

榆林地区土壤水分资源及其利用

韩仕峰 李玉山 杨新民 张孝中
杨文治 石玉洁 史竹叶

提 要

榆林地区土壤质地主要由均质紧沙土、沙壤土和轻壤土组成,其土壤持水能力为:2m土层最大储水量382.6—496mm,多数土壤有效水在300—330mm之间,占全区总面积4/5,土壤释放水分的速度,在0—1巴,高出其它土壤13—33%,1—15巴,低于其它土壤13—23%,属于储量低、保水差和中等有效水含量的土壤水分类型区;其土壤水分利用,林地和人工草地系“赤字”水分利用,使土壤向干燥化方向发展,形成生物利用干层,农田和自然草地为年周期性水分补偿类型(干旱年除外),有一定增产潜势;合理用途径有4点:

(1)建立大农业配套体系,用好深层水;(2)工程和耕作措施配合,保住天上水;(3)合理布局生物措施,(4)对夹层型质地土壤而形成的沉积水,发展灌溉农田或林网农田。

榆林地区位于陕西最北部,地处北纬 $36^{\circ}57'$ — $39^{\circ}34'$,东径 $107^{\circ}28'$ — $111^{\circ}15'$ 之间,海拔一般在1000m以上,年均气温 7.8 — 11.3°C ,年均降水量 316.9 — 500mm ,干燥度 1.61 — 3.50 ,属于以半干旱为主的干旱、半干旱气候类型区。辖区地貌基本以长城为界,分成两大部分:北部为缓丘风沙区,内有丘、滩、原地,南部为丘陵沟壑区,内有塬、梁、峁、峁、沟等地形。丘陵区黄土层深厚,一般在50—100m,占全区面积的 $2/3$ 。干旱和土层深厚是本区农业用水两大障碍因素。于是摸清当地土壤水分资源,对促进农、林、牧业生产的全面发展,有其现实意义。

一、土壤质地组成和分布

限制土壤持水能力的因子主要有两个,一是土壤结构,二是土壤质地。土壤结构与土壤有机质含量关系较密切。由普查资料得知,榆林地区土壤有机质含量普遍在 0.41 — 0.75% 之间,处低下水平。因此,土壤质地组成是本地区土壤持水能力大小的主导因

表1 榆林地区土壤质地状况统计

质地名称	分布面积(万亩)	占土壤面积(%)	包括土壤类型
松沙土	354.2	6.28	流动风沙土
紧沙土	352.9	6.09	半固定风沙土
砂壤土	2779.7	47.94	沙灰钙、沙栗钙、固定风沙土、潮土等
轻壤土	1339.8	31.23	黄绵土、黑垆土、新积土、沼泽土等
中壤土	486.5	8.39	红色土、硬黄土
重壤土	4.0	0.07	红粘土

子。

土壤质地是土壤的基础，尤其在榆林地区多为幼年土的状况下，更为明显。本区的主要土壤有风沙土、绵沙土、黄绵土、黑垆土、栗钙土、红土和潮土等，其中风沙土和黄土性土壤（绵沙土、黄绵土）占到总土壤面积的79.72%—95.63%。因此沙土到轻壤土级土壤要占到全部土壤面积的91.54%（表1）。

