

灌溉麦田土壤热状况的初步观测*

信 迺 詮

(中国农业科学院农业气象研究室)

土壤热状况是土壤气候的重要组成部分。研究灌溉麦田土壤热状况,具有一定的实践和理论意义^[1]。

1955—1957年我们在北京中国农业科学院农场结合冬小麦灌溉进行了土壤热特性,即土壤热容量、导热系数和导温系数以及土壤温度状况的观测研究。试验地面积为7亩。土壤为粉砂粘壤土,土壤比热为0.20卡/克·度。基本观测点设在灌溉和未灌溉麦田和裸地,共四个处理。主要观测项目有:气温和气湿、土壤温度、土壤表面最高和最低温度、农田蒸发和土壤湿度等。

一、灌溉麦田土壤热特性

麦田灌溉后,由于土壤中水分含量的增加,从而改变了土壤下垫面的热状况——即改变了土壤热容量(C_p)和土壤导热系数(λ)。6月10日灌溉后当日至次日的计算结果表明:灌溉地的 C_p 和 λ 均比未灌溉地为大,到6月18日灌溉效应减小(表1)。

表1 灌溉和未灌溉麦田土壤热容量(C_p)*和土壤导热系数(λ)** (1957)

日期	$C_p \cdot 10^8$ (卡/厘米 ³ ·度)			$\lambda \cdot 10^8$ (卡/厘米·秒·度)		
	灌溉地	未灌溉地	比例	灌溉地	未灌溉地	比例
6月10日 (灌溉后第1天)	0.630	0.462	1.36:1	4.54	3.46	1.31:1
6月18日 (灌溉后第18天)	0.580	0.501	1.18:1	4.49	3.92	1.15:1

* $C_p = \left(a + \frac{W}{100}\right) \rho$, 式中 a 为土壤比热(卡/克·度),粉砂粘壤土 $a = 0.20$; ρ 为土壤容重(克/厘米³); W 为土壤湿度(%)。

** λ 系按 A. И. Гупало 公式^[2]计算。

为了比较灌溉和未灌溉麦田土壤热特性和土壤湿度(W)的相互关系,我们系统计算了1956—1957年小麦生育期间的 C_p 和 λ 值,并绘制成 $C_p = f(W)$ 和 $\lambda = f(W)$ 图(见图1)。

从图1中看出, C_p 随 W 增加而成直线上升,灌溉地 C_p 比未灌溉地大,前者为0.46—0.70卡/厘米³·度,后者仅为0.33—0.58卡/厘米³·度,显然,灌溉导致了 C_p 的增大。

同时,在 W 开始增加时 λ 增加很快,但当 W 增至20%左右后, λ 值即很少变化,其原因是 W 增大时,土壤中的 λ 逐渐接近水的 λ 之故,在灌溉地可以明显的观察到这一事实。如

* 承王珠、刘明孝两同志对本文原稿提供意见,谨此致谢。

众所周知,水的 λ 比空气的 λ 大 20 倍左右,当 W 小时,土壤固体颗粒间的孔隙充满空气,故未灌溉地的 λ 较灌溉地小。

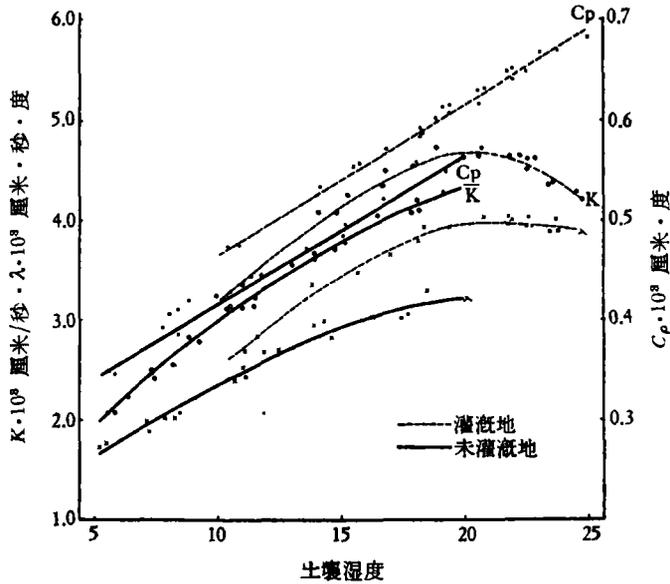


图 1 灌溉地 (a) 和未灌溉地 (b) $C_p \cdot K \cdot \lambda$ 和 W 的相互关系(1956—1957)

