43.48%。以冬季 2 月份种类最少,仅

表 3 3 个代表样区土壤动物垂直分布(单位:种)

Table 3 Vertical distribution of soil animals in three sampling areas (unit: species)

门 Phylum	纲 Class	目 Order	滨城北 North of Bincheng Town			孟家西 West of Mengjia village			孤东 Gudong		
			上层 Upper layer	中层 Middle layer	下层 Lower layer	上层 Upper layer	中层 Middle layer	下层 Lower layer	上层 Upper layer	中层 Middle layer	下层 Lower layer
线形动物门 Nemathelminthes	线虫纲 Nematoda			1	1	1				1	
环节动物门 Annelida	寡毛纲 Oligochaeta		2	2	2	2	1	1	1		
软体动物门 Mollusca	腹足纲 Gastropoda	柄眼目 Stylommatophora	1						1		
节肢动物门 Arthropoda	蛛形纲 Arachnida	蜘蛛目 Araneae	1						1	1	
		蜚蠊目 Acarina	3	4		2	3	2	7	3	3
	软甲纲 Malacostraca	等足目 Isopoda	1		1	1					
	唇足纲 Chilopoda	地蜈蚣目 Geophilomorpha	1								
	昆虫纲 Insecta	弹尾目 Collembola	4	1		4	2	1	2	1	1
		双尾目 Diplura						1			
		直翅目 Orthoptera				1	1	1			
		蛭目 Psocoptera	1			1	1		1		
		鞘翅目 Coleoptera	2	3	3	3	3	1	2	1	2
		膜翅目 Hymenoptera	1	1			1	2			1
	蠋蟥纲 Pauropoda				1						
合计 Total			17	12	8	15	12	9	15	7	7

出现 1 种,只占该样区土壤动物总种数的 4.35%。

孤东样区以 6、8 月份土壤动物种类最多,分别检出 10 种和 9 种,各占该样区土壤动物总种数的 47.62% 和 42.86%。以冬季的 2 月份和春季的 4 月份土壤动物检出种类最少,仅各检出 1 种,各占该样区土壤动物总种数的 4.76%。

以上可见,滨城北和孟家西样区土壤动物种类以夏、秋季为多,孤东样区以夏季种类为多,3 个样区均以冬、春季种类最少。

2.4.4 数量分布 滨城北样区土壤动物以蜚蠊目个体数量最多,占总个体数量的 34.91%;鞘翅目居第二位,占 27.69%;弹尾目居第三位,占 23.69%。

这 3 个目土壤动物个体数量已占总个体数量的 86.29%,其他类群个体数量仅占 13.71%(表 5)。按周年不同月份统计,以 6 月份土壤动物个体数量最多,占总个体数量的 32.46%;8 月份次之,占 25.00%;12 月份占 18.77%,屈居第三位;以冬季的 2 月份个体数量最少,仅占 2.57%。

孟家西样区土壤动物个体数量以弹尾目最多,占总个体数量的 36.77%;鞘翅目占 28.38%,居第二位;蜚蠊目占 26.60%,居第三位。上述 3 个目的土壤动物个体数量已占总个体数量的 91.75%,其他类群个体数量已微不足道。按周年不同月份统计,以 8 月份土壤动物个体数量最多,占总个体数量

表 4 3 个代表样区土壤动物季节分布(单位:种)

Table 4 Seasonal distributions of soil animals in 3 sampling areas (unit: species)

纲或目 Class or Order	滨城北 North of Bincheng Town						孟家西 West of Mengjia village						孤东 Gudong					
	2月	4月	6月	8月	10月	12月	2月	4月	6月	8月	10月	12月	2月	4月	6月	8月	10月	12月
	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.
线虫纲 Nematoda					1	1				1	1	1				1		1
寡毛纲 Oligochaeta		1	1	1	1	1	1			1	1				1			
柄眼目 Stylommatophora					1												1	
蜘蛛目 Araneae				1									1	1				1
蜚蠊目 Acarina			4	1	2	3			1	3	3	2			5	2	5	3
等足目 Isopoda		1			1	1												
地蜈蚣目 Geophilomorpha					1													
蜈蚣目 Scolopendromorpha		1																
弹尾目 Collembola		1	3	1	1		1		1	4	3	2			1	2	1	1
双尾目 Diplura									1									
直翅目 Orthoptera									1	1						1		
蛭目 Psocoptera					1					1		1			1			
鞘翅目 Coleoptera	1	1	1	1	2			2	3	3	1				2	2		
膜翅目 Hymenoptera			1	1				1			1					1		
蠃蚧纲 Pauropoda					1													
合计 Total	2	4	10	6	12	6	1	4	7	14	10	6	1	1	10	9	7	6

