

图们江流域土壤动物初步调查*

陈 鹏

(东北师范大学地理系)

谢炳庚

(湖南师范学院地理系)

国际上近 20 年的研究证明,土壤动物在生态系统中,特别是在物质转化和土壤形成与熟化上均起重要作用。笔者从 1979 年开始,对长白山森林土壤动物做了一些调查。最近,参加了东北师范大学所组织的图们江流域生态系统研究工作,并对这里的土壤动物进行了初步调查。

工 作 方 法

1982 年 5—7 月,在图们江上、中、下游,共选三个调查点(和龙县红旗河林场、汪清县红石林场、珲春县大荒沟),每个点大体按农田、沼泽、草甸、荒山灌丛、次生杂木林、针阔混交林、针叶林七个生境和三个土壤发生层,分别进行野外采样调查。取样面积,在 50×50 平方厘米样方内,按 200 平方厘米和 50 平方厘米采取,共取 1,470 个土样(50 立方厘米环刀),回到室内分别采用图格林(Tullgren)法和伯尔曼(Baermann)法分离提取,然后进行种类、数量统计。分类鉴定依据青木淳一的土壤动物检索表,只鉴定到纲或目,故统称为类群。

类群、数量组成

调查期间,在图们江流域共采得中、小型土壤动物 24 类、19,163 个,分隶于 5 门 10 纲。其中优势类群(个体数占全捕量的 10% 以上)为线虫类、螨类、弹尾类,共占 83.30%;常见类群(个体数占全捕量的 1—10%)为线蚓类、双翅类幼虫、缓步类,共占 14.39%。两者共占 97.69%(表 1),这六类构成了图们江流域夏季土壤动物的基本群。它们数量多、分布广,在森林生态系统中占有重要地位。其余 18 类为稀

有类群(个体数占全捕量的 1% 以下),如涡虫类(占 0.57%)、蜘蛛类(占 0.33%)、地蜈蚣类(占 0.08%)等。

表 1 图们江流域土壤动物数量统计

类 群		个 数	%
优势类群	线虫纲 Nematoda	6165	32.17
	蜱螨目 Acarina	5036	26.28
	弹尾目 Collembola	4763	24.85
常见类群	线蚓科 Enchytraeidae	1860	9.70
	双翅目 Diptera	594	3.10
	缓步科 Macrobitidae	304	1.59
稀有类群.....		441	2.31
合 计		19163	100.0

各类群个体数量的不同,各类群的平均密度也就相应不同。就全流域看,平均密度大小的顺序,依次是线虫类、螨类、弹尾类、线蚓类、双翅类幼虫等。

土壤动物的水平分布

从生态地理学观点,将图们江流域土壤动物分为 7 种不同土壤动物群:针叶林、针阔混交林、次生杂木林、荒山灌丛、草甸、沼泽、农田等动物群。它们之间,有的在类群、数量上表现出明显的差异,也有的表现了极大的相似。

在 7 种不同土壤动物群中,类群和个体数最多的是针阔混交林和次生杂木林。前者 22 类,6717 个;后者 21 类,4047 个。土壤动物最贫乏的是农田,仅 7 类,283 个(表 2、图 1)。

* 湖南师范学院地理系张友梅同志参加了野外调查工作。

比较各土壤动物群的平均密度,发现有下列特点:混交林>针叶林>次生杂木林>沼泽>荒山灌丛>草甸>农田(图2)。除针叶林和沼泽较特殊外,其它5个土壤动物群平均密

度只是个体数上的差别。构成优势类群与常见类群的,在各群中基本上是前述6类,仅个别的有所不同(表2)。然而就各土壤动物群所有的类群和数量分析又看出有较大的差别。如按扎

