

云南哀牢山常绿阔叶林下土壤涵养水能力分析

甘健民 薛敬意 谢寿昌 赵恒康
(中国科学院西双版纳热带植物园)

森林土壤涵养水源的能力对调节洪水和干旱, 减弱并防止土壤侵蚀具有重要的作用。徐家坝森林土壤的涵养水能力是景东县农业生产的一个极其重要的决定因素, 对徐家坝常绿阔叶林下山地黄棕壤的水源涵养能力的研究, 对促进农业生产的发展具有一定的现实意义。

1 研究地区自然概况

研究地在景东县境内的徐家坝, 地理位置 101°01'E, 24°32'N。森林植被主要是由壳斗科、樟科、茶科和木兰科构成的亚热带中山湿性常绿阔叶林。主要有木果石栎 (*L. xylocarpus*), 景东石栎 (*L. chintungensis*), 红花木莲 (*Manglietia insignis*), 绿叶润楠 (*Machilus viridis*) 等, 灌木层主要由箭竹 (*Sinarundinaria*) 组成, 草本层主要有细梗苔草 (*Carex teinogyna*)、四回毛枝蕨 (*Lepidomorphra quadrifidinnata*)、滇西瘤足蕨 (*Plagiogyria communis*)、紫花沿阶草 (*Ophiopogon wallichianus*) 等。

徐家坝地区属亚热带山地常绿阔叶林潮湿气候带, 是我国冬季东北风和夏季湿热西南季风近直交地区。该地区年平均气温 11.1℃, 年平均降雨量 1860mm, 年平均湿度 86%, 雨季 6~11 月, 降雨量占全年的 80%~90%, 干季 12 月至次年 5 月, 降雨量占全年的 10%~20%。最热 8 月月均温 16.8℃, 最冷 1 月月均温 4.7℃。极端最低温度为 -7℃。研究样地设在哀牢山生态站附近, 海拔 2450m。

2 研究结果与分析

2.1 土壤含水状况

土壤的物理性质直接影响着土壤蓄水和保水的性能, 以及水分的有效利用和植物的生长发育。哀牢山徐家坝常绿阔叶林下山地黄棕壤物理性质见表 1。一般来讲, 最大持水量愈大, 其水源涵养能力也愈大, 最大持水量与土壤的机械组成、有机质含量、容重、孔隙度等具有密切的关系。

表 1 哀牢山山地黄棕壤物理性质及含水量

土壤厚度 (cm)	比重 (g/cm ³)	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	非毛管孔隙		最大持水量		土层常年平均含量			土壤颗粒组成 (mm)			
				(%)	贮水量 (t/hm ²)	占干重 (%)	占容积 (%)	持水量 (mm)	占干重 (%)	占容积 (%)	持水量 (mm)	1~0.05	0.05~0.01	0.01~<0.001
0~15	1.96	0.528	73.06	17.2	258.0	135.3	71.44	107.16	111.8	59.03	88.55	48.7	17.7	16.7
15~30	2.08	0.597	71.30	11.8	177.0	114.8	68.54	102.81	97.13	57.99	86.99	41.6	2.2	20.4
30~50	2.27	0.710	68.73	13.3	266.0	87.6	62.2	124.4	71.53	50.79	101.58	35.4	19.5	22.6
50~70	2.37	0.920	61.18	8.8	176.0	64.2	59.06	118.12	56.63	52.1	104.2	31.4	6.4	33.6
合计					877.0			452.49			381.32			28.5

2.1.1 土壤最大持水能力

从表 1 可以看出, 哀牢山徐家坝山地黄

棕壤 0~70cm 土层含水量以容积%表示的最大持水量较总孔隙度小 2~7 个百分点,是非常接近的;而且最大持水量和总孔隙度都很大。最大持水量按容积%表示 0~70cm 各土层含水量在 59.06%~71.44% 之间,按最大持水量二土层厚度(mm)×容积%最大持水量计算,徐家坝山地黄棕壤在最大持水量时所能保持的最大水量,0~70cm 土层为 452.49mm,约占年大气降雨量的 24%。

2.1.2 土壤常年平均含水能力

1991~1994 年间,按每月 5、15、25 日对 0~70cm 各土层进行了含水量测定,4 年平均月土层含水量见表 1。如按 0~70cm 土层常年含水量 56.63%~111.8% 换算成容积%含水量,则 10cm 土层为 59.03%,25cm 土层为 57.99%,45cm 土层为 50.79%,65cm 土层为 52.1%。其常年土壤平均持水量 0~15cm,15~30cm,30~50cm,50~70cm 土层分别为 88.55mm,86.99mm,101.58mm,104.2mm。0~70cm 土层常年平均含水量则为 381.32mm,约占年大气降雨量的 20.24%。

2.1.3 土壤最大吸水能力

森林土壤是一个巨大的水库,其对水源涵养的另一个作用即是在土壤水分变动过程中吸收雨水的能力。土壤的最大吸水能力是土壤最大持水能力与土壤常年平均含水能力之差,即 0~70cm 土层最大吸水能力为 452.49mm-381.32mm=71.17mm,约占年大气降雨量的 3.78%。

这里必须说明,哀牢山山地黄棕壤中水分含量较高,是由于 1989 年徐家坝水库加坝

扩容后,观测样地与水库相距较近,且样地海拔高度与库容由 148 万 m³ 扩大到 600 万 m³ 的徐家坝水库坝高海拔高度相同,为 2450m。在干季水库蓄水,雨季降雨较多的情况下,必然对观测样地土壤含水量有影响。

