

四川盆地紫色丘陵区土地利用类型 对土壤理化性质的影响

刘刚才^{1,2}, 范建容², 张建辉², 高美荣², 王道杰²

(1. 西南农业大学资源与环境学院, 重庆 400716; 2. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘 要: 为了提供土地利用结构调整的科学依据, 调查和测试了四川盆地紫色丘陵区南充和盐亭两个典型小流域内草地、林地和耕地的土壤理化性质, 结果表明: 不同土地利用对土壤理化性质的影响是明显的。林/草地较耕地能显著增加(约 1 倍)土壤有机质含量。研究结果还揭示了耕地的长期耕种, 使其土壤理化性质和功能退化, 如土壤抗蚀性和持水性能降低。因此, 增加耕地的有机肥投入是耕地可持续发展的重要举措。

关键词: 土地利用; 土壤性质; 土壤退化; 耕地

中图分类号: S153, F323. 2 **文献标识码:** A

土地利用/土地覆被的结构类型及其变化, 是全球变化和区域可持续发展研究中的关键问题之一, 也是地球科学的研究热点。已有研究表明: 土地利用/土地覆被对生态环境的影响是明显的。比如: 土壤侵蚀强度受植被盖度的影响程度大于坡度^[1], 植被盖度每增加 1%, 侵蚀量则减少 1%^[2]。据估算, 耕地退耕还林后, 侵蚀量可减少 90% 以上^[3]。多数研究反映了林地较草地、耕地的养分含量多, 而土壤重度较轻^[4-6], 而且随着树龄增长, 土壤含水量也增加^[7]。森林砍后, 进行耕种, 土壤有机质会迅速减少^[8-10], 长期耕种后, 土壤磷素也减少^[11]。不同土地利用下土壤团聚体的含量是草地>林地>耕地^[12, 13], 但土壤的碳酸盐含量却有相反趋势^[14]。也有研究报道: 人工林较天然林和耕地的土壤质量差些^[15], 主要是土壤含水量较少^[6, 16]。

四川盆地紫色丘陵区是四川省国民经济和生态环境建设的重要区域。近几十年来, 其土地利用/土地覆被发生了明显的变化; 而且, 目前正进行着退耕还林还草的土地利用结构调整。因此, 认识土地利用类型对土壤性质的影响, 是认识本区环境演变和

调控机制的理论基础, 也是土地利用结构调整和生态环境调控的重要科学依据。

1 研究方法

1.1 取样地点与方法

不同土地利用类型的土壤, 分别取自四川盆地紫色丘陵区的南充市李子溪小流域和盐亭县林山乡截流村集水区两个代表性区域。前者位于 30°22' ~ 30°42' N, 105°47' ~ 106°06' E; 后者位于 31°16' ~ 31°22' N, 105°27' ~ 105°34' E 之间。都属于四川盆地丘陵区中亚热带湿润气候区, 年均雨量 800 ~ 1 000 mm, 年均气温 17.3 ~ 18.1 °C, 于 1970 年代初开始在丘坡顶和陡坎处人工种植桉柏混交林。前者区域内森林覆盖率 8.6%, 后者的为 47.0%。两区域内草地分布零星, 大都分布在未造林和弃荒的地块, 且为自然生长。两区域内耕地的耕种等管理措施相似, 主要土壤类型为紫色土^[2, 16]。本研究所采样的土壤都属于紫色土。

收稿日期(Received date): 2004- 09- 11; 改回日期(Accepted): 2004- 11- 30。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金青年基金(40201029)和国家攻关项目课题“四川低山丘陵区水土流失综合治理技术与示范”。[National Natural Science Youth Foundation (40201029) and project of national tackle key problem “integrated techniques and implementation practices of countermeasures for soil and water losses in hilly area of Sichuan Basin”]

作者简介(Biography): 刘刚才(1967-), 男, 四川安岳人, 博士, 副研究员。主要从事水土保持、水文水资源和农业生态等研究。Tel: 028- 85235869; E-mail: liugc@imde.ac.cn [Liu, Gangcai (1967-), male, native place of Sichuan Anyue, doctor, associate professor, mainly engaged in the fields of soil erosion, hydrology and agro-ecology, etc.]

