

# 新疆典型小流域土壤水稳性团聚体分布特征研究

柴仲平<sup>1</sup>, 王雪梅<sup>2</sup>, 陈波浪<sup>1</sup>, 孙霞<sup>1</sup>, 贾宏涛<sup>1</sup>

(1. 新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

**摘要:** 新疆是全国水土流失面积大区。以新疆典型小流域——阜康市三工河流域为例,对区域土壤水稳性团聚体分布特征及其影响因素做了初步研究,旨在为小流域土壤侵蚀治理提供重要参考依据。通过对流域内典型梁峁坡地、不同坡度坡地及不同植被覆盖度 0—20 cm 和 20—50 cm 剖面层土壤进行采样分析。结果表明,该流域土壤水稳性团聚体含量分布存在以下特征:土壤同一剖面自上而下呈递减趋势;同一坡面随坡位自上而下呈增加趋势;不同坡度则随坡度的增加而减少;不同植被覆盖度土壤水稳性团聚体含量呈现:农用坡耕地 < 林地 < 草地 < 草灌地。

**关键词:** 新疆; 水土流失; 小流域; 水稳性团聚体; 分布特征

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)03-0094-03

中图分类号: S152.4<sup>+</sup>81

## Distribution Characteristics of Soil Water Stable Aggregates in a Small Typical Watershed of Xinjiang Wei Autonomous Region

CHAI Zhong-ping<sup>1</sup>, WANG Xue-mei<sup>2</sup>, CHEN Bo-lang<sup>1</sup>, SUN Xia<sup>1</sup>, JIA Hong-tao<sup>1</sup>

(1. College of Pratacultural and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. College of Geographical Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

**Abstract:** Xinjiang is a large district suffering from soil and water loss in China, but soil erosion processes in the region have not yet been understood deeply. Taking San'gong River watershed in Fukang City, Xinjiang Wei Autonomous Region, as an example, a preliminary study for the distribution characteristics of water stable aggregate content and its influence factors was performed to provide an important basis for soil erosion control. Soils of 0 - 20 cm and 20 - 50 cm on a typical hilly slope, slopes of different gradients, and vegetation coverage of different degrees were analyzed. Results showed that the distribution of soil water stable aggregates in the small watershed had the following characteristics: it had a decreasing tendency from surface down to bottom in the same soil profile; on the same slope, it had a increasing tendency from top to bottom; and on slopes of different gradients, it had a decreasing tendency with slope increasing. In terms of the water stable aggregate content under vegetation coverage of different degrees, landuse was in the descendant order of sloping cropland < forest land < grassland < grass and bush land.

**Keywords:** Xinjiang; soil and water loss; small watershed; water stable aggregate; distribution characteristics

土壤团聚体是土壤结构的基本单位<sup>[1]</sup>。土壤团聚体在土壤中具有保证和协调土壤中的水、肥、气、热,影响土壤酶的种类和活性,维持和稳定土壤疏松熟层等重要作用<sup>[2]</sup>。在一定程度上,土壤团聚体数量和质量影响着土壤结构的优劣<sup>[3]</sup>。已有研究表明土壤团聚体中粒径 > 0.25 mm 的水稳性团聚体是维持土壤结构稳定的基础,其含量越高,土壤的结构稳定性越强<sup>[4-5]</sup>。具有良好水稳性团聚体结构的土壤,不

仅能够满足植物对水分、养分、湿度、空气的需求,而且具有良好的抗冲抗蚀性能,可以抵抗较强的冲刷作用<sup>[6]</sup>。土壤有机质、土壤微生物等自然因素及耕作、土地利用方式变化等人为活动,对土壤团聚体的稳定性均有重要影响<sup>[7]</sup>。新疆在全国是水土流失面积大地区,但对该区的土壤侵蚀过程却未进行深入细致的研究,这直接影响了新疆地区良性生态环境重建等重大决策的制定。因此,本文以阜康市三工河小流域

收稿日期:2008-09-03

修回日期:2008-11-18

基金项目:973 课题“新疆绿洲棉田土壤质量演变规律与可持续利用研究”(2006CB708402);自治区科技攻关(含重大专项)和重点项目计划课题“果树营养特性与化肥耦合技术研究”(200731136-5);土壤学自治区重点学科资助

