

重庆山地血橙园不同模式土壤水分物理性状

李天阳¹, 何丙辉¹, 张 怡², 闫建梅¹, 田家乐¹, 李振林¹

(1. 西南大学 资源环境学院/三峡库区生态环境教育部重点实验室,

重庆 400715; 2. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

摘 要:利用变异系数,结合相关分析及回归分析,研究了重庆山地血橙园地血橙—红薯、血橙—花生、血橙—玉米、血橙纯林、血橙—茄子 5 种模式下土壤水分物理性质的变异程度,建立了土壤入渗参数预报模型。结果表明:血橙园地各水分物理指标变异程度不同,土壤容重、毛管孔隙度、总孔隙度、持水量、土壤自然含水量、有机质、排水能力的变异系数 $<15\%$,为弱变异;非毛管孔隙度、机械组成、土壤通气度的变异系数值处于 $15\% \sim 75\%$ 之间,为中等变异;土壤入渗特征的变异系数 $>75\%$,为强变异。血橙—红薯,血橙—茄子模式的持水能力较强,砂粒含量较少,粉粒,黏粒含量相对较高,土壤初始含水率,通气度,排水能力,有机质等也较高,而血橙纯林的上述指标大小规律相反;土壤容重与稳定入渗率呈显著负相关,孔隙度、饱和持水量、毛管持水量、排水能力与稳定入渗率呈显著或极显著正相关。同时利用逐步回归法建立了影响土壤稳渗速率主要因子的线性回归方程。

关键词:水分物理性状;入渗预报模型;逐步回归;重庆山地;血橙园

中图分类号:S152.7

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)02-0033-06

Research on Soil Moisture Properties under Different Types of Blood Orange Garden in Hilly Area of Chongqing

LI Tian-yang¹, HE Bing-hui¹, ZHANG Yi², YAN Jian-mei¹, TIAN Jia-le¹, LI Zhen-lin¹

(1. College of Resources and Environment, Key Laboratory of Eco-environments

in the Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, Southwest University,

Chongqing 400715, China; 2. School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: With coefficient of variation, correlation analysis and regression analysis, the variation degree of soil moisture and physical properties of the blood orange garden with growing blood orange-sweet potato, blood orange-peanut, blood orange-maize, blood orange-eggplant, pure blood orange were studied in of hilly area of Chongqing, and the soil water infiltration prediction model was established. The results indicated that the variation degrees of soil moisture and physical properties were different in blood garden. The coefficients of variation of soil bulk density, capillary porosity, total porosity, water-holding capacity, initial soil water content, soil organic matter, drainage ability were less than 15% , which were weak variation; the coefficient of variation of non-capillary porosity, mechanical composition, soil venting quality were between 15% and 75% , which were medium variation. The coefficients of variation of soil infiltration characteristics were greater than 75% , which were strong variation. The water-holding capacity, soil silt and clay content, initial soil water content, soil venting quality, drainage ability, soil organic matter of the patterns of blood orange-sweet potato and blood orange-eggplant were higher and soil sand contents were lower. Moreover, the indexes which were mentioned in the garden of pure blood orange had the inverse law. Soil bulk density had significant negative correlation with steady infiltration rate when porosity, maximum water-holding capacity, capillary water-holding capacity, drainage ability had significant or highly significant correlation with steady infiltration rate. With the stepwise regression method, the linear regression equation of the main factors

收稿日期:2013-07-10

修回日期:2013-08-05

资助项目:国家林业局公益性行业科研专项课题(201104043);重庆市重大科技专项(CSTC2009AB1115);西南大学生态学重点学科“211 工程”三期建设项目

作者简介:李天阳(1988—),男,四川蓬溪人,硕士,主要从事城市水土保持研究。E-mail:litianyang8853@163.com

通信作者:何丙辉(1966—),男,湖南汨罗人,博士,教授,主要从事土壤侵蚀与小流域综合治理研究。E-mail:hebinghui@yahoo.com

which affected the soil steady infiltration rate was established.

