

文章编号: 1001-411X(2001)02-0001-04

高州市典型坡地不同利用方式对土壤理化性状的影响

黎华寿, 骆世明

(华南农业大学热带亚热带生态研究所, 广东 广州 510642)

摘要: 就广东省高州市典型坡地相邻地块不同利用方式对土壤理化性状影响的研究表明: 人工梯地上的农林复合系统和多年生作物复合群落的土壤容重、土壤结构和土壤持水力及水分渗透力与相邻天然森林土壤相近, 优于退化灌草丛和残林地, 其土壤有机质、N、P、K 全量养分和速效养分含量也普遍比已退化坡地的高。揭示建立仿森林结构的农林复合系统和多年生作物复合群落, 并注意实行水土保持的耕作, 是退化坡地生态重建的有效途径之一。

关键词: 坡地利用方式; 土壤肥力; 土壤质量; 农林复合系统

中图分类号: S158

文献标识码: A

华南 70% 面积是丘陵山地, 人均耕地不足 0.03 hm^2 , 由于高温多雨, 物质的生物地球化学循环旺盛, 加上人口和经济发展的压力不断增大, 导致不少地方水土流失、土壤退化、生态环境恶化, 制约着农业和农村的可持续发展。探讨退化生态系统的成因、恢复的途径, 用人工方法组建和改善退化坡地, 提高其生产力和经济效益, 是经济发展和环境保护急需解决的问题。

最近 10 多年, 如何防止坡地退化和对已退化坡地进行生态恢复和重建, 已成为科研的热点之一^[1~4]。许多学者认为农林复合系统是退化坡地利用的理想选择^[1~6], 该系统模仿未受干扰的自然植被, 通过种植多年生作物或经济林果而有利于地表覆盖和水土保持^[1, 3, 5, 9]。土壤质量, 可通过土壤理化性状和生物学特征进行评价。Fisher^[3] 等认为木本植物可以从多方面改善土壤质量, 提高土壤生态肥力, 许多木本植物通过固 N 作用等增加土壤库有效养分含量, 通过发达的根系富集养分, 并通过枯枝落叶和腐根把养分集中到表土, 从而提高土壤有机质含量, 为各种微生物和土壤动物等提供良好环境; 生物又反过来改变土壤的理化性状和生物学性质, 从而使土壤质量与生物之间协同演化^[5~7]。

农林复合系统对土壤质量的维持和改善具有长期和稳定的作用, 在退化坡地生态恢复和重建中发挥着作用。为了解不同的坡地利用方式对土壤的影响, 探讨坡地退化原因及其重建途径, 笔者在对广东省高州市典型坡地不同利用方式进行调查基础上, 就不同利用方式对土壤的影响进行了对比研究。

1 研究区域概况与研究方法

1.1 研究区域概况

研究区域位于广东省高州市东北部, 多年平均气温 21.80°C , 最冷月(1 月)均温 14.40°C , 最热月(7 月)均温 27.10°C , 无霜期 353 d, 年平均日照时数约 1 995 h, 年平均太阳辐射约 $458 \text{ kJ}/\text{cm}^2$, 年平均降雨量 1 939 mm。该区域原生植被是热带亚热带常绿阔叶林, 但因人类长期活动的影响保存至今的很少, 坡地现存植被多是马尾松、杉、毛竹、油茶、橡胶、荔枝、龙眼、三华李和灌草丛等次生植被, 部分坡地已开垦为耕地, 种植木薯、甘薯、花生、大豆等作物, 坡地退化十分普遍。

1.2 研究方法

在对研究区域进行面上考察基础上, 分别在马贵镇橙仔岭橙仔角山和已发生严重土壤侵蚀和生态退化的曹江镇银棠村、长坡镇旺利村的荒山, 选择具有典型代表性的山坡, 确定当地最普遍的坡地利用方式进行调查, 选择海拔高度、坡向和坡度相近且位置相邻的典型样地($10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$), 各样地内以梅花型布置 5 个采样点, 进行样方调查和土壤取样, 土壤化学性状分析样为取自 $0 \sim 30 \text{ cm}$ 土层的混合样(四分法), 理化性状分析按常规方法进行^[8], 各样方土壤分析结果均为 5 个采样点的平均值。

2 结果与分析

2.1 典型坡地利用方式样地概况

典型坡地利用方式及调查样地概况如表 1。

收稿日期: 2000-06-22

作者简介: 黎华寿(1964-), 男, 高级工程师, 硕士。

基金项目: 广东省自然科学基金、美国洛克菲勒(RBF)基金和日本京团联自然保护(KNCF)基金项目“华南退化坡地绿色食品生产与生物多样性保护及提高研究”联合资助(4100-G99012)

