

低丘红壤花生南酸枣间作系统研究

III. 土壤水分

王兴祥 何园球 张桃林 张斌 王明珠

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 红壤水分含量随土壤深度而增加为农林间作的水分协同利用提供了可能。但土壤水分动态结果表明农林间作不会改善表层土壤水分状况。南酸枣在干旱季节主要通过吸收深层次土壤水分,与间作花生对表层土壤水分的竞争也不剧烈。与单作南酸枣相比,间作系统中南酸枣种植带土壤水分含量较低。这表明农林间作对土壤水分的影响不是促进间作南酸枣生长、抑制间作花生生长的主要原因。

关键词 红壤;农林间作;土壤水分

中图分类号 S 152.7

红壤的通透库容较高,决定了其具有较高的透水性,即使在旱季以后,土壤深层次尚贮存不少有效水。因此,在干旱季节利用深层贮水,是防御红壤季节性干旱,提高农业生产的可能途径之一^[1]。复合农林利用方式被设想通过其对土壤物理性状的改善以及树木根系对深层次土壤水分的吸提,进而减轻季节性干旱对间作农作物的胁迫的可能途径。然而,间作树木也可能与农作物竞争水分^[2~5]。本文通过研究土壤水分动态及其与产量的关系,了解农林间作中水分协同或竞争利用关系。

1 试验材料与方法

试验布置于中国科学院红壤生态实验站水土保持试验区。试验设花生单作(T1)、5龄南酸枣单作(T2)、9龄南酸枣单作(T3)、5龄南酸枣花生间作(T4)和9龄南酸枣花生间作(T5)共5个处理,3次重复,详见前文^[6]。

利用江苏省农业科学院原子能研究所生产的LNW-50C型中子仪每5天测定土壤含水量,其中在南酸枣单作及农林间作系统按南酸枣种植带及距离南酸枣种植带1m、2m和4m处花生行(或荒草)地分别测定(图1),测定深度为30cm、40cm、50cm、60cm、70cm、80cm、90cm、100cm、120cm、140cm、150cm、160cm、180cm、230cm和380cm。利用野外标定法获得中子仪标定方程: $\delta = 59.70R/R_w + 4.12$ 将中子仪

读数转换为土壤体积含水量。为了弥补中子仪测定表层土壤水分误差大的缺点,在干旱季节采集0~20cm土壤样品,利用烘干法直接测定表层土壤水分含量。

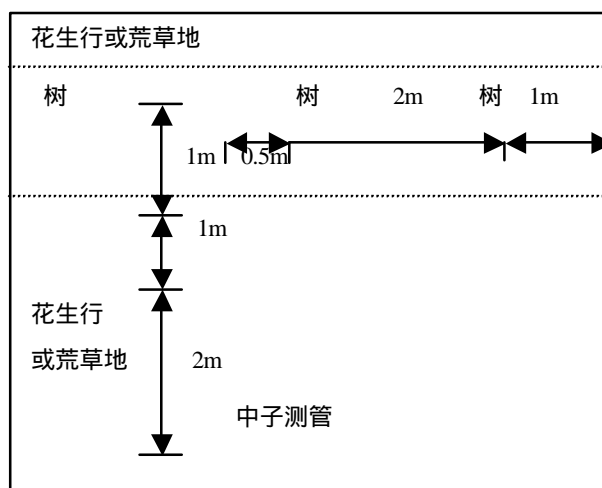


图1 中子测管田间位置示意图

Fig. 1 Layout of the experiments, indicating position of the neutron probe in plots

2 结果

2.1 红壤旱地水分动态(以花生单作系统为例)

