

基于文献计量学的氮沉降对土壤微生物影响的可视化分析

于美佳^{1,2}, 叶彦辉^{1,2}, 段少荣¹, 韩艳英^{1*}

(1. 西藏农牧学院资源与环境学院, 西藏林芝 860000; 2. 西藏高原森林生态教育部重点实验室, 西藏林芝 860000)

摘要 [目的] 为了解国内氮沉降对土壤微生物研究的方向和热点。[方法] 选取 2005—2019 年 CNKI 数据库中文核心期刊、硕博论文和 Web of Science(WoS) 核心合集收录的相关文献为数据样本, 基于文献计量学的可视化分析, 以知识图谱为研究载体, 通过 Excel、CiteSpace 等分析软件为工具, 对所选数据进行关键词的聚类分析, 同时绘制各类相关数据分析以及图谱。[结果] 从发表年份来看, 我国氮沉降对土壤微生物研究较晚, 始于 2005 年, 一直到 2015 年左右才达到峰值状态, 核心期刊近些年保持平稳状态, 硕博论文从 2016 年发文达到峰值之后, 逐渐回落。SCI 论文除 2009、2012、2016 年有轻微下降外, 从总体上看保持上升趋势。从关键词来看, 在核心期刊和硕博论文中, 土壤微生物与土壤呼吸有紧密联系。“碳”(carbon)、“多样性”(diversity)和“生物”(bioma)一直是 SCI 论文中氮沉降对土壤微生物的研究热点。从研究作者来看, 我国氮沉降对土壤微生物研究领域的核心作者形成了以卢明珠、方华军、曹子铨和徐梦等人、商帅帅、王春梅和李俊青等人、向元彬、周世兴和黄从德等人为联系的作者合作关系图谱。发表 SCI 论文最多的作者是 Donald R Zak, Stefan Scheu 和 Stefan Scheu 发文量紧随其后。从研究机构来看, 中国科学院大学在氮沉降对土壤微生物领域研究发文量最多, 从硕博论文来看, 东北师范大学最多。SCI 论文发文量排名前 2 位的主要是 Chinese Acad SCI 和 Chinese Acad SCI University, 说明中国的科研机构就氮沉降对土壤微生物研究较广泛。[结论] 近些年的研究热点与未来发展有可能是生物多样性、荒漠草原、常绿阔叶林和磷脂脂肪酸等研究。SCI 论文中显示出的未来研究热点可能是细菌群落和有机碳的研究。

关键词 氮沉降; 土壤微生物; 文献计量学; CiteSpace; 可视化分析

中图分类号 S058 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)09-0230-07

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.09.062

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Visualization Analysis of the Effects of Nitrogen Deposition on Soil Microorganisms Based on Bibliometrics**YU Mei-jia^{1,2}, YE Yan-hui^{1,2}, DUAN Shao-rong¹ et al (1. College of Resources and Environment, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University, Linzhi, Tibet 860000; 2. Key Laboratory of Forest Ecology in Tibet Plateau(Tibet Agriculture & Animal Husbandry University), Ministry of Education, Linzhi, Tibet 860000)

Abstract [Objective] To understand domestic nitrogen deposition on soil microbial research direction and hotspot. [Method] Database of CNKI from 2005 to 2019 Chinese core journals, Thurber papers and Web of Science(WoS) core collection of relevant literature were selected as the data samples. Based on the visual analysis of literature metrology, we used knowledge map as the research carrier. Keywords clustering analysis of the selected data was selected through the analysis software tools such as Excel, CiteSpace. At the same time, all kinds of related data analysis and mapping were carried out. [Result] From the aspect of year of publication, the research of nitrogen deposition on soil microorganisms in China was relatively late, which started in 2005 and did not reach its peak until 2015. The core journals maintained a stable state in recent years, and the master and doctoral papers gradually declined after reaching their peak in 2016. Except for a slight decline in 2009, 2012 and 2016, SCI papers generally maintain an upward trend. From the aspect of key words, soil microorganisms are closely related to soil respiration in core journals and master and Doctoral dissertations. “Carbon”, “diversity” and “bioma” have been the research sites of soil microorganisms by nitrogen deposition in SCI papers. From the aspect of study author, the core authors of the research field of nitrogen deposition on soil microorganisms in China formed a cooperative relationship map of authors with Lu Mingzhu, Fang Huajun, Cao Zicheng, Xu Meng, Shang Shuaishuai, Wang Chunmei and Li Junqing, Xiang Yuanbin, Zhou Shixing and Huang Congde as human contacts. Donald R Zak is the author of the most SCI papers, followed by Stefan Scheu and Stefan Scheu. From the aspect of research institutions, the University of Chinese Academy of Sciences has published the most papers on nitrogen deposition in the field of soil microorganisms, and from the perspective of Master and doctoral theses, northeast Normal University has the most papers. Chinese Acad SCI and Chinese Acad SCI University rank the top two in the number of SCI papers published, indicating that Chinese scientific research institutions have conducted extensive researches on soil microorganisms regarding nitrogen deposition. [Conclusion] Recent research hotspots and future development may be biodiversity, desert steppe, evergreen broad-leaved forest and phospholipid fatty acids. The future research hotspot shown in SCI papers may be the research of bacterial community and organic carbon.

