

沙漠地区麦田土壤养分运动特征*

肖洪浪 李 涛 刘立超

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 兰州 730000)

摘 要 研究了干旱沙漠地区新垦沙地和耕种 20 年左右的灌淤土可溶性养分运动特征。结果表明,在小麦 1 个生长周期内土壤养分发生较大的衰减,表层养分呈梯级下降趋势,其明显吻合于灌溉周期,以灌溉导致养分淋溶造成土壤养分下降为主,以作物吸收利用造成土壤养分下降为辅。土壤下层存在养分截留层,当总灌水量由 649mm (59mm/次)增至 1998mm (111mm/次)时作物吸收利用养分量分别降低 42% (沙土)和 50% (灌淤土),土壤养分总消耗量分别减少 40% (沙土)和 49% (灌淤土)。当灌水量太大时,许多土壤养分被水运移至土壤深层,致使作物难以吸收到这些养分。

关键词 土壤养分 迁移 干旱沙漠区

Movement of soil nutrient of wheat field in arid desert area. XIAO Hong-Lang, LI Tao, LIU Li-Chao (Cool and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000), *CJEA*, 2001, 9(1): 25~27

Abstract The movement characteristics of soil nutrient of wheat field in arid desert area were studied. The results showed that the soil nutrient content reduced to a lower level after one growth season of wheat, and it decreased stage by stage. Every stage was synchronous with irrigation. Therefore, irrigation mainly induced the decline of soil nutrient in the soil layer. Most infiltrated nutrient was accumulated in sub-soil. When total irrigation water amount was increased from 649mm to 1998mm, nutrient amount utilized by wheat crop was declined 42% (sandy soil) and 50% (multi-soil) respectively and the total consumption of soil nutrient was declined 40% (sandy soil) and 49% (multi-soil) respectively. Much soil nutrient moved to deep soil layer where crop could not take any nutrient when the irrigating amount was too large.

Key words Soil nutrient, Movement, Arid desert area

固沙植被区农田水肥管理、土壤水肥运动的研究工作近年取得了长足进展,但对土壤中溶液养分运动变化研究目前尚少,本项田间试验研究了甘肃省干旱沙漠区麦田土壤养分变化特征,为该区农田水肥科学管理提供参考依据。

1 试验材料与方法

试验在中国科学院沙坡头沙漠科学试验站进行,该区地处腾格里沙漠东南缘,土壤有两类,一类是流动风沙土(简称沙土),其养分含量很低,有机质仅为 0.80g/kg,保水保肥性能极差;二类是灌淤土,0~30cm 表土层是历经约 20 年的黄河水灌溉与耕种施肥形成的灌淤层,其有机质含量 15g/kg,具有较好的水肥保持能力;30cm 以下土层仍为流动风沙土。供试小麦品种为“宁红 3 号”,3 月下旬播种,6 月 30 日收割。试验地 0~20cm 表土层可利用养分含量为 42~44mg/cm³,其余土层为 0.1~1.0mg/cm³。灌溉设 3 个处理,其灌水总量分别为 649mm、1232mm 和 1998mm。试验组合共设 6 个处理:沙土、灌水量 649mm (I);沙土、灌水量 1232mm (II);沙土、灌水量 1998mm (III);灌淤土、灌水量 649mm (IV);灌淤土、灌水量 1232mm (V);灌淤土、灌水量 1998mm (VI)。各试验组合的施肥量、方式、时间均相同,作物开始生长时的初始可溶性养分含量基本相近。

2 结果与分析

2.1 土壤剖面养分含量的变化

* 国家自然科学基金重大项目(49890330)、“九五”中国科学院特别支持项目(KZ95T-04-01)、重大项目(KZ951-A1-301)和重点项目(KZ952-S1-218)共同资助

