

花岗岩不同土地利用类型坡地水土流失特征^{*}

阮伏水

(福建师范大学自然资源研究中心 福州 350007)

摘 要 利用福建省安溪水土保持试验站的实测资料,对花岗岩不同土地利用类型坡地的水土流失特征进行了初步研究,试验结果说明,坡地只要有一定的植被覆盖和适当的坡地工程,水土流失均可得到控制。松耕使坡耕地土壤侵蚀力急剧下降,必须加强夏季园面覆盖。建议利用 USLE 进行土壤侵蚀预测时,未扰动自然裸露坡地 C 取值 0.1—0.3。实测结果显示,香根草带和牧草覆盖均有良好的保持水土效益,与山边沟工程结合,可以在较陡坡地果园开发中替代梯田台地进行推广。

关键词 径流系数 侵蚀模数 土地利用
分 类 (中图法)X37 (科图法)57.1951

福建省具有“东南山国”之称,山地丘陵面积占土地总面积的 83.4%,花岗岩面积占全省陆地面积的 30%左右,据 1984 年普查,全省 80%水土流失区分布在花岗岩地区。近年来由于经济发展,出现开发坡地热潮,坡地土地利用类型发生了较大变化,并对区域环境造成深刻影响。研究花岗岩坡地不同的土地利用方式对水土流失影响,对全省的坡地开发具有重要指导意义。本文根据安溪官桥试验小区资料,试图对不同土地利用坡地的水土流失特征进行初步研究,以为坡地开发提供依据。

1 研究区域的自然条件与试验方法

研究区位于福建省东南花岗岩土壤侵蚀典型区——安溪县官桥境内,气候属南亚热带海洋性季风气候,年平均气温 20.9℃,多年平均降雨量为 1600mm,试验区为低丘,成土母岩为燕山早期黑云母粗粒花岗岩,在暖湿气候下,风化强烈,风化壳深厚,达 30—60m,发育于风化壳上层的赤红壤因严重土壤侵蚀,心土层与母质层出露,坡地只残留有少量的“小老头松”。就福建坡地土地利用类型而言,主要有林地、果园、茶园、坡耕地等,为此,我们根据这些土地利用类型于 1984 年建成 26 个径流小区,1988 年对小区处理进行了调整(见表 1)。

试验场布置有自记雨量仪和自记水位计,径流量根据沉沙池水量和出流量求出,泥沙量

^{*} 福建省自然科学基金课题(D93006)资助。

收稿日期:1994—05—23,收到修改稿日期:1995—01—24

通过对沉沙池内分层采取的悬浮质水样和自动取样瓶所取的出流水样烘干后求取悬浮质再加上推移质(也取样烘干称重)而求取的。下面结果主要根据 1991—1993 年观测资料整理而成。

