

# 连续干旱对土壤干层深度及植物生存的影响\*

付明胜<sup>1</sup> 钱卫东<sup>1</sup> 牛萍<sup>2</sup> 马光亮<sup>1</sup>

(1 黄河水土保持绥德治理监督局 陕西绥德 718000)

(2 黄河上中游管理局 陕西西安 710043)

**[摘要]** 以绥德县为基点,分析研究了陕北1997—2001年连续五年,由于降水总量少、有效性差,气候变暖,以及沙尘暴频率加快,使年内时段干旱发生次数多,持续时间长,波及范围广,经济损失大,成为历史上罕见的特大干旱。造成草地、农耕地0—100cm以内土壤含水量均低于4.2%(干土重)林地0—180cm内仅3.6%刺槐林地0—500cm平均仅4.2%,其直接后果是以林草地地力衰退为特征的人工林草地土壤干化日益严重,导致群落衰败以致大片死亡。但还有些植物经过灾变的考验,表现出高度抗旱耐高温特性,为我们以后防旱抗旱、退耕还林(草)及作物布局对品种的选择提供了科学依据。

**关键词** 干旱 土壤干层 降水有效性

中图分类号 S152.7 文献标识码 A 文章编号 1001-4675(2002)02-0071-04

干旱是陕北农业第一大自然灾害,政府和人民群众每年为此付出的人力、物力和财力居各种自然灾害之首,但干旱仍频频发生,而且年内的时段干旱发生次数多,强度大,波及范围广<sup>[1]</sup>。干旱的普遍性、持续性和越来越严重的特点给当地农业生产和生态环境建设造成极为严重的影响。特别是1997—2001年连续五年干旱,旱情和持续时间已超过民国年间1928—1931年。为了摸清近年来气候变化的特点和连续干旱对土壤干层深度<sup>[2]</sup>与植物生长的影响,我站组织有关专家对干旱造成的旱灾进行调查,调查方法采用“踏查法”,调查不同立地条件下不同植物在干旱条件下存活情况,成片林、农作物和草地采用“样方法”,行道树用“样线法”,土壤水分测定采用烘干法,均重复三次,求其平均值。并根据不同植物根系分布深度确定土壤水分测定深度为:农作物和牧草为100cm,幼林地140cm,成林地180cm,并根据现有的观测资料对旱情进行分析。

## 1 调查结果

连续五年的特大干旱,以林草地地力衰退为特征的人工林草地土壤干化日益严重,导致群落衰败以至大片死亡,农作物不能适时播种,有的出苗后因干旱枯黄甚至死亡。

### 1.1 连续干旱对土壤水分的影响

根据影响土壤水分含量的不同土地类型及水分动态分布规律,于2001年7月5日分别测定了土壤水分。林地测定深度0—180cm,农作物和二年草地测定深度分别是100cm。测定结果是:表层0—10cm土壤含量均在1.7%(干土重)。干土层最深的是油松林地,0—130cm土壤含水量接近凋萎湿度4.2%,140—160cm含水量仅4.3%,160—180cm土壤含水量也降至5.0%。根据已有的研究成果,土壤水分含量低于11%的土层全部看作土壤干层。这几年,在气象(干旱高温)和植物因素共同影响下,无论什么土地类型,土壤干层较深,土壤含水量极低,如草地及农耕地100cm以内土壤水分均在4.2%以下,林地在所测的180cm内土壤水分平均仅3.6%。见表1。据1999年6月、10月对人工刺槐林0—500cm土壤水分测定结果,0—500cm土层土壤含水量平均也仅4.2%、4.6%,10月份后土壤水分恢复至170cm,含水率也仅5.1%—7.6%,平均6.0%,170—500cm含水量仍在3.0%—5.5%,平均4.0%。依据正常年降水入渗补充深度一般不超过200cm,而这几年由于降水少,秋季降水入渗补充深度仅60—70cm。这样深的干土层就是在丰水年也难以补充恢复,将成为永久性干土层。

表 1 2001 年 7 月 5 日土壤水分测定结果表

Tab. 1 The measured results of the soil moisture content on July 5, 2001

土层深度	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100	100—120	120—140	140—160	160—180	平均
二年苜蓿	1.1	2.7	3.1	3.2	3.3	3.3	6.4	6.4	6.0	5.8					4.1
休闲向阳地	1.7	3.3	3.3	3.7	3.7	4.2	4.2	4.3	4.3	4.3					3.7
坝地玉米	1.5	2.4	2.4	3.8	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2					3.5
阴坡休闲地	2.2	6.0	6.0	7.5	9.0	9.0	9.0	8.4	8.2	7.7					7.3
油松林地	1.5	2.2	2.7	3.0	3.3	3.3	3.7	3.8	3.9	3.9	4.0	4.2	4.3	5.0	3.6
小果园地	1.0	2.4	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4		3.0
坝地枣园	1.7	3.0	3.5	4.8	4.9	4.9	4.8	4.8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.8		4.3
梁峁顶枣树地	1.6	2.3	3.1	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	3.7	3.7	3.7	4.3			3.6
梯田大扁杏地	1.0	1.9	3.5	3.5	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.6	4.6	4.8			4.0