作者简介:柴仲平(1974—),男(汉族),甘肃省永昌县人,硕士,研究方向为土壤质量。E-mail: chaizhongping@tom.com。

通信作者:贾宏涛(1975—),男(汉族),陕西省高陵县人,博士,副教授,研究方向为土壤生态。E-mail: hongtaojia@126.com。

土壤为例,对该区域土壤水稳性团聚体的分布特征及其影响因素做初步研究,旨在为小流域土壤侵蚀治理提供重要的参考依据。

### 1 研究区概况

三工河小流域为三工河流域(水磨河、三工河、四工河)的一条支流,位于阜康市的西南部,南至博格达峰,北与农六师六运湖农场接壤,东至大泉牧场,西与水磨沟牧场相邻,地理坐标位于东经 87°53'33"—88°17'12",北纬 43°46'37"—44°46'56",总面积 750.19 km<sup>2</sup>。流域海拔高程在 450~5 445 m 之间,流域内地形南高北低,由东南向西北倾斜。全流域地貌单元可大致分为山地、丘陵和平原,其中山地 205.12 km<sup>2</sup>,丘陵 149.02 km<sup>2</sup>,平原 396.05 km<sup>2</sup>。长期以来,由于人为的土地、矿产等资源不适度开发及一些自然因素造成该地区水土流失非常严重,水土流失面积已达 233 km<sup>2</sup>,平均侵蚀模数为 3 185 t/(km<sup>2</sup>·a)。流域内土壤具有明显的垂直分布特征,由高到低依次分布为高山草甸土、亚高山草甸土、灰褐色森林土,山地黑钙土、栗钙土、棕钙土、灰漠土,平原草甸土、灌淤土、沼泽土、盐化草甸灰漠土等。南部地表土层较薄,到下游段逐渐增厚,土壤为灌淤土,微碱性,质地为砂壤,有机质含量 1%,全氮 0.072%,全磷 0.081%,肥力中上等。

流域南部为高山,主要植被为高山草甸植被和森林草甸植被;流域中部为低山丘陵,主要植被为驼绒蒿、锦鸡儿、骆驼蓬及小蓬伴生植物蒿子为主;流域北部为冲积平原带,植被以人工植被为主,有多种暖温带阔叶树种及果木生长,防护林、用材林主要以柳、

杨、榆树为主,经济林有桃、蟠桃、葡萄、苹果等,薪炭林主要有沙枣、红柳。农业种植主要以棉花、小麦、玉米、油菜为主。

### 2 材料与方法

通过选取典型梁峁坡地不同坡位,不同坡度坡地,不同植被覆盖地进行土样采集。采样深度为 0—20 cm 和 20—50 cm,采样时先刮去地表杂物,以 S 型法选取 7—8 个样点用管形内嵌式环刀钻进行取样,土样取出后迅速盖好环刀盖,写好标签,并对环刀进行固定,带回实验室备用。水稳性土壤团聚体采用湿筛法测定<sup>[8]</sup>。

