

土地利用/ 土地覆被变化环境效应研究

赵米金, 徐 涛

(中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 土地利用/土地覆被变化(LU CC) 是全球变化研究的重要方向之一。土地利用/ 土地覆被变化的环境效应问题一向都是研究的重点。结合近年来土地 利用/土地覆被变化在环境方面的一些研究进展, 综述了土地利用/土地覆被变化对全球气候、大气质量以及区域土壤、水文和生物多样性的影响, 并提出了黄土高原地区土地利用/土地覆被变化研究亟需解决的一些问题。

关键词: 土地利用/土地覆被变化; 生态环境; 全球变化

中图分类号: F301. 24; X171. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005) 01-0043-04

Research on the Environmental Impacts of Land Use and Land Cover Change

ZHAO Mi-jin, XU T ao

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Land use/land cover change is an important research field in global change research. The environmental impacts of land use/land cover change were the central topic in land use/land cover change study. Based on the research development of the environmental impacts in the process of the land use/ land cover change, the land use/land cover change's impacts on the global climate, atmosphere quality and the regional soil, hydrology, biodiversity are reviewed. And more, some problems to be solved urgently were raised in the land use/land cover change research in the Loess Plateau area.

Key words: land use and land cover change; eco-environment; global change

土地利用/土地覆被变化(LUCC) 是国际地圈生物圈计划(IGBP)与全球环境变化的人文因素计划(IHDP)的核心研究计划之一, 是全球环境研究的热点和前沿问题, 近年来, 国际上许多有影响的机构和重大国际合作计划, 如IGBP, IHDP, WCRP 等, 在总结以往工作的基础上, 共同发起 LUCC 对全球变化响应的研究^[1]。在此影响下美国、日本等国纷纷制定自己的土地利用/土地覆被变化研究计划^[2]。土地利用/土地覆被变化之所以受到人们的关注, 是因为土地利用/土地覆被变化(LUCC)是全球环境变化和陆地生态系统对全球气候变化和人类活动最重要的响应之一。IGBP 的土地研究指出, 土地利用/土地覆被变化影响着能量交换、水分循环、土壤侵蚀和堆积、生物地球化学循环和作物生产等陆地主要生态过程的结构和功能。目前土地利用对土地覆被格局产生前所未有的影响, 土地格局的改变影响了陆地生态系统的生物多样性, 植物和动物的种群动态、初级生产力等, 影响了全球生物地球化学循环和大气中温室气体的含量、改变了区域大气化学性质及过程, 对局地、区域及全球气候都产生了广泛而深远的影响。因此, 土地利用/土地覆被变化的环境效应研究成为了 LU CC 研究的主要内容。本文结合我们自己的一些研究工作, 对土地利用/土地覆被变化的

环境效应作一评述。

1 土地利用/土地覆被变化对大气和气候的影响

1. 1 土地利用/土地覆被变化对大气的影响

众多的研究表明, 土地利用/土地覆被变化改变了大气化学性质和过程^[3, 4]。许多对大气化学性质有影响的气体都会因土地利用/土地覆被的变化而变化, 森林退化、土壤碳氧化、化石燃料的燃烧都会使大气中 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度增加。N₂O 可以破坏臭氧层而引起地表辐射的增强; CH₄ 可以氧化成 CO, 据估计 60% 的 CO 来源于土地利用/土地覆被变化; 城市化和工业化的发展影响了对流层光化学烟雾的组成成分, 光化学烟雾通过分散和吸收太阳辐射而改变地表受到的辐射量, 一些研究已经表明光化学烟雾浓度正在增加^[5]。此外, 土地利用/土地覆被变化引起了 S 的释放, 在高 SO₂ 地区可能引起酸雨。

1. 2 土地利用/土地覆被变化对气候的影响

主要是通过生物物理和生物地球化学两种反馈机制^[6]。生物物理反馈主要表现在, 土地利用/土地覆被变化改变了地表反射率, 从而影响温度和湿度的变化。Hendrson Sellers 和 Wilson 总结了影响地表反射率的过程^[7], 基于人类利用

① 收稿日期: 2004-10-20
基金项目: 黄土高原水土保持的区域环境效应研究(KZCX3- SW- 421)
作者简介: 赵米金(1972-), 男, 硕士研究生, 主要从事 GIS 与土地利用方面的研究。

方向的土地利用变化倾向于增加反射率,使得更多的能量返回到大气中,使对流层温度增加,大气的稳定性增强并减少对流雨^[8]。Gornitz 根据历史记录、调查数据、描述性报告等资料总结了西非土地利用变化的情况^[9,10],计算了由于土地利用变化导致反射率的变化。研究认为,西非沙化的主要原因是人类破坏植被引起土壤侵蚀和地表水减少。Charney 也研究了半干旱区地表反射率变化及其引起沙化的可能性^[11]。