的 38.52% ;6 月份次之 ,占 34.00% ;10 月份居第三位 ,占 13.23% ;以 2 月份最少 ,仅占 1.13%。

孤东样区土壤动物个体数量以蜚蠊目最多 ,占总个体数量的 66.37% ;鞘翅目个体数量占 13.39% ,居第二位 ;弹尾目占 10.28% ,膜翅目占 6.29% ;上述 4 个目的土壤动物个体数量已占总个体数量的 96.33% ,其他类群所占比例很小。按周年不同月份统计 ,以 10 月份土壤动物个体数量最多 ,占总个体数量的 50.48% ;6 月份次之 ,占 29.98% ;8 月份居第三位 ,占 13.18%。以 4 月份和 2 月份个体数量最少 ,仅分别占总个体数量的 0.02% 和 0.04%。

2.5 土壤动物多样性分析

本研究以土壤动物生物量计算的多样性指数和

均匀度、单纯度三个指标 ,对黄河三角洲土壤动物多样性进行分析评价。多样性指数(H')即 Shannon-Wiener 指数 ,其公式为 : $H' = - \sum (n_i/N) \ln(n_i/N)$;均匀度(J)公式为 : $J = H'/H'_{\max} = H'/\ln S$;单纯度(P)公式为 : $P = \sum n_i^2 / N^2$ (陈宽智,1979)。式中 : n_i — i 种的个体数 ; N —群落的个体总数 ; H'_{\max} —最大多样性指数 ; S —生物的种类数。

2.5.1 古代黄河三角洲土壤动物多样性 滨城北样区土壤动物多样性指数范围 0.14 ~ 2.06 ,以 10 月份最高 ,2 月份最低 ;均匀度指数 0.20 ~ 0.85 ,以 6 月份最高 ,2 月份最低 ;单纯度指数 0.15 ~ 0.94 ,以 2 月份最高 ,10 月份最低。该样区土壤动物 10 月份种类最多 ,个体分布较均匀 ,故单纯度最低 ;2 月份种类最少 ,多样性指数最低 ,单纯度最高。

表 5 3 个代表样区土壤动物数量分布(单位 :个/ m^2)

Table 5 Numbers of soil animals in three sampling areas (unit : ind./ m^2)

纲或目 Class or Order	滨城北 North of Bincheng Town							孟家西 West of Mengjia village							孤东 Gudong							
	2月 Feb.	4月 Apr.	6月 Jun.	8月 Aug.	10月 Oct.	12月 Dec.	合计 Sum	2月 Feb.	4月 Apr.	6月 Jun.	8月 Aug.	10月 Oct.	12月 Dec.	合计 Sum	2月 Feb.	4月 Apr.	6月 Jun.	8月 Aug.	10月 Oct.	12月 Dec.	合计 Sum	
线虫纲 Nematoda					510	500	1010				255	765		1020				255		510	765	
寡毛纲 Oligochaeta	88	8	255	319	8	678	8				16	32	56				255				255	
柄眼目 Stylommatophora				8		8													64		64	
蜘蛛目 Araneae				255		255								16	8						24	
蜚蠊目 Acarina			2805	510	510	3315	7140			3060	4335	3068	1530	11993				6885	1020	21420	263	29588
等足目 Isopoda	16			24	16	56				255			255									
地蜈蚣目 Geophilomorpha				8		8																
蜈蚣目 Geophilomorpha	16					16																
弹尾目 Collembola	510	2805	510	1020		4845	510	3060	8160	1785	3060	16575				1020	760	1020	1785	4585		
双尾目 Diplura									510				510									
直翅目 Orthoptera									510	24	8		542				16		255	271		
蛭目 Psocoptera				255		255				255		255	510				255				255	
鞘翅目 Coleoptera	510	510	765	3575	303	5663	518	8190	4080	8			12796				4950	1020			5970	
膜翅目 Hymenoptera			255	8		263	510				314		824				2805				2805	
蠋蛾纲 Pauropoda				255		255																
合计 Total	526	1124	6638	5113	3212	3839	20452	510	1036	15330	17364	5964	4877	45081	16	8	13365	5876	22504	2813	44582	

