

陕北的林草建设和旱作农业

杨 文 治

(中国科学院西北水土保持研究所)

最近,胡耀邦同志指出,在我国北方干旱和半干旱地区,要种草种树,发展畜牧业,促进农业的发展。这一重要指示是非常正确的。因为没有林草的发展,要改变这一地区已经恶化了的生态环境是不可能的;没有林草的发展,旱作农业的持续发展也是不可能的。

陕北黄土丘陵区地处暖温带半干旱气候区,包括延安、榆林二地区19个县(市)的全部和一部分,农耕地约1,600万亩左右,其中旱耕地占90%以上;同时还有大量宜林宜草的荒山荒坡。从战略上来说,提高这一地区农林牧生产力,对改变陕北的贫困面貌有着十分重要的意义。

一、陕北黄土丘陵区农林牧业有很大的生产潜力

陕北黄土丘陵区土地广阔,光热资源丰富,且水热资源匹配适宜,日照长,光能潜力大;加之本区土壤素质优良,三相配合适度,极易植物繁生。在这些有利的自然条件下,只要坚持科学种草种树,实行科学种田,并因地制宜地吸取利用各地农林牧生产的经验,在黄土丘陵区极有可能创造出高额的生物产量来。

据调查,各地都有一些林茂草丰粮足的农林牧综合发展的典型。如米脂县高西沟、延安小寺沟和碾庄沟、志丹县康山生产队等,他们都创造出非常宝贵的农林牧综合发展的经验。延安碾庄沟流域,面积54平方公里,多年来坚持综合治理,工程措施与生物措施相结合,人均基本农田达到1.9亩,种草种树3.4万亩,治理面积达50%左右。群众生活有了很大改善,1982年全流域人均产粮1,000斤,收入216元。

为了查明黄土丘陵区旱作农业生产潜力,我们在安塞水土保持实验区进行了高产潜力试验,1980年在53亩旱梯田上曾获得平均亩产620斤的较好收成。另外,根据小面积高产潜力试验,在旱梯田上曾获得平均亩产玉米809斤,高粱1,360斤,谷子687斤的高产水平。

在国外,如美国、澳大利亚,在发展半干旱地区农业方面也取得了许多有价值的经验。美国在西部半干旱区生产的小麦,要占全国小麦总产的81.2%;澳大利亚在南部半干旱地区实行牧草轮种农作制,使六十年代的谷物产量比四十年代提高了33.7%,羊的头数增加了46.2%。他们这些成功经验,引起了世界各地对旱作农业的重视。

综上所述,无论是黄土丘陵区本身的经验,还是国外半干旱地区发展旱作农业的经

验, 都说明, 半干旱地区有着很大的生产潜力。

二、陕北黄土丘陵区发展农林牧生产的主要障碍

(一) 土壤侵蚀

黄土丘陵区是黄河泥沙的主要来源地。区内土壤侵蚀模数高达10,000—30,000吨/平方公里·年, 每年向黄河输送泥沙约7亿吨, 占黄河年总输沙量的43%。由于土壤侵蚀危害, 这一地区的地表已被割切得支离破碎了。据鲁翠珊等在延河支流杏子河流域典型调查结果(本刊1983年第4期第28—31页), 在流域面积1,486.1平方公里范围内, 100米以上的大小沟道就达8万余条, 总长度10,594.9公里, 其中1公里以上的沟道948条, 沟道密度7.13公里/平方公里。在土壤侵蚀危害下, 杏子河下游沟谷地面积已经占到土地面积的60%; 上游稍低一点, 也已占到土地面积的40%左右。由于土壤侵蚀吞噬着宝贵的土地资源, 使陕北黄土丘陵区的可利用土地变得愈来愈少了。

