

植被类型对土壤基本物理性质的影响

王小云 (山西省水土保持科学研究所, 山西太原 030045)

摘要 [目的]了解植被种类对土壤物理性质的影响。[方法]对相同立地条件下种植侧柏、欧李、柠条、苜蓿和油松 5 种植物多年后土壤的物理性质进行测试和分析。[结果]不同植被条件下除 40 cm 土层剪切力间差异不显著外,其他物理性质间均差异显著。其中土壤含水量均值为 15.77 g/kg, 苜蓿地最大为 17.00 g/kg; 孔隙度均值为 50.99%, 欧李最大为 55.91%; 容重均值为 1.17 g/cm³, 油松地最大为 1.23 g/cm³; 比重均值为 2.42 g/cm³, 欧李地最大为 2.77 g/cm³; 剪切力在表层土均值为 0.56 kg/cm², 20 cm 土层为 1.09 kg/cm², 40 cm 土层为 1.37 kg/cm², 欧李地最大为 1.54 kg/cm²。[结论]经过多年生长, 植物对土壤物理性质存在显著影响, 但未表现出某一植物对土壤物理性质的改变具有一致的变化规律。

关键词 立地条件; 不同植被; 剪切力; 土壤

中图分类号 S151.9 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)11-0090-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.11.025



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

The Effect of Vegetation Type on the Basic Physical Properties of Soil

WANG Xiao-yun (Shanxi Institute of Soil and Water Conservation, Taiyuan, Shanxi 030045)

Abstract [Objective] To understand the effect of vegetation on soil physical properties. [Method] Some physical properties of soil which have planted the *Platycladus orientalis*, *Prunus humilis*, *Caragana korshinskii*, *Alfalfa* and *Pinus tabulaeformis* for some years were analyzed. [Result] There existed significant difference in soil physical properties under different vegetation kinds, except the shear stress on 40 cm soil layer. The mean value was 15.77 g/kg of soil water content, and the maximum value was 17.00 g/kg in *Alfalfa* land. The mean value was 50.99% of soil porosity, and the maximum value was 55.91% in *Prunus humilis* land. The mean value was 1.17 g/cm³ of soil bulk density, and the maximum value was 1.23 g/cm³ in *Pinus tabulaeformis* land. The mean value was 2.42 g/cm³ of soil specific gravity, and the maximum value was 2.77 g/cm³ in *Prunus humilis* land. The mean value of share stress were respectively 0.56, 0.1.09 and 1.37 kg/cm² in surface, 20 and 40 cm soil layers, and the maximum value was 1.54 kg/cm² in *Prunus humilis* land. [Conclusion] After growth for some years, vegetables have significant effect on soil physical properties. But there not exist a same change variation for a kind plant and a special physical properties.

Key words Site condition; Different vegetation; Shear stress; Soil

土壤物理性质主要包括土壤颗粒组成、土壤容重、孔隙状况、剪切力等指标^[1]。不同立地条件、不同植被状况以及同一立地条件下不同土层间土壤物理性质均存在差异。不同土层中物理性质的差异, 不仅决定土壤的水、肥、气、热等肥力状况^[2], 而且影响地表径流的形成、降雨入渗状况、地下水补给、流域水文等过程^[3-4], 被认为是反映土壤结构和水文状况及评价土壤质量的重要指标^[5]。植树造林作为有效控制水土流失和防治土壤退化的一种水土保持措施, 能显著提高地面植被覆盖率, 改善地面立地条件, 改善土壤结构和基本性质, 改变地面径流产流和汇流过程, 影响地下水补给及水文状况。但不同植被间生物量及生长发育状况差异较大, 因此研究不同植被种类对土壤性质的影响, 对评估植被种类改良土壤、水土保持效益具有重要意义。

