

试论黄土高原的生态环境与“土壤水库” ——重塑黄土地的理论依据

朱 显 谟

(中国科学院、水利部水土保持研究所, 杨陵 712100)

摘要 值今西部开发如火如荼之际,黄土高原生态环境的重建又在全国生态环境建设总体布局中被列为最严峻的问题来对待。可见谋求一个为各家共识的治黄对策已刻不容缓。笔者愿就50年来的研究所得,对黄土高原的形成及其演变规律和“土壤水库”确是其中关键等问题的机理作一比较系统的介绍,以广求共识和加强各家协作共事,从而使“顺天时,得地利,促人和”的“黄土高原国土整治28字方略”能够顺利有序地实施。一个山川秀美、举世无双的黄土高原可望在下个世纪初重现于中国大陆。

主题词 “土壤水库” 生态环境 黄土高原国土整治28字方略

随着对黄土高原形成环境及其演变规律的不断深入研究,我们越来越认识到有史以来,尤其近百年来我们在开发整治黄土地的工作中所出现的奇迹和差错无不有其一定缘由、过程和规律,同时,它们也无不聚焦于植被的繁生演替和“土壤水库”的形成、发展和兴废。而今,在全国生态环境建设总体布局中又非常明确地把黄河中上游的黄土高原地区的生态环境建设作为最严峻的问题来对待。何况国家经济发展的重点又已决定向中、西部转移,并要求重建一个山川秀美的大西北,因此黄土地的重塑就更显得特别重要。

笔者曾于70年代提出了以“全部降水就地入渗拦蓄”为核心的“黄土高原国土整治28字方略”。“方略”是从总结历史经验入手,并辅以相应的科学研究后提出来的。也可以说它是把科学、技术和工程联系在一起,且又完全按照黄土高原形成及其在不同环境条件下的演变规律而采取的系统工程。近年来,在来自各方的关怀、机遇和挑战的推动下,我们对实现“方略”的必要性和可能性及其机理又进行了科学的反复论证。尤其是最近发现陆地生态环境的形成发展过程与“土壤水库”之间的相辅相成等内在联系,以及黄土地区“土壤水库”的特殊形成过程及特殊功能以后,更确认“方略”的实现只要牢牢抓住保护“土壤水库”这个重要环节,就能保证黄土高原地区在迅速恢复生态环境的同时,促使生态农业的持续发展和黄河水利事业的兴旺发达^[1-3]。

为了加速“方略”的普遍、高效地顺利推行,有必要将重塑黄土地各项有关理论依据进行比较系统的陈述,以便在广求共识的基础上进行补充修正和提高完善,务期真正做到统一认识“共事”攻关,促使“方略”实现,以满足当前先进生产力发展的要求,更好地体现我

作者简介:朱显谟 男 85岁 研究员、中国科学院院士 土壤学专业
2000-09-22 收稿

国生态建设持续发展的正确方向,真正能引导当地人民走向不断富裕的康庄大道。

1 黄土沉积与黄土高原地区的演变

“黄河之水天上来,奔流到海不复回”,这是古人形容黄河奔流气势的诗句,其实黄土高原沉积的厚层黄土却也来自“天空”。倘无来自海洋带有水汽季风的拦截,那么飘扬到高原上空的“浮尘”和“尘霾”恐将多半直接东扬过境入海入洋或更高飞远走,黄土高原就不会沉降那么多的尘土,其面貌也将有所不同。所以黄土高原的自然环境保护,应从“截水拦泥”或“拦泥截水”和滞水沉泥入手。

这种“泥截水,水截泥”的现象,早在 2.5Ma B.P.前就已经在我国 30~50°N 间的地带中不断出现,并一直延续到现在而没有间断。尽管它常常主宰着黄土沉积状态及其演变规律,但却又常被忽视,更为一般走马看花者所不闻不问。就是这样不足挂齿的自然现象,完全左右着黄尘沉积时所赋存的特殊形态,并有助于不同时期相应植被的迅速繁生以及其各自特殊“土壤水库”的形成和发展。我们的不断观测又确认,这完全是黄土系由 3 种降尘方式^[4]所形成的单粒(粉粒细沙为主)与细粒团(作为独立个体)点线接触和相互支架而成多孔状结构体的缘故。这样的沉积物特别赋有对水和气的通透性能,有别于经过流水搬运的不同大小土粒呈面面接触或填充镶嵌而通透性较差和比较密实的层状沉积地层。

