

吉林省通榆县淡黑钙土土壤水分 运行规律的研究

李立宁 马彦昆 刘鹤图

(白城地区农科所)

张永祥 马育才 董 贤

(通榆县农业局)

王 卓 王育民 孙志刚 王国民

(四井子新华乡)

前 言

通榆县位于吉林省西部，与内蒙古右中旗接壤，是白城地区最干旱的县份之一。年平均降雨量400mm左右，70%集中在7、8月，作物生育季节4—9月降雨平均为372.8mm，而年蒸发量达1896.9mm。且风多风大，风砂天气频率占3—6月的77%，平均8级以上

附表 通榆县多年平均各月湿润度

项 目	1	2	3	4	5	6	7
相 对 湿 度(%)	60	52	44	42	45	62	73
日降雨 5mm日数			0.2	0.7	1.7	3.9	3.1
连续无雨日数	63	91	104	48	43	18	17
月平均降水量(P)	1.2	1.6	5.2	11.1	27.8	67.8	134.3
蒸 发 力(Er)	5.7	13.7	46.6	106.9	163.2	144.7	115.7
湿润系数(P/Er)	0.21	0.12	0.11	0.10	0.17	0.47	1.16
气 候 划 分	干 旱	极干旱	极干旱	极干旱	干 旱	半干旱	湿 润

项 目	8	9	10	11	12	全 年
相 对 湿 度(%)	73	65	58	58	31	
日降雨 5mm日数	4.7	2.0	1.0	0.3	0.1	
连续无雨日数	20	18	32	41	51	
月平均降水量(p)	94.9	35.5	19.1	4.0	3.2	405.7
蒸 发 力(Er)	106.4	102.8	74.1	31.2	9.3	920
湿润系数(G/Er)	0.89	0.35	0.26	0.13	0.34	0.44
气 候 划 分	半湿润	半干旱	干 旱	干 旱	半干旱	半干旱

注：湿润系数=P/Er，气候划分按伊万诺夫湿润度分级，资料引自《白城地区砂碱化土地资源调查报告》

大风年 45.9 天，以 3—5 月为最多。据资料记载，通榆县各月湿润度除 7、8 月份为湿润、半湿润气候外，其余各月均为干旱及半干旱气候，其中 2—4 月湿润度低达 0.1—0.12，为极干旱气候，主要播种季节的 4 月，湿润度全年最低，相对湿度仅 42%，降雨 5 mm 日数仅 0.7（见附表）。气候干旱风多风大是农业生产的主要障碍因素。

淡黑钙土为本县主要耕地土壤，约占总耕地面积的 60%，研究其水分在诸自然因素影响下的常年变化规律，了解土壤对水分的调节机能，可为合理利用，提高利用率，抗御干旱保苗增产提供科学依据。

研究方法：主要是在通榆县四井子乡淡黑钙土上选代表性平、岗地，常年定点，定位进行定期采土测定水分。时间基本上是春播季节每 5 天，夏秋季每 10 天，冬季土壤冻结每 20 天测定 1 次，深度 100cm，分 10 层，重复 3 次，干土重法，采测了冬季冻土的水分变化状况，是本研究项目的突出特点，并且得出重要结论。

研究结果及讨论

淡黑钙土是草甸草原和冲积、洪积母质条体下发育的一种比较年幼的，从黑钙土向栗钙土过渡的土壤。四井子乡土壤肥力较低，有机质含量为 1.4%，全氮 0.06%，全磷 0.069%，碱解氮 136.0ppm，速效磷 7.1ppm，速效钾 185.0ppm。土壤机械组成，细砂含量很高为 54.35—68.26%，粉砂含量 < 15%，粘粒含量 11.97%—14.96%，土壤物理性状较好，并有一定保水能力。田间持水量平地 18.5%，土壤透水性较强，凋萎系数 5—7% 左右，耕层土壤容重 1.3—1.4g/cm³，犁底层可达 1.5g/cm³ 以上。水分测定自 1984 年 5 月起至 1987 年 5 月止。3 年 4—9 月降雨量顺序为 303.2mm，346mm 及 482.4mm，可分为早、平、涝年。涝年一次降雨超过 100mm，但春旱均较重。三个年周期岗、平地土壤水分状况，以其贮水层 20—100cm，绘曲线图如右。

