

## 黄土区土地整理压实土壤物理性状的初步研究

孟会生<sup>1</sup>,王静<sup>2</sup>,郭建奎<sup>3</sup>,张祥民<sup>3</sup>,阎永康<sup>2</sup>,殷海善<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>山西农业大学资源环境学院,山西太谷 030081;<sup>2</sup>山西省农业科学院农业资源综合考察研究所,太原 030006;

<sup>3</sup>山西省闻喜县国土资源局,山西闻喜 043800)

**摘要:**拟了解黄土丘陵土地整理区的土壤压实情况,从而制定相应的改良措施,促进土地资源的优化配置和有效利用。以闻喜县后宫乡的土地整理项目为研究对象,调查了压实地土壤的容重、紧实度、含水量以及渗水速率。结果表明:(1)与一般农田土壤相比,整理区土壤容重平均增高1.34倍、紧实度平均高484倍。(2)压实土壤的初始渗透速率为1.21 mm/10 min,稳渗速率为0.7 mm/10 min,约相当于一般农田土壤的16%和28%。这些物理性状表明土地整理区内土壤压实程度非常严重,必须采取相应措施改良压实的土壤,迅速提高土地的生产力。

**关键词:**土地整理;物理性状;容重;紧实度;渗水速率

中图分类号:S156.99 文献标识码:A 论文编号:2009-1883

### Preliminary Study on Physical Properties of Soil Compact in Land Consolidation in Loess Plateau

Meng Huisheng<sup>1</sup>, Wang Jing<sup>2</sup>, Guo Jiankui<sup>3</sup>, Zhang Xiangmin<sup>3</sup>, Yan Yongkang<sup>2</sup>, Yin Haishan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>College of Resource and Environment, Shanxi Agricultural University, Taigu Shanxi 030081;

<sup>2</sup>Agricultural Resources Comprehensive Survey Institute of Agricultural Science Academy In Shanxi, Taiyuan 030006;

<sup>3</sup>Wenxi County National Land Resource Administration in Shanxi Province, Wenxi Shanxi 043800)

**Abstract:** The author planned to understand the soil compaction of land consolidation in loess Plateau area and formulate corresponding improvement measures to promote the optimal allocation and effective use of land resources. In this paper, the land consolidation project in Hougong Town Wenxi County was conducted to investigate the soil bulk density, compaction, the water content and infiltration rate. The result showed: (1) In comparison with the general farmland soil, the soil bulk density increased by 1.34 times and compaction increased by 484 times in land consolidation. (2) The rate of initial infiltration was 1.21mm/10min and the rate of steadily infiltration was 0.7mm/10min in compaction soil, was equal approximately to 16% and 28% in general farmland soil. These physical properties indicated that land consolidation area was very serious level of soil compaction; the appropriate measures must be taken to improve compaction of the soil, rapidly improving land productivity.

**Key words:** land consolidation, physical properties, bulk density, compaction, infiltration rate

### 0 引言

土地整理是一项实现土地资源可持续利用的战略性基础工程。随着人地矛盾的加剧,土地整理在协调人地关系,实现土地资源化配置和确保耕地总量动

态平衡方面的作用日益凸显。土地整理过程实际上是土壤重构的过程。土地整理中最重要的工程之一是地块物理形状的改变,包括平整土地,小田块合并为大田块,不规整田块整理为规整田块等,而且施工中的重型