表 1 径流小区基本情况
Tab. 1 The basic status of runoff plots

| 小区号 | 坡度 (°) | 坡长 (m) | 集水面积 (m ²) | 坡地工程 | 作物种类 | 备 注 |
|-----|-----------|-----------|---------------------------|------|--------------|--------------------------------|
| 1 | 22 | 17.98 | 66.67 | 松耕顺坡 | 休 闲 | 裸 露 |
| 2 | 22 | 17.98 | 66.67 | 香根草带 | 5 行香根草带、中间休闲 | 1991 年种植香根草带 |
| 3 | 22 | 17.98 | 66.67 | 梯 田 | | 5 月中旬种 |
| 4 | 22 | 17.98 | 66.67 | 台 地 | 茶 叶 | 1984 年种,覆盖率 75% |
| 5 | 22 | 17.98 | 66.67 | 梯 田 | 茶 叶 | 1984 年种,覆盖率 75% |
| 6 | 18 | 17.53 | 66.67 | 松耕顺坡 | 休 闲 | 裸 露 |
| 7 | 18 | 17.53 | 66.67 | 梯 田 | 地 瓜 | 5 月中旬种 |
| 8 | 18 | 17.53 | 66.67 | 顺 坡 | 台湾相思 | 覆盖率 90%,1984 年种 |
| 9 | 18 | 17.53 | 66.67 | 梯 田 | 茶 叶 | 1984 年种,覆盖率 72% |
| 10 | 18 | 17.53 | 66.67 | 台 地 | 茶 叶 | 1984 年种,覆盖率 70% |
| 11 | 26 | 18.55 | 66.67 | 台 地 | 双 华 李 | 1988 年种,覆盖率 75% |
| 12 | 26 | 18.55 | 66.67 | 梯 田 | 双 华 李 | 1988 年种,覆盖率 75% |
| 13 | 26 | 18.55 | 66.67 | 香根草带 | 5 行草带间作地瓜 | 1991 年种香根草,每年 5 月中旬种地瓜,12 月下旬收 |
| 14 | 26 | 18.55 | 66.67 | 等 高 | | 1988 年种,覆盖率 76% |
| 15 | 26 | 18.55 | 66.67 | 松耕顺坡 | 休 闲 | 裸 地 |
| 16 | 14 | 25.97 | 100.00 | 香根草带 | 杨 梅 | 1988 年种植杨梅,覆盖率 55% |
| 17 | 14 | 17.18 | 66.67 | 梯 田 | 双 华 李 | 1988 年种,覆盖率 75% |
| 18 | 14 | 17.18 | 66.67 | 香根草带 | 7 行草带间种地瓜 | 1991 年种草带,每年 5 月中旬种地瓜,12 月下旬收 |
| 19 | 14 | 17.18 | 66.67 | 等 高 | | 1988 年种,覆盖率 78% |
| 20 | 14 | 17.18 | 66.67 | 松耕顺坡 | 休 闲 | 裸 地 |
| 21 | 10 | 25.40 | 100.00 | 台 地 | 茶 叶 | 1991 年种,覆盖率 78% |
| 22 | 10 | 16.70 | 66.67 | 梯 田 | 双 华 李 | 1988 年种,覆盖率 75% |
| 23 | 10 | 16.70 | 66.67 | 梯 田 | 地 瓜 | 5 月中旬种 |
| 24 | 10 | 16.70 | 66.67 | 等 高 | 菠 萝 | 1988 年种,覆盖率 75% |
| 25 | 10 | 16.70 | 66.67 | 松耕顺坡 | 休 闲 | 裸 露 |
| 26 | 21 | 21.40 | 100.00 | 自然坡地 | 裸 地 | |

注:表中覆盖率为 1991—1993 年平均值,茶果林小区林下及梯壁有杂草生长,其盖度为 15—25%。

2 试验结果与分析

2.1 不同土地利用类型的坡地径流特征

坡地径流取决于降雨特征与下垫面状况,不同土地利用类型,由于植被、坡地工程和土壤等因素不同,径流特征存在明显差异。根据试验结果,坡度和坡长对径流影响较少,我们以土地利用类型即不同植物和不同坡地工程进行归类分析。整理所测数据,结果见表 2。

表 2 不同土地利用类型地表径流特征

Tab. 2 Characteristics of surface runoff on various land used

| 小区土地 利用类型 | 项 目 | 月 份 | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 自然裸地 | D | | 81.6 | 41.4 | 51.2 | 155.3 | 103.4 | 65.8 | 86.0 |
| | C | | 46.2 | 37.2 | 32.3 | 51.6 | 58.6 | 39.3 | 49.4 |
| 松耕抛荒地(1,6,15,20,25) | D | | 31.3 | 12.2 | 31.8 | 90.3 | 68.2 | 51.9 | 62.4 |
| | C | | 17.7 | 11.0 | 19.7 | 30.3 | 38.6 | 31.0 | 35.8 |
| 草带地瓜(13,18) | D | | 1.5 | 0.7 | 1.2 | 15.2 | 7.5 | 1.0 | 2.8 |
| | C | | 0.85 | 0.6 | 1.1 | 5.2 | 4.2 | 0.6 | 1.6 |
| 梯田地瓜(3,7,23) | D | | 1.7 | 1.1 | 2.5 | 8.8 | 3.0 | 5.6 | 4.6 |
| | C | | 1.0 | 1.0 | 1.6 | 2.8 | 1.7 | 3.4 | 2.4 |
| 台地茶叶(4,10) | D | | 1.7 | 0.5 | 0.8 | 5.6 | 1.8 | 2.0 | 4.5 |
| | C | | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 1.9 | 1.0 | 1.2 | 2.6 |
| 梯田茶叶(5,9) | D | | 1.2 | 0.5 | 0.8 | 4.1 | 1.8 | 2.0 | 1.8 |
| | C | | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 1.6 | 1.0 | 1.2 | 1.0 |
| 梯田果园(12,17,22) | D | | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 6.3 | 0.1 | 0.6 | 0.8 |
| | C | | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 2.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| 台地果园(11) | D | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 24.8 | 0.0 | 0.2 | 0.6 |
| | C | | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 8.2 | 0.0 | 0.1 | 0.3 |
| 草带果园(16) | D | | 6.7 | 4.9 | 4.2 | 18.3 | 12.5 | 5.5 | 15.3 |
| | C | | 3.8 | 4.4 | 2.6 | 6.1 | 7.1 | 3.3 | 8.9 |
| 台湾相思(8) | D | | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 8.1 | 2.5 | 0.9 | 1.1 |
| | C | | 0.1 | 0.48 | 0.1 | 2.7 | 1.4 | 0.6 | 0.7 |
| 等高菠萝(14,19,22) | D | | 1.8 | 1.1 | 1.4 | 3.5 | 1.3 | 1.3 | 2.2 |
| | C | | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 1.4 |
| 降雨量(mm) | | | 176.6 | 111.1 | 161.7 | 300.9 | 176.6 | 167.3 | 174.3 |
| | | | | | | | | | 1268.5 |

