

陇中半干旱丘陵区沙打旺土壤水分 动态特征及净初级生产力研究

吴学栋 董俊 乔小林

(甘肃省农科院综合所)

提 要

本文重点对陇中半干旱黄土丘陵区,不同土地类型沙打旺草地生长季0—3 m土层不同时段土壤水分含量及其动态变化与剖面水分动态特征,及各土地类型生长季土壤水分消长状况和水分有效生产率进行了分析研究,并提出在干旱、半干旱地区山坡地修成反坡台地种植沙打旺,既能提高产草量,又能提高自然降水有效利用率,是蓄水保墒抗旱增产的有效措施。

关键词:沙打旺,土壤水分动态特征 净初级生产力

沙打旺 (*Astragalus adsurgens* Pall) 又名直立黄芪、麻豆秧、薄地鞣、地丁等,属豆科黄芪属多年生草本植物。具有较强的耐寒、抗旱、耐瘠薄等特性,是良好的饲草、绿肥、防风固沙和水保植物。近年来在我国北方风沙、干旱、半干旱水土流失严重的低产地区已大面积推广种植。但目前对其土壤水分动态特征及净初级生产力等问题研究尚少。因此,开展此项研究,将在黄土高原干旱、半干旱丘陵沟壑区综合治理中,更合理地做到适地适草布局和发展沙打旺这一优良草种具有重要的理论和现实意义。

一、试验区概况及研究方法

试验区位于黄土高原半干旱丘陵沟壑区,海拔2 000~2 200m;年平均气温6.3℃;年平均降水量415mm左右,且降水分配不均,多集中在7、8、9三个月,年平均蒸发量1 318.0 mm,平均无霜期140天左右。

供试草种为人工种植3~5年的沙打旺,测试地类为20°~25°的山坡地、梁峁顶和人工修建的反坡台三种类型,均以同类型相邻裸荒地作为对照。土壤为坡地黄麻土,土层深厚,质地均一,通透性较好,肥力较差。

本研究于1987~1989年连续三年对各土地类型0~100cm土壤水分含量进行定位定期测定。自1988年开始,本研究纳入15—D,根据统一设计方案,又进行了两年0~300cm土壤含水量的测定,每年从生长季初(4月15日)至生长季末(10月15日),每月于15日测定一次,并于生长期测定地上部净初级生产量。水分测定均采用称重法,土样于105℃温度下烘至恒重。

二、结果与分析

(一) 生长季不同时段土壤水分含量及动态变化特征

黄土高原半干旱丘陵沟壑区因受大陆性季风气候影响,降水的年际变化较大,且年内降水分配不均,致使土壤水分年际与季间动态变化相应也较大。从图1与表1可以看出,沙打旺草地生

长季0~300cm土层平均土壤含水量为8.11%，折合储水量为286.61mm，而对照地平均含水量为11.41%，折合储水量为403.23mm，沙打旺草地的土壤水分处于低含量和低储量的状态，说明沙打旺草地由于植物蒸腾和土壤蒸发耗水大于裸荒地。同时看出，在生长季不同时期土壤水分含量亦不相等，从各时期0~300cm土层平均含水量来看，草地5~7月土壤含水量低于8~10月，其中以7月为最低，而以8月为最高，裸荒地对照以5月份为最低，6月份为最高，其他各月基本近似。但无论沙打旺草地还是对照裸荒地，以土壤水分含量出现最高值为界，虽此后各期含量逐渐递减，但均高于此前含量。这种水分动态规律说明季节性降水不均与沙打旺生长发育的密切关系。一般4~6月为降水逐渐增多期，又是沙打旺由萌动逐渐向旺盛生长过渡阶段，属降水与生长同步期，同时也是土壤水分大量蒸发消耗期，所以草地土壤水分含量一般比较低。7~9月一般为降水集中期，属土壤水分大量补偿、蓄积期，但7月份正是气温较高和沙打旺生长旺盛阶段，土壤蒸发和植株蒸腾耗水最多，所以，虽7月份降水最多，但土壤耗水量最大，致使土壤水分含量为最低。而8月份由于降水的补偿，沙打旺生长和气温逐渐缓降，相应土壤水分消耗亦渐减少，储蓄逐渐增多，所以出现土壤水分含量最高。

