

几种典型边坡植被的产流、产沙特征

潘声旺¹, 雷志华^{1,2}, 杨丽娟^{3*}, 何茂萍¹

1. 成都大学城乡建设学院, 四川 成都 610106; 2. 信阳职业技术学院检验技术学院, 河南 信阳 464000;

3. 成都大学旅游文化产业学院, 四川 成都 610106

摘要: 乡土植物灌木化建植是高速公路边坡防护的重要途径。为了探明西南地区5种典型边坡植被配置模式的护坡性能及年际间差异, 拟以成渝高速永川段K309+145~K309+370处为试验观测区, 以景观过渡带(小乔木、地被植物)+坡面防护带(灌木、草本植物)的群落结构为基础, 对比研究2010—2012年间各植被配置模式在自然降雨条件下的产流、产沙特征及年际间差异。结果表明: 1)建坪初期, 一年生草本植物狗尾草(*Setaria viridis*)所在的草灌混合群落(M₅)生长快、成坪早, 在2010年汛期即表现出较强的护坡性能: 蓄水、保土能力分别达到59.14%、96.22%, 产流量、产沙量(61.2 mm, 52.0 g·m⁻²)也明显低于其它小区($P < 0.05$); 狗牙根(*Cynodon dactylon*)、黑麦草(*Lolium perenne*)等多年生草本所在群落(M₃、M₄)成坪迟、生长慢, 护坡性能普遍较差。2)在2011年汛期, 多年生草本植物所在群落(M₁~M₄)的护坡性能较2010年明显提高, 以M₃、M₄即苜蓿(*Medicago falcate*)+狗牙根、小冠花(*Coronilla varia*)+黑麦草最为显著。3)2012年汛期, 具有发达根系结构的狗牙根所在群落(M₃)护坡性能最强: 蓄水、保土能力分别达到80.03%、98.49%, 产流量、产沙量分别为32.40 mm、17.67 g·m⁻²; M₅的护坡性能最差, 其产流量、产沙量(62.1 mm, 150.33 g·m⁻²)也明显高于其他观测区。可以看出, 在种植密度、建植措施等建群条件相同条件下, 植被的护坡性能与其群落结构有关: 建坪初期, 护坡性能与地上生物量大小正相关($r^2 \geq 0.987$), 后期则与根系重量正相关($r^2 \geq 0.998$)。

关键词: 边坡; 植被类型; 水土保持; 生态护坡

中图分类号: S157.2

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2013) 07-1167-06

引用格式: 潘声旺, 雷志华, 杨丽娟, 何茂萍. 几种典型边坡植被的产流、产沙特征[J]. 生态环境学报, 2013, 22(7): 1167-1172.
PAN Shengwang, LEI Zhihua, YANG Lijuan, HE Maoping. Characteristic of runoff and sediment yield of typical vegetation for highway side slope in southwest areas [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2013, 22(7): 1167-1172.

公路建设的快速发展, 势必对路域环境质量产生负面影响。在我国, 因高速公路建设每年形成的边坡面积高达30万km², 地表裸露、土质松软, 是水土流失最严重、持续时间最长的路域部位之一^[1-3]。借助“先驱植物”的生态优势, 在裸露边坡上建立稳定的植物群落、优化群落结构, 对营造路域景观、减少水土流失尤为重要^[4-5]。

近年来, 以乡土植物为基础, 以灌木为主体、乔木或草本为辅助构建护坡植被的“乡土植物灌木化”护坡技术因工程快捷、实用、安全、持久等特征而倍受关注^[6-8]。但多数研究尚局限于恒定雨强(人工降雨)下不同植被配置模式、种植配比试验小区内产流、产沙特征的比较^[7-8], 对自然条件下边坡群落的生态稳定性、护坡性能尚缺乏长期的系统研究。为此, 本研究拟以成渝高速(永川段)为例, 以景观过渡带(小乔木或灌木+地被植物)+坡面防护带(小灌木、草本植物)的群落结构为基础, 探讨西南地区几种典型的护坡植被在自然降雨条件

