

黄土丘陵区小流域次生灌丛群落生物量研究^X

刘江华^{1,2,3}, 徐学选^{1,3}, 杨光¹, 穆兴民¹, 王炜¹

(1 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西杨陵 712100; 2 塔里木农垦大学, 新疆阿拉尔 843300; 3 中国科学院、水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西杨陵 712100)

摘要: 生物量是整个生态系统运行的能量基础和营养物质来源。用直接收获法, 对延安康家屹崂沟小流域 5 个次生灌丛群落类型和 2 个人工灌丛样地地上部生物量的研究表明: 地上部生物量黄刺玫> 杂灌> 虎榛子> 柠条(阴坡)> 沙棘> 狼牙刺> 柠条(阳坡); 灌木树种组成复杂的、群落盖度较大的类型生物量较大; 各类型灌丛生物量在小流域空间分布上阴坡> 阳坡, 阴坡坡下> 坡中> 坡上; 阳坡灌丛中的草本植物生物量比阴坡高, 而灌木生物量较低。所调查的 5 个次生灌丛群落类型地上部生物量和生产力呈线性相关关系, 回归方程 $Y = 3.1995 + 0.1939X$, 净生产力随生物量的增加而提高。

关键词: 次生灌丛; 生物量; 黄土丘陵区; 流域

中图分类号: Q948.12⁺1 文献标识码: A

Study on biomass of secondary shrubbery community in small watershed of Loess Hill and Gully Region

LIU Jiang-hua^{1,2,3}, XU Xue-xuan^{1,3}, YANG Guang¹, MU Xing-min¹, WANG Wei¹

(1 Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Tarim Agricultural Reclamation University, Alar, Xinjiang 843300, China; 3 State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Biomass is the basis of the ecosystem functions, and serves as an indicator of ecosystem health. In order to evaluate the natural restoration of vegetation in north Shaanxi, a research was conducted in Yanggou watershed, Yanpan City on aboveground biomass of 5 types of secondary shrubs and 2 types of man-planted shrubs. The result shows that the higher biomass was found in shrub community with more species and higher cover. The spatial analysis of biomass over the watershed showed that the biomass on north facing slopes is higher than that on south facing slopes. On north facing slopes, the biomass increases from lower parts to upper parts; and it is higher in gully than that in hill ridges. The relation between aboveground biomass and productivity of 5 shrub communities was also established: $Y = 3.1995 + 0.1939X$.

Key words: secondary shrub community; biomass; Loess Hill and Gully Region; small watershed

由于人类长期反复垦殖, 黄土丘陵区的森林植被资源曾遭到严重的破坏, 灌木林就是在这种次生

X 收稿日期: 2003-02-25; 修改稿收到日期: 2003-04-28

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2001BA508B17); 中国科学院知识创新项目(KZCX01-06, KZCX1-10)

作者简介: 刘江华(1970-), 男(汉族), 新疆伊犁人, 塔里木农垦大学讲师, 现在西北农林科技大学水土保持研究所攻读硕士学位。主要从事植被、生态水文等方向研究。

裸地上森林恢复演替系列中的一个阶段。这些灌木林不但在森林恢复演替中具有重要意义,而且对水土保持,恢复生态平衡起着重要作用^[6]。随着我国“天保”工程的实施,灌木林的地位和作用日显重要。生物量作为生态系统中植物有机物总量,是整个生态系统运行的能量基础和营养物质来源。研究灌木林的生物量和生产力具有重要意义,它不但是研究陆地植被总生产力与物质循环的基础之一,而且还能对灌木林的生产力和经营提供基础数据。国内外有关灌木林生态系统的生物量和生产力的研究报道并不多见,国外 Olson^[13], Whittaker^[14,15] 等作过这方面的研究,国内这方面的研究始于上世纪 80 年代,金小华等^[3,4,9,12] 作过有关灌木林的生物量与生产力或类似的研究。已有的有关黄土高原植被生物量和生产力的研究主要集中在人工植被^[7-9],对黄土高原次生灌丛的生物学特性、群落结构、群落演替、生物多样性及其更新特点的研究都有报道^[6,10],但对次生灌丛生物量和生产力的研究鲜见报道。因此,笔者对延安燕沟流域康家屹崂沟次生灌丛群落生物量及其空间分布进行了初步研究。