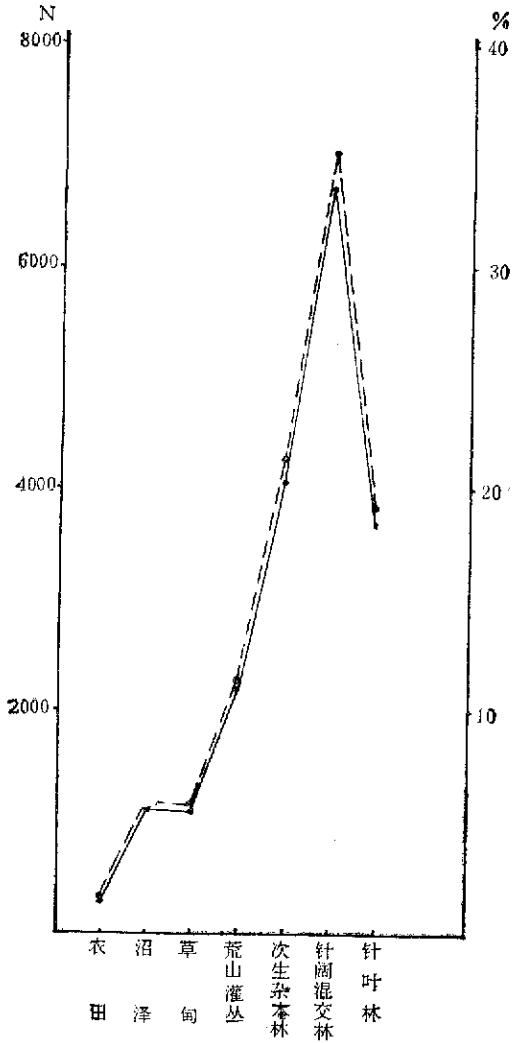


图1 图们江流域各土壤动物群数量
——个体数 ----相对数量

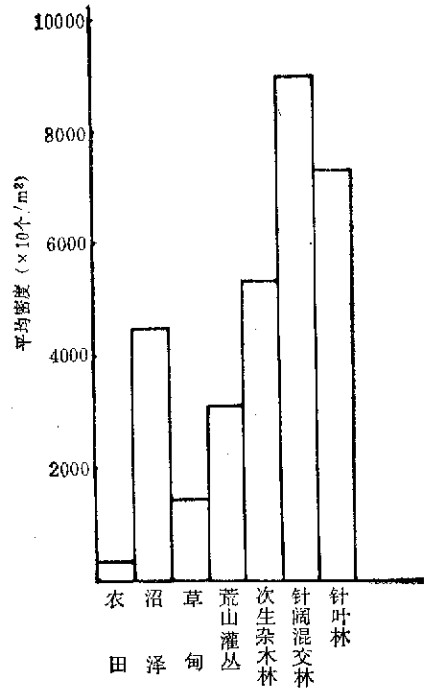


图2 图们江流域各土壤动物群平均密度

度的大小顺序,恰好与植物群落的逆行演替序列(针阔混交林→次生杂木林→荒山灌丛→草甸→农田)相一致,这一点值得特别注意。在一定程度上反映了土壤动物数量与植物群落演替的关系。

卡德 (Jaccard) 共同系数,从类群组成方面进行聚类分析,得图3的结果。

$$\text{公式 } q = \frac{c}{a + b - c}$$

(试中 a 为 A 群所有类群数, b 为 B 群所有类群数, c 为 A 、 B 群共有类群数)。从图3可知,次生杂木林与针阔混交林、草甸与荒山灌丛动物群之间的关系极为密切,农田与草甸、沼泽等动物群为中等相似,与其它均为中等不相似,针叶林、沼泽土壤动物群的组成与其它土壤动物群之间均为中等相似(1.0—0.75 极相似;0.75—0.5 中等相似;0.5—0.25 中等不相似;0.25—0 极不相似)^[6]。如果考虑到各个类群的个体数在总个体数中所占的比重,则各动物群的相似

