第16卷 第12期 2016年4月
1671—1815(2016)12-0045-05

科 学 技 术 与 工 程
Science Technology and Engineering

Vol. 16 No. 12 Apr. 2016
© 2016 Sci. Tech. Engrg.

农业科学

不同作物类型下土壤收缩变化研究

马 蕊[1] 甘 磊[1,2,3*] 张静举[1] 陶涣壮[1] 彭扬建[1] 张中彬[3]

(桂林理工大学,广西环境污染控制理论与技术重点实验室[1],广西岩溶地区水污染控制与用水安全保障协同创新中心[2],桂林 541004;
土壤与农业可持续发展国家重点实验室,中国科学院南京土壤研究所[3],南京 210008)

摘 要 土壤在饱和-风干失水过程中会发生收缩,往往伴随着表面下陷和出现裂缝的现象。在桂林市农业科学院通过采样来测定甘蔗、梨树、大豆试验地的土壤收缩变化,并利用 Soil Shrinkage Simulator(SSS)软件进行土壤收缩曲线的拟合和收缩变化的分析。结果表明:SSS 软件能够较好地拟合实测数据($r>0.97$),土壤的收缩曲线整体结构是呈现"S"型;但不同试验地的土壤收缩仍存在一定差异。因梨树地容重小,总孔隙度大,有机质含量高,以及免耕的耕作方式使其土壤结构疏松,含水量较高,从而导致它的土壤收缩程度最大;但甘蔗地和大豆地收缩程度较为接近,这与原假设的不同作物类型下甘蔗地土壤收缩大于大豆地相反。一方面由于甘蔗地垄沟种植使得部分表层土壤容重加大;另一方面,垄沟中存储的水分直接入渗到下层土壤,对表层土壤水分的贡献不大,这些均导致甘蔗地表层土壤收缩相较于大豆地不明显。因此,除了土壤自身性质外,耕作方式对土壤收缩也有着较大的影响。

关键词 土壤收缩 收缩曲线 耕作方式

中图法分类号 S152.9; **文献标志码** B

农田土壤在自然降水、蒸发和人工灌溉条件下,常处于干湿交替状态,土体湿润时膨胀,干旱时收缩[1,2]。特别是土壤在饱和—干燥收缩过程会伴随表面下陷和裂隙,可能增加土体表面积,加速蒸发和土壤干旱[3];也可能造成水分、养分流失,甚至引起地下水污染[4]。因此,研究土壤收缩特征对农业生产有重要意义。

土壤的收缩是土壤含水量、土壤质地等土壤性质在外界环境条件下综合作用的结果,是个复杂的过程。国内外有学者研究表明容重与收缩能力成负相关[5,6]。而杜彦君等人对变形土的测定结果表明,造成土壤胀缩的主要因子是土壤含水量[7]。Boivin 等人将土壤的质地作为影响因素,特别是黏粒含量,研究表明土壤的膨胀和收缩能力正相关[8]。另外,Peng 等人将土壤有机质含量作为影响因素,研究表示高有机质含量的土壤更可能具有较大的收缩幅度[9,10]。除了土壤自身性质的影响外,土壤收缩还与耕作方式等外界因素有关。有学者表示,即使在同一种利用方式下,耕作方式的差异也会导致裂隙的差异,从而影响到土壤收缩[11]。另外,不同植被间的土壤水分差异与植被对水分的利用有很大关系[12],并间接影响到土壤收缩。因此,对土壤收缩的研究需进行综合分析。土壤收缩过程一般采用以容积变化量和土壤含水量[13]或者以孔隙比和水分比[14]分别作为因变量和自变量所表示的收缩特征曲线来描述。常用来描述收缩曲线的模型有土壤容积变化的通用方程,三直线模型和 Logistic 模型[15]等。而 Pengand、Horn[16]在 vanGenuchten 方程的基础上修改后的一种 Logistic 模型可完整描述收缩曲线,并且可通过运算对各阶段进行定量化区分。

表层土壤在陆地表面与大气之间的物质和能量交换方面扮演着重要角色,既可以将其养分和水分补给下层土壤,也可以供作物生长利用,具有一定的研究价值。本文选取广西桂林农业科学院的甘蔗、梨树、大豆试验地为例,研究饱和-风干条件下土壤的收缩变化,假设在三种作物类型的影响下,土壤收缩表现为梨树地 > 甘蔗地 > 大豆地。本文旨在探讨不同作物类型下的土壤收缩过程及收缩差异,为土壤收缩的研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与采用

