

# 黄淮海平原的节水农业问题

## (重点讨论黄河以北地区)

陈志雄 赵其国

(中国科学院南京土壤研究所)

### 摘 要

本文在分析了黄河以北地区的气候水文条件后,指出了大气蒸发过强是该区必须实行“节水农业”的根本原因。在目前地下水位较深条件下,利用“土壤水库”截留汛期雨水是有重要意义的。增加肥料投入也是提高农田水分利用率的有效途径。

黄淮海平原有充足的光、热资源,但由于水资源不足而限制了农业的发展。解决水资源不足的途径不外从开源与节流两方面入手,本文则专就节流问题加以讨论。

与我国其他地区一样,黄淮海平原也受到土地资源限制与人口增长的压力,其农业发展的主要目标是提高单位面积的粮食产量,因此,节水农业的实质,是提高单位水量的粮食产量<sup>\*</sup>。这就是本文讨论问题的出发点。

### 一、气候特征

以平均年降雨量与Penman蒸发量之比( $R/ETO$ )表征地区的干旱程度,黄河以北为0.42—0.47,黄河以南大部分 $\geq 0.5$ (表1)。概括地说,黄淮海平原的降雨量仅及大气蒸发要求的一半左右,气候比较干旱,黄河以北尤为严重。

此外,在黄河以北地区,旱季四、五、六三个月的 $R/ETO$ 为0.24—0.27,十分干旱,雨季七、八、九三个月为0.9—1.0,降雨与大气蒸发要求基本上持平,水并不过量。不过如果降雨过分集中,也会产生径流或涝渍,故有“春旱秋涝”之说。总的来说,在作物生长的主要季节,降雨显然不足,特别是春末夏初,田间水分难以满足蒸发要求,灌溉有明显效益。

### 二、农业水资源

本区(指黄河以北地区,下同)年降雨量500—600mm,为量不算太少,问题在于不均匀。不仅在季节上有显著差异,而且年际和月际的变率都很大,是造成旱、涝灾害的主要原因。

根据刘昌明等<sup>[1]</sup>估算,黄河以北的黄淮海平原目前可供农业利用的水资源为191.81亿方,其中地表水104.15亿方,地下水87.66亿方,加上农田直接纳入的有效降雨(土壤水)300.68亿方,共为492.99亿方,其比例如下:

土壤水	300.68	亿方	61.1%
-----	--------	----	-------

<sup>\*</sup> 与蒸腾系数(植物单位干物质产量的耗水量)的倒数(单位水量的干物质产量)概念相近似,但本文所指的是籽实产量而不是干物质产量。

表 1

黄淮海平原中北部的降雨量(R)与潜在蒸发量(ETO)

地 区	R(mm)			ETO(mm)			R/ETO		
	全 年	四、五、六月	七、八、九月	全 年	四、五、六月	七、八、九月	全 年	四、五、六月	七、八、九月
封丘	610.8	144.3	364.3	1377.5	528.4	404.4	0.44	0.27	0.90
安阳	606.3	124.5	390.1	1337.4	526.6	400.9	0.45	0.24	0.97
北京	644.5	130.3	462.1	1351.1	522.8	396.9	0.48	0.25	1.16
天津	602.9	120.9	395.6	1392.9	534.2	422.6	0.43	0.23	0.94
保定	566.6	112.7	397.4	1287.8	510.9	397.6	0.44	0.22	1.00
沧州	630.6	133.2	436.4	1486.9	589.4	442.5	0.42	0.23	0.99
邢台	555.2	117.1	358.6	1301.4	524.6	392.7	0.43	0.22	0.91
惠民	603.3	134.8	388.4	1373.9	552.9	401.6	0.44	0.24	0.97
德州	590.1	134.8	381.5	1423.0	578.6	419.7	0.42	0.23	0.91
济南	685.0	149.9	432.7	1591.0	616.6	455.1	0.43	0.24	0.95
开封	633.9	168.3	349.5	1353.6	511.0	400.7	0.47	0.33	0.87
郑州	640.9	164.6	344.7	1400.0	523.5	413.9	0.46	0.31	0.83
商丘	711.9	179.9	401.0	1318.0	494.1	410.3	0.54	0.36	0.98
菏泽	680.8	168.4	405.0	1370.8	503.7	399.5	0.52	0.33	1.01
亳州	723.2	168.4	447.7	1339.2	514.7	404.7	0.54	0.33	1.11
徐州	848.1	220.9	479.7	1333.7	493.9	409.6	0.63	0.45	1.17