下的产流、产沙特征及年际间差异, 为高速公路边坡防护提供借鉴。

1 研究区概况

研究区位于川东、渝西接壤处的丘陵地带(105°38′~106°05′E、28°56′~29°34′N)。西起巴岳山、东至云雾山, 面积约12.76万km²。丘陵广布、溪沟纵横, 平均海拔250~350 m, 丘谷高差50~100 m, 地势北高南低, 南部多浅丘、北部多深丘。年均降雨量1165.2 mm, 多集中在5—9月。土壤主要由白垩纪夹关组砖红色长石、块状钙质岩屑砂岩、钙质粉砂岩等风化残积物、冲积物发育而成, 黄棕壤、黄壤为主要类型, 土层厚度多在10~70 cm, 多呈微酸性至酸性; 粒度分布(湿筛法, 回收率98.74%, $n=3$): >4.76 mm, 45.81%; 2~4.76 mm, 29.78%; 1~2 mm, 5.18%; 0.25~1 mm, 4.64%; 0.053~0.25 mm, 7.96%; <0.053 mm, 5.37%。透水性好, 保水、保肥性能差, 初渗速率为14.2~42.4 mm·min⁻¹, 稳渗速率为0.8~5.7 mm·min⁻¹, 贮水力

基金项目: 国家自然科学基金项目(40971147); 成都大学校基金(2011XJZ12); 校级教改项目(cdjg2012037)

作者简介: 潘声旺(1973年生), 男, 副教授, 博士, 主要从事环境生态、污染生态研究。E-mail: panwang@swu.edu.cn

*通信作者: 杨丽娟(1984年生), 女, 讲师, 硕士, 主要从事环境生态、园林生态研究。E-mail: 675114303@qq.com

收稿日期: 2013-03-13

为 681.4~1 244.1 t·hm⁻²。

区内植被具有典型的亚热带常绿阔叶林特征,以松、柏、蕨类为主,包括杉科、松科、樟科、桦木科、壳斗科等49科150余种。主要乔木树种有马尾松(*Pinus massoniana*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、柏木(*Cupressus funebris*)、石栎(*Lithocarpus glaber*)、麻栎(*Quercus acutissima Carruth*)、木荷(*Schima superba*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、枫香(*Liquidambar formosana*)等;灌木有紫花杜鹃(*Rhododendron backii*)、芒(*Miscanthus sinensis*)、蜀桧(*Sabina komarovii*)、紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)、紫薇(*Lagerstroemia indica*)、木槿(*Hibiscus syriacus*)、杜茎山(*Maesaja ponica*)、野蔷薇(*Rosamltiflora thunb*)、小冠花(*Coronilla varia*)等;竹类20余种,以楠竹(*Phyllostachys pubescens*)、慈竹(*Neosino calamus affinis*)为主。植被稀疏、森林覆被率低(<7.5%),丘坡较陡,雨季集中、易造成水土流失,是地质灾害多发区。

2 研究方法

2.1 试验设计

供试边坡位于成渝高速永川段K309+145~K309+370处。路基边坡全长225 m,坡向NE25°;填方最大高程14.9 m,修整为二级边坡,坡高8 m、坡比为1:1。选择立地条件一致区域,划分出24个矩形小区(长8 m、宽2 m),长边与等高线垂直,短边与等高线平行,用石棉瓦围埂,塑料薄膜密封,四周埂高20 cm,埋入地下30 cm,小区上方及两侧开排水沟拦截小区外坡面径流,下方修截流沟、集水池。

小区布设好后(2009年4月)即进行苗木栽植、种子喷播。边坡上部0~1.8 m处:以适应性强、景观效果好的常绿、观花、观叶灌木或小乔木,辅以麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、琼花(*Iris japonica*)等地被植物作为路域景观过渡带;坡面2~8 m处(径流观测区):以狗尾草(*Setaria viridis*)、野牛草(*Buchloe dactyloides*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、黄荆(*Vitex negundo*)等路域优势种或黑麦草

