

# 内蒙古砒砂岩地区水土流失规律研究

赵 国 际

(内蒙古伊克昭盟水土保持局, 内蒙古东胜市 017000)

**摘 要:** 内蒙古砒砂岩地区是黄河重要的粗沙来源区, 该地区具有水蚀、风蚀及重力侵蚀交互的特点。利用三个试验流域 1983~1997 年的天然观测资料, 分析得到了砒砂岩侵蚀交互作用的时空分布规律; 通过对砒砂岩的理化及侵蚀产沙特性的分析表明, 砒砂岩的产流和产沙能力均高于当地的黄土和风沙土。本研究建立了砒砂岩地区的水蚀模型, 并对水力侵蚀过程进行了模拟。

**关键词:** 砒砂岩; 交互作用; 侵蚀

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2001)04-0158-03

## Research on the Laws of Soil and Water Loss in Sand Rock Region, Inner Mongolia

ZHAO Guo-ji

(Soil and Water Conservation Bureau of Yikezhao Prefecture, Dongsheng City 017000,  
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

**Abstract:** Coarse sand in the Yellow River mainly comes from sand rock area, Inner Mongolia, water erosion, wind erosion and gravitational erosion occur interactively in this area. Based on observed data from three experimental basins in 1983~1997, the temporal and spatial distribution law of erosive interaction is analyzed. Through the analysis of characteristics of physico-chemistry and sediment yield produced by erosion in the area, the result shows that the capacity of runoff and sediment yield of sand rock area is higher than that of local loess and wind-sandy soil. Finally, a model of water erosion in the area is established, and the process of hydraulic erosion is simulated also.

**Key words:** sand rock; interaction; erosion

内蒙古砒砂岩地区位于东胜至准格尔旗一带, 该区域地表存在大量风沙、碎石、岩屑, 杂色紫色岩大量出露, 溯源侵蚀强烈, 水蚀、风蚀都很严重, 并存在重力侵蚀; 水土流失极其严重, 使得砒砂岩区成为黄河主要粗沙来源地之一<sup>[1]</sup>。

内蒙古砒砂岩地区侵蚀产沙的一个重要特点水蚀与风蚀强烈的交互作用, 在同一空间同时出现或在一年内交替出现水蚀、风蚀及重力侵蚀过程, 这一过程在半干旱气候环境区内土壤侵蚀中占有重要地位<sup>[2]</sup>。因此加强对该区域砒砂岩侵蚀产沙特性的研究, 分析不同侵蚀类型的交互作用, 对于该区域的水

土流失防治和改善这一地区的生态环境, 从而大量减少泥沙、洪水, 特别是粗泥沙进入黄河, 以及对于黄河下游防洪减淤具有重要意义。

### 1 小区布设及资料来源

本研究在内蒙古准格尔旗设有五分地沟和五不进沟两处试验场, 并在内蒙古东胜市附近的如意渠进行了定点试验观测。

五分地沟位于皇甫川流域的支流长川中游东岸, 流域面积为 7.7 km<sup>2</sup>。流域地貌属黄土丘陵沟壑

\* 收稿日期: 2001-08-25

作者简介: 赵国际, 男, (1954-), 伊克昭盟水保局局长, 从事水土保持管理工作。

区,坡顶有二叠纪紫红色砒砂岩出露,中部黄土覆盖,下部为流动沙地。五分地沟设坡度试验小区、土壤试验小区、覆盖试验小区及耕作试验小区。坡度试验小区分别设有 $6^{\circ}$ 、 $9^{\circ}$ 、 $12^{\circ}$ 、 $15^{\circ}$ 四个坡度等级,土壤类型为黄土。土壤试验小区设有黄土、风沙土、砒砂岩等土类,坡度为 $6^{\circ}$ 。覆盖小区共6个小区,坡度为 $7^{\circ}$ ;平均覆盖度从22%~73%不等,并设有对照小区。五分地沟耕种小区共5个小区,土壤为黄土,坡度均为 $6^{\circ}$ 。

五不进沟位于皇甫川流域的支流长川中游右岸的一条支沟上,流域面积 $3.2\text{ km}^2$ ,海拔高度 $1\,170\sim 1\,331\text{ m}$ ,流域地貌属黄土丘陵沟壑区。五不进沟共有5个小区,土壤为砒砂岩土类,小区地表均无覆盖,坡度分别为 $9^{\circ}$ 、 $12^{\circ}$ 、 $15^{\circ}$ 、 $17^{\circ}$ 、 $20^{\circ}$ 。

如意渠位于东胜北部 $30\text{ km}$ ,流域面积 $1.26\text{ km}^2$ ,土壤类型为黄土、风沙土和砒砂岩三类。为了观测砒砂岩风化速率以及重力侵蚀,本研究自1993年进行了不同地貌部位的定点观测。在裸露的砒砂岩坡面布设了6个测杆以及在沙坡上部、中部和下部布设了27个测杆,观测砒砂岩风化速度及风蚀量;在侵蚀沟陡坡上布设了6个测杆以及在活跃的沟头部位布设了10个测杆,以观测重力侵蚀;并设有风速仪和分层聚沙仪。

