

四种入渗模型对斥水土壤入渗规律的适用性

刘春成, 李毅^{*}, 任鑫, 马孝义

(西北农林科技大学水利与建筑工程学院 教育部农业水土工程重点实验室, 杨凌 712100)

摘要: 土壤斥水性影响入渗, 进而影响作物产量。国外学者进行了一定的研究, 但在中国研究的还很少。该文基于实测资料探讨几种常规的入渗模型在斥水土壤中的适用性。采用室内土柱进行积水入渗试验, 对比了不同积水高度和斥水度条件下的土壤入渗规律, 并采用 4 种模型分析了土壤入渗率变化特征。结果表明, 累积入渗量随入渗历时的变化可用幂函数描述, 不斥水土壤累积入渗量明显大于斥水土壤; 累积入渗量与湿润锋推进距离呈良好的线性关系; 利用 Green-Ampt 模型、Philip 模型、Kostiakov 公式和指数公式对入渗率与入渗历时的关系进行拟合, 其中 Kostiakov 公式更接近于实测值, 其他模型拟合效果因斥水程度等因素的不同而异。

关键词: 土壤, 入渗, 模型, 斥水性, 累积入渗量

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.05.010

中图分类号: S152.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-05-0062-06

刘春成, 李毅, 任鑫, 等. 四种入渗模型对斥水土壤入渗规律的适用性[J]. 农业工程学报, 2011, 27(5): 62-67.
Liu Chuncheng, Li Yi, Ren Xin, et al. Applicability of four infiltration models to infiltration characteristics of water repellent soils[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(5): 62-67. (in Chinese with English abstract)

0 引言

土壤斥水性是指水分不能或很难湿润土壤颗粒表面的物理现象, 具有斥水性的土壤称为斥水土壤^[1-2]。降雨后, 往往只能湿润斥水土壤表层薄薄的一层, 在缺雨干旱地区, 影响农作物的出苗和后期生长; 在多雨地区, 地势低洼处容易形成积水, 对作物正常生长有严重影响。土壤斥水性会导致土壤水分的不均匀分布^[3]; 斥水土壤表面干燥易受风蚀作用的影响造成水土流失; 斥水土壤灌溉和降雨后会加强地表径流和侵蚀^[3], 这些都极其不利于农业生产和环境的可持续发展。

土壤斥水性早在二十世纪二十年代就有了记录, 但初步研究却在六十年代, 到七十年代才得到普遍关注。在国外, de Jonge L.W. 与 Jacobsen O.H. 等^[4]研究了土壤含水率、温度和颗粒大小对土壤斥水性的影响。Bauters T.W.J., Steenhuis T.S. 等^[5]指出斥水性与接触角相互影响, 利用不稳定流可以预测斥水土壤含水率的分布。G. L. Feng 和 J. Letey 等^[6]试验得出积水高度足够高使得饱和和导水率和不斥水土壤的饱和和导水率相等时, 入渗率的变化规律与不斥水土壤的变化规律相同。中国有关斥水性的研究起步晚, 直到目前为止尚没有引起足够的重视。杨邦杰^[2]建立了采用沟种之后的斥水土壤水热运动数值模

型。吴延磊等^[7]分析了常用的滴水穿透时间与酒精溶液入渗法两种方法的相关性。刘发林与张思玉^[8]研究了森林火灾对土壤斥水性的影响, 指出土壤斥水性随着火强度的降低和土层深度的增加而降低。陈俊英和张智韬等^[9]对土壤斥水性与土壤含水率进行了模型的拟合, 得出指数正态模型为最佳模型。郭丽俊等^[22]研究了农田土壤斥水性与理化性质的空间变异性。任鑫等^[23]研究了次生盐渍土垂向剖面土壤斥水特征及其与理化性质的关系。

土壤入渗时受土壤的初始含水率、体积质量、土壤质地、水头等因素的影响^[14-17]。其中初始含水率、体积质量、土壤质地对亲水土壤入渗的影响已有很多研究, 但关于土壤类型、积水水头以及斥水程度对土壤入渗影响方面的研究却很少。本文基于土壤类型、积水水头以及斥水程度变化条件下的土柱试验, 分析对比不同土壤、不同入渗水头以及斥水度对土壤入渗规律的影响, 比较不同入渗模型对斥水和斥水土壤入渗率的适用性, 旨在探明斥水土壤入渗特性及相关定量关系。

