

# Impacts of Invasion Plant on Soil Ecological Environment

Zeyu Yang, Lanfang Yang\*

Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan Hubei  
Email: [lffyong@hubu.edu.cn](mailto:lffyong@hubu.edu.cn)

Received: Mar. 20<sup>th</sup>, 2020; accepted: Apr. 13<sup>th</sup>, 2020; published: Apr. 20<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The alien invasive plants usually change indigenous soil ecological environment for the purpose of their growth and reproduction. The invasive success of alien plants will destroy the original soil ecosystem, which will lead to ecological, economic and social security problems. There are about 658 species of alien invasive plants in China. Although there are many reports about the invasive plants, the impact of invasive plants on the soil ecological environment was rarely reviewed. This paper reviewed the impacts of alien invasive plants on soil environment at home and abroad, in order to know the invasive mechanism and the harm of the invasive plant, which will provide a reference for prevention and control of the alien invasive plants.

## Keywords

Alien Plant Invasion, Soil Ecological Environment, Soil Organism, Soil Animal, Indigenous Plant, Soil Physical and Chemical Properties

---

# 外来植物入侵对土壤生态环境的影响

杨泽宇, 杨兰芳\*

湖北大学资源环境学院, 湖北 武汉  
Email: [lffyong@hubu.edu.cn](mailto:lffyong@hubu.edu.cn)

收稿日期: 2020年3月20日; 录用日期: 2020年4月13日; 发布日期: 2020年4月20日

---

## 摘 要

入侵植物通常会改变入侵地的土壤生态环境以适应其生长和繁殖, 当其入侵成功后, 就会损伤甚至破坏  
\*通讯作者。

土壤原有的生态系统, 从而导致生态、经济和社会安全问题。我国现有入侵植物约658种, 当前虽对外来入侵植物研究报道颇多, 但鲜见植物入侵对入侵地土壤生态环境影响的总结。本文综述了国内外入侵植物对土壤生态环境影响方面的研究状况, 认识入侵植物的入侵机制和危害, 从而为入侵植物的防控和管理提供参考。

## 关键词

植物入侵, 土壤生态环境, 土壤微生物, 土壤动物, 本土植物, 土壤理化性质

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

中国幅员辽阔, 生物多样性丰富[1], 但人口众多, 加之中国经济发展快, 对外交流频繁, 外来物种入侵现象相当严重[2], 以植物入侵为主[3]。我国已经报道的入侵植物约 658 种[4]。相关研究表明, 土壤生物和土壤理化性质对维持土壤生态系统的稳定有重要作用[5]。土壤生物包括土壤微生物和生活在其上的动植物, 它的变化会改变土壤生境, 影响土壤理化性质; 而土壤生境和土壤理化性质的改变也在一定程度上反作用于土壤生物, 影响土壤生物的生息繁衍。外来入侵植物会强烈影响本地土壤微生物、物种结构和多样性、土壤理化性质等, 改变土壤生境, 影响土壤质量, 对当地经济和生态环境产生不可估量的影响[6] [7]。

本文综述了植物入侵对土壤微生物、土壤动物、入侵地植物和土壤理化性质的影响, 为揭示植物的入侵机理和入侵植物的防控提供依据。

## 2. 外来植物入侵对土壤微生物的影响

### 2.1. 植物入侵对土壤微生物数量的影响

土壤微生物在土壤物质循环和能量转换方面起着不可或缺的重要作用, 影响土壤肥力和植物生长。植物入侵影响土壤微生物的数量, 而土壤微生物数量的改变就会影响土壤微生物的活力, 从而影响土壤物质循环和能量转换的速度。赵婧等[8]发现洪泽湖湿地杨树林的入侵植物飞机草、狗尾草、黄顶菊和鬼针草的土壤微生物数量均表现为细菌 > 放线菌 > 真菌; 赵晓红等[9]发现其中黄顶菊入侵使微生物量碳、微生物量氮比未入侵地有显著提升。加拿大一枝黄花入侵后使土壤表层的微生物生物量碳显著提升[10]。同本土植物艾草相比, 四种植物入侵使根际土壤微生物数量增加[11]; 郑洁等[12]研究互花米草入侵闽江河口湿地红树林土壤表明, 入侵后土壤微生物量显著增加, 且微生物数量以细菌最大, 真菌和放线菌次之, 原生动物最少。