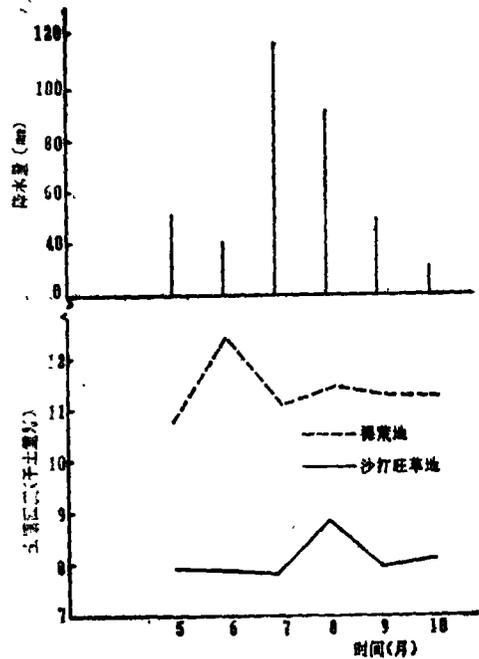


图1 生长季不同时段0~300cm土壤水分动态曲线

以后随着降水、气温逐渐减降，土壤水分转为缓慢耗失期。

表1 生长季平均土壤水分状况

地类	项 目	5月15日	6月15日	7月15日	8月15日	9月15日	10月15日	平 均
沙打旺草地	0~300cm含水量 (干土重%)	7.93	7.85	7.87	8.85	7.99	8.14	8.11
	储 水 量 (mm)	280.25	277.42	278.13	312.76	282.37	287.67	286.61
荒地(对照)	0~300cm含水量 (干土重%)	10.74	12.39	11.12	11.45	11.34	11.32	11.41
	储 水 量 (mm)	379.55	437.86	392.98	404.64	400.76	400.05	403.23
土壤容重 (g/cm ³)		1.178						

(二) 生长季土壤水分垂动态变化特征

据2年对沙打旺草地和裸荒地土壤水分动态及层间分配深度测定结果(图2和表2)。沙打旺草地0~300cm土层，按其各层土壤含水量的多少及其变化幅度大小，基本可分为三个层次，即0~40cm为土壤水分变化活跃层，平均为11.52%，不同时段变幅最大，生长季各时期土壤水分升降变化幅度在3.39%~7.80%之间。该层直接受气象条件制约，干湿变化频繁剧烈，接纳雨水

快、蒸发耗失也快。40~100cm为土壤水分缓慢变化层，平均含量为8.37%，且变化较小，生长季各时期土壤水分升降变化幅度在0.33%~1.60%之间。该层土壤水分来自上层下渗水，根系比较密集，是利用水分最多的层次。100~300cm则为土壤水分相对稳定层，平均含量为7.35%，各期变化很小，变幅仅为0.41%~0.83%，基本趋于稳定状态，该层也是沙打旺草地的干旱层。

对照地同样呈现上述趋势 亦可分为三个层次，只是各层水分含量均较草地相应层次为高，且层次区分与草地略有差异，0~40cm为活跃层，40~80cm为缓慢变化层，80~300cm为相对稳定层。

(三) 不同立地条件不同土地类型土壤水分含量及其动态变化特征

黄土高原半干旱丘陵沟壑区地形地貌类型复杂多样，在不同地形部位，土壤水分条件差别甚大。为了合理有效地充分利用土壤水分资源，做到适地适草，对不同立地条件下不同土地类型土