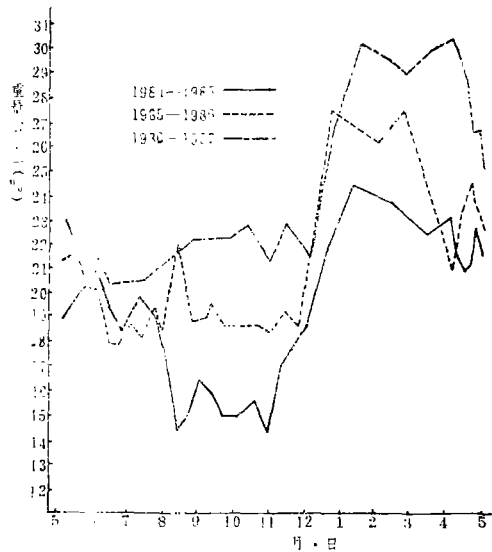


图1 淡黑钙土 20—100cm 水分变化曲线图

一、淡黑钙土平地土壤水分季节性变化规律

由于耕层受大气影响变化剧烈，因此主要根据 20—100cm 贮水层，适当结合 0—20cm 层来观察水分的季节性变化，根据附图可分为四个时期：

(一) 夏季蓄墒期

一般 6 月下旬到 9 月上旬为雨季，但雨量多集中在 7、8 月，常常一次降雨数中以至超过 100mm 可形成重力水渗至 1 米以下深层，为一年土壤水分的补充蓄积期，但不同年有差异，1985 年平年，夏季降雨频率高，土壤水分处在不断补给下渗过程，1 米土层平均含水量可保持或接近田间持水量；1986 年丰水年则可达饱和状态，地表往往有渍水。而 1984

年夏季干旱，8月份1米土层含水量下降到田间持水量的77%左右，接近毛管断裂湿度，蓄水量较少。夏季蓄水量的多少与当年以及翌年雨季来临前土壤水分状况有密切关系，是抗旱丰产的关键，其他季节降雨少而一次降雨量小，难以形成重力水渗至深层贮积，较易蒸发损失，因此，半干旱地区必须十分重视夏季降雨的蓄积。

（二）秋季稳墒期

包括9月中、下旬到10月，这一时期，气温逐渐下降，约从12.9℃降至3.1℃，雨量减少，9月份平均降雨35.5mm，10月份19.1mm，占年雨量的8.8%及4.7%，1米土层墒情变化不大，保持了夏季剧烈变化后的稳定状态，反映了1米层土壤水分的贮积水平。3个不同年比较，1985年平年，秋季土壤水分保持在田间持水量水平；1986年涝年，则超过田间持水量20%，而1984年旱年则低至田间持水量的76%，为全年最低点。

（三）冬季冻结增墒期

包括11月到2月，气温平均自0.7℃下降到-16.7℃，最低极值，1月上、中旬可达-23℃。随着气温下降，土壤自表层逐渐向深层冻结，冻深11月达54cm，12月104cm，1月141cm，2月171cm，3月最深可达178cm。在冻结过程中，受温度梯度和水汽压差的作用，下层水分向冻层积聚，并在土壤孔隙中凝集大量冰晶，因而使冰层大量增墒。无论夏季旱涝，冬季20—100cm土层含水量均大大超过冻前，并超过田间持水量而存在，为全年含水量的最高峰期，从而形成一个巨大的“土壤水库”，对半干旱地区农业生产有很大意义。如1985年平年，1986年丰水年，冻前20—100cm层土壤水分分别为干土重的18.5%及21.3%，冻后增墒高达27.4%及30.3%；1984年夏旱，土壤蓄水量低，冻前含水率仅为14.2%，但冬季仍增墒达干土重的24.3%，增加71%，超过田间持水量31%，三个不同年增墒量均为干土重的9—10%，约相当于100mm左右降雨量。1米土层总蓄水量相当于250—300mm以上降雨量，是春季返浆现象的成因。

