

喀斯特峰丛山地立体生态农业模式实施效果研究

——以广西壮族自治区平果县果化示范区为例

吴孔运 蒋忠诚 罗为群 覃小群

(中国地质科学院岩溶地质研究所 桂林 541004)

摘要 果化示范区的立体生态农业由粮食作物(玉米)-经济作物(黄豆)-牧草轮作模式、果树(火龙果、澳洲坚果)-药材(金银花、苦丁茶)模式及水源林-牧草-畜禽模式等组成,充分利用了岩溶峰丛洼地自然环境提供的光、热、水和土壤等资源。4年来立体生态农业模式运行结果表明:立体生态农业使示范区的生态环境得到了良好改善,植被覆盖率由2000年的10%提高到2005年的50%~70%。农民年均纯收入也由实施前的632元上升到2005年的1524元。与传统农业相比,立体生态农业更关注环境效益与经济效益的共赢。

关键词 立体生态农业 复合农林结构 传统农业 果化示范区 环境效益 经济效益

中图分类号:X196 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-3990(2008)05-1197-04

Effect of tri-dimensional eco-agriculture pattern in Karst peak-cluster zones — A case study of Guohua Demonstration Area in Pingguo County, Guangxi Zhuang Autonomous Region

WU Kong-Yun, JIANG Zhong-Cheng, LUO Wei-Qun, QING Xiao-Qun

(Institute of Karst Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Guilin 541004, China)

Abstract The tri-dimensional eco-agriculture in Guohua Demonstration Area comprises “foodstuff crop-economic crop-pasture” pattern, “fruit-herb” pattern and “ecological forest-pasture-livestock and poultry” pattern. These three eco-agriculture patterns make the most use of light, heat, water and soil in the peak-cluster depressions of Guohua. Analysis of a four-year tri-dimensional eco-agriculture pattern shows that the system greatly improves the ecological environment of Guohua Demonstration Area, vegetation coverage rate increases to 50% ~ 70% in 2005 from 10% in 2000. Annual net income of farmers rises from 632 yuan to 1 524 yuan in 2005. The tri-dimensional eco-agriculture greatly emphasizes on mutual beneficiality between the environment and economy when compared to traditional agriculture.

Key words Tri-dimensional eco-agriculture, Agro-forest system, Traditional agriculture, Guohua Demonstration Area, Environmental benefit, Economic benefit

(Received July 13, 2007; accepted Nov. 1, 2007)

立体生态农业一般在土壤、水、热等自然条件优越的地区有较好的研究和发展^[1-5],但对于被视为同沙漠边缘一样脆弱环境^[6]的喀斯特山区,因缺水少土其生态农业的研究和实践较少^[7]。广西壮族自治区喀斯特面积达9.7万km²,其中平果县峰丛山区石漠化面积达1087.23km²,占全县总面积的43.75%。峰丛山区生态恶化除其本身恶劣的自然生态环境因素外,也与传统农业主要是掠夺式的生产模式有关。传统农业专注于土地本身的掠夺,生产目标单一、生产技术落后且投入少、产出低。

为摆脱贫困,发展平果县经济,就要转变传统的耕作制度,探索适合当地的新型立体生态农业模式,使农业经济效益与环境效益和社会效益协调发展,最终从传统农业向现代农业转变。

1 果化示范区概况

示范区以广西壮族自治区平果县果化镇龙何屯为中心,包括妙冠屯、布尧村的一部分,总面积2000hm²。地理座标为E107°22'40",N23°24'00",海拔110~570m。示范区属于亚热带季风性湿润气

* “十一五”国家科技支撑计划重大项目(2006BAC01A10)和岩溶地质研究所所控项目(200707)资助

吴孔运(1965~),男,高工,博士生,研究方向为岩溶生态系统。E-mail:knoywu@163.com

收稿日期:2007-07-13 接受日期:2007-11-01

候,年均降雨量约 1 500 mm,5~8 月份降雨量占全年的 65%。示范区属于典型的喀斯特峰丛洼地地貌,岩性主要为纯灰岩和硅质灰岩。区内植被覆盖率不足 10%,森林覆盖率约 1%,植物种类尤其是乔木树种单一,主要有 3 种树种,即任豆树、李果和扁桃。区内土层瘠薄,岩石裸露率高,水土流失严重。