### 3 结果分析

#### 3.1 梁峁坡地土壤水稳性团聚体含量

在三工河小流域选取南高北低和中间高东西两侧低的典型梁峁坡地进行研究,采样点随坡位自上而下依次编为 1,2,3,4 号,(见图 1)。实验测定结果见表 1。

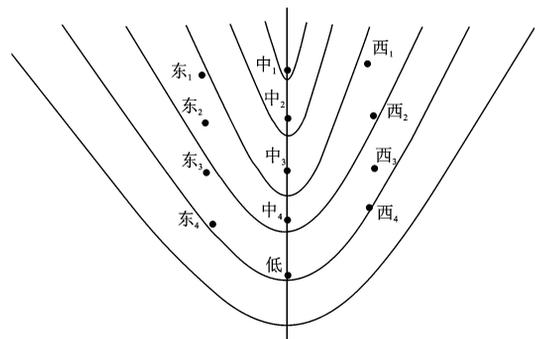


图 1 梁峁坡地采样点分布图

表 1 梁峁坡地土壤水稳性团聚体含量

样号	水稳性团聚体含量/ %		样号	水稳性团聚体含量/ %		样号	水稳性团聚体含量/ %	
	0—20 cm	20—25 cm		0—20 cm	20—50 cm		0—20 cm	20—50 cm
东 <sub>1</sub>	14.953	11.596	中 <sub>1</sub>	9.832	8.251	西 <sub>1</sub>	9.841	8.976
东 <sub>2</sub>	22.462	18.375	中 <sub>2</sub>	11.996	10.698	西 <sub>2</sub>	20.234	18.259
东 <sub>3</sub>	31.818	25.982	中 <sub>3</sub>	18.059	14.823	西 <sub>3</sub>	26.167	21.353
东 <sub>4</sub>	34.183	29.477	中 <sub>4</sub>	19.516	18.954	西 <sub>4</sub>	29.014	28.862

由表 1 分析得出,(1) 无论是梁峁坡的中部还是其东西两侧土壤两个剖面层 0—20 cm,20—50 cm 上的水稳性团聚体含量最高值都出现在 4 号样点,最低值都出现在 1 号样地,且呈现出 1 号 < 2 号 < 3 号 < 4 号。这是因为土壤在发育过程中受到雨水侵蚀,有机质及养分离于随径流和泥沙由高向低运移,坡上部侵蚀严重,所以土壤肥力较低,土壤水稳性团粒体含量

也随之减少。(2) 梁峁坡东西两侧土壤的两个剖面层 0—20 cm 和 20—50 cm 上的水稳性团聚体含量都较中间高。这是因为中间高侵蚀严重,有机质、养分离于随径流、泥沙由高向低,从中间向两侧横向运移,所以中间土壤肥力较低,土壤水稳性团粒体含量也较低。(3) 无论梁峁坡中间还是东西两侧,同一样点土壤水稳性团粒体含量都呈现 0—20 cm 剖面 > 20—50

cm 剖面,这是因为土壤表层有机质、养分离子含量较内部高,所以表层土壤肥力明显高于下部,因此土壤剖面中水稳性团聚体含量自上而下递减。总之,从整个梁峁地的样点来看,由于土壤侵蚀作用在同一块地上对有机质以及养分离子的携带、输移作用非常显著,因而导致土壤中水稳性团聚体含量差异较大。

### 3.2 不同坡度土壤水稳性团聚体含量

选取坡度分别为  $1^{\circ}, 2^{\circ}, 4^{\circ}, \dots, 12^{\circ}$  的典型坡地对其 0—20 cm 和 20—50 cm 土壤剖面层进行研究。通过分析,由图 2 可看出,不同坡度下,土壤剖面层上层土壤水稳性团聚体含量比下层高。这是因为土壤上层有机质、养分离子含量均比下层高,所以水稳性团聚体含量也是上层比下层高。同时,随着坡度的增加土壤剖面上下层水稳性团聚体含量都在减小。究其原因,这是因为随着坡度的增加,土壤受侵蚀程度加剧,再加上人为耕作,重用轻养,使土壤结构遭破坏,土壤抗蚀性减弱,径流及泥沙携带走大量有机质、养分离子,使其输入小于输出,从而土壤肥力降低,所以水稳性团聚体含量也急剧降低。水稳性团聚体含量降低和抗蚀性减弱更促使了土壤侵蚀,形成恶性循环,所以对坡地来说,要适当退耕还林还草,改善土壤结构,提高水稳性团聚体含量,增强抗蚀性,达到保水、保土、蓄肥目的。