试验区位于广西省桂林市雁山区雁山镇的桂林

2016年1月6日收到 国家自然科学基金(41501230)、广西自然科学基金(2014GXNSFBA118098)、广西矿冶与环境科学实验中心和广西高等学校高水平创新团队及卓越学者计划项目资助

第一作者简介:马 蕊(1992—),女,山西运城人,硕士研究生。研究方向:农田水土。E-mail:632444931@qq.com。

*通信作者简介:甘 磊(1983—),男,湖南岳阳人,博士。研究方向:草原土壤物理性质及土壤水热运动模拟。E-mail:allen_gl2006@163.com。

表 1 三块试验地土壤质地、容重、有机质、总孔隙度

Table 1 The soil texture, bulk density (BD), soil organic matter (SOM) and total porosity in three plots

试验地	质地			容重/	土壤有机质/	总孔隙度/
	砂粒/%	粉粒/%	黏粒/%	($g \cdot cm^{-3}$)	($g \cdot kg^{-1}$)	%
甘蔗	35.67 ± 2.72a	26.28 ± 1.72a	38.05 ± 2.10a	1.43 ± 0.019a	13.35 ± 0.72a	43.78 ± 0.73b
梨树	37.32 ± 0.11a	26.19 ± 3.43a	36.49 ± 3.54a	1.30 ± 0.018b	15.29 ± 0.34ab	48.41 ± 0.53a
大豆	35.32 ± 0.61a	27.59 ± 1.87a	37.09 ± 1.25a	1.44 ± 0.010a	11.42 ± 0.77b	42.48 ± 0.63b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),$n = 4$。

市农业科学院(25°4′N;109°44′E)。研究区属于中亚热带季风气候,年平均气温为 18 ℃;年均降雨量为 1 949 mm,年平均蒸发量介于 1 490 ~ 1 905 mm。试验样地选取同一片区域所种植甘蔗、梨树、大豆的土壤(土壤质地数据见表 1)。甘蔗是一年生或多年生宿根的热带和亚热带草本植物,收割时仅收割甘蔗茎,将根仍留在土壤内,即宿根;来年,宿根重新分枝生茎,3 年翻耕 1 次。大豆是一年生草本植物,翻耕时间每年 1 次。梨树是多年生落叶果树。在 3 块试验地分别取表层环刀土(0 ~ 6 cm)进行土壤收缩测定,土壤质地、容重、总孔隙度以及有机质等土壤基本数据也在实验室进行测定。同时采用手持土壤水分测定仪(Theta-probe Type ML2x, Delta-T devices Ltd, England)来测量表层(0 ~ 6 cm)的田间土壤含水量。

1.2 土壤收缩曲线

土壤的收缩曲线采用 Peng 和 Horn[16] 在 vanGenuchten 方程的基础上修改后的方程:

$$e(\vartheta) = e_r + \frac{e_s - e_r}{[1 + (\chi\vartheta)^{-p}]^q}, 0 \leqslant \vartheta \leqslant \vartheta_s \quad (1)$$

式(1)中 ϑ_s、e_s 和 e_r 分别是饱和水分比、饱和孔隙比和剩余孔隙比,χ、p、q 是无量纲的拟合参数。收缩曲线一般可分为四个阶段:结构收缩、线性收缩、剩余收缩以及零收缩。各个阶段水分损失或体积收缩的比例是根据相邻两个阶段的差值与总的水分损失或体积收缩的比值计算而来的。拟合参数和各分割点数据均由 Soil Shrinkage Simulator(SSS)软件计算得出。

2 结果

2.1 土壤基本属性

表 1 中列出了土壤质地,容重,总孔隙度以及土壤有机质等基本性质。其中 3 块试验地的颗粒组成比较相似,其质地差异不大,说明其土壤其他属性的差异是由于种植的作物类型不同造成的。梨树地的容重最小,这与其长期免耕有关。从总孔隙度看,梨树地最大,甘蔗地和大豆地相差不大。就有机质而言,梨树地的有机质含量最大,大豆地最小,这与地表的凋落物、杂草以及田间管理方式有关。

2.2 土壤田间含水量

对土壤含水量的测定,本研究选取了三个具有代表性的条件,详见表 2。从表 2 中可以看出三种条件下的田间土壤含水量存在着一定的差异,在不同的土壤水分条件下三块地土壤含水量均值的变化为:梨树地 > 甘蔗地 > 大豆地。

