

土地利用及其格局变化的环境生态效应研究进展*

罗为检 王克林 刘明

(中国科学院亚热带区域农业研究所 长沙 410125)

摘要 人类土地利用活动在时空的积累不断塑造与改变地表不同尺度的格局形态,土地利用及其格局变化深刻影响环境各要素,阐述了人类土地利用及其格局变化对大气环境、水环境、土壤环境、土地覆盖以及生物多样性的影响。

关键词 土地利用 格局变化 生态环境 生态效应

Research progress on impact of land use and its pattern change on ecoenvironment. LUO Wei-Jian, WANG Ke-Lin, LIU Ming(Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125), *CJEA*, 2003, 11(2): 150~152

Abstract The human activities of land use which are accumulated in space and time are moulding different yardstick patterns of the earth surface constantly. The changes of land use and its pattern influence every element of environment. Based on a large amount of studies at home and abroad, the impact of land use on atmospheric environment, water environment, soil environment and biodiversity is explained.

Key words Land use, Change of land use pattern, Eco-environment, Ecology impact

土地利用是人类依据一定的社会经济目的,改造和利用土地资源获取生产生活资料的活动。随社会文明的进步其范围不断扩大,土地利用形式结构渐趋复杂,对环境的破坏强度愈加剧烈。深入研究土地利用及其格局变化对生态环境的影响,对维持生态平衡,采取土地管理合理方式,建立可持续土地利用模式以及全球、区域生态安全等方面研究均具有重要意义。

1 土地利用及其格局变化对大气环境的影响

土地利用格局变化是影响大气中 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 CO 及光化学烟雾含量的重要因素。Stuiver M. 等研究表明,19 世纪土地利用变化对全球大气中 CO_2 含量增加的影响因子仅次于化石燃料对大气中 CO_2 含量的贡献程度,目前土地利用变化释放的 CO_2 约占其总释放量的 21%。据估计 60% 的 CO 、5% 的 SO_2 来源于土地利用变化,且其引起的空气污染和酸雨危害严重。Mooney H. A. 认为 N_2O 主要来自土壤施肥及生物燃烧等。因城市用地和工业用地的不断扩展,光化学烟雾对环境的负面影响日趋严重,影响了大气质量,并通过分散和吸收太阳辐射改变地表接收的各种辐射,对人类生存环境造成一定影响。

地表格局的变化对气候的影响一是地表格局的变化改变了地表反射率并影响大气温度和湿度。Shukla J. 研究指出人类土地利用变化倾向于增加地表反射率,使更多的能量返回大气,增加上对流层温度,增强大气稳定性,减少对流雨^[10]。Uhl C. 等发现森林向牧场的转变增加了地表反射率和植被盖度,在小范围内增加温度并降低湿度,影响森林再生潜力^[11]。二是地表物理性质的时空变化导致大气能量时空分布的差异并影响气候的变化,城市热岛效应是居民地扩展对局地气候影响的典型例证,Uhl C. 等研究表明热带雨林在水分再循环中占有重要位置,森林开采将大大减少当地降水量并升高气温^[11]。张耀存等研究认为经济发展改变了陆地下垫面,并导致区域性气候的变化。Turner M. G. 等^[12]研究景观尺度土地利用变化与气候的关系,Henderson-sellers A. 等^[13]利用区域水平模型预测森林开采可能因改变地表反射率而影响全球气温。

2 土地利用及其格局变化对水环境的影响

20 世纪以来全球工农业迅猛发展且工农业用地格局发生巨大变化,全世界用水量剧增,水资源问题日

* 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-SW-415)和中国科学院重点专项(KF-95-02)共同资助

收稿日期:2002-05-30 改回日期:2002-06-28

益严重,60%的亚洲地区、85%的非洲地区缺水,而某些地表水较贫乏和过度开采地区人类已利用不可更新的地下水甚至化石水。农业用地扩张和城市化发展也导致非点源污染为主要途径的世界性水污染,土壤侵蚀是规模最大、危害程度最严重的 1 种非点源污染,农业为全美河流污染的首要污染源,化肥、农药的使用均使农田污水灌溉成为非点源污染的重要来源。森林采伐破坏地表植被,引起森林附近流域河流沉积物增加,破坏河底水生生物的生境,城镇地表径流携带 N、P、有毒物质和杂物进入河流或湖泊污染地表水和地下水。

20 世纪以来不断扩张的城市居民区、商业区和工业区等对水分的需求日趋增大;城市化过程中树木植被的减少降低了蒸发量和截流量,增加了河流沉积量,房屋、街道的建设降低了地表渗透和地下水位,增加了地表径流量和下游潜在洪水的威胁。森林砍伐可影响地表粗糙度、反射率和水分能量平衡,在集水区大量种植牧草代替森林能提高集水区水量,不当的草地管理和过度放牧将引起植被减少和土壤板结,使地下水减少,严重影响靠地下水补给的河流水量甚至区域气候。大多学者认为大面积农业灌溉一定程度增加了地表大气中的水分并降低反射率和日温,有利于降雨的形成。