图2显示了2000年单作花生系统土壤水分动态。结果表明土壤水分含量有表层向下层逐渐增加的趋势。70cm以上土壤水分含量呈现强烈的季节性

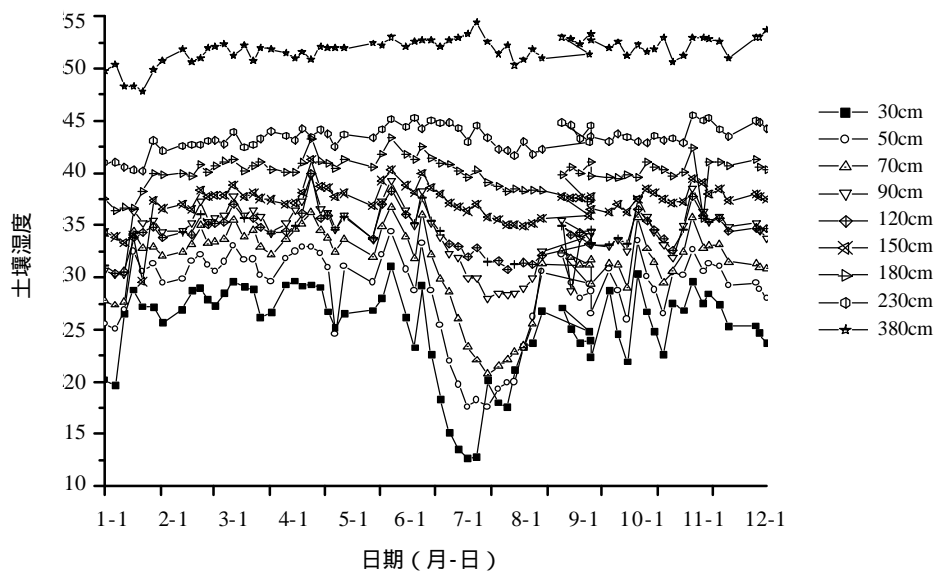
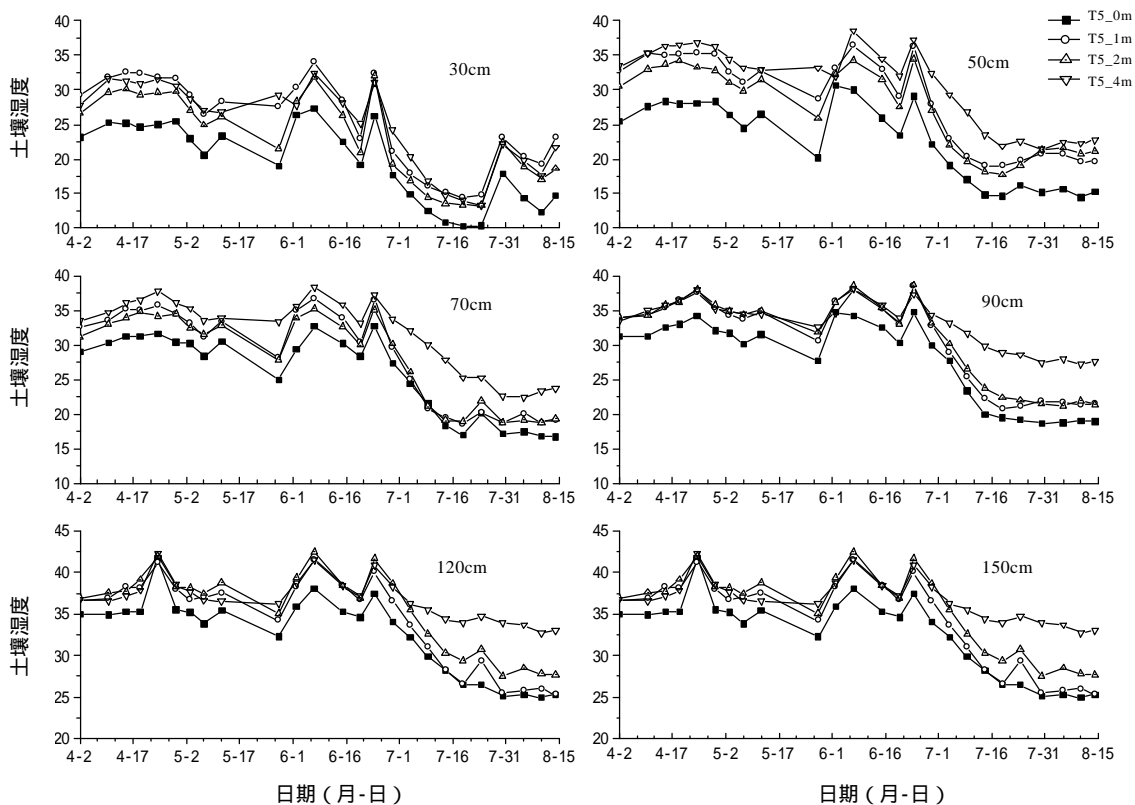