Key words:soil moisture and physical properties; soil infiltration prediction model; stepwise regression; hilly area of Chongqing; blood orange garden

土壤水分是影响土壤肥力诸多因素中最重要的因素之一,它不仅能直接影响植物吸收,同时还影响着土壤的物理结构形成,微生物的生命活动,养分转化以及其他的土壤生物学过程^[1],若土壤的水分物理性质恶化严重,可能会造成生态系统的水流输入与输出条件的变化,导致土壤调蓄水功能减弱,易引起强烈的水土流失。因此,土壤水分物理性质不仅能指示水分对植物的有效性,还反映土壤肥力的高低,是定量研究土壤水分涵养功能的因素^[2]。

重庆山地面积占到了总面积的 94%^[3],人为的陡坡开荒,造成了土壤水分物理性状严重恶化,水土流失面积增加,水土流失程度加深,而农林复合是解决山区生态环境的有效技术之一^[4],对农林复合系统下土壤水分物理性质的比较研究是评价农林复合模式是否适用的重要方面。目前,对于土壤水分物理性质的研究大多数集中于乔木^[5-8]、乔木与灌木^[9-10]或者草地^[11]等形式下土壤水分物理性质的相互比较研究,山区不同林分下土壤水分物理性质研究也有一些报道^[12-13],但缺少针对重庆山地经济林与农作物混作模式下土壤水分物理性状的分布研究,因此,加强该区域山地农林复合模式下土壤水分物理性质分布研究,评价重庆山地农林复合系统的水土保持效益就显得尤为重要。

本文将重庆市璧山县的血橙核心示范园区作为研究基地,采用变异系数来评价土壤物理性质的分布状况,采用相关分析及回归分析方法研究土壤入渗影

响因素,建立土壤入渗预报模型,旨在为重庆山区营造农林复合系统,防治山地水土流失提供基础数据及理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究区位于重庆市璧山县河边镇(106°09′—106°13′E,29°34′—29°43′N),海拔高度 270~400 m,为中亚热带湿润季风气候区,具有气候湿润,雨量充沛的特点。多年年平均气温 18.3℃,平均降雨量 1 047.3 mm,平均日照时数 1 296.3 h,平均风速 1.6 m/s,平均相对湿度 80%,无霜期 337 d。土壤类型以紫色土为主,局部分布有黄壤、潮土、红壤、水稻土,土层深度≤30 cm。植被为常绿阔叶林带,主要分布有马尾松、杉木、柏树、白栎等,经济林以塔罗科血橙为主,栽植年限为 2 a,栽植密度为 1 200 株/hm²,血橙林与红薯、花生、玉米、茄子等农作物混作。

1.2 试验设计及样品采集

2012 年 8 月,在研究区内,按照血橙—红薯、血橙—花生、血橙—玉米、血橙—茄子、血橙纯林(对照)5 种不同的农林复合模式各选取 3 块典型样地,每块样地分别取 3 个点,用 100 cm³ 的环刀和铝盒对土壤进行采样,同时在每个点按照“S 形”5 点法分别采集 0—20 cm 土层混合样带回实验室,弃除砾石草根等杂物,风干、过筛后备用。不同模式采样点的基本情况见表 1。

表 1 不同模式基本情况

模式	地形	地势	坡度	坡向	土壤类型	植被覆盖率/%
血橙—红薯	山中部	缓坡	10°	SE 30°	紫色土	65
血橙—花生	山中部	缓坡	10°	SE 30°	紫色土	70
血橙—玉米	山中上部	缓坡	12°	S	紫色土	45
血橙纯林	山中下部	缓坡	15°	SW 10°	紫色土	30
血橙—茄子	山中下部	缓坡	8°	EN 15°	紫色土	35

