

南京幕府山矿区废弃地植被恢复对土壤侵蚀与肥力的影响研究

刘国华¹, 舒洪岚², 张金池³

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091;

2. 江西财经大学资源与环境管理学院, 南昌 330032; 3. 南京林业大学资源与环境学院, 南京 210037)

摘 要: 对南京市幕府山矿区废弃地的植被恢复对土壤侵蚀、土壤肥力等的影响进行了研究, 研究表明通过城市建筑余土等对矿区废弃地进行土壤改良, 是城市郊区矿区废弃地土壤改良和进行植被恢复的有效途径。

关键词: 矿区废弃地; 植被恢复; 土壤; 南京幕府山

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0234-02

Research on Influence of Revegetation on Soil in Mine Spoils of Mufu Mountain in Nanjing

LIU Guo-hua¹, SHU Hong-lan², ZHANG Jin-chi³

(1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. College of Resources and Environment Management, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330032, China;

3. College of Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The erosion and fertility in the mine spoils of Mufu mountain in Nanjing was researched, based on this research the soil in mine spoils of Mufu mountain was improved with the remnant soil in the urban construction, in addition, the result of revegetation was analyzed too.

Key words: mine spoils; revegetation; soil; Mufu mountain of Nanjing

幕府山位于南京市城区北面, 临长江而立, 东西长 6 km, 山岗高低起伏, 最高海拔 199.3 m。由于历史上人为的影响和长期开采矿石, 该地区的地质结构和植被受到很大的破坏。幕府山地区分布有 9 个采矿场(现在均已停止采矿), 采矿区面积为 0.6 km², 采矿后的山体残缺不全并形成大量的裸露岩石和碎石残渣, 疏松的碎石残渣堆积物胶结性差, 抗蚀能力弱, 风蚀、水蚀交替发生, 水土流失严重, 目前水土流失面积 0.4 km², 占采矿区面积的 66%, 土壤侵蚀模数高的达 86 193 t/(km²·a)。

由于幕府山地区位于南京长江大桥和长江二桥之间, 融山、水、城、林为一体, 是最能代表南京沿江城市风貌的窗口地区之一, 是南京市政府规划建设中的大江风光带的重要组成部分。因此, 南京市政府已经将幕府山地区的整治工程列为重点项目。幕府山地区的 9 个采矿场的生态恢复又是该地区整治的关键。

1 研究地概况

南京市幕府山, 地处长江下游的宁镇丘陵区, 北纬 30°54'~32°12', 东经 116°22'~121°54' 之间, 属于北亚热带湿润气候, 四季分明, 雨水充沛、集中, 光能充足, 年平均气温 14.6~16.4℃, 最热月平均温度 28.1℃, 最冷月平均温度为 -2.9℃, 年平均降雨量为 800~1 000 mm, 夏季多雨, 冬春干旱, 无霜期 237 d, 每年 6 月下旬到 7 月中旬为梅雨季节。

幕府山地区采矿废弃地主要包括采掘面和废弃物堆场, 母岩为石灰岩, 地貌类型属于丘陵, 高温多雨的气候条件下,

自然植被以落叶常绿阔叶林为主, 未受破坏的森林植被生长十分茂密, 树种多为喜钙旱生树种, 长期废弃的采矿区自然恢复的植被以构树为主, 人工种植恢复的植被主要由火棘、石楠、红花继木、桂花、枫香、海桐等组成, 原生的植被主要由壳斗科、桑科、榆科、松科、樟科等组成, 由于幕府山长期的采矿和其它人为破坏, 现有的植被都属于次生群落, 主要树种有构树、麻栎、刺槐、朴树、枫香等组成。

2 研究的方法

对幕府山矿山废弃地植被恢复对土壤及水文等进行了调查, 并进行了必要的化学和物理分析。植被恢复的措施是对采掘面首先改良土壤, 利用城市建筑余土进行覆盖, 盖土厚度 40 cm 左右, 然后种植树木; 对废弃物堆场则在鱼鳞坑整地的基础上, 取沿等高线种植。种植的树种有小叶女贞、石楠、海桐、雪松、龙柏、桂花、火棘、红花继木、枫香、红叶李等, 块状混交。

3 研究结果

3.1 幕府山矿山废弃地植被恢复前的土壤侵蚀与土壤肥力状况

3.1.1 土壤侵蚀强度

从幕府山矿山废弃地的调查研究表明, 矿山废弃地有两种类型, 即矿山的采掘面和废弃物堆场。由于采掘面是坚实的基岩, 不容易被水和风侵蚀; 而废弃物是由疏松的废弃物堆积而成, 极易被风和水侵蚀。经调查连续两年表明, 幕府

* 收稿日期: 2005-11-29

基金项目: 江苏省科技基金重点项目(BK2001208); 南京市科技发展资助项目(20012117)