2 喀斯特峰丛山区立体生态农业

峰丛山区立体生态农业是根据物种的生理生物学特征及其对环境的不同要求,在一定地形、地貌以及有限的土地上最大限度地实现结构多层次、功能最大化的一种综合农业生产方式。它可通过充分利用土地、农时和太阳能等资源有效缓解人多地少的矛盾,是挖掘我国喀斯特峰丛山区农业资源内涵生产力的一条重要途径。

2.1 喀斯特峰丛山区立体生态农业的结构特点

立体生态农业是由传统的平面农业发展起来的,其结构复杂,系统稳定,功能强大。首先,立体生态农业是一种复合结构。它是结合当地的气候、水文、植被以及人文等因素,经过优化配置,由粮食作物-经济作物-牧草轮作模式、果树-药材模式及林业-牧草-畜牧模式等组成的复合农林经营体系。其次,立体生态农业具有时间、空间结构的层次性。喀斯特峰丛山区提供的光、热、水、土壤在垂直分布上不同,为充分利用这些资源,在分析各种植物(农作物)生活习性的基础上,在峰丛洼地的不同位置引种或培育不同的品种。再次,立体生态农业能充分利用其环境提供的物质和能量。立体生态农业可利用生物本身具有的不同生理特性使其合理地进行搭配。如长日照植物与短日照植物结合,喜温与喜凉作物的结合,根系深的作物与浅的作物结合,喜光与耐阴植物的结合,种植与养殖的结合等。

2.2 果化示范区峰丛洼地立体生态农业模式的构建

果化镇龙何屯属于典型的喀斯特峰丛洼地地貌,从洼地到峰顶依次是耕地—稀疏林地—荒地,立地条件由较好到差和极差。因此,根据龙何屯的地貌、立地条件和脆弱的生态环境等客观因素及土地利用结构不合理、土地利用效率低以及社会经济状况等主观因素,利用生态学及经济学的相关原理对示范区的农业生产经营模式进行如下规划:

耕地主要在洼地底部,以旱作粮食作物为主;山麓、平缓的山坡重点发展优质果树、经济林和用材林,间种药材;峰丛垭口和较陡的山坡主要发展金银花等藤本植物,有土地段适当发展竹林;陡峭山峰地段则长期封山育林,重点发展水源林,涵养表层岩溶泉。最终,从洼地到峰丛顶部形成“果-经-林”的立体复合农林经营体系,从而构建“山顶戴帽,中间缠带,脚穿鞋”的喀斯特峰丛山地立体生态农业模式。

3 果化示范区立体生态农业模式

3.1 示范区的自然条件及农业经济状况

构建立体生态农业的第一步就是在示范区不同立地进行植被 10 m×10 m 的样方调查和土壤种子库种类组成和密度的调查(表 1 和表 2)。调查结果表明,示范区植被的群落高度多在 0.3~1.5 m 之间,盖度不足 40%,优势种主要以飞机草(*Eupatorium odoratum*)、荛草(*Arthraxon hispidus*)、黄荆条(*Vitex negundo*)和九龙藤(*Bauhinia championii*)等灌草本植物为主。土壤种子库共有 108 种植物,属于 33 科 81 属,其中灌木 20 种,草本 81 种,藤本 7 种,但无乔木种类出现。区内植物主要为草本,其种子密度最大为 312.5 粒·m⁻²。

表 1 果化示范区的植被类型

Tab. 1 Vegetation characters in Guohua Demonstration Area

调查时间 (年-月) Time(year-month)	立地类型 Site type	植被种类 Vegetation type	植被总盖度 Coverage (%)	群落高度 Community height(m)	各生活型种类数量 Species number of different plant				
					乔木 Arbor	灌木 Shrub	草本 Herb	藤本 Vine	合计 Total
2001-09	上坡 Upper slope	灌草丛 Shrub	40	1.5	2	11	8	4	25
2001-09	中坡 Middle slope	灌草丛 Shrub	25	0.7	3	5	7	5	20
2001-09	下坡 Lower slope	灌草丛 Shrub	30	0.3	0	10	14	3	27