## 2 砒砂岩区水力、风力及重力侵蚀交互作用分析

### 2.1 砒砂岩地区侵蚀产沙的空间分布规律

为了阐明不同沙粒在空间的运动规律,本研究在如意渠小流域通过分层聚沙仪、径流小区等方式进行了不同地貌部位的定点观测,得到了不同粒径沙粒的空间分布规律以及砒砂岩的产沙特点通过如意渠小流域的定点观测,从沙坡顶部至坡底部,粒径

$0.25\text{ mm}$ 的沙粒呈现递增趋势,而粒径 $1.00\text{ mm}$ 的沙粒呈现递减趋势,此观测结果表明在水力、风力及重力侵蚀交互作用下不同粒径沙粒在空间的分布规律。

观测结果表明,该地区风力、水力、重力及冻融侵蚀同时存在。一年四季中交替出现,互助互长,叠加作用,风沙区全年以风力侵蚀占主导地位。丘陵沟壑区,冬春风力侵蚀强烈,夏秋水力侵蚀占主导地位。冻融同重力侵蚀叠加作用在春季表现最明显,沟道侵蚀集中了各种侵蚀形式是最剧烈的侵蚀部位。在春季以风蚀为主,覆土的砒砂岩的粒径相对较小,受风力影响较大,侵蚀较裸露砒砂岩大;裸露的砒砂

岩风化速率快,风化后的堆积物的抗蚀性较黄土弱,因而裸露的砒砂岩易于受水力侵蚀,在以水蚀为主的夏季其侵蚀是春季的五倍。

在一个小流域内,水力侵蚀主要以坡面与沟坡侵蚀为主,重力侵蚀主要以陡坡与沟坡侵蚀为主,有从坡顶向沟底逐步增强的规律;对于风蚀在迎风坡及两边或东西走向高地貌之间形成强风蚀区,在背风坡或较为平坦的地区则形成弱风蚀区,而在背风坡、洼地、各种沟道内往往是风沙堆积区,实际分异比较明显,除南北两沙区风蚀为主外,绝大部分地区则以水蚀及重力侵蚀交互作用侵蚀为主。水蚀从南而北减弱,而风蚀则自南向北增强。以上风蚀、水蚀及重力侵蚀交互作用的空间变化过程,正是半干旱气候环境区土壤侵蚀最为严重的一个主要原因,结果形成了在强烈切割的丘陵沟壑地形上,广泛分布风成床面形态的地貌景观。

### 2.2 砒砂岩地区侵蚀产沙的时间分布规律

五分地沟多年平均降雨量约为 $400\text{ mm}$ ,降雨年际差异大,枯水年仅为 $140\text{ mm}$ 左右,而丰水年高达 $630\text{ mm}$ 以上。降雨少而集中,主要集中在7、8、9三个月,使得水蚀模数最为剧烈的月份是7~9月。从五分地沟实地观测资料分析,重力侵蚀主要发生在温差较大的月份,尤其是春、夏之交气温日较差大,冻融风化剧烈,易于发生重力侵蚀。从侵蚀发生的时间来看,年内各月都发生重力侵蚀,重力侵蚀的高峰值在3~8月,其间最高峰值在5~6月,次高峰在7~8月,第三峰值在3~4月,5~9月的重力侵蚀与水蚀复合,其他各月的重力侵蚀与风蚀复合。从五分地沟不同月份的风速值以及风蚀模数值分析,在冬春季节,尤其是春季特剧烈,在4~5月份期间形成高峰。

通过对1983~1990年的8年五分地沟小区资料进行对比分析表明:在内蒙古砒砂岩区,一年内强烈的风力、水力及重力侵蚀是交替的,在干燥的冬春两季以风蚀占主导地位,尤其是沙带区和河床两岸及沙黄土区更盛;在湿润的夏季则以水蚀为主,且多以暴雨形式出现,但风蚀作用强盛最微弱期,在春末夏初,存在着风蚀、水蚀及重力侵蚀的同步交互作用。

## 3 砒砂岩侵蚀产沙分析

为了说明砒砂岩的侵蚀产沙特性,本研究对当地三种主要的土类砒砂岩、黄土、风沙土土壤的理化特性及侵蚀产沙特点进行了对比研究。砒砂岩是指

发育在砭砂岩母质上的坡地栗钙土类的各种土壤,其母质主要为白垩、侏罗系砂岩、砂砾岩风化物,结构松散,胶结力差,易被水侵蚀;从砭砂岩土类土壤剖面的分化来看,全剖面由腐殖质层、钙积层、母质层组成。腐殖质层呈栗色,土壤质地为砂壤土,保肥保水能力较差,易受干旱,生产水平不太高;钙积层呈灰白色,较坚硬,是农业生产和植物生产的障碍层<sup>[3]</sup>。