1.1 黄土沉积的成壤过程

我们的研究又一再确认,特殊的成壤过程形成特殊的“土壤水库”。从地质大循环和土壤形成过程的实质来看,黄尘沉积与成壤及成岩同时同地进行^[5~8]是黄土-古土壤多层交替叠加并形成厚达 100~200m 地层系列的关键,同时也应确认黄土也是古土壤,不过它是在比较干冷时期形成的、成壤作用不明显的黄土状新成土罢了。因此,我们可以肯定呈红褐色的古土壤是比较温湿时期形成的。由于黄土呈现在土壤剖面上的成壤强度不像在一般成土母质上繁生植被后形成的土壤一样,它必须随着风化层的不断加深增厚而不断下伸形成成壤强度呈现上强下弱的“V”字形状并常形成 AC 或 ABC 型层理比较易认的土壤剖面构形;而在黄土上发育的土壤其成壤强度的显示并非如此,有时恰恰相反,尤其生物起源的磁化率和粘粒胶膜等呈现上弱下强倒 A 形或 \square 形等状态^[9],红褐色古土壤层尤其是这样。这就难怪离石黄土(Q₂)曾因其剖面中常见有 20 多层红黄色古土壤交替叠积在一起而被命名为红色土,甚至一度被认为黄土水成标志。由于黄尘不断沉积形成 A 层不断增厚上升而反不见 C 层的存在,同时土体也将因植被繁生而不断形成更加深厚的 A_h层,这就又与地质学家常划分的黄土-古土壤时间序列^[10]相一致。现在看来,我们以往对黄土地区土壤剖面的认识还得进一步提高,何况黄土沉积以后的生物反馈合成等成壤过程都常较明显,但矿质部分的风化淋溶过程仅限于可溶性盐类^[11]。由此不难肯定黄尘沉积以后只有相应植被的及时繁生才能进一步巩固提高其赋有的通透性能,从而不断形成和加强其与其它土壤所不易获得的特殊“土壤水库”。只有这样的“土壤水库”才能就地分散接受全部降水,并防止土体充水时引起的崩散湿陷和洞穴、暗沟等发生,为土层不断加积增厚创造了条件。

1.2 黄土沉积以来的地貌变迁

黄土应是黄土高原的唯一物质基础,因此在上述黄尘不断沉积并在不同时期不同环境条件下进行各自的特殊成壤过程中凭借特殊“土壤水库”的作用而形成深厚多层交替叠加在一起的黄土-古土壤地层剖面以后,还得对黄尘来源、不同时期沉积成壤环境以及对当地地貌塑造变迁过程有所追寻和探讨。这无疑将有助于我们更正确地剖析当前水土强烈流失的根源,有助于今后重塑黄土地的方针制定和具体措施的实施。

1.2.1 黄土地区的地理位置

黄土高原地区是我国黄河中游陕、甘、宁、晋、豫和内蒙古等省区间广大地面上沉积有厚层黄土的高地。黄河龙羊峡以下至桃花峪间为中游,地界 $34\sim 41^{\circ}\text{N}$, $101\sim 114^{\circ}\text{E}$,面积约 $63\times 10^4\text{km}^2$ 。黄土分布西起日月山,东至太行山,北起长城,南迄秦岭,面积约 $43\times 10^4\text{km}^2$ 。其中水土流失面积 53km^2 ,包括 217 个县的全部或部分。水土流失特别严重的面积 $28\times 10^4\text{km}^2$,跨 123 个县(区),适与典型黄土高原面积 $27.56\times 10^4\text{km}^2$ 相近。这里史前屡经沧桑,但由于厚层黄土的不断沉积,自然植被的及时繁生覆盖,除一再隆起的石质山地外,地面岗峦起伏,尚称平缓,且多塬梁高平地 and 川、坪、涧、掌等平原的分布,因此腐殖质层特别深厚,“土壤水库”功能良好,真是林茂草丰,沃野千里。