2.5.2 近代黄河三角洲土壤动物多样性 孟家西样区土壤动物多样性指数范围 0~2.10,以 8 月份最高 2 月份最低;均匀度范围 0~0.84,以 10 月份最高 2 月份最低;单纯度范围 0.14~1.00,以 2 月份最高 10 月份最低。该样区 8 月份土壤动物种类多,多样性指数高,但不如 10 月份种群结构复杂,个体分布均匀。

2.5.3 现代黄河三角洲土壤动物多样性 孤东样区土壤动物多样性指数范围 0~2.06,以 6 月份最高;均匀度范围 0~0.86,以 6 月份最高;单纯度范围 0.14~1.00,以 6 月份最低。2、4 月份多样性指数、均匀度均为零,只出现 1 种,单纯度为 1.00。该样区 6 月份种群结构较复杂,个体分布较均匀,故多样性指数、均匀度都略高于 8 月份,而单纯度则低于 8 月份。

3 个调查样区土壤动物多样性指数与均匀度均表现为正相关关系,多样性指数与单纯度基本上均呈负相关趋势(见图 2~4)。

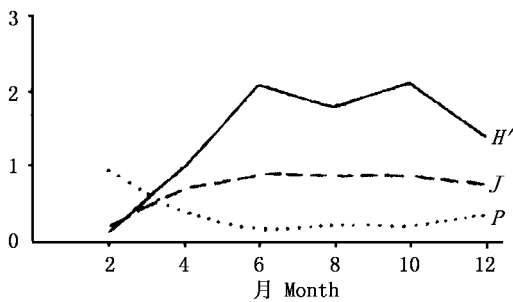


图 2 滨城北土壤动物多样性指数周年变化曲线
Fig. 2 Yearly changes in indices of soil animal diversity to the north of Bincheng Town

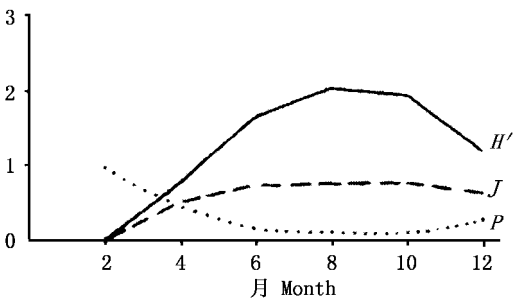


图 3 孟家西土壤动物多样性指数周年变化曲线
Fig. 3 Yearly changes in indices of soil animal diversity to the west of Mengjia village

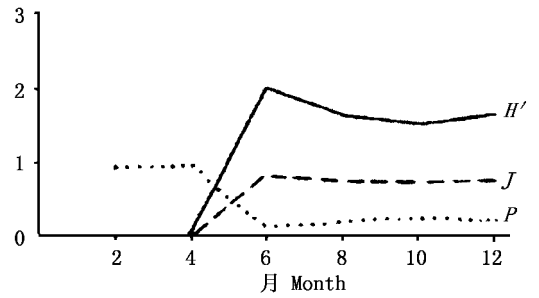


图 4 孤东土壤动物多样性指数周年变化曲线
Fig. 4 Yearly changes in indices of soil animal diversity in Gudong

3 讨论

古代黄河三角洲滨城北调查样区属于耕作农田,共采到土壤动物 23 种,其中蜚蠊目和鞘翅目各 4 种;以蜚蠊目个体数量最多,占总个体数的 34.91%,鞘翅目和弹尾目各占 27.69% 和 23.69%。近代黄河三角洲孟家西调查样区亦为耕作土,共采到土壤动物 23 种,其中蜚蠊目和弹尾目各 4 种,而鞘翅目多达 6 种,鞘翅目为优势种群;个体数量则以弹尾目最多,占总个体数的 36.77%,鞘翅目和蜚蠊目各占 28.38% 和 26.60%。现代黄河三角洲的孤东自然保护区样区为黄河新淤地,共采到土壤动物 21 种,其中蜚蠊目 7 种,弹尾目 4 种,鞘翅目 3 种,以蜚蠊目种类、个体数量最多,占总个体数量的 66.37%,鞘翅目和弹尾目各占 13.39% 和 6.29%。由此可见,三个三角洲成土年龄不同,土壤动物的种群组成和数量分布存在差异。现代黄河三角洲以蜚蠊目种类和数量最多,占绝对优势;近代黄河三角洲以鞘翅目种类最多,弹尾目个体数量最多,鞘翅目和蜚蠊目数量所占比例亦较大;古代黄河三角洲以蜚蠊目种类最多、数量最大,但鞘翅目和弹尾目数量所占比例也较高。近代和古代黄河三角洲土壤动物优势类群表现出了多样化,而现代黄河三角洲则表现出了优势种群的单一性,与之新生淤地、成土年幼是相吻合的。

