

# 典型半自然稀树草原雨季中末期 土壤水分分异规律的研究

郑科, 郎南军, 郭玉红, 温绍龙, 江期川

(云南省林业科学院, 云南 昆明 650204)

**摘要:** 在大量试验的基础上对雨季中末期典型半自然稀树草原土壤水分进行研究, 得出了雨季中末期区域内黏性燥红土土壤水分时空分异特征、黏性燥红土与壤性燥红土的水分含量时空变化特征的对照、壤性燥红土不同植被下土壤水分含量时空变化特征、小流域不同地形部位土壤水分含量空间分异特征等土壤水分分布规律。

**关键词:** 半自然稀树草原; 时空分异; 小流域; 水分分布

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2003)02-0009-06

**中图分类号:** S152.7

## Diversity of Soil Water Content of Typical Semi-natural Savanna During Middle-end Rainy Season

ZHENG Ke, LANG Nan-jun, GUO Yu-hong, WEN Shao-long, JIANG Qi-chuan

(Yun'nan Forestry Academy, Heilongtan 650204, Kunming City, Yun'nan Province, China)

**Abstract:** The soil water diversity of typical semi-natural savanna during the middle-end rainy season is researched on the base of lots of trials, including the soil water content spatial and temporal diversity qualities of slimy dry-laterite, the comparison of soil water content spatial and temporal diversity qualities of slimy dry-laterite to loose dry-laterite, the soil water content spatial time diversity qualities of loose dry-laterite under different of vegetation and the soil water content spatial diversity qualities in different landform in valley.

**Keywords:** semi-natural savanna; space and time diversity; valley; water distribution

元谋干热河谷多年平均降水量为 614.0 mm, 并不很低, 但年蒸发量却达到 3 847.6 mm, 为降水量的 6 倍多。年降水量差异比较大, 降雨量最大年份达到 906.7 mm, 最小年份仅有 287.4 mm, 相差约 3 倍。年平均相对湿度仅 53%, 一年之中最小相对湿度为 0, 为全省最低。年均干燥度为 2.8, 干旱季节则为 10 以上, 为全省最干燥地区, 按照“中国农业地理区划”把干燥度  $\geq 2.0$  称为“干”的分类, 元谋属于干旱地区。水分的年分布也不均匀, 雨季 6—10 月平均降水 583.8 mm, 占全年降水量的 92%, 干季(11—5 月)降水仅 50.2 mm, 仅占 8%, 而 5 月份的降水量占旱季降水总量的 45.2%。

由于干旱缺水, 元谋干热河谷植被恢复困难, 而这一问题成为近年来退耕还林工程实施以及生态科研实践中非常关注的焦点问题之一, 水分往往限制着成败。因此, 本研究在 2002 年 8—9 月雨季中末期在人工封禁 9 a 的元谋苜蓿林大黑山县长样板林区域内

进行, 区域内土壤以燥红土为主, 其次为褐红壤、红壤、黄棕壤。该区域已经初步形成了典型的干热河谷顶极植被类型半自然稀树草原。

## 1 试验方法

### 1.1 试验仪器

1 m 的土钻, 天平, 铝盒若干, 烘箱 1 台, 虹吸式自动雨量计 1 台, 试验方法如下。

(1) 在区域内选择黏性燥红土进行 1 m 深剖面土壤水分分布研究, 土壤取土层次分土壤表层, 15, 35, 65, 95 cm 共 5 层; 取样点分盖度为 0, 10%~20%, 40%~50%, 80%~100%。从 2002 年 8 月 15 日到 9 月 6 日分不同日期、时段测定。

(2) 选择地形条件相似的黏性燥红土区域与壤性燥红土区域进行土壤剖面水分分布对比研究, 土壤分层同上, 按照相同植被盖度、相同时间、相同层次同时测定, 测定日期 2002 年 8 月 16 日到 9 月 6 日。

收稿日期: 2002-10-29

资助项目: 国家“十五”攻关课题“干热河谷生态恢复技术与示范”第二子专题(2001BA606-07-01)