1 试验区概况

1.1 小流域自然概况

试验设在延安市宝塔区的燕沟流域康家屹崂沟,海拔高度 1 100 ~ 1 320 m,属黄土丘陵沟壑区暖温带半干旱气候,年均气温 8 ~ 10 ℃, 10 ℃ 活动积温 3 500 ℃,多年平均降水量 553 mm,干燥度 1.5 ~ 2.0,无霜期 180 d,年蒸发力 900 ~ 1 000 mm 左右。土壤以黄绵土为主。

1.2 小流域次生灌丛群落概况

朱志诚认为陕北黄土高原在森林恢复演替中起主要作用的灌丛是狼牙刺群落、沙棘群落、黄刺玫群落、虎榛子群落^[6]。经过调查,延安燕沟流域康家屹崂沟的次生灌丛主要有 5 个类型,各类型及其群落特征如下: ①沙棘(*Hippophae rhamnoides*)群落,群落盖度 40% ~ 85%,灌层高 0.5 ~ 1.5 m,优势种为沙棘,草本层以铁杆蒿(*Artemisia gmelinii*)、长芒草(*Stipa bungeana* Trin) 为主,灌木层盖度 30% ~ 70%。②狼牙刺(*Sophora viciifolia*)群落,群落盖度 40% ~ 75%,灌层高 1.2 ~ 1.8 m,优势种为狼牙刺,伴生灌木酸枣(*Zizyphus jujuba* var. *spinosa*),草本层以铁杆蒿、芨蒿(*Artemisia giraldii*) 为主,灌木层盖度 25% ~ 55%。③虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)群落,群落盖度 75% ~ 95%,灌木层高 0.8

~ 1.5 m,优势种为虎榛子,伴生灌木有黄刺玫(*Rosa hugonis*)、柔毛绣线菊(*Spiraea rubescens*)、牛奶子(*Eleagnus umbellata*)、忍冬(*Lonicera* spp.) 等,草本层以苔草(*Carex* spp.) 为主,灌木层盖度 60% ~ 95%。④黄刺玫群落,群落盖度 50% ~ 95%,灌层高 1.0 ~ 1.5 m,优势种为黄刺玫,常伴生有北京丁香(*Syringa pkinensis*)、延安锦鸡儿(*Caragana purdomii*)、虎榛子、忍冬等灌木,草本层以铁杆蒿或苔草占优。灌木层盖度 30% ~ 90%。⑤忍冬+绣线菊+沙棘群落(以下简称杂灌),群落盖度 85% ~ 95%。灌木层高 1.5 ~ 2.5 m,优势种为红脉忍冬(*Lonicera nervosa*)、绣线菊、沙棘等,伴生有黄刺玫、牛奶子、山杨(*Populus tomentosa*)、水桐子(*Cotoneaster multiflora*) 等木本植物,草本层以苔草为主。群落内有大量山杨幼苗。灌木层盖度 80% ~ 95%。

2 研究方法

研究区内受人类活动影响较小的灌丛群落多处于陡坡上,生长茂密且多刺,故采用《我国生态、环境资源测试、分析方法规范、标准汇编(植物部分)》中“湿润地区灌木地上生物量测定”规定的方法进行。鉴于研究区地形破碎,灌丛群落面积小而分散的现实条件,为便于今后的研究,适当增大了样方面积,减少样方数量。

