

黄土区水分环境演变与退化生态系统恢复

上官周平

(西北农林科技大学黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 水分是黄土高原地区生态系统中最活跃的生态因素。荒漠化过程与其逆过程即生态恢复过程中, 水分在其中起着决定性作用。生态用水应当指为维护生态与环境不再进一步恶化并逐渐改善所需消耗的地表水和地下水资源总量。在生态与环境脆弱区生态保护的首要原则是生态用水必须优先得到满足, 只有这样才能维持生态与环境不至于进一步退化。在讨论了黄土高原地区水分环境演变与生态系统中水分运行规律的基础上, 就如何合理利用水资源, 恢复植被中如何选择植物种类, 以及水资源的可持续利用提出了几点认识。

关键词: 水分环境; 生态系统; 植被恢复; 黄土高原

中图分类号: P339; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005) 05-0092-03

Water-environment Evolution and Degenerated-ecosystem Rehabilitation in Loess Regions

SHANGGUAN Zhou-ping

(State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Agriculture on Loess Plateau, Northwest
Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Water is the most active ecological element in the ecosystems of the Loess Plateau. Water plays a decisive role in the desertification and its reverse process, i. e. ecological rehabilitation. Ecological water consumption should be capable of preventing the ecological environments from further deterioration and gradually increasing surface water and underground water necessary for water consumption. In the ecologically fragile regions, the first important principle for ecological protection is that ecological water consumption should be first satisfied and in this way the ecological balance can be kept from further deterioration. Water-environment evolution and water-movement patterns of the ecosystems in the Loess Plateau are discussed, several view points about how to make proper use of water resources, how to select the kinds of plants for vegetation rehabilitation, and how to maintain sustainable use of water resources are given.

Key words: water environment; ecosystem; vegetation rehabilitation; Loess Plateau

1 引言

黄土高原严重的荒漠化与脆弱的生态环境有关, 但主要是人类不合理的经济活动, 其中包括过度放牧、过度农垦及水资源利用不当等方面。从生态学的角度来看, 在脆弱的生态与环境中, 自然植被破坏后就难以自然恢复, 而且会进一步引起风蚀、水蚀, 导致土壤质量退化, 使得长期植被丧失, 导致生态恶化。反之, 侵蚀生态与环境的逆转即恢复的过程, 就是针对具体的成因, 采取各种人为措施恢复植被、改善生态与环境, 使土地生产力恢复, 经济可持续发展的过程^[1]。

水分是黄土高原地区生态系统中最活跃的因素, 并与各种生态系统的形成与演变有着密切的联系。侵蚀生态与环境的形成、发展与逆转过程也不例外, 水分在其中起着决定作用。农业生态系统水分循环与水分运行在国际重大研究计划

中受到了极大关注。黄土高原地区生态与环境建设离不开相适应的水分资源环境, 良好的水分环境是生态建设的前提和基础。

人类生存、经济的发展必然要以消耗更多的自然资源为代价, 关键是如何使得付出的代价最小。生态与环境建设, 必须与水资源利用综合考虑, 统筹规划。我们认为无论是黄土高原的水土保持还是植被恢复过程, 都要用系统的观点进行综合分析。目前对黄土高原地区退化生态系统中水分的运行规律的研究尚未引起充分的重视, 因此我们拟在讨论水文环境演变基础上, 结合退化生态系统水分运行规律, 就恢复黄土高原植被提出几点看法。