图 2 红壤花生地土壤剖面水分动态
Fig. 2 Dynamics of soil moisture in peanut monocropping system



(注：T5_0m、T5_1m、T5_2m 和 T5_4m 分别代表南酸枣种植带及距离其 1m、2m 和 4m 处土壤湿度。)

图 3 9 龄南酸枣间作系统中土壤水分的空间变异

Fig. 3 Spatial variability of soil moisture in the 9-year-old *Choerospondias axillaris* alley cropping system

变化。在 1 月至 6 月中旬，土壤水分含量较高，变化较平稳。而在 6 月底至次年 1 月初土壤水分波动

较大。特别是 30cm 土层土壤水分波动较大，在雨季大多保持在 30% 左右，而在旱季土壤水分有时

<25%。90cm 以下的土壤水分含量则常年保存在 30% 以上，2m 左右土层土壤水分常在 35%~40%，3m 以下土层，土壤水分常年保持在 40% 以上。

2.2 农林间作系统中土壤含水量的空间变异

前文^[7]研究表明间作 9 龄南酸枣比 5 龄南酸枣

对 N 素有更大的竞争能力和减少养分淋失的潜力。本文以 9 龄南酸枣间作系统为例，研究农林间作系统中水分的空间变异。图 3 结果表明在 9 龄南酸枣间作系统中南酸枣种植带的土壤水分含量均小于相应层次花生种植带含水量。30cm 土层土壤含水量，

