

华南红壤丘陵坡地的环境特征与可持续利用问题

肖辉林

(广东省生态环境与土壤研究所, 广东 广州 510650)

摘要:系统地论述了华南红壤丘陵坡地的自然条件、发育演化、土壤性质和植被结构特征, 分析了存在的主要生态问题, 探讨了可持续利用的对策。指出坡地改良利用的目标是使坡地自然生产力提高; 在坡地改良利用中, 生态持续性是前提, 经济持续性是目的, 两者相辅相成, 缺一不可; 各项开发利用的对策、措施都要以提高坡地自然生产力为中心, 使坡地的生态和经济效益协调地持续发展。

关键词:红壤丘陵坡地; 华南; 环境特征; 自然生产力; 可持续利用

中图分类号: S284

文献标识码: A

华南粤桂闽琼四省(区), 山地丘陵多, 平原少, 而丘陵坡地大部分为红壤。华南红壤丘陵坡地, 是华南地区社会经济发展极其重要的资源。但红壤丘陵坡地长期以来受到人为干扰和不合理利用, 生态环境恶化。本文结合作者长期参加南方山区的综合科学考察工作, 对其环境特征与可持续利用问题进行探讨, 为开发利用和保护提供科学依据。

1 坡地的自然环境特征

1.1 高温多雨, 水热同期

华南地处热带亚热带, 属季风型气候区, 高温多雨, 水热同期。据统计^[9], 华南坡地年日照时数 1 800 h ~ 2 600 h, 年太阳总辐射量 $448 \text{ kJ/cm}^2 \sim 574 \text{ kJ/cm}^2$, 年均温 $20^\circ\text{C} \sim 26^\circ\text{C}$, 最冷月均温 $11^\circ\text{C} \sim 21^\circ\text{C}$, 最热月均温 $28^\circ\text{C} \sim 29^\circ\text{C}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $7\ 500^\circ\text{C} \sim 9\ 400^\circ\text{C}$; 没有气候学意义上的冬季, 植物终年生长, 喜温植物在“冬季”一般也不停止生长。加上水热同期, 农作物一年可 3~4 熟。土地的生产潜力很大, 光合潜力 $98\ 700 \text{ kg/hm}^2 \sim 126\ 450 \text{ kg/hm}^2$, 光温潜力 $97\ 500 \text{ kg/hm}^2 \sim 126\ 450 \text{ kg/hm}^2$, 光温水潜力 $92\ 070 \text{ kg/hm}^2 \sim 98\ 700 \text{ kg/hm}^2$ 。这无疑为红壤丘陵坡地的发育演化提供了环境条件, 也为高产高效农业的发展提供了光热保证。

1.2 风化壳具有灾害性的地质基础与面蚀—沟蚀—崩岗的特殊演化规律

坡地的发育受多种因素的影响, 例如, 不同地质构造、岩性, 不同地理条件(地形、气候、水文等), 不同植被及其覆盖度, 人类活动, 都对坡地的发育演化有重要影响。自然因素导致坡面的风化和常态侵蚀, 使坡地有规律地演化; 人为的盲目活动, 可瞬间破坏坡地, 造成严重的水土流失。

风化壳的形成、发育, 对坡地的演化也有重要影响。分布在华南地区的岩石, 在气候的长期作用下, 可发育成巨厚的风化壳, 尤以花岗岩类的风化壳最为典型。花岗岩类在华南地区分布很广, 地貌上多为丘陵、台地。华南气候极有利于花岗岩类风化壳的发育。该岩类风化壳在植被破坏后, 往往造成严重的水土流失, 是灾害性的地质基础。

丘陵台地坡面的发育演化, 在基本条件相似的情况下, 厚层风化壳具特殊作用, 是山体破坏的重要因素。风化壳山体具二元结构, 上部为松散的风化带, 下部为坚硬的微风化基岩, 厚风化壳存在的山坡, 具有形成面蚀—沟蚀—崩岗的特殊演化规律。坡形坡度的差异有其特殊意义: (1) $2^\circ \sim 3^\circ$ 是开始侵蚀的临界坡度; (2) $15^\circ \sim 20^\circ$ 为强侵蚀坡度; (3) $> 40^\circ$ 的坡面, 冲刷作用显著减弱, 重力作用增强, 坡面破坏后极易产生重力崩塌^[1]。

