

特
约
专
稿

黄土高原生态环境建设关键性问题的研讨

唐 克 丽

中国科学院
水 利 部 水土保持研究所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 该文以学习贯彻中央领导“治理水土流失,建设生态农业”的批示为基础,研讨有关的科学技术问题。以生态环境演变为主导,论证了自然侵蚀和人为加速侵蚀的发生发展过程及其调控的基本原理。以生态环境建设系统工程为目标,研讨了治理水土流失、侵蚀环境调控、农田建设、水利建设及防止新的人为加速侵蚀等,提出了应强化研究的关键性和基本规律性的科学技术问题。

关键词: 黄土高原 生态环境建设 关键问题 研讨

Discussion on Key Problem of Eco- environment Construction on Loess Plateau

Tang Keli

(National Key Lab. of Soil Erosion and Dryland Farming, Institute of Soil and Water Conservation, CAS, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract According to the center leader's instruction of "soil erosion control and ecological agricultural construction", this paper discuss some related scientific and technical problems. Considering the evolution of ecological environment, it proves that the genetic and developmental processes of natural and human's accelerated erosion and the basic principle of their control must be thoroughly understood. To the goal of system engineering construction of eco-environment, it discuss the related and coordinated problems of soil erosion control, erosion environment regulation, silt decreasing in the Yellow River and ecological agricultuated construction. Considering the important measures of eco-environment construction including the integral planing making, vegetation reconstruction, farmland construction, water resource construction and prevention of new human's accelerated erosion et, it points out that some researches on the scientific and technical key problem of the basic principle should be strengthened.

Keywords Loess Plateau, eco-environment construction, key problem, discussion

1997年江泽民总书记、李鹏总理等党和国家领导人,就“治理水土流失、建设生态农业”作

了重要批示,这是党和国家领导人高瞻远瞩作出的又一重大战略部署,是确保我国社会经济发展,乃至中华民族生存、繁衍的英明决策。姜春云副总理在国务院召开的全国治理水土流失、建设生态农业的现场经验交流会上,作了传达贯彻中央领导批示的重要报告,动员全社会的力量,加快我国生态环境建设的步伐。

中央领导对陕、甘等西北地区的生态建设予以特别的关注,明确指出“大抓植树造林,绿化荒漠,建设生态农业去加以根本的改观”,“提出一个治理黄土高原水土流失的工程规划,争取 15 年初见成效,30 年大见成效”。中央领导的批示精神和决心,对长期战斗在水土保持第一线的科技工作者尤为极大的鼓舞,增强了紧迫感和使命感。笔者在学习批示的基础上,结合从事黄土高原水土保持科研 40 余年的体会,就生态环境建设的关键性科学技术问题,谈一点认识。

1 黄土高原土壤侵蚀过程与生态环境演变

黄土高原的水土流失是黄河泥沙的症结所在,但是对于黄土高原水土流失的起因,尤其是植被对土壤侵蚀的影响和作用,在学术上存在较大的争议,从而影响到治理的决策。现代黄土高原水土流失严重区光秃裸露,千沟万壑的侵蚀地貌,尤其在暴雨洪水下黄河泥沙的奔腾汹涌之势,往往使人们慑于不可抗拒的自然威力。一些研究者提出^[1,2],无论是地质时期或有人类社会以来,太阳黑子活动或构造抬升运动,在侵蚀过程中起主要作用,因而自然侵蚀占主导地位。此外,对地质时期和历史时期的黄土高原是否有森林或茂密的林草植被,也存在着不同的学术见解,从而对水土保持林草措施的效益及发展前景评价不一致^[3,4,5],对治理决策至关重要。