1 材料与方法

1.1 土壤斥水性基本分类

按照 Dekker 和 Jungerius^[10-11]提出的斥水性分类标准, 斥水性按入渗时间可分为 5 个等级: 0 级, 无斥水性 (<5 s); 1 级, 轻微斥水性 (5~60 s); 2 级, 强烈斥水性 (60~600 s); 3 级, 严重斥水性 (600~3 600 s); 4 级, 极度斥水性 (>3 600 s)。常用的土壤斥水性的测定方法很多, 目前常用的方法有滴水穿透时间法 (water drop penetration time, WDPT) 和酒精溶液入渗法 (molarity of an ethanol droplet, MED)。滴水穿透时间法 (water drop penetration time, WDPT) 是将一滴水放置在土壤表面上, 记录这滴水完全入渗到土壤所需的时间^[6]。跟据水滴入

收稿日期: 2010-09-21 修订日期: 2011-02-16

基金项目: 国家自然科学基金 (50709028); 西北农林科技大学基本科研业务费专项资金 (QN2009087)

作者简介: 刘春成 (1986-), 男, 安徽界首人, 研究方向为水文学及水资源。杨凌 西北农林科技大学水利与建筑工程学院 教育部农业水土工程重点实验室, 712100。Email: liuchuncheng986@sohu.com.

*通信作者: 李毅 (1974-), 女, 陕西武功人, 博士, 副教授, 主要从事农业水资源利用研究。杨凌 西北农林科技大学水利与建筑工程学院 教育部农业水土工程重点实验室, 712100。Email: liyikitty@126.com

渗时间的不同，大多以 5 s 作为斥水与非斥水的分界线^[12-13]。

1.2 供试土样

供试土样为壤土、砂姜黑土和淤土。土壤经风干、碾碎、过筛（2 mm）后备用。采用吸管法对 3 种供试土样进行颗粒分析，分析结果如表 1。

表 1 供试土壤的颗粒组成
Table 1 Particle composition of the tested soils

供试土样	取样地点	黏粒/% (<0.001 mm)	粉粒/% ($0.001\sim 0.05$ mm)	砂粒/% ($0.05\sim 2$ mm)	土壤质地 (国际制)
壤土	陕西杨凌	6.5	78.7	14.9	粉壤土
砂姜黑土	安徽阜阳	18.1	70.6	11.2	粉粘壤土
淤土	安徽阜阳	23.3	70.8	5.8	粉粘壤土

1.3 试验装置与方案

试验在西北农林科技大学农业水土工程教育部重点实验室进行。采用扰动土进行室内土柱入渗试验。按 1 kg 土加 0.40 g 的表面活性斥水材料（十八烷基伯胺）配成微弱斥水程度土样。壤土、砂姜黑土和淤土设计土壤体积质量分别为 1.35、1.45 和 1.40 g/cm³，分层（5 cm）装入土柱，装土高度为 40 cm。为对比不同入渗水头和不同斥水程度对土壤入渗的影响，试验以积水高度和斥水度为主要控制因子。由于斥水土壤在低积水高度时难以入渗，因此无斥水性土壤积水高度选为 2.0、4.5 cm，斥水土壤积水高度定为 4.5、7.5 cm。

试验系统主要包括供水装置（马利奥特瓶，简称马氏瓶）、试验土柱和固定支架组。试验土柱是利用高为 60 cm，内直径为 8.5 cm 的有机玻璃管制作而成。用马氏瓶进行自动供水并控制积水高度恒定。试验过程中用秒表定时，记录马氏瓶水位变化，并观测土柱湿润锋变化过程。

