

旱地农田水分收支与开发对策

段金省

李士钧

黄文华*

(甘肃庆阳地区气象局, 745000) (甘肃省气象局) (庆阳地区气象局)

提 要

根据农田水分平衡的研究结果, 将产量分析扩大到所有作物, 从而得出旱地喜水作物与农田水分收支的关系最密切, 而耐旱作物稍差, 其它作物居中, 最后结合经济·物价模式提出开发对策。

关键词: 旱地作物 农田水分收支 开发对策

引 言

水分是旱地农业的基础条件。除去各种自然蒸发、迳流、渗漏损失外, 自然降水的剩余部分直接参与作物细胞的膨润增长、营养以及光合作用产物的输送转换, 并成为有机物质的重要组成条件之一^[1]。在相当长的历史时期内, 旱作农田的减灾种植, 都要把自然水分资源作为产量及其区域分布的主导因素去进行开拓与发展。

1 旱作农田水分平衡的模拟试验

产量与农田水分收支的基本模式为^[2]:

$$m = A(\Delta q + R_r - z) - b$$

$$= A(q_0 + kR + R_r - z) - b \quad (1)$$

式中: m 为相对产量; A 为粮草比与蒸腾系数之商; Δq 为土壤供水; q_0 为前作土壤余水; R 为休闲期或年降水; R_r 为生长期的降水, 灌溉水; z 为土壤蒸发; b 为土壤难用水占用的虚产量; k 为保水率(k_0 为年度值)。

若将 q_0, k, z, b 取为多年平均值, 定为常数, 则式(1)简化成区域分析函数:

$$m = A(kR + R_r - B) = A(k_0R - B) \quad (2)$$

用它来分析黄土高原西部与陇南地区自然水分的生产力, 获得了较好的效果(表1)。

表1 旱农区产量与水分收支模拟

作物	产量函数	r
定 点 分 析	冬小麦 $m = 0.655(0.68R_{7-9} + R_x - 160)$	0.842
	玉 米 $m = 56 + 0.655(0.51R + R_r - 67.8R_8/E_8)$	0.887
	高 粱 $m = 100 + 0.38(0.51R + R_r - 0.19R_8 \ln Q_8)$	0.854
	洋 芋 $m = 59 + 0.437(0.46R + R_r - 0.076R_8 \ln Q_8)$	0.729
区 域 分 析	冬小麦 $m = 0.491(k_0R - 290)$	0.821
	玉 米 $m = 0.652(k_0R - 300)$	0.951
	高 粱 $m = 0.633(k_0R - 290)$	0.793
	洋 芋 $m = 0.424(k_0R - 290)$	0.765

E_8 为第 n 月水面蒸发; Q_8 为第 n 月日照

* 参加该项工作的还有杨孝儒同志。
本文承蒙冯定原教授的指导, 在此敬谢。

将区域分析函数范围扩大到关中,冬小麦、玉米产量与水分的相关系数可保留在0.80—0.82范围;扩大到陇南、河西走廊,玉米的相关系数还能保持在0.72以上。相关系数的下降与灌溉方式、土质条件、作物品种有关。一些地下水位浅的地方,如平凉县、天水县、咸阳市区,因地下水补充量与自控灌溉量不明,致使分析失去准确性。

根据实测结果,喜水作物如玉米、棉花、烟叶的生产对自然降水的依赖性很强,相关密切性超过了冬小麦。相反,抗旱性好的高粱、糜子、谷子对自然降水变化有较强的适应力,相关系数也就略低。旱农地区高产作物种植比例扩大时,一定要紧紧抓住这个特点。

2 产量主导成因讨论

温带作物的生长发育和产量形成都与光、热、水等气象条件成正比关系,但是,若按发育期进行比较,情况有所不同,不象理论分析的那么标准。表2是气象因子与产量的相关测定情况。

从表2看,水分因子对产量的形成作用很小,出现负相关情况,其主要原因如下:

表2 产量与发育阶段气象条件的相关表现

发育阶段	陇东春小麦				甘肃玉米			
	降水	土壤水	积温	日照	降水	土壤水	积温	日照
苗期	-0.07	-0.14	0.20	0.57	0.09	-0.02	-0.35	-0.12
盛期	0.30	0.24	0.74	0.43	-0.02	0.31	0.32	-0.57
结实期	0.11	0.17	0.34	0.11	0.29	0.34	0.56	-0.08
全生育期	-0.11	-0.07	0.32	0.02	0.28	0.29	-0.43	-0.24

2.1 发育阶段要求不高,气象因子量级足够,如冬小麦苗期蒸腾耗水强度最小,热量选择恰到好处,北方麦区光照条件优于南方,作物受害几率低;成熟期一般光照条件良好,热量富足有余,若多雨则有害。这样,光、热、水略近低值,作物也能适应过来,也就得不到密切的数值联系。