生物地球化学反馈是指生态系统碳和养分循环变化对地面与大气之间温室气体和气溶胶交换的影响,由此导致气候变化^[12]。前工业时期,大气 CO₂ 浓度增长主要是大规模森林砍伐和农业开发造成的,同时减少植物生物量,加速土壤有机质分解,释放大量的 CO₂ 到大气中。由于化石燃料的燃烧,大气中 CO₂ 的增加方式有所转移,但土地利用变化所造成的 CO₂ 释放仍占大气 CO₂ 总来源的 20% 以上。土地利用变化还影响 CH₄ 和 N₂O 的释放量,根据 Cicerone 等人对 CH₄ 来源的研究^[13,14],土地利用/土地覆被变化,如农业扩张(水稻种植)、城市化过程、森林退化、生物量的燃烧等是 CH₄ 的直接来源,湿地和草地也是 CH₄ 的重要来源^[15-17]。此外,从 20 世纪 50 年代以来,由农业生产活动导致的 N₂O 释放量从每年 2.8 TgN 增加到现在的 6.3 TgN,由于化肥使用量的快速增长,如热带亚热带地区, N₂O 释放量将大大提高,热带土壤氮循环速率将加快^[6]。

2 土地利用/土地覆被变化对土壤发育的影响

2.1 对土壤环境影响

大量的研究表明,人口增加、人类不合理的土地利用方式如森林的砍伐、矿区开采、陡坡开垦以及过度放牧是造成土壤侵蚀和土地沙化的主要原因。在我国的黄土高原地区,严重的水土流失就是由于不合理的土地利用方式造成的,据研究黄土高原子午岭林区在森林恢复前土壤垦殖率为 25%~30%,土壤侵蚀模数 8 000~10 000 t/(a·km²);森林恢复后,土壤侵蚀模数只有 122 t/(a·km²),仅相当于恢复前的 1.2%~1.5%^[18]。另外,煤田开采,道路建设等其他工程如果不注意水土保持,也会造成生态环境的恶化,有研究显示,2000 年以前,晋、陕、蒙三角地区的煤田开发每年向黄河输沙 2 523.9 万 t,加上原来地面产沙总量 4 660 万 t,该区每年向黄河输沙总量将达到 7 186.9 万 t^[19]。草地的过度使用导致土壤板结,草质下降,草地生产力低下,容易引起草场的退化和沙化。

2.2 土壤养分影响

土地利用方式和土地覆被变化影响了土地的空间组合,进而影响了土壤养分的迁移规律。不同的土地利用单元对养分的滞留和转化有不同的作用。Likens 等在美国新罕布什尔将一个未受到干扰的流域通过河流的养分流失情况同另一个森林被砍伐的流域加以对比^[20],结果表明,未受到干扰的森林中,每公顷淋溶通过河水流失的 N 有 4 kg,而被砍伐的森林流域 N 损失高达 142 kg。另外,土地利用/土地覆被变化对养分流动的影响在于配置最佳的土地利用结构,最大限度地减少养分流失。傅伯杰等研究了黄土丘陵区连续 15 年的 4 种典型土地利用结构对土壤养分的影响^[21],结果发现,坡耕地-草地-林地和梯田-草地-林地有较好的土壤养分保持能力和水土保持效果,是黄土高原丘陵沟壑区较好

的土地利用结构类型。

2.3 土壤微生物影响

土地利用/土地覆被变化对土壤微生物群落组成也有重要的影响。土壤微生物的多样性与地表植被群落的生产力和多样性呈正相关,并随着植被群落存在的年限而增加^[22]。在黄土高原子午岭地区的研究表明,林地和林地开垦后土壤微生物生物量和土壤肥力发生显著变化,开垦后二者都呈下降趋势^[23]。

2.4 对土壤有机碳影响

土壤碳库是陆地碳库的主要组成部分,在陆地碳循环中有着重要的作用。周成虎等人根据中国前后两次土壤普查资料,以及各土壤类型的分布面积,初步估算了中国土壤有机碳库的储量,以及土地利用变化对碳库的影响。结果表明^[24],中国土壤总有机碳储量为 924.18×10⁸ t。如果将前后两次土壤普查计算的总碳量相减,即 80 年代大约比 60 年代约减少 8.2×10⁸ t,平均每年净减少 0.41×10⁸ t 碳,大致说明,由于土地利用变化和各种人类活动的影响,使中国土壤碳在 80 年代年平均约释放 0.41×10⁸ t,是一个小小的碳源。