1.3 测定方法及数据分析

采用环刀法测定土壤容重、孔隙度、持水能力、排水能力、通气度等^[14],采用烘干法测定土壤自然含水量,采用比重计法测定土壤机械组成,采用重铬酸钾容量法测定土壤有机质,采用室内环刀法测定土壤入渗率,同时用温度计测定入渗的水温,将测得的渗透速率统一转换成 10℃ 时的渗透速率值,具体的转换公式为^[15]:

$$K_{10}=\frac{k_{\theta}}{0.7+0.03\theta}$$

式中:θ——入渗实验时的水温(℃);k_θ——温度为 θ 时的入渗率。

初始入渗率=前 2 min 的入渗量/入渗时间,平均入渗率=达到稳定入渗时渗透总量/达到稳定入渗的时间,稳定入渗率=达到稳定入渗后的渗透总量/总时间与达到稳定入渗的时间之差,累积入渗量=90

min 的渗透总量。采用 Excel 2007 及 SPSS 18.0 进行数据的统计分析。

1.4 土壤水分物理性质离散程度评价

土壤变异系数可以表示土壤各肥力指标的离散程度,而土壤水分物理性质也是评价土壤肥力的重要方面,因此用土壤变异系数来区分土壤水分物理的变异强弱。一般变异系数<15%为弱变异,处于 15~75%之间为中等变异,>75%为强变异^[16-17]。

2 结果与分析

2.1 血橙园土壤水分物理性状离散程度

统计血橙园各土壤水分物理性状,由表 2 可以看出,血橙园土壤容重为 1.20~1.44 g/cm³,其平均值为 1.31 g/cm³,根据离散程度评价标准,属于弱变异(5.77%);土壤非毛管孔隙度,毛管孔隙度,总孔隙度分别为 8.25%~21.92%,31.43%~43.43%,43.11%~65.35%,平均值分别为13.62%,35.94%,49.56%,分别属于中等变异(29.36%)、弱变异(9.08%)、弱变异(11.84%);土壤饱和持水量,毛管持水量,田间持水量分别为 27.64%~40.14%,22.85%~28.98%,19.00%~24.18%,平均值分别为 33.27%,25.49%,21.43%,变异系数分别为

11.56%,7.36%,8.61%,均属于弱变异。土壤砂粒含量、粉粒含量、黏粒含量分别为 45.45%~68.11%,15.13%~28.39%,14.18%~27.55%,各粒径含量平均值分别为 56.21%,22.95%,20.84%,变异系数分别为 16.93%,20.77%,24.76%,均属于中等变异。土壤初始含水率、土壤通气度、有机质含量、排水能力分别为 17.76%~26.67%,10.35%~23.33%,10.67~17.09g/kg,37.78~54.22 mm,平均值分别为 22.39%,15.09%,14.23 g/kg,42.90 mm,其中土壤初始含量率,有机质,排水能力属于弱变异(11.44%,14.78%,9.44%),土壤通气度属于中等变异(27.06%)。

此外,由表 2 还可以看出土壤的初始入渗率、平均入渗率、稳定入渗率、累积入渗量变异系数分别为 75.94%,83.37%,78.75%,82.03%,均为强变异,分布不均匀。综合而言,血橙园土壤容重、毛管孔隙度、总孔隙度、土壤持水能力、土壤初始含水率、有机质、排水能力分布较均匀,而非毛管孔隙度、砂粒含量、粉粒含量、黏粒含量、土壤通气度、入渗能力分布不均匀,这可能与血橙园内不同模式对土壤性质的改善结果不同有关,而入渗能力对模式变化导致的土壤性质变化反映最为敏感。

表 2 血橙园土壤水分物理性状离散程度

统计 分析	土壤容重/ (g·cm ⁻³)	非毛管 孔隙度/%	毛管孔 隙度/%	总孔 隙度/%	最大持 水量/%	毛管持 水量/%	田间持 水量/%	砂粒/ %	粉粒/ %	黏粒/ %	土壤初始 含水率/%	土壤通 气度/%	有机质/ (g·kg ⁻¹)	排水能 力/mm	初始入渗率/ (mm·min ⁻¹)	平均入渗率/ (mm·min ⁻¹)	稳定入渗率/ (mm·min ⁻¹)	累积入 渗量/ml
最大值	1.44	21.92	43.43	65.35	40.14	28.98	24.18	68.11	28.39	27.55	26.67	23.33	17.09	54.22	1.60	1.29	0.96	1372.80
最小值	1.20	8.25	31.43	43.11	27.64	22.85	19.00	45.45	15.13	14.18	17.76	10.35	10.67	37.78	0.13	0.09	0.08	104.80
平均值	1.31	13.62	35.94	49.56	33.27	25.49	21.43	56.21	22.95	20.84	22.39	15.09	14.23	42.90	0.52	0.37	0.31	408.54
标准差	0.08	4.00	3.26	5.87	3.85	1.88	1.85	9.52	4.77	5.16	2.56	4.08	2.10	4.05	0.40	0.31	0.24	335.14
CV/%	5.77	29.36	9.08	11.84	11.56	7.36	8.61	16.93	20.77	24.76	11.44	27.06	14.78	9.44	75.94	83.37	78.75	82.03

