

# 亚热带红壤丘岗区土壤水分动态的定位研究

郭 焱\* 熊泽海 胡荣桂

(中国科学院长沙农业现代化研究所 长沙 410125)

## 摘 要

使用中子仪、张力计对亚热带红壤丘岗区裸地和不同植被条件下的土壤水分动态进行了3年的定位监测,由此分析了该地区周年土壤水分动态特征。

**关键词** 土壤水分动态; 定位研究

亚热带地区光热条件优越,降水充沛,是我国重要的农业生产基地。本地区降水具有年际变化大,年内分布不均的特点,由于本地区夏秋降水量偏少,蒸发量大,加之红壤具有无效含水量高,有效含水量低,土壤供水缓冲性能差的特点,造成该地区季节性干旱,严重影响了农业生产。通过本地区土壤水分动态的长期定位监测,对探求本地区抗旱保墒、保障农业持续发展的措施具有重要的意义。

## 1 材料和方法

1991—1993 年间在中国科学院桃源农业生态系统综合观测站试验场对土壤水分动态进行了定位监测。该站属中国科学院生态系统网络台站,代表亚热带红壤丘陵岗地区。试验场地理位置为东经  $111^{\circ}30'$ , 北纬  $28^{\circ}55'$ , 海拔 92.2—125.3m, 成土母质为第四纪红色粘土。观测场地每个小区面积为  $12.5 \times 8\text{m}^2$ , 分裸地和有植被(红薯、高粱、大豆等)两类地表条件,并在邻近的翅荚木—茶叶地中设置观测点,以比较不同地表条件下的土壤水分动态。

中子仪(国产 IH-3 型)观测深度从 20cm 开始,每间隔 10cm 进行一次,即从 20—120、150 和 200cm 共 13 个点。观测时间间隔为 7—10 天,张力计(U 型水银张力计)观测深度从 20cm 开始(裸地从 10cm 开始),每间隔 10cm 进行一次,即从 20—110、150cm 共 11 个点,观测时间与中子仪的同步,并在降雨后增加一天一次的土壤水势的连续观测。

取土表下 20cm 和 80cm 处原状土测定土壤物理参数。土表下 20cm 土壤的容重为  $1.40\text{g}/\text{cm}^3$ , 饱和含水量为  $0.472\text{cm}^3/\text{cm}^3$ , 饱和导水率为  $10.6\text{cm}/\text{天}$ 。土表下 80cm 土壤容重为  $1.46\text{g}/\text{cm}^3$ , 饱和含水量为  $0.449\text{cm}^3/\text{cm}^3$ , 饱和导水率为  $0.119\text{cm}/\text{天}$ 。土壤水分特征曲线见图 1。

## 2 结果与讨论

### 2.1 气候特征分析

本地区月平均气温低值多出现在 1 月,多年平均值为  $4.5^{\circ}\text{C}$ ; 高值多出现在 7 月,多年

\* 现在北京农业大学土壤和水科学系, 100094。

平均值为  $28.6^{\circ}\text{C}$ 。月累积水面蒸发最低值多出现在1月,  $20\text{mm}$  左右; 高值多出现在7月, 可达  $200\text{mm}$ 。年降水量多年平均值为  $1447.1\text{mm}$ , 降水总的特征是春季和夏初降雨频繁, 春末夏初时常有暴雨而引起洪涝灾害, 夏秋降水偏少, 冬季降水量更少。近4年(1990—1993)的气象观测资料也显示了同样的特征。但1993年夏秋季降水较频繁, 月累积水面蒸发量与月累积降水量相近。由此可知, 由于本地区夏秋季高温、高蒸发、降水少的气候特征, 本地区土壤在夏秋季水分输入量少而损失量大, 土壤水分亏缺严重, 因而常常会造成季节性干旱。

## 2.2 土壤持水特性

由图1土壤水分特征曲线可知, 表层土壤在基质势为  $-30\text{kPa}$  时含水量为  $0.397\text{cm}^3/\text{cm}^3$ , 在  $-1.5\text{MPa}$  时含水量为  $0.307\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ; 底层土壤在基质势为  $-30\text{kPa}$  时为  $0.389\text{cm}^3/\text{cm}^3$ , 在  $-1.5\text{MPa}$  为  $0.296\text{cm}^3/\text{cm}^3$ , 以土壤基质势  $-30\text{kPa}$  至  $-1.5\text{MPa}$  之间所持水量为有效含水量, 则其有效含水量不足10%, 说明该土壤具有有效含水量低, 无效含水量高, 土壤有效贮水量少的特点。

## 2.3 土壤水分周年动态

图2为裸地观测小区1992年7月—1993年7月土表下20、50、100cm土壤含水量分布图。由0—200cm土体土壤含水量动态观测资料可知, 本地区土壤水分状况可划分为3个时期:

**2.3.1 土壤水分饱和期:** 这个时期包括春季和夏初。本地区冬季气温较低, 蒸发量小, 当土壤得降水补给后, 土壤含水量逐渐增加, 而春季降水频繁, 从而土体基本处于饱和或近饱和状态。从图2可看出, 在3至6月间, 土壤除表层(0—30cm)含水量具有一定变化外, 整个土体基本处于饱和或近饱和状态。

图3为1992—1993年间3次测定的土壤剖面基质势分布图, 从1993年5月25日的基质势分布曲线可以看出, 在春季时整个土体除表层外, 基质势接近于零。监测结果还表明, 在3至6月间, 土表30cm以下的土壤基质势没有低于  $-10\text{kPa}$  的, 而裸地土壤水分变化最剧烈的土表下10cm处的土壤基质势最低也只有  $-41.2\text{kPa}$ , 说明这个时期土壤除表层外基本处于饱和或近饱和状态, 而表层也相当湿润。

**2.3.2 土壤水分亏缺期:** 在夏秋季由于降水量减少, 大气蒸发力很强, 使土壤失水而处于水分亏缺状态。在进入本时期时, 整个土体含水量均较高, 由于强烈的大气蒸发力作用, 上

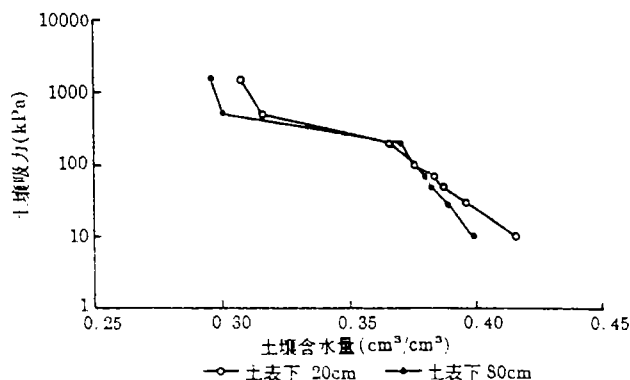


图1 土表下20cm与80cm的水分特征曲线

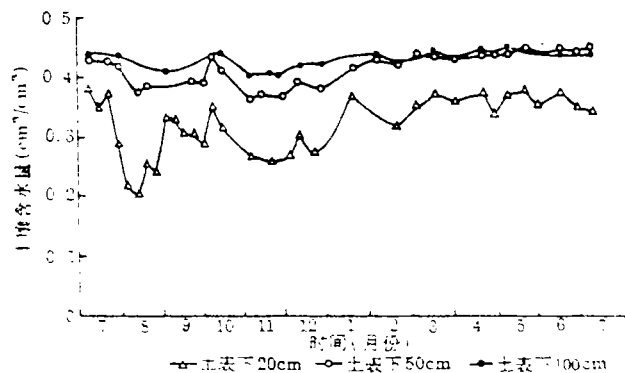


图2 裸地不同层次土壤水分动态  
(1992.7—1993.7)

层迅速失水,而由于土壤非饱和导水率低,下层土壤水分不能迅速补充到上层,造成上层土壤水分亏缺而下层仍然有较高的含水量。此时由于仍有相当的降水可补充土壤失水,使土壤上层含水经常在饱和与亏缺之间波动,尤以0—50cm土壤变化剧烈。由图3的1993年7月16日土壤剖面基质势分布可看出,在一次降水使土壤饱和后,土壤上层又迅速蒸发失水,使土壤上层出现基质势陡变的锋面,即形成所谓的“自然幕”。在本时期后期,土壤通体含水量下降,由中子仪观测资料可知,甚至土表下200cm处的含水量亦有所下降;张力计观测资料表明,在无降水补给情况下,0—150cm土体土壤基质势可降至-80kPa以下,超出张力计测定范围。

本时期土壤水分的蒸发使土壤有效含水量耗竭,土壤基质势迅速下降,虽然土壤含水量仍很高,但作物已不能利用此部分水分,从而造成季节性干旱。但由于本地区土壤具有有效含水量少,无效含水量高的特点,若遇较大强度的降水又可使上层已达到凋萎含水量的土壤重新恢复到湿润状态,因而其季节性干旱主要受降水因子控制,在夏秋降水较多的年份,则季节性干旱不明显。如1993年夏秋季降水频繁,月累积降水量与月累积水面蒸发量相近,张力计观测资料表明,在7至10月间土表下20cm处土壤基质势在-1.4—74kPa之间,土体大部分时间处于较湿润状态。