笔者等在前人研究基础上,从地质时期、历史时期直至现代,就黄土高原生态环境对土壤侵蚀的作用,作出了较明确回答,特别从时、空演变规律进行了论证^[6,7]。

1.1 地质时期土壤侵蚀过程与生态环境演变

无论是自然侵蚀或人为加速侵蚀,均是大气圈、地圈、生物圈三者有机联系、综合作用的结果。在地质时期尽管没有人类对植被的破坏,随着气候的变化,植被的自然稀疏和退化,直接影响土壤侵蚀的发展。地质学家证示^[5],黄土沉积起自于 240 万年以前。据我们对此时期黄土全剖面的观察研究,黄土的沉积、成壤和侵蚀过程一直在进行着,只是三个过程以相对不同强度进行交替轮回。黄土—古土壤序列不仅提供了气候干冷—湿温交替轮回的信息,显示了类似突变性地质事件;但经深入剖析,在类似突变的表面现象中还蕴藏着半干旱半湿润过渡阶段渐变的信息,地质时期的侵蚀相对强烈阶段即发生在该过渡阶段。黄土高原现代土壤侵蚀区域分异也说明了类同的规律,土壤侵蚀最强烈的地带不是发生在降雨量最多的水蚀地区,而是发生在降雨量为 400mm 左右的水蚀风蚀交错带,属半干旱典型的脆弱生态区,即相当于地质时期强烈侵蚀的生物—气候环境背景。黄土剖面中呈红棕或棕褐色的古土壤层,证示了是在温湿气候条件的森林或森林草原植被下发育的土壤,即侵蚀微弱期。由此可见,地质时期黄土高原的侵蚀随同生态环境的变化,在时间上呈强弱交替轮回,在空间上呈明显的区域分异。以下对历史时期以来的土壤侵蚀进一步论证。

1.2 历史时期以来人为活动影响下土壤侵蚀过程与生态环境演变

据大量历史考证资料,历史上的黄土高原曾有林草丰茂、河水清澈的记载^[3]。我国著名气候学家竺可桢的研究证示^[9],公元 5000 年前黄河流域的气候相当于今日长江流域的北亚热带,气温高于现在的 2℃左右。发育于距今 7000 年左右黄土沉积物中的黑垆土和土_姜土剖面,即说明当时成壤过程的气候较现代温暖而湿润,林草植被丰茂,侵蚀轻微^[7]。距今 3000 年来,气候趋向干旱,进入黄土沉积和侵蚀的相对强烈的过渡时期;更重要的是人类活动进入愈来愈强

盛的时期,自然植被因农垦和过渡放牧而遭到严重破坏,土壤侵蚀呈急剧发展趋势。

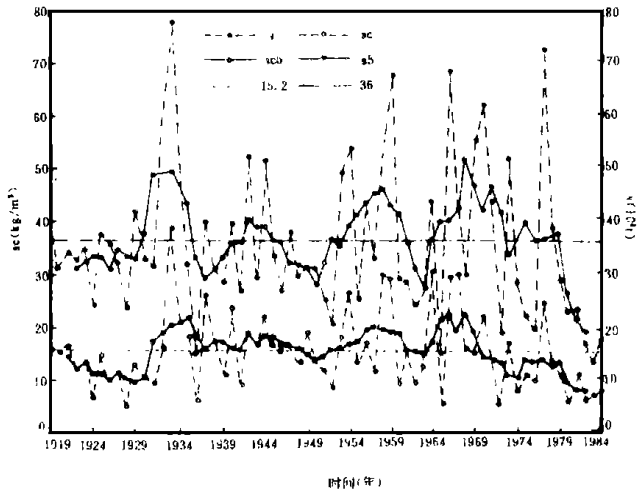
据联合国环境署 (U N E P) 和粮农组织 (F A O) 调查资料^[10],地球 2/3 的陆地曾被森林所覆盖,面积达 76 亿 hm^2 ,现在只剩下 26.4 亿 hm^2 ;亚洲农地的 80% 来自于森林。人口增长是耕地扩展地起因,耕地的增加是以破坏自然植被为代价,从而自然侵蚀演变为人为加速侵蚀,生态环境愈益恶化。

中国有着悠久的耕垦历史,黄河流域为中华民族的文化发祥地,农牧业发展历史较早,自公元 6 世纪至 15 世纪,黄土高原的人口即占全国人口的 25% 左右^[11]。之后又历经战乱,大肆屯垦的破坏,荒漠化扩展,林带愈益缩减,土壤侵蚀和生态环境呈恶性循环,激发了洪旱灾害频率的增加。7~20 世纪共发生大水 110 次,大旱 95 次,其中前七个世纪,大旱平均每百年 2.7 次,后七个世纪每百年达 10.8 次。年际气候变化剧烈,洪旱灾害交替频繁,黄河输沙量也呈现高低悬殊交替。如附图所示,20 年代曾出现连续大旱,黄河年平均输沙量在 10 亿 t 以下,最低值仅 4.5 亿 t;30 年代黄河年平均输沙量又出现高峰,1933 年达 39.1 亿 t 的最高记录。黄河年输沙量 5 年滑动平均值说明,特大暴雨洪水和干旱灾害出现的周期约为 30 年左右,应警惕进入 90 年代后再现特大干旱和暴雨洪水灾害^[12]。

