

太湖地区农田生态环境中土壤饱和导水率研究

陈效民¹, 潘根兴¹, 王德建², 李宝山¹

(1. 南京农业大学 资源与环境科学学院, 南京 210095; 2. 中国科学院土壤研究所, 南京 210008)

摘要: 对太湖地区主要水稻土类型的饱和导水率进行了研究。结果表明, 该土壤的饱和导水率变化于 $7.20 \times 10^{-5} \sim 6.33 \times 10^{-4}$ cm/s, 并随着深度的增加饱和导水率迅速下降; 原状土和扰动土的饱和导水率相差很大, 土壤的质地、有机质含量、容重、孔隙度和结构系数等均对饱和导水率有一定的影响。原状土的饱和导水率能反映田间的实际情况, 对研究土壤水分平衡和水土保持有极其重要的意义。而扰动土的饱和导水率只能作为一种农业工程的参考数据被运用。

关键词: 饱和导水率; 影响因素; 太湖地区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)05-0011-02

中图分类号: S152.7

A Study on Saturated Hydraulic Conductivity of Farmland Environment Soil of Taihu Lake Region

CHEN Xiao-min¹, PAN Gen-xing¹, WANG De-jian², Li Bao-shan¹

(1. College of Natural Resources and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu Province, PRC; 2. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu Province, PRC)

Abstract: The saturated hydraulic conductivities of mainly paddy soil in Taihu lake region were studied. The results were as follows. (1) The saturated hydraulic conductivities in the soil were changeable from 7.20×10^{-5} to 6.33×10^{-4} cm/s and decreased with the increasing of soil depth. (2) The saturated hydraulic conductivities of undisturbed soil and disturbed soil were quite different and affected by soil texture, organic matter content, bulk density, porosity and structural index. The saturated hydraulic conductivity of undisturbed soil can represent the really case in the field and is significant to study soil moisture balance and soil water conservation. But the saturated hydraulic conductivity of disturbed soil can only be used for a reference information in agricultural engineering.

Keywords: saturated hydraulic conductivity; affective factors; Taihu lake region

土壤的饱和导水率是土壤被水饱和时, 单位水势梯度下, 单位时间内通过单位面积的水量。它是一个重要的土壤水运动参数, 反映土壤的入渗和渗漏性质, 在农田排灌以及水土保持工程中有着重要意义^[1]。在太湖地区农田生态环境中, 研究土壤中饱和导水率的变化, 对探索该地区水旱轮作条件下的水分运动规律、土壤中污染物的迁移, 指导农田灌溉、排水均有非常重要的实际意义。本项研究选择了该地区典型的水稻土进行了原状土和扰动土的饱和导水率研究, 并分析了土壤的有机质含量、土壤质地、土壤容重、土壤孔隙度、土壤结构系数等土壤基本性质对土壤饱和导水率的影响, 以求为该地区的土壤质量演变、农田水分管理提供科学依据。

1 测定原理与方法

1.1 测定原理

若土壤是各向同性、均匀的多孔介质, 在整个流水区内水流是连续的、并等温进行, 则水分在均质土中作层流运动时, 服从达西定律, 其公式为

$$q = K \Delta H / L \quad (1)$$

式中: q —— 通量; ΔH —— 渗流路径始末断面的总水头差; L —— 渗流路径的直线长度; $\Delta H / L$ —— 相应的水势梯度; K —— 单位梯度下的通量, 称为饱和导水率。因为:

$$q = Q / At \quad (2)$$

式中: Q —— 渗透量; A —— 渗透横断面积; t —— 渗

透时间。

从(1),(2)两式得:

$$K = \frac{QL}{A H t} \quad (3)$$

即饱和导水率(K)是通过某一土层的水量与渗透横断面积、时间和水头差呈正比,与渗透距离呈反比的比例常数。

1.2 供试土样

土壤样品采自中国科学院常熟生态站,土壤为该地区主要的类型——竖土乌栅土。按自然发生层采样,分为0—15 cm, 15—30 cm, 30—50 cm, 50—70 cm。地下水位较高,夏季为70 cm左右;冬季略深,也仅100 cm左右。

1.3 饱和导水率的测定

1.3.1 原状土的饱和导水率测定 以原状土为试样,在土壤剖面中按发生层采集原状土样,每个土样5个重复,用南京土壤仪器厂生产的南—55型渗透率仪,按常水头法测定饱和导水率^[2]。