注:①各土地利用类型括号内数字为径流小区区号;②D——径流深(mm),C——径流系数%;③表中数字为1991—1993年平均值。

从表 2 可以看出,10 种不同坡地土地利用类型的地表径流有明显差异,自然裸地地表径流系数最高达 46.2%,在此把它划分为 I 类坡地;松耕顺坡抛荒区径流系数次之,为 28.3%,把它划为 II 类坡地;草带果园、草带地瓜、梯田地瓜、台地果园等径流系数分别为 5.3%、2.4%、2.2%、2.1%,把它们归为 III 类坡地;水土保持林、等高菠萝、梯田、茶叶、梯田果园等径流系数最小,分别为 1.1%、1.0%、1.0%、0.7%,把它们划为 IV 类坡地。I 类坡地由于土壤紧实,土壤容重为 1.41g/cm³,土壤入渗率较低,所以径流系数高,而 II 类坡地由于人为翻耕,表层较松,土壤容重仅 1.10g/cm³,土壤入渗率较 I 类坡地高,但因次表层(15cm 以下)土壤紧实,土壤容重为 1.39g/cm³,形成隔水层,所以也有较高的径流系数。III、IV 类坡地由于有植被的拦截和坡地工程的拦蓄以及较好的土壤结构,0—30cm 深土壤容重平均为 1.05—1.25g/cm³,有利于地表径流的渗透,所以地表径流系数均较低。各类型坡地的地表径流系数季节变化趋势,基本与降雨量变化相似,但 I、II 类坡地径流系数最高均出现在 7 月份,而降雨量则是 6 月大于 7 月,说明 7 月份雨强对产流有重要作用。

土地利用类型以及森林覆盖率的变化,对流域年径流系数的影响较为复杂,目前争论也较

大,如果把植被覆盖较高的流域与裸露坡地为主的流域径流系数均看作为 60%,则根据上述的试验结果,坡地植被对坡地地表径流起决定性作用(除降雨因子外),林果茶坡地面积比例越大的流域,坡地地表径流直接补给河流的比例越小,在土层较深厚的茶果林为主的流域,其比例仅为 2—4%,地下流和壤中流则占径流总量的 98—96%,而在自然裸地为主的流域,坡地地表径流直接补给河流的径流比例可达 77%。以上分析说明,在林茶果区,土壤壤中流可能在流域造峰和汇流过程中,起极重要的作用。

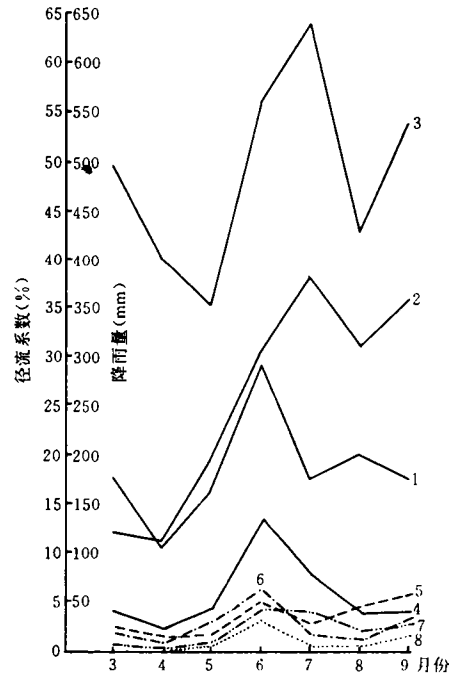
不同土地利用类型的坡地不仅地表径流系数不同,而且,其径流过程也差异甚大(见图 1)。