(*Lolium perenne*)、紫羊茅(*Festuca rubra*)、苜蓿(*Medicago falcate*)等速生耐瘠草种构建坡面防护带,对景观过渡带、坡面防护带间围埂、密封后,按照表1规格将5种典型边坡植被随机分布于各小区、4次重复,以剩余4个裸地小区作对照(CK)。将各处理(5种配置+CK)的4个重复分别编号后,随机分成4组:两组用于2010—2012年间各生长季末边坡植被的生物量测定;两组用于产流、产沙量测定。

2.2 测定项目与方法

1) 群落特征。试验初期及时除草,记录各样地内发芽率、成坪时间。①盖度测定:2010—2012年间每年5月中旬,采用30 cm×30 cm网格法测定各个样地的群落盖度;②生物量测定:生长季节末期,在坡面防护带(1.5~7.5 m处)上、中、下位置各设置一个50 cm×50 cm采样区,2次重复(分布在不同小区)。全部收获各采样区地上生物量,烘干、称质量;根系采样、处理参照王川等^[9]方法。

2) 产流量、产沙量。在径流小区旁边安装自动气象站,定时监测气象资料,自动记录每次的降雨量、雨强和降雨历程。监测期内,指定专人管理、操作,监测产流产沙情况。每次降雨后及时观测、登记各个径流小区集水池的集流深度,计算径流量、测定其泥沙含量;根据某一时段内径流量、降雨量计算径流系数;将1年内各小区土壤侵蚀量换算成每1 km²的吨数,即为侵蚀模数。

3) 蓄水能力、保土能力。根据各小区内的径流系数、侵蚀模数值进行换算^[10]。

降雨量、径流量和泥沙量观测时段为2009—2012年汛期(5—9月);铝盒法测定土壤初始含水量。

3 结果与分析

3.1 护坡植被的生长状况

表2为护坡植被在2010—2012年间的生长状况。建植初期,景观过渡带内的乔木、地被植物都表现出较高的成活率[乔木:99%;地被植物:91%~96%,*M*(均值)=94.3%],不同植被间无明显差异(*n*=5, *P*>0.05);坡面防护带内,灌木类出芽

表1 5种典型边坡植被的配置模式及规格

Table 1 Pioneer plant species and their initial seed quantity of typical vegetation for highway side slope in southwest areas

生活型		植被配置模式					坡面位置	整地	株行距/m	种苗规格/ 种子用量	抚育管理
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅					
景观过渡带	小乔木	蜀桧	柏木	紫薇	紫穗槐	木槿	0~1.8 m	坑穴	0.5×0.5	2年生苗	秋季修剪 1次
	地被植物	麦冬	琼花	麦冬	琼花	麦冬		水平沟	0.05×0.1	多年生苗	去除杂草
坡面防护带	小灌木、草本	慈竹+ 野牛草	小冠花+ 紫羊茅	苜蓿+ 狗牙根	小冠花+ 黑麦草	黄荆+ 狗尾草	2~8 m	机械平整	种子喷播	各 10 g·m ⁻²	除草、防虫

表2 五种边坡植被配置在不同生长季节的群落特征
Table 2 Community characteristics of different vegetation type during years ranging 2010 to 2012

配置方式	成活率/%		出芽率/%		成坪时间/d	总盖度/%			地上生物量/(g·m ⁻²)			上、下土层根系生物量/(g·m ⁻²)		
	乔木	地被	灌木	草本		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
M ₁	99	96	61	76	67	74	78	81	236.2	246.1	273.8	86.6/49.5	90.8/57.6	95.6/72.0
M ₂	100	91	65	73	69	84	88	90	202.6	236.3	263.8	68.7/37.9	80.6/50.8	86.4/64.5
M ₃	99	95	66	78	73	73	81	90	169.1	212.4	245.7	66.8/38.7	104.9/72.5	142.8/108.8
M ₄	99	94	65	74	67	82	86	92	224.8	257.2	281.9	82.2/46.2	97.1/62.6	115.8/87.7
M ₅	99	96	63	77	64	85	76	68	264.9	234.4	207.3	62.4/31.6	54.4/33.5	47.2/34.1