2.3 土壤收缩曲线

表 3 列出了不同作物下的表层土样在自然风干状态下收缩曲线的拟合参数。其中,土壤收缩方程可以较好地拟合两块试验地土壤的收缩曲线($r > 0.97$),梨树地土壤收缩曲线中的 e_s 和 e_r 最大,甘蔗地和大豆地的较为接近;方程中 χ、p、q 三个参数没有实际的物理意义,仅与曲线形状有关。

三块地的土壤在室内自然风干条件下的收缩曲线如图 1 所示。其中,散点表示拟合曲线的拐点(实心)和实测值(空心),曲线表示拟合值。从图中可以看出甘蔗地和大豆地土壤收缩较为接近,而梨树地的整个收缩阶段明显高于其他两块地。

表 2 三块地在 3 种土壤水分条件下土壤含水量

Table 2 The soil moisture content under three kinds of soil water condition in three plots

水分条件	试验地	最小值/ ($cm^3 \cdot cm^{-3}$)	最大值/ ($cm^3 \cdot cm^{-3}$)	平均值/ ($cm^3 \cdot cm^{-3}$)
干旱条件	大豆地	0.01	0.10	0.04 ± 0.02c
	梨树地	0.05	0.22	0.10 ± 0.04a
	甘蔗地	0.01	0.12	0.06 ± 0.002b
中等条件	大豆地	0.02	0.21	0.12 ± 0.005b
	梨树地	0.12	0.29	0.20 ± 0.004a
	甘蔗地	0.01	0.29	0.12 ± 0.006b
湿润条件	大豆地	0.15	0.36	0.20 ± 0.004c
	梨树地	0.18	0.46	0.33 ± 0.007a
	甘蔗地	0.12	0.35	0.23 ± 0.006b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),$n = 80$。

根据收缩方程可划分收缩曲线的四个收缩阶段,其拐点详见表 4 并根据方程(参见 Pengand-Horn[16])可得到各阶段土壤体积与水分变化的比例。在结构收缩阶段($\vartheta_s \rightarrow \vartheta_{shw}$),甘蔗地、梨树地

表 3　3 个试验区土壤收缩相关参数

Table 3　Soil shrinkage related parameters in three plots

类型	e_s/ ($cm^3 \cdot cm^{-3}$)	e_r/ ($cm^3 \cdot cm^{-3}$)	χ	p	q	r
甘蔗	0.810	0.656	1.546	6.891	0.396	0.988
梨树	1.061	0.881	1.409	8.197	0.328	0.979
大豆	0.795	0.610	1.489	10.029	0.254	0.993

表 4　三块地收缩曲线对应的 5 个拐点

Table 4　The five inflection points corresponded with shrinkage curve in three plots

类型	(ϑ_s,e_s)	(ϑ_{shw},e_{shw})	(ϑ_{ae},e_{ae})	(ϑ_{shl},e_{shl})	(ϑ_0,e_r)
甘蔗	0.81,0.81	0.675,0.780	0.406,0.699	0.211,0.663	0,0.656
梨树	1.061,1.061	0.735,1.031	0.460,0.937	0.240,0.891	0,0.881
大豆	0.795,0.795	0.690,0.770	0.442,0.674	0.222,0.621	0,0.61

注:表 4 三块试验田饱和—风干条件下收缩曲线的饱和点(ϑ_s,e_s)、湿润弯曲点(ϑ_{shw},e_{shw})、进气点(ϑ_{ae},e_{ae})、收缩限点(ϑ_{shl},e_{shl})和干燥点(ϑ_0,e_r)

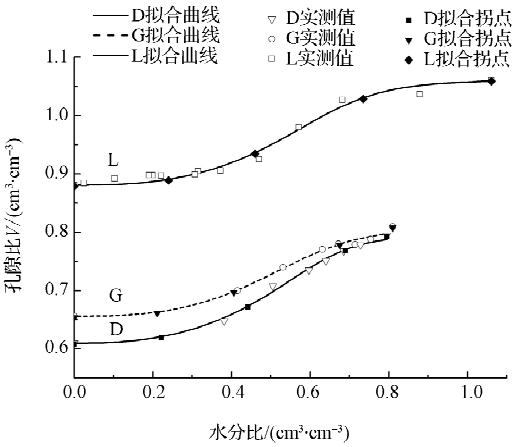

图 1　三块地在自然风干条件下的收缩曲线

(G-甘蔗地,L-梨树地,D-大豆地)

Fig. 1　The shrink age curve under the condition of natural air drying in three plots(G-sugarcanefield, L-peartreefield, D-soybeanfield)