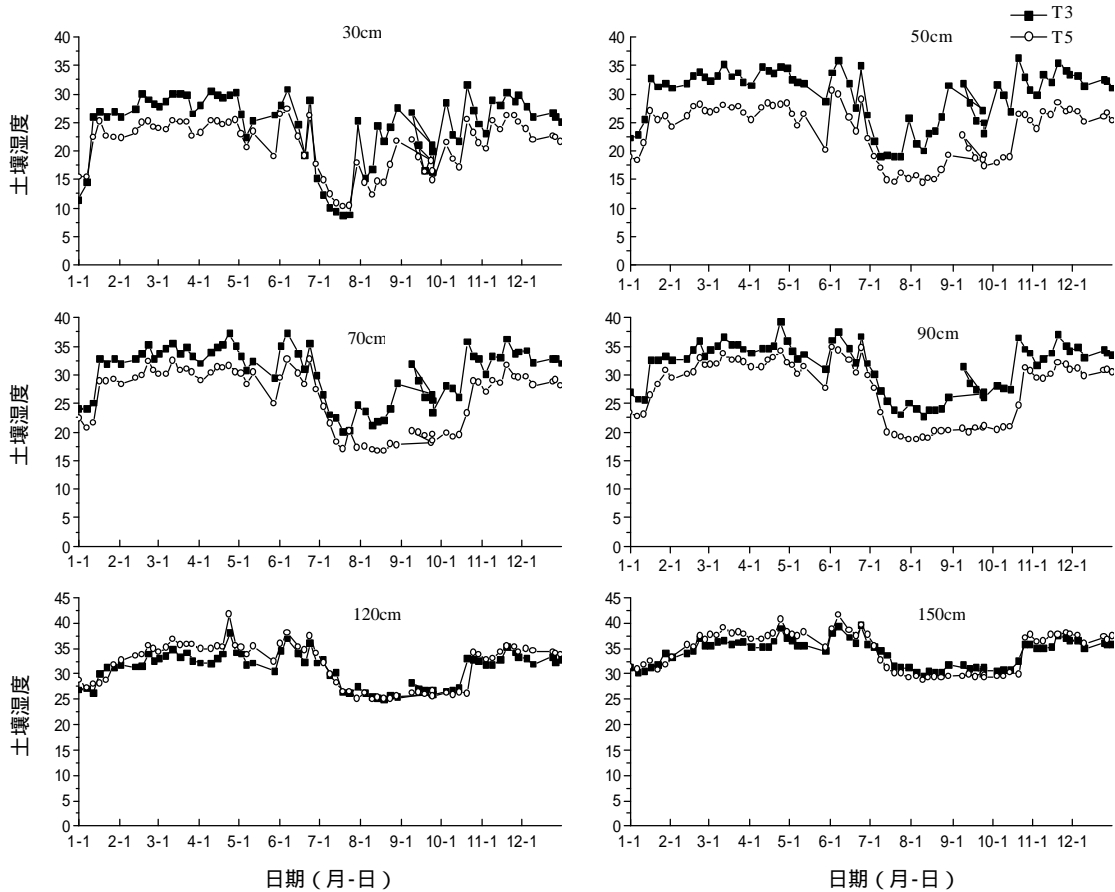


图 4 南酸枣单作与间作系统南酸枣带土壤湿度差异

Fig. 4 Difference in soil moisture of tree line between mono- and alley cropping systems

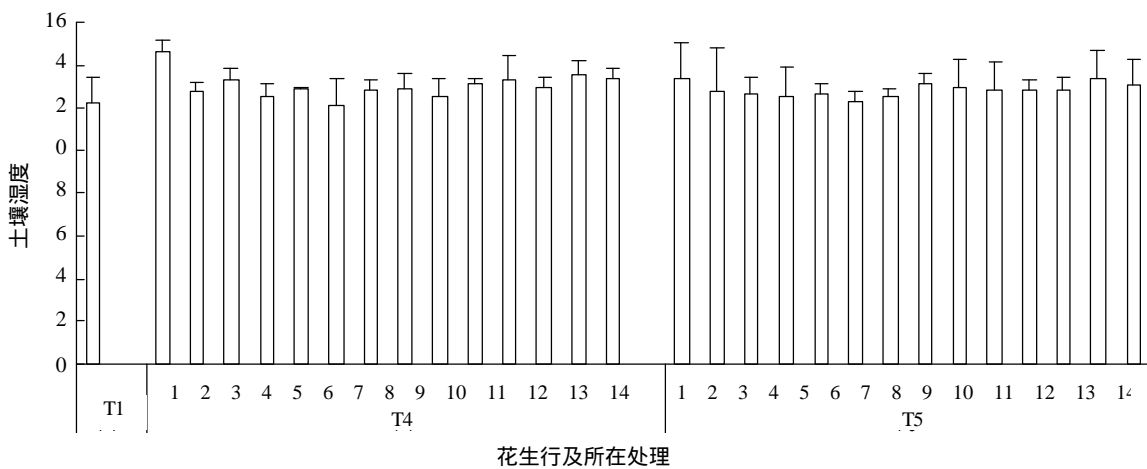


图 5 单作与农林间作花生干旱季节 0~20cm 土壤湿度差异

Fig. 5 Difference in soil moisture at 0~20cm of peanut rows between mono- and alley cropping systems in drought season

在距离南酸枣种植带 1m、2m 和 4m 的花生行之间没有呈现规律性差异；50~70cm 土层土壤含水量，距离南酸枣种植带 4m 处花生行高于距离南酸枣种植带 1m 和 2m 处的花生行，但在距离南酸枣种植带 1m 和 2m 处的花生行之间没有明显差异。90cm 以下土壤含水量，则表现出规律性差异，距离南酸枣愈远，土壤含水量愈高。