**基金项目:**研究受到国家科技支撑计划“土地整理关键技术集成与应用”子课题“整理区生物-理化联合改良技术”(2008BAB38B02-3)资助。

**第一作者简介:**孟会生,男,1977年出生,硕士,讲师,从事植物营养与环境生态的教学与研究工作。通信地址:030081 山西农业大学资源环境学院, E-mail: huishengmeng@126.com。

**通讯作者:**殷海善,男,1970年出生,硕士,副研究员,从事土地利用与管理方面的工作。通信地址:030006 山西省农业科学院农业资源综合考察研究所, E-mail: yinhaishan2006@yahoo.com.cn。

**收稿日期:**2009-09-15, **修回日期:**2009-10-13。

设备对土壤的碾压导致了土壤压实,这必将对土壤的物理性状构成影响<sup>[1]</sup>。土壤一旦压实,仅靠植物和土壤动物对压实进行修复是一个非常漫长的过程,若不实施根本的物理干扰,就难以恢复到初始状态<sup>[2]</sup>。目前对于土壤压实方面的研究主要是针对机械化作业的农业耕作,压实程度相对较轻。土地整理过程中的土壤压实比较严重,尤其是黄土高原区黄土具有不同于世界各地其它土壤的特性,压实的程度更加强烈,因此研究黄土区土壤的压实问题具有重要意义。笔者以山西省闻喜县土地整理项目为例,通过对土地整理后压实土壤物理性状的分析,了解该区土壤压实情况,旨在制定相应的改良措施,为恢复土地生产力,促进土地资源的优化配置和有效利用奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于山西省运城市闻喜县东部,距闻喜县城 17 km,涉及后宫乡的后宫村、北阳村、侯村垣村、刘古庄村、郭家庄村、上院村、新阳庄村、阳庄村等 8 个行政村。地理坐标东经 111°20'59"~111°25'33";北纬 35°21'41"~35°24'17"。项目区建设规模 1674.63 hm<sup>2</sup>,其中耕地 1544.86 hm<sup>2</sup>。项目区属温带大陆性季风气候,年平均气温 12.6 °C,年平均降水量 507.0 mm,平均无霜期 194 天。项目区土壤以黄土质褐土性土为主,属重壤土。种植作物主要以小麦、玉米为主。2008 年冬季到 2009 年春季遭遇 50 年不遇的干旱,土壤水分含量很低。

### 1.2 样品采集

此研究于 2008 年 9 月—2009 年 5 月在闻喜县后宫乡土地整理项目区内的北阳村和后宫村两个行政村进

行。在每个项目区采集挖方地、填方地土壤样品,然后在整理区附近的未整理地块采集小麦地、两年未耕作黄芪地和黄土壁作为对照,测定土壤的容重、水分、总孔隙度,同时在整理区内测定土壤紧实度、渗水率。

### 1.3 分析方法

土壤紧实度:用土壤硬度计野外实测,试验所用为浙江托普公司 TYD-1 土壤硬度计,硬度指示范围为 0~500 kg/cm<sup>2</sup>;土壤容重:用环刀法;土壤总孔隙度:通过公式计算获得,土壤总孔隙度%=(1-容重/比重)×100;土壤含水量:烘干法;土壤渗水率:同心环下渗仪测定,同心环下渗仪由直径为 18.5 cm 及 37.0 cm 的两个内外金属圆环组成,环高 20 cm。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤容重与孔隙度

在土壤质地相似条件下,容重的大小可以反映土壤的压实程度。容重小,表明土壤疏松多孔,结构性良好,反之,容重大则表明土壤紧实板硬而缺少团粒结构。土壤压实越严重,容重越大,所以一般用容重来反映土壤的压实程度。一般土壤耕作层容重在 1.05~1.35 g/cm<sup>3</sup> 之间,底土和紧实的耕作层容重在 1.35~1.55 g/cm<sup>3</sup> 之间<sup>[3]</sup>。从表 1 中不同压实地土壤容重可以看出,不论是挖方地还是填方地土壤容重均比正常土壤容重要高,挖方地土壤容重最高,比对照小麦地和黄芪地要高 44.72% 和 37.98%,非常不利于农业生产。这主要是土地整理过程中机械压实所致。黄土壁是指黄土高原区大面积的黄土柱、黄土塬的垂直断面,它的容重一般为 1.41 g/cm<sup>3</sup>,反映了黄土在自然沉降压实时的紧实程度。挖方地和填方地的土壤容重都远高于黄土壁的容重。