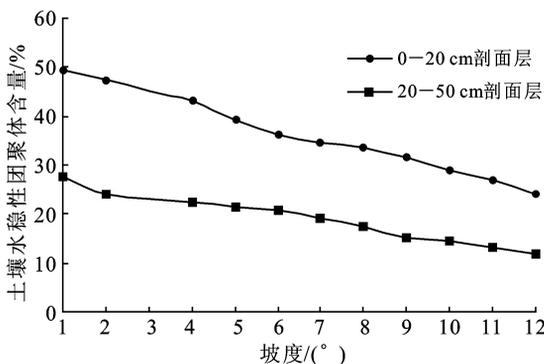


图 2 不同坡度土壤水稳性团聚体含量变化

### 3.3 不同植被覆盖土壤水稳性团聚体含量

从图 3 中我们可看出,无论是农用坡耕地、林地、草地、草灌地,其剖面层上的土壤水稳性团聚体含量仍遵循自上而下逐渐减少的规律。同时,农用坡耕地、林地、草地、草灌地之间也有不同。无论是 0—20 cm 的土壤剖面层还是 20—50 cm 的剖面层,土壤水稳性团聚体平均含量均为农用坡耕地 < 林地 < 草地 < 草灌结合地。而林草地土壤自然熟化较好,再加上林草的根系以及枯落物为土壤中腐殖质和有机质的形成提供了条件,并且林草具有缓冲雨滴、水流的击溅与冲刷,保土效益好,从而防止了土壤养分的流失,

使土壤有完整结构,水稳性团聚体含量逐渐增加,土壤抗蚀性增强。

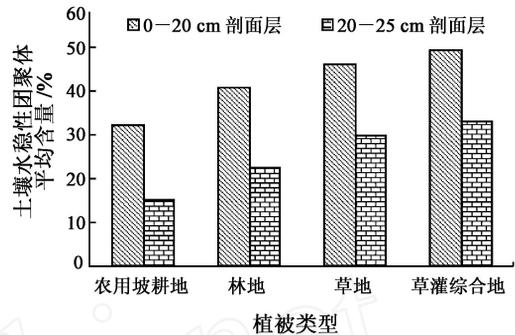


图 3 不同植被覆盖土壤水稳性团聚体含量变化

## 4 结论

通过对阜康市三工河小流域土壤水稳性团聚体含量的分析可知,小流域地区土壤因侵蚀强度剧烈,另外长期重用轻养,土壤肥力很差,土壤中水稳性团聚体含量普遍较低。同时,通过实验分析可得出该小流域土壤水稳性团聚体含量分布存在以下特征:(1)对于梁峁坡地,无论是坡的中部还是其东西两侧土壤水稳性团聚体含量受坡位影响比较大,同一坡面随坡位自上而下呈增加趋势;同时还受土壤剖面深度的影响,同一样点土壤剖面水稳性团粒体含量都呈现自上而下递减。(2)不同坡度下,土壤剖面上层土壤水稳性团聚体含量均比下层高。同时,随着坡度的增加土壤剖面上、下层水稳性团聚体含量都呈现减小趋势。(3)无论是农用坡耕地、林地、草地还是草灌地,其剖面层上的土壤水稳性团聚体含量仍遵循自上而下逐渐减少的规律。同时,农用坡耕地、林地、草地、草灌地之间也有不同。无论是 0—20 cm 的土壤剖面层还是 20—50 cm 的剖面层,土壤水稳性团聚体平均含量均表现为农用坡耕地 < 林地 < 草地 < 草灌结合地。

随着环境日益恶化,植被破坏严重,水土流失也愈来愈受到人们的关注。水土流失导致了土地面积逐渐减少,阻碍和影响了人类的生存和发展,治理水土流失则成为当前急需解决的重要问题之一。治理水土流失就要增强土壤的抗蚀性,而水稳性团聚体具有较强的水稳性,是衡量土壤抗蚀性的重要标志,所以提高土壤中水稳性团聚体的含量就成为增强土壤抗蚀性,从而达到治理水土流失的重要有效手段。因此,为了提高土壤中水稳性团聚体的含量,增强土壤的抗蚀性,就要加大土壤表面的植被覆盖度,大量植林、种草,并适当退耕还林或草灌结合,充分发挥林草的蓄水保土效益,从而达到改善小气候,治理水土流失的目的。

(下转第 102 页)

很快,并且茶树和自然恢复植被对深层水分利用率更高。

(2) 各利用方式下土壤蒸发和植被蒸腾以大气形式返还的水量是 100 cm 土层水量平衡中的主要支出项目,其比例高达 82% 以上;降雨量越大,土壤蒸散耗水越多,相同降雨条件下,农作区蒸散量最少,恢复区最大,桉柑区、茶园区和荒草区相近;地表径流恢复区最小,农作区最大,其余三者接近。