作者简介: 郑科(1973—), 男(汉族), 四川绵阳人, 研究实习员, 硕士, 主要从事水土保持与林业生态方面的研究。E-mail: zhengke-8@hotmail.com。

(3) 对山合欢林地, 加勒比松林地, 车桑子林地, 荒草地土壤水分进行对比研究, 土壤分层同上, 测定日期为 2002 年 8 月 10 日到 9 月 11 日。

(4) 分 8 条线路, 几乎涵盖整个小流域, 每条线从坡底阶地到坡顶, 每间隔一定距离进行取点, 每条线共取 11 点, 土壤分层同上, 测定日期为 2002 年 8 月 28 日到 9 月 6 日。

## 2 结果与讨论

### 2.1 区域内部黏性燥红土土壤水分时空分异特征

小流域内部有相当面积的黏性燥红土分布, 当地人将之称作“膨胀土”, 该类型土壤下雨泥泞, 天气干旱时表面干裂, 养分低, 植被极不容易在上面生长, 成为植被恢复的难点, 是封禁区域内部水土流失严重的脆弱生态环境带。在该类型土壤上植被基本为草、藤本, 少见灌, 几乎没有乔木生长; 草的地上部分在雨季一般就有 60%~70% 的枯死部分, 远远望去, 与周围植被景观具有明显的差异, 颜色发白、发黄。盖度多见 40%~50%, 盖度为零的也占据相当比例。根据深度为 1m 土壤剖面分层水分试验研究, 总结出在 1m 深度范围内, 该类型土壤剖面上基本有 9 种水分分布模型(见图 1)。

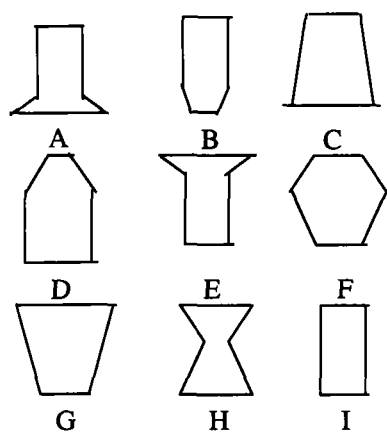


图 1 1m 深土壤剖面水分含量层次分布模型

水分模型 A 表示土壤取样点从土壤表层至 65 cm 左右区间水分分布均匀, 而以下至 1 m 区间水分含量逐渐增加; B 模型表示土壤取样点从土壤表层至 65 cm 左右区间水分含量分布均匀, 而以下至 1 m 区间水分含量逐渐减少; C 模型表示土壤取样点从土壤表层至 1 m 区间范围内水分含量逐渐增大; D 模型表示土壤取样点从土壤表层至 15 cm 左右区间水分含量逐渐增加, 而以下至 1 m 区间土壤水分含量均匀; E 模型是表示土壤取样点从土壤表层至 15 cm 左右区间水分含量逐渐减少, 而以下至 1 m 区间土壤水

分含量均匀; F 模型表示土壤取样点从土壤表层至 15 cm 处(较少见 35 cm 左右)区间水分含量逐渐增加, 以下至 1 m 区间土壤水分含量逐渐减少; G 模型表示土壤取样点从土壤表层至 1 m 区间水分含量逐渐减少; H 模型表示土壤取样点从土壤表层至 35 cm 左右(较少见 15 cm 左右)区间土壤水分含量逐渐减少, 以下至 1 m 处区间水分含量逐渐增大; I 模型是表示土壤取样点从土壤表层至 1 m 处区间土壤含水量为均匀分布。这 9 种模型是通过黏性燥红土 163 个不同植被盖度下的取样点土壤水分在土壤剖面层次上的分布状况总结得出的, 因此具有一定的代表性。