1 材料与与方法

1.1 研究区概况 研究区位于离石王家沟官道梁山西省水土保持科学研究所试验场径流场。该径流场位于山西省西部吕梁市离石区, 地理坐标为 37°21'~37°42'N、110°55'~111°35'E, 离石区为温带大陆性季风气候, 四季分明, 冬冷夏热, 年平均气温 8.9℃, 年平均降雨量 460.4 mm 左右, 无霜

期 170 d 左右。

试验地处于 12°左右的半阳坡坡地上, 坡面上分布着不同种类的植物, 以坡地种植侧柏(有大量自然生长的碱草)、欧李(有少量蒿草和针茅)、柠条(生长少量蒿草)、苜蓿(生长少量蒿草)和油松(有少量碱草和蒿草)5 种植物的坡地土壤为主要研究对象。侧柏种植年限 10 年左右, 欧李约 8 年, 柠条 10 年左右, 苜蓿 6 年左右, 油松 8 年左右。

1.2 样品采集 采样点的选取遵循随机原则, 采用“S”型布设试验样点, 从总体上把握采样点的代表性, 使样点具有典型代表性, 能更真实、有代表性地反映试验样地的情况。2016 年 4 月在试验地进行采样, 每个样地采 3 份样品并将取到的土壤样品放入密封袋, 贴上标签带回实验室。在实验室内对土壤样品进行简单处理, 挑拣掉石子、根系等非土壤物质。同时将每个样地的 3 份样品称取同等重量, 并混匀以备测试分析所用。将混匀备用的样品分为 2 份, 其中一份用于测定新鲜土样的理化性质, 另一份置于阴凉处, 自然风干, 以备后用。

1.3 样品处理与测定方法 土壤剪切力采用 14.10 Pocket Vane Tester 型三头抗剪仪进行测定。挖取土壤坡面后在地表土壤、20 cm 和 40 cm 3 个深度测定剪切力, 每个深度测量 3 次, 取平均值作为实际数值。

土壤水分采用烘干法测定, 将自然风干的土壤样品放入铝盒中, 置于烘箱调温至 10℃烘干 2 h, 进行称重, 按照差值法计算土壤水分含量。

基金项目 山西省水利科学技术研究与推广项目“不同坡度耕地氮素流失特征及对河流水质影响的研究”(201629); “山西省水土保持与生态环境技术开发实验室”建设项目(2017142, 201805)。

作者简介 王小云(1980—), 男, 山西兴县人, 高级工程师, 硕士, 从事土壤侵蚀和面源污染研究。

收稿日期 2018-12-03

土壤容重采用环刀法测量,在取样前首先在环刀内侧均匀涂抹一层凡士林,称重,并记录。现场取样时,先选好剖面环刀朝下,用力将环刀均匀压到土壤中,然后取出环刀,盖上环刀盖,带回实验室进行容重测定。

土壤比重、孔隙度:通过测量一定容积下自然土样的重量获得,土壤比重是通过测量土壤固相物质的重量与同体积水的重量的比值而获得;依据已知的土壤容重和比重,可直接根据公式计算土壤孔隙度。

1.4 数据分析 试验数据采用 Excel 2007 进行数据整理,并用 SPSS 13.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 土壤水分含量 试验区种植的 5 种植物经过多年生长,形成了比较稳定的土壤生态系统。为了解植被类型对土壤质地的影响,测试 5 种地面植被条件下的土壤含水量,结果见图 1。由图 1 可知,同一坡地,通过种植不同的植物,经过多年的影响,土壤含水量为 14.19~17.00 g/kg,均值为 15.77 g/kg。其中侧柏地为 16.10 g/kg,欧李地为 15.79 g/kg,柠条地为 15.76 g/kg,苜蓿地为 17.00 g/kg,油松地为 14.19 g/kg。表现为苜蓿>侧柏>欧李>柠条>油松。