3 土地利用/土地覆被变化对水文的影响

土地利用/土地覆被变化对水文的影响包括水量和水质的变化。森林的开采(特别是高地上的森林)增加了下游洪水泛滥的频率和强度^[25],一般会减少每年的径流量,并使得降水的再分配不公平;草地的变化有类似的效果[Meyer W B, 1992]。在黄土高原的生态建设中,特别是植被建设的水环境效应研究中,土壤干层^[26,27]现象最早引起人们的注意。它是黄土高原植被增加后,随降雨-入渗-蒸腾-径流关系的变化而出现的土壤的干燥化趋势^[28]。土壤干燥化现象被认为是一种普遍存在的现象,是当前黄土高原土地利用结构调整和植被建设中普遍关心的热点问题之一。土地利用结构变化不仅引起了土壤的干燥化,同时还引起了水文生态过程的变化。在国外对土地利用结构调整对水文过程的影响进行了大量的研究,其共同特点是强调了流域植被类型和土地利用结构与水文要素间的关系^[29],国内也开展了类似的研究^[30],其基本结论是流域产水量随植被覆盖的减少而增大^[31]。在黄土高原地区,水土保持工作正在向较大尺度的区域范围扩展,植被建设和土地利用结构调整已经、也将更加对河川径流和区域水循环产生较大的影响。

由于人类耕作和定居引起的土地覆被的变化已造成了世界性的水污染^[32]。当前由于土地利用/土地覆被变化通过非点源途径引起的水体污染,受到了全球性的关注。非点源污染是同点源相对应的,指溶解的或固体污染物从非特定的地点,在降水和径流冲刷作用下,通过径流过程而汇入受纳水体,引起的水体污染^[33]。几乎所有的非点源污染源都和土地利用/土地覆被变化紧密联系。其中,土壤侵蚀是规模最大、危害程度最为严重的一种非点源污染。

4 土地利用/土地覆被变化对生物多样性的影响

土地利用/土地覆被变化对生物多样性的巨大影响超过了其他任何全球变化成分。热带和温带地区的土地覆被变化对物种多样性和群落组成有重要意义,并引起生物灭绝速度的急剧上升。在众多影响因子中,栖息地扰动的严重性对生物多样性的影响最为重要^[34]。当前全球 1/3~2/3 的陆地表

面已经被人类活动所改变。一些重要的生态系统变成了斑块, 有的实际已经消失。大量的种和遗传学上独立的种群已消失^[35]。拥有全球 50% 物种栖息地的热带雨林比原有面积减少一半; 温带森林 1/3 已被砍伐, 温带雨林已成为濒危生态系统; 亚洲、西非的红树林受到严重损害。热带森林大部分被橡胶园和热带作物园取代, 老龄的落叶阔叶林是生物物种最丰富的一个森林类型, 同样遭到严重破坏, 保存较好的呈片断化分散在不同的山地上。土地利用模式的改变使物种栖息地斑块化, 造成了许多交错带, 产生了边界效应, 引起生物多样性的变化。

5 黄土高原土地利用变化的环境效应研究

黄土高原土地利用/ 土地覆被变化研究同中国土地利用/ 土地覆被变化研究的重点一致, 在探讨黄土高原土地利用/ 参考文献:

[1] Turner B L, David Skole. Land use and land cover change (LUCC): Science/ Research Plan [M]. IGBP Report No. 35. 1995.

[2] US- SGCRCENR. Our changing planet [M]: the FY 1995 U. S. Global change Research Program. Washington D. C. USGCRID, 1995.

[3] Crutzen P J, M O Andrese. Biomass burning in the tropics: Impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles [J]. Science, 1990, 250: 1669- 1678.

[4] Keller M, Jacob D J, Wofsy S C, et al. Effect of tropical deforestation on global and regional atmospheric chemistry [J]. Climatic Change, 1991, 43: 136- 151.

[5] Husar R B. Spatial and temporal pattern of eastern U. S. haziness [J]: A summary. Atmospheric Environment, 1981, 15: 1919- 1928.

[6] 曹明奎, 李克让. 陆地生态系统与气候相互作用研究进展 [J]. 地球科学进展, 2000, 15(4): 45- 52.

[7] Hederson- Sellers A., Wilson M. F. Surface albedo data for climatic modelling [J]. Review of Geophysics and Space Physics, 1983, 21: 1743- 1778.

[8] Shukla J. Amazon deforestation and climate change [J]. Science, 1990, 247: 1322- 1325.

