

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20180509.001

化彬,蓝嘉川,招礼军.南友高速公路边坡植被枯落物特性研究[J].广西科学,2018,25(2):212-216.

HUA B,LAN J C,ZHAO L J.Characterization of vegetation litter on the slope of Nanyou highway[J].Guangxi Sciences,2018,25(2):212-216.

南宁至友谊关高速公路边坡植被枯落物特性研究*

Characterization of Vegetation Litter on the Slope of Nanyou Highway

化彬,蓝嘉川,招礼军**

HUA Bin,LAN Jiachuan,ZHAO Lijun

(广西大学林学院,广西南宁 530004)

(Forest College of Guangxi University,Nanning,Guangxi,530004,China)

摘要:【目的】了解南宁至友谊关(简称南友)高速公路边坡绿化植被的水文效应。【方法】在全面踏查的基础上,选择了8个不同地点的7种典型群落类型,对其植被枯落物特性进行研究。【结果】三豆混播群落(S4)的枯落物蓄积量、吸水速率、有效拦蓄量均为最佳,分别为43.80 t/hm²、4 227 g·kg⁻¹·h⁻¹、55.18 t/hm²,而木豆群落(S1)的枯落物最大持水量、最大持水率最高,分别达到2 832 t/hm²、283.2%。【结论】三豆混播群落是南友高速公路边坡植被类型中水土保持效应最均衡的群落配置,具有良好的生态水源涵养及保持的功能,可推广种植,以维护边坡植被和土壤的水文生态功能。

关键词:南友高速 边坡 植被 枯落物 特性

中图分类号:S714.7 **文章标识码:**A **文章编号:**1005-9164(2018)02-0212-05

Abstract:【Objective】In order to understand the hydrological effects of slope vegetation of Nanyou highway.【Methods】Based on the comprehensive survey,seven typical community types in eight different locations were selected to study the characteristics of vegetation litter.【Results】The litter accumulation,water absorption rate and effective interception rate of the three Leguminosae species mixed community (S4) were the best,which were 43.80 t/hm²,4 227 g·kg⁻¹·h⁻¹,55.18 t/hm² respectively.The maximum water holding capacity and maximum moisture rate of the *Cajanus cajan* community (S1) were the highest,which were 2 832 t/hm²,283.2% respectively.【Conclusion】The three Leguminosae species mixed community is the most balanced community configuration in the effect of soil and water conservation on the slope of Nanyou highway.It has good functions of ecological water conservation and can be promoted to maintain the hydrological ecological function of slope vegetation and soil.

Key words:Nanyou highway,slope,vegetation,litter,characteristics

0 引言

【研究意义】森林由林冠层、枯落物层和含根土壤层组成,不同层次在保持水土中作用,林冠层、冠草层林下枯枝落叶层以及发育疏松而深厚的土壤层截留和贮蓄大气降水,进行重新分配和有效调节,发挥森林生态系统特有的水文生态功能。【前人研究进展】在森林垂直的3层结构中,枯枝落叶层占重要地位,是森林地表的一个重要覆盖面^[1]。林地的枯枝落叶层是由林木及林下植被凋落下来的茎、叶枝条、花、果

收稿日期:2017-11-30

作者简介:化彬(1992-),男,硕士研究生,主要从事生态学方向的研究。

*国家自然科学基金项目“广西滨海红鳞蒲桃群落天然更新的影响机制”(31260093),广西自然科学基金项目(2013GXNSFAA019057)和广西交通2008年科技项目(桂交综合发[2008]75号)资助。