Key words Nitrogen deposition; Soil microorganisms; Bibliometrics; CiteSpace; Visual analysis

化石燃料的燃烧、化肥的生产和使用以及畜牧业集约化经营等人类活动向大气排放了大量的氮化物, 并不断向陆地和水生生态系统沉降^[1]。随着我国社会经济的发展, 氮沉降量可能还会继续升高^[2]。我国是世界三大氮沉降集中区域

之一, 仅次于欧洲和美国, 1961—2000 年我国活性氮的排放从 1.4×10^{10} kg/a 升至 6.8×10^{10} kg/a, 预计在 2030 年将上升至 1.05×10^{11} kg/a^[3]。因此, 氮沉降引发的一系列全球问题会越来越受到人类广泛关注。

土壤微生物有适合自己的土壤氮环境, 过量的氮沉降会对土壤微生物造成一定程度的影响, 可以改变土壤微生物群落结构组成, 甚至可以改变一些微生物的生物功能^[4]。随着过量的氮沉降输入和氮饱和的出现, 微生物群落的结构和功能将会发生改变, 过高的氮沉降会减少微生物量, 降低物种多样性^[5-8]。氮添加对土壤微生物的影响还要考虑到施氮量、类型、季节以及微生物种类等因素。

基金项目 国家自然科学基金资助项目(31860141, 31360119); 北京市生物多样性与有机农业重点实验室开放课题资助项目(BOF201905); 西藏自治区高等学校优秀教学团队项目(2017); 西藏农牧学院研究生创新计划项目(YJS2020-27); 林学学科创新团队建设项目(藏财预指 2020-11)。

作者简介 于美佳(1994—), 女, 辽宁阜新人, 硕士研究生, 研究方向: 森林生态。*通信作者, 副教授, 硕士, 从事天然林经营方面的研究。

收稿日期 2020-10-11

氮沉降对土壤微生物的影响一直是科研人员研究的重点,所以相关的文献计量学统计分析很有必要。文献计量学就是以文献体系和计量特征作为研究的对象,运用数学、统计学等计量方法,研究文献的分布、数量、变化和管理,进一步探讨科学技术的某些结构、特征和规律的一门学科^[9]。笔者采用文献计量学的研究方法,借助 Excel、Origin 和 CiteSpace 等对 2005—2019 年氮沉降对土壤微生物在知网和 WoS 收录的文献进行统计,通过统计出的文献,探寻氮沉降对土壤微生物的规律、分布以及未来走向,为今后土壤微生物对氮沉降的响应研究提供参考。

1 数据来源与研究工具

1.1 数据来源

该研究的中文核心数据库选自中国知网 (China National Knowledge Infrastructure, 简称 CNKI), 搜索中国知网官网, 进入高级检索页面, 首先在期刊栏勾选核心期刊, 然后选择硕博论文。时间选择 2005 年 1 月 1 日—2019 年 12 月 31 日, 检索字段勾选“主题”, 检索主题为“氮沉降”和“土壤微生物”, 进行检索。去除无效信息以及人工纠错后, 将 2005—2019 年我国氮沉降对土壤微生物影响的所有文献进行筛选统计, 最后统计出核心期刊 154 篇, 硕博论文 181 篇。

英文 SCI (Scientific Citation Index) 数据库来自 Web of Science (WoS) 核心合集为数据来源, 时间跨度为 2005—2019 年, 搜索主题 (Topic) 为“nitrogen deposition”和“soil microorganism”。下载文件格式选择“纯文本文档”, 以便为后续分析做准备, 筛选统计出英文文献 216 篇。检索日期为 2020 年 7 月 31 日。

1.2 研究工具

借助 Excel、Origin 以及可视化处理软件 CiteSpace, 用 Excel 软件对检索数据进行合并、去重统计进行分析^[10]。CiteSpace 是由美国德雷赛尔大学陈超美博士开发的信息可视化分析软件, 具有开放性、可视化性等特征^[11], 适用于多元、分时、动态的复杂网络分析, 能够显示特定知识在一定时期的研究布局和前沿领域, 是梳理知识结构的重要工具^[12]。该研究以可视化分析为载体, 从整体上把握氮沉降对土壤微生物的影响, 梳理未来研究热点问题, 为今后的深入分析研究提供参考。

2 结果与分析

2.1 发文情况

每年的发文情况可以清楚直观地表明我国氮沉降对土壤微生物影响情况^[13]。如图 1 所示, 我国氮沉降对土壤微生物影响的相关文献大致呈现逐年增加趋势。在核心期刊论文方面, 一共有 154 篇。其中 2005—2010 年我国关于氮沉降对土壤微生物影响方面的发文保持平稳增长; 2011—2012 年保持平稳状态, 即每年 6 篇核心期刊的发文量; 2013—2015 年再次呈近乎直线增长态势, 其中 2015 年发文量最多, 达 21 篇; 2016—2019 年, 除 2017 年有轻微波动外, 其他年份保持每年发文 20 篇的平稳发展。国内以“氮沉降”和“土壤微生物”为关键词发表在核心期刊的文献始于 2005 年, 薛璟花等^[4]“氮沉降增加对土壤微生物的影响”发表在《生态环境》期刊上, 开创了我国氮沉降对土壤微生物领

域研究的新纪元, 为今后中国进一步研究相关研究作出了理论依据。

在硕博论文方面, 氮沉降对土壤微生物研究领域发文量一共有 181 篇。2005—2008 年除了 2005 和 2008 年发文量是空白之外, 其余每年各有 1 篇发文; 2009—2016 年, 硕博论文发文量呈现出增加趋势, 其中 2016 年发文量达到顶峰, 有 30 篇; 2017—2019 年, 发文量又趋于下降态势。国内以“氮沉降”和“土壤微生物”为关键词发表在硕博论文始于 2004 年, 荣兴民^[14]研究了王朗国家级自然保护区森林土壤养分与微生物的分异特征, 为王朗自然保护区土壤微生物种群研究提供指导意见。该研究的 2005—2019 年时间段内, 第 1 篇硕博论文为 2006 年, 万宏伟^[15]研究了内蒙古高原成熟和退化羊草草原群落物种功能特性与土壤微生物量 C、N、P 对氮素添加的响应, 进一步解释了氮素添加对草地生态系统的影响, 对今后研究氮沉降对陆地生态系统响应有借鉴意义。

