

四川紫色雏形土的蒸发性及其与土壤结构性的关系

宫阿都, 何毓蓉

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都, 610041)

摘 要: 结合四川土壤基层分类, 选取四川紫色雏形土的几个土系, 对土壤的水分发性能及其与土壤结构性尤其是机械组成和微团聚体组成的相关关系分析发展, 土壤水分蒸发具有明显的阶段性; 土壤水分累积蒸发量与蒸发历时之间总体上符合乘幂方程; 土壤蒸发速度与 $<0.001\text{mm}$ 的颗粒含量呈明显相关关系, 与 $>0.25\text{mm}$ 的大团聚体含量呈明显负相关关系。

关键词: 紫色雏形土; 蒸发性; 机械组成; 微团聚体组成; 相关性

中图分类号: S152.7⁺3 文献标识码: A

土壤水分蒸发性能是土壤耐旱性评价的重要依据, 是反映土水热平衡与水文状况的重要因子^[1], 土壤蒸发性与土壤结构性之间有密切联系, 尤其是土壤机械组成和生团聚体组成直接影响土壤水分的蒸发速度与蒸发历时, 紫色雏形土在四川有广泛的分布, 因此, 研究这类土壤的水分蒸发、运移规律具有重要的意义。

供试土壤选自四川简阳县, 属盆中丘陵区, 土壤基本特征如表 1, 有关实验方法为, 土壤蒸发系取原状土风干后制成的瓷盘中, 通过石顶砂—高岭土吸力装置吸水平衡后, 置入恒温箱 50°C 环境, 每隔 30 分钟称重直至衡重测得, 土壤颗粒组成和土壤微团聚体组成的采用常用比重计法测定。

1 研究材料与实验方法

表 1 四川紫色雏形土的土壤基本特征
Table The basic propertier or Purple Cambisols in Sichuan

编号 No	样地环境 Background	土层深 Depth (cm)	颗粒组成(mm, %) Mechanical composition				微团聚体组成(mm, %) Microaggregate			
			>0.25	<0.05	<0.01	<0.001	>0.25	<0.01	<0.001	
9901-1	简阳武庙乡丰城系, 蓬莱镇组砂页岩, 荒坡, 粒	0~17	8.23	70.62	45.97	11.94	9.18	62.5	41.67	3.13
9901-4	状壤土	20~90	283	54.18	21.39	6.14	11.09	57.41	41.75	4.18
9902-1	简阳武庙乡方加系, 蓬莱镇组砂页岩, 二台地, 粒	0~16	4.05	88.88	69.66	28.9	8.45	73.15	52.25	3.13
9902-4	状粉砂粘壤土	52~90	5.19	87.76	67.94	30.63	6.3	63.22	42.15	6.32
9903-1	简阳高明乡龙怀系, 蓬莱镇组砂页岩, 线丘, 粒状	0~16	18.79	57.26	36.31	19.97	6.31	36.65	20.94	5.24
9903-4	粘壤土	30~43	1.33	63.8	22.41	4.82	2.2	41.41	20.7	3.11
9904-1	简阳塘溪乡文峰系, 蓬莱镇组砂页岩, 丘坡地, 粒	0~15	11.4	64.6	39.04	26.26	14.62	42.6	26.62	6.39
9904-4	块状粘土	30~80	7.61	76.39	39.2	29.21	8.66	37.19	31.88	7.44
9905-1	简阳丹景乡茅安系, 沙溪庙组页岩厚砂层, 丘陵上	0~19	15.52	62.31	44.44	16.5	13.6	41.11	35.97	2.06
9905-4	部, 小块状粘土壤	51~90	17.32	73.7	65.26	19.28	35.33	52.74	42.19	3.16

收稿日期: 2000-07-29。
基金项目: 国家自然科学基金重点(49831004)和中国科学院特别支持项目成果之一部分。
作者简介: 宫阿都(1976-), 男, 汉族, 山东威海人, 中科院成都山地所在读硕士, 主要从事土壤地理研究。

2 紫色锥形土的水分蒸发特征

2.1 土壤蒸发的阶段性

通常认为, 土壤蒸发过程具有阶段性, 一般分为三个阶段: 即①蒸发速率稳定阶段; ②蒸发速率递减阶段; ③扩散控制或水气扩散阶段^[1, 2], 紫色锥形土的蒸发实验结果表明, 该土壤也符合这一特点。由表 2 可以看出, 紫色锥形土的土壤含水量 (W)、土壤累积蒸发量 (Q) 与蒸发历时 (T) 之间表现为极显着相关, W 与 T 呈明显的乘幂似合关系, 可以理解为, 土壤含水量 W 随蒸发历时 T 变长变小, 当 W 小于萎湿度 PWP 后, 曲线变化趋于平缓直至稳定^[3], 图 1, 图 2, 图 3 印证了这一结果, 同时也表明: 紫色

