

红壤坡地不同树种林下水土流失特征研究

廖承彬¹, 魏天儒²

(1. 浙江省水土保持监测中心, 浙江 杭州 310009; 2. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 利用浙江省兰溪水土保持综合试验站不同树种的 7 个径流小区连续 9 a(1985—1997 年)的监测资料,分析了不同树种林下水土流失的动态过程。结果表明:(1)在树木栽培的前 2 a 内水土流失较为严重,前 2 a 内水土流失除茶园地和松树林地外,占 9 a 水土流失总量的 90%以上。随着树龄的增长,林木水土保持功能增加,小区水土流失趋于减缓,部分树种林下的侵蚀产沙接近于零。(2)前 2 a 内各林地小区水土流失强度排序为:杉树林>密柑林>稀柑林>毛竹林>混交林。林灌混交林地小区的水土保持功能最为明显。(3)茶园地和生产管理中,由于施肥和采茶等人为的干扰,水土流失没有表现出随树龄的增加而减缓的趋势,其水土流失年际间波动明显。研究表明,在培育水土保持林时,最初 2 a 内是加强林下水土保持的重要时段,茶园地加强施肥采茶等生产过程的人为干扰更是减少水土流失的关键。

关键词: 不同树种; 树龄; 产流; 水土流失

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)02-0198-05

中图分类号: S157.1

Characteristics of Soil and Water Loss on Red Soil Slope Land Under Forest with Different Tree Species

LIAO Cheng-bin¹, WEI Tian-ru²

(1. Monitoring Center of Soil and Water Conservation of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang 310009, China;
2. Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper, aiming at detecting the difference of soil losses under different vegetation types, analyzed the dynamic processes of soil and water loss under forest with different tree species using 9 years' data of 6 runoff plots observed in 1995—1997 from Lanxi comprehensive test station of soil and water conservation in Zhejiang Province. The results were as following: (1) In the first 2 years after tree planting, soil and water loss were very serious. Soil and water loss were above 90 percent of all 9 years' except tea garden and pine tree, but the soil loss decreased with tree growth due to improvement of soil and water conservation capabilities of these forest. Soil erosion and sediment yield were almost not detected in some forests; (2) Soil erosion intensity in the first 2 years follows an order: china fir forest>dense citrus forest>sparse citrus forest>bamboo forest>mixed forest. The coniferous and broad-leaved mixed forest is the most effective in reducing the soil and water loss; (3) Soil and water loss did not vary with the time, and the significant inter-annual fluctuations was detected in tea orchard due to the interference of artificial fertilization and picking tea. Some conclusions could be drawn that in the cultivation processes of soil and water conservation forest, the first 2 years was an important period to the control of soil and water conservation. Strengthen the production management of tea garden fertilization and picking tea were specially the key measures to reducing soil and water losses.

Keywords: different tree species; tree age; runoff; soil and water loss

林地建设是生态恢复和生态环境建设的主要内容,是水土资源保护的主要措施。以森林为主体的植被建设,愈来愈取得社会各界的认同,受到了国家的高度重视。不同行业的研究人员从不同角度研究了不同造林树种对水土流失的影响,对于植被恢复的林

种选择具有重要意义。在我国南方地区,研究者^[1-3]专门就南方杉木幼林地水土流失特征进行了观测试验研究,认为不同的栽培和抚育方式水土流失强度差别很大,在栽培的前几年,炼山栽培的水土流失量远大于不炼山栽培的水土流失量,约在 4 a 以后趋于相

近。松树是南方人工栽培的主要树种之一,关于人工栽培的松树林地水土流失特征的研究成果^[4-5]认为,在水土流失地区,造林地应多保留原有的植被,减少炼山式的栽培方式。近年来,研究者^[6-8]就毛竹林地的水土流失进行了人工模拟降雨试验,分析了笋用竹林地与材用竹林地的水土流失强度,指出了人为挖笋是引发笋用竹林地水土流失严重的主要原因。同期,有学者^[9-11]则探讨了山核桃林、柚子林和油桐林等经济林下的水土流失特征及水土保持措施,认为混交林具有较好的水土保持功能与效益。