不同质地土壤，呈有规律的分布。根据108个测点绘制的质地分布图（图1）看

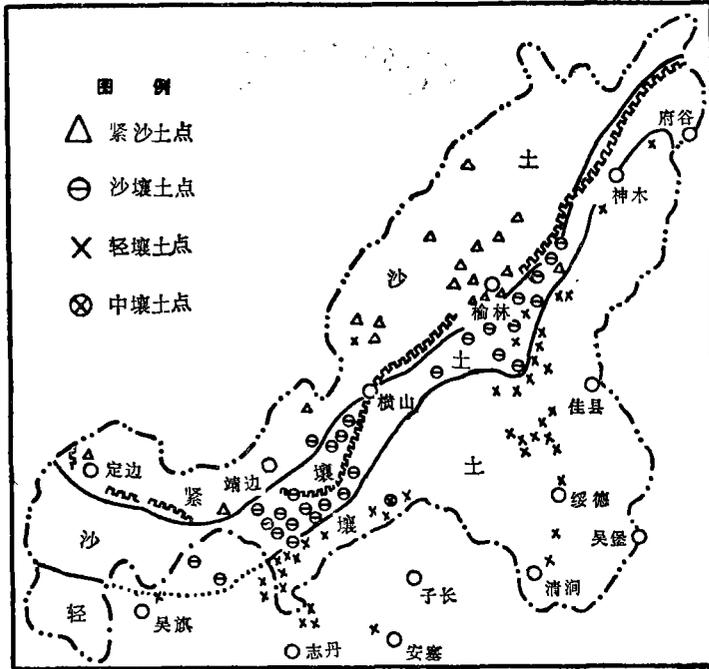


图1 榆林地区土壤质地地域分布

有其它质地土壤零星分布，面积较小。

土壤质地的剖面分布形成，对土壤持水力影响也是很大的。本区的质地剖面分布类型主要有：均质型、夹层型和双层型三种。均质型特点是剖面质地上下均一，有利于剖面水分整层运行，便于地面植物对深层土壤水分的利用。但渗透快、蒸发快、保水能力不强；夹层型的特点是夹层土壤质地偏重，上、下两层偏轻，有利于水分和养分较多较长时间保存在质地偏重的土层中，深层水分上行运行较慢；双层型内有蒙金型和倒蒙金型两种。蒙金型为上粗下细的质地组合土层，一般上覆10—20cm的紧沙土或绵沙土，下覆轻壤、中壤或重壤的黑垆土、栗钙土及黄土性土壤，有利于接纳雨水，保水保肥能力较强。倒蒙金型为上细下粗质地的组合土壤，因对深层土壤水分利用不足，产量不佳，需要改良。全区均质型土壤占到总土地面积的86%以上，所以，加强耕作措施，抑制土壤无效蒸发，在本地区尤为必要。

二、土壤持水能力

本区以均质土为主，紧沙土、沙壤土和轻壤土的分布面积最大。因此，我们主要研

出：该地区的质地变化可划分为三大部分。

(1) 基本以长城为界，以西和以北部分为沙土区；

(2) 定边、靖边、横山、神木和府谷县的南部，以及榆林县以南各县为轻壤土区；

(3) 沙土和轻壤土中间的狭长部分为沙壤土区。

上述三区的地域分布比例大体是沙土：沙壤土：轻壤土 = 3 : 2 : 5。但是，由于地形、水蚀、风蚀和人为活动的作用，在划分的各个质地区内也

究这几种均质土壤的持水能力，包括土壤的最大储水量，有效性及保水性能三方面内容。

1. **土壤最大储水量。**从表2看出，三种质地土壤的田间持水量，在13—20%，2m土层达到382.2—496.0mm。中间分为4个档次，即紧沙土、沙壤土和轻壤土上限、下限值，各档次之间的差值为2—3%（干土重），或20mm左右，多者达70mm。

2. **土壤水分有效性。**它是土壤供水多少的静态描述指标，习惯用田间持水量减去凋萎湿度之差值作为有效水统计。本区多数土壤的有效水处于289.9—368.5mm之间（表2），差值78.6mm。以轻壤土最高，紧沙土最低。就其持有量来说，可以满足本地低

表2 榆林地区主要质地土壤持水能力(0—2m土层)

测地	土壤类型	土壤质地		容重 g/cm ³	田间持水量		凋萎系数		有效水	
		分级	物粘%		干土%	mm	干土%	mm	干土%	mm
定边	风沙土	紧沙	8.0	1.47	13.0	382.2	3.14	92.32	9.86	289.88
榆林	风沙土	紧沙	10—11.0	1.47	13—14.0	382.2—411.6	2.90	85.26	10.1—11.1	296.94—326.34
绥德	绵沙土	沙壤	15.3—16.0	1.35	15.8	426.6	3.59	84.78	12.21	329.67
吴堡	黄绵土	轻壤	22.0	1.24	17.0	421.6	5.08	125.98	11.92	295.60
清涧	黄绵土	轻壤	27.0	1.24	20.0	496.0	5.14	127.47	14.86	368.53