表 1 土壤容重、总孔隙度及土壤水分测定结果

取样点	容重/(g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度/%	土壤水分/%
挖方地	1.78	32.75	7.26
填方地	1.60	39.62	10.0
两年未耕作黄芪地	1.29	51.45	8.63
小麦地	1.23	53.58	9.3
黄土壁	1.41	46.67	3.17

土壤压实后,大部分土壤物理特性的改变都与土壤容重变化有关。孔隙度直接与容重有关。土壤压实后,原有孔隙遭到破坏,土壤孔隙度较小,土壤压实而不透气<sup>[4]</sup>。从表 1 中可以看出,挖方地和填方地的总孔隙度比未被压实的黄土壁小 29.83% 和 15.11%,与耕作土壤相比,比黄芪地低 36.35% 和 22.99%,小麦地小 63.60% 和 25.02%。

### 2.2 土壤紧实度

由于土壤是土粒的集合体,所以土粒与土粒之间的结合力、凝聚力、土粒磊结状态等的综合作用使土壤具有某种“硬度”,这种硬度称为土壤的紧实度。所以紧实度又称为土壤硬度、土壤强度、土壤穿透阻力。土壤被压实后,必然导致土壤紧实度增加,这是土壤压实最直观的表现,也是土壤结构重排、孔隙度减少的体现<sup>[5]</sup>。

表2 土壤紧实度测试结果(kg/cm<sup>2</sup>)

采样点	最大值	最小值	中值	平均值	标准差
北阳整理区	400	10	80	157.1	134.36
后宫整理区	200	50	150	133.3	60.32
农田耕层对照区	0.4	0.2	0.3	0.30	0.07

一般农田表层土壤的紧实度小于 5 kg/cm<sup>2</sup>, 而达到 25 kg/cm<sup>2</sup> 就限制根系生长<sup>[6]</sup>。从表 2 土壤的紧实度测试结果可以看出, 土地整理区内土壤平均紧实度为 145.2 kg/cm<sup>2</sup>, 比对照区农田耕层土壤紧实度高 484 倍, 最高紧实度高出 1333 倍。可见该土地整理区土壤紧实度非常高, 压实非常严重, 对于一般的旋耕犁、翻耕犁和松耕犁都难以有效作业。

土壤容重的变化幅度为 1.0~2.6 g/cm<sup>3</sup> 变化幅度小, 随着土壤压实程度增加, 土壤容重变化幅度越来越小。而土壤紧实度变化幅度大, 在 0~500 kg/cm<sup>2</sup> 之间, 且土壤压实越严重, 土壤紧实度越大。可以说土壤被压实到一定程度以后, 土壤紧实度可以弥补土壤容重的缺陷, 来反映土壤被压实和土壤难以耕作的情形。

### 2.3 土壤含水量

根据经验土壤含水量为 8%~20% 即田间持水量的 30%~70% 时, 适合耕作。从表 1 中的测定结果来看, 压实土壤的含水量在 3.17%~10% 之间。该土地整理区挖方地和黄土壁含水量低于适合耕作的临界水平, 即使是黄芪地和小麦地土壤的含水量也仅仅为 8.63% 和 9.30%, 填方地的含水量最高。这说明在土地整理区压实地土壤改良, 解决的首要问题应是土壤水分问题。填方地的含水量高于挖方地的含水量, 主要是因为填方地比挖方地的土壤容重小, 土壤孔隙度大之故。

### 2.4 土壤水分渗透状况

入渗是指地表水体进入土壤, 并在整个剖面上运移的全过程<sup>[7-8]</sup>。因此, 土壤特征、土壤初始含水量、植被等因子均会对水分入渗产生直接影响<sup>[9-11]</sup>。