植物入侵增加土壤微生物数量的原因, 一方面可能是植物入侵过程中凋落物数量和质量的改变而影响了土壤养分, 使养分类型、构成、形态和有效性有利于土壤微生物活动, 显著提高了微生物总数[13]; 另一方面, 可能由于入侵植物的根系分泌有利于土壤微生物活动或者由于入侵植物改变了环境条件, 有助于土壤微生物的生长和繁殖。土壤微生物是一个地区植物顺利繁殖、确保土壤健康的关键因素之一[14], 植物入侵后, 土壤微生物数量呈现一定的规律性变化将有利于对植物入侵进行有效防治。

## 2.2. 植物入侵对土壤微生物群落结构的影响

土壤微生物群落结构常常能够提前反映土壤环境质量的变化, 是土壤质量评价的重要因素和十分活跃的物种之一[15]。植物入侵对土壤微生物群落结构的影响有正反馈与负反馈两种影响, 因实际情况而异。空心莲子草入侵湿地的结果表明, 植物入侵增加了土壤微生物类型, 且在河流湿地尤为显著[16]。刺萼龙葵入侵后, 根际土壤真菌的类型和相对丰度增加, 而银毛龙葵入侵后, 土壤根际真菌类型和丰度均降低[17]。张明莉[18]的研究发现, 意大利苍耳入侵改变了土壤微生物群落结构, 使土壤微生物功能多样性提高, 离根系越近, 这种改变越明显, 说明入侵植物塑造了一个利于自身生长的土壤环境, 提高了竞争优势和入侵能力。而周燕[19]的研究结果显示, 毛竹入侵导致林地土壤氨氧化古菌(AOA)及固氮菌丰度降低。由此可见植物入侵对土壤微生物群落结构的影响既有正效应, 也有负效应, 其原因除了不同植物类型的影响可能不同外, 土壤微生物群落结构还与土壤的组成和性质有关, 如 Meng Zhao [20]等表明微生物群落结构与土壤盐度、有机碳含量和总磷呈显著正相关, 而与土壤颗粒大小呈显著负相关。

由此可见, 外来植物入侵对土壤微生物群落结构的影响是由入侵植物种类和土壤环境因子共同作用的结果[21], 不同植物对入侵地土壤微生物群落结构的影响取决于自身需求。入侵植物通过“植物-土壤”反馈作用[22], 影响土壤养分循环及土壤肥力[23], 使土壤微生物群落结构发生改变, 一方面通过增加有利自身的菌群类型, 创造有助于自身生长繁殖的土壤环境, 从而提高土壤微生物群落多样性; 另一方面, 入侵植物破坏了本土植物与土壤微生物之间多年来达成的平衡共生关系, 使得土壤微生物群落多样性下降。

## 3. 植物入侵对土壤动物的影响

土壤动物是指在一段定期时间内生活在土壤中, 且对土壤有一定影响的动物, 是土壤生态系统中不可忽视的物种之一[24][25]。总的来说, 外来植物入侵对土壤动物具有正反馈和负反馈两方面的作用。多数研究表明植物入侵可以增加土壤动物类型或数量[26], 黄玉梅[27]等发现, 一定程度的白三叶入侵会增加土壤动物群落的多样性, 但入侵程度严重时, 却使土壤动物群落多样性呈减少的趋势; 黄顶菊入侵林地、沟渠及荒地的实验发现入侵地表层土壤动物和地下中小型土壤动物群落结构均发生改变, 并且两者多样性均有增加[28]。但也有部分研究表明, 外来植物入侵反而减少土壤动物群落的数量。张红玉[29]通过研究紫茎泽兰发现由于植物入侵造成土著植物多样性减少, 从而降低依赖于土著植物的土壤动物群落减少; Maria Sterzyńska 等[30]的研究表明, 杂草入侵降低了入侵地生态系统的生态价值, 对动植物的生物多样性有威胁作用。