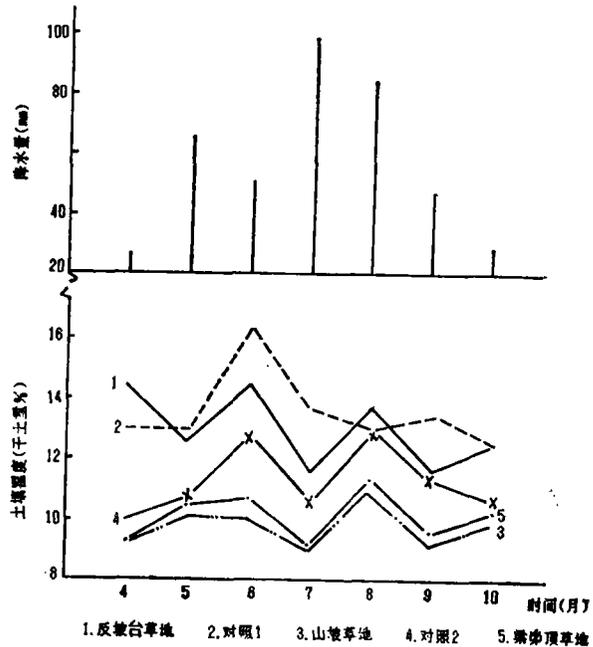
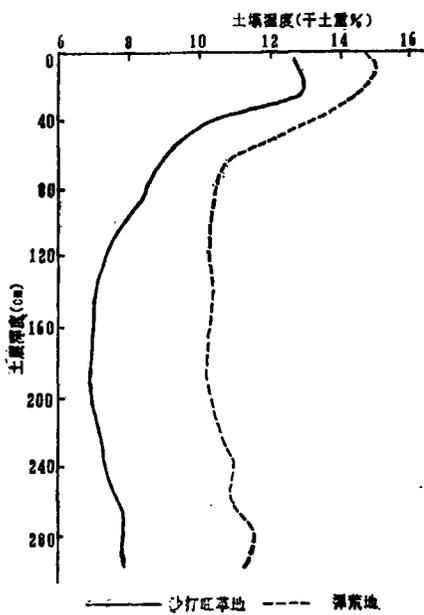


图2 生长季0~300cm土壤水分垂直动态曲线

图3 生长季不同类型土地0~100cm土壤水分动态曲线

表2 生长季土壤水分垂直动态特征

干土重%

地 类	土层深度 (cm)	5月15日	6月15日	7月15日	8月15日	9月15日	10月15日	平 均
沙打旺草地	0~40	11.72	10.12	8.22	1.062	10.41	12.63	11.52
	40~100	7.84	7.65	7.64	9.21	9.54	8.35	8.37
	100~300	7.20	7.46	7.87	7.32	7.04	7.18	7.35
荒地(对照)	0~40	14.34	15.27	10.82	16.98	12.34	15.24	14.17
	40~80	10.17	11.35	9.72	11.02	11.35	10.86	10.75
	80~300	10.19	12.05	11.43	10.52	11.18	10.70	11.07

表3 生长季不同时期不同土地类型0~100cm土壤平均含水量 (干土重%)

地 类	4月15日	5月15日	6月15日	7月15日	8月15日	9月15日	10月15日	平均
	月降水量(mm)							
	26.5	66.7	52.0	99.5	85.5	48.8	29.7	
反坡台草地	14.41	12.65	14.47	11.72	13.73	11.69	12.57	12.61
对照1	12.99	13.07	16.57	13.70	13.08	13.51	12.60	13.65
山坡草地	9.34	10.25	10.26	9.07	11.09	9.24	9.90	9.88
对照2	10.05	10.78	12.86	10.62	13.10	11.48	10.80	11.38
梁峁顶草地	10.05	10.56	10.79	9.21	11.45	9.60	10.28	10.27

壤水分含量及其动态变化特征的了解与掌握,将对发展草业有其重要实际意义。为此,于1987~1989年,分别对寒水梁荒山坡、梁峁顶及反坡台三种不同部位不同土地类型人工种植的沙打旺草地及同类型相邻无草地为对照,于生长季测定0~100cm土层土壤水分含量,其结果见图3、图4和表3、表4。从图3和表3看出,在同等降水条件下,不同部位,不同土地类型沙打旺草地及相邻同类型荒地0~100cm土层土壤平均含水量均有明显差异。从草地和对照相比来看,三种类型草地土壤含水量均低于各自的对照地,对照地土壤含水量以反坡台(对照1)大于梁峁顶和山坡地(对照2),说明反坡台蓄水保墒性优于梁峁顶和山坡地。三种类型草地之间相比,反坡台草地土壤水分含量大于梁峁顶和山坡草地,梁峁顶稍大于山坡地。由此可见,沙打旺草地土壤水分含量与其种植立地条件及土地类型有着密切关系。反坡台草地及其对照土壤含水量均高于其他土地类型,说明在干旱半干旱地区,对坡度较大的旱坡地采用修反坡台形式的小型蓄水保土工程措施,可提高对自然降水的蓄积利用,增强抗旱作用。