2.2 血橙园不同模式土壤持水能力

不同模式土壤持水能力大小可反映土壤涵养水源、调节水循环功能的强弱,同时毛管持水量与饱和持水量的比值也是衡量水分供应状况的重要指标^[5]。由表 3 可以看出,不同模式饱和持水量、毛管持水量之间差异显著($P<0.05$),而田间持水量及毛管与饱和持水量比值差异不显著($P<0.05$)。各模式中血橙—红薯的土壤饱和持水量最大,达到了 36.99%,而血橙纯林模式土壤饱和持水量最小,为 29.53%,二者相差了 25.26%,而血橙—玉米、血橙—茄子、血橙—花生的土壤饱和持水量分别比血橙纯林高 20.01%,11.41%,6.67%;血橙—茄子、血橙—红薯、血橙—玉米的毛管持水量相差不大,分别为 26.69%,26.68%,26.39%,而血橙纯林、血橙—花生的毛管持水量相对较小,分别为 24.02%,23.68%;除此之外,血橙—茄子、血橙—红薯的田间持水量较大,分别为 22.83%,22.77%,其

次为血橙—玉米、血橙—花生分别为 21.57%,20.10%,血橙纯林的土壤田间持水量最小,为 19.89%;各模式中血橙—红薯、血橙—玉米、血橙—花生的毛管持水量与饱和持水量比值较小,低于了 80%,分别为 72.13%,74.46%,75.17%,而血橙—茄子的血橙纯林的毛管持水量与饱和持水量比值较大,分别为 81.12%,81.34%。综合而言,血橙—红薯模式的持水能力最强,血橙—纯林的持水能力最弱,但前者的供水能力要弱于后者。

土壤的贮水能力主要受土壤非毛管孔隙度的影响,常利用公式 $S=10000IP$ 来进行计算,其中 S 为土壤的贮水能力(t/hm^2), I 为土层厚度(m),本文取 0.2 m, P 为非毛管孔隙度(%)。经过计算,血橙园各模式土壤贮水能力见表 3,血橙—红薯模式的土壤贮水能力最强,达到 397.07 t/hm^2 ,血橙纯林的土壤贮水能力最弱,为 189.73 t/hm^2 ,二者相差 109.28%,此

外,血橙—花生、血橙—玉米、血橙—茄子模式的土壤蓄水能力比血橙纯林分别高 46.24%,45.68%,16.90%。方差分析结果也表明各模式土壤蓄水能力之间差异显著($P<0.05$)。以上分析说明血橙纯林调蓄径流的作用最弱,但有研究表明^[18],非毛管孔隙的贮水只是在土壤水分达到饱和时的瞬时水量,受重力作用会不断向土壤深层渗透,所以这种贮水能力的强弱只是暂时的比较。

表 3 血橙园不同模式土壤持水能力特征

模式	饱和持水量/%	毛管持水量/%	田间持水量/%	贮水能力/(t·hm ⁻²)	毛管/饱和持水量比值/%
血橙—红薯	36.99±2.21a	26.68±1.27a	22.77±1.32a	397.07±47.62a	72.13±4.66a
血橙—花生	31.50±4.63ab	23.68±1.03b	20.10±1.34a	277.47±49.05b	75.17±7.61a
血橙—玉米	35.44±4.53ab	26.39±1.54ab	21.57±1.53a	276.40±33.90b	74.46±5.43a
血橙纯林	29.53±1.70b	24.02±1.09ab	19.89±1.00a	189.73±22.90c	81.34±2.82a
血橙—茄子	32.90±0.21ab	26.69±2.18a	22.83±2.26a	221.80±31.32bc	81.12±6.59a