外来入侵植物影响土壤动物群落多样性和数量的原因可分为三大类, 一是植物入侵改变土壤理化性质; 二是入侵植物凋落物会影响微生境, 从而影响地表及地下土壤动物群落的多样性、结构、优势类群的数量和分布等[31]; 三是由于植物入侵过程会影响土著植物, 从而导致依赖于土著植物的土壤动物的数量及特征改变。在研究植物入侵对土著土壤动物影响时应从实际出发, 根据科学方法, 以实地为准进行科考调查, 加以深入研究。

## 4. 外来植物入侵对本土植物的影响

入侵植物易在入侵地形成单一优势种群, 严重威胁本地的生物多样性[32][33], 合理适宜的植物多样性对当地经济、生态与自然的和谐发展具有重要作用[34]。综合多数研究表明, 植物入侵对土著植物多样性的影响存在地区范围尺度上的差异, 且随着入侵程度发生变化。在小尺度上, 紫茎泽兰入侵与本土植物物种多样性呈负相关, 本土植物物种多样性在群落演替过程中和入侵的早期抑制紫茎泽兰入侵[35]; 曲波等[36]也证明了三裂叶豚草入侵撂荒农田后会干扰植物对资源的有效利用, 并因此增强植物间的竞争, 大

幅度降低早春植物群落的物种多样性, 影响弃耕地植物群落的组合, 使入侵地长时间处于由入侵植物主导的退化状态, 抑制了演替。张梅[37]等人对入侵植物反枝苋的研究发现, 由于较高的资源利用效率和较低的资源捕获成本, 随着反枝苋入侵程度的加剧, 本地植物种数、株数均减少。但在大的尺度上, 本地植物物种多样性与紫茎泽兰入侵成功呈正相关, 甚至无关[35], 且有研究表明本地物种多样性与外来入侵物种多样性之间呈明显的正相关关系[38]。

上述现象产生的主要原因可能是在小尺度范围内, 资源的可利用性和非专一性天敌在调节群落可入侵性中起主导作用; 也可能是入侵过程改变了土壤食物链, 进而改变微生物群落结构, 影响植物生长[39], 还可能通过释放化感物质抑制本土植物生长。但在大尺度地理范围上, 物理环境因子的影响超过了内在生物因子, 故而本地植物多样性与外来物种入侵成功呈正相关或无关。但对于小尺度范围和大尺度范围的判断标准, 以及确切影响土著植物生长和繁衍的因素还有待研究。

## 5. 外来植物入侵对土壤理化性质的影响

植物入侵主要是通过从土壤中吸收物质和向土壤中释放物质两个方面来影响土壤的理化性质。入侵植物释放的物质主要是入侵植物的残体和分泌物。入侵植物残体的组成与本土植物不同, 当他们进入环境中参与土壤物质循环时就会影响土壤的组成和性质。为了适应新的环境, 入侵植物会分泌一些特殊的物质以改变土壤环境适应自身的生长繁殖, 很多入侵植物还能分泌对本土植物具有抑制作用的物质, 即所谓的化感物质来提高自身的竞争能力。入侵植物根系分泌特殊物质, 使得土壤理化性质直接发生改变或作用于土壤微生物群落间接使得入侵地土壤碳、氮、磷的化学稳定性、含量等发生变化, 土壤理化性质改变[40] [41] [42]。

