

论土壤生物的多样性保护

章家恩 徐 琪

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

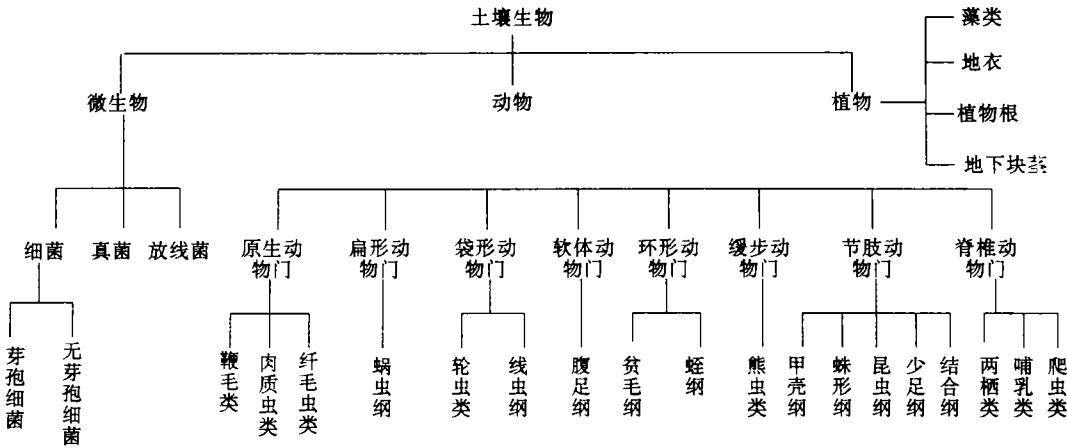
本文对土壤生物的多样性进行了讨论,并对土壤生物多样性的破坏和丧失的原因作了分析。作者认为,土壤是一个丰富的地下物种库、种子库和基因库,保护土壤生物的多样性具有极其重要的意义。

由于人类对自然环境、自然资源的过度开发和强烈干预,使得地球上数以万计的物种消失或濒临灭绝,生境遭受严重破坏,生物多样性丧失,生态系统稳定性减弱,资源日益枯竭,这最终将威胁到人类自身的持续发展,故此,保护生物多样性已成为全球人民的共同呼声。森林特别是热带森林是丰富的基因库和物种库,它作为保护生物多样性的重要阵地,已受到了人们的极大关注,对其研究及报道很多。笔者认为,土壤也是一个重要的地下生物宝库,对土壤生物的多样性保护也应予以足够重视。

一、土壤生物的多样性(soil biodiversity)

土壤是一个丰富的物种库,它之所以有别于岩石,就是因为它拥有丰富的活机体。土壤生物由土壤微生物、土壤动物和植物三大部分构成(表 1)。土壤微生物包括细菌、放线菌、真菌。土壤是微生物生活的良好环境,是微生物的大本营,几乎全部细菌与真菌的种类都生活在土壤中。据统计,生活在土壤中的细菌有近 50 个属,250 种;土壤真菌有约 170 属,690 多种。

表1 土壤生物群体构成



土壤动物也是土壤中一个重要的生物类群,其种类数以千计。土壤动物由土壤原生动物(protozoa)和土壤后生动物群落组成。土壤原生动物属于单细胞动物,通常包括鞭毛纲、纤毛

纲、裸露的和有包被的变形虫及孢子纲。土壤后生动物群落主要由线虫、千足虫、蜈蚣、轮虫、螨、环节动物、蜂蛛、昆虫、蛇、泥鳅、鳙鱼、蚯蚓、蚂蚁、白蚁、老鼠、野兔等组成。它们共同构成了土壤微小动物区系和土壤中型动物区系。

土壤植物主要是指一些低等植物和高等植物的地下部分(如根系、地下块茎等)。低等植物包括藻类、地衣和苔藓,它们主要生长在土壤表面,对原始土壤的有机质积累起着重要的作用。土壤中常见的藻类有蓝藻、绿藻、接合藻和硅藻等,其中特别以蓝藻和绿藻为最多。植物的地下部分也可视为土壤植物的一个重要组成部分,它们主要包括植物根系和地下块茎如马铃薯、红薯等。

土壤生物不仅种类丰富,而且数量也极其巨大(表 2)。据统计,每克土壤中微生物的数量可达 1 亿个以上,最多可达几十亿个。每平方米土壤中,无脊椎动物(如蚯蚓、蜈蚣及各种昆虫幼虫等)有几十到几百个,小的无脊椎动物(如壁虱、弹尾虫等)可达几万至十几万个,线虫数以万计。在森林土壤中其数量更多。土壤中定居的脊椎动物较多的是各种鼠类。若以重量计,每公顷土壤中可有 5—8 吨活物质。