自然生态平衡一旦遭到人类活动破坏,降雨、地形等自然因素对侵蚀的作用相对突出,加速侵蚀的速率为自然侵蚀的数百倍和数千倍以上。如表所示,我们在黄土丘陵区子午岭天然次生林区布设的大型径流场观测资料表明^[13],在同样降雨和地形情况下,由于毁林毁草开垦后,土壤侵蚀模数较代表自然侵蚀的林地增长了 7 000~8 000 倍。

人为加速侵蚀不仅增加了入黄泥沙,且土壤质量急剧下降,并引起小气候的变化^[14,15]。林地开垦 20 年后,表土层的有机质含量已接近母质层,由 27.15g/kg 减至 5.45g/kg,年均下降率为 3.8%。据观测资料,林地开垦后,大气相对湿度 5 年平均减少 0.6%~1.5%,降雨量 5 年平均减少 17.5~42.6mm;土壤温度自地表至 5cm、10cm 及 20cm 的土层,分别增加 9.4℃、8℃、5.3℃和 3.5℃。

综上所述,无论是地质时期或历史时期的自然侵蚀或人为加速侵蚀,均与生态环境的演变密切联系;人为活动对自然生态平衡的破坏是加速侵蚀的主要因素,并在现代侵蚀过程中占主导地位。不少国家在坡耕地采用免耕、少耕和残茬覆盖等水土保持措施,正是基于自然植被保持水土的原理。强化林草植被建设和不断的改善生态环境,应作为保持水土和治黄的根本性措施^[6,7,13]。但在当今植被已遭破坏,水、土资源严重退化,生态环境极为脆弱的侵蚀逆境下,植被的恢复或重建增加了很大的难度,出现了很多新的问题,以下作进一步讨论。



S 输沙量 SG 含沙量 S5 输沙量 5 年 滑动平均值
15.2 多年平均年输沙量 36 多年平均年含沙量
附图 黄河年输沙量与含沙量的变化

附表 现代自然侵蚀和人为加速侵蚀强度比较

土地利用	坡 度 (°)	小区面积 (m)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	增长倍数	备 注
林 地	14~ 32	965. 8	1. 29	1	观测年限 1990~ 1991,
开垦农地	14~ 32	1144. 3	9703. 70	7522	每次降雨后观测,各
开垦休闲	5~ 34	995. 2	10324. 50	8000	22次观测平均值

2 黄土高原生态环境建设的关键性问题

2.1 治理水土流失与建设生态农业的协调发展问题

2.1.1 对“治理水土流失、建设生态农业”涵义的理解 中央批示首先明确了治理的区域范围是水土流失区,黄土高原水土流失区则为重点区。这里的农业特冠以“生态”,在于说明水土流失区农业的特殊性必须以治理水土流失为基础,发展农业必须与改善生态环境相结合,才能保证农业的可持续发展

2.1.2 治理水土流失与建设生态农业的相互相成作用 黄土高原水土流失的治理必须坚持工程措施、植被措施和农业技术措施相结合的综合治理开发措施,在此基础上才能保证生态农业的建设;而生态农业的建设必然又促进水土流失的治理,两者呈良性循环的发展。黄土高原水土流失治理综合性的特点,形成了生态农业复合性和多样性的特色,例如坝地农业、梯田农业、以水土保持耕作和草粮带状间作轮作为主体的坡地生态农业、防风固沙林网田农业、引水拉沙造田农业、引洪淤地农业等等。这些不同类型生态农业的建设,促进了陡坡退耕还林还草生态环境的全面治理,从而又促进了农林牧生产综合发展的生态大农业的建设