[9] Gornitz V. A survey of anthropogenic vegetation changes in west Africa during the last century- climate implications [J]. Climatic Changes. 1985, 7: 285- 325.

[10] Gornitz V. Climatic consequences of anthropogenic vegetation changes from 1880- 1980 [A]. In Climate, History, Periodicity, and Predictability [M]. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987. 47- 69.

[11] Charney J. Dynamics of deserts and drought in the Sahel [J]. Quarterly Journal of Royal Meteorological Society, 1975, 101: 109- 201.

[12] 李克让, 陈育峰, 黄玫, 等. 气候变化对土地覆盖变化的影响及其反馈模型 [J]. 地理学报, 2000, 55: 57- 63.

[13] Cicerone R J. Biogeochemical aspects of atmospheric methane [J]. Global Biogeochemical Cycles, 1988, (2): 299- 327.

[14] Lassey K R. A source inventory for atmospheric methane in New Zealand and its global perspective [J]. Journal of Geophysical Research, 1992, 97: 3751- 3766.

[15] Matthews E, I Fung. Methane emission from natural wetlands. Global distribution, area and environmental characteristics of source [J]. Global Biogeochemical Cycles, 1987, 1: 61- 68.

[16] Lerner J. Methane emission from animals: A global high- resolution database [J]. Global Biogeochemical Cycles, 1988, 2: 139- 156.

[17] Crutzen P J. Methane production by domestic animals, wild ruminanta, other herbivorous fauna, and humans [J]. Tellus, 1986, 38B: 271- 284.

[18] 郑粉莉, 唐克丽, 张科利, 等. 自然侵蚀和人为加速侵蚀与生态环境演变 [J]. 生态学报, 1995, 15(3): 251- 259.

[19] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式 [M]. 北京, 中国水利水电出版社, 1997.

[20] Likens G E. Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed- ecosystem [J]. Eco. Monogr, 1970, 40: 23- 27.

[21] 傅伯杰, 马克平, 周华峰, 等. 黄土丘陵区土地利用结构调整对土壤养分分布的影响 [J]. 科学通报, 1998, 43(22): 2444- 2447.

[22] 夏北成, Zhou Jizhong, James, 等. 植被对土壤微生物群落结构的影响 [J]. 应用生态学报, 1998, 9(3): 296- 3000

[23] 张成娥, 陈小利, 郑粉莉. 子午岭林区不同环境土壤微生物生物量与肥力关系研究 [J]. 生态学报, 1998, 18(2): 218-

土地覆被变化的一般规律、建立土地利用变化区域模型方面取得了一些成就。在黄土高原, 如下一些问题有待研究:

(1) 土地利用/ 土地覆被变化在不同的时间和空间内的动力机制及其作用方式与效应的研究。

(2) RS、GIS 和数理统计及传统社会经济研究手段相结合, 加强土地利用/ 土地覆被变化的模拟和预测。

(3) 科学地归纳、总结并形成土地利用/ 土地覆被变化的理论体系, 为进一步进行土地利用/ 土地覆被变化的研究提供理论依据。

(4) 建立和完善土地利用/ 土地覆被变化的动态数据库, 以实现对黄土高原土地利用/ 土地覆被变化的动态监测, 以便即时的了解土地利用/ 土地覆被变化对区域环境的影响, 尤其在黄土高原这样的生态脆弱区, 为政府做出适宜的有针对性的决策提供科学依据。

222.

[24] 王绍强,周成虎,李克让,等.中国土地有机碳库及空间分布特征分析[J].地理学报,2000,55(5):533– 543.

[25] Richey J E.Nobre C.Deser C. Amazon River discharge and climate variability: 1903– 1985[J].Science, 1989, 246: 101– 103.

[26] 李玉山.黄土区土壤水分循环特征及其对陆地水分循环的影响[J].生态学报,1983.3(2):91– 101.

[27] 李玉山.黄土高原森林植被对陆地水循环的研究[J].自然资源学报,2001.16(5):127– 132.

[28] 杨文治.黄土高原地区造林土壤水分生态分区研究[J].水土保持学报,1994,8(1):1– 9.

[29] 刘文兆.小流域水分行为\生态效应及其优化调控研究方面的若干问题[J].地球科学进展,2000,15(5):541– 544.

[30] 黄明斌,康绍忠,李玉山.黄土高原沟壑区森林和草地小流域水文行为的比较研究[J].自然资源学报,1999,14(3):226– 231.

[31] 王礼先.面向 21 世纪的山区流域经营[J].山地研究,1998,16(1):3– 7.

[32] Roger P. Hydrology and water quality [A]. In Meyez W B ed, Changes in land use and land cover– A global perspective [C]. Cambridge:Cambridge Universtity Press,1994.