在英文论文 SCI 方面, 氮沉降对土壤微生物研究领域发文量共有 216 篇。2005—2019 年中, 除 2009、2012、2016 年发文有轻微下降之外, 从总体上看保持上升趋势。2005 年 Johnson 等^[16]揭示了土壤微生物氮磷循环。2005—2007 年发文量都保持 5 篇/a, 2008 年论文土壤急剧增加到 10 篇, 2009—2010 年又开始缓慢下降, 但幅度不明显。2011—2015 年, 除 2012 年小幅度下降之外, 其他年份都保持稳步上升趋势。2016 年小幅回落之后, 从 2017 年开始一直到 2019 年, 发文量又开始保持上升趋势, 2019 年发文量骤增, 达到 31 篇/a。2019 年 Zhang 等^[17]研究表明, 随着未来大气氮沉降量的增加, 微生物对沉降 NH_4^+ 和 NO_3^- 的选择性利用可能会增加森林土壤 NO_3^- 的潜在损失, 特别是在中国, 近年来大气沉降 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 有所下降, 这对未来进一步研究氮沉降对土壤微生物的影响有一定启示性意义。

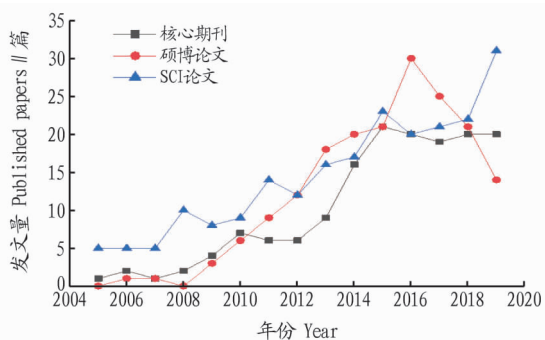


图 1 2005—2019 年氮沉降对土壤微生物研究领域发文量比较
Fig. 1 Comparison of published papers about nitrogen deposition in the field of soil microbiology in 2005-2019

2.2 研究状况

文章中的关键词表达了论文主题以及核心观点^[18], 以“关键词”为切入点了解我国氮沉降对土壤微生物影响的研究进展对今后进一步研究很有意义。通过 CiteSpace 5.7.R1 对 154 篇核心期刊的关键词进行可视化分析, 见图 2a。在 CNKI 以 Refworks 格式导出并保存, WoS 中以纯文本导出。在 CiteSpace 中设置时间段为 2005—2019 年, 时间切片为 1 a, 节点类型为 keyword, TopN=50, TopN%=

10%,共得到243个节点、554条关系连线,网络密度为0.0188, Q 值为0.6966,大于0.5000, S 值为0.8073,大于0.5000,图谱结果可信。节点数表示关键词个数,边数是关键词之间的连线数,文字大小与出现频次成正比,字体越大,出现频次越多,连线粗细代表紧密程度^[19]。通过知网自带可视化分析对181篇硕博论文关键词进行聚类分析,得到关键词聚类图谱,见图2b,归纳分析得出2005年以来我国氮沉

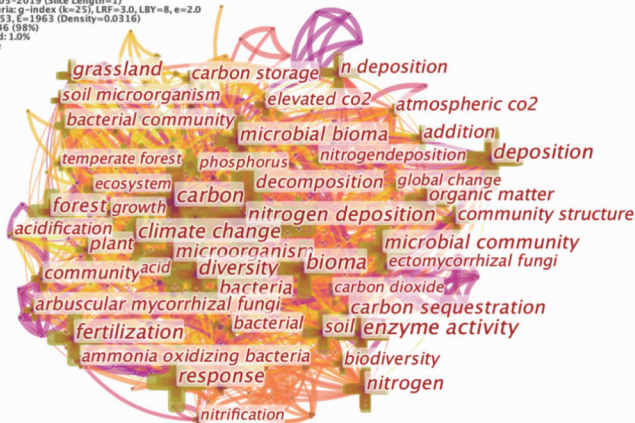
降对土壤微生物影响研究的高频词,见表1。通过CiteSpace 5.7.R1对216篇SCI论文的关键词进行可视化分析,见图2c。在CiteSpace中设置时间段为2005—2019年,时间切片为1a,节点类型为keyword,TopN=50,TopN%=10%,共得到353个节点、1963条关系连线,网络密度为0.0316, Q 值为0.4271,略小于0.5000, S 值为0.7459,大于0.5000,图谱结果基本可信。

CiteSpace v. 5.7.R1 (64-bit)
July 10, 2020 5:28:46 PM CST
Wds: /Users/yilixuan@bnu/Desktop/citespace3/data
Timespan: 2005-2019 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, LBY=8, e=2.0
Network: N=243, E=554 (Density=0.0188)
Largest CC: 229 (94%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None



a. 期刊论文 Journal papers

CiteSpace v. 5.7.R1 (64-bit)
July 31, 2020 11:37:22 AM CST
Wds: /Users/yilixuan@bnu/Desktop/citespace/data
Timespan: 2005-2019 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, LBY=8, e=2.0
Network: N=353, E=1963 (Density=0.0316)
Largest CC: 346 (98%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None



c. SCI论文 SCI papers



b. 硕博论文 Master's and Doctoral theses

图2 2005年以来我国氮沉降对土壤微生物关键词共现图谱

Fig. 2 Cooccurrence map of key words of nitrogen deposition on soil microorganisms in China since 2005

2.2.1 期刊论文关键词分析。从图2a和表1可以看出,氮沉降对土壤微生物研究在微生物群落组成方面研究更多。倪壮等^[20]对南亚热带常绿阔叶林土壤微生物群落研究发现,南亚热带地区氮添加增加会改变土壤微生物的群落组成,且施氮的影响具有明显的季节差异,进而可能影响这些微生物驱动的关键生态过程,真菌与细菌比率也会随施氮水平增加而减少^[21]。

2.2.2 硕博论文关键词解释的研究现状。从图2b和表1可以看出,土壤呼吸是氮沉降对土壤微生物研究的分析热点与纽带。王泽西等^[22]通过对亚高山林的土壤微生物和土壤呼吸施氮监测发现,对土壤呼吸各指标和土壤微生物碳氮都有极显著的影响,施氮能促进土壤全呼吸、自养呼吸、异养呼吸通量和土壤微生物生物量碳氮的增长。不同浓度梯度氮