其次,对示范区不同立地的土壤进行调查。调查结果显示,示范区土壤厚度为 20~50 cm,土壤有机质含量为 23.6 g·kg⁻¹,土壤有效氮、有效磷和有效钾含量分别为 113.7 μg·g⁻¹、64.3 μg·g⁻¹和 13 μg·g⁻¹,土壤比较瘠薄。同时调查示范区的水资源,发现示范区境内只有两处季节性表层岩溶泉,且流量不大,无地表水,大气降水基本上漏入地下,示范区水资源缺乏。

示范区农业生产力水平低,农作物单一,耕地严重不足。2001 年示范区开始筹建时,龙何屯人口 530 人,耕地面积 28.4 hm²,耕地主要集中在洼地底部和山麓,玉米为主粮,单产 3 240 kg·hm⁻²,经济作物为黄豆,畜禽养殖以家庭为主,主要有猪、牛和鸡等,经济收入来源主要靠种养和劳务输出,人均年纯收入 632 元。

表2 果化示范区土壤种子库种类及密度

Tab.2 Seed density and species of sampled soil seed bank in Guohua Demonstration Area

土地利用类型 Land use type	植被种类 Vegetation type	各生活型种数 Species number			各生活型植物种子密度 Seed density of life forms (grain·m ⁻²)					
		灌木 Shrub	草本 Herb	藤本 Vine	灌木 Shrub		草本 Herb		藤本 Vine	
					5月 May	11月 Nov.	5月 May	11月 Nov.	5月 May	11月 Nov.
弃耕区 Abandoned plowland	草丛 Herbs	10	55	1	2.70	9.10	128.50	312.50	0.40	0.40
樵采区 Chopped woodland	灌草丛 Shrubs	8	48	0	13.00	33.90	70.70	123.70	0.00	0.00
禁封区 Enclosed site	灌木林 Shrubs	7	22	2	10.40	28.80	52.10	58.70	2.10	4.80
禁封区 Enclosed site	灌草丛 Shrubs	14	59	7	15.20	38.70	78.90	283.80	0.40	17.20

各生活型土壤种子库数量和密度的调查分别在2002年5月和11月进行。Quantity and density investigation of soil seed bank of all life forms is in May and Nov., 2002.

3.2 示范区土壤改良与土地整理

示范区为典型的峰丛洼地地貌,自洼底至峰顶土层厚度渐渐变薄,峰顶裸岩多而土少,峰坡土层一般不超过20~30 cm,多被石牙间断,洼底土层厚40~50 cm,极少数达1 m。土地70%为坡地,其中25°以上的坡地占1/4。针对示范区坡地占多数的立地现状,有必要对其进行一些调整和土壤质量的改造。一方面通过坡改梯工程,增加或调整有效耕地面积;另一方面在土壤肥力分析的基础上,增施有机肥和配置不同的肥料种类,以改善土壤理化性状,提高土壤肥力。具体做法是:根据示范区峰丛洼地的地形特点,采取大弯随弯,小弯取直,高砌低垫,分段求平,梯面宽2~5 m,梯埂高0.5~1.2 m,埂内壁高出土面约15 cm,外壁与基面基本垂直的总体思路。在实际建造中,先创出立地表层土壤,爆破排石,碎石块砌梯坎,上部30 cm用水泥沙浆浆砌,梯埂里面用水泥砂浆抹平,使梯埂牢固、保水保土;梯上底层用细碎石块铺垫,再回填表层土和爆破排石过程中留下的石缝土,土层深50 cm以上,梯面平整,坡度小于5°,如果回填的土壤厚度仍达不到要求,可在洼底取客土(可混和农家有机肥50 t·hm⁻²)回填,可明显改善土壤肥力。对于坡度>25°、地形比较陡的立地,可保留原貌,不进行整理改良。洼底土壤比较厚的耕地,可用秸秆还土、施用农家有机肥料及亚法糖厂滤泥等方法来改良土壤。最后,根据示范区峰丛洼地特殊的地形地貌、土壤厚度、植被状况及原来的土地利用现状,将示范区土地整理成2大类、4个不同的立地类型:I类包括耕地(参考因子为坡度、土层厚度、裸岩率等),即坡耕地,坡度在5°~25°之间,土层厚度25 cm以上,以梯地为主,裸岩率<70%,主要为高效旱作物用地;石穴地,坡度>25°,裸岩率≥70%,主要用来种植药材或经济林。II类包括林地(参考因子为原植被盖