土壤碳库是地球系统中最大的碳库, 入侵植物释放的物质进入土壤中, 可能对土壤有机质的分解速率产生影响, 即使植物入侵使土壤碳动态发生细微改变, 都有可能对大气组成和全球变化产生较大影响[43] [44]。互花米草入侵可使土壤稳定性碳被重新利用[45]。互花米草的入侵使得长江口湿地土壤有机碳和微生物碳含量显著增加, 并且对于不同潮位的部分土壤理化性质的影响有明显的分异现象[46]。土壤总氮和可溶性磷的浓度随着入侵年限的增加而增加, 并在时间尺度上具有累积效应, 入侵地剖面土壤的固碳、固氮和固磷等能力显著提高, 但会随着剖面土层的深度增加而减弱影响[47] [48]; 互花米草入侵过程中由于土壤凋落物输入的大幅度降低, 土壤 pH 值也随之逐渐减少[49]。

入侵植物从土壤中吸收物质主要是吸收利用土壤水分和矿质养分。入侵植物的竞争能力之所以比本土植物强, 主要原因之一就是其对土壤水分和养分的吸收利用能力比本土植物强, 因此其抗旱性、耐贫瘠性一般都很强[50] [51]。

## 6. 结论

植物入侵对土壤和土壤生态环境的影响体现在对土壤微生物、土壤动物、本土植物和土壤理化性质等方面, 其影响机制主要是通过释放残体、掉落物和分泌物等到土壤中和从土壤中吸收物质。因此, 植物入侵的主要机制是改变土壤微生物群落结构、土壤动物群落结构、抑制本土植物生长繁殖和强烈地吸收利用土壤水分和养分。当下, 可从建立并完善生态风险评估制度和检疫制度、加强公众防范外来入侵植物的意识从而达到外来入侵植物的预防工作; 结合当地植物入侵的实际情况, 从人工、化学以及生物防治着手, 达到治理入侵植物的目的。

## 参考文献

- [1] 彭鑫怡, 李永春, 王秀玲, 李永夫, 陈志豪, 徐秋芳. 植物入侵对土壤微生物的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2019,

