

沙盖黄土丘陵坡地土壤理化特性 随地形变化规律研究

张丽萍^{1,2}, 王小云¹, 张赫斯¹

(1. 浙江省亚热带土壤与植物营养重点实验室环境污染修复与生态健康教育部重点实验室, 浙江大学环境与资源学院, 浙江 杭州 310029; 2. 中国科学院 水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘要:在陕西神木县与内蒙古东胜市交界的饮马泉小流域,选择有代表性的坡面进行地形剖面 and 土壤层垂直方向的系统采样。每个样品进行了粒级、土壤质量含水量、土壤有机质测试。经数据的分析模拟,得以下结论:①土壤粒级构成和物理性粘粒含量特征,可以指示研究区土壤的沙化程度和演化趋向,其具有向西北更干旱粗化方向过渡的倾向。②土壤水分随地貌部位的变化规律比较明显,在坡顶部和上部,垂向上具有自上而下增加的趋势,而在坡下部 and 坡脚却正好相反。不论何种地貌部位都存在一个相近的土壤蒸发、渗漏、持水能力相对的平衡深度。③土壤的物理性粘粒含量与土壤的水肥关系密切,物理性粘粒含量相对高的土壤剖面,土壤的水肥组合效果较好。④土壤水肥质地的组合效果,丘陵顶部的最差,依次过渡到坡脚的组合效果最好。其进一步表明,地貌因素在土壤形成后的一系列熟化、退化、被侵蚀和沙化的演化过程中,地貌仍起着至关重要的作用。

关键词:沙盖黄土丘陵,物理性粘粒,土壤含水量,有机质,坡地剖面

中图分类号: 153.61 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2011)02-0178-06

前 言

地貌是影响土壤形成的重要因素之一,母质特性决定了土壤的原始机械构成,地貌形态控制了土壤肥力特征和发育过程,环境变化制约了土壤的演化趋势。随着人类活动强度的增加,目前全球各地的土壤都不同程度地存在着粒级两极分化——粗化和黏化现象。在一些低洼滞水区土壤的黏重问题和盐渍化问题很突出^[1-7],而在土壤侵蚀和土壤沙化严重地区,土壤的粗化现象及由其引起的土壤退化问题异常严重^[8-13]。中国西北地区,土壤侵蚀和土壤沙化是当地的头号环境问题,它是引起土壤退化的根本所在,而黄土高原北部的沙盖黄土丘陵区这一问题尤为突出。因此,一些研究者就此问题从不同的角度展开了研究。部分专家以黄土高原水蚀风蚀交错区土壤侵蚀导致的土壤退化为切入点,分别开展了土壤侵蚀、沙砾化、土壤质地、土壤有机碳和总氮等要素的时空变化特征研究^[14,15];部分专家以农牧交错区为研究主题,对土地沙化、不合理的土地利用方式引起的土壤退化进

行了研究^[16-18]。部分专家从地貌因素着手,探讨了不同地形条件对土壤退化的影响^[19-21]。

土壤是一个固、液、气3相介质组成的复杂系统,3相容积比的动态变化能反映土壤水、肥、气的基本情况,是评价土壤特性的主要参考指标。其中土壤固相物质的粒级构成(壤质地)对液相、气相的分布起到限制作用。但土壤固相粒级构成又与当地母岩和地貌形态关系密切。基于这一原理,结合以往的研究成果,本研究以黄土高原北部的沙盖黄土丘陵地貌为研究对象,以综合提升为其特征,开展了土壤沙化背景下不同地形部位、土壤质地、土壤水、肥特性的组合规律研究,探索不同地貌部位土壤质地、水分和肥力的组合效果,其研究成果可为土壤沙化控制和已沙化土壤的修复提供的科学依据。

1 研究区概况

沙盖黄土高原丘陵沟壑区位于黄土高原北部向干旱荒漠过渡的风蚀水蚀交错带,是黄土高原边缘的沙黄土带和沙漠化区。地表沙化严重,在第四

收稿日期: 2010-02-23; 修订日期: 2010-06-01

基金项目: 中国科学院水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目(10501-230)资助。

作者简介: 张丽萍(1960-),女,山西文水人,教授,博士生导师,主要从事地貌与第四纪、土壤侵蚀与水土保持、水资源利用与保护方面的研究。E-mail: lpzhang@zju.edu.cn

