

土壤动物多样性的地理分布及其生态功能研究进展

韩静茹

海南师范大学

摘要: 土壤动物是生态系统中重要组成部分,对于维持生态系统的结构和功能具有重要作用,土壤动物多样性的地理分布及其生态功能的深入研究,可以为生物学研究和环保工作奠定理论基础。本文系统性地回顾土壤动物多样性的地理分布及其生态功能的研究发展历程,进一步明确了土壤动物多样性的地理分布及其生态功能研究的意义,对土壤动物多样性的地理分布进行探析,同时讨论土壤动物多样性的生态功能,探索土壤动物多样性的地理分布及其生态功能的研究方向,旨在为相关生物研究工作提供参考和借鉴。

关键词: 土壤动物多样性; 地理分布; 生态功能

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.09.221

引言

土壤是地球上最为重要的自然资源之一,其维护着陆地生态系统的稳定性和复杂性。土壤动物作为土壤生态系统中的关键组成部分,对于维持土壤结构和功能发挥着不可或缺的作用。土壤动物参与了养分循环、有机物分解、土壤结构维护等重要生态功能。因此,深入研究土壤动物的多样性、地理分布及其生态功能,为理解土壤生态系统的运行机制、推进农业生产的可持续发展以及生物多样性保护具有重要意义。

一、研究土壤动物功能多样性的意义

(一) 保障土壤生态系统稳定

土壤动物多样性对于土壤生态系统的稳定性具有重要作用。土壤生态系统是由各种生物、化学和物理过程组成的复杂网络,它们相互作用得以维持土壤的结构与功能。土壤动物通过参与养分循环、有机物分解和土壤通气等生态功能,进一步维持土壤生态系统的稳定性;土壤动物通过摄食和分解有机物,促进了有机物的分解和降解过程,将有机物转化为二氧化碳和水,参与了碳循环过程(景佳爽等 2023)。土壤动物的活动可以有效控制有机物的积累,维持土壤的健康和质量(杨颖等 2022)。当土壤动物多样性减少时,有机物分解过程可能会受到影响,导致土壤碳循环紊乱进而影响土壤生态系统的稳定(邵元虎等 2015)。

(二) 促进农业生产可持续发展

农业是人类生活的重要基础,而土壤是农业生产的关键影响因素。土壤动物多样性的研究对于提高农业生产的可持续性具有重要意义。土壤动物通过改善土壤结构、增加养分供应、促进有机质分解等生态功能维持土壤的健康(姚保民等 2022; 李小涵等 2021)。健康的土壤能够提供更好的植物生长条件,减少土壤侵蚀和土地退化的风险,从而促进农业生产的可持续发展。一些土壤动物,如大型节肢动物(如:蚯蚓),对作物生长

具有积极影响,通过改善土壤通气性和水分保持能力,提高了土壤中的水分和养分供应,进一步提高作物产量;土壤动物的生态功能还包括对病虫害和微生物的控制(如:螨虫、跳虫等),能够控制某些害虫的数量,维护了农田的生态平衡,能够有效降低农业环境风险,减少对化学农药的依赖,客观上也有利于推进农业生产的可持续发展;土壤中小型土壤动物(如:线虫和原生动物)可以通过食物链与食物网与微生物互利共生或激发生物素有利于农业作物的生长与发育,提高农业作物的产量(吴东辉和傅声雷 2022)。

(三) 缓解全球气候问题

气候问题是全球范围内的一项严峻挑战,土壤动物多样性研究在缓解气候变化方面具有潜在作用。土壤动物通过促进有机物的分解和有机碳的固定,参与了碳循环过程,能够将大气中的二氧化碳转化为土壤中的有机碳,减缓了气候变化的速度。保护土壤动物多样性可以增加土壤中的有机碳储存,对气候问题的缓解具有积极作用;土壤动物的活动有利于维持土壤中的氮平衡,减少温室气体如氮氧化物的排放,进而减缓气候变化的影响。因此,土壤动物多样性研究对于降低温室气体排放,缓解全球气候问题也具有一定帮助。

(四) 加强生物多样性保护

保护土壤动物多样性对于维护生态系统的多样性和稳定性具有重要意义,丰富的土壤动物能够提高生态系统的生物多样性。保护土壤动物多样性有助于维护土壤生态系统的多样性,支持更多植物和动物的生存和繁衍;一些土壤动物是特有或稀有物种,它们在土壤生态系统中具有独特的生态功能,保护土壤动物多样性有助于保护这些特有物种,维护生物多样性;土壤动物在土壤生态系统中扮演着关键角色,若存在某些土壤动物的缺失易导致生态系统的崩溃,因此进一步保护土壤动物多样性显得尤为重要。

