

全国第一届 水土保持监测学术研讨会 论文集

水利部水土保持监测中心
中国水土保持学会水土保持监测专业委员会 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国第一届水土保持监测 学术研讨会论文集

Proceedings of the 1st Symposium of Chinese
Soil and Water Conservation Monitoring

水利部水土保持监测中心 编
中国水土保持学会水土保持监测专业委员会
Monitoring Center of Soil and Water Conservation,
Ministry of Water Resources
Committee of Soil and Water Conservation Monitoring,
Chinese Society of Soil and Water Conservation

中国水利水电出版社

China WaterPower Press

图书在版编目 (CIP) 数据

全国第一届水土保持监测学术研讨会论文集/水利部水土保持监测中心, 中国水土保持学会水土保持监测专业委员会编. —北京: 中国水利水电出版社, 2001

ISBN 7-5084-0902-7

I. 全… II. ①水…②中… III. 水土保持-监测-学术会议-中国-文集 IV. S157-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 085807 号

书 名	全国第一届水土保持监测学术研讨会论文集
作 者	水利部水土保持监测中心 编
出版、发行	中国水土保持学会水土保持监测专业委员会 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	国土资源部河北地勘局测绘院印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 15 印张 300 千字
版 次	2001 年 12 月第一版 2001 年 12 月北京第一次印刷
印 数	0001—1200 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《全国第一届水土保持监测学术研讨会论文集》

编辑委员会

顾问 焦居仁 刘 震

主 编 郭索彦 蔡建勤 曾大林

副主编 李智广 许 峰

编 委 陈芳孝 巫明强 王岩松 姜德文
沈雪建 段淑怀 张长印 宁志泉
赵永军 王瑞增 乔殿新 刘朝辉

前 言

近年来随着我国水土保持生态建设的迅速发展，水土保持监测作为水土保持科学的独立领域已经发展成熟。无论在从业队伍，还是在水土保持实践及科学研究等诸方面，水土保持监测都已经成为水土保持的重要组成部分。

通过水土保持监测工作者的努力，在各级领导和中国水土保持学会的关怀下，中国水土保持学会水土保持监测专业委员会日前成立，这标志着水土保持监测作为水土保持的分支学科开始了崭新的发展阶段。为了适应水土保持生态建设对水土保持监测的要求，水土保持监测专业委员会、水利部水土保持监测中心主办了全国第一届水土保持监测研讨会。通过在全国范围内的广泛征文，经专家评审，选出 36 篇论文收入本《论文集》。《论文集》中收入了水土保持监测领域的管理、研究、技术人员的各类论文，比较全面地反映了我国水土保持监测理论研究的现状。希望《论文集》的出版，能进一步推动水土保持监测领域的理论研究，活跃学术空气，为更好地促进水土保持监测实践服务。

编 者

2001 年 12 月

目 录

前 言

水土保持监测的理论 方法和技术体系

土地生产力变化在土壤侵蚀监测中的应用研究	李忠武 蔡强国 唐政洪	(3)
水土保持监测框架的探讨	史明昌 田玉柱	(11)
参与性水土保持监测: 含义、内容与方法	王 飞 张晓萍 李 锐 杨勤科	(16)
北京市密云水库上游坡地水土流失监测系统的建立及应用	段淑怀 靳怀成 李永贵 周玉喜 李五勤	(22)
内蒙古自治区黄土高原水土保持世界银行贷款项目监测评价体系综述	杜文嫣	(29)
延庆县水土保持生态环境建设动态监测体系研究初探	王宗亮	(35)

水土保持监测及网络建设工作介绍

黄土丘陵区小流域土壤侵蚀模型及在水土流失监测中的应用	蔡强国	(43)
水土保持监测历程、研究进展与前景	许 峰 郭索彦 蔡建勤	(50)
陕西省水土保持监测网络信息系统建设简介	寸建会 杨康宁	(56)