### 3.1 砭砂岩地区水力侵蚀分析

从对砭砂岩侵蚀产沙特性的多年观测来看,砭砂岩的侵蚀主要以水力侵蚀为主。砭砂岩在干旱情况下,其质地非常坚硬,不容易被侵蚀,但在水力的作用下就变得裸露的砭砂岩陡坡在重力的作用下其风化物堆积到坡脚,形成扇形的坡积裙。这些疏松的风化物在水力的作用下被搬运到下游沟道及河道,最后被输送到黄河,形成了黄河的主要粗砂来源。

### 3.2 砭砂岩区重力侵蚀及交互作用分析

砭砂岩的侵蚀过程包括以下两个步骤:母岩的风化、堆积过程;降雨侵蚀及泥沙搬运。砭砂岩母质在冷热、干湿等的作用下,母岩产生风化,风化的速度很快,砭砂岩母质的风化与侵蚀交替进行,风化崩解形成的岩屑成为径流侵蚀夹带泥沙的源泉,岩石风化层被侵蚀后,又裸露出一新的岩体供风化,呈风化-侵蚀-风化的循环特点;砭砂岩母质土壤侵蚀强烈,导致土层浅薄,土地生产力下降,甚至裸露母质,母岩丧失生产力,演变成侵蚀更严重的母质侵蚀。因此,砭砂岩的重力侵蚀与其母质的分化物密切相关。

根据五分地沟试验场 1993~1996 年对砭砂岩风化速度进行多处定点插杆的观测,流域内砭砂岩的年风化速度 1.5~3.6 mm,以此结果计算,每年砭砂岩风化提供的风化物达 2 205~5 292 t/(km<sup>2</sup>·a)。根据对如意渠小流域重力侵蚀的调查结果,砭砂岩地区的重力侵蚀主要发生在大于 30 的沟坡,

由于砭砂岩中泥岩质地细,硬结成岩较差,坡度角较小,崩解速度快,重力侵蚀以泻溜方式为主,泻溜主要发生在 35~60 之间的陡坡地段,崩塌主要发生在 60 以上的沟坡陡崖地段,泻溜和崩塌使岩土在沟坡部位形成堆积坡裙。重力侵蚀所形成的风化堆积物是流域侵蚀产沙的重要来源,重力侵蚀是小流域侵蚀产沙的重要组成部分。

根据如意渠小流域 1994 年 4 月流域坡面不同地貌部位的观测结果,坡顶最大侵蚀量为 32 mm,中部为 35 mm,坡下部为 304 mm,坡角堆沙区最大堆沙量为 469 mm,表明覆沙沟坡仅 4 月份就向沟道推进了 40~50 mm 厚的沙粒。当雨季时,遇侵蚀性暴雨形成的沟谷径流冲刷搬运力的作用,可将河岩坡脚的泥沙冲走。泻溜的发生首先是通过破坏稳定的风沙堆积物所形成的河岸底部的休止角,使坡角变陡,底部变空,在重力作用下,产生河岩坡面的泻溜,泻溜过程从坡角向上逐级进行;当坡脚侵蚀停止之后,仍然有一个滞后的泻溜过程来调整坡面,最后产生一个与原始休止角相同的新的稳定的沙坡面。

在水力及重力侵蚀,风沙堆积物的岸坡可不断后退,侵蚀下来的风沙堆积物质受沟道径流的搬运作用,不断地向下游输送;风力也不断地搬运泥沙来补充岸坡风沙堆积。这种风力、水力及重力侵蚀交互作用的是黄河下游河道粗沙补给的重要来源。

由于砭砂岩的渗透力弱,径流冲刷力强,可蚀性大,使得砭砂岩的产流和产沙都明显高于风沙土和黄土;砭砂岩地区的侵蚀产沙呈现水蚀、风蚀和重力侵蚀交互作用的特点,并在时间分布及空间分布上具有其规律性;多种侵蚀方式在空间上复合作用,而且在时间上交替作用,扩大了土壤侵蚀范围和延长了土壤侵蚀时间,导致了侵蚀强度大,是侵蚀物质中粗沙含量高的根本原因。

### 参考文献

- [1] 张胜利,李倬,赵文林,等.黄河中游多沙粗沙区水沙变化原因及发展趋势研究[M].郑州:黄河水利出版社,1997.6~7.
- [2] 陈永宗,景可,蔡强国.黄土高原现代侵蚀与治理[M].北京:科学出版社,1988.80~145.
- [3] 赵羽,金争平,史培军,等.内蒙古土壤侵蚀研究[M].北京:科学出版社,1989.2~31.
- [4] 金争平,史培军,侯福昌,等.黄河皇甫川流域土壤侵蚀系统模型和治理模式[M].北京:海洋出版社,1992.45~98.
- [5] 江忠善,王志强,刘志,等.黄土丘陵区小流域土壤侵蚀空间变化定量研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1996.1(2):1~9.
- [6] 王治华,黄联捷.降雨与产沙——黄土高原产沙模型研究之一[A].见:孙亚梅,何建邦,彭望录等主编.黄土高原重点产沙区信息系统研究(续集)[M].北京:测绘出版社,1993.116~125.
- [7] 蔡强国,王贵平,陈永宗.黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟[M].北京:科学出版社,1998.30~199.