1.4 基本理论

估算入渗率的公式很多，可分为理论型和经验型。常用的理论模型有 Green-Ampt 和 Philip 入渗模型，经验型模型应用较多的有 Kostiakov (1932) 公式和指数模型。其中 Green-Ampt 入渗模型形式简单，且有一定的物理基础^[18-21]，如下

$$i(t) = K_s [1 + (\theta_s - \theta_i) s_f / I] \quad (1)$$

式中， $i(t)$ 为土壤入渗速率，cm/s； t 为入渗历时，s； K_s 为饱和导水率，cm/s； θ_s 为饱和含水率，g/g； θ_i 为初始含水率，g/g； I 为累积入渗量，cm。入渗时，地表至湿润锋面之间含水率分布均匀的假定一般不会引起较大的误差，但地表含水率 θ_0 值是较饱和含水率 θ_s 小的某个值。因而入渗公式中 $(\theta_s - \theta_i)$ 应换为 $(\theta_0 - \theta_i)$ ， K_s 应换为 K_0 （稳定入渗率），显然 $K_0 < K_s$ ，一般可取 $K_0 = 0.5K_s$ 。

Philip 入渗公式^[18-21]采用如下形式

$$i(t) = 0.5St^{1/2} + A \quad (2)$$

式中， $i(t)$ 为土壤入渗速率，cm/s； t 为入渗历时，s； S 为

吸渗率，cm/s^{1/2}； A 为稳定入渗率，cm/s。在入渗初期，参数 S 起主要作用，相当于水平吸渗的情况。随着入渗时间的增长，参数 A 则成为影响入渗的主要因素。

Kostiakov (1932) 入渗公式和指数入渗公式均是经验型公式^[19]。Kostiakov (1932) 入渗模型^[19]形如

$$i(t) = Bt^{-c} \quad (3)$$

指数模型源于 Horton 模型^[20]可简记为

$$i(t) = Ne^{-wt} \quad (4)$$

式中 B ， c ， N ， w 分别为入渗参数。

2 结果与分析

2.1 积水高度和斥水程度对土壤累积入渗量的影响

2.1.1 不同条件下土壤累积入渗量的对比

为分析对比不同积水高度对土壤累积入渗量的影响，分别点绘不同水头下各土壤的累积入渗量随时间变化曲线，见图 1。

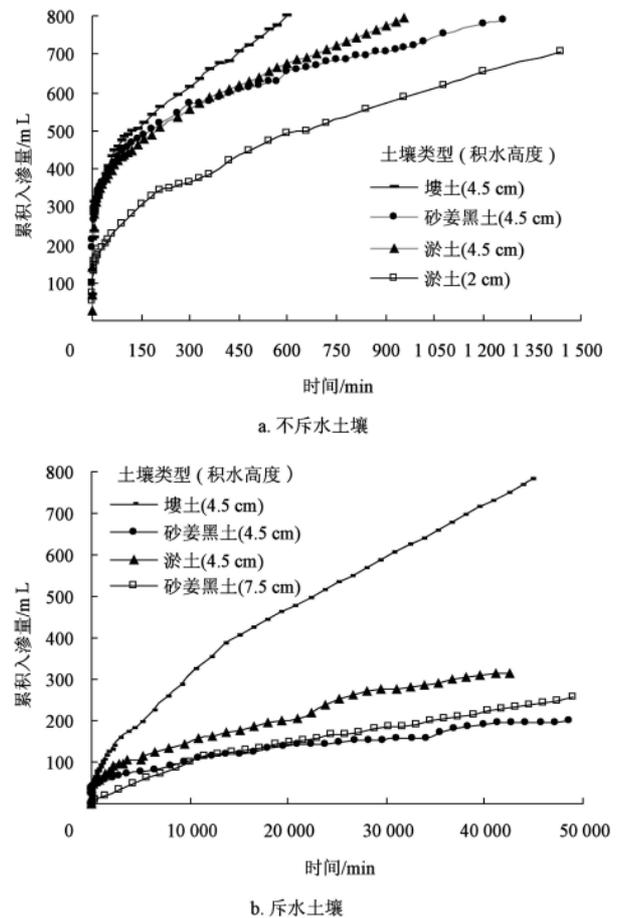


图 1 累积入渗量随时间的变化

Fig.1 Variations of cumulative infiltration versus time

由图 1a，对于无斥水性的土壤可以看出，对于无斥水性的土壤 1) 不同质地的土壤在相同积水高度的条件下，累积入渗量均在入渗初期增长较快，随着入渗历时的增加，累积入渗量的增长幅度逐渐变缓。相同水头、同一入渗时段内，壤土的累积入渗量大于砂姜黑土和淤土的累积入渗量，在入渗历时为 600 min，积水高度为 4.5 cm 时，砂姜黑土、淤土和壤土的累积入渗量分别为