开发建设项目水土保持监测与监理

开发建设项目水土流失监测	姜德文 刘朝辉	(67)
水土保持生态建设监理制规范化初探	董 敏	(73)

区域水土保持监测规划与实施

关于水土保持动态监测的总体设想	郭索彦 蔡建勤 李智广	(79)
首都圈地区土地退化及其水土保持监测与治理措施	王石英 蔡强国 吴淑安	(86)
山西省水土保持监测信息系统的初步构想	李文银 李志坚	(94)
黄河流域水土保持生态环境动态监测的思考	罗万勤	(98)
内蒙古自治区水土保持监测工作规划与实施对策	赵 满 郭百平	(102)
江河源地区水土保持监测工作规划与实施设想	曹江源	(108)
浅谈水土保持项目监测与评价——以藉河示范区工程项目为例	唐慧中 杨来成	(112)

水土保持监测技术和“3S”应用

小流域综合管理决策支持系统的设计与应用	刘高焕 蔡强国 王贵平 朱会义 冯九梁	(123)
侵蚀产沙模型及 GIS 技术在水土流失监测中的应用		

..... 唐政洪 蔡强国 许 峰 李忠武 (129)	
基于农户参与的土地利用动态研究——以安塞县大南沟流域为例	
..... 温仲明 张晓萍 许明祥 (137)	
“3S”在贵州喀斯特石漠化现状研究中的应用探讨	
..... 安裕伦 吕 涛 熊康宁 周忠发 (144)	
松辽流域景观分类研究	王岩松 沈 波 (153)
土壤侵蚀调查技术的新发展——数字遥感影像判读调查法	
..... 颜耀文 陈怀录 徐克斌 徐 智 (159)	
土壤侵蚀遥感快速调查中有关技术问题的商榷	蔡继清 任志勇 李迎春 (165)
“3S”技术在三峡库区水土流失动态监测中的应用	赵俊华 胡丹文 孙长安 (170)
RS 和 GIS 技术在土壤侵蚀调查监测中的应用	
..... 左长清 胡建民 (176)	
纹理解译标志在土壤侵蚀遥感调查中的应用	马为民 张剑波 田卫堂 (184)
黄土丘陵区侵蚀强度区域分异的原因分析	李志坚 高起江 (189)
土壤侵蚀的调查结果给治理的启示	左中昌 吴志莲 何建华 (198)
广州市水土保持重点防治区的划分	
..... 吴志峰 王继增 卓慕宁 刘 平 陈楚龙 黄广宇 (201)	
利用 GSM 增强 GPS 在水土保持中的应用	王永泉 廖定海 (207)
根据 TM 影像判读宁夏土壤侵蚀类型	朱宝才 汪西林 (212)
GPS 在北京市水土保持调查工作中的探讨	化相国 段淑怀 周玉喜 (217)
浅谈“3S”技术在水土保持工作中的应用	于 杰 曹江源 (221)
“3S”技术在土壤侵蚀调查中的应用	徐 智 (225)

CONTENT

Forewords

Theories, Methods and Technology System of Soil and Water Conservation Monitoring

- Research on Monitoring Soil Erosion by the Change of Soil Productivity
..... *Li Zhongwu Cai Qiangguo Tang Zhenghong* (3)
- The Discussion of Soil and Water Monitor Frame *Shi Mingchang Tian Yuzhu* (11)
- Participatory Soil and Water Conservation Monitoring: Definition, Content and Method
..... *Wang Fei Zhang Xiaoping Li Rui Yang Qinke* (16)
- Monitoring System for Soil Erosion in Upper Reaches of Miyun Reservoir in Beijing
..... *Duan Shuhuai Jin Huaicheng Li Yonggui Zhou Yuxi Li Wuqing* (22)
- Monitoring and Valuation System of The Loess Plateau Rehabilitation Project
of the World Bank in Inner Mongolia *Du Wenyan* (29)
- The Preliminary Study on The Dynamic Monitor System for Environment Construction
of Soil and Water Conservation in Yanqing County *Wang Zongliang* (35)