沉降处理对土壤微生物和土壤呼吸的影响不同,低氮处理对林分根生物量密度有促进作用,同时显著提高了土壤微生物量,从而增强土壤呼吸温度敏感性^[23]。高氮处理下土壤微生物量增量降低,而其微生物活性下降^[24],导致土壤呼吸温度敏感性降低。在氮输入对土壤呼吸的利弊方面,试验认为氮输入促进了植物生长,增加了生态系统初级生产力和凋落物量,这些改变增加了根和土壤微生物活动所需的碳源,为土壤呼吸提供更多的物质基础^[25]。但Mo等^[26]认为,氮沉降降低了根系生物量和土壤微生物量碳,从而导致土壤呼吸速率降低。Zhu等^[27]在内蒙古半干旱草原的研究发现,氮沉降通过影响地下生物量从而对土壤呼吸速率产生影响。

2.2.3 SCI论文关键词解释的研究现状。从图2c和表1可以看出,“碳”(carbon)、“多样性”(diversity)和“生物”(bio-

ma)一直是 SCI 论文中氮沉降对土壤微生物的研究重点。Sun 等^[28]通过对含有微生物群落和土壤有机碳组成的青藏高原高山针叶林增温和施氮发现,气候引起的土壤变暖可能会增加土壤 CO₂ 排放,但这种影响可能很大程度上抵消同时增加 N 沉积亚高山针叶林。Zhou 等^[29]对盆栽试验 10 个月的大气氮沉降试验发现,NH₄⁺/NO₃⁻ 为 2/1 时,提高土壤酶活性和微生物碳氮量,施氮降低了土壤微生物活性,改变了土壤细菌群落。众多文献表明,SCI 论文中氮沉降对土壤微生物的研究多集中在微观领域研究。

2.3 研究作者 研究作者共现图谱表明氮沉降对土壤微生物领域研究的核心作者与关联作者合作关系,核心期刊的研究作者更能体现作者合作关系。通过 CitesSpace 5.7.R1,对 154 篇核心期刊的发表作者进行可视化聚类分析,生成氮沉降对土壤微生物研究作者的共现图谱,见图 3a,共得到 265 个节点,567 条关系连线,*Q* 值为 0.947 3,大于 0.500 0,*S* 值为 0.638 9,大于 0.500 0,图谱结果可信。形成了以卢明珠、方华军、曹子铖和徐梦等人、商帅帅、王春梅和李俊青等人、向元彬、周世兴和从德等人为联系的作者合作关系图谱。对 216 篇 SCI 论文的发表作者进行可视化聚类分析,生成氮沉降对土壤微生物研究作者的共现图谱,见图 3b,共得到 357 个节点,401 条关系连线,*Q* 值为 0.977 8,大于 0.500 0,*S* 值为 0.696 3,大于 0.500 0,图谱结果可信。

发表核心期刊论文在 8 篇以上的作者分别是卢明珠、方华军、曹子铖、徐梦、商帅帅、程淑兰、王春梅、耿静、李俊青和向元彬。其中,卢明珠在氮沉降对土壤微生物研究的发文量最高,达 16 篇;方华军发文量仅次于卢明珠,为 15 篇。发表 SCI 论文最多的作者是 Donald R Zak,达 9 篇,Stefan Scheu 和 Stefan Scheu 发文紧随其后,有 4 篇(表 2)。这些专业领域

的研究者,为氮沉降对土壤微生物领域研究作出了突出贡献,有利于今后相关问题研究的进一步探讨。

表 1 2005 年以来氮沉降对土壤微生物影响的高频词比较

Table 1 Comparison of the high frequency words about the effect of nitrogen deposition on soil microorganisms since 2005

项目 Item	关键词 Key words	排名 Rank	出现频率 Frequency of occurrence//次
期刊论文 Journal papers	氮沉降	1	103
	土壤微生物	2	43
	微生物群落组成	3	32
	大气氮沉降	4	32
	土壤呼吸	5	20
	异养呼吸	6	16
	土壤碳释放	7	15
	soc 物理分组	8	15
	干旱	9	14
	氮添加	10	12
硕博论文 Thesis and dissertation	氮沉降	1	90
	土壤呼吸	2	25
	土壤微生物	3	23
	氮添加	4	19
	凋落物分解	5	17
	土壤酶活性	6	14
	凋落物分解	7	14
	土壤酶活性	8	12
	土壤养分	9	9
	施氮	10	8
SCI 论文 SCI papers	nitrogen deposition	1	71
	carbon	2	46
	microorganism	3	39
	diversity	4	37
	deposition	5	32
	bioma	6	30
	enzyme activity	7	29
	response	8	29
	fertilization	9	27
	climate change	10	27