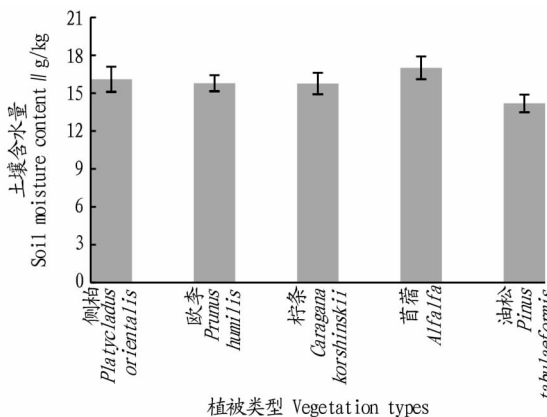


图 1 不同地面植被类型下土壤含水量

Fig. 1 Soil moisture content under different ground vegetation types

对 5 种不同植被条件下的土壤含水量进行方差分析,结果表明, F 为 292.05, P 为 0.00, 小于 0.05, 可见 5 种地面植被状况下土壤含水量间存在显著差异。即通过多年的生长,地面植被对土壤产生了影响,且不同植被类型的影响程度不同。

2.2 土壤孔隙度 土壤孔隙度是土壤的基本物理性质,直接影响土壤蓄水能力和通气性,并间接影响土壤肥力和植物的生长状况^[6]。对研究区 5 种植物状况下土壤的孔隙度进行测试,结果见图 2。由图 2 可知,侧柏、欧李、柠条、苜蓿和油松 5 种不同植被状况下土壤孔隙度间差异较大,在 42.07%~57.50%,均值为 50.99%。其中侧柏地为 57.50%,欧李地为 55.91%,柠条地为 42.07%,苜蓿地为 54.61%,油松地为 44.85%。表现为侧柏>欧李>苜蓿>油松>柠条。

对 5 种不同植被条件下的土壤孔隙度进行方差分析,结果表明, F 为 65.08, P 为 0.00, 小于 0.05, 可见 5 种地面植被

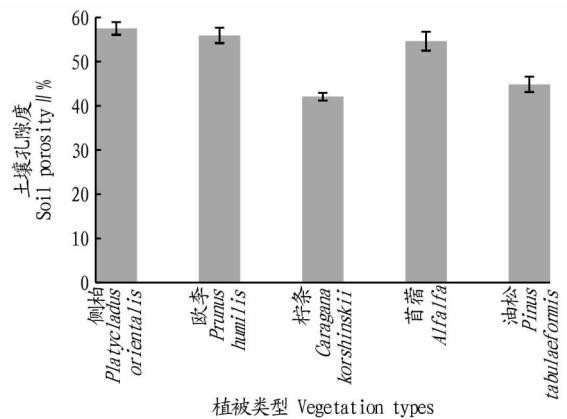


图 2 不同地面植被类型下土壤孔隙度

Fig. 2 Soil porosity under different ground vegetation types

状况下土壤孔隙度间存在显著差异。即植物种类不同,其根系对土壤孔隙度影响也不同。

2.3 土壤容重和比重 容重是土壤的基本物理性质,直接影响土壤的通气性和蓄水保水能力,并间接影响土壤的肥力状况和物质循环。土壤容重受区域地形、植被根系、土壤含水量等的影响^[7]。对研究区 5 种不同植被状况下的土壤容重进行测定,以了解植被对土壤质地的影响差异和特点。结果见图 3。由图 3 可知,侧柏、欧李、柠条、苜蓿和油松 5 种不同植被状况下土壤容重间差异较大,在 1.08~1.23 g/cm³,均值为 1.17 g/cm³。侧柏地为 1.08 g/cm³,欧李地为 1.22 g/cm³,柠条地为 1.21 g/cm³,苜蓿地为 1.13 g/cm³,油松地为 1.23 g/cm³。表现为油松>欧李>柠条>苜蓿>侧柏。

