

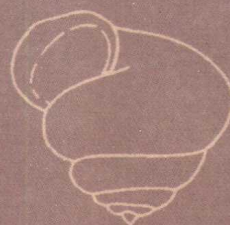
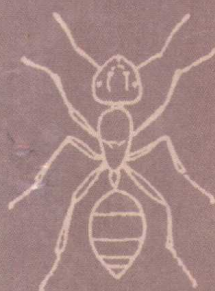
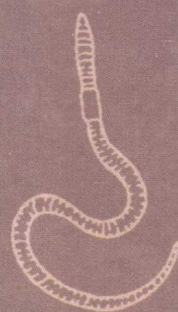
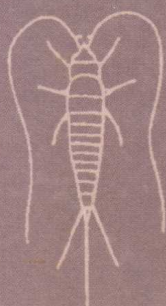
中国土壤动物

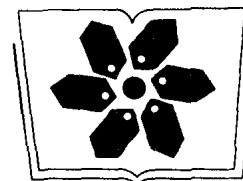
土壤动物与环境的关系及其作用与功能
中国典型地带土壤动物的群落组成和动态
土壤动物的区系、生物学和动物地理学

中国土壤动物多样性和地带特征
土壤动物的时空分布和生态功能
环境污染对土壤动物的影响

尹文英等 著

科学出版社





中国科学院科学出版基金资助出版

中国土壤动物

尹文英等 著

(国家自然科学基金资助项目)

科学出版社

2000

内 容 简 介

本书是国家自然科学基金关于土壤动物的两个重点项目系列研究成果的第三本著作。全书共分6章:第一章绪论扼要介绍土壤动物与环境的关系及作用等,第二章综述中国6个气候带土壤动物多样性、区系分析与保护,第三章记述我国不同地带土壤动物的群落结构与变动规律,第四章总结和论述土壤动物的时空动态和生态功能,第五章是对土壤动物的区系、生物学和动物地理学分析,第六章总结环境污染对土壤动物的影响。本书内容在地区上涉及高寒草原,温带林区,亚热带山地和热带雨林;在动物类群上涵盖自原生动、蠕虫、节肢动物等570余属,3000多种;从研究时间跨度上包括十多年来调查研究、试验观察结果的第一手素材,由数十位专家整理分析、执笔写成,不仅是我国土壤动物学研究的阶段性总结,同时也是基础生物学的新颖参考资料。

本书可供生物、农、林和环保等有关科研院所的科研人员及高等院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国土壤动物/尹文英等著. -北京:科学出版社,2000

ISBN 7-03-007430-0

I. 中… II. 尹… III. 土壤-动物-中国 IV. Q958.52

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第07267号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

2000年2月第一版 开本:787×1092 1/16

2000年2月第一次印刷 印张:22 1/4 插页:2

印数:1-1300 字数:504 000

定价:58.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

编写单位

1. 中国科学院上海昆虫研究所
2. 中国科学院水生生物研究所
3. 中国科学院动物研究所
4. 中国科学院地理研究所
5. 中国科学院昆明动物研究所
6. 复旦大学资源环境生物系
7. 湖南师范大学资源与环境学系, 生物系
8. 山东大学生物系
9. 杭州师范学院生物系
10. 广东省昆虫研究所
11. 其他参加编写的作者所在单位:
 - A. 北京自然博物馆
 - B. 沈阳农业大学植物保护系
 - C. 辽宁大学生物系
 - D. 湖南株洲环境科学研究所

作者名单

尹文英(1)	张荣祖(4)	殷綏公(11B)
王世彰(11A)	杨明宪(11C)	梁来荣(6)
胡成业(6)	陈国孝(3)	宋大祥(3)
廖崇惠(10)	李健雄(10)	李朝达(5)
杨大荣(5)	肖宁年(5)	匡溥人(5)
马树才(11C)	柯欣(1)	赵立军(1)
宁应之(2)	沈韞芬(2)	张云美(8)
徐成钢(8)	陈建英(8)	王 敏(8)
王洪铸(2)	谢志才(2)	梁彦龄(2)
胡圣豪(1)	吴纪华(2)	孙希达(9)
陈德牛(3)	张国庆(3)	王慧笑(3)
谢荣栋(1)	王振中(7)	张友梅(7)
郭永灿(7)	邢协加(7)	颜亨梅(7)
夏卫生(7)	邓继福(11D)	赖 勤(7)
胡觉莲(7)	郑云有(7)	李忠武(7)