1.3.2 扰动土饱和导水率的测定 将土样风干磨碎,通过20目筛后制成按实际测定的土壤容重填入南—55渗透率仪,在常水头下测定饱和导水率。

1.4 土壤基本性质的测定

土壤容重用环刀法;土壤颗粒分析用吸管法;有机质含量用重铬酸钾容量法;土壤结构系数用按《土壤理化分析》一书中土壤微团聚体的测定方法进行^[5]。土壤剖面的基本性质见表1。

表1 供试土壤的基本性质

土壤层次/cm	砂粒	粉粒	黏粒	有机质	g/kg		
					容重/ (g cm^{-3})	孔隙度/ %	结构系数 / %
0—15	229.6	427.1	343.3	35.5	1.22	53.8	89.23
15—30	180.8	415.7	403.5	31.4	1.37	48.3	85.66
30—50	170.8	403.6	425.6	20.3	1.38	48.9	60.30
50—70	191.0	343.5	465.5	17.1	1.43	46.0	58.93

3 结果与讨论

3.1 土壤的饱和导水率

各个土层的土壤饱和导水率变化于皆 $7.20 \times 10^{-5} \sim 6.33 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 之间,属低透水强度范围内^[3]。土壤饱和导水率综合反映了土壤基质对水流的阻碍作用^[4]。对于一定的土壤而言,其饱和导水率是一个常数。

3.2 土壤饱和导水率在剖面中的变化

在土壤剖面中,扰动土的饱和导水率随土壤剖面的加深呈下降趋势(表2)。扰动土的饱和导水率与土壤中黏粒的含量呈极显著的负相关关系,相关系数 r

$= -0.9979$ 。黏粒在土壤中有吸附水分和胀缩的作用,起了阻碍水分下渗和堵塞土壤孔隙的作用;而原状土的饱和导水率在土壤剖面中的变化,除50~75 cm土层外也呈逐渐降低的趋势,这一层饱和导水率升高,是由于太湖地区农田土壤的母质为湖积物,在土层中普遍存在着许多螺壳,这些螺壳是土壤中的侵入体,无形中增加了土壤中水分流通的孔隙,以致于使饱和导水率在剖面这层中有增加的现象。然而15—30 cm是水稻土的犁底层,土层被压实,减少了水分流动的大孔隙,而增加了许多非活性孔隙。因此,在这一层的饱和导水率相对较低。所以,原状土的饱和导水率与质地无显著的相关性。

表2 各土层土壤的饱和导水率

土壤层次/cm	10^{-4} cm/s				$\bar{X} \pm S$
	0—15	15—30	30—50	50—70	
扰动土	2.11 ± 0.31	1.37 ± 1.51	1.10 ± 2.41	0.72 ± 2.31	1.33 ± 0.59
原状土	6.33 ± 1.43	3.58 ± 3.51	4.53 ± 3.53	5.43 ± 4.06	4.97 ± 1.18

3.3 影响饱和导水率的因素

3.3.1 土壤结构 土壤结构的好坏,通常用结构系数来衡量,结构系数高的土壤,不仅具有高的孔隙度和持水性,而且还具有良好的透水性,水分可以沿着大孔隙毫无阻碍地渗入土壤,从而减少地表径流,降低土壤受侵蚀的程度。本研究的结构系数也呈表层高,下层低的趋势,基本与饱和导水率的变化一致,

但底层虽然结构系数较小,由于侵入体(螺壳)的影响,饱和导水率有增大的现象。

3.3.2 土壤有机质含量 土壤的有机质不仅是土壤中养分的主要来源之一,而且能促进土壤结构的形成,影响到土壤通气状况和透水能力。有机质含量直接影响到土壤饱和导水率的大小。扰动土的饱和导水

(下转第59页)

他们仅凭经验去开挖梯田,其结果出现质量问题是不足为奇的;而广大农民缺依旧认为,果园清耕是减少杂草与果树争水争肥的好措施,然而却不知道,水土保持科技工作者的多年研究已经证明了果园套种绿肥具有很大的生态效益^[2-6];在果园地力培育方面,却只注重树头 1 m 半径范围内土壤肥力的培育,对除此之外的园面肥力培育不够重视。这些传统的耕作措施、管理方式有待改进,使农民能够以生态栽培的全新观念来经营侵蚀坡地果园。因此,普及水土保持科学知识,革新农民侵蚀坡地果园传统经营观念,是侵蚀坡地改造的治本措施。所以,我们建议要进一步加大水土保持科普宣传和科技示范推广力度。除了通过电视、广播、报纸等传媒宣传水土保持科技知识外,水土保持部门要下决心组织力量编写出版水土保持科普读物,并且无偿赠阅,不断提高侵蚀坡地果园经营者的水土保持科技文化素质。同时,要集中力量搞科教示范基地,建设可供参观学习的水土保持户外教室。