在试验取样点中, 其中属于 A 模型的占 3%, B 模型的占 3%, C 模型的占 1.8%, D 模型占 5.4%, E 模型占 12.6%, F 模型占 43.4%, G 模型占 6.6%, H 模型占 8.4%, I 模型占 15.6%, 大小顺序为  $F > I > E > H > G > D > A = B > C$ 。

由上面模型分布大小顺序知道, 黏性燥红土在从土壤表层至 1m 深度的土壤剖面上土壤水分含量分布以 F 模型为主, 几乎占一半的比例, 这就说明了从总体来说, 该类型土壤水分在测定期间 15 cm 左右层次水分含量相对较高, 在试验中感性上也认为水分集中部位多在 15~35 cm, 这种分布是该类土壤水分在层次上比较明显、特征化的分布, 这也可能是在该类型土壤上主要生长着浅根性植被的原因之一, 但这种特征随着植被盖度增大逐渐淡化。

I 模型分布位居第 2 位, 原因可能因为在植被盖度达到 40% 以上时, 相应土壤透水性比较好, 降在地面上的雨水能及时入渗到土壤深层, 形成了均匀分布。如果从体现出水分下渗难易与否将以上模型分为 2 类, 其中 A, C, D, I 这 4 类模型均为容易下渗模型, 总共占据着 25.8% 的比例, E, B, F, G, H 5 种模型为相对不容易下渗模型, 总共占据着 74.2% 的比例, 从这些数据知道, 由于前期降雨已经比较丰富, 土壤水分在剖面上仍然表现出差异很大的分布形式, 因此黏性燥红土的入渗性能除了植被盖度达到 40% 以上的区域相对稍好以外, 基本上属于不良。

在黏性燥红土区域内, 植被盖度分异比较大, 没有明显的过渡带, 因此此次取样植被盖度分为 0, 10%~20%, 40%~50%, 80%~100% 进行。对于在植被盖度为 0 的土壤取样点中, 其中属于相对不容易下渗模型的占 92.9%, 属于相对容易下渗模型的仅占 7.1%; 植被盖度为 20% 以下的土壤取样点中, 属于相对不容易下渗模型的占 88.5%, 属于相对容易下渗模型的占 11.5%, 其中没有属于 A, C 模型的; 就植被盖度 40% 以上土壤取样点而言, 属于相对容

易下渗模型的与相对不容易下渗模型的各占一半的比例,其中 A,C 模型所包括的土壤取样点植被盖度全部为 40% 以上。由上面分析知道占相当比例的黏性燥红土深层往往比较干燥,即使雨季也是如此。

对黏性燥红土不同植被盖度下土壤各层次水分含量进行比较分析,结果发现 40% 以上的植被盖度下土壤各个层次水分含量随着盖度不同相差并不大,而植被盖度为零的土壤各个层次水分含量则比较明显地低于其它植被盖度下的土壤,植被盖度为 10%~20% 的土壤各个层次水分含量相对于植被盖度为 40% 以上的土壤显少一些,这种差别随着土壤层次深度加深而趋于明显。

由表 1 可以看出,在试验测定期间,土壤表层水分含量变化是比较大的,土壤水分含量最高可以达到 29.45%;生长有植被的土壤水分状况无论在最大值还是最小值方面几乎都比植被盖度为零的土壤有很大改善,这是因为植被分散了径流,延长了径流入渗时间,致使土壤得到了充分的水分。

表 1 不同植被盖度下黏性燥红土各个层次水分含量极值以及变动区间

植被盖度	土壤层次	最大值	最小值	变化幅度
0	表层	18.96%	3.50%	15.46%
	15 cm	21.80%	9.50%	12.30%
	35 cm	17.10%	8.30%	8.80%
	65 cm	18.76%	6.80%	11.96%
	95 cm	15.40%	7.80%	7.60%
10%~20%	表层	34.45%	5.00%	29.45%
	15 cm	30.69%	15.64%	15.05%
	35 cm	39.20%	11.00%	29.20%
	65 cm	25.58%	11.52%	14.06%
	95 cm	21.43%	6.70%	14.73%
40%~50%	表层	30.40%	1.70%	28.70%
	15 cm	38.86%	16.17%	22.69%
	35 cm	28.30%	15.49%	12.81%
	65 cm	30.25%	17.20%	13.05%
	95 cm	27.80%	12.80%	15.00%
80%~100%	表层	33.16%	8.51%	24.65%
	15 cm	36.95%	16.31%	20.64%
	35 cm	34.06%	16.70%	17.36%
	65 cm	32.70%	13.50%	19.20%
	95 cm	38.08%	13.15%	24.93%