收稿日期: 2002-02-27; 改回日期:。

基金项目: 广东省农业环境综合治理重点实验室资助项目。

作者简介: 肖辉林(1961—), 男(汉族), 广东潮阳人, 副教授, 从事环境生态、可持续发展研究和期刊编辑工作。

掌握坡地发育演化规律, 对于防治水土流失, 合理利用坡地, 建立良好的生态系统, 具有重要意义。

1.3 坡地红壤风化淋溶强烈, 具酸、粘、瘦特点

红壤属于铁铝土纲中的湿润铁铝土亚纲。华南丘陵红壤包括砖红壤、赤红壤、红壤等3个土类, 分别分布于热带、南亚热带和中亚热带。

华南砖红壤主要分布于海南、雷州半岛, 在广西南南部的热带北缘也有少量分布。砖红壤分布区具有高温多雨、长夏无冬、干湿季节明显的季风特点, 原生植被为热带雨林或季雨林, 生物积累与分解作用强烈。在雨林下, 表层有机质含量高达 $80 \text{ g/kg} \sim 100 \text{ g/kg}$, 但森林一旦破坏或耕垦以后, 几年内即可降至 $20 \text{ g/kg} \sim 30 \text{ g/kg}$ ^[2]。砖红壤基性矿物强烈分解, 富铝化作用强, 粘粒硅铝率为 $1.5 \sim 2.2$, 盐基高度不饱和, 土壤呈酸性至强酸性反应。丘陵砖红壤由于水热条件优越, 适于发展热带经济作物。

赤红壤为南亚热带的代表性土壤。华南丘陵赤红壤主要分布于广东沿海及中部、桂西南及闽南一带。气候特点介于红壤与砖红壤之间, 植被为季风常绿阔叶林。土壤的脱硅富铝化作用比红壤强。硅铝率为 $1.9 \sim 2.0$ 。赤红壤中的生物物质循环比较快, 有机质分解也快, 肥力较低, 尤其是植被受到破坏后, 肥力更低。植被受破坏程度不同, 赤红壤的养分含量也不同。据我们^[3,4]的测定, 植被保存完好的, 有机质层厚度超过 15 cm , 有机质和全氮含量分别可达 70.0 g/kg 和 3.0 g/kg ; 坡面侵蚀严重的, 有机质和全氮含量分别在 10.0 g/kg 和 0.8 g/kg 以下。表层 pH 值为 4.7 ± 0.6 , 为酸性至强酸性土壤^[3,4]。丘陵赤红壤除可种植亚热带经济作物外, 还可种植部分热带林果。

在我国, 红壤主要分布于长江以南广阔的低山丘陵区。华南丘陵红壤主要分布于粤、桂、闽三省(区)的北部。红壤原生植被为亚热带常绿阔叶林。富铝化作用明显; 粘粒硅铝率在 $2.0 \sim 2.2$ 之间, 粘土矿物以高岭石为主。据我们^[3,4]的研究, 常绿阔叶林保存得好的林下土壤, 表层有机质含量高达 100.0 g/kg ; 而侵蚀红壤, 有机质含量低者在 10.0 g/kg 以下。丘陵红壤肥力低于山地红壤, 表层 pH 值平均为 4.9 , 酸性较强。华南丘陵红壤除营造林木之外, 可发展亚热带经济林果。

1.4 季节性干旱缺水明显

华南红壤丘陵坡地分布区年降雨量虽较充沛, 但地域差异显著, 年际变化大, 年内分配不均, 干湿

季节明显, 季节性干旱比较普遍, 春旱、秋旱、伏旱比较频繁。

就粤琼两省而言, 总趋势是: 春旱南重于北, 愈往南愈重, 海南(尤其是琼西南、琼南)、雷州半岛和广东南部为重春旱区; 粤北属轻春旱区, 其余地区为中春旱区; 秋旱在广东是北部、东部突出, 在海南是沿海重于内陆、北部重于南部, 西部沿海最显著, 中部山区较轻微。

在广西, 降雨分布是东多西少。虽然广西各地年降水量均大于蒸散量, 即水分有盈余, 但盈余的水分主要消耗于地表径流和土壤渗透。而就某一时期来说, 土壤蒸散量大于降水量则为水分亏缺期。广西水分亏缺期是自东向西、自北向南延长^[5]。冬春干旱期长, 土壤含水率低, 对冬种作物的播种、生长以及春季作物的播种十分不利。