## 1.2 干土层对植物存活的影响

据我站多年试验证明,土壤含水量为 9%—11% 时对植物生长影响不太大,基本能正常生长;含水量为 6%—9% 时,对植物生长影响较严重。表现为密度大的林分成林不成材,形成低产林,农作物产量低而不稳。含水量在 6% 以下,甚至在凋萎湿度(4.2%)以下,对植物生长影响非常严重,植物如长时间处在这样的缺水状态下,部分已开始枯萎甚至死亡。根据调查,坡地 20 龄的榆树成片死亡,油松林(18 龄)死亡 10%、侧柏死亡 2%,生产道路旁杨树 70% 干梢,30% 死亡,刺槐 80% 死亡,2000 年栽活的侧柏 2001 年全军覆没,苜蓿仅存活 50%,抗旱较好的黄花在边畔上也有 20% 的死亡,紫穗槐 20% 死亡。已栽植成活的大扁杏、桑树、新疆杨全部死亡,今年大苗栽植的枣树成活率 95%,近日有 45% 已落叶。对于秋作物更是雪上加霜,有的还未播种、有的虽已出苗,但在持续的高温少雨天气下,严重枯萎,减产已成定局,如:坝地的玉米由于长期凋萎开始枯黄,就是解除了旱情收成也很小,梯田及坡地边畔上的黄豆死亡严重。

但也有一些植物经过灾变的考验表现出高度抗

旱耐高温等不良的气象因素影响,如辛店试验场梁峁顶的侧柏林生长得郁郁葱葱;成活 3 年以上的枣树、大扁杏、桑树、柠条都能经受住这种连续特大干旱,生长正常;苜蓿、臭瓜在这样干旱的环境条件下还能生长,见表 2。特别是臭瓜,生长在阳畔上,在连续 5 年干旱的情况下,不但没有死亡现象,而且照常开花结果。农作物表现比较抗旱的有绿豆、高粱,在本次调查中均未发现死亡现象。

## 2 造成干土层的因素

### 2.1 降水总量减少

本区多年平均降水量 497mm,1997 年—2001 年连续五年中,每年降水量都低于多年平均降水量。其中 1997 年降水 399.9mm,负距平 97.1mm,减少 19.6%;1998 年降水 379.6mm,负距平 117.4mm,减少 23.6%;1999 年降水 311.9mm,负距平 185.1mm,减少 37.2%;2000 年降水 361.3mm,负距平 135.7mm,减少 27.3%,见表 3。2001 年 4 月降水 59.6mm,4 月 26 日至 7 日 20 日长达 85 多天,累计降雨 7.6mm。降水总量严重减少。

表 2 1997—2001 年连续 5 年干旱植物死亡率

Tab. 2 The death rate of the plants during the drought for 5 years running from 1997 to 2001

植物名称	立地条件	生长年限	死亡率(%)	植物名称	立地条件	生长年限	死亡率(%)
油松	梁峁坡	18	10	侧柏	梁峁坡	18	2
侧柏	梁峁坡	1	91	刺槐	梁峁坡	18	78
白榆	梁峁坡	20	63	新疆杨	行道	1	100
河北杨	行道	12	30	桑树	梯田埂	16	0
桑树	梯田埂	1	100	枣树	梯田	3—18	0
枣树	梯田	1	45	大扁杏	梯田	2	26
紫穗槐	阳坡	3	20	柠条	陡坡地	3 年以上	0
苜蓿	坡地	去年秋播		苜蓿	坡地	3 年以上	0
臭瓜	阳畔地	15	0				

表 3 1997 年—2001 年降水量统计表

Tab. 3 The precipitation during 1997~2001

年份	降水量( mm )	占平均值( % )	比平均值增减( mm )
多年平均	497.0	100	0
1997	399.9	80.5	-97.1
1998	379.6	76.4	-117.4
1999	311.9	62.8	-185.1
2000	361.3	72.7	-135.7

## 2.2 降水有效性差

这几年不但降水量少,降水季节性分布不均匀<sup>[3]</sup>,相对利用率低,而且降水多以暴雨出现,强度

大,几场大雨就下完了全年的雨量。

如 1997 年 7 月 18 日一次降雨 50.1mm, 占全年降水量的 13%。形成超渗产流, 每年在这样少的降水条件下有 2.6~39.3mm 形成径流流走。有时一次降水仅几毫米, 如连续 24 小时降水低于 10mm, 对作物及播种益处不大, 在农业上称为无效降水<sup>[4]</sup>。经统计, 这几年每年无效降水次数均在 36~60 次, 也就是每年有 102.0~151.8mm 是无效降水量。每年生育期有效降水量仅 170.8~239.3mm, 见表 4。