纪黄土表层覆盖了成片的沙层,一些片沙也直接覆盖在当地极易风化的中生代砂岩及页岩和其风化层上。根据中国土壤分类系统,在这些地表物质类型基础上,研究区形成了典型的地带性土壤——栗钙土。但由于成土母质、地形条件、风蚀沙化和水土流失的影响,区域内又包括了一些亚类,并存在一些隐域性土壤类型。典型亚类有栗钙土性土和淡栗钙土。在一些丘顶和迎风坡上部零星分布有面积大小不同的粗骨土,而在河谷、缓丘及背风坡散布有风沙土。当地的土壤侵蚀模数居黄土高原之首,水土流失导致地表高低起伏、沟壑纵横,沟壑密度达 $4 \sim 5 \text{ km/km}^2$,地面裂度高达 $40\% \sim 50\%$,地形相对高差为 $100 \sim 150 \text{ m}$ 。该研究区的生物气候属中温带干旱、半干旱草原气候,具有温带大陆性季风气候的特点,冬春季节干旱少雨多风,夏秋季暴雨集中。根据当地多个(神木县、榆林、东胜)气象站多年的观测资料统计,该区年平均气温为 7.3°C ,极端最高温度 38.9°C ,最低温度 -30.7°C ,年温差高达 69.6°C 。年均降水量 $364.9 \sim 436.1 \text{ mm}$,其中 7~9 月的降水,占全年降水量的 $65\% \sim 70\%$,而且多以暴雨形式出现,具有来势猛、强度大的特点。区内可能年蒸发量为 $2\ 300 \text{ mm}$,是降水量的 6~7 倍。年内以偏北风为主,大风日数高达 70 d,沙尘暴日数为 $30 \sim 43 \text{ d}$ 。植被类型以低而稀疏的旱生、半旱生植被为主,常见的地表植物有蒿草、狗尾草等。植被覆盖度较低^[22-23]。

2 样品采集和测试

采样剖面选择在沙盖黄土高原丘陵沟壑区神府东胜交界的饮马泉沟道中游左侧坡面(图 1)。依照坡地形态的变化和高度差异自上而下(峁顶、上部、下部和底部)设计 4 个采样点。同时为了反映土壤质地、水分、肥力特征在土层垂直剖面的风化、下渗和淋溶特点,和坡面土壤的三维演化特征,在每个采样点,自地表向下 1 m 深度进行了剖面分层采样。

由于饮马泉沟道流域土壤类型是典型的栗钙土性土,受水土流失和风蚀沙化的影响严重,土壤的成土过程很弱、时间较短,再加上表层覆盖有片沙层,使得土壤剖面发育差,特征土层发育弱,有机质层和钙积层不明显。因此,在土层垂直剖面的分层采样时,为了既能反映表层的沙化特征,又能体现不明显的土壤分层特征。在每个采样点,自地表

