

水量平衡法测定土壤蒸散量的研究

陈祥 李英伦

(西南农业大学)

估算蒸散(蒸发+蒸腾)量的方法很多,但他们的适用条件都十分严格,有些则具有强烈的区域性。水量平衡法是常用的方法之一,其实质是测定一定时段内的土壤储水量差值。本文根据1974—1975年在四川简阳县镇金区对冬小麦全生育期定点水分测定资料,对此法估算本区蒸散量的可行性进行探讨。

一、原理与方法

旱地田间水量平衡通用方程^[1]: $B_e H = B_i H + P_x - R_d - (E_b + R_f) \dots \dots \dots (1)$

式中: H ——研究土层深度(毫米); B_e ——时段末土壤容积含水量(%); B_i ——时段初土壤容积含水量(%); P_x ——时段内降水量(毫米); R_d ——时段内的地表径流量(毫米); E_b ——时段内蒸散量(毫米); R_f ——时段内渗出研究土层以下的水量(毫米)。

在研究地块内,要全部观测上列各水文要素是十分困难的。为此在选择试验地块时,应将上述水分要素进行合理简化。

研究地点位于四川盆地西部,龙泉山脉东部的简阳,属四川盆地亚热带湿润气候区的西区,5—9月为雨季,春雨少,易发生干旱。一般无径流发生,可令 $R_d = 0$ 。若认为降雨量全部为耕层(研究土层)吸收并为小麦利用,则渗出土层以下的水量为零,即 $R_f = 0$ 。故(1)式可简化为: $E_b = B_i H + P_x - B_e H$ 即 $E_b = P_x + (B_i - B_e) H \dots \dots \dots (2)$

研究时段内土壤的蒸散量等于时段降雨量与研究土层内的水量变化值之和。这就是我们用以测定田蒸散量的基本公式。

测定地块分别选择丘陵谷坡地的中、下部及谷底三个部位,即群众所称的二台土、一台土和槽平土。二台土和一台土为棕紫泥土,槽平土为水稻土,其母质均为侏罗系蓬来组紫色砂页岩,但其质地不同,二台土为轻壤,一台土为中壤,槽平土为粘壤。

二、结果分析

用公式(2)分别计算各旬(10天)的蒸散量,最后分秋冬季和春季两个阶段讨论麦田计算土层的水分变化规律:

1. 在采土范围内,小麦全生育期的土壤蒸散量如表1。由表1可见,二台土、一台土和槽平土的小麦全生育期土壤蒸散量分别为175.0、202.1和169.0毫米,分别相当于每亩小麦需水量117米³、135米³和115米³。该值大大低于长江中下游地区湿润年冬小麦需水范围值150—180米³/亩^[2]。

表1 小麦全生育期土壤*蒸散量(毫米)

项 目	二台土				一台土				槽平土			
	旬初水量	旬雨量	旬末水量	蒸散量	旬初水量	旬雨量	旬末水量	蒸散量	旬初水量	旬雨量	旬末水量	蒸散量
秋冬季	121.5	53.9	111.7	63.7	272.3	53.9	251.9	74.3	272.3	53.9	275.5	50.7
春季	111.7	101.6	102.0	111.3	251.9	101.6	225.7	127.8	275.5	101.6	258.8	118.3
全生育期	121.5	155.5	102.0	175.0	272.3	155.5	225.7	202.1	272.3	155.5	258.8	169.0

* 二台土土层深度以0—50厘米计算,一台土和槽平土土层深度以0—100厘米计算。

它们的土壤蒸散量都是春季大于秋冬季(表2),因为秋冬季气温低,小麦处于苗期,耗水量不大;春季气温回升,植株生长旺盛,需水量增大。蒸散量由降雨和土壤中原有储水量补给,它们的分配比率如表2所示。

表2 土壤蒸散量分配比率(%)

土 壤	秋 冬 季			春 季		
	土壤供水	降雨供水	合 计	土壤供水	降雨供水	合 计
二台土	5.6	30.8	36.4	5.5	58.1	63.6
一台土	10.1	26.4	36.8	13.3	50.2	63.2
槽平土	0	30.0	30.0	9.9	60.1	70.0