Introduction of Domestic Development and Network Construction on Soil and Water Conservation Monitoring

- Soil Erosion and Sediment Yield Model in Hilly Loess Region and Its Applications on
Soil Erosion Monitoring *Cai Qiangguo* (43)
- Soil and Water Conservation Monitoring History, Research Progress and Prospect
..... *Xu Feng Guo Suoyan Cai Jianqin* (50)
- A Brief Introduction of Shaanxi Soil & Water Conservation Monitoring Network
..... *Cun Jianhui Yang Kangning* (56)

Monitoring and Supervision of Exploration and Construction Project for Soil and Water Conservation Monitoring

- Soil Loss Monitoring for Construction and Exploitation Projects
..... *Jiang Dewen Liu Zhaohui* (67)
- Preliminary Study of Standardization of the Supervision and Management System
..... *Dong Min* (73)

Planning and Implement of Regional Soil and Water Conservation Monitoring

- On The Plan of the Dynamic Monitoring Water and Soil Conservation in China
..... Guo Suoyan Cai Jianqin Li Zhiguang (79)
- Land Degradation and Its Measures of Monitoring and Conservation for Soil and Water in
the Capital Environ Wang Shiyong Cai Qiangguo Wu Shuan (86)
- A Preliminary Concept for Water and Soil Conservation Monitoring Information
System in Shanxi Province Li Wenyin Li Zhijian (94)
- Thinking on the Soil and Water Conservation Monitoring of the Yellow River Basin
..... Luo Wanqin (98)
- Programming and Implementation of the Monitoring about Soil and Water Conservation
in Inner Mongolia Autonomous Region Zhao Man Guo Baiping (102)
- Plan and Executive Design of the Soil and Water Conservation Monitoring in
the Source Region of Yangtze River and Yellow River Cao Jiangyuan (108)
- A Preliminary Discussion on Monitoring and Evaluation of Soil and Water
Conservation Project — *Use the Project of the Demonstration District of
Jihe River as an Example* Tang Huizhong Yang Laicheng (112)

Technologies of Soil and Water Conservation Monitoring and Applications of the “3S”

- Soil Erosion Management GIS: Design and Application
..... Liu Gaohuan Cai Qiangguo Wang Guiping Zhu Huiyi Feng Jiuliang (123)
- The Application of Soil Erosion Models and GIS in Soil Erosion Monitoring
..... Tang Zhenghong Cai Qiangguo Xu Feng Li Zhongwu (129)
- Study on the Dynamics of Land Use Based on Farmer's Participation
— *Taking the Da Nan Guo Little Catchment, An'sai as an Example*
..... Wen Zhongming Zhang Xiaoping Xu Mingxiang (137)
- The Study to Karst-Desertification in Guizhou with “3S”
..... An Yulun Lu Tao Xiong Kangning Zhou Zhongfa (144)
- Landscape Classification Research in The Song-Liao Basin
..... Wang Yansong Shen Bo (153)
- The New Development of Soil Erosion Survey Techniques — *Digital Remote Sensing
Image Method* Xie Yaowen Chen Huailu Xu Kebin Xu Zhi (159)
- The Discussion on Related Technical Issues of Fast Soil Erosion Remote Sensing
Investigation Cai Jiqing Ren Zhiyong Li Yingchui (165)
- Soil Erosion Dynamic Monitoring in the Three-Gorge-Reservoir Area by Using
the “3S” Technology Zhao Junhua Hu Danwen Sun Changan (170)