（四）春季失墒返浆期

包括3—6月，从1米土层整体来看，总的趋势是含水量趋于下降的，直到雨季来临方能得到补充。早春3月，气温接近0℃时，土壤表层冻融交替即开始跑墒。10—20cm层含水率可由田间持水量下降到70%，0—10cm层可降至干土重的8%左右，地表形成干土层。因此，早春3月应进行拖、耩、压整地保墒，防止水分汽态扩散，4月上旬平均气温达3—4℃以上，土壤开始融冻，中旬，一般年开始出现返浆现象。高潮以地表湿润为标志，正常出现在4月20日前，旬平均气温7℃左右，化冻深度50cm左右。由于20—50cm层冬季冻结过程含水率增加最多，不同年可达26—35.5%，超过田间持水量40—92%，个别可超过1.2倍，融冻后受阻于下层冻土不得下渗，只能以毛管机制向地表运行，从而使裸露半年及早春失墒干燥的表土湿润。0—10cm表层含水率不同年可从凋萎湿度以下增加到干土重的14%到18.5%，从而大大缓解了春旱的威胁，使在无雨的情况下仍可进行春耕播种及保苗。这是本县以至西部半干旱地区春耕生产的依据。并且，各融冻层的含水量均比秋季冻前增加，1米土层的水分状况将得到改善，有利于作物的前期生长。如1984年11月冻前20—100cm层土壤含水率为14.2%，到1985年5月融冻后平均含水率则增加到21%左右，增加了干土重的7%；1986、1987年5月亦比头年秋分别增加干土重的5.2%及2.2%。然而，返浆也是土壤失墒过程，大返浆时地表湿润，在气温

升高,春风增大的情况下,蒸发较快,短期可接近液面蒸发,很易使表层产生干土层,影响播种质量及全苗。因此,及时播种不仅是利用好返浆水在春早年提高保苗率的关键,而且经过播种、覆土、镇压,也是极好的保墒措施。积聚返浆水为种子所用。

二、平地土壤水分垂直分布及其变化规律

(一) 0—10cm层

为表土层,受大气干湿冷暖的影响,含水量波动剧烈,干湿变幅可达干土重的11%以上,特别是冬季长期裸露,经常保持5cm左右的干土层,是播种的障碍,湿润这层干土,除降雨外,只能靠返浆。返浆期不同年含水率可达14—18.5%,适于播种(见图2)。

(二) 10—20cm层

这一层含水率较充盈和稳定。一般可保持在田间持水量的70%以上,冬季增墒可达田间持水量以上(干土重的20%左右),涝年则更多。但早春失墒也较重。返浆阶段,不同年均保持干土重的15%左右,达田间持水量的80%以上,对播种有利。

(三) 20—100cm层

为贮水层。含水量的多少,决定耕层供水条件的好坏。冬季是所谓“土壤水库”的主体,贮水量可达250—300%以上。超过田间持水量30—64%。贮水层中以20—50cm层最活跃。冬季结冻早,凝积水量大,最多可达干土重的26.3%—35.5%(见图3)。个别10cm层