浙江省地处中亚热带季风气候区。红壤是浙江的主要土壤类型和土壤资源,其中以位于浙江省中西部的金衢盆地分布最为集中且典型。红壤具有黏、酸、瘦等主要肥力特征,主要适于种植茶、果、竹等经济林木。但是,红壤土层较为浅薄,若地面覆盖差,暴雨时就易造成强烈的水土流失。鉴于此,本研究利用浙江省兰溪水土保持综合试验站多年的监测数据资料,分析不同经济林树种径流小区随树龄变化的水土流失特征,为红壤地区人工植被建设中的树种选择及抚育管理提供借鉴。

1 资料来源

数据资料来源于浙江省兰溪水土保持综合试验站的监测数据。兰溪市地处浙江省金衢盆地北缘,区内地势缓和,海拔 50~80 m,相对高差 30~50 m,地理位置为北纬 29°05′—29°27′,东经 119°13′—119°53′。该区属亚热带季风气候,全年湿润温热,干湿分明,无霜期长,多年平均气温 17.7 °C,多年平均降水量 1 431.5 mm,多年平均蒸发量 1 493.5 mm,无霜期 265 d。降水量年际变化大,年内分配也不均匀,暴雨期间常易引起严重水土流失。区域内土壤为红壤,具有富铝化、高岭石化,强酸性(pH 值 4.5~6.5)特征。

兰溪水土保持综合试验站位于兰溪市上华街道

办事处石宕金村红壤坡地区。建于 1983 年,占地面积 5.6 hm²,有 18 块不同土地利用和不同水土保持措施布置的试验径流小区和小型气象观测站。其中,不同林地的试验径流小区 7 块。从造林的第 1 年起开始进行水土流失监测,获得了连续 9 a(1985—1997 年)比较完整的原始试验数据和观测资料。这些原始数据属于首次系统分析,尽管其获得时间较早,但试验小区的立地条件没有变化,试验方法符合规范,可为分析浙江省红壤坡地区的自然降雨条件下经济林下水土流失规律提供可信的试验数据。

试验站内的 7 个林地径流小区,其中 7,8,9,10,11 号的 5 个林地径流小区设置在同一坡面上,小区规格均为 20 m×10 m,坡度 15°,坡向南向。12 和 13 号的 2 个径流小区设置在自然坡面上,面积比较大,约为其他林地小区的 100 倍。在各个径流小区出口处建有监测室,室内设有沉沙池,其出口处安装一个 V 型薄壁三角堰,高度 40 cm,最大流量为 0.025 m³/s。径流量用 SW40 型日自记水位计观测,根据日自记水位计记录及水池面积、三角堰出口高度,以 1 次降雨过程为单位,测定逐次降雨的径流量和径流历时。悬移质测定于沉沙池出口处(或沉沙池中)取出 1 000 ml 径流液,置于试剂瓶中,加盖,静置 7 d,倒去上部清液,洗出悬移质,烘干称重,计算悬移质浓度,然后根据径流量的测定结果,计算悬移质的流失量。推移质测定于径流结束后,放完径流液,取出推移质,风干,称重,测其含水量,计算推移质流失量。降雨量测定采用 ST 型自记虹吸式雨量计自行测定,并辅以 SMI 型人工雨量计人工测定降雨量。

根据兰溪水土保持综合试验站 1985—1997 年连续 9 a 统计的观测资料分析和侵蚀模数计算,站内的 7 块不同树种径流小区(表 1)中,茶树小区的侵蚀模数最大;松树林小区为无人扰动坡地径流小区,其侵蚀模数都很小,而且年际变化不大。

表 1 各径流小区年侵蚀模数

t/(km²·a)

