

我国土地利用/覆被变化对土壤动物群落多样性的影响研究进展

倪珍^{1,2}, 闫修民², 张兵^{1,2}, 刘晶², 吴东辉^{1,2*}

(1. 吉林大学地球科学学院, 吉林长春 130061; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林长春 130102)

摘要 土地利用/覆被变化是全球环境变化的重要组成部分和主要原因之一, 其研究越来越受到关注。土壤动物作为土壤生态系统的重要组成部分, 其群落组成受到土地利用/覆被变化的影响。动物群落变化能够对土地利用/覆被变化做出响应, 有指示环境变化的作用。对我国不同的土地利用方式——土地开垦过程、土地利用恢复以及同种土地利用方式下不同的土地利用强度、生境退化程度和恢复程度引起的覆被变化条件下, 土壤动物多样性变化研究进行综述, 以期从土壤动物生物多样性变化角度, 通过对自地下生物系统理论的构建, 为土地利用/覆被变化研究提供理论依据。

关键词 土地利用变化; 土地覆被变化; 土壤动物; 群落多样性

中图分类号 S28 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)35-13787-02

Research Progress of Effect of Land Use/Land Cover Changes on Community Diversity of Soil Animals in China

NI Zhen et al (College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun, Jilin 130061)

Abstract Land use/land cover represents the most important component and main cause of global environmental change, on which the study has been paid more and more attention. Terrestrial animal/arthropods as the vital construction of terrestrial ecosystem, whose community structure was affected by land use/land cover. Thus, the animal community structures are able to respond to the land use/land cover change, and indicate the environmental change. This article reviewed the study on terrestrial arthropods/animals biodiversity change caused by change of land use/land cover, and diversity change of soil animals, which are affected by different land use-land cultivation processes, recovery of land use, and the same land use but different intensities of land use, habitat degradation and recovery degree. In terms of terrestrial animal biodiversity change, this article is to provide the theoretical basis for improving the land use/land cover through constructing the theory of underground biosystem.

Key words Land use change; Land cover change; Soil animals; Community diversity

土地是人类赖以生存和发展的物质基础, 人类改变自然环境的活动, 就广度而言, 当属对土地的利用^[1]。土地利用/覆被变化是全球环境变化的重要组成部分和主要原因之一。土地利用对环境和生态的作用在全球环境变化研究领域受到高度重视, 对土地利用/土地覆被变化的研究也越来越多^[1]。土地利用和覆被变化可以引起许多自然现象和生态过程变化, 如土壤养分、土壤水分、土壤侵蚀、土地生产力、生物多样性和生物地球化学循环等^[2-3]。土地利用覆盖变化不仅影响地上系统中植物群落结构, 而且对土壤性质以及土壤生态系统结构均会产生深刻的影响^[4]。人类活动如土地的开发利用、农田的耕作等都会对土壤动物的种类、数量、生活史、群落结构以及对它们的生理过程和生态功能等产生影响^[5]。

土壤动物是指其生活史中有一段时间定期在土壤中渡过, 而且对土壤有一定影响的动物^[5], 是土壤生物的重要组成部分。土壤动物的研究已有 170 多年的历史, 而我国从 20 世纪 80 年代才开始系统研究土壤动物学。土壤动物作为生态系统的重要一环, 在环境变化生态指示和全球变化等方面中有重要功能。土地利用/覆盖变化与生态系统管理被认为是人类活动影响陆地生态系统地上/地下生态过程最重要和最直接的两个因素^[6]。土壤动物的种类数量和分布受土地利用/覆盖变化影响会展现不同的群落结构特点^[7]。为此,

笔者对国内有关土地利用/覆被变化对土壤动物多样性产生影响的相关研究进行综述。

1 土地利用方式改变对土壤动物的影响

不同土地利用方式导致土壤理化性质发生不同程度的改变, 进而影响土壤动物群落结构数量及其分布^[8]。土地利用方式的变化是影响土壤动物群落结构的重要因素之一^[9]。目前, 我国关于土地利用方式变化对土壤动物多样性影响的研究主要集中在草地、林地和农田变化等几方面, 研究区域主要集中在生态环境脆弱区, 如农林交错带、农牧交错带、牧区、林区、干旱半干旱过渡带等。