古代、近代、现代黄河三角洲 3 个代表性调查样区土壤动物周年多样性指数相比较,多样性指数最大值范围 2.06~2.10,相差甚微,孟家西略高;不同点在于滨城北和孤东多样性指数最大值均出现在 6 月份,而孟家西出现在 8 月份。均匀度最大值范围 0.84~0.86,孤东 6 月份略高,但相差不大;滨城北和孤东均以 6 月份均匀度最高,个体分布最均匀,而

孟家西则为 10 月份。单纯度最大值范围 0.94 ~ 1.00 均出现在 2 月份,主要是由于冬季气温、地温最低,土壤动物物种单一所致。

4 小结

黄河三角洲 9 个调查样区共鉴定出土壤动物 38 种,分别隶属于 4 门 8 纲,以蜱螨目、鞘翅目、弹尾目种类为多,优势种类有钻螺、革螨、爪哇菌甲螨、船形木虱、白符蚋、蛭虫、步甲和蚁形隐翅甲等,有 9 种螨类和 5 种弹尾类为山东新记录。按不同集虫方法分析,大型土壤动物检出 19 种,中小型土壤动物干法和湿法各检出 31 种和 3 种。古代、近代、现代黄河三角洲调查样区各采到土壤动物 23、23 和 21 种,3 个三角洲成土年龄不同,土壤动物的种群组成和数量分布差别明显,近代和古代黄河三角洲土壤动物优势类群表现出多样化,现代黄河三角洲为新生淤地、成土年幼,优势种群较单一。3 个三角洲周年土壤动物多样性指数最大值均出现在夏季 6、8 月份,最低值则出现在冬季的 2 月份,这是因冬季地温低、土壤动物种类少且单一所致。土壤动物多样性指数与均匀度基本上表现为正相关关系,与单纯度呈负相关趋势。

参考文献

- 陈宽智, 1979. 介绍四种多样性指数及均匀度测量. 环境科学, 2: 64 ~ 70
- 陈茂乾, 廖崇惠, 1990. 鼎湖山森林土壤动物研究 II, 不同生境的群落组成. 见: 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位站(编), 热带亚热带森林生态系统研究(第 7 集). 北京: 科学出版社, 90 ~ 99
- 陈鹏, 张一, 1986. 长白山针阔叶混交林的土壤动物群集的研究. *Edaphologia*, 35: 39 ~ 45
- 李朝达, 肖宁年, 杨大荣, 1997. 西双版纳片断热带雨林土壤动物组成的比较. 动物学研究, 18(1): 45 ~ 49
- 廖崇惠, 陈茂乾, 谢映书, 1984. 小良热带人工林土壤动物初步调查. 见: 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位站(编), 热带亚热带森林生态系统研究(第 2 集). 广州: 科学普及出版社, 214 ~ 226
- 廖崇惠, 陈茂乾, 1989. 鼎湖山森林土壤动物研究 I. 区系组成及其特征. 见: 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位站(编), 热带亚热带森林生态系统研究(第 5 集). 北京: 科学出版社, 83 ~ 94
- 廖崇惠, 李健雄, 黄海涛, 1997. 南亚热带森林土壤动物群落的多样性研究. 生态学报, 17(5): 549 ~ 555
- 田家怡, 贾文泽, 窦洪云, 焦玉木, 高奎江, 蔡学军著, 1999. 黄河三角洲生物多样性研究. 青岛: 青岛出版社, 1 ~ 524
- 尹文英等著, 2000. 中国土壤动物. 北京: 科学出版社, 1 ~ 339

(责任编辑: 闫文杰)