

文章编号 1001-8166(2002)02-0268-05

# 降水变化对陕北黄土高原植被覆盖度和高度的影响

张 岩<sup>1</sup>, 张清春<sup>2</sup>, 刘宝元<sup>1</sup>

(1. 北京师范大学资源与环境科学系, 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 2. 国土资源部土地整理中心国土整治研究室, 北京 100035)

**摘 要** 植被特性及生长模式是土壤侵蚀研究的重要因子, 而降水是植被生长的主要限制因素。通过 3 年的观测数据, 分析了陕北黄土高原地区降水年际变化和年内变化对 6 种植被覆盖度和高度的影响, 得到如下主要结论: 年降水量对刺槐林、灌木林、荒草地和农地植被的影响较大, 平水年份和干旱年份最大覆盖度相差约一倍。而对于植被高度来说, 受影响最大的是休闲地和农地植被。

降水的年内分布, 尤其是 6~8 月份的降水量是限制植被覆盖度和高度的主要原因。对于荒草地、农耕地覆盖度和高度的影响尤为显著。农作物覆盖度、高度甚至每年播种日期和种类都受到生长季降雨量的制约。研究结果对于估计黄土高原地区植被参数的变化, 以及对土壤侵蚀模拟和退耕还林还草都具有参考价值。

**关 键 词** 植被参数; 植被覆盖度; 植被高度; 土壤侵蚀  
中图分类号 Q948 文献标识码 A

## 0 前 言

由于土壤侵蚀对农业可持续发展、土地可持续利用以及生态环境等多方面的危害严重, 有关土壤侵蚀机理、防治和预报的研究已经在世界范围广泛展开。植被是控制土壤侵蚀的有利因素之一, 在建立土壤侵蚀预报模型时, 植被一直作为重要的影响因子或基本参数<sup>[1-3]</sup>。因此, 植被特性和生长模式的研究对于土壤侵蚀研究具有重要意义。

国际上对植被生长模式及其在土壤侵蚀预报中的应用已经有了较深入的研究。美国目前使用的土壤侵蚀预报经验模型 RUSLE<sup>[4]</sup>中, 提供的主要农作物和牧草的覆盖度和高度随时间的变化数据(时间步长 15 天), 作为模型的重要参数。一般来说, 气温、降水和土壤是影响植被生长的主要因素。在土壤侵蚀过程模型 WEEP<sup>[2]</sup>中, 植被覆盖度、高度和叶面积指数作为太阳辐射量的函数进行模拟, 并考虑

土壤水分和肥力因素的约束。也有研究把植被高度、行播作物宽度和植被覆盖度作为积温的函数模拟其生长模式<sup>[4]</sup>。

黄土高原地区特有的气候、水分和土壤条件决定了其植被生长的特殊性, 降水对植被生长有着非常重要的影响。迄今为止, 在黄土高原地区, 对人工草地覆盖度的季节变化有一定的观测研究<sup>[5]</sup>。本研究基于 3 年的实测数据, 分析了年降水量和降水量在一年内的分布状况对陕北黄土高原地区不同类型植被覆盖度和高度的影响, 结果对于建立植被生长模型, 确定土壤侵蚀研究的植被参数以及评估退耕还林还草的生态意义具有参考价值。

## 1 研究方法

本文研究区域在陕西安塞县的大南沟流域, 系黄河的一级支流延河的一条支沟。大南沟流域位于东经 109°15'~109°16', 北纬 36°54'~36°56', 海拔

收稿日期 2001-12-07, 修回日期 2001-12-28.

\* 基金项目 国家重点基础研究发展规划项目“草地与农牧交错带生态系统重建机理及优化生态—生产范式”(G2000018602); 教育部骨干教师项目资助.

作者简介 张岩(1970-), 女, 辽宁海城人, 博士生, 主要从事土壤侵蚀与水土保持研究. E-mail: clytie.zhang@263.net

高度 997 ~1 731 m。属暖温带半干旱气候区,年平均气温 8.8℃,极端最低气温 -23.6℃,10 积温 3 170.7℃,平均无霜期 159 天。年平均降雨量 531.3 mm,但年际变化较大,近 15 年的最大年降雨量 729 mm,最小 217 mm。降水年内分配不均,7、8、9 三个月降水量占年降水量的 63%,且多暴雨。主要土壤为黄绵土,占总面积的 88.4%。植被地带为暖温带落叶阔叶林区向温带草原区的过渡带——森林草原区。该区属黄土丘陵沟壑区第二副区,多年平均土壤侵蚀模数约为 4 000 ~1 6000 t/(km<sup>2</sup>·a)。