序

现代科学的发展,包括学科的交叉和新技术的应用,必然导致新的学科领域的产生或传统学科的更新。当今的地球科学已成为一门研究地圈、水圈、生物圈和气圈等圈层及其相互关系的科学,为了更深入地描述各圈层之间的关系,有的学者提出了土壤圈的概念,土壤圈作为介于地圈和水圈、生物圈、气圈之间的一个特殊的圈层,它在生物地球化学循环中起了重要作用,土壤圈的研究不仅包括土壤本身的形成与演化、结构与功能等物理和化学过程,也包括土壤内部的生命活动过程。而土壤内部生命过程的研究必然会促进土壤生物学作为一门独立的学科而发展。

关于土壤生物的研究已有很长的历史,但以往的研究比较集中在与土壤性质和植物生长有关的土壤微生物,或某些具有特殊功能的动物类群,如蚓类、线虫类等等。当引入生物多样性和生态学的概念,将一个区域或类型的土壤作为一个生态系统来研究时,土壤生物学才逐步形成和成熟。与国际发展趋势一样,在我国虽然从 20 年代起就有学者从事某一类群营土壤生活的动物的研究,但真正系统地开展土壤动物学的研究,也是近十几年的事。

从 1987 年开始,尹文英院士组织了一批著名的动物学家首先开展了“中国亚热带土壤动物的研究”,并继续完成了“中国典型地带土壤动物研究”两项国家自然科学基金重点项目,本书就是该项研究的结晶。本书系统地总结了北起长白山、南至海南岛、西达青藏高原、东临东海之滨的五个典型森林和草原地带的土壤生态系统中的动物区系组成、群落结构、分布特点和动态变化,比较了它们在不同地理区之间的差异及其与土壤环境的关系,可被视为我国土壤动物学的第一部专著。十分难能可贵的是在本研究集体中不仅拥有一流的动物分类学家,而且还有著名的生态学家和动物地理学家,他们的合作使本书的记录具有较高的权威性。虽然由于生物学资料的匮乏,对生态系统结构和功能的研究还有待深入,但它在推动土壤动物学发展上的意义却是不容置疑的。

我国是幅员辽阔的农业大国,无论是从农业发展和资源开发的角度,还是从生态优化和环境保护出发,深入开展土壤圈的结构与功能,包括土壤动物的研究都是很有必要的。在祝贺本书出版的同时,我们期待新成果的出现。

中国科学院副院长、院士 陈宜瑜

SOIL ANIMALS OF CHINA

by

YIN Wenying et al.