**通信作者:招礼军(1970-),男,博士,教授,主要从事生态学和森林培育学研究,E-mail:zhlj-70@163.com.

实、树皮和枯死的植物残体所形成的一层地面覆盖层^[2]。国内外对森林枯落物层的水文生态作用的研究内容主要涉及森林枯落物的截留、储量、凋落动态、分解速率以及影响地表径流和土壤侵蚀机理^[3-6]、地被物水土保持^[7]、枯落物的呼吸^[8]、枯落物的持水性能^[9]、枯落物层吸持水分的蒸发^[10]、枯落物层的氮化和矿化速率^[11]。【本研究切入点】枯落物在水土保持方面有很大作用,表现在能吸持降水、减少和阻延径流、影响地表糙率、影响汇流时间、影响径流流速、增加土壤入渗、抑制土壤水分蒸发、削减雨滴能量、提高土壤抗冲性、增强土壤抗蚀性、减少土壤侵蚀等方面^[12]。枯落物的持水指标一般包括持水量、持水率、拦蓄量、拦蓄率、吸水速率等^[13]。高速公路边坡植被在防止水土流失、改善公路景观方面发挥着重要作用^[14]。选取何种植物群落进行高速公路边坡生态恢复,以达到保水固土、维持边坡稳定已成为高速公路边坡生态恢复亟待解决的问题。目前有关高速公路路域不同林下枯落物的水文效应方面的研究甚少。【拟解决的关键问题】在全面踏查的基础上,在南友公路路域选择了8个不同地点的7种典型群落类型,对其植被枯落物特性进行研究。旨在对南宁至友谊关(以下简称南友)高速公路路域内的沿线边坡的水土保持及安全防护,对于指导南友公路路域边坡的生态恢复建设,构筑南疆第一路的绿色通道,完善区域生态系统,确保公路安全运营和可持续经营和边坡林分结构改造提供科学依据及理论参考。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

南友高速公路位于北回归线以南,属亚热带季风气候,年平均降雨量达1 400 mm以上,主要集中在5~9月,年平均日照1 700 h以上,年平均气温21~22.1℃,极端低温-3℃,极端高温40.5℃。年无霜期352 d,年平均蒸发量1 350 mm。

南友高速公路地质主要为火山岩、碎屑岩山地,多丘陵、台地地形,因此其边坡坡面陡峭,自然坡度20~45°,土质边坡所占比例较大。下边坡属填方区,土质较上边坡松软,表层土层较厚,下边坡为多土质边坡,土层相对薄。南友高速沿途的种植采取3种方式:乔木+灌木+草本,灌木+草本或仅用草本植物,所用植物主要有山毛豆(*Tephrosia candida*)、木豆(*Cajanus cajan*)、猪屎豆(*Crotalaria pallida*)、台湾相思(*Acacia confusa*)、羊蹄甲(*Bauhinia variegata*)、蜜糖草(*Melinis minutiflora*)、飞机草(*Eupatorium odoratum*)、虻蜞菊(*Wedelia trilobata*)、木棉(*Bombax malabaricum*)等。

1.2 研究方法

1.2.1 样方选取及野外调查

通过对南友高速公路路域的预调查,在南友下行线K120 km+600 m等处选取8处具有典型绿化模式的不同边坡植物群落作为研究样地,各样地面积从600 m²至2 000 m²,样地内调查乔木样方为10 m×10 m,灌木样方为4 m×4 m,草本样方为1 m×1 m。调查的各样方如表1所示:

表1 样方概况

Table 1 Sample profile

样方号 Sample number	群落名称 Phytocenology name	位置 Position	坡度 Slope(°)	坡向 Slope aspect	覆盖率 Coverage(%)
S1	木豆群落 <i>Cajanus cajan</i> phytocenology	K93 km	26	NW336	73
S2	虻蜞草群落 <i>Wedelia trilobata</i> phytocenology	K120 km+600 m	37	SE160	41
S3	台湾相思-糖蜜草群落 <i>Acacia confusa</i> - <i>Melinis minutiflora</i> phytocenology	K124 km+850 m	35	S140	51
S4	三豆混播群落 Mixed phytocenology	K131 km+50 m	32	SE165	53
S5	飞机草群落 <i>Eupatorium odoratum</i> phytocenology	K134 km+100 m	32	S195	60
S6	台湾相思群落 I <i>Acacia confusa</i> phytocenology	K143 km+490 m	42	S180	64
S7	台湾相思群落 II <i>Acacia confusa</i> phytocenology II	K148 km+200 m	35	SE165	32
S8	糖蜜草群落 <i>Melinis minutiflora</i> phytocenology	K154 km+50 m	45	SE145	41

