

# 连续干旱对土壤水分与植物存活影响调查研究

秦鸿儒<sup>1</sup>, 付明胜<sup>2</sup>

(1. 水利部 黄河水利委员会, 河南 郑州 450003; 2. 黄河水土保持绥德治理监督局, 陕西 绥德 718000)

**摘要:** 针对陕北 1997—2001 年连续 5 a 干旱, 通过对陕西省绥德县各种植物存活、生长情况实地调查, 取样测定各层土壤水分含量, 分析了该区干旱的因素。结果表明, 该区土壤水分极低, 干层加大, 土壤干化严重, 草地、农耕地 0—100 cm 以内土壤含水量均低于 4.2%, 林地 0—180 cm 内仅 3.6%, 刺槐林地 0—500 cm 平均仅 4.2%。导致植物大片死亡, 农作物减产, 有的作物不能适时播种甚至绝收。调查发现一些植物如侧柏、枣树、柠条、臭瓜、绿豆、高粱等表现出高度的耐旱特性。为今后防旱抗旱、退耕还林(草)及作物布局 and 品种的选择提供借鉴作用和科学依据。

**关键词:** 干旱; 土壤水分; 植物; 有效降水

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2005)01—0041—03

中图分类号: S152.75

## Impacts of Continuous Drought on Plant Growth and Soil Moisture

QIN Hong-ru, FU Ming-sheng

(1. the Yellow River Conservancy Committee, Ministry of Water Resources, Zhengzhou 450003, He'nan Province, China;

2. Suidde Bureau of Monitoring and Supervising of Soil Conservation, Suidde 718000, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** Continuous drought in Northern Shaanxi Province was examined on the basis of its effects on plant growth and soil moisture. It was found that soil moisture in the study region has decreased, with very low soil moisture measured at depth in the soil profile. High plant mortality and reduced cropland productivity was also observed. The study also identified some plant species, such as *oriental arborvitae*, *Chinese jujube*, *Caragana*, *Calabazilla*, mung bean and broomcorn, with high drought tolerance.

**Keyword:** drought; soil moisture; plant; available rainfall

干旱是陕北农业第一大自然灾害, 当地政府和人民群众为此付出的财力、物力和劳力巨大。干旱频频发生, 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>。给当地农业生产和生态环境建设造成极为严重的影响。

1997—2001 年连续 5 a 干旱, 旱情和持续时间已超过民国 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, 黄委会绥德水保站组织有关技术人员对干旱造成的灾害等进行了专题调查。

(1) 调查内容: 干旱情况下不同立地条件、不同植物存活、生长情况。

(2) 调查方法: 成片林、农作物和草地采用“样方法”; 行道树采用“样线法”; 土壤水分测定用烘干法。均重复 3 次, 求其平均值。按照不同植物根系分布深度确定土壤水分测定深度, 农作物和牧草为 100 cm, 幼林地 140 cm, 成林地 180 cm, 根据现有的观测资料对旱情进行分析。

## 1 调查结果

### 1.1 连续干旱对土壤水分的影响

据影响水分含量的不同土地类型及水分动态分布规律, 2001 年 7 月 5 日对不同立地条件、不同植物的土壤水分进行了测定, 林地测定深度 140—180 cm, 农作物和 2 a 草地测定深度 100 cm, 结果见表 1。

土壤水分测定结果表明: 表层 0—10 cm 土壤含水量除阴坡休闲地外均 < 1.7%。小果园地 0—140 cm 土壤平均含水量仅 3.0%, 油松林地 120—140 cm 土壤含水量 4.2%, 接近凋萎湿度, 140—160 cm 土壤含水量仅 4.3%, 160—180 cm 土壤含水量也只有 5.0%。已有研究成果指出, 土壤水分含量低于 11% 的土层全部看作土壤干层。从表 1 可以看出, 无论什么土地类型, 土壤干层较深, 土壤含水量极低, 草地、农耕地 100 cm 以内土壤水分平均在 4.2% 以下; 果园地在 140 cm 以内土壤水分平均在 3%~4.3%; 林地在所测的 180 cm 内土壤水分平均仅 3.6%。

表 1 2001 年 7 月 5 日土壤水分测定结果

%

土层/cm	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
2a 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	—	—	3.0
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	4.8	—	—	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

另据 1999 年 6 月、10 月对人工刺槐林地 0—500 cm 土壤水分测定结果, 0—500 cm 土层土壤含水量平均为 4.2%, 4.6%, 10 月后降水使土壤水分恢复至 170 cm, 但仅 5.1%~7.6%, 平均 6.0%, 170—500 cm 含水量仍在 3.0%~5.5%, 平均 4.0%。

一般正常年份降水入渗补充深度不超过 200 cm, 这几年由于降水少, 秋季降水入渗补充深度仅 60—70 cm。这样深的干土层即是在丰水年也难以补充恢复, 将成为永久性干土层。