2.2 制订科学的、周密的总体规划问题

贯彻落实中央批示的首要任务在于制订一个科学的、周密的总体规划,以此为指导,自上而下,层层落实制订不同区域、不同尺度的规划,直至落实到地块。在制订规划中,要重视更新观念,求实创新;但也要防止急功求利而流于形式。总结以往的经验,制订规划必须在科学和周密上下功夫,为此,要掌握好三个环节:情况明、家底清;当前与长远相结合,分批分期目标明确;建立一套可操作的执行办法和监督检查制度。当前在中央批示精神鼓舞下,有关省及农林、水和科研、高等院校等部门均积极主动献计献策,提出了一些方案或规划。在此大好形势下,建议加强统一领导,拟定编制规划的原则、方法,确定各项指标的科学规范,有计划、有步骤地完成不同层次、不同期限、不同尺度总体的及各种专业类型(例如植被建设、农田建设等)的规划。制订规划前必须查明环境和社会背景,编制各类基础图件,汇集资料建立数据库。

中央批示精神既明确了任务的紧迫性,要求在 15~ 30年内取得明显的成效;同时也指出了任务的长期性和艰巨性,要再造一个山川秀美的西北地区,需要一代一代人长期地、持续地奋斗。因此,我们必需认真地对待规划的制定,每个数字要落到实处,真正为领导部门的战略部署和投资决策提供切实可靠的依据

2.3 植被建设问题

植被建设是治理水土流失、建设生态农业的核心,但又是十分复杂而艰巨的任务。研究证明,地质时期和历史时期的黄土高原曾有过丰茂的林草植被,但在当今植被已遭破坏,水土资源严重退化,生态极为脆弱的侵蚀逆境下,恢复或重建植被出现很多新的问题,其中干旱缺水为主要矛盾。退耕陡坡还林还草的进展,主要决定于该地区粮食问题解决的进展。但林草覆盖

率的增长,需要依靠一系列科学技术及基本投入的保证

40余年来,植被建设方面既有成功的经验,也有失败的教训。延安、榆林地区的一些典型经验需要很好的总结予以因地制宜推广,另一方面认真总结失败的原因,也是推动重建植被的关键问题,这里仅举例说明。据我们的考察和定位试验研究^[8 16],植树造林过程中“小老头”树的现象较普遍,5~10 年以上林地 3m 深土层的水分均已临近或达到调萎湿度,仅依靠当年降水已不能扭转土壤水分的亏缺,以致林木生长衰败;一些灌木林地和多年生人工草地,也有出现生长衰败和土壤水分亏缺的现象。其主要原因有:从宏观上按生物气候带特征来说,乔、灌、草布局不合理;从一个流域的垂直空间不同地形部位来说,乔、灌、草配置结构不合理。基于干旱缺水为主要矛盾,必须重视引种耐旱瘠的树、草种,改进栽种技术及掌握适宜密度,特别是密度问题常被人们所忽视,这是保证水量平衡下植被建设持续发展的一个重要因素。此外养护也是很重要的问题,特别是不合理的放牧对于林草植被破坏很严重,并导致侵蚀的加剧。种草种树的投入常被忽视,也是低效益的重要原因。基于侵蚀逆境下进行植被重建,必须考虑立地条件的改造,包括侵蚀土壤的改良及集水、拦蓄等工程设施,因而必须强化植被建设的投入。以上问题有的在典型经验中已得到解决,有的尚须组织攻关予以解决。

2.4 农田建设问题

黄土高原水土流失区的基本农田主要由平川(塬)地、坝地和梯田三大部分组成;在风沙区则以建有防风固沙林的林网田为保证粮食稳产高产的基本农田。以上不同类型的基本农田,构成了黄土高原防治水蚀风蚀生态农业的主体,也是全面开展生态环境建设的保证。

在水土流失严重的黄土丘陵沟壑区,人均平川地、坝地不足 0.033hm^2 ,再加上梯田,人均基本农田仅 0.067hm^2 左右,坡耕地约占耕地总面积的 70%~90%。坡耕地的水土流失量可占总流失量的 50%~60%,坡耕地侵蚀又是促进沟蚀的一个重要原因。因此,防治坡耕地的水土流失应作为生态环境建设的重点^[8], 0.067hm^2 梯田相当于 $0.13\sim 0.27\text{hm}^2$ 坡耕地的产量,“坡改梯”成为生态农业建设的一项主要工程,但必须注意一些特殊情况。