产作物需水量的全部或大部分（表3），对糜谷和荞麦等秋季作物，有效水分的保证程度较高。据地区农科所对主要作物的增产潜力分析，在年降水350—450mm情况下，预计当地的小麦产量可以达到200—250kg/亩，糜子和谷子达到400—500kg/亩，高粱为375—430kg/亩，洋芋亩产300—3500kg，其中一个有利因素，就是因为有较大的有效蓄水库容，储存、调节降雨，供给作物正常生长。

表3 主要作物耗水量统计

主要作物	本地测值①		Penman法测值② 生育期耗水量 (mm)
	产量 (kg/亩)	生育期耗水量 (mm)	
糜子	170.0	220.0	
荞麦	194.0	225.2	
谷子	55.1	280—400.0	270—400.0
春小麦	52.5	135—225.0	150—350.0
冬小麦	200—250.0	455—568.0	250—500.0
马铃薯	178—267.0	350—400.0	
高粱	114.8	274—380.0	
春玉米	248.4		350—650.0

① 米脂、定边农业区划报告资料；

② 北方旱区主要农作物水分供需状况分析，《干旱农业研究》，1987年第1期。

土壤有效水的分布情况，根据质地、储量变化和布点绘图看，以2m土层计算，300—330mm的土壤占全区总面积的4/5，分布在地区中腰带，包括沙壤土、紧沙土上限值（物粘在5%以上）和轻壤土下限制（物粘在25%以下）部分；横山、榆林北部和神木西北部有少量储量小于300mm的分布面积，属于紧沙土下限值地区，不到总面积

的1/10；清涧、绥德、米脂和子州的南半部分，土壤有效水分储量较高，在330—370mm之间，但面积也是仅占总数的1/10多一点。全区主要属于300mm土壤有效水分储量地区。

3. 土壤保水性能。以导水速率反映，根据有关质地测值推算，高湿时（田间持水量），紧沙土分别是沙壤土和轻壤土导水速度的2.38和28.3倍；低湿时（12—13巴），紧沙土分别比沙壤土和轻壤土高出5和2个数量级。但低湿时，土壤释放水分很少，要求导水速度大一点好。相比之下，轻壤土在前期（高湿）水分充足时，释放慢，在后期（低湿）水分不足时，释放较快，保水性能好。本区的轻壤土占到总数一半，保水能力相对较强。

4. 土壤持水能力评价。我们用本地土壤持水能力的三个指标值和绝大多数质地土壤作了比较（表4），看到，田间持水量含量低下，南部轻壤土略高，但面积不太大。和本地降水比较（年均390—500mm），基本接近年均值，在干旱和平水年里，有较大库容接纳雨水，在丰水年里，有部分降水补充到深层，以供给乔林等深根性植物渐次吸收

表4 土壤持水能力比较（0—2m土层，mm）

土壤质地	田间持水量	土壤有效水量	有效水释放（%）	
			0—1巴	1—15巴
本区主要质地	380—426.0	300—330.0	78.31	21.69
南部轻壤质地	496.0	368.5	—	—
安塞轻壤土	452—496.0	354.2—368.5	65.5	34.5
洛川中壤土	520.0	336.0	45.2	54.8
武功重壤土	607.2	348.3	48.1	51.9
志丹红胶土	596.7	148.5	—	—
白康轻粘土	880.7	346.2	47.2	52.8

利用；在土壤有效水含量上，低于其它质地土壤，但差值很小，约10—30mm；从土壤释放水分的速度分析，前高后低，保水力差。纵横全区，其主体质地土壤的水分持有能力，可以认为是一个储量低、保水差和中等有效水含量的水分类型区。

这样的土壤水分特征，对生态条件会作出不同反应。在农田生产上，对生长期短、耗水强度大的秋田作物有利；在草地生产上，发展人工草地会增强对土壤水分利用，减少无效消耗；在林地生产上，发展人工乔木林，因库容不大，储量不足，可能会受到较大限制；发展灌木林，从储量和供给速度上分析，适宜条件相对要好一些。