锥形土初始含水量较高 (55%—65%), 之后迅速下降, 这个过程其蒸发第一阶段持续时间较短, 约 1.5h ~ 2h, 蒸发速度很高 (达 $2.5\text{ml/g} \cdot \text{h}^{-1} \sim 4.5\text{ml/g} \cdot \text{h}^{-1}$), 土壤水分基本处于速效水阶段 (FC—BCM 之间, FC 为田间持水量, BCM 为生长阻滞临界程度), 水分利用的有效率较高, 第二阶段持续时间较长, 土壤蒸发速度很慢 ($0.5\text{ml/g} \cdot \text{h}^{-1} \sim 2\text{ml/g} \cdot \text{h}^{-1}$) 蒸发强度降低, 土壤水分基本上于缓效水阶段 (BCM—PWP 之间, PWP 为凋萎湿度), 水分虽可以利用, 但有效率较低; 第三阶段 (10h ~ 11h 之后), 土壤蒸发趋于稳定, 强度很弱, 速率很低, 土壤水分处于无效无效水阶段 ($< PWP$), 基本不可利用, 水分主要以气态扩散方式进行。

表 2 紫色锥形土土壤含水量及土壤水分累积蒸发量与蒸发历时的拟合方程
Table2 The regression equations of relation to soil evaporation duration

编号 NQ	土壤含水量 soil moiecture	相关系数 γ correlation coefficient	土壤累积蒸发量 osilcumulative evaporation	
	拟合方程 regression equation		拟合方程 regression equation	相关系数 γ correlation coefficient
9901-1	$W = -0.0101T^3 + 0.1787T^2 - 4026.4T + 55.984$	-0.9904	$Q = 6.4429T^{0.7807}$	0.9836 **
9901-4	$W = -0.0112T^3 + 0.2632T^2 - 4.9786T + 51.161$	-0.9955 **	$Q = 7.7844T^{0.6619}$	0.9831 **
9902-1	$W = 0.0031T^3 - 0.1624T^2 - 1.5739T + 51.4563$	-0.9805	$Q = 5.3714T^{0.8046}$	0.9783 **
9902-4	$W = 0.0084T^3 + 0.0807T^2 - 3.2386T + 55.814$	-0.9789	$Q = 5.0431T^{0.8535}$	0.9751 **
9903-1	$W = -0.0085T^3 + 0.0144T^2 - 2.1512T + 54.093$	-0.9660	$Q = 3.6384T^{0.9384}$	0.9695 **
9903-4	$W = -0.0216T^3 + 0.4728T^2 - 5.9466T + 48.74$	-0.9949	$Q = 7.1124T^{0.6706}$	0.9788 **
9904-1	$W = 0.0187T^3 + 0.4728T^2 - 5.9466T + 48.74$	-0.9949	$Q = 7.1124T^{0.6706}$	0.9788 **
9904-4	$W = 0.0046T^3 - 0.2869T^2 - 0.3951T + 57.967$	-0.9778	$Q = 2.4829T^{1.1304}$	0.9803 **
9905-1	$W = 0.0111T^3 - 0.3644T^2 - 0.4403T + 56.957$	-0.9861	$Q = 4.362T^{0.0151}$	0.9852 **
9905-4	$W = 0.0019T^3 - 0.0461T^2 - 2.917T + 46.467$	-0.9969	$Q = 5.6334T^{0.764}$	0.9803 **

* **n= 16; $\gamma_{0.05} = 0.4973$; $\gamma_{0.01} = 0.6226$; W 为土壤重量含水量(下同);