1.1 土地开垦过程对土壤动物群落变化的影响 荒地、草地等开垦为农田或种植人工林后, 由于地面植被和土壤性质发生明显变化, 土壤动物生物多样性也随之改变。在北方干旱、半干旱的农牧交错带, 沙质草地开垦为农田, 大型土壤动物个体数、类群数和 Shannon 指数降低, 而种植人工灌木林后大型土壤动物个体数和类群数增加, 多样性指数显著升高^[10]。在西北干旱区黑河流域, 草地开垦为实施管理措施的农田和种植人工林后, 由于土地覆被变化和管理措施的相互影响, 中小型土壤动物的土壤动物群落数量类群丰富度和多样性显著增加^[6]。在对黑河中游农田中线虫的研究表明, 干旱区荒漠沙地开垦为农田后, 增加了土壤有机质含量, 有利于线虫的生存^[11]。殷秀琴等在对温带松嫩草原区农牧交错带草地、草地开垦的农田和人工防护林进行的土壤动物多样性研究表明, 由于草地生境最优越, 土壤动物生物多样性最高, 其次是人工防护林、农田^[12]。侯继华等对吉林西部草原的研究表明, 蚂蚁是这一地区大型土壤动物的优势种, 农田的人为耕种可以破坏蚁巢, 导致农田中蚂蚁分布较

基金项目 国家自然科学基金项目(31070467); 吉林大学博士研究生交叉学科科研资助计划项目(2012JC015)。

作者简介 倪珍(1986-), 女, 宁夏银川人, 博士研究生, 从事土地利用与生物多样性研究。* 通讯作者, 教授, 博士, 从事土地利用与生物多样性保护研究。

收稿日期 2013-11-20

少^[13]。农业生产活动对大型土壤动物群落的类群数和个体密度的影响是负面的^[14-15]。草原种植防护林后大型土壤动物多样性高于受人类干扰影响大的农田^[16]。

1.2 土地恢复过程中土壤动物群落变化 退耕地生态恢复是土壤与地上植被和地下生态系统协同进化过程。王国利等在对黄土高原退耕还草地生态恢复过程中土壤动物的研究中发现,土壤无脊椎动物的多样性指数与退耕年限呈正相关关系;随着退耕年限的增加,土壤无脊椎动物类群的增加前期快后期慢,但是要恢复到天然的顶级草地还需要很长时间^[17]。对内蒙古境内的退耕还草样地的研究同样表明,农田退耕还草后大型土壤动物群落多样性明显增加,但由于退耕时间短,Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数并不比农田高^[18]。对江西石灰岩红壤区^[19]和贵州卡斯特地区退耕还林地^[20]土壤动物多样性研究结果表明,退耕还林地土壤动物多样性指数均高于农耕地,退耕还林有助于土壤动物多样性的恢复。目前,对环湖生态系统土壤动物研究表明,退耕还湖湿地土壤动物多样性增加,但与完全的自然状态相比仍有差距^[21-22]。退耕林也因人干扰降低,土壤动物物种丰富度上升,多样性提高^[23-24]。虽然随着退耕年限的增加,退耕地生态逐渐恢复,土壤动物多样性也在提高,但要想恢复到自然状态,还需要漫长的过程。

2 同种土地利用方式下覆被变化对土壤动物多样性的影响

2.1 土地不同利用强度对土壤动物群落的影响 农业生产对土地的高强度利用会直接导致土壤动物栖息生境退化或土壤生物灭绝^[25]。土地开垦年限是影响农田生态系统土壤动物群落演变的一个重要因子^[6]。对不同开垦年限绿洲农田土壤线虫群落结构特征进行研究后发现,随着农作年限的增加,人为耕作活动对农田土壤生态系统的扰动呈增强趋势,土壤线虫群落的多样性和稳定性较差,土壤线虫群落趋向单一^[11]。农田耕种初期,随着土壤有机质大量流失,土壤动物个体与类群数偏低,而在耕种 50~100 年甚至更长时间后,土壤有机质的输入与流失基本达到平衡,土壤动物个体数与类群数相对稳定,农田土壤动物群落多样性丰富且分布均匀;东北黑土区耕作 50 年时农田土壤动物群落多样性最丰富、分布最均匀,而南方红壤、西部灰漠土则在耕作 100 年时农田土壤动物群落多样性最丰富、分布最均匀^[26]。茶园土壤动物组成也很丰富,同一区域茶园产量越高,树龄越长,其土壤动物多样性和均匀性也高^[27]。对草原生态系统最直接的利用是放牧,不同的牧压梯度对草原土壤理化性质和植被产生不同的影响,引起的土壤动物变化是一个动态的生态学过程。重度牧压情况下,草原退化严重,土壤动物群落结构简单化,多样性下降,但中牧或轻牧条件下,大型土壤动物的多样性相对较高,对于某些种群如鞘翅目等,合理的牧压梯度则会提高其多样性^[28-30]。对林地的研究同样表明,适度的砍伐不仅不会降低土壤动物多样性,相反还能增加多样性^[31]。