上、下层根系生物量分别代表0~10、10~25 cm土层中单位面积根系干量

率(61%~66%， $M=64%$)普遍低于草本植物(73%~78%， $M=75.8%$)，但不同配置的灌木、草本植物间无明显差异($n=5$ ， $P>0.05$)。成坪时间方面，不同群落间差异较大，其中，以“苜蓿+狗牙根”(M₃)成坪时间最长($d=73$)、“黄荆+狗尾草”(M₅)最短($d=64$)，差异显著($n=5$ ， $P<0.05$)。1个生长季节后(2010年5月)，所有植被的群落盖度均达到73%以上，模式M₅最高(85%)；地上生物量(2010年9月)也表现出类似统计趋势，可能与一年生草本植物狗尾草生长快、成坪早的生长习性有关^[10-11]。随后的2个生长季节中，除M₅外，所有植被的群落盖度、地上生物量、根系生物量均呈现递增趋势；M₅则相反：2010—2012年间，地上生物量分别为264.9、234.4、207.3 g·m⁻²；根系生物量分别为96.2、87.9和81.3 g·m⁻²。其原因可能与不同植被中先驱植物的生态型有关：野牛草、狗牙根、紫羊茅、黑麦草均为多年生草本，常年持续生长；狗尾草为一年生草本，生长季节结束后植株枯死，需借助种子越冬休眠、萌发、生长。种子萌发

前，位置较高的植株或种子多数被吹落、冲蚀至别处，进而出现边坡植被分布不均、基部密集而中上部表土裸露。M₅的盖度波动也印证了这一现象：2010年为85%，2011、2012年分别递减为76%、68%，趋势明显。

3.2 裸地产流、产沙特征

2010—2012年汛期，试验区内自然降雨量及裸露边坡的产流、产沙特征(土壤质量含水量为13.6%)如表3。可以看出，试验区汛期雨季集中(占年均降雨量71.36%)、产流量大(年均降雨量：829.2 mm；年均产流量：149.83 mm)，水土流失严重(年均产沙量：1 223.51 g·m⁻²，最大侵蚀模数：1 376.57 t·km⁻²·a⁻¹)，是典型的生态环境脆弱区。

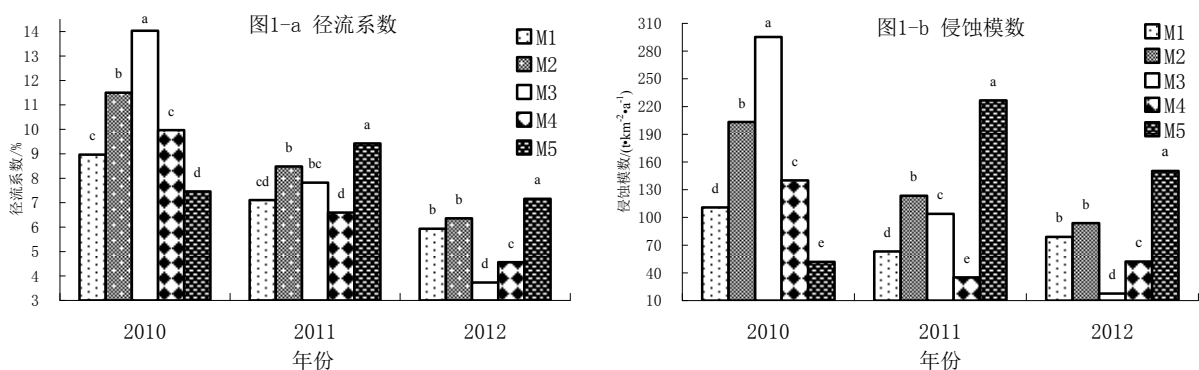
3.3 不同护坡植被区的产流、产沙特征

产流系数、土壤侵蚀模数是衡量植被涵养水分、防沙护坡性能的重要生态指标。试验期间(2010—2012年汛期)，各径流小区内产流、产沙特征如图1。可以看出，不同配置边坡植被的护坡性能也不一样、年际差异明显。2010年汛期，M₅表