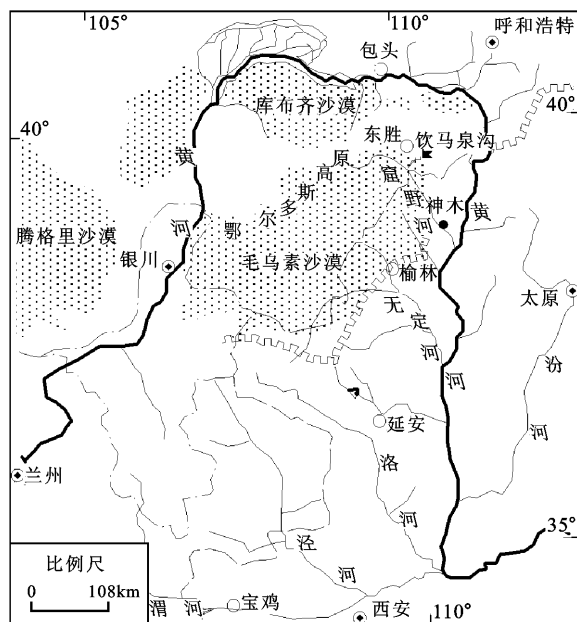


图 1 饮马泉小流域位置示意图

Fig. 1 Location sketch of Yinmaquan small watershed

向下,分别在 0.1、0.3、0.5、0.7、1.0 m 采集 5 个土样。0.1 m 代表浮沙盖层;0.3 m 代表腐殖质层;由于干旱半干旱区植物根系发达、有机质分散分布较深^[24],因此,在 0.5 m 处采集 1 个腐殖质与钙积层的过渡样品,它可以表示一个很弱的淋溶层;0.7 m 代表不明显的钙积层。在栗钙土性土分布区,不明显的钙积现象可延续至 0.8 m 的深度^[25];1.0 m 代表母质层(沙黄土)。该土壤剖面与典型栗钙土性土的主要差别,是表层有厚度不同(5~10 cm)的浮沙盖层,使相应的土壤剖面发生层向下延伸(5~10 cm)。在距峁顶很近的原始古土壤风化剖面选 1 个采样点,同样随土层深度采 5 个土样,共采集 25 个土样。测试过程有 3 个重复,测试样品为 75 个。

根据研究的目标,将所采集的样品在实验室内进行粒度组成、土壤水分、土壤肥力测试。为与当地地带性土壤对比和物理性粘粒特性的研究,在测试过程中将粒级分为砾石($> 1 \text{ mm}$)、粗砂粒($1 \sim 0.25 \text{ mm}$)、细砂砾($0.25 \sim 0.05 \text{ mm}$)、粗粉粒($0.05 \sim 0.02 \text{ mm}$)、中粉粒($0.005 \sim 0.01 \text{ mm}$)、细粉粒($0.005 \sim 0.002 \text{ mm}$)、粗粘粒($0.002 \sim 0.001 \text{ mm}$)、细粘粒(< 0.001) 8 级^[26]。在测试结果的基础上,将土壤粒级分配按照国际标准的砂粒、粉粒和粘粒 3 级进行统计列表(表 1)。在分析过程中重点研究粒级($< 0.01 \text{ mm}$)的物理性粘粒的特

性;土壤水分计算的是质量含水量 ,土壤肥力以土壤有机质含量为代表。

表 1 不同地貌部位、不同垂向深度土壤粒级构成分布表

Table 1 Soil texture at different landform positions and different vertical depths

地貌部位	土壤深度 (m)	土壤颗粒构成(%)		
		>0.02 (mm)	0.02~0.002 (mm)	<0.002 (mm)
峁顶	0.1	93.46	0.92	4.81
	0.3	88.04	1.92	9.47
	0.5	89.32	1.62	8.66
	0.7	91.45	1.23	6.31
	1.0	83.95	8.33	5.76
峁坡上部	0.1	82.49	5.15	11.72
	0.3	95.69	1.12	2.61
	0.5	96.03	1.05	2.62
	0.7	95.87	1.32	1.66
	1.0	94.82	2.8	1.82
峁坡下部	0.1	88.34	4.19	6.92
	0.3	90.81	1.92	6.33
	0.5	89.64	1.72	8.44
	0.7	90.39	1.68	7.32
	1.0	84.35	5.63	9.28
坡脚	0.1	94.2	1.6	3.38
	0.3	94.75	2.76	1.78
	0.5	93.52	2.87	2.91
	0.7	93.84	3.55	1.82
	1.0	92.05	2.67	4.64
风化古土壤	0.1	85.27	2.55	9.05
	0.3	92.02	1.2	4.14
	0.5	91.05	1.54	5.53
	0.7	90.74	1.04	6.61
	1.0	92.73	1.75	4.45

