

# 借鉴以色列节水经验发展我国节水农业

山 仑

(中国科学院水土保持研究所 陕西杨陵 712100)  
(水利部)

**摘 要** 介绍了以色列在农业节水方面的若干基本经验, 并就如何根据我国国情应用其经验, 以及总结我国自身经验对发展节水农业问题进行了讨论。

**关键词** 以色列 节水农业 经验

## Using the Water Saving Experiences from Israel to Develop Water Saving Agriculture in China

Shan Lun

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences  
and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

**Abstract** Some main experiences concerning Israel's water saving agriculture were introduced and how to use the experiences according to China's case, as well as how to summarize own characteristic experiences to develop water saving agriculture were also discussed

**Key words** Israel water saving agriculture experiences

有关以色列的节水经验和先进灌溉技术, 近年来已有不少介绍, 都一致赞扬他们在这方面所取得的巨大成就。现根据 1998 年 5 月参加以卢良恕副院长为团长的中国工程院考察团赴以色列考察所了解的情况, 就如何紧密结合我国国情学习借鉴以色列经验的问题谈以下几点看法。

### 1 关于水资源统一管理的经验

以色列人口 580 万, 国土狭小, 全国年平均降水量 300 mm, 北部有些地区降水量高, 可达 700~ 800 mm, 中部沿海平原 500 mm 左右, 而南部则在 300 mm 以下。全国 60% 土地属于干旱地区, 近一半国土降水量低于 150 mm, 埃拉特地区仅 25 mm。年水资源总量 16 亿  $m^3$ , 人均 300  $m^3$ , 不到全世界平均的 1/30, 约为我国平均的 1/8, 而且降水量主要集中在 11 月至次年 4 月之间, 其他季节少雨或无雨。以上情况说明, 以色列是一个严重缺水国家, 不仅水资源总量少, 而且

时间上和空间上分布很不均衡。面对这一不利条件,他们举国上下认识到,水是命脉,是其生存和发展的基础。以色列虽然是一个私人经济十分发达的国家,但却将水资源的管理和使用权牢牢地控制在国家手中,即使一些公民拥有土地所有权,该地的水资源仍必须归国家,这一点已为广大公众所接受。以色列已先后制定了“水法”、“水计量法”、“水井控制法”、“经营许可法”等一系列法规,并严格执行。另外,设“国家水委会”统一管理,实行水资源开发许可证和使用配额制。我们在其年降水量 400~500 mm 地区了解到,一个占有  $6.7 \text{ hm}^2$  土地的农户,年分配水额一般为  $1.5 \sim 3.0 \text{ 万 m}^3$ 。他们将水的建设、立法、利用、分配寓于一体的做法值得我们借鉴。我国北方,特别是华北和西北也属严重缺水地区,但对有限水资源缺少严格统一管理的法规和体制。例如,我国农业和城市用水是分别管理的,大江大河虽有统一管理机构,但难以实现统一调配和有效控制。近年来所发生的黄河断流加剧虽有降水偏小的原因,但缺乏统一管理与未能实行合理利用也是重要原因之一。另外,节水观念差,农田灌溉浪费严重,水价不合理,也是造成我国北方水资源紧张不可忽视的因素。因此,结合我国国情加强水资源的统一管理是当务之急。在加强管理的同时,水资源是一种有限资源的教育,增强全民的节水意识,以及实现节水技术现代化同样十分重要,三者相辅相成,尽快建设成为节水型社会,这既是以色列以及若干发达国家的宝贵经验,也将是全世界缺水地区要走的道路。

## 2 关于水资源持续利用的经验

淡水资源虽是一种可再生资源,但它是有限的,随着社会经济发展和人口增长,全世界水资源短缺问题将日趋严重。以色列在水资源可持续利用方面(主要包括时空调控、节水灌溉、开辟新水源等)也取得了不少成功经验。

(1) 建设管道输水工程。以色列水资源时空分布不均,其北部水资源占全国 80%,可供灌溉土地仅占 35%;南部水资源只有 20%,而实际可供灌溉土地达 65%。为了解决南北供需不平衡问题,从建国初期就开始建设全国性水网工程,1953 年动工,历时 11 a,1964 年完成,耗资 1.47 亿美元,主管道 130 km,400 个扬水站,5 000 km 输水分管道,每年通过管道输水  $13.5 \text{ 亿 m}^3$ ,占全国用水量的 60%。北部水源主要是加利利湖,占全国水资源总量的 33%,其余为北部山区和西北部地中海平原地区的地下蓄水层,加利利湖面积  $120 \text{ km}^2$ ,湖水深 43 m,水储量  $43 \text{ 亿 m}^3$ ,是唯一地表水资源,经科学论证,每年可再生水资源  $4.7 \text{ 亿 m}^3$ ,平均按此数输水,以保持加利利湖的水平衡,并避免水质恶化。通过管道输水,使水的输送率达到 95%。