652、673 和 799 mL。可见土壤质地不同影响其入渗性能。由于质地接近，总体上砂姜黑土和淤土入渗特征近似。2) 相同土壤(淤土)的累积入渗量随着积水高度的增加(2.5 增加至 4.5 cm)而增加，增长幅度由急而缓。在入渗历时为 600 min 时，积水高度为 2、4.5 cm 时的累积入渗量分别为 491 和 673 mL，差异明显。

由图 1b，对于斥水性的土壤可以看出，对于斥水性的土壤 1) 不同积水高度下、不同土壤的累积入渗量同样随时间延长而逐渐增加，但斥水土壤相同入渗量条件下斥水土壤的入渗历时明显比不斥水土壤的长，且在入渗初期没有明显的快速增长阶段，在积水高度为 4.5 cm 条件下，累积入渗量为 600 mL 时，壤土亲水土壤和斥水土壤的入渗历时分别为 274 和 30 400 min，说明斥水性的存在明显影响土壤的入渗性能，斥水土壤的入渗能力明显降低。2) 相同积水高度条件下，不同质地土壤的累积入渗量增长幅度均随入渗历时的增加逐渐减小。相同入渗时段内，壤土的累积入渗量大于砂姜黑土和淤土的累积入渗量。在入渗历时为 40 000 min，积水高度为 4.5 cm 时，砂姜黑土、淤土和壤土的累积入渗量分别为 192、310 和 720 mL。3) 同一种质地土壤(砂姜黑土)累积入渗量随着积水高度的增加而增加，增长幅度随时间延长而趋于平缓。在入渗历时为 40 000 min，时，积水高度为 4.5、7.5 cm 时的累积入渗量分别为 192 和 224 mL。

垂直入渗过程中，随着入渗时间增加，湿润土体越来越长，进入土体的水量逐渐增加，但在同一入渗时间，不同土壤的累积入渗量不同。用幂函数对累积入渗量进行拟合

$$I=at^b \quad (5)$$

式中， I 为累积入渗量，cm； t 为时间，min； a 和 b 分别为拟合参数，累积入渗量的拟合参数见表 2。

表 2 累积入渗量拟合参数

Table 2 Fitting parameters of cumulative infiltration

土壤-滴水穿透时间/S- 积水高度/cm	a	b	R^2
壤土<5-4.5 cm	145.26	0.2636	0.9023
壤土 5~60-4.5 cm	1.011	0.606	0.9895
砂姜黑土<5-4.5 cm	172.01	0.2097	0.9610
砂姜黑土 5~60 s-4.5 cm	13.36	0.2327	0.9275
淤土<5-4.5 cm	123.58	0.2751	0.8395
淤土 5~60-4.5 cm	4.444	0.3971	0.8812
淤土<5-2.0 cm	72.72	0.2965	0.9752
砂姜黑土 5~60-7.5 cm	0.1508	0.6874	0.9957

注：a、b 为拟合参数， R^2 为决定系数。

由表 2 可以得出：不同水头条件下，其 R^2 均在 0.83 以上，可见累积入渗量随入渗历时的变化成很好幂函数 ($I=at^b$) 分布，可以用幂函数对累积入渗量进行拟合。其他条件相同情况下，微弱斥水土壤的 a 值小于不斥水土壤的，而 b 值大于不斥水土壤的。

2.1.2 斥水性对土壤累积入渗量的影响

为了直观地对比斥水性对土壤入渗特性的影响，以淤土为示例，将累积入渗量变化绘于图 2。

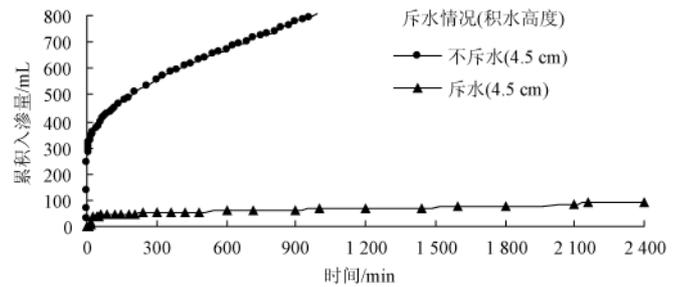


图 2 累积入渗量随时间变化(淤土)