由表2看出,雨水是土壤蒸散量的主要供应者,特别是春季,大部靠降水补给,如果降水偏少,就会出现干旱。这对二台土以上坡耕地威胁更大。

2. 按不同土层厚度计算的水量平衡。大田生产中,最为关注的是根系活动层的水分变

表3 各层次蒸散量(毫米)变化

田 块	深 度 (厘米)	季 节	初储水量	降 水 量	末储水量	蒸 散 量	总蒸散量
二 台 土	0—20	秋冬	46.9	53.9	41.4	59.4	150.0
		春	41.4	101.6	52.4	90.6	
	0—50	秋冬	121.5	53.9	111.7	63.7	175.0
		春	111.7	101.6	202.0	111.3	
一 台 土	0—20	秋冬	53.3	53.9	45.5	61.7	156.0
		春	45.5	101.6	52.8	94.3	
	0—60	秋冬	159.9	53.9	145.2	68.6	177.2
		春	145.2	101.6	138.2	108.6	
0—100	秋冬	272.3	53.9	251.9	74.3	202.1	
	春	251.9	101.6	225.7	127.8		
槽 平 土	0—20	秋冬	55.3	53.9	50.4	58.8	151.2
		春	50.4	101.6	59.6	92.4	
	0—60	秋冬	160.0	53.9	156.3	57.6	159.1
		春	156.3	101.6	156.4	101.5	
0—100	秋冬	272.3	53.9	275.5	50.7	169.0	
	春	275.5	101.6	258.8	118.3		

化,若不考虑土壤计算层中水分的层次交换,用(2)式可计算出不同土层厚度的水量变化,结果如表3。从表3可看出:(1)不同土壤表层0—20厘米土层的土壤水分消耗量十分接近,其值在150—156毫米之间;按0—60厘米计算时,它们之间的差异也不显著,表明各地形部位的小麦根系活动层、植株的蒸散势是比较一致的。(2)坡地自上而下,随着土层厚度增加,水分储量增大,能稳定供应小麦的耗水要求。(3)槽平土秋冬季蒸散量出现随计算层增大反而减小的反常现象,表明有外来水分的补给,简化的方程不能应用。

3. 土壤储水量盈亏变化。土壤水分含量盈亏标准一般是以田间持水量作参比的,高于田间持水量者为水分过剩,低于田间持水量70%者为水分不足(对小麦而言)。图1给出小麦全生育期三种土壤储水量的变化幅度,其中上下两条虚线表示水分过剩和不足的界限,二台土因土层较薄,给出的是0—50厘米土层的储水量,其余两种土壤均给出0—100厘米的储水量。从图1可看出,秋冬季尽管雨量少,土壤水分仍然偏高,除二台土外,其他土壤都有排水要求。而春季,土层较厚的一台土和槽平土的含水量基本上能满足作物需水要求,二台土层薄,出现连续1个月的水分不足,春灌在这类地段是必不可少的。