2.2 不同生境退化程度对土壤动物群落的影响 生境退化最直接的表现就是植被覆盖度降低,植物群落组成下降,土

壤质量下降。在内蒙古呼伦贝尔大草原和科尔沁大草原中南部的农牧交错带,随草地沙化程度的不断加剧,大型土壤动物多样性逐渐下降,群落均匀度逐渐减小^[32,10]。在青藏高原高寒草甸,由于土壤动物食物充足,不同退化阶段间的土壤动物群落密度差异显著,而多样性指数、均匀度指数和优势度指数的变化不显著^[31]。而在高寒湿地,受生境中植被和土壤中含水率的影响,退化湿地土壤动物多样性比健康湿地丰富^[33]。

2.3 生境不同恢复程度对土壤动物群落的影响 生态系统不同的恢复方式和恢复年限下土壤动物变化不尽相同。余广彬等在对西双版纳不同恢复方式和恢复年限下土壤动物群落研究中发现,由于受到人为干扰程度小,恢复 23 年的次生林土壤动物多样性比 35 年的要高^[34]。而在人为干扰相似的情况下,同一区域的次生阔叶林中的中小型土壤动物群落多样性高于针叶林^[35]。在中度退化的松嫩草原,植被恢复方式对土壤跳虫群落多样性的影响显著于季节变化作用^[36]。在内蒙古科尔沁腹地,放牧后 12 年自然恢复过程中,与中度放牧干扰产生的影响相比,重度放牧干扰对大型土壤动物群落结构产生的长期效应更为明显^[37]。火烧后,草原生态系统和森林生态系统中大型土壤动物稀有类群变化明显,恢复也较慢,对线虫影响相对较小^[29,38]。在公路边坡人工植被恢复过程中,随着人工恢复植被时间的延长,大型土壤动物中的某些类群逐渐增多,多样性逐渐增加^[39]。

3 结语

近年来,我国对土壤动物的研究愈加重视,而土地利用变化作为全球变化的重要影响因素已经受到高度重视,土壤动物作为土地生态系统中重要的组成部分,其在土壤生态系统中的作用、对环境变化的响应成为研究的热点。随着土地利用/覆被变化,土壤动物多样性也产生很大变化,不同种群对不同变化有着不同的响应。从生物多样性保护角度,合理利用土地,不仅要关注人类对土地的利用,同时要关注地下生态系统变化,保持生态平衡和物种多样性才是健康发展之路。

参考文献

- [1] 李秀彬. 土地利用变化的解释[J]. 地理科学进展, 2002, 21(3): 195-203.
- [2] FU B J, MA K M, ZHOU H F, et al. The effect of land use structure on the distribution of soil nutrients in the hilly area of the Loess Plateau, China [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(8): 732-736.
- [3] VITOUSEK P M. Beyond global warming: Ecology and global change [J]. Ecology, 1994, 75(7): 1861-1876.
- [4] 赵哈林, 赵学勇, 张铜会. 科尔沁沙地沙漠化过程及其恢复机理[M]. 北京: 海洋出版社, 2003.
- [5] 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.
- [6] 李峰瑞. 土地覆被变化与管理对土壤动物群落演变的耦合效应[J]. 中国沙漠, 2012, 32(2): 340-350.
- [7] 吴东辉, 张柏, 陈鹏. 长春市不同土地利用条件下大型土壤动物群落结构与组成[J]. 动物学报, 2006, 52(2): 279-287.
- [8] 宋理洪, 武海涛, 吴东辉. 我国农田生态系统土壤动物生态学研究进展[J]. 生态学杂志, 2011, 30(12): 2898-2906.
- [9] 董炜华, 殷秀琴, 顾卫, 等. 农牧交错带不同土地类型土壤动物生态特征研究——以内蒙古卓资山为例[J]. 干旱区地理, 2008, 31(5): 693-700.

