

森林生态系统大型土壤动物功能类群研究

田林卉

哈尔滨师范大学地理科学学院 黑龙江哈尔滨 150025

摘要: 土壤动物是森林生态系统中的重要组成部分, 它们的生存、取食和活动对土壤的形成、熟化以及在生态系统的物质循环和能量转化中都起着十分重要的作用。大型土壤动物处于整个土壤食物网的最顶端, 其各功能类群控制着其他动物所需资源的有效性。大型土壤动物的功能类群包括植食性、腐食性、捕食性、杂食性。这些功能类群土壤动物对生态系统具有促进循环与养分流动的作用。土壤动物和环境因子之间互相影响, 土壤动物作为生态系统中综合稳定的环境指示因子, 对生态系统的存在状态及环境变化具有很好的表征作用, 而环境因子会影响土壤动物的分布。
关键词: 森林生态系统; 大型土壤动物; 功能类群; 环境因子

Functional groups of large soil fauna in forest ecosystem

Linhui Tian

School of Geographical Sciences, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang

Abstract: Soil fauna is an important part of the forest ecosystem. Their survival, feeding, and activities play a very important role in the formation and ripening of soil, as well as in the material circulation and energy conversion of the ecosystem. Large soil animals are at the top of the whole soil food web and their functional groups control the availability of resources required by other animals. The functional groups of soil macrofauna include herbivorous, carnivorous, predatory, and omnivorous. These functional groups of soil animals can promote circulation and nutrient flow in the ecosystem. Soil animals and environmental factors interact with each other. Soil animals, as comprehensive and stable environmental indicators in the ecosystem, have a good role in characterizing the existing state of the ecosystem, and environmental changes and environmental factors will affect the distribution of soil animals.

Keywords: forest ecosystem; macro-soil fauna; functional taxa; environmental factors

引言:

土壤动物学的研究历史已经大致经历了100多年的时间, 但以往的国内外对土壤动物的研究主要集中在土壤动物区系研究、分类研究、多样性研究等, 而有关土壤动物功能的研究成果较少。近年来, 土壤动物功能作用的研究越来越受到各位学者的重视, 且不同功能大型土壤动物功能类群和土壤食物网成为西方发达国家生态领域讨论的热点话题^[1-2]。

Riza^[3]等学者突出强调大型土壤动物在土壤生态系统中扮演着重要的角色, 其主要类群对生态环境变化具有指示作用。同时土壤动物还可以改善土壤环境, 恢复生

态系统的正常功能。Thomas^[4]等对阿根廷北部不同稻田大型土壤动物群落组成和多样性进行了调查研究, 结果显示, 景观结构也是影响大型土壤动物生物多样性的的重要因素。Debeljak^[5]等研究了耕作方式和土壤环境因子等对农田土壤动物的影响。尽管国内针对不同功能大型土壤动物类群的研究起步落后于西方发达国家, 然而有着无穷的发展潜力, 在较短时间内取得了一定的成果。张雪萍等学者结合国内土壤动物生态系统群落多样性, 选择将杂食性动物分离开, 并做了进一步的补充, 提出将土壤动物功能类群分成腐食性、植食性、捕食性以及杂食性四个不同的类群。还有学者通过对比分析大兴安岭森林和小兴安岭大型土壤动物, 站在各个功能类群数量与规模的角度, 指出不同功能土壤动物类群和数量分布有所差异, 各地区的特有类群反映出各自局地环境的特殊性, 它们对生态系统具有指示作用^[6]。而叶岳等学者

作者简介: 田林卉(1997-), 女, 汉族, 河北省唐山市, 硕士研究生, 哈尔滨师范大学地理科学学院, 主要研究方向为环境监测评价与规划管理。

针对台风天气这一因素展开研究, 最后得出突发性的气候干扰给不同功能土壤动物类群带来的影响较为显著^[7]。

通过分析大型土壤动物多样性与复杂性, 为实现生态系统可持续发展提供了重要保障。

一、森林生态系统大型土壤动物功能类群分类

1. 植食性

从理论的角度上来说, 植食性大型土壤动物类群指的为各种植物的根部、未出土的幼苗、种子等为食的土壤动物, 多为昆虫中的害虫, 其生命活动的某一时期在土壤中度过。有研究表明, 这种类群的动物属于土壤食物网中的初级消费者, 位于能量金字塔的第二位, 因此, 动物的类型与数量等均超过其他级别的消费群体, 并且植食性动物所引发的生态系统防御响应程度和根系分泌物的规模之间存在着紧密联系, 并且能够推动凋落物的分解, 能碎裂和研细凋落物, 刺激矿质元素的释放或固定, 还能提高微生物活性。

