

桂西北主要退耕还林模式土壤水文—物理性质研究

黄承标, 李保平, 赖家业, 庄嘉

(广西大学 林学院, 广西 南宁 530005)

摘要: 退耕还林是退化生态系统重建的重要途径。对桂西北地区 12 种退耕还林模式 3 a 植被恢复期林地土壤水文—物理性质进行了定位监测研究。结果表明, (1) 不同土壤深度(0—20 cm, 20—40 cm, 40—100 cm) 的平均土壤容重为 0.824~1.256 g/cm³, 分别比农作物地增大 2.4%~4.4%, 其中 0—20 cm 土层的差异达到显著水平。(2) 土壤非毛管孔隙度、总孔隙度和通气度的平均值依次为 1.1%~21.3%, 52.4%~59.8% 和 28.3%~35.7%, 分别比农作物地下降 4.1%~20.7%, 其中非毛管孔隙度 0—20 cm 土层的差异达到显著水平; 毛管孔隙度的平均值为 38.5%~41.3%, 比未退耕地增大 5.2%~7.6%。(3) 1 m 土层内的最大持水量、毛管持水量、最小持水量依次为 43.0%~58.3%, 37.0%~48.4% 和 30.5%~38.2%, 分别比农作物地降低 1.3%~10.5%, 但差异不显著。(4) 1 m 土层退耕还林地土壤有效贮水量为 1 652.6~2 294.3 t/hm², 比农作物地提高 1.9%~5.9%, 但两者的差异不显著。

关键词: 退耕还林模式; 土壤水文—物理性质; 桂西北地区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)03-0108-05

中图分类号: S714.2

Soil Hydrological and Physical Properties for Main Patterns of Converting Farmland into Forestland in Northwest Guangxi Province

HUANG Cheng-biao, LI Bao-ping, LAI Jia-ye, ZHUANG Jia
(Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005, China)

Abstract: Converting cultivated land into forestland is an important way for the reconstruction of degraded ecosystem. Soil hydrological and physical properties on 12 converted lands in Northwest Guangxi Province after 3 year reconstruction were observed. Results showed that the averaged soil densities in different soil layers (0—20, 20—40, and 40—100 cm) were 0.824~1.256 g/cm³, which increased by 2.4%~4.4% compared with cropland. Soil density within 20 cm of the surface soil reached a significant level. The averaged soil non-capillary porosity, total porosity, and ventilation were 1.1%~21.3%, 52.4%~59.8%, and 28.3%~35.7%, respectively. Soil non-capillary porosity within 20 cm of the surface soil reached a significant level. The averaged capillary porosities were 38.5%~41.3%, which increased by 5.2%~7.6% compared with original farmland. The maximum water holding capacity, the capillary water holding capacity, and the minimum water holding capacity in the 1 m layer were 43.0%~58.3%, 37.0%~48.4%, and 30.5%~38.2%, respectively, which had no significant differences. The effective storage capacities in the 1 m soil layer on converted farmland were 1 652.6~2 294.3 t/hm², which increased by 1.9%~5.9% compared with cropland, but the differences were not significant.

Keywords: pattern of converting cultivated land into forestland; soil hydrological and physical property; Northwest Guangxi Province

退耕还林工程是根据恢复生态学和生态经济学的理论提出来的区域性林业发展的一种模式, 是生态林业治理的一个核心工程, 已成为我国生态经济建设和林业发展的重点之一^[1-2], 其中土壤水文—物理性

质是退耕还林工程建设效益监测的主要内容之一。有关人工林土壤物理性质的研究有较多的报道^[3-13], 但对于实施退耕还林后植被恢复初期林地与未退耕农作物地土壤水文—物理性质的对比研究报道极少。

收稿日期: 2008-09-14

修回日期: 2008-11-26

资助项目: 广西壮族自治区退耕还林工作领导小组文件, 桂退发[2003]10号

作者简介: 黄承标(1948—), 男(壮族), 教授, 广西壮族自治区靖西县人, 主要从事森林气象水文生态学方面的教学与科研工作。E-mail: biao0601@gxu.edu.cn.