1.2.2 黄土沉积前的下伏古地貌

山西地台的五台、吕梁和中条古陆屡经造山、剥蚀及沉积过程的影响,形成了太行和吕梁两条平行褶皱山系和一系列盆地。

由鄂尔多斯地台屡经剥蚀和切割形成的高平原和起伏岗地,地台上升虽极平缓,但自白垩纪以来,受燕山和喜马拉雅山等造山运动的影响,在地台边缘造成了断裂和地堑。

六盘山以西陇中盆地屡经南山运动以来上升下降、剥蚀堆积等影响而形成了一系列的长岗、尖顶山、低山和山前平原等。

1.2.3 黄土沉积扭转了古地貌发展动向

从上述黄土下伏古地貌的情况来看,黄土高原古地貌海拔在千米以上,它又位于黄河中游,因此除不断下切河谷及局部内陆洼地可有物质堆积外,应主要为剥蚀-侵蚀,但事实却恰恰与此相反。据陈明扬和安芷生等的研究和推算^[10],它不仅是个沉积区,而且 250MaB.P.以来在本区可能沉积了 $1.9\times 10^3\sim 8.30\times 10^3\text{t}$ 黄土,占全部降尘的 63%~88%,这就是黄土高原地区的一大特点。与此同时他们用图示的方式明确指出黄尘的主要来源区和黄土的堆积区(图略),北部自肯特山、唐努山,东界以大兴安岭,南界以长城到昆仑山,西部以帕米尔高原为界,共计面积 $350\times 10^4\sim 400\times 10^4\text{km}^2$ 的范围为我国现代大气粉尘的来源区和中国大陆主要的粉尘降落区。

黄土高原的另一个特点是沉积物在分布上的地带性以及物质组成(如颗粒大小、矿物种类)的相对均一性和变异规律性^[10]。近年来,3种降尘方式所形成的黄土微结构中细粒团的普遍出现(不论在各期黄土和古土壤,尤其上下粉砂层)^[4]也可说是黄土高原一大特点。因为它非但显示了“水拦泥”的作用,同时也解释了有些化学元素的含量在黄土高边缘常呈折线下降,以及其粘粒含量关中明显高出豫西地区等现象;当然它又说明了黄土高原土壤侵蚀常以推移在先;难怪西峰在径流小区观测中出现径流小时粉粒较多,而只有在

径流大时才见粘粒增加等异常现象。现在看来,前述细粒团作为一单元体与其它黄土颗粒呈点、棱接触支架式多孔结构可能确是黄土高原形成的关键和主要动力,也可能是黄土区特殊“土壤水库”能够及时形成的基础。

1.2.4 黄土高原的三个形成时期及其地貌特征

没有季风就没有黄尘沉积,没有相应植被的及时繁生,那就没有黄土高原。这是对黄土物质沉降动力和黄土高原地区生态环境尤其地貌形成演变的高度概括。据赵景波等的最近研究^[12],将黄土高原的形成划分为初期、中期和近代3个时期基本上与刘东生等^[10]有关黄土-古土壤时间序列相一致。倘从不同时代黄土覆盖范围来看,初期黄土高原是在250~140MaB.P.间由午城黄土覆盖而成。但从六盘山以西黄土最老年代为140MaB.P.^[13]可知,这一时期黄土的覆盖面积较小。当时湖泊面积很大,如关中平原在离石黄土之下一般都见有三门湖的沉积层;在洛河上游的吴旗以及其河谷二侧沟见有早更新世湖相沉积^[14]。这表明当时黄土高原东南部除有面积较大的三门湖外,在高原中部尚有面积不大的湖盆存在。