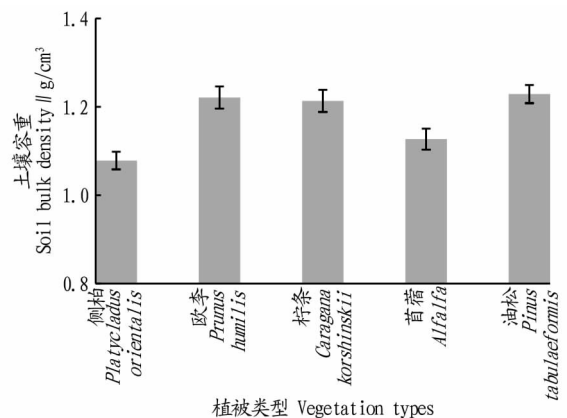


图 3 不同地面植被类型下土壤容重

Fig. 3 Soil bulk density under different ground vegetation types

对 5 种不同植被条件下的土壤容重进行方差分析,结果表明, F 为 33.21, P 为 0.00, 小于 0.05, 可见 5 种地面植被状况下的土壤容重间存在显著差异。即植物种类不同,其根系对土壤容重影响也不同。

土壤比重是单位体积土壤固体颗粒(不包括空隙在内)的烘干重量^[8]。土壤比重决定于构成土壤颗粒的比重,因此不同土壤类型的比重也不同。土壤比重受成土母质影响的同时,也受土壤植被根系状况等因素的影响。对研究区 5 种植物状况下的土壤比重进行测定,结果见图 4。由图 4 可知,

侧柏、欧李、柠条、苜蓿和油松5种不同植被状况下土壤比重间差异较大,在 $2.09 \sim 2.77 \text{ g/cm}^3$,均值为 2.42 g/cm^3 。其中侧柏地为 2.54 g/cm^3 ,欧李地为 2.77 g/cm^3 ,柠条地为 2.09 g/cm^3 ,苜蓿地为 2.48 g/cm^3 ,油松地为 2.23 g/cm^3 。表现为欧李>侧柏>苜蓿>油松>柠条。

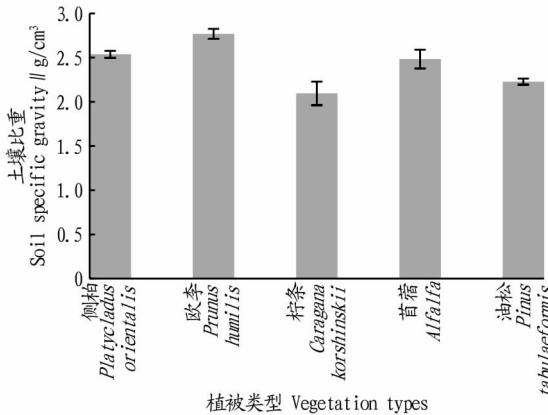


图4 不同地面植被类型下土壤比重

Fig. 4 Soil specific gravity under different ground vegetation types

对5种不同植被条件下的土壤比重进行方差分析,结果表明, F 为 50.91 , P 为 0.00 ,小于 0.05 ,可见5种地面植被状况下土壤比重间存在显著差异。即植物种类不同,其根系对土壤比重影响也不同。

2.4 土壤剪切力 土壤抗剪强度是表征土体力学性质的一个重要指标,抗剪强度主要受土体的种类、结构以及含水率的影响^[9-10]。对5种植被表层土壤、20 cm和40 cm处的土壤剪切力进行测试,结果见图5。由图5可知,5种植被类型土壤剪切力均表现为地表土小于20 cm处,20 cm处小于40 cm处,即随着土壤深度的增加,剪切力逐渐增加,且不同植被间存在差异。从土壤深度看,不同植被地表土壤剪切力在 $0.53 \sim 1.43 \text{ kg/cm}^2$,均值为 0.56 kg/cm^2 ;20 cm处剪切力在 $0.83 \sim 1.52 \text{ kg/cm}^2$,均值为 1.09 kg/cm^2 ;40 cm处剪切力在 $1.00 \sim 1.68 \text{ kg/cm}^2$,均值为 1.37 kg/cm^2 。