3 结果分析

3.1 土壤质地特性

就土壤质地分析而言 ,由表 1 可知在沙盖黄土丘陵坡地的栗钙土性土 ,土壤粒级构成 85% ~ 90% 以上属于大于细砂 (>0.02 mm) 粒级的颗粒 ,而粘粒 (<0.002 mm) 含量则随地貌部位分布在 2% ~ 11% 之间 ,粉沙变化在 1% ~ 8% 之间 ,但在垂直剖面上变化幅度较大。与当地的栗钙土或表层没有浮沙覆盖的栗钙土性土相比^[25~27] 粉粒比例大幅度的下降 ,细砂以上粒级的颗粒增加近 15% ,土壤粗化现象非常明显。

在同一坡面附近的古土壤风化剖面顶部土层粒级构成比例与上述沙盖黄土峁坡具有相似性 细

砂级以上的颗粒所占比重最大 ,粉粒级的比重最小 ,但粘粒级的比重高于上述沙盖黄土峁坡。但无论粒级大小 ,在垂直剖面层位上符合裸露古土壤的风化发育规律 ,较粗的颗粒含量剖面上部小于下部 ,较细的颗粒含量剖面上部大于下部。这一现象可以揭示两个值得研究的问题 ,一是古土壤的风化过程与当地沙化过程的同步性问题 ,二是地貌学界多年讨论而结论多异的沙化物质的来源问题。

在土壤的机械组成中 ,物理性粘粒 (<0.001 mm) 是土壤肥力研究的主要因素之一 ,它对土壤的水肥气热影响最大。在研究区坡面土壤物理性粘粒含量变化较大 ,而且波动复杂(图 2)。从地形剖面不同地貌部位土壤粒级构成的垂向变化可知 ,在坡度较缓的峁顶和峁坡下部的垂直剖面上 ,物理性粘粒的含量是随着深度的增加而增加 ,而在坡度较陡的峁坡的上部和风化古土壤垂直剖面上 ,物理性粘粒的含量是随着深度的增大而减少 ,在坡脚物理性粘粒的含量变化较小 ,但趋于增加。这一变化特性 ,说明了土壤沙化随着时间的变化 ,有增加的趋势。但在不同的地貌部位 ,沙化程度和过程不同 ,在峁坡顶部沙化比较明显 ,随着地形向坡脚延伸 ,沙化现象趋于缓和。其反映了地貌形态对土壤沙化的影响。仅就土壤的粒级构成和物理性粘粒总含量来讲 ,研究区坡地土壤已有向干旱半荒漠土过渡的倾向 ,即向西北移动一个地带性土壤的趋势 ,在某种程度上可以说明土壤沙化的严重性。

3.2 土壤含水量特性

土壤的机械组成严重影响土壤的持水能力 ,而

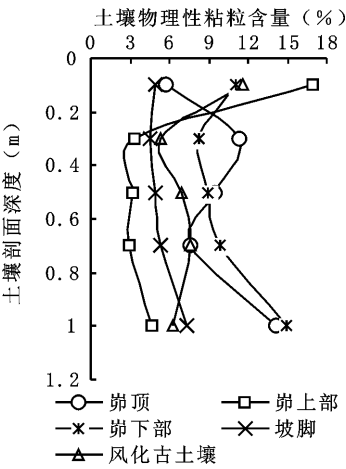


图 2 不同地貌部位物理性粘粒的垂向变化曲线
Fig. 2 The curve of physical clay granule with vertical depth at different landform positions

研究区坡面的土壤粒级构成以细砂粒居多,其决定了土壤水分的内排很快,又由于该区位于干旱半干旱地区,地表蒸发是土壤水分损失的主要方式,因此,土壤蓄水量少而蒸发流失快是该研究区土壤水分变化的主要特征之一。根据测试数据绘制土壤质量含水量变化趋势(图3)。

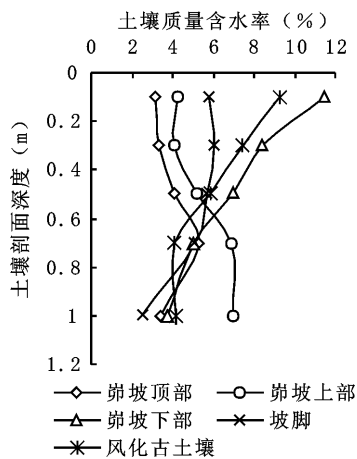


图3 不同地貌部位土壤水分随深度的变化曲线

Fig.3 The curve of soil moisture content with vertical depth at different landform positions