The Project Supported by

National Natural Science Foundation of China

Science Press

Beijing, China

2 0 0 0

目 录

序.....	陈宜瑜(1)
第一章 绪论.....	尹文英(1)
一、概述	(1)
二、土壤动物与环境的关系	(1)
三、土壤动物的作用与功能	(2)
四、土壤动物的利用	(4)
五、采集地点的选择	(5)
六、调查研究方法简介	(8)
第二章 中国土壤动物多样性和地带特征	尹文英(10)
一、物种多样性	(10)
二、群落结构多样性	(11)
三、生态多样性	(13)
四、土壤动物区系和分布特点的分析	(19)
五、土壤动物多样性的保持与保护	(22)
第三章 中国典型地带土壤动物的群落组成和动态	(27)
一、中温带长白山土壤动物的组成与生态分布	
..... 张荣祖 殷绥公 王世彰 杨明宪	(27)
二、青海高寒草甸的土壤动物	梁来荣 胡成业(57)
三、暖温带北京小龙门林区的土壤动物	陈国孝 宋大祥(63)
四、亚热带林区土壤动物的群落结构及其动态	尹文英(70)
五、华南热带和南亚热带森林土壤动物的群落结构	廖崇惠 李健雄(77)
六、西双版纳热带雨林的土壤动物	李朝达 杨大荣 肖宁年 匡溥人(100)
第四章 土壤动物的时空分布和生态功能.....	(108)
一、土壤动物在凋落物分解过程中的群落演替、作用和数学模型	
..... 杨明宪、马树才、张荣祖	(108)
二、中亚热带土壤动物群落结构在落叶分解过程中的变化	
..... 柯 欣 赵立军	(116)
三、热带和南亚热带不同植被类型影响下土壤动物群落的变化	
..... 廖崇惠 李健雄	(125)
四、土壤原生动物的生态	宁应之 沈韞芬(134)
五、不同气候带土壤线虫的生态	张云美 徐成钢 陈建英 王 敏(149)
六、武汉珞珈山线蚓科寡毛类的季节动态与剖面分布	
..... 王洪铸 谢志才 梁彦龄	(182)
七、青冈林落叶分解过程中甲螨群落的演替	胡圣豪(191)

八、三林相落叶分解过程中跳虫群落结构的演替变化	柯 欣 赵立军(198)
第五章 土壤动物的区系、生物学和动物地理学	(209)
一、土壤原生动物的区系特点	宁应之 沈韞芬(209)
二、不同地带土壤线虫区系组成与分布特点	张云美 陈建英 徐成钢 王 敏(220)
三、中国的蚯蚓分布和区系分析	吴纪华 孙希达(229)
四、中国土壤腹足类在不同地带的区系组成和分布特点	陈德牛 张国庆(237)
五、中国典型地带陆生等足类的区系	陈国孝(243)
六、中国不同地带土壤甲螨的区系与分布	王慧英 胡圣豪 殷绥公(251)
七、中国不同地带土壤蜘蛛的区系和分布	宋大祥(266)
八、中国原尾虫的区系和分布特点	尹文英(271)
九、长白山红松阔叶混交林的跳虫	王世彰(279)
十、中国双尾虫的区系和分布	谢荣栋(287)
十一、中国六个典型地带土壤鳞翅目的群落结构与多样性	杨大荣(293)
第六章 环境污染对土壤动物的影响	(307)
一、农药污染与土壤动物	王振中 张友梅 郭永灿 邢协加 颜亨梅 夏卫生(307)
二、重金属污染与土壤动物	张友梅 王振中 邓继福 郭永灿 赖 勤 胡觉莲 郑云有 李忠武(319)
三、土壤污染对土壤动物同工酶与氨基酸含量的影响	郭永灿 王振中 张友梅 赖 勤 邓继福(325)
四、土壤污染对土壤动物组织细胞的损伤	郭永灿 王振中 张友梅 颜亨梅 赖 勤 邓继福(334)

CONTENTS

Foreword	Chen Yiyu(1)
Chapter 1. Introduction	Yin Wenying(1)
1. General account	(1)
2. Environmental relationships	(1)
3. Functional roles of soil animals	(2)
4. Utilization of soil animals	(4)
5. Sampling sites	(5)
6. The synopsis of investigative methods	(8)
Chapter 2. Biodiversity and faunal characteristics of soil animals in different climatic zones of China	Yin Wenying(10)
1. Species diversity	(10)
2. Community structural diversity	(11)
3. Ecological diversity	(13)
4. Faunal analyses and characteristics	(19)
5. Conservation and protection of biodiversity of soil animals	(22)
Chapter 3. Community composition and dynamics in different climatic zones of China	(27)
1. Soil animal composition and ecological distribution in Changbai Mountain of mid-temperate zone	
..... Zhang Rongzu, Yin Suigong, Wang Shizhang and Yang Mingxian	(27)
2. Soil animals of alpine meadow ecosystem in Qinghai	
..... Liang Lairong and Hu Chengye	(57)
3. Soil animals in Xiaolongmen forest area of warm temperate zone, Beijing	
..... Chen Guoxiao and Song Daxiang	(63)
4. The community structure and dynamics of soil animals in the forests of sub-tropical China	Yin Wenying(70)
5. The community structure of soil animal in the tropics and southern subtropics of China	Liao Chonghui and Li Jianxiong(77)
6. Soil animals of tropical rain forest in Xishuangbanna, Yunnan	
..... Li Chaoda, Yang Darong, Xiao Ningnian and Kuang Puren	(100)
Chapter 4. Temporal and spatial distribution of soil animals and their ecological functions	(108)
1. Mathematical model and community series of effects of soil animals on litter decomposition	Yang Mingxian, Ma Shucai and Zhang Rongzu(108)