Application of RS and GIS to Soil Erosion Investigation and Monitoring	
.....	<i>Zuo Changqing Hu Jianmin</i> (176)
Texture Interpretation Keys Using in Remote Sensing Investigation of Soil Erosion	
.....	<i>Ma Weimin Zhang Jianbo Tian Weitang</i> (184)
The Analysis on Causes for Area Distinctions of Erosion Intensity in Loess Hilly Areas	
.....	<i>Li Zhijian Gao Qijiang</i> (189)
An Enlightenment Drawn From Investigation on Soil Erosion Control	
.....	<i>Zuo Zhongchang Wu Zhilian He Jianhua</i> (198)
Delimiting of Key Zones for Soil Loss Controls in Soil and Water Conservation Plan	
——With a Case Study in Guangzhou City	
.....	<i>Wu Zhifeng Wang Jizeng Zhuo Muning Liu Ping Chen Chulong Huang Guangyu</i> (201)
Utilizing GSM to Boosting up the Application of GPS in Soil and Water Conservation	
.....	<i>Wang Yongquan Liao Dinghai</i> (207)
Method of RS Image Interpretation for Soil Erosion Types in Ningxia	
.....	<i>Zhu Baocai Wang Xilin</i> (212)
Discussion on the Applications of GPS in Survey of Soil and Water Conservation	
.....	<i>Hua Xiangguo Duan Shuhuai Zhou Yuxi</i> (217)
A Preliminary Discussion on the Applications of “3S” on Soil and Water Conservation	
.....	<i>Yu Jie Cao Jiangyuan</i> (221)
Application of “3S” Technology in Soil Erosion Investigation	<i>Xu Zhi</i> (225)

水土保持监测的理论 方法和技术体系

Theories, Methods and Technology
System of Soil and Water
Conservation Monitoring

土地生产力变化在土壤侵蚀 监测中的应用研究

李忠武 蔡强国 唐政洪

(中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101)

摘 要 土壤侵蚀是影响土地生产力发挥的重要制约因素。本文首先对土壤侵蚀以及侵蚀与生产力的关系作了一个简要概述, 然后从生产力的角度对土壤侵蚀与土壤水分和土壤养分的关系以及土壤水分和养分与土地生产力之间的关系进行了探讨, 提出由于土壤侵蚀导致的土壤养分和土壤水分含量的变化是影响土地生产力的主要因素, 最后认为土地生产力是土壤侵蚀强度的重要指标, 可以利用土地生产力的变化来对土壤侵蚀强度进行监测。

关键词 土地生产力 土壤侵蚀 监测

Research on Monitoring Soil Erosion by the Change of Soil Productivity

Li Zhongwu Cai Qiangguo Tang Zhenghong

(The Institute of Geographic Sciences and Natural Resources
Research, CAS Beijing 100101)

Abstract Soil erosion is one of important factors affecting crop productivity of agriculture. The paper, firstly, makes a brief sketch to soil erosion and its relation to crop productivity, after that summarized the relations between soil erosion and soil moisture, soil nutrient and crop productivity, and brought forward that soil moisture and nutrient affected by soil erosion are main factors to crop productivity, finally considered that soil productivity is an important index of soil erosion intensity, which can be monitored by the change of soil productivity.

Key words Crop productivity Soil erosion

1 关于土壤侵蚀

土壤侵蚀是全球性的地质大循环过程的一个环节, 在允许侵蚀量的范围内, 人类难以控制, 且由于人类活动, 易于发生加速侵蚀, 而实际上世界上的每一个国家均经历了一段非常严重的人为加速侵蚀时期 (Follett R. F. 和 Stewart B. A., 1985), 即使是目前森林覆