从图中可以看出,自然裸地和翻松顺坡抛荒坡地的产流过程线瘦尖,净雨量值很高,净雨量产生时间与降雨时间几乎同步,反映出明显的超渗产流特征,而其他类型坡地净雨峰值较小,净雨过程线较平缓,净雨产生的时间也落后于降雨时间,反映出一定的蓄满产流特征。不同坡地类型的这种产流过程对小流域汇水和洪峰产生深刻影响,其充分证明了为什么在植被稀疏和裸露的严重土壤侵蚀区旱涝频繁的症结所在。

2.2 不同土地利用类型的土壤侵蚀特征

根据 1991—1993 年实测资料,各土地利用类型坡地土壤侵蚀特征见表 3。

从表 3 可知,松耕抛荒裸地年土壤侵蚀模数最大,达 $15\ 881\text{t}/\text{km}^2$,其次为自然裸地,年侵蚀模数为 $1\ 312\text{t}/\text{km}^2$,草带果园平均年侵蚀模数也较大,达 $303.9\text{t}/\text{km}^2$,其它各类坡地年侵蚀模数均在 $100\text{t}/\text{km}^2$ 以下,这说明,坡地只要有一定植被覆盖,并配置有坡地工程措施,各种土地利用类型坡地土壤侵蚀均可以控制在我国规定的最低允许土壤侵蚀范围之内,根据水电部 1988 年颁布的年最低允许侵蚀模数为 $200\text{t}/\text{km}^2$ ^[1]。表 2、3 还说明,自然裸地尽管地表径流系数高于松耕抛荒裸地,但侵蚀模数则小于后者。为说明这一问题,我们对坡度和坡长相似的径流小区进行比较,结果见表 4。



1. 降雨量;2. 松耕抛荒区;3. 自然裸地;4. 地瓜区;
5. 茶叶区;6. 菠萝区;7. 水土保持区;8. 果树区

图 1 不同土地利用类型的径流系数(3—9 月)

Fig. 1 The coefficient of runoff on various slope land use

表 3 不同土地利用类型土壤侵蚀特征

Tab. 3 Characteritics of soil erosion on various slope land use

| 土地 利用类型 | 月 份 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 3—9 |
|------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 自然裸地 | | 146.6 | 83.9 | 141.2 | 256.1 | 285.0 | 209.9 | 180.3 | 1312.0 |
| 松耕抛荒地 | | 137.4 | 427.0 | 1592.0 | 4166.6 | 3308.0 | 3812.0 | 2438.0 | 15881.0 |
| 草带地瓜 | | 0.5 | 0.0 | 39.8 | 52.6 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 梯田地瓜 | | 0.0 | 0.0 | 6.7 | 32.0 | 9.7 | 2.1 | 0.0 | 50.5 |
| 台地茶叶 | | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 10.9 | 0.2 | 0.8 | 9.7 | 24.3 |
| 梯田茶叶 | | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 |
| 梯田果园 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.3 |
| 台地果园 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.3 |
| 草带果园 | | 4.4 | 2.6 | 4.1 | 144.5 | 19.6 | 49.7 | 79.0 | 303.9 |
| 台湾相思 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 |

注：表中数字为 1991—1993 年平均值。

表 4 不同坡地处理水土流失比较

Tab. 4 Comparison of soil and water losses on differently treated slopes

| 坡地不同处理 | 坡 度 | 坡 长 | 年土壤侵蚀模数 | 年径流深 | 单位径流深土壤侵蚀模数 |
|--------|-----|-------|----------------------|-------|-------------------------|
| | (°) | (m) | (t/km ²) | (mm) | (t/km ² ·mm) |
| 自然裸地 | 21 | 21.42 | 1 867 | 613.4 | 3.04 |
| 松耕抛荒裸地 | 18 | 17.52 | 2 0668 | 472.8 | 43.71 |