2. Changes in communities of mid-subtropical soil animals during leaf litter decomposition	Ke Xin and Zhao Lijun(116)
3. Effects of various vegetation types in tropics and south-subtropics on the differentiation of soil animal community	Liao Chonghui and Li Jianxiong(125)
4. On the ecology of soil Protozoans	Ning Yingzhi and Shen Yunfen(134)
5. On the ecology of soil nematodes in different climatic zones	Zhang Yunmei, Xu Chenggang, Chen Jianying and Wang Min(149)
6. Seasonal dynamics and vertical distribution of Enchytraeidae(Oligochaeta) in Luojiashan, Wuhan, China.	Wang Hongzhu, Xie Zhicai and Liang Yanling(182)
7. Succession of Oribatida community in decomposing leaves of <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	Hu Shenghao(191)
8. A comparison of changes in collembolan communities during the leaf decomposition among three types of forest systems	Ke Xin and Zhao Lijun(198)
Chapter 5. Fauna, biology and zoogeography of soil animals.	(209)
1. Faunal characteristics of soil protozoa	Ning Yingzhi and Shen Yunfen(209)
2. Characteristics of faunal composition and distribution of soil nematodes in different zones of China	Zhang Yunmei, Chen Jianying, Xu Chenggang and Wang Min(220)
3. Analyses of distribution and faunal relationship of earthworms in China	Wu Jihua and Sun Xida(229)
4. Soil gastropod fauna and distribution in different zones of China	Chen Deniu and Zhang Guoqing(237)
5. On the terrestrial isopod fauna of typical zones in China	Chen Guoxiao(243)
6. The oribatid fauna and distribution in different zones in China	Wang Huifu, Hu Shenghao and Yin Suigong(251)
7. The fauna and distribution of soil spiders of different zones in China	Song Daxiang(266)
8. The fauna and distribution characteristics of Protra in China	Yin Wenying(271)
9. The spring tails of the Korean pine-broadleaf forest at Changbai Mountain	Wang Shizhang(279)
10. The fauna and distribution of Diplura in China	Xie Rongdong(287)
11. On The structure and diversity of the soil lepidopteran community in the six typical zones of China	Yang Darong(293)
Chapter 6. The effects of environmental contamination on soil animals	(307)
1. Pesticide pollution and soil animals	Wang Zhenzhong, Zhang

- Youmei, Guo Yongcan, Xing Xiejia, Yan Hengmei and Xia Weisheng (307)
2. Heavy metal pollution and soil animals
 Zhang Youmei, Wang Zhenzhong, Deng Jifu,
 Guo Yongcan, Lai Qin, Hu Juelian, Zhen Yunyou and Li Zhongwu (319)
3. Effects of soil pollution on tissue-cell of soil animals
 Guo Yongcan, Wang Zhenzhong, Zhang Youmei, Lai Qin and Deng Jifu (325)
4. The effect of soil pollution on Isozyme and PCT-Amino acid content of soil
 animals Guo Yongcan,
 Wang Zhenzhong, Zhang Youmei, Yan Hengmei, Lai Qin and Deng Jifu (334)

第一章 绪 论

一、概 述

土壤动物学的研究虽然早已是现代生物学中的一个重要分支领域,但是在我国土壤动物至今还未能被人们普遍有所认识。如人们对土壤中生存着多少类多少种动物,它们和人类的生存与活动的密切关系等尚不十分了解。

