

水土保持研究综述[※]

◇ 张 侠, 赵德义(石家庄经济学院 公共管理学院, 河北 石家庄 050031)

[摘要] 水土流失严重地威胁着人类的生存与发展, 已引起全世界的关注。本文简要地介绍了水土流失及水土保持的概况, 对发达国家和发展中国家的水土保持研究的基本情况、研究方向和重要成果进行了详细的阐述, 并对今后我国水土保持的研究方向, 提出了自己的见解。

[关键词] 水土流失; 水土保持; 研究综述

[中图分类号] F061.5 **[文献标识码]** A

※ 本文系石家庄经济学院科研基金资助项目(200103023)《石家庄市土地集约利用研究》研究成果。

水和土是人类赖以生存的物质基础, 是发展农业生产的重要因素。水土保持是防治水土流失, 保持、改良与合理利用山区、丘陵区 and 风沙区水土资源, 维护和提高土地生产力, 以利于充分发挥水土资源的经济效益和社会效益, 建立良好生态环境的综合性科学技术。水土保持工作对于改善水土流失地区的农业生产条件, 减少水、旱、风沙灾害具有重要意义。

一、水土流失与水土保持概况

水土流失(国外称为“土壤侵蚀”, 包括风蚀)是由水、重力和风等外营力引起的水土资源和生产力的破坏和损失。全世界水土流失主要发生在北纬

40°与南纬 40°之间, 美国、中国、印度、菲律宾、澳大利亚、埃塞俄比亚及非洲各国的水土流失都比较严重。全世界土壤侵蚀面积已达 2500 万 km², 占全球陆地总面积的 18.5%, 全球土壤年侵蚀量约为 600 亿 t, 每年因土壤侵蚀而退化的土地面积为 5~7 万 km²。美国全国 936 万 km² 土地上, 遭强烈水蚀或风蚀的有 114 万 km², 占全国土地总面积的 12.2%, 部分遭到破坏或受到侵蚀威胁的有 313 万 km², 占 33.4%, 多年平均年土壤侵蚀产生的泥沙总量达 40 亿 t, 由于泥沙危害, 每年要损失 5 亿美元。中国水土流失面积达 367 万 km², 占国土面积的 38%, 是世界上水土流失最严重的国家之一。据统计, 自新中国建立以来, 全国因水土流失每年损失 6.7 万 hm² 耕地, 平均流失土壤高达 50 亿 t, 成为人民贫困和江河泥沙淤积的主要根源。印度约有 250 万 km² 的土地易遭水害, 175 万 km² 的土地因土壤侵蚀而退化, 仅仅由于农业及耕作活动, 每年土壤流失量约达 53.33 亿 t。澳大利亚有 260 万 km² 受到侵蚀; 菲律宾的 1.39 万 hm² 耕地中有 0.81 万 hm² 遭受水土流失; 埃塞俄比亚每年流失表土 10 亿 t 以上。

由于世界人口的增加, 粮食需求量亦将成倍增长。这样, 一方面耕地土壤在严重流失, 一方面人口对粮食需求量急剧增加, 形成十分棘手又必须解决的矛盾。联合国环境保护组织的有关研究断定,

张 侠,赵德义:水土保持研究综述

非洲 35% 的土地 (赤道以北), 近东地区 60% 的农田和印度 51% 的农业土地正在受到危害, 并且面临着“如不迅速采取有效的水土保持措施, 就一定发生土地退化的威胁”。水土流失已成为全球性的公害, 严重威胁着人类的生存与发展, 已引起全世界的关注。

保护现有土地资源免遭侵蚀是各国所面临的一大难题。当今耕地土壤流失国家, 特别是土壤流失严重国家的政府都将这一问题列为基本国策对待。诸如美国、日本、澳大利亚、加拿大、印度、中国等国家, 都先后建立了国家级水土保持领导机构和流域管理机构, 设立了国家和地方水土保持科研单位, 并在有关高等院校开设了水土保持专业, 培养了大批水保人才, 此外又制定相关的法律、法规和规划, 保证水保工作的开展和实施。