Fig.2 Variations of cumulative infiltration volume versus time (Yu soil)

由图 2 可以看出，斥水性对土壤的入渗过程有着明显的影响。在积水高度为 4.5 cm 条件下，入渗历时为 600 min 时，淤土亲水土壤和斥水土壤的累积入渗量分别为 673 和 58 mL。对同一质地的土壤，极大地增加了斥水土壤的入渗历时，不斥水土壤累积入渗量的增加梯度远大于斥水土壤，且同一时刻，不斥水土壤的累积入渗量远远大于斥水土壤。

2.2 湿润锋推进距离与累积入渗量的关系

根据实测结果，同一时刻湿润锋推进距离与累积入渗量之间有一定的定量关系，对不同土壤在不同积水高度和斥水性条件下实测的湿润锋推进距离及其与累积入渗量可采用线性关系进行表达

$$I=nZ_f+d \quad (6)$$

式中， I 为累积入渗量，cm； Z_f 为湿润锋推进距离，cm； n 和 d 分别为拟合参数，不同条件下的拟合参数见表 3。

表 3 累积入渗量与湿润锋推进距离关系的拟合参数

Table 3 Fitting parameters for relationship between cumulative infiltration and wetting front

土壤-斥水程度	积水高度/cm	n	d	R^2
壤土-不斥水	2.0	22.04	105.41	0.9983
	4.5	22.19	205.38	0.9866
壤土-斥水	4.5	22.23	60.28	0.9848
	7.5	21.06	0	0.9792
淤土-不斥水	2.0	20.79	97.04	0.9921
	4.5	23.36	220.26	0.9797
淤土-斥水	4.5	40.24	2.38	0.9674
	7.5	26.87	169.35	0.9867
砂姜黑土-不斥水	2.0	20.40	76.62	0.9951
	4.5	20.60	165.49	0.9905
砂姜黑土-斥水	4.5	39.41	0	0.821
	7.5	37.34	0	0.9078

注：n、d 为拟合参数， R^2 为决定系数

由表 3 可以看出，累积入渗量与湿润锋推进距离呈良好的线性关系， R^2 均在 0.821 以上。相同条件下，积水高度越大不斥水土壤的累积入渗量亦越大；一定时间内同水头条件下，土壤累积入渗量随斥水性的增强而减小。对于无斥水性土壤， n 值和 d 值随积水高度的增加而增加；而对于斥水性土壤， n 值随积水高度的增加而减小， d 值