[33] Novotry V,Olem H. Water quality: prevention, ident ification and planning[J]. Water Resource Planning Management , 1993, 119: 306.

[34] 陈泮勤,孙成权.国际全球变化研究核心计划(二)[M]. 北京:气象出版社,1994.131– 151.

[35] Wilsob E O.The Diversity of Life[M]. Norton, New York: [s.l], 1992.

(上接第 33 页)

反映,具有质量高低和适宜性及适宜程度之分。借鉴FAO 模糊综合评价方法,根据土地类型、地貌、土壤侵蚀与土壤水分等特征,得到安塞县土地资源评价图和评价结果(表 2 示)。

表 2 安塞县土地资源主要评价指标及评价结果

适宜类	质量等	土地类型与坡度	面积	比例
宜耕地	一等宜耕地	川台、沟台地、坝地	77.12	2.61
	二等宜耕地	3~10°塌地	161.41	5.47
	三等宜耕地	0~3°	13.56	0.46
	四等宜耕地	10~15 林区小片耕地	631.53	21.41
宜林地	一等宜林地	现有天然林地	422.60	14.32
	二等宜林地	现有小片水保林地	70.47	2.39
	三等宜林地	10~15°	351.35	11.91
宜灌草	一等宜灌草地	15~25°	175.67	5.95
	二等宜灌草地	>25°	667.94	22.64
	三等宜灌草地	比较平缓的沟道	75.29	2.55
难利用地		比较陡的沟道	303.39	10.28

分析以上图表所反映的质与量的关系,可以看出安塞县土地资源结构有如下特点:

(1) 从安塞县的土地资源的质量等级看,各宜类质量较

参考文献:

[1] 黄文秀.农业自然资源[M]. 北京:科学出版社,1998.

[2] 倪绍祥.土地类型与土地评价概论[M]. 北京:高等教育出版社,1992.

[3] 中共安塞县委员会安塞县人民政府.安塞县 1988 年~2000 年经济社会发展战略规划[R]. 1987.

[4] 中国科学院西北水土保持研究所,陕西省安塞县人民政府.安塞县水土保持实验区农业自然资源综合考察与规划报告集[R]. 1981.

[5] 安塞县地方志编纂委员会.安塞县志[M]. 西安:陕西人民出版社,1993.

[6] 安塞县农业区划委员会.安塞县农业资源调查与农业区划报告集[R]. 1988.

[7] 李壁成.小流域水土流失与综合治理遥感监测[M]. 北京:科学出版社.1995.

[8] 朱显谟.陕西土地资源及其合理利用[M]. 西安:陕西科学技术出版社.1982.

[9] 文雅.黄土高原土地资源评价与土地生态系统的建设[D]. 杨陵:中国科学院水利部水土保持研究所,1995.

[10] 杨文治,余存祖.黄土高原区域治理与评价[M]. 北京:科学出版社,1992.

[11] 马俊杰.安塞县土地结构分析[A]. 见:中国科学院国家计划委员会自然资源综合考察委员会,等.黄土高原遥感调查试验研究[M]. 北京:科学出版社,1988.217– 223.

[12] 陈德华,等.安塞县土地利用遥感调查与制图[A]. 见:中国科学院国家计划委员会自然资源综合考察委员会,等.黄土高原遥感调查试验研究[M]. 北京:科学出版社,1988.49– 62.

好的一等地和质量中等的二等地分别占安塞县总土地面积的 22.88% 和 30.50%,而质量较差的三等、四等地和难利用地占到总土地面积的 46.62%,说明安塞县土地总体质量不佳,质量最好的川、沟台地仅占总土地面积的 2.61%。可见,安塞县土地质量差,自然环境恶劣,在开发利用时,需要因地制宜,充分、合理地开发和挖掘土地资源的潜力。

(2) 从土地资源适宜性的面积统计来看,安塞县宜农地面积占土地面积的 29.95%;宜草地占总土地面积的 31.14%,为发展畜牧业提供了广阔的空间,加上宜林地(占总土地面积的 28.62%)和难利用地(占总土地面积的 10.28%,可封育)面积,畜牧业的发展前景应非常客观。所以,安塞县土地资源的主宜方向应是农牧结合,协调发展。

(3) 安塞县自然条件差,生态环境脆弱,土地质量存在着不稳定的因素,造成其结构也具有不稳定性,因而,退耕还林还草,防止滥砍滥伐,保护和修复生态环境,是安塞县土地资源开发利用的当务之急,只有开发得当,保护措施得力,才能保证其土地资源结构向好的方向发展。