从 150 多年前在欧洲开始关于土壤动物的研究至今,土壤动物学研究已有了很大的进展。人们逐步认识到,土壤生物对土壤的形成和发育、物理化学性质的变化和有机物的分解起着重要的作用;它们使土壤成为具有生物活性的活体,是巨大的、潜在的可以持续利用的自然资源;它们亿万年来在自然生态系统中本能地发挥着一定的作用,同时,也无偿地给人类生产提供宝贵的肥源。

现在当我们即将迈进 21 世纪的历史阶段时,所面临的主要挑战,就是通过实现可持续发展的目标,来满足全世界人类的生活需要。自 20 世纪中叶以来,随着人口的不断增长,环境指标的急剧变化,严重的大气污染和土壤侵蚀,已经引起土壤肥力的下降,加剧了生物多样性的丧失,使粮食生产潜力降低,这种发展趋势严重地威胁着人类未来的生存与发展。有鉴于此,联合国粮农组织(FAO)(1991)指出,可持续农业应该是“能保持和维护土地、水和动、植物资源,而不造成环境退化……”,这也正是现代土壤动物学的研究目标。当前国际上这一主流发展趋势,应当成为我国土壤生态学、土壤生物学发展的最好机遇。

1987 年以来,在国家自然科学基金连续两次重点项目支持下,启动了我国土壤动物学的系统研究和发展。特别是在 10 多个研究单位和大专院校中的近百位学者参加的大项目中,分工协作,在不到 10 年期间主要完成了我国两个地理界的温带、亚热带和热带土壤动物区系的本底调查,记录各类土壤动物 1500 余种,并对各地区土壤动物的区系组成、消长动态、分布特点等有了基本的了解。关于土壤动物对凋落物的分解、群落演替与环境因子的关系等也在不同气候带进行了试验研究,得到了一批宝贵的数据。重金属污染和农药污染对土壤动物群落结构影响的试验研究也获得了丰富的数据和成果。

本书主要内容是将 10 多年来在我国进行的有关土壤动物学的各项试验研究的数据和资料进行汇总分析和总结。

二、土壤动物与环境的关系

土壤动物,顾名思义,是指其生活中有一段时间定期在土壤中渡过,而且对土壤有一定影响的动物,涉及的类群甚为广泛。而土壤正是这些动物类群的特殊生活环境,它是生物、气候与地质相互作用的产物,又是固体、液体和气体的镶嵌环境。为了进一步研究土壤动物的生活习性,首先对土壤的形成简介如下:

1. 土壤的形成与分层

土壤能为植物提供依托之所及其生长所必需的多种原料,土壤的科学定义是“地球表面作为陆地植物天然培养基的松散的矿物质”(美国土壤学会,1973)。由于土壤是三度空间的物体,通常观察土壤剖面(soil profile)(图 1-2-1)来研究其特征和性质,作为土壤分类的依据。

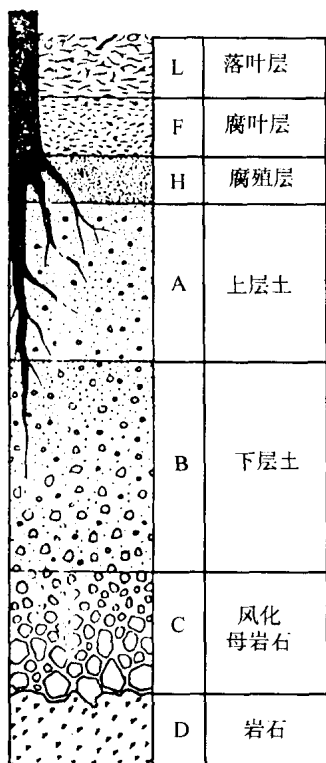


图 1-2-1 土壤断面结构图

(仿青木淳一,1980)