表 4 1997—2000 年有效降水量计算表

Tab. 4 The effective precipitation during 1997~2001

年份	年降水量( mm )				径流深 ( mm )	降水最多月份	作物生育期有效降水量( mm ) 4~9 月					
	次数	雨量	次数	雨量			月份	雨量	次数	雨量	次数	雨量
1997	48	399.9	36	102	29.3	7	163.6	34	334.1	24	65.5	239.3
1998	72	379.6	60	151.8	2.6	7	112.1	52	332.5	41	120.9	209.0
1999	57	311.9	46	137.6	6.3	7	118	45	264.5	35	87.4	170.8
2000	68	361.3	57	151.2	2.7	8	100	51	276.1	22	87.0	186.4

注: 生育期有效降水量 = 生育期降水 - 生育期  $\leq 10\text{mm}$  降水量 - 生育期径流深

## 2.3 气候变暖加重了干旱程度

气候变暖是当前全球气候变化中最明显, 对旱情起主导作用的因素, 据有关资料表明全球平均地面气温上升了 0.47°C。根据我市实测资料表明, 近年来气温明显变暖, 其中 90 年代比 60 年代高出 0.6°C。特别是 1987 年以来, 我区持续了 14 个暖冬天气, 而且春季太阳辐射增加迅速, 增温快。夏季 90 年代也比常年偏暖, 形成高温天气增多。今年除 4 月份气温正常, 降水偏多, 其它各月气温偏高 1~4°C。无霜期也较常年(187 天)增加了 9~24 天(1998 年 211 天); 一般年份极端最低气温在 -23.6~-25.4°C, 而近几年最低气温仅 -17.5~-21.6°C。气温变暖造成空气干燥, 水汽稀少, 土壤水分蒸发加快, 植物蒸腾系数增高, 致使旱情加重, 土壤干层加深。由于连年干旱沙尘暴也频率加快, 间隔变短, 强度增大, 毫无疑问, 干旱造成植被退化、土壤沙化、生态环境恶化, 反过来沙尘大风天气又加快了地表水蒸发, 加剧了干旱程度, 造成了生态环境的进一步恶化。

面对年年有的旱情, 频繁造成损失的旱灾, 我们不由地产生对灾变的规律和减灾对策的研究已到了刻不容缓的地步。我们必须面对现实, 加强对干旱规律与减灾对策研究, 径流资源化开发利用技术研究, 选育和引进抗旱性较强的林种、草种和农作物新品种, 提高抗大气干旱和土壤干旱的能力研究; 土壤水分管理新技术, 最大限度地蓄住天上水(降水), 保住土中墒, 高效合理利用水, 促进林草和农作物的生长, 达到受旱不成灾的目的。

## 参 考 文 献

- [1] 石忆邵. 陕西省干旱类型区划分研究[J]. 干旱地区农业研究, 1993, (2): 90~93.
- [2] 王力, 等. 土壤干层量化指标初探[J]. 水土保持学报, 2000, (4): 87~90.
- [3] 任杨俊, 等. 西北地区水资源与生态环境建设[J]. 水土保持通报, 2001, (4): 58~59.
- [4] 吴存良, 等. 陕北丘陵区时段干旱对粮食生产的影响及对策[J]. 干旱地区农业研究, 1994, (2): 8~10.

# Impact of the Continuous Drought on the Depth of Dry Soil Layer and on the Existence of Plants

Fu Mingsheng<sup>1</sup> Qian Weidong<sup>1</sup> Niu Ping<sup>2</sup> Ma Guangliang<sup>1</sup>

(1. Suide Station for Soil and Water Conservation Research, Management Committee of Yellow River Water Conservancy, Suide 718000, Shaanxi Province, China;)

(2. Management Bureau of the Upper-Middle Reaches of Yellow River, Xi'an 710043, China)

**Abstract** By taking Suide County of Shaanxi Province as a case study, this paper analyzes the frequently occurred drought for 5 years running from 1997 to 2001 due to the reduction of the total precipitation, poor effectiveness of precipitation, climate warming and frequent occurrence of sand-dust storms. The drought was characterized by a long duration, vast impact spatial extent and resulting in a serious economic loss, and was the extraordinarily serious in history. The drought made the average moisture contents of soils of the grasslands and farmlands (0~100 cm in depth), forestlands (0~180 cm in depth), and locust forestlands (0~500 cm in depth) be lower than 4.2, only 3.6 and 4.2% respectively. The direct consequences of the drought are to make the serious reduction of soil fertility of the grasslands and forestlands, increasingly serious dryness of soils under the artificially planted forests and grasses, and degeneration and death of the plant communities in a large area. Some plants, however, have a high resistance to drought, and they provide the scientific basis for selecting the plant species suitably growing in an arid environment so as to take the precautions against drought, withdraw from farming to planting forests and grasses, and distribute crops rationally.

**Key words** dry soil layer; precipitation effectiveness; drought; soil moisture content.