土壤导温系数(K)是决定温度向深层传递的热特性指标。比较灌溉和未灌溉地 K 的变化颇有意义。从表 2 看出,灌溉地的 K 值比未灌溉地为大,两者差异程度与灌溉期有关。距离灌溉期愈近,差异愈大。

表 2 灌溉和未灌溉麦田土壤导温系数*($K \cdot 10^8$)(1957)

日 期	灌 溉 地	未 灌 溉 地	比 例
6 月 10 日灌溉后第 1 天	2.667	1.596	1.71:1
6 月 15 日灌溉后第 5 天	2.819	2.189	1.27:1
6 月 18 日灌溉后第 8 天	2.106	1.964	1.09:1

* 根据 A. И. Гупало 公式^[2]计算。

由图 1 中还可看出, K 也随着 W 增加而增大,当达到某一“临界值”时(С. И. Костин 得出 W 在 22%左右)^[3],灌溉地 K 曲线不再随 W 增加而增大,反而有下降趋势,而在未灌溉地却没有观测到 K 随 W 增加而下降的现象,这主要因为灌溉麦田的 W 大,其所引起的 λ 增长速度要比 C_p 增加速度大得多。

二、灌溉麦田的土壤温度

灌溉后 C_p 与 λ 增大,日間辐射与土壤下垫面的热量积聚,将较迅速地传递至土壤下层,而在夜间土壤上层的潜热也不断补充土壤表面由辐射冷却所损失的热量,因此夜间灌溉地比未灌溉地土壤温度变化来得比较和缓,土壤温度的日变幅较未灌溉地小(图 2)。

从图 2 分析得出,灌溉地地面日平均温度为 19.5°C,5 厘米深度为 18.5°C;未灌溉地则分别为 26.5°C 和 24.3°C,可见最大差异发生在地表面,随深度增加,差异减小。

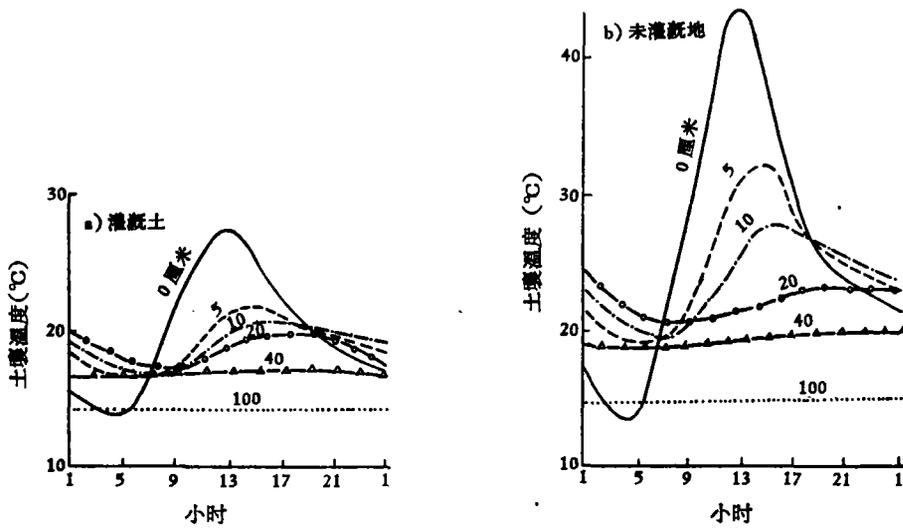


图2 灌溉地 (a) 和未灌溉地 (b) 的不同深度土壤温度日变化(1957,5,21)

为了比较灌溉和未灌溉地同一深度土壤温度差异情况，我们绘制了图3。同一深度两者差异主要发生在白天，尤以地表为甚，日差值变动范围，灌溉后第一天为 23.2℃，若以白天(7时至19时)和夜间(19时至次日7时)比较，前者差值变动幅度比后者为大。灌溉后第二天，灌溉所引起的效应仍很明显，日差值变动幅度达 19.7℃。白天差值变动于 3.9—23.3℃，变幅达 19.5℃；夜间差值变动于 6.0—4.2℃，变幅仅为 2.8℃。可见，夜间变幅大大减小，随深度增加，差值变幅也急剧减小。