中期黄土高原是初期黄土高原的延续,它自140Ma B.P.前就已开始。这一时期黄土地层不断加厚,在午城黄土的基础上,在六盘山以东又沉积了离石黄土和马兰黄土及部分全新世黄土,形成了时代齐全的黄土地层和结构完整的黄土塬。在古地形起伏丘陵区,在新黄土堆积后虽仍呈现丘陵状态,但岗峦起伏,大部分已极平缓,也就是现代所见的分水鞍比较平缓开阔的梁状和塔状黄土丘陵。这一阶段突出的地貌特征是河流及其地貌的发育。一是湖泊缩小,经侵蚀连通而成的河流。因为这类河流是在低洼的湖盆地上发育的,它们一般不起分割黄土高原的作用,但对黄土的侵蚀和搬运起重要作用。如渭河和洛河就是这样的河流。二是在黄土覆盖的洼地或盆地上侵蚀形成的河流。由于这样的河流是在已形成的黄土地形上发育的,它们对黄土高原的分割起重要作用,对黄土的侵蚀和搬运也起重要作用。如坝河、祖厉河和泾河属于这类河流。河流的形成和发展使河谷面积扩大,黄土塬受到侵蚀切割,面积减少,因而河流的形成和发展对黄土高原的发育是不利的。由于受新构造运动阶段性的影响,该区河流常发育3~6级阶地。像黄河、渭河和坝河等形成较早的河流一般发育了5级或6级阶地(不过最高一级是否与秦岭山前洪积形成的台塬相混,尚待研究确认),像洛河和祖厉河等较晚的河流一般只发育了3~4级阶地。这一阶段在湖积平原上除1级阶地之外的各级阶地上也都接受了黄土沉积,所以尽管河谷的面积不断增加,而黄土覆盖的面积不但没有减少却反见增加。

随着地形起伏的加大和该区侵蚀基准面的降低,侵蚀作用有所增强,所以这一时期的现象较初期明显,且时代渐新,大有侵蚀越强之势。由于黄河和渭河等河流的出现,黄土高原内必有相当数量的黄土经黄河从该区流出。尽管如此,这一阶段的侵蚀尚属有相应植被繁生和“土壤水库”正常演变情况下的自然侵蚀,其侵蚀大大小于黄尘的堆积量,因而黄土塬区、台塬区、丘陵区 and 河谷阶地上的黄土仍大量的保存下来,并不断堆积加厚。史前厚层黑垆土层的普遍存在也足以证明。因此,这一阶段是黄土高原大发展的时期,也是黄土高原发育的最盛时期。

近代黄土高原的地貌类型与前一阶段基本相同,只是面积和数量上有一定或较大的变化。黄土塬的面积大大减少,而丘陵面积大有增加,冲沟密度和规模加大,三门湖消失。

但在史前仍由于植被的正常繁生和“土壤水库”健全,黄土仍在不断沉积,因此塬地平广,丘陵顶平坡缓、沟谷开阔——川、坪、涧、掌和堰地完整,土壤腐殖质层深厚,林草茂密,沃野千里。不过近千年,由于土地利用不合理而将原本黄土沉积地变成黄土流失地。据黄河委员会多年来测定,在 44km^2 黄土高坡上被冲刷的泥沙已达 $16 \times 10^8\text{t/a}$,这样就高出每年黄土降尘约50~100倍。何况近百年来五滥(垦、牧、伐、樵、采)成灾,四料(粮、饲、肥、饮)俱缺,把黄土高原逐渐变成为地瘠民贫、山穷水尽、灾害频繁、生态环境异常脆弱的地区。

与此同时,目前在以往“广种薄收、薄收更广种;下游防洪大堤越筑越高,越高越险”两个恶性循环的基础上,必然会出现下游河床越淤越高,流水下渗越多,出现断流的时间和断流上溯的速度势必越长、越快的第3个恶性循环。可见黄土高原防治水土流失,消除洪涝和断流灾害,改善生态环境,增加生产实际效益是多么的紧迫而重要。

2 重建“土壤水库”,拯救黄土高原生态环境

黄土高原的整治工作确已成为当今非常重大的协调人与自然关系的系统工程,它不仅关系着黄土高原本身的土地利用和农业生产持续发展,同时也与黄土高原西北边缘地带的土地沙化及其防治,黄土高原北部能源基地综合开发和改善生产环境及复耕,以及根治黄河水患,调节增进我国大西北地区的生态环境等息息相关。这项工程的有效实施首先必须建立一个统一的、符合黄土高原形成环境及其演变规律,并有利于各行各业大发展的方针政策。这样就必须要求科学、技术和工程紧密联系。曾由作者在20多年前提出的“全部降水就地入渗拦蓄、米粮下川上塬、林果下沟上岔、草灌上坡下坵”28字方略可以担此重任。这个方略的核心,从我们近来发现“土壤水库”是生态发展的关键和动力来看,尤其符合黄土高原的演变实际。在黄土高原形成过程中,“土壤水库”显示了不可替代的作用。由此我们在调整土地利用时必须以改善“土壤水库”为前提和指导思想及理论依据。只有这样才能充分发挥降水资源的作用,达到消除洪灾,维护生态良性循环及建立生态大农业的目的。