和大豆地的土壤水分变化分别为 16.67%、30.73%、13.21%,体积变化分别为 19.48%、16.67%、13.51%,说明此时甘蔗地和大豆地水分损失所对应的体积变化相近且大于梨树地;线性收缩阶段($\vartheta_{shw} \rightarrow \vartheta_{ae}$)中,甘蔗地、梨树地和大豆地的土壤水分变化分别为 33.31%、25.92%、31.19%,体积变化分别为 52.6%、52.22%、51.89%,说明此时梨树地水分损失所对应的体积变化最大,甘蔗地和大豆地的相差不大;在剩余收缩阶段($\vartheta_{ae} \rightarrow \vartheta_{shl}$),甘蔗地、梨树地和大豆地的土壤水分变化分别为 24.07%、20.74%、27.67%,体积变化分别为 23.38%、25.56%、28.65%,由此可知梨树地水分损失所对应的体积变化最大,甘蔗地和大豆地的变化均较小且相近;最后的零收缩阶段($\vartheta_{shl} \rightarrow \vartheta_0$)中,甘蔗地、梨树地和大豆地的土壤水分变化分别为 26.05%、22.62%、27.92%,体积变化分别为 4.55%、5.56%、5.95%,即梨树地水分损失所对应的体积变化仍最大。根据数据显示,线性收缩阶段占据收缩曲线的主要部分,占总体积变化的 51% ~53%,占总水分损失的 30% ~34%。其次的收缩阶段是剩余收缩,约占总体积变化的 22% ~29%;再者是结构收缩,约占总体积变化的 12% ~20%;最后是零收缩阶段,仅占总体积变化的 4% ~6%。所以线性阶段和剩余阶段占的比重最大,可以用来作为三块地土壤收缩程度的评判指标。综上所述,梨树地的土壤收缩基本上大于其他 2 块样地的土壤收缩。

3　讨论

由图 1 可以看出拟合曲线和实测值吻合度较好。从整体上看,三块地土壤收缩曲线形状大致相似,呈“S”型。但是,不同植被下的土壤收缩仍存在着明显的差异。黏粒含量常用来表示土壤收缩潜力的参数,有研究表示土壤收缩程度与土壤中具膨胀性质的黏粒含量正相关,这意味着具强膨胀收缩性的黏粒能产生疏松结构的土壤[17]。但是 3 块地土壤质地较为接近,所以质地对本试验中土壤收缩的影响不大。土壤容重是表征土壤紧实程度和影响土胀缩的重要因素[18]。容重小,土壤收缩能力就大,反之则小[19]。因为一般容重小的土壤,结构较为疏松,其收缩能力就大。三块地中,梨树地的容重最小,所以其土壤引起的收缩最为明显;而甘蔗地和大豆地的容重较大,所以收缩程度低,其曲线较平缓如图 1 所示。在一般情况下有机质含量高的土壤,结构比较疏松,孔隙比较多,所以收缩能力较强[5]。三块地中,梨树地的有机质含量最大,其收缩也越明显,这一结论与本文的收缩结果相一致。

除了土壤自身因素的影响,外界条件的不同也会直接或间接地影响土壤的收缩。不同植被的不同调蓄作用致使土壤含水量相应具有明显差异[20]进而影响收缩。有研究表明土壤含水量也是影响收缩幅度的重要原因,两者呈显著正相关关系,同时土壤初始含水量越大,土壤收缩也越明显[15]。梨树的生理特征使得其土壤表面免于太阳暴晒,减小了蒸发量,相较于其他 2 种作物而言,其土壤含水量最高,这与陈洪松等[21]研究发现灌木丛由于叶片较多减少了被太阳直射的机会使土壤的层间蓄补水能力相对较强是一致的。同时,地表覆盖物还有着调蓄水分的作用[22],这也有助于梨树地土壤水分的存储。因此,在以上因素共同作用下,使得梨树地土壤收缩

程度最明显。甘蔗地和大豆地的的含水量差异较小,这与两块地收缩曲线变化较为接近且小于梨树地的结论相一致。另一方面,不同的耕作方式在一定程度上对土壤性状有所改变。常见的翻耕耕作方式显著改变了土壤结构,使其土壤颗粒分散,土壤耕作层的孔隙分布、土壤强度、土壤的持水特性和收缩特性发生变化[23]。梨树地属于免耕地,其土壤收缩表现最为显著。