本文试图通过在桂西北退耕还林示范区,对主要的退耕还林模式林地土壤水文—物理性质进行定位监测,摸清退耕还林恢复初期林地土壤水文—物理性质的变化规律性,为该地区退耕还林工程建设的综合效益评价提供依据。

1 研究区自然概况

1.1 气候条件

本项研究的县(市)主要有:平果、隆林、乐业、百色、天峨、巴马、东兰、凤山、田林、大化等。根据各个县市的气象资料记载,该地区(海拔 170~971.6 m)的气候主要有以下几个特点,年平均气温 16.3℃~22.1℃,最冷月(1月)平均气温 7.5℃~13.3℃,最热月(7月)平均气温 23.2℃~8.6℃,极端最低气温 -4.9℃~0.4℃,极端最高气温 33.4℃~42.5℃,年平均降雨量 1114.9~1731.1 mm,年平均蒸发量 968.8~1686.5 mm,年均日照时数 1281.9~1906.6 h,年均相对湿度 74%~83%,年均风速 0.7~2.4 m/s,年均霜期日数 1.2~9.7 d,属中亚热带和南亚热带过渡气候型。

1.2 植被概况

根据该地区的气候、土壤及主要乡土树种等综合状况,退耕还林树种或植物种类主要有任豆(*Zenia insignis*)、尾叶桉(*Eucalyptus* sp)、香椿(*Toona sinensis*)、西楠桦(*Betula alnoides*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、板栗(*Castanea mollissima*)、八角(*Illicium verum* Hook. f)、核桃(*Juglans ghaesembilla*)、喜树(*Campotheca acuminata*)、吊丝竹(*Sinocalamus minor*)、剑麻(*Agave sisalana*)、金银花(*Lonicera japonica*),等。当地农户习惯性种植的农作物品种主要有:玉米(*Zea mays*)、木薯(*Manihot esculenta*)、芋头[*Colocasia esculenta*(L) Schoot]、黄豆[*Glycine max*(L.) Merr.]等。

2 研究方法

2.1 样地设置

根据该地区不同退耕还林模式,选择 10 个县(市),12 种植被退耕还林模式 38 个样地进行定位监测研究,每个样地面积为 20 m×20 m(表 1)。

2.2 土壤采集与测定

土壤物理性质用不锈钢环刀(高 5 cm,直径 5 cm)取原状土样,每土层 3 个重复取样带回室内,按国家标准测定和计算其水文—物理性质^[14],并运用

数理统计方法对退耕还林与未退耕农作物地各测定因子进行差异显著性检验^[15]。

3 结果与分析

3.1 土壤容重

土壤容重是土壤紧实度的敏感性指标,也是表征土壤质量的一个重要参数^[16-17]。通过测定,得出各土层土壤容重的变幅为:0—20 cm 土层为 0.824~1.298 g/cm³,20—40 cm 土层为 0.914~1.399 g/cm³,40—100 cm 土层为 1.089~1.408 g/cm³。平均值依次为 1.043,1.196 和 1.256 g/cm³,分别比未退耕农作物地的平均值提高 2.4%~4.4%。这一结果与徐艳梅等^[18]对四川盆西低山区 4 种退耕还林(草)模式的研究结果相一致。

经过平均数差异显著性检验,结果 0—20 cm 土层的 $t = 3.1393 > t_{0.05} = 2.5706$,差异达到显著水平;而 20—40 cm 和 40—100 cm 土层的 $t = 0.6643 - 0.9365 < t_{0.05} = 2.1199 - 2.1315$,差异不显著。

图 1 是不同退耕还林模式及未退耕农作物地共 38 个样地(下同)各土层土壤容重的变化规律。

3.2 土壤孔隙度

土壤孔隙度是土壤中养分、水分、空气和微生物等的迁移通道、贮存库和活动场地,其数量上的大小及分配是土壤物理性质的基础,也是评价土壤结构特征的重要指标。

经统计,该区 0—20 cm,20—40 cm 和 40—100 cm 土层退耕还林地的非毛管孔隙度依次为 16.6%~26.0%,12.2%~38.0%,9.2%~18.6%,平均值依次为 21.3%,16.0%和 11.1%,分别比未退耕农作物地下降 16.0%~20.7%,其中 0—20 cm 土层的 $t = 2.6323 > t_{0.05} = 2.1448$,差异达到显著水平;而 20—40 cm 和 40—100 cm 土层的 $t = 1.4367 - 1.7581 < t_{0.05} = 2.1199 - 2.1315$,差异不显著。