2.1 “土壤水库”能完成降水就地入渗拦蓄的任务

我们多年来的观察研究和不断反复细心求证后认为,黄土高原植被的迅速繁生提高了土体赋存通透性,进而形成大容量的“土壤水库”,何况它又紧紧地与黄土地层中常厚达40m以上的包气带相联而形成毫无蒸发损失的地下水库(当地群众称它为空山水)。由此可见,只要我们能保护好“土壤水库”,就能保证全部降水就地分散入渗,避免径流冲刷。

2.2 土地合理利用,建立名实相符的生态农业

土地合理利用建立名实相符的生态农业体现在28字方略的另外18字上,即:

2.2.1 米粮下川上塬

米粮下川上塬[含三田和一切平地(梁、塔盖地、台、坪至涧、掌、坝地)]可作为进行二高一优的农业产业化基地来对待。这些都是一切耕作栽培最为经济方便和高效的农业生产用地,只要在耕作深浅、轮作倒茬和农作物配置上善于总结经验,就可防除杂草和犁底层的形成而确保“土壤水库”高入渗的功能,并收到全部降水就地入渗的功效而获得高产稳产。水是农业生产的命脉,对黄土地区来说更是这样。全部降水入渗拦蓄对旱作农业来说确是最

大的开源, 只有这样才谈得上节水耕作, 否则必将成为空谈。近年来甘肃省定西地区的“1.2.1”工程在开源节流方面很有创新, 倘能把包括村镇道路在内的一切硬地面上的径流拦蓄起来用于大田或果园, 最好能够与低成本的微灌设备相结合, 则更为有利。

2.2.2 林果下沟上岔

当然也包括四旁绿化和一切防护林在内。因为林果对水的要求高, 只能栽在水分条件较好或能拦蓄地面径流的地方, 否则难免生长不能持续繁茂、效益差, 甚至出现“老头树”等现象, 这是黄土层的特殊水分入渗运行分布规律所决定的, 我们应当从以往在黄土高坡及早梁坑塔上进行栽绿帽式的植树造林中吸取教训。其实, 它们在高原沟壑区肩负着固沟保塬的重任。在风沙和常遭受西南旱风灾害的农业区又是必不可少的防护林网。因此, 作为固沟、护坡、防风林来说, 除与必要的工程措施相结合外, 必须纠正单纯用材林思想, 而在林种和经营方式方法上有所选择, 同时必须在保护“土壤水库”和水保效益上下大功夫。

2.2.3 草灌上坡下抓

当然也包括以四荒地闻名的一切侵蚀劣地在内的陡坡荒抓。目前, 这些地方水土流失特别强烈, 因此这一地段的防护最为重要, 而且也只有草灌才能担负防止侵蚀和加强“土壤水库”作用的任务。只有它们才能保护地面培肥土壤、抗御雨滴打击, 也只有它们的根系才能相互配合、缠绕串联、固结土体巩固入渗性能增进抗冲性能^[15], 防止径流冲刷, 充分发挥“土壤水库”的作用, 消除超渗径流; 它们又能将地表3~5m厚的土体联成一体, 防止陡坡(崩、塌、抓、崖)地段在特大暴雨时土表出现薄层蓄满径流时可能引起的蠕动泥流。更为重要的是, 它们还能分散拦截消除上方袭来的成股径流。子午岭地区弃荒百年后, 原先陡坡耕地上出现的栅状沟和大小不等的切沟、盲沟等被淤或消失的现象, 都是草灌自然繁生的作用, 而今加上人工抚育种植其效果当更大。

