

春季农田土壤水分动态 与抗旱耕作措施*

白 国 才

(黑龙江省农科院栽培所)

我省属大陆性季风气候区,春季风大少雨,十年九春旱,给农业生产带来很大不利因素,特别是春旱对农业生产威胁很大。它不仅会影响一次播种保全苗,而且还会由于拖迟播期和出苗期拖后而加重低温冷害的程度。为此,摸清春季农田土壤水分动态变化规律,采取相应的耕作措施,以达到抗旱播种保全苗的目的。现根据1977、1978和1979年在呼兰县前进大队调查的结果提出以下看法。

一、伏雨春墒,抗旱耕作是基础

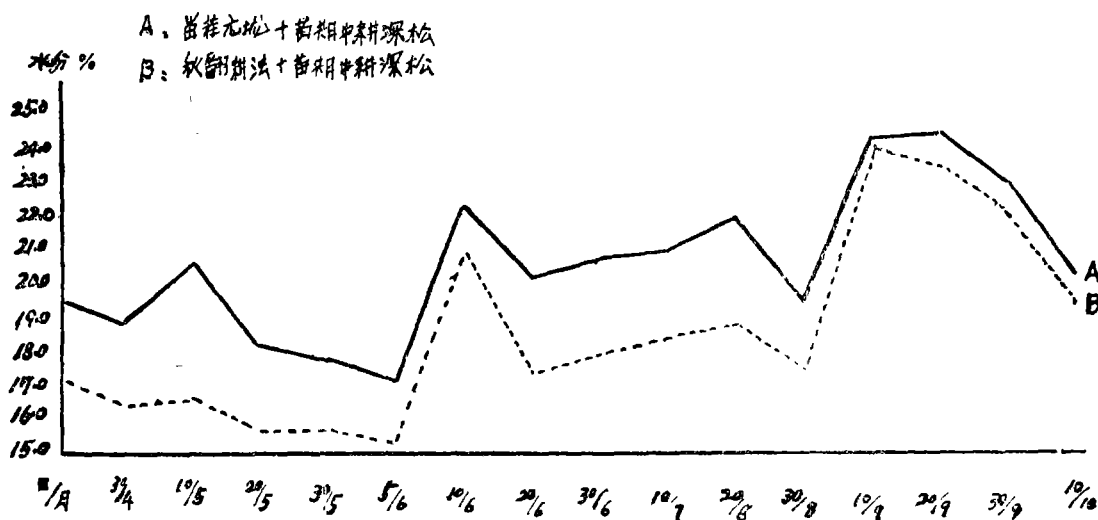
根据近年对旱区农田土壤水分状况的实测,看出农田土壤的水分动态,除受气象、

地势、土质、林带、作物、茬口等因素的影响以外,在同一地区内,非灌溉条件下,主要是受耕作方法的制约。由于70%~80%的降水量集中在六、七、八或七、八、九三个月,而秋、冬、春漫长的时间里少雨或无雨。尤其处在涸水周期内,降水量逐年减少的情况下,春旱程度越发严重。春季农田土壤主要水源,是伏、秋、冬贮积的雨(雪)水,因此,耕层土壤贮水量和保蓄状况决定着农田土壤的春旱程度。而不同耕作方法的土壤水分保贮量不同,其抗春旱的能力亦即各有差异(见图示)。

呼兰县前进大队

耕作层土壤水分动态示意图

1979年



* 聂希安同志曾参加本试验研究工作,并对此文进行审阅批改,特致谢意。

耕 法	物 候 期 水 分 %	播 种 期		出 苗 (2 叶) 期		拔 节 期		灌 浆 期		成 熟 期		收 获 后	
		5 月 10 日		6 月 5 日		7 月 10 日		8 月 20 日		9 月 20 日		10 月 10 日	
		重 量 (%)	相 对 (%)	重 量 (%)	相 对 (%)	重 量 (%)	相 对 (%)	重 量 (%)	相 对 (%)	重 量 (%)	相 对 (%)	重 量 (%)	相 对 (%)
A		20.5	70.5	17.0	58.6	20.9	72.1	21.9	75.5	24.3	83.8	20.0	69.0
B		16.5	57.0	15.2	52.4	18.4	63.4	18.7	64.5	23.5	81.0	19.5	67.2