二、发达国家的水土保持研究

(一) 美国

美国是世界上开展水土保持工作较早的国家, 早在 1914 年就有了农牧区径流量及径流强度的资料积累。20 世纪 30 年代开始系统研究, 在 1 万多个试验小区年观测资料的基础上, 1956 年提出了通用土壤流失方程式 (USLE), 主要用于估算某一区域、一定时期内的平均侵蚀量, 这个方程式已受到许多国家重视。到 60 年代又根据多年土壤侵蚀研究资料, 采用现代技术建立起侵蚀数学模型, 并建立了土壤侵蚀影响土地生产力的计算公式 (EPIC)。从 80 年代后期开始的水蚀预报项目 (WEPP 模型) 也于 1989 年 9 月正式推出了它的第一个预报模型——坡地剖面侵蚀模型, 可以预报坡地纵剖面上土壤流失量的时空变化与该剖面整体或任何一点上的日均、月均与年均净流失量。WEPP 模型的多级流域组合版尚在研究中。

除开展应用基础理论的研究外, 美国还非常重视水土保持措施的研究, 开展了许多具有实际应用价值的研究课题, 如大力推行少耕法和免耕法, 进行了梯田排水措施和沉沙措施的研究, 对易崩塌河岸沟坡地段防护措施研究, 为防止排水沟及其它沟道的侵蚀将其变为草皮水道的研究等等。美国水保科研的测试手段改进很快, 到 80 年代初, 科研中不论室内室外, 都基本上实现了自动化, 采用计算机

处理、存储和运算所有的实验研究数据。在水土流失规律研究中, 广泛采用人工模拟降雨装置, 完全依靠天然降雨的试验小区很少。同时还研制了许多先进的测流测沙仪器设备, 建立了许多流域的数学模型, 以进行水文泥沙侵蚀理论的研究。自 20 世纪 70 年代以来, 遥感技术在水土保持研究中迅速得到应用, 主要用于资源调查、土地分类与制图、用卫星云图估算降雨量等方面的工作, 使工作效率大大提高。激光技术也应用于水土保持工作, 美国部分单位已采用带激光控制仪的平地及进行土地平整。

当前, 美国水土保持研究的主要内容是: ①扩大“土壤流失通用方程式”的适用领域, 并对它进行修订和评价; ②在土壤侵蚀模型研究的基础上建立新的模型; ③研究土壤结构剂、化学稳定剂及其在控制土壤侵蚀和水资源管理中的应用; ④研究制定防治农田、城市、建筑工地和采矿侵蚀的新措施; ⑤以保护水源为宗旨, 开展为达到限制水质污染要求规定的土壤允许侵蚀量的方法的研究等。

(二) 日本

日本是个多山的岛国, 山地丘陵占国土面积的 81%, 山高坡陡、河流短急、岩石破碎、火山地震多, 还不断受台风和暴雨的侵袭, 滑坡、泥石流等自然灾害频繁。日本在 1886 年明治维新以后, 以关东山洪及泥石流为契机, 在原有的“治山在于治水”传统思想的基础上, 吸收欧洲荒溪治理经验, 由储户北郎博士在 1928 年创立了具有日本特色的砂防工学 (SABO), 包括的范围较广, 除水蚀、泥石流外, 还包括滑坡和陡坡崩塌的防治等。

日本政府在水土保持方面十分重视法制建设。早在 1874 年就制定了《砂防法》、《森林法》、《河川法》, 合称治水“三法”。1947 年又制定了十年治水计划和砂防事业总体规划。1950 年以来颁布了《林业基本法》、《防止滑塌法》、《防止陡坡崩塌法》、《治山治水紧急措施法》等法案, 为水土保持工作提供了法律保障。

日本把砂防事业作为本国 20 世纪 80 年代国土整治的先驱, 保护环境和水源的火车头。国家设立“砂防部”, 地方设砂防科, 全国有砂防协会, 20 多所大专院校设置砂防工程讲座及学会。砂防以工程

张 侠,赵德义:水土保持研究综述

措施为主,在全国所有水土流失严重地区,上游修谷坊,下游筑堤坝。施工前必须先规划设计,经批准实施,施工已机械化。治山以生物措施为主,其口号是“治水先治山,治山先造林”。对已有森林管护相当严格,坚持依法护林,把具有水保作用的森林划为“保安林”,并成立保安林协会,进行专题研究,提出切实可行的森林保持水土的系统模型和参数,可以定量说明森林保水功能和机理,具有广泛适用性。