毛管孔隙度的平均值依次为 38.5%,40.6%和 41.3%,分别比未退耕农作物地提高 5.2%~7.4%,与非毛管孔隙度的变化规律正好相反,但 t 值 = 0.9660 - 1.7289 < $t_{0.05} = 2.1098 - 2.1448$,差异均不显著。

总孔隙度是非毛管孔隙度和毛管孔隙度的综合表现,其平均值相应为 59.8%,56.7%和 52.4%,分别比未退耕农作物地下降 1.9%~3.6%, t 值 = 0.4593 - 0.8785 < $t_{0.05} = 2.1098 - 2.1448$ 。两者的差异也不显著(图 2)。

表 1 桂西北主要退耕还林模式与未退耕农作物地样地概况

测定地点	序号	植被类型	东经	北纬	海拔/m	土类	坡向	坡度/(°)
平果龙河	1	任豆+ 剑麻	107°68′	23°42′	255	红壤	SW	24.5
	2	任豆+ 剑麻	107°68′	23°42′	195	红壤	NW	26.0
	3	玉米	107°68′	23°42′	255	红壤	SW	24.5
	4	玉米	107°68′	23°42′	195	红壤	NW	26.3
平果那走	5	尾叶桉	107°75′	23°44′	300	红壤	SW	26.0
	6	尾叶桉	107°75′	23°44′	300	红壤	SW	35.0
	7	芋头	107°75′	23°44′	300	红壤	SW	25.0
	8	芋头	107°75′	23°44′	300	红壤	SW	35.2
隆林常么	9	香椿+ 金银花	105°11′	24°40′	1489	黄壤	NW	36.0
	10	香椿+ 金银花	105°11′	24°40′	1489	黄壤	NW	28.0
	11	玉米	105°11′	24°40′	1489	黄壤	NW	27.5
乐业雅长	12	西楠桦	106°12′	24°46′	798	黄壤	EN	29.0
	13	西楠桦	106°12′	24°46′	789	黄壤	EN	29.0
	14	玉米	106°12′	24°46′	798	黄壤	EN	29.0
百色那务	15	马尾松	106°39′	23°55′	201	红壤	N	28.8
	16	西楠桦	106°39′	23°55′	201	红壤	N	30.5
	17	木薯	106°39′	23°55′	201	红壤	N	27.0
天峨龙峨	18	喜树+ 吊丝竹	107°05′	24°57′	863	黄壤	SW	26.0
	19	喜树	107°05′	24°57′	863	黄壤	SW	32.0
	20	玉米	107°05′	24°57′	863	黄壤	SW	31.0
巴马坡腾	21	马尾松	107°10′	24°11′	260	红壤	SE	26.0
	22	马尾松	107°10′	24°11′	260	红壤	SE	26.0
	23	木薯	107°10′	24°11′	260	红壤	SE	26.0
东兰常乐	24	板栗	107°32′	24°25′	246	红壤	NE	35.2
	25	板栗	107°32′	24°25′	246	红壤	NE	26.0
	26	黄豆	107°32′	24°25′	246	红壤	NE	24.8
凤山九龙	27	八角	107°05′	24°36′	843	黄壤	ES	28.8
	28	八角	107°05′	24°36′	843	黄壤	ES	27.0
	29	旱谷	107°05′	24°36′	843	黄壤	ES	25.3
凤山中亭	30	核桃	106°50′	24°29′	881	黄壤	SE	29.0
	31	核桃	106°50′	24°29′	816	黄壤	NW	29.0
乐业同乐	32	吊丝竹	106°32′	24°46′	930	黄壤	E	19.0
	33	吊丝竹	106°32′	24°46′	930	黄壤	E	19.0
田林旧州	34	马尾松	105°46′	24°39′	565	黄红壤	SE	25.0
	35	板栗	105°49′	24°38′	520	黄红壤	E	15.0
大化都阳	36	尾叶桉	107°38′	23°59′	230	红壤	NE	35.0
大化白马	37	尾叶桉	107°45′	23°52′	156	红壤	E	25.0
	38	任豆	107°45′	23°52′	156	红壤	E	25.0