度及植物生长状况等),植被盖度小于30%,有稀疏灌草本植物生长,土壤主要分布于石缝中,地形陡的地段,主要为封山育林用地;植被盖度在30%~40%,地形比较平缓的山麓、垭口地段,主要用作材林、经济林用地。

3.3 示范区先锋树种及名、特、优果树药材的引种和地带性植被的构建

从相似的生物气候地带引进优质速生常绿阔叶树种并乡土树种一起营造人工混交林,以改变原来树种单一的局面。即在原已生长诸如任豆(*Zenia insignis*)、香椿(*Toona sinensis*)、南酸枣(*Choerospondias*)、苦楝(*Melia azedarach*)等乡土树种的陡坡地段,补植青冈栎(*Quereus glauca*)、海南蒲桃(*Syzygium cumini*)、菜豆树(*Radermachera sinica*)、银合欢(*Leucaena leucocephala*)等速生先锋树种,同时配置老虎筋(*Pterolobium punctatum*)、肾蕨(*Nephrolepis cordifolia*)、紫棱木(*Decaspermum esquirolii*)、红背山麻杆(*Acalypha trewioides*)、石山巴豆(*Croton kangsiensis*)、柘木(*Cudrnia tricuspidata*)、龙须藤(*Bauhinia championii*)等先锋群落植被,构建了320 hm²的水源林或水土保持林生态带。在营造生态林带的同时,在土壤比较厚的垭口或山麓地段,套种包括金银花(*Flos japonica*)、药用木瓜(*Cae nomeles sinensis*)、苦丁茶(*Ilex kuadingcha*)、青天葵(*Mervilia fordii*)等名特优药材80 hm²。在土壤比较厚的坡耕地引种包括早黄豆、早花生和“正大619型”玉米等经济作物55 hm²;培植包括火龙果(*Hylocereus undatus*)、牛心李(*Prunus salicina*)、无核黄皮(*Clauцена lansium*)、澳洲坚果(*Macadamia mtegrifolia*)、枇杷(*Eriobotrya japonica*)和青梅(*Myrica rubra*)等优质水果50 hm²;同时种植包括苏木(*Caesalpinia sappan* L.)、木豆(*Cajanus cajan*)和吊丝竹

(*Sinocalamus* sp.) 等经济林 30 hm²。从而形成了以生态水源林为基础,以“名、特、优”药材和优质水果为主轴,以经济作物为补充的复合农林系统。改变了过去以粮为主、农产品结构单一的传统农业经营模式,产生了良好的生态经济效益。

3.4 引种优质牧草,发展示范区的畜禽圈养养殖

示范区本地饲料植物种类较多,如任豆树和红背山麻秆等,但资源总量不大,营养成分低且季节性明显。为持续有效地发展畜禽养殖,必需引进高产优质并适宜喀斯特地区生长的草种。引种了包括“桂牧 1 号”(*Pennisetum glaucum* × *Pennisetum purpureum*)、百喜草(*Paspalum notatum*)和银合欢等饲料植物 10 hm²,其中“桂牧 1 号”播种 50 d 即可刈割利用,以后每隔 20 ~ 30 d 可割 1 次,单位年产鲜草量达 24 t · hm⁻²。

在对引种和乡土饲料作物培植的基础上,引进了高附加值的山羊和“南江”黄羊 167 头,圈养了约 10 000 头“长白种”公猪和“大约克”公猪以及种禽 37 750 只,建成了示范养殖场 1 个,带动了周边 1 500 户群众进行科学养殖,从而形成了复合人工林-优质牧草(饲料植物)-畜牧养殖的生态农业体系。