丘陵赤红壤的土壤水分全年可划分为两个季节: $3 \sim 9$ 月, 土壤有效贮水量较高, 可以满足植物的生长, 这是土壤湿季; 10 月至翌年 2 月, 土壤有效贮水量较低, 甚至接近或低于凋萎湿度, 不能满足植物生长的需要, 这是土壤干季^[6]。南亚热带丘陵赤红壤地区, 在干旱季节降雨量仅占全年总降雨量的 16.7% , 而蒸发量却占年总蒸发量的 41.1% , 尤其是每隔两年左右的 1 月或 11 月前后, 常出现持续 40 多天无雨天气, $0 \text{ cm} \sim 100 \text{ cm}$ 土层的蒸散量大于降水吸入量, 土壤贮水量明显减少^[6]。

土壤干旱也与土壤水分库容有关, 而影响红壤的土壤水分库容的主要因素是土壤质地和土壤结构状况。红壤高度发育的微团聚体和较高的粘粒含量, 致使红壤的水分有效库容较小^[7]。

红壤独特的物理结构, 尤其是剖面自上而下土壤渗透速率的差异, 形成了特殊的土壤水分贮量动态, 旱季时下层土壤水分的上行运动不畅, 这是丘陵红壤浅根作物易遭受干旱胁迫的土壤内在因素。而丘陵红壤的水分循环呈强烈的季节性, 加剧了丘陵红壤区的季节性干旱。因此, 丘陵红壤的水管理应从协调气候—土壤关系和改善土壤物理结构两方面入手, 提高植物对土壤水分的利用率, 以达到抗旱、避旱的目的。

2 坡地的人为生态问题

2.1 植被破坏严重, 森林结构简单, 生态系统脆弱
长期以来, 人们违背自然规律和经济规律, 进行不合理的、粗放的、掠夺性的经营。在坡地林业利用

上,以松、杉为主,人工针叶林多,混交林少;乔木多,灌、草少。树种单一,结构简单,生态效益不能充分发挥,土地利用率低。大部分地区都没有建立必要的薪炭林基地,乱砍乱伐禁而不止,森林资源遭到严重破坏,不少地方成为光山秃岭。违背因地制宜的原则,盲目造林,结果林木生长不良,效益极差。

对森林资源只重利用,忽视保育。例如,广东省韶关市1972~1984年全市平均每年减少森林面积7467 hm²。梅州市则在1975~1985年10 a间,林地面积从80.0万hm²下降到50.7万hm²,平均每年减少2.93万hm²;森林覆盖率从52.5%下降到33.9%,平均每年减少3.5%。现在广东虽然完成了十年绿化任务,森林资源得到了一定的恢复,但不少地方植被破坏仍在继续。

2.2 坡地利用方式不合理,导致严重的水土流失,土地生产力下降

华南红壤丘陵坡地,由于降雨量大,雨季集中,再加上不合理的坡地利用方式,如陡坡开垦、顺坡耕作、刀耕火种等,极易产生水土流失。研究表明,在福建茶园土壤上,当坡度为5°时,土壤侵蚀量为49.6 t/hm²·a⁻¹,而当坡度为20°时,其侵蚀量高达170 t/hm²·a⁻¹^[8]。在同一坡度和同样降雨量的条件下,顺坡耕作比等高耕作,其土壤冲刷量大3~13倍^[9]。在海南,刀耕火种后的3 a内,表土每年平均被蚀2 cm,地表径流为林地的26倍,土壤侵蚀量为林地的590倍^[8]。粤东山区许多地方把>25°、甚至>35°的山坡地开垦为旱地,导致了水土流失和崩岗。

建国以来,华南各省(区)在治理水土流失中,取得了很大的成绩,但总的情况是点上有治理,面上破坏在扩大,治理赶不上破坏。例如,就广东和海南而言,建国初期,水土流失面积有7444 km²^[10],虽经各地积极治理,但由于出现新的水土流失,至1999年仅广东而言水土流失面积高达8109.2 km²^[11]。

红壤丘陵坡地由于土壤风化和淋溶作用强烈,水土流失强度较大。在广东,面蚀区的年侵蚀模数约为 $2 \times 10^3 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1} \sim 8 \times 10^3 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,沟蚀区约 $8 \times 10^3 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1} \sim 1.5 \times 10^4 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,崩岗区约 $1.5 \times 10^4 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1} \sim 5.0 \times 10^4 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$;按此侵蚀强度估算,广东水土流失区每年被剥离的土壤平均约 $1 \times 10^8 \text{ t}$ 。这样大量的泥沙被水流冲走后,坡面残留下大片的粗砂砾石,形成许多沟壑纵横的劣地,土壤肥力迅速下降,生境恶化。