在两个区内,先确定林地的取样点,然后在与林地样点最接近的草地和耕地地块取样,各重复 3 次。土样分表层(0~ 2 cm)和亚表层(2~ 20 cm)取样,环刀样(50 mm × 50 mm)取自 0~ 20 cm 土层。前者区域内,共取 8 个点,代表的是蓬萊鎮組、遂寧組和沙溪廟組紫色岩母質發育的紫色土,后者区域内,共取 3 个点,代表的是蓬萊鎮組紫色岩母質發育的紫色土(是该区内的主要紫色土类型)。

1.2 测定项目及其方法

土壤水分特征曲线,用压力膜法;土壤有机质、全氮、有效氮、有效磷、有效钾,以及土壤颗粒和团聚体分布,都参照中科院生态网络检测的标准方法^[17]。

2 结果与讨论

2.1 土地利用对土壤养分的影响

从图 1 反映出:不同土地利用的土壤有机质差异较明显,一般是林地/草地的较耕地的高。南充遂寧組的草地土壤有机质较其耕地的高出约 1 倍(图 1(a))。盐亭蓬萊鎮組的林地土壤有机质较其耕地的也约高出 1 倍(图 1(b)),而且,有效氮也高出约 50%。这与已有的研究报道^[4-6]结果较一致。这主要是由于林/草地地表的枯枝落叶覆盖所致。图 1(a)中也表明了林/草地表层(0~ 2 cm)的土壤有机质较其下层多。这说明本区人工林/自然草地,对增加土壤有机质是有效的,但与自然森林的土壤有机质含量(一般为 6~ 8 %^[18])还相差较大。

不同土地利用对其他土壤养分(土壤全氮和有效氮)的影响,对遂寧組土壤而言(图 1(a))不明显,但对(盐亭)蓬萊鎮組土壤(图 1(b)),耕地各测定土层的有效磷和钾较林地的明显多,这应归因于耕地长期施用化肥而作物又未完全带走的结果。

2.2 土地利用对土壤颗粒分布的影响

从不同土地利用下的土壤机械组成(图 2)来看,遂寧組母质的耕地与草地间的差异不明显,其他间的差异也不明显。只是遂寧組林地表层(0~ 2 cm)的粘粒含量较其下层的明显多,即林地表层有粘粒积累特征,而其粉粒含量却有相反趋势;而遂寧組草地的情况与上述特征刚相反。这种现象有 2 个方面的作用:一是林地/草地土壤的发生过程决定了土壤层次间的差异特征,二是林地下的侵蚀造成的,而且侵蚀带走的主要是粉粒部分。由于沙溪廟組的