(二) 土地利用结构比例失调

土地利用结构比例失调是整个黄土高原普遍存在的问题。

杏子河流域典型调查结果表明, 该流域农林牧用地结构, 截止1981年底, 按总土地面积计算, 农业用地占41.8%, 林业用地占7.6%, 牧荒坡为34.2%, 非生产用地占16.4%。如果按可利用土地计算, 农业用地则高达50%, 林业用地占9%, 牧荒坡41%; 其中农业用地的比例最大, 这在黄土丘陵区是有代表性的。

从上述用地比例看, 农业用地的比重过大, 林草被毁, 因而造成生态失调, 饲料、燃料与肥料俱缺。草坡则由于超载过牧, 造成退化, 产草量甚低, 一般都不足200斤鲜草, 因而草坡载畜量严重下降。

(三) 生态脆弱

生态脆弱是干旱和半干旱地区的明显特点。在这些地区生态平衡一旦遭到破坏, 要重新建立新的高效能的生态平衡, 与半湿润或湿润地区相比, 其难度要大得多。

例如, 美国自三十年代中期开始, 在全国进行了大量水土保持和农田整治工作。截止1967年, 他们用了40年, 仅治理了应治理面积的1/3。

在我国黄土高原, 据1981年12月30日《人民日报》公布的数字, 治理了7.5万平方公里, 占应治理面积的17.5%, 如果从1950年算起, 经历了30年, 治理面积不到1/5。

这两个实例说明, 在干旱或半干旱地区, 在已经破坏了生态平衡的基础上, 重新建立新的生态平衡, 更加需要费时、费力、费财。

三、掌握土壤水分资源特征 发挥土壤水库在农林牧生产中的作用

陕北黄土丘陵区地处半干旱地区, 在植物的演替过程中, 形成了适应本区自然气候特征的植物生态系统。水作为生态因素, 在这一系统中起着非常重要的作用。黄土丘陵区, 由于沟道纵横, 沟谷下切, 无良好储水条件, 地下水埋藏很深, 开发利用代价甚

高，因此，在这种情况下，土壤水分资源就成为一项非常宝贵的水资源。但人们在讨论这个地区的水资源时，却往往忽视了这一点。

科学观测表明，土体本身就如同一个巨大的蓄水库。以黄土丘陵区广泛分布的黄绵土为例，据我们研究，若以作物的主要用水层2米计算，其蓄水能力就达450毫米左右，相当于每亩300立方米水；那末一个10平方公里的小流域，其蓄水能力就达450万立方米，这是一个相当大的数字。

在半干旱黄土丘陵区，土壤水分是林草和农作物需水的主要来源。因此，掌握土壤水库的存蓄、调节和利用特点，对合理规划林草建设和提高旱作农业的产量都是甚为重要的。

（一）存蓄特征

对林草建设和旱作农业有意义的是土壤水库的有效库容。黄绵土有效库容可占总库容的75%左右。但就其对林草和农作物的可利用性而言，则主要决定于有效库容充满的程度和有效库容储水量能够保持的时间长短。据在室内用扰动土样测定结果，在渗透历时为300分钟时，黄绵土的稳渗系数为0.022毫米/分，而关中壤土为0.013毫米/分，可见黄绵土透水性能很强。因此在黄绵土分布的地区，雨后土壤水库的库容极易恢复；但黄绵土又有很强上行蒸发性能。据测定，蒸发历时为20昼夜时，黄绵土的失水比（指蒸发量与有效水储量之比）为0.31，而关中壤土为0.18。这说明，在黄绵土分布区与关中壤土相比，若雨后不及时采取保墒措施，在很短时间大量有效水分又会蒸发丢失。黄土丘陵区土壤水库这种易满易失的特点，是受土壤的性征制约的。

再则，一年之中，经过雨季，土壤水库可充满到当年的最大值。在黄土丘陵区，由于降水年际分配不均，丰水年与歉水年可相差2—3倍，因此土壤水库常常发生水分亏缺。这是本区土壤水库存蓄过程的又一个特征。