注：表中数字为 1985—1987 年和 1991—1993 年共 6 年年平均值。

表 4 说明，自然坡地的年径流深为松耕抛荒裸地的 1.3 倍，而年侵蚀模数仅为后者的 1/11，单位径流深土壤侵蚀模数仅为后者的 14.4 倍，这表明松耕后的坡地土壤抗侵蚀能力急剧下降，土壤容易受到侵蚀。美国通用方程式 ULSE 中，标准小区 C 值仅 1.0（处理与松耕荒裸地一致），而自然裸地 C 值取 0.45^[2]，根据以上实测结果，自然裸地的 C 值要比通用方程中使用的 C 值低得多，我们在南安、长汀等地的实测结果也反映出相似的结果。根据我们布设的流失桩观测资料，未扰动自然坡地（不包括浅切、切沟、有沟在内）的侵蚀模数均不超过 4 500t/km²·a，而松耕抛荒坡地均超过 15 000t/km²·a，所以，建议根据土壤抗侵蚀状况，自然坡地的 C 值取 0.1—0.3。松耕是坡耕地经营的特点。所以，如何增加地表覆盖，设置拦蓄措施等以弥补因耕作导致土壤抗侵蚀能力下降之不足，达到保持水土效益是今后水土保持研究工作的一个重要课题。

表 3 还显示，各坡地类型的侵蚀模数年内分布基本与降雨量季节分配一致。在降雨侵蚀动力较大的 5—9 月，增加坡地地表覆盖是减少土壤侵蚀的关键。

同一利用方式，因开发时间不同，水土流失也明显不同。随着开发时间推移，植被覆盖率的提高以及土壤的逐步改良，水土流失随之减弱（见表 5）。

表 5 不同时期坡地水土流失变化
Tab. 5 The change of the soil and water losses in different periods

| 坡地 利用类型 | 项 目 | 年 份 | | | | | | |
|---------------|--------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1991 | 1992 | 1993 |
| 台湾相思与 黄栀子区 | P | 30 | 71.2 | 95 | 100 | | | |
| | C | 8.0 | 45 | 2.1 | 1.4 | | | |
| | M | 5020 | 333 | 15 | 0 | | | |
| 梯田茶叶区 | P | | 20 | 31 | 45 | 65 | 70 | 75 |
| | C | | 7.5 | 5.0 | 1.5 | 4.5 | 1.0 | 1.0 |
| | M | | 717.7 | 133.4 | 88.1 | 2.2 | 0 | 0 |
| 梯田大豆—绿豆区 | C | | 8.0 | 5.0 | 5.0 | | | |
| | M | | 318.0 | 78.0 | 32.9 | | | |

注：①1990 年对茶叶进行过修剪；②P——植被覆盖率(%)，C——径流系数(%)，M——年土壤侵蚀模数(t/km²·a)。

从表 5 可知，灌丛区由于 1984 年挖穴工程造林，造成较大面积松土，土壤侵蚀较严重，随着树木的生长和覆盖度的逐步提高，植被保土拦砂效果也逐渐增强，到 1987 年，水土流失已基本得到控制。梯田茶叶区由于 1984 年初动工修建梯田，动土面较大，到 1985 年，坡地梯田尚未稳定，所以土壤侵蚀尚较严重，土壤侵蚀模数达 717.7t/km²。随着茶叶生长和土壤逐步改良以及梯田梯壁杂草的生长，水土流失逐步得到控制，到 1991 年已基本无水土流失现象。梯田作物区由于修建初期，梯田未稳定，坡地尚有一定程度的水土流失，随着作物的连年种植生长，土壤结构的改善，以及梯田日趋稳定，水土流失也逐步得到控制。以上试验结果说明，同一土地利用类型，由于不同时期，植被覆盖以及土壤条件等差异，水土流失也差异甚大，在坡地开发的头 1—2 年，由于坡地土体受到扰动以及植物处于幼苗期，覆盖率较低，水土流失较严重，所以应特别注意坡地开发初期水土保持工作，加强新开梯田园面覆盖，尽量避免 6—7 月降雨侵蚀动力高峰季节的地表裸露现象。