监测年限	7# 小区	8# 小区	9# 小区	10# 小区	11# 小区	12# 小区	13# 小区
	毛竹	林灌混交	杉木	稀柑	密柑	茶叶	松树
第 1 年	1 380	100	3 260	953	1 628	103	14
第 2 年	83	90	50	22	427	293	90
第 3 年	3	5	7	6	1	357	55
第 4 年	1	2	1	0	0	62	12
第 5 年	2	6	0	0	0	177	8
第 6 年	8	5	1	0	0	211	23
第 7 年	1	6	0	0	0	367	32
第 8 年	3	0	0	0	0	262	34
第 9 年	9	0	0	0	0	447	66
平均值	165	24	369	109	228	231	36
最大值	1 380	100	3 260	953	1 628	447	90

2 资料分析

2.1 不同树种小区水土流失强度随着树龄的动态变化

试验站内共有林地试验径流小区 7 个,在这 7 个试验小区中,虽然在最初观测期间,9 号杉木林小区侵蚀模数最大,混交林试验小区侵蚀模数最小,稀柑、蜜柑、茶叶和毛竹林小区的的侵蚀模数居中。但随着树龄的增加,侵蚀模数的动态变化差异很大(表 1)。侵蚀模数总的变化趋势均表现为减小趋势,但杉树林小区的变化最大,从最初的 3 260 t/(km²·a)减少至 0,减少程度的排序依次为:杉树林>蜜柑>稀柑>毛竹>混交林;茶树林小区的土壤侵蚀模数波动较大,但总的趋势是趋于增加。松树林小区的侵蚀模数始

终很小,波动不明显,其连续 9 a 的平均侵蚀模数总体表现为最小。

2.2 不同树种小区的产流产沙过程

从第 7—11 号径流小区每年的观测资料逐项统计分析,其降雨—径流量—产沙量的关系如图 1—3 所示。由于林地径流小区的观测记录时间共为 9 a,故以第 1 年和第 9 年为例进行分析。第 1 年产流量最大的时段发生在 8—9 月份。但是在这 5 个小区中,以毛竹林的 7 号小区和混交林的 8 号小区,产流量最小;稀柑和蜜柑的 10 号和 11 号小区的产流量最大,而且每月的波动趋势相似;种植杉木林的 9 号小区,全年的波动情况与 10 和 11 号小区相近似,但在 4 月份出现了最高畸点(图 1)。

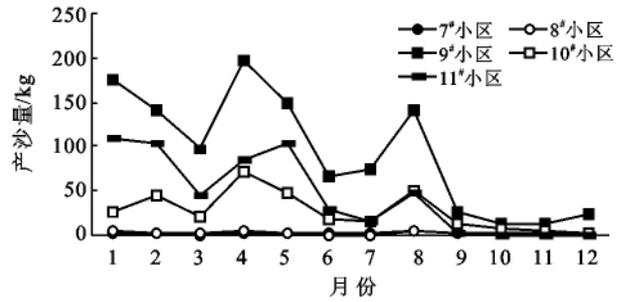
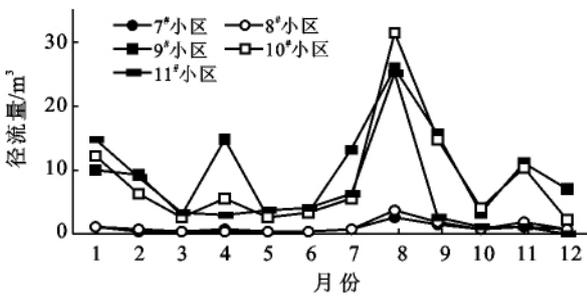


图 1 不同林地小区第 1 年产流产沙量动态

从 5 个林地径流小区的产沙量变化趋势来看,它与径流量差别很大,最大产沙量并不是出现在最大产流量的时段(图 1)。在 9 和 10 号小区产沙量很大,而且最大的产沙时段出现在春夏季的梅雨期;7 和 8 号小区的产沙量全年都很小,较大产沙时段与高产流时