有关植被参数变化的数据测量工作以 14 天为一个周期,主要目的是为了观测出植被特性各参数一年内动态变化曲线。为了充分研究大南沟小流域所有植被类型的年内动态变化情况,本项研究在大南沟小流域范围内选择了 16 个样地作为观测对象,观测年限为 1998—2000 年。本文选用的样地基本情况详见表 1。

表 1 观测样地基本情况表

Table 1 Description of fields selected for field measurement

土地利用	地形	坡度(度)	坡向	坡位	海拔(m)	观测年份
刺槐林	坡	24	SW	中	1 160	1998_1999
果园	坡	30	SW	下	1 130	1998_1999
果园	梯田		N	下	1 185	1998_1999
灌木	坡	25	NE	中	1 350	1998_1999
荒草地	坡	42	NE	下	1 180	1998_1999
荒草地	坡	28	S	下	1 135	1999
荒草地	坡	68	NE	中		2000
休闲地	坡	18	NE	中	1 175	1998_1999
休闲地	坡	9	S	上	1 305	1998_1999
休闲地	坡	31	SE	上		2000
谷子	坡	29	SE	上	1 290	1999
谷子	坡	31	S	中		2000
谷子	梯田		NW	中		2000
大豆	坡	22	SW	上	1 230	1998
大豆	坡	8	NE	中	1 170	1998
大豆	坡	13	NE	上	1 250	1999
玉米+大豆	梯田		E	中	1 140	1998
谷子+红小豆	坡	22	S	中	1 210	1999
糜子+红小豆	坡	24	SE	中	1 245	1999
土豆+红小豆	坡	12	NE	上	1 240	1999
谷子+红小豆	坡	1	N	上	1 260	1999
荞麦	坡	30	NE	上	1 266	1999
荞麦	坡			上		2000
糜子	坡	17	NE	中		2000
马铃薯	坡		SE	下		2000

由于植被控制土壤侵蚀的机制主要在于截留降雨,减少雨滴击溅侵蚀,以及减缓径流速度,增加入

渗<sup>[6]</sup>,所以在定量评价植被控制侵蚀的作用时,一般使用以下植被参数:植被覆盖度、植被冠层高度、叶面积指数和有效根密度。本文只研究前两项指标。

本研究中植被覆盖度的测量采用目估法。植被高度的测量是用钢卷尺在不拉伸植被的情况下测量其顶点高度。每块样地随机选取 10 株植株,取平均高度。降雨资料由分布在大南沟流域不同部位的 5 个自记雨量计记录得到。为了比较不同年份各种植被类型的覆盖度和高度,本文把观测样地分为 6 种植被类型:刺槐林地,是研究区内代表性乔木;果树林,研究内的果树有苹果树、梨树、杏树和桃树等,本研究观测样地内以苹果树为主;灌木林,观测样地柠条林是研究区内代表性灌木;荒草地,从未耕作或撂荒多年,植被主要是低矮灌木和杂草;休闲地,是近年撂荒的农耕地,植被主要是草本;农耕地,指当年播种作物的坡耕地和梯田。本文 1998—2000 年各种植被类型的覆盖度和高度值均取同类观测样地的平均值。

## 2 降水特征对植被覆盖度和高度的影响分析

### 2.1 1998—2000 年研究区降水特征分析

本研究观测区域属于半干旱气候区。观测年份 1998 年降雨量 525.6 mm,基本相当于该地区的多年平均降雨量(531.3 mm),1999 年 217 mm,为近 15 年来降雨最少的年份,2000 年 249.5 mm,也是少有的干旱年份。该地区近年降雨量比较见图 1。1999 和 2000 年都是少有的干旱年份,年降雨量相近,但是降雨的季节分配有所不同,干旱严重程度有较大差异。1999 年降雨集中在 7 月,6 月和 8 月都干旱少雨,5~10 月间大于 2 mm 降雨次数 20 次,连续无雨 52 天(次降雨量小于 2 mm 未计),出现在 7~8 月间,为夏旱。其中,6~8 月降水总量 137 mm,不足 1998 年的一半。2000 年 5~10 月大于 2 mm 降雨次数 24 次,连续无雨日数 24 天,出现在 5 月间,为春旱。而降雨在 6~8 月分配比较均匀。6、7、8 三个月的降雨量 230 mm,仅比 1998 年同期少 1/4。