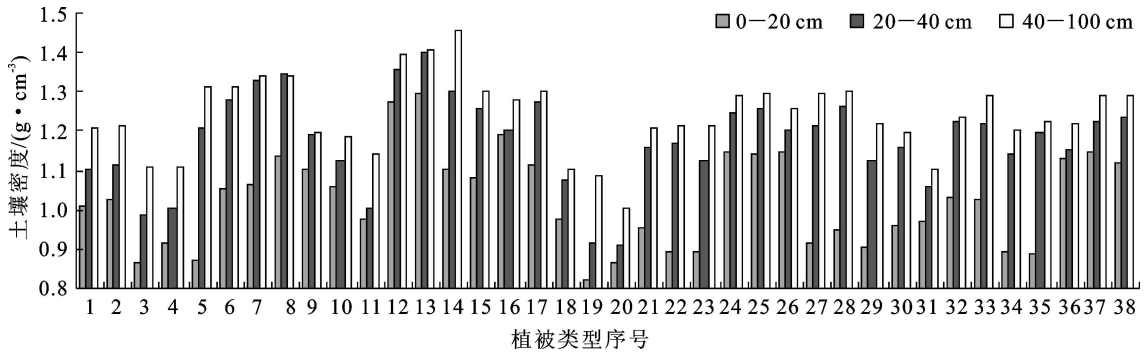


图 1 不同退耕还林模式土壤容重量(植被类型序号含义同表 1, 下同)

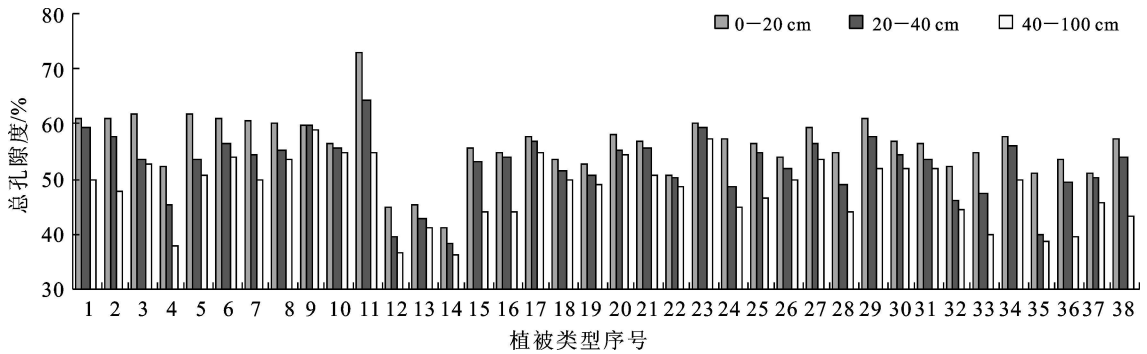


图 2 不同退耕还林模式土壤总空隙度

3.3 土壤通气度

土壤通气度与土壤总孔隙度存在一定的关系, 土壤孔隙度高, 则相对通气度高, 土壤通气性能好。统计结果显示, 退耕还林地 0—20, 20—40, 40—100 cm 各土层的通气度依次为 24.7%~41.9%, 19.6%~

39.6% 和 16.7%~39.0%, 平均值依次为 35.7%, 32.4% 和 28.3%, 相应比未退耕农作物地下降 4.1%~6.7%, t 值统计量 = 0.586 4-0.927 3 < $t_{0.05} = 2.109 8-2.131 5$, 与总孔隙度的变化趋势相似, 两者的差异均不显著(图 3)。