坡度与土壤侵蚀关系较为复杂，坡地工程的修建以及随着各种植物覆盖率的提高，坡度对土壤侵蚀的影响减弱。根据 1991—1993 年实测资料，除了松耕抛荒裸地外，其他小区坡度与土壤侵蚀的关系没有一定的规律。坡度对有梯田和台地工程的坡地土壤侵蚀的影响主要是通过影响工程质量和坡地稳定性间接地影响土壤侵蚀的。坡度越大，修建梯田台地的技术要求越高，动土量越大，坡地稳定性越弱。根据我们野外考察，由于受经济和技术条件的制约，在坡度大于 20°的较陡坡地修建的梯田、台地工程质量较差，梯壁崩坍现象时有发生，土壤侵蚀较为严重。在缓坡开壁的梯田、台地因动土量相对较小，梯面宽，梯壁较低，土壤侵蚀相对较弱。在坡地无工程措施条件下，坡度对土壤侵蚀有明显影响。整理实测资料，结果见表 6。

从表 6 可知，随坡度的增加，由于径流动力加强，土壤颗粒本身抗侵蚀力减弱，所以土壤侵蚀加剧。特别是松耕荒裸地区，从坡度 22°增加到 26°，土壤侵蚀猛然增加。说明 22°以上坡地已为脆弱地带，坡地开发应特别注意作好水土保持。

表 6 坡度对土壤侵蚀的影响

Tab. 6 The influence of the slope inclination to soil erosion

| 坡度 同处理 | 10° | 14° | 18° | 22° | 26° |
|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 松耕抛荒裸地区 | 15 790 | 20 100. 0 | 20 993. 0 | 21 874. 0 | 29 196. 0 |
| 顺坡马唐牧草区 | 122. 4 | 148. 6 | | | 209. 3 |

注：表中数字为 1985—1987 年年平均土壤侵蚀模数(t/km²)

3 问题讨论

根据以上试验结果,坡地只要修建成标准梯田、台地,并有一定的植被覆盖,水土流失均可得到控制。梯田工程在我国已沿用 2000 多年,并被推广到许多国家,成为世界性水土保持措施。但梯田台地工程也具有其明显局限性,主要表现在:修建梯田台地花工大、成本高,且每年需要维修保护,由于受经济和建造技术水平的限制,农民修建的梯田台地工程质量较差。就目前福建省而言,2/3 以上果园为不标准梯田(郑益智,1993),水土流失较严重,许多新开发果园成了“三跑果园”(即跑水、跑土、跑肥),土壤肥力遭到破坏。修建梯田,表土层基本受到破坏,心土层出露,肥力降低;较陡坡地修建梯田台地、梯壁临空面的存在会导致坡地的不稳定,在暴雨冲击下,容易造成崩坍。梯田台地的这种局限性随坡度的增加而增加,在较缓的坡地修建梯田,这些局限性可大大减缓。所以在坡度较大的坡地开发中,探索新的水土保持措施已势在必行。

香根草(*Vetiveria spp*)属禾本科,为多年生草本,它具有如下特点:无性繁殖,一年就可交叉和生长成密集绿篱;根系深且垂直,据在安溪试验结果,三年生的香根草,根系平均深为 1.2m,侧根为 12cm,草带宽仅 25—30cm;对土壤和气候要求不高,栽种方便,建造香根草带成本低,维护管理方便,占地少,其萌发力强,每年可割青 2—3 次,可提供燃料和旱季果园敷盖,减少旱季园面蒸发。

根据我们在安溪试验站的径流小区试验结果(见表 7)表明:香根草带发育到一定阶段,具有与有坡面工程措施梯田相似的保持水土功能,且随时间推移,保持水土效益日趋明显。与松耕裸地相比,香根草带第 2、3 年的拦砂率分别达 95.8%和 99.8%,拦蓄径流率达 43.8%和 82.3%。香根草带套种作物与果树完全可以把土壤侵蚀控制在允许范围之内。

香根草带除了具有保持水土功能外,与梯田相比,投资较省,据我们推算,香根草带投入不及梯田的 1/4,而且无需象梯田那样年年维修保护,也不会因坡面大量动土而使表土破坏。香根草带+果树+绿肥作物并配套山边沟工程,在坡度较大、经济条件较差的我国南方贫困山区坡地果园开发中,有广阔的推广前景。山边沟工程指按不同坡度的规定沟距,依等高设置几道等高内倾式沟埂,并种上草,以导走坡面径流,减少冲刷,这种沟埂可同时兼作田间交通便道^[3]。

表 6 同样给我们这一启示,即只要坡地有植被覆盖,无需梯田台地,水土流失也可得到控制。牧草覆盖并配合山边沟工程的果园开发模式,根据我们在建阳市试验推广的情况,也具有保持水土、省工、交通作业方便等优点,可以在经济较发达的沿海地区推广用于坡地果园的开