各土壤动物群的优势类群与常见类群,一

表 2 图们江流域土壤动物类群和数量统计

类 群	农 田		沼 泽		草 甸		荒 山 灌 丛		次 生 杂 木 林		针 阔 混 交 林		针 叶 林		合 计		数量等级
	个 体 数	占 全 捕 量 %	个 体 数	占 全 捕 量 %	个 体 数	占 全 捕 量 %	个 体 数	占 全 捕 量 %	个 体 数	占 全 捕 量 %	个 体 数	占 全 捕 量 %	个 体 数	占 全 捕 量 %	个 体 数	占 全 捕 量 %	
线 虫 类	53	0.86	115	1.87	515	8.35	778	12.62	1267	20.55	2335	37.88	1102	17.88	6165	32.17	+++
螨 类	84	1.67	621	12.33	222	4.41	523	10.39	1187	23.57	1575	31.27	824	16.36	5036	26.28	+++
弹 尾 类	97	2.04	128	2.69	109	2.29	463	9.72	862	18.10	1926	40.44	1178	24.73	4763	24.85	+++
线 蚓 类	26	1.40	34	1.83	130	6.99	233	12.53	440	23.66	549	29.52	448	24.09	1860	9.70	++
双翅类幼虫	16	2.69	202	34.01	13	2.19	89	14.98	125	21.04	118	19.87	31	5.22	594	3.10	++
缓 步 类	2	0.66	7	2.30	44	14.47	32	10.53	96	31.58	97	31.91	26	8.55	304	1.59	++
涡 虫 类			7	6.36	50	45.45	16	14.55	3	2.73	17	15.45	17	15.45	110		+
鞘翅类幼虫	5	5.68	4	4.55	7	7.95	4	4.55	15	17.05	22	25.00	31	35.23	88		+
蜘 蛛 类					2	3.17	15	23.81	7	11.11	34	53.97	5	7.94	63		+
甲 壳 类			19	63.33					1	3.33	2	6.67	8	26.67	30		+
鞘翅类成虫			3	13.64	1	4.55	2	9.09	4	18.18	9	40.91	3	13.64	22		+
石 蜈 蚣 类							8	50.00	5	31.25	1	6.25	2	12.50	16		+
双翅类成虫			4	25.00	1	6.25	9	56.25			2	12.50			16		+
地 蜈 蚣 类			2	12.50			5	31.25	6	37.50	3	18.75			16		+
倍 足 类									3	23.08	3	23.08	7	53.85	13		+
半翅类幼虫								3	25.00	5	41.67	4	33.33		12		+
膜 翅 类					1	9.09	2	18.18	4	36.36	3	27.27	1	9.09	11	2.31	+
腹 足 类			1	9.09					6	54.54	4	36.36			11		+
结 合 类							6	60.00	3	30.00	1	10.00			10		+
缨 翅 类									3	60.00	2	40.00			5		+
盲 蛛 类											4	100.00			4		+
双 尾 类									1	33.33	2	66.67			3		+
同 翅 类					1	33.33	2	66.67							3		+
鳞翅类幼虫											3	100.00			3		+
蚯 蚓 类									2	66.67	1	33.33			3		+
拟 蝎 类									2	100.00					2		+
合 计	283	1.48	1147	5.99	1096	5.72	2190	11.43	4047	21.12	6717	35.05	3683	19.22	19163	100.0	

* +++——优势类群； ++——常见类群； +——稀有类群。

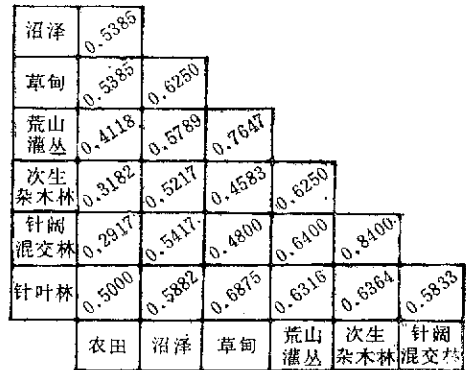
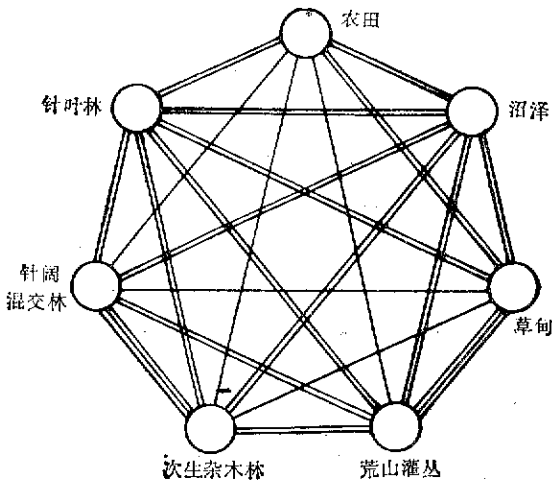


图 3 各土壤动物群的相似度

程度又稍有不同。根据相关系数公式：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_i)(X_{jk} - \bar{X}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_i)^2 \sum_{i=1}^n (X_{jk} - \bar{X}_j)^2}}$$

采用 7 个指标，即线虫类、螨类、弹尾类、线蚓类、双翅类幼虫、缓步类的相对数量及其它类群相对数量的合计（表 2），计算各动物群的相关关系程度值，得聚类分析图（图 4）。该图清楚地显示出 7 个土壤动物群的相似度：针叶林与