### 1.2 干土层对植物存活的影响

多年试验表明, 土壤含水量在 9%~11% 时, 植物基本能正常生长; 土壤含水量在 6%~9% 时, 对植物生长产生影响, 主要表现为, 密度大的林地成林不成材, 变成低产林, 农作物产量低而不稳; 土壤含水量在 6% 以下, 甚至在凋萎湿度(4.2%) 以下, 植物生长受到严重影响, 如长时间处在这种缺水状态下, 就开始部分枯萎甚至死亡。

本次调查结果(见表 2)显示, 坡地 20 龄的榆树成片死亡, 18 龄的油松林死亡 10%, 生产道路旁杨树 70% 干梢, 30% 死亡, 刺槐死亡 80%, 2003 年栽活的侧柏 2004 年 90% 以上死亡, 苜蓿存活不到 50%, 抗旱较好的黄花在边坡上也有 20% 的死亡, 紫穗槐 20% 死亡。2003 年和 2004 年春季栽植成活的大扁杏、桑树、新疆杨全部死亡, 2004 年春大苗栽植的枣树成活率 95%, 调查时已有 45% 落叶。秋作物有的不能播种, 有的虽已出苗, 但在持续的高温少雨天气下, 严重枯萎。坝地玉米由于长期凋萎开始枯黄, 就是解除了旱情也将大幅减产; 梯田及坡地黄豆死亡严重。

调查也发现, 有一些植物能经受住灾变的考验, 表现出高度抗旱耐高温性, 如辛店试验场梁峁顶的侧柏林郁郁葱葱; 成活 3a 以上的枣树、大扁杏、桑树、柠条、苜蓿等也经受住了这种连续特大干旱的考验, 生长比较正常; 生长在极干旱阳畔上的臭瓜, 更是表

现出了极强的抗旱性, 在连续 5 a 干旱的情况下, 不但没有死亡现象, 而且照常开花结果; 农作物中抗旱性比较好的有绿豆、高粱, 调查中均未发现死亡现象。

表 2 干旱造成的部分植物死亡情况调查

植物名称	立地条件	生长年限/a	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	3a 以上	0
苜蓿	坡地	< 1	56
苜蓿	坡地	> 3	0
臭瓜	阳畔地	15	0

## 2 干旱因素分析

### 2.1 降水总量减少

研究区多年平均降水量 497 mm, 1997—2001 年连续 5 a 中, 各年降水量都低于多年平均降水量(见表 3)。其中 1997 年降水比多年平均减少 19.6%; 1998 年减少 23.6%; 1999 年减少 37.2%; 2000 年减少 27.3%, 2001 年 4 月降水 59.6 mm, 在此后的 5—7 月长达 85 d 中, 累计降雨仅 7.6 mm。5 a 降水总量大幅减少, 达 536 mm。

表 3 1997—2001 年降水量统计表

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	0.0
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

该区降水季节性分布不均匀<sup>[3]</sup>, 相对利用率低(见表 4)。一是降水多以暴雨形式出现, 强度大, 几场大雨占全年降雨量的绝大部分, 如 1997 年 7 月 18 日一次降雨 50.1 mm, 占全年降水量的 13%, 但大部分形成超渗产流。在这样少的降水条件下每年有相当一部分降水形成径流流失。二是无效降水次数多, 如连续 24 h 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>。该区有时一次降水仅几毫

米, 观测资料显示, 这几年无效降水次数均在 36~ 60 次, 每年有 102.0~ 151.8mm 是无效降水量。每年作物生育期有效降水量仅 170.8~ 239.3mm。

## 2.3 气候变暖加重了干旱程度

当前全球气候变化的突出表现是气候变暖。据有关资料, 全球地面平均气温上升了 0.47℃。实测资料表明, 近年来该区气温明显升高, 20 世纪 90 年代日平均气温比 60 年代高出 0.6℃。特别是 1987 年以来, 持续了 14 个暖冬天气, 春季太阳辐射增加迅速, 增温快, 夏季高温天气增多。2001 年除 4 月份气温正常, 其它各月日平均气温偏高 1℃~ 4℃。无霜期较常年的 187d 增加了 9~ 24d, 1998 年达 211d; 气温升高使空气干燥, 水汽稀少, 土壤水分蒸发加快, 植物蒸腾系数增高, 旱情加重, 土壤干层加深。连年干旱使沙尘暴和大风次数增多, 强度加大, 反过来沙尘大风天气更加快了地表水分蒸发, 加剧干旱程度, 进一步恶化了生态环境。

表 4 1997—2000 年降水量计算

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	≤10mm 降雨			月份	雨量	次数	雨量	≤10mm 降雨		有效降 水量
			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: ①表中数值为 4 个雨量站平均值; ④生育期有效降水量= 生育期降水量- 生育期 ≤10mm 降水量- 生育期径流深。

## 3 建 议

面对年年皆有的旱灾, 和频繁造成的巨大损失, 应大力加强对旱灾成因和变化规律与减灾对策的研究。主要内容包括: 干旱规律与减灾对策, 降雨径流资源化开发利用技术, 选育和引进抗旱性较强的林种、草种和农作物新品种, 增加大气湿度和土壤水分途径, 土壤水分保护优化利用技术等方面研究。以达到最大限度地蓄住天上水, 保住土中墒, 合理高效利用各种水资源。

### [ 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.