(2) 推行滴灌技术。滴灌技术始于以色列,特别是 70 年代以来,滴灌面积发展很快,目前 80% 以上的灌溉农田应用滴灌,10% 为微喷,5% 为移动喷灌。根据作物种类和土壤类型设置滴灌控制系统,使田间用水效率显著提高,已达到每立方米水增产  $2.32 \text{ kg}$ 。由于管道输水和滴灌技术取得了成功,从而使以色列的灌溉面积从  $16.5 \text{ 万 hm}^2$  增加到  $22 \sim 25 \text{ 万 hm}^2$ 。全国耕地从  $16.5 \text{ 万 hm}^2$  增加到  $44 \text{ 万 hm}^2$ 。

(3) 调整用水结构,利用工业废水。以色列目前年供水量比正常需水量少  $2 \text{ 亿 m}^3$ ,农业用水占到总用水量的 75%,随着工业和城市发展势必进一步加剧供需矛盾,考虑到这一点,他们已在逐步压缩农业用水,着手开发对工业废水、城市污水以及微咸水的利用,并加强了对海水淡化的研究,现已取得成效。据 ARO 的水土研究所介绍,目前经处理的工业废水和微咸水用于农业灌

溉的分别为 2 亿  $\text{m}^3$  和 1 亿  $\text{m}^3$ , 计划到 2010 年, 工业废水利用量将达到 5.4 亿  $\text{m}^3$ , 60% 生活污水也将用于灌溉, 而淡水用于灌溉的量从 11 亿  $\text{m}^3$  下降到 5.0 亿  $\text{m}^3$ , 即农业灌溉用水的一半左右将由经处理工业废水和其他劣质水来满足。工业和城市废水的再利用已成为以色列下世纪初期进一步保持水资源平衡和高效持续利用的主攻目标。

关于雨水资源利用的问题时, 这次考察过程中基本未涉及到, 当我们几次主动问起此问题, 包括官方人员在内, 都不甚了解情况, 因此感到他们在这方面重视程度还不够。根据以色列的降水状况估算, 其每年雨水资源量可达 80 亿  $\text{m}^3$  以上, 相当于目前可用淡水资源量的 5 倍以上。据有关资料, 在一部分冬小麦种植区也有运用耕作技术实行集流种植的经验, 在东部山地丘陵区也采取了一些筑坝引洪集雨工程, 但如能在城市 and 农村更广泛地推行雨水集流技术用于农业和生活补充供水, 也许将对以色列水资源的持续高效利用起重要推动作用。

### 3 关于发展节水农业的技术选择

以往在介绍以色列的农业经验时, 多半强调其应用高新技术实施滴灌和农业工厂化方面的成就, 这是他们经验的精华部分, 但代表不了以色列农业的全部。

以色列的土地利用结构是: 耕地占 21.5%, 永久牧场 (实际是植被稀疏的牧荒地) 40.24%, 森林和林地 5.71%, 其他 32.55%, 这反映了干旱和半干旱地区土地利用的一般特征。

在占 21.5%, 即 44 万  $\text{hm}^2$  耕地中, 大田作物为 21 万  $\text{hm}^2$ , 约占耕地的 48%, 其中小麦 7.0 万  $\text{hm}^2$ , 向日葵 7.8 万  $\text{hm}^2$ , 棉花 2.85 万  $\text{hm}^2$ , 另有: 花生、豆类、玉米等, 其余耕地包括: 蔬菜 5.5 万  $\text{hm}^2$ , 果树 5.2 万  $\text{hm}^2$ , 柑橘 2.8 万  $\text{hm}^2$ , 花卉 0.2 万  $\text{hm}^2$ 。大田作物生产水平: 冬小麦是最大宗的非灌溉作物 (部分有补喷灌设施), 平均单产 2505~4200  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。在降水量 500 mm 左右的半干旱区已属高产水平; 向日葵、棉花实行滴灌, 平均单产分别为 4500  $\text{kg}/\text{hm}^2$  和 1500~1800  $\text{kg}/\text{hm}^2$  (皮棉), 蔬菜中利用大棚 (Green house) 栽培的有 2000  $\text{hm}^2$ 。关于作物灌溉量, 实际比我们想象的要高, 过去全国平均为 8796  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ , 现降至 5250  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  左右, 据实地了解, 大棚中的花卉育苗, 每日需供水 5.7 mm, 以 6 mm 计, 200 d 育苗期即需供水 1200 mm, 约每公顷 12000  $\text{m}^3$ , 实属不低, 柑橘灌溉量每公顷约 6000  $\text{m}^3$ , 棉花 4500  $\text{m}^3$ 。灌溉定额偏大, 可能与干燥的气候条件直接有关, 有无其他因素值得进一步了解。