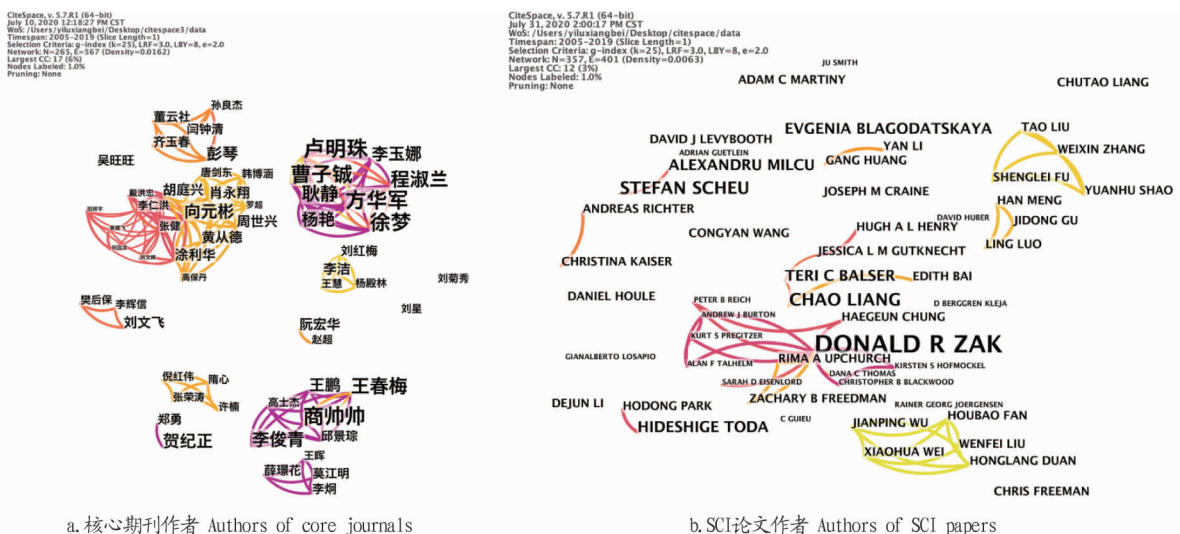


图 3 2005 年以来氮沉降对土壤微生物研究作者共现图谱

Fig. 3 Co-occurrence graph of soil microorganism by nitrogen deposition since 2005

2.4 研究机构 研究机构反映了科研实力和学术方向。借助 CitesSpace 5.7.R1 对 154 篇核心期刊的研究机构进行聚类分析,见图 4a,共得到 164 个节点,175 条关系连线,*Q* 值为

0.826 7,大于 0.500 0,*S* 值为 0.559 1,高于 0.500 0,图谱结果可信。从图 4a 可以看出核心期刊的研究机构,分别形成了以中国科学院、四川农业大学和北京林业大学为核心的研

表2 发文量前10位论文作者比较

Table 2 The top ten authors of published papers

项目 Item	发文量排序 Rank	作者 Authors	出现频率 Frequency of occurrence/次
核心期刊 Core journal papers	1	卢明珠	16
	2	方华军	15
	3	曹子铖	14
	4	徐梦	14
	5	商帅帅	14
	6	程淑兰	12
	7	王春梅	11
	8	耿静	10
	9	李俊青	9
	10	向元彬	8
SCI论文 SCI papers	1	Donald R Zak	9
	2	Stefan Scheu	4
	3	Chao Liang	4
	4	Alexandru Milcu	3
	5	Evgenia Blagodatskaya	3
	6	Hidshige Toda	3
	7	Terl C Balsler	3
	8	Yan Li	2
	9	Adam C Martiny	2
	10	Tao Liu	2

现研究机构占比情况,通过知网可视化分析对181篇硕博论文进行分析,见图4b。从图4b可以看出,东北师范大学在氮沉降对土壤微生物研究方面培养人才较多,共发表硕博论文21篇,占总数的11.6%,北京林业大学紧随其后。借助CiteSpace 5.7.R1对216篇SCI论文的研究机构进行聚类分析,见图4c,共得到254个节点,396条关系连线,Q值为0.7765,大于0.5, S值为0.6125,高于0.5000,图谱结果可信。其中中国科学院(Chinese Acad Sci)发文量最多,达44篇;发文第2多的为中国科学院大学(Chinese Acad Sci University),达18篇以上。

根据2005—2019年核心期刊发文情况分析可知,排名前10的研究机构见表3。中国科学院大学在氮沉降对土壤微生物领域研究的发文量达到26篇,是该领域发文数量最多的研究机构。中国科学院二级学院发文量较多的有地理科学与资源研究所、资源与环境学院、研究生院和沈阳应用生态研究所。除此之外,福建师范大学地理科学学院、北京林业大学环境科学与工程学院、北京建筑大学建筑结构与环境修复功能材料北京市重点实验室和北京林业大学林学院发文量也遥遥领先。核心期刊发文量在前10名的研究机构