表3 土壤水分渗透状况

压实土壤渗透情况		农田渗透情况	
累积时间/min	渗透速率(mm/10min)	累积时间/min	渗透速率(mm/10min)
10~30	1.21	10~20	7.5
30~50	0.88	20~30	4.6
50~70	0.84	30~40	3.4
70~90	0.80	40~50	2.6
90~140	0.75	50~60	2.5
140~160	0.74	60~70	2.5
160~220	0.73	70~80	2.5
220~260	0.72	80~90	2.5
260~300	0.71	90~110	2.5
300~340	0.70		
340~380	0.70		

从表 3 土地整理区压实土壤渗透状况测试结果可以看出: (1) 一般农田土壤的初始渗透速率为 7.5 mm/10min, 压实地土壤的初始渗透速率非常低, 仅为 1.21 mm/10min, 约相当于一般农田土壤的 16%。(2) 压实土壤的稳渗速率远小于普通农田。农田的稳渗速率为 2.5 mm/10min, 压实土壤的稳渗速率仅为 0.7 mm/10min, 约相当于农田的 28%。(3) 与一般农田土壤相比, 而压实土壤达到稳定渗透的时间长。这主要是由于一般农田土壤渗透速率的影响因素是土壤水分的饱和程度, 而压实土壤渗透速率的限制因子是土壤孔隙

度小, 不利于水分下渗。(4) 土壤初始渗透速率和稳定渗透速率过小, 不利于雨水下渗, 雨强略大的降水便可形成地表径流, 造成水土流失。因此, 土地整理后的压实土壤区需要防范水土流失的危害。

### 3 小结

通过对土地整理区土壤容重、含水量、紧实度和渗水率的测定分析, 研究结果表明: 整理区内不论是挖方地还是填方地与未被压实的土壤相比, 土壤容重增大、孔隙度减小, 土壤含水量低, 紧实度极高, 渗水率极低。这些较差的物理性状都表明土地整理区内土壤压

实非常严重,已经成为限制耕地作业和植物生长的最主要的因素。土壤压实后,其孔隙度降低,通气渗水性差;过度压实的土壤阻碍了土壤中养分、水分和空气的传输,而这些都是作物生长的必要因素。因此必须重视整理区土地的压实问题,设法消除压实的不利影响,迅速提高土地的生产力。

### 参考文献

- [1] 叶艳妹,吴次芳.土地整理对土壤形状的影响及其重建技术和工艺研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2002,28(3):267-271.
- [2] Jim C Y. Soil compaction as a constraint to tree growth in tropical & subtropical urban habitates [J]. Environmental Conservation, 1993, 20 (1):35-49.
- [3] 朱祖祥.土壤学(上、下册)[M].北京:农业出版社,1983.
- [4] Yao L., Wilddinf L. P. Micromorphological study of compacted mine soil in east Texas[J]. Inter. J . Roch Mech. & Min. Sci . & Geo, 1995, 32(5):219A.
- [5] 杨金玲,张甘霖,赵玉国,等.土壤压实指标在城市土壤评价中的应用与比较[J].农业工程学报,2005,21(5):51-55.
- [6] Taylor H M , Robertson GM , Parker J J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials[J ]. Soil Science, 1966, 102 (1):18-22.
- [7] 蒋定生.黄土高原水土流失与治理模式[M].北京:中国水利水电出版社,1997,27-44.
- [8] 陈洪松,邵明安.黄土区坡地土壤水分运动与转化机理研究进展[J].水科学进展,2003,14(4):513-520.
- [9] 吴钦孝,韩冰,李秧秧.黄土丘陵区小流域土壤水分入渗特征研究[J].中国水土保持科学,2004,2(2):1-5.
- [10] 李雪转,樊贵盛.土壤有机质含量对土壤入渗能力及参数影响的试验研究[J].农业工程学报,2006,22(3):188-190.
- [11] 陈洪松,邵明安,张兴昌,等.野外模拟降雨条件下坡面降雨入渗、产流试验研究[J].水土保持学报,2005,19(2):5-8.