2.3 农林间作对南酸枣种植带土壤水分的影响

2000 年间土壤水分监测结果(图 4)显示了农林间作对南酸枣种植带土壤水分的影响。这主要是由土壤水分供给状况及南酸枣在单作及农林间作条件下的水分消耗量差异所引起。间作南酸枣由于具有更大的生长量^[6]，消耗更多的土壤水分，其南酸枣种植带土壤湿度总体来说明显低于单作南酸枣。特别是在表层土壤干旱的 7~8 月份，南酸枣主要依靠利用下层土壤水分能缓解干旱胁迫，因而表层土壤水分含量差异较小，而间作南酸枣 50~120cm 土层土壤水分含量明显低于单作南酸枣。

2.4 农林间作对花生表层土壤水分的影响

土壤剖面水分动态研究表明，在 4~6 月，表层土壤水分含量均在 30% 左右，不会对花生的生长造成严重影响。而 7 月份表层土壤水分含量最低，如果间作影响此时表层土壤水分状况，将直接影响花生生长。烘干法测定结果(图 5)表明单作花生的土壤水分含量略低于间作花生，这主要由于单作花生具有更高的产量^[6]和水分消耗；在间作系统中，距离间作南酸枣近的土壤水分含量略高于远离南酸枣种植带的土壤，但没有显著性差异；5 龄南酸枣和 9 龄南酸枣间作之间表层土壤水分没有显著差异。

3 讨论

红壤剖面水分含量随深度增加，为农林间作的水分协同利用提高了可能。前文^[7]的研究结果表明了间作南酸枣与花生之间存在明显的养分竞争现象。但 9 龄南酸枣间作系统中土壤水分的空间变异结果表明，9 龄南酸枣间作系统中，花生种植带 30cm 土层土壤水分含量没有显著差异，土壤水分含量的差异主要表现在 50cm 以下土层，这表明间作南酸枣主要通过吸收深层次土壤水分能缓解干旱的胁

迫，而不会与间作花生之间竞争表层土壤水分。这与前文^[7]所研究的养分竞争关系有所不同，主要由于养分和水分在土壤剖面分布差异造成：表层土壤养分含量高、水分含量低，而下层养分含量低、水分含量高

比较农林间作对土壤水分含量的影响与前文^[6]图 4 及表 2 的结果表明，农林间作引起的土壤水分含量变化与花生产量、南酸枣生物量之间没有显著相关性，农林间作对土壤水分的影响不是促进南酸枣生长、降低花生产量的主要原因。当然，土壤水分对花生的影响，不仅取决于干旱的严重程度、作物的耐旱性能，也取决于花生与南酸枣之间对养分、光能等其它资源的竞争。

参考文献

- 1 姚贤良, 许绣云, 于德芬. 红壤的库容及其对抗旱性能的影响. 见: 中国科学院红壤生态实验站编. 红壤生态系统研究(第 2 集). 南昌: 江西科学技术出版社, 1993, 262~268
- 2 Malik RS and Sharma SK. Moisture extraction and crop yield as a function of distance from a row of *Eucalyptus tereticornis*. *Agroforestry Systems*, 1991, 12: 187~195
- 3 McIntyre BD, Riha SJ, Ong CK. Competition for water in a hedge~intercrop system. *Field Crops Research*, 1997, 52: 151~160
- 4 Lehmann J, Peter I, Steglich C, Gebauer G, Huwe B and Zech W. Below-ground interactions in dryland agroforestry. *Forest Ecology and Management*, 1998, 11: 157~169.
- 5 裴保华, 贾渝彬, 王文全等. 杨农间作田的光强和土壤水分状况及其对农作物的影响. *河北农业大学学报*, 1998a, 21(2): 28~33
- 6 王兴祥, 张斌, 王明珠, 张桃林, 何园球. 低丘红壤花生南酸枣间作系统研究 I. 生产力. *土壤*, 2002, 34 (6): 324~327
- 7 王兴祥, 张桃林, 张斌, 王明珠, 何园球. 低丘红壤花生南酸枣间作系统研究 II. 氮素竞争. *土壤*, 2003, 35 (1): 66~68, 88