但 3 年耕作 1 次的甘蔗地与 1 年 1 次耕作的大豆地,其土壤收缩并无明显差异,这与本文不同作物类型下甘蔗地土壤收缩大于大豆地的假设有所不同。其主要原因可归咎于甘蔗地垄沟种植使得隆起部分表层土壤容重加大,其收缩减小。另外垄沟中存储的水分直接入渗到下层土壤中,对表层土壤水分的贡献不大,导致甘蔗地表层土壤收缩相较于大豆地不明显。从 2 块试验地的土壤含水量和容重数据可以得到验证。因此不同作物类型下的耕作方式还是对土壤收缩产生了一定影响。

4 结论

本文探讨了不同作物类型下土壤的收缩变化情况,对广西桂林农业科学院的甘蔗、梨树、大豆试验地进行取样,并将土壤在饱和-风干条件下的收缩情况和 SSS 软件拟合出的土壤收缩曲线进行综合分析。结果表明 SSS 软件中的模型参数能较好地拟合土壤收缩曲线的实测数据,误差相对较小,且三块地土壤收缩曲线形状整体上大致相似,呈“S”型;同时也表明甘蔗地和大豆地的土壤收缩接近且明显小于梨树地,这与原假设(梨树地 > 甘蔗地 > 大豆地)不同。主要是由于 3 年耕作 1 次的甘蔗地采用垄沟种植的耕作方式,一方面加大了部分表层土壤的容重,减小了土壤收缩;另一方面,垄沟存储的水分直接入渗下层土壤,对表层土壤水分贡献不大,也导致其收缩相对于大豆地不明显。

参 考 文 献

1 陈 祯,崔远来,刘方平. 不同灌溉施肥模式下土壤湿胀干缩特征曲线及其滞后效应. 农业工程学报,2013;29(11):78—84
Chen Z, Cui Y L, Liu F P. Soil wet expansion and dry shrinkage characteristic curve and hysteresis effect under different irrigation and fertilization mode. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2013;29(11):78—84

2 杨绍锷,黄元仿. 关于土壤收缩特征曲线的探讨. 土壤通报,2007;38(4):749—752
Yang S E, Huang Y F. Discussion on soil shrinkage characteristic curves. Chinese Journal of Soil Science,2007;38(4):749—752

3 Beven K. ,Germann P. Macropores and water-flow in soils. Water Resources Research, 1982;18(5):1311—1325

4 邵明安,吕殿青. 土壤收缩特征曲线的实验研究. 土壤学报,2003;40(3): 471—474
Shao M A,Lü D Q. Expermental study on soil shringkage characteristic curves. Acta Pedologica Sinica,2003;40(3): 471—474

5 Zhang Z B,Peng X,Wang L L,*et al*. Temporal changes in shrinkage behavior of two paddy soils under alternative flooding and drying cycles and its consequence on percolation. Geoderma, 2013; 192: 12—20

6 Gray C W, Allbrook R. Relationships between shrinkage indices and soil properties in some New Zealand soils. Geoderma,2002;108(3—4):287—299

7 Du Y J,Li S L,Hayashi S. Swelling-shrinkage properties and soil improvement of compacted expansive soil, Ning-Liang Highway, China. Engineering Geology, 1999;53 (3—4):351—358

8 Boivin P,Garnier P,Tessier D. Relationship between clay content, clay type, and shrinkage properties of soil samples. Soil Science Society of America Journal,2004;68(4):1145—1153

9 Kechavarzi C,Dawson Q,Leeds-Harrison P B. Physical properties of low-lying agricultural peat soils in England. Geoderma, 2010; 154 (3):196—202

10 Peng X,Horn R. Anisotropic shrinkage and swelling of some organic and inorganic soils. European Journal of Soil Science, 2007; 58 (1):98—107

11 Flowers M,Lal R. Axle load and tillage effects on the shrinkage characteristics of a Mollic Ochraqualf in northwest Ohio. Soil and Tillage Research,1999; 50 (3):251—258

12 古文婷,史建伟,牛俊杰,等. 晋西北黄土丘陵区 4 种植被类型土样水分含量的变化特征研究. 西部林业科学,2013;42(6):69—74
Gu W T,Shi J W,Niu J J,*et al*. Soil moisture characteristics of different vegetations in hilly region of loess plateau in Northwest Shanxi. Journal of West China Forestry Science, 2013; 42 (6): 69—74

13 Bernard M,Dudoignon P,Chevallier C,*et al*. Shrinkage and subsidence in a marsh soil. Soil Science Society of America Journal,2006; 70(6):1834—1842