3 坡地改良利用的目标和原则

坡地的可持续利用应包括两方面的内容,即在利用过程中应维护生态持续性和经济持续性。生态持续性是前提,经济持续性是目的,两者相辅相成,缺一不可。只有这两者的协调统一,才能建设良性循环的、高效的经济生态系统。建设这样的良性生态系统,其实质是为了提高坡地的自然生产力,所以,提高坡地的自然生产力是坡地改良利用的目标。这也是全部改良利用工作的关键。要以提高坡地自然生产力为中心,维护生态持续性和经济持续性,制定和实施坡地改良利用的对策、措施。

为了建设良性循环的、高效的经济生态系统,实现提高坡地自然生产力的目标,坡地的改良利用,必须遵循生态规律和经济规律。所以,遵循生态规律和经济规律是坡地改良利用的原则。在开发方式上,要变资源消耗型为资源节约型,变经营粗放型为经营集约型。

4 坡地可持续利用的对策

4.1 合理规划利用,建立良好的生态结构

华南红壤丘陵坡地分布范围广,自然条件复杂,各地区发展很不平衡,坡地利用受到多种因素的制约。为了充分合理利用坡地资源,必须做好土地利用总体规划,统筹兼顾,合理布局,建立适合当地的土地利用模式,充分发挥其最大的生产潜力。

土地利用必须顾及整个自然环境因素,如地理位置、海拔高度、地面坡向、坡度、水热条件、植被状况,等等。坡度>25°者,应禁止垦殖,退耕还林和封山育林。在因地制宜的前提下,还需要适度集中,建立小型商品生产基地。这样,有利于推广应用先进的生产技术,加强经营管理,降低成本,提高土地生产率,促进当地经济的发展。

坡地劈做耕地,目前仍集中在台地上,丘陵坡地上不多,山坡地上更少。由于受到灌溉设施的限制,坡地开垦成耕地有相当大的可逆性:一方面每年都有一定数量的坡地开垦成耕地,另一方面每年又有相当数量的耕地因干旱而弃为荒坡。因此,坡地发展种植业,应设法解决灌溉问题。

发展坡地林业,需解决坡地造林与坡地农业用地之间的矛盾,森林资源结构问题和经济结构问题。要根据森林的生态作用、农业的整体布局和当地的

坡地环境条件, 确定造林面积的比例。单一树种和简单的森林结构, 极易发生病虫害, 而且森林的生态效益低, 尤其是某些树种(如桉树、松、杉), 还易造成土壤酸化, 加速土壤侵蚀和土壤退化; 而复杂性有利于提高生态系统的稳定性^[12, 13], 生物多样性有利于提高生态系统的可靠性^[14], 因此, 应提倡营造混交林, 建立合理的森林资源结构。同时应遵循“以营林为基础, 采育结合, 多种经营, 永续利用”的方针, 提高经济效益, 保证坡地林业的稳步发展。

华南的草坡、草山面积较大, 占各省(区)土地面积的比例 20%以上, 而且大多数草坡是分布在红壤丘陵坡地上的, 因此, 华南红壤丘陵坡地发展畜牧业的前景相当广阔。红壤丘陵坡地发展畜牧业, 需做好以下几方面的工作。第一, 在深入研究坡地的土地特征的基础上, 确定适宜发展畜牧业的坡地, 评价其质量和生产潜力。第二, 有计划、有步骤地改良牧草。第三, 确立发展畜牧业的正确道路, 实行农牧结合、林牧结合、内外销结合, 并使经济、环境和社会三大效益相统一。

华南红壤丘陵坡地是我国发展热带作物的重要土地类型, 尤其是分布于海南岛、雷州半岛和广西南部的砖红壤丘陵坡地, 更适宜发展热带作物。热带作物要求相当高的热量条件, 因此, 只能种植于特定的环境之中。利用坡地发展热带作物, 必须根据坡地的生态条件和作物的生态习性进行合理种植。古人云, 顺天时, 量地利, 则用力少而成功多; 任情返道, 则劳而无获。