Fig. 1-2-1 A vertical section of a soil profile

土壤的形成,简而言之是由岩石风化并和有机物和无机物混合而成。在典型的土壤剖面上自上而下可分成以下几层:

L 层(Ol 层,litter layer):尚未分解的枯枝落叶层。

F 层(Of 层,fermentation layer):即腐叶层,部分枯枝落叶已经分解成碎片。

H 层(Oh 层,humus layer):即腐殖层,植物残体已完全分解,失去原来可资辨认的结构特征,并含有少量无机质土壤。

A 层:上层土,为有机物与细粒无机物的混合层。

B 层:下层土,其中的有机质不多,为较粗粒土壤,通常为棕色。

C 层:原始从岩石风化的土层,不含有机质。

D 层:尚未风化的岩石。

在实际调查过程中,以上的层次常出现不同的变异,某些层次缺失或加厚。

2. 不同层次的生命类型

土壤动物在土壤中的分布受到生态因子的制约,由于土壤并非是完全均质,而是分成层次,在土壤垂直分层的总体环境影响下,其中的土壤动物可分成以下三类:

(1) 真土居动物 是指生活在较深层的(A 或 B 层)矿质土壤之中的动物,这些动物常具有挖掘、钻孔的能力。

(2) 表土居动物 生活在地表或枯枝落叶层的类群,如蜗牛等。

(3) 半土居动物 生活在土壤的上层,枯枝落叶层和腐叶层(L 和 F 层)的如螨类。

三、土壤动物的作用与功能

土壤动物包含众多不同的动物类群,它们的体形、大小差别悬殊,功能和作用也很不相同。为了研究上的方便,通常按动物身体的大小分为微型动物、中型动物、大型动物和巨型动物四类(图 1-3-1)。

土壤动物的作用通常可分为两类,即机械的活动和化学的活动。地表和土壤中的动、

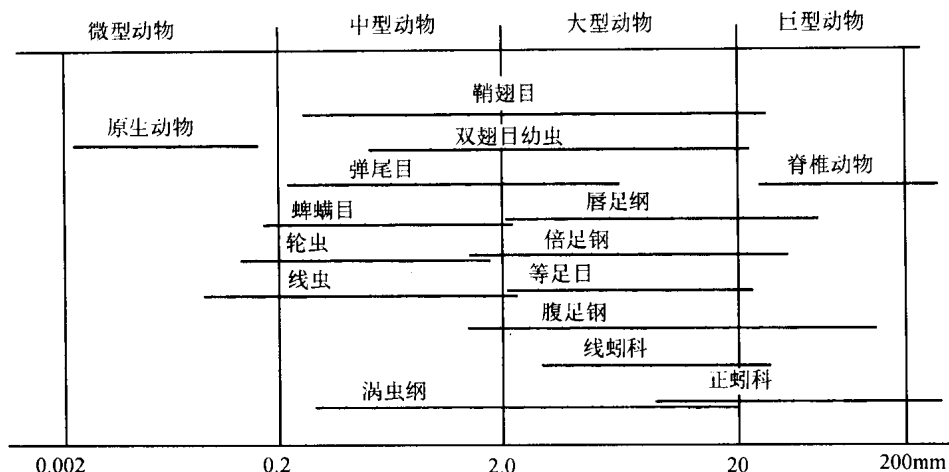


图 1-3-1 土壤动物按体形大小分类示意图(仿 Dunger, 1974)

Fig. 1-3-1 Classification of soil arthropods according to size

植物残体经过土壤动物的机械粉碎非常重要,而化学的活动除了由土壤动物代谢直接产生外,有时也由动物起触媒作用,其效果比动物本身代谢量所产生的效果更大。

1. 植物和动物残体的粉碎与分解

大量的植物残体,包括落叶、落枝、落花和落果等从植物上落到地面上,以及埋在土壤中的枯根等,很快就受到动物的粉碎作用和微生物的分解作用而崩溃。然而,在不同场所、气候和土壤等条件,以及植物残体的形状与种类不同时,土壤动物粉碎残体的顺序和速度也很不同。如在温带,蚯蚓、跳虫和螨等起主要作用;在亚热带,除蚯蚓外等足类起重要作用,到了热带,白蚁和蚂蚁代替了蚯蚓。