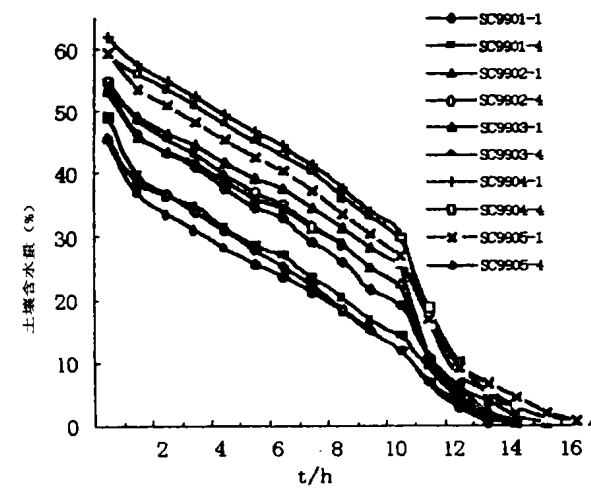


图 1 紫色锥形土土壤含水量变化

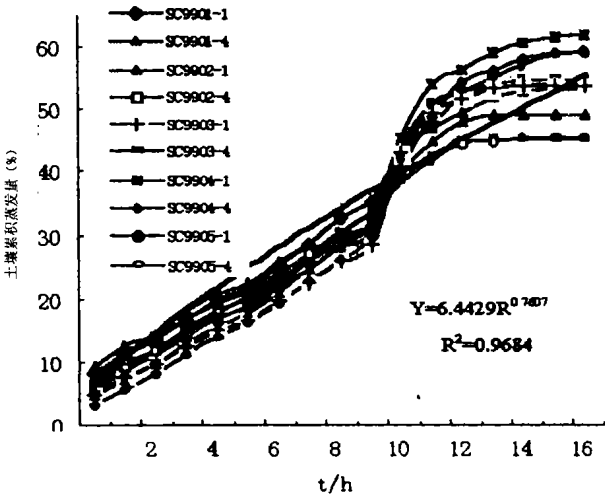


图 2 紫色锥形土水分累积蒸发量变化

Fig. 1 soil moisture content change of Purple Cambisols

Fig. 2 soil cumulative evaporation change of Purple Cambisols

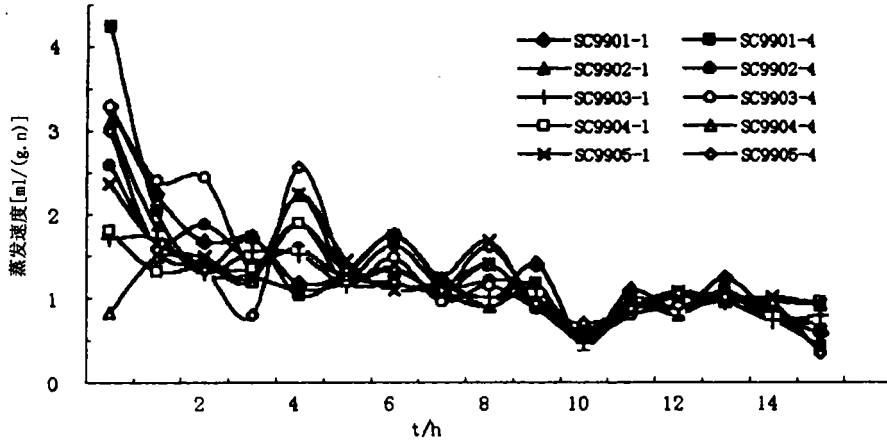


图 3 紫色雏形土水分蒸发速度变化图

Fig. 3 The change curve of soil water evaporation speed of Purple Cambisols

2.2 土壤蒸发的特点

土壤质地和结构与土壤水分的蒸发运移性能关系密切^[4-5]，由于母质特征，土壤结构及土壤层次不同，土壤水分的累积蒸发量和蒸发速率也明显不同，从母质特征和土壤结构看，通常，物理性粘粒含量高，大团聚含量依的土壤蒸发性能较好，从表 1 可见，在机械组成上，沙溪庙组的土壤质地较粗，其 $< 0.001\text{mm}$ 粘粒含量较低， $> 0.25\text{mm}$ 粗粒明显高于蓬莱镇组，在土壤生力体构成上，沙溪庙组土壤 $< 0.05\text{mm}$ 的小微团聚体含量较高， $> 0.25\text{mm}$ 的大团聚体含量较少，而 $> 0.25\text{mm}$ 生团聚体有助于形成良好的土膨结构，对于保持土壤水分具有重要意义，因此总体上可以判断出蓬莱镇组土壤结构优于沙溪庙组，相应地，蓬莱镇组土壤水分蒸发性能也优于沙溪庙组，以供试土壤为例，沙溪庙组土壤的初始含水量一般低于蓬莱镇组，其上层为 50.76%，下层为 40.21%，而蓬莱镇组上层为 54.61%，下层为 46.47%；土壤平均含水量，沙溪庙组上层为 30.3%，下层为 21.19%，而蓬莱镇组上层为 33.66%，下层为 26.9%；土壤水分累积蒸发量，沙溪庙组上层为 36.33%，下层为 31.61%，蓬莱镇组分别为 32.93%、29.46%。沙溪庙组蒸发量高于蓬莱镇组，土壤平均蒸发速度，沙溪庙组上层为 1.27ml/g·h，下层为 1.30ml/g·h，综合起来，从母质特征，土壤结构和土壤层次两方面讲，总体上，蓬莱镇组的水分蒸发性能