3 土地利用及其格局变化对土壤环境的影响

秦明周等^[1]研究河南开封城乡结合部 pH 值、全 N、有机质等 7 个养分因子,运用修改的内梅罗公式评价不同土地利用方式及其变化下的土壤总体质量表明,菜地>水浇地>水田>园地>旱地,且土地利用方式调整不同亦土壤质量变化不同,旱地改为园地、水浇地或水田改为水浇地后土壤质量有所改善,菜地改为园地后土壤质量明显下降。王效举等^[2]研究发现水田、橘园、牧草地、草丛地土壤质量明显改善,草被稀疏的荒草地和裸地土壤质量明显降低,人工针叶林地土壤质量变化不明显。许明详等^[3]研究表明地表随机糙度因土地利用方式不同而异,多年生林地随机糙度较小而果园及农耕地则较大。不同利用方式下土壤抗剪力差异显著,其中荒地>刺槐林和柠条林>果园和农地。农耕地、荒地、果园和柠条林土壤团粒稳定性差异不显著,但均与刺槐林地差异显著,土壤团粒稳定性农耕地<荒地和柠条林<果园和刺槐林。

不同土地利用方式对土壤水分的影响集中体现在地表植被覆盖差异所造成的土壤水分时空分异,荒坡等植被稀疏地区土壤水分储量因降水及太阳辐射等气候因素影响呈下降趋势,植被覆盖丰富地区则反之。邱扬等^[4]研究发现土地利用对土壤水分垂直分布影响最显著,林地与灌木地土壤水分垂直变化表现为降低型,农耕地与休闲地表现为增长型,果园表现为波动型。王军等^[5]研究陕西省安塞县大南沟流域典型土地利用结构和类型对土壤水分时空分布的影响结果表明,土壤水分年内季节变化呈 3 峰 3 谷形状,林地和间作地对土壤水分有滞后作用,其垂直梯度变化为增长型、降低型和波动型。

土地利用通过改变土壤养分环境条件引起土壤养分的加剧或减少,Correll D. L. 等对 N、P、C 流失分析发现^[14],自然植被及其土壤系统的营养循环能力远高于玉米地,N 在林地中的循环远高于耕地,P 也有类似结果。Thomas A. D. 等^[15]研究发现持续种植紫花苜蓿、传统耕作方式、保护耕作方式和森林 4 种土地利用方式中,径流带走的有效氮和有效磷分别为 $0.15\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $66.10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $10.70\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $0.01\text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $0.05\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $0.10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $0.08\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $0.02\text{kg}/\text{hm}^2$,土壤侵蚀带走的全 N 和全 P 分别为 $12.7\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $148.8\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $38.3\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $18.6\text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $0.16\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $2.55\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $1.04\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $0.24\text{kg}/\text{hm}^2$ 。陈欣等^[6]研究发现坡地不同利用方式 P 素流失差异明显,流失程度依次为竹园>旱地作物和新建果园>幼龄茶园>林地和未开发利用荒草地。李忠佩等^[7]研究表明土地利用方式不同土壤有机质含量变化亦不同,水田、菜地、牧草地分别增加 $2.04\text{g}/\text{kg}$ 、 $4.01\text{g}/\text{kg}$ 和 $7.32\text{g}/\text{kg}$,而旱地、杉树林地、荒草地分别减少 $4.93\text{g}/\text{kg}$ 、 $2.98\text{g}/\text{kg}$ 和 $3.68\text{g}/\text{kg}$ 。不同地形部位土壤类型分布及利用特点各异,土壤有机质储量明显不同。张兴昌等^[8]研究发现植被覆盖有效减少流域土壤侵蚀和全 N 流失,但增加土壤矿质氮的流失,坡地退耕还林草可显著减少流域土壤 N 素流失。傅伯杰等^[9]研究表明,陕北黄土丘陵区坡耕地-草地-林地与梯田-草地-林地有较好土壤养分保持能力和水土保持效果,是黄土丘陵沟壑区梁峁坡地较好的土地利用类型。Williams R. D. 与 Nicks A. D. 应用 CREAMS 模型和 WEPP 模型研究植被过滤带对营养元素的迁移和土壤侵蚀作用时发现^[16],植被过滤带的宽度、长度、组成植被类型不同,营养元素的截流和土壤侵蚀量也不同,平均可减少 56% 沉积量和 50% 随沉积损失的营养物质,是防止河流非点源污染较好的管理措施之一。