## 2.2 黏性燥红土与壤性燥红土的土壤水分含量时空变化特征对照研究

对于壤性燥红土,石砾含量比较丰富。按照以上总结的水分在土壤剖面层次上分布模型对 87 个壤性燥红土剖面所测定的层次水分分布模型进行统计,发

现与黏性燥红土差异比较大,属于 A,C,D,I 容易下渗模型的占 59.75%,其中,在试验统计中间没有发现 A 模型的存在,C 模型占 4.59%,比黏性土壤要高,D 模型占 40.22%,远大于黏性土相应比例,I 模型占 14.94%,与黏性土相当;属于 E,B,F,G,H 相对不容易下渗模型的占 40.25%,其中属于 E 模型的占 9.19%,小于黏性土,B 模型占 2.30%,与黏性土相当,F 模型占 21.83%,远小于黏性土壤,G 模型占 1.19%,小于黏性土,H 模型占 5.74%,小于黏性土。水分分布模型占据比例大小由大到小的顺序为 D>F>I>E>H>C>B>G。

由以上数据可以看出,壤性燥红土在土壤入渗性能上明显优于黏性燥红壤土。D 模型占最大比例,其比例接近 1/2,这说明壤性燥红土在雨季中末期,有相当面积的土壤水分含量受蒸发影响深度在 15 cm 左右;壤性土土壤水分分布明显要比黏性土均匀,没有明显的 15—35 cm 多水分层次,这也正是壤性燥红土与黏性燥红土区别之处。

由表 2 知道,在植被盖度为零的条件下,除了在土壤表层水分含量黏性燥红土与壤性的在测定时间段内基本相当外,其余层次均少于壤性燥红土,并且这种差异总体上讲,随着深度的加大趋于明显;在 15 cm 层次左右,在测定值中,壤性土大于黏性土最高达到 13.8%,平均达到 4.6%,35 cm 层次左右最高达到 15.1%,平均达到 7.8%,65 cm 层次左右最高达到 17.0%,平均达到 8.7%,95 cm 层次左右最高达到 13.0%,平均达到 6.7%。当 2 种不同类型土壤上面生长有植被时,土壤各个层次水分含量发生了改变,在盖度为 10%~20% 时,65 cm,95 cm 层次水分含量基本上一致,土壤表层,15 cm,35 cm 层次水分含量黏性燥红土多于壤性燥红土;在盖度为 40%~50% 时,除了土壤表层外,其余各个层次土壤含水量黏性土比壤性土高;在盖度为 80%~100% 时,黏性土各个层次水分含量均比壤性土高。

从上述分析可以得出如下结论,当有植被生长时,黏性燥红土的水分得到了质的改变,随着盖度的增加,这种改善越来越明显,在雨季中末期,生长有植被的黏性土壤在 1m 深度范围内水分含量比壤性的多,通过大量重复测定,这是可以得出来的结论。这其中的原因可能有 2 点:(1) 相对于光坡地,植被的存在延缓了径流,增加了就地入渗量,致使土壤水分含量的增益量得到改善;(2) 因为黏性土孔隙状况比壤性土壤差,土壤内部孔径太小而对水分移动发生很大的阻力,甚至因为膜状水封闭孔道狭处而使水分无法通过;在经过充分降雨后,尽管黏性土土壤深度较小