表3 2010—2012年汛期的降雨及裸地产流、产沙特征

Table 3 Runoff and sediment yield in rare slope and its rainfalls during rainy seasons ranging 2010 to 2012

年份	降雨次数	产流降雨次数	降雨量/mm	产流量/mm	产沙量/(kg·小区 ⁻¹)	产流系数/%	侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)
2010	29	6	820.6	149.8	16.52	18.25	1376.67
2011	31	5	799.2	137.4	13.45	17.19	1120.83
2012	27	7	867.7	162.3	14.08	18.70	1173.33



矩形图上的不同字母表示在0.05水平上差异显著

图1 不同配置模式产流、产沙特征

Fig.1 Characteristic of runoff and sediment yield of typical vegetation types

现出较强的护坡性能:蓄水能力、保土能力分别达到59.14%、96.22%,产流量(61.2 mm)、产沙量($52.0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)明显低于其他小区($n=5, P<0.05$); M_3 的护坡性能较差,产流量、产沙量(94.4 mm, $203.33 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)较高($n=5, P<0.05$)。整个汛期内,不同小区在产流系数、侵蚀模数等方面的变化趋势高度一致,即 $M_5<M_1<M_4<M_2<M_3$ 。2011年汛期, M_4 表现出较强的护坡性能:蓄水、保土能力分别为61.64%、96.86%,产流量、产沙量(52.7 mm, $35.17 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)也低于其他小区($n=5, P<0.05$); M_5 的护坡性能较差,产流量、产沙量(75.3 mm, $226.67 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)较高($n=5, P<0.05$);汛期内,不同处理间产流系数、侵蚀模数呈现 $M_4<M_1<M_3<M_2<M_5$ 的波动趋势。2012年汛期, M_3 的护坡性能较强:蓄水、保土能力分别为80.03%、98.49%,产流量、产沙量(32.40 mm, $17.67 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)也低于其它小区($n=5, P<0.05$); M_5 的护坡性能较差,产流量、产沙量(62.1 mm, $150.33 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)较高($n=5, P<0.05$)。汛期内,不同处理间产流系数、侵蚀模数呈现 $M_3<M_4<M_1<M_2<M_5$ 的变化规律。

试验期内,同一植被在不同汛期内的产流、产沙特征也不一样:除 M_5 外,所有植被的护坡性能均随群落发育程度的提高而增强,发育程度越高(即坪龄越长),小区内的产流系数、侵蚀模数越小。其原因可能与坪龄越长, $M_1\sim M_4$ 的群落盖度、地下生物量则越大,护坡性能也随之增强有关。相比之下, M_5 的产流、产沙量波动较大,其护坡

性能表现为:2010年汛期>2012年汛期>2011年汛期,其原因可能与 M_5 的先驱植物(狗尾草)为一年生草本植物,生长季节结束、植株枯死后,再生植被的均匀性较差,保水、防沙性能随之下降;2012年汛期内,模式 M_5 的产流系数、侵蚀模数呈下降趋势,可能与随着时间的推移,群落中灌木的长势逐渐增强,其群落盖度、地下生物量逐渐增大,护坡性能也随之增强有关。

3.4 植被的护坡性能与群落特征间的关联性

在立地条件、降雨量相同的情况下,植被的群落结构、特征是影响地表径流和泥沙流失量的主要因素:茎叶对雨滴的分层拦截、缓冲作用,有利于减少地表径流、阻延土壤溅蚀;根系对土壤的加筋、锚固作用,有利于延缓坡面侵蚀、增强稳定性^[10-12]。