测定于 2002 年 9 月进行。在对灌丛群落进行类型划分的基础上,建立每种类型的代表性样地,在每个样地内布置 3 m × 3 m 的样方 3 个。共测定了 18 块样地,其中 15 块是上述 5 个灌丛类型的样方,另外布置了 3 个人工营造的 4 年生柠条灌丛样方,样方面积 1 m × 平均行间距,经测量确定为 1 m × 2 m。统计群落物种组成,采用直接收获法齐地面分别收获样方中各种灌木的枝叶,并分多年生枝、当年生枝、叶等分别称鲜重。分种类收获样方内草本植物地上部分,分别称鲜重。在每个样方内再设置 1 m × 1 m 的小样方 2 个,收集小样方内的全部枯枝落叶,并称鲜重。对所有称量的组分各取适量样品置于烘箱内,80 ℃ 烘干至平衡,分别求出各部分的干鲜比值,再计算出各部分的干重,各部分干重之和为样方地上部生物量,3 个样方地上部生物量的平均值即为灌木群落的地上部生物量。

生物量测定的同时对各灌丛群落的生产力进行了测定,测定方法参照金小华等^[4] 文中所述进行。

3 结果与分析

3.1 不同群落类型在小流域内的空间分布

在小流域中,次生灌丛群落的分布具有明显的空间分异特征(表 1)。沙棘的环境适应性很强,不论阴坡、阳坡,坡上、坡下,沟底、山脊均有分布,在阳坡和阴坡均能良好生长;在阳坡常形成沙棘单优灌丛,在阴坡常与山杨、虎榛子、绣线菊等形成灌丛群落;阳坡沙棘生长低矮,阴坡沙棘生长较高大,在水分条件较好的沟底甚至可长成小乔木状,本研究选择的沙棘样地位于阳坡。狼牙刺灌丛则多分布于阳坡,由于人类活动的强度干扰,该群落类型主要分布在

表 1 次生灌丛群落的空间分布

Table 1 The spatial distribution of community

空间分布 The spatial distribution	群落类型 Community				
坡向 Slope orientation	不限	阳坡	阴坡, 半阴坡	阴坡, 半阴坡	阴坡
坡位 Slope site	不限	不限	坡中, 坡下	不限	坡下
坡度 Slope gradient	不限	20 ~ 35 °	20 ~ 35 °	不限	15 ~ 30 °

注: . 沙棘灌丛; . 狼牙刺灌丛; . 虎榛子灌丛; . 黄刺玫灌丛; . 杂灌。

Notes: . Hippophae rhamnoides shrub; . Sophora viciifolia shrub; . Ostryopsis davidiana shrub; . Rosa hugonis shrub; . Lonicera nervosa, Spiraea spp. and Hippophae rhamnoides shrub.

3.2 不同群落类型的生物量及其空间分布

在一个小流域的狭小范围内,海拔高度变化不大,由于地形地貌的复杂多变,产生了植被生态环境丰富的多样性,不同的次生灌丛群落类型在这种环境背景下有规律地分布和生长着。生物量和生产力在小流域内的空间分布是这种规律性的一个方面。各类型灌丛生物量的测定结果见表 2,从表 2 可以看出生物量变化的总趋势是黄刺玫> 杂灌> 虎榛子> 沙棘> 狼牙刺> 柠条。由于群落类型分布具有 3.1 所述的空间特征,其生物量的分布也具有相应的空间特征。研究区内次生灌丛群落生物量的空间分布规律表现为:生长在阴坡的杂灌、黄刺玫、虎榛子灌

表 2 不同群落类型地上部生物量

Table 2 The biomass of aboveground of the community

群落名称 Community	生物量 Biomass (t/hm ²)				
	灌木茎 Shrubbery stem	灌木叶 Shrubbery leaf	草本 Herb	枯落物 Litter	合计 Total
	5.20	2.52	1.57	1.06	10.35
	4.74	0.97	2.89	0.41	9.01
	7.08	3.01	0.08	0.75	10.92
	9.91	5.60	0.19	1.24	16.84
	12.08	1.34	0.35	2.08	15.85
	0.86	3.77	1.12	1.15	7.43

注: . 沙棘灌丛; . 狼牙刺灌丛; . 虎榛子灌丛; . 黄刺玫灌丛; . 杂灌; . 柠条灌丛。

Notes: . Hippophae rhamnoides shrub; . Sophora viciifolia shrub; . Ostryopsis davidiana shrub; . Rosa hugonis shrub; . Lonicera nervosa, Spiraea spp. and Hippophae rhamnoides shrub; . Caragana intermedia shrub.