日本的水土保持科研以应用技术和开发治理为主,基础理论研究只占 10%。该国把水蚀和泥石流视作全国性的灾害,其科学研究和勘探工作主要解决以下问题:①观测研究严重的水蚀和泥石流发生与形成过程;②预报上游发生泥石流的时间;③研究确定可能发生的土壤流失量。总的来说,研究成果显著,提出了著名的水沙分离理论,在防止泥石流的研究方面达到了国际先进水平。

(三) 澳大利亚

澳大利亚是平坦而干旱的大陆,在全国 510 万 km^2 可利用的农牧地中,有一半面积为水土流失区,越来越严重的水土流失问题引起了政府的重视。从 1933 年起,全澳各州相继制定了《土壤保护法》、《森林法》及“风沙治理条例”等法律,经过多次修订,已成为指导土壤保持工作的准则。1946 年又建立了联邦土壤保持委员会,以协调各州与联邦政府间的土壤保持工作。州水土保持权力机关是州土壤保持局(或总部),就国内各州各部门而言,凡涉及到土壤侵蚀的,土壤保持局就有权按法规施加管理措施。

自 1946 年起,全澳各州引进和借鉴美国水土保持科研成果、经验和治理措施,治理水土流失,取得了很大成绩。澳大利亚的各种水土保持措施,完全是以当地地广人稀、暴雨集中且强度大、耕作粗放、机械化程度高等特点进行布设的,非常讲究实效。从形式上看,基本上都是以小流域为单元,包括一个集流槽在内,因地制宜地布设各种工程措施、耕作措施和林草措施,进行综合治理。遇到较大的流域或集流槽,由地方政府出面,组织土地所有者和有关部门统一规划,联合防治。

在水土保持科研方面,联邦科学与工业研究组织和各州的土壤保持研究部门都有紧密的联系,上下形成了一个稳定的科研体制。澳大利亚先后从欧美和日本引进了很多先进仪器设备,使科学研究逐步走向电子计算机系列化,先进遥感技术的应用也很普遍。水保研究的总任务有两大项:一是为推广治理服务的技术帮助,即所谓短期性的研究;二是基础理论的研究,即所谓长期性的研究。其水土保持科研课题首先侧重于水土流失、土壤退化的防治和提高土地生产潜力措施的研究,涉及土地潜力、土地评价、土地退化与水土流失过程,干旱土壤盐渍化及土壤侵蚀等内容;其次是有关产量及经济效益预测方法的研究。

澳大利亚水土保持工作的一个成功经验是按小流域或地区编制《土壤保持计划》,强调治理与经营管理措施相结合,以达到土地理想的生产力为目的。它的趋势是以径流小区和小流域治理向更大范围联合治理方向发展。

(四) 加拿大

加拿大是工农业生产发达,科技进步、经济富裕的国家,森林面积占国土总面积的 35%,是水土流失较轻的国家。但联邦政府却十分重视水土保持及其研究工作,机构健全、经费充足,测试手段先进,用五年时间进行了全国规模普查,绘制了全国土壤侵蚀图。值得提出的是他们很重视原始资料的观测,对径流小区观测及资料整理全部采用现代化手段和仪器设备,用放射性元素装置观测土壤含水量、容量、比重和地下水位,使观测不必采样。计算用微机进行,航卫片的解释和制图已普遍使用计算机,图像全部数字化。

加拿大水土保持采取防治并重的方针,制定法律、严格实施。对近 8000 公顷有侵蚀现象的耕地采取免耕法、覆盖法和等高垄作,使其水土流失明显减少。加拿大牧业比较发达,牧场管理先进,用电子计算机管理牧场,监测旱情,防止过度放牧,具有世界先进水平。