的变化有一定的随机性。

2.3 不同入渗模型对供试土壤入渗率的适用性

为了比较分析利用 4 个入渗模型对土壤入渗率拟合

精度的影响，对壤土、淤土和砂姜黑土，利用拟合的入渗率和实测的入渗率进行比较。图 3 显示了实测和 4 个入渗模型所拟合的入渗率随时间的对比关系。

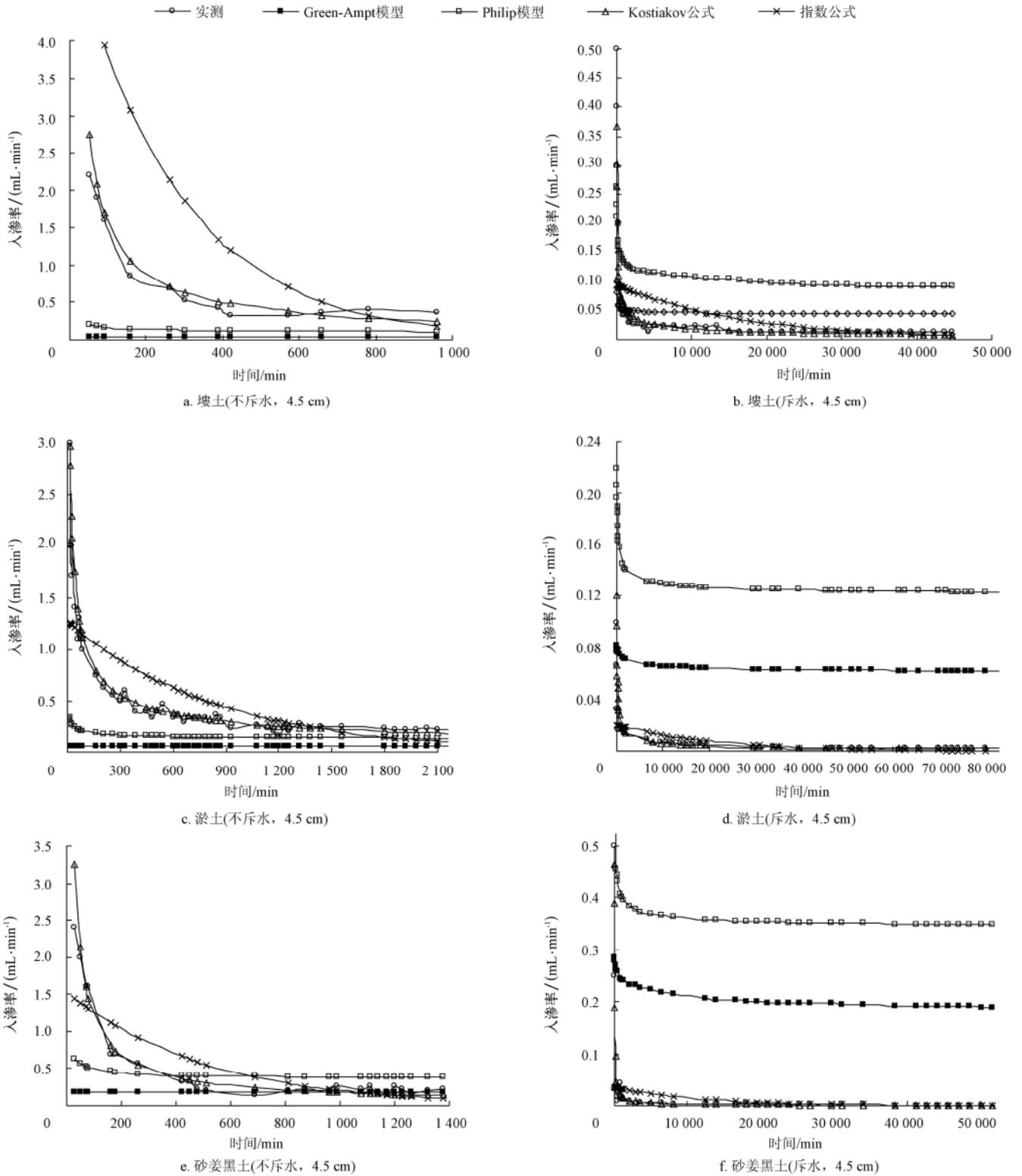


图 3 入渗率随时间的变化

Fig.4 Variations of infiltration rate versus time

就由图 3 可以看出，对不斥水土壤水头为 4.5 cm 而言，Kostiakov 公式的拟合值和实测值最为接近，Philip 模型和指数公式的拟合效果均比较差，Green-Ampt 模型

的拟合结果偏小；对斥水土壤水头为 4.5cm 而言，Philip 模型和 Green-Ampt 模型的拟合结果偏大，指数公式拟合效果亦是比较好，Kostiakov 公式的拟合值和实测值最为

接近。

由此可以得出, Kostiakov 公式在不斥水土壤和斥水土壤中的适用性都较好。将不同土壤在不同斥水程度下的 Kostiakov 公式参数列于表 4。

表 4 Kostiakov 公式拟合参数

Table 4 Fitting parameters of Kostiakov equation

土壤-斥水程度-积水高度/cm	B	c	R ²
壤土-不斥水-4.5	67.136	0.8178	0.9179
壤土-斥水-4.5	1.5688	0.4853	0.9384
淤土-不斥水-4.5	14.468	0.5711	0.9444
淤土-斥水-4.5	1.005	0.5595	0.9432
砂姜黑土-不斥水-4.5	54.918	0.8302	0.9076
砂姜黑土-斥水-4.5	4.0956	0.7855	0.9017