从图3、图4及表4同时看出,上述不同立地条件下的不同土地类型,其0~100cm土层土壤水分季节动态变化规律,除反坡台草地及其对照,土壤最湿时期出现在6月(前述图1中对照相似之外,其他土地类型土壤最湿时期均在8月份,土壤最干期在7月份。而剖面土壤水分动态变化规律基本一致。

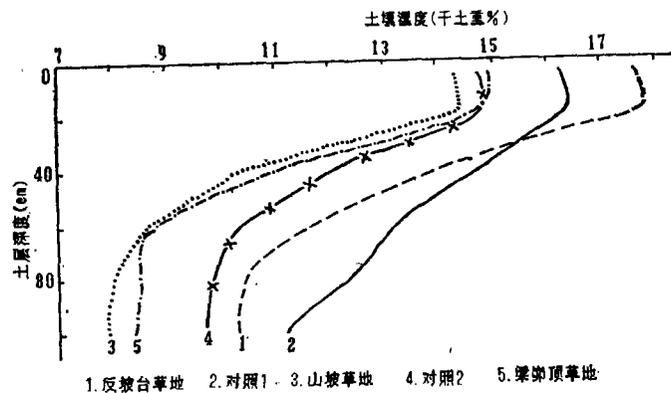


图4 生长季不同类型土地0~100cm土壤水分垂直动态曲线

(四) 不同土地类型土壤水分消长状况及有效生产率

由表5看出,除反坡台对照地0~100cm土层储水量,生长季末较生长季初减少4.6mm外,其余各类型均比生长季初有所增加,其中以反坡台草地增加最多,为13.7mm,山坡地和梁峁顶草地的对照增加8.9mm,山坡地增加6.5mm,梁峁顶为2.7mm。说明生长季反坡台草地总耗水最少,其对照耗水最多,而梁峁顶和山坡地耗水虽较少,但却高于本对照地。

表4 生长季不同土地类型0~100cm土层各层间土壤平均含水量 (干土重%)

土层深度(cm)	地 类				
	反坡台草地	对照 1	山坡草地	对照 2	梁峁顶草地
0~20	17.72	16.40	14.38	14.80	14.95
20~40	14.15	14.88	10.42	12.07	10.96
40~60	11.71	13.29	8.62	10.40	8.56
60~80	10.43	12.47	8.01	9.86	8.50
80~100	10.30	11.17	7.94	9.72	8.40
平 均	12.61	13.65	9.88	11.38	10.27
储水量 (mm)	147.9	160.1	115.9	133.5	120.5
土壤容重 (g/cm ³)	1.173				

表5 不同土地类型土壤水分消长状况及有效生产率

地 类	生长季初 土层储水量 (mm/ 100cm)	生长季 降水量 (mm)	生长季末 土层储水量 (mm/ 100cm)	生长季 耗水量 (mm)	增减值 (mm)	干草产量 (kg/ 亩)	水分有效 生产率 (kg/mm)
反坡台草地	133.8	408.5	147.5	394.8	+13.7	263.0	0.67
对 照 1	152.4	408.5	147.8	413.1	-4.6		0
山坡草地	109.6	408.5	116.1	402.0	+6.5	245.2	0.61
对 照 2	117.8	408.5	126.7	399.6	+8.9	0	0
梁峁顶草地	117.9	408.5	120.6	405.8	+2.7	220.0	0.54