盖率高、土壤侵蚀发生比较少的美国、前苏联等国家,在历史上也都有过土壤侵蚀非常痛心 的时候,因而土壤侵蚀是世界上许多国家的重要环境问题(蔡强国,1998)。中国黄土高原每年由于土壤侵蚀进入渤海的泥沙约为 16 亿 t,是世界上土壤侵蚀最严重的地区之一。土壤侵蚀的产生,是由于对食物需求的增加导致对农业土壤的不合理利用以及边际土地开垦的必然结果(即人为加速侵蚀),已成为当前人类生存与发展所面临的最重要的环境问题之一。正由于这一原因,国内外对于土壤侵蚀的研究非常关注,并且作了大量的工作。众多的研究揭示了土壤侵蚀产沙产流的机理、土壤侵蚀产沙产流与包括降雨、地形地貌特征、植被覆盖以及人类耕作措施等外部环境因子的相互关系,并对土壤侵蚀和土壤养分的动态变化监测、土壤侵蚀和作物生产之间的关系进行了深入的研究。同时在相应的侵蚀预报模型研究方面,也建立了包括 USLE、RUSLE、WEPP、EPIC 等在内的一系列土壤侵蚀预报模型,并在实际的流域综合治理和规划中取得了很好的应用成效(唐政洪,2000)。近年来我们对于黄土高原丘陵沟壑区水土流失过程以及农业生产方面的研究,做了一定的工作,揭示了黄土高原土壤侵蚀产沙产流的机理、作物生产和气候状况、土壤肥力、土壤水分等方面的关系,并在黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟、应用土壤侵蚀管理信息系统和对土壤侵蚀动态进行监测预报以及小流域综合治理等方面取得了大量的研究成果和管理经验,建立了相应的侵蚀模型和土地生产力模型(蔡强国,1988,1996;王福堂,1992)。

2 土壤侵蚀与土地生产力

在土壤—大气—作物系统内部,土壤侵蚀与土地生产力之间的关系非常复杂,其随着时间和空间的变化而具有不同的变化特征。研究表明,并不是所有的作物均对于土壤侵蚀有着明显的影响,土壤侵蚀导致的土壤变化,如土壤水分和作物根系生长区域的缩小,严重地影响一些作物的产量;但对于另外一些作物而言,影响比较小,这是土壤侵蚀对土地生产力的直接影响。其间接影响体现在土壤表层结皮降低了大气降水向土壤的渗透,阻碍了作物种子的发芽;同时在不同季节、不同年份土壤侵蚀量和土壤侵蚀强度不同,要在短期内评价对土地生产力的年际影响和累积影响也是比较困难的(Meyer L. D., 1985)。

对于土壤侵蚀与生产力之间的关系,早在 20 世纪 30~40 年代,国外就有许多的农业研究学者在进行这方面的研究。早期的研究是将农业土壤的表土取走,来模拟剧烈的土壤侵蚀状况对土地生产力的影响。Murray et al. (1939) 通过研究发现,玉米产量与表土层厚度之间呈明显的正相关。在美国阿肯色州的研究表明,表土层被侵蚀掉 15cm,将使土壤径流和土壤侵蚀发生的几率增加,并大大减少玉米、棉花的产量(Bartholomew et al., 1954);美国主要农业区的研究结果表明,当表土被全部移走时,主要的作物产量平均减少 77% (Bennett, 1939);Uhland (1949) 和 Stallings (1950) 通过试验研究比较四种处理(原始土壤、表层土被剥蚀的同类土壤、覆盖有被剥蚀土层的同类土壤和覆盖有双层表层土的同类土壤)下的作物产量,结果表明仅有底土层处理的玉米、小麦和燕麦低于原始土壤产量的一半,而在有双层表土的处理中,玉米和小麦的产量都相当高。Dregne (1978) 研究了土壤侵蚀厚度与作物产量的关系,认为每流失 2.5cm 的表层土壤,将导致美国的小麦产量每年减少 403.2 万 t。而 20 世纪 70~80 年代对于土壤侵蚀和土壤生产力的研究也表明,由于土壤侵蚀程度的增加,特别在有犁底层限制或产量潜力非常低的底土区,作物产