- 利用土壤水分的作用机理和效果. 干旱地区农业研究, 1994, 12 (1): 38~46
- 3 梁宗锁, 康绍忠, 李新有. 有限供水对夏玉米产量及其水分利用效率的影响. 西北植物学报, 1995, 15 (1): 26~31
- 4 Skinner RH, Hanson JD, Benjamin JG. Root distribution following spatial separation of supply in furrow irrigated corn. *Plant and Soil*, 1998, 199: 187~194
- 5 康绍忠, 张建华, 梁宗锁等. 控制性交替灌溉 一种新的农田节水调控思路. 干旱地区农业研究, 1997, 15 (1): 1~5
- 6 梁宗锁, 康绍忠, 胡炜. 控制性分根交替灌水的节水效应. 农业工程学报, 1997, 13 (4): 58~63
- 7 潘英华, 康绍忠. 交替隔沟灌溉水分入渗特性. 灌溉排水, 2000, 19 (1): 1~4
- 8 邢维芹, 王林权, 李生秀. 半干旱区夏玉米的水肥空间耦合效应. 农业现代化研究, 2001, 22 (3): 150~153
- 9 Benjamin JG, Havis HR, Ahuja LR, et al. Leaching and water flow patterns I every-furrow and alternate-furrow irrigation. *Soil Sci. Soc. Amer.*, 1994, 58, 1511~1517

EFFECT OF WATER-FERTILIZER SPATIAL COUPLINGS ON CORN IN SEMIARID AREA:

II. DYNAMIC DISTRIBUTION OF WATER AND AVAILABLE NITROGEN IN SOIL

Xing Weiqin^{1,2} Wang Linqun² Li Liping¹ Li Shengxiu²

(1 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*; 2 *College of Resource and Environment, Northwest Sci-tech Univ. of Agriculture and Forestry, Yangling Shaanxi 712100*)

Abstract Dynamic distribution of available nitrogen and soil water under different spatial couplings of irrigating water and fertilizer nitrogen was studied. The results revealed that after fertilization and irrigation the water mainly moved downward. The treatment of fertilizer application in the irrigated furrow had a deeper distribution of available nitrogen. 15 days after the treatment, the fertilizer nitrogen nearly distributed in the soil evenly from the surface to a depth of 100 cm and, however, mainly existed in the soil layer less than 60 cm deep in the treatment of fertilizer application and irrigation conducted in alternate furrows. The latter made it possible for plants to absorb more nutrition because less nitrogen would be leached.

Key words Semiarid area, Spatial coupling of irrigation water and fertilizer, Water, Available nitrogen, Movement

(上接第 235 页)

CHOEROSPONDIAS AXILLARIS AND PEANUT (*ARCHIS HYPOGAEA*) ALLEY CROPPING SYSTEMS ON UDIC FERROSOL IN SUBTROPICAL CHINA III. Soil moisture

Wang Xingxiang He Yuanqiu Zhang Taolin Zhang Bin Wang Mingzhu

(*Institute of Soil science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

Abstract Soil moisture increased with soil depth in Udic ferrosol profile, providing possibility of synergistic utilization of soil water in agro-forest cropping system. Analysis of soil water dynamics, however, shows no obvious synergy in utilization of or competition for water in soil between *Choerospondias axillaris* and peanut in alley cropping system. Change in soil moisture in the alley cropping system was not a key factor for decline in peanut yield and increase in *Choerospondias axillaries* biomass.

Key word Udic Ferrosol, Alley cropping, Soil moisture