的层次与较深层次土壤水势梯度比较大,但水分传导度太低(见公式 1),土壤得到的水分不容易被利用,或者不容易渗透到深层,相反,孔隙状况比较好的壤性土,其孔隙体系连通比较好而又不至于产生过大的阻力,所以水分传导度比较大,容易下渗,并且容易被利用,所以说尽管黏性土与壤性土,在相同降雨下,就地浅层土壤能得到的人渗雨水量黏性土相对较少,但是由于上面的原因,下渗以及被利用的水量却比壤性

土要少得多,增益与支出消减,最终结果在降雨已经充分的雨季中末期,有植被生长的浅层土壤水分含量黏性土比壤性土要高。

$$Q = -k \frac{d\Psi}{dl} \quad (1)$$

式中:  $Q$ ——单位时间内在给定的截面积上流过的水量( $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ );  $\Psi$ ——水势;  $l$ ——流过的距离( $\text{cm}$ );  $k$ ——水分传导度。

表 2 不同植被盖度下黏性燥红土与壤性燥红土对应不同层次水分含量变化

盖度	土类	层次/cm	测 定 时 间											
			0816	0819	0820	0823	0824	0825	0827	0828	0831	0902	0904	0906
0	黏性	表层	0.174	0.088	0.129	0.077	0.076	0.083	0.035	0.050	0.067	0.052	0.052	0.049
		15	0.141	0.149	0.208	0.150	0.172	0.224	0.095	0.127	0.199	0.198	0.110	0.127
		35	0.088	0.102	0.145	0.127	0.125	0.169	0.124	0.112	0.169	0.120	0.083	0.093
		65	0.079	0.081	0.136	0.115	0.121	0.181	0.087	0.069	0.111	0.123	0.092	0.085
		95	0.102	0.071	0.151	0.118	0.118	0.154	0.101	0.091	0.101	0.129	0.108	0.094
	壤性	表层	0.194	0.140	0.115	0.181	0.059	0.066	0.033	0.037	0.042	0.051	0.030	0.088
		15	0.218	0.217	0.249	0.240	0.148	0.160	0.233	0.136	0.236	0.202	0.186	0.230
		35	0.239	0.196	0.240	0.231	0.148	0.172	0.205	0.139	0.231	0.205	0.178	0.210
		65	0.249	0.191	0.239	0.226	0.139	0.148	0.213	0.154	0.187	0.201	0.189	0.188
		95	0.179	0.158	0.224	0.223	0.151	0.157	0.231	0.136	0.176	0.179	0.166	0.157
10%~ 20%	黏性	表层	0.295	0.211	0.182	0.233	0.148	0.125	0.086	0.117	0.102	0.104	0.056	0.087
		15	0.247	0.214	0.228	0.273	0.230	0.265	0.270	0.220	0.277	0.249	0.232	0.156
		35	0.287	0.205	0.163	0.220	0.234	0.183	0.220	0.200	0.230	0.195	0.214	0.159
		65	0.218	0.134	0.121	0.200	0.158	0.135	0.193	0.153	0.156	0.136	0.128	0.126
		95	0.186	0.102	0.142	0.179	0.147	0.138	0.161	0.144	0.159	0.067	0.108	0.128
	壤性	表层	0.200	0.113	0.070	0.183	0.107	0.075	0.087	0.115	0.047	0.048	0.057	0.051