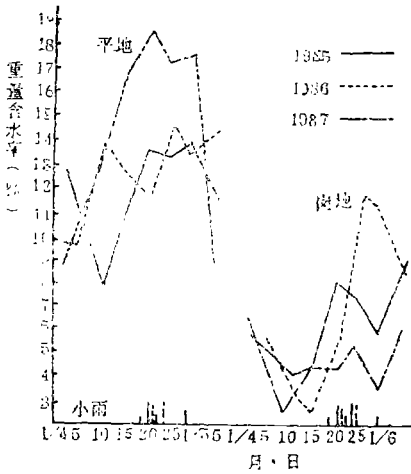


图2 春季0—10cm土壤水分变化

在丰水年可达41%以上%,高于田间持水量1.22倍。春季化冻也较早,是地面返浆湿润的直接水源。20—100cm整层中,以50—60cm

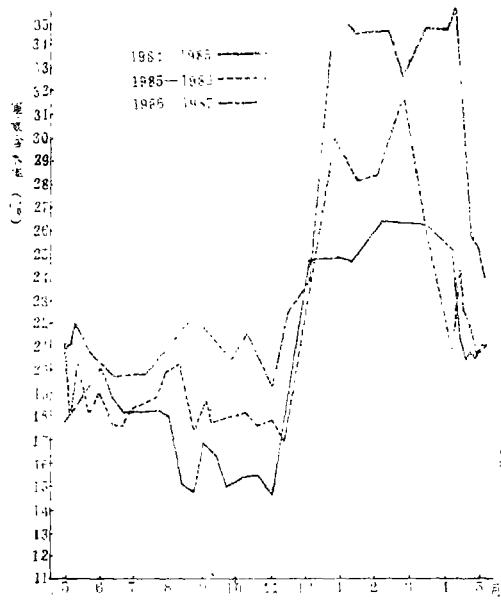


图3 20—50cm水分变化

层为转折点,以下各层,夏季由于得到雨水补充,含水量多于上层。但到冬季,则由于上层增墒大于下层,含水率反低于上层,春季又由于上层失墒返浆复又渐高于上层,可见1米层水分的垂直变化很大,下层比较稳定并对蓄纳雨水和支持返浆起到积极作用。

总的来看:

(一) 淡黑钙土1米层的水分变化规律是:夏季蓄纳降雨补充土壤水分,贮积到1米以下深层,冬季又提升冻结在1米层内,大大超过田间持水量,成为全年最高峰期,形成

巨大的“土壤水库”层，为春季返浆准备了水源，春季化冻，超过田间持水量的水分又形成返浆水向地表运行，蒸发散失。化冻深度继续增加，毛管上升高度下降，1米层水分趋于蒸发减少，直到雨季来临进入下一轮循环。

(二) 据3年资料回归分析，春季返浆期4月中旬0—10cm含水率与冬季1月中旬20—50cm及20—100cm层含水率呈极显著正相关($r_{0.01}=0.9999$)，而秋季10月中旬与冬季1月中旬20—50cm亦呈极显著正相关，秋季为夏季水分剧变后的稳定时期，是1米层蓄水状况的反映，因此可以说明：1. 土壤水分变化四季均息息相关。春季返浆现象实际来源于夏季蓄水。由于夏季雨水较多，所以返浆现象稳定可靠。如1984年夏旱，蓄水较少，但冬季20—50cm层仍增加含水率达11.7% 1985年春季返浆仍可达田间持水量的75%以上，返浆明显。而在丰水年后则可达田间持水量高。度且维持时间较长。2. 秋、冬季定点作年间比较水分测定，可以预报翌年春季返浆的相对好坏，作合理利用准备。

(三) 有人认为冬季土壤冻结，水分不会变化，应是稳墒期。这与事实是不符的，且易得出这人力无所作为的结论。实际，搞好夏季蓄水和春、秋保墒，新可以促进冬春变化向有利于主产方向发展。特别是蓄好夏雨是全年抗旱的关键。

(四) 返浆是冬、春季二级提水的结果。20—50cm冬季冻结水分是返浆的直接水源，返浆高潮期在化冻深度50cm上下。有人认为返浆是秋雨封地的结果，从而导致对春季墒情作出错误判断。据研究，要在20—50cm层贮集可以形成返浆的含水量，以含水率最低的1984年计，亦需一次降雨76mm以上，而本县封冻的11月降雨量仅4mm，10月份亦仅19.1mm，因此难以形成返浆水的储备量；此外，即使有较大秋雨，也必形成重力水下渗而不可贮集于一层。返浆是比较稳定的现象，而秋雨封地却不多见，可见无必然联系。据回归分析，返浆与20—50、20—100cm深层含水率关系密切。小雨仅可使表层墒情有所改善，如不被蒸发掉，也只能在早春使表层返润(由固态回归液态)而非返浆。

(五) 蓄好夏雨在本地区应抓好平整土地、深松、伏翻、早起大垄及增施有机肥等措施，以减少径流，促进下渗，多蓄。

(六) 岗地地势高，多沙底，雨后径流大，蓄水少。四季水分变化虽也有与平地同样趋势，但变化不明显。春季表层干层可厚达5cm以上，含水率低，无返浆现象。但10—20cm层春播季节可保持岗地田间持水量(16.5%左右)的80%左右，适于深开沟播种，改善岗地水分状况，主要是等高打垄种植，深松垄沟，就地蓄水，防止径流。



图4 岗地20—100cm土壤水分变化