4 土地利用及其格局变化对生物多样性的影响

土地利用及其格局变化对生态系统结构和功能均产生重要影响,对结构影响主要表现在生物入侵和生物多样性损失。土地利用格局变化对陆地生态系统的最直接影响是生境转换,转换的生境是生物侵入和物

种消失的主要发生地,生物侵入大量发生,使侵入植物急剧繁殖。许多岛屿>50%的物种、一些陆地>20%的植物不是乡土植物^[17]。目前地球物种正以比人类活动前高百倍甚至千倍的速度消失,11%的现存鸟类、18%的哺乳动物、5%的鱼类和8%的植物有灭绝的危险,热带雨林和温带森林每年以1%~4%的速率毁灭,毁掉的森林有相当一部分转换为农田甚至沦为退化土地,极大威胁着生物多样性。以农业扩张及其集约化为主要特征的农业土地利用是陆地生态系统生物侵入和生物多样性损失的重要因素,并直接影响生态系统伴生生物的组成和丰富度,如集约化农业减少了植物种类,改变了生态系统病虫害复合体中害虫及其天敌比例的平衡格局,导致土壤生物种类的减少等^[18]。

很多格局变化研究尚未与区域生态环境和生态过程相结合,且多侧重于大中时空尺度,对小尺度特别是微时域研究尚不足。格局与环境、格局与生态过程研究在我国刚刚起步,受传统土壤学的影响,其研究多侧重于土地利用格局变化对土壤因子的影响,且多集中在黄土高原区,而对环境其他因子影响的研究尚不足。我国南方特别是西南广大喀斯特地区人多地少,生态环境非常脆弱,土地利用开发程度高,中小尺度土地利用格局变化较大,开展土地利用及其格局变化对生态环境和生态过程的影响研究,对西南地区土地资源合理利用,土地利用总体规划,保护生态环境,合理改进种植制度,正确选择主导产业,促进生态安全建设以及可持续发展等均具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 秦明周,赵杰. 城乡结合部土壤质量变化特点与可持续利用对策. 地理学报,2000,55(5):545~553
- 2 王效举,龚子同. 红壤丘陵小区域不同利用方式下土壤变化的评价和预测. 土壤学报,1998,35(1):135~139
- 3 许明详等. 黄土丘陵区小流域土壤特性时空动态变化研究. 水土保持通报,2000,20(1):21~23
- 4 邱扬等. 黄土丘陵小流域土壤水分时空分异与环境关系的数量分析. 生态学报,2000,20(5):741~747
- 5 王军,傅伯杰. 黄土丘陵小流域土地利用结构对土壤水分时空分布的影响. 地理学报,2000,55(1):84~91
- 6 陈欣等. 红壤小流域坡地不同利用方式对土壤磷素流失的影响. 生态学报,2000,20(3):374~377
- 7 李忠佩,王效举. 小区域水平土壤有机质动态变化的评价与分析. 地理科学,2000,20(2):182~187
- 8 张兴昌,邵明安. 黄土丘陵区小流域土壤氮素流失规律. 地理学报,2000,55(5):617~626
- 9 傅伯杰,马克明等. 黄土丘陵区土地利用结构对土壤养分分布的影响. 科学通报,1998,43(22):2444~2447
- 10 Shukla J., et al. Amazon deforestation and climate change. Science, 1990, 247:1322~1325
- 11 Uhl C., Kauffman J. B. Deforestation, fire susceptibility and potential tree response to fire in the eastern Amazon. Ecology, 1990, 71:437
- 12 Turner M. G., et al. Potential responses of landscape boundaries to global climate change. In: Holland M. M., et al (editors). Ecotones: the Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environments. New York: Chapman and Hall, 1991. 52
- 13 Henderson-sellers A. A commentary on: Tropical deforestation: albedo and the surface-energy balance. Climatic Change, 1991, 19:135
- 14 Correll D. L. Nutrient dynamics in a agricultural watershed: observations on the role a riparian forest. Ecology, 1984, 65(5):1466~1475
- 15 Thomas A. D., Walsh R. P. D., Shakesby R. A. Nutrient losses in eroded sediment after fire in eucalyptus and pine forests in the wet Mediterranean environment of northern Portugal. Catena, 1999, 36(4):283~302
- 16 Williams R. D., Nicks A. D. A modelling approach to evaluate best management practice. Water Science and Technology, 1993, 28(3):657
- 17 Drake J. A. Biological Invasions: A Global Perspective. Chichester, UK: Wiley and Son, 1989. 246~270
- 18 Greenland D. L., Szabolcs I. Soil Resilience and Sustainable Land Use. Wallingford, UK: CAB International, 1994. 291~308