由图3曲线可知,在峁顶和峁坡上部,由于地势高,风力大,再加之地表植被覆盖小,几乎是裸地,降水后土壤水分渗漏和蒸发很快,然而又无侧向土壤水的渗流和地表汇水补给,所以,降水后表层土壤水分很快就蒸发流失,随着深度的增加,土壤水分的损失相对减弱,出现了土壤含水量随着深度而增加的趋势。

在坡下部、坡脚则随着地势的下降,地形的减缓,又有上坡土壤侧向渗流来水,在垂直剖面的上部土层中土壤绝对含水量在增加,又因为随着土壤物理性粘粒的相对增加,相对地提高了土壤的持水能力,所以土壤剖面上部土层含水量增加,并随着深度的增加而减少。在古土壤风化剖面中,水分含量自地表向下几乎呈直线减少。但是在这5个剖面中,土壤水分在0.5~0.7 m深度处几乎交于一起,其直是6%~7%。它可以相对的说明在干旱半干旱地区土壤含水量的动态变化存在一个土壤的蒸发、渗漏、持水能力相对的平衡深度。

3.3 土壤质地、水分和有机质的关系

在研究土壤质地、水分和有机质3者的关系时,我们选取土壤0.3 m深度的土壤有机质为代表

(表2)进行3者的相关性分析(图4)。为了能揭示地貌和土壤质地对土壤水肥的影响,我们采用最小二乘法进行不同地貌部位土壤质地、水分、有机质的线性拟合。

设 x 为土壤有机质, y 为物理性粘粒, z 代表土壤含水量, R 为相关性,拟合方程如下:

$$R = 22.7x + 9.3y - 18.8z + 1152.7 \quad (1)$$

拟合结果以古土壤风化剖面为最好,其 R 为7.474 366,其它依次是坡脚(6.245 161)、峁坡的下部(6.003 811)、峁坡的上部(4.478 673)、峁顶(3.438 895)。这一拟合结果显示,土壤有机质是物理性粘粒和土壤水分的函数^[28],地貌对土壤整体水肥质地结构的影响非常明显。

表2 不同地貌部位30 cm深度有机质含量

Table 2 Organic matter content in the depth of 30 cm at different landform positions

地貌部位	峁顶	峁上部	峁下部	坡脚	风化古土壤
有机质(g/kg)	1.87	1.336476	1.602907	3.33293	5.625375

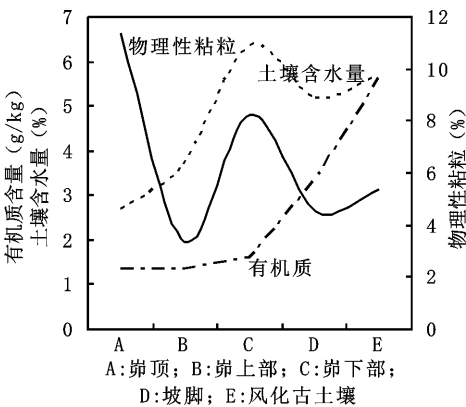


图4 不同地貌部位30 cm深度土壤水分含量、有机质、物理性粘粒的组合效果

Fig.4 The combination characteristics of soil physical clay granule, soil organic matter and soil moisture content in the depth of 30 cm at different landform positions

4 结 论

研究显示,地貌不仅是主要的成土因素,在土壤形成后的一系列熟化、退化、被侵蚀和沙化的演化过程中,地貌仍起着至关重要的作用。在同样的沙化背景条件下,丘陵顶部的土壤水肥质地的组合结果最差,依次过渡到坡脚的组合效果最好。