2.3 不同模式土壤机械组成、含水率及有机质变化

由表 4 可以看出,血橙园各模式土壤砂粒、粉粒、黏粒含量均差异显著($P<0.05$),其中血橙—茄子,血橙—红薯模式的土壤砂粒含量较少,分别为 45.61%,46.32%,血橙纯林的砂粒含量最多,为 67.44%,而血橙—玉米,血橙—花生的砂粒含量居中,分别为 56.27%,65.44%。砂粒含量的差异也反映出不同模式粉粒,黏粒含量的多少,血橙—红薯和血橙—茄子的粉粒、黏粒含量相对较多,血橙纯林的粉粒、黏粒含量最少,血橙—花生、血橙—玉米的粉粒、黏粒含量居中。

土壤初始含水率决定土壤入渗初期的土水势,影响土壤的入渗过程,进而影响着地表径流量。由表 4 看出,不同模式土壤初始含水率差异显著($P<0.05$),其中血橙—纯林的土壤初始含水率最小,为

18.63%,血橙—玉米模式的土壤初始含水率最大,为 24.22%,二者相差 30%,其余几种模式的土壤初始含水率均在 22%以上,与血橙—玉米模式相差不大。此外各种模式的土壤通气度和排水能力差异不显著($P<0.05$),其中以血橙—红薯模式的土壤通气度最大,排水能力最强,血橙纯林的土壤通气度最小,排水能力最弱。

有机质能促进生成团粒结构,增加孔隙,改善土壤性状。表 4 中,各模式的土壤有机质含量差异显著($P<0.05$),其中血橙—茄子模式的有机质含量最大,达到了 16.79 g/kg,血橙纯林模式的有机质含量最小,为 10.78 g/kg,而血橙—玉米,血橙—花生,血橙—红薯的土壤有机质含量分别为 15.45,14.44,13.66 g/kg。

表 4 不同模式土壤机械组成、初始含水率及排水能力

模式	砂粒/%	粉粒/%	黏粒/%	土壤初始 含水率/%	土壤通气度/ %	排水能力/ mm	有机质/ (g·kg ⁻¹)
血橙—红薯	46.32±0.44d	26.59±0.84b	27.10±0.67a	22.83±0.32a	19.91±3.39a	48.26±5.38a	13.66±0.30d
血橙—花生	65.44±0.99b	19.04±0.57d	15.53±1.54c	22.39±1.07a	14.21±4.06ab	40.86±2.84b	14.44±0.42c
血橙—玉米	56.27±0.02c	24.98±0.09c	18.76±0.09b	24.22±0.79a	16.16±3.75ab	43.59±2.98ab	15.45±0.19b
血橙纯林	67.44±0.74a	16.13±0.91e	16.44±0.79c	18.63±1.35b	11.57±1.39b	39.84±1.80b	10.78±0.10e
血橙—茄子	45.61±0.18d	28.01±0.34a	26.39±0.20a	23.90±3.51a	13.60±3.61ab	41.96±0.64b	16.79±0.39a

2.4 土壤水分入渗影响因素分析

图 1 是对土壤容重、孔隙度、持水量、机械组成、土壤初始含水率、通气度、有机质、排水能力与稳定入渗率做相关分析,发现稳定入渗率与土壤容重呈显著负相关,可用方程 $y=2.5643x^{-8.857}$ ($R^2=0.4809$, $P<0.05$)描述;稳定入渗率与非毛管孔隙度呈极显著正相关,可用方程 $y=0.0315e^{0.1487x}$ ($R^2=0.6618$, $P<0.01$)描述;与毛管孔隙度呈显著正相关,可用方程 $y=0.0067x^2-0.446x+7.6515$ ($R^2=0.5114$, $P<0.05$)描述;与总孔隙度成极显著正相关,可用方程 $y=0.0375x-1.5501$ ($R^2=0.8262$, $P<0.01$)描述;与饱和持水量呈显著正相关,可用方程 $y=0.0358x$