14 Groenevelt P H,Grant C D. Analysis of soil shrinkage data. Soil and Tillage Research, 2004; 79 (1):71—77

15 张中彬. 红壤性水稻土裂隙特征及其对优势流的影响. 南京:中国科学院大学,2013:1—111
Zhang Z B. Characteristics of cracks in reddish paddy soil and its consequences on preferential flow. Nanjing: the University of Chinese Academy of Sciences,2013:1—111

16 Peng X,Horn R. Modeling soil shrinkage curve across a wide range of soil types. Soil Science Society of America Journal,2005;69(3): 584—592

17 熊东红,周红艺,杜长江,等. 土壤裂缝研究进展. 土壤,2006;38(3):249—250
Xiong D H,Zhou H Y,Du C J,*et al*. A review on the study of soil cracking. Soils,2006;38(3):249—250

18 熊东红,杨 丹,李佳佳,等. 元谋干热河谷区退化坡地土壤裂缝形态发育的影响因子. 农业工程学报, 2013; 29 (1): 102—108
Xiong D H,Yang D,Li J J,*et al*. Influence factors of morphological development of soil cracks in degraded slopes in Yuanmou dry-hot

valley region. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2013; 29(1): 102—108

19 Reeve M J, Hall D G M, Bullock P. The effect of soil composition and environmental factors on the shrinkage of some clayey British soils. Journal of Soil Science, 1980;31(3):429—442

20 陈洪松,王克林. 西南喀斯特山区土壤水分研究. 农业现代化研究,2008;29(6): 734—738
Chen H S, Wang K L. Soil water research in karst mountain areas of southwest China. Research of Agricultural Modernization, 2008; 29(6):734—738

21 陈洪松,傅　伟,王克林,等. 桂西北岩溶山区峰丛洼地土壤水分动态变化初探. 水土保持学报,2006;20(4):136—139
Chen H S, Fu W, Wang K L, *et al*. Dynamic change of soil water in peak-cluster depression areas of karst mountainous Region in northwest Guangxi. Journal of Soil and Water Conservation, 2006;20(4): 136—139

22 李安定,喻理飞,韦小丽. 喀斯特区土壤水分动态模拟及实地造林的研究. 浙江林学院学报,2008;25(2): 211—215
Li A D, Yu L F, Wei X L. Soil moisture dynamics with mold and mulching during afforestation in a karst region. Journal of Zhejiang Forestry College, 2008;25(2):211—215

23 Moret D, Lopez M V, Arrue J. TDR application for automated water level measurement from Mariotte reservoirs in tension disc infiltrometers. Journal of Hydrology, 2004; 297(1):229—235

The Research on Soil Shrinkage over Variant Underlying Croplands

MA Rui[1], GAN Lei[1,2,3*], ZHANG Jing-ju[1], TAO Huan-zhuang[1], PENG Yang-jian[1], ZHANG Zhong-bin[3]

(Guangxi Collaborative Innovation Center for Water Pollution Control and Water Safety in Karst Area[1], Guangxi Key Laboratory of Environmental Pollution Control Theory and Technology[2], Guilin University of Technology, Guilin 541004, P. R. China; State Key Lab of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science[3], Nanjing 210008, P. R. China)

[**Abstract**] Soil shrinkage happens in the process of saturation to air dry, often accompanied by the phenomenon of surface subsidence and cracks. The measured variations in soil shrinkage of sugar cane, pear tree, soybean experimental plots in Guilin agricultural scientific academy were fitted by Soil Shrinkage Simulator(SSS) software. The results showed that the SSS software which fitted the measured data well ($r > 0.97$) presented the "S" type shrinkage curve in three plots, however, the differences were also found in three conditions. The lower bulk density companying with larger total porosity, higher organic content and no-tillage method in pear tree plot which induced to the loose soil structure and higher soil moisture content, finally caused the largest degree of soil shrinkage. Anyway such phenomenon was not observed in sugar-cane and soybean plots, which was opposite to our hypothesis (the soil shrinkage was greater in sugar-cane plot than in soybean plot). On the one hand, furrow planting of sugar-cane plot increased bulk density of partially superficial soil; on the other hand, water stored in the furrow directly infiltrating into the subsoil rarely contributed to the surface soil moisture. Both of them resulted in soil shrinkage of sugar-cane was not obvious than soybean's. In a conclusion, expect for the soil properties itself, the land-use management had a great influence on soil shrinkage.

[**Key words**] soil shrinkage　　shrinkage curve　　tillage management