4.2 加强水土流失治理, 保证坡地可持续利用

土壤侵蚀是红壤丘陵坡地自然生产力下降最明显的原因。根据华南地区的实际情况以及总结国内外的实践经验, 红壤丘陵坡地水土流失的治理应遵循如下的原则。(1)工程措施与生物措施相结合, 以生物措施为主。工程措施和生物措施是水土保持最基本的技术措施, 在水土流失治理中各有其作用, 应把两者有机地结合起来, 互相配合, 做到工程保植物, 植物护工程, 才能相得益彰, 发挥综合治理的作用, 收到综合治理的效益。(2)治理与开发相结合, 以开发性治理为主。可在丘陵坡地上实行立体布局, 分层次造林和种植各类作物。各地的水土流失和社会经济状况有所不同, 开发性治理应有所侧重, 寻求最适合当地情况的有效的治理途径。(3)治理开发与群众利益相结合。水土保持工作, 量大面广,

要取得成效, 特别需要广大群众积极、自觉的行动。为此, 必须调动广大群众的积极性, 使群众在治理开发中得益。

在治理方法上, 要做好规划, 因地制宜, 分类治理; 突出重点, 点面结合, 循序渐进。以小流域为单元, 治一片, 成一片。小流域综合治理是全国近年来探索和总结出来的好经验, 是水土保持的一种有效治理方法, 值得各地推广。

在治理水土流失中, 生物措施是主要的, 因此这里重点论述几种有效地治理水土流失的生物措施。这些措施是种植速生植物、等高活木篱、等高草篱、等高垦殖和地面覆盖。

种植速生植物, 不仅要求它们能有效地防止土壤侵蚀, 而且要求能提供燃料、肥料、木材或纸浆原料。此类植物有马占相思(*Acacia mangium*)、柳叶相思(*A. saligna*)、南美朱缨花(*Calliandra calothyrsus*)、铁刀木(*Cassia siamea*)、三刺皂荚(*Gleditsia triacanthos*)、大花田菁(*Sesbania grandiflora*)、山麻黄(*Trema orientalis*)、狗爪豆(*Mucuna cochinchinensis*)、刀豆(*Canavalia gladiata*)、直生刀豆(*C. ensiformis*)等等。

等高活木篱, 是控制土壤侵蚀的重要措施。例如在坡地上沿等高线种新银合欢(*Leucaena leucocephala*)若干排, 株距 20 cm, 每当树高达到 1 m 左右, 离地面 30 cm 处砍伐, 即构成活篱笆。这种活篱笆能阻挡坡面侵蚀过程中由上坡搬运下来的固体物质, 使之停留于篱笆的上侧, 经过数年, 上下篱笆之间的地面, 自然形成梯田。新银合欢除了能控制土壤侵蚀和使坡面形成梯田之外, 每年削下来的枝叶还能用作燃料、饲料、绿肥等。它是热带植物, 属豆科, 在广东、广西、福建不少地方也能生长。它能适应于瘠薄的土壤, 但 pH 不能太低(不能低于 4.5~5)。

印度一些地方用香根草(*Vetiveria zizanioides*)建立等高草篱, 已有一二百年的历史。我国近年来在南方红壤丘陵低产地综合治理研究过程中已有引种。密植一排, 占地宽约 0.5 m, 便具有拦泥作用, 使草篱与草篱之间的地面形成梯田。红壤坡地柑桔园栽植香根草, 也具有良好的水土保持作用和改土增肥效果^[15]。象草(*Pennisetum purpureum*)也可建立草篱, 而且再生能力很强。国外也有类似的研究^[17], 证明草篱确实能有效地控制水土流失。这些水土保持措施, 宜试验推广。

凋落物对于防止土壤侵蚀具有特别大的作用。在森林之下,若有60%的土面有凋落物覆盖,则基本上不发生侵蚀;林下植物能起10%以内的保护作用,林冠的作用因其形态和降水性质而异,但多数有负面作用,偶尔有有限的正面作用^[19]。因此,保护森林,必须保护凋落物,否则土壤侵蚀将因此而加剧,而且系统中的养分平衡被破坏,要恢复将更困难。但是山区农民群众的燃料问题没有解决,凋落物就难以保护,林下草类也会大遭刈割。据研究^[18],频繁刈割不仅使植物的生物量逐年下降,植物种类减少,地力不断耗竭,而且抑制木本植物的生长。因此,应综合利用坡地,有计划、有步骤地营造薪炭林和种植速生植物,以解决燃料问题,或在有条件的地方推广化石燃料和沼气燃料,以减轻对森林的压力,从而控制土壤侵蚀,使坡地永续利用。