图2为植被的群落特征与保水防沙性能的内在联系。可以看出,建坪初期(2010年汛期),植被的护坡性能与地上生物量密切相关:地上生物量越大,产流量、产沙量越小。整个汛期内,小区内产流系数、侵蚀模数与地上生物量间的相关系数分别为-0.994、-0.999,决定系数(determination coefficient, r^2)分别为0.987、0.999(图2-a、2-b)。建坪后期(2012年汛期),护坡性能与根系生物量密切相关:根系生物量越大,产流量、产沙量越小。整个汛期内,小区内的产流系数、侵蚀模数与根系生物量间的相关系数均为-0.999, r^2 在0.998以上(图2-c、2-d)。

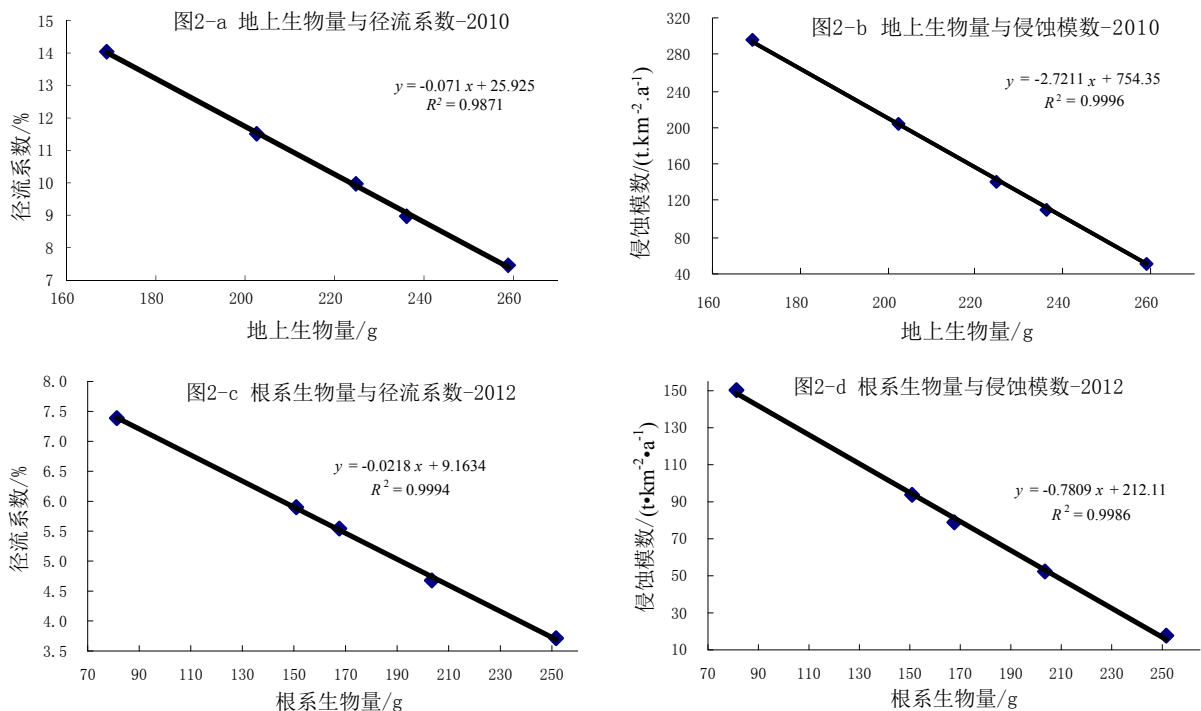


图2 植被的群落特征与其护坡性能的相关性

Fig.2 Relation between community characteristics and their capacity of soil and water conservation

分析其他时段的群落特征与其护坡性能的相关性时则发现:2010年汛期的根系生物量、2011年汛期的地上、根系生物量以及2012年汛期的地上生物量与植被护坡性能间的相关性并不显著。可能的原因是:2010年汛期,植株根系尚不发达,根冠比小(表2),植被的护坡性能主要是源于茎叶对雨滴的分层拦截和缓冲作用,茎叶越茂盛、盖度越大(如狗牙根),护坡性能就越强;2011年汛期,群落盖度尚未饱和、根系发育尚未成熟,植被的护坡性能由茎叶的分层拦截和根系对土壤的加筋、锚固作用共同决定^[12-14],所以,撇开茎叶的分层拦截、缓冲作用或孤立根系的加筋、锚固作用都是片面的;2012年汛期,植被的群落盖度接近饱和,不同群落间茎叶对雨滴的分层拦截、缓冲作用无明显差异。此时,植被的护坡性能主要取决于根系对土壤加筋、锚固作用,根系生物量越大,保水、防沙性能则越强。