表 1 广东高州典型坡地利用方式及调查样地概况

Tab. 1 List of investigative location and the typical slope land used patterns Gaozhou, Guangdong

地点及坡度	样地序号及名称	植被特点
location and slope degree	No. and name of the land used patterns	plant community characteristics
马贵镇橙仔角山	A1 荷木林(<i>Schima superba</i> Gardn. & Champ)林地	原生阔叶林
Chenzaijiao of Magui town	A2 荷木+ 油茶林(<i>Schima superba</i> Gardn. & Champ+ <i>Camellia oleifera</i> Abl)林地	阔叶林+ 经济林
(25°)	A3 杉木+ 芒萁(<i>Cunninghamia lanceolata</i> + <i>Dicanopteria dichatoma</i> Bernh)林地	次生针叶林
	A4 幼杉+ 木薯(<i>Cunninghamia lanceolata</i> + <i>Manahot esculenta</i> Grants)林地	农林复合系统
	A5 木薯+ 大豆(<i>Manahot esculenta</i> Grants+ <i>Glycine max</i>)梯地	农作物间种
曹江镇银堂崩岗	B1 马尾松疏残林(<i>Pinus massoniana</i>)林地	次生针叶林
Yintang hillock of Caojiang town	B2 香蕉(<i>Musa sapientum</i> L.)梯地	多年生作物
(26°)	B3 胡椒(<i>Piper nigrum</i> L.)梯地	多年生作物
	B4 新垦香蕉(<i>Musa sapientum</i> L.)地	新植香蕉
长坡镇旺利坡仔	C1 岗松+ 芒萁(<i>Baechea</i> + <i>Dicanopteria dichatoma</i> Bernh)地	灌草丛
Wanglipo of Zhangpo town	C2 香蕉(<i>Musa nana</i> Lour.)梯地	多年生作物
(23°)	C3 山脚塘基香蕉(<i>Musa nana</i> Lour.)地	多年生作物

2.2 土壤容重和土壤毛管持水量

各样方土壤的物理性状见表 2. 在自然植被质量较高的样地, 土壤容重较小, 如橙仔角山的荷木林(A1)样点, 容重比荷木+ 油茶人工林小 7. 7%, 比木薯+ 大豆样地小 10. 02%. 即随着人为干预的加大, 土壤侵蚀增加, 土壤有板结和沙化倾向, 此结论与杨武德^[9] 研究结果一致. 但管理良好的人工植被, 由于施用有机肥和实行水土保持耕作, 土壤容重反而比毁林后严重土壤侵蚀的次生植被小, 如曹江银堂的崩岗马尾松疏林地(B1)和长坡旺利的岗松+ 芒萁(C1), 土壤容重比改造相邻梯地香蕉(B2、C2)的样地

大 34. 76%和 28. 63%.

毛管持水量是土壤保水能力的标志, 是土壤生态肥力的重要指标. 阔叶林荷木(A1)的毛管持水量达 50. 51%, 而次生针叶林杉+ 芒萁(A3)和人工旱作木薯+ 大豆(A4)较低, 分别只有 33. 91%和 28. 86%, 次生疏残林地和灌草丛的毛管持水量更低. 说明良好的植被覆盖, 有利于土壤生态条件的改善, 有助于土壤有机质积累和养分转化及循环, 还为土壤微生物的活动提供了较好的生活环境, 从而降低了土壤容重, 增加了土壤总空隙度, 改善了土壤结构, 提高了土壤保水和供水能力.

表 2 不同坡地利用方式对土壤物理性质的影响

Tab. 2 Effect of different slope land used patterns on soil physical properties

坡地利用方式 样地编号 No. of land used patterns	容重 bulk density /(g·cm ⁻³)	w/ %			φ/ %		
		饱和含水量 saturation capacity	毛管持水量 capillary capacity	田间持水量 field moisture capacity	非毛管孔隙度 non-capillary porosity	毛管孔隙度 capillary porosity	总毛管孔隙度 total porosity
A1	0. 978	60. 89	50. 51	29. 87	8. 63	49. 40	58. 03
A2	1. 053	41. 35	29. 91	26. 92	14. 76	31. 50	46. 28
A3	1. 035	46. 13	33. 91	24. 22	13. 25	35. 10	48. 35
A4	1. 029	56. 37	45. 96	20. 48	8. 72	48. 21	56. 93
A5	1. 034	44. 63	39. 75	13. 64	7. 86	41. 40	48. 96
B1	1. 365	35. 10	28. 72	23. 35	7. 93	39. 20	47. 13
B2	1. 005	50. 26	38. 05	29. 89	11. 53	38. 23	49. 76
B3	0. 933	52. 16	38. 21	27. 39	13. 08	39. 07	52. 15
B4	1. 271	45. 72	35. 66	24. 25	11. 92	35. 66	47. 58
C1	1. 282	37. 31	30. 25	15. 12	8. 26	38. 78	47. 04
C2	0. 985	55. 78	46. 21	19. 28	10. 66	45. 52	56. 18
C3	0. 917	56. 32	47. 07	18. 35	10. 23	43. 16	53. 39