-0.8848 ($R^2=0.3242$, $P<0.05$)描述;与毛管持水量呈显著正相关,可用方程 $y=1.8598\ln(x)-5.7106$ ($R^2=0.3151$, $P<0.05$)描述;与排水能力呈显著正相关,可用方程 $y=1.8564\ln(x)-6.6636$ ($R^2=0.4720$, $P<0.05$)描述;与田间持水量、砂粒、粉粒、黏粒、土壤含水率、通气度、有机质关系不显著。

2.5 土壤稳定入渗率的预报模型

以稳定入渗率为 Y 值,选取影响渗透的主要因子土壤容重(x_1)、非毛管孔隙度(x_2)、毛管孔隙度(x_3)、总孔隙度(x_4)、饱和持水量(x_5)、毛管持水量(x_6)、田间持水量(x_7)、砂粒含量(x_8)、粉粒含量(x_9)、黏粒含

量(x_{10})、土壤初始含水率(x_{11})、土壤通气度(x_{12})、有机质(x_{13})、排水能力(x_{14})在95%置信度下建立多元线性回归模型: $Y = -1.134 - 0.759x_1 + 35.886x_2 + 35.867x_3 - 35.830x_4 + 0.104x_5 + 0.102x_6 - 0.171x_7 + 0.008x_8 - 0.057x_9 + 0.051x_{10} - 0.050x_{11} - 0.095x_{12} + 0.077x_{13} - 0.019x_{14}$ 。观察建立的多元线性回归模型,发现部分参数(如总孔隙度、排水能力)符号与常理不符,这是因为各变量间存在多重共线性,因此在统计显著性参数 $P=0.05$ 条件下建立逐步线性回归

方程为: $Y = -1.735 + 0.047x_4 - 0.02x_{12}$,观察方程发现土壤稳定入渗率可由总孔隙度及土壤通气度联合求得。将各模式总孔隙度及土壤通气度代入方程求得血橙—红薯、血橙—花生、血橙—玉米、血橙纯林、血橙—茄子模式的稳定入渗率分别为0.64 mm/min, 0.14 mm/min, 0.23 mm/min, 0.11 mm/min, 0.34 mm/min,与实测值比较,除血橙纯林差异大一些之外,其他模式相差均在18%以内,基本满足预报的要求。