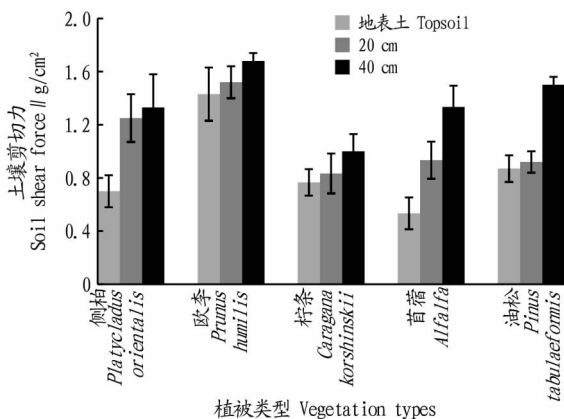


图5 不同地面植被类型下土壤剪切力

Fig. 5 Soil shear force under different ground vegetation types

从表土层到40 cm土层处,侧柏地土壤剪切力在 $0.70 \sim 1.33 \text{ kg/cm}^2$,均值为 1.09 kg/cm^2 ;欧李在 $1.43 \sim 1.68 \text{ kg/cm}^2$,

均值为 1.54 kg/cm^2 ;柠条在 $0.77 \sim 1.00 \text{ kg/cm}^2$,均值为 0.87 kg/cm^2 ;苜蓿在 $0.53 \sim 1.33 \text{ kg/cm}^2$,均值为 0.93 kg/cm^2 ;油松在 $0.87 \sim 1.50 \text{ kg/cm}^2$,均值为 1.10 kg/cm^2 。表现为欧李>油松>侧柏>苜蓿>柠条。

对5种植被条件下不同深度处土壤剪切力进行方差分析,结果表明,5种不同植被状况下,地表土剪切力间均存在差异, F 为 25.35 , P 为 0.00 ,小于 0.01 ,差异极显著;20 cm处 F 为 9.87 , P 为 0.01 ,小于 0.05 ,可见20 cm处土壤剪切力间差异显著;40 cm处 F 为 2.21 , P 为 0.14 ,大于 0.05 ,可见40 cm处土壤剪切力间不存在显著差异,据相关报道这与土壤水分含量有关^[11]。

由此可知,坡地种植不同植被后,植被对土壤剪切力具有一定的影响,不同植被间表土差异极显著,20 cm处差异显著,40 cm处不存在显著差异,这与土壤水分含量有关^[11]。

对同一植被种植地不同深度土壤剪切力进行方差分析,结果表明,侧柏地从表土到40 cm处剪切力 F 为 74.30 , P 为 0.00 ,小于 0.01 ,即侧柏地从表土到40 cm处剪切力间存在极显著差异;欧李地从表土到40 cm处剪切力 F 为 2.13 , P 为 0.20 ,大于 0.05 ,即欧李地从表土到40 cm处剪切力间差异不显著;柠条地从表土到40 cm处剪切力 F 为 4.46 , P 为 0.06 ,大于 0.05 ,即柠条地从表土到40 cm处剪切力间差异不显著;苜蓿地从表土到40 cm处剪切力 F 为 11.32 , P 为 0.01 ,小于 0.05 ,即侧柏地从表土到40 cm处剪切力间存在显著差异;油松地从表土到40 cm处剪切力 F 为 22.08 , P 为 0.00 ,小于 0.01 ,即侧柏地从表土到40 cm处剪切力间存在极显著差异。

3 结论

相同立地条件下种植侧柏、欧李、柠条、苜蓿和油松5种不同植物后,经过多年生长它们对土壤物理性质产生显著影响,但又具有差异。但未表现出某一植物对土壤物理性质的改变具有一致的变化规律。