从图中可见,在留茬原垄的基础上,实行耕种结合,加苗期中耕深松这一耕作技术体系的耕层贮水量较秋翻耕法的多,出苗率和出苗整齐度较秋翻耕法的高,在一年一度(六月上旬)出现的雨前的最干旱期(玉米出苗期~三叶期)的抗旱能力也较秋翻耕法的强。

所以,蓄足天上水,保住田中墒,如何把湿季的雨水变成旱季的春墒,以调节农田土壤水分的季节平衡,保证春播任务的完成,是抗旱耕作的基本途径和技术基础。

二、合理用墒,一次播种出全苗

春季播种工作的实质是一个合理用墒的过程。因此,必须认识旱区春季农田土壤水分动态的分期,采用最有力的耕作措施,防止和减少土壤水分蒸发,在最恰当的时期播种,抗御春旱,确保一次播种出全苗。我省春季农田土壤水分动态总趋势是:土壤中的水由固态到液态,进而到汽态的转化过程。各物候期的水分数量指标和形态指标在不同地区,不同土壤和不同温度条件下差别是很明显的,但总的可划分为解冻期、返浆期、煞浆期和不定期出现的扩散蒸发期。

(一) 解冻期。三月下旬至四月上旬(清明前后)。主要物候特征,是水由固态转化为液态,开始形成毛管系统,有轻微的蒸发。白天化冻,晚间回冻,融冻过程交替进行,融层逐日加深。

解冻速度,持续时间,水分含量及其在耕层内的分布状况等,与头年伏、秋、冬降水量,以及地势、土质、农田表面状态、林带、作物茬口等,尤其耕法及保墒技术措施的不同,有明显的差异。头一年伏、秋、冬

降水量少,南部地区,岗地,砂性土壤,不当的秋翻地等,均比头一年伏、秋、冬降水量多,北部地带,洼地,土质粘壤,高茬原垄地的解冻速度快,经历时间短、土壤湿度小。

这个时期、融层尚且不深,只有轻微的蒸发,只在表面进行,是保墒整地的关键时机。要趁早顶凌活雪耙、耱、弥合“地裂子”形成均细而疏松的土壤覆盖层;破除板结,减少表面蒸发作用,以增加耕层土壤的毛管断裂湿度。为了不使耕层积聚的水分散失,在风蚀严重的情况下,耱冻茬子或浅耖耙茬地给垄体蒙盖头土的时候,要保留原垄形和高留茬的表面形态,以保持高留茬原垄地的积雪、防风、抗蚀、保墒的综合作用。在垄沟内实行耱、耱作业,效果较高(见表1)。

(二) 返浆期。四月中、下旬,谷雨前后。

土壤毛细管系统全部或大部沟通,水分开始以毛细管方式运行;夜间水分向上层积聚,土壤表面色泽呈黑色,称“黑墒”状态;底层尚有冻结着的冰层或零星稀疏分布的冰晶存在;白天表面蒸发。因此返浆期也是散墒的重要阶段。

返浆程度,进行速度,持续时间,土壤湿度,层性分布,沟台差异等,也因头一年的伏、秋、冬降水量,底墒状况,风速、温度,以及地理位置、地势、土质、土壤表面状态、植被状况、耕作方法,尤其前阶段保墒措施息息相关。