量将有显著的减少 (Robinette, 1975; Denton, 1978; Buntley and Bell, 1976; Langdale et al., 1979; Frye et al., 1982)。这些研究均深刻的表明土壤侵蚀和土地生产力之间有着非常密切的联系。故尽管 Giltmier (1982) 根据美国爱荷华州在泥沙被侵蚀而进入密西西比河后, 玉米产量反而更高的事实认为, 土壤侵蚀对于农业生产来说只是一个小问题, 不会对土壤生产力带来大的影响, 但 Follett R. F. 和 Stewart B. A. (1985) 在《土壤侵蚀与土地生产力》论文集的序言中指出, 土壤侵蚀对土地生产力有着非常明显的影响, 其主要是通过减少土壤中养分的供给、水分的渗透以及削弱土壤保持水分的能力来实现。大量的研究也表明, 严重的土壤侵蚀将导致土壤养分贫瘠、通气状况不良以及作物根系生长受到限制 (Langdale 和 Schrader, 1982; Larson et al., 1983), 而这些与土地生产力的关系非常密切, 对于土地生产力的发挥有着重要的影响。因而我们可以认为土地生产力是衡量土壤侵蚀状况的一个重要指标。

但由于土壤—植物—大气系统的复杂性, 要定量研究土壤侵蚀与土地生产力之间的关系非常困难。如上所述, 土壤侵蚀影响土地生产力主要是通过影响土壤水分和土壤养分状况来间接影响土地生产力的, 下面对土壤侵蚀与土壤水分、土壤养分的关系作了简单的叙述。

2.1 土壤侵蚀与土壤养分

土壤养分是土壤肥力和生产力的重要组成部分, 养分的组成、含量及储量又是构成土壤肥力和土壤生产力的基本条件, 在光、热、水等气候条件一致的情况下, 土壤中养分含量的多寡决定着作物生长状况的好坏。有关研究表明: 土壤有机质和其他养分具有明显的表聚性 (见表 2-1, 陈乃政, 1995); 表土是土壤储存养分和植物根系吸取养分的主要区域 (史德明, 2000); 由于严重的土壤侵蚀导致表层土壤流失区域的作物产量水平可以通过对表层土壤增施肥料来加以补充, 因而在表层土壤的养分肥力水平对于土地生产力的影响研究方面, 国外的学者做了大量的工作 (Eck, 1969; Hauser, 1968; Heilman and Thomas, 1961; Olson, 1977; Lyles, 1977)。故严重的土壤侵蚀是以径流的形式带走地表大量泥沙的。同时, 也不可避免地将农田土壤表层丰富的有机质及其他养分带走, 并且破坏了表层土壤的团粒结构和水稳结构, 影响了表层土壤的质地, 从而使得表层土壤变得日益瘠薄, 不适于作物生长。

表 2-1

农田土壤剖面养分含量

剖面深度 (cm)	有机质 (%)	全氮 (%)	速效磷 (ppm)
0~15	0.6~1.3	0.066~0.088	20~28.6
15~30	0.5~0.6	0.040~0.050	13~15
30~50	0.3~0.4	0.030~0.040	8.8~12.3

对于土壤侵蚀与土壤养分的关系, 国内外的研究已经很多。有关试验研究表明: 土壤侵蚀导致的土壤养分缺乏主要是 N 和 P, 而表层土壤中 K 的减少与作物产量的关系不大 (Meyer L. D. et al., 1985)。其他养分的研究表明: 底土中 Zn 的含量与玉米、土豆的产量密切相关, 这一点在土壤 Zn 严重缺乏的石灰质土壤中表现尤为明显 (Carlson et al., 1961; Bauer, 1968)。杨武德等 (1999) 和张兴昌 (2000) 的研究也表明: 土壤侵蚀对于土壤肥力