4 结论

1) 边坡条件、播种量等建植条件及建植措施一致的情况下,一年生草本植物(狗尾草)所在的草灌混合群落(M₅:黄荆+狗尾草)成坪时间(d=65)明显短于其他多年生草本(P<0.05);成坪初期(2010年汛期),M₅的群落盖度、地上生物量也高于其他配置模式(P<0.05)。2010—2012年间,M₁~M₄的群落盖度、地上生物量、地下生物量逐年递增,M₅却逐年递减。

2) 立地条件、降雨量相同的条件下,不同植被的护坡性能也不一样,年际差异明显。2010年汛期,M₅表现出较强的护坡性能:蓄水、保土能力分别达到59.14%、96.22%,产流量、产沙量(61.2 mm, 52.0 g·m⁻²)也明显低于其他小区(P<0.05);整个汛期内,不同处理在产流系数、侵蚀模数等方面的变化趋势高度一致,即M₅<M₁<M₄<M₂<M₃;2011年汛期,M₄的蓄水、保土能力分别为61.64%、96.86%,产流系数、侵蚀模数呈现M₄<M₁<M₃<M₂<M₅的波动趋势;2012年汛期,M₃的蓄水、保土能力分别达到80.03%、98.49%,产流系数、侵蚀模数呈现M₃<M₄<M₁<M₂<M₅的变化规律。

3) 试验期间,护坡植被在不同汛期内的产流、产沙特征也不一样:除M₅外,所有草灌混合群落

的护坡性能均随着坪龄的增加而增强,坪龄越长,小区内产流系数、侵蚀模数越小。

4) 植被的护坡性能与其群落特征密切相关。建坪初期,护坡性能主要与茎叶发育状况有关,地上生物量越大,护坡性能越强;建坪中期,护坡性能主要由茎叶对雨滴的分层拦截作用及根系对土壤的加筋、锚固作用共同决定;建坪后期,护坡性能主要与根系发育状况有关,根系生物量越大,护坡性能则越强。

参考文献:

- [1] Luarcet R. Plant species diversity and polyploidy in islands of natural vegetation isolated in extensive cultivated lands[J]. Biodiversity and Conservation, 1997,6(4):591-613.
- [2] 邓洪亮,孙丽霞,廖丹,等. 复杂地质条件下岩石边坡的稳定性分析[J]. 水利与建筑工程学报,2008,6(1): 45-48.
- [3] Cary R F, Slaback R D. Plant materials and establishment techniques for vegetation of California desert highways [J]. Transportation Research Record, 1983, 969:24-26.
- [4] 肖蓉,高照良,宋晓强,等. 高速公路边坡植被特征分析及护坡模式优化研究[J]. 水土保持学报,2009,23(2):90-94.
- [5] Cary R H, Sotir R B. Biotechnical stabilization of highway cut slope [J]. Journal of geotechnical Engineer, ASCE, 1992, 118(9): 1395-1409.
- [6] 李国荣,毛小青,倪三川,等. 浅析灌木与草本植物护坡效应[J]. 草业科学, 2007, 24(6):86-89.
- [7] 李妮,陈其兵,谭昌明. 高速公路边坡乡土灌木建植模式水土保持效益[J]. 水土保持学报,2012,26(1):67-71.
- [8] 王青杵,王改玲,石生新,等. 晋北黄土丘陵区不同人工植被对水土流失和土壤水分含量的影响[J]. 水土保持学报,2012, 26(2):71-75.
- [9] 王川,孙铁军,金洪,等. 人工植被建植对坡地水土流失的影响[J]. 水土保持学报,2009,23(3):29-33.
- [10] 涂利华,谢财永,胡庭兴,等. 华西雨屏区几种牧草的水土保持能力研究[J]. 水土保持学报,2005,19(5):35-38.
- [11] 孙铁军,刘素军,武菊英,等. 6种禾草坡地水土保持效果的比较研究[J]. 水土保持学报,2008,22(3):158-162.
- [12] 王震洪,段昌群,侯永平,等. 植物多样性与生态系统土壤保持功能关系及其生态学意义[J]. 植物生态学报,2006,30(3): 392-403.
- [13] Zhou Z C, Shangguan Z P, Zhao D. Modeling vegetation coverage and soil erosion in the loess plateau area of China [J]. Ecological Modelling, 2006, 198: 263-268.
- [14] 陈波,杨新兵,赵心苗,等. 冀北山地6种天然纯林枯落物及土壤水文效应[J]. 水土保持学报,2012,26(2):197-203.