		15	0.194	0.170	0.206	0.196	0.176	0.147	0.151	0.155	0.105	0.153	0.137	0.082
		35	0.208	0.156	0.178	0.198	0.179	0.146	0.161	0.150	0.098	0.146	0.123	0.099
		65	0.192	0.145	0.290	0.195	0.247	0.154	0.149	0.141	0.098	0.149	0.124	0.142
		95	0.189	0.164	0.180	0.199	0.177	0.163	0.151	0.144	0.115	0.170	0.115	0.090
40%~ 50%	黏性	表层	0.282	0.202	0.168	0.268	0.232	0.084	0.087	0.244	0.096	0.109	0.017	0.058
		15	0.245	0.218	0.290	0.301	0.245	0.277	0.307	0.246	0.269	0.220	0.162	0.183
		35	0.255	0.195	0.283	0.274	0.259	0.281	0.243	0.243	0.270	0.242	0.198	0.155
		65	0.246	0.190	0.263	0.303	0.257	0.236	0.235	0.225	0.250	0.189	0.221	0.172
		95	0.216	0.191	0.186	0.278	0.266	0.244	0.241	0.210	0.242	0.216	0.194	0.128
	壤性	表层	0.300	0.161	0.173	0.196	0.082	0.185	0.074	0.153	0.051	0.046	0.035	0.086
		15	0.268	0.165	0.166	0.191	0.145	0.121	0.115	0.124	0.138	0.156	0.077	0.100
		35	0.184	0.169	0.179	0.226	0.157	0.151	0.145	0.122	0.125	0.098	0.132	0.091
		65	0.160	0.171	0.201	0.160	0.157	0.150	0.153	0.125	0.134	0.153	0.137	0.117
		95	0.154	0.200	0.171	0.202	0.169	0.118	0.200	0.131	0.133	0.147	0.084	0.053
80%~ 100%	黏性	表层	0.286	0.256	0.260	0.331	0.204	0.332	0.272	0.193	0.202	0.139	0.160	0.085
		15	0.301	0.248	0.234	0.307	0.237	0.159	0.277	0.208	0.207	0.182	0.164	0.163
		35	0.260	0.237	0.512	0.264	0.216	0.234	0.271	0.189	0.204	0.204	0.177	0.168
		65	0.266	0.249	0.223	0.237	0.216	0.200	0.286	0.194	0.195	0.193	0.158	0.136
		95	0.255	0.252	0.244	0.250	0.235	0.282	0.271	0.206	0.295	0.187	0.147	0.132
	壤性	表层	0.213	0.184	0.184	0.194	0.188	0.198	0.224	0.187	0.091	0.103	0.065	0.074
		15	0.180	0.199	0.142	0.169	0.221	0.086	0.088	0.126	0.118	0.172	0.128	0.271
		35	0.176	0.153	0.097	0.165	0.129	0.091	0.069	0.144	0.120	0.140	0.130	0.095
		65	0.265	0.254	0.160	0.173	0.135	0.114	0.133	0.163	0.098	0.136	0.129	0.144
		95	0.229	0.184	0.169	0.173	0.138	0.140	0.203	0.173	0.121	0.125	0.143	0.146