4.3 改良坡耕地土壤,提高土地生产力

华南红壤坡耕地土壤,是旱粮、经济作物、果树生产的重要土壤资源。由于高温多雨,坡耕地土壤有机质分解快,土壤养分和粘粒淋失强烈,而且大部分坡耕地是顺坡开垦,水土流失严重,从而导致坡耕地明显砂化,土壤养分含量低。例如,广东坡耕地耕层有机质含量平均为15.0 g/kg,全氮含量平均为0.8 g/kg^[19];在总面积为49万hm²的红壤坡耕地中,耕层<15 cm的占60%~70%,速效磷含量<10 mg/kg的占60%~70%,速效钾含量<100 mg/kg的占85%~90%,质地偏砂的占60%~70%,质地偏粘的占10%~15%,大多数土壤属酸性^[3]。这说明,浅、瘦、砂、粘、酸的坡耕地面积比例较大。

坡耕地的改良,关键是在种植等高活木篱、等高草篱或修筑地埂,逐步将坡地改造成梯田以解决土壤侵蚀的基础上,重点采取用养结合、正确使用化肥、多施用有机肥等综合措施。

因地制宜,改革耕作制度,用养结合,培育土壤肥力,是保证土壤肥力持续上升的重要措施。用养结合,主要是通过间、套、轮作,安排豆科作物,这样,既增加主作或后作的作物产量,又培肥地力。长期定位试验结果表明,低丘赤红壤10 a轮作中要种植3 a以上的绿肥,才能解决肥料不足及地力衰退问题,使作物产量不断提高^[20]。这一结论,对于华南红壤坡耕地的改良具有普遍意义。

红壤坡耕地,易受干旱的威胁。采用复合农林业技术、免耕覆盖技术和改善土壤结构,对红壤水分具有显著的调节作用;有计划地发展微喷灌溉,间种

或轮种深根植物利用深层贮水,能在相当程度上提高红壤水资源的利用率^[7,21]。

4.4 大力发展立体农业和生态农业

华南红壤丘陵坡地,地形复杂多样,光、热、水资源丰富,但生态系统对各种资源的利用率低。例如,在福建南亚热带的丘坡上,仅甘蔗对光能的利用率达2.86%,其余作物对其利用率均在1%以下^[22]。因而,如何提高各种资源的利用率,是坡地利用的重要问题。调整农业生产结构,发展多层次多功能的立体农业,以及改革传统的耕作制度,实行间、套种和轮作,提高复种指数,建立农林牧渔复合生态系统,加速能流和物流在生态系统中的再循环,是提高坡地资源利用率必不可少的措施。

气候生态条件和土壤条件大致决定了农业结构、作物种类、种植制度以及作物的产量、品质。应根据丘坡的海拔高度、地形、方位和红壤特性,合理安排林、果、药、茶、桑、粮、经、菜、饲等农林作物,充分利用各种地形的光、热、水资源。丘陵坡地,大部分远离污染源,可结合当地的情况,建立绿色食品生产基地。

就一般而言,红壤丘陵坡地的立体农业布局可以采取如下的方式:丘顶封山,营造防护林(水源林等);丘腰发展用材林;丘脚种植经济林果和药材,或发展粮食、经济作物和饲料;谷地以种植水稻为主,低洼处可发展渔业。各地可根据具体情况,进行合理布局。广东五华县高沙村和江西千烟洲红壤丘陵综合开发治理是立体农业和生态农业运用成功的实例^[3,23,24]。他们的经验,值得华南地区借鉴。

山区农业开发在21世纪面临着新的发展态势和挑战,旧的生产模式、观念、传统与生态保护、飞速发展的市场经济不相适应,因此,必须实施并逐步实现战略观念的转变,才能走上可持续发展的道路^[25]。坡地开发必须实现从重视数量到重视质量,从抓粮到挣钱,从生存农业到生态农业,从经验到科学,从单一思想到复合思维的转变。

参考文献:

- [1] 张经纬,姚清尹,李焕珊,等.华南坡地研究[M].北京:科学出版社,1992.
- [2] 赵其国,石华.我国热带亚热带地区土壤的发生、分类及特点[A].见:李庆远.中国红壤[C].北京:科学出版社,1985.1~23.
- [3] 广东省科学院丘陵山区综合科学考察队.广东山区土壤[M].广州:广东科技出版社,1991.