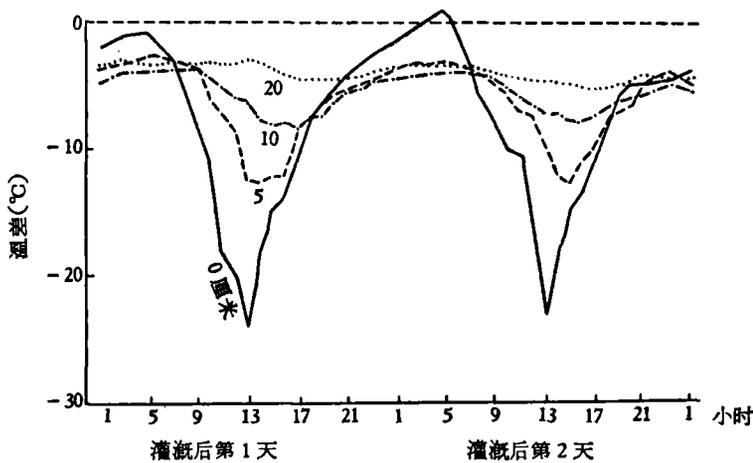


图3 不同深度处灌溉地减未灌溉地的土壤温度差值的逐日变化(1957, 6, 1—2)

这种现象的产生是由于灌溉地白天把接受到的太阳能大部分消耗于农田蒸发，只有很少热量用于土壤和植物层的增热。因此，灌溉地日间土壤温度显著降低；而在未灌溉地，由于下垫面干燥，接受太阳能用于蒸发所消耗的热量比灌溉地要小得多，而用于土壤和植物层的增热所支出的热量相对增加，故灌溉地和未灌溉地土壤温度差异最大值出现在白天。

未灌溉地虽然白天土壤增热比灌溉地多而强烈,但是由于土壤含水量低, C_p 和 λ 降低,故土壤导温性下降,热量多积在土壤表层,对深层影响较小,因此出现灌溉地和未灌溉地其同一深度的温度差值有随深度增加而递减的现象。

三、小 结

在灌溉的影响下,土壤热特性和土壤温度状况发生了很大的变化。根据初步结果,灌溉地的 C_p 、 λ 和 K 值均比未灌溉地的增大,土壤温度日变幅减小,从而为小麦根系发育和植株生长提供较有利的水热条件。这在干旱的季节和地区对提高小麦产量颇有意义。据我们试验地的测产结果,灌溉地比未灌溉地(二年平均)增产 14.1%。

灌溉所引起的土壤气候效应是极为复杂的问题。效应的大小和持续时间久暂因灌溉方法、灌溉面积、作物、地区、季节和天气条件等的不同而有所不同。因此,只有对这些影响加以仔细研究,才能确定土壤气候诸要素的预期变化规律,从而拟定正确合理的灌溉制度和灌溉技术。

参 考 文 献

- [1] Чудновский, А. Ф.: Основные результаты АФИ в области изучения теплового режима почвы. Сб. трудов по агроном. физике, вып. 10, 1962.
- [2] Гупало, А. И.: тепловые свойства почвы в зависимости от ее влажности и плотности. Почвоведение № 4, 1959.
- [3] Костин, С. И.: Влияние метеорологических факторов на температуру почвы. Зам. Воронежского СХИ. т. XVII вып. 2, 1959.

ТЕПЛОЙ РЕЖИМ ОРОШАЕМОЙ ПОЧВЫ ПОД ПШЕНИЦАМИ

Шин Лай-цюань

(Агрометеорологическая Лаборатория Академии
сельскохозяйственных наук Китая)

(Резюме)

Орошение является важным мероприятием улучшения почвенного климата и повышения урожая с единицы площади. Под влиянием орошения происходит большое изменение термической характеристики почвы. Нашим исследованием подтверждено, что объемная теплоемкость, коэффициенты температуропроводности и теплопроводности почвы повышаются в результате орошения, и тем самым уменьшается суточная амплитуда температуры почвы, а также вертикальный температурный градиент почвы в пользу роста и развития растений. Это имеет большое значение для урожая c/x культур в зоне недостаточного увлажнения и в засушливом сезоне.