**2.3.3 土壤水分补充恢复期:**这主要在冬季。经过夏、秋季的水分损失,土壤含水量已通体下降,从图3的1992年12月17日的土壤剖面基质势分布曲线可看出,在12月中旬,土壤0—150cm基质势仍均在-60kPa以下。在此之前,土壤基质势已超出张力计测定范围。从图2中子仪测定的土壤含水量资料也可看出,11月份土壤各深度的含水量比此时更低。在进入本时期后,气温已较低,蒸发量少,在一定的降水补充下,土壤含水量逐渐回升,因而当进入春季时,整个土体除表层外土壤含水量基本达到饱和。

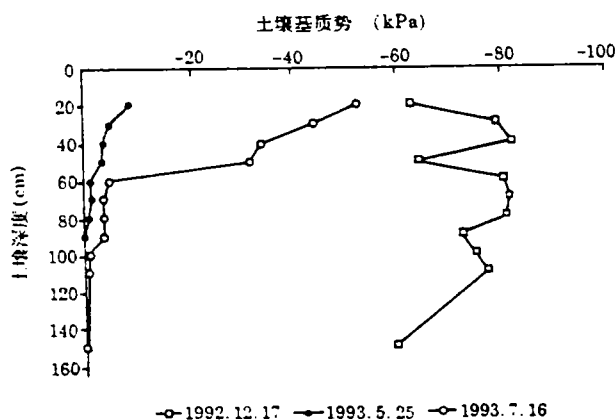


图3 不同时期土壤剖面基质势分布

#### 2.4 不同植被条件对土壤水分状况的影响

不同植被遮蔽以及作物根系吸水对土壤剖面的水分状况会产生不同影响。植被遮蔽可降低土表温度,减少土面蒸发,而作物根系吸收土壤不同层次的水分,也影响着土壤水分的剖面分布。

图4为1992年7—9月间裸地与红薯、大豆、高粱土表下20cm含水量的比较。结果表明,与裸地相比,红薯、大豆植被条件下土壤失水较少,上层土壤有较高的含水量,而高粱

则使土壤表层失水严重。与红薯、大豆相比,高粱群体较大,尽管高粱属较省水作物,但耗水总量并不少,由于高粱的次生根和支持根密布土壤表层,且高粱根细胞具有较高的渗透压,在土壤基质势很低时仍能吸收水分,这样就使高粱小区表层土壤含水量降至相当低的水平。在1991年秋季作了翅荚木—茶叶地与裸地土壤水分状况比较,结果表明,裸地0—30cm水分严重亏缺,30—60cm水分明显下降,而60cm以下则有较高的含水量;而翅荚木地0—50cm土体土壤水分亏缺严重,50—100cm土壤水分明显下降,100cm以下土壤水分亦有所下降,说明翅荚木庞大的根系吸水消耗了土壤深层贮水,同时也说明了若促进作物根系向深层伸展,则作物可利用红壤深层贮水,有利于降低季节性干旱的影响。

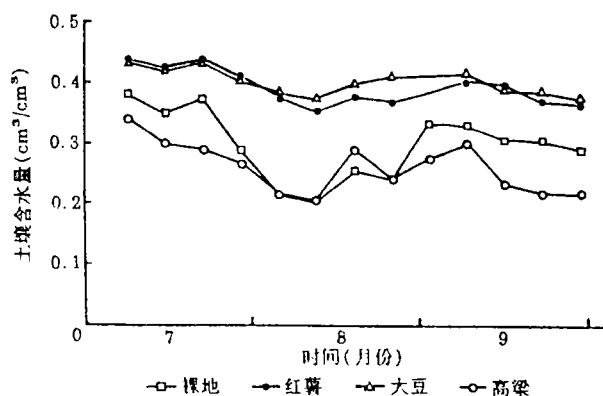


图4 不同地表条件下,土表下20cm土壤水分动态(92.7-92.9)

### 3 结 语

通过定位监测,研究了亚热带红壤丘岗区土壤周年水分动态。按土壤含水量可将本地区土壤水分状况划分为土壤水分饱和期、土壤水分亏缺期和土壤水分补充恢复期3个时期。本地区的气候特征和土壤持水特性使本地区具有季节性干旱的特征,土表不同遮蔽条件对土壤水分状况亦有较大影响。对本地区季节性干旱问题,可以从秸秆覆盖,增施有机肥改良土壤结构来提高土壤有效含水量,选择适宜的作物,以及采用灌溉等措施予以解决。

### 参 考 文 献

- [1] 姚贤良, 热带和亚热带土壤的物理问题及其管理, 土壤学进展, 1989, 3:1-10.
- [2] 琚中和等, 红壤水分特性的初步研究, 土壤通报, 1980, 3:8-13.
- [3] 姚贤良等, 不同利用方式下红壤结构的形成, 土壤学报, 1990, 27(1):25-33.
- [4] 杨诗秀等, 土壤水动力学, 北京, 清华大学出版社, 1987.