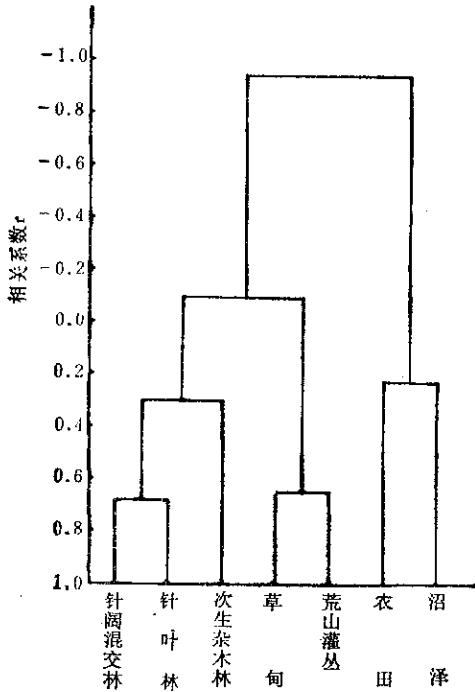


图 4 各土壤动物群聚类谱系图

针阔混交林最相似，相似度为 0.6679；其次是荒山灌丛与草甸，相似度为 0.65；它们的相似程度均达到相似级 (>0.4)。而农田与沼泽的相似度仅为 0.2108，只达到较相似级 (0.4—0.2)，同时它们与其它土壤动物群表现出有较大的区别，直到最后一次方与其它动物群聚为一类。如果分别在相关系数为 0.4 与 0.2 处作两条与横轴平行的直线，那么在 $r = 0.4$ 的直线上，可以将 7 个动物群分为 5 类即针阔混交林与针叶林，草甸与荒山灌丛，次生林，农田，沼泽；在 $r = 0.2$ 的直线上，则分为 3 类：森林（针叶林、混交林、次生杂木林），草甸和荒山灌丛，农田和

沼泽。

此外，各类群在土壤动物群中的个体数，占全捕量的比重因类群的不同而不同，全区的优势类群和常见类群的绝大部分，构成次生杂木林、针阔混交林、针叶林等动物群的主体。有些类群却相反，如在沼泽中的甲壳类，是 7 个动物群中最多的，占甲壳类全捕量的 63.33%，在草甸中的涡虫类占涡虫类全捕量的 45.45%，结合类、同翅类在荒山灌丛中，个体数各占全捕量的 60% 以上（表 2）。显然这是由于各类群的生物学特点和对环境条件的不同要求所致。

土壤动物的垂直分布

图们江流域土壤动物群的垂直分布（指在各土壤发生层的分布），基本符合如下的规律：从地表向下，随深度的增加土壤动物（类群或个体数）逐渐减少，而且减少的速度愈来愈快（图

表 3 图们江流域不同土壤动物群类群、个体数的垂直分布情况

群	土壤层 项目	A	B	C
		农田	类群	7
	个体数	162	98	23
沼泽	类群	13	6	
	个体数	1104	43	
草甸	类群	10	7	4
	个体数	612	461	23
荒山灌丛	类群	13	11	7
	个体数	753	1333	104
次生杂木林	类群	16	17	5
	个体数	2953	1001	93
针阔混交林	类群	17	15	7
	个体数	5454	1167	86
针叶林	类群	13	10	6
	个体数	3213	445	25
合计	类群	23	18	10
	个体数	14268	4541	354