(五) 联邦德国

近百年来,随着山区的开发利用,联邦德国森林面积锐减,土壤侵蚀、雪崩、山洪及泥石流日趋

张 侠,赵德义:水土保持研究综述

严重。因此,联邦政府把小流域治理作为环境保护和国土整治的重要内容及改善人民生活的重要措施。1974年组织各方面专家,完成了山区小流域现状调查及危害分类工作,绘制了全部山区的高程图、年平均降雨量图、小流域治理措施分布图、山洪及泥石流危险性分布图、地质图等。这些详细资料为小流域治理提供了可靠的设计依据。

联邦德国水土保持研究的主要内容有:①土壤侵蚀分类及制图;②不同植被和耕作方法对坡耕地产流量与产沙量的影响等土壤侵蚀规律;③水土保持农业措施和林业措施;④褐煤矿区的土地整治工作。

三、发展中国家的水土保持研究

世界大多数发展中国家水土保持研究比较落后,由于没有建立起系统的水土保持科研机构,缺少技术力量和先进设备手段,目前还没有研究出适于本国防治水土流失的土地评价、分级和措施指标与体系,大部分尚停留在借用别国科研成果阶段。开发治理方面,多数国家仍采用传统措施。但尽管如此,也有不少发展中国家已开始从本国实际出发开展水土保持科研,取得了可喜进展。

(一) 印度

印度的水土保持工作始于20世纪50年代初。1954年在原林业研究所下属的土壤保持中心和沙漠绿化研究站的基础上,成立了中央水土保持局,在第一和第二个五年计划期间,该局建立了一系列水土保持研究、示范和培训中心。这些中心在1967年后转归印度农业研究委员会管辖。1974年农业研究委员会将这些中心联合,建立了中央水土保持研究和培训所,下设7个研究室,8个研究中心,有针对性地开展以防治水土流失为中心的科学研究,主要为地区水土保持工作服务。

印度的水土保持,结合生产实际,因地制宜地进行了大量的工作,取得了显著的成绩和丰富的经验。在基础理论方面:根据降水、土壤植被和土地利用资料,完成了印度土地资源分区和分带图;在分析日、周、月、年降水资料和计算它们在80%、50%和10%的概率值基础上,完成了印度降雨分带图;绘制了全国等侵蚀线图;用合理化方法、库克法和水文土壤覆盖法综合绘制了三张测算小流域最

大流量的诺模图;通过在不同自然条件下对土壤侵蚀预报的研究,确定了通用土壤流失方程式在印度的各种参数。在应用研究方面:根据农业气候条件,进行了水土保持区划,并按各区特点,分别确定治理方向和重点治理内容,制定了治理措施;在不同农业气候带内,根据约3000个径流小区的观测资料,测定了不同土地利用类型的土壤流失量;制定了坡耕地的农业工程措施;确定了不同区域农地减少土壤流失、获得较高收成的作物混作、间作和带状条件方式等。

根据当前国际水土保持研究的发展趋势和印度的实际情况,该国水土保持科研工作,今后将着重从以下几方面开展试验研究:①在一定的地力级和农业气候区内各种水土保持工程和生物措施的比较和经济合理性评价;②混农林(农林间作)的研究;③滑坡、开矿、路边侵蚀和山区洪流的治理方法;④各种测试设备的研制和测定方法;⑤水土保持的社会、经济性研究。

(二) 中国

中国是世界上水土流失最严重的国家之一,自新中国建立以来,水土保持工作在中央政府的高度重视和关怀下,设机构、立法律、定方针、订政策、出投资、搞科研,动员亿万群众治理水土流失,初步治理不同侵蚀程度的水土流失土地近80万 km^2 ,在综合治理中治理坡耕地、修梯田等达1067万 hm^2 ,还种植了大面积的水土保持林草和经济林,修建了星罗棋布的蓄水保土工程,在全国七大流域水土流失区建立了数千条各具特色并有一定规模的多功能多目标的小流域经济体系。

在基础理论与应用技术研究方面也进行了大量工作,诸如人工模拟降雨、水土流失规律、黄河中游水沙变化规律以及遥感技术应用的研究等都取得了可喜的成果和进展,并多次参加国际水土保持学术会议交流。中国土壤流失与水土保持可概括为三个层次,即地块——小流域——区域(或国家);两种模型,即统计模型和物理模型的开发;两个方面,即土壤流失评价和水土保持效益评价。