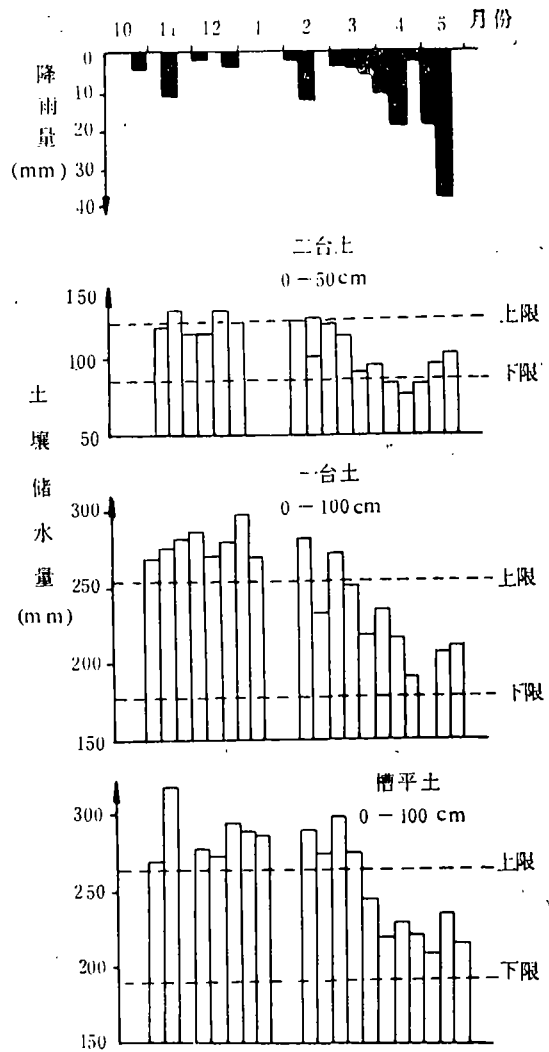


图1 土壤储水量盈亏图

三、问题讨论

用水文学的水量平衡原理估算田间土壤蒸散量是国内外早已使用的方法之一。它与空气动力学法、能量平衡法、经验公式法和器测法等一样,各有自己的特点和不足之处,很难比较它们的优劣。通常要用两种以上方法来相互验证。大体可以这样认为,以土壤含水量变化为依据的水量平衡法估算值偏低。根据本文资料分析,对影响蒸散量的主要因素有必要作进一步的研讨。

1. 计算深度与田块选择,这是本法的一个关键因素。只考虑根系活动层作为研究深度,是不够周密的,因为蒸散作用深度可能大于根系活动层。通过土壤毛管作用,地下潜水会不断补充上层土壤失去的水分。即使无上层潜水,也会因土壤上下左右的干湿差异而导致水分运动。因此不可避免有外来水分的补给。平衡方程式中是假定无此项补给的,这就会造成估算值的偏低。因此在选择试验地块时,要尽可能防止外来水分的干扰。如前面的 (下转第155页)

的吸附因而很容易随水淋失有关。

表5 在缺钾不缺镁土壤上镁肥对水稻吸钾量的影响 K%

处 理	1981年		1982年		1983年
	早 稻	晚 稻	早 稻	晚 稻	早 稻
NP (1)	0.69	0.97	1.00	1.49	0.83
NPMg (2)	0.69	0.80	0.90	1.45	0.83
NPK (3)	1.52	1.80	2.58	2.08	2.49
NPKMg (4)	1.39	1.52	2.33	2.02	2.49
吸 (3)-(1) (5)	0.83	0.83	1.58	0.59	1.66
钾 (4)-(2) (6)	0.70	0.55	1.33	0.53	1.66
量 (5)-(6)	-0.13	-0.28	-0.25	-0.06	0

(上接第149页)

分析,地形低平的槽平土不宜用此法计算,而坡地一台土比较适宜。地块选择尽量做到土层下有平整的隔水岩层。

2. 关于负蒸发的处理问题。机械地运用公式计算,是会出现蒸散量在某一时段为负的不正常现象。只要时段末期土壤含水量大于该时段降雨量与初期土壤含水量之和,负值就会出现。在我们实际观测的资料中就不止一次出现过,主要集中在秋冬季槽平土和一台土,当低温高湿或降雨多的条件下,土壤含水量过高时,则出现负蒸发值,这显然是不正确的。这可能是由于外来水补给造成的;或者是由于前后两次取样时,样本并不是在同一含水量基础上而将它们真正的差值掩盖掉造成的;或者二者兼而有之。遇到这种情况时,我们只好采取延长计算时段来消除。这也是造成计算蒸散量偏低的又一重要原因。如果采取前后时段蒸散量的中值或者令其该时段蒸散量为零也许会更好些。

参 考 文 献

- (1) 施成熙, 粟宗嵩主编, 农业水文学。农业出版社, 1984。
- (2) 沈阳农学院主编, 农田水利学。农业出版社, 1980。

(上接第152页)

三、结 语

本文推荐的根瘤菌选择培养基有抑制真菌和细菌生长,便于根瘤菌计数,且不影响其回收量的优点。但是,不同的根瘤菌菌株对结晶紫的忍耐能力各异,此培养基用于耐药根瘤菌计数时,结晶紫的浓度应经试验确定。