从区域内持水能力变化分析，2m土层内，南北相差80—100mm，尽管两地（北部沙土、南部轻壤土）所占面积不大，从土壤水资源利用考虑，规划时应当给以重视。

三、土壤水分利用能力

1. 利用深度。我们选择农、林、草中有代表性的植物，分别进行了调查和统计。发现用水深度差异还是很大的。分别是：

乔林地：用水深达5m以下，强烈用水层延深到3.5—4.5m，以下的用量逐渐减少。

灌木林地，用水深度也达5 m以下，强烈用水层延伸到2.5—4.0 m，和乔林基本相同。

农田分秋田和冬小麦两项：秋田作物，用水深度一般只有1.0—1.5 m，强烈用水层主要集中在0—80 cm；冬小麦，用水深度达到3.5 m，0—1 m为强烈用水层，耗水量占到全剖面的35.2%，根系密集处的土壤含水量下降到凋萎湿度。

自然草地，用水略深于秋田作物，一般到2.0—2.5 m，用水强度不大。

人工草地的测地为紫花苜蓿，用水深度达到3.5—4.0 m。有些植物如沙打旺，也达5 m以下。

从上面的数字变化，全面衡量本区地面植物利用土壤水分深度，可以这样认为：林地和人工草地有吸收深层土壤水分的能力，冬小麦有利用较深层土壤水分的能力，秋田作物和自然草地一般则只能利用浅层土壤水分。

2. 亏缺程度。包括历年累积亏缺，按5 m用水层土壤含水量统计，乔林累积亏缺771.33 mm，灌木林亏缺830.15 mm，秋田作物亏缺537.18 mm，冬小麦亏缺483.6 mm，人工草地亏缺814.1 mm，自然草地亏缺626.1 mm。由此可见，本地区土壤按田间持水量指标恢复水量，各种生态条件下土壤水分的亏缺额都很大，以灌、乔木和人工草地的累积亏缺最多。如果每年400—500 mm的降雨量，全部入渗于土壤中，且无生物利用和地面蒸发。农田可以得到补偿，自然草地基本补给，乔、灌木和人工草地属于负补偿生态环境类型。

3. 恢复能力。在调查年份降雨偏多（年降雨量480—530 mm）。从深度上看到，乔林地，恢复到2.5 m深度；灌木林地，恢复到2.0—2.5 m深度，本地区南部比北部的恢复深度多0.5 m；人工草地，恢复到3.0 m深，自然草地，恢复到3.5—4.0 m深，农田，恢复到3.5—4.0 m深。以上和利用深度比较，结果只有农田和自然草地得到恢复，其它生态类型下的土壤水分，均未得到全部恢复。

关于恢复能力问题，从5 m土层的耗水量分析，也得到同样结果，农田恢复到田间稳定湿度有效水量的94.6—100%，自然草地基本恢复，达到2/3，人工草地接近一半，林地最少，只恢复到亏缺量1/3左右。

4. 生态利用评价。从对地面植物的利用深度，亏缺程度和恢复能力的调查分析，我们认为榆林地区生态土壤水分资源的发展趋势是：

(1) 林地和人工草地系“赤字”水分利用，造成土壤向干燥化方向发展，形成生物利用干层。干层厚度：在5 m土层内，以灌木较大，约1.5—3.0 m，乔木次之，约1.0—2.5 m，人工草地为2.0 m。

(2) 干层形成后，树木只好依赖当年降雨维持“半饥饿”的生活方式，形成“小老树”向着成林难成材（指用材）的方向发展，灌木林虽然累积亏缺量大，但耗水强度小，又搞定期平搓，促进土壤水分就地恢复，于是适生性强一些。人工草地生育周期与土壤干层极限深度同步进行，有利于对深层水分的利用。

(3) 农田和自然草地为年周期性水分补偿类型（干旱年除外）就现有的水分效益看，还有较大增产潜势，需要进一步挖掘。

四、合理利用土壤水分资源的途径

土壤水分资源的储量是很大的。全按两米土层推算,仅土壤中的储存量就有15.7亿吨,是本地现有地面水利设施水容量的12倍。因此,按照土壤水分性质和本地生态用水的特点,合理利用现有土壤水分资源,十分必要。