Characteristic of runoff and sediment yield of typical vegetation for highway side slope in southwest areas

PAN Shengwang¹, LEI Zhihua^{1,2}, YANG Lijuan^{3*}, HE Maoping¹

1. School of urban and rural construction, Chengdu University, Chengdu 610106, China;

2. School of Medical Laboratorial Technics, Xinyang Vocational & Technical College, Xinyang 464000, China;

3. Faculty of Tourism & Culture Industry, Chengdu University, Chengdu 610106, China

Abstract: Using localization shrubs to reconstruct plant communities is an important ecological mode in superhighway side slope protection. In this case, taking Chengyu expressway in Yongchuan region ranging K309+145 to K309+370 and five typical vegetation modes, including landscape transitional zone (ornamental arbors + ground-cover plants) and slope protection zone (shrubs + herbages), in southwest areas as the example and foundation, their characteristics of runoff and erosion sediment in rainy seasons during the year 2010 to 2012 were investigated, and the annual fluctuation of their ecological slope protection capacity was analyzed. Results showed: 1) the annual herbaceous plants in the grass-shrub community, i.e., *Vitex negundo* + *Setaria viridis* grew rapidly, which turf-establishment stage (65 d) was transitory, its capacity of soil and water conservation (80.03% and 98.49%, respectively) was the highest than other modes in the first growing season after turf-establishment(2010), and among five vegetation modes, its runoff and sediment yield (61.2 mm and 52.0 g·m⁻², respectively) was the lowest ($P < 0.05$). However, the perennial herbs(e.g., *Cynodon dactylon*, *Lolium perenne* and so on) in the grass-shrub communities grew tardily with more laggardly turf-establishment stages, and their outstanding capacity of soil and water conservation were only showed in the second or third growing season after turf-establishment. 2) during the rainy seasons in 2011, ecological protection benefit of the grass-shrub communities (M₁-M₄) including perennial herbs were improved apparently, which were especially outstanding in *Coronilla varia* + *Lolium perenne*(M₄) and *Medicago falcate* + *Cynodon dactylon* (M₃). 3) In third growing season(2012), performance of artificial vegetations *Medicago falcate* + *Cynodon dactylon* (M₃) was the most excellent in slope protection by means of developed root system of Bermuda grass, its capacity of soil and water conservation was 80.03% and 98.49%, its runoff and sediment yield was no more than 32.40 mm and 17.67 g·m⁻², respectively, and in contrast, that of M₄ was the worst in the slope plot experiments where given artificial vegetations were planted. Therefore, it can be seen that ecological protection benefit of artificial vegetations was closely related to their community characteristics, there was a positive correlation between the aboveground biomass of vegetations and their capacity of soil and water conservation in initial succession with determination coefficient (r^2) in excess of 0.987, and did so between root biomass and these capacity in latter succession($r^2 \geq 0.998$) when there were the same side slope conditions, seed quantity and planting measures.

Key words: side slope; vegetation type; soil and water conservation; ecological slope protection