福建省在这方面已经起步,我们在省城郊区建设集教学、科研、示范和旅游观光为一体的水土保持科教示范基地,并在基地内设立了坡地保育新技术展示区,以规范施工的水土保持措施区、简易的人工降雨模拟区、水土保持植物标本园、套种绿肥与不套种绿

肥果园生态因素水平比较等水土保持科技教育场所,同时以观光果园的标准设计建设示范基地,寓水土保持科普教育于旅游观光之中,使参观者在基地内享受了生态旅游的同时,又增长了水土保持知识,是一个非常好的普及水土保持科技知识、提高公众水土保持意识的教育场所。今后,要逐步在各地市县推广,建设这种科教示范基地,让广大的民众能够直观地接受教育。只有农民水土保持观念增强了,有主动搞好侵蚀坡地果园保育的意识,才有可能整治好侵蚀坡地果园,才能保证侵蚀坡地的可持续利用。

[参 考 文 献]

- [1] 郑昭堃. 变水土流失区为经济作物区[J]. 福建水土保持, 1989(2): 24—27.
- [2] 许木土. 百喜草的生物学特性及其对水土保持的功能与应用[J]. 福建水土保持, 1991(2): 41—43.
- [3] 陈晶萍, 周太明, 等. 幼龄龙眼园套种豆科绿肥试验初报[J]. 福建水土保持, 1991(2): 51—54.
- [4] 周太明, 陈晶萍, 等. 果园套种绿肥保持水土提高土壤肥力的效益研究[J]. 福建水土保持, 1993(4): 40—44; 1994(1): 38—41.
- [5] 沈林洪, 等. 绿肥牧草对侵蚀劣地幼龄果园土壤含水量的影响[J]. 福建水土保持, 1996(1): 43—46.
- [6] 黄炎和, 卢程隆, 等. 侵蚀劣地果园套种绿肥对土壤肥力的影响[J]. 福建农业大学学报, 1996, 25(2): 204—207.

(上接第12页)

率随有机质含量增加而增加,统计分析表明,有机质含量与扰动土的饱和导水率也呈显著性正相关($r = 0.9290$)。而原状土则没有这种相关性,这是由于在土壤形成过程中特殊的沉积状态造成的。

3.3.3 土壤容重、孔隙度的影响 土壤容重和孔隙度也直接影响到扰动土的饱和导水率。容重与饱和导水率呈负相关,而孔隙度则呈正相关。由于长期的耕作和种植水稻,使土壤的容重从土壤剖面的上层向下层不断增大,而孔隙度逐渐降低,导致了扰动土的饱和导水率不断下降。

3.4 扰动土与原状土饱和导水率比较

从原状土和扰动土饱和导水率的比较中可以看出,每一层原状土的饱和导水率均大于扰动土的饱和导水率,有的甚至大数倍,并且原状土的变异系数均较扰动土大。

田间土壤是一个多相体系,孔隙的分布极不均匀,采样地点不同直接影响到原状土饱和导水率的变

化。原状土保持了原来土壤的基本性状,因此,原状土的饱和导水率比扰动土的饱和导水率更能反映田间的实际情况,在研究土壤水分平衡及水分管理、土壤改良、水土保持中有极其重要的意义;而扰动土的饱和导水率对农业工程有参考价值。

[参 考 文 献]

- [1] 华孟,王坚. 土壤物理学[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1993. 280—290.
- [2] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室编. 土壤物理性质测定法[M]. 北京:科学出版社, 1978. 140—150.
- [3] [日本]土壤物理性质测定委员会编. 土壤物理性质测定法[M]. 翁德衡译:重庆:重庆科学技术文献出版社, 1979. 246—249.
- [4] 郭素珍. 土壤物理学[M]. 呼和浩特:内蒙古文化出版社, 1998. 79—81.
- [5] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1981. 518—522.