收稿日期:2000-07-18 改回日期:2000-08-10

无论是沙土,还是灌淤土,经过小麦1个生长周期后,由于作物吸收、土壤淋溶、养分转化、有机物消耗等,使土壤中可溶性养分含量明显下降。在0~22.5cm沙土土层和0~27.5cm灌淤土土层的养分含量下降;而在22.5~190mm沙土土层和27.5~155cm灌淤土土层的养分含量有所增加,说明深层土体截留了部分下渗养分,且沙土截留层比灌淤土截留层厚40cm,尽管该土层也存在养分被作物吸收、较强烈的下渗、随毛管水上升等,但总的趋势是可溶性养分在此富积。灌淤土在小降雨量而未灌溉时未发生养分下渗现象,而沙土在小降雨量下会诱发养分下渗。有机肥降解、施用速效追肥补充了部分可利用养分,但作物吸收、深层渗漏等仍使土壤中养分含量大幅度下降,沙土中养分下降量显著高于灌淤土。作物利用占土壤养分总下降量分别为沙土93.8%、灌淤土93.9%,二者并无差异;而2种土壤中作物消耗量灌淤土减少近30%,其他各类消耗减少17.8%~55.9%,总消耗量下降近30%。

2.2 灌水量与养分利用的变化

沙土中土壤养分总消耗量、作物吸收利用量随灌水量的增加均急剧下降;底层渗漏随灌水量的增加而增加,作物利用养分量占总养分消耗量的百分率由低灌水量时的95.4%降至高灌水量时的90.7%,作物吸收利用量减少42.1%。灌淤土中养分随灌水量的变化趋势与沙土表现相似,当灌水量由649mm增至1998mm时土壤养分总消耗量减少45.9%,作物吸收利用量减少49.7%;底层渗漏损失随灌水量增加而增加数倍,作物吸收利用量由低灌水量时的96%降至高灌水量时的89%。

2.3 小麦生长期内表土层养分随灌水量的变化

小麦生长期不同灌水量下沙土0~5.5cm表土层养分含量的时序变化如图1所示,呈明显梯级下降趋势。低灌水量时在生长末期土壤中仍有一定养分,而高灌水量时在生长中后期土壤中养分已接近于零。高、中灌水量时小麦扬花、灌浆期后根系区上部土层将不能有效地提供养分支持。根际区中部17.5cm土层土壤养分含量亦呈梯级下降,高灌水量下(111mm/次)梯级下降趋势明显,除作物吸收养分外,还有大量养分下渗;低灌水量下(59mm/次)下降趋缓,主要是作物吸收利用造成土壤养分含量降低,渗漏养分变为次要;中等灌水量下(89mm/次)土壤养分含量的变化处于高、低灌水量的变化之间;高、中灌水量时小麦灌浆期根系区上半部将受到缺肥的影响,主要吸收养分区将下移。根系区下界

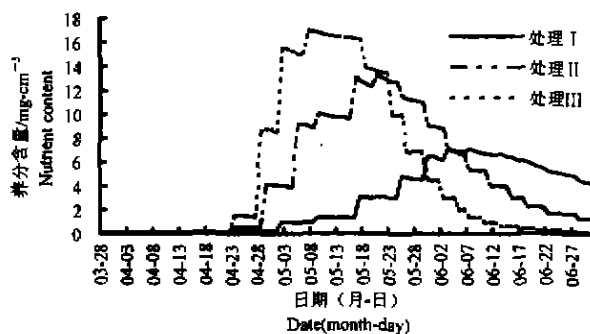


图2 小麦生长期不同灌水量37.5cm土层养分含量时序变化

Fig. 1 The change of soil nutrient at 37.5cm layer during wheat growth

37.5cm土层土壤养分时序变化如图2所示,呈中前期迅速增加,中后期迅速降低,原因是中前期作物根系尚未达此土层,上层淋溶养分在此富积,中后期根系已在此土层大量吸收养分,从而造成土壤养分含量迅速下降。在养分含量增加阶段呈明显的梯级攀升,与灌溉相吻合,梯级幅度与灌水量成正比。高灌水量总变化幅度是低灌水量的3倍,增加与下降均非常迅速,是强渗漏的表现。在养分含量降低时表现为幅度很小的梯级或缓慢下降,这说明养分含量下降主要是作物吸收利用所致,特别是在低灌水量时渗漏变弱。高灌水量时由于作物吸收、加之较强渗漏,使该土层养分在生长期结束时已接近于耗尽,而中、低灌水量时土壤中仍有一定养分。根系区以下的土层土壤截留下渗养分,养分含量增加,且随灌水量增加而增加。高灌水量时由于养分上移,而上层下渗养分相对减少,或少量根系到达此土层并吸收养分,且由此层下渗仍在继续,致使该土层养分含量由增加变为下降,这种现象在中、低灌水量时均未出现。