据我们的考察和定位试验研究^[8 17],修建梯田的坡耕地坡度最好控制在 20° 以下,一方面大于 20° 的坡耕地浅沟侵蚀比较发育,呈典型的瓦背状起伏地形,在凹形的浅沟部位多为填土部位,在暴雨袭击下常常是梯田遭冲溃的薄弱缺口;另一方面,在大于 20° 的斜坡修筑梯田,梯田面和地埂高的比值小,增加了地埂侧面的土壤水蒸发,极大地限制了梯田土壤有效水的储蓄和生产力。此外,在长城沿线的水蚀风蚀交错带,地貌类型多为片沙覆盖的黄土缓坡丘陵,土质松散,大于 0.05mm 粗颗粒含量占 70%~80%,只能修建低埂窄面质量很差的梯田,产投比很低,且易遭水蚀风蚀冲毁。基于该地区人口密度低,强劳力又多投入煤矿工副业情况下,据神木县六道沟小流域的试验示范研究,梯田规模应予控制,可发展防治水蚀风蚀效益较快的草粮带状间作、轮作的坡地生态农业^[17 18];并依据地面坡度多小于 15° 及工副业资金积累的优势,可发展适于缓坡地耕作和运输机械化的小型农具。以上例举说明,农田建设必须注意水土资源的持续高效利用,在市场经济形势下,还须考虑因地制宜与生态经济效益协调发展的新模式和新举措。

2.5 水利建设问题

当前已注意到大、中型坝库工程与小型、微型水利工程相结合;农业用水和人畜饮用水工程建设相结合的新举措,但科学技术的优势尚未充分发挥。近年来,黄土高原降水偏低,大气干旱与土壤干旱形势愈益严峻,有限的水资源几乎成了无价之宝。但有的地区灌溉水资源的利用浪费较大,如果采用简便易行的移动式喷灌设施,即能有效地减少渠灌和土壤蒸发的损耗,每

hm^2 灌溉水用量即可节省 30% 左右。神木县六道沟小流域通过调整作物结构等节水农业综合技术措施,人均水浇地可增加 $0.013\sim 0.02\text{hm}^2$ 。

黄土高原绝大部分地区均为旱作农业地区,仅依靠降水就地拦蓄不足以解决作物及林草生长所必需。尚需研究解决集流拦蓄工程设施,减少土壤蒸发,提高作物及树、草植被抗旱力等集水与节水农业相结合的综合技术措施。

2.6 防治新的人为加速侵蚀,以工促环境整治

位于黄土高原北部长城沿线的水蚀风蚀交错带为强烈侵蚀地区,尤其是该地带的晋陕蒙接壤区为强烈侵蚀中心,又蕴藏有世界级大型优质煤田。自 80 年代煤矿开发初期,由于对原有侵蚀环境的严酷性认识不足,加之小煤窑无序开发,不仅水蚀风蚀又有加剧,且激发了人为滑坡泥石流灾害;并出现了地面沉陷、地下水渗漏及大气、水、土资源的污染,特别是大量废弃物直接推入河道,直接影响行洪能力并危及矿区及当地城镇的安全^[19]。以上问题在国务院直接领导和各部门的共同努力下,及时得到基本解决。

实际上,煤田开发带来了工矿、交通、城镇建设等社会发展,随着工矿城镇人口的发展,也必然对农副产品提出了新的需求,为环境整治和水土保持上新台阶带来了机遇。位于神府——东胜矿区的大柳塔镇提供了以工促环境整治的经验,自 1987~1993 年,环境整治和经济均有了大幅度的增长。但是大面积地区煤田开发与环境整治尚未进入协调发展,新的人为加速侵蚀尚未得到彻底的遏制。该地区的环境整治尤为紧迫,不强化治理,将向沙漠化发展而不可逆转,建议对该地区制定特殊政策,以工促开发、促水保,能源基地建设与环境建设实施一体化,统一规划,同步实施,协调发展^[20]。

2.7 典型经验的总结和推广

延安和榆林地区的一些典型经验说明,治理水土流失、建设生态农业的任务十分艰巨,但只要掌握自然和社经两个规律办事,通过坚持不懈的努力,是可以取得成功的。在总结和推广这两个典型经验时,仍然必须遵循两个规律办事。也就是要做到手中有典型,心中有全局。全局即指全区域的共性与分异性,有了全局,才能在总结经验中找到普遍性与特殊性的规律,才能因地制宜地推广典型经验,由点到面,再由面促进点,再上新台阶。