表 2 土壤生物的种类和数量			
生物种类	表层土壤(15cm)数量		
	每平方米数目	每克数目	生物量*(公斤/犁深英亩)
微生物			
细菌	$10^{13}-10^{14}$	10^8-10^9	181.4—1814
放线菌	$10^{12}-10^{13}$	10^7-10^8	181.4—1814
真菌	$10^{10}-10^{11}$	10^5-10^6	226.8—2268
藻类	10^9-10^{10}	10^4-10^5	22.68—226.8
动物			
原生动物	10^9-10^{10}	10^4-10^5	6.8—68
线虫类	10^6-10^7	$10-10^2$	4.5—45
其它动物	10^3-10^5		6.8—68
蚯蚓	30—300		45.4—454

* 生物量为鲜重,干重大约为鲜重的 20—25%(据李天杰等,土壤地理学)

土壤生物的多样性还表现在土壤是一个丰富的种子库、基因库。土壤中保存了不同时代不同植物的种子,同时,由于人为因素,动物的传播(如鸟兽的粪便等)以及风力和水力的传播,使得种子发生着区际交换,这对土壤种子库的物种与基因交流和丰富有着十分重要的意义。土壤种子库使许多物种基因得以保存和延续,例如,在一块植被破坏殆尽的撂荒地上,只要给予足够的时间,植被会自行恢复,并最终演替为一顶极群落,这就是由于有种子库存在的缘故。某些种子在土壤中可保存百年之久,仍具有生物活性,这对恢复地球上已经灭绝的植物、珍奇植物具有十分重要的意义。

另外,土壤中还贮存许多动物的卵、蛹、幼体及越冬态等不活动状态,某些动物的卵在土壤中也保存较长的时间,从这种意义上讲,土壤也是动物的一个物种与基因贮藏库。

二、土壤生物多样性的破坏与丧失

由于人类对土壤资源的滥用,农用化学品的大量施用,环境污染的加重,土壤生态系统遭

受破坏,使得土壤生物的多样性也在不断地丧失。土壤生物的种类和数量逐渐减少。造成土壤生物多样性变化来自于自然因素和人为因素两个方面的影响,其中人为因素起主导作用(表3)。

表 3 导致土壤生物多样性丧失的因子

类 型	因 子	对土壤生物多样性的影响
自然灾害	台风;洪水;火山活动	生境遭受瞬息变化,土壤生物遭受毁灭性打击。
人 为 因 素	耕作与管理制(常规耕作、免耕、施肥、灌溉、轮作);土地利用方式	各种生态因子(如光、温、水、养分等)发生变化,某些物种增加,某些物种减少。环境被破坏程度愈大,土壤生物的种类数及个体数愈少。
	植被破坏(采伐、烧荒、过牧)	生境破坏,某些物种增加,某些物种减少。烧荒可导致土壤微生物和动物的消失。
	环境污染(工业污染;三废物质;农业污染;农药、化肥;生活污染)	可使土壤生物的正常代谢遭受抑制、阻碍,甚至停止而亡,对土壤动物的危害很大。
	城乡建设;道路建设	生境破坏,人为践踏,车辆扰动,土壤生物种类、数量锐减
	任意捕杀	使得某些物种数目迅速减少,甚至灭绝。

土壤耕作与管理制度的变化会导致各种生态因子(如土壤空气、水分、温度、光,地形、土壤PH、养分、孔隙、土性等)的相应改变,这种生境的变化将直接影响到土壤生物群落的组成、数量及分布。常规耕作促进了微生物的活性,但它通常不利于中型动物及大型动物增殖。少耕和免耕增强了土壤表层与表层附近的生物的活性。一般来说,在土壤表层,免耕土壤中的好气菌、专性厌气菌及真菌的总数要比耕作土壤高,而在深层,免耕土壤中的好气菌、厌气菌和硝化菌都明显地减少。小型动物群落在耕作后的变化与总的细菌数目的变化相仿。在灌溉或渍水土壤中以厌氧微生物或兼厌氧性微生物及喜湿性土壤动物占优势,而不利于好气性微生物和大型土壤动物的生存。土壤盐渍化、酸化、土壤温度过高和过低都会降低土壤生物的多样性。施用有机堆肥,一般能增加土壤微生物和动物的数量,特别是线虫、线蚓、蚯蚓、马陆、跳虫及双翅目幼虫等,这是由于增加了营养来源及堆肥中已栖息着动物的缘故。无机肥料的施用可使某些土壤生物的密度下降。