地表水 104.15 亿方 21.1%

地下水 87.66 亿方 17.8%

按该地区耕地1.0503亿亩计算, 平均每亩可用水量为704mm\*。

而黄河下游地区, 因有引黄之利, 可供农田的用水量较多, 根据历年最低引水量并扣除输水过程中50%的损失计算, 平均每亩尚有1300mm水可用, 条件比滦海平原优越。

### 三、供求关系

本区的Penman蒸发量为1300—1500mm。据封丘多年资料统计, 其月际变率 $\leq 30\%$ , 年际变率为13%, 远较降雨\*\*稳定。就黄河下游地区而言, 农田可用水量基本上能够满足其蒸发要求, 问题仅在于调节水在时间上的分配, 即如何将汛期的黄河水存入供旱季之用。但对黄河以北的广大地区来说, 农田可用水量显然不足, 即使引入客水(例如南水北调)灌溉, 也难以全面地满足其要求。故该区的灌溉只应谋求合理产量, 不应盲目灌水追求高产, 即除了在面上合理地分配水资源外, 在灌溉实施上, 要根据湿度条件和作物的需水规律, 选择最优的灌溉时机有限量地供水, 谋求水的高效利用, 尽量保持水资源的平衡。

值得指出, 对于如此强烈的供需矛盾缺乏认识, 是本区水资源萎缩到今天这样的地步的原因之一。在实施井灌初期, 有的地方灌七水、八水, 一次几十方/亩, 甚至上百方/亩。产量固然提高了, 但水的生产率很低。后来灌溉次数虽然减少了, 但面积不断扩大。在这种条件下, 水就像从一个有限的源投进一个无限的壑之中, 消耗速度远远高于回补, 结果, 不少水库的实际库容量大大减少, 洼地见底, 地下水位持续下降, 地下大漏斗不断出现。看来, 只

\*多年资料的平均值。实际上, 不同水文年份的可用水量是不同的, 以降雨量的年变率估算, 干旱年份( $p = 75\%$ )的每亩可用水量为569mm, 特别干旱年份( $p = 90\%$ )为449mm。

\*\*封丘多年降雨量的月际变率为65—173%, 年际变率为29%。

有用政策大力加以限制，这种情况才有望减缓。

#### 四、对 策

(一)原位调节 对本区水资源的区域性调节，已见诸一些有灼见的方案，但由于牵涉关系很多，实施确有困难。本文仅就原位调节的可行性及其意义，予以讨论。

众所周知，本区为宽广的冲积平原，土层深厚，土质疏松，每1米土层可贮200—300mm有效水<sup>[2]</sup>。近年，像原来水资源比较丰富的封丘地区，地下水位亦已降到3米以下，而在平原的漏斗区，水位浅则十多米，深则20—30米。换言之，在华北平原的大部分地区，有一个库容至少为600mm的“土壤水库”，只要它的一半空着，就可贮存300mm以上的水。它既可纳入秋雨，解决涝渍之害，又有利于翌年春旱之缓解。实一举两得。所以，在汛期前测估土壤的实际库容并根据雨情预报采取相应的接纳（如松土）或截留措施，避免或减少降雨径流产生，是有实效而又容易办到的。

我们在封丘进行的雨养麦田水平衡试验表明，麦播前的土壤贮水占小麦总耗水量的50%左右，在土壤水丰足的年分，甚至达到60%。所谓“麦收隔年墒”，说明土壤贮水对农业生产是有重要意义的。

(二)提高水的利用率 黄淮海平原目前粮食平均单产估计为646斤/亩·年<sup>[3]</sup>。以滦海平原的农业可用水资源(704mm/亩·年)估算黄河以北地区的粮食水分利用率，结果为0.92斤/亩·mm。比公认的1.1斤/亩·mm略低。

国家规划2000年黄淮海平原粮食产量增加500亿斤，平均每亩增产250斤/年，即单产达到900斤/亩·年的水平。如果水资源的投入不增加，就意味着水的利用率需提高40%左右，达到1.28斤/亩·mm的水平。