自“七五”、“八五”以来,国家对黄土高原的整治已纳入重要议程。国家科委农村工作司和社会发展司特设立了科技攻关重大项目,先后在黄土高原地区的 62万 km^2 的范围内组织了大规模区域性治理开发综合考察研究;土壤侵蚀现状的遥感调查研究;黄土高原水土流失区不同类型 12 个小流域水土流失综合治理和环境整治的试验示范研究;以及由水利部水土保持司主持并会同其他部门及有关省开展的全国八大片及几百个典型小流域综合治理的试验示范研究等。这些攻关项目和科研成果均应在中央批示精神指导下,进一步总结提高,纳入生态环境建设的总体规划和总体工程,促进科学技术转化为生产力。

3 加强生态环境建设基础性和规律性的科学研究

水土保持工作常被看作一种打坝修梯田、植树种草的简单模式,而忽视了基础性、规律性的研究。长期来,在水土保持工作中出现的一些重大争议:治坡与治沟、工程措施与生物措施、水土保持与治黄效益等,其根本原因在于缺乏系统的基础研究和观测数据,论据不足,乃至影响治理进度和投资决策;有的科学研究缺乏立足于本国实际的创新精神,机械套用国外成果,不能赶上生产治理的需要。笔者体会,为贯彻落实中央批示精神,除强化研究解决当前生产治理中一些关键性问题外,还必须有计划地开展基础性、规律性研究,例如:

- 3.1 土壤侵蚀演变趋势和水土保持生态效益的动态监测和预报研究
- 3.2 土壤侵蚀与水土资源质量演变及调控机制
- 3.3 生态农业建设可持续发展与水资源平衡机制及预测
- 3.4 林、草植被建设中生物群落时、空演替规律与侵蚀环境调控机制及优良林(果)、灌、草种的引种选种
- 3.5 生态环境建设与防灾减灾及全球变化机制
- 3.6 生态环境建设中的自然规律和社经规律及两者机制
- 3.7 集约化、规模化、产业化生态环境建设中先进科学技术的研究

4 建议

4.1 动员全社会的力量

建议在国务院统一领导下,成立由农、林、水、中科院、高教委、文教、卫生、电力、交通等部委共同组成的领导小组,并自上而下层层落实,成立相应的组织机构

4.2 加大贫困山区的支持力度

水土流失严重区多为贫困山区,应加大投入,制定特殊优惠政策,在粮食自给的基础上,加速生态环境整治和脱贫致富。

4.3 依靠和发挥专业队伍的作用

长期坚持在黄土高原水土保持第一线的专业队伍,是一支非常宝贵的力量,应给予承担重任,关心和改善他们的生活待遇,提供充实和更新专业知识的机会,例如遥感技术及计算机的应用等,增强水保工作者的责任感和荣誉感。

4.4 加强科普宣传和教育

除动员电视、广播、报刊等宣传工具强化大专院校人才培养外,经常举办不同类型、不同方式的培训班或专题讲座;自中央到地方和各级党校设立环境保护和水土保持课程,并在中、小学课本增加这方面的教材内容;开展水土保持旅游、水土保持夏令营及水土保持义务劳动等活动。

4.5 加强基础和应用基础的研究

生态环境建设总体实施规划应与研究规划的制订同步进行,并确立专项研究经费。鉴于黄土高原水土流失的严重性及生态环境建设的长期性和艰巨性,必须建立一支稳定的基础研究队伍。依靠素质高并长期坚持在第一线的科研力量为主体,联合有关科研、教学和生产部门的科技人员组建队伍,保证研究经费的持续投入,以促使科研成果有所突破,发挥更大的生产力的作用。国家科委基础司和国家自然科学基金委设立的重大或重点基础研究项目,应重视向黄土高原水土保持和生态环境建设的基础研究倾斜。