- 36(5): 1019-1027.
- [2] 鞠瑞亭, 李慧, 石正人, 李博. 近十年中国生物入侵研究进展[J]. 生物多样性, 2012, 20(5): 581-611.
- [3] 李星, 金荷仙. 植物入侵研究[J]. 农学学报, 2013, 3(3): 39-43.
- [4] 李成宏, 苑景淇, 于忠亮, 周梅妹, 王梅芳, 杜凤国. 吉林省外来入侵植物的现状与防治对策[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(14): 51-54.
- [5] 徐春荣, 肖文军. 植物入侵对土壤生物多样性及土壤理化性质的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(17): 9113-9115 + 9140.
- [6] 中国科学院南京土壤研究所. 南京土壤所在互花米草入侵对滨海湿地甲烷产生途径影响研究中取得进展[J]. 高科技与产业化, 2019, 27(8): 74.
- [7] 张盛华. 土壤环境保护与治理策略分析[J]. 决策探索(中), 2019(8): 83.
- [8] 赵婧, 曹磊. 入侵植物对洪泽湖湿地杨树林土壤微生物特性和酶活性的影响[J]. 生态环境学报, 2018, 27(11): 2039-2046.
- [9] 赵晓红, 杨殿林, 王慧, 刘红梅, 曲波, 皇甫超河. 黄顶菊入侵对不同地区土壤氮循环及微生物量的影响[J]. 草业学报, 2015, 24(2): 62-69.
- [10] 梁雷, 叶小齐, 吴明, 邵学新, 李长明. 加拿大一枝黄花入侵对杭州湾湿地围垦区土壤养分及活性有机碳组分的影响[J]. 土壤, 2016, 48(4): 680-685.
- [11] 张海霞. 不同入侵植物对本土植物根际土壤酶活性及微生物数量的影响[J]. 广东农业科学, 2014, 41(21): 61-66.
- [12] 郑洁, 刘金福, 吴则焰, 洪伟, 何中声, 蓝亦琦, 刘思迪. 闽江河口红树林土壤微生物群落对互花米草入侵的响应[J]. 生态学报, 2017, 37(21): 7293-7303.
- [13] 袁伟影, 冯进, 张晓雅, 安菁, 高俊琴. 入侵植物南美蟛蜞菊和本土蟛蜞菊生长对土壤养分的响应[J]. 生态学杂志, 2017, 36(4): 962-970.
- [14] Chaparro, J.M., Sheflin, A.M., Manter, D.K. and Vivanco, J.M. (2012) Manipulating the Soil Microbiome to Increase Soil Health and Plant Fertility. *Biology and Fertility of Soils*, **48**, 489-499. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0691-4>
- [15] 王甜甜, 赵伟, 王利明, 靳德武, 杨建. 不同土地利用类型土壤微生物群落特征及其影响因素[J]. 环境污染与防治, 2019, 41(9): 1082-1087.
- [16] 李珂. 空心莲子草对土壤有机碳和土壤微生物的影响及其对养分和密度响应[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2019.
- [17] 王慧敏. 刺萼龙葵和银毛龙葵对根际土壤微生物群落的影响[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
- [18] 张明莉. 意大利苍耳对入侵地土壤微生物结构和多样性影响的研究[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2018.
- [19] 周燕. 毛竹入侵对土壤氮循环主要微生物群落结构和丰度的影响[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江农林大学, 2018.
- [20] Zhao, M., Yin, C.S., Tao, Y.D., Li, C.W. and Fang, S.B. (2019) Diversity of Soil Microbial Community Identified by Biology Method and the Associated Soil Characteristics on Reclaimed *Scirpus Mariqueter* Wetlands. *SN Applied Sciences*, **1**, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1443-y>
- [21] 柳旭. 云南省三种入侵植物根际土壤细菌群落多样性研究[D]: [硕士学位论文]. 保定: 河北大学, 2019.
- [22] 王颖. 入侵植物喜旱莲子草对入侵地土壤生态系统的影响[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽农业大学, 2016.
- [23] Kao-Kniffin, J. and Balsler, T.C. (2008) Soil Fertility and the Impact of Exotic Invasion on Microbial Communities in Hawaiian Forests. *Microbial Ecology*, **56**, 55-63. <https://doi.org/10.1007/s00248-007-9323-1>
- [24] 尹文英. 土壤动物学研究的回顾与展望[J]. 生物学通报, 2001, 36(8): 1-3.
- [25] 王强. 滨岸带加拿大一枝黄花入侵地土壤动物群落结构研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2013.
- [26] 陈慧丽, 李玉娟, 李博, 陈家宽, 吴纪华. 外来植物入侵对土壤生物多样性和生态系统过程的影响[J]. 生物多样性, 2005, 13(6): 555-565.
- [27] 黄玉梅, 张凯, 孙凌霞, 张健, 李三月, 胡贞艳, 王若然, 李向, 熊茜解, 文峰. 白三叶(*Trifolium repens*)入侵对城市草坪生态系统土壤动物的影响[J]. 生态学报, 2018, 38(23): 8489-8499.
- [28] 刘宁. 黄顶菊入侵对不同生境土壤动物群落的影响[D]: [硕士学位论文]. 泰安: 山东农业大学, 2013.
- [29] 张红玉. 紫茎泽兰入侵过程中生物群落的交互作用[J]. 生态环境学报, 2013, 22(8): 1451-1456.