30 以上的陡坡,随着退耕禁牧政策的实施,一些阳坡草地群落逐步向狼牙刺等阳性灌丛演替;虎榛子群落分布在阴坡、半阴坡,常与黄刺玫、延安锦鸡儿等形成灌丛群落,在土壤水分条件较差的山脊常形成虎榛子单优灌丛;黄刺玫的生态幅度较宽,多分布于半阴坡及阴坡,在土壤水分条件好的立地上,生长势强,群落组成比较复杂,但在阴坡下部、集水沟道中灌丛群落发育良好的立地上,黄刺玫更新困难,常生长不良。杂灌群落仅分布于阴坡下部及集水沟道等水分条件较好的立地,群落有向山杨林演替的趋势。

丛显著高于阳坡的沙棘、狼牙刺灌丛,生长在坡下部的杂灌、黄刺玫灌丛高于坡上部的虎榛子灌丛。总体上灌丛群落地上部生物量阴坡> 阳坡,这是因为阴坡太阳辐射较弱,水分条件较好,而土壤水分是限制干旱区植被生长发育和分布的主要因子^[8]。草本层生物量阳坡> 阴坡,这是因为阴坡灌丛灌木盖度较大,原本较差的光照条件在茂密的灌丛覆盖下更弱,以至只有耐阴的苔草等少数草本植物能够正常生长。而阳坡灌丛灌木盖度较小,灌丛对草本植物的光照条件影响较小,所以草本植物种类较多,生长较好。

3.3 各群落类型地上部生物量分布特点

所测定灌丛群落的地上部生物量主要分布在灌木植物的茎叶上, 如生物量最大的黄刺玫灌丛, 灌木植物茎叶生物量占总量的 92.1%, 而虎榛子群落达到 92%, 按灌木植物茎叶生物量在总地上部生物量中所占的百分比排序, 虎榛子 > 杂灌 > 黄刺玫 > 沙棘 > 狼牙刺 > 柠条。

各群落类型在优势种数, 灌木植物种数, 优势种生物量比例, 灌木植物生物量比例, 草本植物生物量比例等方面存在明显的差异, 如表 3 所示。从表 3 数据可以看出, 群落盖度较大的, 灌木种类较多的群落具有较高的生物产量。这是因为这类灌丛群落有多

年更多的生物量积累, 灌丛内的枯落物量也较高。

阳坡灌丛多为单优群落, 群落内灌木种类组成简单, 多为 1~2 种, 灌木生物量占总量的比例在 75% 以下, 草本植物种类较多, 其生物量比阴坡高, 平均占总量的 25.5%; 而阴坡灌丛的灌木种类组成相对比较复杂, 平均每个样地内有 5 种灌木植物, 灌木生物量占总量的比例高达 85% 以上, 草本植物由于灌木的遮阴, 光照不足, 生物量很小, 种类也很少, 地上部生物量平均只占总地上部生物量的 4.1%。阴坡灌丛枯落物量平均为 1.47 t/hm², 明显大于阳坡的 0.65 t/hm², 二者分别占总量的 11.2%、7.8%。