段相对较为对应。

林地径流小区产流量与产沙量的对应规律明显不同于农耕地径流小区。就这 5 个不同林地径流小区而言,径流量与产沙量的对应规律也各不相同(图 2)。

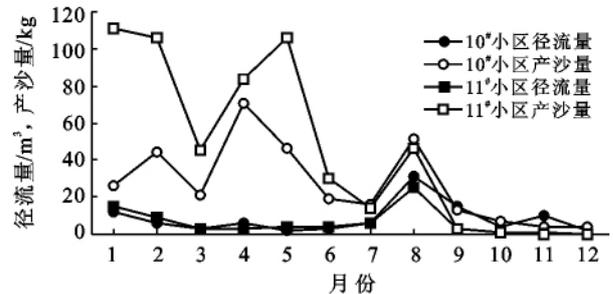
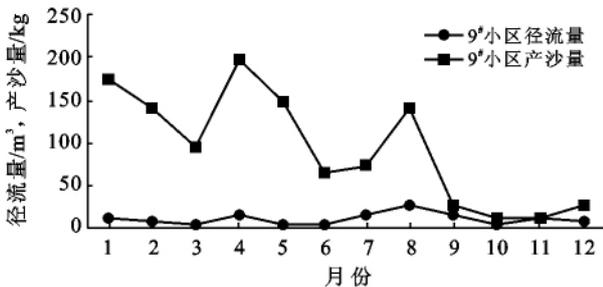
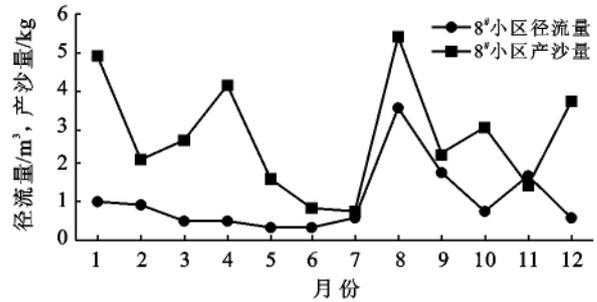
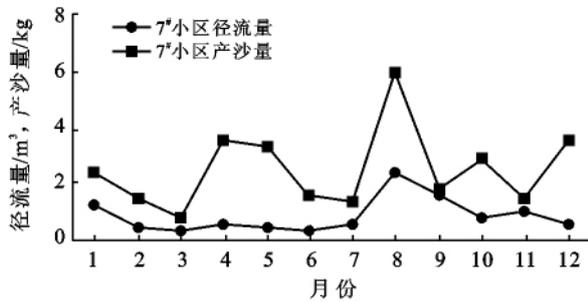


图 2 不同林地小区产流量和产沙量第 1 年监测结果的对应关系

在暴雨期,每个小区的产流和产沙的对应关系都比较好,只是径流的含沙率大小不同。设在同一坡面上的 5 个不同林地径流小区的径流含沙率的排序为: 9 号小区(5.50 kg/m^3)>7 号小区(2.48 kg/m^3)>11 号小区(1.83 kg/m^3)>10 号小区(1.64 kg/m^3)>8 号小区(1.53 kg/m^3)。

在春季和夏初时段,径流量虽然很大,但含沙率很小,只有 7 号小区的含沙率较高,这与降雨强度和浙江

省的雨型有关。分散性的小强度降雨所引起的产沙量较小,集中性大强度降雨能造成严重的水土流失。

据不完全统计,到了第 9 年,5 个不同的林地径流小区的产流量和产沙量都发生了变化。产沙和产流的对应关系很差,在 7—9 月的伏旱期间,径流量很小,但是产沙量却比其他月份大,3—6 月期间径流量大,但产沙量很小,只有 4 月份的产流量和产沙量的对应波动趋势相似(图 3)。

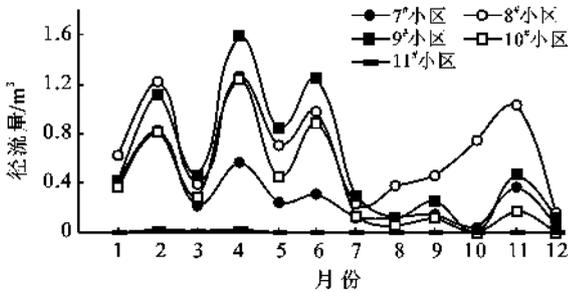


图 3 不同林地小区第 9 年的产流产沙量比较

2.3 茶园和松树林小区的产流产沙过程

12 和 13 号径流小区面积比较大,约为其他林地小区的 100 倍,主要是为了观测茶园坡地和松树林坡地而设置的,观测年限也是连续 9 a,以第 1 和第 9 年为例进行分析。由于试验站观测方法、统计手段的变化,第 1 年的观测数据以月为单位进行统计,而第 9 年则是用场降雨径流统计分析。第 1 年的径流量和产沙量观测结果显示(表 2),种植茶树的 12 号小区产流量和产沙量均大于松树林坡地的 13 号小区,尤其