- [4] 林美莹, 邹国础, 肖辉林, 等. 韶关市土壤类型及土壤资源开发利用分区[A]. 见: 中国科学院南方山区综合科学考察队第四分队. 广东省韶关市综合科学考察报告集[C]. 广州: 广东科技出版社, 1987. 381~428.
- [5] 广西土壤肥料工作站. 广西土壤[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1994.
- [6] 张秉刚, 卓慕宁, 骆伯胜, 等. 广东丘陵土壤水热资源及其开发利用[M]. 广州: 广东科技出版社, 1994.
- [7] 张斌, 张桃林. 南方东部丘陵区季节性干旱成因及其对策研究[J]. 生态学报, 1995, 15(4): 413~419.
- [8] 龚子同, 史学正. 我国热带亚热带土壤合理利用和土地退化的防治[A]. 见: 中国科学院红壤生态实验站. 红壤生态系统研究(第1集)[C]. 北京: 科学出版社, 1992. 14~20.
- [9] 广东省土壤普查办公室. 广东土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [10] 广东省科学院丘陵山区综合科学考察队. 广东山区水土流失及其治理[M]. 广州: 广东科技出版社, 1991.
- [11] 广东省环保局. 1999年广东省环境状况公报[EB]. <http://www.gdpcb.gov.cn/ggao/99gg.htm>. 2001-11-12.
- [12] McCann K, Hasting A, Huxel G R. Weak trophic interactions and the balance of nature[J]. *Nature*, 1998, 395: 794~798.
- [13] Polis G A. Stability is woven by complex webs[J]. *Nature*, 1998, 395: 744~754.
- [14] Naeem S, Li S B. Biodiversity enhances ecosystem reliability[J]. *Nature*, 1997, 390: 507~509.
- [15] 陈凯, 胡国谦, 饶辉茂, 等. 红壤坡地柑桔园栽植香根草的生态效应[J]. 生态学报, 1994, 14(3): 249~254.
- [16] 黄秉维. 华南坡地利用与改良的重要性与可行性[J]. 地理研究, 1987, 6(4): 1~14.
- [17] Gilley J E, Eghball B, Kramer L A, et al. Narrow grass hedge effects on runoff and soil loss[J]. *Journal of Soil & Water Conservation*, 2000, 55(2): 190~196.
- [18] 刘更另. 红壤丘陵山区人为活动对植被恢复影响研究[J]. 中国农业科学, 1999, 32(4): 49~54.
- [19] 朱世清. 广东省坡耕地状况及其利用改良对策[J]. 热带亚热带土壤科学, 1994, 3(3): 121~126.
- [20] 刘腾辉. 赤红壤开垦利用后生态环境的变化[J]. 生态学报, 1990, 10(3): 213~219.
- [21] 姚贤良. 红壤水问题及其管理[J]. 土壤学报, 1996, 33(1): 13~20.
- [22] 连玉武. 南亚热带地区农业生态系统的能流分析[J]. 生态学杂志, 1988, 7(6): 1~6.
- [23] 李飞. 南方丘陵山区开发途径[A]. 见: 中国科学院南方山区综合科学考察队. 中国亚热带东部丘陵山区开发治理典型经验[C]. 北京: 科学出版社, 1989. 1~10.
- [24] 那文俊. 千烟洲脱贫致富走出了一条新路[A]. 见: 中国科学院南方山区综合科学考察队. 中国亚热带东部丘陵山区开发治理典型经验[C]. 北京: 科学出版社, 1989. 11~27.
- [25] 陈国阶. 我国山区农业发展急需转变战略思维[A]. 山地学报, 2001, 19(4): 339~343.

Environmental Features of Hilly Slope Land of Red Soil in South China and the Sustainable Utilization

XIAO Hui-lin

(Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: In this paper, the natural conditions, evolution, soil properties and vegetation structural features of the hilly slope land of red soil in south China are systematically expounded; the principal ecological problems are analysed; and the strategies of sustainable utilization are discussed. The paper suggests that the goal of improving and utilizing the slope land is to increase its natural productivity. In the improvement and utilization, the ecological sustainability is a prerequisite, while the economic sustainability is an objective, and the both are essential and complement each other. Any exploitation strategy must focus on increasing the natural productivity of the slope land, and make the ecology and economic production of the slope land harmoniously and sustainably develop.

Key words: hilly slope land of red soil; south China; environmental features; natural productivity; sustainable utilization