(3) 各土地利用方式不同的水分支出比例为红壤坡地雨水的利用配置提供依据。农作区地表径流较大,可为坡底其余系统单元的集蓄利用提供水量来源;条植撩壕的茶园是缓坡地利用的良好模式,桉柑区可在秸秆覆盖或活物覆盖下减弱土壤蒸发,增加生产性供水;林灌、林农的间套混作可使多种植物形成互补共生的群落,分层利用不同时空水分,减弱地表水土流失,缓解旱情,进一步提高系统生产力。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张斌,张桃林. 南方东部丘陵区季节性干旱成因及其对策[J]. 生态学报, 1995, 15(4): 413-419.
- [2] Zhang Bin, Zhang Taolin, Zhao Qiguo. Soil Erosion of Varming Systems in Subtropical China [J]. Pedosphere, 1996, 6(3): 224-223.
- [3] 刘昌明,何希吾,任鸿遵. 中国水问题研究[M]. 北京:气象出版社, 1996.
- [4] 柳云龙,胡宏涛. 红壤地区地形位置和利用方式对土壤物理性质的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 22-26.
- [5] 彭娜,谢小立,王开峰,等. 红壤坡地降雨入渗、产流及土壤水分分配规律研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(3): 17-20.
- [6] 张莉. 红壤坡地土壤水分入渗与再分布规律的研究[D]. 长沙:湖南农业大学, 2004.
- [7] 谢贤群,王立军. 水环境要素观测与分析[M]. 北京:中国标准出版社, 1991.
- [8] Grema A K, Hess T M Water balance and water use of pearl millet-cowpea intercrops in north east Nigeria[J]. Agric. Water Manage. 1994, 26: 169-185.
- [9] Shanboltz V O, Younos T M. A soil water balance model for no-tillage and conventional till systems[J]. Agric. Water Management. 1994, 26: 155-168.
- [10] 何园球. 红壤农业生态系统水分、养分循环特点及资源的合理利用[C]//王明珠,张桃林,何园球. 红壤农业生态系统研究(2集),南昌:江西科学技术出版社, 1993:216-223.
- [11] 熊顺贵. 基础土壤学[M]. 北京:中国农业大学出版社, 2001:114-116
- [12] 谢小立,王凯荣. 红壤坡地雨水地表径流及其侵蚀[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(5): 839-845.
- [13] 余新晓,赵玉涛,张志强,等. 长江上游亚高山暗针叶林土壤水分入渗特征研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(1): 15-19.
- [14] 党坤良. 秦岭火地塘林区不同林地土壤水分动态特征的研究[J]. 西北林学院学报, 1995, 10(1): 1-8.
- [15] 王晓燕,陈洪松,王克林,等. 不同利用方式下红壤坡地土壤水分时空变化规律研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(2): 110-113.
- [16] 王晓燕,陈洪松,王克林. 红壤坡地不同土地利用方式土壤蒸发和植被蒸腾规律研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(12): 41-45.
- [17] 申卫军,彭少麟,周国逸,等. 鹤山丘陵草坡的水文特征计水量平衡[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 162-168.

(上接第 96 页)

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 王清奎,汪思龙. 土壤团聚体形成与稳定机制及影响因素[J]. 土壤通报, 2005, 36(3): 415-421.
- [2] 朱冰冰,李鹏,李占斌,等. 子午岭林区土地退化/恢复过程中土壤水稳性团聚体的动态变化[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2008, 36(3): 124-128.
- [3] Rattan L. Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century [J]. Soil Science, 2000, 165:191-207.
- [4] 丁文峰,丁登山. 黄土高原植被破坏前后土壤团聚体分形特征[J]. 地理研究, 2002, 21(6): 700-706.
- [5] 苏静. 宁南地区植被恢复对土壤团聚体稳定性及碳库的影响[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学, 2005.
- [6] 卢金伟,李占斌. 土壤团聚体研究进展[J]. 水土保持研究, 2002, 9(1): 81-85.
- [7] 李阳兵,谢德体. 不同土地利用方式对岩溶山地土壤团聚体结构的影响[J]. 水土保持学报, 2001, 15(4): 123-125.
- [8] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室. 土壤物理性质测定法[M]. 北京:科学出版社, 1978.