注:三豆混播为木豆、山毛豆、猪屎豆3种植物混交

Note: The three *Leguminosae* species were mixed with three plants: green soybeans, *Tephrosia candida* and *Crotalaria pallida*

1.2.2 枯落物收集处理

在不同群落的固定样地内均匀设置 3~6 个 1 m×1 m 小样方,收集样方内所有枯落物,测定其鲜重,并从中取出 100 g 或 200 g 样装袋带回处理以便测定其自然含水率、枯落物储量、持水能力等指标。

在室温 26~28℃ 条件下,将各样袋枯落物放到烘箱中保持 80℃ 烘干至恒重,及得各样品枯落物生物量。再将同一固定样方枯落物混匀,取 100 g 装入网袋后分别浸入水中,每隔 0.5 h、1.0 h、1.5 h、2.0 h、4.0 h、6.0 h、8.0 h、10.0 h、12.0 h、24.0 h 取出静置至枯落物不滴水为止,迅速测定其湿重。做 2 个重复。以浸泡 24.0 h 后取为最大持水量^[15]。枯落物自然含水率、枯落物持水量、枯落物持水率及枯落物吸水速率分别计算如下:

自然含水率 = (1 - 枯落物干重 / 枯落物鲜重) × 100%。

枯落物持水量 (t/hm²) = [枯落物吸饱水质量 (kg/m²) - 枯落物干质量 (kg/m²)] × 10。

枯落物持水率 (%) = (枯落物持水量 / 枯落物干质量) × 100%。

枯落物吸水速率 (g · kg⁻¹ · h⁻¹) = 枯落物持水量 (g · kg⁻¹) / 吸水时间 (h)。

枯落物对降水的拦蓄能力计算,有效拦蓄量用下式表示^[16]:

$$W = (0.85 \times R_m - R_0) \times M,$$

式中: W ——有效拦蓄量 (t/hm²); R_m ——最大持水率 (%); R_0 ——平均自然含水率 (%); M ——枯落物现存量 (t/hm²)。

2 结果与分析

2.1 枯落物蓄积量

从表 2 可以看出,不同地段样方枯落物层蓄积量有明显差别,S4 的蓄积量是 S2 的 16.5 倍之多,由于三豆混播林物种丰富,每年有大量的枯落物归还予大地,而蜈蚣菊群落属草本型护坡,其枯落物分解速度快,所以蓄积甚少。台湾相思-糖蜜草群落(S3)具有最大自然含水率,飞机草群落(S5)和台湾相思群落 I (S6)自然含水率最小。

2.2 林下枯落物层持水量

表 3 数据显示:不同林分的枯落物持水量有差异。经过不同时间段的浸泡,浸泡时间在 0.5 h~8.0 h,各自然林分枯落物持水量随时间而增加,之后缓慢增长,至 24.0 h 为最大持水量。木豆群落为主的植被群落类型是南友高速公路边坡具有最大持水量类型,最大持水量最小的是以台湾相思-糖蜜草群落为主的类型,二者相差 3 倍之多。

表 2 枯落物蓄积量、干重及自然含水率

Table 2 The litter volume, dry weight and natural water content

样方号 Sample number	枯落物蓄积量 Litter volume (t/hm ²)	枯落物干重 Litter dry weight (t/hm ²)	自然含水率 Natural water content (%)
S1	4.67	3.90	16
S2	2.65	1.95	26
S3	8.15	4.99	39
S4	43.80	38.91	11
S5	10.20	9.47	7
S6	3.88	3.60	7
S7	16.72	14.47	13
S8	5.13	4.60	10

表 3 不同浸泡时间林下枯落物层持水量变化

Table 3 Changes of water holding capacity of litter layer under different soaking time