注: B、c 为入渗参数, R² 为决定系数。

由表 4 可以看出, B 值和 c 值随斥水程度的增强而减小, 且对于不斥水土壤的 B 值远远大于斥水土壤的, c 值在无斥水性和斥水性土壤中的差别不是很大, R² 亦均在 0.9017 以上。

3 结 论

1) 斥水性的存在明显影响土壤的入渗性能, 在积水高度为 4.5 cm 条件下, 累积入渗量为 600 mL 时, 壤土亲水土壤和斥水土壤的入渗历时分别为 274 和 30 400 min。本文中采用的微弱斥水土壤, 累积入渗量明显小于亲水土壤。

2) 累积入渗量与入渗历时存在较好的幂函数关系, 与湿润锋推进距离呈良好的线性关系。

3) 不同积水高度和斥水程度条件下, 入渗率与时间关系采用 Kostiakov 公式拟合更接近实测值, 其他模型拟合效果因斥水程度等因素的不同而异, 如同种质地的土壤, 指数公式的拟合在斥水土壤中的效果比不斥水土壤中的要好。

[参 考 文 献]

[1] 杨邦杰, Blackwell P S, Nicholson D F. 土壤斥水性引起的土壤退化、调查方法与改良措施研究[J]. 环境科学, 1993, 15(4): 88—90.

[2] 杨邦杰. 斥水土壤中的水热运动规律与数值模型[J]. 土壤学报, 1996, 33(4): 351—359.

Yang Bangjie. Modeling heat and water movement in a water-repellent sandy soil [J]. Acta pedologica sinica, 1996, 33(4): 351—359. (in Chinese with English abstract)

[3] Dekker L W, Ritsema C J. How water moves in a water repellent sandy soil. 1. potential and actual water repellency [J]. Water Resources Research, 1994, 30(9): 2507—2517.

[4] de Jonge L W, Jacobsen O H, Moldrup P. Soil water repellency effects of water content, temperature and particle size[J]. Soil Science Society of America, 1999, 63(3): 437—442.

[5] Bauters T W J, Steenhuis T S, Diearolo D A. Physics of water repellent soils[J]. Journal of Hydrology, 2000, 5: 233—243.

[6] Feng G L, Letey J, Wu L. Water ponding depths affect temporal infiltration rates in a water-repellent sand[J]. Soil Science Society of America, 2001, 65(2): 315—320.

[7] 吴延磊, 李子忠, 龚元石. 两种常用方法测定土壤斥水性结果的相关性研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7): 8—13.

Wu Yanlei, Li Zizhong, Gong Yuanshi. Correlation of soil water repellency measurements from two typical methods [J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(7): 8—13. (in Chinese with English abstract)

[8] 刘发林, 张思玉. 森林火灾对马尾松次生林土壤斥水性的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2009, 29(4): 37—41.

Liu Falin, Zhang Siyu. Influences of fire disturbance on the water repellency of pinus massoniana soil[J]. Journal of Central South University of Forestry and Technology, 2009, 29(4): 37—41. (in Chinese with English abstract)

[9] 陈俊英, 张智韬, 杨飞, 等. 土壤的斥水性和含水量变化关系的数学模型[J]. 灌溉排水学报, 2009, 28(6): 35—38.

Chen Junying, Zhang Zhitao, Yang Fei, et al. Modeling water repellency and water content of a sand soil[J]. Journal of Irrigation and Drainage. 2009, 28(6): 35—38. (in Chinese with English abstract)

[10] Dekker L W, Jungerius P D. Water repellency in the dunes with special reference to the Netherlands[J]. Catena, 1990, 18: 173—183.

[11] Dekker L W, Doerr S H, Olstindie K, et al. Water repellency and critical soil water content in a dune sand[J]. Soil Science Society of America Journal, 2001, 65(6): 1667—1674.