2.2 生物因子干扰,如高温、高湿促进群体生长繁茂,但同时有利于病菌发展,小麦锈

病、全蚀病、粘虫、秋田黑粉病、晚疫病等危害与作物生长同时加速,从而降低了气象因子的有利程度。

2.3 土壤水分监测不完整,通常只考虑0—50cm的土壤贮水,这就使拔节以后“地下水库”的抗旱基础条件漏算,难以找到旱农地区产量变化的主导因子。这在土层深厚,降水大于500mm的黄土高原区显得尤为突出。

其它如作物抗性、耕作特点、土质构造等因素,致使测得结果越粗糙,分析结论与现实产量差距越大。

2.4 一些气象因子的组合具有相互抵消的作用。如光、热达到历史极值,往往伴随着强烈的大气干旱;连阴多雨,又表现为光照不足。加上气象周期各个因子瞬时多变,要使每个因子与产量保持全面、长期而紧密的联系,这在旱地农业生产中是很难表现出来的。

从气候与生物的联系过程看,温带作物生产贮存的化学能,远远低于太阳供给能量的5%。冬小麦生长周期需要 $>5^{\circ}\text{C}$ 积温 $1600\text{—}2200^{\circ}\text{C}$,玉米需要 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2200\text{—}3000^{\circ}\text{C}$,而在海拔1800m以下的温带,80%的年份保证高于 0°C 的积温多在 2800°C 以上,高于 10°C 的积温在 2200°C 以上。可见,无论是夏田作物还是秋田作物,光热条件搭配均较适宜,对产量影响起决定作用的是农田水分收支供应。

根据实测结果,产量与农田水分收支关系最为密切,冬小麦种植年度各种土壤蒸发达278mm。扣去这个数值,再去掉径流量,所得水分同作物产量关系,就是函数1—3和表1各种模式。例如,甘肃省的环县丘陵地带,属于半干旱地区,年降水量407mm,去掉280mm蒸发,再去掉占年降水8%的径流,剩余自然降水96mm,全县平均亩产,冬小麦为54kg,玉米59kg;而地处半湿润地区的宁县高原带,年降水量572mm,去掉蒸发后余294mm,全县平均亩产,冬小麦150.5kg,玉米为193.5kg。可以说,种植年度的降水量全

部耗尽,除去自然损失,剩余多少水分就有多高产量,水分成了作物产量丰歉变化的主导条件。

表3是麦田测定结果。通过归一化处理可

表3 实测蒸腾、蒸散同拟算值的比例

发育期	实 测 比 较						归 一 化 处 理					
	蒸 腾			蒸 散			蒸 腾			蒸 散		
	水面蒸发	彭曼值	桑氏值	水面蒸发	彭曼值	桑氏值	水面蒸发	彭曼值	桑氏值	水面蒸发	彭曼值	桑氏值
出苗-停止生长	0.56	0.46	0.74	0.99	0.82	1.31	0.72	0.79	0.82	0.99	1.11	1.14
返青-拔节	0.29	0.22	0.46	0.69	0.53	1.10	0.37	0.38	0.51	0.69	0.72	0.96
拔节-开花	1.29	0.89	1.41	1.34	0.93	1.47	1.65	1.53	1.57	1.34	1.26	1.28
开花-成熟	0.96	0.66	0.86	0.99	0.68	0.85	1.23	1.14	0.95	0.99	0.92	0.74
全生育期	0.78	0.58	0.90	1.00	0.74	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

实际蒸散与产量变化不完全一致。除了前面说到的生物因素干扰外,种植作物本身还有一个适应性、抗逆性在起作用。例如陇东冬小麦每年的冬前茎数都超过80万/亩,半湿润区甚至可达到150万/亩以上,但收获期的实际穗数都在32--45万/亩之间。冬前环境水分只要达到主茎和第一分蘖安全渡过晚霜的要求,发育期水分条件即使差一些,也不会失去稳产优势。在乳熟期后,只要土壤有少许适宜水分,晴朗、干燥则可表现出“麦出火里秀”的特点,反而有水少产量高的趋势。按表2统计分析,这种与水分并不一直为正相关的现象,几乎存在于一切粮食、经济和多种经营作物上。

综上所述,水分平衡方程(1)、(2)所表达的产量代表性,实质是在生长最快、耗水最强的拔节一开花发育期上。充足的水分,提高了作物的有效穗数和每穗粒数,而植株的强壮程度又决定籽粒大小的原基构造。在这个产量形成的关键阶段,作物要大量耗用自然降水,若自然降水稍有不足,就会吸收苗期土壤剩余水分作补充。在“春旱”突出的北方,植株根系大力向下发展,搜集休闲期贮存起来的深层土壤水,形成大深度、长周期循环水分保证作物大量需水要求的格局。这种规律性的表现,广泛存在于冬小麦、玉米、棉花、瓜类与