发。

表 7 香根草带保持水土效益
Tab. 7 The benefit of the soil conservation of The Vetiveria Belts

| 坡面工程 | 作物类型 | 坡度 (°) | 坡长 (m) | 土壤侵蚀模数(t/km ²) | | | 径流深(mm) | | |
|------------|-------------|-----------|-----------|----------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | | | | 1991 年 | 1992 年 | 1993 年 | 1991 年 | 1992 年 | 1993 年 |
| 梯田 | 地瓜 | 22 | 17.98 | 211.9 | 74.85 | 70.5 | 45.1 | 59.5 | 42.60 |
| | 地瓜 | 18 | 17.50 | 46.35 | 0 | 11.4 | 17.5 | 20.5 | 10.20 |
| 香根草带 间作 | 7 行草带中间种植地瓜 | 26 | 18.55 | 238 | 2.1 | 0 | 18.4 | 2.7 | 1.50 |
| | 5 行草带中间种植地瓜 | 14 | 17.20 | 48.75 | 86.35 | 30.15 | 73.8 | 59.9 | 25.10 |
| | 5 行草带中间休闲 | 22 | 17.98 | 7286.6 | 574.6 | 18.9 | 486.4 | 201.56 | 51.70 |
| | 5 行草带间作果树 | 14 | 25.77 | 879.3 | 24.1 | 8.6 | 101.0 | 72.8 | 28.6 |
| 松耕顺坡 | 休闲 | 22 | 17.98 | 18232.5 | 13538 | 22386 | 387.0 | 369.40 | 292.10 |

注:1991、1992、1993 年的降雨量分别为 1391.7、1295、1472.5mm。

4 结 语

根据以上试验结果,在坡地开发的初期,特别是梯田台地工程的修建会造成一定的水土流失,必须加强园面覆盖。只要坡地有高质量的工程措施,随着作物的生长,植物覆盖率的提高,水土流失可得到控制。

松耕使土壤抗侵蚀能力急剧下降,所以必须加强坡耕地地表覆盖,以克服这一不足。在利用 ULSE 进行自然裸露坡地土壤侵蚀预测时,建议 C 取 0.1—0.3。香根草带+果树+绿肥作物并配套山边沟工程这一开发模式,可以在经济较落后、坡度较大的坡地果园开发中推广;果树+牧草覆盖并配套山边沟模式可以在沿海经济较发达的地区推广。

致谢 撰写过程中得到福建师范大学朱鹤健教授和林其东教授的悉心指导,在试验观测和资料整理过程中,得到安溪水土保持试验站许建金、施悦忠等同志帮助,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

1 中华人民共和国水利电力部. 水土保持技术规范 SD238—87. 北京:水利电力出版社,1988.
2 Wischmerier W H,Smith D D. Predicting Rainfall Erosion Losses,Supersedes Agriculture Handbook No. 282. Science and Education Administration of United States,Dept. of Agri. 1978,(12):54—55.
3 台湾山坡地水土保持技术规范简介. 福建水土保持,1991,(1):59—60.

A PRELIMINARY STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF SOIL AND WATER LOSSES ON VARIOUS SLOPING LAND IN GRANITE AREA

Ruan Fushui

(*Research Center of Natural Resources*
of Fujian Normal University Fuzhou 350007)

Abstract

A preliminary study on the characteristics of soil and water losses on slopes land use for various purposes has been made based on the data obtained from the Anxi experimental station. The results show that the soil and water losses can be gradually controlled as long as the slopes have a certain vegetation cover combined with appropriate slope interceptive works, though some soil and water losses may occur at the beginning period. Because the disturbed soil has a weak resistance to erosion, the coverage of cultivated land should be increased, especially in summer. It is suggested that the C value should be 0.1—0.3 on undisturbed natural bare slopes when USLE is adopted to predict the soil erosion.

The contour terrace has a sound function of soil and water conservation, but it has some limits such as expensive labour cost and inconvenient transportation. Based on the measured data, the Vetiveria belts and grass cover have the similar function of soil and water conservation to contour terrace on slope. The model of the Vetiveria belts interplanting with fruits and annual leguminous crops combined with hill side ditch can be extended on steep slope. The pattern of fruit garden with grass cover combined with hill side ditch can be spread in the coastal areas where have a good economic condition.

Key words Runoff coefficient, Soil erosion modulus, Land use