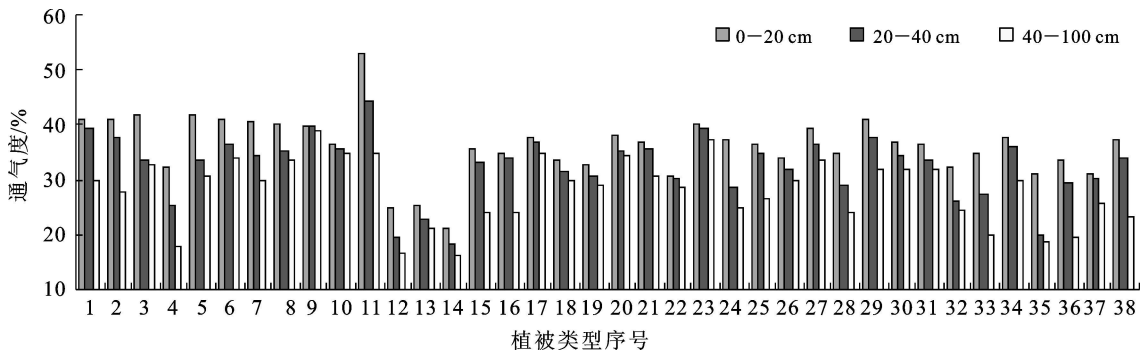


图 3 不同退耕还林模式土壤通气度

3.4 土壤持水量

土壤持水性能是评价不同森林植被土壤涵养水源及调节水分的一个重要指标, 它包括最大持水量、毛管持水量和最小持水量。其水分性能的高低或强弱主要取决于土壤的非毛管孔隙度和毛管孔隙度的大小。统计结果显示, 在 0—20, 20—40, 40—100 cm 土层中, 退耕还林地毛管持水量的平均值依次为 48.4%, 42.2% 和 37.0%, 分别比未退耕农作物地

下降 2.1%~5.0%; 最小持水量平均值依次为 38.2%, 34.7% 和 30.5%, 分别比未退耕农作物地下降 1.3%~3.6%; 最大持水量依次为 58.3%, 49.1% 和 43.0%, 分别比未退耕农作物地下降 5.9%~10.5%。

经过分别进行差异显著检验, 得出这 3 种持水量的 t 值 = 0.199 5-1.371 1 < $t_{0.05} = 2.075 6-2.160 4$, 差异不显著(图 4)。

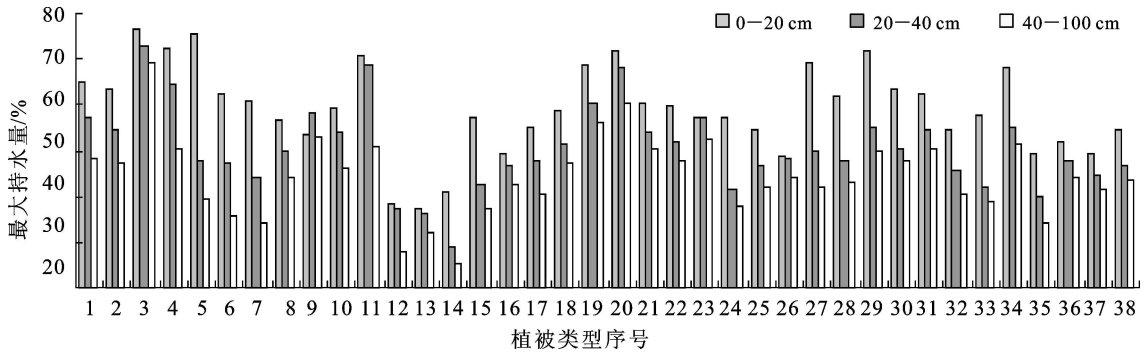


图 4 不同退耕还林模式土壤最大持水量变化

3.5 土壤贮水量

林地土壤贮水性能是评价森林涵养水源功能最主要的指标之一。据统计,在 0—20, 20—40, 40—100 cm 土层中,退耕还林模式林地土壤贮水量的平均值依次为 377.0, 403.0 和 1 205.7 t/hm², 1 m 土