土地利用方式的差异反映了人类对环境破坏程度的不同。一般而言,随着环境被破坏程度的增加(如原始林→人工林→果园→牧草地→耕地),土壤生物的栖息条件亦愈趋恶化,土壤生物的种类数及个体数都逐渐减少,这在人们长期耕种的耕地中极为明显。森林采伐可使某些土壤生物种类(如细菌、真菌、双翅目幼虫、线虫、跳虫等)数量的增加,另一些种类如甲螨、甲虫幼虫、正蚓及蜘蛛类则逐渐减少。烧荒则可导致土壤微生物和动物的消失。

土壤中一些化学物质(如重金属、石油、农药、除虫剂、除草剂等)的积累与残留对土壤生物的生活影响很大,它们可使生物的正常代谢受到抑制、阻碍乃至停止而死亡。农药施入土壤后,在杀死有害的标靶生物地下害虫的同时,对许多非标靶生物包括许多有益昆虫也会产生致命的影响。一旦农药致死残留量消失,则有可能导致新的具有抗药能力的种群的暴发。所以土壤杀虫剂的施用对土壤生物群落的结构、组成特征以及生态系统平衡都会产生重大的影响。

由于城乡建设和道路建设用地,使得大片土地被“水泥化”或“沥青化”,地表的“固化”切断或改变了土壤的光、热、水、养分的天然来源,限制了土壤生物特别是土壤动物的活动范围。加上车辆的扰动和人为的践踏,使得土壤生物几乎无法生存。据国外的一些调查报道,城镇土壤中所残存的生物种类远比原有的为少。另外,由于某些土壤动物(如鳝鱼、泥鳅、蛇、蚂蚁、蚯蚓)

等)具有较高的营养或医用价值,并逐渐进入了人类的食谱,因而遭到了大量地捕杀,使得这些土壤动物的数量锐减乃至灭绝。

三、土壤生物多样性保护的重要意义

(一) 土壤微生物在生态系统中物质循环和能量流动中扮演着重要角色

土壤微生物具有强大而多样的腐生与寄生能力,它可将人类环境中存在的形形色色的有机物逐步降解与转化,以至最终形成最简单的 CO_2 、 H_2O 、 NH_3 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 等而归还于环境,从而完成自然界生态系统中的物质循环。同时,土壤微生物参与生态系统中能量流的进入与终结。没有微生物,地球上动植物残体将堆积如山,长期存留于人类生存的环境中,生物所需的各种营养元素将消耗殆尽,人类社会势难世代绵延向前发展。

(二) 土壤生物对土壤的形成和维护土壤生态系统自身的平衡有着重要的意义

土壤微生物参与土壤的腐殖化和矿质化过程,对腐殖质和土壤团粒结构的形成起着十分重要的作用。土壤动物的运移、粉碎、搅拌等可以改变土壤的理化性质,如孔隙度、通气、透水能力等。一些微生物具有固氮能力,为高等植物提供不可或缺的氮素营养。土壤生物的死后残体也基本上遗留在土壤中。这些对提高土壤肥力具有较为重要的意义。

土壤生态系统是一个有机整体。土壤中脊椎动物、无脊椎动物、昆虫和微生物之间存在着共生、互生、寄生、捕食和相互颉抗等极为复杂的关系,一种生物数量的变化势必引起土壤生物之间比例的失调,使土壤生态系统的结构和功能遭受破坏,因此,保护土壤生物多样性对维持土壤生态系统自身的平稳也具有十分重要的意义。

(三) 土壤微生物对环境污染的净化作用

土壤微生物代谢类型具有多样性,它可对各种污染物质,如重金属、有机农药、石油等进行代谢、降解和转化,从而消除或降低污染物的毒性。对一些新的污染物质,微生物能逐步改变自身条件以适应环境,产生具抗药性与赖药性的变异,形成新的酶系的微生物,具备新的代谢功能和降解功能。正是由于微生物的存在,使土壤成为环境污染的天然“过滤器”和“净化器”。

总之,保护土壤生物多样性对维护自然界生态系统和土壤生态系统的平衡、对土壤肥力和植物营养的供应、对环境污染的净化等方面起着不可替代的作用。对土壤生物多样性的保护和研究也应予以足够的重视。

参 考 文 献

- [1] 忻介六著,土壤动物知识,科学出版社,1986。
- [2] 王家玲主编,环境微生物学,高等教育出版社,1988。
- [3] 李天杰等,土壤地理学,高等教育出版社,1983。
- [4] 许光辉,李振高编著,微生物生态学,东南大学出版社,1991。
- [5] E. A. 波尔, F. E. 克拉克编著(顾宗灏等译),土壤微生物学与生物化学,科学技术文献出版社,1993。
- [6] J. Szegi(edited), Soil Biology and Conservation of the Biosphere, Akademiai Kiado Budapest, 1977。
- [7] Wilhelm Kuhnelt, Soil Biology with Special reference to the Animal Kingdom, Faber and Faber Limited, 1976。