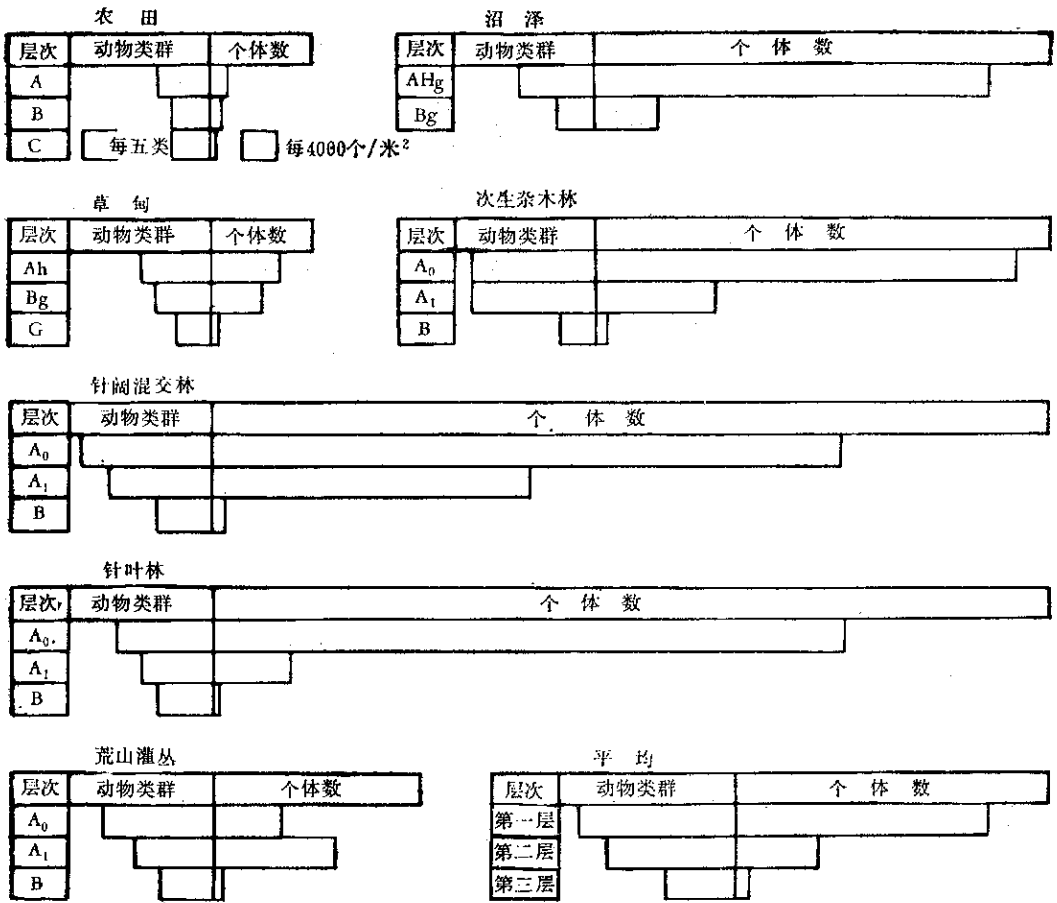


图5 图们江流域土壤动物群的垂直结构

5)。一般来说,第一层和第二层土壤动物的个体数占总数的97%以上,仅有少数例外,如荒山灌丛等(表3)。就几个主要类群来看,都有不同程度的表聚性。在6个优势类群与常见类群中,以螨类、双翅类幼虫、缓步类的表聚性最强,线虫类、弹尾类、线蚓类的表聚性较前三类稍弱(表4)。

综上所述,图们江流域土壤动物群,无论是水平分布,还是垂直分布,主要是以线虫类、螨类、弹尾类、线蚓类、双翅类幼虫、缓步类等主要类群为主体。为此,笔者以上述6个类群的数量为指标,对图们江流域土壤动物群中的个体数量作出如下数学模型:

$$\varphi = 74.0969N_N^{0.0658} \cdot A_N^{0.0671} \cdot C_N^{0.0972} \cdot E_N^{0.0642} \cdot D_N^{0.2630} \cdot M_N^{0.6563}$$

式中 φ 为土壤动物群中个体数的理论值, N_N 、 A_N 、 C_N 、 E_N 、 D_N 、 M_N 分别为线虫类、螨类、弹尾类、线蚓类、双翅类幼虫和缓步类的个体数。

表4 图们江流域几个主要土壤动物类群个体数的垂直分布

土壤层	A		B		C		合计
	个体数	占类总数%	个体数	占类总数%	个体数	占类总数%	
线虫类	4166	67.58	1828	29.65	171	2.77	6165
螨类	4173	82.86	814	16.16	49	0.97	5036
弹尾类	3768	79.11	912	19.15	83	1.74	4763
线蚓类	1057	56.83	767	41.24	36	1.93	1860
双翅类幼虫	500	84.18	86	14.48	8	1.35	594
缓步类	286	94.08	17	5.59	1	0.33	304

小 结

1. 土壤动物数量上的优势性：在图们江流域生态系统中共发现中、小型土壤动物 24 类，分属 5 门 10 纲。优势类群和常见类群为线虫类、螨类、弹尾类和线蚓类、双翅类幼虫、缓步类，它们构成了图们江流域土壤动物群的主体。

2. 土壤动物水平分布的不均衡性：不同土壤动物群中土壤动物丰富度不一，其平均密度遵循如下规律：针阔混交林 > 针叶林 > 次生杂木林 > 沼泽 > 荒山灌丛 > 草甸 > 农田。

3. 土壤动物垂直分布的表聚性：土壤动物

的绝大部分集中分布在第一层和第二层，基本符合下述规律：第一层 > 第二层 > 第三层。

参 考 文 献

- 张荣祖等 1980 长白山北坡森林生态系统土壤动物初步调查 森林生态系统研究 (I), 133—152。
- 陈 鹏等 1981 长白山北坡针叶林带土壤动物调查 野生动物 (3)25—28。
- 青木淳一 1973 土壤动物学 北隆馆 东京 612—663。
- 伊藤弘美等 1981 白山の高山帯におけるササラダニ 群集の种组成 横浜国立大学环境科学研究ヤン ター——纪要 7(1): 145—153。
- 北沢右三 1977 土壤动物生态研究法 共立出版株式会社 东京 95—158。
- H. Watanabe and Y. Kamihira etc. 1977 Soil Animal Community, *JIBP SYNTHESIS*, 15; Tokyo, 81—124。