保墒措施:在春旱时特别要抓紧时机进行浅耱浅耨,切断土壤表层毛细管防止水分蒸发,这是非常重要的。在洼地、壤土可根

表1

解冻期不同耕法土壤贮水量差异

呼兰县前进大队

耕 法		大豆茬原垄		玉米茬原垄		苗期深松玉 米 茬 原 垄		大豆茬秋翻		玉米茬秋翻		大豆茬原垄		玉米茬原垄		苗期深松玉 米 茬 原 垄		大豆茬秋翻		玉米茬秋翻	
		重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%
垄	水分 % (厘米)																				
	0~10	25.9	89.3	26.7	92.1	25.5	91.4	23.8	82.1	23.7	81.7	25.1	86.6	25.0	86.2	25.3	87.2	22.4	77.2	22.8	78.6
	10~20	<24.7>	85.2	<34.6>	84.8	<34.7>	85.2	<23.1>	79.7	<23.4>	80.7	23.7	81.7	23.0	79.3	24.1	83.1	22.9	79.0	22.8	78.6
	20~30	< >	< >	< >	< >	< >	< >	< >	< >	< >	< >	<23.1>	79.7	<23.0>	79.3	<23.1>	79.6	18.5	63.8	18.9	65.2
台	平 均	25.3	87.2	25.6	88.3	25.6	88.3					23.9	82.4	23.6	81.4	24.1	83.1				
	0~10	26.7	92.1	28.7	99.0	28.0	96.6					25.7	88.6	25.6	88.3	25.8	89.0				
	10~20	<24.9>	85.9	<26.9>	92.8	<27.0>	93.1					24.5	84.5	24.3	83.8	25.1	86.6				
	20~30	< >	< >	< >	< >	< >	< >					<23.9>	82.4	<25.9>	82.4	<24.0>	82.8				
沟	平 均	25.8	89.0	27.8	95.9	27.5	94.8					24.7	85.2	24.6	84.8	24.9	85.9				
	耕 层 平 均	25.8	89.0	26.7	92.1	26.5	91.4	23.4	80.7	23.5	81.1	24.1	83.1	24.1	83.1	24.5	84.5	21.6	74.5	21.5	74.1
	台 沟 差 值	-0.5		-2.2		-0.9						-0.8		-1.0		-0.4					

注: < >有数字为冰冻, < >无数字为冰冻打不进土钻。

调查日期: 77年3月25日、4月10日

返浆期土壤水分动态的地区、土质、地势差异

样 法		层 次	水 分	日期		南部砂质土岗地		中 部 黑 土 平 地		北 部 壤 土 洼 地							
				4月	5月	4月	5月	4月	5月	4月	5月	4月	5月				
秋 翻	0~5	15.7	56.1	14.9	51.4	17.7	61.0	17.7	61.0	15.6	53.7	23.8	70.0	23.9	70.3	24.0	70.6
	0~10	19.4	69.3	17.7	61.0	20.0	69.0	20.1	69.3	19.7	67.9	23.9	70.3	29.0	85.3	29.9	87.9
	10~20	20.1	70.5	18.3	63.1	20.7	71.4	20.9	72.1	20.0	69.0	23.7	69.7	30.6	90.0	29.1	85.6
	20~30	<19.7>	69.1	18.9	65.2	<19.9>	68.6	18.7	64.5	18.1	62.4	<24.7>	72.6	24.9	73.2	29.0	85.3
耕 法	平 均	18.7		17.5		19.6		19.4		18.4		24.1		27.1		28.0	
	0~5	17.8	61.4	16.2	55.9			22.9	79.0	19.9	68.6	17.1	59.0	27.8	81.8	24.9	73.2
	0~10	19.7	67.9	18.9	65.2			23.2	80.0	21.6	74.5	20.9	72.0	33.6	96.6	33.0	97.1
	10~20	19.9	68.6	13.0	65.5			24.8	85.5	23.8	82.0	21.3	73.4	<38.0>	111.7	36.6	107.6
留 茬	20~30	<20.1>	69.3	20.2	69.7			<24.9>	85.9	<24.0>	82.8	23.7	81.7	<35.5>	104.4	36.6	107.6
	平 均	19.4		18.6				24.0		22.3		20.8		33.7		32.6	
	0~5																
	0~10																
原 整	10~20																
	20~30																
	平 均																
	平 均	19.4		18.6				24.0		22.3		20.8		33.7		32.6	