参 考 文 献

- 1 洪业汤. 不应把黄河看成是生态破坏的象征. 中国科学报, 1989. 11. 18
- 2 洪业汤, 朴河春, 姜洪波. 黄河泥沙的环境地质特征. 中国科学专辑, 1990 (11): 1175~ 1184
- 3 史念海. 黄土高原及其农林分布地区的变迁. 历史地理, 创刊号, 15~ 35
- 4 王宗春. 历史时期黄土高原植被变迁、人文要素变化与黄河水沙关系研究进展. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集, 第 5 集, 北京: 海洋出版社, 1993, 1~ 9
- 5 刘东生等. 黄土与环境. 北京: 科学出版社, 1985. 400~ 412
- 6 唐克丽. 重建植被仍为治理黄土高原良策. 中国科学报, 1982. 2. 17
- 7 唐克丽, 张平仓, 王斌科. 土壤侵蚀与第四纪生态环境演变. 第四纪研究, 1991(4)

(下转第 25 页)

表 8 不同保护措施幼树的生长状况

保 护 措 施	调查株数 (株)	成活株数 (株)	枝条生长量 (cm)	主干增粗率 (%)
覆膜十缠塑料条	100	91	38.9	117.8
覆膜十套向日葵杆	100	87	34.7	113.4
培土丘十缠塑料条	100	55	21.7	92.7
覆土掩埋	100	71	24.6	100

表 9 100株幼树不同保护措施的费用

保 护 措 施	用工量 (8元 /1)	材料费 (元)	总费用 (元)
覆膜十缠塑料条	1.5	60.0	72.0
覆膜十套向日葵杆	1.0	55.0	63.0
培月牙形土丘十缠塑料条	2.0	5.0	21.0
覆土掩埋	3.0	0.0	24.0

4 小 结

丘陵沟壑区, 现有的社会经济状况, 提高幼树成活率主要以早秋带叶抢墒栽植, 冬季覆土掩埋越冬。冬季树盘覆农膜加树干缠塑料条或套向日葵杆, 有待于社会经济的发展 and 农膜价格的降低。

参 考 文 献

- 中国科学院西北水土保持研究所主编. 黄土高原杏子河流域自然资源与水土保持. 西安: 陕西科学技术出版社. 1986, 9
- 山地与平地条件下的果园农业技术. All. 德拉加夫采夫教授著. 北京农业大学译. 北京: 高等教育出版社. 1959, 6
- 中国农业科学院郑州果树所等主编. 中国果树栽培学. 北京: 农业出版社. 1987, 5

(上接第 7 页)

- 唐克丽, 陈永宗等. 黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及治理途径. 北京: 中国科学技术出版社, 1990
- 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 中国科学. 1973(2): 168~ 189
- 世界资源研究所, 国际环境与发展研究所编. 中国科学院自然资源综合会译, 世界资源, 北京: 北京大学出版社, 1990
- 陈松宝等. 黄土高原地区人口问题. 北京: 中国经济出版社, 1990. 17~ 18
- Tang Keli Zhang Pingcang and et. al. Soil brosion Disasters on The loess Plateau and Its Prevenion and Countermeasures. Geo- Hazards and Their Mitigation, Science Press 1990
- 唐克丽, 张科利, 郑粉莉等. 子午岭林区自然侵蚀和人为加速侵蚀剖析. 中国科学院. 水利部西北水土保持研究所集刊, 1993(17): 17~ 28
- 米登山等. 近几年子午岭森林破坏情况及其影响. 中国科学院. 水利部西北水土保持研究所集刊, 1983(17): 99~ 106
- 郑粉莉等. 森林植被破坏对生态环境的影响. 中国科学院. 水利部西北水土保持研究所集刊, 1993(17): 99~ 106
- 史竹叶. 神木试区土壤水分资源状况. 中国科学院. 水利部西北水土保持研究所集刊, 1993(18): 130~ 135
- 唐克丽, 侯庆春等. 黄土高原水蚀风蚀交错带神木试区的环境背景及整治方向. 中国科学院. 水利部西北水土保持研究所集刊, 1993(18): 12~ 15
- 唐克丽. 黄土高原水蚀风蚀交错带小流域治理模式探讨. 水土保持研究, 1996(4): 46~ 55
- 李锐, 唐克丽. 神府—东胜矿区一二期工程环境效应考察. 水土保持研究, 1994(4): 5~ 17
- 唐克丽. 煤炭开发与环境建设协调发展初探. 水土保持研究, 1994(4): 18~ 22