2.3 土壤有机质

土壤有机质与植被类型和施肥投入密切相关。马贵橙仔角山各样地有机质含量的大小顺序为 A2>A1>A3>A5, 与原生植被结构较相似的荷木植被(A1)和荷木+油茶植被(A2)样地的有机质含量比较接近, 分别比次生针叶林(杉+芒萁)高 43.1%和 62.3%, (A1)比农林复合群落杉+木薯(A4)的高 68.8%, 比木薯+大豆(A5)高 41.6%。而在曹江银堂土壤侵蚀较严重已发生生态退化的坡地, 有机质含量则与坡地土壤的熟化程度有密切相关, 垦为梯地并种植香蕉(B2)、胡椒(B3)8 a 的样地有机质含量较高, w 分别达 1.96%和 1.74%, 新垦梯地(B4)(1 a)、疏林(B1)、灌草丛(C1)的有机质含量都较低, w (有机质)分别只有 0.25%、0.28%和 0.81%。

2.4 土壤全 N、全 P、全 K

从表 3 可见, 土壤全量养分 N、P 含量, 荷木林(A1)及荷木+油茶林样地(A2)均较高, 杉木+芒萁(A3)、杉木+木薯(A4)、木薯+大豆(A5)则较低。如 A3 的全 N、全 P 只有(A2)的 61.0%和 79.7%, A4 的全 N、全 P 含量更低, 分别只有(A2)的 45.8%和 72.9%, 套种豆科作物大豆的木薯+大豆作物群落, 其全 N 稍高, 但也只有(A2)的 50.7%, 其全 P 含量则更低, 只有(A2)的 61.2%。相关分析表明, 土壤全 N、全 P 含量与土壤有机质含量呈显著相关($r=0.95$)。

各样地的全 K 含量则差异较小, 原因是全 K 主要由含 K 矿物所决定。

表 3 还表明, 对于已发生严重生态退化的坡地, 土壤全量养分因水土流失等而损失较多, 含量低于已实行农耕、有施肥投入和水保措施的人工梯地, 如马尾松疏林地(B1)全 N 不及已改良利用的香蕉(B2)、胡椒地(B3)的 1/3; 全 P 也都只有香蕉、胡椒地的 43%。全 K 也只有后两者的 66.3%~91.7%。

2.5 土壤速效养分

速效 N、P 高低基本与全 N、全 P 水平相对应。速效 N、P、K 含量, 马尾松稀疏林地(B1)只有 15.1、9.0、16.0 mg/kg, 新垦梯地香蕉地(B4)提高为 17.2、8.9、94.4 mg/kg, 而已利用 8 a 香蕉梯地(B2)为 93.6、26.8、91.7 mg/kg, 胡椒地(B3)为 77.7、30.0、128.9 mg/kg, 均大大高于 B1, 说明退化坡地生态重建可采用工程措施与生物措施相结合方法, 达到生态效益和经济效益的统一。

2.6 土壤 pH

随着人为干扰的加强, 坡地酸性红壤 pH 有增加的趋势, 但规律性不显著。如稀疏马尾松林地 B1 和新梯地香蕉地(B4), 土壤 pH 为 4.41, 而已熟化的香蕉(8 a)及胡椒林(8 a)梯地, 其 pH 为 4.50 和 4.65。在马贵镇橙仔角山, 自然植被(A1)的 pH 为 5.5, 多年生作物和农林复合系统土壤 pH 为 5.00~5.10。

表 3 不同坡地利用方式对土壤化学性质的影响
Tab. 3 Effect of different land used patterns on soil chemical properties

样地编号 No. of land used patterns	pH	w/ %				有效 N	有效 P	有效 K
		有机质 organic matter	全 N total N	全 P ₂ O ₅ total P ₂ O ₅	全 K total K	effective N/ (mg·kg ⁻¹)	effective P/ (mg·kg ⁻¹)	effective K/ (mg·kg ⁻¹)
A1	5.50	3.95	0.159	0.059	2.10	40.1	18.4	198.6
A2	5.40	4.48	0.203	0.067	2.30	41.6	15.6	214.2
A3	5.00	2.76	0.123	0.047	2.21	37.5	12.2	187.4
A4	5.10	2.34	0.093	0.043	2.56	24.5	10.7	182.8
A5	5.00	2.79	0.143	0.060	2.49	97.4	22.3	203.5
B1	4.40	0.28	0.034	0.035	0.55	15.1	9.0	16.0
B2	4.50	1.96	0.101	0.081	0.83	93.6	20.8	91.7
B3	4.70	1.74	0.105	0.082	0.60	77.7	30.0	128.9
B4	4.40	0.25	0.014	0.047	0.39	17.2	8.9	94.4
C1	4.76	0.81	0.049	0.054	1.76	35.7	13.2	26.7
C2	4.70	1.76	0.118	0.123	1.65	74.9	47.7	131.8
C3	4.75	2.69	0.131	0.080	1.37	102.2	13.8	117.6