表 3 不同群落类型地上部生物量分布

Table 3 Distribution of aboveground biomass of various community types

项目 Items	群落类型 Community					
	II	I	III	V	IV	
群落盖度 Community cover (%)	60	50	80	75	85	45
优势种数 Number of dominant species	1	1	1	2	3	1
优势种生物量 Biomass of dominant species (t/hm ²)	7.72	5.71	4.44	13.16	11.06	4.57
占总量 Percentage total (%)	74.5	63.4	40.7	78.1	69.8	57.8
灌木植物种数 Number of shrub species	1	2	3	6	7	1
灌木总生物量 Total biomass of shrub (t/hm ²)	7.72	5.71	10.09	15.51	13.42	2.38
占总量 Percentage total (%)	74.5	63.4	92.4	92.1	84.7	57.8
草本植物种数 Number of herb species	9	8	1	2	1	8
草本生物量 Biomass of herb (t/hm ²)	1.57	2.89	0.75	0.19	0.35	1.12
占总量 Percentage total (%)	15.1	32.1	6.9	1.12	2.2	17.7
枯落物 Litter (t/hm ²)	1.06	0.41	0.75	1.24	2.08	1.15
占总量 Percentage total (%)	10.2	4.6	6.9	7.4	13.1	14.15

注: . 沙棘灌丛; . 狼牙刺灌丛; . 虎榛子灌丛; . 黄刺玫灌丛; . 杂灌; . 柠条灌丛。

Notes: . Hippophae rhamnoides shrub; . Sophora vicifolia shrub; . Ostryopsis davidiana shrub; . Rosa hugonis shrub; . Lonicera nervosa, Spiraea spp. and Hippophae rhamnoides shrub; . Caragana intermedia shrub.

3.4 小流域群落生物量与生产力的关系

经测定, 5 个次生灌丛群落的生产力依次分别为 5.31、4.57、5.72、6.44、6.17 t/(hm²·a)。从研究区各植被类型的地上部生物量和生产力关系(图 1)来看, 生物量较高的群落类型, 生产力也较高, 两者呈显著线性相关关系, 回归方程为 $Y = 3.1995 + 0.1939X$ ($P < 0.01$, $r = 0.9224$), 回归关系极显著(图 2)。该结果与金小华等对亚热带次生灌丛的研究^[5]结果一致。这说明黄土丘陵区小流域次生灌丛生产力的空间分布也具有与生物量相似的特征。

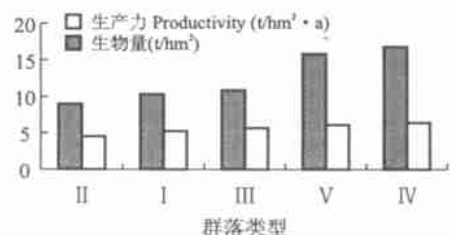


图 1 地上部生物量和生产力比较

. 沙棘灌丛; . 狼牙刺灌丛; . 虎榛子灌丛; . 黄刺玫灌丛; . 杂灌
Fig. 1 Comparison of aboveground biomass and productivity
. Hippophae rhamnoides shrub; . Sophora vicifolia shrub;
. Ostryopsis davidiana shrub; . Rosa hugonis shrub;
. Lonicera nervosa, Spiraea spp. and Hippophae rhamnoides shrub

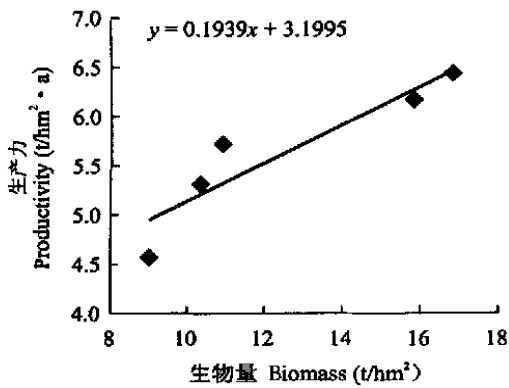


图2 生物量和生产力的关系

Fig. 2 Correlation between biomass and productivity

4 讨论

干旱半干旱区植被生物量积累和生产水平受到水分条件的制约,这一点在众多学者中已有共识^[3, 7, 8]。在很大程度上,黄土丘陵区次生灌丛生物

量和生产力在小流域的空间分布正是水分生态条件影响的结果。

对地表枯落物量和植被覆盖度与水土流失的关系已有比较充分的研究^[3],普遍的观点是地表枯落物和较高的植被覆盖度能够减少地表径流,控制水土流失。次生灌丛的生物量和生产力与这两个指标密切相关,测定资料表明,次生灌丛群落生物量与群落覆盖度、地表枯落物量呈正相关关系,生物量大的群落其覆盖度高,枯落物量多;生物量较小的群落其覆盖度较低,枯落物量少。所以,生物量高的次生灌丛具有较高的水土保持效益。在植被建设中应分地区选择几种主导造林树种,做到树种空间配置的科学合理,以期获得较高的生物产量,形成稳定的植物群落,获得较高的水土保持效益。