二、土壤动物多样性的地理分布

(一) 寒带和极地地区

寒带地区的土壤动物多样性相对较低，主要是由于极端低温和冻土条件限制了土壤动物的多样性和分布。然而，在寒带地区仍然存在一些特化的土壤动物，它们适应了极端的环境条件。其中，冻土蠕虫是一个典型的例子，这类动物能够在冻土层下生活，并在冰层融化时活跃起来，这些特殊的动物使得寒带地区的土壤动物多样性在一定程度上得以维持；极地地区的土壤动物多样性通常非常有限，主要由于极端的寒冷气候、冻土和短暂的生长季节。在北极和南极地区，土壤动物主要包括一些微小的线虫和真菌，线虫和真菌能够在极端环境下存活。然而，由于气候变暖和人类活动等因素的影响，极地土壤动物多样性也在不断发生变化。

(二) 温带和亚热带地区

温带地区的土壤动物多样性相对较高，因为相关地区通常具有更温暖的气候条件，有利于土壤动物的生存和繁殖。在温带地区，土壤动物多样性包括各种线虫、昆虫、蠕虫、蜘蛛等，相关土壤动物在土壤中发挥着重要的生态功能，如有机物分解、养分循环和土壤结构的维护；亚热带地区的土壤动物多样性也比较高，由于具备较高的气温和湿度条件，土壤动物在这些地区更能快速生存和繁衍（田龙等 2021）。亚热带地区的土壤动物包括了各种原生动物、节肢动物等，这类动物对于土壤生态系统的稳定性和健康具有重要作用，参与了有机物分解和养分循环（邵元虎 2015）。

(三) 热带地区

热带雨林拥有最丰富的土壤动物多样性，这些地区的气温和湿度非常适宜，为土壤动物提供了合理的生存条件，土壤动物主要包括各种原生动物和节肢动物等（熊燕 2005）。热带雨林土壤动物在土壤有机质分解、养分循环和植物根系生态系统中发挥着关键作用；热带草地和农田地区的土壤动物多样性相对较低，主要是因为受到土地利用和农业活动的影响，常见的土壤动物包括线虫和昆虫（李奕赞等 2022）。土壤动物在这些地区仍然扮演着有益的角色，如促进有机物分解和维护土壤结构。然而，受农业生产技术改变等因素的影响，一些农田土壤动物受到了威胁。

三、土壤动物多样性的生态功能

(一) 有机物分解

土壤动物在有机物分解过程中发挥着关键作用，它们通过摄食有机物质，将其消化并排泄，将有机物分解成更简单的化合物，该过程称为有机物的降解，能够将

复杂的有机物质分解为可供植物吸收的养分，如氮、磷、钾等。有机物分解过程释放出的养分对于植物的生长至关重要。土壤动物通过将有机物分解成可溶性的养分，为植物提供了必需的氮、磷和其他营养物质；有机物分解能够将有机质转化为更稳定的有机质，从而增加了土壤的有机质储存，进一步提高了土壤的肥力和保水能力；若没有土壤动物的参与，有机物质会在土壤中积累，导致土壤质量下降，土壤动物通过加速有机物的降解，防止了有机物的过度积累。

(二) 养分循环

土壤动物能够摄食植物残体、有机物质和其他土壤生物，将养分吸收到其体内。随后，它们将这些养分释放回土壤中，通过排泄物或死亡的过程，将养分循环到土壤中，这一生态功能对于土壤养分的可利用性和循环至关重要。土壤动物有助于将养分重新循环到土壤中，使它们可供植物吸收，进而维持土壤中的养分平衡，支持植物的生长；土壤动物释放的养分包括氮、磷、钾等，相关养分关乎植物的健康生长，土壤动物的活动有效提升了土壤中养分的可用性；土壤动物通过将养分保持在土壤中，降低了养分流失风险，同时也有利于减少水体污染，维护水质。

(三) 土壤通气和结构维护

土壤动物中的一些种类，如蠕虫，通过挖掘和通道构建改善了土壤的通气性，增加土壤中的氧气供应，促进土壤中的微生物活动和根系健康。蠕虫等土壤动物通过挖掘和混合土壤，改善了土壤的结构，创建的通道和孔隙，有助于增加土壤的透水性、保水性和抗侵蚀能力，能够规避土壤侵蚀等问题；土壤动物通过挖掘通道，改善土壤的通气性，维持土壤中的氧气供应，对于微生物的呼吸和氮的氧化也有着重要影响。土壤动物的挖掘和混合活动利于改善土壤的结构，增加了土壤的肥力和水分保持能力，为植物根系的生长创造了良好的外部环境。此外，土壤动物的活动能够降低土壤侵蚀的风险，保护土壤的表面层，防止土壤流失和贫瘠化。

(四) 害虫抑制

螨虫和土壤捕食性线虫，是植物害虫的天敌，通过捕食害虫的卵、幼虫或成虫，控制了害虫的种群数量，维护了农田和自然生态系统的生态平衡。土壤动物的害虫控制作用有助于减少对化学农药的依赖，降低农业环境风险。通过控制害虫种群，维护植物和农作物的健康，提高农作物的产量和质量。土壤动物的害虫抑制作用有助于维持农业生产与自然生态系统的生态平衡，减少害虫爆发的风险。