注: < 〉为冰冻。

据墒情适时进行顶浆打垄、扣垄夹肥，破垄夹肥的春季整地作业以及播种春小麦等早春作物，中、南部地区、岗地、砂性土质，在春旱严重的年分要尽量保留茬地原垄，或在头年伏、秋翻耕，做好起垄，整地的基础上，适时抢墒播种，以免春季深耕或晚播引起严重散墒；南部地区、岗地、砂质土壤、秋翻地、除继续加强保墒作业外，应当在返浆中、末期提前进行播种大田作物。总之不论起垄，翻耕，还是播种作业都要连续进行，达到提墒、引墒、保墒的目的(见表2)。

(三) 煞浆期。五月上旬，立夏前后。此时土头“热潮”，正是大田作物播种的有利时机。

土壤水分动态特征：温度剧增，融层迅速加深，蒸发与渗漏同时进行，是水分大量散失时期。土壤表层开始出现种子萌发不能利用的小于最大吸湿水含量的干土层，色泽黄白，亦称黄墒阶段。厚度：前期在4~5厘米，后期可达6~7厘米，严重干旱时甚至可达12厘米以上。

主要耕作措施：适时抢墒播种，留茬原

垄实行耕种结合，抗旱播种，严重干旱地区或地段要多耙少扣，因地势、土质、茬口、看墒情排开播种。先种岗地，后种洼地；先种翻耕地，后种原垄地；先种砂质土地，后种粘嫩土地。秋翻地播种前后都应加强镇压，使种子与土壤接触良好，减少非毛管孔隙，增加毛管孔隙，造成耕作层内毛管势差，以达到提墒、引墒、保墒、减少风蚀，增加播种部位土壤水分含量的目的。促使种子尽快萌发，以防止后来扩散蒸发期可能出现的短时间强度干旱，造成种子烙干，芽干和风扒地的危害。

主要抗旱播种方法有：在留茬原垄的基础上，根据地区、地势、地段、土质、垄台、垄沟、茬口、作物等土壤墒情的差异，适时的实行杯种、卡种、豁种和压沟种等借墒、找墒、引墒、保墒等耕种结合的方法，“不见湿土不下籽”。播种深度、覆土厚度、种子部位、可根据不同耕法土壤水分动态规律和墒情变化趋势以及土壤湿润层的深度而定。保证有“硬床软被”和供水状况良好的种床土壤条件，保证种子迅速萌发出苗(见表3)。

表3 煞浆期(播种期)10~20厘米种床土壤供水力比较 (占田间最大持水量%)

耕 法 层 次 日期 相对湿度 cm			南部、岗地、砂质土(双城)				中部、平地、黑土(呼兰)				北部、洼地、黑壤土(海伦)			
			10/4 15/4 20/4 25/4				15/4 20/4 25/4 30/4				15/5 20/5 25/5 30/5			
			10/4	15/4	20/4	25/4	15/4	20/4	25/4	30/4	15/5	20/5	25/5	30/5
秋	耕	5~10	66.3	63.2	60.4	57.5	67.0	65.7	66.0	63.0	80.3	72.6	71.5	70.3
翻	法	10~20	68.6	65.4	61.7	57.9	69.7	66.7	65.3	62.3	82.7	79.7	80.8	18.8
留	原	5~10	69.0	67.5	62.2	56.8	~	~	69.7	63.3	95.6	91.2	86.7	82.1
茬	垄	10~20	69.5	67.9	66.8	65.7	~	~	71.0	69.7	101.6	97.1	92.1	87.1
耕 法 差 值			2.7~ 3.2	2.5~ 4.3	1.8~ 5.1	8.2	~	~	3.7~ 4.7	0.3~ 7.4	15.3~ 18.9	17.4~ 18.6	1.3~ 15.2	5.3~ 11.8