### 2.2 不同降水年份 6 种植被类型的覆盖度和高度比较

首先,这 6 种植被类型:刺槐林地、果树林地、灌木林地(柠条)、荒草地、休闲地和农耕地的覆盖度和高度存在明显差异。灌木林的平均覆盖度和最大覆盖度都高于其它植被,除了休闲地以外,农地的覆

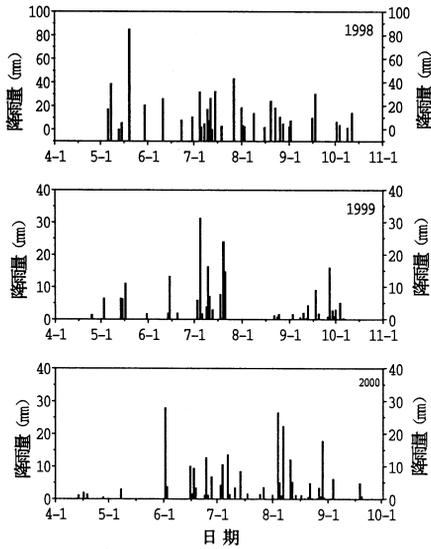


图 1 降水量的年内分布(1998—2000)

Fig. 1 Distribution of precipitation in a year(1998—2000)

表 2 1998 与 1999 年植被覆盖度、高度比较

Table 2 Comparison of vegetation cover and height in 1998 and 1999

	最大覆盖度(%)						最大高度(cm)					
	刺槐林	果树	灌木	荒草地	休闲地	农作物	刺槐林	果树	灌木	荒草地	休闲地	农作物
1998	80	40	90	50	23	45	1000	400	92.8	27.6	57	109.7
1999	40	38	48	30	20	23	1447	328	111.5	24.6	34	51.4
1999/1998	0.50	0.95	0.53	0.60	0.87	0.51	1.45	0.82	1.20	0.89	0.60	0.47

说明: 5 月中上旬观测覆盖度 40%, 包含干草覆盖度; 5 月中上旬 35%, 包含干草覆盖度

### 2.3 降水年内分布对植被覆盖度和高度的影响

植被覆盖度和高度除了受降水的年际变化影响以外, 也受降水年内分布的影响。5 月份一般是植被开始发育的时期。如果春季降雨稀少, 植被的生长就会受到抑制, 农作物的播种也会推迟到第一次透雨以后, 例如, 2000 年春季干旱少雨, 除了少数抗旱种类, 草本植被在 6 月 2 日降雨以后才得以生长发育, 无灌溉农作物的播种期全部推迟到 6 月 5 日以后。如果夏季干旱, 植被的生长就会减缓或停止, 如 1999 年的夏旱导致大部分草本植被覆盖度只达到 20% 左右。1999 年与 2000 年降水量相当, 但降水的年内分布差异很大, 1999 年 6~8 月降水总量 137 mm, 不足 1998 年的一半。2000 年 6、7、8 三个月的降雨量 230 mm, 仅比 1998 年同期少 1/4。因此植被覆盖度和高度也表现出明显不同。图 3 给出了

盖度最小。其次, 各种植被类型受降水的影响程度也不相同。图 2 给出了 1998 年和 1999 年各种植被类型的覆盖度和高度季节变化。表 2 给出了 1998 年和 1999 年各种植被最大覆盖度、高度的比较。

从图 2 和表 2 可以看出 1998、1999 两年覆盖度差别较大的有刺槐林、灌木林和农地, 最大覆盖度相差约一倍。而果树和休闲地两年的植被覆盖度差别不大, 荒草地介于两者之间, 1999 年荒草地最大覆盖度为 1998 年的 0.6 倍。果树由于人工修剪、灌溉, 两年的覆盖度变化不大。休闲地原本植被稀疏, 干旱的影响相对较小。

对于植被高度来说, 两年之间差别最大的是休闲地和农地植被。因为刺槐、果树和灌木都属于林地, 降雨量一般只影响其生长速度, 而不会使高度降低。相反, 休闲地以草本植物为主, 年降雨量不仅会影响植被的平均高度, 甚至会影响草本植被的种类。农地受降雨量的影响更加明显, 一方面, 半干旱区无灌溉农作物对降水的依赖性很强, 另一方面, 农民会根据春季降水情况, 决定播种作物的种类。