2.3.3 提高区域经济发展水平,保护生态环境。目前区域及城乡之间经济发展的不平衡在一定程度上表现在经济发展和环境保护上。吉林省西部等耕地资源相对充足的地区存在缺乏资金和技术的问题;而在一线城市等经济发展条件好的区域,存在耕地后备资源不足现象。因此吉林省西部可通过转让耕地占补指标获得更多的专项资金和技术投入,以发展现代农业、优势农业,提高经济发展水平,确保粮食安全,而对于有条件购买补充耕地指标的经济发展条件好的区域,可以避免对自然生态资源过度开发利用造成的城际农田流失现象。

3 补充耕地指标交易暂行办法实施展望

耕地指标交易暂行办法在实施过程中有效弥补了区域农业发展资金不足问题,从而实现了区域土地和资金的相互流通,对保障全省经济发展所需建设用地以及保护生态环境方面具有重要意义。现就吉林省补充耕地指标交易暂行办法今后的发展提出如下建议。

(1) 补充耕地指标因耕地质量等级不同,无法做到占优补优,所以应以全省补充耕地质量等级为基准图,将补充耕地质量等级与粮食产能相应换算做到占一补优一,或占一补多,达到耕地利用和产值上的占补平衡,同时在实施过程中优先在同等级的可补充耕地指标区域进行补充耕地指标的异地调剂,落实先补后占。

(2) 明确补充耕地指标有偿使用资金来源,补充耕地指标交易收益纳入同级财政管理,原则上专款专用,优化收益

资金使用,杜绝重复开垦耕地资源以获取经济效益。

(3) 异地补充耕地指标是在土地使用权属不变的前提下进行异地调整,因此需求补充耕地指标的发展城市总体农业产能一定程度上流失,建议最终使补充耕地指标数量与质量折合成经济产能指标进行有效指导,实施补充耕地指标占补平衡。

(4) 优化补充耕地指标交易程序,完善补充耕地指标交易审查的内容以及补充耕地指标出让的条件,同时缩短补充耕地指标交易周期。以网络办公为平台,及时快捷地为需求单位提供服务。