有着明显的负效应,导致 N、P、K 等土壤速效养分含量减少,有机质含量降低以及土壤质地、土壤团粒结构等发生变化,并最终影响土地生产力。史德明等(2000)通过对南方几个县(市)花岗岩水土流失严重区的土壤侵蚀调查研究,表明土壤养分是土壤退化的重要指标,即土壤退化程度越高,养分含量越低(见表 2-1)。关于土壤养分与土壤侵蚀之间定量关系的研究,朱远达(2000)在其研究中对坡面土壤养分流失的路径、影响坡面养分流失的因素、侵蚀泥沙的养分富集特性以及土壤养分地下流失等方面均作了深入细致的探讨,在此基础上以三峡库区作为研究区域,建立了基于地理信息系统和土壤侵蚀条件下不同地类的土壤养分流失模型。

对于土壤肥力及养分与土地生产力的关系以及定量研究,国外主要从植物养分利用效率(NUE)(消耗单位数量的养分所获得的土地生产力)方面开展研究,这也是土壤养分研究的一个热点,其最早的研究可以追溯到 20 世纪 20 年代。苏波等(2000)从养分利用效率的描述参数及其最新发展、养分利用效率的一般格局、影响养分利用效率的因素以及 NUE 和植物对养分胁迫环境的适应策略之间的关系几个方面对养分利用效率的最新研究进展作了总结,并认为未来的研究方向应集中于对使用 MRT(单位养分在种群中存在时间)和 A(单位养分年生产力)来研究 NUE 试验方法的开发、NUE 存在差异的生化基础以及除养分有效性之外的控制养分利用效率诸因素的研究;对于国内的研究者来说,在土壤肥力效应和土地生产力之间的关系方面研究较多。肖国举等(1998)通过实地对耕作层土壤养分含量和作物产量的调查,建立了耕作层土壤有效养分含量(有机质、水解氮、速效磷和速效钾)与作物产量的关系模型,该模型从不同土壤养分的角度考虑土地生产力,和以往对土壤肥力考虑仅是作为一个参数加入模型中是比较大的进步(刘金铜等,1991;谷晓平等,1998)。王殿武等(1998)则通过实验研究建立了不同作物产量与水肥耦合关系之间的效应模型,模拟结果表明旱作农田中甘薯和谷子的水肥耦合效应显著,依水高效施肥可使单位面积作物产量和投肥效益最佳。

2.2 土壤侵蚀与土壤水分

土壤水分是土壤肥力的重要因素之一,是植物光合作用的重要原料,直接关系到土壤的抗旱能力和农林业的生产状况,土壤水分含量的高低也就决定了其上生长作物的产量和质量的好坏。有研究表明:土壤水分对于作物产量和土壤肥力均有着极为重要的影响(Meyer L. D. et al. 1985)。对土壤水分来说,土壤田间持水量(土壤能够稳定保持的最高土壤含水量,也是土壤中所能保持悬着水的最大量,是对作物有效的最高土壤含水量)和凋萎系数(指湿润土壤上的作物经过长期的干旱后,因吸水不足以补偿蒸腾消耗而叶片萎蔫时的土壤含水量)是其优劣的两大度量指标,直接影响着土壤是否能够提供足够的水分来满足作物的蒸腾作用、光合作用以及其他生理过程。因而也有大量的研究者正在进行田间持水量和凋萎系数的研究。影响土壤田间持水量和凋萎系数的因素,包括大气降水、土壤质地以及其他的土壤性能,但目前从土壤侵蚀角度来研究土壤侵蚀和土壤水分的关系以及土壤侵蚀对土壤田间持水量和凋萎系数的影响,这方面的文献还比较鲜见。

土壤侵蚀对土壤水分的影响,主要通过影响土壤自身的理化特性来对土壤的持水性能间接的产生作用。土壤的持水性能是指土壤的孔隙能够容纳、保持水分的能力。土壤持水性能的大小直接决定着土壤水分含量的高低。对于土壤持水能力的研究,沈思渊等