注：表3表4表5数据均为1987~1989三年平均数。对照1为反坡台草地对照，对照2为山坡草地和梁峁顶草地对照。

从不同土地类型的净初级生产量及土壤水分有效生产率看(表5)，则以反坡台净初级生产量为最高，山坡地次之，梁峁顶为最低，亩产干草反坡台比山坡地和梁峁顶分别高7.3%和19.5%，山坡地比梁峁顶高11.5%。水分有效生产率仍以反坡台为最高，山坡地次之，梁峁顶最低。

上述结果说明，不同立地条件，不同土地类型种植沙打旺不仅土壤水分的消耗量有差异，而且表现在生产力和水分有效生产率也有明显差别。一般生产力高，土壤水分有效生产率高。为此，在干旱、半干旱雨养农业区，山坡地种植沙打旺采用修反坡台的措施，不仅能提高草地生产力，相应地也起到了提高自然降水有效利用率的作用。

三、小结与讨论

根据上述研究结果分析，可以初步认为：

1. 沙打旺生长季土壤含水量及土层储水量均低于同类型荒地。各时期也不尽一致，均有一定差异。

(下转第103页)

三、结论与讨论

1. 沙棘根系发达,具发达的水平根和垂直根。在崩坡和沟坡生长的沙棘,根系主要密集于地表1 m土层内,形成根系网,可接纳雨季补充地面的水分。在崩坡,沙棘又能深扎根。活性细根除分布于地表1 m土层内,还分布在根系下延伸新达的吸水层,这样能不断吸收深层土壤水分。加之沙棘根蘖力强,串根面积大,郁闭快以及根具固氮根瘤菌等特性。沙棘根系的这些优良特性,给它自身创造了良好的水分生态环境,因而构成了沙棘抗旱、耐寒、耐瘠薄、适应性强、速生、高产的性能。

2. 沙棘根系延伸的土层形成低湿层,土壤含水率降至4%~7%。并随林龄增加,深土层土壤水分亏缺加剧。观测12龄、与13龄沙棘土壤水分动态看出,地表0~60cm土壤含水率可补偿到田间持水量的50%~80%,使之持水力超过荒山。从播区产量调查看出,深土层土壤水分亏缺,对沙棘林及其林下天然草类生存与生长并未造成不利影响。

3. 在半干旱黄土区只要注意选择好沙棘造林的立地条件(沟坡、梁崩阴坡、半阴坡);掌握好适宜的飞播造林密度(每亩70~150株);并加强沙棘成林过程中的抚育、管理(平茬、间伐、修枝、整地、施肥等措施),可提高沙棘林土壤含水率和成林效果。

今后可继续对播区沙棘林进行长期定位试验研究,探索中龄沙棘林到老龄沙棘林根系和土壤水分特性,并提出沙棘林复壮、更新、提高土壤含水率的有效措施。

(上接第123页)

2. 生长季内土壤水分季节性变化规律基本划分为三个时期,即4~7月中旬为土壤水分干湿交替期;7月下旬至8月中旬为土壤水分蓄积期;8月中旬以后为土壤水分缓慢失水期。

3. 生长季土壤水分垂直变化规律草地可分为三个层次,即0~40cm为活跃层,40~100cm为缓慢变化层,100~300cm为相对稳定层。而荒地(对照)亦分为三个层次,即0~40cm为活跃层,40~80cm为缓慢变化层,80~300cm为相对稳定层。

4. 不同立地条件、不同土地类型生长季土壤水分含量均有差异,各类型草地均低于各自对照,对照地之间以反坡台为最高,草地之间仍以反坡台为最高,梁崩顶次之,山坡地最低。但季节性剖面水分动态变化规律,除反坡台及其对照土壤最湿时期出现在6月份外,其余各土地类型基本相似。

5. 生长季内不同土地类型土壤水分消耗量、生产力和水分有效生产率均有差异,其差异大小除裸荒地全为无效耗水外,草地以反坡台耗水最少,水分有效生产率最高,山坡地耗水较少,水分有效生产率次之,梁崩顶耗水最多,水分有效生产率最低。为此,在干旱、半干旱地区,山坡地种植沙打旺可采用修反坡台形式,既能提高产草量,又能提高自然降水有效利用率,既是蓄水保土措施,又是抗旱增产的有效措施。