研究机构。一般来说,硕博论文联合培养较少,饼状图更能体

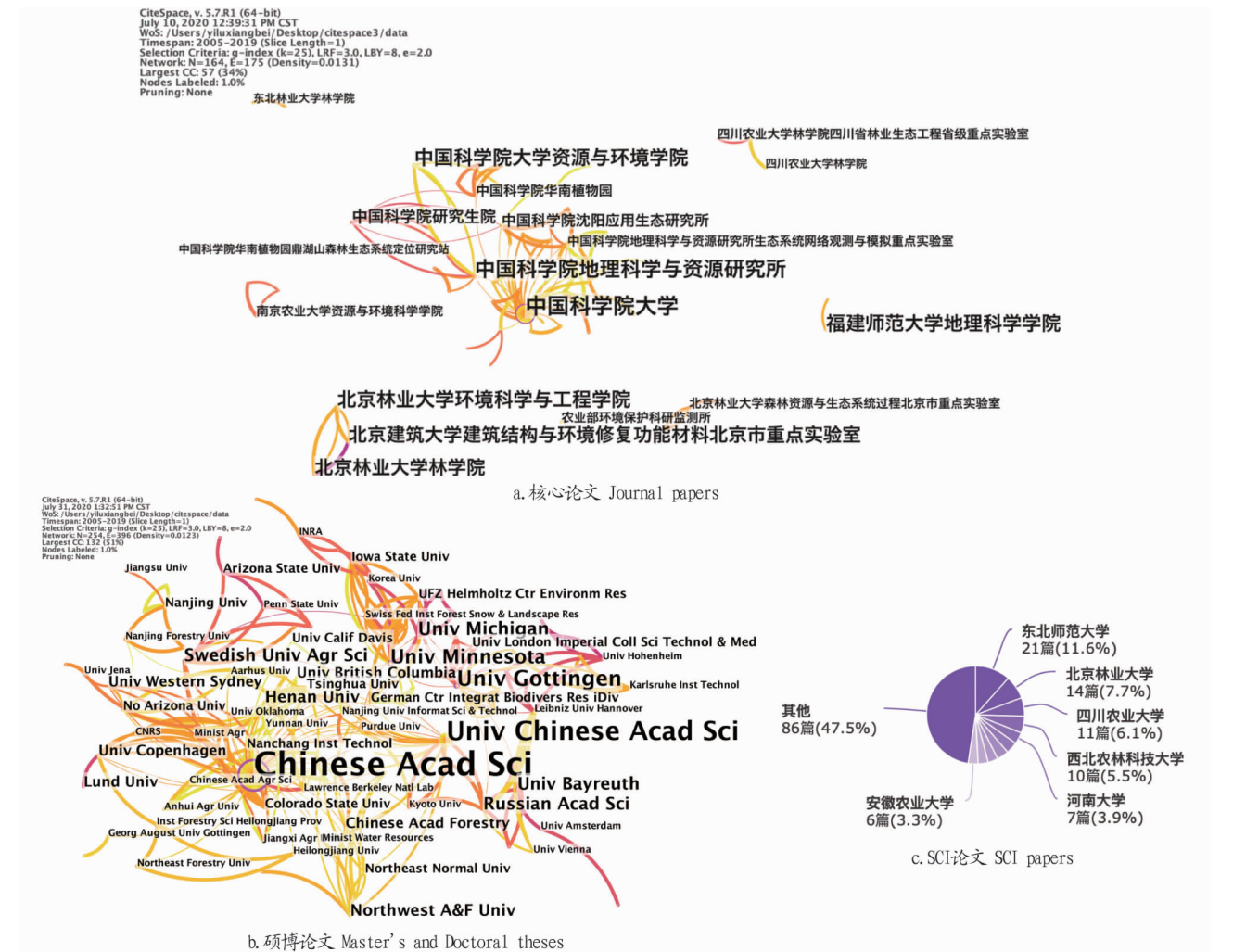


图4 2005—2019年氮沉降对土壤微生物研究机构发文情况

Fig. 4 Nitrogen deposition published on soil microorganism research institutions from 2005 to 2019

一共发文有 153 篇,占总发文量的 99.4%,说明氮沉降对土壤微生物研究的科研机构分布特别集中,以中科院及相关科研机构为主。SCI 论文发文量在排前 2 位的主要是 Chinese Acad Sci 和 Chinese Acad Sci University,说明中国的科研机构关于氮沉降对土壤微生物研究较广泛。除此之外,发文量排在前 10 名的还有 Gottingen University (哥廷根大学)、Minnesota University (明尼苏达大学) 和 Michigan University (密歇根大学) 等。这说明氮沉降对土壤微生物研究已经成为世界热点研究话题,共同深入探讨形成机理对揭示其中的未来影响很有启示性意义。

表 3 2005 年以来氮沉降对土壤微生物发文数量在前 10 的科研机构比较
Table 3 Comparison of the top 10 research institutions with papers about nitrogen deposition on soil microorganisms since 2005

项目 Item	发文量 排序 Rank	研究机构 Research institutions	发文数量 Paper number 篇
核心期刊 Core journals	1	中国科学院大学	26
	2	中国科学院地理科学与资源研究所	22
	3	福建师范大学地理科学学院	18
	4	北京林业大学环境科学与工程学院	17
	5	中国科学院大学资源与环境学院	17
	6	北京建筑大学建筑结构与环境修复功能材料北京市重点实验室	15
	7	北京林业大学林学院	15
	8	中国科学院研究生院	9
	9	中国科学院沈阳应用生态研究所	8
	10	中国科学院华南植物园	6
SCI 论文 SCI	1	Chinese Acad SCI	44
	2	Chinese Acad SCI University	18
	3	Gottingen University	10
	4	Minnesota University	8
	5	Michigan University	7
	6	Bayreuth University	6
	7	Russian Acad SCI	6
	8	Swedish Acad SCI University	6
	9	Northwest A&F University	5
	10	Henan University	5

2.5 研究热点 CiteSpace 的 Timezone 选项可以依据关键词

图谱说明不同时段的研究热点,如图 5a 所示。从前沿态势图谱可以看出,最开始的氮沉降对土壤微生物研究始于 2006 年,曹裕松等^[30]首次在森林层面进行研究,结果表明模拟氮沉降对湿地松林表土碳释放过程有非常强的抑制作用,且随着氮处理浓度的升高而加强。纵观时区态势图谱,在 2005—2019 年氮沉降对土壤微生物研究的最右端发展趋势与热点有:生物多样性、荒漠草原、常绿阔叶林和磷脂脂肪酸等。这些热点关键词可以作为今后该领域的前沿讨论方向。近些年,通过分子手段进行微观分析逐渐成为研究热点话题。黄静等^[31]通过模拟氮沉降和增温对荒漠草原土壤细菌群落组成和多样性等影响进行试验,以了解气候变化对荒漠草原土壤细菌群落组成和多样性的影响。关于常绿阔叶林的文献众多,如郑裕雄等^[32]在季节方面的研究,周世兴等^[33]通过施氮和降水结合的试验。磷脂脂肪酸相关研究在近些年很热,高士杰等^[34]利用静态箱-气相色谱法研究土壤呼吸组分和磷脂脂肪酸方法研究微生物群落丰度和群落结构的改变,微生物呼吸的降低反映了土壤有机质分解速度的降低,促进土壤碳的积累,进而氮促碳汇。

从图 5b 可以看出,就 SCI 论文研究热点而言,从 2005 年就开始了土壤微生物群落 (Soil microbial community) 的研究,研究人员通过对发生在海岸鼠尾草灌丛植被的南加州草本入侵和施氮,分析了这些变化对土壤微生物群落的影响^[35]。近些年,SCI 论文开始着重研究细菌群落 (fungal community) 和有机碳 (organic carbon) 的研究。2019 年, Li 等^[36]对湿地森林微生物群落进行研究,发现在中性土壤 pH 环境中, pH 波动是细菌和真菌丰度和多样性的主要影响因素。真菌的多样性更依赖于土壤中固相组分的种类和相对含量,而不是细菌。Fang 等^[37]通过 5 年模拟氮磷添加在田间养分调控试验发现,氮沉降通过改变土壤微生物群落和酶活性,抑制了氮沉降对森林有机碳分解的积极作用,而施氮会提高土壤磷的有效性,可能会增加森林有机碳的积累,说明今后在微观群落和土壤有机碳研究可能成为热点话题。