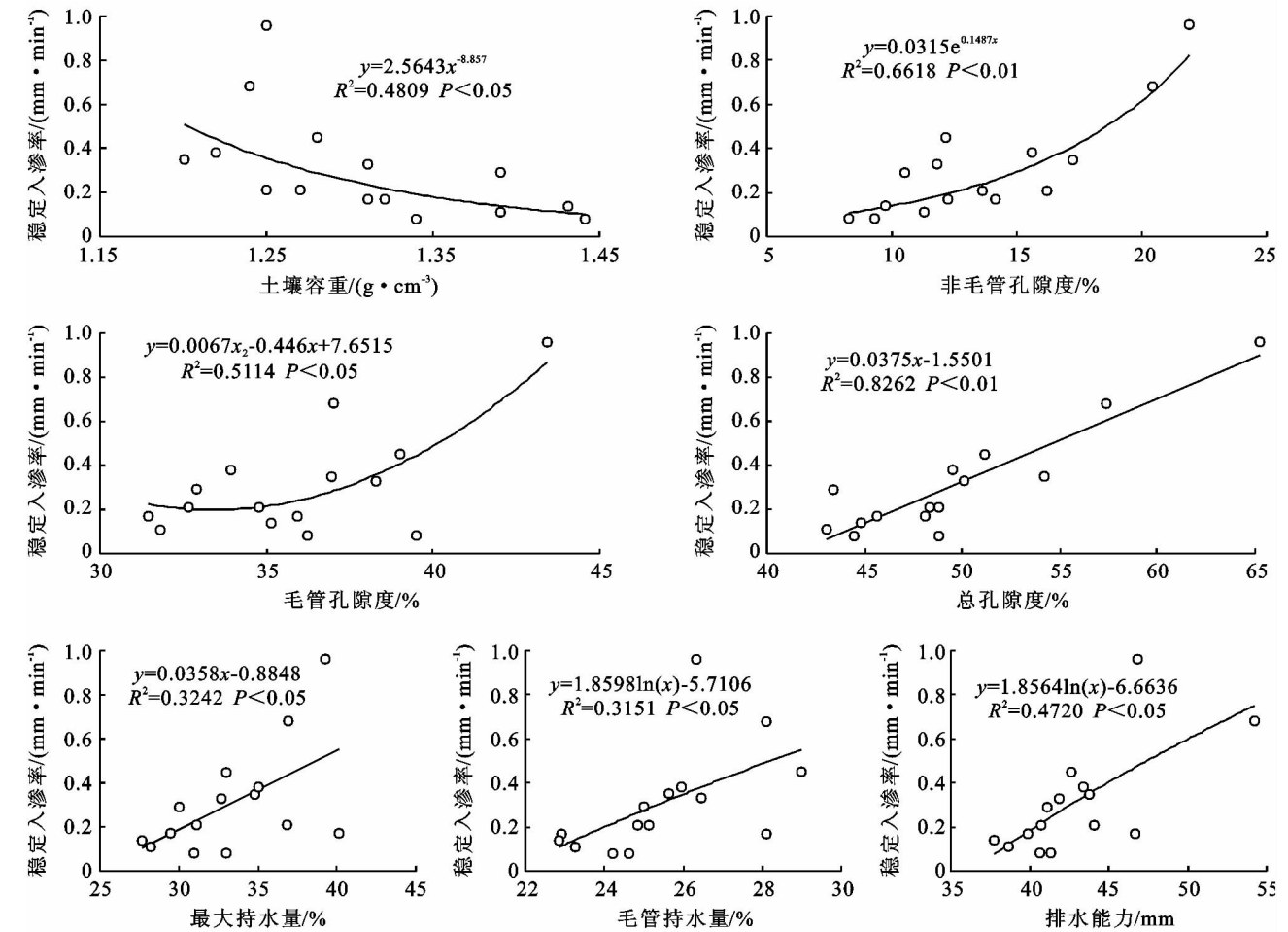


图1 稳定入渗率的影响因素

3 讨论和结论

(1) 根据土壤肥力变异强弱评价方法,认为血橙林下土壤容重、毛管孔隙度、总孔隙度、持水量、土壤初始含水率、有机质、排水能力为弱变异($CV < 15\%$),离散程度不高,非毛管孔隙、砂粒、粉粒、黏粒、土壤通气度为中等变异($15\% < CV < 75\%$),离散程度较高,初始入渗率、平均入渗率、稳定入渗率、累积入渗量为强变异($CV > 75\%$),离散程度很高。此外,血橙园中不同模式土壤的水分物理性质之间定量比较结果为血橙—红薯,血橙—茄子模式的土壤持水能力相对较强,血橙纯林模式的土壤持水能力最弱,而

供水能力最强。血橙—红薯,血橙—茄子模式的土壤砂粒含量较小,粉粒和黏粒含量较多,土壤初始含水率,土壤通气度以及有机质含量较多,排水能力较强,血橙—玉米、血橙—花生上述指标居中,而血橙纯林的则与之呈相反的规律。不同的离散程度及数量差异表明血橙园地水分物理性状的分布状况,也表明了不同模式对水分物理性状的改善效果有差异,其原因在于不同模式植被在地上部分的组合以及地下根系的分布特征不同,植被对降雨的截留、水份的吸收、地下根系缠绕及死亡后转化成的有机质量等均不同,造成了各种模式下水分物理性质的差异,其离散程度就显著不同,这与前人的研究结果一致^[5-10]。