前已论及，本区水资源的开采利用已达到极限。除非有客水调入，否则不可能有更多的水用于农业。换言之，要达到国家规划要求，提高水的利用率几乎是唯一的出路。故上述指标能否达到，如何达到，须加以论证。

我们在封丘连续四年进行的雨养小麦试验表明，在充分施肥(N—26斤/亩， $P_2O_5$ —15斤/亩)条件下小麦的水分利用率 $\geq 1.7$ 斤/亩·mm(表2)。这个结果暗示：本区水的潜力尚未充分发挥，因为其平均施肥量(估计为N—12.8斤/亩， $P_2O_5$ —4.5斤/亩)<sup>[4]</sup>尚未达到上述水平。换言之，增加肥料投入肯定可以提高水的利用率。这个结果同时暗示：本区粮食水分利用率达到1.28斤/亩·mm是可能的(除了本试验结果外，南皮试区的试验也有达到2.0斤/亩·mm的记录)。

另一条提高水分利用率的途径是增加四碳作物(例如玉米)的种植比例，因为它的水分利用率比三碳作物高。

(三)减少输水过程的损失和土面蒸发 如前所述，水的主要流失方向是蒸散，故下述的“节流”措施是“对症”的：

- 用秸秆、地膜覆盖农田以减少土壤蒸发。
- 施加吸水剂、土壤结构改良剂以提高土壤的持水能力。
- 合理的中耕以提高土壤的纳水能力或减缓土壤蒸发。
- 管道输水或渠道衬垫，地下灌溉或局部灌溉(滴灌)以减少水面或土面蒸发。

这些措施的推广，在很大程度上取决于其经济效益。看来，只有在“水法”认真执行，用

表 2

封丘地区雨养小麦的水分利用率

年 度	1984—1985	1985—1986	1986—1987	1987—1988
<b>水分因素 (mm)</b>				
降雨量	228.5	132.3	147.6	150.6
Renman蒸发量	631	669	660	663
根层贮水量差值	-151	-222	-146	-126.6
深层渗透量	0	46	—	—
毛管上升量	-56	-18	—	—
实际蒸散量	435.5	326.3	293.8	277.2
<b>产量(克/m<sup>2</sup>)</b>				
总干物质	1245 ± 115	1062 ± 154	855 ± 171	630.6 ± 149.7
籽 实	550 ± 53	563 ± 64	387 ± 103	346 ± 98.6
茎 秆	695 ± 75	499 ± 104	468 ± 84	284 ± 84.9
<b>水的利用率</b>				
公斤/公升	1.26 × 10 <sup>-3</sup>	1.72 × 10 <sup>-3</sup>	1.31 × 10 <sup>-3</sup>	1.25 × 10 <sup>-3</sup>
斤/亩·mm	1.7	2.3	1.75	1.7

水计入生产成本的前提下, 这些措施才会逐步推广。

## 五、存在问题

既然强烈的蒸发要求对本区水资源的有效利用关系极大, 下面两个问题值得研究:

1. 在农田植树。它涵养气候对减缓蒸散的效应是正的, 但是归根到底, 它提高大气湿度的水是从土中来, 巨大的叶面积会(比土面)散失更多的水, 对保持土壤水分的效应是负的, 故其得失值得研究。

2. 喷灌。它可以减少输水过程中的水分损失, 但喷出后经过干燥的空气损失的部分无助于作物对水分的利用(顶多短时间内减缓蒸腾), 其节水效益也是值得研究的。

## 六、结束语

黄河以北地区气候干旱, 而可供农业利用的水资源又较少, 加之用水过度, 水资源萎缩严重, 是推行节水农业的重点地区。

节水农业的方针是节流, 即一方面要减少径流的发生, 利用土壤水库的功能尽量将汛期水分保持于土壤中, 或截留于低地、或补充地下水, 供旱季使用, 另一方面要采取措施减少无效蒸发, 以增加农作物利用的比例。此外, 增加肥料投入也是提高水分利用率最有效的途径。

## 参 考 文 献

- [1]刘昌明等, 黄淮海平原水资源评价。23页, 1983。
- [2]熊毅, 席承藩, 华北平原土壤。32页, 科学出版社, 1951。
- [3]席承藩等, 黄淮海平原综合治理与农业发展问题。68页, 科学出版社, 1985。
- [4]中国农科院土肥所, 中国化肥区划, 79页, 农业科技出版社, 1986。