3.5 示范区水资源的开发利用

通过对表层岩溶泉水、岩溶地下管道水(地下水河)的开发,基本上满足了示范区生产和生活用水的需要。在示范区的水源林带,修建了集雨水窖 50 个,蓄水容量达 800 m³,灌溉面积 20 hm²;在表层岩溶泉出露的地段,采用“蓄-引”技术,修建水柜蓄水池 3 个、引水主管道 1 030 m,解决了龙何、龙清和龙怀一带 164 hm² 农作物的自流灌溉;在地下水埋深较大的地段,采取竖井提水、深井抽水和管渠引水等“提-蓄-引”技术,同时利用地下河天窗提取河水并修建水柜蓄水池 2 个及引水管道 2 500 m,基本解决了龙何屯 114 户共 530 人的自流饮水及龙何洼地全部农作物的自流灌溉问题。此外,在开发水资源的同时,采用喷灌、滴灌和浇灌技术,使水资源的开发和节约真正落到实处。

4 结果与讨论

与传统农业相比,峰丛洼地立体生态农业不仅改善了示范区的生态环境,而且增加了当地农民的经济收入,提升了示范区的社会效益。通过封山育林和植树造林,示范区的植被覆盖率由 2000 年的 10% 提高到 2005 年的 50% ~ 70%,植被覆盖度为 50% 以上的面积达到总面积的 77.02%。植物种类则由 25 种增加到 32 种,植被类型以灌丛为主,以红

背山麻秆 + 黄荆条占优势,群落高度多在 20 ~ 50 cm 之间。经过土地整理和土壤改良,示范区新增耕地面积 20 hm²,改良的土地达 15 hm²,其中土壤有机质、有效氮、磷、钾含量分别上升到 34.8 g · kg⁻¹、199.06 μg · g⁻¹、131.86 μg · g⁻¹和 30.04 μg · g⁻¹。年地表径流深由 2003 年的 153.8 mm 下降到 2005 年的 45.1 mm,地表年径流流失水量占年降雨量的比例逐年下降,2004 年下降 46.39%,2005 年下降 12.7%。在喀斯特峰丛洼地,土壤侵蚀模数总量不高,但在示范区实施立体生态农业过程中,其土壤侵蚀模数 2005 年下降 49.15%,水土流失基本得到控制。在提高生态效益的基础上,通过调整产业结构,大力发展药材和特优水果,如苏木年均生长量达 95.8 cm,直播 4 ~ 5 年后即可砍伐,年产值达 4 000 元 · hm⁻²;水果,如火龙果,2005 年产量达 9 000 kg · hm⁻²,产值达 20 000 元 · hm⁻²。居民总收入由 2000 年的人均 632 元增加到 2005 年的人均 1 524 元,其中以果树、药材为主的经济作物的年平均纯收入从 2001 年的 18 元增加到 2005 年的 169 元。与此同时,示范区建成后,中央及有关部委领导、联合国粮农组织专员以及加拿大、新西兰、澳大利亚、日本等国的专家多次到示范区考察调研,对示范区生态恢复重建及其立体生态农业的技术成果给予了充分肯定。最近两年来,示范区周边县市 5 000 多位干部群众到示范区参观学习,产生了良好的社会效益。

参考文献

- [1] 赖德芳,沈魁敏,蔡元呈. 闽东南果-草-牧-菌-沼生态农业模式研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(4): 210-213
- [2] 金卫根,陈传红,孙丽萍,等. 抚州市丘陵山区生态农业模式试验研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(3): 157-159
- [3] 胡振鹏,胡松涛. “猪-沼-果”生态农业模式[J]. 自然资源学报, 2006, 21(4): 638-644
- [4] 白和盛,张家宏,王守红. 江苏省里下河地区新型生态农业模式研究[J]. 安徽农学通报, 2006, 12(9): 29-30
- [5] 肖莉,陈治谏,李豪,等. 山区微小流域新型生态农业产业链构建——以三峡库区重庆万州陈家沟小流域为例[J]. 水土保持通报, 2007, 27(1): 135-138, 145
- [6] 袁道先,刘再华,林玉石,等. 中国岩溶动力系统[M]. 北京:地质出版社, 2002
- [7] 苏维词,杨华. 典型喀斯特峡谷石漠化地区生态农业模式探析——以贵州省花江大峡谷顶坛片区为例[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(4): 217-220