坡地进行草灌生产既是当前大农业生态建设的重要环节, 又是因地制宜的最佳农业改制模式, 更可能是增加实际经济效益以确保退耕成果的有效途径。不难预料这个地段倘能与塬、梁、塔地上的田间工程, 下与沟谷防冲及淤地坝等措施有机结合, 那么对防止水土流失的危害来说, 定将起到“铜墙铁壁”的作用。何况以发展饲草为主的开阔较缓坡地又可结合牧业三改(改良畜种、改放牧为舍饲和改天然草场为人工草地)建立饲料基地, 为这一地区理应发展的畜牧业提供条件; 较为破碎的草灌荒地得视其地势和坡向发展其各自相应的名特产品(沙棘、花椒、玫瑰、酸枣、小叶金丝桃、葛藤和啤酒花等), 以迎接市场经济的需求。同时我们还必须充分认识到草灌生长季节长, 对增进“土壤水库”和水土保持的作用大, 又不需要翻耕等特点。虽然耗水量较一般作物来得大, 但它们能充分发挥光热资源的生产潜力, 且抗拒自然灾害的能力强。因此, 实际经济效益来得大而稳定。倘若以往尚无草灌的及时生长, 则无史前沃野千里的黄土高原。由此我们不应在某些人工种植草灌的地方, 当发现土壤中出现干土层时就不问情由和不加分析地否定林、灌、草等对“土壤水库”的保育和促进生态发展的功能, 并在思想上把它们排斥在生态农业之外。

以上陈述仅为一得之见, 殷切期望有关专家学者行动起来, 面对现实, 深入求证, 各抒己见, 以便谋求共识, 协作攻关, 确保生态和经济持续增长, 促使母亲河——黄河早日恢复青春。

参 考 文 献

- 1 朱显谟. 黄土高原土地资源开发与保护. 地理科学, 1984, 4(2):97~106
- 2 朱显谟. 黄土高原脱贫致富之道——三论黄土高原的国土整治. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(3):1~5
- 3 朱显谟. 抢救“土壤水库”实为黄土高原生态环境综合治理与持续发展的关键. 水土保持学报, 2000, (1):1~6
- 4 朱显谟, 祝一志. 中国黄尘初探. 第四纪研究, 1990, (3):244~250
- 5 朱显谟. 中国土壤科学复兴之道. 水土保持研究, 1994, 1(1):136~142
- 6 朱显谟. 黄土区土壤能成为一个独立土纲吗? 土壤通报, 1993, 24(1):40~42
- 7 朱显谟. 黄土土壤结构剖面构型的形成及其重要意义. 水土保持学报, 1994, (2):1~9
- 8 朱显谟, 赵景波. 黄土中古土壤研究的新进展. 世界科技研究与发展, 1999, (2):37~40
- 9 朱显谟, 赵景波. 黄土与古土壤中粘胶膜的形成及其意义. 世界科技研究与发展, 1999, (1):17~22
- 10 刘东生等. 黄土与环境. 北京: 科学出版社, 1985. 280~285, 305~308, 322~338
- 11 A. 布郎格, 祝一志, T. 海因克尔等. 洛川古土壤——第四纪古气候的指示物. 见: 刘东生主编. 黄土·第四纪地质·全球变化(第一集). 北京: 科学出版社, 1990. 86~92
- 12 赵景波等. 黄土高原的演变与侵蚀历史. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(2):58~63
- 13 丁仲礼等. 250 万年来 37 个气候旋回. 科学通报, 1989, (16):1494~1496
- 14 张宗祜等. 中国黄土. 北京: 地质出版社, 1989. 180~182
- 15 朱显谟, 田积莹. 强化黄土高原土壤渗透性及其抗冲性的研究. 水土保持学报, 1993, (3):1~10

ENVIRONMENT IN LOESS PLATEAU AND “PEDOGENIC RESERVOIR”

Zhu Xianmo

*(Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Conservancy,
Yangling 712100)*

Abstract

The environment reconstruction in Loess Plateau is considered the most serious problem in the overall environment reconstructions in China. It is urgent to find an accredited solution. Based on research works during the past 50 years, Loess Plateau's formation and evolution rule are presented, the importance of the “Pedogenic Reservoir” is emphasized. By these means, the “28 words” strategy for land and environment harness in Loess Plateau is expected to be widely recognized and systematically put into practice. A graceful landscape of the Loess Plateau would be reappearing in the East Asia.

Key words “pedogenic reservoir”, eco-environment, the “28 words” strategy for land and environment harness in Loess Plateau