参考文献:

- [1] 冯宗炜,王效科,吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 1- 22.
- [2] 木村元. 陆地植物群落的生产量测定[M]. 姜恕译. 北京: 科学出版社, 1976: 12- 41.
- [3] 吴钦孝,杨文治. 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 111- 116.
- [4] JIN X H (金小华), LIU H G (刘宏纲), SONG Y CH (宋永昌). Study on the productivity of shrubbery in Yi County, Southern Anhui Province[J]. Acta Phytocool et Geobot. Sin. (植物生态学与地植物学报), 1990, 14(3): 268- 273 (in Chinese).
- [5] JIN X H (金小华), SONG Y CH (宋永昌), ZUO W J (左文江). Study on biomass of shrubbery in Yi County, Southern Anhui Province[J]. Journal of Ecology. (生态学报), 1990, 10(4): 328- 331 (in Chinese).
- [6] ZHU ZH CH (朱志诚). Shrubbery types and dynamic characteristic on Loess Plateau Northern Shannxi[J]. Shannxi Forestry Science and Technology (陕西林业科技), 1992, 4: 36- 42 (in Chinese).
- [7] WEI T X (魏天兴), ZHU J ZH (朱金兆). Feature of water supply and consumption and productivity of stand in Loess Plateau[J]. Journal of Soil Erosion and Water Conservation. (土壤侵蚀与水土保持学报), 1999, 5(4): 45- 51 (in Chinese).
- [8] CHEN G L (陈国良), MU X M (穆新民), CHENG J M (程积民), HAN SH F (韩仕峰). Water-heat condition and vegetation productivity in Loess Hilly Sloping Land[J]. Research of Soil and Water Conservation (水土保持研究), 1996, 3(1): 27- 37 (in Chinese).
- [9] ZHOU Z SH (周泽生), WANG H SH (王晗生), LI L (李立), FU Z (傅佐). Study on the shrubbery growth and productivity[J]. Research of Soil and Water Conservation (水土保持研究), 1998, 5(1): 103- 108 (in Chinese).
- [10] LIANG J ZH (梁金战), LI D (李典), ZHANG J (张鉴), WU Y H (吴永红), CHEN W (陈伟). The phytocoenosis structure and diversity as affected by little watershed management[J]. Research of Soil and Water Conservation (水土保持研究), 1998, 5(4): 98- 101 (in Chinese).
- [11] LI P (李鹏), LI ZH B (李占斌), ZHENG L Y (郑良勇). Advances in researches of the effectiveness for vegetation conserving soil and water[J]. Research of Soil and Water Conservation (水土保持研究), 2002, 9(1): 76- 80 (in Chinese).
- [12] CHEN X L (陈遐林), MA Q Y (马钦彦), KANG F F (康峰峰), CAO W Q (曹文强), ZHANG G H (张国华), CHEN Z W (陈宗伟). Studies on the biomass and productivity of typical shrubs in Taiyue Mountain, Shanxi Province[J]. Forest Research (林业科学研究), 2002, 15(3): 304- 304 (in Chinese).
- [13] OLSON C M, MARTIN R E. Estimating biomass of shrubs and forbs in central Washington Douglas-fir stands[R]. Research Note: Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, 1981, No. PNW-380. 6.
- [14] WHITTAKER R H. Estimation of net primary production of forest and shrub communities[J]. Ecology., 1961, 42: 177- 180.
- [15] WHITTAKER R H. Net production relations of shrubs in the Great Smoky Mountains[J]. Ecology., 1962, 43: 357- 377.