(四) 扩散蒸发期。五月下旬或六月上旬，芒种前后。严重春旱年分可能出现。正逢大田作物出苗期，玉米2~3叶期，极易引起小麦“掐脖旱”，尚未出苗的种子“烙干”或

“芽干”。是一年一度雨季峰前农田土壤最干旱时期，幼苗出现暂时萎蔫现象。

土壤水分物候特征：温度剧增，风速加大，土壤水分强烈汽化，沿大孔隙与大气以

气体扩散方式进行交换。干土层加深超过 10 厘米, 表面呈白黄色, 称白墒阶段。

主要抗旱耕作措施: 防患于未然, 从长远观点建立抗旱耕作制和技术体系, 实行留茬原垄, 耕种结合, 贮足底墒, 推行抗旱播种法; 依靠前段正确的保墒作业, 避免扩散蒸发期的出现; 未出苗的要早期镇压防蚀引

墒、提墒, 已出苗的小麦、谷子等作物可实行苗压 (压青苗、踩仰脸格子), 以使根系与土壤接触紧密, 吸水良好; 其它作物可实行铲前趟一犁, 多铲多趟, 切断毛细管, 避免水分极度蒸发。此外要早期给垄体盖土, 以增加种床土壤毛管断裂湿度, 防止强度干旱的出现 (见表 4)。

表 4 玉米出苗期不同耕法土壤抗旱力比较表 呼兰县前进大队

层 次	耕 法	大豆茬原垄 沟深松播种		玉 米 茬 原 垄 豁 种		苗期深松玉米 茬原垄杯种		大豆茬秋翻 机播玉米		玉米茬秋翻 机播玉米	
		重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%	重量%	相对%
0~5		7.0		9.7		10.1		4.9		5.7	
0~10		17.0	53.6	17.1	59.0	17.3	59.7	16.1	55.5	15.7	54.1
10~20		17.3	59.7	17.7	61.0	12.0	62.0	16.7	57.6	15.9	54.8
20~30		18.4	63.5	18.7	64.5	18.9	65.2	17.9	61.7	18.0	62.0
平 均		15.0		15.8		15.9		14.0		13.8	

注: 调查时间为 1978 年 6 月上旬

三、小结

通过对春季农田土壤水分动态变化的调查研究, 对如何解决蓄墒、保墒、用墒问题提出以下两点看法:

1. 春旱地区耕作制度要建立起抗旱耕作的技术体系, 解决春旱夏涝土壤水分动态的

季节平衡问题。为此应根据地区降水规律提倡夏深耕、秋浅耕、春免耕。

2. 抗旱耕作制度的实质就是对天然降水贮、保、用的程度。贮墒是基础, 保墒是手段, 用墒是目的, 春季抓住全苗是抗旱耕作技术体系的综合效果 (见表 5)。

表 5 春季土壤水分动态分期

水分动态分期	物 候 期	主 要 物 候 特 征 土 壤 水 分 状 况	土 壤 水 分 蒸 发 方 式	相 应 耕 作 措 施
解 冻 期	清明前后	解冻交替耕层上部湿度增大	轻度毛管 运行方式	留茬原垄越冬顶耢耙耢混雪破除板结弥合裂缝形成均细土壤复盖层保留原茬和垄形
返 浆 期	清明至谷雨	>毛管断裂湿度上层湿度较大呈“黑墒”现象	毛 管 运 行	耙耢保墒增加毛管断裂湿度
熟 浆 期	谷雨前后	<毛管断裂湿度 >植物凋萎湿度	毛管运行 扩散蒸发	留茬原垄耕种结合适时抢墒播种, 播前播后镇压
扩散蒸发期	立夏至芒种	≤凋萎湿度、最大吸湿水	气 体 扩 散	留茬原垄耕种结合播前播后镇压苗期压地