作者简介: 刘国华(1962-), 男, 江西吉安人, 高级工程师, 主要从事恢复生态学研究, 已发表论文 20 余篇。

山矿山废弃地堆场的水土流失强度均大于 15 000 t/ km², 属于剧烈侵蚀类型。表 1 可以看出 3 个样地的土壤侵蚀(沟蚀)量, 分别为 86 193 t/ km²、47 560. 3 t/ km²、61 083. 1 t/ km²。

表 1 幕府山矿山废弃地土壤侵蚀(沟蚀) 强度				
样地号	土地类型	调查面积 / m ²	侵蚀沟数 量/ 条	侵蚀强度 /(t • km ⁻²)
1	废弃物堆场	2400	18	86193
2	废弃物堆场	4800	25	47560. 3
3	废弃物堆场	3200	24	61083. 1

3.1.2 沟壑密度与沟面比

幕府山采矿废弃物堆场的沟壑密度和沟面比均非常大, 从表 2 可以看出, 三个废弃物堆场的沟壑密度分别为 386. 25、266. 875 和 295. 313 km/ km², 沟面比分别为 30. 03、21. 67 和 30. 62%。因此, 从沟壑密度和沟面比来看幕府山采矿废弃物堆场的水土流失强度均属于剧烈侵蚀。

表 2 幕府山矿山废弃地土壤侵蚀沟壑密度和沟面比				
样地号	土地类型	调查面积 / m ²	沟壑密度 /(km • km ⁻²)	沟面比/ %
1	废弃物堆场	2400	386. 25	30. 03
2	废弃物堆场	4800	266. 875	21. 67
3	废弃物堆场	3200	295. 313	30. 62

3.1.3 采矿废弃地的土壤抗侵蚀性

土壤的抗侵蚀性是土壤重要的物理特性, *K* 值的大小反映土壤的水稳性程度, *K* 值越大, 水稳性越好, 土壤的保水保肥能力越强, 反之也能。从表 3 可以看出, 矿山废弃地无论是废弃物堆场还是采掘面, 其 *K* 值均很小, 土壤颗粒在不到 2 min 的时间内全部被分散, 因此, 保水保肥能力很差。而通过自然恢复植被的采矿废弃地, 由于植被对土壤的改良, 增加了土壤的有机质, 土壤的水稳性指数明显不同。

表 3 幕府山矿山废弃地土壤抗侵蚀性			
样地号	土地类型	土层	<i>K</i> 值
1	废弃物堆场		0. 05
2	废弃物堆场		0. 07
3	废弃物堆场		0. 057
4	废弃物堆场		0. 05
5	采掘面		0. 06
6	自然恢复植被 的废弃地	<i>O</i> <i>A</i>	1. 00 0. 975

3.1.4 采矿废弃地的土壤有机质

土壤有机质含量对土壤结构、土壤的物理化学特性等有重要的影响。从表 4 可以看出幕府山矿山废弃地的有机质含量非常低, 最高的只有 0. 412 7%, 最低的地点只有 0. 246%。土壤有机质含量少, 对土壤结构的形成和土壤保水保肥均非常不利。

表 4 幕府山矿山废弃地的土壤有机质含量		
样地号	土地类型	有机质含量/ %
1	废弃物堆场	0. 343
2	废弃物堆场	0. 357
3	废弃物堆场	0. 4127
4	废弃物堆场	0. 275
5	采掘面	0. 246
6	自然恢复植被的废弃地	2. 680

3.2 植被恢复对土壤侵蚀和土壤肥力的影响

3.2.1 覆土及植被恢复对土壤有机质的改良

从表 5 可以看出通过城市建筑余土的覆盖和自然恢复的植被对采掘面的改良, 土壤有机质明显增加。土壤有机质的增加将对土壤的物理化学特性有重要的影响。

表 5 覆土及植被恢复对土壤有机质的影响		
样地号	土地类型	有机质含量/ %
5	采掘面	0. 265
7	采掘面	0. 246
6	自然恢复的植被	2. 680
8	建筑余土覆盖	1. 032

3.2.2 覆土及植被恢复对土壤抗侵蚀的影响

从表 6 可以看出通过建筑余土的覆盖和自然植被的恢复对土壤的抗侵蚀能力大为增加, 建筑余土的覆盖使采掘面的抗侵蚀性增强 10 倍, 植被的恢复使土壤的抗侵蚀能力增强近 20 倍。土壤的保水保肥能力得到改善。

表 6 覆土及植被恢复对土壤抗侵蚀的影响		
样地号	土地类型	<i>K</i> 值
5	采掘面	0. 06
7	采掘面	0. 05
6	自然恢复的植被	1. 00
8	建筑余土覆盖	0. 59