（二）调节方式

黄土丘陵区土壤水库的调节方式，可分为人工调节、周期性的人工调节和自然调节等三种情况。

土壤水库的农业利用过程中，对土壤水分的调节属人工调节，就是通过深耕耨耩、耙耨保墒、作物的适宜布局和轮作倒茬等农业技术措施，对墒情的调节和合理用墒。

种草种树对土壤水库的利用，它对土壤墒情的调节属周期性人工调节或自然调节，就是通过林木的间伐和草地的刈割，起到有限的人工调节作用。但在蓄水保墒方面，由于林地、草地基本没有抚育和土壤管理，所以从这一角度来看，土壤水库的调节，只能属于自然调节。

（三）土壤水库的利用

1. 土壤水库的农业利用，关键是要解决好三个方面的问题：一是“提”，就是提高土壤水分的利用率；二是“调”，就是以肥调水，调动深层储水补给植物对水的需求；三是“平衡”，就是注意土壤水分大致平衡，做到合理利用。

（1）关于提高土壤水分的利用率。土壤储水的消耗过程，因作物种类、生长优劣、农作方式而有很大差异。据调查，在大秋作物中，在土层深度同为50—100厘米时，谷子对有效水的利用率为53%，而高粱可达83%；足见高粱对土层的干燥强度大于谷

子，而谷子在水分利用上，还有一定潜力。因此，由于茬口不同，作物收获后，土壤的剩余湿度可有很大差别。所以，在通过轮作倒茬设法提高水分利用率的同时，要特别注意合理安排茬口，做到用水适度，达到均衡增产。

合理密植也是提高水分利用率的有效措施。陕北农民有这样的说法：“谷地里卧下牛，还嫌稠”。在半干旱地区作物种植不能过密是对的，但稀到可以卧下牛，就未免过于稀疏了。实践中，我们看到在这类地块里，其土壤储水量要高一些，说明土壤水分没能充分发挥作用。目前，陕北黄土丘陵区的向阳耕地，1毫米降水生产小麦不足2两，在采取水平沟种法之后，1毫米降水生产的小麦就可增加到5两左右，即消耗大致相近的水分，产量可提高2倍多。

改进耕作制度也是提高水分利用率的有效途径。目前，陕北各地推广的“两法种植”，确实是适应半干旱地区旱作农业产量的有效措施。其增产原因：一是垄与沟交错分布对土层水分的调节功能；二是为根系发育创造了适宜的土壤环境，增加根系吸水，增强了作物的抗旱性；三是集中施肥，改善了土壤肥力条件，增强了土壤供水效率；四是采取综合措施，改变了粗放耕作方式。据调查，在相同坡耕地条件下，山地水平沟种植的谷子，其耗水系数为5,821，而平作谷子的耗水系数却高达17,338；就是说生产1斤籽粒，要消耗17,338斤水。平作谷子用水效率之低，确实是难以想像的。采用水平沟种植法之后，水分的生产效率就可提高近3倍。一般来说，在黄土丘陵区，农业生产上存在的问题，就是人们常说的“薄、粗、旱”，而“两法种植”紧紧抓住精耕细作、经济用肥、合理用水三个环节，较好地解决了这一矛盾，从而为提高半干旱黄土丘陵区农业产量，找到了一条有效的途径。

(2) 关于以肥调水。以肥调水是指通过增施肥料，促进作物根系发育，从而调动深层储水补给作物对水分需求的作用。增加有机肥施用量，提高土壤肥力水平，可以减轻干旱对作物生长的危害，这已为国内外经验和农民的生产实践所证实。因此，在半干旱地区走有机旱作农业的道路，无疑是正确的。据我们在山西偏关县营盘梁调查，高肥农田玉米的用水深度可延伸到2米，较充分地发挥了深层储水的补给作用；而低产农田用水深度只有1米左右。我们还在晋西北五寨县韩家楼进行了玉米丰产试验，丰产田块的强烈用水层深度为1.2米，总用水层超过2米；而一般田块，强烈用水层深度只有2厘米左右，总用水层只有1.8米左右。又如，我们在甘肃何家湾调查，以3米土层计算，高肥农田比低肥农田多利用了44立方米水。调查结果都表明，高肥农田显示了较高的土壤水分利用率，而低肥田块则存在深层有水而不能利用的情况。这里的关键，就是一个“肥”字，即以肥调水，可以调动深层储水达到作物高产的目的。