但是由于历史、经济和技术的原因,我国水土保持科研同发达国家间尚存在相当大的差距。与国外相

张 侠,赵德义:水土保持研究综述

比,我们在治理措施上实践经验要丰富一些,但在基础理论研究和试验手段上落后于先进国家。为赶上水保科研先进国家,提高我们的研究水平,我们认为今后应着重从以下几个方面开展工作:

(1) 建立国家水土保持研究中心,下设研究室(所)和区域研究中心,统一组织协调全国的水土保持科学研究工作。

(2) 重视和加强水土保持监测工作。增加和合理布设水保监测站点,建立中国水土保持管理信息系统,在全国实行统一的指标体系、监测方法和技术要求,定期公报监测结果。

(3) 加速水土保持测试手段和实验方法的现代化进程。包括引进国际先进的水土保持技术和仪器设备,加速“3S”(RS、GIS和GPS)技术在水土保持中的应用研究,加速人工降雨、径流、风力等模拟试验方法的研究和运用,以及利用计算机进行数据处理和全部测试过程的自动控制的研究等。

(4) 促进水土保持研究工作向定量化方向发展。其中包括确定通用土壤流失方程式在中国的各种参数,开发中国的水土流失预测预报模型,编制全国土壤侵蚀程度分布图和分区治理图等。

(5) 注重研究与生产的结合。坚持从我国实际出发,把对水土流失严重的黄土高原和长江中上游地区治理的研究作为主攻方向;加速小流域综合治理技术和效益的研究,探索不同水土流失类型区不同小流域各项治理措施优化配比的综合配置方案,以及开展在小流域经济基础上发展水土保持产业化的研究等等。

(6) 加强开展水土保持国际合作。包括资料交流、人员交流和技术交流,组织和参加国际学术会议,支持和组织一些在国际上有影响,对我国水土保持意义重大的项目。

(7) 应用社会经济学、人口学和商品学等发展水土保持规划、实施和效益分析等理论。开展水土保持生态效益、社会效益的量化指标及计算方法的研究,建立完善的水土保持工程作用和效益的社会评价体系。

此外,必须把培养适应新实际需要的水土保持专门科技人才和管理人才作为当务之急,加强水土保持

专业教育;同时要多方筹集资金,加强水土保持科研工作,并使之尽快转化为生产力;加强水土保持法制建设,以把我国水土保持工作推向一个新阶段。

[参考文献]

- [1] 中国农业百科全书课程组.中国农业百科全书水利卷(下)[M].北京:农业出版社,1987,729-741.
- [2] 赵富德.美国水土保持科研发展历程及近期研究的主要内容[J].中国水土保持,1991,(5):47-51.
- [3] 李国英.对我国水土保持工作的几点思考[J].中国水土保持,1998,(2):20-23.
- [4] 吴钦孝,刘宝元.印度的水土保持科学研究[J].水土保持通报,1992,(4):56-63.
- [5] 水利部水土保持新技术赴美考察团.美国水土保持新技术的发展现状及考察体会[J].中国水土保持,1998,(7):3-5.
- [6] 夏卫兵.具有中国特色的水土保持科学体系浅述[J].水土保持通报,1989,(4):30-35.
- [7] 郭志贤.澳大利亚水土保持考察纪实[J].水土保持通报,1988,(4):54-59.
- [8] 郭廷辅.21世纪水土保持展望[J].中国水土保持,2000,(2):3-7.

[作者简介]

张 侠(1973-),女,河北香河人,2003年毕业于南京大学,获理学博士学位,副教授。研究方向为土地资源与环境。赵德义(1971-),男,江苏句容人,理学学士。

Summary of Water and Soil Conservation

ZHANG Xia, ZHAO De-yi

(Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: Water and soil losses, seriously threatening human existence and development, are concerned in all over the world. The paper, introducing the general situations of losses and conservation of water and soil resources, presents in detail the essential situations, tendency and results of the researches on water and soil conservation in the developed and developing countries, as well as the tendency of such researches in China.

Key Words: water and soil losses; water and soil conservation; summary

(责任编辑:张改兰)