有植被生长的黏性燥红土的土壤水分含量比壤性土丰富得多,但植被生长远不如后者,其中一个原因是因为水分不容易被利用,但这原因是次要的,根据在试验过程中观察,在黏性燥红土上植被生长相对不良最主要的原因是黏性土干旱时土壤干裂的性质,导致藤以及草被的根系、藤茎由于土壤开裂被绷紧直至机械拉断,并且致使大量根系裸露、悬空在土体外面。根据取样点观察,裂缝最宽能够达到 3 cm,最长达到 47 cm,裂缝最深为 22 cm,最深达到 71 cm。

### 3 壤性燥红土上不同植被下土壤水分含量时空变化特征

该区域内部壤性土壤石砾含量比较大,特别是坡面靠上部的部分。

总体来讲随着时间的推移,在雨季中末期,由于降雨强度减小以及降雨频度的减少,造成不同植被下土壤各层次水分有逐渐下降的趋势。4 种类型地的土壤含水量波动性最大的是土壤表层以及 15 cm 层次,原因可能是因为土壤表层和 15 cm 层次水分由于取点位置不同受到的外界因素扰动分异比较大,而更深的土层内部由于扰动分异比较小水分含量变化相对比较平缓。

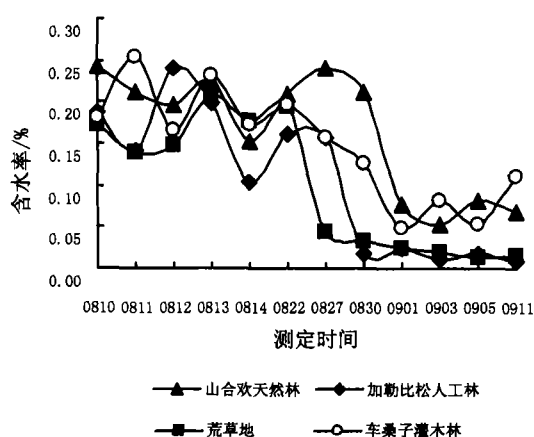


图2 壤性燥红土不同植被类型下土壤表层水分动态变化

不同植被类型下土壤表层水分含量剧烈下降,均出现在 8 月下旬(见图 2),这也是与从 8 月 22 日起至 9 月 7 日连续 17 日无降雨是一致的,其中荒草地与车桑子灌木林地土壤表层水分含量剧烈下降的转折点与长期干旱的起点基本一致,转折时间在 8 月 22 日与 8 月 27 日之间,而加勒比松人工林林地与山合欢林地由于林中小气候的作用有一种土壤表层水分下降林地滞后效应,转折点均在 8 月 27 日到 8 月 30 日之间,因此在自 8 月 9 日起至 8 月 21 日止几乎连续 13 日降雨后(降雨总量在 79.1 mm)又持续干旱

条件下乔木林地表层水分含量下降相比较于灌木荒草地滞后时间大概在 3~5 d。

在整个测定期间,山合欢林地土壤水分测定值最高为 25.94%,出现在 65 cm 层次,最低土壤水分含量为 5.29%,出现在土壤表层;加勒比松林地土壤水分测定值最高为 24.08%,出现在土壤表层,最低为 0.81%,也在土壤表层;荒草地土壤水分测定值最高为 27.71%,出现在 95 cm 层次,最低为 1.40%,出现在土壤表层;车桑子灌木林土壤水分测定值最高为 25.36%,在土壤表层,最低为 4.70%,出现在土壤表层。山合欢林地各个层次在测定期间平均值为土壤表层为 16.41%,15 cm 层次为 14.75%,35 cm 层次为 13.98%,65 cm 层次为 14.87%,95 cm 层次为 14.36%;加勒比松林地分别为 10.55%,10.49%,11.90%,10.55%,11.14%;荒草地分别为 9.80%,17.13%,18.13%,16.13%,16.78%;车桑子灌木林地分别为 14.79%,15.02%,15.55%,15.50%,15.61%。

由上述分析可见,在雨季中末期,不同植被类型下土壤各个层次水分含量状况总体上来说,优劣顺序为荒草地,车桑子林地,山合欢林地,加勒比松林地,原因可能也是因为输入与输出叠加的结果:(1) 林草地对降雨的拦截作用大小不同,导致地面实际承接水量的差异,也就是输入水量有不同之处;(2) 林草地地面周边小气候的不同,致使土壤水分蒸发作用不同以及林草地植被根系耗水量不同,也就是导致了土壤输出水分作用的不同之处。从上文可见,在干热河谷雨季中末期,草地水分状况好于灌木地,灌木地好于乔木地。

### 4 小流域不同地形部位土壤水分含量空间分异特征

经过 9 a 封禁,小流域内不同地形部位由于坡度、土壤、恢复植被种类以及盖度具有一定的差异,因此降雨径流量与入渗量分配比例、植被耗水也不同,造成不同地形部位的土壤含水量也表现出一定的分异。区域内部地形破碎,主要以平台地、坡面、沟壑为主(见表 3)。

表3 不同地形部位土壤各个层次水分含量测定均值

土壤层次	平台地	坡面	坡顶
土壤表面	0.060	0.087	0.050
15 cm 层次	0.090	0.141	0.160
35 cm 层次	0.100	0.139	0.110
65 cm 层次	0.120	0.134	0.131
95 cm 层次	0.120	0.137	0.090