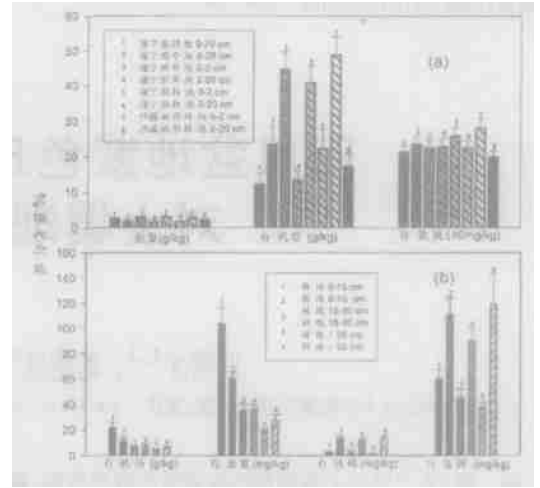


图 1 不同土地利用下的养分含量

Fig. 1 The nutrients content of various land use

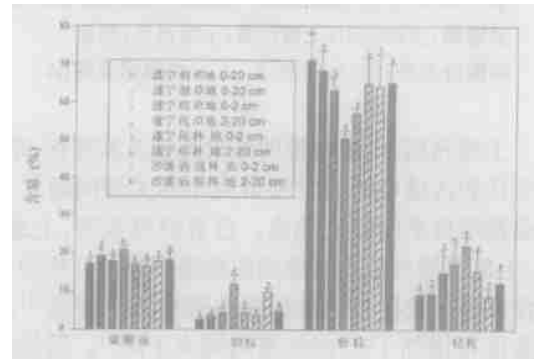


图 2 不同土地利用下的土壤机械组成

Fig. 2 The particle size distribution of various land use

抗蚀性较强^[19],未反映出层次差异。

不同土地利用下团聚体组成与其机械组成有一定的差异(图 3)。林/草地的较粗(2~ 0.2 mm)团聚体明显较耕地的多。这一方面是由于前者土壤有机质较多的缘故,另一方面是耕地的人为管理活动对耕地粗团聚体的破坏。研究已经表明:团聚体愈多,土壤抗蚀性愈强,这说明林/草地较耕地有较强的抗蚀性。另外,遂寧組草地表层的粗团聚体较其下层的多,而林地的则反之,这进一步说明林地的侵蚀存在,破坏了其团聚体,而且草地较林地的抗蚀性强^[19,20]。

2.3 土地利用对土壤水分性能的影响

不同土地利用对土壤水分性能也有较明显的影响(图 4)。遂寧組紫色土草地的脱水水分特征曲线明显较林地和耕地的缓平。林地与耕地在低吸力段,脱水速率几乎一致,到高吸力段时,林地的较耕地的缓平些。同一吸力下,土壤含水量是草地>林

地> 耕地, 反映出草地的抗旱能力强, 而耕地最差。其脱水曲线的拟合方程分别是 $y = 0.376e - 0.027x$, $y = 0.313e - 0.034x$, $y = 0.311e - 0.064x$ ($P < 0.05$), 也揭示了相似的规律, 即土壤脱水速率 b 值是耕地> 林地> 草地, 而土壤比水容量(a/e) 则反之。脱水速率愈大, 土壤保水性能愈差, 这充分说明草地的持水性能较好, 而耕地最差, 这趋势与上面所论述到的结果是一致的; 也揭示了耕地的长期耕种, 使得其土壤的理化性质劣化, 其功能也退化。因此, 如何培育耕地的自然肥力和良好功能特性, 是值得重视的问题。

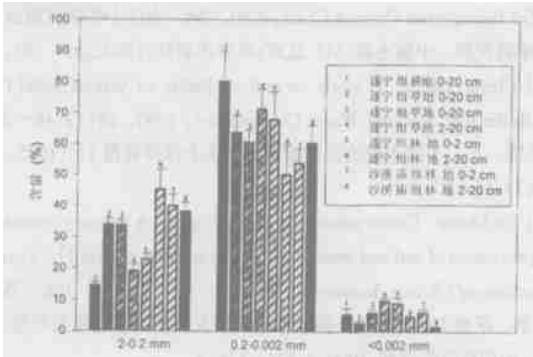


图 3 不同土地利用下的土壤团聚体组成

Fig. 3 The aggregates size distribution of various land-use

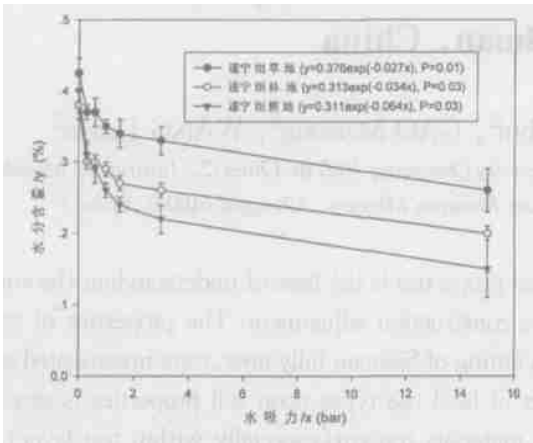


图 4 不同土地利用下的土壤水分特征曲线

Fig. 4 The moisture characteristics curve of various land-use

3 结论

本次研究表明: 不同土地利用对四川盆地紫色土土壤理化性质的影响是明显的。林/草地能显著增加土壤有机质含量。不同土地利用对紫色土的颗粒分布有一定的影响, 但不是很明显。不同土地利用下的土壤水分特征曲线揭示的规律是: 土壤脱水

速率是耕地> 林地> 草地, 也就是说草地的持水性能较好, 而耕地最差。研究结果暗示了: 耕地的长期耕种, 使得其土壤理化性质和功能退化。因此, 增加耕地的有机肥投入是耕地可持续利用的重要举措。

参考文献: (References)

[1] Ma Chaoifei, Ma Jianwen, Hashi Bagan, et al. . A primitive investigation of returning arable land to forest or grass land in the region of Minjiang based on RS and GIS[J]. *Journal of Soil and Water Conservation* , 2001, **15**(4): 20~ 24. [马超飞, 马建文, 哈斯巴干, 等. 基于 RS 和 GIS 的岷江流域退耕还林还草的初步研究[J]. 水土保持学报, 2001, **15**(4): 20~ 24.]