层的合计值在 1 652.6~2 294.3 t/hm² 范围内,分别比未退耕农作物地提高 1.9%~5.9%, t 值统计量 = 0.522 1-1.268 8 < $t_{0.05} = 2.059 5-2.131 5$ 。表明退耕还林地的土壤贮水能力比未退耕农作物地略强,但两者的差异不显著(图 5)。

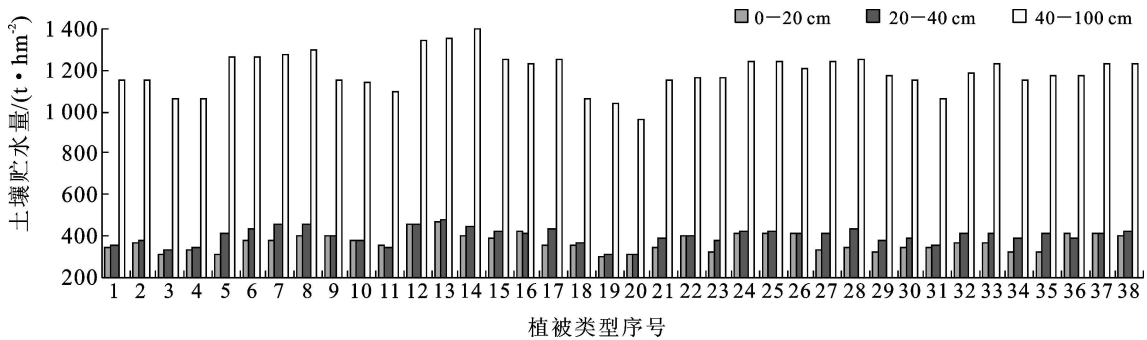


图 5 不同退耕还林模式土壤贮水量

4 结论

通过对桂西北 10 个县(市) 12 种退耕还林模式以及相对应未退耕还林农作物地的土壤(0—100 cm)水文—物理性质进行定位研究,结果发现出退耕还林地恢复初期对土壤的影响存在着正效应与负效应两个方面。

其中,土壤容重尤其是 0—40 cm 土层相应比未退耕农作物地稍大,土壤非毛管孔隙度、总孔隙度、通气度及最大、最小持水量则相应比未退耕农作物地稍低;而土壤毛管孔隙度以及土壤有效贮水量相应比则未退耕农作物地略高。

存在这一现象的原因可能与退耕还林的植被恢复年限较短,森林植被群落尚未完全恢复,各林分的枯枝落叶量仍较少,尚未真正充分发挥各退耕还林模式改良土壤物理性质的作用。因此,探讨不同退耕还林模式对土壤水文—物理性质等环境因子的影响,还需要继续开展较长时间的监测与研究。

[参 考 文 献]

- [1] 国家退耕还林办公室. 退耕还林指导与实践[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2003.
- [2] 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [3] 何腾兵, 刘丛强, 王中良, 等. 贵州乌江流域喀斯特生态系统土壤物理性质研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20, (5): 43-47.
- [4] 吴建平, 袁正科, 袁通志. 湘西南沟谷森林土壤水文—物理特性与涵养水源功能研究[J]. 水土保持研究, 2004, 11(1): 74-77, 81.
- [5] 王燕, 王兵, 赵广东, 等. 江西大岗山 3 种林型土壤水分物理性质研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(1): 151-173.
- [6] 贺祥, 熊康宁, 陈洪云, 等. 喀斯特山区生态治理区石漠化过程的土壤质量特征研究[J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 2008, 28(2): 58-65.
- [7] 杜阿朋, 于澎涛, 王彦辉, 等. 六盘山北侧叠叠沟小流域土壤物理性质空间变异的研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(5): 547-554.