(3) 关于土壤水分的平衡。如何保持土壤水库的收支大体平衡，是干旱条件下必须注意的一个问题。以往由于不注意农田水分平衡，而一味扩大复种指数，造成水肥亏缺而减产的事例是很多的。就草田轮作来说，在普遍缺肥的陕北黄土丘陵区，无疑是一项用地与养地相结合的有效增产措施。但一般来说，牧草具有较强的耗水强度，因此如何监测草田轮作地的土壤水分动态行为，是促进草、粮丰产，使这一有效措施推广开来的关键。所以，在旱作条件下，既要做好蓄水保墒，又要做到合理用墒，使土壤水分的收支保持大体平衡，乃是旱地持续增产的重要环节。

2. 林草建设对土壤水库的利用, 关键是要根据区域土壤水分状况, 因地制宜地作出规划, 使草、灌、乔适宜搭配, 各得其所。

据调查, 就整个黄土高原来说, 从东南向西北, 土壤水库的循环补偿, 大致存在着五种情况: 一是土壤水分年循环均衡补偿; 二是土壤水分年循环基本补偿; 三是土壤水分年循环周期性补偿亏缺; 四是土壤水分年循环补偿亏缺; 五是土壤水分年循环补偿失调。最后一种情况属于干旱地区, 即无灌溉就无农业的地区; 而就黄土丘陵区而言, 土壤水分循环多属第三和第四种情况。因此, 为了搞好种树种草就必须考虑各地土壤, 水库循环补偿的特征, 从而采取相应措施, 使种草种树收到实效。

据李玉山、曹淑定同志调查, 多年生牧草的耗水量大于农作物, 其用水层深度, 苜蓿(4年生)和沙打旺(7年生)可达8米, 而农作物用水层深度最大只有3米左右。所以草对于旱的适应性很强, 因此在半干旱地区都是可以种植的, 只是在生物产量上由于土壤水库各年供水状况的差异而表现出某些不同。

当前最为关键的是对种草的意义还缺乏认识, 因此首先应像固定粮田那样, 明确草在农作制中的地位, 从制度上把种草肯定下来。在发展种草上, 可采取建立永久草地或纳入短期或长期轮作系统。再是对现有草山草坡可采取人工补种的方法加以改良, 从而不断提高草场的生产力。

种树的关键是要把握住适地适树这个环节。要根据区域性土壤水库循环补偿情况和不同的土地类型, 合理选择造林树种。Γ·H·维索茨基从宜林条件角度, 把土壤区分为宜林土壤和非宜林土壤。按照Γ·H·维索茨基的建议, 结合陕北黄土丘陵区的具体情况, 其北部草原和灌丛草原地带的土壤, 宜林条件当属非宜林土壤, 应以发展灌木为主; 而愈向南, 则向森林草原过渡, 土壤的宜林条件亦应逐渐向宜林土壤过渡, 在树种选择上可实行乔灌结合。当然, 在宜于发展灌木的地区, 在水分条件较好的沟道底部、渠道两岸、庭园内外, 也可种植乔木。但就整个黄土丘陵区来说, 由南而北, 或由东而西, 应逐渐加重灌木的种植比例。