2 水分环境的演变过程

黄土高原地区经过了 200 多万年, 形成了现在相对封闭

¹ 收稿日期: 2005-07-01

基金项目: 教育部新世纪优秀人才培养计划项目(NCET-04-0955); 西北农林科技大学拔尖人才支持计划资助

作者简介: 上官周平(1964-), 男, 陕西省扶风县人, 研究员, 主要从事植物生理生态、植被生态与水土保持领域研究工作。

的生态与环境。据张宗祜等(1999)对黄土高原晚更新世时期气候演化规律研究^[2],距今 13~7.5 万年为一温暖气候区,7.5~6 万年为干冷气候区,但其 6~3 万年间有一次相对温暖的气候环境,全新世时期距今 9 000~6 000 年期间为最佳暖期,此后距今 5 000~3 000 年期间,气候转冷,气温降低 2~3℃,降雨量减少 200 mm。所以,黄土高原气候呈现出明显的干燥化趋势。据预测由于全球变暖,2030 年温度将增高 0.8℃,2070 年增加 2.001℃,2100 年将增加 3~4℃,届时西部冰川面积将分别减少 12%、28% 和 45%~60%,同时,将会导致土壤水分加速消失,干旱化趋势显著,草原退化更加明显,荒漠化会更加严重。杨文治等(1998)从现代黄土性土壤的水分能量状态和土壤水分物理特征二方面对黄土高原环境的旱化与黄土中水分关系进行了探讨^[3],认为黄土深层水分储量由西北向东南渐趋提高,且蒸发强度明显减弱,植被的供水条件愈益优越,进而说明黄土高原环境由西北向东南,旱化和草原化程度逐渐弱化,即黄土高原环境的旱化在强度上存在着明显的方向性变化。

人类不合理的经济活动是导致地面植被的破坏的主要原因,与人类活动相比植被的自然变迁显然要缓慢的多。人类社会的出现,直接引起植物中贮水量下降,使地面裸露,从而地面蒸发明显加强,又引起土壤中贮水量下降,因而有可能将地下盐分带到地表,导致土壤盐渍化。同时裸露的地面,由土壤风蚀导致沙化或由于水蚀导致水平径流量增大,进一步降低土壤中贮水量,土壤退化,植被进一步减少,生物多样性降低,生态系统被破坏,形成恶性循环,最终导致生态环境严重退化。一般讲森林破坏后或农田撂荒,天然植被是以草—灌—乔的顺序演替的。天然植被的演替过程比较缓慢,土壤水分基本维持平衡或略趋干燥化。然而,许多研究表明^[4,5],在黄土高原半干旱地区或半湿润的森林地带,种植草灌后一般生长较天然草灌茂密,大量消耗了深土层贮水,5~6 年后 3~8 m 土层水分严重亏缺,接近凋萎湿度,形成难以恢复的干层(2~3 m 以上土层水分依靠每年降水得到不同程度补偿)。显然在这样的土壤水分条件下,后续乔木林的生长是不可能的。

在一个较大范围的生态系统中,其水分的来源为大气降水,区域外流入的土表水,水平流入的地下水和水平流入的土壤水,其中土壤水的数值实际上很小,可以忽略不计。大气降水、地下水是区域外的水源,只有大气降水是任何一个荒漠化地区都具有的水源。因而如何利用好有限的大气降水对荒漠化地区的年环境建设有普遍意义。如何保持和提高土壤中贮水量对于防治荒漠化、恢复植被具有重要意义。可采取的措施有:增加大气降水;增加域外引入地表水量;从理论上讲增加地下水流入量,也可以增加水流的水量,但目前可利用的技术尚不多。

在生态与环境建设中减少水分损失的技术措施有:(1)减少地表蒸发。黄土高原地区年降水量与潜在蒸发量之比在 0.10~0.65,水分亏缺严重,植被的恢复对改善这一状况十分有利,采用实用技术降低蒸发,也会加速植被的恢复。(2)改善土壤结构、保持水土。减少径流,植被的恢复与这一过程也是相互促进的过程。许多水侵蚀严重的地区修筑水土保持工程的作用也是相当大的,另外在半干旱地区集水灌溉也十分有用。(3)合理地利用地下水。合理利用地下水和集水灌溉均是

在荒漠化地区将大面积上的降水集中起来用于相对较小面积上的作物种植。

3 植被恢复过程中要重视适地选择植物种

黄土高原地区水资源包括降水和地下水、地表水等,随着经济的发展,各种工农业用水与生活用水之间矛盾会逐渐加剧。从可持续发展的观点来看,黄土高原地区水资源总量并不十分重要,最重要的是其中可持续利用部分的数量,否则一味开发利用,超出这个界限,就会受到大自然的惩罚。

自然界许多自然现象的演变,往往需要几百年或上千年才能看出它的变化,可是人类的各种活动往往只需几十年或上百年,就能对生态环境造成严重影响。例如我国西部黑河下游约近 40 万 hm^2 的乔、灌木次生林,在近几十年内全部枯萎死亡;塔里木河 1958 年尚有 52 万 hm^2 胡杨林,到 1995 年仅余 14 万 hm^2 。如此巨大变化,只是半个世纪内发生的事^[6]。