从植物种类对土壤多种物理性质的影响看,苜蓿对土壤水分含量的影响最强,侧柏对土壤孔隙度的影响最大,油松对土壤容重的影响高于其他植物,欧李则对土壤比重的影响较大。从表土层到40 cm土层处,欧李地的剪切力最大,柠条地最小。在表土层和20 cm土层处,土壤剪切力差异显著,植被对剪切力具有影响,但在40 cm处差异不显著,影响不显著。

参考文献

- [1] 马雪华. 森林水文学[M]. 北京:中国林业出版社,1993.
- [2] 邱莉萍,张兴昌. 子午岭不同土地利用方式对土壤性质的影响[J]. 自然资源学报,2006,21(6):965-972.
- [3] 杨磊,卫伟,莫保儒,等. 半干旱黄土丘陵区不同人工植被恢复土壤水分的相对亏缺[J]. 生态学报,2011,31(11):3060-3068.
- [4] 王高敏,杨宗儒,查同刚,等. 晋西黄土区退耕还林20年后典型林地的持水能力[J]. 北京林业大学学报,2015,37(5):88-95.
- [5] GAIROLA S U,SONI P. Role of soil physical properties in ecological succession of restored mine land:A case study[J]. International journal of environmental sciences,2010,1(4):475-480.
- [6] 贺康宁. 水土保持林地土壤水分物理性质的研究[J]. 北京林业大学学报,1995,17(3):44-50.

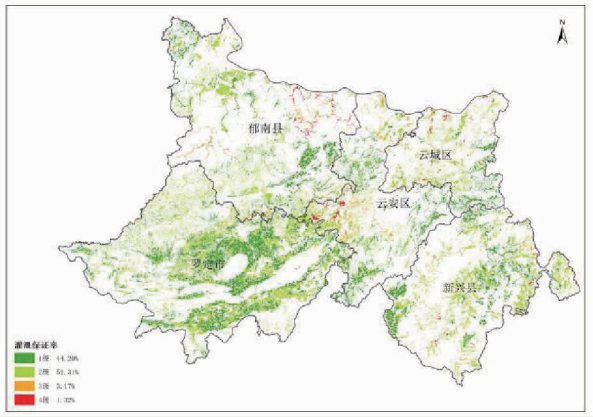


图6 2016年云浮市耕地灌溉保证率分布

Fig. 6 Distribution of cultivated land irrigation guarantee rate in Yunfu City in 2016

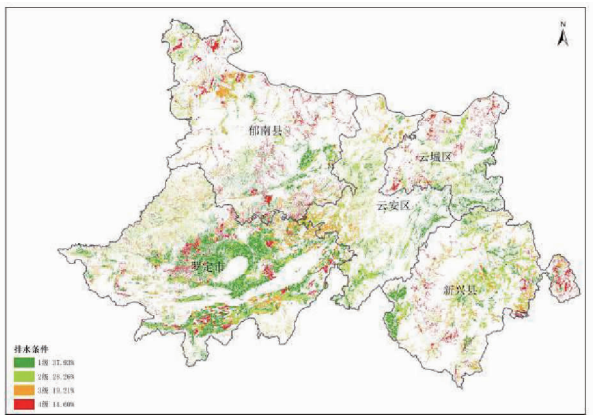


图7 2016年云浮市耕地排水条件分布

Fig. 7 Distribution of cultivated land drainage conditions in Yunfu City in 2016

表4 2016年云浮市各地类产能分析

Table 4 Analysis of various types of production capacity in Yunfu City in 2016

地类 Land type	面积 Area 万 hm ²	可实现产能 Achievable production capacity//万 t	单位面积可 实现产能 Capacity per unit area t/hm ²
水田 Paddy field	6.84	9.71	1.420
水浇地 Sewed land	0.01	0.01	1.358
旱地 Dry land	3.47	3.58	1.034
可调整耕地 Adjust- table cultivated land	2.18	2.42	1.109
合计 Total	12.50	15.73	1.259

3 结论与讨论

3.1 结论 该研究基于广东省云浮市2016年耕地质量等别评价成果,对云浮市区域粮食安全的影响进行了研究,得

出以下结论:

(1)根据FAO衡量粮食安全的标准,综合参照全国人均粮食需求方案,把人均粮食消费划分为温饱型(400 kg/人)、小康型(450 kg/人)和富裕型(550 kg/人)3种标准,通过对比云浮市2016年粮食需求总量和同期耕地可实现总产能,云浮市目前整体上可实现产能是能够满足富裕型粮食需求量的,但是在区域层面上还有较为明显的差异。

(2)针对云浮市耕地质量等别更新评价的现状,分析了制约云浮市耕地质量水平进一步提高的主要限制因素。经研究发现,pH和土壤有机质含量成为制约云浮市耕地质量等别进而影响粮食安全的重要自然因素,而土地利用方式也是影响耕地可实现产能的重要方面,水田的单位面积可实现产能要明显优于其他地类。

3.2 讨论

(1)该研究是基于云浮市耕地可实现产能评价粮食安全,没有考虑到云浮市随着今后社会经济发展带来的弃耕、农业结构调整、建设占用等情况带来的影响,所以云浮市粮食安全评价结论是基于当前耕地质量和生产水平下预测得出的。

(2)粮食需求预测存在很多影响因素,主要体现在以下两方面:一是仅仅依靠历史数据进行推测,缺乏对未来的科学展望。对于我国这种处于快速发展阶段的大国,不能单靠历史数据预测未来,要实时掌握我国粮食需求的动态,借鉴先进国家的发展情况预测未来,并作出应对措施。二是没有充分的考虑粮食需求的影响因素,忽略了老龄化、城乡居民粮食需求的差异,使粮食需求总量产生偏差。

参考文献

- [1] 张凤荣.农用地分等计算环节与应注意的几个关键参数[J].国土资源,2005(2):18-20.
- [2] 靳慧芳,李团胜.陕西省华县耕地分等研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(3):222-225,245.
- [3] 靳取货,吴克宁,王金满.农用地分等在本农田建设中的应用研究[J].资源开发与市场,2010,26(7):617-620.
- [4] 程叶青.东北地区粮食单产空间格局变化及其动因分析[J].自然资源学报,2009,24(9):1541-1549.
- [5] 熊友云,张明军,刘园园,等.中国粮食产粮省区差距变化及其原因分析[J].自然资源学报,2009,24(6):965-974.
- [6] 宋小青,欧阳竹.1999-2007年中国粮食安全的关键影响因素[J].地理学报,2012,67(6):793-803.
- [7] KHAN S, HANJRA M A, MU J X. Water management and crop production for food security in China: A review[J]. Agricultural water management, 2009, 96(3):349-360.
- [8] 闫慧敏,刘修远,黄河清,等.城市化和退耕还林草对中国耕地生产力的影响[J].地理学报,2012,67(5):579-588.
- [9] DENG X Z, HUANG J K, ROZELLE S. Cultivated land conversion and potential agricultural productivity in China[J]. Land use policy, 2006, 23:372-384.
- [10] 国务院发展研究中心农村经济研究部. 调查研究报告:2010年第053号[A]. 2010.

(上接第92页)

- [7] 魏建兵,肖笃宁,张兴义,等.侵蚀黑土容重空间分异与地形和土地利用的关系[J].水土保持学报,2006,20(3):118-122.
- [8] 黄昌勇,徐建明.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2010.
- [9] FATTET M, FU Y, GHESTEM M, et al. Effects of vegetation type on Soil

resistance to erosion: Relationship between aggregate stability and shear strength [J]. Catena, 2011, 87(1): 60-69.

- [10] 张瑜,王佩将,许晓鸿,等.吉林省低山丘陵区土壤抗冲抗剪性研究[J].中国水土保持,2015(1):41-44.
- [11] 黄琨,万军伟,陈刚,等.非饱和土的抗剪强度与含水率关系的试验研究[J].岩土力学,2012,33(9):2600-2604.