1. 根据农、林、草耗水量大小和利用深度不同的特点,建立大农业的配置利用体系,也就是说,地面立体生物工程结构和地下土壤水分立体利用模式相配合,用好深层水。如吴旗县在荒山飞播沙打旺,促进对深层土壤储水的利用,产草量比荒山提高5—14倍,土壤水分生产效率由0.1kg/mm提高到1.1kg/mm。沙打旺衰败后,深层亏缺水需要丰水年的降雨渐次补偿,但它的腐根和落叶肥了田。轮种农作物,利用当年降雨,发挥了水、肥效应的作用。试验地的糜子亩产达到136kg,比对照地产量提高2倍以上。这样,就促进了土壤立体水分的合理利用。

2. 利用工程措施和耕作措施的有机配合,尽可能全部地保住天上水。榆林地区土壤质地普遍偏轻,降雨入渗快,但易冲刷,据统计,有十分之一的水分(约50mm)被流失,数量不少。要保住这些水,一是工程措施,修梯田、台田、坝地和条田;二是耕作措施,水平沟,坑田、壕田、打洞蓄水等。耕作措施不可忽视。如1978年山西水科所搞丰产沟试验,雨后两米土层的土壤含水量比一般坡地多55.6mm,相当干土重2.24%。榆林全区890.24万亩旱农地,一年即可多蓄3.3亿吨降水于土壤中。按本地农田(小麦)平均水分效率0.185kg/亩计算,仅拦蓄水分一项将增产粮食9.16万吨,相当本区农业总产值的8.3%。

3. 按立地条件和蓄水能力大小不同,合理布局生物措施。例如沟洼地搞径流林业,山坡地搞水平沟农业,梁峁顶搞带草农间作,有利于对水分的调配利用。在林地发展上,根据土壤水分的富足程度和供水能力大小,提倡大型成材乔木林下山上川,走灌溉林业道路,灌木柠条上山梁,走水保薪炭林道路,并兼顾低山小量的成椽林业规划,合理利用,全面发展。

4. 根据风沙地多成夹层型或蒙金型质地剖面易于积水的特点,发展灌溉农田和林网农田。据调查,本地沙区湖泊、池塘、海子要占到水域面积的6—32%,引水拉沙造就林网蒙金型的灌溉农田,可促进积水利用,防止沙化,促进绿色长城的不断扩大和发展。

总之,合理利用本区土壤水资源的途径,可概括为四句话,即是:用好深层水,保住天上水,巧用地表水,挖掘沉积水。

参 考 文 献

- [1] 李玉山等,黄土高原土壤水分性质及其分区,《中国科学院西北水土保持研究所集刊》第2集,1985,1—16页。
- [2] 陕西师范大学地理系,《榆林地区地理志》,陕西人民出版社,1987,4,128—135页。
- [3] 石玉洁等,蒸发条件下导水率和扩散率的测定,《水利学报》,1984(2),33—38页。
- [4] 阎瑾如等,北方旱区主要农作物水分供需状况分析,《干旱地区农业研究》,1987(1),30—42页。

The Water Resources of Soil and Its Utilization in Yulin Region

Han Shifeng Li Yushan et al

Abstract

The soil textures in Yulin region are mainly composed of well-distributed compact sand, sandy loam soil and light loam. The maintaining water capability of the soils is as follows, the greatest water reserve of the soil layer in two metres varies from 382.6-496.0mm, the soil effective water mainly varies from 300-330mm, the area of the soils makes up four-fifths of the total area. The speed that the soils release water in 0-1 bar is 13-33% higher than others and in 1-15 bar is 13-23% higher. So the soils belong to the typical region of soil water with lower reserve, badly property holding water and the medium of effect water content, the water utilization of forest land and artificial grassland have a deficit that makes the soil become dry, so that the soil has formed the dry layer of living things utilization. The field and the native pasture are part of the water compensation type of annual periodicity(except the dry year) and possess the certain potentiality increasing production, there are four ways that put water to rational use,

(1) building the disposition system of great agriculture and making good use of the deeper layer water.

(2) coordinatinating the measures of engineering and tillage and protecting precipitation.

(3) properly arranging the measures of living things.

(4) the deposited water which has come from the soil of the lined texture soil will be used to develop irrigation field or forest net.