3 结论与讨论

本研究表明, 不同利用方式的坡地土壤理化性状存在较大差异, 与养分循环较封闭的常绿阔叶林

原生植被相比, 人工植被特别是耕作频繁的一年生作物一般会增加土壤容重, 降低土壤毛管持水量, 减少土壤有机质和全 N、全 P 及速效 N、P、K 含量, 种植土壤耕作频繁的一年生作物或经济林, 容易发生土

壤侵蚀和养分亏空,不是坡地利用的好模式.农林复合系统和多年生作物复合系统土壤容重、土壤结构和土壤持水力及水分渗透力与相邻天然林相近.尽管坡地农林复合系统也会对土壤产生一定影响,但如能注意保持覆盖和实行水土保持的耕作管理,则可把不良影响降低到较小程度.因此,对已发生严重土壤侵蚀的退化坡地,要采取工程措施与生物措施相结合的方法进行生态重建,采用水土保持效果比较好的多年生果树和农林复合模式,使土壤质量得以保持和逐步提高.在高州山区,坡度小于 26° 的退化坡地,采用人工梯地种植杉+木薯或香蕉等果树,是一种综合效益较好的发展模式.

农林复合系统和多年生作物复合群落与退化坡地植被相比,既增加经济收入,又增加覆盖,减少水土流失,并通过固氮生物作用和人工施肥,使土壤养分得以保持和提高,还由于实行水保耕作和植物—土壤生物的协同作用,使土壤物理性质得以改善,其土壤质量大大优于植被质量低的退化灌丛和残林.热带亚热带地区坡地面临人口增长和经济发展的双重压力,应在保护和恢复森林的同时,着力解决退化坡地经济利用与生态重建的矛盾,建立仿森林结构农林复合系统,实行水保耕作,尽量减少土壤扰动,及时补充亏损的养分,以促进生态与经济的良性循环.

参考文献:

[1] LUO S M, LI H S. Agroecosystem models to prevent land degra-

ation and to improve land productivity in the Jian River Watershed, China[J]. Journal of Asian Farming Systems Association, 1993, 1(3): 479—493.

[2] 彭少麟. 热带亚热带退化生态系统恢复与农林复合系统[J]. 应用生态学报, 1998, 9(6): 587—591.

[3] 黄文丁, 章熙谷, 唐荣南. 中国复合农业[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1993. 182—183, 196—218.

[4] CARLOS G T, FRANK M H, SAM E F, et al. Agroforest system effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica[J]. Agric-ecosyst-environ, 1999, 73: 19—28.

[5] FISHER R E. Amelioration of degraded rain forest soils by plantation of native trees[J]. Soil Sci, 1995, 58: 1 639—1 645.

[6] PANIAGUA A, KAMMERBAUER J, AVEDILLO M, et al. Relationship of soil characteristics to vegetation successions on a sequence of degraded and rehabilitated soils in Honduras [J]. Agric-ecosyst-environ. 1999, 72: 215—225.

[7] YOUNG T P, PEACOCK M M. Giant senecios and alpine vegetation of Mount Kenya[J]. Journal of Ecology, 1992, 80 (1): 141—148.

[8] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 67—115.

[9] 杨武德, 王兆骞, 睦国平, 等. 红壤坡地不同土地利用方式土壤侵蚀的时空分布规律研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(2): 155—158.

Effect of Different Typical Slope Land Used Patterns on Soil Physical & Chemical Properties

LI Hua-shou, LUO Shi-ming

(Institute of Tropical and Subtropical Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The soil physical & chemical properties under different patterns of slope land used in Gaozhou county, Guangdong Province, were studied. The result showed that vegetation with lower coverage had high soil bulk density and water runoff, the soil pH in nature vegetation patterns was lower than that in the agricultural patterns slightly. The low quality vegetation had negative effects on soil fertility. It was revealed that factors influencing organic matter content, nutrient supply, soil vegetation cover and soil compaction are critical for soil degradation, and agroforestry systems appeared to have the ability to improve soils quality in degraded hillside ecosystems.

Key words: slope land used patterns; soil fertility; soil quality; agroforestry composite system

【责任编辑 周志红】