是在雨季的 5 和 9 月份 2 个小区的径流和产沙差别最大。在 9 月份径流相差近 7 倍,产沙相差约 15 倍。在 5 月份径流相差近 6 倍,产沙相差约 5 倍。这主要是由于在松树林坡地,造林为穴植,仍保留部分地表的杂草,且没有人为大面积扰动,所以产流产沙量明显的小于茶园坡地。茶园为全坡面整地、造林,人工管理锄草施肥,对地表扰动明显,所以产流产沙量大于松树林坡地。在 2 个小区中,产流量和产沙量的对应关系都很好,尤其是 13 号小区的对应关系比较明显。

表 2 茶园和松树林坡地年内产流量和产沙量(第 1 年观测)

小区	项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
茶园	径流量/ m^3	69.5	20.2	72.8	53.8	120.0	39.5	34.9	31.5	71.1	16.4	20.8	13.6
	产沙量/kg	13.5	14.9	61.1	43.8	64.0	78.6	17.1	14.5	78.0	28.0	16.6	10.8
松树林	径流量/ m^3	18.2	21.9	17.6	47.7	22.4	47.7	18.5	15.9	10.4	10.6	37.9	8.4
	产沙量/kg	1.5	1.8	10.1	31.9	12.9	35.7	3.1	2.6	5.0	1.2	6.3	2.9

根据第 9 年不完全统计的次降雨以及对应的径流量和产沙量数据统计结果可以看出,每场降雨所造成的径流量和产沙量规律年度内仍然表现为 12 号小区大于 13 号区,但仍以全年的两个雨季为最大,最大产沙量相差约 7 倍,最大径流量相差近 4.5 倍。12 和 13 号这 2 个小区的产流量和产沙量之间存在很好的线性对应关系,12 和 13 号小区的相关系数分别为 0.993 4 和 0.962 0。

3 结论

(1) 每一种林地栽培的前 2 a 内水土流失量都

很大,尤其是在第 1 年的水土流失强度最大。随着树龄的延长和郁闭度的增加,侵蚀产沙量逐渐减少,部分年内几乎不产生侵蚀量。这主要是由于在林地栽培的前 2 a 内,林地的郁闭度较小,地表比较疏松,在雨季的强降雨作用下,水土流失较为严重。

(2) 就树种而言,杉木林径流小区水土流失量最大,林灌混交林径流小区的水土流失量最小。这与树冠的形状和郁闭度关系密切。在其他条件相同的前提下,树冠大,高度较矮,树叶密度大,郁闭度高的林地,拦截雨滴击溅的作用大,能延缓和分散降雨对地面的打击作用,水土流失量较小。水土流失强度还与

树种的栽培方式和密度有关。如 10 号的稀柑和 11 号密柑径流小区相比,11 号径流小区栽种的柑橘密度较大,在栽培的前 2 a 内树冠较小,所起的拦截雨滴的作用不大,但地面却因栽种过程对地表的扰动程度大,所以水土流失强度高于 10 号的稀柑径流小区。设在同一坡面上的 5 个不同树种的径流小区在前 2 a 内的水土流失强度排序为:杉树林>密柑林>稀柑林>毛竹林>混交林。

(3) 在栽培的前 2 a 内各小区水土流失强度均表现为雨季最大。但最大产流量与最大产沙量并不对应,一般在春夏梅雨季节产沙量大于夏秋雨季的产沙量,但产流量却以夏秋雨季为最大。当树种发育成林后,这一规律正好相反。年内春夏梅雨季节的产流量大于夏秋季节的产流量,但产沙量这两个季节相差不多。产沙量与产流量对应关系较好的小区是 10 号稀柑和 11 号密柑径流小区。