再则, 关于这一地区林业的发展, 我们认为应以防护(防止水土流失)和解决烧柴为主, 而不宜提建设用材林基地。据我们在延河支流杏子河调查, 6年生刺槐林下, 在4米土层范围内, 由于降水年际和年内分配不均, 土壤被强烈干燥, 表现出明显的水分亏缺现象。再据10米深钻测定结果, 10米全层的土壤湿润程度也只相当于土壤水库满库的60%。据Daubenmire和Deters研究, 水分亏缺可引起树木径向收缩, 在干旱年份刺槐径向收缩量可达全年径向增长量的30%。看来, 在陕北黄土丘陵区, 树木因缺水引起径向收缩, 是随处可见的“小老头树”的重要生态原因。上述调查研究结果是我们就陕北黄土丘陵区林业建设方向提出意见的依据。

四、陕北黄土丘陵区发展旱作农业的根本出路

陕北黄土丘陵区由于长期以来土地利用不合理, 农业自然资源遭到无休止的破坏, 造成生态平衡失调, 水土流失加剧, 水旱灾害频繁, 生产低下, 群众生活甚为困难。

为了改善生态环境, 制止水土流失, 提高旱作农业的产量水平, 其根本出路在于搞

好水土保持，合理利用土地，实行农牧结合，农林牧全面发展。

水土流失是黄土高原最严重而持久为害的自然灾害。它是这一地区发展旱作农业的最大障碍。因此，搞好水土保持不仅是根治黄河这一重大国民经济问题的需要，而且也是发展黄土丘陵区大农业的需要。水土保持一方面有着防护的意义，即防治水土流失；另一方面它所采取的措施，又都是与大农业建设的关系十分密切的。所以，从这个意义上来说，水土保持又是解决黄土丘陵区旱地农业的重要手段。

种草种树，作为水土保持的植物治理措施，既具有防止水土流失的功效，同时又可通过发展林草建设，使畜牧业得到发展。畜牧业发展不仅扩大了肥源，同时还可解决饲料和燃料问题，从而达到兴林草而促进农业发展的目的。我们知道，单一的粮食种植业是一种脆弱的农业，极易遭受灾害性天气的危害，而在这一方面林草有其特殊的优越性，它们抵御自然灾害的能力强，生产比较稳定。

在抓紧林草建设的同时，决不能放松基本农田建设，要对三者统筹兼顾，适当安排。基本农田普遍高产，又可促进改广种薄收为少种高产多收这一改革的实现，从而腾出土地还草还林。

基于这样的认识，我们认为提高陕北黄土丘陵区旱作农业的生产水平，关键在于搞好水土保持，合理利用土地，根据农业自然资源的现状和潜力，对农林牧用地进行合理调整。为说明进行土地利用结构调整的意义，我以杏子河流域典型调查结果为例，运用农业系统工程方面的线性规划方法，通过电子计算机运算，求出了在该流域选择的上、中、下游三个典型规划单元的农林牧用地结构的优化模型，并据以对杏子河流域的农林牧用地进行了调整。通过调整，农业用地的比例到1987年，即经过5年调整为23—28%，林业用地为26—42%，牧业用地为30—51%；到1992年，即经过10年，农业用地调整为20—28%，林业用地为32—45%，牧业用地为26—44%。

土地布局调整之后，一级高粱峁地用于永久草地或灌木薪炭放牧林基地；二级梁峁地用于建设基本农田和发展经济林，为粮食果品生产基地；沟谷和牧荒坡发展以乔木为主的防护林，为民用小径材和放牧基地；河流阶地为粮食生产基地。总之，通过土地布局调整，最终将在一定范围内形成一个防护——牧业——能源——粮食互补的土地利用系统。

经估算，在对土地利用结构进行调整之后，经过5年和10年治理，在上游区，1987年较1981年每亩土地的生产总值可提高103.5%，1992年较1981年可提高119.6%；在中游区，每亩土地的生产总值分别比1981年提高119.9%和154.7%；在下游区，分别比1981年提高73.3%和114.2%。

我们举这个实例，是企图说明提高陕北黄土丘陵区旱地农业的生产水平，必须搞好水土保持，并在进行土地利用结构调整的基础上，实行农牧结合，农林牧全面发展。只有这样，半干旱黄土丘陵区的旱作农业才能持续稳步的发展。