2.2 土壤贮水状况

森林的贮水量是反映森林涵养水源能力的重要指标之一,它的多少取决于土壤非毛管孔隙度的大小。

贮水量=10 000×土层厚度(m)×土壤非毛管孔隙度(t/hm²)

调查结果表明,哀牢山常绿阔叶林土壤 0~70cm 土层中,各土层容积均小于 1g/cm³,各土层的总孔隙度均大于 60% 以上,非毛管孔隙度以表层 0~15cm 最多为 17.2%,50~70cm 土层最少为 8.8%。各土层贮水量 0~15cm,15~30cm,30~50cm,50~70cm 分别是:258t/hm²,177t/hm²,266t/hm²,176t/hm²,0~70cm 土层共贮水 877.0t/hm²。

贮水量大是由于该森林内有 4~7cm 厚的枯落物层及地被覆盖完好,有良好的湿润环境。低等植物和微生物活动最活跃的结果,较明显地改善了土壤的物理性质。土壤容重低,孔隙度增加,非毛管孔隙多,是提高土壤贮水量的主要原因。

2.3 森林枯落物及水容量

森林枯落物的数量和吸水能力是反映森林涵养水源高低的重要因素,枯落物的数量取决于森林的生物学特征和林木生长的环境,以及人为活动的影响,它与森林群落类型有很大的关系。

表 2 哀牢山 5cm 厚枯落物及水容量

枯落物层			未分解层			分解及半分解层		
重量	总水容量	总吸水量	重量	总水容量	总吸水量	重量	总水容量	总吸水量
(t/hm ²)	mm	%	(t/hm ²)	mm	%	(t/hm ²)	mm	%
23.32	6.6	183.0	66.0	7.12	1.156	32.05	11.56	16.2
							5.444	150.95
								54.44

表 2 表明,哀牢山常绿阔叶林的地被枯落物高达 23.32 t/hm²,单位面积上枯落物的

吸水量主要决定于地被枯落物的数量及枯落物本身的特性，其吸水量高出枯落物本身重量的 2.62 倍。哀牢山地被枯落物分解及半分解层的水容量是未分解层水容量的 4.71 倍，占枯落物总吸水量的 82.48%。可见，在枯落物层中，分解及半分解层是最主要的吸水层。枯落物的存在，使地表的粗糙度增加，减少了地面蒸发，减弱了地表径流及对泥沙的冲刷，因此，在保护区旅游资源的开发过程中，应给予保护，并减少人为的破坏。

水容量计算按下式：

$$\text{水容量 (mm)} = \frac{\text{充分吸水后枯落物重} - \text{枯落物干重}}{\text{样方面积} \times \text{水的比重}}$$

$$\text{水容量 (\%)} = \frac{\text{充分吸水后枯落物重} - \text{枯落物干重}}{\text{枯落物干重}} \times 100\%$$

2.4 土壤渗漏水状况

森林通过林冠层、林下植被层、枯落物层和林地土壤层对雨水涵蓄后，除了部分供应植物生长发育所需及大地蒸发外，经林地土壤渗漏，大部分涵蓄的水以渗漏地下水的潜流形式慢慢汇入江河，从而起到涵养水源、平衡江川流量、减轻洪水灾害的作用。因此，土壤的水分渗漏量可以认为是水源涵养能力的一个极其重要的数量指标。

表 3 为 1991~1994 年 10cm 和 65cm 土层渗漏量月平均值。渗漏量 7 月最大，而 4 月

表 3 1991~1994 年 10cm 和 65cm 土层月平均渗漏量 (mm)

渗漏量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
10cm 土层	11.2	29.10	16.88	3.70	54.63	142.98	153.29	77.19	70.94	73.20	35.10	8.09	676.2
65cm 土层	0.54	1.37	3.05	0.06	4.62	49.8	62.0	29.35	20.42	41.30	19.60	4.57	236.7
相 差	10.58	27.74	13.82	3.64	50.05	93.18	91.29	47.84	50.52	31.91	15.50	3.52	439.5

最小，与大气降雨量变化相同。年平均渗漏量 10cm 土层为 676.2mm，而 65cm 土层为 236.7mm，相差 439.5mm。可以这样认为，10cm 土层的渗漏量是大气降雨进入 0~70cm 土层的水量，而 65cm 土层渗漏量则为渗出 0~70cm 土层的水量，则 439.5mm 的水是满足土壤孔隙持水、贮存及土壤蒸发的量。与土层 0~70cm 最大持水量 452.49mm 相比少 12.99mm，与土层常年平均含水量 381.32mm 相比多 58.18mm，多出的量恰好在最大吸水能力范围内。

3 哀牢山常绿阔叶林土壤水源涵养效能评估

森林的水源涵养效能是森林综合效能的一个重要部分。哀牢山地被枯落物持水量为

6.6mm，合 66t/hm²，进入土壤的水量（视土层 10cm 渗漏量为进入土壤的水量）为 676.2mm，合 6762.1t/hm²。如将根系主要分布范围 70cm 以上的土层含水量视为有效水的话，则 65mm 土层渗漏水可近似地看做渗出土层 0~70cm 的水量，为 236.7mm，合 2367t/hm²。土层 0~70cm 平均每年吸收的水量为 439.5mm，合 4395t/hm²。而哀牢山山地黄棕壤土壤性质所决定其最大持水能力为 452.32mm，合 4523t/hm²。其常年持水平均为 381.32mm，合 3813.2t/hm²。土层最大吸水能力为 71.17mm，合 711.7t/hm²。土层非毛管孔隙的持水量为 87.7t/hm²，合 8.77mm 水量。

可见，哀牢山森林土壤涵养水效能是非常可观的。若森林不遭破坏，合理经营，它的这种效能将是长期的。