[2] Fan Jianrong, Chai Zongxin. Liu Shuzhen, et al. . Dynamics changes of soil erosion in Lizixi catchment of Sichuan Province by RS and GIS[J]. *Journal of Soil and Water Conservation* , 2001, **15** (4): 25~ 28. [范建容, 柴宗新, 刘淑珍, 等. 基于 RS 和 GIS 的四川省李子溪流域的土壤侵蚀动态变化[J]. 水土保持学报, 2001, **15**(4): 25~ 28.]

[3] Ni Jiupai, Fu Tao, Li Ruixue, et al. . A study of predicting soil erosion rate of Yuzigou catchment of Chongqing by ARC/INFO[J]. *Journal of Soil and Water Conservation* , 2001, **15**(4): 29~ 33 (50). [倪九派, 付涛, 李瑞雪, 等. 应用 ARC/INFO 预测芋子溪小流域土壤侵蚀量的研究[J]. 水土保持学报, 2001, **15**(4): 29~ 33(50).]

[4] Long Jian, Huang Changyong, Li Juan. The influences of land use types on changes of soil properties in the karsts[J]. *Journal of Soil and Water Conservation* , 2002, **16**(1): 76~ 79. [龙健, 黄昌勇, 李娟. 喀斯特山区土地利用方式对土壤质量演变的影响[J]. 水土保持学报, 2002, **16**(1): 76~ 79.]

[5] Guo Xundong, Fu Bojie, Chen Liding, et al. . The effects of land use types on changes of soil properties in low - mountain and hilly area: an example of Zunhua city, Hebei[J]. *Acta Geographical Sinica*, 2001, **56**(4): 448~ 456. [郭旭东, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 低山丘陵区土地利用方式对土壤质量的影响——以河北省遵化市为例[J]. 地理学报, 2001, **56**(4): 448~ 456.]

[6] Fu Bojie, Ma Kem ing, Zhou Huafeng, et al. . The impacts of land use configuration soil nutrients distribution in hilly area of loess[J]. *GSscience Bulletin G*, 1998, **43**(22): 2444~ 2448. [傅伯杰, 马克明, 周华峰, 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~ 2448.]

[7] Hu Huirong, Guo An, Deng Guangkui. The impacts of fir plantation on physical chemical properties of soil[J]. *Forest Science and Technology in Yunnan* , 2001, NO. 3: 21~ 23. [胡慧蓉, 郭安, 邓光葵. 杉木种植对土壤理化性质的影响[J]. 云南林业科技, 2001, **3**: 21~ 23.]

[8] Elberling B., Tour A., Rasmussen K. Changes in soil organic matter following groundnut-millet cropping at three locations in semi - arid Senegal, West Africa[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2003, **96**: 37~ 47

[9] Filser, J., Mebes, K. H., Winter K., et al. . Long-term dynamics and interrelationships of soil Collembola and microorganisms in an