样方号 Sample number	枯落物层持水量 Water holding capacity of litter layer(t/hm ²)									
	0.5 h	1.0 h	1.5 h	2.0 h	4.0 h	6.0 h	8.0 h	10.0 h	12.0 h	24.0 h
S1	2 113.5	2 323.5	2 329.5	2 356.0	2 435.5	2 554.0	2 684.0	2 699.0	2 703.0	2 832.0
S2	705.0	777.0	849.0	871.0	953.0	1 004.0	1 051.0	1 128.0	1 215.0	1 308.0
S3	639.5	661.5	684.5	691.5	711.5	756.5	772.0	781.5	820.0	906.5
S4	1 019.5	1 117.5	1 191.5	1 217.0	1 233.0	1 289.5	1 349.0	1 417.5	1 506.5	1 611.5
S5	1 504.0	1 543.0	1 550.0	1 561.0	1 604.0	1 629.0	1 660.0	1 674.0	1 706.0	1 757.0
S6	1 138.0	1 249.5	1 318.5	1 327.5	1 378.5	1 447.0	1 503.0	1 541.0	1 665.0	1 719.5
S7	734.5	799.5	855.5	866.0	910.5	962.0	1 024.0	1 190.0	1 221.5	1 359.0
S8	950.5	1 028.5	1 037.0	1 040.5	1 062.5	1 094.5	1 128.5	1 161.0	1 209.0	1 266.0

2.3 枯落物持水过程

2.3.1 持水率

枯落物层持水率与持水量随时间的动态变化规

律基本相似,持水率越大,枯落物的持水能力就越强。木豆群落植被类型具有最大持水率,高达 283.2%,台湾相思-糖蜜草群落为 90.6%(图 1)。在 0.5 h 至

8.0 h,各持水率均明显地增长,8.0 h至24.0 h变化缓慢,趋于平衡状态。木豆群落由于枯落物层多是叶子脱落而少有枝条在其间,故其持水率大,变化稳定,具有最大持水量与最大持水率。而台湾相思-糖蜜草群落枯落物中多为台湾相思枝条,叶少,糖蜜草的凋落物又很快被分解成腐殖质,故其持水能力不强。

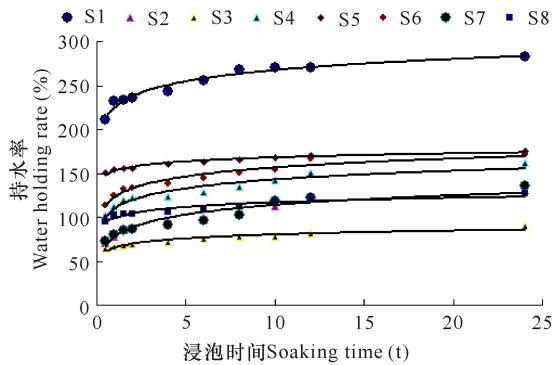


图1 枯落物持水率与时间关系

Fig. 1 Relationship between water holding rate and time of litter

2.3.2 吸水速率

不同枯落物类型,其吸水的速率也有所差异。浸泡时间在0.5 h~8.0 h内,各林分枯落物的吸水速率随浸泡时间的增长急剧下降,8.0 h后速率平缓下降,直至几乎保持平衡(图2)。在0.5 h至1.5 h时,吸水速率大小为台湾相思群落II(S7)>蜈蚣菊草群落(S2),而之后其吸水速率大小变成蜈蚣菊草群落

(S2)>台湾相思群落II(S7)。各林分中在0 h至0.5 h间是吸水速率最大的时段,此时各林分中吸水速率最快的是三豆混播群落(S4),达4 227 g·kg⁻¹·h⁻¹之高,最慢的是台湾相思-糖蜜草群落,仅达1 279 g·kg⁻¹·h⁻¹,两者比值近3.4。

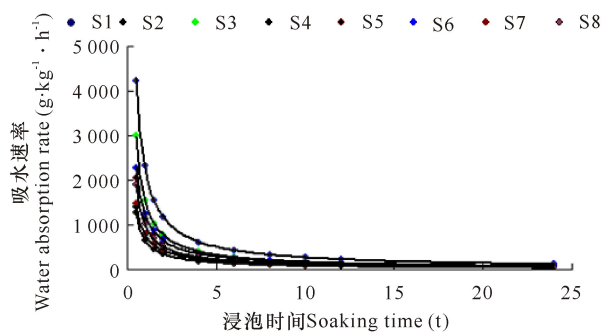


图2 吸水速率与浸泡时间关系

Fig. 2 Relationship between water absorption rate and soaking time

2.4 枯落物层对降水的拦蓄能力

由表4可知,各类型植被枯落物层的有效拦蓄量与其最大拦蓄量变化特点相同,最大持水量大的拦蓄能力也最大,有效拦蓄能力大小依次为三豆混播群落(S4)>台湾相思群落II(S7)>飞机草群落(S5)>木豆群落(S1)>台湾相思群落I(S6)>糖蜜草群落(S8)>台湾相思-糖蜜草群落(S3)>蜈蚣菊草群落(S2)。