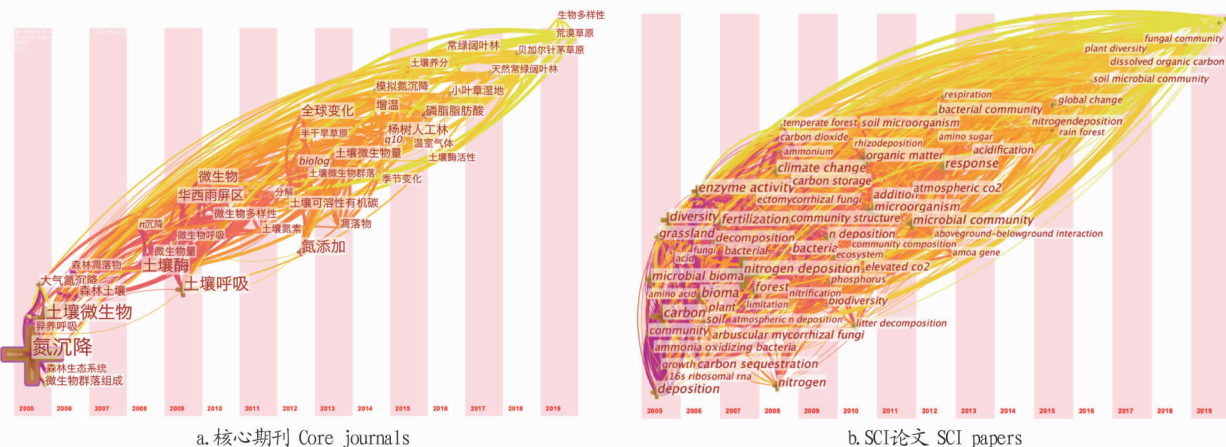


图 5 2005—2019 年氮沉降对土壤微生物研究领域前沿时区态势图谱

Fig. 5 The situation map of the frontier time zone of nitrogen deposition in the field of soil microorganism research from 2005 to 2019

3 结论与建议

纵观氮沉降对土壤微生物研究历程,土壤呼吸、土壤养

分与土壤酶活性是与之联系密切的热点。该研究通过 Excel 统计、CNKI 可视化和 CiteSpace 软件,分析了 2005—2019 年

氮沉降对土壤微生物领域发表的154篇核心期刊论文、181篇硕博论文和216篇SCI论文,从一定角度揭示了氮沉降对土壤微生物领域的研究情况,有助于分析今后该领域的积极发展。①发表年份。我国氮沉降对土壤微生物研究较晚,始于2005年,一直到2015年左右才达到峰值状态,核心期刊近些年保持平稳状态,硕博论文在2016年发文达到峰值,之后逐渐回落,说明硕博研究氮沉降对土壤微生物研究有一定研究空间。SCI论文除2009、2012、2016年有轻微下降之外,从总体上看保持上升趋势。②关键词。在核心期刊和硕博论文中,土壤微生物与土壤呼吸有紧密联系。“碳”(carbon)、“多样性”(diversity)和“生物”(bioma)一直是SCI论文中氮沉降对土壤微生物的研究热点。③研究作者。我国氮沉降对土壤微生物研究领域的核心作者形成了以卢明珠、方华军、曹子铖和徐梦等人、商帅帅、王春梅和李俊青等人、向元彬、周世兴和黄从德等人为联系的作者合作关系图谱。发表SCI论文最多的作者是Donald R Zak, Stefan Scheu和Stefan Scheu发文紧随其后。④研究机构。从核心期刊来看,中国科学院大学在氮沉降对土壤微生物领域研究发文量最多,从硕博论文来看,东北师范大学最多。SCI论文发文量在排名前2位的主要是Chinese Acad SCI和Chinese Acad SCI University,说明中国的科研机构对氮沉降对土壤微生物的影响研究较广泛。⑤研究热点。2005—2019年,核心期刊论文中,近些年的研究热点与未来发展有可能是生物多样性、荒漠草原、常绿阔叶林和磷脂脂肪酸等研究。SCI论文中显示出的未来研究热点可能是细菌群落(fungal community)和有机碳(organic carbon)的研究。