- arable landscape following land use change[J]. *Catena*, 2002, **105**: 201~ 221.
- [10] Riezebos, H. T. and Loerts, A. C. Influence of land use change and tillage practice on soil organic matter in southern Brazil and eastern Paraguay[J]. *Soil & Tillage Research*, 1998, (49): 271~ 275.
- [11] Solomon D., Lehmann J., Mamo T., *et al.*. Phosphorus forms and dynamics as influenced by land use changes in the sub-humid Ethiopian highlands[J]. *Geoderma*, 2002, **105**: 21~ 48.
- [12] Li Yangbing, Gao Ming, Wei Chaofu, *et al.* The influences of land use types on soil properties in the karsts mountain area[J]. *Journal of Mountain Science*, 2003, **21**(1): 41~ 49. [李阳兵, 高明, 魏朝富, 等. 不同土地利用方式对岩溶山地土壤质量性状的影响[J]. *山地学报*, 2003, **21**(1): 41~ 49.]
- [13] Shama, P. K. and Aggarwa, G. C. Soil structure under different land uses[J]. *Catena*, 1996, **11**(2~ 3): 197~ 200.
- [14] Jia Yuping, Duan Jiannan. The influences of land use types on content and distribution of soil CaCO_3 in hilly area of loess. *Journal of Soil Science* [J]. 2003, **4**: 33~ 38. [贾宇平, 段建南. 土地利用方式对黄土丘陵土壤 CaCO_3 含量及分布的影响[J]. *土壤通报*, 2003, **4**: 33~ 38.]
- [15] Liu Shiliang, Fu Bojie, L. Yihe, *et al.*. The impacts of sloped land use configuration and landscape position on soil properties[J]. *Acta Ecological Sinica*, 2003, **23**(23): 414~ 420. [刘世两, 傅伯杰, 吕一河, 等. 坡面土地利用方式与景观位置对土壤质量的影响[J]. *生态学报*, 2003, **23**(23): 414~ 420.]
- [16] Liu Gangcai, Gao Meirong, He Yurong. The dynamic characteristics of soil moisture and water storage modulation for forestry mainly interplanted with Cypress and Alder in central hilly area of Sichuan[J]. *Southwest China Journal of Agriculture Sciences*, 2001, **14**: 53~ 556. [刘刚才, 高美容, 何毓蓉. 川中丘陵区桉柏混交林的土壤水分及其调蓄动态特征[J]. *西南农业学报*, 2001, **14**: 53~ 556.]
- [17] Liu, Guangsong. Soil Physical-Chemical Analysis and Soil Profile Description Methods[M]. Beijing: Standard Press of China, 1996. [刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述[J]. 北京: 中国标准出版社, 1996.]
- [18] Institute of Soil Science of CAS in Nanjing. Soils in China[M]. Science Press of China, 1980, 299~ 303. [中科院南京土壤研究所. 中国土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1980, 299~ 303.]
- [19] Cheng Yibing. A study on anti-erodibility of various soils[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1995, **15**(1): 46~ 50. [陈一兵. 不同土壤抗蚀性能研究. *水土保持通报* [J], 1995, **15**(1): 46~ 50.]
- [20] Su Daxue. Construction of grass-ecological: A primary means of prevention of soil and water loss as well as flood hazard[J]. *Transactions of Chinese Academy of Science*, 1999, **2**: 124~ 126. [苏大学. 草地生态建设——防治水土流失及洪水灾害的重要举措[J]. *中国科学院院刊*, 1999, **2**: 124~ 126.]

The Influence of Varied Land-use on Soil Properties in Hilly Area of Sichuan, China

LIU Gangcai^{1,2}, FAN Jianrong², ZHANG Jianhui², GAO Meirong², WANG Daojie²

(1. College of Resources and Environment, Southwest Agriculture University Chongqing 400716, China; 2. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Science & Water Resources Ministry, Chengdu 610041, China)

Abstract: To understanding the effects of land use types on soil properties is the base of understanding the environmental evolvement and its control, as well as the land use construction adjustment. The properties of soils sampled from two typical small watersheds in Nanchong and Yanting of Sichuan hilly area, were investigated and analyzed by standard methods. The results showed the impact of land use types upon soil properties is significant. Woodland/grassland substantially increased soil organic materials content (especially within top layer) by near 100%, and organic nitrogen by 505 for woodland on Penglai group soil, comparing to that of arable land. It is not significant that the effects of land uses on other soil nutrient. Soil particle distributions don't have significant difference between land uses. Only coarse aggregates (20~ 0.2 mm) of forestland/grassland on Suining group purple soil is more than that of arable land. Therefore, forestland/grassland has higher anti-erodibility than that of arable land. The soil water curve showed the order of soil water decay rate is arable land > forestland > grassland. And it is implied the long-term cultivation lead to soil properties and soil functions degradation of arable land, such as decrease of anti-erodibility and water retention. Therefore, increase input of organic fertilizers is the important means to make arable land sustainable use.

Key words: land use; soil properties; soil degradation; arable land; hilly area