四、土壤动物多样性的地理分布及其生态功能研究方向

(一) 跨学科合作

跨学科合作是研究土壤动物多样性和其生态功能的重要方向。各个学科领域的专家可以共同合作,为这一领域的研究提供更全面、深入的理解。研究人员可将土壤生态学和GIS技术相结合,从而更好地分析土壤动物的地理分布和生境偏好。通过GIS技术建立土壤动物多样性的地图,揭示不同地区和生境中土壤动物的多样性差异,深入理解土壤动物与地理环境之间的联系;利用分子生态学的技术,如DNA条形码,可以更准确地鉴定和分类土壤动物;将分子生态学与生态系统生态学相结合,研究土壤动物的功能群落及其对生态系统功能的影响,进一步揭示土壤动物多样性与生态系统稳定性之间的关系;跨学科合作中的一项重要方向是将土壤科学与生物多样性保护相结合,研究人员可以通过了解土壤动物的分布和生态功能,为生物多样性保护提供更多信息和策略。例如,通过研究土壤动物在濒危物种栖息地中的作用,开发更有效的保护措施(徐聪等 2022)。

(二) 生态环境保护

保护土壤动物多样性和其生态功能对于维护生态环境有着巨大帮助,研究土壤动物多样性在退化土壤恢复中的作用,了解土壤动物在土壤生态系统中的恢复过程中的生态功能,有助于制定科学有效的土壤恢复策略,以改善土壤质量和生态环境;研究土壤动物多样性对土壤生态系统服务的影响,如有机物分解、养分循环、水分调节等。通过评估这些生态系统服务的价值,可更好地理解土壤动物多样性对生态环境保护的重要性;研究土壤动物多样性与土壤保护政策之间的关系。通过政策和管理措施的制定,可促进土壤动物多样性的保护,减少土壤侵蚀、污染和退化,保护土壤生态系统的健康。

(三) 可持续管理

可持续土壤管理是维护土壤动物多样性和生态功能的关键因素,研究土壤动物在水土保持和农业可持续性中的作用,能够了解它们如何帮助减少土壤侵蚀、提高土壤质量、增加农田产量等,进而改善农业生产的可持续性;有机农业的实践可减少化学农药的使用,有助于保护土壤动物多样性和生态功能。此外,相关研究成果也为城市土壤管理提供了客观的借鉴,面对复杂的城市环境,如何进一步保护土壤动物多样性和土壤生态系统,需要制定合理的城市土壤管理策略。

结语

土壤动物多样性的地理分布及其生态功能是土壤生

态学领域的重要研究领域。了解土壤动物的多样性、分布和生态功能对于维护土壤质量、生态系统的稳定性以及全球生态平衡具有重要意义。通过跨学科合作、全球监测网络的建立以及可持续管理和保护措施的实施,可以更好理解利用土壤动物在土壤生态系统中的作用和价值,为土壤生态学的研究和应用创造更多可能。土壤动物的多样性和生态功能不仅关乎土壤健康,也关系到全球生态系统的可持续发展。因此,研究人员需进一步加强土壤动物多样性的地理分布及其生态功能研究,为生态环境保护和社会可持续发展创造条件。

参考文献

- [1] 景佳爽, 林琳, 李艳芹等. 不同施肥方式对耕地黑土中小型土壤动物功能类群的影响[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(06): 66-72.
- [2] 吴东辉, 傅声雷. 土壤动物多样性: 物种与群落研究[J]. 生物多样性, 2022, 30(12): 5-10.
- [3] 徐聪, 张飞宇, 俞道远等. 土壤动物的分子分类预测策略评估[J]. 生物多样性, 2022, 30(12): 186-199.
- [4] 姚保民, 曾青, 张丽梅. 土壤原生生物多样性及其生态功能研究进展[J]. 生物多样性, 2022, 30(12): 234-245.
- [5] 傅声雷, 刘满强, 张卫信等. 土壤动物多样性的地理分布及其生态功能研究进展[J]. 生物多样性, 2022, 30(10): 150-167.
- [6] 李奕赞, 张江周, 贾吉玉等. 农田土壤生态系统多功能性研究进展[J]. 土壤学报, 2022, 59(05): 1177-1189.
- [7] 李小涵, 刘世荣, 魏雪等. 南亚热带6种人工林小型土壤节肢动物群落多样性[J]. 生态学杂志, 2021, 40(05): 1458-1468.
- [8] 田龙, 扈梦梅, 杨晋宇. 森林经营对土壤动物影响研究进展[J]. 林业与生态科学, 2021, 36(01): 1-7.
- [9] 杨颖, 郭志英, 潘恺等. 基于生态系统多功能性的农田土壤健康评价[J]. 土壤学报, 2022, 59(02): 461-475.
- [10] 邵元虎, 张卫信, 刘胜杰等. 土壤动物多样性及其生态功能[J]. 生态学报, 2015, 35(20): 6614-6625.
- [11] 熊燕. 热带、亚热带土壤动物群落多样性及弹尾纲系统发生的研究[D]. 华东师范大学, 2005.