- [30] Sterzyńska, M., Shrubovych, J. and Nicia, P. (2017) Impact of Plant Invasion (*Solidago gigantea* L.) on Soil Mesofauna in a Riparian Wet Meadows. *Pedobiologia*, **64**, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2017.07.004>
- [31] 晏静. 黄顶菊 *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze 凋落物对土壤无脊椎动物群落结构的影响[D]: [硕士学位论文]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- [32] 王毅, 刘丹凤, 王燕. 入侵植物对本地生态系统三级营养关系的调控机制[J]. 中国科学: 生命科学, 2019, 49(7): 888-892.
- [33] Kathiresan, R. and Gualbert, G. (2016) Impact of Climate Change on the Invasive Traits of Weeds. *Weed Biology and Management*, **16**, 59-66. <https://doi.org/10.1111/wbm.12096>
- [34] Luo, B., Du, Y.Y., Han, W.J., Geng, Y., Wang, Q., Duan, Y.Y., Ren, Y., Liu, D., Chang, J. and Ge, Y. (2019) Reduce Health Damage Cost of Greenhouse Gas and Ammonia Emissions by Assembling Plant Diversity in Floating Constructed Wetlands Treating Wastewater. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118927>
- [35] 卢志军. 中国西南地区植物群落的可入侵性与紫茎泽兰的入侵[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国科学院研究生院(植物研究所), 2005.
- [36] 曲波, 薛晨阳, 许玉凤, 高英美, 陈鲜, 王文筠. 三裂叶豚草入侵对撂荒农田早春植物群落的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2019, 50(3): 358-364.
- [37] 张梅, 马可心, 唐丽丽, 韩建华, 郑璞帆, 王童童, 石福臣. 外来入侵植物反枝苋对本地植物功能性状的影响[J]. 生态学杂志, 2019, 38(10): 2925-2933.
- [38] 王国欢, 白帆, 桑卫国. 中国外来入侵生物的空间分布格局及其影响因素[J]. 植物科学学报, 2017, 35(4): 513-524.
- [39] 李永慧, 闫明, 李钧敏. 入侵植物喜旱莲子草预培养土壤对自身及同属本地植物生长的影响及机制[J]. 浙江大学学报(理学版), 2013, 40(3): 324-329.
- [40] 陈桂香. 互花米草入侵对中国亚热带滨海湿地土壤碳库及其稳定性影响[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建师范大学, 2018.
- [41] 牛利敏. 毛竹入侵及经营方式对土壤丛枝菌根真菌群落的影响及其机理研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江农林大学, 2017.
- [42] 张亚娟. 塞北典型沙化梁地 AM 真菌资源多样性对克隆植物生长的生态响应研究[D]: [博士学位论文]. 保定: 河北大学, 2018.
- [43] 杨骁. 植物入侵对海岸带湿地土壤碳动态和 CH<sub>4</sub> 排放的影响[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 辽宁大学, 2019.
- [44] 马志良, 赵文强. 植物群落向土壤有机碳输入及其对气候变暖的响应研究进展[J]. 生态学杂志, 2019, 39(1): 270-281.
- [45] Bu, N.S., Qu, J.F., Li, G., Zhao, B., Zhang, R.J. and Fang, C.M. (2015) Reclamation of Coastal Salt Marshes Promoted Carbon Loss from Previously-Sequestered Soil Carbon Pool. *Ecological Engineering*, **81**, 335-339. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.04.051>
- [46] 布乃顺, 胡悦, 杨骁, 张雪, 王俭, 李博, 方长明, 宋有涛. 互花米草入侵对长江河口湿地土壤理化性质的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(1): 100-109.
- [47] 桂钱. 互花米草入侵对沿海滩涂湿地好氧甲烷氧化菌的影响[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2016.
- [48] 杨玲. 洋河口湿地土壤碳、氮、磷生态化学计量特征对互花米草入侵的响应[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2017.
- [49] Yang, W., Zhang, D., Cai, X.W., Xia, L., Luo, Y.Q., Cheng, X.L. and An, S.Q. (2019) Significant Alterations in Soil Fungal Communities along a Chronosequence of *Spartina alterniflora* Invasion in a Chinese Yellow Sea Coastal Wetland. *The Science of the Total Environment*, **693**, Article ID: 133548. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.354>
- [50] 周丽. 外来入侵植物与本地近缘植物对土壤水分可塑性响应的差异[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [51] 张磊. 紫茎泽兰矿质营养元素变化动态、次生代谢及其入侵对土壤养分影响的研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2008.