由表 3 可以知道,平台地水分条件与坡顶水分条件基本一致,相对于坡面水分条件要差一些,为什么会出现这样的结果呢?原因可能是由于由于封禁 9a 以后,人为干扰影响比较小的坡面植被恢复(主要为草被)比较完整,盖度多为 90% 以上,许多枯落物堆积在土壤表面,此时,坡度对降水分配影响很小,而区域内平台地植被生长普遍不如坡面地,因此水分蒸发相对强烈的多,坡顶为分水线,水分状况自然不如坡

面,因此经过封禁 9a、植被恢复相对完善的的小流域坡面水分相对比较好,经过封禁以后,植被恢复的好坏是影响土壤水分的主导因子,半自然稀草原的土壤水分状况与植被恢复、地形不同具有紧密的关系。雨季中,在沟底等低洼的地方,水分往往处于饱和状态。

随机选择试验小流域内 88 个土壤剖面(不包括水分饱和的低洼部位)分层次土壤水分测定统计结果如表 4。

表 4 小流域内土壤各个层次水分含量比例分布

层 次	不同含水量区段对应比例					
	0%~5%	6%~10%	11%~15%	16%~20%	21%~25%	26%~30%
土壤表层	0.425	0.264	0.276	0.011	0.023	0.000
15 cm	0.080	0.310	0.276	0.253	0.057	0.023
35 cm	0.101	0.157	0.393	0.281	0.067	0.000
65 cm	0.080	0.159	0.386	0.284	0.080	0.011
95 cm	0.057	0.273	0.341	0.261	0.068	0.000

从表 4 可以知道,在 1 m 深度范围,土壤各个层次水分含量不超过 30%,也绝少超过 25%;90% 以上的取样点土壤表层水分含量低于 16%,其余各个层次土壤水分含量均低于 21%。在取样点中,土壤表层水分含量在 0%~5% 的占据最大的比例,几乎为一半,15 cm 层次左右,土壤水分分为 6%~10% 的最多,35,65, 95 cm 层次左右均是土壤含水量为 11%~15% 的取样

点最多。由表中还知道,土壤表层水分含量集中在 0%~15%,其余各个层次土壤含水量多集中在 6%~20%。从表 4 我们可以初步了解在测定时段半自然稀草原土壤在 1m 深度范围内水分分布大致规律。

#### [参 考 文 献]

[1] 罗汝英编著. 森林土壤学[M]. 北京: 科学出版社, 1983.

## 欢迎订阅《水土保持经济学》

由兰州大学出版社出版发行的《水土保持经济学》是我国该领域第一部专门研究水土保持经济问题和计量方法的专著。该书在系统阐述水土保持基本经济理论的基础上,重点阐述了如何利用技术经济学、系统科学的理论、手段和方法定量分析、计算和评价水土保持综合效益这一十分复杂的问题,因而具有很强的实用性。全书共分 9 章,25 万字。

内容包括:(1) 水土保持经济学的研究内容和性质;(2) 水土保持基本经济知识;(3) 水土保持生态经济观;(4) 水土保持效益分析计算;(5) 资金时间价值折算及应用;(6) 水土保持国民经济评价;(7) 水土保持投入产出分析;(8) 水土保持不确定性分析;(9) 水土保持综合评价方法。

该书作者黎锁平先生现为甘肃工业大学基础科学系和区域规划研究所以及应用数学研究所副教授,博士研究生。此书是作者根据自己在原甘肃水利水电学校等单位已使用多年的教学讲义和科研成果的基础上,参阅了国内外大量文献资料历经数载完善撰写的。后又经多位专家审核,并由著名地学专家、兰州大学博士生导师张林源教授主审。水利部水土保持司副司长刘震高级工程师为该书撰写了序言,并给予高度评价和鼓励。

该书内容丰富,方法新颖,分析实例多。可作为大专院校水土保持、土地规划、环境工程、水工管理、区域规划和应用经济学等专业的教材和参考书。《水土保持经济学》书号为 ISBN7-311-01153-1/X.4, 单价 14.5 元。欲购此书者可与《水土保持通报》编辑部联系。

《水土保持通报》编辑部