看出,当前的仿蒸腾、仿蒸散研究大都在模拟水面蒸发规律,虽然桑斯威特(Thorntwait)方程与实际蒸散的误差最小,但各期模拟都不能取得稳定的订正系数。

旱地蔬菜各个方面。干旱、半干旱区降水减少,深层土壤水分不足,作物根系扎不下去,平衡分析数值变小,三大产量结构关键过程被限制,产量也就高不起来。这些水分收支分析的结果与卫星绿度遥测有异曲同工之妙。但是,在穗粒增产分析上,水分收支分析结论具有更好的代表性,测算时期还能大幅度提前。

3 旱农地区开发对策

我国黄土高原旱作农田面积达到种植面积的85%以上,主要粮食作物的生产水平直接影响到农业产值及社会产值和国民收入。单位面积负载失控,还会造成市场物价浮动(详见表4、5)。

表4 陇东粮食产量与经济收入的关系

相关因子	拟合模式	r
农业产值/冬小麦产量	$L=0.927m+35.8$	0.965
社会产值/农业产量	$S=1.725L-36$	0.973
国民收入/社会产量	$y=0.522S+3$	0.993

表5 陇东市场物价因素分析

物 品	物 价 函 数	r
菜 油	$x=A_1-0.0186\bar{m}-0.145K$	0.847
木 材	$x=A_2-0.206\bar{m}-1.23K+0.248D$	0.994
精饲料	$x=A_3-0.016\bar{m}-0.08K+0.005D$	0.982

A为国家指导价, \bar{m} 为粮食平均亩产,K为国库存粮,D为调进粮食

旱农地区生态稳定性差,社会经济与国民收入都容易受到气候条件特别是降水条件的干扰。在当前生产、科研目标基本确定的情况下,除了推广尚未全面落实的有效科技成果,如60年代以来效果一直很显著的平口培水、节水灌溉、地膜种植、增施双机肥与人口控制外,更需要注重“旱路”特征,到国内外市场和一些“老大难”的问题中去寻找课题,为2000年以后的农业发展贮备新的科技活力。

3.1 气候光能资源开发:我国多数旱农地区日照平均强度都在310卡/日·cm²以上,直射功率超过300W/m²。现行的“绿色革命”利用的化学能,还不到太阳供给能量的4%,我们通过温室、温棚试验得出,只要采取塑料薄膜或玻璃隔绝,吸收50%的光能,就可使环境温度提高15℃以上,创造出冬天里的“春天”。把这种调控气候与各类种植、养殖结合起来,可以大量丰富旱农地区的生产内容,增强落后地区以副养农的自立能力。例如,开展冬菜温室生产,变一年生无限花序结果蔬菜为多年生种植,使辣椒、西红柿、茄子等作物处于周年结实生态,可以构成产值加倍的效果。其它,如温棚工厂化育苗、温棚养殖等,都可以与社会需要结合起来,扩大开发效果,这类种植还特别省水。

3.2 我国干旱、半干旱地区还有不少“山洪”

一过就变干的浅山干滩、河川,可以在保证泄洪的前提下,建设有林木保护的加固滩田,加固川地。特别是在人口增多,人均占有农田缩小的情况下,这种后备资源的开发应用,显得更有必要。

3.3 当前的特产基地化生产中,有一些开发项目具有重复性,导致供应饱和、市场疲软。而一些难度大一点,周期长一些的特产则处于停滞、退化状态,如有色棉花、保鲜西瓜、优质黄柑桃、国家一、二级珍稀动、植物的驯化培养,其发展和研究都有待加强。

3.4 历来的农业,都以比降水变化大的速度在发展,特产开发、多种经营、社会加工增值更快。因此,转向市场经济以后,按照表4、5的提示,就是要把丰产年的余粮 Δm 、库存 R 与禽畜肉蛋奶等再生产品尽快变成特产化、保健化、优质化新产品,尽早外销出去,这样做既可以加速旱农区的小康致富速度,也使降水资源的价值体现得更充分。

参考文献

- 1 Ulrich Higinbotham. Transport in Plants. New York, Berlin, 1979.
- 2 黄文华,从陇东麦田水分平衡看干旱成因和降水资源开发.干旱地区农业研究,1985, No. 2.
- 3 黄文华,张晓兰等,北方冬麦区的水分特征与旱农区开发方向.干旱地区农业研究,1988, No. 2.

Moisture Budget of Farmland and Analysis of Development in the Dry Land Growing

Duan Jinsheng Huang Wenhua

(Qingyang Prefectural Meteorological Bureau, Gansu Province, 745000)

Li Shijun

(Gansu Province Meteorological bureau)

Abstract

Based on the research about balance of farmland moisture, the analysis of one crop yield has been applied to crops of all kind. The results show that crops fond of water in dry land have the closest relation with the field moisture budget, while drought resistant crops have a relationship with the field moisture that is not as close as the former ones and others is placed in the middle. Combined with economic price, a policy of development is put forward.

Key Words: dry land crop moisture budget in farmland development