动物的残体和粪便也是由土壤动物来分解。如鸟、兽、爬行类和两栖类的尸体常吸引众多土壤动物聚集起来,以惊人的速度把尸体取食殆尽。而聚集到兽类粪便上的昆虫,常称为“粪虫”。

粉碎、分解枯枝落叶的各类动物,也从它们所粉碎和分解枯枝的植物新鲜程度而有所不同。如马陆、等足类和蛞蝓类粉碎极新鲜的落叶,而蚂蚁、白蚁和小蠹等则粉碎新鲜的落枝,然后由其他动物如跳虫和甲螨等作进一步分解。当植物残体变为更柔软的状态时,线蚓开始进行分解。

2. 土壤的疏松与混合

自然界土壤的疏松与混合历来都是由土壤动物来承担,主要是由蚯蚓、蚂蚁、白蚁和哺乳动物等较大型的、有较强大挖掘能力的动物来进行。

例如蚯蚓对土壤的疏松,据调查通过其消化道而排出的泥土(粪冢)每年每公顷为数吨至 30t,在非洲喀麦隆最多可达 2100t。除了疏松土壤以外,蚯蚓还有把深层土壤搬运到地表形成粪冢,同时又把地面上的落叶或其他有机物拖到孔穴中取食的特性,并且在此过程中,随时吞入泥土,在消化道内将有机物与无机物混合起来,在蚯蚓多的土壤中

一年搬到地面的土壤层约为 0.5~6.0mm 厚,通常为 0.76mm 厚,每公顷可达 75t,数量可观!

除蚯蚓外,白蚁和食虫类、啮齿类等小型哺乳动物也起疏松土壤和混合搅拌土壤的作用。

3. 土壤物理化学性质的变化

土壤无脊椎动物对维护土壤生态系统的物理化学特性和生物的种群繁衍起着极为重要的作用。在物理性质方面包括土壤质的变化、团粒构造的发展及通气性、透水性、孔隙数量、含水量等的变化。

化学性质方面包括土壤 pH 值、碳含量、有机质含量、氮含量、碳/氮比率以及钠、钙、锰、钾等含量的变化。

四、土壤动物的利用

土壤中生活着的各种生物,对土壤的形成、发育、结构以及持水性、保温性等等起着重要的作用,形成具有生物活性的土壤生态系统。通过大量研究工作的积累,我们可以更好地发挥土壤动物的作用,让其为人类服务。

1. 保持土壤肥力的稳定增长

营养物质循环是调节土壤肥力的最基本过程之一,就是把植物体中来自土壤中可被利用的营养物质,经过腐败、分解又被释放出来,亦即是通过细菌、真菌和土壤动物的作用,使营养物质再循环。土壤中大量氮(N)的快速循环主要由蚯蚓、跳虫或多足动物等的作用完成。另外,白蚁和共生的微生物,二者共同的作用下分解纤维素和木质素,直接参与碳(C)的循环;同时还能通过肠内共生菌来固定大气中的氮,或把尿酸转化为 NH_3 等等。当然,在土壤群落中动物与植物、动物与微生物以及动物与动物之间存在着极为复杂的关系,它们之间的作用机理和随机变异等等阐明以后,将会更加有利于保持土壤生态系统的平衡,使土壤中的营养物质循环得以稳定发展。

2. 监测环境污染的指示生物

自然界越来越严重地受到多方面的干扰和破坏,如森林采伐、土地利用、施肥、杀虫剂与除草剂的施放以及放射性物质的污染等等。土壤动物栖息在各种土壤之中,它们能够反应环境的细微变化。通过调查和比较,在不同地点不论群落是独特的,还是常见的,加以综合判断和计算出群落的独特指数(PC),即可作为环境污染和土壤恶化的指标。