根据现代生物—气候特征,黄土高原的自然植被类型自南向北依次为森林、森林草原、典型草原、荒漠草原和草原化荒漠五个地带。只是在近 2 000 多年以来由于人口增加与气候演变,植被才受到严重破坏^[5,7]。在生态环境治理中,选择作恢复植被使用的植物种类十分重要。特别是在治理的初期,能否形成植被,选择适宜的植物种是关键。选种的原则一是适地适植物,二是要有较高的经济收益。适地适植物的原则看起来十分简单,但以往的经验证明做起来并不容易,而且往往出现与此相悖的情况。

关于生态治理中应种树还是种草目前有争议。但我们认为问题不在于选树还是选草,而应该是选择适应当地土壤、气候条件的植物,不管是树还是草,首先要能在荒漠化土地上形成植被。由于荒漠化土地上水资源相对缺乏,土壤退化,可选择的植物种类相对较少,但其中可选用的植物不仅有草也有树。如 1985~1991 年对黄土高原灌木资源调查成果显示,区内共有灌木树种 646 个,分属 68 个科 177 个属,其中裸子植物 2 科 3 属 7 个种,被子植物 66 科 174 属 639 个种^[5]。如果在实践中忽略因地制宜这一原则,就达不到预期的恢复植被的目的。例如在西北有些土壤条件、气候条件十分严酷的荒漠化地带营造防护林,一味要种植不适应当地条件的杨树、榆树等乔木,结果会由于这些乔木不能适应当地环境,或一开始生长尚可以,但随着树木生长,蒸腾量增加,地下水位降低,最终缺水而死亡。即使活下来的生长也十分缓慢,树木处于十分虚弱的状态,导致暴发天牛等虫害,破坏了防护林带,致使个别地区土质干燥荒漠化严重,造成大面积林带死亡。

黄土高原森林带和森林草原带的大部分低山丘陵区,森林植物群落的主要乔木优势种有山杨、辽东栎、白桦、油松、侧柏等。其它许多乔木树种如小叶杨、白榆、杜梨、臭椿等则为伴生树种或散生树种,这些树种在暖温性草原带甚或荒漠化草原带也常有散生,且生长正常。在黄土高原丘陵区,许多地带性植被的优势乔灌木树种尚未用于人工造林。其中一些树种具有一定的经济价值。如辽东栎、白桦、连翘、榛子、山桃、二色胡枝子、荆条、狼牙刺等都可用作人工造林的主要树种;一些伴生或散生种,如小叶杨、河北杨、杜梨、楸树、元宝枫、茶条槭、白蜡、银杏等可用作造林的辅助种或四旁绿化树

种。除经济林外,在大面积建造林草植被中,选择适宜树种和结构模式时,主要应按适地适林的要求考虑生物生态学和群落学特性,在此基础上考虑经济价值。如果片面强调经济效益,可能适得其反。

一般情况下适应干旱生态环境的植物耗水量较少,这就意味着植物可利用有限的水分资源,可以通过选择耐干旱、贫瘠的植物使更大面积的土地恢复植被或得到更高作物产量。因此,在植被已恢复的地区,种植农作物时也必须选择适应当地条件的种类,以利用有限的水资源获得更高产量和收益。

4 植被恢复过程中要重视生态用水

黄土高原地区生态建设离不开水资源,水资源是生态建设的前提和基础。生态与环境建设,必须与水资源利用综合考虑,统筹规划。在水资源分配上,不仅要考虑上、下游水资源的合理配置,还要考虑农业用水、城市和工业用水,以及生态用水之间的合理配置。目前,尤要对生态用水进行深入探讨。

黄明斌等(1999)曾以黄土高原 26 条小流域为对象,系统研究了小流域综合治理的水环境效应^[8],其结果表明:综合治理强化了流域的整体入渗能力,调节径流的季节分配,使水分的生物小循环加强,水资源利用效率提高;随流域治理度的提高,流域的水分入渗逐年提高。通过对小流域水量转化模型的分析表明:随流域生产力水平的不断提高,农林草子单元的径流量减少、蒸散量增大、活动层土壤含水量降低和水分循环方式发生改变。同时根据实测资料和模型计算结果,发现黄土台塬沟壑区森林的水文效应有如下特点:森林覆盖率的提高将使降雨入渗量增大,径流量减少。因此,在黄土高原区,通过植被恢复工作建造一定盖度人工林将进一步加强水分的生物小循环,削弱其地质大循环过程。