(4) 茶园是一种低矮的灌木林地,茶树栽培以密株行式排列,成长较快。但因茶树每年要进行施肥和采茶,人为干扰程度较大,其水土流失规律明显不同于其他林地,与农耕地的水土流失规律相似。在连续系统监测的几年内,水土流失强度随施肥和采茶季节而波动。茶园与松树林坡地水土流失强度的对比分析发现,茶园坡地的水土流失量远大于松树林坡地,其 9 a 的平均值是松树林坡地的 5 倍之多。就年内两个雨季的最大产沙量而言,茶园坡地是松树林坡地的 7 倍之多。

(5) 在培育水土保持林时,林地栽培的前 2 a 内,水土保持功能不明显,反而由于栽培过程中的人为扰动,水土流失有增加的迹象。在栽培的 3 a 以后,随着树龄的增长,林地的水土保持功能凸显。而经济林

如茶园等,最初 2 a 内是加强水土保持管理的时段,特别是在施肥、产品采摘期的人为干扰程度较大,容易产生水土流失。因此,加强经济林园地的生产行为管理(如施肥、采摘等)减少生产过程的人为干扰是减少经济林地水土流失的关键。

[参 考 文 献]

- [1] 何贵平,陈益泰,蔡宏明,等. 杉木幼林地水土流失动态研究[J]. 林业科学研究,1996,9(5):544-548.
 - [2] 吴耀溪. 杉木幼林地水土流失与降雨特性关系研究[J]. 福建林学院学报,1996,16(4):304-309.
 - [3] 俞新妥,杨玉盛,何智英. 杉木幼林地水土流失规律研究[J]. 林业科学,1993,29(1):25-32.
 - [4] 李召青,薛涛. 加勒比松林地水土流失监测研究[J]. 广东林业科技,2001,17(4):21-25.
 - [5] 徐义保,查轩,黄少燕. 南方红壤丘陵区马尾松林地水土流失研究进展[J]. 亚热带水土保持,2011,23(4):40-43.
 - [6] 李国华. 毛竹林地水土流失特点及其防治[J]. 亚热带水土保持,2008,20(3):57-58.
 - [7] 张丽萍,吴希媛,张锐波. 不同管理方式竹林地产流产沙过程模拟试验[J]. 水土保持学报,2011,25(2):39-43.
 - [8] 张丽萍,付兴涛,吴希媛. 竹林坡地径流中泥沙及氮磷载荷特征模拟[J]. 应用生态学报,2012,23(4):881-888.
 - [9] 贺赐平. 油桐林地水土流失控制技术探讨[J]. 湖南林业科技,2010,37(4):48-49.
 - [10] 付兴涛,张丽萍,叶碎高. 经济林地坡长对侵蚀产沙动态过程影响的模拟[J]. 水土保持学报,2010,24(4):73-77.
 - [11] 夏为,严江明,朱爱国. 综合防治山核桃林地水土流失的技术研究[J]. 浙江水利水电专科学校学报,2007,19(4):70-72.
-
- (上接第 197 页)
- [17] Peterson J E, Baldwin A H. Seedling emergence from seed banks of tidal fresh water wetlands: Response to inundation and sedimentation[J]. Aquatic Botany, 2004,78(3):243-254.
 - [18] Baldwin A H, Egnotovitch M S, Clark E. Hydrologic change and vegetation of fresh water marshes: Field, greenhouse, and seed-bank experiments[J]. Wetlands, 2001,21(4):519-531.
 - [19] Arrieta S, Suarez F. Spatial dynamics of *Ilex aquifolium* populations seed dispersal and seed bank: Understanding the first steps of regeneration[J]. Plant Ecology, 2005,177(2):237-248.
 - [20] Augusto L, Dupouet J L, Picard J F, et al. Potential contribution of the seed bank in coniferous plantations to the restoration of native deciduous forest vegetation [J]. Acta Oecologica, 2001,22(2):87-98.