3 种植被类型 1999 年 2000 年覆盖度和高度比较。从中可以看出, 对于荒草地和农耕地来说, 2000 年的覆盖度和高度都显著高于 1999 年, 休闲地的差异不明显。根据观测资料, 2000 年的农作物覆盖度和高度大多与 1998 年接近。由此可见, 降水的年内分布, 尤其是 6~8 月份的降水量才是影响植被覆盖度和高度的主要原因。

与其它几种植被类型相比, 农作物覆盖度和高度的年内和年际变化幅度更大。而且, 不同作物种类之间的差异也很显著。除了当地的耕作制度以外, 影响陕北农作物生长发育的因素是年降雨量和各个季节降雨的分布。1998—2000 三年的年降雨量和降雨的季节分布差异很大, 农作物覆盖度和高度也表现出完全不同的变化规律。降水对农作物的影响表现在两个方面, 第一, 半干旱地区无灌溉农作

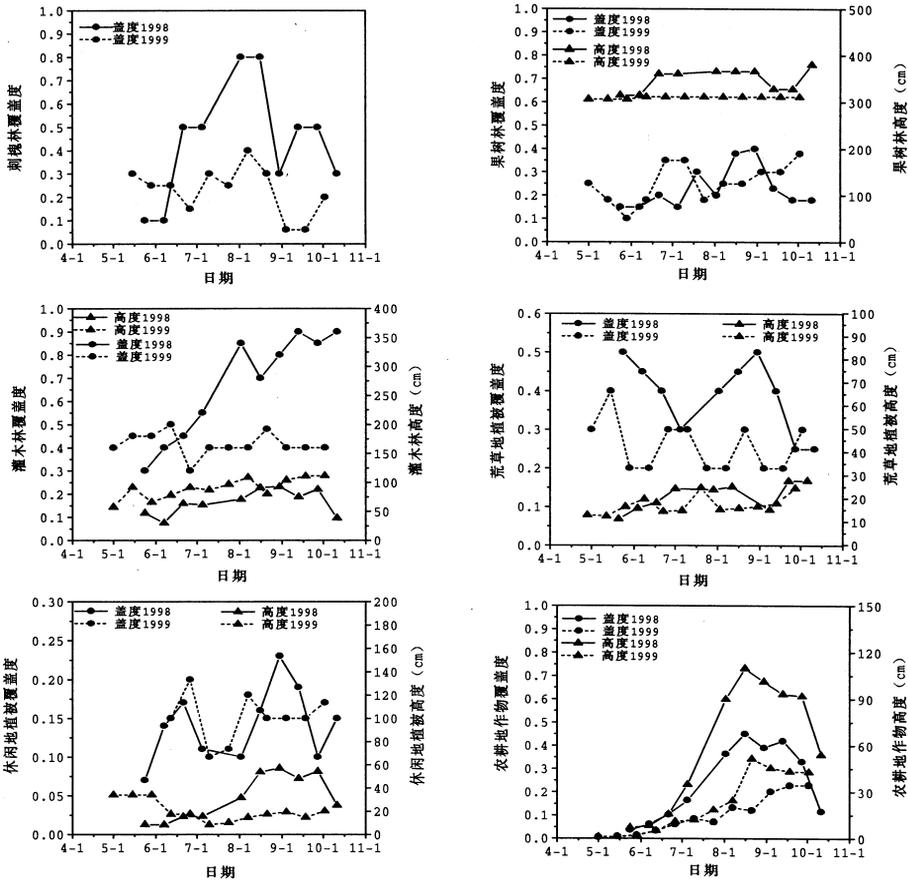


图2 1998年与1999年植被覆盖度和高度比较

Fig.2 Comparison of vegetation cover and height in 1998 and 1999

物所需水分主要依赖于降水,降水直接影响作物覆盖度和高度,第二,农民根据春季降水状况决定种植作物的种类和播种时间。本文对1998年和1999年的大豆及1999年和2000年的谷子进行了比较。1999年的谷子和大豆覆盖度最大不到20%,高度也明显低于另外两年,因为1999年不仅降雨量很小,而且主要集中在7月上旬和中旬的几次降雨,非常不利于农作物的生长。2000年总的降雨量虽然很少,只有250mm,但6、7、8三个月的降雨量仅比1998年同期少100mm左右,并且只在6月份以后播种几种耐旱农作物,因此作物的长势较好。由此可见,农作物的覆盖度和高度,甚至农作物的播种日期和种类都受到生长季降雨量的制约。

### 3 结论

本研究通过3年的观测数据,分析了陕北黄土高原地区降水年际变化和年内变化对6种植被覆盖度和高度的影响,得到如下主要结论:

(1) 年降水量对刺槐林、灌木林、荒草地和农地植被的影响较大,平水年份和干旱年份最大覆盖度相差约一倍。而对于植被高度来说,受影响最大的是休闲地和农地植被。

(2) 降水的年内分布,尤其是6~8月份的降水量是影响植被覆盖度和高度的主要原因,对荒草地和农耕地的覆盖度和高度的影响尤为显著。农作物的覆盖度和高度,甚至农作物的播种日期和种类都

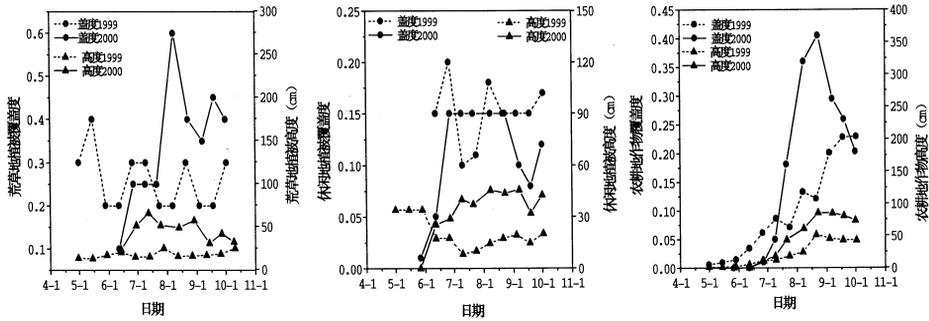


图 3 1999 年与 2000 年植被覆盖度和高度比较

Fig. 3 Comparison of vegetation coverage and height

受到生长季降雨量的制约。

由于本研究观测手段比较简单,年限较短。因而观测结果较粗略。为了模拟黄土高原植被生长模式,还需要更精确、更广泛的观测研究。

#### 参考文献(References):

- [1] Renard K G, Foster G R, W eeles G A, et al. Predicting soil erosion by water. A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)[C]. USDA Agric Handb No. 703, Washington DC: US Gov Print Office, 1997.
- [2] Lafien M J, Lane L J, Forster G R. W EPP A new generation of erosion prediction technology[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1991, 46(1): 34-38.
- [3] De Roo A P J, W esseling C G, Ritsem a C J. LISEM: A single event

physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins[J]. I. Theory, Input and Output Hydrological Processes, 1996, 10: 107-118.

- [4] Ghebreyessus Y R, Gregory J M. Crop canopy functions for soil erosion prediction[J]. Transactions of the ASAE, 1987, 30(3): 676-682.
- [5] Zhang Guanghui, Liang Yim in. The seasonal change of artificial grassland coverage and its soiland water conservation benefit in loess hilly region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 1995, 15(2): 38-43. [张光辉,梁一民.黄土丘陵区人工草地盖度季节动态及其水土保持效益[J].水土保持通报,1995,15(2): 38-43.]
- [6] Lal R. Soil Erosion Research Methods[M]. The Soil and Water Conservation Society and St Lucie Press, 1994. 211-212.

## STUDY ON VEGETATIVE COVERAGE AND HEIGHT VARIATION IN NORTHERN LOESS PLATEAU

ZHANG Yan<sup>1</sup>, ZHANG Qing-chun<sup>2</sup>, LIU Bao-yuan<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Land Arrangement Center, Ministry of Land Resources of China, Beijing 100035, China)

**Abstract** Vegetative growing patterns are important factors in soil erosion modeling. Vegetation growth is limited mainly by precipitation. Field measurements of three years were analyzed to study on the influence of interannual and seasonal change of precipitation on the coverage and height of six types of vegetation. The following results are derived: Silver chain, shrub, waste-land vegetation and crop of the six types under research are influenced remarkably by annual precipitation with the peak coverage in draught year is only half of that in medium precipitation year. As for vegetation height, fallow-land vegetation and crop are most influenced by annual precipitation. The distribution of precipitation in a year, especially the total rainfall from June to August, is a crucial factor for vegetation coverage and height. Present data show that it influences waste-land and cropland very obviously. And Crop canopy and height are determined by the total rainfall in the growth season. The results of this study are useful reference to estimating of vegetation parameters on the Loess Plateau and further to soil erosion modeling and the project of returning cropland to forest and grass.

**Key word:** Vegetation parameters; Vegetation height; Vegetation coverage; Soil loss.