好于沙溪庙组，上层土壤的水分蒸发性能优于下层，如图 3，其据热表一为，一般地，土壤初妈含水量较高，累积蒸发量较小，在蒸发第一阶段土壤较湿润时，蒸发速度较快，蒸发历时较短，在蒸发第二阶段土壤含水量较低时，蒸发速度较慢，故土壤蒸发历时较长，抗旱力强。

3 紫色雏形土蒸发速度与结构性的关系

相关分析结果表明(见表 3)，土壤结构性尤其是土壤机械组成和微团聚体组成对紫色雏形土的土壤水分蒸发性能有很大的影响，以土壤蒸发速度为例，总体上，土壤平均蒸发速度与 $< 0.05\text{mm}$ 的土壤颗粒含量呈显看正相关，尤其在 2h ~ 10h，与 $< 0.001\text{mm}$ 的土壤颗粒含量达到极显著相关水平，整个蒸发全过程，土壤平均蒸发速度与 $> 0.25\text{mm}$ 颗粒含量呈负相关，相关系数达 -0.6776^* ，与 $< 0.55\text{mm}$ 、 $< 0.01\text{mm}$ 、 $< 0.001\text{mm}$ 颗粒含量呈负面相关，相关系数分别为 -0.7029^* 、 -0.7184^* 、 -0.8453^{**} 相关关系非常明显，在与土壤微团聚体的相关关系上，整个蒸发过程土壤的平均蒸发速度与 -0.25mm 土壤微团聚体含量呈极显著负相关，相关系数为 -0.8625^{**} ，与 < 0.05 的土壤微团聚体含量呈极显著正相关，相关系数为 0.7761^{**} ，可见 $> 0.25\text{mm}$ 的土壤大团聚体对于土壤保持良好的结构和性质具有重要的作用。

表3 紫色锥形土壤发速度与土壤结构的相关性

Table 3 Thecorrelated characters of soll evaporation speed and soll struchure of purple Canblsols

相关因子 correlate factors	颗粒组成 Mechanical composition				微团聚体组成 (mm, %) Microaggregate composition			
	> 0. 25	< 0. 05	< 0. 01	< 0. 001	> 0. 25	< 0. 05	< 0. 01	< 0. 001
0. 2 小时	— 0. 5774	0. 6207 *	0. 7014 *	0. 7416 *	— 0. 7671 **	0. 6780 *	0. 2301	0. 4703
2— 10 小时	— 0. 5816	0. 6968 *	0. 7261 *	0. 8318 **	— 0. 8111 **	0. 7944 **	0. 5713	0. 5708
全平均	— 0. 6776 *	0. 7029 *	0. 7184 *	0. 8453 **	— 0. 8625 **	0. 7761 **	0. 2053	0. 5496

参考文献:

[1] 杨文治、时玉洁黄土高原几种土壤在非饱和条件下水分的蒸发性能和抗旱力评价[J] 土壤学报, 1985, 22(1), 13~23.

[2] 尉庆丰、关中平原几种土壤的层次组合与水分蒸发的关系[J], 土壤通报, 1986, 17(2).

[3] 黄成敏、何毓容、云南元谋干热河谷的土壤抗旱力评价, [J], 山地研究, 1995, 13(2); 79~83.

[4] 何毓容、紫色土的水分状况与调控, 中国紫色土(上篇)[M] 北京、科学出版社, 1991, 176~202.

[5] 杨文治、赵沛伦, 不同湿度条件下土壤水分的蒸发性能和移动规律[J], 土壤学报, 1981, 18(1); 24~37.

The Water Evaporation Propertier and the Relationship between Them
and the Soil Structure Property of Purple Camblsols in Sichuan

GONG A-du, HE Yu-rong
(*institute of Mountain Hazards Environment, Chirtere Accddemy ofScience and Ministry of Water
Couervancy, Cheng du 610041*)

Abstract:Combining to soll basic category taxonomy of Sichuan, son \me soll series of Purple Canbisols were choosed. The soll water evaporation properties amd correlated between soll water evaporation property amd soll structure property were studied, Soll particle size distribution and soll microaggregate composition were especially discussed in this paper. Results showed that the soll water evaporation had the obvious stages. There were power relationships between soll cumulative water evapontion amd soll evaporation duntion. Sollevaporation speed positivoy correlated to< 0. 001mm soll paticle content and negatively correlated to> 0. 25mm soll microaggregate composition obviually.

Key words: Purple Cambisols, sollwater evaporation Properties, soll particle size distributuon, soll microggregate composition.