(2) 血橙林下水分物理指标与土壤稳定入渗率相关显著性各不相同,其中土壤容重与入渗能力呈显著负相关,孔隙度、饱和持水量、毛管持水量、排水能力与入渗能力呈显著或极显著正相关。在统计显著性参数 $P=0.05$ 条件下建立的逐步线性回归方程,筛选出总孔隙度和土壤通气度两个变量来定量预测土壤稳定入渗率的大小。吕刚等^[19]研究了三峡库区紫色土区不同土地利用类型下土壤的水分入渗特征,认为土壤稳定入渗率与容重呈指数函数关系,与非毛管孔隙呈幂函数关系,与砂粒呈幂函数关系,而与其他特征指标无显著相关性,且建立了以非毛管孔隙度、容重、 $>0.25\text{ mm}$ 的水稳性团粒含量为自变量的多元对数线性预报模型,刘庆柏等^[20]在辽宁省北票县刺槐—油松林内建立了以黏粒含量、非毛管孔隙度、土壤自然含水量为自变量的多元线性回归模型来预报土壤稳渗率,本文则建立了以总孔隙度、土壤通气度为自变量的多元线性回归模型。不同研究中,土壤稳定入渗率的影响因素不同,预报模型变量指标也不一样,这可能与研究区域所处的地理位置、气候以及土地利用类型有关,不同地理位置、气候及土地利用类型造成了土壤容重、孔隙度、持水能力、机械组成、有机质含量等的差异,进而影响到土壤入渗的能力。在本研究区内还需要进一步在较大范围内收集土壤性状数据,为综合评价土壤质量好坏提供数据支撑。

参考文献:

- [1] 高艳鹏,赵廷宁,骆汉,等. 黄土丘陵区沟壑区人工刺槐林土壤水分物理性质[J]. 东北林业大学学报,2011,39(2): 64-66,71.
- [2] 高志勤,傅懋毅. 不同毛竹林土壤水分物理性质的特征比较[J]. 林业科技开发,2005,19(6):12-15.
- [3] 重庆农业委员会. 重庆农业概况:自然资源[OL]. 2013. <http://www.cqagri.gov.cn/zw/nygk.asp>.
- [4] 俞益武,王伟. 混农林业:现状和问题[J]. 浙江林学院学报,1992,9(2):226-230.
- [5] 杨弘,李忠,裴铁,等. 长白上北坡阔叶红松林和暗针叶林的土壤水分物理性质[J]. 应用生态学报,2007,18(2): 272-276.
- [6] 丁新新,洪伟,陈建忠,等. 不同经营模式下毛竹林土壤水分物理性质比较[J]. 水土保持研究,2009,16(3):74-78,83.
- [7] 向仰州,徐太平,杨曾奖,等. 海南省两种人工林林下物种多样性与土壤水分物理性质的关系[J]. 水土保持研究,2012,19(1):37-41.
- [8] 李奕,满秀玲,蔡体久,等. 大兴安岭山地樟子松天然林土壤水分物理性质及水源涵养功能研究[J]. 水土保持学报,2011,25(2):87-91,96.
- [9] 周玮,朱军,吴鹏,等. 杠寨小流域不同植被下土壤水分物理特性的研究[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(5):92-96.
- [10] 张健,刘国彬,许明祥,等. 黄土丘陵区植被次生演替灌木初期土壤物理性质特征[J]. 水土保持研究,2008,15(4):101-104,109.
- [11] 赵勇钢,赵世伟,曹丽花,等. 典型草原区退耕及封育草地土壤水分物理性质研究[J]. 水土保持通报,2007,27(6):41-44,115.
- [12] 张光灿,夏江宝,王贵霞,等. 鲁中花岗山区人工林土壤水分物理性质[J]. 水土保持学报,2005,19(6):44-48.
- [13] 朱林海,包维楷,何丙辉. 岷江干旱河谷典型地段整地造林效果评估[J]. 应用与环境生物学报,2009,15(6): 774-780.
- [14] 张万儒,杨光滢,屠星南. 森林土壤分析方法[M]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [15] 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,1978.
- [16] 和丽萍,王玉杰,方向京,等. 昆阳磷矿植被恢复地土壤肥力状况分析及评价[J]. 长江流域资源与环境,2012, 21(12):1492-1498.
- [17] 张定煌,林森馨,万国富,等. 中山民众镇菜园土壤肥力调查与评价[J]. 广东农业科学,2009(7):97-100.
- [18] 田大伦,陈书军. 樟树人工林土壤水文—物理性质特征分析[J]. 中南林学院学报,2005,25(2):1-6.
- [19] 吕刚,史东梅. 三峡库区紫色土土壤水分入渗特性研究[J]. 灌溉排水学报,2009,28(6):87-90.
- [20] 刘青柏,刘明国,王玉涛,等. 不同林型立地土壤水分性状及其持水能力的比较[J]. 干旱区研究,2011,28(5): 775-779.