参考文献

- [1] 王军征. 关于实行耕地占补平衡制度的调查与思考[J]. 资源与人居环境, 2010, 26(24): 18-21.
- [2] 鄢文聚, 苏强, 程峰, 等. 中国耕地保护研究进展[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [3] 肖碧林, 陈印军, 杨瑞珍, 等. 中国近期耕地占补平衡的问题与建议[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(34): 16957-16959.
- [4] 鄢文聚, 张蕾娜, 陈桂坤, 等. 基于农用地分等的耕地占补平衡项目评价研究[J]. 中国土地科学, 2008, 22(10): 58-63.
- [5] 王梅农, 刘旭, 王波. 我国耕地占补平衡政策的变迁及今后走向[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(33): 19034-19037, 19059.
- [6] 张凤荣, 安萍莉, 张军连. 新垦耕地的质量控制[J]. 中国土地, 2002(3): 22-24.
- [7] 张凤荣, 徐艳, 姜广辉. 新补充耕地的合理利用与质量保证[J]. 国土资源, 2004(5): 24-25.
- [8] 覃琳, 邓杨琼, 邱凌. 浅谈耕地占补指标交易体系建设——基于重庆地票制度[J]. 国土资源科技管理, 2013, 30(3): 83-86.
- [9] 吉林省国土资源厅. 吉林省土地利用规划(1997~2010)实施评价报告[R]. 2006.
- [10] 刘任涛, 朱凡, 赵哈林. 北方农牧交错区土地利用覆盖变化对大型土壤动物群落结构的影响[J]. 草地学报, 2013, 21(4): 643-649.
- [11] 王雪峰, 苏永中, 杨荣. 黑河中游绿洲不同开垦年限农田土壤线虫群落特征[J]. 应用生态学报, 2010, 21(8): 2125-2131.
- [12] 殷秀琴, 王海霞, 周道玮. 松嫩草原区不同农业生态系统土壤动物群落特征[J]. 生态学报, 2003, 23(6): 1071-1078.
- [13] 侯继华, 周道玮, 姜世成. 吉林西部草原地区蚂蚁种类及分布[J]. 生态学报, 2002, 22(10): 1781-1787.
- [14] DÖRING T F, HILLER A, WEHKE S, et al. Biotic indicators of carabid species richness on organically and conventionally managed arable fields[J]. Agriculture, ecosystems & environment, 2003, 98(1): 133-139.
- [15] ASTERAKI E J, HART B J, INGS T C, et al. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2004, 102(2): 219-231.
- [16] 吴东辉, 张柏, 陈鹏. 吉林省黑土区农业生境大型土壤节肢动物群落组成与生态分布[J]. 中国农业科学, 2006, 39(1): 125-131.
- [17] 王国利, 陈应武, 刘长仲, 等. 黄土高原退耕地恢复对土壤无脊椎动物多样性的影响[J]. 中国沙漠, 2010, 30(1): 140-145.
- [18] 刘新民, 门丽娜. 内蒙古武川县农田退耕还草对大型土壤动物群落的影响[J]. 应用生态学报, 2009(8): 1965-1972.
- [19] 李涛, 刘苑秋, 郭圣茂, 等. 瑞昌石灰岩红壤区退耕还林地土壤动物群落特征[J]. 应用生态学报, 2012, 23(4): 910-916.
- [20] 杨大星, 杨茂发, 徐进. 生态恢复方式对喀斯特土壤节肢动物群落特征的影响[J]. 贵州农业科学, 2013(2): 91-94.
- [21] 韩立亮, 王勇, 王广力, 等. 洞庭湖湿地与农田土壤动物多样性研究[J]. 生物多样性, 2007, 15(2): 199-206.
- [22] 王天乐, 李伟, 丁浩, 等. 退化湿地恢复中土壤节肢动物的群落结构[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2011, 35(2): 51-55.
- [23] 柯欣, 梁文举, 宇万太, 等. 下辽河平原不同土地利用方式下土壤节肢动物群落结构研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 600-604.
- [24] 吴红玉, 蔡青年, 林超文, 等. 四川紫色丘陵区不同土地利用方式下中型土壤动物群落结构研究[J]. 生态学杂志, 2009, 28(2): 277-282.
- [25] DECAENS T, JIMÉNEZ J J, GIOIA C, et al. The values of soil animals for conservation biology[J]. European Journal of Soil Biology, 2006, 42(S): 23-38.
- [26] 林英华, 黄庆海, 刘骅, 等. 长期耕作与长期定位施肥对农田土壤动物群落多样性的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(11): 2261-2269.
- [27] 王宗英, 路有成, 陈发扬. 皖南低丘茶园土壤动物群落结构研究[J]. 地理学报, 1991, 46(2): 213-223.
- [28] 刘新民, 乾德门, 乌宁, 等. 不同牧压梯度上草原土壤动物生物多样性的初步分析[J]. 内蒙古师范大学学报: 教育科学版, 1994(4): 1-6.
- [29] 刘新民, 乾德门, 刘永江. 放牧强度、火烧对内蒙古草原土壤动物主要类群垂直分布的影响[J]. 内蒙古师范大学学报: 教育科学版, 1996(2): 12.
- [30] 刘新民, 乾德门. 退化草原定量化放牧条件下土壤动物的比较研究[J]. 干旱区资源与环境, 1997, 11(3): 81-89.
- [31] 陈小乌, 由文辉, 王向阳, 等. 常绿阔叶林不同砍伐处理下土壤动物的群落特征[J]. 生物多样性, 2009, 17(2): 160-167.
- [32] 吕世海, 卢欣石, 高吉喜. 呼伦贝尔草地风蚀沙化土壤动物对环境退化的响应[J]. 应用生态学报, 2007, 18(9): 2055-2060.
- [33] 殷秀琴, 安静超, 陶岩, 等. 拉萨河流域健康湿地与退化湿地大型土壤动物群落比较研究[J]. 资源科学, 2010, 32(9): 1643-1649.
- [34] 余广彬, 杨效东. 不同演替阶段热带森林地表凋落物和土壤节肢动物群落特征[J]. 生物多样性, 2007, 15(2): 188-198.
- [35] 崔丽巍, 刘世荣, 刘兴良, 等. 米亚罗林区不同森林恢复方式下中小型土壤动物多样性[J]. 生态学杂志, 2011, 30(6): 1153-1162.
- [36] 吴东辉, 尹文英, 殷秀琴. 松嫩草原中度退化草地不同植被恢复方式下土壤跳虫群落特征比较[J]. 昆虫学报, 2008, 51(5): 509-515.
- [37] 刘任涛, 赵哈林, 赵学勇. 放牧干扰后自然恢复沙质草地大型土壤动物功能群变化特征[J]. 生态环境学报, 2011, 20(12): 1794-1798.
- [38] 马艳池, 李巧, 冯萍, 等. 云南苍山火烧迹地不同恢复期地表蜘蛛群落多样性[J]. 生态学报, 2013, 33(3): 964-974.
- [39] 殷秀琴, 顾卫, 董炜华, 等. 公路边坡人工恢复植被后土壤动物群落变化及多样性[J]. 生态学报, 2008, 28(9): 4295-4305.

(上接第 13788 页)