在干旱半干旱地区的沙化背景条件下,土壤粒级构成比例和物理性粘粒含量的空间分布特征,可

以推测土壤沙化的动态情况,指示研究区土壤的沙化程度和演化趋向,具有向西北更干旱粗化方向过渡的倾向。在同一地貌部位土壤水肥的变化与土壤的机械组成关系密切,物理性粘粒含量相对高的土壤剖面,土壤的水肥组合效果较好。

土壤水分随地貌部位的变化规律比较明显,在阶坡顶部和上部,土壤含水量具有自地表向下逐渐增加的趋势,而在阶坡的下部和坡脚却正好相反。但不论是那个地貌部位几乎有一个近相同土壤的蒸发、渗漏、持水能力相对的平衡深度。

通过同一沟坡古土壤风化剖面不同层次颗粒机械组成分析,其具有与沙盖黄土坡面阶顶粒级大小差异不大、颗粒组成比例相似的特点。由此,可以设想提出一些假想推测,当地土壤的沙化过程与风化过程是否存在某种联系,其是否可以作为研究地貌界一直争议很大的沙漠沙来源问题的切入点。

参考文献:

- [1] 刘庆生,刘高焕,励惠国. 辽河三角洲土壤盐渍化现状及特征分析[J]. 土壤学报, 2004, **41**(3): 190~195.
- [2] 白 福,李文鹏,黎志恒. 黑河流域植被退化的主要原因分析[J]. 干旱区研究, 2008, **25**(6): 219~224.
- [3] 王昌俊,韩烈保,杨永利,等. 污水处理水灌溉对绿地土壤盐碱化的影响[J]. 河北农业大学学报, 2008, **28**(4): 18~22.
- [4] 傅 桦,丁瑞兴. 我国北亚热带白浆化土壤粘化过程的主组元分析[J]. 土壤与环境, 1996, **5**(4): 187~192.
- [5] Kenan Kilic, Sinan Kilic. Spatial variability of salinity and alkalinity of a field having Salination risk in semi-arid climate in northern Turkey[J]. Environ Monit Assess, 2007, **127**: 55~65.
- [6] P E Elliott, P J Drohan. Clay accumulation and argillite - horizon development as influenced by Aeolian deposition vs. local parent material on quartzite and limestone - derived alluvial fans[J]. Geoderma, 2009, **151**: 98~108.
- [7] Yli-Halla M, Mokma D L, Alakukku L, et al. Evidence for the formation of Luvisols/Alfisols as a response to coupled pedogenic and anthropogenic influences in a clay soil in Finland[J]. Agricultural and Food Science, 2009, **18**(3-4): 388~401.
- [8] 查小春,唐克丽. 黄土丘陵区林区开垦地土壤退化研究[J]. 干旱区研究, 2001, **24**(4): 359~364.
- [9] 符素华,段淑怀,刘宝元. 密云石匣小流域土地利用对土壤粗化的影响[J]. 地理研究, 2001, **20**(6): 697~702.
- [10] 董 杰,张重阳,罗丽丽. 三峡库区紫色土坡地土壤粗骨沙化和酸化特征[J]. 水土保持学报, 2011, **21**(6): 31~34.
- [11] 刘树林,王 涛. 浑善达克沙地的土地沙漠化过程研究[J]. 中国沙漠, 2007, **27**(5): 719~723.
- [12] L H Cammeraat, A C Imeson. Deriving indicators of soil degradation from soil aggregation studies in southeastern Spain and southern France[J]. Geomorphology, 1998, **23**: 307~321.
- [13] Su Yongzhong, Zhao Halin, Zhao Wenzhi, et al. Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification[J]. Geoderma, 2004, **122**: 43~49.
- [14] SHE D L, SHAO M A. Spatial variability of soil organic C and total N in a small catchment of the Loess Plateau, China[J]. Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil and Plant Science, 2009, **59**: 514~524.
- [15] ZHU YuanJun, SHAO MingAn. Spatial distribution of surface rock fragment on hillslopes in a small catchment in wind-water erosion crisscross region of the Loess Plateau[J]. Sci China Ser D - Earth Sci, 2008, **51**(6): 862~870.
- [16] Kong Xiangbin, Thanh H Dao, Qin Jing, et al. Effects of soil texture and land use interactions on organic carbon in soils in North China cities' urban fringe[J]. Geoderma, 2009, **154**: 86~92.
- [17] 刘良梧,周健民,刘多森,等. 半干旱农牧交错带栗钙土的发生与演变[J]. 土壤学报, 2000, **37**(2): 174~180.
- [18] 储燕宁,孙 权,纪立东. 农牧交错带退化土壤的质量指标[J]. 宁夏农学院学报, 2003, **24**(4): 3~8.
- [19] 苏永中,赵哈林,文海燕. 退化沙质草地开垦和封育对土壤理化性状的影响[J]. 水土保持学报, 2002, **16**(4): 5~8.
- [20] 党亚爱,李世清,王国栋,等. 黄土高原典型土壤剖面土壤颗粒组成分形特征[J]. 农业工程学报, 2009, **25**(9): 74~78.
- [21] 潘成忠,上官周平. 黄土半干旱丘陵区陡坡地土壤水分空间变异性研究[J]. 农业工程学报, 2003, **19**(6): 5~9.
- [22] 张丽萍,唐克丽,张平仑. 片沙覆盖的黄土丘陵区土壤水蚀过程研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, **5**(1): 40~45.
- [23] NI Hanbin, ZHANG Liping, ZHANG Dengrong, et al. Weathering of Pisha - Sandstones in the Wind - Water Erosion Crisscross Region on the Loess Plateau[J]. J. Mt. Sci, 2008, **5**: 73~83.
- [24] Meersmans J, Van Wesemael B, De Ridder F, et al. Changes in organic carbon distribution with depth in agricultural soils in northern Belgium, 1960 - 2006 [J]. Global Change Biology, 2009, **15**(11): 2739~2750.
- [25] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [26] 黄昌勇. 土壤学(面向 21 世纪课程教材)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [27] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查数据[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [28] Aizhen Liang, Xueming Yang, Xiaoping Zhang, et al. Soil organic carbon changes in particle-size fractions following cultivation of Black soils in China[J]. Soil & Tillage Research, 2009, **105**: 21~26.