3. 土壤退化的治理

土壤动物能够对退化了的土壤起恢复作用,其中尤以蚯蚓的作用较为明显。如在草原地区的无机肥料系统中,蚯蚓的活动可以使牧草增产 17%,在施用牛粪的草地试验中,可增产 93%,并大大加速了土壤的熟化。

近年来国外在低产农田,利用蚯蚓或各类小型节肢动物等来增加产量已屡见报道,并

且已经建立了工厂,把城市垃圾通过蚯蚓等的作用,大约经过3个月左右使有机质熟化达到 $C/N \leq 15$ 。

4. 其他方面的利用

有些土壤动物可作为食品,如蚁、蝎、蜂、螺、蚯蚓等;还有些可以入药,如地鳖虫、蝎、蜈蚣、蚂蚁、鼠妇等,有的可以作为害虫的天敌或家禽家畜的饲料等等。

五、采集地点的选择

我国幅员广阔,地跨温带、亚热带和热带三个气候带,和古北界与东洋界两大动物地理界,各地区的植被分布、土壤类型有明显的地带性和区域性特征。1987~1991年已经在亚热带林区进行土壤动物的调查研究,积累了一大批基础数据与资料,但是对我国的温带和热带土壤动物的种类、组成、分布、变动规律及其与环境因子的相关性等尚且不知或知之甚少。为此,自1993~1996年由10个有关单位的60多位动物学科技工作者承担了国家自然科学基金“中国典型地带土壤动物的研究”项目。在完成以上两项重点研究项目中,选择了以下典型地带的各采样地区,进行了定点采集和补充调查:

1. 高寒草甸草原

位于古北界的蒙新区和青藏区的交界处,青海海北藏族自治州门源县境内的风匣口,青海海北高寒草甸生态系统定位站,位于北纬 $37^{\circ}29' \sim 37^{\circ}45'$,东经 $101^{\circ}12' \sim 101^{\circ}33'$,海拔3250m。年平均气温 -1.7°C ,年最高气温 9.8°C 左右。年降水量约500mm,其中50%集中在7~8月。土壤为高山草甸土,pH值 $6.7 \sim 7.0$,含水量 $23.88\% \sim 29.69\%$,5~10月的土壤温度变动范围为 $0.2 \sim 9.8^{\circ}\text{C}$ 。几乎无凋落物层。植物以矮蒿草和小蒿草为主,间杂有少量金露梅灌丛。

2. 温带湿润林区

属古北界东北地理区,位于吉林长白山森林生态系统定位站的红松阔叶林带,位于北纬 $41^{\circ}31' \sim 42^{\circ}28'$,东经 $127^{\circ}9' \sim 128^{\circ}55'$,海拔740m。年平均气温 $0.9^{\circ}\text{C} \sim 3.9^{\circ}\text{C}$,最冷月平均气温 $-18.6 \sim -16.7^{\circ}\text{C}$,最热月平均气温 $17.4 \sim 20.7^{\circ}\text{C}$ 。年平均降水700~800mm,主要集中在6~8月,相对湿度 $87\% \sim 88\%$ 。土壤为暗棕色森林土壤,呈酸性,pH值在5.0左右,5~10月含水量 $12.85\% \sim 23.85\%$,温度 $4.25 \sim 15.7^{\circ}\text{C}$,0~5cm土壤层有机质含量 34.52% ,总氮含量 0.83% ,总磷含量 0.176% ,总钾含量 2.49% 。凋落物层厚度为 $3.0 \sim 7.0\text{cm}$ 。植物种类主要有红松、椴树、水曲柳、蒙古柞、色木、白桦、春榆、蕨毛槭、青槭槭、东北溲疏和五味子等。

3. 暖温带

属古北界华北区,采样点选在北京小龙门自然保护区,位于北纬 $39^{\circ}58'$,东经 $115^{\circ}58'$,海拔1228~1270m。年平均气温 $2 \sim 8^{\circ}\text{C}$,年最高气温 16°C 左右。年降水量600mm,其中70%集中在6~8月,相对湿度为70%。土壤为森林棕土壤或褐土壤,近中性,pH值