(1990) 和张航等 (1994) 的研究表明：土壤的持水能力与土壤有机质水平、粘粒含量、比表面及孔性等有着密切的关系；武天云等 (1995) 通过试验研究表明：在不同的土壤基质吸力作用下，土壤耕作层、犁底层、垆土层以及母质层的土壤持水能力有着明显差异。而耕作层由于土壤有机质含量和土壤空隙度高于犁底层，因而不论何种条件下，土壤耕作层的持水能力均高于犁底层。这也是土壤表层肥力水平比犁底层高的原因所在。对于土壤侵蚀与土壤水分关系，史德明等 (2000) 提出了“贮水库容”的概念，认为其是土壤中能保持水分的最大库容量，并认为贮水库容受土壤质地、结构、容重和有机质含量的影响。从表 2-2 中可以明显的看出土壤侵蚀退化程度与土壤水分之间的密切关系。

表 2-2 南方花岗岩地区不同侵蚀退化土壤理化指标

土壤退化程度	有效土层厚度 (mm)	有机质层厚度 (cm)	田间持水量 (%)	贮水库容 (mm)	有机质含量 (g/kg)	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量 (g/kg)
未退化	100~75	50~30	>40	430	>40	>1.5	>1.0	25~30
轻度退化	75~50	30~20	40~35	300	40~20	1.5~1.0	1.0~0.7	20~25
中度退化	50~25	20~10	35~30	170	20~10	1.0~0.5	0.7~0.35	25~35
强度退化	25~10	<10	30~20	70	10~5	0.5~0.2	0.35~0.15	35~45
剧烈退化	<10	0	<20	35	<5	<0.2	<0.15	>45

正因为土壤侵蚀对于土壤水分状况有着非常明显的影响，那么水土保持措施的采取在有效地控制土壤侵蚀的同时，也于土壤水分有着一定的积极作用。对石灰岩丘陵土壤的旱作保水技术研究表明，覆膜、保水剂覆草及松土对于保持土壤水分均有非常明显的作用，其中以覆膜的保水性能最佳 (杨吉华, 2000)。陈步峰等 (2000) 的研究也表明，热带山地雨林生态系统可以增加土壤含水量，以便在干旱季节供给作物蒸发需要。刘贤赵等 (2001) 利用月水量平衡方程，对大尺度流域不同地貌类型区水土保持减水效益分析表明，采取各种水保措施进行流域的综合治理后，减少了流域的水分流失，增加了土壤水分的含量。夏汉平等 (1996) 的研究表明，香根草可以有效地提高土壤含水量 4%~42%。邵爱军等 (1997) 对覆盖条件下田间土壤水分的运动进行了数值模拟，结果表明模拟值与实测值拟合关系较好，故该模型可以有效的用于农田土壤水分的研究之中。

土壤水分与土地生产力关系非常密切，王延宇等 (1998) 研究了玉米不同生育期土壤水分和产量的关系，建立了不同生育期土壤水分与作物产量的关系模型，并认为灌浆期和孕穗期是影响玉米产量的关键时期，其田间持水量不能低于 49% 和 52%，这一成果为作物的适时灌溉提供了理论依据；而土壤水分利用效率 (WUE，指消耗单位重量的水分所获得的土地生产力) 的研究一直是土壤水分和土地生产力关系研究的热点所在。William A. Payne (2000) 对空旷地黍子水分利用效率最优化进行了研究后，认为空旷地由于作物覆盖少，土壤水分蒸发是水分散失的主要方式，并提出通过提高土壤养分输入、减少土壤蒸发、增加作物密度以及采用复合农林业等方式来提高土壤水分利用效率。Peter J. Gregory et al. (2000) 在对水分利用效率和作物耕作措施关系的研究中，也提出采取有效的耕作措施来降低土壤水分的蒸发，从而提高土壤水分含量。Robert J. Lascaso (2000) 通过研究建立了一个可以实时测量和计算日作物水分利用的系统，计算结果和野外观测数据非常相近。罗良国等 (1996) 对北方稻田生态系统水分效率的研究表明，不同的水稻田模式，水分利用