2. 腐食性

腐食性功能群, 主要食用土壤中的各种凋落物, 从整体上可以分成腐食、粪食、菌食以及动物尸体等, 对森林中的枯枝落叶进行加工粉碎, 分解纤维素和多糖等(如线蚓科), 相当于生态系统中的分解者, 在推动生态系统物质分解和可持续循环利用, 促进能量流动等方面发挥着不可替代的作用。因此腐食性功能群经常作为衡量生态系统功能与土壤肥力的指标之一。

3. 捕食性

捕食性功能群, 大部分是有益的, 以捕食为生, 主要捕食小的动物和细菌, 但一般捕获的是有害动物(如蜘蛛科), 是生态系统以及土壤动物群落中的消费者。一般来说, 土壤生态系统中体型较大的捕食者有蜘蛛、蜈蚣、捕食性的甲虫、蚂蚁、白蚁和拟蝎。

4. 杂食性

表2-1 大型土壤动物功能类群分类

功能类群	主要类群
植食性	鞘翅目(锹甲科、芫菁科、扁甲科等)、半翅目(网蝽科)、鳞翅目、蚁科(玉米毛蚁、黄毛蚁等)等
腐食性	蚯蚓、线蚓、鞘翅目(粪金龟科、出尾蕈甲科、葬甲等)、双翅目(尖眼蕈蚊科、大蚊科等)
捕食性	有蜘蛛目、地蜈蚣目、鞘翅目(步甲科、虎甲科、郭公虫科等)、半翅目(驼蝽科、花蝽科)、双翅目(鹬虻科、食虫虻科、剑虻科、舞虻科等)、蚁科(黑毛蚁、日本弓背蚁、皱红蚁等)等
杂食性	腹足纲、鞘翅目(金龟甲科、隐翅甲、叶甲科等)等

杂食性功能类群指动物的食源比较广, 兼具几种食性, 主要是以植物性或者动物性食物为食, 涉及动物类群和功能众多的一类大型土壤动物, 分布广泛, 对环境的适应性强, 常见的主要是蚁科类动物和一些地下幼虫, 包括同翅目、鞘翅目等, 在食物链中处于分解者的位置。杂食性土壤动物是2001年后一些专家从其它三种食性动物中独立出来的。它能够吸引更多类型的土壤动物, 是整个食物链更加完整, 提升生物多样性。

二、不同森林生态系统大型土壤动物功能类群

1. 研究区域概况

中国的三大林区是东北林区、西南林区和南方林区。东北地区的林业主要分布在大小兴安岭和长白山区, 而且长白山和小兴安岭经度位置上差别不大, 有重合。

表3-1 研究区域概况

样地	小兴安岭森林	长白山森林
地理位置	东经127° 42' 至130° 14', 北纬46° 28' 至49° 21'	东经127° 42' 55" - 128° 16' 48", 北纬41° 41' 49" - 42° 51' 18"
气候带	温带大陆性季风气候	温带大陆性山地气候
年降水量/mm	600-700	700-800
年均气温/℃	-0.3℃	3℃
土壤类型	腐殖质沼泽土、草甸灰棕壤, 暗棕壤	暗棕壤
植物群落类型	兴安落叶松林、云冷杉林、红松阔叶混交林、白桦林与赤杨林	红松阔叶林、针叶林、岳桦林、高山苔原
主要植物组成	红松、兴安落叶松、蒙古栎、红皮云杉	红松、冷杉、云杉、白桦、东北赤杨

2. 不同森林生态系统土壤动物功能类群

通过小兴安岭森林生态系统的研究, 目前可知大型土壤动物以甲螨亚目、线蚓科和节跳虫科为主, 优势种群为腐食性和捕食性功能类群; 常见类群为以双翅目幼虫和摇蚊科幼虫为主的杂食性功能类群、以双翅目和马陆目为主的腐食性功能类群、以地蜈蚣目和石蜈蚣目为主的捕食性功能类群; 另外还包括一些稀有功能类群, 其中, 由于前两种功能类群数量多, 是研究土壤动物功能类群的主体。

通过长白山森林生态系统的研究, 目前可知: 优势类群共3类, 包括植食性功能类群为代表的蚁科、腐食性功能类群中的线蚓科与马陆目、捕食性功能类群中的石蜈与地蜈蚣科、植食性功能类群的叩甲科、杂食性功能类群中的叩甲科幼虫、隐翅虫科幼虫均为常见的生态