趋势明显,以1994年为突变点。1994—2005年极端强降水事件夏季平均强度(24.2 mm/d)和1970—1993年(21.1 mm/d)相比,增加了3.1 mm/d。夏季降水量与夏季极端强降水量的增加对泥石流灾害的暴发频率和侵蚀输沙量的增加起着极为重要的作用。

致谢 作者深深地感到本项研究无论是36 a的气象观测资料的获得,还是近46 a泥石流侵蚀输沙量的观测资料的获得,都凝聚着两代人长期野外工作的艰辛。在此作者对国家气象观测站与中国科学院东川泥石流观测研究站的老同仁们表示最诚挚的敬意和感谢。

[参 考 文 献]

- [1] 秦大河,陈振林,罗勇,等. 气候变化科学的最新认知[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(2): 63-72.
- [2] Plummer N, Salinger M J, Nicholis N, et al. Changes in climate extremes over the Australian region and New Zealand during the twentieth centuries[J]. *J. Climate Change*, 1999, 42: 183-202.
- [3] IPCC. *Climate Change 2001: The Scientific Basis* [M]. University Press in UK, 2001: 1-785.
- [4] 苏布达,姜彤,施雅风,等. 1990s 长江流域降水趋势分析[J]. 湖泊科学, 2003, 15(增刊): 38-48.
- [5] 张小玲,陶诗言,卫捷. 20世纪长江流域3次全流域灾害性洪水事件的气象成因分析[J]. 气候与环境, 2006, 11(6): 669-682.
- [6] 王裕宜,李昌志,洪勇. 暴雨泥石流输沙年际变率的旋回性研究[J]. 自然灾害学报, 2000, 9(4): 36-42.
- [7] 王瑞元,张根娟. 暴雨泥石流预报专家系统研究. 云南省滑坡泥石流重点区域预测预报与评价方法[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1995: 3-6.
- [8] 陈景武,汪凯. 长江上游降水特征与泥石流. 泥石流观测与研究[M]. 成都: 科学出版社, 1996: 116-120.
- [9] 苏布达,姜彤,任国玉,等. 长江流域1960—2004年极端强降水时空变化趋势[J]. 气象变化研究进展, 2006, 2(1): 9-13.
- [10] 吴积善,康志成,田连权,等. 云南蒋家沟泥石流观测研究[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 197-199.
- [11] Claudia Libiseller. A program of multivariate and partial Mann-Kendall test[OL]. [2002] <http://www.mai.liu.se/>, 2002.
- [12] 陈辉,施能,王永波. 长江中下游气候的长期变化及基本态特征[J]. 气象科学, 2001, 21(1): 44-53.
- [13] 刘鸿雁,黄建国. 缙云山森林群落次生演替中土壤理化性质的动态变化[J]. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2041-2046.
- [14] 林业部科技司. 森林生态系统定位研究方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 84-100.
- [15] 北京林学院主编. 数理统计[M]. 北京: 中国林业出版, 1980: 155-161.
- [16] Acosta-Martinez V, Reicherz, Bisehoff M, et al. The real of tree leaf mulch and nitrogen fertilizer on turfgrass soil quality[J]. *Biol Fert Soils*, 1999, 29: 55-61.
- [17] Whalley W R, Dumitru E, Dexter A R. Biological effects of soil compaction[J]. *Soil Till Res*, 1995, 35: 53-68.
- [18] 徐艳梅,张健,梁剑. 四种退耕还林(草)模式土壤理化性质动态研究[J]. 四川农业大学学报, 2007, 25(3): 294-299, 305.

(上接第112页)

- [8] 王钰,杨少杰. 贵州喀斯特峡谷地区花椒林地土壤物理性质研究[J]. 中国水土保持, 2007(11): 48-55.
- [9] 杨光,丁国栋,常国梁,等. 黄土高原不同退耕还林地森林植被改良土壤特性研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(3): 204-207, 210.
- [10] 梁伟,白翠霞,孙保平,等. 黄土丘陵沟壑区退耕还林(草)区土壤水分—物理性质研究[J]. 中国水土保持, 2006(3): 17-18.
- [11] 张力,孙保平. 北京大兴区人工植被恢复过程土壤水分: 物理特性变化研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 465-467.
- [12] 王旭琴,戴伟,夏良放,等. 亚热带不同人工林土壤理化性质的研究[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(6): 56-59.