2.4 灌淤土中养分含量的变化

在灌淤土作物根系区上部约5.5cm土层土壤养分含量的变化趋势与沙土相似,呈梯级变化,但养分含量比沙土下降快,灌淤土灌水引起养分下渗的作用相对较弱,作物吸收利用养分量较大、生长较快,导致该土

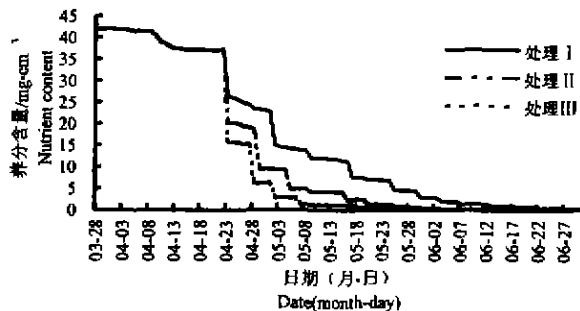


图1 小麦生长期不同灌水量5.5cm土层养分含量时序变化

Fig. 1 The change of soil nutrient at 5.5cm layer during wheat growth

层养分含量迅速下降,使作物生长中后期将不能由此层提供养分支援,作物吸收养分区域将迅速下移。灌淤土作物根系区中部 17.5cm 土层养分含量呈缓慢下降趋势,高、中灌水量时养分含量下降是因作物利用与下渗所致。小麦扬花、灌浆期后该土层养分近于耗尽,此时作物主要吸收养分区将下移到常规耕作施肥区 0~20cm 土层以下,养分供给障碍将影响经济产量的形成。而低灌水量时此现象出现在小麦成熟期,对经济产量的形成影响较弱。灌淤土中灌淤土与沙土结合部土壤养分含量在小麦生长期内呈现由低到高、再由高到低变化(见图 3),变化幅度随灌水量增加而增大。小麦生长中前期该土层截留下渗养分(此时根系主要吸收区在上土层)并使养分逐步富积,且灌水量越大,富积速度越快、富积量越大。当上土层养分接近耗尽时,根系主要吸收养分区下移。高灌水量时小麦孕穗期后主要吸收区已移至该土层,该土层养分含量迅速下降,并在小麦成熟期前后养分近于耗尽。中灌水量时小麦抽穗期主要吸收区已下移到该土层,供给养分直至小麦收获。低灌水量时小麦灌浆期后才从该土层吸收养分,至收获时该土层仍有相当养分供给。

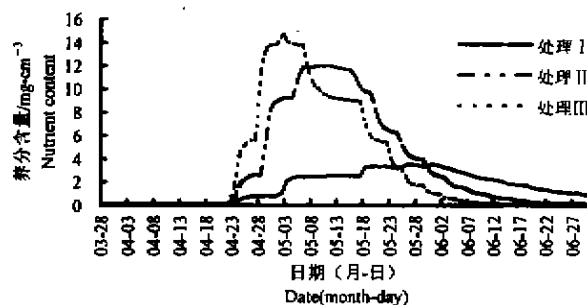


图3 小麦生长期不同灌水量 32.5cm 土层养分含量时序变化

Fig. 3 The change of soil nutrient at 32.5cm layer during wheat growth

3 小 结

土壤条件不同,其养分运动特征亦不同。沙土经过小麦 1 个生长期后养分含量区比在保水保肥性好的土壤中向深层土壤下移更快、更深;上层土层中养分呈梯级下降,每次下降与灌溉同步,灌水量越大则土壤保肥性越差,梯级下降深度越大,上层土层养分含量下降速度随灌水量增加而增加,养分的吸收利用量随灌水量的增加而降低;土壤中有一养分截留层,下渗养分将在该土层富积,富积土层的深度、厚度以及最大富积量随灌水量的增加而增加,且养分含量增加呈梯级增加,并与灌溉同步。

参 考 文 献

- 1 肖洪良等. 沙漠流沙固定过程中土壤肥力演变. 中国沙漠, 1996, 16(1), 64~69
- 2 段争虎. 养分循环池肥料试验结果初报. 中国沙漠, 1998, 18(4), 97~100
- 3 Belmans C., Wesseling, Feddes R. A. Simulation of the water balance of a crop soil. SWATRE. J. Hydrol., 1983, 63, 271~286
- 4 Van Dam J. C., et al. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the soil-water-atmosphere-plant environment. Theory of SWAP. DLO Winand Staring Centre, Wageningen, 1997