整个农业产值约 55 亿美元, 其中种植业占 36.9%, 畜牧业占 63.1%, 可见畜牧业的重要性, 农牧结合、农畜并重也是半干旱地区农业经营的一般规律。

以色列在节水农业方面所取得的成就和主要经验上面已作了简述。以下结合我国情况就其所采取的具体技术措施作一初步分析。

(1) 管道输水。如上所述, 输水管道化是以色列实施节水灌溉的首要一步, 输水系数已达 95%, 而我国目前渠道输水系数仅为 30%~50%, 说明节水潜力很大, 因此我们认为, 为解决我国北方水资源短缺, 发展节水农业从技术选择上讲应将发展管道输水和采用有效的渠道防渗技术放在第一位置, 这是农业节水的基础工作, 应像建设公路、铁路、输油、输气管道那样, 作为基础设施建设对待, 特别在当前, 比建设新水库重要。通过努力, 将灌溉水利用系数提高到 60% 是完全可能的, 这将从总体上缓解我国北方地区水资源紧张的局面。

(2) 灌溉方法选择。以色列在灌溉方法的选择上以滴灌为主, 其成就已为国际所公认, 这是由

其具体国情决定的,我国地域广阔,情况复杂,在灌溉方法上不可能采用统一模式。滴灌虽有很大优点,但由于设备费用高,运行时管理要求严,在一些大田作物应用效益如何尚待进一步明确。在我国目前条件下宜于先在以下两种情况下推行:(a)在干旱半干旱地区与雨水集流技术结合使用,以少量补充供水取得显著增产的效果;(b)在高值经济作物或温室栽培条件下应用,以高投入取得高经济效益,这也是以色列应用滴灌技术的基本经验。另外,除引进和仿制以色列等国的滴灌设备(如成本低廉、适于我国水质和田间作业等),建立我们自己的从研制、生产直到使用、管理的技术体系,这样将有利于该项技术在更大范围内推行,并取得成效。我国北方大部分地区和农田在未来较长一段时期里,还应以推行改进的地面灌溉技术(如小畦灌、隔行灌、波涌灌溉等)和喷灌技术为主,据研究,在黄土高原半干旱地区,每公顷  $1\ 500\text{ m}^3$  左右的灌溉水在作物生长关键时期进行畦灌可取得显著增产节水效果,每立方米灌溉水利用效率达到  $30\text{ kg/hm}^2$  以上,说明潜力很大。

(3) 开辟灌溉新水源。我国目前约有  $1/3$  以上工业废水和  $9/10$  以上的生活污水未经处理就排入河湖,水环境恶化严重,加剧了可利用水资源的不足。如上所述,以色列将工业废水、城市污水和微咸水用于农业灌溉已取得成功经验,并将作为下世纪初期农业进一步节水的主要措施。随着工业发展和人口增长,我国农业用水比例势必逐步降低,故从现在起就应加快研究工业废水处理技术和大量用于农业的可行性问题。

(4) 农业节水技术。以色列一些科学家认为:目前他们的水利用率已达  $0.95$ ,这方面的潜力已经不大,下一步应着重研究如何提高植物蒸腾效率,但解决这一问题的难度很大,这次考察未作重点了解,接触到一些有关提高作物水分利用效率方面的基础性研究工作,但尚未取得有突破性进展的成果。在作物种和品种的引进、选育方面,他们也很重视,但偏重于品质、外观(如花卉)和抗病虫等方面的考虑,较少直接联系到水分利用。据有关资料,在旱作区也注意推行覆盖、坑种等保水、集水技术,但加大对雨水资源总体利用的问题尚未引起足够重视。

我国在农业节水方面有丰富的传统经验,进一步与现代技术相结合将会产生更大效果,如目前正在推行基本农田建设、合理施肥、地膜覆盖、雨水集流、需水临界期补灌、化学调控等技术已在实际生产中发挥了巨大的作用。其中有一些经验在国际上颇具特色,居于优势地位,但对外宣传介绍的还不够。今后,除应对上述技术作进一步改进和完善外,利用我国丰富的种质资源,应用常规技术与高新技术相结合的方法选育出具有高水分利用效率的新型节水品种也是可能的。在学习借鉴国外先进经验的同时,我们也理应为全球农业节水事业作出自己的贡献。