[12] Letey J. Measurement of contact angle, water drop penetration time, and critical surface tension[C]. In: DeBano LF and Letey J (Eds.), Water repellent soils—Proceedings of the Symposium on Water Repellent Soils. CA:University of California Riverside, 1969: 43—47.

[13] Doerr S H. Short communication on standardizing the 'Water Drop Penetration Time' and the 'Molarity of an Ethanol Droplet' techniques to classify soil hydrophobicity: a case study using medium textured soils[J]. Earth Surface Processes and Landforms, 1998, 23(7): 663—668.

[14] 张永涛, 杨吉华. 石质山地不同条件的土壤入渗特性研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 123—126.

Zhang Yongtao, Yang Jihua. Study on soil promotion character under different condition in stone hilly region[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2002, 16(4): 123—126. (in Chinese with English abstract)

[15] Aami D, Low I M. Infiltration and physical characteristics of functionally graded alumina/calcium-hexaluminat composites[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2001, 118: 225—230. (in Chinese with English abstract)

[16] 沈晋, 王文焰, 沈冰. 动力水文实验研究[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1991, 145—161.

[17] 毕远杰, 孙西欢, 马娟娟, 等. 不同入渗水头作用下一维垂直入渗特性分析[J]. 山西水利, 2006, 22(01): 75—77.

[18] Green W H, Ampt G A. Studies on soils physics; i. flow of air and water through soils[J]. Agr Sci. 1911, 4: 1—24.

[19] 雷志栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学[M]. 北京: 清华

- 大学出版社, 1988: 121—131.
- [20] 王全九, 来剑斌, 李毅. Green-Ampt 模型与 Philip 入渗模型的对比分析[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 13—16.
Wang Quanjiu, Lai Jianbin, Li Yi. Comparison of green-ampt model with philip infiltration model[J]. Transactions of the CSAE, 2002, 18(2): 13—16. (in Chinese with English abstract)
- [21] John S. Selker, jinfan dean, jean-yves parlangb green and ampt infiltration into soils of variable pore size with depth[J]. Water Resources Research, 1999, 35(5): 1685—1688.
- [22] 郭丽俊, 李毅, 李敏. 农田土壤斥水性与理化性质的空间变异性[J]. 土壤学报, 2011, 48(1): 37—45.
Guo Lijun, Li Yi, Li Min. Spatial variability of soil water repellency and soil physical-chemical properties in saline-alkaline field[J]. Acta Pedologica Sinica, 2011, 48(1): 37—45. (in Chinese with English abstract)
- [23] 任鑫, 李毅, 李敏, 等. 次生盐渍土垂向剖面土壤斥水特征及其与理化性质的关系[J]. 农业机械学报 (待刊).
Ren Xin, Li Yi, Li Min, et al. Relationship between soil water repellency and soil physical-chemical properties for soil profiles in secondary saline field[J]. Transactions of the Chinese CSAM (accepted). (in Chinese with English abstract)

Applicability of four infiltration models to infiltration characteristics of water repellent soils

Liu Chuncheng, Li Yi, Ren Xin, Ma Xiaoyi

(The Ministry of education key laboratory of agricultural water and soil engineering, College of Water Resources and Architecture Engineering, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 71200, China)

Abstract: Soil water repellency has great influence on soil infiltration, thereby affecting crop yields. Foreign scholars have conducted some related researches before, but the research is still limited in China. This work discussed the adaptability of four infiltration models in infiltration characteristics of water repellent soils based on laboratory experiment data. Indoor soil column experiments were used to carry out the experiment of ponding infiltration to compare infiltration laws of soils in different ponding depths and repellency degree. Four models were used to analyze the characteristics of the soil infiltration rates. Results showed that the change of cumulative infiltration volume with the change of time can be expressed by power function, the amount of cumulative infiltration of wettable soil was obviously more than that of the water repellent soil. There was good linear relationship between the amount of cumulative infiltration and the wetting front distance. Green-Ampt model, Philip model, Kostiakov equation were used to simulate infiltration rate. Kostiakov equation had the best results and other models had different results for infiltration rates of different repellency soils. The infiltration ability of repel soil was obviously slower than that of the wettable soil.

Key words: soils, infiltration, models, water repellency, cumulative infiltration