Evolution of Physical and Chemical Characteristics of Loess with Different Landforms in Slope Field under Sand Cover

ZHANG Li-ping^{1 2}, WANG Xiao-yun¹, ZHANG He-si¹

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Subtropical Soil and Plant Nutrition, Key Laboratory of Polluted Environment Remediation and Ecological Health, Ministry of Education, College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310029, China; 2. National Key Laboratory of Soil Erosion and Dry Land Agriculture in Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Ministry of Water Conservancy, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The study aimed at the impacts of the different landforms on the soil physical composition, soil moisture content and soil fertility of the slope loess field under sand cover. The series of samples were collected at section planes and vertical soil layers, in Yinmaquan watershed located on the boundary between Shenmu County and Dongsheng City, where the slope field had the representations. The soil texture, gravimetric soil moisture content and organic matter content of the samples were measured. Based on the analysis of the data, conclusions were obtained: 1) The soil texture and physical clay granule content were indices to indicate the desertification degree and evolvement trend. The study area demonstrated a drier and coarser trend towards northwest. 2) There were different evolution laws of soil moisture content with different landform positions. It increased vertically from the top to upside of hilly slope, but decreased from the downside to foot. Whatever position the landform had, there was a similar balanced depth existed for the soil to evaporate, infiltrate, leak and hold water. 3) The physical clay granule content had closely relationship with the soil fertility and moisture content. The section planes with higher physical clay granule contents had richer soil fertility and more moisture content. 4) Effects of the combination of water, fertilizer and organic matter became more effective from the top to the foot of slope field, indicating that landform always had significant impacts on the series of evolution processes such as soil mellowing processes, soil degradation, soil erosion and soil desertification. Furthermore, the results also highlighted the evolution of soil texture with the landforms and the vertical soil layers, and could indicate the process of soil desertification and materials sources.

Key words: slope loess field under sand cover; physical clay granule; soil moisture content; organic matter; section plane in slope field