表4 枯落物层对降水的拦蓄能力

Table 4 The litter on rainfall interception ability

样地类型 Sample type	最大持水量 MWHC (t/hm ²)	最大持水率 MWHR (%)	最大持水深度 MWHHD (mm)	最大拦蓄率 Maximum retention rate(%)	最大拦蓄量 Maximum interception (t/hm ²)	最大拦蓄深度 Maximum depth (mm)	有效拦蓄量 Modified interception (t/hm ²)	有效拦蓄深度 Modified depth (mm)
S1	2 832	13.22	1.32	267.20	12.47	1.25	10.49	1.05
S2	1 308	3.47	0.35	104.80	2.78	0.28	2.26	0.25
S3	907	7.39	7.40	51.65	4.21	0.42	3.10	0.31
S4	1 612	70.58	7.06	150.15	65.76	6.58	55.18	5.52
S5	1 757	17.92	1.79	168.7	17.21	1.72	14.52	1.45
S6	1 720	6.66	0.67	164.95	6.39	0.64	5.39	0.54
S7	1 359	22.72	2.27	122.90	20.55	2.06	17.14	1.72
S8	1 266	6.50	0.65	116.6	5.99	0.60	5.01	0.50

3 讨论

三豆混播群落(S4)蓄积量大,枯落物层厚,持水率高,对边坡的水源涵养功能发挥很大的作用,同时也与边坡土壤性质的改善息息相关。因此研究植被土壤的性能也同等重要。

南友高速公路边坡植被枯落物的调查分析,为南友高速公路边坡植被的选择、生长状况、边坡土壤的保水

保肥以及固土护坡、保证道路安全都提供了非常重要的依据。但是本研究只是从水文方面研究了植被的护坡能力,远不能为高速公路边坡的护坡性能、绿化物种的选择、路域系统景观美化提供完备的资料,因此,对高速公路边坡的研究应多探索新方法新思路,从多角度多方面进行研究,方可为这一南疆国门第一路生态发展出言献策,打造一流的生态高速公路。

4 结论

对南友高速公路边坡不同样地枯落物层的蓄积量、持水量、持水率、吸水速率以及对降水的拦蓄能力等的研究表明:三豆混播群落枯落物的蓄积量、吸水速率以及对降水的有效拦蓄量最高,分别为 43.80 t/hm²、4 227 g·kg⁻¹·h⁻¹、55.18 t/hm²;木豆群落枯落物的持水量、持水率最佳,最大持水量、最大拦蓄率分别达到 2 832 t/hm²、267.2%。综上可见,南友高速公路边坡植被中,三豆混播群落具有最大蓄积量、对降水有最大有效拦蓄能力,因而具有较强的持水和贮水性能。该群落对边坡水源涵养、水土保持都具有一定的优势作用,因此它是南友高速公路边坡植被类型中最具水土保持效应的群落配置,可推广种植,以维护边坡水土的生态功能。

参考文献:

[1] 余新晓,甘敬,张晓明,等.水源涵养林研究与示范[M].北京:中国林业出版社,2007.
YU X X, GAN J, ZHANG X M, et al. Research and demonstration of water conservation forest [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2007.

[2] 高志义.水土保持林学[M].北京:中国林业出版社,1996.
GAO Z Y. Soil and water conservation forestry[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1996.

[3] 刘向东,吴钦孝,苏宁虎.六盘山林区森林树冠截留、枯枝落叶层和土壤水文性质的研究[J].林业科学,1989,25(3):220-227.
LIU X D, WU Q X, SUN N H. Studies on rainfall interception in canopy, litter and soil hydrological characteristics of forests in Liupanshan Mountains [J]. Scientia Silvae Sinicae, 1989, 25(3): 220-227.