参考文献

- VITOUSEK P M, ABER J D, HOWARTH R W, et al. Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences [J]. *Ecological applications*, 1997, 7(3): 737-750.
- GALLOWAY J N, COWLING E B. Reactive nitrogen and the world: 200 years of change [J]. *Ambio*, 2002, 31(2): 64-71.
- ZHENG X H, FU C B, XU X K, et al. The Asian nitrogen cycle case study [J]. *Ambio*, 2002, 31(2): 79-87.
- 薛璟花, 莫江明, 李炯, 等. 氮沉降增加对土壤微生物的影响 [J]. *生态环境*, 2005, 14(5): 777-782.
- LILLESKOV E A, FAHEY T J, LOVETT G M. Ectomycorrhizal fungal aboveground community change over an atmospheric nitrogen deposition gradient [J]. *Ecological applications*, 2001, 11(2): 397-410.
- JONSSON L, ANDERS D, TOR-ERIK B. Spatiotemporal distribution of an ectomycorrhizal community in an oligotrophic Swedish *Picea abies* forest subjected to experimental nitrogen addition: Above- and below-ground views [J]. *Forest ecology and management*, 2000, 132(2/3): 143-156.
- EGERTON-WARBURTON L M, ALLEN E B. Shifts in arbuscular mycorrhizal communities along an anthropogenic nitrogen deposition gradient [J]. *Ecological applications*, 2000, 10(2): 484-496.
- DEFORREST J L, ZAK D R, PREGITZER K S, et al. Atmospheric nitrate deposition and the microbial degradation of cellobiose and vanillin in a northern hardwood forest [J]. *Soil biology and biochemistry*, 2004, 36(6): 965-971.
- 赵蓉英, 许丽敏. 文献计量学发展演进与研究前沿的知识图谱探析 [J]. *中国图书馆学报*, 2010, 36(5): 60-68.
- 孙颖, 原保忠. 基于文献计量学核盘菌研究现状及趋势分析 [J]. *植物保护*, 2019, 45(4): 108-115.
- 张元圆, 张曼, 曾豪. 政治生态研究的现状、热点与展望: 基于CiteSpace的文献计量学分析 [J]. *中共宁波市委党校学报*, 2020, 42(3): 77-86.
- 时广军. 国内教育治理研究的脉络及展望: 基于Citespace的分析 [J]. *西南大学学报(社会科学版)*, 2018, 44(4): 112-119.
- 李军, 张恒星, 蓝芙蓉. 基于文献计量学的中国地下水微生物研究现状分析 [J]. *人民长江*, 2019, 50(9): 54-59, 123.
- 荣兴民. 王朗国家级自然保护区森林土壤养分与微生物的分异特征研究 [D]. 重庆: 西南农业大学, 2004.
- 王宏伟. 内蒙古高原成熟和退化羊草草原群落物种功能特性与土壤微生物量C、N、P对氮素添加响应 [D]. 北京: 中国科学院研究生院(植物研究所), 2006.
- JOHNSON D, LEAKE J R, READ D J. Liming and nitrogen fertilization affects phosphatase activities, microbial biomass and mycorrhizal colonisation in upland grassland [J]. *Plant and soil*, 2005, 271(1/2): 157-164.
- ZHANG W, ZHANG X C, BAI E, et al. The strategy of microbial utilization of the deposited N in a temperate forest soil [J]. *Biology and fertility of soils*, 2020, 56(3): 359-367.
- 韩培林, 李彬, 张坤领, 等. 基于CiteSpace中国海洋经济研究的知识图谱分析 [J]. *地理科学*, 2016, 36(5): 643-652.
- 代富强, 张霞. 基于CNKI和CiteSpace的我国贸易与环境关系研究文献计量分析 [J]. *重庆工商大学学报(社会科学版)*, 2021, 38(2): 47-56.
- 倪社, 聂彦霞, 欧阳胜男, 等. 氮添加对南亚热带常绿阔叶林土壤微生物群落结构的影响 [J]. *生态学杂志*, 2018, 37(11): 3202-3209.
- WALLENSTEIN M D. Effects of increased nitrogen deposition on forest soil nitrogen cycling and microbial community structure [D]. Durham, NC: Duke University, 2004.
- 王泽西, 陈倩妹, 黄允优, 等. 川西亚高山森林土壤呼吸和微生物生物量碳氮对施氮的响应 [J]. *生态学报*, 2019, 39(19): 7197-7207.
- 杨庆朋, 徐明, 刘洪升, 等. 土壤呼吸温度敏感性的影响因素和不确定性 [J]. *生态学报*, 2011, 31(8): 2301-2311.
- TIAN D, DU E Z, JIANG L, et al. Responses of forest ecosystems to increasing N deposition in China: A critical review [J]. *Environmental pollution*, 2018, 243: 75-86.
- 葛怡情, 闫玉龙, 梁艳, 等. 模拟降水氮沉降对藏北高寒草甸土壤呼吸的影响 [J]. *中国农业气象*, 2019, 40(4): 214-221.
- MO J M, ZHANG W, ZHU W X, et al. Nitrogen addition reduces soil respiration in a mature tropical forest in southern China [J]. *Global change biology*, 2008, 14(2): 403-412.
- ZHU C, MA Y P, WU H H, et al. Divergent effects of nitrogen addition on soil respiration in a semiarid grassland [J]. *Scientific reports*, 2016, 6: 1-8.
- SUN S Q, WU Y H, ZHANG J, et al. Soil warming and nitrogen deposition alter soil respiration, microbial community structure and organic carbon composition in a coniferous forest on eastern Tibetan Plateau [J]. *Geoderma*, 2019, 353: 283-292.
- ZHOU F W, CUI J, ZHOU J, et al. Increasing atmospheric deposition nitrogen and ammonium reduced microbial activity and changed the bacterial community composition of red paddy soil [J]. *The science of the total environment*, 2018, 633: 776-784.
- 曹裕松, 李志安, 傅声雷, 等. 模拟氮沉降对鹤山3种人工林表土碳释放的影响 [J]. *江西农业大学学报*, 2006, 28(1): 101-105.
- 黄静, 杨英花, 张国刚, 等. 模拟氮沉降和增温对荒漠草原土壤细菌群落组成和多样性的影响 [J]. *天津师范大学学报(自然科学版)*, 2019, 39(1): 51-56.
- 郑裕雄, 曹际玲, 杨智杰, 等. 氮沉降对亚热带常绿阔叶天然林不同季节土壤微生物群落结构的影响 [J]. *土壤学报*, 2018, 55(6): 1534-1544.
- 周世兴, 向元彬, 肖永翔, 等. 华西南屏区天然常绿阔叶林土壤可培养微生物数量对模拟氮沉降的响应 [J]. *生态学报*, 2017, 37(4): 1191-1198.
- 高士杰, 王春梅, 王鹏, 等. 多形态多水平氮添加对温带森林土壤根系呼吸和微生物呼吸的影响 [J]. *环境化学*, 2020, 39(6): 1568-1577.
- SIGÜENZA C, CROWLEY D E, ALLEN E B. Soil microorganisms of a native shrub and exotic grasses along a nitrogen deposition gradient in southern California [J]. *Applied soil ecology*, 2006, 32(1): 13-26.
- LI W C, SHENG H Y, EKAWATI D, et al. Variations in the compositions of soil bacterial and fungal communities due to microhabitat effects induced by simulated nitrogen deposition of a bamboo forest in wetland [J]. *Forests*, 2019, 10(12): 1-16.
- FANG X M, ZHANG X L, CHEN F S, et al. Phosphorus addition alters the response of soil organic carbon decomposition to nitrogen deposition in a subtropical forest [J]. *Soil biology and biochemistry*, 2019, 133: 119-128.