3.2.3 植被恢复对水土流失的影响

表 7 中, 植被恢复的堆场指人工恢复的以火棘、石楠组成的快状混交的林分, 人工造林时间为 2001 年春, 造林整地方式为鱼鳞坑整地, 到 2003 年 5 月调查时, 覆盖率已达 50%, 水土流失的发展已基本得到控制。

表 7 植被恢复对水土流失的影响					
样地号	土地类型	调查面积 / m ²	侵蚀沟数 / 条	侵蚀强度 /(t • km ⁻²)	沟面比/ %
1	废弃物堆场	2400	18	86193	30. 03
2	废弃物堆场	4800	25	47560. 3	21. 67
3	废弃物堆场	3200	24	61083. 1	30. 62
9	恢复植被的堆场	4800	26	31068	16. 23

3.3 人工植被恢复的效果

从表 8 看出, 目前选择人工恢复的树种在造林初期总体表现良好, 只有雪松和龙柏生长不良, 龙柏的成活率也很低, 因此, 龙柏明显不适应在矿山废弃地植被恢复中使用。火棘、石楠、红花继木、桂花、枫香、海桐目前表现都比较理想, 女贞、迎春的表现状况有待进一步观察。

表 8 矿山废弃地人工植被恢复主要树种初期生长状况				
树种	土地类型	成活率/ %	生长势	其它
雪 松	建筑余土覆盖的采掘面	95	不良	套种绿肥(红花草)
石 楠	废弃物堆场	100	良好	未套种
火 棘	废弃物堆场	100	良好	未套种
女 贞	建筑余土覆盖的采掘面	96	一般	未套种
龙 柏	建筑余土覆盖的采掘面	45	不良	套种绿肥(红花草)
红花继木	建筑余土覆盖的采掘面	97	良好	套种绿肥(红花草)
桂 花	建筑余土覆盖的采掘面	95	良好	套种绿肥(红花草)
枫 香	建筑余土覆盖的采掘面	98	良好	套种绿肥(红花草)
迎 春	建筑余土覆盖的采掘面	85	一般	套种绿肥(红花草)
海 桐	建筑余土覆盖的采掘面	94	良好	套种绿肥(红花草)

4 结 论

(1) 幕府山矿山废弃地的无论从土壤侵蚀强度、沟壑密度、沟面比来看, 土壤侵蚀均属于剧烈的类型, 是土壤侵蚀类型的最高级别。

(2) 从幕府山矿山废弃地的土壤抗侵蚀性、土壤有机质含量来看, 土壤的抗侵蚀性很弱, 土壤有机质含量很低, 对土

以保护为主,从掠夺性和破坏性开发安置区土地资源转向建设性、保护性开发土地资源,控制安置区的人口规模,避免盲目开荒、乱砍滥伐等破坏生态环境的现象,实现土地资源可持续发展的目标。第四,认真抓好“三峡库区”经济林带建设工程、中低产田改造建设工程、长江防护林体系建设、长江水土保持工程和“三废”环境改造建设。第五,促进科技、生产相结合,提高优化利用效益,改善耕作技术,科学灌水,推广优良品种,积极防治病虫害,搞好商品粮基地建设。

4.2 优化耕作方式,提高土地资源利用效率

伴随着移民迁入,安置区内的耕地紧张并不断减少,而有开垦条件和开垦潜力的土地后备资源较为稀缺,尤其是在地形条件较优、农业生产条件较好、有一定经济基础的平坝区或低山丘陵区,人地矛盾更加尖锐,由于自然条件和历史发展限制,这些区域产业结构不合理,缺少真正意义上的商品、市场和交通^[9]。针对这些情况,优化耕作方式,提高土地利用的效率和效益,更具有现实性与可行性。耕作经营方式优化的模式很多,应遵循安置区地形气候的分异规律,因地制宜地合理选择。例如,在相对完整的缓坡地(坡度 $<10^\circ$)可实行横坡耕作,这种方式投入少、见效快、便于操作,既保土,又增产。在整个坡面上,可实行等高带状间作,采用密生作物与疏生作物或牧草与农作物相间成带状种植,密生作物或牧草能减缓径流,保持水土,改良土壤,优化了土地利用的微环境。此外,还可以实行深耕、沟垄种植、水平防冲犁沟、薄膜覆盖和早三熟等农业生产与技术措施,也同样可以达到蓄水保土、提高土地利用效率的目的。

4.3 优化产业,大力发展高效生态农业

高效生态农业是集社会、经济和生态效益为一体的可持续发展模式,尤其在安置区它还是一条扩大移民安置容参考文献:

- [1] 周宝同,李雪梅,谢德体,等.三峡库区移民安置区土地资源整理开发模式研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2001,26(1):78-82.
- [2] 苏维词,朱文孝.贵州山区非耕地资源及其开发构想[J].农业系统科学与综合研究,2001,2:53-57.
- [3] 张放,杨京平,鲁柏祥,等.三峡库区移民安置农业——可持续发展的途径高效生态农业建设[J].农业环境与发展,2001,3:32-36.
- [4] 苏维词,杨华,赵纯勇,等.三峡库区(重庆段)涨落带土地资源的开发利用模式初探[J].自然资源学报,2005,20(3):326-332.
- [5] 刘彦随.区域土地利用系统优化调控的机理与模式[J].资源科学,1999,21(4):60-66.
- [6] 冯仁国,王黎明,杨燕凤,等.三峡库区坡耕地退耕与粮食安全的空间分异[J].山地学报,2001,19(4):306-311.
- [7] 廖和平,邓旭彤,卢艳霞.三峡库区坡地资源优化利用模式与途径[J].山地学报,2005,23(2):197-202.
- [8] 刘彦随,冯德显.三峡库区土地持续利用潜力与途径模式[J].地理研究,2001,20(2):139-146.
- [9] 周宝同,高明,谢德体,等.三峡库区移民安置区土地资源可持续利用限制因子分析[J].水土保持学报,2004,18(2):133-136.
- [10] 倪九派,傅涛,何丙辉,等.三峡库区小流域土地资源优化利用模式的研究[J].农业工程学报,2002,18(6):182-185.

(上接第 235 页)

壤的结构、物理化学性质和保水保肥很不利,影响人工恢复幕府山矿山废弃地的植被。因此,幕府山矿山废弃地恢复的重要措施就是如何保持好水土、增加土壤有机质、促进土壤结构的形成,为植物的生长创造有利的土壤条件。

(3) 利用城市建筑余土对矿山废弃地采掘面的覆盖来改良土壤,效果明显,不仅能增加土壤有机质、增强土壤抗侵蚀参考文献:

- [1] 张金池.水土保持及防护林学[M].北京:中国林业出版社,1996.
- [2] 刘国华,舒洪岚,张金池,等.南京幕府山矿区废弃地植被恢复模式研究[J].水土保持研究,2005,12(1):141-144.
- [3] 刘国华,舒洪岚,张金池.南京幕府山构树种群的空间分布格局[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(1):104-106.
- [4] 刘国华,舒洪岚,张金池.南京幕府山构树群落种群动态的研究[J].安全与环境学报,2003,3(6):18-20.

量、发展农村经济和改善生态环境质量的根本出路。安置区内地形地貌复杂、立体地域优势明显,针对不同的地域类型和不同海拔高度,采取不同的生态农业发展模式,全面提高土地利用的综合效益。例如,库湾河段是名贵水产养殖和网箱养鱼的理想基地,推广稻-鱼-菇、稻-鱼-鸭和半旱式免耕养鱼等水田开发模式;山丘地应抓住生态资源开发利用的优势,按照农、林、牧、副各产业内在的有机联系性,形成多级循环利用与经济增殖大系统,走综合型、基地型、规模型和产业化发展的路子;未利用土地资源中海拔较高、坡度较大,以治理水土流失、绿化荒山荒坡为土地开发的核心,实施农牧、农林牧复合型生态农业发展模式等。

4.4 优化就业结构,发展多种经营

三峡库区移民安置区人均土地只有 0.37 hm^2 ,其中耕地 0.084 hm^2 ,林地 0.069 hm^2 ,草地 0.0033 hm^2 ,大大低于全国平均水平。土地资源现状表现人多地少,人地关系极为紧张。加强小城镇建设、发展第三产业、积极开展多种经营^[10],提高非农业人口比例,直接减缓移民对安置区土地资源的压力,而且一部分人从农业生产中分离出来从事多种经营,实现劳动力资源的重新分配,既缓和了人地矛盾,又可促进安置区经济的发展。

4.5 优化市场条件,推动土地资源的配置

随着安置区城镇建设的加快,用地主体趋于多元化。要实现土地优化配置的效率与公平的统一,必须建立有形的土地市场。对于闲置土地或利用率不高的存量土地,应建立土地收购储备制度进入土地市场进行交易,通过政府行为引导合理的土地置换和土地流转,从而优化产业结构和土地利用结构;对于增量土地,要严格控制其进入市场的规模,确保土地供求均衡。

性,为人工恢复植被提供有利条件,而且解决了城市建筑余土的出路问题,这对于城市郊区的采石场、采矿场的废弃地改造的土壤改良,是一种有效的方法。

(4) 目前选择的树种火棘、石楠、红花继木、桂花、枫香、海桐等树种均表现比较理想,雪松、女贞表现一般,龙柏表现较差。