系统最常见的类群,同时也包括一些稀有功能类群,其中,优势类群与常见类群是长白山地大型土壤动物的重要组成部分。

3.不同森林生态系统土壤动物功能类群比较分析

腐食性功能类群在两种森林生态系统中为共同的优势类群,说明凋落物被分解的速度非常快,因为90%以上的地上部分净生产量是以凋落物的形式返回地表,被分解者群落所分解,将释放出来的养分归还给土壤,重新被植物利用。而且在一定程度上决定着土壤养分有效性很高,增加有机碳的输入。从而整个生态系统中的新陈代谢、植物生长以及呼吸作用的过程会变得非常迅速。共有的常见类群为杂食性功能类群、腐食性功能类群和捕食类功能类群。从根本上来说长白生山生态系统土壤动物的功能类群更加完善,小兴安岭森林生态系统较为缺失,尤其是在植食性功能类群方面。它会影响植物根系分泌物的分泌和吸收,甚至在不利于某种程度新鲜凋落物叶的初步破碎和分解,碎裂和研细凋落物的过程变得缓慢,刺激矿质元素的释放或固定,微生物活性降低,影响植物以及生长速度营养物质的吸收和利用。据了解,植食性土壤动物的一部分生命活动会在地下进行,而小兴安岭纬度过高,温度低,年均温-0.3℃,低温冻害可能会导致植食性土壤动物死亡,因此此功能类群功能不明显。

三、森林生态系统大型土壤动物功能类群对环境因子响应

土壤动物与土壤和环境之间有着极为密切的关系,因此土壤环境也会在很大程度上影响土壤动物的分布特征^[8-9]。对于不同地区、不同大型土壤动物功能类群对环境因子有着不同的响应程度。

根据相关调查结果显示,捕食类功能类群中的地蜈蚣目数量和分布与土壤酸碱度存在着直接联系,而与土壤温度、含水量以及理化性质此不存在直接联系;腐食性功能类群,比如:蜘蛛目、球马陆等与土壤酸碱度、湿度、温度等存在着紧密联系;但和土壤中的有机质以及含水量等关系不紧密;杂食性功能类群,比如:拟步甲科幼虫,和土壤温度、湿度、有机质、含水量以及其他无机元素含量等有着显著联系;但受土壤酸碱度、容重以及速效磷的影响较小;杂食性土壤动物,比如:蚁科和土壤有机质、土壤容重以及速效磷存在着显著联系。

结合众多森林生态系统的研究表明,一般土壤有机质含量较高,含水量、pH值适中有利于土壤动物的生活,有利于土壤动物分解更多的土壤中的落叶、落皮、枯死草本、树根以及动物残骸等物质,加快生态系统物质循环,并且大型土壤动物的活动还能改变土壤结构,土壤

微量元素,土壤pH等。世界上任何一种生物的生存都离不开水,水作为生命之源,土壤中的含水量直接决定着大型土壤动物功能类群密度,并且两者之间呈显著的正相关,所以,土壤含水量为大型土壤动物类群生存的重要影响因素^[10]。并且土壤中蚯蚓的数量充分反应出土壤中的含水量,例如线蚓数量越多,代表土壤中含有着极高的含水量,并保持相对稳定,同样,线蚓们可以对生态环境产生指示性。

参考文献:

- [1]成泽艳,张艳君,史洪中,刘建军,崔林开.改草植物病理学实验教学 提高学生动手和创新能力[J].实验室科学.2007(05):131-132.
- [2]张雪萍,侯威岭,陈鹏.东北森林土壤动物同功能种团及其生态分布[J].应用与环境生物学报.2001(04):370-374.
- [3]Riza K, Black H I J, Campbell CD, Harris J A, Wood C. Selecting biological indicators for monitoring soils: A framework for balancing scientific and technical opinion to assist policy development[J]. Ecological Indicators, 2009, 9(6): 1212-1221.
- [4]Thomas F, Folgarait P, Lavelle P, et al. Soil macro faunal communities along an abandoned rice field Chronosequence in Northern Argentina[J]. Applied Soil Ecology, 2004, 27(1):23-29.
- [5]Debeljak M, Cortet J, et al. Hierarchical classification of environmental factors and agricultural practices affecting soil fauna under cropping systems using Bt maize[J]. Pedobiologia 2007, 51 (3): 229-23.
- [6]叶岳,周运超,武绍义,腾磊,黄钟,谢泽秀,乌俊杰.黔南喀斯特地区不同土地利用方式下大型土壤动物功能类群研究[J].河南农业科学.2009(03):47-51.
- [7]Burgess A. and Raw F (editors), Soil Biology, Academic Press, 1967 Sydney, Australia.
- [8]殷秀琴,蒋云峰,陶岩,等.长白山红松阔叶混交林土壤动物生态分布[J].地理科学, 2011, 31(8): 935-940.
- [9]Wang Q Y, Zhou D M, Cang L, et al. Indication of soil heavy metal pollution with earthworms and soil microbial biomass carbon in the vicinity of an abandoned copper mine in Eastern Nanjing, China [J]. European Journal of Soil Biology, 2009, 45(3):229-234.
- [10]孙儒泳.动物生态学原理[M].3版.北京:北京师范大学出版社, 2001: 110-113.