[4] 马血华,杨茂瑞,胡星弼.亚热带杉木、马尾松人工林水文功能的研究[J].林业科学,1993,29(3):199-206.
MA X H, YANG M R, HU X B. A study on hydrological function of subtropical plantation of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* [J]. Scientia Silvae Sinicae, 1993, 29(3): 199-206.

[5] BEASLEY R S, GRANILLO A B. Soil protection by natural vegetation on clearcut forest land in Arkansas [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1985, 40(4): 379-382.

[6] WIERSUM K F. Effect of various vegetation layers in an *Acacia auriculiformis* forest plantation on surface erosion in Javi, Indonesia [C]//EL-SWAIFY S A, MOLDENHAUER W C, LO A. Soil erosion and conservation. Ankeny: Soil Conservation Society of America, 1985: 79-89.

[7] 程金花,张洪江,史玉虎.林下地被物水土保持作用研究进展[J].中国水土保持科学,2003,1(2):96-101.
CHENG J H, ZHANG H J, SHI Y H. Research review

on floor's effect on soil and water conservation [J]. Science of Soil and Water Conservation, 2003, 1(2): 96-101.

[8] 杨玉盛,董彬,谢锦升,等.森林土壤呼吸及其对全球变化的响应[J].生态学报,2004,24(3):583-591.
YANG Y S, DONG B, XIE J S, et al. Soil respiration of forest ecosystems and its response to global change [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(3): 583-591.

[9] 万丹,丁晨曦,欧伟,等.色季拉山云杉林枯落物持水性能研究[J].安徽农业科学,2010,38(23):12910-12912.
WAN D, DING C X, OU W, et al. Study on water holding capacity of litter in spruce forest in Sejila Mountain [J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2010, 38(23): 12910-12912.

[10] KELLIHER F M, LEUNING R, SCHULZE E D. Evaporation and canopy characteristics of coniferous forests and grasslands [J]. Oecologia, 1993, 95: 153-163.

[11] TIETEM A, WARMERDAM B, LENTIONG E, et al. Abiotic factors regulating nitrogen transformations in the organic layer of acid forest soils: Moisture and pH [J]. Plant and Soil, 1992, 147(1): 69-78.

[12] 程金花,张洪江,史玉虎,等.三峡库区几种林下枯落物的水文作用[J].北京林业大学学报,2003,25(2):8-13.
CHENG J H, ZHANG H J, SHI Y H, et al. Hydrological effects of several kinds of litters in the Three Gorges Reservoir Area [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2003, 25(2): 8-13.

[13] 张振明,余新晓,牛健植,等.不同林分枯落物层的水文生态功能[J].水土保持学报,2005,19(3):139-143.
ZHANG Z M, YU X X, NIU J Z, et al. Ecohydrological functions of litter on different forest stands [J]. Journal of Soil and Water Conservation [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2005, 19(3): 139-143.

[14] 赵怀宝,陈镜,陈道运,等.海南高速公路东线边坡植物群落物种多样性及其与环境关系[J].海南热带海洋学院学报,2016,23(5):17-22.
ZHAO H B, CHEN B, CHEN D Y, et al. Species diversity and its correlation with the environment in highway slope [J]. Journal of Hainan Tropical Ocean University, 2016, 23(5): 17-22.

[15] 饶良懿,朱金兆,毕华兴.重庆四面山森林枯落物和土壤水文效应[J].北京林业大学学报,2005,27(1):33-37.
RAO L Y, ZHU J Z, BI H X. Hydrological effects of forest litters and soil in the Simian Mountain of Chongqing City [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2005, 27(1): 33-37.

[16] 阮宏华,孙多,叶镜中.下蜀林场主要森林类型凋落物水文特性的研究 [C]//姜志林.下蜀森林生态系统定位研究论文集.北京:中国林业出版社,1992:36-41.
RUAN H H, SUN D, YE J Z. Study on hydrological characteristics of litter in main forest types in Xiashu Forest Farm [C]//JIANG Z L. Proceedings of Xiashu Forest Ecosystem Positioning. Beijing: China Forestry Publishing House, 1992: 36-41.

(责任编辑:陆雁)