近年来,黄土高原地区除上述植被建设外,还实施了大规模的水土保持工程建设,这些水土保持工程对黄土高原水文循环将产生重大的影响。穆兴民(2000)以黄河流域水土流失治理重点区河口镇—龙门区区间为对象,定量研究了 70 年代以来区域治理减少地表径流作用对黄河径流量的影响^[9]。通过区域水土保持主体措施(梯田、人工林草和淤地坝)的减水量与黄河径流量对比分析表明:黄龙区区间水土保持主体措施参考文献:

[1] 上官周平.对黄土高原生态环境整治的思考[J].林业科学,2000,(4):2- 3.
[2] 张宗祜,等.中国北方晚更新世以来地质环境演化与未来生存环境变化趋势预测[M].北京:地质出版社,1999.
[3] 杨文治,邵明安,彭新德,等.黄土高原环境的旱化与黄土中水分关系[J].中国科学(D 辑),1998,28(4):357- 365.
[4] 上官周平,邵明安,李玉山,等.黄土高原森林植被对土壤水分循环过程的影响[J].中华水土保持学报,2004,35(2):175- 183.
[5] 吴钦孝,杨文治.黄土高原植被建设与持续发展[M].北京:科学出版社,1998.
[6] 王义凤,等.黄土高原地区植被资源及其合理利用[M].北京:中国科学技术出版社,1991.
[7] 梁一民,侯喜录,李代琼.黄土丘陵区林草植被快速建造的理论 与技术[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(3):1- 5.
[8] 黄明斌,康绍忠,李玉山.黄土高原沟壑区森林和草地小流域水文行为的比较研究[J].自然资源学报,1999,14(3):226- 231.
[9] 穆兴民.黄土高原土壤水分与水土保持措施相互作用[J].农业工程学报,2000,16(2):41- 45.
[10] 王礼先,等.森林植被变化的水文生态效应研究进展[J].世界林业研究,1998,(6):34- 39.

施年减少入黄水量 5.05 亿 m³,占区间同期年天然径流量的 10% 左右,仅占全黄河流域同期年天然径流量的 1% 左右,故其对黄河径流量变化的影响较小。但区域水土流失严重制约着黄河水资源的利用,水土流失导致黄河水少沙多和巨大的输沙生态用水量。黄河每年要用 200~ 250 亿 m³ 的水冲沙,约占黄河天然径流量的 35%~ 43%。黄河河道每输 1 t 泥沙约需用水量 10~ 30 m³,平均按 20 m³ 计算,70~ 90 年代河龙区间水土保持减沙量 1.43~ 2.63 亿 t,相当于减少黄河输沙用水 38.6~ 52.6 亿 m³,扣除水土保持措施的直接减水量,区域水土保持相对增加黄河可利用径流量 33~ 48 亿 m³。因此,黄土高原的水土流失治理必须加强。

在生态与环境脆弱区生态保护的首要原则是生态用水必须优先得到满足,只有这样才能维持生态与环境不至于进一步退化。生态用水应当指为维护生态与环境不再进一步恶化并逐渐改善所需消耗的地表水和地下水资源总量^[10]。对于生态环境已遭严重破坏的地区,要进行生态建设,实现还草、还林、还地是一项非常艰难的生态工程,需要一代人、甚至几代人的漫长时间才能看到效果;而且需要地学、生态学、农学、水利学等各方面专家,进行联合攻关,才有可能完成这项长期而又复杂的系统工程。为了保护和改善生态与环境,水资源的合理分配,首先要考虑保证为维护草地、灌木林、沙枣林,以及胡杨林等植被的用水需要,并积极抢救正在枯萎或已死亡的灌木林。例如为了抢救正在枯萎的胡杨林,那么必须保证引入足够的水量,能满足使地下水位由 5 m 以下抬升到 3~ 5 m,矿化度由 5 g/L 以上淡化到 5 g/L 以下。要恢复正常的生态环境,必须首先恢复合理的水环境,两者相辅相成。如果缺乏必要的水资源条件和必要的生态环境,那么盲目的种草、植树,都必然要遭到失败。

5 结 语

保护黄土高原地区的生态与环境,加强生态建设,已是一项刻不容缓的紧迫任务,但又是一项艰巨、复杂,需要一代人甚至几代人,才能完成的长远任务,非短时间内可见效。对生态环境遭受严重破坏地区,必须采取紧急抢救措施,遏制其继续扩大。当前应以保护现有的草地或乔、灌木林为重点,实行还草、还林,但关键首先要还水,对水资源重新进行优化分配,并在此基础上,建立新的生态平衡。